

다목적 실용위성영상을 이용한 이북 지역의 토지피복 분석에 관한 연구

*민숙주, **김계현, *김현명

(*인하대학교 지리정보공학과 환경GIS연구실, **지리정보공학과 교수)

1. 서론

최근 남북관계의 개선으로 남북한 교류의 활성화와 함께 한반도 전역의 국토 환경관리에 대한 관심이 고조되면서 북한지역의 국토정보에 대한 요구가 높아지고 있다. 특히 북한지역의 지형 관련 각종 정보중에서 한반도의 전반적인 국토 이용과 개발 계획 수립, 환경오염 관리 측면에서 북한의 토지이용 및 토지피복 상황에 대한 정보의 파악이 필수적이다.

남한지역의 경우에는 국토의 효율적 개발과 관리를 위하여 토지이용현황도 제작사업이 현재 수행되고 있는 반면, 북한지역의 경우에는 자료의 이용이 극히 제한되어 있으며, 접근이 불가능한 관계로 토지이용 및 토지피복 정보가 부재한 상태이다. 이러한 가운데 1999년 12월말 국내의 기술로 다목적 실용위성 (KOMPSAT: Korea Multi-Purpose Satellite)이 발사되어 현재 영상자료들이 전송되고 있으며, 자료처리에 대한 실험적인 연구가 진행되고 있다.

이러한 연구의 진행으로 국토개발이나 해양, 환경 등의 분야에서 외국의 영상자료에 의존하던 기존의 방식에서 벗어나 우리의 기술에 의하여 얻어지는 다목적 실용위성자료의 활용으로 다양한 국토정보의 추출이 이루어지고 있다. 이에 따른 비용 절감의 효과와 함께 북한과 같은 접근 불가능한 지역에 대한 토지피복 및 각종 정보의 수집이 보다 원활히 이루어지고 있는 실정이다.

본 연구에서는, 다목적 실용위성의 EOC(Electro-Optical Camera)자료를 활용하여 북한 지역의 추출가능한 토지피복정보를 분석하고 토지피복도를 실험 제작하였다. 실험제작에 앞서 문헌조사를 통하여 북한의 토지이용 분류 체계 및 토지이용과 관련된 정보를 수집하였으며, EOC 영상을 이용한 토지피복도의 제작 방식을 정리하였다.

2. 북한 토지피복형태

2.1 토지이용 상황

북한의 토지이용형태는 1981년 구 소련군 참모본부에서 항공사진촬영을 통하여 원색출판된 군사용지도를 바탕으로 경인출판사에서 발행한 1:50,000 북한지역 지형도를 통하여 일차적으로 분석되었다. 이 지도는 군사용 목적으로 제작되어

활주로, 철도, 전주의 위치가 상세히 표현되어 있으며, 하천폭, 산림밀도 등이 텍스트로 표기되어 비교적 지형지물의 표현이 구체화되어 있다. 철도, 하천, 도로, 건물, 지류, 시설물, 지형 등의 지형지물을 52개의 범례로 분류하고 있는 이 지형도는 EOC 영상을 이용하여 토지피복의 분류에 참고자료로 사용되었다.

북한의 토지이용을 파악할 수 있는 또 다른 참고자료는 1977년 북한에서 제정된 토지법으로 토지의 구분을 농업토지, 주민지구토지, 산림토지, 산업토지, 수역토지, 특수토지로 구분하고 있다(표 1). 이러한 여섯가지의 토지구분은 토지이용형태와 토지피복의 차이를 잘 나타내주고 있다.

〈표 1〉 북한 토지법상의 토지이용 분류

토지구분	용도
농업토지	◦ 농사를 위한 토지
주민지구토지	◦ 건축용지와 부속지, 공공이용지
산림토지	◦ 산림지 및 산림조성 예정지, 산림내 이용지
산업토지	◦ 공장, 광산 등 산업시설물과 그 부속지
수역토지	◦ 하천, 호소, 저수지 및 관개용수로의 토지
특수토지	◦ 혁명전적지, 혁명사적지, 문화유적지, 군사용토지

북한 토지이용에 대한 현황을 좀 더 구체적으로 파악하기 위하여 문헌을 통하여 도시형태, 농지현황, 산업현황에 대하여 분석하였다.

1) 도시형태

도시지역은 도시 규모와 성격에 따라 주택가와 도시 중심부 나누어진다. 주택가는 살림집, 학교, 진료소 등이 위치한 지역을 가리키며, 도시중심부는 공공 건물, 상업시설 및 중앙광장 등이 위치한다. 도시지역에서는 산업시설, 교통시설, 창고, 공공시설, 녹지 등이 위치한다.

2) 농지현황

북한은 식량증산을 위해 수리화 사업을 지속적으로 추진하여 전체 농지의 96%가 수리화되어 인공수로의 분포도가 높다. 또한 1976년부터 자연개조사업을 실시하여 경지정리와 발관개, 다락밭 건설사업을 추진하여 농경지를 확충하였다(김운근, 1995).

북한의 경지면적은 총 국토의 17%이며 이중 논이 차지하는 비율이 전체 경

지면적의 31%에 불과하여 밭의 비중이 상대적으로 크다. 밭의 주요 재배작물은 옥수수, 콩, 감자, 보리 등이며, 이중 옥수수의 재배율이 전체 밭면적의 65% 이상을 차지하고 있다.

3) 산업현황

산업시설은 일제시대에 조성된 동해안 북선 공업지구와 서해안의 서선공업지구가 있으며 이후 이들 지역을 중심으로 공업지대를 분산하여 북부연해지역과 내륙지역에 공업지를 조성하였다. 이들 지역의 대부분은 기계 및 조선 등의 중공업 중심의 구조를 가지고 있으며 방직, 섬유, 요업 등의 경공업은 일부지역에만 분포하는 실정이다.

2.2 다목적실용위성 EOC 영상의 특징

다목적 실용위성은 우주기술의 국가적 경쟁력 배양과 산업기술의 고도화, 영상자료의 활용을 통한 효율적 지도제작 등을 목적으로 발사되었다. 위성에는 지구관측 및 지도제작을 목적으로 한 EOC, 해양관측 목적의 OSMI(Ocean Scanning Multispectral Imager), 과학실험 및 우주데이터수집 목적의 SPS(Space Physics Sensor)를 탑재하고 있다. EOC는 지구관측과 1:25,000 한반도 지도제작, 한반도 입체영상의 획득을 목적으로 탑재된 고해상도 CCD(Charge-Coupled-Device) 카메라이다.

EOC는 0.51~0.73 μ m 파장대 영역의 에너지를 흡수하여 공간해상도 6.6m의 panchromatic 영상을 생성한다. 영상이 나타내는 화소값은 지형지물의 형태, 대기조건, 태양의 위치에 따라 달라지게 되며, 0~255까지 8bit 화소값의 범위로 표현된다. 토지피복에 대한 EOC 영상의 기본 통계치 비교에 따르면 화소값의 분포 범위가 협소하며, 학교 운동장과 같은 비교적 높은 반사도를 가지고 있는 부분을 제외하면 영상의 대비효과가 떨어져 영상의 대부분 지역이 어둡게 나타난다(이규성외, 2000).

EOC 영상의 서울 주요지점에 대한 토지피복 화소값 통계에 따르면 물과 어두운 산림이 유사한 통계치를 나타내며, 도심과 도로, 밝은 산림이 유사한 통계치를 나타내고 있어 화소값만으로 토지피복의 판독에는 한계를 보여주었다. 표 2는 대표적 토지피복의 화소값 통계치를 나타낸다.

〈표 2〉 EOC 영상 토지피복 화소값(이규성의, 2000)

토지피복 통계치	도로	물	농경지	도심	어두운산림	밝은산림	나지
평균	46.8	33.4	73.5	45.2	35	46.1	81.8
표준편차	5.9	3.2	15.2	11.3	5	5.5	10.7

2.3 EOC 영상을 이용한 토지피복 분석

1) 연구지역

연구 대상지역은 다목적 실용위성에 의하여 촬영된 북한의 개성직할시로 다양한 토지이용 및 토지피복형태를 포함하고 있다. 개성직할시는 개성시가지와 송악산, 한강, 예성장 등을 포함하고 있으며 고려시대의 유적지가 분포하고 있어 다양한 토지이용 및 피복을 표현하고 있는 지역이다. EOC 영상의 촬영시기는 2000년 5월 8일이며 연구 대상지는 약 1,600×1,600개의 픽셀을 포함하는 111.51 km²에 해당한다.

2) 토지피복 분류방법

EOC 영상은 panchromatic 영상이며, 토지피복에 따른 화소값의 차이가 일정하지 못하므로 기계적인 분류가 어려운 실정이다. 따라서 토지피복상태를 육안으로 판독하는 스크린 디지털링 방법을 사용하였다. 피복분류시 사용한 S/W는 PCI Geomatics 사의 영상판독 프로그램인 PCI와 CAD 프로그램인 Microstation, 그의 Paintshop을 활용하였으며, 판독시 지역별로 영상의 밝기를 조정하기 위하여 명암대비와 밝기(contrast, brightness)를 조절하며 판독하였다. 산림지는 영상이 너무 어두운 관계로 밝기의 강도를 높여야 했으며 시가지는 전체적으로 너무 밝게 나타나므로 대비도를 높이고 밝기를 낮추어야 했다.

북한지역에 대한 자료는 접근이 제한적이고 분류를 위한 현장답사가 불가능하므로 대전지역을 대상으로 현장답사를 실시하여 영상에 나타나는 토지피복형태를 사전 숙지하도록 하였다. 토지피복분류의 분류내용은 국내 환경부의 토지피복분류체계와 국립지리원의 토지피복분류체계를 참조하였으며, 분류항목의 내 북한관련 문헌에서 파악된 토지이용 및 토지피복상황을 포함할 수 있도록 하였다.

3) 토지피복 분류 결과

개성지역을 대상으로 한 토지피복결과 13개 항목이 분류 가능하였다(표 3).

〈표 3〉 토지피복분류항목

분류항목	포함내용
논	경지정리답, 미경지정리답
밭	보통작물, 과수원, 옥수수
입목지	침엽수, 활엽수, 혼합림 등 산림지
주택지	일반주택지 및 혼재된 상가
고층주택지	5층 이상의 고층주택지
교통시설	도로, 철로
나지	주택지 내 나지
공공이용지	학교, 광장, 공공건물 등 대규모 건물, 사적지
초지	도심지내 소규모 녹지 및 논, 밭을 제외한 소규모 녹지
공업지	소규모 공장, 단지로 형성된 공업지
개간지	산림지 내 개간지
하천	하천, 인공수로
호소	자연호소, 저수지

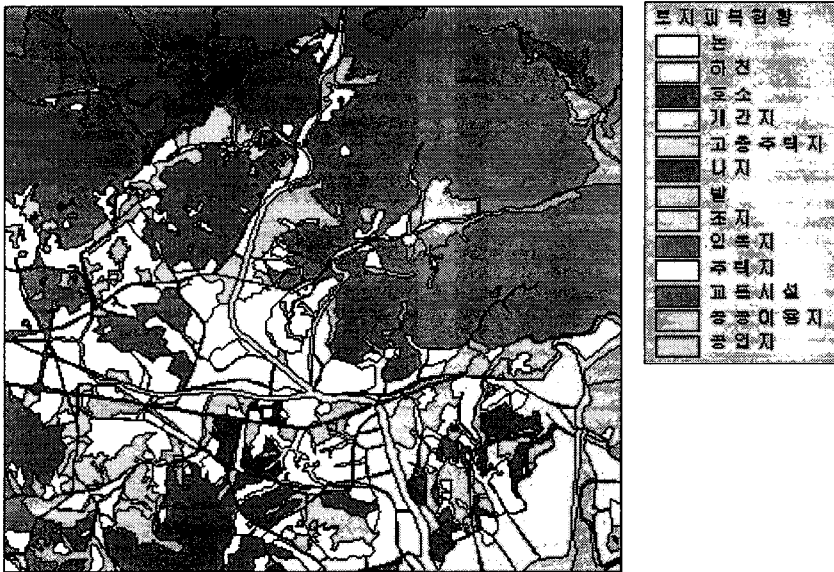
개성시의 토지피복 분류에 있어서 논과 밭, 산림, 교통시설, 하천, 호소는 EOC 영상에서 보여지는 형태가 대전지역의 영상과 유사하여 용이한 분류가 가능하였다. 주택지와 고층주택지의 경우 표현되는 규모 및 밀집성이 대전지역에서 보여지는 모습과는 차이가 있으나 개성지역 내에서는 다른 토지피복과 명확히 구분되므로 분류가 가능하였다. 분류상 가장 어려운 항목은 공공이용지, 초지, 개간지로 이들 항목에 대한 신뢰도는 상당히 낮을 것으로 판단되었다. 공공이용지는 단일 건물의 규모가 큰 건물 및 해당 부속용지와 사적지로 판단되는 지역을 분류하였으며, 초지는 도심지내 소규모 녹지 공간과 도로변의 가로수를 포함한 여분의 용지 및 분류가 모호한 모든 소규모 녹지를 포함하고 있어 초지의 분류내용에 신뢰성이 저하되었다.

북한의 토지피복 중 남한과 비교하여 특이한 사항은 산림지내 비교적 밝게 나타나는 지역들이 존재한다는 것이다. 이는 농지 확보를 위하여 개간한 땅이거나 다락밭의 일종으로 개간 후 버려진 것으로 판단된다. 이러한 형태는 대전지역의 산림지에서 나타나지 않는 형태로 북한의 특수한 토지이용상황을 반영하는 토지피복형태이며 이를 개간지로 분류하였다. 토지피복 결과 13개 항목의 토지이용 면적 비율은 표 4와 같다. 산림지의 분포가 47.5%로 가장 많으며, 개성시가지에 주로 분포하는 주택지(14.1%)와 개성시 외곽지역에 주로 분포하는 논(13%)이 높게 나타나고 있다. 그림 1은 완성된 개성지역의 토지피복도이다.

〈표 4〉 개성지역의 토지피복 항목별 분포율

(단위: %)

논	하천	호소	개간지	고층주택지	나지	밭	초지	입목지	주택지	교통시설	공공이용지	공업지
13.0	2.9	2.1	2.5	0.3	2.1	7.3	3.2	47.5	14.1	2.7	2.2	0.1



〈그림 1〉 개성지역의 토지피복도

3. 결론

본 연구에서는, 국내 기술로 운용되는 다목적실용위성의 EOC 영상을 이용하여 접근 불가능한 지역인 북한지역의 토지피복을 분석하였다. 분석결과 13개의 토지피복항목이 분류 가능하였으며, 남한과 다른 토지피복형태로는 산림지내 개간지가 나타남을 알 수 있었다. EOC 영상에 나타나는 토지피복형태 중 논, 밭, 하천 등은 남한의 피복형태와 유사하였으나 주택지, 고층주택지는 남한지역에서 보여지는 피복형태와 다른 패턴을 보여주고 있다. 이는 주택과 고층주택의 밀집 정도와 고층정도의 차이에서 나타나는 특성으로 보인다.

북한지역에 대한 토지 피복 분류의 검증을 위한 보조자료의 부족은 분류 정확도를 향상시킬 수 없는 주요 요인으로 대두되었다. 또한 일부 토지피복 항목은 화소값의 차이가 명확하지 않아 EOC 영상만으로는 토지피복을 분석하는데 한계가 있음을 보여주었다.

그러므로 향후 EOC 영상을 이용한 북한지역의 토지피복 분석의 신뢰도를 높이기 위한 다양한 방안의 모색이 필요하다. 공간해상도가 높은 EOC 영상과 공간해상도가 상대적으로 낮은 다중분광의 영상을 합성하는 방안, 동일지역에 대한 두 장의 EOC 영상을 입체시를 통한 분류, 벡터지도를 활용한 영상 분류 등 여러 가지 방안에 대한 연구가 필요하다.

사 사

본 연구는 2000년 3월부터 9월에 걸쳐 실시된 과학기술부의 특정연구인 "원격탐사기술개발 과제"의 일환으로 추진되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 경인문화사, 최근 북한 오만분지일 지형도, 1997.
- 김원, 북한의 도시개발 정책에 관한 연구, 지방행정연구, 1990.
- 김운근, 북한의 농·임업, 공보처, 1997.
- 리순건·백완기, 주택소구역계획, 평양 국립건설출판사, 1963.
- 이규성외 7인, 2000, 다목적실용위성 영상을 이용한 북한 지역의 토지피복현황도 작성, 한국자원연구소.
- Goodenough, D. G., Thematic Mapper and Spot Integration with a Geographic Information System, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 54, No. 2, February 1998, pp.167-176.
- Kim, Y. S., et. al., Kompsat Data Processing System: An Overview and Preliminary Acceptance Test Results, Journal of the Korean Society of Remote Sensing, vol. 15, No. 4, 1999, pp.357-366.