

산지구분 조정을 위한 산지특성평가 지표 개선에 관한 연구*

곽두안¹ · 유근원¹ · 권순덕^{2*} · 김원경²

A Study on the Improvement of Evaluation Indicators for Adjusting Forestland Classification*

Doo-Ahn KWAK¹ · Keun-Won RYU¹ · Soon-Duk KWON^{2*} · Won-Kyung KIM²

요 약

본 연구에서는 합리적인 개발과 생태계의 보전을 위한 산지구분 조정을 위해 운영되고 있는 산지특성평가제도를 위한 평가 지표의 개선방안을 제시하였다. 현행 산지특성평가에서는 지표간의 중복성이 검토되지 않아 자료수집에 대한 효율성이 떨어지고, 지자체의 산림유형 및 개발여건을 고려하지 않고 산지의 등급을 산정하기 위한 각 지표의 중요도를 동등하게 적용함으로써 보전산지의 지정·해제에 대한 지역간의 편차를 유발하고 있다. 따라서 본 연구에서는 39개 시군을 대상으로 지표간 상관분석을 통해 영급과 상관성이 높은 경급을 제거하여 지표의 통계적 중복성을 제거하였고, 지역별 산림환경특성을 반영할 수 있도록 산지의 등급은 표준정규분포를 이용하여 산지유역유형별 특성에 따라 보전성향 및 해제성향의 비율이 할당될 수 있도록 하였다. 경급을 제외하고 9개의 지표를 이용하여 산지특성평가를 실시한 결과를 경급을 포함한 10개의 지표를 이용하여 산지특성평가를 실시한 결과와 비교했을 때, 전체적으로 등급별 필지수의 변화는 A등급을 제외하고 다른 등급에서 발생하였으나 변화 필지수 및 면적은 크지 않은 것으로 분석되었다. 또한 산지유역유형별 산지특성평가 점수를 분석한 결과 도시형 및 도시주변형은 산야형, 주요산줄기인접형 및 해안도서형보다 점수가 낮게 평가되어 상대적으로 해제성향이 높게 나타났다. 이를 바탕으로 표준정규분포 방법을 적용함으로써 A, B 등급으로 판정되는 경향이 증가하고 C, E 등급이 감소함으로써 보전성향으로 평가될 수 있는 잠재력이 증가하는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서는 각 산지유역유형별 평균값과 표준편차를 이용하여 표준정규화를 수행함으로써 지역간 보전·해제성향 필지수의 불균형을 해소할 수 있는 방안을 제시하였다.

주요어 : 산지구분타당성조사, 산지특성평가, 산지구분도, 보전·준보전산지, 산지유역유형

ABSTRACT

The purpose of this study was to improve forestland characteristic evaluation system's

2015년 11월 4일 접수 Received on November 4, 2015 / 2015년 12월 23일 수정 Revised on December 23, 2015 / 2016년 1월 6일 심사완료 Accepted on January 6, 2016

* 본 연구는 산림청 임업기술연구개발사업의 연구비 지원(S111315L110100)에 의해 수행되었음.

1 한국산지보전협회 산지연구센터 Forestland Research Center, Korea Forest Conservation Association

2 국립산림과학원 산림복지연구과 Division of Forest Welfare, National Institute of Forest Science

* Corresponding Author E-mail : ksd6806@korea.kr

indicators for rational development and ecosystem conservation. There has been no consideration for statistical duplication between variables, and it caused inefficient data collection. Furthermore, the same evaluation criteria were applied for all forestlands without considering regionally different characteristics, and it made variation for designation · cancel rates of preservation · semi-preservation forestlands between cities. To solve these problems, we first removed ‘DBH’ variable which has a multicollinearity. Second, we applied standard normal distribution for each forest watershed type. As a result of eliminating ‘DBH’, the numbers of parcels for all grades except A were changed but their numbers and areas were not large enough to consider the change of total score. For the output of analyses with the existing same regional criteria, the total scores of urban type and urban-fringe type forestlands were higher than those of other types. The numbers of parcels for A and B were increased and those for C and E were decreased by applying standard normal distribution. This caused the increase of preservation-oriented parcels. Finally, we suggested a new evaluation method based on standard normal distribution to consider regional forest characteristics and to solve regional imbalance.

KEYWORDS : *Forestland Classification Feasibility Survey, Forestland Characteristic Evaluation System, Forestland Classification Map, Preservation and Semi-Preservation Forestland, Forestland Watershed Type*

서 론

현행 산지관리법 제3조의2(산지관리기본계획의 수립 등)에서는 산림기본계획에 따라 전국의 산지에 대한 산지관리기본계획을 매 10년마다 수립하도록 명시되어 있으며, 동법 제3조의4(기본계획과 지역계획 수립을 위한 조사)에서는 전국 산지의 현황, 이용실태 및 산지구분타당성 등에 대한 조사를 하고 이를 기본계획 및 산지의 구분에 반영하도록 하고 있다(Korea Forest Service, 2015). 이를 위한 세부 지침으로서 2008년 고시된 산지구분타당성조사 및 산지구분조정 지침에는 산지구분타당성조사 시기타임업용으로 분류된 보전산지에 대해서 지형, 입지, 보전 또는 이용가능성 등 산지의 특성이 합리적으로 반영되었는지 여부, 산지관리의 정책방향, 산지이용 수요전망 및 사회·경제적 여건변화에 따라 산지구분의 변경이 필요한지 여부를 산지특성평가를 통하여 조사하도록

되어있다. 또한 2008년 산지구분타당성조사 및 산지구분조정 지침을 기반으로 산지구분도가 제작되었으며(Park *et al.*, 2006), 이에 대한 수정·보완을 위해 2009년 고시 이후 2015년까지 개정된 보전산지 지정·변경지정 및 해제 지침에서는 보전산지의 지정을 해제하고자 하는 경우에 반드시 산지특성평가를 실시하도록 규정하고 있다(Korea Forest Service, 2015).

따라서 임의의 필지가 보전산지로 지정되어 있을 경우 산지전용을 위한 해제신청을 할 때에는 2008년 산지구분타당성조사 및 산지구분조정 지침에 따라 산지특성평가를 실시하여 형질이 우량한 천연림 또는 인공조림지 분포 여건을 평가하기 위한 영급 및 소밀도 지표를 이용하였고, 임목생육에 적합한 토양 여건을 평가하기 위해 토심, 건습도, 토성 지표를 이용하였으며, 임업 및 임산물의 생산에 적합한 여건을 평가하기 위해 임도와의 거리를 지표로 이용하였다. 또한 도로와의 거리 및 기개발지와의 거리를 지표로 이용하여 개발 후보지로서의 잠재

여건을 평가하였고, 환경·산림생태, 경관 등에 적합한 여건을 평가하기 위해 환경부에서 제작한 생태자연도의 등급을 이용하였으며, 입지여건을 평가하기 위해 지형, 경사도, 표고 등을 지표로 이용함으로써 최종적으로 상기 언급된 12개의 지표를 점수화 및 등급화 하여 해당 필지를 전용여부를 평가할 수 있도록 하였다(Korea Forest Service, 2008). 하지만 이러한 산지특성평가를 위해 필요한 지표의 기초자료인 임상도와 산림입지토양도 등이 현실여건을 제대로 반영하지 못하는 자료로서의 한계점을 나타내어 2011년 산림청에서는 소밀도 지표를 경급 지표로 대체하고, 건습도 및 토성 지표를 삭제하여 최종적으로 10개의 지표만을 이용하여 산지특성평가를 실시하도록 하였다.

지표 자체의 수정 및 보완 이외에도 지속적으로 산지특성평가 제도 및 지표의 개선을 위한 다수의 연구가 진행되었는데, Chae *et al.*(2005)은 산지 구분 및 평가 시 주변 지역과의 연결성 부족 문제, 경사와 입목도 중심의 구분 문제, 그리고 자연친화적 산지이용기준의 미흡함을 지적하고 그에 대한 개선방안을 제시하였으며, Jin *et al.*(2008)은 산림생태골격, 산림생육특성, 개발압력 등에 대한 평가를 토대로 생태녹지형산지, 산림자원형산지, 완충녹지형산지로 우리나라 산림을 구분하는 연구를 수행하였다. 또한 Jeon *et al.*(2011)은 산지전용타당성조사를 위한 지표 체계의 타당성 및 현지적용 연구를 통해 사용되는 지표의 현지 운용 적정성 등을 검토하여 평가체계를 제시하였으며, Lee *et al.*(2012)은 산지특성평가 체계의 개선안을 제안하기 위해 산지의 기능을 위주로 구성된 지표안의 평가방법과 산지의 보전·이용 측면의 지표안의 평가방법을 제시하여 기존의 산지특성평가 체계 및 지표의 문제점을 개선하고자 하였다.

하지만 기본 프레임에서의 산지특성평가 체계의 구조적 문제에 대한 개선방안의 연구는 상대적으로 활발히 진행되고 있는 반면에, 실제 운용되고 있는 산지특성평가 지표 자체의 통계적 유의성과 중복성 등을 평가하여 지표의 개

선안을 제시한 연구는 전무한 실정이다. 또한 지역특성을 반영하지 않고 각 지표의 절대값을 이용하여 평가를 수행하기 때문에 나타나는 도시지역과 산악지역의 절대점수 차이의 문제점에 대한 개선방안의 연구도 아직 수행되지 못하고 있다. Lee *et al.*(2012)은 산지의 보전·이용 측면의 지표안의 평가방법을 통하여 보전산지의 면적, 보전산지의 연결성, 산줄기와의 거리, 유역개발밀도 등을 지표로 추가하여 산지특성평가 체계 개선안을 제시하였으나, 기존 지표간의 통계적 중복성, 새롭게 추가한 지표간의 통계적 중복성 그리고 기존과 새롭게 추가한 지표간의 중복성이 충분히 검토되지 못하였으며, 또한 지역간 불균형적인 점수 차이를 개선하기 위해 도시와의 표고차를 새로운 지표로 제안하였으나 도농 간의 특성평가 점수 차이에 대한 근본적인 해결책은 제시되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 장기적인 관점에서의 산지특성평가 체계의 구조적인 문제점에 대한 개선방안 보다는, 현재 운용되고 있는 지표의 통계적 유의성과 지역특성을 반영할 수 있는 방안에 대해 제시함으로써 일선에서 보다 합리적이고 효율적인 산지특성평가가 이루어질 수 있도록 하고자 한다.

연구 자료

1. 연구 대상지

본 연구에서는 연속지적도 상의 지목상 임야에 대한 산지특성평가를 실시하기 위해 우리나라 시도 및 광역시의 39개의 시군을 선정하여 해당 시군의 임야 필지에 대하여 현재의 산지특성평가 기준을 적용한 평가를 실시하였다(그림 1). 또한 지역특성을 반영한 산지특성평가 방법을 제안하기 위해 제1차 산지관리기본계획(Korea Forest Service, 2013)에서 제시한 5개의 산지유역유형(도시형산지, 도시주변형산지, 산악형산지, 주요산줄기인접형산지, 해안도서형산지¹⁾)을 고루 포함할 수 있도록 38개 시군을 선정하였다.

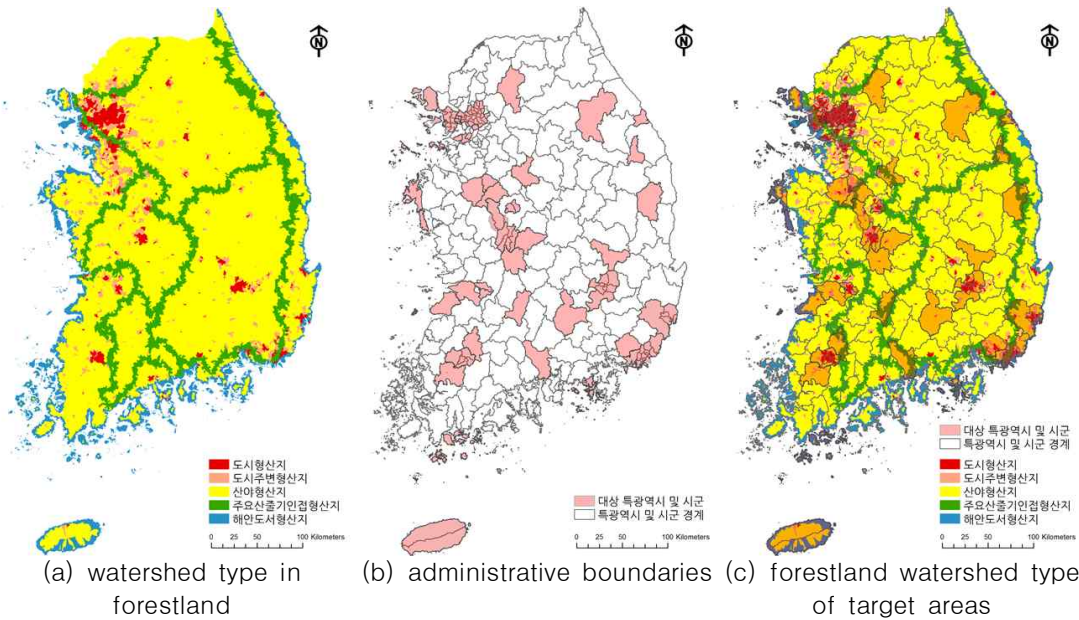


FIGURE 1. Forestland watershed types by administrative boundaries in South Korea

시군의 산지유역유형의 결정은 시군면적 대비 해당 시군에 포함되는 산지유역유형별 면적을 비교하여 5개의 산지유역유형 중 50% 이상을 점유하는 산지유역유형을 해당 시군의 유형으로 분류하였다(식 1).

$$\frac{\text{산지유역유형별 면적}}{\text{시군 면적}} \times 100(\%) \geq 50(\%) \quad (1)$$

시군의 선정은 산지유역유형이 시도별로 크게 분포하고, 산지유역유형별 특징을 최대한 반영하도록 하였다. 최종적으로 산지유역유형을 고려하여 시도별 3~5개 시군을 선정하였으며, 전형적인 도시형산지의 특징을 보이는 특·광역시도는 모두 포함하도록 하였다(표 1). 특히 경기도는 행정구역 면적이 넓을 뿐만 아니라 수도권에 위치하고 있어 도시형·도시주변형 및 산야형산지가 혼재하고 있기 때문에 각 산지유역유형별 시군을 선정하여 분석하였다. 또한 특별시 및 광역시는 구 단위의 면적이 매우 작기 때문에 해당 시를 하나의 단위로 묶어 분

석을 하였다.

2. 연구 자료

2015년 보전산지의 지정·변경지정 및 해제 지침(Korea Forest Service, 2015)에 따르면 산지특성평가는 표 2와 같이 영급, 경급, 토심, 임도와외의 거리, 도로와의 거리, 기개발지와의 거리, 생태자연도 평가기준, 지형, 경사도, 표고 등 10개의 지표가 사용된다. 10개 지표는 실제 현장조사를 통하여 대상지의 값을 산출하는 방식이 아니라, 산지구분타당성조사 및 산지구분지침에 따라 해당 지표값을 추출할 수 있는 국가 주제도를 사용함으로써 공신력 있는 값을 산출하도록 하였다. 2008년 산지구분타당성조사 및 산지구분조정 지침(Korea Forest Service, 2008) 상의 지표에 대한 점수는 전문가 델파이 조사 결과를 통한 등급구분을 바탕으로 총점 200점을 기준으로 각 지표항목별 평가 기준 값 0~2, 3~5와 같이 일정한 간격으로 점수를 할당하였다. 그렇지만 이는 고, 중, 저의 등급 점수 적용에 있어서 시군 담당자의 주관 개입

TABLE 1. Distribution of target cities by forestland watershed types in this study

Provinces	Counties by forestland watershed type				
	Mountainous type	Major mountain range-adjacent type	Coastal and insular type	Urban-fringe type	Urban type
Gangwon(3)	Pyeongchang	Taebaek	Donghae	-	-
Gyeonggi(5)	Gapyeong	Gunpo	Ansan	Gwacheon	Bucheon
Gyeongnam(4)	Hapcheon	Hadong	Tongyeong	Gimhae	-
Gyeongbuk(3)	Gunwi	Yeongyang	Ulleung	-	-
Jeonam(3)	Naju	Damyang	Wando	-	-
Jeonbuk(4)	Gimje	Jangsu	Buan	Jeonju	-
Chungnam(4)	Geumsan	Cheonan	Taeon	Asan	-
Chungbuk(3)	Okcheon	Eumseong	-	Cheongju	-
Metropolises(9)	Seoul, Incheon, Daejeon, Daegu, Busan, Gwangju, Sejong, Ulsan, Jeju				

TABLE 2. Forestland characteristic evaluation indicators and their grade scores

Growth condition of natural forest or afforestation	① Age class	I	II	III	IV	V and more	Afforestation area
	Score	1	4	8	13	18	18
	② DBH class	Small		Medium		Large	
	Score	3		8		16	
Soil condition for tree growth	① Soil depth	30cm less than		30cm~60cm	60cm~90cm	90cm more than	
	Score	1		5	12	18	
Forestry and productivity condition	① Distance from forest road	1,000m more than	500m~1,000m	300m~500m	100m~300m	100m less than	
	Score	1	4	8	13	18	
Potential condition as development candidate	① Distance from road	100m less than	100m~300m	300m~500m	500m~1000m	1000m more than	
	Score	1	4	8	13	18	
	② Distance from developed area	1000m less than	1000m~1500m	1500m~2000m	2000m~3000m	3000m more than	
	Score	1	4	8	13	18	
Environmental and ecological condition	① Ecological grade map	Grade 3		Grade 2	Grade 1 and separately managed area		
	Score	3		8	16		
Topographic condition	① Topography	Flat area	piedmont	Piedmont	Hillside	Mountaintop	
	Score	1	4	8	13	18	
	② Slope degree	15° less than	15° ~20°	20° ~25°	25° ~30°	30° more than	
	Score	1	4	8	13	18	
	③ Elevation degree	250m less than	250m~500m	500m~750m	750m~1000m	1000m more than	
	Score	1	4	8	13	18	

가능성의 문제로 인하여 2015년 고시된 보전산지 지정·변경지정 및 해제 지침(Korea Forest Service, 2015)에서는 각 지표항목별 평가기준값의 중간값을 일괄적으로 적용하도록 하였다.

시군별 행정경계를 추출하고 지목상 임야를 대상으로 산지특성평가를 실시하기 위해 표 3과 같이 국토교통부에서 제작한 연속지적도를 사용하였다. 그리고 선정된 38개 시군 내의 산지특성평가는 수치임상도를 이용하여 영급, 경

TABLE 3. Thematic maps used for the indicators of forestland characteristic evaluation

Map data	Indices	Department
Forestland watershed type map	Forestland watershed type by counties	Korea Forest Service
Forest type map	Age class	
	DBH class	
Forest soil map	Soil depth	
	Topography	
Forest road map	Distance from forest road	Ministry of Environment
Ecological grade map	Ecological grade	
Administrative boundary map	County boundary	Ministry of Land, Infrastructure and Transport
Topographic map	Distance from road	
	Distance from developed area	
Use district map	Developed area/district	
Digital Elevation Model (DEM)	Slope degree	
	Elevation	

급을 평가하였고, 산림입지토양도를 이용하여 토심과 지형을 평가하였으며, 전국 단위로 구축된 임도망도를 이용하여 해당 시군 내 임야필지와 임도와와의 거리를 계산하였다. 또한 수치지형도의 도로를 추출하여 임야필지와 도로와의 거리, 임야필지와 기개발지와의 거리를 계산하여 평가하였으며, 생태자연도 등급에 대한 평가는 환경부에서 제작된 생태자연도를 이용하였다. 그리고 해당 필지 내 경사도와 표고값을 추출하여 평가하기 위해 국토지리정보원에서 제작·배포한 수치표고모델(Digital Elevation Model: DEM)을 이용하였다. 각 지표별로 마련된 주제도와 대상 시군의 지적도를 이용하여 산림청에서 각 시군에 배포한 산지특성평가 프로그램 Ver. 3.8을 이용하여 대상 시군 내의 임야필지를 대상으로 산지특성평가를 수행하였다.

연구 방법

1. 산지특성평가 지표의 중복성 검토

현행 산지특성평가에 사용되는 지표들은 상호간 상관관계가 높게 분석될 수 있고, 이러한 결과는 산지특성평가지 비효율적인 자료수집 및 평가의 오류를 야기할 수 있는 여지가 높다. 특히 영급, 경급, 토심 등 전통적으로 서로 상관관계가 높은 변수들을 혼용하여 사용함으로써

불필요한 자료의 수집 및 분석을 위한 시간을 소비함으로써 효율성의 문제가 제기될 수 있다. 그러므로 지표의 통계적 유의성 및 중복성을 다중공선성 분석을 통하여 해결하고자 하였다.

현재 운용되고 있는 산지특성평가 최종점수는 각 지표별 평가등급 점수의 합으로 산출되며, 수식으로 표현하면 식 (2)와 같은 다중회귀모형으로 표현할 수 있다.

$$y = ax_1 + bx_2 + cx_3 + \dots + jx_{10} + \epsilon \quad (2)$$

여기에서 y 는 산지특성평가 총점, x_1, x_2, \dots, x_{10} 는 산지특성평가 지표, a, b, \dots, j 는 각 인자별 회귀계수(현행 산지특성평가에서는 모두 1), ϵ 는 잔차(현행 산지특성평가에서는 0값 부여)를 의미한다. 이러한 다중회귀모형에서는 설명변수가 서로 밀접하게 상관되어 있을 때 이들의 표준오차가 너무 커져서 해당 회귀계수가 불안정하게 되기 때문에 이들의 개별 효과를 파악하기 힘들며, 다변수 모형에 이러한 변수를 포함시켰을 때는 이들의 통계적 유의성이 사라져 서로 상관성 있는 변수 모두 종속변수와 관련이 없는 것으로 나타날 수 있다(Wichers, 1975; Moon and Jeong, 2008). 이러한 현상을 다중공선성(Multicollinearity)라고 하며, 다중공선성이 존재하는지 여부를 파악하기 위해

서는 설명변수들 끼리 짝을 이뤄 상관계수를 검토해 보거나, 다변수 모형의 회귀 계수들에 대한 표준오차를 확인하여 분석할 수 있으며, 또한 분산팽창계수(Variation Index Factor; VIF)를 이용하여 지표간의 다중공선성을 분석할 수 있다(Kumar, 1975).

하지만 산지특성평가 최종 점수는 실제로 개발된 다중회귀식과 회귀계수에 의해 산출되는 것이 아니기 때문에, 본 연구에서는 회귀계수가 분석되었을 때 필요한 분석인 표준오차와 분산팽창계수 분석은 수행하지 않고 지표간의 상관 분석만을 통하여 통계적으로 유의미하지 않은 지표들을 1차적으로 스크리닝하였다. 1차 스크리닝을 통하여 다중공선성 문제를 야기하는 변수 중 종속변수와 상관관계가 높은 변수를 최종 설명변수로 채택하였다. 상관관계의 차이가 거의 없는 경우에는 현실적인 면을 고려하여 해석과 자료취득이 용이한 설명변수를 채택하여 최종 지표로 사용하였다.

2. 지역특성을 반영한 산지특성평가

현재 운용되고 있는 산지특성평가 체계는 각 지역의 산림현황 및 환경을 고려하지 못하고 각 지표들의 절대값의 합산으로 해당 필지를 평가하기 때문에 지역별 물리적 환경의 차이를 반영하지 못한다. 우리나라는 동고서저의 경동 지역으로 대부분의 산지는 강원도 및 백두대간을 주변으로 분포하고 있고 대도시가 위치하는 특별시와 광역시 주변에는 상대적으로 산지의 분포량이 적고 표고와 경사도가 낮다(Han *et al.*, 2006). 그럼에도 불구하고 산지특성평가를 실시할 때에는 도시지역 및 산악지역의 지형적인 특성과 상관없이 각 지표의 절대값만을 이용하여 산지특성을 평가하기 때문에 도시지역에 분포하는 산지는 표고와 경사도가 낮고 임도와 거리가 멀며 또한 도로와의 거리와 기개발지와의 거리가 가깝기 때문에 산지특성평가 점수가 낮게 산출된다. 반면에 강원도 대부분의 지역 및 백두대간 주변에 위치한 필지의 경우 도시지역의 산지보다 절대적인 표고 및

경사도가 높고 임도망이 상대적으로 산지에 많이 분포하며 또한 도로 인프라가 도시지역보다 낮고 기개발지와 거리가 상대적으로 멀기 때문에 산지특성평가 점수는 태생적으로 높게 나올 수밖에 없다. 그러므로 도시 및 도시주변의 산지는 평가 점수가 낮기 때문에 산지구분 시 해제성향의 산지로 분류될 확률이 높으며 산야형 및 주요산줄기 주변의 산지는 평가 점수가 높기 때문에 보전성향의 산지로 분류될 확률이 높다. 이러한 결과는 시군별 보전산지의 지정·해제 건수 및 면적에 대한 불균형 및 불평등을 초래할 수 있다. 또한 산주의 재산권 행사에 따른 다수의 민원이 발생할 수 있으며, 국토의 균형적인 보전과 발전을 저해하는 요인이 될 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 지역 산림환경 및 지형 특성을 반영할 수 있도록 산지유역유형별 평가 방안을 제시하였다. 산지유역유형별 등급 평가 체계는 산지특성평가 점수의 표준정규분포를 이용하여 시군의 산지유역유형 특성에 맞도록 보전성향 및 해제성향의 비율이 할당될 수 있도록 하였다. 표준정규분포를 이용하여 각 산지유역유형별 등급 범위를 결정하기 위해서는 첫 번째 단계로 각 유형별 필지별 점수의 분포가 정규분포를 이루는지 확인을 해야 한다. 기존의 연구에서는 자료의 개수가 약 5,000개 이상이면 대부분 정규분포를 보이는 것으로 판단하고(Kwak *et al.*, 2010), 본 연구에 사용되는 산지유역유형별 산지특성평가 결과 자료는 28,934~819,379개의 필지를 대상으로 하였기 때문에 산지유역유형별 시군의 평가 점수는 정규분포를 따를 것이라는 가정하였으며, 또한 모든 자료의 산포도를 살펴보면 실제로 정규분포 곡선의 형태를 나타내는 것을 확인할 수 있다(그림 2).

산지특성평가 점수의 산포도를 확인한 후, 두 번째 단계에서는 각 유형별 점수를 식 3을 이용하여 정규화시켜 확률밀도함수로 나타내어 산지유역유형별 평균과 표준편차의 차이를 확인함으로써 실제 산지유역유형별 점수 차이가 발생하는지를 검토하였다. 식 (3)에서 x 는 산지특성평가 점수를 나타내고, μ 는 각 산지유역

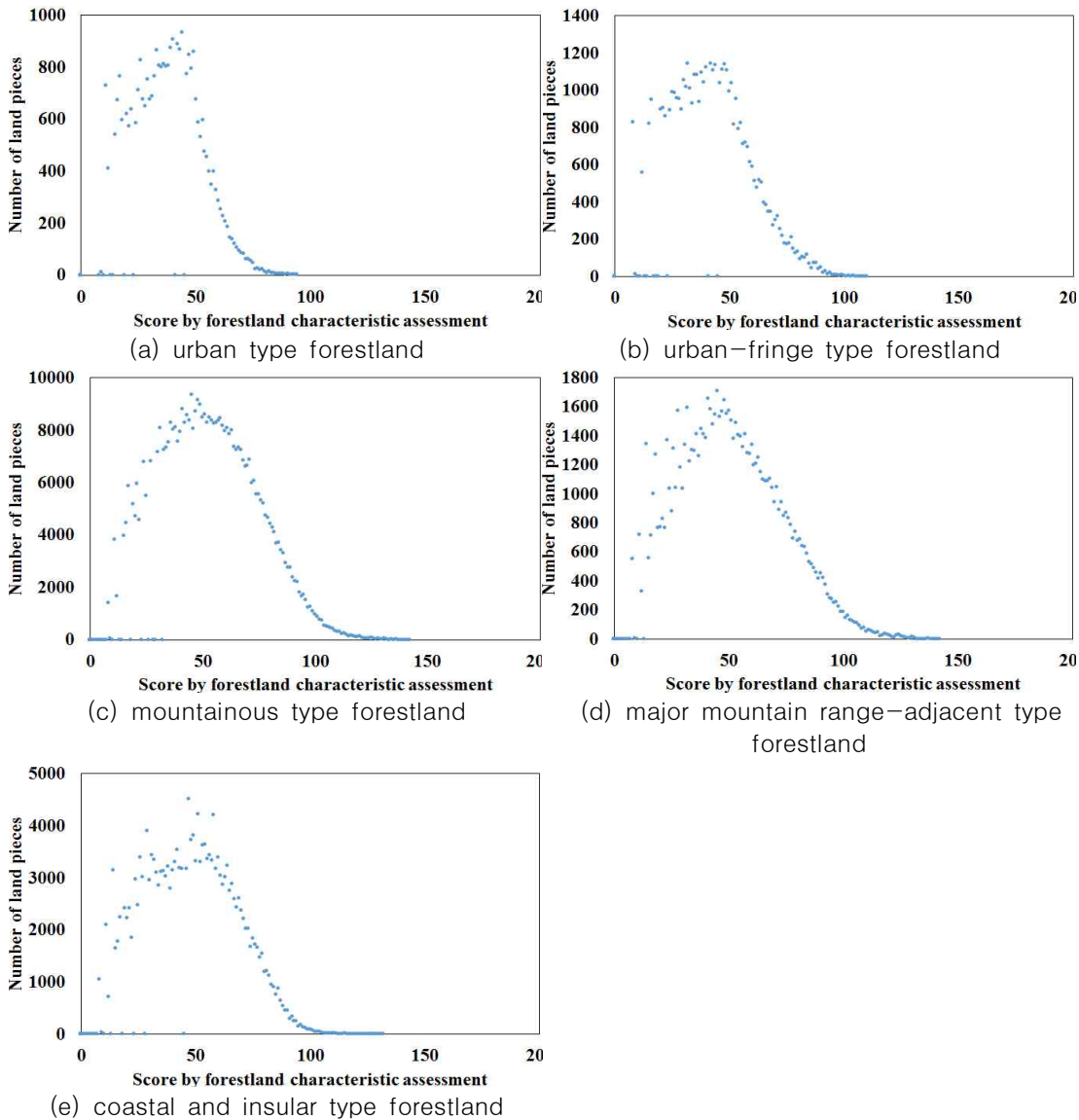


FIGURE 2. The outputs of evaluation scores by forestland watershed types

유형별 필지들의 산지특성평가 평균점수, σ 는 표준편차를 의미한다.

$$Probability\ density = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

각 산지유역 유형별 특성평가 점수는 그림 2와 같이 정규분포 형태를 나타내지만, 각 산지유역유형별 평균과 표준편차가 다르기 때문에 각 유형별 평가 점수의 범위 및 분포 형태가 상이하다. 점수의 범위에 따라 정규분포의 등급별 분포비율을 구하기 위해서는 각각의 경우에 해당하는 정규분포표가 필요하지만 현실적으로

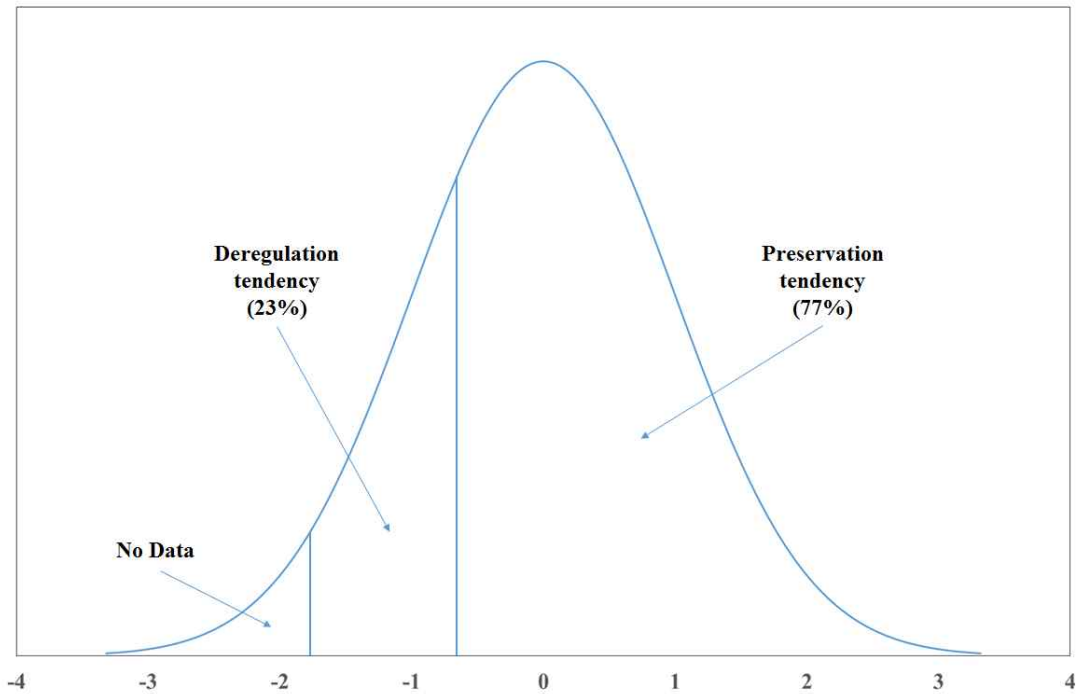


FIGURE 3. Ratio area criterion (23%) for preservation and semi-preservation forestland on the standard normal distribution

불가능하기 때문에 반드시 표준정규화가 필요하다. 즉 산지특성평가의 보전 및 해제성향 기준은 총점 40점을 기준으로 구분되기 때문에 산지유역유형별 점수분포 범위의 차이는 도시지역, 산악지역, 해안도서지역 산지의 보전·해제성향의 빈도 및 양의 차이를 유발한다. 이를 해결하기 위해 각 유형별 특성평가 점수를 같은 범위를 갖도록 표준화시켜 대상 시군의 임야필지의 일정량을 보전 또는 해제성향으로 평가할 수 있도록 해야 한다. 본 연구에서는 산지유역유형별 대상 시군의 임야필지에 대한 산지특성평가 점수가 정규분포를 따른다는 조건 하에 평가점수를 표준정규화 하였고, 각 산지유역유형별 표준정규분포 상에서 해제성향 비율면적이 23%가 되도록 기준값을 정하였다(그림 3). 이것은 현재 우리나라의 준보전산지의 필지 개수 분포비율이며, 각 산지유역유형별로 해제성향 비율면적을 23%로 규정함으로써 궁극적

으로는 대상 시군의 해제성향 필지 개수 비율이 23%가 되도록 하였다.

따라서 본 연구에서는 각 산지유역유역별 점수를 식 (4)와 같이 표준정규확률변수를 각 유형별 평균값과 표준편차를 이용하여 산출하였고 이를 이용하여 평균이 0이고 표준편차가 1인 표준정규분포를 따르도록 하였다. 식 4에서 X_i 는 해당 산지유역유역별 점수이고, μ 는 해당 산지유역유역별 평균점수, σ 는 해당 산지유역유역별 표준편차를 나타낸다.

$$Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \quad (4)$$

산지특성평가 총점에 의한 등급의 분류는 산지유역유역별 특성평가 점수의 평균과 표준편차를 이용하여 표준정규분포곡선상의 표준정규확률변수값(Z_i)을 산정하고, 이를 활용하여 보

전성향(A, B, C 등급)과 해제성향(D, E 등급)으로 구분하였다. 또한, 원점수 0점에 해당하는 산지유역유형별 표준정규확률변수값(Z_i)가 각기 상이하므로 Z_i 의 최소값을 달리하여, 해당 산지유역유형의 Z_i 최소값부터 해제성향 분포 비율이 표준정규분포도 상에서 23%가 되도록 하였다.

결과 및 고찰

1. 다중공선성 분석을 통한 중복지표 제거

산지특성평가 지표의 다중공선성분석을 위한 상관관계수 추정 결과를 살펴보면 표 4와 같이 지표간의 상관관계수는 대부분 낮게 추정되어 지표 사이에 커다란 다중공선성이 존재하지 않는 것으로 분석되었다. 그러나 영급과 경급은 상관관계수가 0.941로 분석됨에 따라 기존의 연구 결과들(Fleming, 1988; Yukio *et al.*, 1989; Sumida *et al.*, 2013)과 마찬가지로 서로 상관성이 매우 높은 것으로 분석되어 통계적으로 변수의 유의성을 낮게 할 우려가 있다. 그러므로 영급과 경급의 다중공선성과 해석과 자료취득이 용이한 설명변수를 고려하여 경급을 제외

시키고 영급을 지표로 사용하였다. 수치임상도가 10년마다 갱신됨에 따라 영급 속성은 지속적으로 갱신이 되지만, 경급의 경우 흉고직경 30cm 이상은 일괄적으로 대경목으로 포함시키기 때문에 정보의 불확실성이 커지며 임업적 가치 및 생태적 가치를 판단하기 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 영급과 경급의 다중공선성과 정보의 정확성을 판단하여 보다 합리적이고 효율적인 산지특성평가를 위해 경급 지표를 제외하고 영급 지표를 채택하였다.

지표간 다중공선성 분석을 통하여 경급을 제외한 나머지 9개의 인자를 이용하여 산지특성평가를 실시하여 현재 기준으로 평가된 산지특성평가 점수 및 등급 분포에 따른 대상 시군의 필지수 및 면적의 변화를 비교 분석하였다. 10개의 지표 중 경급을 제외하였기 때문에 2014년 4월에 고시된 보전산지 지정·변경지정·해제 지침(Korea Forest Service, 2015)에 따라 산지특성평가시 200점 만점이었던 등급 평가 기준을 180점 만점의 등급 평가 기준으로 조정하였다(표 5).

그 결과 A 등급은 필지수의 변화량은 1개소로 분석되었고, 나머지 등급의 경우 B 등급이 전체 필지 개수 대비 약 0.2%의 필지가 증가하

TABLE 4. Correlation coefficients between indices for multicollinearity analysis

Indicators	Slope	Elevation	Dist. from road	Dist. from forest road	Dist. from developed area	Age class	Soil depth	Topography	Ecological grade	DBH class
Slope	1.000	.261	.150	.154	.202	.424	.323	.217	.395	.400
Elevation	.261	1.000	.052	.089	.177	.185	.227	.094	.204	.171
Dist. from road	.150	.052	1.000	-.037	.223	.245	.184	.160	.205	.214
Dist. from forest road	.154	.089	-.037	1.000	.135	.131	.156	.082	.106	.122
Dist. from developed area	.202	.177	.223	.135	1.000	.121	.135	.111	.212	.109
Age class	.424	.185	.245	.131	.121	1.000	.431	.390	.469	.941
Soil depth	.323	.227	.184	.156	.135	.431	1.000	.172	.370	.413
Topography	.217	.094	.160	.082	.111	.390	.172	1.000	.345	.379
Ecological grade	.395	.204	.205	.106	.212	.469	.370	.345	1.000	.447
DBH class	.400	.171	.214	.122	.109	.941	.413	.379	.447	1.000

TABLE 5. Change of current score range by grades to new criterion

Grade	Current criterion (Full mark 200)	Exclusion of DBH (Full mark 180)
A	140~200	126~180
B	100~140	90~126
C	40~100	36~90
D	30~40	27~36
E	Less than 30	Less than 27

TABLE 6. Comparison analysis of grades changes before and after diameter at breast height (DBH) exclusion

Grade	Piece of land			Area (ha)		
	DBH inclusion	DBH exclusion	Change amount	DBH inclusion	DBH exclusion	Change amount
A	2 (0%)	3 (0%)	1 (0%)	1 (0%)	2 (0%)	1 (10%)
B	5,803 (1%)	7,685 (1%)	1,882 (0%)	129,805 (11%)	150,323 (12%)	20,518 (2%)
C	567,386 (50%)	560,646 (50%)	-6,740 (0%)	939,471 (77%)	908,055 (74%)	-31,416 (-3%)
D	136,470 (12%)	150,787 (13%)	14,317 (1%)	62,456 (5%)	72,961 (6%)	10,505 (1%)
E	415,011 (37%)	405,551 (36%)	-9,460 (-1%)	94,204 (8%)	94,595 (8%)	391 (0%)
Total	1,124,672	1,124,672	0	1,225,936	1,225,936	0

였으며, C, E 등급은 각각 약 1%의 필지가 감소하였으며, D 등급은 약 1%의 필지가 증가하는 것으로 분석되었다(표 6). 면적 변화의 비교 분석에서는 A 등급의 면적은 전체 면적 대비 약 10% 증가하였고, B 등급은 현재 특성평가 기준에 의한 면적보다 약 2% 증가하였으며, C 등급은 -3% 감소, D 등급은 1% 증가, E 등급은 0%로 변화가 거의 없는 것으로 분석되었다. 다만 C 등급의 면적은 상대적으로 다량 감소하여 D 등급 및 B 등급으로 이동한 것을 알 수 있다. 전체적으로 등급별 필지수의 변화는 A 등급을 제외하고 대부분의 등급에서 발생하였으나, 변화 면적은 상대적으로 크지 않은 것으로 분석되었다.

현재 산지특성평가를 이용하여 임야필지에 대해 산지구분 및 전용 타당성 평가를 실시할 경우 A, B, C 등급으로 평가된 필지는 전용이 불가하여 지속적으로 보전산지로 유지를 해야 하고, D, E 등급으로 평가된 필지는 해제를 할 수 있는 요건을 갖춘 것으로 보고 있다(Korea

Forest Service, 2015). 따라서 본 연구에서는 A, B, C 등급으로 평가된 필지를 보전성향의 필지, D, E 등급으로 평가된 필지를 해제성향의 필지로 정의하여 경급을 제외한 전후의 필지수 및 면적의 변화를 비교·분석하였다(표 7). 필지수의 변화 비율을 살펴보면 경급을 포함했을 때와 경급을 제외했을 때의 보전성향의 필지 개수 비율은 전체 면적 대비 각각 51%와 50%로 분석되었고, 해제성향의 비율은 각각의 경우 49%와 50%로 분석되었다. 보전성향의 경우 경급을 제외했을 때 경급을 포함했을 때보다 약 1% 정도의 필지 감소율을 보였고, 해제성향의 경우 약 1%의 필지 증가율을 나타내었다. 또한 경급 지표 제외에 의한 보전·해제성향의 면적 분포 비율 변화를 살펴보면 현재 특성평가 기준에 의한 보전성향 필지의 면적비율은 87%, 경급을 제외한 특성평가 기준에 의한 보전성향 필지의 면적비율은 86%로 약 1%가 감소한 것으로 분석되었고, 해제성향 필지는 13%에서 14%로 약 1%가 증가한 것으로 분석

TABLE 7. Comparison analysis of preservation tendency change before and after diameter at breast height (DBH) exclusion

Tendency	Piece of land			Area (ha)		
	DBH inclusion	DBH exclusion	Change amount	DBH inclusion	DBH exclusion	Change amount
Preservation	573,191 (51%)	568,334 (50%)	-4,857 (-1%)	1,069,277 (87%)	1,058,380 (86%)	-10,897 (-1%)
Deregulation	551,481 (49%)	556,338 (50%)	4,857 (1%)	156,660 (13%)	167,556 (14%)	10,897 (1%)
Total	1,124,672	1,124,672	0	1,225,937	1,225,936	0

되었다. 현행 산지특성평가 기준을 적용했을 때와 경급을 제외한 산지특성평가 기준을 적용했을 때를 비교분석한 결과를 살펴보면, 현재 기준의 지표를 이용하여 보전성향으로 평가되는 필지수 및 면적은 크게 변하지 않는 것으로 분석되는 것을 알 수 있다.

이러한 결과를 살펴볼 때, 경급을 제외한 산지특성평가는 경급이 포함된 현재의 산지특성평가의 결과와 차이가 거의 없는 것으로 분석되었으며, 이것은 본 연구에서 가정하여 분석한 결과와 마찬가지로 경급이 산지특성평가 시 결과에 영향을 거의 미치지 않는 것으로 해석할 수 있다. 그러므로 추후 산지특성평가에서는 경급을 제외한 9개의 지표를 사용하여 산지구분타당성 평가를 수행하여도 커다란 문제가 발생하지 않을 것으로 판단되며, 이로 인해 경급에 대한 정보수집에 대한 시간을 절약할 수 있으며, 경급의 정의와 같이 대경목에 대한 정보의 불확실성을 제거할 수 있어 보다 정확한 산지구분타당성평가를 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

2. 표준정규분포를 이용한 산지유역유형별 평가

각 지표별 절대값의 총합에 의한 점수로 평가되어 지역간의 불균형적인 산지구분 및 전용비율을 야기하는 문제점을 해결하고 지역 특성을 반영한 새로운 산지특성평가 체계를 제안하기 위해 본 연구에서는 각 산지유역유형별 점수의 표준정규분포를 이용하는 방안을 제시하였다. 이를 위해 먼저 각 산지유역유형별 점수가 정규분포를 따르는지를 확인하였는데, 대상

시군의 필지는 28,934~819,379개로 일반적으로 정규분포를 따를 수 있는 표본 집단의 개수로 충분하기 때문에 정규분포를 따른다는 가정하에 실제로 정규분포를 따르는지를 확인하기 위해 산포도를 이용하여 실제로 정규분포 곡선의 형태를 띠는 것을 확인할 수 있다(그림 2). 식 3에 의해 대상 시군의 각 산지유역유형별 점수를 그림 4와 같이 정규화 시켜 각 유형별 점수의 차이를 통계량으로 분석하였다.

정규분포도 상에서 점수별 필지의 분포를 살펴보면 도시형 및 도시주변형 산지는 특성평가점수 평균이 상대적으로 낮아 보전·해제성향의 기준이 40점이므로 해제성향으로 평가될 확률이 높다. 반면에 산야형, 주요산줄기인접형, 해안도서형 산지는 산지특성평가점수가 상대적으로 높아 도시형 및 도시주변형 산지보다 보전성향으로 평가될 확률이 높다. 각 산지유역유형별 기술통계량을 살펴보면 실제로 도시형 및 도시주변형은 각각 26.2점 및 29.8점으로 보전·해제성향의 기준 점수인 40점 미만으로 통계적으로 50% 이상의 산지가 해제성향으로 평가될 수 있다(표 7). 하지만 그 밖의 산야형, 주요산줄기형, 해안도서형은 평균점수가 45.6점, 46.1점, 40.6점으로 세 유형 모두 보전·해제성향 기준점수를 초과한다. 그러므로 50% 이상의 산지가 보전성향으로 평가될 소지가 높다. 이처럼 현재 운용되고 있는 산지특성평가 체계를 이용하여 임야필지를 평가할 때 산악지역과 도시지역 평균점수의 극명한 차이가 발생하는 것으로 분석되었다. 그러므로 이러한 평가지표에 따른 지역적 불균형을 해소하기 위해서는 지역별 산지유역유형 특성을 반영한 점수의 정

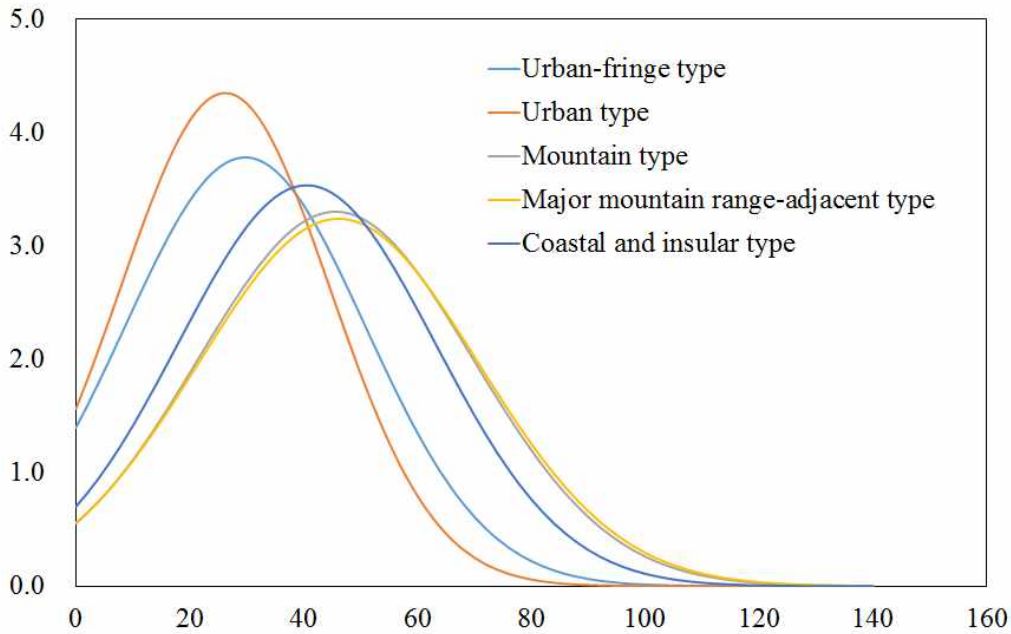


FIGURE 4. Normal distribution curves by forestland watershed types

TABLE 8. Descriptive statistics by forestland watershed types

Forestland watershed type	Mean	Standard deviation
Urban type	26.2	18.3
Urban-fringe type	29.8	21.1
Mountainous type	45.6	24.1
Major mountain range-adjacent type	46.1	24.6
Coastal and insular type	40.6	22.6

규화 및 표준화가 필요하다.

그림 4에서 보는 것과 같이 산지유역유형별 산지특성평가 점수는 정규분포를 따르지만, 각 산지유역유형별 평균과 표준편차가 다르기 때문에 점수의 범위 및 분포형태가 상이하다. 점수의 범위에 따라 정규분포의 등급별 분포비율(면적)을 구하기 위해서는 각각의 경우에 해당하는 정규분포표가 필요하지만 현실적으로 불가능하다. 따라서 각 산지유역유형별 점수 범위를 표준정규화함으로써 평균이 0이고 표준편차가 1인 표준정규분포를 제작하였다. 산지특성평가 총점에 의한 등급의 분류는 산지 유역유형별 특성평가 점수의 평균과 표준편차를 이용하

여 표준정규분포곡선상의 표준정규확률변수(Z_i)를 산정하였고, 해제성향의 D, E 등급의 비율은 현재 우리나라의 준보전산지(해제성향) 비율인 약 23% 되도록 임계값을 결정하였다. 또한, 본 연구에서는 대상 시군의 각 산지유역유형별 원점수의 최소값 및 최대값에 해당하는 산지유역유형별 Z_i 값이 각기 상이하므로 유형별 Z_i 값의 최소값 및 최대값을 달리하여 해당 유역유형의 Z_i 최소값부터 해제성향 분포비율이 표준정규분포 상에서 23%, Z_i 최대값부터 보전성향 분포비율이 77%가 되도록 Z_i 값을 결정하였다(그림 5). 하지만 표 9와 같이 표준정규

TABLE 9. Z_i ranges of grade levels by forestland watershed types

Forestland watershed type	Preservation tendency			Deregulation tendency	
	A	B	C	D	E
Urban type	11.51% $Z_i \geq 1.2$	19.34% $0.5 \leq Z_i < 1.2$	38.3% $-0.5 \leq Z_i < 0.5$	19.34% $-1.2 \leq Z_i < -0.5$	3.58% $Z_i < -1.2$
Urban-fringe type	11.51% $Z_i \geq 1.2$	19.34% $0.5 \leq Z_i < 1.2$	38.3% $-0.5 \leq Z_i < 0.5$	19.34% $-1.2 \leq Z_i < -0.5$	3.58% $Z_i < -1.2$
Mountainous type	6.43% $Z_i \geq 1.52$	19.35% $0.65 \leq Z_i < 1.52$	48.44% $-0.65 \leq Z_i < 0.65$	19.35% $-1.52 \leq Z_i < -0.65$	3.49% $Z_i < -1.52$
Major mountain range-adjacent type	6.43% $Z_i \geq 1.52$	19.35% $0.65 \leq Z_i < 1.52$	48.44% $-0.65 \leq Z_i < 0.65$	19.35% $-1.52 \leq Z_i < -0.65$	3.49% $Z_i < -1.52$
Coastal and insular type	7.08% $Z_i \geq 1.47$	19.35% $0.63 \leq Z_i < 1.47$	47.14% $-0.63 \leq Z_i < 0.63$	19.35% $-1.47 \leq Z_i < -0.63$	3.49% $Z_i < -1.47$

분포표 상에서 Z_i 값에 따른 확률(면적)을 산출하였기 때문에 확률(면적)이 23%와 77%의 근사값이 될 수 있도록 Z_i 값을 결정하였다.

현행 산지특성평가 체계를 이용하여 분석한 결과와 산지유역유형별 표준정규분포를 이용한 분석 결과를 비교했을 때, A 등급은 필지수의 변화는 현재 기준으로 평가된 등급보다 전체 필지 개수 대비 약 8%의 필지가 증가한 것으로 나타났고, B 등급은 19%의 필지가 증가하는 것으로 분석되었으며, C 등급은 약 10%의 필지가 감소하였다. 또한 D 등급은 약 17%의 필지가 증가하였고 특히 E 등급은 다른 등급에 다량으로 34%의 필지가 감소한 것으로 분석되

었다. 표준정규분포에 따른 산지유역유형별 등급 면적 이동 변화를 살펴보면, A 등급의 경우 전체 면적 대비 약 38% 정도가 증가하는 것으로 분석이 되었으며, B 등급은 현재 기준에 의한 특성평가의 B 등급보다 약 19% 증가한 것으로 분석이 되었다. 반면 C 등급은 52%가 감소되는 것으로 나타났으며, D 등급은 변화가 거의 없고 E 등급은 약 7%가 감소한 것을 알 수 있다. 종합적으로 표준정규분포 방법을 적용함으로써 보전성향의 A, B 등급으로 판정되는 경향이 증가하고 C, E 등급이 감소함으로써 보전성향으로 평가될 수 있는 잠재력이 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 E 등급이 감소함으로

TABLE 10. Comparison analysis of grades changes before and after applying standard normalization by forestland watershed types

Grade	Number of parcels			Area (ha)		
	Current criterion	Standard normalization	Change amount	Current criterion	Standard normalization	Change amount
A	2 (0%)	93,093 (8%)	93,091 (8%)	0 (0%)	463,129 (38%)	463,128 (38%)
B	5,803 (1%)	226,662 (20%)	220,859 (19%)	129,805 (11%)	370,634 (30%)	240,829 (19%)
C	567,386 (50%)	444,977 (40%)	-122,409 (-10%)	939,471 (77%)	311,375 (25%)	-628,096 (-52%)
D	136,470 (12%)	325,334 (29%)	188,864 (17%)	62,456 (5%)	65,267 (5%)	2,811 (0%)
E	415,011 (37%)	34,606 (3%)	-380,405 (-34%)	94,204 (8%)	15,531 (1%)	-78,673 (-7%)
Total	1,124,672	1,124,672	0	1,225,936	1,225,936	0

TABLE 11. Comparison analysis of preservation tendency change before and after applying standard normalization by forestland watershed types

Tendency	Piece of land			Area (ha)		
	Current criterion	Standard normalization	Change amount	Current criterion	Standard normalization	Change amount
Preservation	573,191 (51%)	764,732 (68)%	191,541 (17%)	1,069,277 (87%)	1,145,137 (93%)	75,860 (6%)
Deregulation	551,481 (49%)	359,940 (32%)	-191,541 (-17%)	156,660 (13%)	80,798 (7%)	-75,862 (-6%)
Total	1,124,672	1,124,672	0	1,225,937	1,225,936	0

써 해제성향 필지의 개수 및 면적 감소도 동시에 나타나는 것으로 사료된다.

현재 보전·준보전산지가 산지특성평가 기준이 변함에 따라 어떠한 방향으로 이동하는지에 대한 필지수 변화 분석을 실시한 결과, 현재 산지특성평가 기준으로 평가했을 때보다 표준정규분포 방법의 적용에 따른 특성평가 결과는 대부분 보전성향으로 이동하는 것으로 분석되었다. 또한, 면적의 변화도 마찬가지로 표준정규분포 방법에 따른 산지특성평가를 수행하면 현재 특성평가 기준에 의한 것보다 넓은 면적이 보전성향으로 이동하는 것으로 나타났다.

필지수의 변화 비율을 살펴보면 경급을 포함했을 때와 경급을 제외했을 때의 보전성향의 필지 개수 비율은 전체 면적 대비 각각 51%와 50%로 분석되었고, 해제성향의 비율은 각각의 경우 49%와 50%로 분석되었다. 보전성향의 경우 경급을 제외했을 때 경급을 포함했을 때보다 약 1% 정도의 필지 감소율을 보였고, 해제성향의 경우 약 1%의 필지 증가율을 나타내었다. 또한 경급 지표 제외에 의한 보전·해제성향의 면적 분포 비율 변화를 살펴보면 현재 특성평가 기준에 의한 보전성향 필지의 면적비율은 87%, 경급을 제외한 특성평가 기준에 의한 보전성향 필지의 면적비율은 86%로 약 1%가 감소한 것으로 분석되었고, 해제성향 필지는 13%에서 14%로 약 1%가 증가한 것으로 분석되었다. 현행 산지특성평가 기준을 적용했을 때와 경급을 제외한 산지특성평가 기준을 적용했을 때를 비교분석한 결과를 살펴보면, 현재 기준의 지표를 이용하여 보전성향으로 평가되는


필지수 및 면적은 크게 변하지 않는 것으로 분석되는 것을 알 수 있다.

표준정규분포 방법에 의한 산지특성평가의 결과는 현재 우리나라 준보전산지 필지 개수의 분포비율 23%를 기준으로 결정하였기 때문에 대상 시군의 현재 산지특성평가 결과보다 보전성향의 필지 개수가 약 17% 증가한 것으로 판단되며, 보전성향의 면적이 크게 증가한 것은 필지별 면적의 편차가 크고 지목이 임야인 필지는 대부분 하나의 필지가 대면적인 경우가 많기 때문에 필지의 개수가 소량 증가하더라도 증가 면적은 상당히 넓을 수 있는 확률이 높기 때문이라고 볼 수 있다.

본 연구 결과는 우리나라 준보전산지 필지 개수 비율인 23%를 기준으로 산지유역유형별 보전·해제 성향의 기준을 제시하였으나, 연구 결과에서 볼 수 있듯이 필지 개수를 보전·해제의 기준으로 결정하면 그에 따른 면적의 변화는 상당히 불규칙하고 편차가 클 수 있기 때문에 추후에는 면적의 분포 비율까지 고려하여 보전·해제성향의 필지 비율을 결정하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서는 보전·준보전산지의 구분 조정을 위해 현재 운용되고 있는 산지특성평가 제도에서 사용되는 지표의 중복성 문제점과 지역 특성 및 환경을 고려하지 못한 산지특성평가 제도의 문제점에 대해 분석을 하고 이에 따른 개선안을 제시하였다. 현재 사용되고 있는

산지특성평가 지표 중 영급과 다중공선성이 존재하고 대경목의 범주가 불명확한 경급을 제외하고 9개의 지표로 산지특성평가를 운용했을 때 기존 10개 지표를 사용했을 때와 비교를 하여 커다란 차이가 없음을 증명하였다. 그러므로 추후 산지구분타당성조사 시 중복성이 존재하는 지표를 삭제하여 통계적으로 신뢰할 수 있는 평가를 수행할 수 있고, 불필요한 지표를 수집하는데 필요한 시간과 비용을 획기적으로 절약할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 산지유역 유형별 표준정규분포를 이용하여 지역의 산림 환경 특성별로 보전·해제성향의 필지수 및 면적 비율을 결정하여 지역별 보전·해제성향의 불평등한 비율을 개선하고자 하였다. 본 연구에서는 보전성향 및 해제성향을 구분하는 기준을 우리나라 보전·준보전산지 비율을 이용하여 제시하였으나, 시군에서 본 연구의 결과를 반영한 산지특성평가를 실시할 경우 시군별 경제·사회적 여건 및 수요에 따라 산지전용의 허가 비율을 전국 보전·준보전산지 비율을 고려하여 합리적으로 결정함으로써 지역별로 불균형적인 보전산지 해제 비율을 개선할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 지자체 별로 과도한 보전·해제성향 필지 비율을 설정할 경우 오히려 부작용이 예상되기 때문에 산림청 및 각 지방산림청에서는 각 시군에 적합한 보전·해제성향 산지의 비율을 제시하여 운영한다면 현재의 산지특성평가에 따른 지역별 불합리성을 해소하고 지역 특성을 반영한 산지의 보전 및 해제를 수행할 수 있을 것이라 사료된다. 또한 향후 연구에서는 산지특성평가를 위한 지표 자체의 문제점으로서 임도와의 거리 등 보전과 개발성향이 상충되는 지표에 대한 처리 문제 및 평가체계 수정에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다. 그리고 표준정규분포방법을 통한 지역의 차이를 적용하는 것에서 더 나아가 자연 및 사회적 환경을 고려한 각 유역유형별로 지표 및 기준의 마련 및 조정도 필요할 것이다. 

주

- 1) 도시형 산지유역유형은 산지유역내 도시용지 면적이 35% 이상인 지역, 도시주변형 산지유역유형은 산지유역내 도시용지 면적이 15%~35%인 지역, 주요산줄기·인접형 산지유역유형은 주요 산줄기, 백두대간과 정맥 등 인접산지, 해안·도서형 산지유역유형은 해안에 인접한 산지 및 도서산지, 산야(山野)형 산지유역유형은 그 밖의 산지를 의미한다.

REFERENCES

- Chae, M.O., H.M. Yeom and H.S. Song. 2005. Policy directions for the effective use and conservation of forest land. Korea Research Institute for Human Settlements Research Report. p.200 (채미옥, 염형민, 송하승. 2005. 계획적 국토관리를 위한 산지관리제도의 개선 방향. 국토연구원 보고서. 200쪽).
- Fleming, L.E. 1988. Growth estimates of street trees in central New Jersey. M.S Thesis, Rutgers Univ., New Brunswick, N.J., USA. 143pp.
- Han, S.J., W.K. Lee and D.A. Kwak. 2006. GIS application for evaluating forest recreation functions. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 9(1):13-19 (한수진, 이우균, 광두안. 2006. GIS를 이용한 산림휴양기능평가. 한국지리정보학회지 9(1):13-19).
- Jeon, J.H., Y.K. Park and J.S. Jeon. 2011. Study on introduction of feasibility survey on mountainous district conversion system. Korea Forest Research Institute Research Report. p.183 (전준현, 박영규,

- 정주상. 2011. 산지전용타당성 조사제도 도입방안 연구. 국립산림과학원 보고서. 183쪽).
- Jin, J.S., M.O. Chae, H.G. Sohn, H.S. Song, H.J. Hwang, J.I. Jin, J.Y. Choi, J.Y. Cho, J.S. Lee and Y.S. Kwon. 2008. Study on rational improvement of forest land system. Korea Forest Service Research Report. p.154 (진정수, 채미옥, 손학기, 송하승, 황희정, 진장익, 최준영, 조진영, 이정수, 권용석. 2008. 합리적인 산지관리제도 개선방안. 산림청 보고서. 154쪽).
- Korea Forest Service. 2008. Guideline for feasibility survey on mountainous district classification and mountainous district adjustment (산림청. 2008. 산지구분타당성조사 및 산지구분조정 지침).
- Korea Forest Service. 2013. 1st Master Plans for Management of Mountainous Districts (산림청. 2013. 제1차 산지관리기본계획).
- Korea Forest Service. 2015. Guideline for designation, change and cancellation of preserved mountain districts (산림청. 2015. 보전산지 지정·변경지정·해제 지침).
- Kumar, T.K. 1975. Multicollinearity in regression analysis. *Review of Economics and Statistics* 57(3):365-366.
- Kwak, D.A., J. Chung, W.K. Lee, M. Kafatos, S.Y. Lee, H.K. Cho and S.H. Lee. 2010. Evaluation for damaged degree of vegetation by forest fire using LiDAR and digital aerial photograph. *Photogrammetry Engineering & Remote Sensing* 76(3):277-287.
- Lee, D.K., H.M. Kim, K.H. Baek, H.G. Kim, S.H. Kil, Y.J. Kim and Y.N. Heo. 2012. Improvement of forestland characteristic assessment indices for rational forestland management. Korea Forest Conservation Association (이동근, 김효민, 백경혜, 김호걸, 길승호, 김윤정, 허유나. 2012. 합리적인 산지관리를 위한 산지 특성평가 지표 개선방안 마련. 한국산지보전협회 보고서).
- Moon, T.H. and Y.Y. Jeong. 2008. Analysis of determinant factors of apartment price considering the spatial distribution and housing attributes. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 11(1):68-79 (문태현, 정운영. 2008. 공간지리적 요인과 주거특성을 고려한 공동주택 가격결정 분석. *한국지리정보학회지* 11(1):68-79).
- Park, Y.K., S.D. Kwon, C.C. Song, D.S. Kwon, J.H. Lee, and H.H. Kim. 2006. A study on the GIS-based method of building digital forest land-use map. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 9(3):46-57 (박영규, 권순덕, 송정철, 권대순, 이종학, 김형호. 2006. GIS 기반 산지이용구분도 작성방법에 관한 연구. *한국지리정보학회지* 9(3):46-57).
- Sumida, A., T. Miyaura and H. Horii. 2013. Relationship of tree height and diameter at breast height revisited: analyses of stem growth using 20-year data of an even-aged *Chamaecyparis obtusa* stand. *Tree Physiology* 33(1):106-118.
- Wichers, C.R. 1975. The detection of multicollinearity: a comment. *Review of Economics and Statistics* 57(3):366-

368. Yukio, I. and K. Ito. 1989. DBH, height, and crown radius growth of some component species of Nopporo national forest, central Hokkaido, Japan. Environmental Science 12(2):117-138.

KAGIS