

“이 논문은 '90년도 강원대학교 기성회 학술연구비에 의하여 연구 되었음”

遠隔深査에 依한 春川流域의 地表情報 抽出에 關한 研究

*양 인 태, **김 옥 남

A Study of The Extraction of Surface Cover Information of Chuncheon Basin by Remote Sensing Technology

In Tae Yang

Wook Nam Kim

ABSTRACT

This report is a study concerning the classification of the surface cover data applying the data of Landsat TM(Thematic Mapper).

The purpose of this study was to reduce the cost of use for Landst data and increase the accuracy of land cover classification, Especially, A method used in this paper was a unique optical method using Over Head Projector.

It is found that a unique optical method can have significant effects upon the responses according to the present results in this study.

I. 序 論

地表情報 抽出은 土地利用 分類를 目的으로 여러 가지 方法이 利用되고 있지만, 國內에서는 1983년 이래 digital方法이 꾸준히 研究·發展되어 왔다.¹⁾
²⁾ 그러나 地表情報 抽出의 또 다른 方法중의 하나인 optical方法은 아직 試圖되고 있지 않은 狀況이다. 外國의 경우, 1972년 人工衛星(landsat-1호)

이 發사된 이후 optical方法이 꾸준히 研究·發展되어 왔으며, 正確度 면에서 digital方法보다 월등히 좋은 結果값을 얻었다. 1977년 미국의 ecosystem에서는 航空寫眞을 現場 檢證用으로 使用하여 약 6%의 MSS影像 誤差를 확인하였고, 1978년에는 Harry Loast, Jr., Thomas Fowler, Peter Castruccio 등에 의해 새롭게 考案된 projector를 利用 MSS 影像의 誤差를 2.7%까지 낮추었다.⁵⁾ 이는 컴퓨터 自動分類에 비하면 약 10%이상 향상된 좋은 結果였다. 때문에 MSS 影像(66×66m²)에 비해 解像力이 거의 두 배 이상 좋아진 TM 影像(23×23m²)과 SPOT 影像(15×15m²)은 正確

* 강원대학교 공과대학 토목공학과 부교수
** 강원대학교 공과대학 토목공학과 박사과정

度 면에서 보다 큰 향상을 기대할 수 있게 되었다. 따라서 본 研究에서는 TM 影像을 利用하여 地表情報를 抽出하려는 土地利用分類를 試圖하였다. 뿐만 아니라 OHP를 利用한 새로운 optical方法을 考案, 經濟性을 만족시켜 보고자 하였고, 水文 解析時 土地利用分類에 주로 利用하는 地形圖 利用法과 比較하여 問題點을 찾아 보았다.

II. REMOTE SENSING의 效率性 檢證

2-1. 제1차 效率性 檢證

1974년 2월부터 1975년 12월까지 remote sensing의 초기단계 檢證이 이루어졌다. 이 檢證은 分水界의 土地利用 分類에 관한 水文學的 分析으로 이루어졌다. 이 分析에 관한 보고문은 다음과 같이 요약된다.⁴⁾

1) 실질적으로 水文學的인 情報는 landsat 影像으로부터 測定되어 질 수 있다. 明示되고 測定된 媒介變數들은 다음과 같다. 地表水量, 地表被覆 分類, 水路의 길이, 分水界 面積 등이 그것이다.

Single-band와 Color로 구성된 影像으로 研究되어졌는데 Color 影像이 훨씬 더 많은 情報를 提供하여 分析을 容易하게 하였다.

2) 계절에 따른 Landsat 影像의 觀測事項에는 특별한 가치가 있다. 예를 들면 10월의 影像은 식물종류의 활력도 범위가 낮은 分水界가 잘 드러내고, 高次河川(high-order streams)들을 식별할 수 있게 해주며, 같은 縮尺의 地圖上에 나타난 것 보다 더 많은 水路가 測定되어질 수 있었다.

3) 이미 간행된 기록은 시간이 지남에 따라 변화된 分水界 上의 土地利用 狀況을 만족시켜 주지 못한다.

4) Landsat 影像으로부터 河川水路, 空面積, 地表水와 불투수성 面積을 식별할 수 있는 能力을 評價하는데 利用되어졌다. 4개의 MSS band 각각에서 발견된 가치는 band 7이 表面水에 대하여 가장 유용한 것으로 밝혀졌고, band 5가 식물면적에 대해 보다 상세한 것을 提供하였다. 이 보고문에서 본다면 合成影像이 모든 band마다의 가치를 最適化할 수 있다고 결론짓고 있다.

5) 완성된 水文 土地利用 解析은 對象 流域에 대해 Color合成影像을 利用하여 實施되었다. 그 實施過程의 正確性은 航空寫眞을 現場檢證用으로 使用함으로써 이루어졌다.

그 結果는 Table 1에 열거하였다. 전체적인 誤差는 약 6%로 水文모델의 土地被覆要素 계산에 받아들일 만한 것이다.

Table 1. Surface cover classification results

단위 : ha

種類	LANDSAT(A)		航空寫眞(B)		A/B- 誤差(%)
	面積	分水界의 비율(%)	面積	分水界의 비율(%)	
도시	557	11	649	12	-14
숲	1242	24	1292	23	-4
호수	30	1	29	1	+3
토양	575	11	547	10	+5
초지	2852	54	3028	55	-6

2-2. 제2차 效率性 檢證

이 檢證은 Landsat image의 正確性 및 效率性을 檢證한 것으로 3년에 걸쳐 實施되었다.⁵⁾ 이 結果로 미국에서는 人工衛星 影像 중 MSS 影像을 利用하여 土地利用 分類를 實施하였고, 이어서 미국의 2000년대 環境 問題를 위한 project를 人工衛星 影像으로 遂行하고자 決定하기에 이르렀다. 그 이유 중의 하나는 본 檢證의 結果가 확실한 것으로 확인되었고 믿을 수 있는 것이었기 때문이다.

이 檢證의 結果는 Table 2와 같다.

Table 2. Summary of classification results

단위 : 1만m²

종	류	위성영상면적	지형도면적	실질오차(%)
평	야	1,479	1,510	-2
삼	림	767	738	+4
도	시	10	9	+11
물		7	8	-13
농	작물	87	85	+2
합	계	2,350	2,350	2.7

Ⅲ. 地表情報 抽出

3-1. 地表情報 抽出을 위한 分析 技法

地表情報 抽出을 위한 分析 技法에는 地表情報를 어디에서 얻느냐에 따라 다음과 같이 세 가지 種類로 區分할 수가 있다.

- (1) 地形圖 利用法
- (2) 航空寫眞 利用法
- (3) 人工衛星 이미지法

첫째, 地形圖 利用法은 모든 地表情報를 地形圖 상에서 얻는 技法으로 水文解析이나 環境解析時 주로 利用하는 技法이다. 이 方法은 地表情報를 값싸게 또한 쉽게 地形圖 상에서 얻을 수 있다는 長點을 갖고 있다. 그러나, 이 技法의 短點은 현재의 情報를 需要에 따라 얻을 수 없다는 것이다. 이는 地形圖를 情報의 변화에 따라 쉽게 수정하기에는 여러가지 어려운 短點이 있기 때문이다.

둘째, 航空寫眞 利用法은 현재로서는 正確한 情報를 얻을 수 있는 가장 좋은 方法이라고 할 수 있다. 특히 낮은 고도에서 촬영한 航空寫眞은 아주 훌륭한 地表情報 資料라고 할 수 있다. 그러나 이 方法은 地形情報를 얻는데 費用이 너무 많이 든다는 短點이 있다.

셋째, 人工衛星 이미지法은 地表情報 抽出을 人工衛星 情報를 利用하여 얻는 것으로 本 研究에서는 Landsat 影像 情報를 利用하여 實驗을 하였다.

Landsat 影像 情報는 다음과 같은 네가지 형태로 출력되어 얻을 수가 있다.

- 1) C. C. T. (Computer Compatible Tape)
- 2) F. D. (Floppy Disk)
- 3) 影像 image
- 4) Paper image

따라서, 地表情報를 人工衛星 情報로 分析하는 데에 있어서 두가지 選擇權이 存在하게 된다. 컴퓨터 測定과 光學測定이 그것이다. 첫번째것은 Sensor 각각과 관련된 結果에 기초하여 種類別 分析을 위한 數學的, 統計學的 연산방식을 개발하는 것을 포함한다.

다. 두번째 光學測定은 계산이 인간의 두뇌속에서 행해진다는 것만 除外하고는 동일한 것이다. 다만 解析者들은 個別的인 또는 全體的인 反射率 程度를 기초로 해서 波長別 Sensor band를 區分시켜야 하는 問題를 갖게 된다.

地表情報 抽出에 관한 그 동안의 研究와 結果들을 살펴보면 光學解析이 복잡한 影像에 대해서는 보다 有利하고 使用상 費用이 적게 드는 잇점을 갖고 있지만 처리속도나 인건비 면에서는 computer 解析이 훨씬 有利함을 밝혀주고 있다. 그 중 重要的 것에는 다음과 같은 것들이 있다.³⁾

(1) 實驗用 例題의 基準들

computer로 測定하고 分類하고자 하는 경우에는 많은 實驗用 例題設定을 필요로 한다. 이것은 적어도 가능한 많은 최소한의 Pixel을 포함하는 같은 種類의 例題이어야 한다. 그러나 光學解析을 하고자 할 경우 實驗用 實例를 最少化할 수 있고, computer分類상 error로 처리된 部分의 變數를 훨씬 容易하게 說明할 수 있다.

(2) Landsat 影像의 多重時間的 影像의 利用

농업에 있어서 뿐만 아니라 光學解析은 多重時間 影像을 利用하는 것이 유익하다고 입증되어졌다. 光學解析은 다른 계절, 다른 년도, 등등... 다른 條件 하에서 影像을 동시에 評價하는 것이 容易하다.

(3) 現場檢證(Ground Truth)

대부분의 地域에서 問題들의 크기는 多樣하다. 만약 컴퓨터에서 自動的으로 影像을 分類할 경우 Landsat 1, 2호의 경우에는 66m(3, 4호의 경우에는 23m)인 解像度보다 작은 地域에서는 解像力을 가질 수가 없다. 그러나 Landsat 影像을 배경으로 航空寫眞과 地形圖를 重複시키면 이 問題는 쉽게 해결된다.

현재 몇몇 software들은 이 作業을 computer에서 조작할 수 있도록 하였다. 그러나 현재로서는 매우 가격이 비싸다.

(4) 結果이 正確性

光學的 方法은 현재 2.7%까지 誤差를 보이고 있다. 그러나 computer分類상 誤差는 현재 약 10% 程度를 보이고 있다.

(5) 必要裝備의 費用

光學解析裝備(projector, zoom transfer sco-

pes)의 사용費用은 digital을 사용하는 裝備보다 상당히 低廉하다. 복잡한 影像에 있어서 光學解析이 같은 일을 遂行하는데 computer 解析의 약 2.3%에 해당하는 初期費用이 든다는 것이 이 研究에서 발견되었다. 이번 研究에서 사용한 裝備는 OHP (Over Head Project)로 따로 digital 裝備를 마련할 필요가 없다는 點에서 더욱 有利하다. 現場상태로는 光學解析 기술이 소규모 使用者들에게는 단연 有利하고 쉽게 Landsat 影像解析에 접근할 수 있다고 하겠다.

費用의 比較는 다음과 같다.

Table 3. The comparison of the price for projectors

단위 : 원(₩)

부품종류	COMPUTER	PROJECTOR
본 체	14,000 × 700 = 9,800,000	530,000
CCT	6,400 × 700 = 4,480,000	
영 상 정 보 이미지해석	95,000 × 4.7 = 446,500	27,700 × 4.7 = 130,190
S-WARE	20,000 × 700 = 14,000,000	
GIS		
S-WAER	10,000 × 700 = 7,000,000	
MONITER	2,000 × 700 = 1,400,000	
인 건 비	1일작업 × 40,000 = 40,000	10일 × 20,000 = 200,000
총 비용	₩37,166,500	₩860,190

3-2. 光學 이미지法の 節次

地表情報 抽出을 위한 土地分類 作業을 하는데 있어서 影像을 光學的으로 解析하는 데는 다음과 같은 6단계있어서 影像을 光學的으로 解析하는 데는 다음과 같은 6段階의 節次로 進行하였다.

- (1) 合成影像(Composite Image)의 準備
- (2) 影像投射(Projector를 利用) / 現場 檢證 (ground truth) 重複
- (3) 對象地域의 外形 그리기
- (4) 地上檢證 解析

- (5) 地域被覆 種類의 分離
- (6) 地表情報의 定量化

IV. 실제 適用과 考察

4-1. 土地利用 情報의 抽出과 比較

4-1-1. TEST FIELD의 設定

本 研究作業을 위해서 實驗對象 地域으로는 춘천시를 中心으로 하는 义암호 流域의 分水界를 設定하였다. 이 地域을 實驗對象 地域으로 設定하게 된 것은 다음과 같은 有利한 몇 가지 이유들 때문이었다.

(1) 本 地域은 북한강 水界 중에서도 가장 多様な 土地 被覆圖를 가지고 있다.

(2) TM 影像 解析時에 現場檢證에 필요한 노력을 줄이는 데에 有利한 條件을 갖추고 있다.

(3) Landsat 影像의 解析 結果를 比較할 수 있는 地形圖 및 地質圖가 存在한다.

(4) 무엇보다도 가장 重要한 이유 중 하나는 义암호 分水界를 test field로 정하여 土地利用 分類를 光學的 解析 方法으로 행할 경우 여러가지 影像 解析 分類 方法과 解析 結果에서 問題點과 論爭點이 提供될 것이라는 것이다.

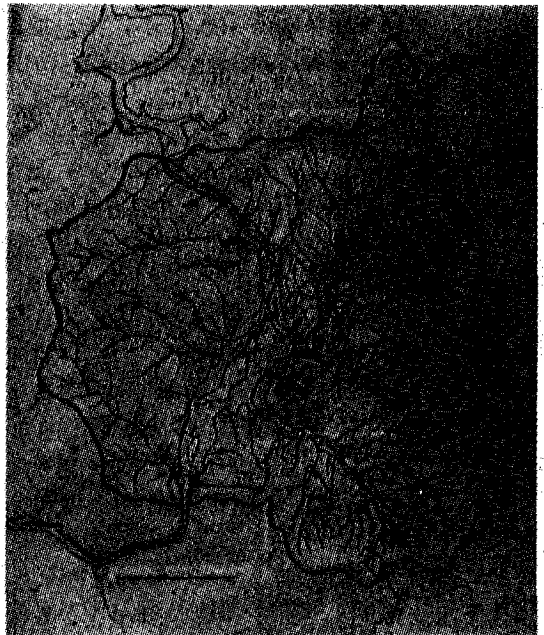


Fig 1. A Watershed of the EUI-AM Basin

國內의 remote sensing 研究에 있어서 光學的 解析 分類方法의 試圖과 論爭點의 제기는 새로운 光學 解析方法의 發展에 도움이 되리라 생각한다. 計劃된 test field의 流域은 Fig 1과 같다. 流域내에 ①로 표시한 시점은 雨量을 測定하는 春川測候所의 位置를 나타낸다.

그림에서 보는 바와 같이 의암호 流域은 약 59km²에 달하며, 주 水路의 길이는 약 16km 程度이다. 아주 우세한 土地利用은 森林地域이지만 교외와 農村地域이 매우 많은 面積을 차지하고 있을 뿐만 아니라 都市地域, 平野地域 및 湖水地域 등 多樣的 土地利用 地域을 포함하고 있다.

4-1-2. 合成 影像(Composite Image)의 準備

本 研究을 위하여 準備한 影像의 내용은 Table 4와 같다.

Table 4. LANDSAT TM Imagery for testing

관측년월	Path-Row	FORMAT	윤량	크기
1984 / 10 / 11	D115-034	240POSI, FILM(A)	10%	1:10000000

比較를 위하여 본 影像은 地形圖의 수정일자와 맞추었고 근사한 影像중 雲量이 가장 적은 影像으로 選擇하였다. 필름을 양화필름으로 選擇한 것은 影像 解析裝備로 利用하고자한 Projector를 OHP로 選擇했기 때문이다. OHP는 準備한 影像을 1 : 50, 000의 地形圖위에 擴大重複하는 데에 충분한 解析 能力을 갖고 있다.

準備된 影像은 合成影像으로 제 2Band를 靑色으로 제 3Band를 綠色으로 제 4Band를 赤色으로 記號化한 偽色 影像이다.

4-1-3. 影像投射

準備된 影像은 影像 投射裝備인 OHP를 利用하여 基本地圖(Base Map)上에 重複시키는 作業을 한다. 이 경우 OHP 밑에 도르레나 레일을 利用할 경우 편리하게 重複作業을 할 수 있다. 本 研究에서는 OHP 밑에 3족의 도르레 판을 裝作하여 利用하였다.

影像 投射作業중 가장 注意해야할 事項은 基本地圖와 필름 影像의 正確한 重複에 있다. 보통 필름을 OHP상에서 上下左右로 움직이며 重複 作業을 행할 경우 필름이 正確하게 OHP의 필름 장착위치 정가운데에 오지 않을 경우에 약간의 렌즈 收差가 발생된다는 事實이 발견되었다. 때문에 필름의 Test Field 流域이 OHP 필름 장착위치의 正중앙에 오도록 놓은 다음에 基本地圖를 左右上下로 움직이면서 重複 作業을 實施하였다.

4-1-4. 流域의 分水界 設定

地表情報 抽出은 對象地域의 境界線을 그림으로부터 시작된다고 할 수 있다. 對象地域은 보통 地形圖 上에서 먼저 몇몇의 地域情報를 利用하여 그려지고 對象地域은 그 위에 影像이 重複되어진다. 對象地域으로 分水界를 利用하는 것은 Landsat TM 影像에서 正確한 分水界를 얻을 수 있기 때문이다. OHP를 利用하여 影像投射作業이 完了되면 이미 그려진 對象地域위에 트레이싱 용지 한장을 올려놓고 基本地圖를 제거한다. 이렇게 하여 트레이싱지 위에 對象地域이 그려지고 基本地圖가 제거되면 對象地域 設定作業이 完了된다.

4-1-5. Landsat TM 影像의 제1차 土地利用 分類

對象地域안에 얼마나 많은 種類의 土地利用 分類가 存在하는가에 대한 1차 評價는 視覺解析에 의해 만들어진다. 正確한 意味에서 각각의 種類는 LANDSAT 影像에서의 分類된 하나하나의 색들과 관련된다. 解析은 標準色相標를 참고로 해서 얼마나

Table 5. The kinds of colors in test basin

Color Basin-Name	Kinds of Colors
EUI - AM HO (CHUNCHEON)	PEACOCK GREEN(123), COMPOSE BULE(127), CERULEAN BLUE(21), BULE CELESIE(22), SEPIA(48), RAW UMBER(50), BURNT SIEMMA(49), LIGHT RED(44), RED WIOLET(118), FRENCY GREY(53), WHITE(51), POPPY RED(7), PEACOCK(129), BLUE GRAY(23), LUMI-ORANGE (L-3) : Total 15Colors

많은 색 분류가區別되는지를決定한다. 1차 土地利用分類結果 다음과 같은 색들이 影像안에 存在하고 있다는事實을 알 수 있었다.

4-1-6. Landsat TM 影像의 제2차 土地利用分類

제1차 土地利用分類에서 나타난 각각의 色相(Color tone)은 나뉠대로의 독특한 地形을 說明하고 있다. 波長別 特徵과 발견된 結果들을 토대로 分類地域을 都市地域, 裸地(空地), 물(湖水)地域, 밭, 森林地域, 논地域의 여섯 등급으로 分類하였다.

土地利用部分에서 調査되어진 색들을 각 土地利用分類別로 區分하여 나타내면 Table 6과 같다.

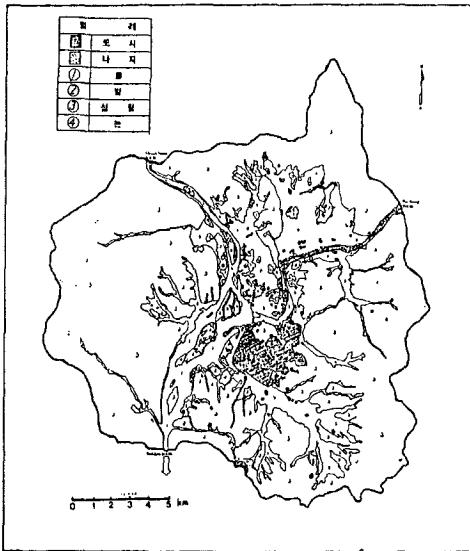


Fig 2. The classification of the LANDSAT TM Imagery for EUI-AM Basin

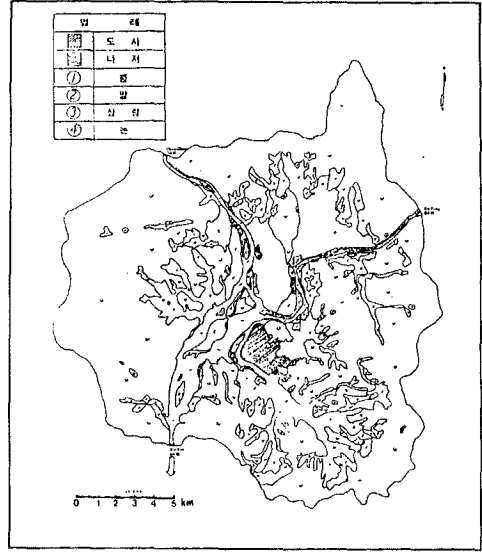


Fig. 3 The classification of the geographic map for EUI-AM Basin

각각의 色相別 區分은 地上의 土地利用分類와 密接한 關係를 갖는다. 각각의 동일한 種類들을 선으로 이어 연결하면 土地利用別 分類圖를 얻을 수 있다.

위와 같은 色相(Color tone)群을 利用하여 土地利用分類를 행하여 Fig 2와 같은 結果를 얻었다.

4-1-7. 地形圖의 土地利用分類

地形圖의 土地利用分類는 1:50,000 地形圖로 행하였다. 分類 作業에 利用된 地形圖의 편집년도는 1975년이고, 수정년도는 1983년과 1986년도의 것을 利用하였다. 地形圖 上에 나타난 情報를 利用하여 影像 分類調査에서 행한 6가지의 種類대로 地形

Table 6. The color groups for land use classification

분 류	논	밭	삼 립	호 수	도 시	나 지
색 상	FRENCH GRAY(53)	POPPY RED(7) LUMI-ORA-NGE (L-3)	SEPIA(48) RAW UMBER(50) BURNT SIENNA(49) LIGHT RED(44)	PEACOCK GREEN(123) COMPOSE BLUE(127) CERULEAN BLUE(21) BLUE CELESET(22) PEACOCK BLUE(129)	BLUE GRAY (23)	WHITE(52)

圖上에서도 동일하게 分類作業을 實施하였다. 完成된 作業 結果는 Fig 3과 같다.

4-2. 分類 結果의 解析

각각의 土地利用 分類에 의한 地域別 面積測定은 方案透寫紙(tracing grid paper)를 利用하였다. Table 7에서 나타난 結果는 각각의 分類 地域에 대해서 人工衛星 影像과 地形圖에서 얻은 地形情報 結果에 懸隔한 差異를 나타내고 있다. 그 內容을 참조해서 살펴 보면 結果값의 誤差가 크게는 77.6%에서부터 작게는 3.4%에 이르기까지 매우 多樣하게 나타난다. 가장 크게 나타난 밭의 경우는 研究에 使用된 影像이 10월 影像이었기 때문에 人工衛星이 地上을 撮映할 당시 作物이 남아있는 部分만을 발작물로 SENSING하였기 때문에 誤差가 대단히 크게 나타나고 있다. 그러나 우두地域은 地形圖上에서 實際와 너무나도 많은 差異를 보이고 있다. 또한 秋收가 끝난 地域이나 변화가 거의 드문 森林地域은 5.1% 以下로 나타나고 있다. 이는 그 地域이 流域에서 차지하고 있는 比率이 90%를 넘고 있다는 事實을 감안해 볼 때 좋은 結果라고 하겠다.

게다가 많은 差異를 나타내고 있는 地域은 都市地域과 裸地이다. 이 地域이 流域내에서 차지하고 있는 比率은 1.2% 이하로 影響力이 적기는 하나 森林地域에서 Manning's "N" 값을 0.1로 假定하는 데에 반해 都市地域과 裸地는 0.017과 0.018로 假定하므로 그 影響力은 결코 적다고 無視할 수 없다.

특히 裸地의 경우는 地形圖上에 나타내기 곤란한 點도 있기는 하나 比較 中에서 두번째로 큰 差異를 나타내고 있다는 것은 注目할 만한 事實이다.

結果값 比較의 절대적인 誤差는 7.5%로 나타났다. 이 誤差는 전체 面積에 대한 각각의 誤差를 평균한 것이다. 이 값은 제2차 效率性 檢證에서 나타난 2.7%의 誤差에 비하면 4.8%의 誤差增加를 보이고 있다. 그 이유는 여러가지가 있을 수 있겠으나 가장 큰 原因은 檢證用 資料로 地表 誤差가 많은 地形圖를 利用하였다는데 있다고 하겠다. 結果로 나타난 7.5%의 誤差는 computer分類의 誤差에 비하면 약 3%의 正確度 向上을 보이고 있다.

V. 結 論

이상의 研究 結果 다음과 같은 結論을 얻게 되었다.

1. 人工衛星을 利用한 remote sensing은 水文 모델링의 正確性 要求에 充分한 土地利用 平價를 産出할 수 있었다.
2. remote sensing 情報는 光學的 分類方法이 computer 分類方法보다 初期 費用이 97.7%까지 減少되어 經濟的임을 알 수 있었다.
3. 本 研究에서 實施한 光學的 分類方法이 computer에 의한 分類方法 보다 正確성이 3% 以上 向上되었다.
4. remote sensing 影像 情報가 地形圖 情報보다

Table 7. Summary of classification

분 류	인공위성(A)		지형도(B)		오 차 (B/A)
	면적(m ²)	면적비(%)	면적(m ²)	면적비(%)	
도 시	1,070,000	1.82	701,000	1.20	+52.6%
나 지	942,500	1.60	573,000	0.97	+64.5%
호 수	2,820,000	4.79	2,977,500	5.05	-5.3%
밭	774,500	1.31	3,462,500	5.54	-77.6%
삼 립	43,412,000	73.69	41,986,000	71.26	+3.4%
논	9,896,500	16.80	9,415,500	15.98	-5.1%
합 계	58,915,500	100	58,915,500	100	7.5%

土地被覆情報면에서 훨씬 正確하다는 것이 立證되었으며, 影像과 地形圖와의 比較 結果는 地形圖에서 최근의 正確한 data를 얻는데 問題가 있음을 알았다.

參 考 文 獻

1. 安哲浩, “人工衛星(landsat) data에 서울시에 있어서의 市域의 變化的 抽出”, 韓國測地學會誌 제2권 제1호, 1984, pp.5-16.
2. 李昶老, “于拓 地域에 있어서 土地情報 및 水面 溫度의 抽出에 關한 研究”, 서울대학교 大學院 碩士學位論文, 1989. p.22.
3. 李元煥, 水文學, 文運堂, 1989, pp.306-307.
4. 楊寅台, “水文解析을 위한 地表情報 抽出의 光學 이미지法에 關한 研究”, 大韓土木學論文集 第10卷 第3號, 1990. pp.77-85.
5. The Application of Remote Sensing to the Development and Formulation of Hydrologic Planning Models, Final report-nas8-30539, 1974, pp.1-18.
6. Peter, Castruccio, Harry L., Loate, Jr., Executive Summary, NASA.
7. ASPRS, Manual of Remote Sensing, second edition, 1983, pp.1497-1498.
8. M. T. Lee. Integration of Geographic Information System and Modeling for Evaluation of Pollution from Agricultural Nonpoint Sources, Illionis State Water survey.
9. S. C. S., Soil group classes, S. C. S. Hydrology Handbook.
10. Eric C. Barrett and Leonard F. Cutris, Crane Russak New York, Environmental Remote Sensing 2; Practices and Problems, 1977, pp.126-142.