

Research Paper

환경영향평가에서 동물상 영향 저감방안 이행현황 평가

— 도시 및 도로 개발사업을 중심으로 —

이지훈* · 김은섭** · 모용원* · 이동근***

영남대학교 생명융합과학대학 조경학과*, 서울대학교 협동과정 조경학**,
서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부***

Evaluating Implementation Rate of Wildlife Mitigation Measures in the Environmental Impact Assessment

Ji-Hoon Lee* · Eun-Sub Kim** · Yong-Won Mo* · Dong-Kun Lee***

Department of Landscape Architecture, Yeungnam University*

Interdisciplinary program in Landscape Architecture, Seoul National University**

Department of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University***

요약: 개발사업의 부정적인 영향을 감소시킬 수 있는 저감방안의 실효성을 높이기 위해서는 이행률을 높이는 것이 필수적이다. 환경영향평가에서 자연생태환경 동물상 분야의 경우 저감방안에 대한 실효성 문제가 꾸준히 제기되고 있음에도 불구하고 현재 진행되고 있는 개발사업의 이행평가 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 환경영향평가사업의 대표적인 유형인 도시 및 도로의 개발사업을 대상으로 자연생태환경 동물상 분야의 저감방안 이행률을 평가하고, 각 저감방안별 이행률 차이가 발생하는 원인에 대해 파악하고자 하였다.

도시 및 도로개발사업 저감방안 이행률은 각 56.0%와 64.4%로 낮게 나타났다. 사후 모니터링은 모든 사업유형에서 이행률이 가장 높게 나타났으나, 서식지 조성과 사고예방 저감방안은 낮게 나타났다. 또한, 저감방안 이행률은 보고서 내 기재된 저감방안 내용이 구체적일 때 높음을 알 수 있었다. 본 연구를 통해 환경영향평가 자연생태환경 동물상 분야 저감방안의 이행률을 높이기 위해서는 평가서 작성 시 대상지의 환경적, 지리적 특성을 구체적으로 반영할 필요가 있으며, 실제로 이행할 수 있도록 상세하게 서술할 필요가 있음을 알 수 있었다. 더 나아가 자연환경에 부정적인 영향을 감소시키기 위해 도입된 환경영향평가 제도의 실효성을 증진하기 위한 기초 근거로서 본 연구가 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어: 이행률, 도시개발, 모니터링, 생태계 저감방안, 실효성

Abstract: It is essential to increase the implementation rate in order to increase the effectiveness of mitigation measures that can mitigate the negative impact of development projects. In the case of

First Author: Ji-Hoon Lee, Tel: +82-53-810-2979, E-mail: ihoon423@yu.ac.kr, ORCID: 0000-0001-5039-3541

Corresponding Author: Yong-Won Mo, Tel: +82-53-810-2979, E-mail: csmo12@yu.ac.kr, ORCID: 0000-0001-9448-0591

Co-Authors: Eun-Sub Kim, Tel: +82-2-880-4885, E-mail: mr.solver92@snu.ac.kr, ORCID: 0000-0003-2206-5203

Dong-Kun Lee, Tel: +82-2-880-4875, E-mail: dklee7@snu.ac.kr, ORCID: 0000-0001-2206-5203

Received: 30 May, 2022. Revised: 17 November, 2022. Accepted: 28 November, 2022.

Environmental Impact Assessment (EIA), research on the implementation evaluation of development projects is insufficient, even though the effectiveness of mitigation measures has been steadily raised. Therefore, this study evaluated the implementation rate of the mitigation measures and identified the cause of the difference in the implementation rate for each mitigation measures in order to understand the current status of the ecological mitigation measures. The implementation rate of urban and road development projects mitigation measures was 56.0% and 64.4%, respectively. the implementation rate of 'Monitoring' mitigation measures was the highest in all development project. But, 'Habitat creation' and 'Accident prevention measures' were low. In addition, it was found that the implementation rate of the mitigation measures were high when the contents of the mitigation measure described in the report were specific. Through this study, it was found that in order to increase the implementation rate of the EIA ecological environment animal mitigation measures, it is necessary to reflect the environmental and geographical characteristics of the target site in detail. Furthermore, it is judged that this study can be used as a basic basis for enhancing the effectiveness of the EIA system introduced to mitigate the negative impact on the environment.

Keywords : Urban development, Monitoring, Ecological mitigation measure, Effectiveness

I. 서론

국토개발로 인한 환경파괴와 지속가능한 발전에 대한 관심이 증가함에 따라 우리나라는 1970년대부터 현재까지 환경영향평가제도를 시행하고 꾸준히 발전시켜 오고 있다. 이 제도를 통해 개발사업이 환경에 끼치는 영향을 예측하고 예측된 영향을 저감할 수 있는 방안을 제시한다. 그러나 국내 환경영향평가의 자연생태환경 동물상 분야는 꾸준히 개선됐음에도 불구하고 영향예측이나 저감방안 적용에 따른 정량적 평가가 어려운 점 때문에 실효성 논란이 제기되어 왔다(Ministry of Environment 2020; Park & Choi 2016).

환경영향평가에서 자연생태환경 중 동물상 분야 저감방안의 실효성 평가와 관련하여 국내외에서 다양한 연구가 진행되어왔다. 국내에서는 저감방안의 실효성을 결정하는 중요한 요소인 내용의 구체성, 효과의 구체성, 서술 방법의 과학성 및 계량화를 이용한 내용분석(content analysis)을 통해 환경영향평가서의 작성 수준을 검토하고, 이를 토대로 저감방안 작성에 필요한 개선방안을 제시하였다(Yi & Yi 1997). 최근에는 환경영향평가 제도와 관련된 이해관계자들의 인식을 조사하여 그 결과를 바탕으로 개선안을 제

시하였고(Kim & Lee 2021), 사후관리의 역할과 책임을 사업자, 대행자, 협의기관 등 여러 관계자들이 함께 나누어 운영되어야 할 필요성을 주장하였다(Park & Choi 2016). 해외 연구에서는 환경영향평가의 실효성은 개발사업을 진행하는 과정에서 환경보호를 위한 올바른 목표 설정과 수단을 통해 달성할 수 있다고 주장하였다(Caro-Gonzalez et al. 2021). 실효성의 정도를 측정하는 방법은 저감방안 방법론 자체의 효과성 또는 저감방안 조치 결과를 정량적으로 평가하거나 환경영향평가 거버넌스 메커니즘에 따른 측정 방법 두 가지로 구분될 수 있다(Lyhne et al. 2017). 또한 국내사례와 마찬가지로 환경영향평가서 내 상세한 이행방법의 포함여부와 서술형식을 통해 저감방안의 이행 및 효과의 불확실성을 측정하기도 하였다(Drayson & Thompson 2013)

이처럼 저감방안의 실효성을 높이기 위해서는 저감방안의 이행률 향상이 중요하며(Sanchez & Gallardo 2012), 이행률을 높이기 위해서는 저감방안이 작성된 서술의 구체성, 대상지의 환경적, 지리적 특성의 반영 여부 등이 중요하다(Drayson & Thompson 2013). 국내에서는 저감방안의 실효성과 관련해 저감방안 이행률의 중요성을 언급한 사례는 있었으나(Kim & Min 2020), 자연생태환경 동물상 분야 저감방안의 실효성

문제를 해결하기 위한 연구사례가 미흡하였다.

따라서 본 연구에서는 환경영향평가 사업유형 중 대표적인 도시의 개발사업과 도로의 개발사업의 자연 생태환경 동물상 분야 저감방안 이행률을 평가하고, 각 저감방안별 이행률에 보고서 작성 서술의 구체성이 미치는 영향을 확인하고자 한다.

II. 연구방법

1. 대상사업 및 저감방안

2010년부터 국내에 환경영향평가를 시행하는 개발사업 중 면형사업과 선형사업의 대표적인 유형인 도시와 도로 개발사업을 각 50개씩 선정하였다. 이때, 사후환경영향조사 작성이 마무리된 사업 중에서 가장 최근의 사업들을 우선 선정하였고 법적으로 명시되어 있는 기간을 고려하여 준공 이후 3년간 작성이 완료된 사후환경영향조사서가 있는 사업을 기준으로 하였다. 본 연구는 자연생태환경 동물상 분야 저감방안을 중심으로 분석하였으며, 각 사업에 대한 동물상 저감방안에 대한 정보는 환경영향평가 정보지원시스템(<https://www.eiass.go.kr>)을 이용하여 획득하였다.

2. 저감방안 이행률 평가

1) 저감방안 분류

우선, 선정된 환경영향평가서의 저감방안을 살펴 보았다. 같은 저감방안이어도 표현이나 서술이 다르게 서술되어 있는 경우가 있음을 확인하였다. 이를 분류 및 정리하지 않고 이행률 평가를 하게 되면 이행률 과대 및 과소평가가 발생할 수 있기 때문에 분류를 진행하였다. 예를 들어, ‘소음 진동원 저감’, ‘불필요한 소음 억제’, ‘소음 및 진동 최소화’ 등을 ‘소음 및 진동’으로 분류하고 평가하였다. 분류는 멸종위기 야생생물 보전 종합계획(Korea Environment Institute 2018)의 세부 추진과제 등을 참고하여 기준을 설정하고 다음과 같이 분류하였다(Table 1). 우선, 환경영향평가서를 통해 확인한 저감방안들을 같은 목적의 효과를 가진 저감방안끼리 묶어 총 12가지의 중분류를 만들었고 같은 방법으로 중분류를 4가지의 대분류로 분류하였다.

도시의 개발은 다른 항목에 비해 서식지 조성과 관련된 저감방안이 더 다양하게 제시된 것을 확인할 수 있었다. 도로의 개발과 같은 선형사업에 비해 서식지 손실에 좀 더 큰 영향을 끼치는 것이 원인으로 판단된다. 도로의 개발은 기존에 사업 대상지에서 서식하고 있던 동물종들의 이동에 있어 장벽 역할을 한다

Table 1. The number of mitigation measures for development project type according to the classification of mitigation measures

Category		Urban development	Road development
Level-1	Level-2		
Providing habitat environment	Habitat creation	7	3
	Habitat conservation	8	4
	Planting plan	4	1
Management of threatening environmental factors	Air quality	3	3
	Reducing pollutant emissions	3	2
	noise and shock	12	3
	Light pollution	2	4
Accident prevention measures	Sign and fences	2	7
	Education	1	1
	Protecting species migration	7	5
	Roadkill prevention	2	1
Monitoring	Monitoring	1	1
Total		52	35

(Grift et al, 2013). 이로 인해, 동물의 도로 횡단 방지 및 사고예방 대책과 관련한 저감방안이 다양하게 제시된 것을 확인할 수 있었다. 위협 환경요인 관리 항목의 저감방안은 주로 공사 시에 이행되는 저감방안으로 구성되어 있었다.

2) 이행을 평가

저감방안의 이행을 평가는 환경영향평가서에서 저감방안 이행에 대한 계획과 사후환경영향조사서에 기재되어 있는 저감방안 이행 내용 검토를 통해 두 계획서 간 일치 정도를 파악하여 평가를 진행하였다. 저감방안 이행률은 이행, 미이행으로 분류하여 평가하였으며, ‘~하였음’, ‘~이행중임’으로 기재된 경우는 저감방안 이행으로, ‘~할 계획임’, ‘~할 예정임’은 미이행으로 간주하였다. 아직 이행되지 않고 계획만 언급하였거나 사후환경영향조사서를 통해 확인할 수 없는 경우 미이행으로 분류하였다. 이를 바탕으로 저감방안 이행 여부를 분류한 후, 각 저감방안별로 이행한 사업의 수를 전체 사업 수로 나누고 그 값을 백분율로 계산(이행한 사업 수/전체 사업 수 × 100(%))하여 이행률을 도출하였다.

이행여부에 따른 저감방안 이행률 평가와 함께 저감방안 이행시기에 따른 이행률도 평가하고자 하였다. 저감방안의 이행시기는 공사시, 운영시 두 가지로 분류되며 공사시에 속하는 저감방안 분류는 ‘대기질(Air quality)’, ‘오염물질 저감(Reducing pollutant emissions)’, ‘소음 및 진동(Noise and shock)’, ‘교육(Education)’, ‘중 이주 보장(Protecting species migration)’, ‘표지판 및 펜스(Sign and fences)’ 운영시에 속하는 저감방안 분류는 ‘서식지조성(Habitat creation)’, ‘서식지보전(Habitat conservation)’, ‘식재계획(Planting plan)’, ‘빛공해’, ‘로드킬방지(Roadkill prevention)’로 구분하였다.

3) 저감방안 구체성에 따른 이행률 평가

각 저감방안별 이행률 차이가 발생하는 원인을 파악하기 위해 본 연구에서는 환경영향평가 저감방안 항목에 시기, 규모, 방법, 위치 등을 고려하여 구체적으로 기재된 계획안 여부와 이행률간 관계를 평가하

였다. 저감방안의 설치 또는 이행 위치, 상세 이행방법 등이 포함되어 있으면 ‘구체화’, 구체적 설명없이 단순한 설치 예시나 설치계획만을 언급하고 있는 것은 ‘단순화’으로 구분하였다. 예를 들어, 유도올타리 저감방안이 설치가 필요한 구간이나 위치, 설치한 올타리의 유형(종류), 설치 연장 등에 대한 내용이 제시되어 있으면 ‘구체화’ 저감방안 제시라고 판단하였고, 이와 관련한 내용없이 단순히 ‘동물의 횡단이 예상되는 구간에 유도올타리 설치’와 같이 작성되어 있으면 ‘단순화’ 저감방안 제시라고 판단하였다. 검토한 각 사업 유형별 50개 사업 중 분석할 저감방안이 있는 사업을 따로 선별하였고, 각 개발사업 유형의 저감방안 분류별 ‘구체화’로 제시된 저감방안이 없는 사업은 ‘단순화’ 저감방안과 이행률 비교가 불가하므로 분석에서 제외하였다.

총 100개의 사업 중 비교대상이 없는 영향평가서를 제외한 후, 구체화(Detail), 단순화(Simple)로 분류하였으며, 환경영향평가서에 기재 및 제안된 저감방안 수를 실제 이행된 사업수와 나눈 비율(Implementation / Suggestion)을 이용하여 각 저감방안별 결과를 비교하였다. 비교 후 결과 검증은 표본 수가 부족할 때 사

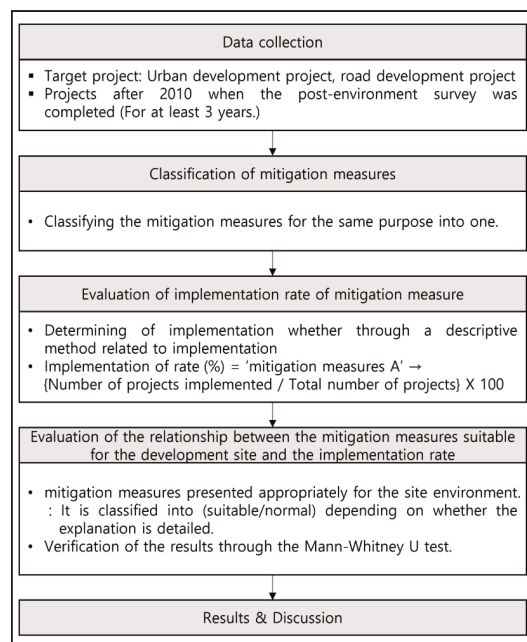


Figure 1. Research flow.

용할 수 있는 비모수 검정 통계 방법 중 하나인 Mann-Whitney U test를 이용하였다. 검정 유의성은 Exact Sig.가 0.05 미만이면 유의하다고 보았고 결과가 유의하다면, 저감방안이 구체적으로 제시되어 있을수록 이행률이 높은 것으로 판단하였다. 검증은 'IBM SPSS Statistics 27'을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 저감방안 이행률 평가 결과

두 사업유형의 전체 이행률 평균은 도시의 개발이 56.0%, 도로의 개발이 64.4%로 도로의 개발이 약 8.0% 가량 높았다. 하지만, 저감방안 분류별 이행률은 각 사업유형에서 상이한 결과가 나타났다. 도시의 개발은 '서식환경 제공(Level-1 Providing habitat environment)' 저감방안의 이행률이 비교적 낮은 것으로 나타났다. 특히 '서식지 보전', '식재계획'의 이행률이 저조하였다. 반면에, '위협 환경요인 관리(Management of threatening environmental factors)'의 '대기질', '오염물질 저감' 이행률은 비교적 높게 나타났다. 도로의 개발도 '서식지 조성'의 '서식지 보전', '식재계획'의 이행률이 낮게 나타났다. 그러나, '사고예방 대책(Accident prevention measures)'의 '로드킬 방지' 저감방안의 이행률이 비교적 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 이는 도로 사업이 서식지 파편화를 일으키는 환경적 특성을 갖고 있는 것이 이행률에 영향을 끼친 것으로 판단된다.

두 사업 유형별 이행률을 비교해볼 때, 서식지 조성과 관련된 저감방안의 이행률이 비교적 낮았음을 확인하였다. 이는, 검토한 사업들의 사후환경영향조사서에서는 이행을 확인할 수 없거나 미이행된 사례가 많았기 때문이다. 반면에, '위협환경요인 관리'에 속한 저감방안은 비교적 잘 이행되고 있는 것으로 나타났는데, 주로 공사시 가설하는 방식의 저감방안으로 이루어져 있었다는 것이 특징이었다.

'모니터링(Monitoring)'의 이행률은 두 사업유형에서 가장 높은 이행률을 보인 저감방안이었다. 과거에 비해 모니터링의 역할이 중요해지고 있고 이행률도 점진적으로 증가하고 있다는 것은 고무적이나, 현재

국내 환경영향평가 동물상에서 이행되는 모니터링은 멸종위기종을 중심으로 이행되고 있다. 즉, 멸종위기종으로 지정된 종 외에 일반종에 대한 모니터링은 도시 개발사업에서 6건(이행률 16.6%), 도로 개발사업에서 3건(이행률 66.6%)에 불과했으며, 각 이행률을 조사한 결과, 주로 겨울 철새 및 수조류 등을 대상으로 이행되었다. 대상지 내 모든 생물종에 대한 모니터링은 현실적으로 어려운 문제이지만 멸종위기종을 중심으로 한 모니터링은 멸종위기종을 제외한 일반 생물종에 대한 관리 소홀로 이어질 수 있으며 추후 새로운 멸종위기종을 발생시킬 우려가 있다. 따라서, 개발 대상지 주변 생물종에 대한 영향을 완화하기 위해 다양한 생물종을 중심으로 진행되는 모니터링 체계 구축이 필요하다.

이행시기에 따른 사업유형별 이행률은, 도시 개발 사업의 공사시 저감방안은 60.6%, 운영시 저감방안은 30.4%로 나타났고, 도로 개발사업의 공사시 저감방안은 61.5%, 운영시 저감방안은 49.5%로 나타났다. 두 사업 유형 모두 공사시 저감방안의 이행률이 더 높게 나타났다(Table 2). 이는, 공사시 저감방안이 일시적 또는 임시적 방편의 저감방안이 대부분이고 이를 이행하는 데 드는 시간 및 비용이 덜 소모되기 때문인 것으로 판단된다.

이행률에 영향을 끼치는 요인 중 하나인 환경영향평가서의 협의내용도 살펴볼 필요가 있다. 자연생태 환경 분야 동식물상 사후 관리 체크리스트는 동물상 저감방안에 대해 '대체 서식지 조성'과 '유도올타리 및 생태통로 설치 현황'에 대해서만 명시하고 있다(Ministry of environment 2021). 본 연구의 이행률 평가는 대분류별로 저감방안의 효과가 다르기 때문에 협의내용 체크리스트 내 명시여부에 따라 구분한 저감방안을 같은 대분류에 속하는 중분류 이행률로 비교하였다. 그 결과, 도시의 개발에서는 '서식지 조성'이 31.6%, '로드킬 방지'가 60%로 같은 대분류에 속해있는 다른 저감방안보다 이행률이 높은 것을 확인할 수 있었다. 도로의 개발도 마찬가지로 '서식지 조성'은 60%, '로드킬 방지'는 87%로 비교적 높은 이행률을 나타냈다. 이를 통해, 체크리스트로 안내되지 않은 저감방안의 이행에 대해서는 소홀해지는 문제가

Table 2. Implementation rate of mitigation measures for development project type

The implementation rate of urban development				
Level-1	%	Level-2	%	Period
Providing habitat environment	19.0	Habitat creation*	31.6	Managing
		Habitat conservation	9.1	Managing
		Planting plan	8.3	Managing
Management of threatening environmental factors	60.0	Air quality	78.6	Constructing
		Reducing pollutant emissions	78.6	Constructing
		Noise and shock	51.1	Constructing
		Light pollution	42.9	Managing
Accident prevention measures	49.4	Sign and fences	50.0	Managing
		Education	41.9	Constructing
		Protecting Species migration	53.1	Constructing
		Roadkill prevention*	60.0	Managing
Monitoring	95.7	Monitoring	95.7	Both
Total: 56%				
The implementation rate of urban development				
Level-1	%	Level-2	%	Period
Providing habitat environment	40.0	Habitat creation*	60.0	Managing
		Habitat conservation	36.4	Managing
		Planting plan	25.0	Managing
Management of threatening environmental factors	62.1	Air quality	52.6	Constructing
		Reducing pollutant emissions	81.8	Constructing
		Noise and shock	65.9	Constructing
		Light pollution	38.9	Managing
Accident prevention measures	67.2	Sign and fences	0.0	Managing
		Education	50.0	Constructing
		Protecting species migration	57.4	Constructing
		Roadkill prevention*	87.0	Managing
Monitoring	88.2	Monitoring	88.2	Both
Total: 64.4%				

* means migation measure included in the checklist in the consultation.

발생할 수 있다는 점을 확인하였고 따라서, 현재 협의내용에서 다루지지 않는 저감방안의 이행률을 향상시키기 위해 관리책임자가 참고할 수 있도록 협의내용의 동식물상 체크리스트에 좀 더 많은 저감방안을 명시하도록 보완이 필요하다.

사업유형별 저감방안 이행률 평가를 검토한 결과, 물리적인 저감방안(생태통로 조성, 유도울타리 조성 등)보다 비물리적인 저감방안(공사 시 소음, 비산먼지 발생 최소화, 근로자 교육 등)에서 이행률이 높게 나타났다. 물리적인 저감방안은 비물리적인 저감방

안에 비해 좀 더 복잡한 이행과정을 거쳐야 하고 이에 따른 이행 난이도, 시간 및 비용 소모가 크기 때문에 이행되지 않거나 기존 계획보다 축소되어 이행될 가능성이 커서 이행률의 차이가 나타난 것으로 판단된다. 하지만 본 연구에서는 환경영향평가서에 기재된 내용을 바탕으로 분석하였으므로, 실제 해당 저감방안을 이행했는지에 대한 여부를 판단하기 어려우며, 정량적인 평가가 힘든 부분이므로 실효성을 판단하기에 한계가 있다. 또한, 비물리적인 저감방안은 동물에게 미치는 영향을 완화시켜줄 수 있는 중요한

방법이며, 실효성을 높이기 위해서 사업 중 필수과정으로 이행하는 방식 및 체크리스트, 가이드라인 등 구체적인 대안을 제공하여 개선할 필요가 있다. 반면, Katherine & Stewart (2013)은 저감방안의 이행률이 낮은 원인으로 환경 영향 최소화를 위한 구체적인 저감방안 계획안 제시가 미흡하기 때문이라고 언급하였다. 저감방안 이행률은 위와 같은 문제 해결을 통해 향상시킬 수 있으며 물리적인 저감방안의 경우, 이행률 향상을 위해선 저감방안의 크기, 배치, 설치 위치와 관련된 세부사항이 명시하는 것이 도움이 될 수 있다. 또한, 저감방안을 이행하고 관리할 수 있는 방법이 제공되어 관리의 부족이나 부실함 등의 문제를 방지하여야 한다.

2. 저감방안 구체성에 따른 이행률

우선, 환경영향평가서에서 구체적으로 기재되지 않은 저감방안의 경우 대조군으로 분석통계가 어렵기 때문에 제외하였다. 이에 도시개발사업에서 서식지 보전(Habitat conservation), 식재계획, 대기질, 빛공해(Light pollution), 표지판 및 펜스(Signs and fence), 교육(Education), 모니터링(Monitoring) 항목을 제외하였으며, 도로개발 사업에서는 식재계획, 대기질, 소음 및 진동(Noise and shock), 표지판 및 펜스, 교육, 종 이주 보장(protecting species migration)을 제외하고 분석하였다.

분석할 수 있는 저감방안별 사업수는, 도시개발사업은 로드킬 방지, 오염배출 저감에 대한 저감방안 제시가 미흡하였으며, 도로개발사업은 서식지 조성, 빛 공해에 대한 저감방안이 다른 저감방안에 비해 적었다. 이는, 개발규모가 작거나 예산 부족 등의 문제가 원인일 수 있지만, 기재될 상세한 방법이 있음에도 불구하고 다양한 저감방안에서 현장관계자들에게 상세한 이행방법 등의 필요한 정보들이 부실하게 제공되어왔음을 의미한다.

저감방안 구체성 여부와 이행률 간 관계 확인 결과, 구체적으로 기재된 저감방안의 이행률이 모든 사업유형에서 약 20.0% 높게 나타났다. 도시의 개발에서 살펴본 저감방안 모두 구체적으로 작성되었을 때 이행률이 더 높았다. ‘오염물질 저감’의 경우에는 단순하

게 제시되었음에도 불구하고 높은 이행률을 보였는데, 공사 시 이행되는 가설 위주의 간단한 저감방안이 다수 있었기 때문으로 판단된다. 도로의 개발에서도 대체로 비슷한 양상이나, ‘로드킬 방지’는 대부분의 사업에서 구체적으로 잘 기재되어 있는 것으로 나타났다. 로드킬과 관련해 국내외 많은 연구가 진행되어있고 이를 바탕으로 체계적이고 실용적인 설치 방법에 대한 정보가 환경영향평가자에게 유입되어 저감방안에 대한 상세 제시가 수월했을 것으로 판단된다. 예외로, ‘빛공해’ 저감방안은 구체적 기재와 간단 기재에서 모두 낮은 이행률을 보였다.

이후, Mann-Whitney U test를 통해 저감방안 계획안이 구체적으로 기재되어 있을수록 이행률이 향상된다는 것에 대해 유의성을 확인하였다(Table 4). 검증 결과, 저감방안 계획이 구체적으로 작성되어 있는 저감방안의 이행률이 그렇지 않은 경우에 비해 이행률이 높다는 명제는 유의한 것으로 나타났다(Exact Sig. = 0.034 < 0.05). 이를 통해, 각 개발사업에 요구되는 저감방안 이행 방법과 관련한 상세한 방법을 제시한다면 이행률 향상을 기대할 수 있다는 것으로 판단할 수 있다.

이행률과 저감방안 구체성과의 관계 확인을 통해 저감방안, 구체성 여부 별로 다양한 결과가 도출되었다. 연구대상 환경영향평가 보고서의 저감방안 계획안은 대부분 간단하게 기재된 것으로 판단된다. 구체적인 저감방안 계획안 작성을 유도하기 위해서는 미비하게 기재된 저감방안에 대한 환경영향평가자들의 인식 제고가 필요하고, 추후 진행되는 사업의 규모와 환경적 특성이 반영된 저감방안 제시가 이루어져야 한다. 비물리적인 저감방안은 체크리스트를 이용하여 체계적으로 이행 및 관리되어야 한다. 그리고, 각 저감방안 이행과 관련된 지침이나 가이드라인의 부실 및 부재가 또 다른 원인일 수 있다. 성공적으로 이행된 타 사업의 사례를 바탕으로 환경영향평가자가 각 사업 현장에 맞는 적합한 저감방안을 제시하는 데 도움이 되는 지침 및 가이드라인 등을 제공할 필요가 있다.

저감방안을 상세히 제시하였을 때의 또 다른 이점은 효과적이지 못한 저감방안에 대해 수정할 수 있는

Table 3. The relationship between the description of mitigation measures reflecting the characteristics of the site and the implementation rate. Category of classification without mitigation measures proposed appropriately for the site was excluded

Urban development						
Level-1 classification	Level-2 classification	The implementation rate for mitigation measures				
		Number of project	Detail		Simple	
			Implementation/Suggestion	%	Implementation/Suggestion	%
Providing habitat environment	Habitat creation	20	2/4	50.0	4/16	25.0
Management of threatening environmental factors	Reducing pollutant emissions	14	1/1	100.0	12/13	92.3
	Noise and shock	49	1/1	100.0	25/48	52.1
Accident Prevention Measures	Roadkill prevention	5	2/3	66.6	1/2	50.0
	Protecting species migration	49	1/1	100.0	25/48	52.1
Total of implementation rate			70%		52.8%	
Road development						
Level-1 classification	Level-2 classification	The implementation rate for mitigation measures				
		Number of project	Detail		Simple	
			implementation/suggestion	%	implementation/suggestion	%
Providing habitat environment	Habitat creation	5	1/1	100	2/4	50.0
	Habitat conservation	11	1/1	100	3/10	30.0
Management of threatening environmental factors	Reducing pollutant emissions	22	1/1	100	17/21	80.1
	Light pollution	18	1/5	20	6/13	46.2
Accident Prevention Measures	Roadkill prevention	46	37/43	86	3/3	100.0
Monitoring	Monitoring	17	2/2	100	13/15	86.7
Total of implementation rate			86.8%		66.7%	

Table 4. Independent-samples Mann-Whitney U Test Summary

Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]
28.500	-2.156	.031	0.034

여건을 제공할 수 있다는 것이다(Treweek et al. 1993). 이를테면 개발사업 중 발생하는 예기치 못한 자연재해나 다른 원인으로 인해 계획대로 저감방안 이행할 수 없는 상황이 발생하기도 하는데 이때, 각 상황에 대한 대응능력을 높일 수 있다. 뿐만 아니라, 사업 초기 단계에서 예산 책정 등의 문제를 체계적이고 유연하게 계획 및 수정이 가능하다.

IV. 결론

본 연구는 환경영향평가와 사후환경영향조사서를 바탕으로 동물상 저감방안의 이행률을 평가하고 그

원인을 파악하는 등 현황을 검토했다는 점에 의의가 있다. 환경영향평가 동물상 저감방안을 대상으로 도시 및 도로의 개발사업의 환경영향평가서와 사후환경영향조사서를 활용하여 이행률을 평가하고 각 저감방안별 이행률 차이가 나타나는 원인에 대해 파악하였다. 연구 결과, 도시의 개발은 '서식지 조성'의 '서식지 보전', '식재계획' 저감방안의 이행률이 각각 9.1%, 8.3%로 다른 항목들에 비해 이행이 저조한 것으로 나타났다. 도로의 개발에서도 '서식지 보전', '식재계획' 저감방안의 이행률이 각각 36.4%, 25.0%로 다른 저감방안의 이행률보다 낮게 나타났다. 또한, 본 연구에서 평가한 저감방안의 이행률은 전반적으로

도로의 개발에서 더 높게 나타났는데, 이는 도로의 개발이 도시의 개발에 비해 모니터링 이행률이 높았던 것이 그 원인이라고 판단된다. 면형으로 진행되는 도시의 개발과 달리 선형으로 진행되는 도로의 개발은 계획노선 좌우 1km 이내와 같이 모니터링을 이행하기 수월한 대상지 조건을 갖추고 있기 때문이다.

저감방안별 이행률은 환경영향평가 저감방안 항목에 사업 주변 환경 및 특성을 반영하여 구체적인 기재 유무에 따라 상이하게 결과가 도출되었다. 특히, 두 사업유형에서 항목별 저감방안이 구체적으로 기재된 사업의 수가 단순하게 기재된 사업의 수에 비해 부족했으나, 모든 사업유형에서 구체적으로 기재된 저감방안에서 이행률이 높게 나타났다. 반면, 빛 공해 최소화 및 로드킬 방지는 단순하게 기재된 저감방안에 비해 이행률이 낮았으며, 이는 사후환경조사서에 기재되지 않아 확인이 불가한 사항으로 환경영향평가 및 사후환경조사서에서 체크리스트 및 체계적인 가이드라인을 구축하여 이러한 문제점을 해결할 필요가 있다.

구체적으로 작성된 저감방안은 사업시행 이전에 저감방안 비용을 예산에 반영할 수 있으며 사업 시행 중 또는 이후에 기후, 지형 등 외부요인에 대한 대응 능력을 향상시킬 수 있다. 따라서 환경영향평가서 작성 시에 사업유형, 규모, 특성을 고려하여 구체적으로 작성하여야 한다. 또한, 환경영향평가를 체계적으로 관리하기 위해 환경영향평가 절차 매뉴얼, 관련 법률 재검토가 진행되고, 정량적인 효과 평가 및 모니터링을 통해 저감방안의 실효성을 높이는 방안에 대한 연구가 진행되어야 한다(Zhang et al., 2013). 최근 연구에서 저감방안 적용에 따른 효과를 정량적으로 평가하는 기술과 ICT 기술 등 과학적 기반 모니터링 기술이 개발되고 있으므로, 이를 활용한 평가 및 관리 방안과 체계적인 가이드라인을 구축하여 실효성 있는 저감방안 계획안을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 연구 대상이 도시 및 도로의 개발에 국한되어 다른 사업유형에서 다루지는 저감방안의 유형과 이행률을 다루지 않았다는 점, 환경영향평가서와 사후환경영향조사서를 바탕으로 이행률을 평가해 최

종적으로 실제 현장에서 이행되었는지 파악하지 못한 점에서 한계가 있다. 따라서, 향후 연구에서는 최종 이행 결과 파악을 위한 추적조사를 통해 저감방안의 더 정확한 이행 여부를 확인할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고, 본 연구는 국내 개발사업 및 환경영향평가에서 다루지는 저감방안에 대한 이행률을 처음으로 평가했다는 점에서 의의가 있다. 또한, 도시 및 도로의 개발사업 간에 저감방안 이행률 및 현황의 차이를 확인한 결과를 바탕으로 다양한 사업들의 각 사업별 저감방안에 대한 현황을 평가할 수 있는 방법을 제시하여 저감방안의 실효성을 높이기 위한 기초자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사사

본 결과물은 환경부의재원으로한국환경산업기술원의 ICT기반 환경영향평가 의사결정 지원 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2021003360002).

References

- Briggs S, Malcolm DH. 2013. Determination of significance in Ecological Impact Assessment: Past change, current practice and future improvements 38: 16-25.
- Caro-Gonzalez AL, Toro J, Zamorano M. 2021. Effectiveness of environmental impact statement methods: A Colombian case study. *Journal of Environmental Management*. 300.
- Comprehensive Plan for Conservation of Endangered Wildlife. 2018. Ministry of Environment. [Korean Literature]
- Cho KJ, Choi JK, Park YM, Song YI, Sa KH, Lee SB, Jeong JC, Lim YS. 2008. Achievement and Development of EIA over the last 30 years. Korea Environment Institute. [Korean Literature]
- EIASS. <https://www.eiass.go.kr>
- Drayson K, Thompson S. 2013. Ecological mitigation

- measures in English Environmental Impact Assessment, *Journal of Environmental Management*. 119: 103-110.
- Drayson K, Wood G, Thompson S. 2015. Assessing the quality of the ecological component of English Environmental Statements. *Journal of Environmental Management*: 241-253.
- Kim JO, Min BW. 2020. Problems and Improvement Strategies of Environmental Impact Assessment by Local Government in South Korea - Case Studies of 8 Local Governments including Seoul, Jeju, Busan and Daejeon -, *Journal of Environmental Impact Assessment* 29(2): 132-143 [Korean Literature]
- Kim MK, Lee SD. 2021. Survey on the perception of stakeholders on the EIA System in Korea. *Journal of Environmental Impact Assessment* 30(1): 49-60 [Korean Literature]
- Korea Environment Institute. 2017. EIA Guideline Series A Ver 2.0. [Korean Literature]
- Korea Environment Institute. 2004. Environmental Impact Assessment of Road Construction Projects: Analysis of Prediction and Monitoring. [Korean Literature]
- Lhyne I, Laerhoven F, Cashmore M, Runaar H. 2017. Theorising EIA effectiveness: A contribution based on the Danish system. *Environmental Impact Assessment Review* 62: 240-249
- Ministry of Environment. 2009. Guidelines for the preparation of EIA reports for the preparation of EIA reports by project type. Government of Korea. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2020. environment impact assessment follow-up management guidebook. Government of Korea. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2021. Management Manager's Guide to Environmental Impact Assessment Consultation. [Korean Literature]
- Park JH, Choi JG. 2016. A Study on Future Direction and Practical Strategy for the Development of Environmental Impact Assessment Follow-Up. *Journal of Environmental Impact Assessment* 25(3): 165-174. [Korean Literature]
- Sanchez LE, Gallardo ALCF. 2012. On the successful implementation of mitigation measures. *Impact Assessment and Project Appraisal* 23(3): 182-190.
- Treweek JR, Thompson S, Veitch N, Japp C. 1993. Ecological assessment of proposed road developments: a review of environmental statement, *Journal of Environmental Planning and Management* 36(3): 295-307.
- Yi PI, Yi YK. 1997. Content Analysis of Mitigation Measures in Environmental Impact Statement, *Korean Society of Environmental Impact Assessment* 6(2): 165-180. [Korean Literature]
- Zhang J, Kørnøv L, Christensen P. 2013. Critical factors for EIA implementation: Literature review and research options. *Journal of Environmental Management*, 114: 148-157.