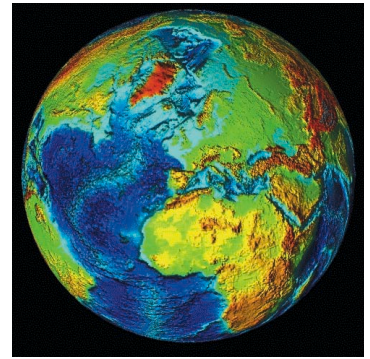


# 지중해는 한때 사막이었다



지중해 주변의 지형도

글 | 김경렬 \_ 서울대학교 지구환경과학부 교수 krkim@snu.ac.kr

**소**금 없이 우리는 과연 살 수 있을까? “저는 아버지를 소금만 큼 사랑해요”라는 말에 깊이 모욕을 당했다고 여긴 왕이 자기 딸을 왕국에서 추방하였다가 나중에 가서 뒤늦게 소금의 가치와 딸의 깊은 사랑을 깨닫게 된다는 프랑스 민담이 있다. 주위에 너무 혼하고 싸며 쉽게 구할 수 있기에 우리는 소금이 우리 생활에 얼마나 귀한지를 잊고 있다. 그러나 소금은 문명이 시작된 후 오랫동안 인류들이 애타게 찾았던 귀한 물건들 중의 하나다.

## 바닷물 부피 1/10정도 이하로 줄이며 소금 석출

소금 생산 기술이 예부터 발달해 있었던 중국은 소금 관리의 중요성을 일찌기 이해하고 최초로 정치화한 나라다. 기원전 221년 중국을 통일한 진시황이 “소금과 철을 독점하여 이전 시대에 비하여 스무 배의 이익을 남겼다”는 기록이 전해진다. 유럽에서도 이미 기원전 1000여 년 시절부터 많은 소금 생산지가 발달해 있었다. 지난해 탄생 250주년을 맞았던 모차르트의 탄생지 잘츠부르크의 이름 (salz, 소금)에서 이곳이 유럽의 고대 소금집산지의 하나였음을 말해 준다.

6세기경 게르만족을 피해 아드리아 석호 내의 섬들로 이주하면



스촐성 찌공(自貢)에 남아있는 염정에 사용되던 대나무관다발과 기중기의 모습 및 아직도 옛 방식으로 소금을 줄이는 모습

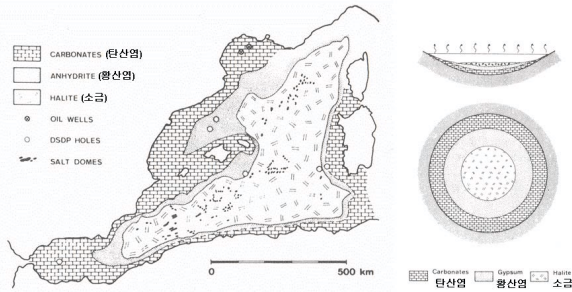
서 세워진 도시국가 베네치아가 지중해를 누비는 해상강국으로 발전할 수 있었던 막강한 경제력도 바로 소금에 기반한 것이었다. ‘생산’을 통제한 중국과 달리 ‘무역’의 규제가 더욱 돈벌이가 되는 것을 발견한 베네치아는 소금을 싣고 오는 상인들에게 오히려 장려금을 지급하며 배를 끌어들이며 해상권의 경쟁에 승리할 수 있었다.

사람들은 소금을 어떤 방법으로 얻었을까? 해안에 사는 사람들은 오랜 동안 바닷물을 끌어들이던 염전에서 천연으로 바닷물을 줄여 소금을 만들었다. 1kg에 약 35g 정도의 염(3.5%)이 녹아 있는 바닷물을 줄여 부피가 충분히 줄어들면 우선 약간의 탄산염, 황산염이 석출되기 시작하며, 이윽고 부피가 약 1/10정도 이하로 줄어들면 마침내 소금이 석출된다

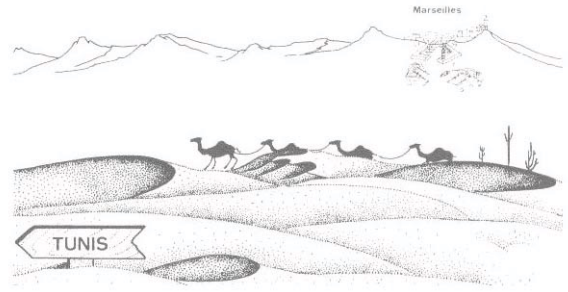
그런데 바다에서 멀리 떨어진 곳이라도 소금우물(염정)이 있는 지방에서는 이를 퍼내 염전에서 줄이거나 솔에서 끓여 소금을 석출시킬 수 있었다. 염정에서는 약 20% 농도의 소금물도 얻을 수 있었으며, 중국 스촐성 등에서는 오래 전부터 염수를 담을 수 있는 대나무통과 이들을 염정에서 지상으로 끌어 올릴 수 있는 기중기를 이용하여 지하 수백m 이상 깊이의 염정에서 소금물을 퍼내는 기술을 발전시켜왔다. 이렇게 끌어 올린 소금물을 가마솥에서 줄여 소금을 만드는 기술은 최근까지도 진행되어 온 중국의 전통적 기술이다.

## 퇴적물 속을 들여다보다

그런데 바다에서 멀리 떨어진 내륙지방의 염정이나 수백m나 되는 거대한 소금산은 도대체 어떻게 만들어진 것일까? 오늘날도 페르시아만 삼카지역(sabkha, 아랍어로 소금습지)에서는 자연적으로 암염이 형성된다. 증발이 활발한 지역에서 바닷물이 줄어 암염이 만들어지는 것은 통상의 이치인데, 문제의 핵심은 이 때 만들어지는 소금의 양이 두꺼운 소금산을 만들 정도로 그리 많지 않다는 것이다. 만일 오늘날 바닷물이 다 줄어 소금이 침전된다고 가정할



지중해 발레르만에서 발견된 소금의 분포모습 및 이를 설명하기 위해서 제안된 밀이 둥근 그릇에서 소금물이 증발할 때 생성되는 염의 분포 모습을 보여주는 모식도



심해저사추사업의 결과를 보도하면서 지방 신문에서 그린 삽화 만화

때 만들어지는 소금층 두께는 불과 40여m도 되지 않는다. 이런 문제에 대한 궁극적인 답이 바로 탄성과 조사라는 기술의 개발과 함께 이루어진 바다의 탐구를 통해서 얻어지게 된다.

군함이나 잠수함 영화에서 흔히 볼 수 있는 소나(SONAR)가 첫 선을 보인 것은 1912년 타이타닉호 사건 발생 2년 후다. 선박 주위 360도 방향으로 쏜 초속 1천500m 정도의 음파가 주변의 물체에 부딪힌 후 되돌아오는 시간을 측정하여 물체의 방향과 거리를 알아내는 장비다. 소나의 개발은 곧 음향측심기술의 발전으로 이어졌다. 수직으로 해저를 향해 쏜 음파가 해저면에 도달한 후 반사되어 배로 되돌아오는데 걸리는 시간을 재어 수심을 측정할 수 있는 것이다. 이로 인해 바다 밑에 감추어져 있던 해저산맥, 해구 등 해저의 모습이 밝혀지며, 이런 자료는 1960년대 판구조론의 확립에 중요한 역할을 하였다.

그런데 2차 대전 후에 수심 측정용 음파(3.5km)보다 좀더 긴 파장의 음파를 사용하면 음파가 퇴적층 표면을 뚫고 들어가 더 깊은 곳의 단단한 바다에 부딪혀 되돌아오며 이를 연구하면 퇴적층 내부 구조를 알아낼 수 있으리라는 이론이 대두되었다. 1950년대 적절한 에너지원으로 에어건(압축공기음원)이 채택되며 오늘날 해저의 유전 탐사에 결정적인 역할을 하는 탄성과 탐사 기술이 태어난 것이다.

### 판구조론이 알려준 또 하나의 '유레카'

1969년 새로 개발된 연속 해저탐사 관측장비를 탑재하고 지브롤터 해협을 지나 지중해로 진입한 미국 우즈홀 해양연구소 탐사선 체인이 암염이 기동모양으로 나란히 배열되어 퇴적층 내에 돌출되어 있는 암염돔을 발견하였다. 암염돔이란 주위의 퇴적물에 비해 단단하여 석유나 천연기체의 중요한 저장고 역할을 할 수 있는 지질구조다. 이어 2년 후인 1970년 지중해에서 수행된 심해저사추사업(DSDP) 탐사는 지중해 서편 발레아르 분지에서 두께가 무려 1천 800m에 이르는 대규모 암염돔을 발견하는 개가를 올렸으며 1975년 수행된 2차 탐사는 이들 분포가 지중해 전역에 걸쳐있음을 확인시켜 주었다. 더욱 흥미로운 것은 암염의 퇴적형태였다. 바닷물을

줄일 때 맨 처음 석출되는 탄산염이 맨 가장자리에, 두번째로 석출되는 황산염이 그 안쪽으로 테를 이루며 중앙에는 그 이후 석출되는 소금이 퇴적되어 있는 모습이였다. 어떻게 지중해 퇴적물 내에 이런 두꺼운 암염층이 만들어질 수 있었을까?

과학자들은 지중해를 중국인의 조리기구인 밀이 둥근 그릇 모양으로 가정하고 지중해의 바닷물을 완전히 줄이면 이런 모양의 퇴적이 일어난다는 것을 즉시 알게 되었다. 바닷물이 완전히 줄어 지중해가 사막이 되었던 때가 있었다는 결정적 증거를 찾은 것이다. 이곳에 있을 것으로 추정되는 약 100만km<sup>3</sup>의 염(2.2X10<sup>15</sup>톤)은 바다 전체 염의 약 4.6%나 되는 엄청난 양이다.

유명한 휴양지로 둘러싸인 지중해는 강수에 비해 증발이 더욱 활발하여 대서양보다 해수면이 낮다. 이 때문에 대서양의 표층해수가 지중해로 밀려들어오며, 이 밑으로는 고염도의 지중해 심해수가 대서양으로 빠져나간다. 그런데 만약 길목 지브롤터 해협이 막혀 대서양 해수가 더 이상 지중해로 흘러들어 올 수 없다면 어떻게 될까? 과잉 증발로 인해 수면이 낮아져 결국 말라붙게 될 것이며, 혹시 이런 과정을 통해서 지중해 내의 암염층이 만들어진 것은 아니었을까? 실제 퇴적된 염의 양은 이 과정이 여러 번 반복되었음을 보여준다.

이전에는 지브롤터 해협이 막힌다는 것은 상상할 수도 없는 일이었다. 그러나 60년대 후반 판구조론을 받아들인 과학자들에게 아프리카판과 유라시아판이 힘을 겨루는 경계지역인 지브롤터 해협이 잠시 막히는 것은 전혀 문제가 될 일이 아니었다. 지금부터 약 500만~600만 년 전인 미오세 말기에 일어났던 일이다. 내륙의 많은 암염층은 대륙에 갇힌 큰 바다가 지구조 운동으로 말라붙으면서 형성된 것이다. 판구조론이 알려준 또 하나의 '유레카'였다.



글쓴이는 서울대학교 화학과 졸업 후 동대학원에서 석사학위를, 캘리포니아대학 샌디에이고 캠퍼스에서 해양학으로 박사학위를 받았다. 현재 지구환경과학부 학부장 겸 BK21사업단장으로 있으며, 해양연구소장을 겸임하고 있다.