

비디오를 이용한 하구 사주 변화 모니터링 시스템(I) - Hardware System 구축을 중심으로 -

윤한삼† · 류승우* · 강태순**

(원고접수일 : 2008년 3월 11일, 심사완료일 : 2008년 5월 13일)

Monitoring System of Sandbar Variation of Estuary using Video-based Technique

Han-Sam Yoon† · Seung-Woo Ryu* · Tae-Soon Kang**

Abstract : Monitoring the location of the shoreline and foreshore changes through the time and core tasks are carried out by coastal engineers for a wide range of research. With the advent of digital imaging technology, the shore-based video monitoring system provides many advantages than field surveys. This study presents the development and construction(installation) of video monitoring system to assist the study of coastal and shoreline dynamics and evolution, especially sandbar variation at the Nakdong river estuary. For the purpose of this study, at high building near the Dadea-po beach (St.2) and Jinudo(island) (St.1) foreshore region, where coastline variation is highly active, 5 video cameras installed; the coastline movement has monitored since Aug. 2007 using the systems. From the image results of video camera, the 'Spit' type sandbar appears at the foreshore region of Doyodeung and Dadea-po beach and measured the deposition process of Jinudo(island) foreshore region. As a result, the monitoring system using video-based technique built in this study would be able to identify changes in the area and width of shoreline and beach of Nakdong river estuary.

Key words : Nakdong river estuary(낙동강 하구역), Sandbar variation(사주 변화), Video-based technique(비디오 기반 기술), Monitoring system(모니터링 시스템)

1. 서 론

해안선(Coastline)은 바다와 육지의 경계선을 의미하며, 그 모양과 위치는 조석 또는 파랑에 의

한 해수면 변화에 따라 시·공간적으로 변화한다. 해도 및 지형도상에서 해안선 기준은 일반적으로 약최저저조위(Approx. L.L.W.)와 평균해수면(M.S.L.)로 정의되나, 하구역과 같은 해역은 육지로부터 공급되는 퇴적물량의 변화뿐만 아니라, 담수와 해수

* 교신저자(부경대학교 해양산업개발연구소, E-mail: yoonhans@pknu.ac.kr, Tel: 051)629-7375)

* 부경대학교 해양공학과

** (주)지오시스템리서치

의 복잡한 상호작용과 아울러 주기적인 조석작용, 외해 입사파랑, 하구의 지형특성 및 하구내의 흐름 등 다양한 영향요소들에 의해 복잡한 특성을 가진다. 따라서 이러한 하구역의 경우에는 해안선 경계를 명확히 규명하기가 쉽지 않다.

일반적인 해안선 측량은 해안선의 시간적 변화(시간별, 일별 및 계절별)와는 상관없이 그 형상과 종별을 확인하여 도면화하는 일련의 작업으로 해안선 부근의 육상지형, 암초, 저조선 등도 관측의 대상이 된다. 그러나 기존의 해안선 측량에 의한 단면 성과는 많은 비용, 인력이 요구되고, 항공사진 측량 방법으로는 항공기 등의 고가 장비 사용, 연속적인 시계열 자료 취득의 불가능, 조석변동에 따른 해수위 보정 어려움 등의 단점이 있다.

최근 지속적이며 장기적인 해안선 변화 감시를 위해 적은 비용과 장기간 관측이 가능한 비디오 모니터링 시스템의 도입이 요구되고 있다. 이러한 비디오 모니터링 시스템은 원거리 제어가 가능하며 수집된 영상자료는 인터넷을 통해 일반 사용자와 자료공유가 가능하다는 장점을 가지고 있다^[1].

비디오 영상을 이용한 해안선 비디오 모니터링 시스템은 최근 자동 영상 모니터링의 효율성이 입증됨에 따라 현재 미국을 중심으로 호주와 유럽 등의 주요 해안을 대상으로 많은 연구자들에 의해 그 활용도가 높아지고 있다.

이와 관련된 연구성과로는 해안선에서 파의 쳐올림 현상 연구^[2], 연안사주의 지형이나 규모 등을 측정하는 기술 연구^[3], 쇄파대에서 표면 중력파의 속도와 입사각 측정^[4], 쇄파의 시간적 변화를 정확히 정량화 할 수 있는 기술^[5]등의 연구가 제시된 바 있다. 또한 비디오를 이용하여 해안 수심 측정^[6], 미국 Duck 해안에서 cusp 및 해안선 변화 연구^[7], 조류와 파-흐름 상호작용의 공간적인 특성을 파악하기 위해 리모트 센싱기법을 도입하였다^[8]. 그리고 비디오 모니터링 기술을 이용하여 7개월에 걸친 파랑과 조석에 의한 외력에 대해 연안하구체계를 정량적으로 평가하였다^[9].

또한 우리나라의 경우 김 등^[10]이 비디오 모니터링을 이용한 해안선 변화 관측기법을 소개하면서 관측이 어려운 조간대에서 조석이라는 자연 조건을 이용하여 효과적인 정량 관측에 대해 제안한 바 있

으며, 아울러 원격 무인 자동 영상 관측 시스템을 이용하여 태풍 내습시 해운대 백사장의 해안선 변화를 분석하였다^[11]. 최근 부산 해운대해수욕장, 충남 대천 해수욕장 등 전국 연안 20개소에 비디오 모니터링 시스템을 설치하여 해안선(해빈폭 및 면적)을 측정하고 있으며, 관측결과를 바탕으로 장기적인 해빈변화(월별/연별) 및 단기해빈변화(고파랑/태풍) 특성에 따른 해빈의 지형변화를 모니터링하고 있다^[12].

낙동강 하구역은 우리나라의 대표적인 하구역(Estuary)으로 하중도(Interdistributary island, Upper delta), 하중도의 전면에 형성된 모래톱(Shoal)이 발달하여 형성되는 사주(Barrier islands, Lower delta), 위 두 지형을 연결하는 간석지(Tidal flat, Intertidal zone)로 이루어져 있다^[13]. 특히, 낙동강 하구둑(Estuary barrage) 건설 후 하구역의 사주들이 다양하게 변화되었고, 지속적으로 외해방향으로 발달하고 있다^[14].

하지만 낙동강 하구역의 지형변화에 관해 많은 연구가 활발히 진행되었음에도 불구하고 기존 연구 결과에서 낙동강 하구역 삼각주 지형의 생성·발달 원인을 명확히 규명하였다고 판단하기에는 미흡하며, 사주지형 시·공간적 변화를 단기간의 연구결과를 바탕으로 판단하기에는 무리가 따를 것으로 판단된다^[15].

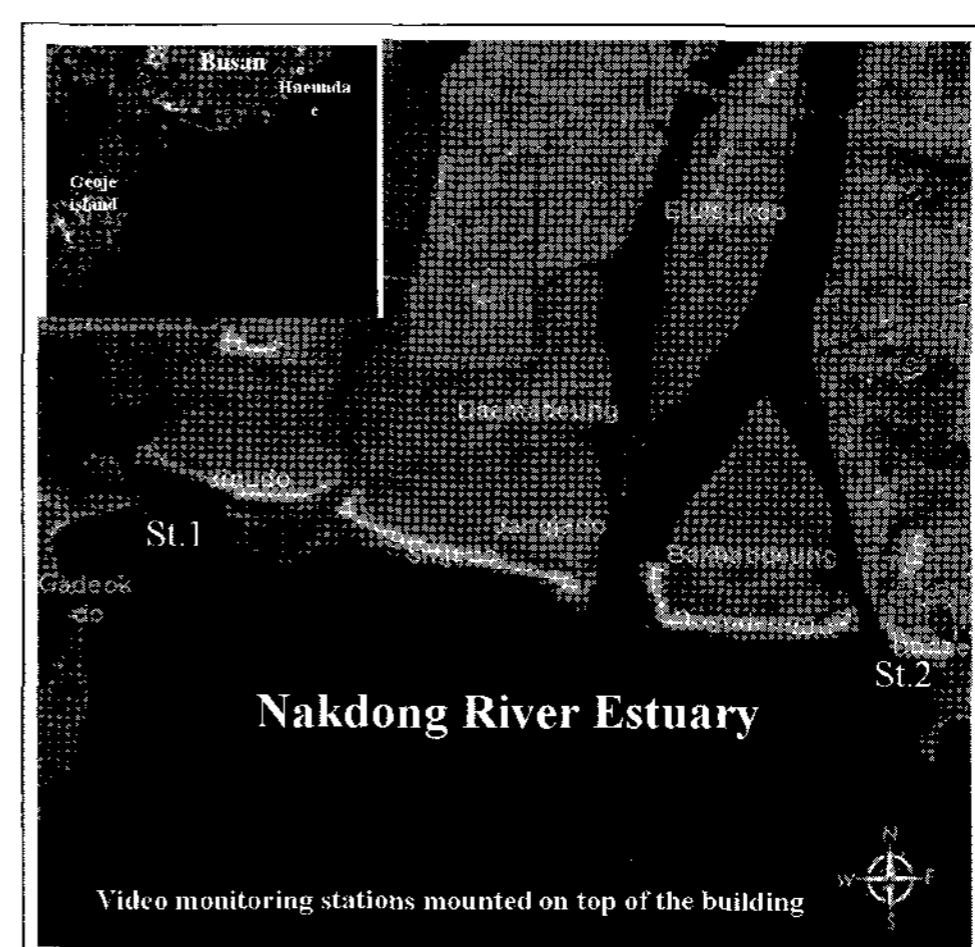


Fig. 1 Satellite image (IKONOS) of the Nakdong River Estuary. Location of two video monitoring stations

따라서 본 연구에서는 최근 해안지형을 관측하는 방법으로 비디오 모니터링 시스템을 Fig. 1과 같이 낙동강 하구역에 도입함으로써 기존 단기간 현장 조사의 단점을 극복하고 그 정밀도를 향상시키며 장기간 연속적 관측이 가능하도록 하구 사주 지형 모니터링 시스템을 구축하고자 하였다. 이에 본 논문에서는 초기 비디오 모니터링 시스템의 구성 및 설치 현황을 정리하고 향후 낙동강 하구역의 하구 사주퇴적특성을 규명하는데 있어 본 비디오 모니터링 시스템의 적용성을 검토하고자 한다.

2. 비디오 모니터링 시스템

2.1 비디오 모니터링의 원리

비디오 모니터링 시스템은 비디오 장치를 이용하여 해안선의 변화를 관측하는 방법으로 비디오에 의해 관측된 영상자료를 왜곡보정, 변동보정, 화상 변환 등의 화상해석 과정을 거쳐 실제 지형의 변화를 관측하는 방법이다(Fig. 2).

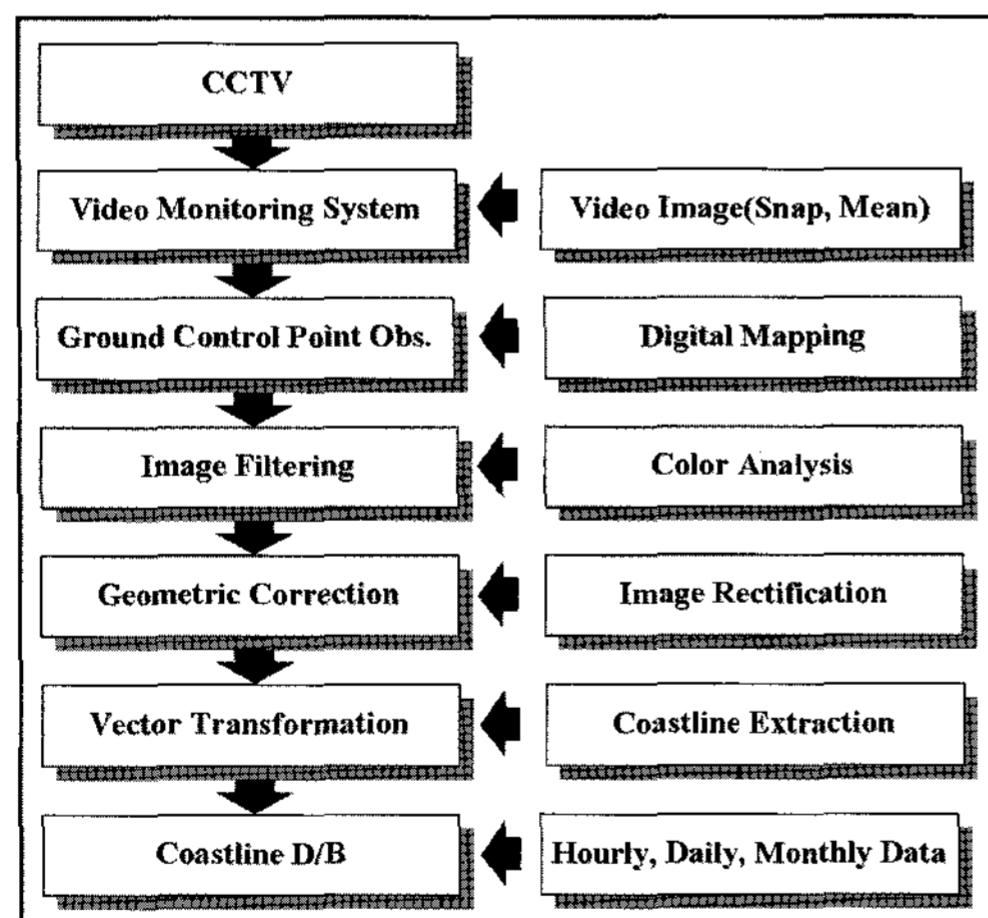


Fig. 2 Flowchart of image processing by video-based technique

비디오 모니터링의 장점 중 하나는 기기에 대한 원거리 제어를 가능하게 함으로써 적은 비용으로 장기간 무인관측을 용이하게 한다는 것이다. 최근

인터넷의 발달로 원격제어가 가능해 졌으며, 수집된 자료 역시 인터넷을 통하여 실험실 및 일반 사용자와의 공유가 가능하게 되었다.

그러나 비디오 모니터링은 관측시 발생하는 왜곡 및 화상변동 등의 에러를 최소화하여야 하며, 촬영후 왜곡에 대한 보정이 필요하다. 따라서 비디오 영상의 에러를 최소화하기 위한 방법으로 대상 영역의 촬영이 가능한 고도가 높은 곳에 비디오를 설치하여야 하며 화상보정에 따른 해석기법의 개발이 필요하다.

2.2 시스템의 구성

비디오 모니터링 시스템의 구성은 다음과 같다. 현장 비디오영상을 관측하는 비디오장치, 관측된 비디오 영상을 저장하는 저장장치, 저장 영상을 실험실로 전송하는 전송장비 그리고 영상자료를 해석하는 영상해석 부분으로 구성된다(Fig. 3). 비디오는 현장의 영상을 촬영하는 장비로 기존에 현장에서 아날로그로 관측되던 영상을 AD 변화기를 통하여 디지털 영상으로 변환하여 실제 화면상에서 영상을 볼 수 있다. 비디오의 경우 광학기술의 발달로 화소수에 따라 보다 정밀한 관측이 가능하게 되었으며 실제 고해상도의 비디오를 통한 파랑관측 등에 대한 연구도 활발히 진행중이다. 현장에는 30만 화소의 비디오를 설치하였다.

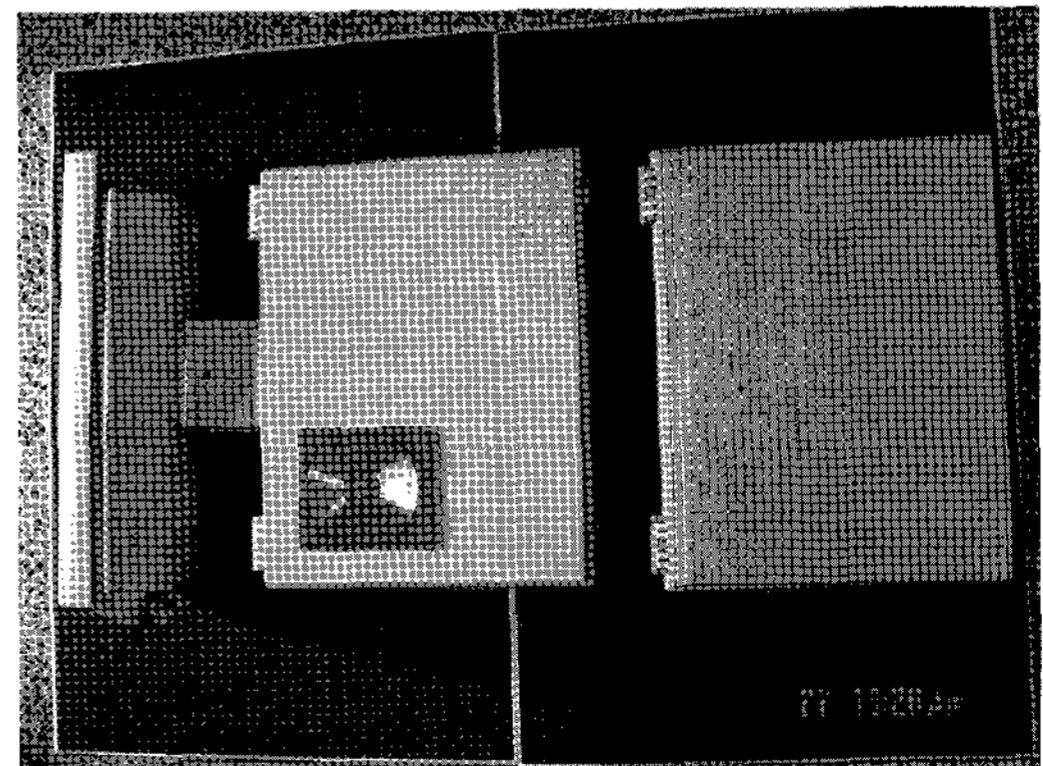
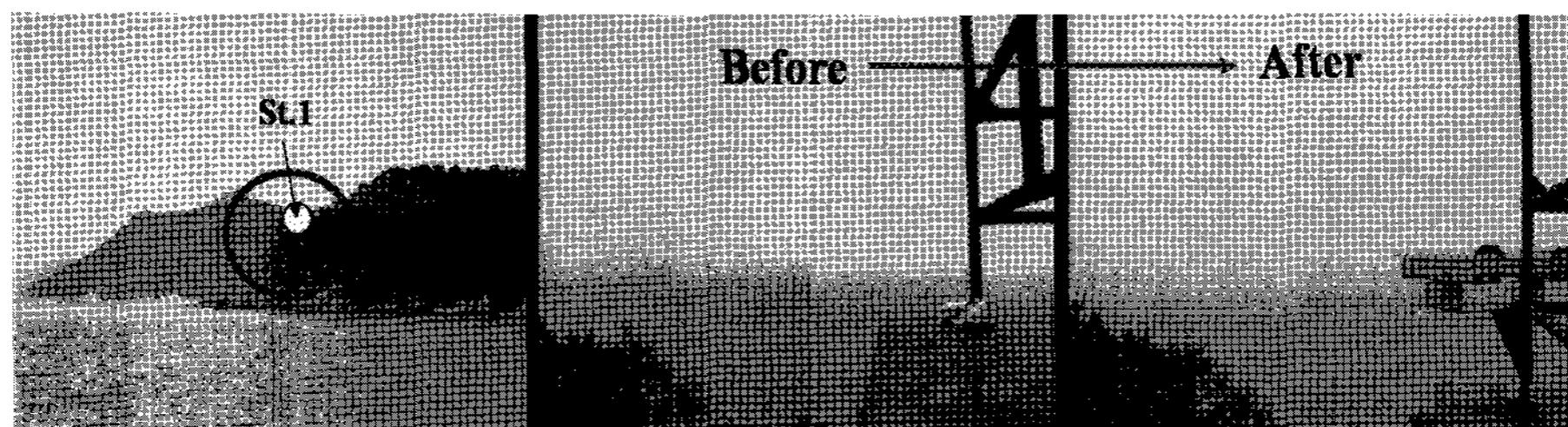


Fig. 3 Composition of video monitoring system

비디오 서버는 관측된 디지털 영상 자료를 현장

에 설치된 디스크에 저장하는 장치 및 인터넷을 통하여 실험실로 전송하는 장치로, 최근 저장장치의 발달로 인하여 장기간의 고용량 데이터의 저장을 가능하게 한다. 영상해석 기법은 수신된 디지털 자

료를 기준의 정성적인 분석에서 벗어나 화소를 하나의 픽셀로 판단하여 현장의 조석 등에 대한 보정을 실시하여 해안선의 변화를 정량적으로 분석 가능하게 한다. 촬영장비의 발달로 인하여 카메라의 화



(a) Set up of video equipment at Gadeok island(St.1)

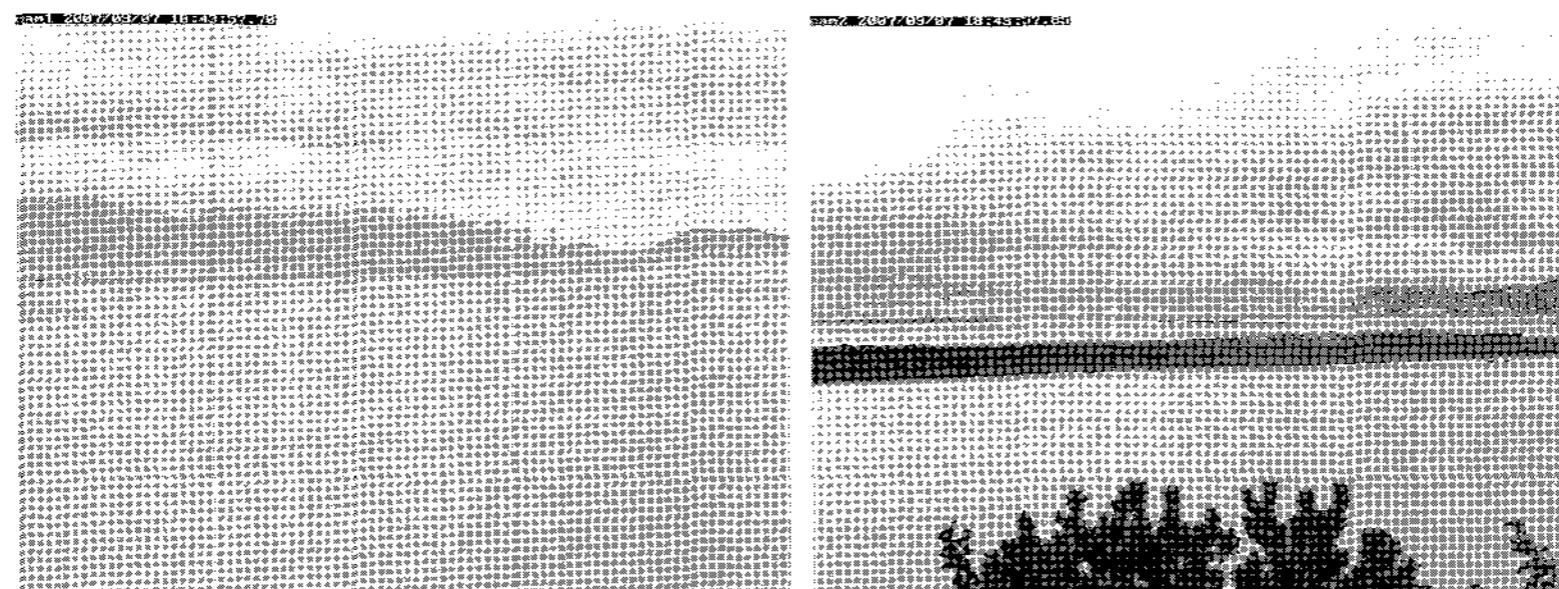
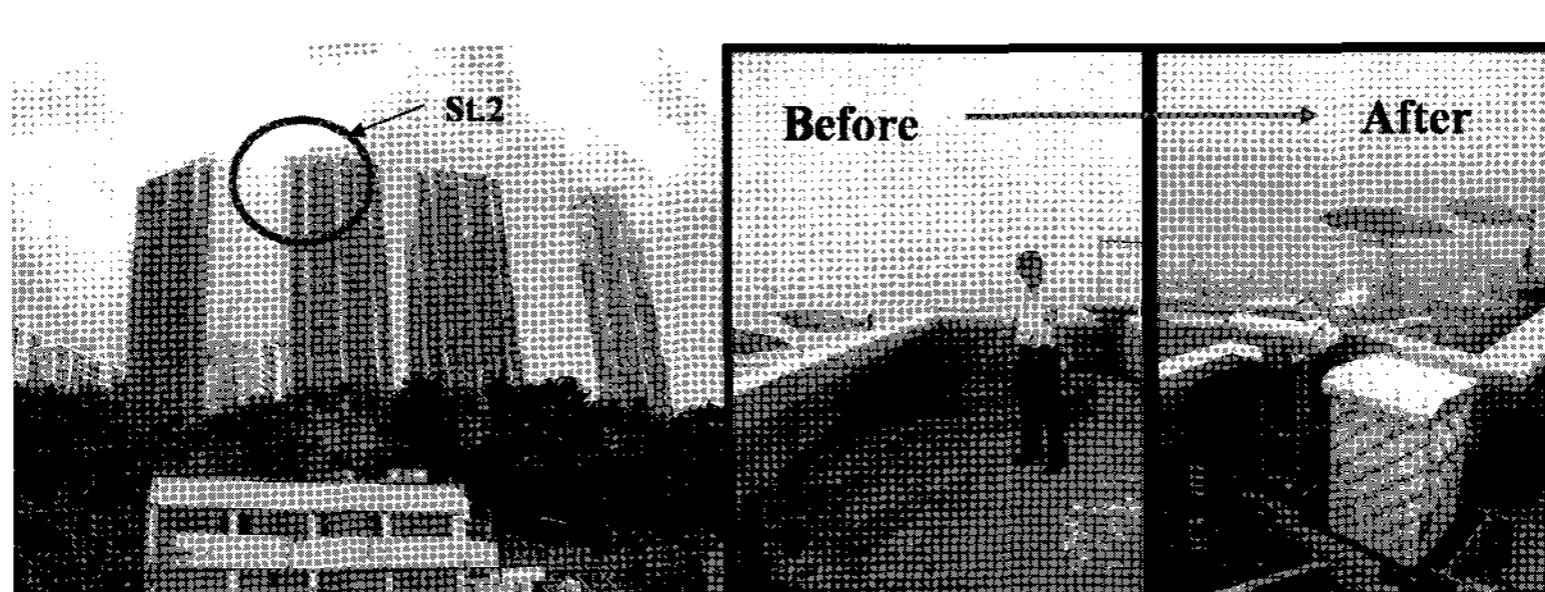


Fig. 4 Observed image data in Gadeok island (St.1)



(a) Set up of video equipment at Dadaepo station (St.2)



Fig. 5 Observed image data in Dadaepo station (St.2)

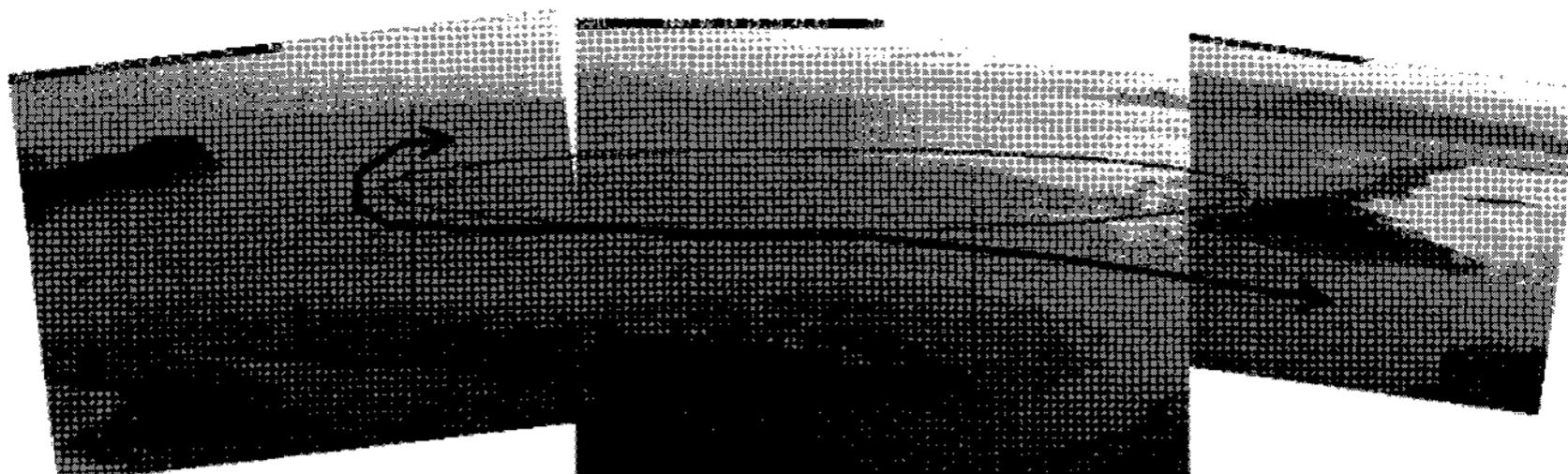


Fig. 6 Analysis of observed image data



(a) At waterlevel of flood tidal period (AM08:31, 28 AUG. 2007)



(b) At waterlevel of ebb tidal period (PM02:00, 28 AUG. 2007)

Fig. 7 Image data observed from 3 videos of St.2

소에 따라 면적 변화뿐만 아니라, 화소 간격을 이용한 실제 거리를 계산할 수 있다.

2.3 현장 적용

비디오 모니터링 시스템을 이용한 낙동강 하구역의 사주 퇴적환경에 대한 모니터링을 위하여 가덕도 동편에 위치한 해군 ○○부대 해안초소(St.1)와 다대포 해구욕장 인근에 위치한 아파트 옥상(St.2)에 비디오 모니터링 시스템을 설치하였다. Fig. 4(a)와 Fig. 5(a)는 각각 가덕도와 다대포에 설치된 비디오 모니터링 시스템을 나타낸 것이다. 설치된 비디오 모니터링 시스템은 매시 정각과

30분에 영상을 취득하도록 설정하였다. 다대포의 경우(St.2) 도요등과 다대포 해수욕장을 대상으로 2007년 8월 11일부터, 가덕도의 경우(St.1) 진우도 전면을 대상으로 2007년 9월 8일부터 모니터링을 실시중이다.

초기 설치된 시스템에 의해 획득된 영상은 다음 Fig. 4(b)-(c)와 Fig. 5(b)-(d)와 같다. 가덕도에 설치된 비디오 카메라는 진우도 전면의 수심이 낮은 지역과 해안선을 모니터링할 수 있도록 2개가 설치되었다. 다대포의 경우 3개의 비디오 카메라를 설치하여, 해수욕장 전면(2개)과 도요등 동측(1개)에 대하여 모니터링을 실시 중에 있다.

설치된 비디오를 통해 획득되어진 영상을 살펴

보면 다대포 해수욕장 전면의 경우, Fig. 6의 굵은 실선으로 표시된 도요등 동측 끝부분에서 시작되어 다대포 해수욕장의 해안선과 평행하고 전면해상을 따라 사취(spit)가 발달되어 있음을 볼 수 있다. 이로 인하여 실제 수로를 왕래하는 선박의 경우 Fig. 6의 타원으로 표시된 다대포 해수욕장 전면을 따라 사취를 돌아서 통항하는 것으로 나타났다. 이러한 형태의 사취는 진우도와 신자도 사이의 수로에서도 유사한 형태를 나타내는 것으로 조사된 바 있다^[15]. Fig. 7은 St. 2에 설치된 비디오로부터 대조기시인 2007년 8월 28일의 만조시에 해당하는 오전 8시 31분과 저조시에 해당하는 오후 2시의 영상을 나타내고 있다. 그림에서 다대포 해수욕장의 배후로 갯골을 통해 해수의 유입이 나타나며 이로 인해 해수욕장의 배후면이 침수되는 것을 알 수 있다. 또한 도요등의 전면해역에서 발생하는 사취가 만조시에는 수면으로 돌출되지는 않지만 저조시에는 현저히 나타나는 것을 알 수 있다. 이로 인해 도요등의 해안선이 외해방향으로 전진함과 아울러 배후면의 조간대가 외부로 돌출되는 것을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 최근 해안지형을 관측하는 방법으로 비디오를 이용한 관측 시스템을 낙동강 하구역에 도입함으로써 기존의 현장 조사의 단점을 극복하고 그 정밀도를 향상시키며 장기간 동안의 연속적인 관측이 가능하도록 하구 사주 지형 모니터링 시스템을 구축하고자 하였다.

본 연구에서는 현재 낙동강 하구역에서 가장 지형변화가 활발한 도요등과 다대포 및 진우도 전면에 대하여 총 5대의 비디오 카메라를 설치하여 각각 2007년 8월 11일과 9월 8일부터 모니터링을 실시 중에 있다. 초기 모니터링 결과에 따르면 도요등과 다대포 해수욕장 전면을 따라 사주의 발달 형태를 볼 수 있었으며, 향후 지속적인 사주의 변화뿐만 아니라 다대포 해수욕장 및 도요등, 진우도 전면에서의 퇴적 진행을 관측하는데도 본 비디오 모니터링 시스템이 효율적일 것으로 판단된다.

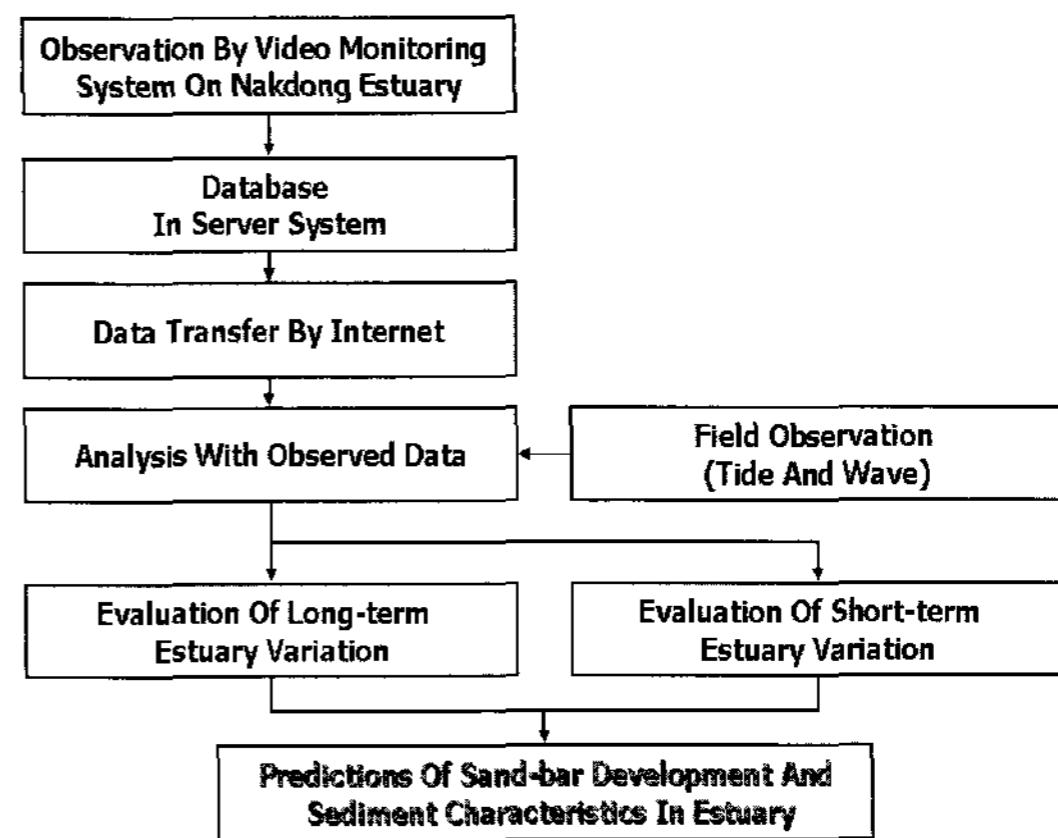


Fig. 8 Flowchart of video monitoring system for this study

본 연구는 현재 진행단계로서 Fig. 8과 같은 연구진행 방향을 설정하고 최종적으로 하구 퇴적특성 및 사주발달을 예측하기 위한 기초자료를 제공함에 있어서 큰 역할을 담당할 것으로 사료된다. 기존의 현장관측, 항공촬영 및 인공위성 사진 등에 비하여 비용이 저렴하며 연속적이며 장기적인 지형변화에 대한 관측이 가능하다는 장점이 있으나, 관측영상에 대한 해석기술이 부족하여 정량적인 평가는 아직 초기 단계이며 향후 이를 보완한다면 사주의 발달에 대한 예측기술 개발이 가능할 것으로 사료된다.

향후 구축된 비디오 모니터링 시스템을 통해서 획득되어진 영상의 화상처리 및 결과 해석에 있어서 보다 많은 고민과 노력이 요구되어진다는 점에서 본 연구의 지속적인 추진이 필요하다. 아울러 하드웨어 측면에서 향후 고해상도의 카메라로 대체하거나 광각렌즈 등을 활용하여 보다 정밀한 관측이 필요할 것으로 판단된다. 또한 보다 효율적인 자료 취득을 위하여 인터넷을 통한 원격 제어 기술 등을 도입하여야 할 것으로 사료된다.

후 기

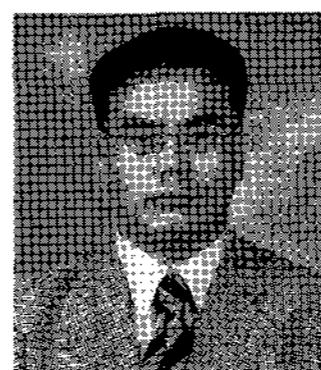
본 연구는 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2006-331-D00700)의 일부 결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 해양수산부, 연안침식 모니터링 체계구축(I), 2003.
- [2] Holman, R. A. and R. T. Guza, "Measuring run-up on a natural beach", Coastal Engineering, 8, pp. 129-140, 1984.
- [3] Lippmann, T. C. and R. A. Holman, "Quantification of sand bar morphology: a video technique based on wave dissipation", J. Geophys. Res., 94(C1), pp. 995-1011, 1989.
- [4] Lippmann, T. C. and R. A. Holman, "The spatial and temporal variability of sand bar morphology", J. Geophys. Res., 95(C7), 11, pp. 575-590, 1990.
- [5] Lippmann, T. C. and R. A. Holman, "Episodic, non-stationary behavior of a double bar system at Duck, North Carolina, USA, 1986-1991", J. Coastal Res., SI No.15, pp.49-75, 1993.
- [6] Holman, R. A., A. H. Sallenger, Jr., T. C. Lippmann and J. Haines, "The application of video image processing to the study of nearshore processes", Oceanography, 6(3), pp. 78-85, 1993.
- [7] Holland, K. T., "Beach cusp formation and spacings at Duck, USA", Continental Shelf Research, 18(10), pp. 1081-1098, 1998.
- [8] Ciavola, P., Vila, A., Morris, B., Davidson, M., Ferreira, and Dias, J.M.A., "Wave-current interaction in the western part of the New Anc. Inlet, Algarve", 3rd Symposium on the Iberian Atlantic Margin, Faro, Portugal, pp. 143-144, 2000.
- [9] Morris, B.D., Davidson, M.A. and Huntley, D. A., "Measurements of the Response of a Coastal Inlet Using Video Monitoring Techniques", Marine Geology, 175, pp. 249-270, 2001.
- [10] 김태림, 이광수, 서경덕, "비디오모니터링을 이용한 연안환경 관측기술에 대한 고찰", 한국해안·해양공학회지, 제10권, 제1호, pp. 45-53, 1998
- [11] 김태림, "카메라 관측 시스템을 이용한 조간 대 3차원 지형 관측", 한국해안·해양공학회지, 제18권 제1호, pp. 63-68, 2006.
- [12] 해양수산부, 연안침식 모니터링 체계구축 (IV), 2006.
- [13] 오건환, 낙동강 하구 갯벌: 지형, 한국의 갯벌: 환경, 생물 그리고 인간, 서울대 출판부, pp. 505-519, 2001.
- [14] 부산광역시, 낙동강 하구 생태계모니터링, pp. 9-19, pp. 41-50, 2004.
- [15] 윤한삼, 유창일, 강윤구, 류청로, "낙동강 하구역 삼각주 발달에 관한 문헌 고찰 연구", 한국해양공학회지, 제21권, 제2호, pp. 22-34, 2007.

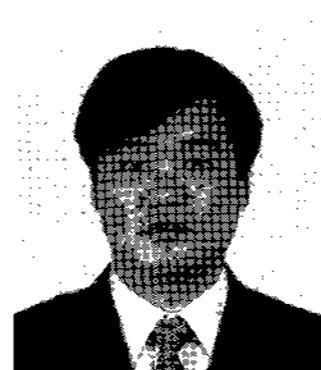
저자 소개

윤한삼(尹漢森)



1971년생, 1997년 부경대학교 해양공학과 졸업, 1999년, 2004년 동 대학원 졸업(공학석사, 공학박사), 현재 부경대학교 해양산업개발연구소 교수

류승우(柳乘右)



1974년생, 1999년 부경대학교 해양공학과 졸업, 2001년 동 대학원 졸업(석사), 현재 부경대학교 해양공학과 박사과정 재학, 현재 부경대학교 해양산업개발연구소 전임연구원

강태순(姜太淳)



1972년생, 1997년 부경대학교 해양공학과 졸업, 1999년 동 대학원 석사졸업, 2008년 동 대학원 박사수료, 현재 (주) 지오시스템리서치 연구기획부 부장