

다시기 AVHRR 위성영상을 이용한 한반도 생물계절 특성 연구

김영삼 · 남기덕 · 김원주 · 박종화
서울대학교 환경대학원

I. 연구의 배경 및 목적

위성영상은 공간해상도, 분광해상도 및 시간해상도에 따라서 우리나라의 국토자원의 이용 및 보전에 필수적인 다양한 종류의 자연환경 관련 정보를 수집할 수 있다. 지구자원탐사의 목적으로 개발된 Landsat 위성의 TM은 공간해상도 30m, 7개의 분광 밴드, 매 16일 간격의 동일 지점 반복 수집기능을 갖는다. TM 영상은 주로 단일 시기 영상의 다중밴드 영상분류기법을 이용한 지역 수준의 지피분류 목적으로 광범위하게 활용되고 있으며, 우리나라에서 식생생육이 활발한 여름 중에 구름이 없는 영상을 수집하기 곤란한 한계를 갖는다. 기상위성인 AVHRR은 공간해상력은 낮지만 다중시기 영상을 이용하여 구름의 영향을 제거할 수 있기 때문에 지구적 혹은 국가적 수준에서의 식생의 거시적 분포 및 계절적 변화를 탐지에 유리하다.

본 연구의 목적은 AVHRR 자료에서 추출한 정규식생지수 (NDVI)를 활용하여 한반도의 생물계절 특성을 분석하고, 다중시기영상을 이용한 지피분류 기법을 이용하여 생물다양성 우수지역의 추출 및 생태권역 (Eco-region) 설정을 위한 기본자료를 구축하는 것이다. 본 연구는 다음의 세가지 목표를 갖는다. 첫째, 구름 및 투영방식 등으로 인하여 초래된 월단위 AVHRR/NDVI 자료의 이상을 보정하는 방법을 연구한다. 둘째, 한국, 일본, 중국, 몽고 등을 포함하는 동북아시아 지방의 지피식생을 다중시기영상을 이용한 무감독분류와 감독분류기법을 활용하여 분류하고, 각 분류방법의 장단점을 비교한다. 셋째, 공간해상력 1km의 수치고도모형 (DEM)을 활용하여 한반도의 생물계절 특성을 경사, 향 및 표고와의 관계를 분석한다.

II. 자료 및 연구방법

본 연구는 인터넷을 통해서 제공받은 1995년 2월 - 1996년 1월까지의 12개월의 한반도 주변의 열흘단위 AVHRR NDVI 조합자료 (DAAC, 1999a)와 해양연구소에서 수신한 1998년 1월 - 1998년 12월까지의 12개월의 일별 자료를 이용하였다. 구름 혹은 강수지역의 NDVI는 0 혹은 음수가 되며, 이것은 식생분류 오차를 초래하기 때문에 본 연구에서는 월별최고치조합법 (Monthly Maximum Value Composite)을 이용하여 구름의 영향을 제거하였다. 우리나라 강수량의 50% 이상이 집중되는 6, 7, 8월에는 한달 단위의 NDVI조합으로도 완전히 제거하지 못하는 구름의

경우가 있다. 이와 같은 영상자료의 오차를 제거하기 위하여 분산 (variance) 선별 보정 (finer filter) 방법 (Roujean, 1992), 푸리에 이론 (Fourier theory)을 응용하는 방법 (Sellers et al. 1994), 그리고 정규차이지수 (normalized difference index) 산출법 (Curran, 1983) 등을 절충한 SD 보정 방법 (NDVI temporal series adjustment with self-derivative indexes)을 적용하여 보정하였다. 보정된 12개월의 다중시기영상 자료를 ISODATA 분류 알고리즘을 적용하여 무감독분류하고, 분류의 정확도 검사는 현지조사와 Landsat TM 영상 분류 결과를 이용한다.

한반도 및 동북아시아의 생물계절 특성은 다음과 같은 방법을 활용하였다. 첫째, 월별 NDVI 조합자료간의 상관관계를 분석하였다. 이것은 계절의 진행에 따른 식생의 개엽, 성장 및 낙엽기의 변화 추세 및 식생분류의 근거로써 활용될 수 있다. 둘째, 상대면적지수 (Relative Area Index)를 이용하여 한반도의 남한과 북한의 생물계절 유형과의 유사성을 분석하였다. 이것은 무감독분류기법으로 추출된 각 지피유형이 지역대상지 (남한과 북한) 및 광역대상지에서의 면적을 구하고,

이를 기초로 남한과 북한의 특징적 혹은 보편적 지피 유형과 유사한 식생이 동북아시아에 분포하는지역을 알 수 있다. 셋째, 시계열 보정자료로부터 계량지수를 산출 하였으며, 원자료, 보정 자료, 위도 및 고도 모형 자료, 계량지수 자료를 상관분석, 산포도 분석하였다. 이를 통해 자료 보정 결과 및 보정 자료의 성격을 고찰하였으며, 한반도 식생의 연중 변화 양상을 추정하였다.

마지막으로 보정된 12개월의 다중시기영상 자료를 최소거리법 (Minimum Distance) 알고리즘을 이용하여 지피유형을 감독분류하였다. 훈련지역의 선정과 분류정확도 검사 기준은 Landsat TM 자료와 임상도를 활용하였다. 제주도, 서울, 설악산을 표본지역으로 선출하여 지피를 분류하고, 해상력을 1 km로 변환하여 비교하였다. 분류 결과를 이용하여 한반도 식생의 생물계절 특성을 고찰하고, 과거 연구 및 통계자료에 의한 한반도의 토지피복과 비교하여 토지피복 변화양상을 검토 한다.

III. 연구결과

1. AVHRR NDVI 자료의 보정

이모작지대 상당부분과 고비사막 주변의 일부 지피 중 구름의 영향을 적게 받은 것으로 추정되는 유형들의 식물계절 변화 양상 중에 인접한 두 시계열 자료와 비교하여 NDVI가 급격히 감소하는 지역을 영상 판독으로 확인하였다. 한달 단위의 조합방법으로도 제거되지 않은 구름으로 인한 분류 오차를 제거하기 위하여 오차를 보정하였다. 무감독분류의 유형을 증가시킬수록 구름의 영향으로 인해 분류오차가 증가되는 현상을 반복 분류를 통해 확인할 수 있었다.

2. 시계열 무감독 분류 및 감독분류

무감독분류 기법인 ISODATA에 의한 한반도의 토지피복분류 결과는 그림 1과 같으며, 농경지, 도시화 지역, 산림의 구분은 비교적 정확한 반면에 침엽수림, 활엽수림, 혼효림으로 산림을 구분하는 것은 상당한 어려움이 있다. 분포의 위치 및 생육단계별 특성에 따라 논과 밭도 구분이 가능하였으며, 대부분의 밭은 산림에 인접하여 초지와 분류오차의 가능성이 있다. 향후에는 지상검증 데이터를 활용하여 정확도 검증을 보완할 예

정이다.

다중시기 AVHRR 자료를 최단거리 알고리즘을 활용하여 감독분류한 결과는 그림 2와 같다. 훈련지역은 Landsat TM의 무감독분류 및 임상도를 활용하여 제주도, 수도권, 및 설악산에서 추출하였다. 동일한 영상을 무감독분류한 결과는 그림 1과 같이 전체적인 식생 군집의 분포 유형은 유사하지만 패취의 크기 및 영세 패취의 분포 양상은 상당히 다르다. 또한 북한지역을 포함하는 종래의 연구결과 및 추정치의 폭이 크기 때문에 본 연구의 분류결과 검증에 상당한 한계가 있기 때문에 지피 유형별 월별 평균NDVI 변화추세를 면밀히 분석할 필요가 있다.

3. 환경인자와 한반도 생물계절특성의 관계

무감독분류에 의한 한반도의 토지피복의 생물계절 특성을 경사, 향 및 표고 등의 지형인자와의 관계를 공간 해상력 1km의 DEM을 활용하여 분석했다. 경사의 경우 대부분의 일반적 사실과 다르지 않은 결과를 보였으며 특히 혼효림의 대부분은 경사 10도 미만의 완경사지에 위치하지만 다른 식생에 비해 경사지에 있어서의 분포대가 좀더 넓은 것으로 나타났다. 고도와와의 관계에 있어서도 혼효림의 경우 1500m에서 2000m 사이에서

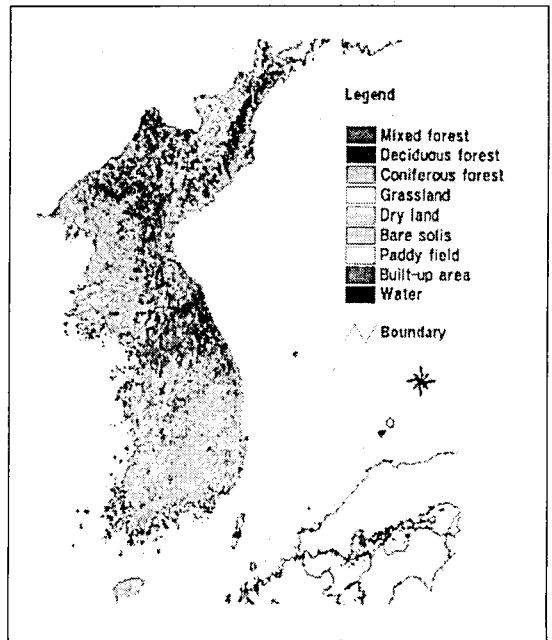


그림 1. 무감독분류에 토지피복분류

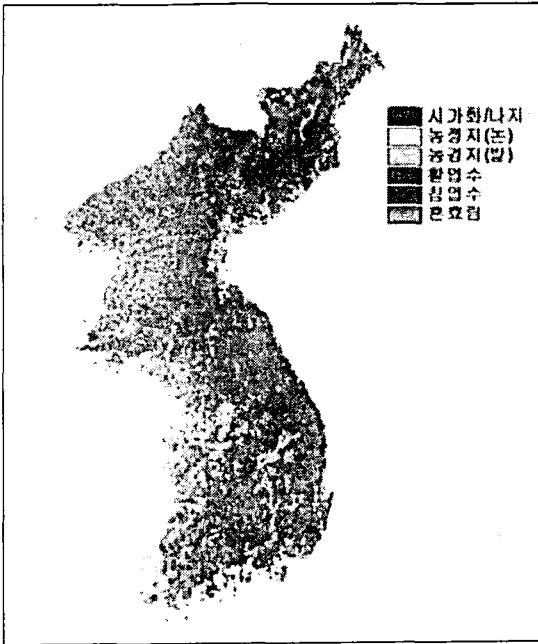


그림 2. 감독분류에 의한 토지피복분류

상당수가 분포하고 있으며 2000m 이상에서는 침엽수가 주를 이루는 것으로 나타났다. 향과의 관계를 살펴보면 논은 남동에서 남서향에 주로 위치하고 있으며 혼효림의 경우 향에 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났다. 이는 향에 영향을 비교적 덜 받는 침엽수의 분포 및 이에 반한 활엽수의 분포가 상대적으로 나타나기 때문인 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 다시기 위성영상을 이용한 남한과 북한의 생물계절 특성과 한반도 주변 지역의 특성을 비교하고, 생물계절 특성에 입각하여 한반도의 지피유형을 분류하는 기법을 연구하였다. 특히 한반도 식생의 생물계절

특성 확인, 한반도 식생과 주변 국가 식생과의 유사성 분석, 침엽수, 활엽수 및 혼효림을 포함하는 한반도의 지피 유형의 분포 특성을 연구하였다. 분류 결과는 식생의 분포유형을 바탕으로 하는 각종 환경 모형의 기초 자료로서 활용가능성이 매우 크며, 한반도 및 동북아시아의 환경감시, 기후변화 예측, 및 조류 및 포유동물 서식지 적합성 평가, 환경 및 생태 관련 주제도 작성, 및 생물다양성 우수지역의 관리 및 보전전략의 수립에 활용될 수 있다.

연구의 한계점으로는 분류 결과의 체계적인 현장 검증을 통한 분류 정확도를 아직 평가하지 못하여, '도시'와 '나지'를 구분하지 못하고, 일반적으로 '산림'이라는 하나의 부류로도 분류할 수 있는 유형들이 시계열 AVHRR 자료의 정량적 분석을 통해 더 세부적인 유형으로 분류할 수 있다. 하지만 산림을 구분하는데는 영상의 해상도와 우리나라의 지형적 요인, 산림의 혼효율 등 몇가지 사항이 더 고려되어야 한다.

인용문헌

1. 박종화, 명수정, 박영임 (1995) GIS 및 원격탐사기법을 이용한 북한산 국립공원 주변부의 추이대 탐지. 한국GIS학회지. 3(2): 91-102.
2. 이규성 (1994) 시계열 AVHRR 위성자료를 이용한 한반도 식생분포 구분. 한국임학회지. 83(4): 441-449.
3. Andres, L., W. Salas and D. Skole(1994) Fourier analysis of multi-temporal AVHRR data applied to a land cover classification. Int. J. of Remote Sensing. 15(5):1115-1121.
4. Apan, A. A.(1997) Land cover mapping for tropical forest rehabilitation planning using remotely-sensed data.Int. J. of Remote Sensing. 18(5):1029-1049.
5. Batista, G. T., Y. E. Shimabukuro, W. T. Lawrence(1997) The long-term monitoring of vegetation cover in the Amazonian region of Northern Brazil using NOAA-AVHRR data. Int. J. of Remote Sensing. 18(15):3195.