

위성자료의 한국 금강 하구부근 조간대 지형 연구에 대한 응용

안충현* · 이용국* · 유홍룡* · 오재경**

* 한국과학기술원 해양연구소 · ** 인하대학교 해양학과
(1988년 11월 6일 받음 ; 1989년 1월 13일 수리)

Application of Satellite Data on Geomorphological Study of the Tidal Flats near Kŭm River Estuary

Chung Hyun Ahn*, Yong Kuk Lee*, Hong Rhyong Yoo* and Jae Kyung Oh**

* Korea Ocean Research & Development Institute(KORDI)

** Dept. of Oceanography, Inha University

(Received November 6, 1988 ; Accepted January 13, 1989)

Abstract

The objective of this study is to develop the application techniques, such as geometrical correction, image overlapping etc., of LANDSAT Thematic Mapper image data especially useful to the geomorphological study of tidal flats.

The developed processing techniques were applied to the Kŭm river estuary. The results of this study are as follows.

- 1) According to the analysis of the distribution and topographical profiles of the tidal flats, the geomorphological characteristics of the study area seem to be different depending on their location.
- 2) Even though the geomorphological changes were not always observable on the satellite images, several areas of undoubtful short-term deposition could be detected on the analytical map-image which compares two different situations of tidal flats.
- 3) Even though a further detailed study is necessary, the distribution and dispersal patterns of suspended materials and sea surface temperature distribution patterns due to tidal and other meteorological conditions were analyzed by LANDSAT TM channel 3 and 6.

요 약

LANDSAT 위성의 Thematic Mapper 자료는 해안지형 등의 연구에 그 효용성이 매우 높아 본 연구에서는 위성자료의 기하학적 보정, 영상중첩 기법 등을 통하여 금강하구 부근

의 조건대 지형에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 총 9개의 TM 및 MSS 자료가 사용되었으며 자료처리에는 VAX 11/780 컴퓨터시스템이 이용되었다.

연구결과 금강하구 일대 조건대의 조위에 따른 기본분포도와 지형단면도가 작성되어 금강하구에서부터 멀어질수록 조건대 경사단면의 형태가 다르게 나타남이 확인되었다. 또한, 조위가 비슷한 자료의 중첩에 의한 비교 분석결과 단기적인 조건대 지형의 변화가 파악되었다. 아울러 금강으로부터의 부유물질의 이동 확산형태와 표층수온의 분포가 연구되어 조시에 따른 부유퇴적물의 이동 형태와 표층수온의 분포양상이 파악되었다.

I. 서론

LANDSAT 위성의 TM(Thematic Mapper) 자료는 가시광선과 적외선 영역의 파장대를 이용하여 지표면상의 각 물체의 반사특성을 감지하며 지상으로 송신된 정보는 컴퓨터를 통하여 분석한다. 이러한 위성자료는 광범위한 지역을 동시에 관측할 수 있으며 케도특성에 따라 반복적으로 관측하기가 쉬울 뿐 아니라 컴퓨터를 이용하여 각종 분석과 처리에 의한 정보의 추출이 용이하다는 주된 장점을 가지고 있다.

우리 나라 서해안에 넓게 발달된 조건대는 간척사업에 의하여 국토확장의 자원으로 활용할 수 있으며 이미 많은 지역에서 대단위 간척사업이 진행 중에 있다. 한편, 선박항로로 이용되는 수로는 주변에 발달된 조건대 지역의 확장에 의하여 변하거나 막히게 되는 경우가 많아 조건대 지형의 발달과 변천에 대한 연구는 항로의 효율적인 관리, 유지에 있어 매우 중요하다.

연구지역인 금강하구 일대의 항로는 지속적인 토사 매립과 사주의 이동으로 항로유지에 곤란을 겪고 있으며 현재 담수로 조성을 위한 하구언공사가 거의 완공된 상태로 하구언 건설에 따른 하구퇴적환경의 변화와 이에 따른 조건대지형의 분포와 변화에 대한 지속적인 조사가 시급한 형편이다.

따라서 본 연구에서는 LANDSAT MSS자료를 이용하여 개발된 다중영상분석시스템¹⁰⁾을 TM 자료분석에 실제로 응용함으로써, 위성자료의 해양분야에 대한 응용기술을 확립하고자 하였다.

II. 위성자료의 기하학적 보정

위성자료의 해상도는 위성의 고도, 주행속도 및 측정각에 따라 달라질 수 있으며 자료의 배열방향 역시 위성의 고도가 변함에 따라 틀려질 수 있다. 따라서 이러한 위성자료들은 다소 왜곡되어 있어 소정의 기하학적 보정과정을 거치지 않고서는 해도, 지형도 혹은 서로 다른 영상과 중첩 비교가 어렵다.

이러한 왜곡을 제거하기 위하여 지도좌표로부터 GCP(Ground Control Point)를 입력하여 이에 대비되는 영상좌표로 변환하는 GCP 보정을^{3,6,9)}하였으며 자료의 재구성은 nearest neighbor method¹⁾를 이용하였다.

III. 다중 영상처리

육상환경에 비해 해양환경은 변화가 매우 심하다. 따라서 시시각각 변화하는 정도와 그 성격을 알아내기 위해서는 같은 지역을 포함하는 영상을 서로 비교함이 필연적이다. 특히 조간대 지역은 육상의 다른 지역과는 달리 조석에 따른 수면의 변화로 인해 그 노출범위가 달라지므로 위성자료에 나타난 조간대의 해안선(waterline)은 연구지역이 광범위하지 않을 경우 자료획득 당시의 조위에 따른 등고선으로 간주할 수 있다.

따라서 자료획득 시기간의 지형의 변화를 무시할 수 있고 연구지역에서 수면이 거의 균일하다고 가정한다면, 조위가 다른 시기에 얻어진 여러 자료를 중첩시킴으로써 조위에 따른 등고선을 추출할 수 있다. 자료의 중첩을 위해서는 우선 각 영상에 대해 기하학적 보정을 한 후 동일 좌표계상에 정렬, 중첩하여 처리한다. 그림 1은 다중영상처리를 위한 흐름도이다.

IV. 연구결과

1. 조간대 지형의 기본분포도 작성 및 지형의 분석

그림 2는 앞서 언급한 기하학적 보정 및 영상중첩처리에 의하여 얻어진 조위에 따른 조간대의 분포를 도시한 것이다. 그림에서 조위가 62~119cm 사이에서 노출되는 지역이 상당히 넓은 분포를 보여 일반적으로 조간대 경사가 완만함을 알 수 있으며 삼각주를 제외한 대부분의 지역에서 조위가 119~292cm 범위의 노출지역은 좁은 형태를 보여 비교적 심한 경사를 알 수 있다.

연구지역에서 대부분의 조간대는 해도상의 기본 수준면으로부터 약 450cm 이하의 높이로 분포함을 알 수 있으며 장항북부의 해안으로부터 개야도까지의 조간대는 대체로 표고가 119cm 이하로 나타났다.

또한, 이 기본분포도를 토대로 조간대 각 지역에서의 입체적인 특징을 분석한 결과(그림 3) 연구지역의 조간대는 하구에서 멀어질수록 조간대 경사단면의 형태가 다르게 나타나는 것이 확인되었다. 이러한 각각의 형태는 그림 4가 보여 주는 바와 같이 지역에 따라 작용되는 수력학적 에너지의 종류 및 그 세기가 다르기 때문인 것으로 믿어진다.

2. 조간대 지형의 변화

위성자료의 비교분석에 의하여 지형의 변화를 파악하기 위해서는 동일한 조석조건을 가진 자료를 중첩 비교하여 봄이 이상적이거나 자료의 축적이 충분하지 못한 현재로서는 불가능하다.

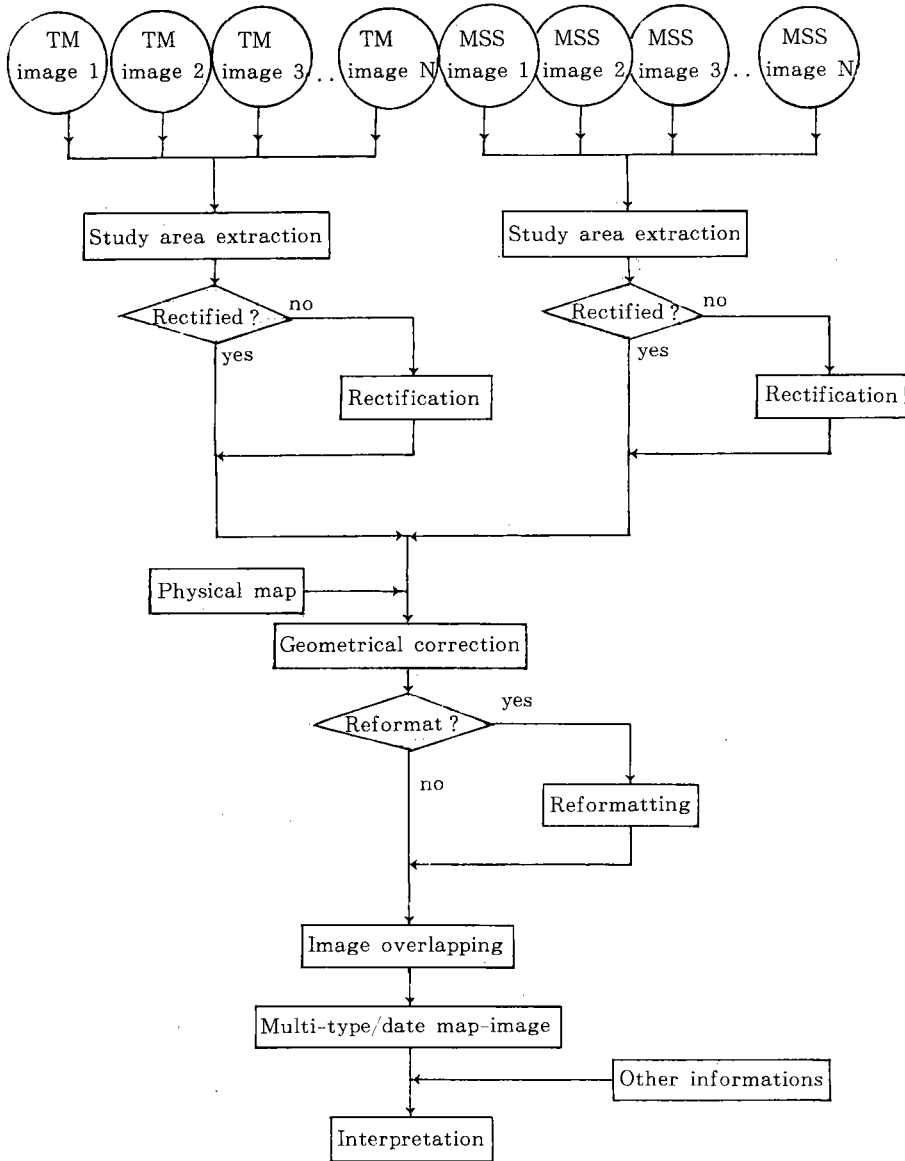


Fig.1. Schematic flow chart of Multi-type / date image overlapping system.

그러나 조위가 서로 약간 다르더라도 낮은 조위 때의 영상보다 그 후의 조위가 높을 때 얻어진 영상이 보여주는 조건대의 범위가 작아야 되는데도 불구하고 더 넓다면 그 지역에서는 그동안 퇴적작용이 일어났음을 알 수 있으며, 역으로 위와 같은 현상을 보여 주는 두 위성자료의 획득시기가 반대일 경우에는 침식작용이 일어났다고 볼 수 있다. 이러한 분석은 평면적이기 때

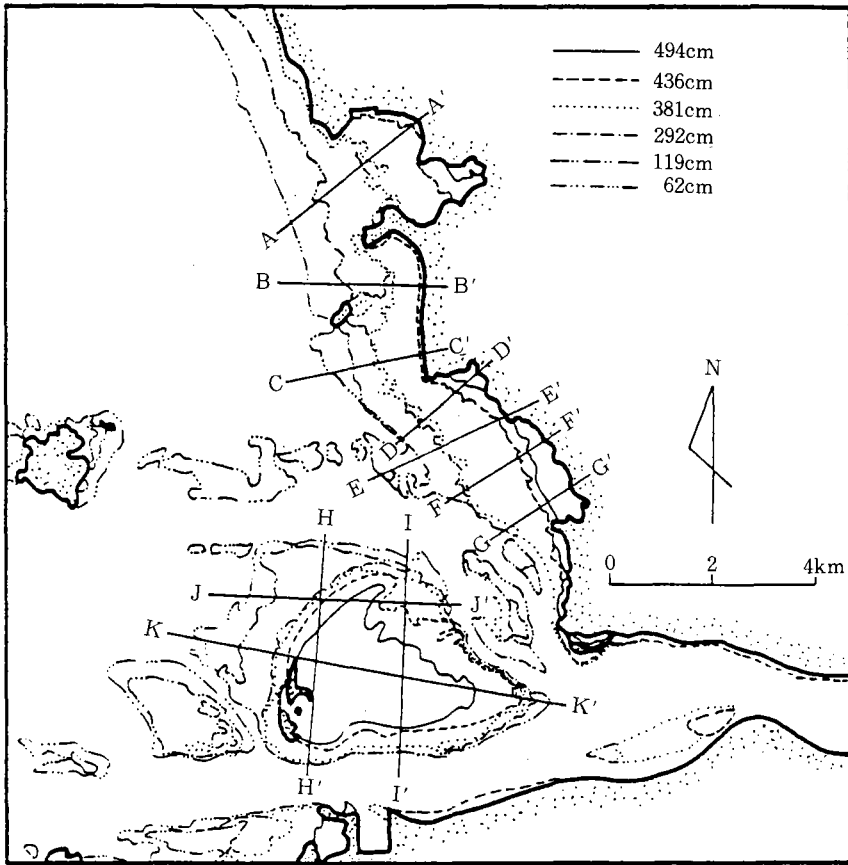


Fig.2. Topographic contour map extracted from the overlapped images showing also profile lines for the area near Kūm river estuary.

문에 정확한 변천규모를 알아내기는 어렵지만 적어도 퇴적 또는 침식의 여부와 그 최소한의 변화범위를 알 수 있다.

그림 5는 만경-동진강 하구에 대한 조위가 385cm일 때의 자료(1985년 6월 15일)와 312cm일 때의 자료(1986년 4월 15일)를 중첩 비교한 결과이다. 여기서 조위가 385cm일 때의 노출부분(녹색)이 이보다 낮은 조위인 312cm일 때의 노출부분(녹색) 밖으로 나타남은(황색) 두 자료기간 동안 퇴적작용이 확실한 최소한의 범위를 나타낸다.

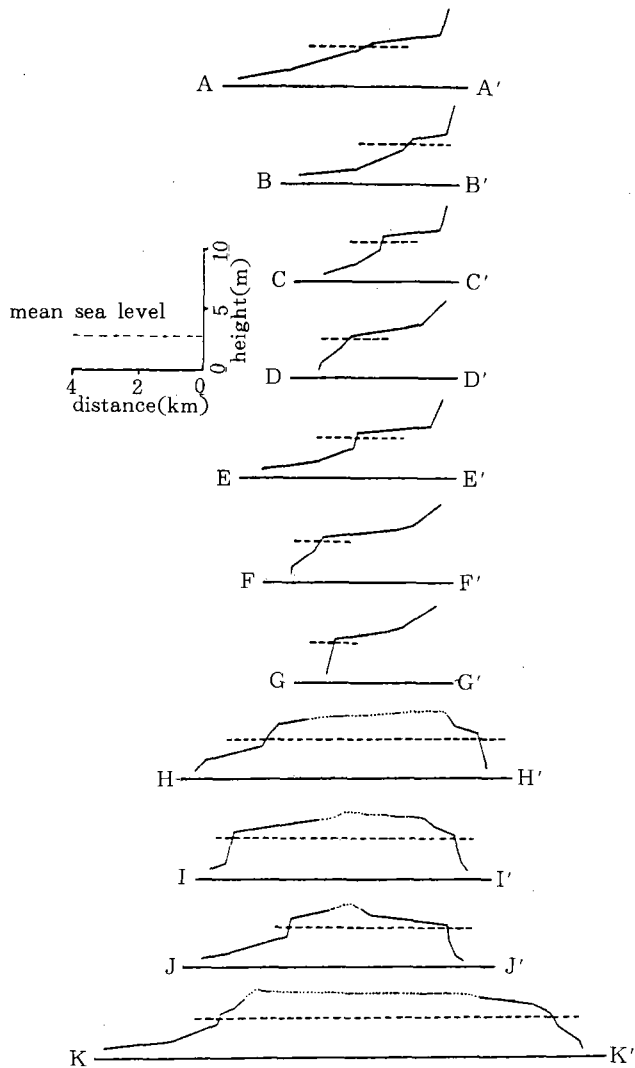
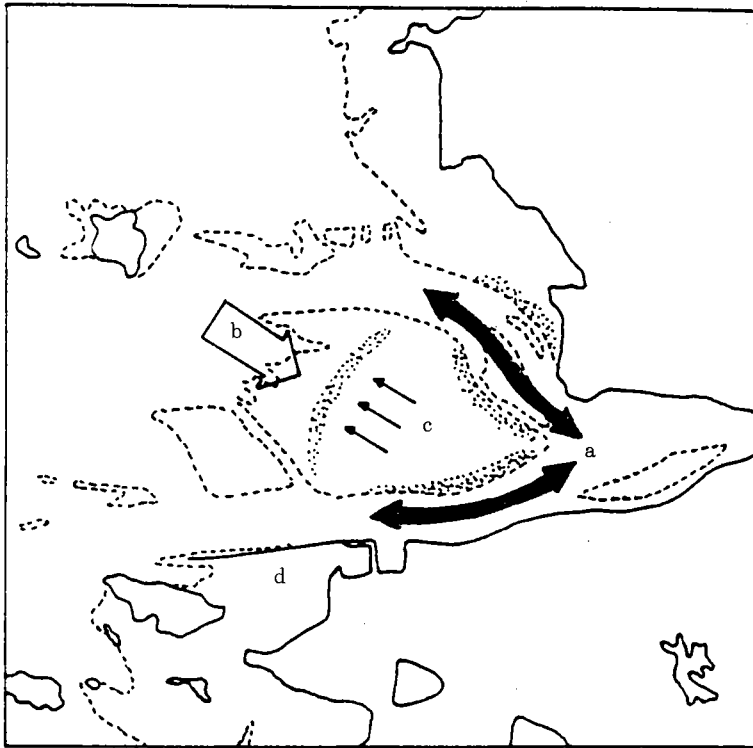


Fig.3. Topographic profiles derived from the contour map of the figure 2.

3. 해수탁도

해양에서 부유물질의 분포는 수질(water quality)과 퇴적학적 작용에 영향을 미치는 중요한 환경적 변수로서 해수 중에 존재하는 화학물질을 흡수하기도 하고 빛을 차단함으로써 수서생태계에 영향을 미치며, 자연적 추적자(natural trace)로써 해수순환에 대한 연구에 이용된다.



- a. Tidal Currents
- b. Waves
- c. Sand Migration
- d. Human Activity

Fig.4. Scheme of the relation between the geomorphology of tidal flats and the regimes influencing them (dotted areas indicate strong slope areas), (after yoo, 1986¹⁰⁾).

LANDSAT 위성의 TM channel 3(0.63~0.69 μ m)의 자료는 부유물질의 농도변화에 민감하여 수심 1m 이내의 표층에 존재하는 부유물질의 분포를 파악하는 데 용이하다.⁵⁾

그림 6은 1987년 10월 27일 오전 10시 39분경에 획득된 자료로 자료획득시 조석조건은大潮기(spring tide) 2일이 지난 상태(조차 약 506cm)이고 저조전 1시간 47분경으로 이 때 군산 외항에서의 조위는 144cm이다. 이 영상에서는 낙조류에 의한 부유물질의 이동 확산이 잘 관찰되어 남수로를 통한 유출은 사주사이의 수로를 통해 북류하기도 하나 외해로 유출되어 오식도 주변에서 연안류에 의하여 남서방향으로 이동됨을 볼 수 있다.

4. 표층수온

LANDSAT 위성의 TM channel 6(10.4~12.5 μ m)은 대기에 의한 투과성이 비교적 좋아 지표면의 온도를 측정하는 데 많이 이용된다. 비록 위성에 의하여 측정된 온도가 대기 중의 압력, 습도, 기온 등 여러 요소들의 영향을 받아 실제온도보다는 낮게 측정되나²⁾ 기존의 관측방법으로는 거의 불가능한 표층수온의 분포와 조석 및 기타 환경적 요인에 의한 변화양상에 정확하고도 동시적인 정보를 파악할 수 있다.

그림 7은 1986년 4월 15일 오전 10시 36분경의 자료로써 연구지역의 낙조중기 때 형성되는 표층수온의 분포양상을 잘 나타내고 있으며 외해로 나갈수록 표층수온이 점차 감소하는 것을 볼 수 있다.

TM channel 6의 수치적 자료를 이용하여 표층수온을 산출하는 계산방법 중 Cubic model 식^{4,7,8)}을 사용하여 산출한 온도와 이의 검증을 위하여 1988년 4월 13일부터 22일까지 8일간에 걸쳐 관측된 현장관측 수온을 비교하여 보았다(그림 8). 그 결과 서로 약 3°C의 온도차가 나타났으나 이는 위성자료와 현장관측간의 시기차와 위성에 의하여 감지될 때 영향을 미치는 여러 요인들을 고려한 오차의 범위를 감안한다면 현장관측 자료와 비교적 잘 부합되는 것으로 보여진다.

V. 결과 및 토의

LANDSAT 위성의 TM자료의 해양학분야에 대한 응용을 위해 영상처리기법과 그 응용기술을 개발하고 이를 시험지역인 금강하구 일대에 적용하여 조간대지역에 대한 다각적인 분석과 해수탁도, 표층수온에 대하여 연구하였다. 이러한 시도는 부유퇴적물의 분포 및 이동확산, 표층수온의 분포 및 서해안에 넓게 발달하여 있는 조간대 지역에 대한 원격탐사 기법을 이용한 조사와 분석이 가능하도록 하였으며 연구지역에서의 차후 체계적인 현장조사와 이에 따른 종합적 연구가 이루어 질 수 있는 기초를 마련한다는 점에서 큰 의미를 갖는다.

본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

- 1) 위성자료의 중첩처리에 의하여 조간대지역의 기본분포도와 지형단면도가 작성되었다.
- 2) 위성자료의 중첩 비교에 의하여 조간대 지형의 변화가 파악되었다.
- 3) 금강하구로부터의 부유물질의 이동 확산형태와 표층수온의 분포가 파악되었다.

따라서 위성자료를 이용한 원격탐사 기술의 해양학에 대한 응용은 광역에 걸친 조류나 해류 조사, 해양오염 물질의 확산경로 파악, 부유물질의 이동확산형태, 표층수온, 조간대 등 해양환경 및 지형의 조사연구에 기초적 자료로 활용될 수 있으며 잘 계획된 현장관측이 서로 보완적으로 수행된다면 보다 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

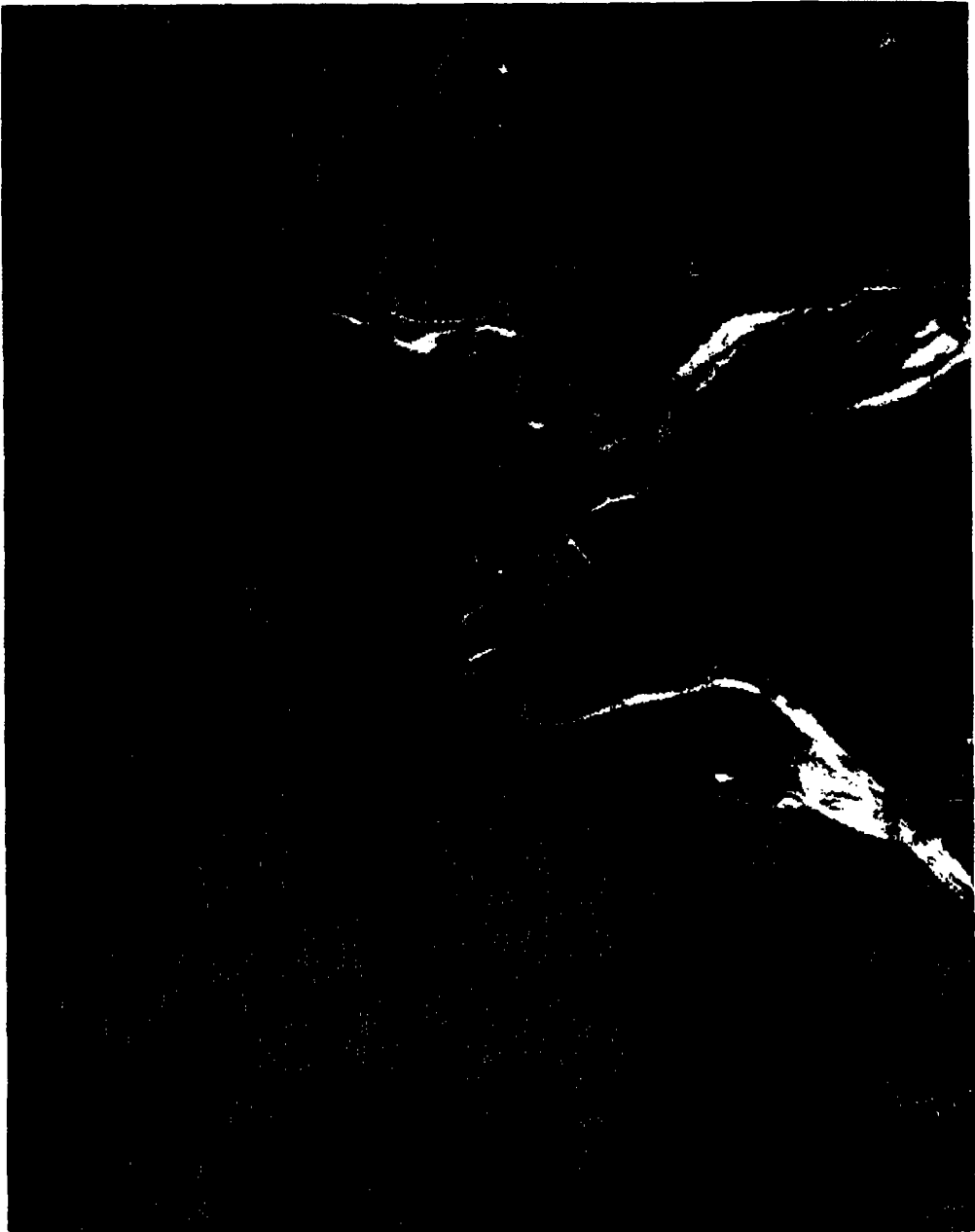


Fig.5. Analytical map-image showing the geomorphological evolution of tidal flats in Mankyöng-Töngjün river estuary from June, 1985 to April, 1986.



Fig.6. Distribution of suspended materials observed from LANDSAT TM (channel 3) on 27 October, 1987.

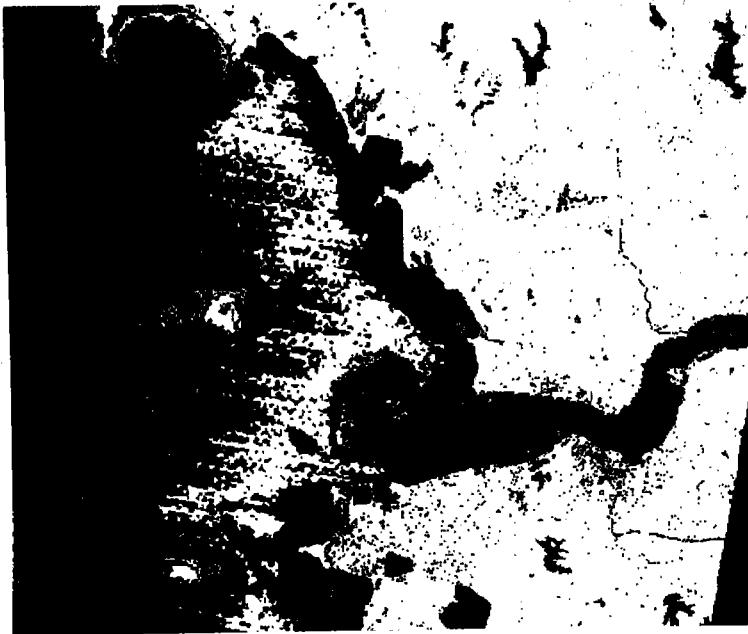


Fig.7. Distribution of sea surface temperature observed from LANDSAT TM (channel 6) on 15 April, 1986.

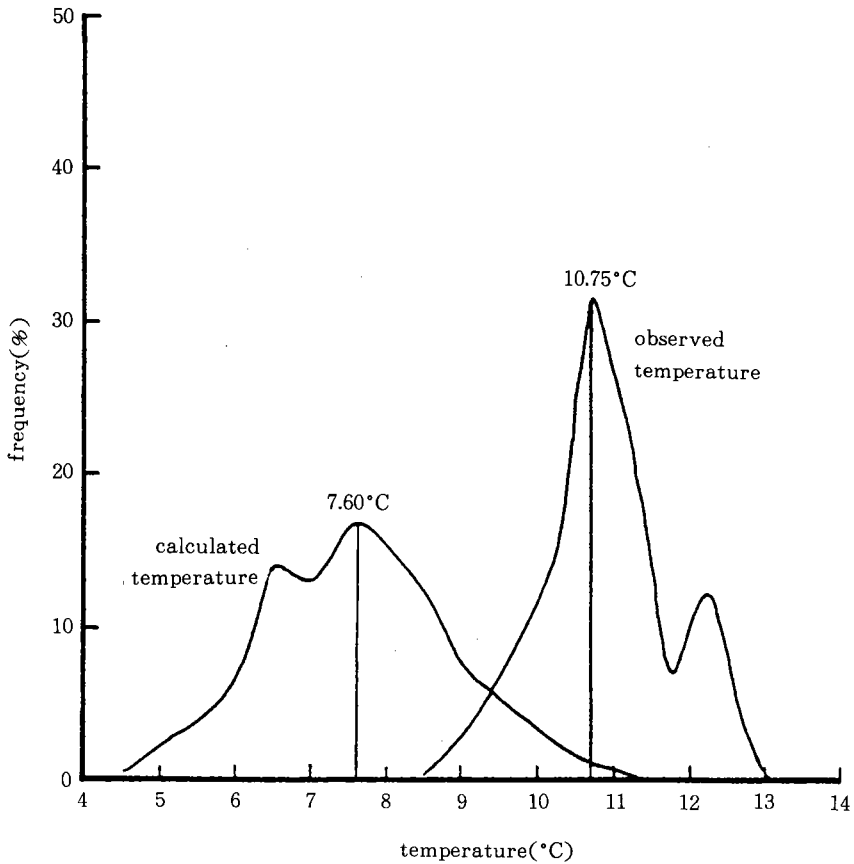


Fig.8. Percent frequency of observed sea surface temperature(°C) and calculated one from LANDSAT TM channel 6 digital number using Cubic Model in April at Kŭm river estuary.

참고문헌

- 1) Curran, P. J., 1985, *Principles of Remote Sensing*. LONGMAN, London and New York, pp.194.
- 2) Li, Z. R. and McDonnell, M. J., 1988, Atmospheric correction of thermal infrared images, *Int. J. Remote Sens.*, Vol.9, No.1, pp.107-121.

- 3) Marvin, J. W., Labovitz, M. L. and Wolfe, R. E., 1987, Derivation of fast algorithm to account for distortion due to terrain in earth-viewing satellite sensor images, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, Vol.GE-25, No.2, pp.241-251.
- 4) McConaghy, D. C., 1980, Measuring sea surface temperature from satellite : A ground truth approach, *Remote Sens. Environ.*, Vol.10, No.4, pp.307-310.
- 5) Nayak, S. R., 1983, Orbital monitoring of suspended sediments in water bodies, *Proc. Nat. Symp. on Remote Sensing in Development and Management of Water Resources*, pp.134-147.
- 6) Salamonowicz, P. H., 1986, Satellite orientation and position for geometric correction of scanner imagery, *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, Vol.52, No.4, pp.491-499.
- 7) Shingh, S. M., 1988, Brightness temperature algorithms for LANDSAT Thematic Mapper data, *Remote Sens. Environ.*, Vol.24, No.3, pp.509-512.
- 8) Sidran, M., 1980, Infrared sensing of sea surface temperature from space, *Remote Sens. Environ.*, Vol.10, No.2, pp.101-114.
- 9) Welch, R., Jordan, T. R. and Ehlers, M., 1985, Comparative evaluations of the geodetic accuracy and cartographic potential of LANDSAT-4 and LANDSAT-5 Thematic Mapper image data, *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, Vol.51, No.3, pp.1249-1262.
- 10) Yoo, H.-R., 1986, Three dimensional study of the Tidal Flat Geomorphology in the Kum River Estuary by multirate Image Analysis, *Jour. Kor. Soc. Remote Sensing*, Vol.2, No.2, pp.95-105.