

고해상도 정사위성영상을 이용한  
임상도 수정에 관한 연구  
A Study of on the Forest Map Update Using  
Orthorectified High Resolution Satellite Imagery Data

성천경\*(su1000k@daum.net) · 조정호\*\*(cyberspace@empal.com)  
Sung, Chun · kyoung, Cho, Jung · ho

요 旨

다중분광 해상도를 가진 고해상도 위성영상의 이용으로 인해, 임상도 제작 부분에 있어 기존 전통적인 방법의 단점을 보완할 수 있어 고해상도 위성영상을 이용함으로써 효과적으로 임상도 수정이 이루어질 것으로 판단된다. 본 연구에서는 1m 공간해상도와 4밴드의 분광해상도를 가진 고해상도 인공위성 영상 데이터를 이용하여 제작된 임상도에 있어 일부 수정 부분이 가능하였다. 따라서 고해상도 위성영상이 차후 효과적인 임상도 수정에 사용될 수 있으리라 판단된다.

ABSTRACT

The operational availability of multispectral high-resolution satellite imagery, opens up new possibilities for updating forest stand map. Compared with information acquired by traditional methods (Panchromatic Aerial Photo), these data offer a number of advantages. In this study used 1m resolution and 4 band multispectral, which are capability to update forest map of kind of tree. Therefore, high-resolution satellite imagery is good method for updating forest map in the future.

*keyword : Forest map, remote sensing, High-Resolution satellite*

1. 서 론

1994년 미국의 'Open Sky' 정책으로 고해상도 위성영상의 해상도 규제가 완화됨에 따라 기존에 군사용으로만 사용된 고해상도 위성영상 기술이 민간으로 전환되었다.

이에 따라 1999년 최초 1m 해상도의 상업용 위성인 미국의 IKONOS를 비롯하여, 현재 최고 해상도인 0.67m의 Quick-bird 까지 다양한 종류의 고해상도 인공위성이 발사되어 활용되고 있다.

현재 고해상도 위성영상의 활용 분야는 기존 항공사진에서 담당하던 대축척 지도 제작 분야부터 시작하여, 중/저해상도 위성의 응용 분야까지 그 활용 범위가 점차 다양해지고, 광범위해지고 있다.

\* (주) 한양, 지형공간정보연구소

\*\* (주) 한양, 지형공간정보연구소

또한 국내에서 발사 예정인 KOMPSAT-2호의 경우 1m 공간해상도로 KOMPSAT-2호 인공위성의 발사로 인해 국내 위성영상 활용 시장에 많은 변화가 발생할 것으로 기대한다.

본 연구에서는 상업용 고해상도 위성 영상인 IKONOS(1m급)를 이용하여 기존 항공사진을 이용하여 작업하던 임상도 수정 분야에 그 활용을 적용하여, 항공사진의 흑백 단점을 보완하여 정사보정된 고해상도 위성영상을 이용하였을 경우 임상도 수정 부분에 그 활용 가능성을 평가하고자 한다. 인공위성영상은 잘 알려진 바와 같이 다중분광밴드를 이용하기 때문에 임상도에서 중요하게 여겨지는 식생 파악 등의 분야에 적용하기 편리하다. 더불어 고해상도 위성영상을 이용할 경우에는 기존의 중/저 해상도 위성영상의 한계였던 판독 능력의 한계를 극복할 수 있는 장점이 있다.

## 2. 연구자료 및 대상 지역

### 2.1 연구자료

본 연구에 사용된 연구 자료들은 다중분광 고해상도 인공위성영상(1m 공간해상도), 1/25,000 수치 임상도, 지상기준점

선점과 임상도 위치 정확도 비교용으로 국토지리정보원에서 제작한 1/5,000 수치 지형도가 사용되었다.

먼저 인공위성영상 자료의 경우는 식생 판독이 용이하고, 식생 활력도가 좋은 여름 영상을 이용하기 위하여 2001년 9월 17일 촬영된 인공위성영상을 이용하였으며, 인공위성영상과 관련된 정보는 표 1과 같다.

1/25,000 수치 임상도의 경우는 기존 종이 지도로 된 수치 임상도를 디지털 자료를 이용하여 수치화된 3차 임상도(1986~1992)를 이용하였으며, 수치지형도는 1/5,000 수치지형도를 이용하였다.

### 2.2 대상지역

본 연구의 대상지역은 임상도 수정을 적용할 수 있는 수종 및 수령 등이 다양한 지역을 선정하였다. 본 연구의 대상 지역은 그림 1과 같이 전라북도 무주군 설천면과 무풍면 지역을 선정하였다.

해당지역의 경위도 좌표는 좌상 : 127도 47분 56초, 36도 0분 3초 이고, 우하 : 127도 52분 15초, 35도 52분 53초로 연구 대상지역의 면적은 약 87.1km<sup>2</sup>(6.7km × 13km)이다.

표 1. 사용 위성 설명

| 촬영 영상 정보(Meta data)            |  |
|--------------------------------|--|
| ■ 촬영 Sensor                    | IKONOS-2   |
| ■ Acquisition Data/Time        | 2001년 9월 17일 02시 23분 GMT                           |
| ■ 촬영된 영상의 GSD                  | Cross Scan: 0.94 meters<br>Along Scan: 1.06 meters |
| ■ Scan Azimuth                 | 180.04 degrees                                     |
| ■ Nominal Collection Azimuth   | 195.6873 degrees                                   |
| ■ Nominal Collection Elevation | 60.45325 degrees                                   |
| ■ Sun Angle Azimuth            | 154.0626 degrees                                   |
| ■ Sun Angle Elevation          | 53.70231 degrees                                   |

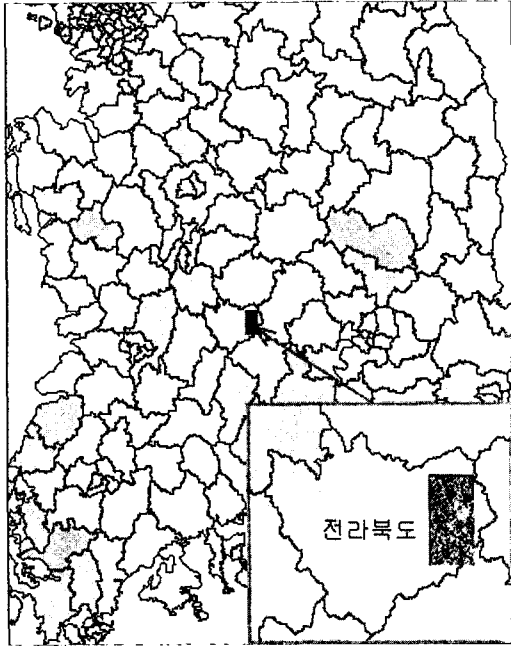


그림 1. 연구 대상 지역

### 3. 임상도

#### 3.1 위성영상 전처리

위성영상은 촬영 당시 센서의 메커니즘에 의한 왜곡, 화상투영방식의 기하학에 의한 왜곡, 화상투영면의 처리 즉, 좌표계의 정의 방법에 의한 기하학적 왜곡, 지도 투영법에 의한 기하학적 왜곡이 발생하여, 지도로 이용하기 위한 가치로써의 위성영상 자료는 이러한 왜곡을 보정하여 사용하여야 한다. 본 연구에서는 기존 수치 임상도와 위성영상 자료를 일치시키기 위하여, 먼저 고해상도 위성영상을 일반 기하보정(geometric correction)을 실시하였고, 정사영상을 제작하였다.

IKONOS 위성영상의 다중분광영상은 4m이나 본 연구에서는 1m panchromatic 영상과 4m multispectral 영상을 융합 기법을 이용하여 1m multispectral 영상으로 제작 하였다.

고해상도 위성영상인 IKONOS 위성영상의 경우에는 촬영 당시 위성의 자세 및 센서에 관한 정보를 제공하지 않고, 대신 RPC(Rational Polynomial Coefficient) 파일의 형태로 제공한다. 본 연구에서는 제공된 RPC 파일, DEM의 경우 수치지도를 이용하여 5m 간격으로 DEM을 제작하였고, 지상기준점(GCP)의 경우도 해당 지역의 수치지도를 이용하여 위성영상과 수치지형도내에서 확연히 구분되는 점들을 선정하여 정사보정영상(ortho rectification)을 제작 하였다. (그림 2.)

이때 지상기준점은 해당지역에 30지점을 확보하여 전체적으로 고루 분포시켜 선정하였으며, 확보된 지상기준점을 이용하여 위성영상에서 RMSE 2m 이내를 확보하도록 하였다.

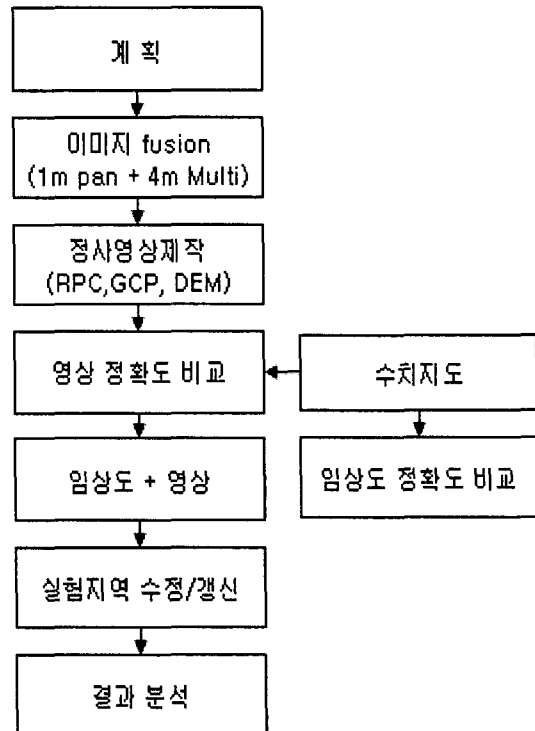


그림 2. 작업 흐름도

표 2. 임상도에서 임상의 구분

| 임상 구분                     |    |    |                                  |                              |
|---------------------------|----|----|----------------------------------|------------------------------|
| 구분                        | 기호 | 분류 | 내용                               |                              |
| 임상경계선                     |    | 선  |                                  |                              |
| 침엽수                       | C  | 문자 | 침엽수 수관 점유면적/임목본수 비율이 75% 이상      |                              |
| 활엽수                       | H  | 문자 | 활엽수 수관 점유면적/임목본수 비율이 75% 이상      |                              |
| 혼효림                       | M  | 문자 | 침·활엽수 수관 점유면적/임목본수 비율이 75% 이상    |                              |
| 소나무 인공림                   | PD | 문자 | 수관 점유면적·임목본수 비율 75% 이상           |                              |
| 잣나무 인공림                   | PK | 문자 |                                  |                              |
| 낙엽송 인공림                   | PL | 문자 |                                  |                              |
| 리기다소나무 인공림                | PR | 문자 |                                  |                              |
| 참나무 인공림                   | PQ | 문자 |                                  |                              |
| 포푸라 인공림                   | Po | 문자 |                                  |                              |
| 밤나무 인공림                   | CA | 문자 |                                  |                              |
| 소나무림                      | D  | 문자 |                                  |                              |
| 참나무림                      | Q  | 문자 |                                  |                              |
| 죽림                        | B  | 문자 |                                  |                              |
| 인공림(침엽수)                  | PC | 문자 |                                  |                              |
| 인공림(활엽수)                  | PH | 문자 |                                  |                              |
| 제지                        | R  | 문자 |                                  | 도로 암석지 묘지·묘포장등이 임지내에 있는 농용지역 |
| 미임목지                      | O  | 문자 |                                  | 지피와 수관의 총 피복도가 50% 이상인 임지    |
| 경작지                       | L  | 문자 | 과수원 기타 농경지 묘토장이 임지내에 있는 농용지역     |                              |
| 목장                        | LP | 문자 | 목장                               |                              |
| 경급 구분 (항공사진상의 수관직경(m) 기준) |    |    |                                  |                              |
| 치수                        | 0  | 0  | 임목의 1.2m 이하 수관점유율 50% 이상         |                              |
| 소경목                       | 1  | 1  | 임목의 1.3m ~ 3.7m 임목의 수관점유율 50% 이상 |                              |
| 중경목                       | 2  | 2  | 임목의 3.8m ~ 6.4m 수관점유율 50%이상      |                              |
| 대경목                       | 3  | 3  | 임목의 6.4m 이상 수관점유율 50%이상          |                              |

### 3.2 임상도 데이터 구축

#### 3.2.1. 임상도 작성 및 구분

기존의 임상도 제작 방법은 국토지리정보원에서 제작한 최신판 1/25,000 지형도를 기초로 항공사진상에 판독된 내용을 도화기로 도화 작업하여 임상도를 작성한다. 사진축척 1/15,000 항공사진상에서 임목지는 임종별, 임상별, 경급별, 영급별 및 소밀도별로 구별하고, 무임목지는 미임목지, 황폐지, 개간지, 제지 등으로 구분한다. 사진상에서 구분이 불확실한 임상은 현지대조하여 추정하는 방법을 사용한다. 항공사진을 촬영치 못한 지역의 일부는

타기관에서 촬영한 1/20,000 ~ 1/15,000 사진을 이용하고, 항공사진이 없는 지역은 현지조사를 실시하여 제작한다.

#### 3.2.2 사진상에서 임상의 구분 방법

임상의 구분은 구분은 가장 최근에 촬영한 축척 1/15,000 항공사진을 이용하여 표본점의 임상과 수종을 구분하되(표 2.), 수종 또는 임상이 혼효되어 있을 경우 그 혼효비를 10분율로 표시(예 : 침/활 8/2) 하고, 항공사진상에서 구분하기 어려운 임상은 현지대조 및 표본점 측정시 확인 구분한다.

항공사진상의 경급 구분은 항공사진 입

체표본 또는 수관 직경과 흉고 직경과의 관계식을 적용, 흉고직경을 산출하여 경급을 구분하고, 지상 표본점은 현지 측정치(경급 구분 기준에 의거)로 구분하며, 영급의 구분은 항공사진을 이용하여 판독이 불가능하므로 현지 조사가 필수적이다.

#### 4. 제작 결과

##### 4.1 정확도

정사영상으로 제작된 위성영상과 수치 임상도를 중첩시켜 비교했을 때 위성영상과 임상도 간에 불일치 현상이 발생하였다.

본 연구에서 제작된 정사영상과 1/5,000 수치지형도와 정확도를 비교해 본 결과 제작된 정사영상의 정확도는  $RMSE_{xy}$ 가 4m 이내로 1/25,000 공공측량 평면 정확도가 17.5m\*인 점을 감안하면 정확한 정사영상을 획득할 수 있었다. 위의 정확도를 감안하여 위성영상이 정확하다고 가정하면 기존 임상도가 제작될 때의 정확도에 문제가 발생할 수 있다는 가정하에 1/5,000수치지형

도와 수치임상도간에 정확도 평가를 실시하였다.

본 연구에서는 기존 수치지도와 임상도의 정확도를 평가하기 위하여 임상도의 경작지(L)와 수치지형도의 경작지 레이어(5211~5216)를 비교하였을 때 그림 3.과 같이 레이어 불일치가 발생하였다.

##### 4.2 임상도 수정의 예

먼저 본 연구에서는 기존에 제작된 임상도의 수정·갱신의 필요성을 확인하기 위하여 위성영상과 중첩된 지역에서 변화가 발생한 부분을 확인 하였다. 그림 4.는 임상도에서는 리기다소나무림(PR)으로 표기되어 있으나, 위성영상을 판독한 결과 미임목지(O)로 변경되어야 하는 부분이고, 그림 5.는 낙엽송인공림(PI)으로 표기 되어 있으나 목장(LP)으로 변경되어야 하는 부분이다. 그림 6.은 경작지에서 미임목지로 각각 변경되어야 한다.

경급 구분의 경우는 임상도 데이터의 경우 위성영상과 자료 구축의 시기적 차이가 약 10년 정도 발생하여, 임상 구분

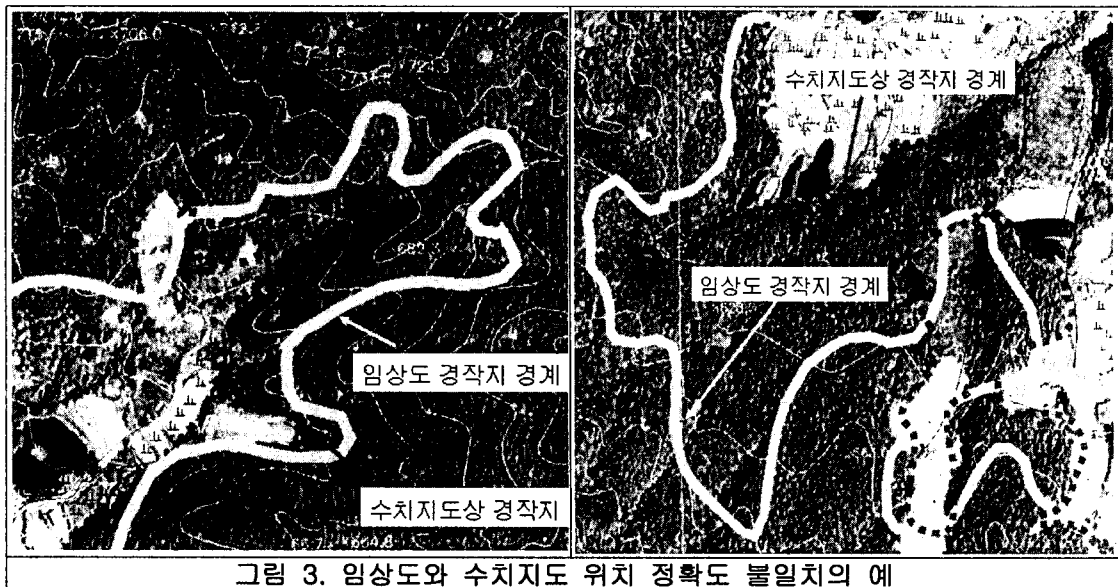


그림 3. 임상도와 수치지도 위치 정확도 불일치의 예

\* 건설교통부고시 제2002-177호에 제시된 정확도

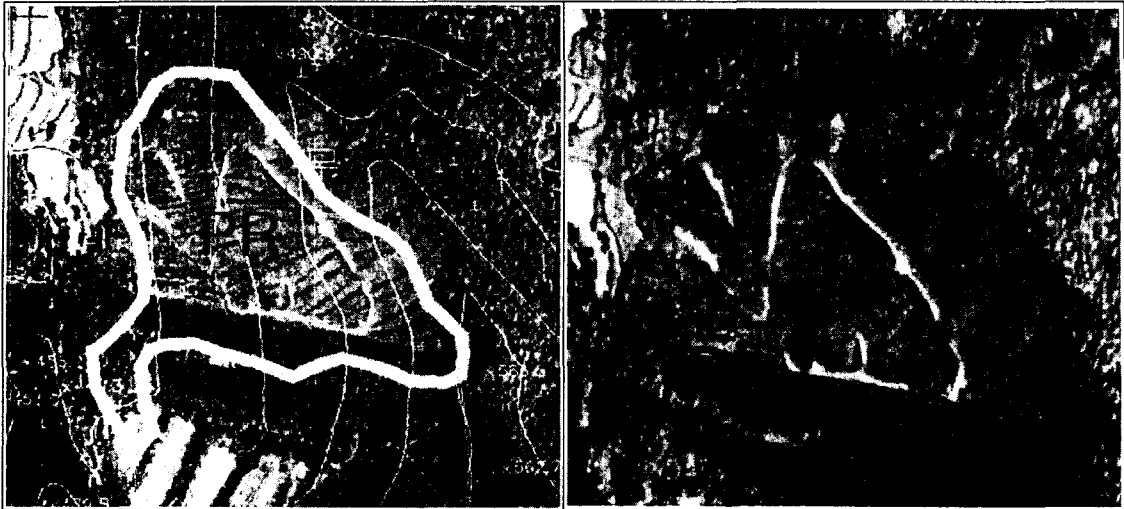


그림 4. 리기다소나무림(PR)에서 미임목지(O)로 임상 수정



그림 5. 낙엽송인공림(PI)에서 목장(LP)으로 임상 수정



그림 6. 경작지(L)에서 미임목지(O)로 임상 수정

과 달리 전체지역에 대하여 수정이 필요 하다. 또한 경급의 부분은 임상 구분보다 상당한 경력과 숙련도를 요하는 부분으로 이 분야에 대한 연구는 차후 연구항목으로 남겨 두었다.

작업규정 세부 기준, 건설교통부고시 제 2002-117호

5. 산림청, 2001, 위성영상을 이용한 산림자원관리 방안, pp. 216 ~ 218.

## 5. 결론

IKONOS 위성영상은 기존의 LandSat 등의 위성영상보다 공간해상도가 1m으로 뛰어나고, panchromatic 밴드뿐만 아니라, Near-Infrared Band를 포함한 multispectral 밴드를 포함하고 있어, 침엽수와 활엽수의 구분 등이 가능하여 흑백 항공사진을 이용할 때 보다 수정이 쉽게 이루어져 기존 임상도에서 임상 수정은 충분히 가능성이 있다고 판단된다. 그러나 제작된 임상도가 기존 수치지형도와 위치 정확도 부분에서 차이가 발생하고, 임상도의 경급 및 소밀도 구분에는 항공사진에서와 마찬가지로 많은 경험과 숙련도가 필요하다.

임상도가 없는 지역에 대한 신규 제작은 기존에 이용되는 항공사진인 사진축척 1/15,000보다 고해상도 위성영상이라도 그 해상도가 항공사진 보다 낮아 판독에 어려움이 발생하여 관련 분야에 더 많은 연구가 필요하다고 판단된다.

## 참 고 문 헌

1. URL, 서울대학교 산림경영 생산공학 연구실, <http://forest.snu.ac.kr>
2. URL, 국립산림과학원, 산림정보시스템, <http://munhun.kfri.go.kr/snlm/>
3. 국립산림과학원, 2003, 수치임상도를 이용한 산림지도제작과 활용, 제3회 산림지리정보시스템 워크숍
4. 국토지리정보원, 2002, 공공측량의