

# 부산 영도 해안의 해수면 상승에 따른 침수대책 연구

홍성기\* · 강영훈\*\* · † 이한석

\* 한국해양대학교 해양건축공학과 박사과정, \*\* 한국해양대학교 해양과학기술연구소 연구원, † 한국해양대학교 해양공간건축학과 교수

## A Study on Flooding Prevention Scheme due to Sea Level Rise at Young-do Coast in Busan

\*Sung-Ki Hong · \*\* Yong-Hoon Kang · † Han-Seok Lee

\* Department of Oceanic Architectural Eng., Graduate School, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\* Research Institute of Ocean Science & Technology, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

† Department of Architecture & Ocean Space, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약** : 기후변화로 인한 해수면 상승이 우리나라 연안에 장기적으로 큰 영향을 줄 것으로 예측되어 다양한 방법을 사용하여 연안에 대한 해수면 상승의 취약성 평가가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 사면이 바다와 접해 해수에 의한 침수가 빈번하여 향후 해수면 상승에 의한 피해가 클 것으로 예상되는 부산의 영도 해안을 대상으로 해수면 상승이 해안에 미치는 영향을 알아보고 그 대책을 마련하였다. 먼저 잠재적 해수면 상승률을 바탕으로 CAD를 이용한 해수면 상승 시뮬레이션을 실시하였으며 다음으로 시뮬레이션결과를 바탕으로 침수범위와 재해위험 지역을 종합적으로 고려하여 피해 예상지역을 추출하였고 최종적으로 침수특성에 따라 지구별로 세분하여 해당 지구에 적합한 대응전략을 수립하였다.

**핵심용어** : 기후변화, 해수면상승, 영도, 침수취약성, 침수예방

**Abstract** : On the assumption of the rise of sea level, the inundation vulnerabilities on coastal areas of Korea are evaluated in different ways. The propose of this study is to find out the influences of sea level rise caused by global warming at Young-do coastal area, and to suggest the prevention schemes against the flooding damage caused by the sea level rise. The potential rates of sea level rise are assumed and with these rates the inundation vulnerabilities are simulated using CAD program. With the virtual maps, as the results on the previous CAD simulation, this study attempts to suggest the flood prevention schemes for each sector of damage-expected coastal area.

**Key words** : Global warming, Sea level rise, Young-do coast, Inundation vulnerability, Flooding prevention scheme

### 1. 서 론

현재 지구 온난화가 가속되고 있으며 그로 인한 기상이변 현상과 해수면 상승, 기후변화, 가뭄, 홍수, 폭설 등 자연재해가 증가하고 있다. 지구평균 해수면은 1961년 이후 연간 1.8mm, 1993년 이후에는 연간 3.1mm로 상승 속도가 증가하고 있으며 한반도 역시 해수면이 21세기말(2071~2100)에는 최저 0.18m, 최고 0.59m에서 1m까지 상승할 것으로 예상되고 있다(KHOA, 2012).

KHOA(2012)는 조위관측과 위성자료를 통해 한반도 주변 해역의 해수면 상승률이 전 지구 해수면 상승률 보다 약 1.3~2배 높으며 이런 추세라면 우리나라의 해수면은 2040년

정도에는 지금보다 0.22m가량 상승해 24.57km<sup>2</sup>가 침수되고 이로 인한 피해액이 391억 원에 달할 것이라고 예상 하고 있다. 또한 기후변화와 해수면 상승은 태풍에 영향을 미쳐서 태풍의 강도와 해일고가 점차 증가하는 양상을 보이고 있으며 해수면 상승과 함께 복합적으로 발생하는 태풍해일고의 증가는 해수면 상승에 따른 해안지역 침수피해를 더욱 가중 시킬 것으로 예상된다(Busan, 2012).

이러한 해수면 상승 현상은 부산과 같은 해안도시에 큰 영향을 미치며 특히 4면이 바다로 둘러싸이고 해안을 따라 매립지 등의 저지대에 도시가 형성된 영도와 같은 도시 섬 지역에 잠재적인 위험요인이 되고 있다. 하지만 미래 발생할 해수면 상승량을 정확하게 예측하기 어렵고 또한 해수면 상

\* 대표저자: 정희원, damis01@hhu.ac.kr, 051)410-4995

\*\* 정희원, hun0707@hhu.ac.kr, 051)410-4995

† 교신저자: 종신회원, hansk@hhu.ac.kr, 051)410-4581

(주) 이 논문은 “해수면 상승에 따른 영도 침수대책 연구”란 제목으로 “2013 공동학술대회 한국항해항만학회논문집(해군사관학교, 2013.6.27.-28, pp.267-269)”에 발표되었음.

승과 태풍해일 등의 복합적 요인에 의한 침수취약성 및 그 대책이 명확하게 마련되어 있지 않다. 따라서 본 연구는 부산 영도 해안을 대상으로 단계별 해수면 상승에 따른 지역별 침수취약성을 예측하고 지역 특성에 따른 건축 및 도시계획적 측면의 대책을 제안하는 것을 연구의 목표한 한다.

연구내용으로는 먼저 영도에서 해수면 상승 시나리오를 정하고 이를 바탕으로 해안지역 침수취약성을 분석하여 잠재적 위험지역을 파악한다. 다음으로 침수특성 및 지역 특성에 따라 침수취약지역을 세부구역으로 나누고 각 세부구역별로 건축 및 도시계획측면에서 침수대책을 제안한다.

구체적인 연구방법으로는 영도의 해수면 상승에 따른 침수취약성 평가를 위해 표고 및 수심 자료와 1:5000 수치지도의 등고선 및 등심선을 토대로 영도의 지형모델을 CAD로 작성하고 고해상도 이미지를 적용하여 해수면 상승에 대한 시뮬레이션을 실시한다. 시뮬레이션에서는 먼저 해수면을 평행단면으로 하여 정상적 해수면 상승과 더불어 조석 및 태풍해일에 의한 영향을 고려한 해수면 상승 변화시나리오를 설정한다. 그리고 시나리오별로 해수면 상승 시뮬레이션을 실시하여 해수면 아래에 잠기는 지역을 침수취약지역으로 정한다. 마지막으로 침수취약성과 토지이용현황 및 지형적 특성을 고려하여 침수취약지역을 침수구역으로 세분하고 침수구역별로 침수대책을 마련한다.

## 2. 해수면 상승 현황

### 2.1 해수면 상승 현황

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후 변화 정부간 패널) 4차 평가보고서에 따르면 지구 차원에서 지난 100년 동안 해수면은 약 1.7m 상승했으며 해수면 상승률은 연간 12~22mm로서 특히 1961~2003년 사이에는 상승률이 가속화 되어 연평균 3.1mm(2.4mm~3.8mm)에 이르고 있다. 그러나 해수면 상승률은 지역별로 많은 차이를 보이고 있으며 기후, 자연환경 등의 환경적 변화에 따라 해수면 상승률이 달라지므로 향후 해수면 상승률을 정확히 예측하거나 그에 따른 대책을 마련하는데 어려움이 있다.

우리나라 바다에서 해수면 상승률은 해역에 따라 많은 차

이를 보이는데 동해안은 연평균 1.4mm, 서해안은 연평균 1.0mm, 남해안은 연평균 3.4mm씩 상승하고 있어 전 세계 해수면 평균 상승속도를 상회하고 있다(KHOA, 2012). 특히 남해에 접해있는 부산 앞 바다의 해수면 상승률이 타 지역에 비해 높은 것으로 조사되었으며 국립해양조사원의 실측자료를 보면 부산 앞바다 해수면은 1962년 625.6mm서 2006년 711mm으로 45년간 85.4mm 상승했다. 하지만 2001년에서 2006년까지 매년 10mm로 급격히 해수면 상승 속도가 빨라지고 있는 것으로 나타났다. 이런 추세라면 100년 후 부산 앞바다의 해수면은 지금보다 1m이상 상승할 것이라 우려가 나오고 있다(KHOA, 2009).

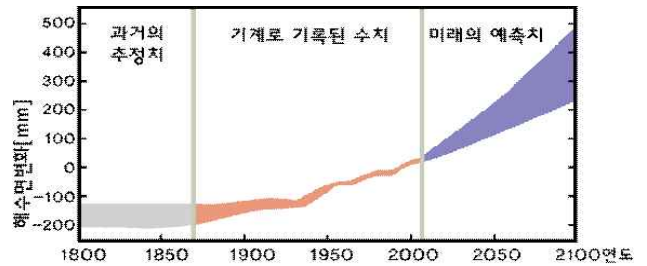


Fig. 1 Sea level rise forecast graphs(출처: IPCC(2007))

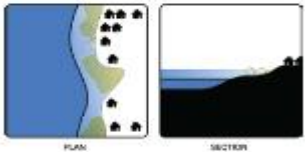
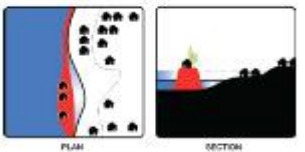
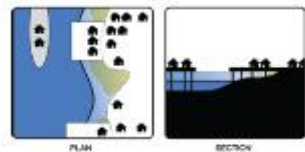
또한 Busan(2012)에 따르면 1990년대 이전보다 이후 기간에 부산지역에 영향을 준 태풍의 수가 많으며 평균적으로 태풍의 강도 및 해일고가 증가하고 있다. 따라서 전 지구적 해수면 상승과 부산지역 태풍해일고 증가에 따른 복합적인 해수면 상승으로 인한 해안지역 침수피해가 증가할 것으로 예상되며 특히 미래 발생 가능한 슈퍼태풍에 의한 급격한 해일고의 상승은 해안지역 침수피해를 더욱 가중 시킬 것이라 예상된다.

### 2.2 해수면 상승 대응방안

#### 1) 시설측면의 대응방안

연안은 해수면 상승의 영향과 이용 및 개발에 의한 영향을 동시에 받는데 연안저지대, 항만구역, 연안매립지, 인구밀집지역, 대형 삼각주 등이 침수에 취약한 공간이다. 해수면 상승과 관련한 시설측면의 대응방안으로는 Table. 1에서와 같이 이용 및 개발 지역을 침수피해를 받지 않은 곳으로 후퇴하는 것이 우선이며 해안과 그 사이에는 완충지대를 확보하

Table 1 Countermeasures against sea level rise at coastal area

대응방법	Retreat(후퇴)	Defend(방어)	Attack(공격)
내용	 <ul style="list-style-type: none"> <li>해수면 상승에 대비하여 개발지역을 내륙으로 후퇴시킴</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>해수면 상승에 대비하여 수변에 제방 등을 쌓아 해수 범람을 저지</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>해수면 상승에 대비하여 해상공간을 활용하는 방안 모색</li> </ul>
	소극적 방안 ←		→ 적극적 방안

(출처: Building Futures, Institution of Civil Engineers(2010), 내용재구성)

는 것이 요구된다.

그러나 이러한 후퇴 방안이 가능하지 못한 경우에는 방어나 공격 방안도 고려할 필요가 있다. 방어는 현재 연안에서 가장 많이 이루어지는 대응방안으로서 수변에 제방을 쌓아 방어하는 것이다. 한편 공격 방안은 해수면 위에 부유식 구조물이나 고정식 구조물을 조성하여 침수되는 연안을 적극적으로 활용하는 방안으로서 미국 뉴욕과 같이 개발이 이미 진행된 고밀도 연안도시에서 구체적인 시행방안이 개발 중이다.

2) 관리측면의 대응방안

앞서 설명한 시설측면의 대응방안이 효과적으로 실행되기 위해서는 먼저 관리측면의 대응방안 마련이 시급하다. 이러한 대응방안으로는 해수면 상승 자료 구축, 침수지역 및 피해 예측, 관련 법제도 정비, 재해정보체계 구축, 재해보상대책 마련 등을 들 수 있다. 해수면 상승에 따른 침수예상도, 재해정보지도와 같은 재해지도를 작성하여 침수지역을 분석하고 그 지역에 적합한 대응방안을 모색하여 재해에 대비하여야 한다.

우리나라에서는 연안 침수예상도가 2006년과 2007년에 걸쳐 세 개 지역에 대해 시범적으로 제작이 되었는데 대상 지역은 과거에 고파랑, 태풍 및 백중사리 시 빈번한 범람 피해를 입은 지역들을 우선적으로 선정하였다. 이와 함께 정부는 태풍내습의 가변성을 고려한 예측 시나리오 개념을 도입하여 신속한 침수범람정보 추출, 3차원 침수범람가시화 구현을 위한 침수범람자료 DB구축, 해안침수예상도 제작 등 장기적 추진계획을 수립하여 시행하고 있다(MOLIT, 2006).

2.3. 해수면 상승에 따른 침수취약성 분석

해수면 상승에 따른 연안의 침수취약성 분석에 대한 연구로는 Cho et al.(2002) 「지구 온난화에 따른 한반도 주변의 해수면 변화와 그 영향에 관한 연구Ⅱ」, Jang et al.(2008) 「서해안 해수면 상승에 따른영향 및 대책」, Cho et al.(2010) 「해수면 상승에 따른 취약성 분석 및 효과적인 대응정책수립Ⅱ-연안역 범람 평가 및 대응방향」 등이 있다. 이 가운데 Cho et al.(2002)는 해수면 상승(sea-level-rise), 조석(tide), 태풍해일(storm surge), 파랑(wave) 등을 고려하여 총 14개 시나리오를 작성하여 고해상도 표고 및 수심 자료를 이용하여 한반도 전체 침수가능면적 및 침수가능인구를 산출하였고 취약성 지수로서 해수면 상승에 따른 범람면적과 범람인구를 제시하였다.

Jang et al.(2008)는 GIS기법을 이용하여 충남지역 서해안에 대해서 침식취약지도를 작성하였다. 0.5m, 1m, 3m, 5m 해수면 상승 시나리오를 적용한 만조 시 예상수위를 통해 토지이용별 침수취약지를 분석하였고 그에 대한 영향으로 침식 및 침수 위험도를 분석하였다.

Cho et al.(2002)와 Jang et al.(2008)에 따르면 한반도와 같이 조석, 태풍 및 폭풍 해일 등 동적 영향이 큰 지역에서는 지구온난화에 의한 해수면 정적 상승(static change)만을 고

려하는 방법은 적합하지 않으며 온난화로 인한 정적 상승과 더불어 태풍 및 조석 효과를 동시에 고려하는 것이 적절한 접근방법으로 판단된다고 발표한 바가 있다.

3. 침수취약성 분석방법

3.1 해수면 상승 시나리오 작성

해수면 상승에 따른 침수취약성분석을 위해서는 해수면 상승과 더불어 조석, 해일고 등 세 가지 요인을 고려하여 분석한다. 이들 요인을 고려하여 미래 해수면 변화 시나리오를 먼저 정해야 하는데 이 경우 시나리오 선정 방법으로는 지구 평균치를 이용하는 방법, 지구평균치를 지역적인 기후자료를 이용하여 보정(downscaling)하는 방법, GCM(General Circulation Model:일반 해류 대순환 모델) 예측치(지역기후 모델 포함)를 이용하는 방법이 있다. 현재 지구 평균 해수면 상승 예측모델의 경우 다양한 지역별 편차와 기후감도 및 열흡수 등에 대한 오차로 인해 부정확한 분석결과가 발생 할 수 있다. 따라서 해수면 상승에 의한 영향 평가를 위하여 가장 많이 사용되는 해수면 상승 예측치는 IPCC 예측치를 기준으로 한다. IPCC의 경우 2100년 기준 0.59m~1.0m 상승치를 주로 사용하고 있다.

한편 해일고의 경우 지역별 영향을 미친 태풍을 분석한 조위자료를 토대로 한 태풍해일고를 일반적으로 적용하여 시나리오를 구성하고 있으며, 「부산시 기후변화 적응대책 세부시행계획」(Busan, 2012)에서는 부산지역 해수면 상승에 대한 침수취약성 분석을 위하여 Table2와 같은 실측값 및 미래 태풍에 대한 추정값을 태풍해일고로 적용하였다.

Table 2 Regional storm sure of Busan

지역		태풍해일고(m)		
		태풍 사라	태풍 매미	슈퍼태풍
기장군	임랑	1.00	0.75	3.04
	칠암	0.98	0.71	2.86
	일광	1.03	0.72	2.62
	대변항	1.00	0.75	2.82
해운대구	송정	1.02	0.77	2.82
	해운대	1.04	0.81	3.30
	한화리조트	1.05	0.82	3.36
수영구	광안리	1.12	0.86	3.57
남구	남천/용호	1.05	0.88	3.81
동구	자성대	1.25	0.94	4.04
중구	부산항	1.30	0.98	4.28
영도구	부산검조소	1.26	1.02	4.51
	남항	1.18	1.05	4.70
서구	송도	1.19	1.03	4.55
사하구	다대포	1.17	1.08	4.78
	괴정하구	1.17	1.90	6.57
강서구	녹산	1.41	1.69	6.42
	천성항	1.10	1.36	4.87

출처: Busan(2012)

다음으로 조석의 경우 국립해양조사원에서 해안침수예상도 제작에서 대상지역별 고극조위, 저극조위, 연평균해수면 변화를 국립해양 조사원의 최고조위 및 평균 해수면 성과표를 바탕으로 분석하여 적용한다.

이상의 검토 결과를 바탕으로 영도 해안 침수취약성을 분석하기 위해 기후변화에 따른 해수면 상승과 조석 그리고 태풍해일고를 요인으로 고려하여 ‘해수면 상승+태풍해일고+조석’을 적용한 시나리오를 Table 3과 같이 작성하였다.

Table 3 Factors and criteria for flood simulation

시나리오	해수면상승*1	해일고*2	조석*3	전체상승치
1	0.2m	1.26m	1.37m	2.83m
2	0.4m	4.51m	1.37m	6.28m
3	0.6m	4.51m	1.37m	6.48m

\*1: IPCC 4차 보고서의 2100년 0.59~1.00m 상승 예측치를 기준으로 최소 단계적으로 0.2m, 0.4m, 0.6m까지 상승함을 적용

\*2: Busan(2012)에서 영도지역에 적용한 태풍사라 및 미래 슈퍼태풍의 해일고 부산검조소 기준 측정값 및 예측값을 적용

\*3: 국립해양조사원의 ‘2012년 조석표’에서 부산검조소(영도)의 만조 시 수위 1.37m 적용

해수면 상승의 경우 IPCC에서 내놓은 2100년까지 0.59m ~ 1m 상승기준을 반영하여 최소 0.6m 상승한다는 가정 하에 우리나라가 속한 북서태평양 해역의 해수면상승률이 연간 5mm 안팎인 것을 고려하여 Oh et al(2011)에서 적용한 단계별 해수면상승 시나리오를 참조하여 단계별 0.2m, 0.4m, 0.6m로 정하였다.

또한 해일고의 경우 태풍의 이동경로, 이동속도, 내습각도, 중심기압 등 여러 매개변수가 복합적으로 작용하여 지역별로 불확실하게 변화하므로 충분하지 못한 과거 태풍정보로부터 정확한 해일고를 산정하는 것은 매우 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Busan(2012)에서 적용한 영도지역 태풍사라 해일고 측정치 1.26m와 미래 예상되는 슈퍼태풍 해일고 추정치 4.51m를 시나리오에 적용하였다.<sup>1)</sup> 한편 조석의 경우에는 국립해양조사원의 2012년 조석표에서 제시한 부산 영도 지역 만조 시 수위 1.37m를 적용하였다. 그 외 강수 및 하천 유출수 등 해수면 상승에 영향을 미치는 여러 간접 요인들이 있으나 본 연구에서는 이를 제외 하였다.<sup>2)</sup>

### 3.2 3차원 CAD시물레이션

이상에서 결정한 요인별 시나리오를 바탕으로 침수취약성 분석을 위한 3차원 CAD시물레이션을 실시한다. 본 연구에서는 영도 해안의 지형을 반영하여 침수취약성을 분석하기 위해 Table 4와 같이 축척 1:5000 수치지형도 및 LiDAR 관측 자료와 Auto CAD 및 Sketch up 프로그램을 이용하여 지형을 모델링 한 후 CAD Map 3D 프로그램을 활용하여 지형을

분석하고 데이터를 구축하였다.

이와 같이 CAD를 이용한 지형모델링 작업은 등고선이 0.5m 간격으로 상승하는 선을 하나의 객체로 변환하여 면 처리하는 과정으로 지형지물의 완벽한 재현에는 한계가 있고 건물 등으로 인해 등고선 깨짐 현상과 간섭으로 경사각 추출에 어려움이 있어 범람 면적에서 다소 차이가 있을 수 있다. 또한 GIS 프로그램에서와 같이 다양한 데이터 추출에는 다소 부족한 점이 있을 수 있으나 CAD Map 3D 프로그램과 호환하여 필요한 데이터를 추출 할 수 있고 높은 해상도 이미지 추출과 시각적 가상 시물레이션에 매우 유용하며 실제 모델링되어 있는 CAD 파일은 다양한 프로그램 호환성으로 인해 기타 연구에도 활용 가능한 장점이 있다.

Table 4 Operations for 3D terrain model

순서	프로그램	내 용
1	CAD 1차 작업	지형도 합분
2	2차 작업	Layer 정리
3	3차 작업	등고선 연결
4	3D 변환 작업	surface, solid
5	Sketch up 1차	지형도 개별 면처리
6	2차	지형도 병합 작업
7	3차	전체 지형 면처리
8	CAD Map 3D	지형 데이터 추출
9	기타 그래픽	시각화 작업

한편 연안에는 침수를 대비하여 다양한 방어벽(방파제 등)이 있어 이들에 의해 범람이 일어나지 않을 수도 있으며 태풍해일의 효과는 태풍의 비교적 짧은 경과 시간과 관련하여 연안의 좁은 지역에 한정하여 범람을 유발할 수도 있다. 따라서 본 연구에서 산출된 시물레이션 결과는 범람의 최대 가능 면적을 나타내며 이는 연안의 잠재적 위험을 나타낸다. 즉 본 연구 결과는 제한적인 측면이 존재하지만 향후 해수면 상승, 조석 및 태풍해일고에 대한 잠재적인 영향, 침수 및 범람가능 면적을 가늠하는 기준을 제공한다.

지형모델링 작업은 기본적인 등고선 지형 CAD파일을 격자형식으로 통합하여 전체지형 도면을 작성하고 등고선별 높이를 3차원으로 올린 후 Sketch Up 프로그램을 이용하여 면 처리 및 Mapping(무늬와 질감을 입체로 변환하는 작업) 작업을 통하여 모델링하였다.

이상에서 설명한 침수취약성 분석을 위한 시물레이션 방법을 요약하면 Table 5와 같다. 이러한 시물레이션 방법에서는 표고 자료의 정확성이 지역(특히 수치지도상 표지를 제한한 군사지역 등)에 따라 다를 수 있으며 지형작성 결과에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 향후 더 분해능(resolution power)<sup>3)</sup>이 높고 정확성이 높은 표고 자료의 선택이 평가의 정확성을 높이는 데 필수적인 요

1) 영도지역 해양환경 측정 기준이 되는 부산검조소 측정치 및 이를 기준으로 예측한 추정치를 적용함  
 2) 대상지의 세부적이고 정확한 데이터가 미비하고 그에 따른 기준설정이 모호 하므로 제외함  
 3) ‘분해능’이란 대상을 명확히 재현하는 확대능력을 말하며 접근한 두 점이나 선을 분별하는 능력을 의미함

소이다.

한편 기존 선행연구에서는 GIS 프로그램을 이용한 지형 데이터를 통해 다양한 연구를 하였으나 본 연구에서는 지형을 실제로 모델링하여 정량적 해수면 상승 시 침수되는 면적과 범위를 알고자 하는데 목적을 두었다. 앞서 언급한 대부분 연구에서 LiDAR과 GIS 프로그램을 활용하였으며 해수면 상승 이외의 다양한 요소를 적용하여 정량적인 침수규모만을 예측하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 CAD를 활용하여 해수면상승에 따른 침수취약지역 추출에 필요한 공통적인 요소만을 적용함으로써 보다 쉽고 정확하게 침수취약지역 및 침수규모를 예측할 수 있다.

Table 5 Summary of simulation methods

방법	내용 요약
연구 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해수면을 평행단면으로 해수면 상승 시나리오 작성</li> <li>• CAD를 활용하여 지형작성(1:5000 수치지도 이용)</li> <li>• CAD MAP 3D를 연계한 지형 데이터 추출</li> <li>• SKETCH UP 프로그램으로 현실적 시각화</li> </ul>
시나리오 설정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해수면 상승 시나리오-IPCC 시나리오 근거</li> <li>• 태풍해일고- 부산시 자료 적용</li> <li>• 조석 - 대상지역 만조 시 수위 적용</li> </ul>
장점 단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상용화 된 프로그램으로 손쉽게 이용가능</li> <li>• 다양한 프로그램과 호환성이 뛰어나</li> <li>• 저비용과 전문인력이 풍부함</li> <li>• 지형작성 시 등고선 병합시간이 길고 고 사양 요구됨</li> <li>• 데이터 추출과 시각화 연계프로그램이 필요함</li> </ul>
차별성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지형작성 시 GIS 프로그램이 아닌 상용프로그램 이용</li> <li>• 수치지도의 등고선으로 작업(부드러운 지형작성 용이)</li> <li>• 고해상도 시뮬레이션 이미지 추출과 다양한 분야 활용</li> </ul>

## 4. 영도 해안 침수취약성 분석

### 4.1 대상지 특성


부산 앞바다에 있는 섬 영도는 면적 14.13km<sup>2</sup>, 해안선길이 30.8194km, 14만 8431명의 주민이 거주하고 있다. (Busan, 2011) 섬의 모양은 북서에서 남동으로 길게 뻗어 있으며 섬 가운데에 봉래산(395m)이 솟아있고 완만하게 비탈진 동북해안은 주거지역이고 서남해안은 급하게 비탈진 지역으로 암석지대이다. 영도의 표고는 Table 6과 같이 해안에 위치한 남향동, 대평동, 대교동, 봉래1동 등은 1.5m~12m로 형성되어 있고 신선동, 봉래동, 영선동 주거지역 표고는 9m~120m내 형성되어 있으며 동쪽 청학동과 동삼동 주거지역은 2m~200m에 입지해 있다. 이와 같이 지형적으로 영도는 해안지대가 좁고 경사가 가파른 지형이 많아 도시공간이 부족하므로 해안에는 바다를 매립하여 조성한 주거공간 및 도시공간이 광범위하게 분포되어 있다.

이러한 지형적 특성으로 인해 영도는 저지대 해안지역이 빈번하게 침수피해를 당하고 있다. 최근 예로는 2011년 11월 27일 집중호우로 인해 동삼동과 영선동을 잇는 해안도로가 끊어졌고 동삼1·2동 저지대 주택이 침수되었다. 따라서 영도

는 해수면 상승으로 인해 해안 저지대의 침수피해가 더욱 가중될 것으로 예측되고 있다.

Table 6 Altitude analysis

표 고	면적(km <sup>2</sup> )	구성비(%)
계	14.13	100.0
50m이하	6.69	47.5
50~100m	3.01	21.4
100~200m	3.00	21.3
200~300m	1.03	7.3
300~400m	0.35	2.5



### 4.2 침수취약성 분석

영도 해안의 침수취약성 분석을 위해 3.1에서 정한 해수면 상승 시나리오를 적용하여 시뮬레이션 한 결과 Fig 2와 같은 결과가 도출되었다. 시나리오-1(전체 2.83m 상승) 경우 침수 면적은 약 3.37km<sup>2</sup>이며, 시나리오-2(전체 6.28m 상승) 경우 시나리오-1에서 보다 약 0.87km<sup>2</sup>가 증가하고, 시나리오-3(전체 6.48m 상승) 경우 시나리오-2에서 보다 약 0.21km<sup>2</sup>가 증가하여 영도 전체 면적 14.13km<sup>2</sup> 중 31.49%인 약 4.45km<sup>2</sup>가 침수하는 것으로 나타났다.

특히 시뮬레이션 결과 침수가 심각한 지역으로 대평동, 대교동, 남향동, 영선동 1가, 영선동 2가, 봉래1동, 봉래 4동, 청학 1동, 청학 2동, 동삼1동 매립지로 나타났다. 해수면에서 평지경사각도에 따라 오차가 있으나 시나리오-3과 같이 기후변화로 인해 태풍이 내습하는 규모와 빈도가 증가하고 집중호우가 발생하며 해수면 상승이 지속되어 복합적으로 작용하게 된다면 이 지역의 침수취약성은 더욱 커지게 되고 결국 매우 심각한 결과를 초래할 수 있다.

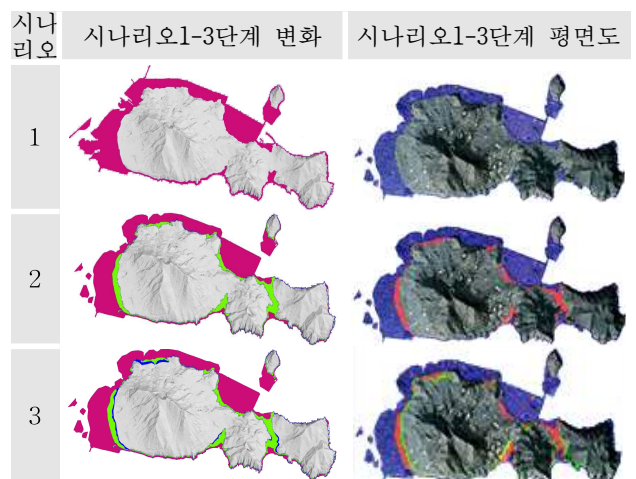


Fig. 2 Inundation area distribution according to the scenarios

한편 해수면 상승에 따른 침수취약지역에 대한 도시계획 및 건축적 측면에서 실효성 있는 대책 마련을 위해 침수범위가 크게 나타나는 지역을 대상으로 토지이용현황(상업지역,

공업지역, 녹지지역, 일반주거지역 등) 및 그동안 침수피해이력 등을 토대로 Fig. 3과 같이 네 개 SECTOR로 세분하였다. 그리고 각 SECTOR별로 2차원 지형지도와 침수면적분포도를 작성하여 침수위치와 범위를 정확하게 파악하고 이에 따른 침수대책을 마련하였다.



Fig. 3 Flooding expected sectors

## 5. 해수면 상승에 따른 침수대책

### 5.1 SECTOR-1

#### 1) 침수취약성

SECTOR-1은 대평동, 대교동, 남향동 일대로서 준공업지역과 중심상업지역으로 구성되며 시나리오 1~3에 따른 시물레이션 결과 Fig.4와 같이 시나리오 1을 적용하였을 때 침수예상 지역의 대부분이 침수되는 취약성을 보이고 있다. 특히 다른 SECTOR에 비해 면적은 작으나 시나리오1~3에 따른 영도 전체 침수면적의 39%를 차지할 만큼 규모면에서 가장 광범위한 침수예측이 나타났다. 또한 중소조선기자재업체와 소규모 상점이 집중되어 근무 종사자가 11,055명으로 영도 전체인구 14만 8431명의 7.4%에 해당하는 인원이 집중되어 있는 곳이다.



Fig. 4 Expected inundation area of sector-1

한편 SECTOR-1은 1930년대 초에 매립공사로 현재 지형을 갖게 되었으며 1968년부터 1977년까지 매립공사가 있는 후에도 여러 차례 범람이 일어나 적지 않은 침수피해를 입었고 1981년 8월에 있었던 태풍 '쥬디'와 '에그니스'로 인해

1,358세대 6,286 명 이재민이 발생한 사례가 있다.

SECTOR-1의 주된 침수사례를 분석해보면 그 원인은 저지대 침수로 Fig.5 같이 남향동 일대지역은 대평동과 대교동보다 낮은 옹덩이 같은 지형을 이루고 있어 집중호우 시 물이 바다로 빠져나가지 못하고 고임현상 및 배수로 역류에 의해 도로 및 주택지가 침수된다.

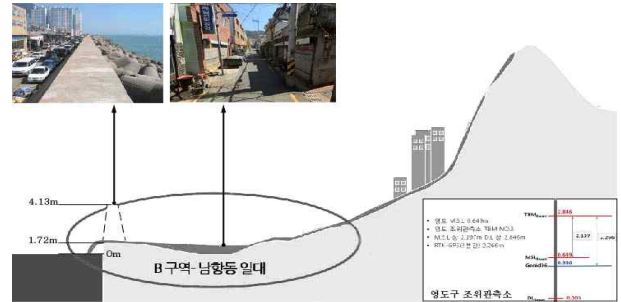
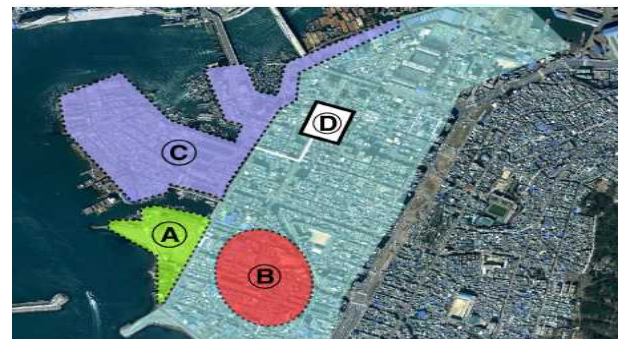


Fig. 5 Sectional schematic drawing of sector-1

#### 2) 침수대책

SECTOR-1 침수대책은 Fig.6과 같이 A, B, C, D 구역으로 나누어 각각 특성을 고려하여 적합한 대책을 제시하고자 한다.



A구역	• 지역내 공원 및 녹지 공간조성 (재해 완충공간 확보)
B구역	• 도시 침수조절용 저류지 조성 (옹덩이 지형 이용 습지공원 등으로 조성)
C구역	• 태풍 및 월파 대비 건축물 구성 (단기적 대응방안)
D구역	• D 위치에 대피소 추가 마련 (현재 B구역에 대피소 1개 지정되어있음)

Fig. 6 Detailed areas of sector-1

#### ① A구역(남향동2가 일대)

이 구역은 저지대 침수지역으로 정하여 별도 토지이용을 규제하고 침수와 태풍에 대비한 완충공간 역할을 하는 친수공간 및 인공사빈 등을 조성하며 침수피해와 무관한 레저보트, 해상택시, 요트 계류장으로 정비하는 것이 바람직하다.

또한 현재 영도구청에서는 재해 발생 시 대평초등학교를 대피소로 지정하고 있는데 이외에도 공원 내 소규모 긴급대피공간을 비롯하여 평소에는 휴식공간 및 조망장소로 이용하고 비상 시 대피공간으로 활용할 수 있는 소규모 대피소를 여러 곳에 설치하는 것이 바람직하다.

② B구역(남향동3가 일대)

지형적으로 남향동 일부 지역이 Fig.5 같은 웅덩이 형태로 되어 있어 배수로 용량초과로 인해 침수가 빈번하므로 대용량 연결배수로 설치와 남향동, 대평동, 대교동을 잇는 직선화가 필요하다. 장기적으로는 지역 재개발을 통해 노후주택과 골목길을 정비하고 이와 함께 평상 시 공원으로도 이용할 수 있는 저류지를 조성하는 것이 바람직하다. 저류지 조성 시 유출 조절과 함께 주민 편의시설을 제공하고 습지, 생물서식지, 수질관리 시설을 함께 조성한다.

③ C구역(대평동, 대교동, 봉래동 일대)

이 구역은 해안에 인접한 건물들이 집중호우에 의한 침수 피해 및 태풍에 의한 월파와 같은 많은 외력에 의한 재해가 예상되고 장기적으로 해수면상승 시 광범위하게 침수가 예상되므로 건물의 적응화가 필요하다. 이 구역의 건물들은 장기간에 걸쳐 단계적으로 침수에 적응 할 수 있는 능력을 가지도록 해야 한다.



Fig. 7 Building improvement measure

즉 Fig. 7과 같이 공장은 1층 공간을 피로티 형식을 취하고 사무실의 경우 일층 공간을 언제든지 비울 수 있는 형식을 취하여 침수에 대비해 나가야 한다. 또한 건물 1층과 지하실에는 차수막을 설치하여 침수가 예상될 시 언제든지 물을 차단할 수 있는 구조로 해야 한다. 이와 더불어 건물 지하에는 거실이나 시설물 설치를 지양하고 전기시설의 경우 지상에 설치 높이를 규정하는 등 제도적으로 침수대책을 마련한다. 한편 선박수리업체와 중소기업업체들이 해안에 무분별하게 들어서 있으므로 점차 해안에서 일정거리를 이격하여 건물을 재정비하는 등 침수지역에 새로운 도시계획안을 마련한다.

④ D구역(대피공간 마련)

SECTOR-1에서는 기존에 B구역 대평초등학교에 대피소를 지정하고 있으나 해수면상승에 의해 광범위한 면적의 침수피해가 발생할 것을 예상하여 지역 전체에서 대피공간 및 대피경로의 다양한 체계를 마련한다. 이러한 대피체계는 초등

학교와 같은 넓은 장소 뿐 만 아니라 소규모 공공장소로써 각 동의 주민센터를 활용함으로써 주민이 쉽게 접근 할 수 있고 지역상황에 맞는 효율적인 대응책을 마련할 수 있다. 이상과 같은 시설 위주의 대비책 뿐 아니라 정책적 방안으로서 SECTOR-1을 ‘침수위험지구’로 지정하여 국가로부터 재해관련 예산을 확보하고 지역 침수재해보험을 만들어 가입을 유도하며 침수피해에 따른 보상제도를 마련하고 침수흔적도 및 침수예상도를 작성하여 주민에게 알리는 대책도 필요하다.

5.2 SECTOR-2

1) 침수취약성

SECTOR-2는 행정구역상 면적에 비하여 인구가 밀집되어 있고 지역 내 재래시장인 청학시장을 중심으로 소규모 상가가 형성되어 있으며 향후 주거환경개선사업 등 도시기반시설확충이 필요한 지역이다. 시나리오 1~3에 따른 시뮬레이션 결과 Fig.8과 같이 시나리오 1에서 가장 많은 지역이 침수되는 침수취약성을 보이고 있다. SECTOR-2의 해안지역은 공업지대와 매립지로서 경사가 완만하고 표고가 높지 않아 침수가 발생하는 저지대가 많으며 이에 따라서 태풍이나 월파와 같은 외력에 의한 침수피해 뿐만 아니라 장기적으로 해수면상승이 있을 경우 광범위한 침수피해를 입을 것으로 판단된다.



Fig. 8 Expected inundation area of sector-2

한편 SECTOR-2는 내해에 면하여 태풍과 같은 외력에는 다른 SECTOR에 비해 피해가 적지만 저지대로써 해수면 상승에 따른 침수피해가 예상되며 현재 집중호우 등에 따른 도로침수가 빈번하게 발생하고 있다.

특히 한진중공업 조선소와 청학 삼삼공업단지가 들어서 있는 공업지역에는 북향대교 공사구간 일부와 한진중공업에서 공업단지로 들어오는 일부도로에서 침수현상과 배수로 역류가 발생하고 있다. 또한 SECTOR-2에는 조선소, 선박수리업체, 제조공장 등에서 크레인 등 무거운 중장비가 설치 및 운영되고 있어 침수 및 태풍 등에 대책 마련이 시급하다.

2) 침수대책

SECTOR-2에서 침수대책 마련의 주요 대상은 조선소 및 공업단지로서 장기적인 해수면상승에 따른 침수에 대비해 단계적으로 구체적인 실행계획을 세워야 한다. 먼저 저지대 침수

취약지역에 위치한 공장들은 단계적으로 안전한 장소로 이전할 수 있도록 장기적인 도시계획과 토지이용계획을 세워야 한다. 이에 따라 침수취약지의 개발 억제와 불가피한 개발의 경우 이에 따른 침수위험도를 검토하고 세부적인 침수대책을 세워야 한다. Fig. 9와 같이 장기적인 해수면상승 시나리오에 따라 단계적인 실행계획을 요약하면 다음과 같다.

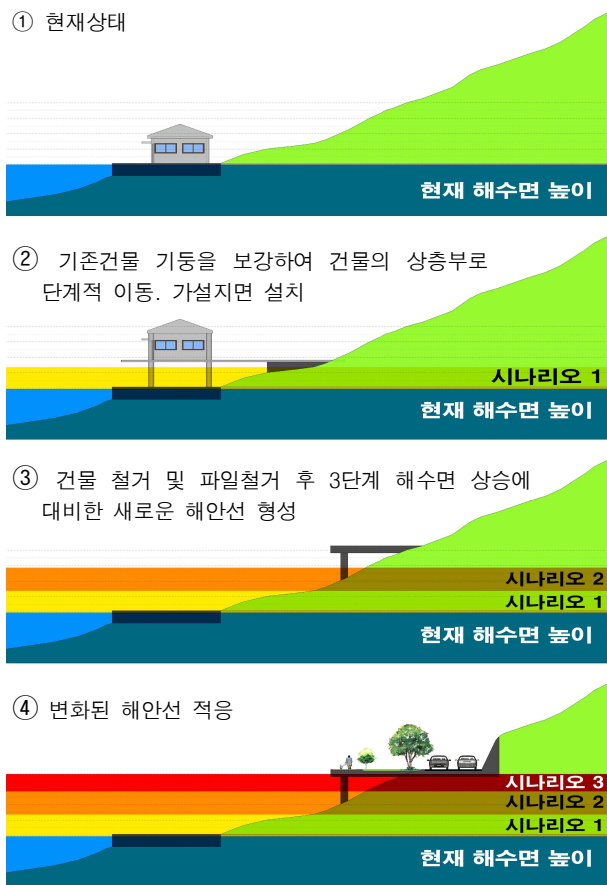


Fig. 9 Phased steps for flooding prevention in sector-2

① 해수면상승에 해안선 변화에 대비한 장기 도시계획 및 토지이용계획 수립과 이에 따른 단계적인 시설물 이전시나리오 작성, ② 단기적으로 기존 건물의 기둥을 보강하여 하부 건축공간을 침수위험높이 이상 상부로 이동 및 건축물의 이전을 고려한 건물바닥 설치, ③ 단계적으로 안전한 장소로 건물의 후퇴 및 건물 바닥 철거를 통한 변화된 해안선에 적응, ④ 안전한 물관리를 위해 하천 및 하수도 정비와 함께 빗물펌프장, 저류지, 우수유출저감시설, 저지대 완충공간 조성 이상의 침수대책이 침수된 지역을 포기하는 소극적 대응 방식이라면 지역에 따라서는 부유식(floating type) 건축물을 설치하여 평시에는 지면에 붙어있지만 침수 때에는 물 위에서 피해를 입지 않도록 함으로서 침수지역을 지속적으로 활용할 수 있는 적극적인 대책도 필요하다.

### 5.3 SECTOR-3

#### 1) 침수취약성

SECTOR-3은 시나리오1~3에 따른 시뮬레이션 결과 Fig.10과 같은 침수취약성을 보이고 있으며 특히 시나리오 1 일 때 동삼동 매립지 및 한국해양대학교, 하리항 일대가 대부분 침수되는 특성을 보이고 있다.



Fig. 10 Expected inundation area of sector-3

SECTOR-3은 대부분 매립지로서 한국해양대학교, 국립해양박물관, 국제 크루즈터미널 등 중요한 공공시설이 들어서 있으며 바다와 바로 인접하여 태풍 등 외력에 매우 취약한 지역이다. 동삼동 매립지 내 일부도로와 해양연수원 앞 도로 및 배후 주거지 연결도로 일부구간에서 부분 침수가 발생하고 노후주택 밀집지역인 상리와 동삼2동 일부지역은 급경사지에서 내려오는 우수가 배수용량을 초과하여 역류가 발생한 경우가 있다. 동삼동 매립지 내 경관수로는 바닷물이 자연스레 소통되지 못해 악취와 수질오염 등이 발생하고 주변 배수로 중심부가 침수되는 문제가 발생하고 있다. 하리 매립개발지는 매립지역내에 침수가 발생하여 일부 토양이 유실되어 침식되기도 했으며 이면도로(태종로)보다 낮은 지형으로 배수로 역류가 발생하여 일부 골목이 침수되었다.

동삼동 매립지의 경우 개발계획에는 태풍과 같은 자연재해에 대비하여 해안가 전면에 방재림과 공원을 설치하고 그 안쪽으로 주요 공공기관이 배치되어 있다. 이러한 계획은 단기적으로 태풍피해에 대한 대비와 지역 활성화에 효과가 있지만 장기적으로 해수면상승 시 매립지 전체에서 침수가 발생하는 상황에 대해서는 대책이 부족한 상태이다. 따라서 앞으로 매립지에 들어설 건물에 대해서 침수에 대비하여 구조적인 대책이 필요하다.

#### 2) 침수대책

SECTOR-3의 매립지에서는 매립 당시 조성한 지면에 건물을 지을 경우 장기적으로 해수면상승 시 침수피해가 우려되며 이 경우 불가피한 재건축 및 재개발이 불가피하다. 따라서 장기적으로 해수면상승에 따른 침수에 대비하여 건축계획 초기 단계에서부터 Fig. 11 같이 건축물을 지면에서 띄움으로써 침수피해를 방지할 수 있으며 하부공간은 월파나 집중폭우 등에 대비하여 저류공간으로 활용하고 저류시설 위에는 녹지공간이



나 친수공간을 조성하여 시민에게 개방한다.

또한 매립지 조성에서는 도로는 투수성 재료를 사용하고 용량이 충분한 배수시스템을 만들 뿐 아니라 집중호우와 해수면상승에 대비한 물관리시스템을 별도로 만들어야 하며 침수를 비롯한 재해발생, 대피요령, 대피장소, 대피경로에 관한 정보를 거주민들에게 신속하게 알릴 수 있는 정보시스템을 마련한다.

특히 매립지 개발에서는 도시기반시설, 공공시설, 건물 등의 조성이 수십 년 간 지속되므로 각종 개발계획에서 기후변화에 따른 재해와 침수피해 등에 대해 체계적인 접근을 통해 모든 분야의 계획과 정책 결정에서 종합적으로 대응하는 것이 바람직하다. 계획 및 정책 결정 초기단계에서 정책 목표와 연계하여 검토하여야 하고 사전 재해영향성 검토, 지속가능성 평가 등을 실시하고 도시계획이나 토지이용계획에서 정책 기준을 마련하여 가이드라인을 작성한다.



Fig. 11 Steps for flooding prevention at reclaimed area

#### 5.4 SECTOR-4

##### 1) 침수취약성

SECTOR-4는 시나리오1~3에 따른 시뮬레이션 결과 Fig.12와 같은 침수취약성을 보이고 있으며 지형적으로 해안에서 급경사를 이루기 때문에 다른 SECTOR에 비해 침수면적은 적으나 외해에 직접 맞닿아 있어 태풍에 의한 월파에 의해 침수피해를 많이 입는 지역이다.

특히 감지 해변과 중리 해변 일대는 외해에 접해 있고 일반인들의 이용이 빈번한 곳으로 침수 발생 시 큰 피해가 있을 것으로 예상된다. 감지 해변은 현재 해안 일부만 일반인 이용이 가능하고 관광객들이 이용할 수 있는 공공시설물이 부족한 상황이다. 중리해변은 급경사지가 많고 노후주거지가 들어서 있어서 집중호우에 의한 토사붕괴 등 피해가 잇따르

고 있으며 또한 외해에 접하여 태풍에 의한 피해도 크다.



Fig. 12 Expected inundation area of sector-4

##### 2) 침수대책

감지 해변은 Fig. 13과 같이 침수에 대비할 수 있다. 부지 계획으로는 해안 전면에 산책로를 조성하여 완충공간 역할을 하고 배후부지는 녹지공간으로 조성하여 공공공간을 확보하고 동시에 침수에 대비할 수 있다. 이러한 해안산책로는 침수 시 대피경로 역할을 할 수 있으며 이에 따른 대피공간 마련 등 침수피해 최소화를 위한 저감대책 중심의 관리체계가 마련되어야 한다(Nam, J. H. 2009).



Fig. 13 Flood preventing measures for Gamji-area

중리 해변의 경우 단기적으로는 침수피해는 없으나 해안이 협소하고 배후부지가 불규칙한 급경사로 이루어져 있어서 침수를 대비해 해안을 넓혀 완충공간을 확보하고 장기적인 해수면상승에 따라 침수가 예측 되는 지역에서 주거나 횡집 등을 이전하는 방안이 필요하다. 이와 함께 바다에 방파제를 설치하여 태풍 및 장기적인 침수에 대처해 나가는 것이 바람직하다.

한편 SECTOR-4의 해안도로는 집중호우로 인해 도로가 단절되는 사고가 반복해서 일어나고 있어서 도로 확장, 도로 침수 시 사용가능한 우회도로 개설, 해수면상승에 의한 해안

선 후퇴에 따른 도로 이전에 관한 계획을 마련해야 한다. 결국 침수위험이 높은 해안에 제방과 녹지공간을 인공적으로 만들어 재해완충공간을 확보하여 단기적으로 태풍 및 외력에 대비하고 장기적으로 해수면상승에 대응하여 주택 등 건축물의 인공부지 기준높이를 높여 침수에 대비한다.

## 5. 결론

본 연구는 부산 영도 해안을 대상으로 해수면 상승에 의해 발생 가능한 침수취약지역을 조사하고 그 대책을 제시하였다. 영도 해수면 상승을 시나리오에 따라 시물레이션하고 지역별 토지이용 현황 및 지형적 특성 등을 고려하여 침수취약지역을 4개 SECTOR로 구분하였다. 그 결과 SECTOR-1(남항동, 영선동 일대 및 봉래동 일부)과 SECTOR-3(동삼 3동 매립지 일대)가 다른 지역에 비해 침수에 대해 취약한 것으로 나타났다. 또한 SECTOR-2와 SECTOR-4의 경우 지형적 특성보다는 도시기반시설인 도로 구조적 결함, 배수로 용량 부족 등에 의해 침수가 발생하고 있으며 향후 해수면상승에 의해 더 많은 침수피해가 발생할 것으로 나타났다. 우리나라의 연안개발은 해수면상승 관점에서 보면 매립 등 침수취약성이 매우 높은 방식으로 진행되어 왔다. 해안완충지대 부족, 연안생태계 훼손, 해안지역의 과도한 도시화 등에 의해 향후 연안 침수피해는 빈도와 규모면에서 매우 심각한 상황을 초래할 것으로 예상된다. 따라서 침수취약성이 큰 연안지역을 조사하여 침수대책을 수립하고 구체적인 침수대비 개발지침을 마련하는 것이 바람직하다.

특히 영도는 우리나라 평균치보다 높은 해수면상승률을 나타내고 있으며 침수에 취약한 지형적·도시적 구조를 안고 있으므로 해수면상승에 대한 지속적인 모니터링이 필요하고 해수면상승을 고려한 토지이용, 공간이용, 도시계획, 도시기반시설 조성 등이 이루어져야 한다. 이를 위해 먼저 국가적 차원에서 장기적인 해수면 상승의 정확한 과학적 예측자료를 생성하고 이를 근거로 침수취약지역을 정하여 침수대책을 마련해야 할 것이다.

본 연구에서 영도 해수면 상승의 시나리오를 작성함에 있어 지금까지 제시된 미래 해수면 상승에 대한 예측자료들이 서로 다르고 불확실하여 정확한 해수면상승 시나리오 작성에 한계가 있었다.

## 참고 문헌

- [1] Building Futures, Institution of Civil Engineers. (2010), "Facing up to rising sea-levels: Retreat? Defend? Attack?", Royal Institute of British Architects (RIBA), pp. 102-105.
- [2] Busan(2012), Detailed Trial Plan of Busna for Climate Change Adaptation Policies.
- [3] Cho, K. W., Kim, J. H., Jung, H. C., Nobuo miura and Robert J, Nicholls. (2002), "Around the korean peninsula of global warming, sea level change and impacts", Korea Environment Institute, pp. 46-52.
- [4] Cho, K. W., Kang, J. E., Yang, W. J., Kong, S. Y., Lee, H. M. and H, Nobuoka. (2010), "Sea level rise, vulnerability analysis, and establish effective policy responses II-Coastal area flooding assessment and Counter measures", Korea Environment Institute, pp. 117-125
- [5] Intergovernmental Panel on Climate Change.(2007), Fourth Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 57.
- [6] Jang, D. H., Jung, J. K., Son, S. K. and Hong, G. B. (2008), "The west coastal area sea-level rise impacts and measures", Chungnam Development Institue, pp. 6-25.
- [7] Korea Hydrographic and Oceanographic Administration.(KHOA, 2009), 2009 Climate Change Report, <http://eng.khoa.go.kr/> <2009.04.14>
- [8] Korea Hydrographic and Oceanographic Administration.(KHOA, 2010), 2010 Climate Change Report, <http://eng.khoa.go.kr/> <2010.12.27>
- [9] Korea Hydrographic and Oceanographic Administration.(KHOA, 2012), 2012 Climate Change Report, <http://eng.khoa.go.kr/> <2012.04.19>
- [10] Korean Statistical Information System.(KISIS, 2012), Statistical Yearbook of Busan, pp. 42-53.
- [11] Ministry of Land Infrastructure and Transport. (MLIT, 2006), Coastal area flooding expected Map, <http://www.coast.kr/> <2006.06.01>
- [12] Nam, J. H., Yuk, K. Y., Choi, H. J. and Jung, J. H. (2009), "Strengthening the resilience to respond to climate change for coastal areas", Korea Maritime Institute, Vol. 5, No. 2, pp. 210-218.
- [13] Oh, S. M., Kwan. S. J., Moon. I. J. and Lee. E. I. (2011), "Sea Level Rise due to Global Warming in the Northwestern Pacific and Seas around the Korean Peninsula", Korean Society of Ocean Engineers, Vol. 23, No 3, pp. 237-240.
- [14] Yeongdo-gu.(2007), Yeongdo vision2020, p. 67.

원고접수일 : 2013년 6월 17일  
 심사완료일 : 2013년 8월 26일  
 원고채택일 : 2013년 8월 27일