

IKONOS 영상자료를 이용한 농업지역 토지피복 분류기준 설정

홍성민* · 정인균* · 김성준**

건국대학교 대학원 지역건설환경공학과*, 건국대학교 사회환경시스템공학과**

Standardizing Agriculture-related Land Cover Classification Scheme using IKONOS Satellite Imagery

Seong-Min Hong*, In-Kyun Jung*, and Seong-Joon Kim**

Department of Rural Engineering, Graduated school of Konkuk University*,

Department of Civil and Environmental System Engineering, Konkuk University** (Corresponding author)

Abstract : The purpose of this study is to present a standardized scheme for providing agriculture-related information at various spatial resolutions of satellite images including Landsat +ETM, KOMPSAT-1 EOC, ASTER VNIR, and IKONOS panchromatic and multi-spectral images. The satellite images were interpreted especially for identifying agricultural areas, crop types, agricultural facilities and structures. The results were compared with the land cover/land use classification system suggested by National Geographic Information based on aerial photograph and Ministry of Environment based on satellite remote sensing data. As a result, high-resolution agricultural land cover map from IKONOS imageries was made out. The classification result by IKONOS image will be provided to KOMPSAT-2 project for agricultural application.

Key Words : Land Cover Classification System, Agriculture, RS Imagery.

요약 : 본 연구의 목적은 다양한 공간해상도의 위성영상(Landsat +ETM, KOMPSAT-1 EOC, ASTER VNIR, IKONOS 전정색 및 다중분광)을 비교하여 각 영상에서의 농업관련 정보의 분류기준을 파악하고자 하였다. 여기서 농업관련 정보는 식별이 가능한 농업지역, 작물형태, 농업시설과 구조물을 대상으로 하였다. 그 결과는 국토지리정보원과 환경부의 분류기준과 비교하였으며, 본 연구에서 설정한 농업관련정보의 기준을 IKONOS 영상에 적용하여 농업관련 토지피복도를 작성하였다. IKONOS 영상에 대하여 분석된 결과는 KOMPSAT-2의 농업분야 활용에 적용될 것이다.

1. 서론

고해상도 위성 영상은 지금까지 원격탐사(RS :

Remote Sensing) 연구의 대부분을 차지하고 있는 중·저 해상도 영상과는 달리 지상의 정보에 대해 보다 정밀하고 신뢰성 있는 데이터를 제공해준다.

이러한 데이터들은 정량적·정성적으로 매우 가치가 높은 것들이 대부분이며 이를 유용하게 분석하고 활용하기 위해서는 수많은 연구와 검증이 필요하다. 농업분야에서는 지금까지 국내외적으로 고해상도 지구자원 자원탐사위성 영상자료의 활용성이 널리 알려져 있으며, 외국의 경우 위성이나 항공기를 이용 시계열적인 자료 확보를 통해 정밀농업에 활용하거나 활용에 대한 연구가 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 분석 최적시기의 자료 확보 및 시계열적인 자료 확보가 어려워 고해상도 영상을 활용한 농업관련 정보 분석에 많은 제약을 갖고 있는 실정이다. 또한, 고해상도 영상에 관한 연구는 농업분야의 활용보다는 고해상도 토지피복도 작성, 도시지역 분석, 산림지역 분석에 주로 사용되고 있다. 이와 관련한 국내 연구로는 IKONOS 영상자료를 이용한 소나무 개체목간에 활력도 분포를 통한 병충해탐지에 대한 연구가 있으며(김천 외, 2003), IKONOS영상을 이용한 도시지역 분석을 중심으로 한 원격탐사와 GIS연계 활용방안연구(사공호상 외, 2002)등이 있다. 외국의 경우에는 IKONOS 영상을 이용한 토지 및 수자원 모니터링을 지역규모로 적용한 연구(Sawaya et al, 2003) 및 IKONOS영상을 이용한 정밀 농업에 관한 연구(Seelan et al, 2003)등이 있다.

이러한 시점에서 앞으로 운영될 우리나라의 KOMPSAT-2는 국토환경에 맞게 시·공간적으로 운영될 수 있어, 자료 확보나 경제적인 측면에서 볼 때, 국산 영상자료를 이용한 정밀농업 분야의 활용기반이 확보되었다고 할 수 있으며, 미국의 상업용 고해상도 위성인 IKONOS와 동일한 공간 해상도로 설계되어 있으므로 고해상도 위성의 농업분야 활용이 활성화 될 것으로 판단된다. 또한 고해상도 위성영상으로부터 분석된 자료는 기존 농업 GIS자료와 통합되어 농업관련 RS와 GIS분야의 통합기반이 될 것으로 전망된다.

본 연구는 KOMPSAT-2의 농업분야 활용을 위한 기초연구로써 연구지역으로 선정 경기도 안성시 고삼면의 현장조사 결과를 바탕으로 IKONOS 영상 및 다른 여러 해상도의 영상을 비교함으로써

해상도별 추출 가능한 농업정보에 대한 토지피복 분류항목을 정의하고, IKONOS 영상으로부터 고해상도 농업토지피복분류도를 작성하고자 하였다.

2. 자료 및 방법

1) 대상지역 개요

연구대상지역은 경기도 안성시 고삼면으로 본 연구의 목적에 부합하는 농업관련 정보인 경지정리지구, 미경지정리지구, 밭, 과수원, 축사, 주거지, 산림, 저수지, 수로시설 등의 환경이 고루 분포되어 있다. 구름 및 기타 잡음이 적은, 양호한 IKONOS 영상의 확보가 가능하였고, 현장에 대한 접근성이 우수하여 조사가 용이한 지역이다.

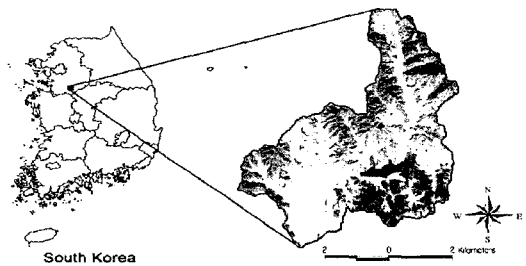


Fig. 1. Study area.

2) 영상의 전처리

고해상도 위성영상의 경우 수평방향의 왜곡과 지형에 의한 왜곡을 동시에 보정하여야 한다. 분석에 사용된 영상은 각 위성의 센서정보 및 영상 정보를 이용하여 정사보정을 실시하였다. IKONOS와 같은 고해상도 영상에 대한 정사보정은 RPC(Rational Polynomial Coefficients) 정보를 이용하여야 하지만, 본 연구에 사용된 영상은 IKONOS Standard Geo Level의 모노 영상이며, RPC 파일제공이 되지 않는 영상으로써, 위성영상 처리 소프트웨어인 ERDAS IMAGINE OrthoBASE 8.5의 Generic Pushbroom 모델을 사용하여 정사보정 하였다. 정사보정에는 현장 GPS



a. before



b. after

Fig. 2. Ortho-rectification(before and after).

측정 자료와 1:5,000 수치지도로부터 획득한 지상 기준점(GCP : Ground Control Point) 및 1:5,000 수치지도로부터 생성한 5 m DEM을 이용하였다. 모든 영상은 수치지도 및 기존 GIS자료와 일치하도록 보정하였으며, 좌표계는 중부원점 TM좌표가 되도록 하였다. 연구에 사용된 영상 및 보정결과는 Table 1과 같다.

3) 판독 가능한 농업관련 정보 평가

2001년 5월 25일 IKONOS위성영상에서 육안으

Table 1. Selected satellite image and their rectified result.

Image name	Res. (m)	Date of acquisition	GCP	RMSE(m) X / Y / Z
IKONOS Pan	1	20010525	513	3.40/3.38/1.07
IKONOS MS	4	20010525	499	1.54/1.69/0.25
IKONOS Pan	1	20011225	509	3.12/3.10/0.75
IKONOS MS	4	20011225	497	0.73/1.05/0.12
KOMPSATEOC	6.6	20020626	32	2.50/2.73/1.05
ASTER VNIR	15	20020311	22	5.47/1.35/1.49
Landsat 7 ETM+ Pan	15	20010603	18	3.29/4.01
Landsat 7 ETM+ MS	30	20010603	18	3.23/4.01

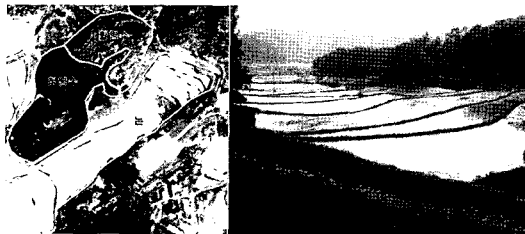
* Landsat: applied standard geo-rectification

로 탐지가 가능한 항목을 선정하여, 영상과 비슷한 시점인 2003년 5월 17일 18일에 대상지역의 현장조사를 실시하였다. 현장조사시 자료의 수집은 GPS(Trimble Geo- Explorer III)를 활용하여 해당 지역의 정보를 좌표와 속성으로 수집할 수 있도록 하였다. Fig. 1은 현장조사 결과를 2001년 5월 IKONOS 영상과 비교한 것이며, 본 결과를 바탕으로 IKONOS 영상으로부터 추출 가능한 농업관련 정보의 범위 및 다른 해상도의 영상에 대한 농업정보의 판독 가능성을 평가하는데 사용하였다.

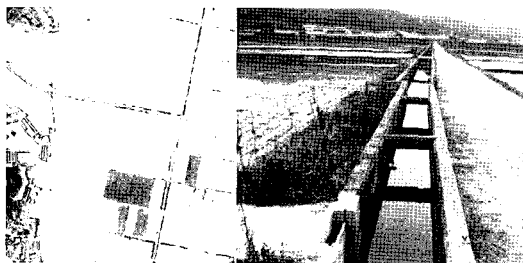
3. 분석결과 및 고찰

1) 공간해상도별 농업정보 판독가능 범위

IKONOS 영상과 현장의 상태를 비교하여 고해상도 영상에서 판독 가능한 농업관련 정보를 파악하고, 이를 바탕으로 여러 공간해상도의 영상들을 비교함으로써 영상의 해상도에 따른 농업정보의 판독가능 범위를 평가하였다. 영상의 공간해상도에 따른 농업관련 정보의 판독가능범위는 육안판독 가능, 탐지가능, 추정가능, 추정 및 판독불가의 4가지 항목으로 구분하여 Table 2와 같이 정리하였다.



a. deciduous, coniferous forest & not consolidated paddy field



b. main, branch canal and consolidated paddy



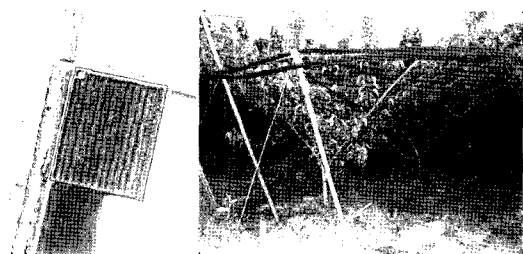
c. middle scale reservoir (Gosam)



d. small scale reservoir (Wonhyang)



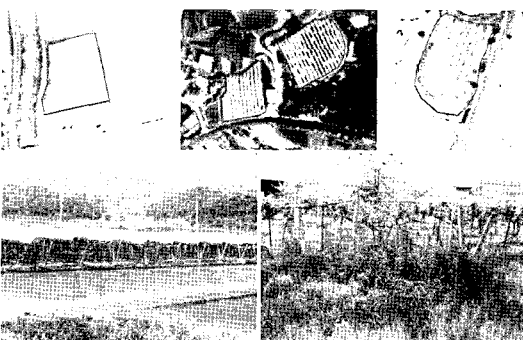
e. small weir, small bridge and livestock



f. grape orchard in paddy field



g. mulched red pepper



h. covered grape orchard in paddy field

Fig. 3. Comparison of IKONOS-2 imageries with field survey data.

Table 2. Result of identifiable agriculture-related items various spatial resolutions.

Classification items		1 m	4 m	6 m	15 m	30 m
paddy	consolidated	●	●	●	●■	●■
	not consolidated	●	●	■◎	◎	◎
	green house	●	●	■	◎	◎
upland	mulching	●	■◎	×	×	×
	upland crop	●■◎	■◎	◎	×	×
	orchard	■◎	■◎	◎	◎	×
grass	pasture	●■	●■	■◎	◎	×
	grass land	■◎	■◎	◎	×	×
	golf course	●	●	●	■	■
reservoir	small scale	●	●	●	■◎	◎
	middle scale	●	●	●	●	●
	weir	●■◎	●■◎	■◎	◎	×
canal	main canal	●	●	◎	◎	×
	primary canal	●	●■	◎	◎	×
	secondary canal	■◎	◎	×	×	×
	vegetation canal	●■	■◎	×	×	×
road	national road	●	■	◎	×	×
	rural road	●	■◎	◎	×	×

Note)(●) identifiable, (■) identifiable, but need field investigation to determine the type, (◎) presumable, (×) not presumable

1 m: IKONOS Fusion Color, 4 m: IKONOS MS, 6 m: KOMPSAT Fusion Color, 15 m: ASTER VNIR, 30 m: LANDSAT 7 ETM+ MS

Table 2에서 평가항목 기호가 중복되는 항목의 경우 대상물의 규모에 따른 것으로, 예를 들면 밭의 경우 육안 판독이나 추정이 가능하기 때문에 위와 같이 분류 하였다. 논인 경우 공간해상도가 4 m 이상일 경우 미경지정리 지역의 파락이 매우 유리하였으며, 밭은 공간해상도 1 m의 컬러 융합 영상에서 분석하는 것이 효과적이었다.

현장조사에 의한 평가 결과 2001년 5월 25일 IKONOS영상은 태양광이 반사되어 수면이 밝게 기록된 영상으로 모내기가 시작되는 시기의 담수 상황을 잘 나타내고 있었으며, 경리정리지역 내 간선 및 지선용수로 파락이 가능하고, 근적외 밴드를 이용하면 식생수로 유무를 파락할 수 있었다. 논 내에서 이루어지는 비닐하우스의 파락이 매우 용이하여 지하수관개 및 화학비료 집중살포,

농자재 불법폐기 등의 환경문제를 야기할 수 있는 비닐하우스 실태파악에 중요한 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단되었다. 나지형태로 재배되는 포도, 딸칭을 이용하는 고추, 배와 같은 과수작물의 파락이 가능하였으며, 초지, 밭, 논, 농업관련 시설, 하천, 주거지 등의 판독이 가능한 것으로 분석되었다.

전체적인 영상분석 결과에서 ASTER와 Landsat은 논 경작지역에 대한 판독은 유효하나 미경지정리 및 경지정리의 판독과 밭지역의 판독이 불리한 것으로 평가되었으며, KOMPSAT-EOC와 다중분광 영상을 합성하여 생성한 공간해상도 6 m 컬러영상은 논지역의 경리정리 유무, 밭지역의 추정, 농업용수로 추정, 논로의 추정 등이 가능하여 농업관련 정보 추출에 활용 가능한 것으로 평가되었다. 보다 정밀한 농업관련 정보의 추출은 밭지역과 지거용수로를 제외한다면 공간해상도 4 m IKONOS 다중분광영상에서도 1 m급 영상에 버금가는 농업관련정보의 추출 가능성이 있는 것으로 평가되었다.

2) 고해상도 농업토지피복분류 항목 선정

위성영상과 현장조사결과를 바탕으로 평가한 판독가능 항목들은 기존 환경부, 국토지리정보원 및 USGS의 토지피복분류체계와의 비교를 통해 고해상도 위성영상의 농업분야 분석 및 활용에 적절한 농업관련토지피복 분류항목을 선정하는데 활용하였다.

선정된 농업토지피복 세분류 항목은 Table 3과 같으며, 이들 항목은 그 동안 실질적인 파락과 관리가 어려웠던 농경지(논 경지정리, 수로조직, 중규모이상 밭작물, 비닐하우스 재배실태, 영농방법(담수, 직파재배)에 따른 실태) 및 농작물(관개현황, 생육현황 등)에 대한 체계적이고도 가시적인 RS기반의 관리 및 운영을 통하여 농업분야의 정보화 및 산업적 기반 구축에 활용될 수 있으며, 또한 이를 위한 농작물 관리 시스템의 기초자료 구축에 적용될 것이다.

Table 3. Land cover Classification System for Agricultural Remote Sensing

Class	Code	Detailed items
Paddy	111	Consolidated paddy
	112	Green house in consolidated paddy
	121	Not consolidated paddy
	122	Green house in not consolidated paddy
Upland	211	Upland crop
	212	Mulching
	221	Feed crop
Grass	311	Grass land
	312	Other grass land
	321	Golf course
Stream	411	Stream
	412	Wetland
	421	Reservoir
Bare	511	Settlement and livestock farm
	512	Bare ground
	513	Other bare ground
	521	National road
Forest	611	Conifer forest
	621	Broad-leaved forest
	631	Mixed forest

3) 고해상도 농업토지피복분류도 작성

영상분석결과에 의해 도출된 Table 3의 세분류 토지피복 항목을 향후 연구에 활용하기 위하여 1:5,000 수치지도의 "안성052"도엽을 대상으로 세분류 농업토지피복분류도를 작성하였다. 사용된 영상은 IKONOS 1 m 컬러융합영상이며, 무감독분류기법과 디지털이징기법을 병행한 영상분할 기법을 사용하였다. 샘플로 구축한 토지피복도의 분류과정은 산림구분을 위한 무감독분류와 기타항목의 디지털이징이 지배적이다. Table 3의 항목을 적용하여 작성된 세분류 농업토지피복분류도는 Fig. 4와 같다.

4) 기존토지피복도와와의 비교

본 연구에서 작성된 세분류 농업토지피복분류도를 1:25,000 축척으로 작성된 국토지리정보원 토지이용 현황도와 중첩하여 비교하였다. 토지이용 현황도는 항공사진과 현장조사를 통하여 수치화

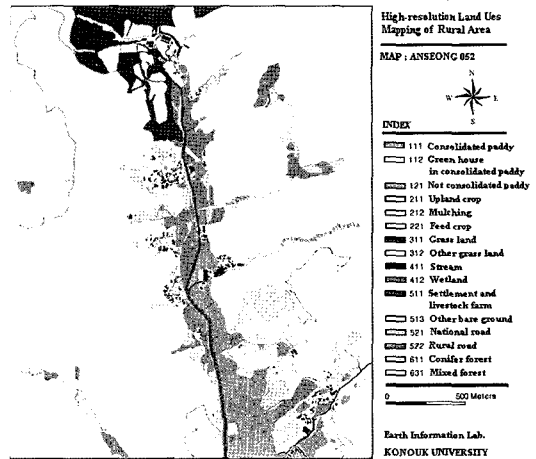


Fig. 4. High-resolution land use mapping of rural area from 1 m IKONOS fusion color image.

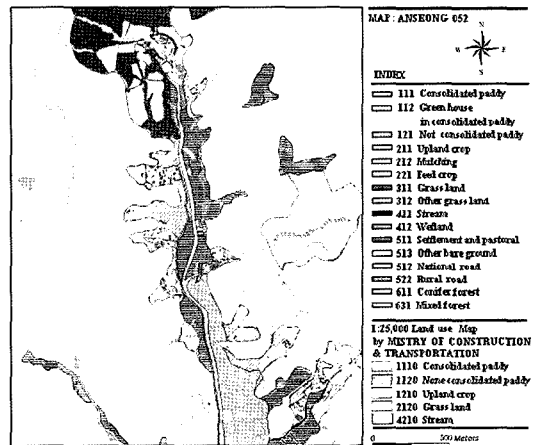


Fig. 5. Comparison of land use map of fig. 4 with 1:25,000 land use map produced by MOCT.

한 주제도로써 토지피복상태에 따라 38개 항목으로 분류되어 있으며, 농업관련 분류항목은 논, 밭, 과수원에 대하여 4개 항목으로 분류하고 있다. 비교한 결과는 Fig. 5와 같으며 초지의 면적과 농지의 형태가 변화한 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

GPS를 이용한 현장조사를 바탕으로 위성영상으로부터 추출 가능한 항목을 평가하고, 이를 이

용하여 고해상도 IKONOS 위성영상으로서 농업토지피복 분류도를 작성하였다. 위성영상을 이용하여 농업지역의 토지피복도 작성시 밭작물 재배지역과 논 지역이 혼재되어 있는 경우 두 지역의 정확한 분류가 문제되어 왔다. Table 2에 제시되어 있듯이 해상도별 추출가능 농업정보 및 농업토지피복 세분류 항목을 분석한 결과 공간해상도 1m의 고해상도 위성영상으로서 분류한 결과 밭작물의 경우 다른 공간해상도의 위성영상에 비하여 육안 판독 및 추출이 가능한 것으로 분석되었다. 이는 고해상도 위성영상의 농업정보 분석의 활용성을 잘 나타내고 있는 것으로 판단된다. 향후 연구에 활용할 수 있도록, 본 연구에서 선정된 분류항목들에 대한 적합성을 평가하고 고해상도 영상으로부터 이들 항목들을 분류하기 위한 영상분류기법에 대한 연구가 진행된다면 IKONOS 위성영상과 동일한 공간해상도의 KOMPSAT-2 영상의 농업분야 활용에 대한 기본 틀이 제공됨과 동시에 작성된 고해상도 농업토지피복 분류도는 기존 농업 GIS자료의 갱신자료와 농업지역의 수문학적 분석에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 과학기술부에서 시행한 특정연구개발사업인 원격탐사기술개발사업의 세부과제로 수행되었으며, 과제번호 M1-02110-00-0011『농작물관리 시스템개발』과제의 일부 결과입니다.

참고문헌

이상훈, 2001. 공간지역과 계층집단연경기법을 이용한 무감독 영상분류, 대한원격탐사학회

- 지, 17(1): 57-69.
- 환경부, 2001. 세분류 토지피복분류도 제작지침.
- ERDAS Inc., 1999. *IMAGINE OrthoBASE User's Guide*, Atlanta, Georgia.
- IKONOS Sensor Model, <http://www.fes.uwaterloo.ca/crs/geog376/EOSatellites/IKONOS.html>.
- Seelan, S. K., S. Laguet, G. M. Casady, and G. A. Seielstad, G.A., 2003. Remote Sensing Applications for Precision Agriculture: A learning community approach, *Remote Sensing of Environment*, 88: 157-169.
- Sawaya, K. E., L. G. Olmanson, N. J. Heinert, P. L. Brezonik, and M. E. Bauer, 2003. Extending satellite remote sensing to local scales : land and water resource monitoring using high-resolution imagery, *Remote Sensing of Environment*, 88: 144-156.
- Robert, J. G. and G. P. Thelin, 1997. Classification and Mapping of Agricultural Land For National Water-Quality Assessment, *U.S. Geological survey circular*, 1131, USA.
- Robert A. S., 1997. Remote Sensing, models and methods for image processing, *Academic press*, CA. USA.
- Vassilopoulou, S., L. Hurni, V. Dietrich, E. Baltasvias, M. Pateraki, E. Lagios, and I. Parcharidis, 2002. Orthophoto generation using IKONOS imagery and high-resolution DEM : a case study on volcanic hazard monitoring of Nisyros Island (Greece), *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 57: 24-38.
- USGS, 1999. High-Resolution Land Use and Land Cover Mapping, *USGS Fact Sheet*, 189-99, USA.