

식생 군집구조 안정성 평가항목 보완을 통한 국토환경성평가지도 개선방안 연구*

전성우¹⁾ · 송원경^{1),3)} · 이명진^{1),4)} · 강병진^{2),5)}

¹⁾ 한국환경정책·평가연구원 · ²⁾ 제21 · ³⁾ 서울대학교 대학원 · ⁴⁾ 연세대학교 · ⁵⁾ 고려대학교

Improvement of the Environmental Conservation Value Assessment Map (ECVAM) by Complement of the Vegetation Community Stability Item*

Jeon, SeongWoo¹⁾ · Song, WonKyong^{1),3)} · Lee, MounGjin^{1),4)} and Kang, ByungJin^{2),5)}

¹⁾ Korea Adaptation Center for Climate Change(KACCC), Korea Environment Institute (KEI),

²⁾ Gen21 Inc.,

³⁾ Graduate School, Seoul National University,

⁴⁾ Graduate School, Yonsei University,

⁵⁾ Graduate School, Korea University.

ABSTRACT

The Environmental Conservation Value Assessment Map (ECVAM) is a five grade assessment map created with nationally integrated environmental information and environmental values. The map is made through the evaluation of 67 items, including greenbelt area and bio-diversity. The ECVAM assesses the stability of the community using forest maps. However, the existing assessment method is problematic because the assessment grades are evaluated using higher than practical values; in part because it uses even-valued overlay and minimal indicator methods. This study was performed in order to suggest an integrated assessment method that could complement the stability evaluation based on existing methods. Accordingly, this study added forest type information, including whether the forest was natural or artificial, to the overlay method using forest diameter maps and forest density maps.

* 본 연구는 환경부 역무대행사업인 '2009년 국토환경성평가지도 유지·관리' 과제의 지원에 의하여 이루어진 것임.

Corresponding author : Song, WonKyong, Graduate School, Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute,

Tel : +82-2-380-7738, E-mail : wksong@kei.re.kr

Received : 4 March, 2010. **Accepted** : 23 April, 2010.

As a result, the proposed ECVAM indicated a drastic grade change. After applying the method in South Korea, Grade I areas decreased 12.1%, from 52.6% to 40.6%, Grade II areas increased 11.9%, from 17.4% to 29.2%, and Grade III areas increased 0.2%, from 17.1% to 17.4%, respectively. From the results of the field survey, we found differences between natural forest and planted forest with regard to the number of mortality, species of shrubs, and vine cover. This means that natural forests are more stable than planted forests. This study suggests an improved assessment methodology to complement the existing EVCAM method. The results are expected to be used in environmental evaluations and forest conservation value assessments in ecology and environmental fields.

Key Words : *Environmental assessment, Forest map, Forest survey, Natural forest, Planted forest, Mortality.*

I. 서 론

1. 연구의 배경

국토환경성평가지도는 국토의 환경적 가치를 정량적으로 분석하여 전국을 5개 등급으로 구분한 평가지도이다(환경부, 2003). 2001년에 국토의 환경가치평가에 대한 개념이 정립되어 2002년부터 수도권을 대상으로 국토환경성평가의 기본 틀을 통해 실제 평가가 진행되었으며, 2006년 이후부터는 전국을 대상으로 구축된 국토환경성평가가 매년 갱신되고 있는 상황이다(환경부, 2009). 특히 이동근 등(2004)의 연구 이후 토지의 환경성을 평가하는 객관적 수단으로서 국토환경성평가지도의 의미가 중요하게 평가되고 있다.

국토환경성평가지도는 크게 법제적 평가항목과 환경·생태적 평가항목으로 구성되어 지도의 구축 시점에서 획득이 가능한 대부분의 환경지리 정보를 종합·평가하는 장점을 지니고 있다. 특히 법제적 평가항목은 환경부, 국토해양부, 산림청 등 국가에서 지정한 각종 입지 규제적 요소들 도면에 반영하여 법제적 측면에서 사전에 입지조건을 확인하는데 유용하며 환경·생태적 평가항목은 생태자연도, 임상도 등 환경·생태적 주제도에서 추출된 평가항목을 중첩하여 환경·생태적으로 보전가치가 있는 지역을 확인하는데 활용될 수 있다. 이러한 활용가능성을 토대로 이동근

등(2005)은 국토환경성평가지도에 상대고도 등의 평가인자를 포함시켜 지역특성을 반영한 보전지역 설정을 제안하였으며 이종수 등(2006)은 국토환경성평가지표를 활용하여 환경용량을 산정하는 연구를 수행하였다. 이처럼 현 시점에서 다양한 환경정보를 포함하고 있는 국토환경성평가의 활용도가 높아짐에 따라 평가방법에 대한 객관화 연구가 함께 병행될 필요가 있는 상황이다.

매년 최신의 자료를 통해 갱신되고 있는 국토환경성평가지도는 동일한 평가방법을 전국에 적용시킬 경우 수목의 성장 등의 이유로 평가 등급이 상향되는 현상이 발생하게 된다. 이는 지난 2008년 4차 임상도 갱신의 반영을 통해 나타난 1등급 지역의 비율증가에서 그대로 나타난 문제이다. 갱신된 3차 임상도를 평가에 반영했던 2007년 국토환경성평가지도 대비 2008년 평가지도 1등급 지역은 8.55% 증가한 52.62%로 분석되었다(환경부, 2008). 이러한 결과는 4차 임상도의 영급 및 소밀도 증가 경향을 그대로 반영하는 것으로서 시간의 경과에 따른 산림생태계 가치 향상이라는 측면에서 의미 있는 결과라 해석될 수 있으나 상대적으로 2, 3등급 지역의 비율이 줄어들게 되어 국토 관리에 유연함이 부족해지는 문제점을 발생시키고 있는 상황이다.

국토환경성평가지도가 전국에 걸쳐 구축된 이후 전성우 등(2008)의 연구를 통해 환경·생태적

평가항목의 적정성에 대해 검토되어 왔다. 소밀도는 전국 산림의 약 56%가 환경·생태적 평가항목 중 식생의 안정성 1등급을 의미하는 “밀”에 해당되어 산림 식생 안정성의 객관적인 평가방법에 개선이 요구되고 있다. 뿐만 아니라 소밀도는 산림에 존재하는 수목이 얼마나 밀집되어 있는지를 확인하는 것으로서 인공림의 식재 이후 밀생한 상태로 유지되는 유영림의 경우에도 식생 안정성이 높게 평가되는 문제를 보이고 있어 평가방법의 보완이 요구되는 상황이다. 이에 전성우 등(2008)의 연구에서는 식생 안정성 평가에 소밀도뿐만 아니라 다른 평가항목을 함께 고려해야 한다고 제안한 바 있다. 또한 이러한 문제점을 신규 분석 기술의 도입을 통해 해결하고자 하는 노력도 진행되었다. 전성우 등(2007)은 LiDAR 기술을 활용하여 임상도 영급과 경급 등의 항목을 LiDAR 자료로 대체하는 방안을 제안하였으나 전국단위 자료 구축 면적의 한계 등으로 분석 결과를 일반화하기에는 아직 어려움이 있는 상황이다.

식생군집구조의 안정성을 이해하기 위해서는 생태 천이의 과정에서 해당 산림이 어떠한 위치에 있는지를 확인하는 것이 가장 보편적인 방법이다(Odum, 1969). 그러나 생태 천이가 오랫동안 생태학의 한 주제로서 많은 연구가 진행되어왔음에도 불구하고 아직 체계적이고 보편적인 이론으로 종합되고 있지는 못한 상태이다(이규송, 2006; Pickett et al., 1987).

2. 연구의 목적

본 연구는 식생 군집구조의 안정성을 평가하기 위해 기존에 활용되던 평가방법을 고찰하고 이를 개선할 수 있는 방법을 제안하여 국토환경성평가지도를 개선하는 것을 목적으로 진행되었다. 즉, 임상도 소밀도와 경급의 개별 평가 이후 최소지표법으로 평가된 안정성 평가방법을 바탕으로 식생의 안정성을 통합적으로 평가할 수 있는 방법론을 제시하여 보다 정확한 산림 식생구

조 안정성 평가 결과를 국토환경성평가지도에 반영하는 하는 것을 목적으로 한다.

II. 연구의 범위 및 방법

국토환경성평가에서 환경·생태적 평가항목은 8개 부문으로 구성되어 잠재적 가치를 제외한 총 11개 항목으로 평가되고 있다(표 1). 이 중 자연성과 허약성, 그리고 군집구조의 안정성 평가항목은 복수의 평가항목에 의해 단일 부문의 환경·생태적 가치가 평가되는 상황이다. 허약성을 평가하는 지표의 경우 도로와 시가지지역은 공간적 특성상 평가항목이 분리되는 것이 당연하나 자연성과 군집구조의 안정성 평가항목은 통합 평가가 가능한 부분으로서 이를 통해 국토환경성 평가항목의 중복성을 최소화하는 것이 가능하다.

본 연구에서는 군집구조의 안정성 평가항목의 통합을 위해 자연림과 인공림을 구분하고 임상도 경급과 소밀도를 함께 고려한 평가방법을 제안하였다. 기존 평가방식과 마찬가지로 도시지역과 산림지역에 대한 평가기준을 달리하여 도시지역의 산림이 더 높은 등급으로 설정되도록 하였으며 생태자연도 평가방법을 참조하여 인공림은 자연림보다 낮은 등급을 부여하였다(표 2). 정확한 평가등급 선정을 위해 관련 전문가 설문문을 실시하여 평가등급을 검토하여 소밀도 단일 항목에 의한 높은 평가등급의 하향 수준을 결정하였다. 설문은 국토환경성평가지도를 실제로 사용하였거나 이와 관련된 환경정보를 연구하는 분야의 전문가 20명을 대상으로 실시하였으며 1차 설문을 통해 1~5등급까지 적정 평가등급을 설정한 후 이를 4회 동안 피드백 하여 평가기준을 결정하였다. 설문 과정에서는 각각의 설문 이후 변경된 평가기준을 통해 전국의 국토환경성평가가 어떻게 변화하는지를 종합적으로 판단하여 최종 평가 등급기준을 결정하였다. 이러한 방법에 따라 결정된 최종 국토환경성평가 결과를 전국에 적용하여 기존의 평가방식에 비해 신규방식으로 국토환경

표 1. 환경·생태적 평가항목.

부문	평가항목	근거
다양성	종다양성등급	생태·자연도
자연성	임상도 영급	임상도
	녹지자연도	녹지자연도/정밀녹지자연도
	식생등급	생태·자연도
풍부도	생태계변화관찰지역	생태계변화관찰지역
희귀성	희귀종·멸종위기종 발견지점	생태·자연도
허약성	도로, 도로로부터의 거리	수치지형도/토지피복지도
	시가화지역, 시가화지역으로부터의 거리	
잠재적 가치	멸종위기종 및 희귀종이 발견된 지점과 같은 속성을 나타내는 지역	-
군집구조의 안정성	임상도 경급	임상도
	임상도 소밀도	
연계성	녹지연속성	광역생태축

환경부(2008) 자료 재구성

성평가 등급이 어떻게 변화하였는지를 정량적으로 분석하였다.

기존의 평가방식에 비해 제안된 신규방식이 실

제 산림에서 어떠한 차이를 보이는지 확인하기 위해 현장조사를 실시하였다. 현장조사는 총 45

개 지점에 대해 자연림과 인공림으로 구분하여

표 2. 평가방법 제안에 따른 등급변화.

임상구분	경급	소밀도	기존방식		신규방식		등급변화	
			산림지역	도시지역	산림지역	도시지역	산림지역	도시지역
자연림	대	밀	1	1	1	1	-	-
		중	1	1	1	1	-	-
		소	1	1	2	1	-1	-
	중	밀	1	1	1	1	-	-
		중	2	1	2	1	-	-
		소	2	1	2	2	-	-1
	소	밀	1	1	2	1	-1	-
		중	2	1	2	2	-	-1
		소	3	2	3	3	-	-1
인공림	대	밀	1	1	1	1	-	-
		중	1	1	2	1	-1	-
		소	1	1	2	2	-1	-1
	중	밀	1	1	2	1	-1	-
		중	2	1	3	2	-1	-1
		소	2	2	3	3	-1	-1
	소	밀	1	1	3	2	-2	-1
		중	2	1	3	3	-1	-2
		소	3	2	3	3	-	-1

대상지를 설정하고 각 지점별로 10m×10m 방형구에 대한 식생조사를 실시하였다. 식생조사는 초본, 2m 이하 관목, 8m 이하 아교목, 8m 이상의 교목으로 구분하여 식생 종조사 및 피도조사를 실시하였다. 또한 자연림과 인공림 사이의 식생 구조적 특성을 확인하기 위해 덩굴식물의 피복률과 고사목 수를 함께 측정하여 야장에 기록하였다. 즉, 각 수관층에 따른 피도 변화와 덩굴식물 피복률, 그리고 고사목 수가 군집구조의 안정성과 어떠한 관계가 있는지를 확인함으로써 안정성 평가를 위한 현장조사의 가능성을 고찰하였다.

조사대상지의 환경정보 구축 및 국토환경성평가지도 구축을 위해 ArcGIS 9.2, 데이터 관리 및 기초통계 분석을 위해 MS Office 2003과 SPSS 12.0을 활용하였다.

III. 결과 및 고찰

제안된 평가방식은 기존의 방식에 비하여 환경·생태적 항목과 최종 국토환경성평가지도 등급의 큰 변화를 가져왔다. 특히 국토환경성평가

1등급 지역은 15.85%가 감소하여 36.76%가 이에 해당됨을 확인하였다. 이러한 결과는 과거의 방식에서 소밀도에 대한 과도한 등급 상향이 전체 국토면적의 약 16%에 해당되었다는 것을 의미한다.

제안된 평가방식에 의한 국토환경성평가지도 최종 등급도는 당초 약 50%가 1등급이었던 지역에 비해 1등급 지역이 백두대간을 비롯한 주요 산림생태계 지역에 집중되어 타당성 있는 결과라 판단된다.

본 연구의 결과가 실제 산림에서 어떻게 나타나는지를 확인하기 위해 45개 지점에 대한 현장조사를 실시하였다. 조사는 산림지역의 식생이 가장 발달한 7월 초부터 9월 초까지 2달 동안 진행되었으며 다양한 환경에서 식생구조의 차이를 확인하기 위해 강원도 9개, 전라북도 17개, 경기도 19개 지점을 조사하였다. 24개의 자연림과 21개의 인공림을 조사하였으며 각각의 대상지는 자연림과 인공림별로 유사한 영급과 소밀도 지역을 선정하였다. 조사지역은 법제적 보호지역의 경계에 포함되지 않는 일반적인 산림지역을 대상으로

표 3. 국토환경성평가지도 최종 등급 변화.

구분	기존방법(①)			신규방법(②)		차이(②-①)	
	등급	면적(km ²)	비율(%)	면적(km ²)	비율(%)	면적(km ²)	비율(%)
환경 생태적 평가	1등급	46,559.94	46.50%	25,713.39	25.68%	-20,846.55	-20.82%
	2등급	17,197.66	17.18%	36,904.65	36.86%	19,706.99	19.68%
	3등급	3,762.46	3.76%	5,921.81	5.91%	2,159.35	2.16%
	4등급	13,918.70	13.90%	13,576.61	13.56%	-342.09	-0.34%
	5등급	15,683.74	15.66%	14,489.65	14.47%	-1,194.09	-1.19%
	등외	3,007.26	3.00%	3,523.66	3.52%	516.40	0.52%
	합계	100,129.76	100.00%	100,129.76	100.00%	0.00	0.00%
국토 환경성 평가	1등급	52,686.38	52.62%	36,811.57	36.76%	-15,874.81	-15.85%
	2등급	17,419.43	17.40%	33,995.13	33.95%	16,575.70	16.55%
	3등급	17,161.03	17.14%	15,800.37	15.78%	-1,360.66	-1.36%
	4등급	4,175.63	4.17%	4,638.66	4.63%	463.03	0.46%
	5등급	8,687.30	8.68%	8,884.03	8.87%	196.73	0.20%
	합계	100,129.76	100.00%	100,129.76	100.00%	0.00	0.00%

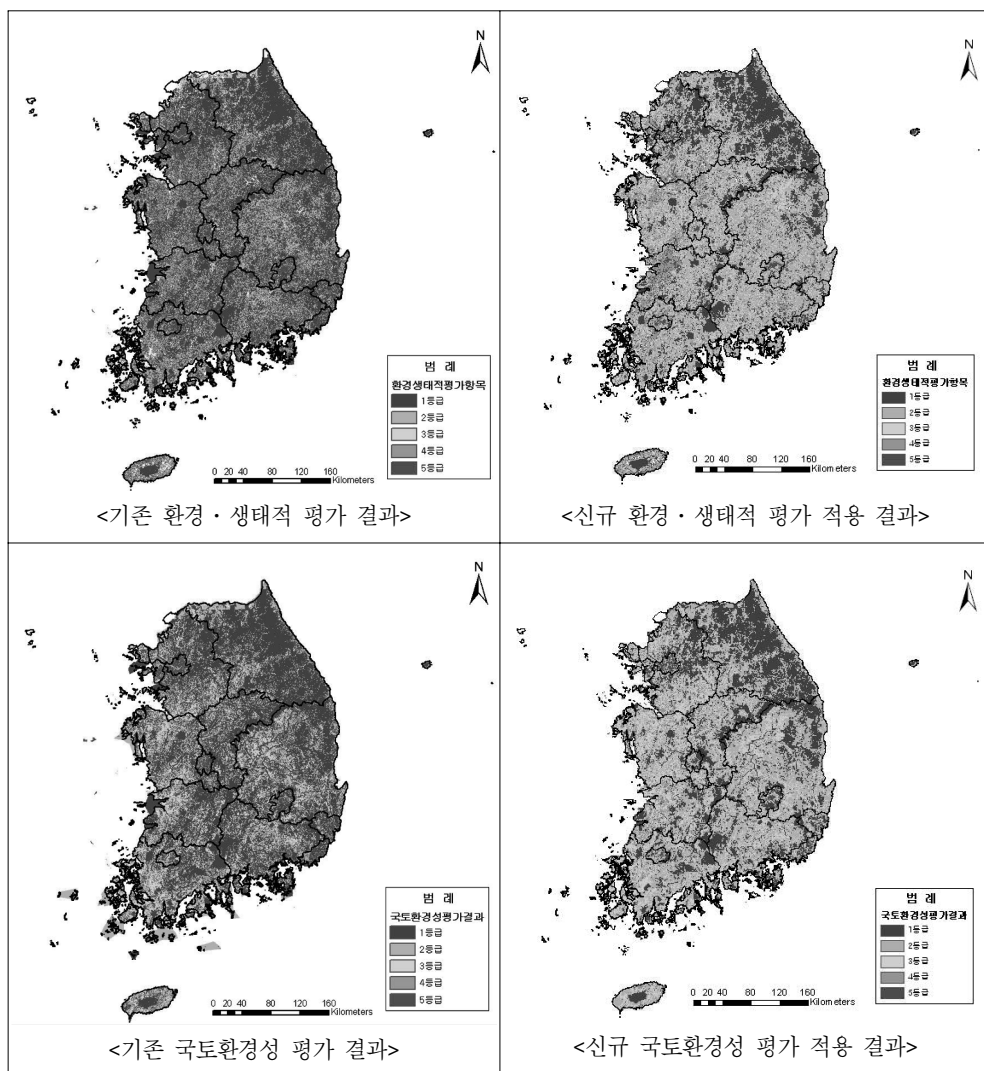


그림 1. 환경·생태적항목 및 국토환경성평가지도 등급변화.

선정하였으며 대부분 3·4등급 지역의 산림이 주로 분포하고 있는 지역이다. 소나무, 리기다소나무, 잣나무 등의 침엽수림, 갈참나무, 신갈나무, 상수리나무 등의 활엽수림 등 우리나라에서 분포하는 주요종의 산림지역을 대상으로 조사지점이 선택되었다.

조사 결과 유사한 수준의 교목 캐노피를 보이는 자연림과 인공림 사이에서도 아교목과 관목캐노피, 지피식물 피복률, 덩굴식물 피복률은 평균 값에서 차이를 보이고 있으나 t-test결과 고사목

수($p < 0.05$)만이 유의한 것으로 분석되었다(표 4). 인공림에서 고사목 수가 평균 1.67개로 자연림인 0.75개 보다 약 2배 이상 많은 것을 확인할 수 있었는데 이는 대부분 3·4등급인 교목으로 구성된 산림 특성상 기준에 식재된 소나무림 및 리기다소나무림 등의 침엽수림이 하층식생의 성장에 따라 고사되어 식생구조가 변화하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 실제로 대부분의 고사목이 소나무, 리기다소나무, 아까시나무 등으로 확인되었다.

표 4. 자연림과 인공림 현장조사 결과.

구분	산림유형	조사지점 수	평균	표준편차	표준오차
교목캐노피(%)	자연림	24	74.17	11.39	2.33
	인공림	21	73.33	8.56	1.87
아교목캐노피(%)	자연림	24	41.04	20.43	4.17
	인공림	21	31.43	25.40	5.54
관목캐노피(%)	자연림	24	46.67	22.78	4.65
	인공림	21	50.48	24.59	5.37
지피피복률(%)	자연림	24	19.79	23.10	4.72
	인공림	21	22.48	27.47	6.00
덩굴피복률(%)	자연림	24	10.00	15.88	3.24
	인공림	21	17.29	24.20	5.28
고사목수***	자연림	24	0.75	1.03	0.21
	인공림	21	1.67	1.20	0.26
교목종수	자연림	24	2.88	1.33	0.27
	인공림	21	2.33	0.97	0.21
아교목종수	자연림	24	3.83	1.83	0.37
	인공림	21	3.00	1.45	0.32
관목종수	자연림	24	7.38	2.45	0.50
	인공림	21	8.67	3.37	0.74

* $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

최상층 식생을 침엽수와 활엽수로 구분하여 분석한 결과 침엽수림에서는 자연림이 인공림에 비해 고사목 수가 적고($p<0.01$) 관목종 수가 많으며($p<0.1$) 칩 등과 같은 덩굴식물 피복률이 낮은 것($p<0.1$)으로 확인되었다(표 5). 활엽수림에서는 이러한 차이가 유의하지 않았는데 이는 국내 산림지역의 대부분을 차지하고 있는 활엽수림이 신갈나무, 상수리나무, 졸참나무 등의 참나무로서 남한의 산림지역에서 극상림으로 성장하고 있기 때문에 식생의 구조가 안정화되어 있기 때문인 것으로 추측된다. 그러나 이러한 결과는 조사지역 샘플 수가 한정되어 있고 이로 인해 다양한 환경변수를 제한하지 못하였기 때문에 일반화하는 것은 어려운 상황이다.

현장조사 결과는 자연림에 비해 인공림이 고

사목 수 등에서 식생 군집의 교란이 더 심하다는 것을 보여주고 있다. 특히 활엽수림보다 침엽수림의 경우 그 차이가 확실히 나타나는 것으로 확인되었다. 우리나라의 산림은 지형이 복잡하여 표고, 경사, 향 등의 영향을 배제하여 자료를 분석하기 어렵기 때문에 현장조사의 결과를 객관화시키는 것이 어려운 상황이다. 그러나 조사된 결과를 중심으로 자연림과 인공림의 산림구조 차이를 해석하는 것은 가능하다. 자연림은 오랜 시간에 걸쳐 그 지역에서 가장 잘 정착할 수 있는 수목이 군락을 이루어 분포하기 때문에 서로 다른 목적 하에서 인위적으로 식재된 인공림에 비해 고사목 수가 적게 나타나고 있다. 이는 장동원과 윤영일(2003)의 연구와 같은 기존 연구들에서 고사목 수가 해당 산림의 자연성을 높게 판단하는

표 5. 침엽수림 지역에서의 자연림과 인공림 현장조사 결과.

구분	산림유형	조사지점 수	평균	표준편차	표준오차
교목캐노피(%)	자연림	12	74.17	14.43	4.17
	인공림	14	72.86	9.14	2.44
아교목캐노피(%)	자연림	12	38.75	20.46	5.91
	인공림	14	33.21	28.93	7.73
관목캐노피(%)	자연림	12	44.17	22.75	6.57
	인공림	14	46.43	21.70	5.80
지피피복률(%)	자연림	12	22.50	26.07	7.53
	인공림	14	22.86	30.05	8.03
덩굴피복률(%)*	자연림	12	6.25	4.83	1.39
	인공림	14	20.43	27.83	7.44
고사목수**	자연림	12	0.58	0.90	0.26
	인공림	14	1.86	1.10	0.29
교목종수	자연림	12	2.42	1.17	0.34
	인공림	14	2.29	0.83	0.22
아교목종수	자연림	12	3.67	1.56	0.45
	인공림	14	2.71	1.38	0.37
관목종수*	자연림	12	7.33	2.39	0.69
	인공림	14	9.36	2.98	0.80

* $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

기준이 될 수 있다고 제안하고 있는 것과 차이가 있는 부분이다. 그러나 장동원과 윤영일(2003)의 연구는 이미 식생 천이가 완료된 전나무 자연림을 대상으로 하고 있고 연구에서 참고한 연구들(Nilsson et al., 2002; 윤영일, 2002) 역시 천이가 완료된 안정된 식생군집을 대상으로 설정하고 있기 때문에 본 연구와는 차이가 있다고 판단된다. 즉 본 연구대상지의 특성을 고려할 경우 본 산림 고사목의 분포는 산림의 발달단계를 보아 Oliver와 Larson(1996)이 구분한 경쟁배제단계(stem exclusion stage)의 특성을 잘 보여주고 있다(임종환 등, 2004). 즉, 조사지역에서는 침엽수림에서 활엽수림으로 천이가 진행되면서 침엽수림의 고사목이 자연림에 비해 더 많이 발생되고 있는 특징이 잘 나타나고 있는 것이다. 또한 자연림에서 교목 및 아교목의 종 수가 더 많이 분포하고 있

는데 이 역시 조사지역의 산림이 극상림이 아닌 천이가 진행되는 산림이기 때문인 것으로 판단된다. 자연림과 인공림의 가장 큰 산림구조의 차이는 지피식물 피복률과 관목 종 수인데, 인공림의 경우 외부 교란을 경험한 지역이기 때문에 햇빛, 바람 등의 영향을 많이 받아 교란에 민감한 덩굴식물류와 관목류가 자연림에 비해 더 많이 분포하고 있는 것으로 확인되었다. 이는 햇빛에 직접적으로 노출되어 변화하는 온도와 관계가 있는 것으로 판단된다(심경구 등, 1985; 박은희 등, 2004).

IV. 결 론

국토환경성평가지도는 국토의 다양한 환경정보를 종합하여 등급화한 지도로서 특정 지표에

의해 등급이 크게 변화한다면 이를 보완하는 작업이 요구된다. 소밀도는 국토 산림의 발달과 함께 “밀” 지역이 전체의 약 56%를 차지하게 되어 안정성 평가항목으로서 활용되는데 한계가 있는 상황이다. 본 연구에서 제안된 자연림과 인공림의 구분 및 통합평가 방법론을 통해 국토환경성 평가지도는 보다 현실적인 등급분포가 가능하게 되었다. 현장조사 결과에서도 자연림은 인공림에 비해 식생의 안정성 측면에서 더 높게 평가될 수 있음을 확인하여 자연림과 인공림을 구분하여 안정성을 평가하는 방법이 향후 활용될 수 있음을 검증할 수 있었다. 따라서 국내의 산림생태계 특성상 식생 군집구조의 안정성 측면에서 볼 때 자연림은 인공림보다 안정한 구조를 보이고 있으며 이러한 부분을 고려한 환경성평가가 진행되어야 한다. 이는 국토환경성평가지도에서의 등급반영 뿐만 아니라 향후 산림생태계의 보전가치 측면에서도 함께 검토가 되어야 할 부분으로서 식생 군집구조의 천이과정에 따른 보전가치 평가는 앞으로 진행되어야 할 것으로 판단된다. 본 연구가 가지고 있는 조사샘플지역 수의 한계 및 다양한 환경변수의 미고려 측면은 향후 현장조사에서 보완되어야 할 부분으로서 국토환경성평가지도의 장기적인 유지 관리를 통해 보완되어야 할 부분이다. 제안된 방법론은 계획적인 국토관리를 위한 현실적인 국토환경성평가지도 등급 재편 차원에서 활용가치가 있으므로 향후 이에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

인 용 문 헌

- 박은희 · 김종갑 · 이정환 · 조현서 · 민재기. 2004. 공단지역에 우점하고 있는 덩굴식물류의 식생변화. 한국생태학회지 27(6) : 335-345.
- 심경구 · 안영희 · 류미선. 1985. 덩굴성 식물의 광합성 특성에 관한 연구. 한국환경농학회지 26(1) : 44-50.
- 이규송. 2006. 화전 후 묵밭의 식생 천이에 따른 종다양성 및 식생 구조의 발달. 한국생태학회지 29(3) : 227-235.
- 이동근 · 성현찬 · 전성우 · 이상대 · 김귀곤 · 김재욱. 2005. 국토환경성평가 개선을 통한 경기도지역의 보전지역 구분에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 8(4) : 43-51.
- 이동근 · 전성우 · 이상문. 2004. 토지환경성평가의 이론 및 기준지도작성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 7(1) : 116-127.
- 이종수 · 이우균 · 전성우. 2006. 국토환경성평가 지표를 이용한 환경용량 산정모델 개발. 환경영향평가 15(6) : 385-394.
- 임중환 · 김광택 · 윤충원 · 신준환 · 배상원. 2004. 울릉도 섬자나무림의 임분구조 및 동태. 한국임학회지 93(1) : 67-74.
- 장동원 · 윤영일. 2003. 내설악 전나무 고목림에 존재하는 고사목에 관한 기본 자료조사. 한국생물학회지 21(3) : 251-256.
- 전성우 · 이명진 · 송원경 · 성현찬 · 박욱. 2008. 국토환경성평가지도 평가항목 구성의 적정성 검토. 한국환경복원녹화기술학회지 11(1) : 1-13.
- 전성우 · 홍현정 · 이종수 · 이우균 · 성현찬. 2007. LiDAR를 활용한 국토환경성평가지도 산림 부문 신규 평가항목의 도입 가능성 평가. 한국환경복원녹화기술학회지 10(5) : 20-30.
- 환경부. 2003. 국토환경보전계획 수립 연구.
- 환경부. 2008. 2008년 국토환경성평가지도 유지 · 관리.
- 환경부. 2009. 2009년 국토환경성평가지도 유지 · 관리.
- Nilson, S. G., M. Niklasson, J. Hedin, G. Aronsson, J. M. Gutowski, P. Linder, H. Ljungberg, G. Mikusiński and T. Ranius. 2002. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. Forest Ecology and Management 161 : 189-294.

- Odum, E. P. 1969. The Strategy of Ecosystem Development. *Science*. 164 : 262-270.
- Oliver, C. D., and B. C. Larson. 1996. Forest Stand Dynamics. John Wiley and Sons, New York.
- Pickett, STA, S. L. Collins and J. J. Armesto. 1987. Models, mechanism and pathways of succession. *Bot. Rev.* 53 : 335-371.