

고해상도 IKONOS 영상을 활용한 소나무재선충 피해지역 추출 기법

조명희¹ · 김준범² · 오정수² · 이광재¹

Extraction Method of Damaged Area by Pinetree Pest(*Bursaphelenchus Xylophilus*) using High Resolution IKONOS Image

Myung-Hee JO¹ · Joon-Bum KIM² · Jeong-Soo OH² · Kwang-Jae LEE¹

요 약

본 연구에서는 경남 거제시 연초면 지역의 소나무재선충(*Bursaphelenchus Xylophilus*) 피해발생 선단지를 보다 효율적으로 추출하기 위하여 IKONOS 1m 영상의 공간해상도와 Landsat TM 영상의 band 3, 4와 동일 파장대역이면서 식생과 같은 산림분야 연구에 많이 이용되고 있는 4m 영상의 Red(0.63~0.69)밴드, NIR(0.76~0.90)밴드를 활용하였다. 그 결과 IKONOS 4m 영상의 식생 밴드(NIR band)를 이용한 히스토그램 분석이 가장 효과적이었으며, 이는 GPS(global positioning system)를 이용한 현지조사에서 총 22개의 sample 지점에서 15개의 소나무재선충 피해목을 추출함으로서 확인되었다. 본 연구는 소나무재선충 피해지역 추출뿐만 아니라 산림병해충 피해연구에 대한 고해상도 위성영상의 활용가능성을 제시하고자 한다.

주요어: 소나무재선충, 피해 선단지역, IKONOS, GPS

ABSTRACT

In this study, high spatial resolution of IKONOS 1m image and Red(0.63~0.69) band, NIR(0.76~0.90) band in 4m image, which are the same wavelength range as Landsat TM band 3, 4, were used for extraction of the front areas of *B. Xylophilus* in Geuje island where is located in southern part of Korea. Moreover, since they have higher spatial resolutions than Landsat TM, they have been used for lots of studies in the field of forest and vegetation. In the results, it was validated by GPS field survey, spectral histogram analysis of IKONOS NIR band was significant available method for extracting the front areas of *B. Xylophilus*. In this study, 15 points were verified as real damaged trees of 22 sample points extracted from GPS field survey. This study was not only extracted the damaged trees by *B. Xylophilus* but also suggested the possibility of using IKONOS images for the

2001년 12월 5일 접수 Received on December 5, 2001

¹ 경일대학교 도시정보지적공학과 (mhjo@bear.kyungil.ac.kr)

Dept. of Urban Information & Cadastral Engineering, Kyungil University

² 임업연구원 (JBKIM99@foa.go.kr, jsoh@foa.go.kr) Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea

study on the forest damages by any disease and insect pests.

KEYWORDS: Bursaphelenchus Xylophilus, *Frontpart of Damaged Area*, IKONOS, *Global Positioning System*

서 론

소나무재선충은 병원성이 매우 강하여 피해가 발생한 임지를 방치하면 5~6년 내에 임내에 있는 전 소나무를 고사시킬 뿐만 아니라 새로운 지역으로 침입하면 그 피해가 극심하여 현재까지 어느 병해충 피해에서도 볼 수 없던 무서운 위력을 지니고 있는 산림병해충이다. 특히 우리나라에서는 부산지역을 중심으로 경남 함안, 진주, 통영 등으로 확산되고 있으며 발생구역 면적이 2001년 현재 약 2,000ha에 달하고 있다. 그러나 피해지역의 파악과 피해확산방향의 예측에 어려움이 수반되기 때문에 일부 방제는 하고 있으나 충분한 효과를 거두지 못하여 피해면적이 계속 확산되고 있는 실정이다.

따라서 소나무재선충의 피해상황을 조속한 시간 내에 주기적으로 파악하고 이를 기초로 피해확산 양상을 빠른 시기에 예측하여 시기 적절한 방제 전략을 수립하기 위해서는 공간 분포 특성조사에 효율적인 위성영상과 GIS와 같은 공간정보기술의 도입이 절실하다.

최근 위성영상자료는 광역성, 신속성, 동시성 및 경제성이라는 다양한 장점을 바탕으로 원격탐사에 대한 필요성과 관심이 전문가들뿐만 아니라 일반인들 사이에서도 크게 높아지고 있다. 또한 위성영상자료와 GIS를 이용한 다양한 분석 기법의 활용 가능성이 산림 병해충 분야에서도 입증되어 이 분야에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 서두천(1998)은 경남 남해군 일대의 침엽수림을 대상으로 Landsat TM 영상을 이용하여 감독분류기법으로 솔껍질각지벌레 피해지역을 추출하였고 오동하(1998)는 강원도 홍천지역을 대상으로 Landsat TM 영상과 수치지도자료를 이용하여

밴드간 비연산, cosine 보정 및 Minnaert 보정을 통하여 솔잎혹파리 피해지역 분류 및 공간적 변화를 분석하였다. 또한 양경락(1999)은 Landsat TM 영상을 이용하여 ratio와 spatial filtering 기법으로 경북 영양군의 솔잎혹파리 피해지역을 추출한 바 있다. 한편 조명희 등(2001a; 2001b)은 경남 추봉도 지역의 소나무재선충 피해지역을 추출하기 위하여 Landsat TM 영상을 이용하여 감독분류, 히스토그램분석, NDVI등과 같은 다양한 영상처리 기법을 적용한바 있다. 이와 같이 국내의 경우 대부분 Landsat TM 영상을 이용하여 산림병해충 피해지역을 탐지하여 왔는데 이들 지역은 모두 대규모 피해지역이었기 때문에 Landsat TM 영상의 적용이 가능하였던 것으로 판단된다. 하지만 산림병해충 피해규모와 그 분포패턴에 따라 다양한 위성영상 활용의 필요성이 대두되고 있다. 특히 소나무재선충 선단지는 고사목이 밀집되어 있는 대규모 피해지역과는 달리 고사목이 산발적으로 분포하고 있기 때문에 이를 추출하기 위해서는 보다 고해상도의 위성영상이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 경남 거제시 연초면 인근 지역을 대상으로 고해상도 IKONOS(1m, 4m) 영상을 활용하여 소나무재선충 선단지를 보다 효과적으로 추출하기 위한 분석기법을 제시함과 동시에 영상의 특징에 따른 병해충 피해지역 추출가능 범위를 규명함으로써 산림 병해충 예찰 업무에 있어서 고해상도 위성영상의 활용 가능성과 효율성을 제시하고자 한다.

연구자료 및 방법

본 연구는 그림 1과 같이 거제도 서쪽에 위치하고 있는 연초면 지역의 소나무재선충 피해

선단지를 추출하고자 2000년도 IKONOS 영상(2000년 2월 13일 촬영), 1/25,000 임상도, 1/5,000 수치지형도 및 GPS를 이용한 현지조사 자료와 기존 통계자료를 활용하였다. 본 연구에 사용된 IKONOS 영상은 1m panchromatic, 4m multispectral 영상 그리고 pan-sharpened 영상이다. pan-sharpened 영상은 4m 다중분광 데이터와 1m 전정색 데이터를 융합한 제품으로 전정색 영상의 공간해상도를 유지하면서 다중분광영상의 속성을 지니고 있는 위성영상자료이다.

임상도 및 수치지형도는 Arc/Info GIS tool을 이용하여 연구대상지역의 각 layer별 주제도를 작성하여 DB화하였는데 이는 연구대상지역의 산림생태 및 지형특성을 분석하여 소나무재선충 선단지를 보다 명확하게 규명하기 위해서이다.

한편 소나무재선충 선단지를 추출하기 위하여 고해상도 IKONOS 영상을 1:5,000 수치

지형도에서 GCP(ground control point)를 추출하여 ERDAS Imagine 8.5로 기하보정(geometric correction)을 실시하였으며 각 영상별(panchromatic, multispectral data)로 다양한 영상처리기법을 적용해보았다. 토지피복분류는 기존의 감독분류 기법 중에서 최대우도법(maximum likelihood classification; MLC)을 적용하여 총 12개의 클래스로 토지피복형태를 분류하였으며 중점연구 대상지역인 소나무지역만을 마스킹(masking)처리하여 Red와 NIR 밴드를 대상으로 히스토그램 및 NDVI 패턴분석을 수행하였다. 이와 같이 다양한 영상처리기법을 통하여 추출된 소나무재선충 선단지에 대한 분류정확도 검증은 위해서 현지조사를 실시하여 소나무재선충 피해로 인한 고사목을 22개 지점에서 선정한 후 GPS 측량을 실시하여 점 자료 형태로 데이터를 수집하였다. 그림 2는 본 연구의 수행과정을 나타내고 있다.

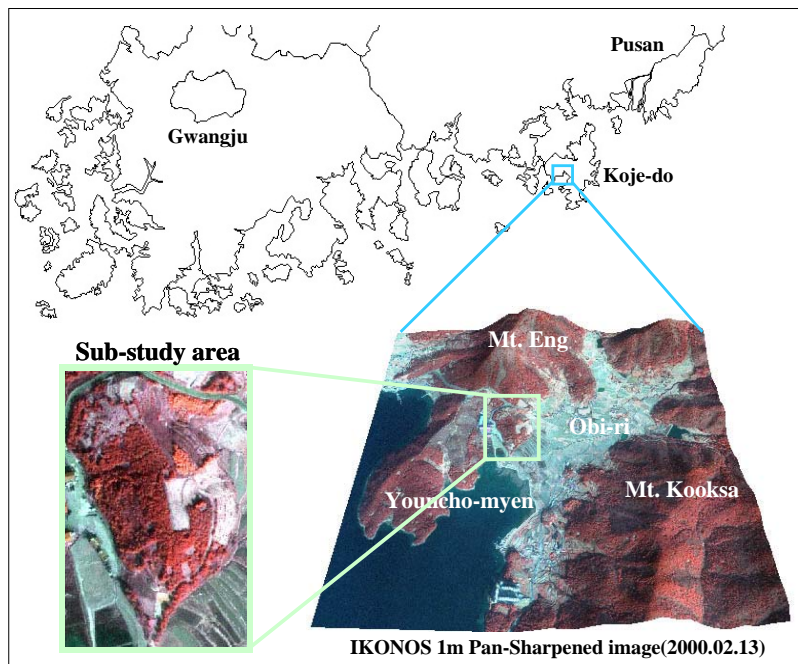


FIGURE 1. The location of study area

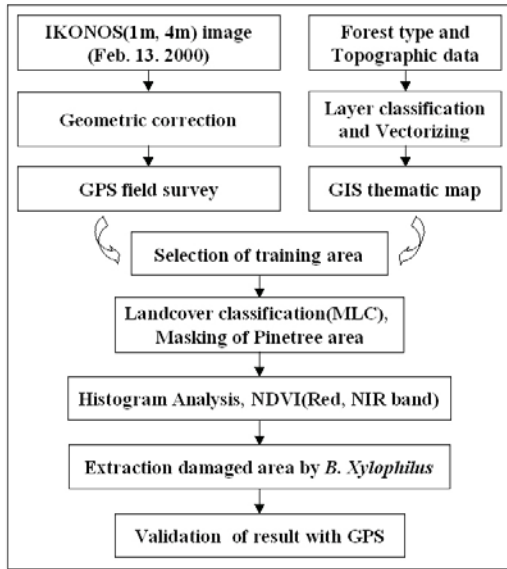


FIGURE 2. The study flow

결과 및 고찰

▶ IKONOS 영상을 이용한 소나무재선충 선단지 추출

소나무재선충의 피해는 초기단계에서는 소나무 본수별로 선단지를 형성하다가 점차 대

단위 지역으로 확산되므로 초기의 선단지 발견 및 방제가 매우 중요하다. 따라서 IKONOS 영상과 같이 보다 고해상도의 영상을 이용한 선단지 추출이 바람직하다.

그림 3은 거제도 연초면 오비리마을 주변 지역의 IKONOS 1m, 4m 영상을 기존의 감독분류 기법 중에서 MLC 기법을 적용하여 토지 피복분류를 실시한 결과로서 침엽수, 활엽수, 혼효림 및 그림자지역 등을 분류할 수 있었다. 그러나 IKONOS 영상이 가지는 세분화된 DN(digital number)값으로 인하여 전반적으로 낮은 토지피복분류 정확도를 보이는 등 분류에 어려움이 있었다. 또한 기존의 감독분류기법을 적용한 결과 소나무재선충 선단지는 추출되지 않은 것으로 나타나 감독분류방법이 본 연구에서는 유용하지 못한 것으로 확인되었다.

따라서 소나무 군락지만을 집중적으로 분석하기 위하여 vector coverage를 이용하여 소나무림만을 마스킹 처리함으로써 기타 다른 지역과 분리한 후, Red와 NIR밴드를 이용하여 NDVI를 구함으로써 연구지역의 식생활력도를 파악함과 동시에 주성분 분석을 실시하였다. 이들 결과와 함께 히스토그램 분석을 통하여 NIR밴드의 픽셀 value 값의 분포 특성을 분석하였다.

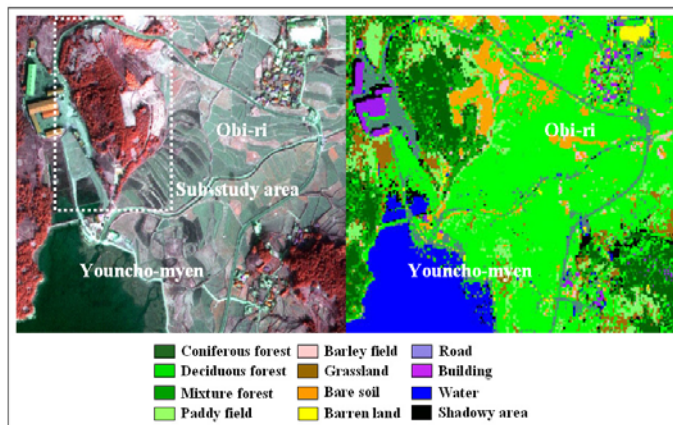


FIGURE 3. The result of landcover modeling(IKONOS 4m image, Feb. 13, 2000)

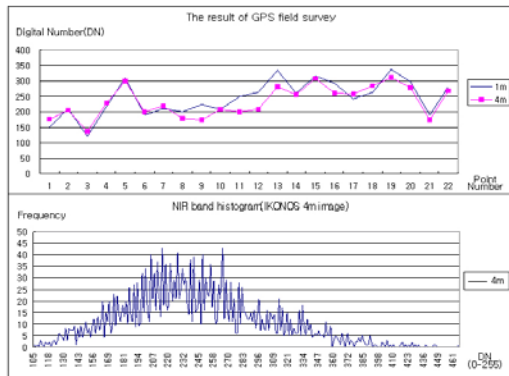


FIGURE 4. Correlation between the NIR DN value of IKONOS 1m and 4m images

한편 GPS를 이용한 현지조사에서 측정된 22개 지점의 고사목 점 자료를 기준으로 IKONOS 1m, 4m 영상의 NIR 밴드 DN값을 비교하였는데 그 결과 그림 4에서 보듯이 약 90%의 상관성이 존재하는 것으로 확인되었다. 그 중에서 4m 영상의 NIR 밴드 DN값을 살펴보면 소나무재선충이 대부분 190-210, 250-300구간에서 많이 나타나고 있다는 사실을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 IKONOS 1m, 4m 영상의 NIR 밴드 DN값을 각 픽셀별로 세분화하여

분석하였는데 그 결과는 그림 5와 같다.

그림 5의 A는 거제도 오비리 지역에서 소나무재선충 선단지가 집중적으로 분포하고 있는 지역으로서 본 연구의 세부연구 대상지역이다. 현지조사자료를 IKONOS 1m, 4m NIR 밴드에 적용하여 히스토그램 분석을 실시한 결과 마스크 처리를 하지 않은 그림 5의 B의 1m 영상에서 소나무재선충 선단지는 ①지역으로 나타났으며 이들 지역은 현지조사 자료를 통하여 피해목의 공간적 분포 위치를 확인할 수 있었다. 하지만 ②지역은 실제 피해목과 비교·분석한 결과 다소의 오차를 포함하여 과대 분류되어 나타났는데 이들 지역은 대부분 구릉지의 잡목과 과수원지역으로서 2월이라는 계절적 영향으로 말미암아 이들이 고사목과 비슷한 분광특성으로 나타난 결과로 해석되어진다. 또한 1m 픽셀 값의 지나친 정확도로 인하여 더욱 많은 오차가 발생한 것으로 판단된다. 반면 IKONOS 4m 영상의 그림 5의 C에서 ①지역이 소나무재선충 선단지로 추출되었는데 4m의 공간해상도로 인하여 1m 영상에서 보다 비교적 고사목의 수가 적게 나타났다. ②지역은 1m 영상에서와 마찬가지로 다소

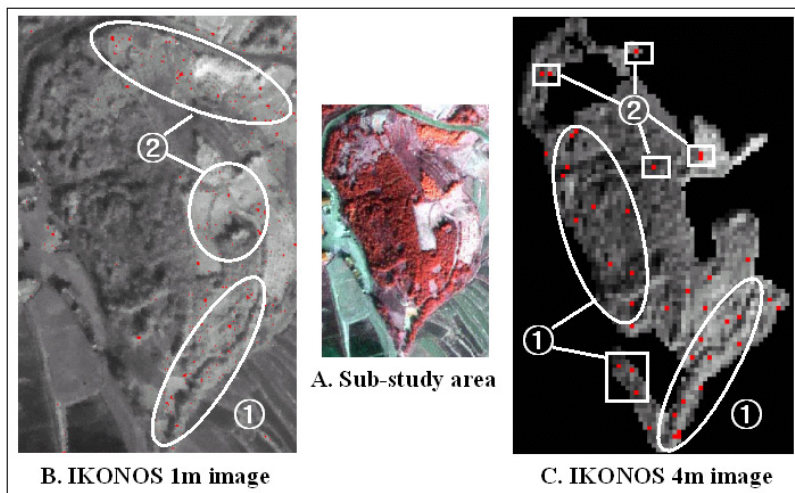


FIGURE 5. The extraction of images of the front damaged areas of *B. Xylophilus* by IKONOS

의 오차가 내재되어 있는 것으로 파악되었다.

한편 그림 6은 마스크 처리된 4m 영상처리 결과를 현지조사 때에 수집된 22개의 checkpoint와 비교한 결과로서 15개 지점이 소나무재선충 선단지와 일치하는 것으로 나타났다. 현지조사당시 세부연구 지역에는 약 70여 그루의 고사목이 존재하고 있는 것으로 파악되었는데 A지역에서 나타난 선단지는 그 중의 일부인 것으로 판단된다. 이와 같이 4m NIR 영상에서 높은 정확도가 나온 것은 소나무 군락지를 제외한 다른 지역을 마스크 처리하여 사전에 연구대상 범위를 보다 세분화함으로써 히스토그램 분석이 용이하였기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 IKONOS 1m 영상의 경우 픽셀 값의 높은 정확도와 다량의 데이터로 인하여 소나무재선충 선단지로 추출된 지점들을 보다 명확하게 규명하는데 어려움이 수반되었는데 이는 4m 영상과 마찬가지로 마스크 처리를 하고 영상분류를 하여도 유사한 결과가 나왔다.

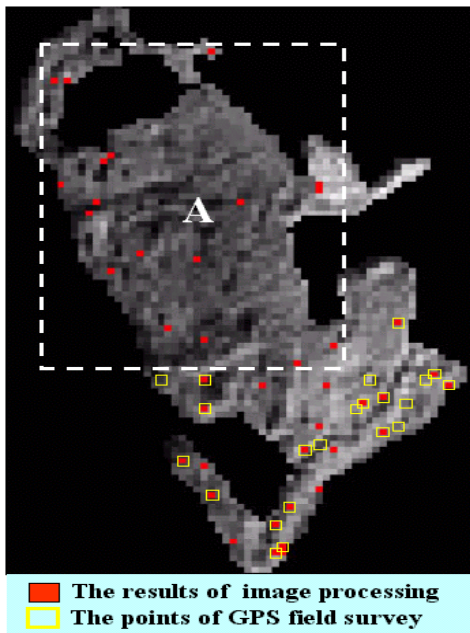


FIGURE 6. Validation of the extracted damaged trees by *B. Xylophilus* with the result of GPS field survey

따라서 소나무재선충 선단지를 추출하기 위해서는 IKONOS 영상과 같은 고해상도의 영상을 이용하는 것이 바람직하며 Landsat TM band 3, band 4와 동일한 파장대역임과 동시에 식생과 같은 산림분야 연구에 많이 이용되고 있는 Red(0.63~0.69)밴드, NIR(0.76~0.90)밴드를 활용하는 것이 보다 유용한 것으로 확인되었다. 특히 본 연구에서와 같이 산림병해충에 관하여 중점적으로 연구할 경우 이들 밴드를 활용함으로써 병해충의 피해범위 및 식생의 상태 등을 보다 효과적으로 파악할 수 있다. 한편 고해상도 IKONOS 영상의 경우 공간해상도에 따라 도출되는 결과가 서로 다른 것으로 나타났는데 이는 해상도에 따른 픽셀 값의 변화와 정확도로 인하여 나타나는 결과로 해석되어진다. 본 연구에서는 마스크 처리된 IKONOS 4m 영상의 식생밴드(NIR band)를 대상으로한 히스토그램 분석이 소나무재선충 선단지역 추출에 있어 토지 피복 등과 같은 영상분류기법 보다 효과적임이 GPS(global positioning system)를 이용한 현지조사 결과에서 확인되었다.

이상의 결과로 위성원격탐사 기법과 GIS의 다양한 공간분석 기법을 종합적으로 활용함으로써 소나무재선충 뿐만 아니라 산림병해충 관리를 위한 기반 조성과 DB 구축의 기초를 확립할 수 있게되어 관리 방법의 정보화를 가능하게 할 것으로 예상된다. 향후 보다 다양한 현지자료와 다중시기별 위성원격탐사자료를 이용한 분광특성 및 분류정확도 평가 등과 같은 산림병해충에 대한 심층적인 연구가 이루어진다면 더욱 정확하고 종합적인 분석이 가능하리라 사료된다. **KAGIS**

참고문헌

김영섭 외. 1998. 원격탐사개론. 동화기술. 373p.
 김용일. 1991. 인공위성 원격탐사 데이터의 분석 정확도 향상에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.

- 김준범 외. 1990. 고사목에서 분리된 선충과 곤충의 종류 및 솔수염하늘소 부위별 소나무재선충 밀도 조사. 한국응용곤충학회지. 29(1): 14-19.
- 김준범 외. 2000. 산림병해충 생태와 방제. 임업연구원. 51p.
- 서두친. 1998. 인공위성 화상데이터를 이용한 솔껍질각지벌레 피해지역의 추출기법에 관한 연구. 경상대학교 석사학위논문. 65p.
- 조명희 외. 2001a. 위성영상과 GIS를 이용한 소나무재선충 피해지역 추출 기법. 원격탐사학회 춘계논문발표집. pp.62-69.
- 조명희 외. 2001b. IKONOS 영상을 이용한 소나무재선충 피해지역 선단지 추출기법. 한국지리정보학회발표집. pp.202-211.
- 양경락. 1989. LANDSAT TM DATA를 이용한 솔잎혹파리 피해지역추출에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문. 51p.
- 오동하. 1998. 위성영상자료와 수치지도자료를 이용한 솔잎혹파리 피해지역분류 및 공간적 변화분석. 서울대학교 박사학위논문. 103p.
- Benson, A. S. et al. 1985. Integration of Landsat-4 thematic mapper and multispectral scanner data for forest surveys. PE&RS 51(2):1281-1289.
- Ekstrand, S. 1996. Landsat TM-based forest damage assessment: correction for topographic effects. PE&RS 62(2):151-161.
- Hoffer, R. M., D. S. Linden and J. L. Paschke. 1995. Integrating of GIS, GPS and remote sensing for inexpensive assessment of forest insect damage. ACSM/ASPRS Annual Convention & Exposition Technical Papers(Charlotte, NC) 3:571-578.
- Itten, K. I. and P. Meyer. 1993. Geometric and Radiometric correction of TM data of mountaneous forested areas. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 31(4):764-770.
- Jensen, J. R. 1996. Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective. 318p.
- Jo, M. H. et al. 2000. The development of forest fire forecasting system using internet GIS and satellite remote sensing. Proceeding of ACRS 2000 2:1161-1166.
- Sabins, F. F. 1987. Remote Sensing: Principles and Interpretation, W.H. Freeman and Company. San Francisco. pp.258-263.
- Toll, D. L. 1985. Effect of Landsat thematic mapper sensor parameters on land cover classification. Remote Sensing of Environment 17:129-140.
- Vogelmann, J. E. and B. N. Rock. 1998. Assessing forest damage in high-elevation coniferous forests in Vermont and New Hampshire using thematic mapper data. Remote Sensing of Environment 24:227-246.
- White, J. D., G. C. Kroh and J. E. Pinder III. 1995. Forest mapping at Lassen Volcanic National Park, California using Landsat TM data and a geographical information system. PE&RS 61(3):299-305.
- Wolter, P. T., D. J. Mladenoff, G. E. Host and T. R. Crow. 1995. Improved forest classification in the northern Lake States using multi-temporal Landsat imagery. PE&RS 61(9):1129-1143. **KAGIS**