

제주도 협재 지역에 분포하는 해안사구의 형성시기와 사구를 이루는 탄산염퇴적물의 구성성분

김진경¹ · 우경식¹ · 김련²

¹강원대학교 지질학과, jink92@hanmail.net, ²한국동굴연구소

1. 요약

제주도 북제주군 한림읍 협재리에는 대부분 탄산염퇴적물로 이루어진 해안 사구가 분포하고 있다. 사구를 이루는 탄산염퇴적물은 연체동물과 홍조류의 조각이 약 80% 이상을 차지하며 그 외에 저서성 유공충, 성계류와 태선동물의 조각, 그리고 화산암편으로 이루어져 있어, 제주도에 분포하는 여러 탄산염 해변 퇴적물의 입자조성과 매우 유사한 경향을 나타낸다. 이러한 탄산염 입자들은 천해에 서식하던 해양생물들에 의해 생성되며, 그 각질이 해변으로 운반되고 바람에 의해 재동되어 사구를 형성하였다. 특히 이 연구지역의 사구가 분포하는 지점에서 북쪽으로 약 1km 떨어져 있는 협재 해수욕장에는 현재에도 천해에서 생성된 많은 양의 탄산염 해변퇴적물이 퇴적되어 있으며, 제주도의 타 지역에 비해 매우 빠른 북동~북서방향의 바람이 불고 있어, 퇴적물을 해변에서부터 사구형성지점으로 운반시키는 데 효과적인 역할을 했을 것으로 판단된다.

사구를 절개하여 그 단면을 관찰한 결과, 전반적으로 희미한 수평층리와 사층리가 발달하고 있으며, 그 외의 다른 뚜렷한 퇴적구조는 관찰되지 않는다. 퇴적물의 입자들은 주로 직경이 0.27~0.40mm로 중립질 모래에 해당한다. 이 크기의 입자들은 가장 침식이 잘 될 수 있는 입자크기에 해당하는 것으로 알려져 있으며, 따라서 해변으로부터 퇴적물이 운반될 때에 특히 이 크기의 입자들이 차별적으로 더 많이 운반되었을 것이라고 생각된다. 또한 퇴적물 입자의 크기와 구성성분의 함량은 각 사구의 전 층준에서 크게 변화하지 않는 것으로 나타나며, 이는 사구가 형성되는 기간 동안 탄산염퇴적물을 운반한 바람의 세기가 어느 정도 일정하였음을 지시한다.

해안사구의 형성시기를 알아보기 위하여 사구의 기반을 이루는 고토양층과 사구 최하부와 최상부의 탄산염퇴적물에 대해 방사성탄소연대측정을 실시하였

다. 그 결과, 사구의 형성시기를 지시하는 고토양의 연령은 680~720 BP (1,200~1,300 AD)로 측정되었으며, 사구를 이루는 탄산염퇴적물의 연령은 전 층준에서 모두 약 3,500 BP로 측정되었다. 따라서 약 3,500 BP에 천해에서 생성된 탄산염퇴적물이 해빈에 분포하다가 1,200~1,300 AD에 바람에 의해 재동되고 현재의 위치에 쌓여 사구를 형성한 것이라고 해석할 수 있다. 사구가 형성되기 시작하던 시기는 전세계적으로 춥고 바람이 세었던 Little Ice Age (1,300~1,820 AD)에 해당하며, 따라서 해빈에 분포하던 많은 양의 탄산염퇴적물이 이 시기에 집중적으로 운반된 것으로 사료된다.

2. 연구지역의 위치 및 환경

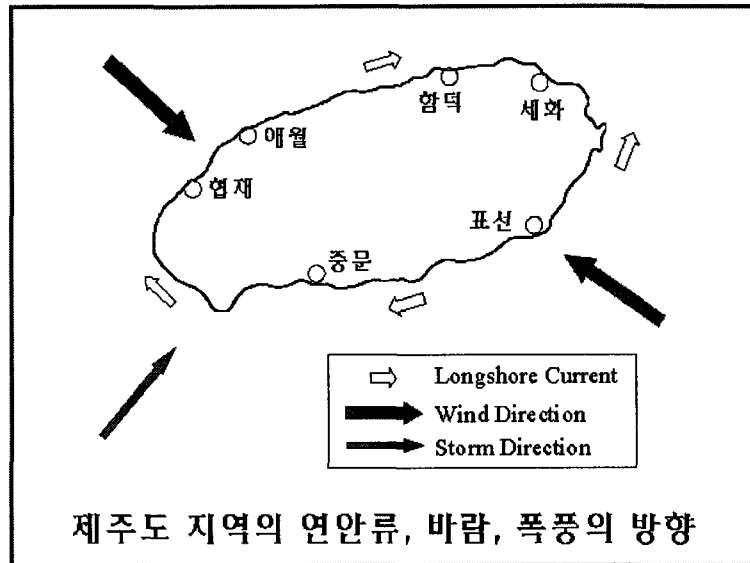
연구지역인 제주도 북제주군 한림읍 협재리 일대에는 주로 탄산염퇴적물로 이루어진 해안사구가 분포한다.



원지형면을 피복하고 있는 사구



연구지역의 인공위성 사진

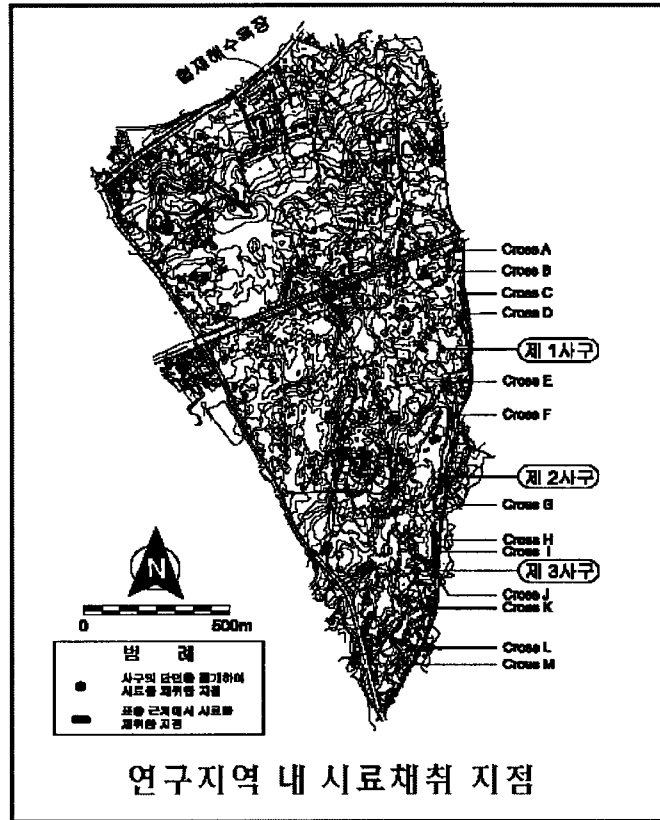


협재 해수욕장에 발달한 해빈은 제주도의 다른 해빈에서와 같이 주로 온대 지방 천해에서 생성되는 탄산염각질의 조각들로 이루어져 있다. 협재리 일대에 주로 발달하는 강한 북~북서 방향의 바람이 해빈에 퇴적되어 있던 탄산염퇴적물을 운반하는 역할을 하였으며, 이로부터 연구지역 내의 해안사구가 형성되었다.

3. 사구의 탄산염퇴적물 시료 채취

연구지역 내에서 세 개의 사구를 선택하였으며(제 1, 2, 3사구), 포크레인을 이용하여 사구의 정상부에서부터 기저를 이루고 있는 고토양층까지 단면을 절개하였다. 절개된 사구의 단면을 관찰하고, 최하부인 고토양층에서부터 사구 정상부까지 약 40cm 간격으로 퇴적물을 채취하였다.

또한 협재 해수욕장에서부터 멀어지는 방향으로 연구지역 내를 가로지르며 약 100m 간격으로 13지점의 사구를 택하여 사구의 표층을 약 30cm 정도 판 후, 퇴적물을 채취하였다(Cross A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M).



포크레인으로 사구를 절개하는 모습



절개한 사구의 단면을 관찰하는 모습

4. 사구의 연령측정

사구의 단면에서 뚜렷한 퇴적구조는 관찰되지 않으며, 전반적으로 희미한 수평층리와 사층리가 관찰된다. 방사성탄소연대측정법(Radiocarbon age dating)을

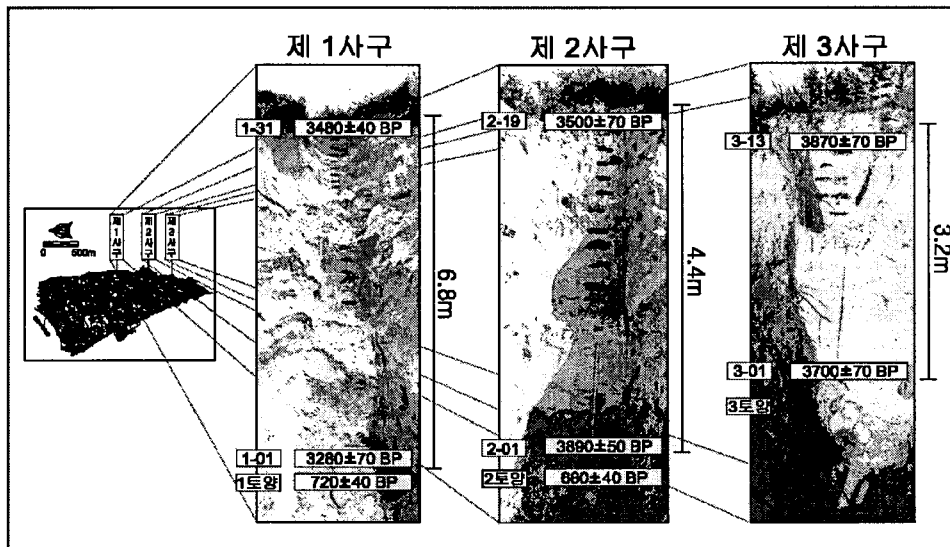
이용하여 절대연령을 측정한 결과, 사구를 이루는 탄산염퇴적물은 3280~3870 BP에 현재 해수욕장 앞 천해에서 형성되어 1차적으로 해변에 퇴적되어 있었으며, 약 680~720 BP에 바람에 의해 재동되어 매우 빠른 속도로 현재의 위치에 퇴적된 것이라고 해석할 수 있다. 탄산염퇴적물이 빠르게 재동된 시기는 고기후학적으로 잘 알려져 있는 전세계가 춥고 바람이 세었던 Little Ice Age (1300~1820 AD)에 해당하는 시기이며, 이러한 당시 기후조건이 퇴적물의 재동에 많은 영향을 주었을 것이라고 생각된다.



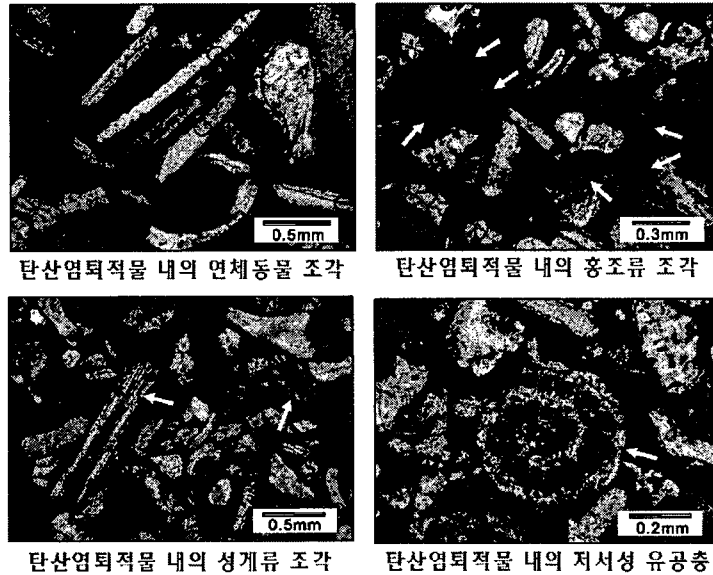
사구의 단면에서
관찰되는 수평층리



사구의 단면에서 관찰
되는 희미한 사층리



5. 사구 내 탄산염퇴적물의 구성성분 변화



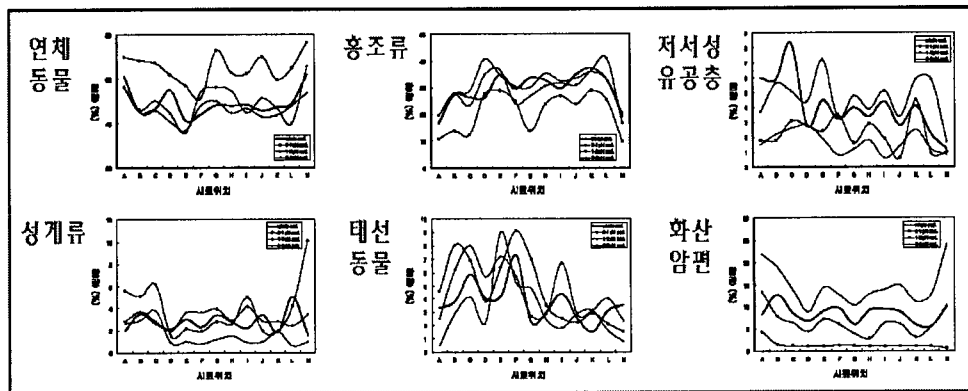
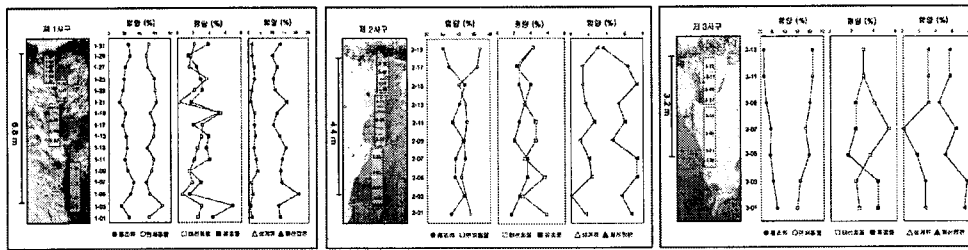
제 1, 2, 3사구의 단면과 Cross A~M에서 채취한 퇴적물 시료를 박편으로 제작한 후, 점분석(point counting)을 실시하여 각 탄산염퇴적물을 이루고 있는 구성성분들의 함량을 파악하였다. 특히 Cross A~M의 경우에는 먼저 체분석(sieving)을 하여 입자들을 125~250 μm , 250~500 μm , 500~1000 μm 의 크기로 분류한 후, 각 입자크기의 퇴적물과 전체퇴적물을 따로 관찰하였다.

탄산염퇴적물을 이루는 구성입자들은 주로 연체동물과 홍조류의 조각이 약 80% 이상을 차지하고 있으며, 그 외에 부수적으로 저서성 유공충, 성게류, 태선동물, 화산암편이 포함되어 있다.

제 1, 3사구에서는 연체동물의 함량이 홍조류의 함량보다 약 2배 가량 많은 반면, 제 2사구에서는 서로 비슷한 함량을 보인다. 사구의 하부에서부터 상부로 갈수록 연체동물과 홍조류의 양은 서로 정확하게 반비례하는 경향을 보인다. 또한 제 2사구에서는 유공충과 성게류도 매우 소량이지만 하나 홍조류의 함량과 반비례하는 경향을 보인다.

Cross A~M에서는 홍조류의 경우, Cross M을 제외하고는 해안가에서 멀어질수록 함량이 조금 증가하여 연체동물의 함량과 서로 반비례하는 경향을 보인다.

다. 반면, 유공충과 태선동물의 경우에는 해안가에서부터 멀어질수록 함량이 조금 감소하는 경향을 보인다. 하지만 전반적으로는 각 구성성분의 함량에 뚜렷한 경향성을 인지하기 어려운 것으로 판단된다.



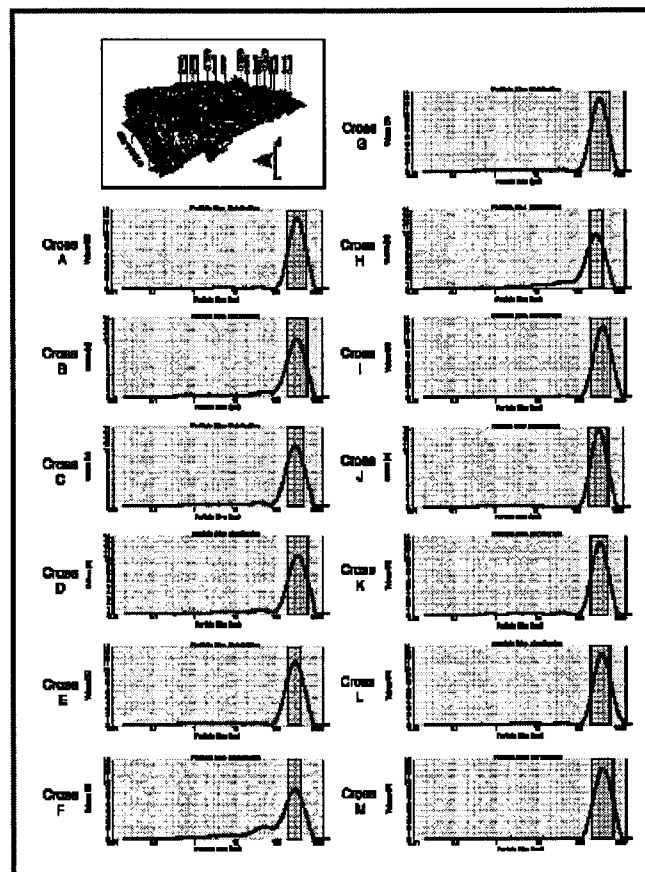
6. 사구 내 탄산염퇴적물의 입도 변화

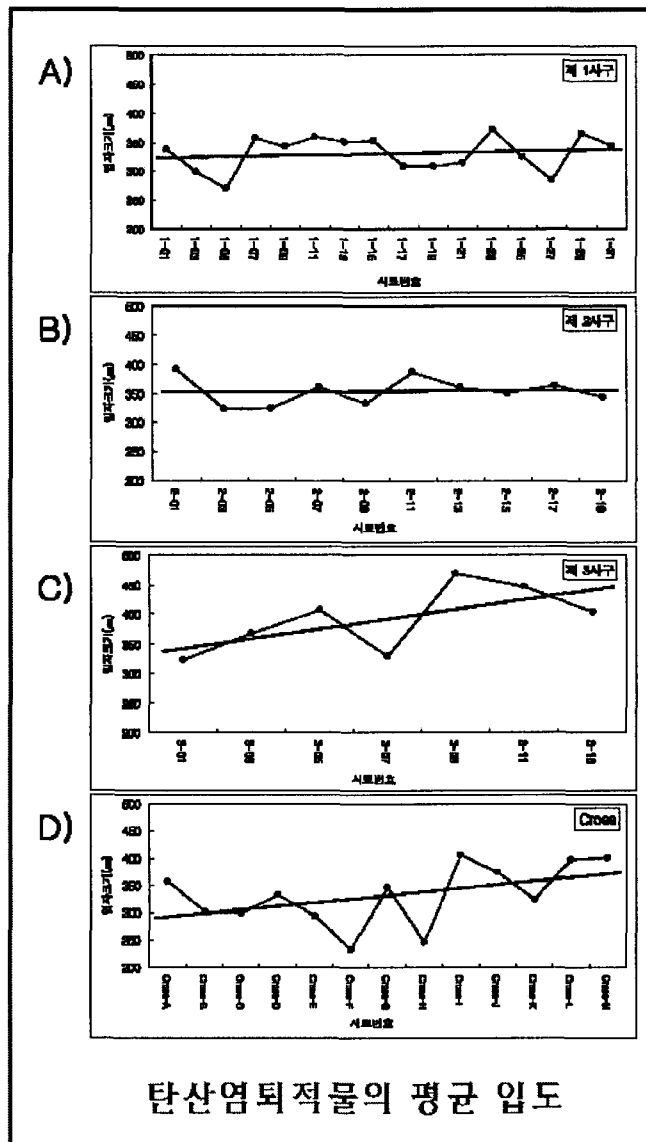
제 1, 2, 3사구의 단면과 Cross A~M에서 채취한 탄산염 시료에 대해 레이저 산란방식을 이용하여 입도분석기 (Laser Particle Size Analyzer)로 분석하였다.

제 1, 2, 3사구의 하부로부터 상부까지 각 탄산염입자의 크기는 거의 변화 없이 일정하게 나타나며, 그 크기는 직경이 0.27~0.4mm인 중립질 모래에 해당한다. 이는 일반적으로 침식이 가장 잘 일어날 수 있는 입자의 크기이며, 주로 이러한 크기의 입자가 해안가로부터 운반되어 사구를 형성한 것으로 생각된다.

Cross A~M에서도 역시 중립질 모래의 크기를 나타내며, 해안가에서 멀어질수록 입자의 크기가 조금 증가하는 경향을 보이는데, 이는 실제로 예측할 수 있

는 것과 반대의 경향을 보여주는 것이다. 하지만 전반적으로 연구지역 내의 사구를 이루고 있는 탄산염입자의 크기는 중립질 모래 크기의 범주를 벗어나지 않는 것을 알 수 있으며, 이는 사구를 이루고 있는 탄산염퇴적물을 운반한 바람의 세기가 어느 정도 일정하였다는 것을 의미한다.





7. 결론

제주도 북제주군 한림읍 협재리에 분포하는 해안사구는 대부분 탄산염퇴적물로 이루어져 있다. 탄산염퇴적물을 이루는 입자들은 연체동물의 각질과 홍조류의 조각이 약 80% 이상을 차지하고 있으며, 그 외에도 부수적으로 저서성 유

공충, 성게류의 조각, 태선동물의 조각과 화산암편으로 이루어져 있다. 이러한 구성성분은 일반적으로 제주도의 해변을 이루고 있는 탄산염 입자의 성분과 크게 다르지 않으며, 보통 온대 지역의 탄산염퇴적물을 주로 이루고 있는 외국의 경우와도 비슷하다고 할 수 있다.

사구를 이루고 있는 탄산염퇴적물과 사구의 기저에 분포하는 고토양층에 대한 절대연령을 분석한 결과, 사구의 연령에 직접적인 증거가 되는 고토양의 연령은 약 680~720 BP로 나타났으며, 탄산염퇴적물의 연령은 3280~3870 BP로 나타났다. 따라서 사구를 이루는 탄산염퇴적물은 현재(2004년 기준)로부터 약 3500년 전에 협재 해수욕장 앞 천해에서 형성되어 1차적으로 해변에 퇴적되어 있었으며, 약 750년 전에 바람에 의해 재동되어 매우 빠른 속도로 현재의 위치에 퇴적된 것이라고 해석할 수 있다. 또한 사구를 이루고 있는 탄산염퇴적물의 연령이 거의 대부분 비슷한 것으로 보아 사구가 매우 단기간 동안에 형성되었음을 알 수 있다. 탄산염퇴적물이 빠르게 재동된 시기는 고기후학적으로 잘 알려져 있는 전세계가 춥고 바람이 세었던 Little Ice Age (1300~1820 AD)에 해당하는 시기이며, 이러한 당시 기후조건이 퇴적물의 재동에 많은 영향을 주었을 것이라고 생각된다.

사구를 이루고 있는 탄산염퇴적물의 입자 크기는 전반적으로 직경이 약 0.27~0.40 mm인 중립질 모래의 크기를 나타낸다. 이는 침식이 가장 잘 될 수 있는 입자의 크기이며, 주로 이러한 크기의 입자들이 협재 해수욕장에서부터 운반되어 연구지역 내의 사구를 형성하였으며, 사구가 형성되는 동안에는 탄산염퇴적물을 운반한 바람의 세기가 어느 정도 일정하게 유지되었던 것으로 판단된다.