

자연자원 효율성 제고 '지속가능 화학' 추구

지속가능 화학'에서는 사회 구성원이 심리적이고 주관적으로 느끼게 되는 '위험성 인식'(risk perception)이 중요하다. 위험 인식은 단순한 기술적 평가가 아니라 개인의 심리적 요소와 함께 자신이 화학물질의 영향을 어느 정도까지 통제할 수 있는가의 정도에 따라서 달라질 수 있다.

지구에서 인간의 삶은 지극히 짧은 순간으로 화학적으로 볼 때 생명체는 탄소, 수소, 질소, 약간의 칼슘, 소량의 황, 그리고 다른 평범한 원소들로 동네 약국에서 찾지 못할 것은 하나도 없다. 유일하게 특이한 것은 당신이 평범한 원자들로 구성되어 있다는 것이다. 물론 그것이 바로 생명의 기적이다.

이러한 생명은 유지되어야 하며 인류는 수렵과 채집의 시대에서 사육과 경작의 시대를 거쳐 산업식품의 시대에 이르러 있고 미래식품을 개발 하고 있다.

대략 150만 년 전의 어느 시기에 사람속 종의 잊혀진 천재가 뜻밖의 일을 했다. 그 또는 그녀는 돌을 이용해서 다른 돌을 조심스럽게 다듬었다. 간단한 물방울 모양의

손도끼에 불과했지만, 세계 최초의 첨단기술의 결과물이었다. 손도끼 등의 사냥도구를 이용한 수렵기술과 불을 사용하여 다양한 동·식물을 소화하기 쉽게 요리하는 기술, 기구를 이용한 경작, 사육기술은 농업을 통해 먹을 수 있는 동물 종이나 식물 종을 엄청나게 증대 시켰다. 이렇게 해서 결과적으로 우리 종의 개체 수가 크게 늘어날 수 있었다. 그러한 종의 증대는 생명유지에는 도움이 되었으나 인구 증가를 위해서는 양적 증대가 필요했다.

농업의 산업화로 새로운 먹이사슬 생겨

먹이사슬은 태양광선으로부터 칼로리를 합성할 수 있는 식물로부터 그런 능력이 없는 종들에게로 칼로리를 전달하는 시스

템으로 농업이 산업화 되면서 우리는 태양에 대한 전적인 의존에서 벗어나 새로운 에너지 공급원을 찾게 되었다. 그리하여 화석 연료로부터 대부분의 에너지를 제공받는 새로운 먹이사슬이 생겨났다.

제1차 세계대전 독일은 영국이 칠레의 광산에서 독일로 들어오는 질산염 공급을 막았을 때 프리츠 하버가 폭발물에 필요한 성분인 질산염을 합성하여 오늘날 질소를 고정시키는 하버-보슈공정을 상업화 하였고 비료를 사용하여 농산물의 대량생산을 가능하게 하여 '농업과 인류의 복지수준을 향상시킨' 공로로 1920년 노벨상을 수상하기도 했다. 프리츠 하버의 발명이 없었다면 오늘날 지구상의 다섯 명 중 두 명은 살아 있지 못했을 것이라고 한다.

컴퓨터나 전기 없는 세계는 쉽게 상상할 수 있지만 화학비료가 없다면 수십억 명의 사람들이 태어나지도 못했을 것이다. 엄청난 숫자가 말해주듯이 화석연료와 비료의 사용은 음식의 에너지 및 양적증대를 통한 인구증가의 명백한 요인으로 인류발전에 기여한 것은 사실이다.

그렇다고 문제가 없는것은 아니다. 인체에 대한 안전성 및 환경 유해성 검증을 통한 지속가능지수의 정의는 최근에 도입되어 과거 무분별한 비료의 남용에 의해 식물에 흡수되지 못한 일부 합성질소는 공기 중에 기화하여 산성비를 내리고 온실가스의 주범(질산암모늄은 온실가스인 이산화질소가 됨)이 되어 봄비와 함께 하천으로

흘러가 하천 및 해양의 수생태를 오염시킨다. 물속의 질산염은 아질산염이 되고 아질산염은 헤모글로빈과 결합하여 뇌에 산소를 공급하는 혈액의 기능을 손상시킨다.



한규태
오세대 용암기술연구소 교수

농산물 과학적으로 신뢰성 있게 관리

오늘날 우리 몸에 들어있는 질소, 황 원자의 절반 이상이 화학공장을 거쳐왔고, 탄소, 수소원자들도 인공적인 농업이나 식품 제조 공정을 거쳐서 들어온 것이다. 결국 환경 파괴는 자연을 오염시키고 인체에 심각한 위해(Hazard)가 되고 있으며 더 이상 미룰 수 없는 인류의 문제가 되었다.

그렇다고 현대 화학적 방법을 완전히 포기한 상태에서 지구 환경이 인간에게 제공할 수 있는 물질의 절대량은 극도로 한정되어 식량이나 생필품 뿐만 아니라 천연물에 의존해 질병을 치료하는 데에도 분명한 한계가 있다는 것 또한 사실이다.

또한 풍요한 지구를 완전히 포기하고 과거로 돌아간다면 동·식물의 종적 양적 감소는 그렇더라도 안전성 확보를 포기하기 어려울 것이다. 오늘날 우리가 먹고 있는 농산물은 다양한 살균·살충제에 의해 안전하게 관리 되고 햇빛이나 열에 의해 쉽게 분해되며 잔류허용기준(MRL)에 의해

합리적이고 과학적으로 신뢰성 있는 우수실
험실에서 관리되고 있다.

인류는 또한 화학물질의 안전한 사용을 위
해 EU-REACH(유럽연합에 수입되는 모든
화학물질을 관리하는 제도, Registration,
Evaluation, Authorization of Chemical)등
유사제도를 도입하여 시행하고 있으며 점점
더 강화되고 있는 추세이다.

식물자원은 미래산업의 핵심기술 축

“먹는 행위는 농업 행위이다” 웬델 베리의
유명한 말로 생태적, 정치적의미를 함축하
고 있다. “무엇을 먹을 것인가?”에 따라 자
연과 세상의 변화가 달라지기 때문이다. 농
산물이 바이오연료로 전환되고 곡물가격이
상승되어 식량이 무기가 되는 시대이다.

식물자원으로부터 화합물을 상업적으로
제조, 분리, 공급하는 바이오 화학전환기술
은 사회경제적 중요성으로 인하여 미래 화
학산업 기술의 중심 분야로 발전할 것이며
“식물자원 복합 전환단지(Bio-refinery
complex)” 개념으로 통합되어 화학물질, 연
료, 에너지를 생산하고, 자원의 순환 재사용,
환경 보호, 지속성장의 기능을 담당하는 미
래 산업사회의 핵심 기술 축으로 예상되고
있다

친환경, 저농약, 유기농, GAP(Good Agri
cultural Practices), 로컬푸드, 트렌스지방
등 사고 일어나면 새로운 단어가 탄생되고
있으나 대부분의 용어는 마케팅적 성격일뿐

과학적인 차이가 없다. 유기농과 같은 저효
율적 농업의 확산은 더 많은 경작지를 요구
하게 되고, 교통과 통신비의 증가에 따른 또
다른 문제를 발생시킬 것이 분명하다.

결국 우리가 선택할 수 있는 유일한 길은
고갈 위기에 있는 자연 자원 활용의 효율성
을 높이면서, 동시에 자연 자원의 활용 과정
에서 발생하는 자연환경에 대한 피해를 최
소화하는 ‘지속가능 화학’ (sustainable
chemistry)을 추구하는 것뿐이다.

또한 앞으로 우리가 추구해야 하는 녹색화
학(green chemistry)에서는 배출량 규제뿐
만 아니라, 화학물질의 유해성을 감소시키
도록 노력해야만 한다. 배출량 규제는 부분
적 또는 일시적으로는 가능하더라도 실패의
가능성이 매우 높으며, 특히 유해성이 만성
적이거나 인체 또는 환경에서 다른 화학물
질과 시너지 효과를 나타낼 경우에는 심각
한 문제로 발전할 가능성이 높다. 또한 배출
량 규제에 사용되는 보호 장비는 어느 것도
완벽할 수가 없기도 하다. 그러나 화학물질
의 유해성 자체를 감소시키면 배출량 규제
의 경우와는 달리 위험성은 반드시 줄어들
게 된다는 장점이 있다. 녹색화학이 추구하
는 유해성 감소는 경제적인 면에서도 장점
을 가지고 있는데 배출량 규제에 필요한 경
제적 낭비를 줄일 수 있기 때문이다.

‘지속가능 화학’에서는 사회 구성원이 심
리적이고 주관적으로 느끼게 되는 ‘위험성
인식’(risk perception)도 중요하다. 위험

인식은 단순한 기술적 평가가 아니라 개인의 심리적 요소와 함께 자신이 화학물질의 영향을 어느 정도까지 통제할 수 있는가의 정도에 따라서 달라지기도 한다. 사고에 대한 통계와 상관없이 우리는 비행기보다 자동차를 더 안전하다고 느끼는 것이 바로 그런 경우가 된다. 자동차의 경우에는 비록 자신이 약간의 술을 마신 상태에서도 직접 통제할 수 있기 때문에 자신이 직접 통제할 수 없는 비행기보다 더 안전하다고 느끼게 된다.

‘녹색화학’ 바탕으로 새로운 화학 혁명 추구해야

자신의 통제 능력에 대한 확신은 화학물질에 대한 정확한 정보와 함께 사회의 의사 결정 과정이 얼마나 민주적인가에 의해서 크게 좌우된다. 개인이 위험하다고 느끼는 화학물질의 사용에 대해서 정치적으로 자신의 의견을 반영시킬 수 있는 민주적 의사 결정의 경로가 차단된 경우에는 개인은 그런 화학물질을 훨씬 더 위험하게 인식하게 된다.

그러나 화학물질의 환경적 영향에 대한 평가는 그렇게 단순하지 않다. 일반적으로 우리는 어느 화학물질이 더 환경 친화적이라는 선입견을 가지고 있게 된다. 그런 선입견이 옳은 경우도 있지만, 그렇지 않은 경우도 많다.

면(綿), 레이온, 나일론의 경우를 예로 들 수 있다. 일반적으로 사람들은 면이 매

우 환경 친화적이고, 레이온과 나일론은 인공적으로 합성되었기 때문에 환경 친화성이 떨어지는 것으로 인식한다. 그러나 레이온은 식용으로 쓸 수 없는 천연 셀룰로오스를 가공해서 만든 반(半)합성 물질이다. 반면에, 우리가 천연 물질이라고 여기기 쉬운 면의 경우에는 실제로 다른 작물보다 훨씬 더 많은 양의 비료와 제초제, 살충제가 사용되고, 심지어는 유전공학적으로 변형된 종자에서 얻어지는 경우도 많다. 그리고 가장 인공적이라고 생각되는 나일론의 원료인 원유도 비록 오래 전이기는 하지만 식물에서 비롯된 것이다.

따라서 면과 레이온과 나일론을 만들어 내는 과정을 자세히 살펴보면, 우리의 일반적인 인식과는 달리 진정으로 자연적인 것은 나일론 뿐이라는 결론을 얻게 된다. 우리의 환경과 생태계에 미치는 영향에 대한 끈질긴 관심이 이제 ‘지속가능 화학’이라는 새로운 화학 혁명을 일으키게 될 것이다. 우리가 녹색화학을 바탕으로 지속가능 화학의 혁명을 추구해야 하는 가장 중요한 이유는 우리가 그런 혁명을 완수할 수 있는 충분한 능력을 가지고 있기 때문이다.

이제는 현대 화학의 눈부신 성공을 눈앞에 두고 풍요로운 지구와 환경 그리고 자연이 인류의 지속성장 가능한 조화를 이루어 과거의 시행착오를 반복하지 말아야 한다. Y