J. Korean Soc. For. Sci. Vol. 109, No. 4, pp. 446~453 (2020)
https://doi.org/10.14578/jkfs.2020.109.4.446

한국산림과학회지
JOURNAL OF KOREAN SOCIETY OF FOREST SCIENCE
ISSN 2586-6613(Print), ISSN 2586-6621(Online)
http://e-journal.kfs21.or.kr

사방댐 대상지 선정 기준마련을 위한 AHP 분석기법의 적용

배현석[1] · 이광연[1] · 최영진[1] · 이진호[1*] · 우충식[2] · 전근우[3]

[1]사방협회 연구조사처, [2]국립산림과학원 산림방재연구과, [3]강원대학교 산림자원학과

The Application of the AHP Analysis Method to Prepare the Selection Standards for the Target Site of Check Dams

Hyun-Seok Bea[1], Kwang-Youn Lee[1], Young-Jin Choi[1], Jin-Ho Lee[1*], Choong-Shik Woo[2] and Kun-Woo Chun[3]

[1]*Division of Research and Survey, Korean Association of Soil and Water Conservation, Seoul 02488, Korea*
[2]*Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea*
[3]*Department of Forest Resources, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea*

요 약: 이 연구는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석기법을 활용하여 사방댐 대상지 선정과 관련된 인자의 중요도를 정량적으로 산정하고, 이를 시범 적용함으로써 사방댐 대상지 선정과 관련된 기초자료를 제시하고자 하였다. AHP 분석을 위해 평가항목 및 평가인자를 구분한 결과 평가항목은 3개(위험성, 취약성 및 시공성), 평가인자는 총 12개(위험성 10개, 취약성 및 시공성 각 1개), 평가기준은 평가인자별 2~6개로 선정되었다. 선정된 평가항목, 평가인자 및 평가기준별 중요도를 활용하여 평가기준별 상대적 중요도를 산출한 결과, 취약성 항목인 의료시설, 노유자시설, 교육시설 및 민가 등이 타 항목보다 높게 나타났다. 사방댐 타당성평가 적격 판정지역의 중요도를 강원도 내 사방댐 미설치유역 24,431개소에 적용한 결과, 사방댐 배치가 가능한 산림유역은 전체 산림유역의 35.2%에 해당하는 8,601개소로 나타났다.

Abstract: By applying the Analytic Hierarchy Process(AHP) method, we calculated the weight of factors related to the selection of check dam sites and generated basic data related to the selection of the target site. As a result of the AHP classification, three evaluation items(Susceptibility, Vulnerability, and Constructability), 12 evaluation factors (Susceptibility 10, Vulnerability, and Constructability 1), and two-six evaluation criteria in each evaluation factor were selected. After calculating the relative importance by using the selected evaluation items, evaluation factors, and criteria, the vulnerability items such as medical facilities, facilities for the aged, educational facilities, and private homes were found to be higher than the other items. When the relative weight for deciding qualified sites was applied to the forest watersheds in the Gangwon region, 8,601 forest watersheds(35.2 % of the total forest watersheds) were found to be suitable for the installation of check dams.

Key words: *Gangwon-do, weight, susceptibility, vulnerability, constructability*

서 론

최근 기후변화로 인한 기상이변과 산지개발 등의 인위적 요인으로 산지토사재해 발생 빈도가 증가하고 있으며, 규모 또한 대형화 추세에 있다(Lee, 2010; Lee et al., 2017). 정부는 이러한 산지토사재해를 대비하기 위해 사방사업과 같은 구조물 대책과 산사태취약지역의 지정 및 관리 등의 비구조물 대책을 병행 시행하고 있다(Kim et al., 2013). 특히, 구조물 대책의 일환인 사방댐은 재해방지효과가 널리 알려지면서, 사방댐이 국내에 처음 시공된 1986년 이후 그 시공 기수가 증가하였으며, 2019년도 말까지 전국에 12,292기에 이르는 사방댐이 시공된 것으로 나타났다(http://sansatai.forest.go.kr). 또한, 2018년 발간된 산림청의 제2차 사방사업 기본계획에 따르면, 산사태 및 토석류를 예방하기 위해 향후 5년간 약 3,000여기(매년 약 600기)의 사방댐을 추가로 설치할 계획을 수립하였으며, 계획 이행 시 2023년에는 약 15,000여기의 사방댐이 분포할 것으로 예상된다(Korea forest service, 2018).

* Corresponding author
E-mail: white8324@sabang.or.kr
ORCID
Jin-Ho Lee https://orcid.org/0000-0002-7236-2364

우리나라의 사방댐 설치는 사방사업법에 따라 대상지 선정 → 사방사업 타당성 평가 → 실시설계 → 시공 → 감리 → 준공의 단계로 진행된다. 산지에 설치한 사방댐이 유출토사 제어 등 적절한 재해예방 효과를 발휘하기 위해서는 각 단계에서 치밀한 계획 수립이 수반되어야 하며, 특히 사방댐 대상지 선정 단계에서 결정된 대상지는 이후 변경이 불가능 하므로 다양한 사전검토가 이루어져야 한다. 사방댐 대상지와 관련된 연구는 사방댐 설치 및 설치예정지에 대한 토사재해 발생 가능성, 주변 환경요인 및 유출토사량과 사방댐 규모의 상관관계 등과 같이 사방댐 대상지의 기초자료를 제시하고자 하는 연구가 주를 이루었다(Park et al., 2010; Im et al., 2014; Kang et al., 2016). 즉, 사방댐 설치 대상지의 현황 특성에 관한 기초자료는 충분히 제시되고 있으나, 사방댐 대상지 선정을 위한 합리적인 기준을 위한 연구가 미흡한 실정이며 일각에서는 사방댐 입지 및 대상지 선정 단계에서 과학적인 예측이 부족하다는 지적이 있다(Kim, 2009). 이러한 문제를 해결하기 위해서는 사방댐 설치 대상지 선정단계에서 산지토사재해의 위험성, 인명 및 재산피해의 취약성 및 사방댐 설치를 위한 시공성 등을 종합적으로 고려한 정량적 기준에 따른 체계적 계획수립이 필요하다.

한편, 최근 산림분야에서는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석기법을 활용하여 산림정책의 우선순위 선정, 산림공학 분야에서의 위험도 우선순위 선정 등과 같이 단순 통계적 해석이 어려운 정성적 요소를 정량적으로 해석하고 있다(Chae and Kim, 2010; Lee et al., 2010; Park et al., 2013; Bang et al., 2014; Park et al., 2014; Yeom et al., 2015). AHP 분석기법은 관련 지표의 쌍대비교를 통해 정량적인 중요도(Weight)를 제시함으로써 계획수립 시 합리적인 의사결정을 지원할 수 있는 장점을 가지고 있다(Hong, 2011). 특히, AHP 분석기법은 의사결정에 관한 여러 요소를 계층 구조화하고, 같은 계층에 있는 항목들에 대해서 상대적인 평가를 통해 각 항목의 중요도를 산출하여 이를 기초로 연구자의 의사결정을 지원함으로써 복잡한 의사결정을 객관화, 단순화하게 된다(Saaty, 1988).

이 연구에서는 AHP 분석기법을 활용하여 사방댐 대상지 선정과 관련된 정성적인 인자의 중요도를 정량적으로 산정하고, 이를 시범 적용함으로써 사방댐 대상지 선정과 관련된 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구절차

이 연구는 Figure 1의 순서로 진행하였다. 먼저, ① 사방댐 대상지 선정기준을 적용하기 위한 연구대상지 내 산림유역을 추출하였고, 그 다음으로 ② 사방댐 대상지 선정과 관련된 평가항목을 전문가 브레인스토밍을 실시하여 선정하였다. 또한, ③ AHP 분석기법을 활용하여 각 항목별 중요도와 상대적 중요도를 산출하였고, 이후 ④ 산출된 상대적 중요도를 산림유역에 적용하여 ⑤ 상대적 중요도의 적용가능성을 평가하였다.

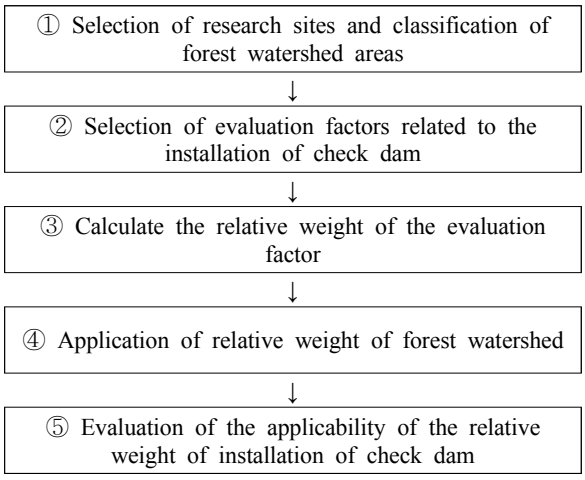

Figure 1. Research flow.

2. 연구대상지

이 연구결과의 연구대상지는 산림면적비율이 높고 사방댐 설치 지역이 많은 강원도를 대상으로 하였다. 이 연구에서는 국토지리정보원(www.ngii.go.kr)에서 제공하는 1:5,000 수치지형도 2,384매를 활용하여 ArcGIS pro (Environmental Systems Research Institute, 2020)를 기반으로 DEM(Degital Elevation Model)을 제작하고, 이후 유역을 추출하였다. 여기서, 산림유역은 추출된 유역과 5차 임상도가 중첩되는 부분으로 정의하였다. 즉, 유역과 임상도를 중첩시켜 해당 유역의 수계와 임상도의 하류부 경계가 만나는 지점을 유출구로 설정하여 그 상부를 산림유역

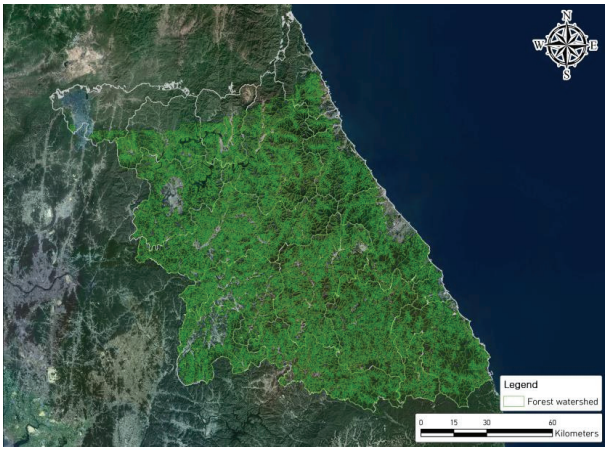

Figure 2. Research site.

으로 정의하여 추출하였다. 또한, 산림유역의 최소면적은 토석류가 발생 가능한 최소 면적인 5 ha를 기준으로 하였다(Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, 2007). 이와 같은 방법으로 강원도 내 산림유역을 추출한 결과, 총 26,439개소의 산림유역이 위치하는 것으로 나타났다 (Figure 2).

3. 연구방법

1) 사방댐 설치 대상지 선정관련 평가항목 선정

사방댐 설치 대상지 선정 관련 평가항목을 선정하기 위해 사방공학 전문가 3명, GIS 전문가 1명 및 산림기술사 1명과 브레인스토밍을 실시하였다. 그 결과 평가항목은 총 3개로 산지토사재해 발생의 위험성, 산지토사재해 발생 시 상대적 취약성 및 사방댐 시공성 등 총 3개의 평가항목을 선정하였다. 평가인자는 총 12개로 평가항목에 따라 위험성 10개 인자(유역면적, 계류길이, 사면경사, 유효토심, 모암, 사면형, 산사태위험등급, 임상, 변위지역, 임도), 취약성 1개 인자(보호대상) 및 시공성 1개 인자(도로)를 선정하였으며, 평가기준은 총 48개로 12개의 평가인자에 각각 2～6개 사이의 평가기준을 선정하였다(Table 1).

2) 중요도 산출

이 연구에서는 먼저, 평가항목, 평가인자 및 평가기준별 중요도를 산출한 이후, 각 중요도를 고려하여 상대적 중요도를 산출하였다. 여기서, AHP 분석기법을 활용하여 산출되는 상대적 중요도는 각 지표간 정량적인 우선순위를 의미하며, 일반적으로 각 지표의 계층구조화, 지표의 쌍대비교, 중요도 산정 및 일치성 분석의 순서로 진행된다(Park, et al., 2020). 이와 같이 이 연구의 상대적 중요도는 1대 1로 쌍대 비교하는 방법을 이용하였으며, 두 가지 항목간의 상대적인 점수 비교는 9점 척도를 이용하였다. 또한, 중요도의 계산은 평가된 쌍대비교 결과에 근거하여 평가항목에 대한 상대적 중요도를 얻기 위해 고유벡터법을 사용하였으며, 개인의 쌍대비교 행렬에 적용하여 중요도와 평점에 대한 우선순위의 벡터(중요도)를 산출하였다(Staay, 1988; Staay, 1990).

한편, 각 항목의 중요도 및 상대적 중요도는 전문가 브레인스토밍으로 산출된 평가항목 즉, Table 1을 기초로 전문가를 대상으로 설문을 실시하여 산출하였다. 여기서, 설문조사 응답자가 설문내용에 대한 이해가 부족할 경우 객관적인 결과를 도출하기 어렵기 때문에 산림공학 관련 전문가 그룹을 구성하여 설문조사를 실시하였다. 여기서, 전문가 그룹은 산림공학분야의 대학교수 등 학계 4명, 관계공무원 2명, 산림기술사 2명, 사방관련 경력 전문가 8명 등, 총 16명으로 구성하였다.

3) 중요도 적용

AHP 분석으로 산정된 중요도는 강원도 내 사방댐 설치유역 및 미설치유역과 사방댐 타당성평가 결과 적격지역 및 부적격지역에 각각 적용함으로써 현재 사방댐 설치지

Table 1. Evaluation items, factors, and criteria related to the selection of the target site for the check dam.

Item	Factor	Criteria				
Susceptibility	Watershed area (ha)	Less than 20 ha	20～100 ha	More than 100 ha		
	Stream Length (m)	None	Less than 100 m	100～1,000 m	More than 1,000 m	
	Slope (°)	Less than 15	15～20	20～25	25～30	More than 30
	Soil Depth (cm)	Less than 0.2	0.2～0.5	0.5～1.0	More than 1.0	
	Geology	Shale, Sandstone, Limestone etc.	Granulomycetes, etc.	Phyllite, Slate, etc.		
		Gneiss, Schist etc.	Porphyry, Andesite etc.			
	HillSlope Shape	Convex slope	Straight slope	Concave slope	Complex slope	
	Landslide hazard map (Grade)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
	Forest Stand	Mixed	Broad-Leaved	Coniferous	Unstocked	
	Displacement area	None	Existence			
	Forest road	None	Existence			
Vulnerability	Protected facilities	None	Agricultural area	Private house		
		Educational facilities	Facilities for the aged	Medical facilities		
Constructability	Road	None	Forest road	Farm road	Road	

역의 적정성 여부와 중요도 평가결과의 신뢰성을 평가하고자 하였다. 여기서, 사방댐 설치 유역은 산사태정보시스템(http://sansatai.forest.go.kr)의 강원지역 사방댐 1,485개소의 위치좌표를 활용하였으며, 남북접경지역에 위치하여 데이터 확보가 불가한 유역을 제외하고 최종적으로 사방댐 설치유역 1,039개소, 사방댐 미설치유역 24,431개소를 대상으로 중요도 적용을 실시하였다. 한편, 중요도 적용을 위한 대상지는 강원도 사방댐 타당성평가 자료를 바탕으로 도출하였다. 타당성평가 대상지 중 데이터 미구축(접경지역, 유역면적 5ha 미만 등)으로 연구에 활용할 수 없는 대상지는 제외하였고, 타당성평가의 일관성 확보를 위해 1년 단위 자료를 활용하고자 하였으며, 그 중 부적격지가 가장 많은 연도의 대상지를 선택하였다. 검토 결과 2017년도 타당성평가 결과의 부적격지 개소수가 가장 많은 것으로 확인되었고, 적격지와 부적격지는 각각 60개소와 8개소로 총 68개소의 산림유역을 대상으로 중요도를 적용하였다.

결과 및 고찰

1. 중요도 평가 결과

사방댐 설치 대상지 선정을 위한 위험성, 취약성 및 시공성 3개의 평가항목에 대하여 쌍대비교를 실시한 결과, 「위험성」의 중요도는 0.4976으로 가장 높았고, 「취약성」은 0.3921, 「시공성」은 0.1103으로 가장 낮게 산정되었다. 즉, 상대적으로 사방댐 대상지 선정 시 해당지역에서 산지토사재해 발생 위험성과 이에 따른 인명 및 재산피해의 취약성이 중요하게 평가된 것으로 나타났다. 이러한 경향은 최근의 연구동향과도 유사한 것으로 과거 산지토사재해 연구는 주로 발생원을 중심으로 재해 발생지를 단순 사전 예측하는 연구가 주를 이루었으나(Kang et al., 1986; Chung et al., 2002; Jung et al., 2008 Woo et al., 2014), 최근 산지에서 발생한 토석류가 산록부에 위치한 주민 생활권에 직접적인 영향을 미치게 되면서 도시 산록부에 위치한 주민 생활권의 피해 예방에 대한 관심이 반영되어, 인명 및 재산피해와 직결된 취약성 항목이 높은 중요도를 나타낸 것으로 판단된다(Choi et al., 2013; Kim and Jang, 2014; Choi et al., 2015).

평가항목 중 시공성 항목은 위험성이나 취약성 항목에 비해 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났으며, 이는 산림공학분야 전문가들은 토지소유주가 반대하거나 사방댐 설치를 위한 진입도로 등 기반시설이 미비하더라도 산지토사재해 발생 위험성과 인명 및 재산피해 발생 우려가 높을 경우, 사방댐 설치를 통한 대책 마련이 필요하다고 판단한 것을 의미한다. 하지만, 실질적인 현장의 사방댐 설치 대상지 변경사유 조사 결과, 위험성 및 취약성이 높은 지역이더라도 토지소유자 및 주민이 반대할 경우 대상지를 변경하고 있는 것으로 나타나 위험성 및 취약성이 높은 지역을 대상으로 지속적인 사방댐 설치사업을 시행하기 위해서는 해당지역을 선제적으로 선별하여 국가에서 토지를 매입하는 등의 제도적 대책마련이 필요할 것으로 사료된다(Park, 2011).

한편 평가항목과 평가인자, 평가기준의 중요도를 고려하여 상대적 중요도를 산출한 결과 취약성 평가항목 중 보호대상 평가인자의 의료시설(0.116414), 노유자시설(0.103201), 교육시설(0.080381) 및 민가(0.064853)가 높게 나타났다. 그 다음으로 위험성 평가항목 중 변위지역 유(0.059213), 임도 유(0.057464), 산사태위험등급 1등급(0.047563)이 높게 나타났으며, 시공성 평가항목 중에서는 도로 평가인자의 임도(0.046569)와 일반도로(0.039454) 등이 높은 것으로 확인되었다(Table 2).

2. 중요도 적용 결과

이번 연구에서 고안된 중요도 평가결과를 강원도 산림유역에 적용하여 분석한 결과, 사방댐 설치유역의 최고 점수는 0.8208점, 최저 점수 0.2667점, 평균 점수 0.4243점으로 나타났고, 미설치유역의 최고 점수는 0.7489점, 최저 점수 0.1947점, 평균 점수 0.4131점으로 분석되었다(Table 3). 즉, 전체적으로는 사방댐 설치유역의 중요도 점수가 다소 높았으나 그 차이는 평균점수 0.0112점으로 미미한 것으로 나타났다(Figure 3). 이와 같이 사방댐 설치유역과 미설치유역간의 중요도 차이가 크지 않은 것은 현재까지 국내 사방댐 대상지 선정이 과학적이고 객관적인 기준에 따라 진행되어 오지 않았다는 것을 증빙하는 결과로 사료된다. 따라서, 향후 사방댐이 반드시 필요한 지역에 설치되기 위해서는 사방댐 설치의 실질적 설치가 가능하고,

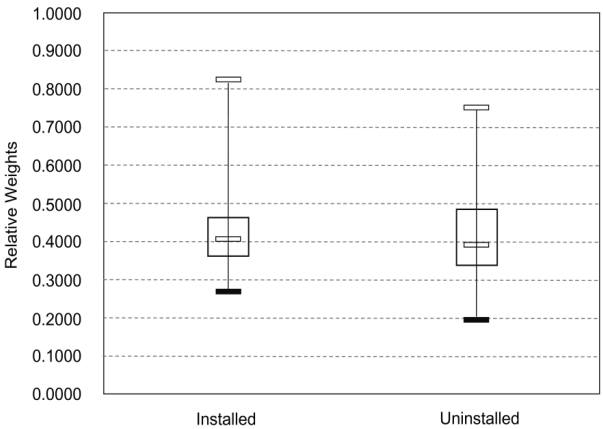

Figure 3. Distribution of the relative weights of check dam installed and uninstalled watershed.

Table 2. Calculated weight and relative weight.

Item	Factor	Criteria	Relative weight
Susceptibility (0.4976)	Watershed area (0.0447)	Less than 20ha(0.1411)	0.003138
		20～100ha(0.2628)	0.005845
		More than 100ha(0.5961)	0.013259
	Stream Length (0.0340)	None(0.0711)	0.001203
		Less than 100m(0.1534)	0.002595
		100～1,000m(0.2845)	0.004813
		More than 1,000m(0.2845)	0.008307
	Slope (0.1220)	Less than 15(0.0368)	0.002234
		15～20(0.0902)	0.005476
		20～25(0.2034)	0.012348
		25～30(0.2792)	0.016949
		More than 30(0.3905)	0.023706
	Soil Depth (0.0690)	Less than 0.2(0.0995)	0.003416
		0.2～0.5(0.1529)	0.005250
		0.5～1.0(0.2596)	0.008913
		More than 1.0(0.4881)	0.016759
	Geology (0.0724)	Shale, Sandstone, Limestone etc. (0.2176)	0.007839
		Granulomycetes, etc. (0.1324)	0.004770
		Phyllite, Slate, etc. (0.1689)	0.006085
		Gneiss, Schist etc. (0.2326)	0.008380
		Porphyry, Andesite etc. (0.2485)	0.008953
	HillSlope Shape (0.1068)	Convex slope(0.1655)	0.008795
		Straight slope(0.1189)	0.006319
		Concave slope(0.3457)	0.018372
		Complex slope(0.3699)	0.019658
	Landslide hazard map (0.1879)	Ⅰ(0.5087)	0.047563
		Ⅱ(0.2570)	0.024029
		Ⅲ(0.1219)	0.011398
		Ⅳ(0.0670)	0.006264
		Ⅴ(0.0454)	0.004245
	Forest Stand (0.0802)	Mixed(0.1127)	0.004498
		Broad-Leaved(0.1087)	0.004338
		Coniferous(0.2616)	0.010440
		Unstocked(0.5170)	0.020632
	Displacement area (0.1441)	None(0.1742)	0.012491
		Existence(0.8258)	0.059213
	Forest road (0.1389)	None(0.1686)	0.011653
		Existence(0.8314)	0.057464
Vulnerability (0.3921)	Protected facilities (1.0000)	None(0.0256)	0.010038
		Agricultural area(0.0437)	0.017135
		Private house(0.1654)	0.064853
		Educational facilities(0.2050)	0.080381
		Facilities for the aged(0.2632)	0.103201
		Medical facilities(0.2969)	0.116414
Constructability (0.1103)	Road (1.0000)	None(0.0618)	0.006817
		Forest road(0.4222)	0.046569
		Farm road(0.1584)	0.017472
		Road(0.3577)	0.039454

Table 3. Results of the application of relative weights.

Classification	Check dam	Highest score	Lowest score	Average score
Total	Installed	0.8208	0.2667	0.4243
	Uninstalled	0.7489	0.1947	0.4131
Susceptibility	Installed	0.3821	0.1676	0.2780
	Uninstalled	0.3934	0.1208	0.2537
Vulnerability	Installed	0.3921	0.0577	0.0779
	Uninstalled	0.3476	0.0577	0.1120
Constructability	Installed	0.1103	0.0161	0.0684
	Uninstalled	0.1103	0.0161	0.0474

사방댐 설치 효과가 높은 지역을 선정하는 등 합리적이고 객관적인 기준에 따라 대상지 선정이 이루어져야 할 것으로 판단된다(Kim, 2009).

평가항목 별 평균점수 분포를 살펴보면 위험성과 시공성 항목의 경우 사방댐 설치유역의 점수가 미설치유역에 비해 각각 0.0243점, 0.0210점 높은 것으로 나타났으나, 취약성 항목의 경우 사방댐 설치유역보다 미설치유역이 오히려 0.0341점 낮은 것으로 나타났다(Table 3). 즉, 현재까지는 사방댐 설치대상지를 선정함에 있어 취약성의 중요도가 비교적 낮게 평가되었다고 해석할 수 있으며, 최근 신재생에너지 개발 등 산지개발유형이 다변화되고 산지전용 건수가 증가함에 따라 미설치유역 내 보호대상이 급속히 증가한 영향으로 판단된다(Korea Forest Service, 2019).

한편, 사방댐 타당성평가 적격 판정지역과 부적격 판정지역에 중요도를 각각 적용한 결과 적격판정을 받은 대상지가 부적격 판정을 받은 대상지에 비해 평균 0.0734점 높은 것으로 나타났으며, t-test결과 유의한 차이를 보여 (p<0.002) 향후 사방댐 대상지 선정 시 금번 중요도 평가표를 활용하여 대상지의 적정성 여부를 간접적으로 파악할 수 있을 것으로 기대된다(Figure 4).

또한, 평가항목별 평균점수 분포를 살펴보면 위험성 및 시공성 항목은 각각 평균 0.003점, 0.0009점의 차이를 보여 적격 판정지역과 부적격 판정지역 간 점수분포 차이가 미미하였으나 취약성 항목의 경우 평균 0.072점의 차이를 보여 사방댐 타당성평가에 있어 적부 판정에 취약성 항목이 가장 중요하게 작용하고 있는 것으로 확인되었다(Figure 5). 이는 2011년 서울 우면산 산사태발생 이후 개정된 산림보호법에 따라 산사태 위험성뿐만 아니라 취약성을 함께 검토한 산사태 취약지역을 선제적으로 지정·관리하고 있으며, 조사된 산사태취약지역을 중심으로 사방댐과 같은 사방사업을 우선적으로 시행토록 강제하여 나타난 현상으로 판단된다(Kim et al., 2013).

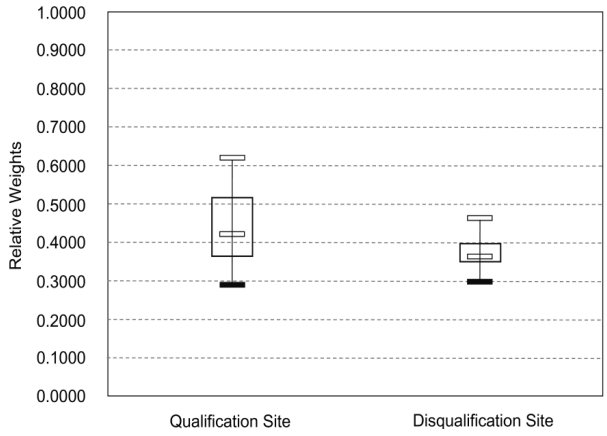

Figure 4. Distribution of the relative weights of Qualification and Disqualification Sites.

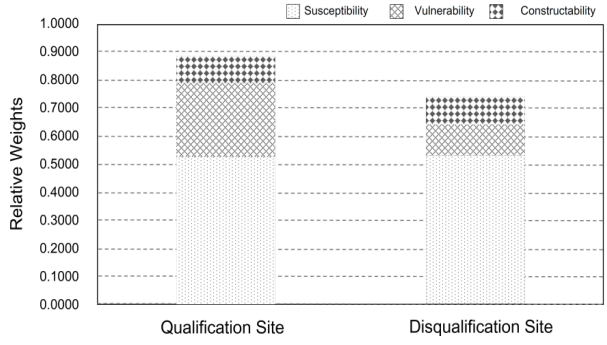

Figure 5. Distribution of the relative weights by items of Qualification and Disqualification Sites.

한편, 사방댐 타당성평가 적격 판정지역 평균 점수인 0.4432점을 사방댐 설치 가능 기준으로 하여 강원도 내 사방댐 미설치유역에 적용하였을 경우, 사방댐 배치가 가능한 산림유역은 전체 산림유역의 35.2%에 해당하는 8,601개소로 나타나 지속적으로 적정지역을 선별하여 우선순위에 따른 사방댐 설치사업의 시행이 필요할 것으로 판단된다.

결 론

이 연구는 최근 산림분야에서 활용도가 증가하고 있는 AHP 분석기법을 활용하여 사방댐 대상지 선정에 관련된 정성적 항목을 정량적인 중요도로 제시하고자 하였다. 또한, 산출된 중요도를 사방댐 설치 및 미설치유역에 적용-비교함으로써, 향후 중장기 사방댐 시공계획 수립을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다. 이 연구에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 사방댐 설치와 관련된 평가항목, 평가인자 및 평가기준 선정하기 위해 전문가 브레인스토밍을실시한 결과, 평가항목은 3개(위험성, 취약성, 시공성), 평가인자는 12개(유역면적, 계류길이, 경사도, 토양깊이, 지질, 사면형, 산사태위험지도, 임상, 변위지역, 임도, 보호시설, 도로) 그리고 평가기준(평가인자별 2～6개)은 총 48개를 선정할 수 있었다.
2) 평가항목별 중요도를 산출한 결과 「위험성」이 0.4976으로 가장 높았고, 그 다음으로 「취약성」은 0.3921, 「시공성」은 0.1103으로 가장 낮게 산정되었다. 위험성 평가인자의 중요도는 「산사태위험등급」이 0.1879로 가장 높았고, 그 다음으로 「변위지역」 0.1441, 「임도」 0.1389, 「사면경사」 0.1220, 「사면형」 0.1068 등의 순으로 나타났으며, 취약성과 접근성은 단일 평가인자로 그 중요도는 1.0000으로 나타났다. 또한, 평가기준의 상대적 중요도를 산출한 결과 취약성 항목인 의료시설, 노유자시설, 교육시설 및 민가 등이 타 기준보다 높게 나타났다.
3) 상대적 중요도를 사방댐 설치유역과 미설치유역에 각각 적용한 결과 사방댐 설치유역의 중요도 점수가 다소 높은 것으로 나타났으나, 그 차이는 0.0112점으로 다소 미미한 것으로 나타났다. 또한, 사방댐 타당성평가 결과 적격 판정지역과 부적격 판정지역에 중요도를 각각 적용한 결과 적격판정을 받은 대상지가 부적격판정을 받은 대상지에 비해 다소 높은 값을 나타냈으며, t-test결과 유의미한 차이를 나타내 향후 사방댐 대상지 선정 시 중요도 평가표를 활용하여 대상지의 적정성 여부를 직간접적으로 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

이 연구를 통해 사방댐 대상지 선정과 관련된 정성적인 평가인자를 AHP 분석기법을 활용하여 정량적으로 해석하고, 연구대상지에 적용함으로써 그 적용가능성을 확인할 수 있었다. 그러나 이 연구를 통해 제시된 상대적 중요도를 실제 사방댐 대상지 선정관련 현장에서 활용하기 위해서는 상대적 중요도의 고도화를 통한 판정표 제작과 지속적인 현장검증이 수반된 개선의 노력이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호 : S210811L010120)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

References

Bang, H.S., Kweon, H.K., Lee, J.W. and Kim, M.J. 2014. A study on classification of disaster risk rating for forest road using AHP methodology. Journal of Korean Society of Forest Science 103(2): 258-263.

Chae, K.J. and Kim, O.I. 2010. A study on the priority analysis of strategies to forest policy. Journal of Government and Policy 2(2): 109-126.

Choi, H.S., Lee, C.W., Kim, K.H., Youn, H.J. and Kim, G.Y. 2013. Developing the humanity and social risk index for landslide disasters in city. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation 13(5): 203-210.

Choi, J.R., Kim, G.W., Jee, Y.K. and Park, I.C. 2015. Development and application of precise debris-flow risk assessment index in urban area. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation 15(3): 107-113.

Chung, J.S., Lee, B.D. and Lee, S.K. 2002. Development of a forestland slope interpretation module for predicting landslide hazards. Journal of Korean Society of Forest Science 91(1): 34-41.

Hong, J.M. 2011. An AHP approach for the importance weight of renewable energy investment criterion in the private sector. Korea Energy Economic Review 10(1): 115-142.

Im, I.S., Lee, K.H. and Kim, D.G. 2014. Watershed characteristics of the proposed site installation Gyeongbuk debris barrier. Journal of the Korean Society of Forest Engineering 12(2): 104-116.

Jung, K.W., Park, S.J. and Lee, C.W. 2008. Development of the score table for prediction of landslide hazard: A case study of Gyeongsangbuk-do province. Journal of Korean Society of Forest Science 97(3): 332-339.

Kang, M.J., Kim, K.D., Oh, K.S., Park, J.W. and Park, J.H. 2016. Analysis of forest environmental factors on torrent erosion control work area in Gyeongsangnam-do: Focus on erosion control dam and stream conservation. Journal of Agriculture & Life Science 50(5): 111-120.

Kang, W.P., Murai, H., Omura, H. and Ma, H.S. 1986. On the determination of slope stability to landslide by quantification(II). Journal of Korean Society of Forest

Science 75(1): 32-37.

Korea Forest Service. 2018. Master plan for erosion control work. pp. 82.

Korea Forest Service. 2019. Stastical Yearbook of Forestry. pp. 448.

Kim, J.Y. 2009. A study on the policy and situation of sediment check dams: Case of Gangwon Province, Korea. Journal of the Korean Geomorphological Association 16(4): 131-144.

Kim, K.N. and Jang, S.J. 2014. Development of criteria for zonning of debris flow hazard area. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation 14(6): 177-183.

Kim, S.W., Chun, K.W., Kim, K.N., Kim, M.S., Kim, M.S., Lee, S.H. and Seo, J.I. 2013. Significance and future direction for designation and management of landslide prone zones. Journal of Forest Environmental Science 29(3): 237-248.

Lee, J.Y., Ju, H.J. and No, J.Y. 2010. Research on priority of forest values based on AHP. The Journal of Korean Policy Studies 10(3): 301-317.

Lee, K.Y., Kim, K.N., Jang, J.W. and Chun, K.W. 2017. On analyzing the topography of shallow Failure: On the Mt. Umyeon. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation 17(3): 173-181.

Lee, S.S. 2010. A study on drainage facilities in mountainous urban neighborhood parks: The cases of Baebongsan park and Ogeum park in Seoul. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 38(5): 80-92.

Park, S.J., Lee, J.W., Choi, Y.H., Kim, M.J., Kweon, H.K., and Jeon, Y.J. 2010. A study on location condition for erosion Control Dam: Focus on chungcheong region and Kyeongsangbuk-do. Korean Journal of Agricultural Science 37(2): 223-229.

Park, J.H., Ji, B.Y., Hwang, J.S., Oh, J.H., Jung, D.H. and Cha, D.S. 2013. Study on the allocation method for forest road network using GIS. Journal of the Association of Korean Photo-Geographers 23(4): 1-11.

Park, J.W., Cho, S.W., Jung, G.H., Kim, B.M., Woo, H.S., and Lee, Y.H. 2020. Development of forest thinning evaluation factors using the Analytic Hierarchy Process. Journal of Korean Society of Forest Science 109(3): 350-360.

Park, S.H., Jung, H.K. and Seok, H.D. 2013. Policy priority in long-term forest management: Using the Analytic Hierarchy Process (AHP). Korean Jounal of Forest Economics 20(1): 13-24.

Park. J.H. 2011. Rapid increase in the change of the target site of the check dam. http://www.geojejournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=3447.

Ministry of Land, Infrastructure, and Transport. 2007. Road design manual of mountain area. pp. 162.

Saaty, T.L. 1988. What is the analytic hierarchy process?. Mathematical models for decision support, NATO ASI Series F48: 109-133.

Saaty, T.L. 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research 48(1): 9-26

Woo, C.S., Kwon, H.J., Lee, C.W. and Kim, K.H. 2014 Landslide hazard prediction map based on logistic regression model for applying in the whole country of South Korea. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation 14(6): 117-123.

Manuscript Received : September 15, 2020
First Revision : October 11, 2020
Second Revision : October 18, 2020
Accepted : October 19, 2020