

사회적 갈등을 고려한 비선호시설 노선 선정 개선 연구

최영욱* · 이창준** · 한승헌***

Choi, Younguk*, Lee, Changjun**, Han, Seung Heon***

Improvement of NIMBY Facilities Route Planning Considering Social Conflict

ABSTRACT

In route selection process of NIMBY facilities, many conflicts occur due to route selection procedure and NIMBY syndrome. Especially, the social conflicts surrounding the site selection and operation are frequent enough to account for 70% of the total conflict cases, causing significant losses. To resolve the conflict in route selection, social conflicts are considered. Therefore, this study proposes an improved process of selecting route considering social conflicts in the power transmission line. First, the analysis of previous research trends and interviews with experts revealed the improved exclusion zone criteria, the factors and priorities of NIMBY facilities. After selecting the candidate routes, the optimal route is selected by using Fuzzy-TOPSIS. Hence, 83.3% of six experts have verified that this model minimizes conflicts and has sufficient applicability. The proposed model is expected to be used as a tool to minimize social conflict in the selection process of the power transmission line in the early stage of the project.

Key words : Social conflict, Route planning, Power transmission line, Fuzzy-TOPSIS

초 록

비선호시설의 노선선정 과정에서는 노선선정 절차, 지역주민의 NIMBY 현상 등으로 인해 많은 갈등이 발생하고 있다. 특히 입지선정과 운영을 둘러싼 사회적 갈등은 전체 갈등 사례 중 70%를 차지할 정도로 자주 발생하고 있으며, 갈등으로 인해 많은 손실을 야기하고 있다. 지속적인 갈등 해결을 위해서는 사회적 갈등을 고려한 최적 노선선정이 이루어져야 한다. 이에 본 연구는 송전선로 시설을 대상으로 사회적 갈등을 고려하여 개선된 경과지 선정 프로세스를 제시하고자 한다. 우선 기존 사회적 갈등에 관한 연구동향 분석 및 전문가 인터뷰를 통해 비선호시설의 개선된 배제구역 기준 및 고려인자와 우선순위를 도출하였다. 이후 도출된 배제구역 기준 및 고려인자를 실제 밀양시 사례를 대상으로 후보 노선을 선정하였으며, Fuzzy-TOPSIS를 활용하여 최적 노선을 선정하였다. 실무 측면에서 83.3%가 본 프로세스에 있어 사회적 갈등을 최소화하며 적용에 대한 타당성을 검증하였다. 본 연구에서 제시하고 있는 프로세스는 사업 초기 송전선로 경과지 선정과정에서 사회적 갈등을 최소화하기 위한 도구로써 활용이 가능할 것으로 예상된다.

검색어 : 사회적 갈등, 노선 선정, 송전선로, Fuzzy-TOPSIS

* 연세대학교 건설환경공학부 석사과정 (Yonsei University · younguk@yonsei.ac.kr)

** 정회원 · 연세대학교 건설환경공학부 박사과정 (member · Yonsei University · leecj1026@yonsei.ac.kr)

*** 중신회원 · 교신저자 · 연세대학교 건설환경공학부 교수 (Corresponding Author · member · Yonsei University · shh6018@yonsei.ac.kr)

Received January 30, 2018/ revised April 3, 2018/ accepted April 17, 2018

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

대도시에서 발생하는 도시문제를 해결하기 위해 공원, 상하수도, 쓰레기 매립장 등 공공시설의 양적·질적 향상이 요구되고 있다. 그러나 쓰레기 매립장이나 발전소 등과 같은 비선호시설은 NIMBY 현상으로 인해 정부와 주민 간의 갈등이 많이 발생하고 있다(Choi, 2012). 비선호시설은 환경오염, 지가하락 등을 야기하기 때문에 타당한 근거와 합리적인 보상 등을 바탕으로 입지를 선정해야 하지만(DeVerteuil, 2013), 합의 과정이 제대로 이루어지지 않은 채 입지를 선정하게 되면서 정부와 지역주민과의 갈등이 발생한다. 최근 들어 발생하는 갈등 사례 중 입지선정과 운영을 둘러싼 사회적 갈등이 약 70%를 차지하며, 갈등으로 인해 사업이 중단, 연기되거나 심지어 취소되는 사태가 발생하기도 한다(Kim, 2003). 대표적으로 제주 해군기지, 밀양 송전탑, 경부고속도로 등 대규모 국책사업의 입지선정 시 정부와 지역주민 간의 마찰로 인해 많은 손실이 발생했다. 지속적으로 발생하는 갈등을 해결하기 위해서는 사회적 갈등을 고려한 입지 및 노선 선정이 이루어져야 하지만 현재 우리나라의 기존방식은 사회적 갈등을 제대로 고려하지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 비선호시설 노선 선정 시 사회적 갈등을 고려한 개선된 프로세스를 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 비선호시설의 노선선정 시 사회적 갈등을 최소화하고 성공적인 사업을 위한 개선된 선정 프로세스를 제시하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 국내 공기업 A와 해외 선진국에서 발표한 송전선로 관련 기준을 참고하여 송전선로 경과 선정 시 필요한

배제구역 기준과 고려인자를 도출하고 이를 밀양시를 대상으로 적용하였다. 송전선로 경과지 선정의 객관성을 확보하기 위해 GIS (Geographic Information System)과 다 기준 의사결정을 위한 Fuzzy-TOPSIS를 적용하였다. GIS 적용을 위해 밀양시의 기초자료와 지도를 수집하여 활용하였으며, Fuzzy-TOPSIS 적용을 위해 문헌 전문가 자문과 설문조사를 실시하였다. 도출된 밀양시 배제구역을 통해 후보 노선을 선정하고 고려인자의 가중치를 설정하여 사회적 갈등을 최소화할 수 있는 송전선로 노선을 제시하였다(Fig. 1).

2. 선행연구 및 이론적 고찰

2.1 선행연구 고찰

송전선로 건설 사업에서 GIS와 다기준의사결정법을 활용한 경과지 선정에 관련된 연구는 꾸준히 진행 되어왔다. Veronesi et al.(2017)은 송전선로와 송전탑의 입지선정을 위해 GIS 기반 다중기준 의사결정 분석을 사용하였다. 이를 위해 통계분석을 실시하였고 스위스 사례 연구를 통해 객관적인 송전선로 경과지 및 송전탑 입지선정을 하였다. EROĞLU and Aydin(2015)은 GIS를 기반으로 다기준의사결정인 AHP와 Fuzzy-AHP를 활용해 송전선로 경과지를 선정하였다. 터키 사례를 대상으로 고려 인자를 도출하여 GIS에 지도를 생성해 최적 경과지를 선정하였다. Monteiro et al.(2005)은 전력회사, 지방정부, 환경시민단체 등 각 이해관계자를 고려하여 사회 경제적 이익을 관점에서 경과지 선정 프로세스를 구축하였다. 이를 위해 GIS를 기반으로 11개의 시나리오를 구성해 다기준의사결정을 실시하였다.

타 공공 건설사업에서도 이와 같은 연구는 국내외로 꾸준히 진행됐으며 대표적으로 도로사업과 철도사업이 있다. Yang(2001)은 독일의 환경영향분석을 정의하고 분석하여 GIS를 활용한 도로 시설의 노선선정 방법을 제시하였다. 선정 방법은 기초 조사, 공간민감도 분석, 최적경로 선정, 사업 영향 분석 등 4단계로 이루어졌으며 초기연구라고 할 수 있다. Lee et al.(2009)은 GIS를 기반으로 사례지역의 토지이용, 경사, 사면방향, 지가 등을 변수로 분석하여 경중률(Weight)을 고려해 5개의 후보노선에 대해 최적노선을 선정하였다. Roh and Kim(2009)는 문화재 보호구역을 고려하여 철도 사업 노선 선정 계획 시 개선사항에 대해 제안하였다. Gitau and Mundia(2017)은 GIS를 활용해 도로 입지선정에 있어 고려인자를 선정하고 AHP기법을 활용해 최적의 도로를 선정하였다. Sañudo et al.(2017)은 철도사업에 있어 고속열차의 최적의 정치위치를 평가하는 방법론을 제시하였다. GIS를 기반으로 선로의 특성, 주변 환경, 장비의 접근성에 따라 대안을 도출하고 전문가의 의견을 바탕으로 최종 대안을 선정하였다.

이와 같이 노선선정 과정에서 발생하는 갈등은 국가 단위의

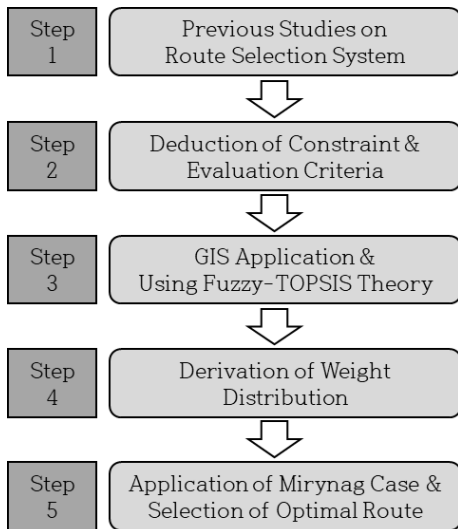


Fig. 1. Research Flow

사회적 비용이 발생하고 있음에도 불구하고 기존 연구에서 사회적 갈등을 고려하지 않았다는 점에서 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 사회적 갈등을 고려한 노선선정이 시행되어야 한다고 판단하였다.

2.2 Fuzzy-TOPSIS 기법

현재 국내 공기업 A와 기존 대부분 연구에서 사용 중인 AHP는 Saaty(1980)에 의해 개발된 기법으로 다기준의사결정에 있어 가장 널리 쓰이고 있으며 분석 방법이 간단하지만 대안이 추가적으로 증감됨에 따라 기존 대안들의 순위가 바뀌는 단점이 존재한다. 본 연구에서 적용하고자 하는 Fuzzy-TOPSIS는 Fuzzy와 TOPSIS 이론을 결합하여 Chen(2000)에 의해 소개되었으며 전문가의 평가에 의해 유한개의 대안 중 우선순위를 정하는 이론이다. 본 연구에서 다루고 있는 사회적 갈등 특성상 대안 노선에 대해 정성적 기준을 가지고 평가해야 한다. Fuzzy 이론은 평가자의 주관적 판단에 근거한 모호성(Ambiguity)과 불확실성(Uncertainty)이 존재하기 때문에 이를 정량화하는데 적합한 이론이다(Zadeh, 1965). 그리고 본 연구에서 나는 3개의 이해관계자 그룹(송전선로 경과지 사업 수행 경력이 있는 전문가, 사회적 갈등 조정 전문가 및 지역주민)마다 대안 노선 평가에 있어 각 고려인자에 대한 인식격차가 존재한다. TOPSIS 이론은 긍정해와 부정해를 동시에 고려하기 때문에 인식격차의 양방향 모두 반영할 수 있다(Kim, 2017). 따라서 본 연구에는 기존 사회적 갈등 평가프로세스와 다기준의사결정의 한계점을 극복하기 위 Fuzzy-TOPSIS를 사용하였다.

Fuzzy 이론을 적용하기 위해 삼각형 소속 함수(Triangular membership function)를 적용하였고, 양의 삼각형 Fuzzy 수 \tilde{n} 의 소속 함수 $\mu_{\tilde{n}}$ 은 다음과 정의할 수 있다(Kaufmann and Gupta, 1991).

$$\mu_{\tilde{n}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1 \\ (x - n_1)/(n_2 - n_1), & n_1 \leq x \leq n_2 \\ (x - n_3)/(n_2 - n_3), & n_2 \leq x \leq n_3 \\ 0, & x > n_3 \end{cases} \quad (1)$$

가중치 적용을 위해 아래의 삼각형 퍼지를 기반으로 Chen(2000)이 제시한 언어적 척도를 적용한다(Fig. 2). TOPSIS 이론을 적용하기 위해 아래의 7단계를 거쳐 의사결정 우선순위를 결정하게 된다.

첫째, 의사결정행렬 구축을 통해 선정 기준의 가중치 반영 및 선정 대안을 평가한다. 의사결정기준인 C_n , 선택 가능한 대안인 A_m , 의사결정기준의 가중치 w_n , 선택 가능한 대안에 해당되는 의사결정 가중치 x_{ij} 를 설정한다(Hwang and Yoon, 1981).

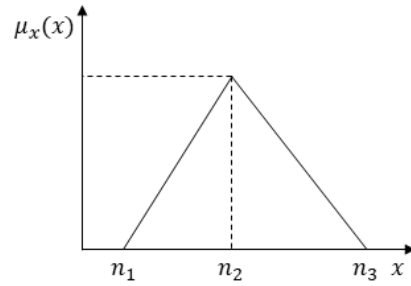


Fig. 2. Triangular Fuzzy number \tilde{n}

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ A_1 & \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ A_2 & \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_m & \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{matrix} \quad (2)$$

$$W = [w_1, w_2, w_n]$$

둘째, Fuzzy로 표현된 대안들에 대한 의사결정자들의 평가 결과인 의사결정행렬 성분을 무계중심법을 사용하여 디퍼지화를 한다(Zimmermann, 2001).

$$\tilde{v} = \frac{\int v\mu(v)dv}{\int \mu(v)dv} = \frac{1}{K}(a, b, c) \quad (3)$$

셋째, 의사결정행렬에 대한 측정값을 아래의 식을 통해 정규화한다. 이때, j는 의사결정기준, i는 선택 가능한 대안을 의미한다.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{x_j^*}, \frac{b_{ij}}{x_j^*}, \frac{c_{ij}}{x_j^*} \right), \quad x_k^* = \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} \quad (4)$$

넷째, 디퍼지화 및 정규화된 의사결정행렬에 가중치를 반영한다. 여기서 w_j 는 j번째 기준에 대한 가중치를 의미한다(Hwang and Yoon, 1981).

$$z_k(x) = w_j \tilde{r}_{ij} \quad (5)$$

다섯째, 가중치가 반영된 의사결정행렬의 정이상해(A^+)와 부이상해(A^-)를 도출한다(Hwang and Yoon, 1981).

$$A^+ = \max(z_k(x)) \quad (6)$$

$$i = 1, 2, 3 \dots n$$

$$A^- = \min(z_k(x))$$

여섯째, 이상적인 해와 의사결정행렬 간의 거리를 계산한다 (Hwang and Yoon, 1981).

$$D_i^+ = \sqrt{\left\{ \sum_{j=1}^n A^+ - z_k(x) \right\}^2}, i = 1, 2, 3, \dots n \quad (7)$$

$$D_i^- = \sqrt{\left\{ \sum_{j=1}^n A^- - z_k(x) \right\}^2}, i = 1, 2, 3, \dots n$$

일곱째, 모든 의사결정 대안의 우선순위를 도출하기 위해 근접도 계수 개념을 사용하여 결정한다(Hwang and Yoon, 1981).

$$CC_i = \frac{D_i^+}{D_i^+ + D_i^-}, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (8)$$

3. 사회적 갈등을 고려한 최적 노선 선정

본 연구에서는 송전선로 경과지 선정의 문제점 및 사회적 갈등을 고려한 경과지 대안 선정 방안을 모색하고자 관련 기관별 전문가를 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰는 송전선로 경과지 사업 수행 경력이 있는 전문가 3인, 사회적 갈등 조정 전문가 3인, 지역주민 3인을 대상으로 수행하였다. Table 1은 설문조사 응답자에 대한 개요이며 인터뷰는 서면조사와 1시간 이상의 면담 형식으로 이루어졌다.

개인의 주관적 판단과 편향성을 배제하기 위해 사전 설명을 거친 후 진행하였으며, 주요 인터뷰를 통한 도출 내용은 다음과 같다. 첫째, 문헌고찰과 전문가 자문을 통해 사회적 갈등 관점에서 기존 송전선로 경과지 선정 배제구역 기준의 문제점을 도출하고 총 22개의 배제구역 기준을 선정하였다. 둘째, 상기 도출된 총 22개의 배제구역 기준에 대해 지자체와 협의 가능한 기준을 추가로 도출하였다. 그리고 설문 응답자마다 각 항목에 관해 7점 척도로 우선순위를 매긴 후 산술평균을 이용해 우선순위를 도출하였다. 셋째, 문헌고찰과 전문가 자문을 통해 사회적 갈등 관점에서 기존 송전선로 경과지 선정 고려인자의 문제점을 도출하고 총 15개의 고려인자를 선정하였다. 넷째, 배제구역 기준에 따라 3개의 후보 노선을 선정 후, Fuzzy-TOPSIS를 적용하여 우선순위를 도출하였다. 다섯째, 본 논문에서 개선된 프로세스의 적합성을 검증하고자 송전선로 경과지 사업 수행 경력이 있는 전문가 3인과 갈등 조정 전문가 3인을 대상으로 설문을 받았다.

Table 1. Profile of Interviewees

Work area	Num	Experience	Num
Engineering	3	0~10 years	1
		30~40 years	2
Conflict control	3	10~20 years	3
Resident	3	More than 40 years	3

3.1 경과지 선정 배제구역 기준 선정

배제구역 선정은 공공 시설물이 특정 지역에 건설이 결정되고 공공 시설물 근처로 해당 지역 혹은 주민에게 악영향을 끼치거나 제한 구역이 존재할 때 사전에 제약 조건을 설정하는 단계이다. 배제구역은 일반적으로 군 시설물, 자연환경, 지역주민, 관광지 근처로 제한되며 시설물의 특징에 따라 그 배제구역이 바뀔 수 있다. 본 연구에서는 송전선로 경과지 선정에 있어 사회적 갈등을 고려하지 않은 현재 배제구역 기준에 대해 고찰하고 개선된 배제구역 선정을 제시하고자 한다.

3.1.1 현 배제구역 기준 문제점

국내 공기업 A에서 선정한 현 배제구역 기준과 이격거리는 습지보전법, 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률, 하천법, 군사시설보호법 등 관련 법규에 따라 선정되었다. 하지만 이는 사회적 갈등을 고려하지 않았으며 각 배제구역 기준 간의 우선순위가 있지 않아 이격거리를 충족하더라도 노선을 설계할 때 특별히 무게를 뒤야 하는 기준이 불명확하였다. 현 배제구역 기준에 대한 전문가 세부의견으로는 다음과 같다.

첫째, 배제구역 중 이격거리가 협의 가능한 배제구역이 있으며 이는 실질적인 피해상황이 분명하지 않을 때 현행법으로는 불가능 하지만, 법 개정의 여지가 있을 경우 지자체와의 협상여부에 따라 이격거리를 탄력적으로 개선 가능한 것으로 나타났다. 즉, 각 배제구역 기준이 지자체와 협의 가능할 경우 위에서 서술한 우선순위를 활용해 우선적인 협의 진행이 필요하다는 입장이었다.

둘째, 송전선로가 도시 경관을 해치는 경우 주민들의 정서적 피해의식을 악화시킬 수 있어서 반발이 커질 수 있는 것으로 나타났다. 특히 마을 주민들이 상징적으로 느끼는 안정적 포근함 등을 저해하는 경우 공동체 문화가 훼손된다는 심리적 불안감이 조성될 수 있기 때문에, 이를 고려한 노선선정이 이뤄져야한다고 하였다.

셋째, 특히, 농지 및 과수원 등과 같이 주민의 생업 현장이 되는 장소는 전자계 위험에 노출되었다고 느끼는 경우 노선선정에 대한 반대가 심해지는 경향을 보였다. 따라서 송전선로 경과지 선정 시 안전성과 생업에 방해가 되지 않는다는 점을 강조해야 하며 이격거리는 협의할 수 없다고 하였다.

3.1.2 개선된 배제구역 기준 선정

개선된 배제구역 기준은 1) 해외 선진국 송전선로 기준 추가, 2) 사회적 갈등을 고려한 배제구역 기준 선정, 3) 각 배제구역 기준의 우선순위 도출, 4) 협의 가능한 배제구역 선정을 목표로 하였다. 따라서 본 연구에서는 문헌조사 및 전문가 인터뷰를 통해 사회적 갈등 관점의 송전선로 경과지 배제구역 기준을 도출하였다. 국내 송전선로 경과지 선정 보고서(KEPCO, 2017)와 해외 선진국 송전선로 경과지 선정 가이드(MDC, 2015; DEHP, 2013; ElectraNet, 2013; ANL, 2007; EPRI, 2006)를 참고하여 10개의 배제구역 기준을 선정하였다. 그리고 송전선로 경과지 사업 수행 경력이 있는 전문가 인터뷰를 통해 사회적 갈등을 고려하여 2개의 기준을 선정하였다. 문헌조사와 전문가 인터뷰를 통해 공통적으로 언급된 10개의 기준을 선정하였으며 자연환경, 생활환경, 제한구역 등 3개의 그룹으로 구성된 22개의 기준을 도출하였다. 도출된 22개의 배제구역 기준 중 9개의 사회적 갈등을 고려한 기준(인구밀집지역, 도심지역, 학교, 공원, 마을 상징물, 유적지, 관광지, 사찰)으

로 도출되었다. 또한, 4개의 요인(유적지, 관광지, 사찰, 하천 및 강)에 대해 전문가 자문에 따라 각 배제구역 기준에 협의 가능한 이격거리(Negotiable buffer)와 불가능한 이격거리(Unnegotiable buffer)로 분리하였다. 마지막으로, 각 기준 별 7점 척도로 평가를 받아 9인의 설문 응답자 점수를 산술평균하여 우선순위를 평가해 우선적으로 고려해야 할 배제구역 기준을 도출하였다(Table 2).

3.2 경과지 선정 고려인자 도출

고려인자 도출은 배제구역 기준에 따라 후보 노선이 정해지면 최적 노선을 선정하기 위해 각 항목에 대해 후보지를 평가하는 단계이다. 고려인자는 배제구역과 달리 제약 조건이 아닌 여러 대안 중 더 나은 대안을 선정하기 위함이며 시설물의 특징에 따라 고려인자가 변할 수 있다. 본 연구에서는 송전선로 경과지 선정에 있어 현 고려인자가 갈등을 고려하지 않으며 각 고려인자 별 가중치가 설정되어 있지 않은 문제점을 고찰하고 개선된 고려인자를 도출하고자 한다.

Table 2. Constraints Criteria List

Group of constraint criteria	Num	Constraint criteria	Buffer	Priority	Source	
Natural environment	C1	Wetlands	100m	9	R	
	C2	Steep slopes	25°	18	R	
	C3	Forest resources areas	-	5	I, R	
Living environment	C4	Densely populated areas*	500m	1	I, R	
	C5	Urban area*	500m	2	I, R	
	C6	Highways	500m	22	I, R	
	C7	School*	500m	3	R	
	C8	Parks*	300m	4	R	
	C9	Village symbols*	500m	7	I	
	C10	Cemetery*	500m	14	I	
	C11	Aerodrome	Piston-engine aircraft	1500m	13	R
			Jet-engine aircraft	3000m		
	C12	Archaeology sites*	Unnegotiable Buffer	500m	8	I, R
			Negotiable Buffer	-		
	C14	Tourist spot*	Unnegotiable Buffer	500m	10	I, R
			Negotiable Buffer	-		
	C16	Temple*	Unnegotiable Buffer	500m	6	R
			Negotiable Buffer	-		
	C18	River and steam	Unnegotiable Buffer	400m	15	I, R
Negotiable Buffer			-	21		
Restricted area	C20	Military facilities	1000m	12	R	
	C21	Mines and quarries	500m	16	R	
	C22	Calamity danger area	100m	11	R	

* Constraint criteria reflecting social conflict I: Interview R: Research paper

3.2.1 현 고려인자 문제점

국내 공기업 A에서 선정한 현 고려인자는 비선호시설 입지선정 과정에서 지역주민과 정부 사이의 중요도에 대한 인식격차에서 시작한다. 기존의 비선호시설 입지선정 과정에서 정부 측은 사공의 경제적인 측면을 중요하게 여기는 반면, 비선호시설의 수혜는 타 지역 주민이 받고 피해는 해당 지역 주민이 받는 구조로 인해 피해를 최소화하는 노선 설계를 원한다. 현 고려인자에 대한 전문가 세부의견으로는 다음과 같다.

첫째, 과거 노선 선정 과정에서 이전 갈등이 발생 했는지 여부와 같이 주민의 입장에서 노선 설계가 부족하여 심각한 사회적 갈등을 발생하였다. 이는 현 경과지 선정 고려인자가 사회적 갈등 요소를 반영하지 않았고 이로 인해 막대한 공사비 증액을 야기 하였다.

둘째, 주민들에게 송전선로 경과지에 대한 제반 정보를 사전에 충분히 제공하고 의견형성 과정을 투명하게 진행하여 주체적으로 자신들의 의견을 형성하게 해야 하는 것으로 나타났다. 그리고 그에 따른 의사결정을 할 수 있도록 과정을 설계하고 추진해야 한다고 하였다.

3.2.2 개선된 고려인자 도출

개선된 고려인자 도출은 1) 기존 송전선로 경과지 선정 고려인자 정리, 2) 노선선정 과정에서 송전선로 경과지 선정 전문가, 갈등 조정 전문가, 지역주민의 의견 반영, 3) 사회적 갈등을 고려한 고려인자 도출을 목표로 하였다. 따라서 본 연구에서는 문헌조사 및 전문가 인터뷰를 통해 사회적 갈등 관점의 송전선로 경과지 선정 고려인자를 도출하였다.

송전선로 경과지 선정 고려인자를 도출하기 위해 관련 보고서(KEPCO, 2017)와 송전선로 건설로 인한 사회적 갈등 발생을 분석한 문헌(Elliott and Wadley, 2002; Schively, 2007; Vajjhala and Fischbeck, 2007; Sun and Soo, 2012; Cain and Nelson, 2013; Ra et al., 2015; Stefánsson et al., 2017)를 참고하여 6개의 고려인자를 선정하였다. 그리고 전문가 자문을 통해 노선 선정 시 사회적 갈등을 최소화 할 수 있는 요인 4개를 선정하였다. 문헌조사와 전문가 인터뷰를 통해 공통적으로 언급된 5개의 고려인자를 선정하였으며 환경적, 사회적, 경제적, 인지적인자 등 4개의 그룹으로 구성된 총 15개의 고려인자를 도출하였다. 도출된 15개의 고려인자 중 10개의 사회적 갈등을 고려한 인자(자가 상승을 반영한 토지지가, 지역발전장애, 환경 훼손, 도시미관 훼손, 과거 이전 NIMBY시설의 유무, 사유지 훼손, 지역 네트워크 연속성 단절, 수혜자와 피해자의 상이, 소음 및 진동, 전자기 위험성)로 도출되었다 (Table 3).

Table 3. Considering Factors List

Group of factor	Num	Factors	Source
Environmental factors	F ₁	Topography and geological conditions	R
	F ₂	Difficulty of construction	R
Social factors	F ₃	Facility safety	R
	F ₄	Maintenance easiness	R
Economic factors	F ₅	Land price reflecting future value*	I
	F ₆	Approximate cost estimation	I, R
Cognitive factors	F ₇	Regional development impediment*	R
	F ₈	Environmental damage*	I, R
	F ₉	Urban beautification damage*	I, R
	F ₁₀	Existence of previous NIMBY Facilities*	I
	F ₁₁	Private land encroachment*	I, R
	F ₁₂	Severance of village network continuity*	I
	F ₁₃	Discordance between beneficiary and victim*	I
	F ₁₄	Noise and vibration*	R
F ₁₅	Electromagnetic dangerousness*	I, R	

* Factors reflecting social conflict I: Interview R: Research paper

3.3 가중치 선정

앞서 선정된 고려인자를 Fuzzy-TOPSIS를 통해 선정 요인과 각 대안 별로 가중치를 선정하였다. 앞서 도출된 고려인자 15개에 대해 해당 송전선로 설계 전문가 3인, 갈등 관리 전문가 3인, 지역주민 3인의 평가를 받았다. 각 평가 항목에 대해 Chen(2000)과 Jang et al.(2016)이 제시한 7가지 언어적 척도(VL, L, ML, M, MH, H, VH)에 의해 평가를 받고 그룹 간 산술평균을 통해 가중치가 결정된다(Table 4). 이후 각 대안 별 고려요인을 평가받은 후 가중치가 반영된 정규화 의사결정행렬을 구축하고 Fuzzy 정이상해 및 부이상해를 도출하여 의사결정행렬과 거리를 계산하였다. 계산과 이상적인 해와 의사결정행렬간의 거리를 활용하여 근접도 계수를 계산하고 우선순위를 도출하였다.

Table 4. Linguistic Variables and Fuzzy Number

Linguistic variables	Fuzzy number
Very low (VL)	(0.0, 0.0, 0.1)
Low (L)	(0.0, 0.1, 0.3)
Medium low (ML)	(0.1, 0.3, 0.5)
Medium (M)	(0.3, 0.5, 0.7)
Medium high (MH)	(0.5, 0.7, 0.9)
High (H)	(0.7, 0.9, 1.0)
Very high (VH)	(0.9, 1.0, 1.0)

4. 사례연구

4.1 사례연구 지역

본 연구에서는 과거 송전선로 경과지 선정 당시 사회적 갈등이 많이 일어난 밀양시를 선정한다. 밀양시는 2008년 765kV의 고압 송정선 및 송전탑의 노선 선정 문제로 정부와 마을 주민 간의 심각한 갈등이 발생된 대표적인 지역이다(Lee and Yun, 2013). 밀양 송전선로는 영남지역 전력난 해소에 중요한 시설물임에도 불구하고, 사회적 갈등을 고려하지 않은 나머지 주민의 NIMBY 현상에 의해 공사비 증가와 공기 지연 등 심각한 피해를 입었다(Seo, 2016). 이에 본 연구에서는 밀양시를 대상으로 배제구역을 적용하여 후보지를 선정하고, Fuzzy-TOPSIS를 활용한 최적 노선을 결정하고자 한다.

4.2 후보 경과지 선정

앞서 국내의 문헌고찰과 전문가 자문을 통해 도출된 배제구역 기준을 밀양시에 적용하여 GIS 중첩 분석을 실시하였다(Fig. 3). 중첩 분석 결과, 후보지역에서 많은 후보 노선이 나올 수 있지만 사회적 갈등은 생활환경을 침해받을 때 주로 발생하기 때문에 생활환경 그룹에 가중치를 둔 상태에서 후보 노선을 선정하였다. 또한, 앞선 3장에서 선정한 배제구역 기준과 우선순위를 고려하여 최종적으로 기존 송전선로 경과지와 전문가 자문을 통한 2개의 경과지 후보가 선정되었다(Fig. 4). 이때, 송전선로 경과지 사업 수행 경력이 있는 전문가 3인은 후보지 선정에 앞서 배제구역

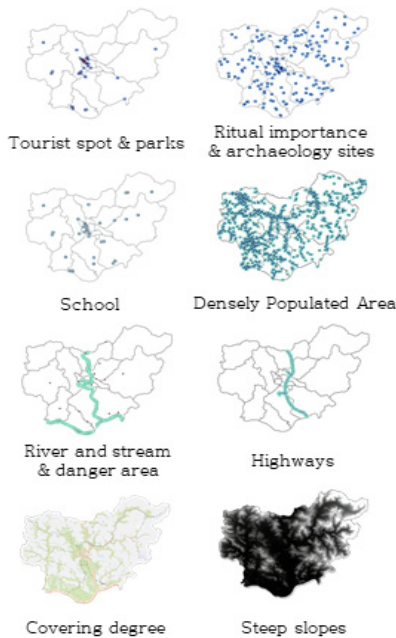


Fig. 3. Constraints and Buffers Distance in Miryang

기준과 우선순위에 관한 사전 설명을 들은 후 사회적 갈등을 최소화할 수 있는 후보지를 선정하였다.

첫 번째 경과지는 기존 밀양시에 선정된 송전선로 경과지로 과거 밀양시에서 가장 큰 사회적 갈등을 유발하였다. 또한, 세 개의 노선 중 가장 짧은 거리임에도 불구하고 보상 문제로 인해 전체 공사비가 대폭 상승하였다. 해당 경과지는 청도면 북동쪽, 북북면 남동쪽, 상동면 북쪽, 산외면 남동쪽, 단장면 중앙을 가로지르는 노선이다.

두 번째 경과지는 기존 송전선로의 대안 경과지로서 기존 노선이 침범하는 배제구역을 우회하였다. 해당 경과지는 청도면 북동쪽, 북북면 북쪽, 상동면 북쪽, 산외면과 단장면 경계를 가로지르는 노선이다.

세 번째 경과지는 기존 송전선로의 대안 경과지로서 밀양시의 시가지를 우회하여 5km 연장된 노선으로 공사비가 증가한다. 해당 경과지는 청도면 북동쪽, 북북면 남동쪽, 상동면 북쪽, 산외면 남동쪽, 단장면 북쪽을 가로지르는 노선이다.

4.3 후보 노선 평가 및 우선순위 결정

선정된 3개의 후보 노선을 평가하기 위해 기관별 관련 전문가 및 지역 주민을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 송전선로 경과지 사업 수행 경력이 있는 전문가 3인, 사회적 갈등 조정 전문가 3인 및 지역 주민 3인을 대상으로 모든 고려인자에 대해 설문을 수행하였으며 결과는 다음과 같다.

Eq. (3)를 이용하여 정규화 된 고려인자의 가중치(Weight) 결과는 지역발전 장애, 사유지 훼손, 도시미관 훼손, 전력 수혜자와 송전선로 피해자의 불일치, 자연환경 훼손 등이 가장 높은 값으로 도출되었다(Table 5). Eq. (4)를 이용하여 각 대안 노선에 대해 9인의 평가자가 7개의 언어적 척도로 평가받은 고려인자를

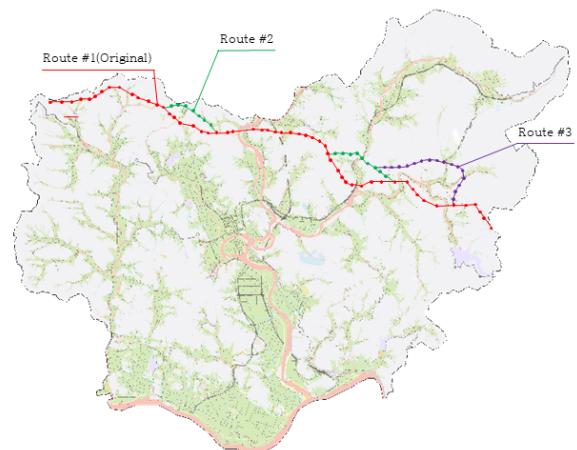


Fig. 4. Candidate Route in Miryang

Table 5. Result of Defuzzification of the Fuzzy Matrix

Num	Considering Factors	Weight	A ₁	A ₂	A ₃
F ₇	Regional development impediment	0.88	0.73	0.52	0.44
F ₉	Urban beautification damage	0.88	0.71	0.48	0.41
F ₁₁	Private land encroachment	0.85	0.76	0.50	0.33
F ₁₂	Severance of village network continuity	0.81	0.88	0.54	0.35
F ₈	Environmental damage	0.81	0.57	0.73	0.67
F ₁₃	Discordance between beneficiary and victim	0.8	0.50	0.50	0.50
F ₁₀	Existence of previous NIMBY facility	0.76	0.93	0.44	0.42
F ₅	Land price reflecting future value	0.76	0.60	0.48	0.52
F ₁₅	Electromagnetic dangerousness	0.73	0.87	0.60	0.38
F ₁₄	Noise and vibration	0.72	0.85	0.56	0.44
F ₃	Facility safety	0.66	0.48	0.46	0.46
F ₄	Maintenance easiness	0.43	0.35	0.44	0.40
F ₂	Difficulty of construction	0.41	0.62	0.65	0.60
F ₁	Topography and geological condition	0.38	0.46	0.54	0.59
F ₆	Approximate cost estimation	0.35	0.52	0.44	0.89

산술평균하였으며(Table 5) Eq. (5)을 통해 도출된 가중치 (Weight)를 반영하였다. 마지막으로 Eq. (6)과 Eq. (7)을 긍정해와 부정해로 부터의 거리인 D_i^+ 와 D_i^- 를 계산하였으며 최종적으로 CC_i 를 계산하여 $A_3 > A_2 > A_1$ 순으로 최적 노선이 결정되었다 (Table 6).

4.4 프로세스 적용성 검증

본 연구에서는 개선된 프로세스를 활용하여 밀양시에 적용해봄으로써 후보 노선 평가 및 우선순위를 결정하였다. 현재 국내 공기업 A에서 사용 중인 AHP기법이 아닌 사회적 갈등을 고려한 프로세스를 실무적 측면에서 적용성을 검증하고자 국내 송전선로 경과지 선정 경험이 있는 전문가 3인과 갈등 관리 전문가 3인을 대상으로 설문문을 받았다. 전체 6인 중 본 프로세스가 적합하다고 답변한 비율은 83.3%이며 이는 본 프로세스를 통해 사회적 갈등을 최소화할 수 있다고 판단하였다(Table 7).

본 연구의 검증과정에서 국내 송전선로 경과지 사업 수행 경력이 있는 전문가와 사회적 갈등 조정 전문가의 수가 많지 않기 때문에 설문 대상이 적을 수밖에 없었다. 하지만 대부분 송전선로 경과지 선정 관련 업무를 15년 이상 수행하였기 때문에 해당 분야에 있어 대표성을 띄는 의견을 제시할 수 있다고 판단된다.

5. 결론

본 연구는 비선호시설의 노선 선정과정에서 발생하는 갈등의 발생을 최소화하기 위해 갈등을 고려한 최적 노선선정 프로세스를

Table 6. Result of Fuzzy-TOPSIS Application

	D_i^+	D_i^-	CC_i	Priority
A ₁	0.19	0.91	0.17	3
A ₂	0.67	0.33	0.67	2
A ₃	0.91	0.18	0.84	1

Table 7. Fuzzy-TOPSIS Applicability Survey

Applicability	Very good	Good	Fine	Poor	Very poor
	2	3	1	-	-
Percentage	83.3%		16.7%	0.0%	

제시하였다. 연구동향 분석 및 기관별 전문가의 인터뷰를 통해 개선된 배제구역 기준 및 고려인자와 우선순위를 도출하였다. 최종적으로 밀양 송전선로 사례에 적용하여 Fuzzy-TOPSIS를 활용한 최적 노선을 선정하였다.

우선, 문헌조사 및 전문가 인터뷰를 통해 사회적 갈등을 고려한 배제구역 기준을 선정하고, 이격거리가 협의 가능한 배제구역 기준을 선정하였다. 이에 따라 배제구역에서는 2개의 기준(마을 상징물, 공동묘지)이 추가되었으며, 4개의 배제구역(유적지, 관광지, 사찰, 하천 및 강)이 지자체와 협의 가능한 것으로 분류되었다.

다음으로 경과지 선정을 위한 고려인자를 개선하는 단계로 송전선로 경과지 선정 전문가, 갈등 전문가, 지역주민과의 인터뷰 및 설문문을 통해 사회적 갈등을 고려한 고려인자를 도출하였다. 이에 따라 4개의 고려인자(지가상승을 고려한 토지지가, 마을 네트워크

의 연속성, 전력 수혜자와 송전선로 피해자의 동일 여부, 과거 해당 지역의 비선호시설 유무)가 추가되었다.

앞서 개선된 배제구역을 기준을 밀양시에 적용하여 중첩 분석을 실시한 결과, 기존 송전선로를 포함하여 3개의 후보 노선이 선정되었다. 후보 노선의 고려인자를 평가한 데이터와 가중치를 사용하여 Fuzzy-TOPSIS를 적용하였으며, $A_3 > A_2 > A_1$ 순으로 최적 노선이 결정되었다. 그리고 Fuzzy-TOPSIS를 사용하여 본 프로세스의 적용성을 평가받은 결과 실무 측면에서 83.3%가 적용성이 충분함을 검증하였다.

본 연구는 비선호시설의 갈등을 최소화하기 위한 노선선정 프로세스 개선에 목적을 두지만, 대상 프로젝트가 송전선로에만 국한된다. 그리고 배제구역 기준이나 고려인자를 정량적 데이터보다는 설문과 인터뷰에만 의존하였다는 한계점이 있다. 하지만 기존 연구나 사용 중인 프로세스에서 고려하지 않은 사회적 갈등을 고려하였고, 개선된 프로세스를 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

추후 연구에서는 송전선로뿐만 아니라 기타 비선호 시설 입지/선선정 프로세스에 대한 개선 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한, 사업수행자 관점에서 대안 별로 정량적인 공사비를 함께 고려한다면 더 현실적인 평가가 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2015R1A2A1A09 007327).

References

- Argonne National Laboratory (ANL) (2007). *The design, construction, and operation of long-distance high-voltage electricity transmission technologies*, Environmental Science Division, Illinois.
- Cain, N. L. and Nelson, H. T. (2013). "What drives opposition to high-voltage transmission lines?" *Land use policy*, Vol. 33, pp. 204-213.
- Chen, C. T. (2000). "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment." *Fuzzy Set and Systems*, Vol. 114, pp. 1-9.
- Choi, H. S. (2012). "A study on the influencing factors of location conflicts by types of non-preferred facilities." *Journal of the Korean Urban Management Association*, Vol. 25 No. 4, pp. 123-151 (in Korean).
- Department of Environment and Heritage protection (DEHP) (2013). *Guideline-Landfill Siting, Design, Operation and Rehabilitation*, Queensland Government, Brisbane.
- DeVerteuil, G. (2013). "Where has NIMBY gone in urban social geography?" *Social & Cultural Geography*, Vol. 14, No. 6, pp. 599-603.
- ElectraNet. (2013). *Land use guidelines for electricity transmission corridors*, Adelaide, South Australia.
- Electric Power Research Institute (EPRI). (2006). *EPRI-GTC overhead electric transmission line siting methodology*, Georgia Transmission Corporation, Tucker, Georgia.
- Elliott, P. and Wadley, D. (2002). "The impact of transmission lines on property values: coming to terms with stigma." *Property Management*, Vol. 20 No. 2, pp. 137-152.
- EROĞLU, H. and Aydin, M. (2015). "Optimization of electrical power transmission lines routing using AHP, fuzzy AHP, and GIS." *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, Vol. 23, No. 5, pp. 1418-1430.
- Gitau, I. K. and Mundia, C. N. (2017). "GIS modeling for an optimal road route location: Case study of Moiben Kapcherop Kitale road." *American Journal of Geographic Information System*, Vol. 6, No. 1, pp. 26-39.
- Hwang, C. L. and Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer, Berlin.
- Jang, W., Hong, H. U., Han, S. H. and Baek, S. W. (2016). "Optimal supply vendor selection model for LNG plant projects using fuzzy-TOPSIS theory." *Journal of Management in Engineering*, Vol. 33, No. 2, pp. 04016035-1-04016035-10.
- Kaufmann, A. and Gupta, M. M. (1991). *Introduction to fuzzy arithmetic: Theory and application*, Van Nostrand Reinhold, NewYork.
- Kim, D. H. (2003). "A comparative analysis of conflict structure of NIMBY and PIMFY facility location policies and policy countermeasures." *Korean Local Government Conference*, pp. 75-101 (in Korean).
- Kim, K. Y. (2017). Priority Decision for Energy Selection Using Fuzzy TOPSIS. *New and Renewable Energy*, Vol. 13, No. 3, pp. 73-84.
- Korea Electric Power Corporation (KEPCO) (2017). *Criteria for the implementation of power impact assessment*, KEPCO (in Korean).
- Lee, J. D., Lee, J. K. and Kim, J. S. (2009). "Utilizing GIS for optimal route location in road planning step." *Korean Contents Association Conference*, Vol. 7, No. 1, pp. 467-471 (in Korean).
- Lee, H. Y. and Yun, S. J. (2013). "An analysis of news coverage on conflicts concerning transmission line construction in miryang - from a perspective of environmental justice." *Economy & Society*, pp. 40-76.
- Lee, S. W. and Hong, S. J. (2012). "A case study of resolving conflicts of building power lines." *Korean Policy Science Review*, Vol. 16, No. 2, pp. 183-212 (in Korean).
- Manawatu District Council (MDC). (2015). *Plan Change 45-Feilding Growth*, Feilding, New Zealand.
- Monteiro, C., Miranda, V., Ramirez-Rosado, I. J., Zorzano-Santamaria, P. J., Garcia-Garrido, E. and Fernández-Jiménez, L. A. (2005). "Compromise seeking for power line path selection based on economic and environmental corridors." *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 20, No. 3, pp. 1422-1430.

- Ra, N. S., Jang, H. S. and Bang, K. S. (2015). "The conflict of power transmission line establishment and the characteristics of litigation against it - Focused on the analysis of judicial precedents residential environment." *Journal of the Residential Environment Institute of Korea*, Vol. 13, No. 3, pp. 135-147 (in Korean).
- Roh, B. K. and Kim, J. B. (2009). "A study on the planning of railway route adjacent to the Preservation Area of cultural assets." *Journal of the Korean Society for Railway*, Vol. 12, No. 3, pp. 370-375 (in Korean).
- Saaty, T. L. (2008). *Decision making for Leaders: The analytic hierarchy process for decision in a complex world*, RWS Publications.
- Sañudo, R., Luis Moura, J., Cordera, R. and Ibeas, A. (2017). "Optimal stopping location of a high speed train using GIS and multicriteria decision-making." *Transactions in GIS*, Vol. 21, No. 1, pp. 151-168.
- Schively, C. (2007). "Understanding the NIMBY and LULU phenomena: reassessing our knowledge base and informing future research." *CPL bibliography*, Vol. 21, No. 3, pp. 255-266.
- Seo, D. H. (2016). "Environment justice of elderly people through Milyang transmission tower conflict." *Journal of Critical Social Policy*, Vol. 50, pp. 165-199 (in Korean).
- Stefánsson, Þ., Sæþórsdóttir, A. D. and Hall, C. M. (2017). "When tourists meet transmission lines: The effects of electric transmission lines on tourism in Iceland." *Energy Research & Social Science*, Vol. 34, pp. 82-92.
- Vajjhala, S. P. and Fischbeck, P. S. (2007). "Quantifying siting difficulty: A case study of US transmission line siting." *Energy Policy*, Vol. 35, No. 1, pp. 650-671.
- Veronesi, F., Schito, J., Grassi, S. and Raubal, M. (2017). "Automatic selection of weights for GIS-based multicriteria decision analysis: site selection of transmission towers as a case study." *Applied Geography*, Vol. 83, pp. 78-85.
- Yang, K. S. (2001). "An application of GIS-techniques for the selection of environmental optimum route." *Journal of Transport Research*, Vol. 8, No. 1, pp. 171-194 (In Korean).
- Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy sets." *Information Sciences*, Vol. 8, No. 3, pp. 338-353.
- Zimmermann, H. J. (2001). *Fuzzy Set Theory and its Application*, Springer, Berlin.