

# 다시기 위성영상을 활용한 메콩강 하류의 지형 및 토지피복변화 연구

## Change detection of Mekong Delta with multi-temporal satellite images

장은미\*, 박 경\*\*, 이해미\*\*, 신수현\*

Eun-Mi Chang, Kyung Park, Hae-Mi Lee and Soo-Hyun Shin

3GCORE부설연구소\*, 성신여대\*\*

emchang@3gcore.com

### 1. 서론

#### 1) 연구배경

대규모의 하천이 유입이 되는 해안의 지형변화에 대한 국내의 연구의 대부분이 국내 지형을 대상으로 하고 있으며, 상호 비교할 만한 국제적 협력관계를 갖고 동아시아적 차원의 비교를 한 연구는 매우 드물다. 낙동강 삼각주에 대한 최근 20년간의 연구에서 사용한 위성영상분석 및 퇴적물 분석방법이 사용되었으나 각 지형이 발달할 수 있는 시기를 나타내는 지표는 매우 부족하여 생성시기에 대한 것은 추정하는 방식을 취하거나 최근 수십 년간의 연간 변화율에 초점을 맞추어져 왔다. 기후변화에 따른 해수면 변동과 하천으로부터의 토사 유입 환경의 차이에도 불구하고 같은 동아시아 지역의 변화 모습을 모니터링하고 연구결과 등을 종합하여 소개하고 비교 연구를 할 필요성이 있다.

#### 2) 연구목적

메콩강 주변의 지형 및 토지이용의 변화량과 추이를 살펴보고자 하는 것이 본고의 1차적 목적이며, 이를 국내의 하구역 퇴적환경과 상호 비교하는 것이 부차적인 목적이다.

#### 3) 연구방법

위성영상(Landsat MSS, Landsat TM, Landsat ETM+ 3시기), 90meter 수치표고자료 및 수치지형도(1/100,000)를 구매하여 기하보정을 수행하였다. 먼저 1989년 3월 29일자 영상을 수치지형도에 의해 보정하고 이전 영상인 1976년 2월 1일 영상과 2002년 12월 14일 영상을 각각 image to image 보정방법으로 기하보정하였다. 토지피복분류는 1976년과 2002년, 두 시기 영상을 사용하였는데, 먼저 동일한 위치의 같은 면적의 지역을 추출하여 분류항목에 맞게 토지피복분류를 위하여 무감독분류를 실시하였다. 연구지역이 저위도 지역인 까닭에 구름이 없는 영상을 취득하기가 어려워 구름과 구름 그림자도 하나의 분류항목으로 구분하여 토지피복분류를 수행하였다. 기존의 메콩강 관련 논문을 분석하여 야외조사가 없는 상황에서 최대한의 문헌정보와 위성영상 분석방법에 의해 메콩강 하류의 지형 및 식생변화의 추이를 살펴보았다.

### 2. 지형 구분과 분광적 특성의 상호 비교

#### 1) 메콩강 하류의 지형 및 식생 분류

메콩강 하구의 지형 분류는 Ta 외(2002 a)의 연구 내용을 참조하여 영상분류에 참조하였다. 연구지역의 최대조차는 3~4m이고 하천의 퇴적은 바다 쪽으로 60km에 달하고, 해양의 영향은 하천을 따라 내륙으로 80~100km에 달한다. 이에 따라 지형도 홀로세 이후의 해수면 변동과 관련이 깊게 변화하고 있다.

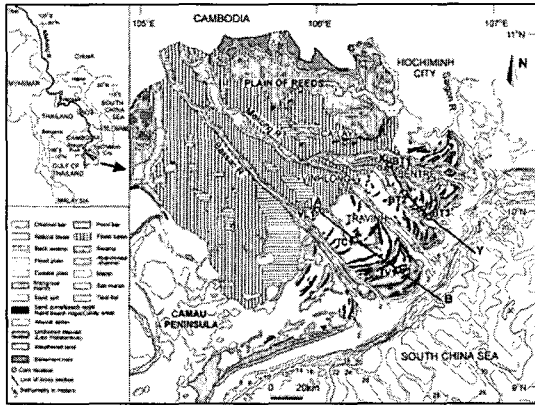


그림 1. 메콩강 하류의 지형 분류 (T. K. O. Ta 외, 2002 a)

## 2) 위성영상을 이용한 토지피복분류

1976년 영상을 이용하여 토지피복 상태를 삼림, 초지, 습지, 나지, 수계, 기타 등 6개 항목으로 구분하였다. 기타 항목은 촬영된 영상에 구름 및 구름으로 인한 그림자 지역이 포함되어 있어, 이를 하나의 분류항목으로 구분하였다. 1976년도의 토지피복현황을 살펴보면, 수계를 제외하고, 가장 넓은 면적을 차지하는 것은 초지(25.5%)로 나타났고, 다음으로는 습지, 나지, 삼림 순이다.

76년과 2002년의 토지피복 비교 시 가장 특징적인 점은 사구 지형을 포함하는 나대지의 감소, 습지 지역 및 농경지의 확대 등을 들 수 있다.

		분류항목	면적(km <sup>2</sup> ) /비율(%)
		삼림	1068.14 (7.5%)
		초지	3603.91 (25.5%)
		습지	3338.12 (23.6%)
		나지	1865.62 (13.2%)
		수계	3012.12 (21.3%)
		기타	1263.26 (8.9%)

그림 2. 1976년 토지피복분류도

## 3) 지형별 분광적 특성에 대한 비교

메콩강 하류 지역의 지형 변화에 따른 분광특성을 비교하기 위해, 주요 지형인 사구와 망그로브 및 습지로 추정되는 지역을 5km×5km 크기로 추출하였으며, 다음의 <표 1>과 같이 432 composit으로 표현하였다. 사구의 경우 1, 2번 지역 모두 세 시기 영상에서 뚜렷하게 나타난 것을 알 수 있으며, 망그로브 숲의 2002년 영상은 앞 시기 영상과는 달리 습지 영향을 크게 받아 숲의 면적이 크게 감소된 것으로 나타났다.

표 1. 각 피복의 시기별-(a)1976/02/01, (b)1989/03/29, (c)2002/12/14- 영상

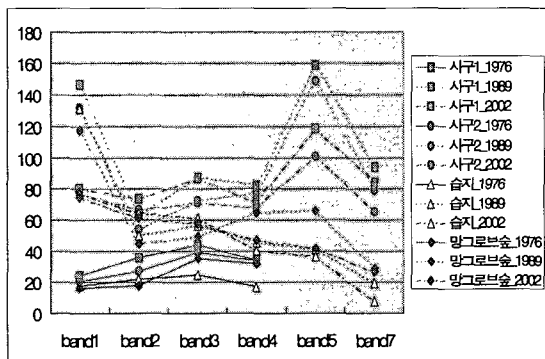
	사구1	사구2	망그로브 숲	습지
(a)				
(b)				
(c)				

다음 <표2>는 추출한 지형의 평균분광

값을 나타낸 것으로, 각 시기 영상의 밴드별 분광특성을 잘 보여주고 있다. 1976년 MSS는 TM과 달리, 1, 2 band는 가시광선의 녹색광, 적색광영역이며, 3, 4 band는 근적외선 영역의 파장대로 구성되어 있어, 다른 패턴을 보인다. 또한, 1989년 영상은 다른 영상에 비해 전체적으로 높은 값을 가지고 있는데, 이는 구름의 영향으로 산란이 많이 일어나 전체적으로 높은 값을 나타내는 것으로 생각되며, 특히 파장 길이가 짧은 청색광 영역인 1번 밴드에서 가장 큰 영향을 받은 것으로 보인다. 이러한 특징은 2002년 영상의 밴드별 분광특성에서도 볼 수 있다. 사구는 다른 지형에 비해 모든 밴드에서 높은 분광값을 보이며, 망그로브 숲의 2002년 영상은 습지의 분포가 높아 1989년 영상과는 다른 패턴을 나타내는 것을 알 수 있다. 습지의 경우, 1989년 영상과 2002년 영상이 중적외선에서 낮은 값을 나타내는 비슷한 패턴을 보이고 있다.

1976년 영상의 경우, 밴드나 지형에 따른 차이가 작고 그 값이 매우 낮은 것을 볼 수 있는데, 이는 TM에 비해 공간해상도가 약 2-3배 낮아 다른 피복의 영향을 많이 받았기 때문인 것으로 판단된다.

표 2. 사구, 망그로브 숲, 습지 지역의 밴드별 분광 특성 비교



### 3. 시기별 지형의 변화에 대한 정성적 분석

#### 1) 축소 및 확대지향 토지피복 및 지형

시기별 변화 비교 시 축소되는 경향의 특징을 나타내는 지역으로는 망그로브 숲, 나지 및 사구지형 등을 들 수 있다. 이와 관련하여 확대 경향의 특징을 나타내는 지역으로는 포인트 바 및 하중도, 간석지의 성장 및 경작지의 확대 등을 들 수 있다. 특히 망그로브 숲은 바다와 인접한 육지의 말단부에 주로 분포하여 조수가 운반하는 퇴적물질을 집적하여 갯벌이 바다 쪽으로 성장하는데 큰 도움을 주는 역할을 하는데, 앞에서 언급한 바와 같이 2002년 영상에서는 망그로브 숲 분포지역의 상당 부분이 습지로 나타나고 있다.

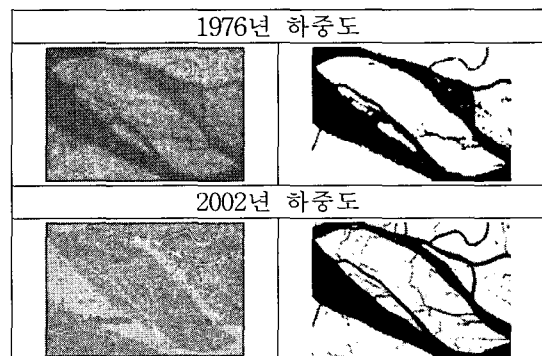


그림 3. 하중도의 성장

확대 경향을 나타내는 포인트 바 및 하중도의 경우는 하천에 의한 하천 퇴적물이 운반되어 퇴적됨에 따라 1976년 영상에서는 주로 수역으로 나타나던 지역이 2002년 영상에서는 육지로 관찰된다(그림 3).

### 4. 결론

아열대지역에 해당되는 메콩강 하구는 사구와 망글로브 숲으로 구성되었던 자연 경관에서 점차인구증가와 토지의 집약적

이용에 따라 점차로 도시 및 나대지 형태의 인공 경관으로 변화되어 왔으며, 하천의 퇴적 작용은 포인트 바와 작은 규모의 삼각주를 결합시키고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 추후 낙동강 하구역의 해안선 변화와 메콩강 하구역의 해안선 변화를 상호 비교하는 연구가 진행될 수 있을 것이며, 지사학적 연구와 영상분석, 식생환경에 대한 자료의 보완을 통해 하구역에 관한 전지구적 추이를 논할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- 반용부, 1997, 낙동강 삼각주 지형 경관의 변화, 부산여자대학교 자연과학연구소 논문집 3, pp.111- 138.
- 오건환, 1992, 낙동강 삼각주의 형성과정, 부산지리,1, pp.1-16.
- Chen, S. Liang-fu Chen, Qin-huo Liu, Xia Li, Qiyu Tan, 2005, Remote sensing and GIS-based integrated analysis of coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay, Pearl River Estuary, South China, *Ocean & Coastal Management* 48, pp.65-83.
- Kevin White, Hesham M.El Asmar, 1999, Monitoring changing position of coastlines using Thematic Mapper Imagery, an example from the Nile Delta, *Geomorphology* 29, pp.93-105
- Paul Bishop, David C.W. Sanderson, Miriam T. Stark, 2004, OSL and radiocarbon dating of a pre-Angkorian canal in the Mekong delta, southern Cambodia, *Journal of Archaeological Science* 31, pp.319-336.
- Schimanski, A., K. Stattegger, 2005, Deglacial and Holocene evolution of the Vietnam shelf: stratigraphy, sediments and sea-level change, *Marine Geology* 214, pp.365-387.
- Ta T. K. O., V. L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, Y. Saito, T. Nakamura, 2002, Sediment facies and Late Holocene progradation of the Mekong River Delta in Bentre Province, southern Vietnam: an example of evolution from a tide-dominated to a tide-and wave-dominated delta, *Sedimentary Geology* 152, pp.313-325
- Ta T. K. O., V. L. Nguyen, M. Tateishi, I. Kobayashi, S. Tanabe, Y. Saito, 2002, Holocene delta evolution and sediment discharge of the Mekong River, southern Vietnam, *Quaternary Science Reviews* 21, pp.1807-1819.
- Van Ngoc Pham, D. Boyer, J. Le Mouël, T. K. T. Nguyen, 2002, Hydrogeological investigation in the Mekong Delta around Ho-Chi-Minh City(South Vietnam) by electric tomography, *C.R. Geoscience* 334, pp.733-740
- Van Lap Nguyen, T. K. O. Ta, M. Tateishi, 2000, Late Holocene depositional environments and coastal evolution of the Mekong River Delta, Southern Vietnam, *Journal of Asian Earth Sciences* 18, pp.427-439
- Wolanski, E., N. N. Huan, L. T. Dao., Nguyen H. N. and Nguyen N. T., 1996, Fine-sediment Dynamics in the Mekong River Estuary, Vietnam, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 43, pp.565-582