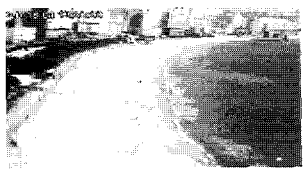

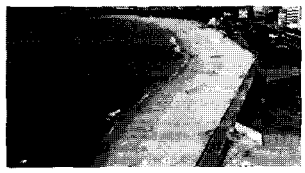

# 실시간 비디오 모니터링 기법을 이용한 우리나라 연안침식의 현황분석 연구

**강 태 순** >>
(주)지오시스템리서치 연구기획부 부장

**남 수 용** >>
(주)지오시스템리서치 전무이사, 이학박사

**김 무 홍** >>
해양수산부 연안계획과 사무관

**백 공 구** >>
해양수산부 연안계획과 주무관

## 요 지

우리나라의 연안역은 무분별한 해안개발, 하천수자원개발 및 해사채취 그리고 최근에는 기후변화에 따른 해수면상승, 고파랑 및 태풍강화 등의 영향으로 연안침식이 가속화되고 있어 연안재해의 측면에서 체계적이며 지속적으로 관리할 필요성이 제기되고 있다.

이에 본 연구에서는 끊임없이 변화하고 있는 해수욕장의 해안선 변화를 파악하기 위하여 매우 경제적이고 연속적으로 해안선 변화를 파악할 수 있는 비디오 영상을 이용한 모니터링 기법을 이용하여 2003년부터 우리나라 주요 20개 백사장에 대해 연안침식의 정량적 현황분석을 실시하여 왔다.

그 외에도 백사장 62개소에 대해 모니터링의 일환인 연안침식 이력조사를 매년 실시하여 침식현황에 대한 정성적 평가를 실시하고 있다.

모니터링에 의한 침식현황 분석결과에 의하면 우리나라의 전 연안은 양빈을 실시하여 인위적으로 현상황을 유지하고 있는 몇몇 지역을 제외하고는 완만한 침식경향을 보이고 있어 대책수립의 필요성이 제기되고 있다.

더욱이 전국적으로 침식지역이 확대되고 있어, 2007년~2010년까지 주요 백사장 16개소에 비디오 모니터링 체계를 추가 구축하고 전국 120개의 침식지역에 대하여 침식이력조사를 확대 수행하여 연안관리 및 대책수립에 필요한 기초자료를 축적할 계획이다.

## 1. 서 론

최근 우리나라 연안은 도시기능의 팽창과 함께 산업, 항만, 주거단지 확충을 위한 대규모 매립사업, 연안항만시설 및 연안친수시설 개발사업이 주로 연안에서 이루어져 왔으며, 그 규모 또한 방대해져 연안해안선과 함께 자연환경의 심각한 변화를 야기하고 있다.

우리나라 연안 해안선의 구성은 총 해안선 길이 11,914km 중 육지부의 자연해안선은 10,406km, 인공해안선은 1,508km로서 인공해안선의 비율이 전체 해안선의 12.7%에 달하는 것으로 나타났다(해양수산부, 2004). 이러한 인공해안선은 주변 연안역 표사수지에 영향을 미쳐 연안침식의 주된 원인으로 작용하고 있다. 또한, 댐 건설, 하도정비 및 하구언 건설 등 하천 수자원의 개발로 인한 자연토사 공급의 감소와 산업 · 건설자재로 활용하기 위한 해사(규사) 채취 등으로 인하여 지속적인 모래 수지 감소가 발생하고 있어 연안역의 침식은 가속화되고 있다. 특히 최근까지 시행된 침식방지사업들은 피해발생 후 연안환경변화에 대한 충분한 검토없이 응급복구 성격으로 긴급히 시행됨으로서 부작용으로 주변지역에 2차 침식을 유발하고 있다.

최근 연안침식 문제가 단순히 모래 유실의 문제가 아니라 연안생태계를 파괴하고 휴식 및 생활공간인 국토를 잠식시킴으로써 사회, 경제적 피해를 주고 있다는 심각한 사안으로 인식되어 그에 따른 객관적이고 과학적인 대책수립에 대한 요구가 증대하고 있다. 이러한 대책은 많은 실패를 경험한 선진국의 침식방지대책 수립절차에서 찾을 수 있는데 여기서 가장 우선시하고 있는 절차가 현황파악과 원인분석을 위한 연안침식 모니터링이다.

따라서, 우리나라에서도 해양수산부 주관으로 2003년부터 연안침식 모니터링 체계를 연차별로 구축하여 침식현황 및 원인파악을 위한 기초자료를 축적하여 왔으며, 본 연구에서는 축적된 모니터링 자료를 이용하여 우리나라의 연안침식 현황분석을 실시하고, 점차 가속화되고 침식상황에 대한 모니터링의 향후계획을 수립하고자 한다.

## 2. 연안침식 모니터링 방법

연안침식현상에 대한 모니터링은 측량기술을 이용하여 현황관측을 실시하여 왔는데, 측량기술은 직접측량과, 항공기 및 인공위성을 이용한 간접측량방법으로 구분할 수 있다. 이러한 방법들은 일회 관측방법으로 짧은 시간에 변화가 심한 파랑 및 조석현상의 제거가 어려우며 또한 고비용이 소요되는 단점이 있다.

1980년대 이후 과학기술의 발달, 특히 디지털 영상기기 및 통신기술의 발전으로 무인자동영상을 활용한 연안관리가 가능하게 되었으며, 이미 선진국(네덜란드, 미국, 호주 등)에서는 이를 활용하여 장기간의 연안정보(해안선, 파랑, 해빈류 등)에 대한 모니터링

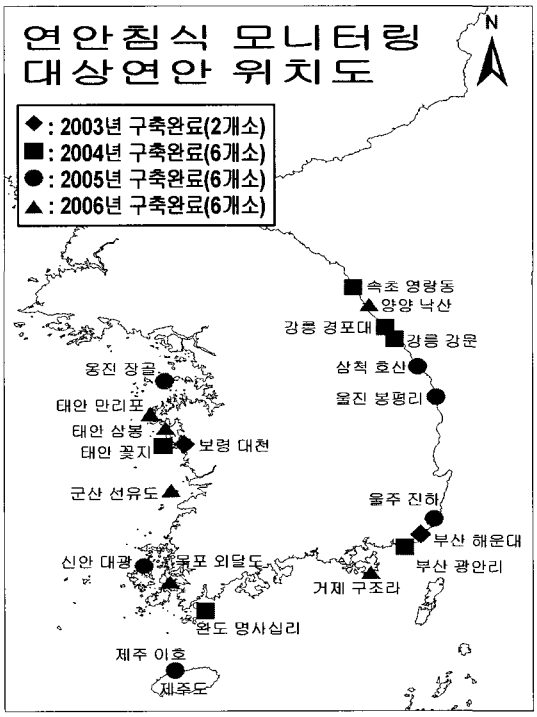


그림 1. Installation area of coastal erosion monitoring system by MOMAF

성과를 저비용으로 획득하고 있다. 비디오를 이용한 연안침식 모니터링은 장기적인 연안침식환경 변화를 파악하는데 가장 경제적이고 효율적인 방법으로 제기되고 있다.

우리나라에서도 연안침식이 진행되거나 가속화되고 있는 지역에 대하여 2003년부터 비디오를 이용한 실시간으로 장기 모니터링과 연안침식이력조사 방법을 이용하여 모니터링을 실시하고 있으며, 연안환경 변화에 대한 정보제공 및 대책 수립에 필요한 근거자료를 수집하고 있다.

연안침식 모니터링 구축지역의 선정은 침식지역의 현황 및 침식이력 등을 조사, 분석하여 이력조사 모니터링 대상연안을 우선 62개소 선별한 후, 대상지역 중 중요성(가치성, 이용성, 효율성, 경제성), 필요성(시급성, 보전성, 사회성, 활용성), 공평성(지속성, 지역안배) 등의 항목을 을 평가하여 비디오 모니터링 체계구축 대상연안을 선정하였다(그림 1).

비디오 모니터링 체계구축은 대상지역(총 20개소) 중 2003년에 2개소(부산 해운대, 보령 대천), 2004년에 6개소(속초 영랑동, 강릉 경포대, 강문, 부산 광안리, 완도 명사십리, 태안 꽃지), 2005년에 6개소(삼척 호산, 울진 봉평리, 울주 진하, 제주 이호, 옹진 장골, 신안 대광), 2006년에는 6개소(양양 낙산, 거제 구조라, 목포 외달도, 군산 선유도, 태안 삼봉, 만리포)를 연차별로 구축하여 운영 중에 있다.

연안침식 모니터링 항목은 연안침식 이력조사, 비디오 모니터링, 해양조사 및 측량조사로 구분하여 실시하고 있다.

**표 1. Items of coastal erosion monitoring**

| 항 목 | 조 사 내 용 | 주 기 |
|---|---|---|
| 연안침식 이력조사 | 기상, 조석, 조류, 수문, 하천, 지형 및 개발현황, 사진촬영 및 해빈단면측량 | 연1회 |
| 비디오 모니터링 | 해빈(해빈폭, 면적)변화 | 상시 |
| | 파랑 | 상시 |
| 해양조사 | 조석관측, 파랑관측, 해저질조사 | 연1회 |
| 측량조사 | 해안선 및 지형측량 (해빈단면측량 포함), 수심측량 | 연1회 |

## 2.1 연안침식 이력조사 및 평가방법

최근 급격한 침식현상으로 해안선 후퇴 등 심각한 연안피해가 발생하고 있는 주요 연안침식 지역에 대한 현지이력조사(현황조사 및 기초조사)를 통해 주변현황 및 해안선 변화의 침식이력을 주기적이고 체계적으로 구축하여 효율적인 연안관리를 위한 기초자료로 활용하고자 각 지역별로 침식이력자료들은 조사하고, 조서로 작성하여 평가하고 있다.

연안침식 이력조사 항목은 표 1과 같이 대상연안 또는 주변지역에서 관측된 기상자료, 조석자료, 조류자료를 수집 · 분석하여 대상연안의 대표성을 고려하여 조서에 수록하며, 수문, 하천 유량 및 유사량에 대한 자료도 매년 조사하여 조사자료 및 특이사항을 조서에 기재하고 있다. 사진촬영은 일정한 장소에서 일정한 각도로 대상연안을 촬영하여 기재하고, 지형 및 개발현황에 대해서도 지형도에 정보와 달리 변화가 발생한 상황에 대해 자료를 수집, 기록하고 있다. 특히 해빈단면측량은 대상연안에 최소한 3개 이상의 기준점을 매설하고 기준점으로부터 직각방향으로 해빈단면측량을 실시하여 변화를 분석하고 있다.

이렇게 조사된 이력조사 자료는 매년 조서로 작성, 분석하여 전년에 비해 얼마나 변화가 발생하였는지 평가를 실시하고 있다. 침식이력조사지역에 대한 평가항목으로는 침퇴적 변화에 대한 주민의 인지도, 조사자의 인지도와 해빈의 모래질, 해빈폭, 해빈고도(또는 포락지 길이) 변화의 5개 항목을 설정하였으며, 각 항목별 평가기준에 의한 평가점수를 합산하여 침식이력조사지역에 대한 연안침식 평가등급을 4등급(양호(A), 보통(B), 우려(C), 심각(D))으로 분류하였다.

본 침식이력조사 대상지역은 표사이동이 활발한 사질해안(백사장 및 사구지역)을 대상으로 연 1회 현장조사만으로 정성적인 해빈변화 관찰을 수행하였다. 이러한 방법은 정량적인 해빈변화를 파악하기에는 다소 부족하지만 우리나라 전 해안을 대상으로 정성적 해빈변화를 파악하기에 적절한 방법으로 판단된다.

### 2.2 비디오를 이용한 모니터링(영상정보추출 및 실시간제공) 방법

연안침식 모니터링 체계의 H/W구성은 현장에서 직접 영상을 촬영하는 CViMS(Coastal Video Monitoring System)와 이를 저장하여 자료를 처리하는 수신서버 및 실시간 정보를 보여주는 홈페이지 웹서버로 구성되며, 그림 2는 CViMS에서 촬영된 영상이 수신서버에 저장되는 순간부터 연안침식 환경 DB가 생성되는 일련의 과정을 나타낸 흐름도이다.

촬영된 순간영상은 즉시 웹서버로 송신하여 실시간으로 서비스되며, 촬영된 영상을 일정시간(2분, 5분) 평균하여 저장되는 평균영상 및 분산영상은 해안선 및 해빈폭의 변화를 추출하는 자료로 이용된다(그림 2).

비디오를 이용한 모니터링 시간은 일조량이 없는 새벽이나 야간에는 영상수집이 불가능하기 때문에 07:00~18:00를 기준으로 하였다. 영상의 종류는 일반영상, 평균영상, 분산영상 및 동영상으로 구분되며, 각 영상마다 지역적 특성을 고려하여 영상자료 수집시간을 구분하였다.

영상자료에 있어 영상좌표계를 평면좌표계로 좌표변환하기 위하여 기준이 되는 지상 기준점(Ground Control Point) 좌표를 결정하여야 한다. 이러한 지상 기준점은 좌표변환 정확도에 직접적인 영향을 주는 인자로서 GCP의 위치 선정, 설치 개수, GCP의 구성 모양에 따라 좌표변환의 정확도가 결정된다. 좌표변환 계수는 영상의 이미지 좌표와 GCP 관측좌표의 상관관계를 나타내는 계수로서 2차원 사영변환 계수로 구성된다. 좌표변환 영상의 해상도는 최소0.2 m에서 최대 1m의 해상도를 나타낸다(그림 3).

이미지 합성은 좌표 변환된 영상을 대상지역에서 관측된 모든 영상이 동일한 위치에 중첩될 수 있도록 영상을 합성하는 방법으로 합성된 결과를 기준으로 50 m 간격의 관측기준선을 설정한다. 고각도 기하보정 영상의 해상도는 근접지역은 향상되나 원거리의 해상도는 저하되므로 해상도가 1m 이상인 지역은 제외하였다(그림 4).

백사장 면적변화는 50m마다 설정된 기선과 기선 사이의 면적을 계산한다. 면적추출 방법은 좌표변환 영상의 해상도가 1m이므로 기선과 기선 사이의 백사장을 나타내는 지역의 픽셀 값을 더하면 각 기선별 면적이 누계되며 전체 백사장 지역의 픽셀을 더하면 총면적이 계산된다.

연안침식 모니터링 체계로부터 획득된 영상자료를

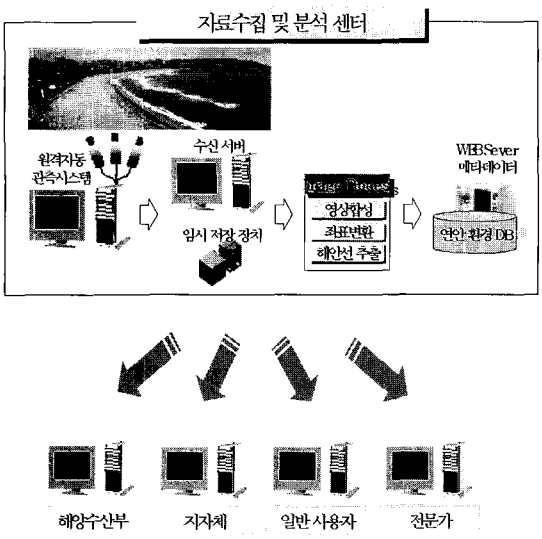


그림 2. Schematization of monitoring system

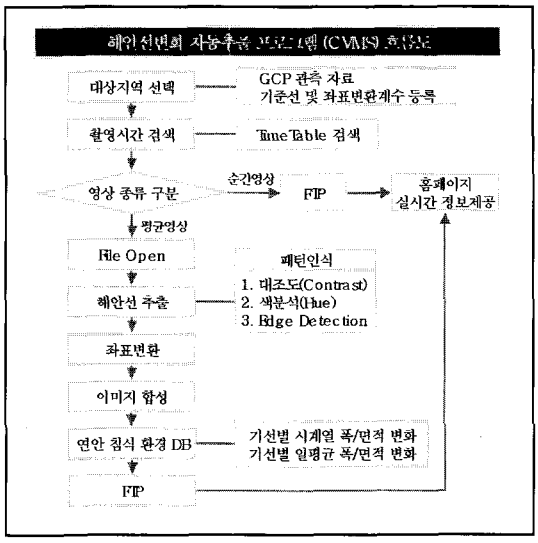


그림 3. Flowchart of image processing

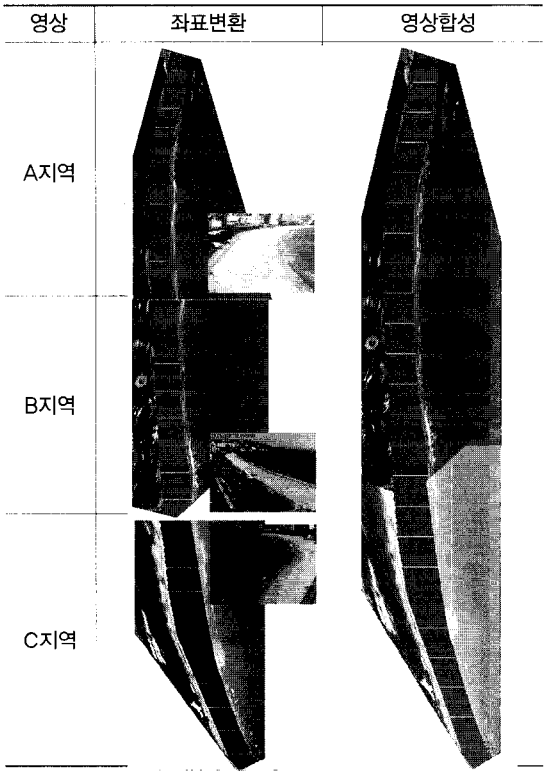


**그림 4. Examples of coordinate transformation and image composition**

이용하여 추출된 해빈정보는 조석보정, 시계열 분석, 경향성 분석 등을 통하여 장기변동특성 및 단기변동특성을 파악할 수 있다.

해빈정보의 분석에 앞서, 우선 모니터링 대상해역 인근의 기준검조소 조석자료를 획득하여 분석하여야 한다. 이러한 이유는 해빈변화 양상은 조석에 의해 크게 좌우되기 때문이며, 대상해역의 조석조건을 파악하여야만 평균해면이나 고조위, 저조위 상에서의 해빈폭을 파악할 수 있기 때문이다.

대상지역에서 관측된 조석자료와 인근 조석관측소 조석과의 상관관계를 파악하기 위하여 관측된 동기간에 대하여 각각의 조석조화분해를 수행하고, 조석조화분해 결과를 이용하여 표준항 조석치에 대한 경정수인 조고비와 조시차를 구한다. 장기관측되고 있는 기준검조소의 조석자료를 조고비와 조시차를 이용하여 대상지역의 조석관측자료로 환산하였다.

한편, 모니터링 체계로부터 추출된 해빈정보는 통계분석 및 시계열 분석을 수행하여 자료의 필터링을 거쳐 유효해빈 자료를 추출한다.

부산 해운대해수욕장의 비디오 모니터링 결과를 살펴보면, 해운대 해수욕장은 인근의 조선비치호텔, 글로리콘도 및 한국콘도 3곳에 비디오 모니터링 시스템을 구축하여 2003년 9월부터 현재까지 해빈 영상자료를 모니터링하고 있다. 해안선의 단면별 변화패턴을 정량적 변화를 분석하기 위하여 연장 1,150m의 백사장을 50m의 등간격으로 총 23개의 기선으로 구분하였다.

해빈의 3곳에 설치되어진 비디오 모니터링 시스템으로부터 획득된 영상자료를 이용하여 조석보정, 시계열 분석, 경향성 분석 등을 통해 해빈변동특성을 파악할 수 있다.

일반적으로 장기적인 해빈변화는 정적변화와 동적변화로 구분될 수 있는데, 정적변화는 장주기 조석운동에 의한 해수면 변화이고 동적변화는 계절별로 태풍 내습시 발생하는 고파랑에 의한 해빈변화를 나타낸다.

해운대 해빈에서의 조석에 의한 해수면의 장주기 변화는 하계에 높고 동계에 낮은 변화패턴을 나타내며, 그 편차는 약 20~30cm 정도로써 이러한 변화는 해안선의 전진과 후퇴의 계절적 변화를 일으킬 것으로 예상된다.

해운대 해수욕장의 조선비치호텔 방향의 해빈폭은 동계에 비하여 하계에 약 20~30m의 침식이 되고, 중앙부는 침식 · 퇴적 변화가 반복되는 경향을 나타내며, 한국콘도 방향의 경우 동계에서 하계로 진행됨에 따라 해빈폭이 15m정도 감소함을 확인하였다. 결과적으로 하계에는 조선비치호텔 쪽이 침식, 한국콘도 쪽이 퇴적되고 동계에는 하계와는 반대로 조선비치호텔 쪽이 퇴적, 한국콘도 쪽이 침식되는 경향을 잘 보이고 있어 해운대 해수욕장의 표사수지가 계절별로 교번되고 있음을 확인할 수 있다(그림 5).

해운대 해수욕장에서 모니터링 되는 23개 기선의 평균해면상 해빈폭을 moving average로 필터링한 후, 그 결과에 따른 기선 변화를 고려하여 해빈면적

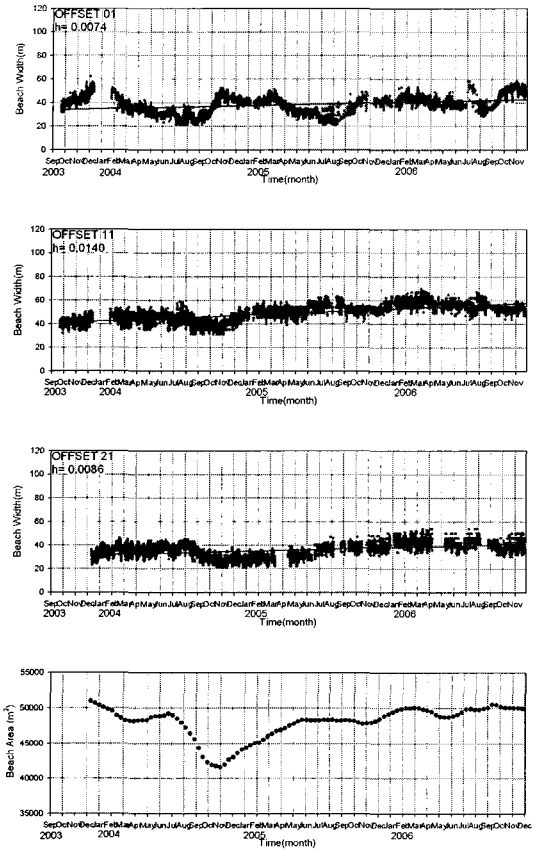


그림 5. Timeseries of beach width and area

을 추출하였다(그림 5). 이 결과를 살펴보면, 2004년 2월부터 7월까지는 비교적 안정적인 해빈변화를 보이다가 8월부터 11월은 급격한 해빈침식 발생으로 해빈면적 약 7,000㎡이 감소하였는데, 이는 2004년 7월~9월시기에 매월 반복된 태풍 내습과 그에 따른 고파랑에 의한 영향으로 사료된다. 이후 2004년 11월부터 현재까지 완만한 회복기를 가지면서 해빈면적이 모니터링 초기의 50,000 ㎡에 근접하고 있다.

이상의 결과로 판단해 볼 때, 해운대 해수욕장해빈면적변화는 자연적인 침퇴적의 반복과 더불어 주기적인 양빈에 의해 현재까지는 안정적인 해빈을 유지하고 있는 것으로 사료되나 보다 장기적인 모니터링과 정기적인 유지, 관리가 필요할 것으로 사료된다.

## 3. 우리나라 연안침식 현황분석

### 3.1 침식이력조사 결과

1단계 사업(2003년~2006년)의 침식이력조사 종합평가결과(표 2), 2006년 연안상태가 양호한 A등급 지역은 인천 강화군 서도면 영뜰、조개골과 충남 태안군 바람아래해수욕장 2개소로 나타났으며, 보통인 B등급 지역은 강원 양양군 강현면 낙산해수욕장을 포함한 30개소로 나타났으며, 우려인 C등급 지역은 강원 강릉시 경포대해수욕장을 포함한 16개소로 나타났으며, 심각한 D등급 지역은 경북 울진군 봉평리를 포함한 14개소로 나타났다.

이중 3차년도와 4차년도 이력조사결과 평가등급이 1등급 상승한 지역은 3개소, 변동이 없는 지역은 49개소 그리고 1등급 하강한 지역은 10개소로 나타났으며 등급 상승지역은 3개소이며, 등급 하강지역은 보통→우려 2개소, 보통→심각 4개소, 우려→심각 4개소로 나타났다.

이력조사 대상지역은 모두 침식지역으로 연안정비계획에 고시된 지역을 대상으로 하였기 때문에 평가결과에서 등급의 변화가 없는 지역이라도 과거에 침식이 진행된 지역으로 침식발생 후에 더 이상 침식이 진행되지 않고 안정화 해빈을 유지하고 있다고 판단되며, 10개소가 침식이 진행되고 있으며, 특히 D등급으로 침식이 심화된 지역이 8개소에 이르고 있어 우리나라 연안의 침식이 점차 가속화되고 있는 것으로 판단된다.

향후 효과적인 침식이력조사가 수행될 수 있도록 수년간의 침식이력 조사결과를 토대로 하여 평가결과가 양호한 안정해빈에 대해서는 지자체로 이관하여 관리토록 하거나 이력조사 대상지역에서 제외하고, 최근 침 · 퇴적의 변화가 심각하게 진행되어 언론매체 및 지자체에서 요구하는 신규침식지역을 새로이 발굴하여 이력조사 대상지역을 변경할 계획이다.

표 2. Evaluation grade of coastal erosion area

| 등 급 | 소계 | 변경등급 | 개소 | 대상지역 |
|---|---|---|---|---|
| 상승 | 3 | C→B | 3 | 3태안 신두리, 부산 광안리, 제주 이호 |
| 변동 없음 | 49 | A→A | 2 | 강화 영뜰~조개골, 태안 바람아래 |
| | | B→B | 27 | 양양 낙산, 양양 기사문리~잔교리, 강화 동막, 강화 뒷장슬, 양양 오산리, 강릉 동덕리, 태안 학암포, 부산 일광, 부산 다대포, 남해 상주, 태안 양잠리, 강화 대빈창, 제주 수마포구, 완도 명사십리, 보령 대천, 목포 외달도, 태안 삼봉, 신안 대광, 태안 달산리, 부산 임랑, 보령 무창포, 제주 신양리, 태안 신온2~4리, 태안 신온1리, 부산 송도, 태안 원청리, 서천 송림리 |
| | | C→C | 14 | 울진 구산~월송리, 강릉 경포대, 군산 선유도, 신안 백산리, 포항 신창2리, 속초 청호동, 울진 금음리, 부산 해운대, 강릉 정동진, 고성 천진1리, 포항 송도, 속초 영랑동, 옹진 장골, 거제 구조라 |
| | | D→D | 6 | 울진 봉평리, 강릉 남항진리, 삼척 호산, 강릉 사근진, 태안 운여, 양양 정암리 |
| 하강 | 10 | A→B | 0 | 해당없음 |
| | | B→C | 2 | 태안 만리포, 보령 독산 |
| | | B→D | 4 | 양양 광진리, 울진 덕신리, 강릉 강문, 울주 진하 |
| | | C→D | 4 | 강릉 영진리, 태안 꽃지, 강릉 사천진1~2리, 양양 남애리 |

### 3.2 비디오 모니터링 결과

비디오를 이용하여 해빈변화를 모니터링한 20개소에 대해 침식정도를 정량적으로 평가하면 표 3과 같다. 서해 연안은 조석 및 조류의 영향이 탁월하나 동계에는 계절풍에 의한 고파랑의 영향도 크게 받는 지역이다. 대상연안 8개소중 급격한 침식경향을 보인 곳은 옹진군 장골해수욕장과 군산시 선유도해수욕장 2개소로 나타났으며, 완만한 침식경향은 태안군 삼봉해수욕장과 만리포해수욕장 2개소로 나타났다. 완만한 퇴적경향을 보인 곳은 보령시 대천해수욕장과 신안군 대광해수욕장 2개소와 안정적인 해빈경향은 태안군 꽃지해수욕장과 목포시 외달도 해수욕장으로 나타났다.

그러나 꽃지해수욕장, 만리포해수욕장 등은 양빈을 통해 인위적으로 해빈 안정화를 기하는 것으로 조사되었다.

남해안의 대상지역 5개소중 부산시 해운대해수욕장, 완도군 명사십리해수욕장, 제주시 이호해수욕장은 안정적 해빈경향을 보였으며, 부산시 광안리해수욕장은 완만한 퇴적경향을, 거제시 구조라해수욕장은 완만한 침식경향을 나타내었다. 부산 해운대해수욕장, 거제시 구조라해수욕장 등은 서해안과 같이 양빈을 실시하여 해빈안정화를 도모하고 있는 것으로 파악되었다.

동해안의 7개소의 경우 양양군 낙산해수욕장, 속초시 영랑동해안 그리고 울진군 봉평리해안을 제외하

표 3. Summaries of video monitoring results

| 지역명 | 평가 요약 | 검토 의견 |
|---|---|---|
| 부산 해운대 | 안정적 해빈 유지 | |
| 보령 대천 | 완만한 퇴적경향 | 2005년 침식후 복원과정 |
| 속초 영랑 | 동안정적 해빈 유지 | 모니터링이후 점진적 침식 |
| 강릉 경포대 | 급격한 침식경향 | 하계퇴적이후 침식진행 |
| 강릉 강문 | 급격한 침식경향 | 최근 완만한 회복추세 |
| 부산 광안리 | 완만한 퇴적경향 | |
| 완도 명사십리 | 안정적 해빈 유지 | 연변동(하계침식,동계퇴적) |
| 태안 꽃지 | 안정적 해빈 유지 | |
| 삼척 호산 | 완만한 침식경향 | |
| 울진 봉평리 | 안정적 해빈 유지 | 연변동(하계퇴적,동계침식) |
| 울주 진하 | 급격한 침식경향 | 남측해빈 침식관리 필요 |
| 제주 이호 | 안정적 해빈 유지 | 연변동(하계퇴적,동계침식) |
| 옹진 장골 | 급격한 침식경향 | 서측해빈 침식진행 |
| 신안 대광 | 완만한 퇴적경향 | |
| 양양 낙산 | 안정적 해빈 유지 | 장기 모니터링 필요 |
| 거제 구조라 | 완만한 침식경향 | 장기 모니터링 필요 |
| 목포 외달도 | 안정적 해빈 유지 | 장기 모니터링 필요 |
| 군산 선유도 | 급격한 침식경향 | 장기 모니터링 필요 |
| 태안 삼봉 | 완만한 침식경향 | 장기 모니터링 필요 |
| 태안 만리포 | 완만한 침식경향 | 장기 모니터링 필요 |

고는 대부분 침식경향을 나타내었다. 특히, 강릉시 경포대해수욕장과 강문해수욕장 그리고 울주군 진하해수욕장은 급격한 침식경향을 보이는 것으로 파악되었다, 삼척시 호산해수욕장은 완만한 침식경향을 보이는 것으로 나타났다. 올해 들어 급격한 침식경향을 보이는 개소가 증가한 이유로는 최근 고파랑의 빈도 및 파고의 상승이 주된 원인으로 파악되고 있다.

따라서 전체 비디오 모니터링 대상지역중 퇴적경향 해빈은 3개소, 안정화 해빈은 8개소, 침식경향 해빈은 9개소로 나타나 점차 침식이 가속화되고 있는 것으로 나타났다.

## 4. 연안침식 모니터링 향후계획

전 세계적으로 기후변화에 따른 해면상승은 지난 100년간 1.0~2.5mm/year 정도 일어났지만 향후 100년간에 해수면 상승률이 가속화되어 5.0~10.0mm/year 정도 일 것으로 예측되고 있다(IPCC, 1995). 우리나라의 산술평균해면변화율은 0.23cm/yr로 나타나 전세계 평균해면 증가율 약 0.45cm/yr에 미치지 못하지만 보령, 군산내항, 제주, 서귀포, 거문도에서는 0.4cm/yr 이상의 증가양상을 보이고 있어 향후 우리나라 연안의 각종 항만공사나 재해예방계획 수립시에 반드시 참고해야할 사항으로 판단된다(김동수, 2001). 이러한 해수면상승은 해안선에서 표사의 발생한계수심까지의 평균해저면 경사는 편의상 한국 및 일본의 동해 연안지역에서 1:30, 남해연안 및 규슈지역에서 1:50, 황해연안지역에서 1:80으로 가정하였을 때, 군산외항에서는 26m 내외, 군산내항에서 약 100m 정도의 심각한 해안선 후퇴가 예상되며 그 밖의 많은 지역들은 10m 전후의 후퇴가 예상된다는 연구결과가 보고된 바 있어(손창배, 1999), 이에 대한 향후 대책마련이 강화될 필요가 있다.

최근 지구온난화와 같은 기후변화에 의하여 한반도 주변해역의 수온상승, 해수면 상승이 초래되고 있으며, 이에 따라 해황특성도 과거와 다른, 태풍 및 고파랑의 세력강화 및 내습빈도 증가로 나타나 우리나라 연안은 최근 10년간(1994년~2003년) 약 5조 620억원의 재해피해를 입었으며(해양수산부 연안관리정보시스템 연안재해통계자료), 이후에도 태풍 나비, 에위니아 등과 같은 대형태풍의 내습강도 및 빈도가 증가함으로써 연안침식에 의한 경제적 피해가 급격한 증가 추세를 보이고 있다.

연안이용의 확대와 연안공간자원의 중요성 증대에 따라 연안의 효율적 보전과 지속가능한 개발을 위하여 2000년 제1차 연안정비계획에서 총 사업중 침식방지사업으로 고시된 침식대상지역은 191개소였으며, 2003년 연안정비계획변경고시에서는 20개소가 변경, 삭제되고 신규로 58개소가 추가되어 총 229개소로 증가되었다. 최근 침식환경의 급변으로 인하여 2006년 연안정비계획변경이 추진되어 침식대상지역이 245개소로 늘어나 지속적인 증가추세를 보이고 있다. 뿐만아니라 대상지역의 침식피해규모의 증가와 신공법 도입 등으로 인하여 사업규모의 증가 추세가 두드러지고 있는 실정이다.

한편, 4년간의 연안침식 이력조사 결과에서 알 수 있듯이 연안침식이 양호했던 지역이 침식심각지역으로 바뀌거나 침식심각지역이 양호지역으로 바뀌는 등 침식현상은 지역적, 시기적으로 매우 가변적이기 때문에 단기간에 걸친 조사나 모니터링으로 침식 원인 및 유형을 판단하기 어려우며, 장기적인 변화추세에 대한 심도 있는 원인분석이 필요한 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 지역사회 및 지자체의 관심 부족으로 인하여 침식현황이 심각함에도 불구하고 보고되지 않은 침식지역도 상당수에 달하고 있다. 또한, 백사장, 사구 및 연안해안(호안 및 해안도로) 등의 침식지역의 증가에 따라 지자체로부터의 침식 모니터링 및 연안정비사업을 통한 침식방지대책 요구지역이 매년 증가하는 등 침식환경의 여건변화에 대한 체계적인 후속조치로서 연안침식 모니터링 체계구축의 관심이 높아지고 있어 2단계 연안침식 모니터링 기본계획 수립의 필요성이 절실히 요구되고 있다

2단계(2007~2010) 연안침식 모니터링 기본계획

에서는 현재 62개소인 연안침식 이력조사 대상지역을 연차적으로 120개소까지 확장하고 비디오 모니터링 체계는 향후 4년간 전국 주요연안 16개소에 구축될 계획이다.

현재 수행중인 비디오 모니터링 기법은 평면적인 해빈면적추출만 가능하기 때문에 해빈모래의 체적변화를 관찰하지 못하는 한계가 있어 이를 보완하고, 파랑에 의한 셋업을 고려한 해안선 추출기법을 적용할 예정이다(Aarninkhof, 2003).

## 5. 결 론

우리나라 연안침식 현황을 파악하기 위하여 전국 62개소에서 침식이력조사와 20개소에서 비디오 모니터링이 수행되었다. 침식이력조사결과 과년도와 비교하여 등급상승이 3개소, 등급하강이 10개소로 나타나 전반적인 침식현황이 악화되는 것으로 파악되었다. 이러한 침식환경은 시간적, 공간적으로 매우 가변적이기 때문에 보다 주기적인 모니터링이 필요하리라 사료된다. 비디오 모니터링 결과를 살펴보면, 전체 20개소 대상지역중 퇴적경향 해빈은 3개소, 안정화 해빈은 8개소, 침식경향 해빈은 9개소로 나타나 점차 침식이 가속화되고 있는 것으로 판단되어 보다 장기적인 모니터링의 필요성이 요구된다.

향후 현재 비디오 모니터링 기법의 한계점인 2차원적인 면적변화 파악이라는 한계를 극복하기 위하여 조위와 해빈변화의 상관성을 이용한 3차원적인 체적변화를 검토하고자 한다. 뿐만아니라 현재 과소평가되고 있는 해안선 추출시의 문제점을 극복하기 위하여 쇄파영역에서 평균해면의 해안선을 추출하는 기법(파랑에 의한 셋업고려)을 도입하여 보다 정도 높은 해안선을 추출하고자 한다. 기타 고해상도 디지털카메라 시스템의 적용과 열악한 해안주변의 네트워크 문제를 극복하기 위한 현장에서의 실시간 영상정보처리 소프트웨어를 개발 중에 있다.

향후계획으로는 우리나라 연안침식의 현황을 침식유형별, 침식등급별로 일목요연하게 파악할 수 있는 현황주제도를 구축하고자 연안침식이력조사 개소수를 120개소까지 확대하고 연안재해에 관한 이력부분을 강화하여 조사할 예정이다. 비디오 모니터링 체계는 전국 16개소에 4년간 연차별로 구축하고 총 36개소의 시스템을 유지, 운영할 계획이다.

## 감사의 글

본 연구는 해양수산부"연안침식 모니터링 체계구축"용역의 연구성과 일부이며, 공동 참여기관인 (주)대영엔지니어링의 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

강태순, 최금인, 황준, 정진호, 2005, 서해연안 침식현황과 모니터링 체계구축, 서해연안관리와 환경복원에 관한 Workshop, 군산대학교.

김동수, 2001, 한국연안의 해수면 변동추세 분석, 국립해양조사원 수로기술연보.

남수용, 최금인, 황준, 김해성, 2004, 연안침식 현황과 향후 대책방안, 연안의 효율적 이용과 보전을 위한 국제심포지엄, 해양수산부.

손창배, 1999. 해수면상승에 의한 해안선의 잠재적 후퇴거리 산정, 한국해안해양공학회 제11권 제1호, pp.34~40.

해양수산부, 2003, 연안침식방지 종합대책 수립을 위한 조사연구용역(II).

해양수산부, 2004, 연안침식 모니터링 체계구축(II).

IPCC, 1990, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment.

J. D. Smith, A. H. Brampton, N. W. Beech, J. S. Brooke, 1996, Beach Management Manual, CIRIA Report 153.

Ministry of Transport and Public Works, 1990,

A New Coastal Defence Policy for the Netherlands.

RIKZ, 1996, Coastal Management.

Stefan G.J. Aarninkhof, Ian L. Turner, Thomas D.T. Dronkers, Mark Caljouw, Leann Nipius, 2003. A video-based technique for mapping intertidal beach bathymetry, Journal of Coastal Engineering 49, p.275~289.

WL/Delft Hydraulics, 1999, Video Based Monitoring of the Egmond Beach and Shoreface Nourishments.