

식생지수와 녹지자연도의 비교평가

한의정, 김명진, 홍준석, 서창완*

EIA Div., National Institute of Environmental Research, Korea

*서울대학교 조경학과

Comparison Analysis of Vegetation Index and Degree of Green Naturality

Eui-Jung Han, Myung-Jin Kim, Jun-Suk Hong, Chang-Wan Seo*

EIA Div., National Institute of Environmental Research

*Dept. of Landscape Architecture, Seoul National University

Abstract

Vegetation is an important factor in EIA (Environmental Impact Assessment) and it is assessed according to DGN (Degree of Green Naturality) in EIS (Environmental Impact Statement) preparation. But DGN has room for improvement of assessing vegetation status. This study introduced NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) for improving status assessment method that subjects to DGN.

For the application of NDVI, Landsat TM data of Chunchon on May 2, 1989 and June 1, 1994, and data of Ulsan on November 5, 1984, November 2, 1992 and May 9, 1994 were used.

It compared NDVI with DGN according to season and location. The correlation coefficient value for the spring image (1994, 0.7, $p=0.01$) was proved to be higher than that of autumn (1984, 0.5, $p=0.01$).

Keywords: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Environmental Impact Assessment (EIA),

Degree of Green Naturality (DGN)

I. 서 론

식생의 질은 환경영향평가시 주요 고려대상이며, 이러한 식생의 질을 산출하기 위해서 사용되어지는 것이

녹지자연도이다. 따라서, 대규모의 개발사업시 녹지자연도의 산출은 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나, 녹지자연도는 만들어진 시점(1988~1990)^①에서의 식생의 상황과, 1km×1km 지역으로 평균되어진 녹지의

상태를 반영하고 있어 이에 대한 개선의 필요성이 요구되고 있다.

원격탐사를 이용하면 최근의 식생자료를 분석할 수 있고, 원격탐사가 허용하는 해상력 범위(Landsat TM의 경우, 30m×30m 해상력)의 소규모 지역을 해석할 수 있는 장점이 있다.

원격탐사자료를 사용하여 식생을 분석한 연구로는 김갑덕 등(1989)²⁾이 Landsat TM 자료와 항공사진을 이용하여, 임상의 구분을 평가하였으며, 원격탐사 자료를 사용한 녹지자연도의 보완에 대한 연구로 한의정 등(1996)⁷⁾의 연구가 한계점의 이미지만을 사용하여 녹지자연도와 NDVI를 분석였다. 이와 같이 원격탐사자료를 사용하여 식생의 질을 평가하거나 녹지자연도의 보완에 대한 연구는 매우 미약한 편이다. 따라서, 본 연구에서는 원격탐사기법을 사용한 녹지자연도에 대한 계절별, 지역적 차이점을 살펴봄으로써 식생지수를 이용한 녹지자연도의 개선방법이 타당한지를 검토하고자 한다.

II. 연구내용 및 방법

울산지역의 계절적 차이 분석을 위하여 1984년 11월 5일, 1992년 11월 2일에 수신된 Landsat TM 자료를 사용하였으며, 춘천과 울산의 지역적 차이 분석을 위하여 울산의 1994년 5월 9일과 춘천의 1989년 5월 2일, 1994년 6월 1일의 Landsat TM 자료를 사용하였다.

NDVI의 산출은 ERDAS사의 imagine 8.1 소프트웨어를 사용하였고, 연구지역의 추출 및 중첩분석은 지리정보체계 소프트웨어인 ARC/INFO 6.1.2를 이용하였다. NDVI는 분석에 편의를 위하여 -1에서 +1의 값을 256단계로 바꾸는 다음과 같은 공식¹³⁾을 적용하였다.

$$NDVI = \left(\frac{\text{Band}4 - \text{Band}3}{\text{Band}4 + \text{Band}3} + 1 \right) \times \frac{255}{2}$$

녹지자연도와의 관계 비교에는 스페어만 순위 상관관계를, 두지역의 NDVI의 상관관계 분석은 비율척도로 측정된 두 변수들의 관계를 검정하는 피어슨 상관관계를 적용하였다.

연구지역 면적은 울산의 경우 울산 도시계획구역에 들어 있는 중구, 남구, 동구와 울주군의 농소면, 온산면, 서생면, 청량면, 범서면, 온양면 등 511.8km² 이고³⁾, 춘천의 경우는 춘천지역의 도시계획면적에 포함된 334.8km² 이었다⁵⁾. 그러나, 경계구역 부분이 격자로 바뀌면서 지역이 떨어져 나가거나 늘어나서 실제로 울산 501km², 춘천 343km²의 면적을 분석하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 녹지자연도와 NDVI의 평균값 비교

춘천 지역의 녹지자연도 등급에 따른 격자의 수는 0 등급 13, 1등급 19, 2등급 86, 3등급 1, 4등급 2, 6등급 38, 7등급 37, 8등급 147 개로 나타났으며, 울산지역은 0등급 16, 1등급 74, 2등급 120, 4등급 7, 6등급 115, 7 등급 169 개로 나타났다. 춘천 이미지의 경우 6등급, 7 등급, 8등급에서 NDVI 평균 값이 차이가 있는데, 이것은 시간의 경과에 따른 차이로 보인다. 울산의 경우는 1984년과 1992년의 겨울철 이미지의 경우 NDVI 평균 값의 차이는 심하지 않았다. 6등급과 7등급의 NDVI 값은 각 등급별로 1994년과 차이를 보였다. 이는 이미지의 계절적인 차이로 생각된다.

Table 1. Mean of Vegetation Index Values for Each Group of DGN

Region	Period	Degree	0	1	2	3	4	5	6	7	8
			1989. 5. 2	103.9	130.4	142.1	156.0	171.0	0	189.1	167.9
Chunchon	1994. 6. 1	Grids of DGN	104.0	136.1	160.2	154.0	181.5	0	200.3	189.5	198.5
	1994. 5. 9	Grids of DGN	13	19	86	1	2	0	38	37	147
	1984. 11. 5	Grids of DGN	95.8	129.7	141.5	0	148.0	0	156.6	161.5	0
Ulsan	1992. 11. 2	Grids of DGN	91.5	128.7	141.9	0	139.3	0	160.3	159.3	0
	1994. 5. 9	Grids of DGN	96.4	132.9	152.0	0	153.0	0	181.1	191.7	0
	1984. 11. 5	Grids of DGN	16	74	120	0	7	0	115	169	0

2. 상관성 분석

울산지역과 춘천지역의 이미지에 대한 식생지수를 구하여 녹지자연도와 통계 분석한 결과 표2와 같은 값을 나타내었다. 계절적으로 울산의 경우 1984년과 1992년 11월의 이미지는 0.5의 상관관계를 나타내며, 울산과 춘천의 1994년 5월과 6월의 경우 녹지등급과 0.6 이상의 상관관계를 나타내고 있다(Table 2 참조). 그러므로, 활엽수의 경우 잎이 지고 있는 가을철의 이미지의 경우 녹지자연도와의 상관관계가 낮게 나타남을 알 수 있다. 따라서, 겨울철 이미지의 경우는 침엽수와 활엽수를 나누어 분석하는 것이 필요하며, 녹지자연도 등급과 식생

지수의 분석을 위해서는 가급적 여름철 이미지를 사용하는 것이 바람직할 것이다. 춘천과 울산의 1994년 이미지의 0.6 이상의 비슷한 값을 나타내었다.

춘천의 1989년과 1994년의 식생지수값 간의 상관관계는 0.89로 나타났다(Table 3 참조). 울산지역의 경우는 1984년과 1992년의 경우는 0.78, 1984년과 1994년과는 0.74의 상관관계를 나타냈다. 그리고, 1994년과 1992년의 상관관계는 0.73으로 나타났다. 춘천의 1989년과 1994년은 계절적으로 비슷한 계절이면서(5월과 6월), 이미지의 시간의 경과가 상대적으로 적어 개발이 적었으므로 높은 값을 나타냈을 것이다(Figure 1, 2).

Table 2. Spearman's Correlation Coefficient between DGN and NDVI Value of Ulsan and Chunchon

Area	Period	Correlation coefficient		
Chunchon	N	1989. 5. 2	0.64	
	D	1994. 6. 1	0.62	
Ulsan	V	1984. 11. 5	0.55	
	I	1992. 11. 2	0.54	
	I	1994. 5. 9	0.70	

Table 3. Pearson's Correlation Coefficients of NDVI Values, of Ulsan and Chunchon

Area	Period	Chunchon 1989. 5. 2	Ulsan	
			1984. 11. 5	1992. 5. 9
Chunchon	N	1989. 5. 2		
	D	1994. 6. 1	0.89	
Ulsan	V	1984. 11. 5		
	I	1992. 11. 2	0.76	
		1994. 5. 9	0.74	0.73

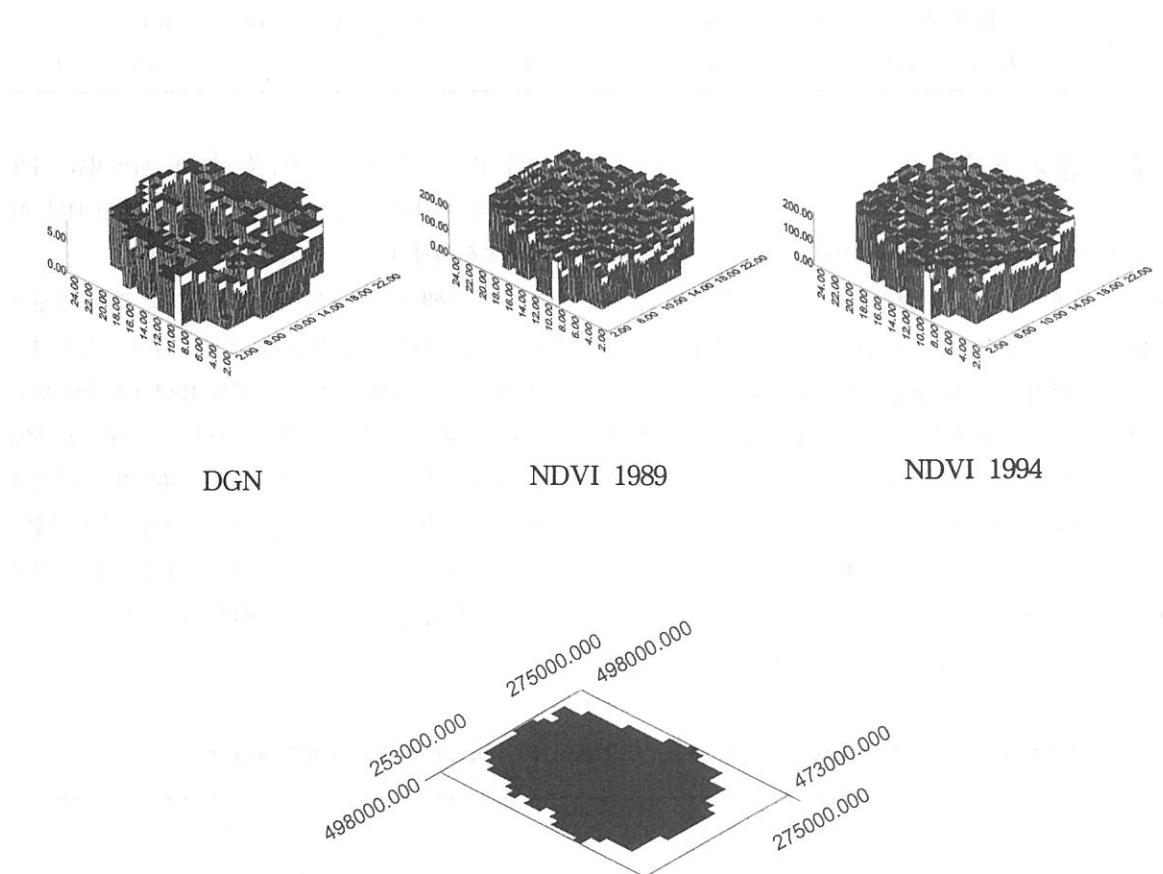
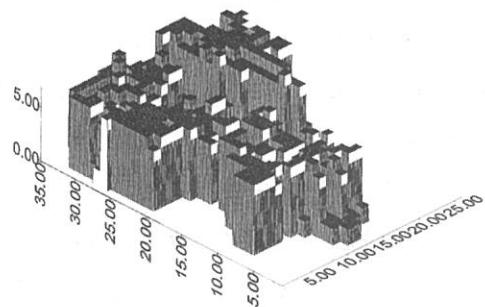
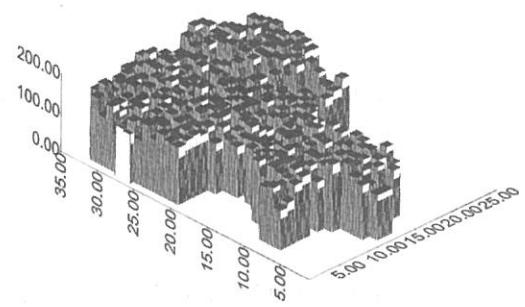


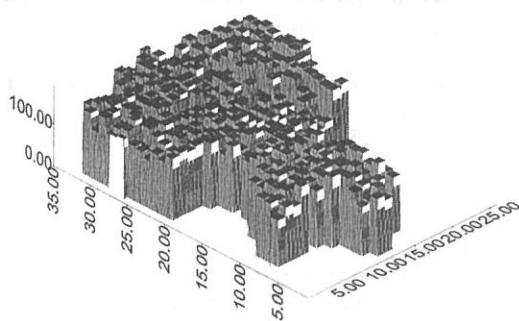
Figure 1. DGN and NDVI of 1989, 1994 in Chunchon



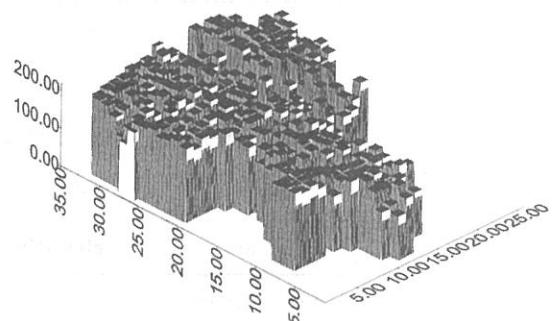
DGN



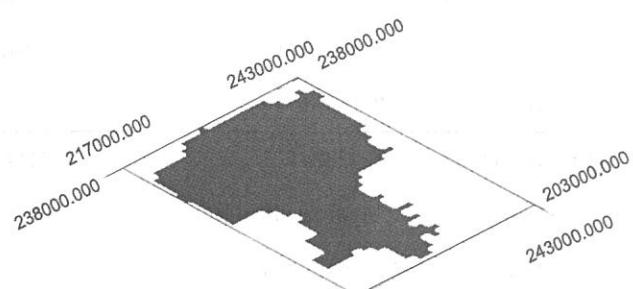
NDVI 1984



NDVI 1992



NDVI 1994



3. 분산분석

이미지에서 구하여진 식생지수와 녹지자연도등급을 분산분석한 결과 울산과 춘천의 이미지 모두 전체적으로 등급간에는 차이를 보였다(Table 4. 유의수준=0.01).

그러나, 각 그룹간 상호간의 차이 검증을 던컨방식 (Duncan's Multiple-Range Test)으로 분석한 결과 1994년 춘천 이미지의 경우 6등, 7등급과 8등급 간에는

차이를 나타내지 않았으며, 1994년 울산의 경우는 샘플의 숫자가 적은 4등급을 제외한 전 등급에서 차이를 나타내고 있다(Table 5, 6). 춘천지역에서 6, 7, 8등급간에 차이를 나타내지 않는 것은 녹지자연도 정의에 있어서 차이(예를 들어 임령, 수종)로 인한 것으로 생각되며, 임상도, 항공사진, 실측 등을 사용하여 보완할 수 있을 것이다. 유의수준 0.05일 경우 춘천의 경우 7등급과 8등급 등이 차이를 나타내며, 울산의 경우는 2등급과 4등급간이 차이를 나타내고 있지 않다.

Table 4. Analysis of Variance for NDVI and DGN

Image		Source	Sum of Mean Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F	F Probability
Chunchon	1989. 5. 2	Between Groups	183200.2303	7	26171.4615	64.9946	0.0000
		Error	134894.8192	335	402.6711		
		Total	318095.0496	342			
	1994. 6. 1	Between Groups	215026.8097	7	30718.1157	60.8307	0.0000
		Error	169167.3827	335	504.9773		
		Total	384194.1924	342			
Ulsan	1984. 11.5	Between Groups	112573.3636	5	22514.6727	62.3193	0.0000
		Error	178833.1913	495	361.2792		
		Total	291406.5549	500			
	1992. 11.2	Between Groups	122238.6818	5	24447.7364	85.5779	0.0000
		Error	141410.6156	495	285.6780		
		Total	263649.2974	500			
	1994. 5.9	Between Groups	319663.6243	5	63932.7249	131.2849	0.0000
		Error	241053.6213	495	486.9770		
		Total	560717.2455	500			

Table 5. Duncan's Multiple-Range Test for NDVI among DGN in Chunchon (1994, Significance = 0.05 : *, Significance = 0.01 : **)

Mean(Grid)	Group	Group 0	Group 1	Group 3	Group 2	Group 4	Group 7	Group 8	Group 6
104.0(13)	Group 0								
136.1(19)	Group 1	*							
154.0(1)	Group 3	*							
160.2(86)	Group 2	**	**						
181.5(2)	Group 4	**	*						
189.5(37)	Group 7	**	**		**				
198.5(147)	Group 8	**	**		**		*		
200.3(38)	Group 6	**	**		**				

Table 6. Duncan's Multiple-Range Test NDVI among DGN Groups in Ulsan (1994, Significance = 0.05 : *, Significance = 0.01 : **)

Mean(Grid)	Group	Group 0	Group 1	Group 2	Group 4	Group 6	Group 7
96.4(16)	Group 0						
132.9(74)	Group 1	**					
152.0(120)	Group 2	**	**				
153.0(7)	Group 4	**	*				
181.1(115)	Group 6	**	**	**	**		
191.7(169)	Group 7	**	**	**	**	**	

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 식생지수의 값에 따른 녹지자연도의 등급을 찾아내어 1km × 1km의 식생지수를 비교하였다. 계절 분석에 사용된 이미지는 1984년과 1994년으로 시 간적으로 많은 차이를 나타냄에도 불구하고, 울산지역에서 봄철(1994)의 이미지가 가을철 이미지(1984) 보다 녹지자연도와의 상관성에 있어서 높은 값을 나타내었다. 가을철 이미지의 경우 녹지자연도와의 관련성에

있어서 봄철의 이미지보다 떨어지지만 식생의 경작지의 구분에는 사용될 수 있을 것이다. 그리고, 춘천과 울산의 봄철이미지는 (춘천의 1989년, 1994년, 울산의 1994년) 녹지자연도등급과 0.6 이상의 상관관계를 나타내므로 식생지수를 적용하여 녹지자연도를 보완하는데 사용할 수 있을 것으로 보인다.

춘천의 1994년 이미지는 1, 3, 4, 6, 7, 8등급 등이 등급간에 차이를 나타내지 않았는데, 이는 연구지역에서 녹지자연도를 나타내는 나타난 격자의 수가 적거나 녹

지자연도의 정의에 있어서 차이 때문에 나타나는 것으로 보인다. 따라서, 녹지자연도 등급의 분포가 고른 지역에 대해서 분석의 필요성이 있으며, 식생지수 뿐만 아니라 임상도, 항공사진 등의 보완자료와 현지 답사를 통한 확인이 필요할 것이다. 또한 $30m \times 30m$ 및 보다 적은 면적을 대상으로 한 녹지자연도에 대한 등급설정에 관해서도 연구되어야 할 것이며, $1km \times 1km$ 지역에 들어있는 $30m \times 30m$ 지역의 NDVI값에 대한 평가도 필요할 것이다.

보다 정확한 값을 구하기 위해서는 녹지자연도에서 나타나는 물, 식생, 인공물의 반사특성에 대한 연구가 필요할 것이고, 여름철 이미지에 대한 분석도 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. 고강석, 서민환 등, 1995, 환경영향평가서에 나타난 육상생태분야의 평가에 대한 문제점과 개선방향, 환경영향평가, 4(1): 37-46.
2. 김갑덕, 이승호, 김철민, 1989, Landsat TM Data와 흑백적외선 항공사진을 이용한 임상구분에 관한 연구, 한국임학회지, 78(3): 263-273.
3. 울산시청, 1994, 1995, 울산통계연보.
4. 최송현, 이경재, 1996, 환경영향평가 중 삼림생태계 평가 기법 개발 (II) : 녹지의 자연성 평가, 환경영향 평가, 5(2): 33-47.
5. 춘천시, 1993, 2001년 춘천시도시기본계획변경.
6. 환경부, 1997, 환경영향평가서 검토 편람, 25-26.
7. 한의정의 5인, 1997, 식생지수를 이용한 환경영향평가, 환경영향평가, 6(1): 47-54.
8. 환경처, 1991, 녹지 자연도.
9. Danson F.M., 1995, Developments in the Remote Sensing of Forest Canopy Structure, Advanced in Environmental Remote Sensing in F. Mark Danson and Stephen E. Plummer (ed.), John Wiley & Sons, 53-70.
10. Elvidge D.C. and Zhikang Chen, 1995, Comparison of Broad-Band and Narrow-Band Red and Near-Infrared Vegetation Indices, Remote Sensing Environment, 54 :38-48.
11. Jenson R. John, 1996, Introductory Digital Image Processing, Prentice Hall, 170-190.
12. Myung-Jin Kim, et. al. Remote Sensing Application in Environmental Impact Assessment: Vegetation Index, Proceeding of IEAS '97 & IWGIS '97, Beijing, 520-525.
13. UNESCO, 1995, Applications of Marine and Coastal Image Data from Satellite-Airborne and In-situ Sensors-, 5th Computer Learning Module, 18, U.K.