한국환경과학회지 제20권(제11호), 1425~1435, 2011 http://dx.doi.org/10.5322/JES.2011.20.11.1425
*Journal of the Environmental Sciences*

# 2009-2010년 경포 해수욕장 해안선의 시계열 변화

이충일* · 한문희 · 정해근 · 김상우[1] · 권기영[1] · 정희동[1] · 김동선[2] · 박성은[3]
강릉원주대학교 해양자원육성학과, [1]국립수산과학원 동해수산연구소,
[2]부경대학교 해양산업개발연구소, [3]국립수산과학원 어장환경과
(2011년 8월 18일 접수; 2011년 9월 23일 수정; 2011년 10월 21일 채택)

# Time-series Change in Gyeongpo Beach Shoreline in 2009 and 2010

Chung Il Lee*, Moon Hee Han, Hae-Kun Jung, Sang-Woo Kim[1],
Ki-Young Kwon[1], Hee-Dong Jeong[1], Dong-Sun Kim[2], Sung Eun Park[3]
*Dept. of Marine Bioscience, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 201-702, Korea*
*[1]Fisheries Resources and Environment Division, East Sea Fisheries Research Institute, Gangneung 210-861, Korea*
*[2]Research Center for Ocean Industrial Development, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea*
*[3]Marine Environmental Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea*
(Manuscript received 18 August, 2011; revised 23 September, 2011; accepted 21 October, 2011)

**Abstract**

Time-series change in Gyeongpo beach shoreline was illustrated using DGPS(Differential Global Positioning System, resolution < 0.6m) observation from April, 2009 to April, 2010. The shoreline was subdivided into 12 areas, and westward and eastward movement of shoreline position at each area was calculated. In general, the shoreline moved toward sea during summer, and it moved toward land during winter. The southern and northern part of the shoreline had different pattern in time-series. The shoreline in the southern part moved toward sea during summer and moved toward land during winter, but time-series pattern of the shoreline in the northern part was more complicated than that in the southern part. Pattern of time-series change in the northern part was made up of three different types; the first is that the shoreline moves continuously toward land, and the second thing is that the shoreline's movement is the opposite to the southern part, and the third thing is that the shoreline maintains a state of equilibrium without any great fluctuation. The total length of the shoreline was the largest during winter and the smallest during summer. In general, time-series change in the shoreline had positive(+) relationship with sea surface pressure and wind speed.

**Key Words** : DGPS, Gyeongpo beach, Shoreline, Time-series change

## 1. 서 론

육지와 해면의 경계인 해안선은 조석, 파랑, 기압 변화 등과 같은 단기적인 요인뿐만 아니라, 기후변화에 의한 해수면 변화, 지각운동, 퇴적/침식 작용 등에 따른 해저 지형 변화와 같은 장기적인 요인에 의해서 그 형태와 위치가 지속적으로 변한다. 단기적인 변화의 경우, 조석, 파랑, 기압 등의 변화에 의해 10초 내외에서 수개월을 주기로 그 변화 경향이 반복되며 자연상태에서는 장기적인 변화 과정을 통해 어느 정도 평

*Corresponding author : Chung Il Lee, Dept. of Marine Bioscience, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 201-702, Korea
Phone: 033-640-2855
E-mail: leeci@gwnu.ac.kr

형상태에 도달한다(김 등, 2005). 이와 같이 해안선 변화는 다양한 시간 스케일에서 변할 뿐만 아니라 공간적으로도 수 cm의 파장에 해당하는 작은 스케일에서 대륙 크기까지 다양하게 나타난다. 또한 특정 공간 내에서도 지형조건 등과 같은 환경 특성에 따라 구간별 해안선 변화 경향이 다르게 나타날 수 있다.

경포해수욕장은 동해안의 대표적인 관광지 및 시민들의 휴양지로서 해안을 따라 편의 시설 등과 같은 인공구조물 건립으로 인해 인위적인 지형변화가 큰 곳이다. 특히 강원도 동해안의 경우 조석 간만의 차가 0.3 m 이내로 매우 작고 해빈의 경사가 1/20-1/60 정도로 크기 때문에 조석현상에 따른 해수면 변화는 크지 않다(김 등, 2005). 반면, 파랑에 의한 영향은 상대적으로 크게 나타나는데, 경포해수욕장의 경우 태풍의 영향권 내에서는 연안 침식을 동반한 해안선의 위치가 20 m 이상 변하기도 한다(정 등, 2003). 경포해수욕장에 인접한 강문, 안목, 남항진의 해안선은 계절 또는 그보다 주기가 짧은 단기적 변화 경향이 우세한 것으로 나타나며, 방파제, 돌제 등과 같은 인공구조물 설치 이후 평형상태가 점차 깨어져 해빈 폭이 지속적으로 넓어지거나 또는 좁아지는 현상이 나타난다(이와 김, 2007; 정 등, 2003). 해빈은 태풍, 급격한 기압변화 등에 의해 발생된 파랑에너지를 흡수하는 완충제의 역할을 하며 이는 해안선의 위치변화와 직접적인 관련이 있다. 대부분의 해안선 위치 측정은 단기간 또는 계절별 1회 정도의 측정 빈도로 이루어지고 있으며 다양한 환경 요인에 의해 변화되는 해안선의 시계열 변화 특성을 파악하기에는 어려움이 있다. 특히 해안선의 형태변화는 파랑, 조석, 지형조건외에 퇴적물의 이동에 영향을 주는 다양한 외력인자가 복잡하게 작용하고 있어 현상 규명 및 장-단기간에 걸친 형태변화 특성을 파악하기에 어려움이 있다(이 등, 2008; Yanagi 등, 1994).

본 연구에서는 경포 해수욕장 해안선을 12개의 구간으로 구분하고 주 1회 DGPS 관측 자료를 이용하여 각 구간별 해안선 위치의 월별, 계절별 변화 경향을 분석하였다.

## 2. 자료 및 방법

### 2.1. 자료

경포해수욕장 해안선의 위치변화를 파악하기 위해 2009년 4월부터 2010년 4월까지 주 1회 DGPS (Table 1)를 이용하여 1초 간격의 위경도 좌표를 측정하였다 (Table 1, Figs. 1 and 2). 2009년 10월과 2010년 2월은 주 3회 측정이 이루어 졌다.

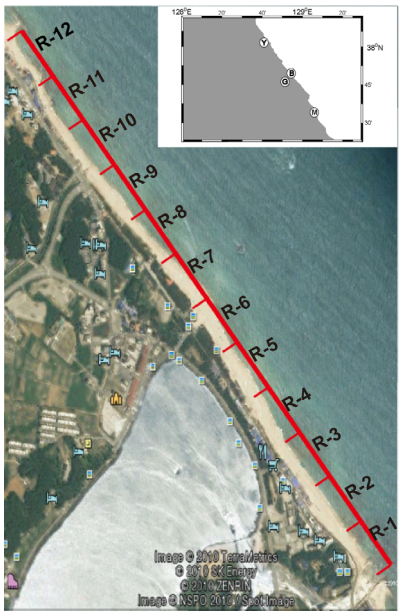
**Table 1.** DGPS specification

| Item | Specification |
|---|---|
| Resolution | DGPS mode: < 0.6m |
| No. Channel | 12 |
| Maker | Hemisphere GPS |

해안선 위치는 swash zone의 상단 부분을 따라 1초 간격으로 측정되었다. 단기간의 해안선 변화 요인으로 바람과, 해면 기압을 고려하였으며 기상 자료는 양양, 강릉 기상대에서 2009년 4월부터 2010년 4월까지 측정된 1시간 간격의 자료를 이용하였다. 그리고 강릉과 양양기상대에서 측정된 기상인자들간의 유사성을 파악하기 위해 기상청(http://www.kmi.re.kr)에서 제공한 최근 5년간(2005년 - 2009년) 계절별 평균 풍속 및 주 풍향 자료를 이용하였다. 연구해역에서 조석에 따른 해수면의 변위를 파악하기 위해 묵호 검조소의 조위 자료를 이용하였다.

### 2.2. 방법

경포 해수욕장 해안선을 12개의 구간(Fig. 1, 구간별 직선거리 = 170 m)으로 구분하여 각 구간별 해안선의 위치 변화를 분석하였다. 경포 해수욕장 해안선의 주 배치 방향은 북서-남동 방향이며, 각 구간별 동-서 방향으로의 해안선 위치 변화를 분석하였다. 본 연구에서는 해안선 위치 변화의 주 요인으로 풍속과 해면기압을 고려하였으며, 경포 해수욕장에 인접한 강릉기상대와 양양 기상대에서 측정된 기상 자료들 간의 시계열 변화를 비교하였다(Fig. 2). 또한 Fig. 2에 나타난 기상인자의 시계열 자료의 변화 경향을 토대로강릉 기상대에서 측정된 기상 인자를 대표 자료로




B: Gyeongpo beach
G: Gangneung regional meteorological station
Y: Yangyang regional meteorological station
M: Mukho tidal station

**Fig. 1.** Research area in Gyeongpo beach shoreline. The shoreline was divided into 12 sub-areas. The distance of each sub-area is about 170 m.

선정하였으며, 기상 인자와 해안선 변화와의 상관성을 분석하였다.

바람과 해면기압의 경우 해안선 측정 시점을 기준으로 24, 48, 72, 96시간 이전으로 구분하여 각 기간내의 평균치를 이용하여 해안선 변화와의 상관계수를 계산하였다. Table 2에서 'D-1', 'D-2', 'D-3', 'D-4'는 각각 관측 시점으로부터 과거 1일(24시간), 2일(48시간), 3일(72시간), 4일(96시간) 동안의 평균치를 의미한다. 그리고 월별, 계절별 해안선의 총 길이를 계산하여 해안선의 위치 변화와 비교하였다.

해안선 변화에 있어 조석에 따른 해수면의 변위 또한 중요한 인자로 작용하나 본 연구에서는 조석이 해수면 변화에 미치는 영향이 미비한 것으로 판단하여 해안선 변화 분석시 조석에 따른 해수면의 변화를 보정하지 않았다(Fig. 3).

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 기상인자의 시계열 변화

강릉기상대, 양양기상대는 경포 해수욕장으로부터 각각 남서, 북서쪽에 위치하며, 강릉과 양양은 지리적으로 인접해 있어 지역별 풍향, 풍속, 해면 기압 등의

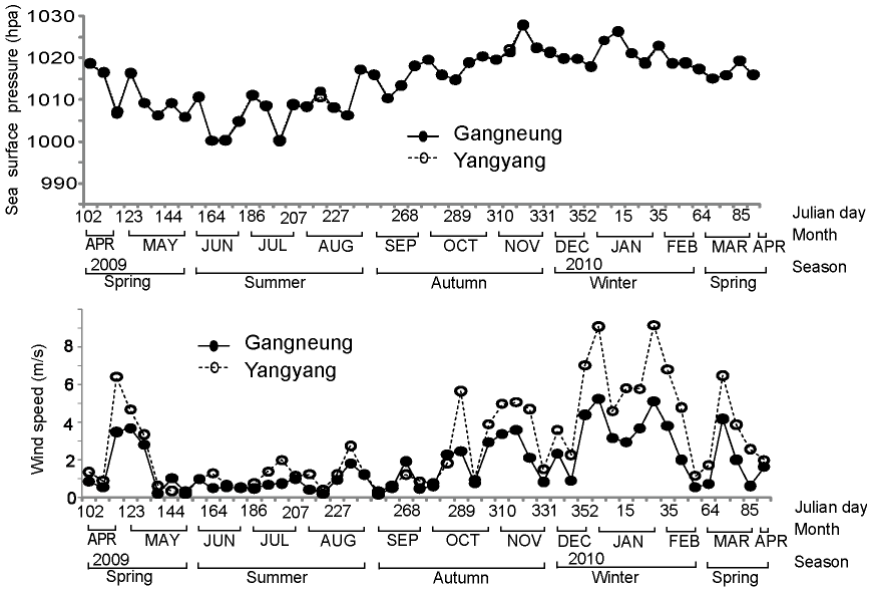



**Fig. 2.** Time-series change in sea surfae pressure (top) and wind speed (bottom) at Gangneung weather station and Yangyang weather station.

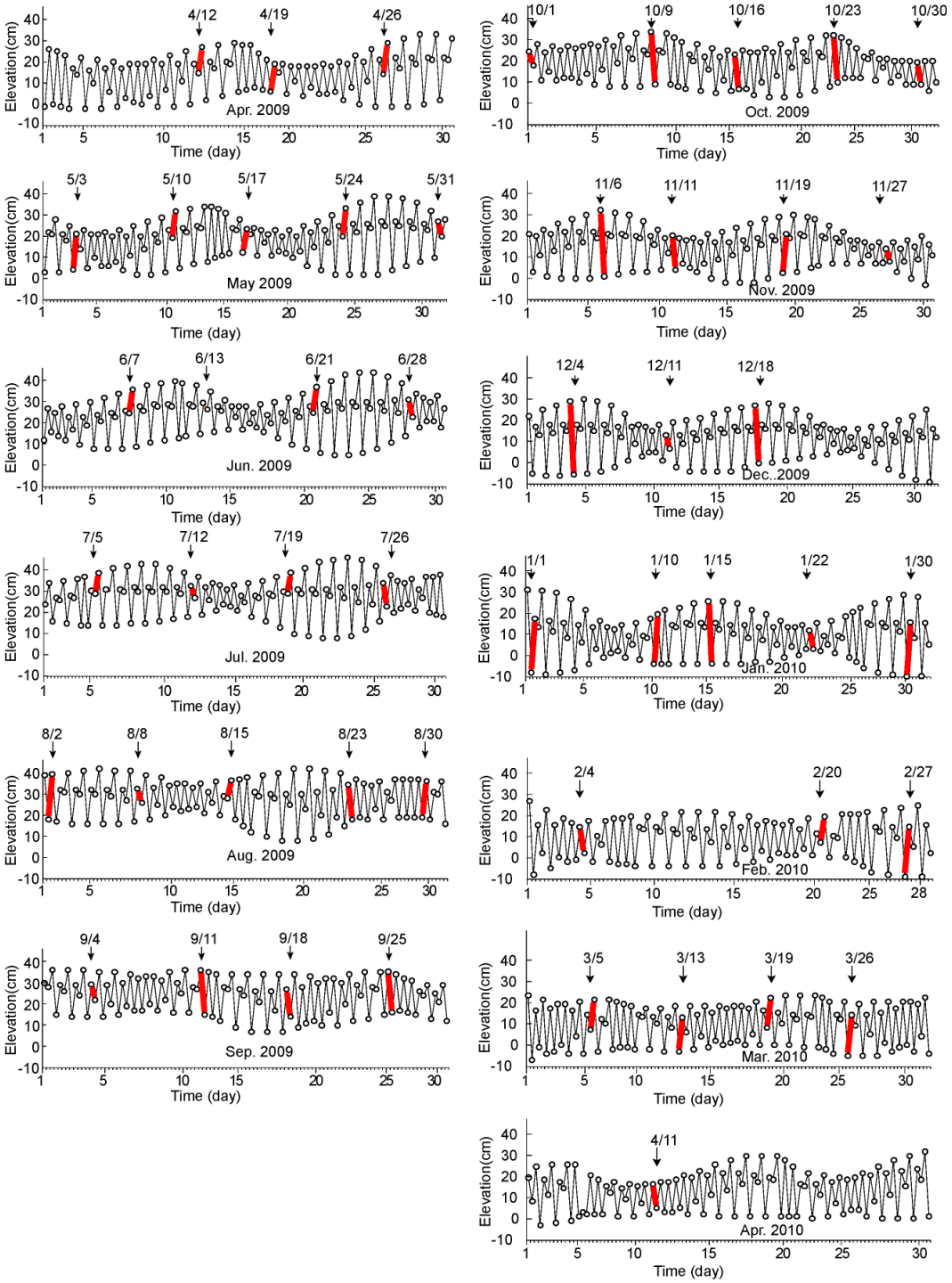



**Fig. 3.** Time-series change in sea surface elevation (cm) at Mukho tidal station from April, 2009 to April, 2010. Thick line and arrow indicate the period when field observation occurred.

**Table 2.** Field observation period

| Y | M | D | H | M | Y | M | D | H | M | Y | M | D | H | M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2009 | Apr. | 12 | 11 | 00 | 2009 | Sep. | 4 | 7 | 00 | 2010 | Feb. | 4 | 8 | 23 |
| | | 19 | 11 | 00 | | | 11 | 7 | 00 | | | 20 | 14 | 20 |
| | | 26 | 11 | 00 | | | 18 | 7 | 00 | | | 27 | 13 | 30 |
| | Mar. | 3 | 11 | 00 | | | 25 | 7 | 00 | | Mar. | 5 | 13 | 18 |
| | | 10 | 11 | 00 | | Oct. | 1 | 7 | 00 | | | 13 | 11 | 40 |
| | | 17 | 11 | 00 | | | 9 | 7 | 00 | | | 19 | 16 | 00 |
| | | 24 | 11 | 00 | | | 16 | 7 | 00 | | | 26 | 12 | 13 |
| | | 31 | 11 | 00 | | | 23 | 7 | 00 | | Apr. | 11 | 18 | 22 |
| | Jun. | 7 | 11 | 00 | | | 30 | 15 | 00 | | | | | |
| | | 13 | 11 | 00 | | Nov. | 6 | 7 | 35 | | | | | |
| | | 21 | 11 | 00 | | | 11 | 12 | 15 | | | | | |
| | | 28 | 11 | 00 | | | 19 | 13 | 00 | | | | | |
| | Jul. | 5 | 7 | 00 | | | 27 | 16 | 00 | | | | | |
| | | 12 | 7 | 00 | | Dec. | 4 | 10 | 00 | | | | | |
| | | 19 | 7 | 00 | | | 11 | 15 | 55 | | | | | |
| | | 26 | 7 | 00 | | | 18 | 10 | 10 | | | | | |
| | Aug. | 2 | 7 | 00 | 2010 | Jan. | 1 | 11 | 5 | | | | | |
| | | 8 | 7 | 00 | | | 10 | 15 | 00 | | | | | |
| | | 15 | 7 | 00 | | | 15 | 7 | 30 | | | | | |
| | | 23 | 7 | 00 | | | 22 | 8 | 48 | | | | | |
| | | 30 | 7 | 00 | | | 30 | 14 | 20 | | | | | |

Y: year, M: month, D: day, H: hour, M: minute

변화가 경포해수욕장 주변역의 해황에 영향을 미칠 수 있다. 강릉, 양양 기상대에서 측정된 일별 주 풍향 및 평균 풍속을 보면 대체적으로 남서풍 계열의 바람이 우세하며 동계가 하계보다 풍속이 크게 나타난다(Fig. 4). 최근 5년간 두 지역간의 계절별 주 풍향은 남서 방향으로 일치하며, 평균 풍속의 경우는 계절별 차이는 있지만 약 3-5 m/s로 유사하게 나타난다(Table 3). 해면 기압은 강릉과 양양에서 지역간 차이는 없으나, 풍속은 10월 중순부터 4월말까지 변동 양상은 유사하지만 양양이 강릉보다 상대적으로 강하게 나타났다(Fig. 2). 따라서 강릉과 양양 두 지역간 기상인자(해면기압, 바람)의 시계열 변화 경향은 거의 동일한 것으로 판단된다.

**Table 3.** Seasonal mean wind speed and main wind directions at Yangyang and Gangneung regional meteorological station

| Season / Region | Spring | | Summer | | Autumn | | Winter | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | WS | WD | WS | WD | WS | WD | WS | WD |
| Yangyang | 4.5 | SW | 3.3 | SW | 3.8 | SW | 5.2 | SW |
| Gangneung | 4.3 | SW | 3.4 | SW | 4.0 | SW | 4.7 | SW |

WS: wind speed (m/sec), WD: main wind direction

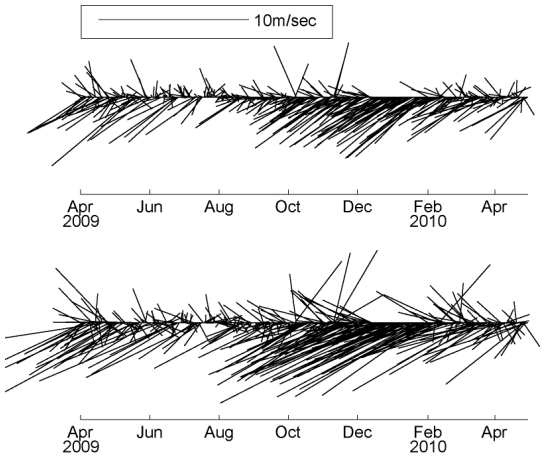



**Fig. 4.** Wind stick vector diagram at Gangneung weather station (top) and Yangyang weather station (bottom).

### 3.2. 해안선의 시계열 변화

경포 해수욕장 해안선의 전체적인 변화 경향은 여름철에 동쪽(바다 방향)으로 이동하며 겨울철에는 서쪽(육지 방향)으로 이동하는 형태이다(Fig. 5). 연중 최대 변화 폭은 약 26.4 m 정도이며, 겨울을 지나면서

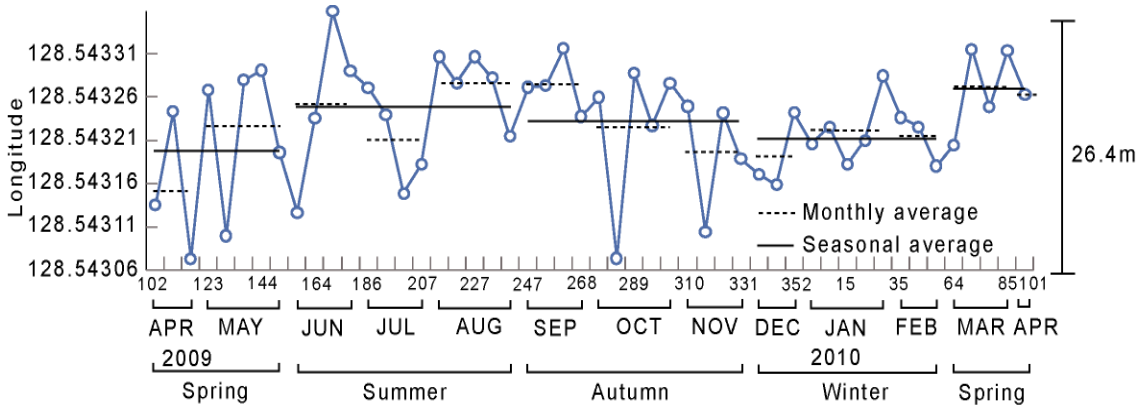



**Fig. 5.** Time-series change in Gyeongpo beach shoreline from April, 2009 to April, 2010.

봄, 여름까지 점차 해안선이 동쪽으로 이동하며, 여름 이후 가을, 겨울로 갈수록 점차 서쪽으로 이동한다. 경포해수욕장은 해안선이 동쪽으로 가장 돌출되어 있는 R-6 구간을 중심으로 해안선의 북쪽 경계역(R-12)과 남쪽 경계역(R-1)으로 갈수록 점차적으로 서쪽 방향으로 휘어진 형태를 지닌다.

경포 해수욕장 해안선은 여름에 해변의 폭이 가장 넓어지고 겨울에 좁아지는 형태이지만(Fig. 5), 구간별 시계열 변화 경향은 각기 다르게 나타난다(Figs. 6(a), 6(b)). Fig. 6(a)와 6(b)는 2009년 4월부터 2010년 4월까지 각 구간별 해안선의 시계열 변화 경향을 월평균과 계절 평균을 함께 나타낸 것이다. 각 구간별 연중 해안선 변화의 최대 범위는 방파제가 위치한 최남단의 R-1과 최북단의 R-12 구간에서 각각 약 32 m, 약 24 m로 크게 나타나며, 그 사이 구간에서는 약 17.6 m 이하로 나타난다. 자연 상태의 환경에서 오랜 기간 지속된 퇴적물의 이동에 따른 침식과 퇴적 작용이 평형 상태를 이루고 있는 경우와는 달리 댐, 방파제, 해안 도로 등과 같은 인공구조물은 퇴적물 이동의 불균형을 초래하게 된다(김 등, 2008; 양 등, 1990). 그 결과 해수욕장 모래의 유실, 해안도로 붕괴, 생물의 서식지 파괴 등과 같은 영향을 초래할 수 있으며, 본 조사에서도 방파제가 위치한 최북단, 최남단에 위치한 구간에서 해안선의 연중 변화가 가장 크게 나타났다.

해안선은 단기간의 급격한 기압 변화 등에 의해 변화폭이 크게 나타날 수 있다. 특히 4월, 6월, 7월, 10월, 11월과 같이 단기간에 해면 기압의 변화 폭이 크게 나타나는 시기와 풍속의 변화폭이 큰 시기가 일치하는데(Fig. 2), 이는 오버워시(overwash)에 의한 해안선의 급격한 변화를 초래한다(Figs. 6(a), 6(b)). 급격한 기압 변화 또는 태풍 등에 의해 발생하는 오버워시는 퇴적물을 해변으로 이동시키게 되며, 이렇게 이동된 퇴적물은 다시 원위치로 복원될 가능성이 낮다. 오버워시에 의한 단기간의 급격한 해안선 변화는 방파제와 같은 인공구조물에 인접한 구간(R-1, R-12)에서 크게 나타나며, 지속적인 오버워시 현상의 발생은 해안 침식을 가중시키는 원인으로도 작용하게 된다.

또한, 해안선은 단기간의 기상/해양학적인 요인 등에 의해서도 크게 변화되므로 이러한 요인에 의한 해안선 변화 효과를 배제한 계절 평균치의 변화 경향을 살펴볼 필요가 있다. Fig. 7은 각 구간에 대해 관측 시기별, 계절별 해안선의 최대 변화폭과 시기를 나타낸 것으로 변화폭이 가장 큰 R-1 구간을 기준으로 하여 각 구간별 해안선 위치의 변화 정도를 나타낸 것이다. Figs. 5, 6(a), 6(b)의 경우처럼 R-1, R-12구간에서 해안선 위치변화가 연중 최대로 나타나며, 계절에 따른 해안선 변화의 최대폭은 R-1, R-4구간에서 각 20.6 m, 6.7 m로 나타난다. 그리고 R-5, R-6, R-9구간은 계절별 해안선 변화가 가장 작은 곳이며, R-1, R-2, R-3, R-7, R-8 구간은 여름, R-4, R-5, R-10, R-11, R-12는 봄, R-6, R-9는 겨울에 해안선이 가장 동쪽에 위치한다. 반면, 해안선이 가장 서쪽으로 이동하여 해변의 폭이 좁아지는 시기는 R-1, R-3, R-4, R-5, R-7, R-9는 겨울, R-2, R-6, R-10은 봄, R-11은 여름, R-9, R-12는

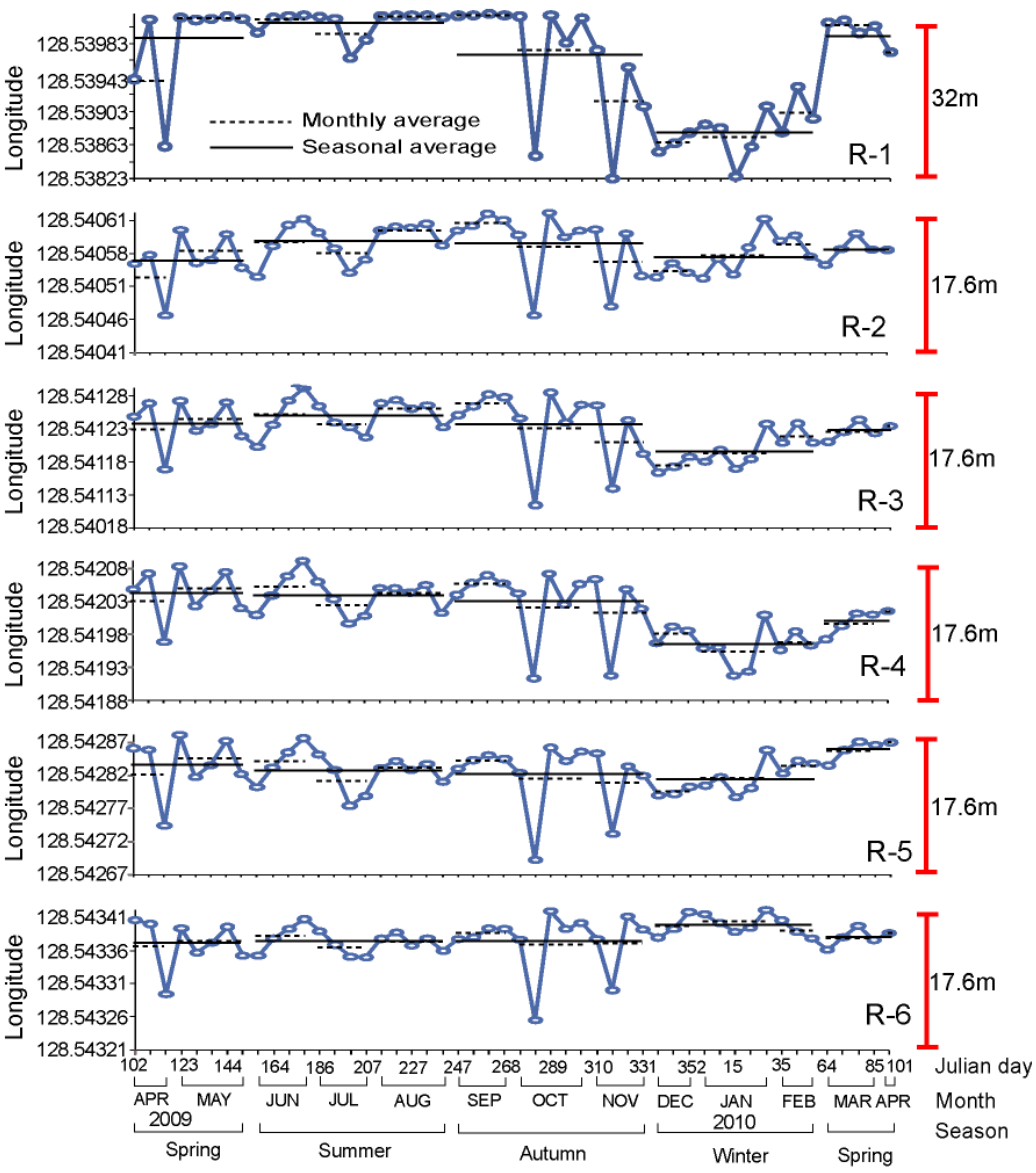



**Fig. 6(a).** Time-series change from area 'R-1' to area 'R-6' in Gyeongpo beach shoreline.

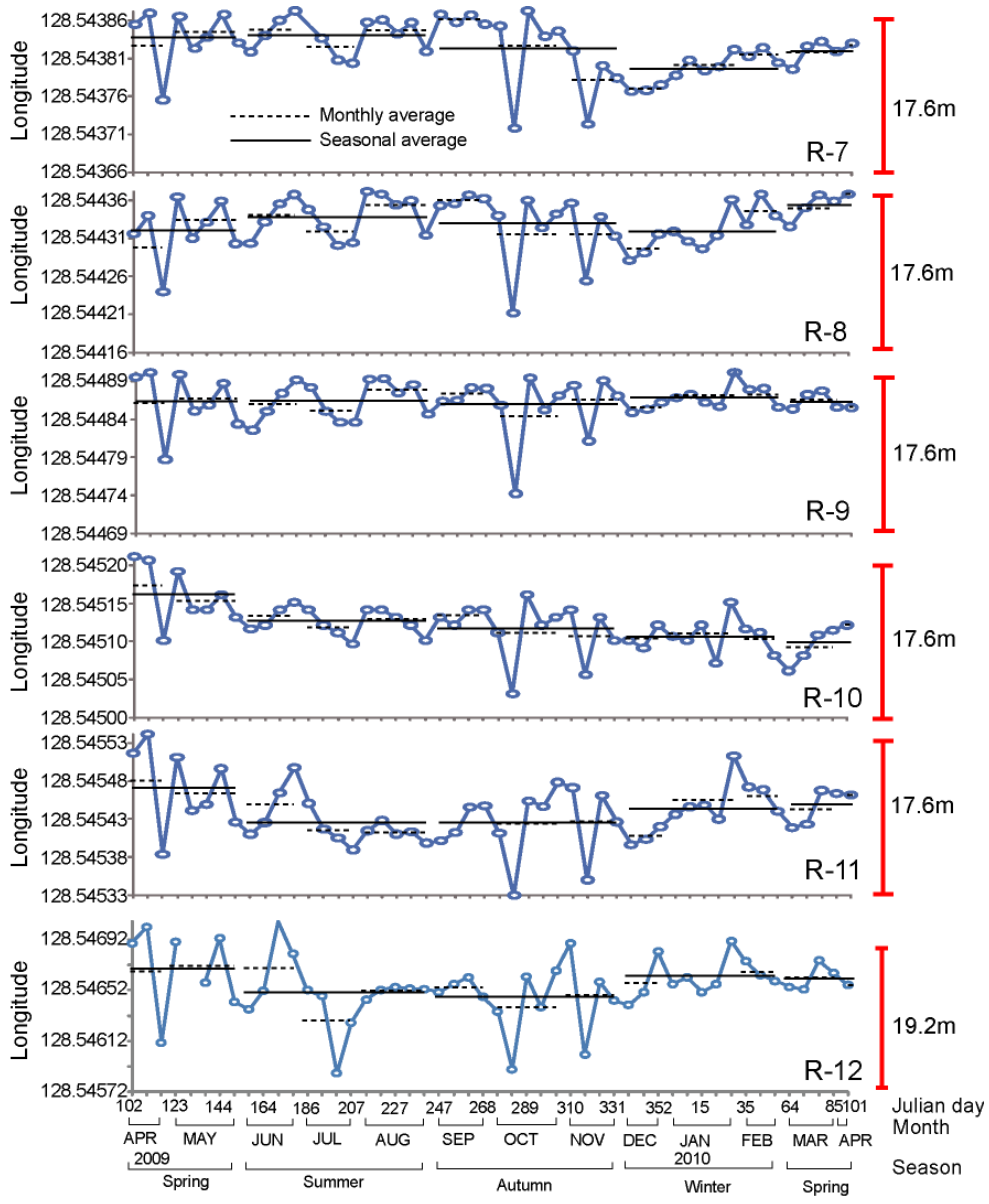



**Fig. 6(b).** Time-series change from area 'R-7' to area 'R-12' in Gyeongpo beach shoreline.

가을로 나타난다.

Figs. 5～7에 나타난 구간별 해안선의 변화 경향은 크게 네 개의 형태로 구분된다. R-1, R-5, R-7, R-8 구간의 경우 해안선의 위치는 변화폭의 차이는 있으나 여름에는 동쪽으로 이동하며, 겨울에는 서쪽으로 이동하는 경향을 나타낸다. R-11과 R-12는 여름에 해안선이 서쪽 이동하는 반면, 겨울에는 동쪽으로 이동하여 R-1, R-5, R-7, R-8구간과는 정반대의 경향을 나타낸다. R-6, R-9는 연중 변화가 가장 작은 곳이며, 특히 R-6구간은 겨울에 해안선이 동쪽으로 이동하여 해변의 폭이 더 넓어진다. R-10은 해안선이 서쪽으로 이동하여 해변의 폭이 지속적으로 좁아지는 구간이다.

이상과 같이 경포해수욕장 해안선의 전체적인 변화 경향은 여름에 동쪽으로 이동하고, 겨울에는 서쪽으로 이동하는 1년 주기의 계절 변화를 나타내는 경향이 있다. 그러나 각 구간별로는 R-6 구간을 중심으로 남쪽에 위치한 구간에서는 해안선의 전체적인 변화가 유사한 경향을 나타내지만, R-6 구간을 포함한 북측에서는 해안선 변화가 연중 큰 변동이 없거나, 점차적으로 서쪽으로 이동하는 구간, 남측의 구간과 정반대의 변화 경향을 보이는 구간으로 구분 된다.

해안선의 형태 변화는 해안선의 길이 변화에도 영향을 끼치게 된다. 경포해수욕장 해안선의 총 길이는 여름(약 2160 m) 에 가장 짧으며, 겨울(약 2180 m)에 가장 길게 나타나며(Fig. 8), 여름에 비해 겨울에 해안선의 굴곡이 커지는 것과도 관련이 깊다. 조사기간 동안 최단, 최장 해안선 길이는 각각 약 2130 m와 2220 m 였다. 해안선은 다양한 환경 변화의 영향을 받는데, 본 연구에서는 특히 해면기압, 바람과의 상관성을 살펴보고자 하였다(Table 4). 강릉과 양양의 경우 기상인자의 변화 경향이 거의 유사하게 나타나므로, 강릉 기상대에서 측정된 해면기압과 풍속을 대표 자료로 하여 해안선 변화와 비교하였다. 앞서 언급되었듯이 관측시기별 조위의 차이는 대부분 10 cm 미만이며, 최대조차는 약 2 cm로 조석에 의한 해수면 변화의 영향은 고려되지 않았다(Fig. 3).

구간 R-6, R-9, R-11, R-12를 제외한 대부분의 구간에서 해안선은 해면기압 및 풍속과 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다(Table 4). R-6을 중심으로 남측구간은 음(-)은 관계가, 북측 구간에서는 양(+)의 관계가 우세하였으며 구간 전체적으로는 양(+)의 관계가 나타났다. 조사시점을 기준으로 24, 48, 72, 96시간 이전의 평균 기압, 평균 풍속으로 구분하여 그 상관성을 본 결과 큰 차이는 없으나 조사시점을 기준으로 24시간 이전의 기상의 영향을 가장 크게 받는 것으로 나타났다.

**Table 4.** Correlation coefficients between change in shoreline and wind speed (WS), sea surface pressure (SSP)

| | Shoreline vs SSP | | | | Shoreline vs WS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Region | D-4 | D-3 | D-2 | D-1 | D-4 | D-3 | D-2 | D-1 |
| R-1 | $-0.53^{*}$ | $-0.49^{*}$ | $-0.49^{*}$ | $-0.53^{*}$ | $-0.40^{**}$ | $-0.38^{**}$ | $-0.47^{*}$ | $-0.49^{*}$ |
| R-2 | $-0.15^{N}$ | $-0.14^{N}$ | $-0.10^{N}$ | $-0.10^{N}$ | $0.07^{N}$ | $0.02^{N}$ | $-0.07^{N}$ | $-0.17^{N}$ |
| R-3 | $-0.36^{**}$ | $-0.34^{**}$ | $-0.33^{**}$ | $-0.35^{**}$ | $-0.13^{N}$ | $-0.17^{N}$ | $-0.27^{***}$ | $-0.32^{**}$ |
| R-4 | $-0.37^{**}$ | $-0.35^{**}$ | $-0.36^{**}$ | $-0.41^{**}$ | $-0.19^{N}$ | $-0.22^{N}$ | $-0.34^{**}$ | $-0.38^{**}$ |
| R-5 | $-0.05^{N}$ | $-0.05^{N}$ | $-0.03^{N}$ | $-0.06^{N}$ | $0.07^{N}$ | $0.04^{N}$ | $-0.08^{N}$ | $-0.14^{N}$ |
| R-6 | $0.21^{N}$ | $0.20^{N}$ | $0.25^{***}$ | $0.27^{***}$ | $0.42^{**}$ | $0.31^{**}$ | $0.23^{N}$ | $0.12^{N}$ |
| R-7 | $-0.39^{**}$ | $-0.37^{**}$ | $-0.35^{***}$ | $-0.36^{**}$ | $-0.16^{N}$ | $-0.20^{N}$ | $-0.29^{**}$ | $-0.35^{**}$ |
| R-8 | $-0.12^{N}$ | $-0.13^{N}$ | $-0.10^{N}$ | $-0.11^{N}$ | $0.03^{N}$ | $0.01^{N}$ | $-0.07^{N}$ | $-0.16^{N}$ |
| R-9 | $0.08^{N}$ | $0.07^{N}$ | $0.12^{N}$ | $0.13^{N}$ | $0.26^{***}$ | $0.20^{N}$ | $0.12^{N}$ | $0.03^{N}$ |
| R-10 | $-0.17^{N}$ | $-0.17^{N}$ | $-0.17^{N}$ | $-0.18^{N}$ | $0.04^{N}$ | $-0.02^{N}$ | $-0.08^{N}$ | $-0.11^{N}$ |
| R-11 | $0.13^{N}$ | $0.11^{N}$ | $0.13^{N}$ | $0.13^{N}$ | $0.31^{**}$ | $0.26^{***}$ | $0.17^{N}$ | $0.13^{N}$ |
| R-12 | $0.15^{N}$ | $0.12^{N}$ | $0.13^{N}$ | $0.12^{N}$ | $0.29^{**}$ | $0.30^{**}$ | $0.23^{N}$ | $0.17^{N}$ |
| Total | $0.11^{N}$ | $0.13^{N}$ | $0.13^{N}$ | $0.11^{N}$ | $0.08^{N}$ | $0.03^{N}$ | $0.00^{N}$ | $-0.09^{N}$ |

D-1～D-4: days in advance from field observation time

$^{*}$:$p$<0.001, $^{**}$:$p$<0.05, $^{***}$:$p$<0.1, $^{N}$:$p$>0.1

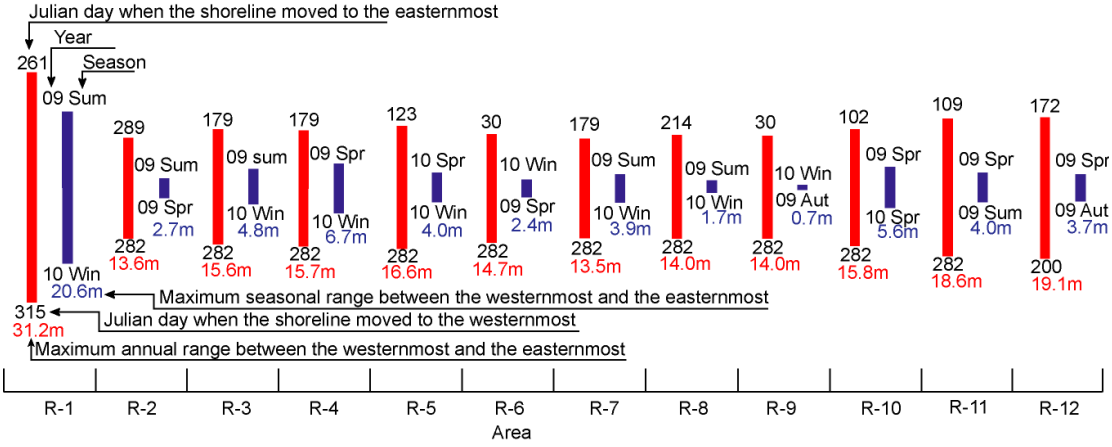



**Fig. 7.** The maximum annual and seasonal range at each area in Gyeongpo beach shoreline.

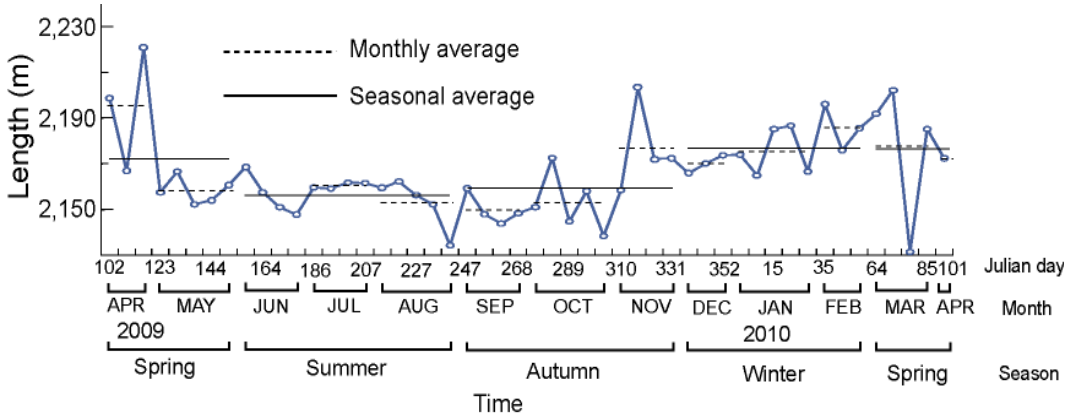



**Fig. 8.** Time-series change of total length in Gyeongpo beach shoreline.

본 연구는 1년간의 해안선 위치 변화를 분석한 것으로 해안선의 전체적인 변동 경향과는 달리 구간별 시계열 변화 특성이 다르게 나타났다. 조사기간 내에서는 1년 주기의 계절변화가 우세하였으나 지속적이고 반복적인 해안선의 위치 변화 조사를 통해 본 연구에서 나타난 해안선의 전체적인 위치 변화 및 구간별 해안선의 변동 특성에 대한 세밀한 분석이 필요하다. 경포 해수욕장은 인접한 안목, 영진, 주문진 지역과는 달리 지속적인 해변 폭의 감소 또는 침식에 의한 퇴적물의 유실 현상이 뚜렷하지는 않다(이와 김, 2007). 해안선의 위치 변화는 파랑, 연안류, 이안류 등과 같은 해수의 물리적 영향에 의한 연안 침식 및 퇴적 현상과 동반되어 나타나기도 한다. 예를 들어, 동해안의 주요 침식원인은 백사장 주변의 무분별한 항만개발, 백사장 배후의 호안의 건설, 도류제에 의한 모래 이동의 변화 등이다(한국환경정책평가연구원, 2006). 본 연구에서는 해수의 운동에 의한 퇴적물의 이동 방향과 양을 측정하지 못하였다. 이로 인해 R-6구간을 기준으로 남쪽과 북쪽 구간에서 각기 다른 변화 경향을 나타내는데, 이러한 변화가 경포해수욕장 해안선 구간내의 퇴적물 이동에 의한 것인지 또는 외부 환경으로의 공급 또는 유출에 의한 것인지에 대해서는 파악하지 못하였다. 따라서 구간별 해안선 위치변화 조사와 더불어 장기 파랑 산출 및 연안류/이안류, 퇴적물 이동에 대한 추가적인 조사가 필요하다.

최근에는 CORONA, SPOT 위성 영상 이미지로부

터 해안선을 추출하여 변화 특성을 분석하는 기법이 적용되고 있으며, 광역에 대해 동시적이고 반복적인 조사가 가능한 장점을 지니고 있으나 반복적인 측정과 위성에 탑재된 센서에 따라 2.5 m-20 m 정도의 공간 해상도의 차이를 지닌다(김과 홍, 1995; 류 등, 2000). 또한 지표면에 대한 높은 해상도와 주기적으로 반복촬영이 가능한 항공사진의 경우 지형지물 및 해안선의 시간에 따른 변화를 파악하기에 적합한 장점이 있다(최와 김, 2001). 이와 더불어 DGPS를 이용하면 해안선의 경계 구분, 해안선의 길이, 시간에 따른 해안선의 위치 변화를 보다 정밀하게 측정할 수 있을 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

DGPS를 이용하여 경포해수욕장 해안선의 시계열 변화를 분석하였다. 해안선의 분포 위치에 따른 특성을 파악하기 위해 해안선을 12개의 구간으로 구분하여 각 구간별 변동 특성을 파악하였다. 경포해수욕장 해안선은 전체적으로 여름에 해안선이 바다쪽으로 이동하며, 겨울철에 육지쪽으로 후퇴하는 형태의 계절 변화를 보이는 반면, 구간별로는 해안선의 남측과 북측 구간이 서로 다른 변화 경향을 나타낸다. 경포해수욕장 해안선의 남측 구간은 계절변화 경향(해안선이 여름에는 바다쪽으로 이동, 겨울에는 육지쪽으로 이동)이 뚜렷하게 나타난다. 반면, 북측의 구간은 남측 구간과 정반대의 계절 변화 경향을 보이는 구간, 해안선이 육지쪽으로 이동하는 구간, 뚜렷한 변화 경향 없이 일정하게 유지되는 구간 등으로 구분이 된다. 경포해수욕장 해안선의 총 길이는 해안선의 굴곡 정도에 따라 여름에 짧아지고 겨울에 최대가 된다. 해안선 변화와 해면기압, 풍속간의 상관관계를 해안선의 남측 구간에서는 전체적으로 음(-)의 관계가, 북측역에서는 음의 관계와, 양(+)의 관계를 가지는 구간으로 구분이 된다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년 국토해양부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(동해 시계열 관측 및 생태 환경 진단(EAST-1))이며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

김기홍, 최승필, 육운수, 송영선, 2005, CORONA위성영상을 이용한 동해안 해안선 변화 탐지, 한국측량학회지, 23(4), 419-426.

김성득, 강경호, 박해성, 2008. 회야강 하구방사제 건설에 따른 진하해수욕장 해안선 변화분석 및 예측, 한국해양공학회지, 22(2), 28-33.

김용석, 홍순헌, 1995, 항공사진을 이용한 해안선 변화에 대한 시계열 분석, 한국콘텐츠학회논문지, 7(3), 160-167.

류주형, 조원진, 원중선, 이인태, 전승수, 서애숙, 김금란, 2000, 원격탐사 자료로부터 해안선 추출에 의한 조간대 DEM 생성, 대한원격탐사학회, 16(3), 221-223.

양인태, 최한규, 김욱남, 조기성, 1990, 동해안의 측지학적 특성에 의한 해안선 변화와 그의 예측을 위한 수치모델에 관한 연구. 한국측량학회지, 8(2), 9-16.

이인철, 임성필, 윤한삼, 김헌태, 2008, 낙동강 하구역 사주지형 변동과 부유사(SS)수송량 산정-진우도를 중심으로-, 한국해양환경공학회지, 11(2), 70-77.

이형석, 김인호, 2007, DGPS를 이용한 해안선 변화 조사 및 분석-강원도 강릉시 연안을 중심으로-, 한국지리정보학회지, 10(2), 1-10.

정지선, 이정렬, 김인호, 권혁민, 2003, 해안선 변화로부터 연안 표사량의 추정, 한국해안해양공학회지, 16(4), 258-267.

최철웅, 김영섭, 2001, 수치항공사진을 이용한 해운대해수욕장 해안선변화에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 4(4), 39-50.

한국환경정책평가연구원, 2006, 해안개발사업에 따른 해안침식 영향 저감방안 연구.

Yanagi, T., Hagita, T., Saino, T., 1994. Episodic outflow of suspended sediments from the Kiil channel to the Pacific Ocean in winter, J. Oceanogr., 50, 99-108.