

원격 무인 자동 영상 관측 시스템을 활용한 해안선 변화 관측 및 분석

김 태 립

군산대학교 해양시스템공학과

Observation and Analysis of Shoreline Changes Using the Remote Unmanned Automatic Camera Monitoring System

Tae-Rim Kim

School of Ocean Applied Science & Technology, College of Ocean Science & Technology, Kunsan National University

Abstract : The shoreline changes were observed and analysed using the video image by a remote unmanned automatic camera monitoring system installed at Haeundae beach of Busan City. In order to analyse quantitatively the shoreline changes caused by waves and tides, the image averaging technique and the rectification technique for obliquely acquired image were applied to the video image during the typhoon Bart in September, 1999. The results showed that the camera monitoring system can be used as a very cost effective and efficient tool for monitoring shorelines which change continuously due to waves and tides.

Key Words : Shoreline, Tide, Wave, Camera Monitoring, Rectification.

요약 : 부산 해운대 백사장에 설치된 원격무인 자동 영상 관측시스템에서 관측한 비디오 영상을 이용하여 해안선 변화를 관측하고 분석하였다. 1999년 10월 태풍 바트 기간 중 촬영된 비디오 경사 영상들에 평균영상처리 및 기하 보정 기법을 적용함으로써 파랑과 조석에 의하여 변화되는 해안선의 변화에 대한 정량적인 분석을 시도하였다. 연구 결과 카메라 관측 시스템은 파랑과 조석 등에 의하여 계속적으로 변화하는 해안선을 저비용 고효율로 장기간 관측할 수 있을 것으로 보인다.

1. 서론

최근 연안에서의 대규모 공사 등으로 인하여 연안 환경은 급격히 변화하고 있으며 그 직접적인 영향으로 심각한 해안선의 변화가 발생하는 지역이 증가하고 있다. 이에 대처하기 위해서는 해안

선의 변화 양상을 정기적으로 장기 관측하여 계절적인 변화와 같은 특성을 파악함으로써 현상의 추이와 원인을 분석하는 것이 필요하며 이를 이용하여 해안선의 복구와 함께 사업에 따른 해안선의 변화를 최소화하여야 한다. 그러나 이와 같은 정기적인 장기 관측은 현재 그 비용과 노동력으로

인하여 제대로 수행되지 못하고 있는 실정이며 문제가 발생하고 있는 해안에 대해서 조차 철저한 관측 조사가 이루어지지 않고 있다.

해안선의 정의는 목적에 따라 여러 가지로 정의하고 있다. 통상적으로 해도에 나타나는 수심 기준면은 조석의 더 이상 내려가지 않는 약최저저조면(approximate lowest low water)을 채택하고 있으나 실제 다리 및 가공선의 높이 혹은 해안에서 이루어지는 사업 및 인간활동에 중요한 해안선은 약최고고조면(approximate highest high water)이다(조창선, 1997). 최근에는 이러한 해안선 변화 관측을 위하여 발달된 위성 원격 탐사 기술을 적용하는 시도도 이루어지고 있다. 그러나 아직까지는 위성의 반복 관측의 어려움과 낮은 해상도로 인한 자료의 실효성 결여로 큰 기대를 할 수 없는 실정이다. 추후 보다 정밀한 고해상도 광학 영상을 위성 관측으로부터 얻을 수 있을 것으로 보이나 위성 자료가 기상이나 광량에 영향을 받고 그 가격이 고가임을 고려해 볼 때 장기 및 정기 관측에는 어려움이 있을 것으로 보인다. 특히 우리나라 연안은 조석의 영향이 커서 시시각각 해안선이 전진과 후퇴를 하므로 매우 높은 빈도로 관측을 하지 않으면 해안선 변화 관측을 수행할 수 없다. 또한 조간대가 넓게 발달한 서해안에서는 조석 위상에 있어서 어느 시간에 위성의 관측이 이루어지느냐에 따라 해안선의 위치가 크게 달라 질 수 있다. 류주형 등(2000)은 조간대에서의 수륙 경계선은 등고선을 의미한다는 점을 이용, 각각 다른 조석의 위상에서 촬영된 위성 영상을 이용하여 조간대의 DEM를 산출 한 바 있다. 이는 조간대에서의 위성을 이용한 해안선 추출에 따르는 한계점을 극복한 성과이나 또한 서해안과 같이 조석차가 큰 해안에서 일정한 조석 위상에서의 해안선 변화에 대한 관측의 어려움을 보여준 예라고 할 수 있다. 조차가 크지 않은 동남해안의 경우에도 관측시기에 따라 고해상도의 위성 영상이라도 1m~5m 정도의 오차를 유발 할 수 있으며 특히 쇄파 작용이 활발히 이루어지는 해안에서는 파랑의 셋업(set-up) 작용에 의하여 파고의 높이에 따라 해안에서

의 해수면의 높이가 변하므로 주의하여야 한다. 따라서 위성을 이용한 해안선 관측은 높은 해상도를 요구하지 않는 큰 규모의 해안선을 그리거나 장기적인 해안선의 큰 변화를 관측할 때는 용이하나 현재 우리나라 해안에서 이루어지는 해안선 변화를 관측하는데는 더 많은 연구를 필요로 한다. 항공기를 이용할 경우 위에 언급한 한계를 상당 부분 극복할 수 있으나 고비용 및 장기 관측에는 많은 어려움이 따른다.

본 연구에서는 조석과 파랑의 셋업 작용에 의하여 계속적으로 변하는 해안선을 높은 빈도로 계속 관측하기 위하여 원격 무인 자동 영상 관측 시스템을 사용하였다. 최근의 디지털 영상 기술 및 통신 기술의 발달로 기존의 단순한 영상들을 과학적인 목적으로 응용할 수 있게 되었으며 디지털 영상자료의 전송 및 보관은 물론 영상의 기하보정(rectification)과 같은 영상 처리를 통하여 정성적인 분석뿐만 아니라 정량적인 분석도 가능하다. 특히 이러한 방법은 적은 비용으로 장기간의 관측이 용이하므로 최근에는 해안선 변화와 같은 연안 현상 연구에도 많이 활용되고 있다. Holman and Guza (1984)는 해안선을 따른 파의 쳐올림 현상을 연구하기 위한 미소촬영 기법을 소개하였고 Holman and Lippmann(1987)은 연안 사주의 3차원 형태를 관측하기 위한 기술을 개발하고 원격 관측 기술을 이용하여 입사 쇄파의 형태에 기초한 자연 상태의 연안사주의 지형이나 규모 등을 측정하는 기술을 발전 시켰다(Lippmann and Holman, 1989). Holman *et al.* (1993)은 비디오를 이용하여 장기간 적은 비용으로 할 수 있는 해안 수심 측정의 예를 보여 주었다. Sloop(1995)은 미국 플로리다 해안에서 커슥(cusp) 및 해안선 변화를 연구하였고 Lippmann and Thornton(1996)은 스테레오 비디오 분석법을 이용하여 해수면의 상승이나 경사, 명시도 등을 측정하였다. Braddley *et al.*(2001)은 비디오 모니터링 기법을 이용하여 파랑과 조석에 의한 연안만 시스템(coastal inlet system)의 변화를 정성적 및 정량적으로 설명하였다. 우리나라의 경우 비디오 모니터링을 이용한 해안선 관측이 김태림

등(1998)에 의하여 소개된 바 있다.

본 논문에서는 부산 해운대 백사장에 설치한 원격 무인 자동 영상 관측 시스템을 이용하여 1999년 9월 22일 우리나라에 내습한 태풍 바트의 전후기인 1999년 9월 20일에서 9월 30일까지의 조석과 파랑의 셋업에 의한 해안선 변화를 관측·분석하였다.

2. 영상 관측법 기초

영상에 대한 해석 과정은 사진측량법의 원리에 기초한 기하학을 바탕으로 한다. 즉, 영상 속의 어떠한 좌표의 위치는 실제 지상에서의 그에 상응하는 위치, 초점거리(focal length), 카메라 기울기(tilt), 카메라 돌기(swing), 카메라 각도(azimuth), 카메라 높이(elevation) 등의 함수로 나타낼 수 있다. 이것을 수식으로 표현하면 아래와 같다

$$(x, y) = f(X, Y, Z_c, f_c, \tau, \phi, s, H) \quad (1)$$

여기서 (x, y) 는 사진 영상에서의 좌표를 의미하며, X, Y, Z_c 는 사진 영상의 (x, y) 에 상응하는 실제 지상에서의 위치 좌표, f_c 는 카메라의 초점거리, τ 는 카메라의 기울기(tilt, 수평축으로부터 윗방향으로), ϕ 는 카메라 각도(azimuth, 반시계 방향), s 는 카메라 돌기(swing or roll angle), H 는 원점으로부터의 카메라의 높이를 의미한다. 가장 간단한 경우로써 연안의 해수 표면을 영상화하여 기하 보정을 하고자 하는 경우 해수 표면은 평면으로 가정된다. 빗각영상의 연안 양상들의 3차원성은 외적인 오리엔테이션의 파라미터로서는 사용될 수 있지만 기하 보정된 영상에는 정확히 나타나지 않는다. 방사상의 렌즈 왜곡은 원거리의 영상이나 빗각 영상의 모서리들이 제외될 때는 중요한 역할을 하지 않는다. 특히 관측카메라의 높이가 55m 이하인 경우에는 그 높이가 너무 낮아서 심각한 방사 렌즈 왜곡 현상을 발생시키지 않는다(Wolf, 1983). Lippmann and Holman(1989)은 영상 좌표 $p(x, y)$ 로부터 지상 좌표 $p(X, Y, Z_c)$ 로 변환하는 기하학적

변환식을 아래와 같이 제안하였다.

$$y = f_c \tan \left[\tan^{-1} \left(\frac{Y}{Z_c} \right) - \tau \right] \quad (2)$$

$$x = \left(\frac{y^2 + f_c^2}{Z_c^2 + Y^2} \right)^{1/2} X \quad (3)$$

이 때 Z_c 는 카메라의 높이인 H 에 대한 특정 위치인 P 의 상대적인 높이를 의미한다. 즉 $Z_c = H - Z_p$ 이고 Z_p 는 지표면에 대한 특정점 P 의 높이를 의미한다. 이 식에서 두 쌍의 위치에 대한 (x, y) 와 (X, Y, Z_c) 값을 이용하면 f_c 와 τ 를 계산해 낼 수 있다. 카메라 사용에 있어서 f_c 와 τ 를 정확히 측정하는 것은 매우 힘들다. 초점거리의 경우 CCD로부터 직접 거리를 재는 것이 아니라 확대된 영상을 보여주는 컴퓨터 스크린에 나타난 영상을 이용하여 구하므로 미지수이다. 따라서 식 (2)와 (3)을 몇 개의 현장 관측값에 적용한 후 최소 자승법을 이용하면 가장 적합한 값을 찾을 수 있다. 영상 자체의 기하학적 배치가 간단하지 않을 경우에는 좀 더 복잡한 계산을 요구한다. Wolf(1983)는 영상과 영상화된 실제 현장과의 관계는 세 개의 독립적인 각도, 즉 식 (2)와 (3)에 나타난 기울기 각(tilt angle)과 swing 및 azimuth각에 의하여 주어진다고 지적하였다. azimuth각 ϕ 는 τ 값과 마찬가지로 현장 관측값을 이용, 최소 자승법을 사용하여 계산해 낼 수 있다.

swing 각은 기울기 않은 수평에 대하여 빗각 촬영된 영상의 회전을 의미한다. 즉 카메라의 스윙으로 인한 작은 카메라 자체가 수평면에 대해서 좌우로 회전함으로써 생기는 각으로 수평선에 대해서 기울어진 영상은 이 카메라 돌기(swing)로 인해서 생긴 것이다. 이 때 swing각 S 는 기준 좌표축의 수직 성분과 수평선에 수직으로 나타나는 성분사이의 각을 의미한다. 기술적으로 설명하면 이러한 프로세스는 기준 좌표계 (x, y) 를 임시의 좌표계 (x', y') 로 전환하는 것을 의미한다. 식 (2)와 (3)은 이상적인 좌표 시스템에 대하여 계산된 것이고 그 계산된 결과도 임시 좌표계에 대하여 계산된 것이므로 다시 기준 좌표계 시스템으로 변

환하여야 한다. 즉 기하보정(rectification)을 위해서는 영상 자체의 기준 좌표계 (x, y) 를 수평선에 각각 평행하고 수직적인 임시의 좌표계 (x', y') 로 다음과 같이 변환하여야 한다.

$$x' = x \cos\theta - y \sin\theta \quad (4)$$

$$y' = x \sin\theta + y \cos\theta \quad (5)$$

이때 θ 는 카메라의 돌기로 인한 영상자체의 축과 수평선 사이의 각을 의미한다($\theta = \alpha - 180^\circ$). 임시 좌표계 상에서 이렇게 좌표 조정된 영상은 분석을 위해서 다시 원래의 (x, y) 좌표계로 변환되어야 한다.

3. 현장 관측 및 영상의 기하보정

빛각 촬영된 영상 자료를 이용하는 데 있어서 가장 중요한 것은 관심의 대상이 되는 현상에 대해서 영상에서의 좌표와 실제 현장에서의 좌표와의 관계를 알아내는 것이다. 즉 식 (2)와 (3) 과 같이 영상 좌표 $p(x, y)$ 와 지상 좌표 $p(X, Y, Z_c)$ 의 관계를 통하여 기하보정이 이루어진 영상은 수직상의 공중에서 촬영한 영상과 같이 보통의 영상이 갖고 있는 화면의 휨이나 굴절 혹은 원근 효과가 제거되고 픽셀과 픽셀사이의 실제거리를 이용, 실측거리의 계산이 가능하게 되므로 영상의 정성적인 분석뿐만 아니라 정량적인 분석이 이루어지게 된다. 또한 이를 프로그램화 함으로써 다량의 영상을 자동으로 처리할 수 있다.

본 연구에서의 해안선 관측장소로는 최근에 해안의 모래 유실로 그 심각성이 높은 해운대 해수욕장을 선택하였다. 부산 해운대 해수욕장은 한국 남동부에 위치한 우리나라 최대의 사빈 해수욕장으로 해변의 길이는 약 1.6 km, 폭은 약 30~40m 그리고 해저 경사는 1/15~1/30 정도로서 해안의 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 저면 경사가 완만해진다. 해운대 해변은 지난 20년 동안 심각한 해변 침식 현상을 나타내고 있다. 1947년 당시만 해도

해빈폭은 약 100m 정도였으며 1969년의 항공사진에 의하면 해변 폭이 약 45m 정도로 줄어들었으며 부산시에 의하면 1972년부터 1988년까지 해변의 서쪽 약 12m, 중앙부에서 약 24m, 해변의 동쪽 앞에서 약 24m 정도 감소 한 것으로 나타났다. 따라서 해변 침식에 대한 효과적인 대처 방안을 마련하기 위해서는 해안선 변화에 대한 지속적인 관측과 관측자료의 분석을 통한 해안선 변화의 정량적인 분석이 절실한 형편이다.

해운대 백사장 영상의 기하보정을 위하여 광과 측정기를 이용, 영상과 현장에서 뚜렷하게 나타나는 7개 기준점들에 대하여 거리 관측을 수행하고

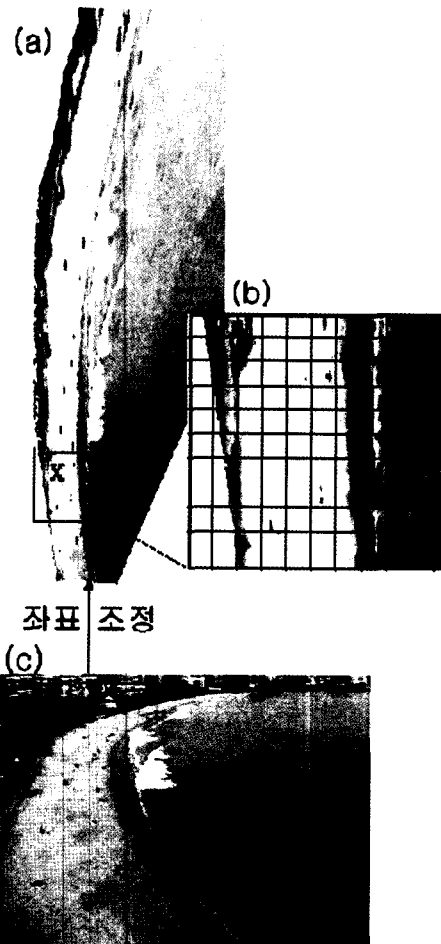


Fig. 1. Haeundae beach (a) rectified, (b) rectified and grided, (c) oblique images..

최소 자승법을 사용하여 카메라의 초점거리 f_c , 기울기 각 τ , azimuth각 ϕ 그리고 swing각 s 를 계산하였다. 이 때 현장에서의 거리 관측은 먼저 현장 좌표축과 영상 좌표축을 결정하고 azimuth 각인 ϕ 는 카메라 시스템 x 축인 X_g (카메라 전망에 대해 수직인 방향)와 현장에서의 x 축인 E (보통 외해 방향)사이의 각도로써 결정한다. 각 ϕ 를 산정한 후 두 개의 좌표 시스템에 대한 몇 개의 점을 측정하였다. 그리고 계산된 카메라 변수들을 이용 빗각 촬영된 영상의 각각의 픽셀 $p(x, y)$ 를 새로운 격자점인 $P(X, Y)$ 로 재배치함으로써 좌표 조정된 영상을 생성하였다. Fig. 1은 해운대 백사장 영상에 대한 기하보정 결과를 보여주는 것으로서 (c)는 640×480 크기로 30분 간격으로 자동 관측되는 빗각 영상을 보여 주고 있으며 RGB 칼라 영상으로 나타내어진다. (a)는 빗각 촬영된 영상 (c)를 기하보정을 통하여 변환한 영상이다.

그림(c)의 경우 사진의 원근감으로 인하여 해안선의 변화를 수치로 정확하게 표현하는 데는 한계가 있다. 그러나 그림(a)는 그림 전체의 픽셀들의 크기가 실제 거리에 대하여 정확한 비율로 축소됨으로써 영상의 각 픽셀에 해당하는 부분의 실제 크기를 정확히 알 수 있다. 예로써 그림 (b)는 그림 (a)의 정사각형 부분을 확대한 그림으로 정량적인 분석을 위하여 격자로서 표현하였다. 이때 각 격자의 가로 세로의 길이는 20개의 픽셀로 이루어져 있으며 각 픽셀의 가로 세로 길이는 30cm이다. 따라서 한 격자의 길이는 6m이다. 그러므로 좌표 조정된 영상의 각각의 지점에 대한 실제 거리를 알 수 있다. 그러나 원거리의 지점들은 해상도가 상당히 떨어지는 것을 볼 수 있으며 이는 해상도가 훌륭한 디지털이저 혹은 디지털 카메라를 활용함으로써 극복할 수 있을 것으로 보인다.

4. 해안선 관측 및 분석

본 연구에서는 1999년 9월 22일 태풍 바트가 우리나라에 내습한 시기 동안의 부산 해운대 백사장

의 해안선 변화를 관측하기 위하여 태풍의 전후기인 1999년 9월 20일에서 9월 30일까지의 해안선 변화를 조석 및 파랑 변화와 함께 분석하였다.

해안에서는 파랑의 쳐올림(run-up)으로 인해서 반복적으로 계속되는 수륙 경계선의 변화로 인하여 영상이 포착되는 순간에 따라 상당한 차이를 보일 수 있으며 이는 해안선 변화를 관측하는데 많은 어려움을 준다. 즉 Fig. 1의 (c)에서 보는 바와 같이 해안에서 불규칙적으로 부서지는 파들은 시간적으로 계속 변하는 불규칙한 경계선을 형성함으로써 일관성 있는 해안선 분석을 위해서는 이 문제를 해결할 필요성이 있다. 본 연구 분석에서는 10분간 계속적으로 촬영된 동영상을 평균하는 방법을 사용함으로써 파랑의 쳐올림과 같이 짧은 시간 동안에 이루어지는 경계선의

변동성을 해결하였다. Fig. 2는 해안선 변화 관측을 위하여 10분간의 영상을 평균한 것으로 영상을 이용한 해안선 분석에 있어서 순간적인 포착에 대한 문제점이나 혹은 해안으로 진행되어 오는 다수의 파랑들에 의한 해안선 분석의 문제점들이 필터되어 나타나는 것을 볼 수 있다. 영상에서 파랑의 런업이 진행된 한계를 보여주는 모래의 젖은 부분이 잘 나타나고 있으며 또한 파가 부서진 해역에 대한 부분도 잘 나타나고 있다. 이중에서 어느 부분을 해안선 분석에 사용할 것인가는 또 다른 문제점으로 이에 대해서는 더 많은 연구가 이

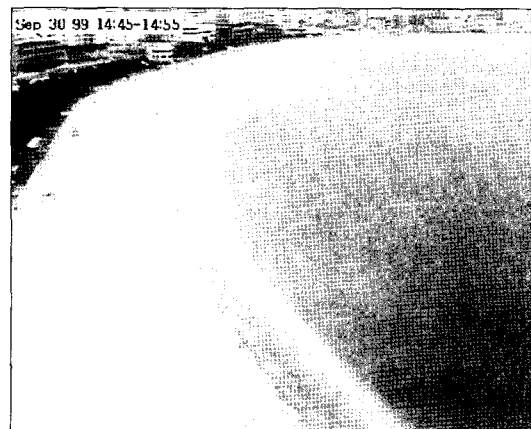


Fig. 2. Averaged Haeundae beach image for 10 minutes.

루어져야 할 것으로 보인다.

분석의 편리를 위하여 Fig. 1의 기하 보정된 영상 (a)에서 X-Y 선으로 표시된 선에 대한 픽셀 선을 10분간 평균한 영상에서 추출하여 시간에 따라 순서적으로 배열함으로써 새로이 영상을 합성하였다. 영상을 획득할 수 없는 야간이나 장비에 문제가 발생하였을 경우에는 흑색으로 처리하였다. Fig. 3은 시간에 따른 픽셀선의 변화와 조석 및 파고의 변화를 보여주고 있다. 무엇보다도 조석의 변화에 따른 해안선의 변화가 뚜렷하게 나타나고 있다. 만조시에는 해안선의 폭이 줄어들고 간조시에는 그 폭이 증가하는 것이 뚜렷하게 볼 수 있다. 또한 태풍 내습기인 22일을 전후하여서는 2m 이상의 파고들이 발생하였는데 이러한 파고들이 해안에 접근함에 따라 해안의 폭도 줄어들었다. 즉 Fig. 3에서 보듯이 해안에서 파랑이 부서짐에 따라 나타나는 흰색 계통의 포말들이 해안선

부근에서 많은 부분을 차지하고 있다. 이렇게 해안의 폭이 줄어드는 것은 높은 파고의 셋업(set-up)에 의한 해안에서의 수면의 상승과 함께 높은 파고로 인한 쳐올림 거리의 증가로 인한 것으로 보인다. 특히 우천시에는 광량이 충분하지 않아 영상 자체에 상당한 변화를 주고 있으며 또한 백사장의 모래도 수분을 흡수함에 따라 마른 모래와는 다른 색을 보여주고 있다. 앞서 설명한 바와 같이 영상의 정량화를 위하여 기하 보정한 영상에서 해안선을 정확히 분류해내는 것은 또 다른 어려운 문제이다. 영상 관측에 있어서의 해안선을 육지와 바다의 수륙경계선이라고 정의 할 때 비록 10분간 평균한 영상이라 하더라도 파랑의 쇄파가 이루어지는 부분인 흰색 계통의 부분을 해안선이라고 볼 것인가 아니면 모래색이 존재하는 부분까지로 정할 것인가 혹은 파가 깨어지기 전인 파란색이 분포하는 곳까지를 할 것인가 등 여러 가지로 정의 할 수 있을 것이다. 또한 이렇게 정해진 해안선을 수동이 아닌 자동으로 분류하고 그에 대한 자동 거리 측정이 가능하려면 많은 연구가 필

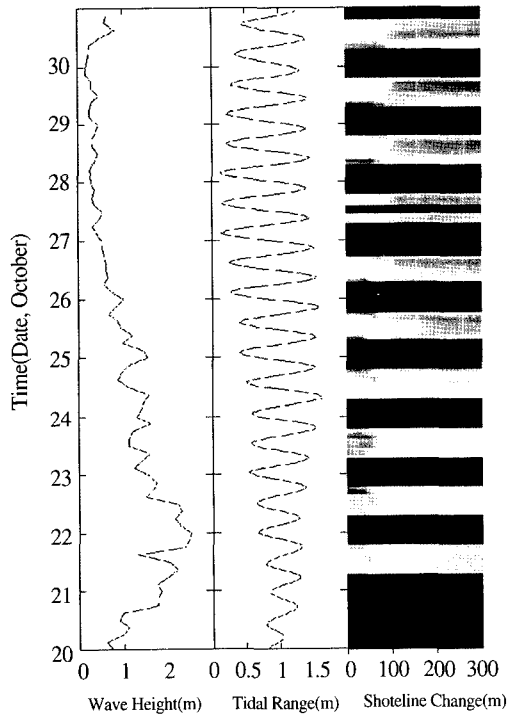


Fig. 3. Time series of wave heights, tidal range and RGB pixel line intensity extracted from the line X-Y in Fig. 1 between September 20 and September 30, 1999.

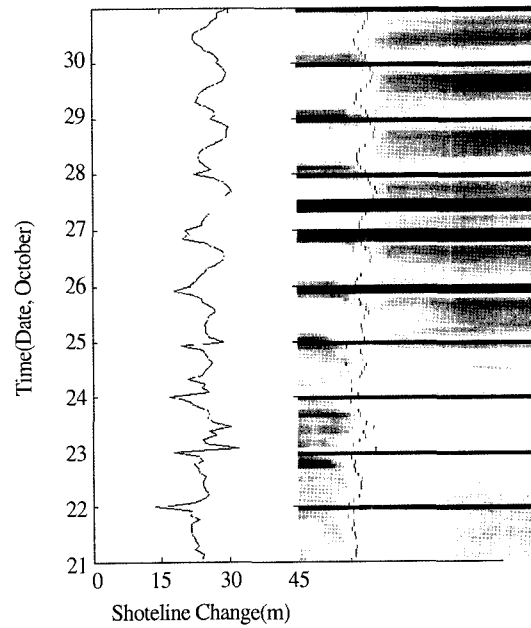


Fig. 4. Time series of shoreline change extracted from the line X-Y in Fig. 1.

요하리라고 본다.

본 연구에서는 그 1단계로 RGB영상에서 각 성분의 차이를 이용하는 방법을 사용하였다. 즉 파랑이 해안에서 부수어져 쳐올림의 형태로 진행되기 전까지를 해안선으로 정의하였으며 파랑색에 가까운 바다 부분은 상대적으로 R 성분이 적어서 R 성분의 영상에서는 다른 성분에 비하여 바다 부분이 검은색에 가까워 뚜렷하게 구별되는 특성을 이용하였다. Fig. 4는 위와 같이 RGB성분의 차이를 이용하여 해안선을 분리하여 낸 결과이다. 우측 영상에서 붉은 점선으로 나타난 것이 분리된 해안선이고 그 선만을 따로 추출하여 정량화 하여 그린 것이 좌측의 그래프이다. 우측 영상에서 보듯이 파가 크지 않고 일광 조건이 좋은 경우에는 육지와 바다의 경계선을 비교적 잘 분리해내고 있으나 해안에서 파랑이 많이 부서지고 일광 조건이 좋지 않은 경우에는 해안선을 분리해내는데 있어서 어려움이 있음을 알 수 있다. 좌측의 그래프에서 시간에 따라 계속적으로 나타나는 해안선 폭의 비정상적인 피크는 새벽 혹은 저녁때와 같이 일출 혹은 일몰시 광량이 충분하지 않아서 RGB성분 분석이 용이하지 않은 경우이다. 차 후 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 더 많은 연구를 필요로 할 것으로 보인다. 그러나 시간에 따른 해안선 변화를 보면 조석에 따라 해안선이 전진과 후퇴를 하는 것을 볼 수 있으며 관측기간 동안 기준점(Fig. 1 (a)의 X지점)으로 부터의 평균 거리는 24.6 m이다. 시간이 감에 따라 조차 가 커짐에도 불구하고 해안선이 전진하는 것처럼 보이는 것은 초반기인 태풍 기간동안 높은 파고로 인한 셋업과 파의 쳐올림으로 인하여 해안선이 많이 후퇴하였기 때문이다.

5. 결 론

본 연구에서는 조석에 의한 해안선 변화가 뚜렷하게 나타나는 우리나라의 해안선을 정확하게 관측하기 위하여 높은 빈도로 관측이 가능한 원격

무인 자동 영상 관측 시스템을 이용하여 해안선의 변화를 관측하였다. 또한 영상의 좌표 조정 및 RGB 영상 처리를 통하여 해안선 변화에 대한 정성적인 분석뿐만 아니라 정량적인 분석도 수행하였다. 관측은 우리나라의 대표적인 백사장으로 최근에 해안선 변화에 대한 심각성이 제기 되는 해운대 백사장에서 짧은 시간 안에 많은 해안선 변화를 야기 시킬 수 있는 태풍 내습 시기를 전후하여 수행하였다. 기하보정과 같은 영상 처리 후 분석한 영상 관측 결과는 백사장 폭의 변화에 대한 정성적인 결과뿐만 아니라 정량적인 분석이 가능하였다. 특히 같은 시기에 관측한 파고와 조석 자료를 비교함으로써 조석의 변화와 파고의 변화에 따라 해안선이 큰 폭으로 전진과 후퇴를 한다는 것을 정량적으로 관측할 수 있었다. 그러나 광량이 상대적으로 적은 새벽이나 저녁에는 RGB 영상 처리를 통한 해안선의 자동 추출에 문제점이 제기 되었으며 이를 해결하기 위해서는 좀더 많은 영상 분석을 통한 연구를 필요로 한다. 앞으로 이러한 영상 관측 방법을 계속적으로 연구 보완시킨다면 해안선 변화는 물론 연안의 물리 현상을 장기간 저비용 고효율로 관측할 수 있을 것으로 보인다.

사 사

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2002-000-00273-0) 지원으로 일부 수행되었으며 사용된 자료는 한국해양연구원으로부터 제공받았습니다. 이에 감사드리며 교정에 힘써주신 분들께도 감사드립니다.

참고문헌

김태림, 이광수, 서경덕, 1998. 비디오 모니터링을 이용한 연안 환경 관측 기술에 관한 고찰. 한국해안·해양 공학회지, 10(1): 45-53.

- 류주형, 조원진, 원중선, 이인태, 전승수, 서애숙, 김금란, 2000. 원격탐사 자료로부터 해안선 추출에 의한 조간대 DEM 생성, 대한 원격탐사학회, 16(3): 221-233.
- 조창선 1997. 해양용어사전, 일진사, 115.
- Morris B. D., M. A. Davidson, and D. A. Huntley, 2001. Measurements of the response of a coastal inlet using video monitoring techniques, *Marine Geology*, 175: 251-272
- Holman, R. A. and R. T. Guza, 1984. Measuring run-up in a natural beach, *Coastal Engrg.*, 8: 129-140.
- Holman, R. A. and T. C. Lippmann, 1987. Remote sensing of nearshore bar systems-Making morphology visible, *Proc. Coastal Sediments '87*, ASCE, New York, 929-944.
- Holman, R. A., A. H. Sallenger, T. C. Lippmann, and J. W. Haines, 1993. The application of video image processing to the study of nearshore processes, *Oceanography*, 6(3): 78-85.
- Lippmann, T. C. and R. A. Holman, 1989. Wave dissipation in a barred beach: A method for determining sand bar morphology, *Rep. No. CERC-89-1*, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Lippmann, T. C. and E. B. Thornton, 1996. Observation of surfzone wave breaking during Duck 94, *Abstracts of the 25th Coastal Engrg. Conf.*, ASCE, Orlando, pp. 720-721.
- Sloop, R. V., 1995. Beach cusp analysis and the dry beach evolution of Longboat Key, Florida using video monitoring techniques, *M.E. Thesis*, Univ. of Florida, Gainesville, FL.
- Wolf, P. R., 1983. *Elements of Photogrammetry*, 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.