

# 평형해빈단면이론을 이용한 해수면 상승에 따른 해안후퇴율 산정 Evaluation of Shoreline Retreat Rate due to a Sea Level Rise using Theory of Equilibrium Beach Profile

강태순\* · 조광우\*\* · 이종섭\*\*\* · 박원경\*\*\*\*

Tae Soon Kang\*, Kwangwoo Cho\*\*, Jong Sup Lee\*\*\* and Won Kyung Park\*\*\*\*

**요 지 :** 본 연구의 목적은 해수면상승에 따른 연안침식을 평가하는 데 있으며, 미래 해수면상승에 따른 해안후퇴율을 산정하였다. 해안후퇴율은 23개 사빈해안(동해안 12개소, 남해안 5개소, 서해안 6개소)에 대하여 각 해안별 3개의 단면자료를 이용하여 평가하였다. 본 연구에 적용한 방법은 평형해빈단면이론이며, 우리나라 해안에서의 적용성을 파악하기 위하여 15개 해빈단면에서 검토하였다. 미래 해수면상승의 4가지 시나리오는 38 cm, 59 cm, 75 cm 그리고 100 cm가 적용되었다. 결과적으로 우리나라 해안에 대한 해안후퇴율은 38 cm 해수면상승시 43.7%, 59 cm일 경우 60.3%, 75 cm일 경우 69.2%, 그리고 100 cm일 경우에는 80.1%로 나타났다. 동해안의 해안후퇴율은 38 cm 해수면상승시 29.6%, 59 cm 상승시 45.1%, 75 cm 상승시 56.0%, 그리고 100 cm 상승시 69.9%로 나타나 남해안(51.9%, 67.6%, 77.2%, 87.3%)과 서해안(53.8%, 71.0%, 78.5%, 86.4%)의 해안후퇴율 보다 상대적으로 낮게 나타났다. 우리나라의 모든 사빈해안은 해수면상승이 증가함에 따라 취약해지는 것으로 평가된다. 본 연구의 평가결과는 미래 기후 시나리오와 마찬가지로 평가모델의 한계, 해빈단면의 시공간적 자료부족 등의 불확실성을 내포하고 있다. 따라서, 우리나라 사빈해안의 특성을 파악하기 위한 지속적이고 통합적인 모니터링과 더불어 해안침식에 대한 과학적 불확실성을 줄이는 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

**핵심용어 :** 기후변화, 해수면상승, 연안침식, 해안후퇴율, Bruun의 법칙, 평형해빈단면

**Abstract :** The purpose of this study is to evaluate coastal erosion due to a sea-level rise. The shoreline retreat rate was calculated due to future sea-level rise. Shoreline retreat rates were quantified with the cross-sectional data of 23 sandy coasts (12 sites from east coast, 5 sites from south coast, and 6 sites of west coast) and 3 cross-sectional profiles from each side of the coasts in Korea. The theory of equilibrium beach profile was employed in this study to evaluate the applicability of the theory into the coast of Korea and was tested with 15 cross-sectional beach profiles. Four scenarios of future sea level rise such as 38 cm, 59 cm, 75 cm, and 100 cm were adopted to estimate the shoreline retreat rates. Overall shoreline retreat rates for the coasts in Korea were predicted as 43.7% for 38 cm, 60.3% for 59 cm, 69.2% for 75 cm, and 80.1% for 100 cm sea level rises, respectively. Retreat rates in the east coast (29.6% for 38 cm, 45.1% for 59 cm, 56.0% for 75 cm, and 69.9% for 100 cm) showed relatively low compared to the south coast (51.9%, 67.6%, 77.2%, 87.3%) and the west coast (53.8%, 71.0%, 78.5%, 86.4%). However, all sandy coasts in Korea were assessed to be vulnerable with increasing sea-level rise. There are uncertainties in the assessment of this study, which include the limitation of the assessment model and the lack of the spatio-temporal data of the beach profiles. Therefore, this study shows that it is very important to spend integrated efforts to respond coastal erosion including comprehensive observations(monitoring) and the development of scientific understanding on the field.

**Keywords:** climate change, sea level rise, coastal erosion, shoreline retreat rate, Bruun's rule, equilibrium beach profile

## 1. 서 론

최근 기후변화는 연안역에 미치는 외력환경의 변화를 유발하고 있으며 이들 변화는 연안역의 취약성을 한층 더 증대시

킬 것으로 예상되고 있다(Nicholls et al., 2007). 전 세계 해안선의 약 20%를 차지하고 있는 사빈해안은 파랑과 조석에 의해 형성, 유지되나 지속적인 해수면 상승은 사빈해안의 침식을 유발하는 원인이 된다. 해수면 상승에 의한 해안선 후

\*㈜지오시스템리서치 연안관리부(Dept. of Coastal Management, GeoSystem Research Corp.)

\*\*한국환경정책평가연구원 국가기후변화적응센터(Corresponding author: Kwangwoo Cho, Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute, 215 Jinheungno, Eunpyeong-gu, Seoul, 122-706, Korea, Tel: +82-2-380-7615, Fax: +82-2-380-7744, kwcho@kei.re.kr)

\*\*\*부경대학교 토목공학과(Dept. of Civil Engineering, Pukyong National University)

\*\*\*\*㈜대영엔지니어링(Dae Young Engineering Co.)

퇴를 예측하는 가장 단순하고 유용한 모델인 Brunn's Rule을 이용하면 해수면이 각각 30 cm, 65 cm, 100 cm 상승하는 경우 일본 사빈해안의 56.6%, 81.7%, 90.3%가 침식에 의해 손실되는 것으로 예측되었다(Mimura and Kawaguchi, 1996).

연안침식은 해수면 상승 및 기후변화에 따른 폭풍 및 태풍의 강도 증가에 의하여 더욱 가속화될 것으로 예상되며(MLTM, 2009; Kang et al., 2010) 연안역의 각종 개발 관행도 연안침식의 주요 원인이 되고 있다(Cho et al., 2006). 해수면 상승에 의한 연안침식은 해안 저지대 범람 증대, 폭풍해일 및 홍수위험 증대는 물론 배후 습지 및 지하수로의 염분 침투를 가중시킬 수 있다.

우리나라의 경우 사빈배후지역은 주거, 관광 등을 포함하여 다양한 사회경제적 활동이 집중되고 있어, 기후변화에 의한 영향들은 주변 사회경제시스템에 다양한 경로를 통하여 부가적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 연안침식으로 육지 손실, 방어벽 훼손, 해일위험 증가, 생명 및 재산 위협, 연안 거주지 손실 등의 영향을 받을 수 있다.

해안은 육지, 바다, 해저, 대기의 경계로 육지(하구), 대기(바람), 외양(해류 등)과 더불어 파동 및 조석 등에 의한 외력과 지형 조건 등이 결합하여 복잡한 역학적 과정이 일어나며, 이들 과정은 물리적, 생물적, 화학적 및 지질학적으로 상호 연관되어 있다. 해안의 다양한 과정은 시공간적인 다양성을 가지고 있으며 더불어 다양한 외력의 작용으로 매우 동적인 특성을 가지고 있다. 해안은 이들 외력과 인간의 간섭이 서로 밀고 당기면서 경우에 따라서는 같은 방향 또는 반대 방향으로 작용하면서 해안선의 모양을 변화시키기도 한다. 해안의 빠른 변화 속성은 파동이나 해류에 의하여 움직이는 해안의 모래나 입자들의 변화를 고려할 때 잘 나타난다. 백사장지의 모래는 일반적으로 계절 변동을 하지만 태풍 해일 내습 시 몇 시간 내에 해안 퇴적상이 급격히 변화하기도 한다(Fig. 1). 이런 물리적 특성으로 인하여 해안은 섬세한 시스템으로서 외부 간섭에 대하여 매우 빠르게 반응하는 특이한 시스템임을 명시할 필요가 있다. 따라서 각종 개발 사업으로 인한

해안의 반응(대부분의 경우 훼손)은 비교적 빠르게 나타나는 특징을 갖는다. 폭풍은 강풍에 의하여 매우 큰 파동을 생성하며 해수면 상승(폭풍 해일)을 가져온다. 고조와 폭풍이 동시에 일어나는 경우 폭풍의 위력은 해안에 큰 피해를 줄 수 있다. 폭풍은 연안 인프라에 큰 피해를 입히는 것 외에도, 불과 수 시간 만에 모래사장과 사구를 수십 미터나 침식시킬 수 있으며 해안절벽의 안정도를 크게 훼손할 수 있다. 지난 30년 동안 해안을 크게 훼손한 폭풍이 상당히 보고되었다. 최근 우리나라 동해안에서도 이와 같은 폭풍으로 인하여 연안 침식 및 해안지역의 피해 상황이 자주 보고되고 있는 실정이다(Kang, 2008).

## 2. 연안침식 현황

우리나라는 연안침식을 유형별로 분류하여 모니터링하고 침식이력을 조사하는 시스템을 구축하고 있다(MLTM, 2009). 이와 같은 연안침식 모니터링은 국가적 차원에서 침식지역을 평가·관리를 용이하게 함으로써 정부차원의 종합대책수립 시에 기본자료로 이용이 수월하다. 이 조사는 기상, 조석, 조류, 수문, 하천, 지형 및 개발현황, 사진촬영 및 해빈단면측량, 표층 퇴적물 분석, 항공사진분석 등 다양한 항목을 포함하고 있다(MLTM, 2009). 더불어 우리나라에서 발생하고 있는 연안침식 유형을 연안지역의 지형학적 특성에 따라 구분하고 있다. 해안지형은 그 구성 물질에 따라 사질해안, 점토질해안, 암석해안, 인공해안으로 분류된다(Bird, 1993). 일반적으로 침식 대상지역을 사빈 유무를 기준으로 1차로 분류하고 있다. 백사장 지역은 배후지의 사구 존재 여부에 따라 백사장침식과 사구포락 지역으로 구분한다. 백사장이 없는 지역은 호안의 유무에 따라 토사포락 지역과 호안붕괴 지역으로 구분하고 있다. 이에 우리나라는 연안의 지형적 특성에 따라 백사장침식, 사구포락, 토사포락, 호안붕괴의 4가지 침식유형으로 분류하고 있다.

Table 1은 2008년 주요 120개 대상지역에 대하여 연 2회

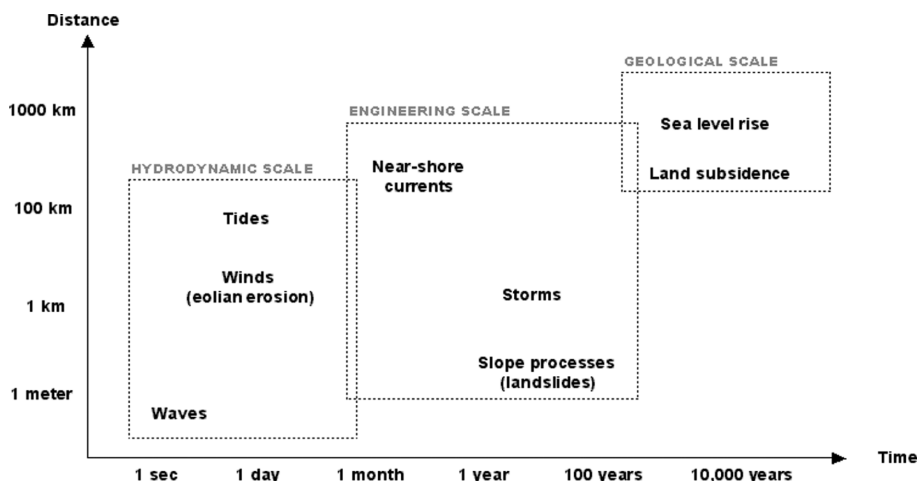


Fig. 1. Time and space patterns of natural factors of coastal erosion(EuroSION, 2004).

**Table 1.** Results of coastal erosion monitoring yearly(120 sites)  
(unit : sites) (MLTM, 2009)

year	A	B	C	D	Total	D rates (D/120)
2004	-	25	29	8	62	12.9%
2005	2	33	21	6	62	9.7%
2006	2	30	16	14	62	22.6%
2007	9	57	34	20	120	16.7%
2008	9	60	35	16	120	13.3%

A : Good, B : Normal, C : Bad, D : Severe

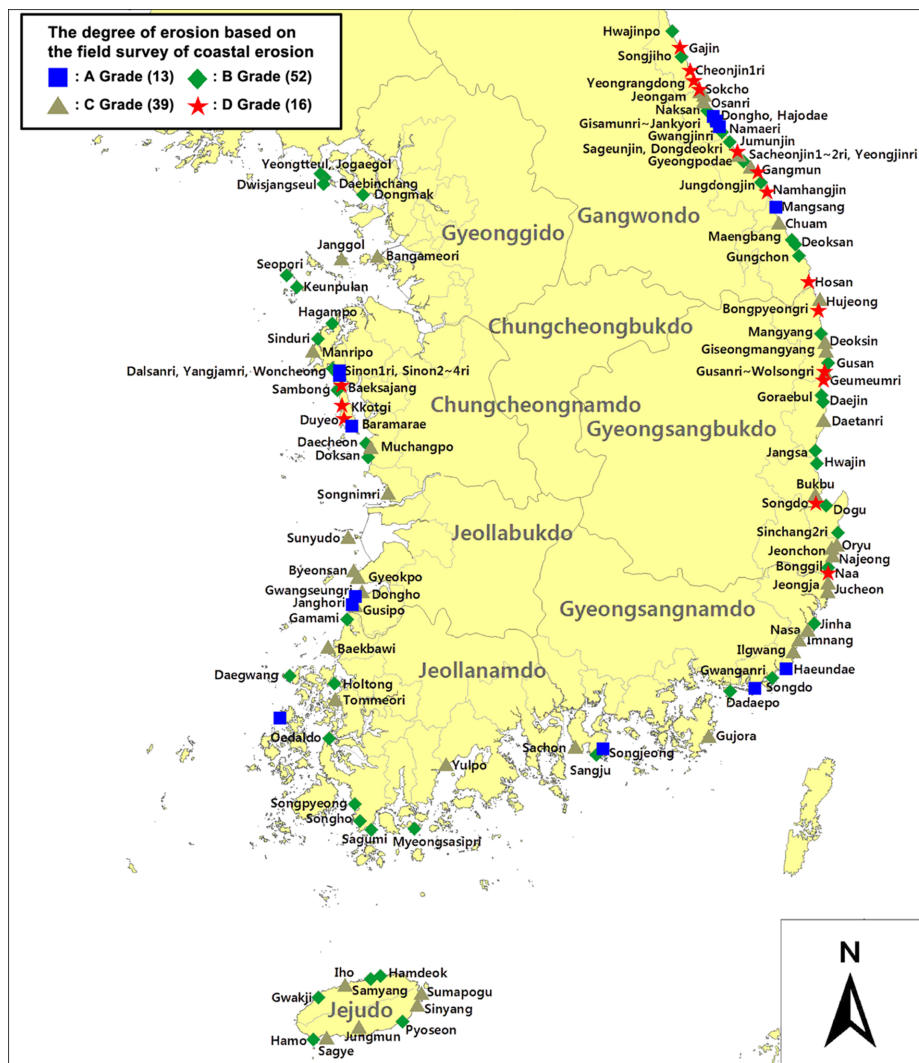
조사를 수행하여 분석한 결과이다. 이 결과를 살펴보면, 전체 조사지역 120개소 중 A등급은 9개소, B등급은 60개소, C등급은 35개소 그리고 D등급은 16개소로 나타났으며, 이 중 C 등급 이하는 51개소로서 전체의 42.5%를 차지하였으며 예방 적 연안정비사업의 주요대상지역에 반영할 필요가 있는 D등급은 16개소로서 약 13.3%에 달하는 것으로 파악되고 있다. 조사대상지역 등급변동을 살펴보면, 등급상승이 20개소, 등급 하강이 11개소로 작년 대비 상승지역이 증가(Table 1)한 것

으로 나타났다(MLTM, 2009). 이와 같은 원인은 해역별, 지역별로 다소 차이는 있으나 최근 큰 태풍의 내습이 거의 없었으며, 이상파랑, 너울성 파랑과 같은 고파랑이 거의 내습하지 않았거나 일시적으로만 영향을 미쳤기 때문인 것으로 분석하였다. 따라서 이와 같은 연안침식 경향은 외력의 변화에 따라 경년변화가 크게 나타날 것으로 예상된다.

비디오 모니터링 및 이력조사 결과를 종합 분석하여, 대상 지역 120개소에 대한 침식등급을 평가한 침식주제도는 Fig. 2와 같다(MLTM, 2009). 우리나라 해안은 해안지형의 특성에 따라 다양한 형태로 침식이 발생하고 있는 것을 알 수 있다. 해역별로 동해안은 백사장 침식(강원, 경북해안)이 가장 많으며, 남해안은 토사포락 및 호안붕괴가 가장 많고, 서해안은 사구포락(태안군, 신안군 등) 및 토사포락(전남 무안군 등)이 주를 이루고 있는 것으로 조사되었다.

### 3. 평가방법론

기후변화에 따른 해수면 상승과 같이 장기적인 해수면 변


**Fig. 2.** Coastal Erosion Map(MLTM, 2009).





해안 5개소, 서해안 6개소이다. 이들 사빈해안에 대하여 각각 3개 단면 자료를 이용하여 해안후퇴거리를 산정하였다.

식 (1)과 (2) 및 위의 해안단면 자료를 이용하여 해안 후퇴거리를 산정하기 위해서는 각 단면에 대해 다섯 가지 매개변수가 결정되어야만 한다. 이들 매개변수는 단면의 형상( $A$ ), 범(berm)의 높이( $B$ ), 표사한계수심( $h_*$ ), 해안선으로부터 표사한계수심까지 거리( $W_*$ ), 해수면 변화( $S$ )이다. 먼저 본 연구에서는 4가지 해수면 상승 시나리오를 고려하였다. 이들 4개의 해수면 상승값은 IPCC 4차 보고서(2007)에서 제안된 바 있는 전 지구 평균 중간값인 38 cm, 지구 평균 상한값인 59 cm, 우리나라 해수면 상승률을 반영한 값인 75 cm, 마지막으로 IPCC 방법론에서 권고하는 표준 해수면 상승값인 100 cm이다.

Fig. 3에서와 같이 B는 해안단면 자료를 이용하였으며 해빈단면의 특성을 나타내는 식 (1)의 A는 회귀분석을 통하여

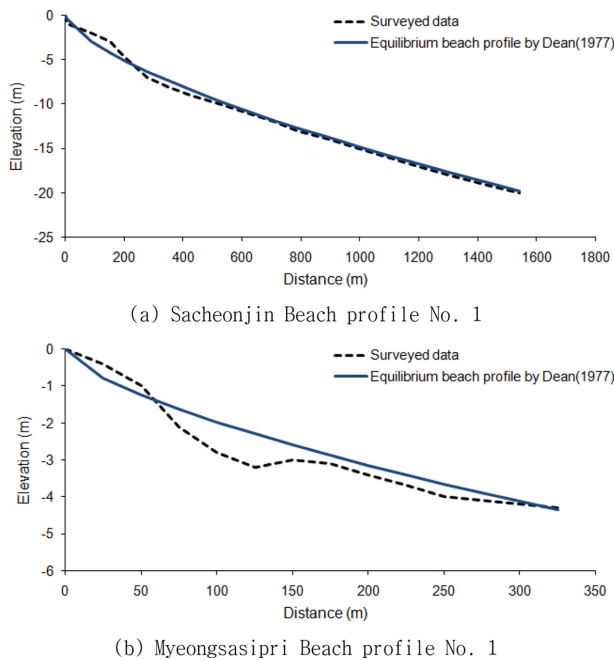


Fig. 5. Examples of equilibrium beach profile using parameter method from surveyed one.

Table 3.  $A(m^{1/3})$  value according to sediment size (0.10~1.09 mm)

d(mm)	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.1	0.063	0.0672	0.0714	0.0756	0.0798	0.084	0.0872	0.0904	0.0936	0.0968
0.2	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.115	0.117	0.119	0.121	0.123
0.3	0.125	0.127	0.129	0.131	0.133	0.135	0.137	0.139	0.141	0.143
0.4	0.145	0.1466	0.1482	0.1498	0.1514	0.153	0.1546	0.1562	0.1578	0.1594
0.5	0.161	0.1622	0.1634	0.1646	0.1658	0.167	0.1682	0.1694	0.1706	0.1718
0.6	0.173	0.1742	0.1754	0.1766	0.1778	0.179	0.1802	0.1814	0.1826	0.1838
0.7	0.185	0.1859	0.1868	0.1877	0.1886	0.1895	0.1904	0.1913	0.1922	0.1931
0.8	0.194	0.1948	0.1956	0.1964	0.1972	0.198	0.1988	0.1996	0.2004	0.2012
0.9	0.202	0.2028	0.2036	0.2044	0.2052	0.206	0.2068	0.2076	0.2084	0.2092
1.0	0.210	0.2108	0.2116	0.2124	0.2132	0.2140	0.2148	0.2156	0.2164	0.2172

추정하였다(Table 2). Fig. 5는 이와 같은 방법으로 산정된 단면과 실측 단면을 보여주는 한 예이다.

표사이동한계수심( $h_*$ )을 산정하는 방법은 여러 연구자에 의하여 제안되었으며(Hallermeier, 1981; Birkemeier, 1985), 본 연구에서는 식 (3)과 같이 Hallermeier(1981)에 의해 제안된 식을 최종적으로 선정하였다.

$$h_* = 2.28H_s - 68.5(H_s^2/gT_s^2) \quad (3)$$

여기서  $H_s$ 와  $T_s$ 는 연중 12시간을 초과하는, 즉 연중 초과출현빈도 0.137%에 해당하는 유의파고와 주기로서 장기파랑산출자료집(KORDI, 2003)을 이용하여 산정하였다. 여기서  $H_s$ 는 유의파고,  $T_s$ 는 유의파고 주기이다. 유의파고는 1993년부터 2002년 1시간 간격 유의파고 자료가 사용되었다.  $T_s$ 는 관측치의 오차를 최소화하기 위하여 Fig. 6과 같이 회귀분석을 통하여 산출하였다.

평행해빈단면의 이론식( $h(y) = A(d)y^{2/3}$ )에 대한 현장 검

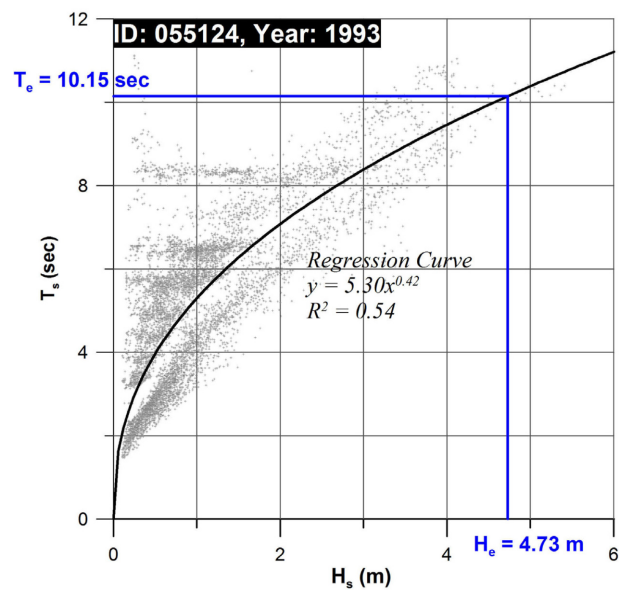


Fig. 6. Estimation of  $H_s$ ,  $T_s$  using regression curve.

Table 4. Characteristics of beach profiles for sandy coasts

Site	No	d(mm)	$A(m^{1/3})$	$N$	$R^2$
Western coast	1	0.474	0.1569	0.5713	-0.5136
	2	0.313	0.1275	0.6373	0.6866
	3	0.299	0.1249	0.6296	0.1183
	4	0.399	0.1449	0.5982	0.0284
	5	0.317	0.1288	0.6055	-0.3368
	Mean	0.360	0.1366	0.6084	-0.0034
	1	0.173	0.09045	0.6655	0.9768
	2	0.177	0.09355	0.6605	0.9875
	Mean	0.175	0.0920	0.6630	0.9822
	1	0.210	0.1030	0.6789	0.9644
	2	0.203	0.1001	0.6928	0.9716
	3	0.185	0.0952	0.7056	0.9597
	Mean	0.199	0.0994	0.6924	0.9652
Eastern coast	1	0.373	0.1395	0.7062	0.9668
	2	0.400	0.1450	0.6954	0.9633
	3	0.457	0.1540	0.6866	0.9650
	Mean	0.410	0.1462	0.6961	0.9650
	1	0.6275	0.1764	0.6791	0.7779
	2	0.2975	0.1248	0.7381	0.6617
	Mean	0.4625	0.1506	0.7086	0.7198
TOTAL	Mean	0.327	0.127	0.663	0.612

중적 연구는 Bruun(1962)에 의해 시도된 바 있으며, Dean(1977)은 미국 주요 해변의 502개 단면에 대해 이론식에서 제시된 2/3승의 적정성을 설명한 바 있다. 본 연구에서는 해역특성이 서로 다른 우리나라 주요 해변을 대상으로 기존 평형해빈단면에 관한 이론식과 해빈단면 관측치를 비교해 보았다. 기 관측된 수심 및 해저질 자료가 있는 주요 5개 해변을 대상으로 총 15개 단면을 설정하고, 대상 단면이  $h(y) = A(d)y^N$ 으로 표현된다는 가정 하에 관측단면에 대한 수심-거리 회귀곡선식으로부터  $N$ 값을 산정하였다. 여기서  $A(d)$ 는 단면 축척률(profile scale factor)로서 Table 3을 이용하여 단면별 모래입경에 해당하는 값을 산정하였다(Dean and Dalrymple, 2002).

이와 같이 산정된  $N$ 값의 범위는 0.5713~0.7381이고, 전체 평균은 0.663을 나타내고 있어 기존의 평형해빈단면 식에서 제시된 2/3와 비교하여 대체적으로 잘 일치하는 것으로 나타났다(Table 4). Table 4에서  $R^2$ 는 상관계수로서 표본상관계수의 제곱으로 표현되며, 이 값이 1에 가까울수록 회귀곡선이 관측단면과 잘 일치함을 의미한다.

서해안에 위치한 대천해수욕장의 경우 평균  $N$ 값이 0.6084로 대상해빈 중 가장 작게 나타나고 이론적 평형해빈단면과 관측단면이 상당한 차이를 보이고 있는데, 이는 대천해수욕장의 모래가 굴폐각 성분이 많은 것을 고려하지 못하고 단순히 입경에 의한  $A(d)$  값을 적용하였기 때문으로 사료된다.

따라서 이와 같은 지역적 특성을 고려하지 않을 경우 실제 현상과는 다른 결과를 나타낼 수 있음을 시사한다. 반면 독산해수욕장과 뒷뽕해수욕장의 경우는 이론식과 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.

한편 동해안에 위치한 해변(강문, 호산해수욕장)의 경우  $N$ 값은 0.6791~0.7381로 2/3보다 다소 크게 나타나고 있어 서해와 다소 다른 경향을 보인다. 또한 각각의 대상 해변별로 살펴볼 때 공간적인 침식 정도가 심한 단면일수록  $N$ 값이 상대적으로 크게 나타나는 경향을 볼 수 있었으며, 이는 동일지역에서 해안을 따른 공간적인  $N$ 값의 변화를 파악함으로써 공간적인 침식정도를 정성적으로 가늠할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 4개 해수면 상승 시나리오에 대하여 우리나라 사빈해안에 대한 해안 후퇴거리를 산정하였다. 먼저 23개 단면에 대한 해안 후퇴거리는 Fig. 7과 같다. Fig. 8에서 해안 후퇴율은 해안폭과 후퇴거리의 비를 나타내며, 23개 해수욕장의 평균 후퇴율은 38 cm 해수면 상승에 22.0%, 59 cm인 경우 35.0%, 75 cm인 경우 45.5%, 100 cm인 경우 60.1%로 각각 증가한다(Fig. 9). 전반적으로 해변의 규모가 작을수록 후퇴율이 커지는 경향을 나타내게 된다(Fig. 10). 이는 작은 규모의 해수욕장이 해수면 상승에 더 민감하게 영향을 받는다는 점을 설명하게 되며, 다시 말해서 해안폭이 작은 해수욕장이 해수면 상승에 따라 사라질 가능성이 크다는 것을 보여준다.

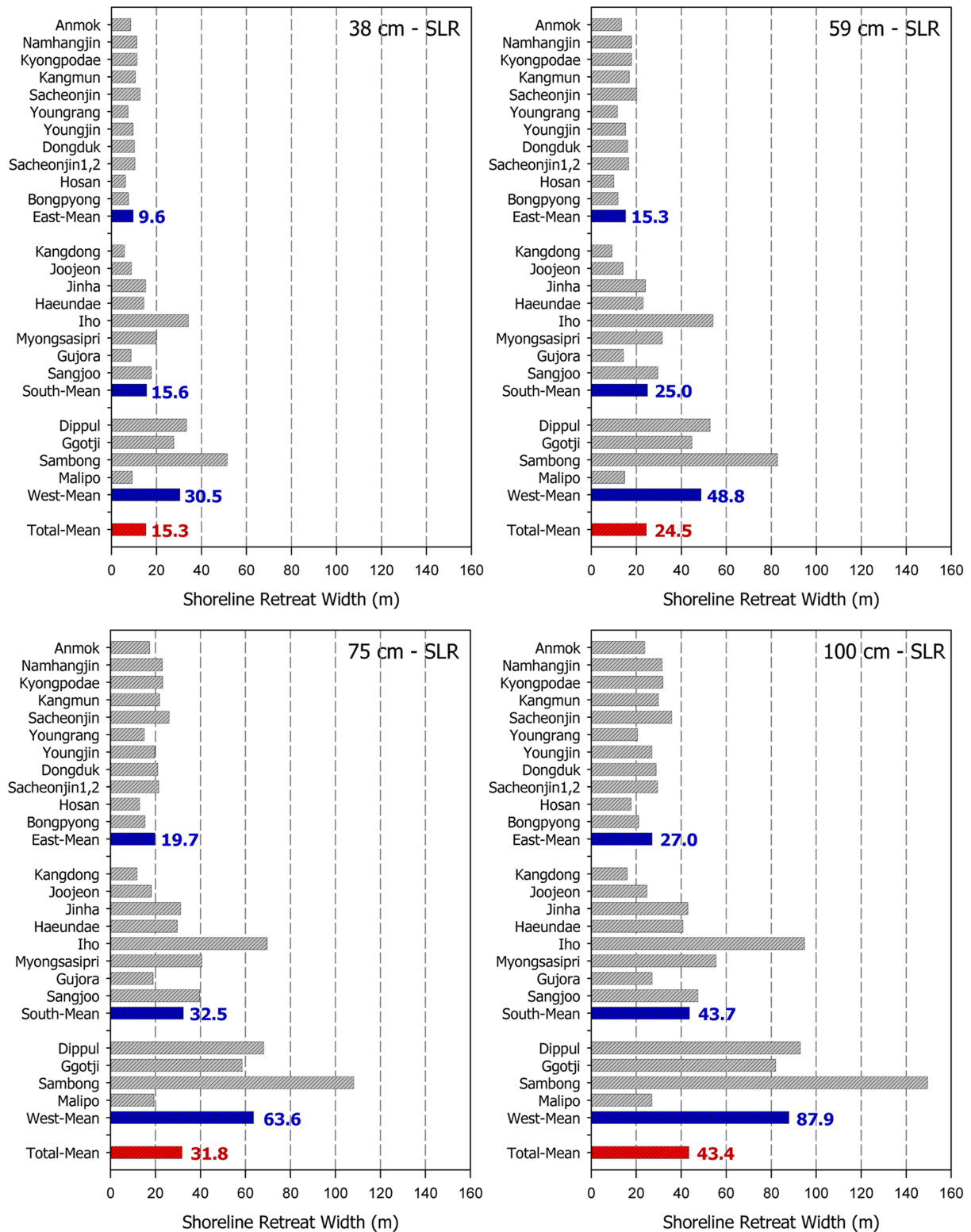


Fig. 7. Shoreline retreat widths due to a sea level rise(23 sandy coasts).

Mimura and Kawaguchi(1996)가 일본 사빈해안을 대상으로 분석한 결과 미래 기후변화에 의하여 0.30 m, 0.65 m, 1.00 m의 해수면 상승 시 일본 사빈해안의 57%, 72%, 90%가 침식될 것으로 예상한 바 있으며, 본 연구에서 우리나라 연안 사빈해안에 대해 제시한 결과보다 상당히 큰 결과임을 확인할 수 있다. 이와 같은 차이가 발생하는 원인은 본 연구대

상 해안과 Mimura and Kawaguchi(1996)가 분석한 일본의 사빈해안 평균 해안폭(average beach width)이 다르기 때문으로 판단된다. 일본의 경우 Mimura and Kawaguchi(1996)의 대상 해안의 평균 해안폭이 35 m이고, 본 연구에서 분석한 평균 해안폭은 117 m로 일본 사례에 비해 세 배에 해당한다.

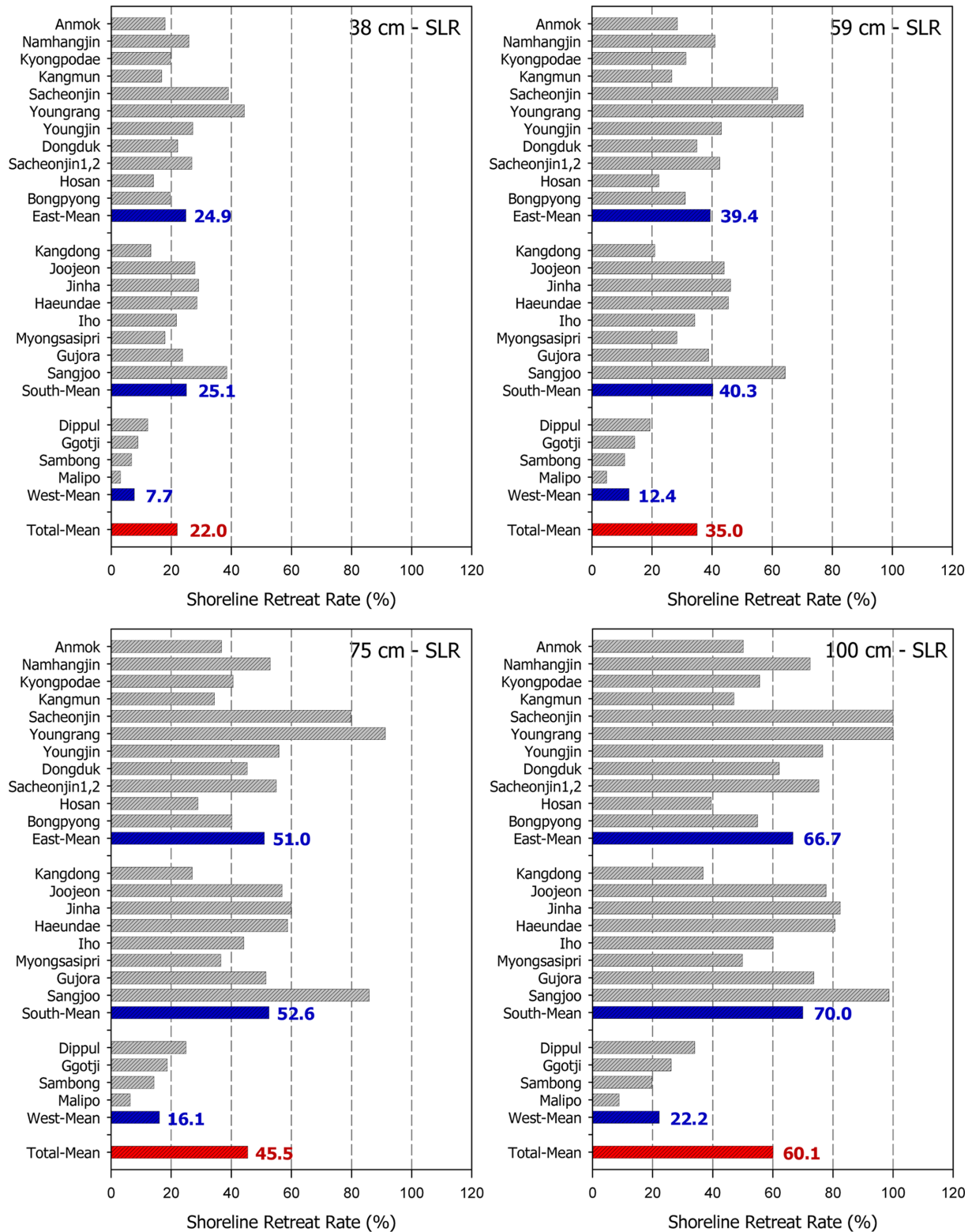


Fig. 8. Shoreline retreat rates due to a sea level rise(23 sandy coasts).

#### 4. 결 론

연안역은 최근 기후변화의 영향으로 인한 침식, 범람 등 자연재해가 지속적으로 늘어날 것으로 예상되어, 본 연구에서는 해수면 상승에 따른 우리나라 사빈해안의 후퇴거리를 정

량적으로 평가하고자 하였다.

우리나라 사빈해안의 후퇴거리를 산정하기 위한 해수면 상승 시나리오는 IPCC 4차 보고서(2007)에서 예측된 전 지구 평균 중간값인 38 cm, 지구 평균 상한값인 59 cm, 우리나라 해수면 상승률을 반영한 75 cm, IPCC 방법론에서 사용되는 표준 해수



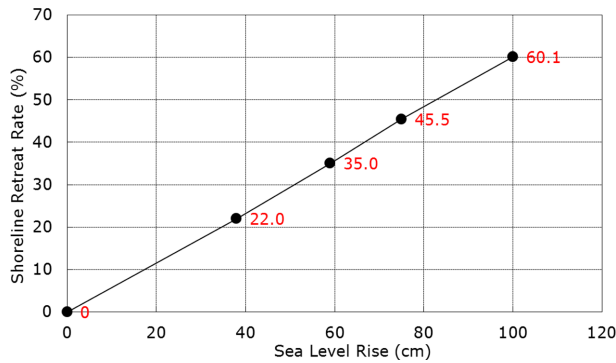


Fig. 9. Mean shoreline retreat rate due to a SLR.

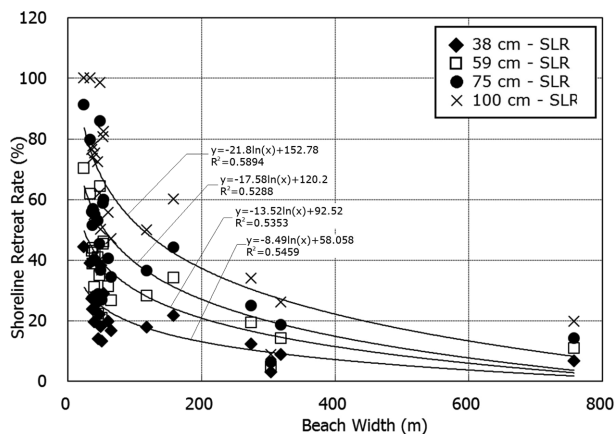


Fig. 10. Relation between beach width and shoreline retreat rate due to a SLR.

면 상승값인 100 cm 등 4개 시나리오를 사용하였다. 평가방법론으로는 평형해빈단면이론을 이용하였으며 우리나라 해안에 대한 적용성을 검토하였다. 해안사빈은 총 23개 해안(동해안 12개, 남해안 5개, 서해안 6개)을 대상으로 각각 3개 단면자료를 이용하였다. 우리나라 전 해안에 대한 평균 후퇴율은 38 cm 해수면 상승시에 43.7%, 59 cm인 경우 60.3%, 75 cm인 경우 69.2%, 100 cm인 경우 80.1%로 각각 증가하였다. 해역별로는 동해안의 평균 후퇴율은 38 cm 해수면 상승시 29.6%, 59 cm인 경우 45.1%, 75 cm인 경우 56.0%, 100 cm인 경우 69.9%로서 남해안(51.9%, 67.6%, 77.2%, 87.3%) 및 서해안(53.8%, 71.0%, 78.5%, 86.4%)에 비하여 낮게 나타났다. 평균 후퇴율의 지역별 분포는 서해안과 남해안이 동해안보다 상대적으로 더 취약하나 해수면이 상승할수록 전 해안이 취약한 것으로 나타났다.

본 평가는 여러 가지 불확실성을 내포하고 있다. 먼저 방법론과 관련하여 해안과정의 시공간적 다양성을 감안할 때 파동, 해수면 상승, 해안 단면 등으로 정량화하는 것은 한계가 있으며, 연안표사 및 그 변동을 정상 상태로 가정하는 것도 각 해역의 특성과 다를 수 있다. 더불어 관측 자료들의 시공간적인 제한이 본 연구의 불확실성을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구는 해수면상승 효과만을 고려하였으나 기후변화에 따른 파동, 태풍 해일, 해류, 강수 등의 외력 변화를 고려하면 미래의 해안선은 다른 모습을 보일 수 있다. 따라서 우

리나라 사빈해안의 특성을 파악하기 위한 지속적이고 통합적인 모니터링과 더불어 해안침식에 대한 과학적 불확실성을 줄이는 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 해수면 상승 농경지 영향평가 시스템 구축 및 해수면 상승에 따른 농경지 범람 피해 평가, 세부과제번호: PJ010475012014)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## References

- Bird, E. C. F. (1993). "Submerging Coast: The Effects of a Rising Sea Level on Coastal Environments", John Wiley and Sons, p. 184.
- Birkemeier, W. A. (1985). "Field data on seaward limit of profile change", Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 111(3), pp 598-602.
- Bruun, P. (1962). "Sea Level Rise as a Cause of Erosion", Journal of Waterways and Harbors Division - ASCE, 88, pp 117-130.
- Cho, K. W., Kim, J. H., Jung, H. C., Mimura, N., Nicholls, R. J. (2006). "Study on the Effective Mitigation Measures of Coastal Erosion due to Coastal Developments", KEI-2006-RE-21, 228p. (in Korean)
- Dean, R. G. (1977). "Equilibrium beach profile: U.S. Atlantic and Gulf coasts", Univ Delaware, Newark, Del. Ocean Eng. Tech. Rep. 12, Dept. Civ. Eng. -84.
- Dean, R. G. (1991). "Equilibrium beach profile: characteristics and applications", Journal of Coastal Research, 7(1), pp. 53.
- Dean, R. G. and R. A. Dalrymple (2002). "Coastal Processes with Engineering Applications", Cambridge University Press.
- EUROSION (2004). "Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability", National Institute for Coastal and Marine Management of the Netherlands (RIKZ), pp. 6.
- Hallermeier, R. J. (1981). "A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate", Coastal Engineering, 4, pp 253-277.
- IPCC (2007). "Climate Change 2007: Synthesis Report", A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, pp. 398.
- Kang, T. S. (2008). "Status of coastal erosion and countermeasure strategy", Joint symposium for Eastsea environment study, National Fisheries Research & Development Institute. (in Korean).
- Kang, T. S., Moon, S. R., Nam, S. Y., Shim, J. S. (2010). "The Vulnerability of the Reclaimed Seashore Land Attendant Upon Storm Surge/Coastal Inundation", Journal of Korean society of Ocean Engineering, Vol.24 No.1, pp 68-75. (in Korean).

- Korea Ocean Research and Development Institute (2003). "Wave Statistics with Long-term Estimation". (in Korean).
- Mimura, N. and E. Kawaguchi (1996). "Responses of Coastal Topography to Sea-Level Rise.", Proc. of 25th ICGE, pp 1349-1360.
- Mimura, N., M. Isobe and Y. Hosokawa (1993). "Coastal Zone in the Potential Effects of Climate Change in Japan", Center for Global Environmental Research, pp. 57-69.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2009). "Development of Coastal Erosion Monitoring System(VII)". (in Korean).
- Nicholls, R. J., Wong, P. P., Burkett, V. R., Codignotto, J. O., Hay, J. E., McLean, R. F., Ragoonaden, S., and Woodroffe, C. D. (2007). "Coastal systems and low-lying areas. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability", Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 315-356.
- Son, C. B. (1999). "Prediction of Potential Shoreline Retreat by Sea Level Rise", Journal of Korean Society of Coastal and Ocean Engineers, 11(1), pp 34-40. (in Korean).

---

원고접수일: 2014년 5월 29일

수정본채택: 2014년 6월 23일

게재확정일: 2014년 7월 7일