

통합정보제공을 위한 공간정보 기반의 국내 능선축 구축

이명진¹ · 이수재^{1*} · 이창연¹

An Integrated Information Distribution System for Mountain Ridgelines Using Spatial Information

Moung-Jin LEE¹ · Soo-Jae LEE^{1*} · Chang-Yeon LEE¹

요 약

본 연구는 공간정보를 활용하여 국내 능선축을 구축하고, 주변 자연환경의 기초정보를 분석하여 관련 정보의 통합·제공체계를 구축하는 것이다. 이를 위하여 첫째, 국내 능선축(대간, 정맥, 지맥 및 기맥)을 공간정보로 구축하고 정립하였다. 둘째, 국내 능선축의 원류 및 분기 등의 현황을 체계적으로 분석하기 위하여 코드화를 수행하였다. 셋째, 기 구축된 능선축 주변의 자연환경(지형정보, 생태·자연도 및 국토환경성평가지도) 관련 공간정보를 활용하여 현황을 분석하였다. 넷째, 전술된 3가지 정보를 통합하여 활용하는 방안으로 Web GIS 기반의 능선축 통합정보제공 체계를 제안하고 기본 기능을 도출하였다. 지맥 및 기맥과 같은 능선축의 구축은 기존의 대간 및 정맥의 구축과 정보다 세밀히 분석해야 하기 때문에 구축방법을 보다 개선하여 정확도를 높였다. 국내 능선축을 길이에 따라서 5개의 등급으로 구분하였으며, 능선축 자체의 연결된 현황 파악을 위하여 백두대간을 기반으로 분류체계를 코드화 하여 전체 능선축에 적용하였다. 또한 능선축 주변을 거리에 따라서 핵심, 완충, 중점으로 3가지 구분하고 주변의 기초 자연환경을 분석하였다. 이를 바탕으로 능선축 관련 정보를 효율적으로 활용하기 위한 기본 방안을 제시하였다. 본 연구에서는 기존에 정규화되지 못했던 국내 능선축을 공간정보를 활용하여 정리하고 분석하였다. 이를 바탕으로 능선축 관련 정보를 효율적으로 활용하기 위한 방안을 모색하기 위한 연구라고 할 수 있다.

주요어 : 공간정보, 능선축, 통합정보제공, 코드화

ABSTRACT

First purpose of this study is to build Korean mountain ridgelines based on GIS by using spatial information and analyze natural environment around mountain ridgelines built before. Second purpose of this study is to integrate Korean ridgelines and natural environment built before and then provide the integrated information related to

2014년 3월 29일 접수 Received on March 29, 2014 / 2014년 6월 12일 수정 Revised on June 12, 2014 / 2014년 6월 13일 심사완료 Accepted on June 13, 2014

1 한국환경정책·평가연구원 국가기후변화적응센터 Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute

* Corresponding Author E-mail : sjlee@kei.re.kr

ridgelines for public. To do so, first of all, Korean mountain ridgelines including Deagan, Jeongmeak, Gimeak, Jimeak, are built as spatial information. Second, Encoding of mountain ridgelines is conducted to analyze main and divaricate ridgelines systematically as grades of ridgelines. Third, based on spatial information, present condition using natural environment including geographical information, ecological zoning map, environmental conservation value assessment map, is analyzed. Finally, as a method integrating and using the aforementioned three information, the system providing integrated information based on GIS is proposed. To build the GIS data of Gimeak and Jimeak, they should be analyzed in more detail than Beakdu Deagan and Jeongmeak, so existing methodology to build mountain ridgelines based on GIS is improved. According to the distance of each mountain ridgeline, they are separated into five grades, and encoding of each mountain ridgeline based on Beakdu Deagan is applied to all mountain ridgelines to figure out the present condition of ridgelines themselves. In addition, according to the distance of each mountain ridgeline, it is separated into three areas: core, buffer, median zone. Based on three zones, the way to make use of the information efficiently related to mountain ridgelines is proposed. This study systematizes Korean mountain ridgelines which did not have systematic structures and then analyzes systematic mountain ridgelines. Based on this analysis, this study finds the way to make use of information related to mountain ridgelines effectively.

KEYWORDS : *Spatial Information, Mountain Ridgelines, Integrated Information Distribution, Encoding*

서론

한반도는 전 국토의 65% 정도가 산지인 산지형 국가로 분류되며, 1970년대 이후 급속한 인구증가와 경제개발 등에 따라 산악지역에 대한 개발압력이 매우 높은 상태이다. 또한 현재 많은 부분이 훼손·변형·멸실되고 있는 상태이다(Ministry of Environment, 2008). 한반도의 능선축은 '동국문헌비고'의 '여지고' 내 '산천'에서 유래한 '산경표'상의 백두대간 체계가 일찍이 자리잡고 있었으며, 이를 반영하여 백두대간 보호에 관한 법률 등이 시행되어 전통적인 능선축에 대한 인식 및 보호에 대한 정책이 수립되어 있다(Korea Forest Service, 1996; Korea Forest Service, 1997a; Korea Forest Service, 1997b). 그러나 현재 능선축

에 대한 국가적 분류 체계의 부재 및 관리에 대한 정부 수준의 지침이 미비하여 국토의 중요한 생태축이 단절 또는 영구 멸실 되는 등 자연환경 상태가 매우 악화되고 있다(Ministry of Environment, 2006). 국내 능선축과 관련된 연구의 주된 방향성은 기존 고지도, 한반도 전도 등을 통하여 대략적인 위치를 산정할 뿐이다(Ministry of Environment, 2001; Ministry of Environment, 2002; Ministry of Environment, 2003). 기존의 대간, 정맥 등을 포함하는 능선축에 대한 연구는 정부 및 민간을 통하여 지속적으로 진행되었지만, 한반도 능선축 전체를 체계적으로 통합하여 보전 및 관리를 연구한 것은 미약한 상황이다(Korea Environment Institute, 2012). 특히, 최근 기후변화 등으로 인하여 한반도 주요 산줄기의 기능과 역할이 동물의 이동성 및 서식처 확보

등 환경안보 차원에서 매우 중요하게 재 부각되고 있다(Olshansky, 1998; Houck, 2005). 또한, 대간, 정맥, 기맥 및 지맥 등의 능선축에 대한 정확한 공간정보 기반의 통합관리체계는 지리적 위치의 정확도를 높인다는 의미뿐만 아니라 주변 자연환경 분석, 관리 방안 수립 및 환경 영향 평가 등에 직접적인 활용도 증가를 도모할 수 있다(Olshansky, 2005).

국내외적으로 공간정보 기반의 능선축과 관련된 통합관리체계에 대한 연구는 Andrew and Shaw(2007)이 미국 Great Smoky Mountains National Park에 대한 자연 경관 보전 및 활용에 대하여 지리정보 기반의 의사결정 시스템(GIS-based spatial decision support system)을 구축하기 위한 연구가 있다. 국내 연구로는 Lee and Kang(2013)의 GIS 기반의 백두대간·정맥 추출과 환경성 평가 방안에 대한 연구와 Park and Son(2005), Park and Son(2008)의 GPS측량을 바탕으로 한반도 산줄기 지도를 제안하는 연구가 있다. 이러한 기존의 연구들은 국지적으로 한정되거나, 공간정보 기반의 분석 방법론과 측량 방법론의 개선을 통하여 보다 정밀한 능선축 추출 및 지도 제작에 목적을 두었다는 점에서 의미가 있다. 그러나 현재 능선축과 관련된 연구가 공간정보, 법규, 문헌 등 분야별로 산재되어 있고, 또한 환경부 등 관련 중앙부처 및 환경영향평가대행자가 능선축 관련 정보를 획득하기 어려운 상황이기 때문에 연구가 부족한 아쉬움이 있다.

본 연구의 목적은 공간정보 기반의 국내 능선축 관련 정보를 통합관리 및 제공하는 체계 구축에 대한 기본연구이다. 이를 위하여 첫째, 기존의 백두대간·정맥 추출 방법론(Lee and Lee, 2013)을 적용하여 신규로 지맥 및 기맥을 추가 구축하였다. 둘째, 전국단위의 대간·정맥·기맥·지맥 및 소지맥을 포함하는 능선축 코드화를 수립하였다. 셋째, 능선축 주변의 자연환경을 분석하였다. 넷째, 이를 바탕으로 국내 능선축 정보 제공 통합 시스템의 구축 방안을 제시하였다(그림 1).

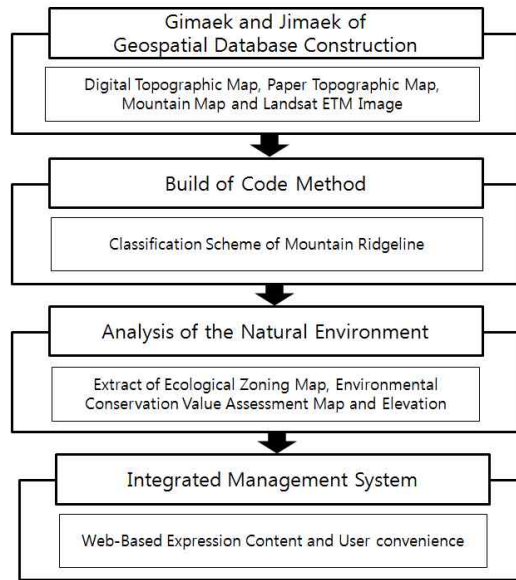


FIGURE 1. Study flowchart

연구 방법

1. 지맥 및 기맥 추가 구축

지맥 및 기맥의 추가 구축은 기존의 대간 및 정맥의 구축 방법(Lee and Lee, 2013)과 유사하지만, 보다 정밀한 공간적 특징을 나타내야 하는 차이가 있다. 본 연구에서는 기존의 수집된 수치 지형도와 종이 지형도, 정맥 자료, 산경표 및 위성영상 등을 활용하였다. 또한 보다 정밀한 지형 분석 알고리즘을 크게 네가지 단계로 개발하고 적용하였다. 본 연구에 활용된 방법들은 기존의 GIS 공간정보 처리의 방법론으로 본 연구를 위하여 추출 및 기술적 편집을 수행하였다. 첫째, Fill Sinks이다. 본 방법은 지형학적으로 특이한 오류가 발생하는 지역을 주변 값을 바탕으로 유추하여 자동 수정하는 방법이다. 둘째, Flow Direction이다. 본 방법은 알고리즘 고유코드에 따라 경사도를 분석하는 것이다. 셋째, Mountain Ridgelines Definition이다. 본 방법은 추출된 능선축의 크기와 길이에 따라서 능선축을 정의하는 과정이다. 넷째, Polygon Processing이다. 본 방법은

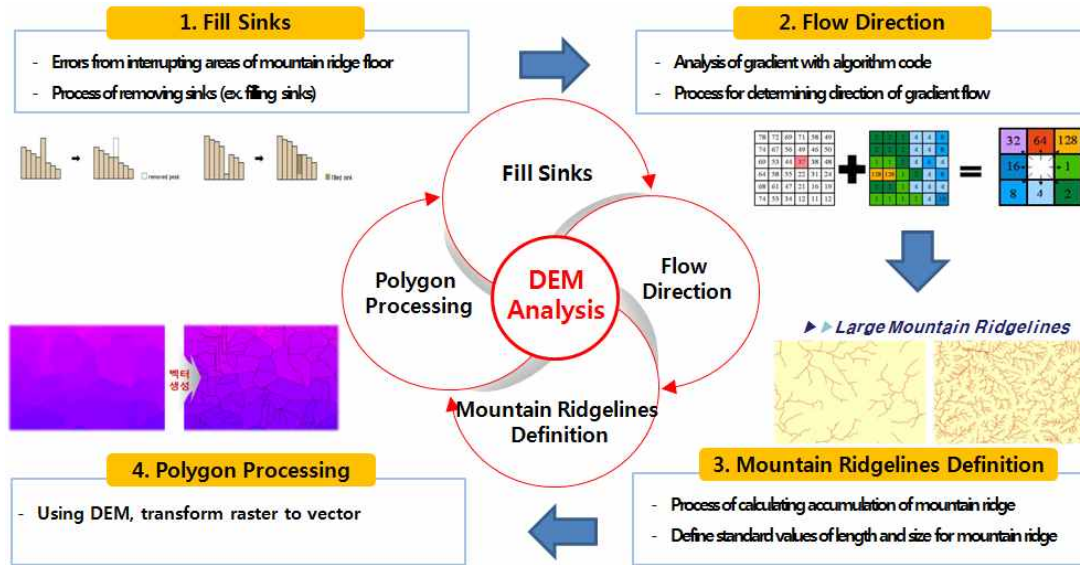


FIGURE 2. Extraction of mountain ridgelines base on GIS

전술된 구축 과정이 Raster 형태의 산출물을 Vector 형태로 전환하는 것이다(Lee and Kang, 2012). 이러한 분석에 사용된 소프트웨어는 ARC GIS 10.1이다. 전체적인 처리과정의 정확도를 높이기 위하여 수계망을 함께 활용하였으며, 수계망 지점을 상대적으로 가장 낮은 곳으로 인식하는 임계치를 설정하여 분석하였다(그림 2).

2. 능선축 코드화

기존의 대간 및 정맥 구축 결과와 더불어 신규 구축된 결과는 전국을 대상으로 하기 때문에 구축되는 공간정보의 양이 많은 편이다. 또

한 구축되는 결과의 특징은 대간으로부터 분기되어 정맥, 기맥 및 지맥으로 점진적으로 하향 분기되기 때문에 체계와 방향성이 중요하다. 본 연구에서는 연구결과의 체계적 관리 및 향후 전국단위로 구축되는 전체 소지맥까지 고려하여 능선축의 코드화를 수립하였다. 백두대간의 경우 영문 'B' 로 시작하므로 코드에서 'B' 를 사용하였다. 정맥의 경우 영문 'J' 로 시작하므로 'J' 로 코드를 사용하였다. 그 외 지맥들은 상위 능선축에서 좌·우로 분기한 경우에 따라 좌편은 영문 'Left' 의 'L' 을 우편의 경우는 'Right' 의 'R' 을 사용하여 표기하도록 하였다. 상위 능선축이 없는 능선축은 독립적으로

TABLE 1. Rule of Classification scheme of mountain ridgeline

Name of mountain ridgeline	Name	Encoding	Note
Beakdudeagan	Baekdudaegan	B	
Jeongmeak	Jeongmaek	J	
Gimeak and Jimeak	Left	B-L1, J1-R1	Divergence into left side from higher grade mountain ridgelines
	Right	B-R1, J1-R1	Divergence into right side from higher grade mountain ridgelines
	Independency	I	Independent mountain ridgelines
Smaller mountain ridgelines	Small	BS-L, 1S-R1	

TABLE 2. Analysis data of the natural environment surrounding mountain ridgeline

Map name	Data form	Scale & resolution	Data source
Elevation	Raster	5m	National geographic information institute
Ecological zoning	Polygon	1: 25,000	Ministry of environment
Environmental conservation value assessment	Raster	30m	Ministry of environment

존재하기 때문에 독립적인 ‘Independent’의 ‘I’를 코드로 사용하며, 소규모 소지맥의 경우 ‘Small’의 ‘S’를 코드로 사용하도록 하였다(표 1).

3. 능선축 주변 자연환경 분석

본 연구 결과 주요 능선축 현황은 GIS Data로 구축되어 있으므로 기존의 구축된 환경관련 공간정보와 연계분석을 수행하여 능선축 주변의 자연환경 현황을 직간접적으로 파악할 수 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 능선축별 지형정보, 주변 생태·자연도 현황 분석 및 국토환경성평가지도 등을 활용하였다. 특히 능선축별

지형정보는 능선축의 고도에 따른 단면을 정리한 것으로 실제 능선축이 어느정도 고도값을 가지고 분포하는지 나타내며, 고도에 따른 주변 생태·자연 및 국토환경성을 연계하여 파악할 수 있다(표 2).

4. 능선축 정보 제공 통합 시스템

전술된 연구 방법론에 따른 연구 성과를 효율적으로 확산하고, 능선축 관련 정보의 최종 사용자가 환경영향평가서와 관련된 업무와 같이 다양한 기관과 장소에서 활용하기 위한 방법이 필요하다. 이러한 요구를 반영한 능선축 정보 제공 통합 시스템을 Web기반으로 구축하

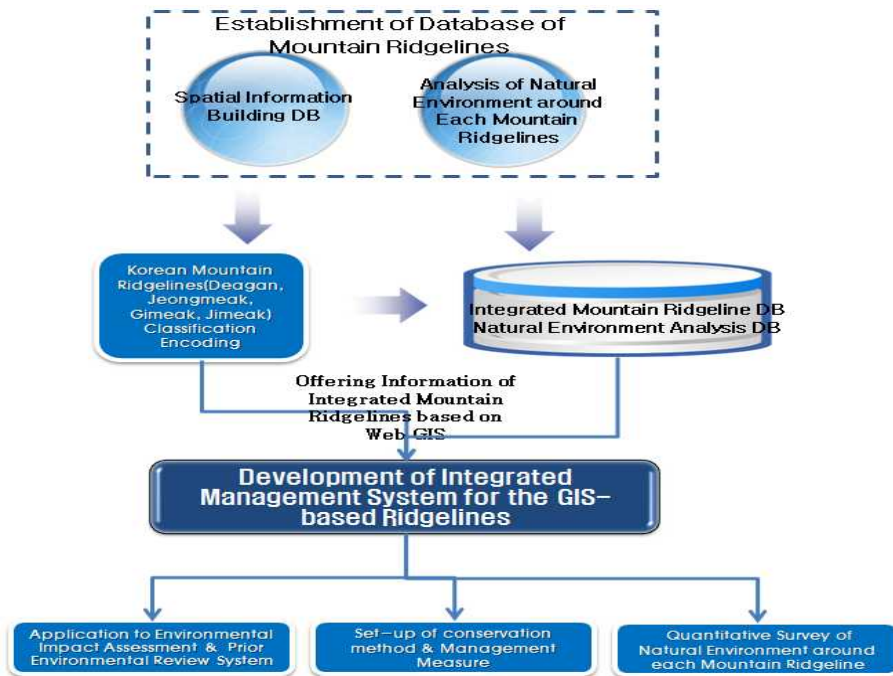


FIGURE 3. Flowchart of integrated management system

는 것이다. 이를 위하여 첫째, Web GIS 엔진을 통한 공간정보 표출 및 기본 활용 기능 구현, 둘째, 기존 능선축의 고유 지명 및 신규 코드화를 통한 검색 기능 구현, 셋째, 능선축 주변 자연환경 분석을 통한 공간정보의 실시간 검색이 가능하도록 구현한다(그림 3).

연구 결과

1. 지맥 및 기맥 추가 구축

기존 대간 및 정맥(10개) 및 추가 구축된 지맥과 기맥(151개)을 구축하여 최종 공간정보 기반의 능선축은 161개이다(그림 4). 추가된 기맥은 강릉시 연곡면에서부터 경기도 양평군 양서면까지의 한강기맥, 땅끝기맥, 진양기맥 영산기맥으로 총 4개이며 지맥은 경상북도 포항시 북구 죽장면부터 경상북도 의성군 단북면까지의 보현지맥, 비슬지맥 등 총 147개이다. 더불어 기존의 구축되었던 대간 및 정맥 10개가 있다. 남한지역의 능선축은 한반도의 동쪽으로부터 서쪽으로 분포하고 있으며 주로 대간 및 정맥에서 분기하였다.

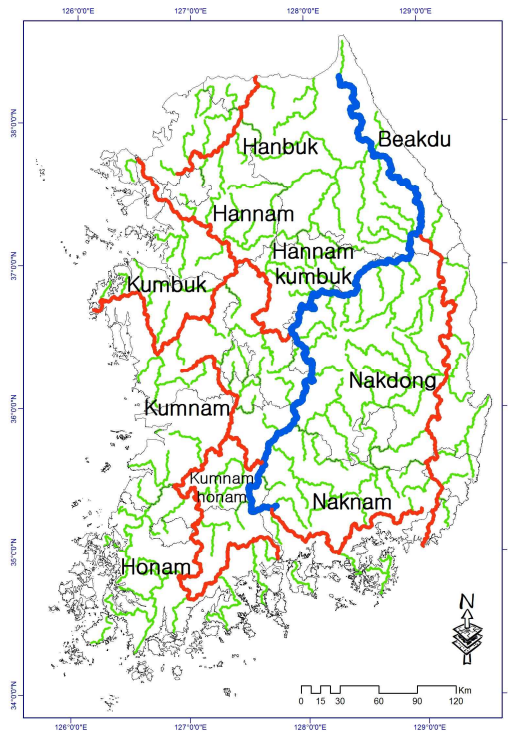


FIGURE 4. Map of mountain ridgelines digitalized by GIS

TABLE 3. The length of mountain ridgelines depending on scale

Grade	Classification standard	The number of mountain ridgelines	The name of mountain ridgelines
I	more than 150km in length or Beakdu-D	1	Beakdu-D
II	less than 150km in length or J	18	Nakdong-J, Hannamgumbuk-J, Hannam-J, Gumbuk-J, GumnamHonam-J, Gumnam-J, Honam-J, Naknam-J, Hanbuk-J, Hangang-G, Bohyeon-j, Youngsan-G, Jinyang-G, Bisul-j, Youngwol-j, Chuncheon-j, Ddanggguk-G, Palgong-j
III	100-150km	19	Munsu-j, Sudo-j, Homi-j, Dosol-j, Goheong-j, Hwawon-j, Juwang-j, Gumo-j, Yeosu-j, Hoseo-J, Daeduk-j, Moak-j, Seobong-j, Dokjo-j, Seonam-j, Angja-j, Byunsan-j, Cheonhwang-j, Sikjang-j, Chibong-j, Sungsu-j, Palum-j, Seongji-j, Gumdae-j, Guam-j, Dobong-j, Baekduk-j, Jangryung-j, Ungsuk-j, Cheonma-j, Sukmun-j, Myeongsung-j, Byeongpung-j, Hwangbyung-j, Geoje-j, Gakho-j, Bongsu-j, Duwi-j, Jakyak-j, Manroi-j, Gumjuk-j, Palbong-j, Baekwoon-j, Youngin-j, Yukbaek-j, Youngchuk-j, Undal-j, Jagae-j, Manwol-j, Sungduk-j, Bihak-j, Namhae-j, Gapsan-j, Geomdan-j, Wangjae-j, Hwayak-j, Huksuk-j, Ssangryung-j, Okryong-j, Saja-j, Guksa-j, Buyong-j, Taehaeng-j, Gamak-j, Sungchi-j, Nomok-j, Jagu-j, Hwangak-j, Cheondung-j, Tongyoung-j, Tongmyung-j, Yongcheon-j, Gala-i, Myungji-i, Jindo-i, Yeonbi-i, Naeveon-i, Gosan-i
IV	50-100km	69	

TABLE 3. Continued

Grade	Classification Standard	The Number of Mountain Ridgelines	The name of Mountain Ridgelines
V	10~50km	76	Wonjin-j, Giyang-j, Jangam-j, Namam-j, Goanam-j, Haeryong-j, Samtae-j, Wangbang-j, Gyeomyung-j, Surak-j, Gyeondu-j, Nosung-j, Gumjang-j, Yongam-j, Youngdung-j, Dusung-j, Gakhwa-j, Cheongryung-j, Jukryum-j, Hyangro-j, Bongdae-j, Yubong-j, Gyeongsu-j, Woonmoon-j, Jeokgun-j, Anpyeong-j, Sungju-j, Gasup-j, Youngam-j, Daeduk-j, Mangil-j, Jeongsu-j, Hwagae-j, Hwawang-j, Dunggok-j, Giryung-j, Odu-j, Hwarim-j, Gumsu-j, Taecheong-j, Bogae-j, Ganhwa-j, Anil-j, Sinsun-j, Cihilgap-j, Ilwol-jmui-j, Wangryung-j, Samsin-j, Bukjeoje-j, Ukbuk-j, Baekryuon-j, Mphu-j, Woobong-j, anggak-j, Yulwang-j, Dukyu-j, Jemgwol-j, Sunggol-j, Janggyeo-j, Gwanak-j, Humang-j, Mucheok-j
Sum		161	

D: Deagan, J: Jeongmeak, G: Gimeak, j: Jimeak

구축된 능선축을 길이별 위계로 분류하였다. 국내 능선축 산출기 위계 I급으로 백두대간이 1개 있다. II급 능선축은 150km이하의 대단위 능선축이 18개이다. III급 능선축은 100~150km 미만은 19개, IV급(50~100km) 69개, V급(10~50km) 76개 등이다(표 3 및 그림 4).

2. 능선축 코드화 결과

기존 능선축의 고유지명은 지역적 특성을 고려하여 명명된 것이다. 본 연구를 통한 능선축의 코드화는 단일 능선축의 지형학적 원류, 분기점 및 주변 능선과의 관계를 분석하기 위하여 수행하였다. 전체 코드화의 대상은 전술된 15개이다. 이중 9개의 지맥은 대간, 정맥 및 기맥으로부터 분기된 것이 아니며, 독립적으로 존재하는 것이다. 이중 11인 강화지맥의 경우 강화도의 내부 능선축을 연계되어 존재하며, 16성골지맥의 경우 휴선전과 연결된 지맥으로 분석되었다(그림 5 및 표 4).

코드화의 결과의 가장 큰 장점은 기존의 능선축의 고유 이름으로는 지명 및 지역을 유추할 수 있는 것이지만 분기된 대간, 정맥 및 기맥의 원류를 파악하는데 한계가 있었다. 그러나 본 코드화를 통하여 분기되는 원류 파악 및 분기시 방향성을 파악하는데 용이하게 되었으며,

더불어 한 개의 능선축이 몇 번의 분기를 통하여 존재하는지를 정량적으로 파악할 수 있게 되었다.

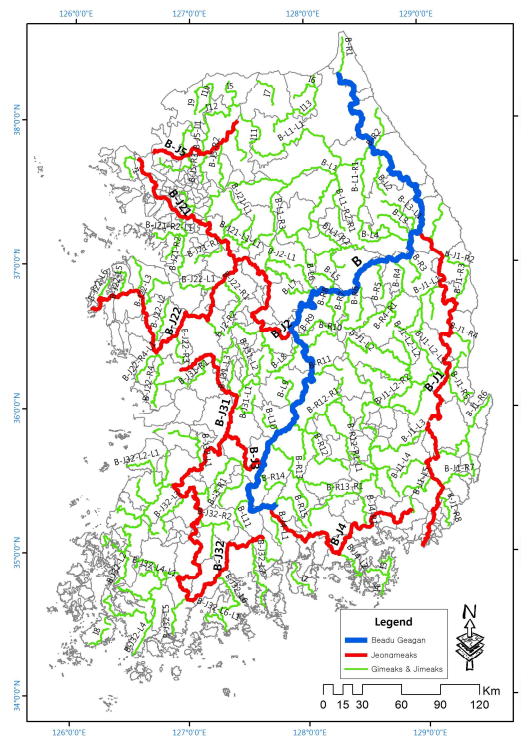


FIGURE 5. Map of mountain ridgelines base on encoding

TABLE 4. Encoded mountain ridgelines

Mountain Ridgelines	Code	Mountain Ridgelines	Code	Mountain Ridgelines	Code	Mountain Ridgelines	Code
Beakdu-D	B	Daeduk-j	I5	Sungju-j	B-J22-R4-L1	Jakyak-j	B-R9
Nakdong-J	B-J1	Duksan-j	B-J1-L1	Sungji-j	B-L1-R3	Jangye-j	B-J32-L6-L1
Hannamgumbuk-J	B-J2	Dukyu-j	B-L10	Sungchi-j	B-J31-L1	Jangryung-j	B-J31-L2-L1
Hannam-J	B-J21	Dobong-j	B-J5-R4	Sudo-j	B-R12	Jangam-j	B-J32-L2-L3
Gumbuk-J	B-J22	Dosol-j	I13	Surak-j	B-J5-R3	Jukun-j	I7
GumnamHonam-J	B-J3	Dokjo-j	B-J21-L1-L1	Sungduk-j	B-R10	Junwol-j	B-J22-R2
Gumnam-J	B-J31	Dusung-j	B-J32-L2-L1-L1	Sikjang-j	B-J31-L2	Jungsu-j	B-R13-L1
Honam-J	B-J32	Duwi-j	B-L4	Sinsun-j	B-L7	Juwang-j	B-L1-R1
Naknam-J	B-J4	Dungok-j	B-L5	Ssangryung-j	B-J21-R1	Jukryum-j	B-L4-L1
Hanbuk-J	B-J5	Ddanggguk-G	B-J32-L4	Agu-j	B-J1-R2	Jindo-j	I8
Gaseop-j	B-J2-L1-L1	Manroi-j	B-J22-R1	Anpyeong-j	B-J31-L3	Jinyang-j	B-R13
Gakho-j	B-L9	Manwol-j	B-R2	Angja-j	B-J21-L1	Cheondung-j	B-L1-R2-L1-R1
Gakha-wa-j	B-R3	Mangil-j	B-J22-L5	Yangak-j	B-R12-L1	Chunma-j	B-J5-R2
Gala-j	B-J1-L2-L2	Myeongsung-j	I12	Ukbul-j	B-J32-L8	Chungryung-j	B-JA-L3-L1
Gamak-j	B-J5-L2	Myeongji-j	B-J5-R1	Yeosu-j	B-J32-L7	Chuncheon-j	B-L1-L1
Gapsan-j	B-L1-R2-L2	Moak-j	B-J32-L1	Yunbi-j	B-R14	Chilgap-j	B-J22-R3
Ganghwa-j	I1	Mohu-j	B-J32-R2-L1	Yeolwang-j	B-JA-L3-L2	Chilbong-j	B-R12-R1-L1
Gaedong-j	B-J3-R1	Mui-j	B-J32-R1	Youngdung-j	B-J1-L1-R2	Taechung-j	B-J32-L2-R1
Geoje-j	I4	Mucheok-j	B-J4-R2	Youngsan-j	B-J32-L2	Taehaeng-j	B-J21-R2-L1
Gumdan-j	B-J21-L2	Munsu-j	B-R4	Youngam-j	B-R12-R1-L2	Tongmyung-j	B-J32-R2
Gyeon여-j	B-L11	Baekduk-j	B-L1-R2-R1	Youngwol-j	B-L1-R2	Tongyoung-j	B-J4-L2
Gyeongso-j	B-J32-L2-L2	Baekryong-j	B-J32-L4-L1	Youngin-j	B-J22-L1	Paigong-j	B-J1-L2-R2
Gyeongmyeong-j	B-L6	Baekwoon-j	B-L1-R2-L1	Youngchuk-j	B-J1-L5	Palbong-j	B-J2-R2
Gosan-j	B-J22-L4	Byeonsan-j	B-J32-L2-L1	Ogap-j	B-J2-L1-R1	Palum-j	B-L8
Goheong-j	B-J32-L6	Byeongpung-j	B-J32-L3	O여-j	B-J21-R2-L1-R1	Hangang-G	B-L1
Gwanak-j	B-J21-L3	Bogae-j	I10	Okryong-j	B-J32-L4-L1-L1	Haeryong-j	B-J21-L1-L1-R1
Gwamam-j	B-J31-L4	Bohyeon-j	B-J1-L2	Wangryung-j	B-JA-L3-L2-L1	Hyangro-j	B-R1
Gum-j	B-J1-L2-L1	Bongdae-j	B-J32-L2-L4	Wangbang-j	B-J5-L1	Homi-j	B-J1-R6
Guksa-j	B-R7	Bongsu-j	B-J22-L2	Wangjae-j	I9	Hoseo-J	B-J22-R4
Gumdae-j	B-L3-L1	Buyong-j	B-J2-L1	Yongam-j	B-R4-R1	Hwagae-j	B-J4-R1
Gumsu-j	B-L1-R2-L2-R1	Bukgeoje-j	I3	Yongcheon-j	B-J1-R8	Hwarim-j	B-J1-R4
Gumo-j	B-R12-R1	Bisul-j	B-J1-L3	Woobong-j	B-R13-R1	Hwak-j	I11
Gumjang-j	B-J1-R3	Bihak-j	B-J1-R5	Woondal-j	B-R8	Hwawang-j	B-JA-L3-L2-L2
Gumjeok-j	B-J2-R1	Saja-j	B-J32-L5	Woonmun-j	B-J1-L4	Hwawon-j	B-J32-L4-L3
Giryong-j	B-J1-L2-R1	Samsin-j	B-J4-L1	Woongsuk-j	B-R15	Hwangbyung-j	B-L2
Giyang-j	B-R11	Smatae-j	B-J1-R6-L1	Wonjin-j	B-J22-R4-R1	Hwangak-j	B-J1-L2-R2-R2
Namam-j	B-J1-R7	Subong-j	B-J21-R2	Yubong-j	B-J1-L2-R2-R1	Humang-j	B-J22-L6
Namhae-j	I2	Sukmun-j	B-J22-L3	Yukbaek-j	B-J1-R1	Huksuk-j	B-J32-L4-L2
Naeyeon-j	B-J1-R5-R1	Seonam-j	B-J1-L2-R3	Ilwol-j	B-J1-L1-R1		
Nomok-j	B-L3	Seongol-j	I6	Jagae-j	B-R5		
Nosung-j	B-J31-R1	Seongsu-j	B-J3-R1-L1	Jagu-j	B-R6		

D: Deagan, J: Jeongmeak, G: Gimeak, j: Jimeak

3. 능선축 주변 자연환경분석 결과

본 연구 결과 주요 능선축 현황은 공간정보로 구축되어 있으므로 기존의 환경관련 공간정보와 연계분석을 수행하였다. 능선축 주변의 자연환경 현황을 직간접적으로 파악하기 위하여 본 연구에서는 능선축별 지형정보, 생태·자연도 및 국토환경성평가지도의 현황을 분석하였다. 특히 능선축별 지형정보는 능선축의 고도에 따른 단면을 정리한 것으로 실제 능선축의 고도값 분포를 나타내며, 고도에 따른 주변 생

태·자연 및 국토환경성을 연계하여 파악할 수 있다.

능선축별 지형정보 중 백두대간은 최대고도가 1,902m이며, 최소고도는 215m이다. 구축된 능선축 중 가장 긴 능선축인 만큼 최고·최소고도 차이도 크다. 또한 백두대간은 한반도의 척추 역할을 하는 중요한 산줄기인 만큼 산줄기의 높이가 약 950m로 구축된 능선축 중 4번째로 높은 능선축이다. 정맥의 평균고도는 대체적으로 150m이상의 고도를 보이고 있다. 산지의 규모가 큰 만큼 그 높이가 높은 편이다. 그

리나 최소고도의 경우 10m 이하의 아주 작은 구간이 존재하고 있다. 이는 정맥이 낮은 평야 지대를 지나거나 하여 그 고도가 낮은 경우가 많다. 하지만, 능선축의 연결성 측면에서 봤을

때 매우 중요한 가치가 있는 것으로 사료된다 (표 5).

생태자연도는 전국을 현장조사를 통하여 실제 생태현황을 현장조사를 통하여 구축된 도면

TABLE 5. Elevation(Ave.&Max.&Min.) of each mountain ridgeline

Name	Elevation (Ave.)	Elevation (Max.)	Elevation (Min.)	Name	Elevation (Ave.)	Elevation (Max.)	Elevation (Min.)	Name	Elevation (Ave.)	Elevation (Max.)	Elevation (Min.)
Beakdu-D	950	1,902.00	215	Gakho-J	574	1,216.00	138	Nosung-J	69	341.00	16
Honam-J	443	1,205.00	25	Bongsu-J	146	466.00	23	Gumjang-J	362	905.00	74
Nakdong-J	623	1,243.00	5	Duwi-J	1,030	1,474.00	373	Yongam-J	275	567.00	123
Gumbuk-J	253	662.00	10	Jakyak-J	419	868.00	59	Youngdung-J	391	597.00	160
Naknam-J	384	1,643.00	19	Manroi-J	244	492.00	34	Dusung-J	107	429.00	5
Hannam-J	184	555.00	15	Gumjuk-J	406	647.00	256	Gakhwa-J	710	1,237.00	395
Hannamgumbuk-J	357	1,037.00	81	Palbong-J	184	577.00	51	Chungryong-J	417	1,079.00	35
Gumnam-J	408	1,080.00	25	Baekwoon-J	611	1,182.00	131	Jukryum-J	817	1,430.00	226
Hanbuk-J	307	1,101.00	20	Youngin-J	152	385.00	14	Hyanryo-J	688	1,283.00	168
Hoseo-J	212	613.00	5	Yukbaek-J	727	1,231.00	108	Bongdae-J	34	189.00	5
Gumnamhonam-J	758	1,228.00	345	Youngchuk-J	603	1,068.00	44	Yubong-J	315	1,179.00	102
Hangang-G	716	1,569.00	46	Woodal-J	465	1,109.00	75	Gyeongsu-J	137	434.00	25
Youngsan-G	240	732.00	5	Jagae-J	319	950.00	185	Woonmun-J	661	1,211.00	159
Jinyang-G	534	1,492.00	69	Manwol-J	489	1,266.00	9	Jukgun-J	699	1,062.00	350
Ddanggguk-G	326	797.00	61	Simgduk-J	267	474.00	85	Anpyeong-J	260	646.00	75
Bohyun-J	409	1,122.00	66	Bihak-J	270	807.00	38	Sungju-J	306	670.00	13
Bisul-J	470	1,048.00	50	Namhae-J	344	769.00	25	Gasup-J	335	701.00	130
Youngwol-J	698	1,272.00	281	Gapsan-J	411	737.00	227	Youngam-J	293	781.00	30
Chunchun-J	668	1,115.00	185	Gumdan-J	342	648.00	88	Daeduk-J	515	822.00	270
Palgong-J	464	1,196.00	73	Wamgiae-J	235	478.00	0	Mangil-J	82	300.00	11
Munsu-J	443	1,215.00	67	Hwak-J	749	1,452.00	70	Jungsu-J	450	837.00	96
Sudo-J	684	1,324.00	55	Huksuk-J	126	629.00	0	Hwagae-J	247	708.00	10
Homi-J	307	837.00	75	Ssangryung-J	168	494.00	11	Hwawang-J	286	745.00	15
Dosol-J	704	1,295.00	0	Okryong-J	67	413.00	14	Dungok-J	566	1,149.00	307
Gohung-J	177	551.00	19	Saja-J	314	659.00	13	Giryong-J	366	987.00	98
Hwawon-J	126	482.00	5	Guksa-J	381	968.00	57	OO-J	68	261.00	19
Juwang-J	920	1,377.00	192	Buyong-J	300	674.00	70	Hwarim-J	289	824.00	64
Gumo-J	506	1,299.00	65	Taehaeng-J	85	288.00	0	Gumsu-J	527	948.00	229
Yeosu-J	212	812.00	5	Gamak-J	302	661.00	97	Taechung-J	120	559.00	39
Duksan-J	505	1,054.00	214	Sungchi-J	424	758.00	185	Bogae-J	441	852.00	83
Moak-J	164	772.00	5	Nomok-J	931	1,413.00	455	Ganghwa-J	159	435.00	10
Seobong-J	79	240.00	15	Jagu-J	393	1,012.00	91	Anil-J	501	1,109.00	5
Dokjo-J	187	424.00	80	Hwanghak-J	311	832.00	30	Sinsun-J	508	945.00	203
Sunam-J	299	926.00	101	Chundung-J	551	970.00	192	Chilgao-J	267	545.00	15
Angja-J	333	664.00	146	Tongyoung-J	161	599.00	10	Ilwol-J	574	1,215.00	297
Byunsan-J	152	710.00	13	Tongmyung-J	468	758.00	186	Mui-J	288	570.00	103
Chunhwang-J	490	1,123.00	167	Yongchung-J	315	692.00	35	Wangryung-J	219	542.00	35
Sikjang-J	319	595.00	30	Gala-J	487	825.00	230	Samsin-J	707	1,342.00	56
Chilbong-J	278	674.00	20	Myungji-J	646	1,180.00	180	Bukgeoje-J	259	508.00	70
Sungsu-J	453	891.00	157	Jindo-J	138	452.00	0	Ukbul-J	473	1,212.00	72
Palum-J	385	757.00	231	Yunbi-J	582	1,160.00	203	Baekryong-J	113	473.00	10
Sungji-J	360	768.00	90	Naeyun-J	550	928.00	63	Mohu-J	529	916.00	274
Gumdae-J	983	1,339.00	359	Gosan-J	75	299.00	10	Woobong-J	312	762.00	21
Guam-J	491	801.00	231	Wonjin-J	111	269.00	10	Yangak-J	656	1,210.00	304
Dobong-J	205	709.00	20	Giyang-J	394	721.00	160	Yulwang-J	473	727.00	96
Baeduk-J	834	1,343.00	230	Jangam-J	147	471.00	5	Dukyu-J	775	1,605.00	413
Jangryung-J	378	699.00	95	Namam-J	197	642.00	5	Junwol-J	171	395.00	65
Woongsuk-J	669	1,908.00	49	Gwanam-J	321	815.00	61	Sungol-J	679	1,140.00	372
Chunma-J	450	809.00	25	Haeryong-J	120	434.00	59	Janggye-J	100	515.00	5
Sukmum-J	140	644.00	17	Santae-J	394	645.00	51	Gwanak-J	250	615.00	28
Myungsung-J	495	1,027.00	80	Wangbang-J	396	731.00	94	Ogap-J	345	641.00	141
Byungpung-J	296	812.00	34	Gyeoryong-J	425	755.00	65	Humang-J	102	196.00	20
Hwangbyung-J	1,085	1,416.00	406	Surak-J	229	623.00	47	Muchuk-J	331	695.00	125
Geoje-J	332	578.00	67	Gyeon여-J	619	1,344.00	160				

D: Deagan, J: Jeongmeak, G: Gimeak, j: Jimeak

TABLE 6. Current condition of ecological zoning map around mountain ridgelines

Division		All mountain ridgelines (151)							
		Core zones (0~100m)		Buffer zones (100~150m)		Median zones (150~250m)		Sum (0~250m)	
		Area(km ²)	Ratio(%)	Area(km ²)	Ratio(%)	Area(km ²)	Ratio(%)	Area(km ²)	Ratio(%)
Ecological zoning map	Grade 1	185	12	170	11	89	12	446	12
	Grade 2	903	61	811	56	427	58	2142	58
	Grade 3	82	5	77	5	39	5	199	5
Additioanl management areas		305	20	376	26	172	23	854	23
Sum		1477	100	1436	100	729	100	3643	100

TABLE 7. Current condition of environmental conservation value assessment map around mountain ridgelines

Division		All Mountain Ridgelines (151)							
		Core zones (0~100m)		Buffer zones (100~150m)		Median zones (150~250m)		Sum (0~250m)	
		Area(km ²)	Ratio(%)	Area(km ²)	Ratio(%)	Area(km ²)	Ratio(%)	Area(km ²)	Ratio(%)
Environme ntal conservati on value assessme nt map	Grade 1	1051	71	491	67	921	64	2464	67
	Grade 2	227	15	123	16	260	18	611	16
	Grade 3	69	4	42	5	100	7	211	5
	Grade 4	46	3	30	4	64	4	141	3
	Grade 5	80	5	41	5	84	5	206	5
Sum		1475	100	728	100	1431	100	3635	100.0

이다. 생태자연도 1등급은 법정보호 지역이다. 본 연구에서는 능선축 주변의 생태·자연도 및 국토환경성평가지도를 통한 주변 자연환경 현황 분석을 위하여 능선축 주변 100m까지를 핵심지역, 100~150m를 완충지역 및 150~250m 이상으로 분류하였다(Ministry of Environment, 2008). 생태·자연도의 경우 핵심, 완충, 중점 3지역 모두에서도 생태·자연도 2등급이 과반수를 차지한다. 생태·자연도 1등급의 경우 남한 전체 평균 7.5%(Ministry of Environment, 2013) 보다 높은 12.2%를 차지한다. 이는 능선축 주위의 자연환경 생태 및 경관적 가치가 높다는 것을 의미한다. 생태·자연도 3등급의 경우 능선축으로부터 거리에 상관없이 3지역 모두 비슷한 비율을 나타낸다는 것을 통해 개발압력이 능선축의 거리에 관계없이 비슷하게 나타난다는 것을 알 수 있다. 또한 타 법규에 의해 관리되는 별도관리지역도 23.5%

로 상당부분을 차지하고 있다(표 6).

능선축 주변의 국토환경성평가지도 결과는 능선축으로부터 거리에 관계없이 핵심, 완충, 중점지역에서 등급별 비율이 비슷하게 나타났다. 그 중 1등급이 전체의 과반수로서 67.8%를 차지한다. 이는 전국 평균 43.57%보다 크게 높은 수치로써 능선축 주위가 국토의 환경성이 높은 지역임을 나타낸다. 5등급의 경우 전체 5.7%로써 이러한 부분은 기계발지에 해당되며 본 연구결과를 반영하여 보다 구체적으로 조사할 필요가 있다(표 7).

4. 능선축 정보 통합 제공 시스템 제안

기존 능선축의 정보는 “백두대간 보호지역 및 정맥(KEI)” 및 “신산경도”의 이름으로 단순 위치 정보만으로 제공하고 있다¹⁾. 본 연구결과로 전국의 능선축(대간, 정맥, 기맥 및 지맥)을 추출하였고, 능선축 주변 자연환경 현황

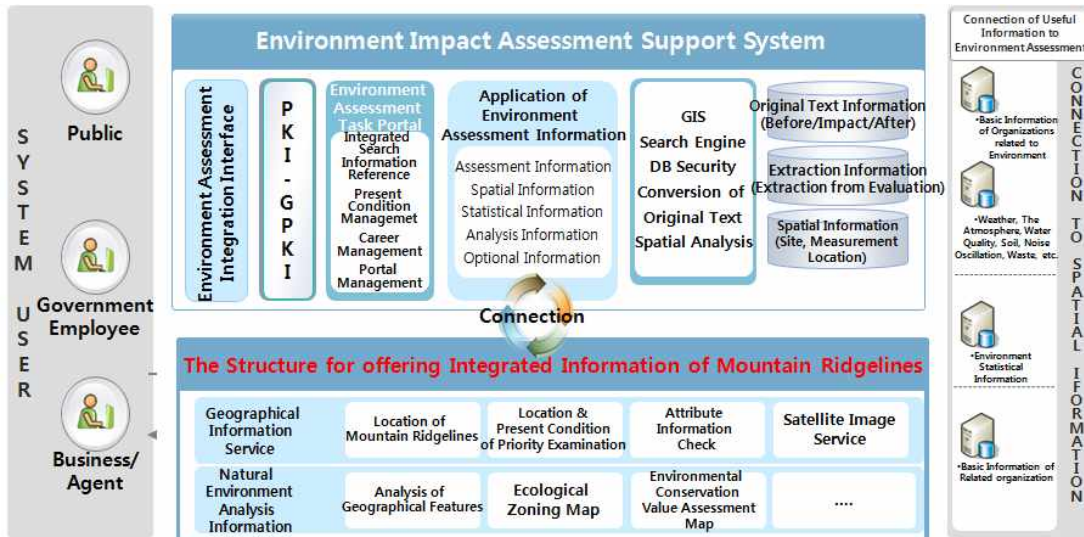


FIGURE 6. Mimetic diagram offering integrated information of mountain ridgelines

(지형정보, 생태·자연도 및 국토환경성평가지도)을 공간정보로 분석하였다. 이러한 연구결과의 효율적 활용을 위하여 Web 기반으로 대국민 및 관련 정보 수요자에게 제공하는 방안이 필요하다.

본 연구결과를 Web GIS로 구축하여 정보를 제공하는 방법은 우선적으로 독립 시스템(하드웨어 및 소프트웨어 포함)을 구축하는 것이 있지만, 현실적으로 본 연구 결과의 DB양과 기존의 정보 사용자를 고려하면 현재 운영중인 관련 정보 제공 시스템의 부분으로 구축하는 방안이 현실적이다. 이러한 내용적 측면과 현실적 측면을 반영하여 현재 환경영향평가정보지원시스템의 내부 기능을 “능선축 통합 정보 제공 체계”로 고도화 하는 것이 필요하다.

보다 구체적으로 사용자의 편리를 위한 기능들은 크게 3가지로 구분될 수 있다. 첫째, 능선축 위치 및 속성정보 제공이다. Web GIS를 통하여 능선축의 공간적 위치, 기존 명칭 및 신규 코드화 적용 번호 등을 제공하여 사용자가 찾기 쉬운 검색을 설계한다. 둘째, 능선축 주변 자연환경 분석을 제공한다. 제공 범위는 우선적으로 본 연구를 통하여 도출된 결과와 더불어 사용자 지정 위치와 경계거리를 조정하여 분석

된 결과를 제공하는 기능을 구현한다. 셋째, 중점검토 현황을 제공한다. 능선축 구축과정에서 도출된 단절지역, 복원 및 관리가 필요한 지역을 정리하여 위치정보와 현황정보를 제공한다(그림 6).

결론 및 토의

본 연구에서는 공간정보를 기반으로 전국의 능선축(대간, 정맥, 기맥 및 지맥)을 정량적·과학적으로 추출하고, 추출된 능선축을 코드화하여 재정립하였다. 또한 능선축 주변의 자연환경을 지형적 특징, 생태·자연도 및 국토환경성평가지도를 통하여 정리하였다. 마지막으로 전술된 연구성과를 보다 효율적으로 활용하기 위한 능선축 통합 정보 제공 시스템의 기본 필요 기능에 대하여 정리하였다. 공간분석을 통하여 얻어진 능선축이 개발 등을 통하여 단절된 지역이 많아 명확하게 설정하기 어려운 지역도 있지만 추상적인 능선축의 실체가 분명하고, 명확하게 존재하는 것으로 나타났다.

본 연구를 통하여 한반도 전체의 총 161개의 능선축을 도출하였으며 이중 대간 1개, 정맥 13개 및 지맥 및 기맥 141개 이다. 전체 161

개에 대하여 길이별 위계를 산정하였으며 총 5 등급으로 정립하였다. 또한 분석된 능선축의 원류, 분기와 위계를 체계적으로 정립하기 위하여 백두대간을 중심으로 코드화를 수행하였다. 이를 통하여 개별 지맥의 원류와 분기의 흐름을 파악 할 수 있었으며, 향후 능선축의 복원, 광역생태축 분석·복원 등에 직접적으로 활용가능한 결과를 도출하였다. 능선축 주변의 자연환경분석결과, 지형정보에서는 평균고도에서 황병지맥(1,805m)이 가장 높았으며 백두대간이 4 번째로 높았다. 최고고도에서는 10m 이하인 곳이 20곳으로 분석되었다. 이러한 지역은 능선축의 연결성을 고려하여 중점관리 지역으로 관리하는 것이 중요 할 것으로 사료된다. 또한 능선축 주변의 생태·자연도 현황에서는 능선축 주변의 1등급 현황이 전국 평균 1등급 현황보다 약 5% 정도 높았다. 국토환경성평가지도의 1등급 지역도 능선축 주변이 전국 평균에 비하여 약 14% 정도 높았다. 이러한 결과는 능선축 주변의 환경적 가치가 매우 높은 것을 의미한다. 따라서 하루 빨리 능선축의 부근을 환경적 관심대상으로 설정하여 적절하게 보호하고, 기존 훼손지역 중 생태복원이 필요한 지역은 복원계획을 수립하는 것이 바람직하다.

본 연구를 통하여 구축된 능선축은 공간정보를 활용하여 전자지도를 작성하고, 지형도에 중첩표시하거나 환경지리정보 도면에 중첩 등 다양한 목적으로 활용이 가능하다. 더불어 능선축 주변의 자연환경 분석에 대한 기초자료를 함께 활용 할 수 있다. 또한 능선축 관련 정보를 필요로 하는 다양한 사용자의 편리성을 위하여 Web기반 구축 방법과 활용에 필요한 기초 기능 등을 도출하였다. 이를 통하여 향후 능선축 고유의 자연환경에서의 중요한 역할을 지속적으로 유지하는데 기초자료로 활용될 수 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점을 내포하고 있다. 첫째, 전국단위의 능선축을 도출하였지만 현장조사를 통한 단절 지역 및 복원 지역을 세부적으로 분석·비교하는데 어려움이 있다. 전체 161개의 능선축 단절지역을 도출하여 정리하는 것과 현장조사를 통한

현황분석은 추후 연구를 통하여 발전시켜 나갈 필요가 있다. 둘째, 능선축 시점 및 종점에 대한 전수조사를 수행하지 못하였다. 지리정보상의 정확한 위도·경도를 분석하였지만 현장조사를 통한 시점과 종점의 정확성을 높일 필요가 있다. 추후 이러한 한계점 보완을 위한 지속적인 연구가 이루어질 필요가 있다. 본 연구결과를 반영한 공간정보 기반의 능선축에 대한 정량적 현황 및 자연환경 분석을 보다 편리하게 이용하여 현재의 환경정책 수립 및 관련 연구에 직간접적 도움이 될 것으로 사료된다.

주

- 1) 환경영향평가정보지원시스템(www.eiass.go.kr)

감사의 글

본 연구는 한국환경정책·평가연구원에서 수행중인 한국환경산업기술원의 2014년도 차세대 에코 이노베이션 기술 개발 사업 중 “국내 능선축 GIS기반 통합관리시스템개발” 및 연구재단 2014년도 신진연구자지원사업 “자연재해 발생 항목의 시공간 상관관계 분석 및 융합을 통한 시계열 피해도 작성 기술 개발 : 극단적 기후변화에 따른 도시 재해를 중심으로”의 지원으로 이루어 졌으며 이에 감사를 드립니다.

KAGIS

REFERENCES

- Andrew S.D. and S.L. Shaw. 2007. A GIS-based spatial decision support system for tourists of Great Smoky Mountains national park. *Journal of Retailing and Consumer Services* 14(2007):269-278.
- Houck, R. 2005. A study of ridgeline and steep slope regulations in mountain communities throughout the United

- States. Land-of-Sky Regional Council, pp.4.
- Kang, J.E. and M.J. Lee. 2012. Assessment of flood vulnerability to climate change using fuzzy model and GIS in Seoul. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 15(3):119-136 (강정은, 이명진. 2012. 퍼지모형과 GIS를 활용한 기후변화 홍수취약성 평가 -서울시 사례를 중심으로-. 한국지리정보학회지 15(3):119-136).
- Korea Environment Institute. 2012. Environmental assessment guidelines for the mountain ridges of gimaek of Baekdudaegan in Korea. pp.45-58 (한국환경정책평가연구원. 2012. 백두대간 기맥에 대한 환경성평가 방안 연구. 45-58쪽).
- Korea Forest Service. 1996. Baekdu daegan Literature. Korea Forest Service (산림청. 1996. 백두대간 관련 문헌집).
- Korea Forest Service. 1997a. A study on the concept formulation and survey of Baekdudaegan. (산림청. 1997a. 백두대간의 개념정립과 실태조사 연구).
- Korea Forest Service. 1997b. A study on the Baekdudaegan survey and reasonable conservation. (산림청. 1997b. 백두대간의 실태조사 및 합리적인 보전방안 연구).
- Lee, M.J. and J.E. Kang. 2012. Predictive flooded area susceptibility and verification using GIS and frequency ratio. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies. 15(2):86-102 (이명진, 강정은. 2012. 빈도비 모델과 GIS를 이용한 침수 취약 지역 예측 기법 개발 및 검증. 한국지리정보학회지 15(2):86-102).
- Lee, M.J. and S.J. Lee. 2013. Study of the Baekdudaegan & Ridgelines extraction and environmental impact assessment utilizing GIS. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(3):136-146 (이명진, 이수재. 2013. GIS를 활용한 백두대간·정맥 추출 및 환경성평가 방안 연구. 한국지리정보학회지 16(3):136-146).
- Ministry of Environment. 2001. A study on the efficient management of Baekdu daegan I. Korea Research Institute for Hunam Settlements. 45pp (환경부. 2001. 백두대간의 효율적 관리방안 연구 I. 45쪽).
- Ministry of Environment. 2002. A study on the efficient management of Baekdu daegan II. Korea Research Institute for Hunam Settlements. 89pp (환경부. 2002. 백두대간의 효율적 관리방안 연구 II. 89쪽).
- Ministry of Environment. 2003. A study on the efficient management of Baekdu daegan III. Korea Research Institute for Hunam Settlements. 107pp (환경부. 2003. 백두대간의 효율적 관리방안 연구 III. 107쪽).
- Ministry of Environment. 2006. Manual of prior environmental review system, Korea Environment Intitute pp.84-89 (환경부. 2006. 사전환경성검토업무 매뉴얼, 한국환경정책·평가연구원. 84-89쪽).
- Ministry of Environment. 2008. A study of method and guidelines for pre-environmental appraisal to Baekdu daegan and Jeongmeak. pp.9-25 (환경부. 2008. 백두대간·정맥의 사전환경성평가 방법 및 가이드라인 마련 연구. 9-25쪽).
- Olshansky, R. 1998. Regulation of hillside development in the United States.

- Environmental Management 22(3):388-392.
- Olshansky, R. 2005. Planning for Hillside Development: In Environment and Development, American Planning Association, September/October 1995.
- Park, S.J. and I. Son. 2005. Discussions on the distribution and genesis of mountain ranges in the Korean peninsular(II) : the proposal of 'Sanjulgi-Jido(Mountain Ridge Map)'. The Korean Geographical Society 40(3):253-273 (박수진, 손일. 2005. 한국 산맥론(II): 한반도 '산줄기 지도' 의 제안. 대한지리학회지 40(3):253-273).
- Park, S.J. and I. Son. 2008. Discussions on the distribution and genesis of mountain ranges in the Korean peninsular(III) : proposing a new mountain range map. The Korean Geographical Society 43(3):276-295 (박수진, 손일. 2008. 한국 산맥론(III): 새로운 산맥도의 제안. 대한지리학회지 43(3):276-295). KAGIS