

충청남도의 해안사구

강 대 군

충북대학교 시간강사

1. 서론

해안사구는 사빈으로부터 모래를 공급받아 형성되는 지형이다. 사빈은 조차에 비해 파랑의 작용이 활발한 해안에 발달한다. 해안사구는 일반적으로 모래의 공급이 풍부하고 바람이 탁월한 해안에 광범하게 발달된다. 우리나라와 같은 온난습윤한 지방의 해안사구는 대부분 植生으로 덮여 있다. 식생은 해안사구의 발달을 돕는다. 사빈과 해안사구는 海水浴場으로 이용되어 자원으로서의 가치가 높다.

본 연구의 목적은 충청남도의 해안사구를 종합적으로 조사하여 전체적인 특성을 밝히는 것이다. 이 목적을 달성하기 위하여 먼저 해안사구의 물질 구성과 밀접한 관계에 놓여 있는 사빈의 발달양상과 波浪, 潮汐을 고찰하였다. 그리고 바람 및 식생이 해안사구의 발달에 미친 영향에 대하여 살펴보는 한편 해안사구의 이용과 보존, 사구취락 등에 대해서도 알아보았다.

2. 사빈의 형성

충청남도의 해안에는 해수욕장으로 이용되는 사빈이 곳곳에 발달되어 있으며 사빈의 배후에 규모가 큰 해안사구가 나타난다. 砂濱(sandy beach)은 주로 모래가 쌓인 해안퇴적지형으로 파랑의 영향을 직접 받는 부분을 가리킨다. 사빈은 모래의 공급이 안정적이고 풍부해야 대규모로 발달할 수 있다. 충청남도 해안의 사빈은 범이 형성되어 있지 않고 비치페이스로만 이루어져 있다. 포켓비치의 형태로 작은 만입에 발달한 이곳의 사빈에서는 큰 潮差로 인해 潮間帶(inter-tidal zone)가 넓게 드러난다. 이와 같이 조차가 큰 해안에서는 만조시에 바닷물에 잠기고 간조시에 해수면 위로 드러나는 지면이 넓어 潮汐(tide)이 사빈의 발달에도 중요하게 작용한다는 것을 알 수 있다.

그러나 무엇보다도 사빈의 발달에 직접적으로 영향을 미치는 것은 波浪(wave)이다. 해안으로 접근하는 파랑의 크기는 수심에 의해 좌우되며 수심은 해저 및 사빈의 경사와 관련된다. 우리나라의 서해안은 해저경사가 대체로 완만하다. 본 연구지역에서 해수욕장으로 이용되는 사빈은 그 경사가 퇴적물의 입경에 따라 두 가지의 유형으로 나뉜다. 하나는 외해에 개방된 경우로서 사빈의 경사가 하부에서 상부로 점차 변하는 것이고 다른 하나는 그것이 전자보다 상대적으로 급한 사빈의 전면이 평평한 간석지가 펼쳐지는 것이다. 해수욕장으로 개발된 해안의 사빈에서는 물이 들어올 때나 나갈 때 쇄파가 부서지기 때문에 점토가 쌓이지 않는다.

파랑은 해안침식을 일으키기도 한다. 동해안으로는 높은 파고의 파랑이 많이 밀려온다. 그러나 해안침식은 파랑이 약한 서해안에서 활발하게 일어난다. 이는 조차가 크기 때문이라는 가설이 제시되었다(권혁재, 1993). 본 연구지역에서는 파랑이 대조의 고조시에 사빈을 지나 해안사구까지 밀려와 부서진다. 이때 사구의 기저부가 침식을 받으며 그로 인해 해안선이 후퇴한다. 대조차해안(wave-dominant coast)에서는 지형변화가 해면이 가장 높게 상승하는 대조의 만조위에서 활발하게 진행된다. 우리나라의 서해안에서는 고조위가 해면기압과 관련하여 계절적으로 변화한다.

해안침식은 백중사리를 포함한 이상고조시 파랑이 크게 부서질 때 최고조에 달한다. 그래서 사빈은 평상시의 단면이나 구성물질과 폭풍이 지나간 직후의 그것이 다르다. 평상시에 細砂 위주의

모래로 이루어진 것처럼 보이는 사빈도 태풍이 상륙하거나 폭풍이 지나간 후에는 모래가 깎여나간다. 이러한 까닭에 서해안의 해수욕장에서는 해안사구의 침식과 해안선의 후퇴를 막기 위해 시멘트의 구조물로 된 防護壁(sea-wall)을 설치해놓은 것을 널리 볼 수 있다.

3. 바람의 영향

해안사구는 사빈에서 모래가 바람에 날려 그 배후로 운반·퇴적됨으로써 발달하는 지형이다. 바람은 장애물이 없는 島嶼, 海岸, 平野, 山頂에서 강하게 분다. 강풍이 바다를 지나 불어오는 해안지방의 주민들은 이에 대비한 시설과 장치를 다양하게 구축한다.¹⁾ 防風林은 바닷바람을 막기 위해서 마을과 농경지 주위에 조성한 숲인데 바람이 강한 곳에서는 방풍림도 불려오는 모래에 묻힌다.

해안에 쌓인 모래는 풍속이 약 5m/sec에 이르면 바람에 실려 이동하기 시작하고 4.5m/sec이상의 풍속에서는 도약(saltation)을 하면서 운반된다. 해안사구는 탁월풍의 영향을 지배적으로 받으면서 형성된다. 우리나라의 탁월풍(dominant wind)은 겨울의 北西季節風이다. 북서계절풍은 시베리아고기압이 세력을 떨칠 때 위력이 대단하며 이때 풍랑(wind wave)의 波高가 3~4m에 이르면 기상청에서는 파랑주의보를 내보낸다. 서해안은 강풍이 바다 위를 지나오는 동안 해면이 거칠어진다.

충청남도의 해안으로는 겨울철의 북서풍을 제외하면 연중 南西風系列의 바람이 지속적으로 불어온다. 특히 여름에는 남서풍계열의 빈도가 서산과 보령을 중심으로 높아지는 경향을 보인다. 다만 그것은 겨울의 북서풍만큼 강하지 않아서 사구의 발달에 미치는 영향이 제한적이다. 남서풍은 주민의 생활과 정서에도 거의 영향을 미치지 못했다. 그러나 국지적으로는 남서풍이 해안사구의 발달에 직접 기여하기도 하는데 대천해수욕장과 비인만에서 그러한 예를 볼 수 있다.

우리나라 서해안의 해안사구는 주변의 상황에 따라 다양한 형태로 발달하였다. 대표적인 형태에 속하는 유형으로는 많은 모래가 넓고 평평한 땅을 두껍게 덮고 있는 砂丘原(dune field), 사빈과 충적지 사이에 1렬로 형성된 砂丘列(beach ridge), 砂嘴(spit)의 사구 등이 있다.

바람으로 인한 모래의 운반작용은 接地層의 기류(air stream)의 움직임에 달려 있고 기류의 움직임은 지표면의 성질에 따라 달라진다(Carter, Nordstrom and Psuty, 1990). 해안사구에는 바닷물이 미치지 않아 식생이 정착하며 植生은 발아와 성장을 통해 지표면의 요철을 증가시킴으로써 모래의 집적을 돕는다. 사구의 形態는 모래의 집적양상에 의하여 좌우되므로 식생의 種組成과 그 頻度(frequency), 密度(density), 被度(coverage)는 사구의 발달과정에서 중요한 요인으로 작용하는 셈이다(Pye, 1983). 해안사구의 식생은 모래이동을 둔화, 저지시켜 지표의 안정에 기여하기도 한다(Nickling, 1994). 해안사구는 지면이 식생으로 덮여 있으면 안정적인 형태를 유지한다.

4. 식생과 해안사구

식물이 원활하게 생육하려면 빛의 세기와 파장, 온도의 고저, 수분의 함량, 산소와 이산화탄소의 양, 그리고 토양의 비옥도 등 여러가지 요인이 적합해야 하는데 해안사구는 결코 그러한 환경이 아니다. 대신에 수분의 과다한 증발, 窒素를 비롯한 각종 비료분과 치환성 양이온(Exchangeable Metallic Cation)의 부족, 지속적인 바람과 염분예의 노출, 그리고 강한 자외선 등으로 요약되

1) 까대기란 지붕을 연장한, 원래의 처마에 支柱를 세운 후 천막·비닐·유리 등을 이용하여 만들어놓은 외벽을 가리킨다. 이 시설은 도시의 영세한 상점에서도 볼 수 있다. 이것은 원래 가옥의 처마에서 지면까지 임시로 덧붙인 거적을 가리켰던 것으로 가옥의 후면이나 측면에 설치하였다. 가옥의 前面으로 처마를 연장하고 덧대는 시설은 '달개'라 불렀다. 까대기와 遮陽은 다르다. 방풍 내지 방설시설인 까대기를 충청도에서는 '까적', 울릉도에서는 '까추'라고 부른다.

는 특성 때문에 식물의 생육에 불리하다.

형태가 불완전한 유년기의 해안사구는 토층의 분화가 진행되지 않았으며 미립물질의 집적도 이루어지지 못했다. 해안사구의 식생은 이와 같은 惡條件(stress)을 극복하기 위해 생리적, 생식적, 형태적인 면에서 일정한 공통점을 가지고 있다(Crawford, 1989). 해안사구에 처음 침입하는 개척종으로 포복성의 根莖(rhizome)을 가진 초본류가 유리한 까닭은 그 때문이다.

복서계절풍을 직접 받아들이는 서해안지방은 동위도의 내륙지방보다 월평균기온이 약간 높아 해양성기후의 특징을 보이기도 한다. 충청남도 해안의 사구에 갯쇠보리, 순비기나무, 떡갈나무와 같은 상록활엽수림대의 식생이 생육하는 것은 이 지방의 한겨울이 비교적 온화하기 때문이다. 특히 일최저기온이 그다지 떨어지지 않는다는 점은 중요하다.

해안사구의 관목으로 중요한 식생은 해당화이다. 해당화는 낙엽활엽수림대의 해안사구에 생육하는 낙엽관목으로 동북아시아의 冷溫帶와 亞寒帶에 분포하는 북방형 식생이다(김준민·박봉규, 1973). 해당화는 학암포와 구례포, 신두리 등지에서 오늘날에도 패치(patch)狀의 군락으로 나타난다. 暖溫帶(상록활엽수림대)의 해안사구에서는 남방형 관목인 포복성의 순비기나무가 해당화를 대신하는 식생으로 알려졌다. 열매가 두통의 제거에 효험이 있다고 알려진 순비기나무는 신두리의 사구원에서도 드물게 발견된다.

해안사구의 식생은 염분, 영양염류, 습도의 영향과 토양층의 발달정도에 따라 해안선에서 육지 쪽으로 帶狀分布를 보이는 것이 특색이다. 그러나 본 연구지역에서는 전반적으로 인위적인 교란이 심하여 대상분포의 내용이 뚜렷하게 드러나지 않는다(한홍석, 1984). 이에 관해서는 식물생태학적인 정밀한 조사와 연구 외에도 자연지리학적인 접근이 필요하다. 정착의 역사가 오래고 인구가 조밀한 온대지방은 원래의 식생이 무엇이었는지 정확하게 알기가 쉽지 않다. 신두리와 같이 취락이 입지한 해안사구의 식생을 조사·연구할 때는 인간의 간섭을 포함한 식생, 즉 代償植生(substitute vegetation)을 검토하는 태도가 더욱 현실적이고 바람직하다고 하겠다.

한편 식물학에서는 특정한 지역의 식생을 植物相(flora)으로 나타내기도 한다. 식물상은 많은 종이 모여 이루어지는 것이다. 식물학자에 의해 작성되는, 그 지역에 출현한 종에 대한 총목록을 작성하여 병렬적으로 나열하는 양식의 植物誌는 지리학적으로 별 의미를 갖지 못한다. 지리학에서는 식생을 기술할 때 개체보다 개체가 모인 전체적인 구조 또는 가시적인 경관을 중요시한다. 식물은 환경을 예민하게 반영하며 환경의 종합적인 특성을 하나의 相觀(physiognomy)으로 통합·표출하는 능력이 출중하다. 인간에게 영향을 끼치는 동시에 주민생활과 관련되어 있는 식생은 전체로서 하나인 자연환경 자체인 것이지 내용이 막연한 자연식생이나 개체의 수준에서 식물명을 나열하는 식으로 파악할 대상이 아니다.

줄기가 10~20cm 높이로 질긴 통보리사초는 모래이동이 잦은, 기존의 모래층 위에 새롭게 성장하는 모래더미에서 잘 자란다. 쯤보리사초는 통보리사초와 비교하면 줄기의 키가 작고 부드러우며 이삭의 까락이 짧다. 통보리사초와 달리 모래의 이동과 퇴적이 거의 나타나지 않은, 입지가 다소 안정된 해안사구가 생육의 適地이다. 신두리에서도 모래가 두껍게 쌓여서 비고가 높고 지하수위가 낮은 모래더미에는 통보리사초, 모래이동이 적고 비고가 낮아서 지하수위가 높은 부위에는 쯤보리사초가 각각 우점한다.

5. 해안의 물질 구성

해안사구의 모래는 사빈에서 공급된 것이고 사빈의 모래는 하천의 유역분지와 연안의 풍화층, 해저의 각종 쇄설물 등에서 기원한다(Pethick, 1984). 해안의 모래는 특정한 기원지에서 각종 기

2) 지하경 또는 땅속줄기라고도 한다. 땅속에서 줄기를 옆으로 뻗는 특수한 형태인 근경은 지하로는 뿌리, 지표를 향해서는 줄기와 잎을 분기시킨다.

구를 통하여 운반되어 온 것이다. 충청남도의 사빈과 해안사구에서 관찰되는 모래는 일반적으로 원마도(angular~subrounded)가 낮아서 모가 난 것이 특색이다. 모래의 원마도가 낮은 이유로는 기원지에서 퇴적지까지의 이동거리가 절대적으로 짧은 점, 해안으로 접근하는 파랑의 에너지가 강하지 못하다는 점, 편암류의 암석에서 떨어져나오는 입자가 작다는 점 등을 생각할 수 있다.

충청남도 해안의 모래는 대부분 석영으로 구성되었으나 장석질과 중광물, 패각도 포함되어 있다. 그리고 원마도가 낮고 분급이 불량한 편이다. 이는 모래의 공급원이 가깝다는 것을 의미한다. 즉 사빈의 모래와 사구사는 기원지에서 단거리를 이동한 후 현재의 위치에 쌓인 것으로 생각된다. 충청남도 연안은 해저경사가 극히 완만하고 수심이 거의 대부분 10m 미만이어서 해안으로 밀려오는 파랑의 에너지수준이 낮다. 특히 상부 사빈의 모래는 대조시에만 파랑의 작용을 겨우 받는다. 본 연구지역의 모래는 화강암류에서 기원하는 것을 제외하면 입경이 아주 작은 것이 특징이다. 충청남도 해안지방의 기반암은 주로 서산층군을 비롯하여 경기편마암복합체, 남포층군 등 중립 내지 미립의 퇴적암 또는 변성퇴적암으로 이루어져 있기 때문이다.

충청남도 해안에는 육상과 바다에 모두 적색의 사질퇴적층이 널리 나타난다. 육상에 분포하는 적색의 퇴적층은 자갈을 포함하고 있지 않아 최후간빙기의 해안사구라고 판단된다. 반면에 사빈에 묻혀 있는 적색의 퇴적층은 자갈과 점토를 포함하고 있어 퇴적환경이 육상의 그것과는 달랐음을 알 수 있다. 최후간빙기에 해안퇴적층을 형성하고 있던 현재의 古砂丘는 간빙기와 최후빙기를 거치면서 다양한 토양구조를 포함하게 되었다. 충청남도의 사빈에는 모래가 풍부하지 않은 데도 학암포와 신두리, 마집포, 비인만 등지에 해안사구가 광범하게 발달한 까닭은 플라이스토세충이 현생사구(Holocene Coastal Sanddune)의 기저부에 두껍게 형성되어 있기 때문이다.

참고문헌

- 권혁재, 1975, "한국의 해안지형과 해안분류의 제문제," 교육논총, 제1집, 고려대 교육대학원, pp. 73~88.
- _____, 1977, "주문진~강릉간의 해안지형과 해빈퇴적물질," 교육논총, 제7집, 고려대 교육대학원, pp. 45~58.
- _____, 1981, "태안반도와 안면도의 해안지형," 사대논집, 제6집, 고려대 사범대학, pp. 261~287.
- _____, 1993, "서해안의 해안침식," 사대논집, 제18집, 고려대 사범대학, pp. 137~155.
- 박경, 1987, "천리포 사구내의 적황색퇴적층에 관한 연구," 서울대 대학원 석사학위 논문, 54 pp.
- 박동원·유근배, 1979, "우리나라 서해안의 사구지형," 지리학논총, 제6호, 서울대 지리학과, pp. 1~10.
- 박승필, 1981, "한반도 후빙기 해변변동에 관한 연구 -황해안을 중심으로," 지리학논총, 제8호, 서울대 지리학과, pp. 11~22.
- 서종철, 2000, "서해안 신두리 해안사구의 지형변화와 퇴적물 수지," 서울대 대학원 박사학위 논문, 96 pp.
- 오경섭, 1989, "Bt-band의 형성과정," 제4기학회지, 제3권, pp. 35~45.
- _____, 오선화, 1994, "금강과 만경강 역과 모래의 비교연구," 한국지형학회지, 1-2, pp. 103~124.
- 유호상, 2001, "겨울철 모래 이동과 전사구의 지형변화 -신두리 해안사구지대를 사례로-, " 서울대 대학원 석사학위 논문, 105 pp.
- 조화룡, 1990, "한국의 토탄지 연구," 대한지리학회지, 제41호, pp. 107~127.
- 한태홍, 1993, "제주도 연안 해빈과 사구에 관한 연구," 경희대 대학원 박사학위 논문, 136 pp.
- 한홍석, 1984, "비인만 해변의 환경구배에 따른 식물분포에 관한 연구," 공주사대 교육대학원 석

사학위 논문, 30pp.

- 荒券 孚, 1976, “波・沿岸流・風の作用と海岸地形,” 自然地理調査法, 朝倉書店, 東京, pp. 211~225.
- 籠頼良明, 1978, 地図讀解入門, 古今書院, 東京. 118 pp.
- _____, 1988, 改訂増補 地図讀解入門 MAP INTERPRETATION, 古今書院, 東京. 126 pp.
- 尾留川正平, 1981, 砂丘の開拓と土地利用 : 付. テルタと高距限界地帯の開発, 二宮書店, 東京, 271 pp.
- Bird, E. C. F., 1969, *Coasts*, MIT. Press, Cambridge, 246 pp.
- Birkeland, P. W., 1984, *Soils and Geomorphology*, Oxford Univ. Press, Oxford, 372 pp.
- Carter, R. W. G., 1988, *Coastal Environments*, Academic Press, London, 617 pp.
- Chapman, V. J., 1964, *Coastal Vegetation*, Pergamon Press, Oxford, 245 pp.
- Davies, J. L., 1977, *Geographical Variation in Coastal Development*, 2nd ed., Longman, London,
- Davis, R. A. Jr., 1985, *Coastal Sedimentary Environments*, 2nd ed., Springer-Verlag, New York, 716 pp.
- Edlin, H. L., 1976, “The Culbin sands,” in Leniham, J. and W. W. Fletcher(eds.), *Reclamation*, Blackie, Glasgow, pp. 1~31.
- Hails, J. R., 1977, “Applied Geomorphology in coastal-zone planning and management,” in Hails, J. R.(ed.), *Applied Geomorphology*, Elsevier, Amsterdam, pp. 317~362.
- King, C. A. M., 1959, *Beaches and Coasts*, Edward Arnold, London, 403 pp.
- Komar, P. D., 1976, *Beach processes and Sedimentation*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 429
- Krinsley, D. H. and J. C. Doornkamp, 1973, *Atlas of Quartz Sand Surface Textures*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 91 pp.
- Kwon, H. J., 1969, “Barrier Islands of the Northern Gulf of Mexico Coast : Sediment Source and Development,” *Coastal Studies Series*, No. 24., LSU. Press, Baton Rouge, 51 pp.
- Nickling, W. G., 1994, “Aeolian sediment transport and deposition,” in Pye, K.(ed.), *Sediment Transport and Depositional Processes*, Blackwell Scientific Pub., Oxford, pp. 293~350.
- Nordstrom, K. F., N. P. Psuty and R. W. G. Carter(eds.), 1990, *Coastal Dunes - form and process* -, John Wiley & Sons, New York, 392 pp.
- Pethick, J. S., 1984, *An Introduction to Coastal Geomorphology*, Edward Arnold, London, 260
- Pettijohn, F. J., P. E. Potter and R. Siever, 1987, *Sand and Sandstone*, 2nd ed., Springer-Verlag, New York, 553 pp.
- Pye, K., 1983, “Coastal dunes,” *Prog. in Phys. Geog*, 7, pp. 531~557.
- Pye, K. and H. Tsoar, 1990, *Aeolian Sand and Sand Dunes*, Allen & Unwin, London, 396 pp.
- Ranwell, D. S., 1972, *Ecology of salt marshes and sand dunes*, Chapman & Hall, London, 258
- Ritchie, W., 1972, “The evolution of coastal sand dunes,” *Scottish Geographical Magazine*, 88, pp. 19~35.
- Short, A. D. and P. A. Hesp, 1982, “Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia,” *Marine Geol.*, 48, pp. 259~284.
- Skinner, B. J. and S. C. Porter, 1992, *The Dynamic Earth*, John Wiley & Sons, New York,
- Steers, J. A., 1953, *The Sea Coast*, Collins, London, 276 pp.
- Yoshino, M. M., 1975, *Climate in a small area, an Introduction to Local Meteorology*, Univ. of Tokyo Press, Tokyo, 549 pp.
- Zenkovich, V. P. 1967, *Processes of Coastal Development*, John Wiley & Sons, New York, 738 pp.