

Research Paper

기후변화 적응을 위한 연안완충구역 정책 개선방안

– 미국 연안도시와 지중해, 카리브해 연안지역 사례를 중심으로 –

오지운 · 문한솔 · 김연주 · 한지우 · 정주철

부산대학교 도시공학과

The Approach of Land Use Planning for Climate Change on Coastal Areas

– Focus on the Case of US, Mediterranean Sea and Caribbean Sea Coastal Areas –

Jiwoon Oh · Hansol Mun · Yeonju Kim · Jiwoo Han · Juchul Jung

Department of Urban Planning and Engineering, Pusan National University

요약: 기후변화로 인한 연안침식 가중화 현상은 최근 전 세계적인 이슈로 대두되고 있으며, 국제사회에서는 그 위험성을 인지하고 범국가적 협의와 다양한 정책을 적용하고 있다. 지중해, 카리브해에 위치한 연안 국가의 경우, 범국가적 차원에서 연안완충구역을 설정하고 연안관리계획을 수립하고 있으며, 미국은 도시적 차원에서 연안지역 관리계획을 수립하고 있다. 우리나라에서도 연안지역의 침식과 연안재해를 예방하기 위한 연안침식관리구역을 지정하고 관리하고 있으나, 절대적인 지정 개수와 연안 육역에 대한 정책이 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내 정책 현황 및 국외 사례 연구를 통해 연안침식 및 연안재해 예방·저감을 위해 연안 육역에 적용되는 정책 사례를 연구하고, 국내 연안완충구역 정책 개선방안을 모색하고자 하였다. 연구결과, 연안 육역부에 대한 연안완충구역 확대 및 과학적 분석에 기반한 완충구역의 설정 기준이 필요하다는 시사점을 도출하였다.

주요어: 연안관리, 연안침식, 연안재해, 연안육역, 연안정책

Abstract: The aggravation of coastal erosion due to climate change has recently emerged as a global issue, and the international community is aware of the risk and is applying national consultations and various policies. In the case of coastal countries located in the Mediterranean Sea and the Caribbean Sea, coastal buffer zones and coastal management plans are established at a national level, and the United States is establishing coastal area management plans at the city level. In Korea, coastal erosion management areas are designated and managed to prevent coastal erosion and coastal disasters, but the number of designated areas and policies for coastal land areas are lacking. Therefore, in this study, we study policy cases applied to coastal land to prevent and reduce coastal erosion and coastal

First Author: Jiwoon Oh, Tel: +82-51-510-3521, E-mail: junejwoh@naver.com, ORCID: 0009-0009-5725-3790

Corresponding Author: Juchul Jung, Tel: +82-51-510-3521, E-mail: jchung@pusan.ac.kr, ORCID: 0000-0003-2152-2345

Co-Authors: Hansol Mun, E-mail: tkdfhr6917@naver.com, ORCID: 0000-0003-1370-2442

Yeonju Kim, E-mail: kyj76540@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1161-618X

Jiwoo Han, E-mail: locky217@naver.com, ORCID: 0009-0006-3114-958X

Received: 12 December 2023. Revised: 25 January 2024. Accepted: 26 January 2024.

disasters through policy status and overseas cases, and seek ways to improve coastal buffer zone policies. As a result of the study, implications were drawn that expansion of the coastal buffer zone for coastal land areas and standards for establishing buffer zones based on scientific analysis are necessary.

Keywords: Coast Management, Coastal Erosion, Coastal Disaster, Coastal Land, Coastal Policy

I. 서론

기후변화는 인류가 직면한 가장 큰 위협과 도전이며, 특히 연안지역은 해수면 상승과 이상 기후로 인해 지리적, 환경적 변화가 매우 클 것으로 예측되고 있다(Beatley 2009; Ankrah et al. 2023). 전 세계 인구의 약 40%는 연안지역에 거주하는 것으로 추산되며, 인구 1천만명이 거주하는 33개 도시 중 20개가 연안에 위치하고 있다(Karkani et al. 2023; Chelleri et al. 2015). 우리나라의 경우에도, 삼면이 바다로 둘러싸여있는 지리적 특성으로 인해 연안지역의 활용도가 매우 높고, 연안지역이 지닌 경관적 이점으로 인해 연안지역의 개발 수요는 점차 증가하고 있다(Bae 2020). 하지만 연안지역의 사유지와 거주지가 증가함에 따라 연안지역 거주 인구 및 신규 사업체가 지속적으로 증가하고 있으며, 이로 인한 연안재해 취약성도 점차 증가하고 있다. 지중해, 카리브해에 위치한 연안 국가의 경우, 범국가적 차원에서 연안완충구역을 설정하고 연안관리계획을 수립하고 있으며, 미국은 도시적 차원에서 연안지역 관리계획을 수립하고 있다. 우리나라에서도 연안지역의 침식과 연안재해를 예방하기 위한 연안침식관리구역을 지정하고 관리하고 있으나, 절대적인 지정 개수와 연안 육역에 대한 정책이 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국외 문헌 연구를 통해 연안침식 및 연안재해 예방·저감을 위해 연안 육역에 적용되는 정책 사례를 연구하고, 국내 정책 적용에 대한 시사점을 도출하고자 하였다.

II. 연구방법

국내 연안완충구역의 정책 개선방안을 모색하기 위한 연구의 순서는 다음과 같다. 첫째, 연안침식의 정의

와 원인 및 완충구역의 개념과 효과에 대한 선행연구를 수행하였다. 둘째, 국내 연안완충구역의 정책 현황에 대한 자료 조사 및 한계점을 도출하였다. 셋째, 국외 연안완충구역에 대한 문헌 검토를 통해 정책적 시사점을 도출하였다. 넷째, 국내 정책의 한계점과 사례 연구의 결론을 종합하여 연안완충구역의 정책 개선방안을 제시하였다.

III. 선행연구

1. 연안침식의 정의와 대응 방안

연안 침식은 연안지역에서 해안 물질(coastal material)이 영구적으로 제거되어 해안선이 후퇴하고 바다가 육지쪽으로 진행되는 현상을 의미하며, 장기적 또는 단기적인 과정이다(UNISDR 2017). 이는 연안 해변부의 침식(erosion of beaches)과 연안 절벽 침식(erosion of coastal cliffs)으로 구분된다(Gillie 1997). 연안 해변부 침식의 경우, 연안지역에 퇴적된 퇴적물과 제거된 퇴적물 총량의 차이를 의미하며, 연안 절벽 침식은 절벽의 형태 변경, 토지 침하 등을 의미한다. 연안침식의 주요한 원인은 해수면 상승과 폭풍, 해일과 같은 자연 현상이지만, 모래 채굴 및 도시화와 같은 인위적인 행위에 의해 가속화된다(Ankrah et al. 2023; Karkani et al. 2023).

연안침식을 방지하기 위한 조치는 구조적 대책과 비구조적 대책으로 구분할 수 있다. 먼저 구조적 대책은 방파제와 잠재 등 구조물을 활용하여 파도와 해일로 인한 직접적인 피해를 저감시켜주는 방식이다. 일반적으로 이러한 방식은 해당 지역에는 효과적이지만, 인근 지역의 침식과 퇴적에 영향을 미치고, 건설 및 유지관리 비용이 매우 높으며 미학적으로도 부정적인 영향을 미친다(Yoon et al. 2019). 이러한 구조적 대책의 한

계를 보완하기 위해 비구조적 대책으로 토지이용계획 및 토지매수 등을 통해 연안완충구역을 지정하는 방식이 있다. 이는 재해완화론 관점에서 위험 회피 전략(Hazard Avoidance Strategies)에 기반한 개념이다(Hunt et al. 1999). 즉, 장기적으로는 개발을 하지 않는 것이 가장 효율적으로 자연재해 피해를 최소화하고 예방하는 방법이지만, 이미 개발이 진행된 경우, 토지매수와 완충구역 지정 등을 통해 연안지역을 보호하는 정책적 전략을 의미한다.

2. 연안완충구역의 개념 및 관련 정책

연안완충구역은 자연해안선으로부터 일정 거리의 구역을 완충구역으로 설정함으로써, 연안 경관의 보전과 연안재해로부터의 피해를 최소화하고 해안의 자연성을 보전하는데 도움을 주는 것을 목적으로 지정된다. 연안지역은 본질적으로 생태계의 내구성이 극도로 취약한 지역이기 때문에, 연안 후퇴 지역 설정을 통해 육역, 해역부의 경계면에 대한 건설을 방지하는 역할을 한다. 이에 따라 습지와 해초 서식지, 해안 숲과 같은 생태계와 서식지를 보존하여 생물 다양성을 보호할 수 있으며, 연안지역 인공화를 방지하여 자연 침식을 예방할 수 있다. 더불어 과도한 해안 인공화를 방지하여 경관과 자원을 보존함으로써, 시민들의 휴양 및 자연 친화 공간으로 활용할 수 있다(IDDRI 2012).

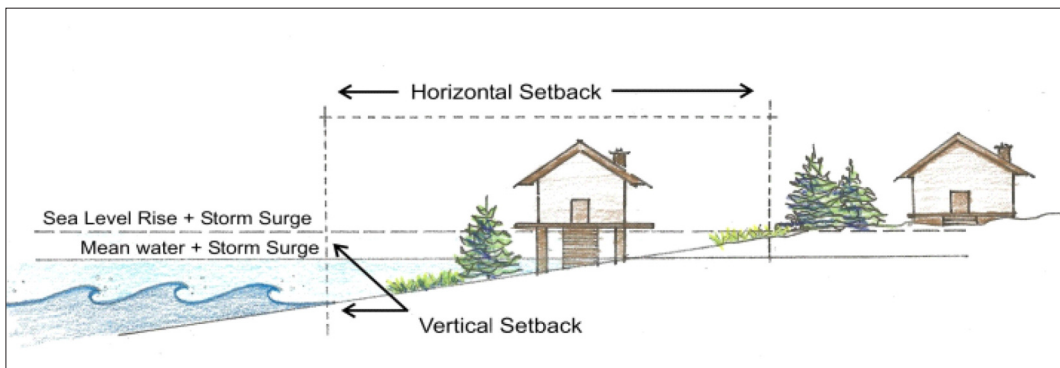
완충구역 내에 적용하는 구조적 정책은 수평적 방법과 수직적 방법으로 구분할 수 있다(Simpson et al. 2012). 수평적 방법은 해수면 기준으로 일정한 수평거

리를 적용하여 건축 후퇴선을 설정하는 방법으로, 후퇴선 이내 지역에서는 신규 건축물 및 개발을 억제하는 규제 중심의 정책이다. 반면 수직적 방법은 해수면 기준 이상의 최소 건축 높이를 설정하는 방법으로, 연안지역의 개발을 허용하면서 기후변화와 해수면 상승에 적응할 수 있도록 유도하는 수용적 정책이다.

연안완충구역의 수평적 접근방식에 의해 건축 후퇴선(setback)을 설정하는 방법은 정량적, 정성적 방법으로 다시 나눌 수 있다(IDDRI 2012). 정량적 방법은 균일한 길이를 설정하여 모든 지역에 일괄적으로 건축 후퇴선을 설정하는 방법으로, 지중해 연안지역 및 프랑스, 이스라엘, 크로아티아 등의 국가에서는 건축후퇴선을 100m로 설정하고, 이 지역 내 도시개발 사업을 규제하고 있다. 정성적 방법은 연안지역 내에 위치한 각각의 구조물과 건축물에 따라 건축 후퇴선을 설정하는 방법으로, 각 구조물의 수명과 연안재해 위험에 노출되는 시간 경로에 따라 결정된다.

3. 국내 연안완충구역 정책 현황

국내의 연안완충구역 관련 제도는 해양수산부에서 「연안관리법」에 의해 지정하고 있는 ‘연안침식관리구역’이 있다. 해양수산부에서는 2013년부터 ‘연안완충구역’을 지정하고 관리해왔으나, 2014년부터 ‘연안침식관리구역’을 신규 지정하고 관리하게 되어 2021년 ‘연안완충구역’ 제도를 폐지하였다. 연안침식관리구역을 설정하는 기준은 다음 세 가지이다. 첫째, ‘토지, 바닷가, 제방 도로 등 기존 시설물의 기능이 더 이상 유



Source: Simpson et al. (2012)

Figure 1. Vertical and Horizontal Setbacks

Table 1. Restrictions on Management Area

Division	Restriction Principle	Restricted Act
Core Management Area	Prohibited in principle	<ul style="list-style-type: none"> - Construction and Extension of Buildings and Structures - Acts of changing the characteristics of public waters or land - the act of collecting sea sand, siliceous sand, and earth and stone - Other acts prescribed by Presidential Decree
Buffer Management Area	Prohibited if necessary	<ul style="list-style-type: none"> - Acts deemed to have a significant impact on the erosion of the core management area if they occur in the buffer management area during the above acts

Table 2. Status of designation of coastal erosion control areas

(Unit: 1,000m²)

Name	Location	Core Management Area		Buffer Management Area		Total area
		Land area (Proportion)	Sea area (Proportion)	Land area (Proportion)	Sea area (Proportion)	
Maengbang Beach	Geundeok-myeon, Samcheok-si, Gangwon-do	0.0 (0%)	4,647.0 (24.54%)	34.1 (0.18%)	14,256.0 (75.28%)	18,937.0
Bongpyeong Beach	Jukbyeon-myeon, Uljin-gun, Gyeongsangbuk-do	0.0 (0%)	814.0 (33.17%)	41.0 (0.96%)	3,413.0 (79.97%)	4,268.0
Daegwang Beach	Imja-myeon, Sinan-gun, Jeollanam-do	198.0 (1.39%)	5,940.0 (41.73%)	64.0 (0.45%)	8,033.0 (56.43%)	14,235.0
Wonpyeong Beach	Geundeok-myeon, Samcheok-si, Gangwon-do	0.0 (0%)	692.8 (29.99%)	66.6 (2.88%)	1,551.0 (67.13%)	2,310.4
Geumeum Beach	Hupo-myeon, Uljin-gun, Gyeongsangbuk-do	0.0 (0%)	672.7 (17.65%)	21.0 (0.55%)	3,117.5 (81.80%)	3,811.2
Kkotji Beach	Anmyeon-eup, Taeon-gun, Chungcheongnam-do	43.8 (1.02%)	2,217.9 (51.65%)	28.9 (0.67%)	2,003.1 (46.65%)	4,293.7
Sodol Beach	Namae-ri, Hyeonnam-myeon, Yangyang-gun, Gangwon-do ~ Jumun-ri, Jumunjin-eup, Gangneung-si	6.0 (0.05%)	7,202.0 (55.04%)	33.0 (0.25%)	5,845.0 (44.67%)	13,086.0

지하기 어려울 것', 둘째, '연안정비사업 이후에도 연안 침식이 지속될 것', 셋째, '공유수면 매립을 수반하는 개발사업의 시행으로 장래에 연안침식 피해 발생이 우려될 것'이다.

2023년 기준 총 7개의 해변이 연안침식관리구역으로 지정되어 있으며, 연안침식이 급속히 진행되는 핵심관리구역과 주변부의 완충관리구역으로 구분하여 지정하고 있다. 연안침식관리구역으로 지정될 경우, 건축물·

공작물 설치 등의 개발행위와 출입이 제한된다. 핵심관리구역에서는 개발행위가 원칙적으로 금지되며, 완충관리구역에서는 핵심관리구역에 영향을 미치는 않는 범위 내 일정 부분의 개발행위가 허용된다(Table 1).

국내 연안침식관리구역은 정량적 지표가 아닌 정성적 평가에 의해 지정되며, 한 구역당 평균 약 8.7km²의 면적으로 지정되어 있다. 또한 7개의 지정 구역 중 4개 구역에서는 핵심관리구역 내 육역이 포함되어 있지 않

으며, 전체 지정 구역 중 연안 육역 비율은 평균 1% 미만이다(Table 2). 또한, 2016년 이후 지정된 4개 해변(삼척시 원평 해변, 울진군 금음해변, 태안군 꽃지해변, 양양군-강릉시 남애1리~소돌해변)의 완충관리구역은 모두 국공유지로만 구성되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

이처럼 현재 국내 연안완충구역 관련 제도는 전국적으로 연안침식위험의 심각성에도 불구하고 연안침식 관리구역의 절대적인 지정 개수가 부족한 실정이며, 지정 구역 자체도 국공유지 및 연안 해역 위주로 지정되어 있어 연안 육역에 대한 도시계획적 접근이 부족하다. 이에 본 연구에서는 지중해와 카리브해 해역의 범국가적 차원의 연안관리계획과 미국 뉴욕시, 로드아일랜드 주의 도시적 차원에서의 연안관리계획에 대한 문헌 검토를 통해 연안침식예방 및 완화를 위한 연안관리 정책의 시사점을 도출하고자 한다.

IV. 국외 사례연구

1. 지중해 연안지역(Mediterranean Action Plan)

지중해 통합 연안지역 관리계획(ICZM: Integrated Coastal Zone Management)은 1975년 지중해 연안지역의 협력기구 설립 이후, 지중해 해양 및 환경보호를 위해 작성된 계획이다. ICZM의 제8조 2항에서는 연안완충구역(coastal setback zone) 정책 목적과 완충구역의 설정 방법, 적용 정책에 대해 기술하고 있다. 목표로는 생물다양성 보호에 기여, 생태계 서비스의 유지, 자연침식의 예방, 휴양 및 관광 자원 보존을 제시하고 있다(IDDRI, 2021).

ICZM에서는 완충구역 설정을 위해 정량적 방식이 선호되며, 대부분의 국가에서는 일반적으로 해수면 기준으로 육역부의 100m까지를 완충구역으로 지정한다. 다만 섬이나 모래 언덕 등 생태적으로 보존 가치가 있는 지역은 완충구역을 100m 이상으로 적용할 수 있다(Hanak and Moreno 2012). 또한, 이 구역 내에서는 개발을 금지하고 있지만, 경우에 따라 개발을 허용하고 있다(Markandya et al. 2008). 안전 또는 공공 서비스 시설 제공을 위해 개발이 불가피할 경우, 환경영향평가 결과를 바탕으로 개발이 허가될 가능성이 있다.

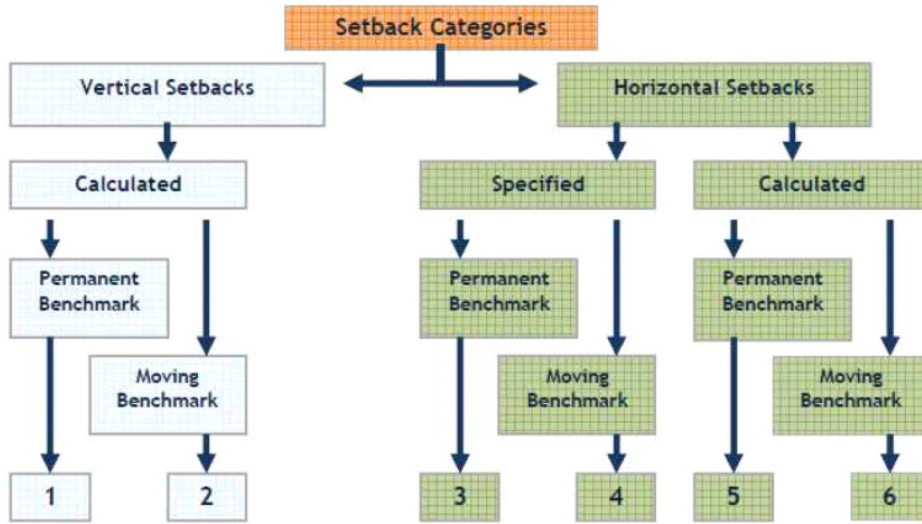
또한 ICZM에서는 '가장 높은 겨울철 경계선(as from the highest winter waterline)'을 기준점으로 사용하여 완충구역을 설정한다. 이는 533년 유스티니아누스 연구소에 기록된 로마 기원의 기준을 참조하는 것으로, 연안완충구역(coastal setback zone)을 적용하기 위해서는 정부가 해당 지역의 구성에 따라 가장 높은 겨울 조수가 도달하는 지점을 정확하게 결정하고 공시하여야 한다. 이에 따라 정부기관에서는 기후변화로 인한 침식, 고도화 또는 해수면 상승으로 인해 변화하는 해안선에 따라 계획을 정기적으로 업데이트하고 있다.

22개 해안 국가(대부분 바르셀로나 협약 당사국)로 구성된 ICZM은 수많은 국가 및 지역의 자체 연안계획 및 관리 수단과의 협력을 기반으로 한다. 하지만 기존 개발된 도시화 지역에 대해서는 정책의 적용이 어려워 신규 건축물과 시설에 대해서만 엄격하게 규제하고 있으며, 복잡한 법적, 행정적 배경의 이유로 국가간 정책의 불일치가 존재한다. 또한 일률적인 100m setback 기준 정책을 적용함으로써 효율성이 떨어진다는 비판이 있다. 따라서 최근 관련 연구에서는 지역마다 다르게 존재하는 피해 및 영향을 고려하여 지역마다 최고 수위를 신중하게 평가한 뒤 추가적인 setback 구역이 고려해야 한다고 주장한다(Sano et al. 2010).

2. 카리브해 연안지역(Guidelines for Coastal Planning and Development)

카리브해 연안에서는 수직적 및 수평적 완충구역 정책을 모두 활용하고 있다. 이 때, 수직적 완충구역은 2가지 기준, 수평적 완충구역은 4가지 기준에 따라 고도와 거리를 할당할 해안 기준점을 선택하고 있으며, Figure 2와 같이 분류한다(Simpson et al. 2012).

이상적인 완충구역이 영구적인 기준이 아닌 경사, 침식률, 극한 수위 및 해수면 상승의 누적 영향 가능성을 기반으로 수립된다는 관점에서, 해안선 및 해변 침식의 차이를 이해하는 것이 중요하다(Daniel and Abkowitz, 2005). 해안선 침식률은 시간에 따라, 심지어 해안에 따라 짧은 거리에서도 달라질 수가 있다. 이에 많은 연구자들은 해안선 침식률에 기초한 해안 후퇴거리를 계산하는 공식을 개발하였으며(식 1), 이 공식은 수평적이면서 동시에 정성적인 도구의 역할을 가진다. 건물의



Source: Simpson et al. (2012)

Figure 2. Setback Categories

크기(바닥면적)나 새로운 개발계획의 예상 수면과 관련하여 완충구역의 거리 조절이 가능하기 때문이다. 이 공식을 통해 해안선 침식, 급성 침식, 역사적 또는 만성적 침식을 설명할 수 있다(Cambers 2009; Daniel and Abkowitz 2005; Meredith 2011; GOV/AUSTRAL/WA 2006; GOV/NZ 2008).

$$setback\ distance = (A+B+C) \times D \quad (1)$$

- A=폭풍과 같은 특정 이벤트로 인한 급격한 침식
- B=만성적 침식
- C=해수면 상승
- D=안전계수(1-2)

반면, 수직적 완충구역은 만조 수준 위의 계산된 고도를 기반으로 설정한다. 이 때, 고도 계산에는 폭풍 해일 및 파도 작용에 대한 허용치, 지반 침하 및 해수면 상승에 대한 허용치, 불확실성을 설명하는 안전계수를 포함한다.

3. 미국 뉴욕시(Comprehensive Waterfront Plan)

미국 뉴욕시는 520miles(약 840km) 규모의 수변지역에 대해 10년 단위로 수변종합계획(Comprehensive Waterfront Plan)을 수립하고 있으며, 뉴욕시의 도시계획 부서인 NYCDPC(New York City Department of City Planning)에서 주관하고 있다. 2021년에 수립된 3차 수

변종합계획 내 6개 분야 중 ‘Climate Resiliency and Adaptation’에서는 연안지역의 기후 취약성을 파악한 뒤 수변 건물/인프라 특화 설계기법을 제안하였다(NYCDPC 2021).

뉴욕시에서는 건축선 후퇴(setback)나 연안완충구역(coastal buffer zone)을 직관적으로 설정하는 직접적인 정책보다, 토지이용계획, 조닝(zoning)과 같은 간접적인 정책을 통해 대응하고있다. 핵심 정책인 ‘zoning for coastal flood resiliency(ZCFR)’은 기후변화의 예상 위험요인을 물리적 환경계획에 투영하는 ‘resilient design’의 접근방식으로, 물리적인 환경 계획을 통해 홍수 및 해일에 대응하는 것을 목적으로 한다. 가장 중요한 목표는 토지 용도와 계획된 밀도를 유지하는 동시에 모든 유형의 건물과 지역이 장기적으로 회복력을 이룰 수 있도록 돕는 것이다. 해당 수변종합계획에서는 coastal buffer zone을 명시하는 규정을 제시하고 있지는 않지만, 수변공간과 해안지역 사이의 폭을 해안선 길이의 최대 30%를 기준으로 최대 7피트까지만 줄일 수 있도록 허용하고 있다.

수변공간은 홍수나 해일로 인한 피해 발생이 잦으므로, 이를 저감하면서 일반 시민들의 활용을 극대화할 수 있는 디자인 가이드라인을 마련하였다. 첫째, 예상 홍수위를 반영한 지반 계획고를 설정하거나 습지를



(a) ZCFR applied to residential areas



(b) ZCFR applied to commercial areas

Source : NYCDP(2021)

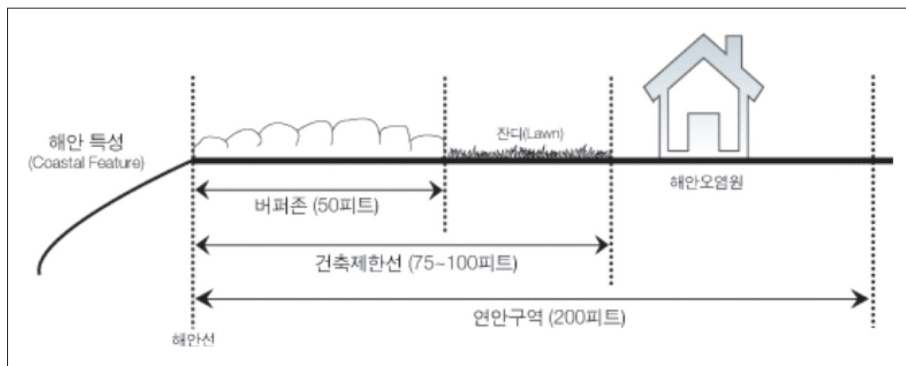
Figure 3. Cases of applying ZCFR

조성해 빗물의 수용량을 조절하는 등 물리적인 디자인을 통한 해결책을 제시하고있다. 예를 들면, 주거지역에 대해서는 거주가능한 공간과 그 밖의 건물 기능을 예상 홍수위 이상으로 건축하는 수직적 완충구역 기법을 적용하고 있다(Figure 3). 또한 예상 홍수위 이상 높이에 위치한 1층은 인접한 보도보다 13피트 또는 더 높게 배치하도록 요구하고 있으며, 홍수 피해를 저감하기 위해 상가 건축물의 2층 이상 공간에 상업 용도를 허용하고 있다. 이와 같은 정책은 상가들이 지하공간이 아닌 지상으로 주요 공간을 옮기도록 유도하는 접근 방식이다(Figure 3). 또한, 건물의 1층에는 습식 홍수 피해 방지 시설을 설치하는 지침이 있으며, 지상공간의 사용은 주차 및 보관실로만 제한하고 있다. 이와 같은 정책은 기후변화에 의해 해수면 상승이 예상되거나 만성

적인 홍수 피해가 있는 지역에서 적극적으로 적용할 수 있도록 장려되었다.

4. 미국 로드아일랜드주(Coastal Resources Management Program)

로드아일랜드주는 400마일이 넘는 해안선을 가진 연안을 보존하고 관리하기 위해 CRMC(해안자원관리 위원회)를 지정하였으며, 해안선으로부터 200피트(약 60m) 이내 건설 또는 개조 활동에 대해서는 CRMC의 승인이 필요하다. 사구, 습지, 해안장벽과 같은 지형 주변에 위치한 모든 부동산 및 건물은 연안관리법에 의해 관리되며, 해당 규정에는 'setback, coastal buffer zones, 오래된 구조물의 개조 또는 리모델링 관련 규칙'이 포함되어 있다.



Source : Oh et al.(2010)

Figure 4. Application of Coastal Buffer Zones in Rhode Island

해당 규정에서는 setback과 coastal buffer zone 두 가지를 모두 제시하고 있다. 여기서 setback에 의한 구역은 승인된 활동이나 변경이 발생할 수 있는 해안지형의 내륙 경계로부터의 최소 거리에 의해 설정되고, coastal buffer zone은 유지 또는 복원이 필요한 해안지형에 인접한 육지 지형으로 설정된다(Figure 4).

먼저 해안선 주변의 새로운 구조물에는 최대 50피트의 setback이 요구되고, 그 지역의 상태 또는 해안선의 변화 비율에 의해 결정된다(Oh et al. 2010). Figure 5는 구역 결정을 위한 해안선 변화지도의 변화율(침식률)에 대해 설명하고 있다. 여기서 4개 미만의 주거 단위의 경우, 평균 연간 변화율(침식률)의 30배를 반영하고 상업, 산업 또는 4개 이상의 주거 단위의 경우, 평균 연간 변화율(침식률)의 60배를 반영한다. 또한 coastal buffer zone이 있을 시, coastal buffer zone의 내륙 가장자리로부터 2.5피트를 추가한 후 반영한다.

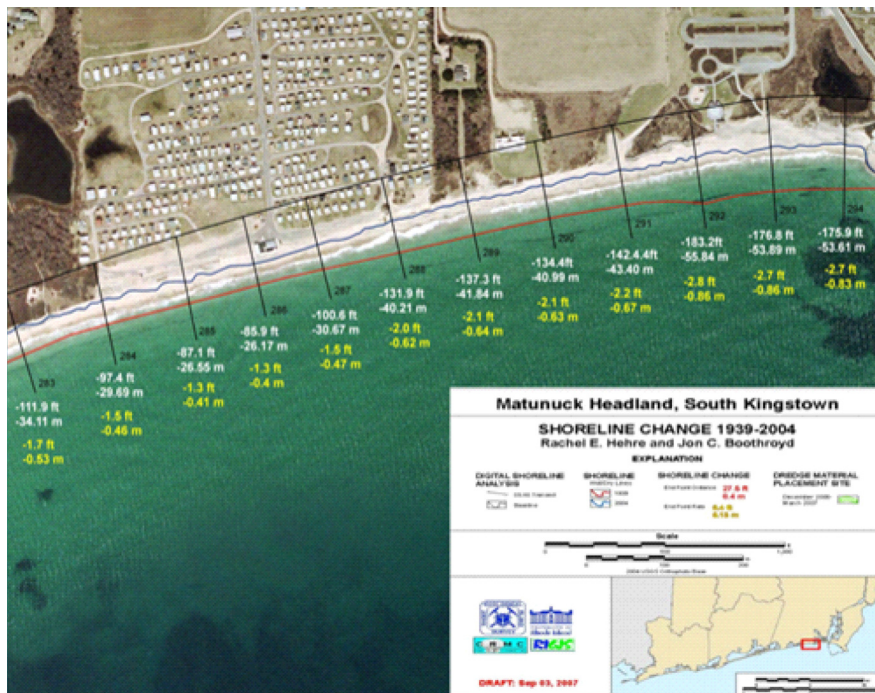
coastal buffer zone은 연안관리법과 관련된 지침에 따라 설정되고, 일반적으로 이 구역은 setback 구역 내에 포함되고 있다(Oh et al. 2010). 이 연안완충구역은

Table 3. Setting range of coastal buffer zone

Land size in residential areas (sq. ft)	Buffer (ft)	
	Type 3, 4, 5, 6	Type 1, 2
<10,000	15	25
10,000-20,000	25	50
20,001-40,000	50	75
40,001-60,000	75	100
60,001-80,000	100	125
80,001-200,000	125	150
>200,000	150	200

Source : Choi et al.(2012)

수질 보호, 해안서식지 보호, 경관 및 미적 품질 보호, 침식 제어, 홍수 조절, 역사 및 고고학 자원 보호를 위해 설정된다. 로드아일랜드주는 연안용도지역제를 도입하고 있으며, 연안완충구역은 ①보전해역, ②저밀도 이용해역, ③고밀도 보우팅 지역, ④다목적 이용해역, ⑤상업 및 여가항만, ⑥상업적 워터프런트 및 상업항로 해역으로 구분하여 관리하고 있다. 또한 개발 유형과 주거지 규모에 따라 완충구역의 적정 규모를 제시하고



Source: CRMC(2014)

Figure 5. CRMC's shoreline change maps (CRMC, 2014)

Table 4. Cases related to coastal buffer zones

Area	Unit of space	Methods	How to set up	Related Planning/ Application Policies	Expected effect
Mediterranean coastal areas	City, Country	Quantitative	<ul style="list-style-type: none"> - Set the point reached by the highest tides in winter as a coastline reference - Horizontal setback - Generally based on 100m 	Mediterranean Action Plan	<ul style="list-style-type: none"> - Biodiversity protection - Maintaining ecosystem services - Prevention of natural erosion - Conservation of recreational and tourism resources
Caribbean coast	Country	Quantitative/ qualitative	<ul style="list-style-type: none"> - For Vertical Setback, set based on regional coastal erosion and regional characteristics in a quantitative methods - In the case of Horizontal Setback, the formula is used in a qualitative methods, and if data on coastal disasters by region are required but not present, it is calculated by setting it as a general figure (40 m) 	Guidelines for Coastal Planning and Development	<ul style="list-style-type: none"> - Protect human safety, property damage reduction, biodiversity, important culture and heritage, important coastal areas and landscapes, etc - Providing buffer zones between marine and coastal infrastructure
New York, United States	City	Quantitative	<ul style="list-style-type: none"> - Propose building and infrastructure design based on the baseline flood level (BFE: In the event of a storm occurring at a 1% probability per year on FEMA's flood premium rate map, the expected flood level in feet is calculated and expressed as the flood quantity increases) 	Comprehensive Waterfront Plan	<ul style="list-style-type: none"> - Expect all types of buildings and areas to be resilient in the long term while maintaining land use and planned density in areas across flood zones
Rhode Island, United States	State	Quantitative, some qualitative	<ul style="list-style-type: none"> - Run the Coastal Resource Management Board to preserve and manage the coast with over 400 miles of coastline - Horizontal setback - Setting the distance of the buffer zone according to the size of the residential complex land 	Coastal Resources Management Program	<ul style="list-style-type: none"> - Water quality and coastal habitat protection - Protecting landscape and aesthetic quality - Erosion Control and Flood Control - Conservation of historical and archaeological resources

있다(Table 3). 이 완충구역들은 해안선 접근로, 경관축, 연안습지관리, 안전 및 복지, 해안선 레크리에이션, 교외지역으로 구분되어 관리방향이 설정되어 있다(Choi et al. 2012).

V. 결과 및 고찰

범국가적 차원의 지중해, 카리브해의 연안관리계획과 도시적 차원의 미국 뉴욕, 로드아일랜드주의 연안관리 정책 사례 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

지중해 연안지역은 범국가적인 협약을 통해 일괄적

인 거리 기준을 적용하는 수평적, 정량적 기준을 사용하고 있으며, 카리브해 연안지역은 수평적, 수직적 정책과 정량적, 정성적 기준을 모두 사용하고 있다. 미국 뉴욕시의 ZCFR은 수직적 정책과 정성적 기준이 사용되며, 로드아일랜드주는 수평적 정책과 정성적 기준을 적용하고 있다. 반면 국내의 경우, 연안완충구역의 지정에 대한 정량적 기준이 부재하여 설정 근거가 모호하며, 정책 또한 수평적 개발 규제 정책 위주로 적용되고 있다. 국외 사례들의 경우, 연안완충구역의 적용 정책과 적용 범위는 각 국가와 도시마다 다르게 적용되지만, 과학적 데이터에 기반한 정량적 분석 결과를 할

용하여 완충구역을 설정하고 있다는 점에서 국내 제도와 다른 차별성을 나타낸다. 또한 국내의 경우 사유지와 재산권 문제로 인해 완충구역의 설정 자체에 어려움을 겪고 있다. 연안완충구역의 국내 정책 현황과 국외 사례 연구를 통해 국내 연안완충구역 정책 개선방안에 대한 다음 두 가지의 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 연안 육역부에 대한 연안완충구역 확대가 필요하다. 우리나라의 경우 이미 대부분의 연안지역이 사유지이기 때문에 토지개발을 억제하는 연안완충구역의 지정 자체에 어려움이 있다. 이에 따라 사유지를 공공기관이 매수하는 토지매수 등의 문제 해결 방법이 제시되고 있지만, 매입 기간과 비용에 대한 새로운 문제가 발생하며, 세수가 감소하는 지방 소도시의 경우 이러한 재원을 마련하는 것이 더욱 어려워진다. 국외 사례에서는 완충구역 내에서 기존에 개발된 지역을 수용하면서도, 신규 개발 사업에만 개발행위 규제를 적용함으로써 기존 사유지 소유주로부터 발생할 수 있는 갈등과 분란을 최소화하고 있다. 또한 수직적 완충구역 정책 적용을 통해 개발 자체를 억제하기보다는 지속가능한 개발의 측면에서 환경 영향과 재해 위험을 최소화하는 방법을 택하고 있다. 국내에서도 연안재해 및 침식 위험에 대한 과학적인 근거와 함께, 사유지 소유주와의 협의를 통해 완충구역에 적용하는 정책을 조정함으로써 연안완충구역을 확대해나가는 것이 가능할 것이다.

둘째, 명확한 완충구역의 설정 기준이 필요하다. 국외 사례의 경우, 과학적 분석에 근거한 정성적, 정량적 기법을 활용하여 연안완충구역을 지정하고 있다. 지중해 인접 국가들의 경우, 지역의 면적이 크고 해안선이 복잡하여 다양한 변수가 있는 만큼, 100m라는 일정한 거리를 설정하여 범국가적인 정책을 적용하고, 해안선의 변화와 계획에 대해 정기적인 모니터링과 공유를 수행하고 있다. 카리브해 인접 국가들의 경우, 경사, 침식률, 극한 수위 및 해수면 상승의 누적 영향 가능성을 기준으로 2개의 수직적 정책과 4개의 수평적 정책을 적용한다. 뉴욕시의 경우에도 연안지역의 침식피해와 해수면 상승으로 인한 재해 위험 노출도를 기반으로 연안 홍수 회복력을 위한 구역(ZCFR)을 설정하고 있다. 우리나라의 경우에는 정량적 지표가 아닌 정성

적 평가에 의해 완충구역을 지정하고 있기 때문에 오히려 사유지 소유주들과의 협의와 정책 수립에 어려움을 겪는다. 따라서 과학적 분석에 기반하여 실제적인 연안완충구역 적용 필요지역을 도출하고, 더 나아가 연안재해 저감과 연안침식 완화 효과를 시뮬레이션으로 확인함으로써 보다 안전하고 효율적인 정책을 수립할 수 있을 것이다.

VI. 결론

기후변화로 인한 해수면 상승과 다양한 연안재해 위험 빈도의 증가에 따라 연안지역의 연안침식 및 연안재해 취약성이 높아지고 있다. 이에 본 연구에서는 국내 연안완충구역 제도의 개선 방안을 모색하기 위해 국외 연안완충구역 정책에 대한 문헌 검토를 수행하였다. 사례연구 결과, 전세계 여러 국가와 도시에서 자연재해로 인한 재산 피해의 감소, 안전 증진과 함께 생태계 서비스를 유지하고 생물다양성, 경관 보전을 목적으로 연안완충구역을 지정하고 있다. 연안완충구역 적용 정책은 수직적, 수평적 정책으로 구분할 수 있으며, 수평적 정책의 적용 범위 설정은 다시 정량적, 정성적 기준으로 나눌 수 있다. 국내 연안완충구역 관련 정책의 경우, 연안 육역의 사유지 비율이 높아 정책적 접근과 협의가 부족한 실정이며, 이에 따라 정량적 기준이 부재한 실정이다. 따라서 관련 연구 활성화를 통해 과학적 분석에 기반한 연안완충구역 필요지역을 도출하고, 이해관계자와의 협의와 정책 수립 과정에서 각 지역에 적합한 수직적, 수평적 정책, 레질리언스 디자인(resilience design) 등 다양한 지속가능한 개발 기법에 대해 논의함으로써 공동의 합의를 이끌어 낼 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 연안완충구역에 대한 국외 정책 사례를 검토하여 국내 정책 적용 가능성과 시사점을 도출하였다는 데 의미가 있지만, 문헌 연구를 기반으로 수행되었기 때문에 연안완충구역의 정책적 효과나 실제 정책 적용과 협의 과정에 대한 세부적인 검토와 연구가 부족하다. 따라서 향후 연안완충구역 지정 이전과 이후의 연안재해 및 연안침식저감 효과에 대한 연구와, 연안완충구역 거주민들에 대한 인터뷰 등에 대

한 연구가 수행된다면 국내 연안완충구역 정책 수립에 대한 기초 연구로 활용될 수 있을 것이다.

사사

이 논문은 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00256687, 순환적응형 연안침식 관리기술개발).

References

- Ankrah J, Monteiro A, Madureira H. 2023. Shoreline change and coastal erosion in west africa: A systematic review of research progress and policy recommendation.
- Bae KW. 2020. Disaster Carrying Capacity in Coastal City : Focusing on The Busan Coastal Areas. Busan National University Press. [Korean Literature]
- Beatley T. 2009. Planning for Coastal Resilience : Best Practices for Calamitous Times, Island Press, ProQuest Ebook Central.
- Cambers G. 2009. Caribbean beach changes and climate change adaptation. Aquatic Ecosystem Health & Management 12: 168-176.
- Chelleri L, Waters JJ, Olazabal M, Minucci G. 2015. Resilience Trade-Offs: Addressing Multiple Scales and Temporal Aspects of Urban Resilience. Environment and Urbanization 27: 181-198.
- Choi YG, Um GC, Parck JS, Cho WC, Choi JY, Lee MS, Jung JH, Baek GJ. 2012. Policies for Sustainable Management of Coastal Areas in Korea. Korea Research Institute for Human Settlements. [Korean Literature]
- CRMC. 2014. Rhode Island Coastal Property Guide.
- Daniel EB, Abkowitz MD. 2005. Improving the design and implementation of beach setbacks in Caribbean small islands. URISA Journal 17: 53-65.
- Gillie RD. 1997. Causes of Coastal Erosion in Pacific Island Nations. J. Coast. Res. 24: 173-204.
- GOV/AUSTRAL/WA. 2006. State coastal planning policy: Prepared under Section 5aa of the Town Planning and Development Act 1928. Western Australian Planning Commission, 16.
- GOV/NZ. 2008. Coastal hazards and climate change: A guidance manual for local government in New Zealand: 2nd Edition. Government of New Zealand, Ministry for the Environment. Wellington, New Zealand, 139.
- Hanak E, Moreno G. 2012. California coastal management with a changing climate. Climatic Change 111(1): 45-73.
- Hunt JB, Moore RH, Tolbert EL. 1999. Hazard Mitigation Successes in the State of North Carolina.
- IDDR. 2012. A contribution to the interpretation of legal aspects of the Protocol on Integrated Coastal Zone Management in the Mediterranean.
- Karkani A, Saitis G, Komi A, Evelpidou N. 2023. Citizens' perspective on coastal erosion in greece. Geosciences 13(7): 191.
- NYCDP. 2021. Comprehensive Waterfront Plan.
- Markandya A, Arnold S, Cassinelli M, Taylor T. 2008. Protecting coastal zones in the Mediterranean: an economic and regulatory analysis. Journal of Coastal Conservation 12: 145-159.
- Meredith G. 2011. Coastal climate change risk - Legal and policy responses in Australia. Government of Australia, Department of Climate Change and Energy Efficiency. 93.
- Oh JH, Lee SH, Lee HW. 2010. The characteristics of coastal zone management methods in USA - Focus on zoning & integrated methods of different kind data -. Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society 11(9): 3590-3598. [Korean Literature]
- Sanò M, Marchand M, Medina R. 2010. Coastal

- setbacks for the Mediterranean: a challenge for ICZM. *Journal of Coastal Conservation* 14: 295-301.
- Simpson MC, Mercer Clarke CSL, Clarke JD, Scott D, Clarke AJ. 2012. *Managing Change: A discussion of the application of land use planning and development instruments over time and space*. Working Paper of the C-CHANGE Project. Ottawa, Ontario.
- UNISDR. 2017. *Coastal Erosion Hazard and Risk Assessment*. UNISDR: Geneva, Switzerland.
- Yoon SS, Jung JH, Choi SM, Choa MR. 2019. *A study on the implementation of coastal land purchase program for disaster response and environmental conservation*. Korea Maritime Institute. [Korean Literature]
- Coast Management Act Article 20.
- Ministry of Oceans and Fisheries (2015.08.13.). "Ministry of Oceans and Fisheries, Coastal erosion management zone, Samcheok Maengbang, Uljin Bongpyeong, and Shinan Daegwang three locations designated."
- Ministry of Oceans and Fisheries (2016.08.14.). "Ministry of Oceans and Fisheries, Additional designation of coastal erosion management zones in three locations across the country."
- Ministry of Oceans and Fisheries (2021.12.29.). "We will manage sea travel routes in Gangwon-do more safely."
- Ministry of Oceans and Fisheries (2023.02.27.). "Ministry of Oceans and Fisheries, Creating a safe coast for the people."
- <https://www.nyc.gov/site/planning/zoning/districts-tools/waterfront-zoning.page>
- https://www.nyc.gov/assets/planning/download/pdf/applicants/env-review/zcfr/01_feis.pdf