

탄소광물화 기술 기반 적정기술 패키지화 패각류 재활용으로 석회석 대체

2017. 12. 07

한국지질자원연구원 탄소광물화사업단

안 지 환 단장



1

新 기후체제 대응을 위한 탄소광물 플래그십 사업 추진

기후변화대응 신 기후체제 2030 발효

파리 기후협정을 통한 197개국 참여 新 기후체제 출범

신 기후체제 (파리 COP21) 발효 ('16. 11. 04)에 따른 기술메커니즘 합의

'97 교토의정서

'15 신 기후체제

- 감축 의무 국가

선진국

37개 국가

선진국, 개도국

197개 국가
자발적 감축

- 감축 적용시기

2020년 이전

2020년 이후

- * UN 기후변화협약 중심의 시장 이외에 당사국 (선진국-선진국, 선진국-개도국)간의 자발적인 기술협력 인정 등의 국제 신규 탄소시장 메커니즘 설립 합의.
- * 5년 단위의 상향된 목표를 제출하고 점검을 실시, 2023년 최초 실시하는 것에 합의.

* 기술메커니즘은 기존 선진국→개도국간 일방적인 기술 이전 방식에서 탈피, 개도국과 공동 기술협력에 대한 재정지원 및 혁신을 촉진하기 위해 실증단계 R&D 원천기술 협력으로 기술 접근을 강화 및 확대.

새로운 차원의 접근방식으로
세계 최고의 탄소광물화 기술 개발·조기실증을
통한 국가 온실가스 감축 및 탄소산업생태계 조성
➤ 新 기후체제 대응 및 신시장 창출 목표

➡ 국가보유 원천기술이 필요한 이유

기후변화대응 신 기후체제 2030 발효



2030년 온실가스
배출전망치(BAU*) 8.5억톤

한국은 BAU 대비 **37%** 감축 목표 설정 (INDC)

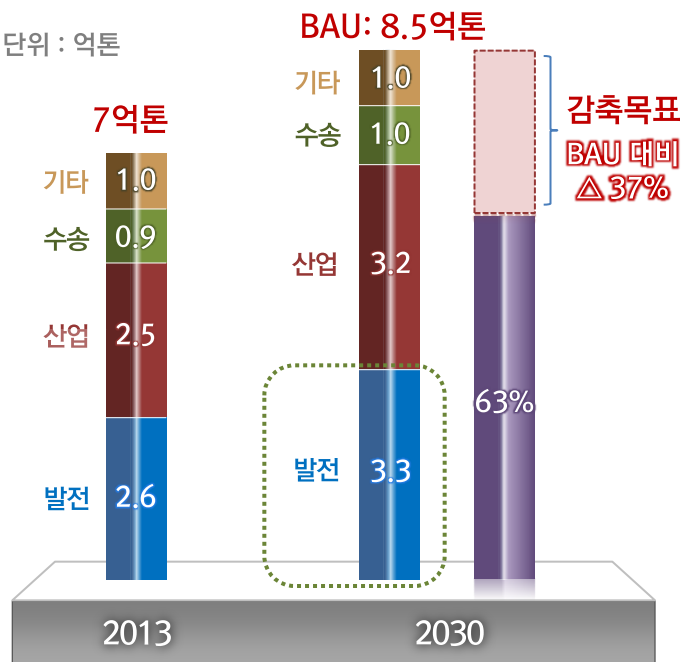
● [국내] 25.7%

● [국외] 11.3%

* BAU(Business As Usual) : 기존 온실가스 감축기술과 현재 수준의 정책 유지시 미래 온실가스 배출량.

국가 온실가스 배출 전망 및 감축목표

단위 : 억톤



한국의 온실가스 저감 목표



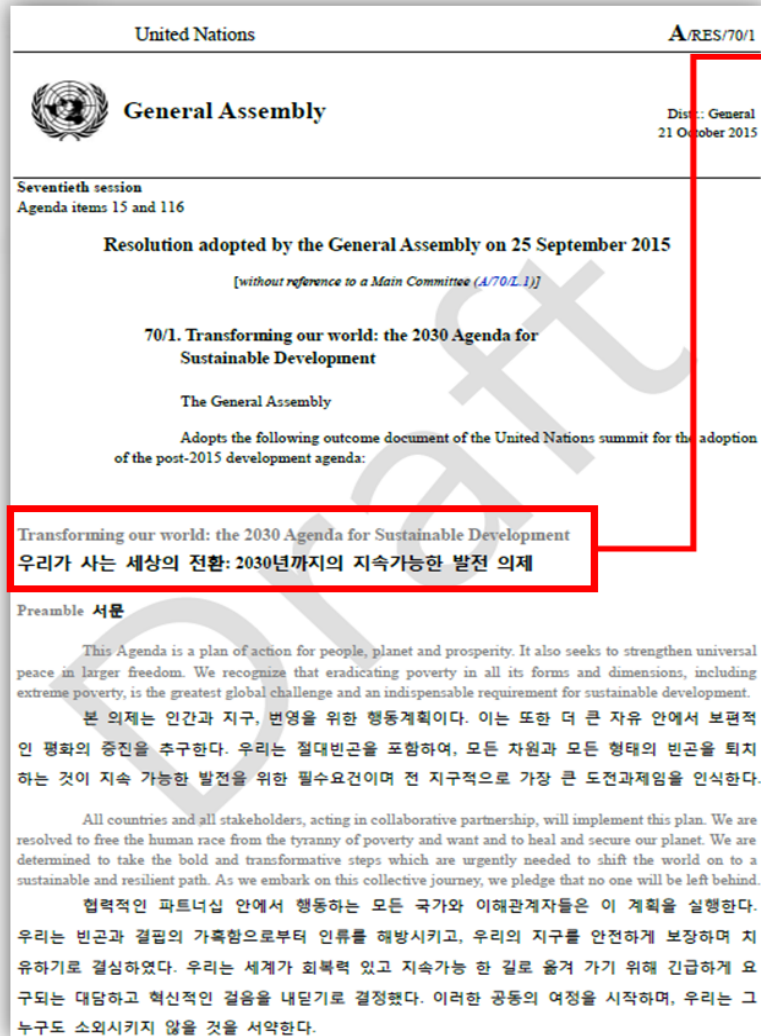
“한국의 온실가스 저감 목표는
2030년 대비 **37%** 감축

기후변화대응 기술현안에 대한 정부출연연구소
보유기술 연계 비즈니스 모델 필요

“온실가스 감축목표 달성과 동시에
산업계 경쟁력을 확보할 수 있는 기술혁신 필요”

2030년 기후변화대응 지속가능개발 추진

UN, COP 21 이후 Post-2015 지속가능발전



2030년 까지의 지속가능개발

■ Preamble, Planet

We are determined to protect the planet from degradation, including through sustainable consumption and production, sustainably managing its natural resources and taking urgent action on climate change, so that it can support the needs of the present and future generations.

→ 지속가능한 소비와 생산, 천연자원의 지속가능한 관리, 기후변화대응을 비롯한 방식들로부터 지구를 훼손으로부터 보호하고, 미래세대의 필요에 부응하도록 수행하기를 결정

■ Sustainable Development Goals

Goal 13. Take urgent action to combat climate change and its impacts

Goal 14. Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development

Goal 15. Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss

→ 기후변화대응 지속가능발전을 위해서는 지속가능한 사용을 위하여 천연 자원의 보존과 생태계 이용의 보호/복원/증진 등에 대한 관리가 필요

천연광물, 해양·수자원을 **미래세대가** 활용할 수 있도록 생태계 복원 및 보존, 오염 방지

기술의 다양성 강조

탄소광물화 적정기술의 필요성 대두

한국 기후변화기술협력 창구 정부(NDE) - 과학기술정보통신부 (베트남 NDE - 천연자원환경부)

기술의 개발이유 : National Institute 보유기술
(국가 간 거리에 대한 인정 : 투명성 요구, 민간 감축분 불인정)

- 1992 UNFCCC: Article 4.5

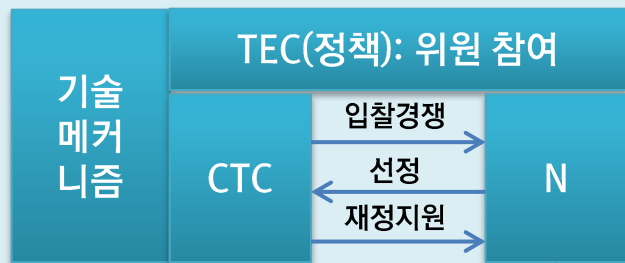
- 2001 마라케쉬 합의문

(1)TNA, (2)기술정보, (3)가능여건, (4)능력배양, (5)기술메커니즘
TNA 기반 기술매칭, 개도국 기술정보 구축 및 교육실시

- 2015 파리 합의문

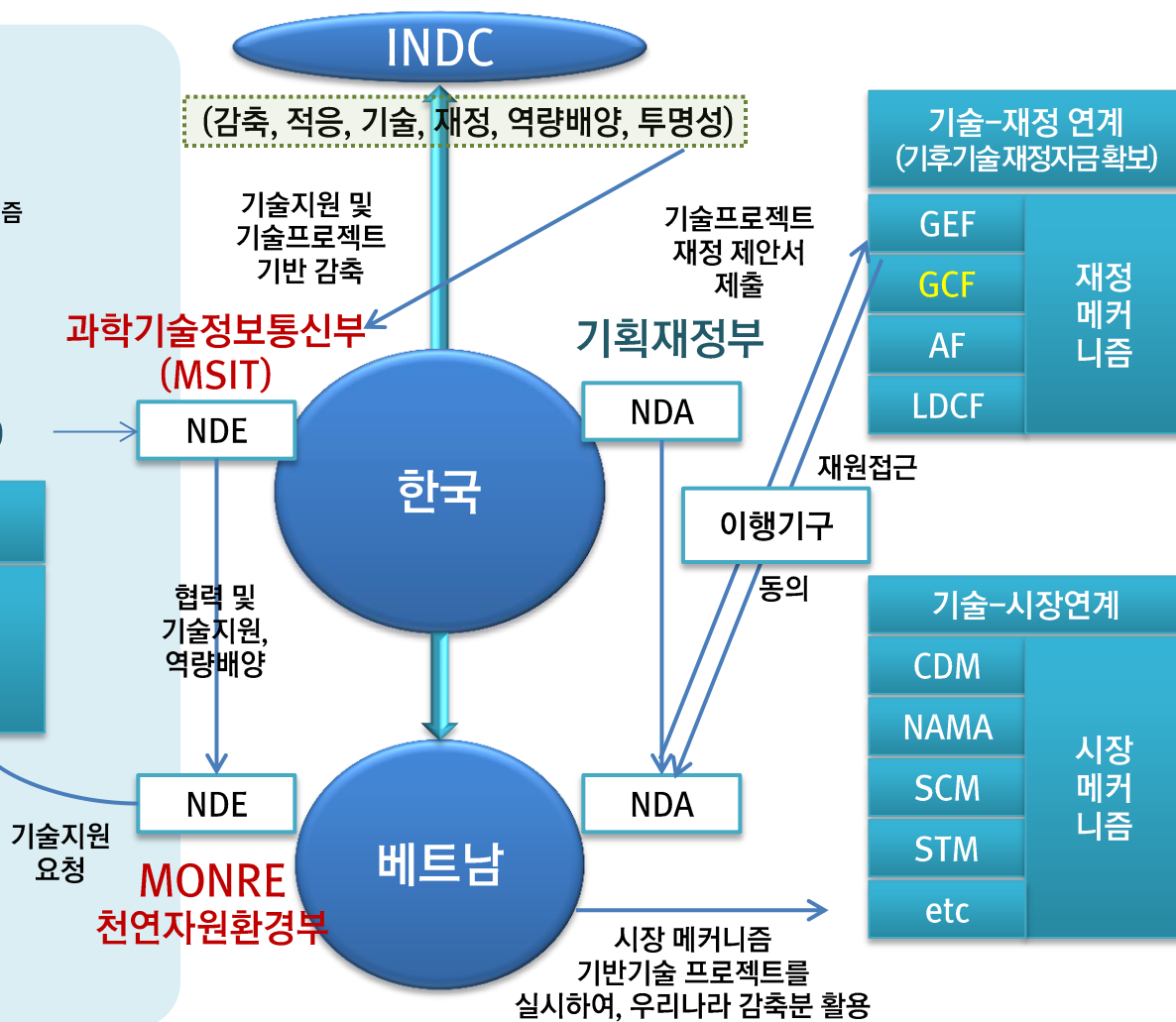
(1)Long-term Vision, (2)Technology Framework
장기비전과 기술 프레임 구축에 대한 국제협상 및 한국 의견

(기후기술협력팀)

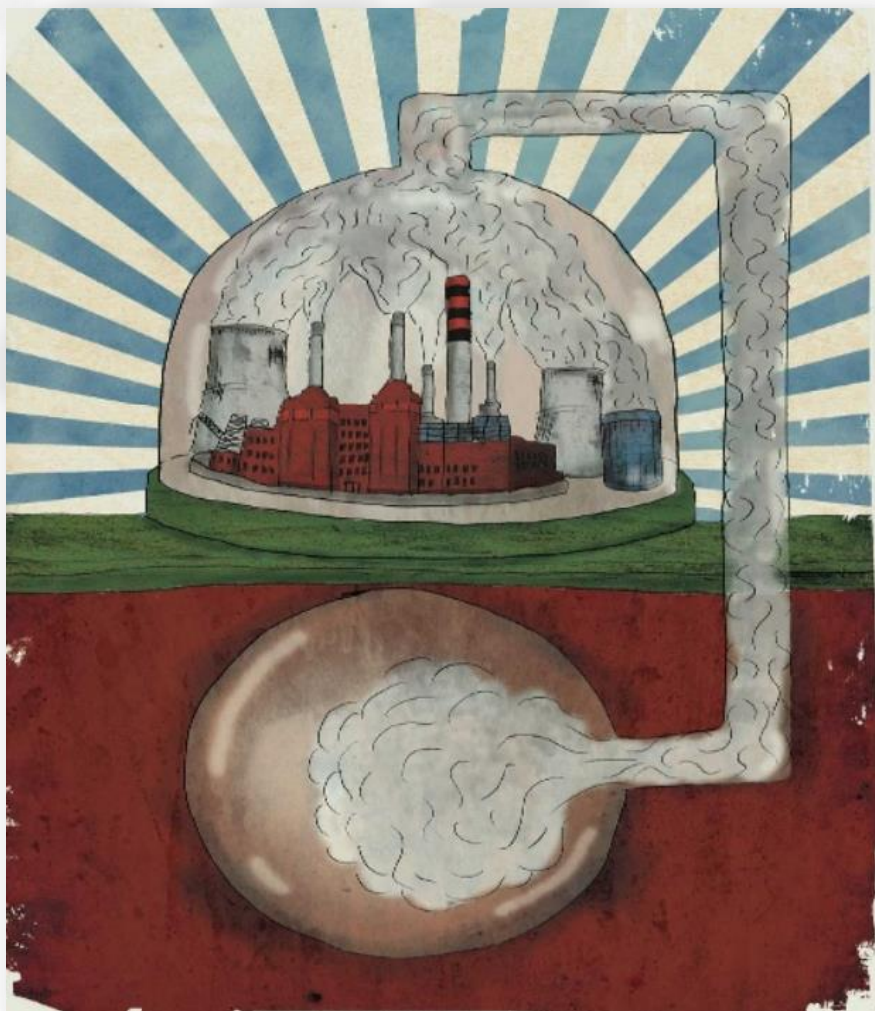


- 2015 COP21 결정문

(1) Research, Development & Demonstration
(2) 내생적 역량과 기술개발 강화
기술프레임 워크 구축 논의 정기적 평가



기후변화 대응 - 지구 온난화의 해결방안



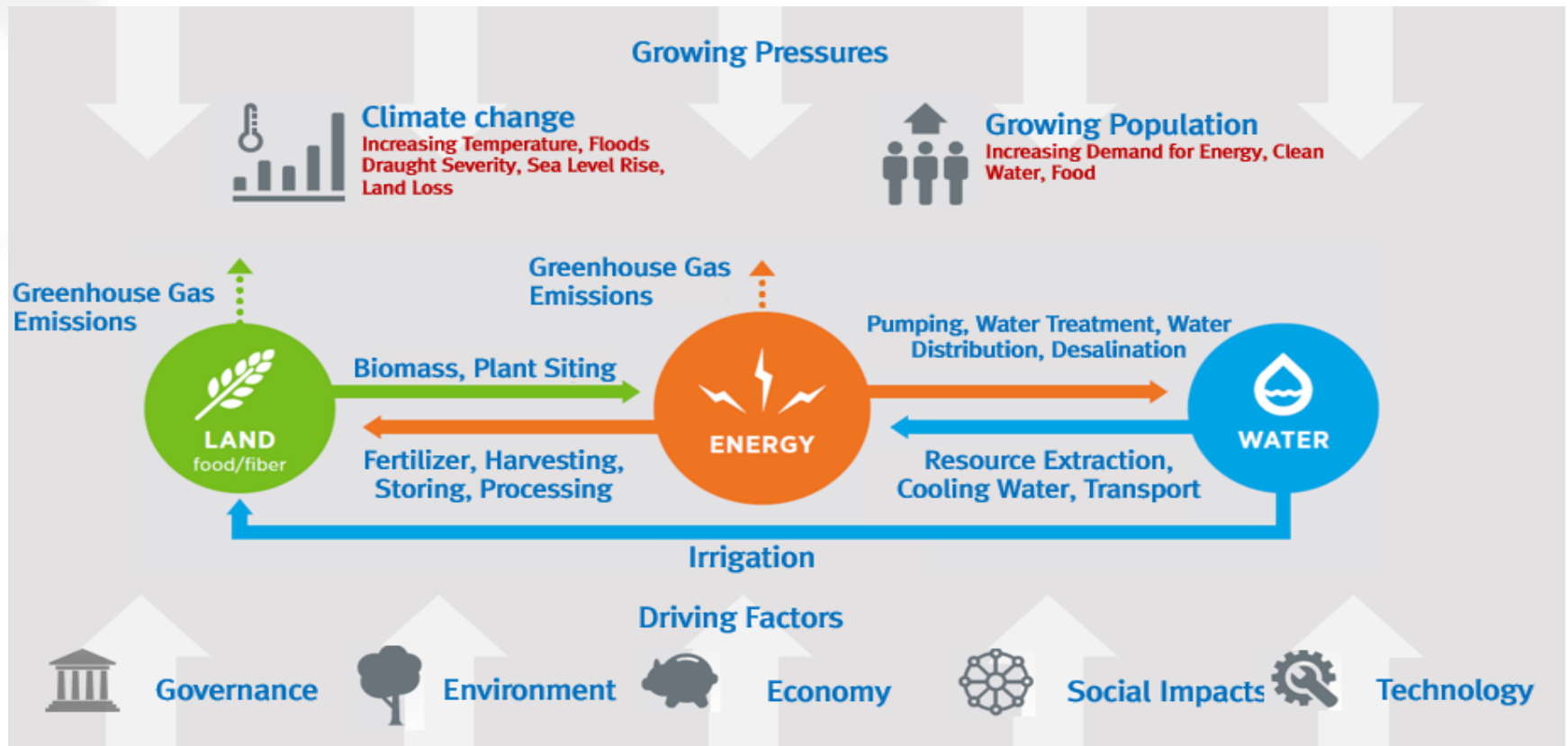
Carbon capture and Storage Illustration

ISSUES

- 탄소포집은 전세계적으로 중요한 문제로 대두
- CCUS는 지구의 온도를 2°C까지 내리는데 필요한 탄소 배출량을 줄이는데 중요한 역할. (CCUS 기술없이 지구온난화를 제한할 수 없음)
- CCUS 기술을 활용하여 현재 실증화가 가능하며 추진하고 있음.
- CCUS 기술의 배치를 위해 정부의 정책지원과 산·학·연의 기술혁신이 필요.
- 미국 DOE 분석에 따르면 연구개발 및 실증화 (Research Development Demonstration & Deployment (RDD&D)) 를 혼합한 형태의 CCUS 기술을 추진할 수 있다는 것이 밝혀짐.

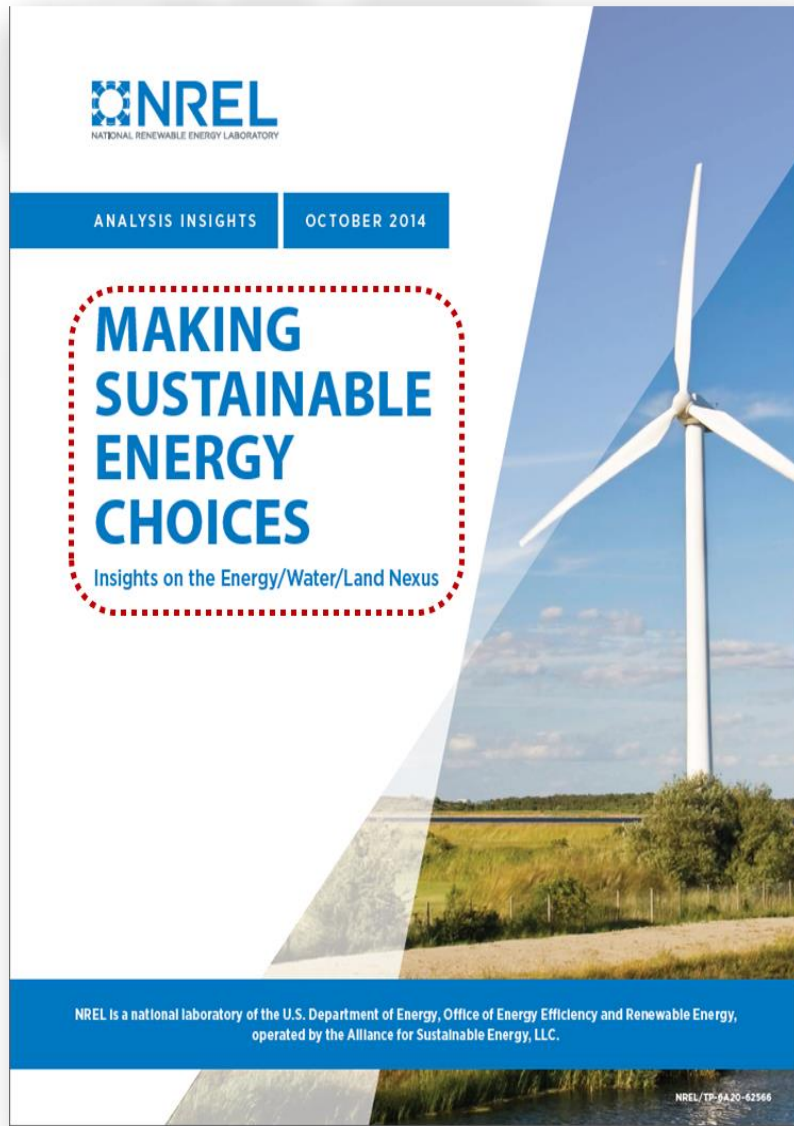
미국 DOE - 탄소포집활용(CCUS) 기술의 국가경쟁력 전략적 강화

기후변화 대응 기술의 에너지 분야 새로운 패러다임 제시



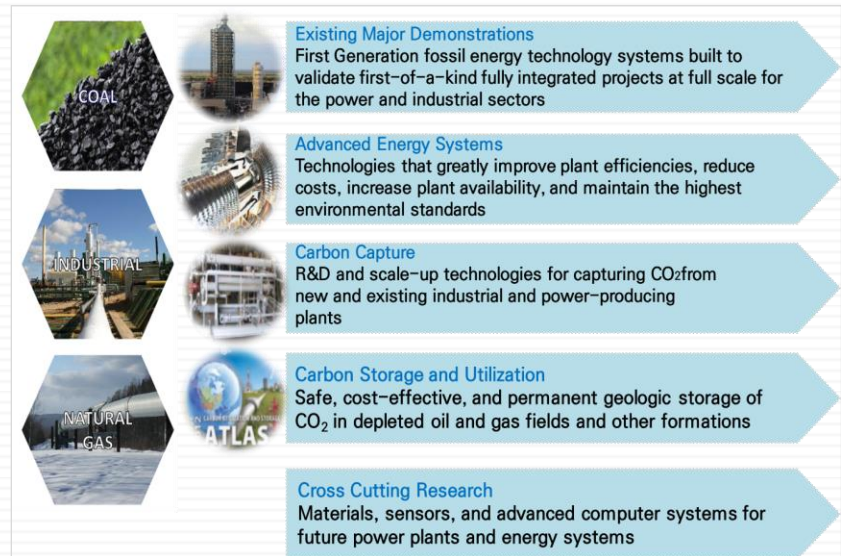
- 미국 DOE의 기후변화 대응 기술은 정책적, 환경적, 경제적, 사회적, 기술적 요소에 의해 영향을 받으며 3가지 아젠다 분야(Land, Energy, Water)가 NEXUS로 연계된 '새로운 접근 및 재인식'이 필요하다고 설정

미국 'NEXUS' 패러다임의 전환



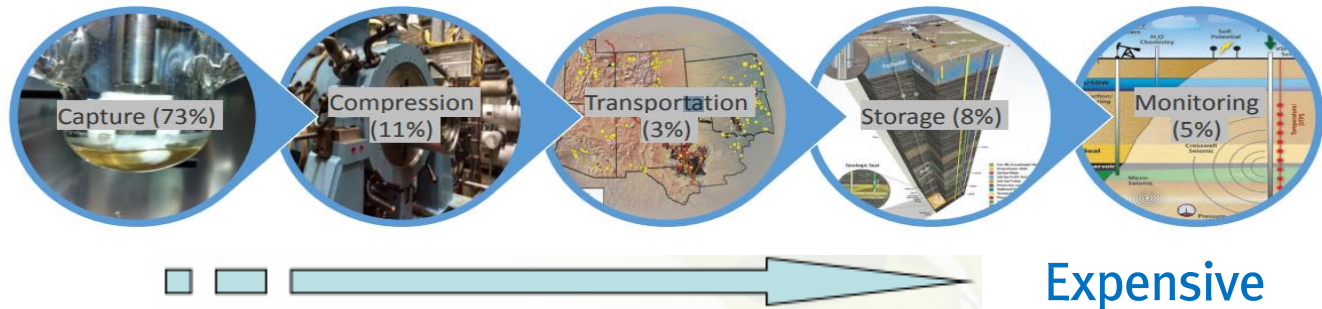
CCUS 기술의 Keyword - 'NEXUS'

- DOE 분석은 세금공제와 합쳐진 연방의 Research Development Demonstration & Deployment (RDD&D)는 CCUS 기술의 활성화를 위한 중요한 전개를 야기시킬 수 있다고 보고함
- DOE 산하 국립신재생에너지연구소(NREL)는 정부와 기업의 기후변화 대응과 관련하여 Energy, Water, Land가 '연계'된 기술개발을 추진함



CCS 사업의 한계-2017

CCS Value Chain



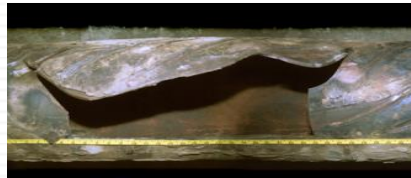
Issues

- Policy and regulatory frameworks are critical to CCS deployment.
- **Technology limitations** / Economically prohibitive.
- **CO₂ capture and Transportation hazards / Leakage problems**

CO₂ Transportation hazards (안정성 문제)



A running fracture



Fractured line undetected damage



Results of metal embrittlement



15 Jan 2009 Vancouver-line rupture

CCS Leakage Problems (안정성 문제)

Seabed scars raise questions over carbon-storage plan

Unexpected fractures above the world's biggest storage site could provide path for leaks.

BY RICHARD WAINWRIGHT

Like a purpose on the ground, the sleek submarine HUGIN tracks its way with some sharp, but the hunter will lose in the waters of the North Sea is not pursuing fish — the robot is tracking for geological clues that could help to determine whether billions of tonnes of carbon dioxide can be stored below the sea floor for centuries, keeping it from warming the planet.

Now, the latest data from the autonomous

underwater vehicle and other tools deployed by the European Commission's €10-million (US\$13.6-million) ECHO research project suggest that the plan might not be as simple. The robot in the North Sea and around more than researchers had anticipated — providing potential routes for CO₂ to leak from sub-sea storage where it is currently being stored. "We are saying it is very likely something will come out in the end," says Klaus Wallmann, ECHO coordinator and a marine geoscientist at the GEOMAR Helmholtz

Centre for Ocean Research in Kiel, Germany. Such a conclusion could raise problems for the field of carbon capture and storage, especially in Europe, where any suggestion of leakage could erode public support for the strategy. But ECHO researchers say that evidence from oil-industry carbon-storage efforts already under way in the North Sea and Barents Sea suggests no hint of leakage, and that there would be little cause for concern even if there were. "We are very confident that if it were to occur, the rates would be low and the impact would be

CLIMATEPROGRESS

FRONT CLIMATE ECONOMY HEALTH IMMIGRATION JUSTICE LGBT

TRENDING: Climate Change Climate Change Deniers Media Keynote N. Coal



99 One-Liners Rebutting Climate Science Denier Talking Points

Tornadoes, Extreme Weather And Climate Change

Into The Valley of 400 PPM Road The 7 Billion

Weekend News Update: Underground storage of carbon dioxide may trigger earthquakes, limiting sequestration's large scale use

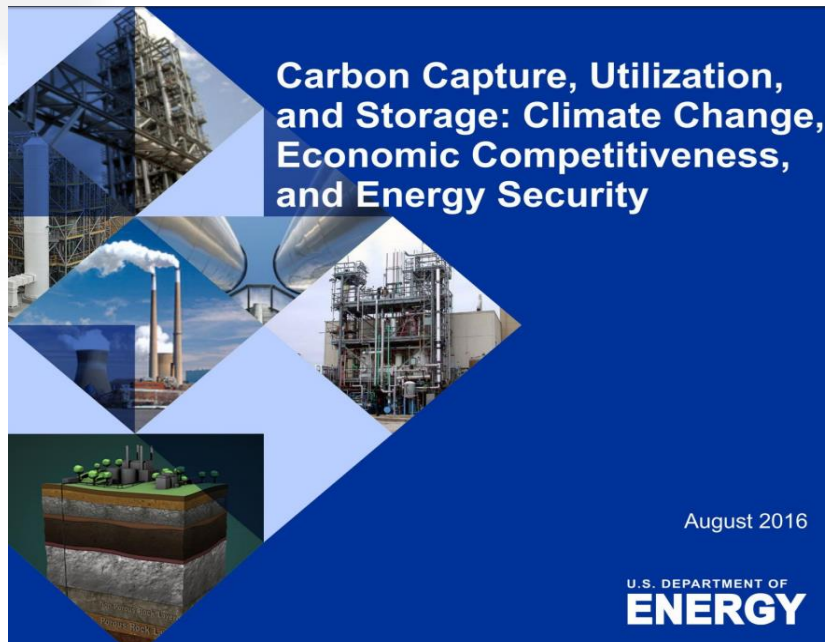
By Joe Romm on Dec 18, 2010 at 8:43 am



Leaks from CO₂ stored deep underground could contaminate drinking water and, earthquakes

미국 DOE 기후변화대응 & CCUS 전략

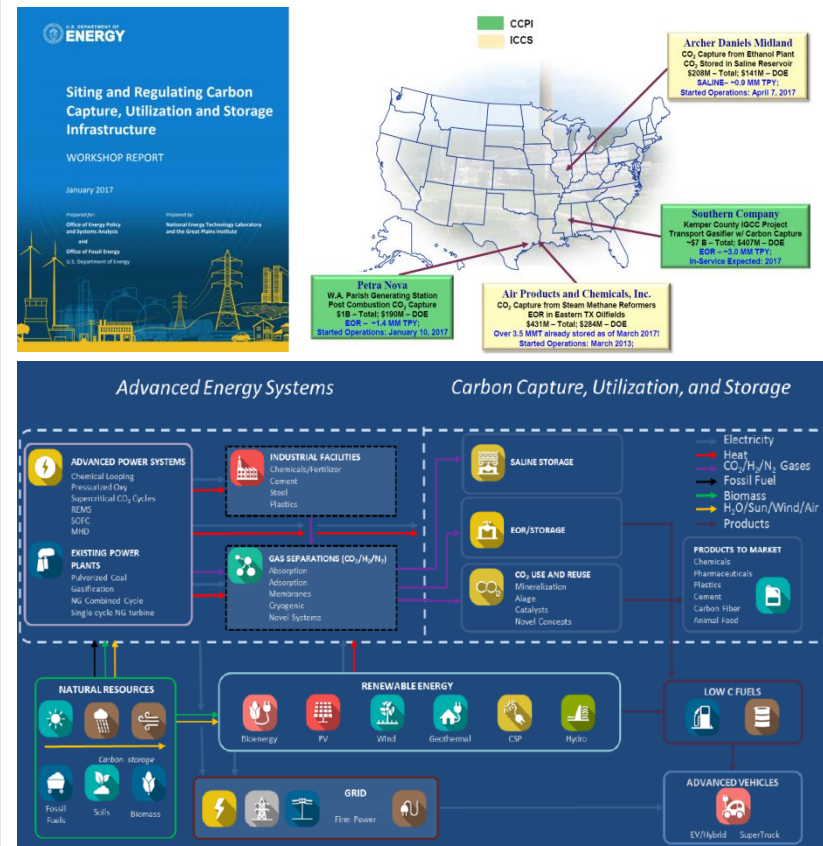
DOE-Climate Change and CCUS Strategy-2016



- 미국 DOE의 주요목표는 저탄소 활용 및 저탄소 에너지 기술을 발전.
- CCUS 기술은 지속가능한 사회에 최저 비용으로 기후변화 감축목표를 충족시키는 데 필요.

Source: US Department of Energy, carbon capture, utilization, and storage: climate change, economic competitiveness and energy security, 2016

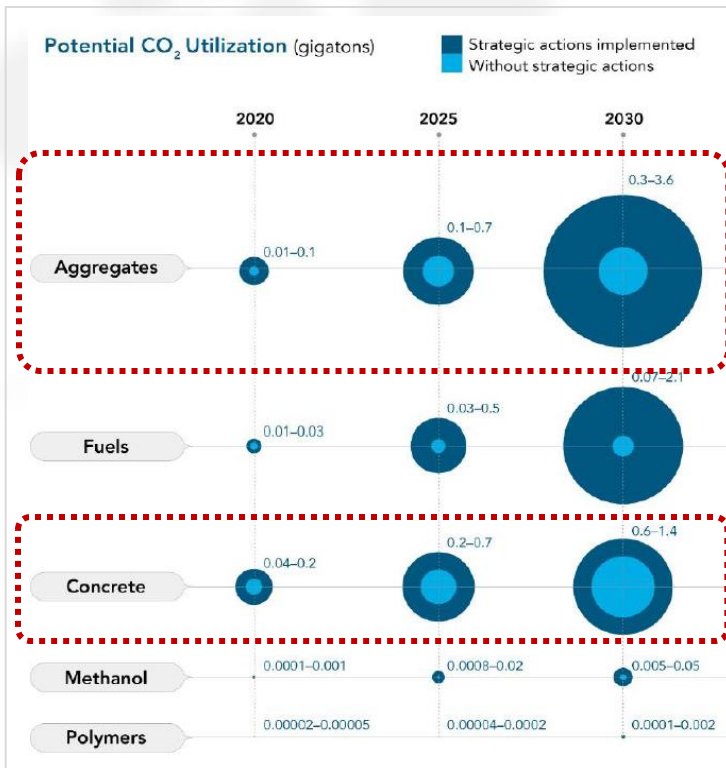
Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS)-DOE 2017



- 최신 에너지 시스템은 통합시스템 접근법을 통해 탄소 포집, 활용, 저장 등에 활용할 수 있다.

Source: Jarad Daniels, Status of CCUS in the United States, 2017

CCUS 기술의 잠재력 & 미국 CCUS 프로젝트 예산 증가 (미국 에너지부(DOE), 2017)



- CCUS에서 활용 가능한 탄소광물화 제품을 조사한 결과 2030년까지 70억 톤의 CO₂를 활용할 가장 높은 잠재력 보유
- 미국 DOE는 기존의 CCS 과제와 기후변화기술을 통합, CCUS 기술의 예산이 증가되며 독립적으로 수행.
- 또한, 미래에는 현재의 제한된 자원으로는 유지될 수 없는 환경이 도래하기 때문에 자원의 재활용이 필수적으로 요구되며, 자원재활용 기술이 동반된 CCUS기술은 기술적 가치가 매우 높음
 - 지하자원에 대한 채광기술 및 비용의 고도화로 인한 대안적인 방법은 채굴을 줄이고 재활용 활동을 증가시키는 것이 최선임
 - 결과적으로 미 DOE는 CCUS기술 또한 자원의 재순환 과정의 하나가 되는 기술개발을 목표로 함

Key trend: Urbanization



2030년에는 탄소광물화 제품이 친환경 도시 구축(골재, 콘크리트 등)에 약 60%정도 사용될 것으로 예측

DATA: UN DESA

IMAGE: ErlaZwingle(National Geographic)

과학기술정보통신부 주관 탄소광물 플래그십 사업 추진경과

‘15. 12. 12

(과기정통부) 파리 COP21 한국 기후변화 대표기술로
탄소자원화 발표 (탄소광물화는 26개 기술 중 KIGAM 4개 기술 포함)

기존의 산자부, 환경부가 기후변화 대표기술 주무부서에서 과기정통부가 기후기술메커니즘을 통해 참여

‘16. 4. 21

(전부처)「신기후체제 대응을 위한 탄소자원화 발전전략」수립
- 제 33 차 국가과학기술자문회의

‘16. 8. 10

(전부처)「탄소자원화 국가전략프로젝트」9대 기술 중 선정
- 제 2 차 과학기술 전략회의

‘16. 12. 12


(전부처)「탄소자원화 국가전략프로젝트 실증 로드맵」수립

‘17. 06. 28

‘탄소자원화 국가전략프로젝트’ 사업단장 임명

‘17. 08. 28

‘탄소광물 플래그십 사업단’ KIGAM 안지환 단장 선정 및 사업 시작
(주무부서 : 과기정통부) - 산자부, 환경부 공동 참여

- 
- 탄소광물 플래그십 사업단 : 41기관 (주관기관 : 한국지질자원연구원)
 - 세부 참여기관으로 한일시멘트, 남부발전 등이 참여 Test-bed 내 실증 수행
 - 강원도, 한국전력 해외사업처 Test-bed 제공을 통한 참여의향서 제출

탄소광물 플래그십 사업 베트남 추진 경과

'16.04 ~ '16.10

(과기정통부) NST 주관 출연(연) 지속가능기술 글로벌 상용화를 위한 사전타당성연구
'탄소광물화 적정기술 베트남 현지적용을 위한 사전타당성 연구' 수행

'16.6.10

(과기정통부)
「글로벌 유망기술 15개 기술 중 베트남 대상 2개 기술 선정」 (KIGAM)

'16.6, '16.10

(과기정통부) GIC (Green Industrial Conference) 및 '기후변화대응 기술 개발 우수성과 발표회 베트남 NDE 관계자 참석 및 탄소광물화 기술 전시

'16.11.01.

「KIGAM-VIGMR 탄소광물화 기술 연계 MOU 체결」

'16.11.18.

베트남 MONRE 차관 KIGAM 방문 - 탄소광물화 기술 연계 협력 논의

'17. 현재~

베트남 연계 CTCN-TA 사업 진행 중

베트남 Phong Khe 제지산업 내 발생하는 CO2를 활용하여 In-situ PCC 합성을 통한 폐지재활용 기술의 타당성 연구



탄소광물 플래그십 사업 추진 주요 내용

‘16. 4. 21 ‘탄소자원화 발전전략’ ‘탄소광물화’ 기술 선정
[제 33차 국가과학기술자문회의]

국제사회는 한국에 대해

- ▶ 과학을 통한 글로벌 도전과제 해결에 한국 가교역할 기대 (OECD)
- ▶ 과학기술로 산업을 일으킨 한국의 경험 공유 요청 (ITU, ESCAP, UNDP 등)

과학계도 정부에 대해

- ▶ R&D를 통한 사회문제 해결 노력을 글로벌 도전과제까지 확대할 필요 및 패러다임 변화
- ▶ 단순 원조보다 고기잡는 법을 알려주는 과학기술협력을 현지거점 중심으로 지속 추진해야 함 (ODA 패러다임 변화)

한국 - 베트남 글로벌 기후변화 탄소광물 허브센터 구축

탄소광물화: 저농도(13% 이하) CO₂와 산업·발전부산물, 폐지 등을 활용하여
차수성시멘트, 폐광산 탄산염 채움재, 친환경 고급용지 등을 생산

(과학기술정보통신부) - ‘16. 6. 10
글로벌 기후변화대응 15대 유망 기술로 선정 - 베트남 대상

유망 기술	주관기관	잠정 대상국/지역(연구자 제시)
① CO ₂ 활용 무기성 폐기물 순환 자원화 기술	한국지질자원연구원	베트남 하노이 등 동남아 인구 밀집 지역
② 저탄소 그린 시멘트 활용 폐광산 채움재 기술	한국지질자원연구원	베트남 민홍(빈푹성) 지역

연번	기관	주요내용	잠정 대상국/지역
1	지자연	<ul style="list-style-type: none"> ■ CO₂ 활용 무기성 폐기물 순환 자원화 기술 • (기술) 생활 폐기물 분리 선별을 통한 대체 연료화 기술, CO₂ 활용 무기성 폐기물 순환 자원화 기술, CO₂ 활용 친환경 폐지펄프 탄산칼슘 충전제 기술 • (현황) 국내 실증 완료, Pre F/S 진행중(연구회) • 인천 수도권 매립지 CO₂ 고장화 플랜트(5만톤/년) 실증 완료('07년) • 한솔제지 대전 공장 내 3톤/일 규모로 실증 완료('13년) • (효과) 폐기물 자원화, CO₂ 감축 가능 	베트남 하노이 등 동남아 인구 밀집 지역
2	지자연	<ul style="list-style-type: none"> ■ 저탄소 그린 시멘트 활용 폐광산 채움재 기술 • (기술) 저탄소 그린 시멘트 제조기술, 발전회 탄산염 제조기술, 폐광산 채움재 제조기술 • (현황) 국내 실증 완료, Pre F/S 진행중(연구회) • 한일시멘트와 약 2톤/일 그린 시멘트 생산 실증 완료(2012년) • 한일시멘트 단양 공장 내 상업용 시멘트 생산 공정을 활용하여 조강형 저수축 크립카를 약 6천 톤 대형 시험 생산 성공(2014년) • (효과) 산업 부산물 재활용, CO₂ 감축, 지질 안정성 확보 가능 	베트남 민홍(빈푹성) 지역

〈글로벌 기후변화대응 15대 유망 기술〉

과학기술정보통신부 탄소광물화 국가전략프로젝트 실증로드맵

'16.12.06 (전부처합동) 제 1차 기후변화 대응 기본계획 확정

- '16.12.6(화) 국무회의에서는 녹색성장위원회* 심의(12.5,월)를 거쳐 상정된「제1차 기후변화대응 기본계획」(이하「기본계획」) 확정.
(미래부 홍남기 제 1차관: 現 국무조정실 실장)

제 1차 기후변화대응 기본계획

- 기후변화대응 신산업 육성 및 신기술 연구투자 확대

에너지 신시장, 일자리창출과 온실가스 감축의 동시 달성, 민간의 신산업 창출 지원, 신기술 기반 투자확대 등

- (CCU)제철소, 발전소 등에서 배출된 CO₂를 광물화 혹은 생물, 화학적 전환을 거쳐 타 산업의 원료로 활용하거나 친환경 제품생산

- 탄소흡수 및 자원 순환 기능 증진

자원순환기본법제정에 따라 도입되는 자원순환성과관리제도, 폐기물처분부담금 등을 통해 생활·사업장폐기물 처분량을 감축하고 재활용을 확대해 나간다.

- 신기후체제 대응을 위한 국제협력 강화

- 범정부적 실천기반 마련

2016. 12. 12 (관계부처 합동) 탄소광물화 국가전략프로젝트 실증 로드맵 발표 및 탄소광물 플래그십 사업 MOU



핵심과제	세부과제	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
탄소 전환	부생가스 분리·정제	CO화수 Mini Pilot 구축·운영(0톤/연)		통합 Pilot 실증플랜트 구축 (CO화수 6~9천톤/연, 메탄올 생산 2~3천톤/연, 올레핀 생산 300~400톤/연)		Pilot 실증플랜트 운영·최적화 (CO화수 9천톤/연, 메탄올 생산 3천톤/연, 올레핀 생산 400톤/연)		Demo 실증 (기업주도) 플랜트 설계기
	부생가스 화학적 전환	메탄올, 올레핀 생산 Mini Pilot 구축·운영(메탄올 3톤/연, 올레핀 1톤/연)						
	온실가스 감축 산정 및 평가·검증 기술 개발	LCA 기반 온실가스 감축량 산정체계 개발		LCI DB 구축 및 온실가스 감축효과 분석		탄소배출권 확보, 활용 방안 마련		
핵심과제	세부과제	'17	'18	'19	'20		'22	'23
탄소 광물	국내외 복합탄소산업 생산 실증	저농도 메가스, 원료 이송라인 구축	복합탄소산업 Pilot 실증플랜트 구축, 운영 (CO ₂ 4~6천톤/연)		통합 Pilot 실증플랜트 지속운영·최적화 (CO ₂ 6천톤/연, 메탄올 생산 3만톤/연)		Demo 실증 (기업주도) 플랜트 설계기	
	저농도 CO ₂ 원료 복합 전처리	Mini Pilot 구축·운영(6톤/연)						
	국내외 그린시멘트 생산 실증	기존 실증플랜트 Up-grade·운영(2톤/연)		폐광산 채움재 Pilot 실증플랜트 구축, 운영(폐광산 채움재 2~3만톤/연)				
	폐광산 자주채움재 생산/시공 실증	국내외 테스트베드 선정·현장적용 운영		테스트베드 및 현장적용 (1차 '19~'21, 2차 '20~'22)				
	CO ₂ /환경 모니터링 및 표준화	국내외 ISO 네트워크 구축, 환경 예측 모델 시뮬레이션		표준기술 및 기술보존, 환경영향 평가 및 빅데이터 구축		KS, ISO 표준화, 통합 모니터링 시스템 개발		
	개도국 탄소광물화 최정예기(CDM) 협력	CDM 정량화 기반 개발		신규 방법론 개발 및 신청		CDM 목표 확보		

과학기술정보통신부(현) 이진규 차관 주도 탄소광물화 산학연 협력을 위한 MOU 체결

삼척그린파워 연계 복합탄산염 생산 실증 계획

삼척그린파워 순환 유동층 발전소 (남부발전 세계 최대규모)

발전소 개요

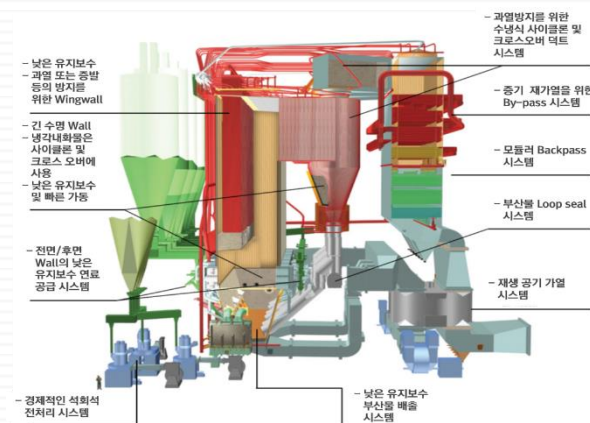
- ▶ 사업목적 : 2015년 이후 중장기 전력수급 안정기여 [제4차 전력수급계획 반영 '08. 12. 29]
- ▶ 사업부지 : 강원도 삼척시 원덕읍 호산리 일원 (약 260만㎡)
- ▶ 사업기간 : '11.1~'17.5 부지정지 착공('11. 1) / 본공사 착공('12. 6)
- ▶ 총공사비 : 3조 8천억원 (1, 2호기)
- ▶ 가동시작일 : 2016년 12월 16일
- ▶ 설비용량 : 2,000MW 유연탄 [1,000MW X 2기]
- ▶ 저열량탄(4,000kcal/kg) 연소가 가능한 세계 최대 초임계압 CFBC 발전소
- ▶ 3無 발전소 - 외부 저탄장, 회 처리장, 폐수 방출 (부산물 제로화 및 전량 재활용)



〈삼척그린파워 1,2호기 - 2,000MW〉



〈삼척그린파워 연계 복합탄산염 생산 실증 설비 부지[안]〉



〈순환유동층 보일러 구조〉

현재, 중설되고 있는 한국, 베트남 양국의 석탄발전산업에서 상호이익이 되는 탄소광물 기술 협력을 통해 신산업을 창출, 양국이 상생하고자 함.

한국지질자원연구원 보유 세계최고 탄소광물화 기술

저탄소 차수성시멘트 기술



In-situ PCC 폐지재활용 기술



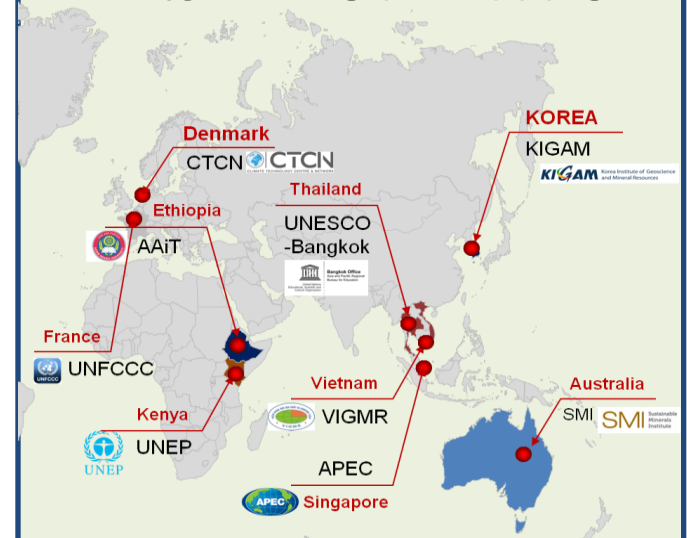
친환경 In-situ 기술
세계 최초 실증 완료
(2014)

탄소광물 플래그십 사업 수행
(2017.08)

KIGAM 탄소광물화 선도기술

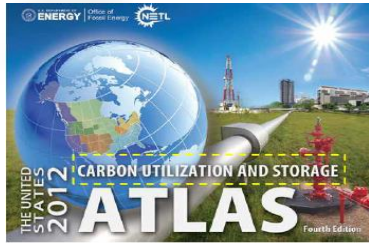
- 탄소광물화 원천기술: PCC 합성 최고기관 (COE)
- 국내 탄소광물화 적정기술 사업화를 통해 New CDM 및 적정기술 해외 수출 확산
- 탄소광물화 실증사업 주도 추진

- CTCN-KIGAM 승인 : 세계화 최고 기관 (COG)
- 탄소광물화 적정기술 표준화 [ISO TC 82, 27]
- 국제기구와의 탄소광물화 기술 협력 (UNEP, UNIDO, UNESCO, APEC etc.)
- 탄소광물화 기술의 지속가능한 발전 : 산업혁명4.0 → 순환경제4.0 → 리사이클링4.0



* CTCN: Climate Technology Centre & Network

* COG: Center of Globalization, COE: Center of Excellent



미국 DOE
2012 탄소광물화 기술 시작

연간 5000t 규모 CO₂ 저감 및
저농도 CO₂ (13% 이하)
실증플랜트 구축
(수도권 매립지) (2013)

CO₂ 가스처리에 의한 중금속
유해물질의 안정화 기구 확립
중금속 고용에 대한 정량적 해석
(2006)

이달의 과학자 상 수상 (과기부) (2004)
Aragonite 침강성 탄산칼슘 합성 메카니즘 규명

한국 KIGAM
탄소광물화 원천기술
(2000)

ECO-PCC 아시아 최초 구축
(2002)

KIGAM 21C 프론티어 사업 추진 (2000)
전 과기부, (자원재활용 세계최고기관)

탄소광물화 플레그십 사업 평창올림픽 대표기술 선정

탄소광물화 플레그십 사업 - 평창올림픽(환경올림픽) 대표기술 선정 (2018.02)

- ◆ 탄소광물화 플레그십 사업은 4차산업 연계 저탄소 친환경 미래도시 기술관 전시
- ◆ 평창올림픽 내 카본머니 시스템 기기 설치 (IBC, MPC, 미디어촌, 조직위원회)
- ◆ 평창올림픽 내 CO₂를 활용한 친환경 제지 기술로 제조된 쓰레기통 10,000개, 복합탄산염으로 시생산한 A4 용지 5,000박스 시생산 및 계획

~ 2018 평창 동계올림픽대회 및 동계패럴림픽대회의 환경 올림픽 개최를 위한 - 제지분야 카본머니시스템 시범운영 업무협약

한국지정국(한국지정국)이 '연구관' 이하 원, 강원도, 2018 평창 동계올림픽대회 및 동계패럴림픽대회 조직위원회(이하 '조직위원회')와 협약(이하 '각 당사자들')을 각 기관 이하 원(이하 '각 당사자')이 카본머니시스템 사업을 통해 친환경기술을 성공적으로 추진하기 위하여 공동으로 노력하고자 다음과 같이 협약(이하 '본 협약')을 체결한다.

제1조(목적) 본 협약은 '제지분야 카본머니시스템, 사업(이하 '본 사업')을 추진하기 위한 각 기관의 역할을 명시하고, 사업 추진에 대한 의지를 표명하여 상호 지원과 협력을 약속하는 데 그 목적이 있다.

제2조(협약의 범위) 각 기관이 협약하여 지원되는 본 사업의 개요는 다음과 같다.

1. 사업(이하 '조직위원회'의 사무소, 2018 평창 동계올림픽대회 및 동계패럴림픽대회 (이하 '대회')와 '각 당사자'가 협약(이하 '제지분야 카본머니시스템 사업'을 추진한다)
2. 사업기간: '17. 3. 2 ~ '18. 2. 15 (대회 종료일)
3. 주요 사업내용: 한국형 CO₂ 탄소광물화 제지기술 적용 및 카본머니시스템 시범 설치 - 운영 - CO₂ 및 폐지를 자원화하여 제지분야 카본머니시스템 시범 구축 - 폐지 수거 기기를 통한 폐지수거 활동 및 탄소배출량 측정 - 카본머니시스템 제지기술을 통해 생산되는 탄소 배출권 기부 - 협약 등

※ 사업내용에 대한 추가, 변동사항은 상호 협의 하에 협의 추진

제3조(추진체계) 각 기관은 본 사업을 담당하는 주관부서(연구관은 탄소광물화사업관, 강원도는 에너지과, 조직위원회는 제지관리팀) 및 담당자를 지정하여 본 협약의 원활한 이행을 담보한다.

제4조(각 기관의 역할 분담) 협약사항의 이행을 위하여 각 기관은 다음과 같이 정해진 임무를 수행한다. 협약사항의 이행 및 각 기관의 업무 수행과 관련한 세부 조정은 필요 시 별도 협의 하에 결정한다.

1. 연구관: 한국형 CO₂ 탄소광물화 In-situ PCC 등 제지기술 및 카본머니 시스템 Action Plan 시범운영 및 폐지 무상공급, 카본머니시스템 제지기술 운영 - 홍보, 사전 교육 등과 관련한 제반사항을 적극 추진하고, 본 사업시행을 통하여 탄소배출권이 발생될 경우, 조직위원회에 기부한다.
2. 강원도: 본 사업에 참여하는 모든 기관과의 협력체계 구축 및 행정자원을 위하여 적극 지원한다.
3. 조직위원회: 제지분야 카본머니시스템 시범설치 장소를 제공하고, 카본머니시스템 홍보 및 운영을 위한 연구원의 필요 요청에 적극 협력한다.

제5조(비밀유지의 범위) 본 협약의 협약사항 이행에 소요되는 비용은 제4조에 정해진 임무의 소관 기관이 부담한다. 비용 부담 주체에 대하여 이점이 있을 경우에는 상호 협의하여 조정한다.

제6조(협약의 효력) 각 기관은 '2018 평창 동계올림픽대회 및 동계패럴림픽대회' 지원 등에 관한 국법령, 등 관련 법령, 올림픽 헌장 및 올림픽 정신을 준수한다.

제7조(각 당사자의 의무)

- ① 각 기관은 협약이 체결된 후, 협약사항을 이행할 수 있도록 하는 경우, 그 기관이 제공하는 협력이 따라 사전 승인을 얻은 후에 사용되어야 하고, 다른 기관의 지시사항을 이행하여 사용하거나 그와 혼동될 수 있는 유사한 형태를 사용할 수 없다.
- ② 각 기관은 대회 공식홈페이지의 마케팅 관리를 철저히 하고, 본 협약 이행 과정에서 대회 공식홈페이지 이외의 상업적 단체의 브랜드를 노출시키지 않는다.
- ③ 각 기관은 소속 공무원 등 구성원과 업무 관련자가 다른 기관의 지시사항을 철저히 준수하여 일체의 행위를 하게 하거나 용납하지 않는다.

제8조(협약의 효과)

- ① 본 협약은 체결일로부터 효력이 발생하며, 폐지되지 않는 한 효력 상해 시까지 유효하다.
- ② 본 협약의 목적을 달성할 수 없거나 그 기관이 본 협약이 이행할 수 없는 중대한 사유가 발생할 경우, 각 기관은 유효기간 만료 전이라도 상호 합의를 통하여 본 협약을 재협약할 수 있다.
- ③ 본 협약이 변경, 해지, 만료되는 경우에도 제10조의 효력을 잃지 않는다.

제9조(협약의 해지 및 변경)

- ① 본 협약이 해지되지 아니하거나 해지에 관하여 이점이 있는 사람은 각 기관이 합의하여 결정한다.
- ② 본 협약은 각 기관 간 합의에 따라 각 기관이 서명(또는 기명)한(한) 서면 약정에 의하여 변경할 수 있다.

제10조(협약의 효력) 각 기관은 본 협약의 체결 및 이행 과정에서 직면한 다른 기관의 정보로 해당 기관의 사전 서명동의 없이 본 협약 이행 의의 목적으로 사용하거나 제3자에게 제공할 수 없다. 다만, 다음 각 호 중 하나에 해당하는 경우에는 해당 기관에게 통지한 후 해당 정보를 제공할 수 있다.

1. 해당 정보가 이미 일반에게 공개된 자료인 경우
2. 정보의 공개가 법령에 따른 의무인 경우

제11조(협약의 구속력) 본 협약은 각 기관의 협약사항을 이행한 것으로 제1조, 제2조, 제3조 제2항 및 제10조를 제외하고는 법적 구속력을 가지지 않으며, 그 외 조항에 위반을 이유로 한 행사 소추를 제기할 수 없다.

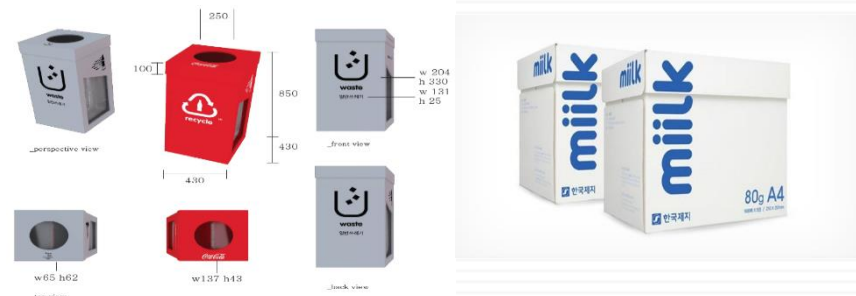
본 협약의 체결을 증명하기 위하여 본 협약서 3부를 작성하여 각 기관의 대표(대표가 서명한 대외인임을 포함한다)가 서명 또는 기명(단언)한 후 각 1부씩 보관한다.

2017년 2월 2일

KIGAM 한국지정국연구원 강원도 2018 평창 동계올림픽대회 및 동계패럴림픽대회 조직위원회

원 장 신중호 도지사 최문순 위원장 이희연

신중호 최문순 이희연



< 평창올림픽 지원 쓰레기통, A4 용지 박스 시안 >

IBC(International Broadcasting Centre)	MPC (Main Press Centre)	Media village	Organizing committee
<ul style="list-style-type: none"> ○ Site : Alpensia resort ○ Area : 51,043㎡ ○ Worker : 4,000 ○ Period : 17.5 ~ 18.5 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Site : Alpensia resort ○ Area : 11,658㎡ ○ Worker : 4,500 ○ Period : 18.1~3 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Site : Gangneung city ○ Worker : 6,000 ○ Period : 18.1~3 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Site : Pyeongchang ○ Worker : 1,000 ○ Period : 16.5~

< KIGAM-강원도-평창올림픽 조직위원회 MOU >

< 평창올림픽 내 카본머니 시스템 기기 설치 (IBC, MPC, 미디어촌, 조직위원회) >

2

패각류의 재활용 기술



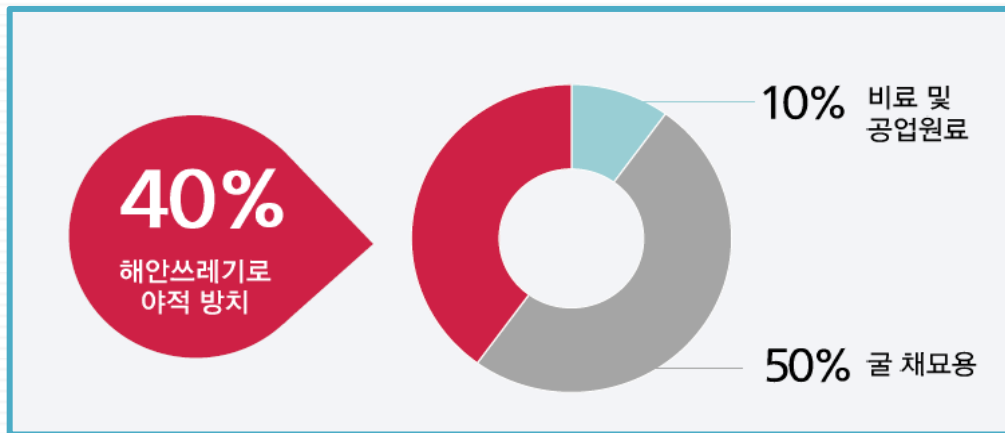
2.1

패각류 발생현황 및 문제점



패각류의 현황 및 환경문제

국내 굴패각 현황

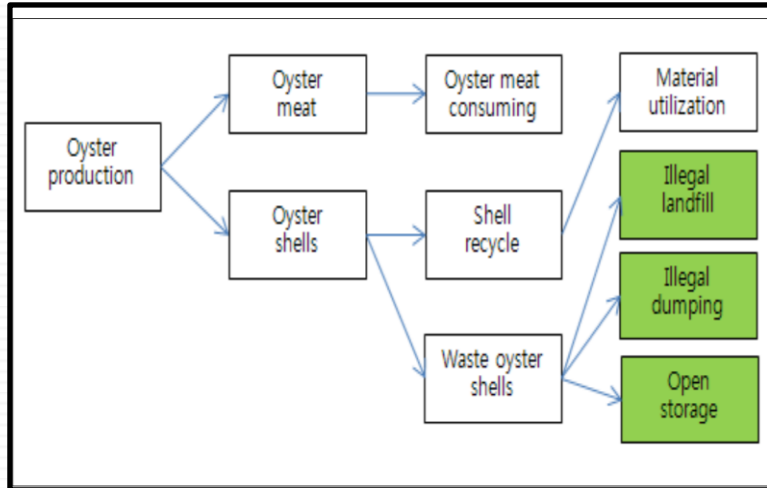


참조: LG 글로벌 챌린저

- 국내의 경우 매년 남해를 비롯한 서해에서 약 40만톤 (10톤 트럭 3만 6천대의 양)의 굴패각을 비롯하여 다양한 종류의 패각류가 발생되며 처리되지 않은 채로 바닷가 인근에 매립됨
- 서해(전남포함)의 경우, 약 90,000톤의 굴패각이 발생되어 이에 환경적인 문제 대두(2008년 기준, 환경융합신기술개발사업 보고서)
- 패각처리 능력 초과로 인해 더 이상 굴패각의 반입조차 불가능하며, 굴패각 1톤당 2만원의 운송 비용이 발생하기에 불법 투기 및 매립이 점점 심화
- 매년 정부에서 굴패각을 처리하기 위한 비용으로 약 16~17억원을 편성하지만 해당 예산만으로는 굴패각을 처리하기에는 부족

패각류로 인한 환경문제

굴패각 껍질 발생 및 처리 과정



- 사용 후 남은 패각류의 껍질의 경우 일부는 재활용이 되고 있지만 **상당수는 불법적인 매립이나 덩핑, 또는 정상매립지에 매립이 되어 처리되지 않은 채 남겨져 있게 됨**
- 이에 따라, 무분별하게 쌓여가는 **패각류**를 경제적, 환경적으로 이익이 되는 방향으로의 **처리방안이 마련**되어야 함

방치된 패각로 인한 다양한 문제점

분류	문제점
제도적	사업장 쓰레기로 분류되어 수송 차량으로만 운송이 가능, 이에 따라 무단 투기가 빈번히 발생
사회적	도시 지역이미지가 저해되고 어민들의 어업에 막대한 피해가 감
환경적	악취로 인한 지역주민들의 민원이 발생하며, 패각 내 석회석 물질의 바다로 유입으로 인한 수질오염이 발생됨



불법패각투기 전염병 온상

환경오염·바다잠식·심한 악취
계획세운 매립장 실효성없어



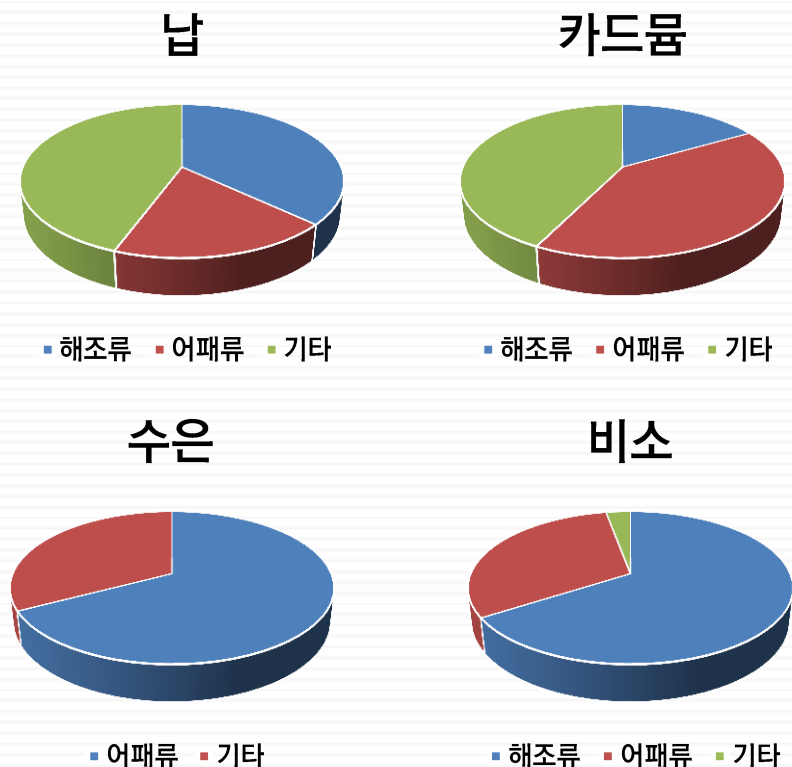
【부산=뉴시스】부산광역시 동래구 소재의 한 사업장에서 불법으로 투기된 패각류가 산더미처럼 쌓여 있다. 이 사업장은 패각류 처리를 위해 조성된 매립장인데, 현재는 패각류가 산더미처럼 쌓여 악취가 난다. 주민들은 악취를 견디지 못하고 집을 떠나고, 어민들은 어업을 할 수 없다. 부산시는 이 사업장을 폐쇄하고, 패각류 처리를 위한 대책을 마련할 예정이다.

패각류의 환경적 문제 발생

패각류로 인한 환경문제

국내 패각류의 중금속 검출 현황

국내 중금속 섭취량 조사



- 인간이 섭취하는 중금속의 경우 상당수 패류로 인해서 섭취하게 됨

국내 각 해안가의 패류에 대한 중금속 검출 결과

구분	번호	시료명	구입처	산지	수은[mg/kg], 0.5이하	납[mg/kg], 2.0이하	카드뮴[mg/kg], 2.0이하
동해안 (8)	1	명주조개	속초	국내산	불검출	0.17	0.09
	2	칼조개	속초	국내산	불검출	0.07	불검출
	3	가리비	속초	국내산	불검출	0.14	0.24
	4	비단조개	속초	국내산	불검출	0.11	0.16
	5	명주조개	주문진	국내산	불검출	0.07	0.06
	6	북방대합	주문진	국내산	불검출	0.08	0.03
	7	가리비	동해	국내산	불검출	0.10	0.38
	8	백합	동해	국내산	불검출	0.05	0.24
남해안 (8)	9	피조개	부산	국내산	불검출	0.08	0.38
	10	돌홍합	거제	국내산	불검출	0.23	0.49
	11	가리비	통영	국내산	불검출	0.02	0.14
	12	대합	부산	국내산	불검출	0.12	0.13
	13	담치	여수	국내산	불검출	0.05	0.57
	14	피고막	여수	국내산	불검출	0.09	0.56
	15	소라	별교	국내산	불검출	불검출	0.08
	16	맛	별교	국내산	불검출	0.30	0.04
서해안 (4)	17	키조개	목포	국내산	불검출	0.03	1.41
	18	가리비	목포	국내산	불검출	0.02	0.46
	19	소라	대전항수산시장	국내산	불검출	불검출	0.06
	20	동죽	대전항수산시장	국내산	불검출	0.08	0.06

참조: 소비자안전센터, 2011

- 패류를 대상으로 중금속 검출을 실시해 본 결과 다양한 패류에서 파악하며 상당한 양의 중금속이 관찰되었음을 확인할 수 있음

패각류 활용 - 국내처리 및 재활용 현황

공유수면 매립



- 굴패각을 성토재로 활용하여 공유수면을 매립하기 위함
- 환경부에서 2015년부터 잘게 파쇄한 굴패각을 매립토사와 3:7 비율로 섞어 매립용으로 사용할 수 있게 법을 개정
- 어민들의 의견은 수립되지 않은 채로 관련기관에서 일방적으로 진행함에 따라 불만이 증가

건설용 자재



- 굴패각을 건설 및 도로, 지반 개량재료로 재활용함으로써 건설 자재의 강도를 증가시키거나 투수성을 높임
- 굴패각을 처리하는 과정에 있어서 굴패각에 엉겨 붙어있는 코팅사를 분리하는 과정을 거쳐야 하지만 짧게 잘려진 코팅사 조각이 굴패각 조각들과 혼합됨

친환경 비료



- 굴패각이 가장 많이 재활용되는 분야로서 패화석 비료로 많이 쓰임
- 알칼리성분 함량이 40% 이상으로 농경지의 산성토양 개량 및 작물의 품질을 향상시킬 수 있음
- 작물의 성장에 도움을 주기 보다는 토양을 개선하는 수준이며, 화학비료와 비교했을 시 고가임

패각류를 현재 국내에서 대부분 비료 외에는 매립처리하여 환경적, 사회적 문제 대두

패각류의 재활용 현황 - 충청남도

태안군 굴패각 처리 기술

태안군 처치곤란 굴패각 석회석 대체재로 활용

서부발전(주)군산대와 업무협약
발전소내 탈황재로 활용방안 모색
처리비용 지불대신 年3억수익기대

박기영 기자 kmpark3100@cctoday.co.kr | 2016년 05월 26일 목요일 제15면 | 승인시간: 2016년 05월 25일 18시 20분

댓글 0 | 지면보기 | 폰트 + - | |



▲ 태안군에 25일 군청 소회의실에서 김현표 부군수와 한국서부발전(주) 조인국 사장, 군산대 김동익 산학협력단장, 이원연 관2리 영어영농조합 손인현 대표 등이 참석한 가운데 '태안군 굴 껍데기 폐기를 활용 석회석 대체재 개발 상생협력 협약서'를 체결했다. 태안군 제공

참조:대전일보, 2016

서부발전, '굴 껍데기 폐기물' 미세먼지 줄여 대통령상

송현수 기자 songh@busan.com | 입력 : 2017-12-01 [16:58:03] | 수정 : 2017-12-01 [16:58:03]



▲ 김판석 인사혁신처장이 한국서부발전 한광춘 기후환경팀장에게 최우수상을 전달하는 모습, 서부발전 제공

참조:중부매일, 2017

- 충남 태안군의 경우 2016년 한국서부발전(주) 및 군산대와 손잡고 지역 굴 양식장에서 발생한 굴 패각을 발전소 탈황재료로 재활용하는 방안을 마련해 약 13만톤의 온실가스 감축 효과를 기대
- 굴 패각이 98% 이상의 탄산칼슘이 함유돼 있는 알칼리성 물질로 황산화물과의 반응성이 석회석보다 우수하며, 화력발전소에서 석탄 연소 시 발생하는 강산성의 오염물질(황)을 제거하기 위해 알칼리성인 석회석이 탈황재료로 활용
- 서부발전은 해당 기술을 바탕으로 2017년 대통령 표창을 수여받음

패각류의 재활용 기술 - 해외사례

미국 Harvard University의 굴패각 프로젝트

AIZENBERG
Biomaterialization and Biomimetics Lab

HOME Research Publications Group Members News

Slippery Surfaces
Harvard Professor Joanna Aizenberg shows David Pogue the *Nepenthes Pitcher Plant*, a carnivorous plant whose slippery surface...

Eyes in the armor
Double duty for biominerals in a mollusk's shell pp. 899 & 952

ADAPTIVE HYBRID ARCHITECTURES WETTABILITY SLIPPERY SURFACES BIO-INSPIRED OPTICS

SELF ASSEMBLY BIOMATERIAL INTERFACES CRYSTAL GROWTH BIOLOGICAL ENGINEERING PRINCIPLES

to $T < LCST$

$T > LCST$: C off, heat dissipation

Reagents H_2O Catalyst

Microstructure up

Feedback loop:

Actuate M up Sense C on

System heats to $T > LCST$

$T < LCST$: C on, heat generation

Products + heat

Temperature-responsive hydrogel

10 μm

- 하버드 연구팀은 굴패각류를 활용하여 콜로이드성 방해석 입자를 합성하고, 광학적 특성을 강화시키기 위해 복합재료로 활용했다.

패각류의 재활용 기술 - 해외사례

미국 NASA의 굴패각 프로젝트



Feasibility Study of Satellite-Assisted Detection and Forecasting of Oyster Norovirus Outbreaks



Project Team:

- **PI: Zhiqiang Deng** (Department of Civil & Environmental Engineering, Louisiana State University, Baton Rouge, LA)
- **Collaborators:** Gordon Leblanc, Chris Lemaire, Stephen Martin, Robert Dellsperger (Louisiana Department of Health and Hospitals)

Primary End-User Organization:

- Louisiana Department of Health and Hospitals: Molluscan Shellfish Program

Project Period: 04/18/2011-04/17/2013

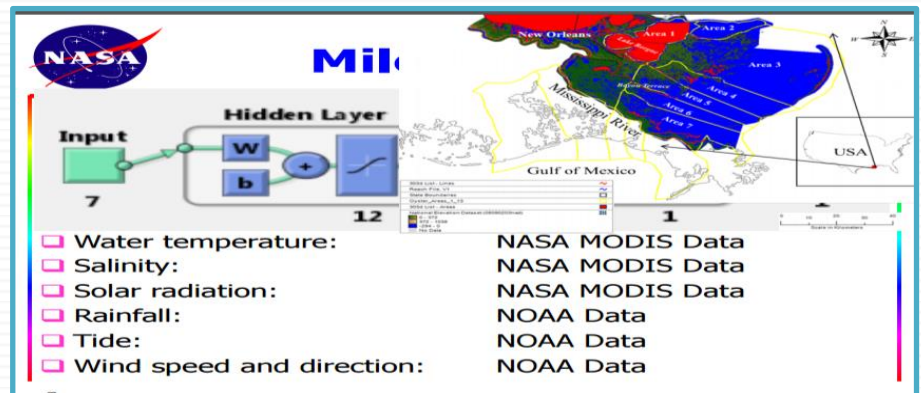
- 미국 NASA의 경우 굴의 노로바이러스 발생을 예측하기 위하여 위성을 이용한 관찰을 하고 있음



Goal and Objectives



- ❑ **Goal:** Overall goal of this project is to provide daily predictions of oyster norovirus outbreak risks.
- ❑ **Objective 1:** Construct retrieval algorithms that link NASA **MODIS Terra and Aqua data** to water quality indicators (such as SST, TSS, solar radiation, and salinity) controlling norovirus disease outbreaks in oyster growing waters;
- ❑ **Objective 2:** Develop an Artificial Neural Network (ANN) model for predicting fecal coliform (norovirus indicator organism) levels in oyster growing waters;
- ❑ **Objective 3:** Develop a Bayesian model for detection and forecasting of norovirus disease outbreak risks in a probabilistic fashion.

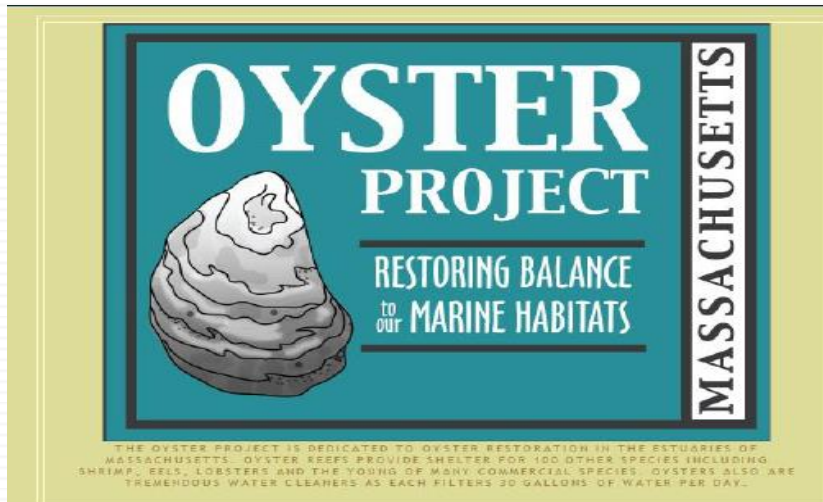


Ref: Le, Q. D, Bach, L.G and Arai, T. Monitoring Heavy Metal Contamination Using Rocky Oyster (*Saccostrea glomerata*) in Haiphong-Halong Coastal Area, North Vietnam. *Int. J. Environ. Res.*, 9(4):1373-1378, Autumn 2015.

패각류의 재활용 기술 - 해외사례

미국 MIT의 굴패각 프로젝트

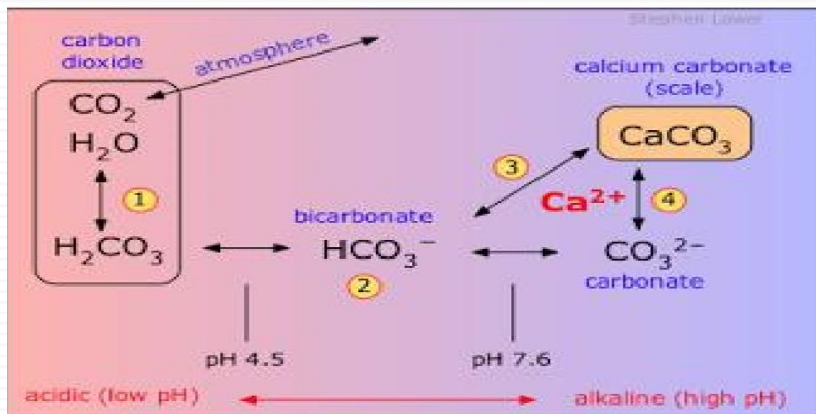
More on Oysters and Their Ability to Offset Ocean Acidity



THURSDAY, MAY 30, 2013

More on Oysters and Their Ability to Offset Ocean Acidity

This is an excerpt from a piece in the New York Times Science Section.



- 미국 MIT의 경우 패각을 활용한 프로젝트를 통해서 굴패각의 분포와 그 주변의 산(Acidity)의 농도를 분석한 결과 굴패각이 산의 농도를 낮춘다는 것을 확인
- 패각의 경우 껍질을 구성하는 탄산칼슘을 만들기 위하여 탄산화반응을 분해 시킴으로서 pH의 증가를 야기

Ref: Le, Q. D, Bach, L.G and Arai, T. Monitoring Heavy Metal Contamination Using Rocky Oyster (*Saccostrea glomerata*) in Haiphong-Halong Coastal Area, North Vietnam. *Int. J. Environ. Res.*, 9(4):1373-1378, Autumn 2015.

2.2

KIGAM 보유 굴패각 활용 기술 및 제안



충남지역의 녹조문제로 인한 환경적인 문제 발생

문제점

녹조로 인해 충남지역의 환경 문제 발생



◎ 충남 예산 예당저수지...인근 악취 진동 (17.09.11 오마이뉴스)

녹조제거선을 저수지에 띄우고 제거제 살포와 고압살포기를 이용해 긴급제거에 나서고 있으나 역부족인 것으로 나타났다.

8월 중순 즈음 발생한 녹조는 9월 8일 현재까지 급속히 번져 수질을 오염시키고 있으며, 저수지 인근에서는 악취가 진동하고 있다. 가장 큰 피해는 내수면어업계 주민들이 보고 있다. 낚시 좌대마다 텅비어 낚시꾼들은 찾아 볼 수가 없고, 물새들마저 자리를 뜬 저수지는 정적이 감돈다.



◎ 녹조로 뒤덮인 금강...강이 아니라 잔디밭 (16.08.23 대전충남 녹색연합)

녹조 제거를 위해 별다른 대처방안이 부족하기에 상시 수문개방과 보 철거를 통한 재자연화만이 답이다.

보 상류는 녹조가 퍼져있고 유속이 없는 인공수로는 녹조와 마름이 가득하다. 2015년 세계문화유산으로 등재된 백제유적지구 중 금강 수변에 있는 공산성과 부소산성, 나성 주변에도 녹조가 나타나고 있다.



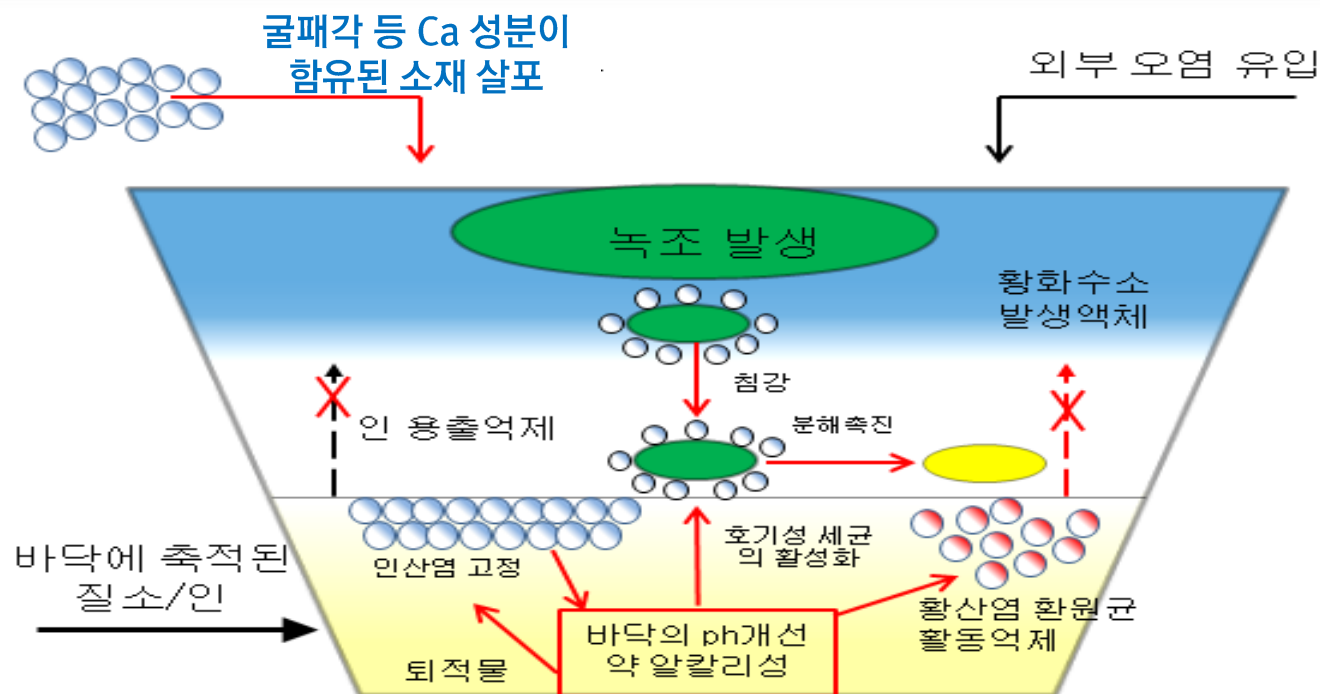
◎ 충남 가뭄 해결 보루인 보령댐마저 녹조...수질 정화 부실 (17.06.15 중앙일보)

마이크로시스티스 발생을 억제하려면 총인(TP) 제거 시설이 추가로 필요하다

보령댐 앞 녹조 떠, 조류경보 '관심' 단계 댐 수위 낮아지자 금강 하류에서 물 공급 수질 나쁜 3~4급수 21km 도수로로 옮겨 수공, '5단계 정화' 발표하고 2~3단계 그쳐 한여름 녹조 악화시 충남 수돗물 악화가 우려 된다.

KIGAM 보유 패각을 활용한 녹조 제거 기술

Ca 성분이 함유된 굴패각 등을 활용한 녹조 제거 기술 프로세스



질산/인산염 고정

강바닥의 산성화 방지

악취 발생억제

녹조류 포집/침강

녹조류 분해 촉진

녹조류 제거

KIGAM 보유 패각을 활용한 녹조 제거 기술

녹조 발생 원인 및 영향

- **오염물질**: 생활하수, 공장폐수, 농경지 퇴비 등의 오염물질이 수계로 들어가면 질소, 인 등의 영양물질이 풍부해져 조류가 형성
- **수온 & 일사량**: 남조류는 20~30℃의 수온에서 가장 잘 번식하며 햇빛을 많이 받을수록 성장
- **물 순환 정체 & 유속**: 물이 빨리 잘 흘러가면 조류도 잘 쓸려 내려가지만, 물이 느리고 한 곳에 정체되어 있으면 조류가 잘 성장

한국지질자원연구원 보유 녹조 탄산광물화 기술 적용

● 석회석/굴패각 등을 활용한 친환경 녹조 제거 기술 개발

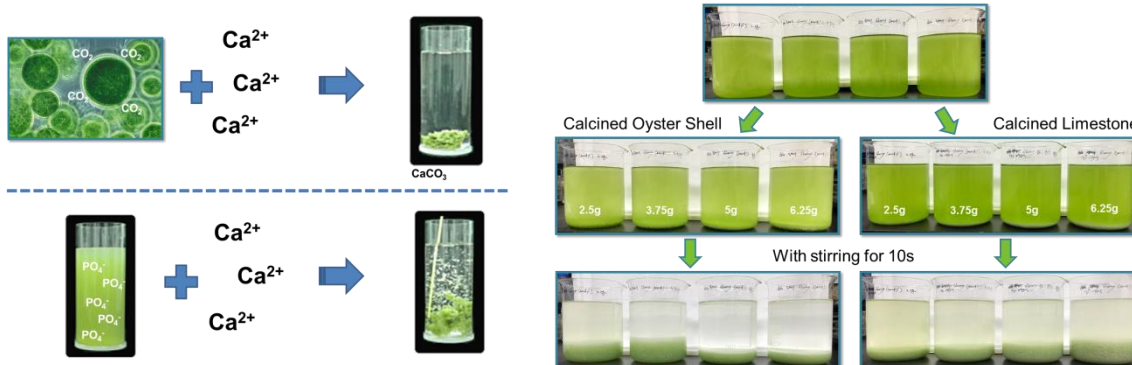
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Igloss
Limestone	0.11	0.03	0.09	55.54	0.20	0.03	< 0.02	< 0.01	0.01	0.01	43.79
Oyster shell	0.45	0.12	0.06	53.66	0.26	0.06	0.55	< 0.01	0.01	0.16	44.56



석회석



굴패각



- 녹조를 제거하는 방법은 녹조 표면에 존재하는 이산화탄소나 탄산이온을 양이온과 반응시켜 녹조 침전물을 만들거나, 물안에 존재하는 부영양화 물질인 인산을 양이온과 반응시켜 고체 물질로 침전시키는 기술임.

KIGAM 보유 패각을 활용한 녹조 제거 기술

한국지질자원연구원 보유 녹조 제거 기술

● 파리 COP21 한국 대표기술 선정 및 녹조 제거 기술 등 적정 기술 관련 발표

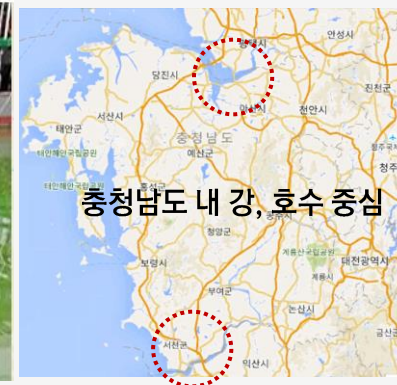
- 한국지질자원연구원 안지환 박사는 2015년 제21차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서 기후변화대응 관련 4개 분야 폐기물 분야 대표기술로 선정.
- 또한, 기후변화대응을 위한 개도국형 적정기술로서 녹조 관련 발표를 진행



● 한국지질자원연구원 기후변화대응 굴패각-CO₂ 및 드론 활용 녹조 제거 기술 개발



GPS 연계 녹조 제거 드론 개발



기후변화대응 굴패각-CO₂ 활용 녹조 제거 / GPS 연계 드론 활용 녹조 제거 기술

패각을 활용한 녹조 제거 기술 활용 방안 제안

[Concept] 충남 금강 드론-CO₂ 연계 기후변화대응 녹조 제거 기술

폐기물-CO₂ 활용 친환경 기술 개발



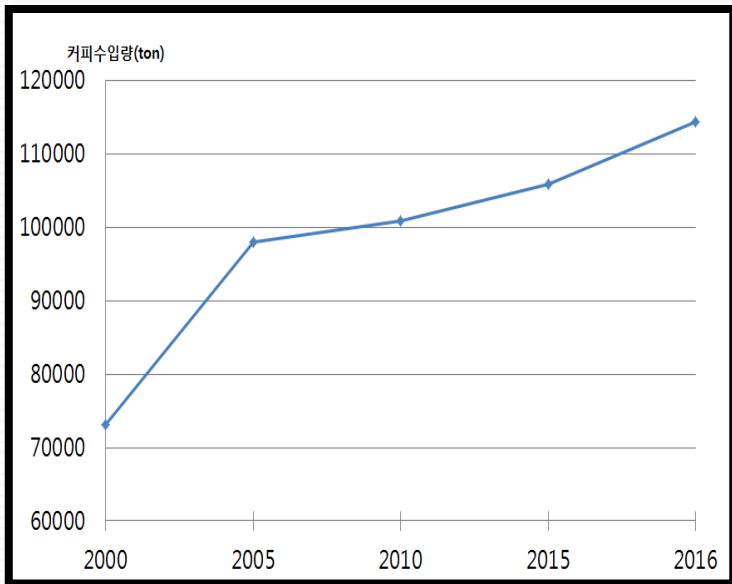
〈굴패각 제조 소식회 분사〉

〈굴패각으로 처리된 녹조를
보트에 장착된 CO₂를 활용하여 2차 처리 후 제거〉

〈충남 금강〉

KIGAM 보유 패각을 활용한 커피찌꺼기의 세균 증식 억제 기술

국내 커피 시장 현황



	스타벅스	이디야	커피빈	엔제리너스*	투썸플레이스*	카페베네	탐앤탐스	파스쿠치*	할리스	계
2014	617,095	116,229	146,267	156,000	160,700	128,959	88,604	60,676	80,313	1,554,843
2015	773,900	135,521	138,939	147,000	180,000	110,110	88,764	58,078	108,584	1,740,896

- 국내 커피 수입량 및 커피시장 성장 추이는 **해마다 지속적으로 증가**하고 있으며 앞으로도 꾸준한 증가가 예상됨

KIGAM 보유 패각을 활용한 커피찌꺼기의 세균 증식 억제 기술

커피 부산물 및 환경문제



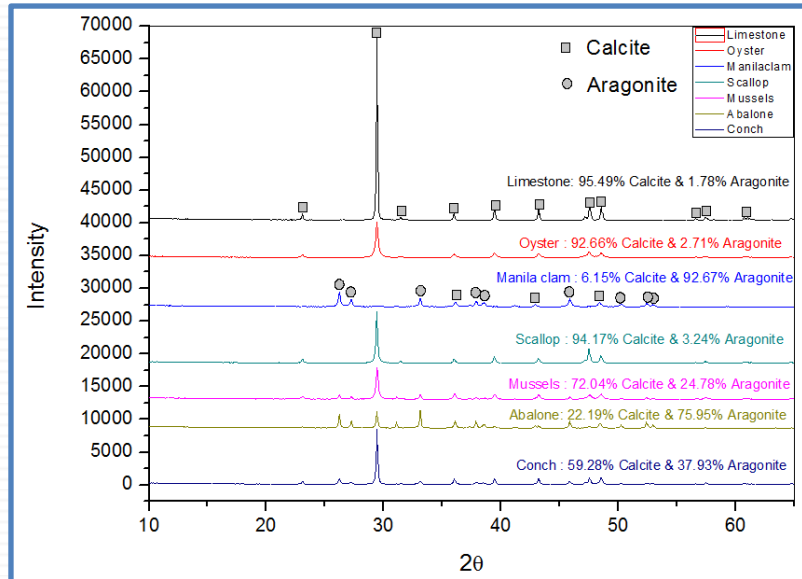
- 커피는 약 99%가 찌꺼기로 버려지고 있으며, 이를 처리하기 위한 비용은 2014년 기준 약 7,500억원 추산



- 커피찌꺼기는 수분 및 다양한 유기물로 인해 유해한 박테리아의 생성을 유발하며, 약 4달 후 박테리아로 인한 오염이 심각한 상태에 이름
- 버려진 커피찌꺼기가 강물로 유입되면 박테리아 및 커피찌꺼기에 존재하는 중금속을 포함한 유해한 물질로 인해 수질오염의 원인이 됨

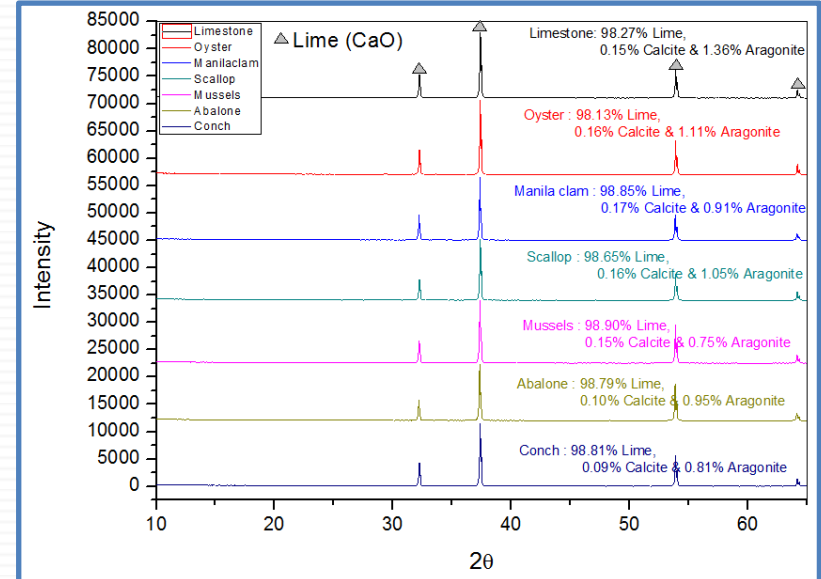
KIGAM 보유 패각을 활용한 커피찌꺼기의 세균 증식 억제 기술

다양한 종류의 패각의 XRD 구조



- 다양한 종류의 패각에 대한 XRD 결정 구조 분석 결과, 탄산칼슘 (CaCO_3)이 주요 구성 성분임을 알 수 있음
- 주로 칼사이트상을 확인하였으며 일부 아라고나이트 상의 존재를 확인

다양한 종류의 패각의 XRD 구조



- 소성 후 거의 모두 소석회 (CaO)로 변환된 것을 확인
- CaO 의 경우 수분과 만나서 Ca(OH)_2 를 형성시킴으로서 발생하는 반응열과 Ca(OH)_2 에 의해서 세균 증식 억제가 가능

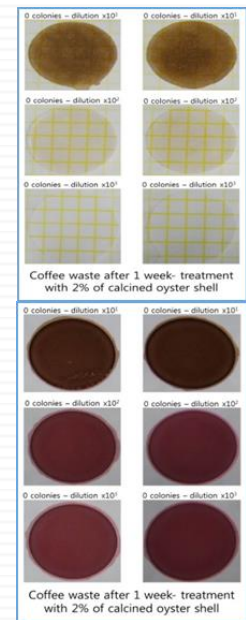
KIGAM 보유 패각을 활용한 커피찌꺼기의 세균 증식 억제 기술

굴패각을 활용한 커피찌꺼기 내 세균 증식 억제 실험



- 굴패각을 소성 후 ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}$) 소성된 굴패각 분말 이용하여 커피찌꺼기 내 세균 증식 억제 실험을 진행

	Coffee waste (After 1 week)	Coffee (1 week) + 2wt% oyster shell (After calcination)
Total Number of Bacteria	40,500	0
E-Coli Bacteria	260	0



- 세균 증식 억제 실험 결과 커피찌꺼기에서 증식했던 박테리아가 소석회 활용 시 제거됨을 확인

패각 활용을 통한 세균이 제거된 커피찌꺼기 재활용 제안

굴패각과 커피찌꺼기 혼합 물질의 비료 활용

➤ 세균 제거 후 커피찌꺼기와 굴패각을 혼합하여 토양 보존의 비료로서 재활용

❖ 굴패각의 경우, 알칼리 성분 함량이 40% 이상으로 농경지 사용했을 때 산성토양 개량, 작물의 품질향상 도움

❖ 커피찌꺼기의 경우 질소가 풍부하여 비료로서 훌륭한 제품이며, 퇴비의 악취제거의 효과적인 역할

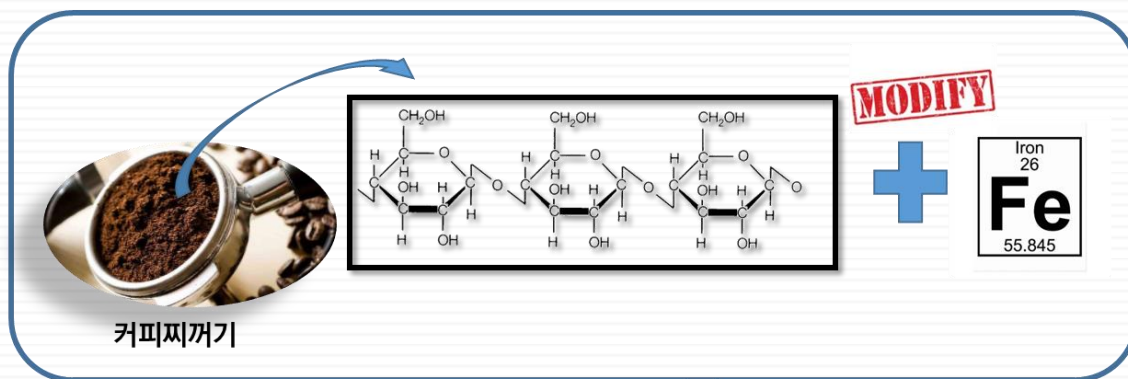


패각류와 커피찌꺼기를 혼합하여 토양에 적용할 수 있는 우수한 비료 생산 추진

패각과 커피찌꺼기의 활용을 통한 폐수 정화 기술 제안

커피찌꺼기와 CO₂를 활용한 폐수 내 중금속 및 유해성 박테리아 제거

❖ 커피찌꺼기의 경우 중금속 흡착능을 보유하고 있어 전처리를 통해서 폐수 내 중금속을 제거할 수 있음



❖ CO₂와 패각을 활용하면 탄산화 반응을 통해 폐수 내 유해성 박테리아를 제거할 수 있음

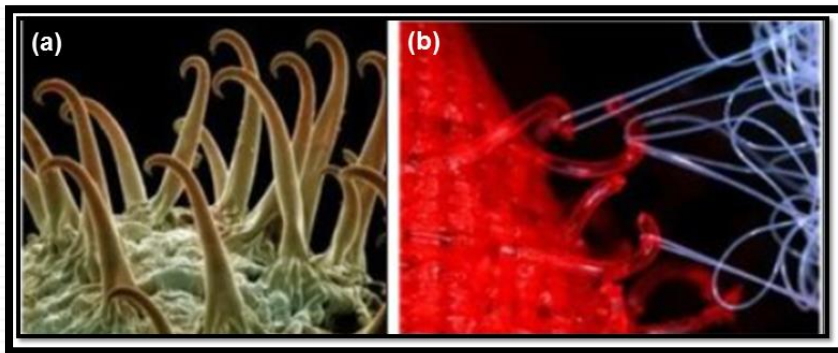


패각류와 커피찌꺼기를 혼합하여 폐수를 정화할 수 있는 친환경 기술 개발

패각을 모방한 유무기복합 경량화 소재 - KIGAM

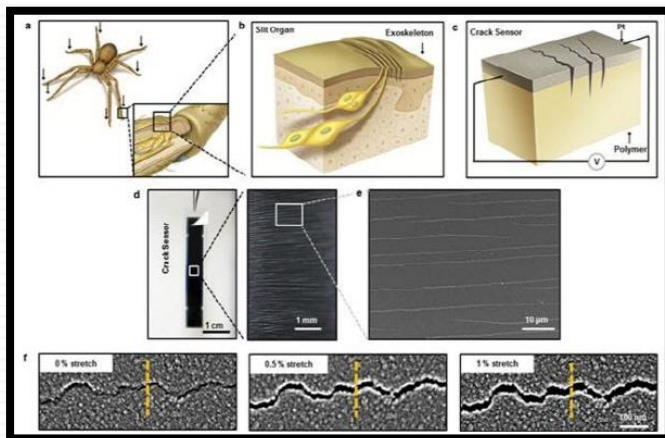
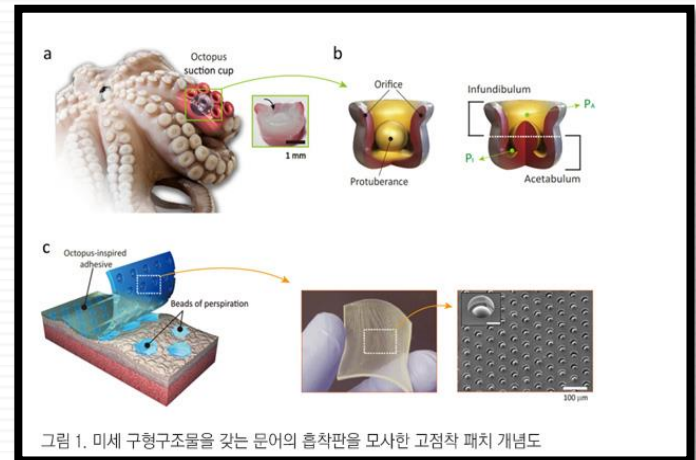
생체모방기술이란?

〈섬유부착포 ‘벨크로’〉

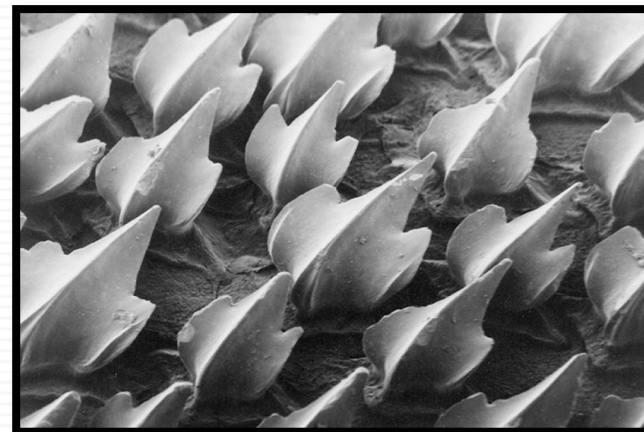


- 자연계에 존재하는 동식물 및 물질을 탐구하여 이를 모방할 수 있는 기술

〈문어 다리를 모방한 흡착판 패치〉



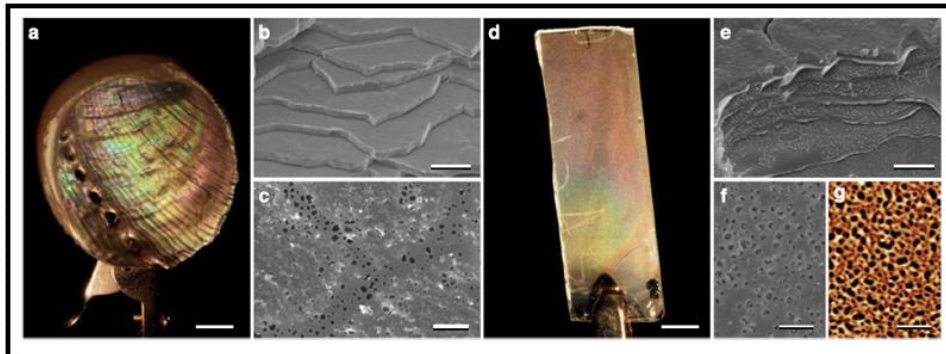
〈거미 다리의 미세구조 모방〉



〈상어 비늘의 미세 구조〉

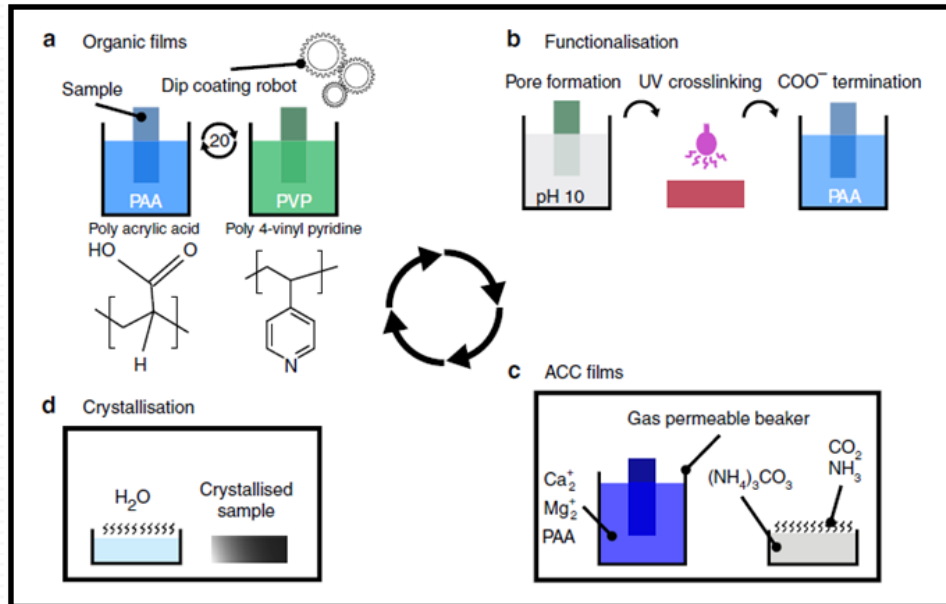
패각을 모방한 유무기복합 경량화 소재 - KIGAM

전복 껍질을 이용한 생체모방기술



- 2012년 Nature지에 전복 껍질과 유사한 구조의 탄산칼슘 다중층을 연속적인 방법으로 모방을 한 결과가 보고됨

- 본 연구에서는 유기필름을 합성하고, 탄산칼슘을 결정화시킴으로서 아라고나이트 판형 필름을 형성시킴



- 실제 상업상 이용가능성을 확인하기 위해서 기계적인 강도를 측정 하였는데 실제 전복 껍질의 강도와 유사한 결과를 얻을 수 있었음

- 광학적인 측면에서도 실제 전복 껍질과 유사한 광학 특성을 보여줌으로서 값싸고 강한 코팅소재로 개발이 될 수가 있음

패각을 모방한 유무기복합 경량화 소재 - KIGAM

패각을 활용한 그린시멘트 생체모방기술

Biomimicry for carbon sequestration: Eco-cement



Source: www.free-hdwallpapers.com

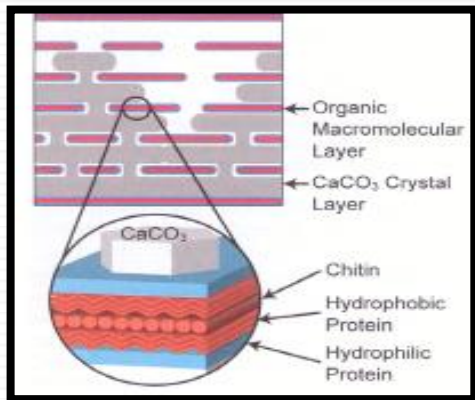
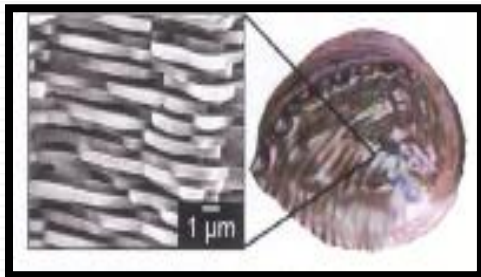


Source: Dickinson Ready Mix

- $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaCO}_3 + \text{가열} \rightarrow \text{CaO}$ (시멘트 원료)
- 패각류의 경우 40% 정도의 Ca 성분이 존재하며, CO_2 를 활용해 주게 되면 시멘트 원료인 CaO를 얻을 수가 있어 그린시멘트로 활용 가능

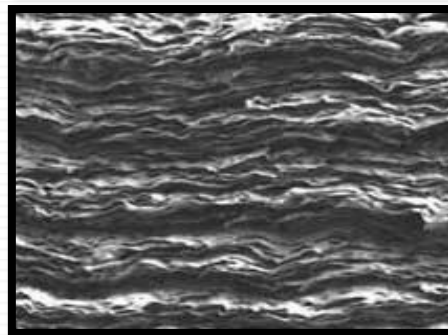
패각을 모방한 유무기복합 경량화 소재 - KIGAM

패각을 활용한 경량화소재 생체모방기술 프로세스



- 전복 껍데기의 미세 표면 구조 분석 및 껍질의 형성 메커니즘 규명

참조: T. Kato, T. Sakamoto, T. Nishimura, MRS bulletin, vol 35, No2, 127, 20



- 미세 구조를 모방한 나노클레이와 고분자로 구성된 고강도 경량 나노복합소재 및 미세구조 : 비행기, 초고층빌딩의 경량고강도 코팅소재로 사용 가능

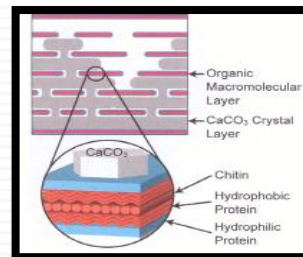
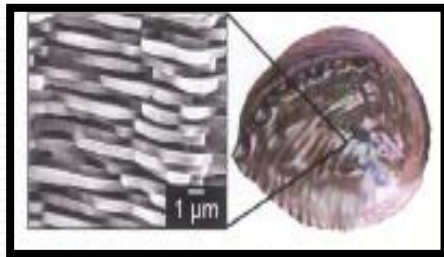
참조: <http://www.technologyreview.com>, March 18, 2010)



- GM은 경량, 고강도의 특성을 갖는 첨단 나노복합소재를 개발하여 이를 2002년도 자사의 일부 자동차 모델에서 외장재로 사용하고 있음

패각 모방 기술을 활용 유무기복합 경량화 소재 개발 제안

패각을 활용한 유무기복합 나노소재 개발 기술



다양한 패각을 활용한 생체모방기술 개발 및
친환경나노기술 개발

기존 소재의 한계를 극복한 신개념 융합원천기술 확보



미래
융합원천기술
확보

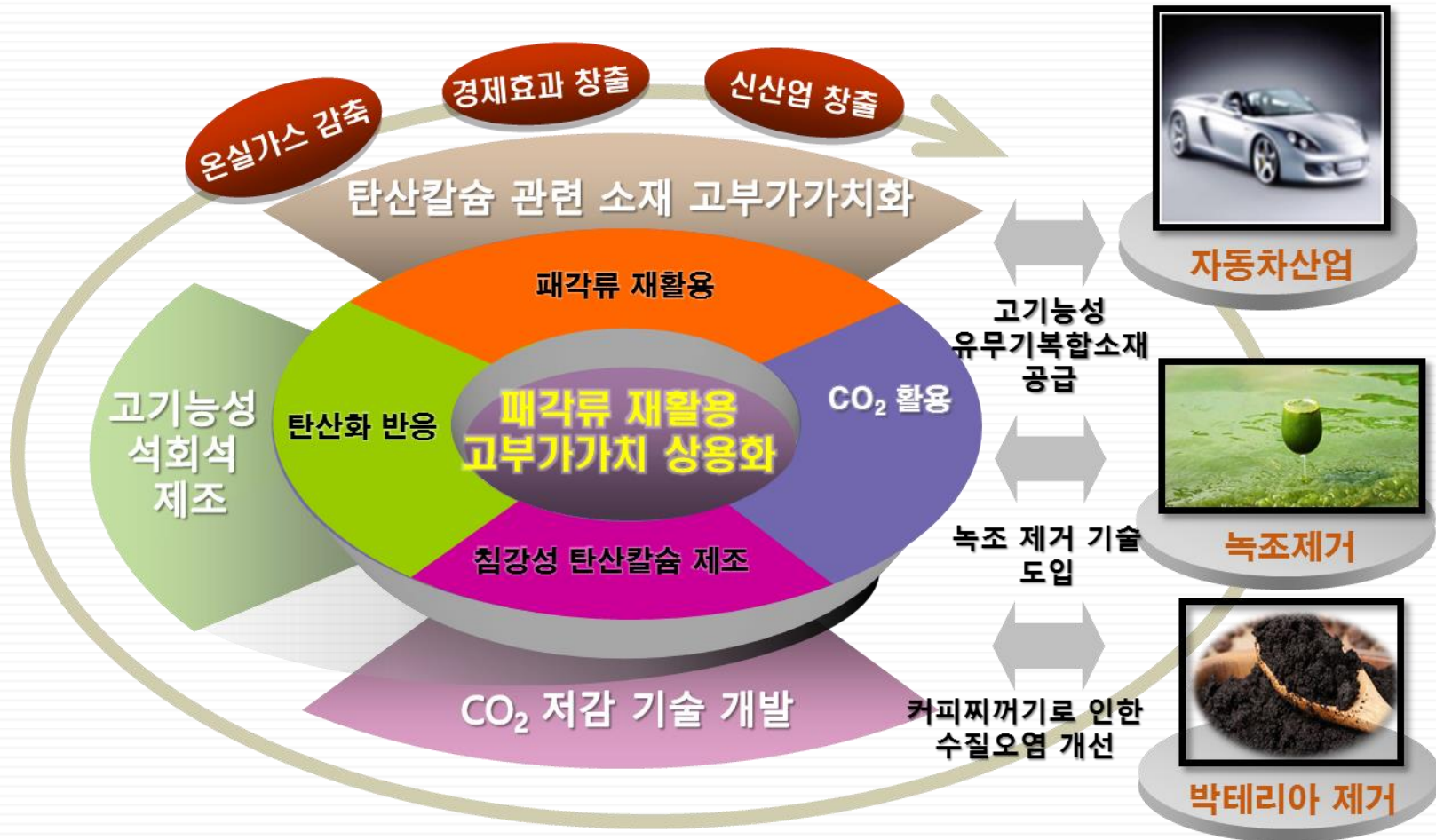


다양한 분야로 자동차 플라스틱 등
적용 유무기 복합 경량화 소재의 도입

신개념
융합원천기술
확보

KIGAM 보유 패각 재활용 기술의 적용 제안

한국지질자원연구원의 패각류 활용방안



감사합니다.

