



GIST(광주과학기술원) 보도자료

<http://www.gist.ac.kr>

보도 일시	배포 즉시 보도 부탁드립니다.	
보도자료 담당	대외협력팀 김미연 팀장	062-715-2020 / 010-5302-3620
	대외협력팀 이나영 행정원	062-715-2024 / 010-2008-2809
자료 문의	지구·환경공학부 박영준 교수	062-715-2836

상온에서도 녹지 않는 얼음을 이용해 바닷물을 담수로 만드는 새로운 방법 개발

- 고효율 이산화탄소 하이드레이트 형성 물질 개발 및 물리화학적 특성 규명... 지구 온난화 주범인 이산화탄소를 활용하여 전 세계적 물 부족 현상 해결 기대
- GIST 박영준 교수 연구팀, Chemical Engineering Journal에 논문 게재

□ GIST(지스트, 총장 문승현) 지구·환경공학부 박영준 교수 연구팀이 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 이용하여 상온에서도 녹지 않는 일종의 얼음 형태인 가스 하이드레이트를 형성하고, 이를 활용하여 바닷물 속 염분을 포함한 용해 물질을 효과적으로 제거할 수 있는 새로운 방법을 제시하였다.

- 가스 하이드레이트*는 형성 과정에서 염화나트륨(NaCl) 등의 염분이 결정구조에서 배제되며, 고체 가스 하이드레이트를 녹일 경우 불순물이 제거된 거의 순수한 물과 이산화탄소만 남게 되어 해수 담수화 등에 활용이 가능하다.

*가스 하이드레이트: 물 분자가 저온·고압의 상태에서 형성하는 고체 수화물

- 하지만 가스 하이드레이트 형성에 있어 필요한 저온 및 고압의 조건은 소요되는 에너지가 상당하여 실제 공정에 적용하는데 걸림돌이 되어 왔다. 이를 개선하기 위해 사용되는 일반적인 가스 하이드레이트 형성 촉진제는 상대적으로 상온 및 상압에 가까운 조건에서 가스 하이드레이트를 형성할 수 있으나 대부분 물에 대한 용해도가 높아 순수한 물을 얻기 위한 별도의 형성 촉진제 분리 과정이 필요하며, 이 역시 공정비용 증가가 걸림돌이 되고 있다.

□ 연구팀은 물에 대한 용해도가 매우 낮은 고리형 탄화수소들을 이용하여 이산화탄소와 반응시켜 가스 하이드레이트를 형성하고, 이에 대한 분광학, 열역학 및 반응 속도론적 특성을 비교·분석하였다.

- 연구 결과, 고리형 케톤(cyclic ketone)*의 일종인 사이클로펜탄온(cyclopentanone)**이 지금까지 일반적으로 널리 알려진 형성 촉진제인 사이클로펜테인(cyclopentane)***에 비해 각각 두 배 이상 빠른 결정 형성 속도와 높은 가스 하이드레이트 전환율을 보이는 것을 확인하였다.

*고리형 케톤: 카르보닐기(基)의 탄소를 고리 안에 포함하는 고리모양 유기화합물

**사이클로펜탄온: 탄소 원자 5개와 수소 원자 8개로 이루어진 고리형 케톤

***사이클로펜테인: 탄소 원자 5개와 수소 원자 10개로 이루어진 고리 모양 탄화수소

- 이러한 현상은 사이클로펜탄온이 가지는 친핵성 첨가반응(nucleophilic addition reaction)에 기인한 것으로써 가스 하이드레이트 형성 시 객체(guest) 분자* 내 케톤 작용기에 의해 매우 독특한 형태의 수화반응 현상이 일어날 수 있음을 처음으로 규명하였다.

*객체 분자: 가스 하이드레이트가 형성하는 물 분자로 만들어진 격자 공간 안에 점유되는 저분자량의 물질들(예: 이산화탄소, 사이클로펜탄온 등)

□ 본 연구를 통해 제시된 형성 촉진제를 첨가할 경우, 높은 온도 조건에서도 안정적으로 가스 하이드레이트가 형성될 수 있으며 시간 대비 많은 양의 가스 하이드레이트를 형성할 수 있어 기존 가스 하이드레이트 기반 해수 담수화 공정의 기술적 단점을 상당부분 극복할 수 있을 것으로 전망된다.

□ 박영준 교수는 “전 세계적 이슈인 물 부족 현상을 해결함과 동시에 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 처리할 수 있다는 점에서 가스 하이드레이트 기반 해수 담수화 기술의 환경적 중요성이 매우 높아지고 있으며, 앞으로의 후속 연구를 통해 기존 기술과 결합한 하이브리드형 고효율 해수 담수화 기술을 확보할 수 있을 것으로 기대된다” 고 말했다.

□ 박영준 교수가 주도하고 홍수진(제1저자, GIST 박사과정), 문석윤(공동저자, GIST 박사과정), 이윤석(공동저자, GIST 석사과정), 이승인(공동저자, GIST대학 4학년) 연구원이 수행한 이번 연구는 교육부 이공학개인지초연구지원사업(SGER)의 지원을 받아 수행되었으며, 화학공학 분야 상위 5% 이내 학술지인 ‘Chemical Engineering Journal’ 에 2019년 1월 22일자로 온라인 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Chemical Engineering Journal (2017 JCR Impact Factor: 6.735)
- 논문명 : Investigation of Thermodynamic and Kinetic Effects of Cyclopentane Derivatives on CO₂ Hydrates for Potential Application to Seawater Desalination
- 저자 정보 : 박영준 교수(GIST, 교신저자), 홍수진(GIST 박사과정, 제1저자), 문석운 (GIST 박사과정, 공동저자), 이윤석(GIST 석사과정, 공동저자), 이승인 (GIST대학 4학년, 공동저자)

용 어 설 명

1. 물 부족과 해수 담수화

- 전 세계적으로 대두되고 있는 주요 환경 문제 중 하나는 물 부족이다. 지구는 약 97.5%의 물로 구성되어 있으나, 이 중 해수가 약 96%를 차지하고 있다. 즉, 인류가 지구상에서 사용할 수 있는 담수는 불과 1% 내외라고 알려져 있다. 담수는 생존에 필수적인 요소이나, 최근 기후 변화 및 다양한 환경 문제로 인하여 물 부족 현상이 심화되고 있다. 이러한 물 부족을 해결하기 위한 주목받는 기술이 해수 담수화 기술이다. 해수 담수화 기술은 풍부한 해수로부터 염분을 제거하여 담수를 생산하는 기술로, 다단 플래쉬 공정, 역삼투 공정, 정삼투 공정 및 막 증발 기술 등이 기존 주요 생산기술이나, 이들의 에너지 효율 및 공정비용 개선이 끊임없이 요구되고 있다.

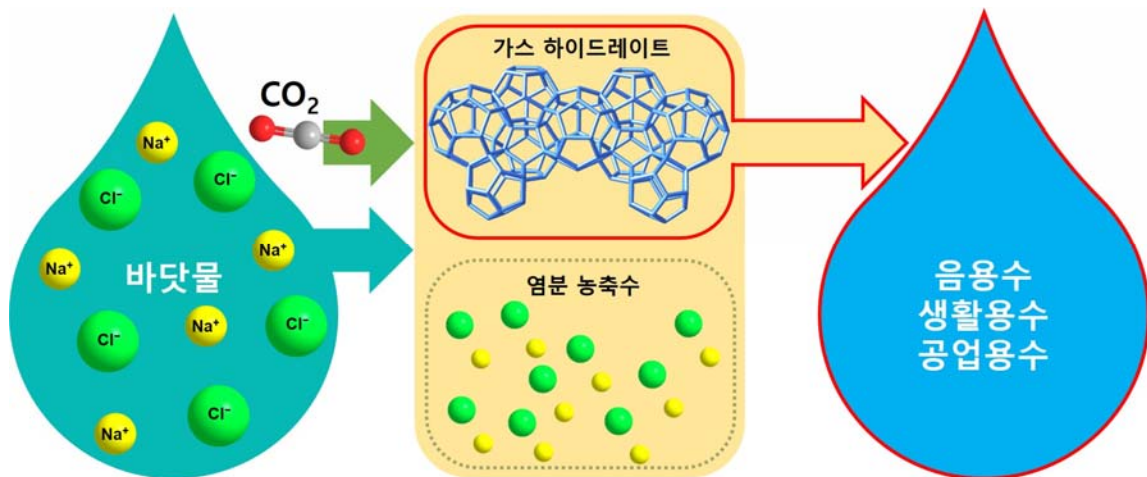
2. 가스 하이드레이트

- 가스 하이드레이트는 이산화탄소, 메탄, 수소 등의 기체 분자가 물 분자와 일정한 압력 및 온도 조건에서 물리·화학적으로 반응하여 형성하는 일종의 얼음과 같은 형태의 고체 수화물(solid hydrate)을 일컫는다. 자연계에 존재하는 일명 ‘불타는 얼음’으로도 잘 알려진 가스 하이드레이트는 온실가스 저감을 위한 포집 기술, 수소 등 에너지를 저장하기 위한 에너지 저장 기술 등에 활용이 가능한 것으로 알려져 있다.

3. 가스 하이드레이트 기반 해수 담수화

- 가스 하이드레이트가 형성될 때 참여하는 요소들은 순수한 물과 이산화탄소 등의 기체 분자, 그리고 가스 하이드레이트의 열역학적 특성을 조절하기 위한 유기 분자가 있다. 따라서 염분이 포함된 물을 이용하여 가스 하이드레이트를 형성할 경우, 염분은 자연스럽게 배제되며 고체상인 얼음형태의 가스 하이드레이트를 분리하여 다시 녹일 경우 순수한 물을 얻을 수 있다.

그림 설명



[그림1] 이산화탄소 가스 하이드레이트 기반 해수 담수화 기술 개념도.

- (1) NaCl 등이 포함된 바닷물과 이산화탄소, 그리고 가스 하이드레이트 형성 촉진제인 유기 분자를 첨가하여 얼음 형태의 가스 하이드레이트를 형성함. 이 때 NaCl 등의 염분은 가스 하이드레이트로부터 배제됨
- (2) 얼음 형태의 가스 하이드레이트와 염분 농축수가 포함된 반응물 중 고체상인 가스 하이드레이트만을 회수
- (3) 회수된 고체상 가스 하이드레이트를 녹여 순수한 물을 확보. 이 때, 함께 형성되는 기체상의 이산화탄소와 유기분자는 회수하여 재사용