

환경평가 지원을 위한 주요 능선축 개발계획 분석*

Analysis of Development Projects to the Major Mountain Ridges for Environment Assessment

박종윤** · 이영준*** · 정영근****

Jong-yoon Park · Young-joon Lee · Young-keun Chung

요약: 환경평가 대상 사업의 유형 및 입지현황을 바탕으로 개발계획이 전통적인 산경표 상 백두대간을 비롯한 정맥, 기맥, 지맥 등 우리나라 주요 산줄기에 미치는 영향을 분석하였다. 산줄기는 각 광역권에서 지형 및 생태적 연결성을 유지하는 지형생태축의 역할을 담당하고 있다. 산줄기에 해당하는 주요 능선축을 중심으로 좌우 300m를 영향범위로 설정하였으며, 이러한 능선축 영향범위 내에서 추진된 개발사업 1,393건에 대하여 8개 권역별로 현황 분석을 수행하였다. 수도권 지역의 경우 능선축과 인접해서도 타 권역에 비해 2배 이상의 개발사업이 진행된 것으로 파악되어 수도권에 개발사업이 집중됨을 알 수 있다. 주요 능선축에 대한 개발사업의 빈도는 대부분의 권역에서 산줄기 10km당 2건 이내로 이루어지고 있다. 그러므로 그 이상의 빈도를 보이는 주요 산줄기에 대해서는 상대적으로 개발에 따른 영향이 평균 대비 과중된 것으로 이에 대한 적절한 대책을 마련하는 것이 필요하다. 개발사업의 빈도 등을 통해 확인된 환경적 영향이 과부하 상태인 능선축에 대해서는 지자체별로 해당 권역의 개발 현황을 확인하여 추가 개발 지양, 단절 및 훼손지역 복구 등의 체계적인 대책을 마련할 필요가 있다. 능선축에 대한 체계적이고 과학적인 분석 정보는 자연환경 현황 파악뿐만 아니라 환경영향평가 등을 통해 지역별로 친환경적 개발을 위한 정책을 수립하는데 있어 기초자료로 활용될 수 있다. 또한 주요 능선축 중 광역생태축 기능을 하는 대간, 정맥은 원형을 최대한 유지하는 것을 원칙으로 하되, 기타 기맥 및 지맥도 그 지형의 연결성 및 생태적 보전가치를 고려하여 이를 단절하거나 심각하게 훼손하는 어떠한 개발행위도 최대한 지양할 필요가 있다.

핵심주제어: 환경평가, 주요 능선축, 개발빈도 분석

Abstract: This study analyzed the effect of the development projects on major mountain ridges in Korea based on project type and location. The results can be used to identify environmental impacts such as ecological truncation and development density and provides basic data for promoting environmentally friendly development and mitigation measures. Further, systematic and scientific analysis of mountain ridge axes can be used for environmental impact assessment and as a tool to identify changes in ecological functions such as animal mobility and habitat protection. A total of 1,393 development projects and plans located within 300 m from the major mountain ridge axes in 8 regions were analyzed to investigate present environmental status. In the case of the capital area, the

* 본 논문은 한국환경정책·평가연구원 보고서인 '환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영(2017, 과제번호 GP2017-11)'의 일부를 수정·보완한 것이다.

** 주저자, 한국환경정책·평가연구원 환경평가본부 부연구위원

*** 공동저자, 한국환경정책·평가연구원 환경평가본부 선임연구위원

**** 교신저자, 선문대학교 국제경제통상학과 교수

development project concentration is more than twice as high as in other regions, even near the mountain ridges. The frequency of development projects in major mountain ridges is less than 2 per 10 km in most regions; therefore, it can be interpreted that the influence of development is relatively high for major mountain ridges with a frequency of 2 or more, and appropriate mitigation measures should be taken. For the mountain ridges where the environment is being severely impacted by the frequency of development projects, systematic measures such as restricting further development and restoring and repairing damaged areas, should be established by local governments.

Key Words: Environmental Assessment, Mountain Ridge, Frequency of Development

I. 서론

산경표¹⁾에서 제시하는 대간, 정맥, 기맥, 지맥 등을 포함하는 우리나라의 주요 산줄기는 생태축 기능으로써 자연생태환경을 보존하는 데 있어 중요한 역할을 하고 있으며, 자연과 인문 환경을 파악하기 위한 주요 개념으로 인식되고 있다(박성태, 2004, 2010; 양보경, 1993). 우리나라의 특이한 지형적 연결성을 보여주는 주요산줄기는 생태적 연결성 측면에서 가장 중요한 생태축의 하나라고 할 수 있으며, 야생생물의 주요 이동로가 되는 생태적 보전가치가 높은 지역에 해당한다. 개발사업의 환경평가에서도 생태적 연결성은 생물다양성 증진 및 생태계 기능의 연속성 측면에서 가장 중요한 요소이며, 생태축·녹지축 등 생태적 연속성에 미치는 영향(생태축 단절, 서식지 파편화 등)을 우선적으로 검토하고 있다(이영준 등, 2017). 환경영향평가서 작성 등에 관한 규정(환경부고시 제2018-205호)에는 생태자연도, 주요철새도래지와 관련한 생물다양성·서식지 보전과 함께 지형 및 생태축 보전 측면에서 주요산줄기, 생태축, 녹지축을 입지의 타당성을 검토하는 가장 중요한 핵심요소로 구분하고 있다.

산경표는 1769년경 신경준이 '산자분수령(山自分水嶺)의 원리'에 따라 작성된 우리 전래의 지리서이다. 즉 산은 스스로 물을 가르는 분수령이

1) 조선의 산맥 체계를 수계(水系)와 연결시켜 일목요연하게 정리하여 놓은 책으로서, 백두산을 중심으로 동·서·남·북으로 뻗친 대간(大幹)과 지맥(支脈)의 분포를 기재한 것(두산백과).

된다는 뜻으로 '산은 물을 건너지 못하고 물은 산을 넘지 않는다'는 원칙을 가지고 있다. 주맥의 개념으로 1대간 1정간 13정맥의 15개 산줄기로 분류되어 있으며, 산경표 상의 산봉우리를 연결한 지도가 산경도이다(박성태, 2004, 2010). 그러나 산경표는 18세기의 관점에서 만들어진 것으로 현재의 생활권이나 산세에 따라 적용하는데 문제가 있어 박성태(2004, 2010)는 산자분수령의 원리에 따라 우리나라 지형도 및 표준유역경계를 중심으로 실제 지형(산 이름, 높이, 거리, 연결성 등)을 반영하고 유역면적, 유역경계 등 현대적 지리 및 지형정보를 바탕으로 과학적 공간정보를 활용하여 산줄기 표를 1대간 12정맥의 신산경표로 재정립하였다.

대부분 수십 km에서 100 km 이상의 연장을 가지고 광역적으로는 지형 생태축에 해당하는 주요 산줄기는 자연환경뿐만 아니라 인문·사회적 측면에서도 매우 중요한 기능을 가지고 있다(박성태, 2010; 양보경, 1993). 최근에는 산줄기의 생태적·사회적 역할이 강조되면서 생태 양상 및 연결망을 고려한 위계와 능선축의 체계를 더욱 세밀하게 구분하는 방안이 연구되고 있다(장효진·박수진, 2018).

산줄기를 표현하는 현대적인 용어로 능선축이라는 용어를 사용하는데 이는 자연의 본질적인 구성요소로서의 역할 및 생태축으로서의 기능을 고려한 것이다(이수재 등, 2008). 원래의 자연지형이 가지고 있는 마루금을 연결하여 만들어지는 실제적인 지형인 능선축은 수치지형도 등을 활용한 지형분석 결과, 우리의 전통적 지리인식체계인 산경표에 의한 백두대간 체계와 잘 일치하고 있다(김영표 등, 2004). 본 연구에서는 주로 능선축이라는 용어를 사용하여 분석 결과를 설명하고자 한다. 능선축에 대한 인식 및 보호 정책이 수립되어 있음에도 불구하고 실질적으로 이에 대한 관리 및 보존을 위한 시행 정책은 아직 미비한 실정이다(산림청, 1997).

능선축에 대한 체계적이고 과학적인 분석 정보는 자연환경 현황 파악, 동물의 이동성 및 서식처 확보 등 생태적 기능의 변화를 파악하기 위한 자료로 사용될 수 있다(이수재 등, 2008, 2012; 환경부, 2016). 생물다양성 협약(Convention on Biological Diversity: CBD)에서도 산이 가지는 환경

적 중요성을 강조하고 있다. 산지는 광범위한 생태계가 비교적 짧은 구간에 압축되기 때문에 특이한 생물다양성을 나타내고 있으며, 주변의 저지대부터 차별화되는 서식지를 제공하고 있다. 반면에 이러한 생태적 조건은 환경변화에 민감하고 서식지 내성과 분산 수용력이 상대적으로 낮은 종들을 양산하는 경향이 높으며 기후변화와 같은 환경적 영향에도 매우 취약하다.²⁾ 그러므로 무분별한 개발로 인한 산지의 훼손은 생태계의 가장 위협적인 요소가 될 수 있다.

특히 생태구조와 기능 측면에서 산능선의 지속적인 보호와 관리에 따른 종 구성, 종 풍부도 등은 그렇지 않은 능선부에 비해 훨씬 높음을 보여주고 있다(Cho et al. 2008). 지형 기반 공간모형을 사용한 산능선과 경계를 구분하는 과학적 방법론과 같은 최근의 연구들은 법적보호구역 설정 등에 있어 산출기의 보호와 관련하여 생태학적 중요성을 강조하는 측과 이를 개발 및 활용하고자하는 집단 간에 논쟁과 갈등을 해소하는데 활용될 수 있다(Han et al. 2016). 최근에는 생물 다양성과 생태계 기능이 기후 등 환경 변화와 지질 과정과 관련하여 산지 고도 변화에 따라 직간접적으로 어떻게 변하는 지에 대한 거시적인 연구가 진행되고 있다(Hu et al. 2020).

주변 환경요소(자연환경 및 생활환경)의 시·공간적 변화에 따른 영향, 지역별 환경용량 등의 차이 등을 나타낼 수 있는 과학적이고 종합적인 자료에 근거하여 지역적 환경현황의 특성을 고려한 체계적인 개발계획의 수립은 국토의 지속가능한 개발 및 보전을 위한 가장 기초적인 사항임에도 불구하고 이에 대한 분석은 미흡한 실정이다. 개발사업 전·후의 환경변화 등 개발예정지에 대한 시·공간적 환경변화 및 환경수용능력 분석을 토대로 지속가능한 국토개발을 유도할 수 있는 환경계획의 수립이 필요하다.

본 연구에서는 환경영향평가정보지원시스템(EIASS: Environmental Impact Assessment Supporting System)에서 제공되는 환경영향평가 관

2) Convention on Biological Diversity(CBD), 2020, <https://www.cbd.int/mountain/importance.shtml>.

련 자료 및 중앙부처에서 생성·배포하는 자료를 이용하여 우리나라 주요 산줄기에 대한 개발사업의 현황을 분석하였다. 생태 및 지형 분야와 관련하여 개발계획에 따른 환경변화를 확인하기 위하여 백두대간, 정맥, 기맥 및 지맥 등 우리나라의 주요 산줄기를 따라 인접하여 분포하는 개발사업의 현황 및 입지 경향을 파악하였다. 이를 바탕으로 개발계획이 주요 능선축에 미치는 영향을 분석하고 생태단절 등 환경영향을 파악하여 광역지자체 규모에서 친환경적 개발 유도를 위한 과학적 분석 자료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이러한 분석 자료는 개발계획을 수립하는 지자체에서 주요 산줄기 인접 지역의 개발계획을 친환경적으로 추진할 수 있도록 하는데 체계적인 정보를 제공할 수 있다.

II. 권역별 주요 능선축 분포 및 영향 범위 설정

환경부(2016)에서 제작한 능선축 공간자료와 EIASS에서 제공하는 환경평가 대상 사업지 공간자료를 이용하여 능선축에 인접한 개발계획 현황을 파악하였다. 능선축이 영향을 받을 수 있는 일정 이격거리 내 사업 현황을 파악하고, 권역별로 이루어진 개발사업에 대한 현황 분석을 수행하였다.

1. 권역별 주요 능선축

본 연구에서는 권역별 주요 능선축 현황을 분석하기 위하여 <표 1>에서와 같이 전국을 수도권(서울, 경기, 인천 포함), 강원권, 충남권(대전, 세종 포함), 충북권, 경남권(부산, 울산 포함), 경북권(대구 포함), 전남권(광주 포함), 전북권의 8개 권역으로 구분하였다. 수도권의 경우 지역적으로 인접해 있고 물리적 공간이 상대적으로 작은 서울 및 인천을 경기도와 합쳐서 설정하였다. 충남권, 경남권, 경북권, 전남권도 해당 권역에 속한 광역시를 포함하여 설정하였다. 각각의 권역은 현행 행정구역 경계를 준용하였고, 행정구역도는 2013년 통계청에서 발행한 시군구 행정구역도를 활

용하였다.

능선축의 구분은 법적보호지역인 백두대간을 중심으로, 정맥, 기맥 및 지맥 자료를 활용하여 분석하였다(환경부, 2016). 하나의 능선축이 두 개 이상의 권역에 해당되면 각각 권역별로 구분하여 분석하였다. 권역별 산출기 분포 현황을 보면 가장 긴 백두대간을 포함하는 곳은 경북권(301.5 km)이며, 다음으로 강원권(279.7 km)이다. 또한 전체 산출기의 길이의 합에서도 경북권(2,468.6 km)이 가장 긴 연장을 보여주고 있다.

〈표 1〉 권역별 주요 능선축 길이(km) 현황

권역구분	백두대간	정맥	기맥	지맥	총길이
수도권	-	365.5	64.0	950.7	1,380.2
강원권	279.7	82.7	123.4	1186.1	1,671.9
충북권	160.5	175.6	-	706.6	1,042.7
충남권	-	451.1	-	724.4	1,175.5
경북권	301.5	302.5	-	2044.6	2,468.6
경남권	76.2	339.9	158.5	986	1,560.6
전북권	123.2	386.8	42.2	469.6	1,021.8
전남권	12.8	356.8	285.8	933.2	1,588.6

백두대간은 수도권과 충남권을 제외한 전국에 걸쳐 분포하는 것을 알 수 있다. 경북권, 충남권 및 충북권은 기맥을 포함하지 않는 것으로 나타났다. 한편 〈표 2〉에서와 같이 총 41개의 지맥이 분포하는 경북권은 전국에서 가장 많은 주요 능선축이 관내에 발달하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 2〉 권역별 주요 능선축 분포 현황

구분	백두대간	정맥	기맥	지역
수도권	-	한남	-	감악, 강화, 검단, 관악, 독주, 명지, 서봉, 수락, 쌍령, 앵자, 오두, 양방, 천마, 청명, 태행, 해룡
		금북, 한남금북, 한북	한강	명성, 보개, 성지, 오강, 왕재, 화악
강원권	-	-	-	금대, 노목, 대덕, 도솔, 두위, 만월, 백덕, 봉화, 사금, 성골, 육백, 적근, 주왕, 죽령, 춘천, 향로, 황병
	백두대간	낙동, 한북	한강	명성, 백운, 보개, 성지, 안일, 영월, 왕재, 천등, 화악
충북권	-	-	-	가섭, 각호, 갑산, 계명, 금수, 금적, 부용, 신선
	백두대간	금북, 한남금북	-	등곡, 만뢰, 백운, 백하, 석장, 영월, 오강, 장령, 천등, 팔봉, 팔음
충남권	-	호서	-	고산, 관암, 노성, 망일, 무성, 봉수, 석문, 성주, 안면, 안평, 영인, 원진, 전월, 칠갑, 후망
		금강, 금남, 금북	-	만뢰, 백하, 성치, 석장, 장령, 팔봉
경북권	-	-	-	각화, 국사, 기암, 갈라, 구암, 금오, 금장, 기룡, 내연, 덕산, 문수, 보현, 비학, 선암, 쇠치, 송덕, 영등, 영암, 오토, 용암, 운달, 유봉, 일월, 자개, 지구, 작약, 청룡, 칠보, 칠봉, 팔공, 화림, 황학
	백두대간	낙동	-	등곡, 비슬, 삼태, 수도, 안일, 왕령, 운문, 팔음, 호미
경남권	-	낙남	진양	거제, 남암, 남해, 무척, 북거제, 삼신, 양각, 열왕, 영축, 와룡, 용천북, 용천, 우봉, 웅석, 정수, 통영, 화개, 화왕
	백두대간	낙동	-	비슬, 삼태, 수도, 연비, 왕령, 운문, 호미
전북권	-	금남호남	-	경수, 덕유, 두승, 모악, 무이, 변산, 성수, 천황
	백두대간	금강, 금남, 호남	영산	견두, 백하, 성치, 연비
전남권	-	-	땅끝	고흥, 모후, 백룡, 병풍, 봉대, 분적, 사자, 억불, 여수, 옥룡, 장계, 장암, 장원, 진도, 철성, 태청, 통명, 화원, 흑석
	백두대간	호남	영산	견두

주) 이탤릭체는 행정경계가 중복되는 산줄기임

주) 신산경표(박성태, 2010)에서 10대강을 구획하는 것을 기준으로 산경표 상의 정맥을 다음과 같이 재구분함에 따라 정맥에 대한 구분 및 명칭은 자료에 따라 차이가 날 수 있음. 예) 호서정맥(신산경표) = 호서정맥 + 한남금북정맥(산경표), 금북기맥(신산경표) = 금북정맥(산경표), 금남기맥(신산경표) = 금남정맥(산경표), 호남정맥(신산경표) = 호남정맥 + 금남호남정맥(산경표)

2. 주요 능선축에 대한 개발계획 영향 범위 설정

능선축에서 제시하는 백두대간, 정맥, 기맥, 지맥 등은 자연생태환경을 보존하는데 있어 중요한 역할을 하고 있다는 것에는 이견의 여지가 없다. 특히 백두대간은 「백두대간 보호에 관한 법률」에 따라 관리되고 있으며, 환경부도 이를 바탕으로 ‘백두대간·정맥에 대한 환경평가 가이드라인’ 등을 마련하여 개발에 따른 주요 능선축의 보존에 대한 방향성을 제시하고 있다(이수재 등, 2008). 또한 능선축은 자연환경뿐만 아니라 인문·사회적 측면에서도 매우 중요한 기능을 가지고 있다. 산림청은 고문헌, 관련논문 등을 정리한 「백두대간 관련 문헌집」을 발간하여 백두대간에 대한 이해증진과 보전의 필요성을 강조하고 있다(산림청, 1996, 1997). 그러나 이러한 능선축에 대한 인식 및 보호 정책이 수립되어 있음에도 불구하고 실질적으로 이에 대한 관리 및 보존을 위한 시행 정책은 미비한 실정이다. 능선축에 대한 체계적이고 과학적인 분석 정보는 자연환경 현황파악, 환경영향평가 등에 활용될 수 있으며, 동물의 이동성 및 서식처 확보 등 생태적 기능의 변화를 파악하기 위한 기초 자료로 사용될 수 있다(환경부, 2016).

최근에는 앞서 설명한 바와 같이 능선축의 생태적·사회적 역할이 강화되면서 생태양상을 고려한 위계 및 능선축 체계를 보다 세밀하게 구분하는 방안이 연구되었다.

본 연구에서는 능선축 인접 지역의 개발사업을 분석하기 위하여 <표 3>에서 정의된 능선축의 핵심구역과 완충구역을 포함하는 300 m 이내를 직접적인 영향권 범위로 설정하였다. 백두대간의 경우 법적으로 구분되어 있는 완충구역과 핵심구간의 공간자료를 활용하였다(환경부, 2016).

〈표 3〉 능선축 등급 체계 및 영향범위

생태양상위계	종류	분류기준	평가등급지역 범위 (능선축 중심으로부터 수평거리)
1급 능선축	백두대간	- 한반도 전체를 통하여 연결성이 가장 양호하고 연장이 긴 것	보호구역(핵심 및 완충)
2급 능선축	주요 정맥	- 1급 능선축에서 직접 분기함 - 주요 하천의 분수계를 이룸 - 연장이 100 km 이상인 주요 능선축(금남호남 정맥은 공동구간으로 예외)	핵심구역 150 m 완충구역 150~300 m
3급 능선축	분기구간 및 기맥 등	- 정맥에서 분기하고 연장성이 매우 양호한 것 - 위의 1, 2급 능선축 이외에 주요 하천의 분수계를 이루는 것	핵심구역 150 m 완충구역 150~300 m
4급 능선축	지맥 등	- 위의 능선축 이외의 능선축으로서 비교적 연장성이 양호한 것 - 독립 능선축으로서 연장성이 매우 양호한 것	핵심구역 100 m 완충구역 100~300 m
5급 능선축	소규모 및 독립 능선축	- 4급 능선축에서 분기한 소규모 능선축 독립 능선축으로서 규모가 매우 작은 것	핵심구역 100 m 완충구역 100~300 m

자료: 환경부(2016)

3. 자료구축

본 연구에 활용된 EIASS는 환경영향평가 관련 정보를 디지털화 하여 손쉽게 정보자원을 활용할 수 있는 시스템으로서, 약 20여 년간의 정보가 구축되어 제공되고 있다. EIASS는 환경영향평가, 전략환경영향평가 및 소규모환경영향평가로 구분하여 평가정보조회를 통한 사업정보 확인은 물론, 평가지리정보 및 공간분석 서비스 등의 이용이 가능하다.

본 연구에서는 환경영향평가 대상사업은 18개 중 항만건설, 수자원 개발, 공항건설, 하천개발, 개간 및 공유수면 사업과 같이 능선축 주변에 입지하지 않는 개발계획을 제외한 12개 대상사업³⁾에 대해 EIASS로부터 환경평가 정보를 구축하였다. 여기서 환경평가 정보는 협의결과, 사업유형, 위치, 규모(면적 또는 길이), 토공량이다. 한편, 대상 사업지의 공간자료는 EIASS에 2015년까지 접수된 환경영향평가 대상사업에 대해 GIS(Geographic

3) 분석대상 사업유형: 도시개발, 산업단지, 에너지, 도로, 철도, 관광단지, 산지개발, 특정지역, 체육시설, 폐기물, 국방시설, 토석채취.

Information System) 자료를 제공받아 구축하였다. 전략환경영향평가 및 소규모환경영향평가의 경우에는 2011년까지의 공간자료만 제공하고 있어 2015년까지의 대상사업에 대하여 사업지의 주소 정보와 위치도면, 위성사진을 토대로 디지털라이징기법(Digitizing)을 이용하여 GIS자료를 구축하였다.

III. 주요 능선축에 대한 개발계획 및 환경적 영향

대간, 정맥, 지맥 및 기맥 등 주요 능선축에 대한 개발계획 현황을 살펴보면 <표 4>와 같이 1983년부터 2015년까지 EIASS에 등록된 사업 9,553건 중 1,393건이 능선축에 영향을 미칠 수 있는 300 m 이내에서 이루어진 것으로 분석되었다. 이는 전체 개발계획의 약 14.6%에 해당되며, 환경영향평가(969건), 사전환경성검토(171건), 전략환경영향평가(45건) 및 소규모환경영향평가(208건)를 통해 추진되었다. 본 연구의 능선축 개발계획 현황 및 환경적 영향 분석은 이들 1,393건에 대해 수행되었다.

<표 4> 사업유형별 주요 능선축 영향범위(300 m) 내 환경평가 협의현황

구분	도시 개발	산업 단지	에너지 (면)	관광 단지	산지 개발	특정 지역	체육 시설	폐기 물	군사 시설	토석 채취	에너지 (선)	도로	철도	총계
총계	78	209	55	102	8	7	142	12	9	82	91	522	76	1,393

주) 에너지(면): 면적 에너지개발사업(태양광발전사업 등), 에너지(선): 선형 에너지개발사업(송전선로, 풍력발전사업 등)

1. 능선축 등급별 개발계획

능선축 등급에 따른 1,393건의 지역별 개발계획 현황을 분석한 결과, <표 5>에서와 같이 백두대간의 경우 총 45건의 개발사업이 능선축 영향범위에서 이루어지고 있는 것으로 확인되며, 주요 정맥의 경우 393건, 기맥 68건, 지맥을 따라서는 1,200건의 개발사업이 능선축 영향범위 내에 입지하고 있는 것으로 나타났다. 백두대간이 지리적으로 가장 많이 분포하고 있는 강원권과 경북권에서 각각 18건, 14건의 개발계획이 추진된 것으로

나타났다. 주요 정맥의 경우 수도권에 분포하는 한남, 금북, 한남금북, 한북의 4개 정맥에 131건의 사업이 집중되어 있다. 기맥 및 지맥의 경우 수도권 다음으로 경북권, 전남권, 경남권, 충남권 등에서 많은 사업이 추진되었음을 알 수 있다.

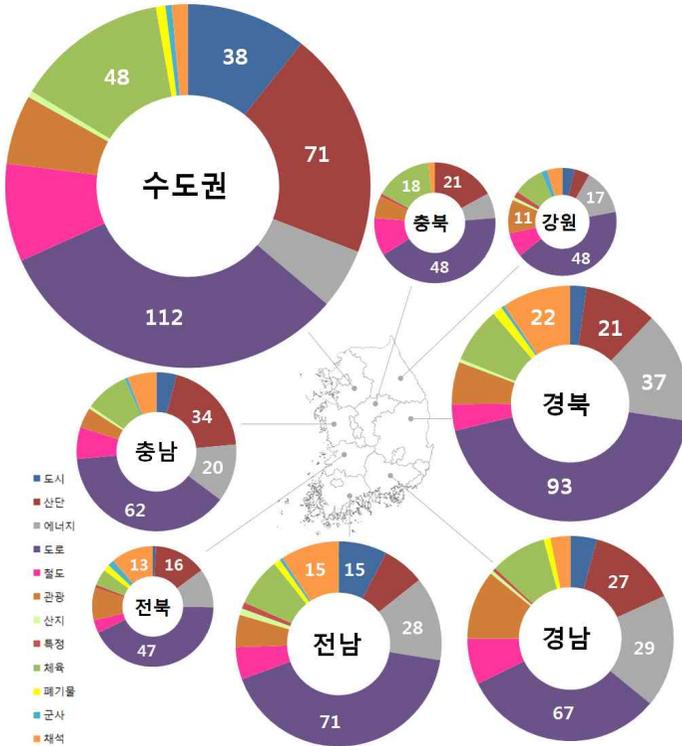
〈표 5〉 권역별 주요 능선축 영향범위(300 m) 내에 입지하는 개발사업의 현황
(단위: 건)

권역	대간			정맥			기맥			지맥		
	선형	면적	계	선형	면적	계	선형	면적	계	선형	면적	계
수도권	-	-	-	71	60	131	5	0	5	136	141	277
강원	13	5	18	7	2	9	5	2	7	60	33	93
충북	9	1	10	13	22	35	-	-	-	69	27	96
충남	-	-	-	37	23	60	-	-	-	82	65	147
경북	11	3	14	13	6	19	-	-	-	156	84	240
경남	3	2	5	42	29	71	13	6	19	69	60	129
전북	3	3	6	25	18	43	6	2	8	46	39	85
전남	-	-	-	19	9	28	27	10	37	79	77	156

주) 두 개 이상 권역에 걸쳐 이루어지는 선형사업의 경우 중복하여 사업 건수를 계산하였으며, 동일 사업이 다른 등급의 산출기를 두 번 이상 통과하는 것은 별도 건수로 계산함

권역별로 개발사업의 유형을 살펴보면 〈그림 1〉과 같이 도로 및 철도 등 선형사업이 가장 많이 주요 산출기에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 도로의 경우, 환경평가 대상 사업 수는 522건이며 철도 76건과 함께 주요 선형사업이 598건으로 전체 사업 수 1,393건의 43%를 차지하고 있다. 다음으로 산업단지과 송전선로, 육상풍력발전 등 에너지개발 관련 사업 그리고 골프장이 주를 이루는 체육시설이 능선축 영향범위 내에 많이 입지하는 것으로 파악된다. 체육시설의 경우, 주로 능선부와 인접하여 개발되는 골프장 건설로 인해 수도권에 전체 사업의 1/3 정도가 집중되어 나타나고 있다. 관광지 및 채석단지 개발사업 또한 능선축에 영향을 미치는 주요 사업유형으로 파악되었다.

〈그림 1〉 권역별 능선축 영향범위(300 m) 내에 계획된 사업유형 및 추진현황



주) 그래프 내 숫자는 사업 수를 나타냄.

2. 사업유형별 능선축에 대한 영향

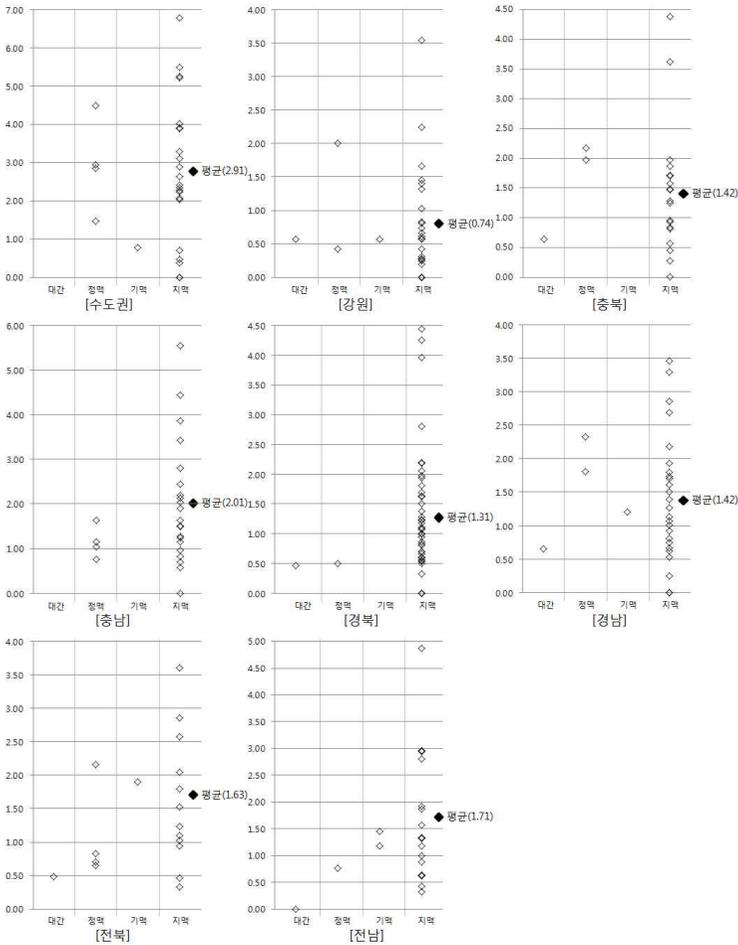
능선축 등급별 개발사업의 밀집 정도를 알아보기 위하여 〈그림 2〉과 같이 산줄기 10 km당 직접영향권(300 m 이내)에서의 사업 빈도를 분석하였다. 대간이 존재하는 권역의 경우 최대 0.7건/10 km의 사업이 입지하는 것으로 나타난다. 정맥의 경우에는 대략 0.5건에서 2건의 사업이 입지하는 것이 일반적이거나, 수도권은 한남정맥을 따라 약 4.5건/10 km의 사업이 입지하고 있는 등 다른 권역에 비해 배 이상의 개발이 가중되고 있는 실정이다. 마찬가지로 지맥을 따라서는 평균적으로 권역별로 최소 0.74건/10 km(강원권)에서 최대 2.91건/10 km(수도권)의 개발사업이 능선축을 따

라 입지하는 것으로 파악되어 능선축과 인접해서도 우리나라 전체 인구의 거의 절반이 살고 있는 수도권에 개발사업이 집중됨을 알 수 있다. 이로 인한 능선축 단절과 이차적인 생태계 영향 등이 우려되므로 환경평가 시 해당 사업에만 국한된 단순한 영향 여부의 판단보다는 그 동안 능선축에 누적된 개발에 따른 영향을 종합적으로 고려하여 평가할 필요가 있다.

전체 사업에 대한 분석 결과, 주요 능선축에 대한 개발사업의 빈도는 수도권을 제외하고 대부분의 권역에서 산줄기 10 km당 2건 이내로 이루어지고 있는 것이 가장 많았다. 이를 기준으로 할 때 그 이상의 빈도를 보여주는 주요 산줄기는 권역 내에서 상대적으로 개발에 따른 영향이 과중하다고 할 수 있으므로 이에 대한 대책을 마련하는 것이 필요하다. 수도권의 경우 지맥에 대한 빈도가 최대 6.5건/10 km에 이르고, 충남권의 경우에도 지맥에 대한 최대 빈도가 5.6건/10 km에 이르고 있다. 이는 일반적인 빈도에 비해 2~3배 이상의 개발이 능선축을 따라 추진되었다고 할 수 있다. 10 km당 7건의 개발이 이루어졌을 경우에는 능선축이 가지는 생태적 연결 기능은 매우 취약해질 수 있다. 이처럼 과다하게 개발이 집중된 능선축에 대해서는 지자체별로 해당 권역의 개발 현황을 확인하여 추가 개발을 지양하고 단절 및 훼손지역을 복구하는 등의 체계적인 대책이 필요하다.

주요 능선축 중 대간, 정맥에 해당하는 광역 생태축 기능을 하는 1급 및 2급 능선축은 원형을 최대한 유지하는 것을 우선적으로 하여 보호하는 것이 필요하다(이수재 등, 2008). 한반도 산줄기의 근간을 이루는 대간, 정맥, 기맥 및 지맥은 그 지형의 연결성 및 생태적 보전가치를 고려하여 이를 단절하거나 심각하게 훼손하는 어떠한 개발행위도 최대한 지양하여야 하고, 특히 이미 훼손되거나 단절된 구간에 대해서는 가능한 모든 방법을 동원하여 복원하는 것을 원칙으로 정할 필요가 있다. 다만 인간활동과 관련한 국토이용에 대한 현실적인 여건을 고려하여 연결성 및 원형을 최대한 유지할 수 있는 합리적인 이용 및 개발 지침이 요구되고 있다.

〈그림 2〉 권역별 능선축 등급에 따른 사업 빈도(사업건수/10 km) 분포



3. 생태자연도 등급지역 및 관리지역에 대한 영향

주요 능선축 영향범위에 입지하는 개발사업들이 지역생태계에 공간적으로 미치는 영향을 정량적으로 분석하기 위하여 환경공간정보서비스 (EGIS)에서 제공받은 생태자연도 자료를 바탕으로 면적사업의 입지 현황을 분석하였다.

주요 산줄기 위계별로 중심으로부터 좌우로 300 m 내로 설정된 직접영

향권에 대하여 생태자연도 1~3 등급 및 별도관리지역이 차지하는 면적을 추출하였다. 백두대간의 경우에는 생태등급이 별도로 지정되어 있지 않아 보호구역(핵심·완충구역)에 해당하는 별도관리지역을 활용하였다. 산줄기가 갈라지는 지점에서 일부 중첩 구간이 발생하지만 전체 규모에 비하여 매우 미미한 차이에 불과하여 이를 고려하지 않았다. 백두대간에서는 생태자연도 등급 대신 백두대간보호구역(핵심 및 완충구역) 내 생태자연도 별도관리지역에 해당하는 면적을 활용하였다.

백두대간을 따라 총 2,652 km²의 면적이 별도관리지역으로 지정되어 있다. 생태자연도 1등급 지역은 주요 산줄기인 정맥, 기맥, 지맥을 따라 좌우 300 m 이내에 각각 150 km², 54 km², 499 km²에 달하는 면적이 분포하고 있다. 주요 산줄기에 인접하여 가장 많이 분포하는 등급은 생태자연도 2등급으로, 전체 등급 및 관리지역 면적 7,698 km²의 약 47%에 해당한다.

이를 바탕으로 <표 6>에서는 주요 능선축 영향범위 내 위치하는 면적사업 총 708건에 대해 생태자연도 등급별 분포를 분석하였다. 백두대간의 경우 보호구역 면적의 0.1%에 해당하는 2.3 km²가 개발사업으로 인해 영향을 받은 것으로 나타났다. 정맥, 지맥, 기맥의 경우에도 비율이 크게 증가하여 300 m 직접영향권 내의 생태자연도 등급지역 및 별도관리지역 면적 대비 각각 3.1%, 3.3% 및 3.1%에 해당하는 면적이 면적사업으로 인해 영향을 받은 것으로 나타났다. 백두대간 구역을 포함하면 전체 영향 면적은 총 159.7 km²에 이르러 여의도 면적(2.9 km²)의 55배에 이른다.

〈표 6〉 생태자연도 등급별 능선축 영향범위(300 m) 내 면적사업의 분포 현황
(unit: km²)

능선축 구분	생태자연도 1등급	생태자연도 2등급	생태자연도 3등급	별도관리지역	총계
백두대간 (핵심·완충구역)	-	-	-	2.3 (0.1%)	2.3 (0.1%)
정맥	0.9 (0.6%)	24.1 (2.9%)	2.4 (4.3%)	8.5 (7.9%)	35.9 (3.1%)
기맥	0.9 (1.7%)	3.7 (1.8%)	0.6 (4.0%)	5.2 (11.8%)	10.4 (3.3%)
지맥	7.1 (1.4%)	67.4 (2.6%)	7.4 (3.1%)	29.2 (10.2%)	111.1 (3.1%)
등급별 총계	8.9 (1.3%)	95.2 (2.6%)	10.4 (3.4%)	45.2 (1.5%)	159.7 (2.1%)

주) 괄호 안의 %는 능선축 영향범위 내에 분포하는 생태자연도 등급 및 별도관리지역의 총 면적에서 개발사업(선형사업 제외) 면적이 차지하는 비율임

권역별 능선축 분포에 따른 생태자연도 등급 및 별도관리지역 분포 현황을 알아보기 위하여 기존에 분석된 8개 권역 자료를 바탕으로 능선축 좌우 300 m 이내에 분포하는 생태자연도 등급 및 별도관리지역의 분포 면적을 추출하였다. 권역 경계부를 따라 발달하는 능선축의 경우, 능선축을 중심으로 편입되는 해당 권역에 대한 면적만이 고려되었다.

능선축에 인접하여 생태자연도 등급지역 및 별도관리지역이 가장 많이 분포하는 권역은 강원권으로 총 2,014.2 km²의 면적을 가지고 있으며, 그 다음으로 경북권, 경남권 순으로 나타난다. 이는 주요 산출기의 분포 비율을 반영한 결과로 볼 수 있다. 상대적으로 평지가 많은 충남권 및 전북권이 가장 적은 비율을 나타내고 있다.

공간정보 중첩 등을 통하여 권역별 개발사업이 생태자연도 등급 및 별도관리지역에 미치는 영향을 분석하였다. 수도권은 총 44.6 km²가 생태자연도 등급지역 내에서 이루어진 것으로 나타나고 있다. 이는 해당 권역의 능선축 영향범위 내 생태자연도 등급별 총 면적 580.0 km²의 7.7%에 해당하며 여의도 면적(2.9 km²)의 15배에 해당하는 규모이다. 수도권은 다른 권역에 비해 산출기와 인접한 지역에서 두 배 이상의 면적이 개발로 인해 영향을 받는 것으로 나타나고 있다. 실제로 권역 내에 분포하

는 산줄기의 길이가 훨씬 많은 강원권, 경북권 등을 고려할 때 비율로는 훨씬 높은 수치를 나타낸다. 다른 권역에서는 대개 12.7 km²(전남권)에서 24.1 km²(전북권) 정도의 생태자연도 등급 및 별도관리지역 면적이 개발사업으로 인해 영향을 받는 것으로 나타나며, 충북권의 경우 5.4 km²로 가장 낮은 수치를 보이고 있다.

이러한 분석 결과는 산줄기를 포함하는 산지에 대해서도 수도권에서 고밀도 개발이 가장 활발하게 이루어지고 있음을 나타낸다. 생태자연도 등급별로는 전북권을 제외하고 모든 권역에서 생태자연도 2등급 지역에서 가장 많은 개발 사업이 이루어지는 것으로 분석된다.

3. 개발에 따른 지형변화 분석

〈표 7〉에서와 같이 능선축 영향범위 내 613건의 면적개발사업 중 EIASS에서 사업면적 및 토공량을 확인할 수 있는 8개 사업분야 총 501건에 대해 지형변화 분석을 수행하였다. 이를 위해 환경평가에서 활용되고 있는 지형변화지수를 산정하였다. 지형변화지수는 사업면적당 발생하는 토공량(절토량+성토량)의 비율을 나타내는 것으로 지형의 변화가 클수록 지형변화지수는 높게 나타났다.

〈표 7〉 사업유형별 지형변화지수 산정 결과

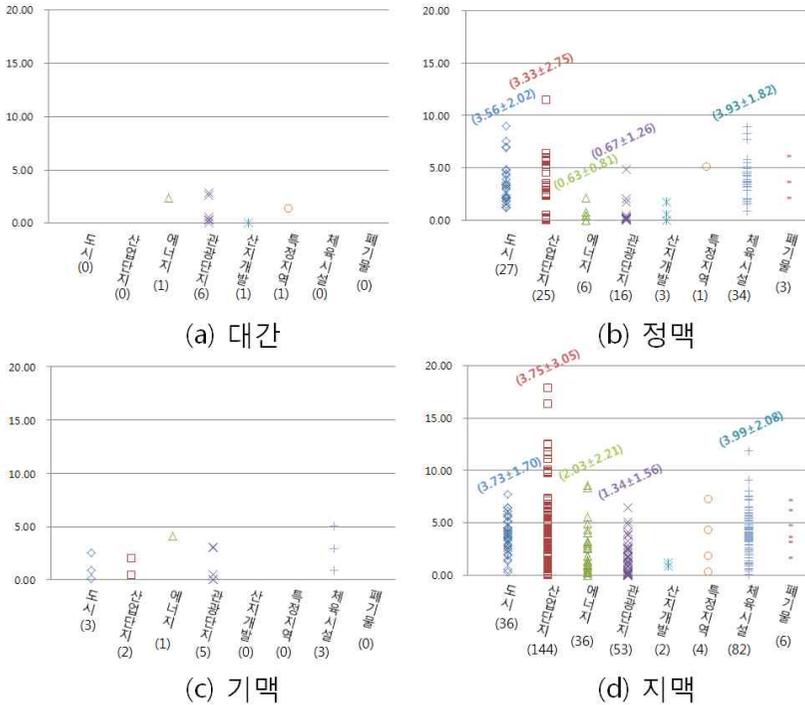
사업유형	사업 수	지형변화지수	
		평균	최대
도시개발	66	3.54	8.97
산업단지	171	3.67	17.85
에너지	44	1.90	8.57
관광단지	80	1.19	6.48
산지개발	6	0.72	1.71
특정지역	6	3.34	7.24
체육시설	119	3.95	11.88
폐기물	9	4.27	7.15

백두대간을 따라서는 지형변화지수가 3 미만으로 나타나 개발사업으로 인한 지형변화를 최소화하여 훼손을 줄이려는 그간의 노력을 확인할 수 있다. 그러나 <그림 3>과 같이 기타 등급의 산줄기에 대해서는 도시개발, 산업단지, 특정지역 개발, 체육시설, 폐기물 처리시설 등 지형변화가 많이 요구되는 사업의 경우, 평균 4이상의 지형변화지수를 나타내고 있다. 산능선부에 인접하여 설치되는 골프장 건설과 주로 관련된 체육시설은 평균 지형변화지수가 3.95로 가장 높으며 지맥에 입지하는 특정 사업의 경우 11.88의 지형변화지수를 보여주고 있다. 이는 골프장 조성사업의 산지 입지유형에서 분석된 지형변화지수 3.8 ± 1.3 과 유사한 범위를 나타내며, 산지에서의 입지가 구릉지형 및 평지형에 비하여 상대적으로 표고차와 급경사 비율이 높기 때문에 부지조성에 따른 토공량이 더 많이 발생하는 것으로 해석할 수 있다(사공희·정재현, 2010).

경사지가 많은 산지에 조성되는 산업단지는 정맥 및 지맥의 경우 평균 5 이상의 지형변화지수를 나타내고 있어 대규모 시설물 입지를 위한 부지정지로 인해 지형의 변화가 다른 사업에 비해 최대 17.85로 상대적으로 크게 발생함을 알 수 있다.⁴⁾ 특히 2008년 8월에 시행된 「산업단지 특례법」 이후 산업단지에 대한 환경영향평가가 크게 증가하였으며 산지 및 구릉지에 입지하면서 지형훼손이 크게 발생한 것으로 해석하고 있다.

4) 사공희·정재현(2010)의 분석 결과에 따르면 산업단지 조성사업의 경우 산지형에서의 지형변화지수 범위가 7.1 ± 5.4 로 전국 평균 5.7 ± 4.6 보다 1.5 정도 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

〈그림 3〉 능선축 등급별 면적사업의 지형변화지수 분포



주) 가로축 괄호 안의 숫자는 사업건수를 가리킴

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 8개 권역별로 능선축 및 환경평가 대상 사업지 공간자료를 이용하여 능선축이 영향을 받을 수 있는 일정 이격거리 내 개발사업에 대한 현황 분석을 수행하였다. 능선축을 중심으로 좌우 300 m 이격거리 이내에 포함되는 환경평가 대상 사업지 1,393건을 대상으로 이루어졌으며, 백두대간의 경우 총 45건의 개발사업이 능선축 영향범위 내에서 이루어지고 있는 것으로 확인되며, 주요 정맥의 경우 393건, 기맥 68건, 지맥을 따라서는 1,200건의 개발사업이 능선축 영향범위 내에 입지하고 있는 것으로 나타난다.

권역별로 개발사업의 유형을 살펴보면 도로 및 철도 등 선형사업이 가장 많이 주요 산줄기에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다음으로 산업단지 및 송전선로, 육상풍력발전 등 에너지 개발 관련 사업, 그리고 골프장이 주를 이루는 체육시설이 능선축 영향범위 내에 많이 입지하는 것으로 파악된다.

수도권의 경우 다른 권역에 비해 능선축 영향범위 내 개발이 집중되고 있는 것을 파악하였다. 지맥을 따라서는 평균적으로 권역별로 10 km당 최소 0.74건(강원권)에서 최대 2.91건(수도권)의 개발사업이 능선축을 따라 입지하는 것으로 분석되었다.

주요 능선축에 대한 개발사업의 빈도는 대부분의 권역에서 산줄기 10 km당 2건 이내로 이루어지고 있다. 반면, 수도권 및 충남권의 경우 지맥에 대한 빈도가 각각 6.5건/10 km 및 5.6건/10 km에 이르고 있어 일반적인 빈도에 비해 2~3배 이상의 개발이 능선축을 따라 이루어지고 있음을 알 수 있다. 이를 기준으로 볼 때 평균(2건/10 km) 이상의 빈도를 보이는 주요 산줄기에 대해서는 상대적으로 개발에 따른 영향이 과중하여 이에 대한 대책을 마련하는 것이 필요하다.

백두대간을 포함하여 정맥, 지맥, 기맥의 생태자연도 등급지역 및 별도 관리지역에 대한 개발사업의 영향 면적은 총 159.7 km²에 이르러 여의도 면적의 약 55배에 달한다. 수도권의 경우에는 총 44.6 km²가 생태자연도 등급지역 또는 별도관리지역 내에서 개발사업이 이루어진 것으로 나타나고 있어 다른 권역에 비해 산줄기와 인접한 지역에서 두 배 이상의 면적이 개발로 인해 영향을 받는 것으로 나타나고 있다.

주요 산줄기에 대하여 도시개발, 산업단지, 특정지역 개발, 체육시설, 폐기물 처리시설 등 지형 변화가 많이 요구되는 사업의 경우, 평균 4 이상의 지형변화지수를 보이고 있다. 산업단지는 정맥 및 지맥의 경우 평균 5 이상의 지형변화지수를 나타내고 있으며 산지 및 구릉지에 입지하면서 대규모 시설물 입지를 위한 부지 정지로 인해 지형의 변화가 다른 사업에 비해 상대적으로 크게 발생함을 알 수 있다.

개발사업의 빈도 등을 통해 확인된 환경적 영향이 과부하 상태인 능선축에 대해서는 지자체별로 해당 권역의 개발 현황을 확인하여 추가 개발 지양, 단절 및 훼손지역 복구 등의 체계적인 대책을 마련하여야 한다. 특히 시군구의 도시관리계획이나 군관리계획과 같은 개발계획 수립과 관련한 (전략)환경영향평가 단계에서 능선축에 인접한 개발사업에 대해서는 본 연구에서 제공하는 결과를 토대로 그 동안 누적된 개발에 따른 영향을 종합적으로 고려하여 실질적인 계획의 친환경성을 유도할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 또한 권역별 현황분석 자료는 해당 지자체, 환경부 등 이 이를 활용하여 개발사업의 초기 계획 단계부터 사업의 전반적인 환경 변화를 파악하여 최적의 계획을 마련하는데 활용할 수 있다.

주요 능선축 중 광역 생태축 기능을 하는 대간, 정맥은 원형을 최대한 유지하는 것을 원칙으로 하되, 기타 기맥 및 지맥도 그 지형의 연결성 및 생태적 보전가치를 고려하여 이를 단절하거나 심각하게 훼손하는 어떠한 개발행위도 최대한 지양하여야 한다. 다만 사업의 특성과 국토이용에 대한 현실적인 여건을 고려하여 연결성 및 원형을 최대한 유지할 수 있는 합리적인 이용 및 개발 지침을 마련할 필요가 있다.

■ 참고문헌 ■

- 김영표·임은선·김연준, 2004, 『한반도 산맥체계 재정립연구: 산줄기분석을 중심으로』, (국토연 ; 2004-34), 안양: 국토연구원.
- 박성태, 2004, 『신 산경표: 한반도 모든 산의 족보를 밝힌다!』, 서울: 조선일보사.
- _____, 2010, 『신 산경표: 북한의 산줄기 포함 한반도 모든 산의 족보』, 서울: 조선매거진.
- 사공희·정재현, 2010, 『지형특성을 고려한 지형변화의 적정량 평가방안』, (Working paper; 2010-14), 서울: 한국환경정책·평가연구원.
- 산림청, 1996, 『백두대간 관련 문헌집』, 서울: 산림청.
- _____, 1997, 『백두대간의 개념정립과 실태조사 연구』, 서울: 산림청.
- 양보경, 1993, “조선시대의 자연인식체계,” 『한국사 시민강좌』, 14, pp.70-97.
- 이수재·권영한·최희선·이명진·나성재, 2008, 『백두대간·정맥의 사전환경성평가 방법 및 가이드라인 마련 연구』, 과천: 환경부.

- 이수재·사공희·이명진, 2012, 『백두대간 기맥에 대한 환경성평가 방안 연구』, (정책보고서; 2012-11), 서울: 한국환경정책·평가연구원.
- 이영준·전동준·이명진·박종윤·은정, 2017, 『환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영 - 주요 능선축에 대한 개발계획 현황 분석 및 유역 물순환 건진성 영향 분석(금강수계 시범)』, (사업보고서; 2017-04-02), 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 장효진·박수진, 2018, “네트워크 과학 관점에서 바라본 산줄기 연결망 체계의 구조적 특성과 의미,” 『대한지리학회지』, 53, pp.485-500.
- 환경부, 2016, 『국내 능선축 GIS기반 통합관리시스템 개발』, 세종: 환경부.
- 환경영향평가서 작성 등에 관한 규정, 2018, 환경부고시 제2018-205호.
- Han, H., W. Chung, J. Song, A. Seol, and J. Chung, 2016, “A terrain-based method for selecting potential mountain ridge protection areas in South Korea,” *Landscape Research*, 41, pp.906-921, DOI: 10.1080/01426397.2016.1173657.
- Hu, A., J. Wang, H. Sun, B. Niu, G. Si, and J. Wang et al., 2020, “Mountain biodiversity and ecosystem functions: Interplay between geology and contemporary environments,” *ISME J* 14, pp.931-944, DOI: 10.1038/s41396-019-0574-x.
- Cho, K. H., S. Hong, and D. Cho, 2008, “Ecological role of mountain ridges in and around gwangneung royal tomb forest in central Korea,” *Journal of Plant Biology*, 51, pp.387-394, DOI: 10.1007/BF03036058.
- 환경영향평가 정보지원시스템, 2020, <https://www.eiass.go.kr>.
- Convention on Biological Diversity, 2020, <https://www.cbd.int/mountain/importance.shtml>.

박종윤: 건국대학교에서 사회환경시스템공학 박사 학위를 취득하고 현재 한국환경정책·평가연구원에서 재직 중이다. 주요관심분야는 국토환경의 지속가능성 평가 연구이다. (jongyoonpark@kei.re.kr)

이영준: 미국 텍사스A&M대학교(Texas A&M Univ.)에서 지질학 박사 학위를 취득하고 현재 한국환경정책·평가연구원에서 재직 중이다. 주요관심분야는 환경영향평가의 제도 및 기법 관련 연구이다. (yjlee@kei.re.kr)

정영근: 미국 존스홉킨스대학교(The Johns Hopkins Univ.)에서 경제학 박사 학위를 취득하고 현재 선문대학교 국제경제통상학과에 재직 중이다. 주요관심분야는 지속가능발전을 위한 환경문제 연구이다. (ykchung@sunmoon.ac.kr)

투 고 일: 2020년 07월 02일
심 사 일: 2020년 07월 02일
게재확정일: 2020년 07월 19일