

沿岸水理現象 把握을 위한
LANDSAT MSS Data의 處理와 解析
- 仁川海域을 中心으로 -

Processing and Analysis of LANDSAT MSS Data
for Extraction of Coastal Flow Patterns
- around Incheon Bay -

安 哲 浩* 安 基 元**
Ahn Chul-Ho Ahn Ki-Won
安 昊 俊***
Ahn Ho-Joon

要 旨

本 研究는 LANDSAT MSS Data를 沿岸海域의 水理現象把握을 目的으로 利用하는 경우의 가장 効果적인 畫像解析方法을 모색한 것이다. 우리나라 仁川地域을 對象으로, 陸域에 比하여 CCT Data 값이 낮은 海域의 LANDSAT MSS Data를 사용하여 畫像強調의 技法인 Contrast 強調處理, Color 合成處理 및 比演算處理 등 화상처리를 實行함으로써, 沿岸海水域의 流動特性을 把握하기 위한 가장 효과적 인 LANDSAT MSS Data의 畫像解析順序를 提案하였다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the most effective image analysis technique for extraction of coastal flow patterns from LANDSAT MSS data.

Choosing the coastal area of Incheon, LANDSAT MSS data of oceanic area, which has generally low values of CCT data in comparison with the adjacent land was used.

On the basis of the above preparation, the most effective image analysis procedure of LANDSAT MSS data for the case of extraction of coastal flow patterns has been obtained through contrast stretching, color composite, and compression of bi-band image data.

* 서울大學校 工科大學 教授
** 서울大學校 大學院 博士課程
*** 서울大學校 大學院 碩士課程

1. 序 論

1.1 研究의 背景

지구자원 관측위성 LANDSAT에 의하여 관측 수집된 Data는 여러분야에 걸쳐 각기 연구가 진행되고 실용화된 것도 많다. 지금까지 LANDSAT MSS Data는 그 설계 자체가 陸域의 정보처리를 목적으로 한 것이 많았다.¹⁾ 그러나 MSS Data가 水域에 관해서도 유효한 정보를 제공하여 준다는 것이 입증되고 있다.²⁾

국토가 좁고 자원이 적은 우리나라로서는 해양자원을 유효하게 이용하는 것은 지극히 중요한 것이다. 이를 위하여 여러가지 沿岸水理現象의 究明이 불가피하며, 각 연구기관에서도 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 해역에 있어서는 종전부터 행하여 오던 관측 방법만으로는 광범위한 지역을 순식간에 관측하기에는 한계가 있다. 이와같은 문제를 해결하기 위하여 가장 기대되는 관측기술로는, 광범위하고 주기적인 관측이 가능한 인공위성을 이용하는 Remote Sensing을 들 수 있다.

1.2 研究의 目的과 範圍

지금까지 연안수리현상의 파악에는 熱赤外域 Band를 사용함으로써 온도를 介在시킨 해석방법³⁾⁴⁾이 가장 많이 이용되어 왔고 또한 그에 대한 성과도 컸다. 이때문에 현재 가장 이용하기 쉬운 Data 중 하나인 LANDSAT MSS Data는 그 사용가능한 Band($0.5\mu m \sim 1.1\mu m$)가 可視域과 近赤外域으로 한정되어 있어서, 지금까지 연안수리현상의 파악에는 거의 활용되지 못하였다. 그러나 LANDSAT MSS Data가 연안수리현상의 적용에 있어서 그 유효성이 인정된다면, 廣域的이고 週期的이며 또한 範圍性을 갖고 있다는 LANDSAT MSS Data의 특징을 고려할 때, 앞으로 연안수리현상의 관측에 크게 기여하게 될 것이 틀림없다.

본 연구의 목적은 沿岸水理現象의 파악을 위한 LANDSAT MSS Data의 이용방법의 모색과

그에 대한 검토를 하는데 있다. 따라서 LANDSAT MSS Data를 사용하여 연안수리현상을 파악할 목적으로, 가장 일반적이며 유효한 해석방법인 화상강조에 착안하여 그 주된 기법인 Contrast 強調處理, Color 合成處理 및 比演算(畫像間 演算) 處理등 고려할 수 있는 화상처리의 모든 기법을 실행하였고, 특히 연안해역의 流動特性의 파악에 있어서는 유효한 방법들을 선별, 진행시킴으로써 LANDSAT MSS Data를 이용할 때의 가장 적절한 기법을 찾아내려고 하였다.

2. 使用 Data 및 Image Analysis System

해석에 사용된 Data는 LANDSAT(2號) MSS의 BIL Format CCT로써, 기하학적 System보정 후 MSS 화상의 한 Scene의 크기는 지표면에 대하여 약 $185km \times 170km$ (횡×종), 각 Band 별로 Line수는 2983, Px. 수는 Line당 3548이고 1 Px.의 크기는 $57m \times 57m$ 이다.⁷⁾⁸⁾

화상처리장치는 본 대학의 Remote Sensing 연구실이 보유하고 있는 M-301 MSS Image Analysis System을 사용하였다.

3. 解析領域과 使用 Data

3.1 解析領域

해석 대상영역으로는 우리나라의 연안해역중 유동 특성이 가장 현저한 인천해역(강화군및 응진군일대 약 $340km^2$, $1024 \times 1024 Px.$)을 설정하였다.

3.2 사용 Data

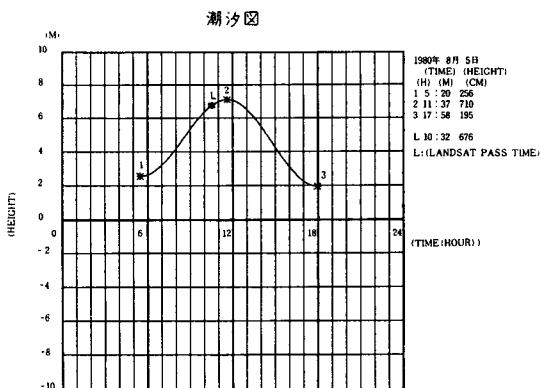
해석에 사용한 LANDSAT MSS Data는 인천해역의 LANDSAT 통과시각이 潮汐 관측데이터(交通部 水路局 發行의 潮汐表)의 간조 및 만조 시각에 근접하는 Data만 먼저 선정하였는데 表-1은 1979년부터 1983년까지의 Data 중에서 1980년도의 Data만을 취합한 것이다.

表 - 1. 1980년도에 선정된 Data

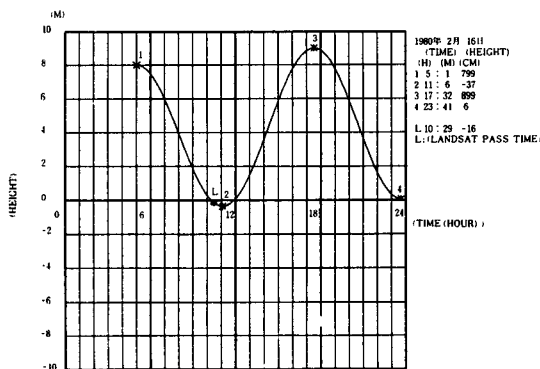
	LANDSAT 通過日	LANDSAT 通過時刻	LANDSAT通過 時 潮位 (cm)	雲量 (%)	海面狀況
1 9 8 0 년	1月 11日	10:30	623	0	→
	2月 16日	10:29	-16	0	→
	3月 5日	10:28	403	0	→
	4月 10日	10:27	588	0	→
	5月 16日	10:26	277	10	→
	6月 3日	10:26	613	0	→
	8月 5日	10:32	676	10	→
	8月 23日	10:33	329	20	→
	12月 9日	10:32	142	20	→
	12月 27日	10:32	570	10	→

表 - 1에서 LANDSAT 통과시의 조위는 다음과 같이 결정되었다.

交通部 水路局發行的 조석표로부터 LANDSAT가 통과한 시각의 Data를 읽고 Plot하여 그림 1과 같은 潮汐圖를 작성하였다.



(a) 1980年 8月 5日 (滿潮時)



(b) 1980年 2月 16日 (干潮時)

그림 1. 潮汐圖

중축은 평균해면으로부터의 조위를, 횡축은 관측시각을 매 시간마다 표시하였다. 조위는 근사적인 Cosine Curve⁹⁾로 계산하여 Plot하였다. 그래프 우측 상단의 수치는 관측년월일, 간조 및 만조때의 관측시각(시, 분) 및 조위를 cm 단위로 표시한 것이다. 또한 영자 "L"로 표시한 것은 LANDSAT의 통과시각과 그 시각에 있어서의 조위를 Cosine Curve에 의하여 산출한 값이다.

表 - 1에서 해면상황이란 그래프상의 LANDSAT 통과시각으로부터 상승하려 할 경우와 하강하려 할 경우를 말하며 상승할 때에는 「→」로, 하강할 때에는 「↘」로 각기 표시한 것이다.

Data를 검색하는데 있어서 해석 대상영역에 구름이 존재하지 않을 것, 또 관측일이 만조시와 간조시에 가장 근접할 것 등을 고려하였는데 양 조건을 동시에 만족하는 Data의 짝짓기를 선정한다는 것은 대단히 곤란하므로 表 - 2에 표시하는 대상후보 Data를 선정하기로 하였다.

이들 후보 Data 중에서 해석영역내의 구름의 양이 0%임을 선행조건으로 Data 짝짓기를 선정한 결과, 최종적으로 表 - 3에 표시하는 Data를 사용하기로 하였다.

表 - 2. 대상후보 Data

*** INCHEON AREA ***							
NO.	DATE	(CM)	(%)	NO.	DATE	(CM)	(%)
1.	1982/03/31	735	30	1.	1980/02/16	-16	0
2.	1979/02/03	718	50	2.	1982/01/09	2	10
3.	1983/07/04	716	50	3.	1982/11/02	43	10
4.	1980/08/05	676	10	4.	1979/04/25	50	40
5.	1979/05/31	668	20	5.	1979/09/07	74	20
6.	1983/06/02	668	10	/	/	/	/

表 - 3. 선정 Data

조건	관측년월일	Path-Raw	LANDSAT	운량	Format	Sensor
만조	1980. 8. 5	125-34	2 호	10%	BIL	MSS
간조	1980. 2. 16	"	"	0%	BIL	"

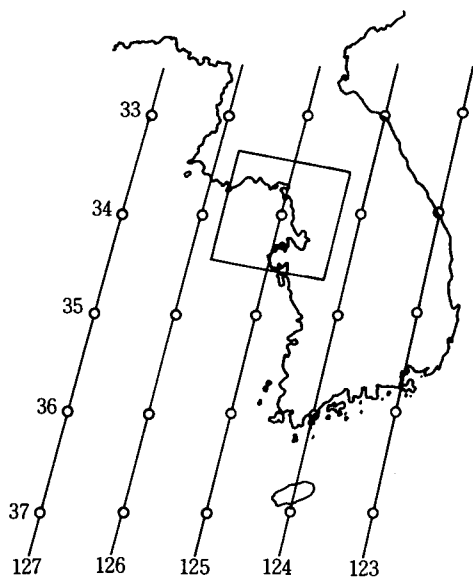


그림 2. LANDSAT 2호 通過位置圖

4. 圖像處理

일반적으로 수역에 있어서의 반사에너지는 어느 파장에 있어서도 육역의 반사에너지에 비하여 상대적으로 약하고, 대상면이 비교적 고르기 때문에 관측되는 CCT Data값이 좁은범위에 분포하게 된다.^{10) 11)} 이때문에 수역에 있어서는 미세한 변화를 화상처리를 통하여 강조하는 것이 중요하다.

화상강조처리의 기법에는 Contrast 강조처리, Color 합성처리 및 비연산처리 등이 있는데¹¹⁾¹²⁾ 각기 처리방법에도 대상의 상이함에 따라 여러가지 방법이 개발되어 사용되고 있다.

4.1 Training Field

해수역의 전체적인 Data 분포를 알기 위하여 해석대상내에 그림 3 및 그림 4와 같이 5개의 Training Field를 설정하였다. 이들 Training Field를 통하여 각 Band에 대한 평균값, 표준편차는 물론 해수역 Data의 최대값 및 최소값을 구할 수 있으며 이 자료를 토대로 Contrast 강조, Color 합성 및 비연산처리를 실행할 수 있게 된다.

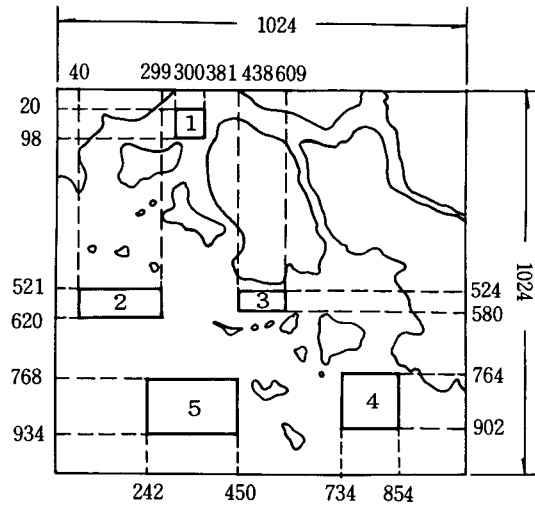


그림 3. 對象海域의 Training Field (1980. 8. 5 滿潮時)

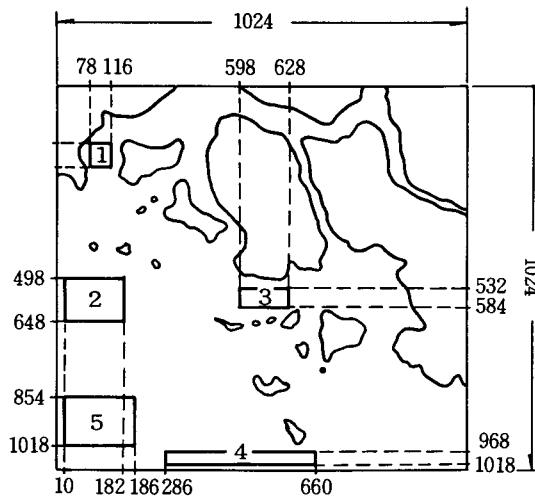


그림 4. 對象海域의 Training Field (1980. 2. 16 干潮時)

4.2 Contrast 強調

수역부분을 대상으로 수집된 LANDSAT MSS Data는 일반적으로 낮은 CCT Data값을 나타냄과 동시에, 관측Data의 최대값과 최소값의 차가 작다. 즉 수역부분의 Data의 낮은값이 작은 범위에 집중되어 있다. 따라서 관측·수집된 상태 그대로 화상출력을 하게되면 수역부분은 하나의 분류항목으로 되어버리기 때문에 별다른 수역 Pattern을 찾아내기 힘들다. 그러므로 CCT Data값을 화상출력장치의 Dynamic Range의 Fu-

11 Scale로 늘리는 Contrast Stretching을 실행하여야 한다.¹³⁾

본 연구에서는 그림 5의 Flow Diagram에 의거하여 Contrast Stretching을 실행하였다.

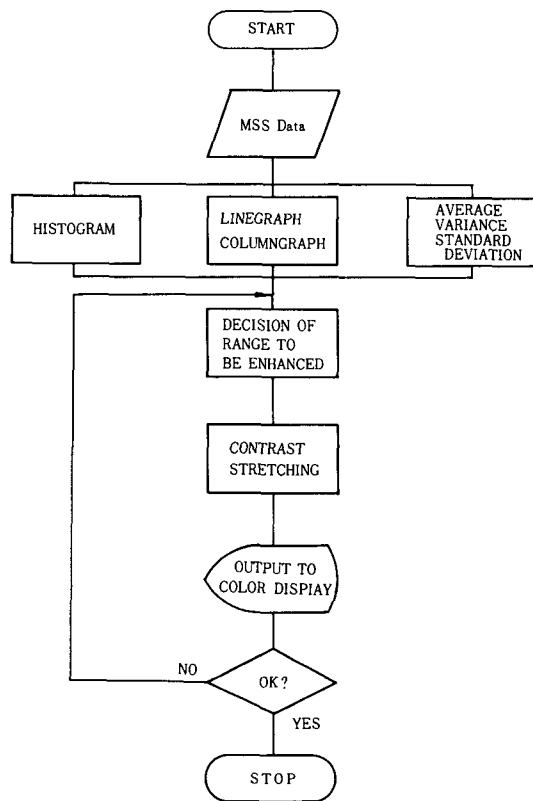


그림 5. Flow Diagram of Contrast Stretching

Contrast Stretching에는 다음과 같은 Linear 변환식을 사용하였다. (그림 6¹³⁾참조)

$$Q' = \frac{Q_{full}}{Q_{max} - Q_{min}} (Q - Q_{min})$$

여기서, Q_{full} : 출력장치의 Dynamic Range의 Full Scale로서 본 연구에서는 16단계로 하였다.

(그림 6 참조)

Q_{max} : Stretching 하고자 하는 CCT Data의 상한값

Q_{min} : Stretching 하고자 하는 CCT Data의 하한값

Q : 입력 CCT Data값

Q' : 출력 CCT Data값

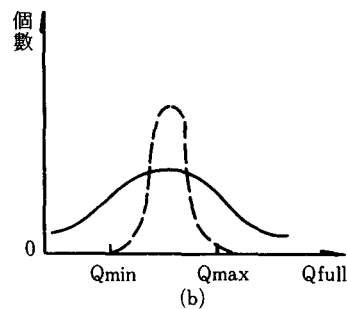
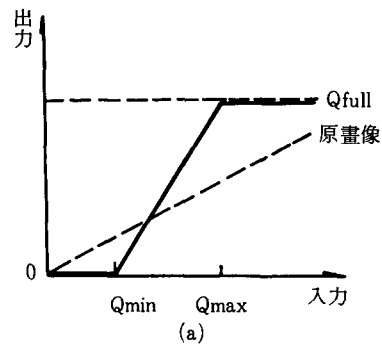


그림 6. Linear Contrast Stretching

이와같이 하여 얻어진 농도 Level의 Data에 색을 할당하여 화상출력을 하는데 이때의 화상은 Pseudo Color라는 화상이 된다.^{14) 15)} 이 결과로부터 Contrast Stretching한 Band 4 또는 Band 5에서는 연안해역의 유동특성에 관한 定性的 Pattern의 파악이 가능하다. 그러므로 비교적 간단한 화상처리를 함으로써 연안해역의 수리현상에 대한 윤곽(Outline)을 어느정도 알 수 있었다.

Contrast Stretching을 실행하기 전의 각 Band별 화상(Raw Image)은 寫眞 1(Band 4), 寫眞 3(Band 5) 및 寫眞 5(Band 6)와 같고 Contrast Stretching한 결과의 화상은 寫眞 2(Band 4), 寫眞 4(Band 5) 및 寫眞 6(Band 6)과 같다.

4.3 Color 合成

LANDSAT MSS Data는 동일한 지역을 4 개의 파장대(Band)로 수집되기 때문에 각 Band에 상이한 색을 배당하여 합성시키면 Color 합성화상을 얻을 수 있다. 일반적으로 이 Color 합성 방법은 복수 Band를 사용함으로써 화상이 강조되는점, 처리가 용이한점, 시각적인 구별에 있어서 색의 차이가 농담 Level의 차이보다 훨씬 용이하다는 점에서 비교적 많이 이용되는 처리 방법이다.

본 연구에서는 Band 4에 청색, Band 5에 적색 및 Band 6에 녹색을 배당하여 Natural Color 화상을 작성하였다. 또 Band 4에 청색, Band 5에 녹색, Band 6에 적색을 배당하여 False color 화상을 출력하였다. 출력된 False Color 및 Natural Color 화상은 寫眞 7 및 寫眞 8과 같다.

대개의 경우, Color 합성처리를 할 때에 Band 6 대신 Band 7을 사용하는 것이 보통이나¹⁶⁾ 수역을 대상으로 하는 경우에는 Band 7 Data에 Noise가 특히 현저하게 나타나기 때문에 Band 6의 Data를 사용하였다.

본 연구에서는 그림 7의 Flow Diagram에 의거하여 다음과 같은 Color 합성처리를 하였다.

(1) 각 Band별 Data의 Histogram 등에 의하여 Data 분포의 양상을 파악하고

(2) 각 Band에 관하여 농도분할(Slice)을 하고

(3) Natural Color 화상 또는 False Color 화상에 따라 각 Band에 R. G. B를 배당한다.

(4) Color 화상출력장치(Color Display Unit)로 화상을 출력한다.

이 출력화상으로 다음과 같음을 알 수 있었다.

(1) 해수역에 있어서 Natural Color 출력화상(寫眞 8)과 False Color 출력화상(寫眞 7)의 큰 차이는 없다.

(2) Scale이 큰 Pattern의 파악은 가능하지만 Contrast 강조에 비하여 그 유효성이 적다.

(3) 해수역내에서 육역(섬) 및 구름의 판별에는 유효하다.

그러나 Contrast 強調處理나 Color 合成을 하더라도 海域의 流動 Pattern의 把握은 아직도 不

充分하기 때문에 다음과 같은 比演算處理를 實行하여야 한다.

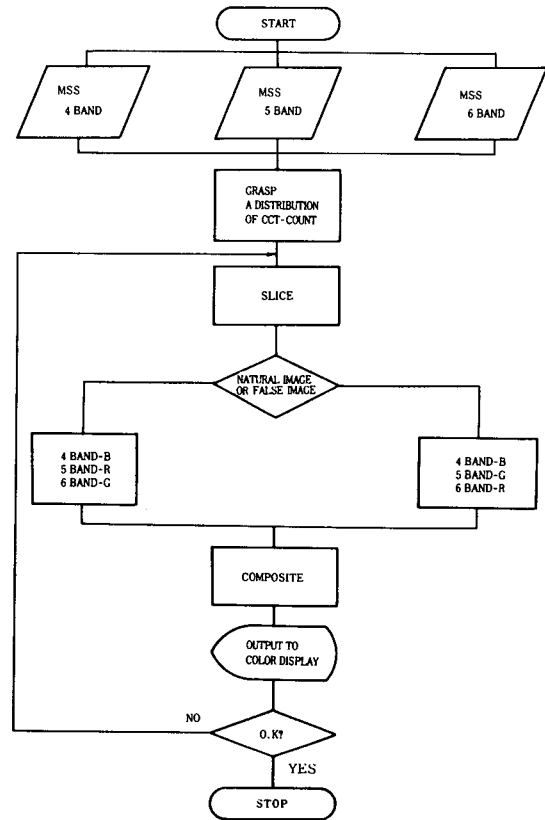


그림 7. Flow Diagram of Color Composite Processing

4.4 比演算

하나만의 Band로는 해수역의 CCT 값이 몇 개의 Level로 한정되어 분포하게 된다. 따라서 우리는 해수역에 대한 제한된 정보밖에 얻지 못하는 경우가 많다. 이런 문제를 보완하기 위하여 Remote Sensing Data의 화상처리에 있어서는 상이한 Band Data를 사용하여 Band간의 연산을 실행함으로써 새로운 정보를 추출해내는 작업을 한다.^{17) 18)}

본 연구에서는 그림 8의 Flow Diagram에 의거하여 다음과 같은 비연산처리를 하였다.

(1) Data질의 검토에 의하여 Data가 갖는 대략적인 특징을 파악한다. 특히 해수역부분의 C

CT Data값의 분포 및 Band간에서의 Data 분포 상태가 어떻게 상이한가를 파악한다.

(2) 화상의 질을 저하시키는 원인이 되는 Noise 부분을 비연산처리에 의하여 감소시킨다.

(3) 비연산을 실행한다.

(4) 출력장치의 Dynamic Range의 Full scale에 대응할 수 있도록 비연산값을 압축한다.

(5) 화상을 출력한다.

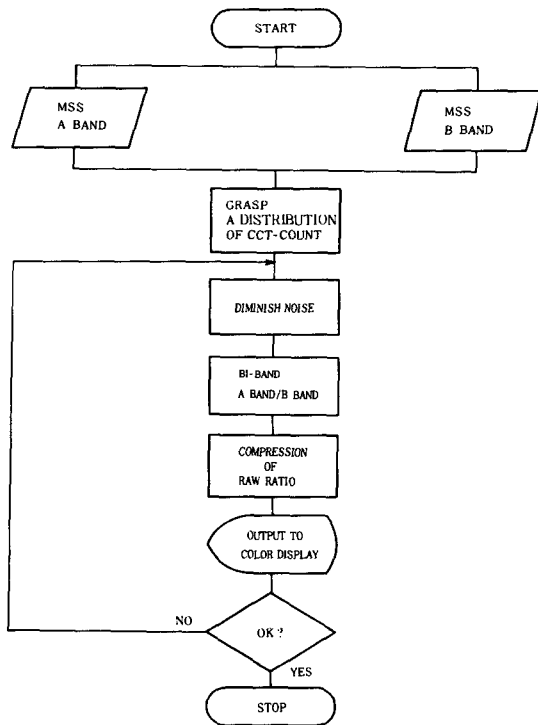


그림 8. Flow Diagram of Bi-Band Processing

실제로 비연산처리를 실행함에 있어서 해석목적에 따라 다음과 같은 세가지를 결정하는 것은 매우 중요하다.

- 1) Noise 감소처리의 방법
- 2) 비연산 Data의 압축방법
- 3) 비연산 Band의 짝짓기

연안해역에 있어서의 수리현상 파악을 목적으로 하는 본 연구에서는 가장 유효하다고 생각되는 비연산처리의 방법에 관하여 검토·평가하였다.

4.4.1 Noise감소 처리방법의 검토

MSS Data를 사용하여 실행하는 비연산처리는 문제의 반사율에 영향을 끼치는 태양조도, 대기의 투과율 등의 승법적인자 및 Path-radiance 등에 의한 가법적인자들을 제거할 수 있다.^{14) 19)} 그러나 Sensor의 감도변동이나 Noise와 같이 Band간에 서로 관련이 없는 인자에 대하여서는 역으로 이들 영향을 강조시키게 되는 경향이 있다. 따라서 비연산처리를 하는 경우, 어떠한 방법을 사용하더라도 이들 Noise를 감소시켜 놓을 필요가 있다.

Noise감소처리의 방법으로는 Filtering(Smoothing)이 유효하며 그 처리작업도 용이하다.^{20) 21)} 즉, 주목하는 한개의 Px. $Q_{i,j}$ 를 중심으로 그 주변에 있는 복수개의 Px. 들에 대한 평균값 $Q'_{i,j}$ 로 새로운 값으로 변환하는 처리이다.

그런데 일반적으로 Noise감소효과를 향상시키기 위해서, Smoothing하는 대상범위를 넓게 잡을수록 Smoothing의 효과는 상승하지만 그 반면 Original Data를 변질시키는 문제가 뒤따르게 된다.²²⁾ 따라서 Smoothing의 범위는 해석목적에 부합되는 적당한 범위를 결정할 필요가 있다. 연안해역에 있어서의 수리현상 파악을 목적으로 비연산처리를 할 경우, 가장 효과적인 Smoothing 방법을 발견하기 위해 Smoothing처리를 하지 않는 것도 포함하여 다음과 같은 네가지 경우에 관하여 화상처리를 실시한후 비교·검토하였다.

(a) Smoothing처리를 하지않고 비연산을 행하는 경우 $Q'_{i,j} = Q_{i,j}$

여기서, $Q_{i,j}$: Original Data

$Q'_{i,j}$: Smoothing후의 Data

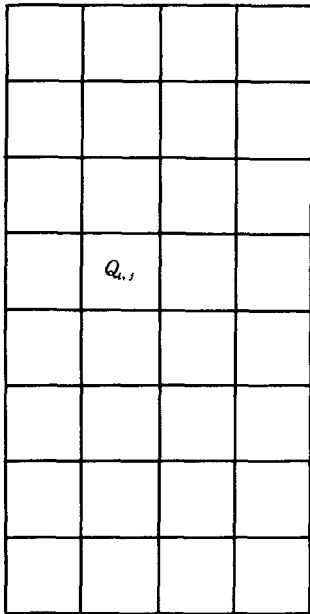
(b) 한 Px.에 대하여 3Px. (Line방향) × 3Px.

		j → Column		
i ↓		$Q_{i-1,j-1}$	$Q_{i-1,j}$	$Q_{i-1,j+1}$
		$Q_{i,j-1}$	$Q_{i,j}$	$Q_{i,j+1}$
		$Q_{i+1,j-1}$	$Q_{i+1,j}$	$Q_{i+1,j+1}$

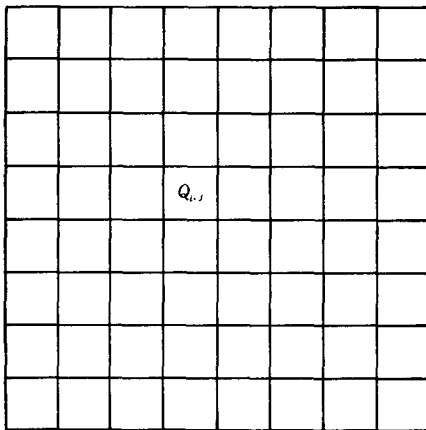
$$Q'_{i,j} = \frac{1}{9} \sum_{i=i-1}^{i+1} \sum_{j=j-1}^{j+1} Q_{i,j}$$

(Column 방향)의 범위로 Smoothing 한후 비연산을 행하는 경우

(c) 한 Px.에 대하여 8 Px. (Line방향) × 4 Px. (Column 방향)의 범위로 Smoothing 한후 비연산을 행하는 경우



(d) 한 Px.에 대하여 8 Px. (Line방향) × 8 Px. (Column 방향)의 범위로 Smoothing 한후 비연산을 행하는 경우



$$Q'_{i,j} = \frac{1}{64} \sum_{i'=i-3}^{i+3} \sum_{j'=j-3}^{j+3} Q_{i',j'}$$

먼저,

(a)의 경우는 (b), (c), (d)의 Smoothing 처리의 유효성을 검토하기 위한 기준으로 설정한 것이다.

(b)의 경우는 일반적으로 가장 널리 이용되는 방법이므로 선택하였다.

(c), (d)의 경우는 LANDSAT MSS의 檢知器의 수와 Resampling의 관계로부터 얻어진 것이다.²³⁾ 즉 LANDSAT MSS는 동시에 6개의 검지기가 지표면을 走査하기 때문에 검지기 감도등에 의한 Noise는 Line방향 6Px.을 Smoothing 범위로 하게되면 감소시킬 수 있다고 생각된다. 그러나 실제 LANDSAT MSS Data가 이용자에게 제공될때에는 1Px.의 크기를 79m에서 57m로 하는 Resampling 처리를 한 후이기 때문에 Line방향 8Px.을 Smoothing 범위로 대치해야 한다.

따라서 하나의 Px.에 대한 Smoothing의 범위로 8Px. (Line 방향) × 4 Px. (Column 방향) 8Px. (Line 방향) × 8 Px. (Column 방향)을 각 범위로 선정하였다.

작업의 흐름은 그림 9에 표시하였다.

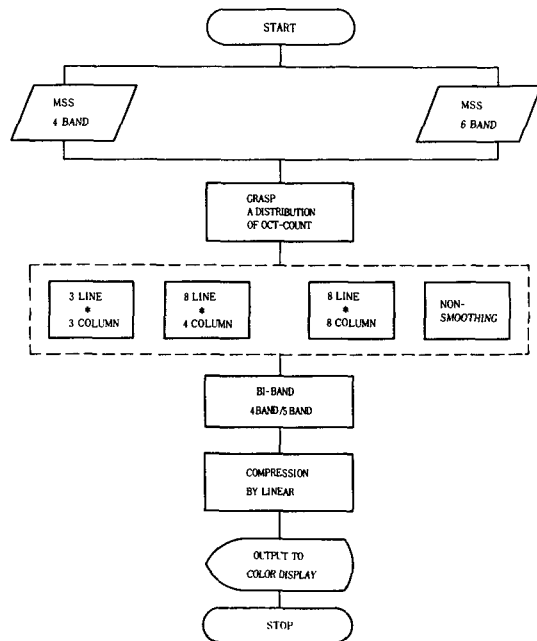


그림 9. Flow Diagram to Examine a Most Effective Smoothing on Bi-Band Processing

또한 모든 Data의 범위로써 Smoothing처리를 실행한 후, Band 4/Band 6의 비연산처리와 선형압축(Linear Compression)을 실행하였다.

寫眞 9, 10, 11, 12는 상술한 네가지 경우의 Smoothing을 각기 실행한 후의 출력화상이며 이들 결과로부터 다음 사항을 알 수 있었다.

(a) Smoothing을 하지않고 비연산처리를 실행한 결과는 Noise가 강조되어 매우 좋지못한 화상임에 비하여 전반적으로 Smoothing을 실시한 Data의 연산결과는 Noise가 감소되어 유효한 화상이 얻어졌다. 또한 이 화상으로부터 해수역의 Pattern을 용이하게 인식할 수 있었다. 즉 비연산처리에 있어서 Smoothing처리의 유효성이 확인되었다.

(b) 해수역에 있어서 유동 Pattern의 출력이 가장 중요한 문제중의 하나이므로 Noise감소처리의 방법으로서 Smoothing처리를 실행하는 것이 효과가 있었으며 그 범위로서는 8Px.(Line 방향)×8Px.(Column 방향)로 하는 것이 가장 적합하였다.

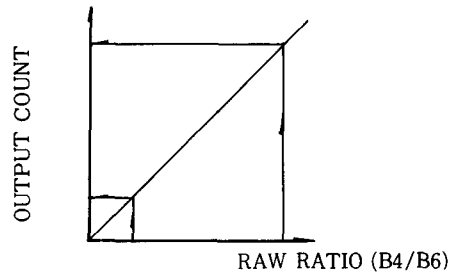
4.4.2 비연산결과의 압축방법 검토

해수역뿐만 아니라 대체적으로 수역을 대상으로 하는 경우 어떤 Band에 있어서도 CCT Data 값은 아주 낮게 나타나며 또한 좁은 범위에 분포되어 있다. 예를들면, Band4 /Band 6의 연산결과를 정수로 잡으면 0~2정도, 즉0,1,2의 3가지 분류항목 밖에 분류되지 않으므로 도리어 갖고 있는 정보를 해치는 결과가 되어 비연산처리의 잇점을 살리지 못하게 된다. 따라서 수역을 대상으로한 비연산처리에서는 연산결과를 실수값으로서 취급하는 것이 가장 효과적이다.

그런데 실제로는 연산결과를 실수취급하면 분류항목이 무수히 많아지므로 이들 비연산처리한 Data값을 출력장치의 Dynamic Range의 Full Scale에 대응하도록 압축시킬 필요가 있다. 일반적인 비연산결과의 압축방법으로는 아래와 같이 세가지가 고려된다.”

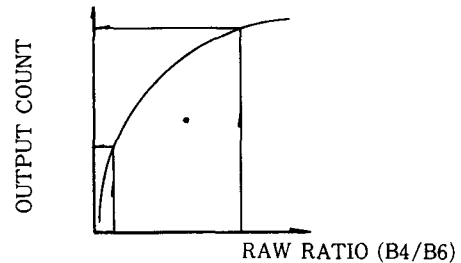
- ① 線形壓縮 (Linear Compression)
- ② 對數壓縮 (Compression by Logarithm)
- ③ Arc tangent 壓縮 (Compression by Arctangent)

$$X' = A \cdot X + B$$



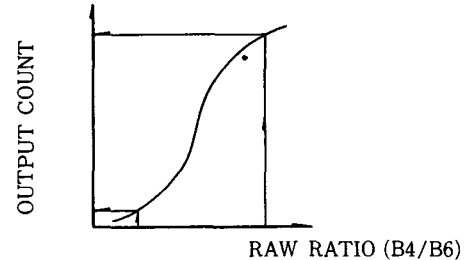
(a) LINEAR

$$X' = A \cdot \text{LOG}(X+1) + B$$



(b) LOGARITHM

$$X' = A \cdot \text{Tan}^{-1} X + B$$



(c) ARCTANGENT

그림 10. Compression

해수역을 대상으로 연산수리현상의 파악을 목적으로 하는 본 연구의 경우, 유효한 압축방법을 그림 11의 Flow Diagram에 의해 검토하였다.

압축범위로는 水域의 Training Field에 대한 比演算값의 min.과 max.사이를 택하였으며 이 min.과 max.이 출력화상의 Dynamic Range의 하한과 상한에 대응하도록 각 壓縮方程式의 상수 A, B를 計算한 후에 이들 방정식을 利用하여 압축을 실행하였다.

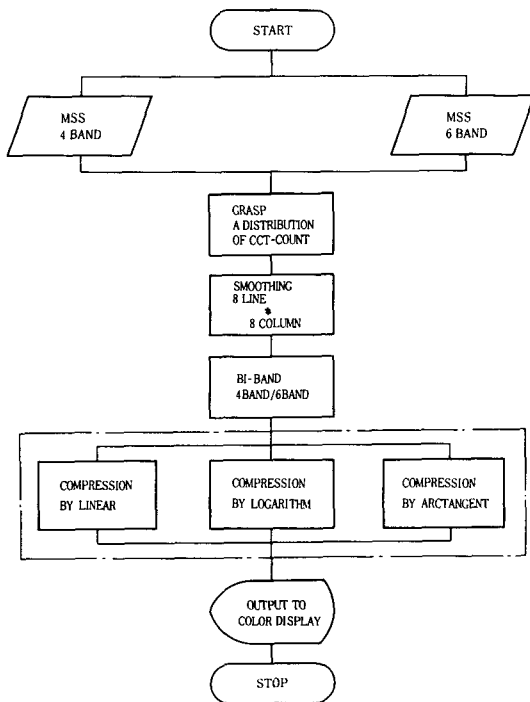


그림 11. Flow Diagram to Examine a Most Effective Compression on Bi-Band Processing

寫眞 13, 14, 15는 Linear Compression, Compression by Arctangent, Compression by Logarithm한 출력화상이다.

압축과정을 거쳐 얻어진 화상의 Color Display 결과와 그림 12의 Histogram으로부터, 해수역에 있어서 추출되는 Pattern은 어느 압축방법을 사용하여도 거의 차이가 없음을 알 수 있었다. 따라서 해수역을 대상으로 하는 비연산에서는 어느 압축방법을 사용하여도 대체로 비슷한 결과를 얻을 수 있다고 할 수 있다.

4.4.3 비연산 Band의 짝짓기 검토

연안 해수역에 있어서의 수리현상 파악을 목적으로 하는 비연산처리의 유효 Band 짝짓기는 지금까지 거의 알려지지 않았다. 본 연구에서는 그림 13과 같이 Band 4 / Band 5, Band 4 / Band 6, Band 4 / Band 7, Band 5 / Band 6, Band 5 / Band 7, Band 6 / Band 7의 모두 여섯가지의 짝짓기에 대해 실시하였다.

짝짓기의 6가지 경우에 있어서, 비연산과 대수압축을 실행한 후에 얻어진 화상에 대하여 Histogram의 분포상황과 출력장치로 출력시킨 화상의 유동 Pattern을 비교·검토한 결과, Band 4 / Band 5 또는 Band 4 / Band 6의 비연산 결과는 다른 짝짓기에 비해 분류항목이 많으므로 풍부한 해수역 정보를 제공하여 준다고 할 수 있다. 즉 연안해수역의 수역 Pattern 추출을 목적으로

```

*-----*
*          HISTOGRAM & STATISTICS          *
*-----*

-INPUT DATA :
FILENAME => LINS&E
LINES : COLUMNS => 1024 1024

CALC. AREA : LINE:  START 1      COLUMN:  START 1
              END 1024    END 1024
              INTERVAL 10    INTERVAL 10

TOTAL POINTS = 10609.

-STATISTICS :
MEAN = 6.39      ST. DEV. = 5.28
MINIMUM = 1      MAXIMUM = 16

(PPOINTS)
0      432      864      1296      1728      2160      2592      3024      3456      3888      4320
LOW:HIGH:COUNTS:PERC:ACCUM:
1  1  4324. 40.8 40.8
2  2  385.  3.6 44.4
3  3  267.  2.5 46.9
4  4  254.  2.4 49.3
5  5  187.  1.8 51.1
6  6  119.  1.1 52.2
7  7  136.  1.3 53.5
8  8  173.  1.6 55.1
9  9  289.  2.7 57.8
10 10 449.  4.1 62.0
11 11 1273. 12.0 74.0
12 12 1815. 9.6 83.6
13 13 972.  9.2 92.7
14 14 594.  5.6 98.3
15 15 158.  1.5 99.8
16 16  21.  0.2 100.0
LOW:HIGH:COUNTS:PERC:ACCUM:
  
```

(a) LINEAR

```

*****
*          HISTOGRAM & STATISTICS          *
*****

-INPUT DATA :
FILENAME => AT84E
LINES : COLUMNS => 1024 1024

TOTAL POINTS = 10609.

CALC. AREA : LINE: START 1 COLUMN: START 1
              END 1024 END 1024
              INTERVAL 10 INTERVAL 10

-STATISTICS :
MEAN = 7.37 ST. DEV. = 5.95
MINIMUM = 1 MAXIMUM = 16

(PPOINTS)
LOW:HIGH:COUNTS:PERC:ACCUM:
0 426 852 1278 1784 2130 2556 2982 3488 3834 4268
1 1 426. 40.2 40.2
2 2 159. 1.6 41.8
3 3 145. 1.4 43.2
4 4 258. 2.4 45.6
5 5 221. 2.1 47.7
6 6 159. 1.6 49.3
7 7 121. 1.1 50.4
8 8 152. 1.4 51.8
9 9 99. 0.9 52.8
10 10 206. 1.9 54.7
11 11 276. 2.6 57.3
12 12 491. 4.6 61.9
13 13 1277. 12.0 74.0
14 14 1987. 18.7 92.7
15 15 788. 6.7 99.4
16 16 65. 0.6 100.0
LOW:HIGH:COUNTS:PERC:ACCUM:

```

(b) ARCTANGENT

```

*****
*          HISTOGRAM & STATISTICS          *
*****

-INPUT DATA :
FILENAME => LOG84E
LINES : COLUMNS => 1024 1024

TOTAL POINTS = 10609.

CALC. AREA : LINE: START 1 COLUMN: START 1
              END 1024 END 1024
              INTERVAL 10 INTERVAL 10

-STATISTICS :
MEAN = 6.87 ST. DEV. = 5.63
MINIMUM = 1 MAXIMUM = 16

(PPOINTS)
LOW:HIGH:COUNTS:PERC:ACCUM:
0 426 856 1284 1712 2148 2568 2996 3424 3852 4280
1 1 428. 40.4 40.4
2 2 263. 2.5 42.9
3 3 288. 2.7 45.6
4 4 291. 2.7 48.3
5 5 159. 1.5 49.8
6 6 162. 1.5 51.3
7 7 128. 1.2 52.5
8 8 143. 1.3 53.8
9 9 175. 1.6 55.4
10 10 289. 2.7 58.1
11 11 448. 4.2 62.3
12 12 1273. 12.0 74.3
13 13 1815. 17.1 91.4
14 14 1556. 14.7 96.1
15 15 168. 1.6 97.7
16 16 21. 0.2 100.0
LOW:HIGH:COUNTS:PERC:ACCUM:

```

(a) LOGARITHM

그림 12. Histograms of Compressed Images

하는 비연산은 Band 4 / Band 5, Band 4 / Band 6 의 짝짓기가 효과적이었으며 Band 4 / Band 6 의 짝짓기가 좀더 유효한 것으로 판단되었다.

이상과 같은 결과로부터 LANDSAT MSS Data를 사용한 연안해수역의 유동 Pattern 파악을

목적으로 한 해석처리의 최적순서를 그림 14와 같이 提案할 수 있다.

연안해역의 유동특성 파악을 위하여 그림 14의 최적해석 순서에 따라 선정 Data인 1980년 8월 5일 및 1980년 2월 16일 Data는 表 - 4와

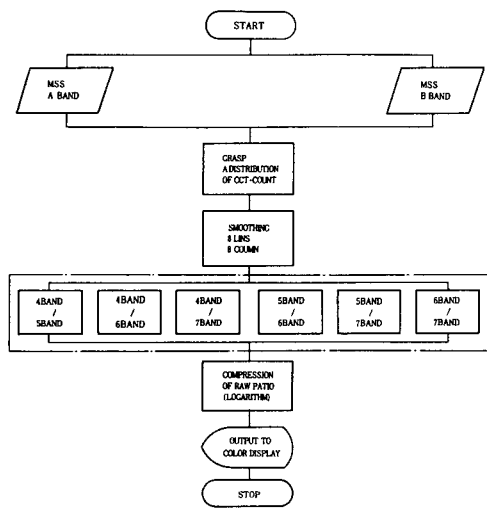


그림13. Flow Diagram to Examine a Most Effective Combination of Band on Bi-Band Processing

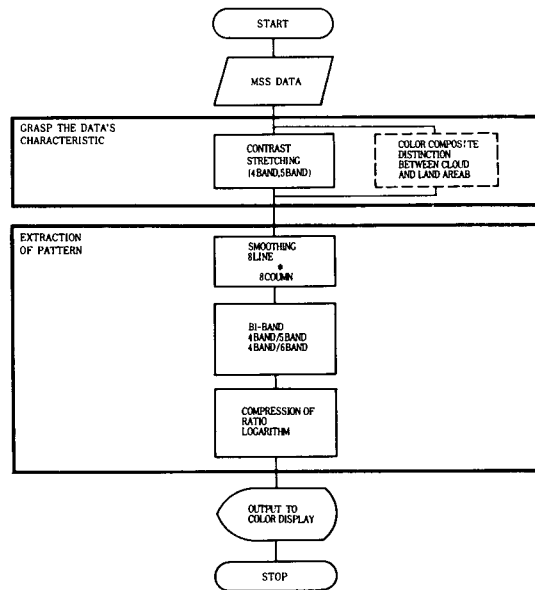


그림14. Flow Diagram of the Most Effective Procedure

같이 처리되었다.

그림 15는 表- 4 의 一部로써, 만조시 Data의 水域 Training Field 内の 비연산(B4/B5) 값의 統計量에 대한 Output이다.

이와같은 작업과정을 거쳐 얻어진 인천해역에 있어서 만조와 간조시의 최종 출력화상은 寫眞 16~19와 같다.

5. 綜合評價

전술한 바와같은 과정을 거쳐서 얻어진 출력

화상으로 종합적인 평가를 하였다. 본 연구는 연안해역의 유동특성을 해석하는 것뿐 아니라 해석과정의 검토에도 그 목적이 있으므로 현지조사를 실시함이 없이 LANDSAT MSS Data 만을 근거로 하여 화상해석을 진행시켰다. 실제적으로는 상세한 현지조사 Data (Sea Truth Data)를 가미함으로써 보다 현실적인 평가가 가능할 것이다.

1) 1980년 8월 5일의 인천해역의 Data는 Original Data로부터 상당한 Pattern이 확인되

表- 4. Data의 종합처리

대상 영역	사용 Data	Noise 감소처리	압축 방법	Band 짝짓기	비 연 산 값 (수역 Training Field內)		압축변환식 $y = A \cdot \log(x+1) + B$
					Max	Min	
인	1980. 8. 5 (만조)	(8 × 8) Smoothing	대수 압축	Band 4 / Band 5	Max	1. 6000	$43. 6414 \log(x+1) + (-25. 6999)$
					Min	0. 8437	
				Band 4 / Band 6	Max	2. 4000	$24. 6140 \log(x+1) + (-14. 1220)$
					Min	0. 8485	
천	1980. 2 16 (간조)	(8 × 8) Smoothing	대수 압축	Band 4 / Band 5	Max	1. 4615	$72. 2407 \log(x+1) + (-49. 0734)$
					Min	1. 0000	
				Band 4 / Band 6	Max	3. 1667	$22. 1628 \log(x+1) + (-15. 6289)$
					Min	1. 1176	

```

FILENAME = ICF84 / ICF85

*** TRAINING FIELD 1 ***
CALC. AREA 1 LINE: START 28 COLUMN: START 388
END 98 END 381
MEAN = 0.8782
ST. DEV. = 0.0276
MAXIMUM VALUE = 0.9543
MINIMUM VALUE = 0.8437

*** TRAINING FIELD 2 ***
CALC. AREA 1 LINE: START 521 COLUMN: START 48
END 620 END 299
MEAN = 1.3637
ST. DEV. = 0.0982
MAXIMUM VALUE = 1.5333
MINIMUM VALUE = 1.0417

*** TRAINING FIELD 3 ***
CALC. AREA 1 LINE: START 524 COLUMN: START 438
END 580 END 609
MEAN = 1.1133
ST. DEV. = 0.0784
MAXIMUM VALUE = 1.3000
MINIMUM VALUE = 0.9630

*** TRAINING FIELD 4 ***
CALC. AREA 1 LINE: START 764 COLUMN: START 734
END 902 END 854
MEAN = 1.3948
ST. DEV. = 0.0695
MAXIMUM VALUE = 1.5333
MINIMUM VALUE = 1.2381

*** TRAINING FIELD 5 ***
CALC. AREA 1 LINE: START 768 COLUMN: START 242
END 934 END 450
MEAN = 1.3016
ST. DEV. = 0.0987
MAXIMUM VALUE = 1.6000
MINIMUM VALUE = 1.0833

TOTAL MEAN = 1.3163
TOTAL ST. DEV. = 0.1690
TOTAL MAX. VALUE = 1.6000
TOTAL MIN. VALUE = 0.8437

43.6414 * LOG(X+1) + -25.6999

```

그림 15. Training Field Data of Bi-Band (Band4/Band5, Oct. 5, 1986) Image

었다. 이날의 조위는 만조시로서 평균 해면고 464cm를 기준으로 하여 676cm로 상당히 높았으며, 연안지역의 육역은 많은 부분이 수몰되어 있음을 판별할 수 있었다.

또 비연산 화상에서는 Original Data로는 확인할 수 없었던 유동 Pattern의 세부구조를 파악할 수 있었다. 또한 최대 조위로 이행하려는 상황을 시각적으로 인식할 수 있다. 이날의 Data에 관해서는 Band 4/Band 5의 비연산 화상의

경우, Band 7의 Data를 사용하여 Masking 처리를 실행하였다. 일반적으로 육역과 수역은 비연산할 때의 Range로 명확히 분리되는 것이 경험적으로 알려져 있으나 상술한 바와같이 간단한 차이가 크고 만조시에 있어서 넓은 면적의 육역이 수몰되는 지역에서는 이와같이 Masking하는 방법도 필요하다.

2) 1980년 2월 16일의 인천해역의 Data는간조시의 것으로서 만조시의 Data와 동일하게 Original Data에서도 많은 Pattern을 인식할 수 있다. 이날의 조위가 평균해면고 464cm를 기준으로 하여 -16cm로 되어있고, 만조시의 676cm에 대하여 692cm의 조위차가 있다. 섬이나 하구부분을 살펴보면 만조시에 수몰되었던 육역부분이 비연산출력화상에 잘 나타나고 있다.

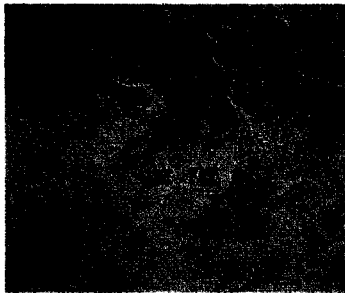
유동 Pattern에 관해서도 관측시(Data수집時)의 해면 상황은 하강하는 상태이며, 糸狀의 유동상황 Pattern이 간조위로 移行하려는 상황이 잘 나타나고 있다.

6. 結 論

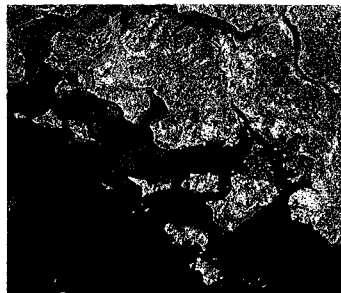
1. LANDSAT MSS Data를 화상강조 처리한 출력화상으로부터 연안수리현상(유동 Pattern)을 파악할 수 있었다.
2. 개략적인 유동 Pattern을 파악함에는 Band 4와 Band 5의 Contrast 강조처리 방법이 간단하면서도 효과적이었다.
3. 비연산처리과정의 Noise감소처리에는 Line 방향 8Px. × Column방향 8Px.의 Smoothing을 실행하는 것이 출력화상의 질을 향상시키는데 반드시 필요함이 확인되었다.
4. 비연산처리 Data의 압축방법은 선형압축, 대수압축, 그리고 Arctangent압축의 어느 방법을 사용하여도 차이가 없음을 알 수 있었다.
5. 비연산처리에서의 Band 짝짓기는 Band 4/Band 5와 Band 4/Band 6을 사용함이 효과적이었으나 본 연구에서는 Band 4/Band 6이 보다 더 유효하였다.

参考文献

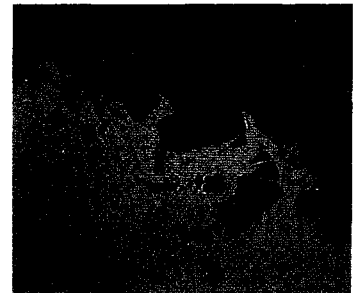
1. 安哲浩, 人工衛星(LANDSAT) Data에 의한 서울시에 있어서의 都市域의 變化의 抽出, 한국측지학회지, 第2卷, 第1號, 1984, pp. 5~16.
2. 安哲浩, 都市 및 地域研究를 위한 人工衛星 Data의 分析 및 그 活用方案에 關한 研究, 한국측지학회지, 第3卷, 第1號, 1985, pp. 1~13.
3. Cracknell, A. P., Remote Sensing in Meteorology, Oceanography and Hydrology, Ellis Horwood Limited Publishers, Chichester, West Sussex, England, 1981, pp. 285~294.
4. 日本科學技術庁, リモートセンシングの現状と動向—リモートセンシングデータの有効利用に関する調査—, 科學技術庁資源調査会編, 1986, pp. 91~100.
5. 日本科學技術庁, 宇宙空間からの地球資源情報—リモートセンシングデータ利用の現状と動向に関する調査—, 科學技術庁資源調査会編, 1986, pp. 173~179.
6. 横山隆三, リモートセンシングによる宮古灣の海水交流機構の解明(I), (II), 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 5, No. 4, 1985, pp. 19~45.
7. American Society of Photogrammetry, Manual of Remote Sensing, 2nd ed., ASP, Falls Church, Virginia, 1983, pp. 911~912.
8. 石井吉徳, リモートセンシング讀本, オーム社, 東京, 1984, pp. 42~44.
9. Ingham, A. E., Sea Surveying, John Wiley & Sons Inc., London, 1975, p. 292.
10. 丸安 隆和, 大西外明, 西村 司, マルチレベルリモートセンシングを利用した“鳴門のうす潮”の研究, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 2, No. 1, 1982, pp. 59~60.
11. 安哲浩, リモートセンシングデータの精度に関する研究, 1985, pp. 191~201.
12. Warne, D. K., Landsat as an Aid in the Preparation of Hydrographic Charts, photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 44, No. 8, 1978, p. 1013.
13. 東京理科大学リモートセンシング研究所, リモートセンシングデータの画像処理/解析, 東京理科大学出版会, 東京, 1985, p. I-31.
14. 東海大学情報技術センター, コンピュータ・イメージング, 写真工業出版社, 東京, p. 115.
15. 星仰 著, リモートセンシング工学の基礎, 森北出版, 1985, p. 123.
16. Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W., Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Inc., New York, 1979, p. 540.
17. リモート・センシング技術センター, 地球観測データ利用ハンドブック(ラントサット編・改訂版), リモート・センシング技術センター, 東京, 1986, pp. 5-21~5-22.
18. 日本リモートセンシング研究会, 画像の処理と解析, 共立出版(株), 東京, 1981, pp. 189~190.
19. 杉森康宏, 海洋のリモートセンシング, 共立出版(株) 東京, 1984, pp. 74~76.
20. Michael, H. R., Digital Image Processing of Remotely Sensed Data, Academic Press Inc., New York, 1982, pp. 79~82.
21. Townsend, F. E., The Enhancement of Computer Classifications by Logical Smoothing, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 52, No. 2, 1986, p. 214.
22. Schowengerdt, R. A., Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing, Academic Press Inc., 1983, pp. 72~79.
23. 安哲浩外, IV-93 MSSデータに生じるランダムノイズの除去について, pp. 185~186.



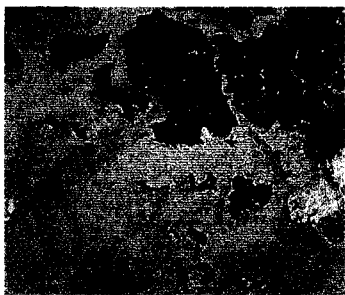
寫真 1. Band4 (1980. 8)



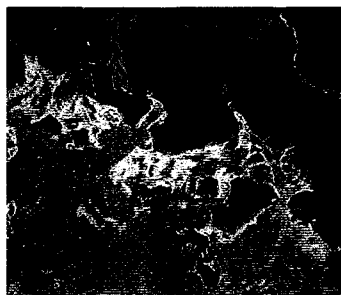
寫真 5. Band6 (1980. 8)



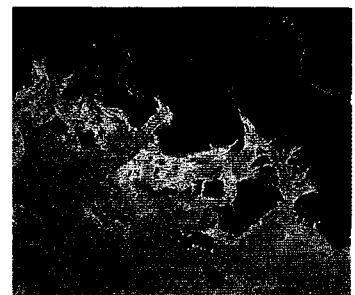
寫真 9. Linear Compression of Raw Ratio (B4/B6, 1980. 8)



寫真 2. Band4 (1980. 8) after Contrast Stretching



寫真 6. Band6 (1980. 8) after Contrast Stretching



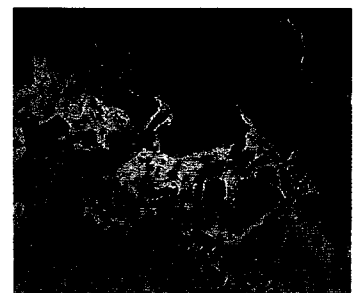
寫真 10. Linear Compression of Ratio (B4/B6) after 3x3 Smoothing (1980. 8)



寫真 3. Band5 (1980. 8)



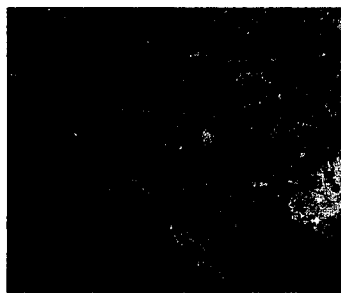
寫真 7. False Color (1980. 8)



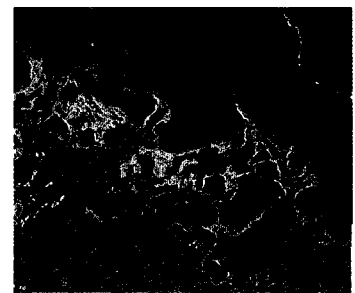
寫真 11. Linear Compression of Ratio (B4/B6) after 8x4 Smoothing (1980. 8)



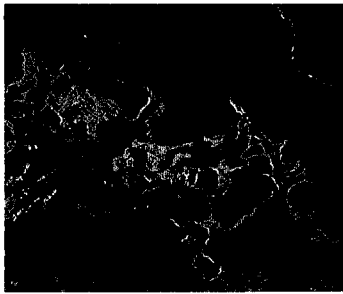
寫真 4. Band5 (1980. 8) after Contrast Stretching



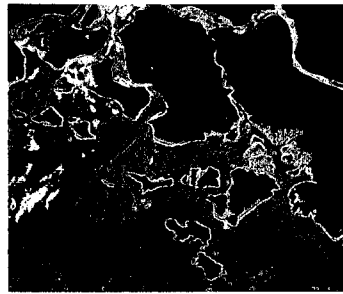
寫真 8. Natural Color (1980. 8)



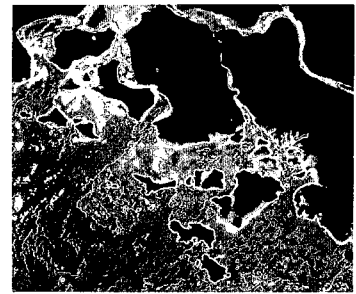
寫真 12. Linear Compression of Ratio (B4/B6) after 8x8 Smoothing (1980. 8)



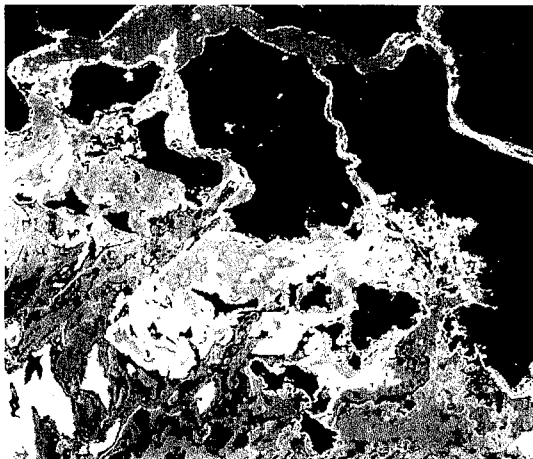
寫真 13. Linear Compression of B4/B6 (1980. 8)



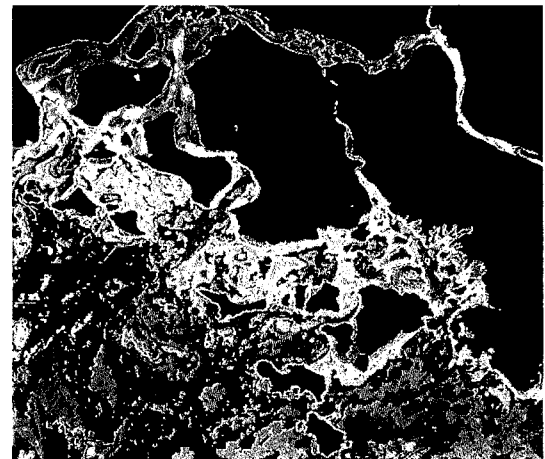
寫真 14. Compression by Arctangent of B4/B6 (1980. 8)



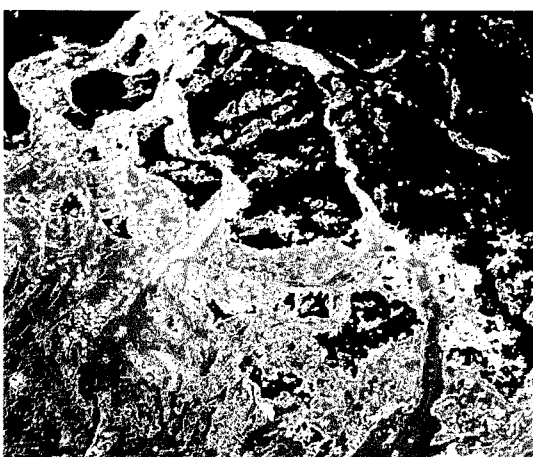
寫真 15. Compression by Logarithm of B4/B6 (1980. 8)



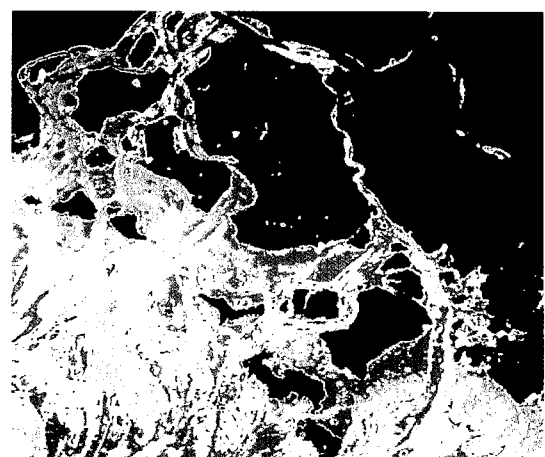
寫真 16. Compression by Logarithm of Bi-Band (B4/B5) Ratio (1980. 8. 5 滿潮時)



寫真 17. Compression by Logarithm of Bi-Band (B4/B6) Ratio (1980. 8. 5 滿潮時)



寫真 18. Compression by Logarithm of Bi-Band (B4/B5) Ratio (1980. 2. 16 干潮時)



寫真 19. Compression by Logarithm of Bi-Band (B4/B6) Ratio (1980. 2. 16 干潮時)