한국지리정보학회지 9권 4호 : 95~104(2006)

TVI-거리함수를 이용한 서부 DMZ 및 민통지역의 생태적 보전폭원 조사

김상욱[1※]

Ecological Buffer Analysis of Western DMZ and Vicinity using Logistic Function Derived from TVI-Distance Curve

Sang-Wook KIM[1※]

요 약

본 연구의 목적은 서부지역 비무장지대(DMZ) 및 주변지역인 민통지역의 생태적 보전가치를 파악해 보며, 적정한 생태보전권역을 조사해보는데 있다. 군사분계선을 중심으로 남북 각각 10㎞ 지역에 대해 500m 폭원의 지역에 대하여 변환식생지수(transformed vegetation index: TVI)를 이용하여 평균 식생활력도 값을 계산한 후, 거리에 따른 식생활력도 변화 양상을 파악해보았다. 또한 이렇게 분석된 결과가 로지스틱 곡선을 그릴 것으로 가정하고, 이를 이용하여 식생지수-거리함수식을 유도하여 식생활력도의 변화지역인 전이지대(ecotone)의 폭원을 분석하였으며, 식생지수값 및 전이지대 폭원을 고려하여 생태축으로서의 DMZ 및 완충지역의 적정 보전폭원을 제시해보았다. 분석결과, 첫째, 서부지역 DMZ 및 민통지역 전 지역의 TVI 분석결과 남한측이 높게 나타났으며, 남측의 경우 감소하던 TVI 값이 남한측 민통선을 지나면서 그 값의 변화가 거의 없는 것으로 나타났으며, 북한측의 경우 DMZ 내부에서부터 식생지수값이 감소하는 것으로 나타났다. TVI값을 비교해 보아도 남한측은 최소값 207.16에 최대값 221.92에 이르지만, 북한측은 최소값이 188.35에 최대값이 215.32로 나타나고 있어, 북한측의 식생활력도값이 보다 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다. 셋째, TVI-거리함수의 예측회귀식을 이용하여 계산해본 결과, 서부DMZ 남한지역의 경우 핵심보전지역과 완충지역(전이지대)을 포함하는 생태보전 폭원은 7,651m에 이르며, 서부DMZ 북한지역의 경우, 생태적으로 보전해야할 지역의 폭원은 6,855m으로 계산되었다. 하지만 TVI값의 분포가 서로 다르며, 북한측 TVI 식생활력도가 불규칙한 로지스틱 곡선을 그리고 있어, 남한과 북한을 비교하여 분석하기는 어려움을 따른다. 하지만 서부DMZ 북한지역의 경우 DMZ 내부에서 이미 TVI값이 점차적으로 감소하고 있어, 북한측의 경우 DMZ내부라고 하더라고 많은 간섭이 이루어지고 있음을 유추해볼 수 있다.

주요어 : DMZ 및 민통지역, TVI-거리함수, 변환식생지수, 전이지대

2006년 9월 4일 접수 Received on September 4, 2006 / 2006년 11월 14일 심사완료 Accepted on November 14, 2006
1 한국토지공사 국토도시연구원 Land & Urban Institute, Korea Land Corporation
※ 연락저자 E-mail : laughi@iklc.co.kr

ABSTRACT

The DMZ is a 248㎞ long thin green line which has various landscapes of fields, hills and mountains. This study focused on western part of DMZ and vicinity which consist of abandoned rice paddy, wetlands and fields. The main purpose of this study is to detect the vegetation vitality from the western part of MDL to DMZ vicinity and identify and quantify ecological buffer(ecotone) width adopting logistic function derived from 'Vegetation Index-distance curve' using an Landsat ETM+ image acquired on June of 2002. Green leaf vegetation was quantified to identify the ecotone buffer in western DMZ and vicinity(civilian control area: CCA) using Transformed Vegetation Index(TVI) which is one of common measurement among various indices.

Vegetation measurement from Military Demarcation Line(MDL) to vicinity area was investigated at 500m intervals to 10㎞s of southern and northern part of western DMZ and vicinity. The Logistic function models the sigmoid curve of growth with three stages of growth of initial competition and maturity. In the TVI-distance logistic curve, the maturity is high vegetation vitality, the competition is vitality changing, and the initial is low vitality. In the TVI-distance curve, maturity area of high TVI value is core area for ecological conservation, and the competition area between inflection points can be an ecotone(ecological buffer).

In case of southern part, maximum TVI value is 221.92 and minimum is 207.16, and maximum TVI of northen part is 215.32 and minimum is 188.35. That means forest devastation of north Korean part of DMZ and vicinity is severer than that of south Korea. The width of core area for ecological conservation is 2,311m, and ecotone in the southern part is 5,339m, so minimum width from MDL for ecological conservation can be computed as 7,651m. In case of Northern part, the width of core area is 1,841m, and ecotone buffer is 5,014m, so ecological conservation width can be estimated as 6,855m. In case of northen part, width of estimated core area is less than that of DMZ width, which means ecological disturbance is very severe in northern part of western DMZ.

KEYWORDS : DMZ & Vicinity, TVI-Distance Curve, Transformed Vegetation Index(TVI) Ecotone

서 론

민족이 엄청난 대가를 치르고 보존한 DMZ를 어떻게 활용할 것인가에 대한 논의가 남북화해무드와 발맞추어 정부, 민간단체, 학계에서 거론되고 있다. 생태적 보전론자의 입장에서는 비무장지대는 지난 반세기동안 사람의 출입과 개발이 금지된 지역으로서 제2의 원생자연지역으로 계속하여 보존해야 한다라고 주장한다. 반면에 개발론자는 DMZ 또한 통일이후의 국토계획 및 개발의 논리의 연장선상에서 개발될 곳과 보전되어야 할 곳을 계획하는 작업의 선상에서 이해해야 한다라고 주장한다. 생태평화공원, 운동경기장의 건설과 관련된 주장들이 제기되고 있으며, 적극적으로는 신도시 또는 산업단지의 건설 및

원자력발전소와 같은 기피시설의 입지 등으로 활용되어야 한다는 주장을 펴고 있다. 남한지역의 경우 민통선지역의 도시화 및 농경지화 등으로, 그리고 북한의 경우 산림훼손 및 다락밭건설 등으로 DMZ 및 민통선의 생태적 환경에 많은 변화 내지는 교란이 발생되고 있는 실정이다(서창완과 전성우, 1998, Kim S.와 Park C., 2001, 김상욱, 2006). 독일의 경우를 보더라도 통독이후 베를린 장벽주변의 과거역사보존 및 녹지보존이 서독기업과 땅주인의 개발논리에 밀려 완전히 훼손·방치되고 있다(이장희, 2000).

경관생태학적인 입장에서 볼 때 DMZ는 한반도를 횡단하는 가장 큰 생태축이며 통로(ecological corridors)이다. 생태통로란 생물의 서식처이면서 여과대(buffer)의 역할을 하는 곳으로, 생태통로의 폭원과 환경구배에 따라 서식환경이 많이 달라지게 된다(Forman, 1995). DMZ는 남북 4㎞의 좁은 폭원을 지니고 있지만 민간인 통제구역(민통선)을 포함하게 되면 최소한 남북 20㎞의 완충공간을 확보하게 된다. 향후 한반도의 국토계획 및 개발의 측면에서 볼 때, DMZ가 앞으로도 한반도의 생태축으로서의 역할을 하기 위해서는 4㎞ 폭원만의 고려로는 의미가 없으며, 민통선을 포함한 지역에 대한 고려가 동시에 이루어져야 한다.

이에 본 연구는 경관구조적 측면에서의 DMZ의 생태적 실태조사의 일환으로 수행되었으며, 식생의 활력도를 분석의 기초자료로 하여, 인위적인 경계인 DMZ 및 민통선이 아닌 환경생태적인 측면에서의 보존 폭원이 어느 정도가 될 수 있을 지를 조사해 봄으로써, 향후 DMZ내의 개발 및 보전의 관리지침의 기초자료를 제공하고자 한다. 이의 수행을 위한 세부 목표는 다음과 같다. 첫째, 서부 DMZ 및 민통지역(이하 서부DMZ 지역)에 대한 식생지수파악을 통해 식생활력도를 분석한다. 민통지역을 포함시키기 위하여 군사분계선(MDL)을 중심으로 남북 각각 10㎞ 이내 지역의 식생활력도를 분석한다. 둘째, 군사분계선을 중심으로 남북 각각 500m 폭원의 지역에 대한 평균 식생활력도 값을 계산하고, 거리에 따른 식생활력도변화 양상을 파악해본다. 셋째, 분석된 결과가 로지스틱 곡선을 그릴 것으로 가정하고, 이를 이용하여 식생지수-거리함수식을 유도하여 식생활력도의 변화지역인 전이지대(ecotone)의 폭원을 분석한다. 식생지수값 및 전이지대 폭원을 고려하여 생태축으로서의 DMZ 및 완충지역의 적정 보전폭원을 제시해 보고자 한다.

연구범위 및 자료

1. 연구의 시공간적 범위

남북의 DMZ는 접근이 불가능한 지역이므로, 본 연구는 인공위성영상자료의 분석을 바탕으로 한다. 본 연구에서는 미국의 자원탐사위성인 Landsat ETM+영상을 활용하였으며, DMZ 서부지역을 식생활력도를 분석하기 위해서 잎이 충분히 자라서 적정 울폐율을 갖게 되는 시기의 영상 중 2002년 6월 6일 영상을 이용하였다.

민통선은 남한의 일방적 의지에 의한 선으로서, 휴전선 남방지역에 군사시설 보호와 보안유지를 위해 민간인을 통제할 목적으로 남방한계선으로부터 남쪽으로 5~20㎞지역에 설치된 일련의 선을 지칭한다. 북한에도 유사한 규모, 성격의 선과 지역이 존재하는 것으로 알려져 있다(아서 웨스팅, 2000). DMZ는 군사적 목적에 의해 그 인접지역까지 출입과 개발에 강한 통제가 오랫동안 가해져온 지역이므로 개발과 보전, 그 어느 차원에서건 간에 DMZ는 폭 4㎞의 자체만으로 보다는 남북의 접경지역을 포함하여 군사분계선을 중심으로 각각 10㎞씩 총 20㎞의 완충지역을 연구의 공간적 범위로 설정한다.

DMZ는 그 길이가 248㎞에 달하므로, 자연환경특성을 달리하는 지역별로 세분화하여 분

석하여야 한다. DMZ는 그 자연환경 특성에 따라 일반적으로 서부, 중부 및 동부 DMZ로 구분함이 바람직하다(양홍모와 이태희, 1996; 산림청 임업연구원, 2000; 김귀곤, 2000; 김상욱과 정종철, 2002; 전성우 등, 2003). 본 연구에서는 서부DMZ 지역을 그 대상으로 하는데, 임진강의 지천인 사미천을 서부 및 중부 DMZ를 구분하는 경계로 하였다. 또한 DMZ 서부지역은 해안 및 도서지역을 포함하고 있지만 본 연구에서는 육역부의 식생 활력도만을 그 분석대상으로 삼았다. 그림 1은 본 연구의 대상지를 보여주고 있다. 군사분계선을 중심으로 남북 각각 10㎞ 지역에 대하여 500m씩의 버퍼존을 구축하고 이들 지역의 평균 TVI 식생지수값을 구하였다. 즉 DMZ 남·북측 구간 각각에 대하여 20개의 버퍼존의 평균값이 계산되게 된다.

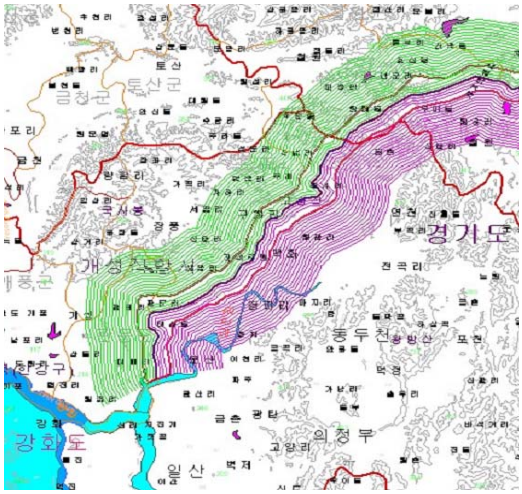

FIGURE 1. 연구 대상지 (서부 DMZ 지역)

2. 연구 자료

Landsat ETM+ 영상은 해상도 30m × 30m의 중·저해상도의 위성영상이지만 DMZ와 같은 광역적인 분석을 위해서는 매우 효율적이라 판단된다. 북한지역의 투영방법 및 Datum을 결정하는데 있어서 본 연구에서는 UTM52 지역을 그리고 타원체는 WGS84를 그 기준으로 하였다. 경도 126° 선이 UTM 51지역과 52지역을 구분하고 있지만, 북한지역의 대부분이 52지역에 포함되므로 52지역 좌표에 맞추었다. 지상기준점(GCP: Ground Control Point)은 국방과학연구소(ADD)에서 제작한 북한 및 접경지역 1:25,000 수치지형도를 기본으로 하여 구축하였으며, 영상좌표와 지도좌표간의 좌표 변환식은 1차 다항식을, 화소의 재배열(resampling) 방법은 최근린내삽법(nearest neighborhood interpolation)을 사용하였다.

연구 방법

1. DMZ 및 민통지역 보존 모델

통일 후 DMZ 및 민통지역의 보존과 이용 측면에서 김은식(1996)은 보존모델을 제시하고 있다. 이것은 DMZ를 핵심보전지역(core area)으로 설정하여 보존하고, 민통지역까지를 완충지대(buffer zone : 통제이용지역)로, 민통선에서 군통제선까지를 전이지역(transition area : 제한이용지역)으로, 그리고 그 이외의 지역을 자유이용지역으로 구분하고 있다. 또 다른 연구로서 황지욱(2000)은 지역공간의 자연생태와 지리공간의 지속가능한 개발을 위해 핵심보존지구-완충지구-농촌형정주지구의 3 zone-system을 제안하고 있다. 위 연구들은 철책과 같은 경성경계를 지역 또는 지구의 경계로 삼고 있지만, 실제로 생태적인 측면에서 볼 때 개발압력에의 노출정도 경성 및 연성경계의 영향에 따라 핵심보전지역이나 완충지대 등은 남·북방한계선이나 민통선과 같은 경성경계로 정확히 나뉠 수 없는 특성을 지니고 있다.

이에 본 연구에서는 서부DMZ지역을 대상으로, TVI값을 계산한 후 군사분계선에서부터의 거리에 따른 식생활력도값을 조사하였으며, 핵심보전지역, 완충지역 및 개발지역의 3지역으로 구분해보고자 한다. 핵심지역은 DMZ내의 생태조각으로서 식생활력도가 높은 산림 및

유휴농경지 습지생태계지역을 의미하며, 완충지역은 주요 생태계 조각들이 비교적 잘 보전되어 있으면서 일부 경작이나 군사적 목적에 의한 인간의 간섭이 제한적으로 발생되어 식생활력도에 변화가 발생되는 전이지대를, 그리고 인간활동이 자유롭게 나타나 식생활력도 값이 낮게 유지되는 지역을 개발지역으로 구분한다. 이에 본 연구에서는 식생활력도가 높게 나타나는 DMZ 내부지역인 핵심보전지역, DMZ에 가까운 민통지역으로 식생활력도 변화가 나타나는 전이지역, 그리고 인간활동이 자유롭게 나타나는 개발지역의 3지역으로 크게 구분하고 이들 지역이 2개의 변곡점을 지니는 로지스틱 곡선을 그릴 것으로 가정한다. 그리고 핵심보전지역 및 완충지역까지를 생태적으로 보전이 필요한 지역으로 판단하고 이들 지역의 폭원을 분석해보고자 한다.

2. 식생지수의 선정

서부지역은 사천과 임진강을 중심으로 한 지역으로서, 지형적으로 저지대가 많아 다양한 습지가 나타나고 있다. 파주 장단반도, 파주사천, 파주 어룡 저수지 및 초평도 등이 대표적인 서부지역의 습지생태계라고 할 수 있다(김귀곤, 2000). 또한 이 지역은 묵논, 묵밭과 같은 유휴농경지가 자연스럽게 습지로 천이된 지역이라 할 수 있다(박미영 등, 2006). 본 연구에서는 생태적 가치의 판단을 위해 식생지수를 이용하고자 한다. 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 종합적으로 만들어낸 유형이기 때문에 본 연구에서 생태적 가치를 판단하는 지표로 전제한다.

국내외적으로 범용적으로 이용되는 식생지수는 NDVI 지수이다. 변환식생지수(transformed vegetation index : TVI)는 음수값을 갖지 않도록 NDVI값에 0.5를 더하고 분산을 안정화하기 위해 이 값에 제곱근을 취하였다(Jensen, 2000). TVI는 NDVI와 함께 녹색 생물량의 변화를 감지하는데 이용되고 있다. 식 1은 TVI의 계산식이다.

$$TVI=(\frac{TM4-TM3}{TM4+TM3}+0.5)^{1/2}\times 100 \qquad (1)$$

3. 로지스틱함수를 이용한 DMZ 생태적 경계 분석

인간의 간섭이 자연환경에 미치는 영향을 도출하기 위해 이용되는 함수로는 로지스틱 함수, 파워함수(Power fuction), 쌍곡선 함수(Hyperbolic equation) 등을 들 수 있다. 이들은 개체군생태학에서 제한된 환경조건에서의 개체군의 성장을 보여주는 함수식으로 박종화 등 (1995), 박영임(1996) 그리고 서경주(1996) 등이 이들 함수를 이용하여 국립공원 내 도로와 용도지구가 환경에 미치는 영향을 도출하였다. 로지스틱 모델은 자연에서 개체군의 성장률은 초기에는 시간에 따라 지수함수적으로 증가하다가 개체군 크기가 개체수 과잉과 외부 환경조건의 제약으로 만들어지는 수용능력(상한수준, K)에 가까워지면서 증가율이 감소한다(이도원 등, 1995). 본 연구에서는 군사분계선을 중심으로 식생활력도는 남방 및 북방한계선 그리고 남북 민통지역을 지나면서 S자 모양(Sigmoid)의 로지스틱 곡선을 그릴 것으로 가정하고 있다. 즉 DMZ 내부에서 많은 변화가 없던 식생활력도는 남방•북방한계선 부근에서 갑자기 떨어지며 민간인 거주지역으로 가까워질수록 낮은 식생활력도의 평행상태를 유지할 것으로 가정할 수 있다. 이는 남측 민통선 이남지역과 북측 민통선 이북지역의 토지이용현황이 군사적 목적이나 식량증산을 위하여 그 이용이 급격히 증가하였을 것으로 판단하였기 때문이다. 하지만 남・북한은 토지이용 패턴 등의 차이로 인해 식생활력도의 범위에 차이를 보일 수 있으며, 곡선패턴 또한 다

른 양상을 보일 수 있으므로, 남·북한을 연계하여 분석하지 않고 개별적으로 분석한 후 그 결과를 해석해 보고자 한다.

위 분석을 위하여 DMZ의 군사분계선을 중심으로 500m 간격으로 남과 북으로 각각 10㎞까지의 버퍼지역을 만든다. 폭 500m의 서부 DMZ지역의 각각의 버퍼에 대하여 TVI 평균값을 계산하여 남·북으로 각각 20개의 평균 식생활력도 값을 확보하였다.

개체군생태학에서의 일반적인 로지스틱 함수는 그림 2와 식 2와 같다. 하지만 DMZ와 같이 식생활력도가 높은 지역의 경우 식생지수의 값은 0에서 시작되지 않는 차이점이 있으며, 이에 TVI값의 최소값(m)을 반영하여 식 3의 형태로 변형하였다. 이 변환식은 박영임(1996)을 참고하였으며, 변곡점의 위치를 찾아내고 전체 TVI 변화량 값의 90%지점을 전이지대의 시작과 끝으로 판단하여 그 위치 및 폭을 계산하기로 한다. 즉 TVI 최소값(m)에서 시작되어 K만큼의 변화를 가지는 로지스틱 곡선에서, K값의 90% 수준에서의 전이지대를 결정하였으며, 변화량의 90%를 나타내는 지점은 TVI 최소값(m)에서 0.05K만큼 떨어진 값에 해당하는 거리값(m+0.05K)과 TVI 최소값(m)에서 0.95K만큼 떨어진 값에 해당하는 거리값(m+0.95K)이 된다.

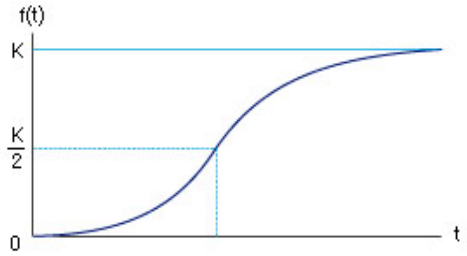

FIGURE 2. 로지스틱 곡선(자료 : ©encyber.com)

$$Nt = \frac{K}{1 + e^{-c + rd}} \quad (2)$$

$$TVIw(Nt) = \frac{K}{1 + e^{-c + rd}} + m \quad (3)$$

TVIw(Nt) : 서부 지역의 TVI 조사값
K : TVI 변화량
m : TVI 최소값
d : 군사분계선으로부터의 거리
c : 선형 회귀함수식의 절편
r : 선형 회귀함수식의 기울기

결과 및 고찰

1. 서부DMZ 남한지역

서부 남측지역은 임진강입구의 고루리, 장단반도, 파주군 석곡리 및 연천 사미천 지역에 이른다. TVI 값은 0~255의 값으로 변환되어 나타나며, 최대값이 230.98로, 최소값이 198.79로 나타나고 있다. DMZ 내부의 군사분계선부근의 TVI값이 가장 높게 나타나고 있으며, 측정범위내에서 군사분계선에서 거리가 가장 먼 지점의 TVI값이 가장 낮게 나타나고 있다. 군사분계선에서 남방한계선까지 일정하게 식생활력도가 떨어지고 있는데, 이는 설명된 바와 같이 DMZ 내부에서도 인간에 의해서 아니면 자연적인 현상에 의해서 간섭이 일어나고 있음을 예상할 수 있게 해준다. 그림 3에서 남방한계선을 지나 1.5㎞ 정도까지는 완만한 하강곡선을 그렸으나, 이후 급격한 식생지수값의 감소를 보여주고 있다. 위 지역은 민통선 북방의 지역이라 할 수 있으며 군사시설물이나 군작전용 도로 등의 건설과 민간인 영농의 확대의 결과로 파악된다. 남방한계선에서 5㎞ 정도 떨어진 지점에서부터는 약간의 변화는 있으나 그 경향에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 TVI값이 나타나고 있는데, 이는 민통지역을 벗어난 지역의 특성을 반영한다라고 하겠다.

그림 3에서 보듯이 조사된 TVI값들은 로지스틱 곡선을 그리고 있지만, 그 값이 상당히 불규칙하게 나타나고 있다. 서부 DMZ 남한지역의 TVI 20개 값을 이용하여 분석한 결과, 회기분석 결정계수값인 R^2값이 0.871을 나타내고 있으며, 이를 곡선화 시켜 예측 TVI 곡선

을 도시하였다. 로지스틱 곡선을 이용하여 변곡점의 위치를 찾아낸 결과는 다음의 식 4와 표 1과 같다. 거리는 남방한계선을 0으로 놓고 남한 측 DMZ 내부는 양수값으로, 그리고 민통지역은 음수값으로 표현하였다. 표 1의 결과를 보게 되면 DMZ 내부지역과 남방한계선에서 311.6m 지점까지를 핵심보전지역(2,311.6m 폭원)으로, 남방한계선으로부터 311.6m 지점에서 5,651m까지가 전이지대(5,339.4m 폭원)로 조사되고 있다. 즉 서부DMZ 남한지역의 경우 군사분계선에서 약 7.5㎞(7,651m) 수준까지는 생태적 보전이 고려되어야 할 지역으로 판단할 수 있겠다.

$$Nt = \frac{32.19}{1+e^{-1.428-0.000479d}} + 198.7929 \qquad (4)$$

2. 서부DMZ 북한지역

서부 북측지역은 판문점, 장단반도, 어룡저수지, 사천유역을 그 대상으로 하고 있다. Google Earth의 최근 위성자료를 통해 파악해본 결과, 북측 민통지역 및 외부지역의 구릉지는 다락밭으로 조성된 후 방치되어 현재는 묵밭 또는 나대지의 형태로 방치되고 있음을 유추해볼 수 있다. TVI값의 분포를 보면 북한측 DMZ 내부가 229.1로 가장 높은 값을, 군사분계선에서 약 4㎞ 정도 떨어진 지역이 176.28로 구간 내에서 가장 낮은 식생활력도 값을 보여주고 있다. 서부 DMZ 남한지역과 비교해볼 때, 최대값은 차이를 보이지 않고 있으나, 최소값의 경우 북한지역이 22.5 정도 낮게 나타나고 있어, 남측에 비해 식생훼손이 심각함을 추측케 한다.

그림 4의 TVI 변화그래프를 보게 되면, 북방한계선을 지난 후 급격이 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 북방한계선에서 6㎞이상 떨어진 지역부터는 식생활력도가 다시 높아지는 것으로 나타나서 로지스틱한 곡선을 보이고 있지는 않고 있다. 이를 반영하듯 회귀분석 결과 결정계수 R^2 값은 0.772로 낮게 나타났다. 예측 회귀식은 다음의 식 5와 같으며, 변곡점, 전이지대의 위치 및 폭원은 표 2와 같

TABLE 1. 서부지역 남측의 TVI값과 전이지대 위치 및 폭원

	R^2	변곡점(m)	전이지대(m)		전이지대폭 (m)
			m+0.05K	m+0.95K	
거리	0.871	-2,981.2	-311.6	-5,650.9	5,339.3
TVI값(예측)	-	-	221.92	207.16	-

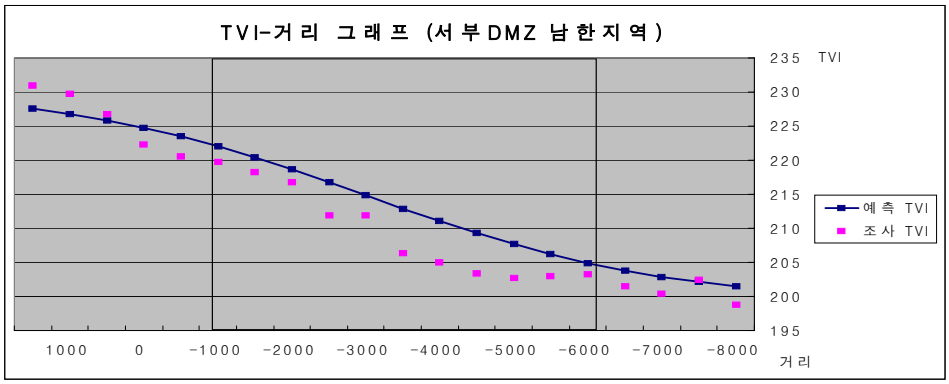

FIGURE 3. 서부지역 DMZ 남측의 TVI 변화 조사 및 예측

다. 예측 회귀식을 이용한 전이지대의 폭원은 DMZ 내부에서 이미 전이지대가 시작되고 있다. 또한 핵심보전지역의 면적은 1,841m로 계산되며, 전이지대는 DMZ내부 및 북방한계선이 끝나는 지점에서 4,855m 지점까지인 5,014m 폭원이 전이지대로 판단가능하다. 서부 DMZ 북한지역의 경우 핵심지역 및 전이지대를 포함하는 생태적으로 보전해야할 지역의 폭원은 6,855m에 이른다. 하지만 실제 TVI 값으로 분석해볼 경우 군사분계선에서 5㎞ 떨어진 지점이 변곡점으로 파악되고 있어 전이지대의 폭원은 예측치보다 1.5㎞ 정도는 좁게 파악될 수 있다. 또한 9~10㎞ 떨어진 지역의 TVI값이 높게 나타나는 것으로 보아 회귀식과 실제 TVI값을 함께 고려하여 전이지대의 폭원을 파악해보는 것이 보다 바람직할 것으로 판단된다.

$$Nt = \frac{52.805}{1 + e^{-1.373 - 0.000551d}} + 176.28 \qquad (5)$$

결 론

DMZ의 관리권역 설정을 위해 생태적 영향권의 권역을 파악해 보는 것은 향후 DMZ의 개발 및 보전에 있어 지침을 제공할 수 있다. 통일이후 DMZ가 철조망을 기준으로 개발과 보전의 갈림길이 될 수는 없으며, DMZ 내부라고 해서 무조건적인 보전만을 강요할 수도 없다.

본 연구에서는 개념적인 구상단계를 뛰어넘어 식생지수를 통해 파악될 수 있는 식생활력도를 그 기본 자료로 하여 생태적 경계설정의 실제 폭원을 제시해보기로 한다. 본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 서부지역 DMZ 및 민통지역 전 지역의 TVI 분석결과 남북이 서로 다른 양상을 보이고 있다. 전체적으로 TVI값은 남한측이 높게 나타났으며, 남측의 경우 감소하던 TVI값이 남한측 민통선을 지나면서 그 값의 변화가 거의 없는 것으로 나타났으며, 북한측의 경우 DMZ 내부에서부터 식생지수값이 감소하는

TABLE 2. 서부지역 북측의 TVI값과 전이지대 위치 및 폭원

	R^2	변곡점(m)	전이지대(m)		전이지대폭 (m)
			m+0.05K	m+0.95K	
거리	0.772	-2,348	159	-4855	5014
TVI값(예측)	-	-	215.32	188.35	-

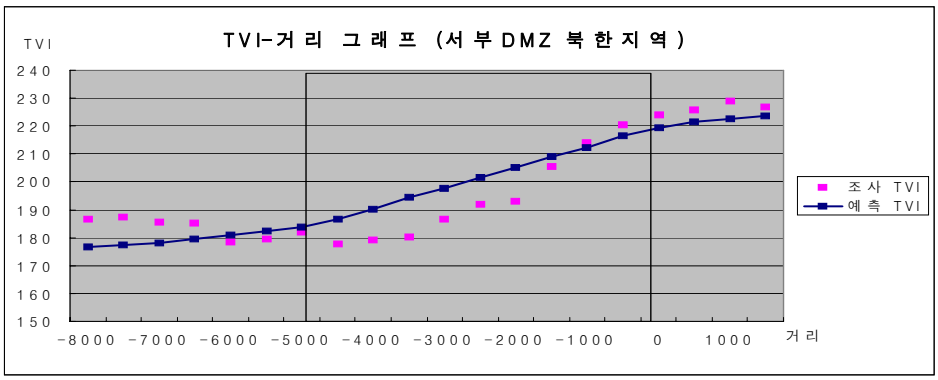

FIGURE 4. 서부지역 DMZ 북측의 TVI 변화 조사 및 예측

것으로 나타났다.

둘째, 서부지역 DMZ 및 민통지역의 TVI값을 비교해보아도 남한측은 최소값 207.16에 최대값 221.92에 이르지만, 북한측은 최소값이 188.35에 최대값이 215.32로 나타나고 있어 같은 DMZ 및 주변지역이라고 하더라도 북한측의 식생활력도값이 보다 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다. 본 연구에서는 서부DMZ의 남한측과 북한측의 환경적 여건이 매우 다름을 인정하여 각각의 TVI 값을 기준으로 로지스틱 곡선을 그려보았으나, 만약 식생활력도값을 남한측의 값을 기준으로 핵심보전지역 및 전이지대폭원을 계산한다면 북한측의 경우 그 폭은 훨씬 줄어들게 될 것으로 판단된다.

셋째, TVI-거리함수의 예측회귀식을 이용하여 계산해본 결과, 서부DMZ 남한지역의 경우 핵심보전지역과 완충지역(전이지대)을 포함하는 생태보전 폭원은 7,651m에 이르고 있다. 서부DMZ 북한지역의 경우, 생태적으로 보전해야할 지역의 폭원은 6,855m에 이른다. 이렇게 남한지역과 북한지역을 비교해볼 때, 핵심보전지역의 폭원이 남한지역이 471m 정도 넓게 계산되고 있다. 또한 남측의 경우 민통지역에서 전이지대가 시작되고 있지만, 북측의 경우 북측 DMZ 내에서 전이지대가 나타나는 것으로 보아 북한측에 비하여 남한측 DMZ 및 민통지역이 보다 잘 보전되고 있음을 알 수 있게 해준다. 예측식을 이용하지 않고 거리에 따른 TVI변화 그래프만을 이용하여 판단해볼 경우, 특히 예측식의 결정계수값이 낮은 북한지역의 경우 전이지대의 폭은 예측치 보다 1.5㎞ 정도는 좁게 나타나고 있어 예측회귀식과 TVI값을 동시에 고려하여 생태보전 폭원을 파악해보는 것이 바람직할 것으로 보인다.

본 연구와 관련하여 향후 보완되어야 할 부분을 살펴보면, 첫째, 가설에서 설정한 거리별 식생지수값의 변화가 정확히 로지스틱 함수로 표현되지는 않고 있다. 특히 북한지역의 경우는 그러한 경향이 뚜렷이 나타나고 있는데, 이는 자연환경, 인문환경 등 서로 조건이 다른 두 지역을 같은 기준으로 분석함으로 인한 오류일 수 있겠다. 또한 본 분석은 남·북방한계선이라는 경성경계를 제외하고는 매우 불규칙한 형태를 보이는 지역에 대한 분석이기 때문에 로지스틱곡선을 그리는 분석 폭 또한 불규칙적일 수 있겠다.

본 연구에서도 북한지역의 경우 군사분계선에서 약 7㎞ 정도만을 분석대상으로 설정하여 분석해볼 경우 다른 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단되며, 버퍼의 크기를 100m 또는 300m 등으로 하여 분석하였을 경우 회귀모형에서 또 다른 결과가 나올 수 있을 수도 있을 것으로 추측 가능하다. 이에 향후 본 연구를 기반으로 적정 분석폭원 및 버퍼존 폭원에 대한 추가연구가 필요하리라 본다. 둘째 서부지역 뿐만이 아니라, 향후 DMZ 중부 및 동부지역에 대한 분석을 통해 DMZ 전반에 대한 총괄적인 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 중부 및 동부지역의 경우 서부지역과는 지형 등 자연환경특성이 또한 다르므로, 분석의 전체 폭원 및 버퍼존의 폭원의 결정에 대한 경험적 고려 및 분석과정이 필요하리라 판단된다. KAGIS

참 고 문 헌

김귀곤. 2000. DMZ와 민통지역의 생물상 ; 파주시 일원. 서울대학교 출판부. 191쪽.

김상욱. 2006. 선형분광혼합화소분석을 이용한 서부지역 DMZ의 토지피복 변화 탐지, 한국지리정보학회지 9(1) : 158-167.

김상욱, 정종철. 2002. 식생지수를 이용한 DMZ의 생태적 영향권 조사. 한국지리정보학회지 5(4):24-34.

김은식. 1996. 비무장지대의 평화적 이용을 위한 접근방안. 비무장지대 및 인접지역의 산림생태계 조사 2차 보고서: 중 동부산악지역, 5-38쪽.

박미영, 김귀곤, 임유라, 주영우. 2006. 유휴농경

지에서 발생되는 습지의 현황 및 특성에 관한 연구. 환경복원녹화학회지 9(2):1-15.

박영임. 1996. 인공위성영상자료를 이용한 북한 산국립공원 전이지대 식생분석, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. 15-25쪽.

박종화, 박영임, 명수정. 1995. GIS 및 원격탐사 기법을 이용한 북한산 국립공원 주변부의 추이대 탐지. 한국GIS학회지 Vol.3 No.2:91-102.

산림청, 임업연구원. 2000. 비무장지대 및 인접 지역의 산림생태계 조사 종합 보고서. 1995-2000.

서경주. 1996. 식생지수를 이용한 설악산 국립공원 내 인간활동이 식생에 미치는 영향분석. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. 24-28쪽.

서창완, 전성우. 1998. 원격탐사와 GIS기법을 이용한 접경지역 토지피복연구. 환경영향평가학회지 7(1):20.

아서 웨스팅. 2000. '평화와 자연을 위한 한반도 DMZ 보호구역', (김재한편, "DMZ Ⅱ- 횡적 분단에서 종적연결로"), 소화, 123-131쪽.

양홍모, 이태희. 1996. 'DMZ의 육역 및 하구환경의 지속가능한 계획과 관리'. 한반도 비무장지대의 환경보전과 개발에 관한 국제심포지움 논문집. 한국조경학회. 84-102쪽.

이도원, 박은진, 송동하. 1995. 생태학. 민음사.

이장희. 2000. 'DMZ의 평화지대 건설시 국제법적 문제', (김재한편, "DMZ Ⅱ- 횡적분단에서 종적연결로"), 소화. 99-120쪽.

전성우. 2003. DMZ 일원의 환경보전 기본 방안. 한국환경정책평가연구원. 18-71쪽.

황지욱. 2000. 한반도 통일이후 남북한 접경지역의 개발, (김재한편, "DMZ Ⅱ- 횡적분단에서 종적연결로"), 소화. 172-199쪽.

Forman, R.T.T. 1995. Land Mosaic: The Ecology of Landscape and Regions, Cambridge University, New York, NY, 405-412.

Jensen, J.R. 2000. Remote Sensing of the environment: an earth resources perspective, Prentice-Hall, 361-365.

Kim S. and C. Park, Spatio-temporal change detection of forest patches due to the recent land development of North Korea. 한국환경영향평가학회지 10(1):39-47. KAGIS