

**미국, 새로운 천연연료 개발**

효소와 같은 구조와 기능을 담당하는 인공합성 물질에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 미생물의 속주는 수소효소를 사용하여 수소를 효과적으로 이용한다. 이 효소는 한마디로 절묘한 수소연료세포라고 할 수 있으며, 유황과 철의 원자로 구성되어 있으며, 간혹 단위자 니켈이 들어가 있기도 하다. 타드(Tard) 박사팀은 모든 철 수소효소가 실험실 상황에서 만들어질 수 있음을 보여주었는데, 이는 전기화학적 세포 안에서 주어진 양자와 전자만으로 수소를 생산해 낼 수 있음을 알려준다.

이러한 수소를 생산하는 철 함유 수소효소 H-cluster를 개발하는데 있어서는 오랜 기간의 무기화학적 연구가 진행됐다. 연구개발에 있어서 문제점은 분자의 핵심에 있는 알 수 없는 6개의 철 원자로부터 나오는 분광 신호를 조절하는 것이었다. 초기에는 자기조합 작용이 이용됐는데, 이는 4Fe4S 입방 구조체를 형성할 수 있으나 간혹 큰 구조물을 형성했다. 따라서 이러한 대형 구조물이 실제 상황에서도 존재할 수 있을 것으로 생각됐다.

약 5년 전에는 단백질 결정이 모든 철 함유 수소효소의 기능을 보여주었다. 이러한 수소덩어리는 정확하게는 2개의 구조로 이루어지는데, 일반적인 입방체형의 4Fe4S는 황 원자에 의해 연결된다. 두 번째 구조는 2개의 철 원자로 둘러싸여 있다. 이러한 4Fe4S와 Fe-Fe 구조에 의해 최종적인 분자 구조 6Fe6S가 탄생하게 된다.

피켓트(Pickett) 박사팀은 새로운 합성법을 개발했는데, Fe-Fe 구조가 4Fe4S에 황 기능을 하는 그룹에 의해 연결되는 구조이다. 이러한 구조는 단백질의 구조를 안정시키는 역할을 하게 된다.

연구팀은 이 인공구조가 효소와 적절하게 결합하고 있으며, 이러한 유기학적 물질이 전자의 밀도를 높여주는 역할을 한다고 설명했다.

무엇보다도 이 분자를 이용하면, 화학적 특성에 의해 지속적으로 수소가 발생할 수 있다. 따라서 이를 이용한 수소 관련 연료의 개발이 가능해진다.

**아프리카, 교토의정서, 별도음 안돼**

교토의정서가 발효됨에도 불구하고, 아프리카에는 별도음이 안될 것이라는 분석이 나와 눈길을 끌고 있다.

지난 16일 발효된 교토의정서는 온실가스 감축을 위한 청정개발체제(CDM: Clean Development Mechanism)를 인정, 온실가스 감축 의무가 부과된 선진국의 경우 배출권을 다른 나라로부터 구입하거나 개발도상국에 대한 삼림 개발 지원 등을 통해 허용치 이상의 온실가스 배출을 허용받을 수 있도록 했다.

이에 따라 유엔무역개발회의(UNCTAD)는 온실가스 배출을 줄이기 위한 개도국 자체의 투자와 함께 선진국의 개도국에 대한 투자가 증가할 것이란 전망을 내놓은 바 있다.

그러나 지구상에서 가장 개발이 안된 대륙인 아프리카의 경우 온실가스를 배출하는 양이 워낙 미미해 자체 투자 요인이 없는데다 선진국의 경우 개도국에 대한 투자 보다는 상대적으로 값싼 배출권 구입에 치중할 가능성이 높은 만큼 아프리카로서는 별도음이 안된다는 것이다.

이와 관련, 세네갈의 환경 전문가 장 필립 토머스 박사는 "아프리카의 경우 온실가스 배출량이 전체의 2-3%에 불과할 정도로 미미한 수준이어서 온실가스 배출량 감축을 거론할 계체가 못된다"고 말했다고 AFP가 보도했다.

토머스 박사는 또 선진국들의 경우 이산화탄소 배출량을 줄이기 위해 값비싼 해외투자를 하기 보다는 상대적으로 값싼 배출권 구입에 나설 것으로 내다봤다고 AFP는 덧붙였다.

**러시아, 고열 플라즈마 연소 기술 개발**

러시아의 노보시비르스크 시에서는 현재 새로운 쓰레기 재처리 공장 건설에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 쓰레기 재처리 문제를 해결하기 위해 시 정부는 시베리아 과학자들의 연구물을 활용할 계획이다. 현재

두 가지 타입의 재처리 공장이 검토되고 있다. 러시아 학술원 시베리아 지부 S. S. 쿠타젤라제 열물리학 연구소 (<http://www.itp.nsc.ru>)는 "쓰레기를 소각하는 지역 복합 발전소" 프로젝트를 제안했다. 이 연구소와 노보시비르스크 국립 공대 (<http://www.nstu.edu/index.html>)는 "고열 플라즈마 연소" 기술을 개발했다.

최근 회의에서는 러시아 학술원 시베리아 지부 보레스코프 촉매 연구소의 제안이 검토되고 있다. 이 연구소는 "Boiling bed에서의 고품 생활 쓰레기 촉매 연소" 프로젝트를 제안했다. 이 프로젝트는 도시 하수 체계의 고품 생활 쓰레기를 재처리하는 것을 내용으로 한다. 하수 처리 관계 기관들은 쓰레기를 유기 비료로 활용하는 것이 어떨지 제안했지만 과학자들은 진흙에 중금속이 너무 많이 포함되어 있기 때문에 이 제안을 탐탁하지 않게 여기고 있다. 기술-경제적 가치 및 환경에 미치는 영향을 면밀히 검토한 후 적합한 프로젝트가 결정되어야 할 것이다.

특히 쓰레기를 유기 비료로 활용할 것이 제안됐다. 평가 기준에는 시민이 부담해야 할 쓰레기 수거 비용을 현 수준으로 유지할 수 있는 지도 포함될 것이다.

## 중국, 에너지 산업 육성 추진

최근 재생에너지 이용의 큰 성과로서, 방대한 동북아 경제 구조 형성에 재생에너지가 지대한 역할을 하였음을 확신한다. 재생에너지의 이용은 이제 몽고에서는 에너지 정책이 분리할 수 없는 한 중요한 분야가 되었다. 특히 몽고의 농촌지방의 전기화 계획에서 중요한 역할을 하였다. 몽고에서 어떻게 비용효과적인 전기를 생산하여 공급할 것인지, 또 친환경적인 에너지를 농가에 어떻게 보급할 것인지 하는 문제는 몽고라는 나라가 직면한 도전적인 개발 이슈가 될 것이다.

재생에너지는 몽고의 에너지공급에 있어 매우 중요하고 결정적인 역할을 하게 될 것이다.

몽고 자치구에서 에너지 산업의 진흥이 진행되고 있다. 동 자치구 일대는 각종 에너지 자원의 보고로, 중국

정부는 에너지 자원의 개발과 산업 육성에 힘쓰며 전략적인 정책을 추진해, 경제발전에도 탄력을 가할 계획이다. 동 자치구 정부는, 몽고에서 생산하는 에너지가 전국의 에너지 생산량에 차지하는 비율을 현재의 14%에서 2020년에는 30%로 끌어올린다는 계획이다.

또한, 에너지 구조의 전환을 피하여 전국적인 에너지 부족을 기회로 새로운 에너지 개발을 진행하고 있다.

구체적으로는 풍력, 태양 에너지 등 광대한 초원을 타고난 몽고의 지리적 특성을 살린 에너지 자원을 활용한다. 태양 에너지를 최대한 이용했을 경우, 37억 킬로와트의 발전량에 이른다.

또한 풍력 발전에서는 100와트~10킬로와트의 발전 시스템의 연구가 자치구 내의 5개의 대학과 10개소의 연구소에서 행해지고 있다.

풍력 에너지의 이용으로는 현재 5개인 풍력 발전시설을 확충해, 발전 능력을 10년 내 200만 킬로와트 이상으로 할 방침이며, 에너지 전체에 차지하는 구성비를 현재의 0.13%에서 10%로 끌어올릴 계획이다.

동 자치구 정부의 수뇌는 "신 에너지의 개발과 전력 공급 능력의 증강에 의해 경쟁력 있는 산업구조 구축을 목표로 한다."고 밝혔다.

## 프랑스, 중금속 오염업체 과태료 판결

지난 21일 프랑스 법원은 산업 오염을 유발한 업체에게 과징금을 선고했다. Charleville-Mezieres 지방법원은 Bourg-Fidele에 위치한 배터리 재생 업체인 소기업 Metal Blanc사에게 산업 오염을 유발했다는 이유로 15만 유로의 범칙금과 기관으로부터 5년 간의 감시를 받으라는 판결을 내렸다.

이틀에 걸쳐 열린 공판에서 이와 같은 판결은 이미 예고된 것이었고 2차 공판은 4월 25일로 예정되어 있다.

이 회사의 실제 경영자인 Renaud Bourson은 회사의 대표로서 도덕적인 면에서 수질오염을 일으키고 그 잔류 오염 물질로 인해 타인의 삶을 위협에 처한 대가를 치르

게 됐다. 오염 발생인인 전 회사의 책임자인 Renaud Bourson의 부친은 지난 2002년에 사망했다. 8명의 변호사와 대부분의 주민들이 가입되어 있는 21개의 시민 단체들의 첫 고소는 1996년에 행해졌으며 이어 41개의 다른 단체들이 고소장에 서명했다.

오염물질 중독에 의한 피해는 어린이들에게도 발견됐으며 이러한 중독증은 22명의 젊은이들에게까지 확산됐다. 인구 700여 명의 Bourg-Fidele에 있는 환경 보호 협회는 이와 같은 오염에 대처하기 위해 설립됐다.

1996년 시장이 전문가에 감점 평가를 의뢰한 결과, 이곳의 납 비율은 OMS에서 지정한 기준치인 10mg/kg에 비해 100배나 높은 것으로 나타났다.

이러한 성분은 특히 하천에서 많이 검출됐으며 인근의 대지까지 그 영향을 받고 있는 것으로 조사됐다.

다른 중금속 조사에 대한 평가에서 카드뮴, 수은, 몰리브덴도 검출됐다. 이러한 중금속은 이미 1999년부터 나타나고 있었다. 결국 문제의 회사는 5백만 프랑스 프랑을 투입하여 오염에 대한 조치와 필터를 장착했다. 그러나 60명의 사원 중 20명만이 여과장치의 혜택을 받았다.

### 일본, 중금속 흡수하는 식물 재배 성공

유전자변환 식물이 오염된 토양을 정화할 수 있을지도 모른다. 작년 캘리포니아주에서 성공을 거둔 연구결과에 따르면, 한 식물을 유전자변환 시킴으로써 독성을 가지는 중금속인 세렌을 흡수하는 능력이 430%나 향상됐다.

식물을 이용하여 오염물질을 흡수 또는 분해시키는 것을 phytoremediation이라고 하며, 최근 10여 년 간 실시되어 왔는데 반드시 효과가 있는 것은 아니다. 그러나 진보가 느렸던 phytoremediation이 유전자 조작기술에 의해 급성장할 가능성이 보이게 됐다.

말하자면, 오염정화 작용을 가진 신세대 슈퍼식물을 탄생시키려고 하는 것이다.

이번 실험에 사용된 식물은 성장이 빠르고 오염된 토양에도 내성을 가진다. 이 식물을 유전자 조작하여 세렌

을 무해한 상태로 변환시키는 능력을 향상시켰다. 이렇게 하여 보통 때보다 많은 오염물질을 체내에 축적해도 죽지 않는 식물이 만들어졌다.

이러한 "세이요우카라시나"라고 하는 식물을 옥외에서 재배하는 실험에는 캘리포니아주에 있는 한 배수로에서 채취한 상당히 오염된 토양이 사용됐다. 보통의 식물이라면 말라죽었을 환경에서도, 유전자 변환된 세이요우카라시나는 순조롭게 생육했고, 유전자를 조작하지 않고 보통의 토양에서 재배한 대조군과 비교해도 손색이 없었다.

세렌에 의한 토양 오염은 센트럴밸리를 비롯하여, 미국 서부 많은 공업·농업지대에서 심각한 문제가 되고 있다. 물 속의 세렌 농도는 낮아도 물의 증발에 의해 세렌이 토양 중에 잔류하여 매년 축적된다.

세렌은 인간과 동물에게도 필수 의 원소이지만, 과잉으로 섭취하게 되면 중독을 일으킨다.

이번 실험은 지금까지는 성공하고 있지만, 이것은 "개념의 실증"에 불과하고, 실용화를 생각하기에는 충분하지 않다. 다음 단계는 세이요우카라시나의 세렌 흡수능력을 100배에 끌어올리는 것으로, 이 과제를 해결할 수 있는 방법도 이미 마련됐다.

유전자를 조작할 경우에, 세렌을 오로지 흡수하는 프로그램뿐만 아니라 세렌을 무해한 기체로 변환시켜 잎을 통해 방출할 수 있도록 하는 계획도 있다.

### 영국, 대기오염, 영국인의 수명 6개월 단축

유럽위원회에 발표되지 않은 보고서에 따르면, 대기오염은 영국인들의 수명을 6개월 이상까지 단축시키고 있다. 그 보고서 초안은 유럽연합(EU) 전문가들에게 발표됐다. 32,000명 이상의 영국인이 매년 오염된 공기를 호흡하여 사망하는데, 예상보다 심각한 수준이라고 보고서는 밝히고 있다.

또한 오염으로 인한 희생의 원인은 상당 부분 자동차이며, 이는 도로사고 사망자보다 9배 이상이 높다는 것

을 의미한다.

최근 전임 환경장관, 팀 예오는 이 연구결과가 충격적이라고 말하면서 정부는 긴급히 숙고하라고 요청했다. 유럽의 오염 희생자 산출을 최초로 시도한 이 보고서는 정부와 산업체, 언론기관에 제공되고 있다. 모두 310,000명의 유럽인이 대기오염으로 매년 사망한다.

희생자의 90% 이상은 심장기능에 문제를 일으키는 분진으로 사망했다. 미세 분진은 교통(특히 디젤엔진), 산업체, 가정 난방기에서 배출된다. 다른 사망 원인은 오존이 야기한 호흡기 질병이다. 오존은 차량이 배출한 오염물질이 햇빛과 반응할 때 생성된다.

이 보고서는 오염으로 인한 호흡기 문제로 유럽인들의 수명이 7.8개월까지 줄었다고 밝혔다. 영국이 대다수의 다른 국가보다 양호하며 평균 수명 단축은 6.7개월이다. 독일이 연간 65,000명 이상 사망하여 최고이고 그 다음으로 이탈리아가 39,000명, 프랑스가 3위, 영국이 4위이다. 인구가 작은 룩셈부르크는 연간 282명, 그 다음으로 에스토니아는 456명이다.

수명 단축이 가장 심한 국가는 벨기에로서 평균 13.6개월이며, 네덜란드는 12.7개월이다. 핀란드가 대기오염의 영향을 가장 적게 받으며 수명 단축이 평균 3.1개월이고 그 다음이 아일랜드로 3.9개월이다. 정부위원회의 과거자료에 따르면, 런던에 거주하는 일부 시민들이 오염된 공기를 호흡해서 단지 3개월의 수명이 단축되고 최고 사망자수는 24,000명이었다. 최근 예오는 "대기오염은 최악이고 이러한 결과는 충격적"이라고 말했다.

### 독일, 토양의 탄화수소, 지구온난화 가속화

토양의 탄화수소가 지금까지 알려져 있던 것보다 지구 온난화에 더욱 민감한 반응을 하며 이 결과로 대기에 더욱 많은 온실가스를 배출한다는 결과가 나왔다.

최근 독일의 막스플랑크 바이오화학연구소 연구팀을 비롯한 국제연구팀이 지구 토양이 어떤 방식으로 대기의 온도를 상승시키는지에 대해 처음으로 밝혔다. 이 결과

에 따르면 지금까지 예측됐던 세계 기후의 온도상승이 실제로는 훨씬 더 빠르게 진행된다는 것이다. 즉, 미생물이 토양의 유기물질을 더욱 빨리 분해하며 이를 통해 더욱 많은 이산화탄소가 배출되어 기후변화가 가속화된다는 것이다. 지구 토양에는 대기로 빠르게 이산화탄소를 배출시킬 수 있는 많은 탄화수소가 있다. 이것은 실제로 현재의 대기온도의 상승을 3배에서 4배까지 높일 수 있는 양이다. 이것이 현실화된다면 세계의 기후상승은 더욱 빠르게 진행될 것이다.

다시 말해 기후가 상승되면 높은 온도에서 화학반응은 더욱 빨리 진행되고 이로 인해 더욱 많은 이산화탄소가 대기로 배출되고 기후는 다시 상승하는 결과가 가속해 나타난다.

지난번 보도에 따르면 토양의 탄화수소를 분해하는 미생물들이 더욱 높아지는 온도조건에 적응하여 높은 온도에서의 분해율을 갖는 미생물로 적응해나가게 된다고 추정됐다. 이 결과 실제로 이산화탄소도 일정한 속도로 배출될 것이라고 보았다.

그러나 그와 같은 결과는 온도상승에 따라 화학적 과정의 분해속도가 상승한다는 오랜 응용화학의 확고한 이론과는 모순된다.

이런 관점에서 연구팀의 이번 결과는 이 모순점을 해결하고 이론적으로 명백히 설명하는데 성공한 것이다. 구체적으로 연구팀은 토양에서 가시적으로 볼 수 있는 간단한 생물학적인 적응 메커니즘을 단순한 물리이론을 통해 증명할 수 있었다. 즉, 수수께끼같은 탄화수소의 분해과정이 온도상승시 유기성 토양 탄화수소의 화학적 성질이라는 이론으로 소급될 수 있었다. 앞으로의 연구는 새로 획득된 지식을 복잡한 세계 기후모델에 빠르게 도입하고 토양 탄화수소의 가속화된 분해속도가 기후변화에 어떻게 영향을 미치는가를 새롭게 평가하는데 있다. 지금까지는 쉽게 측정될 수 있는 토양 탄화수소의 불확실한 성분만이 기후 시뮬레이션에 이용되어 왔다. 지금까지 토양에 포함되어 있는 90%의 탄화수소는 화학적으로 안전한 화합물 형태로 존재한다고 추정되어 왔다.

그러나 새로운 연구결과는 안정한 화합물 중 더욱 많은 비율이 지금까지 10%로 간주된 불안정한 화합물에 의해서 일어나는 것보다 기후변동에 더욱 민감하게 반응한다는 것을 예견하는 것이다.

### 덴마크, 무공해 야채가 면역시스템을 강화?

무공해로(organic) 재배된 야채가 면역시스템을 강화시켜 주고 혈액에 비타민 E를 공급해 준다는 연구 결과가 발표되어 관심을 집중시키고 있다. 지난 16일에 출판된 이 연구는 덴마크 Foulum의 농학연구센터의 연구원들에 의해 쥐를 대상으로 수행되었다.

푸른 잎 채소에서 발견되는 여러 성분 중 비타민 E는 강력한 항산화제로서 심장과 혈관 계통의 질병으로부터 보호해 주는 기능을 하는 것으로 알려졌다. 연구원들은 같은 식생활 유형을 적용하되, 일부 쥐들에게는 일반 야채를 사용하고 다른 일부에게는 무공해 야채를 사용하여 영양을 공급했고, 이와 같은 차별 대우가 쥐의 건강 상태에 어떤 영향을 미치는가를 관찰했다. 무공해(organic) 제품으로 영양을 공급 받은 쥐들은 그렇지 않은 쥐들보다 지방분이 적게 축적되었고, 정신적으로 보다 평온함을 보였다고 연구팀을 이끈 Charlotte Lauridsen 박사는 확인한다.

"이는 우리의 연구에 지표를 세워줄 수 있는 아주 흥미진진한 결과이다."라고 Lauridsen 박사는 덴마크 두 번째 국영 채널인 TV2와의 인터뷰를 통해 언급하면서, "이러한 결과가 인체의 건강에 대해서도 마찬가지로 작용하는지를 밝혀야 하고, 이를 위해서는 연구를 계속해야 할 것"이라고 덧붙였다.

### 카타르, 공해없는 디젤 대량생산

원유에서 추출되는 디젤만큼 에너지 효율이 높으면서

도 공해물질을 거의 배출하지 않는 차세대 연료가 중동 지역의 소국 카타르에서 대량생산된다고 월 스트리트 저널이 보도했다.

저널은 엑손 모빌과 로열 더치/셸, 세브론 텍사코 등 석유업체들이 걸프해역에 위치한 카타르 북부 공단지대에 200억달러를 들여 천연가스 액체변환(GTL) 공장을 짓고 있으며 올해중 이 공장을 통해 생산되는 'GTL 디젤'이 시판될 수 있을 것이라고 밝혔다.

저널에 따르면 천연가스에 열을 가하고 산소와 물을 가해 태워 일산화탄소를 발생시킨뒤 코발트에 노출시키고 이어 압축을 가하는 복잡한 과정을 거쳐 만들어지는 'GTL 디젤'은 청정연료로서 천연가스의 장점을 유지하면서도 에너지 효율은 일반 디젤에 못지 않다. 디젤은 휘발유보다 에너지 효율이 3분의 1 가량 더 높지만 공해물질을 배출하는 것이 단점이었다.

'GTL 디젤'은 생산단가가 배럴당 14달러 정도여서 원유 가격이 배럴당 47-48달러에 이르는 현 수준을 유지한다면 매우 수익성이 높을 것으로 예상되며 원유 가격이 배럴당 25달러 선으로 떨어져도 채산성이 있다고 월 스트리트 저널은 지적했다.

GTL은 2차대전 중 원유 확보난을 타개하기 위해 독일 나치 정권이 개발한 석탄을 이용한 석유생산 기술에 기원을 두고 있다.

인종차별 정책으로 국제사회의 무역제재를 받고 있던 남아프리카공화국도 이 기술을 적용해 석탄으로 석유를 만들어 사용해왔었고 카타르에 GTL 공장의 건설을 제안한 것도 남아프리카공화국 기업인이었다.

카타르는 세계 매장량의 14% 이상을 차지하는 천연가스 이용을 촉진할 수 있는 이 방안에 관심을 갖고 자국에 진출한 주요 석유업체들에 GTL 공장을 건설할 것을 주문했고 중동지역에서는 드물게 개방적이고 자유로운 카타르에 사업근거를 유지하고 싶어하는 석유업체들은 이에 적극 호응했다. ◀