

環境과 生物工學

국립환경연구소 수질공학 담당관
理學博士 柳 在 根

1. 환경오염과 생물공학의 필요성

환경이란 생물의 생활을 영위하는 공간이며, 또한 영향을 주는 생활권을 의미한다. 생활권은 여러가지의 요인에 의해서 복합적으로 구성되어 있다. 특히 육권, 수권 및 기권은 상호 밀접한 관계를 가지고 있고, 상호 심각한 영향을 받는다. 환경은 항상 유동적으로 변화한다. 따라서 생물의 생활은 환경에 의해서 항상 지배를 받으면서 생활의 변화를 받는다. 이와 같이 생물과 환경과의 관계는 교호작용적인 변화의 연속이다. 수권이나 육권 또는 기권 등은 비교적 일률적인 생활조건을 갖춘 소생활지역으로 나뉜다. 이러한 소생활지역을 생활 근거로 하는 생물군이 나타나게 된다.

외계의 조건이 심하게 변화하지 않는 한 적절한 조절작용에 의해서 생물군에 있는 생물은 대체로 평형 상태를 이루게 된다. 대개 생물의 생활이 환경변화의 일정범위 내에서 유지되고 있는 경우에 그 범위의 상한을 최대 또는 하한 최소화하고 가장 적합한 범위를 최적점 또는 최적범위라고 하며, 이는 생활조건에 따라서 상이하다. 생물이 어떤 조건에서 생활을 할 수 있는지

없는지의 필요한 여러가지의 조건 중에서 최소의 조건에 의해서 결정된다.

이것은 최소의 법칙이라고 하고, 최소의 조건을 한정요인이라고 한다. 생물의 생활조건으로 여러가지가 있지만 통상 기후조건, 토양조건 및 생물조건 등으로 나누어 있다. 이러한 조건에 의해서 자연적인 생물의 생활에는 많은 변화를 받아 왔고 생활은 변화하게 된다. 그러나 현대라는 문명사회에서는 자연적인 조건 뿐만 아니라 인위적인 조건에 의해서 생활의 양상은 많이 변화되어 왔고, 변화되어가고 있다. 문화의 발전은 공업적 발전, 농업적 발전을 수반하고 있다. 공업의 발전이 인간의 생활향상과 복지향상에 많은 기여를 해왔다. 우리 인간이 복지생활을 영위하기 위해서 자연에 끊임없는 도전을 해왔다. 인간은 자연을 개발한 결과 자연이 어떻게 반응하는지에 대해서 심각히 생각하지를 않았다. 사람이 가져온 기술은 '일방적이었고 자연의 역습을 받는 결과를 초래한 것이었다.'

환경의 연결이 물체와 물체의 연결이기 때문에 환경의 파괴는 바로 이러한 중요한 연결을 절단시키는 일인 것이다. 이러한 파괴의 중요

한 부분은 수질오염과 대기오염에 의해서 심각히 대두되어 왔다. 이러한 오염은 자연 환경을 부분적으로 심각히 파괴시켜 왔고 파괴를 하고 있다. 이러한 물질적 오염은 모든 생물에게 심각한 위협을 가하고 있다.

그러면 오염을 우리는 어떻게 정의할 수가 있는가?

오염이란 대기, 육지 및 물의 물리적·화학적 또는 생물학적인 특징에 있어서 불필요한 변화를 의미한다. 불필요한 변화는 인간이 만들고 있다.

산업의 발전에 따라서 폐기물질의 처리 문제가 심각하게 대두되고 있다. 각 공장에서 쏟아져 나오는 폐기물 등은 하천을 오염시키게 되었고, 따라서 흐르는 물은 토질에 오염을 가져와서 결국은 식량자원에까지 많은 오염을 가져와 궁극적으로 인간 스스로 복수를 받게 된 것이다.

식물이나 동물이 자연을 파괴한 역사는 없으나 만물의 영장인 인간만이 자연을 생각없이 파괴하고 결국 스스로 죽음의 계곡을 만들고 있다고 볼 수도 있다. 이러한 시점에 그것을 해결하는 데는 자연의 순환을 이용하는 생물공학이 계속 연구되어 위협으로부터 방지할 수 있는 방안이 계속 필요하게 되었다.

2. 환경오염에 대한 생물의 적응과 돌연변이

자연에서 생기는 많은 물질은 모두 각종의 미생물에 의해서 분해되어 자연으로 되돌아가고 결국 물질의 순환을 거치게 되나 공장에서 나오는 산업폐기물의 분해는 문제점이 많다고 생각된다. 자연에 존재하는 많은 미생물은 서식처에 존재하는 유기물질을 분해하여 영양원을 얻고 에너지를 얻어서 생존을 한다. 서울지역이나 대도시의 대기는 오염이 심각하다. 오염 중에서도 대기오염은 좁은 지역 내의 문제를 가져온다.

이러한 오염에 대해서 인간은 많은 내성을 갖게 되어 있다. 생물체는 자기 스스로 자기를 지키는 개체성을 가지고 있고, 외부의 환경의 변화에 의해서, 개체내의 탄력적인 완충작용에 의해서 자기를 지키고 보호하려는 본능을 지니고 있다. 그러나 한계성은 있다. 인간과 같은 복잡한 유기체는 이러한 환경적인 변화에 적절히

적응을 하는 것이다. 물론 모든 생물이 탁월한 적응능력을 가지고 있다. 적응의 한계를 벗어나면 결국 개체의 변이가 오게 된다. 수질의 오염은 미생물에 의한 오염과 산업폐기물에 의한 오염으로 나눌 수가 있다. 산업폐기물 중에는 생물의 존재에 심각한 위협을 주는 동시에 돌연변이를 유발하며 생물에 새로운 변태적 진화를 거치게 만든다.

자연에 존재하는 생물의 집단 내에는 각종의 유전인자를 갖는 Gene Pool로 되어 있다. 이러한 Gene Pool 내에 있는 유전인자는 새로운 환경의 변화, 즉 오염에 있어서 도전을 받고 있다. 돌연변이에 영향을 주는 세 가지 환경적 요인은 온도, 특정 방사선과 특정 화학약품 등을 들 수가 있다. 온도에 의한 돌연변이 연구는 초파리에서 연구가 잘 되어 있다.

X-염색체에 존재한 열성 치사인자의 발현 빈도는 온도가 14℃에서는 0.087%, 22℃에서는 0.2% 그리고 28℃에서는 0.33% 정도이다.

만일 초파리의 3일된 유충을 37℃ 정도의 온도에서 하루쯤 배양을 하고 -6℃에서 40분 정도 처리했을 때보다 열성 치사인자의 발생율은 3배 정도로 높아진다. X염색체와 초파리의 제 2염색체에서 열성 치사인자가 발현된다는 결과는 있으나 온도에 대한 영향은 일률적으로 말할 수는 없다. 각기 모든 생물체는 온도에 대한 적응과 온도의 극한성에 적응이 되면서도 최적 온도를 벗어날 때 많은 생리적인 변화를 겪게 된다. 지구는 탄소층의 오염에 의해서 온도의 심각한 변화를 겪고 있는 것을 볼 때 지구 환경의 변화는 모든 생물에 심각한 변화를 준다.

방사선에 의한 돌연변이율의 증가는 많은 연구결과 나타났다. 이온화한 방사선은 염색체를 절단할 수 있는 능력을 지니고 있다. 절단율은 방사선 양의 증가와 비례한다. 자연의 Cosmic ray나 자외선 등의 영향에 의해서 자연 집단내의 각종 생물은 돌연변이가 일어날 확률도 있다.

세번째로 화학물질에 의한 돌연변이에 대하여 논하고자 한다. 수질의 오염원중 각종 위험한 것은 공장폐기물과 농약 등의 과용에 의한 수질 오염이다. 공장에서 쏟아져 나오는 폐기물을 정

화 처리치 않을 때는 경우에 따라서 생물의 생존에 직접적으로 치사적 효과를 줄 뿐만 아니라 생물에게 강력한 돌연변이를 유발할 수 있다. 농약도 경우에 따라서는 어류나 미생물에 돌연변이를 유발시킬 수도 있으며 생존에도 위협을 주고 있다. 현재 하천에 있는 민물고기는 농약에 오염이 되어 식용으로도 어렵게 되었다. 더우기 한강 등을 비롯하여 공업단지가 있는 곳은 폐기물의 방류에 의해서 어류의 생태계가 많이 파괴됐고 어류의 생존율은 심각하게 되었으며, 더군다나 어류는 중금속 등으로 오염되어 있는 실정이다.

그러면 돌연변이 유발물질과 돌연변이율에 대하여 생각해 보기로 하자.

쏟아져 나오는 산업폐기물질중 돌연변이 유발성을 갖는 것도 많이 존재한다. 최초로 초파리에 무스타타가스론 처리를 하여 X염색체에서의 돌연변이 유발을 실험했다. 실험결과 X염색체에 치사 돌연변이 유발이 자연적으로는 0.2% 였으나 가스로 처리하면 24%로 증가했다. 이외에 돌연변이 유발물은 많이 존재한다. 돌연변이는 생물체내에 있는 염색체 속의 DNA에 이상이 생기는 것이다. DNA에 돌연변이가 일어나면 그것은 자손에 전달이 되기 때문에 문제는 심각해진다. DNA에 존재하는 유전인자의 돌연변이는 생물을 치사 내지는 불구로 만들 수도 있다. 요즈음 한국인의 기형아 출산율이 비교적 높다고 한다. 이러한 사람에서의 돌연변이는 심각한 유전병을 유발하며 돌연변이가 심각한 경우는 기형아가 되는 것이다.

산업폐기물이 처리되지 않는 경우와 화학살충제 등의 남용 등은 다같이 우리의 생존을 위해서 신중히 생각해 보아야 할 문제점이다. 앞에서 언급한 바와 같이 인위적으로 생산된 물질은 자연에 존재하는 미생물에 의해서 분해되는 경우가 드물다. 그러나 특이한 미생물은 특이적으로 분해능력을 갖는 경우가 발견되고 있다. 이러한 능력은 주로 박테리아에 있는 플라스미

드에 의한 것이다.

3. 환경개선을 위한 유전공학적인 연구의 필요성
사람이 만든 살충제나 제초제 등은 자연에 많은 양이 잔존하고 있다.

예를 들면 Viz 등은 대단히 독성이 강한 물질들이며 대부분이 halogenated organic hydrocarbon으로 되어 있다. 자연상태에서 halogencarbon 결합은 거의 존재하지 않는다. 미생물은 이러한 화학물의 분해에 적응이 되어 있지 않다. 그러므로 이들 독성물질은 자연에 누적되어 있으며, 또한 미생물에도 강한 selective pressure을 주게 된다.

그러나 pseudomonas 속의 균주들은 이들 hydrocarbon을 분해하는 유전인자를 갖는 Plasmid를 가지고 있는 것이 발견되었다. 이 균들은 Plasmid에 특정한 genes가 있어서 합성된 chlorinated hydrocarbons를 산성물질로 전환하여 주위의 다른 미생물들이 이용할 수 있도록 하는 것이다. Alcaligenes paradoxus는 PJPI plasmid를 보유하고 있는데 살충제 2,4-D를 2,4-dichlorophenol로 전환시키는 것도 발견되었다. 이 외에 여러 종류의 Plasmids들이 발견되어 있다. 예를 들면, CAM Plasmid는 Campbor를, OCT Plasmid는 n-octane을, SAL Plasmid는 Sabicylate를 PACSI는 p-chlorobiphenyl 등을 분해하는 능력을 지니고 있다.

환경오염물질 등을 분해할 수 있는 많은 Plasmid를 발견하여 유전공학적인 방법으로 이들 특수 유전인자를 제한 효소 등으로 절단하여 재조합과 Plasmid DNA를 토양이나, 특수지역 또는 하수처리장 등에 이용되는 박테리아에 주입시켜서 폐기물의 분해에 이용할 수 있다.

유전공학적인 또는 DNA 재조합 기술을 이용하여 폐기물의 처리, 특히 환경오염원을 분해처리한다는 것은 앞으로 기대해 볼만한 연구 대상으로 촉망된다. *

이웃끼리 나눈온정 밝아오는 우리사회