

동해안 해빈(노봉 해빈) 환경의 Overwash Mark 퇴적물의 조직 특성

박용안 · 최경식 · 김수정

서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부

Textural Characters of the Overwash Mark Sediments on the Berm of the Nobong Beach Environment, East Sea of Korea

Yong A. Park, Kyung S. Choi and Su J. Kim

*School of the Earth and Environmental Sciences, College of Natural Sciences,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea*

요 약

우리나라 동해안 노봉 해빈 (Nobong Beach)의 남측에 해당하는 해빈 퇴적층 (체)에 대한 3년 동안의 동력적 계절 변화 (dynamic beach cycle) 연구의 수행 과정에서 관찰된 해빈 Overwash Mark와 이러한 Overwash 퇴적물의 조직 성질 (textural character)을 규명하였다. Overwash Mark 퇴적물 (OMS)의 조직 성질 또는 특징을 규명하기 위하여 OMS가 발달되는 해빈 환경 구분으로서의 Backshore (berm)와 Swash zone에서 퇴적물을 채취하여 입도 분석과 광물 성분 분석 및 구형 - 원마도를 측정하였다. 서로 다른 동력 환(파랑의 영향)에 지배되는 해빈 퇴적물의 퇴적 조직 특성은 해빈 동력 환경을 좀더 자세히 이해하고 해석하는데 중요한 요인(factor)인 바, OMS 조직 특성 분석 결과의 하나로서 Swash - backwash → Berm → Overwash mark의 순으로 퇴적물의 입자가 조립화(increasing of coarse-grained particle)되는 경향을 제시한다.

ABSTRACT

During the last three years (1997~2000), a research project of beach dynamic environmental process and dynamic nature of the Nobong Beach, East Sea of Korea has been carried out for a better understanding of beach cycle (winter and summer). In fact, however, this paper deals with a particular feature of beach dynamics, that is, overwash process of overwash water and its sediments. The overwash mark sediments (OMS) are analyzed to understand various textural characters.

서론

우리나라 반도 지형의 해안선과 바다를 해양학적으로 관찰할 때, 동해, 서해 및 남해는 각각의 연근·해안 환경의 특징과 환경요소를 나타낸다. 특히 동해는 1 m 미만 (평균 60 cm 내외)의 소조차 해안과 파랑 우세 해안을 나타낸다. 고성, 속초, 강릉, 동해 및 포항에 이르기까지 동해안의 해안·연근 해역은 파랑 우세의 해변 동력작용에 의하여 지배되는 해안이며, 이에 따른 동해안에는 수많은 해변 퇴적층의 발달이 가능한 것으로 해석된다. 해변 동력작용 (beach dynamic process)은 파쇄대 (breaker zone), 서프대 (surf zone) 및 스위시-백워시대 (swash-backwash zone)로 구분되어 관찰되고 분석되는 바, 본 연구의 결과는 스위시-백워시대의 밀어 쳐올림 물 흐름과 이 물의 넘쳐흐름 즉, 범정부 (berm crest)를 넘어서 흐르는 물의 한계와 이에 따른 퇴적물 운반·퇴적 현상 (overwash mark sediments)을 관찰한 내용과 소위 OMS의 퇴적조직 성질 (textural nature)을 해석한 것이다.

연구방법과 자료

강원도 동해시 노봉 해변의 남부에 해당하는 본 연구 대상지는 1998년부터 시작되어 3년에 걸친 해변 계절 변화 (beach cycle) 연구의 해역 인 바, 본 연구 수행의 방법은 해변 단면 (beach profile)

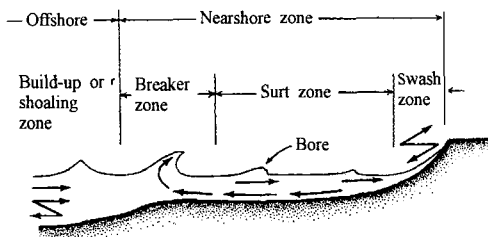
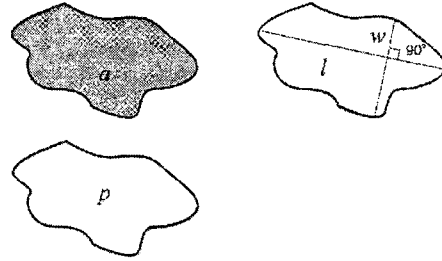


Fig. 1. Major environments and beach processes in the beach and nearshore zone (Komar, 1976).



a : area, p : perimeter, l : length, w : width

$$\text{Elongation: } E = \frac{l}{w}, \text{ Sphericity: } S = \frac{4a\pi}{p^2}$$

$$\text{Roundness: } R = \frac{4a}{l^2\pi}$$

Fig. 2. Diagram showing particle shape factors and shape (Joyce-Loebl, 1988; Yonekawa et al., 1996)

의 관측에 따른 부가적 관찰, 사진 촬영 및 OMS의 채취 등이 야외에서 수행되었고 퇴적물의 입도 분석, 성분 분석 및 구형-원마도 분석 (image analysis)은 실내에서 수행되었다. 구형-원마도 분석에 사용된 현미경은 Nikon SMZ-U이다.

본 연구를 위한 해변 환경의 구분 (subenvironment)은 Paul D. Komar (1976)에 의한 구분이며, 그 내용은 Fig. 1과 같다.

쇄설 퇴적입자의 shape factor에 근거한 roundness, sphericity, elongation의 정성적 특성은 고성능 쌍안 현미경 (Nikon SMZ-U)에서 관찰된 화상 (image)이 이치화 (digitized)되고 화상 분석 프로그램 (BM Plus Program)을 통하여 이루어졌다.

Fig. 2는 Joyce-Loebl (1988)과 Yonekawa et al. (1996)에 의한 shape factor를 제시한다.

결과

스위시대 (swash zone)의 밀어쳐올림 흐름

Fig. 3은 스위시대에서의 밀어쳐올림 흐름 (수 mm 또는 수 cm 두께의 물 흐름)의 모습을 나타낸다. 이러한 스위시대에서의 물 흐름은 Fig. 1에



Fig. 3. Swash zone and upflow waters in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

서 제시된 내용과 같이 파쇄대 (breaker zone)로부터 해변쪽으로 흐르는 물의 흐름에 연관된 것으로 해변의 범정부 (berm crest)에서 소멸된다. 그런데 너울 파도 (shoaling wave 또는 swell)가 일시적이고 순간적인 바람의 영향으로 평균적인 속도의 물 흐름보다 더 빠른 속도로 스위시대로 흐르는 경우, 밀어쳐올림의 흐름은 범정부를 넘어서 후안 (backshore) 쪽으로 퍼진다. 이러한 현상을 넘쳐흐름 (overwash)이라 한다.

Fig. 4는 넘쳐흐름 (overwash flow)의 작용에 기인한 퇴적물의 운반·퇴적 결과이며 이러한 퇴적물의 줄무늬 기록을 overwash mark sediment (OMS)라고 한다. 이 OMS는 주변의 퇴적물보다 상대적으로 매우 조립질 (coarse grain)이며, 또한 OMS의 성분은 주위의 퇴적물 성분과 큰 차이가 있음을 관찰하였다.

밀어쳐올림 흐름 (swash upflow)의 속도는 1.21 m/sec에서 1.87 m/sec의 범위임이 관측되었으며,



Fig. 4. Overwash mark and its sediments in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

이것의 평균 속도는 1.47 m/sec로 밝혀졌다. 이러한 밀어쳐올림의 속도는 넘쳐흐름 (overwash flow)의 속도보다는 낮은 것으로 해석되는 바, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 및 Fig. 7의 입도 특성을 해석하면, OMS의 퇴적물을 운반한 넘쳐흐름의 속도는 1.47 m/sec 보다 더 큰 정성적 속도에 달하는 것으로 해석된다.

OMS 성분과 입도 특성

Fig. 5에 제시된 바와 같이 OMS의 입자는 8 mm (pebble 입자 범위)에서 0.36 mm (medium sand 입자 범위)에 이르는 조립질 입자이며 평균 입자는 1.44 mm이고 분급도는 0.45의 값이다. 그러나 Fig. 6과 Fig. 7에 제시된 조직 특성은 OMS의 조직 특성과는 큰 차이를 나타낸다. 즉, 범 퇴적물 (berm sediment)은 0.5 mm에서 0.125 mm에 이르는 입도 범위이며 평균 입자는 0.36 mm이고 분급도는 0.81 값을 나타낸다. 또한 스위시대의 퇴적물 (swash sediment)은 0.35 mm의 평균 입자와 0.82의 분급도를 나타낸다. 결과적으로 OMS (overwash mark sediment)은 범 퇴적물과 스위시 퇴적물보다 조립질이며 분급도가 낮은 것이 분명하다.

Fig. 8은 OMS의 광물 성분 분석 결과를 제시한 것인데, 1 mm 이상의 조립 입자들은 조개 파편 (shell)과 암편 (rock fragment)이 우세하며 0.5 mm 이하의 세립 입자들은 석영과 장석 입자로 구성되어 있다. 그러나 범 퇴적물과 스위시 퇴적물의

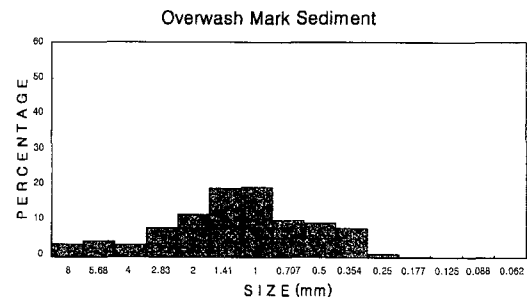


Fig. 5. Grain size analysis of overwash mark sediments in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

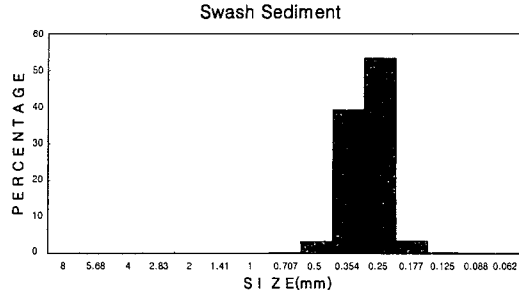


Fig. 6. Grain size analysis of berm sediments in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

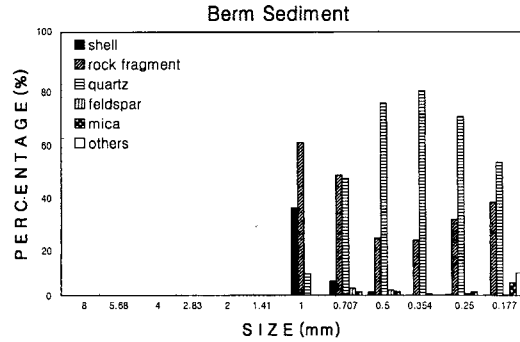


Fig. 9. Mineral composition of berm sediments in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

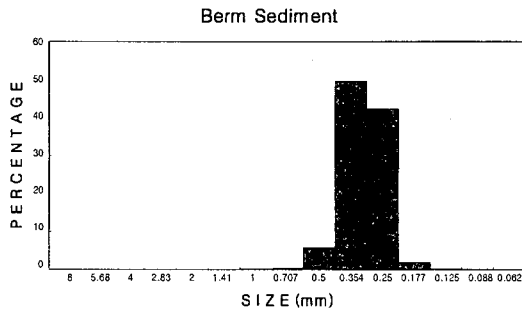


Fig. 7. Grain size analysis of swash sediments in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

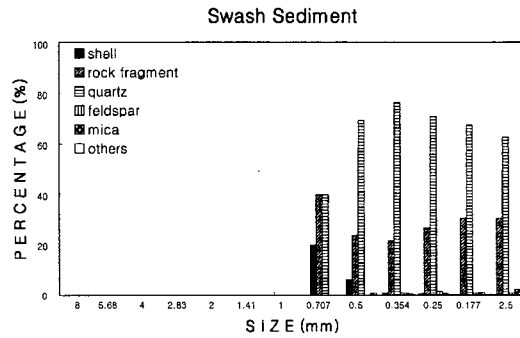


Fig. 10. Mineral composition of swash sediments in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

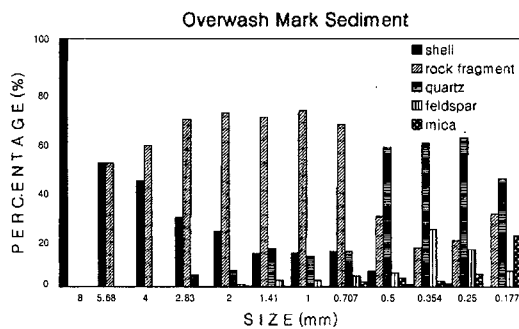


Fig. 8. Mineral composition of OMS in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

성분은 Fig. 9와 Fig. 10의 내용과 같이 조개 파편은 매우 적은 양이며 석영은 매우 우세한 성분이다.

OMS의 Particle Shape 특성

쇄설 퇴적 입자의 조직 성질 (textural property)의 여러 요인 중에서 쇄설 입자 (clastic particle)의 모양 (shape)은 물리적 동력 조건의 영향을 해석하는데 중요한 요소가 되는 바, 본 연구의 대상 표품인 OMS의 특성을 분석하였다. Fig. 11과 Fig. 12는 OMS와 스위시 퇴적물의 sphericity와 elongation의 쌍도표이다. 스위시 퇴적물은 넘쳐 흐름 (overwash flow)에 의하여 운반되므로, OMS와 스위시 퇴적물의 shape 특성이 각각 차이를 나타내야 한다고 제의된다. 결과적으로 Fig. 11과 Fig. 12의 내용을 분석하여 보면 스위시 퇴적물의 sphericity는 전체적으로 OMS의 sphericity보다 높은 값을 나타낸다. 그러나 OMS의 elongation은

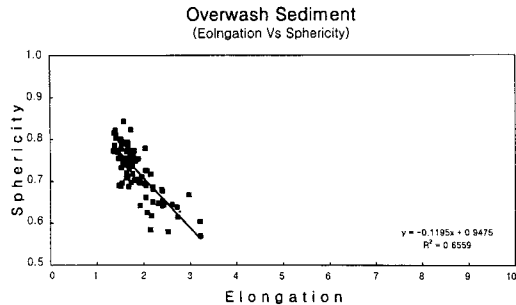


Fig. 11. Pair diagram showing sphericity vs elongation of OMS in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

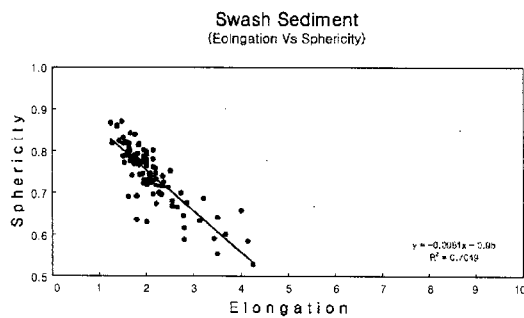


Fig. 12. Pair diagram showing sphericity vs elongation of swash sediments in the Nobong Beach, East Sea of Korea.

평균적으로 스위시 퇴적물의 elongation보다 낮은 값을 나타낸다. 이러한 OMS의 shape 특성은 스위시대 (swash zone)에서의 밀어쳐 올림의 흐름 영역에서 넘쳐 흐름 (overwash flow)의 영역으로 전이되는 순간에 쉽게 뜬짐화 (suspended load)되는 기작임을 의미한다.

토의와 결론

우리 나라는 11,548 km의 긴 해안선을 가지고 있으며 3면의 바다로 둘러싸인 반도이다. 제4기 후기 현세 (Holocene)의 간빙기 초기부터 상승한 현재의 해수면은 서해, 남해 및 동해안에서 각각 다른 해안 환경을 지배하고 있다. 특히 동해안에는

크고 작은 석호 (lagoon), 사주 (spit), 해안 사구 및 해변 (beach) 등의 파랑 우세 해안 환경이 다양하게 분포되어 있다.

본 연구는 강원도 동해시 노봉 해변 남부에 해당하는 해변 퇴적층의 계절적 해변 윤회 (beach cycle) 연구 수행 중에 관찰된 overwash mark의 뚜렷한 해변 퇴적 작용과 이에 관한 퇴적 조직 특성을 해석하려는 목적의 연구이다. 이러한 OMS의 자연 현상을 관찰하고 이에 관한 퇴적학적 연구를 수행한 사례 (case study)가 전무하므로, 비교 해석이나 토의 내용이 빈약한 것이 사실이다.

본 연구의 결론은 동해안의 수 많은 해변 퇴적체 (층)와 해변 동력 작용에 관한 해양 퇴적학적 연구의 필요성이 강조되는 것이며 OMS의 조직 특성 (입도 분석, 구형도 분석, 성분 분석)과 광물 성분이 밝혀진 데 있다.

사 사

본 연구의 수행에 있어 매우 중요한 야외 현장에서 많은 도움을 준 서울대학교 동해 해양연구센터의 최영순 사무원에게 감사의 뜻을 표한다. 또한 교육부 대학 부설 연구소 연구 과제 지원금 (과제 번호 97-133)은 본 연구 수행을 가능하게 하였다.

참고문헌

- Joyce Loeble Ltd. 1988. *Magiscan Genias User's Guide*. UK.
- Komar, P. D. 1976. *Beach processes and sedimentation*. Prentice-Hall Englewood Cliff, NJ, 429 pp.
- Yonekawa, S., Sakai, N. and Kitani, O. 1996. Identification of idealized leaf types using simple dimensionless shape factors by image analysis. *Transactions of the ASAE* 39, 1525-1533.

(Accepted : May 8, 2000)