



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

Type Classification of Forestland
Value by Using GIS Analysis
(GIS를 이용한 산지가치 유형구분)



2009 년 8 월

부경대학교 대학원

위성정보과학과

하 도

공학석사 학위논문

Type Classification of Forestland
Value by Using GIS Analysis
(GIS를 이용한 산지가치 유형구분)

지도교수 김 영 섭

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2009 년 8 월

부경대학교 대학원

위성정보과학과

하 도

하도의 공학석사 학위논문을 인준함.

2009 년 8 월 26 일



주심 이학박사 한경수



위원 공학박사 윤홍주



위원 이학박사 김영섭



Contents

List of Figures	ii
List of Tables	iii
Abstract	iii
1. 서 론	1
2. 자료	3
3. 유형구분과 가치분류 방법	5
3.1 유형구분	5
3.2 모자이크를 통한 보전적 가치 분류	10
3.3 그리드 중첩을 통한 생산적 가치 분류	13
3.4 그리드 중첩을 통한 휴양적 가치 분류	16
3.5 토지적성평가 방법을 활용한 계획적 가치 분류	19
4. 결과 및 고찰	24
6. 결론	33
References	35
감사의 글	37

List of Figures

Fig. 1. Type classification by forestland value.	6
Fig. 2. Satellite image of Namyangju.	7
Fig. 3. Analysis flowchart for forestland conservation value.	11
Fig. 4. Analysis flowchart for forestland production value.	14
Fig. 5. Analysis flowchart for forestland recreation value.	16
Fig. 6. Analysis flowchart for forestland development value.	19
Fig. 7. Relationship between development pressure and access, topographic conditions.	21
Fig. 8. Distribution of forestland conservation value.	24
Fig. 9. Distribution of forestland production value.	25
Fig. 10. Distribution of forestland recreation value.	26
Fig. 11. Distribution of forestland development value.	27
Fig. 12. Comprehensive analysis of forestland value in Namyangju.	28
Fig. 13. Sites of forestland value verification in Namyangju.	30
Fig. 14. Verification site A.	30
Fig. 15. Verification site B.	31
Fig. 16. Verification site C.	31
Fig. 17. Verification site D.	32
Fig. 18. Verification site E.	32

List of Tables

Table 1. Basic data used in the present study	4
Table 2. Contents for forestland value classification	6
Table 3. Evaluation factors and criteria for forestland conservation value	9
Table 4. Evaluation factors and criteria for forestland production value	12
Table 5. Evaluation factors and criteria for forestland recreation value	15
Table 6. Evaluation factors and method for forestland development value	18
Table 7. Standard index for forestland development value	21
Table 8. Area and rate of forestland conservation value	24
Table 9. Area and rate of forestland production value	25
Table 10. Area and rate of forestland recreation value	26
Table 11. Area and rate of forestland development value	27
Table 12. Comprehensive area and rate of each forestland value	28

Type Classification of Forestland Value by Using GIS Analysis

Do Ha

*Department of Geoinformatic Engineering, Graduate School.
Pukyong National University*

Abstract

The type of forestland value was evaluated using various thematic maps, satellite images, and aerial photograph of Namyangju, Based on GIS analysis, forestland value was classified into 4 kind types; conservation, production, recreation, and development values. Finally, the comprehensive analysis map of forestland value was made according to the priority order of value assessment.

Among the whole forestland of Namyangju, conservation value area is 195km², high production value area 96km² except the conservation value area, high recreation value area 59km², and the high development value area is 11km². Evaluation results of forestland value is consistent with aerial photograph. The value evaluation system of forestland by using GIS is to be very applicable for the scientific management of forestland, according to the periodic data update.

1. 서론

최근 사회·경제적 요인으로 산지에 대한 다양한 기능이 요구되고 있다. 산림청에서 실시한 산지이용실태 조사에 관한 연구에서 우리나라는 산지가 64%나 되면서도 필요한 목재의 95%를 수입에 의존하고 있으며, 지구환경 보전과 관련하여 원목의 해외수출이 억제되고 있는 추세이기 때문에 국내 산지 개발을 통한 목재 생산율을 높여 나가야 하는 문제에 직면해 있다. 또한, 인구증가와 산업화의 진전에 따라 산림의 공익적 기능에 대한 수요가 점점 증가하고 있으며, 소득 증가에 따라 야외 휴양자원으로서 산을 찾는 국민의 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 토지공급원으로서 늘어나는 투지수요의 일부를 산지에서 공급해야 한다는 요구도 증가하고 있다(산림청, 2008). 따라서 산지 기능에 대한 다양한 수요를 해결하기 위해서는 보전대상 산지와 이용대상 산지를 구분하고, 이용 대상 산지는 환경적으로 건전하게 개발되도록 해야 할 것이다.

산지 기능에 대한 다양한 수요를 해결하기 위해서는 많은 종류의 자료가 필요하다. 그러나 현재 산지에 관한 자료는 산지 현황에 대한 임상, 산림입지와 같은 단편적인 정보만 제작되어 있을 뿐, 산지의 물리적, 사회적, 지역적 특성 등을 고려한 종합적인 조사 자료가 그리 많지 않은 실정이다. 또한 산지 구분도에는 보전 산지(임업용 산지 및 공업용 산지)와 준보전 산지만 표시되어 있어, 실제로 산지에 대해 어느 정도의 이용이 이루어지고 있는지에 대한 정확한 정보를 얻기가 어렵다.

현재 산림의 기능 구분과 관련하여 최조룡 외(2003)의 연구에서 도면분석과 GIS분석을 통하여 자연휴양림 적지를 분석한 바 있으며, 서수현 외(2006)의 연구에서는 산림기능을 목재생산, 수자원함양, 산지재해방지, 산림휴양, 생활환경보전, 자연환경 보전 기능 등으로 분류하고, 이를 평가하기 위한 방안을 제시한 바 있다. 또한, 최종천 과 최종운(1998)은 연구를 통

해 산지이용 및 관리에 관해 정책과제 및 제도적인 개선방안을 제시하였고, 한국토지공사(1998), 박영규(2002), 이진규 외(1989) 등은 산지의 이용과 개발을 위한 연구를 수행한 바 있으며, 이경학(1995), 정영관 외(1996), 박영규 외(2005), 정주상 외(1999) 등은 GIS기법 등을 이용하여 산림기능 평가를 시도한 바 있다.

그러나, 산림의 기능 구분이나 산지 개발을 위한 조사 연구에 이용된 자료는 산림의 분포 및 산림의 정보를 나타낸 임상도, 보전 산지와 준보전 산지로 산지를 구분한 산지구분도, 토양환경 및 주요 수종별 성장량 등을 나타낸 산림입지도, 국유림 산림 경영 계획을 위해 산림의 기능을 구분한 산림기능구분도 등이 있으나, 이들 자료는 산림에 대한 정보 또는 성장환경에 대한 정보 등으로만 제작되어 있어, 산림(山林)이 아닌 산지(山地)에 대한 종합적인 평가를 하는 데는 한계가 있는 것으로 사료된다.

본 연구의 목적은 산림을 포함한 산지 가치를 그 척도로 하여 산지에 대한 합리적이고 과학적인 평가 방법과 그 사례를 제시하는데 있다. 산지의 물리적, 법제적, 생태적 가치를 고려하여 산지를 유형별로 구분하고, 기존의 공간정보 자료와 GIS 기법을 활용하여 산지의 보전과 이용에 대한 원활한 정보 제공을 통하여 산지 관리의 합리성을 제고하고자 한다.

2. 자료

산지가치 평가에 필요한 요소들은 각 기관별로 구축되어 있는 국가 주 제도로부터 수집하였다. GIS 분석에 사용가능한 형태로 구축되어 있는 자료들을 중심으로 데이터베이스를 구축하고, 나머지 자료는 참고자료로 활용하였다. 수집·구축된 자료들은 산지의 가치별 특성을 평가할 수 있는 지표로 사용하기 위해 유형별 특성을 고려하여 분류하였다. 사례로는 경기도 남양주시를 대상으로 조사하였다.

한편 좌표체계의 경우, 한국토지정보시스템에 등재되는 자료는 지자체에 따라 좌표계 및 기준원점으로 다르므로, 이를 표준화하기 위해 Bessel 타원체 TM 좌표계의 중부원점으로 좌표변환 작업을 수행하였다.

산지의 가치 유형구분을 위해 사용된 기초자료는 Table 1과 같다. 자료의 종류는 Table 1에서와 같이 생태·자연도, 동식물 분포도, 중분류 토지 피복지도, 수변구역도 등 총 28종이다.

이러한 자료들은 축척이 1:5,000~1:25,000으로 다양하나, 현재 환경부의 생태·자연도, 산림청의 임상도의 경우 1:5,000축척의 정밀생태·자연도 및 정밀임상도 제작을 추진하고 있으므로, 기초자료간의 축척 불일치는 앞으로 크게 해소될 것으로 판단된다.

Table 1. Basic data used in the present study

자료명	관리기관	축척	자료형태
생태·자연도	환경부	1:25,000	MDB/SHP
임상도	산림청	1:25,000	SHP
동·식물 분포도	환경부	1:25,000	MDB/SHP
백두대간보호 구역도	산림청	1:5,000	SHP
광역생태축 도면	환경부	1:25,000	GRID
산사태위험 등급도	산림청	1:25,000	GRID
하천도	국토해양부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
상수원보호 구역도	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
호소 및 저수지 현황도	한국농촌공사	1:5,000	SHP
개발제한 구역도	국토해양부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
천연기념물 지정 지역도	문화재청/지자체	1:5,000	SHP/DWG
수변 구역도	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
해도	해양수산부/ 국립해양조사원	1:5,000	SHP
습지보호 지역도	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
생태·경관 보전지역도	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
야생동식물 보호 구역도	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
야생동식물특별보호 구역도	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
자연공원 현황도 (국립/도립/군립공원)	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG
자연유보 지역도	환경부	1:5,000	SHP
산림유전자원 보호림	산림청/지자체	1:5,000	SHP/DWG
수치지형도	국토지리정보원	1:5,000	DWG
보안림	산림청/지자체	1:5,000	SHP/DWG
토지피복지도 중분류	환경부	1:25,000	SHP/TIF
산림입지도	산림청	1:25,000	SHP
수치지형도 도로망도	국토지리정보원 한국교통연구원	1:5,000	DWG
상수원보호 구역도	환경부/지자체	1:5,000	SHP/DWG

3. 유형구분과 가치분류 방법

3.1 유형구분

산지란 산지관리법 제2조에 의거 ① 입목, 죽이 집단적으로 생육하고 있는 토지, ② 집단적으로 생육한 입목, 죽이 일시 상실된 토지, ③ 입목, 죽의 집단적 생육에 사용하게 된 토지, ④ 임도, ⑤ 위의 토지(임도 제외) 안에 있는 암석지 및 소택지를 말한다. 산림 및 산지의 관리는 산림기본법 및 산지관리법 등에 의해 이루어지고 있다. 산지는 보전과 이용을 위해 보전산지와 준보전산지로 관리되고 있으며, 산림은 소유별, 기능별, 목적별로 구분하여 관리되고 있다.

본 연구에서는 정주상 외(1999)와 성규철 외(2004)가 구분한 산지의 목재생산기능, 산림휴양기능, 산지재해방지기능, 수자원함양기능, 생활환경보전기능, 자연환경보전기능 등을 바탕으로, 산지의 가치 유형을 크게 보전적 유형, 생산적 유형, 휴양적 유형, 계획적 유형의 네 가지로 구분하였다.

Fig. 1과 Table 2에서와 같이, 보전적 유형은 산지의 생태계의 보전 측면과 생태 및 산지축의 단절을 방지하고, 우수한 수목의 보호와 수자원 함양 등 보전적 가치가 높은 지역이고, 생산적 유형은 산림의 조성 및 목재의 공급 등을 위하여 임업생산기능의 확충이 가능한 지역이다. 휴양적 유형은 휴양림, 야영장, 산책로 등 자연환경을 이용한 휴양시설로 활용이 가능한 지역이고, 계획적 유형은 도시지역과 연결하여 개발압력이 높거나 완만한 구릉지를 이용하여 토지의 공급원으로 활용이 가능한 지역으로 분류하였다.

Table 2. Contents for forestland value classification

유형구분	기능	특성
보전적 가치	자연환경보전 수자원함양 산지재해방지	생태계 보전, 산지축 단절 방지, 수자원 함양, 학술·문화·역사적 보호가치, 산지재해 및 산지황폐화 방지
생산적 가치	목재생산	목재자원 조성, 목재자원의 안정적 공급
휴양적 가치	산림휴양	쾌적한 환경과 휴식처를 제공
계획적 가치	생활환경보전	도시기능 유지 및 토지공급원



Fig. 1. Type classification by forestland value.

산지가치 유형구분을 위한 공간분석은 정보의 계량화, 분석 및 가공이 용이한 Cell 단위(10×10m)의 Grid 분석을 통해 평가하였다. 산지의 가치를 분석하기 위하여 경기도 남양주시를 대상지역으로 하여 첫 번째로 각 기능별 평가에 요구되는 인자들을 분석하여 주제도를 작성하고, 평가기준에 따른 점수값을 부여한 후, 최종적으로 중첩 등의 방법을 통하여 산지가치를 평가하였다. 평가된 각각 산지의 가치에 대해 최고 및 최저 점수에 따라 등간격으로 등급을 구분하여 산지의 가치에 대해 절대평가를 수행하였다.

남양주시의 전체 면적은 459.78km² 이며, 전체 면적의 약 68%인 313km²가 산지(보전산지 및 준보전산지)로 지정되어 있으며, 산지의 평균 경사는 약 22° 이다.

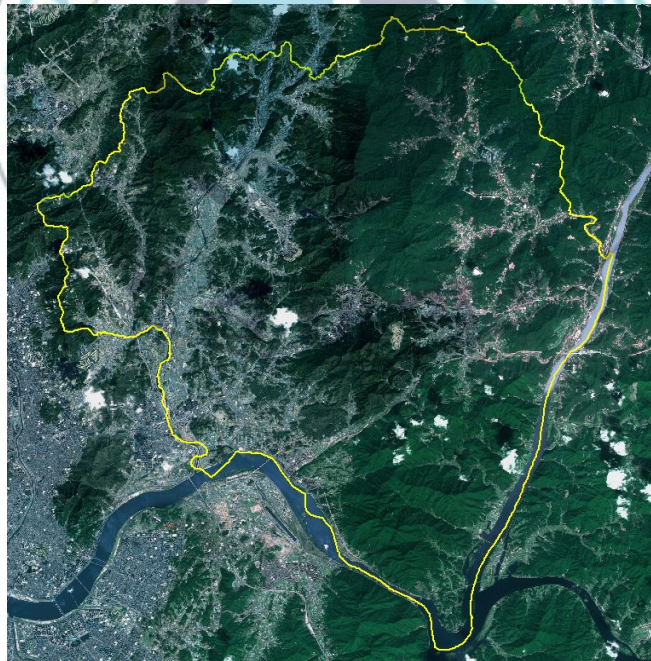


Fig. 2. Satellite image of Namyangju.

3.2 모자이크를 통한 보전적 가치 분류

산지의 보전을 위한 지표는 크게 자연·생태적 특성, 법제적 특성, 지형적 특성, 경관생태적 특성으로 구분하여 각각의 근거에 의해 평가항목 및 기준을 설정하였다(Table 3). 산지의 보전적 이용의 경우, 산지의 생태계 보전적 측면 및 산지축 단절 방지, 수목 보호, 수자원 보호, 그리고 생태적으로 중요하다고 판단된 지역 및 법적으로 규제된 지역을 선정하였다.

Fig. 3은 산지의 보전적 가치를 분류하기 위한 흐름도이다. 보전적 가치의 경우 타 기관등에서 법적으로 규제하는 지역들을 종합하여 평가하였으므로, 최소지표법을 적용하기 위해 각각의 선정된 지표들에 대하여 10×10 grid로 변환한 후 모자이크를 작업을 수행 하였으며, 보전의 가치가 없어진 기개발 지역을 최종적으로 제척하여 보전적 가치를 평가하였다.



Table 3. Evaluation factors and criteria for forestland conservation value

평가지표	평가인자	기준	근거
자연·생태적 특성	생태 자연도	1등급	자연환경보전법
	임상도	자연림 5영급 이상	토지 적성평가 기준
	멸종위기 야생동물, 천연기념물 발견지점	버퍼기준 500m	국토 환경성 평가 기준
지형적 특성	백두대간	백두대간 관리구역 (핵심·완충구역)	백두대간보호에 관한 법률
	광역생태축	광역생태축 핵심지역	자연환경보전 기본계획
	산사태 위험도	1등급	산지관리법
공간적 특성	하천과의 거리	국가하천, 지방1급 하천의 양안 경계 로부터 300m 내외 의 집수구역	토지 적성평가 기준
	상수원보호구역과의 거리	동일 수계 지역내 1km 내외의 집수 구역	
	유효저수량 30만 ^m 이상 인 호소·농업용 저수지 만수위선과의 거리	300m 내외의 집수 구역	
법제적 특성	개발제한구역, 상수원보호구역, 천연기념물 지정 구역(보호구역포함), 수변구역, 습지보호 지역, 생태·경관보전지역, 야생동식물보호구 역, 야생동식물특별보호구역, 자연공원, 자연 유보지역, 산림유전자원보호림, 보안림		산림의 생태적 보전과 관련된 법적 보호지역
기타	기 개발지	중분류 토지피복지 도의 항목 중 시가 화 건조지역, 나지 중 채광지역	평가 후 제외

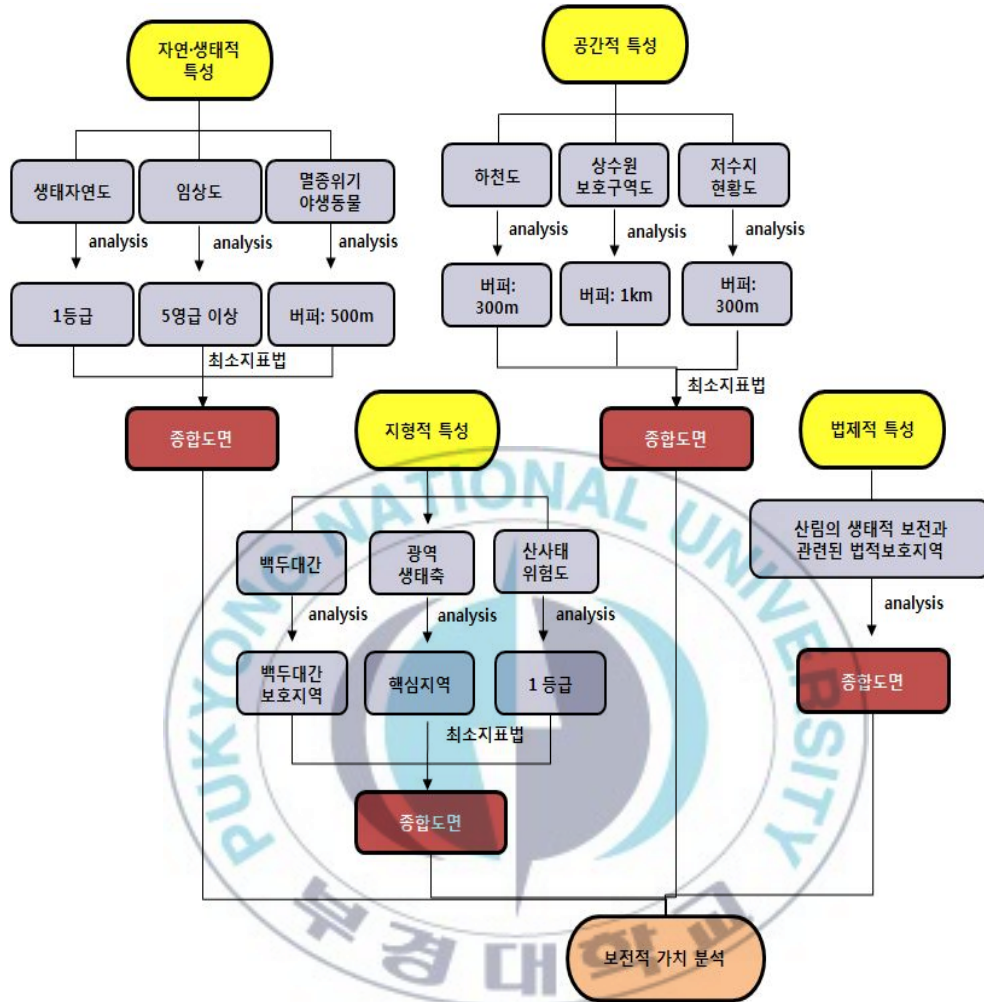


Fig. 3. Analysis flowchart for forestland conservation value.

3.3 그리드 중첩을 통한 생산적 가치 분류

산지의 생산적가치 유형분류를 위한 평가지표는 크게 지형/지질, 기후, 토양, 식생, 임상, 토지피복, 산지구분, 재해 등의 지표로 구분하였다(Table 4). 주요 평가지표별 구분기준은 현행 산지평가기준인 「산지구분 타당성 조사 및 산지구분 조정 지침(산림청, 2008)」의 산지특성 평가지표 및 활용 자료를 토대로 평가하였으며, 기타 계량화가 가능한 지표를 선정하여 기준치를 산정하였다.

평가 지표로 활용된 자료들을 각각 10×10 grid로 변환한 후, 개별 지표의 기준을 따라 1~5까지 점수를 부여하였다. 점수가 부여된 grid화 된 각각의 지표들을 중첩하여 최종 점수값을 산출하여, 각 지표별 평가 결과는 0~90 사이의 값으로 나타내었으며, 대상 지역인 산지에 대해 1~5등급의 5단계로 등간격으로 점수를 구분하여 최종적으로 생산적 가치를 분석하였다.

각 평가인자별 분석방법은 지형/지질 부문의 경우 1:5,000 수치지형도를 이용해 표고·경사·방위분석도를 생성하여 평가기준에 따라 각 점수를 부여하였으며, 산림입지도의 모암 및 지형을 기준에 따라 점수를 부여하였다. 토양부문에는 산림입지도의 토심·건습도·토성·토양배수를, 식생부문에는 생태자연도의 식생우수성을 평가기준에 따라 점수를 부여한 후 결과도면을 생성하였으며, 임상부문에는 임상도의 임상·경급·영급·소밀도를 평가기준에 따라 점수를 부여한 후 합산 하였다. 접근성부문은 도로망도를 기초로 평가기준에 따라 버퍼를 생성한 후 점수를 부여하였으며, 토지피복 및 재해의 지표군에 대해서도 각각의 평가기준에 따라 점수를 부여한 후 결과도면을 생성하였다.

이렇게 생성된 지형/지질, 토양, 식생, 임상, 접근성, 토지피복, 재해부문의 주제도 점수를 모두 합산하여 최종 생산적 가치를 분석하였다. Fig. 4는

전체 흐름도를 나타낸 것이다.

Table 4. Evaluation factors and criteria for forestland production value

평가지표	평가인자	등급 및 기준				
		5점	4점	3점	2점	1점
지형·지질	표고	250m미만	250m이상 500m미만	500m이상 750m미만	750m이상 1,000m미만	1,000m이상
	경사	15°미만(완)	15~20°(경)	20~25°(급)	25~30°(협)	30°이상(절)
	모암	퇴적암	화성암	변성암	-	-
	지형	평탄지	완구릉지	산록	산복	산정
	방위	남	남동, 남서	동, 서	북동, 북서	북
토양	토심	90cm이상	60~90cm	30~60cm	30cm미만	-
	건습도	적윤	약습	약건	습	건조
	토성	양토, 미사질 양토	식양토, 미사질 식양토	양질사토, 사질 식양토	사양토, 미사질 식토	사토, 식토
	토양배수	매우양호	양호	보통	불량	-
식생	식생보전 등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
임상	임상도 임상	기타(임간 나지제외)	인공림	자연림 (침엽수)	자연림 (혼효림)	자연림 (활엽수)
	임상도 경급	대	중	소	치수	-
	임상도 영급	5영급이상	4영급	3영급	2영급	1영급
	임상도 소밀도	밀	중	소	-	-
접근성	도로와 거리	100m이하	100m초과 300m이하	300m초과 500m이하	500m초과 1,000m이하	1,000m초과
	기개발지와 거리	1000m미만	1000m 이상 1500m 미만	1500m 이상 2000m 미만	2000m 이상 3000m 미만	3000m 이상
토지 피복	토지 피복지도	산림지역	초지	농업지역	습지, 나지	시가화 건조지역
재해	산사태위험 관리지도	4등급	3등급	2등급	1등급	-

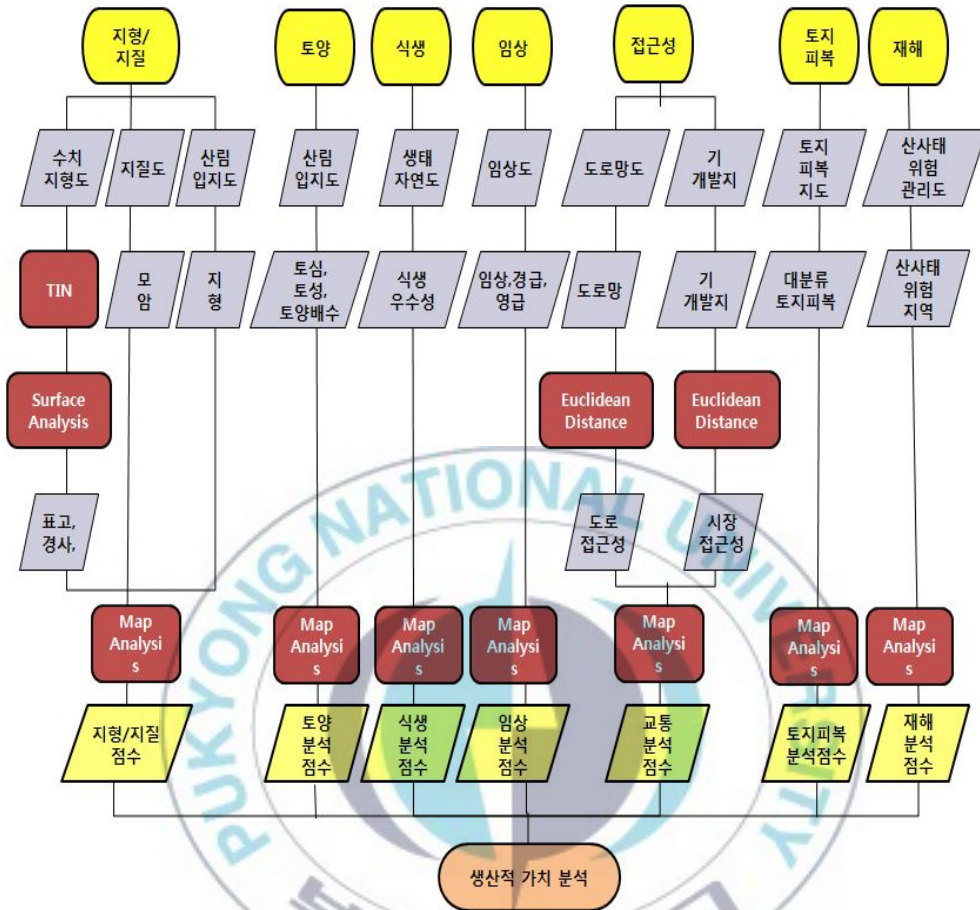


Fig. 4. Analysis flowchart for forestland production value.

3.4 그리드 중첩을 통한 휴양적 가치 분류

산지에 대한 휴양적 가치의 주요 평가 지표별 구분 기준은 「산림문화 휴양에 관한 법률」에서 규정하고 있는 “자연휴양림 예정지 적지평가조사서”(산림청, 2008)을 토대로 하여, 객관적으로 평가하고 계량화가 가능한 지표 및 이를 대체 할 수 있는 지표를 선정하여 휴양적 가치를 구분하는 기준치를 산정하였다(Table 5).

Fig. 5는 휴양적 가치 분류를 위한 흐름도이다. 휴양적 가치 분석 방법은 앞서 생산적 가치 유형 평가방법 과 동일하게 평가 지표로 활용된 자료들을 각각 10×10 grid로 변환한 후, 개별 지표의 기준을 따라 1~5까지 점수를 부여하였다. 점수가 부여된 grid화 된 각각의 지표들은 중첩하여 최종 점수값을 산출하여, 0~40 사이의 값으로 나타내었으며, 대상 지역인 산지에 대해 1~5등급의 5단계로 등간격으로 구분하여 최종적으로 휴양적 가치를 구분하였다.

각 평가인자별 분석 방법은 경관부문의 경우 생태·자연도, 임상도의 임상·영급·소밀도를 평가기준에 따라 점수를 부여한 후 분석하였으며, 수계부문은 하천도를 기초로 평가기준에 따라 버퍼를 생성한 후 점수를 부여하였고, 접근성 부문은 수치지형도 및 도로망도를 기초로 각각의 평가기준에 따라 버퍼를 생성한 후 점수를 부여하여 분석하였다. 또한 개발여건 부문의 경우 산사태위험관리도, 수치지형도를 기초로 제작한 경사분석도를 이용하여 분석하였으며, 이렇게 생성된 경관, 수계, 접근성, 개발여건 부문의 평가결과의 점수를 모두 합산하여 최종 휴양적 가치를 분석하였다.

Table 5. Evaluation factors and criteria for forestland recreation value

평가지표	평가인자	등급 및 기준				
		5점	4점	3점	2점	1점
경관	생태 자연도	1등급	2등급	3등급	-	-
	임상	자연림	인공림	기타	-	-
	영급	5영급이상	4영급	3영급	2영급	1영급
	소밀도	밀	중	소	-	-
	하천과의 거리	100m미만	100~300m	300~500m	500~1000m	1000m이상
접근성	도로와의 거리	100m미만	100~300m	300~500m	500~1000m	1000m이상
개발여건	산사태 위험도	4등급	3등급	2등급	1등급	-
	경사도	15°미만	15~20°	20~25°	25~30°	30°이상

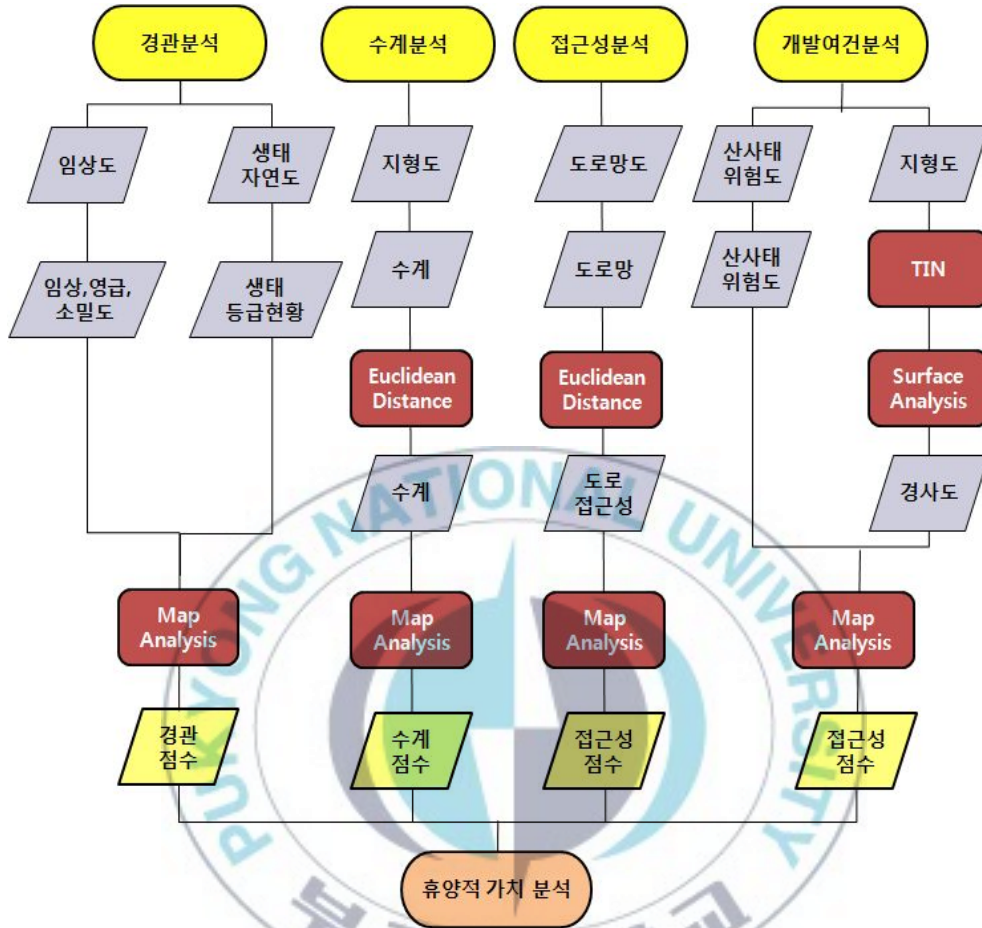


Fig. 5. Analysis flowchart for forestland recreation value.

3.5 토지적성평가 방법을 활용한 계획적 가치 분류

산지의 계획적 가치는 입지여건, 접근성, 연계성, 이용여건으로 구분하여 평가하였으며, 각각의 분석방법에 의해 해당 지표를 분석하여 계획적 가치를 평가하였다(Table 6). 분석 방법은 토지적성평가의 분석방법을 토대로 각각 10×10 grid로 변환한 후, 해당 평가 지표군에 따라 퍼지함수, 비율지표, 중력모형 등의 방법을 이용하여 각 지표별 0~100점의 값을 가지도록 표준화 하였다. 각각의 표준화 한 지표들을 모두 종합한 0~500점 사이의 값을 대상 산지에 대해 1~5등급의 5단계로 등간격으로 구분하여 최종적으로 계획적 가치를 구분하였다(Fig. 6).

계획적 가치 유형분류의 경우 기존 토지적성평가에 사용되는 항목에서 산지 이용유형 분류에 적합한 지표를 추출하여 사용하였기 때문에 각각의 지표를 하나의 단위로 표준화 하는 작업이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 평가기준을 표준화하는 방법으로 비율지표 방법, 퍼지함수 방법, 중력모형을 통한 평가점수 산출 방법 등을 이용하여 개별 지표를 표준화하여 종합화 하였다.

표준화 방법은 국토연구원(2001)의 연구 결과에 따랐으며, 입지여건 및 접근성 관련 지표의 경우, 도로와의 거리가 가까울수록 이용압력이 높고, 멀어질수록 낮아진다는 개념 하에 퍼지집합을 이용하여 거리에 대해 1과 0 사이의 점진적인 값을 부여하여 연속적인 값으로 표준화 하였다(Fig. 7). 접근성 지표인 표고 및 경사도의 경우 역시 표고와 경사가 높을수록 이용압력이 낮아지고, 낮을수록 이용압력이 높아진다는 개념을 적용하여 지표를 표준화 하였다.

Table 6. Evaluation factors and method for forestland development value

평가지표	평가인자	분석방법	비고
입지여건	경사도	폐지함수	-
	표고		-
접근성	도로와의 거리	폐지함수	-
연계성	도시용지 비율	비율지표	주거, 상업, 공업지역 지구단위계획구역 도시개발구역 택지개발지구
이용여건	공공편의 시설과의 거리	중력모형	시·군·구청 경찰서, 기차역 버스터미널

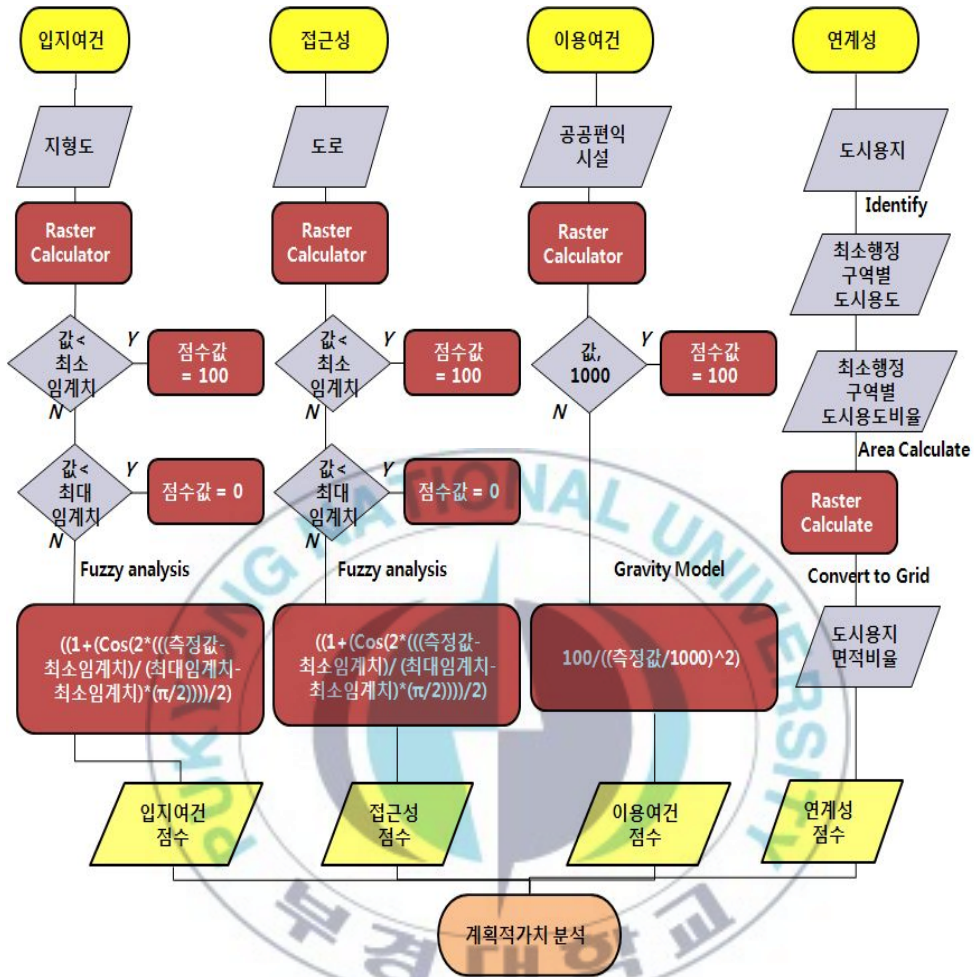


Fig. 6. Analysis flowchart for forestland development value.

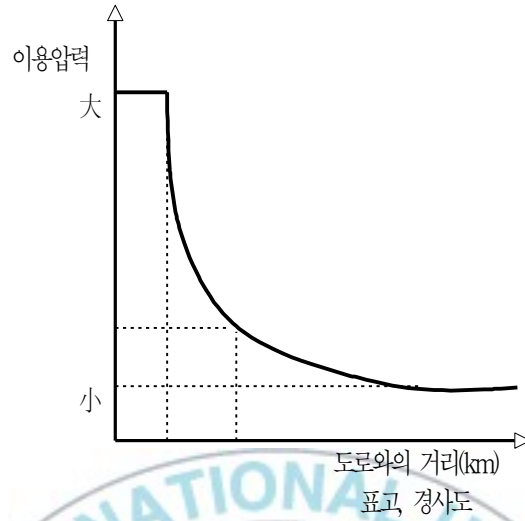


Fig. 7. Relationship between development pressure and access, topographic conditions.

$$\mu = 1 (\omega < a)$$

$$\mu = \frac{1 + \cos 2 \left[\frac{\omega - a}{b - a} \times \frac{\pi}{2} \right]}{2}$$

$$\mu = 0 (\omega > b)$$

- a : 최소임계치
- b : 최대임계치
- ω : 측정값
- μ : 퍼지점수값

퍼지 함수에 사용된 임계치는 각 대상지역의 특성을 고려하여 설정하여. 경사도의 경우, 최소 임계치는 적성평가에서 사용한 5°로 설정하였으며, 최대 임계치는 해당 지역 도시계획 조례에 의한 개발행위 허가 기준을 사용하였다. 표고 및 도로와의 거리에 대한 임계치의 경우 해당지역의 특성을 고려하여 표준정규분포에 의한 Z값의 상하위 20%를 각각 최대, 최소 임계치로 설정하였다.

연계성 부문의 경우 비율지표 방법을 사용해 주거, 상업, 공업지역, 도시개발구역, 지구단위계획구역, 택지개발지구 및 산업단지로 등 도시용지로 지정된 곳을 도시용지로 구분하여 최소행정구역 면적에 대한 도시용지 면적 비율을 표준화하여 5등급으로 구분한 후 지표별 표준점수를 산정하였다.

Table 7. Standard index for forestland development value

분포	20% 이상	20~40	40~60	60~80	80% 초과
평가	20점	40점	60점	80점	100점

한편, 이용여건에 해당하는 공공편익시설과의 거리 지표 표준화에 사용한 중력모형법은 두 개의 지점 사이의 영향력은 거리의 제곱에 반비례한다는 분석방법으로 해당지역이 공공편익 시설로부터 멀어질수록 중심시설의 이용의 편이성이 낮아지므로 중력모형을 통해 분석하였다.

4. 결과 및 고찰

산지가치를 평가하기 위하여 경기도 남양주시를 대상으로, 유형구분을 한 후, 보전적 가치, 생산적 가치, 자연 휴양적 가치, 계획적 가치로 분류한 결과는 Fig. 8~11, Table 8~11과 같다.

남양주시 전체 면적은 458km² 이고, 이중 약 68%인 313km²가 산지이다. 산지 중에서 보전적 가치가 있는 것으로 나타난 면적은 약 62%인 195 km² 이고, 보전 가치가 낮은 지역은 주로 북동쪽의 118km²로 약 38%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 8, Table 8).

생산적 가치 분석 결과에 의하면, 2등급 이상의 가치가 있는 지역은 약 250km²로 80% 이상을 차지하고, 3~5등급까지의 면적은 20% 이하로, 생산적 가치가 매우 높은 것으로 나타났다. 서부쪽의 시가지가 자리잡고 있는 지역을 중심으로 생산적 가치가 낮고, 동부쪽의 남북축을 따라 생산적 가치가 높은 지역이 분포하고 있음을 알 수 있다(Fig. 9, Table 9). Fig. 10과 Table 10은 남양주시 산지의 자연 휴양적 가치 분석 결과를 보이고 있다. 가치 3등급 이상이 88% 이상이고, 4, 5등급은 약 11% 정도를 차지하고 있다. 이는 산지의 생산적 가치 분석 결과와 거의 일치하는 결과인데, 생산적 가치 3등급 이상이 90%인 점을 고려하면 삼림이 많아서 생산적 가치가 높은 지역이 휴양적 가치도 높다는 것을 알 수 있다. 이러한 사실은 Fig. 9와 10을 통해서도 시각적으로 쉽게 확인할 수 있다.

남양주시 산지에 대한 계획적 가치 분석 결과는 Fig. 11과 Table 11에 나타나 있다. 계획적 가치가 높은 1, 2등급의 면적은 약 93km² 로 30% 정도를 차지한다. 그리고 계획적 가치가 낮은 4, 5등급 면적은 114km²로 36% 정도로 나타났다. 기존 시가지와 가깝고 접근성이 좋을 뿐만 아니라 경사도도 낮은 지역이 계획적 가치가 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 반면, 오른쪽의 남북축을 따라 계획적 가치가 낮은 지역이 나타나는데, 이 지역은 생

산적 가치나 휴양적 가치(Fig. 9, Fig. 10)가 상대적으로 높은 지역임을 확인할 수 있다.

권순덕 외(2008)는 산지 가치 분석결과에 대해, 보전적 가치>생산적 가치>휴양적 가치>계획적 가치 순으로 순위를 반영하여 최종적으로 산지 가치를 구분하여 종합한 바 있다. 이 중 보전적 가치의 경우 법적인 규제지역을 대상으로 산지의 가치에 대해 평가를 하였기 때문에 최소지표법을 적용하여 종합화 하였으며, 최소지표법을 통해 제적된 보전적 가치의 산지를 제외한 나머지 산지에 대해 생산적 및 계획적 가치를 각각 구분하였으며, 휴양적 가치의 경우 생산적 가치와 계획적 가치의 개념을 모두 반영하고 있다고 판단하여 최종 종합화에는 반영하지 않고 적지판단의 기준으로 반영하였다.

남양주시의 경우 생산적 가치 2등급으로 분류한 지역이 80% 이상을 차지하고 있기 때문에, 각각 산지의 가치별 종합화 작업시 생산적 가치의 경우 2등급으로 분류된 지역까지만 반영하도록 하고 그 나머지 산지지역에 대해 계획적 가치 지역을 반영하도록 하였다. 휴양적 가치의 경우 역시 2등급으로 분류된 지역이 전체의 50% 이상을 차지하므로 2등급으로 분류된 지역까지만 적지판단의 자료로서 종합화 작업에 이용 하였다. 이렇게 하여 분석된 결과를 Fig. 12와 13, Table 12에 정리하였다.

산지의 가치 분석결과를 종합한 결과 전체 산지에 대해 보전적 가치는 195km²이며, 보전적 가치를 제외한 생산적가치가 매우 높은 지역은 96km²이고, 휴양적 가치가 높은 지역은 59km²이고, 계획적 가치가 높은 지역은 11km²로 나타났다.

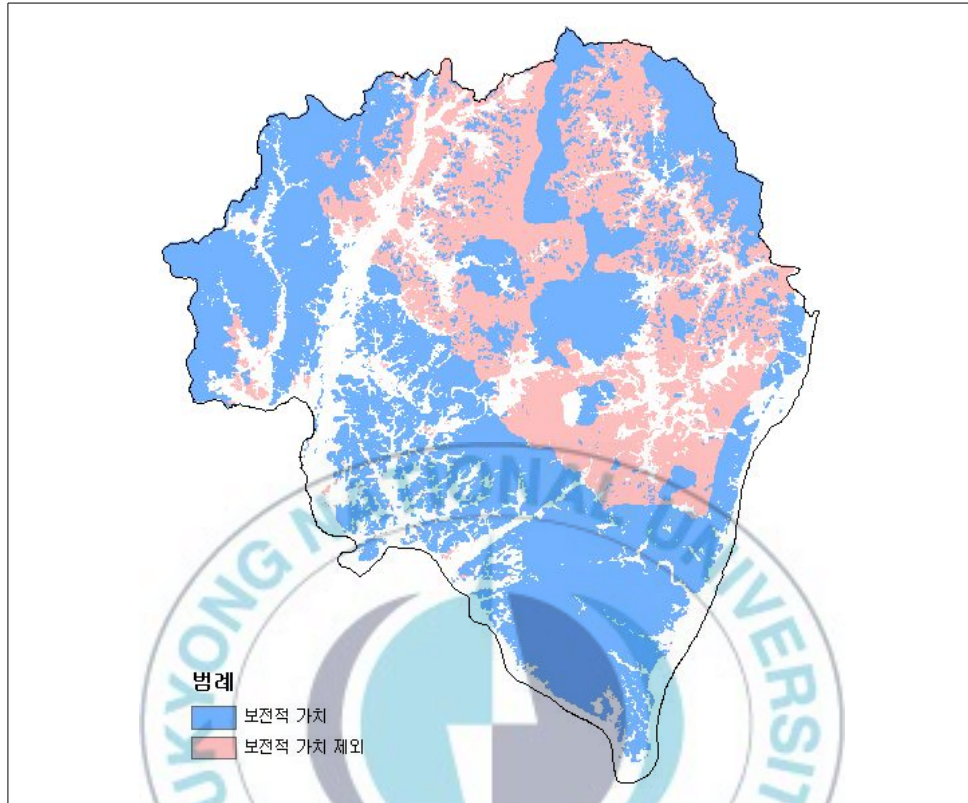


Fig. 8. Distribution of forestland conservation value.

Table 8. Area and rate of forestland conservation value

구분	면적(km)	비율(%)
보전 가치역	194.92	62.28
보전 가치 제외역	118.05	37.72
합계	312.97	100.00

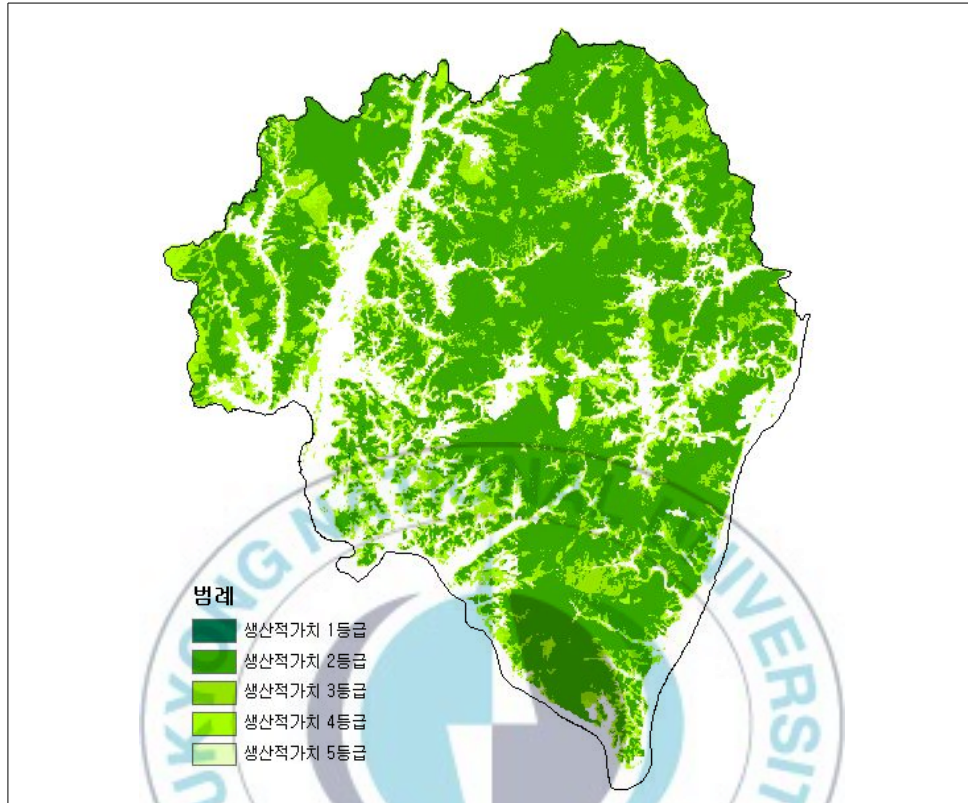


Fig. 9. Distribution of forestland production value.

Table 9. Area and rate of forestland production value

가치 구분	면적(km)	비율(%)
1등급	0.68	0.22
2등급	251.62	80.40
3등급	33.93	10.84
4등급	26.49	8.46
5등급	0.26	0.08
합계	312.97	100.00

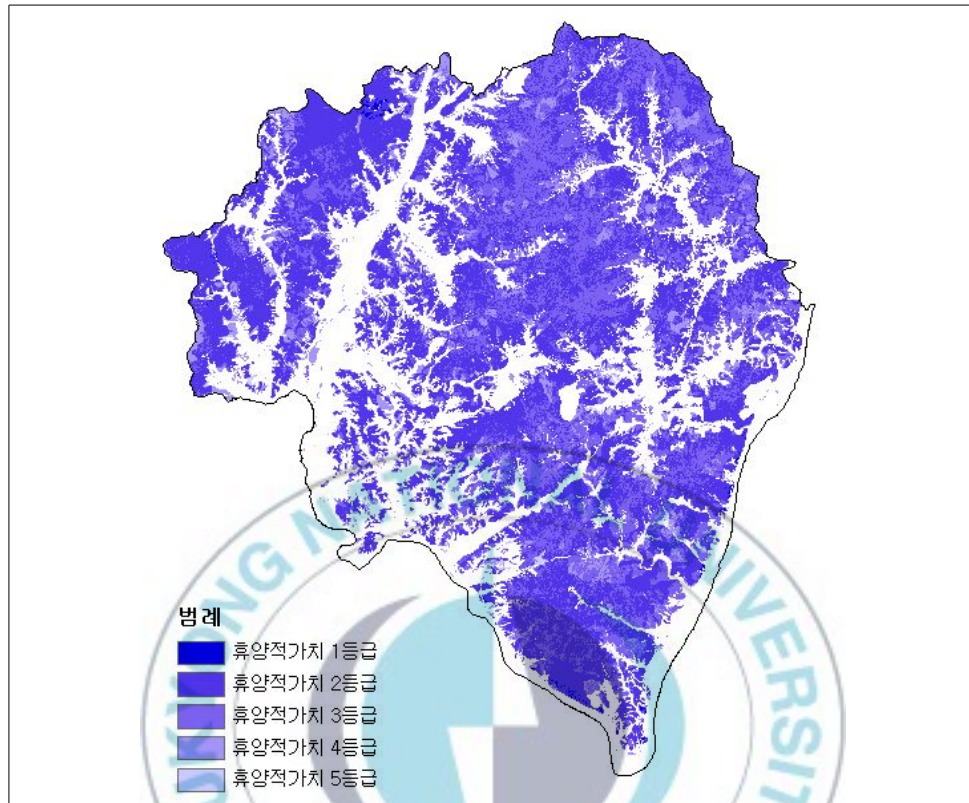


Fig. 10. Distribution of forestland recreation value.

Table 10. Area and rate of forestland recreation value

가치 구분	면적(km)	비율(%)
1등급	0.76	0.24
2등급	168.60	53.87
3등급	109.18	34.88
4등급	31.41	10.04
5등급	3.03	0.97
합계	312.97	100.00

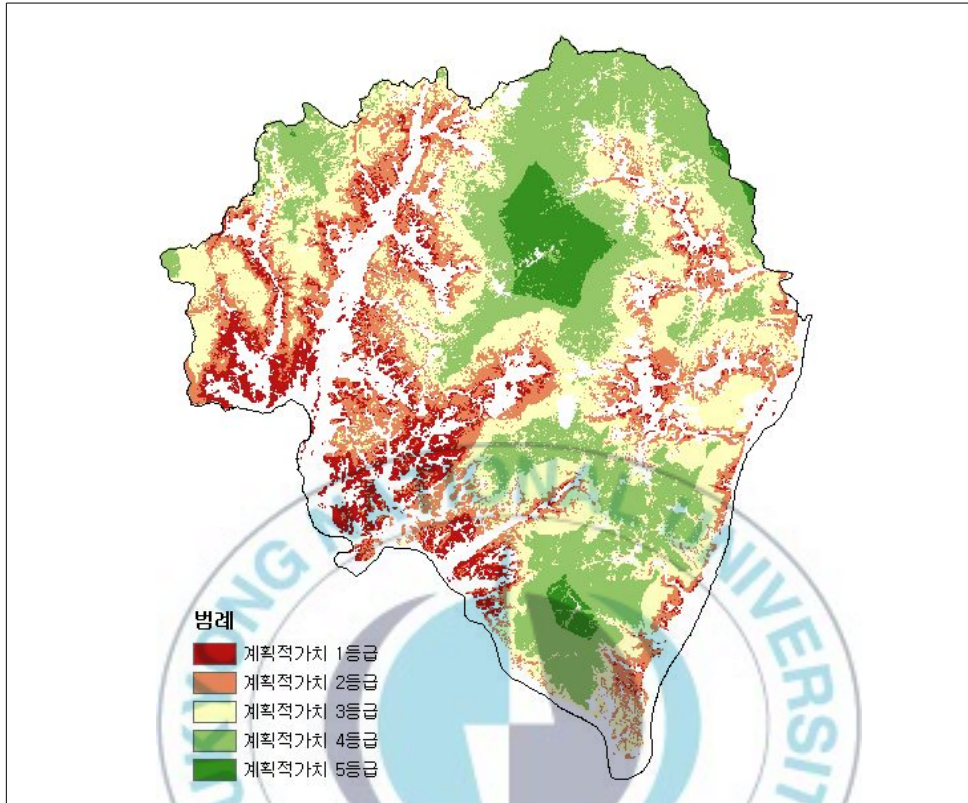


Fig. 11. Distribution of forestland development value.

Table 11. Area and rate of forestland development value

가치 구분	면적(km)	비율(%)
1등급	28.74	9.18
2등급	64.23	20.52
3등급	105.71	33.78
4등급	98.40	31.44
5등급	15.89	5.08
합계	312.97	100.00

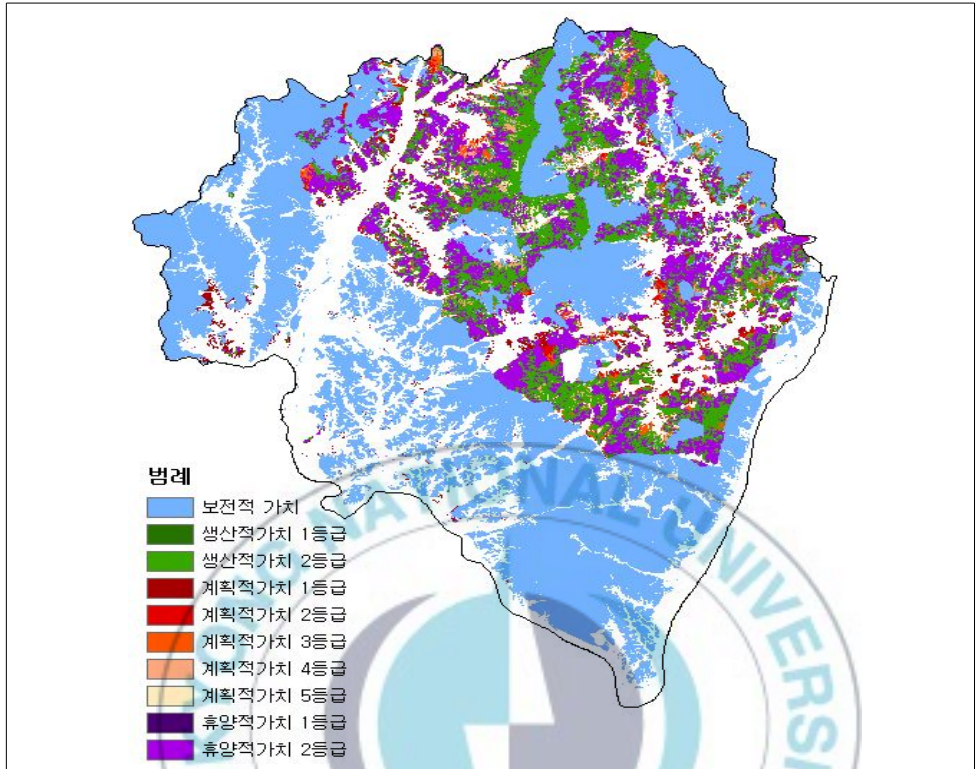


Fig. 12. Comprehensive analysis of forestland value in Namyangju.

Table 12. Comprehensive area and rate of each forestland value

구분		면적(km)	비율(%)
보전적 가치		194.92	62.28
생산적 가치	1등급	0.12	0.04
	2등급	96.16	30.73
휴양적 가치	1등급	0.00	0.00
	2등급	59.07	18.87
계획적 가치	1등급	4.20	1.34
	2등급	6.54	2.09

5. 영상을 이용한 산지 가치 분석의 검증

항공사진을 이용해 남양주시를 대상으로 산지의 가치에 대한 유형을 종합화 한 결과를 검증하였으며, 검증 지역은 생산적 가치나 계획적 가치가 높은 확실한 지역을 대상으로 하여, 계획적 가치가 높게 나타난 지역(A), (E), 생산적 가치가 높게 나타난 지역(E), 생산적 가치 지역 내 계획적 가치가 간섭해 나타난 지역(B), 생산적 가치와 계획적 가치가 혼재해서 나타난 지역(C)을 랜덤으로 선정하였다(Fig. 13).

산지 가치 분석 결과와 영상을 비교한 결과는 Fig. 14~18에 나타나 있다. 비교 결과 5개의 지점에 대해서 (E) 지점을 제외 하고는 분석결과가 영상과 잘 일치하는 것으로 나타났다. (E)지역은 생산적 가치가 높은 지역임에도 불구하고 계획적 가치로 이용되고 있는 등의 불일치하는 부분이 타났는데, 이는 분석에 사용된 원시자료의 갱신이 이루어지지 않음에 따른 자료의 시기 차이에서 발생하는 불일치로 판단된다.

그러나, 이러한 산지 가치의 유형분류의 최종단계인 종합도는 가치의 우선순위에 따라 종합하였기 때문에, 가치유형별 동일한 등급이 나타나더라도 높은 순위의 등급만 표현되므로 최적의 산지가치 유형구분이라고 할 수 없다. 따라서 우선순위를 적용한 산지의 가치 유형구분은 현지 여건이나 경영목표에 따라 수정되어야 할 필요가 있다(김형호외, 2006).



Fig. 13. Sites of forestland value verification in Namyangju.

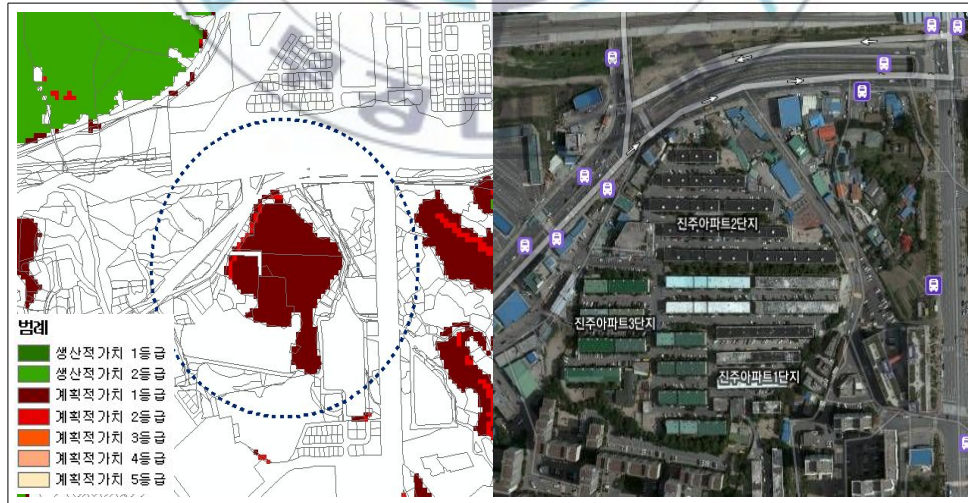


Fig. 14. Verification site A.

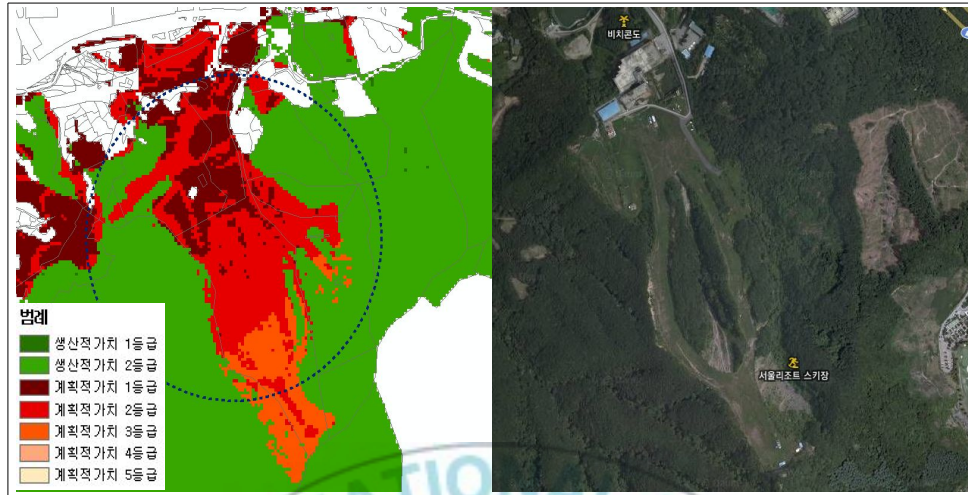


Fig. 15. Verification site B.

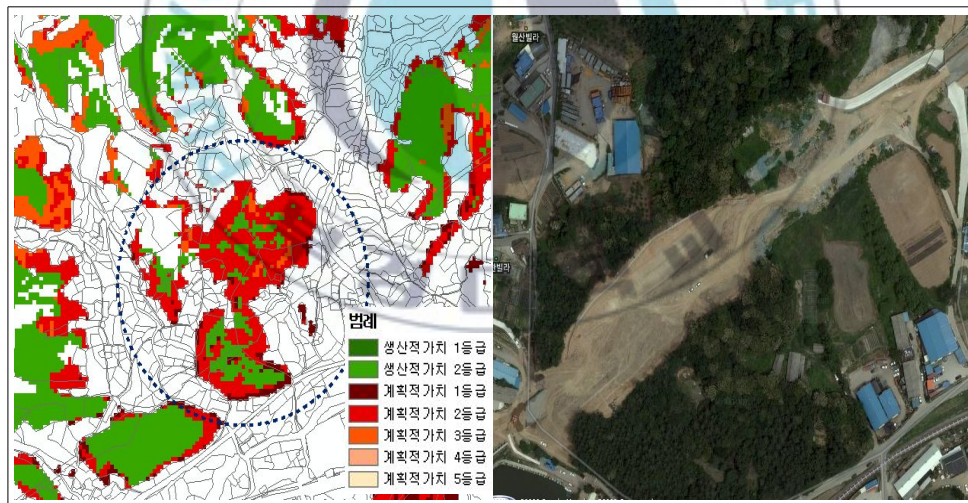


Fig. 16. Verification site C.

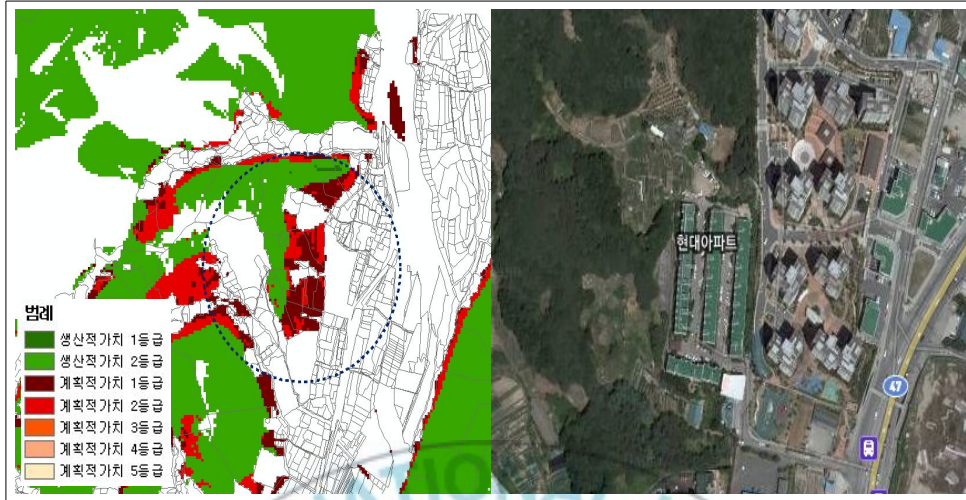


Fig. 17. Verification site D.

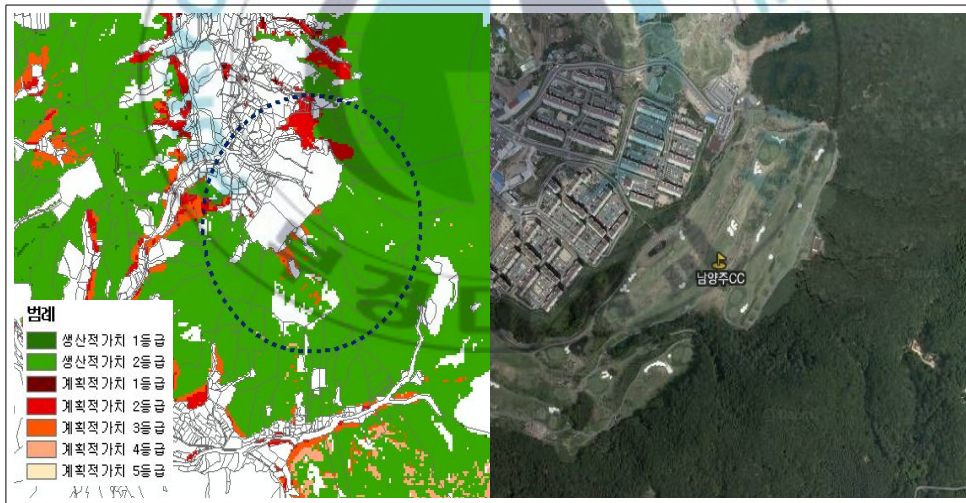


Fig. 18. Verification site E.

6. 결론

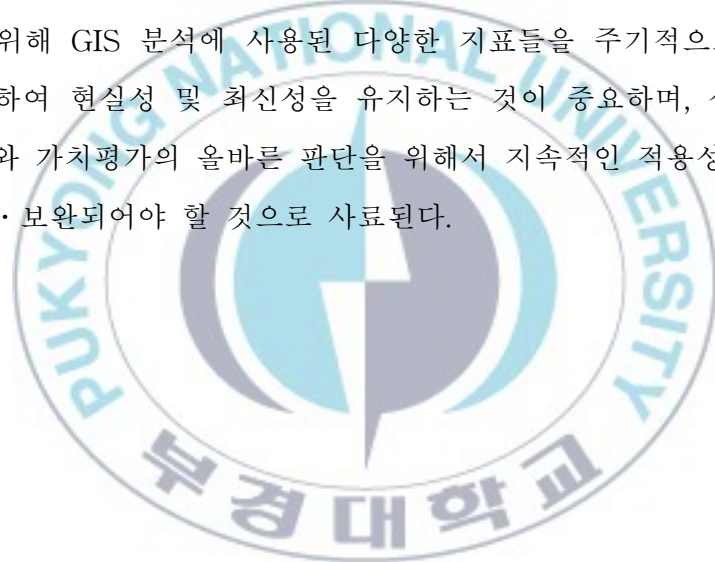
산지에 대한 정확하고 체계적인 분석을 통해 산림생태계의 보호 및 다양한 산지의 기능을 최적으로 활용할 수 있도록 함을 목표로 산지 가치의 유형 구분에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 산지의 가치를 산지의 생태계 보전 측면 등을 고려한 보전적 가치, 산림의 조성과 목재의 공급 등을 위한 생산적 가치, 자연환경을 이용한 휴양시설로의 활용을 위한 휴양적 가치, 그리고 토지의 공급원으로 활용이 가능한 계획적 가치의 4가지의 유형으로 구분하여 경기도 남양주시를 대상으로 산지 가치의 유형을 분석하고, 영상을 통하여 검증하였다.

남양주시를 대상으로 각각 산지에 대한 가치를 평가한 결과 남양주시 전체 산지면적 313km² 중에서 보전적 가치가 있는 것으로 나타난 면적은 약 62%인 195 km²로 나타났으며, 법적인 규제지역을 대상으로 평가한 보전적 가치 지역을 제외한 나머지 산지에 대해 가치의 순위에 따라 생산적 가치가 높은 지역을 우선으로 평가한 후, 다시 계획적 가치 지역을 반영하였다. 그 결과 생산적 가치가 높은 2등급 이상인 지역은 96.28km²로 나타났으며, 계획적 가치가 높은 지역은 10.74km²로 나타났다. 한편, 휴양적 가치가 높은 지역의 경우 역시 2등급 이상인 지역인 59.07km²를 대상으로 하여 적지 판정의 개념으로 반영하였다.

남양주시를 대상으로 각각의 가치를 분석한 결과에 대해 영상을 통해 가치 분석의 검증을 수행하였다. 검증 지역은 생산적 가치나 계획적 가치가 높은 지역을 대상으로 하여 계획적 가치가 높게 나타난 지역과 생산적 가치가 높게 나타난 지역, 그리고 생산적 가치와 계획적 가치가 혼재해서 나타난 지역 등을 대상으로 검증 작업을 수행하였으며, 검증결과 5개 지점 중 1개 지점을 제외 하고는 분석결과가 영상과 잘 일치하는 것으로 나타났다. 분석결과와 영상 비교 결과가 일치하지 않는 지역에 대한 원인 분석을

실시한 결과, 분석에 사용된 원시자료가 갱신이 이루어지지 않아 영상 자료와의 시기 차이에서 발생한 불일치로 판단되었다.

본 연구에서는 가치 유형을 4가지로 설정하여 분류하였으나, 향후 가치 유형별 우선순위를 다양하게 설정하여 그 구분 결과를 비교해 봄으로써 산림경영 목표에 적합한 산지의 가치 유형구분이 가능할 것으로 판단된다. 또한, 가치 유형구분에 사용된 각각의 지표들에 대해 산지의 가치 평가를 위해 추가로 반영할 지표들을 고려하여 산지 가치에 대해 보다 더 정확한 평가가 이루어 질 수 있도록 해야 할 것으로 생각된다. 그리고, 산지의 가치평가를 위해 GIS 분석에 사용된 다양한 지표들을 주기적으로 갱신, 유지·관리 하여 현실성 및 최신성을 유지하는 것이 중요하며, 산지의 합리적인 관리와 가치평가의 올바른 판단을 위해서 지속적인 적용성 검토를 통하여 수정·보완되어야 할 것으로 사료된다.



References

- 권순덕, 박영규, 김은희, 2008. GIS를 이용한 산림기능구분에 관한 연구. 한국 지리정보학회지. 11(4.):10-21.
- 김형호, 정세경, 정주상, 2006. 산림기능평가를 위한 GIS 응용모델의 개발, 한국지리정보학회지, 9(4.):1-11.
- 박영규, 2002. 환경친화적 산지개발의 기준과 지표설정에 관한 연구, 건국대학교 대학원, 산림자원학과, 박사학위논문.
- 박영규, 김형호, 김종호, 전준현, 성규철, 권순덕, 정세정, 정주상, 2005. 공간분석모델링을 이용한 산림기능 유형별 잠재력 평가. 산림과학논문집, 52:124-137.
- 산림청, 2008. 산지이용실태조사 연구 보고서.
- 산림청, 2008. 산지구분타당성조사 및 산지구분 조정 지침.
- 서수현, 유리화, 이계한, 안기완, 2006. GIS 적용에 의한 산림기능평가, 산림경제연구, 14(2):45-54.
- 성규철, 박영규, 정주상, 김종호, 권순덕, 김형호, 2004. 산림기능구분도 작성, 임업연구원.
- 이진규, 김종호, 서옥희, 1989. 산림기능분류 및 평가방법연구, 임업연구사업보고서.
- 이경학, 1995. 산림기능잠재력 및 분류시스템, 산림과학논문집, 52:124-137.
- 정영관, 손영모, 이광수, 강진택, 정수영, 1996. GIS기법을 이용한 산림의 다목적 기능개발, 산림경제연구, 4(2.):15-28.
- 정주상, 김의경, 이현호, 신원섭, 1999. 산림기능평가에 관한 연구.

- 정주상, 김형호, 차재민, 박영규, 2002. GIS응용에 의한 산림기능 적합도 분석을 위한 산림구획 기법, 한국임학회지, 91(1):1-9
- 최종천, 최종운, 1998. 산지의 합리적 이용방안에 관한 연구, 한국산림경제학회, 6(2):1-19.
- 최조룡, 최정기, 우종춘, 2003. 산림휴양 적지평가를 위한 GIS 기법에 관한 연구, 한국산림경영학회, 11(1):60-67.
- 한국토지공사, 1998. 산지개발 모형작성에 관한 연구 보고서.



감사의 글

2년이라는 학업의 과정을 거치고 학업의 결실인 석사 논문을 이렇게 완성하게 되었습니다. 회사 생활을 하면서 학교를 다니는 것이 생각했던 것 보다 훨씬 더 어려운 일이었지만, 주위에 많은 분들의 도움 덕에 이렇게 포기하지 않고 끝까지 학업을 마칠 수 있었습니다.

다시 학업을 시작하려는 저에게 할 수 있다는 용기를 주시고, 언제나 응원해주신 부드러운 카리스마를 가지신 김영섭 교수님께 가장 먼저 고개 숙여 깊은 감사를 드립니다.

그리고 바쁘신 와중에도 많은 관심을 주시고, 논문의 방향을 잡지 못하고 헤매고 있을 때 시원시원하게 방향을 잡아주신 한경수 교수님께도 깊은 감사를 드립니다. 학부 때부터 많은 가르침을 주신 윤홍주 교수님, 찾아볼 때면 언제나 반갑게 맞이해 주시는 최철웅 교수님, 서용철 교수님, 그리고 지금은 미국에 계신 배상훈 교수님께도 감사 드립니다. 항상 메신저로 궁금한거 물어보느라 귀찮게 해드린 이희중 조교 선생님께도 감사드립니다.

과정 내에 논문을 완성할 수 있게 격려도 해주시고, 시간에 쫓겨 포기하려는 저에게 용기도 주시고, 또 조언도 많이 해 주신 종민선배, 석사과정 내내 수업 준비, 과제준비 때마다 조언을 해주고 질문이 있을 때마다 성의있게 알려준 학교생활 전반에 있어 너무 너무 많은 도움을 주었던 창석, 수업이 있을 때마다 찾아가서 출력 부탁하고, 이런저런 신세를 많이 진 지용, 이번에 같이 졸업하면서 의지가 되어주고 외롭게 졸업하지 않게 해준 재문, 항상 볼 때마다 즐거움을 준 태우 모두 너무 감사합니다. 그리고 같이 회사생활 하면서 학업을 시작한 권기찬 대리님, 성진씨, 은영이, 함께 하는 사람이 있어 일과 학업을 병행하는 일이 그리 힘들지 만은 않았던 것 같습니다. 모두들 감사합니다. 그리고 제가 학업을 잘 마칠수 있도록 배려해 주신 전우송 사장님 및 회사 분

들께도 모두 감사드립니다.

논문 심사를 앞두고 급하게 발표자료 수정하느라 밤을 쉰 때, 선뜻 실험실 자리를 내어준 생태기후 원격탐사실원 식구들, 아무 때나 찾아가도 항상 반갑게 맞아주는 PE&RS실원 가족들 모두 감사합니다.

그리고, 사회생활을 하면서 얻은 저의 가장 큰 재산, 정임언니, 승희언니, 지은언니, 그리고 선민언니.. 무슨 일이든 항상 같이 고민해주고 조언해 주시는 언니들 정말 감사합니다.

대학교부터 항상 함께해 온 나의 든든한 후원자들이자 평생지기인 친구 혜미, 현진, 그리고 우리 99학번 위성동기들 지현, 화선, 은희, 정미, 재현, 가영 모두들 고맙습니다. 또한 어릴 때부터 지금까지 항상 변함없는 모습으로 있어준 나의 사랑하는 친구들 수정, 경순, 성난, 세희 에게도 항상 응원해 줘서 감사하다는 말을 전하고 싶습니다.

끝으로, 학업을 시작한다고 했을 때 가장 먼저 찬성해 주시고, 지원해 주신 사랑하는 아빠, 그리고 언제나 걱정해 주시는 사랑하는 엄마, 지금은 군대에서 씩씩하게 나라를 지키고 있는 내 동생 동욱, 그리고 결혼 했지만 무슨 일이든 항상 나와 함께 해주는 사랑하는 나의 언니 상희, 뭐든지 항상 꼭 함께 챙겨 주시는 자상한 우리 형부, 그리고 너무너무 사랑스러운 조카 지우, 모두들 감사하고 너무 너무 사랑합니다. 마지막으로 학교 갔다 늦게 돌아오는 저를 위해 늘 역까지 데리러 와주고 항상 믿어주고 또 걱정해주는 우리 성현군에게 늘 감사하다는 말로 감사의 글을 마치겠습니다.

감사합니다.

2009년 7월 9일 하 도 드림