

도로와의 이격거리를 고려한 철도사업의 환경생태적 영향 최소화 방안에 대한 연구

Study on Minimization of Environmental and Ecological Effects of Railroad Development considering the Distance from the Roads

김민경^{1*} · 김동엽²

¹한국철도기술연구원 연구원, ²성균관대학교 건설환경공학부 교수

Min Kyeong Kim^{1*} and Dong Yeob Kim²

¹Chief Researcher, Future Innovation R&D Strategy Division, Korea Railroad Research Institute, Uiwang 16105, Korea

²Professor, School of Civil, Architectural Engineering and Landscape Architecture, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

Received 16 March 2020, revised 1 September 2020, accepted 8 September 2020, published online 30 September 2020

ABSTRACT: Railroads and roads are typical linear projects, and their networks are expanding nationwide. To minimize the impact of their development on the environment, ecological disconnection due to the parallel lines of railroads and roads is to be avoided as much as possible. In this study, to examine the environmental impact of railroad and road development, the characteristics of railroads and roads and the differences between them were examined through a comparative analysis of key evaluation items. Based on the result, the road development, unlike the railroad project, suggests items for establishing an efficient land use plan and soil protection as the key evaluation items. There are no specific evaluation items and criteria that can be used to examine the environmental impact of railroad lines located adjacent to roads. In this study, eight evaluation items were suggested by reviewing the relevant literature. In particular, in the strategic environmental impact assessment stage, which examines the adequacy and location feasibility of the plan, the minimum separation distance criteria were proposed to examine in advance the environmental impact of railroads located adjacent to the existing roads. The distances were examined for the previously operated routes, and a distance of less than 200 m was suggested to minimize the environmental impact. The results were compared with those in other studies and analyzed. The results of this study can be used as a basis for examining alternative routes that can minimize the environmental impact of adjacent railroads and roads.

KEYWORDS: Naturel environment ecological effect, Railroad development, Road development, Separation, Strategic environmental impact assessment

요 약: 철도와 도로는 대표적인 선형사업으로, 전국적으로 철도망과 도로망이 확대되고 있는 추세이며, 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위해 철도와 도로의 평행노선에 따른 생태계 단절을 최대한 지양하고 있다. 본 연구에서는 우선적으로 철도와 도로개발 시, 환경에 미치는 영향을 살펴보기 위한 각 사업의 중점평가항목에 대한 비교·분석을 통해 차이점과 특징을 고찰하였다. 그 결과, 도로 개발은 철도사업과는 달리 효율적인 토지이용계획 수립에 대한 사항과 토양 보호를 중점평가항목으로 제시하고 있다. 본 연구에서는 철도 노선이 도로와 인접하게 될 때의 환경적 영향을 살펴보기 위한 구체적인 평가 항목과 기준이 제시되어 있지 않음에 따라, 관련 문헌을 검토하여 총 8개 평가 항목을 제시하였다. 특히, 계획의 적정성과 입지타당성을 살펴보기 위한 전략환경영향평가 단계에서 기존의 도로에 철도가 인접하게 될 때 미치는 환경적 영향을 사전에 검토할 수 있는 이격거리 기준을

*Corresponding author: mkkim15@krii.re.kr, ORCID 0000-0003-3156-6114

© Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering. All rights reserved.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

제안하고자, 기 운영 중인 철도 노선을 대상으로 도로와의 이격거리를 살펴보았으며, 환경생태적 영향을 최소화하기 위해 검토해야 할 이격거리로 200 m 이내일 것을 제시하였다. 본 연구 결과는 철도와 도로가 인접할 때 환경생태적 영향을 최소화할 수 있는 대안노선을 검토하는 사업계획 단계에서 근거 자료로 활용될 수 있을 것이다.

핵심어: 환경생태적 영향, 철도개발, 도로개발, 이격거리, 전략환경영향평가

1. 서론

도시개발과 함께 철도와 도로 등을 중심으로 한 SOC 투자가 지속적으로 확대되고 있으며, 지속가능한 국토 개발을 위해서는 환경적 측면에서의 검토가 필요하다. 국내의 철도사업과 도로사업은 『환경영향평가법』에 근거하며, 계획의 적정성과 입지 타당성 등에 기반한 전략환경영향평가와 대기질, 수질, 자연생태, 소음·진동 등의 환경 전반을 평가하는 환경영향평가가 수행된다. 특히, 전략환경영향평가는 대안을 제시하기 위한 사전적 접근 방식이며, 환경영향평가는 환경적 영향을 감소하는 방안을 제시하기 위한 사후적 접근방식으로, 『환경친화적 철도건설지침』, 『환경친화적 도로건설지침』에서 철도 및 도로 건설 시 환경친화적인 노선을 선정하기 위한 주요 검토 사항과 평가 항목을 제시하고 있다.

『환경친화적 철도건설지침』에서 철도사업은 환경영향평가 대상 사업으로 대기질, 수환경, 토지환경, 자연생태환경, 생활환경, 사회경제환경 등 6개로 구분되며, 21개의 세부 평가 항목이 제시되어 있다. 환경친화적인 철도 노선을 선정하기 위한 주요 평가 항목으로 지역의 특성 및 철도 유형에 따라 탄력적으로 반영하되, 일반적으로 대기질, 수질, 지형·지질, 동·식물상, 자연환경자산, 소음·진동, 위락·경관 등 총 7개를 제시하였다. 또한, 『환경친화적 도로건설지침』에서 도로사업의 항목별 검토 내용은 노선 및 지역의 특성에 따라 합리적인 검토가 필요하며, 주요 평가 항목으로 지형·지질, 동·식물상, 수리·수문, 토지이용, 대기질, 수질, 토양, 폐기물, 소음·진동, 위락·경관 등과 문헌 조사와 현지 조사에 따른 평가방법을 제시하였다. 철도와 도로건설 시, 대기질, 수질, 지형·지질, 동·식물상, 소음·진동, 위락·경관은 공통적인 평가 항목이며, 도로의 경우, 환경생태적으로 보전 가치가 있는 지역과 보호적 가치가 높은 자연환경자산에 대한 내용은 동·식물상에 포함되어 있다. 또한, 도로사업의 경우, 토지이용과 토양에 대한 내용이 철도사업과는 달리 주요 평가 항목에 포함되어

있다. 토지이용은 도로변 지역주민의 생활환경과 밀접하게 관련되어 있음에 따라, 효율적인 토지이용계획 수립을 제시하고 있으며, 도로 건설로 인한 토양 오염이 발생될 수 있어 토양을 중점평가항목에 포함하고 있는 것을 확인할 수 있다 (Kim 2019, Kim et al. 2019).

특히, 『환경친화적 철도건설지침』에서 철도노선 선정 시 고려사항으로 기존의 도로 또는 철도와 평행 노선을 계획할 때, 생태계의 이중적인 단절 및 운행의 안정성 등 환경생태 및 안전상의 문제가 발생될 수 있으나, 교통시설 간의 접근성을 향상시키고 환경 훼손의 최소화로 인한 환경 비용을 절감할 수 있어, 평행노선을 고려할 것을 제시하고 있다. 그러나 대표적인 선형사업인 철도사업이 도로 등 타 교통수단과의 평행으로 계획될 경우, 구체적인 이격거리와 평가 방법이 제시되어 있지 않다. 또한, 열차의 충돌, 탈선 등과 같은 철도사고가 지속적으로 발생되고 있어, 환경적 측면 뿐만 아니라 국민의 안전을 위해 적합한 이격거리 및 평가 항목에 대한 검토 및 연구가 필요한 상황이다.

이에 본 연구에서는 기 운영 중인 철도망과 도로망을 대상으로 이격거리 관련 연구 사례를 우선적으로 살펴보고, 신규 철도노선 계획 시 기존의 도로에 인접할 때 환경적 측면에서 검토가 필요한 평가 항목과 기준을 제시하고 이격거리를 제안하는 것을 목적으로 하였다.

2. 연구 방법

철도 및 도로건설에 관련된 환경영향평가 결과 및 『환경친화적 철도건설지침』, 『환경친화적 도로건설지침』 및 관련 선행연구에서 제시되어 있는 중점평가항목 및 평가방법을 살펴보았다. 이후, 철도와 도로의 이격거리에 관련된 연구 사례를 검토하였으나 기존의 연구 사례가 많지 않아, 본 연구에서는 우선적으로 대상지에 적용하여 이격거리를 검토하였다. 본 연구에서는 철도망을 기준으로 인근 도로망과의 이격거리를 살펴보는 것을 목적으로 함에 따라, 대상지로는 고속철도(경부

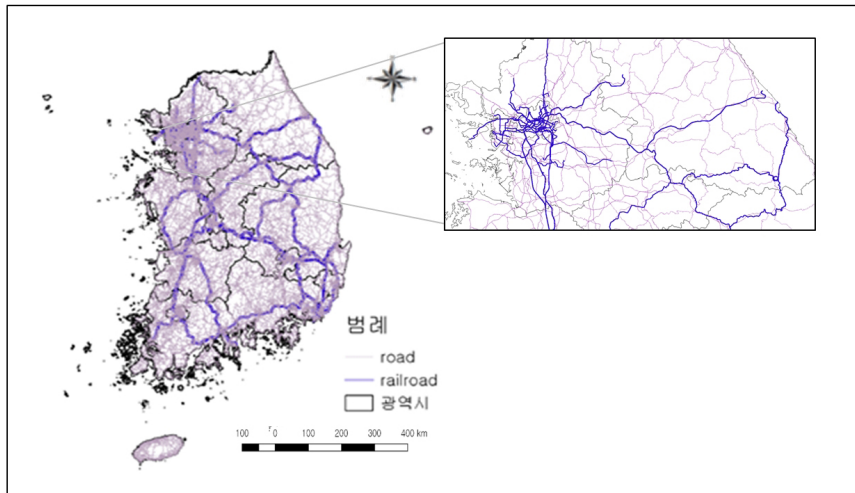


Fig. 1. National railroad and road network.

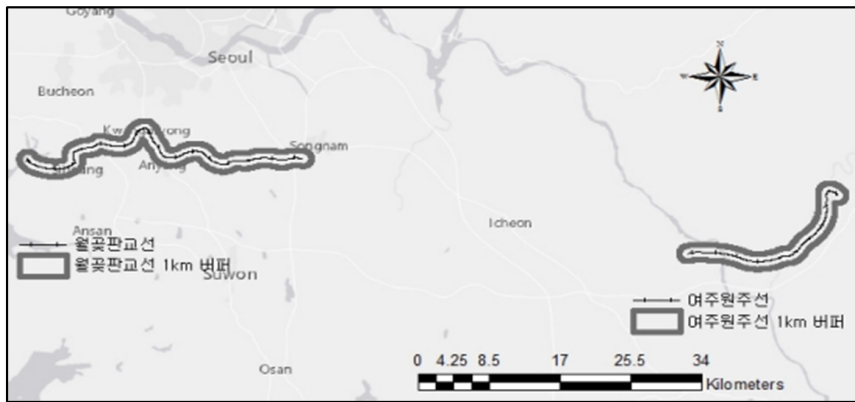


Fig. 2. Wolgot-Pangyo line (left) and Yeoji-Wonju line (right).

선, 경전선, 전라선, 호남선), 일반철도(경부선, 경북선, 경전선, 대구선, 동해남부선, 영동선, 장항선, 전라선, 중앙선, 진해선, 충북선, 태백선, ITX청춘선)을 대상으로 하였으며, 제시한 고속철도와 일반철도 노선 인근의 고속도로, 일반국도 간의 이격거리를 살펴보았다. 동아시아 대륙 동북쪽 끝 동경 124-132, 북위 33-38에 위치한 대한민국 전 국토를 대상으로 국가교통DB 기반의 기 개발되어 운영 중인 철도망과 도로망의 이격거리 분석에 QGIS 2.14.2와 ESRI사의 ArcGIS 10.2를 활용하였다 (Fig. 1).

특히, 이격거리 분석에는 QGIS 2.14.2의 지오메트리 및 거리측정기능을 활용하였다.

특히, 본 연구에서는 『제3차 국가철도망 구축계획』에 제시되어 있는 신규 철도노선으로 계획 중인 월곶판

교선과 여주원주선을 대상으로 하였다 (Fig. 2). 기존의 도로노선과 인접할 경우, 계획의 적정성과 입지타당성 등 환경생태적 평가 항목을 바탕으로 사전에 반드시 검토가 필요한 철도와 기존 도로와의 이격거리에 대한 기준을 검토하였다.

3. 결과 및 토의

3.1 사업별 환경평가 비교

3.1.1 철도사업 환경평가항목

국내 철도사업의 환경평가는 『환경영향평가법』에 근거하며, 환경영향평가는 전략환경영향평가, 환경영향평가, 소규모 환경영향평가 등 3가지로 구분되며, 철도사업의 경우에는 주로 전략환경영향평가와 환경영

향평가 대상이다. 철도사업의 전략환경영향평가는 개발 사업의 인허가 전, 사업별 기본계획 노선을 대상으로 계획의 적정성 등을 평가하며, 환경영향평가는 개발 사업을 위한 실시계획 승인 전, 4 km 이상, 면적 10만 m² 이상의 사업을 대상으로 환경영향정도과 저감방안에 대해 검토한다.

또한, 『환경친화적 철도건설지침』에서는 철도개발 시 검토가 필요한 환경영향평가 주요 검토 항목과 철도 노선 선정 시 고려 사항 등을 제시하고 있으며, 철도 종류, 노선 특징, 지역 특성 등에 따라 검토할 것을 제시하였다 (Ministry of Environment and Ministry of Land Infrastructure and Transport 2015a).

철도사업은 환경영향평가 대상사업으로 대기환경, 수환경, 토지환경, 자연생태환경, 생활환경, 사회경제 환경 등 6개의 분야로 구분되며, 각 세부 평가 항목으로 총 21개가 제시되고, 중점평가 항목, 일반평가 항목, 평가 제외 항목 등 3가지 형태로 구분된다. 특히, 중점평가 항목으로는 대기질, 수질, 지형·지질, 동·식물상, 자연환경자산, 소음·진동, 위락·경관 등 7개 항목으로 구성되어 있으며, 평가 방법에 대해서는 정성적이고 선언적으로 제시하고 있다. 7개 이외의 항목은 평가 시, 지역의 일반적인 현황을 고려하기 위한 기초자료로만 활용되거나 평가에는 활용되지 않고 있어, 중점평가 항목 위주의 검토가 필요하다.

특히, 『환경친화적 철도건설지침』에서는 중점평가 항목 외에도 철도노선 선정 시 고려 사항 6가지를 제시하고 있다. 첫째, 환경적으로 중요한 지역 및 지구가 포함되어 있는지를 파악한다. 특히, 환경적인 측면에서 중요하게 고려되는 지역 및 지구로는 생태경관보전지역, 습지보호지역, 국립공원, 도립공원, 문화재보호구역, (천연)기념물, 자연환경보전지역, 야생생물보호구역, 백두대간보호지역, 지하수보전구역, 식생보전등급, 생태 및 환경적으로 보전가치가 있는 지역 등이 있다. 두 번째로, 기존의 철도노선이나 정거장 예정지 주변의 주거지역, 학교, 병원 등 시설 현황을 파악하여 철도건설 및 운영 시 발생될 수 있는 소음 등의 환경적 문제를 최소화하는 것이다. 세 번째는 철도노선 및 정거장 입지를 위한 계획 지역 주변의 경관이나 경관 자원 등 민감 지역을 보호하도록 한다. 네 번째는 철도사업 시 발생되는 지형훼손 및 생태계 단절 등 환경적 영향을 최소화하기 위해, 기존의 노선 및 정거장을 재활용하는

것이다. 다섯째는 기존의 도로 및 철도와 평행하게 노선을 계획할 때 나타나는 생태계 이중 단절 등의 문제와 교통시설 간 접근성 향상 및 환경훼손의 최소화로 인한 환경 비용을 저감하기 위해 타 교통시설과 평행노선 유무를 고려하는 것이다. 마지막으로 계획 중인 철도사업 주변에 도로, 택지개발 등 타 사업 계획의 추진이나 공사 현황을 사전에 파악하기 위해 환경영향평가 정보지원시스템 (EIASS)를 활용할 것을 제시하였다. 철도노선 선정을 위한 고려사항에 철도와 도로 평행노선 시, 환경 훼손 최소화에 대한 내용을 명시하였으나, 구체적인 기준과 평가방법에 대한 제시가 되어 있지 않으며, 기 개발된 택지개발 및 상위계획 등을 검토하는 형태로만 이루어지고 있다 (Kim 2019, Kim and Kim 2019).

또한, 철도사업의 전략환경영향평가는 중점평가 항목으로 자연환경, 생활환경, 사회경제 등 3개의 카테고리 구분되며, 자연환경에서 생물다양성 및 서식지 보전, 지형 및 생태축 보전, 경관 영향 등을 검토한다. 생활환경은 기상, 대기질, 토양, 소음·진동 등을 평가하며, 사회경제는 토지이용, 인구주거, 산업환경변화를 검토한다. 그러나 앞서 살펴본 환경영향평가와 같이, 입지 타당성 및 계획의 적정성을 검토하기 위한 평가 항목에 대한 구체적이고 정량적인 내용이 제시되어 있지 않다.

3.1.2 도로사업 환경평가항목

국내 도로사업의 환경평가는 『환경영향평가법』에 근거하며 도로사업의 환경영향평가는 주로 전략환경영향평가와 환경영향평가 등이 수행된다.

도로사업의 전략환경영향평가는 개발사업의 인허가 전, 사업별 기본계획 노선을 대상으로 계획의 적정성 등을 평가하며, 환경영향평가는 4 km 이상의 신설사업 (도시지역 폭 25 m 이상의 신설사업), 2차로 이상의 10 km 이상 확장사업을 대상으로 환경영향정도과 저감 방안에 대해 검토한다.

『환경친화적 도로건설지침』에서는 환경영향평가 항목 중 환경친화적인 도로 노선 선정을 위한 주요 검토 사항을 대표적으로 제시하고 있으며, 항목별 검토 내용은 노선 및 지역 특성에 따라 합리적인 검토가 필요함을 제시하였다 (Ministry of Environment and Ministry of Land Infrastructure and Transport 2015b). 도로 사업은 환경영향평가 대상사업으로 도로 사업과 관련된 10개 주요 평가항목으로 지형·지질, 동·식물상, 수리·수

문, 토지이용, 대기질, 수질, 토양, 폐기물, 소음·진동, 위락·경관 등으로 구성되며, 각각의 환경 훼손 저감 방안에 대한 설계 기법을 제시한다.

또한, 도로 사업의 전략환경영향평가에서 중점평가 항목은 철도와 같이, 자연환경, 생활환경, 사회경제 등 3개 영역으로 구분되며, 자연환경에서는 환경보전 가치가 높은 지역 유무, 특정 보호 동식물 서식 및 분포 지역 통과 시 보호 방안 수립, 대체 이주 서식지 조성, 녹지 축 단절 및 자연생태계, 경관 우수지역, 특이한 지형 및 자연자원 등 보전가치가 있는 지형·지질 유산의 보전 여부, 토사 유출이 담수생태계에 미치는 영향, 지하수에 미치는 영향 등을 검토한다. 생활환경은 도로가 주민과 밀접하게 관련됨에 따라, 주거밀집지역, 도심지 통과 시 소음, 대기 등 환경영향 노출 인구의 최소화 방안, 도시 추가 건설로 인한 도로 소음 등 환경 상의 악영향 누적 여부를 검토한다. 사회경제환경은 생활환경과 유사하며, 환경영향 노출 인구의 최소화 방안을 검토하고, 그 외에 노선 구간 및 주변지역의 개발 정도, 개발계획, 정온 시설의 환경 기준 유지 가능성 여부 및 대책, 폐광산 등 인접 시의 지하수 유출로 인한 중금속 유출, 지반 안정성 등을 살펴본다. 그러나 도로사업의 전략환경영향평가의 경우, 철도와 같이 구체적이고 정량적인 평가 방법이 제시되어 있지 않다.

3.1.3 평가항목 비교분석

앞서, 각 지침에 따른 평가 항목을 살펴보았고, 관련 선행연구 사례를 검토한 결과를 살펴보면 다음과 같다.

철도 환경 평가에 관련된 선행 연구로 Lee et al. (2004), Kim (2009), Ser and Koo (2012), Lee et al. (2014)을 검토하였다. Lee et al. (2004)은 철도건설 사업의 주요 환경영향을 주제로 주로 생활환경적 평가 항목만을 제시하며, Kim (2009)은 환경친화적인 철도노선을 선정하기 위해 주요 영향 인자를 도출하여, 주요 평가 항목으로 지형·지질, 동·식물상, 자연환경자산, 대기질, 수질, 소음·진동, 문화재 경관을 도출하였다. Ser and Koo (2012)은 친환경 철도노선을 선정하기 위한 지표로 자연생태, 지형, 수환경, 서식처, 역사문화 등을 선정하였다. Lee et al. (2014)은 앞서 살펴본 Kim (2009)과 유사하게, 철도사업의 노선 선정에 필요한 중점평가항목으로 동·식물상, 자연환경자산, 지형·지질, 대기질, 수질, 소음·진동, 위락·경관 등 7개 항목을 제시

하였다. 이를 종합하면 『환경친화적 철도건설지침』에 제시되어 있는 중점평가항목 위주로 살펴보고 있으며, AHP를 활용하여 철도사업 노선 선정에 필요한 중점평가항목의 가중치와 우선순위를 도출하였으며, 자연생태에 해당하는 항목이 타 항목에 비해 상대적으로 우선 순위가 높은 것으로 나타났다 (Kim and Kim 2019).

도로 환경평가에 관련된 대표 선행 연구로 Choi (2002), Kang (2010) 등을 검토하였고, Choi (2002)는 환경친화적인 도로노선 선정을 위한 평가항목으로 동·식물상, 지형·지질, 대기질, 수질, 소음·진동, 토지이용을 제시하였다. Kang (2010)은 도로노선의 친환경성 평가를 위한 주요 평가항목으로 동·식물상, 지형·지질, 토양, 대기질, 수질, 소음·진동, 위락·경관, 토지이용을 제시하여, 『환경친화적 도로건설지침』상의 주요 평가항목과 유사한 것을 확인하였다. 앞서, 철도와 도로의 환경평가에 대한 선행 연구를 살펴보았고, 각각의 사업에 대한 평가 항목을 제시하고 있으나, 도로와 철도의 주요 평가 항목을 비교한 연구는 나타나지 않는다.

본 연구에서는 대표적인 선행 사업으로 환경영향평가 대상인 철도와 도로의 환경평가항목을 살펴보았고, 주요 평가 항목으로 대기질, 수질(수리·수문), 지형·지질, 동·식물상(자연환경자산), 소음·진동, 위락·경관 등이 철도와 도로에 모두 적용되는 항목으로 나타났다. 철도사업과 도로사업의 친환경적 건설을 위한 평가 항목 중, 도로사업의 경우에는 자연환경자산에 해당하는 내용이 동·식물상 항목에 포함되어 있으며, 도로사업에만 적용되는 주요 평가항목으로는 토지이용과 토양 등이 있다. 도로사업의 경우, 토지이용은 도로변 지역주민의 생활환경과 밀접하게 관련되어 있음에 따라, 토지이용계획을 수립하고 토지이용 현황에 대한 검토를 수행하며, 도로는 침식 및 자동차 오염 등의 영향으로부터 보호하기 위한 평가 항목이 지정되어 있다 (Table 1).

또한, 『환경친화적 철도건설지침』에서는 철도노선 선정 시 고려 사항으로 기존의 도로와 평행하게 철도노선이 계획될 경우, 교통시설 간 접근성 향상 및 환경 훼손 최소화로 인한 환경 비용을 저감하고자, 타 교통 시설과 평행노선의 유무를 고려할 것을 제시하고 있다. 그러나 철도와 도로가 인접할 경우, 검토가 필요한 평가 항목 및 방법이 제시되어 있지 않으며, 기존의 노선을 회피하는 것 이외에 주요 평가 항목에 대한 검토 및 평가 기준의 제시가 필요하다.

Table 1. Comparison of environmental major evaluation items between railroads and roads

		Strategic environmental impact assessment		Environmental impact assessment	
		Railroad	Road	Railroad	Road
Critical evaluation items	Natural environment	<ul style="list-style-type: none"> Biodiversity and habitat conservation 	<ul style="list-style-type: none"> Protected flora and fauna Green land axis disconnection and natural ecosystem High environmental value area 	<ul style="list-style-type: none"> Flora and fauna Natural environmental assets 	<ul style="list-style-type: none"> Flora and fauna
		<ul style="list-style-type: none"> Topography and ecological conservation 	<ul style="list-style-type: none"> Geology and topography 	<ul style="list-style-type: none"> Topography 	<ul style="list-style-type: none"> Topography
		<ul style="list-style-type: none"> Scenery 	<ul style="list-style-type: none"> Scenery excellence area 	<ul style="list-style-type: none"> Scenery 	<ul style="list-style-type: none"> Scenery
		-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Land use
	Living environment	<ul style="list-style-type: none"> Weather 	-	-	-
		<ul style="list-style-type: none"> Air quality 	<ul style="list-style-type: none"> Air quality 	<ul style="list-style-type: none"> Air quality 	<ul style="list-style-type: none"> Air quality
		<ul style="list-style-type: none"> Soil 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Soil
		<ul style="list-style-type: none"> Noise vibration 	<ul style="list-style-type: none"> Noise vibration 	<ul style="list-style-type: none"> Noise vibration 	<ul style="list-style-type: none"> Noise vibration
		-	-	<ul style="list-style-type: none"> Water quality 	<ul style="list-style-type: none"> Water quality Repair gate
		-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Waste
	Socioeconomic environment	<ul style="list-style-type: none"> Land use 	-	-	-
		<ul style="list-style-type: none"> Population & dwelling 	<ul style="list-style-type: none"> Population & dwelling 	-	-
		<ul style="list-style-type: none"> Industrial environment change 	<ul style="list-style-type: none"> Industrial environment change 	-	-
		-	<ul style="list-style-type: none"> Underground water 	-	-
		-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Amusement

3.2 이격거리 관련 분석

본 연구에서는 대표적인 선형 사업인 철도와 도로가 인접하게 될 경우, 구체적인 평가 방법을 도출하기 위해 국내외 사례를 검토하였다. 철도와 도로가 인접할 경우이격거리 기준을 제시한 사례는 거의 나타나지 않았다.

대표적으로 Zhang and Bai (2014)는 중국의 철도와 도로가 평행할 경우, 합리적인 이격거리 기준에 대한 연구를 수행하였으나, 그 외에는 철도 역 간의 이격거리 기준, 환경평가의 사업 유형과 능선 축과의 이격거리 기준 등의 연구가 수행되었다.

Zhang and Bai (2014)는 철도건설 관련 중국 법률을 검토하여 관련 법을 기준으로 철도와 도로가 평행할 경우 이격거리를 제시하였다. 특히, 중국의 토지이용 설

계에 관련된 조항에서 일반 도로와 철도와의 이격거리는 10 m 이상, 고속도로와 철도와의 이격거리는 5 m 이상일 것으로 규정되어 있다. 해당 연구에서는 고속도로와 평행한 신규 철도건설 시, 배수로, 녹지대, 보호 펜스 등 보조 시설이 설치되어야 하며, 일반적으로 철도와 도로의 이격거리는 10 m 이상의 원칙이 지켜져야 할 것을 제시하였다. 그러나 국내의 경우에는 상위 계획에 근거하여, 제도적인 여건만을 충족하는 형태로 노선이 결정되고 있어, 관련된 연구가 수행되지 않았다. Korea Rail Network Authority (2013)는 도시철도의 경우, 『도시철도 건설규칙』에서 정거장 간 거리를 1 km 이상으로 표준 역간 거리를 제시하고 있으나, 그 외에 고속·일반·광역철도의 정거장 위치와 역간 거리는 교통 수요, 정거장 접근거리, 운행속도, 여객 및 화물열차 운행 방법, 정거장 건설 및 운영비용, 선로용량 등 다양한 변

수에 영향을 받을 수 있어 표준(안)을 제시하고 있지 않다. 그리고 문헌 분석을 통해 주요 영향 인자인 열차 최고 운행 속도, 표정 속도, 수요 및 사업비 기준으로 적정 역간 거리를 각각 산정하여 제시하였다. 평균 역간 거리는 고속철도 46 km, 일반철도 6.7 km, 광역철도 2.1 km로 외국에 비해 짧은 수준이며, 주요 영향 인자를 고려하여 고속철도 및 광역철도는 차량의 최고 속도 운행을 통해 타 교통 수단과 경쟁력을 확보할 수 있는 표정 속도 기준으로, 역간 거리 기준을 고속철도 57.1 km, 광역철도 2.2 km로 제시하였다. 일반철도는 공공성 등을 반영해 최고 운행 속도 기준으로 역간 거리를 7.3 km로 제시하였다. 이와 같이 구체적인 기준을 통해, 철도 역사의 선정 및 신설 시 철도사업의 사전 조사 및 예비타당성 조사 등에 반영할 수 있으며, 신규 노선이 기존의 도로망 인근에 위치하게 될 경우 구체적인 평가 기준을 수립하여 제시할 수 있다면 전략환경영향평가 시 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다. 또한, Korea Rail Network Authority (2016)에서는 철도 시설 보호와 열차 안전 운행을 위해 철도 경계선(가장 바깥쪽 궤도의 끝선)으로부터 30 m 이내 지역을 철도보호지구로 지정하여 관리하고 있음을 제시하고 있다. 『철도안전법』 제 45조에 근거하여, 자갈 궤도의 경우는 도상 자갈의 끝부분에서 30 m 이내, 콘크리트 궤도는 도상콘크리트 층의 끝부분에서 30 m 이내로 지정하며, 토지의 형질 변경 및 굴착, 인공구조물 설치 등 행위 제한에 대한 세부적인 사항을 규정하고 있다. 그리고 Lee et al. (2017)은 환경영향평가 사업 유형별 주요 능선 축에 미치는 영향 분석으로, 환경 영향을 파악하고 친환경적 개발 유도 및 저감 방안을 마련하고자 하였다. 특히, EIASS상 환경영향평가 종류는 18개 사업으로 구성되어 있으며, 15년까지 공개된 자료 기준으로 선형 사업인 도로와 철도의 능선 축과의 이격거리 빈도를 공간 정보로 검토하였다. 그 결과, 능선 축과 0 - 300 m 이내 이격거리에 철

도사업은 76건, 도로사업은 522건이고, 능선 축과 300 - 500 m 이내 이격거리에 철도사업 3건, 도로사업 30건으로 나타났으며, 능선 축과 500 - 1,000 m 이내 이격거리에는 철도사업 11건, 도로사업 86건으로 조사되었다. 특히, 직접영향권에 포함되는 0 - 300 m 이내의 경우, 지속적으로 증가하다 2005년 이후에 기존 도로의 선형 개량 및 확장으로 환경 평가 수가 점차 감소하였고, 철도사업은 공간의 한정성으로 도로사업에 비해 빈도수가 적은 것으로 나타났다. 도로사업의 특징은 절토 50.1%, 터널 31.1%로 나타났으며, 철도사업은 절토 20.7%, 터널 68.5%로 나타나, 철도사업이 노선 구매에 관한 사업 특성과 터널 및 생태통로의 설치를 통해 능선 축 연결을 유지하는 형태의 저감 대책이 상대적으로 높은 비율로 나타나는 것을 확인하였다. 위 연구 결과를 검토 시, 300 m 이내가 직접 영향권에 속하는 것을 확인할 수 있다.

철도와 도로의 이격거리에 대한 구체적인 기준을 제시한 선행연구 사례가 많지 않고 철도와 도로의 특징이 다르기 때문에, 본 연구에서는 신규 철도노선이 구축될 때, 기존의 도로에 인접하게 될 경우의 이격거리 기준에 대한 범위로 한정하여 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 국토교통DB의 GIS 데이터를 대상으로 실제 운영 중인 철도노선(고속철도, 일반철도)과 기존도로(고속도로, 일반도로)를 우선적으로 비교하였다. 도로는 『도로법』 제10조에 근거해, 고속도로, 일반국도, 특별광역시도, 지방도, 시·군·구도 등으로 등급을 분류할 수 있으며, 철도는 고속철도, 일반철도, 광역철도, 지하철, 경전철 등으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 고속철도와 일반철도를 대상으로, 이에 인접한 고속도로 및 일반도로와의 이격거리를 검토하였다 (Fig. 1, Table 2).

결과를 종합하면, 기 운영 중인 철도노선에 인접한 고속도로와의 이격거리는 28 km 이내로 나타났으며, 일반국도와는 중첩되는 노선(전라선, 경부선, 경전선,

Table 2. Target for analysis of railroads and roads

	Railroads	Roads
Rapid transit	Gyeongbu, Gyeongjeon, Jeolla, Honam line	1, 5, 10, 12, 15, 17, 20, 25, 30, 32, 35, 39, 40, 45, 50, 52, 55, 60, 65, 79, 100, 102, 104, 105, 110, 120, 130, 151, 153, 171, 251, 253, 300, 301, 400, 451, 551, 600
Conventional	Gyeongbu, Gyeongbuk, Daegu Gyeongjeon, Honam, Taebaek, Donghae-Nambu, Yeongdong Janghang, Jeolla, Center, Jinhae, Chungbuk, ITX Cheongchun	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 56, 58, 59, 67, 75, 77, 79, 82, 87, 88

동해남부선, 중앙선, 영동선, 태백선, 대구선, 경춘선, 장항선)이 다수 나타나며 이격거리는 6 km 이내로 나타나, 고속도로에 비해 일반국도의 경우, 다수 구간이 철도노선과 평행하여 인접하고 있는 것을 확인하였다.

3.3 평가항목 제안

본 연구에서는 철도와 도로의 환경 평가와 관련된 『환경친화적 철도건설지침』, 『환경친화적 도로건설지침』 등 관련 사례를 검토하였고, 철도와 도로 환경영향 평가에 공통적으로 반영되는 평가항목으로, 동·식물상(자연환경자산), 지형·지질, 경관, 대기질, 소음·진동, 수질 등이 있으며, 토지이용 및 토양 등 평가항목은 도로사업에만 주요 평가항목으로 적용되는 것을 확인하였다. 특히, 『환경친화적 철도건설지침』에는 기존의 도로에 신규 철도노선이 인접하여 평행 노선으로 계획될 경우 생태계 이중 단절로 인한 환경 훼손 최소화, 접근성 향상 및 안정성 등을 고려하여 교통시설 간 평행 노선을 검토할 것을 제시하고 있다. 그러나 구체적인 이격거리 기준과 평가 방법이 제시되어 있지 않으며, 기존 노선을 회피하거나 상위 계획만을 반영한 평가가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 도로와 철도가 평행 노선으로 계획될 경우 구체적인 평가항목을 제시하기 위해 관련 문헌에 대한 검토를 바탕으로 평가항목과 기준을 아래와 같이 제시하였다.

기존의 도로에 철도가 평행 노선으로 인접하는 경우 환경평가에 공통적으로 반영되는 주요 평가항목으로 환경생태, 지형·지질, 경관, 토지이용, 대기질, 소음·진동, 수질, 토양으로 8개 항목을 제시하였다. 우선, 대기질은 대기환경 기준(SO_2 , CO, NO_2 , PM_{10} , $PM_{2.5}$ 등), 소음·진동은 도로 및 철도의 소음환경 기준 및 생활진동규제 기준, 수질의 경우는 하천 및 호소 등 사람 건강 보호 기준 및 생활환경 기준(BOD, COD, SS, DO 등)을 법에 명시하고 있어, 법적 기준에 따라 개발로 인하여 환경에 미치는 영향을 평가할 수 있다. 그리고 지형·지질은 실제적으로 동·식물상이나 자연환경 자산과 중복되는 내용이 다수 포함되어 있어 (Park and Choi 2018), 중복되는 내용을 환경생태 항목에 반영할 수 있다. 지형·지질 항목에서는 도로 설계 기준과 철도 설계 기준에 근거하여 각 설계 기준을 검토하여 이를 근거로 철도와 도로의 이격거리를 도출할 수 있다. 도로 설계 기준 (Ministry of Land Infrastructure and Transport

2016b)을 살펴보면, 도로의 설계 구간 길이는 고속도로의 경우 최소 5 km, 일반도로의 경우 최소 2 km로 나타났다. 그리고 철도 설계 기준 (Ministry of Land Infrastructure and Transport 2016a)에서는 주요 시설물의 설치 위치를 예측 및 결정하는 기초 자료로 중심선에서 좌우 600 m 범위의 지형 및 지하, 지상물 조사를 실시해야 한다는 점을 제시하고 있다. 또한, 철도시설 보호와 열차 안전 운행을 위한 철도보호지구로 철도 경계선으로부터 30 m 이내 지역을 지정·관리하고 있는 점을 종합적으로 반영할 수 있다. 그 외에 추가적인 검토를 위해, 해당 지역의 지형도, 지질도, 산사태위험도 등을 참고 자료로 활용한다.

또한, 철도와 도로사업에 의한 토양 오염이 발생할 수 있으며, 토양의 경우에는 토양오염 (카드뮴, 수은, 납, 벤젠 등)의 우려 기준과 대책 기준이 제시되어 있어, 이를 근거로 토양 중 분해되지 않은 잔류 물질의 여부로 해당 항목을 평가한다. 또한, 토지이용 (시가화, 농업, 산림, 초지, 습지, 나지, 수역)의 경우에는 『환경친화적 철도건설지침』에서 탄력적으로 반영할 항목으로 제시하고 있으나, 선형 사업으로 인한 토지이용 변화 등이 명확하게 나타날 수 있어, 계획 노선과 주변의 토지이용과의 관계를 분석하고, 인공위성영상 또는 항공사진을 검토하며, 토지이용규제정보서비스 (LURIS)와 연계하여 분석할 필요가 있다. 토지이용 항목은 토지피복 지도를 바탕으로 개발 계획 시 토지이용 용도를 파악한다. Kim et al. (2017)의 법률에 따른 토지이용 규제 관련 지역·지구를 참고하여 토지이용규제정보서비스 상 토지이용 계획 등을 검토하고, 지역·지구 안에서의 행위 제한 사항을 기준으로 토지이용 항목을 평가한다. 그 외, 경관은 Park and Choi (2018) 등 선행연구 사례에서도 자연환경자산에 해당하는 경관적 보호 가치가 있는 지역 등을 평가항목으로 제시하고 있다. 경관은 큰 범주 내에서 자연환경자산 항목과 유사하며, 생태계 서비스를 제공하는 국내 보호지역으로 자연공원, 야생생물 (특별)보호구역, 생태경관보전지역, 습지보호지역, 천연기념물, 백두대간 보호지역, 상수원보호구역, 수변구역 등이 인접하는지 여부로 해당 항목을 평가한다. 마지막으로 동·식물상과 자연환경자산을 포함하는 환경생태 항목은 『환경친화적 철도건설지침』, 『환경친화적 도로건설지침』에 구체적인 기준이 명시되어 있지 않으며, 자료 조사 및 현장 조사에 기초한 정성적

Table 3. Environmental assessment items for railroad adjacent to roads

Evaluation items	Evaluation criteria
• Environmental and ecological (flora and fauna, natural environmental assets)	<ul style="list-style-type: none"> • Diversity (species diversity class, ecosystem type (forest, grassland, wetland, water, etc.)) • Nature (forest type map class, vegetation preservation class, ecological map class) • Disrupting green-network (patch size, number of disconnection sections) • Environmental protection sector adjacent and passing • Rarity (endangered species appearance/habitat presence or absence)
• Topography	<ul style="list-style-type: none"> • 『Road Design Criteria』 • 『Railroad Design Criteria』 • Topographic map, geological map, landslide hazard map (class)
• Scenery	<ul style="list-style-type: none"> • Scenic protected areas such as legal protected areas
• Land use	<ul style="list-style-type: none"> • Land cover map (built-up dry area, agricultural area, forest area, grassland, wetland, bare land, waters) • Land use plan (LURIS)
• Air quality	<ul style="list-style-type: none"> • 『Air Quality Standard』
• Noise vibration	<ul style="list-style-type: none"> • 『Noise Environment Standard』 • 『Vibration Regulation Standard』
• Water quality	<ul style="list-style-type: none"> • 『Water Quality and Ecosystem Environmental Standard』
• Soil	<ul style="list-style-type: none"> • 『Soil Pollution Concerns and Countermeasures』

인 내용만을 제시하고 있다. 환경생태적 가치를 고려한 철도개발지 정량적 평가항목을 제시한 선행 연구(Kim and Kim 2017, 2019, Kim 2019)에서 제시한 정량적 평가 항목을 반영하고, 생물다양성, 자연성, 녹지단절, 환경규제지역 인접 및 통과, 희귀성을 평가 항목으로 하여, 생태자연도, 현존식생도, 임상도 등의 등급을 활용하여 정량적인 평가 방법을 제시하였다 (Table 3).

특히, 본 연구에서는 지형·지질 항목에서 도로 설계 기준과 철도 설계 기준을 바탕으로 이격거리 기준을 검토하려고 했다. 그러나 앞서 살펴보았듯이 두 설계 기준의 구체적인 범위가 다르게 나타났기 때문에 실제 사례로 철도개발 예정지 2곳에 적용하여 환경생태적 영향을 고려한 이격거리 기준을 도출하였다. 사전에 입지타당성 등을 살펴보기 위한 전략환경영향 평가 단계에서 반드시 검토가 필요한 환경생태 항목으로 생물다양성, 자연성, 녹지단절 등의 평가 내용을 제시하였고, 이를 위해, 생태자연도, 토지피복지도, 임상도, 현존식생도, 수치지형도 등을 중첩하여, 완충 지역으로 1 km 반경의 환경생태 평가등급을 검토한 바 있다 (Kim and Kim 2018). 앞서 살펴본 항목을 바탕으로, 본 연구에서는 종 다양성 등급, 토지피복 유형, 식생보전 등급, 임상도 등급, 생태자연도, 하천생태계, 패치 크기를 지표로 도출하였다. 평가 등급은 상위 20%씩 나누어 1 - 5등급 체계로 구분하였고, 보호

적 가치가 상대적으로 높은 1 - 2등급을 지날 경우 환경생태적으로 우수한 지역으로 선정하였다. 이때, 대상지인 여주원주선 주변의 환경 등급을 살펴본 결과, 기존의 42번 국도와와의 인접할 때, 월곶판교선은 42번 국도, 평택파주고속도로 등과 인접할 때 환경 영향이 최소화되는 것을 확인하였다. 제시된 대안 노선을 종합하면, 다수의 구간이 국도와 인접 또는 평행한 노선으로 계획되는 경우, 환경생태적으로 우수 지역을 최소화하여 통과하는 것을 확인할 수 있다 (Fig. 3). 월곶판교선과 여주원주선 계획노선을 대상으로, 1 km 반경의 환경생태 등급을 살펴보고, 환경적으로 우수한 지역 (1 - 2등급)을 다수 지나고 있는 것을 확인하였다. 이에, 환경영향을 최소화하여 통과하기 위한 대안 노선을 Fig. 3과 같이 제시하였다.

이때, 기존의 도로망과 철도노선의 이격거리를 살펴본 결과, 0 - 200 m로 나타나는 것을 대상지를 통해 공간 정보 상에서 확인하였다. 이는, 선행연구에서 Lee et al. (2017)이 제시한 능선 축과 철도 및 도로와의 직접 영향권이 0 - 300 m이며, 간접 영향권은 300 - 500 m로 나타나는 결과와 유사한 경향을 보이고 있다.

앞서 살펴본 바와 같이, 실제 운영 중인 철도노선과 인접한 일반국도와와의 이격거리는 6 km 이내, 고속도로와의 이격거리는 28 km 이내로 나타났으나, 실제 환경생태적 측면을 고려한 이격거리가 200 m 이내 일 때, 추

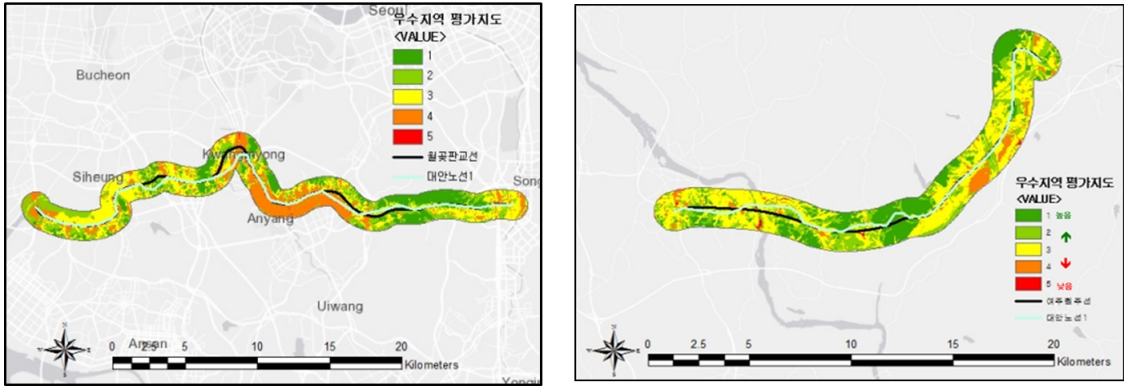


Fig. 3. Alternative route of Wolgot-Pangyo line and Yeosu-Wonju line.

가적 훼손을 예방할 수 있음을 철도개발예정지 전체노선의 환경평가 결과를 통해 확인하였다. 신규 철도노선을 계획 중인 지역에는 대다수의 도로망이 구축되어 있다. 기존의 도로에 철도노선이 인접하여 평행한 노선을 계획할 경우 환경생태적 이격거리 검토 여부에 대한 내용이 추가될 필요가 있다. 신규 철도망 계획 시, 도로에 인접한 노선을 계획하게 될 경우, 이격거리가 200 m 보다 멀어지게 될 경우, 계획 대상지로서의 적정성과 입지타당성을 살펴보는 전략환경영향평가 단계에서 우선적으로 검토할 필요가 있다. 전략환경영향평가와 환경영향평가를 검토 시, 도로에서는 토양 및 토지이용에 대한 항목에서 차별성이 나타났다. 사전적 차원에서 입지타당성을 살펴보는 전략환경영향평가 단계에서 환경생태적 영향을 최소화할 수 있는 이격거리에 대한 검토가 선행되어야 할 것이며, 훼손 시 회복이 어려운 항목 등 환경생태적 측면에서의 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론 및 제언

『환경친화적 철도건설지침』과 『환경친화적 도로건설지침』에서는 철도가 타 교통 수단과 평행하게 위치하게 될 경우, 교통 시설 간 접근성 향상과 이중 단절로 인한 환경 훼손이 최소화되는 것을 제시하고 있다. 그러나 현재 운영 중인 철도노선은 도로와의 이격거리에 대한 현황 파악이 되어있지 않을 뿐 아니라, 환경 영향에 대한 평가 항목 및 평가 방법이 제시되어 있지 않다.

신규 철도노선을 계획할 경우 기존의 도로에 인접할 때 발생하는 환경 영향을 파악하기 위해 환경생태, 지

형·지질, 경관, 토지이용, 대기질, 소음·진동, 수질, 토양 등 8개 항목을 도출하였다. 이후, 실제 운영 중인 철도망과 도로망을 대상으로 이격거리를 검토한 결과, 철도노선과 고속도로와의 이격거리는 28 km 이내, 철도노선과 일반국도의 이격거리는 6 km 이내인 것으로 나타났다. 일반국도와 평행한 철도노선이 다수 지역을 지나는 것을 확인하였고, 철도와 도로와의 이격거리는 중국의 사례와 유사한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 『제3차 국가철도망 구축계획』에 제시된 신규 계획 노선 중, 미 확정된 노선인 월곶판교선과 여주원주선을 대상으로 적정 이격거리를 검토하였고, 여주원주선은 42번 국도와 인접하거나 평행한 노선으로 개발될 경우, 월곶판교선은 42번 국도 및 평택파주고속도로 등과 인접하거나 평행한 노선으로 진행될 경우 환경생태 우수지역 통과가 최소화되는 것으로 나타났다. 통과 지역의 환경생태적 가치를 고려했을 때 신규 철도노선과 국도와의 이격거리는 200 m 이내인 것이 추가적인 훼손을 최소화하여 환경생태적인 측면에서 바람직한 것으로 도출되었다. 이는 Lee et al. (2017)이 제시한 직접적인 영향권인 0 - 300 m로 이격거리를 유지할 필요가 있음을 제시한 선행연구와 유사한 것으로 판단된다. 철도와 도로는 서로 다른 특징을 가지고 있기 때문에 본 연구에서는 신규 철도노선의 계획에서 기존의 도로와 인접할 경우에 적용해야 할 환경영향 평가 항목과 평가 기준을 제시하였다. 철도 및 도로 설계 기준을 바탕으로 실제 운영 중인 철도망과 도로망과의 이격거리를 검토하였으며, 철도 개발예정지 노선을 대상으로 환경생태적 측면을 고려한 이격거리 기준을 도출하였다. 특히, 실제 운영 중인 노선에 적용하

여, 전략환경영향평가 단계에서 검토가 필요한 항목을 바탕으로 환경생태적 영향을 최소화할 수 있는 이격거리 기준을 제안하였다는 점에서 의의가 있다. 추후, 무인이동체(드론) 등을 활용하여 철도 유형과 도로 유형을 종합적으로 고려한 빅데이터 영상 자료를 구축하고 이를 활용함으로써 효율적인 국토 활용에 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국철도기술연구원 주요사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- Choi, J.K. 2002. Study on the development of quantitative assessment method to select environment-friendly road way environmental impact assessment. Ph.D. Thesis, Konkuk University. (in Korean)
- Kang, H.G. 2010. GIS based environmentally friendly route selection for road construction. Ph.D. Thesis, Ajou University. (in Korean)
- Kim, D.K. 2009. Study on the major environmental effecting factors for the selection environment-friendly railway corridor. Journal of the Environmental Engineering Research 31(2): 132-138. (in Korean)
- Kim, G.H., Kong, S.J., Kim, O.S., Son, S.W., and Lee, E.J. 2017. A strategy on extracting terrestrial protected areas of the republic of Korea under the convention on biological diversity. Association of Korean Geographers 6(3): 407-423. (in Korean)
- Kim, M.K. 2019. Evaluation criteria of railroad development areas considering ecological value. Ph.D. Thesis, Sungkyunkwan University. (in Korean)
- Kim, M.K. and Kim, D.Y. 2017. Evaluation of the environmental and ecological value indicators for railway development area selection. Journal of the Korean Society of Environmental Impact Assessment 26(2): 105-113. (in Korean)
- Kim, M.K. and Kim, D.Y. 2018. A study on the establishment of the standard for buffering region in railway development areas. Ecology and Resilient Infrastructure 5(1): 45-53. (in Korean)
- Kim, M.K. and Kim, D.Y. 2019. Quantitative evaluation method in search of environmental and ecological criteria for determination of prospective railroad area. Journal of the Korean Society for Railway 22(5): 416-427. (in Korean)
- Kim, M.K., Wang, R., Yoo, J.Y., and Kim, B.Y. 2019. Minimizing the environmental ecological effects of railway and road development. Journal of the Korean Society for Railway, Jeju, Korea. (in Korean)
- Korea Rail Network Authority. 2013. A study on optimal spacing distance between railway stations. Korea. (in Korean)
- Korea Rail Network Authority. 2016. Railroad reserve guidebook. Korea. (in Korean)
- Lee, M.J., Kim, M.K., and Lee, S.D. 2014. Weight setting of major environmental assessment items using analytical hierarchy process-case for the selection of railroad route. Journal of the Korean Society of Environmental Impact Assessment 23(6): 517-526. (in Korean)
- Lee, Y.J., Jeon, D.J., Lee, M.J., Park, J.Y., and Eun, J. 2017. Analysis system for regional environmental status to support environmental assessment. Korea Environment Institute, Korea. pp. 10-65. (in Korean)
- Lee, Y.J., Lee, H.W., Park, Y.M., Lee, J.H., Yoo, H.S., Lee, Y.S., Choi, J.K., and Yoon, M.K. 2004. A study on the major environmental impacts of railway construction projects. Korea Environment Institute, Korea. pp. 1-206. (in Korean)
- Ministry of Environment and Ministry of Land Infrastructure and Transport. 2015a. Guideline of environment-friendly railway construction. (in Korean)
- Ministry of Environment and Ministry of Land Infrastructure and Transport. 2015b. Guideline of environment-friendly road construction. (in Korean)
- Ministry of Land Infrastructure and Transport. 2016a. Railroad design criteria (roadbed). (in Korean)
- Ministry of Land Infrastructure and Transport. 2016b. Road design criteria. (in Korean)
- Park, J.H. and Choi, J.G. 2018. A study on the improvement of the EIA items and the operating system based on the analysis of EIA items usage. Journal of the Korean Society of Environmental Impact Assessment 27(1): 1-16. (in Korean)
- Ser, Y.H. and Koo, B.H. 2012. A study of environment ecological appropriateness assessment for eco-railroad route selection. Korean Institute of Spatial Design 7(4): 9-16. (in Korean)
- Zhang, K. and Bai, B.Y. 2014. Research on the reasonable spacing when new railway parallel with the other railway road, China. pp. 83-88.