

# 연안침식 어떻게 대응할 것인가?



진재울 한국해양과학기술원 연안재해·재난연구센터 책임연구원

## 1. 침식대응 선진화는 지속가능한 연안발전에 필수

1980년대 후반부터 사회적인 주목을 받기 시작한 연안침식 문제가 해를 거듭할수록 심각해짐에 따라 주요 언론매체의 보도 횟수가 점증하고 국민의 관심이 높아지고 있다. 다양한 인위적·자연적 원인에 의한 연안침식은 특히 동해안에서 심각하여 조사대상 43개 백사장 가운데 15개 해안에서 우려, 22개 해안에서 심각수준의 침식이 발생하고 있다<sup>1)</sup>.

연안침식대응 선진화를 위해서는 침식이 단순히 국토유실 문제에 국한되지 않으며, 내륙에 비해 가치가 높은 연안역에 다양한 환경·경제·사회적 문제를 유발함을 인식하여야 한다. 연안침식이 연안기능의 유지와 지속가능한 연안발전의 토대임은 유럽연합이 정의한 '연안회복탄력성(coastal resilience)'에 함축되어 있다.

유럽연합<sup>2)</sup>은 연안회복탄력성을 '해수면상승, 초대형 태풍 및 인위적 영향 등에 의한 다양한 변화를 수용하면서 장기적으로는 연안 고유의 기능을 유지하는 능력'으로 정의하고, '만성적인 퇴적물 결손과 해안선 후퇴에 따른 퇴적물 재분배에 필요한 공간을 제한하는 시설과 행위가 회복탄력성을 저하시킨다'고 보았다.

따라서 특정 분야 편익 향상을 위한 행위로 발생된 침식과 그에 대한 부적절한 대응이 국토유실 문제에 그치지 않고 해안 고유의 방호, 이용 및 환경기능을 저하시킴으로써 연안역의 지속적인 발전을 저해하고 나아가 지역갈등을 유발할 수 있는 것이다.

## 2. 선진화 양대 요건

우리나라는 1999년에 제정된 「연안관리법」에 의거하여 2000년부터 본격적인 연안침식 국가 관리를 시작하였으며, 「어촌·어항법」과 「재난 및 안전관리기본법」 및 「사방사업법」 등에 의해서도 침식대응사업이 시행

1) 강원도환경해본부. 2013. 2012년도 연안침식 모니터링 최종보고서.

2) RIKZ et al., 2004, Living with coastal erosion in Europe: Sediment and space for sustainability. Part I – Major finding and policy recommendations of the EUROSION project.

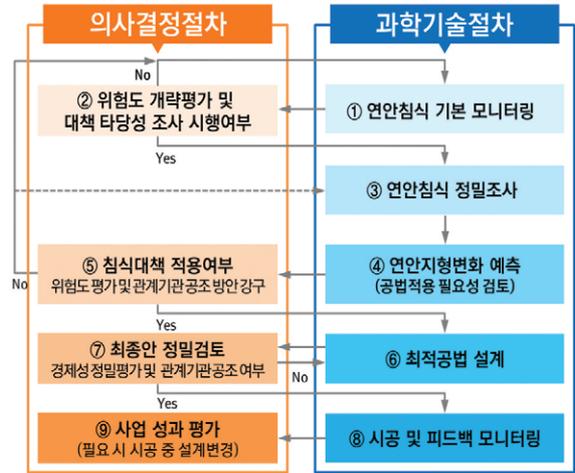
되고 있으나 아직 연안침식관리 선진국 대열에 합류하지 못한 실정이다. 그렇다면 과연 어떻게 대응하는 것이 선진대응일까?

일련의 연안침식 선진대응 흐름은 크게 의사결정절차와 과학기술절차로 대별되며(그림 1), 두 절차에는 여러 세부단계가 포함된다. 선진화를 위해서는 세부단계 전체를 포괄하는 전방위적 역량강화가 필요하며, 특정 세부단계 역량이 후진성을 면치 못하면 선진대응은 어렵다.

의사결정절차의 경우, 1992년 리우선언을 계기로 선진국의 침식대응 패러다임이 완전히 전환되었으며, 이의 핵심은 연안침식도 지속가능한 연안발전을 위한 ICZM<sup>3)</sup>, 즉 연안통합관리 체계 내에서 관리되어야 한다는 것이다.

미국, 영국 및 일본 중앙정부의 연안침식대책 법정지원이 각각 1946년, 1949년 및 1954년에 시작되는 등 선진국의 침식관리 경험은 우리에게 비해 매우 풍부하다. 그러나 선진국도 현상 이해도 부족, 구조물 위주의 대책 선호 및 통합관리 부재에 따른 다양한 시행착오를 겪은 후인 1990년대 후반에 이르러서야 효율·효과적인 침식대응체계를 구축하기 시작하였다.

선진국이 미래지향적인 새로운 패러다임의 연안침식대응체계 정착에 어려움을 겪은 가장 큰 이유는 바로 다양한 연안관련집단의 이해타산에 의해 ICZM 정착이 어려웠기 때문이다. 침식관리 선진화 전제조건인 ICZM 구현이 쉽지 않음은 '서로 다른 기준을 갖는 다양한 분야를 아우르는 업무조정과 공조는 감당하기 어려운 도전과제이지만 ICZM의 핵심이다'라는 유럽연합<sup>4)</sup>의 하소언으로부터 짐작할 수 있다. ICZM 이행을 위한 법률조치 대표사례는 <표 1>과 같다.



<그림 1> 연안침식 선진대응 흐름도

<표 1> 선진국 연안통합관리 이행법률 사례

나 라	관련법 / 주무기관	이 행 방 법
미 국	1972 「Coastal Zone Management Act」 / 상무성 NOAA	NOAA와 沿岸州가 협의하여 수립한 ‘연안역관리프로그램’을 위배하는 모든 행위(연방기관 개발행위 포함)는 시민의 동의를 얻어야 가능
일 본	1999 개정 「해안법」 / 국토교통성	중앙행정기관(개정당시 건설성, 운수성, 농림수산성)이 공동으로 채택한 법정정책을 준수하는 연안지자체의 ‘해안보전 기본계획 수립 의무화
영 국	2009 「Marine & Coastal Access Act」 / 환경·식량·농어촌부	모든 연안·해양개발사업 인허가 권한을 중앙정부 단일기관(Marine Management Organization)에 위임

3) Integrated Coastal Zone Management

4) Europe Commission, 2007, Communication from the Commission: An Evaluation of Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in Europe, COM(2007) 308 Final.



선진국 의사결정절차 변화에서 또 하나 주목할 사항은 엄밀한 경제성 평가의 도입이다. 즉, 고비용 해안토목공사를 납세자가 부담하는 것은 문제가 있다는 지적이 지속적으로 제기됨에 따라 침식원인 제공자 혹은 침식대책 수혜자 부담 원칙이 확대되고 있으며, 중앙정부 지원사업의 경제적 편익 확보를 의무화하는 추세이다.

관련현상 이해, 지형변화 예측, 그리고 대응공법 설계·시공 분야로 구분되는 과학기술절차에서 특별히 유념해야 할 사항은 육상토목공사와 달리 연안침식 대응공법의 신뢰도 수준이 아직 불충분하다는 것이다. 이는 관련현상이 고전역학 분야에 속함에도 아직 과학적 이해수준이 불충분하고 그에 따라 대책시설 설치 유무에 따른 연안지형변화의 정량적 예측신뢰도 역시 만족스럽지 않기 때문이다. 이를 대변하는 사례로서 2004년 여름 대형 허리케인 4개가 미국 남동해안에 연속으로 상륙하여 막대한 침식·침수피해가 발생하였으나 기존 예측수단이 이를 제대로 예측하지 못하자 육군공병단은 관련현상의 보다 과학적인 이해와 현상기반 수치모형 개발 및 해안방호대책의 전면적인 수정을 위한 대규모 연구개발사업 MORPHOS를 착수하였다<sup>5)</sup>.

### 3. 현안대응 최우선 정책·전략은 하천·연안모래자원 통합관리

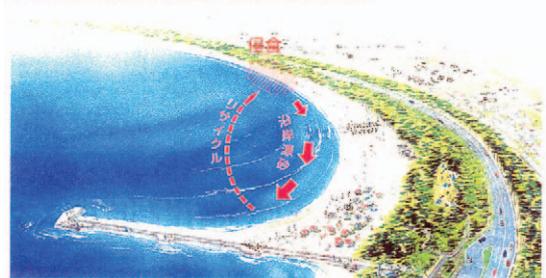
연안침식대응 과학기술 수준이 불충분한 상태에서 그 동안 현안대응을 위해 채택했던 돌제, 이안제 및 호안 등의 경성구조물이 2차 침식을 유발하는 등 한계가 있음을 인식한 선진국이 채택한 대응방법이 하천·연안모래자원의 통합관리이다.

이 정책을 가장 먼저 채택한 국가는 아이러니하게도 구조물을 이용한 침식대응기술이 가장 발달한 일본이다. 舊건설성은 1998년 7월 하천·연안모래 통합관리를 위한 '수계일관토사관리정책'을 채택하고, 1999년 5월 전면적으로 개편한 「해안법」에 관리자가 모래를 '해안보전시설'로 지정할 수 있는 조항을 신설하였다. 이러한 기초는 2007년 제정된 「해양기본법」에도 계승되어 동법에 의거하여 수립된 시책의 하나인 ICZM의 최우선 과제를 '육역·해역모래 통합관리'로 설정하였다.

모래자원 통합관리의 대표적 방법은 퇴적구간 모래를 침식구간으로 옮기는 순환양빈(sand recycle)과 우회양빈(sand bypassing)이다. 일본 (사)전국해안협회가 1999년 「해안법」 전면개정 직후 추천한 3가지 해안침식 대응 신기술 가운데 첫 번째가 순환양빈이다<그림 2>. 기술적 측면에서 특별히 새로울 것이 없는 순환양빈을 신기술로 간주한 것은 그 동안 퇴적이 문제인 어항을 관리하는 농림수산성과 항계 외측 해안의 침식을 관리하는 舊건설성과의 공조가 미흡했음을 우회적으로 대변하는 것이다.

일본에 이어 미국의 항만·항로관리를 포함한 연방토목공사 주무기관인 육군공병단도 2000년부터 '지역 퇴적물관리프로그램'을 시행하고 있다. 이의 핵심은 항로·항만 등 퇴적지역 모래의 침식해안 양빈 활용, 하

② 海岸整備の新しい技術の例



<그림 2> 일본 (사)전국해안협회가 추천한 해안 정비 제1신기술<sup>6)</sup>

5) <http://www.frf.usace.army.mil/morphos/morphos.shtml>

6) (사)전국해안협회, 1999. 새로운 해안제도의 시작

7) <http://rms.usace.army.mil/>

천·연안퇴적모래의 향후 활용을 위한 저사지(sand reservoir) 개발이며, 이는 해당 연안주(coastal state)와 공조하여 시행한다.

#### 4. 우리나라 모래해안침식 대표유형

우리나라 삼면해안은 장구한 지질학적 기간 동안 해역 고유의 수리조건에 적응하여 자연적인 침식이 큰 문제가 되지 않았었다. 그러나 어항신설·확충, 해안도로와 병행하여 축조한 호안 등 지역경제 활성화를 위한 다양한 해안구조물에 의한 침식이 1980년대부터 본격화되었으며, 하천으로부터의 모래공급을 차단하는 사방사업과 댐·보 축조, 그리고 천해역에서의 해사채취도 해안침식의 주요원인으로 지목되고 있다.

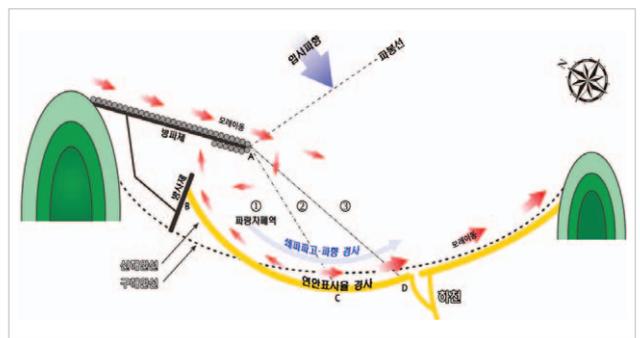
특히 동해안의 경우, 언론을 통하여 사회적 주목을 크게 받았고 「연안관리법」에 따라 대규모 대책이 계획되었거나 시공 중인 해안 가운데 침식원인이 어항 방파제인 경우가 적지 않다. 어촌경제 활성화를 위한 인프라인 어항이 침식원인이 안타까운 현실이지만 경북의 조사대상 30개소 중 86% 해안에 침식문제가 있으며, 침식해안 68%의 침식원인은 어항이다<sup>8)</sup>.

강원도 역시 상황은 유사하여 1980년대 후반 속초항 방파제 연장에 의한 청호동과 속초해수욕장 침식이 중앙일간지 주목을 받았으며<sup>9)</sup>, 제1차 연안정비계획의 최대 규모 사업으로서 헤드랜드 2기(640m)와 이안잠제 3기(330m)가 건설되었고 10만m<sup>3</sup>의 양빈이 실시될 속초시 영랑동 침식은 북측에 인접한 장사항이 원인이며, 도류제 약 300m 건설에 이어 이안잠제 6기(840m)가 시공 중인 강릉 남향진 침식은 강릉항(舊안목항)이 원인임에 이어 최근에는 궁촌항 건설에 의한 원평해안 침식(그림 3)이 주목을 받은 바 있다<sup>10)</sup>.

동일한 유형의 어항기인침식이 반복되고 있음에도 왜 어항 설계에서 예측하지 못하였을까? 어항기인 동해안 침식은 주로 북~북동계열 고파랑 내습 시 발생한다. <그림 4>가 그 메커니즘 모식도로서 파랑이 직접적으로 진입하지 못하는 파랑차폐역의 경계선 부근에서 침식이 가장 심하다. 특별히 주목해야 할 현상은 방파제 건설 이전에 비해 파고가 낮아졌음에도 침식이 발생한다는 것이며, 이는 파랑회절에 의한 연안방향 파



<그림 3> 궁촌항 건설에 의한 강원도 삼척시 근덕면 원평해안 침식(침식에 의해 형성된 높이 2.8m 해안 절벽, 2013. 8. 6)



<그림 4> 동해안 어항방파제 신설·확장에 의한 동계 해안침식현상 모식도

8) 경상북도, 2008. 연안침식 실태조사 및 대응전략연구 보고서

9) 중앙일보 1987. 11.3

10) <http://www.nocutnews.co.kr/Show.asp?IDX=2593485>



고·파향 경사가 연안표사율 경사를 유발하기 때문이다. 즉, C지점에서 남쪽 해안으로 유출되는 모래의 양이 북쪽 해안으로부터 C지점으로 유입되는 양보다 많기 때문에 침식되는 것이다. 경우에 따라 <그림 4>와 같이 파향 분리에 의해 모래 이동방향이 분리될 경우에는 항내와 방사제 주변은 연중 퇴적된다. 최악의 조건은 <그림 4>와는 달리 하천이 파랑차폐역 내에 위치하여 유출된 모래가 더 이상 주변해안으로 이동할 수 없는 경우로서 사천진항, 강릉항, 주문진항, 물치항<그림 5>, 궁촌항이 대표적인 예이다.



<그림 5> 강원도 양양군 현남면 물치항 N~NE 계열 파랑차폐역으로 유입되는 물치천 하구(2010. 9. 6) : 항내를 포함한 차폐역 내 퇴사가 남측 정암해수욕장 침식의 원인이다.

## 5. 기후변화 위기를 연안공동체 발전의 기회로 삼아야



<그림 6> 하계 이상너울에 의한 경북 월송해안 침식 (2008. 8. 24, 사진 : 울진군 해양수산과 허재영)

인위적 침식에 더하여 2000년대 중반부터 기후변화에 의한 이상폭풍<sup>11)</sup>과 이상너울 내습빈도·강도 증가에 의한 침식이 문제가 되고 있다. 특히 동계 고파랑에 의해 외해방향으로 이동한 모래가 해안으로 복원되는 시기인 춘계~추계 동안의 너울성 고파랑에 의한 침식의 발생빈도가 높아지고 있다(그림 6).

한편 기상청은 온실가스가 현재와 같은 추세로 배출되면 2050년에 이르러 동해안 해수면은 34.9cm, 남해안과 서해안은 각각 23.4cm와

22.8cm 상승할 것으로 전망하였다<sup>12)</sup>. 그러나 해안선은 새로운 평형상태로의 천이과정을 통해 해수면 상승분 이상 후퇴하므로 기상청 전망을 금세기말까지 투영하면 기후변화에 의한 해안선 후퇴는 수산업 종사자를 비롯한 연안공동체 전체의 위기가 아닐 수 없다.

그렇다면 기후변화에 의한 해안선 후퇴에 대한 우리의 적응대책은 무엇인가? 안타깝게도 우리는 기후변화를 고려한 중장기 해안선 관리를 위한 구체적인 국가정책을 아직 수립하지 못한 상태이다. 매년의 측량을 토대로 1990년 1월 1일 위치보다 후퇴한 구간에 모래를 투입하는 양빈으로 해안선을 관리하고 있는 네덜란드는 기후변화적응 역시 양빈으로 계획하고 있으며, 예상소요경비를 45백만€로 산출한 바 있다<sup>13)</sup>.

11) 우리나라 순간최대풍속 최고치는 2006년 10월 23일 속초에서 관측된 63.7m/s (2003년 태풍 매미 내습 시 제주 60m/s)

12) 기상청, 2011, 지역기후변화정보 어떻게 활용할 것인가? - 기후변화적응정책 수립에 대한 제언 중심

13) VROM, 2005, The Netherlands's report on demonstrable progress under Article 3.2 of the Kyoto Protocol

무엇보다 필요한 것은 기후변화에 임하는 우리 자세의 일대전환이다. 과연 기후변화는 연안역에 위기일 뿐인가? 위기와 위협으로 받아들일 때 취하는 자세는 수동적이 될 수밖에 없으며, 그 최선은 기후변화로 인한 피해 최소화일 것이다. 사고의 틀을 완전히 바꾸어 기후변화적응을 우리나라 연안발전의 기회로 삼을 수는 없을까? 동해안의 경우에는 그 가능성이 보인다.

기상청 전망에 따르면 2050년에 이르러 동해안 전체가 아열대 기후로 바뀐다. 또한 기상연구소는 온실가스를 현재의 57% 수준으로 감축하여도 현재 남해안에 걸쳐있는 아열대 경계선이 북상하여 세기말에는 동해안 전체가 아열대 기후로 바뀔 것으로 예측하였다<sup>14)</sup>.

동해안 기후가 아열대로 변한다는 것은 수려한 배산임해(背山臨海)라는 천혜의 자연조건임에도 세계적인 관광지로의 발전에 걸림돌이 되고 있는 계절적 제약으로부터 벗어날 수 있는 절호의 기회가 아닐 수 없다. 그러나 만일 현재와 같은 인위적 해안침식이 지속되고 기후변화에 의한 해안선 후퇴가 더해져 내방객을 수용할 해안친수공간을 잃게 된다면 후손으로부터의 비난을 면하기 어려울 것이다.

## 6. 어항만을 위한 매몰대책으로는 연안회복탄력성 유지 불가능

10여 년 전부터 어항관리기관의 해안침식·어항매몰 조사용역이 활발해졌으며, 전문가의 한 사람으로서 크게 환영할 일이다. 그러나 항계 내 혹은 주변에 국한되는 매몰대책만으로는 훼손된 연안회복탄력성을 복원하기 어려움을 유념하여야 한다.

동해안 어항 방파제 남측 파랑차폐역 내에 설치하는 이안제가 그 예로서 일본의 세계적인 해안침식 전문가 우다(宇多) 박사도 “(경북 울진군) 오산항 남측에 축조된 이안제 2기와 L형 돌제는 방파제에 의한 차폐역에 완전히 포함되어 있으므로 방파제가 주변해역에 미치는 영향을 경감시키지 않는다<sup>15)</sup>”고 지적한 바 있다.

더 나아가 어항에 의해 주변 해안이 침식됨에도 불구하고 항내·항로 퇴적모래를 준설하여 규사 혹은 골재 자원으로 활용하는 것은 연안회복탄력성 유지와 연안공동체 발전과는 거리가 먼 전형적인 후진국형 관리행위일 것이다.

시공간 범위를 확대한 친환경적 매몰대책은 주변 해안의 회복탄력성 유지뿐 아니라 수산업 종사자를 포함한 연안공동체 발전을 위해서도 필요하다. 경제발전에 따른 1차 산업 인구 감소와 3차 산업 인구 증가는 피할 수 없다. 이러한 추세는 최근의 웰빙문화 확산에 따라 어촌의 경우도 예외가 아니어서 이제 많은 어촌계가 어항 내에서 활어 직판장을 운영하고 있다. 그러나 활어만으로 경쟁력을 지속적으로 확보할 수 있을까? 강릉시 안목해수욕장이 모두 침식되어도 현재의 커피거리가 유지될 수 있을까?<sup>16)</sup>

## 7. 시급한 연안정비계획과 어항개발계획 공조체계 구축

우리나라가 후진국형 침식관리를 벗어나지 못하고 있다고 단정할 수 있는 것은 침식·퇴적 및 모래관리과

14) 국립기상연구소, 2011. IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한 기후변화 시나리오 보고서 2011.

15) 포항지방해양수산청, 2005. 오산항·구산항 해안침식 방지시설 실시설계용역 보고서.

16) 안목해수욕장은 고파랑 내습 시 국지침식에 의해 해안도로 피해가 상습적으로 발생하고 있으며, 강릉항 방파제를 따라 외해방향으로 흐르는 이안류에 의해 모래가 지속적으로 유출되고 있다.



다양한 부처·부서에 분산되어 있기 때문이다. 선진국 사례에서 알 수 있는 바와 같이 이러한 전형적인 분산 관리로는 연안침식관리 선진화는 불가능하다.

우리나라 연안침식관리 선진화를 위해서는 침식대책을 계획하는 「연안관리법」, 어항정비를 포함하는 어항 개발을 계획하는 「어촌·어항법」, 해사채취 근거법인 「골재채취법」과 「광업법」, 그리고 사방사업과 하천준설 등 하천정비를 계획하는 「하천법」의 공조체계 구축이 필요하다. 물론 이러한 공조체계를 일시에 구축함이 이상적이지만 각 법률의 주무부처·부서 간 협의에 상당한 난항과 시간이 소요될 것이므로 공조가 우선적으로 시급하고 행정조직상 협의가 쉬운 분야부터 시도함이 바람직할 것이다.

「연안관리법」과 「어촌·어항법」 주무부서는 모두 부활한 해양수산부에 속하며, 연안침식 현안대응 및 중장기 모래자원관리를 위해 긴밀한 협조가 요구되는 부서이다. 따라서 「연안관리법」에 의거하여 수립하는 「연안정비계획」과 「어촌·어항법」에 따라 수립하고 「어항시설기본계획」, 「어항정비계획」을 포함하는 「어항개발계획」 간의 공조체계 구축이 우선과제이다. 동일부처 부서 간 공조체계도 마련하지 못한 상태에서 타 부처 동참을 요청하기는 어려울 것이다.

## 8. 향후 5년이 선진화 기회

2013년은 두 가지 측면에서 연안침식관리 선진화의 기회를 맞이하였다. 그 첫째는 8월 13일 공포된 개정 「연안관리법」으로서 이제 동법에 의거하여 연안육역에 「침식관리구역」을 지정할 수 있으며, 침식유발 가능성이 있는 관리구역 내 연안개발행위를 규제할 수 있게 되었다.

둘째는 대규모 국가연구개발사업의 착수이다. 그 동안 연안침식의 심각성과 사회적 관심이 높아졌음에도 주목할 만한 연구사업이 없었다. 이에 한국해양과학기술원은 2012년 기획연구를 통해 융·복합연구의 필요성을 제기하였으며, 이를 정부가 수용하여 국내에서는 처음으로 대규모 국가연구개발사업(2013~2018)이 착수되었다<sup>17)</sup>.

그러나 연안침식 협동관리체계가 구축되지 않으면 상기 두 가지 선진화 기회가 결실을 맺기 어렵다. 즉, 개발행위 규제를 위한 재산권 제한은 관계부처 혹은 이해당사자 간 갈등을 유발할 가능성이 높기 때문이다. 따라서 선진화를 위해서는 연구개발사업에서 얻은 객관적이고 과학적인 자료를 바탕으로 이해당사자 간 원만한 합의를 도출할 수 있는 체계를 마련하여야 한다.

유럽연합이 ICZM의 어려움을 토로하면서도 회원국에게 이의 이행 권고를 멈추지 않고, 영국이 관련법 제정에 7년이 소요되었음에도 포기하지 않은 이유는 지속가능한 연안발전을 위해서는 ICZM 외의 대안이 없기 때문이다.

박근혜정부는 「부처 간 벽 허물기」를 지속적으로 요구하고 있으며, 부활한 해양수산부 장관은 연안통합관리 전문가이다. 선진국이 침식관리 선진화 대가로 지불한 60여년의 시행착오를 우리도 답습하는 어리석음을 범할 수는 없으며, 한반도 연안의 지속가능한 발전을 위하여 향후 5년 내에 연안침식관리 선진화를 달성하는 것이 우리에게 부여된 국가적 소명임을 인식하여 지혜를 모아야 할 때이다. 

17) 사업명 : 연안침식 대응기술 개발, 주관연구기관 : 한국해양과학기술원