

## 원격탐사자료의 환경영향평가 활용을 위한 기초연구

문현생, 김명진, 강인구, 방규철

국립환경연구원 환경보건연구부 영향평가과

### Preliminary Study for an Application to Environmental Impact Assessment of Remote Sensing Data

Hyun-Saing Mun, Myung-Jin Kim, In-Goo Kang, Kyu-Chul Bang

EIA Div., Environmental Health Research Dept., NIER

#### Abstract

Environmental Impact Assessment(EIA) is composed of various procedures, such as screening, scoping, inventory survey, prediction, assessment, mitigation measure, alternative assessment, and post management. Remote sensing introduced lately begins to be applied ecosystem and land use in inventory survey and assessment of EIA.

This study explains on land use classification, buffering analysis of residential area, and overlaying analysis of odor predictive data with residential area for application to EIA with remote sensing data. Residential area extracted from land use classification of remote sensing provides effectively buffering analysis of residential area in selection of landfill site with GIS. It could assess also residential effect to an offensive odor by overlaying analysis. Application methods in EIA should be enlarged to assess effectively.

keywords : remote sensing, EIA.

#### I. 서 론

환경영향평가는 평가사업결정, 중점평가인자 선정, 현황조사, 예측 및 평가, 저감방안 설정, 대안평가, 사후관리평가로 이루어지며 각 과정에 다양한 환경영향평가의 기법들이 적용되고 있다. 예측 및 평가에는 수질의 BOX, QUAL 2, 대기질의 CDM, TCM 등이 활용되고 있으며<sup>1)</sup>, 원격탐사기술이 부분적으로 사업지 현황 및 오염도 조사

에 적용되고 있다. 인공위성을 이용한 원격탐사(Remote Sensing, RS)는 인공위성에 탑재된 센서에 의해 관측된 영상자료를 영상처리시스템으로 해독하여 유용한 정보를 추출하는 기술로서 광역관측, 동시관측, 반복측정과 관측경비 저렴 등의 장점을 가지고 있다.

국내에서 원격탐사를 활용한 논문을 살펴보면, 토지이용변화<sup>2), 5), 7), 8)</sup>, 발전소온배수 영향범위 평가<sup>14)</sup>, 연안의 조류 분포<sup>13)</sup>, 수질에서의 부유물질 및 클로로필, 수온의 정량평가<sup>2)</sup>, <sup>11), 15)</sup>, 식생분포 및 식생활력도 분석<sup>6)</sup>, 산림의 CO<sub>2</sub> 고정<sup>18)</sup>,

병충해로 인한 산림피해지역 조사<sup>17)</sup>, 수문관리 응용<sup>10)</sup>, 쓰레기매립지 적지선정 이용<sup>4),9)</sup> 등이 수행되었으며, 대부분 원격탐사기법을 이용하여 자연생태계를 대상으로 지역현황 및 일부 항목의 오염도 조사를 수행하고 있다. 국외 논문은 국내와 대부분 유사한 분야에 대하여 적용하고 있으나, 최근 복잡하게 얹혀있는 환경문제를 해결하기 위하여 원격탐사와 GIS 자료를 통합하기 위한 데이터 통합구조 연구<sup>20)</sup>, 및 기름유출후 환경영향평가<sup>19)</sup>, 토지이용 계획수립<sup>21)</sup>, 환경, 사회, 경제가 복잡하게 얹힌 도시의 합리적인 개발 및 관리<sup>16)</sup> 등을 연구하고 있다.

여러인자를 중첩평가 할 수 있는 지리정보체계(Geographic Information System;GIS)의 발달은 인공위성 영상 자료에서 분석되는 광범위한 정보들을 GIS의 자료층으로 이용함으로써 분석의 효과를 더욱 높이고 있다. 본 연구에서는 춘천지역의 인공위성 영상자료를 이용하여 토지이용 현황을 조사하고, GIS와 연계분석하여 폐기물매립지 시설 설치를 위한 주거지영향권 설정 및 선정된 매립지에서 발생된 악취물질이 주거지에 미치는 영향범위를 평가하는 방법을 제시하였다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구내용

춘천지역의 인공위성 자료로 부터 토지이용 현황을 분석하였고, 이 중 주거지만을 추출하여 폐기물매립지 선정을 위한 주거지의 영향권 설정 및 악취예측 결과와 중첩 분석을 하였다.

### 2. 연구방법

#### (1) 분석장비 및 자료

분석S/W는 W/S급인 ERDAS사의 IMAGINE 8.0.2이며, 사용된 인공위성자료는 LANDSAT-5 Thematic Mapper

(TM) 자료로 1989년 5월 2일(중심 경위도 : N 37-54-30, E 127-44-45)에 일본 RESTEC(Remote Sensing Technology Center of Japan)에서 수신된 BIL(Band Interleaved by Line) 포맷 자료를 이용하였다.

#### (2) 전처리

영역절출의 용이성과 기하학적 보정시 정밀도를 높이기 위해서 영상강조를 실시하였으며 연구대상지역(현 강원도 춘천시로 과거 춘천시, 춘천군)만을 절출하였다. 또한 단순한 수치영상에서 실좌표계의 영상소값으로 변환하기 위하여 기하학적인 보정을 실시하였으며, 상용된 지상기준점(Ground Control Point, GCP)의 수는 17개점이었고, RMS 에러는 3.015 pixel이었다. 재배열(Resampling)방법은 처리 속도는 높으나 영상을 뚜렷하게 하며 잡음을 줄이는 Cubic convolution법으로 수행하였다.

#### (3) 영상분류

토지이용 현황은 비감독분류방법중 군집분석(Cluster Analysis)을 실시하여 40개 군집으로 분류한 다음, Recode 명령어로 산림, 논, 수계, 밭, 주거지, 나대지의 6개군집으로 재분류하였으며, 분류의 정확도를 높이기 위해 지형도(1 : 25,000) 및 2회의 현장답사를 통하여 보정하였다.

## III. 연구결과 및 고찰

### 1. 토지이용 분류

환경영향평가서 작성규정에서 생활환경인자에 포함되어 있는 토지이용현황은 지형도, 통계연보, 지적도 등을 통하여 작성되고 있으나, 이 자료들이 비정기적으로 수년에 한번씩 수정되므로 정확한 현황과 광역적 범위의 토지현황 파악이 어려울 뿐만아니라, GIS를 이용한 환경기초시설 적지선정시 전산자료로 변환하는 것이 어렵고 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있다. 반면 인공위성자료는 최

신의 자료를 구입함으로써 최근의 광범위한 토지이용 현황을 알아볼 수 있을뿐 아니라, 과거와 현재의 영상자료를 비교함으로써 주거지 및 산림의 변화 등을 분석할 수 있다.

춘천지역은 도시, 수계, 산림, 농경지 등의 토지이용 형태가 다양하게 발달되어 있는 곳으로, 토지이용현황을 분석한 결과 산림 75%, 수계 6%, 논 8%, 밭 4%, 주거지 4%, 나대지 3%으로 나타나(사진 1), 춘천시 현황자료('95년)<sup>12)</sup>의 산림 76%, 수계 8%, 논 4%, 밭 6%, 주거지 3%, 기타 3%와 다소 차이가 있다. 이는 과거에 촬영된 영상자료로 현재와 다소 차이가 있으며, 현재의 해상도로는 작은 수제를 감지하지 못하는 점과 그리고 농작물이 충분히 성장하지 않은 계절이기 때문에 일부 농경지가 나대지 또는 주거지로 분류된 것으로 사료된다. 본 연구에서 기하학적 보정후 RMS에러가 3.015 pixel로 양인태 등<sup>8)</sup>의 0.474373 pixel 보다 높게 나타났는데, 이는 여러지점의 지상기준점을 다리의 끝으로 선정하였기 때문에 기준점에 대한 오차가 큰 것으로 사료된다.

인공위성자료가 환경영향평가와 GIS의 자료로서 보다 효과적으로 이용되기 위해서는 정확한 기하학적 보정을 통하여 RMS에러를 1 pixel 이하로 낮추어 지상 좌표체계와 일치시켜야 하며 현장조사 및 항공사진을 통한 분류결과의 보정 및 식생이 다양한 계절의 선택 등이 고려되어야 한다.

## 2. 지리정보체계의 적용

### (1) 주거지 추출 및 폴리곤화

인공위성 영상자료는 지리정보체계 자료층에 광범위한 토지이용 현황(산림, 수계, 주거지, 논, 밭, 나대지등)을 제공한다. GIS를 이용한 폐기물매립지 적지선정에서 주거지 영향권을 분석하기 위하여 그림 1같이 Imagegrid 명령어로 영상자료를 그리드자료로 변환시킨 후 select 명령어로 주거지요소만을 추출하였고, Buffer를 이용한 영향권분석을 위하여 그리드자료를 폴리곤자료로 변환하였으며, arc 수가 10,000을 넘으면 폴리곤 변화이 중단되므로 Res-

ample을 실시하였다.

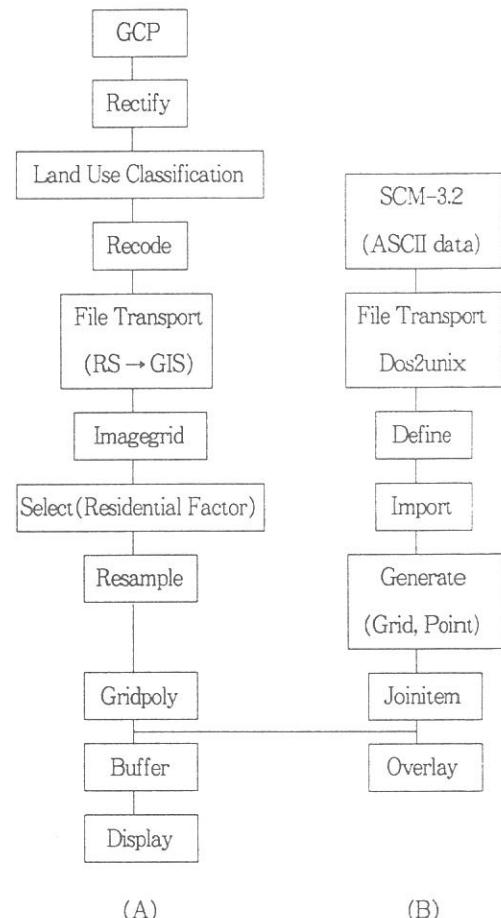


Figure 1. Flow-Chart for integration Analysis of Remote Sensing and GIS(A : RS & GIS, B : SCM & GIS)

### (2) 주거지영향권 분석

계속되는 폐기물의 발생은 매년 폐기물매립지와 같은 환경기초시설에 대한 설치를 요구하고 있으나, 주거생활에 대한 오염물질의 영향이나 지역간의 담비(NIMBY)현상에 의해 적지선정에 어려움이 따른다. 또한 환경영향평가법에서 시행하고 있는 주민의견수렴제도(1991. 8. 1)는 주민과 환경, 지역이기주의, 경제적 상황 등이 복잡하게 얹혀져 있어 주민과 사업자간의 분쟁의 소지가 있게된다. 이와같은 문제를 해결하기 위해서는 과학적인 근거와 도면정보

분석을 통하여 환경영향과 저감방안에 대한 충분한 이해가 필요하게 되는데, Arc/Info에서 경사도, 투영도, 녹지자연도, 홍수위, 상수도 보호구역, 주거지역, 인구밀도, 도로 등을 입력자료로 이용하여 적지선정하는 방법이 유용하게 사용될 수 있다. 이중 주거지 요소는 인체에 대한 오염물질의 영향을 파악하는 중요한 인자로서 원격탐사자료에서 제공될 수 있으며 기준문헌에서 보고된 자료나 주민과 사업간의 협의결과를 입력하여 주거지에 대한 영향권을 분석할 수 있다. 사진 2는 GIS를 이용한 춘천지역의 폐기물매립지 적지선정시 주거지영향권을 분석한 예이다.

### 3. H<sub>2</sub>S의 주거지 확산범위 평가

#### (1) 확산예측농도와 GIS의 연계

주거지와 악취모델 결과와의 중첩분석을 통하여 선정된 매립지에서 발생되는 악취의 영향범위를 평가할 수 있다. 대기예측모델인 SCM(Seoul Climatological Model) 3.2의 결과는 격자망의 ASCII file로 산출되는데 UNIX로 운영되는 GIS와 연계분석하기 위해서 DOS자료를 UNIX자료로 변환하고 ARC/INFO에서 사용할 수 있는 INFO 파일로 변환하기 위해서 define으로 항목구조를 결정하고 info에서 import시켰다. 또한 그리드와 속성을 연결하여 화면출력하기 위하여 generate 명령어로 grid와 point를 생성시키고 joinitem으로 연결하였으며, 원격탐사에서 생산된 주거지데이터와 중첩하여 평가하였다(그림 1).

#### (2) H<sub>2</sub>S 예측농도와 주거지의 중첩평가

폐기물매립지와 같은 환경기초시설사업은 환경영향평가서 작성규정에서 악취인자를 평가하도록 규정하고 있는데, 국립환경연구원에서 보유하고 있는 환경영향평가서(1981-1994) 총 936건을 분석한 결과 환경기초시설은 306건으로 평균 33%를 차지하고 있다.

악취에 대한 영향예측은 선정된 폐기물매립지 등의 운영시 발생될 수 있는 H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> 등의 악취가스를 대기예측

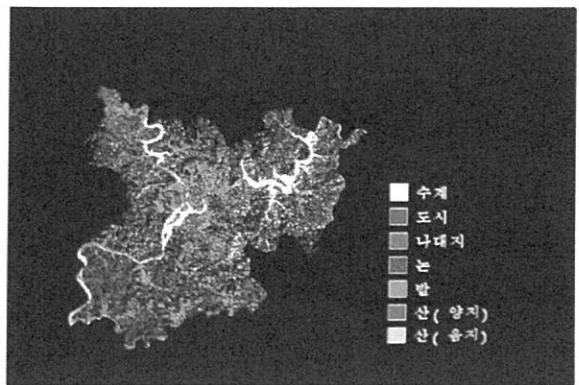


Photo 1. Analysis of land use by Landsat TM

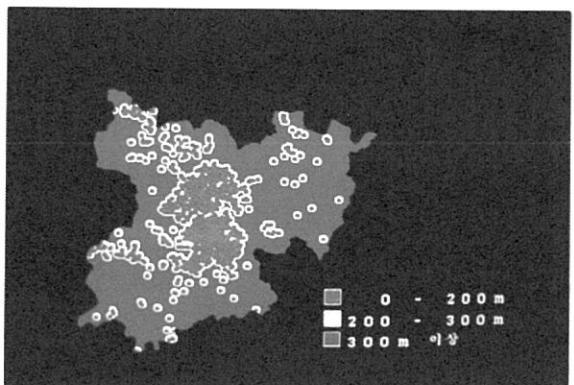


Photo 2. Buffering analysis of residential area

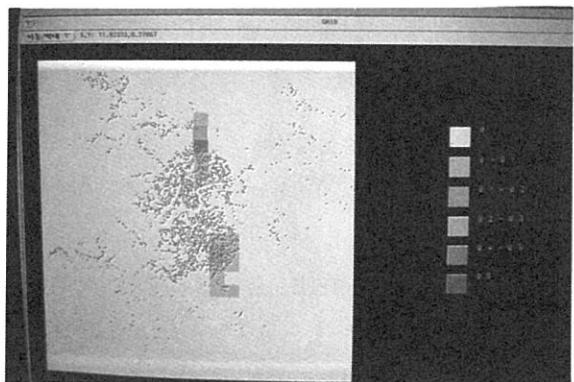


Photo 3. Overlaying analysis of air pollution predictive data(H<sub>2</sub>S) with residential area

모델을 실행하여 주거지에 미치는 영향을 평가하는 것으로 기준의 환경영향평가서에서는 오염도 지도를 OHP에 복사한 후 지형도와 중첩복사하여 표현하거나 컴퓨터 프로그램으로 오염지도와 간단한 지형특성을 함께 표현하는 방법이 사용되고 있다. GIS에서는 토지이용도에서 추출한 주거지정보와 악취예측모델에서 생산된 결과를 중첩하는 방법으로 악취의 영향범위를 간단하게 파악할 수 있을 뿐 아니라 새로운 분석도 가능하다. 사진 3은 춘천지역의 폐기물매립지에서 발생되는 H<sub>2</sub>S의 예측농도의 영향범위를 중첩평가한 것으로, 매립이 완료된 신동매립지(사진 위쪽)에서는 주변 주거지에 0.1~0.2ppb의 낮은 농도로 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 폐기물매립예정지인 석사동은 신동매립지보다 그 영향범위가 더 큰 것으로 나타났다.

#### IV. 결 론

1. 원격탐사자료를 이용한 춘천지역의 토지이용 현황은 산림 75%, 수계 6%, 논 8%, 밭 4%, 주거지 4%, 나대지 3%로 나타났는데, 신뢰도를 높이기 위하여 정확한 기하학적 보정이 이루어져야 한다.

2. 인공위성자료의 토지이용분류도에서 추출된 주거지 요소는 GIS에서 환경기초시설 적지선정시 유용한 자료로 제공되며, 악취예측 결과와의 중첩분석을 통하여 주거지에 대한 영향범위를 평가할 수 있으므로, 오염영향 및 지역이기주의(NIMBY) 현상으로 인한 복잡한 환경문제를 해결하는 유용한 방법으로 사용될 수 있다.

3. 환경영향평가의 신뢰성을 확보하기 위하여 원격탐사기법의 꾸준한 개발과 환경영향평가서 작성규정 등에 원격탐사기법이 활용가능하도록 권고조항을 신설하여야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

1. 국립환경연구원, 1994, 환경영향평가 과정에서 GIS 활용기법에 관한 연구 : 5-6.
2. 김광은, 이태섭, 1993, 수질오염감시에의 활용을 위한 항공원격탐사의 연구, 한국GIS학회지, 2(1) : 65-74.
3. 김영표, 김순희, 1994, 인공위성 영상자료를 이용한 수도권 토지이용 실태분석, 한국GIS학회지, 2(2) : 135-146.
4. 김윤종, 김원영, 유일현, 백종학, 이현우, 류중희, 1990, 쓰레기매립장 부지선정을 위한 GIS 활용연구, 대한원격탐사학회지, 6(2) : 135-151.
5. 김의홍, 1994, 공간적 피복예측을 위한 모형에 관한 연구, 한국GIS학회지, 2(1) : 47-51.
6. 박종화, 1992, 위성자료를 이용한 서울시 도시녹지의 분석, 환경논총, 제30권 : 210-230.
7. 박홍기, 김형철, 이창수, 이병욱, 1994, 지리정보체계를 이용한 지역환경 관리체계의 응용모형에 관한 연구- 성남시를 대상으로-, 한국지형공간정보학회지, 2(1) : 141-153.
8. 양인태, 김연준, 1993, 토지피복분류에 있어서 이미지 재배열의 영향에 관한 연구, 한국지형공간정보학회지, 1(1) : 181-192.
9. 양인태, 김옥남, 윤영훈, 1993, 쓰레기매립지의 적지선정, 대한토목학회지, 13(4) : 189-208.
10. 양인태, 김옥남, 이권중, 1992, 수문계획 모델에 있어서 Landsat 영상의 응용, 대한토목학회지, 12(1) : 159-166.
11. 양인태, 김홍규, 1994, 리모트센싱 기법을 이용한 호수 수질관리방안-북한강 수계의 환경인자 추출을 중심으로-대한 토목학회지, 14(1) : 161-170
12. 춘천시, 1995, 춘천시 현황자료.

13. 한국수자원공사, 1992, 온산국가공업단지 회남지구 조성사업 환경영향평가서 : 193-208.
14. 해양연구소, 1992, 정량화된 위성자료를 이용한 해수 수질분석( I ) : 32-84.
15. 화천군, 1992, 화천군 관광단지 조성계획 환경영향평가서 : 67-76.
16. Bingfan Wu, 1993, Application of RS and GIS to Comprehensive Development and Manipulation of Jiangxi Province, The Starting on RS and GIS in China Science and Technology Press : 51-57.
17. Choung S. H. and S. H. Lee, and J. D. Park, 1994, Change Detection Analysis for the Pine Forests Damaged by Pine -Gall Midge Using Remote Sensing Data, International Symposium on Remote Sensing : 35-39.
18. Lee K. S., 1994, Estimation of CO<sub>2</sub> Fixation by Forest Vegetation Using Time Integrated NDVI Data, International Symposium on Remote Sensing : 19-24.
19. John R. J., 1990, Environmental Sensitivity Index(ESI) Mapping for Oil Spills Using Remote Sensing and Geographic Information System Technology, Int. GIS 4(2) : 181-201.
20. Manfred Ehlers et al., 1991, Integration of Remote Sensing and GIS : data and data uses, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 57(6) : 669-775.
21. Shakya S. M. and R. R. Sharma, 1993, Land Use Planning -Role of Remote Sensing and GIS in Nepal : 1-8.