

신규 산림기능 평가 체계 수립 및 산림기능구분도 작성

노영희¹ · 송정은¹ · 박윤선¹ · 손은희² · 성호진² · 김형호^{2*}

¹한국산지보전협회, ²경상국립대학교 산림환경자원학전공(농업생명과학연구)

Establishment of a New Forest Function Evaluation System and Creation of a Forest Function Classification Map

Youngee Roh¹, Jungeun Song¹, Yunseon Park¹, Eun Hee Son²,
Ho Jin Seong² and Hyung Ho Kim^{2*}

¹Korea Forest Conservation Association, Daejeon 35262, Korea

²Department of Forest Environmental Resources, Gyeongsang National University
(Institute of Agriculture & Life Science), Jinju 52828, Korea

요약: 2014년 이후 10년 주기가 도래함에 따라, 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙」에 의거하여 전국 산림 기능구분도가 새롭게 작성되었다. 이는 활용 자료의 최신화뿐만 아니라, 도시숲의 대기질 개선 등 산림에 대한 새로운 수요를 반영하고, 기존의 주기능 체계에서 벗어나 6대 기능에 대한 현황을 파악할 수 있도록 체계를 변경한 결과이다. 또한, 담당자 대상 현장 검수 지원과 관계 부처의 의견 수렴을 통해 산림기능이 실제 산림 관리 상황에 부합하도록 수정하는 절차를 거쳤다. 결과적으로, 2014년에 비해 수원함양기능은 약 1만6천 ha가 감소한 반면, 산지재해방지기능은 23만7천 ha가 증가하였다. 자연환경보전기능은 10만6천 ha 증가했으며, 목재생산기능은 약 60만 ha가 증가하였다. 산림휴양기능은 약 27만8천 ha가 감소하였고, 생활환경보전기능은 약 10만 ha 증가하였다. 이와 같이 신규 작성된 산림기능구분도는 표준화된 산림기능 구분 프로세스를 정립하고, 유역 단위로 산림의 기능을 부여함으로써 산림의 경제적, 환경적, 사회문화적 기능을 극대화하는데 기여한다. 또한, K-포레스트 추진전략 내 경제림육성단지 재편 및 디지털 산림경영기반 구축 등 산림경영 차원에서 객관적이고 과학적인 의사결정을 지원할 수 있는 기반을 제공한다.

Abstract: The enforcement rules of the Act on the Creation and Management of Forest Resources mandated the creation of a national forest function classification map in 2014, with the arrival of the 10-year update cycle. This updated map incorporates both the latest available data and new demands for forests, such as the contribution of urban forests to air quality improvement. In contrast to previous maps that relied primarily on a function-based framework, the new map allows for an assessment of the six key forest functions. Furthermore, the classification of forest functions has been revised to align with the practical realities of forest management based on field inspections of relevant personnel and the collection of opinions from related agencies. Compared to the 2014 map, the water supply function decreased by approximately 16,000 hectares, while the disaster prevention function increased by 237,000 hectares in the updated map. Furthermore, the updated areas for natural environment conservation expanded by 106,000 hectares, and the timber production function grew by approximately 600,000 hectares. In contrast, the forest recreation function decreased by around 278,000 hectares, whereas the living environment conservation function increased by about 100,000 hectares. The newly developed forest function classification map establishes a standardized classification process that assigns forest functions on a watershed basis, aiming to maximize the economic, environmental, and sociocultural functions of forests. Additionally, it provides an objective and scientific foundation for forest management decision-making, and it supports initiatives such as the reorganization of the economic forest cultivation zones and the establishment of a digital forest management framework within the K-Forest Strategy.

Key words: forest function classification map, forest function potential, watershed unit, decision support

* Corresponding author
E-mail: khh@gnu.ac.kr

ORCID
Hyung Ho Kim  https://orcid.org/0000-0003-1132-1419

서론

산림은 탄소 저장, 대기질 개선, 휴양 공간 제공 등 다양한 환경적·사회적 혜택을 통해 기후변화로 인한 피해를 완화하는 중요한 기능을 수행한다. 우리나라의 국토 중 약 63%가 산림으로 구성되어 있으며, 이는 세계 평균인 31%보다 두 배에 가까운 비율이다(KFS, 2018). 이처럼 넓은 산림 면적을 효과적으로 관리하여 산림의 기후변화 완화 기능과 산림복지 기능을 최대한 발휘하기 위해서는 체계적이고 통합적인 관리가 필요하다. 그러나 현재의 산림 관리 방식은 소유권에 따라 공간 단위가 상이하며, 산림의 특성과 잠재력을 평가할 수 있는 기초 자료도 부족한 실정이다.

산림의 잠재력은 인간에게 제공하는 다양한 혜택으로 해석될 수 있으며, 이러한 혜택은 산림의 기능으로 정의될 수 있다. 국립산림과학원은 2000년부터 산림기능구분의 기준과 평가 방법론에 대한 연구를 수행함으로써 산림기능구분도의 기반을 마련해왔다. 이후, 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 및 그 시행규칙에 의거하여 2014년부터 10년 주기로 수원함양, 산지재해방지, 자연환경보전, 목재생산, 산림휴양, 생활환경보전의 6대 기능을 평가하고, 그 결과에 따라 전국 산림기능구분도를 작성해왔다. 산림기능구분도는 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」뿐만 아니라, 「지속가능한 산림자원 관리지침」(산림청 훈령 제1454호)과도 연계되어 최적의 산림자원 조성과 관리에 중요한 역할을 한다.

해외 사례를 살펴보면, Global Forest Resources Assessment 2020 (FAO, 2019)은 전 세계 산림의 약 30%가 주로 생산을 목적으로 이용되고 있음을 보고하고 있으며, 약 10%에 해당하는 4억 2400만 헥타르의 산림은 생물다양성 보전 목적으로 지정되어 있다. 또한 토양 및 수자원 보호를 위한 산림은 약 4억 헥타르로 최근 10년간 급격히 증가하였고, 약 2억 헥타르의 산림은 관광, 휴양, 교육, 문화 등 사회서비스 제공을 위해 지정되었다. 이와 같은 국제적 지표들은 전 세계적으로 산림의 기능이 환경적·사회적 측면에서 중요하게 다루어지고 있음을 시사한다.

Global Forest Resources Assessment 2020 (FAO, 2020)의 일례로 The Forest Europe에서 기준 1은 산림 자원의 유지·증진 및 지구 탄소 순환에 대한 기여, 기준 2는 산림 생태계의 건강과 활력 유지, 기준 3은 산림의 생산기능 유지·증진, 기준 4는 산림 생태계 내 다양한 생물종 및 서식지 유지·증진, 기준 5는 산림이 제공하는 다양한 보호 기능, 즉 토양 보호, 수질 보호, 기타 환경적 이익 유지·증진, 기준 6은 산림의 사회경제적 기능과 조건을 유지하는 것에 초점을 맞추고 있다. 우리나라가 채택하고 있는

Montréal Process의 기준과 지표에서는 생물다양성 보전, 산림 생태계의 생산 능력 유지, 산림 생태계의 건강과 활력 유지, 토양과 수자원 보전과 유지, 전 세계적 탄소 순환에의 산림 기여 유지, 장기적 사회경제적 혜택의 유지·증진, 산림 보전과 지속가능한 관리를 위한 법적·제도적·경제적 프레임워크 등을 들고 있다. 이를 통해, 산림기능은 생산(산림자원), 환경(생태계, 토양, 수질, 탄소 저장 등), 사회적 기능(휴양, 문화, 지역사회 등)으로 유형화될 수 있음을 알 수 있다.

산림기능과 공익적 가치에 대한 연구는 해외에서도 다양하게 이루어지고 있으며, 대부분 유사한 기능 분류 체계를 공유하고 있다. 예를 들어, 일본에서는 산림의 기능을 수원함양, 산지재해방지/토양보전, 쾌적환경형성, 보건·레크리에이션, 문화, 생물다양성 보전, 지구환경보전과 같은 공익적 기능과 목재생산 기능으로 나누고 있다(KFRI, 2011). 이러한 다면적 산림 기능을 지속적으로 유지하기 위해 일본은 집단화된 산림경영을 확립하고 있으며, 특히 유역 보전의 관점에서 자연공원사업 등 환경보전 정책과 긴밀히 협력하고 있다. 미국에서는 산림 기능을 분수계 보호, 토양 보전, 대기 정화, 산림 휴양, 문화, 생물다양성으로 구분하고 있으며, 영국의 경우 수원함양, 산림정수, 탄소 제거, 경관 제공, 산림 휴양, 보건, 생물다양성 등의 기능으로 산림을 관리하고 있다(KFRI, 2011). 이러한 국가별 산림 관리 방식은 공통적으로 산림의 다면적 기능을 효율적으로 유지하고, 환경적 및 사회적 가치를 극대화하기 위한 체계적인 접근을 보여준다.

국내 연구에서는 다양한 시범 지역과 접근 방식을 통해 산림기능 구분이 수행되었다. Sung et al.(2003)은 3개 시범 지역을 대상으로 GIS를 활용한 기능구분도를 작성하였으며, Kim et al.(2005, 2006, 2011)은 다수의 연구를 통해 GIS 기반 산림기능구분도를 개발하였다. Kwon et al. (2008)은 국유림 산림경영계획구 시범지역을 대상으로 산림기능평가 프로그램을 활용하여 임소반 단위의 산림기능구분도를 작성한 바 있으며, Kim and Lee(2009)는 전북 장수군을 대상으로 임지 및 환경적 특성을 고려하여 산림기능구분도를 작성하였다. 또한 Park et al.(2011)은 경상남도의 사유림을 대상으로 유역 단위 산림기능구분도를 제작한바 있다.

본 연구는 기존 선행 연구를 토대로 지형 및 생태적 특성을 반영할 수 있는 산림 유역을 공통의 공간 단위로 설정함으로써, 임소반이나 필지 단위와 같은 기존의 소유 기반 공간 구분을 개선하고자 한다. 아울러, 전국 산림기능구분도의 10년 주기 갱신에 따른 최신 산림 환경 변화를 반영한 새로운 평가체계 수립을 목표로 한다. 이러한 과정속에서 구축된 다양한 공간 정보와 지도를 제공하고자 한다.

연구방법

1. 신규 산림기능평가 체계

신규 산림기능평가는 Figure 1과 같이 개별기능의 평가 값 산출(잠재력 평가), 입지·경관유형의 면적비율 산출과 가중치 입력, 공익기능 면적비율 산출과 절대지역 부여, 주기능 평가의 순으로 이루어진다. 분석의 공간적 범위는 전국으로 2023년 기준 최신 자료를 취득하여 분석하였다. 2014년에 작성된 전국 산림기능구분도에서는 산림기능 평가의 기초 자료로 임상도를 사용하여 산림 영역을 분석하였으나, 신규 산림기능평가에서는 임상도와 산지구분도의 외곽 영역을 결합하여 산림 영역을 정의하였다. 이를 통해 기존에 포함되지 않았던 도서 지역 및 민간인 통제선 이북 지역(민북 지역) 등을 산림기능 부여 범위에 포함시키며, 산림기능 평가 범위를 확장하였다. 또한, 분석의 공간 단위는 산림유역을 기준으로 하였다. 2014년 작성 당시에는 2002년 국립산림과학원에서 자체 제작한 유역구분도를 사용하였으나, 이번 연구에서는 자료의 최신성을 확

보하기 위해 산출기유역도와 앞서 정의된 산림 영역을 중첩하여 신규 산림유역도를 제작하고 이를 분석에 활용하였다. 이와 같이, 신규 산림기능평가는 최신 자료와 공간 단위 설정을 통해 기존의 산림기능구분도를 개선하고 확장된 산림 영역을 포괄함으로써 보다 정밀한 평가를 수행하고자 하였다.

2. 산림기능 잠재력 평가

본 연구에서는 산림기능별 대분류 및 소분류 평가인자를 정의하고, 각 인자에 대한 데이터를 수집하여 산림기능 잠재력 평가를 수행하였다. 평가인자는 각 기능의 특성이 잘 발현될 수 있도록 최신 산림 수요 트렌드를 반영하여 신규로 정의되었다. 예를 들어, 목재생산기능에서는 경제림육성단지와 선도산림경영단지를 고려하였으며, 산지재해방지기능에서는 산불 및 해안방재 관련 인자를 반영하였다. 생활환경보전기능의 경우 도시숲 관련 인자로 그린 인프라를 포함하였고, 자연환경보전기능에서는 생물다양성과 생태환경성을 평가하였다. 또한, 산림휴양기능에서

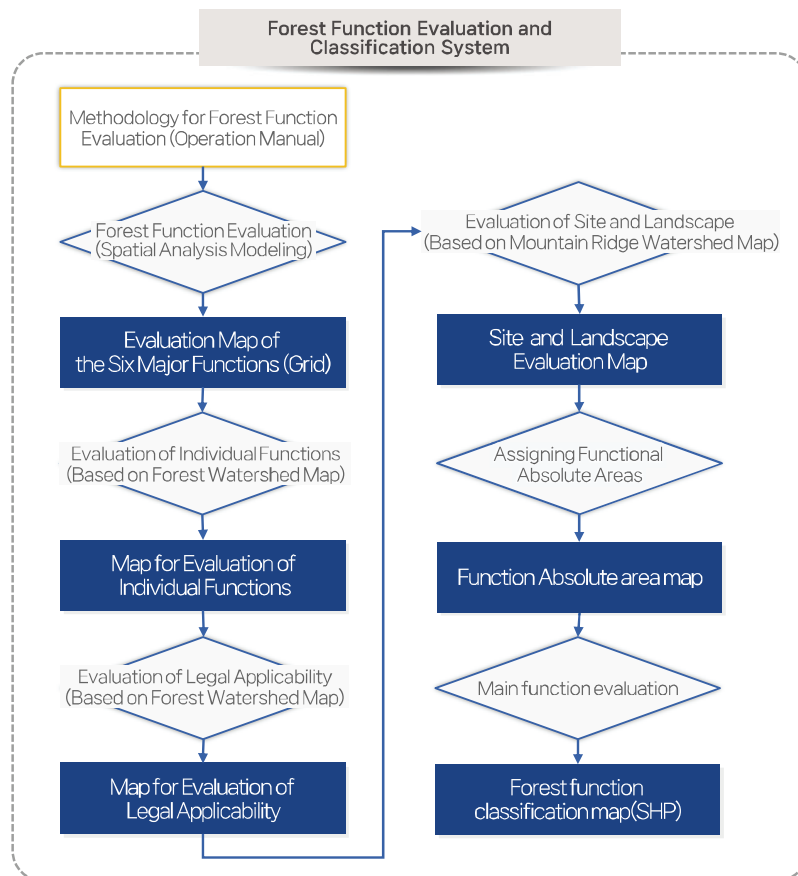


Figure 1. Procedures for Developing a New Forest Function Classification Map.

는 자연휴양림을 비롯한 다양한 산림휴양시설을 고려하였으며, 수원함양 기능에서는 최신 산림입지토양도와 산림 물지도의 실측 데이터를 분석하여 반영하였다. 총 15개의 대분류 평가인자와 38개의 소분류 평가인자로 구성되

었으며, 작성 시기에 따른 기능별 평가인자는 Table 1에 제시되어 있다.

정의된 평가인자를 활용한 기능별 잠재력 평가 방법은 Table 2에 제시되어 있다. 범주형 자료 형태의 평가인자는

Table 1. Temporal Comparison of Evaluation Factors by Forest Function(2014, 2024).

Forest Function	2014		2024	
	Evaluation Factor (Category)	Evaluation Factor (Subcategory)	Evaluation Factor (Category)	Evaluation Factor (Subcategory)
Timber production	Growth Factor	· Site Index(terrain, soil depth, moisture content, soil texture, slope, elevation, deposition pattern, aspect, compactness, parent material, climatic zone, and organic matter content)	Resource Integrity	· Forest type(Forest origin, Forest type, Species, volume), Site(Soil Productivity Class)
	Management Factor	· Slope, Road Access, Distance to Sawmill	Management Efficiency	· Slope, Road Accessibility, Mountain Trail Accessibility, Urban Accessibility
Water supply	Vegetation Factor	· Forest type, Stand age, Crown-density	Drought and Flood Mitigation	· Forest type(Forest type, DBH class, Crown-density), Site(Soil Depth, Soil Texture, Soil Type, Parent Rock, Slope Form), Terrain(Aspect, Terrain Position Index)
	Site and Weather	· Soil Depth, Precipitation, Slope, Soil Texture, Compactness, Soil type, Aspect, Parent Material, Elevation	Water Quality Purification	· Watershed Accessibility, Lake/Reservoir Accessibility
Disaster prevention	Landslide Hazard Map	· Proportion of Area in Grade 1 and Grade 2 within the Evaluation Unit	Landslide Prevention	· Landslide Hazard Rating
			Prevention of Forest Fire Spread	· Forest Fire Vulnerability Map, Road Accessibility
			Coastal Protection	· Coastal Accessibility
Forest recreation	Vegetation Factor	· Stand age, Forest type, Crown-density, Forest origin	Landscape Resources	· Accessibility to Top 100 Mountains, Mountain Ridge Accessibility
	Site and Weather	· Slope, Elevation, Watershed (Valley)	Market Access	· Potential Demand Population, Accessibility to Highway Interchanges
	Accessibility Factor	· Road accessibility, Market access, and Scale	Inducement	· Forest Recreation Facilities Accessibility, Historical and Cultural Heritage Site Accessibility
Living environment conservation	Vegetation Factor	· Forest origin, Stand age, Forest type, Crown-density	Mitigation of Urban Heat Island Effect	· Lake/Reservoir Accessibility
	Site and Weather	· Slope, Elevation	Improvement of Air Quality	· Green Infrastructure Ratio
	Accessibility Factor	· Distance to residential areas	Urban Environment Improvement	· Urban Accessibility, Urban Population Ratio
Natural environment conservation	※ The natural environment conservation function applies legal factors without conducting a functional evaluation. Public utility forest lands (including natural parks, cultural heritage protection areas, temple forests, development restricted areas, conservation greenbelts, wildlife sanctuaries, ecosystem conservation areas, wetland protection areas, Baekdu Daegan protection areas, sacred forests, forest conservation areas, mountain protection zones, designated areas, and other public utility forest lands)		Biodiversity	· Wildlife Assessment, Wetland Assessment
			Ecological Environment	· Habitat Suitability

Table 2. Scoring Based on Evaluation Factors by Forest Function.

Forest Function	Evaluation Factor		Score						
			0	0.25	0.5	0.75	1.0		
Timber production	Resource Integrity	Forest origin	Others	-	natural forest	-	artificial forest		
		Forest type	Others	mixed forest	broad leaved forest	-	coniferous forest		
		Species	Others	-	-	-	pine, nut pine, larch, hinoki, cedar, oak trees		
		Volume	< 100	-	f_1	-	> 160		
		Site	Forest Productivity Class	-	Grade 4	Grade 3	Grade 2	Grade 1	
	Management Efficiency	Slope	> 30	-	f_2	-	< 15		
		Road Accessibility	> 3	-	f_2	-	< 1		
		Mountain Ridge Accessibility	< 1	-	f_1	-	> 15		
		Urban Accessibility	< 5	-	f_1	-	> 20		
		Water supply	Drought and Flood Mitigation	Forest type	Forest type	Others	coniferous forest	-	mixed forest
	DBH class				Others	small wood	-	medium wood	large wood
	Crown-density				-	low	-	medium	high
	Soil depth			Others	-	low	-	deep	
	Soil class			C, CL, SiCL, SCL,SiC	-	L, SiL	-	SL, LS, Si, S	
Site	Soil type			Others	-	B ₃ , B ₄ , rB ₁ , R ₁ , DR ₁ , DRb ₁ , DRb ₂ , GrB ₁ , GrB ₂	-	B ₂ , rB ₂ , R ₂ , DR ₂ , DR ₃	
Parent rock	sedimentary rock			-	igneous rock eruptive	-	metamorphic rock		
Slope Form	Ascent			-	Parallel	-	Descent		
Terrain	Aspect			South	West	Unoriented	East	North	
	Terrain Position Index			> 40	-	f_2	-	< -40	
Water Quality Purification	Watershed Accessibility		> 5	-	f_2	-	< 2		
	Lake/Reservoir Accessibility		> 5	-	f_2	-	< 2		
Disaster prevention	Landslide Prevention		Landslide Hazard Rating	1	2	3	4	5	
	Prevention of Forest Fire Spread		Forest Fire Vulnerability Map	A, B	C	D	-	-	
		Road Accessibility	> 1	-	f_2	-	< 0.2		
	Coastal Protection	Coastal Accessibility	< 10	-	f_1	-	> 20		

Table 2. (Continued)

Forest Function	Evaluation Factor		Score				
			0	0.25	0.5	0.75	1.0
Forest recreation	Landscape Resources	Accessibility to Top 100 Mountains	> 300	-	f_2	-	< 100
		Mountain Ridge Accessibility	> 15	-	f_2	-	< 1
	Market Access	Potential Demand Population	< 3	-	f_1	-	> 10
		Accessibility to Highway Interchanges	> 10	-	f_2	-	< 3
	Inducement	Forest Recreation Facilities Accessibility	> 50	-	f_2	-	< 10
		Cultural Heritage Site Accessibility	> 50	-	f_2	-	< 10
Living environment conservation	Mitigation of Urban Heat Island Effect	Lake/Reservoir Accessibility	> 20	-	f_2	-	< 2
	Improvement of Air Quality	Green Infrastructure Ratio	> 60	-	f_2	-	< 20
	Urban Environment Improvement	Urban Accessibility	> 20	-	f_2	-	< 5
		Urban Land Population Ratio	< 50	-	f_1	-	> 90
Natural environment conservation	Biodiversity	Wildlife Assessment	> 10	-	f_2	-	< 1
		Wetland Assessment	> 10	-	f_2	-	< 1
	Ecological Environment	Habitat Suitability	Main Mountain Ridges	> 10	-	f_2	< 1
			Forest Protection Area	> 10	-	f_2	< 1
			Wildlife Protection	> 10	-	f_2	< 1
			Ecological Landscape Conservation	> 10	-	f_2	< 1
			Wetland Protection	> 10	-	f_2	< 1
			Baekdu-Daegan Protection	> 10	-	f_2	< 1

산림기능별 특성에 따라 5단계(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)로 구분하여 정량적 평가를 수행하였다. 연속형 자료 형태의 평가인자는 이전 산림기능평가에 적용된 퍼지집합(fuzzy set) 함수를 사용하였으며, 구체적으로 sin 함수(단조 증가 함수)와 cos 함수(단조 감소 함수)를 활용하여 0~1 범위 내에서 정량적 평가를 진행하였다(식 1). 평가인자별로 산출된 점수는 각 기능별로 합산한 후, 적용된 인자 수로 나누어 평균값을 산출하였다. 이를 통해 각 기능의 잠재력을 효과적으로 평가할 수 있었다. 또한, 래스터 분석에서 사용된 픽셀 단위는 20×20 m로 정의하여 공간적 분석의 정확성을 높였다.

$$f_1 = \sin^2\left(\frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times \frac{\pi}{2}\right), f_2 = \cos^2\left(\frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times \frac{\pi}{2}\right) \quad (1)$$

3. 입지·경관 특성 및 절대지역 평가

입지 및 경관 특성 분석에서는 산림 기능별로 산지 유역 유형을 구분하고 이를 평가 인자로 활용하였다. 산지 유역 유형은 산림청의 제1차 산지관리기본계획에서 제시된 ‘산지경관·유역 맞춤형 산지관리’ 개념을 기반으로 하여, 산지를 크게 도시형, 도시주변형, 주요 산줄기 인접형, 해안 도서형, 산야형의 5가지 유형으로 분류하였다. 각 기능의

특성에 맞는 유역 유형은 Table 3에 제시된 바와 같이 설정되었으며, 이를 바탕으로 각 기능별 입지 및 경관 주제도와의 중첩 비율을 산출하여 분석에 활용하였다.

절대지역 평가는 개별법에 의해 산림 사업이 제한되는 영역을 고려하기 위한 것으로, 사용된 주제도는 Table 4에 제시하였다. 유역에서 절대지역 주제도가 전체 면적의 50% 이상을 차지하는 경우, 해당 기능에 절대지역으로서의 역할을 부여하였다. 특히, 입지 및 경관 특성 할당이 명확하지 않은 수원함양기능의 경우, 절대지역 평가에서 상수원보호구역과 수원함양보호구역의 500m 범위를 설정하여 입지·경관 가중치 부재로 인한 영향을 보완하고자 하였다.

4. 주기능 평가 및 의견 수렴

주기능 점수는 산림 유역별로 6대 개별 기능의 잠재력 평가 결과에 입지·경관 가중치를 부여하고, 법적 용도(공익기능)의 면적 비율을 산출하며, 공익 기능 절대지역을 설정하는 과정을 통해 산출된다. 기존 산림기능구분도의 주기능 평가에서 산림 관리가 토지 이용 관리와 분리됨에 따라 발생하는 문제점을 해결하기 위해, 본 연구에서는 입지·경관 요소와 법적 용도를 포함한 종합적인 평가 방식을 채택하였다. 주기능 평가의 세부 과정은 Figure 2에 제시되어 있다.

주기능 평가가 완료된 후, 실제 산림 현장의 상황을 정

Table 3. Criteria for Classifying Watershed Types.

Forest Function	Site·Landscape Evaluation Factors	Definition of Watershed Types
Timber production	Economic Forest Development Complex (include Leading Forest Management Complex)	-
Water supply	-	-
Disaster prevention	Coastal·Island Type	Coastal Adjacent Mountain Areas and Island Mountain Areas
Forest recreation	Urban Periphery Type	Urban Land Area within the Watershed: 15~35%
Living environment conservation	Urban Type	Urban Land Area within the Watershed: Over 35%
Natural environment conservation	Main Mountain Range Adjacent Type	Main Mountain Ridges, Areas Adjacent to Baekdu Daegan and Jeong-Maek, Coastal Adjacent Mountain Areas and Island Mountain Areas

Table 4. Thematic Maps Used in the Evaluation of Absolute Areas by Forest Functions.

Forest Function	Theme Map	Source
Timber production	-	
Water supply	Water source conservation area, Catchment reserve protection area	
Disaster prevention	Conversion of mountainous district-Restricted areas for the conversion and temporary use of mountainous districts, Other Public Disaster Prevention Zone, Disaster Prevention Protection Zone	Forest protection area, Mountainous district classification map
Forest recreation	Natural recreation forests, Scenic Protection Zone	
Living environment conservation	Limited Development District, green belt, Other Public Urban Nature Park Zone, Living Environment Protection Zone	
Natural environment conservation	Mountainous districts in special protection districts for wildlife, Park areas, Protective zones for the preservation of cultural heritage assets, Ecological and scenery conservation areas, Wetlands protection areas, Specified islands, Temple forests, Baekdudaegan Protection Areas, Other Public Natural Environment Conservation Area, Other Public Natural Landscape Zone, Other Public Historical and Cultural Environment Protection Zone, Other Public Ecological Conservation Zone, Other Public Fishery Resource Protection Zone, Other Public Mountainous Area, Forest Genetic Resources Protection Zone, Civilian Control Line	

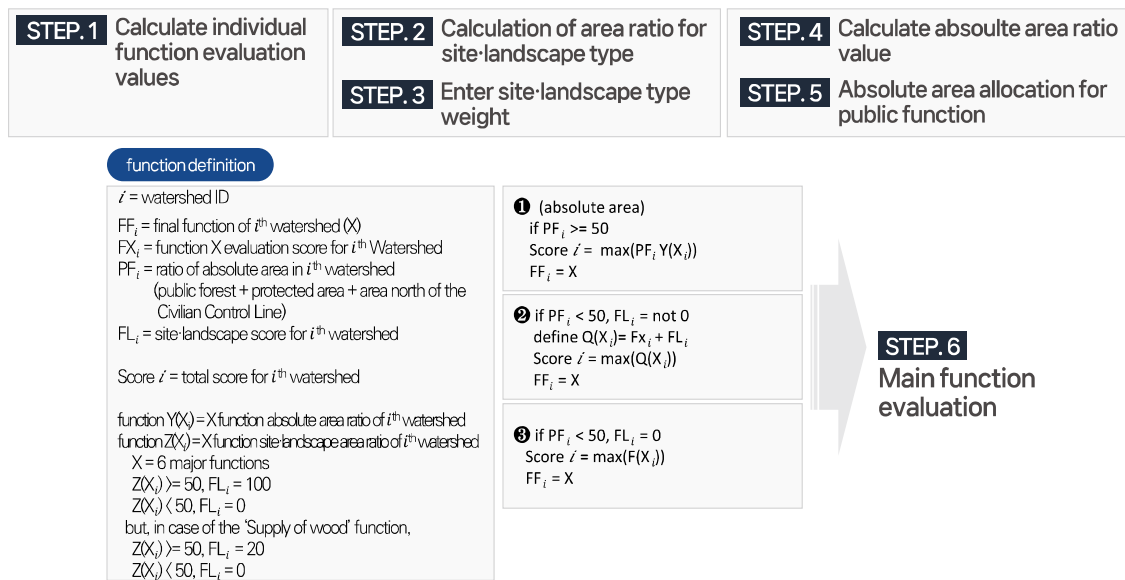


Figure 2. Primary Function Evaluation Procedures.

확히 반영하기 위해 검수 지원 프로그램을 개발하였으며, 이를 활용하여 전국의 시도, 시군구, 지방청, 국유림관리소별 산림 담당자를 대상으로 현장 검수를 실시하였다. 또한, 환경부 등 관계 부처의 의견 조회를 통해 평가 결과에 대한 다양한 의견을 수렴하고 이를 반영하였다.

결과 및 고찰

각 기능별 잠재력 평가 결과는 Figure 3에 제시되어 있다. 각 기능별로 정의된 대·소분류 평가인자를 바탕으로 0~1 범위 내의 점수를 산출하였으며, 이러한 점수를 기반으로 입지·경관 가중치를 부여하고 절대지역 평가를 실시하여 최종 기능 점수를 도출하였다. 단, 동일한 최고점수가 산출된 경우, 주기능은 우선순위에 따라 자연환경보전기능, 산지재해방지기능, 수원함양기능, 생활환경보전기능, 산림휴양기능, 목재생산기능의 순서로 부여하였다. 이후 최종 기능 점수 및 주기능 선정을 바탕으로 전국 산림기능구분도(안)를 작성하였고, 이를 현장 검수 및 관계자 의견 조회를 통해 검토하였다. 현장 상황과 담당자 의견을 반영하여, 최종적으로 산림 현장을 반영한 주기능을 부여하였다.

결과적으로, 2014년 산림기능구분도 작성 시 기능이 부여되지 않았던 도서 지역, 민북 지역 등의 산림 유역에 새로운 기능을 부여함으로써 전체 기능평가 면적이 약 74.4만 ha 증가하였다. 각 기능별 면적 비율을 살펴보면, 수원함양 기능은 강원, 경기, 대전, 전북, 충북 지역에서

높은 비율을 차지하고 있으며, 산지재해방지기능은 도서 지역을 넓게 포함하는 인천과 전남 지역에서 비율이 높다. 자연환경보전기능은 주요 산줄기와 법적 규제지역이 넓은 강원, 서울, 울산, 충북, 전북, 전남, 경남, 제주 등의 지역에서 높은 비율을 보인다. 목재생산 기능은 강원, 대구, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주 지역에서 높은 비율을 나타내고 있으며, 산림휴양 기능은 경기와 세종에서 높은 비율을 차지한다. 생활환경보전기능은 서울, 대전, 대구, 부산, 광주, 울산과 같은 대도시 인근 지역에서 높은 비율을 보이고 있다.

2014년 대비 산림기능구분도 통계를 비교한 결과를 Table 5에 제시하였다. 수원함양 기능은 약 1만6천 ha가 감소한 반면, 산지재해방지 기능은 23만7천 ha가 증가하였다. 자연환경보전 기능은 10만6천 ha 증가했으며, 목재생산 기능은 약 60만 ha가 증가하였다. 산림휴양 기능은 약 27만8천 ha가 감소하였고, 생활환경보전 기능은 약 10만 ha 증가하였다.

결과적으로, 목재생산, 산지재해방지, 생활환경보전, 자연환경보전 기능은 증가한 반면, 수원함양 기능과 산림휴양 기능은 감소하는 추세를 보였다. 두 시기의 절대적 비교는 각 기능 점수 산정 방법론의 차이로 인해 어려울 수 있으나, 목재생산 기능의 증가는 경제림육성단지 등 산림경영 요소의 반영에 기인한 것으로 해석된다. 수원함양 기능과 산림휴양 기능의 감소는 지난 10년간의 산림 환경변화와 도시숲 성격의 생활환경보전기능 증가에 따른 산림휴양 기능의 상대적 감소 등으로 설명될 수 있다.

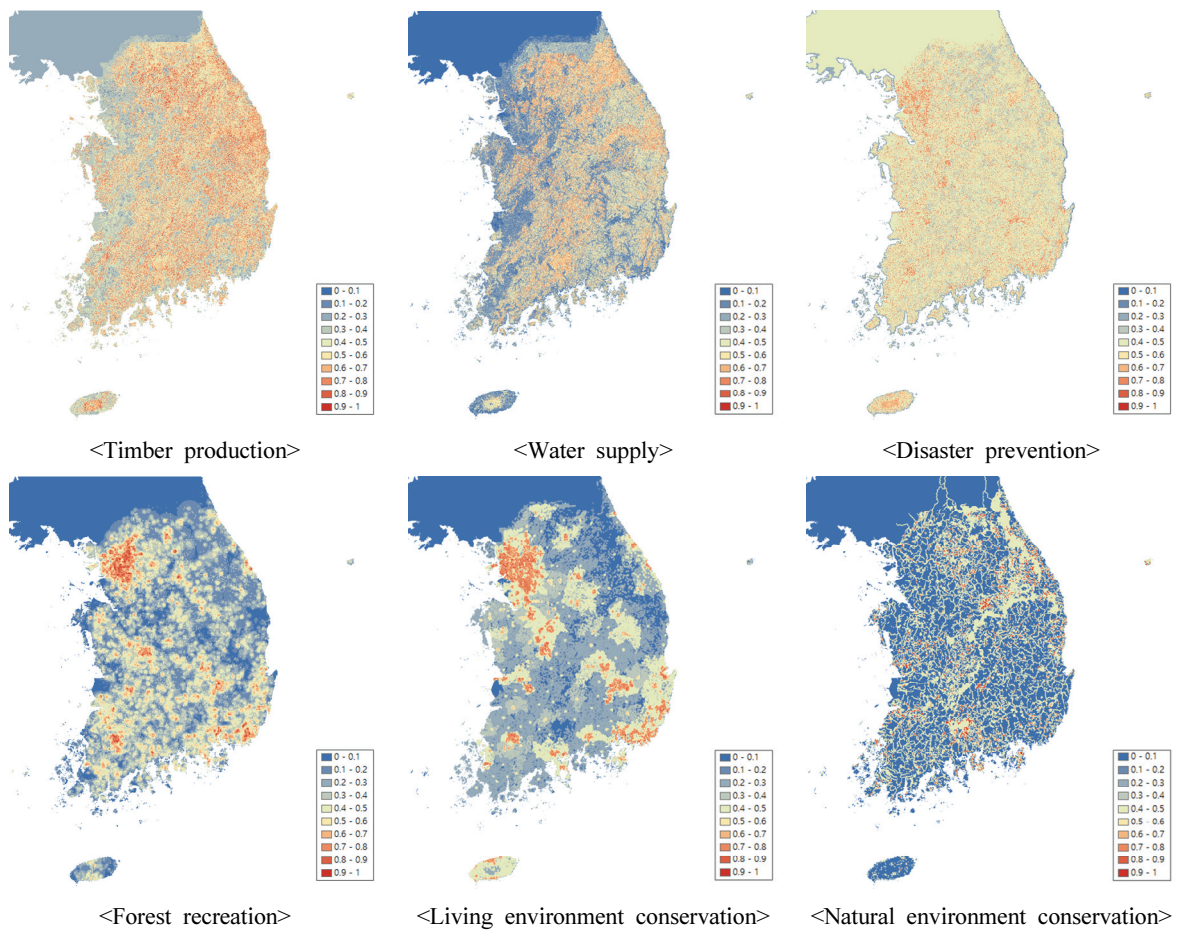


Figure 3. Evaluation of Individual Function Potential.

Table 5. Changes in Forest Function Classification Map by Function Area in 2023.

Function	2014		2024		Change amount compared to 2014	
	area(ha)	percentage	area(ha)	percentage	area(ha)	percentage
Timber production	2,158,407	36.3	2,752,541	41.2	▲594,134	▲4.9
Water supply	937,227	15.8	920,708	13.8	▼16,519	▼2.0
Disaster prevention	523,983	8.8	761,129	11.4	▲237,146	▲2.6
Forest recreation	600,253	10.1	322,353	4.8	▼277,900	▼5.3
Living environment conservation	341,653	5.8	442,531	6.6	▲100,878	▲0.8
Natural environment conservation	1,380,842	23.2	1,487,196	22.2	▲106,354	▼1.0
Total	5,942,365	100.0	6,686,458	100.0	▲744,093	-

최종적으로 작성된 산림기능구분도는 Figure 4에 제시하였다. 목재생산 기능이 넓게 분포하고 있으며 주요 산줄기를 따라 자연환경보전 기능이 두드러지게 나타나고 있다. 서울, 대전, 광주, 대구, 부산 등 대도시권에서는 생활

환경보전 기능이 두드러지며, 해안 지역을 따라 산지재해 방지 기능이 강하게 나타나고 있다. 수원함양 기능은 경기, 강원, 충청, 전북 지역에 집단적으로 분포하는 양상을 보였다.

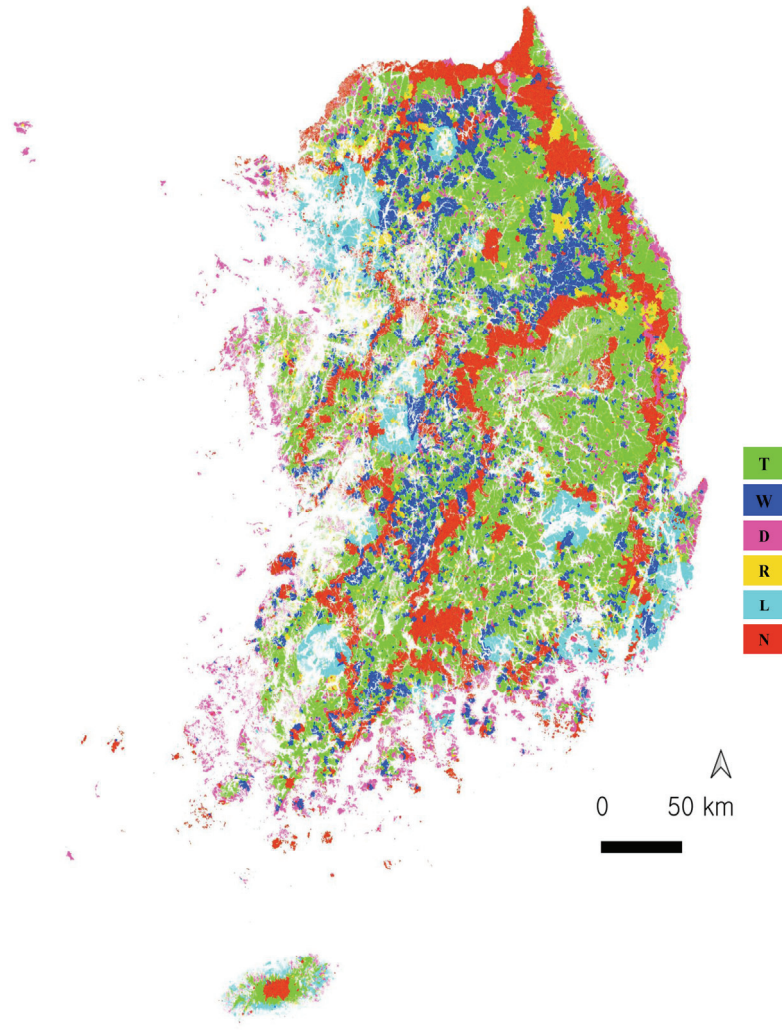


Figure 4. New Forest Function Classification Map (T: Timber production, W: Water supply, D: Disaster prevention, R: Forest recreation, L: Living environment conservation, N: Natural environment conservation).

결론

본 연구는 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」에 따라 전국 산림기능구분도를 10년 주기로 갱신하는 과정에서, 도시숲 기능에 대한 수요 증가, 산지재해에 대한 관심 증대, 경제림육성단지의 현황, 담당자들의 실무 의견 등을 반영하여, 변화된 산림 환경과 산림에 대한 수요를 반영한 전국 산림기능구분도를 작성하고 그 결과를 제시하였다.

연구에서는 산줄기유역도를 기반으로 임상도와 산지구분도의 최외곽 영역을 활용하여 산림 영역을 추출하고, 산림유역도를 생성하여 이를 분석에 활용하였다. 이를 통해 이전 산림기능구분도에서 기능이 부여되지 않았던 도서

지역과 민북 지역에 대해서도 산림 기능을 부여할 수 있었다. 또한, 산림이 제공하는 생태계서비스 항목을 반영하여 평가인자를 구성하고, 개별 잠재력 점수와 입지·경관, 절대지역 등을 고려한 주기능 산정 체계를 마련하였다.

현장 적용성을 높이기 위해 숲가꾸기 담당 실무자들을 대상으로 현장 검수 작업을 실시하고, 관련 부처의 의견을 수렴하였다. 이와 함께 공간정보 뿐만 아니라 종이 도면을 함께 제공하여 실무자들이 쉽게 접근할 수 있도록 지원하였다.

본 연구에서 개발한 신규 평가인자와 체계를 반영한 산림기능구분도는 기존의 임소반이나 필지 단위가 아닌 유역 단위에서 기능별 분석 결과를 제공함으로써, 각 산림유역에 적합한 일관된 산림 관리를 지원하고 있다. 이를

통해 소유별로 상이했던 공사유림의 공간 단위를 유역으로 통일하여, 파편화된 국유림에 대한 집약적이고 효율적인 산림 경영 방안을 제시하였다.

다만, 산림기능구분도 작성이 10년 주기로 이루어지는 만큼, 실제 산림 현장을 보다 정확하게 반영하고 활용도를 높이기 위해서는 산림보호구역 등 평가에 필요한 공간 자료의 정기적인 업데이트 및 관련 시스템 체계의 마련이 필요하다. 또한, 산림 현장의 정보를 최적의 방법으로 디지털화하고, 산림 관리 의사결정에 적극적으로 활용하기 위해서는 산림 소유자, 관리자, 그리고 의사결정자를 연결하는 거버넌스 체계 구축이 필요할 것으로 판단된다.

References

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key Findings. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>.
- Kim, H. and Lee, S.H. 2009. Research Classification of Forest Functions Using GIS in Jangsu-county, Jeonbuk Province. *Journal of Agriculture & Life Sciences* 40(1): 63-70.
- Kim, H.H. 2005. Systematic approach for evaluating forest functions using GIS, Doctoral dissertation(Seoul National University).
- Kim, H.H., Chong, S.K. and Chung, J.S. 2006. Development of a GIS Application Model for Evaluating Forest Functions. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 9(4): 1-11.
- Kim, H.H., Park, Y.K., Roh, H.J., Jeon, J.H., Hwang, J.Y., Kang, H.D. and Park, J.H. 2011. A Case Study for Evaluating Forest Functions by Watershed Unit: Gyeongsangnam-do. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 14(3): 163-173.
- Korea Forest Research Institute (KFRI). 2011. A Study on the Development of the Methodology to Value the Social and Environmental Benefits of Forests, Connected with Payment Scheme for Forest Ecosystem Services.
- Korea Forest Service (KFS). 2014. Forest Function Classification Map.
- Korea Forest Service (KFS). 2018. The 6th National Forest Plan.
- Kwon, S.D., Park, Y.K. and Kim, E.H. 2008. Study on Forest Functions Classification using GIS - Chunyang National Forest Management Planning. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 11(4): 10-21.
- Park, Y.K., Roh, H.J. and Jeon, J.H. 2011. Forest function evaluation and mapping for private forest; focus on Land units. *Proceedings of the Joint Conference on Forest Science* 1081-1084.
- Sung, K.C., Yu, B.I. and Park, Y.K. 2003. Forest Zoning by its Functions Using GIS. *Proceedings of the Annual Meeting of the Korean Society of Forest Science* 335-338.
- United Nations and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2019. Guidelines for the Development of a Criteria and Indicator Set for Sustainable Forest Management.

Manuscript Received : October 3, 2024

First Revision : November 27, 2024

Second Revision : November 28, 2024

Accepted : November 29, 2024