

식생지수를 이용한 DMZ 및 민통선지역의 생태경제조사

김상옥* · 박종화**

*서울대학교 협등과정 조경학 박사과정 수료 · **서울대학교 환경대학원

I. 서론

DMZ를 어떻게 활용할 것인가에 대한 논의가 남북화해무드와 발맞추어 정부, 민간단체, 학계에서 거론되고 있다. 생태적 보전론자(ecologist)들의 입장에서는 제2의 원생자연지역으로 계속하여 보존해야 한다고 주장하는 반면에 개발론자들은 DMZ 또한 개발될 곳과 보전되어야 할 곳을 계획하는 작업의 선상에서 이해해야 한다고 주장한다. 현실적으로도, 경의선철도사업과 남북연결도로의 개설 등 남과 북을 잇기 위한 구체적인 개발사업들이 시행 중에 있다. 또한 군작전 중 발생되는 생태계 간섭과 더불어 민통선지역의 주거영농의 확대 등으로 DMZ 및 민통선(이하 DMZ지역)의 생태적 환경에 많은 변화와 교란이 발생되고 있는 실정이다. 또한 DMZ 지역의 보전 및 활용과 관련하여 여러 가지 모델(김은식 1996; 황지욱 2000)들이 제시되고 있지만 이들은 행정경계 등의 인위적 경계를 그 기준으로 하고 있다. 이에 본 연구는 통일 전후 DMZ지역의 지속가능한 개발을 위한 기초 자료 제공 측면에서 수행되었으며, 식생의 활력도 측면에서 군사분계선을 중심으로 DMZ 내부 및 민통선 지역의 생태적 영향권을 파악해보는 것을 그 목적으로 한다. 이를 달성하기 위하여 다음과 같은 내용의 연구를 수행한다. 첫째, DMZ 및 영향권의 조사에 있어 지형적 특성을 반영하며 지속가능한 관리를 위한 지역으로 구분한다. DMZ는 동서로 긴 대상의 따라서 전체적인 조사로는 그 특성을 정확히 반영할 수 없으므로, 지형특성에 따라 서부, 중부, 동부 지역으로 구분하여 분석하기로 한다. 둘째, DMZ의 생태현황 및 파악을 위하여 위성영상을 이용하여 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) 값을 이용한 식생의 활력도를 조사한다. 산림식생의 활력도만으로 생태적 가치를 조사할 수는 없지만, 산림경관은 단순히 수목이 일정하게 분포하고 있는 상관이 아니고, 기후, 지형, 토양, 지하수 등의 상호작용과 천이의 시간적 경과, 또는 인간간섭의 강도 등이 종합적

로 만들어낸 유형(한국경관생태연구회, 2001)이기 때문에 본 연구에서 생태적 가치를 판단하는 지표로 삼기로 한다. 셋째, 군사분계선을 중심으로 각각 10km 이내의 식생의 활력도를 조사하고 생태적 영향권을 분석해 본다. 본 연구에서는 식생활력도가 군사분계선에서의 거리에 따라 로지스틱한 곡선을 그릴 것을 가정하며 완충지구를 중심으로 내부는 생태계보전지구 그리고 외부는 집약적 경제활동지구로 구분한다.

남북의 DMZ는 비접근지역으로, 본 연구는 인공위성 영상자료와 국방부의 수치지형도자료 분석을 바탕으로 한다. 본 연구에서는 Landsat TM ETM+ 영상을 활용하기로 하며, DMZ 전역을 분석하기 위해서는 3개(scene)의 영상을 중첩(Mosaic)하여야 한다. 본 연구에서는 2000년 5월 또는 9월에 취득한 3개의 위성 영상[115/33('00.05.08), 116/33('00.05.07), 116/34('00.09.04)]을 이용하기로 한다. 연구의 공간적 범위는 육지역 248km(155mile)와 남북 각각 10km 폭원을 그 대상으로 한다. 민간인 통제구역은 그 폭원이 일정치 않지만 A. H. Westing(2000)은 남한 지역의 민간인 통제구역의 평균 폭원을 5.4km로 밝히고 있다.

II. 연구이론 및 방법론

1. 선행연구

남 북한의 산림토지에 대한 이용방법은 큰 차이를 보이고 있다. 북한 토지법 제70조에 산림토지는 산림이 조성되어 있거나 조성할 것이 예정되어 있는 산야와 그 안의 여러가지 이용지가 포함되며(김일성저작집 15권), 남한의 경우 현재 산지라 하더라도, 농경지나 타 용도로 전용하면 지목이 변경되어 산지가 아니다(산림법 제2조). 북한은 산림식생의 존재여부와 관계없이 경사지(산지)를 대상으로 한 농업, 축산, 임업 등의 생산 활동과 보호보존 및 서비스 활동까지를 포함하는(김광

주 1988), 산지에서 발생하는 일체의 활동을 그 대상으로 하고 있어 북한은 산림식생에 한정하지 않고 산림토지와 그 안에 있는 모든 이용까지를 포함한 토지중심적 사고를 가지고 있는 반면에, 남한은 정책의 기반을 지상물인 산림식생에 그 초점을 맞추고 있다.

DMZ 및 민통지역 토지피복현황에 대해서는 산림청 임업연구원(1995) 그리고 서창완과 전성우(1998)의 연구결과가 있다. DMZ내에서 생태학적으로 의미를 지니는 토지피복으로 산림, 농경지(전, 답, 과수원, 다락밭), 초지 및 습지 등을 들 수 있는데, 실제 답사와 위성영상자료를 동시에 활용하여 DMZ 산림자원 현황을 조사한 결과를 보면, DMZ서부지역의 경우 공동경비구역(JSA)내에 있어 고의산불 등의 피해가 상대적으로 많지 않은 반면 중부지역과 동부지역의 경우 산불 사제 청소(射界淸掃)를 실시하고 그 주변에 진지를 구축하며 장애물을 설치하는 등 산림이 지속적으로 심하게 훼손된 것으로 나타나고 있다.

2. 연구이론 및 방법론

1) 경관생태학적 측면에서의 DMZ 고찰

본 연구에서 DMZ지역은 주변지역에 비해 상대적으로 식생활력도가 높은 대상형 녹지가 주를 이루며, 이에 한반도를 횡적으로 연결하는 생태통로로 정의한다. 경관에서 통로는 서식처, 도관, 장벽, 여과대, 공급원 그리고 수용처의 6가지 기본적인 기능(이도원 2001)을 가지고 있는데, 특히 DMZ지역은 내부와 가장자리를 지닌 서식처이며, 철책과 군의 통제로 인한 인간간섭이 최소화된 여과대로서의 역할이 크다하겠다. DMZ지역은 한반도를 동서로 가로지르고 있음으로 서부평야지역, 중부내륙지역 및 동부산악지역이라는 한반도의 전형적 지형특성을 모두 포함하고 있다. DMZ의 자연환경별 지역구분과 관련된 선행연구들로는 양홍모와 이대희(1996), 산림청 임업연구원(1995~2000) 그리고 김귀곤(2000) 등이 있으며, 본 연구에서는 저류부 폭원이 300m 이상되는 임진강과 북한강을 중심으로 서부하구지역, 중부내륙지역 그리고 동부산악지역으로 구분하였다.

경관생태학에서 경계란 이질적 성격의 공간요소 만나는 지점을 의미한다. 산림 조각(forest patch)과 농경지 조각이 만나는 지점은 일정한 경계를 이루며, 이러한 경계는 그 폭이 넓거나 좁은 전이지대(ecotone)를

형성하게 된다. 전이지대에 대한 연구로는 박종화 등(1995), 박영입(1996), 신재훈(1999) 등의 연구가 있는데, 주로 국립공원의 등산로주변의 전이지대를 탐지하고 있는데, 식생활력도가 로지스틱 곡선을 그릴 것으로 가정하여 추이대를 탐지하였다. DMZ에서의 전이지대란 남방 및 북방한계선 또는 민통선을 중심으로 자연환경과 인간의 간섭이 혼재하는, 인간의 제한적 이용과 주요 생태조각들이 보존되는 지역을 일컫는다 할 것이다.

2) 연구방법

지형에 따라 지역별로 그리고 군사분계선으로부터의 거리에 따라 구역별로 구분하여 조사한다. 이를 위한 세부 목표는 다음과 같다. 첫째, 지역별로 NDVI분석 결과를 바탕으로 DMZ를 포함하여 각각 10km 이내 지역의 식생활력도를 거리별로 분석한다. 둘째, 군사분계선 및 민통선을 중심으로 3구역으로 구분하고 이들 각각의 식생활력도값 비교를 통해 생태적 경계를 설정한다. 이를 수행하기 위한 연구방법론상의 가설은 다음과 같다.

첫째, DMZ지역의 생태적 경계설정을 위해 로지스틱한 형태를 지닐 것으로 가정한다. 하지만 지역내부의 지형적 영향 및 자연적, 인위적 단절요소들로 인하여 식생활력도는 완벽하게 로지스틱한 형태를 지니지는 않을 것으로 판단되며, 이에 지형적 영향을 최소화시키기 위하여 경사도 30%이하인 지역만을 대상으로 하며, 수체의 경우 null값으로 처리한다. 둘째, 로지스틱곡선의 형태는 개발압력의 노출에 따라 아래의 3가지 유형으로 나타날 것으로 가정한다(그림 1 참조). 곡선 1의 경우 군사분계선에서 3~4km 지역만을 세부적으로 분석하며, 곡선2의 경우 10km전지역에 대한 분석을 그리고 곡선3의 경우 민통선이남/북지역을 세부 분석한다. 셋째, 남북의 산림과 관련한 토지제도의 차이로 인하여

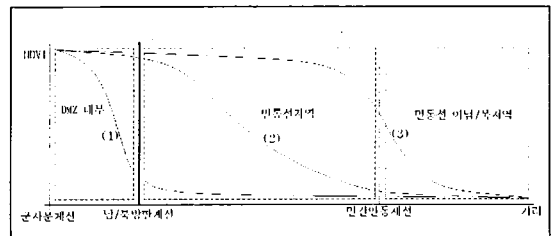
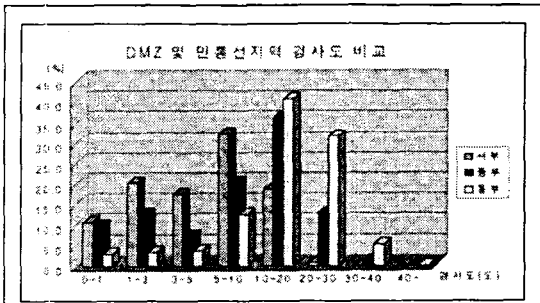
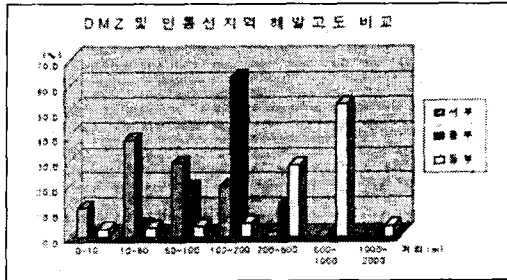


그림 1. DMZ지역에 나타날 것으로 판단되는 로지스틱 곡선의 유형



a: 경사도 분석



b: 해발고도 분석

그림 2. 지역별 분석

식생활력도 분석결과의 차이가 클 것으로 판단되며 이에 남과 북 식생활력도 변화조사 결과에 대하여 서로 다른 기준에서 생태적 영향권을 분석한다.

III. 결과

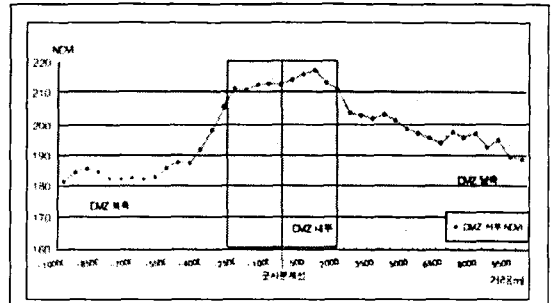
1. DMZ 지역별 고도 및 경사도 비교

DMZ 지역의 DEM을 이용하여 경사도 및 해발고도 분석결과 각 지역별로 그 자연환경적 특성이 매우 다른 것으로 나타났다(그림 2 참조). 동부지역의 경우 해발고도 및 경사도가 가장 높은 것으로 분석되었다.

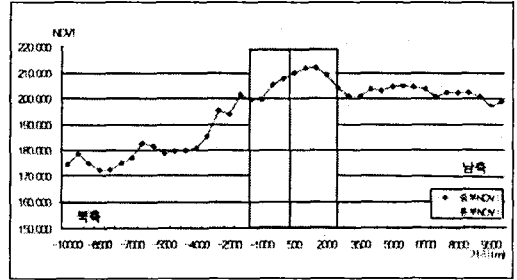
2. DMZ 서부지역의 식생활력도 조사

거리별 NDVI값의 평균값의 변화를 아래의 그림2에 도시하였다. 그래프의 왼편은 DMZ 북측지역을 오른편은 남측지역을 나타내며 가운데의 지시선은 군사분계선을 나타낸다.

본 고에서는 NDVI 분포곡선의 해석을 통한 전이지대의 선정까지만을 다루기로 한다. 전체적으로 DMZ 내부지역만이 식생의 활력도가 높은 것으로 나타나고 있



a: DMZ 서부지역 NDVI값



b: 중부 및 동부지역 NDVI값

그림 3. 지역의 거리별 NDVI값의 분포

다. 이는 군사작전, 사계(射界)청소 그리고 산불 등으로 인해 DMZ지역의 상당한 면적이 벌채 또는 훼손되었음을 보여주고 있다. 즉 DMZ 내부지역이라고 하더라도 군 작전상 사람의 손이 닿지 않는 지역은 극히 한정되어 있음을 보여주고 있다. 북한 DMZ 및 민통선지역의 식생 활력도는 남측에 비하여 상대적으로 매우 낮은 값을 보이고 있는데, 그 이유로는 화공작전, 다락밭조성과 같은 식량증산을 위한 자연개조 사업의 결과라고 볼 수 있겠다. 동부지역의 경우 남북한 모두 DMZ 내부의 식생 활력도가 보다 낮게 나타나고 있는데, 이는 '96년 및 '00년 4월에 있었던 산불의 영향 때문인 것으로 추정된다. 또한 서부지역이나 중부지역에 비하여 상대적으로 NDVI값이 전반적으로 낮게 나타나고 있는데 이 또한 남측의 경우 고성산불, 북측의 경우 원산만지역의 산불의 영향으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 위의 분석결과를 바탕으로 로지스틱 함수를 이용한 전이지대 폭원을 결정하는 연구를 남겨두고 있다. 각 지역별로 식생활력도의 변화가 나타나는 전이지대에 대한 분석이 수행되어야 하는데, 연구기설로 설정

한 그림 1에서 나타난 분포곡선 가운데 1과 2의 형태가 대부분을 차지하고 있는 것으로 판단된다. 즉 DMZ와 최인근지역만을 고려한 보다 세분화된 연구가 필요하겠다.

인용문헌

1. 김광주(1988) 산의 종합적 이용에서 제기되는 몇가지문제. 산림과학연구논문집. 제1호, pp. 471-480.
2. 김귀곤(2000) DMZ 및 민통지역의 자연생태계. DMZ II. 소화.
3. 문석기(1996) DMZ개관: 한반도 DMZ의 현황과 과제. 한반도 DMZ의 환경보전과 개발에 관한 국제심포지움 보고서. 한국조경학회, pp. 5-6.
4. 박종화 외(1995) GIS 및 원격탐사기법을 이용한 북한산 국립공원 주변부의 추이대 탐지. 한국GIS학회지, Vol. 3 No. 2, pp. 91-102.
5. 산림청, 임업연구원(1995~2000) 비무장지대 및 인접지역의 산림생태계 조사 종합 보고서. .
6. 황지욱(2000) 한반도 통일이후 남북한 접경지역의 개발. DMZ II. 소화.
7. Forman, R.T.T.(1995) Land Mosaic: The Ecology of Landscape and Regions. Cambridge University, New York, NY, 405-412.
8. Kim S. and Park C.(2000) Spatio-temporal change detection of forest patches of North Korea between 1979 and 1998. Proceedings of International Symposium on Remote Sensing, KSRS.
9. Lee, K., Yoon, J.(1999) Development of a Methodology to Estimate the Degree of Green Naturality in Forest Area using Remote Sensor Data. Journal of Environmental Impact Assessment, Vol.8, No.3.