

海雲臺 海濱의 海水循環系와 漂砂移動에 관한 研究

정병철¹⁾, 강효진²⁾

I. 서 론

현재 해운대 해빈의 사빈이 유실되고 있지만, 이에 대한 연구는 미흡한 상태에 있다. 또한 현장 관측자료의 결핍으로 해운대 해빈 부근의 해수순환패턴과 표사이동을 포함한 해빈변형기작의 규명이 곤란하다. 따라서 해안선 부근의 파랑을 관측하여 실제 현장에서의 연안류 및 연근해 해수순환계의 존재를 밝히고, 그와 관련하여 해안선 부근의 표사이동 양상을 밝히고자 한다.

해운대 해빈에서 파랑의 물입자 운동을 관측하기 위하여 3, 5, 8, 10월에 11, 8, 7, 12개의 정점을 정하여 유속을 측정하였다. 유속을 x-y방향 성분 벡터로 측정할 수 있는 2 방향 전자기 유속계 (electro-magnetic current meter)를 사용하여 항상 x 방향은 유속의 해안선에 평행한 성분, y 방향은 해안선에 수직인 성분을 측정하였다.

II. 자료의 분석 및 결과

3월에 관측한 유속을 살펴보면, 해안선의 수직방향 유속은 파라다이스 호텔의 전면부에서 외해로 약 100cm/sec로 흘러나가는 것을 볼 수 있으며 글로리 콘도 앞부분에서는 거의 0에 가까운 것을 볼 수 있다. 해안선의 평행방향 유속을 보면 파라다이스 호텔의 전면부 부근에서 약 100cm/sec를 가지고 동에서 서로 흘러가는 것을 볼 수 있고, 다른 정점에서의 유속들은 거의 0에 가까운 것을 나타낸다.

5월에 관측한 유속을 보면, 파라다이스 호텔 전면부에서는 해안선에 수직인 방향의 유속과 평행한 방향의 유속이 각각 25cm/sec와 50cm/sec 정도 되는 평균류가 존재함을 알 수 있고, 해안선에 수직인 방향의 유속은 약 20초 정도의 장주기 진동에 덧붙여 잔물결들이 일어나고 있는 것을 볼 수 있다. 해안선에 평행한 방향의 유속 성분은 입사파에 의한 고주파의 진동에 덧붙여 약 50초 정도 되는 장주기 진동을 나타내고 있다. 글로리 콘도 전면부에 위치하고 있는 정점들에 대한 유속의 해안선에 수직인 방향 성분과 평행한 방향 성분은 파도의 조건들은 대단히 불규칙한 형태를 나타내고 있고 또한 많은 잔물결들이 합성되어 있는 것을 볼 수 있다.

8월의 유속을 살펴보면, 파라다이스 호텔 부근에서 해안선에 평행한 방향의 유속 성분은 해안선에 수직 방향의 성분과 거의 유사한 주기로 물입자 운동을 하고 있으며 약 10cm/sec의 약한 평균류가 서쪽으로 흐르고 있는 것을 나타내고 있다. 글로리 콘도 부근의 정점들에 대한 해안선에 수직인 방향의 유속 성분과 평행한 방향의 유속 성분은 약 15초의 주기를 가진 파들이 입사하고 있는 것이 보이고 있으며, 또한 저주파수의 장주기의 진동이 해안선에 수직 방향의 유속 성분에서 나타나고 있다. 해안선에 평행한 방향의 유속 성분은 해안선에 수직인 방향의 유속 성분과 같이 약 15초 주기의 진동이 보이고 약 25cm/sec의 서에서 동으로 흐르는 평균류가 나타나고 있다.

해운대 해빈에서 10월에 관측한 유속을 살펴보면, 파라다이스 호텔 전면부에서 파의 진행 방향인 해안선의 수직방향 성분은 그 유속의 진폭이 약 50 cm/sec 정도로 불규칙한 파형을 이루면서 왕복운동을 하고 있다. 그러나 해안선에 평행한 방향의 유속은 25cm/sec 정도로 역시 불규칙하게 왕복운동

1) 한국해양대학교 해양공학과

2) 한국해양대학교 해양공학과

을 하고 있다. 또한 수직방향 유속 성분과 수평방향의 유속 성분들은 입사파에 의한 고주파수의 진동에 덧붙여 저주파수의 장주기 진동이 약하게 존재하고 있는 것을 알 수 있다.

III. 해운대 해빈의 흐름 패턴 및 해빈변형

연안역에서 연안류는 해안선에 어느 예각을 갖고 입사하는 파에 의해서 발생할 수 있다. 연안류를 예측하는 관계식은 몇몇 식들이 존재하지만, 본 논문에서는 Komar(1976)에 의해 제시된 연안류의 관계식을 사용하여 해운대 해빈에서 관측한 유속과 비교하였다.

$$\overline{v_l} = 2.7 u_m \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (1)$$

여기서 α_b : 해안선과 쇄파 파봉선이 이루는 각도

$$u_m = \left(\frac{2 E_b}{\rho h_b} \right)^{1/2} : \text{기파역에서 계산된 최대 파궤적 속도}$$

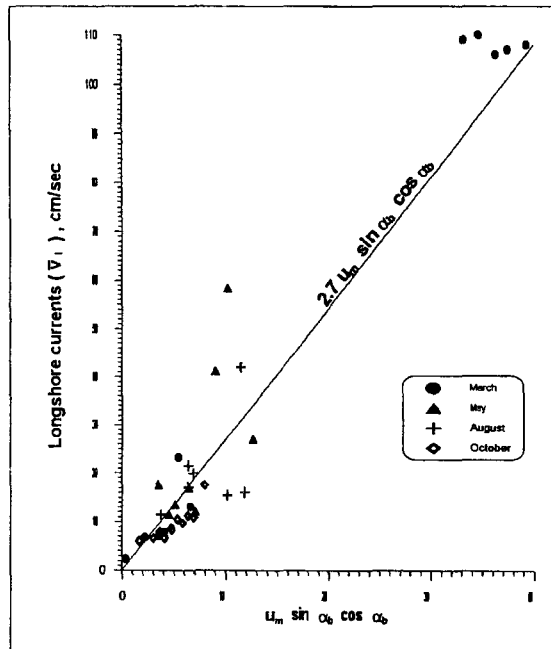


Fig 1. Comparison of observed longshore currents and predicted longshore currents [from Komar(1976) longshore current relationships].

해운대 해빈에서 관측한 해안선에 평행한 방향의 유속 성분과 Komar에 의해 제시된 연안류의 관계식인 식(1)과의 비교를 Fig.1에서 보여주고 있다. 해운대 해빈에서 관측한 해안선에 평행한 방향의 유속과 Komar에 의해 제안된 연안류의 관계식인 식(1)을 비교해 보면 전체적으로 유사한 경향을 보여주고 있다. 그렇지만 몇 개의 데이터는 Komar의 관계식에 맞지 않은 데이터가 존재하고 있는데, 이것은 해안선과 쇄파 파봉선이 이루는 각도인 쇄파각 측정의 어려움과 연안사주 및 trough가 존재하는 해저 지형적인 조건에 의한 것으로 생각된다. 따라서 해운대 해빈에서 기파역의 연안류의 속도

를 예측하는데 있어 Komar의 연안류 관계식인 식(1)를 사용하여 예측 가능한 것으로 생각된다.

해안선에 예각으로 입사한 파도는 부서지면서 연안류를 발생시키고, 연안류는 연안 퇴적물수송(longshore sediment transport)을 이르게 해안에 침식(erosion)이나 퇴적(deposition)을 발생시킨다. 해안선의 침식 및 퇴적문제를 파악하기 위해서는 해안선 부근의 흐름 패턴이 연구되어야 한다. 본 연구에서는 해운대 해변에서 관측한 유속과 기파역의 파라메타들을 가지고 해운대 해변의 흐름패턴을 분석하고, 다음 식을 이용하여 퇴적물수송율(sediment transport rate)를 계산하였다.

$$P_l = (ECn)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2)$$

$$Q_s = 6.8 P_l \quad (3)$$

여기서 P_l : 에너지 전달율(wave power 혹은 energy flux)

Q_s : 석영모래(quartz sand) 성분의 부피 이동율

3월, 5월, 8월, 그리고 10월에 해운대 해변에서 관측한 흐름들은 해변의 동쪽부분에서 전체적으로 동에서 서로 흐르는 흐름들이 존재하고, 서쪽 부분에서는 전체적으로 서에서 동으로 흐르는 흐름들이 존재하고 있다(Fig. 2). 흐름의 크기는 해변의 서쪽보다는 동쪽부분이 매우 큰 것을 볼 수 있으며, 3월과 8월이 5월과 10월에 비해 큰 것을 볼 수 있다.

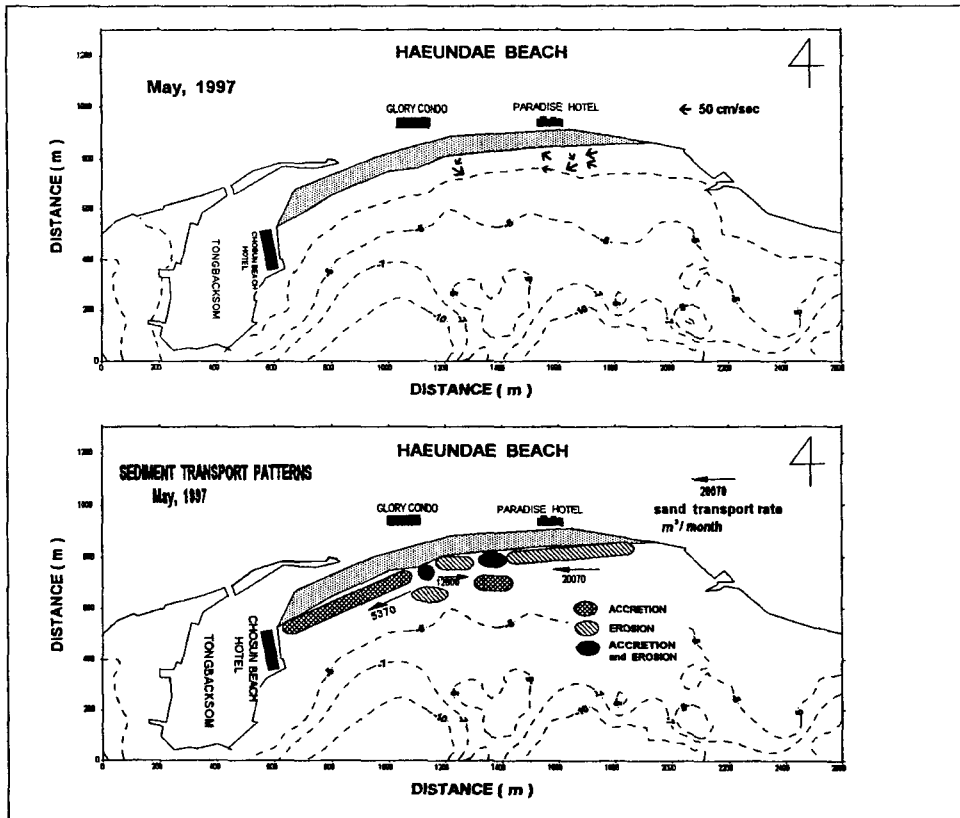


Fig.2. Velocity distribution of wave-induced current and sediment transport patterns at the Haeundae Beach in May, 1997.

해운대 해변에서 연안류에 의해 일어나는 연안퇴적물수송은 해변의 동쪽부분에서는 동에서 서로 이동하고 있으며, 서쪽부분에서는 서에서 동으로 이동하고 있는 것을 볼 수 있다. 3월과 5월은 연안 퇴적물수송의 전체적인 방향이 동에서 서로 이동하는 형태를 나타내고, 8월과 10월은 서에서 동으로 이동하는 형태를 나타내고 있다. 그러나 연안퇴적물수송량을 보면, 동에서 서로 이동한 퇴적물수송량은 3월이 다른 달보다 매우 많으며, 서에서 동으로 이동하는 퇴적물수송량은 8월이 다른 달보다 상당히 많은 것을 볼 수 있다.

해운대 해변은 3월과 5월에 동에서 서로 이동하는 연안퇴적물수송이 일어나고, 8월과 10월에 서에서 동으로 이동하는 연안퇴적물수송이 일어나고 있다. 그 양은 3월과 5월이 8월과 10월보다 상당히 많은 것을 볼 수 있다. 그래서 연안류에 의해 일어난 연안퇴적물수송이 해변의 동쪽부분에서 해안선의 후퇴를 일으키고, 해변의 서쪽부분에서 해안선의 전진을 일으키는 것으로 여겨진다. 그러나 해변의 동쪽은 침식이 계속되고 있으나 해변의 서쪽은 퇴적이 동쪽에서 일어나고 있는 침식만큼 일어나지 않고 있다. 그것은 해변의 중간부분에서 외해로 흘러나가는 이안류에 의해서 퇴적물이 외해로 유출되거나 서쪽 벽면을 따라 외해로 유출되어 일어나는 것으로 생각된다.

IV. 결 론

기파역에서 해변침식의 한 원인인 연안류를 예측하기 위해, 관측한 유속 중 해안선에 평행한 방향의 유속과 Komar에 의해 제시된 연안류 관계식인 식(1)을 비교하였다. 관측한 유속들이 식(1)와 상당히 일치하는 것으로 봐서 해운대 해변에서 식(1)을 사용하여 예측 가능한 것을 여겨진다.

3월과 5월에 관측한 흐름들을 보면, 해변의 동쪽부분인 파라다이스 호텔 부근에서 동에서 서로 이동하는 연안류와 서에서 동으로 이동하는 연안류, 그리고 해변의 중간부분에서 외해로 흘러 나가는 이안류가 존재하는 것을 볼 수 있다. 8월과 10월에 관측한 흐름들은 글로리 콘도 부근에서 서에서 동으로 이동하는 연안류가 존재하는데 이 흐름의 속도는 그리 크지 않았으며, 또한 파라다이스 호텔부근에서 외해로 흘러나가는 이안류가 존재하는 것을 볼 수 있다.

해운대 해변에서 연안류에 의한 연안퇴적물수송의 패턴을 보면, 3월과 5월에 동에서 서로 이동하는 연안퇴적물수송이 상당히 많이 일어나고, 8월과 10월에 서에서 동으로 이동하는 연안퇴적물수송이 일어나고 있다. 그 양은 3월과 5월이 8월과 10월보다 상당히 많은 것을 볼 수 있다. 그래서 연안류에 의해 일어난 연안퇴적물수송이 해변의 동쪽부분에서 해안선의 후퇴를 일으키고, 해변의 서쪽부분에서 해안선의 전진을 일으키는 것으로 여겨진다. 해변의 동쪽은 침식이 계속되고 있으나 해변의 서쪽은 퇴적이 동쪽에서 일어나고 있는 침식만큼 일어나지 않고 있다.

참 고 문 헌

- 강효진, 1991. 수영만 지역의 연안퇴적물이동에 관한 연구. 한국해양대학교 해양공학과, p32 - 62.
- Bowen, A. J. and Inman, D. L., 1969. Rip currents, 2 Laboratory and field observations. Jour. Geophys. Res., 74, p5467 - 5478.
- Huntley, D. L. and Bowen, A. J., 1975a. Field observation of edge waves and their effect on beach material. Jour. Geol. Soc. Lond. vol. 131, 1975, p69 - 81.
- Komar, P. D., 1975. Nearshore currents: generation by obliquely incident waves and longshore variations in breaker height. in CRC Hand-book of Coastal Processes and Erosion (P. D. Komar ed.), CRC Press Boca Raton, pl - 20.