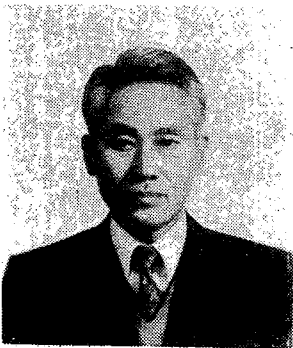


論壇

汚染指標식물의 생태



鄭英奘/서울대자연대식물학과教授

생태계의 오염을 유발하는 오염물질은 “인간의 생활, 생산활동의 과정에서 우리를 감싸고있는 생태계에 배출되는 물질과 배출된 물질이 생태계내에서 변하였거나 또는 다른 물질과 반응하여 생성된 물질로서 인체, 동식물의 생육 등 생태계에 장단기적 영향을 주거나 줄 수 있는 물질”로 정의된다. 이러한 환경 오염물질을 생물학적인 견지에서 볼 때 분해성 오염물질(degradable pollutants)과 비분해성 오염물질(nondegradable pollutants)로 구분할 수 있다. 이 가운데 분해성 오염물질은 자연의 순환

과정이나 인공적인 처리과정(예를 들면 가정 하수 처리시설이나 공장)을 거쳐서 비교적 빠른 시간내에 부패되거나, 제거되거나 또는 소모되어서 생태계에 위해를 미치지 않는 자연적인 분해작용을 갖는 것이나 비분해성 오염물질은 알 루미늄으로 만든 강푹, 염화수은과 같은 수은염, 기다란 측쇄를 갖는 페놀화합물, DDT나 방사 능물질등과 같이 자연 환경하에서 안전 수준으로 분해되는데 장구한 시간을 요하는 것으로 이들은 축적될 수 있어서 生物地化學的 순환과 먹이사슬(food chain)을 따라서 생물체내 농축(biological magnification)이 일어나는 수가 많다.

한편 환경오염은 오염이 되는 대상에 따라서 크게 대기의 오염, 수질의 오염, 토양의 오염의 세가지로 구분이 지어지며 소음, 진동, 지반의 침하, 그리고 악취등도 공해의 범주에 포함되나 특히 대기오염(air pollution)은 나머지 두 가지의 오염현상에 직접·간접의 영향을 미치는 주역으로서 지표식물과의 관계가 가장 활발하게 연구되는 분야이다.

이와같은 환경오염을 효율적으로 방지하기 위해서는 오염물질의 발생을 억제하고 이를 제재하며 부득이하게 발생된 것을 처리해야 하겠지만 이와 함께 환경오염의 현황이나 상태를 철저히 정확·신속하게 감시(monitoring) 하는 것이 필요하다. 이러한 환경오염의 감시방법은 기본적으로 두가지로 분류된다. 그 하나는 물리·화학적인 방법으로 오염상태나 오염물질 또는 고갈되는 자원을 기계적인 방법을 이용하여 직접적으로 측정하는 것이며 다른 하나는 생물학적인 방법으로서 환경오염을 인식하는 것이다. 특히 생물학적 환경오염 감시방법에는 역학적인 방법, Bioassay를 통한 생물학적 정량, 그리고 지표생물을 이용한 방법이 있다.

환경오염에 의한 식물피해는 1850년 도이칠란트에서 처음으로 한 동정련공장에서 배출되는 이산화황(SO₂)에 의한 식물피해에 대한 연구를 필두로 그후 많은 연구자들이 관심을 갖게 되었다. 우리나라에서는 인산비료 제조공장에서 배출되는 유해물질로 인해 농작물에 대한 피해가 1960년대에 발생하여 문제가 되었으나 이

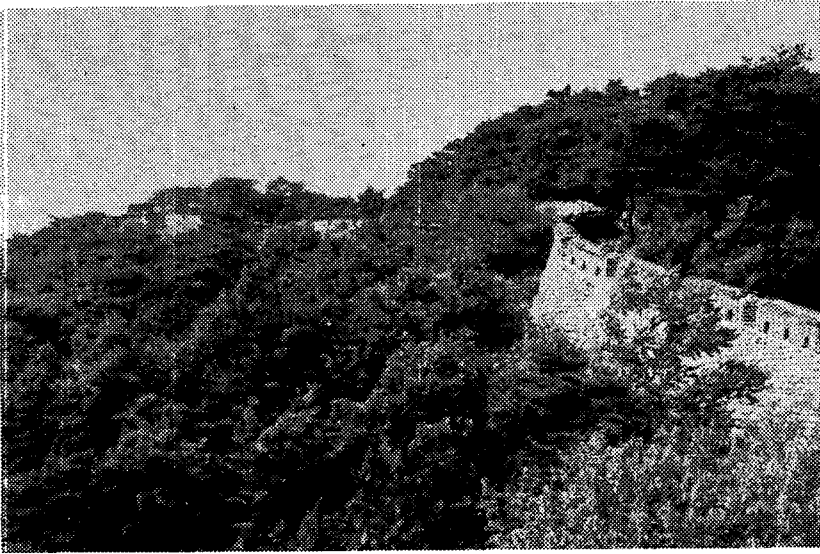
러한 분야에 대한 본격적인 연구는 1967년 울산공업단지 안의 과수원 피해문제의 발생 이후에 비로소 시작되어 비료제조공장, 화력발전소, 제련소 등에서 배출되는 가스에 의한 농작물피해를 중심으로 피해를 위주로 한 연구가 산발적으로 수행되고 있는 실정이다.

그러나 이와같은 오염된 환경에 의한 피해를 규명하기 위한 목적으로 출발했던 연구에서 더욱 발전하여 식물을 이용하여 환경오염을 인식하고 감시하며 측정하는 방향으로 나아가는 것이 현재의 추세이다. 여기에서 지표식물(indicator plant)이란 식물에 위해를 미칠 정도의 농도를 갖는 각종의 오염물질이나 그 혼합물에 노출되었을 때 상해증후군을 나타내는 식물을 말한다. 이러한 특성을 잘 이용하면 지표식물은 대기·수질·토양중의 오염물질의 존재여부를 감식할 수 있는 감시기의 기능을 수행할 수 있는 것이다.

특히 식물은 동물과는 달리 대부분이 한 장소에 고착하여 생육하고 있기 때문에 오염된 환경을 더욱 효과적으로 감시할 수 있는 특징을 갖추고 있다고 할 수 있다. 그러나 보다 더 효율적으로 오염 감시기능을 수행하기 위하여 대기 중에 어떠한 오염물질의 존재여부만을 판정하는 것만으로는 충분하지 못하다. 오염물질의 종류나 농도에 따라서 각종의 지표식물이 나타내는 반응과의 관계를 체계적으로 분석하여 밝힌다면 식물은 대단히 효율적이고 효과적인 환경오염 경보장치로서의 기능까지 수행할 수 있을 것이다.

이와같은 관점에서 출발한 지표식물을 이용한 환경감시 기능은 소위 생물감시자(biomonitor)로서 표현되고 있다. 이러한 방면의 연구는 피자식물이나 나자식물과 같은 고등식물의 초본식물이나 목본식물 뿐만 아니라 하등한 선대류(mosses)와 지의류(lichens)를 대상으로 수행되어 자세한 보고서들이 훌륭한 사례와 함께 쏟아져 나오고 있는 실정이다.

몇가지의 예를 찾아보면 납(Pb)이나 카드뮴(Cd)과 같은 중금속 오염물질이나 불화수소(HF), 황산염(SO₄)이나 아황산가스(SO₂)와 같은 기체상의 오염물질이 식물의 잎 표면에



“
 각종의 식물들이
 독특한 지표식물로서
 개발될때 몇가지
 환경오염문제는
 풀어질 수 있다.
 ”

있는 기공을 통하여 조직 속으로 들어가 식물조직에 상해를 미치는 것에 대한 연구보고도 있으며, 각종의 오염물질이 식물의 성장을 변화시키고, 성숙률에 변화를 초래하며, 개화 및 결실, 그리고 종자의 형성에 까지 영향을 미치는 등 식물의 번식과 생식에 심대한 결과를 낳게 되어 생산량이나 수효의 감소를 가져오기도 하는 과정을 자세히 추적하고 있다.

각종의 오염물질에 의하여 유발되는 식물의 상해나 피해를 피해의 측면에서 분석할 뿐만 아니라 슬기롭게 활용한 식물의 오염감시 기능에 대한 연구가 진행된 예로서는 담배 품종의 하나인 Bel-W3는 오존(O₃)의 농도에 따라 민감한 반응을 나타내는 것으로 밝혀져 있다. 특히 일정한 오존 농도에 대한 동일한 반응결과를 나타내는 사실이 여러 연구진에 의하여 밝혀져 있다. 또한 토마토 품종의 한가지인 CV. "Ting Tim"은 비록 오존의 농도는 낮지만 주기적으로 이에 노출되면 수확의 결과가 대폭적으로 감소되는 것으로 나타났다. 그 밖에도 콩(大豆)의 한 품종은 일정한 농도의 아황산가스에 노출되었을 때 뚜렷한 상해증후군을 나타내며 생장패턴과 수확량의 변화를 초래하는 것으로 밝혀졌다.

이처럼 고등한 관속식물의 각종의 품종들을 오염 지표식물로 이용할 수 있다. 한편 오래전부터 오염된, 대기에 민감한 것으로 밝혀진 지의류

나 선태류와 같은 하등한 식물들은 그들이 생육하는 주변의 대기중의 농도 보다도 높은 수준까지 특정한 오염물질을 식물 체내로 흡수하여 축적시킴으로써 오염물질을 환경으로부터 소거시키는 매개체로 이용하는 방법이 개발되어 있다.

그러나 보다 기본적으로 중요한 문제는 식물을 단순한 지표자(indicator)로서 사용할 뿐만 아니라 환경의 감시자(monitor)로 활용하기 위한 노력을 기울여야 한다. 이를 위해서는 먼저 어떤 식물이 특정한 오염요인 물질의 일정한 농도에 대하여 민감하게 반응이 있는가를 정확히 포착하여 이를 계량화시키는 절차가 선행되어야 한다. 즉 식물이 생육하고 있는 지역 주변의 오염농도와 지표식물이 나타내는 반응간의 정량적인 관계를 명확하게 구명함으로써 대기의 질을 식물을 통하여 측정하는 방안을 모색해야 한다. 이러한 절차로서는 이미 밝혀진 대기오염물질의 종류와 농도와 이에 의하여 촉발된 식물의 상해나 피해를 견주어 비교하는 방법, 식물체를 특정한 오염물질의 수거 또는 수집자로 선별하는 방법, 식물을 오염원에 일정기간 노출시킨 후 그 식물체의 조직속에서 검출되는 오염물질이나 오염물질과 관련된 대사산물을 측정함으로써 대기중의 오염물질의 종류나 분량을 계량하는 방법 등을 고려할 수 있다. 이때 특정한 식물이 어떤 오염물질에 대하여 나타내는 반응 사이의 관계, 즉 오염물질의 농도와 지표식물반응

과의 관계는 엄밀히 조절된 조건하에서 수행된 실험을 통하여 미리 밝혀져야 할 것임은 물론이다.

그러나 이때 식물의 동일한 종일지라도 품종이나 유전적인 계통에 따라서 동일한 오염물질이나 그 혼합물에 대한 반응은 경우에 따라 현격한 차이를 보여주는 것이 많음에 주의하여 정확한 지표식물을 선별하고 선택하여 사용해야 한다.

지표식물을 선택할 때에 고려하여야 하는 기준은 다음과 같은 것이 있다. 감도가 적절한 것을 선택해야 한다. 식물의 종류에 따라서 반응의 감도가 다르게 나타나므로 감시하고자 하는 오염의 종류에 따라 알맞는 종류를 선택한다. 또한 측정하고자 하는 요인 이외의 것에 대해서는 감도가 낮고, 필요한 요인에 대해서는 감도가 높은 지표식물을 선택할 필요가 있다. 결과의 판정이나 수량화가 용이한 것을 선택해야 하며, 균일성이 높은 재료를 선택해야 한다. 또한 관상성이나 교육적인 목적도 고려하고, 부득이한 경우를 제외하고는 재료 자체가 너무 값비싼 것을 피하며, 생육재배가 용이한 것을 선택하도록 한다. 식물의 크기가 너무 크거나 너무 미소한 것은 처리과정에서 불편을 초래하기도 한다. 재료의 선택과정에서 가장 중요한 점은 오염에 대한 확실한 반응의 특질을 갖춘 식물을 찾아내는 일이다. 즉 쉽게 눈으로 확인할 수 있는 상해증후군을 갖거나 생장이나 형태변화가 뚜렷하게 나타나는 형질을 갖춘 것이 중요하다. 즉 꽃, 과실 종자의 형성시에 변화가 나타나는 것이나 생산력이나 수확량에 차이를 나타내는 증후군을 갖춘 지표식물은 좋은 재료이다. 재료는 종자에 의한 번식이나 영양체에 의한 번식의 방법을 통하여 균질한 것을 다량으로 쉽게 구입할 수 있어야 하며, 동일한 유전적 조건을 갖춘 것을 확보하기 위하여 종자의 근거나 출처가 한군데인 것을 선택해야 결과의 일양성을 기대할 수 있다. 또한 가능하다면 식물 재료의 유전적 구성에 대한 정보가 많이 밝혀진 종류이면 더욱 좋다. 일년생의 재료인 경우에는 과중시기를 달리하여 연속적으로 과중하며 필요로 하는 재료를 항상 얻을 수 있는 조건을 갖추도록 하면 기후조건이

다른 어느 지역에서나 쉽게 실험을 수행할 수 있다. 또한 재료를 재배하는 경우에 항상 균일한 토양 조건에서 키우는 것이 중요하다.

다음으로 얻어진 결과를 해석할 때 고려해야 할 사항이나 문제점은 다음과 같다. 실험결과 나타난 데이터를 계량하는 평가방법은 식물의 종류, 오염물질, 측정하고자 하는 지표에 따라 다르며 식물의 종류에 따라 지표식물로서 사용할 수 있는 시기나 계절이 다르다. 이러한 사항들을 고려하여 다음과 같은 자료들을 참고하여 결과를 해석하면 편리하다.

활엽수인 경우에는 상해를 입은 잎의 면적의 백분율, 일정한 기간 내에 각각의 식물체에 나타나는 새로운 상해면적, 전체적인 잎의 면적등을 선택하여 결과해석을 하면 편리하다. 한편 침엽수인 경우에는 침엽의 길이, 색깔, 모양이나 형태상의 변화, 연령등을 조사할 수 있으며 하나의 가지당 상해를 입은 침엽의 백분율도 조사대상으로 삼을 수 있다.

생장이나 생산량으로서 반응을 측정하고자 할 때는 생장을, 잎의 수와 면적, 새싹이나 눈(芽)을 형성하는데 걸리는 시간, 개화할 때까지의 소요시간, 꽃과 눈의 숫적인 비율, 개화한 꽃의 수와 성숙한 과실의 숫적인 비율, 과실당 종자의 수, 지하부와 지상부의 비, 총수확량이나 생체량(biomass)등을 계량할 수 있다.

재료가 나무인 경우에는 小枝(twig)의 수와 길이, 직경 그리고 흉고직경(BDH)과 같이 지면으로부터 일정한 높이에서 수목의 직경, 생장을, 활엽이나 침엽인 경우는 면적이나 길이, 과실이나 毬果(cone)의 성숙, 종자의 결실 등을 조사하여 식물의 반응을 측정할 수 있다.

특히 이산화황(SO₂)에 대하여 민감한 반응을 나타내는 지의류나 선대류에서는 생체량(biomass)은 건조량으로 측정하며, 엽록소 함량은 추출한 후 분광분석기(spectrophotometer)를 사용하여 측정하며, 색깔의 변화, 각종의 被度, 번식력이나 생식력, 종의 출현빈도, 생장과 발달의 정도, 번성의 정도, 葉狀體(thallus)의 상해 정도, 식물체내 황산의 함량, 한 개체의 수목에 부착하여 있는 지의류, 선대류의 종 다양성 등을 조사한다. 또한 오염이 되지 않은

지역에서 생육하는 지의류나 선대류를 오염이 문제시 되는 지역으로 이식시켜서 이들이 나타내는 반응의 변화를 앞에서 설명한 여러가지 기준을 적용하여 대조구와 비교·분석함으로써 환경오염의 정도를 파악하는 방법도 개발되어 있다.

환경오염을 인식하는데 있어서 필요한 조건으로서 정확을 도모하는 과학성을 비롯하여 간편하게 처리하는 편의성, 결과를 빨리 포착하는 신속성, 광범위하게 적용할 수 있는 광역성, 오랫동안 계속하여 측정이 가능한 장기성, 목적에 따라 특징이 있는 특이성, 일반 시민을 이해시키기 쉬운 대중성 등의 항목을 만족시킬 수 있는 방법이 바람직하다. 지표식물을 사용하여 환경오염을 측정 또는 인식할 때의 장점과 단점은 다음과 같다.

먼저 장점으로서는 지표식물을 이용하면 계기를 사용하여 물리·화학적으로 측정하는 방법에 비하여 환경 오염원의 종류나 오염현상에 관여된 다수의 요인의 상호작용이 나타내는 것을 전체적인 영향을 파악하는 장점이 있으나 한가지의 오염원을 정확하게 파악하는 데는 물리·화학적 방법엔 미치지 못한다. 또한 광범위한 지역에 걸쳐서 연속적, 장기적으로 환경오염의 영향 진행과정을 추적할 수 있다. 지표식물법은 계기를 사용하지 않고 생물을 이용하여 결과를 얻는 방법이기 때문에 인간에 대한 영향을 이해하는 데 쉽게 접근할 수 있다. 또한 환경문제의 중요성을 일반인에게 손쉽게 이해시키는 장점이 있으며, 더불어 환경요인이 생물에 미치는 요인을 직접 파악할 수 있으며, 환경오염 요인에 따른 감수성이 식물의 種間 또는 품종간에 보여주는 차이를 적절히 이용하면 환경요인의 미세한 차이까지도 감지할 수 있다. 지표식물법은 간단히 관찰하는 것으로도 결과를 파악할 수도 있기 때문에 값비싼 계기를 구입하는데 필요한 예산을 절약할 수 있는 경제적인 방법이므로 적은 예산으로도 오염상태를 측정할 수 있다. 또한 필요한 계기가 많지 않으므로 적절히 지도하여 충분한 훈련을 거친 후에는 간편하게 조사를 실시할 수 있다. 지표식물을 잘 선정하여 심어 놓으면 환경의 미화에도 공헌할 수 있다. 알맞은 지표식물

을 식재하였을 때, 특히 오염의 정도가 낮은 경우에는 그식물 자체로서 녹지를 조성할 수 있다. 또한 지역 주민으로 하여금 쉽게 환경오염 감시 체제에 참여할 수 있게 하며, 공장이나 탄광과 같은 곳에 지표식물을 심었을 때 이곳에 근무하는 사람들로 하여금 건강에 대한 보증을 함으로써 즐겁게 그들의 임무를 수행할 수 있게 할 것이다. 또한 조사의 은밀성이 요구되는 경우에 기계를 설치하고 동원하는 등 이목을 집중시키지 않고도 단지 식물을 통하여 조사가 가능하므로 은밀히 조사할 수 있는 점이 하나의 매력적인 장점일 수 있다.

그러나 이와같은 장점이 많은 반면에 단점이나 결점도 있음을 알 수 있다. 식물이 나타내는 반응과 환경오염과의 관계에 대한 대응성의 여부, 즉 식물이 나타내는 반응은 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 나타난 것이지 꼭 특정한 하나의 환경요인이 반응을 결정하지 않는 경우도 있을 수 있다. 환경요인 이외의 다른 요인이 결부되는 경우도 있다. 또한 결과를 수량화 또는 계량화 하는데 어려움이 있을 수 있으며, 계기를 이용하는 물리·화학적 방법은 자동화가 쉽게 가능하지만 지표식물법은 직접 관찰·측정해야 하므로 자동화에 어려움이 있다. 지표식물을 심고 기르는 등 관리를 하는데 각별한 주의를 기울여야 한다. 특히 오염이 심한 경우에 지표식물이 살아 갈 수 없다면 더 이상의 측정이 불가능해진다.

이상과 같은 장·단점을 잘 파악하여 지표식물을 활용하여 얻어낸 결론은 잘못 해석되지 않도록 유의해야 한다.

대기오염을 감시하는데 사용하는 지표식물 18종을 대상이 되는 오염물질과 함께 정리하면 다음의 표와 같다. 대기질의 오염에서 문제가 되는 오염물질은 광화학적 스모그는 오존(O₃)과 PAN(Peroxyacetyl Nitrate) 질소산화물(NO) 등이 있으며, 공장이나 자동차에서 배출되는 이산화황(SO₂)은 우리나라의 농업생산에 가장 큰 영향을 미치는 유해가스이다. 대기오염원 중에서 휘발성인 불화수소는 인광석을 원료로 하는 인산비료 공장, 유리공장, 제철소, 요업공장, 벽돌공장, 그리고 알루미늄공장(빙정석 분해시 방출)에

서 부산물이 배출된다. 대기 중에 존재하는 불화수소는 식물잎에 먼저 증세를 보이고 생장과 생육을 저지시키며, 地層에 흡수되어 계속적으로 식물에 흡수됨으로써 이것을 먹는 초식동물이나 사람의 골격과 치아에까지 피해를 주게 된다. 가솔린의 배기 가스로부터 나오는 납(Pb)은 식물에서의 병의 발생율을 높이는 요인으로 지적되고 있다. 그밖의 석회석 채굴장, 시멘트공장등으로부터 나와서 공중에 분산되어 있는 각종의 중금속으로는 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 철(Fe) 수은(Hg), 니켈(Ni), 아연(Zn) 등으로 대기중에 떠 있다가 식물의 잎에 부착되어 기공을 통하여 식물체내로 들어가서 상해를 유발한다.

자동차가 가솔린 1톤을 연소하면 8파운드의 에틸렌($H_2C = CH_2$)을 형성한다고 하는데 에틸렌 작용은 생장의 저지, 잎이나 다른 식물 부분의 절단, 잎과 葉條생장의 왜곡, 잎과 엽초의 하부로의 굴곡, 엽록소의 표백, 꽃의 개화

간섭, 熟果 및 채색의 촉진등의 식물에 대한 영향을 미친다.

水域의 오염감시를 위한 지표식물 이용은 생물지수(biotic index), 다양도지수(diversity index), 오염지수(pollution index)로서 이용될 수 있으며, 특히 湖沼에서는 수질의 오염상태를 생물학적으로 판정하는 방법이 발달되어 있다. 호소가 생성되어 오랜 세월이 경과하면 그 바다에는 유기물들이 축적되어 물 속의 영양염류의 농도가 증가하여 부영양화 된다. 이에 따라서 생물의 현존량이 증가되고 種組成이 변화하게 된다.

특히 식물성 플랑크톤을 이용한 호수의 수질 오염 상태를 생물학적으로 판정하는 방법들이 개발되어 있으나, 호수에 작용한 인위적인 영향 등에 유의하여 판정해야 한다.

해역의 오염상태도 육수역과 마찬가지로 지표 생물로서 세균, 동·식물성 플랑크톤, 해조, 저

<표> 대기오염 감시에 사용되는 지표식물

학 명	국 명	대상대기오염물질
Beta vulgaris	근 대	SO ₂
Brassica oleracea	양 배 추	불소화합물
Fagopyrum esculentum	메 밀	SO ₂
Freesia reflacta	프 리 지 아	불화수소
Gladiolus gandavensis	글 라 디 올 리 스	불화수소
Helianthus annuus	해 바 라 기	SO ₂ , NO ₂
Medicago sativa	자 주 개 자 기	O ₃ , SO ₂
Nicotiana tabacum	담 배	O ₃ , SO ₂
Phaseolus vulgaris	덩 굴 강 냥 콩	O ₃ , SO ₂ , NO ₂ , PAN
Petunia nyctaginiflora	페 추 니 아	O ₃ , 에틸렌, PAN
Poa annua	새 포 아 풀	PAN
Rheum rhababarum	마디풀과, 대황속의 식물	NO ₂
Sinapis alba	십자화과, 유채속의 식물	NO ₂ , PAN
Solanum tuberosum	감 자	O ₃ , 에틸렌
Spinacia oleracea	시 금 치	O ₃ , SO ₂
Tagetes erecta	천 수 국	에틸렌
Tulipa gesneriana	튜 울 립	SO ₂ , 불화수소
Urtica urens	썩기풀과, 썩기풀속의 식물	O ₃ , PAN

서생물(benthos), 조간대 생물, 패류, 갑각류 어류 등을 이용할 수 있다. 특히 녹조류, 화조류 홍조류와 같은 해조류의 분포와 각 수역에서 출현하는 種組成과 현존량을 함께 고려하여 통계처리함으로써 오염의 정도를 측정하는 일이 가능하며, 이러한 연구결과들이 축적되면 해역의 오염과 관련된 해양생태계에서 나타나는 여러가지 복잡한 현상들에 대한 예측을 할 수 있는 경우도 있다.

산업이 발달함에 따라서 대기의 오염이나 수질의 汚濁이 각지에서 발생하여 이미 사회적으로 물의를 일으키고 있지만 최근에 와서는 이러한 대기의 오염이나 수질의 汚濁을 매개체로 하여 토양오염(soil contamination)이 새로운 문제로 등장하고 있다. 토양오염에 있어서 중금속에 의한 오염은 특히 심각한 문제가 되고 있으며, 유해생물의 방제를 위하여 사용하는 화학적 농약이나 제초제에 의한 토양의 오염은 큰 문제가 되고 있다.

특히 중금속에 대한 내성이 강한 식물이 폐광이나 제철소, 제련소 부근의 중금속 오염지대에 군락을 지어서 생육하는 종류들에 대한 몇가지의 실험적인 보고들이 있다. 구리에 대한 내성이 강한 종류로는 석죽과 대나무속에 속하는 Gypsophila Patrini와 양귀비과의 금영화속에 속하는 Eschsholtzia mexicana, 납이나 아연에 내성이 강한 식물로는 비름과의 천일홍속의 Gomphrena canescens가 알려져 있으며, 카드뮴

오염지역에는 먼마과의 뱀고사리(athrium yokoscense)가 지표식물로서 밝혀져 있으며, 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 아연(Zn), 니켈(Ni), 비소(As), 몰리브덴(Mo), 망간(Mn) 등의 오염에 대한 지표식물의 종류와 이들이 나타내는 잎의 황화현상, 반점, 생육퇴행, 잎의 탈락등의 피해가 나타나는 증후군에 대한 연구가 부분적으로 발표되었다.

이상에서 각종의 환경 오염원에 대한 多種의 식물들(식물성 플랑크톤, 해조류, 지의류, 선대류, 양치식물, 나자식물, 피자식물)의 반응을 살펴 보았다. 이미 많은 종류의 식물들의 오염 지표자 또는 감시자로서의 기능을 수행하고 있는 사실이 밝혀졌으나 이들을 더욱 개발하기 위하여는 특히 우리 강산에 흐드러지게 꽃 피우는 고등한 관속식물 4000여 종류와 아직 그 종류들이 완전히 파악되지도 못한채 산야의 바위와 나무에 의지하여 자라는 지의류와 선대류, 그리고 물 속에서 고요히 자라고 있는 다양한 수중·수생식물과 또 식물성 플랑크톤에 대한 기초적인 조사와 함께 지표식물로의 가능성 여부를 하나하나 확인하는 작업이 선행되어야 할 것이다. 이러한 각종의 식물들이 독특한 지표식물로서 개발될 때 몇 가지의 환경오염 문제는 풀어헤쳐질 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해서는 환경인과 식물학도들의 공동참여와 열렬하고도 침착한 정신적 자세와 강열하고도 질서있는 연구의 실천이 절실히 요구된다고 하겠다.*

化學藥品大辭典

韓國技術圖書情報社

①③⑤ 서울市 강남구 역삼동 649-14 보원빌딩 403號
(住宅銀行 建物)

電話 : 567-0709 · 552-2283
(夜) 738-9607