

토지피복도의 품질 검증에 관한 연구

A Study on the Quality Checking for Landcover Map

이용욱¹⁾
Lee, Yong Wook

Abstract

Landcover map can use to establish basic national environment policy as main data predicting living place, counting pollution like a atmosphere, water and forest part. During the 1998-2005 years, Korean government made landcover maps using satellite image for part of south Korea. Landcover maps are offered free for public purpose to university and institute. So, it used basic data for policy and research parts. There are some problems for application parts because of inconsistency. So, in this study, to estimate accuracy of source data by quality checking for landcover maps. As a result, there are some errors like classification inconsistencies. So, it need verification process for landcover maps.

Keywords : Landcover map, quality checking, satellite image

초 록

토지피복도는 서식공간의 추정과 대기오염 및 산림오염 산출에 주요 자료로서 국가 환경정책을 수립하는데 사용될 수 있다. 우리나라에서는 1998년부터 2005년에 걸쳐 인공위성 영상자료를 활용한 토지피복도를 제작하였다. 토지피복도는 현재 공공의 이익을 목적으로 학교 및 연구소 등에게 무상 제공되고 있으나, 토지피복도는 일괄성이 결여되어 활용측면에 문제가 발생하였다. 이에 본 연구에서는 토지피복도에 대한 품질검증을 수행하였다. 분석결과, 분류 오류 유형들이 발생하였으며, 토지피복도에 대한 검증절차가 필요함을 알 수 있었다.

핵심어 : 토지피복도, 품질검증, 위성영상

1. 서 론

국토 정보의 효율적인 관리는 미래의 발전계획을 수립하는데 있어서 중요한 기초가 되며 특히 토지이용과 토지피복에 대한 정확한 자료 구축은 국토개발 및 도시계획 분야에 매우 중요한 정보로 활용된다. 또한 토지피복도 구축 사업에 따른 산출물들은 현재 공공의 이익을 목적으로 국가, 지방자치단체, 교육기관, 연구소 등 많은 기관에 무상 제공되고 있으며 이는 각종 정책 및 학술연구 분야에 주요 자료로 이용되고 있다(환경부, 2006).

토지피복변화량 분석 연구는 남한강 유역을 대상으로 Landsat 영상을 이용하여 영상분류를 실행하고 변화량을 분석하여 유역 관리를 위한 유용한 정보를 제시한 연구가

수행되었고(윤홍식 등, 2002) IKONOS 위성영상을 이용한 토지피복정보에 따른 영상융합기법별 특성 분석에 관한 연구가 이루어졌으며(손홍규 등, 2002) 다양한 분광정보를 제공하는 초분광 위성영상을 이용한 중분류 토지피복도 제작 및 최적밴드 선택기법에 대한 연구도 수행되었다(장세진 등, 2006). 또한 GIS와 원격탐사기술을 이용한 토지피복 환경변화의 분석에 관한 연구가 수행되었으며(최석근 등, 2007) 각종 원격탐사 기법의 적용에 의한 광역의 토지피복분류 기법들에 대한 많은 연구들이 수행된바 있다(박병욱, 1996; 전형섭 등, 2001; 신석효 등, 2004; 조우석 등, 2006).

그러나, 토지피복도 제작방법과 활용방안에 대해서는 많은 연구가 진행되었지만 많은 시간에 걸쳐 연차적으로

1) 정회원 · 대한측량협회 책임연구원(E-mail:ywlee@kasm.or.kr)

구축된 토지피복도 성과물들에 대한 일관성 및 신뢰성 검토에 대한 연구는 부족한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 환경부에서 제작한 토지피복도의 품질검증을 통하여 데이터 제작의 방법에 대한 문제점을 검토하여 토지피복도에 대한 검증의 필요성을 제시하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 위치정확도 검토 방법

본 연구에서는 중분류 토지피복도 제작 시 사용된 위성영상의 평면 위치정확도를 검토하였다. 일괄적인 기준을 정하여 선정된 영상은 총 12scene이며, 영상의 포맷은 IKONOS 영상 2scene과 IRS 영상 5scene은 tiff 포맷, 4차 지역 SPOT5 3scene는 irb/rgb 포맷, 5차 지역 SPOT5 2scene는 pix 포맷으로 제작되었다. tiff 포맷은 대부분의 상용소프트웨어에서 호환이 가능한 공통 표준포맷이지만 irb, rgb 및 pix 포맷의 경우는 특정한 소프트웨어에서만 호환되므로 각각 Image Analyst와 PCI Geomatica를 이용해 tiff 포맷으로 변환한 후 ArcMap을 사용해 검토하였다. ArcMap에서 위성영상과 해당지역에 존재하는 수치지형도를 중첩하여 좌표를 비교함으로써 위치정확도를 검토하였다. 이 때 영상에서 판별이 용이하고 지형이 잘 변하지 않는 대상 즉, 도로 교차점, 건물 모서리 등을 기준으로 수치지형도와 영상의 X, Y좌표에 대한 편위를 산출하여 평면 위치오차를 비교 평가하였으며 오차 허용범위는 기존 연구에서 적용했던 내용을 그대로 사용하였다. 영상 종류에 따른 참조점으로는 IRS, SPOT5는 50점, IKONOS는 15점을 선정하였으며 사용된 수치지형도의 축척은 각각 1:5000, 1:1000이다.

2.2 품질검토 방법

기존에 구축된 토지피복도를 검토하기 위하여 기존에 제작된 산출물을 중첩하여 검수를 실시하였다. 사용 데이터는 1:25,000 축척의 토지피복도와 수치지형도, 임상도, 1:25,000 도곽 크기로 분할된 위성영상, 1:25,000 수치지형도 인덱스를 사용하였다. 토지피복도는 shape, 수치지형도와 인덱스는 dwg, 분할된 위성영상은 tiff의 포맷으로 제작되어 있으므로 여러 다양한 포맷의 핸들링이 가능하며 현재 널리 사용되고 있는 상용 소프트웨어인 ArcMap을 이용해 검수를 실시하였다. 임상도는 mdb 파일 포맷으로 제작 되었으므로 GeoMedia를 이용해 shape 포맷으로 변환 후 사용하였다. 오류의 검토 항목은 기본 오류, 인접 오류, 내용 오류로 구분하였다. 기본 오류는 각 토지피복도의 가장 기본적인 사항에 대한 오류로 파일명 오류, 데이터 오류, 데이터 오픈 오류, 위치 좌표 오류로 나누어진다. 인접 오류는 검수하고자 하는 토지피복도와 그에 인접한 도엽간의 선형 및 속성일치 여부에 대한 것으로 선형 오류 및 속성 오류로 분류된다. 마지막으로 가장 중요한 내용 오류는 토지피복도의 내용이 명확하고 올바르게 분류되었는지를 검토하고자 하는 것으로 코드 오류와 분류 오류로 나누어지며, 분류 오류는 경계오류, 속성오류, 속성모호성으로 분류된다. 표 1~표 3은 토지피복도에 대한 검토 항목 및 방법이다.

3. 관측자료 선정

환경부에서 제작된 토지피복도는 수도권 121도엽, 한강권 및 금강권의 321도엽, 낙동강권 2도엽, 영산강권 173도엽이다. 남한지역 전역을 대상으로 제작된 모든 토지피복도를 검토하는 것은 비용 및 인력, 시간 등 여러 측면에서 효율성이 떨어진다. 따라서 본 연구에서는 품질

표 1. 기본오류 검토 항목 및 방법

오류 유형	내용	검수 방법	결과	
기본 오류	파일명 오류	해당 위치와 파일명이 일치하지 않은 경우, 6자리의 25000파일명이 아닌 경우	arcmap을 실행하여 Add DATA하여 해당지역의 도엽번호와 위치가 맞는지 확인	적합/ 부적합
	데이터 오류	Shape 파일의 구성이 shp, shx, dbf로 되지 않은 경우	arccatalog와 window 탐색기를 이용하여 3개의 파일이 동일한 이름인지 확인	적합/ 부적합
	데이터 오픈 오류	Shape 파일이 열리지 않은 경우	arcmap을 실행하여 Add DATA하여 데이터가 오픈되는지 확인	적합/ 부적합
	위치 좌표 오류	해당 도엽의 위치 좌표가 맞지 않은 경우	arcmap에서 인덱스와 해당도엽을 겹쳐보아서 위치좌표가 맞는지 확인	적합/ 부적합

표 2. 인접오류에 대한 검토 항목 및 방법

오류 유형		내용	검수 방법	결과
인접 오류	선형 오류	해당 도엽과 인접 도엽간의 도곽선 상에 인접한 요소의 선형이 일치하지 않은 경우	arcmap에서 해당도엽과 인접도엽의 선형이 제대로 연결되었는지를 확인	오류수/심사갯수
	속성 오류	해당 도엽과 인접 도엽간의 도곽선 상에 인접한 요소의 속성이 일치하지 않은 경우	arcmap에서 해당도엽과 인접도엽의 속성이 제대로 연결되었는지를 확인	오류수/심사갯수

표 3. 내용오류에 대한 검토 항목 및 방법

오류 유형		내용	검수 방법	결과	
내용 오류	코드 오류		arcmap에서 open attribute table기능과 select by attributes 기능을 사용하여 정의된 중분류 23항목과 그 외 코드 및 NULL인 자료를 확인	오류수/총갯수	
	분류 오류	경계 오류	해당 지역의 경계가 정확하지 않은 경우	위성영상을 arcmap의 Layer Properties의 Transparent 기능을 이용하여 오버레이 시켜서 확인하고 참조자료는 geoprocessing Wizard의 Clip 기능을 사용하여 확인	오류수/심사갯수
		속성 오류	위성영상과 참조 자료를 이용하여 분류가 제대로 되지 않은 경우	위성영상과 참조자료를 arcmap의 Layer Properties의 Transparent 기능을 이용하여 오버레이 시켜서 확인	오류수/심사갯수
		속성 모호성	속성 분류가 모호한 것	위성영상과 참조자료를 arcmap의 Layer Properties의 Transparent 기능을 이용하여 오버레이 시켜서 확인	모호한 수

표 4. 검토대상 영상의 scene 분포

구분	2차	3차	4차	5차	영상수(매)	분포율(%)
강원		2			2 IRS:1 IKONOS:1	16.7
경기	1				1 (IRS)	8.3
경남			1		1 (SPOT5)	8.3
경북			2		2 (SPOT5)	16.7
전남				2	2 (SPOT5)	16.7
전북		1			1 (IRS)	8.3
충남		2			2 (IRS : 1) (IKONOS:1)	16.7
충북		1			1 IRS	8.3
합계	3	IRS:4 IKONOS:2	7		12	91.7

검토를 위한 위성영상은 남한 전역에 대해 가능한 고르게 분포하도록 선정하였다. 또한 IRS 및 SPOT5영상은 각각의 scene내에 도심지, 산악지, 교외지 등이 고르게 분포한 영상을 선정하였고, IKONOS 영상은 높은 공간 해상도를 지니므로 도심지역을 촬영한 영상을 검토 대상지역으로 선정하였다. 선정된 지역은 그림 1과 같다.

토지피복도 제작 시 기초데이터가 되는 정사영상은 총 128 scene으로 영상별 지역 분포로는 IRS-1C/1D는 남한전역(53scene), IKONOS는 일부 시가지(49scene), SPOT5는 영·호남일원(26scene), 항공사진은 제주도, 강원일부지역이다. 본 연구에서 검토대상으로 선정한 위성영상은 표 4와 같이 IRS 영상 5scene, SPOT5 영상 5scene, IKONOS 영상 2scene으로 총 12scene으로, 전체지역의 9.4%이다. 표 5는 검토대상의 scene number 및 촬영년도를 나타낸 것이다.

4. 비교분석

4.1 평면위치 오류 검토

평면위치 허용범위는 표 6과 같이 공공측량작업규정을

표 5. 검토대상의 scene number 및 촬영년도

영상종류	연차지역	영상파일명	ID	Path	Row	촬영일시
IRS	2차	NFu14343c001012	22	143	43c	2000.10.12
	2차, 3차	NFu14444a991025	7	144	44a	1999.10.25
	2차, 3차	NFu14344c000301	18	143	44c	2000.03.01
	3차	NFu14345b001106	15	143	45b	2000.11.06
	3차	NFu14543c991211	25	145	43c	1999.12.11
SPOT5	3차, 4차	307276_030511	3	307	276	2003.05.11
	3차, 4차	308276_030320	6	308	276	2003.03.20
	4차	309279_021227	13	309	279	2002.12.27
	5차	304280_041001	22	304	280	2004.10.01
	5차	306280_040831	23	306	280	2004.08.31
IKONOS	3차	IKONOS_강릉	18	강릉	west	2001.10.14
	3차	IKONOS_대전	45	대전	west	2001.11.19

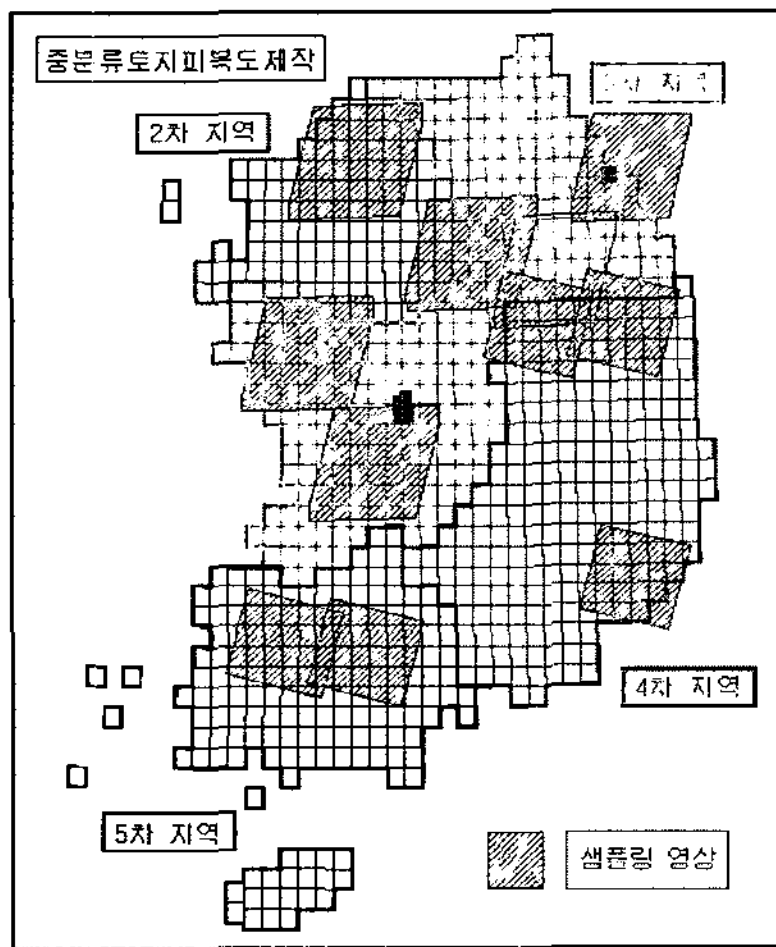


그림 1. 검토대상 scene 인덱스

적용하였으며, 평면위치 오차를 분석한 것은 표 7과 같다.

dx 는 수치지형도와 위성영상간의 x좌표에 대한 편차이며 dy 는 수치지형도와 위성영상간의 y좌표에 대한 편차를 나타낸다. 위치오차 평균은 수치지형도와 위성영상간에 발생한 위치오차의 평균을 의미하며 RMSE는 위치오차에 대한 평균제곱근오차를 의미한다. 각각의 영상 해상도와 연차별로 위치오차가 상이하게 발생하였으며, IKONOS 위성영상은 1m의 해상도로 위치오차는 대전 1.28m, 강릉 0.65m의 위치오차가 발생하였고 IRS와 SPOT5 위성영상은 각각 5.8m, 2.5m의 해상도로 약 3m~4m의 위치오차가 발생하였다. 연차별 위치오차는 3차와 4차 연구지역에서 비교적 많은 오차가 발생하였으

표 6. 위성영상의 오차 허용범위

위성영상	해상도	오차 허용범위
IRS-1C/1D	5.8m	15m
IKONOS	1m	2m
SPOT-5	2.5m	10m

며 산악지와 해안지역이 많이 분포한 지형적 특성이 주요 요인으로 판단된다.

그림 2와 3은 수치지형도와 위성영상간의 위치오차를 나타내며 그림 2는 수치지형도를 기준으로 수치지형도와 위성영상 사이의 오차의 크기 및 방향을 나타낸 그림으로서 위치오차 평균은 4.37m, RMSE는 3.67m이다. 전체 영상에 대해 위치오차의 크기가 매우 작아 식별이 용이하게 실제 크기의 200배로 확대하여 표현하였다.

오차량을 화살표로 표현함으로써 영상 내에서 각 부분별 위치 오차의 크기 및 방향을 파악할 수 있도록 하였다. 그림 3은 수치지형도를 기준으로 수치지형도와 위성영상 간의 x, y축에 대한 각각의 편차를 나타낸다. 편차 평균은 x축(dx)으로 -0.37m y축(dy)으로 0.23m가 발생하였다. 평면위치정확도 외에 발생할 수 있는 오류는 기존 연구에서 토지피복도 제작 시에 사용된 영상에서 거의 발견되지 않았다. 대부분의 영상에서 노이즈나 스크래치가 나타나지 않아 영상을 판독하는데 있어 별다른 문제가 없었고, 모자이크나 인접데이터 오류도 나타나지 않았다.

4.2 토지피복도의 품질검토

토지피복도 품질검토결과 기본오류는 발생하지 않았지

표 7. 위치정확도 검토 결과(단위 : m)

영상종류	연차지역	허용오차 초과점 수	편차 평균		위치오차	
			dx	dy	평균	RMSE
IRS	2차	1/50	-0.37	0.23	4.37	3.67
	2차, 3차	3/50	0.29	-0.05	7.95	4.49
	2차, 3차	2/50	0.10	-1.88	4.62	3.72
	3차	1/50	-0.60	-0.58	4.74	3.28
	3차	2/50	3.77	3.08	8.74	4.69
SPOT5	3차, 4차	2/50	1.50	-0.94	6.08	2.34
	3차, 4차	4/50	1.57	-1.89	6.05	3.43
	4차	5/50	2.96	-0.68	7.66	3.65
	5차	3/50	-0.90	0.13	4.97	2.91
	5차	1/50	0.14	0.57	3.42	3.36
IKONOS	3차	2/15	0.41	-0.18	1.44	1.28
	3차	1/15	-0.67	-0.13	1.22	0.65

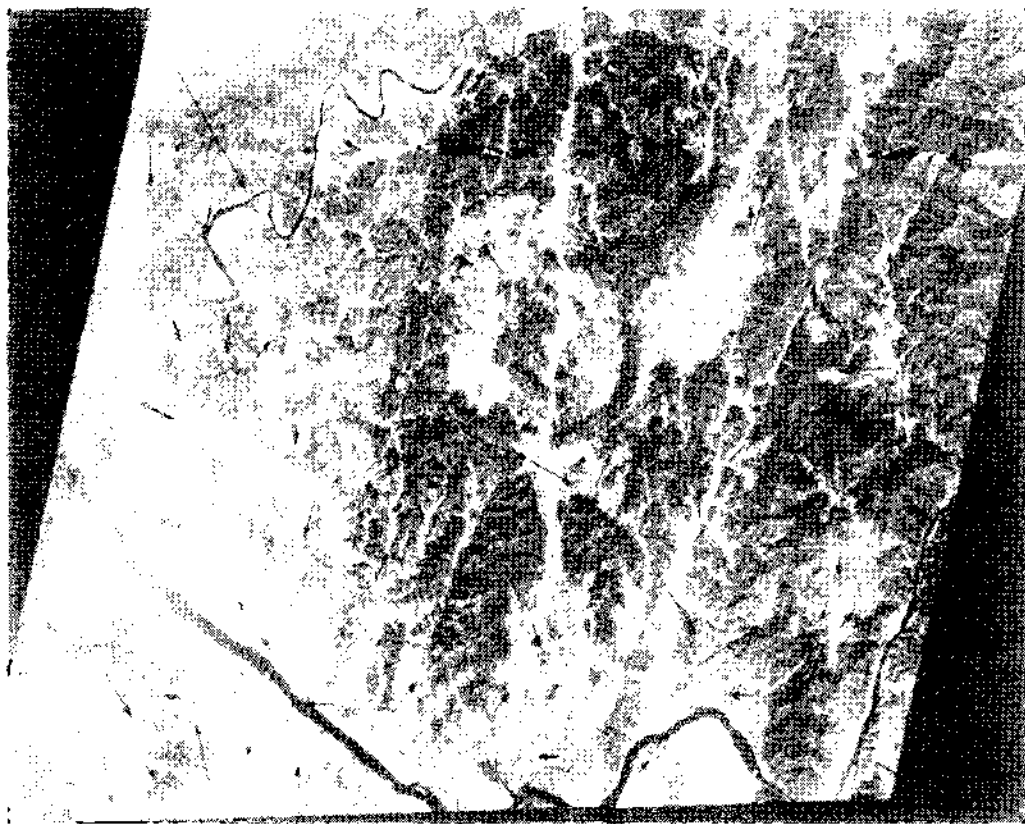


그림 2. 수치지도와 위성영상의 오차량

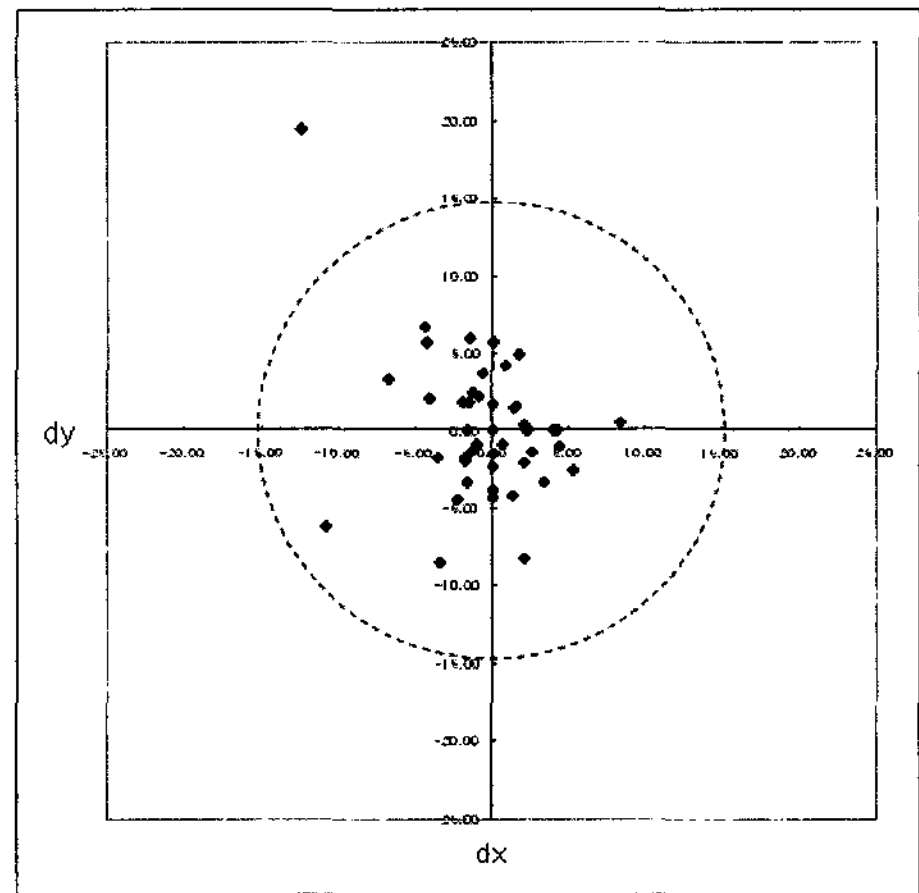


그림 3. 수치지도와 위성영상의 오차편차

표 8. 연차연구별 토지피복도 검토 결과

차수	검토항목					
	인접오류		내용오류			
	선형오류	속성오류	코드오류	경계오류	속성오류	속성모호
2	1/21	7/21	12569/26272	105/26272	3706/26272	0/26272
3	2/41	6/41	54454/54455	79/54455	11211/54455	61/54455
4	0/30	0/30	5085/66698	289/66698	53017/66698	49/66698
5	0/30	0/30	271/35172	68/35172	4249/35172	27/35172

만 인접오류와 내용오류가 발생하였다. 특히, 내용오류는 토지피복도 전체 사업에서 발생하고 있는 것을 알 수 있

었다. 발생한 오류를 정리한 것은 표 8과 같다.

토지피복도 검토 결과 여러 가지의 오류 사항이 발견되

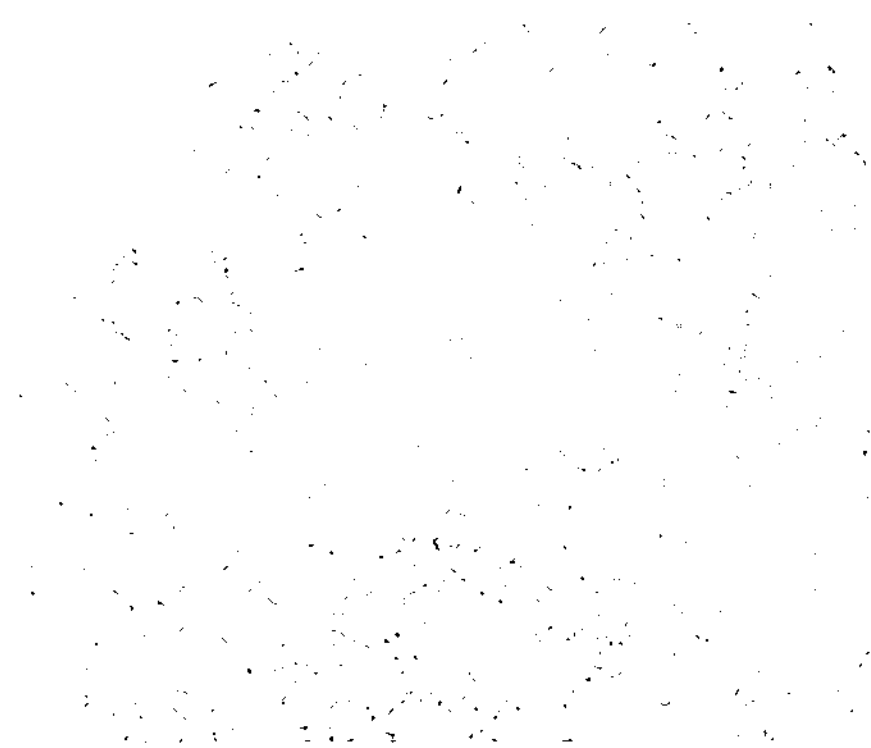
었고, 대체적으로 연차별 연구와는 무관하게 오류가 발생하였으나 연차별로 나타나는 일정한 오류유형이 발견되었다. 표 9는 이러한 각 연차연구별 특이사항을 정리한 것이다.

특이사항 중 임상도와 토지피복도간의 산림지역 속성 불일치는 전체 연차연구에서 모두 나타난다. 임상도 상에서 활엽수 지역을 나타내지만, 토지피복도 상에서의 전체 산림지역을 나타낸다. 또한, 임상도 상에서는 활엽수로 분류된 지역임에도 불구하고 토지피복도 상에서는 침엽수로 분류된 것을 알 수 있다. 그림 4는 그 예를 보여주는 것으로 (a)는 임상도 상에서 활엽수 지역을 나타내고, (b)는 토지피복도 상에서의 전체 산림지역을 나타낸다. 한편

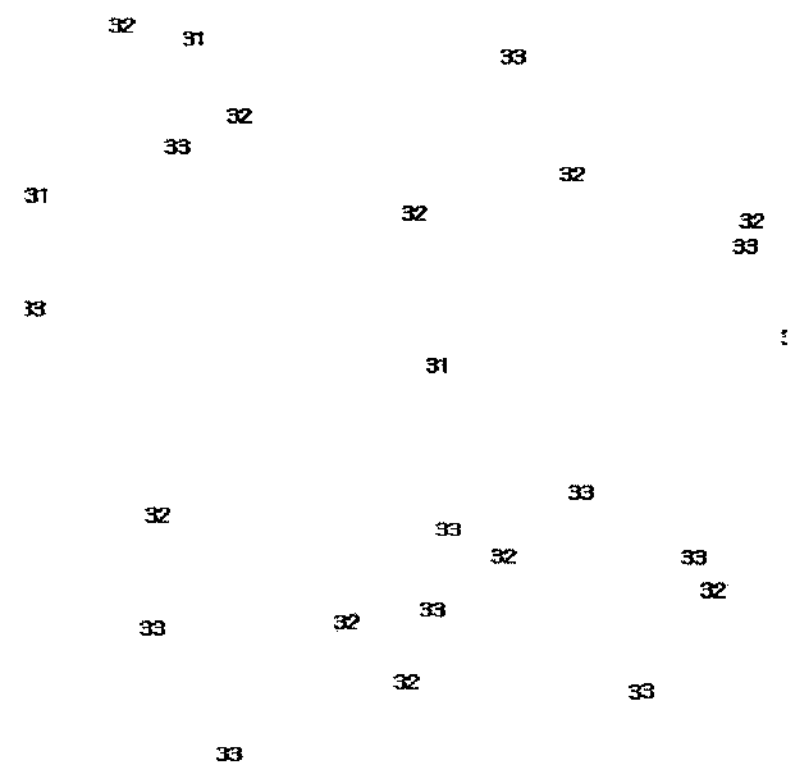
중분류 토지피복도에서의 분류코드를 살펴보면 활엽수는 '31', 침엽수는 '32', 혼효림은 '33'이다. 그림 (c)는 (a)와 (b)를 중첩한 것으로 붉은색 원으로 나타낸 부분을 살펴보면 임상도 상에서는 활엽수로 분류된 지역임에도 불구하고 토지피복도 상에서는 침엽수로 분류된 것을 알 수 있다.

5. 결 론

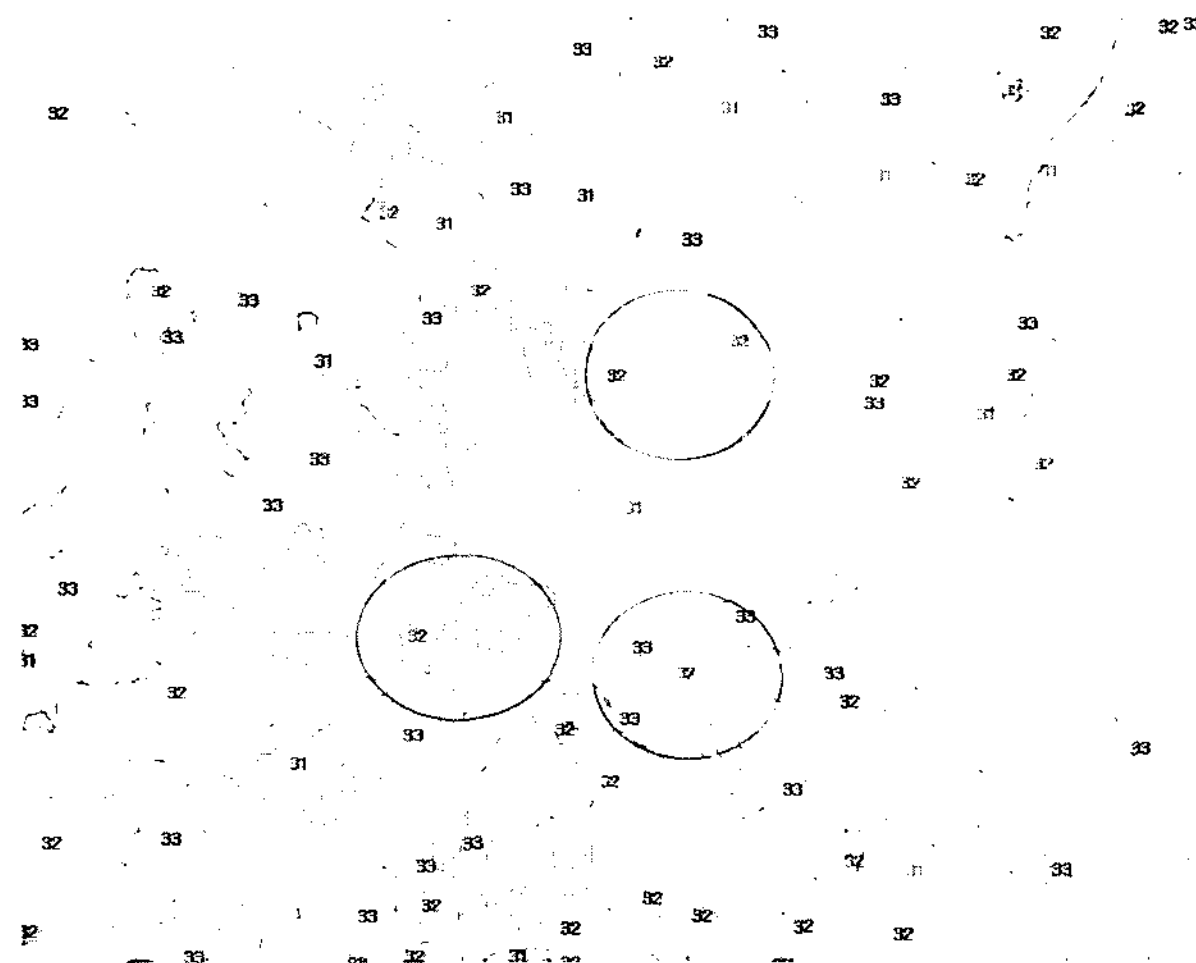
본 연구에서는 환경부의 토지피복도 구축사업으로 추진하였던 결과물에 대한 정확도를 평가하여 토지피복도의 품질검증 필요성을 제시하고자 한 것으로 다음과 같은



(a) 임상도 상에 나타난 활엽수 지역



(b) 토지피복도 상의 전체산림지역



(c) 토지피복지도의 속성분류 오류

그림 4. 임상도와 토지피복도간의 산림지역 속성 불일치 오류 (예)

표 9. 연차 연구별 특이사항

연차	특이사항
2차	<ul style="list-style-type: none"> - 도엽에 따라 분류코드가 3자리인 도엽과 2자리인 도엽이 있음 <ul style="list-style-type: none"> • 3자리 분류코드(필드명 : CODE, 필드타입 : String) • 2자리 분류코드(필드명 : IGDS_TEXT, 필드타입 : Double) - 모든 도엽에 임상도와 토지피복도간의 산림지역 속성 불일치 오류가 나타남 (불일치 지역 중 면적이 100m² 이상인 지역만 오류로 분류하였음)
3차	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 도엽에 분류코드 자리수의 오류가 나타남(토지피복도가 표준화된 3자리 수가 아닌 2자리수의 잘못된 분류코드를 사용함) - 몇몇 도엽의 경우 영상과 토지피복도가 정확히 일치하지 않아 모든 경계가 전체적으로 shift되어 있음(이러한 경우 몇 곳의 경계오류만을 임의로 체크하였음) - 모든 도엽에 임상도와 토지피복도간의 산림지역 속성 불일치 오류가 나타남(불일치 지역 중 면적이 100m² 이상인 지역만 오류로 분류하였음)
4차	<ul style="list-style-type: none"> - 전반적으로 도로의 폭에 따른 경계구분의 기준이 모호함 - 시가화/건조지역의 구분이 어렵고 논과 밭의 구분이 세분화 되어 있지 않음 - 몇몇 도엽의 경우 위성영상의 품질이 좋지 않아 속성 및 경계에 대한 구분이 어려움 - 모든 도엽에 임상도와 토지피복도간의 산림지역 속성 불일치 오류가 나타남(불일치 지역 중 면적이 100m² 이상인 지역만 오류로 분류하였음)
5차	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 도엽에 임상도와 토지피복도간의 산림지역 속성 불일치 오류가 나타남(불일치 지역 중 면적이 100m² 이상인 지역만 오류로 분류하였음)

결론을 얻었다.

1. 위성영상의 평면위치 오차를 검토한 결과 IKONOS 위성영상은 대전 1.28m, 강릉 0.65m의 위치오차가 발생하였고 IRS와 SPOT5 위성영상은 약 3m~4m의 위치오차가 발생하였다. 연차별 위치오차는 산악지역이 많은 3차와 4차 연구지역에서 비교적 많은 오차가 발생하였다.

2. 토지피복도의 품질검토를 기본오류, 인접오류, 내용오류로 구분하여 수행한 결과 기본오류는 발생하지 않았지만, 인접오류와 내용오류는 발생하였다. 특히, 속성오류, 경계오류 및 코드오류인 내용오류는 전체 사업에서 발생하였다.

3. 임상도 상에서 활엽수 지역을 나타내지만, 토지피복도 상에서의 전체 산림지역을 나타내는 임상도와 토지피복도간의 산림지역 속성불일치는 전체 연차연구에서 모두 나타나고 있었다.

이상의 연구결과를 통해 토지피복도의 신뢰성 확보를 위해서는 토지피복도의 품질검증 절차가 필요함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 환경부 “중분류 토지피복도 갱신을 위한 성과물 분석 및 표준화 방안 연구” 사업으로 수행되었습니다.

참고문헌

박병욱 (1996), 수치위성자료를 이용한 광역의 토지피복분류 기법, 한국측량학회지, 제14권 제1호, pp. 39-47.

손홍규, 윤공현, 장훈 (2002), 토지피복정보에 따른 영상융합기법별 비교 및 고찰(IKONOS 영상을 중심으로), 한국측량학회 학술발표회 논문집, pp. 219-223.

신석효, 안기원, 양경주 (2004), Fuzzy C-Mean 알고리즘을 이용한 중합 영상의 토지피복분류기법 연구, 한국측량학회지, 제22권 제2호, pp. 171-178.

윤홍식, 조재명, 안영준 (2002), 인공위성 영상을 이용한 남한강 유역의 토지피복 변화량 검출, 한국측량학회지, 제20권 제2호, pp. 145-153.

장세진, 채옥삼, 이호남, 김진광 (2006), 토지피복지도 제작을 위한 초분광 영상 EO-1 Hyperion의 최적밴드 선택기법 연구, 한국측량학회지, 제24권 제3호, pp. 289-297.

전형섭, 조기성 (2001), 원격탐사 데이터의 이차계획법에 의한 토지피복분류에 관한 연구, 한국측량학회지, 제19권 제2호, pp. 163-172.

조우석, 김유석, 장휘정 (2006), 라이다와 광학영상을 이용한 토지피복분류, 한국측량학회지, 제24권 제1호, pp. 139-145.

최석근, 황의진, 문용현, 신계종 (2007), GIS와 원격탐사기술을 이용한 토지피복 환경변화 분석, 한국측량학회 학술발표회 논문집, pp. 353-356.

환경부 (2006), 중분류 토지피복도 갱신을 위한 성과물 분석 및 표준화 방안 연구.

(접수일 2008. 5. 27, 심사일 2008. 6. 18, 심사완료일 2008. 6. 18)