

2015년 한국청정기술학회 춘계 학술발표회 초록집



일 시 : 2015년 3월 26일(목) - 27일(금)

장 소 : 부여 롯데리조트

주 최 : 한국청정기술학회

후 원 : LG화학, 대경에스코, 솔텍, 창해에탄올
성진이앤에이, 국가청정생산지원센터,
과학기술연합대학원대학교,
부경대학교 청정생산기술연구소,
고려대학교 그린스쿨

한국청정기술학회

The Korean Society of Clean Technology

국가의 미래를 위해 나아갈 길, 청정기술

(사)한국청정기술학회

문서번호 청정기술 2015-04 (2015.02.06)

수신각 기관장

제목 한국청정기술학회 회원출장 의뢰

- 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
- 한국청정기술학회 2015년도 봄 총회 및 학술대회를 아래와 같이 개최하오니 본 학회 회원들이 많이 참가할 수 있도록 협조해 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

기간 : 2015년 3월 26일(목) ~ 27일(금)

장소 : 부여 롯데리조트

등록비 : 사전등록 정회원A(연회비납부) 90,000원, 정회원B 130,000원

 학생회원A 60,000원, 학생회원B 80,000원

 현장등록 정회원A 110,000원, 정회원B 150,000원

 학생회원A 80,000원, 학생회원B 100,000원

사전등록 : 3월18일(수)까지. 끝.

(사)한국청정기술학회



(136-791) 서울시 성북구 화랑로14길 5 한국과학기술연구원 L5311C

전화 02-958-5837 / 팩스 02-958-5209 / cleantech@kist.re.kr / cleantech.or.kr

‘From Crisis to Opportunity through Clean Technology’

존경하는 한국청정기술학회 회원 여러분,



회장 서 동 진

우리 학회는 1995년 7월에 설립되어 지난 18년 동안 국내의 청정기술에 관한 정보의 보급과 학술 교류에 일익을 담당해 왔습니다. 청정기술은 원료의 조달에서부터 제품의 생산, 그리고 사용 후 폐기에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 자원과 에너지를 적게 사용하고 환경오염을 사전에 예방하거나 최소화하는 미래형 기술입니다. 구체적으로는 청정생산공정 기술, 청정소재제품기술, 청정부품/제품설계, 재자원화기술, 청정환경기술, 청정(대체)에너지기술, 산업생태학, 지속가능경영을 포함하고 있습니다. 특히 화석에너지 고갈과 환경오염으로 인한 지속가능한 발전에 대한 관심이 높아지는 요즘, 청정기술이야말로 이러한 위기를 극복하고 새로운 기회를 창출시키는 원동력이라고 하지 않을 수 없습니다.

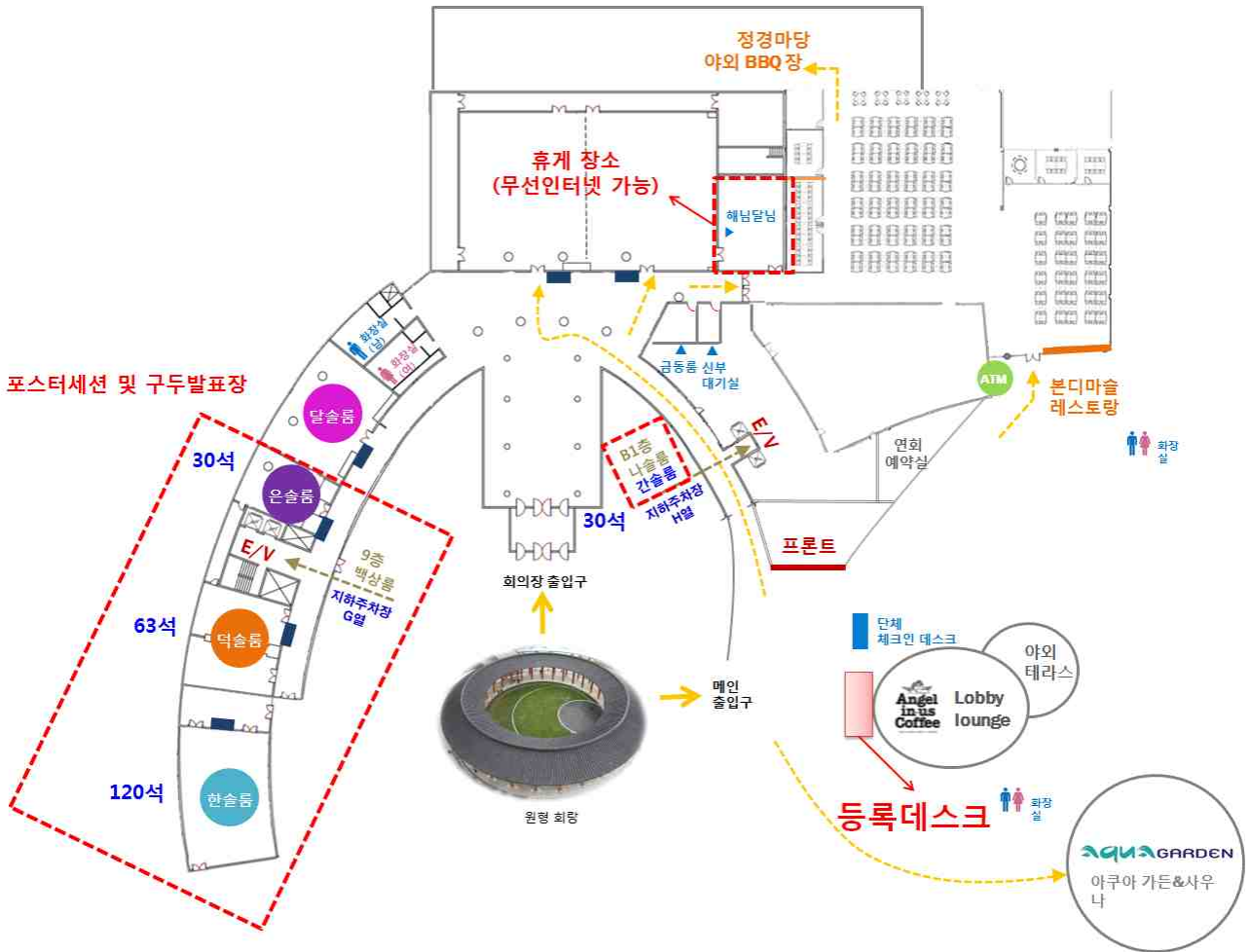
학회 설립 이래 12분의 역대 회장님들과 임원진들, 그리고 회원 여러분의 노고와 헌신으로 우리 학회는 짧은 기간 내에 괄목할 만한 발전을 이루었습니다. 학회지 청정기술이 2006년 12월에 한국학술진흥재단(현, 한국연구재단)의 등재후보지에 선정된 후, 회원 여러분의 적극적인 후원에 힘입어 마침내 2009년에 등재지에 선정되었습니다. 2011년부터 학술지의 논문 투고와 심사과정을 온라인화하여 논문 투고 편의를 도모하고 있으며, 2012년부터는 국제적 요구 수준에 맞도록 형식과 내용을 과감히 정비해 나가 이제 인용지수는 국내 관련 분야 평균을 상회하는 등 날로 발전하고 있습니다.

우리 학회는 1년에 2회 정기학술대회를 개최하여 청정기술에 대한 학술 교류를 기하여 왔으며, 특히 2013년 춘계 학회부터는 개최 장소를 대학교에서 리조트 지역으로 변경하고 1박2일 이상의 학회를 개최하여 회원 상호간의 보다 깊이 있는 정보교류와 친목도모의 장을 제공하려고 노력하고 있습니다. 올해에도 최근 임원진의 노력으로 시작된 정기학술대회의 근간을 유지하고, 국제청정기술심포지엄, 온라인 결제시스템, 부문위원회를 보다 계승 발전시켜 회원 여러분께 유익한 정보를 신속히 제공하고 학회지 투고와 학술대회 발표 등을 편하게 하실 수 있도록 노력하겠습니다.

학회라는 하나의 조직이 잘 운영되기 위해서는 무엇보다도 구성원의 열정과 전문성, 그리고 화합이 중요하다고 생각합니다. 앞으로도 우리 학회가 계속 발전할 수 있도록 회원 여러분의 애정 어린 관심과 적극적인 협조를 부탁드립니다.

대단히 감사합니다.

학회장 안내



- 포스터세션 및 구두발표장: 1층(로비층) 한솔, 덕솔, 은솔, 간솔, 지하1층 간솔
- 휴게 장소: 금요일 종일 해님달님 (1층 대식당 입구, 무선인터넷 가능), 목요일 오후/금요일 오전 한솔
- 장비 전시: 목요일 오후 한솔룸 입구
- 커피 제공: 금요일 종일 한솔룸 입구 또는 덕솔룸 앞

학회기간중 식사 장소

- 부여 롯데리조트내 식당 (1층 본디마슬 레스토랑, 11,000원-)
- 롯데리조트 건너편 도보 5분 거리 롯데 프리미엄 아울렛내 식당 (푸드코트 및 다양한 식당 위치)

부여 롯데리조트 오시는 길



차량으로 롯데리조트 이동

- (서울, 대전 방면에서) 서천공주고속도로 이용 부여IC에서 부여(논산) 방면으로 진입후 15분 이동
- (서울, 대전 방면에서) 천안논산고속도로 이용 부여IC에서 부여(논산) 방면으로 진입후 15분 이동
- (부산 방면에서) 천안논산고속도로 이용 서논산IC에서 서논산(부여) 방면으로 진입후 25분 이동

학회장 지하주차장 무료 이용 가능

부여시외버스터미널에서 롯데리조트 이동

- 택시로 롯데리조트까지 이동 (10분)
- 터미널 건너편 우체국, 성요셉병원 정류장에서 버스(403, 404, 405, 506번)로 한국전통문화대학교 정류장까지(20-45분) → 도보로 부여리조트까지(10분)

학회장 주변 숙박 안내



0. 부여롯데리조트 충청남도 부여군 규암면 백제문로 400 041-939-1114

(이하 부여시외버스터미널 주변 숙박)

- | | | |
|-------------|----------------------------|--------------|
| 1. 백제관광호텔 | 충청남도 부여군 부여읍 북포로 108 | 041-835-0870 |
| 2. 하이아트 | 충청남도 부여군 부여읍 사비로 108번길 5 | 041-833-2785 |
| 3. 수모텔 | 충청남도 부여군 부여읍 사비로 99번길 8-6 | 041-832-8222 |
| 4. 대명장 | 충청남도 부여군 부여읍 부여로 14-7 | 041-835-3377 |
| 5. 스타펠리스모텔 | 충청남도 부여군 부여읍 부여로 13-7 | 041-833-3005 |
| 6. 쉼모텔 | 충청남도 부여군 부여읍 사비로 72번길 5-5 | 041-835-8899 |
| 7. 스카ймо텔 | 충청남도 부여군 부여읍 사비로 72번길 12 | 041-834-3331 |
| 8. 아리랑모텔 | 충청남도 부여군 부여읍 정림로 55-13 | 041-832-5656 |
| 9. 파라다이스 | 충청남도 부여군 부여읍 사비로 72번길 13-3 | 041-837-3535 |
| 10. 그랑프리모텔 | 충청남도 부여군 부여읍 석탑로 41번길 14 | 041-835-0071 |
| 11. 풀하우스 | 충청남도 부여군 부여읍 중앙로 6-19 | 041-837-5551 |
| 12. 모텔브로드웨이 | 충청남도 부여군 부여읍 중앙로 14-9 | 041-834-2565 |
| 13. 엘리제모텔 | 충청남도 부여군 부여읍 중앙로 14-14 | 041-833-8383 |

경품 추첨



‘학술발표회의 적극적인 참여를 독려하고자
학술발표회 기간내 2회에 걸쳐서 경품추첨 행사를 진행합니다.
발표자들의 많은 참여 바랍니다.’



iPad mini 2 (16GB Wi-Fi) 5대

참여방법

사전등록 또는 현장등록시에 경품응모권 제출



추첨일시

1차 추첨 : 2015년 3월 26일(목) 17:30 등록데스크에 게시 (2대)

2차 추첨 : 2015년 3월 27일(금) 17:00 등록데스크에 게시 (3대)

경품지급

2015년 3월 27일(금) 16:30 총회 (한솔)

단, 총회에 참석한 자에 한하여 경품을 지급합니다.

학회장 주변 관광지 안내



백제문화단지 (학회장에서 걸어서 10분 거리)



주소: 충남 부여군 규암면 백제문로 368-11

낙화암 및 부소산성 (차량으로 10분 이동후 도보로 관람)



주소: 충남 부여군 부여읍 쌍북리 산4

국립부여박물관 (차량으로 15분)



주소: 충남 부여군 부여읍 금성로 5

롯데 아울렛 (학회장앞 도로 건너편)



주소: 충남 부여군 규암면 백제문로 387

봄 총회 및 학술발표회 일정표



3월26일(목)	덕솔	간솔	은솔	한솔
13:00~14:30	등록			
14:30~15:30	초청강연 지속가능경영원 원장 박태진			포스터 게시
15:30~17:30	편집위원 워크숍			포스터발표1 Organizer 한정명
17:30~18:00	경품추첨 (한솔/포스터세션 장)			포스터 철수 및 게시
18:00~20:00	제2차 이사회 (외부)			

3월27일(금)	덕솔	간솔	은솔	한솔
08:30~09:30	등록			
09:30~12:00 (일부 조정 가능)	일반세션 바이오연료및소재1 (09:40-12:00) Organizer 임한권	일반세션 청정기술1 (09:30-12:10) Organizer 손정민	특별세션 산업세정 (09:30-12:00) Organizer 이재영	포스터발표2 (10:00-12:00) Organizer 한정명
12:00~13:30	점심식사			
13:30~16:30 (일부 조정 가능)	일반세션 바이오연료및소재2 (13:30-16:15) Organizer 임한권	특별세션 청정기술특별 (13:00-16:20) Organizer 전병훈	일반세션 청정석탄 (13:15-16:25) Organizer 김수현	학생세션 청정기술2 (13:30-16:00) Organizer 문종호
16:30~17:00	총회 및 경품추첨, 시상식 (한솔)			

※ 안내

1. 일반구두발표 : 20분 (발표 15분, 토의 5분), 학생구두발표 : 15분 (발표 12분, 토의 3분)
2. 포스터발표 : 발표1 26일 오후 3시 30분 이전까지, 발표2 27일 오전 10시 이전까지 각자 부착하여 전시
☞ Poster 발표시간(발표1 26일 15:30-17:30, 발표2 27일 10:00-12:00)에는 발표자 정위치
3. 시상 : 학생구두발표 3, 포스터발표 5개를 선정하여 상장 및 상금 수여
(시상식 미참석 시 차순위자 시상)
☞ 구두발표, 포스터발표 시상은 총회(27일 16:30)에서 거행

초청강연

- 일시 2015년 3월 26일(목), 14:30~15:30
- 장소 부여롯데리조트 덕솔
- Organizer 서동진 (한국과학기술연구원)
- 프로그램

진행 : 하정명 (한국과학기술연구원)

- 14:30 (10') **개회사**
 서동진 회장 (한국과학기술연구원)
- 14:40 (50') **환경규제와 산업계의 대응 (배출권거래제를 중심으로)**
 박태진 원장 (지속가능경영원)
- 15:30 (10') Coffee Break

■ 연사소개



<p>2009.05~현재 1986.12~2014.12 2003.03~2005.02. 1977.03~1981.06 2008.01~2009.12 기타 경력</p>	<p>지속가능경영원 원장 한국과학기술연구원 선임/책임연구원 한국과학기술기획평가원 에너지환경 전문위원 (파견) 한국과학기술연구원 연구원 한국청정기술학회 회장 환경부 유해화학물질관리위원회 위원 국회기후변화포럼 이사 서울특별시 녹색서울시민위원회 위원 지식경제부 에너지위원회 위원 환경부 수도권대기환경관리위원회 수도권 대기환경개선 정책자문단 위원 에너지경제연구원 연구자문위원 지구환경 국회의원포럼 자문위원 경제사회발전노사정위원회 산업안전혁신위원회 위원 1981~1987 Rice University 화학공학과 박사 1975~1977 KAIST 화학공학과 석사 1971~1975 서울대학교 화학공학과 학사</p>
---	--

일반 심포지움 바이오연료및소재 1

- 일시 2014년 3월 27일(금), 09:40~12:00
- 장소 부여롯데리조트 덕솔
- Organizer 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)
- 프로그램

좌장 : 김재곤 박사 (한국석유관리원)

09:40 (20')	(CT-01) Saccharification of alginate into unsaturated uronate using alginate lyase Keynote <u>이은열</u> (경희대학교)
10:00 (20')	(CT-02) 바이오매스의 수열/용매열분해에 미치는 원료 특성의 영향 <u>이홍식</u> , <u>하정명</u> [†] , <u>제정호</u> [†] , <u>서동진</u> (한국과학기술연구원, [†] 과학기술연합대학원대학교)
10:20 (20')	(CT-03) Liquid biofuel production from macroalgal biomass via thermochemical process <u>최재형</u> , <u>서동진</u> [†] , <u>김승수</u> [‡] , <u>우희철</u> , (부경대학교, [†] 한국과학기술연구원, [‡] 강원대학교)
10:40 (20')	(CT-04) Development of microbial platform to produce fine chemicals from renewable biomass <u>김은미</u> , <u>엄영순</u> , <u>우한민</u> (한국과학기술연구원)
11:00 (60')	(CT-05) 바이오/폐기물 에너지 기술 전망 및 R&D 방향 Keynote <u>상병인</u> (한양대학교, 한국에너지기술평가원)

일반 심포지움
바이오연료및소재 2

- 일시 2014년 3월 27일(금), 13:30~16:15
- 장소 부여롯데리조트 덕솔
- Organizer 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)
- 프로그램

좌장 : 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)

- | | |
|------------------------|---|
| 13:30 (40') | <p>(CT-06) Enhancement of microalgal growth and biochemical content for cost effective biofuel production: Culturing and harvesting strategy
 Keynote
 <u>전병훈</u>, El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra (한양대학교)</p> |
| 14:10 (20') | <p>(CT-07) Isolation and Extraction of Alginate Lyase from Soil Bacteria
 Keynote
 <u>Nguyen Huu Ngoc</u>, Nguyen Ngoc Thanh, Ngo Dang Nghia (Tay Nguyen University, [†]Nha Trang University.)</p> |
| 14:30 (20') | <p>(CT-08) 하수슬러지 유래 바이오디젤의 연료화 기술
 <u>김재곤</u>, 박조용, 최오경[†], 이재우[†], 하종한 (한국석유관리원, [†]고려대학교)</p> |
| 14:50 (10') | Coffee Break |
| 15:00 (20') | <p>(CT-09) 젖산 정제 및 락타이드 제조 촉매 기술
 <u>황동원</u>[†], Pravin U. Upare[†], 이마음[†], 장종산[‡], 황영규[†], 이우황[†], 홍도영[†] (한국화학연구원, [†]과학기술연합대학원대학교, [‡]성균관대학교)</p> |
| 15:20 (20') | <p>(CT-10) Dehydroaromatization of methane with light oxygenates derived from biomass over Mo/HZSM-5 catalyst
 <u>홍도영</u>, Jeremy Bedard[†], Aditya Bhan[†] (한국화학연구원, [†]University of Minnesota)</p> |
| 15:40 (15')
학생 | <p>(CT-11) Efficient harvesting of freshwater microalgae <i>Senedesmus obliquus</i> and <i>Chlorella vulgaris</i> using acid mine drainage
 <u>El-Sayed Salama</u>, Akhil N. Kabra, 전병훈 (한양대학교)</p> |
| 15:55 (20')
Keynote | <p>(CT-12) The study on fermentation to produce ethanol from hydrolysis solution of green seaweed in Vietnam
 <u>Vo Thanh Trung</u>, Bui Minh Ly, Le Nhu Hau, Truong Hai Bang, Nguyen Thanh Hang[†] (Vietnam Academy of Science and Technology, [†]Ha Noi University Science and Technology)</p> |

일반 심포지움 청정기술1

- 일시 2015년 3월 27일(금), 9:30~12:10
- 장소 부여롯데리조트 간솔
- Organizer 손정민 교수 (전북대학교)
- 프로그램

좌장 : 이은도 박사 (한국생산기술연구원)

- 9:30 (20') **(CT-13) BAT 기반 오염매체 통합환경관리제도 분석**
김종민, 김진호, 홍석진, 안상준, 박순철, 천유진, 한경훈, 전은비[†] (한국생산기술연구원, [†] 대한상공회의소)
- 9:50 (20') **(CT-14) 포장재 유니소재화 제품 개발을 위한 지표 개발 및 사례 연구**
윤혜리, 이한웅, 유미진, 이귀호 (한국생산기술연구원)
- 10:10 (20') **(CT-15) 2단 침수형 연소 증발기의 기초 특성**
민태진, 홍원석, 신완호, 송동근, 김상복 (한국기계연구원)
- 10:30 (20') **(CT-16) 이동형 마이크로 버블 크기 분석장치 개발**
김상복, 홍원석, 민태진, 송동근, 신완호 (한국기계연구원)
- 10:50 (10') Coffee Break

좌장 : 김상복 박사 (한국기계연구원)

- 11:00 (20') **(CT-17) 환경규제의 산업적 영향 요인에 관한 연구**
배하나, 안재현, 이한웅, 이귀호 (한국생산기술연구원)
- 11:20 (20') **(CT-18) Multilayer graphene에 담지된 메탈로센 촉매를 이용한 향상된 열 안정성의 고분자 복합체 합성**
이정숙, 신정섭, 고영수 (공주대학교)
- 11:40 (15') **(CT-19) Ni/Ru-X/Al₂O₃ 촉매를 이용한 톨루엔 수증기 및 건식 개질**
학생 오건웅[†], 박서윤[†], 라호원[‡], 서명원[‡], 김용구[‡], 이재구[‡], 윤상준[‡] (과학기술연합대학원대학교, [†] 충북대학교, [‡]한국에너지기술연구원)
- 11:55 (15') **(CT-20) 희토류 금속 첨가에 따른 Ni촉매의 톨루엔 수증기 개질 반응 특성 연구**
학생 박서윤[†], 오건웅[†], 윤상준[‡], 이재구[‡] (충북대학교, [†]과학기술연합대학원대학교, [‡]한국에너지기술연구원)

학생 심포지움 청정기술2

- 일시 2015년 3월 27일(금), 13:30~16:00
- 장소 부여롯데리조트 한솔
- Organizer 문종호 박사 (한국에너지기술연구원)
- 프로그램

좌장 : 문종호 (한국에너지기술연구원)

- 13:30 (15') **(CT-21) 넓은 입도분포를 가진 철광석 입자의 최소유동화속도 연구**
 학생 강동현, 임관희, 이동현 (성균관대학교)
- 13:45 (15') **(CT-22) 삼상 유동층에서 이성분 입자의 부피분율에 따른 상체류량의 영향**
 학생 김준영, 이동현 (성균관대학교)
- 14:00 (15') **(CT-23) 기-고체 반응 모델을 통한 석탄의 비등온 연소 반응 특성 연구**
 학생 곽인섭, 국진우, 신지훈, 장준영, 이시훈 (전북대학교)
- 14:15 (15') **(CT-24) 석회석 시료들의 소성/탈황 동시 반응 특성 비교**
 학생 신지훈, 김예라, 이시훈 (전북대학교)
- 14:30 (15') Coffee Break

좌장 : 문종호 (한국에너지기술연구원)

- 14:45 (15') **(CT-25) 광물질을 이용한 CO₂ 석탄 가스화 반응 특성 연구**
 학생 이루세, 허동현, 황종하, 손정민 (전북대학교)
- 15:00 (15') **(CT-26) Removal of Methylene Blue Dye from Aqueous Solution by Adsorption onto Graphene Oxide-Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) Composite**
 학생 Dian Kharismadewi, Van Chinh Tran, Thi Toan Nguyen, Marjorie Baynosa, Jae-Jin Shim (영남대학교)
- 15:15 (15') **(CT-27) Kinetics of the Ozonation of Various Wastewaters**
 학생 Marjorie Baynosa[†], Analiza Rollon[†], Charmaine Lamiel, Jae-Jin Shim (영남대학교, [†]Univ. of the Philippines)
- 15:30 (15') **(CT-28) Reduced graphene oxide/NiO nanocomposite synthesized in tert-butanol for supercapacitor application**
 학생 Charmaine Lamiel, Van Chinh Tran, Thi Toan Nguyen, Van Hoa Nguyen[†], Jae-Jin Shim (영남대학교, [†]Nha Trang Univ.)
- 15:45 (15') **(CT-29) 반탄화된 셀룰로오스와 폴리프로필렌 혼합물의 촉매 열분해**
 학생 이형원, 김범식, 권우현, 김한나, 박영권 (서울시립대학교)

특별 심포지움 산업세정

■ 일시 2015년 3월 27일(금), 9:30~12:00

■ 장소 부여롯데리조트 은솔

■ Organizer 이재영 대표 (미래초음파)

■ 프로그램

좌장 : 이동기 박사 (한국화학융합시험연구원)

- 9:30 (20') **(CT-30) 전기전자용 Defluxing 세정제 개발 및 현장적용사례**
이호열 팀장, 배수정, 허정무(AK캠텍)
- 9:50 (20') **(CT-31) 생분해성 친환경 세정제를 이용한 금속가공공정의 이동식 세정 및 세정액회수 장치 개발**
홍현희 부사장, 김석찬 (동원이엠(주))
- 10:10 (20') **(CT-32) 생분해성이 우수하고 부식방지 성능을 갖는 저기포성 세정제 첨가제 개발 및 함량측정 방법에 관한연구**
지홍진 연구소장, 장은석, 이동기[†], 배재흠[‡] (빅터캠, [†]한국화학융합시험연구원, [‡]수원대학교)
- 10:30 (20') Coffee Break

좌장 : 이재영 대표 (미래초음파)

- 10:40 (20') **(CT-33) 세정 성능 향상을 위한 3 MHz급 진동자 개발**
신현근 연구원, 이양래, 임의수, 김현세 (한국기계연구원)
- 11:00 (20') **(CT-34) 마이크로기포공진을 이용한 초음파 세정 영향성 연구**
김정인 연구소장, 이희명, 조경목, 박희진 ((주)듀라소닉)
- 11:20 (20') **(CT-35) 반도체 제조 공정에서 레이저 세정 기술**
이종명 대표, ((주)아이엠티)
- 11:40 (20') **(CT-36) 플라즈마세정 기술**
표재확 대표 ((주)에이퍼디)

일반 심포지움 청정석탄

- 일시 2014년 3월 27일(금), 13:15~16:25
- 장소 부여롯데리조트 은솔
- Organizer 김수현 박사 (고등기술연구원)
- 프로그램

좌장 : 김수현 박사 (고등기술연구원)

- 13:15 (20') **(CT-37) 청정석탄기술의 최근기술동향 : Upgrading 중심으로**
 Keynote 이시훈 (한국에너지기술연구원)
- 13:45 (15') **(CT-38) 중국 저등급 석탄 열분해 기술 및 산업 현황**
 허려화, 김형택 (아주대학교)
- 14:00 (15') **(CT-39) 고유 분류층 가스화 시스템을 적용한 석탄가스화 Test-bed 구축 현황**
 정우현, 김문현, 윤성필, 이승종, 윤용승 (고등기술연구원)
- 14:15 (15') **(CT-40) IGCC 집진장치 적용을 위한 금속필터와 세라믹필터의 무부하 차압특성 비교**
 전동환, 류상오, 박성호, 조천현, 정석우 (고등기술연구원)
- 14:30 (15') **(CT-41) 바이오매스 조연제를 이용한 CO 저감형 착화탄 개발에 대한 연구**
 학생 김승희, 이순호, 황찬원, 이연경, 전충환 (부산대학교)
- 14:45 (10') Coffee Break

좌장 : 김수현 박사 (고등기술연구원)

- 14:55 (15') **(CT-42) 500 MWe급 미분탄화력에서의 저등급탄 연소 및 바이오매스 혼소들에 대한 공정해석 연구**
 문태영, 테페라 젤라렘투스[†], 이은도[†], 양원[†] (한국생산기술연구원, [†]과학기술연합대학원대학교)
- 15:10 (15') **(CT-43) TMA를 활용한 석탄-우드펠릿 혼합물에 따른 회 용융특성 연구**
 학생 오창희, 임호, 김승모[†], 전충환 (부산대학교, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터)
- 15:25 (15') **(CT-44) 바이오매스 혼소에서 혼소율 및 입자크기의 영향에 관한 연구**
 학생 락와더르지, 김정우, 김상인, 전충환 (부산대학교)
- 15:40 (15') **(CT-45) 인도네시아 석탄의 무회분탄 제조를 통한 최산화 반응율 특성 연구**
 학생 김경민, 김진호, 리산디케빈요하네스, 김규보[†], 전충환 (부산대학교, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터)
- 15:55 (15') **(CT-46) 무회분탄의 제조방법에 따른 미연분 및 배출가스 특성 연구**
 학생 문병호, 김진호, 김규보[†], 전충환 (부산대학교, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터)
- 16:10 (15') **(CT-47) Staged Air 투입에 따른 NOx 발생에 대한 실험적 연구**
 학생 김정우, 오창희, 임호, 김규보[†], 전충환 (부산대학교, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터)

특별 심포지움
청정기술특별

- 일시 2014년 3월 27일(금), 13:00~16:20
- 장소 부여롯데리조트 간솔
- Organizer 전병훈 교수 (한양대학교)
- 프로그램

좌장 : 오상은 교수 (강원대학교)

13:00 (20')	(CT-48) Novel application of microbe-electrode hybrid system for bioenergy production and biorefinery process Keynote 김중래, Ganapathiraman Munussami, Somasundar Ashok, 송영은, 임재호 (부산대학교)
13:20 (15')	(CT-49) Demonstrating the prospects of sustainable platform chemical production through engineered electrochemically active bacterium <i>Shewanella oneidensis</i> MR-1 학생 Ganapathiraman Munussami, Somasundar Ashok, 송영은, 이선구, 박성훈, 김중래 (부산대학교)
13:35 (15')	(CT-50) Dynamic load control method to improve power density and efficiency for Microbial fuel cells 학생 송영은, 김중래 (부산대학교)
13:50 (15')	(CT-51) Comparison of sludge production between air-cathode microbial fuel cell and aerobic process by protein analysis 학생 Li Na, 민부기 (경희대학교)
14:05 (15')	(CT-52) Enhanced air-cathode microbial fuel cell (MFC) performance with oxygen supply from an externally connected algal bioreactor (ABR) 학생 Ramesh Kakarla, 민부기 (경희대학교)
14:20 (15')	(CT-53) Microbial Fuel Cell operation with various low cost separators for enhanced power production 학생 Sanath Kondaveeti, 민부기 (경희대학교)
14:45 (10')	Coffee Break

좌장 : 김중래 교수 (부산대학교)

14:45 (20')	(CT-54) Development of a bioreactor for remediation of textile effluent and dye mixture: A plant-bacterial synergistic strategy Keynote Akhil N. Kabra, Sanjay P. Govindwar, 전병훈 (한양대학교)
15:05 (15')	(CT-55) Performance Modeling of Urban Nonpoint Source Pollutants Removal in Retention Ponds with Uncertainty Analysis 박대룡 (건국대학교)
15:20 (15')	(CT-56) Monitoring rapid biodegradation of simulated synthetic textile effluent and development of a novel bioreactor using bacterial-yeast consortium Mayur B. Kurade, Tatoba R. Waghmode, Sanjay P. Govindwar, 전병훈 (한양대학교)
15:35 (15')	(CT-57) CO2 Gasification of Sawdust, RPF and RDF char at High temperature 노선아, 윤진한, 길상인, 이정규 (한국기계연구원)
15:50 (15')	(CT-58) Toxicity Assessment of Organic Pollutant Contaminated Soil Using Sulfur-Oxidizing Bacteria (SOB) Naveed Ahmed Qambrani, 오상은 (강원대학교)
16:05 (15')	(CT-59) Development of Novel Respirometer System for a Biogas Measurement 학생 강우창, 신범수, 오상은 (강원대학교)

포스터 발표1 (1)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- 일시 2015년 3월 26일(목), 15:30~17:30
※오후 3시 30분까지 포스터 게시, 오후 5시30분 이후 포스터 제거
- 장소 부여 롯데리조트 한솔
- Organizer 하정명 박사 (한국과학기술연구원)
- 프로그램 포스터 일반 (PA) 및 학생 (PB)

PA-01	망간옥사이드를 이용한 알코올의 선택적인 산화반응 장은지, 김예슬, 이철우 (한밭대학교)
PA-02	IMO MEPC Tier III 발효 관련 선박대기오염 규제현황 조사 강신백 (선박안전기술공단)
PA-03	알카리-열처리에 의한 활성슬러지로부터의 선택적 인 배출 김동진, 김현기, 임병호, 조대철† (한림대학교, †순천향대학교)
PA-04	레미콘회수수 활용 액상탄산화를 통한 이산화탄소 고정화 연구 박병현, 임윤희, 이주열, 신재란, 문성호, 김재강, 최창식†, 홍범의†, 강호종‡ ((주)애니텍 기술연구소, †고등기술연구원, ‡(주)아이케이)
PA-05	Cu와 Fe를 포함하는 알루미나 촉매를 이용한 DMC 합성 반응 윤난숙, 우재민, 문종호 (한국에너지기술연구원)
PA-06	The adsorption and desorption behavior of hydrogen chloride gas on Zeolite 13X Pellet at high pressure condition in a Fixed Bed Reactor 김재영, 경대현, 박영철, 조성호, 류호정, 문종호 (한국에너지기술연구원, 대전대학교)
PA-07	해수담수화 부산물을 이용한 고로슬래그 경화체 제조 공법의 최적화를 위한 연구 신재란, 박병현 ((주)애니텍)
PA-08	백화현상 감소를 통한 친환경 자동차 부품용 EPDM 고무 개발 허광선, 김봉수, 김우환† (경남정보대학교, †(주)수승화학)
PA-09	습식 스크러버를 이용한 SOx/NOx 동시제거기술개발 김재강, 이주열†, 박병현, 최진식† ((주)애니텍 기술연구소, †경희대학교)
PA-10	Estimation of Poly(lactic acid) biodegradability by specific surface area based gas production using wastewater sludge 송영은, 문정현, 임채호, 김중래 (부산대학교)

포스터 발표1 (2)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

PA-11	<p>과산화수소 분해를 위한 불균일계 고체상 촉매의 물리화학적 특성에 따른 반응특성 연구 <u>최희영</u>, 장정희, 한기보 (고등기술연구원)</p>
PA-12	<p>폐 섬유연사기 드럼 재활용 기술 개발 <u>정인경</u>, 전광희[†], 정수찬[†], 서재건 (한국산업단지공단, [†]진엔프라)</p>
PA-13	<p>선택적폭기에 따른 VOC제거효율 변화: 지하수점도 및 표면장력 조절효과 <u>김현기</u>, 김주영[†], 안다영 (한림대학교, [†]한림대학교)</p>
PA-14	<p>염소가스 처리법을 이용한 해양생물 파울링 조절 <u>조대철</u>, Niamul Haque[†], 권성현[†] (순천향대학교, [†]경상대학교)</p>
PA-15	<p>가스화 공정 적용을 위한 금속필터의 세라믹 코팅 특성 연구 <u>황상연</u>, 이지은, 정석우, 김민정[†], 이동복[†] (고등기술연구원, [†]성균관대학교)</p>
PA-16	<p>열중량 분석을 이용한 무회분탄의 급속 CO₂ 가스화 반응 특성 <u>전동환</u>, 이재만, 윤성필, 박성호, 정석우 (고등기술연구원)</p>
PA-17	<p>UV조사를 이용한 유기오염물 흡착소재의 효과적인 재생 기법 개발 <u>이순재</u>, 이창구, 이상협, 조슬기, 최재우 (한국과학기술연구원)</p>
PA-18	<p>NO 전환에 적용 가능한 건식산화제 생산을 위한 과산화수소 촉매 분해 반응의 운전특성 <u>장정희</u>, 최희영, 한기보 (고등기술연구원)</p>
PB-01	<p>마이크로웨이브를 이용한 가시광 응답형 CdS 나노입자의 합성 <u>박지훈</u>, 김영훈 (광운대학교)</p>
PB-02	<p>은나노 프리즘을 이용한 중금속 이온 검출용 색센서 개발 <u>이혜진</u>, 김영훈 (광운대학교)</p>
PB-03	<p>아민 기능을 지닌 실레인을 이용한 중금속 색센서 개발 <u>정의석</u>, 김영훈 (광운대학교)</p>
PB-04	<p>Furfural tolerance capacity of enterobacter cloacae GGT036 soil bacterium <u>최선영</u>, 조수아, 신호정, 엄영순, 심상준, 우한민 (한국과학기술연구원, 고려대학교 그린스쿨)</p>
PB-05	<p>Selective Trimerization of 2-Methylfuran on Amberlyst-15 <u>Indri Yati</u>, 염미영, 최재욱, 추현아, 서동진, 하정명 (한국과학기술연구원)</p>
PB-06	<p>금속이 담지된 메조기공 실리카 촉매상에서 Butanol 탈수 반응을 통한 Butene 생성 연구 <u>김현아</u>, 추혜정, 전종기 (공주대학교)</p>
PB-07	<p>Zeolite를 이용한 Dicyclopentadiene의 소중합 반응 연구 <u>정관형</u>, 박은서, 한정식[†], 정병훈[†], 전종기 (공주대학교, [†]국방과학연구소)</p>

포스터 발표1 (3)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- PB-08** **유동층 건조기에서 주입가스 유속이 비산량에 미치는 영향**
 박재혁, 이창하, 선도원[†], 배달희[†], 류호정[†], 신종선[†], 김기영[‡], 박재현[‡] (연세대학교, [†]한국에너지기술연구원, [‡]충남대학교)
- PB-09** **다중기공사이즈를 가지는 리튬이차전지용 탄소/실리콘산화물 복합체를 이용한 음극의 제조**
 백광용, 이가을, 나병기 (충북대학교)
- PB-10** **고용량 리튬이온전지 음극활물질 Nano Si의 전기화학적 특성**
 윤상효, 나병기 (충북대학교)
- PB-11** **활성탄 흡착탑을 이용한 휘발성 유기화합물의 경쟁흡착 특성 연구**
 조종훈, [†]이시훈, 이영우 (충남대학교 에너지과학기술대학원, [†]한국에너지기술연구원)
- PB-12** **고정층 반응기에서 인도네시아 저등급 석탄의 좌-스팀-이산화탄소 촉매가스화 특성 연구**
 안승호, 김정수, [†]이시훈, 이영우 (충남대학교 에너지과학기술대학원, [†]한국에너지기술연구원)
- PB-13** **다양한 촉매들을 통한 모델 바이오매스-초임계수 가스화에 의한 수소 생산 성능에 대한 연구**
 허동현, 황종하, 이루세, 손정민 (전북대학교)
- PB-14** **Imidazolium계 이온성액체의 방향족 화합물 선택도와 {Hexane + Toluene/p-Xylene + Ionic liquid} 삼성분계 액-액 상평형**
 유수현, 이경호, 박소진 (충남대학교)
- PB-15** **도시형폐수에서의 바이오에너지생산용 담수미세조류의 재배와 수확 (파일럿규모 광생물반응기 연구)**
 양일승, El-Sayed Salama, 전병훈 (한양대학교)
- PB-16** **투명전극의 신뢰성에 미치는 재생 ITO 농도의 영향**
 이지예, 홍성제, 이종건[†], 최동철[‡], 손용근[‡], 홍태환[§] (전자부품연구원, [†](주)나노엘에스아이, [‡]성균관대학교, [§]한국교통대학교)
- PB-17** **염기 촉매를 이용한 바이오오일 안정화**
 김한나, 이예진, 이희진, 이형원, 권우현, 김범식, 홍여진, 박영권 (서울시립대학교)
- PB-18** **Sulfate 담지 Al₂O₃ 촉매를 이용한 반도체 제조공정에서 배출되는 NF₃의 가수분해**
 이진욱, 성연백, 이태훈, 김민정, 박창준, 최원영, 이태진, 박노국[†], 장원철[‡] (영남대학교, [†]영남대학교 청정기술연구소, [‡]코캣)

포스터 발표1 (4)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- PB-19** **미량 산소와 수분이 함유된 SO₂ 가스의 촉매환원을 위한 DSRP용 촉매에 귀금속 조촉매의 적용**
 이태훈, 성연백, 이진욱, 김민정, 박창준, 최원영, 이태진, 박노국[†] 백점인[‡], 이중범[‡]
 (영남대학교, [†]영남대학교 청정기술연구소, [‡]한국전력연구원)
- PB-20** **A Study on Evaluation of Physical Properties and Cleaning Abilities of HFE-type Cleaning Agents in Flux Cleaning according to their Additives Concentration**
 정원준, 김다혜, 배재흠, 이민재, 민병훈, 장운상 (수원대학교)
- PB-21** **HPLC를 활용한 대체세정제에 의한 산업용 Flux 세정의 정밀세정성 평가**
 김재민, 남우정, 배재흠, 이민재, 민병훈, 장운상 (수원대학교)
- PB-22** **터비스칸과 편광현미경을 활용한 클렌징크림 배합 및 세정성 평가 연구**
 양지은, 이기열, 배재흠, 이민재, 민병훈 (수원대학교)
- PB-23** **Total Phenolic and Flavonoid Content Measurement and Oxidation Properties of Sesin (Asiasarum heterotropoides) Oil Extracted by Different conventional and Non Conventional System**
 A. S. M. Tanbirul Haque, 문진남, 조연진, 전병수 (부경대학교)
- PB-24** **수성가스전이 반응에서 Ce의 도핑에 의한 Cu/Mn 촉매활성의 효과**
 임효빈, 변창기, 정정민, 백정훈, 윤왕래[†], 이광복 (충남대학교, [†]한국에너지기술연구원)
- PB-25** **물로부터 수소와 전기 생산을 위한 청정기술 개발**
 유성주, 김용화, 이수영, 엄하늬, 이종협 (서울대학교)
- PB-26** **Ti₄Cr₂Nb₃O₂(TCN)계 수소 투과 분리막의 전과정 평가**
 이영상, 장민혁, 박소현, 홍태환 (한국교통대학교)
- PB-27** **Preparation of petroleum based mesophase pitch by precision control of nitrogen flow**
 최종은, 고승현, 이철위, 전영표 (한국화학연구원, 과학기술연합대학원대학교)
- PB-28** **5-Hydroxymethyl-2-furfural(HMF)의 연속 생산과 HMF로부터 5-acetoxymethyl-2-furfural(AMF)의 에스테르화 반응**
 박석균, Churchil A Antonyraj, 이관영, 조진구 (한국생산기술연구원, 고려대학교, 과학기술연합대학원대학교)
- PB-29** **Improving the performance of polyamide membrane's surface treated with silane compounds for reverse osmosis**
 Johanna Lianna, 김아람, 정재훈, 임준혁, 원용선 (부경대학교)
- PB-30** **암모니아와 염화나트륨 수용액을 이용한 저농도 CO₂ 제거 특성**
 김범석, 홍민선, 정동균 (아주대학교)

포스터 발표1 (5)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- PB-31** **Selective Hydroconversion of Heavy-Aromatic By-products from Commercial Plants for Xylene-rich BTX Production**
최예슬, 이지혜, 신재욱, 이정규 (동아대학교)
- PB-32** **Three-dimensional Graphene@Ni-Co-S Hierarchical Mesoporous Arrays: Preparation and Electrochemical Energy Storage**
Charmaine Lamiel, Van Hoa Nguyen, Thi Toan Nguyen, 심재진 (영남대학교)
- PB-33** **Effect of salinity on growth of green alga *Chlorella sorokiniana***
김병혁, Rishiram Ramanan, 최종은[†], 강지온[†], 김동호[†], 조대현, 김희식[†] (한국생명공학연구원, [†]과학기술연합대학원대학교)
- PB-34** **Effect of seasonal variation in microalgal diversity in raceway pond using untreated municipal wastewater**
조대현, Rishiram Ramanan, 강지온[†], 김병혁[†], 오희목[†], 김희식[†] (한국생명공학연구원, [†]과학기술연합대학원대학교)
- PB-35** **실리콘 슬러지로부터 회수한 SiC 나노분말의 특성**
박은진, 윤범진, 홍성제, 김용성[†] (전자부품연구원, [†]서울과학기술대학교)

포스터 발표2 (1)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

■ 일시	2015년 3월 27일(금), 10:00~12:00 ※오전 10시까지 포스터 게시, 오후 12시 이후 포스터 제거
■ 장소	부여 롯데리조트 한솔
■ Organizer	하정명 박사 (한국과학기술연구원)
■ 프로그램	포스터 일반 (PC) 및 학생 (PD)
PC-01	탄소 배출이 없는 암모니아 생산 기술 개발 윤형철, 김종남, 유충열, 한상섭 (한국에너지기술연구원)
PC-02	연소후 건식 CO₂ 포집장치 연속운전을 통한 성능평가인자 도출 박영철, 김재영, 경대현, 조성호, 문종호, 이창근, 이종섭, 민병무 (한국에너지기술연구원)
PC-03	천연분말을 이용한 고분자 복합소재 제조 및 특성 연구 윤정환, 유성환, 변재경, 윤주호 (자동차부품연구원)
PC-04	순환유동층에서 loop-seal과 cyclone의 입구 유속이 cyclone 포집 효율에 미치는 영향 박재현 ¹ , 선도원 ¹ , 배달희 ¹ , 진경태 ¹ , 주지봉 ¹ , 문종호 ¹ , 신종선 ¹ , 박재혁 ² , 김기영 ³ (한국에너지기술연구원 ¹ , 연세대학교 ² , 충남대학교 ³)
PC-05	열분해 바이오오일의 물리·화학적 연료 특성 박조용, 김재곤, 민경일, 하종한 (한국석유관리원)
PC-06	MDEA, Sulfolane 혼합용액의 CO₂, H₂S 용해도 문종호, 이종섭, 박영철, 박종기, 조성호, 민병무 (한국에너지기술연구원)
PC-07	해수담수화 부산물을 이용한 고로슬래그 경화체 제조 및 강도 특성에 관한 연구 신재란, 박병현 ((주)에니텍)
PC-08	ACF를 이용한 선박에서의 휘발성유기화합물(VOCs) 제거기술개발 김재강 ^a , 이주열 ^{a,b} , 박병현 ^a , 최진식 ^{a,b} (^a (주)에니텍 기술연구소, ^b 경희대학교)
PC-09	Transition Metal Supported Metal Oxides as Adsorbents in Desulfurization of (ULSD) Diesel Palraj Kasinathan, 최재형, 이성찬, Huiqing Jin, 임한권 [†] , 우희철 (부경대학교, [†] 대구가톨릭대학교)
PC-10	Conversion Waste to Bio-Products in Electrochemical System Ganapathiraman Munussami, 임채호, 송영은, 문정현, 김종래 (부산대학교)

포스터 발표2 (2)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- PC-11** **터치패널 재활용을 위한 효율적인 OCA(Optically Clear Adhesives) 박리 방법 개발**
서재건, 정인경, 최순도[†], 박진섭[†] (한국산업단지공단, [†]㈜이월드)
- PC-12** **친환경 DME 연료 순도 측정방법 연구**
 김신[‡], 민경일[‡], 하종한[‡], 나병기[‡] ([†]한국석유관리원, [‡]충북대학교)
- PC-13** **세라믹 코팅에 따른 금속필터 시편의 Hot Corrosion 특성 비교**
 황상연, 이지은, 정석우, 김민정, 이동복[†] (고등기술연구원, [†]성균관대학교)
- PD-01** **3차원 탄소표면의 고분자 기능화를 통한 고분산 백금 나노촉매 제조 및 전기화학적
 성능평가**
이민재, 김길표, 송현돈, 이종협 (서울대학교)
- PD-02** **무독성 한천 겔 고체전해질을 이용한 휠 수 있는 슈퍼커패시터 개발 및 전기화학적
 성능 평가**
이민재, 김길표, 송현돈, 이종협 (서울대학교)
- PD-03** **종이 기반 다공성 금전극을 이용한 유기염료의 전기분해**
 김지은, 김영훈 (광운대학교)
- PD-04** **SnS2 가시광 광촉매를 이용한 유기 염료 분해**
박성목, 김영훈 (광운대학교)
- PD-05** **Guaiacol의 HDO반응에 있어 furfural의 영향**
Adid Adep Dwiatmoko, 이상헌, 함형철, 최재욱, 서동진, 하정명 (한국과학기술연구원, 과학기술연합대학원대학교)
- PD-06** **Methylcyclopentane의 고리확대반응용 촉매**
박은서, 이동현, 윤선혜, 이종집, 전종기 (공주대학교)
- PD-07** **Pt/HY 촉매를 이용한 n-Octadecane의 수첨 Ugrading 반응에서 Sn 증진제가 미치는
 영향**
정은아, 전성훈, 홍성훈, 김철웅[†], 정순용[†], 전종기 (공주대학교, [†]한국화학연구원)
- PD-08** **Adsorption of CO₂ on Activated Carbons with Different Affinity Sites**
박중호, 조일흠, 김문현, 최상욱[†], 이인수[†], 추수태[†] (대구대학교, [†]삼성BP)
- PD-09** **2-Methoxyethanol과 acetonitrile의 BTX방향족 탄화수소 선택도와 관련 이성분계의
 과잉물성**
이경호, 유수현, 박소진 (충남대학교)
- PD-10** **이산화탄소를 이용한 석탄 바이오매스 혼합 촉 가스화 반응에 관한 연구**
김정수, 김상겸, 조종훈, 이시훈[†], 이영우 (충남대학교, [†]한국에너지기술연구원)
- PD-11** **PVC를 원료로 탄소 코팅한 리튬이온이차전지 음극활물질 Li₄Ti₅O₁₂의 전기화학적 특성**
현시철, 김세진, 나병기 (충북대학교)
- PD-12** **재생 ITO 나노입자의 물성에 미치는 분산제 농도의 영향**
차승재, 홍성제, 이재용[†], 김병준[†] (전자부품연구원, [†](주) 한청 RF)

포스터 발표2 (3)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- PD-13 **산업부산물의 혼입에 따른 모르타르의 역학적 특성에 관한 연구**
 이종원, 장영일, 박종호, 임지수, 박완신 (충남대학교)
- PD-14 **Hydrolysis of alginate into its monomers over sulfonated carbon catalyst derived from glucose**
 반충현, 전원진, 박건우, 김도희 (서울대학교)
- PD-15 **라인믹서를 이용한 미세기포 발생 특성에 대한 연구**
 김규진, 홍원석, 송동근, 민태진, 신완호, 김상복 (한국기계연구원)
- PD-16 **SEWGS를 위한 K/Mg계열 건식흡수제의 이산화탄소 흡수 특성**
 변창기, 박지혜, 백정훈, 임효빈, 정정민, 류호정[†], 이광복 (충남대학교, [†]한국에너지기술연구원)
- PD-17 **혐기성 발효에 의한 다시마로부터 바이오연료 생산에 방사선 및 효소 전처리의 영향 평가**
 Hong Duc Pham, 선지윤, 이성찬, 송민경, 우희철 (부경대학교)
- PD-18 **Pt/HY를 이용한 바이오오일 모델물질의 수첨탈산소화반응**
 김한나, 홍여진, 이희진, 이형원, 권우현, 김범식, 이예진, 박영권 (서울시립대학교)
- PD-19 **유동층 공정에서 SNG 합성을 위한 NiAl₂O₄ 촉매지지체의 제조**
 김민정, 성연백, 이태훈, 박창준, 이진욱, 최원영, 이태진, 박노국, 류호정[†] (영남대학교 화학공학부, [†]한국에너지기술연구원)
- PD-20 **미세조류 *Scenedesmus Obliquus*를 이용한 미생물연료전지 전기에너지 생산**
 최광순, 민부기 (경희대학교)
- PD-21 **The role of Zr in Pd/(Ce-Zr)O₂ catalyst on CO oxidation against sulfur poisoning**
 윤희석, 이재하, 김도희, 이효경[†], 정진우[†], 유승범[†] (서울대학교, [†]현대자동차)
- PD-22 **디젤 개질용 Rh/Al-Ce-Zr 촉매의 Rh 함량에 따른 반응거동 조사**
 성연백, 이태훈, 김민정, 이진욱, 박창준, 최원영, 박노국, 이태진 (영남대학교)
- PD-23 **Antioxidants and total saponin measurement of ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) root extracts obtained by pressurized hot water extraction**
 Saravana.P.S, 조연진, 전병수 (부경대학교)
- PD-24 **기포 유동층 반응기에서 백합나무 급속 열분해로부터 바이오-오일 생산 연구**
 임동현, 심재욱, 김승수, 김진수[†] (강원대학교, [†]경희대학교)

포스터 발표2 (4)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- PD-25 **Characteristics and Kinetics Mechanism of *Cladophora Socialis* Alga Pyrolysis in Micro Tubing Reactor**
 Hoang Vu Ly¹, 김승수², 김진수¹, 우희철³ (¹경희대학교, ²강원대학교, ³부경대학교)
- PD-26 **물로부터 청정연료 수소생산을 위한 광촉매의 반응기작**
 유성주, 이수영, 김용화, 엄하늬, 이종협 (서울대학교)
- PD-27 **재활용된 실리콘 슬러지를 이용한 탄소가 첨가된 SiC 박막 Heater의 특성 분석**
 김승현, 김용성 (서울과학기술대학교)
- PD-28 **소나무 껍질의 급속 열분해를 통한 바이오 오일 특성에 관한 연구**
 정재용, 이은도, 정수화 (과학기술연합대학원대학교, 한국생산기술연구원)
- PD-29 **Nickel oxide nanorod as a high power anode material for lithium-ion batteries**
 고승현, 전영표, 이철위 (과학기술연합대학원대학교, 한국화학연구원)
- PD-30 **친환경적인 불균일계 자성 촉매 제조 연구**
 김희재, 송광호 (고려대학교)
- PD-31 **산성용액으로부터 Pd(II) 회수를 위한 PEI-coated PSBF의 이용**
 박하늘, 강수빈, 최한아, 김석†, 윤영상†, 원성욱 (경상대학교, †전북대학교)
- PD-32 **리그노셀룰로오스 기반 불균일 산촉매 제조 및 지방산과 폴리올의 에스테르화 반응을 통한 에스테르화합물의 합성**
 문다솜†,‡, 김보라†, 설용건‡, 조진구†, § (†한국생산기술연구원, ‡연세대학교, § 한국과학기술연합대학원대학교)
- PD-33 **Bioaccumulation and biodegradation of estrone by freshwater microalga *Chlamydomonas mexicana***
¹이민선, ²최재원, ³지민규, ⁴Akhil N. Kabra, ⁴Jiuqiang Xiong, ⁴전병훈 (¹연세대학교, ²한국수자원공사, ³한국과학기술연구원, ⁴한양대학교)
- PD-34 **미래예측방법론을 활용한 지식서비스산업의 미래전망과 전략과제**
 장우영 (한국과학기술원)
- PD-35 **다환방향족 화합물로부터 BTX 제조를 위한 수침분해 촉매 연구**
 이지혜, 최예슬, 신재욱, 이정규 (동아대학교)
- PD-36 **Hybrid Aerogels of Polyaniline/Carbon nanotube/Graphen Oxide with Three-dimensional Porous Structure for Supercapacitor Applications**
 Van Chinh Tran, Van Hoa Nguyen, Charmaine Lamiel, 심재진 (영남대학교)

From Crisis to Opportunity through Clean Technology

- PD-37** **Screening of indigenous high oil content microalgae using high-throughput culture system**
허진아^{1,2}, 조대현², 김민지¹, Rishiram Ramanan¹, 김희식^{1,2} (¹한국생명공학연구원, ²과학기술연합대학원대학교)
- PD-38** **The effect of water depth on biomass production & harvest in raceway ponds**
최종은^{1,2}, 김병혁¹, 강지운³, 김동호^{1,2}, 김희식^{1,2} (¹한국생명공학연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³한국과학기술원)
- PD-39** **Detoxification of lignocellulosic hydrolysate for *Clostridium* fermentation**
이경민^{1,2}, 민경선¹, 최옥경¹, 김기연¹, 우한민^{1,3}, 김연제¹, 한성옥², 엄영순^{1,3} (¹한국과학기술연구원, ²고려대학교, ³과학기술연합대학원대학교)

일반 심포지움
바이오연료및소재1

3월 27일(금) 9:40~12:00

부여 롯데리조트 덕솔

Saccharification of alginate into unsaturated uronate using alginate lyase

Eun Yeol LEE*

Dept. Chem. Eng., Kyung Hee Univ.

Alginate lyase is the enzyme that degrade alginate via beta-elimination of the glycosidic bond [1-3]. A novel alginate lyase possessing endolytic and exolytic lyase activity was characterized by site-directed mutagenesis. The alginate lyase exhibited an alginate-degradation activity that degrades alginate to unsaturated uronate monomers through the formation of oligomers. Various mutants were developed and characterized on the basis of homology modelling in order to analyze the endolytic and exolytic lyase activity. Based on the degradation mode, the alginate-lyase activity might be due to the cooperative interaction between two endolytic alginate lyase domains in the enzyme. The alginate lyase was used as the biocatalyst for alginate saccharification. More than 70% of saccharification yield was obtained from 2 %(w/w) alginate.

References

1. Kim, H.S., Lee, C.-G. and Lee, E.Y., "Alginate lyase: Structure, property and application.", *Biotech Bioproc Eng.*, **16**, 843-851 (2011).
2. Park, H.H., Kam, N., Lee, E.Y., and Kim, H.S., "Cloning and characterization of a novel oligoalginate lyase from a newly isolated bacterium *Sphingomonas* sp. MJ-3", *Mar Biotechnol.*, **14**, 189- 202 (2012).
3. Kim, D.E., Lee, E.Y., and Kim, H.S., "Cloning and characterization of alginate lyase from a marine bacterium *Streptomyces* sp. ALG-5", *Mar Biotechnol.*, **11**, 10-16 (2009).

CT-02 바이오연료및소재

바이오매스의 수열/용매열분해에 미치는 원료 특성의 영향

이홍식[†], 하정명^{†,‡}, 제정호^{†,‡}, 서동진^{†*}

[†]한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, [‡]과학기술연합대학원대학교 청정연료 화학공학 전공

Effect of feedstock characteristics on the hydro-/solvothermolysis of biomass

Hong-shik Lee[†], Jeong-Myeong Ha^{†,‡}, Jungho Jae^{†,‡}, Dong Jin Suh^{†*}

[†]Clean Energy Research Center, Korea Institute of Science and Technology,

[‡]Department of Clean Energy and Chemical Engineering, University of Science and Technology

석유 고갈 및 환경 오염에 대한 대책으로 바이오매스 활용에 대한 연구 개발이 활발히 이루어지고 있다. 당류로부터 생산되는 바이오에탄올이나 지방으로부터 생산되는 바이오디젤은 이미 실용화에 이르렀으나, 가용 바이오매스의 양이 풍부한 리그노셀룰로오스와 조류의 활용 방법에 대해서는 아직 개발이 진행 중인 상황이다. 바이오매스의 고분자 구조를 분해하여 액상(바이오원유)으로 만들면, 단위 부피당 무게 및 열량이 증가해 운반 및 저장의 효율성이 증가하고, 이후 촉매 개질 등의 후속 공정에 적용하기에도 유리해진다. 바이오매스의 액체연료화에 수열 및 용매열분해 공정을 적용하면 생산된 바이오원유의 산소 함량이 감소해 가공성 및 열가의 향상을 기대할 수 있고, 건조 공정이 불필요해져 수분을 많이 함유한 원료에 적용하기도 유리하다. 본 연구에서는 서로 다른 특성을 가진 몇 가지 바이오매스의 수열/용매열분해 반응에 대해 검토하고, 원료의 특성에 따른 차이를 비교 분석하였다. 야자열매 부산물 (EFB), 크라프트 리그닌, 다시마를 대상으로 연구를 수행하였고, 회분식 반응기를 이용해 반응 온도 및 반응 시간, 반응 용매 등의 변화에 따른 수율 및 물성의 변화를 조사하였다. EFB는 경질목과 비슷한 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 조성을 지녔으며, 반응 경향도 목재와 비슷하게 나타났다. 크라프트 리그닌은 EFB와 비슷한 바이오원유 수율을 보였지만, 고체 잔사의 수율이 훨씬 높았다. 다시마의 경우 바이오원유 수율이 상대적으로 낮았으나, 평균 분자량과 산소 함량이 다른 바이오매스에 비해 낮았다. 원료 특성 이외에도 반응 온도와 반응 용매의 조성이 수율 및 선택도에 큰 영향을 미친다는 것을 파악할 수 있었다.

Liquid Biofuel Production from Macroalgal Biomass via Thermochemical Process

Jae Hyung Choi, Dong Jin Suh[†], Seung-Soo Kim[‡] and Hee Chul Woo*
Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University
[†]Clean Energy Research Center, Korea Institute of Science and Technology
[‡]Department of Chemical Engineering, Kangwon National University
*woohc@pknu.ac.kr

Biomass is considered as only one carbon-neutral resource that can play a role of petroleum replacement. Recently, macroalgae as third generation biomass can be generated either by cultivation and harvesting or by collecting wild drift macroalgae. Then, the macroalgal biomass is processed by dewatering for the benefit of storage and transportation and to remove any impurities for the downstream bioenergy conversion process. The processed biomass can be used for liquid renewable fuel (e.g., ethanol, butanol or bio-oil) and biogas (e.g., methane- and hydrogen-rich gases) produced by biological and/or thermochemical processes [1-3].

The thermochemical process of macroalgal biomass into liquid and solid fuels requires integrated process development to take the technology to an economical scale for industrial demonstration. The objective of this study was to get information on pyrolysis and catalytic upgrading of macroalgal biomass for liquid biofuel (i.e., bio-oil and hydrocarbon oil) production. Brown algal biomass can be produced into bio-oil and bio-char in a pyrolysis reactor, and then the crude bio-oil as fuel and chemical sources can be fractionated into hydrophobic oil (HBO), hydrophilic oil (HLO) and tar by distillation or solvent extraction techniques. Moreover, the HLO of bio-oil for catalytic upgrading was chosen, the noble and transition metal catalysts could improve the bio-oil properties [4]. The pyrolysis and catalytic upgrading as a part of processes for production of liquid biofuel from biomass feedstock can produce for both fuel blend stocks and for refinery intermediates [5].

Reference

1. Choi, J. H., Song, M. K., Chun, B. S., Lee, C. W., Woo, H. C., "Volatile Fatty Acid Production from *Saccharina japonica* Extracts by Anaerobic Fermentation: Evaluation of Various Environmental Parameters for VFAs Productivity," *Clean Technology*, **19**(2), 148-155 (2013).
2. Woo, H. C., Chang, H. N., Jeon, Y. J., Suh, D. J., Chun, B. S., Oh, K. K., Kim, K. H., Kim, D. W., Choi, J. H., "Method for Preparing Volatile Fatty Acids from The Pretreated Extracts of Marine Biomass Residue," KR Patent 10-1244480 B1 (2013).
3. Choi, J. H., Woo, H. C., Suh, D. J., "Pyrolysis of seaweed for bio-oil and bio-char production," *Chemical Engineering Transactions*, **37**, 121-126 (2014).
4. Le, T. A., Ly, H. V., Kim, J., Kim, S.-S., Choi, J. H., Woo, H. -C., Othman, M. R., "Hydrodeoxygenation of 2-furyl methyl ketone as a model compound in bio-oil from pyrolysis of *Saccharina Japonica* Alga in fixed-bed reactor," *Chemical Engineering Journal*, **250**, 157-163 (2014).
5. Choi, J. H., "Pyrolysis and Catalytic Upgrading of Macroalgal Biomass for Liquid Biofuel Production," Ph.D. Dissertation, Pukyong National University, Korea, 2015.

CT-04 바이오연료및소재

Development of microbial platform to produce fine chemicals from renewable biomass

Eun-Mi Kim¹, Youngsoon Um¹, Han Min Woo^{1,2*}

¹Clean Energy Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul, Republic of Korea

²Green School, Korea University, 145, Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul, Republic of Korea

We present two kinds of microbial platforms: succinate production from levoglucosan, a sugar component in biooil and myrcene production from crude glycerol. First, lignocellulosic biomass such as agricultural waste and woody biomass is considered a renewable and eco-friendly energy source for bio-renewable fuels and chemical production. It can be utilized as fermentable substrates via thermochemical-based processes, such as pyrolysis, gasification and combustion. Especially, fast pyrolysis can be used to convert biomass into an energy-rich liquid (bio-oil). To convert of levoglucosan in bio-oil into valuable chemical such as bio-ethanol or lipids, acid hydrolysis step is needed to produce glucose from levoglucosan. In this study, *Corynebacterium glutamicum*, a widely-known industrial bacterium for productions of amino acid and varieties of biochemical, was engineered to utilize levoglucosan as a sole carbon source. To utilize levoglucosan as carbon source, Levoglucosan kinase (LGK) gene from *Lipomyces starkeyi* was introduced in *C. glutamicum*. The strains harboring LGK from *L. starkeyi* grew well in 2 wt.% levoglucosan CGXII minimal media. For the production of succinate, *C. glutamicum* BL-1 succinate producer harboring LGK gene (BL-1-LGK) strain used levoglucosan as sole carbon source and fermented levoglucosan to succinate. Increase titer compare to production from preferred carbon source glucose has been achieved. Second, Terpenes are an important and a large class of natural products, which are used in cosmetic, pharmaceuticals, or biofuels. Here, we engineered *E. coli* to produce myrcene from simple sugar by heterologous expression of the mevalonate pathway, geranyl pyrophosphate synthase (GPPS), and myrcene synthase (MS) (1). And also, crude glycerol, which is a waste from the production of biodiesel, was used as carbon source for production of myrcene. Using MS from *Quercus ilex*, myrcene was produced and applied for myrcene production from crude glycerol.

Reference

1. Yang, F., Hanna, M., Sun, R., Value-added uses for crude glycerol-a byproduct of biodiesel production. *Biotechnology for biofuels*, 5:13 (2012)

CT-05 바이오연료및소재

바이오/폐기물 에너지 기술 전망 및 R&D 방향

상병인

한양대학교, 한국에너지기술평가원

최근 가속화되고 있는 지구 온난화 문제와 화석 연료의 고갈에 대응하기 위한 탄소순환형 에너지 기술 개발에 대한 기대와 관심이 증대되고 있으나 구체적인 대응기술에 대한 이해와 인식은 부족한 상태입니다. 국내 바이오매스와 폐기물의 활용을 극대화하며 지속적인 경제성장을 유도하기 위한 여러가지 정책적인 노력을 경주하고 있습니다. 이러한 노력의 일환으로 산업통산자원부에서는 바이오/폐기물에너지 산업성장에 필요한 정책과 기술개발에 대한 지혜를 모으고 있습니다. 이러한 노력의 일환으로 포스트 화석연료 시대를 대응하기 위해 필요한 바이오 /폐기물 기반 응용기술의 개발동향 및 국가연구개발 전망에 대해 소개하고자 합니다.

일반 심포지움

바이오연료및소재2

3월 27일(금) 13:30~16:15

부여 롯데리조트 덕솔

CT-06 바이오연료및소재

다양한 성장조건 및 수확조건을 적용한 경제적 바이오연료용 미세조류의 재배 및 수확 증대

진병훈, El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra
한양대학교 자원환경공학과

Enhancement of microalgal growth and biochemical content for cost effective biofuel production: Culturing and harvesting strategy

Byong-Hun Jeon, El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra

Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul

Global forecasts indicated that by 2050 we will require 70% more food [1], 50% more fuel [2], 50% more water [3] and ~50-80% reduction in carbon dioxide (CO₂) emissions to maintain the social, political and climate security [4]. Microalgae have the ability to tap into the vast energy resource of the sun and absorb atmospheric CO₂ to produce food, fuels and clean water [5]. This research work demonstrated the potential of microalgae-based biofuel production by coupling of advanced wastewater treatment with microalgae cultivation, and harvesting of generated biomass for low-cost bio(mass)fuel production. Different freshwater microalgae species were isolated and selected to be cultivated in various wastewaters under different abiotic factors including phytohormones, salt, CO₂ and light wavelength. Phytohormones, Indole-3-acetic acid (IAA) and Diethyl aminoethyl hexanoate (DAH) significantly influenced the growth and biochemical properties of the microalgae. IAA and DAH at 10⁻⁵ M enhanced the microalgal growth by 1.9- and 2.5-fold, respectively. Total FAME content of the microalgae increased upto 100 mg/g-DCW under the influence of both phytohormones. Wastewater amended with 15% CO₂ showed optimal specific growth (μ_{opt}) rate (1.37 day⁻¹) of microalgae. The highest biomass concentration (2.1 g dry cell L⁻¹) was observed in red light under 15% CO₂. Maximum dry cell weight of microalgal biomass and lipid productivity were obtained at 100 mM NaCl. Additional NaCl in the wastewater resulted in an increased glycerol yield by microalgae (4-fold) which is an osmoregulant. A novel application of acid mine drainage (AMD), a metal ions (iron and aluminum) rich natural source for biomass harvesting of microalgae species was also investigated. Maximum flocculation of microalgae occurred with 10% dosage of AMD. Comparing with other harvesting methods, AMD could be an effective option for economic harvesting of microalgal biomass. It was concluded that microalgae are a good potential source for the production of biofuel coupled with nutrient removal from wastewater under different abiotic factors.

References

1. FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), "How to Feed the World 2050" (2009).
2. IEA (International Energy Agency), World Energy Outlook (2010).
3. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), "Environmental Outlook to 2050" (2014).
4. Kargupta, W., Ganesh, A., Mukherj, S., "Estimation of carbon dioxide sequestration potential of microalgae grown in a batch photobioreactor". *Bioresour. Technol.*, 180, 370-375 (2012).
5. Demirbas, A., Demirbas, M.F., "Algae energy: algae as a new source of biodiesel". Springer, London (2010).

Isolation and Extraction of Alginate Lyase from Soil Bacteria

Nguyen Huu Ngoc¹, Nguyen Ngoc Thanh², Ngo Dang Nghia^{2*}

¹Faculty of Forestry Agriculture, Tay Nguyen University, Vietnam

²Institute of Biotechnology and Environment, Nha Trang University, Vietnam

Alginate lyase is very important in hydrolysis of alginate into the bioactive short fragments. In this paper, the alginate lyase was obtained from bacteria in soil. Brown algae, *Sargassum*, was incubated underground with alginate solution added two time per day in 2 months. After that, 1g soil was taken out and isolated the bacteria in the culture medium with alginate to screening the species having strong alginate lyase. The selected bacteria was identified by DNA analysis (sequence of 16S gene) and cultured to obtain the biomass for extracted the enzyme solution. The alginate lyase activity was tested by measuring the viscosity of alginate solution after enzyme hydrolysis. The results showed that the strongest bacteria was *Klebsiella* sp, a negative Gram bacteria with rod shape, it could hydrolyze the glycoside bond of esculin into esuletine and glucose. The enzymatic solution from biomass was precipitated by ethanol, acetone and ammonium sulfate to obtain the enzyme products. The enzyme precipitated by $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ gave the strongest activity, it could hydrolyze alginate and reduced 91.4% viscosity of 1% alginate solution after 20 minutes with the ratio enzyme: substrate of 0.5g enzyme: 100 ml alginate solution (1%). This result revealed the potential of the alginate lyase extraction from soil bacteria.

Keywords: alginate lyase, *Sargassum*, *Klebsiella*.

CT-08 바이오연료및소재

하수슬러지 유래 바이오디젤의 연료화 기술

김재곤*[†], 박조용[†], 최오경[‡], 이재우[‡], 하종한[†]
[†]한국석유관리원 석유기술연구소, [‡]고려대학교 환경공학과

Fuel Production Technology of Biodiesel from Sewage Sludge

Jae-Kon Kim*[†], Jo Yong Park[†], Ohkyung Choi[‡], Jaewoo Lee[‡], Jong han Ha[†]

[†]Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority

[‡]Department of Environmental Engineering, Korea University

Despite the bright prospect of biodiesel production, efforts to commercialize it have been very limited. One of the major obstacles has been the high price associated with refined oil feedstock, which makes up nearly 70–75% of the total production costs. Hence, in order to reduce the cost of biodiesel production, using cheaper feedstock such as waste oil or low-quality oil has been proposed. The potential of biodiesel production using municipal sewage sludge as a lipid feedstock was investigated. Efforts to reduce biodiesel cost include the use of cheap, non-food sources of oil (i.e. from non-food crops such as jatropha, castor, neem, and karanja, used frying oil, microalgae, microbial biomass and activated sludge) and process modifications to combine the oil extraction and fuel conversion steps (i.e. in situ trans-esterification). Especially, sewage sludge, a relatively inexpensive feedstock, is a promising raw material for such a purpose. In this study, it is investigated fuel production of biodiesel from sewage sludge as a lipid feedstock. It is process modifications to combine the oil extraction with co-solvent and fuel conversion steps (i.e. in situ trans-esterification) and thermo-chemical process with non-catalytic heterogeneous biodiesel production from sewage sludge.

참고문헌

1. Kim, J.-K., Yim E.S., Jeon, C.H., Jung, C.-S., and Han, B.H., "Cold Performance of Various Biodiesel Fuel Blends at Low Temperature," *International Journal of Automotive Technology*, **13**(2), 293–300 (2012).
2. Kim, J.-K., Park, J.Y., Jeon, C.H., Min, K.I., Yim, E.S., Jung, C.-S., and Lee, J.H., "Fuel Properties of Various Biodiesels Derived Vegetable Oil," *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, **30**(1), 35~48 (2013).
3. Kim, J.-K., Park, J.Y., Jeon, C.H., Yim, E.S., and Jung, C.-S., "Biodiesel Production Technology from Sewage Sludge," *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, **30**(4), 688~700 (2013).
4. Choi, O.K., Song, J.S., Cha, D.K., and Lee, J W., "Biodiesel Production from Wet Municipal Sludge: Evaluation of in situ Transesterification using Xylene as a Cosolvent," *Bioresource Technology*, **166**, 51-56 (2014).
5. Chhetri, A.B., Tango, M.S., Budge, S.M., Watts, K.C and Islam, M.R., "Non-edible Plant Oils as New Sources for Biodiesel Production," *Int. J. Mol. Sci.*, **9**, 169-180 (2008).
6. Huynh, L.H., Phuong, L.T.N., Ho, Q.O., and Ju, Y.H., "Catalyst-free Fatty Acid Methyl Ester Production from Wet Activated Sludge under Subcritical Water and Methanol Condition," *Bioresource Technology*, **1123**, 112-116 (2012).

* 본 연구는 환경부의 환경정책기반공공기술개발사업 (2014000710002)에서 지원받았습니다.

젖산 정제 및 락타이드 제조 촉매 기술

황동원*[†], Pravin U. Upare[†], 이마음[†], 장종산[‡], 황영규[†], 이우항[†], 홍도영[†]
한국화학연구원, 과학기술연합대학원대학교[†], 성균관대학교[‡]

Purification of Lactic Acid and Its Catalytic Conversion to Lactide

Dong Won Hwang*[†], Pravin P. Upare[†], Maum Lee[†], Jong-San Chang[‡], Young Kyu Hwang[†],
U-Hwang Lee[†], Do-Young Hong[†]

Korea Research Institute of Chemical Technology, [†]University of Science and Technology, [‡]
Sungkyunkwan University

Lactide is a key monomer of polylactic acid, a representative biomass-based polymer, which is expected to be a promising alternative to the petroleum-based polyester terephthalate [1]. In this study, we have developed an integrated process for lactide production from fermentation broth of ammonium lactate. The recovery of lactic acid from ammonium lactate solution is impossible by the conventional acidification process because of the high solubility and lack of precipitation of ammonium sulfate. We found that only the addition of ethanol to the solution during acidification of ammonium lactate was very effective in decreasing the solubility of the produced ammonium sulfate. This product could then be separated from the solution by simple filtration and the lactic acid filtrate was transformed into ethyl lactate rapidly by an esterification reaction with ethanol even at room temperature. The ethyl lactate produced from the fermentation broth of ammonium lactate by this technique could be separated by simple distillation without change in the optical purity of lactic acid. And the ammonium sulfate byproduct can be utilized for production of sulfuric acid and ammonia [2].

The obtained ethyl lactate with water impurity after distillation could be transformed into lactic acid oligomer using the heterogeneous PbO catalyst, which gave the comparable oligomer yield and oligomer Mw from ethyl lactate with the conventional homogeneous Sn(Oct)₂. In addition, PbO catalyst was also active for ethyl lactate containing water as an impurity in distillation process, while Sn(Oct)₂ was not active in that condition. The PbO-containing oligomer selectively afforded the lactide in high yield via the deoligomerization reaction. Then PbO catalyst could be reused after separation from the high-Mw oligomeric residue and the recovered catalyst showed no notable loss of activity in the next run. In addition, no leaching of PbO catalyst was observed during the reaction as well as the recovery process [3]. In summary, by combining this PbO-based catalyst technology with the advanced precipitation process for producing ethyl lactate from ammonium lactate, lactide could be selectively produced in high yield.

참고문헌

1. Dusselier, M., Wouwe, P., Dewaele, A., Makshina, E., and Sels, B. F., "Lactic acid as a platform chemical in the biobased economy: the role of chemocatalysis", *Energy Environ. Sci.*, **6** 1415-1442 (2013).
2. Kwak, H., Hwang, D. W., Hwang, Y. K., Chang, J. S., "Recovery of alkyl lactate from ammonium lactate by an advanced precipitation process", *Sep. & Puri. Technol.*, **93**, 25-32 (2012).
3. Upare, P. P, Lee, M., Hwang, D. W., Hwang, Y. K., Chang, J. S., "New heterogeneous Pb oxide catalysts for lactide production from an azeotropic mixture of ethyl lactate and water", *Catal. Comm.* **56** 179-183 (2014).

CT-10 바이오연료및소재

Dehydroaromatization of methane with light oxygenates derived from biomass over Mo/HZSM-5 catalyst

Do-Young Hong, Jeremy Bedard[†], Aditya Bhan^{*†}

Nanocatalyst Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology, [†]Department of Chemical Engineering and Materials Science, University of Minnesota

Natural gas and biomass represent non-conventional hydrocarbon feedstocks that ultimately require either dehydrogenation or deoxygenation for the synthesis of commodity chemicals and fuels. Biomass and CH₄ lie on opposite ends of the chemical reaction spectrum, as characterized by the effective hydrogen index (EHI). Co-processing biomass and CH₄ would enable the synthesis of fuels with a greater degree of saturation compared to those produced from biomass alone.

To understand the effect of oxygenates which have various EHI value and diverse functional groups, on product formation rate, selectivity, and catalyst stability during the reaction over MoC_x/HZSM-5, various co-reactants, such as acetic acid, ethanol, acetone, acrylic acid and propanal, are examined in a fixed bed reactor at atmospheric pressure at 950K. The catalyst was prepared by mechanical mixing of MoO₃ and HZSM-5 followed by heat treatment at 973K and was characterized by a number of complementary techniques to generate understanding of the catalyst structure and active species, allowing correlation of the catalytic behavior as a function of the physicochemical properties of the catalysts.

X-ray absorption spectroscopy and chemical transient experiments show that molybdenum carbide is formed inside zeolite micropores during CH₄ reactions. The introduction of oxygenates oxidizes a fraction of these carbide moieties upstream while producing H₂ and CO mixtures until completely consumed. Forward rates of methane pyrolysis are unperturbed in the presence of oxygenates or H₂ co-feed after rigorously accounting for the reversibility of pyrolysis rates and the fraction of molybdenum carbide oxidized by oxygenates implying that all consequences of oxygenates and H₂ co-feeds can be interpreted in terms of an approach to equilibrium. We also present the effective carbon to hydrogen ratio (C/H_{eff}) as a single value descriptor for the effect of co-processing light oxygenates of varying functionality with CH₄ on the net rate of benzene and total hydrocarbon production.

CT-11 바이오연료및소재

산성 광산 배수를 이용한 담수미세조류 *Senedesmus obliquus*와 *Chlorella vulgaris*의 효율적인 수확

El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra, 전병훈*
한양대학교 자원환경공학과

Efficient harvesting of freshwater microalgae *Senedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris* using acid mine drainage

El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra, Byong-Hun Jeon*

Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul

The key steps for production of biofuel from microalgae are cultivation under optimum conditions for high biomass productivity and harvesting of the generated biomass. Harvesting of microalgal cells from extremely dilute medium makes recovery technically difficult, contributing to 20-30% of the total biomass production cost [1]. Moreover, Chisti [2] reported that the cost of the recovery process contributed around 50% to the final cost of oil production; it is therefore a critical factor in the feasibility of large-scale process. Development of a low-cost harvesting technology could be an effective approach to render the microalgal biofuel commercially feasible [3]. One low-cost strategy for addressing this challenge involves the use of flocculation as an initial dewatering step. A novel application of acid mine drainage (AMD) for biomass recovery of two morphologically different microalgae species (*Scenedesmus obliquus* and *Chlorella vulgaris*) with respect to AMD dosage, microalgal cell density and pH of medium was investigated. Optimal flocculation of *S. obliquus* and *C. vulgaris* occurred with 10% dosage of AMD at an initial pH 9 for both 0.5 and 1.0 g/L cell density. The flocculation efficiency was 89% for *S. obliquus* and 93% for *C. vulgaris*. Zeta potential (ZP) was increased from -10.66 to 1.77 and -13.19 to 1.33 for *S. obliquus* and *C. vulgaris*, respectively. Optical and scanning electron microscope (SEM) with energy-dispersive X-ray (EDX) of the microalgae floc confirmed the sweeping floc formation mechanism upon the addition of AMD. Application of AMD for the recovery of microalgae biomass is a cost-effective method, which might further allow reuse of flocculated medium for algal cultivation, thereby contributing to the economic production of biofuel from microalgal biomass.

References

1. Zhang, J., and Hu, B., "A novel method to harvest microalgae via co-culture of filamentous fungi to form cell pellets," *Bioresour. Technol.*, 114, 529-35 (2012).
2. Chisti, Y., "Biodiesel from microalgae," *Biotechnol. Adv.*, 25(3), 294-306 (2007).
3. Jeon, B. H., Salama, E. S., and Ji, M. K., "Method for biomass recovery using acid mine wastewater," Korea Patent Number 1-1-2014-0043418-09 (2014).

CT-12 바이오연료및소재

THE STUDY ON FERMENTATION TO PRODUCE ETHANOL FROM HYDROLYSIS SOLUTION OF GREEN SEAWEED IN VIETNAM

Vo Thanh Trung^{1*}, Bui Minh Ly¹, Le Nhu Hau¹, Truong Hai Bang¹, Nguyen Thanh Hang²

¹Nhatrang Institute of Technology Research and Application, Vietnam Academy of Science and
Technology

²Institute of Biological and Food Technology, Ha Noi University Science and Technology

Production of ethanol is a metabolizing process of carbohydrate to alcohol and CO₂ depends on the activity of the yeast. In this study, the fermented medium is produced from the hydrolysis of green seaweed biomass (GSB) which is hydrolysed in concentration 3% v/v of H₂SO₄ acid, 60 minutes, at 121°C, GSB and acid ratio is 1/10. This process is created a medium has main compositions as: 52g/l of carbohydrate, 1.8g/l of nitrogen, and mineral components, it is suitable for the study of ethanol fermentation. This medium was fermented by yeast four include: Traditional yeast, Thermosacch, RedEthanol, Candida *sp.*. Into the fermentation of Red Ethanol was created the highest of 2.7% v/v of ethanol content while the other yeasts were created lower ethanol content than Red Ethanol as: 1.9 %v/v of ethanol content of Thermosacch, 1.5 %v/v of ethanol content of Traditional yeast, 1.8 %v/v of ethanol content of Candida *sp.*. Therefore Red Ethanol is the best a species for fermentation from GSB hydrolysis solution. And the conditions fermentation of Red Ethanol is created high ethanol as: pH = 4.5, temperature 28 degrees, time 72-96 hours.

Keywords: Green seaweed biomass, hydrolysis GSB, fermentation GSB, Red Ethanol GSB.

일반 심포지움
청정기술

3월 27일(금) 9:30~12:10

부여 롯데리조트 간솔

CT-13 청정기술

BAT 기반 오염매체 통합환경관리제도 분석

김종민, 김진호, 홍석진, 안상준, 박순철, 천유진, 전운상, 한경훈, 전은비[†]
 한국생산기술연구원, [†]대한상공회의소

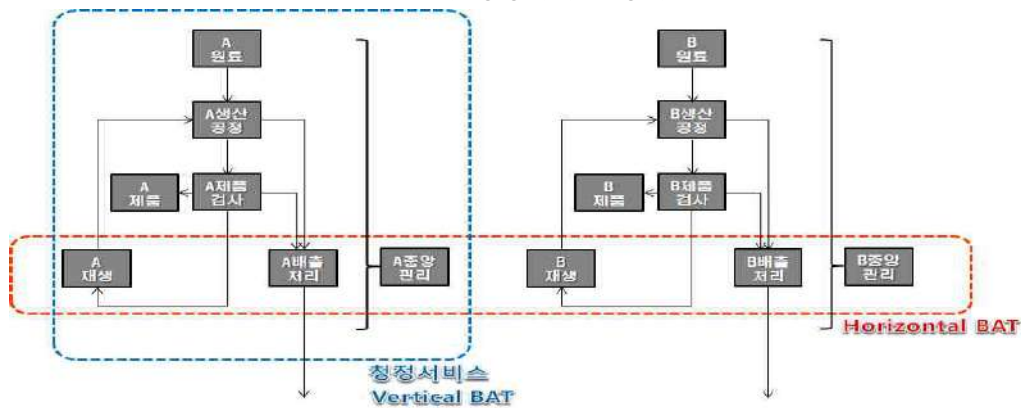
2017년 1월 시행 예정인 통합환경관리제도는 대기오염물질, 비산먼지, 휘발성유기화학물질, 소음·진동, 폐수, 비점오염원, 악취, 특정토양오염물질, 폐기물의 9개 오염매체별 분산되어 관리되는 배출 및 방지시설들을 하나로 통합하여 인허가하고, 사후관리 하겠다는 신규 제도이다.

더불어 통합환경관리를 위해서 BAT, Best Available Techniques(최적가용기법)를 철강, 전자, 화학, 발전 등 20개 업종별 기준서를 구축하고, 이를 근거로 인허가 및 관리요건을 갖추도록하는 광폭의 기술규제 성격도 가지고 있다.

BAT는 탈질, 탈황, 집진 등 방지시설의 EOP, End of Pipe 기술에 국한되지 않고, 원료선정, 에너지효율, 비상안전대책, 공정운전에 따른 배출시설관리 등 생산공정 전반에 걸친 FOP, Front of Pipe 기술 또한 언급하고 있다. 이는 사업장 단위의 9개 오염매체별 시설설치 인허가와 공정운영에 있어 강제성을 띤 “환경오염시설의 통합관리에 관한 법률”과 맞물려 향후 청정기술에 직접적으로 큰 영향을 줄 수 있는 제도적 변화이다.

이에 본 논문에서는 한국정부가 벤치마킹 대상으로 삼고 있는 EU의 통합환경관리제도 및 2014년 수개월간 진행되었던 통합관리제도 민관협의체 내용 등을 토대로, BAT에 기반한 신규제도의 내용과 파급효과를 검토하고 향후 청정기술과 청정서비스의 나아갈 방향을 제시하고자 한다.

< BAT와 청정서비스 경계 >



< 환경오염시설의 통합관리에 관한 법률안 제안이유, 2014년 12월 31일 >

현행 환경오염 관리방식은 대기, 물, 토양 등의 환경 분야에 따라 개별적으로 이루어지고 있어 복잡하고 중복된 규제와 함께 개별 사업장의 여건을 반영하지 못하는 구조로 운영되고 있고, 과학기술의 발전과 함께 진보하는 환경오염물질 처리기술을 적용하는 것 또한 한계가 있는 점을 고려하여,

일정 규모 이상의 사업장을 대상으로 종전의 「대기환경보전법」 등 개별법에 따라 분산·중복된 배출시설 등에 대한 인·허가를 이 법에 따른 허가로 통합·간소화하고, 오염물질 등의 배출을 효과적으로 줄일 수 있으면서도 기술적·경제적으로 적용 가능한 환경관리기법인 최적가용기법에 따라 개별 사업장의 여건에 맞는 맞춤형 허가배출기준 등을 설정하도록 함으로써 종전의 고비용·저효율 규제 체계를 개선하고 산업의 경쟁력을 높이려는 것임.

참고문헌

1. EU IPPC, BAT Reference, <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

CT-14 청정기술

포장재 유니소재화 제품 개발을 위한 지표 개발 및 사례 연구

윤혜리, 이한웅, 유미진, 이귀호*
한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터

Indicator Development and Case Study for Uni-materialized Products on Packaging

Hye-Ri Yun, Hanwoog Lee, Mijin Yu, Kwiho Lee*
Korea National Cleaner Production Center, Korea Institute of Industrial Technology

국내외 자원순환, 유해물질, 친환경설계와 관련된 제품 환경규제가 확대, 강화됨에 따라 규제 대응을 위한 전략 및 관련 기술 개발이 진행되고 있다. 이의 일환으로 포장재 폐기물의 양을 줄이고, 순환자원 확보를 통해 고부가가치의 제품을 얻을 수 있도록 소재의 단일화, 단순화 및 재활용이 용이한 구조로 개선하고 기본 기능은 유지하면서 원가절감을 고려한 유니소재화 제품을 개발하고자 한다.

본 연구에서는 포장재 산업의 특성을 고려한 지표를 설계하기 위해 국내외 유사한 제도, 규제를 선행연구하고, 기존의 유니소재화 제품 개발 가이드라인을 참고하여 포장재산업의 유니소재화 제품 개발을 위한 평가항목을 개발하였다. 평가항목은 기존의 가이드라인을 참고하여 환경성, 경제성, 기술성으로 구성되어 있다. 특히 포장재는 내용물을 보호해야 하는 기본 기능을 고려하고, 기존 제품의 물성 및 기능을 유지하도록 기술성 항목에 반영하였으며, 세부 평가항목은 포장재 기능성, 기술 확대 적용성, 기술·생산능력으로 평가 항목을 구성하였다. 또한 환경성은 자원순환성 향상, 유해물질 저감, 온실가스 저감으로 구성되며, 경제성은 비용 절감, 시장 성장성을 반영한 지표로 구성하였다.

포장재 중에 적용가능한 유니소재화 제품을 발굴하였으며, 그 중에 냉동식품 포장재, 두부용기 리드 포장재 등 3개의 사례를 각 지표별로 대체소재와 기존소재를 비교, 분석하였다. 필름을 적용한 사례의 경우는 기존 포장재 대비 CO₂ 배출량이 25~60% 정도 줄어들었고, 산소투과도는 증가하였으나 수증기 투과도가 줄어들었다. 또한 용기를 적용한 제품의 경우도 CO₂ 배출량이 줄어들었음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Business Service Center for Global Environmental Regulation., Guideline for Development of the Uni-materialized Product, 2010
2. Ju, H-S., and Yun, H-R., and et al., "A Discovery and Study on the Target Products Applicable Uni-material," *Journal of Cleaner Production.*, 19(2), 173-183(2013).
3. KOPRA, KTR, "Master Plan and Roadmap for Improvement of the material and structure of PET bottle for recycling, 2011.
4. <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>

CT-15 청정기술

2단 침수형 연소 증발기의 기초 특성

민태진, 홍원석*, 신완호, 송동근, 김상복
한국기계연구원 환경에너지기계연구본부

런던협정 발효에 따라 우리나라는 2016년부터의 해양투기를 완전히 금지하게 되었다. 이에 따라 폐수의 해양투기를 통한 배출이 금지됨으로서 이의 처리를 위한 기술 수요가 급증하고 있는 상황이다. 우리나라에서는 2014년 현재 고농도 산업용 특정폐수 처리를 위한 시스템 등이 전무한 실정으로 2015년까지 한시적으로 허용된 배출량 이외에는 육상 처리를 시행하고 있으나 경제성 문제 등으로 사업체의 영업 환경에 큰 부담을 주고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 폐수의 감량화와 고독성 특정 폐수의 처리 비용을 감소시킬 수 있는 기술의 도입이 시급한 실정이다.

현재 산업폐수 처리에 적용되고 있는 생/화학적 기술, 멤브레인 기술, 간접증발 농축 기술, 소각 기술 등은 각각의 장점에도 불구하고 대규모의 부지 확보, 낮은 농축비율, 고가의 장비비, 장비의 유지보수 등의 단점이 부각되어 현장 적용에 어려움이 발생하고 있는 실정이다. 또한 산업폐수의 특성상 다양한 오염물질이 고농도로 존재하여 기존의 획일화/단일화된 처리 기술 적용법으로는 많은 문제점을 안고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하고자 침수형 연소 증발기[1]이 부각되고 있다. 침수형 연소 기술은 1960년대에 제안된 기술로 열교환면이 존재하지 않고 열풍가스와 액체(폐수)를 직접 접촉시키는 방식으로 열교환, 증발시키는 방식으로 현재는 광공업 및 광산분야, 천연가스 기화 분야, 오일샌드 분야 등에서 사용하고 있다. 버너에 의해 발생하는 고온의 열풍은 열전달면이 없어 열교환기에서 발생하는 스케일링과 같은 문제의 걱정 없이 수분을 증발시킬 수 있다. 증발하지 않는 고형물과 농축수는 일정 비율로 하단으로 배출시켜 분리한다. 증발된 수분은 증발기 외부로 배출되어 후단의 열교환기를 거쳐 응축시키는 특징을 갖고 있다. 해당 기술은 기존 기술에 비해 운영비 등은 고가로 책정될 수밖에 없으나 소각 방식에 비해서는 장비비 및 운영비 등을 획기적으로 절감할 수 있는 기술이다.

본 연구에서는 침수형 연소 기술을 적용하여 비등점이 낮은 오염물이 혼입된 폐수의 처리가 가능하도록 2단으로 구성된 증발기를 제안하고 증발 기체 및 폐수조의 온도 등의 변화를 계측하여 기술 적용 가능성에 대해 살펴보았다.

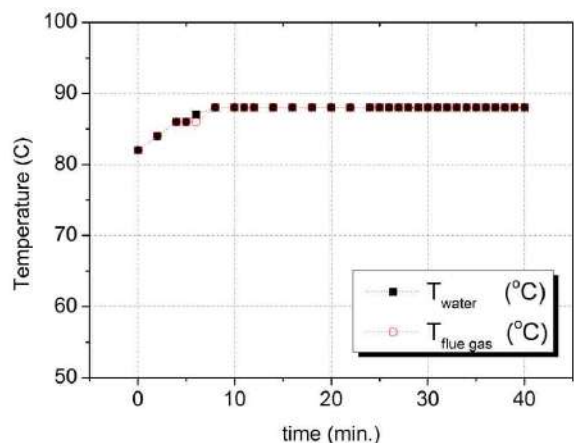


Fig. 1. 2단 침수형 연소 증발기 (왼쪽)와 증발기 내부 온도 (오른쪽)

참고문헌

1. Dongbei Yue et al, "Analytical solution of gravity separation model: Separation of water droplets from vapor in submerged combustion evaporator", Chem. Eng. J., 126, 171-180 (2007).

이동형 마이크로 버블 크기 분석장치 개발

김상복*, 홍원석, 민태진, 송동근, 신완호
한국기계연구원 환경에너지기계연구본부 환경기계시스템연구실소

Development of a Portable Microbubble Size Analyzer

Sang Bok Kim*, Won Seok Hong, Tea Jin Min, Dong Keun Song, Won Ho Shin
Department of Eco-Machinery System, Environmental and Energy Systems Research Division,
Korea Institute of Machinery and Materials

Microbubbles, gas bubbles less than 100 μm , have shed new light on the dissolved air flotation (DAF) technology for the industrial and drinking water treatments. Due to their small size, microbubbles are efficient to form floc-bubble aggregates and remove contaminants from water. Numerous DAF techniques have been commercialized, however, there is still lack of understanding how the characteristics of microbubbles affects floc-bubble aggregates formation and DAF efficiency. Thus, measurement of the characteristics of microbubbles (size and number concentration) is beneficial for further study and improvement of DAF system. In addition, on site measurement of microbubbles is highly beneficial for modification of existing DAF facilities. Along these demands, we have developed a portable microbubble size analyzer. Microbubbles generated by several types of microbubble generators have been measured by using the developed microbubble analyzer.

We have developed a portable microbubble size analyzer based on the image analysis method. The microbubble size analyzer consists of a flow cell, a CMOS camera, a LED and a optical lens system. The generated microbubbles are transported into the flow cell using a small diaphragm pump and images of microbubbles are captured through a window of the flow cell. The captured images are processed using custom made program. The gray scale image is converted to binary image. Then, individual image of microbubbles is identified using a edge detection algorithm in order to count the number of the generated bubbles. To measure the size of the microbubbles, the projection area of the identified microbubble is used to calculate the size of the microbubble. The bright spot at the center of the relatively large bubble image was covered before the calculation of the projection area. Fig. 1 shows an example of the obtained image and measured size distribution of the microbubbles.

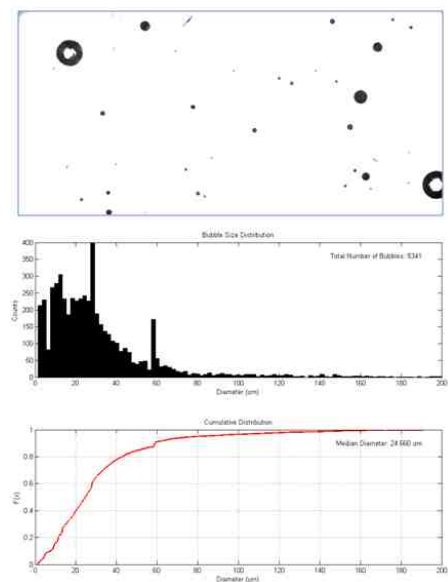


Figure 1. Microbubble images and size distribution.

References

1. Edzwald, J. K., "Dissolved Air Flotation and Me," *Water Res.*, **44**(10), 2077-2106 (2010).

환경규제의 산업적 영향 요인에 관한 연구

배하나, 안재현, 이한웅, 이귀호*
한국생산기술연구원

Analysis on Factors of Environmental Regulations Affecting Industries in Korea

Hana Bae, Jae-Hyun Ahn, Hanwoong Lee, Kwiho Lee*
Korean National Cleaner Production Center, Korea Institute of Industrial Technology

EU, 미국, 중국 등 우리나라 주요 수출국을 중심으로 환경규제가 강화·확산되면서 강력한 통상 수단으로 부상하고 있다. 자유무역주의의 확산으로 국가 간 관세, 비관세 장벽이 완화되는 반면, 자국의 안전 및 국민 건강, 환경 등을 위해 예외적으로 보호조치는 인정하고 있다. 우리나라 주요 수출국들을 중심으로 환경규제를 비관세 무역장벽으로 활용하여 자국 산업의 개방을 최소화하려는 새로운 형태의 보호무역주의가 대두하고 있는 것이다. 지속적인 환경규제 강화 추세와 산업계 대응 역량 부족은 수출 경쟁력을 약화시켜 무역수지를 악화시킬 가능성이 높다. 이에 따라 강화되는 환경규제가 국내 산업계에 미치는 영향 요소를 파악하여 보다 전략적인 대응 방안을 마련해야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 환경규제의 영향에 관한 기존 연구 모델(중력모형, 규제 비용편익분석, 규제영향평가)을 검토하고 영향요인을 추출하고자 하였다. 그러나 기존 연구는 환경규제 도입으로 인한 사회 및 국가 전체에 미치는 영향을 중점적으로 다루고 있어, 환경규제의 복잡다양한 특성을 반영하여 산업계에 미치는 직접적 영향을 분석하는 데에 한계가 존재하였다. 따라서 검토 대상 환경규제를 화학물질규제로 한정하여, 특히 수은, 납, 카드뮴의 사용 제한 규제가 기업에 미치는 영향 요인을 도출하고 그 상관관계를 분석하였다. 해당 화학물질을 사용하는 제품의 대체물질 개발현황, 제품 시장 및 전망, 대상 규제의 경향 변화 등을 정량화하여 정책 방향 설정 관점으로서 규제 영향을 파악할 수 있는 중요도 오각형 모형을 검토하였다. 단기적 또는 중장기적 대체 가능성이 있는 물질을 함유한 제품은 상대적으로 산업계에 미치는 영향도가 낮고 지속적으로 수요가 존재하거나 시장 구조가 고착화되어 있는 경우 중요도가 높은 것으로 확인되었다. 본 연구는 환경규제의 산업적 영향을 평가할 수 있는 모형으로의 발전 가능성 측면에서 그 기반을 제공코자 하였으며, 특정 산업의 대표 규제를 선정하여 환경규제 유형화를 통한 산업계 영향평가 모형 개발에 대한 후속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 한국환경정책·평가연구원 (2004), “환경규제와 산업경쟁력의 상관관계에 관한 연구”
2. 은웅 (2012), “주요국 환경규제 강화로 인한 수출구조 변화 및 대응방향에 대한 비교연구”
3. 김종호, 하봉찬 (2012), “환경규제의 강화가 생산성이 미치는 영향에 대한 연구”
4. Andrea Renda, Lorna Schrefler, Giacomo Luchetta, and Roberto Zavatta (2013), “Assessing the Costs and Benefits of Regulation”
5. Eugene Mazur (2011), “Outcome Indicators of Environmental Compliance Assurance in OECD Countries: Challenges and Avenues for Further Development”
6. Francis G. Hilton and Arik Levinson (2000), “Measuring Environmental Compliance Costs and Economic Consequences: A Perspective from the U.S.”
7. Frans Oosterhuis (2006), “Ex-post estimates of costs to business of EU environmental legislation”
8. Nicole V. Crain and W. Mark Crain (2010), “The Impact of Regulatory Costs on Small Firms”
9. OECD (2004), “Economic Aspects of Environmental Compliance Assurance”

CT-18 청정기술

Multilayer graphene에 담지된 메탈로센 촉매를 이용한 향상된 열 안정성의 고분자 복합체 합성

이정숙, 신정섭, 고영수*
공주대학교 화학공학과

Synthesis of polymer composite with improved thermal stability using multilayer graphene supported metallocene catalyst

Jeong Suk Lee, Jung Sub Shin, Young Soo Ko*
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

본 연구에서는 뛰어난 열적, 기계적 물성을 갖는 multilayer graphene (MLG)을 메탈로센 촉매의 담지체로 선택하여 MLG에 담지된 메탈로센 촉매를 합성하였다. MLG에 담지된 메탈로센 촉매의 in-situ 중합을 통해 고분자 매트릭스 내에 MLG의 균일한 분산을 유도하였으며, 중합 조건과 촉매 시스템을 변화시켜 MLG/polyolefin 복합체를 합성하였다. MLG를 담지체로 사용하였을 경우 나타나는 담지 효과 및 합성된 MLG/polyolefin 복합체의 모폴로지와 열적 특성에 대하여 연구하였다. 그래핀에 담지된 촉매의 경우 담지하지 않은 메탈로센 촉매보다 약 20 배 정도 높은 고분자량의 폴리에틸렌을 합성하였으며 이는 MLG가 메탈로센 촉매의 담지체 역할 뿐만 아니라 bulky한 리간드로 작용하여 Zr 중심 금속에 입체적 영향을 주기 때문이다. 또한 생성된 고분자의 열 분해가 시작되는 온도 (T_{onset})와 최대 중량 감소 온도 (T_{max}) 모두 증가하였고 고분자 내의 나노 수준으로 분산된 MLG는 고분자의 열적 특성을 향상시키는 것을 확인하였다.

CT-19 청정기술

Ni/Ru-X/Al₂O₃ 촉매를 이용한 톨루엔 수증기 및 건식 개질

오건웅[†], 박서윤[‡], 라호원[¶], 서명원[¶], 김용구[¶], 이재구[¶], *윤상준^{†,¶}
[†]과학기술연합대학원대학교 신에너지기술, [‡]충북대학교 환경공학과,
[¶]한국에너지기술연구원 기후변화연구본부

Steam and dry reforming of toluene over Ni/Ru-X/Al₂O₃ catalysts

Kun Woong Oh[†], Seo Yoon Park[‡], Ho Won Ra[¶], Myung Won Seo[¶], Yong Ku Kim[¶],
Jae-Goo Lee[¶] and *Sang Jun Yoon^{†,¶}

Advanced Energy Technology, Korea University of Science and Technology, Gajeong-lo 217,
305-350 Daejeon, Korea[†]

Department of Environmental Engineering, Chungbuk National University, Naesudong-lo 52,
361-763 Cheongju, Korea[‡]

Climate Change Research Division, Korea Institute of Energy Research, Gajeong-lo 152,
305-343 Daejeon, Korea[¶]

바이오매스 가스화시 발생하는 타르의 개질을 위해 Ni/Ru/Al₂O₃ 촉매에 Mn과 Ca을 촉진제로 첨가하여 톨루엔 개질용 촉매를 제작하였다. 타르의 모사 물질로 톨루엔을 사용하였으며 수증기와 CO₂를 이용하여 톨루엔 수증기 및 건식 개질을 수행하였다. 촉매의 특성 분석을 위해 승온환원(TPR), 승온 이탈(TPD), X선 회절분석(XRD), 표면적 분석(BET)을 수행하여 촉매 위의 Ni 입자 분포, 표면적, pore 크기 등의 특성을 확인하였다. 고정층 반응기를 사용하였고 주입되는 수증기, CO₂와 톨루엔의 몰비는 25로 고정하였다. 실험 전 800°C에서 Ar과 H₂를 주입하여 2시간동안 환원하였고 촉매에 첨가되는 Mn, Ca의 함량(1, 3wt%)과 개질 반응 온도(400-800°C)를 변화시키며 촉매의 수증기 및 건식 개질 성능을 관찰하였다. 수증기 및 건식 개질에서 반응 온도 상승에 따른 톨루엔 전환율과 생성가스내 H₂의 증가가 공통적으로 관찰되었으며 가스 조성의 변화는 유사한 경향을 보였다. 수증기 개질에서는 Ni/Ru-Ca(3wt%)/Al₂O₃와 Ni/Ru-Mn(3wt%)/Al₂O₃ 촉매가 600°C에서 전환율 100%에 도달하였고 건식 개질에서는 Ni/Ru-Mn(3wt%)/Al₂O₃ 촉매가 가장 우수한 성능을 보였다. 8시간 수증기 및 건식 개질 후 회수한 촉매의 열중량분석(TGA)을 수행하여 촉매의 탄소침적에 대한 저항성을 확인하였다.

희토류 금속 첨가에 따른 Ni촉매의 톨루엔 수증기 개질 반응 특성 연구

박서윤¹, 오건웅², 윤상준³, 이재구^{*3}

¹충북대학교 대학원 환경공학과

²과학기술연합대학원대학교 신에너지기술

³한국에너지기술연구원

A study on the steam reforming of toluene characteristics Ni according to rare earth metal addition of cocatalyst

Seo yun Park¹, Kun Woong Oh², Sang Jun Yoon^{2,3} and Jae-Goo Lee^{3*}

¹ Department of Environmental Engineering, Chungbuk National University,

² Advanced Energy Technology, Korea University of Science and Technology

³ Korea Institute of Energy Research,

본 연구에서는 촉매를 이용하여 바이오매스 가스화 공정에서 운전에 어려움을 야기시키는 tar의 대상물질인 toluene의 수증기 개질 반응 실험을 하였다. 촉매는 함침법으로 제조되었으며, Ni(12wt%)을 담지한 촉매에 희토류 금속인 Sm과 Nd를 증진제로 첨가하였다. 반응온도(400, 500, 600, 700, 800°C), 공간속도(10000hr⁻¹), Steam/Toluene ratio(25)등의 반응 조건에서 실험을 수행하였다. 개질 공정 후에 생성된 가스를 GC로 분석한 결과, 전체적으로 400~800°C로 온도가 상승함에 따라 toluene 전환율과 수소의 생성량이 증가하는 경향을 나타냈고, 600 °C 이상에서 90% 이상의 전환율을 보였으며, Sm보다 Nd를 증진제로 사용한 촉매가 더 높은 활성도를 나타냈다. 반응 후 촉매의 SEM 분석 결과, Sm이 첨가된 촉매에서 다량의 filament carbon이 표면에서 발견되어, Nd이 첨가된 촉매보다 상대적으로 빠른 비활성화를 보인 것으로 사료된다.

학생 심포지움

청정기술

3월 27일(금) 13:30~16:00

부여 롯데리조트 간솔

넓은 입도분포를 가진 철광석 입자의 최소유동화속도 연구

강동현, 임관희, 이동현[†]
성균관대학교 화학공학부

A study on minimum fluidization velocity of iron ore with wide particle size distribution

DongHyun Kang, GuanHe Rim DongHyun Lee[†]
Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University

기존에 철광석을 환원시키는 전형적인 공법인 용광로공법과는 달리, 유동층 반응기를 이용하여 철광석을 환원시키는 공정에서는 소결과정(sintering process)이라는 전처리 과정을 생략할 수 있다. 원료의 대부분을 바로 사용할 수 있게 됨에 따라 미분(fine particle)에서부터 큰 입자(coarse particle)까지 넓은 입도 범위의 철광석이 유동층 환원로에서 유동을 하게 된다. 넓은 입도 분포의(wide PSD; particle size distribution) 입자가 유동을 할 경우 유동성의 관점에서는 이점을 얻을 수 있지만, bed의 안정성이 떨어져 비유동화 현상이나 입자비산이 일어나기 쉽다. 따라서 본 연구에서는 이러한 넓은 입도분포를 갖는 입자의 유동특성을 연구하였다. 반응기는 내경 0.075 m, 높이 3.7 m 인 아크릴 유동층 반응기에, 밀도 3.705 kg/m^3 , 0.5~4.0 mm의 입도범위를 갖는 철광석 입자를 충 물질로 사용하였다. 사용한 입자의 sauter mean diameter는 모두 같다. 공탑속도 약 3.4 m/s부터 기체유속을 감소시키면서 차압측정을 통해 최소유동화속도를 결정하였다. 기존 문헌의 예측값과 실험값을 비교하였고, 유동특성 분석을 통해 넓은 입도범위에서 입도분포형태가 최소유동화속도에 미치는 영향을 알아보았다.

삼상 유동층에서 이성분 입자의 부피분율에 따른 상체류량의 영향

김준영, 이동현*

성균관대학교 화학공학과

Effect of phase holdup with volume ratio of binary solids in three phase fluidized beds

JunYoung Kim, Dong-Hyun Lee*

Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University

삼상 유동층은 고정층 및 다른 두 개의 상을 가지는 유동층에 비해 열전달 특성이 뛰어나고 추가적인 기계적 장치의 설치 없이 기포흐름만으로도 mixing 및 segregation이 가능하므로 bioreactor, wastewater treatment, Fischer-Tropsch 공정과 같이 다양한 분야에 걸쳐서 널리 쓰이고 있다. 삼상유동층을 이용한 촉매 화학공정에서, 촉매는 유동층 내에서 생성물의 합성을 도우며, 이 과정에서 표면이 서서히 오염되므로 입자의 크기와 밀도가 달라진다. 이때 오염된 촉매와 분리가 가능하다면 적은 비용으로 촉매를 replace할 수 있다. 이렇게 크기와 밀도가 다른 입자들을 포함한 반응기 설계를 위해서는 이에 대한 수력학적 특성을 파악하는 것이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 두 가지 성분을 포함한 입자의 부피비에 따른 삼상유동층의 유동 특성을 확인하였다.

직경이 0.21 m, 실험영역이 1.8 m인 반원형 유동층에서 입자의 크기와 밀도가 다른 두 가지 성분의 two phase (liquid-solid) 및 three phase (gas-liquid-solid) fluidization에서 두 가지 성분의 고체 입자의 층 역전 현상에 대하여 연구하였다. 실험에 사용된 입자는 평균입도 3.3mm, 밀도 1280 kg/m³인 polymer beads와 평균입도 0.385 mm, 밀도 2500 kg/m³인 glass beads를 사용하였다. 입자의 부피 비는 L/D=3으로 고정하여 2:1, 1.5:1, 1:1, 1:1.5, 1:2가 사용되었다. 실험에서 사용한 액체는 물이며, 20±2°C로 유지하였고, 기체는 공기를 사용하였다. 입자의 혼합은 Vivacqua 등 [1]의 pressure gradient variation을 통하여 확인하였다. 입자의 완전한 혼합이 일어나지 않으면 층 하단부에서 높이에 따른 압력 차의 기울기는 층 상단의 기울기보다 언제나 크며, 층 전체에 균일하게 혼합하는 경우, 기울기의 차이가 0에 수렴한다.

Liquid-solid fluidization에서는 부피 비에 따른 입자의 평균입도가 증가할수록 layer inversion velocity는 Gibilaro 등 [2]의 model에서 계산된 값처럼 증가한다. 그러나 기체가 주입된 경우 입자크기가 큰 입자의 혼합비가 증가할수록 고정된 액체 유속에서 층은 팽창하게 되며, 반대의 경우 층은 수축하는 것을 확인할 수 있다.

참고문헌

1. Vivacqua, V., Vashisth, S., Hebrard, G., Grace, J.R., Epstein, N., "Characterization of fluidized bed layer inversion in a 191-mm-diameter column using both experimental and CPFD approaches," Chem. Eng. Sci. 80, 419-428 (2012).
2. Gibilaro, L.G., Di Felice, R., Waldram, S.P., Foscolo, P.U., "A predictive model for the equilibrium composition and inversion of binary-solid liquid fluidized beds," Chem. Eng. Sci. 41, 379-387 (1986).

기-고체 반응 모델을 통한 석탄의 비등온 연소 반응 특성 연구

곽인섭, 국진우, 신지훈, 장준영, 이시훈*
전북대학교 자원·에너지공학과

Non-isothermal combustion kinetics of coal by using gas-solid
reaction models

In-Seop Gwak, Jin-Woo Kook, Ji-Hoon Shin, Jun-Yeong Jang, See-Hoon Lee*
Dept. of Mineral Resources&Energy Eng. Chonbuk Nat'l Univ.

본 연구는 반응기의 설계 및 운전조건 결정에 필요한 기초자료를 확보하기 위해 국내에서 사용되는 석탄 5종의 연소반응 특성을 분석하였다. 실험에 사용된 시료는 역청탄(BG, WH) 2종과 아역청탄 3종(KPU, LG, MSJ)을 이용하였으며, 모든 시료는 650°C에서 제작된 좌를 사용하였다. 실험은 열중량 분석기인 TGA(Thermogravimetric analyser)를 이용하였으며, 분당 30cc의 공기를 주입하여, 10, 15, 20°C/min의 승온속도로 900°C까지 온도를 상승시키며 비등온 조건에서의 연소 반응성을 비교하였고 non-isothermal kinetic model인 Friedman식에 적용하여 전환율에 대하여 승온속도를 매개변수로 하여 $\ln(d\alpha/dt)$ 와 $1/T$ 의 관계를 도출하여 기울기로부터 Activation energy를 도출하였다. 석탄 5종의 Activation energy는 전환율 0.1-0.5 범위에서 BG, WH, KPU, LG, MSJ 순으로 각 164-314, 5-17, 32-58, 184-302, 40-59KJ/mol로 계산되어 석탄의 종류에 따라 큰 차이를 보였다.

석회석 시료들의 소성/탈황 동시 반응 특성 비교

신지훈, 김예라, 이시훈*
전북대학교 자원·에너지공학과

Calcination/Desulfurization Simultaneous Reaction Compare about
Limestone Samples

Shin, Ji-Hoon, Kim, Yea-Ra, Lee, See-Hoon*
Chonbuk National University, Mineral Resource & Energy Engineering

석탄의 청정 이용에 대한 수요가 증가함에 따라, 로내 탈황이 가능하고 연소효율이 우수한 순환유동층 공정이 발전 분야에서 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 환경에 대한 요구가 더욱 강화되면서 로내 탈황을 위해 이용되는 석회석 사용량도 지속적으로 증가하고 있으며, 운전 비용의 상승을 야기시킨다. 이로 인해 석회석의 효율적인 이용이 요구되나 소성 반응 및 탈황 반응이 독립적으로 연구됨으로써 실제 이용 측면에서의 자료가 부족한 상황이다. 본 연구에서는 열중량분석기(TGA)를 이용한 탈황실험을 통하여 석회석들의 탈황능력을 비교/분석하였다. 특히 순환유동층 연소로와 동일하게 소성 및 탈황 반응이 동시에 일어나도록 실험함으로써 실제 순환유동층 내의 로내 탈황 조건에서 석회석 시료들을 비교하였다. 실험 결과, 소성/탈황 동시 반응의 탈황 전환율은 기존 실험에 비해 낮음을 확인하였고 이로 인해 적절한 탈황 전환율을 얻기 위하여 보다 많은 석회석을 사용해야 함을 확인하였다.

광물질을 이용한 CO₂ 석탄 가스화 반응 특성 연구

이루세¹, 허동현², 황종하³, 손정민^{4*}
전북대학교 자원·에너지공학과

The Study of CO₂-Coal Gasification Reaction Using Mineral Catalysts

Roosee Lee¹, Dong Hyun Heo², Jong Ha Hwang³, Jung Min Sohn^{4*}
Department Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk University

현재 저급석탄을 이용하여 고효율로 사용하는 기술들이 연구되어지고 있다. 대표적으로 석탄가스화 기술을 예로 들 수 있는데, 본 연구는 이 석탄가스화를 수행할 때 연소기체를 CO₂를 사용하며 저급 석탄에 광물질 촉매를 담지하였을 때 가스화에 미치는 영향 및 반응속도론에 대해 조사하였다. 각각 몽골과 러시아 지역의 갈탄에 4종류의 광물질(Dolomite, Silica sand, Olivine, Kaolin)을 5 wt%로 물리적으로 혼합한 후 TGA(Thermogravimetric Analysis)를 이용하여 가스화 온도 800 ~ 900 °C 범위에서 수행하였다. 실험 데이터를 기-고체 반응모델(MVRM(Modified volumetric reaction model), SCM(Shrinking core model), VRM(Volumetric reaction model), RPM(Random pore model))에 적용하여 비교한 결과 대체적으로 MVRM(modified volumetric reaction model)이 가장 적합하게 나타났다. 또한 반응 온도가 증가할수록 반응속도상수가 증가함을 볼 수 있었다.

Removal of Methylene Blue Dye from Aqueous Solution by Adsorption onto Graphene Oxide-Poly(2-hydroxyethylmethacrylate) Composite

Dian Kharismadewi, Van Chinh Tran, Thi Toan Nguyen, Marjorie Baynosa,
Jae-Jin Shim*

School of Chemical Engineering, Yeungnam University
214-1 Dae-dong, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, Korea

Graphene oxide (GO) was modified with poly(2-hydroxyethyl methacrylate) (HEMA) in green method through dispersion polymerization in supercritical carbon dioxide. The GO-PHEMA composite was characterized by Fourier transform infrared spectroscopy, thermogravimetric analysis, scanning electron microscopy, and X-ray photoelectron spectroscopy to confirm its structure and morphology. The adsorption behavior of the composite to methylene blue (MB) organic dye was observed through UV-visible spectrum, where the effect of adsorbent dosage, pH, contact time, dye concentration, temperature, and cyclability were investigated. Experimental results indicated that the GO-PHEMA composite can remove 99.8% of dye with the optimum adsorbent dosage of 15 mg at pH. 7 and 45°C for 45 min contact time with the initial MB concentration of 10 mg/L. The stability investigation showed that the composite still can remove 81.89% of MB from the solution after 6 cycles. Furthermore, the adsorbent composite matrix of GO-PHEMA was swelled in aqueous solution which gives benefit in collecting the adsorbent after adsorption process. Besides that, GO-PHEMA composite is biocompatible and eco-friendly material.

Keywords: Graphene Oxide, HEMA, Methylene Blue, Adsorption

Kinetics of the Ozonation of Various Wastewaters

Marjorie Baynosa^{a,b}, Analiza Rollon^b, Charmaine Lamiel^a, Jae-Jin Shim^{a*}

^aSchool of Chemical Engineering, Yeungnam University

^bDepartment of Chemical Engineering, University of the Philippines

This study aims to determine the kinetic equations that describe the reaction of ozone with colored and other organic compounds in various wastewaters: dye-containing synthetic wastewater (methyl red and CI RR 141), paper mill wastewater and distillery wastewater. Absorbance, color, pH levels and total and dissolved COD were determined at regular time intervals during the ozonation process. Experimental data show that the ozonation of the treated wastewaters follows the pseudo-first order kinetics with respect to the concentration of the pollutant, which was measured in terms of color or absorbance and COD. The rate constant for the reaction of ozone with each wastewater was also obtained.

Keywords: Ozone, Distillery, Paper mill, Methyl red, CI RR 141

Reduced Graphene Oxide/NiO Nanocomposite Synthesized in tert-Butanol for Supercapacitor Applications

Charmaine Lamiel^a, VanChinh Tran^a, Thi Toan Nguyen^a, Van Hoa Nguyen^{a,b}, Jae-Jin Shim^{a*}

^aSchool of Chemical Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk, 712-749, Republic of Korea

^bDepartment of Chemistry, Nha Trang University, 2 Nguyen Dinh Chieu, Nha Trang, Vietnam

With the vast exploration in the application of graphene oxide, researchers nowadays study different methods in producing supercapacitors, with high capacitance but low cost. In this research, reduced graphene oxide/NiO (RGO/NiO) composite was prepared using a nonaqueous solvent-based method. Among the numerous solvent-based precursors that had been studied in literature, tert-butanol has not yet been fully explored. RGO/NiO composite was prepared using Nickel acetate tetrahydrate and tert-butanol as the precursor and the solvent, respectively, by solvothermal method. The physical and chemical attributes were characterized by SEM, TEM, XPS and XRD. The results of the electrochemical analyses support the feasibility of this research as an alternative method for synthesizing low-cost supercapacitors.

Keywords: Ultrasonication; Supercapacitor; tert-Butanol

반탄화된 셀룰로오스와 폴리프로필렌 혼합물의 촉매 열분해

이형원, 김범식, 권우현, 김한나, 박영권*
서울시립대학교 환경공학부

Catalytic pyrolysis of torrefied cellulose and polypropylene mixture

Hyung Won Lee, Beom-Sik Kim, Woo Hyun Kwon, Hannah Kim, Young-Kwon Park*
School of Environmental Engineering, University of Seoul, Korea

바이오매스는 풍부한 탄소원으로 화석연료를 대체하여 환경친화적 에너지로 사용이 가능하며 화학원료 물질 생산을 위한 중요한 자원이다. 바이오매스를 연료나 화학원료 물질로 전환하는 열적 전환 방법에는 연소, 가스화, 열분해 등이 있다. 이중 열분해는 무산소 조건에서 바이오매스를 열적으로 분해하여 바이오오일을 주로 생산하는 방법으로 원료는 나무, 농업폐기물, 도시생활폐기물 등이 있다. 그러나 열분해를 통해 얻어진 바이오오일은 산소의 함유량이 높고 산성을 나타내 부식성이 있는 등 불안정한 특성을 지니고 있으므로 고품질화가 필요하다. 최근 바이오오일의 고품질화를 위해 촉매를 이용한 오일 개질 외에도 열분해 원료의 개선을 통한 바이오오일의 고품질화가 시도되고 있다. 열분해 원료의 개선 방법으로는 플라스틱 첨가, 바이오매스의 반탄화 등이 있다. 반탄화는 열적 공정의 한가지 방법으로 무산소 조건에서 상대적으로 저온(200-300°C)의 열을 가해 바이오매스를 전처리하는 방법이다. 반탄화된 바이오매스는 친수성 감소, 에너지 밀도 증가 등의 특징을 나타낸다[1]. 이를 통해 바이오오일의 고품질화가 가능하지만 여전히 화석연료를 대체하거나 화학원료 물질 생산에는 부족한 면이 있다. 따라서 추가적으로 탄소와 수소를 공급하면 고품질화가 가능할 것으로 여겨지며, 이것은 탄소와 수소로 이루어진 플라스틱의 첨가를 통해 개선될 것으로 기대된다[2].

본 연구에서는 Pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry(Py-GC/MS)를 이용하여 촉매 열분해 반응을 진행하였다. 원료의 반탄화와 플라스틱과의 혼합을 통해 원료의 개선 효과를 확인하고 ZSM-5 제올라이트 촉매를 사용하여 바이오오일의 고품질화를 시도하였다. 열분해 원료로는 모델 물질인 셀룰로오스와 폴리프로필렌을 사용하였다.

참고문헌

1. Chen, D., Zhou, J., Zhang, Q., "Effects of torrefaction on the pyrolysis behavior and bio-oil properties of rice husk by using TG-FTIR and Py-GC/MS," *Energy Fuels*, 28(9), 5857-5863 (2014).
2. Zhang, B., Zhong, Z., Ding, K., Song, Z., "Production of aromatic hydrocarbons from catalytic co-pyrolysis of biomass and high density polyethylene: Analytical Py-GC/MS study," *Fuel*, 139, 622-628 (2015).

특별 심포지움
산업세정

3월 27일(금) 9:30~12:00

부여 롯데리조트 은솔

전기전자용 Defluxing 세정제 개발 및 현장적용사례

이호열[‡], 배수정, 허정무
한국기계연구원

The development of defluxing cleaners for electric/electronics fields and their application

HoYeoul Lee[‡], SooJeong Bae, JungMoo Heo
AK ChemTech Co., Ltd.

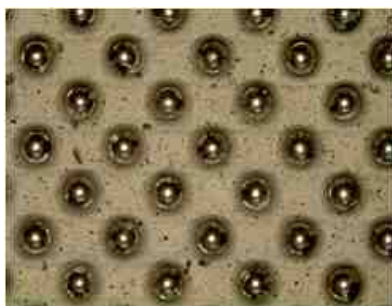
We have developed the cleaners for the removal of flux produced in the electric/electronics parts manufacturing process. The physical properties of the developed cleaners were measured and the evaluation on the cleaning ability of the cleaner was performed. Also, the application of the cleaner in the electric/electronics fields was researched.

Among the developed cleaners, NEOZOL 1000 showed the surface tension of 34 dyne/cm and the wetting index of 18.3, which was higher value than that of the competitive cleaners.

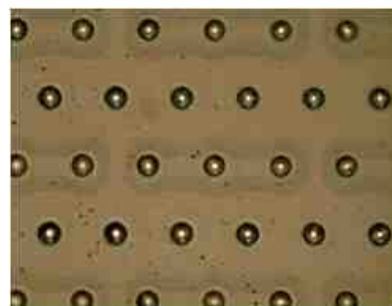
This means the developed cleaner NEOZOL 1000 has better wetting ability onto the cleaning substrate as well as superior cleaning efficiency than the competitive cleaners.

(15% solutions at 25°C)	Physical properties of N-1000
Specific gravity	1.00
Viscosity (cP)	1.6
Surface tension (dyne/cm)	34.1
Wetting index	18.3

Table. Physical properties of the developed cleaner



Before cleaning



After cleaning

Fig. Example of flux cleaning with the developed cleaner

References

1. Bae J. H., "Alternative cleaning agents and alternative cleaning technologies for replacing CFC", Prospective of Industrial Chemistry, 8(2), 25~40 (2005)

생분해성 친환경 세정제 및 세정장치 개발

홍연희, 김석찬
동원이엠(주), †국민대학교

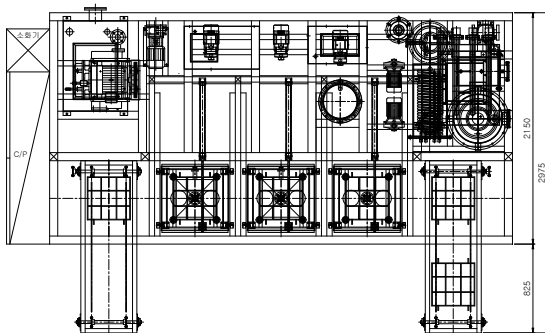
Development of Eco-biodegradable cleaning agent and cleaning equipment

Yeonheui Hong, Seok-Chan Kim†
Dongwon EM Co., Ltd., †Kookmin University

산업세정 분야에서 '87년 오존층 파괴 물질 생산 및 사용을 규제한 몬트리올 의정서를 시작으로 기술 선진국 등에서는 청정생산 개념이 정착되어 원료도입 및 제품생산, 폐기물 및 부산물의 재 자원화, 생태계로 폐기될 때까지의 전 과정에서 환경오염물질을 원천적으로 방지하고 폐해를 최소화하여 환경보전과 제조원가 절감을 동시에 추구하는 Win-Win 전략의 사전예방 경영기법을 도입하여, 이들 개념을 기술 장벽화하여 무역규제 수단으로 삼고 있다.

오존층 파괴를 일으키는 염소계 및 할로젠계 세정제인 CFC-113, 1,1,1-TCE, PCE, HCFC, MC 등이 있으며 이들 모두는 폐액으로 인한 2차적인 환경오염문제와 대기 및 수질을 통한 인체유해 문제로 그 사후처리가 매우 어렵고 비용이 막대하게 소요되는 심각한 문제점을 가지고 있다. 이러한, 문제를 해결하기 위하여 일본에서는 90년대 후반부터 탄화수소계 세정제를 개발하였으나 인화점이 상온에서 형성되어 화재로 인한 문제점이 대두되었고, 세정장치는 탄화수소계의 세정공정 특성상 4~5조의 다조식으로 이루어져 있어 에너지 소비가 심하다. 가격 또한 복잡한 장치로 인하여 매우 비싸고, 표준품의 제작이 어려우며, 세정공간을 많이 차지하는 등 개선해야할 문제점들이 많았다.

본 연구에서 인체·화재에 대한 안전성이 크며 친환경적인 혼합 조성물계 세정제의 개발 및 이를 사용할 수 있는 이동식 표준형의 세정장치, 폐 세정용제를 연속 재생하여 무방류 하는 친환경 재생장치를 개발하여 소개함. 연구방법은 생분해성이 우수하며 세정효과가 높은 친환경 일반용제 및 탄화수소계 용제들을 선정하고 이들의 물성을 최적화 하여 공비혼합물을 제조하였다. 간이 세정장치를 이용하여 인발유, 절삭유 및 태핑유 등의 금속가공유에 대한 세정도를 평가하였다.



감사의 글

본 발표내용은 환경부 환경산업선진화기술사업 중 차세대에코이노베이션기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.(과제번호 : E12-00015-0002-0)

CT-32 산업세정

생분해성이 우수하고 부식방지 성능을 갖는 저기포성 세정제 첨가제 개발 및 함량측정 방법에 관한연구

지흥진, 장은석, 이동기[†], 배재흠[‡]
빅터켄, 한국화학융합시험연구원[†], 수원대학교[‡]

Development of cleaning agent additives with good biodegradability and prevention of corrosion; Study on method for measuring contents

Ji heung jin, Jang eun seok, Lee dong gi[†], Bae jae heum[‡]
Victorchem., Korea testing & Research institute[†], Suwon university[‡]

본 연구에서는 Mono 함량이 80% 이상인 alkyl phosphate계 음이온 계면활성제를 개발하고자 하였다. 이 계면활성제는 인계로서 부식방지성능을 포함하며 기존 음이온 계면활성제에 비해 적은 양을 사용해도 우수한 세정성을 나타내어 금속 세정제, 유리 세정제 및 sola cell 세정제 등 다양한 용도로 적용이 가능한 특성을 가지고 있다.

Alkyl phosphate는 도입되는 alkyl기(Lauryl, Lauryl ether, alkylaryl, alkylaryl ether)의 종류에 따라 다양한 물성의 세정제를 얻을 수 있다. 그러나, 우수한 세정성 및 저기포성을 갖는 제품을 얻기 위해서는 mono alkyl phosphate의 함량이 80wt% 이상이어야 한다.

본 연구에서는 Mono alkyl phosphate 함량 분석을 위해 USD 4,350,645, JP 163792/1979 를 인용하고 KS M 0034 : 2013 방법을 활용한 자체 분석방법으로 mono 함량을 비교분석 하였다.

또한, 본 연구에서는 Mono 함량이 80% 이상인 alkyl phosphate를 제조하기 위해서 선택성을 부여할 수 있는 무독성 비활성 solvent를 사용하였으며 이를 이용한 신 제조공정을 개발하고자 하였다.

참고문헌

1. Method for producing a phosphoric monoester, Kao soap co., Ltd(JAPAN), 1982. 09. 21
2. Synthesis of mono-alkyl acid phosphate with high mono-content, Stauffer chemical company(USA), 1987. 11. 21
3. Process for the production and isolation of monoalkyl phosphoric acid ester, Stauffer chemical company(USA), 1989. 10. 17
4. Japanese patent application No. 163792/1979 filed Doc. 17, 1979

세정 성능 향상을 위한 3 MHz급 진동자 개발

신현근, 이양래, 임의수, 김현세[‡]
한국기계연구원

Development of a 3 MHz waveguide for improving cleaning performance

Hyun-Geun Shin, Yanglae Lee, Euisu Lim, Hyunse Kim[‡]
Korea Institute of Machinery and Materials

반도체 제조 순서에서 세정 공정은 반도체 제조 공정 중 발생하는 미세 잔유물들을 제거하기 위해 중요하다. 일반적으로, 반도체 세정은 화학 물질을 이용하며 이것은 반복되는 세정 공정에서 이전 웨이퍼에서 제거된 물질이 다른 웨이퍼를 오염시킬 수 있는 단점을 가지고 있다. 더불어, 최근의 패턴 크기 감소와 웨이퍼 크기 증가는 고효율의 세정 기술을 요구한다. 이런 문제점을 해결하기 위해, 음압을 이용한 반도체 세정 시도가 이루어지고 있지만 개선해야할 부분들이 있다. 본 연구는 3MHz 진동자와 발진기를 개발하여 웨이퍼 세정 실험을 수행하였다. 세정 효율을 향상시키기 위해, 진동자는 세정 영역에 대해 강하고 고른 음압을 조사해야 한다. 진동자 설계는 유한 요소 해석을 이용하여 균일한 최대 음압이 발생하도록 설계하였다. 설계 진동자와 제작된 진동자의 주파수는 각각 2997kHz, 2995kHz이며 1W에서 10W까지 파워를 변화시키면서 실험하였다. 개발된 진동자의 성능 검증을 위해 타사제품과 비교하여 개발된 진동자는 타사 제품에 비해 최대 45% 높은 최대음압을 나타내었다. 또한, 음압의 균일성을 보여주는 음압 표준편차 결과에서도, 개발된 진동자가 타사 제품보다 10%정도 더 우수함을 보였다.



그림 1. 시작품

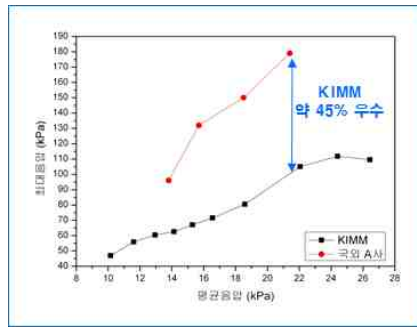


그림 2. 평균음압 대비 최고음압

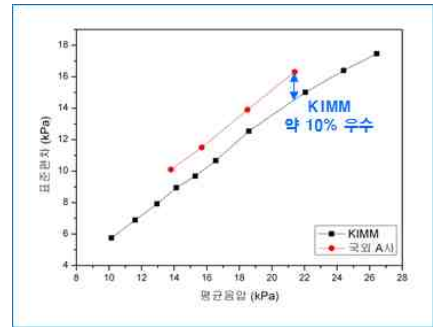


그림 3. 평균음압 대비 표준편차

참고문헌

- Geng, H., Semiconductor manufacturing handbook, 1st ed., McGraw-Hill, 2005.
- Lippert, A., Engesser, P., Gleissner, A., Koffler, M., Kumnig, F., Obweger, R., Pfeuffer, A., Rogatschig, R. and Okorn-schmidt, H., "Keys to advanced single wafer cleaning-gas contend, bubble size distribution and chemistry," *ECS Trans.*, 1(3), 158-163 (2005).
- McQueen, D. H., "Frequency dependence of ultrasonic cleaning," *Ultrasonics*, 24(5), 273-280, 1986.
- Liu, L., Walter, A. and Novak, R., "Single-wafer tool performs recontamination free in wet wafer cleaning," *208th ECS Meeting*, 1(3), 150-157, 2006.

CT-34 산업세정

마이크로기포공진을 이용한 초음파 세정 영향성 연구

김정인, 이희명, 조경목, 박희진
(주)듀라소닉

Analysis on ultrasonic cleaning effect by resonance of micro bubble

Jeong In Kim, Hee Myong Lee, Kyong Mok Cho, Hee Jin Park
Durasonic.co., ltd.

초음파세정은 물리력을 이용한 세정방법으로 세제 사용량을 감소시켜 물 사용량을 줄이며 미세한 오염물을 제거할 수 있는 세정방법으로 산업전반에 널리 이용되고 있으나 초음파를 조사할 때 세정액 중에 발생하는 불규칙적인 캐비테이션 강도에 의해 세정불량의 원인이 되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 초음파 세정조내 마이크로 기포 생성장치를 통해 생성된 마이크로 기포를 공급함으로써 불규칙한 캐비테이션 강도를 제어하여 균일한 음압을 확보하였으며 동작 주파수를 변화시키며 주파수에 해당되는 공진기포를 공급하여 초음파 강도와 균일성에 대해 측정하였으며 공진기포의 공급에 의해 음압강도와 균일성(Uniformity)이 개선되는 것을 확인하였다.

구분	시수	100 ~ 120 μ m	60 ~ 80 μ m (공진기포경)	20 ~ 40 μ m
평면				
측면				
평균 음압	35.63%	35.80%	39.93%	30.14%

그림 1. 40kHz 초음파의 마이크로 기포 공급 vs 음압분포

주제어 : 마이크로 기포공진, 균일 세정, 초음파 세정, 균일 음압

참고문헌

- [1] A. Gedanken, Using sonochemistry for the fabrication of nanomaterials, Ultrason. Sonochem. 11 (2004) 47-5.
- [2] L.H. Thompson, L.K. Doraiswamy, Sonochemistry: science and engineering, Ind.Eng. Chem. Res. 38 (1999) 1215-249.
- [3] B. Niemczewski, Influence of concentration of substances used in ultrasonic cleaning in alkaline solutions on cavitation intensity, Ultrason. Sonochem. 16 (2009) 402-07.
- [4] A. Brotchie, F. Grieser, M. Ashokkumar, Effect of power and frequency on bubble-size distributions in acoustic cavitation, Phys. Rev. Lett. 102 (2009) 084302.
- [5] E.A. Brujan et al., Jet formation and shock wave emission during collapse of ultrasound-induced cavitation bubbles and their role in the therapeutic applications of high-intensity focused ultrasound, Phys. Med. Biol. 50 (2005) 4797.

반도체 제조 공정에서 레이저 세정 기술

이종명
(주)아이엠티

Laser cleaning technology on semiconductor manufacturing process

Jong-Myoung Lee
IMT Co. Ltd.

반도체 제조 공정은 크게 웨이퍼 공정과 패키징 공정, 2가지로 나뉘어진다. 웨이퍼 공정에서 세정 공정은 소자의 생산 수율을 결정하는 매우 중요한 공정으로 전체 공정수에서 약 30%를 차지하고 있다. 최근 디자인룰 20nm 이하의 초미세패턴을 형성하고 있어, 직경 10nm 이상의 오염입자를 제거해야함은 물론 패턴에 어떠한 손상도 주지 않아야 한다는 높은 수준의 세정 능력을 필요로 하고 있다. 반면 패키징 공정은 웨이퍼 공정과 비교해 제거 입자 크기 수준이 100배 이상이기는 하나 오염물질이 최종 제품의 수율에 직접 영향을 미친다는 특성으로 인해 매우 높은 수준의 수율 확보를 위해 세정 공정을 적극적으로 활용하고 있다. 반도체 제조 공정에서 가장 널리 사용되는 방식은 화학적 습식 세정 기술이다. 하지만 최근 초미세패턴의 도입, 새로운 물질의 사용, 웨이퍼 표면의 입체 구조화 등과 같은 특성으로 인해 기존 습식 세정 방식 적용에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제점으로 보완하기 위해 건식 세정 기술에 대한 연구와 시도가 적극 진행되고 있다. 본 논문에서는 반도체 제조 공정에 있어 다양한 레이저 세정 기술의 적용 현황 및 전망을 제시하고자 한다.

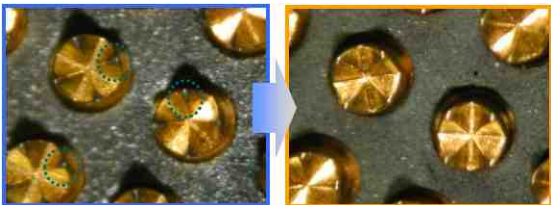


그림 1. 반도체 테스트 소켓 클리닝



그림 2. 반도체 금형 클리닝



그림 3. 웨이퍼 표면 오염입자 클리닝



그림 4. 웨이퍼 배면 오염물질 클리닝

참고문헌

1. <http://imt-c.co.kr>
2. 유튜브, 이박사아카데미, 클리닝
3. 이종명, 반도체 기술 핸드북, 한림원(2003)
4. 이종명, 레이저와 청정가공, 한림원(2002)

대기압 플라즈마의 산업세정 적용과 전망

표재환
(주) 에이피디

Progresses in applications of the atmospheric-pressure plasma to the industrial cleaning process

Jae Hwack Pyo
APD, Inc

2000년대 초 부터 활발히 연구가 진행되어 온 대기압플라즈마의 산업세정 및 표면처리에의 적용은 최근 들어 산업적인 적용과 적용분야의 범위가 점점 확장되고 있다.

최근들어 , 주로 세정이나 표면처리 내 적용되던 대기 플라즈마는 단순한 세정을 넘어 etching, ashing 등의 박막 프로세스로 확장되고 있다. 이를 위한 플라즈마의 특성 개선도 활발히 연구가 진행되고 있다. 또한 , 적용 가능한 소재도 모토로이 공정에 적용 가능한 플렉서블 기판들을 적용이 가속화되고 있고 단순 표면처리와 더불어 벌크에의 적용에도 그 지평이 넓어지고 있다.

이러한 적용범위의 확장에 따라 대기압 플라즈마의 성능의 범위 역시 그에 맞추어져야 하는데, 대기압플라즈마의 구조적인 한계 등으로 인해 한계를 가지는 플라즈마 특성 및 공정 성능을 높이기 위한 노력도 계속되어지고 있다.

일반 심포지움
청정석탄

3월 27일(금) 13:15~16:25

부여 롯데리조트 은솔

중국 저등급 석탄 열분해 기술 및 산업 현황

허려화*, 김형택

아주대학교 에너지시스템학과

Low Rank Coal Pyrolysis Technology and Industry Status in China

Li-hua Xu, Hyung-taek Kim

Division of Energy Systems Research, Ajou niversity

중국은 석탄자원이 풍부하고, 저등급 석탄은 탐사 석탄 매장량은 5,612억 톤으로 전체 석탄 매장량의 55%를 차지한다. 2009년 중국의 저등급 석탄 생산량은 중국 석탄 생산 총량의 40%이상에 달하며 그 비중은 점점 증가할 것으로 예상되고 있다. 저등급 석탄은 수소와 산소 함량이 높고, 수분과 휘발분이 높으며 자연발화가 쉽고 발열량이 낮으며, 장거리 수송이 어렵고 액화, 가스화 등 전환 이용이 어려운 단점이 있다. 이와같은 특징으로 저등급 석탄을 직접 연소하거나 가스화를 하면 효율이 낮을 뿐만 아니라 경제적 가치가 낮으므로 대규모 개발 이용을 하기 위해서는 저등급 석탄의 업그레이드가 필요하다. 열분해 방법은 저등급 석탄 업그레이드의 가장 대표적인 방법으로서 건류 혹은 반탄화 기술이라고 부르기도 한다. 열분해는 산화제를 공급하지 않는 조건에서 가열할 때 발생하는 물리변화와 화학반응을 말한다. 열분해 과정에서 석탄은 탄소 연결고리가 끊어지고 2차 반응이 발생하여 기체(열분해 가스), 액체(타르) 및 고체(semi coke)등 물질을 생산한다. 열분해 가스의 주요 성분인 수소, 일산화탄소 및 메탄은 직접 연소하여 연료로 사용하거나 후단 화학공정을 거쳐 다양한 화학물질을 합성할수 있고, 타르 중에는 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 페난트렌 등 방향족 탄화물을 함유하고 있으며, 고체물질인 semi cokes는 장거리 운송이 가능할 뿐만 아니라 고품위 연료로 사용 가능하다. 저등급 석탄 열분해를 통하여 기존 전통방식의 오염물질 배출이 많고 효율이 낮은 문제점을 해결할 수 있으며, 저등급 석탄의 종합 이용 가치를 높일 수 있다.

본 논문에서는 저등급 석탄의 열분해 기술 종류, 기술 발전 현황 및 중국에서의 열분해 산업 발전현황에 대해서 고찰하였다.

CT-39 청정석탄

고유 분류층 가스화 시스템을 적용한 석탄가스화 Test-bed 구축 현황

정우현*, 김문현, 윤성필, 이승종, 윤용승
고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부

Construction Status of Coal Gasification Test-bed Facility by Using Domestic Gasification System

Woohyun Jung*, Munhyun Kim, Sung Pil Yoon, Seung Jong Lee, Yongseung Yun

석탄가스화 복합발전 플랜트를 구성하고 있는 공정 중에서 핵심공정인 석탄가스화 공정의 국내 고유기술 확보를 위하여, 고등기술연구원에서는 한국서부발전을 포함하여 여러 참여기관과 공동으로 관련 기술 개발을 진행하고 있다. 2011년부터 진행된 본 연구는 석탄가스화 Test-bed 기본설계를 2012년에 완료하고, 2013년에는 상세 설계를 진행을 수행하였다. 그리고 2014년부터는 주요 공정별로 설비 구축을 진행하여 현재 1단계 구축을 완료하고 현재 가스화 설비 가동전 시운전을 진행하고 있다.

석탄가스화 Test-bed는 한국형 300MW급 IGCC 실증플랜트 옆에 있는 2,400 m² 부지에 위치하고 있으며, 가스화 설비동과 업무/제어동 2개의 건물과 고압가스 공급시설(질소, 산소)로 구분되어 있다.

가스화 설비동의 주요 시설로는 초기에 Utility 공급시설(LNG, CNG, 공기 등), 석탄분쇄 및 미분탄 저장시설, 미분탄 공급시설, 가스화기, 합성가스 냉각장치, 제진시설(Wet Scrubber)까지만 설치하려 하였으나, 연소전 CO₂ 포집기술 개발이 추가로 연계되면서 집진설비, H₂S 제거용 탈황설비, 합성가스 연소시험장치를 추가로 구축하였다. 나머지 연소전 CO₂ 포집설비는 상세설계를 완료하였으며 2015년 7월까지 설치할 계획이다. 업무/제어동 1층에는 석탄가스화 Test-bed 운전 제어실, PLC/DCS실 및 분석실이 구축되어 있으며, 2층에는 업무 및 회의실 등을 구축하였다. 그리고 업무/제어동 옥상에서는 가스화 설비동 3층이 over bridge로 연결되어 있다. 마지막으로 고압가스 공급시설은 가스화 운전에서 사용되는 고압의 질소/산소를 공급하기 위한 시설로 액체 상태의 질소/산소를 공급받아서 고압으로 압축 및 기화하여 가스화 설비동의 주요 설비에 공급할 수 있도록 구성하였다. 석탄가스화 Test-bed는 2015년 상반기에 가동을 시작하여, 국내 고유 석탄가스화기 모델 개발 및 운영 기술 개발, 석탄가스화 고압 미분탄주입 및 버너 핵심기반 기술개발, IGCC 실증설비 trouble-shooting을 위한 Test-bed 운전 및 database 구축을 위하여 활용될 예정이다.

Keywords

Coal Gasification, Test-bed, IGCC, Commissioning, Construction

CT-40 청정석탄

IGCC 집진장치 적용을 위한 금속필터와 세라믹필터의 무부하 차압특성 비교

전동환, 류상오, 박성호, 조천현, 정석우*
고등기술연구원

Comparison of Pressure Difference Characteristics of Metal Filter and Ceramic Filter for Applying IGCC Filter System

Donghwan Jeon, Sangoh Ryu, Sungho Park, Cheonhyeon Cho, Seokwoo Chung*
Institute for Advanced Engineering

석탄가스화는 고온/고압 조건에서 석탄을 반응시켜 CO와 H₂가 주성분인 합성가스를 생성하는 기술이다. 석탄가스화를 통해 생성된 합성가스에는 미반응 좌 또는 비산재와 같은 입자상 오염물질과 CO₂, COS, H₂S 등의 오염가스가 혼합된 상태로 가스화기 출구를 통해 후단공정으로 이송된다. 합성가스는 발전용 가스터빈의 연료로 사용하거나 반응공정을 통해 DME와 같은 연료 생성이 가능하다. 그리고 이를 위해서는 고효율의 입자상 오염물질 제거 및 오염가스 정제가 필요하다. 합성가스에 함유된 오염가스는 촉매 또는 화학반응을 이용하여 다른 물질로의 변환 및 회수가 가능하며, 이와 관련하여 효율 및 경제성을 높이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편, 일반적으로 산업현장에서 사용되고 있는 분진제거 기술은 필터를 이용한 여과포집, 입자 자중에 의한 침강분리, 원심력을 원심분리, 액체를 이용한 포집, 정전기를 이용한 전기집진 등으로 구분할 수 있다. 석탄가스화에서 생성된 합성가스에는 함유된 입자상 오염물질의 입자크기가 수 um 크기로 매우 미세하므로 중력 및 원심력 방식으로는 입자여과가 불가능하다. 또한 석탄가스화기 운전조건인 고온/고압 조건에서 사용이 가능한 내부식성의 필터가 요구된다. 현재, 고온/고압에 사용 가능하고 수 um 크기의 미세입자까지 제거 가능한 집진설비의 여과필터로는 P사에서 제작한 세라믹재료의 원통형 필터가 상업용 가스화기에 설치되어 운전되고 있는 상황이다.

본 연구에서는 고온/고압 조건에서 운전 가능한 내부식성 금속필터 기술 개발을 목적으로 현재 IGCC 공정에 사용하고 있는 고온/고압용 집진필터를 대상으로 운전온도 및 압력, 유량변화에 따른 차압특성 비교 연구를 수행하였다.

사사

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (NO. 20143030050070)

CT-41 청정석탄

바이오매스 조연제를 이용한 CO 저감형 착화탄 개발에 대한 연구

김승희, 이순호, 황찬원, 이연경, 전충환*
부산대학교 기계공학부

A Study on the Development of the Charcoal with Low Carbon Monoxide Emission using Biomass Comburent

Seunghee Kim, Soonho Lee, Chanwon Hwang, Yeonkyung Lee and Chung-hwan Jeon*
School of Mechanical Engineering, Pusan National University

우리나라의 자살률은 OECD 가입국 중 1위로서(국내 자살방법 중 가스중독사 4위) 2011년 착화탄 이용 자살 건수는 2007년 대비 약 17배가 증가 하였으며, 유명 연예인의 착화탄 이용 사망사건 보도 후 자살수단으로 악용되는 등 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 그러나 이에 대한 특별한 규제가 없기 때문에, 기존 착화탄에 비해 치사율과 치명도가 훨씬 낮은 CO 저감형 착화탄 개발 대책이 시급한 실정이다.

바이오매스 조연제를 이용한 일산화탄소(CO) 저감형 착화탄을 개발하여, 착화탄 연소 시 발생하는 일산화탄소(CO)를 저감시켜 인명사고를 예방하고 착화탄으로 인한 자살 사망률을 낮추는 것이 본 연구의 목적이다.

연료의 완전 연소를 위해 경제성, 연소성 및 보관성을 고려하여 리그닌을 주원료로 하고, 이에 글리세린을 함침시켜 연소 시 글리세린의 히드록시기의 영향을 받는 바이오매스 조연제를 제조하였다. 이 바이오매스 조연제의 제조 원가상승을 고려하여 글리세린의 최적 함침율에 따른 연소성 개선효과 및 바이오매스 조연제의 함유량에 따른 일산화탄소(CO) 발생량을 가스분석기(GCMS)를 이용하여 분석하였다. 그 결과, 글리세린 함유량 20%로 제조한 바이오매스 조연제를 전체 중량의 20~30% 혼합 시 가장 높은 감소율(CO 배출량)을 나타내었으며, 그 이상으로 혼합할 경우 지속적인 CO 농도는 감소하나 제조 비용에 비해 낮은 효과를 보였다. 연소가스 분석결과, 일반 착화탄의 일산화탄소(CO) 농도에 대비하여 20~30% 가량 감소한 값을 나타내었다.

참고문헌

1. Ahn HJ. Research on waste wood recycle promotion plan. Seoul: National Assembly;2006
2. Beautrais AL. Effectiveness of barriers at suicide jumping sites: a case study. Aust N Z J Psychiatry 2001;35:557-562
3. Chan KP, Lee DT, Yip PS. Media influence on suicide. Media's role is double edged. BMJ 2003;326:498
4. Chan KP, Yip PS, Au J, Lee DT. Charcoal-burning suicide in post transition Hong Kong. Br J Psychiatry 2005;186:67-73

CT-42 청정석탄

500 MWe급 미분탄화력에서의 저등급탄 연소 및 바이오매스 혼소들에 대한 공정해석 연구

문태영¹, 테페라 젤라렘 툼사^{1,2}, 이은도^{1,2}, 양원^{1,2*}
¹한국생산기술연구원 고온에너지시스템 연구실용화그룹
²UST과학기술연합대학원대학교 그린공정시스템공학

Process simulation on combustion of low rank coal and biomass co-firing in a 500 MWe pulverized coal power plant

Tae-Young Mun¹, Tefera Zelalem Tumsa^{1,2}, Uendo Lee^{1,2}, Won Yang^{1,2*}

¹Thermochemical System R&BD Group, Korea Institute of Industrial Technology

²Green process system engineering, University of science technology

2012년부터 국내에서 시행되고 있는 신재생에너지 의무할당제 (Renewable portfolio standard, RPS)에 의해 일부 미분탄화력발전소 (Pulverized coal power plant, PCPPs)에서는 연간 평균 4 % (mass base) 이하의 wood pellet을 이용하여 석탄과 직접 혼소(Direct co-firing)를 통해 전력을 생산하고 있다. 바이오매스의 직접 혼소 장점으로는 간단한 추가설비를 통해 비교적 쉽게 RPS를 획득할 수 있으며 질소 및 황 함량이 적은 바이오매스를 미분탄과 혼소할 경우 2차 오염물질인 질소산화물과 황산화물들의 저감 및 탄소중립(Carbon neutrality)에 의한 이산화탄소 배출의 저감도 기대할 수 있다[1,2]. 하지만 wood pellet 수급의 불안정 및 연료가격을 고려할 때 미분탄화력발전소에서 다양한 바이오매스들의 혼소에 대한 성능 평가가 매우 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내에 현존하는 500 MWe 미분탄화력발전소들 중 한 곳을 선정하여 발전사로부터 제공받은 설계데이터를 활용하여 gas side와 water/steam side가 연계된 대상 미분탄화력발전소에 대한 공정해석을 진행하였고 공정해석 결과와 설계데이터 결과를 비교하는 모델 검증을 진행하였다. 게다가 위 공정해석기법을 통해 저등급탄의 연소 및 다양한 바이오매스들의 혼소에 대한 플랜트 성능평가를 실시하였다. 플랜트 성능평가를 위해서는 주기기들의 전력소비량을 고려한 발전단 효율(Net plant efficiency)과 ASME PTC-4.1 stack loss method을 고려한 보일러 효율을 비교 평가하였다. 저등급탄 연소 및 각 바이오매스들의 혼소를 위해 사용된 공정해석 시뮬레이터는 gCCS 모듈 내 PC power plant tool을 활용하였으며 gas side의 모델을 위해 상태방정식 peng-robinson equation을 적용하였으며 water/steam side의 경우 IAPWS-95 physical property를 적용하였다. 대상 미분탄화력발전소 기반에서 다양한 저등급탄들의 연소 및 다양한 바이오매스들의 혼소에 대한 성능평가를 실시한 결과, 예상대로 저등급탄인 lignite가 연료로 사용될 경우 발전단 효율 및 보일러 효율은 각각 36.12 % 및 79.40 %로 모든 case study 중 가장 낮았다. 반면 다양한 바이오매스 혼소결과들과 비교할 때, 반탄화된 바이오매스(Torrefied biomass) 혼소 (10 % thermal base 기준) 시 발전단 효율 및 보일러 효율은 가장 높은 36.17 % 및 87.65 %인 것을 확인할 수 있었는데 이는 바이오매스의 반탄화에 의해 탄소함량 및 발열량 증가에 따른 에너지 밀도의 증가와 milling power consumption의 감소에 의한 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 2013년도 산업통상자원부의 재원으로 한국 에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 20131020102320).

참고문헌

1. Al-Mansour F., and Zuwala J., "An evaluation of biomass co-firing in Europe," Biomass Bioenerg., 34, 620-629 (2010).
2. Basu, P., Bulter J., Leon M.A., "Biomass co-firing options on the emission reduction and electricity generation costs in coal-fired power plants," Renew. Energ. 36, 282-288 (2011).

TMA를 활용한 석탄-우드펠릿 혼합물에 따른 회 용융특성 연구

오창희, 임호, 김승모[†], 전충환*

부산대학교 기계공학부, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터

A Experimental Study on the Ash Fusibility of the Blending Ratio of Coal and Wood pellet

Chang-Hee Oh, Ho Lim, Seung-Mo Kim[†], Chung-Hwan Jeon*

School of Mechanical Engineering, Pusan National University

[†]Pusan Clean Coal Center, Pusan Nat'l Univ

최근 RPS(Renewable Energy Portfolio Standard)제도 시행으로 인해 온실가스 감축이 필수적이게 되었다. RPS제도 시행에 따라 전력 산업은 에너지와 환경의 이중 규제를 받게 되었다. 그로 인해 전력산업에서 신재생 에너지가 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 풍력, 태양광등의 기술적 한계로 인하여 투자 대비 효율이 매우 낮아 전력 산업에 적용하기가 매우 어렵다. 이와 달리 비교적 저렴한 가격이며, 현재 사용되고 있는 화력 발전 분야에 적용할 수 있는 바이오매스가 주목받고 있다. 특히 석탄과 함께 혼소하는 기술에 주목하고 있다. 바이오매스는 CO₂ 생산에 대해서 중립 연료로 고려되어 RPS 제도를 만족시킬 수 있으며, 황 함량이 적어 SO_x발생을 저감 시킬 수 있고, NO_x제거 효과도 있는 연료이다. 하지만 혼소시 석탄과 달리 바이오매스는 연소 불안전성을 보이며, 특정 혼합물 이상에서는 급격한 연소특성 변화가 생기며, 특히 혼소시 회분의 용융온도를 낮추기 때문에 slagging과 fouling 발생을 촉진시키게 된다.

따라서 본 연구에서는 연소특성과 비교하여 바이오매스 혼합물에 따른 회 용융 특성에 대한 연구를 진행하고자 한다. 먼저 이를 위해 열변형 분석법(Thermo-mechanical analysis, TMA)을 이용하여 석탄과 바이오매스 혼소 후 발생하는 회의 용융특성을 확인하였다. 그 결과 특정 바이오매스 함량까지는 선형적인 차이를 보였지만 특정 혼합물이 이상에서는 큰 용융특성 차이를 보임을 알 수 있었다.

참고문헌

1. http://www.kemco.or.kr/web/kem_home_new/new_energy/RPS_01.asp.
2. "Test your solid biofuel for ash melting behaviour" FORCE Technology
3. 이순호, "TMA를 이용한 국내 발전용 탄의 용융점 변화에 대한 연구" 화학공학회지 제52권 제2호 통권 283호 (2014년 4월) pp.233-239 0256-1107
4. 김진호, "Combustion Characteristics for Co-firing of Biomass (Walnut Shell)" Trans. Korean Soc. Mech. Eng. B, Vol. 39, No. 1, pp. 53~59, 2015

CT-44 청정석탄

바이오매스 혼소에서 혼소율 및 입자크기의 영향에 관한 연구

락와더르지, 김정우, 김상인, 전충환*

부산대학교 기계공학부

Effect of Size and Blending Ratio on Co-firing of Biomass with Coal

Lkhagvadorj Shagdarsuren, Jeong-Woo Kim, Sang-In Kim, Chung-Hwan Jeon*

School of mechanical Engineering, Pusan National University

세계는 전체 에너지 수요의 약 80%를 화석연료에 의존하고 있으며 이 가운데 약 50%는 석탄이 차지하고 있다⁽¹⁾. 바이오매스 연료는 전체 에너지 요구의 약 14%를 제공하고 있다고 보고되고 있으며, 화력발전 플랜트에서 바이오매스 혼소(Co-firing)는 CO₂ 온실가스를 줄일 수 있는 가장 중요한 기술 중의 하나라고 여겨지고 있다.⁽²⁾ 최근 RPS(Renewable Portfolio Standard) 의무실시제에 따른 바이오매스 사용은 점차 증가하고 있다.

따라서 본 연구에서는 석탄(Trafigura)과 바이오매스(우드펠릿, 월넛셸, EFB, PKS)의 혼소를 통해 나타나는 연소 특성을 TGA (Thermogravimetric analyzer)와 DTF(Drop tube furnace)을 이용하여 분석하였다. 혼소 조건은 열량기준으로 5, 10, 15, 20, 30% 혼소하여 biomass blending ratio (BBR)를 증가시켰다. 그리고 바이오매스의 입자 크기에 따른 연소 영향을 분석하기 위해 200, 400, 600, 800 μ m 로 변화시켰다. 연소 특성 분석은 TGA를 활용하여 공기 분위기에서 Heating rate은 20 °C/min 이고, 900 °C 까지 증가시켰다. DTF에서는 0.3g/min 공급량으로, 주위 온도 1300 °C에서 실험을 수행하였다. 본 연구의 결과는 TGA에서 바이오매스의 함량을 증가시켰을 때에 반응성은 점차 커져가는 것을 볼 수 있었다. 그렇지만 DTF에서 바이오매스의 혼소량을 증가시켰을 때에 10% 까지는 반응성이 증가하는 것을 볼 수 있지만 20% 이후에는 오히려 반응성이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 바이오매스의 혼소량이 증가함에 따라서 급격한 연소로 인하여 초기에 산소 결핍현상으로 인하여서 주위 석탄에 영향을 주고 있다는 것을 볼 수 있다. 따라서 바이오매스를 발전소에 공급할 때에 10% 정도가 최적의 혼소량임을 알 수 있다. 이 같은 결과는 발전소에 바이오매스를 혼소할 때에 매우 유용한 정보가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Sami, M., Annamalai, K., Wooldridge, M., "Co-firing of Coal and Biomass fuel blends," Progress in Energy and Combustion Sci, Vol. 27, pp. 171-214. (2001)
2. Munir, S., "A Review on Biomass Coal Co-Combustion: Current State of Knowledge," Proc. Pakistan Acad. Sci, Vol. 47, No. 4, pp. 265-287. (2010)

CT-45 청정석탄

인도네시아 석탄의 무회분탄 제조를 통한 착산화 반응을 특성 연구

김경민, 김진호, 리산디케빈요하네스, 김규보[†], 전충환^{*}
부산대학교 기계공학부, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터

Reaction Rate Analysis of Combustion for Indonesian Ash-free Coal char at High Temperature

Gyeong Min Kim, Jin Ho Kim, Kevin Yohanes Lisandy, Gyu Bo Kim[†], Chung Hwan Jeon^{*}

School of Mechanical Engineering, Pusan National University

[†]Pusan Clean Coal Center, Pusan National University

PWMR(Pressurized Wire Mesh heating Reactor)은 착산화 반응을 해석에 필요한 활성화에너지와 빈도상수를 도출하기 위해서 고안된 장치이며, 고온, 고압조건에서 실험이 가능하다. 본 연구에서는 고온조건에서의 실험을 위해 백금(Pt) 메쉬를 가열체로 사용하였고 직류전원공급기를 통해 백금메쉬로 전류를 인가하여 석탄 입자를 가열시킨다. 가열시 정확한 온도제어 및 반응시간 조절을 위해 직류전원공급기는 컴퓨터로 제어된다. 본 연구에서는, 인도네시아 탄인 KCH탄과 KCH원탄에서 추출된 잔탄, 무회분탄1, 무회분탄2를 사용하였으며, 입자크기는 75~90 μm , 대기압 상태에서 1273-1673K에서 실험을 진행하였다. 최종적으로 KCH탄과 KCH원탄에서 추출된 잔탄, 무회분탄1, 무회분탄2 좌의 apparent 가스화 반응속도를 n^{th} order 반응식을 통해 도출하였다.

참고문헌

1. Kim, R.G., Hwang, C.W. and Jeon, C.H., "Kinetics of Coal Char Gasification CO_2 : Impact of Internal/External Diffusion at High Temperature and Elevated Pressure," *Applied Energy*, Vol. 129, pp. 299~307 (2014).
2. Kajitani, S., Suzuki, N., Ashizawa, M. and Hara, S., "CO₂ Gasification Rate Analysis of Coal Char in Entrained Flow Coal Gasifier," *Fuel*, Vol. 85, pp. 163~172 (2006).
3. Kim, R.G., and Jeon, C.H., "Intrinsic Reaction Kinetics of Coal Char Combustion by Direct Measurement of Ignition Temperature," *Applied Thermal Engineering*, Vol. 63, No. 2, pp. 565~576 (2014).
4. Lisandy, K.Y., Kim, R.G., Hwang, C.W. and Jeon, C.H., "Reaction Rate Analysis of CO_2 Gasification for Indonesian Coal Char at High Temperature and Elevated Pressure", *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - B*, Vol. 38, No. 9, pp. 781~787 (2014).

CT-46 청정석탄

무회분탄의 제조방법에 따른 미연분 및 배출가스 특성 연구

문병호, 김진호, 김규보[†], 전충환^{*}

부산대학교 기계공학부, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터

A Study of Unburned Carbon and Emission gas depending on the Different AFC Manufacturing Process

Byeung Ho Moon, Jin Ho Kim, Gyu Bo Kim[†], Chung Hwan Jeon^{*}

School of Mechanical Engineering, Pusan National University

[†]Pusan Clean Coal Center, Pusan National University

최근 화력발전 보일러의 운전에 있어서 발열량은 낮고 회분의 함량이 많은 저열량탄의 사용이 증가함에 따라 석탄 회분의 영향으로 보일러 후단부에서 생성되는 slagging/ fouling 문제가 많이 보고되고 원인 규명 및 해결책을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 환경적 측면에서도 석탄의 연소후 배출되는 후단부의 배기가스에 대한 규제가 강화되고 있는 상황이다. 이러한 저열량탄의 단점인 높은 회분 함량, 낮은 발열량의 문제를 극복하고자 제조된 석탄이 회분의 함량을 200ppm이하로 줄인 AFC(Ash Free Coal)이다. AFC의 장점으로서는 회분으로 발생하는 slagging/fouling 문제의 극복, 기존 저열량탄보다 향상된 발열량 등이 있다. 따라서, 본 연구에서는 DTF를 이용하여 KCH원탄과 원탄에서 추출된 무회분탄1, 무회분탄2, 무회분탄3의 연소성 실험을 진행하였다. 실험조건은 입자크기 75~90 μ m, Excess O₂ 3%로 하였고 발열량은 6080kcal/kg을 기준으로 석탄 공급량을 달리하였고 온도는 1300도에서 수행하였으며 각 탄에 따른 UBC(Unburned Carbon) 및 배기가스(NO_x, SO_x, CO, CO₂ 등)의 연소특성 변화를 확인 하였다.

참고문헌

1. Kim, S.I., Lee, B.H., Lim H., Yu D.Y., Lee S.h., Jeon, C.H., "Char Oxidation Characteristics of Ashless Coal in Drop Tube Furnace," *Applied Energy*, Vol. 36, No. 7, pp. 675~681(2012).
2. Yu, D.Y., Lee, B.H. and Song J.H., Lee S.H., Jeon, C.H., "An Experimental Study on the Devolatilization Kinetics of Ashless coal in Fixed and Entrained Conditions," *Applied Energy*, Vol. 35, No. 10 pp. 997~1003 (2011).
3. Kim, S.I., Lee, B.H. and An K.J., Kim M.C., Kim S.M., Jeon, C.H., "Effect of Ash Content on Unburned Carbon and NO_x Emission in a Drop Tube Furnace," *Applied Energy*, Vol. 38, No. 11 pp. 963~969 (2014).

CT-47 청정석탄

Staged Air 투입에 따른 NOx 발생에 대한 실험적 연구

김정우, 오창희, 임호, 김규보[†], 전충환*

부산대학교 기계공학부, [†]부산대학교 화력발전에너지분석기술센터

An Experimental Study on Effect of Staged Air to NOx emission

Jeong-Woo Kim, Chang-Hee Oh, Ho Lim, Gyu-Bo Kim[†], Chung-Hwan Jeon*

School of Mechanical Engineering, Pusan National University,

[†]Pusan Clean Coal Center, Pusan National University

최근 환경에 대한 관심이 증가함에 따라서 오염물질에 대한 규제가 심해지고 있다. 특히 대기 오염 물질의 배출은 석탄화력 발전과 관련된 주요 문제 중 하나이다. 그로 인해 석탄 발전 보일러에서 배출되는 오염 물질을 저감하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 이 가운데 Low-NOx 기술 중 하나인 다단 연소를 통해 NOx 발생을 감소시키고 있다.

선임 연구자들은 석탄 주입구와 반응 가스 주입구에 투입되는 공기 비율을 변화시키면서 회분의 함량, 입자크기와 NOx 배출량의 관계에 대하여 연구를 진행하였다. 그 결과, 회분의 함량이 증가할수록, 입자 크기가 감소할수록 NOx 배출이 감소하는 결과를 얻어 내었다. 본 논문에서는 선임 연구자들의 실험 결과들을 토대로 Staged air 투입이 가능하도록 제작된 Two-Stage Drop Tube Furnance(DTF)를 이용하여 NOx 배출 특성을 분석하였다. 뿐만 아니라 Staged air 투입에 따른 UBC 분석도 함께 진행하였다. 그 결과, 공기비가 증가할수록 fuel-rich 영역에서 NOx 발생이 증가하였다. 또한 총 투입한 공기량이 같을 때 Staged Air 투입시 그렇지 않았을 경우에 비하여 NOx가 저감 되었다.

참고문헌

1. Sang-In Kim, "Effect of Ash Content on Unburned Carbon and NOx Emission in a Drop Tube Furnace". *Trans. Korean Soc. Mech. Eng. B*, Vol. 38, No. 12, pp. 963~969, 2014
2. Masayuki Taniguchi, "A role of hydrocarbon reaction for NOx formation and reduction in fuel-rich pulverized coal combustion", *Combustion and Flame* Volume 157, Issue 8, , Pages 1456-1466, August 2010
3. Masayuki Taniguchi, "Staged combustion properties for pulverized coals at high temperature", *Combustion and Flame* Volume 158, Issue 11, Pages 2261-2271 November 2011,

특별세션
청정기술특별

3월 27일(금) 13:00~16:20

부여 롯데리조트 한솔

CT-48 청정기술

Novel application of microbe-electrode hybrid system for bioenergy production and biorefinery process

Jung Rae Kim*, Ganapathiraman Munussami, Somasundar Ashok, Young Eun Song, Chae Ho Im

School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, Busan, Korea, 609-735

Bioelectrochemical systems (BES) use electrogenic biofilm on the electrode which can reduce solid extracellular electron acceptors and interact with electrode as electron donor and/or acceptor. Conventionally BES has been applied to produce electricity and hydrogen gas from various biodegradable organic compounds, and in-situ monitoring biosensor. Recently the electrochemical activity of whole cell microorganism has been introduced into electrochemical biorefinery process which produces chemicals by controlling intracellular redox balance thus metabolic pathway and redox capability with electrode in anaerobic metabolism. Therefore the microbe-electrode interaction possibly can increase productivity and yield of fermentation and bioprocess. It has been reported that commodity chemicals such as methane, acetate, ethanol and butanol can be produced by biotic cathodic reduction using controlled poised potential, and electron recovery into chemicals shows over 80%. The microbial oxidation and reduction of chemicals can also be combined with ion exchange membrane and separator in the various bioelectrochemical and bio-processes, therefore it might be able to facilitate to develop a simultaneous production and separation process. In this presentation, several reports are reviewed for possibilities of unbalanced fermentation to bypass limitation of redox balance and improve yield by the use of "electrochemically active bacterium" *Shewanella oneidensis* MR-1, and engineering of microbial electrosynthesis. The recent development and reports for the BES technology will be also reviewed, and the research results of commodity and intermediate chemicals will also be presented.

Keywords: bioelectrochemical system, microbial fuel cell (MFC), biofilm, biorefinery, electroactive bacterium

References

1. Flynn, J. M., D. E. Ross, K. A. Hunt, D. R. Bond, and J. A. Gralnick. Enabling unbalanced fermentations by using engineered electrode-interfaced bacteria. 2010. *mBio* 1(5):e00190-10.
2. Premier, G. C., Kim, J. R., Michie, I., Dinsdale, R. M. and Guwy, A. J., "Automatic control of load increases power and efficiency in a microbial fuel cell," *Journal of Power Sources.*, 196, 2013-2019 (2011).

Demonstrating the prospects of sustainable platform chemical production through engineered electrochemically active bacterium *Shewanella oneidensis* MR-1

Ganapathiraman Munussami, Somasundar Ashok, Young Eun Song, Sun-Gu Lee, Sunghoon Park, Jung Rae Kim*

School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, Busan, Korea, 609-735

Shewanella oneidensis MR-1 is well-known for its dynamic nature of extracellular electron transfer (EET) pathway, the process of intrinsically transferring electrons to solid metals and electrodes under anaerobic condition which makes it to be an electrochemically active bacterium. This process controls the intracellular NADH/NAD⁺ thereby maintaining the redox balance in the cell. The biological production process of platform chemical is limited by various factors, among them is the internal redox imbalance, which is caused due to undisposed electrons, leading to high byproduct production, less conversion yield and eventually increase the final purification cost of process. In our study we focused on 3-HP, which has redox balance drawback during the production process, in *Shewanella oneidensis* MR-1. The dynamic nature of EET in *Shewanella oneidensis* MR-1 motivated us to create a novel biorefinery system, where we demonstrate the controlling of intracellular redox balance using chemical mediators and Terminal electron acceptors (TEA). Since *Shewanella oneidensis* MR-1 can intrinsically transfer electrons directly to electrodes through EET and provides a suitable host to control internal redox status during the production. In this study, we demonstrate the biological production of 3-HP by a recombinant *S. oneidensis* MR-1 *dhaB gdrAB KGSADH* strain grown in a conical flask as a batch culture with chemical mediators and TEA. Here, we showed the recombinant *S. oneidensis* MR-1 *dhaB gdrAB KGSADH* as a potential biorefinery system to produce 3-hydroxypropionic acid (3-HP) from glycerol and its competence to be employed in electrobiochemical array (EBA).

Keywords: bioelectrochemical system, biorefinery, platform chemicals, electroactive bacterium

References

1. Flynn, J. M., D. E. Ross, K. A. Hunt, D. R. Bond, and J. A. Gralnick. Enabling unbalanced fermentations by using engineered electrode-interfaced bacteria. 2010. mBio 1(5):e00190-10.
2. S, Ashok, Subramanian M. Raj, C, Rathnasingh, S, Park. Development of recombinant *Klebsiella pneumoniae* Δ dhaT strain for the co-production of 3-hydroxypropionic acid and 1, 3-propanediol from glycerol. Applied Microbiology and Biotechnology May 2011, Volume 90, Issue 4, pp 1253-1265.
3. Vinod Kumar, Somasundar Ashok, Sunghoon Park, Recent advances in biological production of 3-hydroxypropionic acid. Biotechnology Advances 2013, 31. (945-961).

Dynamic load control method to improve power density and efficiency for Microbial fuel cells

Young Eun Song, Jung Rae Kim*

School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, Busan, Korea,
609-735

A microbial fuel cell (MFC) is novel bioprocess that employs exoelectrogenic biofilm on electrode as a biocatalyst for electricity generation. MFCs however generate less power densities and coulombic efficiency due to biological reaction. In order to increase their applicability for sustainable wastewater treatment process and other bioelectrochemical systems, external load which limits current flow should be optimized and dynamically controlled for further enhancement. Maximum Power Point Tracking (MPPT) method can automatically control load by a well designed algorithm, which can increase power density and coulombic efficiency of MFC. In this study, operation of continuous type MFC implements MPPT method with using real and synthetic wastewater. We developed logic based algorithm to control external load resistance by using LabVIEW™ as a viable operating strategy for MFC. Results show that automatic load control with MPPT started load from 52 Ω during 120 h of operation. MPPT control strategy could increase 2.7 times of power production and power density (1.95 mW and 13.02 mW/m³) compared to the initial values before MPPT application (0.72mW and 4.79mW/m³). These results could provide strategy of MFC for field scale application to achieve scaled up module system for high power generation.

Key words: Microbial fuel cell, Maximum power point tracking, MPPT.

References

1. Premier, G. C., Kim, J. R., Michie, I., Dinsdale, R. M. and Guwy, A. J., "Automatic control of load increases power and efficiency in a microbial fuel cell," *Journal of Power Sources.*, 196, 2013-2019 (2011).
2. Wang, H., Park, J.-D. and Ren, Z., "Active energy harvesting from microbial fuel cells at the maximum power point without using resistors," *Environmental science & technology.*, 46, 5247-5252 (2012).
3. Cheng, S., Liu, H. and Logan, B. E., "Increased performance of single-chamber microbial fuel cells using an improved cathode structure," *Electrochemistry Communications.*, 8, 489-494 (2006).

Comparison of sludge production between air-cathode microbial fuel cell and aerobic process by protein analysis

Li Na and Booki Min*

Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University, 1 Seocheon-dong, Yongin-si, Gyeonggi-do 446-701, Republic of Korea

*corresponding authors:bkmin@khu.ac.kr

Microbial fuel cells (MFCs) are novel bioenergy technology which can simultaneously treat wastewater with lower sludge production than conventional aerobic process system. In order to compare the sludge generation, the present study implemented protein assay analysis to determine sludge production (cell yield) in both MFC and aerobic process at the same operational condition. MFC biomass yield on the anode electrode was 0.02 g-COD-cell/g-COD-substrate and for anolyte planktonic biomass, it was 0.14 g-COD-cell/g-COD-substrate. An MFC without anode electrode resulted in the biomass yield of 0.07 ± 0.03 g-COD-cell/g-COD-substrate suggesting that oxygen diffusion from the cathode possibly supported the microbial growth. Biomass yield under aerobic environment was 0.46 ± 0.07 g-COD-cell/g-COD-substrate, which was comparatively 3 times higher than the values of biomass generation from MFC operation.

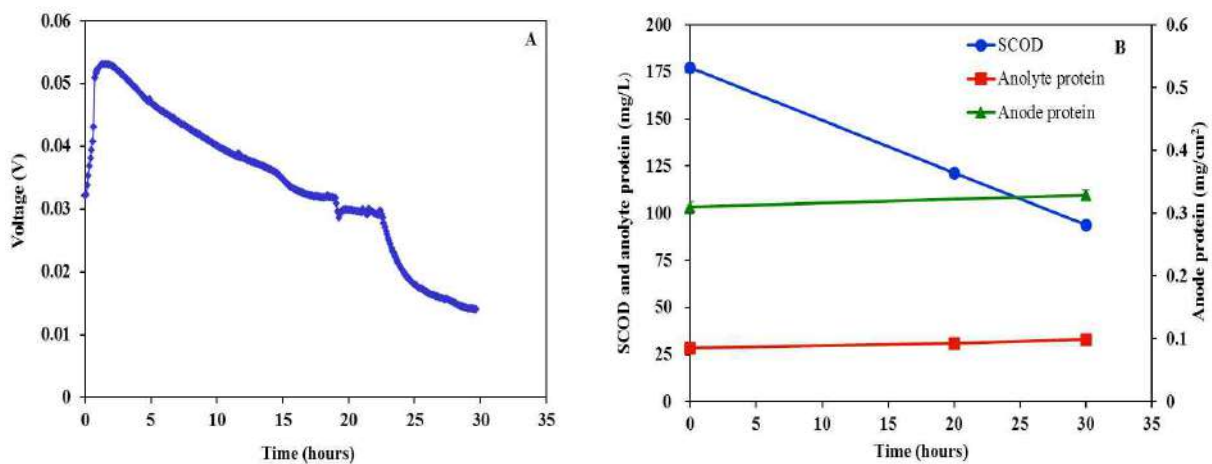


Fig 1. Electricity generation (A) and protein and SCOD concentrations (B) as a function of the time in the MFC.

CT-52 청정기술

Enhanced air-cathode microbial fuel cell (MFC) performance with oxygen supply from an externally connected algal bioreactor (ABR)

Ramesh Kakarla and Booki Min*

Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University, 1 Seochon-dong, Yongin-si, Gyeonggi-do 446-701, Republic of Korea.

Electricity generation from wastewater using microbial fuel cell (MFC) is considered to be a promising and environmental friendly method to produce sustainable bioenergy generation with simultaneous wastewater treatment. The air cathode MFC is generally suggested as the configuration for full-scaled power production from various organic wastes. However, there are several studies reporting the limitations on the cathodic reduction reaction for high power generation. In this study, oxygen supply to the cathode chamber connected with algae bioreactor was attempted to increase the performance of an air cathode MFC operation. This algae aeration produced the maximum 45% oxygen in the cathode chamber. Higher oxygen supply to the cathode chamber increased cell voltage and cathode potential up to 460mV and 10 mV from 420 mV and -30 mV with lab air, respectively. The cyclic voltammogram analysis revealed higher reduction current of -99 mA in the presence of 32 % oxygen than the value of -89 mA at 20.8% oxygen (normal air). The supplement of oxygen from algae bioreactor could also increases cathode chamber humidity up to 92±2%, which enhanced the cathodic reduction reaction possibly due to increased proton transport and oxygen dissolution. This study suggests that more oxygen supply and humidity control with algae aeration can improve the performance of cathode side of an air cathode MFC.

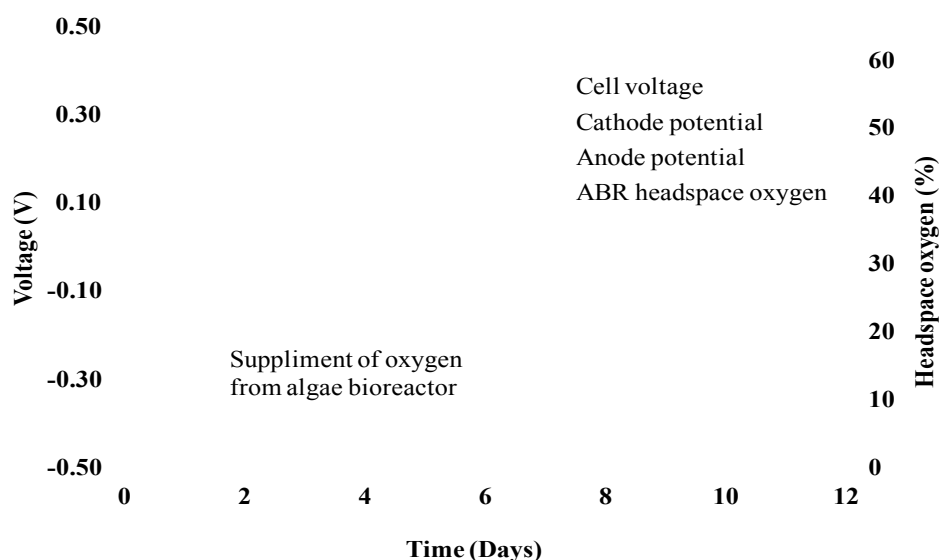


Fig.1 Air cathode MFC voltage generation with oxygen from an externally connected algae bioreactor (ABR).

Microbial Fuel Cell operation with various low cost separators for enhanced power production

Sanath Kondaveeti and Booki Min*

Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University, 1 Seochcheon-dong, Yongin-si, Gyeonggi-do 446-701, Republic of Korea

Microbial fuel cells (MFCs) are devices which use bacteria as a catalyst for the conversion of organic matter into electricity. An MFC typically consists of anode and cathode chambers, and these two chambers are divided by a separator. Voltage and power generations with various separators (CEM, Cellulose, PPS, S-PPS, PP80 and PP100) were investigated in this study as an alternative to well-known ion exchange separators (Nafion and CMI). The MFC operation with non woven fabric (PP80) has shown voltage generation of 470 mV (with 1000 Ω) and a maximum power density of 121 mW/m². These power generations were similar to the values from the operation with Nafion (480 mV and 118 mW/m²). Ohmic resistance (R_{oh}) of the cell was decreased during biotic operation compared to abiotic operation. PP80 and PP100 revealed smaller internal resistance of 12 Ω and 3 Ω , respectively in comparison with others having the resistance ranging 24 to 42 Ω . During oxygen diffusion analysis, size selective separators exhibited higher oxygen diffusion, leading to relatively low columbic efficiency (CE) for PP80 (44%) and PP100 (42%) in comparison with Nafion (50%). PP80 exhibited the highest proton mass transfer coefficient ($KH = 11 \times 10^{-5}$ cm/s) and ion transport (0.82 S/cm) among all ion exchange and size selective separators. These results suggest that low cost separators such as PP80 and S-PPS can be used for field applications for amplified voltage generations with decrease in oxygen diffusion.

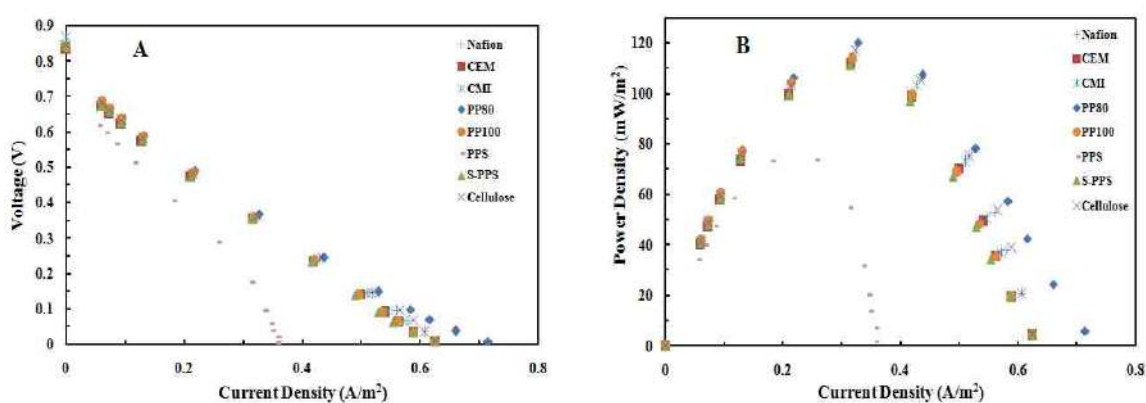


Figure 1: Voltage (A) and maximum power densities (B) with respective to current densities obtained in MFC during the polarization analysis with different separators

CT-54 청정기술

염료 폐수의 정화를 위한 생물반응기 개발: 식물-박테리아 조합 공정

Akhil N. Kabra, Sanjay P. Govindwar, 전병훈*
한양대학교 자원환경공학과

Development of a bioreactor for remediation of textile effluent and dye mixture: A plant-bacterial synergistic strategy

Akhil N. Kabra, Sanjay P. Govindwar, Byong-Hun Jeon*
Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul

Phytoremediation is a solar powered remediation technology that uses plants for cleaning up of contaminated sites [1]. Phytoremediation system capitalizing on the synergistic relationships between the plants and microorganisms that have evolved naturally in wetlands and upland sites over millions of years could prove to be more efficient for remediation [2]. In this study, decolorization of the dye Scarlet RR and a dye mixture was studied under *in vitro* conditions using *Glandularia pulchella*, *Pseudomonas monteilii* ANK and their consortium. Four reactors viz. soil, bacteria, plant and consortium were developed that were subjected for treatment of textile effluents and dye mixture. Under *in vitro* conditions *G. pulchella* and *P. monteilii* showed decolorization of the dye Scarlet RR (SRR) by 97 and 84% within 72 and 96 h, respectively, while their consortium showed 100% decolorization of the dye within 48 h. In case of dye mixture, *G. pulchella*, *P. monteilii* and consortium-PG showed an ADMI removal of 78, 67 and 92% within 96 h, respectively. During decolorization of SRR *G. pulchella* showed induction in the activities of enzymes lignin peroxidase and DCIP reductase, while *P. monteilii* showed induction of laccase, DCIP reductase and tyrosinase, indicating their involvement in the dye metabolism. High Performance Liquid Chromatography (HPLC), Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR) and High Performance Thin Layer Chromatography confirmed the biotransformation of SRR and dye mixture into different metabolites. Soil, bacteria, plant and consortium reactors performed an ADMI removal of 42, 46, 62 and 93% in the first decolorization cycle, while it showed an average ADMI removal of 21, 27, 59 and 93% in the next three (second, third and fourth) decolorization cycles for the dye mixture within 24 h, respectively. Consortium reactor showed an average ADMI removal of 95% within 48 and 60 h for textile effluents A and B for three decolorization cycles, respectively, while it showed an average TOC, COD and BOD removal of 74, 70 and 70%, 66, 72 and 67%, and 70, 70 and 66% for three decolorization cycles of the dye mixture (second, third and fourth decolorization cycles), effluent A and effluent B, respectively. Phytotoxicity studies revealed the non-toxic nature of the metabolites of degradation of dye mixture, effluents A and B by consortium reactor. The developed consortial reactor system can be used for treating large amounts of textile effluents when implemented as a constructed wetland by proper engineering approach.

References

1. Khandare, R., Kabra, A., Tamboli, D., Govindwar, S., "The role of *Aster amellus* Linn. in the degradation of a sulfonated azo dye Remazol Red: A phytoremediation strategy," Chemosphere 82, 1147-1154 (2011).
2. Nahal, Y., Ramchandra, T., "Phytoremediation: Process and Mechanisms," J. Ecobiol., 18(1), 33-38 (2006)

CT-55 청정기술

불확실성을 고려한 저류연못의 도시 비점오염물 처리 효율 모의

박대룡

건국대학교 사회환경시스템공학과

Performance Modeling of Urban Nonpoint Source Pollutants Removal in Retention Ponds with Uncertainty Analysis

Daeryong Park

Department of Civil and Environmental System Engineering, Konkuk University

본 연구 목적은 도시 호우시 발생하는 도시 비점오염물을 처리하기 설치하는 저류연못 (Retention Pond)의 처리거동을 이해하고, 처리효율을 불확실성 분석방법을 이용해 모의하고자 하였다. 대상 저류 연못은 미국의 캘리포니아주의 로스엔젤레스 지역과 콜로라도주의 덴버의 도시 유역에 위치한 저류연못으로 하였으며, 대상 비점오염물은 대표적인 비점오염물 중 하나인 총부유성 고형물 (Total Suspended Solids)로 선정하였다. 저류연못의 거동을 위해 대표적 습지 거동 모델인 k-C* 모델을 선정하였다. k-C* 모델은 수문학적 변수, 저류연못의 크기 변수, 수질 변수를 동시에 고려하고 있는 모델로 대표적 습지의 거동 모의 모델로 알려져 있다. 모델의 불확실성과 자료의 불확실성을 고려하기 위하여 불확실성 해석방법 중 하나인 일계이차모멘트법 (first-order second-moment)법을 사용하였다. 본 연구 결과 관측값이 불확실성 해석과 결합한 k-C* 모델 모의결과의 95% 신뢰구간 안에 있었다. 또한 수문학적 변수와 저류연못의 크기 변수, 수질 변수에 따라 저류연못의 효율의 변화를 예측할 수 있었다.

본 연구는 국토교통부 물관리사업의 연구비지원(14AWMP-B082564-01)에 의해 수행되었습니다.

인공염료폐수의 빠른 생물학적 저감 모니터링 및 박테리아-효모 혼합 배지를 이용한 새로운 생물반응기의 개발

Mayur B. Kurade, Tatoba R. Waghmode, Sanjay P. Govindwar, 전병훈*
한양대학교 자원환경공학과

Monitoring rapid biodegradation of simulated synthetic textile effluent and development of a novel bioreactor using bacterial-yeast consortium

Mayur B. Kurade, Tatoba R. Waghmode, Sanjay P. Govindwar, Byong-Hun Jeon*
Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul

Textile industries play an important role in the world's economy; however, it consumes a large quantity of water and generates a huge amount of wastewaters [1]. These colored effluents create severe environmental pollution problems by releasing toxic and potential carcinogenic compounds into the aqueous phase which leads to adverse effects on aquatic life [2]. Biological treatment for dye decolorization is a decent alternative to physico-chemical treatment methods and now it is gaining more attention. Textile industry effluent usually contains mixture of dyes, and it is resistant to biodegradation using a single microbial species. The treatment systems composed of mixed microbial populations possess higher degree of biodegradation and mineralization due to synergistic metabolic activities of microbial community [3]. However, the application of the consortium for degradation of textile industry effluent and dye mixture is not disclosed yet. Additionally, the monitoring of stepwise dye mineralization from the effluent is not acknowledged till date. The present study was aimed to develop a bacterial-yeast consortium for the treatment of textile industry effluent along with the development of a novel Triple layered fixed bed reactor for the continuous process study. The decolorization ability of a bacterial-yeast consortium (*B. laterosporus* and *G. geotrichum*) was investigated with two real textile effluents and a simulated synthetic effluent. Consortium showed 89% and 60% decolorization of effluent-1 and 2 respectively within 48 h, whereas 69% decolorization of simulated synthetic effluent was achieved within same time. It showed superior biodegradation compared with individual microorganisms. Cumulative action of oxidoreductive enzyme in consortium was responsible for enhanced decolorization. Spectroscopic analysis suggested effective biotransformation of dyes present in the simulated synthetic effluent by consortium as compared to individual strains. High Performance Thin Layer Chromatography monitored the biodegradation of each single dye present in the simulated synthetic effluent. Accordingly, consortium biodegraded all the dyes within 1 h only as compared to partial biodegradation by individual microorganisms. A novel Triple Layered Fixed Bed Reactor was designed for continuous effluent decolorization. It showed 80-87% decolorization (at 100 ml h⁻¹ flow-rate), up-to 7d along with ~78% reduction in COD. The reproducibility of the bioreactor could be maintained up-to three consecutive cycles.

References

1. Hai, F.I., Yamamoto, K., Fukushi, K., "Hybrid Treatment Systems for Dye Wastewater," *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, 37, 315-377 (2007).
2. Onat, T.A., Gümüşdere, H.T., Güvenç, A., Dönmez, G., Mehmetoğlu, Ü., "Decolorization of textile azo dyes by ultrasonication and microbial removal," *Desalin*, 255, 154-158 (2010).
3. Khehra, M.S., Saini, H.S., Sharma, D.K., Chadha, B.S., Chimni, S.S., "Decolorization of various azo dyes by bacterial consortium," *Dyes Pigments*, 67, 55-61 (2005).

CT-57 청정기술

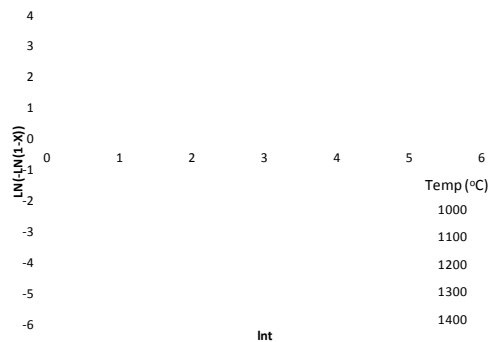
톱밥, RPF, RDF char의 고온 CO₂ 가스화 특성 연구

노선아, 윤진한, 길상인, 이정규
한국기계연구원

CO₂ Gasification of Sawdust, RPF and RDF char at High temperature

Seonah Roh, Jinhan Yun, Sangin Keel, Jungkyu Lee
Korea Institute of Machinery & Materials

에너지원으로 적절히 활용되지 못하고 처리되던 바이오매스를 비롯한 여러 가지 폐자원을 다른 형태의 에너지로 변환하여 이용하기 위한 다양한 연구가 계속되고 있다. 이중 열화학적 에너지 전환기술은 비교적 단시간 내에 폐자원을 에너지화하는 것이 가능하며 이를 통하여 수소와 일산화탄소를 주성분으로 하는 합성가스를 생산하여 수송용 연료 생산, 화학제품 생산 등에 이용하거나 후처리 공정을 통하여 고농도의 수소를 생산할 수 있다.^[1] 가스화 연구는 주로 산소가 부족한 조건에서 수증기, 이산화탄소 등의 환원제를 이용하게 되는데 지구 온난화 기체인 이산화탄소를 가스화 환원제로 이용할 경우 온실가스 저감과 함께 합성가스의 청정 생산이 가능해진다. 따라서 본 연구에서는 톱밥, RPF 및 RDF char의 CO₂ 가스화 연구를 열중량 분석 반응기에서 수행하였다. 느린 CO₂ 가스화 반응의 특성을 고려하여 1000°C이상의 고온에서 가스화 연구를 수행하였으며 CO₂의 분압은 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 atm으로 변화시켰다. Volumetric reaction, modified volumetric reaction, shrinking core model의 세 가지 기-고체 모델을 적용하여 반응 kinetics를 분석한 결과 modified volumetric reaction model이 실험 결과를 가장 잘 나타내었다. 이 모델에 기초하여 activation energy와 빈도인자와 반응차수를 구하였고 activation energy는 톱밥의 경우 7,682kJ/mol, RPF는 8,235kJ/mol, RDF는 24,344kJ/mol로 나타났다. 생성된 기체는 micro gas chromatography 를 이용하여 3분 간격으로 실시간으로 분석하였는데 Boudouard 반응으로 인하여 CO₂의 감소와 CO의 생성이 확인되었다. 반응기체의 농도를 살펴보면 CO₂의 분압 증가에 따라 더 높은 농도의 CO를 생산하는 것으로 나타났다.



<Fig. 1> Conversion data of sawdust char. (Modified volumetric model)

참고문헌

1. Roh, S. A., Yun, J. H., Keel, S. I., Min, T. J. and Lee, J. K., "Steam Gasification Kinetics of Sawdust Char at High Temperature," *Korean Chem. Eng. Res.*, 52(6), 821-825 (2014)

황산화미생물을 이용한 유기물 오염토양의 독성도 측정

나비드 캄브라니, 오상은*
강원대학교 바이오자원환경학과

Toxicity Assessment of Organic Pollutant Contaminated Soil Using
Sulfur-Oxidizing Bacteria (SOB)

Naveed Ahmed Qambrani and Sang-Eun Oh*
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon-si,
Gangwon-do, South Korea

A sulfur-oxidizing bacteria (SOB) was successfully applied on the organic pollutant contaminated soil toxicity assessment in batch tests. The monitoring of pH and EC is enough to detect SOB activity. The detection of benzene, toluene, ethyl-benzene, xylene, and BTEX mixture contaminated soil toxicity was done using sulfur-oxidizing bacteria (SOB). The experiments were set up using individual pollutant and all combined in a 24 mL serum bottle sealed with rubber stopper and plastic cap. A large headspace volume was kept in the reactors to provide enough oxygen to SOB. BTEX compounds were spiked in the concentration range of 1-1000 mg/kg. Varied EC_{50} were obtained for the BTEX compounds ;those were of 157.04, 1.63, 18.54, and 1.09 mg/kg for benzene, toluene, ethyl-benzene, and xylene. The results suggest that SOB can detect organic pollutants in the soil as well.

CT-59 청정기술

바이오가스 발생량 측정을 위한 미생물호흡측정장치 기술 개발

강우창, 신범수[†], 오상은*

강원대학교 바이오자원환경학과, [†]강원대학교 바이오시스템공학과

Development of Novel Respirometer System for a Biogas Measurement

Woo-Chang Kang, Bum-Soo Shin[†], Sang-Eun Oh*

Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon-si, Gangwon-do, South Korea

[†]Department of Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon-si, Gangwon-do, South Korea

반응에 의하여 생성되는 바이오가스의 양은 미세압력을 이용하거나 직접 주사기를 이용하여(Owen method) 측정하거나, bag에 포집하여 생성 가스량을 측정하게 된다. 또는 생성되는 가스를 오일로 채워진 관을 통해 버블로 바꾸어 버블의 부피가 일정하다고 보고 이를 셈으로써 생성되는 가스의 양을 측정하게 된다(Challenge respirometer). Challenge respirometer의 장점은 온라인으로 시간에 따른 가스 발생량을 자동으로 측정할 수 있고, 반응기 내의 headspace 압력을 거의 1 atm으로 유지시키면서 생물학적인 반응을 진행시킬 수 있다. 그러나 가스의 발생속도에 따라 버블의 크기가 달라짐을 발견하였으며 LED의 고장이 잦고 교환이 어려운 단점을 가지고 있다.

이를 해결하기 위해 생성되는 공기방울의 부피를 공기방울 생성시 마다 직접 측정하여 가스 발생량을 측정하는 방법과, 쉽게 탈부착이 가능한 발광다이오드를 이용하여 기존의 Challenge respirometer를 개선하였다. 호흡측정기 셀에서 버블이 생성될 때 구의 형태로 생성이 되도록 제작하였으며 버블이 올라오는 2개의 지점(거리 1.5 cm)에 발광다이오드 센서를 설치하고 2개 센서 사이를 통과하는 시간을 측정하여 버블의 체적을 구하는 방법으로 호흡측정장치를 개발하였다. t_1 은 1개의 공기방울이 아래의 센서를 통과하는데 걸리는 시간이며, t_3 는 버블이 아래의 센서에 접촉한 순간부터 위의 센서에 접촉할 때까지의 시간이다. 이를 토대로 구의 반지름을 구하여 구의 부피를 계산하고 syringe 펌프를 이용하고 calibration을 통해 factor값을 구하였다. 본 장치 및 실험은 공기방울의 미세한 부피차이마저 확인이 가능하기 때문에 기존의 방법보다 보다 정확하게 생성된 공기방울의 부피를 측정할 수 있다. 실험은 syringe 펌프로 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0 mL/min의 유량으로 각각 10 mL를 주입하고 전체 부피÷총 버블 수로 유량별 방울 당의 평균 부피를 구하였다. 또한 고정유량 혹은 변동유량으로 cell에 주입하고 t_1 , t_3 를 토대로 계산한 값과 넣어진 공기부피를 비교하여 factor를 구하였고 이들을 비교 하였다. 실험결과 t_1 , t_3 를 이용하여 개별 공기방울의 부피를 구하고 factor값을 곱하는 방법이 다른 방법에 비해 정확하게 공기방울의 부피를 측정할 수 있다는 결론을 얻었다.

참고문헌

1. Moghaddam, E. A., Ahlgren, S., Hultheberg, C., and Nordberg, A., "Energy balance and global warming potential of biogas-based fuels from a life cycle perspective," Fuel. Process. Technol., 132, 74-82 (2015).
2. Villasenor, J., Perez, M. A., Fernandez, F. J., and Puchalski, C. M., "Monitoring respiration and biological stability during sludge composition with a modified dynamic respirometer," Biores. Technol., 102(11), 6562-6568 (2011).
3. Garg, R. P., and Mathur, R. P., "Development of a membrane respirometer," Water. Res., 31(1), 23-32 (1997).

포스터발표1

3월 26일(목) 15:30~17:30

부여 롯데리조트 한솔

PA-01 포스터일반

망간옥사이드를 이용한 알코올의 선택적인 산화반응 Partial oxidation of alcohol using Manganese dioxide

장은지, 김예슬, 이철우*
한밭대학교 화학소재상용화지역혁신센터

유기 합성 분야는 바이오, 의학 또는 약학 분야를 비롯하여, 산업 전반에 걸쳐 기초 학문으로서 중요한 위치에 있기 때문에 보다 경제적이고, 효율이 높은 합성 방법의 필요성이 에너지 환경의 중요성이 증가함에 따라 점점 요구되고 있다. 일반적으로 알데히드는 목표 물질을 합성하기 위한 중간 화합물로 주로 사용되는 물질이다. 구체적으로, 합성하고자 하는 물질 내의 COH기를 CHO기로 치환하는 선택적인 반응을 진행하여 목표 물질을 합성하게 된다. 이러한 선택적인 반응을 일으킬 수 있는 합성 방법은 이미 공지되어 있고, 다양한 분야에서 실제로 적용 또는 응용하여 사용하고 있지만, 여전히 보다 경제적이고, 효율이 높은 선택적인 반응을 통한 알데히드 합성 방법의 연구가 필요하다.

따라서 본 발명에서는 알코올의 선택적인 산화반응을 통한 알데히드 합성 방법은 촉매의 양, 용매 및 반응 시간을 제어하여, 보다 경제적이고, 반응시간 및 수율 등을 고려한 합성 효율이 높은 시스템을 개발하였다. 망간산화물 촉매의 농도가 증가할수록, 반응시간이 증가할수록 생성물의 농도가 증가하였으며 유기용매를 변화시켜 각 환경에서의 반응을 확인하였다.

관련어

망간옥사이드, 알릴 알코올, 알데하이드, 산화반응, 합성

참고문헌

1. Theories and Applications of Chem. Eng., 2003, Vol. 9, No. 2
2. Journal of Physics and Chemistry of Solids, Volume 69, Issues 5-6, May-June 2008, Pages 1513-1517

PA-02 포스터일반

IMO MEPC Tier III 발효 관련 선박대기오염 규제현황 조사

강신백
선박안전기술공단

Current regulation investigation of Pollution from ships related IMO MEPC Tier III

Kang Shin Baek
Korea Ship Safety Technology Authority

선박으로부터 발생하는 배기가스 오염물질 중 질소산화물 배출규제에 관한 규정은 국제해사기구(IMO)에서 기준을 정하고, 이를 근거로 각 지역별로 별도의 규정을 만들어 시행하고 있다. 2016년부터는 국제해사기구(IMO) 해양오염방지협약(MARPOL) 부속서6장의 Tier I 보다 규제수준이 80%가 강화된 Tier III 규제가 발효될 예정이다. Tier III규제는 배출규제해역내에서 운항하는 선박에 적용되며 선박이 배출규제해역 밖에서 운항할 때는 Tier II규칙이 적용된다. 국내에서는 대기환경보전법 시행규칙에 의하고 그 적용방법 및 적용시기에 관해서는 해양오염방지법으로 시행하였다. 130kW이상 294kW미만의 디젤기관에 대해서는 2011년 7월 1일 이후에 배출규제를 적용토록 하였다. IMO Tier II가 2011년 1월 1일부터 시행됨에 따라 2011년 12월 23일 이를 해양환경관리법령에 수용하여 국내에서는 2013년 1월 1일부터 “Tier II”를 시행하였다. 강화된 선박의 대기오염 규제에 대응하기 위하여 조선소 및 기관제조사 대기오염 저감기술개발 등의 노력이 필요하다. 본 연구는 2014년 환경R&D사업(환경산업선진화기술개발사업)의 지원으로 수행된 연구이다.

참고문헌

1. 이상득, “내연기관실습”, 다솜출판사, 2013
2. KR, “TECHNICAL INFORMATION”, 2010
3. 정문식 외 8인 공저, “대기오염개론”, 신광문화사, 2011
4. 장철현 외 7인 공저, “유해가스처리공학”, 동화기술, 2002
5. 이강우 외 3인 공저, “연소배가스 중 질소산화물 제어기술”, 동화기술, 2011
6. Pounder, 전효중 이돈출 공역, “선박용 디젤엔진 및 가스터빈”, 동명사, 2011
7. 한국선급 번역, “MARPOL”, 해인출판사, 2012
8. 한국선급 번역, “NOx Technical Code”, 2009
9. 이건호, 송무석, “해양에서 황산화물 오염 규제에 대한 소고”, 한국해양환경공학회지, 2008
10. 최교호, 김원래, “선박기관 수리정비업체 개선방안 연구”, 2008
11. <http://www.epa.gov/otaq/standards/nonroad/marineeci.htm> (EPA emission standards)
12. Jacob Boutin, “Air Pollution and Ship Emissions”, 2010
13. Ashley B. Roberts, “The EPA and The Clean Air Act”, 2012
14. Motor Fan, “가솔린 디젤엔진의 기술과 전략”74~75p, 2014

PA-03 포스터일반

알카리-열처리에 의한 활성슬러지로부터의 선택적 인 배출

김동진*, 김헌기, 임병호, 조대철[†]

한림대학교 환경생명공학과, [†]순천향대학교 에너지환경공학과

Selective Phosphorus Release from Activated Sludge by Alkali and Thermal Treatment

Dong-Jin Kim*, Heonki Kim, Byung-Ho Lim, Daechul Cho[†]

Department of Environmental Sciences & Biotechnology, Hallym University, [†]Department of Energy and Environmental Engineering, Soonchunhyang University

Selective phosphorus release from wastewater sludge during sludge pre-treatment is a critical step for phosphorus recovery and accelerating methane production by anaerobic sludge digestion. In this study, alkali and thermal treatment was employed for selective phosphorus release and recovery from thickened activated sludge. The sludge was treated at 20, 50, 60, 70 and 80°C for thermal treatment and 0.001-1.0 N NaOH for alkali treatment. Phosphorus release ratio (%) increased with the temperature and the maximum release reached 33% at 80°C in 2 hours. Phosphorus release also increased with alkali concentration and the maximum release ratio reached 90% at 1.0 N NaOH. Interestingly, phosphorus release increased significantly at 0.01 N NaOH in all the temperature ranges. The selectivity of phosphorus was also examined during alkali and thermal sludge treatment over COD and total nitrogen (T-N) in the supernatants which were dissolved (released) from the sludge. Phosphorus selectivity, defined as released T-P(%)/COD(%), varied 3.5-5.0 at the temperature of 50-80°C and 1.8-5.3 at 0.001-1.0 N NaOH. The results showed that phosphorus was preferentially released than COD and T-N components during the thermal and alkali sludge treatment when compared to the mechanical (ultrasonic) sludge treatment. The result indicates that phosphorus can be selectively recovered from the supernatants and the residue is used for anaerobic digestion for methane production.

PA-04 포스터일반

레미콘회수수 활용 액상탄산화를 통한 이산화탄소 고정화 연구

이주열, 박병현, 임윤희*, 신재란, 문성호, 김재강, 최창식[†], 홍범의[†], 강호종[‡]
(주)애니텍 기술연구소, [†]고등기술연구원, [‡](주)아이케이

Study on the CO₂ fixation of Liquid carbonation using the Recycling Water of Ready-mixed Concrete

Park Byung Hyun, Lee Ju Yeol, Lim Yun Hui*, Shin Jae Ran, Moon Sung-Ho, Kim Jae-Gang, Choi Changsik[†], Hong Bum-Ui[†], Kang Ho Jong[‡]
Technology Institute, Anytech Co., Ltd, [†]Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering, [‡]IK Co., Ltd

본 연구는 산업부산물 중 레미콘회수수를 재활용하여 이산화탄소를 포집하고, 이로 인해 발생하는 최종생성물을 산업자원으로 재이용하는데 목적을 두고 있다. IK로부터 제공받은 레미콘회수수에 포함된 알칼리 물질(Ca 성분)을 산성물질(HNO₃, HCl)로 용출하고, 이산화탄소의 경우 상용흡수제인 1차 아민(monoethanolamine, MEA)을 흡수제로 활용하여 흡수하였다. Ca 성분이 포함된 용출 상징수와 CO₂가 포화흡수된 MEA 수용액의 액상탄산화를 통해 침강성 탄산칼슘을 회수하였다. 회수한 최종생성물인 탄산칼슘의 결정구조 및 morphology 분석결과, calcite와 vaterite의 CaCO₃를 확인할 수 있었다. 즉, 산업부산물을 재활용한 이산화탄소 포집을 위한 액상탄산화 결과 슬러지 mg 당 0.175 mg의 이산화탄소가 고정됨을 확인할 수 있었다.

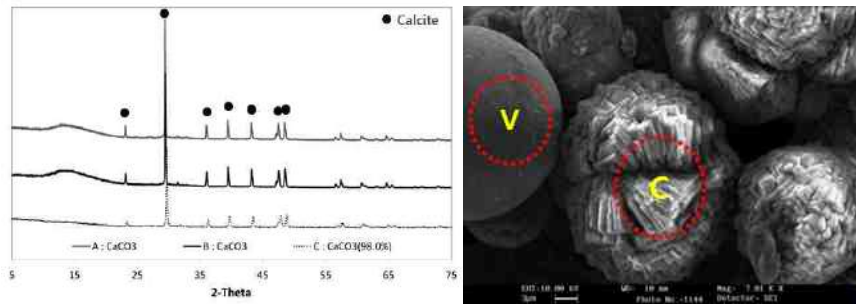


그림. 1. 최종부산물의 XRD 및 SEM 분석 결과

참고문헌

1. Park, S. W., Min, J. H., Lee, M. G., Jo, H. Y. and Park, J. W., "Characteristic of CO₂ Fixation by Chemical Conversion to Carbonate Salts," *Chemical Engineering Journal*, **231**, 287-293 (2013).
2. Lim, Y. H., Lee, J. W., Choi, C. S., Hong, B. U., Park, J. W., Lee, D. Y. and Park, B. H., "Study on Liquid Carbonation using the Recycling Water of Ready-mixed Concrete," *J. of Oil Chemists' Soc.*, **30**(4), 770-778 (2013).

사사: 본 논문은 2013년도 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원으로부터 지원받은 과제에 대한 내용 및 결과물로서 이에 감사드립니다 (과제번호:13건설연구R02).

PA-05 포스터일반

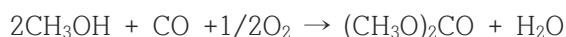
Cu와 Fe를 포함하는 알루미나 촉매를 이용한 DMC 합성 반응

윤난숙, 우재민, 문종호[†]

한국에너지기술연구원

Dimethyl carbonate(DMC)는 상온에서 무색, 무취인 액체 상태의 화합물로 최근 환경친화적인 카르보닐 화제 혹은 메틸화제로 알려져있다. 따라서 독성이 강한 포스겐이나 염화메틸 및 어려운 폐액처리가 수반되는 디메틸황산등의 대체 물질로 주목을 끌고 있는 물질이다. 여러 가지 정밀화학제품의 중간체로서도 그 용도가 매우 다양하여 앞으로 그 수요가 꾸준히 증가할 것으로 전망되고 있으며 자동차연료의 옥탄가를 높이기 위한 첨가제로서의 사용가능성도 높아지고 있다

DMC 제조 방법은 포스겐법, 메탄올산화법, 메틸티트리법, 에스테르 교환법등이 있으며 이중 메탄올산화법은 액상법과 기상법으로 나눌 수 있다. 특히 기상법에 의한 메탄올 산화법이 가장 많이 연구되고 있다. 이에 대한 합성 반응식은 다음과 같다.



본 연구에서는 Cu와 Fe를 함유하는 알루미나 촉매를 함침법으로 제조하여 메탄올 기상 산화법으로 DMC 합성 반응에 적용하였다. 비표면적이 높은 알루미나를 사용하여 금속을 담지하였으며, 촉매 특성 분석은 TPD, TPR, SEM, SEM-EDX, BET 등을 이용하였다. DMC 합성반응은 고정층 연속 반응기를 사용하였으며 메탄올과 주입 가스는 충분히 가열하여 기상상태로 반응기에 주입하였다. 반응 후 생성물은 온라인으로 연결되어있는 GC(FID)로 분석하였다.

최적의 반응 조건을 찾기 위하여 반응 온도는 110 ~ 150°C, 반응 압력은 상압 ~ 20bar까지 변화시켜가며 실험을 진행하였다.

함침법으로 제조한 Cu/Fe 알루미나 촉매는 약한 산점과 높은 비표면적을 가지고 있었다. 본 촉매를 사용하여 반응 실험을 한 결과, 22.8%의 높은 메탄올 전환율과 85% 이상의 높은 DMC 선택도를 얻을 수 있었다.

PA-06 포스터일반

The adsorption and desorption behavior of hydrogen chloride gas on Zeolite 13X Pellet at high pressure condition in a Fixed Bed Reactor

Jae-Young KIM, Dae-Hyun KYUNG, Young Cheol PARK, Sung-Ho JO,
Ho-Jung RYU, and Jong-Ho MOON*

Greenhouse Gas Research Laboratory, Korea Institute of Energy Research
Department of Environmental Engineering, Daejeon Univerisity

The adsorption and desorption breakthrough test of hydrogen chloride (HCl) was performed by loading zeolite 13X pellet (molecular sieve 13X, Aldrich Co.), a commercial adsorbent, onto a fixed bed reactor (height 15 cm, inside diameter 0.5 cm).

The breakthrough test was carried out by changing various experimental conditions such as inlet flow rate (0.5, 1, 1.5, 2 l/min), HCl concentration (200, 350, 500, 650 ppm), reaction temperature (30, 50, 70, 90°C), and reaction pressure (1, 5, 10, 15, 20 bar) with considering the retention time and space velocity. As results, adsorption capacity of HCl was not affected by the inlet flow rate (0.5 l/min ~ 2.0 l/min) and the inlet concentration (200 ppm ~ 650 ppm). At 30 ~ 90°C of the temperature ranges and 1 bar ~ 20 bar of the pressure ranges, the HCl sorption capacity decreases with increasing temperature, whereas it increases with increasing pressure. Since the Molecular sieve 13X (MS-13X) shows a physisorption behaviors for HCl removal, sorbent regeneration was possible.

After evaluating the adsorption and the desorption characteristics of HCl on the MS-13X, the consecutive cyclic test (5 times of adsorption step, 4 times of desorption step) was carried out with optimum condition. The optical, physical, and chemical characteristics of MS-13X were analyzed using BET, XRD, SEM, EDX, and TGA before and after breakthrough tests.

PA-07 포스터일반

해수담수화 부산물을 이용한 고로슬래그 경화체 제조 공법의 최적화를 위한 연구

신재란, 박병현*
(주)애니텍

Study on optimization for process of blast furnace slag mortars using by-product of seawater desalination.

Jae Ran Shin, Byung Hyun Park*
Technology Institute, Anytech Co., Ltd

온실가스로 인한 기후변화 및 지구온난화의 문제가 심각해지면서 이산화탄소(CO₂) 배출량이 주목을 받고 있다. 전체 이산화탄소 배출량 중 콘크리트 제조 시 CO₂배출량이 약 7%에 해당하는 양이 배출되는 것으로 알려져 있다. Oh et al.[1] 온실가스의 문제점이 심각해지면서 시멘트 산업에서도 시멘트 제조 시 방출되는 이산화탄소 감축을 위하여 플라이애쉬(fly ash)나 고로슬래그 같은 산업부산물을 부분적으로 치환한 콘크리트의 사용이 보편화되고 있다. Kim et al.[2] 고로슬래그는 고로에서 선철을 제조할 때 발생하는 용융슬래그를 물로 급냉 시킨 후 분쇄한 산업부산물로서 시멘트 혼화재로 사용할 수 있다. 또 한 알칼리 등 자극물질을 소비하여 강도가 발현되는 잠재수경성 물질로써 콘크리트 구조물의 수화열 저감, 장기강도 증진 등 내구성 향상에 우수한 효과를 가지고 있어 경화체를 제조하는데 최적의 물질이다. Han et al.[3] 그러나 초기강도 발현이 지연되어 거푸집의 탈형 시기가 늦어짐으로써 공사기간이 지연되는 등의 문제점이 있어 현장에서 적용하고자 할 때 제한을 받고 있는 실정이다. Moon and Shin[4] 본 연구에서는 해수담수화 부산물인 농축수를 전기분해하여 나온 알칼리 용액을 고로슬래그의 자극제로 적용한 뒤 경화체를 제조하기 위한 기초실험을 진행하였다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 플랜트연구개발사업의 연구비지원(과제번호 14IFIP-B065953-02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Sang-Hyuk Oh, Sung-Hyun Hong and Kwang-Myong Lee, "Autogenous Shrinkage Properties of High Strength Alkali Activated Slag Mortar" J. Rec. Const Resources 2(1), 60-65 (2014).
2. Geon-Woo Kim, Byeong-Jo Kim, Keun-Hyeok Yang, and Jin-Kyu Song, "Strength Development of Blended Sodium Alkali-Activated Ground Granulated Blast-Furnace Slag (GGBS) Mortar" Journal of the Korea Concrete Institute 24(2), 137-145 (2012).
3. Cheon-Goo Han, Seok-Heon Son and Kyung-Taek Park "Effect of Recycled Aggregates Power on the Properties of Zero Cement Mortar Using the Blast Furnace Slag Powder and Recycled Fine Aggregates" Journal of the Korea Concrete Institute (2009)
4. Moon, Han Young and Shin, Hwa Cheol, "Utilization of Ready Mixed Concrete Sludge for Improving the Strength of Concrete GGBF Slag" Journal of the Korea Society of Civil Engineers, 3(2-A), 31-326 (2002).

백화현상 감소를 통한 친환경 자동차 부품용 EPDM 고무 개발

허광선^{1*}, 김봉수¹, 김우환²

¹경남정보대학교 신소재화학계열

²(주) 수승화학

Development of EPDM for automobile parts via the decrease of the rubber whitening

Kwangsun Huh^{1*}, Bong-Soo Kim¹, Woohwan Kim²

¹*Department of Advanced Materials and Chemical Engineering,*

Kyungnam College of Information and Technology

²*Sooseung Chemical Corp.*

EPDM (Ethylene Propylene Diene Rubber) 고무는 내오존성, 내후성, 내열성, 내용제성 등이 뛰어나고 다른 합성고무에 비하여 비중이 작으며, 충전제, 오일 등의 고충전이 가능하여 경제성이 매우 뛰어난 합성 고무이다. 특히 자동차 부품으로 사용되는 고무는 지속적인 수분 노출과 오일 등의 외부 물질과의 접촉으로 인한 오염으로 인해 매우 높은 내후성이 요구된다. EPDM 고무에서 내후성에 가장 큰 영향을 미치는 백화현상을 최소화시킴으로써 노화현상을 지연할 수 있고, 그로 인하여 폐고무 배출량을 줄여 환경오염을 감소시킬 수 있다. 본 연구에서 자동차 부품용 EPDM 고무소재의 백화현상에 대해 사용되어지는 각종 첨가제의 영향을 고찰하였다. 특히, 첨가제의 함량과 가교도와는 밀접한 관계가 있으므로 첨가제 함량과 가교밀도의 관계에 따른 백화현상 정도를 연구하였다. 또한 위한 첨가제의 배합비율을 찾고자 하였으며, 이에 따른 물성의 변화도 관찰하였다. 각기 다른 첨가제 비율을 가지는 시편을 고온의 환경에서 내후테스트를 실시하여 백화현상 정도를 관찰하였다. ATR-FTIR과 표면분석을 통해 백화물질의 정량분석을 실시하였다.

PA-09 포스터일반

습식 스크리버를 이용한 SO_x/NO_x 동시제거기술개발

김재강^a, 이주열^{a,b}, 박병현^a, 최진식^{a,b}

^a(주)애니텍 기술연구소, ^b경희대학교 환경응용과학과

Development of Simultaneous Control Technology of SO_x and NO_x Using Wet Scrubber

Jae Gang Kim^a, Ju-Yeol Lee^{a,b}, Byung Hyun Park^a, Jin-Sik Choi^{a,b}

^aTechnology Institute, Anytech Co., Ltd

^bDept. of Applied Environmental Science, Kyung Hee University

최근 국제해사기수(IMO)에서 2016년부터 현행 2단계에서 3단계로 해상에서의 배출가스 규제를 강화할 것으로 계획되어 있다. 이에 중·소형 선박에 탑재되는 탈질·탈황 시스템 개발이 매우 시급한 실정이다. 초기 설치비용 및 유지비용이 저렴한 습식 스크리버를 이용해 황산화물(SO_x)과 질소산화물(NO_x) 동시에 제거하고자 한다. SO_x는 산화제 및 알칼리 용액으로 제거를 하고, NO_x는 산화제를 통해 NO를 NO₂로 산화시킨 후, NO₂를 알칼리 용액에 흡수시켜 제거한다. 산화제로는 아염소산나트륨(NaClO₂)을 사용하였으며, 알칼리 용액으로는 수산화나트륨(NaOH)을 사용하였다.

본 연구는 산업통상자원부 청정생산기반 전문기술개발사업의 “1000마력급 중소형 선박에 대한 IMO 규제 대응 SO_x/NO_x 배출저감 및 VOCs 회수 시스템 개발” 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jin, D. S., Deshwal, B. R., Park, Y. S., Lee, H. K., Simultaneous removal of SO₂ and NO by wet scrubbing using aqueous chlorine dioxide solution, *J. Hazard. Mater. B*, **135**, 412(2006).
2. Wang, L., Zhao, W. R., Wu, Z. B., Simultaneous absorption of NO and SO₂ by Fe(II)EDTA combined with Na₂SO₃ solution, *Chem. Eng. J.*, **132**, 227(2007).
3. Zhao, Y., Guo, T. X., Chen, Z. Y., Du Y. R., Simultaneous removal of SO₂ and NO using M/NaClO₂ complex absorbent, *Chem. Eng. J.*, **160**, 42(2010).
4. Chu, H., Chien, T. W., Li, S. Y., Simultaneous absorption of SO₂ and NO from flue gas with KMnO₄/NaOH solutions, *Sci. Total Environ.*, **275**, 127(2001).
5. Chien, T. W., Chu, Hsin., Removal of SO₂ and NO from flue gas by wet scrubbing using an aqueous NaClO₂ solution, *J. Hazard. Mater. B*, **80**, 43(2000).
6. Sada, E., Kumazawa, H., Kudo, I. and Tondo, T. Absorption of NO in Aqueous Mixed Solutions of NaClO₂ and NaOH, *Chem. Eng. Sci.*, **33**(1), 315(1978).

PA-10 포스터일반

Estimation of Poly(lactic acid) biodegradability by specific surface area based gas production using wastewater sludge

Young Eun Song, Jung Heun Moon, Che Ho Im, Jung Rae Kim*

School of Bimolecular and Chemical Engineering, Pusan National University
Busan 609-735 Korea

Biodegradable plastics and polymers have been spotlighted in the response of environmental concerns. Especially, Poly lactic acid is a biobased biodegradable polymer produced as a byproduct from various renewable sources. Monomer lactic acid produced from depolymerized PLA can be used for many industrial applications. The estimation of biodegradability of polymers has been developed. However most of the existing methods require a long term or need harsh conditions such as high temperature and acidic and basic environment. Thus, in this study, we focus on development of feasible testing method and quantitative measurement of biodegradability. The PLA sample with different specific surface area was prepared and anaerobic digester sludge was inoculated into each sample. The CO₂ and CH₄ production were monitored according to time in order to estimate the specific gas production rate based on surface area of polymers.

Reference

1. Hoang, T., Giang, N. V., Ha, N. T., Dai Lam, T., & Sumita, M. (2012). A novel enzymatic biodegradable route for PLA/EVA blends under agricultural soil of Vietnam. *Materials Science and Engineering: C*, 32(3), 558-563.
2. Yagi, H., Ninomiya, F., Funabashi, M., & Kunioka, M. (2010). Bioplastic biodegradation activity of anaerobic sludge prepared by preincubation at 55° C for new anaerobic biodegradation test. *Polymer Degradation and Stability*, 95(8), 1349-1355.
3. Kunioka, M., Ninomiya, F., & Funabashi, M. (2006). Biodegradation of poly (lactic acid) powders proposed as the reference test materials for the international standard of biodegradation evaluation methods. *Polymer degradation and stability*, 91(9), 1919-1928.

PA-11 포스터일반

과산화수소 분해를 위한 불균일계 고체산 촉매의 물리화학적 특성에 따른 반응특성 연구

최희영¹, 장정희¹, 한기보^{1*}
고등기술연구원¹

Research on the Reaction Characteristics with Physico-Chemical Properties of Heterogeneous Solid-Acidic Catalysts for Direct Hydrogen Peroxide Decomposition

Hee-Young Choi¹, Jung Hee Jang¹, Gi Bo Han^{1*}
Institute for Advanced Engineering¹

과산화수소는 탈취, 탈색, 산소발생 등의 효과를 지니며, 환경복원 오폐수 처리시설과 같은 산업분야에서 널리 사용되고 있다. 과산화수소 분해반응은 무독성, 친환경적 생성물인 수증기, 산소 및 열에너지를 발생시키며, 분해 생성물들은 산업 및 여러 분야에 사용할 수 있는 장점이 있다. 이러한 장점들을 극대화하기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있다. 과산화수소 분해반응은 광분해, 촉매분해 등이 있으며, 본 연구에서는 촉매를 이용한 과산화수소 분해에 관해 연구를 진행하였다. 촉매 상 과산화수소의 분해율을 극대화하기 위해서는 반응온도, 농도, 활성물질 등의 영향이 고려되어야 한다. 이를 위하여 촉매 상 과산화수소 분해 효율 극대화를 위하여 다양한 불균일계 금속산화물 촉매를 제조하여 반응특성에 대한 연구를 진행하였다. 다양한 전이금속산화물을 활성물질로 사용하였으며, 지지체로는 철과 알루미늄 산화물을 사용하였다. 촉매의 합성은 공침법을 이용하였다. 제조된 촉매의 물리-화학적 특성을 확인하기 위하여 SEM/EDX, XRF, NH₃-TPD, BET 분석을 진행하였다. 과산화수소 분해 반응에서 사용된 반응기는 회분식 반응기를 사용하였으며, 다양한 조건에서 과산화수소의 분해능을 평가하기 위하여 일정량의 촉매가 충전된 반응기 내부에 과산화수소를 주입하여 내부 온도, 압력 변화를 측정하였다. 촉매의 반응성을 확인하기 위하여 반응온도, 압력, 반응시간 등을 확인하였다. 반응기 내부의 압력변화를 측정하여 촉매의 반응성을 평가 하였다. 과산화수소 분해반응 상 얻어진 분해효율은 활성물질에 따라 각각 다르게 나타났다. 물리-화학적 특성 및 반응실험 결과를 바탕으로 고찰한 결과 촉매 상 넓은 온도 범위에서 많은 양의 산점을 지닌 활성물질이 높은 과산화수소 분해효율을 나타내었다. 따라서 다양한 불균일계 금속산화물 촉매가 지니는 산점과 세기와 양이 과산화수소 분해 반응 상 촉매 활성에 영향을 미친다는 것을 확인 할 수 있었다.

PA-12 포스터일반

폐 섬유연사기 드럼 재활용 기술 개발

정인경, 전광희[†], 정수찬[†], 서재건
한국산업단지공단 대경권EIP 경북사업단, 진엔프라[†]

Development of Recycling Technology for Waste Textile Twisting Drum

InGyung Jung, Gwanghui Jeon[†], Suchan Jeong[†], JaeGun Seo
Korea Industrial Complex Corp. Gyungbuk EIP Development Division,
JINENPRA[†]

섬유원사의 가공공정은 고급원단을 생산하는데 필수적인 분야인데 최근의 인체 친화형 섬유의 수요 증가로 고급화 하는 추세에 있으며 후발 섬유생산국가에 앞서가기 위해서 다양한 기술들이 개발되고 있다. 이처럼 섬유의 원사 가공 공정에서 대표적인 것이 여러 가지 원사를 다양한 방법으로 꼬임을 주거나 혼합사를 제조하는 공정에 적용되는 연사기인데 많은 연사 업체들이 현재 조업 중에 있고 다양한 실을 생산하고 있다.

연사기에 사용되는 중요 부품 중에 실린더와 드럼이 있는데 특히 드럼은 연사기 대당 256개가 사용되는데 주요 구성 소재는 TPU(Thermo Plastic polyurethane, 이하 TPU)와 ABS(acrylonitrile- butadiene-styrene, 이하 ABS)수지 복합체로 구성된다. 드럼의 내구연한이 보통 2~3년 정도이고 내구연한이 종료된 연사기 드럼은 전량 폐기처분되고 있어 막대한 자원의 손실을 가져온다. 현재 200~300ton/년 정도의 드럼이 교체되는 것으로 나타났으며 이는 곧바로 자원의 폐기로 이어지고 있다. 구조는 외피는 TPU소재로 구성되고 내부 소재는 ABS로 사출 압착 가공한 2성분 사출물 형태로 구성되어 있는데 이렇게 이 성분으로 구성된 소재의 특성상 재사용 및 재활용에 문제가 있다. 플라스틱은 동일 소재로 구성된 경우 각각 성분별로 분류하여 재활용이 가능한데 PET(polyethylene terephthalate), LDPE(low density polyethylene), Styrene등과 같은 범용 수지는 현재 분리수거 및 재활용이 잘 되고 있는 소재이다. 하지만 기계부품에 사용되는 이러한 수지는 복합 수지가 대부분이라 재활용 및 재사용에 문제가 많다.

본 연구에서는 재사용이 어려운 폐 섬유연사기 드럼의 재활용을 위해 내구연한이 도래한 드럼의 분류, 세척 및 분쇄 조건 도출, 재생수지 원료로의 제품화에 대해 기술개발을 수행하였다.

사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

PA-13 포스터일반

선택적폭기에 따른 VOC제거효율 변화: 지하수점도 및 표면장력 조절효과

김현기, 김주영[†], 안다영

한림대학교 환경생명공학과, [†]한림대학교 에너지환경연구소

Effect of controlled air flow in aquifer during air sparging on the VOC removal: Changes in viscosity and surface tension of groundwater

Heonki Kim, Juyoung Kim[†], Dayoung Ahn

Dept. Environ. Sci. Biotech., Hallym Univ., [†]Institute of Energy and Environ., Hallym Univ.

Air injected into an aquifer during air sparging normally flows upward according to the pressure gradients and buoyancy, and the direction of air flow depends on the natural hydrogeologic setting. In this study, a new method for controlling air flow paths in the saturated zone during air sparging processes is presented. The effect of controlled air flow on the removal efficiency of VOC (TCE) was also confirmed. Two hydrodynamic parameters, viscosity and surface tension of the aqueous phase in the aquifer, were altered using appropriate water-soluble reagents distributed before initiating air sparging. Increased viscosity retarded the travel velocity of the air front during air sparging by modifying the viscosity ratio. The air flow direction, and thus the air flux distribution measured using gaseous flux meters at the sand surface during air sparging experiments using two-dimensional model was affected by the aqueous patch of high viscosity or suppressed surface tension present in the aquifer. Air flow was selective through the low-surface tension (46.5 dyne/cm) region, whereas an aqueous patch of high viscosity (2.77 cP) was as an effective air flow barrier. The effect of air flow focused on the region of low surface tension was found to enhance the removal of TCE whereas viscose solution applied in the aquifer retarded the volatilization of TCE during air sparging. Formation of a low-surface tension region in the target contaminated zone in the aquifer, before the air sparging process is inaugurated, may induce air flow through the target zone maximizing the contaminant removal efficiency of the injected air. In contrast, a region with high viscosity in the air sparging influence zone may minimize air flow through the region prohibiting the region from de-saturating.

참고문헌

1. Kim, J., Kim, H., and Annable, M. D., "Changes in air flow pattern using surfactant and thickeners during air sparging". *J. Contam. Hydrol.*, 172, 1-9 (2015).

PA-14 포스터일반

염소가스 처리법을 이용한 해양생물 파울링 조절

조대철*, 니아물 하크[†], 권성현[†]

순천향대학교 에너지환경공학과, [†]경상대학교 해양환경공학과

Biofouling Control Using Chlorine Treatment

Daechul Cho*, Niamul Haque[†], Sung-Hyun Kwon[†]

Energy and Environmental Engineering, Soonchunhyang University

[†]Department of Marine Environmental Engineering, Gyeongsang National University

Biofouling due to blue mussels (*Mytilus edulis*) has been a long time problem for inefficiency and intermittent system failure of offshore structures and coastal power stations. Dissolved chlorine ranging 0.05 to 1.0 mg/L has been applied into a larvae cultivation chamber in order to identify their mortality through a kinetic analysis. The ciliary movement of the larvae was used to check their survival. The 1.0 mg/l of chlorine matched to 97% of larvae mortality whereas 0.7 mg/l of chlorine for only 16% of its mortality. Minimum exposure times for 100% larvae mortality ranged from 300 to 20 min for increasing concentrations of chlorine. It was noted that 1 mg/l of chlorine was 4 times more efficient than 0.7 mg/l of that, and 15 times more than 0.05 mg/l of chlorine dose. The kinetic analysis should provide field operators with optimized biocide dosage and its scheduling.

Keywords: *Mytilus edulis*, *Veliger larvae*, *Biofouling*, *Biocide*, *Residual chlorine*

PA-15 포스터일반

가스화 공정 적용을 위한 금속필터의 세라믹 코팅 특성 연구

황상연, 이지은, 정석우*, 김민정[†], 이동복[†]
고등기술연구원, [†]성균관대학교

Ceramic coating characteristic of the metal filter for a gasification process application

Sang Yeon Hwang, Ji Eun Lee, Seok Woo Chung*, Min Jung Kim[†], Dong Bok Lee[†]
Institute for Advanced Engineering, [†]Sungkyunkwan University

석탄가스화 기술은 저급 연료인 석탄을 직접 연소하여 이용하는 대신 가스화 반응시켜 일산화탄소(CO)와 수소(H₂)가 주성분인 합성가스를 제조하는 기술로서, 석탄을 기존의 직접 연소 등의 방법으로 활용하는 대신에 이러한 가스화 방법을 통하여 고효율이면서도 환경적으로도 청정하게 사용할 수 있다. 특히, 국내의 경우 태안에 건설되는 석탄 IGCC 플랜트 1호기를 시점으로 2호기와 3호기 IGCC 플랜트, SNG 플랜트 등 석탄가스화 설비의 건설 및 운전이 예상되며, 이에 따라 합성가스 중 분진 제거를 위한 집진필터의 수요 또한 점차적인 증가가 예상된다. 그러나 고온/고압 배출가스용 집진필터 기술이 상용화되지 못한 상황에서 대부분 해외에서 생산되는 고가의 제품을 수입하여 사용하고 있는 실정이며 운전 중 파손 발생에 따른 대안이 없는 현실이다. 가스화 공정에 적용되는 집진필터의 경우 1~2년 정도의 교체주기를 갖는 소모성 부품임을 감안할 때 기술 개발을 통해 합성가스 정제용 금속필터의 내구성 향상 및 국산화 개발을 통한 가격 경쟁력 확보가 요구되며 부식성 가스가 포함된 합성가스 조건에서도 장시간 안정적인 운전이 가능하도록 열적/화학적 내구성이 강하고 내부식성을 가진 고온/고압용 금속필터의 개발이 요구된다. 이에 따라, 본 연구에서는 Al, Cr, Si 성분을 금속필터의 지지체 표면에 균일하게 코팅 처리함으로써 부식 시 표면에 얇은 Al₂O₃, Cr₂O₃, SiO₂ 보호피막이 형성될 수 있도록 하였으며 두 가지 세라믹 물질 증착 방법에 따른 모재와 코팅층의 접착력 및 박리 현상 등에 따른 코팅 특성을 파악하였다. 실험 결과 sputtering 한 코팅 층의 물성 및 접착력이 우수한 것을 알 수 있었으며, 코팅 층을 두껍게 증착 할 경우 응력에 따른 박리현상이 발생함으로써 최적의 코팅층 두께를 선정하는 것이 중요함을 알 수 있었다.

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KEPTEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No.20143030050070)

참고문헌

1. Altgeld, W. "Galvanic aluminium coating-an interesting alternative for electronics, optics and corrosion protection", *Metalloberflache*, 1986, 40, pp. 253-255.
2. 강석철 et. al. "알루미늄 확산코팅재료의 주기산화 특성에 관한 연구", *한국표면공학회지*, 1999, 32(1), pp. 49-60.
3. Boogard A., and Van den Broek JJ, "Crystallisation and electrical resistivity of sputter-deposited aluminium-germanium alloy films", *Thin Solid films*, 2001, 401, pp. 1-6.
4. 박순용 et. al. "Evaporation한 SUS 316L 합금의 부식 특성", *한국에너지기후변화학회지*, 2014.

PA-16 포스터일반

열중량 분석을 이용한 무회분탄의 급속 CO₂ 가스화 반응 특성

전동환, 이재만, 윤성필, 박성호, 정석우*
고등기술연구원

A Study on the CO₂ Gasification Characteristics of Ash-free Coal using Thermogravimetric Analysis

Donghwan Jeon, Jaeman Lee, Sungpill Yoon, Sungho Park, Seokwoo Chung
Institute for Advanced Engineering

최근 산유국의 분쟁 및 투기성 자본 유입으로 국제 유가정세의 다변화로 인한 원유수급 불안이 가중되고 있다. 따라서 원유 전량을 수입에 의존하는 국내의 경우 안정적인 연료 수급을 위한 관심이 증가하고 있다. 이와 더불어 지속적인 에너지 사용량 증가 및 신흥국의 경제 발전에 따른 석탄 소비 증가로 인해 최근 저등급 석탄의 활용 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 저등급 석탄은 매장량이 풍부하고, 가격이 저렴하며 적은 비용으로 채굴이 가능한 장점이 있다. 반면에, 수분이 다량 함유되어 있으므로 이를 기존의 석탄이용 설비에 직접 사용하기에는 많은 어려움이 따른다. 따라서 저등급 석탄을 고효율로 활용하기 위한 방법으로 저등급 석탄에 함유된 수분 및 회분을 획기적으로 감소시킨 무회분탄 제조관련 연구가 진행되고 있다.

한편, 석탄가스화 발전기술은 기존의 화력발전에 비해 발전효율이 높고, 가스화반응에서 생성되는 합성 가스를 발전용 가스터빈 연료로 사용하기 때문에 환경오염물질 생성이 적다. 그리고 합성가스 전처리 및 연소가스 후처리 공정을 통해 환경오염 최소화가 가능하며, 현재 미국등 선진국을 중심으로 상용급 설비가 운전중에 있다. 국내에서도 1990년대 초반부터 석탄가스화 기술에 대한 연구를 시작하였고, 최근에는 300 MW급 IGCC 실증설비 설치를 진행하고 있으며, 이와 관련하여 요소기술 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 한국에너지기술연구원에서 제조한 무회분탄을 수급하여 가스화 특성을 확인하였다. 실험 방법으로는 고온으로 운전되는 반응기에 일정량의 CO₂를 공급하는 조건에서 무회분탄을 공급하여 가스화 반응 특성을 확인하였다.

사사

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. 지원에 감사드립니다. (NO. 20131010101810)

PA-17 포스터일반

UV조사를 이용한 유기오염물 흡착소재의 효과적인 재생 기법 개발

이순재, 이창구, 이상협, 조슬기, 최재우
한국과학기술연구원

Effective regeneration of adsorbent developed for removal of organic contaminant by using UV radiation

Soonjae Lee, Chang-Gu Lee, Sang-Hyup Lee, Seulki Cho, Jae-Woo Choi*
Korea Institute of Science and Technology

Recently, the effluent quality standard and water environmental regulation were tighten to rising discharge of these contaminants. Companies which used toxic organic solutes have been realized the magnitude of the problem related to the disposal of large amounts of wastewater for preservation of water resources and hydroecological safety. Several techniques, such as chemical oxidation, biological treatment, coagulation, membrane separation, adsorption and photocatalysis, have been applied for removal of toxic organic contaminants. Adsorption method is one of the most effective of these techniques due to easy operation, generation of little sludge, high efficiency and regeneration. For these reasons, many researchers had developed various type adsorbents for toxic organic contaminants from aqueous solution. However, if the developed adsorbent adsorbed some pollutants cannot be regenerated, it becomes by definition contaminant. Various researches related to regeneration of adsorbent, such as thermal, chemical, microbiological and vacuum regeneration, are being conducted to compensate for the disadvantage of adsorption technique. In particular, in case of using photocatalysis techniques, organic pollutants adsorbed onto the adsorbent surface can be converted to harmless compounds such as carbon dioxide and water. Through this process, adsorbents can be regenerated and recovered the original adsorption capacity. In this study, we developed effective adsorbent for the removal of 2,4,6-trichlorophenol as a toxic organic contaminant induced cancer at lymphomas, leukemia and liver. The developed adsorbent is composed of powder activated carbon having high adsorption capacity for organic pollutant and titanium dioxide having photoactive reaction. The adsorption kinetics of 2,4,6-trichlorophenol was determined and the regeneration efficiency was estimated. Additionally, the toxicity of the developed adsorbent was also investigated.

PA-17 포스터일반

NO 전환에 적용 가능한 건식산화제 생산을 위한 과산화수소 촉매 분해 반응의 운전특성

장정희¹, 최희영¹, 한기보^{1*}
고등기술연구원¹

화석연료의 연소로부터 발생하는 질소화합물은 대표적인 대기오염물질이다. 질소화합물을 제거하기 위한 전통적인 방법을 대량의 물을 이용한 스크러빙 공정이며, 스크러빙 공정에서 질소화합물중 NO₂는 질산과 아질산으로 전환되어 제거되게 된다. 그러나 NO의 경우 물과의 반응성이 낮아 쉽게 제거되지 않는다. 이러한 NO를 효과적으로 NO₂등의 고 반응성군으로 산화시켜 후단 스크러빙 공정을 통하여 제거하고자 하는 많은 연구가 진행되었으며, 촉매 환원, 라디칼, 오존, 화학약품, 전자총, 플라즈마등의 방법이 연구되어 왔다. 이러한 연구의 결과로서 널리 사용되는 NO전환 공정은 선택적촉매환원법(SCR, Selective catalytic reduction)이다. SCR공정은 촉매상 NO를 NO₂로 전환 후 후단 암모니아 스크러빙 공정을 통하여 질소산화물을 제거하는 공정이다. 하지만 SCR공정의 경우 NO를 전산화시키기 위한 촉매 활성온도가 높아 설치비 및 운전비용이 높다는 단점을 가지고 있으며, 소형화에 한계를 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서는 소형화가 가능하며, 효과적인 NO 전환 공정이 필요하다. 라디칼로 대표되는 건식산화제는 NO와 반응하여 NO를 NO₂등의 고 반응성군으로 전환시킬 수 있는 충분한 산화력을 지니고 있다. 이러한 건식산화제는 과산화수소를 촉매 분해함으로써 손쉽게 생성할 수 있으며, 생산에 소요되는 활성 온도가 낮은 장점을 가지고 있다. 최근 과산화수소 촉매 분해를 통한 라디칼형 건식산화제 생성에 대한 연구를 진행하였으며, 전이금속산화물계 촉매를 사용한 과산화수소 분해에서 높은 건식산화제 생성효과를 얻을 수 있었다. 본 연구에서는 다양한 전이금속산화물계 촉매 상 과산화수소 분해반응을 통하여 건식산화제 생산을 극대화하며, 생성된 건식산화제를 이용한 NO 전환효율 및 운전조건을 확인하였다. 다양한 전이금속산화물을 사용한 불균일계 촉매를 제조하였으며, 제조된 촉매는 SEM/EDX, XRD, XPS, BET등을 이용하여 특성을 분석하였다. 건식산화제는 30%의 과산화수소를 촉매층을 통과시켜 생성하였으며, 연결된 산화반응기에서 표준 NO가스와 반응시켰다. 이때 실험변수로서 촉매별 충전량, 과산화수소 주입량, 반응온도, NO 농도, 공간속도 등을 변화시켰으며, NO 전환률을 비교하여 운전효율을 극대화할 수 있는 방법을 고찰하였다.

PB-01 포스터학생

마이크로웨이브를 이용한 가시광 응답형 CdS 나노입자의 합성

박지홍, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Facile microwave-assisted synthesis of CdS nanorods working under visible light

Ji Hong Park, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

광학적, 물리적 특성 때문에 유기물 분해 및 수소 생성 등 응용 분야가 넓은 광촉매는 상온에서 반응할 수 있고 촉매작용을 쉽게 제어할 수 있다는 측면에서 전세계적으로 문제가 되고 있는 환경오염을 해결할 수 있어서 최근 주목받고 있는 광촉매는 대안으로 떠오르고 있다. 하지만 현재 대부분의 광촉매 활성범위는 자외선 영역에 국한된다. 자외선에 비해 빛의 세기는 약하지만 전체 스펙트럼 중 절반 정도를 차지하는 가시광 영역을 사용한다면 넓은 영역에서 특정 광원장치 없이 반응을 할 수 있는 측면에서 이점이 있기 때문에 본 연구에서는 기존의 방법보다 쉽게 입자를 제조할 수 있는 마이크로웨이브 합성법을 이용했으며 비교적 밴드갭이 좁은 황화카드뮴을 사용하였는데 순수한 반도체를 사용한 광촉매는 표면적이 부족하고 흡착력이 떨어지게 되면서 광효율이 낮아지기 때문에 그것을 보완하기 위해서 반도체 표면에 금 입자를 점착시켜서 유기물 분해를 진행하였다. 광촉매의 광활성은 입자의 형태나 결정성 등에 영향을 받기 때문에 비표면적이 비교적 넓은 막대모양의 촉매입자를 제조하였고 140°C의 온도에서 에틸렌디아민을 용매로 하는 용매열합성(Solvothermal) 방법을 이용했다. 그리고 광활성을 알아보기 위해 유기물 분해 실험을 진행하였는데 염료계의 일종인 메틸렌 블루를 환원하였다. 마이크로웨이브를 통해서 촉매를 제조할 때 소요 시간과 에너지를 단축하여 광활성이 뛰어난 입자를 제조할 수 있었다. 가전자대에서 빛에 의해 전도대로 들뜬 전자들이 이동하게 되고 촉매활성을 나타내는데 반응 후 다시 정공과 결합하는 것을 금 나노입자가 저해하여 반응할 수 있는 시간이 증가하면서 염료의 빠른 분해를 확인하였다.

참고문헌

1. M. Maleki ^a, Sh. Mirdamadi ^a, R. Ghasemzadeh ^a, M. Sasani Ghamsari ^{b,*} "Preparation and characterization of cadmium sulfide nanorods by novel solvothermal method" Materials Letters,.., **62**, 1993-1995 (2008)

은나노 프리즘을 이용한 중금속 이온 검출용 색센서 개발

이혜진, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Colorimetric detection of metal ions using Ag nanoprism

Hey-jin Lee, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

세계적으로 산업화가 진행됨에 따라 사용되는 중금속의 양 또한 증가하고 있다. 그러나 세계적으로 일관적인 규제 기준이 없어 하천으로 유입되어 생태계를 오염시키는 경우가 발생하고 있다. 그 결과 중금속 이온의 선택적인 검출과 가시광선 영역 내에서 확인 가능한 센서 기능을 함께 할 수 있는 나노 시료가 대두되고 있다. 이번 연구에서는 코발트 이온에 대한 시료의 선택적인 검출을 확인할 수 있었다. 일반적인 프리즘과 기능화 된 프리즘의 비교를 통하여 실험을 진행하였다. 기능화 된 은나노 프리즘은 다음과 같이 제조되었다. 과망간산칼륨으로 표면안정성을 일부 저하시킨 후 금과 갈바닉 반응을 하여 프리즘의 안정성을 높여준다. 이후 글루타치온을 첨가하여 기능기로 작용할 수 있게 한다. 과망간산칼륨이 첨가된 후, 금이 첨가된 후에 각각 UV-vis spectrometer를 측정하여 종횡비의 변화와 은 프리즘으로서의 모양을 유지하는지 여부를 확인할 수 있었으며 TEM으로 그 형태를, EDS로는 금과 은의 분포 및 흡착형태를 확인할 수 있었다. 일반적인 프리즘의 경우 글루타치온을 첨가하여 기능기로 작용할 수 있게 한다. 제조된 시료를 각각 동일농도의 카드뮴, 크롬, 납, 코발트, 수은 용액에 첨가하였을 때 기능화 된 은나노 프리즘에서 코발트에서 녹색으로의 뚜렷한 색 변화를 확인할 수 있었다. 반면 기본적인 프리즘의 경우 뚜렷한 반응이 없었으며 색 변화도 없었음을 확인할 수 있었다. 각각의 중금속 용액과 시료를 혼합한 후에도 UV-vis spectrometer를 측정하여 그 변화를 비교하였다. 기능화 된 은나노 프리즘과 코발트 이온이 반응한 후의 경우 다른 중금속들에 비하여 특히 높은 흡광도를 검출할 수 있었다. 이와 같은 결론을 통하여 중금속 이온의 선택적이면서도 가시적으로 확인 가능한 검출법에 대하여 제시하고자 하였다.

아민 기능기를 지닌 실레인을 이용한 중금속 색센서 개발

정의석, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Template-free colorimetric sensing with aminopropyltriethoxysilane

Uiseok Jeong, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

최근 산업단지 등에서 유출되는 중금속이온들이 하천과 토양 그리고 해양의 환경을 오염시키고 있다. 그 중에서도 특정 중금속은 생물농축 등의 경로로 인체에도 심각한 피해를 입힌다. 하지만 오폐수 배출에 대한 규제가 정확하지 않으며 공업 폐수 속 금속이온들은 다양한 오염물질과 섞여있어 판별하기 어렵다는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 점차 증가하고 있는 생태계에 노출된 중금속 이온을 간단하게 검출할 수 있는 방법을 개발하였다. aminopropyltriethoxysilane (APTES)은 입자의 표면개질에 자주 사용되는 물질이며 표면의 아민기가 (+)차지를 띠므로 음이온을 흡착한다고 알려져 있다. 하지만 물에서 수화반응 시 그 물형 구조체를 이루며 킬레이트 효과로 양이온 역시 흡착이 가능하게 된다. 이를 이용하여 구조체가 없는 상태에서도 간단히 중금속의 검출이 가능한지를 평가하였으며, 검출 가능한 물질의 후보군을 선정하고 검출에 대한 하한 농도값 도출을 목적으로 하였다. 본 실험의 연구방법 및 절차를 간단히 요약하면, 먼저 각 물질마다 다른 농도의 시료를 제조한 후 APTES를 동일하게 첨가하여 어떠한 특성변화가 있었는지 관찰한다. 대상 검출 중금속으로는 Co, Cu, Cr, Hg 등을 사용했다. 마지막으로 이 중에서 특히 잘 반응했던 결과에 대해 농도에 따른 반응정도, UV-vis graph 의 변화, 농도별 흡광도를 이용한 검량선 작성 등을 진행했다. 또한 합성하수를 제조하여 폐수 속에서도 검출이 가능한지 평가했다. 각 과정의 APTES 검출을 분석 한 뒤 데이터를 정리 및 비교하고 중금속이온의 검출 및 제거에 유리한 물질을 선정한 후 얻어진 결론을 이용하여 향후 오폐수 내 효율적인 중금속이온 입자 검출의 방법 및 특성을 제시하고자 하였다.

Furfural tolerance capacity of enterobacter cloacae GGT036 soil bacterium

Sun Young Choi^{1,2}, Suah Jo²,Hyo jung Shin²,Young soon Um¹, Sang Jun Sim^{2,3}, Han Min Woo^{1,2,*}

¹Clean Energy Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul, Republic of Korea

²Green School and ³Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University,145, Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul, Republic of Korea

Detoxification process of furfural is essential for production of bio-based chemicals from biomass, lignocellulose. We isolated of an extreme furfural tolerant bacterium *Enterobacter cloacae* GGT036 from soil sample collected in Mt. Gwanak, Republic of Korea. And also, completed genome sequence of *E.cloacae* GGT036. To investigate of extreme furfural tolerant property of *E. cloacae* GGT036, We tested to grow furfural according to 20 mM, 40 mM, 60 mM furfural condition under aerobic culture and to monitor GC Mass analysis. Compared to the maximal half inhibitory concentration (IC50) of well-known industrial strains *Escherichia coli* (24.9 mM furfural) and *Corynebacterium glutamicum* (10 mM furfural) based on the cell density, IC50 of *E. cloacae* GGT036 (47.7 mM) was significantly higher after 24 h, compared to *E. coli* and *C. glutamicum*. The conversion rates of furfural to furfuryl alcohol were 62.8 % for 20 mM furfural and 64.3% for 40 mM furfural after 12 h of inoculation. But, conversion rate of 60 mM furfural was shown as 32.3 % due to several growth defects. Since bacterial cell growth was exponentially inhibited depending on linearly increased furfural concentrations in the medium. In conclusion, *E. cloacae* GGT036 is an extreme furfural-tolerant bacterium. This insight could apply for engineering of *E. cloacae* GGT036 itself or other industrially relevant bacteria. This work was supported KIST Institutional program of the Korea Institute of Science and Technology (KIST).

PB-05 포스터학생

Selective Trimerization of 2-Methylfuran on Amberlyst-15

Indriyati^{†‡}, Miyoung Yeom[†], Jae-Wook Choi[†], Hyunah Choo[†], Dong Jin Suh^{†‡§}, Jeong-Myeong Ha^{†‡}
§

[†]Korea Institute of Science and Technology, [‡]Korea University of Science and Technology,
[§]Korea University

Trimerization of 2-methylfuran to produce high-carbon-number hydrocarbons of C15 was performed using Amberlyst-15, an environmentally friendly solid acid catalyst. The selectivity to the diesel precursor, a trimer, was significantly increased in the presence of water in the reaction system. The hydrodeoxygenation of the condensation products is performed using Pd/charcoal and Ru/SiO₂-Al₂O₃ catalyst to obtain the diesel hydrocarbons. The preferred formation of trimer initiated the production of diesel-like hydrocarbons upon further hydrodeoxygenation, which indicates that the addition of water helped to produce diesel fuels from xylose-derived 2-MF.

Keywords: 2-methylfuran, trimerization, water, alkylation, Amberlyst-15

PB-06 포스터학생

금속이 담지된 메조기공 실리카 촉매상에서 Butanol 탈수 반응을 통한 Butene 생성 연구

김현아, 추혜정, 전종기*,
공주대학교 화학공학부

A Study for Butene Formation through Dehydration of Butanol on Metal Supported on Mesoporous Silica Catalyst

Hyeona Kim, Hyejeong Choo, Jong-Ki Jeon*
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

화학산업의 발전으로 인한 원료 부족 및 환경에 미치는 문제를 해결하기 위해 바이오리파이너리가 필요하게 되면서, 최근 바이오부탄올 기술이 진보하고 확대되고 있는 추세이다[1]. 본 연구의 목적은 금속이 담지된 메조기공 실리카 촉매상에서 1-butanol, 2-butanol 및 iso-butanol 탈수반응을 통한 butene 생성을 연구하는 것이다. Butene 생성물 중에서 1-butene이 활용 가치가 가장 높다. 이 연구에서는 상업용 ferrierite로부터 제조한 메조기공 촉매(MMZ-FER)와 WO_3 /MMZ-FER 촉매를 이용하여, 각각의 butanol 탈수반응에 대한 연구를 수행하였다. 촉매의 특성 분석은 BET, Ammonia-TPD, Pyridine-IR, XRD 등을 이용하였다. 탈수반응을 통하여 각 butanol에서의 전환율과 1-butene에 대한 선택도, 수율 등을 분석하였다.

상업용 ferrierite로부터 제조한 MMZ-FER와 ALD방법을 이용하여 금속이 담지된 WO_3 /MMZ-FER 촉매를 연속식 고정층 반응기에 넣고 탈수반응을 진행하였다. 질소를 일정유량으로 흘려주며 syringe pump를 이용하여 butanol을 주입시켰다. 350°C에서 반응을 수행하고 GC를 이용하여 생성물을 분석하였다.

1-Butanol, 2-butanol 및 iso-butanol 탈수반응을 수행한 결과, 2-butanol 탈수 반응의 전환율이 모든 촉매에 걸쳐 좋았다. 1-Butene의 선택도는 1-butanol 탈수 반응에서 가장 높았고, 1-butene 수율은 2-butanol 탈수 반응에서 가장 높았다. iso-Butanol 탈수 반응에서는 iso-butene의 생성이 용이하여 1-butene에 대한 선택도와 수율이 낮게 나타났다. 1-Butene을 최대로 얻기 위해서는 2-butanol의 탈수반응이 가장 적합함을 확인하였다.

참고문헌

1. J. E. Herrera, J. H. Kwak, J. Z. Hu, Y. Wang, and C. H. F. Peden, "Effects of Novel Supports on the Physical and Catalytic Properties of Tungstophosphoric Acid for Alcohol Dehydration Reactions" *Top catal.* 49, 259 (2008).

Zeolite를 이용한 Dicyclopentadiene의 소중합 반응 연구

정관형, 박은서, 한정식[†], 정병훈[†], 전종기*
공주대학교, [†]국방과학연구소

Study on Dicyclopentadiene Oligomerization using Zeolite

Kwanhyoung Jeong, Eunseo Park, Jeongsik Han[†], Byoungsoon Jeong[†], Jong-Ki Jeon*
Kongju National University, [†]Agency for Defense Development

Dicyclopentadiene(DCPD)은 석유화학 공정의 부산물로 고에너지 연료의 주요 구성원료로서 저렴한 가격으로 판매되고 있다. DCPD의 소중합 반응을 통해 tricyclopentadiene(TCPD)과 tetracyclopentadiene(TeCPD) 등의 고에너지밀도연료를 생성할 수 있다[1, 2]. TCPD와 TeCPD는 우수한 특성으로 높은 에너지를 필요로 하는 액체 연료로 사용되고 있다. 본 연구에서는 DCPD로부터 TCPD 및 TeCPD를 제조하기 위한 촉매로서 제올라이트를 사용하고, 촉매의 비활성화 및 재생 방법에 관한 연구를 수행하였다.

Endo-DCPD의 oligomerization 반응을 수행하기 위하여 고압 회분식 반응기(160ml)를 사용하였다. 반응물 대비 촉매의 비가 4.1 wt%가 되도록 DCPD는 127g을 넣었고 pellet 형태의 zeolite beta 5.5g을 사용하였다. 촉매는 catalyst basket에 넣어 회수 및 재생 사용이 가능하도록 하였다. 반응 온도는 150°C, 압력은 상압, 교반속도는 150 RPM으로 반응 조건을 설정하였다. 2시간 단위로 샘플을 채취하여 GC 분석을 통해서 DCPD 전환율, TCPD와 TeCPD의 선택도 및 수율, 이성질체 선택도 등을 분석하였다.

다양한 종류의 제올라이트를 사용한 반응 실험을 통해서 최적 촉매로 제올라이트 beta를 선정하였으며, 최적 Si/Al 비를 결정하였다. 펠렛 형태의 Zeolite beta 촉매를 이용한 고압 batch reactor에서의 반응 실험후에 촉매 회수, 재생 및 재사용 실험을 반복하여 촉매 재생 과정을 최적화 하였다. 비활성화된 촉매를 회수하여 용매로 세척한 후 소성하여 재생시킨 촉매의 성능이 신규 촉매 수준으로 회복됨을 확인하였다.

참고문헌

1. Enhui Xing, Zhentao Mi, Chengwei Xin, Li Wang, Xiangwen Zhang, Endo-to-exo-isomerization of tetrahydrodicyclopentadiene catalyzed by commercially available zeolites, Journal of Molecular Catalysis A : chemical, 231, 161-167 (2005).
2. Hong Han, Ji-Jun Zou, Xiangwen Zhang, Lei Wang, Li Wang, Endo-to-exo-Isomerization of dicyclopentadiene over zeolites, Applied Catalysis A : General, 367, 84-88 (2009).

유동층 건조기에서 주입가스 유속이 비산량에 미치는 영향

박재혁¹, 이창하¹, 선도원², 배달희², 류호정², 신종선², 김기영³, 박재현^{2*}
연세대학교¹, 한국에너지기술연구원², 충남대학교³

Influence of the Inlet Gas Velocity on the Dust Occurrence in a Fluidized-bed Dryer

Jae Hyeok Park¹, Chang-Ha Lee¹, Dowon Shun², Dal-Hee Bae², Ho-Jung Ryu², Jong-Seon Shin²,
Gi Yeong Kim³, Jaehyeon Park^{2*}

¹Yonsei University, ²Korea Institute of Energy Research, ³Chung Nam National University

최근 고품위 석탄 자원의 고갈로 인하여 대체 에너지원인 저등급 석탄의 활용에 대한 연구가 진행 중에 있다. 먼저 저등급 석탄은 기공이 많고 가지 탄화수소(peripheral hydrocarbon)가 많아 수분의 흡-탈착에 의한 흡착열의 축적으로 온도 상승이 되고, 휘발분 중의 상당량을 차지하고 있는 산소 기능성 그룹으로 인해 자연발화 가능성이 높아서 사용이 제한되어 왔다. 따라서 고수분 저등급 석탄의 수분을 제거하는 공정이 선행적으로 필요하다. 여러 건조 공정 중에 유동층을 이용한 건조는 높은 열전달과 우수한 고체와 기체의 혼합으로 인해 건조 효율이 높은 장점이 있다[1]. 유동층 공정은 고체와 고체 혹은 벽과의 충돌로 인한 마모 현상과 더불어, 유동화 속도에 따라 사이클론과 백 필터로 비산되는 양이 변화되게 된다[2]. 백 필터로 비산되는 양이 증가하게 되면 백 필터에 부하가 많이 걸리는 문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 저등급 석탄 건조 동안에 유동화 속도가 비산량에 미치는 영향을 확인하기 위하여 Fig. 1에 나타낸 실험실 규모 유동층 건조기(I.D. 80 mm, Height 500 mm)를 사용하였다. 실험에 사용한 석탄은 인도네시아 산 아역청탄을 사용하였으며, 이 석탄의 초기 수분함량은 약 28%였다. 실험에 사용한 석탄은 2.8 mm 이하로 채질한 석탄을 사용하였으며, 평균입경은 약 0.4 mm이고 최소유동화속도(U_{mf})는 0.1 m/s이다. 주입 가스 유속은 최소유동화속도의 5, 6, 7, 8 U_{mf} 로 하여 실험하였으며, 각 조건에서 사이클론으로 비산되는 석탄의 양과 평균입경을 측정하였다.

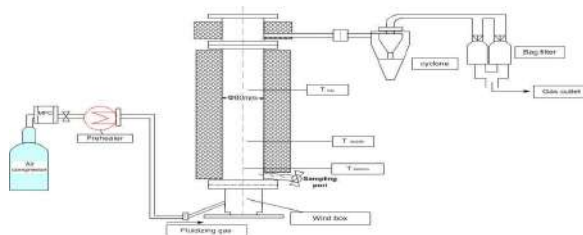


Figure 1. Schematic diagram of the experimental set-up.

참고문헌

1. Park J.H., Lee C., Park Y.C., Shun D., Bae D., and Park J., "Drying Efficiency of Indonesian Lignite in a Batch-Circulating Fluidized Bed Dryer", *Drying Technology*, 32, 268-278 (2014).
2. Kato K., Nakashima Y., Yamamura Y., "Development of Dry-cleaned and Agglomerated Precompaction System (DAPS) for Metallurgical Cokemaking", *NIPPON STEEL TECHNICAL REPORT* No. 94 July 2006

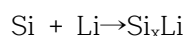
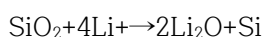
PB-09 포스터학생

다중기공사이즈를 가지는 리튬이차전지용 탄소/실리콘산화물 복합체를 이용한 음극의 제조

백광용, 이가을, 나병기*
충북대학교 화학공학과

리튬이온이차전지에서 금속계 음극활물은 충·방전과정동안 리튬이온과 합금/비합금화 반응을 통해 구동이 된다. 금속계 음극 활물질 중, 실리콘(Si)는 상용화된 탄소기반의 활물질에 비해 매우 높은 이론용량(약 4,200 mAh/g)을 갖고 있다. Si는 충·방전이 진행됨에 따라 치명적인 용량 감소와 큰 부피변화(300~400%)를 일으키며, 이로 인해 전극의 파괴와 활물질과 전해질 사이의 불안정한 계면을 형성한다.

실리콘산화물(SiO₂)는 산소를 함유하고 있으며, 리튬과 다음의 반응을 한다.



첫 번째 과정에서 SiO₂는 리튬과 반응하여 Li₂O를 형성한다. Li₂O는 초기 비가역용량을 발생시키지만, Si의 부피변화를 경감시키는 매트릭스 역할을 한다.

본 연구에서는 Li₂O와 다중사이즈를 갖는 기공을 이용하여 사이클 특성을 향상시키고 큰 부피변화를 경감시키고자 하였다. 또한, 탄소 매트릭스를 형성시켜 Si의 낮은 전기전도성을 향상시켰다. 졸-겔법을 통해 SiO₂/ZnO 복합체를 제조하였고, 탄소 전구체인 PVC(Polyvinyl Chloride)이용하여 탄소 매트릭스를 형성하였다. 다중사이즈를 가지는 기공을 형성시키기 위해 탄소를 포함한 SiO₂/ZnO 복합체를 HCl로 ZnO를 제거시켰다. 최종적으로 다중기공사이즈를 가지는 탄소/실리콘산화물 복합체를 얻었다. 복합체의 물리적, 전기화학적 특성은 XRD, SEM, BET 비표면적 분석, 사이클 테스트를 통해 확인하였다.

참고문헌

1. Lanyao Shen, Zhaoxiang Wang and Liquan Chen, "Carbon-coated hierarchically porous silicon as anode material for lithium ion batteries", *The Royal Society of Chemistry*, **20**, 15314-15318, 2014.
2. Juchen Guo, Xilin Chen and Chunsheng Wang, "Carbon scaffold structured silicon anodes for lithium-ion batteries", *Journal of Materials Chemistry*, **20**, 5035-5040, 2010.

PB-10 포스터학생

고용량 리튬이온전지 음극활물질 Nano Si의 전기화학적 특성

윤상효, 나병기*

충북대학교 화학공학과

고용량 리튬이온전지는 휴대용 기기, 전기 자동차, 하이브리드 자동차 등의 작동시간을 오래 유지하기 위해 필요하다. 현재 상용화되어 있는 탄소 음극활물질(372mAh/g)은 낮은 용량을 가지기 때문에 작동시간에 한계를 가진다. 이를 대체하기 위해 연구되어지고 있는 Si은 높은 이론용량(4200mAh/g)과 낮은 작동 전압(0.1V vs Li/Li+)을 가지는 장점이 있으나 충방전 과정에서 큰 부피팽창 (>300%)으로 인한 급격한 용량감소의 문제가 있다.

이를 개선하기 위해 실리콘 입자를 미세화(<300nm)하고 Core-shell형태로 입자표면에 탄소를 코팅하였다. 입자 미세화를 통해 충방전시 발생하는 응력을 최소화시켜 균열을 방지할 수 있고, 표면에 탄소코팅을 함으로써 완충역할 및 전기전도성 개선 효과를 기대할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 Nano Si(<300nm)을 사용하였고 PVC(polyvinyl chloride)를 탄소전구체로 하여 탄소코팅을 진행하였다. 또한 활물질(C-Si), 도전재(Super P-KB), 바인더(PAA-CMC) 조성비를 조절하여 높은 초기용량과 좋은 사이클 특성을 보이는 조건을 찾기 위해 실험을 진행하였다. 바인더는 PAA-CMC, PAA, CMC 및 SBR을 사용하여 전극표면 개선 및 그에 따른 초기용량 및 수명특성의 상관관계를 연구하였다. 전해질은 EC,EMC에 FEC첨가하여 그에 따른 효과를 확인하였다. 전기화학적 및 구조적 특성 분석은 SEM, TEM, XRD, BET, TGA 및 배터리 테스터기로 측정하여 확인하였다.

참고문헌

1. Umer Farooq, Jeong-Hee Choi and Syed Atif Pervez, "Effect of binder and composition Ratio on electrochemical performance of silicon/graphite composite battery electrode", Materials Letters, 136, 254-257, 2014
2. Bo Liang, Yanping Liu and Yunhua Xu, "Silicon-based materials as high capacity anodes for next generation lithium ion batteries" Journal of Power Sources, 267, 469-490, 2014

PB-11 포스터학생

활성탄 흡착탑을 이용한 휘발성 유기화합물의 경쟁흡착 특성 연구

조종훈, †이시훈, 이영우*

충남대학교 에너지과학기술대학원, †한국에너지기술연구원

Competitive adsorption Characteristics of Volatile Organic Compound at the Adsorption Tower with Activated Carbon

Jong Hoon Cho, †Si Hyun Lee, Young Woo Rhee*

Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University

†Korea Institute of Energy Research

인위적으로 배출되는 화학물질은 여러 형태로 대기로 배출되고, 대기 중에서의 화학반응성에 따라 환경에 영향을 초래하고 있다. 그 중에서 휘발성유기화합물(VOC : volatile organic compounds)은 도장, 화학, 제약, 페인트 및 잉크제조공정에서 배출되어 환경문제를 초래하고 있다. 휘발성유기화합물 처리기술은 연소, 흡착, 농축, 흡수 및 생물학적 처리 기술 등이 있으며, 일반적으로 흡착제를 이용한 기술이 가장 많이 사용되고 있다. 활성탄은 가격이 저렴하면서도 표면의 다양한 화학적 기능기들로 인하여 다양하게 활용되고, 방향족 탄화수소에 대한 활성탄의 우수한 흡착성능이 많이 보고되고 있다.

본 연구에서는 실제공정에서 많이 배출되는 방향족-알콜류-아세테이트류의 toluene-isopropyl alcohol-ethyl acetate 3가지 휘발성유기화합물을 사용하였다. 그리고 고정층 흡착층에 사용하는 4가지 활성탄은 입상성형탄으로 20~30mesh로 파쇄하여 사용하였다. 분석장치는 GC(gas chromatography)로 흡착층의 배기가스를 분석한다. 단일성분 흡착실험의 파과곡선으로 각 활성탄의 흡착량을 측정하였다. 3성분 흡착실험의 파과곡선은 입구 농도보다 출구 농도가 더 높게 검출되는 것이 보여 진다. 이러한 현상을 roll-up 현상이다.

참고문헌

1. Tefera, D.T., Hashisho, Z., Philips, J.H., Anderson, J.E., and Nichols, M., "Modeling Competitive Adsorption of Mixtures of Volatile Organic Compounds in a Fixed-Bed of Beaded Activated Carbon," Environ. Sci. Technol. 48(9), 5108-5117 (2014).

PB-12 포스터학생

고정층 반응기에서 인도네시아 저등급 석탄의 찻-스팀-이산화탄소 촉매가스화 특성 연구

안승호, 김정수, †이시훈, 이영우*
충남대학교 에너지과학기술대학원, †한국에너지기술연구원

Char-steam Gasification research by using Indonesia law-rank coal at fixed reactor

Seung Ho An, Jung Su Kim †Si Hyun Lee, Young Woo Rhee*
Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University
†Korea Institute of Energy Research

전 세계적인 에너지수요량 증가로 인하여 양질의 석탄 자원에 대한 가격상승 및 수급의 어려움이 가중되고 있다. 이에 반해 저등급 석탄은 전체 석탄 매장량의 약 40% 이상을 차지하며 세계적으로 고르게 분포되어 있어 안정적인 공급이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 배기가스문제와 저등급 석탄을 이용한 가스화는 대개 1500°C이상의 고온에서 진행되어 에너지효율이 낮다는 문제점이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 Na_2CO_3 , K_2CO_3 와 같은 알카리 금속 촉매를 이용하여 운전온도를 낮추어 에너지효율을 높이고 이산화탄소를 반응가스에 첨가하여 배기가스문제를 해결할 수 있도록 연구를 진행하였다. 질소분위기에서 등온으로 찻를 제조한 후 각각의 촉매와 750°C, 800°C, 850°C, 900°C 4가지의 온도를 달리 하여 GC를 이용하여 찻(char)-스팀(steam)-이산화탄소(carbon dioxide) 촉매가스화를 통해 생성되는 합성가스를 분석하였다.

PB-13 포스터학생

다양한 촉매들을 통한 모델 바이오매스-초임계수 가스화에 의한 수소 생산 성능에 대한 연구

허동현, 황종하, 이루세, 손정민*
전북대학교 자원에너지 공학과

The study on hydrogen production performance by supercritical water gasification of model biomass with various catalysts

Dong Hyun HEO, Roosee LEE, Jong Ha HWANG, and Jung Min SOHN*
Dept. of Mineral Resources & Energy Eng., Chonbuk National University

In this study, the model biomass was used for hydrogen production by supercritical water gasification(SCWG). Model biomasses were glycerol, glycine, lignin and cellulose. The effects of catalysts such as alkali metal salt(K_2CO_3 and Na_2CO_3) and transition metal salts($Ni(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_3$ and $Mn(NO_3)_2$) on the gasification were systematically investigated. The feedstock was prepared by Stirring method. Aqueous solution of 1 wt% glycerol was prepared by resolving appropriate amount of reagent into deionized water. Some amount of catalyst was added into the above solution to form proper catalyst concentration 0.1 wt% of water. Experiments were conducted in a reactor at 440 °C and above 26.3 MPa for 30 min. After the gasification reaction, the effluent is cooled down to room temperature by cooling water at the exit of the reactor. Finally, The gas products were collected by a gas collection bag and were injected into the gas chromatograph equipped with the thermal conductivity detector (TCD) and the flame ionization detector (FID). The results showed that the gasification efficiency increased with various catalysts. For the cellulose and glycerol, all catalysts were effective for the promoted H_2 production compared with no catalyst. The significant decrease of H_2 production compared with no catalyst was observed with $Fe(NO_3)_3$ for glycine and lignin, respectively. The highest H_2 production, 8.94 mmol was obtained for glycerol-SCWG with Na_2CO_3 . Conclusively, the addition of Na_2CO_3 enhanced glycerol gasification efficiency and increased the hydrogen production promoting the supercritical water reaction.

PB-14 포스터학생

Imidazolium계 이온성액체의 방향족 화합물 선택도와 {Hexane + Toluene/p-Xylene + Ionic liquid} 삼성분계 액-액 상평형

유수현, 이경호, 박소진*
충남대학교 공과대학 화학공학과 305-764 대전광역시 유성구 궁동 220

The selectivity of imidazolium based ionic liquids to aromatics from aliphatic/aromatic hydrocarbon mixture and ternary liquid-liquid equilibrium data for mixtures {hexane + toluene/p-xylene + Ionic Liquid}

Soo-Hyun You, Kyeong-Ho Lee, So-Jin Park*
Department of Chemical Engineering, College of Engineering, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Because of unique properties of ionic liquids (ILs) such as a low vapor pressure at room temperature, excellent thermal and chemical stability, ILs have been considered promising solvents to replace traditional organic solvents in liquid extraction processes [1, 2]. In recent years, therefore, ILs as a benign solvent has attracted attention to numerous researchers who were interested in environmentally friendly separation process. In the field of aromatic extraction from aliphatic/aromatic hydrocarbon mixture, ILs have been just studied as a substitute of toxic organic solvents such as acetonitrile, sulfolane, N-methyl pyrrolidone, glycole, N-formylmorpholine, etc. [3-5]. Moreover, the regeneration costs of ILs are lower than those of organic solvents such as sulfolane, which has a boiling point of 287.3 °C [6]. The aim of this research is therefore to analyze suitable ILs solvent for recovery of toluene and p-xylene from aliphatic hydrocarbon by means of determination of related liquid-liquid equilibrium (LLE) and selectivity. The determined selectivity (S) of ILs was compared to that of the organic solvent. In addition, distribution coefficient (D) was also analyzed. We choose [BMIM][PF₆] as solvent to separate aromatic hydrocarbons (toluene and p-xylene) from hexane since [BMIM][PF₆] showed highest selectivity to extract benzene among other ILs groups according to our previous research. The ternary LLE data for {hexane+toluene+[BMIM][PF₆]} and {hexane+p-xylene+[BMIM][PF₆]} systems and selectivity of [BMIM][PF₆] were determined at 298.15K and atmospheric pressure.

The determined LLE data were correlated by using the nonrandom two-liquid (NRTL) activity coefficient model for all the systems. The reliability of the experimental tie-line data was ascertained by using the Othmer-Tobias correlating equations [7, 8].

Acknowledgment

This work was supported by research fund of Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea.

- [1] Martyn J. E. and Kenneth R. S., Pure Appl. Chem., 72, 1391-1398 (2000).
- [2] Christopher P. F., Jacob M. C., Daniel G. H., Sudhir N. V. K. A. and Joan F. B., J. Chem. Eng. Data, 49(4), 954-964 (2004).
- [3] Manohar C.V., Rabari D., Kumar A.A.P. and Banerjee T., Fluid Phase Equilib., 360, 392-400 (2013).
- [4] Maduro R.M. and Aznar M., Fluid Phase Equilib., 265, 129-138 (2008).
- [5] Corderí S., Conzález E.J., Calvar N. and Domínguez Á., J. Chem. Thermodynamics, 56, 60-66 (2012).
- [6] Meindersma G.W., Hansmeier A.R. and de Haan A.B., Ind. Eng. Chem. Res., 49, 7530-7540 (2010).
- [7] Othmer D.F. and Tobias P.E., Ind. Eng. Chem., 34(6), 693 (1942).
- [8] Afolabi T.J. and Alao A.I., Fluid Phase Equilib., 379, 19-25 (2014).

PB-15 포스터학생

도시형폐수에서의 바이오에너지생산용 담수미세조류의 재배와 수확 (파일럿 규모 광생물반응기 연구)

양일승, El-Sayed Salama, 전병훈*
한양대학교 자원환경공학과

Cultivation and harvesting of freshwater microalgae in municipal wastewater for bioenergy production: Photobioreactor (PBR) study

Il-Seung Yang, El-Sayed Salama, Byong-Hun Jeon*

Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University,

Microalgae are currently receiving much attention due to their potential as biofuel feedstock [1]. The most significant barriers for economical biofuel production using microalgae are the technological and engineering aspects, such as the high cost of microalgae cultivation and difficulty in maintaining stable cultures for extended periods [2,3]. Growing microalgae in domestic and/or municipal wastewater, which would require minimum energy input, could reduce cultivation costs as wastewater is a readily available source of water and a source of the major nutrients required by microalgae proliferation [4]. In this study, two species of green microalgae, *C. vulgaris* and *S. obliquus* were cultivated in photobioreactor (PBR) amended with municipal wastewater to study the possibility of coupling wastewater treatment with biomass production for biofuel generation. Microalgal growth, nutrients removal including total nitrogen (TN), total phosphor (TP) and total inorganic carbon (TIC) and trace elements were monitored during the cultivation time of *C. vulgaris* and *S. obliquus*. *C. vulgaris* and *S. obliquus* showed an optimal specific growth rate (μ_{opt}) of 1.41 and 1.39 day⁻¹, respectively, and almost completer emoval (>99%) of TN and TP. Harvesting efficiency of *M. oleifera* was 60% and 80% for *C. vulgaris* and *S. obliquus*, respectively. Fatty acids accumulated in the microalgal biomass mainly composed of palmitic acid, oleic acid, linoleic acid and α -linolenic acid. This study demonstrates the potential for microalgae-based biodiesel production by coupling of advanced wastewater treatment with microalgae cultivation for low-cost biomass production.

References

1. Chisti, Y., "Biodiesel from microalgae," *Biotechnol. Adv.*, 25(3), 294-306 (2007).
2. Uri P. "Accumulation of triglycerides in green microalgae: a potential source for biodiesel". *Federation of European Biochemical Societies (FEBS)*, 277: 5-36 (2010).
3. Salama, E-S., Kim, H-C., Abou-Shanab, R.A.I., Ji, M-K., Oh, Y-K., Kim, S-H., Jeon, B-H. "Biomass, lipid content, and fatty acid composition of freshwater *Chlamydomonas mexicana* and *Scenedesmus obliquus* grown under salt stress". *Bioprocess Biosyst. Eng.* 36: 827-833 (2013).
4. Ji, M-K., Abou-Shanab, R.A.I., Kim, S-H., Salama, E-S., Lee, S-H., Kabra, A-N., Lee, Y-S., Hong, S., Jeon, B-H. "Cultivation of microalgae species in tertiary municipal wastewater supplemented with CO₂ for nutrient removal and biomass production". *Ecology. Eng.* 58: 142-148 (2013).

PB-16 포스터학생

투명전극의 신뢰성에 미치는 재생 ITO 농도의 영향

이지예¹, 홍성제^{1*}, 이종건², 최동철³, 손용근⁴, 홍태환⁵

¹전자부품연구원 디스플레이부품소재연구센터, ²(주)나노엘에스아이, ³성균관대학교 화학과, ⁴한국교통대학교 신소재공학과

Effect of Re-synthesized ITO Concentration on Reliability of the Transparent Conductive Electrodes

Ji-Yea Lee¹, Sung-Jei Hong^{1*}, Jong Kun Lee², Dong-Chul Choi³,
Yongkeun Son⁴, Tae-Whan Hong⁵

¹Display Components and Materials Research Center, Korea Electronics Technology Institute, ²Nano LSI Co., Ltd., ³Department of Chemistry, Sungkyunkwan University, ⁴Department of Materials Science and Engineering, Korea National University of Transportation

인듐 주석 산화물(Indium-Tin Oxide, ITO)는 디스플레이, 태양전지, 전자 디바이스에서 투명하면서도 전기적 특성이 부여되는 투명전극에 사용되는 핵심 소재이다. 이러한 ITO에서 인듐(In) 성분이 다수를 차지하는데, 사용량이 증가하면서 고갈되어감에 따라 TFT-LCD 등 사용 후 ITO Glass 기판으로부터 ITO를 회수하여 재생하는 것이 필요하다. 특히, 용액 기반의 ITO를 적용할 경우 소재를 절감하고 공정을 단축함으로써 제조 단가를 줄일 수 있다. 그러나, 용액기반의 ITO 투명전극은 저항이 높아 사용 용도가 제한될 수 있다 [1]. 따라서, 이를 보완하기 위해 Ag 나노선의 도입이 필요한데, Ag 나노선은 열 등 외부 환경에 취약한 것으로 알려져 있어 이에 대한 개선이 필요하다 [2]. 본 연구에서는 이를 위해 재생 ITO 분말의 농도가 Ag 나노선을 도입한 투명전극의 신뢰성에 미치는 영향을 연구하였다. 이를 위해 농도별 ITO 잉크를 제조하였고, Ag 나노선과 함께 투명전극을 제작하였다. 그 결과 면저항 15.1 Ω/\square , 광투과율 87%의 양호한 투명전극을 제작하였다. 또한, 고온 고습(HTH) 및 열충격(TS) 등 신뢰성 평가를 하였고, 이러한 외부환경의 변화가 투명전극의 면저항 및 광투과율의 영향을 관찰하였다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 2010501010002B).

참고문헌

1. S.-J. Hong, Y.-H. Kim, and J.-I Han, "Development of Ultrafine Indium Tin Oxide (ITO) Nanoparticle for Ink-Jet Printing by Low-Temperature Synthetic Method", *IEEE Trans. Nanotechnol.* 7(2), 172-176 (2008).
2. J.-Y. Lee, S. T. Connor, Y. Cui, and P. Peumans "Solution-Processed Metal Nanowire Mesh Transparent Electrodes" *Nano Lett.* 8, 689-692 (2008).

염기 촉매를 이용한 바이오오일 안정화

김한나, 이예진, 이희진, 이형원, 권우현, 김범식, 홍여진, 박영권*
서울시립대학교 환경공학부

Stabilization of bio-oil over base catalysts

Hannah Kim, Ye Jin Lee, Heejin Lee, Hyung Won Lee, Woo Hyun Kwon, Beom-Sik Kim, Yeo
Jin Hong, Young-Kwon Park*
School of Environmental Engineering, University of Seoul, Korea

화석연료는 현대사회의 다양한 물질 수요 및 에너지 요구를 충족시킬 수 있는 효과적인 자원으로 현재까지 자리매김하고 있다. 그러나 불균일한 자원의 분포 및 환경적 문제, 유한성 등으로 인한 여러 한계점으로 인해 이를 효과적으로 대체할 자원으로서의 연구가 현재 이루어지고 있다. 이 중 바이오매스는 화석연료와 같이 생물을 기반으로 한 에너지원으로, 이러한 바이오매스를 열처리하여 얻어진 바이오오일은 수송연료로서의 가능성을 보여주고 있으나 높은 점도 및 산도, 중합반응으로 인한 변성 등의 여러 한계점으로 인해 이를 극복하기 위한 방안이 연구되고 있다. 이 중 하나로 바이오오일의 알코올 혼합반응이 있으며 이는 바이오오일 내의 반응성이 큰 물질들이 알코올과 반응하여 아세틸화, 에스터화 및 케톤화 반응이 일어나는 것으로, 바이오오일의 산도가 낮아지고 중합반응이 억제되는 효과를 가져온다.

본 연구에서는 알코올 중 가장 구조가 단순하고 바이오오일에 대한 용해도가 큰 메탄올을 이용한 바이오오일의 개질 반응이 수행되었으며, 에스터화 및 케톤화 반응을 촉진시키기 위해 고체 염기 촉매가 사용되었다. 상온 및 50°C에서 반응이 이루어졌으며 반응 온도 및 시간에 따른 바이오오일의 안정성은 점도와 산도의 변화율로 테스트되었다.

Aknowledgement

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No. 20143010091790)

PB-18 포스터학생

Sulfate 담지 Al_2O_3 촉매를 이용한 반도체 제조공정에서 배출되는 NF_3 의 가수분해

이진욱, 성연백, 이태훈, 김민정, 박창준, 최원영

이태진*, 박노국[†], 장원철[‡]

영남대학교 화학공학부, [†]영남대학교 청정기술연구소, [‡]코캣

Hydrolysis Using Al_2O_3 Supported Sulfate Catalyst of NF_3 Exhausted from a Semiconductor Manufacturing Process

Jin wook Lee, Tae Hoon Lee, Yeon Baek Seong, Min Jung Kim, Chang Joon Park,

Won Young Choi, Tae Jin Lee, No-Kuk Park[†], Won Chul Chang[‡]

School of Chemical Engineering, Yeungnam University,

[†]Institute of clean technology, Yeungnam, [‡]KOCAT Incorporated

GWP가 CO_2 대비 17000배에 달하는 NF_3 는 대기중에서 수명이 약 740년정도로 매우 안정한 물질이다. NF_3 를 포함한 불화온실가스들은 반도체 제조공정에서 사용되고 있으며, 수요가 매년 증가하고 있다. NF_3 는 가수분해 반응과 산화반응을 통해 불소화합물과 질소산화물로 분해된다. 본 연구에서는 고체 산촉매 상에서 NF_3 를 가수분해하여 제거하고자 하였다. 황산염의 담지량이 19 wt%정도인 Al_2O_3 촉매를 사용하여 반응온도 400 °C, 상압조건에서 반응물의 총유량이 200 ml/min인 조건에서 NF_3 촉매가수분해 실험을 수행하였다. 반응가스 중 NF_3 의 함량은 0.5 vol%이며, 가수분해를 위하여 공급되는 스팀의 함량은 10 vol%로 고정하였다. 그리고, 고정층 촉매반응실험은 공간속도 15,000 ml/g-cat·h에서 수행되었다. 실험결과 35시간 동안 100%의 NF_3 분해효율이 유지되었으며, 촉매활성이 저하되는 현상은 관찰되지 않았다. 또한 황산염이 담지된 알루미나 촉매의 NF_3 분해 활성이 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 촉매보다 개선된 것을 확인 할 수 있었다. 반응 전후의 촉매의 물성변화는 질소흡착법, XRD, SEM, EDX에 의하여 분석한 결과, 촉매표면에 비활성화의 원인이 되는 AlF_3 의 형성은 확인되었으나, 비활성화가 진행될 수준의 표면적 감소 등은 관찰되지 않았다.

PB-19 포스터학생

미량 산소와 수분이 함유된 SO₂ 가스의 촉매환원을 위한 DSRP용 촉매에 귀금속 조촉매의 적용

이태훈¹, 성연백¹, 이진욱¹, 김민정¹, 박창준¹, 최원영¹, 이태진^{1*}, 박노국², 백점인³, 이중범³
영남대학교¹, 청정기술연구소², 한국전력연구원³

Application of Noval Metal Catalytic Promoter in DSRP Catalysts for Catalytic Reduction of oxygen and moisture containing SO₂

Tae Hoon Lee¹, Yeon Baek Seoung¹, Jin Wook Lee¹, Min Jung Kim¹, Chang Joon Park¹, Won
Young Choi¹, Tae Jin Lee^{1*}, No-Kuk Park², Jeom-In Baek³, Joong-Beom Lee³
Yeungnam University¹, Institute of Clean Technology², Korea Electric Power Research Institute³

본 연구는 고온건식 탈황공정의 탈황제 재생반응기 출구에서 SO₂와 함께 배출되는 수분과 산소가 후단 공정인 황 회수반응에 미치는 영향이 조사되었다. 일반적으로 촉매반응공정에서 수분과 산소는 촉매 비활성화에 미치는 영향이 크다. 수분이 반응물로 작용하거나 촉매활성물질의 재분산시키는 경우도 있지만, 부반응을 일으키거나, 촉매의 물리적 특성을 저하시키는 문제를 발생하기도 한다. 황 회수반응은 환원성 분위기에서 반응이 일어나기 때문에 산화특성을 가진 산소나 수분은 촉매의 활성을 저하시키거나 원하지 않는 부반응을 일으킬 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 이와 같은 이유에서 본 연구에서는 SO₂ 환원을 위한 촉매반응에서 반응가스(SO₂)에 함유된 수분과 미량의 산소의 반응특성을 조사하였고, 선행연구에서 개발된 Cu-Sn-Zr계 촉매에 귀금속(Pd, Pt etc.) 조촉매를 적용하여 촉매의 성능을 개선하고자 하였다. 이 실험에서 수분의 함량은 10 mol%, 반응온도는 300~450°C, 압력은 20기압이며 촉매반응이 진행되는 동안 SO₂ 전환율, COS 및 H₂S 선택도, 원소 황 수율변화를 관찰하여 촉매반응특성을 확인하였다. 실험결과, 반응온도 400°C, 10 mol% 수분함량에서 SO₂ 전환율이 95 %이상, 황 수율 90 %정도로 유지되는 높은 촉매활성이 얻어졌으며 이는 귀금속 조촉매가 CO의 산화반응에 의한 산소를 소모시켜 촉매 비활성화를 방지하기 때문인 것으로 판단된다. 그러므로 산소와 수분이 동시에 존재하는 경우 황 회수공정을 운전하기 위해서는 귀금속 조촉매를 사용하여 높은 원소 황 수율을 얻을 수 있다.

A Study on Evaluation of Physical Properties and Cleaning Abilities of HFE-type Cleaning Agents in Flux Cleaning according to their Additives Concentration

Won Jun Jeong, Da Hye Kim, Jae Heum Bae, Min Jae Lee,

Byong Hun Min, Yoonsang Chang[†]

Department of Chemical Engineering, The University of Suwon

[†]Department of Mechanical Engineering, The University of Suwon

세정공정은 기계, 자동차, 전기-전자, 광학, 반도체 기계공업 등 거의 모든 산업에 필수적인 공정이다. 그런데 세정에서 광범위하게 사용되어온 CFC113, 1,1,1-TCE, HCFC141b 등의 세정제는 세정력이 좋고 독성이 적으며 사용하기 편하다는 장점이 있으나 오존층 파괴 및 지구 온난화의 문제로 그 사용이 전폐되었거나 사용량을 점차 감축시키고 있다. 이들 세정제들을 대체하기 위해 다양한 대체 세정제가 개발 시판되고 있으나 세정력이 좋고 안전하고 사용하기 용이하며 광범위한 분야에 사용 가능성 등 기존의 CFC113, 1,1,1-TCE, HCFC141b 세정제와 같은 우수한 성능에는 못 미치는 상황이다.

이미 CFC113, 1,1,1-TCE 등 CFC계 화합물은 사용이 금지되어 있으며, CFC를 대체하기 위하여 과도기적으로 사용되고 있는 HCFC계 세정제도 점차적으로 사용이 제한되고 있다. HCFC계 세정제의 대체세정제로 개발된 HFC, PFC(Perfluoro compounds)계 세정제는 지구 온난화 문제로 그 역시 사용이 제한되어 있으며 차세대 세정제로 개발된 대체 세정제인 HFE계 세정제는 현재 고가로 널리 사용되지 못하고 있는 실정이다.

이 등[1]은 오존층 파괴 세정제의 대체 세정제로서 nPB, DCP와 여기에 첨가제를 혼합한 세정제조성물을 이용한 세정성 연구를 수행하였으나 이 또한 선진국과 국내 일부 대기업에서 규제 대상 물질로 지정되어 사용이 제한되어 있어 궁극적인 대체세정제가 되기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 차세대 세정제로 개발된 대체 세정제인 HFE 계열의 세정제에 첨가제를 혼합하여 HFE 계열 세정제의 세정성과 경제성을 높이고자 HFE 세정제에 첨가제 농도에 따른 물성 및 세정성능을 평가하였으며 이를 이 등[1] 이 발표한 nPB, DCP 세정성 평가자료와 비교하여 HFE계열 세정제의 효율적인 사용 방안을 연구하였다.

참고문헌

1. 이준성, 정원준, 김다혜, 배재흠, 이민재, "A study on the Applications of DCP and nPB to Industrial Cleaning process", 한국청정기술학회 추계학술발표회 포스터발표 (2014.9)

PB-21 포스터학생

HPLC를 활용한 대체세정제에 의한 산업용 Flux 세정의 정밀세정성 평가

김재민, 남우정, 배재흠, 이민재, 민병훈, 장운상[†]
수원대학교 화학공학과, [†]기계공학과

A Study on Evaluation of Precision Cleaning Abilities in Industrial Flux Cleaning by Alternative Cleaning Agents Using HPLC

Jae Min Kim, Woo Jeong Nam, Jae Heum Bae, Min Jae Lee,
Byong Hun Min, Yoonsang Chang[†]
Department of Chemical Engineering, The University of Suwon
[†]Department of Mechanical Engineering, The University of Suwon

산업에서 세정은 거의 모든 산업에 필수적인 중간공정이다. 산업계에서는 적은 시간에 완벽하게 세정을 할 수 있고 비용이 합리적이며 환경규제 대상이 아닌 세정제를 원하고 있으나, 기존에 사용되고 있던 CFC계 및 HCFC계 세정제는 세정성, 안정성, 생산성 등에서는 만족할만하나 환경규제에 의해 이미 사용이 금지되었거나 점차 사용량이 삭감되고 있는 추세이다. 따라서 각종 세정관련 기업들과 연구실에서는 세정성이 좋고 안정하며 환경친화적인 대체세정제를 개발하거나 개발된 세정제를 사용하기위한 평가를 수행해야 하는데 그 과정에서 반드시 필요한 것이 세정성 평가이다.

기존에 사용되고 있는 세정성 평가방법에는 중량법, 현미경을 이용한 평가 등이 있다. 특히 현미경을 이용하여 세정성을 판단하는 방법은 신속하고 직관적으로 정확하기에 산업현장에서 주로 사용하고 있는 실정이다.

현미경을 사용하면 빠르고 직관적이라는 장점은 있지만, 투명한 오염물이나 제품과 색이 유사한 오염물 등이 극미량 존재할 경우와 같이 시각적으로 확인하기 어려운 오염물에 대해서는 평가가 어렵다. 반면에 HPLC를 활용하면 보다 짧은 시간에 오염물의 유무를 시각적 요소가 아닌 성분분석을 통해 알아낼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 HPLC을 이용하여 nPB, HFE-7100, HFE-7200 등의 대체세정제에 의해 세정 후에 부품 표면에 잔류하여 제품성능에 문제를 일으킬 수 있는 극미량의 오염물의 잔류 여부를 검출하는 세정성 평가를 수행하였으며, HPLC가 정밀세정성 평가에 활용될 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

1. 이준성, 정원준, 김다혜, 배재흠, 이민재, "A study on the Applications of DCP and nPB to Industrial Cleaning process", 한국청정기술학회 추계학술발표회 초록집 (2014)
2. 양승철, 배재흠, 유종훈, "HPLC를 활용한 전기전자 산업에서 발생하는 flux 오염물 세정후 청정도 평가연구", 수원대학교 공과대학 화공생명공학과 2012년도 학사학위 졸업논문 (2012)

터비스칸과 편광현미경을 활용한 클렌징크림 배합 및 세정성 평가 연구

양지은, 이기열, 배재흠, 이민재*, 민병훈
수원대학교 화학공학과

A Study on Formulation of Cleansing Cream and Evaluation of Its Cleansing Ability Using Turbiscan and Polarizing Microscope

Ji-Eun Yang, Ki-Yoel Lee, Jae-Heum Bae, Min-Jae Lee*, Byong-Hun Min
Department of Chemical Engineering, The University of Suwon

최근 화장품이나 샴푸, 치약 같은 우리 생활 속 깊숙이 들어와 있는 화학성분을 살펴보자면 부틸 파라벤, 합성계면활성제, 페녹시에탄올, 벤조페논, 프로필파라벤, 프탈레이트, 메칠파라벤, 파라핀, 메틸파라벤 등이 있는데 이러한 화학 성분이 인체에 들어오면 안 좋은 영향을 끼칠 수 있다. 이 중 파라핀은 원유를 석유로 정제하는 과정에서 생성되는 부산물. 비교적 가격이 저렴하고 대량생산이 가능해 화장품에 흔하게 사용된다. 보습력은 뛰어나지만 인체 지질 구조와 다르기 때문에 인위적인 오일막을 형성할 수 있다. 또한 적은 양으로도 다른 석유화학물질과 마찬가지로 벤젠 같은 해로운 물질을 생성한다. 동물 실험 결과 해당 물질이 신장과 방광에 종양 발생을 유발할 수도 있다고 알려지기도 했다. 또 양초로 사용했을 때 그을음이 심해 두통 및 호흡곤란, 장기적으로는 폐 이상 등을 유발할 수 있다. 이와는 반대로 천연재료의 경우 크게 비즈왁스, 소이왁스로 나뉘어지는데, 소이왁스는 콩의 추출물로, 비즈왁스는 벌집을 가공한 밀랍으로 만들어진다. 비즈왁스의 경우 프로폴리스 등 꿀의 유익한 성분이 재료에 남아있어 살균효과까지 얻을 수 있다.

클렌징크림은 상당량의 물속에 기름(oil)과 왁스(wax)가 에멀전 상태로 있는 것을 나타낸다. 에멀전(emulsion)이라 하는 것은 비수용성 액체가 물속에 작은 크기의 방울 상태로 분산되어있는 것을 말한다. 기름과 왁스를 물에서 혼합을 하면, 아주 작은 방울 상태 (지름이 약 1/1000 mm)로 존재하게 된다. 이 때 두 액체가 분리되는 것을 막고 같이 존재하도록 해주는 것이 에멀전화제 (emulsifying agent)인데 주로 stearic acid와 레시틴 (lecithin)이 주로 사용된다. 올리브기름이 식초에 분산되어 있는 에멀전의 한 예인 마요네즈의 경우, 레시틴을 에멀전화제로 사용하고 있다. 이들 에멀전 혼합물은 피부에 묻어 있는 먼지나 기름기 등을 분리하여 물이나 기름에 녹여낼 수 있도록 해준다.

본 연구는 우리 생활에서 흔히 접할 수 있는 원료들의 배합에 이용되는 유화작용(emulsification)을 통해 여러 가지 조건을 바꾸어 클렌징크림을 제조하여 립스틱 세정성을 평가하였다. 클렌징크림의 성능 비교를 위하여 이의 원료로서 정제수, 유화제, 왁스의 종류에 따라 클렌징크림을 제조하고 안정성평가를 위해 온도를 변화시켜 보았다. 정제수로는 DI water, Distilled water, Sosei water를 사용하였고, 유화제로는 Stearic acid와 Oleic acid, 왁스는 파라핀왁스와 비즈왁스를 사용하였다.

참고 문헌

1. 김근수, 안지정, 오경희, 이유종, 이재순, 이채만, 임진숙, 장미엽, “화장품학 & 제조실습”, 예문(2012), 국립중앙도서관 소장

PB-23 포스터학생

Total Phenolic and Flavonoid Content Measurement and Oxidation Properties of Sesin (*Asiasarum heterotropoides*) Oil Extracted by Different conventional and Non Conventional System

A. S. M. Tanbirul Haque[†], Jin-nam Moon[†], Yeon-Jin Cho[†], and Byung-Soo Chun*[†]

[†]Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Youngso-ro, Nam-Gu, Busan 608-737, Republic of Korea.

The dried roots of this herb and those of *Asiasarum sp.* is known as Asiasari radix and have been used for the treatment of coughs, headaches, toothaches, rheumatism, aphthous stomatitis, local anesthesia, and inflammatory diseases in Traditional Chinese Medicine (TCM). *Asiasarum heterotropoides* a deciduous perennial herb is widely distributed in East Asia, Europe, and North America. Some phytochemical and pharmacological studies of *A. heterotropoides* have reported several types of secondary metabolites, including essential oils, monoterpenes, lignans, alkaloids, and phenyl propanoids, that display antimicrobial, anti-tumor, anti-inflammatory, and larvicidal activities. Various plant oil more specifically, essential oils derived from aromatic medicinal plants have been reported to exhibit exceptionally good antimicrobial effects against bacteria, yeasts, filamentous fungi, and viruses. Eugenol (4-allyl-2-methoxyphenol), is a naturally occurring phenol essential oil extracted from cloves, is known to be an antioxidant, a monoamine oxidase (MAO) inhibitor and known to have neuroprotective effects. *Listeria monocytogenes*. Despite their medicinal importance and availability, knowledge of the chemical constituents and biological activities of *A. heterotropoides* remains insufficient to evaluate their pharmacological effects. In this study we will extracted the oil using different solvent and supercritical CO₂ and will assessed the total phenolic content (TPC), total flavonoid content(TFC). And also measure the oxidation properties during extraction period at different conventional and nonconventional system.

References

1. Reichling J. et al., "Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties-an overview", *Forschende Komplementarmedizin*, 16(2), 79-90 (2009).
2. Jirovetz, L. et al., "Chemical composition and antioxidant properties of clove leaf essential oil", *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 54(17), 6303-6307 (2006).
3. Kabuto, H. et al., "Eugenol [2-methoxy-4-(2-propenyl)phenol] prevents 6-hydroxydopamine-induced dopamine depression and lipid peroxidation inductivity in mouse striatum", *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 30(3), 423-427 (2007). Berube, M. R., "Synthesis of Gel Membrane for Heavy Metals Removal," Ph.D. Dissertation, University of Rochester, New York, 2005.
4. Filgueiras, C.T., Vanetti, M.C.D., "Effect of eugenol on growth and Listeriolysin O production by *Listeria monocytogenes*" *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(3), 405-409 (2006).

PB-24 포스터학생

수성가스전이 반응에서 Ce의 도핑에 의한 Cu/Mn 촉매활성의 효과

임효빈, 변창기, 정정민, 백정훈, 윤왕래[†], 이광복^{*‡}

충남대학교 에너지과학기술대학원, [†]한국에너지기술연구원, [‡]충남대 화학공학교육학과

The effect of Cu/Mn Catalyst activity by doped Ce in the Water gas Shift reaction

Hyo Been Im, Chang Ki Byun, Jeong Min Jeong, Jeong Hun Beak, Wang Lai Yoon[†],
Kwang Bok Yi[‡]

Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University

[†]Hydrogen and Fuel Cell Department, Korea Institute of Energy Researcher

[‡]Department of Chemical Engineering Education, Chungnam National University

수소생산 공정들 중 WGS(Water gas shift)반응은 수성가스를 전이시켜 합성가스 내의 CO함량을 낮추고 수소를 생산하는 공정이다($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{CO}_2$ ($\Delta H = -10 \text{ kcal/mol}$)). 저온영역에서 수성가스전이 반응 촉매로는 귀금속 촉매(Pt, Rh, Pd, Au)와 비 귀금속 촉매(Cu)로 나뉠 수 있다. Cu계열 촉매 에서 Cu/Mn촉매는 Mn Oxide의 Oxidation state가 다양하여 CO흡착성이 좋다. 게다가 Cu와 Mn이 spinel 구조체를 이루기 때문에 Cu 이온들이 높은 분산도를 확보하게 되어 WGS촉매 활성을 높인다는 보고가 있다. 본 연구에서 Oxygen storage Capacity가 좋은 Ce을 도핑하여 Cu./Mn촉매를 urea-combustion 방법을 이용하여 제조하였다. fuel/oxidant 비율은 urea/ $\text{NO}_3^- = 0.45$ (molar ratio)으로 고정하여 진행하였고, 준비된 Cu/Mn의 nitrate solution에 Ce nitrate 첨가하여 viscous gel로 제조한 후 예열된 muffler furnace에서 시료를 combustion하였다. Ce nitrate 첨가량을 증가시켜 활성테스트 진행결과, 200 °C 이후 온도영역에서 촉매활성도 높아진다는 것을 확인하였다.

참고문헌

1. T. Tabakova, V. Idakiev, G. Avgouropoulos, J. Papavasiliou, M. Manzoli, F. Boccuzzi and T. Ioannides, "Highly active copper catalyst for low-temperature water-gas shift reaction prepared via a Cu-Mn spinel oxide precursor", *Appl. Catal. A, General* **451**, 184-191 (2013).
2. Y. Tanaka, T. Takeguchi, R. Kikuchi and K. Eguchi, "Influence of preparation method and additive for Cu-Mn spinel oxide catalyst on water gas shift reaction of reformed fuels", *Appl. Catal. A, General* **279**, 59-66 (2005).
3. X. Du, Z. Yuana, L. Cao, C. Zhang and S. Wang, "Water gas shift reaction over Cu-Mn mixed oxides catalysts: Effects of the third metal", *Fuel Process Technol*, **89**, 131-138 (2008).

물로부터 수소와 전기 생산을 위한 청정기술 개발

유성주, 김용화, 이수영, 엄하늬, 이종협*
서울대학교 화학생물공학부

Development of clean technology for hydrogen and electricity generation from water

Sungju Yu, Yong Hwa Kim, Su Young Lee, Ha Nee Umh, Jongheop Yi*
School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

최근 산업화가 고도로 진전되면서 에너지의 소비가 급증하고 생활 및 자연공간에서의 환경오염이 날로 심각해지고 있다. 더불어 화석연료의 수급 불안정과 가격 급등, 세계적인 환경규제의 강화에 따라 화석 연료 의존도 저감은 지속성장 산업구조 구축에서 가장 중요한 과제로 인식되고 있다. 이러한 이유로 태양광, 풍력, 연료전지 등 신재생 에너지가 각광을 받으면서 실용 보급이 진행되고 있으나 입지환경이나 자연조건에 크게 영향을 받으므로 출력 변동이 심하여 연속적 공급이 불가능하고 에너지 생산시점과 수요시점의 시간차가 발생한다. 신재생 에너지의 효율적인 사용을 위해 생산된 전력을 전력계통(grid)에 저장한 후, 전력이 가장 필요한 시기에 공급하여 에너지 효율을 높일 수 있는 새로운 플랫폼이 요구된다.

이 연구에서는 태양광과 물을 이용해 수소뿐만 아니라 전기도 생산시킬 수 있는 촉매를 개발했다. 물에 분산된 촉매는 햇빛을 흡수하여 전자와 정공을 발생시키고, 정공으로부터 전자를 효율적으로 분리시켜 촉매 표면에서 물의 환원반응을 통해 수소를 생산시킨다. 한편, 이 촉매를 박막 코팅시킨 전극은 햇빛을 흡수하여 생성된 전자를 회로로 빠르게 이동시켜 수소 대신 전기에너지의 형태로 회수가 가능하다. 두 가지 형태의 에너지로 전환이 가능한 촉매의 역할을 밝히기 위해 시분해능 형광 측정을 수행했으며, 그 결과로부터 촉매에서 발생한 전자의 이동경로와 이동속도를 알아냈다. 이 연구에서 개발한 기술은 전력공급량을 탄력적으로 조절할 수 있기 때문에 신재생 에너지를 통한 전력 공급의 안정화와 신재생 에너지의 도입을 가속화시킬 수 있다.

PB-26 포스터학생

Ti₄Cr₂Nb₃O₂(TCN)계 수소 투과 분리막의 전과정 평가

이영상, 장민혁, 박소현, 홍태환*
한국교통대학교 신소재공학과

Life Cycle Assessment for Ti₄Cr₂Nb₃O₂(TCN) based Hydrogen Permeability Membrane

YoungSang Lee, MinHyuk Jang, SoHyun Park, TaeWhan Hong

Department of Materials Science and Engineering, Korea National University of Transportation

Cermet membrane has been gathered great attention as a medium efficiently separating high-purity hydrogen from high temperature syngas and mixture gas. TiO₂ based membrane has been great issue, because of its high hydrogen permeability based on Knudsen diffusion as well as its remarkable mechanical, thermal and chemical stability, which makes the membrane a subject of various type of studies. Alongside increasing research and experimental studies on cermet membrane, concerns about exposure of these materials to the ecosystem are rising. Though hydrogen permeability was measured excellent to be 1.53×10^{-8} mol/msPa^{1/2} under the conditions of 0.3MPa and 673K, the impacts of cermet membrane on human health and the environment have not evaluated. This study is related to the environmental aspects of Ti₄Cr₂Nb₃O₂(TCN)=M[Ni, Pd/Ag] composites membrane using sol-gel process which has the advantage of TiO₂ based membrane are investigated by means of the environmental MLCA method(ISO 14040). And For a material life cycle assessment, abiotic depletion potential(ADP) and global warming potential(GWP) are calculated without using electricity and conducted with desorption temperature for efficiency comparison.

PB-27 포스터학생

Preparation of petroleum based mesophase pitch by precision control of nitrogen flow

Jong-Eun Choi^{†,‡}, Seunghyun Ko^{†,‡}, Chul Wee Lee^{†,‡}, Young-Pyo Jeon^{†,‡,*}

[†]Center for C-Industry Incubation, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT),
141, Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-600, Republic of Korea

[‡]Green Chemistry and Environmental Biotechnology, University of Science and Technology
(UST), 217, Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-350, Republic of Korea

We have studied effects of nitrogen flow rate on mesophase pitch synthesis from a type of petroleum residue, pyrolysis fuel oil (PFO). A distillation method was applied to synthesize petroleum pitch: heat treatments were performed in a 0.5 L autoclave type of reactor under nitrogen gas flow and effects of temperature were studied. To investigate the influence of nitrogen flow rate on growth rate of mesophase sphere, gas flow rate was precisely controlled from 100 to 300 cm³/min. The resultant pitches were characterized by using polarized light microscopy and thermogravimetric analysis. Additional pitch characteristics such as softening points and quinoline insoluble contents of the experimental pitches were also examined.

PB-28 포스터학생

5-Hydroxymethyl-2-furfural(HMF)의 연속 생산과 HMF로부터 5-acetoxymethyl-2-furfural(AMF)의 에스테르화 반응

박석균^{*,**}, Churchil A Antonyraj^{*}, 이관영^{**}, 조진구^{*,***,†}
한국생산기술연구원^{*}, 고려대학교^{**}, 과학기술연합대학원대학교^{***}

Continuous production of 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) and esterification of HMF into 5-acetoxymethyl-2-furfural (AMF)

Seok-Kyu Park^{*,**}, Churchil A Antonyraj^{*}, Kwan-Young Lee^{**}, Jinku Cho^{*,***,†}
KITECH^{*}, Korea university^{**}, UST^{***}

5-Hydroxymethyl-2-furfural (HMF) and its derivatives are among promising biomass-derived platform chemicals, which have the possibility to replace BTX-based aromatic compounds produced from petroleum. Although HMF obtained by dehydration reaction of fructose under the acid catalyst condition by using a high boiling aprotic polar solvent such as DMSO, we recently reported that HMF could be efficiently produced from high fructose corn syrup (HFCS) using heterogeneous acid catalysts in low boiling 1,4-dioxane [1].

In this study, continuous production of HMF from HFCS was performed using 1,4-dioxane-DMSO mixture and cation exchange resin Amberlyst-15 as a catalyst. Reaction conditions such as flow rate, temperature, concentration, HFCS solubility and catalytic ratio, were optimized in order to achieve the highest yield of HMF. For the separation of HMF from the product mixture, an extraction procedure using ethylacetate and water was developed. Purified HMF was then subjected to esterification using acid catalysts or enzyme to obtain 5-acetoxymethyl-2-furfural (AMF) that is more stable and easier to handle [2].

Keywords: 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF), 5-acetoxymethyl-2-furfural (AMF), continuous production, esterification

PB-29 포스터학생

Improving the performance of polyamide membrane's surface treated with silane compounds for reverse osmosis

Lianna, Johanna; A Ram, Kim; Jae Hoon, Jung; Jun Heok, Lim*; Yong Sun, Won
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea

Thin-film-composite (TFC) membranes based on aromatic polyamides (PAs) are widely being used in commercial high-performance reverse osmosis (RO) membranes for the desalination of seawater and brackish water. However, PA-based RO membranes are susceptible to fouling and chlorine exposure, winding up with reduced permeate flux and salt rejection. In this study, surface modification of PA-based RO membranes has been attempted with silane compounds having various functional groups, finally to improve their salt rejection, flux and fouling resistance. The performance tests of surface-treated PA-based TFC membranes demonstrated that salt rejection of TMOHES (Trimethoxy[2-(7-oxabicyclo[4.1.0]hept-3-yl)ethyl]silane)-coated membranes were slightly improved due to the presence of hydrophobic epoxy groups. On the other hand, permeate flux of AEAP ([3-(2-aminoethylamin)propyl]trimethoxysilane)-coated membranes were significantly improved due to the hydrophilic amino groups.

Keywords : polyamide membrane, reverse osmosis, silane compounds

Acknowledgment

This research was a part of the project titled "Development of Key Technology in Seawater Desalination using Gas Hydrate Process" funded by the Ministry of Land, Transport, and Maritime Affairs, Korea.

암모니아와 염화나트륨 수용액을 이용한 저농도 CO₂ 제거 특성

김범석, 홍민선*, 정동균
아주대학교 환경공학과

An Investigation of Low Concentration CO₂ Capture Using NH₃ and NaCl Solvents.

Beom-seok Kim, Min-sun Hong*, Dong-gyun Jung
Department of Environmental Engineering, Ajou University

현재 지구상의 CO₂ 평균농도는 약 390 ppm으로 매년 2 ppm씩 증가하는 추세이며 기후학자들은 임계 농도인 450 ppm까지 30년 이내에 도달할 것으로 예측하고 있다. 하지만 교통부문 등의 비점오염원에서 발생하는 저농도의 CO₂는 전체 배출량의 50 %를 차지하고 있으며, 이에 대한 저감 연구는 초기단계에 머물러 있다.

발전소 같은 대규모 점오염원에서 배출되는 고농도 CO₂ 포집기술은 많은 연구자들에 의해 연구가 진행되어왔고 특히, MEA와 AMP 등 알카놀아민류를 이용한 CO₂의 선택적 제거 성능평가에 대한 연구를 통해 알카놀아민류 계열의 흡수제가 CO₂ 흡수제로 가장 적합하다는 결과를 도출하였다. 하지만 비점오염원에서 배출되는 저농도의 CO₂를 제거하는 연구는 아직 미비한 실정으로 대기 중 낮은 분압의 CO₂를 효율적으로 제거하는 기술(Direct Air Capture technology, DAC)이 미국, 캐나다, 유럽, 중국 등에서 일부 제안되었으며 국내에서는 시작단계이다.

MEA를 이용한 CO₂ 포집은 MEA의 위해성, 낮은 효율 등으로 대체 solvent를 찾는 연구가 진행 중으로, 본 연구에서는 NaCl과 NH₃를 이용해 대기 중 저농도 CO₂ 제거효율을 도출하였다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술혁신사업의 연구비 지원(과제번호 11-기술혁신A04)에 의해 수행되었습니다.

Selective Hydroconversion of Heavy-Aromatic By-products from Commercial Plants for Xylene-rich BTX Production

Yeseul Choi, Jihye Lee, Jaek Shin, and Jung Kyoo Lee*
 Department of Chemical Engineering, Dong-A University,
 Busan 604-714, Republic of Korea

Since the petroleum reserves are limited and demand of light chemical product are increased steadily, heavy aromatic sources, such as LCO(light cycle oil) from fluidized catalytic cracker(FCC), PFO(pyrolysis fuel oil) from naphtha cracking centers(NCC) and C10+ heavy aromatics have been required to be upgraded and related studies have been conducted actively.[1-4]. The C10+ heavy aromatics are a representative of by-product from petrochemical industries, which includes alkyl benzene, naphtheno-benzene, and polycyclic aromatics. In this study We postulated a two-step catalytic process to convert aromatic-rich by-products into high-value BTX [4]. To achieve high per-pass yield of BTX from aromatic-rich fractions, it is important to convert the 2- and 3-ring aromatics into 1-ring products in high selectivity followed by selective hydrocracking of 1-ring aromatics into BTX. In our previous study, we showed that naphthalene was converted to tetralin by selective hydrogenation and high yield of BTX was made from tetralin over metal-supported H-Beta catalysts [4]. The process C₁₀⁺aromatics was hydrogenated and the hydrogenated product was used as the feed for hydrocracking test. In the hydrogenation step, naphthalenes showed the highest naphthalene conversion at 350°C, 4MPa, and WHSV = 0.7 h⁻¹, which gave rise to the highest tetralins yield. However, decalins and methyl decalins were not detected (Fig. 1b). In the hydrocracking step at WHSV = 2 h⁻¹, 400-450°C, 4MPa, BTX was formed in high selectivity (Fig. 1c). Unlike the results from model hydrocracking study with tetralin, xylene content was the highest among BTX and large amount of trimethylbenzenes were co-produced. These results could be due to the transalkylation between B/T and tetramethylbenzenes (present in C10+ heavy aro.) (Fig. 2). Details of hydroconversion catalysts will be discussed.

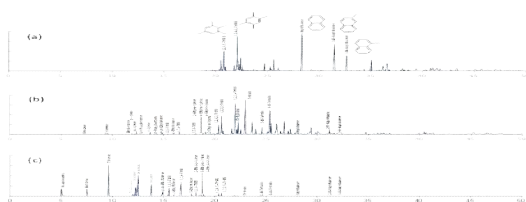


Fig. 1. GC-Chromatograms of (a) process C10+ aromatics, (b) hydrogenated product and (c) hydrocracked product.

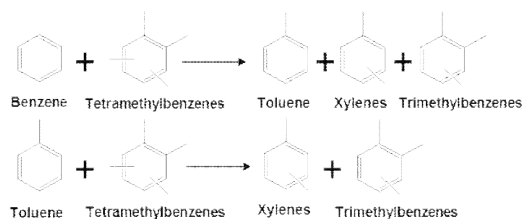


Fig. 2. Proposed transalkylation between B/T and tetramethylbenzenes.

참고문헌

1. M. Bouchy, S. Peureux-Denys, P. Dufresne and S. Kasztelan, Ind. Eng. Chem. Res. 32 (1993) 1592-1692.
2. V. Calemma, R. Giardino and M. Ferrari, Fuel Process. Technol. 91 (2010) 770-776.
3. J. Lee and S.-K. Park, Appl. Chem. Eng. 22 (2011) 495-500.
4. Y. Choi, J. Lee, J. Shin, S. Lee, D. Kim and J. K. Lee, Appl. Catal. A, 492 (2015) 140-150.

PB-32 포스터학생

Three-dimensional Graphene@Ni-Co-S Hierarchical Mesoporous Arrays: Preparation and Electrochemical Energy Storage

Charmaine Lamiel[†], Van Hoa Nguyen^{†‡}, Thi Toan Nguyen[†], Jae-Jin Shim^{†*}

[†]School of Chemical Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk, 712-749, Republic of Korea

[‡]Department of Chemistry, Nha Trang University, 2 Nguyen Dinh Chieu, Nha Trang, Vietnam.

Hierarchical mesoporous graphene and ternary nickel cobalt sulfide (Ni-Co-S) arrays on nickel foam were designed and fabricated by chemical vapor deposition and electrodeposition for supercapacitor applications. The electrodes exhibited rapid electron and ion transport, large electroactive surface area, and excellent structural stability owing to the highly conductive, mesoporous nature of graphene and the Ni-Co-S nano sheets, as well as to the open framework of the three-dimensional nano architectures. The specific capacitance of the obtained electrode was as high as 9.2 F cm^{-1} at a high current density of 100 mA cm^{-1} , indicating promising applications as an efficient electrode for electrochemical capacitors.

Keywords: Composite materials; Electrodeposition; Energy storage; Supercapacitor

PB-33 포스터학생

Effect of salinity on growth of green alga *Chlorella sorokiniana*

Byung-Hyuk Kim¹, Rishiram Ramanan¹, Jong-Eun Choi^{1,2}, Zion Kang^{1,2}, Dong-Ho Kim^{1,2},
Dae-Hyun Cho¹, and Hee-Sik Kim^{1,2*}

¹Environmental Biotechnology Research Center, Korea Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon 305-806, Republic of Korea

²Major of Green Chemistry and Environmental Biotechnology, University of Science & Technology (UST), Daejeon 305 -806, Republic of Korea

Salinity is a major abiotic stress in plants worldwide. Microalgae growing in freshwater ecosystem cannot tolerate high salt concentration which affects various algae physiological processes resulting in reduced growth. The most notable physiological response to salinity stress is a significant reduction in photosynthesis and production of carotenoids. Some freshwater microalgal strains tolerate mild salinity stress through this mechanism. The freshwater green microalga, *Chlorella* is known to tolerate mild salinity conditions of <1%. In this study, effect of salt on growth and lipid accumulation in freshwater microalgae *Chlorella sorokiniana* were investigated. We isolate a novel *C. sorokiniana* HS which grows even at 4% NaCl, which is higher than seawater salinity. Additionally, *C. sorokiniana* HS cultures growing in 3% NaCl show increased cell size by 100%, resulting in an increase in the amount of dry biomass compared to control cells growing in BG11 medium. The salt stressed cells also possess higher number of lipid droplets compared to control cells. Since the mechanism behind salt tolerance seems to be markedly different in this strain compared to other green algae, transcriptomic analysis of salt tolerant, lipid overproducing phenotype has been performed. These results reveal interesting insights on the lipid accumulation pathway of this organism.

References

1. S.I. Allakhverdiev and N. Murata, *Photosynth. Res.* 98, 529 (2008)
2. J.K. Zhu, *Annu. Rev. Plant Biol.* 53, 247 (2002)

PB-34 포스터학생

Effect of seasonal variation in microalgal diversity in raceway pond using untreated municipal wastewater

Dae-Hyun Cho¹, Rishiram Ramanan¹, Zion Kang^{1,2}, Byung-Hyuk Kim¹, Hee-Mock Oh^{1,2}, and Hee-Sik Kim^{1,2*}

¹ Environmental Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon, Republic of Korea 305-806

² Major of Green Chemistry and Environmental Biotechnology, University of Science & Technology, Daejeon, Republic of Korea 305-806

Microalgal biofuel production involves high nutrient costs limiting commercialization, hence, algal cultivation in municipal wastewater has been proposed. This study evaluated the factors influencing diversity and growth of indigenous algal consortium cultivated on untreated municipal wastewater in a high rate algal pond (HRAP) for a period of one year using multivariate statistics. Diversity analyses showed the presence of Chlorophyta, Cyanophyta and Bacillariophyta. Dominant microalgal genera in various seasons were *Scenedesmus* sp., *Microcystis* sp., and *Chlorella* sp. *Scenedesmus* sp., persisted throughout the year but none of three strains co-dominated with the other. The most significant factors affecting genus dominance were temperature, inflow cyanophyta and carbon concentration. Cyanophyta concentration affected microalgal biomass and diversity, whereas temperature impacted microalgal biomass. Preferred diversity of microalgae is not sustained in wastewater systems but is obligatory for biofuel production. This study serves as a guideline to sustain desired microalgal consortium for wastewater treatment and biofuel applications.

References

1. B. Kim, J Microbio. Biotechnol. 24(8), 1123 (2014)
2. J. B. Park, Water Research, 47, 4422 (2013)
3. N. Renuka, South African Journal of Botany, 90, 137 (2014)

실리콘 슬러지로부터 회수한 SiC 나노분말의 특성

박은진, 윤범진, 홍성제*, 김용성†

전자부품연구원 디스플레이부품소재연구센터, †서울과학기술대학교 NID 대학원

Characteristics of SiC Nano-particles Recovered from Silicon Sludge

Eun Jin Park, Beom-Jin Yoon, Sung-Jei Hong*, Young-Sung Kim†

Display Components and Materials Research Center, Korea Electronics Technology Institute

†NID Graduate School, Seoul National University of Science and Technology

탄화규소(Silicon carbide, SiC)는 물리/화학적으로 매우 안정한 물질로 고온 안정성과 고온 강도가 매우 우수하며 내마모성이 높아 산업 전반에 널리 사용되고 있다. 특히 나노 크기의 SiC 분말의 경우 마이크로 크기 분말보다 표면 에너지가 높고 소결성이 우수하여 상대적으로 저온에서 치밀한 탄화규소 제품을 제조할 수 있다. 그러나, 현재 나노 크기의 SiC 합성을 위해 주로 사용되는 실리카 환원법과 열분해법은 수율이 좋지 않고 제조과정에서 유해물질을 다량 발생하여 이에 대한 개선이 필요하다. 본 연구에서는 태양전지용 Si Wafer 제조시 부산물로 발생하는 실리콘 슬러지로부터 SiC를 회수하여, SiC 나노 분말을 제조하였고, 제조된 SiC 나노분말의 특성을 관찰하였다. 다양한 밀링 공정 (Air-jet mill, Tubular mill, Planetary mill)을 이용하여 SiC 슬러지를 나노크기로 분쇄하였다. 그 결과 Planetary mill를 사용하였을 때 분쇄전 입도가 10 ~ 12 μm 이었던 SiC 입자가 10시간 분쇄후 100 nm 이하 입도로 감소한 것을 확인하였다. 따라서, Planetary mill로 분쇄시 분쇄 시간에 따른 SiC 분말의 입도를 고분해능투과전자현미경 (HRTEM)으로 분석하였고, 그 결과 50시간 분쇄후 50 nm 이하의 SiC 나노분말을 얻을 수 있었다. [1]. 또한, SiC 나노분말의 분쇄 시간별 X-선 peak pattern을 분석한 결과, 분쇄시간이 증가할수록 pattern의 반치폭이 넓어지는 경향을 나타내었고, 반치폭을 이용한 입도를 계산한 결과 HRTEM 분석결과와 경향성이 일치하였다. 이와 함께, SiC 나노분말의 공정효율 및 균일도 향상을 위하여 분쇄전의 SiC 분말을 산처리 후 Planetary mill로 분쇄한 결과, 17시간 이상 분쇄하였을 때 균일한 크기의 구형 SiC 나노 입자를 구현할 수 있었다 [2].

감사의 글

본 연구는 2010년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 10038632).

참고문헌

1. Kim J.-W et. al., "Fabrication of SiC nanoparticles by physical milling for ink-jet printing" *J. Nanosci. Nanotech.*, 13(8), 5586 (2013).
2. H. Itoh et al, "Recovery of SiC powder from sintered DPF using hydrothermal treatment combined with ball-milling technique" IOP Conf. Series: *Materials Science and Eng.* 18, 182006 (2011).

포스터발표2

3월 27일(금) 10:00~12:00

부여 롯데리조트 한솔

탄소 배출이 없는 암모니아 생산 기술 개발

윤형철*, 김종남, 유충열, 한상섭
한국에너지기술연구원

수소의 저장체(17.6 wt% H₂)이며, 무탄소 에너지 담체인 (액화 암모니아: 11.5 MJ/liter, 액화 수소: 8.49 MJ/liter) 암모니아는 수소와 비교하여 저장 (8.5기압 상온:액체)이 용이하고 연간 2 억 톤의 암모니아가 생산·소비하고 있어 암모니아 이송의 기반을 이미 갖추고 있다. 또한, 암모니아는 자동차 연료, 연료 전지, 가스 터빈 등의 기존 에너지 시스템에 바로 적용 가능하다. 현재 암모니아는 천연가스 또는 석탄과 질소를 원료로 하버-보슈(Haber-Bosch) 공정을 통하여 합성한다. 하버-보슈 공정은 고온 고압 반응 (150-250 bar, 300-550°C)으로 많은 에너지를 소모하고(30GJ/ton NH₃ 이상), 천연가스 또는 석탄의 개질을 통한 수소 제조로 다량의 온실가스인 CO₂ 배출하는 (2.16 kg CO₂/kg NH₃) 문제점을 가지고 있다.

이와 같은 하버-보슈 공정의 단점을 해결할 수 있는 기술로, 물과 질소로부터 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 방법이 연구되고 있다. 물과 질소를 원료로 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 방법은 탄소 배출이 없고 상압에서 저에너지 저비용으로 암모니아 합성이 가능하다는 장점이 있다. 또한, 신재생에너지에서 생산된 전기를 사용하여 암모니아 합성 시 신재생에너지의 단속성 및 지역적 편재생 문제를 해결할 수 있는 신재생에너지 캐리어 역할도 수행할 수 있다.

본 연구에서는 상압에서 물과 질소를 사용하여 용융염에서 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 실험을 수행하였다. 용융염으로는 55.7 mol% LiCl- 44.3 mol%KCl 의 공용혼합물을 사용하였다. 암모니아 합성에 필요한 용융염 기반 요소 반응의 변수별 실험을 수행하였고, 주요 제한 반응인 질소 이온화 반응을 향상에 대한 연구를 수행하였다.

PC-02 포스터일반

연소후 건식 CO₂ 포집장치 연속운전을 통한 성능평가인자 도출

박영철, 김재영, 경대현, 조성호, 문종호, 이창근, 이종섭, 민병무*
한국에너지기술연구원, 저탄소공정연구실

Derivation of the Performance Evaluation Index of the Dry-Sorbent CO₂ Capture Process by the Continuous Experiments

Young Cheol Park, Jae-Young Kim, Dae-Hyun Kyung, Sung-Ho Jo, Jong-Ho Moon,
Chang-Keun Yi, Jong-Seop Lee, and Byoung Moo Min*
Korea Institute of Energy Research, Low Carbon Process Laboratory

IEA(International Energy Agency) 보고서에 따르면 CCS(Carbon Capture and Storage) 기술은 2050년까지 전체 온실가스 저감량의 1/5 수준을 담당할 것으로 예측하고 있다[1]. CCS 기술의 상용화 촉진을 위해 국제적으로는 ISO/TC 265가 2011년에 CO₂ 포집, 수송 및 저장에 대한 국제 표준을 작성하기 위해 설립되었다. 현재는 6개의 WG(Working Group)이 활동 중에 있고, 우리나라를 포함한 18개국의 참여국, 9개의 참관국 및 CSLF 등 7개의 연락기관이 활동하고 있다. 우리나라는 산업통상자원부 지원으로 2012년 11월부터 5년 2단계 과제로 CCS기술 상용화를 위한 표준·인증 성능평가기술 및 통합평가모듈 개발연구를 한국에너지기술연구원 주관으로 진행 중에 있다.

본 연구에서는 벤치급 건식 CO₂ 포집공정의 연속운전을 통해 성능평가인자를 도출하였다. 건식흡수제는 한전전력연구원에서 공급한 K-계열 입자를 사용하였다. 벤치급 건식 성능평가장치는 고속유동층 형태의 흡수반응기, 기포유동층 형태의 재생반응기와 기포유동층 형태의 흡수제 냉각기로 구성되었다. 공정의 성능평가에 필요한 성능평가인자 도출을 위해 다양한 실험 조건에서 연속운전을 수행하였다. 한국에너지기술 연구원에 설치된 2 MWe급 연소배가스 설비로부터 실제 연소배가스를 공급받아 테스트를 수행함은 물론 정확한 실험데이터 검증을 위해 모사가스를 사용한 실험도 함께 수행하였다. 실험 결과를 바탕으로 도출된 성능평가인자를 바탕으로 추후에 전문가 검토를 통해 건식 CO₂ 포집장치의 성능평가 기준을 설정할 계획이다.

참고문헌

1. International Energy Agency, Energy Technology Perspectives 2012, OECD/IEA, 2012.
2. Park, Y.C., Kim, J.-Y., Moon, J.-H., Lee, S.-Y., Jo, S.-H., Yi, C.-K., Lee, J.-S., and Min B.M., "Development of the Performance Evaluation Technology for the Dry-Sorbent CO₂ Capture Process," Paper No. CCU-P1, The 4th ASCON-IEEChE, Nov. 9, Yeosu, Korea (2014).

천연분말을 이용한 고분자 복합소재 제조 및 특성 연구

윤정환, 유성환, 변재경, 윤주호*
자동차부품연구원

Preparation and characterization of polymer composites using natural powder

JeongHwan Yoon, SungHwan Ryu, JaeKyung Byeon, Juho Yun*
Korea Automotive Technology Institute

최근 기후변화협약과 환경규제 강화에 의해 친환경 특성을 가진 소재의 개발이 활발해지고 있으며, 특히 천연분말과 같은 환경 친화성 자원을 이용한 첨단 에너지 신소재의 개발은 친환경적이며 무한한 자원 공급이 가능하다는 점에서 많은 장점이 있고 친환경 특성을 가진 신소재의 개발뿐만 아니라 천연분말을 이용한 첨단 나노재료와 고기능성 재료에 대한 개발 및 응용연구가 전 세계적으로 활발하게 추진되고 있으며 특히 지구상에서 가장 풍부한 자원인 천연분말을 이용한 친환경 소재 및 경량화 소재, 고성능 무기소재 및 나노소재의 원재료 등으로의 복합화 기술에 대한 연구개발이 적극적으로 진행되고 있다.

그러나 천연분말은 물과 친한 친수성을 띠고 있기 때문에 수분에 민감하며, 물에 배타적인 소수성을 띠고 있는 대부분의 고분자수지와 천연분말 사이의 계면에서 결합력 또는 접착력이 좋지 않다. 그러므로 천연분말 표면을 개선하지 않고는 천연분말과 고분자수지로 구성된 바이오복합재료의 특성 향상도 기대하기 어렵다. 이러한 취약점을 해결하기 위해 천연분말의 표면개질이나 상용성을 향상시키기 위한 상용화제에 대한 연구가 학계에서 꾸준히 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 천연분말과 PP를 이용한 복합소재를 제조하여 그 특성을 살펴보았다. 상용화제로는 Polypropylene grafted maleic anhydride와 Polypropylene grafted Vinyltrimethoxysilane을 사용하였으며, 천연분말 함량과 상용화제 첨가에 따른 물성변화를 분석하였다. 또한 직경이 나노크기인 셀룰로오스 섬유를 소량 첨가했을 때, 천연분말/PP 복합소재의 물성에 미치는 영향을 확인해 보았다.

PC-04 포스터일반

순환유동층에서 loop-seal과 cyclone의 입구 유속이 cyclone 포집 효율에 미치는 영향

박재현^{1*}, 선도원¹, 배달희¹, 진경태¹, 주지봉¹, 문종호¹, 신종선¹, 박재혁², 김기영³
한국에너지기술연구원¹, 연세대학교², 충남대학교³

Influence of the Inlet Gas Velocity of a Loop-seal and a Cyclone on the Collection Efficiency of Cyclone in a Circulating Fluidized-bed

Jaehyeon Park^{1*}, Dowon Shun¹, Dal-Hee Bae¹, Gyoung Tae Jin¹, Ji-Bong Ju¹, Jong-Ho Moon¹,
Jong-Seon Shin¹, Jae Hyeok Park², Gi Yeong Kim³
Korea Institute of Energy Research¹, Yonsei University², Chung Nam National University³

순환유동층은 보일러, CCS(Carbon Capture and Storage) 등 많은 공정에서 사용하고 있는 기술이다. 그 중에 순환유동층 연소기는 연소반응이 빠르고 층내 탄소농도가 약 1%정도로 낮게 유지되는 특징을 갖고, 또한 타 연소기에 비하여 다양한 성질의 연료를 사용할 수 있으며 낮은 연소온도와 공기 다단공급으로 NOx 생성이 크게 억제되고 연소 효율이 높다는 장점이 있는 기술이다. 순환유동층 연소로는 일반적으로 연소실, 고온 회 분리 장치(Cyclone, Impact separator 등), 입자를 연소실로 되돌리는 장치(Loop-seal, L-valve 등), 유동층 열 교환기 및 연료 공급 장치로 구성된다. 이 중 회 분리 장치는 유동화 가스와 함께 비산되는 입자를 loop-seal로 보내어 다시 연소실로 순환 시키는 장치로써 미 연소된 연료를 순환시켜 연소 효율을 증가 시키는 역할을 한다. 본 연구에서는 loop-seal과 cyclone의 입구 유속이 cyclone 포집 효율에 미치는 영향을 확인하기 위하여 Fig. 1에 나타난 순환유동층 연소기를 사용하였다. Loop-seal의 유속은 0.26 m/s에서 0.45 m/s로 하였으며, 사이클론의 입구 압력은 I.D. fan을 조절하여 차압을 70 mmH₂O에서 95 mmH₂O로 변화하여 실험하였다. 실험에 사용한 유동사는 평균입경이 0.14 mm, 0.20 mm, 0.27 mm이다. 일정한 시간에 convection pass와 백 필터에 포집된 양과 연소실과 cyclone, loop-seal의 차압 변화를 통하여 cyclone 포집 효율을 계산하였으며, 각각 장치에서 회수한 입자의 평균 입경을 측정하였다.

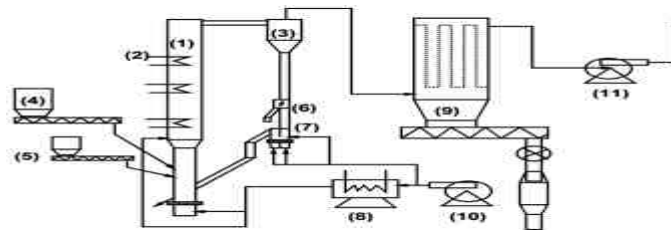


Figure 1. Schematic diagram of the experimental set-up [1].

참고문헌

1. Shun D., Bae D.-H., Oh C.S., "Circulating Fluidized Bed Combustion of Korean Anthracite and Fabricated Anthracite Fines", Appl. Chem. Eng., 21(5), 553-558, (2010).

PC-05 포스터일반

열분해 바이오오일의 물리·화학적 연료 특성

박조용, 김재곤, 민경일, 하종한
한국석유관리원 석유기술연구소

Physicochemical Fuel Properties of Pyrolysis Bio-oil

Jo Yong Park, Jae-Kon Kim, Kyung Il Min, and Jong han Ha

Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority(K-Petro)

화석연료의 지속적인 사용으로 인한 온실가스 증가는 환경에 대한 관심을 증가시켰으며 신재생에너지의 필요성을 부각시켰다. 특히, 급속 열분해 바이오오일은 바이오매스를 이용하여 생산된 액체의 바이오연료를 말하며 지속 가능한 신재생에너지원이다. 열분해 바이오오일은 수소화 반응, 수첨탈산소 반응 등의 업그레이딩을 통해 수송연료로도 사용 가능하다. 국내의 2톤/일 규모 반응기를 이용하여 생산된 열분해 바이오오일의 수분, 동점도, 밀도 등을 분석하여 연료로서의 특성을 알아보았다. 업그레이딩이 되지 않은 바이오오일은 수분이 많고 동점도가 높고 전산가가 높은 특성을 보인다. 이러한 열분해 바이오오일은 수송연료로서 부적합하기 때문에 업그레이딩을 통해 열분해 바이오오일의 연료로서의 특성을 개선하였고 수송연료로서의 가능성을 알아보았다.

참고문헌

1. A.V. Bridgwater. Biomass fast pyrolysis, *Thermal Sciences*, 8, 21 (2004).
2. W. N. R. W. Isanhak, M. W. M. Hisham, M. A. Yarmo and T. Y. Yun Hin, A review on bio-oil production from biomass by using pyrolysis method, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 16, 5910 (2012).
3. P. T. Williams, N. Nugranad, Comparison of products from the pyrolysis and catalytic pyrolysis of rice husks, *Energy*, 25, 493 (2000).
4. P.K. Kanaujia, Y.K. Sharma, M.O. Garg, D. Tripathi, R. Singh, Review of analytical strategies in the production and upgrading of bio-oils derived from lignocellulosic biomass, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 105, 55 (2014).

* 본 연구는 산업통산자원부의 에너지기술개발사업의 재원으로 한국에너지기술평가원(20143010091790)에서 지원받았습니다.

MDEA, Sulfolane 혼합용액의 CO₂, H₂S 용해도

문종호, 이종섭, 박영철, 박종기, 조성호, 민병무*
한국에너지기술연구원

Solubility of CO₂ and H₂S Mixtures in Blends of MDEA and Sulfolane

Jong-Ho Moon, Jong-Seop Lee, Young Cheol Park,
Jong-Ki Park, Sung-Ho Jo and Byoung Moo Min*
Korea Institute of Energy Research

The removal of acid gases from synthesis gas, natural gas and refinery using mixed solvents continues to be of interest. A mixed solvent may be defined as one consisting of a chemical solvent and a physical solvent. In this study, Sulfolane was chosen as the physical solvent because of its stability and outstanding affinity. MDEA was chosen because it is a representative tertiary amine and is thermodynamically and kinetically selective for H₂S in the presence of CO₂.

The solubility of CO₂, H₂S, and their mixtures has been measured from 40 to 130°C in a various mixing combination of Sulfolane and MDEA solvents by the static method. In order to overcome non-ideality, activity coefficients and fugacity coefficients were introduced. The activity coefficient take into account interaction between solute species in the liquid phase. Debye-Huckel expression given by Deshmukh and Mather (1980) has been used to obtain activity coefficient matrices. The fugacity coefficients were also calculated to consider non-ideality of pressure. All the solubility calculations and optimizations (parameter estimations) were executed by using MATLAB 2007b version.

참고문헌

1. Deshukh R. D., and Mather A. E., "A Mathematical Model for Equilibrium Solubility of Hydrogen Sulfide and Carbon Dioxide in Aqueous Alkanolamine Solutions," Chemical Engineering Science, 36, 355-362 (1981)

PC-07 포스터일반

해수담수화 부산물을 이용한 고로슬래그 경화체 제조 및 강도 특성에 관한 연구

신재란, 박병현*
(주)애니텍

Study on preparation and strength properties of blast furnace slag mortars using by-product of seawater desalination.

Jae Ran Shin, Byung Hyun Park*
Technology Institute, Anytech Co., Ltd

산업화의 급성장으로 인하여 전 세계적으로 온실가스로 인한 환경오염이 대두되고 있다. 특히 건설 산업에서 쓰이는 콘크리트 제조 시 전체 CO₂ 배출량의 7%에 해당하는 양이 배출되는 것으로 알려지고 있다. Oh et al.[1] 이에 콘크리트 산업에서도 CO₂ 배출량이 적은 대체물질의 활용방안을 적극적으로 검토되고 있으며, 콘크리트 대신 사용할 물질로 연구가 진행되고 있다. Lee et al.[2] 본 연구에서는 해수담수화 부산물인 농축수를 전기분해하여 나온 알칼리용액을 고로슬래그 미분말의 자극제로 적용하여 경화체를 제조하는 것이다. 고로슬래그 미분말은 철강산업의 부산물로 발생하며, 알칼리 등 자극물질을 소비하여 강도가 발현되는 잠재수경성 물질로써 콘크리트 구조물의 수화열 저감, 장기강도 증진 등 내구성 향상에 우수한 효과를 가지고 있어 Han et al.[3] 경화체를 제조하는데 최적의 물질이다. 알칼리 자극제로는 해수담수화 플랜트에서 나온 부산물인 농축수를 전기분해하여 나온 NaOH를 이용하였으며 그의 부산물로 나온 NaCl, NaOCl의 함량 별 실험을 진행하고, 압축강도와 휨강도를 측정하여 강도 특성을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 플랜트연구개발사업의 연구비지원(과제번호 14IFIP-B065953-02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Sang-Hyuk Oh, Sung-Hyun Hong and Kwang-Myong Lee, "Autogenous Shrinkage Properties of High Strength Alkali Activated Slag Mortar" J. Rec. Const Resources 2(1), 60-65 (2014).
2. Soo Hyung Lee, Choon Woo Kwon, Tae Woong Kong and Han Back Lee "An Influence of Activators on Physical Properties of Hardened Blast Furnace Slag-Cement Mortar and Concrete" Magazine of the Korea Concrete Institute (2009)
3. Cheon-Goo Han, Seok-Heon Son and Kyung-Taek Park "Effect of Recycled Aggregates Power on the Properties of Zero Cement Mortar Using the Blast Furnace Slag Powder and Recycled Fine Aggregates" Magazine of the Korea Concrete Institute (2009)

PC-08 포스터일반

ACF를 이용한 선박에서의 휘발성유기화합물(VOCs) 제거기술개발

김재강^a, 이주열^{a,b}, 박병현^a, 최진식^{a,b}

^a(주)애니텍 기술연구소, ^b경희대학교 환경응용과학과

Development of Removal Technology of VOCs in Ships Using ACF

Jae Gang Kim^a, Ju-Yeol Lee^{a,b}, Byung Hyun Park^a, Jin-Sik Choi^{a,b}

^aTechnology Institute, Anytech Co., Ltd

^bDept. of Applied Environmental Science, Kyung Hee University

선박에서 원유로부터 발생하는 유증기는 400톤 이상의 선박에 대해서만 규제가 이루어져 왔다. 하지만 해양 오염에 대한 관심과 규제가 강화되고 있는 요즘 중·선박에서의 원유로부터 발생하는 유증기에 대한 규제에 대한 대비가 필요하다. 중·소형 선박에서 발생하는 VOCs 제거를 위해 ACF를 이용해 흡착하였다. 해상에서 선박의 움직임과 유사한 롤링장치를 개발하여 흡착 실험을 진행하였다. 흡착된 ACF는 스팀을 이용하여 탈착하여 ACF 재생하여 재사용하였다.

본 연구는 산업통상자원부 청정생산기반 전문기술개발사업의 “1000마력급 중소형 선박에 대한 IMO 규제 대응 SOx/NOx 배출저감 및 VOCs 회수 시스템 개발” 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Beak, G. H., Kim, J. S., Jang, H. T., Kim, H. W., Adsorption/Desorption Properties of VOCs on Activated Carbon Fiber, *J. Korea Acade. B*, 12, 5(2011).
2. Beak, G. H., Kim, J. S., Jang, H. T., Kim, H. W., Adsorption/Desorption Properties of VOCs on Toluene and MEK with Operation Condition, *J. Korea Acade. B*, 12, 6(2011).
3. Kim, J. C., Kim, S. J., Lee, K. W., Cho, S. Y., Decomposition of VOCs from Flue Gas Using Plasma, *Applide. Chem.*, 4, 1(2000).
4. Moon, H. S., Kim, I. S., Kang, S. J., Ryu, S. K., Adsorption of volatile organic compounds using activated carbon fiber filter in the automobiles, *Carbon lett*, 15, 3(2014)

Transition Metal Supported Metal Oxides as Adsorbents in Desulfurization of (ULSD) Diesel

Palraj Kasinathan, Jae Hyung Choi, Seong Chan Lee[†], Huiqing Jin[†], Hankwon Lim[‡] and Hee-Chul Woo^{†,*}

Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University

[†]Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

[‡]Department of Chemical Systematic Engineering, Catholic University of Daegu

Reducing sulfur level to 0.1 ppm of Ultra low sulfur (4ppm, ULSD) by deep desulfurization techniques is the key for reducing the problem of catalytic poisoning in molten carbonate fuel cell reactors. Transition metal supported materials have widely been used as catalyst in organic transformations and as adsorbents in different purification process. Transition metal supported materials have already shown promising effect in reducing the sulfur level in commercial diesel when used as catalysts in hydrodesulfurization techniques and as adsorbents in adsorptive desulfurization. Different transition metals (Fe, Ni, Cu, Zn, Co) supported on silica, synthesized using precipitation deposition method, were utilized as adsorbents to study the desulfurization of (ULSD) diesel in a fixed bed reactor system. The nickel and copper based adsorbent showed higher adsorption capacity compared to other metal oxides at 200 °C. By the same precipitation-deposition method copper loading could be increased up to 50 wt% on silica and other metal oxides while maintaining a Cu particle size smaller than 15 nm. The 25% and 10% loading of copper on the silica has profound effect on adsorption. Adsorptive desulfurization at different parameters has also been tried by Cu/SiO₂.

Acknowledgment

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (C-D-2014-0807).

References

1. Palraj K., Hwang D. W., Hwang Y. K., Chang J-S., Vapor-phase hydrogenation of ethyl lactates over copper-silica nanocomposite, *Applied Catalysis-A General*, **451**, 236-244 (2013)
2. H. P. Ho, W. H. Kim, S. Y. Lee, H. -R. Son, N. H. Kim, J. -K. Kim, J. -Y. Park, H. C. Woo, Adsorptive desulfurization of Diesel for fuel call application s: A Screening Test, *Clean Technology*, **20**, 88-94 (2014).
3. C. Song, An overview of new approaches to deep desulfurization for ultra-clean gasoline, diesel fuel and jet fuel. *Catalysis today*, **86**, 211-263 (2003).

PC-10 포스터일반

Conversion Waste to Bio-Products in Electrochemical System

Ganapathiraman Munussami, Chae Ho Im, Young Eun Song, Jung Hun Moon, Jung Rae Kim*
Department of Polymer Science and Chemical Engineering, Pusan National University
Busan 609-735 Korea

Carbon dioxide is the carbon form of the lowest grade from combustion of fossil fuel for transportation and electricity generation. Fossil fuel being became exhausted by brightening mankind life since industrial revolution and emission greenhouse gas such as methane and carbon dioxide. To reuse combustion product, we employed bioelectrochemical system which giving reducing potential to microorganism using carbon dioxide as carbon source to be alive. H-type reactor for these system shows the feasibility that we could produce reduced form of carbon dioxide by using microorganism which municipal waste water contain numerously. Some of bacteria could interact with electrode and use carbon dioxide to grow. These bacteria use metabolic pathway to reduce carbon dioxide such as reverse TCA cycle and Wood-Ljungdhal pathway. Carbon dioxide and hydrogen as reducing equivalents is needed to these pathway to work properly.

Instead of hydrogen, electrodes was introduced to supply reducing equivalents to electrosynthesis. By supplying electrical power, the cost was reduced and feasible commercial application being came closer. Improvement of this production rate would focus on this experiment by overcoming limitation factors.

References

1. Nguyen, V. K., S. Hong, Y. Park, K. Jo and T. Lee. "Autotrophic Denitrification Performance and Bacterial Community at Biocathodes of Bioelectrochemical Systems with Either Abiotic or Biotic Anodes." *J Biosci Bioeng*, (2014).
2. Zaybak, Z., J. M. Pisciotta, J. C. Tokash and B. E. Logan. "Enhanced Start-up of Anaerobic Facultatively Autotrophic Biocathodes in Bioelectrochemical Systems." *J Biotechnol* 168, no. 4 (2013): 478-85.
3. Marshall, C. W., D. E. Ross, E. B. Fichot, R. S. Norman and H. D. May. "Long-Term Operation of Microbial Electrosynthesis Systems Improves Acetate Production by Autotrophic Microbiomes." *Environ Sci Technol* 47, no. 11 (2013): 6023-9.
4. Marshall, C. W., D. E. Ross, E. B. Fichot, R. S. Norman and H. D. May. "Electrosynthesis of Commodity Chemicals by an Autotrophic Microbial Community." *Appl Environ Microbiol* 78, no. 23 (2012): 8412-20.
5. Nevin, K. P., S. A. Hensley, A. E. Franks, Z. M. Summers, J. Ou, T. L. Woodard, O. L. Snoeyenbos-West and D. R. Lovley. "Electrosynthesis of Organic Compounds from Carbon Dioxide Is Catalyzed by a Diversity of Acetogenic Microorganisms." *Appl Environ Microbiol* 77, no. 9 (2011): 2882-6.
6. Nevin, K. P., T. L. Woodard, A. E. Franks, Z. M. Summers and D. R. Lovley. "Microbial Electrosynthesis: Feeding Microbes Electricity to Convert Carbon Dioxide and Water to Multicarbon Extracellular Organic Compounds." *MBio* 1, no. 2 (2010): 4.

PC-11 포스터일반

터치패널 재활용을 위한 효율적인 OCA(Optically Clear Adhesives) 박리 방법 개발

서재건, 정인경, 최순도[†], 박진섭[†]
한국산업단지공단 대경권EIP 경북사업단, (주)이월드[†]

Development of OCA(Optically Clear Adhesives) Stripping Technology for Rework Wasted Touch Panels

JaeGun Seo, InGyung Jung, SunDo Choi[†], JinSup Park[†]
Gyungbuk EIP Development Division, E-world Co.[†]

터치스크린은 스마트폰의 보급확산과 더불어 전 세계에서 모바일기기를 중심으로 고속 성장하고 있을 뿐만 아니라 기술적인 방식으로도 진화를 거듭하고 있어 향후 다양한 중대형 디바이스에서도 사용 비중이 증가할 것으로 예상된다.

위에서 언급된 터치스크린 중에 터치 패널 제조과정 중에 발생하는 불량증가 등으로 생산 수율 저조 및 제조원가 상승의 문제가 발생하고 있다. 이에 본 연구에서는 이를 해결하기 위하여 불량 터치 패널을 공급받아 ITO Film, Control IC(FPCB), OCA(Optical Clear Adhesives) 및 AG/Insulation를 분리하는 재활용 공정 중에서 OCA박리 약품 개발 및 세정 장비를 최적설계/제작함으로써 부품 Recycle을 통하여 산업폐기물에 대한 환경보호와 자원의 재활용에 있어서 큰 의미를 부여하며, 제조원가 절감 및 수율을 향상시키는 최상의 재활용 시스템을 도출함으로써, 제조사(Customer)의 입장에서 이익을 증가시키고, 국가의 산업 경쟁력을 높이고자 한다. 터치패널에서 ITO필름, 강화유리, 칩(FPCB), OCA 등 부품의 원가 비중이 높아 불량이 발생하면 재사용이 어려워 전량 폐기됨으로써 생산비용 및 수익률 감소 요인으로 작용하고 있으며, 스마트 모바일, LCD(Liquid Crystal Display) 및 LED(Light Emitting Diode) 디스플레이 시장이 성장하면서 관련 부품의 불량률이 높아지는 가운데 환경규제까지 강화되면서 부품의 재활용(Rework) 사업이 주목받고 있다. 현재 LCD용 Glass 재활용 시장은 디스플레이 품질 요구수준이 높은 국내를 중심으로 형성되고 있으며, 시장규모가 300억원 내외로 추산되고 있다.

본 연구에서는 스마트 모바일 및 디스플레이용 터치패널의 불량품을 재활용 작업을 통해 부품 재활용 및 환경오염 개선 등의 효과로 제조원가 및 생산성을 높일 수 있고, 최적 효율의 세정 장비 및 OCA 박리용 약품을 개발하였다. OCA 박리 약품의 성능양호 및 세정 효율 향상 등으로 투과율, 강화깊이 및 박리용액 작업온도 등 목표 설정 항목에서 양호한 성능을 나타내었으며, 스마트 모바일용 불량품 터치패널의 Glass를 세정한 결과 Glass Auto Loading 시스템, Conveyor의 이송 특성 우수 및 Cleaning Roller의 연마특성이 뛰어난 제품으로 재생 가능한 것으로 나타났다.

사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

친환경 DME 연료 순도 측정방법 연구

김신^{†‡}, 민경일[†], 하종한[†], 나병기[‡]

[†]한국석유관리원 석유기술연구소, [‡]충북대학교 화학공학과

The Study for purity measurement method of Eco-friendly DME fuel

Shin Kim^{*†}, Kyong-il Min[†], Jong han Ha[†], Byung-Ki Na[‡]

[†]Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority

[‡]Department of Chemical Engineering, Chungbuk National University

국제적 유가상승은 나라별 에너지안보를 목적으로 연료의 다변화, 비 전통연료의 개발 및 전통연료와의 믹스정책을 추진하여 왔다. 하지만 셰일가스 및 이와 관련된 시추공법은 천연가스의 막대한 에너지를 시장에 공급할 수 있다는 높은 기대감으로 전 세계 에너지 시장을 변화시키고 있다. 일반적으로 DME 연료는 생산 및 운송이 용이한 연료로서 천연가스로부터 메탄올을 생성하며 탈수소화를 통해 일산화탄소, 수소로 전환 및 일정한 압력과 온도조절을 통해 DME를 생산하게 된다. 개선된 방법으로는 국내에서 개발된 직접화 단계가 있으며 메탄올 합성과 탈수소화 과정에 필요한 촉매기술을 접목하여 원료로부터 DME를 바로 생산한다. 이러한 DME 생성과정에 발생하는 다양한 불순물들은 국내 DME 유통 인프라에 악영향을 미칠 것이며 이에 대한 대응방안으로 DME 연료의 보급 활성화를 위한 기초적인 순도측정 방법이 필요할 것으로 판단된다. 국외에서 개발된 시험방법과 달리 1회의 주입과 동시에 다양한 성분분석이 가능하도록 4개의 컬럼과 3개의 밸브를 시스템화하였으며 DME 연료에 대한 전 세계적 불순물에 대한 품질기준 항목인 DME, CO₂, methanol, methyl formate, C₁~C₄이 모두 분석 가능도록 구축하였다.

참고문헌

1. Lu. W. Z, "Simulation and Experiments study of dimethyl ether synthesis from syngas in a fluidized-bed reactor", *Chemical engineering science*, **59**, 22~23 (2004).
2. Ohmsha, Ltd, "DME Handbook", 2007 Japan DME Forum
3. Jia. M, "An integrated air-POM syngas/dimethyl ether process from natural gas", *Applied catalysis Elsevier*, **233**, 1~2 (2002).
4. Fridgen. Travis D, "The Reaction of Protonated Dimethyl Ether with Dimethyl Ether ; Temperature and Isotope Effects", *Journal of the American Chemical Society. American Chemical Society*, **123**, 17 (2001).
5. Wang. H. W, "Study on the performance and emission of a compression ignition engine fuelled with dimethyl ether", *Mechanical Engineering*, 214, 1 (2000).
6. 일본 공업 표준, "연료용 디메틸 에테르(DME) 제2부 불순물이 요구하는 방식-가스 크로마토 그래피 법", *JIS K 2180-2* (2013).
7. 한국 산업 규격, "액화석유가스 및 액화석유가스-디메틸에테르 혼합연료의 성분분석 시험방법-가스 크로마토 그래피(GC)", *KS M 2078* (2013).

* 본 연구는 한국에너지기술평가원의 에너지자원융합원천기술개발(20122020100270)에서 지원을 받았습니다.

세라믹 코팅에 따른 금속필터 시편의 Hot Corrosion 특성 비교

황상연, 이지은, 정석우, 김민정, 이동복[†]
고등기술연구원, [†]성균관대학교

Comparative hot corrosion characteristic of the metal filter according to ceramic coating

Sang Yeon Hwang, Ji Eun Lee, Seok Woo Chung*, Min Jung Kim[†], Dong Bok Lee[†]
Institute for Advanced Engineering, [†]Sungkyunkwan University

화석연료의 고갈 문제로 인해 석유를 대체할 에너지로 석탄이 크게 각광을 받고 있으며 화력발전소에서 의 사용량 비중도 증가할 것으로 예상되지만 환경적인 문제 및 과도한 CO₂ 배출 문제 등으로 인해 사용상의 어려움을 안고 있어서 석탄을 고효율 친환경적으로 활용하면서도 CO₂를 저감할 수 있는 기술의 필요성이 점차 증대되고 있다. 이에 따라 석탄 가스화 기술이 효과적으로 대응할 수 있는 차세대 기술로 부각되고 있으나 가스화 시스템의 주요 설비인 집진 장치의 경우 국내에서 고온/고압 배출가스용 집진필터 기술이 상용화되지 못한 상황으로서 현재는 대부분 해외의 세라믹 필터 또는 sintered metal 필터 등을 수입하여 사용하고 있다. 그러나 세라믹 필터의 경우는 재질 특성상 기계적, 열적 충격에 의한 파손 및 압력손실 발생 문제점을 가지고 있으며, 금속 필터의 경우에는 환원성 분위기에서 발생된 합성가스 내 포함된 수천 ppm의 H₂S와 같은 황 화합물로 인해 금속필터 표면에 심각한 부식으로 인한 스케일 생성 및 금속표면의 과열 현상 등이 발생되고 있다. 또한, 석탄 IGCC 플랜트의 경우 후단 가스터빈 블레이드 보호를 위하여 합성가스 중에 포함된 입도 5 μm 이상의 분진을 10 ppm 이하 수준까지 제거해야 되는데 부식성 가스로 인해 필터의 수명이 단축되는 문제점을 가지고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 기존 사용 중인 금속 필터 시편을 대상으로 일정 두께로 세라믹 물질을 코팅 시켜 보호층을 형성시킨 후 H₂S, SO₂ 가스를 이용하여 반응 온도의 영향 및 부식 속도에 대한 영향을 파악하기 위하여 고온부식 실험을 진행하였다. 실험 결과 Cr 코팅의 경우에는 접착력이 나빠 박리 현상이 발생되었고 박리 부위에서 황 화합물이 형성되는 것을 알 수 있었으나, Al 코팅 처리 한 경우에는 부식에 따른 무게변화량이 적고 우수한 내부식성을 갖는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KEPTEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No.20143030050070)

참고문헌

1. 배승열., “고온 분위기용 스테인리스 스틸 필터의 제조 및 집진 특성에 관한 연구”, 경상대학교 대학원 석사학위논문, 2004.
2. 정재인 and 양지훈., “박막제조 기술의 동향과 전망”, Journal of the Korean Magnetics Society, 2011, 21(5), pp. 185-191.
3. 유준영., “E-beam evaporation을 이용하여 증착한 Al과 Cr 박막의 증착 중단 이후에 발생하는 응력 완화에 관한 연구”, 전남대학교 대학원 석사학위 논문, 2013.

3차원 탄소표면의 고분자 기능화를 통한 고분산 백금 나노촉매 제조 및 전기화학적 성능평가

이민재, 김길표, 송현돈, 이종협*
서울대학교 화학생명공학부

Preparation of Highly Dispersed Pt Nanoparticles on 3D Carbon Nanosphere via Polymer-Mediated Strategy for Enhanced Eletrocatalytic Activity

Minzae Lee, Gil-Pyo Kim, Hyeon Don Song and Jongheop Yi*
School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

귀금속 나노촉매의 성능은 반응물에 노출되어 있는 활성점의 수가 많을수록 우수하다. 따라서, 담체의 표면에 증착되어 있는 나노촉매 입자들의 뭉침현상을 최소화 하고 고분산시키는 것이 높은 촉매 활성을 보이기에 유리하다. 최근 들어, 귀금속 나노촉매의 개발과 더불어 3차원의 기공성 탄소담체도 꾸준히 개발되어 왔다. 3차원 탄소담체는 귀금속 나노촉매가 증착할 수 있는 넓은 표면적을 제공하지만, 복잡한 기공 구조로 인해 온전히 그 장점을 활용하기가 어렵다. 3차원 탄소담체의 복잡한 기공구조는 금속 나노촉매의 입자가 저분산되거나 농도가 증가함에 따라 뭉침현상이 발생하기 때문에 성능향상에 큰 걸림돌로 작용해 왔다.

폴리에틸렌이민(PEI)은 폐수처리장의 중금속이온을 선택적으로 제거할 수 있는 고분자 물질이다. 말단부가 고밀도의 아민기로 구성된 PEI는 탄소담체의 표면에 흡착하여 소수성을 지닌 탄소표면을 친수성으로 개질할 수 있을 뿐만 아니라, 나노크기의 담체내부 기공에 침투하여 금속 음이온들이 균일하게 흡착할 수 있는 흡착점을 제공할 수 있다. 또한, 열처리 과정 중 전자를 제공하여 금속이온의 환원을 도울 수 있다는 특징이 있다.

이 연구에서는 위와 같은 PEI의 우수한 물리화학적 특성들을 활용하여 복잡한 구조의 3차원 기공성 나노탄소구 담체에 백금 나노촉매를 고분산시키고자 했다. 전자현미경을 통해 기존에 알려진 다른 합성방법들과 비교하여 백금 나노입자가 매우 균일하게 분산되어 있음을 확인하였다. 또한, PEI를 활용하였을 경우 백금농도가 30wt%까지 증가함에 따라 전기화학적 활성표면적도 비례적으로 증가($\sim 90 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$)함을 확인하였다. 그 결과, 산소환원반응에 대한 전기화학적 성능이 기존 방법을 통해 합성된 백금-탄소 전극촉매보다 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

PD-02 포스터학생

무독성 한천 겔 고체전해질을 이용한 휠 수 있는 슈퍼커패시터 개발 및 전기화학적 성능 평가

이민재, 김길표, 송헌돈, 이종협*

서울대학교 화학생명공학부

Agar-Gel Derived Quasi-Solid-Electrolyte for Use in High Performance Flexible Supercapacitor

Minzae Lee, Gil-Pyo Kim, Hyeon Don Song and Jongheop Yi*

School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

슈퍼커패시터는 빠른 충, 방전 속도와 긴 수명을 지닌 에너지 저장 장치이다. 높은 에너지밀도 출력 밀도를 지닌 슈퍼커패시터를 개발하기 위해서는 고성능의 전극과 전해질 개발이 매우 중요하다. 특히, 전해질은 양극과 음극간의 전하이동 통로의 역할을 함으로써 전기화학적 성능을 결정하며, 셀의 크기 및 형태를 결정짓는 중요한 요소이다. 따라서, 변형가능하고 소형화된 전력 공급 장치 개발을 필요로 하는 최근 시장의 요구에 따라 높은 성능을 지니면서 쉽게 모양을 변형시킬 수 있는 고체형태의 전해질 개발이 주목받고 있다.

한천은 식용 또는 DNA전기영동 매체로 널리 알려진 겔의 일종이다. 한천 겔은 높은 유연성 및 탄력성을 지니며, 친환경적이고 단가가 저렴하다는 장점이 있다. 겔 내부는 서로 연결된 기공 구조로 구성되어 있으며, 각 기공들은 수분으로 채워져 있기 때문에 이온이동 통로를 제공할 수 있다. 이 특성들은 서로 다른 전하를 띠는 이온들의 편극현상을 통해 충·방전을 하는 슈퍼커패시터와 같은 에너지 저장장치의 전해질로도 활용이 가능하다는 것을 의미한다.

이 연구에서는 위와 같은 한천 겔의 우수한 물리화학적 특성들을 활용하여 슈퍼커패시터 고체전해질로서의 전기화학적 특성을 평가하였다. 겔의 크기 및 모양은 주형틀에 따라 맞춤형 제작이 가능하며, 전극표면에 자유롭게 탈부착이 가능하다. 염화나트륨을 함유한 한천 겔과 이산화망간을 전극물질로 한 대칭형 셀은 1 A g^{-1} 의 전류밀도에서 동일 농도의 염화나트륨용액 전해질을 사용한 경우와 근사한 용량($\sim 268.1 \text{ F g}^{-1}$)을 나타내었다. 또한, 셀을 어느 방향으로 휘더라도 거의 변함없는 전기화학 특성을 보였으며, 이를 통해 현재 사용되고 있는 고체전해질과 비교하여 안전하고 친환경적인 에너지 저장장치로의 응용이 가능하다는 것을 확인하였다.

종이 기반 다공성 금전극을 이용한 유기염료의 전기분해

김지은, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Electrocatalytic degradation of organic dye using paper-based porous gold electrode

Ji-Eun Kim, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

최근 유기 염료와 다양한 독성물질의 배출이 늘어남에 따라 친환경적인 유기물 분해와 관련한 연구가 대두되고 있다. 본 연구에서는 대상물질로 유기염료 중 하나인 메틸렌 블루를 선정하였다. 메틸렌 블루는 유제품 산업에서 탈수소효소를 만나면 환원되는 성질로 인해 세균검출 분야에서 사용되며 소량의 경우 무해하지만 과량일 경우 식물의 광합성을 방해하여 식물을 죽게 만든다. 따라서 메틸렌블루가 주변 환경으로 유입될 경우 많은 식물이 오염될 것은 자명한 일이다. 이런 피해를 막기 위해 본 연구에서는 종이를 기반으로 한 다공성 금 전극을 제조하여 메틸렌블루를 분해하여 무해하게 만드는 실험을 진행하고자 하였다. 먼저 시린지 필터를 이용하여 금 나노 용액을 거른 후, 필터를 소성하면 다공성 금을 얻을 수 있다. 이 다공성 금을 팔라듐 이온 용액에 넣고 $-0.35V$ 의 전압을 걸어주면 팔라듐이 전착된다. 이렇게 제조된 팔라듐-다공성 금을 전극으로써의 활용도를 확인하기 위해 Potentiostat을 이용하여 CV실험과 환원실험을 진행하였다. CV실험은 $0.1M$ KCl 수용액과 $0.05 M$ 메틸렌블루 수용액을 이용하여 진행하였다. 기준전극으로는 Ag/AgCl ($4.2 M$ KCl Saturated)를 이용하였다. CV실험 결과 환원은 $-0.42V$ 에서, 산화는 $0.5V$ 에서 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 환원실험은 메틸렌블루의 환원 전압인 $-0.42V$ 에서 진행되었다. 그 결과 메틸렌블루의 분해가 일어나는 것을 확인하였다. 또한 다공성 금과 팔라듐-다공성 금의 분해 효율을 비교하였을 때, 다공성 금에 비해 팔라듐-다공성 금의 메틸렌블루 환원량이 훨씬 많다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 다공성 금 또한 유기염료 분해를 할 수 있는 가능성을 보여주었고, 나아가 독성을 가진 유기 물질의 저감에 활용될 것이라 기대한다.

SnS2 가시광 광촉매를 이용한 유기 염료 분해

박성묵, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Photocatalytic degradation of organic dye using SnS2 under visible light

Sungmuk Park, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

최근 섬유화학 산업이 발전하면서 수계에 노출되는 유기 염료의 양도 증가하고 있다. 유기 염료는 수계의 부영양화 등과 같은 많은 부정적인 영향을 미친다. 이로 인해 세계적으로 수계로 노출되는 유기 염료를 제거하려는 연구가 진행 중이다. 유기 염료를 제거하기 위해서 물리, 생물, 화학적 방법이 주로 사용된다. 그 중 반도체 특성을 가지는 광촉매를 이용한 유기 염료의 고도산화처리공정이 관심을 받고 있다. 광촉매는 빛을 받아 유기 염료를 분해, 산화시키기 때문에 안전하며 가격이 저렴할 뿐만 아니라 간단하게 유기 염료를 분해시킬 수 있다. 유기 염료 분해의 효율을 높이기 위해서 좁은 밴드갭을 가져 가시광 영역에서도 유기 염료를 분해시킬 수 있는 광촉매를 제조하는 연구가 활발히 진행 중이다. 따라서 본 연구에서는 오토클레이브와 마이크로웨이브를 이용한 수열합성법으로 가시광 영역에서 광 활성을 가지는 SnS2를 제조하였다. 일반적으로 사용되는 오토클레이브로 제조된 SnS2와 새로운 방법인 마이크로웨이브를 사용하여 제조된 SnS2의 유기 염료의 분해속도를 비교해보았다. 제조된 SnS2를 이용하여 가시광 영역에서 유기 염료인 메틸 오렌지 분해 실험을 진행하였다. 다양한 조건에서 제조된 SnS2의 구조적 특성에 따라 유기 염료 분해 속도의 차이를 확인하기 위해 XRD, TEM, UV-DRS를 사용하였다. 마이크로웨이브로 SnS2를 제조할 경우 입자 제조 시간을 상당히 줄일 수 있을 뿐만 아니라 더 강화된 광 활성으로 유기 염료를 더 빠른 시간 내에 분해 할 수 있었다. 이번 연구는 가시광 영역에서 광 활성을 나타내는 광촉매의 다양한 유기 염료 분해 연구에 활용될 것이다.

PD-05 포스터학생

Guaiacol의 HDO반응에 있어 furfural의 영향

아덱 아디드^{†‡}, 이상현[†], 함형철^{†‡}, 최재욱[†], 서동진^{†‡§}, 하정명^{†‡§}

[†]Korea Institute of Science and Technology, [‡]Korea University of Science and Technology,
[§]Korea University

Effects of Furfural on the Hydrodeoxygenation of Guaiacol

Adid Adep Dwiatmoko^{†‡}, Sangheon Lee[†], Hyung Chul Ham^{†‡}, Jae-Wook Choi[†], Dong Jin Suh^{†‡§},
Jeong-Myeong Ha^{†‡§}

[†]Korea Institute of Science and Technology, [‡]Korea University of Science and Technology,
[§]Korea University

Hydrodeoxygenation (HDO) of guaiacol in the presence of furfural was studied over supported ruthenium catalysts. The reaction was carried out at around 270 to 300 °C. The conversion of guaiacol was exceedingly suppressed in the presence of ca. 30% molar ratio of furfural, meanwhile, neither the conversion of furfural, nor the product distribution from furfural was practically unaffected by guaiacol. The distribution of the guaiacol products was similar irrespective to the presence of furfural. In addition, the finding showed that guaiacol competes with furfural to adsorb on ruthenium nanoparticles surface. Several additional compounds, including 5-hydroxymethylfurfural (HMF), tetrahydrofuran, 2-methylfuran, furfural, acetic acid, propionic acid, sorbitol, galactitol, and glucose, were also employed to study the effect on the conversion of guaiacol. Of those compounds, only furfural and HMF affect to the decrease of guaiacol conversion. Density functional theory (DFT) calculations indicated that the adsorption preference on the ruthenium surface appears to be responsible for the observed phenomenon.

Keywords: hydrodeoxygenation; guaiacol; furfural; 5-HMF; DFT; ruthenium catalysts

Methylcyclopentane의 고리확대반응용 촉매

박은서, 이동현, 윤선혜, 이종집, 전종기*
공주대학교

Catalysts for Ring Enlargement Reaction of Methylcyclopentane

Eunseo Park, Donghyun Lee, Seonhye Youn, Jong Jib Lee, Jong-Ki Jeon*
Kongju National University

Methylcyclopentane(MCP)은 석유화학 산업의 납사의 크래킹 공정에서 부산물로서 생산되지만 활용 분야가 넓지 않아서 경제적으로 가치가 낮다. 하지만 MCP는 개환/고리확대 반응을 통하여 생성된 벤젠이나 n-hexane은 용제로 전환하여 상업적으로 활용할 수 있어 부가가치를 높일 수 있다. 특히, 벤젠은 스타이렌모노머, 나일론, 큐멘 등의 고부가가치 상품의 생산을 위한 석유화학 제품의 원료로 사용된다[1]. 본 연구에서는 MCP로부터 고리확대반응을 통해서 벤젠을 제조하기 위한 촉매에 관하여 연구를 수행하였다.

실험에 사용된 촉매는 지지체에 incipient wetness 방법을 이용하여 Pt 전구체와 Sn 전구체를 담지하여 제조하였다. 지지체로는 400, 500, 600, 700°에서 각각 소성된 eta-alumina를 사용하였다. 촉매의 물리적 화학적 특성은 N₂ adsorption, NH₃-TPD, TPR, Py-FTIR 및 XRD를 이용하여 분석하였다.

MCP의 고리확대 반응은 상압에서 고정층 촉매 반응기에서 수행되었다. MFC를 사용하여 수소의 유량을 10 cc/min의 속도로 흘렸다. MCP는 시린지 펌프를 이용하여 0.3ml/h의 속도로 흘렸고, 수소/MCP의 몰비는 10이다. 고정층 반응기에 0.75g 의 촉매를 채우고, 수소를 흘리면서 450°C에서 4시간동안 환원처리를 한 후 사용되었다. 생성물은 FID가 장착된 가스 크로마토그래피(YL6100GC)를 사용하여 분석하였다.

고리확대 반응에 의한 MCP로부터 벤젠 제조 반응에서 700 °C에서 소성된 eta-alumina에 Pt와 Sn을 담지한 촉매가 가장 우수한 활성을 보였다. NH₃-TPD와 Py-FTIR 분석을 통해서 촉매의 산특성을 분석한 결과, 최적 촉매는 약한 산세기와 중간 산세기의 산점이 가장 풍부하고 Lewis 산점의 양이 최대인 것을 확인하였다.

참고문헌

1. Park, S. H., "Instruction of Aromatic Process", Posco engineering & construction technology report, 29, 257-263 (2013).

Pt/HY 촉매를 이용한 n-Octadecane의 수첨 Upgrading 반응에서 Sn 증진제가 미치는 영향

정은아, 전성훈, 홍성훈, 김철웅[†], 정순용[†], 전종기*
 공주대학교, [†]한국화학연구원

Sn Promoter Effect on Hydro-upgrading of n-Octadecane over Pt/HY Catalyst

Euna Jung, , Seonghun Jeon, Sunghoon Hong, Chul-Ung Kim[†], Soon-Ynh Jeong[†], Jong-Ki Jeon*

Kongju National University, [†]Korea Research Institute of Chemical Technology

최근 화석연료의 고갈과 지구온난화 문제로 인하여 화석연료를 사용하는 교통수단의 연료를 바이오매스 유래 청정연료로 대체하려는 움직임이 많아지고 있다. 특히, 항공기는 국가 간에 이동을 책임지는 중요한 수단이며, 항공기 연료는 EU 등 엄격한 규제를 받고 있다. 석유를 대체할 수 있는 자원 중에 바이오매스는 팜, 자트로파, 카멜라유 등 비식용 유지 작물로부터 생산할 수 있다. 바이오매스로부터 제조한 합성유는 C₁₆~C₁₈로 구성되어 있다. 제조한 바이오매스는 선형의 고급 알칸이 다량 존재하여 저온 유동성이 떨어져서 항공유로 사용이 불가능하다. 따라서 바이오항공유의 품질향상을 위해 수첨 upgrading 반응이 필요하다. 이전 연구에서는 수첨 upgrading 반응 연구의 반응물은 대부분 C₁₆ 이하에 한정되어 있어서 C₁₈ 유분의 수첨 upgrading 반응용 촉매에 관한 연구가 필요하다.

상업용 zeolite Y는 zeolyst에서 구매하였고, 500 °C에서 3시간 동안 소성과정을 거쳐 수소 치환 형태로 바꾸었다. 본 연구에서 사용된 촉매는 HY zeolite에 H₂PtCl₆·6H₂O 용액을 이용하여, Pt는 0.5 wt%로 담지하였다. 이후, 증진제로는 Sn을 사용하였고, 각각 1.0, 2.0 및 3.0 wt%로 담지하였다. 제조한 촉매의 이름은 각각 Pt(0.5)Sn(1.0)/HY (60), Pt(0.5)Sn(2.0)/HY (60), Pt(0.5)Sn(3.0)/HY (60)으로 나타내었다. 불순물과 수분을 제거하기 위하여 550 °C에서 3시간 동안 소성을 하였다.

n-Octadecane의 수첨 upgrading 반응은 Fixed-bed Reactor를 사용하여 연속 반응을 수행하였다. Syringe pump를 사용하여 n-octadecane의 유량을 조절하였고, MFC를 사용하여 H₂의 유량을 10 ml/hr로 흘려주었다.

본 연구에서는 증진제의 영향을 알아보기 위하여 Sn을 첨가하여 n-Octadecane 수첨 upgrading 반응을 수행하였다. Pt/HY 촉매에 Sn 증진제를 1-2 wt% 사용함으로써, jet-fuel selectivity와 이성질체 selectivity가 증가하는 것을 알 수 있었다. Ammonia-TPD 실험을 통해서 Sn을 첨가하면 촉매의 산세기를 약화시켜서 중간 세기의 산점을 증가시키고, 이에 따라 분해 반응을 감소시키고 이성화 반응을 증가시킴을 확인하였다. 또한, 반응 온도 및 공간속도가 jet-fuel 생성에 미치는 영향을 분석하여 최적 반응 조건을 선정하였다.

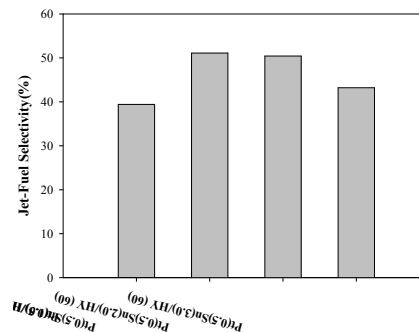


Fig. 1. Jet-Fuel Selectivity of n-octadecane hydro-upgrading over Pt-Sn/Zeolite (1atm, 400°C, WHSV 1.94h⁻¹)

Adsorption of CO₂ on Activated Carbons with Different Affinity Sites

Joung Ho Park, Il Hum Cho, Moon Hyeon Kim*, Sang Ok Choi¹, In Soo Lee¹, Soo Tae Choo¹
 Department of Environmental Engineering, Daegu University, 201 Daegudae-ro, Jillyang,
 Gyeongsan 712-714, Korea

¹Experiment & Research Team, Samsung-BP Chemicals Co. Ltd., 63-15 Sanggae-ro,
 Cheongryang, Ulju, Ulsan 689-860, Korea

Porous solids, such as zeolites, activated carbons (AC), and metal-organic frameworks (MOF), have been frequently used to adsorptively separate CO₂ from mixtures with other gases using appropriate regeneration techniques, representatively pressure swing adsorption (PSA). Among such adsorbents, ACs have some pros over the other sorbents; those materials can offer a relatively high surface area and microporosity, CO₂ adsorption capacity comparable with or better than that of MOFs at typical PSA conditions, and good tolerance to water vapor. However, the extent of CO₂ adsorption on such ACs greatly depends on their surface features. Thus, this study has focused on the difference in adsorption sites for CO₂ among ACs, and their influence on CO₂ adsorption performances.

Textural properties and microporosity of ACs studied here were collected using a Micromeritics ASAP 2020. Isotherms of ACs for CO₂ adsorption at 25°C were measured up to 7.5 bar using a laboratory-made high pressure adsorption system. CO₂ TPD, and TDS techniques were used to acquire the surface characteristics of ACs.

The ACs used showed different shape of CO₂ adsorption isotherms, as provided in Fig. 1, which is mainly due to distinctive surface affinity sites for CO₂, thereby giving visibly-different adsorption capacities at high equilibrated pressures, such as 6 bar. A sample of C-3K disclosed a behavior in CO₂ adsorption that is readily saturated at a low pressure of 2 bar, proposing that the surface of this AC is highly heterogeneous. While, a typical feature of relatively homogeneous surfaces was indicated for C-30 and P-20. These ACs may offer a better opportunity to successfully separate CO₂ because of high effective working volumes. TPD and TDS results could be reasonably correlated to the observed CO₂ adsorption behaviors

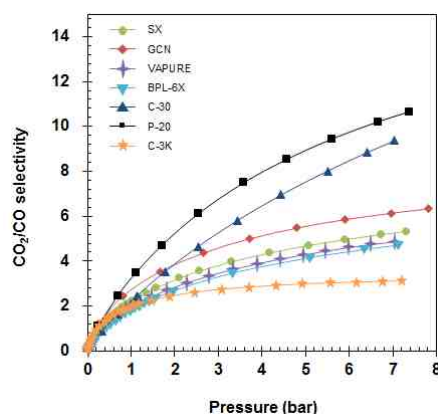


Fig. 1. Isotherms for CO₂ adsorption at 25°C on activated carbons.

PD-09 포스터학생

2-Methoxyethanol과 acetonitrile의 BTX방향족 탄화수소 선택도와 관련 이성분계의 과잉물성

이경호, 유수현, 박소진*

충남대학교 공과대학 화학공학과 305-764 대전광역시 유성구 궁동 220

The selectivity of 2-methoxyethanol and acetonitrile to BTX aromatics hydrocarbons and excess properties for the related binary mixtures

Kyeong-Ho Lee, Soo-Hyun You, So-Jin Park*

Department of Chemical Engineering, College of Engineering, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

BTX aromatics are important raw materials in the chemical and petrochemical industry for the production of polymers, other chemicals, and numerous consumer products. These compounds are obtained almost exclusively from naphtha, where they are combined with other hydrocarbons, mainly aliphatic and naphthenic compounds. The separation of aromatic compounds are challenging since these compounds have boiling points in a close range and in some cases they form azeotropic mixtures. Therefore, conventional distillation is not suitable, and the liquid extraction could be the recommended technique to perform these separations.

The extraction efficiency is crucially depends on the appropriate selective solvent. A variety of organic solvents have been investigated for aliphatic-aromatic separation, including sulfolane, *N*-methylpyrrolidone (NMP), glycole and *N*-formylmorpholine (NFM), 2-methoxyethanol, and acetonitrile, etc. However, selectivity of 2-methoxyethanol and acetonitrile as a solvent and phase behavior for mixtures together with a high carbon number aliphatic compound (C_{12} - C_{21}) remains very limited. In this work, therefore, we reported selectivity of 2-methoxyethanol and acetonitrile as a solvent to BTX in hexadecane (C_{16}) as a diesel oil model compound.

In addition, excess molar volume (V^E) and deviations in molar refractivity (ΔR) for the binary systems {Benzene + 2-methoxyethanol}, {Benzene + Acetonitrile}, {Toluene + 2-methoxyethanol}, {Toluene + Acetonitrile}, {*p*-Xylene + 2-methoxyethanol} and {*p*-Xylene + Acetonitrile}, were measured at 298.15, 308.15 and 318.15 K by a digital vibrating tube densitometer and a precision digital refractometer. These experimental data were correlated with the Redlich-Kister polynomial.

Acknowledgment

This work was supported by research fund of Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea.

PD-10 포스터학생

이산화탄소를 이용한 석탄 바이오매스 혼합 좌 가스화 반응에 관한 연구

김정수 · 김상겸 · 조종훈 · 이시훈* · 이영우†
충남대학교 에너지과학기술대학원
305-764 대전광역시 유성구 대학로 99
*한국에너지기술연구원
305-343 대전광역시 유성구 가정로 152

Study on the coal/biomass blend char gasification with carbon dioxide

Jung Su Kim, Sang Kyum Kim, Jong Hoon Cho, Si Hoon Lee* and Young Woo Rhee†
Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University,
99, Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea
*Korea Institute of Energy Research, 152 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon
305-343, Korea

전 세계적으로 에너지 소비가 증가하고 있는 현 시대에서 석탄은 증가하는 에너지 수요를 감당할 훌륭한 에너지원이다. 석탄의 약 40%를 차지하는 저등급 석탄은 여러 가지 문제로 인해 이용에 한계가 있다. 이를 해결하기 위한 다양한 연구가 진행 중이며, 그중 하나가 바이오매스를 혼합한 가스화이다. 바이오매스는 무한한 에너지원이지만 단독으로 사용하기에는 에너지 밀도가 낮아 효율의 문제가 있다. 석탄과 바이오매스를 혼합할 경우 석탄의 대표적인 문제인 SO_x, NO_x, CO₂ 배출이 감소되고 바이오매스의 낮은 에너지 밀도를 석탄의 높은 에너지밀도로 채울 수 있는 등 여러 가지 장점을 가진다. 본 연구에서는 석탄/바이오매스 혼합 가스화에서 반응온도가 미치는 영향에 대해 알아보았고, 이를 네 가지 기-고체 모델 shrinking core model(SCM), volumetric reaction model(VRM), random pore model(RPM), modified volumetric reaction model(MVRM)에 적용하여 가스화 반응의 거동특성을 알아보았다.

PVC를 원료로 탄소 코팅한 리튬이온이차전지 음극활물질 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 의 전기화학적 특성

현시철, 김세진, 나병기*

충북대학교 화학공학과

리튬이온배터리는 훌륭한 전기화학적 성능을 가지고 있어 휴대용 및 비 휴대용 장치의 에너지원으로써 널리 이용되고 있다. 이는 전통적인 충전 가능한 다른 전지들과 비교하여, 가벼운 무게, 작은 부피, 높은 전압 및 높은 에너지밀도와 같은 많은 이점들을 가지고 있기 때문이다[1].

최근에는, EV (Electric Vehicle)나 HEV (Hybrid Electric Vehicle)와 같은 중대형전지가 필요한 곳에 에너지원으로써 많은 주목을 받고 있으며, 이를 충족시키기 위해서는 높은 에너지 밀도와 출력이 요구되어 진다.

현재 상용화된 리튬이온이차전지용 음극활물질인 흑연의 경우 이론용량이 372 mAh/g, 평균전위가 ~0.1 V로 리튬금속과 거의 유사한 전위를 지니는 장점이 있다. 그러나, 표면에서 비가역적 반응이 일어나면서 SEI (Solid Electrolyte Interface)가 생성이 되는데 구조적 박리를 방지하여 안정성을 보장하지만 비가역적 용량 손실로 인해 이와 관련된 전극-전해질간 계면반응은 자가방전의 원인이 되기도 한다[2].

Spinel 구조의 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 는 리튬이온이 가역적으로 삽입/탈 리가 되면서 체적변화가 거의 없는 zero-strain 의 특성을 지니고 있어 구조적인 안정성과 더불어 사이클 특성이 우수하다. 또한 전해질의 환원전위인 0.8 V 보다 높은 1.55 V (verse Li/Li+)에서 평탄 전위를 보이므로 SEI 층이 형성되지 않아 초기 용량손실을 방지 할 수 있다. 그러나 낮은 전기전도도로 인하여 높은 rate capability 와 고 에너지를 요구하는 분야에 적용하는데 어려움이 있다[3]. 이러한 낮은 전기전도도를 보완하기 위하여 전도성이 좋은 탄소소재 물질을 첨가하는 실험이 많이 진행되고 있다.

본 연구에서는 탄소소재로 PVC (poly vinyl chloride)를 첨가하여 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 의 낮은 전기전도도를 향상 시키고자 하였다. 입자의 구조적 특성과 모양을 알아보기 위해 XRD 와 SEM을 사용하여 분석하였고, PVC 첨가에 따른 전기전도도 측정을 위하여 분체저항측정기를 사용하였다. 또한 half-cell을 제작하여 충/방전시 다양함 C-rate를 통해 출력 특성을 알아보았다.

참고문헌

1. F.F.C. Bazito, R.M. Torresi and J. Braz., "Cathodes for lithium ion batteries: The benefits of using nanostructured materials", *Bra. Chem. Soc.*, 17, 627 (2006).
2. S. C. Hong, H. P. Hong, B. W. Cho and B. K. Na, *Korean J. Chem. Eng.*, 27, 91-95 (2010).
3. H. Luo, L. Shen, K. Rue, H. Li and X. Zhang, *Journal of Alloys and Compounds*. 575, 37-42 (2013).

재생 ITO 나노입자의 물성에 미치는 분산제 농도의 영향

차승재, 홍성제, 이재용[†], 김병준[†]

전자부품연구원 디스플레이부품소재연구센터, [†](주) 한청 RF

Effect of Concentrations of Dispersing Agents on Physical Properties of Re-synthesized ITO Nanoparticles

Seung-Jae Cha, Sung-Jei Hong, Jae-Yong Lee[†], Byeong-Jun Kim[†]

Display Components and Materials Research Center, Korea Electronics Technology Institute[†],

[†]Han Cheong RF Co. Ltd.

인듐주석산화물(Indium-Tin-Oxide, ITO)는 평판 디스플레이, 태양전지 등 전자 디바이스에서 투명전극을 구성하는 핵심소재이다.¹⁾ 투명전극 막은 스퍼터링(sputtering)이나 전자빔 증착(E-beam evaporation) 등의 방법으로 제작하는데, ITO 소재의 단가가 매우 높고, 공정 후 불용 ITO 타겟을 인듐(In)의 형태로 재생하여 다시 ITO로 제조하므로 이에 따른 복잡한 공정 및 높은 단가에 대한 개선이 필요하다.²⁾ 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 불용 ITO 타겟으로부터 In이 아닌 ITO 형태로 유가금속을 회수하였고, 이를 이용하여 ITO 나노 분말을 재생하였다. 특히, 나노입자 재생시 입자의 크기와 분산을 최적화하기 위해 분산제를 투입하였고, 분산제의 농도가 재생 ITO분말의 물성에 미치는 영향을 관찰하였다. 분산제는 1~10wt%로 투입하여 분산제 농도에 따른 영향을 관찰하였고, 그 샘플들을 각각 400, 600, 800°C로 각각 열처리하여 평가하였다. 그 결과, (222)방위의 입방결정을 가진 재생 ITO가 양호하게 제조되었다. 또한 분산제 농도에 따라 입자의 크기가 영향을 받았고, 일정량 이상에서는 안정된 경향을 나타내었다. 열처리 온도가 증가할수록 입자크기가 증가하여 400, 600, 800°C에서 열처리 후 재생 ITO의 비표면적은 각각 114 m²/g, 68 m²/g, 34.1 m²/g의 매우 높은 값을 나타내었다. 따라서, 불용 ITO로부터 ITO 입자 재생시 분산제 농도를 최적화함으로써 초미세급의 분산이 양호한 분말 소재를 제조할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 10048248).

참고문헌

1. K.-I. Kim, N.-R. Lee, S.-S. Lee, Y.-S. Lee, and T.-W. Hong, "Evaluations of life Cycle Assessment on indium-Tin-Oxide Electrochemical Recycling Process", *Clean Tech.*, **19** (4), 388-392 (2013).
2. Y.-S. Lee, S.-S., Lee, N.-R., Kim, K.-I., and T.-W. Hong, "Enviromental Impacts Assessment of ITO (Indium Tin Oxide) Using Material Life Cycle Assessment", *Clean Tech.*, **18**(1), 69-75 (2012).

PD-13 포스터학생

산업부산물의 혼입에 따른 모르타르의 역학적 특성에 관한 연구

이종원, 장영일*[†], 박종호[‡], 임지수[‡], 박완신[‡]

충남대학교 융복합시스템공학과, [†]충남대학교 건설공학교육과, [‡]충남대학교 건설공학교육과

A Study on the Mechanical Properties of Mortar Produced with Industrial By-products

Jong Won Lee, Young Il Jang*[†], Jong Ho Park[‡], Ji Su Lim[‡], Wan Shin Park[‡]

Dept. of Construction Engineering Education, Chungnam National University

[†]Dept. of Construction Engineering Education, Chungnam National University (corresponding author)

[‡]Dept. of Construction Engineering Education, Chungnam National University

최근 토목 및 건축 구조물 등의 고층화, 대형화 되어감에 따라 부재의 단면이 큰 매스콘크리트의 적용이 증가하고 있다. 이러한 매스콘크리트는 타설 후 양생 초기에 수화열 축적으로 인한 내부온도 응력이 발생하여 온도균열 발생 가능성을 증가시킨다. 수화열은 구조물의 내구성에 매우 큰 영향을 미치는 요인으로 대규모 매트기초 콘크리트 시공의 경우에는 콘크리트 품질확보를 위하여 반드시 수화열 제어 방안에 대한 연구가 필요하다. 이러한 연구의 일환으로 본 연구에서는 철강산업 및 화력발전의 산업부산물을 다량 활용하여 2성분계 및 3성분계 혼합시멘트를 제조하고, 제조된 혼합시멘트에 따른 모르타르의 수화발열량 측정 및 역학적 특성을 분석하였으며, 향후 대형 구조물의 수화열 저감 및 산업부산물의 유효재활용 측면에서 혼합 시멘트의 활성화를 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

본 연구에서는 1종 보통 포틀랜드시멘트에 열병합 발전소의 부산물인 플라이애시를 혼입한 2성분계 혼합시멘트 배합과 철강 산업의 부산물인 고로슬래그 미분말과 플라이애시를 혼입한 3성분계 혼합시멘트 배합을 사용하였다. 산업부산물의 혼입별 유동특성을 분석한 결과 플라이애시를 혼입한 2성분계 혼합시멘트 배합은 플라이애시의 혼입량이 증가할수록 유동성이 증가하였다. 3성분계 혼합시멘트 배합은 고로슬래그 미분말의 혼입량이 증가할수록 높은 분말도로 인한 점성으로 2성분계 혼합시멘트 배합에 비해 유동성이 감소하는 경향을 보였다. 압축강도의 경우 시멘트 80%, 플라이애시 20%로 혼입한 2성분계 혼합시멘트 배합이 63.1MPa로 1종 보통 포틀랜드시멘트 배합에 비해 약 6% 높게 측정되어 가장 우수한 강도를 나타내었으며, 3성분계 혼합시멘트 배합의 경우 초기재령에서는 고로슬래그 미분말의 잠재수경성으로 인하여 낮은 압축강도를 보였으나 재령91일에 58.3MPa로 2성분계 혼합시멘트에 비해 약 92.4%의 강도를 확보할 수 있었다. 간이 단열온도상승시험으로 배합별 수화발열량 분석결과, 1종 보통 포틀랜드시멘트를 사용한 배합보다 2성분계 및 3성분계 혼합시멘트 배합이 초기 최대 발열이 3~8시간 늦게 나타났으며, 최고온도는 1종 보통 포틀랜드시멘트 배합이 54.5°C로 가장 높게 나타났다. 2성분계 배합의 경우 2.7°C~8°C, 3성분계 배합은 12°C~17.1°C정도 1종 보통 포틀랜드시멘트 배합에 비하여 낮게 측정되어 산업부산물의 혼입에 따른 수화발열 속도 및 수화열 감소 등의 차이를 뚜렷하게 확인할 수 있었다.

사사

본 연구는 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단(No.2012R1A1A1005058)의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Lee, K. J. et al., "Study on Hydration Heat Blended Belite Binder", Journal of the Korea Concrete Institute, 23(2), 145-150 (2011).
2. Lee, B. K. et al., "Properties of Compressive Strength of Mortar Based on High-activated Blast Furnace Slag using the Slag by-product as an Activator", Journal of the Korea Institute of Building Construction, 14(1), 37-44 (2014).

Hydrolysis of alginate into its monomers over sulfonated carbon catalyst derived from glucose

Chunghyeon Ban, Wonjin Jeon, Geonu Park, Do Heui Kim*

School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

Three types of biomass, food crops, wood, and algae, have been utilized to alleviate the global warming and a heavy dependence of fossil fuel. Among those biomass resources, algae is believed to be a potential renewable feedstock due to its rapid growth, inedibility, and lignin-free structure.

Employing acid catalysts, alginate, consisted of two uronic acids, β -D-mannuronic acid and α -L-guluronic acid, can be hydrolyzed into value-added organic compounds, such as lactic acid, succinic acid, and furfural. Although homogeneous acid catalysts, e.g. sulfuric acid and hydrochloric acid, hydrolyze alginate effectively, the use of these homogeneous catalysts poses significant challenges such as product separation, purification, and neutralization. Development of solid acid catalysts easily separable and having a high catalytic activity is essential in this regard.

Hydrothermal conversion of alginate into its two monomers was conducted over glucose-derived solid acid catalysts. Three functional groups of phenolic OH, -COOH, and -SO₃H were introduced onto the catalysts by partial carbonization of D-glucose and sulfonation of the resultant carbon material. It was found that strong brønsted sites(-SO₃H) catalyzed depolymerization of alginate as sulfuric acid did. The high activity comparable with that of sulfuric acid is explained by high acid density and hydrophilic functional groups of the catalysts in spite of low surface area. The sulfonated carbon catalyst paved the way for replacing homogeneous catalysts.

References

1. Aida, T. M. et al., "Depolymerization of sodium alginate under hydrothermal conditions", *Carbohydrate Polymers*, **80**, 296-302 (2010).
2. Aida, T. M. et al., "Production of organic acids from alginate in high temperature water", *J. of Supercritical Fluids*, **65**, 39-44 (2012).
3. Fukuhara, K., et al., "Structure and Catalysis of Cellulose-Derived Amorphous Carbon Bearing SO₃H Groups", *ChemSusChem*, **4**, 778-784 (2011).
4. Mo, X., et al., "Activation and deactivation characteristics of sulfonated carbon catalysts", *Journal of Catalysis*, **254**, 332-338 (2008).

라인믹서를 이용한 미세기포 발생 특성에 대한 연구

김규진, 홍원석*, 송동근, 민태진, 신완호, 김상복
 한국기계연구원 환경에너지기계연구본부

현재 수처리 분야에 상용화되어 있는 가압부상조의 효율을 높이기 위해 미세기포 발생장치가 주로 사용된다. 미세기포를 발생시키는 방법 중에서 고용량, 고농도의 미세기포 발생을 위한 가장 적합한 방식은 가압용해 방식이다. 가압용해 방식은 용해조를 통해 기-액 접촉면적과 시간을 늘리는 방식인데 효율은 높으나 처리용량이 늘어날수록 용해조의 크기도 같이 커진다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제로 용해조를 사용한 가압용해 방식을 현장에 적용할 경우 공간협소 등의 문제가 발생할 우려가 있다. 이와 같은 문제를 해결하고자 본 연구에서는 유체의 연속 혼합 조작에 사용되는 라인믹서를 이용하여 용해조를 대체할 수 있는 가능성을 살펴보았다. 라인믹서를 통하여 기체의 용해 효율을 높이고 미세기포의 크기와 밀도가 제어 가능한지 살펴보았다.

라인믹서형 미세기포 발생장치에서 기포 발생 압력과 기-액비 변화에 따른 미세기포 발생변화 거동, 분포, 밀도, 용존산소농도를 측정하였으며, 그 효과를 비교하기 위하여 라인믹서가 없는 상태에서 동일 조건으로 비교 실험을 진행 하였다.

실험조건은 동일한 물 유량을 흘려주어 미세기포 발생 압력을 변화시켰고, 각 압력조건에서 기-액비를 변화시켰다. 실험 결과, 미세기포의 밀도는 압력과 기-액비가 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 용존 산소농도는 압력과 기-액비 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 라인믹서를 이용하여 발생시킨 미세기포의 경우 라인믹서를 이용하지 않고 발생시킨 미세기포 보다 평균 52%의 높은 용해 효율을 보였다. 미세기포의 평균입경은 압력이 증가할수록 작아지나, 기-액비의 증가에 따라서 평균입경 또한 증가하는 것을 확인하였다.

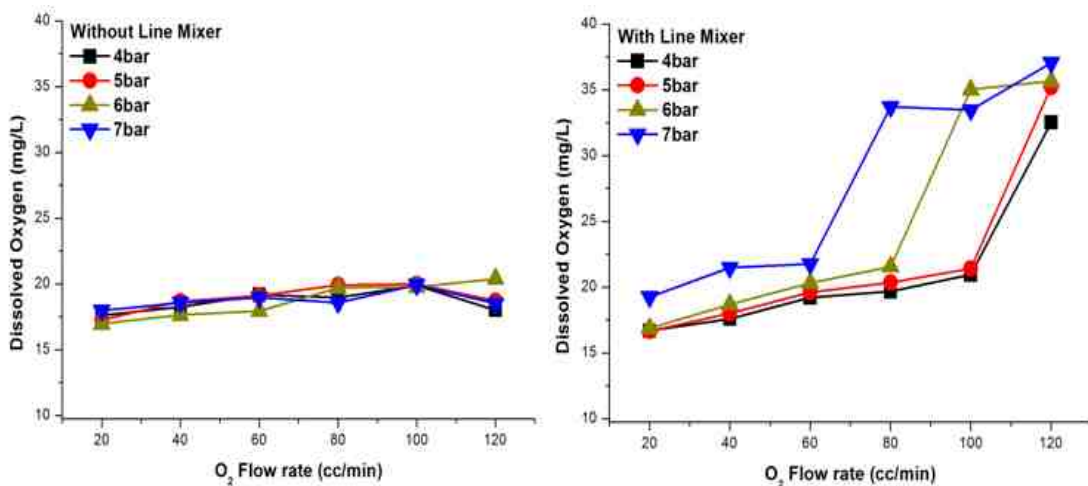


Fig. 1. Results of dissolved oxygen for various O₂.
 (Left) without line mixer. (Right) with line mixer. (right)

PD-16 포스터학생

SEWGS를 위한 K/Mg계열 건식흡수제의 이산화탄소 흡수 특성

변창기, 박지혜, 백정훈, 임효빈, 정정민 류호정[†], 이광복^{*‡}
충남대 녹색에너지기술전문대학원, [†]한국에너지기술연구원
[‡]충남대학교 화학공학교육과

Study on the Characteristics of A K-Mg-based Sorbent for CO₂ Capture of Sorption Enhanced Water Gas Shift

Chang Ki Byun, Hyo Been Im, Ho Jung Ryu[†], Kwang Bok Yi^{*‡}

Graduate school of Green Energy Technology, [†]Korea Institute of Energy Research,

[‡]Department of Technology Education, [‡]Department of Chemical Engineering Education

최근 건식흡수제를 이용하여 연소전 이산화탄소 회수 및 분리에 관한 연구가 세계적으로 진행 중이다. 건식흡수제의 주 구성물질은 K와 Mg가 포함된 복합 산화물 형태이며 수성가스반응과 결합된 형태의 유동층 이산화탄소 흡수공정 운전조건은 200°C, 20bar이다. 공정의 개발과 함께 이산화탄소 흡수 반응메카니즘 연구가 여러 형태로 진행되었으나 수분이 참여하는 반응의 특성상 정확한 메카니즘의 파악이 어려운 실정이다. 수분의 반응참여 정도와 수분의 역할이 규명되지 않은 상태이기 때문에 반응공정의 최적 조건을 찾는 것도 해결해야 할 숙제이다.

본 연구에서는 대용량 가압 열중량 분석기를 자체적으로 제작하여 유동층 환경에서 이산화탄소 흡수반응에 참여하는 수분의 양을 열중량 분석기를 통해서 조사하고 후단 가스의 분석을 통해서 이산화탄소 흡수량을 정밀하게 측정하였다. 반응의 진행 정도에 따라 반응 초기에는 수분을 흡수하지만 반응 후반에 다시 수분을 배출하는 것을 밝혀내었다. XRD, FT-IR을 통하여 시료의 반응 전후 상태를 비교하였다. 향후 건식 이산화탄소 흡수제의 반응 속도를 측정하고 반응 메카니즘을 밝혀 낼 수 있는데 기여할 수 있는 연구결과를 소개하고자 한다.

참고문헌

1. Lee SC et al., "Development of regenerable MgO-based sorbent promoted with K₂CO₃ for CO₂ capture at low temperatures", Environ sci. technol., pp. 2736-2721 (2008)
2. Fagerlund J et al., "Kinetics studies on wet and dry gas-solid carbonation of MgO and Mg(OH)₂ for CO₂ sequestration", RSC Advances., pp. 10380-10393 (2012)

PD-17 포스터학생

혐기성 발효에 의한 다시마로부터 바이오연료 생산에 방사선 및 효소 전처리의 영향 평가

Hong Duc Pham, 선지윤[†], 이성찬, 송민경^{†*}, 우희철*
부경대학교 화학공학과, [†]부경대학교 청정생산기술연구소

Effect of radiation and enzyme pretreatment on biofuels production from *Saccharina japonica* by dark fermentation

Hong Duc Pham, Jiyun Seon[†], Seong Chan Lee, Minkyung Song[†], Hee Chul Woo*
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

[†]The Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University, Busan, Korea

Meeting renewable energy policies require development of a large sustainable and environmental-friendly biomass resource; macroalgae could be a potential contributor towards this policy to produce biofuels. Particularly, massive brown algae have regarded as a promising biomass to accomplish the biofuel goals in the nearest future [1, 2]. To enhance the production yield, a pretreatment step on raw biomass is critical for the success of the overall bioconversion process [3, 4]. In this study, radiation and enzyme pretreatment were applied to enhance volatile fatty acids (VFAs) from brown algae.

Saccharina japonica was mixed with distilled water to 6 g/L and then pretreated by gamma ray (10 and 25 kGy) and enzyme (AlyDW11, alginate lyase was extracted from the gut microflora of abalone) separately. Then all hydrolysates were fermented at dark and anaerobic condition. The batch fermentation was carried out in 400-mL working volume at 35°C and 120 rpm. Chloroform (CHCl₃; 100 μM) was used as a methanogen inhibitor. VFAs in liquid phase were measured by a GC (Shimadzu 17A) by FID detector with FFAP column (50m×0.32 mm×0.5 μm). Also, ethanol (EtOH) was detected by HPLC (Shimadzu 20LC) by RID detector.

In conclusion, there was not significantly affected gamma ray on VFAs and EtOH production from brown algae. However, enzyme pretreatment led to the increase in biofuels production obviously. The highest VFAs and EtOH production peaked at 4.69 g/L of the sample treated by combination of enzyme and radiation.

References

1. Kim, S.S., H.V. Ly, J. Kim, J.H. Choi, and H.C. Woo, "Thermogravimetric characteristics and pyrolysis kinetics of Alga Sagarssum sp. biomass," *Bioresour Technol.* **139**, 242-8 (2013).
2. Jung, K. A., Lim, S. R., Kim, Y., and Park, J. M., "Potentials of macroalgae as feedstocks for biorefinery," *Bioresour. Technol.* **135**, 182-190 (2013).
3. Brodeur, G., Yau, E., Badal, K., Collier, J., Ramachandran, K.B., Ramakrishnan, S., "Chemical and physicochemical pretreatment of lignocellulosic biomass: A review," *Enzyme Res.* **2**, 1-17 (2011).
4. Lemee, L., Kpogbemabou, D., Pinard, L., Beauchet, R., Laduranty, J., "Biological pretreatment for production of lignocellulosic biofuel," *Bioresour Technol.* **117**, 234-41 (2012).

PD-18 포스터학생

Pt/HY를 이용한 바이오오일 모델물질의 수첨탈산소화반응

김한나, 홍여진, 이희진, 이형원, 권우현, 김범식, 이예진, 박영권*
서울시립대학교 환경공학부

Hydrodeoxygenation of bio-oil model compounds over Pt/HY

Hannah Kim, Yeo Jin Hong, Heejin Lee, Hyung Won Lee, Woo Hyun Kwon, Beom-Sik Kim, Ye
Jin Lee, Young-Kwon Park*
School of Environmental Engineering, University of Seoul, Korea

최근 화석연료의 고갈 및 이를 둘러싼 이권 충돌, 기후변화협약의 강화 등으로 인해 이를 대체할 신·재생 에너지의 관심이 급증하고 있다. 그 중 바이오매스는 화석연료와 같이 생물을 기반으로 하여 에너지 뿐 아니라 화학적으로 유용한 물질들을 제공해줄 수 있다는 점에서 다른 대체자원들과 차별성을 두고 있다. 이 뿐 아니라 임목 및 농업, 도시 폐기물 등의 바이오매스를 연료화 함으로써 전 세계적으로 문제가 큰 폐기물의 처리에 큰 기여를 할 수 있다. 하지만 이러한 바이오매스를 열처리하여 얻어진 바이오오일의 높은 산소량과 고분자 화합물, 낮은 pH, 발열량 등으로 인해 화석연료를 대체하는 데 있어 추가적인 개질반응을 필요로 한다. 수첨탈산소화반응은 고압의 수소를 가하여 구성 물질 내의 산소를 제거하는 방법으로 바이오오일의 품질을 높이고 가치가 낮은 물질을 고부가가치의 물질로 전환시켜 생산한다. 본 연구에서는 바이오오일의 모델물질로 비교적 수율이 높고 분자구조가 단순한 구아이아콜 및 페놀을 선택하여 수첨탈산소화 반응을 수행하였다. 더불어 HY제올라이트에 백금이 담지된 촉매를 사용함으로써, 귀금속 및 산촉매에서의 활성도를 평가하였다. 반응은 150-250°C, 40 bar 조건에서 이루어졌으며 생성물질의 확인은 GC/MS를 사용하였다.

PD-19 포스터학생

유동층 공정에서 SNG 합성을 위한 NiAl₂O₄ 촉매지지체의 제조

김민정, 성연백, 이태훈, 박창준, 이진욱, 최원영, 이태진*, 박노국[†], 류호정[‡]
영남대학교 화학공학부, [†]영남대학교 청정기술연구소, [‡]한국에너지기술연구원

Preparation of NiAl₂O₄ frame as catalytic support for SNG synthesis in Fluidized bed process

Min Jung Kim, Yeon Baek Seong, Tae Hoon Lee, Chang Joon Park, Won Young Choi, Jin Wook Lee, Tae Jin Lee* No-Kuk Park[†], Ho-Jung Ryu[‡]

School of Chemical Engineering, Yeungnam University, [†]Institute of Clean Technology, Yeungnam University, [‡]Korea Institute of Energy Research

합성가스의 메탄화 반응으로부터 합성천연가스를 제조하는 SNG 합성공정은 Ni계 촉매 상에서 반응한다. 메탄화 반응은 높은 반응열에 의해서 촉매층의 온도가 급격히 상승하는데, 안정적인 반응공정의 운전을 위하여 촉매층 온도를 낮추고자하는 여러 가지 방안들이 제안되고 있다. 본 연구에서는 촉매층의 온도를 효과적으로 제어하기 위한 반응공정으로 흔히 사용되는 유동층 공정에 적용 가능한 Ni계 촉매를 제조하고자 하였다. 유동층 반응공정은 온도제어에 유리한 장점이 있다. 그러나 촉매의 내마모성이 반드시 제고되어야 하기 때문에 매크로기공을 가지는 NiAl₂O₄ 골격구조체를 기반으로 내마모성을 향상시키고자 하였다. 제조한 촉매의 내마모성 향상을 위한 NiAl₂O₄ 골격구조체는 PS (polystyrene)이나 PMMA 나노 비드를 매트릭스로 사용하여 매크로 기공이 형성된 프레임 형태이며, 높은 내마모성을 가지는 NiAl₂O₄ 프레임 내부에 NiO와 Al₂O₃를 채워서 내마모성이 제고된 촉매를 제조하였다. NiAl₂O₄ 골격구조체를 합성하기 위한 전구체로는 nickel nitrate와 aluminum nitrate가 사용되었으며, 프레임 형태의 NiAl₂O₄ 골격구조체를 형성하기 위해 고분자 비드인 PS과 PMMA가 사용되었다. 합성된 NiAl₂O₄ 골격구조체의 특성을 관찰하기 위하여 SEM과 XRD로 표면형성과 결정구조가 분석되었고, 균일한 NiAl₂O₄ 구조의 매크로기공이 형성되었음을 확인하였다.

참고문헌

1. S. A. Qader, Natural Gas Substitutes from Coal and Oil, Elsevier, (1985)
2. 김수한, 고동준, "합성천연가스(SNG) 제조 기술", 화학공학기술정보지(NICE), 31, 65-68, (2013)
3. V. Mittalb, N.B. Matskoa, A. Buttéb, M. Morbidelli Functionalized polystyrene latex particles as substrates for ATRP: Surface and colloidal characterization. Polymer Volume 48, Issue 10, Pages 2806-2817, 4 May (2007)

미세조류 *Scenedesmus Obliquus*를 이용한 미생물연료전지 전기에너지 생산

최광순, 민부기*

경희대학교 공과대학 환경학 및 환경공학과

미생물연료전지는 유기성 연료를 미생물이 분해하면서 발생하는 전자를 전력화시키는 장치로 유기물 처리와 동시에 전기에너지를 생산할 수 있는 친환경 바이오에너지 기술로 여기지고 있다. 본연구의 목적은 미생물연료전지의 산화반응조 내 기질로서 미세조류 종인 *Scenedesmus Obliquus*을 이용하여 전기에너지를 생산하는 것으로 이를 통해 미세조류를 이용하여 미생물연료전지에서 에너지 생산이 가능한지를 확인하고자 하였다. 미세조류는 열-산처리를 통해 전처리 후에 사용하였으며, H형태의 이실형 미생물연료전지를 이용하여 연구를 진행하였다. 미세조류 기질을 이용한 미생물연료전지 운전을 통하여 최대전력밀도, $102\text{mW}/\text{m}^2$ ($951\text{mW}/\text{m}^3$)를 얻을 수 있었다. 분극곡선 분석에 따르면 내부저항은 543Ω 인 것으로 확인되었다. 150시간 운전 시 TCOD의 경우 $534\text{mg}/\text{l}$ 에서 $137\text{mg}/\text{l}$ 로 감소하여 약 74%의 처리효율을 나타냈으며, SCOD의 경우 $281\text{mg}/\text{l}$ 에서 $57\text{mg}/\text{l}$ 로 약 80%의 처리효율을 보였다. 특히 미세조류의 분해과정에서 발생하는 Acetate와 Lactate가 전기발생에서 중요한 전자공여 기질인 것을 확인하였다. 전기화학적 임피던스 분광법(EIS)을 이용한 분석에서는, Anode 전극에서 ohmic resistance는 9Ω 이고 charge transfer resistance는 112Ω 이며 exchange current density는 $1,191\text{ nA}/\text{cm}^2$ 로 나타났다.

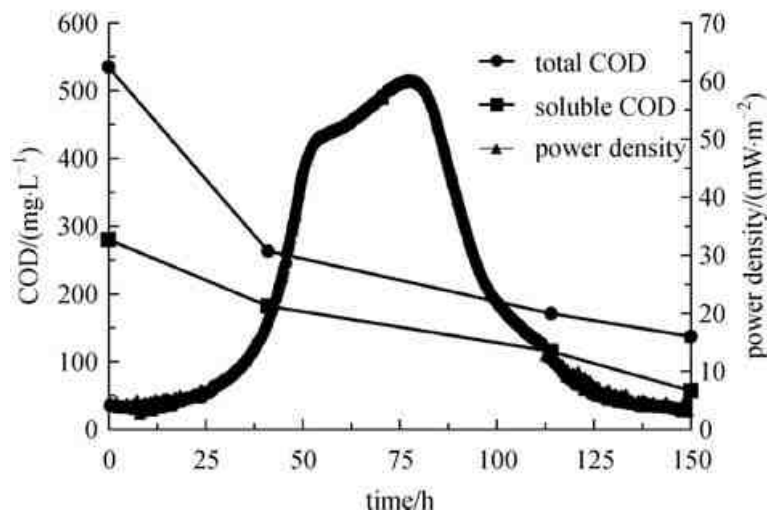


Fig : 미세조류를 기질로 이용한 미생물연료전지의 시간에 따른 전력밀도와 COD 제거

PD-21 포스터학생

The role of Zr in Pd/(Ce-Zr)O₂ catalyst on CO oxidation against sulfur poisoning

유영석, 이재하, 김도희*, 이효경¹, 정진우¹, 유승범¹
서울대학교; ¹현대자동차

The continuing demand for the reduction of harmful exhaust emissions from the vehicle has led to develop more effective emission control system. The diesel oxidation catalyst (DOC) plays a crucial role in removing CO and hydrocarbons (HCs) from diesel exhaust gas. CeO₂ is widely used in DOC as support for its oxygen-storage capacity (OSC) property. It captures or releases oxygen by alternating its oxidative state between Ce⁴⁺ and Ce³⁺. This OSC property enables continuous removal of HCs, soluble organics, and CO under rotationally encountered oxidative and reductive atmosphere from automotive engine cycle. However, CeO₂ is vulnerable to sulfur poisoning. SO₂ readily reacts with CeO₂ and forms surface sulfates species or bulk sulfate species and disturbs OSC property of CeO₂. ZrO₂ is widely used as an additive to form solid solution with CeO₂ and enhances its physicochemical properties such as OSC property, thermal tolerance, and sulfur resistivity. This research especially focuses on the effect of Zr addition to Pd/CeO₂ catalyst on CO oxidation activity after SO₂ adsorption and desorption treatment.

PD-22 포스터학생

디젤 개질용 Rh/Al-Ce-Zr 촉매의 Rh 함량에 따른 반응거동 조사

성연백¹, 이태훈¹, 김민정¹, 이진욱¹, 박창준¹, 최원영¹, 박노국^{2†}, 이태진^{1*}

¹영남대학교 화학공학부, ^{†2}영남대학교 청정기술연구소

Performance test of auto-thermal reforming with Rh content of Rh/Al-Ce-Zr catalyst

Yeon Baek Seong¹, Tae Hoon Lee¹, Min Jung Kim¹, Jin Wook Lee¹, Chang Joon Park¹, Won Young Choi¹, No-Kuk Park^{2†}, Tae Jin Lee^{1*}

¹School of Chemical Engineering, Yeungnam University,

^{†2}Institute of Clean technology, Yeungnam University

본 연구에서는 연료개질용 촉매 중 하나인 로듐 촉매상에 로듐의 함량에 따른 반응거동이 조사되었고, 자열개질(ATR, auto-thermal reforming)반응에 의한 디젤유로부터 수소생산을 위한 촉매 성능이 평가되었다. 디젤의 자열개질 반응은 산소, 스팀 그리고 디젤을 이용하여 800 °C의 고온에서 일어나는 반응이다. 본 연구에서는 촉매 지지체로 alumina를 사용하였으며, 고온조건에서 수행되는 자열 개질반응의 특성 상 피할 수 없이 동반되는 촉매의 표면적 감소와 탄소 침적을 방지하기 위하여 zirconia와 ceria를 첨가되었다. Al-Ce-Zr계 촉매지지체는 증류수에 alumina, zirconia, ceria의 전구체를 하나의 용기에 넣어 녹인 뒤 암모니아수를 이용하여 pH 7을 만들어 공침시켜 제조하였으며, 침전된 용액은 회전증발기를 이용하여 분말형태로 얻었다. 제조된 촉매분말은 600 °C에서 4 시간 동안 소성하여 촉매지지체로 제조되었으며, 활성 물질인 로듐은 전구체 용액을 제조한 후 지지체분말과 함께 혼합한 후 함침법에 의해서 촉매지지체에 담지하였다. 로듐의 담지량은 0.03 ~ 0.055 wt%범위 내에서 변화시켰으며, 디젤의 자열개질반응으로부터 얻어진 수소의 최대 생성량을 얻기 위하여 Steam/Carbon 비와 O₂/Carbon 비를 조절하면서 반응거동이 관찰되었다. 최대 수소량을 얻기 위한 최적 운전조건에서 촉매상의 로듐함량 변화에 따른 수소생성량을 조사하였다. 이 실험에서 최대로 얻어진 반응기 출구의 건조가스 중 수소의 함량은 약 53%정도 인 것으로 확인되었다.

PD-23 포스터학생

Antioxidants and total saponin measurement of ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) root extracts obtained by pressurized hot water extraction

Saravana.P.S[†], Yeon-Jin Cho[†], Byung-Soo Chun*[†]

[†]Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-Gu, Busan 608-737, Republic of Korea

Ginseng root has been utilized for thousands of years in China, Korea and Japan as an important drug in Chinese medicine. Ginseng root of *Panax ginseng* C. A. Meyer is a widespread herbal medicine that still occupies a prominent position in the list of best-selling natural products and is considered as the most widely taken herbal product in the world. Ginseng's potential therapeutic effects have been attributed to its immunomodulatory, antioxidant, and anti-inflammatory activities. Several works in the extracts of Ginseng root have been reported in the pharmacological fields. The aim of this study was to analyze antioxidant properties and total saponin of ginseng root hydrolysate obtained from the pressurized hot water extraction (PHWE). PHWE is an eco-friendly separation technology which was carried out in 200 ml of a batch reactor made of 276 Hastelloy with temperature controller. Fresh ginseng roots were crushed into small pieces and distilled water was put in the reactor and closed. Material to water ratio of this experiment was 1:20 (w/v). The reactor was heated by an electric heater which was previously heated to the desired temperature (180-240 °C) and pressure (16-32 bar). The sample was stirred by motor stirrer at 150 rpm. The reaction time for each sample was taken 5 min. After cooling to room temperature, the hydrolyzed sample from the reactor was collected and filtered using a filter paper. Antioxidant properties such as DPPH, ABTS free radical scavenging activity, total phenolic compound (TPC), total flavonoid compound (TFC) and total saponin will be determined and compared of ginseng hydrolyzates.

Reference

1. Sun, S. et al., "Effects of steaming the root of *Panax notoginseng* on chemical composition and anticancer activities", *Food Chemistry*, 118(2), 307-314 (2010).
2. Lee H.J. et al., "Utilization of hydrolytic enzymes for the extraction of ginsenosides from Korean ginseng leaves", *Process Biochemistry*, 47(3), 538-543 (2012).
3. XU L.L. et al., "Comparative research of chemical constituents, antifungal and antitumor properties of ether extracts of *Panax ginseng* and its endophytic fungus", *Phytomedicine*, 16(6-7), 609-616 (2009).

PD-24 포스터학생

기포 유동층 반응기에서 백합나무 급속 열분해로부터 바이오-오일 생산 연구

Bio-oil production from fast pyrolysis of tulip tree in a bubbling fluidized bed reactor

임동현¹, 심재욱¹, 김승수^{1*}, 김진수²

¹강원대학교 삼척캠퍼스 화학공학과, ²경희대학교 화학공학과

성장속도가 빠르고 기후변화에 큰 영향을 받지 않아 용재수로 사용되는 백합나무(Tulip tree)를 대상으로 바이오에너지 생산의 효율성을 알아보기 위하여 기포 유동층 반응기(Bubbling fluidized bed reactor)를 이용하여 급속 열분해 공정을 통한 반응조건을 변화시켜 열분해 생성물인 바이오-오일(Bio-oil), 가스 및 찍(Char)의 수율변화를 확인 하였다. 반응온도 450~550 °C 조건에서 바이오-오일, 찍 및 가스의 수율은 각각 34.65~42.20%, 24.47~28.19%, 31.93~40.88%였다. 열분해반응 온도 500°C 조건에서 가장 높은 바이오-오일의 수율을 얻을 수 있었다. 가스의 조성의 경우 CO₂, CO, CH₄, H₂가 주생성물이었으며 온도가 증가함에 따라 CO₂, CO는 감소하였고, CH₄, H₂는 증가하였다. 반응물의 체류시간에 따른 생성물 변화특성을 파악하기 위해 유동화속도(Fluidization velocity) 2~4 U_{mf} 조건에서 백합나무 급속 열분해를 수행한 결과, 바이오-오일의 수율은 35.10~42.20%, 찍의 수율은 24.78~28.37%, 가스의 수율은 33.02~38.44%였으며, 3 U_{mf} 조건에서 가장 높은 바이오-오일의 수율을 얻을수 있었다. 최소유동화 속도 3 U_{mf}에서 CH₄의 선택성이 가장 높았으며, 이 때 수율이 11.46 mol%였다.

PD-25 포스터학생

Characteristics and Kinetics Mechanism of *Cladophora Socialis* Alga Pyrolysis in Micro Tubing Reactor

Hoang Vu Ly¹, Seung-soo Kim^{2*}, Jinsoo Kim^{1*}, Hee Chul Woo³

¹Department of Chemical Engineering, Kyung Hee University, Yongin, Korea

²Department of Chemical Engineering, Kangwon National University, Samcheok, Korea

³Department of Chemical Engineering, Pukyung National University, Busan, Korea

Algae are considered the potential source for renewable energy and fuel production. *Cladophora Socialis* is one kind of green algae, which is widely grown in the neighborhood of Vietnam. By thermochemical processing as pyrolysis, *Cladophora Socialis* can be converted into bio-oil, gas and char. In this work, the characteristics of *Cladophora Socialis* pyrolysis were evaluated by thermogravimetric analysis (TGA). This material was also pyrolyzed in micro-tubing reactor at 380, 390, 400 °C with different retention time from 0.5 to 2.5 min to investigate the effect of these parameters on the product yields. The results showed that the maximum yield of bio-oil was 28.24%, obtained at pyrolysis temperature of 390 °C for 2.5 min. The kinetic parameters were determined based on experimental data using nonlinear least-squares regression with first-order kinetics assumption. The kinetic rate constants indicated that the predominant pyrolysis reaction pathway was A (biomass) to B (bio-oil) then, to C (gas, C₁-C₅) rather than from A (biomass) to C (gas, C₁-C₅)

물로부터 청정연료 수소생산을 위한 광촉매의 반응기작

유성주, 이수영, 김용화, 엄하늬, 이종협*
서울대학교 화학생물공학부

Mechanism of surface reaction on photocatalysts for hydrogen generation from water

Sungju Yu, Su Young Lee, Yong Hwa Kim, Ha Nee Umh, Jongheop Yi*
School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

최근 화석연료 사용으로 인한 대기오염과 에너지 고갈 문제가 대두되면서 청정연료에 대한 관심이 높아지고 있다. 지구상에 무한한 원소인 수소는 탄소보다 3.5배 높은 발열량을 가지고 있고, 고부가가치 화합물의 원료로도 사용이 가능하며, 연소 시 물만 배출하기 때문에 차세대 청정에너지원으로서 각광받고 있다. 그러나 현재 대부분의 수소는 화석연료로부터 얻어지고 있으며, 이 과정에서 온실가스 배출을 동반한다. 인공광합성 기술은 자연계 녹색식물의 광합성 작용을 모방한 기술로서 탄소 배출이 전혀 없는 수소를 친환경적으로 생산할 수 있다. 기존의 특성분석 방법으로는 나노입자의 다양한 특성들을 밝히는데 한계가 있고, 여전히 직관에 의거하거나 경험적 접근으로부터 광촉매 소재를 제조하는 경우가 대부분이다. 따라서, 이 기술을 상용화하기 위해서는 광활성을 갖는 반도체 기반 나노입자의 특성, 촉매의 작동원리, 그리고 계면에서 일어나는 현상에 대한 근본적인 이해가 필요하다.

이 연구에서는 피코초 수준의 형광 측정을 통해 전자이동과 관련된 속도파라미터를 도출하였고, 물리적 근거로부터 유도된 미분방정식 해와의 상관관계로부터 인공광합성 나노입자 시스템의 이종접합 경계면에서 일어나는 전자이동의 경로 및 속도를 밝혔다. 또한 양자역학적 제1원리를 기반으로 한 VASP(Vienna Ab-initio Simulation Package) 프로그램을 이용해 모델화된 시스템의 기하학적 구조 최적화와 에너지를 비교했고, 촉매 표면반응 모사를 통해 반응경로를 밝혔다. 이 연구 결과는 가시광에 효율적으로 작동할 수 있는 광촉매의 합리적인 설계에 필요한 새로운 방식의 속도론적, 열역학적 접근 방법을 제시했다.

PD-27 포스터학생

재활용된 실리콘 슬러지를 이용한 탄소가 첨가된 SiC 박막 Heater의 특성 분석

김승현, 김용성[†]

서울시 노원구 공릉동 서울과학기술대학교 172 화공생명공학과

서울시 노원구 공릉동 서울과학기술대학교 172 NID 대학원[†]

Heating analysis of Carbon doped SiC Film Heater with Recycled SiC Sludge

Seung Hyun Kim, YoungSungKim[†]

Chemical and Biological Engineering, Seoul National University of Science and Technology, 172

Gongreung-dong, Nowon-gu, Seoul, 139-743 Korea

NID Graduating School, Seoul National University of Science and Technology, 172

Gongreung-dong, Nowon-gu, Seoul, 139-743 Korea[†]

최근 실리콘을 이용한 다양한 소자의 개발 과정에서 발생하는 Si 및 SiC 분말 폐기물이 환경오염에 상당한 영향을 미치고 있다. 현재 슬러지 형태로 발생하는 오염물질의 배출은 필연적이므로 이를 근원적으로 방지하기 위해서는 이들을 재활용하여 신규 소재로 활용하는 방안이 연구되고 있다. 본 연구에서는 오염물질을 제거한 Si 및 SiC 슬러지 및 분말들을 이용하여 발열소자에 응용하고자 검토하였다[1]. 발열 소자로 응용을 위해서 전도특성을 확보하기 위해 흑연분말을 슬러지에 첨가하여[2] 이를 페이스트화 시켜 스크린 프린터 기술을 이용하여 박막형태의 히터를 제조하였다. 즉 Si 및 SiC를 모체로 탄소를 첨가하여 전기적 특성을 확보하고 열 특성에 강한 AlN 기판 위에 스크린 프린팅법으로 코팅하여 SiC 히터를 제작하였다. 또한 Heater는 카본 10~30 wt%, 실리콘 슬러지 60~80 wt%, 유기 바인드 10 wt%를 혼합하여 페이스트를 제작 한 후 AlN 기판 위에 스크린 프린팅법으로 코팅하여 제작하였다. 열 특성과 전기적 특성은 IR 카메라와 멀티메타를 사용하여 전류 및 전압 변화에 따른 열전달 특성을 분석하였다. Silicon Heater의 열적 특성은 카본의 함량과 프린팅이 두꺼울수록 증가할수록 열적 특성이 우수하였으며, 프린팅을 두껍게 할수록 저항이 낮아져 더 좋은 열 특성이 있다는 것을 확인하였다. 따라서 SiC 45 wt%, 흑연분말 45 wt% 및 바인더 첨가물 10 wt% 합성페이스트로 제조된 박막히터에서 발열온도가 300°C까지 용이하게 얻을 수 있는 박막히터를 제조하였다. 따라서 기존의 폐기처리되고 있는 Si 및 SiC 슬러지들을 이용하여 신규 발열소자 제조에 응용함에 따라 환경오염 방지에 기여될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Choi et al[1]., "SiC Synthesis by Using Sludged Si Power," Journal of the Micrielectronics & Packaging Society, 10(3), 67-7, (2003).
2. Kim et al[2]., "Additive Effects on Sintering oc Si/SiC Mixtures," Kor. J. Mater. Res, 22(12), (2012).

소나무 껍질의 급속 열분해를 통한 바이오 오일 특성에 관한 연구

정재용, 이은도[†], 정수화^{†*}

과학기술연합대학원대학교, [†]한국생산기술연구원

소나무는 건축이나 가구 제작 등으로 많이 사용되고 있으며 소나무의 잔여물로 소나무 껍질은 현재 많이 사용되어지지 않고 있다. 에너지를 생산하기 위한 방법 중 열화학적 전환 방법인 급속 열분해는 바이오매스를 무산소 조건에서 열을 가하여 생성된 가스를 냉각하여 오일을 생산하는 기술이다. 열분해 기술을 통해 가스, 찌, 바이오 오일이 생성되며 조건에 따라 수율과 특성이 달라진다. 본 연구에서는 소나무 껍질의 급속 열분해를 통해서 바이오 오일, 바이오 찌 그리고 생성 가스를 생산하였다. 실험은 bench-scale 규모의 유동층 반응기를 사용하였고 반응 온도는 400-600°C에서 실시하였다. 생성된 바이오 오일의 수율은 513°C에서 가장 높았으며 aqueous phase와 viscous phase로 분리되었다. GC-MS로 분석한 결과 aqueous phase에서는 주로 acetic acid가 많이 포함되어 있으며 viscous phase는 주로 phenol과 phenolics로 화합물로 이루어져 있었다. 추가적인 실험으로 원시료를 soak 처리한 결과 ash가 제거되어 찌가 줄어들었고 가스가 많이 생성되었으며 오일의 수율은 변화가 거의 없는 것으로 나타났다.

Nickel oxide nanorod as a high power anode material for lithium-ion batteries

Seunghyun Ko^{†,‡}, Young-Pyo Jeon^{†,‡}, Chul Wee Lee^{†,‡*}

[†]Center for C-Industry Incubation, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), 141, Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-600, Republic of Korea

[‡]Green Chemistry and Environmental Biotechnology, University of Science and Technology (UST), 217, Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-350, Republic of Korea

Nickel oxide has been considered as one of the most promising candidates for anode materials of lithium ion batteries (LIBs) due to its high theoretical capacity (718 mAh/g). However, its intrinsic drawbacks such as low electrical conductivity and pulverization phenomenon during a charge-discharge process have impeded its commercialization. To overcome these problems, we prepared nickel oxide in a nanorod form. For the preparation of the nickel oxide nanorod, a hard-template method was employed using SBA-15 as a hard template. The as-prepared nickel oxide impregnated nanorods were characterized by XRD and TEM analysis, and then charge-discharge test of LIB based on the nanorod was conducted. As expected, the LIB assembled by using the nanorod exhibited high discharge capacity, excellent rate ability, and relatively more stable cyclability than that of micron sized bulk nickel oxide during the charge-discharge test.

친환경적인 불균일계 자성 촉매 제조 연구

김희재, 송광호*
고려대학교 화공생명공학과

A Study of Eco-Friendly Heterogeneous Magnetic Catalyst

Hee-Jae Kim, Kwang-Ho Song*
Department of Chemical & Biological Engineering, Korea University

정밀화학산업에서는 불균일계 촉매에 비하여 높은 반응성과 선택성을 지니고 있는 균일계 촉매가 이용된다. 그러나 균일계 촉매는 사용 후 분리와 재사용이 어렵다는 단점이 있다. 균일계 촉매에는 백금, 팔라듐, 바나듐 등 값비싼 전이금속들이 주를 이루고 있다. 대규모 공정의 경우 이런 촉매의 회수는 공정 비용을 줄일 뿐만 아니라, 폐수로 인한 중금속 유출을 최소화할 수 있다. 이에 본 연구에서는 영구 자석을 통해 회수율을 올릴 수 있도록 자성을 띠는 입자에 금속 촉매를 부착한 불균일계 촉매를 제조하였다. 자성 입자는 산화철을, 금속 촉매는 팔라듐을 사용하였다. FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)과 EDX(Energy Dispersive spectroscopy) 촬영을 통해 자성 입자에 팔라듐이 고정된 것을 관찰하였다. 제조된 촉매 입자로 탄소-탄소 짝지음 반응의 하나인 Sonogashira Coupling 반응을 진행하고 영구 자석을 통해 촉매를 분리하였다. 동일한 반응을 반복 실험함으로써 촉매의 성능을 관찰하였다.

참고문헌

1. Mohsen Esmaeilpour, Ali Reza Sardarian and Jaber Javidi, "Synthesis and characterization of Schiff base complex of Pd(II) supported on superparamagnetic $Fe_3O_4@SiO_2$ nanoparticles and its application as an efficient copper- and phosphine ligand-free recyclable catalyst for Sonogashira-Hagihara coupling reactions," J. Organomet. Chem., 749, 233-240 (2014).
2. S.H. Lee et al, "Smart cleavage reactions : the synthesis of an array of ureas from polymer-bound carbamates," J. Comb. Chem., 6, 822-827 (2004)
3. M.J. Jin and D.H. Lee, "A practical heterogeneous catalyst for the Suzuki, Sonogashira, and Stille coupling reactions of unreactive aryl chlorides," Angew. Chem. Int. Ed., 49, 1119-1122 (2010)
4. Mogammadreza Shokouhimehr et al, "Magnetically recyclable core-shell nanocatalysts for efficient heterogeneous oxidation of alcohols," J. Mater. Chem. A., 2, 7593-7599 (2014)
5. Mohamed Abbas et al, "Highly stable- silica encapsulating magnetite nanoparticles (Fe_3O_4/SiO_2) synthesized using single surfactantless- polyol process," Ceramics International, 40, 1379-1385 (2014)
6. Eric M. Brozek, Alexis H. Mollard and Ilya Zharov, "Silica nanoparticles carrying boron-containing polymer brushes," J. Nanopart. Res., 16:2407 (2014)

PD-31 포스터학생

산성용액으로부터 Pd(II) 회수를 위한 PEI-coated PSBF의 이용

박하늘, 강수빈, 최한아, 김석[†], 윤영상[†], 원성욱*
경상대학교 해양환경공학과, [†]전북대학교 화학공학부

Utilization of PEI-coated PSBF for recovery of Pd(II) from acidic solutions

Ha Neul Park, Su Bin Kang, Han A Choi, Sok Kim[†], Yeoung-Sang Yun[†], Sung Wook Won*
Department of Marine Environmental Engineering, Gyeongsang National University, [†]School of
Chemical Engineering, Chonbuk National University

본 연구에서는 polysulfone (PS)을 이용하여 *Escherichia coli* 바이오매스를 입상화한 PS-*E. coli* biomass composite fiber (PSBF)를 제조하였다. 또한, Pd(II)에 대한 흡착성능을 향상시키기 위하여 PSBF의 표면에 polyethylenimine (PEI)을 코팅한 후, glutaraldehyde로 가교 처리한 PEI-coated PSBF를 제조하였다. 그리고 산성용액 내에서 흡착속도론 실험, 등온흡착실험, 탈착 및 재사용 실험을 수행하여 Pd(II) 흡착에 관한 PSBF와 PEI-coated PSBF의 특성을 평가하였다. 흡착속도론 결과, PSBF에 의한 Pd(II)의 흡착은 50분 이내에서 흡착평형에 도달하였고, PEI-coated PSBF은 흡착평형에 도달하는데 약 100분의 시간이 소요되었다. 하지만 초기흡착속도는 PEI-coated PSBF가 9.262 mg/g min으로 PSBF 4.154 mg/g min보다 약 2.2배 이상 빠름을 알 수 있었다. 두 흡착소재의 흡착속도론 결과는 pseudo-second-order kinetic model로 잘 도식되었다. 등온흡착실험을 통해 실험에 사용된 흡착소재들의 Pd(II) 최대흡착량을 산출하였으며, PSBF와 PEI-coated PSBF의 최대흡착량을 각각 30.8 mg/g과 216.9 mg/g로 평가되었다. 이것은 PSBF 표면에 PEI를 코팅시켜 줌으로써 Pd(II)의 흡착량을 급격하게 향상시킬 수 있음을 보여주는 결과이다. 또한, PEI-PSBF에 흡착된 Pd(II)를 회수하기 위하여 다양한 농도의 HCl, HNO₃, H₂SO₄ 수용액을 용리액으로 사용하여 Pd가 흡착된 흡착소재로부터 Pd(II)의 탈착효율을 평가하였다. 탈착효율을 HCl > H₂SO₄ > HNO₃ 순으로 감소하였으며, 5 M HCl에서 최대 86%의 탈착효율을 보였다. 반면, 용리액으로서 0.1-3 M HCl과 0.01-1 M thiourea 범위에서 제조된 HCl-thiourea 혼합액에서는 거의 100% 가까운 탈착효율을 보였다. 게다가 0.1 M HCl-0.01 M thiourea 혼합용액을 이용하여 흡-탈착 실험을 5회 반복한 결과 회수율이 모두 95%이상 유지되었다. 따라서 본 연구에 사용된 PEI-coated PSBF는 산성용액에 녹아져 있는 Pd(II)를 효과적으로 흡착하고 회수할 수 있는 고성능 흡착소재로서 가능성을 높게 평가한다.

PD-32 포스터학생

리그노셀룰로오스 기반 불균일 산촉매 제조 및 지방산과 폴리올의 에스테르화 반응을 통한 에스테르화합물의 합성

문다솜^{†,‡}, 김보라[†], 설용건[‡], 조진구^{†,‡,*}

[†]한국생산기술연구원(KITECH), [‡]연세대학교, [‡]한국과학기술연합대학원대학교(UST)

Preparation of lignocellulose-derived heterogeneous acid catalyst and synthesis of ester compounds through esterification of fatty acid and polyol

Dasom Mun^{†,‡}, Bora Kim[†], Yong-gun Shul[‡], Jin Ku Cho^{†,‡,*}

[†]Korea Institute of Industrial Technology (KITECH),

[‡]Yonsei University,

[‡]University of Science & Technology (UST)

Recently, issues on exhaustion of petroleum as finite resources and emission of irreversible carbon dioxide lead to replacing petroleum-based chemicals with renewable ones. Ester compounds synthesized from fatty acid and polyol are renewable bio-based oleochemicals widely used for food additives, cosmetic components, lubricants, and so on. For instance, bio-based lubricants synthesized by esterification of fatty acid/vegetable oils can not only show preferable performance in viscosity, pour point depressants, thermal stability but they are also environmentally friendly and good for human health [1,2]. However, these bio-based ester compounds are still produced by conventional methods using homogeneous inorganic acid in industry. Even if a homogeneous inorganic acid is highly active for esterification reaction, it should be neutralized and removed, which is an energy intensive process [3]. In this study, we prepared heterogeneous acid catalyst through two steps from lignocellulose in a practical manner. These heterogeneous acid catalysts were made from incomplete carbonization of finely powdered lignocellulose, followed by introduction of acid functionality onto the carbonaceous materials [4]. The prepared catalysts were successfully applied to esterification of various fatty acids and polyols and could be easily removed by filtration after the reaction.

Keywords: Bio-based, lignocellulose, heterogeneous acid catalysts, esterification

References

1. Oh, J. et al., "Synthesis of biolubricants using sulfated zirconia catalysts", Applied catalysis A: General, **455**, 164-171 (2013)
2. Poonam, V. et al., "Zirconium phenyl phosphonate phosphate as a highly active reusable, solid acid catalyst for producing fatty acid polyol esters", Applied catalysis A: General, **462**, 129-136 (2013)
3. Mai Okamura et al., "Acid-Catalyzed Reactions on Flexible Polycyclic Aromatic Carbon in Amorphous Carbon", Chem. Mater., **18**, 3039-3045 (2006)
4. Bora Kim et al., "Facile production of 5-hydroxymethyl-2-furfural from industrially supplied fructose syrup using a wood powder-derived carbon catalyst in an ethylene glycol-based solvent", Ind. Eng. Chem. Res., **53**, 4633-4641 (2014)

PD-33 포스터학생

Bioaccumulation and biodegradation of estrone by freshwater microalga *Chlamydomonas mexicana*

¹Minsun Lee, ²JaewonChoi, ³Minkyu-Ji, ⁴AkhilN.Kabra, ⁴JiuqiangXiong,
⁴Byong-Hun Jeon*

¹Department of Environmental Engineering, Yonsei University, 1 Yonseidae-gil, Wonju 220-710

²Water Analysis and Research Center, Korea Institute of Water and Environment,
Korea Water Resources Corp., Daejeon 306-711

³Korea Institute of Science and Technology, Gangneung Institute, 679 Saimdang-ro,
Gangneung 210-340

⁴Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul

Estrogens (estradiol, estrone and estriol) are hormones that primarily influence the development, maturation and function of female reproductive tract in humans and animals, which are introduced into the environment through their excretions. These hormones have been frequently detected in aquatic environments and are toxic to the residing flora and fauna. Microalgae have endogenous catabolic systems, heterotrophic capability and ability to thrive in extreme environments, making them a favourable candidate for the removal of pollutants from contaminated waters. The present study was initiated by screening of estrone tolerant microalgae species for which *Micratinum reisseri*, *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas mexicana* and *Chlamydomonas pitschmannii* were evaluated. *C. mexicana* showed the lowest growth inhibition and was selected for further study. The biochemical analysis revealed that the total chlorophyll, carotenoid, protein and lipid contents of *C. mexicana* were decreased with the increasing concentrations of estrone (0-100 ppb), while the carbohydrate content was increased. Exposure to estrone increased the content of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT), which are the major antioxidant enzymes induced in response to environmental stress. Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) analysis confirmed the bioaccumulation and biodegradation of estrone by the microalga. *C. mexicana* was tolerant to concentrations of estrone higher than its detection level in the aquatic systems. The present study demonstrated that *C. mexicana* can prove to be a potential candidate for the treatment of estrone contaminated water sources.

Keywords: Biodegradation, *Chlamydomonas mexicana*, Estrone, Microalgae, Antioxidant enzymes

미래예측방법론을 활용한 지식서비스산업의 미래전망과 전략과제

장우영

카이스트 미래전략대학원

Futures and Strategic tasks of Knowledge Service Industry applying Future Foresight Methods

Chang Woo Young

Graduate Program for Future Strategy, KAIST

경제의 소프트화와 지식의 융복합화 트렌드가 확산되고 있는 현재 제조업에서 서비스업으로의 산업구조 구도화가 진행중임. 미국의 경우 80년대 제조업 위기를 지식서비스의 발전으로 신경제로 진입할 수 있었고, 일본은 세계적인 제조업 강국임에도 불구하고 관련 지식서비스의 발전이 미흡해서 90년대 이후 장기 불황에 빠진 측면이 있음. 지식서비스산업은 고부가가치 산업으로 현재 제조업의 경쟁력이 한계에 부딪힌 우리나라가 2만 달러의 덩어리를 헤쳐나올 수 있는 거의 유일한 대안으로 고려되고 있음. 지식서비스산업은 자체로서 부가가치 및 고용을 창출할 뿐만 아니라, 제조업의 가치사슬을 지원하여 제조업과 동반성장을 가능하게 하는 등 산업경쟁력 강화의 수단으로도 기능함.

이에 본 연구는 미래예측방법론을 활용하여 우리나라 지식서비스산업의 미래를 전망하고 산업구조적인 측면에서 바람직한 미래상을 제시하고자 함. 연구방법으로는 먼저 Timed-SWOT을 활용하여 우리나라 지식서비스산업의 장단점을 분석하고 3차원 미래예측법을 통해서는 주요 경쟁국과의 시간에 따른 경쟁요소의 변화를 분석하고자 함. 그리고 Backcasting 방법을 통해 바람직한 미래상에 도달하기 위한 중간목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 시나리오별 전략을 구체적으로 제시하고자 함. 또한 해외 벤치마크를 위해 지식서비스산업이 발달한 해외 선진국의 사례를 분석하고 지식서비스산업의 활성화 요인과 정책적인 특성을 추출해보고자 함.

현재 우리나라의 지식서비스산업의 고용비중은 3.4%에 불과하나 G7의 경우에는 12.9%에 달함. 이와 같이 고용을 뿐만 아니라 경제적 부가가치창출에 있어서도 미진한 수준인 우리나라의 지식서비스산업의 활성화를 통해 산업구조의 고도화를 이룩하여야 함. 결국 지식서비스산업은 제조업을 비롯한 전산업에 혁신의 동력을 제공해줄 뿐만 아니라 우리나라의 주력산업이 될 수 있는 미래 산업구조의 청사진을 제시하고자 함.

다환방향족 화합물로부터 BTX 제조를 위한 수첨분해 촉매 연구

이지혜, 최예슬, 신재욱, 이정규*

동아대학교 화학공학과

정유공정에서 발생하는 공정 부산물은 방향족화합물의 함량이 높아 점도조절용으로 사용되거나 자체공정의 연료유로 사용이 된다. 하지만 최근 저부가 중질 연료유의 사용이 급감하면서 납사의 개질반응이나, 가솔린 열분해 반응에 의해 제조되는 고부가가치의 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등의 경방향족 탄화수소 제조를 위한 연구의 필요성이 증대되고 있다. 이러한 고부가가치의 BTX(벤젠, 톨루엔, 자일렌)는 석유화학의 기초원료로 광범위하게 사용이 되고 있다. 저부가의 공정부산물에 높은 비율로 함유되어있는 나프탈렌의 선택적 수소화 반응을 통하여 테트라린을 얻고 이의 납센고리를 분해하여 고부가의 벤젠, 톨루엔, 자일렌을 제조한다면 경제성 개선에 크게 기여할 수 있다. 그러나 테트라린의 수소화 분해 반응은 고온, 고압에서 수행되어 테트라린이 나프탈렌으로 재전환 될 수 있다. 또한, 수소화 분해 반응 촉매의 수소화 활성이 높아 테트라린의 벤젠고리가 수소화 되어 데칼린이 생성되면, 데칼린의 수소화 분해 반응에 의하여 LPG 및 납사로 전환되어 최종 벤젠, 톨루엔, 자일렌을 포함하는 경방향족 탄화수소의 수율이 낮아지게 된다. 따라서 벤젠, 톨루엔, 자일렌의 수율을 높이기 위해서는 수소화 분해 촉매의 금속성분과 산점의 비율 및 수소화 기능을 적절히 조절하여야한다. 본 연구에서는 테트라린을 모델 성분으로하여 베타 제올라이트에 Ni 또는 Ni-Sn(조촉매)이 담지된 이원기능성 촉매 상에서의 테트라린과 중질방향족의 수첨분해 반응에 의한 BTX의 수율을 비교평가 하였다.

Hybrid Aerogels of Polyaniline/Carbon nanotube/Graphen Oxide with Three-dimensional Porous Structure for Supercapacitor Applications

Van Chinh Tran, Van Hoa Nguyen, Charmaine Lamiel, Jae-Jin Shim*

School of Chemical Engineering, Yeungnam University

214-1 Dae-dong, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, South Korea

A three-dimensional (3D) hybrid aerogel PANI/MWCNT/GO with robust interconnected networks was prepared by the hydrothermal method for supercapacitor applications. The specific surface area and specific capacitance properties of aerogels can be controlled by using different amount of PANI or MWCNT. The hybrid aerogels still kept the structure of 3D aerogel, containing macropores to be easily wetted by electrolyte ions and mesopores by MWCNT and PANI for ion absorption and increasing the conductivity. Therefore, the hybrid aerogel exhibited properties of a novel electrode material for supercapacitors either in aqueous or ionic liquid electrolyte. PANI/MWCNT/GO properties are characterized by scanning electron microscope (SEM), transmission electron microscope (TEM), attenuated total reflectance - fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR), X-ray diffraction (XRD), thermo gravimetric analysis (TGA), and cyclic voltammetry (CV) measurement methods.

Keywords: Supercapacitors, Aerogels, Polyaniline, Carbon nanotube, Gaphene oxide.

Screening of indigenous high oil content microalgae using high-throughput culture system

Jina Heo^{1,2}, Dae-Hyun Cho², Minji Kim¹, Rishiram Ramanan¹, Hee-Sik Kim^{1,2*}

¹ Environmental Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea

² Green Chemistry and Environmental Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea

Microalgae have been envisioned as a future source of renewable oil for the production of transportation fuels. The advantages of microalgae over higher plants as a source of transportation biofuels are numerous. However, there is a need to screen for highly productive lipid-rich algal strains.

In this study, sampling was carried from 15 different sites (fresh water) in Republic of Korea. From these samples, we isolated 66 unialgal strains including green algae (*Chlorella sorokiniana*, *Chlorella vulgaris*, *Desmodesmus communis*, *Desmodesmus komarekii*, *Acutodesmus obilquus*, *Scenedesmus abundans*, *Scenedesmus armatus*, *Scenedesmus deserticola*, *Monoraphidium contortum*, *Micractinium sp.*, *Mychonastes sp.*, *Lobosphaerosis lobophora*, *Choricystis sp.*, *Dictyosphaerium sp.*, *Chlamydomonas reinhardtii*, *Etttlia sp.*), Cyanobacteria (*Limnothrix planktonica*, *Leptolyngbya boryana*, *Microsystic sp.*, *Aabaena sp.*, *Synechococcus sp.*) and Diatom(*Nitzschia palea*, *Odontella aurita* , *Achnantidium sp.*). To select microalgae with a high cell biomass and TAG content, we developed a high throughput bioreactor system. Using this system, potentially useful strain can be selected from a large collection of strains.

References

1. Duong, Van Thang, et al. "Microalgae isolation and selection for prospective biodiesel production." *Energies* 5.6 (2012): 1835-1849.
2. Rodolfi, Liliana, et al. "Microalgae for oil: Strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in a low-cost photobioreactor." *Biotechnology and bioengineering* 102.1 (2009): 100- 112.

The effect of water depth on biomass production & harvest in raceway ponds

Jong-Eun Choi^{1,2}, Byung-Hyuk Kim¹, Zion Kang³, Dong-Ho Kim^{1,2}, and Hee-Sik Kim^{1,2*}

¹Environmental Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon 305-806, Korea

²Green Chemistry and Environmental Biotechnology, University of Science and Technology (UST), Daejeon 303-333, Korea

³Department of Chemical and Biomolecular engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Daejeon 305-701, Korea

Raceway ponds powered and mixed by a paddlewheel have been widely used for over 50 years to culture microalgae to produce bioproducts. Since light incidence is limited to the surface, water depth can affect microalgae growth in raceway pond. In order to examine the effect of water depth on microalgae growth, mixed microalgal culture CSS that dominated three major strains of *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp. and *Stigeoclonium* sp. and small scale raceway ponds (SSRP) with different water depths (20, 30, 40 cm) were used. Accordingly, there was a difference in working volume (200, 300, 400L) depending on water depth. After the 20 days of cultivation, biomass production was 0.67 ± 0.03 , 0.35 ± 0.01 , and 0.28 ± 0.02 gL⁻¹, respectively. SSRP with 20 cm of water depth had about 17% higher biomass productivity per unit area and required lower nutrients and energy source than the others. Moreover, lower water depth resulted in bigger floc size. SSRP with 20 cm of water depth had higher settleability through larger floc size (83.6% settleability within 5 min). These results indicate that water depth can affect harvest as well as microalgal cultivation. We conclude that water depth is an important parameter in raceway pond design for mass microalgal cultivation and harvest.

References

1. J. Ramus, et al., *Mar. Biol.*, 37(3), 231 (1976)
2. N.R. Moheimani and M. A. Borowitzka, *Biotechnol. Bioeng.*, 96(1), 27 (2007)

Detoxification of lignocellulosic hydrolysate for *Clostridium* fermentation

Kyung Min Lee^{1,2}, Kyoungseon Min¹, Okkyoung Choi¹, Ki-Yeon Kim¹, Han Min Woo^{1,3}, Yunje Kim¹, Sung Ok Han², and Youngsoo Um^{1,3*}

¹Clean Energy Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, Republic of Korea

²School of Life Science and Biotechnology, Korea University, Seoul, Republic of Korea

³Clean energy and Chemical engineering, Korea University of Science and Technology, Daejeon, Republic of Korea

Lignocellulosic biomass is being preferred as a feedstock in the biorefinery, but lignocellulosic hydrolysate usually contains inhibitors against microbial fermentation. Among these inhibitors, phenolics are highly toxic to butyric acid-producing and butanol-producing *Clostridium* even at a low concentration. In this study, we developed an electrochemical polymerization method to detoxify phenolics in lignocellulosic hydrolysate for efficient *Clostridium* fermentation. Phenolics such as *p*-coumaric acid, ferulic acid, and vanillin were used as model compounds. When the oxidation potential of each compound was applied in one-compartment glassy reactor with graphite carbon felt as a working electrode, the removal efficiency of model compounds was over 75 %. To apply the electrochemical polymerization method to real hydrolysate, rice straw hydrolysate was prepared by diluted sulfuric acid (1%) pretreatment and enzyme hydrolysis. By electrochemical detoxification, 71 % of total phenolics in rice straw hydrolysate were removed without any sugar-loss. Moreover, cell growth of *Clostridium tyrobutyricum* and *C. beijerinckii* and the production of desirable metabolites (butyric acid and butanol) were successfully produced from the detoxified rice straw hydrolysate, whereas the tested *Clostridium* strains did not grow at all in un-detoxified rice straw hydrolysate. Therefore, the electrochemical detoxification process not only efficiently removes phenolic inhibitors but also provides a practical strategy for producing biofuels and biochemicals by *Clostridium* fermentation using actual lignocellulosic hydrolysate.

Keywords: Detoxification; Lignocellulosic hydrolysates; Electrochemical method

Author Index

A. Bhan	CT-10	Saravana P. S.	PD-23	김동진	PA-03
A. N. Kabar	CT-06	Somasundar Ashok	CT-48	김동호	PB-33
A. N. Kabar	CT-11	Somasundar Ashok	CT-49	김동호	PD-38
A. S. M. Tanbirul Haque	PB-23	T. H. Bang	CT-12	김문현	CT-39
Adid Adep Dwiattmoko	PD-05	Tatoba R.Waghmode	CT-56	김문현	PD-08
Akhil N. Kabra	CT-54	Thi Toan Nguyen	CT-28	김민정	PA-15
Akhil N. Kabra	PD-33	Thi Toan Nguyen	PB-32	김민정	PB-18
Analiza Rollon	CT-27	Tri Toan Nguyen	CT-26	김민정	PB-19
B. M. Ly	CT-12	V. T. Trung	CT-12	김민정	PC-13
Charmaine Lamiel	CT-27	Van Chinh Tran	CT-26	김민정	PD-19
Charmaine Lamiel	CT-28	Van Chinh Tran	PD-36	김민정	PD-22
Charmaine Lamiel	PB-32	Van Hoa Nguyen	CT-28	김민지	PD-37
Charmaine Lamiel	PD-36	Van Hoa Nguyen	PB-32	김범석	PB-30
Churchil A Antonyraj	PB-28	Van Hoa Nguyen	PD-36	김범식	CT-29
Dian Kharismadewi	CT-26	VanChinh Tran	CT-28	김범식	PB-17
E. S. Salama	CT-06	강동현	CT-21	김범식	PD-18
E. S. Salama	CT-11	강수빈	PD-31	김병준	PD-12
El-Sayed Salama	PB-15	강신백	PA-02	김병혁	PB-33
G a n a p a t h i r a m a n Munussami	CT-48	강우창	CT-59	김병혁	PB-34
G a n a p a t h i r a m a n Munussami	CT-49	강지온	PB-33	김병혁	PD-38
G a n a p a t h i r a m a n Munussami	PC-10	강지온	PB-34	김보라	PD-32
Hoang Vu Ly	PD-25	강지온	PD-38	김봉수	PA-08
Hong Duc Pham	PD-17	강호종	PA-04	김상겸	PD-10
Huiqing Jin	PC-09	경대현	PA-06	김상복	CT-15
Indri Yati	PB-05	경대현	PC-02	김상복	CT-16
J. Bedard	CT-10	고승현	PB-27	김상복	PD-15
Jiuqiang Xiong	PD-33	고승현	PD-29	김상인	CT-44
Johanna Lianna	PB-29	고영수	CT-18	김석	PD-31
L. N. Hau	CT-12	곽인섭	CT-23	김석찬	CT-31
Li Na	CT-51	국진우	CT-23	김세진	PD-11
Marjorie Baynosa	CT-26	권성현	PA-14	김승모	CT-43
Marjorie Baynosa	CT-27	권우현	CT-29	김승수	CT-03
Mayur B. Kurade	CT-56	권우현	PB-17	김승수	PD-24
N. T. Hang	CT-12	권우현	PD-18	김승수	PD-25
Naveed Ahmed Qambrani	CT-58	길상인	CT-57	김승현	PD-27
Ngo Dang Nghia	CT-07	김경민	CT-45	김승희	CT-41
Nguyen Huu Ngoc	CT-07	김규보	CT-45	김신	PC-12
Nguyen Ngoc Thanh	CT-07	김규보	CT-46	김아람	PB-29
Niamul Haque	PA-14	김규보	CT-47	김연제	PD-39
P. U. Upare	CT-09	김규진	PD-15	김영훈	PB-01
Palraj Kasinathan	PC-09	김기연	PD-39	김영훈	PB-02
Ramesh Kakarla	CT-52	김기영	PB-08	김영훈	PB-03
Rishiram Ramanan	PB-33	김기영	PC-04	김영훈	PD-03
Rishiram Ramanan	PB-34	김길표	PD-01	김영훈	PD-04
Rishiram Ramanan	PD-37	김길표	PD-02	김예라	CT-24
SanathKondaveeti	CT-53	김다혜	PB-20	김예슬	PA-01
Sanjay P. Govindwar	CT-54	김도희	PD-14	김용구	CT-19
Sanjay P. Govindwar	CT-56	김도희	PD-21	김용성	PB-35

김용성	PD-27	나병기	PB-10	박병현	PA-07
김용화	PB-25	나병기	PC-12	박병현	PA-09
김용화	PD-26	나병기	PD-11	박병현	PC-07
김우환	PA-08	남우정	PB-21	박병현	PC-08
김은미	CT-04	노선아	CT-57	박서운	CT-19
김재강	PA-04	라호원	CT-19	박서운	CT-20
김재강	PA-09	락와더르지	CT-44	박석규	PB-28
김재강	PC-08	류상오	CT-40	박성목	PD-04
김재곤	CT-08	류호정	PA-06	박성호	CT-40
김재곤	PC-05	류호정	PB-08	박성호	PA-16
김재민	PB-21	류호정	PD-16	박성훈	CT-49
김재영	PA-06	류호정	PD-19	박소진	PB-14
김재영	PC-02	리산디케빈요하네스	CT-45	박소진	PD-09
김정수	PB-12	문다솜	PD-32	박소현	PB-26
김정수	PD-10	문병호	CT-46	박순철	CT-13
김정우	CT-44	문성호	PA-04	박영권	CT-29
김정우	CT-47	문정현	PA-10	박영권	PB-17
김정인	CT-34	문정현	PC-10	박영권	PD-18
김종남	PC-01	문종호	PA-05	박영철	PA-06
김종민	CT-13	문종호	PA-06	박영철	PC-02
김주영	PA-13	문종호	PC-02	박영철	PC-06
김준영	CT-22	문종호	PC-04	박완신	PD-13
김중래	CT-48	문종호	PC-06	박은서	PB-07
김중래	CT-49	문진남	PB-23	박은서	PD-06
김중래	CT-50	문태영	CT-42	박은진	PB-35
김중래	PA-10	민경선	PD-39	박재혁	PB-08
김중래	PC-10	민경일	PC-05	박재혁	PC-04
김지은	PD-03	민경일	PC-12	박재현	PB-08
김진수	PD-24	민병무	PC-02	박재현	PC-04
김진수	PD-25	민병무	PC-06	박조용	CT-08
김진호	CT-13	민병훈	PB-20	박조용	PC-05
김진호	CT-45	민병훈	PB-21	박종기	PC-06
김진호	CT-46	민병훈	PB-22	박종호	PD-13
김철웅	PD-07	민부기	CT-51	박중호	PD-08
김한나	CT-29	민부기	CT-52	박지혜	PD-16
김한나	PB-17	민부기	CT-53	박지홍	PB-01
김한나	PD-18	민부기	PD-20	박진섭	PC-11
김현기	PA-03	민태진	CT-15	박창준	PB-18
김현기	PA-13	민태진	CT-16	박창준	PB-19
김현세	CT-33	민태진	PD-15	박창준	PD-19
김현아	PB-06	박건우	PD-14	박창준	PD-22
김형택	CT-38	박노국	PB-18	박하늘	PD-31
김희식	PB-33	박노국	PB-19	박희진	CT-34
김희식	PB-34	박노국	PD-19	반충현	PD-14
김희식	PD-37	박노국	PD-22	배달희	PB-08
김희식	PD-38	박대룡	CT-55	배달희	PC-04
김희재	PD-30	박병원	PD-34	배수정	CT-30
나병기	PB-09	박병현	PA-04	배재흠	CT-32

배재흠	PB-20	신재욱	PB-31	유미진	CT-14
배재흠	PB-21	신재욱	PD-35	유성주	PB-25
배재흠	PB-22	신정섭	CT-18	유성주	PD-26
배하나	CT-17	신종선	PB-08	유성환	PC-03
백광용	PB-09	신종선	PC-04	유수현	PB-14
백점인	PB-19	신지윤	PD-17	유수현	PD-09
백정훈	PB-24	신지훈	CT-23	유영석	PD-21
백정훈	PD-16	신지훈	CT-24	유충열	PC-01
변재경	PC-03	신현근	CT-33	윤범진	PB-35
변창기	PB-24	신효정	PB-04	윤상준	CT-19
변창기	PD-16	심상준	PB-04	윤상준	CT-20
상병인	CT-05	심재욱	PD-24	윤상호	PB-10
서동진	CT-02	심재진	CT-26	윤선혜	PD-06
서동진	CT-03	심재진	CT-27	윤성필	CT-39
서동진	PB-05	심재진	CT-28	윤성필	PA-16
서동진	PD-05	심재진	PB-32	윤영상	PD-31
서명원	CT-19	심재진	PD-36	윤왕래	PB-24
서재건	PA-12	안다영	PA-13	윤용승	CT-39
서재건	PC-11	안상준	CT-13	윤정환	PC-03
선도원	PB-08	안승호	PB-12	윤주호	PC-03
선도원	PC-04	안재현	CT-17	윤진한	CT-57
설용건	PD-32	양원	CT-42	윤형철	PC-01
성연백	PB-18	양일승	PB-15	윤혜리	CT-14
성연백	PB-19	양지은	PB-22	이가을	PB-09
성연백	PD-19	엄영순	CT-04	이경민	PD-39
성연백	PD-22	엄영순	PB-04	이경호	PB-14
손용근	PB-16	엄영순	PD-39	이경호	PD-09
손정민	CT-25	엄하늬	PB-25	이관영	PB-28
손정민	PB-13	엄하늬	PD-26	이광복	PB-24
송광호	PD-30	염미영	PB-05	이광복	PD-16
송동근	CT-15	오건웅	CT-19	이귀호	CT-14
송동근	CT-16	오건웅	CT-20	이귀호	CT-17
송동근	PD-15	오상은	CT-58	이기열	PB-22
송민경	PD-17	오상은	CT-59	이동기	CT-32
송여은	CT-50	오창희	CT-43	이동복	PA-15
송영은	CT-48	오창희	CT-47	이동복	PC-13
송영은	CT-49	오희목	PB-34	이동현	CT-21
송영은	PA-10	우재민	PA-05	이동현	CT-22
송영은	PC-10	우한민	CT-04	이동현	PD-06
송현돈	PD-01	우한민	PB-04	이루세	CT-25
송현돈	PD-02	우한민	PD-39	이루세	PB-13
신범수	CT-59	우희철	CT-03	이마음	CT-09
신완호	CT-15	우희철	PC-09	이민선	PD-33
신완호	CT-16	우희철	PD-17	이민재	PB-20
신완호	PD-15	우희철	PD-25	이민재	PB-21
신재란	PA-04	원성욱	PD-31	이민재	PB-22
신재란	PA-07	원용선	PB-29	이민재	PD-01
신재란	PC-07	유난숙	PA-05	이민재	PD-02

이상헌	PD-05	이종협	PD-26	임채호	PC-10
이상협	PA-17	이주열	PA-04	임한권	PC-09
이선구	CT-49	이주열	PA-09	임호	CT-43
이성찬	PC-09	이주열	PC-08	임호	CT-47
이성찬	PD-17	이중범	PB-19	임효빈	PB-24
이수영	PB-25	이지예	PB-16	임효빈	PD-16
이수영	PD-26	이지은	PA-15	장민혁	PB-26
이순재	PA-17	이지은	PC-13	장영일	PD-13
이순호	CT-41	이지혜	PB-31	장우영	PD-34
이승종	CT-39	이지혜	PD-35	장원철	PB-18
이시훈	CT-23	이진욱	PB-18	장윤상	PB-20
이시훈	CT-24	이진욱	PB-19	장윤상	PB-21
이시훈	CT-37	이진욱	PD-19	장은석	CT-32
이시훈	PB-11	이진욱	PD-22	장은지	PA-01
이시훈	PB-12	이창구	PA-17	장정희	PA-11
이시훈	PD-10	이창근	PC-02	장정희	PA-18
이양래	CT-33	이창하	PB-08	장종산	CT-09
이연경	CT-41	이철우	PA-01	장준영	CT-23
이영상	PB-26	이철위	PB-27	전광희	PA-12
이영우	PB-11	이철위	PD-29	전동환	CT-40
이영우	PB-12	이태진	PB-18	전동환	PA-16
이영우	PD-10	이태진	PB-19	전병수	PB-23
이예진	PB-17	이태진	PD-19	전병수	PD-23
이예진	PD-18	이태진	PD-22	전병훈	CT-06
이우황	CT-09	이태훈	PB-18	전병훈	CT-11
이은도	CT-42	이태훈	PB-19	전병훈	CT-54
이은도	PD-28	이태훈	PD-19	전병훈	CT-56
이은열	CT-01	이태훈	PD-22	전병훈	PB-15
이인수	PD-08	이한웅	CT-14	전병훈	PD-33
이재구	CT-19	이한웅	CT-17	전성훈	PD-07
이재구	CT-20	이형원	CT-29	전영표	PB-27
이재만	PA-16	이형원	PB-17	전영표	PD-29
이재용	PD-12	이형원	PD-18	전원진	PD-14
이재우	CT-08	이혜진	PB-02	전은비	CT-13
이재하	PD-21	이호열	CT-30	전종기	PB-06
이정규	CT-57	이홍식	CT-02	전종기	PB-07
이정규	PB-31	이희명	CT-34	전종기	PD-06
이정규	PD-35	이희진	PB-17	전종기	PD-07
이정숙	CT-18	이희진	PD-18	전충환	CT-41
이종건	PB-16	임관희	CT-21	전충환	CT-43
이종명	CT-35	임동현	PD-24	전충환	CT-44
이종섭	PC-02	임병호	PA-03	전충환	CT-45
이종섭	PC-06	임윤희	PA-04	전충환	CT-46
이종원	PD-13	임의수	CT-33	전충환	CT-47
이종집	PD-06	임준혁	PB-29	정관형	PB-07
이종협	PB-25	임지수	PD-13	정동균	PB-30
이종협	PD-01	임채호	CT-48	정병훈	PB-07
이종협	PD-02	임채호	PA-10	정석우	CT-40

정석우	PA-15	최예슬	PD-35	홍도영	CT-10
정석우	PA-16	최오경	CT-08	홍민선	PB-30
정석우	PC-13	최옥경	PD-39	홍범의	PA-04
정수찬	PA-12	최원영	PB-18	홍석진	CT-13
정수화	PD-28	최원영	PB-19	홍성제	PB-16
정순용	PD-07	최원영	PD-19	홍성제	PB-35
정우현	CT-39	최원영	PD-22	홍성제	PD-12
정원준	PB-20	최재우	PA-17	홍성훈	PD-07
정은아	PD-07	최재욱	PB-05	홍여진	PB-17
정의석	PB-03	최재욱	PD-05	홍여진	PD-18
정인경	PA-12	최재원	PD-33	홍연희	CT-31
정인경	PC-11	최재형	CT-03	홍원석	CT-15
정재용	PD-28	최재형	PC-09	홍원석	CT-16
정재훈	PB-29	최종은	PB-27	홍원석	PD-15
정정민	PB-24	최종은	PB-33	홍태환	PB-16
정정민	PD-16	최종은	PD-38	홍태환	PB-26
제정호	CT-02	최진식	PA-09	황동원	CT-09
조경목	CT-34	최진식	PC-08	황상연	PA-15
조대철	PA-03	최창식	PA-04	황상연	PC-13
조대철	PA-14	최한아	PD-31	황영구	CT-09
조대현	PB-33	최희영	PA-11	황종하	CT-25
조대현	PB-34	최희영	PA-18	황종하	PB-13
조대현	PD-37	추수태	PD-08	황찬원	CT-41
조성호	PA-06	추현아	PB-05		
조성호	PC-02	추혜정	PB-06		
조성호	PC-06	테페라 젤라렘투스	CT-42		
조수아	PB-04	표재확	CT-36		
조슬기	PA-17	하정명	CT-02		
조연진	PB-23	하정명	PB-05		
조연진	PD-23	하정명	PD-05		
조일흠	PD-08	하종한	CT-08		
조종훈	PB-11	하종한	PC-05		
조종훈	PD-10	하종한	PC-12		
조진구	PB-28	한경훈	CT-13		
조진구	PD-32	한기보	PA-11		
조천현	CT-40	한기보	PA-18		
주지봉	PC-04	한상섭	PC-01		
지민규	PD-33	한성욱	PD-39		
지흥진	CT-32	한정식	PB-07		
진경태	PC-04	함형철	PD-05		
차승재	PD-12	허광선	PA-08		
천유진	CT-13	허동현	CT-25		
최광순	PD-20	허동현	PB-13		
최동철	PB-16	허려화	CT-38		
최상욱	PD-08	허정무	CT-30		
최선영	PB-04	허진아	PD-37		
최순도	PC-11	현시철	PD-11		
최예슬	PB-31	홍도영	CT-09		