

## 산림지속성 지수 개발에 관한 기초연구

金俊淳<sup>1\*</sup> · 金中明<sup>2</sup> · 成周翰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 산림과학대학, <sup>2</sup>국립산림과학원

### A Study on Developing the Index for Forest Sustainability in Korea

Joon-Soon Kim<sup>1\*</sup>, Joong Myung Kim<sup>2</sup> and Joo Han Sung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Korea Forest Research Institute, Seoul, 130-712, Korea

**요 약:** 본 연구에서는 국내 시·도를 대상으로 산림의 건강성과 관리체계에 대한 산림지속성 지수를 평가하였다. 산림기본계획과 산림비전21에서 제시한 주요시책에 해당하는 69개의 항목과 주요시책에는 해당되지는 않지만 평가를 위해 필요한 15개 지표를 합친 총 84개의 후보지표를 대상으로 지표의 평가 작업을 거쳐 최종적으로 33개의 지표를 선정하였다. 이들 지표들을 대상으로 압력(pressure), 상태(state), 반응(response) 지표로 구분하여 압력과 상태는 산림의 건강성을 나타내는 지표로, 반응은 산림의 관리체계를 나타내는 지표로 구분하였다. 선정된 지표들을 대상으로 델파이조사를 통해 중요도를 부여하였다. 중요도를 이용해서는 서열합 방법에 의해 가중치를 산출하여 각 지표들의 표준화 작업에 의해 얻은 값에 적용하였다. 지수화 작업에서는 가법형에 의거해서 2002년도 각 시·도별 산림지속성 지수를 산출하여 비교, 분석하였다. 본 연구는 기초 연구로 수행되어 해당 지자체를 언급하지는 않았으나 각 지자체들이 각 지표의 적용과 지수화 방법에 대한 합의가 이루어진다면 지자체의 산림 상태와 관리 정도를 정량적으로 평가하는 중요한 정보가 될 것으로 여겨진다.

**Abstract:** This study was carried out to find out the possibility for developing methodologies on the index for forest sustainability and to assess sustainability indices of metropolitan and provincial districts based on conditions of their forest health and management programmes in Korea. To find out some indicators to be utilized in developing the forest sustainability indices, total 84 possible indicators were selected and combined from 69 major programmes contained in the 4th Forest Development Plan and the Forest Vision for 21st Century and other 15 indicators selected separately from other forest policies. Those candidate indicators were reviewed thoroughly under evaluation processes and 33 indicators were finally chosen in developing the forest sustainability indices. Those indicators were classified into 3 categories, namely indicators for pressure, state, and response. Forest health could be represented by pressure and state indicators, while forest management programmes could be assessed by response indicators. Scores of importance for each indicator were assigned through Delphi survey and analyzed to project the extra weight value by summing rankings given to each index and applied to the standardized value of each index. Forest sustainability indices of metropolitan and provincial districts were analyzed and compared, based on relevant data of the year 2002. This study was kind a preliminary one in forest sustainability index and the names of metropolitan and provincial districts were not identified in this study. The indices could be very valuable in assessing quantitatively the level of forest health and intensity of forest management programmes in each districts and comparisons could be made among them, if all self-governing districts agree unanimously on the indices of forest sustainability and relevant indicators chosen in the study.

**Key words :** sustainable forest, forest sustainability index, indicator, forest health

\*Corresponding author  
E-mail: jskim@kangwon.ac.kr

## 서 론

최근 화두가 되고 있는 지속가능발전(sustainable development)은 1992년 리우회의를 계기로 하여 각 분야에서 관심을 갖게 되었다. 특히 환경 분야에 관심을 갖게 되면서 지표 개발에 관한 연구가 이루어졌다(Bakkes, 1994; 강상목, 1997; Hammond 등, 1995; OECD, 2001). 산림 분야에서 지속가능발전은 오래 전부터 보속성이라는 개념에 기초하여 발전되어 왔다. 리우회의 이후에는 지속가능한 산림경영(Sustainable Forest Management)에 초점을 두어 논의가 전개되고 있다.<sup>1)</sup> UN의 지속가능발전위원회(Commission on Sustainable Development)에 의해 산림의 바람직한 정책 방향을 제시하기 위하여 Intergovernmental Panel on Forests(IPF)이 1995년 설립되어 활동하다가 1997년에는 UN의 경제사회이사회(Economic and Social Council)는 3년 기한의 Intergovernmental Forum on Forests(IFF)으로 그 역할이 이관되었다. 2000년에는 IFF의 기능을 격상하여 산림에 대한 관리, 보전, 지속가능한 이용을 목적으로 United Nations Forum on Forests(UNFF)가 창설되었다.

지속가능한 산림경영을 위해 1993년에 우리나라를 비롯한 온·한대림 12개국에 참여한 지속가능한 산림경영을 위한 기준과 지표 마련을 목적으로 몬트리올프로세스가 설립되었다. 그 밖에도 지역 공동체로서 유럽을 중심으로 한 헬싱키프로세스, 아프리카를 중심으로 한 국제열대목재기구(ITTO), 아마존 지역을 중심으로 한 타라포토 프로세스 등이 창설되었다. 몬트리올프로세스에서는 지속가능한 산림경영을 평가할 목적으로 1995년 7개 기준과 67개 지표를 발표하였다.

이들 지표들은 국가단위 또는 경영단위 산림의 건강성을 파악하고 관리체계에 대한 평가를 목적으로 하고 있다. 산림의 건강성은 생물다양성, 임목 생산 능력, 국토보전 기능 등의 다양한 기준에 의해 평가가 이루어지고 관리체계는 산림관리 체계에 대한 행정기관을 평가하고 방향을 제시할 수 있을 것이다.

산림에 대한 건강성과 관리체계에 대한 평가가 종합적으로 이루어져 하나의 정량화된 수치로 표현된 것이 산림지속성 지수라고 할 수 있다. 산림지속성 지수의 의미는 지속가능한 산림을 판단하는 근거로 활용 가능하다. 본 연

구에서는 국내 시·도를 대상으로 산림지속성 지수를 평가하고 건강성과 관리체계로 구분하여 지수화 한 정량화된 값을 도출하고자 한다.

## 연구 및 방법

지표(indicator)는 정량적인 지표와 정성적인 지표로 구분할 수 있다. 정량적인 지표는 하나의 변수로 나타낼 수도 있으나 다수 변수의 조합에 의해 표현되기도 한다. 정성적인 지표도 존재하나 지수화 작업을 위해서는 서열 자료 형식으로 등급화 하여야 한다.

하나의 지표를 통해 알고자 하는 대상의 상태나 변화 등을 표현할 경우도 있으나 일반적으로는 다수의 지표들을 종합하여 평가가 이루어진다.

### 1. 지표의 선정과정

지표의 선정과정은 bottom-up 방식 또는 top-down 방식 두 가지로 구분할 수 있다. bottom-up 방식은 기존의 통계치에 기초하여 그 특성을 파악하고 통계치 자체 또는 2개 이상의 통계치들의 조합을 통해 지표를 결정하고 선정된 지표를 대상으로 선정원칙에 준해 최종적인 지표를 선정한다. top-down 방식은 지표 선정의 목적과 이를 의미하는 주요 기준(criteria)을 설정한다. 평가 목적과 기준에 대해서는 가능한 구체적인 정의와 해석 과정을 거쳐야 할 것이다. 평가기준 또한 평가를 위한 대상이 될 수 있으며 그에 해당하는 후보지표들을 결정해야 한다. 선정된 후보지표들을 대상으로 현재 통계 자료들의 범주에서 정량화할 수 있는지에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다. 만약 선정된 후보지표를 직접적으로 표현할 수 없다 하더라도 유사한 통계가 있으면 이를 활용한다. 하지만 이와 같은 대리지표들은 지표로서의 대표성이 낮다. 수집이 가능한 통계자료들을 후보지표로 하여 지표의 선정원칙에 준해 평가가 이루어진다. 이를 통해 실제로 활용하고자 하는 지표를 최종적으로 결정한다. bottom-up 방식은 기존 통계에 근거해 지표를 선정하므로 대리지표에 대한 고민이 줄어들어 장점은 있으나 제한된 정보에서 지표를 선정해야 하는 한계가 있다. 이로 인해 bottom-up 방식보다는 top-down 방식을 선호하며 일반적으로 많이 활용되고 있다.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>management를 한국어로 번역할 때, 경영 또는 관리로 혼용하고 있다. 일반적으로 경영은 기술, 재무, 마케팅 등과 같은 외부 지향적인 의미가 강한 반면, 관리는 계획, 조직, 통제 등의 내부지향적인 의미가 강하다고 할 수 있다(김용환, 홍석균, 2002). 본 연구에서는 경영을 물적기능과 관리라는 인적기능을 포괄한 개념인 '경영상위개념설'에 기초함을 밝힌다. 김용환과 홍석균(2002)은 "산림경영"은 경제적 동기에서의 산림정책적 수단 방법으로 즉 물질적 생산과 효율성으로 이윤추구를 극대화하는 목적으로 노동과 자본재를 투입하여 육림·벌채 등의 작업에 의해서 목재와 기타 임산물을 생산하는 과정이라고 하였고 "산림관리"는 산림정책에서 비경제적 동기 즉, 비물질적 동기에 기인하는 치수정책, 보건휴양과 풍치유지 및 환경보전에 관한 정책관리수단이라고 정의하였다.

<sup>2)</sup>헬싱키프로세스의 지표선정은 bottom-up방식임에 반해, 몬트리올프로세스의 지표선정은 top-down 방식으로 지표가 선정되었다.

2. 지표의 구분

OECD에서는 지표를 그 특성에 따라 PSR(Pressure-State-Response) 체계로 구분하고 있다.<sup>3)</sup> PSR체계는 인간 활동으로 인한 ‘압박’, 환경 및 자연자원의 변화된 정도를 나타내는 ‘상태’ 그리고 환경문제를 해결하기 위한 경제 주체 및 환경관리자에 의한 ‘반응’, 세 부분에 대한 연계를 목적으로 한다. 대부분의 지표들은 PSR 범주에서 구분 가능하지만 어떤 지표에 대해서는 압력과 상태에 대해 구분하기 어려운 경우도 있다. 또한 사용자의 이용 목적에 따라 필요 정보가 다를 수 있다.

PSR체계는 인과관계에 기초하여 작성한 지표체계이다. 그러나 한 지표를 갖고는 인과관계를 동시에 나타내기는 어렵다. 대부분 인간의 경제활동은 환경을 악화시키는 압력(Pressure)에, 정책결정은 환경을 개선시키는 반응(Response)에 해당된다. 일반적으로 압력의 주체는 가계나 기업, 상태의 주체는 자연환경, 반응의 주체는 정부라 할 수 있다. PSR체계가 하나의 유기적인 관계를 갖기 위해서는 P와 S에 대한 지표가 정책입안자들에게 동의를 얻어야만 R까지 연결될 수 있다.

3. 가중치 도출

가중치의 도출 방법은 지표를 대상으로 서열정보를 이용한 방법, 고유벡터 방법, 엔트로피 방법으로 구분할 수 있다(김성희 외, 1999). 서열정보를 이용하는 방법은 중요도의 값을 직접 활용하는 것이 아니라 중요도의 값에 의거한 순위 정보에 의해 서열을 부여한 후에 가중치를 부여하는 방법이다. 고유벡터 방법은 쌍대비교에 의한 방법으로 가중치의 부여를 서열 또는 빈도수가 아닌 정량화된

중요도의 결과를 이용해서 구한다는 장점이 있으나 단점으로는 평가 지표수(n)가 많아짐에 따라 비교의 횟수 ( $C_2^n = n(n-1)/2$ )가 많아지는 부담을 안고 있다. 엔트로피 방법은 주관적으로 부여한 가중치의 불확실한 정도를 반영하기 위해 사용하는 방법이다.

본 연구에서는 서열 정보에 기초하여 서열합가중치(rank sum weights), 역서열가중치(rank reciprocal weights), 그리고 서열을 정하기 위하여 적용한 점수를 직접 이용한 점수가중치를 적용하였다(Table 1).

가중치를 부여하는 방식은 연구자에 의해 임의로 결정하는 방법과 다른 집단의 의견을 조사하여 결정하는 방법이 있다. 다른 집단의 의견은 전문가집단으로부터 의견을 수렴하는 델파이방식과 일반인을 대상으로 설문조사를 하는 방법이 있다.

각 지표에 대해 가중치를 부여하기에 앞서 평가하고자 하는 모든 지표들의 최소치와 최대치 즉, 변동 폭을 일치시키는 표준화 작업을 하여야 하며 각 지표가 악화지표인지 또는 호전지표 인지를 구별해야 한다. 최소치와 최대치와의 사이에 변화는 적용하고자 하는 함수의 형태에 따라 선형과 비선형으로 구분한다(Ott, 1978). 이와 같이 변형된 값을 부문지수라고 한다. 부문지수에 가중치를 적용하면 최종적인 지수값이 산출된다. 지표의 지수화 과정은

Table 1. Application methodology of extra weight value.

Methods	Formula	Remark
Rank sum weights	$w_i = \frac{N - R_i + 1}{\sum_{i=1}^n (N - R_i + 1)}$	
Rank reciprocal weights	$w_i = \frac{1/R_i}{\sum_{i=1}^n (1/R_i)}$	N: Number of indicators i: Indicator R: Rank X: Importance value w: Weight value
Value sum weights	$w_i = \frac{X_i}{\sum_{i=1}^n X_i}$	

<sup>3)</sup>UNCSD에서는 OECD의 지표체계인 PSR과 유사한 DSR 체계를 제시하였다. P가 환경을 악화하는 물질을 의미하는 반면에 D는 Driving Force의 약자로써 환경을 악화하는 인간의 활동에 초점을 두었다고 할 수 있다.

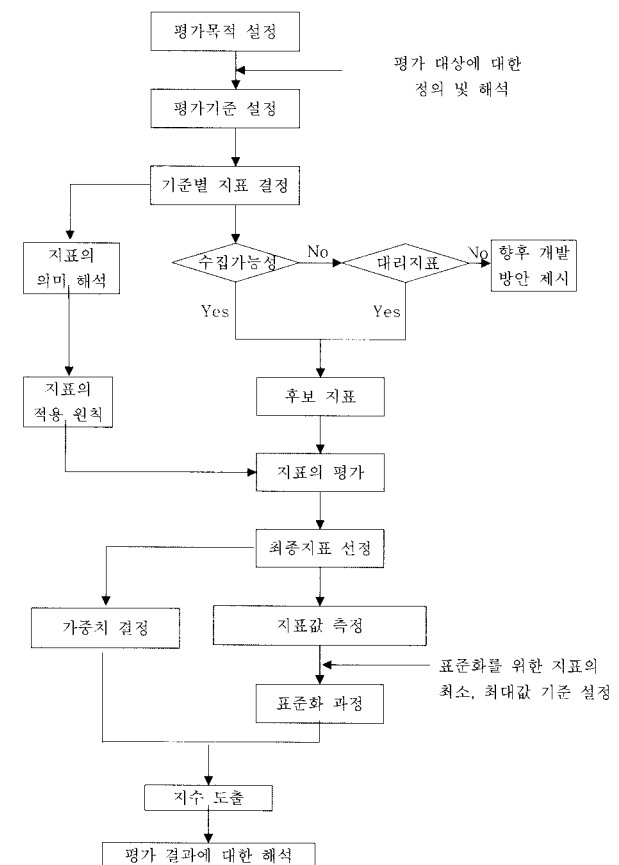


Figure 1. Process of developing index based on indicators

가법형, 승법형, 최대·최소형 등을 적용할 수 있다(Ott, 1978; 정영근과 이준, 2003).

본 연구에서는 부문지수의 최소값은 0, 최대값은 100으로 값의 범위를 정하였다. 만약 산림면적, 산림축적과 같이 지표의 값이 높을수록 산림지속성 지수에 정(+)의 효과를 발생하는 호전지표인 경우에는 부문지수의 최대값은 100인 반면, 인위적 산림피해, 부채산주비율과 같이 지표의 값이 높을수록 산림지속성 지수에 부(-)의 효과를 발휘할 경우에는 악화지표의 최대값에 대해 부문지수 값은 0으로 산출되는 단순선형 방법을 사용하였다.

$$\textcircled{1} \text{ 정(+)} \text{의 효과} : \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} * 100$$

if  $x_{ij} = x_j^{\max}$ ,  $n_{ij} = 100$ ; if  $x_{ij} = x_j^{\min}$ ,  $n_{ij} = 0$

$$\textcircled{2} \text{ 부(-)} \text{의 효과} : \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} * 100$$

if  $x_{ij} = x_j^{\max}$ ,  $n_{ij} = 0$ ; if  $x_{ij} = x_j^{\min}$ ,  $n_{ij} = 100$

### 결과 및 고찰

2003년 8월에 발표한 제4차 산림기본계획 수정안에 따르면 당초 정책목표인 ‘지속가능한 산림경영기반 구축’에서 ‘사람과 숲이 어우러진 풍요로운 녹색국가 구현’으로 바뀌었다.

추진전략 역시 당초에는 산지, 임업, 환경, 산촌 네 가지를 대상으로 제시하였으나 수정안에서는 산림, 임업, 산림

환경, 산촌, 산지, 지구산림으로 산림과 지구산림이 추가되었다.

핵심 추진과제 역시 변경 전에는 9과제 37시책에서 변경 후에는 5과제 18시책으로 통폐합되었다. 변경된 후의 핵심 추진과제는 ① 지속가능한 산림경영체계 확립, ② 산림의 경제적 기능 제고, ③ 산림의 생태적 기능 제고, ④ 산림의 사회적 기능 제고, ⑤ 국제협력 강화 및 지원체계 확립으로 통합하여 내세우고 있다(Table 2).

한편, 산림청에서 내세우고 있는 우리나라 21세기 산림비전은 “사람과 숲이 상생 공존하는 세계 일류의 산림복지국가”이다. 산림비전21에서의 추진전략의 대상을 산림자원, 산림산업, 산림환경 세 가지 구분하여 그에 따른 핵심과제를 ① 산림자원조성, ② 산림산업 육성, ③ 산림환경증진 및 산촌진흥, ④ 산림관리 기반구축, ⑤ 임업의 세계화로 제시하였다.

산림기본계획과 산림비전 21에서 제시하는 주요시책은 상호 유사하거나 중복되는 내용이 많다. 제시한 주요시책을 정리하면 Table 3과 같이 17종류로 구분하였고 각 주요시책에 해당하는 지표 69개와 주요 시책에는 해당되는 항목은 아니지만 산림지속성 지수를 평가하기 위해 필요한 지표로 인정되는 15개의 지표를 추가하여 총 84개의 후보지표를 선정하였다.

이들 84개 지표들을 대상으로 지표의 선정 원칙이라 할 수 있는 대표성, 객관성, 수집가능성 등에 근거하여 최종적으로 33개 지표를 선정하였다. 선정된 지표를 대상으로 PSR과 경제(economic), 사회(social), 환경(environment),

**Table 2. Core projects and major forest programmes of the 4th Forest Development Plan.**

Core projects	Main forest programmes
Establishment of sustainable forest management system	Establishment of sustainable forest management system Construction of forest management system for major functions Establishment of nature friendly forest management system
Enhancement of economic benefits of forest	Cultivation of forests for economic values Infrastructure establishment for economically-valued forests cultivation Promotion of private forest management Enhancement of forest productivity and improvement of income of forester
Enhancement of ecological functions of forest	Sustainable conservation and management of forest ecosystem Enlargement of supply of clean water and absorption and storage of carbon dioxide in forest Ecological and healthy National Forest management for “forest of people”
Enhancement of social function of forest	Establishment of protection system of forest disaster Enlargement of urban forest Promotion of forest recreation and culture Development of mountain villages as good residence
Consolidating of international cooperation and establishment of support system	Consolidating of relationship South-North Korea and international forest cooperation Promotion of forest research and technique development Consolidating forest statistics and survey system and establishment of digital forest administration system Promotion of plan and system and construction of evaluation system of forest master plan

**Table 3. Major forest programmes of the 4th Forest Development Plan.**

Serial No.	Major forest programmes	No. of Indicators
1	Establishment of sustainable forest management system	7
2	Construction of functional forest management system	3
3	Economic forest cultivation	4
4	Promotion of private forest management	4
5	Sustainable conservation and management of forest ecosystem	5
6	Enlargement of supply of clean water and absorption and storage of carbon dioxide in forest	6
7	Ecological and healthy National Forest management for “forest of people”	2
8	Establishment of protection system of forest disaster	7
9	Enlargement of urban forest	3
10	Promotion of forest recreation and culture	3
11	Development of mountain villages and improvement of income of forester	7
12	Consolidating of relationship South-North Korea and international forest cooperation	4
13	Promotion of forest research and training of technical person	3
14	Consolidating forest statistics and survey system and establishment of digital forest administration system	1
15	Promotion of plan and system and construction of evaluation system of forest development plan	1
16	Enlargement of forest road	5
17	Enhancement of timber industrial and promotion of industrial utilization of domestic timbers	4

**Table 4. Indicators selected for forest sustainability index.**

Division	Indicator	PSR	Effect	Main Policy (Serial No.)
Es	1 Forest land area	S	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	2 Forest management plan area	R	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	3 No. of forest government official	S	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	4 Construction of forest road	S	+	Enlargement of forest road (16)
	5 Growing stock	S	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	6 Conversion of forest to other uses	S	-	Establishment of sustainable forest management system (1)
	7 Accomplishment of reforestation	R	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	8 Accomplishment of forest tending	R	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	9 Development of forest technique	R	+	Consolidating forest statistics and survey system (14)
	10 Establishment of forest master plan	R	+	Promotion of plan and system and construction of evaluation system of forest development plan (15)
	11 Units of forest craft workers	R	+	Promotion of forest research and training of technical person (13)
	12 Purchase of private forest	R	+	Ecological and healthy National Forest management for “forest of people” (8)
	13 Forest estimated expenditures	R	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	14 Forestry education and training	R	+	Promotion of forest research and training of technical person (13)
	15 Forest tending area	S	+	Economic forest cultivation (3)
Ec	16 Production of none- timber products	S	+	Development of mountain villages and improvement of income of forester (11)
	17 Production of timber products	S	+	Enhancement of timber industrial and promotion of industrial utilization of domestic timbers (17)
	18 Forest for life project	R	+	Establishment of sustainable forest management system (1)
	19 Loans for forestry activities	R	+	Promotion of private forest management (4)
	20 Income of forest household	S	+	Development of mountain villages and improvement of income of forester (11)
	21 Proportion of forestry product to GDP	S	+	Enhancement of timber industrial and promotion of industrial utilization of domestic timbers (17)
So	22 Visitors to recreational forest	S	+	Promotion of forest recreation and culture (10)
	23 Proportion of absentee forest owners of private forest	S	-	Promotion of private forest management (4)
	24 Urban forest area	S	+	Enlargement of urban forest (9)
	25 Ownership of private forest	S	-	Promotion of private forest management (4)

**Table 4. Indicators selected for forest sustainability index.**

Division	Indicator	PSR	Effect	Main Policy (Serial No.)
En	26 Prevention of forest pest insect and disease	R	+	Establishment of protection system of forest disaster (8)
	27 Damage of forest fires	P	-	Establishment of protection system of forest disaster (8)
	28 Artificial forest damage	P	-	Sustainable conservation and management of forest ecosystem (5)
	29 Protection forest area	S	+	Enlargement of supply of clean water and absorption and storage of carbon dioxide in forest (6)
	30 Conservation forest area	S	+	Sustainable conservation and management of forest ecosystem (5)
	31 Planting of roadside tree	R	+	Enlargement of urban forest (9)
	32 Air pollution	P	-	Sustainable conservation and management of forest ecosystem (5)
	33 Soil pH	P	-	Sustainable conservation and management of forest ecosystem (5)

\*Es: 기반, Ec: 경제, So: 사회, En: 환경

**Table 5. Importance value and ranking by indicator.**

Division	Indicator	Importance value		Ranking
		Sum	Average	g
Es	Forest land area	156	3.32	5
	Forest tending area	152	2.23	7
	Forest management plan area	135	2.87	17
	Growing stock	156	3.32	5
	Accomplishment of reforestation	127	2.70	23
	Accomplishment of forest tending	152	3.23	7
	Purchase of private forest	92	1.96	33
	Forestry education and training	123	2.62	25
	No. of forest government official	112	2.38	28
	Development of forest technique	138	2.94	15
	Construction of forest road	127	2.70	23
	Establishment of forest master plan	172	3.66	1
	Ec	Units of forest craft workers	111	2.36
Forest for life project		140	2.98	10
Loans for forestry activities		98	2.09	32
Production of timber products		132	2.81	21
Production of none- timber products		135	2.87	17
Income of forest household		138	2.94	15
Proportion of forestry product to GDP		128	2.72	22
Forest estimated expenditures		157	3.34	4
So	Proportion of absentee forest owners of private forest	104	2.21	31
	Ownership of private forest	104	2.98	10
	Urban forest area	140	2.85	19
	Visitors to recreational forest	139	2.96	13
En	Artificial forest to other uses	134	2.85	19
	Conversion of forest to other uses	147	3.13	9
	Conservation forest area	159	3.38	2
	Air pollution	123	2.62	25
	Soil pH	120	2.55	27
	Protection forest area	140	2.98	10
	Prevention of forest pest insect and disease	139	2.96	13
	Damage of forest fires	158	3.36	3
Planting of roadside tree	111	2.36	29	

\*Es: 기반, Ec: 경제, So: 사회, En: 환경

기반(establishment)으로 구분하였다(Table 4). 선정된 지표들을 지수화 하기 위해서는 지표들 간의 상

대적인 중요도 평가가 이루어져야 한다. 설문조사는 설문 의 내용에 따라 일반인을 대상으로 하는 방법과 전문가를

대상으로 하는 방법이 있으나 본 조사에서는 전문가집단을 대상으로 하는 델파이조사 방법을 사용하였다.

조사 내용은 ‘산림관리실적’과 ‘산림상태 및 임업구조’로 구분하며 ‘산림관리실적’은 사업실적, 산림경영 기반 시설 조성, 산림보호 활동 등을 들 수 있으며, ‘산림상태 및 임업구조’에는 산림면적, 산림피해 정도, 산림소유구조 등이 속한다. 다양한 지표들을 대상으로 지속가능한 발전 개념에서 ‘경제’, ‘사회’, ‘환경’, ‘기반’이라는 네 개의 축으로 구분하여 조사가 이루어졌다.

조사 방법은 임학, 생태학 분야 전문가, 산림관련단체, 지자체 산림관련 공무원을 대상으로 전자메일을 이용하여 자료를 수집하였다. 설문 응답자를 유형별로 구분해 보면 교수 21명, 연구원 10명, 산림청 10명, 지자체 3명, 산림관련단체 2명으로 총 47명이 응답하였다.

환경, 사회, 경제, 기반으로 구성된 4개의 기준에 각 지표들마다 중요도에 따라 0~5점으로 점수를 부여하였다. 총 47명을 대상으로 조사한 중요도와 순위는 Table 5와 같다.

‘임업관련 기술개발’, ‘산림종합개발수립’, ‘도시숲 면적’은 객관적인 데이터를 얻기 어려워 분석에서 제외되었다.

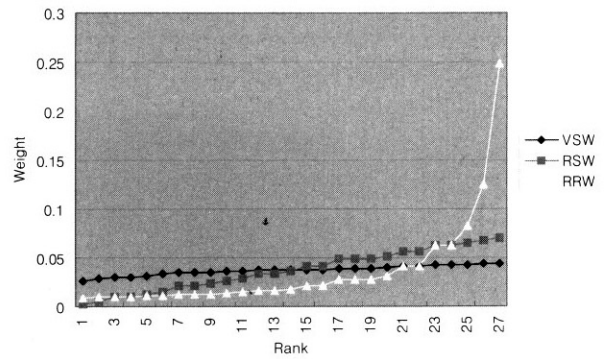


Figure 2. Distribution of weighted values by the methods adopted (VSW: Value Sum Weights, RSW: Rank Sum Weights, RRW: Rank Reciprocal Weights).

토양산도에 대한 자료는 부산, 대구, 광주가 누락되어 있다. 또한 ‘사유림 매수’, ‘임업기능인 육성’ 지표는 시·도 단위의 통계자료는 존재하지 않는다. 가용지표 27개에 대한 가중치의 합은 1이 되도록 하였으며 그 변화는 Figure 2와 같다.

각 지표들의 값은 대상 변수에 따라 크기 차이가 있으

Table 6. Standardized values of indicators in 2002.

Indicators	Division	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Forest land area	Es S(+)	63.7	43.9	66.5	88.5	68.5	63.7	81.0	90.8	100.0
Forest tending area	Es S(+)	58.2	72.2	89.3	86.3	95.3	86.3	100.0	93.6	86.7
Construction of forest road	Es S(+)	42.5	43.0	22.8	53.3	73.6	95.0	90.1	48.1	100.0
Growing stock	Es S(+)	22.8	51.4	72.9	15.8	25.3	56.6	16.0	29.7	21.2
No. of forest government official	Es S(+)	51.4	27.9	7.5	14.5	21.0	20.4	28.7	37.6	26.8
Forest management plan area	Es R(+)	81.7	68.9	3.7	95.5	72.7	100.0	69.9	95.5	92.0
Accomplishment of reforestation	Es R(+)	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0
Accomplishment of forest tending	Es R(+)	52.7	93.4	17.2	67.8	79.2	100.0	83.6	38.2	71.1
Units of forest craft workers	Es R(+)	89.6	70.5	45.4	65.5	100.0	87.9	51.5	55.4	74.3
Production of timber products	Ec S(+)	20.8	28.1	1.0	12.4	22.8	29.4	24.8	4.6	2.9
Production of none-timber products	Ec S(+)	48.0	74.6	11.3	36.5	100.0	47.3	65.6	84.3	64.0
Income of forest household	Ec S(+)	70.0	82.5	0.0	69.7	65.2	61.1	56.2	61.6	66.0
Ratio of forestry in GDP	Ec S(+)	7.5	100.0	39.8	34.9	68.1	50.4	49.2	40.9	29.9
Budget of Forest for life project	Ec R(+)	5.3	5.7	8.5	5.3	8.9	9.2	5.4	0.0	4.4
Loans for forestry activities	Ec R(+)	32.3	63.2	10.2	38.6	71.2	69.7	100.0	50.2	95.3
Forest estimated expenditures	Ec R(+)	9.8	63.9	12.5	20.3	30.0	34.4	21.8	15.9	24.9
Visitors to recreational forest	So S(+)	42.1	56.9	7.0	37.8	37.2	33.2	58.3	100.0	58.6
Proportion of absentee forest owners of private forest	So S(-)	21.8	43.0	47.1	60.0	88.4	100.0	94.5	95.9	77.5
Ownership of private forest	So S(-)	77.8	85.1	0.0	98.4	64.0	72.7	48.8	100.0	68.2
Prevention of forest pest insect and disease	En R(+)	1.4	0.9	0.7	1.6	0.8	0.8	1.8	1.0	0.0
Planting of roadside tree	En R(+)	13.8	7.7	14.5	30.3	12.1	21.5	19.1	7.4	26.9
Protection forest area	En S(+)	84.5	85.6	85.6	97.6	87.9	100.0	90.1	84.3	83.3
Conservation forest area	En S(+)	62.9	71.6	0.0	73.2	43.2	75.2	65.4	80.8	92.3
Conversion of forest to other uses	En S(-)	30.4	86.4	75.0	80.8	70.8	76.1	84.8	94.7	92.3
Damage of forest fires	En P(-)	98.5	94.3	100.0	96.5	0.0	74.7	93.4	99.1	99.6
Artificial forest damage	En P(-)	27.2	85.8	40.1	86.1	77.8	58.5	71.3	84.2	77.3
Air pollution	En P(-)	71.4	57.1	100.0	57.1	57.1	85.7	57.1	57.1	57.1

\*Es: 기반, Ec: 경제, So: 사회, En: 환경

Table 7. Order of provincial districts based on forest sustainability indices.

Division	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Composite (P+S+R)	8	1	9	5	7	4	6	2	3
Response(R)	7	2	9	6	3	1	5	8	4
Pressure & State(P+S)	8	3	9	4	7	5	6	1	2

므로 지표들 간의 비교를 위해서는 표준화 하여야 한다. 그러나 본 연구가 국내 산림지속성 지수의 개발과 적용에 관한 기초연구임을 감안하여, 서울특별시를 포함한 광역시는 제외하고 각 도의 명칭은 실명 대신에 영어 알파벳으로 표기하였다(Table 6).

본 연구에서는 산림의 상태와 산림관리에 관한 지표들을 별도로 구분하지 않고 평가하여 지수화 한 것을 산림지속성 지수로 사용하였다. 적용한 가중치의 방법은 점수가중치보다는 지표에 따라 정도 차이가 있으나 급격한 변화가 역서열가중치보다는 완만한 서열합 가중치를 적용하였으며, 적용 방법에서는 가법형인

$$I = \sum_{i=1}^n w_i \cdot I_i$$

에 의거하여 산림지속성 지수를 산출하였다. 추후 더욱 심층적인 연구를 수행하고, 더욱 다각적인 검토를 통하여 산림지속성 지수를 산출하고자 할 때 각 시·도별로 더욱 상세한 비교 분석이 가능할 것으로 기대된다.

산림지속성 지수는 27개 모든 지표를 대상으로 평가한 종합지수와 함께 압력(Pressure) 및 상태(State)에 해당하는 압력·상태지수와 반응(Response)에 해당하는 반응지수로 구분하여 평가하였다.

산림지속성 종합지수를 평가한 결과, B가 가장 높게 평가되었는데, 그 이유는 산림관계 세출예산과 지역소득에서 차지하는 비중이 타 시·도에 비해 높게 평가되었다. 그 다음으로는 H와 I로 나타났다. C의 경우는 보전면적비율, 조림실적, 산촌의 가계수입, 사유림의 소유구조에 대한 점수가 가장 낮게 평가되어 모든 지수치에서 최하위로 평가되었다. H의 경우는 압력·상태지수가 가장 높게 평가된 반면에 반응지수는 매우 낮게 평가되었다(Table 7). 이는 산림의 건강성은 양호한 상태이나 관리가 다른 시·도에 비해 소홀함을 의미한다.

## 결론

지자체에 대한 산림의 관리와 건강성을 도출된 지수는 지속가능한 산림경영의 척도로 활용될 수 있으며 향후 지자체 산림에 대한 관리와 건강성에 대해 지자체가 관심을 갖도록 하는 데 기여할 수 있을 뿐 아니라 중앙정부에서 지자체 지원을 할 경우에도 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 또한 이들 산림지속성 지수의 작업이 체계화되어 정기적으로 발표한다면 일반 국민들이 산림에 대한

관심을 높일 수 있을 것이다. 하지만 이들 선정된 지표가 실제로 활용되기 위해서는 지표의 선정과 평가 과정이 보다 심도 있게 논의되어야 할 것이다.

지수의 정규화 과정에서의 최소치와 최대치에 대한 기준을 16개 시·도에서 가장 우수한 값을 100, 가장 열악한 값을 0으로 부여하는 상대적인 방법을 적용하였다. 이 방법의 약점은 절대적인 평가 기준을 적용하지 못함에 따라 어떠한 지표 항목이 전체적으로 악화되었다 하더라도 그 비율이 동일하다면 정규화된 과정에 의해 과거와 동일한 값을 갖는다는 단점을 안고 있다. 그러므로 본 방법에 의해서는 지자체의 산림지속성 지수를 상대적인 차원에서 평가하고 순위를 매기는 데는 문제가 없으나 산림지속성 지수의 절대적인 값에 의미를 부여하는 것은 곤란하다. 따라서 산림지속성 지수의 값이 의미를 갖기 위해서는 각 지표에 따른 절대적인 최소치와 최대치가 부여되어야 할 것이다. 하지만 지자체마다 각기 다른 특성을 갖고 있기 때문에 지자체별로 지표에 따른 목표 수치를 적용해야 하며 이는 향후 풀어야 할 과제이다.

## 인용문헌

1. 강상목. 1997. 우리나라 환경지표 체계 개발에 관한 연구. 통계연수원. pp. 110.
2. 김성희, 정병호, 김재경. 1999. 의사결정 분석 및 응용. 영지문화사. pp. 487.
3. 김용환과 홍석균. 2002. 국유림 경영·관리의 전개과정과 환경변화에 따른 대응 탐색. 강원대학교 산업경제연구소 산업과 경제 제12집(통권 제21호) : 73-95.
4. 산림청. 2003. 임업통계연보. pp. 411.
5. 산림청. 2003. 제4차 산림기본계획(변경). pp. 235.
6. 정영근, 이준. 2003. 지속가능발전지표의 지수화 연구. 한국환경정책·평가연구원. pp. 159.
7. Bakkes, J.A. 1994. An overview of environmental indicators : state of the art and Perspectives. UNEP. pp. 72.
8. Hammond, A., A. Adriaanse, E. Rodenburg, D. Bryant and R. Woodward. 1995. Environmental indicators. World Resources Institute. pp. 42.
9. Noon, B.R. 2003. Conceptual issues in monitoring ecological resources. in Monitoring Ecosystems: Interdisciplinary Approaches for Evaluating Ecoregional Initiatives. Busch, D.E. and J.C. Trexler(eds.), Island Press, Washington : 27-72.
10. OECD. 2001. OECD Environmental indicators. pp. 155.
11. Ott, W. 1978. Environmental indices: theory and practice. Ann Arbor Science. pp. 371.