

窒素가 흐르는 바다오아시스와 鹽性植物

최영박 / 理博·고려대명예교수

바다의 砂漠

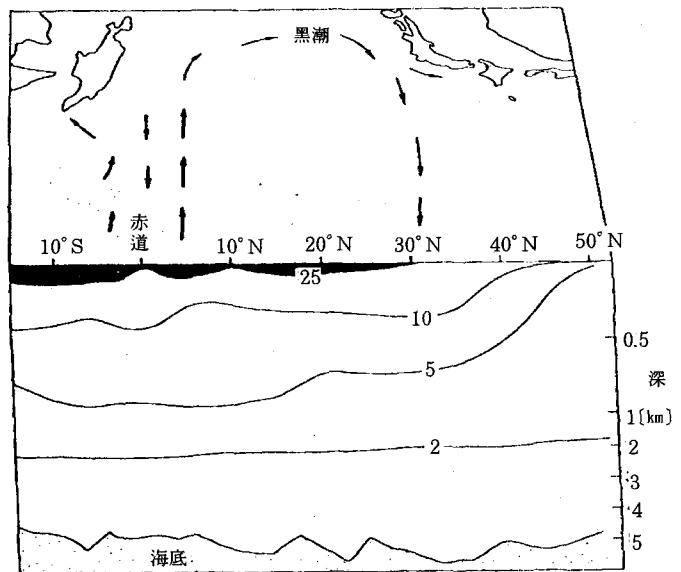
바다의 표층 즉, 햇빛이 닿고 식물플랑크톤이 생육하는 층을 유광층(有光層)이라고 말한다. 유광층에서 생육한 식물 플랑크톤은 동물플랑크톤의 먹이가 되기도 하는데 죽으면 입자가 되어 침강하고 유광층보다 깊은 해중에서 분해되어 초산이나 인이 만들어진다. 그 결과 해중의 초산이나 인의 심도분포를 조사해보면 이들은 유광층 아래에 축적되고 있는 것을 알 수 있다. 태평양의 한 가운데를 경도에 따라서 자르고 그 온도분포를 보면 <그림-1>과 같다. 적도를 사이에 둔 남북(북태평양의 경우는 30°N까지)에 25°C 이상의 따뜻한 물이 냄비의 뚜껑과 같이 태평양의 한 가운데를 뒤덮고 있는 것을 볼 수 있다.

이 뚜껑의 두께는 겨우 150m정도이나 해중에서는

불모(不毛)라고 할 수 있는 정도로 생물이 적고 해중에서의 사망이라고 말할 정도이다. 이 바다의 사막의 해수는 맑고 바람이 없는 날 “티슈페이퍼” 즉, 화장지를 떨어뜨려 보면 40m정도의 깊이까지 오징어가 헤엄치고 있는 것같이 희게 보인다.

이 바다의 사막은 햇빛이

세차게 쏟아지는 곳으로 육지 사막과 같으나 물은 충분히 있다. 식물플랑크톤도 그 양은 많지않으나 활발하게 증식하고 있는 것을 알게 되었다. 다만 영양 물질이 적은 까닭에 플랑크톤이 분해되어 이루어진 암모니아와 인을 재이용하는 것과 같은 자전거 조업(자전거는 페달을 계속 밟지



<그림-1> 溫度分布와 25°C 以下の 물의 두께

않으면 넘어지는 불안정한 경영방식)을 해서 활발한 증식활동을 영위하는 것이다. 이것을 역으로 생각하면 바다의 사막에서는 「영양물질만 공급되면 폭발점으로 생물량이 늘어난다」고 말하는 잠재능력」이 높다고 말할 수 있다. 이와같은 바다에서는 식물플랑크톤의 증식에 가장 부족한 영양물질은 질소와 인이다. 특히 질소의 부족은 만성적으로 되어있다.

자연계는 불가사의하게도 사람들이 이와같이 해보면 좋다고 생각하는 것에 일치하는 일들이 많이 있다. 예컨대 햇빛이 충분히 있으면서도 질소의 부족으로 많은 식물플랑크톤이 생육 불가능하다면, 태양 에너지를 이용해서 공기중의 질소가스를 질소원으로 해서 질소고정을 시행하는 식물플랑크톤에 대해서는 최적의 생활 장소가 된다는 데는 이의가 없다고 인간이면 누구나 다 생각할 것이다. 바다의 사막에서 질소고정을 하는 것이 남조(藍藻)의 일종인 “트리코데스뭉”이다. 질소고정을 행하는 생물은 박테리아와 남조이다.

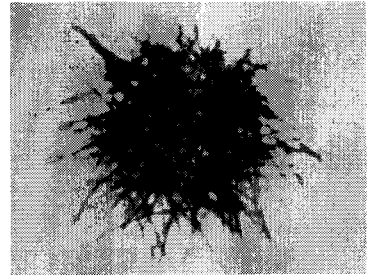
우리들 주변 가까이 있는 것으로서는 콩과식물의 근립균(根粒菌)이 그 대표적이다. 남조중에서 “아나베나·시린도릴카”와 같이 빛합성을 행하면서 질소고정을 하는 편리한 남조도 있다. 이들 동료사이

수생(水生)돌고사리와 공생하는 것도 있고 중국이나 월남에서는 “아조라”를 농경지에서 대량으로 생육하고 연꽃과 같이 비료로서 사용한다.

“트리코데스뭉”의 赤潮

바다의 사막에는 때때로 트리코데스뭉이 크게 증식해서 대규모의 적조현상이 출현한다.

적조현상은 부영양화가 진행된 수역에 한해서 출현하는 것만이 아니고 외양(外洋)에서도 옛부터 이 종류의 적조가 발생한다고 한다. 트리코데스뭉은 세포가 40~100개 이상 이어져 나간 조(藻)가 되었는데 그중에는 <사진-1>에 나타내는 바와같이 실이 40~150개 정도가 서로 얽혀서 민들레의 면모(綿毛)와 같이 된 것도 있고 그 크기는 1mm정도가 되는 것도 있어서 육안으로 충분히 볼 수 있다. 불가사의한 것은 이 트리코데스뭉의 적



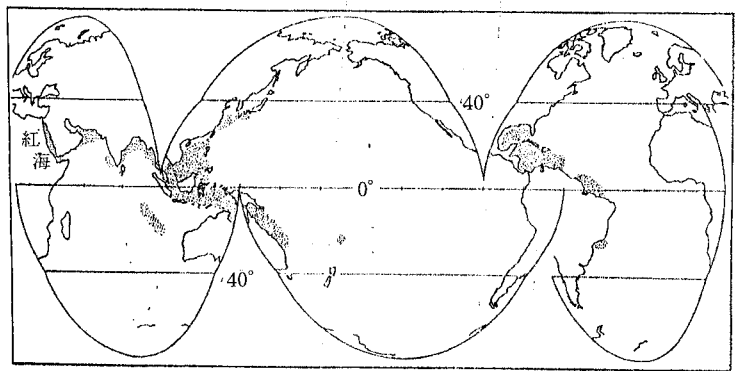
<사진-1> 藍藻의 트리코데스뭉의 콜로니(直徑 약 1mm)

조는 세계바다의 특정수역에서 <그림-2>와 같이 발견되고 있다.

트리코데스뭉의 적조는 5만 km²에 걸쳐서 해면으로 넓혀지고 있다는 보고도 있다. 동아시아에서는 동중국해나 일본 구주(九州)남쪽에서 여름철에 대규모로 발생한다.

이 속으로 선박이 들어가면 트리코데스뭉은 기포가 많은 까닭에 해면 뜨면 바람과 파장의 관계로 멀리 넓게 바라보면 줄무늬 모양을 형성하고 있다.

수에즈운하에 이어지는 홍해는 이 트리코데스뭉이 크게



<그림-2> 藍藻 트리코데스뭉의 赤潮를 볼수있는 海洋, 1977부터

증식한 후 그 색소를 해수중에 내어 바다가 홍색을 보이게 된 까닭에 그 이름으로 유래되었다 한다. 트리코데스뭉은 바다의 사막에서 비료를 만드는 역할을 하고 있으며 다른 생물은 그 은혜를 입고 있다고 한다.

熱帶 산호礁

산호(珊瑚)와 여러가지 색깔의 고기가 풍부한 열대의 섬들은 관광명소로 유명한데 이는 모두 바다의 사막이라고 부르는 해역에 위치하고 있다. 그런데 왜 산호초에는 생물이 많이 있는가? 첫째로는 섬주위에 해류에 의해 영양이 풍부한 깊은 물이 용승하는 까닭이라고도 생각된다. 하지만 오늘날 널리 알려진 것으로는 이들 산호초에는 높은 질소고정능(窒素固定能)을 가진 남조(藍藻)의 매트(깔개)가 얇은 해저를 덮고 있는 것이다. 예컨대, “마샬” 군도 “에네웨타크” 환초(環礁)에는 공중질소의 고정량이 1.8kg-N/ha/day에 달한다고 한다. 비논에 들어가는 비료가 100kg-N/ha/year이므로 이 질소고정 활성이 얼마나 높은 것인가를 상상 할 수가 있다. 또한 산호초중에는 많은 저서생물(底棲生物)이 살고 있으므로 인(P) 등은 이들 생물체에 보존되고 초원(礁原)에서 외양(外洋)으로 확산되기 어려

운 것으로 알려져 있다. 이 남조가 시행하는 공중질소의 고정에서 출발하여 산호초의 다양스러운 아름다운 바다세계가 만들어지고 있다고 상상할 수가 있다. 바로 산호초중에는 육지의 사막 오아시스가 물인 것과 마찬가지로 바다의 오아시스에는 질소가 뭉쳐 나오는 것이라고 해도 된다.

이와같은 질소의 오아시스는 열대의 조류장(藻類場)으로 알려지고 있다. 유명한 곳으로는 멕시코만 연안에 넓어지는 텍사스주 연안의 조류장, 파푸아뉴기니아의 토레스해협에 면한 조류장 등이 있고 3kg-N/ha/day이 되는 산호초를 상회하는 질소고정능이 보고되고 있다.

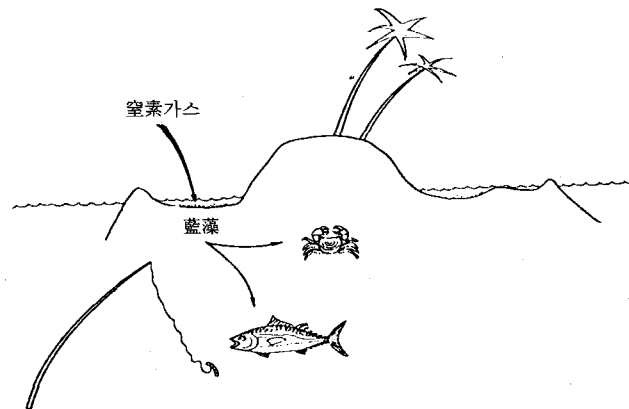
砂漠化하는 地球의 鹽性植物

이제 20세기도 끝날 단계에 왔으므로 현대문명이 가지는

여러 문제점이 표면화되고 있는데 그중의 하나는 삼림 파괴의 결과로 일어나는 지구의 사막화이다.

지구상의 사막·반사막의 면적은 벌써 전 육지면적의 1/8에 도달되었다고 하는데 계속 사막화의 속도는 확대되어가고 있다. 특히 이것이 심각한 것은 비가 적게 오고 토양중에 염류가 집적하기 쉬운 나라들이다. 이와같은 지역에서는 인간의 지나친 토지이용 등에 의해 토양이 염류화되어 식물이 생육 불가능하게 되기때문에 최종적으로는 사막이 되는 예가 많다. 이와같은 사유에서 염류농도의 높은 토양에서도 생육 가능한 능력을 가진 「염성식물」은 지구의 사막화를 방지하는데 있어서 매우 귀중한 존재가 된다.

우리나라는 삼면이 바다인 반도국으로 동아시아 몬순지대에 속하여 비교적 강우의 해



〈그림 - 3〉 바다의 질소와 窒素의 흐름

택을 입고 있어서 비가 토양을 씻기 때문에 우리나라 토양에는 염류가 적은 편이다. 이 까닭에 토양의 염분화에 의한 심각한 문제는 특수한 예를 별도로 하면 비교적 적다고 생각되고 있다. 따라서 염성 식물에 대한 관심은 별로 높지않다.

하지만 국토면적 1km²당 70m의 긴 해안선의 부존으로 동, 남, 서부의 해안지방에서는 염성식물의 군락을 조사할 필요가 있다.

동해안 지방에서 해수가 유입되는 석호(潟湖)등에는 염성소택(鹽性沼澤)이라고 부를 수 있는 염성식물의 군락을 약간 볼 수 있다. 여기서는 조석의 간만에 의해 나무뿌리가 해수에 잠기다가 물위로 나오든가 하는 상태에 있는 해변가의 초본(草本)의 식물을 볼 수가 있다.

하지만 우리나라와 다르게 남쪽 열대지방의 해안에는 상록수의 교목인 홍수림(紅樹林)이라 하는 맹그로브(mangrovo)가 있다. 이는 목본(木本)의 염성식물에 의해 형성된 군락이다. 이 식물은 물가에서

멀리까지 물이 얇은 바다나 하구 등에서 조석 간만의 작용으로 염류농도가 높은 장소에서 그 뿌리가 해수에 씻기는 상태에서 생육한다.

鹽性植物의 耐鹽性機構

여기서는 토양이 해수의 영향이나 건조에 의해 염류화하면 토양중의 수분의 침투압이 높게 되고 식물에 의한 물의 흡수가 곤란하게 된다. 그결과 식물은 이에 대항해서 흡수력을 높일 필요가 생기고 그 기구로서 일반적인 것은 자기의 세포액중에도 염류를 포함해서 침투압을 높이고 흡수를 쉽게 하는 것이다.

나아가서는 일부의 염성식물에서는 잎의 살을 두껍게 해서 수분의 증발을 적게 하거나 염류에 의한 세포의 중독을 가능한한 적게 함으로써 내염성(耐鹽性)을 강하게 하는 경우를 볼 수 있다.

재미있는 것은 이와같은 기구는 사막과 같이 건조지대에 생육하는 식물과 기본적으로

는 같다. 단, 사막은 해안과 다르게 수분이 별로 존재하지 않으므로 식물의 내건성(耐乾性)은 사막의 식물쪽이 강한 경우를 자주 볼 수 있다.

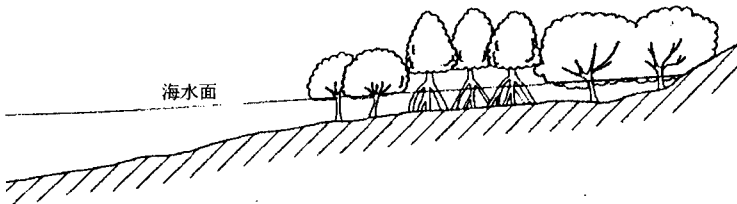
砂漠의 綠化

염성식물은 염류화의 결과로 어쨌든 사막화를 피할 수 없는 장소로서는 귀중한 존재이다. 예컨대 사우디아라비아와 같다. 해안선까지 사막이 되어있는 장소에서는 우리나라 일본의 해안지방에 생육하는 염성식물의 몇 종류는 생육이 가능할지 모른다.

해안의 녹화를 토대로 해서 점차적으로 내륙을 녹화하는 것이 가능할 것이다. 현재 태국에서는 “곤켄”지방의 염류화한 토양에 실험적으로 “맹그로우프”를 심어서 녹화를 꾀하고 있다.

이와같은 것에서 볼때 해안과 사막이라 하는 별 관계가 없는 것 같은 환경도 식물의 수분환경이라는 점에서 보면 매우 비슷한 면이 있다.

염류 토양에 녹화에 적당한 식물이 해안의 염성식물 중에서 또한 찾아낼 수 있지 않겠느냐고 생각된다. ㉠



〈그림 - 4〉 맹그로우프의 숲