



# 기후변화에 따른 부산 연안 장기 해수면 변화량 비교 연구

김민수 · 윤한삼\* · 김경희\*  
부경대학교(학생) · \*\*부경대학교(교수)

## A Comparative Study of Long-term Sea-level Changes along the Busan Coast due to Climate Change

Min-Soo KIM · Han-Sam YOON<sup>†</sup> · Kyung-Hoi KIM<sup>\*</sup>  
Pukyong National University(student) · <sup>\*\*†</sup>Pukyong National University(professor)

### Abstract

In this study, sea level data was observed at three tidal stations located along the Busan coast and compared with the results of previous studies of the mean sea level rise. From 2006 to 2017, the mean sea level tended to increase by 2.1 mm/year along the Busan coast and by 5.0 mm/year on Geoje Island, whereas that at Ulsan decreased by 1.5 mm/year. The mean sea level rise is expected to have a variety of long- and short-term effects on the Busan coast and the Nakdong River estuary, including effects on the coastal topography (beaches, sand dunes, and tidal flats), coastal environment (tides and current), climate, ecosystems, human activities near the Nakdong River estuary, and coastal processes (erosion, flooding, and saline infiltration). The rate of mean sea level rise determined in this study can be used as basic data for river basin restoration in the Nakdong River estuary and the management of river water quality.

**Key words :** Busan coast, Nakdong river estuary, Tidal station data, Climate change, Mean sea level(MSL)

### I. 서론

해수면 상승은 자연생태계 및 사회경제적으로 주요한 연안에 다양한 영향(연안 저지대 및 습지 범람, 해안 침식, 강이나 지하수로의 해수 유입, 강 수위 증가 및 범람, 조석 및 파동 변화, 퇴적상 변화 등)을 주며 그 결과 자연생태계, 인간 거주지, 수자원 및 산업시설을 포함한 사회 인프라에 악영향을 미칠 것으로 예상되고 있다. 특히 연안은 지구온난화로 인한 강수 및 태풍의 강도와 빈도 변화에도 영향을 받기 때문에 기후변화에 취약한 지대로 인식되고 있다(Cho and Maeng,

2007).

해수와 담수가 혼합되는 기수역의 경우, 해수면이 상승하면 해수와 담수의 평형상태의 변화로 염분농도 및 해양으로부터의 염수漚기의 침투량이 변하게 되고, 이는 하구역(Estuary)에 서식하는 생물뿐만 아니라 담수를 사용하는 인간에게도 영향을 미치게 된다.

부산 연안의 대표적인 하구역인 낙동강 하구역은 해양으로부터의 염수漚기를 차단하고 공업, 생활, 농업용수를 생산하여 공급할 목적으로 낙동강 하굿둑이 건설되었지만 생태계 훼손의 문제로 최근 개방이 고려되어지고 있다. 부산시는 낙

<sup>†</sup> Corresponding author : 051-629-7375, yoonhans@pknu.ac.kr

\* 이 논문은 2018년도 부산녹색환경지원센터의 연구사업비 지원을 받아 연구되었음(18-2-70-76-1)

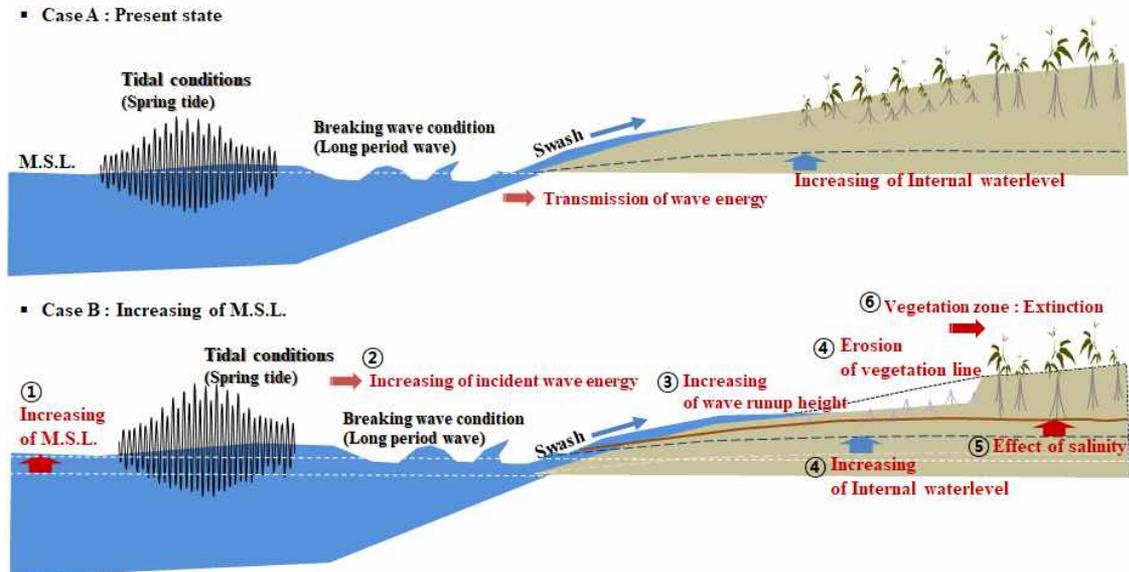
동강 생태계를 복원시키기 위해서 2017부터 점진적 개방으로 2025년에 전면개방을 전제로 기수역(Brackish Water Zone: BWZ) 복원을 위한 대안을 제시하였고(Kim et al., 2016), 한국수자원공사 또한 낙동강의 하천관리를 위해 댐-보 연계 운영 및 보 개방을 계획하였다(K-Water, 2018).

그러나 낙동강 하굿둑의 수문개도운영으로 공업, 생활, 농업용수를 생산하는 적정 기수역을 확보하기 위한 개방조건을 찾기는 매우 어려우며, 낙동강 하굿둑 개방에 대한 근본적인 유량확보 대책 및 정확한 하천정보를 이용하여 판단되어야 한다(Kim et al., 2016).

또한 낙동강 하구역에 분포하는 진우도, 신자도, 도요등과 같은 하구 사주의 전면 해빈의 경우 고과랑 내습, 해일, 하천수 방류 등과 아울러 시·공간적으로 변화하고 있으며 자연생태계 및 사회경제적 측면에서도 관심의 대상이 되고 있다. 본 연구의 선행연구로서 Park et al.(2014), Park et al.(2016)은 하구 사주가 해안침식에 대한 효과적 방안인 동시에 배후 연안 재해를 경감시

키는 자연방파제로서의 역할도 수행하고 있으며, 피복식생의 성장에 영향을 주어 해빈 모래 및 지하수위 저장고의 가치 및 중요성이 대단히 높으며 또한 해안방재 측면에서 내습하는 파랑에너지를 소산시키는 주요 기제로 작용한다고 주장하였다. 하지만 [Fig. 1]과 같이 장래 낙동강 하구역의 해수면 상승에 따른 영향이 고려되어야 하며 해수면 변동으로 인한 지형발달 및 식생대 성장에 미치는 영향 또한 면밀히 고려되어야 한다.

이에 본 연구는 부산 연안의 해수면 상승에 대한 기존의 연구결과들을 정리하고 부산 연안에 위치한 3개의 조위관측소에서 최근 10년간 실관측된 평균 해수면 자료를 분석하여 기존 연구결과와 비교하고자 하였다. 이를 통해 낙동강 하구역의 기수역 복원을 위한 수문 개방과 하천 수질 관리를 위해 보 개방이 계획되고 있는 현 상황에서 기후 변화에 따른 해수면 상승에 따른 낙동강 하구역 사주의 지형발달 및 식생대 성장에 미치는 영향에 대한 기초 자료를 제공하고자 하는데 목적이 있다.



[Fig. 1] Schematic diagram of the relationship between the vegetation line and wave energy conditions due to the increasing of mean sea level(M.S.L.).

## II. 기후 변화와 해수면 상승

### 1. 기후변화와 해수면 상승 연구 동향

인간이 기후 시스템에 명백한 영향을 미치고 있으며, 최근 배출된 인위적 온실가스의 양은 관측 이래 최고 수준으로, 기후 시스템이 온난해지고 있다는 것은 자명한 사실이다(IPCC, 2014).

따라서 지구 기후 시스템이 온난해짐에 따라 지구의 기후변화에 중요한 역할을 수행하고 있는 해양과 빙하에 영향을 미치게 되고, 이는 장기적인 기후 변화로 자연계와 인간계에 영향을 미치게 된다. 최근 많은 전문가들이 지구 온난화로 인한 태풍의 강도와 빈도가 증가함을 경고하고 있다(Emanuel et al., 2008).

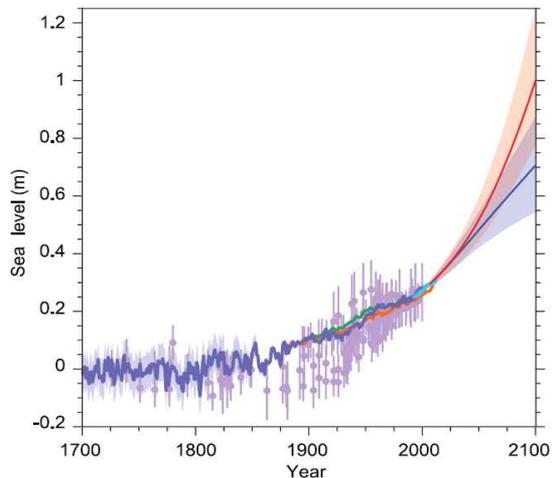
특히 지구 온난화로 인한 해수면 상승은 연안 역 침식, 연안 습지의 손실, 강과 지하수로의 해수 유입, 강 수위 증가 등을 유발하며, 그 결과 인간에게 밀접한 주거지, 자연생태계, 수자원, 관광 및 각종 산업시설 등에 악영향을 미칠 것으로 예상된다(Yoon and Kim, 2012).

이처럼 인간과 밀접한 관계가 있는 해수면의 변동은 해수 체적의 변화, 지각변동에 의한 상대적 해수면 변화, 해류에 수반되는 해수면의 변동의 세 가지 요인으로 정리할 수 있다. 이때 해수 체적의 변화는 전체 해수의 질량변화와 해수의 열팽창(thermal expansion)이며, 지각변동은 대륙에 있는 얼음의 양의 변화에 따른 지각의 상승 및 하강의 운동에 의해 일어나거나, 판구조운동(Plate tectonism)에 따른 지각변동을 뜻한다(Korea Ocean Research & Development Institute, 1994).

20세기의 전 지구적 수준이나 지역적 범위에서 관찰된 해수면 상승의 경향은 대부분 ‘평균해수면 상시 서비스(Permanent Service for Mean Sea Level)’라는 전 지구적 장기 해수면 변동에 관한 자료 은행에서 나왔다. 이 서비스는 유네스코 산하의 정부 Commission : IOC와 국제과학위원회(International Council for Science : ICSU) 그리고 각국 정부의

연구소 등이 조위계를 이용한 조위관측 자료를 서로 공유하는 체제로 IPCC(2001)의 3차 보고서 까지도 대부분의 해수면 상승 자료는 여기에 근거한다(Yook et al., 2011).

IPCC(2013)의 보고서에 따르면, 대기에 포함된 이산화탄소의 대표농도경로(Representative Concentration Pathways, RCP)를 2.6, 4.5, 6.0 및 8.5로 구분하고 이에 따른 2081년부터 2100년간의 전지구적 MSLR(Mean Sea Level Rise) 시나리오를 각각 40 cm, 47 cm, 48 cm 및 63 cm로 제시한 바 있다([Fig. 2]).



[Fig. 2] Compilation of paleo sea level data, tide gauge data, altimeter data, and central estimates, and likely ranges for projections of the global mean sea level rise in the RCP2.6 (blue) and RCP8.5 (red) scenarios, all relative to pre-industrial values (IPCC, 2013).

Shin(2016)은 위 수치가 전지구 평균임을 감안하면 지역적 편차를 고려했을 때, 지역별로 해수면 상승 상한값의 불확실성은 더욱 가중되며, Nicholls et al.(1999)에 의하면 2080년까지 해수면 상승에 의하여 세계의 연안 습지의 약 28%가 손실될 것으로 전망하였다. 또한 Cho and Maeng(2007)에 따르면 인간의 다양한 활동에 의하여 현재 일어나고

있는 습지 실질(1990년 기준 약 40%)은 그 지역적인 차이가 크기는 하지만 해수면 상승으로 더욱 악화될 것으로 주장한 바 있다.

해수면 상승에 관한 연구는 주제와 연구 방법에 따라 크게 두 가지 유형으로 나눌 수 있다 (Lee and Choi, 2011). 첫째, 해수면 상승에 따른 침수지역을 분석하는 연구들이다. Won et al.(2004)은 수치지도를 이용하여 2.5m DEM (Digital Elevation Model)을 제작하고 대부도 남부 지역을 대상으로 가상 시나리오의 침수 지도를 제작하여 침수범위를 제시하였다. Kang et al.(2005)은 평균해수면 자료에 대하여 회귀분석을 실시하여 건설에 따른 해수면 변화와 침수의 공간적 범위를 검토하는 연구를 수행하였다. Moon et al.(2008)은 과거 발생한 태풍과 허리케인 인하여 상승하였던 해수면의 자료를 이용하여 해수면 상승과 해일강도의 장기변화 특성을 조사하였다. 또한 Choi et al.(2006)은 IPCC에서 발표한 기후변화 시나리오를 활용하여 해수면 상승과 침수 지역을 예측하였다.

둘째, 해수면 상승에 의한 피해 추정 요인 추출과 경제적 손실에 대한 연구들이다. Cho and Maeng(2007)은 해수면이 상승함에 따라 발생하는 사회·경제적인 영향을 분석하였고, Lee and Bu(2011)는 제주지역의 건물 및 시설물에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구들은 해수면이 상승함에 따라 발생하는 피해분석에 있어서 어떠한 요인들이 가장 큰 경제적 피해를 발생시키는지 분석하여 제시하고 있으며, 특히 건물 및 시설물의 영향에 있어서 도로와 전체적인 건물의 침수 면적을 산출하여 해수면 상승으로 인한 침수 피해를 산정하는 방법을 제시하였다.

## 2. 부산 연안의 해수면 상승량

우리나라 주변의 해수면 상승량에 대해서 많은 연구자들이 그 결과를 제시한 바 있다.

위성자료를 이용하여 분석한 경우에는 Kang et

al.(2005b)이 1992~2001년(9년간)까지 자료를 통해 동해안 ( $5.4 \pm 0.3$  mm/yr), 동해 남부  $6.6 \pm 0.4$  mm/year의 해수면 상승률을 보이며 이는 조위관측에 의한 것보다 더 높음을 보였다. Ha et al.(2006)은 1993~2005년(13년간) 자료를 분석하여 동해 5.0 mm/year, 남해 3.6 mm/year, 서해 3.7 mm/year 등, 전체평균 3.9 mm/year 정도의 연평균 해수면 상승률을 보여 이는 전세계 평균해수면 상승률의 약 1.3배에 이른다는 연구결과를 발표하였다. 또한 Oh et al.(2011)은 전지구적 MSLR 시나리오에 비해 한반도 인근 해역의 MSLR이 최고 두 배까지 높게 나타남을 분석하여 제시한 바 있다.

또한 우리나라 연안의 조위관측소 자료를 분석하여 해수면 변동량을 제시한 연구로는 Kang et al.(2005a)이 평균해수면 자료에 대하여 회귀분석을 실시하여 해안 개발에 따른 해수면 변화와 침수의 공간적 범위를 검토하는 연구를, Jeon(2008)은 2006년도까지 20년 이상의 자료가 축적된 21개 조위관측소의 장기자료를 분석하여 각각의 해수면 상승률을 제시하였고, Yoon et al.(2012)은 2010년까지 25년 이상의 자료가 축적된 17개의 조위관측소에서의 평균해수면 자료에 대해 회귀분석을 실시하여, 각 해역별로 동해가 평균 2.0 mm/year, 남해는 평균 3.2 mm/year, 서해는 평균 1.3 mm/year로 해수면이 상승하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 제주해역의 평균은 5.6 mm/year으로 전세계 평균치보다 약 3배가량 높은 해수면 상승률이 나타남을 보였다. 또한 국립해양조사원의 조위자료 분석결과(KHOA, 2011)에 의하면, 우리나라 주변해역에서 해수면 상승률은 2010년 말까지 연평균 2.48 mm가 상승하였으며, 해역별로는 동해 2.12 mm/year, 남해 3.17 mm/year, 서해 1.36 mm/year로 나타나 서해에서는 해수면 상승이 작게 발생하고 있으며, 제주부근에서는 5.81 mm/year로 크게 나타나고 있다(Jung, 2014). 이는 지반 침하와 연안개발, 수온 상승 차이에 따른 것으로, 지역마다 차이는 있지만, 한반도 해역이 최근 40년 동안 약 10cm 상승했다고 밝혀졌다

(Choo et al., 2016).

이상의 기존 연구자들의 연구결과를 바탕으로 부산 연안 인근에 대한 평균 해수면 상승량을 재 정리하면 <Table 1>과 같이 나타낼 수 있다.

Cho et al.(2007)은 지구온난화에 따른 해수면 상승에 따른 우리나라의 기초적인 대처방향과 과제를 제시하였다. Song(2008)은 지구온난화에 따른 해수면 상승이 연안 방재 시스템에도 영향을 주고 있는 상태로 보완이 필요함을 밝혔다(Choo et al., 2016).

Ho et al.(2011)에 따르면 한반도 해수면 온도

의 증가는 IPCC에서 보고된 바 있는 지구온난화에 따른 북태평양 해수면 온도 상승과 연관된 변화로 보이며 (Yeh and Kim, 2010), 특히 한반도 지역 도시화 효과로 인한 지표면 온도의 상승 또한 연안 지역 해수면 온도 상승에도 영향을 주는 것으로 보고된 바 있다(Jung, 2008). 이러한 변화는 직/간접적으로 태풍 및 집중호우의 세기 변화에 영향을 줄 수 있다. 아울러 해수면온도의 변화는 한반도 해안도시의 기온 및 수증기 변화에도 영향을 줄 수 있다(Kang et al., 1986; Han and Jeong, 1991).

<Table 1> Results of the annual mean sea level rise due to climate change near the Busan coast

Author	Analysis data	Target area	Period(year)	Changing rate of MSL(mm/year)	
Cho et al.(2001)	Observed tidal Elevation data (23 tidal stations)	East coast	1992~2001	4.6	
		South coast		4.8	
Kang et al.(2004)	Satellites data(Topex/Poseidon)	East coast	1961~2000	5.4 ± 0.3	
		Southeast coast		6.6 ± 0.4	
Ha et al. (2006)	Satellites data(Topex/Poseidon, Jason-1, ERS, Envisat)	East coast	1993~2005	5.0	
		South coast		3.6	
		West coast		3.7	
		Mean		3.9	
Jeon (2008)	Observed tidal Elevation data of tidal stations	East coast	Pohang	1972~2002	2.0
		South coast	Ulsan	1963~2002	-0.3
			Busan	1961~2002	1.8
			Gadeokdo	1977~2002	1.8
			Tongyeong	1977~2002	2.1
KHOA(2009)	Observed tidal Elevation data (during 46 years)	South coast	-	3.4	
		Mean		1.9	
Yoon et al.(2012)	Observed tidal Elevation data of tidal stations	East coast	Pohang	1973~2010	4.4
		South coast	Ulsan	1965~2010	0.6
			Busan	1960~2010	1.8
			Gadeokdo	1978~2010	2.3
			Tongyeong	1977~2010	2.0
Choo et al.(2016)	Observed tidal Elevation data (during 46 years)	East coast	Pohang	1971~2005(36)	0.614
		South coast	Ulsan	1962~2009(36)	0.206
			Busan	1956~2001(36)	0.369
			Gadeokdo	1977~2001(36)	0.306
Im et al.(2017)	Observed tidal Elevation data of tidal stations	East coast	Ulsan	1963~2014	1.08
		South coast	Mean		2.69
			Busan	1975~2014	2.59
Jung(2018)	Observed tidal Elevation data of tidal stations	Mean		2.05	
		Korea total coast	-	2.6	

또한 <Table 1>의 기존 연구결과에서 부산과 인접한 지역의 해수면 상승률과 해석방법을 비교한 결과, 위성자료를 분석하여 평가한 해수면 상승률이 연안 조위 관측소 자료를 분석하여 평가한 해수면 상승률보다 높으며, 연안 조위 관측소 자료의 분석 연구의 동일 지역 해수면은 대체적으로 비슷한 상승률을 확인할 수 있다.

아울러 기존 연구의 양적인 측면에서 장기적 관점의 연구와 단기적 관점의 연구는 전체에서 차지하는 비중이 비슷하게 나타나는 것으로 판단된다. 이는 연안지역에 장기 및 단기적인 측면에서 다양한 분야에 영향을 줄 것으로 생각되어진다. 장기 해수면 변화에 따른 해안지역의 영향을 살펴보려는 연구들은 해수면 변화에 따라 해안지형을 이루고 있는 요소(해빈, 사구, 간석지 등)나 해양의 변화(조석, 해류 등) 등과 같이 장기적인 변화과정을 파악하거나, 기후변화 또는 생태계 변화와의 연관성을 설명하거나, 더 나아가 한반도 내 인간활동의 변화를 살펴려는 것들이다. 단기적인 해수면 변화에 대한 영향은 크게 두 가지 측면에서 검토되고 있는데, 하나는 해수면 상승에 따른 자연환경의 변화, 예를 들면 해안침식, 범람, 염수 침투 등의 정도와 범위에 초점이 맞추어져 있으며, 다른 측면으로 앞에서 언급한 자연환경의 변화에 따른 사회경제적인 접근, 즉 해안지역의 경제적 피해 산정을 중심으로 이루어지고 있다(Shin, 2016).

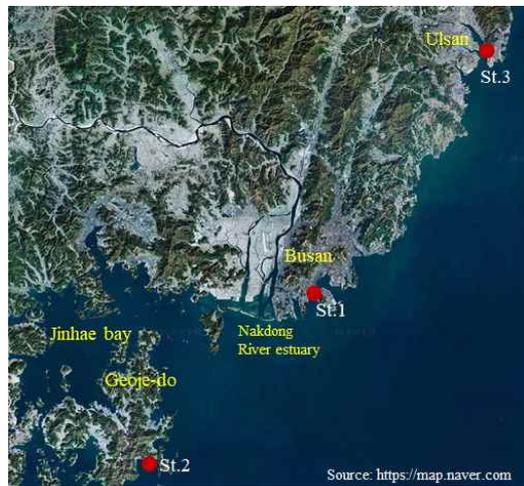
### Ⅲ. 부산 연안의 해수면 변동

#### 1. 수온, 염분, 기압 변화

해안지방의 기상특징은 해면조건과 기상상태에 따라서 대기와 해수면과의 상호간의 열교환이나 수증기교환이 일어나므로 여러면에서 고려되어야 한다. 기온과 해수온도와의 사이에 밀접한 관계가 있다는 사실은 한국의 기후와 해수온도와의 관계에서 밝히고 있다(Han and Jeong, 1991; Ho

et al., 2011).

본 연구에서는 부산 인근 연안의 기상특성을 분석하기 위해 [Fig. 3]의 국립해양조사원(KHOA, 2018) 3개 조위관측소(부산, 거제도, 울산)의 관측 자료를 사용하였다. [Fig. 3]에 제시된 부산 조위관측소(St.1)의 위치는 N35°5' 47" , E129°2' 7" 이며 1956년 1월부터, 거제도 조위관측소(St.2)의 위치는 N35°48' 5" , E128°41' 57" 이며 2006년 1월부터, 울산 조위관측소(St.3)의 위치는 N35°30' 7" , E129°23' 14" 이며 1962년 9월부터 관측을 시작하였다.



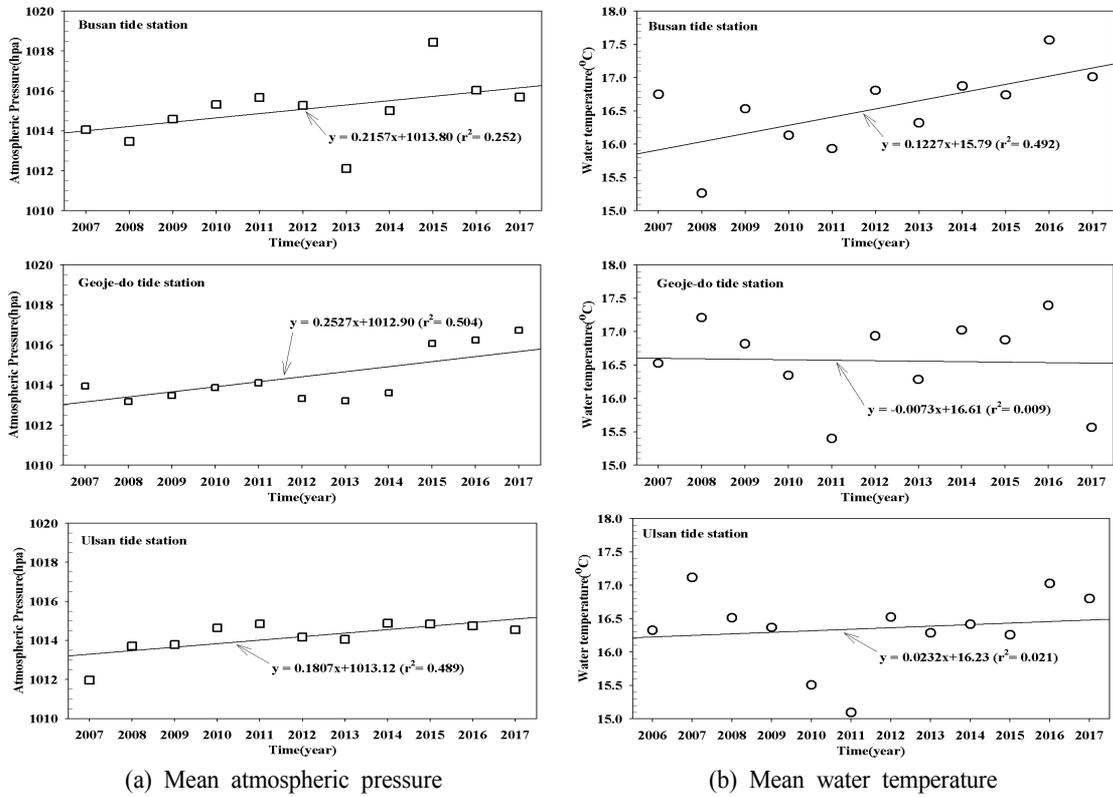
[Fig. 3] Location of three tidal stations of this study.

이에 본 연구에서는 3개의 조위관측소에서 관측되어진 자료중에서 2016년도부터 2017년도까지 (최근 11년간) 1시간 관측 자료를 수집하여 년평균 자료로 분석하였다.

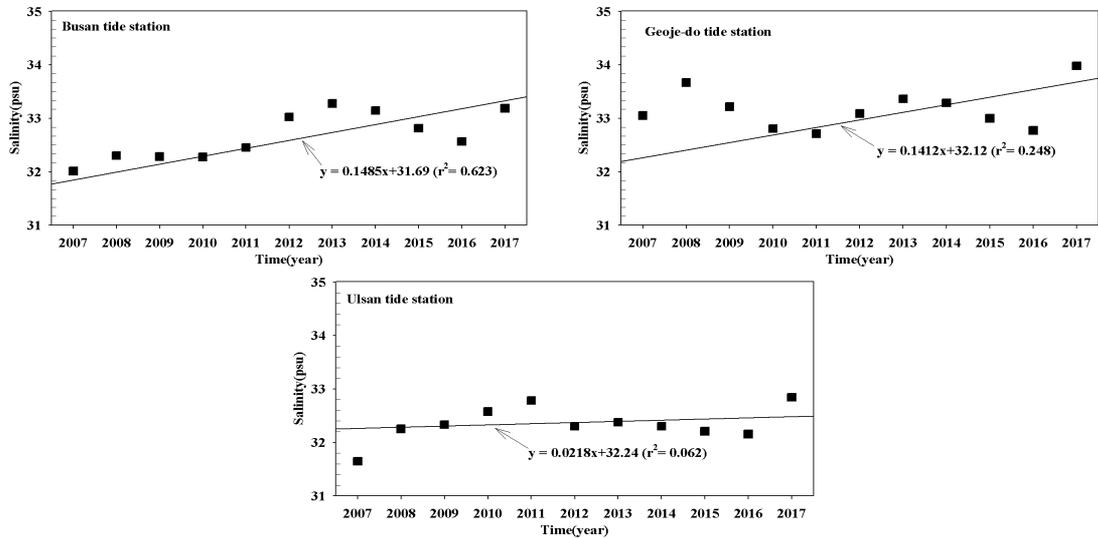
부산(St.1), 거제도(St.2), 울산(St.3) 조위관측소의 수온 및 염분, 기압에 대한 최근 11년간의 연평균 변화는 [Fig. 4]와 [Fig. 5]에 제시한 바와 같다.

부산(St.1) 조위관측소의 수온, 염분, 기압 데이터 분석 결과에 따르면 수온, 염분, 기압 각각 0.13 °C/year, 0.23 psu/year, 0.22 hpa/year 씩 상승하는 경향을 보인다.

기후변화에 따른 부산 연안 장기 해수면 변화량 비교 연구



[Fig. 4] Variation in the annual mean atmospheric pressure and water temperature over 11 years observed at three tidal stations near the Busan coast.



[Fig. 5] Yearly variations of water salinity during 10 years at three tidal observatory stations.

<Table 2> Predicted change in the mean sea level (MSL) along the southeast Korean coast due to climate change based on other research and this study

Target area	Changing rate of MSL(mm/year)				
	Jeon(2008)	Yoon et al.(2012)	Im et al.(2017)	This study	Regression equation
Ulsan	-0.3	0.6	1.08	-1.5	$y = -0.1539x + 36.83$
Busan	1.8	1.8	2.59	2.1	$y = 0.2088x + 72.24$
Geoje-do	-	-	-	5.0	$y = 0.5034x + 103.33$
Gaduck-do	1.8	2.3	-	-	-
Tongyoung	2.1	2.0	-	-	-
Average	<b>1.35</b>	<b>1.68</b>	<b>1.84</b>	<b>1.87</b>	

거제도(St.2) 조위관측소의 수온, 염분, 기압 데이터 분석 결과에 따르면 수온이 0.22℃/year 하강하였고, 염분, 기압이 각각 0.14 psu/year, 0.03 hpa/year 씩 상승하는 경향을 보인다. 수온의 경우, 2011년도의 고수온으로 인해 전체 회귀분석 결과는 하강하는 것으로 판단된다.

울산(St.3) 조위관측소의 수온, 염분, 기압 데이터 분석 결과에 따르면 수온, 염분, 기압 각각 0.02℃/year, 0.02 psu/year, 0.18 hpa/year 씩 상승하는 경향을 보인다. 울산의 경우, 해수면 변동에서 수온보다 기압의 영향이 강하게 작용하게 되면서 전체적인 해수면의 변동이 하강하는 경향을 보이는 것으로 판단된다.

이상의 결과로부터 대체적으로 수온과 염분의 변동이 지역적으로 비슷한 양상으로 증가하고 있음을 알 수 있다.

## 2. 해수면 변동 분석

부산 연안의 해수면 변동을 분석하기 위해 국립해양조사원(KHOA, 2018)의 3개 조위관측소(부산, 거제도, 울산)의 공통된 관측 시작일인 2006년부터 2017년까지(최근 11년간) 1시간 간격의 해수면 관측 자료를 이용하였다. 부산, 거제도, 울산 조위관측소의 최근 11년간의 평균 해수면 변화는 [Fig. 6]에 제시한 바와 같다. 시간(year)에 대한 평균 해수면의 변화를 선형으로 가정했을 때, 회귀 분석을 통해 기울기로 평균해수면의 변

동량을 판단할 수 있다.

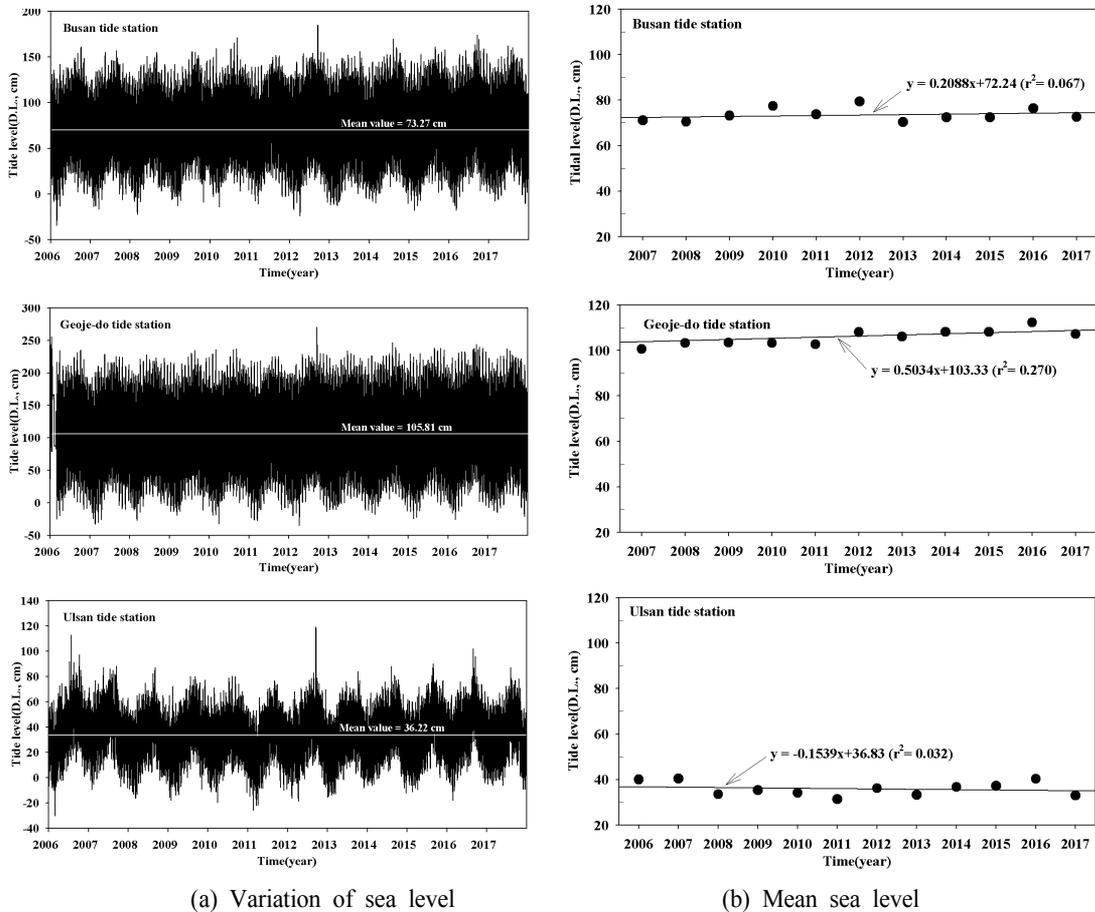
부산 연안의 평균 해수면 상승률을 계산한 결과, 부산은 2.1 mm/year, 거제도 5.0 mm/year의 평균 해수면 상승 경향을 확인할 수 있는 반면, 울산은 1.5 mm/year의 변화로 해수면이 감소하는 경향을 확인할 수 있다. 또한 기존의 Jeon(2008), Yoon et al.(2012), Im et al.(2017)이 제시한 연구 결과를 바탕으로 지속적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다(<Table 2>).

따라서 향후 10년간의 부산 연안의 평균 해수면 상승량은 약 2.1 cm 정도라고 추정할 수 있을 것이며 이로 인해 앞서 Cho and Maeng(2007)에 의해 제시된 바와 같이 자연생태계 및 사회경제적으로 주요한 연안에 다양한 영향을 미칠 수 있으며 이에 대한 대책이 요구된다고 할 것이다.

## IV. 결론

본 연구는 부산 연안의 해수면 상승에 대한 기존의 연구결과들을 정리하고 부산 연안 인근 3개 조위관측소에서 관측된 최근 10년간 평균 해수면 자료를 분석하였다. 이를 통해 기후 변화에 따른 해수면 상승에 따른 낙동강 하구역 사주의 지형 발달 및 식생대 성장에 미치는 영향에 대한 기초 자료를 제공하고자 하는데 목적이 있다. 본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

기후변화에 따른 부산 연안 장기 해수면 변화량 비교 연구



[Fig. 6] Variation in the annual mean sea level over 11 years observed at three tidal stations near the Busan coast.

부산 연안의 2006부터 2017년까지(최근 11년간) 조위관측자료를 분석한 결과, 부산은 2.1 mm/year, 거제도 5.0 mm/year의 평균 해수면 상승 경향을 확인할 수 있는 반면, 울산은 1.5 mm/year의 변화로 해수면이 감소하는 경향을 확인할 수 있다.

이는 부산 연안 지역(낙동강 하구역)에 장기 및 단기적인 측면에서 다양한 분야에 영향을 줄 것으로 생각되어지는데, 해수면 변화에 따른 그 영향으로는 해안지형을 이루고 있는 요소(해빈, 사구, 간석지 등)나 해양의 변화(조석, 해류 등),

기후변화 또는 생태계 변화, 낙동강 하구역 인근 지역의 인간활동 변화, 해수면 상승에 따른 해안 침식, 범람, 염수 침투 등의 자연환경의 변화에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

References

Cho K and Maeng JH(2007). Some Thoughts on Direction to Cope with the Sea level Rise in Korea, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering 10(4), 227~234.  
 Cho KW, Lee HM, No B.H., Kang J.E. and

- Nobuoka H(2011). National Assessment on Sea-Level Rise Impact of Korean Coast in the Socioeconomic Context I, Korea Environment Institute, Project report 2011-23.
- Cho KW, Lee HM, Kim TY, Kang JE and Nobuoka H(2012). National Assessment on Sea-Level Rise Impact of Korean Coast in the Socioeconomic Context II, Korea Environment Institute, Project report 2012-19.
- Choi J, Kim G, and Jung I(2006). Global Warming, Sea Level Rise, and Flooding Area in Korean Peninsula, Proceedings of the Spring Meeting of KMS, 198~199.
- Choo TH, Sim SY, Yang DU, Park S and Kwak KS(2016). A Study on Estimation of Design Tidal level Considering Sea Level Change in the Korean Peninsula, Korea Academy Industrial Cooperation Society 17(4), 464~473.
- Ha KJ, Jeong GY, Jang SR and Kim KY(2006). Variation of the Sea Surface Height around the Korean Peninsula with the Use of Multi-satellite Data (Topex/Poseidon, Jason-1, ERS, Envisat) and its association with Sea Surface Temperature, Korean Journal of Remote Sensing, 22(6), 519~531.
- Han YH and Jeong JS(1991). On the Effects of Sea Surface Temperature to Temperature and Humidity of Western Region of Korea, Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 27(3), 197~203.
- Ho CH, Lee MH, Park TW and Lee S(2011). A Review of Observed Climate Change in Korean Peninsula. Journal of Climate Change Research 2(4), 221~235.
- Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) (2013). IPCC AR5 Working Group I, Climate change 2013: The physical science basis. Projections of sea level rise, Chapter 13, Sea level change, Jonathan Gregory (Lead author).
- Jeon DC(2008). Relative Sea-level Change Around the Korean Peninsula, Ocean and Polar Research 30(4), 373~378.
- Jung TS(2014). Change of Mean Sea Level due to Coastal Development and Climate Change in the Western Coast of Korean Peninsula, Journal of Korean Society of Coastal and Ocean Engineers 26(3), 120~130.
- Jung TS(2018). Analysis of Rising Trend of Mean Sea Level in Korea, Proceedings of the Korean Society for Marine Environment & Energy, 186~186.
- Jung S(2008). Spatial variability in long-term changes of climate and oceanographic conditions in Korea, J. Environ. Biol. 29, 519~529.
- Kang YQ and Suh YS(1986). Relationships between Air Temperature and Sea Surface Temperature Anomalies in Korea. Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences 22(3), 7~13.
- Kang JW, Moon SR and Oh NS(2005a). Coastal and Harbour Engineering: Sea Level Rise at the Southwestern Coast, The KSCE Journal of Civil Engineering 25(2), 151~156.
- Kang SK, Cherniawsky JY, Foreman MGG, Min HS, Kim CH and Kang HW(2005b). Patterns of recent sea level rise in the East/Japan Sea from satellite altimetry and in situ data. J. Geophys. Res., 110.
- Korea Hydrographic and Oceanographic Agency (KHOA)(2009). Establishment and pilot production of coastal vulnerability guidance comprehensive basic plan.
- Korea Hydrographic and Oceanographic Agency (KHOA)(2011). Detailed Analysis and Prediction (3rd) of Sea Level Change in Korea.
- Korea Hydrographic and Oceanographic Agency (KHOA)(2018). <http://www.khoa.go.kr/>.
- Korea Water Resources Corporation(K-Water)(2018). K-water Innovation 2022 Comprehensive Plan. (<http://www.kwater.or.kr/>)
- Lee DW and Bu YS(2011). Analysis on Effect of Construction Facilities depending on a Scenario of Sea Level Rise around Jeju Coastal Area, Journal of Korean Society of Civil Engineers 31(2), 267~274.
- Lee SY and Choi J(2011). Analysis for Economic Cost of Sea Level Rise - Case Study: Haeundae Gu, Busan, Journal of the Korean Geographical Society 46(5), 597~607.
- Lim CW, Park SH, Kim DY, Woo SB and Kim SE(2017). Analysis of long-term sea level rising trends in Korea by analyzing tidal data, Proceedings of the Autumn Meeting of Korean Meteorological Society, 481~484.
- Moon I, Kwon S, Lee E and Oh S(2008). Sea Level

- Rise in Korean Peninsula and Changes in Tidal Wave Strength, Proceedings of the Spring Meeting of KMS, 202~203.
- Park, JH, Yoon, HS and Jeon, YH(2016). Spatial Characteristics of Vegetation Development and Groundwater Level in Sand Dunes on a Natural Beach, J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy, 19(3), 218~226.
- Park, JH, Yoon, HS and Lee, IC(2014). Analysis of Ground Watertable Fluctuation at the Sandy Barrier Island on Jinu-do in Nakdong River Estuary, J. Korean Soc. Mar. Environ. Saf., 20(4), 382~388.
- Shin YH(2016), Knowledge gap in response to sea level rise, Science and Technology Policy Institute, Science & Technology Policy, 26(3), 44~51.
- Song TK(2008), Effects of Sea Level Rise due to Global Warming on the coastal Defence System, Univ. of Seoul, Dep of Civ. Engrg, Ph.D Thesis.
- Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V and Midgley PM(eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Won DH, Kim GH, Park TO, Choe HU and Gwag TS(2004). A Study on Generating a Coastal Flood Hazard Map Using GIS, Journal of the Korean Society for GeoSpatial Information System 12(1), 69~77.
- Yeh SW and Kim CH(2010). Recent warming in the Yellow/East China Sea during winter and the associated atmospheric circulation, Cont. Shelf Res. 30, 1428~1434.
- Yoon JJ and Kim SI(2012). Analysis of Long Period Sea Level Variation on Tidal Station around the Korea Peninsula, J. Korean Soc. Hazard Mitig. 12(3), 299~305.
- Yook KH, Jeong JH and Ahn YS(2011). A Study on the Coastal Vulnerability Assessment Model to Sea Level Rise. Korea Maritime Institute, Project report, 7~20.
- 
- Received : 27 November, 2018
  - Revised : 11 January, 2019
  - Accepted : 17 January, 2019