

AHP를 이용한 숲가꾸기 사업종별 평가지표 중요도 산정

박주원¹ · 조승완² · 정건휘² · 김보미³ · 우희성⁴ · 이요한^{5*}

¹경북대학교 산림과학 · 조경학부, ²경북대학교 임학과, ³충청남도산림자원연구소,
⁴경북대학교 농업과학기술연구소, ⁵영남대학교 산림자원및조경학과

Development of Forest Thinning Evaluation Factors using the Analytic Hierarchy Process

Joowon Park¹, Seungwan Cho², Geonhwi Jung², Bomi Kim³,
Heesung Woo⁴ and Yohan Lee^{5*}

¹School of Forestry Sciences and Landscape Architecture, Kyungpook National University,
Daegu 41566, Korea

²Department of Forestry, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

³Chungnam Forest Environment Research Institute, Sejong 30085, Korea

⁴International Agricultural Training Center, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

⁵Department of Forest Resources and Landscape Architecture, Yeungnam University,
Gyeongsan 38541, Korea

요약: 본 연구는 효율적인 숲가꾸기 사업 모니터링을 위해 숲가꾸기 사업의 작업종별 평가지표의 중요도를 선정하고 이를 적용한 숲가꾸기 사업 평가지표 개발 연구이다. 숲가꾸기 사업의 작업종별 중요도를 산정하기 위하여 Delphi와 AHP를 이용한 전문가 합의를 총 3차례에 걸쳐 진행하였으며, 선정된 사업추진 프로세스 4개 항목(계획 및 설계, 관리·감독, 감리, 작업품질)과 평가 항목 10개를 선정하여 중요도를 산정하였다. 분석결과, 사업추진 프로세스에서는 계획 및 설계가 가장 중요한 숲가꾸기 평가인자로 선정되었으며 관리·감독, 감리, 작업 품질 순으로 중요도가 산정되었다. 최종 종합 가중치 산정결과, 평가 항목별 우선순위에서는 “산림경영계획서 작성의 적절성”이 가장 중요도가 높은 것으로 사료되었다. 또한 숲가꾸기 사업과 어린나무 가꾸기 사업에서는 “설계서 작성의 적절성”, 조림지 가꾸기와 큰나무 가꾸기 사업에서는 “작업 품질”이 숲가꾸기 평가에 있어 중요한 인자로 나타났다. 본 연구 결과에 따르면, 숲가꾸기 계획 및 설계, 산림경영계획서 작성, 설계서 작성의 적절성 등 숲가꾸기 사업을 위한 설계 및 계획단계에서의 성과가 숲가꾸기 사업의 평가에 있어 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Abstract: The purpose of this study was to identify and prioritize the key indicators and drivers of forest thinning. The research for this study was designed in two-phases: 1) sequential, exploratory, mixed methods research that was initiated with a qualitative phase (Delphi technique), and 2) the quantitative phase (Analytic Hierarchy Process technique). Results indicated that management and planning were the most important factors in the first level of criteria among the “management and planning,” “directing and monitoring,” “supervision,” and “quality of thinning work.” On the sub-criteria level, “the quality of forest management planning” was indicated as the most important factor among the ten sub-criteria. Our results have shown that the developed forest thinning evaluation factors were a well-represented characteristic for a variety of forest thinning work in Korea.

Key words: AHP, forest tending work, evaluation factor, delphi, forest thinning

* Corresponding author

E-mail: johnlee@yu.ac.kr

ORCID

Yohan Lee  <https://orcid.org/0000-0003-4266-916X>

Joowon Park  <https://orcid.org/0000-0001-7505-6912>

서론

우리나라는 19세기 말부터 20세기 중반에 이르기까지 일제강점기와 한국전쟁을 거치며 전쟁물자 조달, 전후복구를 위한 자재수요의 증가, 국가의 산림관리 기능 실종 등의 이유로 국토 대부분의 산림지역이 황폐화되었다. 일제강점기에는 총 7억 m³의 산림 재적 중 5억 m³의 산림이 감소하였고, 나머지 산림은 한국전쟁을 겪으며 국토 전역에 걸친 산림황폐화가 진행되었다(Woo et al., 2012). 하지만 1970년대 한국 정부의 산림복구에 대한 강력한 의지로 진행된 치산녹화사업과 지속적인 숲가꾸기를 통해 1973년 15 m³/ha 이던 임목재적량은 2018년을 기준으로 약 147.8 m³/ha까지 증가하여 세계에서 유래 없는 최단기간 산림녹화 성공을 이루었다(Korea Forest Service, 2019). 치산녹화에 성공한 국내 산림에 대한 육성과 관리의 중요성이 강조되면서 산림에 대한 정부 정책 방향은 조림정책 중심에서 관리 및 경영정책 중심으로 전환되었다.

1998년 대한민국의 IMF 구제금융과 함께 급속하게 증가한 실업자를 구제하기 위하여 정부는 2003년부터 숲가꾸기 사업을 공공근로사업과 분리한 장기 국가 정책 사업으로 전환하였다. 아울러 자원기반 구축 및 지속가능한 산림경영시기가 도래하면서 숲가꾸기 사업이 본격적으로 추진되어 전국 약 200만 ha의 산지에 숲가꾸기 사업이 실시되었다(Woo, 2013). 그러나 지속적으로 시행되는 숲가꾸기 사업의 진행 과정에서 다음과 같은 다양한 문제점이 제기되고 있다. 제 1~3단계 숲가꾸기 사업의 실행과정에서는 국민들의 요구에 반응하여 숲가꾸기 사업을 진행하였고, 산주 자부담 제도의 문제, 현장에서의 부실한 사업관리등 제도와 집행 부분의 기본적인 문제가 발생하였다(Korea Forest Service, 2014). 현재 실행되는 숲가꾸기 사업은 일반적으로 산림 법인체와 설계사무소 등이 수주를 받아 사업을 실행하는데, 숲가꾸기 사업 결과에 대한 관리·감독에서 발생하는 인력 부족 및 표본조사 등의 현실적인 한계로 인해 많은 지역에서 낮은 품질의 숲가꾸기 사업 결과를 초래한다. 또한, 숲가꾸기사업 평가에 있어 적절한 지침이나 지표가 제시되어 있지 않기 때문에 숲가꾸기 결과의 평가에 있어 객관성, 정량화 등의 한계가 있다. 숲가꾸기 사업 작업원의 관리·감독이 미흡하고 숲가꾸기 대상지 이력 관리에 대한 문제 등이 발생하고 있으며, 이는 숲가꾸기 사업의 지침인 ‘지속가능한 산림자원 관리지침’, ‘숲가꾸기 설계·관리 시행지침’의 시행이 적절하게 이루어지기 어려운 결과를 낳을 수 있다.

따라서 숲가꾸기 사업의 완료 후 이러한 문제점을 효율적으로 관리·감독하기 위해 숲가꾸기 사업을 객관적으

로 평가할 수 있는 기준 혹은 지표가 필요하다. 기존 국내 문헌을 살펴보면, 국내의 숲가꾸기 사업에 대한 객관적이고 정량적으로 평가를 위한 여러 시도 중 대표적인 두 가지 연구를 살펴보면 다음과 같다.

Woo(2013)는 자료포락분석 기법(data envelopment analysis: DEA)을 이용하여 숲가꾸기 사업에 투입되는 여러 가지 투입요소(재료비, 노무비, 경비)에 따른 산출물(작업량, 제거본수, 사업면적)의 경영 효율성을 도출하고, 대상지별 쌍대 비교를 수행하였다. 이를 통해 숲가꾸기 사업에서 비효율성 인자를 추출하고 효율성을 높이기 위한 인자별 요인에 대한 시사점을 도출하였다. Kim et al.(2013)은 지방자치 단체의 숲가꾸기 사업 담당 공무원의 수행역량이 숲가꾸기 사업의 품질에 미치는 영향을 분석하기 위해 두 요인의 상관관계 분석을 수행하였다. 이를 통해 사업담당자의 사업 수행역량 강화 방안과 사업의 품질 향상을 위한 제도적 보완책을 제시하였다.

하지만 두 방법 모두 숲가꾸기 사업의 관리 및 평가에 있어서 숲가꾸기 사업종별 중요도를 반영하지 않아 국내 숲가꾸기 사업 평가의 객관적 지표로서의 역할에는 한계가 있다.

이러한 한계점을 극복하고자 산림청은 현재 숲가꾸기 사업점검을 위해 외부 민간기관이 주체가 되어 사업 현장에 직접 방문하여 현행 평가지표 항목을 이용한 점검을 실시하고 있다. 하지만 산림청의 모니터링 평가지표는 숲가꾸기 사업 모니터링을 실시하는 기관 내부에서 자체적으로 개발한 지표를 이용하기 때문에 현행 평가 지표의 한계와 평가지표의 선정 기준에 대한 기준이나 원칙이 부족한 실정이다.

지표선정을 위한 산림분야의 다양한 선행연구로, Ahn et al.(2011)은 AHP 기법을 이용하여 산림 휴양 적합도 평가 지표를 개발하였으며, Seo et al.(2014)는 델파이 및 AHP 기법을 이용하여 사방댐 준설 시행여부를 판단하는 평가지표를 개발하고 사방댐 준설평가를 위한 조사야장을 제시하였다. Yeom et al.(2015)는 산림치유 프로그램 내용 구성을 개발하기 위해 국내 현장전문가 22명을 대상으로 3단계의 델파이 조사를 실시하였고, 아울러 Kim and Choi(2012)는 델파이 및 AHP 기법을 이용하여 국산재 공급 확대의 정책방안을 수립 연구를 수행하였다.

이처럼 델파이 및 AHP 기법은 관련 전문가들의 의견 수렴 과정을 통하여 신뢰성 있는 가중치를 산정하고 이를 통한 객관적 적용이 가능하기 때문에 평가 지표 선정 혹은 정책의 효율성을 평가하는 연구에 활발히 이용되고 있다.

이에 본 연구에서는 델파이 및 AHP 기법을 적용하여 현행 숲가꾸기 사업 모니터링 평가지표의 한계점을 도

출, 개선된 지표를 제시하여 향후 국내 숲가꾸기 평가 및 관리의 향상에 기여하고 연구의 결과가 2020년 제4단계 숲가꾸기 5개년 추진계획(2019 - 2023)의 적용에 있어 지닌 한계점과 가능성을 고찰하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 숲가꾸기 사업의 모니터링을 위한 평가 지표 개발을 목적으로 총 3회에 걸친 델파이 조사를 통하여 숲가꾸기 모니터링 평가지표를 선정하고 AHP를 이용하여 사업추진 프로세스 및 평가 항목별 가중치를 도출하였다(Figure 1). 또한, 평가지표 구성체계를 도식화하여 각 단계별 인자의 타당성을 검증하고 인자별 가중치를 선정하여, 가중치가 적용된 최종 숲가꾸기 사업의 모니터링을 위한 평가지표를 제시하였다. 단계별 모니터링을 위한 평가내용들을 모두 반영하기 위하여 사업종류 분류의 타당성, 사업 추진 프로세스, 평가 항목, 평가지표의 네 단계로 타당성 분석 및 평가지표를 선정하였다. 첫 번째로, 숲가꾸기 사업의 주요 4개 사업종류인 조림지가꾸기, 어린나무가꾸기, 큰나무경제림가꾸기, 큰나무공익림가꾸기 항목별로 구분하여 사업종류별 타당성 분석하였고, 사업종류별 사업 추진 프로세스(이하 “프로세스”)를 계획 및 설계(숲가꾸기 사업이 사전에 잘 계획되고 적합하게 설계되었는지), 관리·감독(숲가꾸기 사업의 안전관리 및 관리·감독이 적절하게 잘 이루어지고 있는지), 감리(감리의 역할이 잘 수행되고 있는지), 작업품질(숲가꾸기 사업의 결과물이 설계서 및 사업시행지침에 제시된 대로 잘 수행되었는지 등)의 4단계로 구분하고, 사업종의 추진단계별 특성을 고려하여 평가지표를 선정하였다.

1. 설문지 작성 및 최초 평가지표 선정

기존 숲가꾸기 모니터링 연구보고서를 기본으로 지속 가능한 산림자원 관리 지침, 숲가꾸기 설계·감리 및 사업시행 지침, 산림 표준 품셈 기준 등을 통해 숲가꾸기의 기술적 지침을 참고하여 설문지를 구성하였다. 설문지는 2014년 숲가꾸기 모니터링 평가지표를 바탕으로 작성하였다(Figure 2). 총 92개의 평가지표에 대하여 보다 세부적인 의견을 도출하기 위하여 ‘타당하다’, ‘일부 수정이

필요하다’, ‘타당하지 않다’의 선택지를 제시하여 답변하도록 하였다. 각 답변에 대하여 응답자의 구체적 의견을 기술토록 하고 추가적 의견의 반영을 첨부할 수 있도록 작성하였다. 2차 설문지는 1차 설문결과를 토대로 전문가의 평가지표에 대한 의견을 수렴하여 원안, 수정안, 추가안, 선택안을 제시하여 ‘타당하다’, ‘타당하지 않다’의 선택지에서 선택하되 2차에 대한 의견을 기술토록 하여 조사를 실시하였다. 3차 설문지는 1·2차 설문결과를 토대로 전문가의 의견이 수렴되었다고 판단되는 지표(35개)는 평가지표로 우선적으로 선정하여 추가적인 설문을 하지 않고, 그 외 설문 문항에 대하여 설문을 구성하였다.

평가지표 선정을 위해 3차 조사 결과를 바탕으로 최종 평가 지표를 선정하였고, 이 평가지표에 대해 사업 추진 프로세스(계획 및 설계, 관리·감독, 감리, 작업품질)별 가중치와 평가항목(계획 및 설계 4개, 관리·감독 4개)별 가중치를 도출하기 위하여 AHP조사를 실시하였다.

2. Delphi (델파이) 기법

델파이 기법은 해당 분야의 전문가의 경험적 지식에 기반한 의견을 모으고 중재하며, 앞의 설문 결과를 피드백하여 미래를 예측하는 기법으로 의사소통 구조를 체계화하여 합의된 내용을 얻을 수 있어 널리 사용되고 있는 방법 중의 하나이다(Weaver, 1971). 설문지를 통한 조사를 실시함으로써 대면 협의 시 발생할 수 있는 소수의견의 묵살이나 다수의견으로의 휘둘림을 방지할 수 있으며, 응답자의 익명성이 보장되어 자신의 의견을 보다 자유롭게 개진할 수 있다. 또한, 여러 차례의 반복적인 조사를 수행하여 응답자 자신의 의견을 수정하거나 보완할 수 있는 특징이 있다(Kang, 2008).

국내 사례에서는 해당 분야의 대표성, 전문성을 고려하여 적게는 15명 많게는 43명의 전문가를 선정하여 조사를 진행하였다. 델파이조사를 위한 전문가 선정과 전문가의 수에 대해서는 전문가 수가 많을수록 결과의 신뢰도가 높아진다는 주장(Dalkey et al., 1970)과 참여하는 전문가의 수가 적을수록 좋다는 주장(Song and Yoon, 1992) 등이 있지만 아직까지 전문가 수를 정하는 명확한 기준은 없다. 이에 본 연구에서 숲가꾸기 사업 모니터링 평가지표의 타당성을 검토하기 위한 전문가 선정 기준은

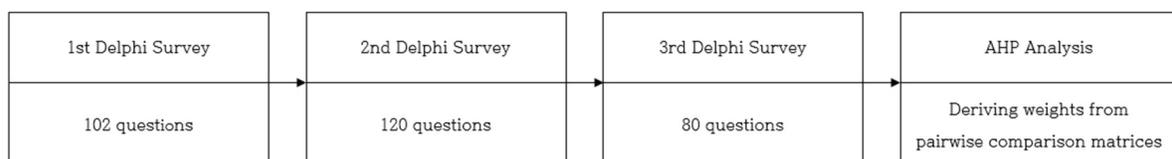


Figure 1. The overall research progress.

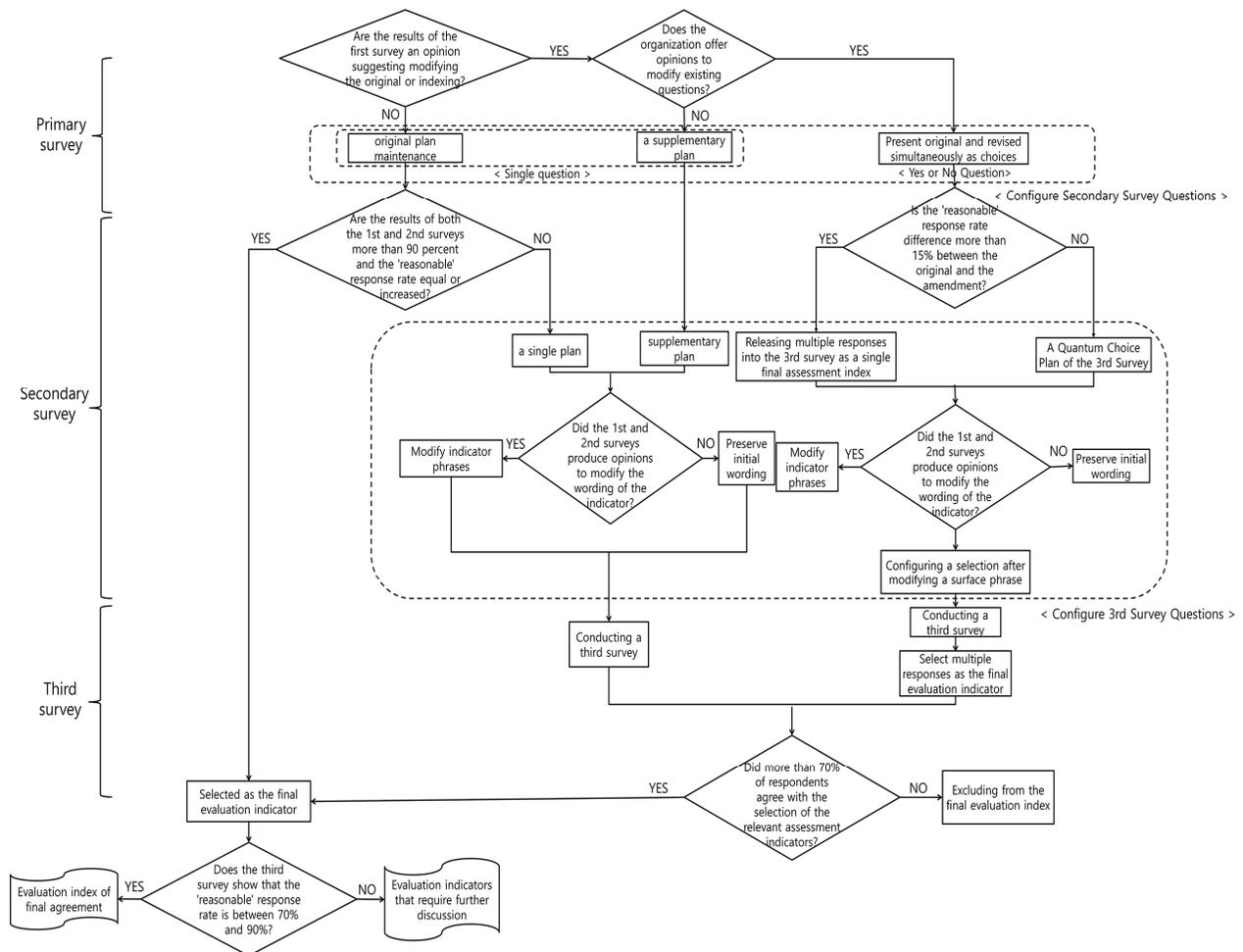


Figure 2. The overall process of Delphi survey to identify forest thinning evaluation factors.

전국의 산림분야 숲가꾸기 관련 업무 종사자 중 전문성, 근무기관의 성격과 근무지역을 고려하였다.

2015년 7월 1일~7월 13일에 실시된 1차 조사에서는 Delphi 기법을 이용한 102개 문항의 타당성을 조사하였다. 조사 후 각 문항별 찬반 의견을 정리하여 분석 및 응답자들이 제시한 지표 추가 및 수정 의견을 수렴하여 18개의 추가안과 19개의 선택안을 제시하였으며, 선택안은 같은 내용에 대하여 문구가 다른 평가지표이므로 기존 문항과 수정하고자 하는 의견을 한 문항으로 보았다. 따라서 2차 조사 설문지는 1차 델파이 조사의 102개 문항과 18개의 추가안을 더한 총 120개 문항으로 구성하였다.

2차 조사는 2015년 8월 13일~8월 25일에 실시하였다. 1·2차 조사 결과 응답자의 90% 이상이 타당하다고 생각하는 38개의 문항(2개 사업중, 1개 사업추진 프로세스, 35개 평가지표)을 지표로 선정하고, 3차 조사에서는 ‘타당하다’로 충분히 의견수렴이 되지 않아 추가적 논의가 필요한 문항들에 대하여 계속적으로 타당성 조사를 실시하였다.

3차 조사는 상위 프로세스를 거쳐 구성된 조사 질문지를 사용하여 2015년 10월 23일~10월 30일에 진행하였다. 3차의 설문조사를 통해 도출된 ‘사업추진 프로세스’와 ‘평가항목’에 대한 중요도를 평가하기 위하여 인자에 가중치를 부여할 수 있는 AHP 분석을 실시하였다. Delphi 기법을 이용한 숲가꾸기 평가인자 산정에 대한 전체적 모식도는 Figure 3과 같다.

3. AHP 기법

평가항목의 우선순위를 결정하는 의사결정 방법으로 많이 이용되고 있는 계층분석법, AHP는 1971년 Saaty에 의해 제창되었으며, 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소 간의 쌍대비교(Pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정방법이다(Cho et al., 2003). 이 방법은 불완전한 정보가 주어지거나 다양한 평가기준을 필요로 하는 경우 사용되는 문제 해결형 의사결정 방법이라고 할 수 있다. 계층분석법을 이용하여 정책의 우선순위를 정하기

위해서는 우선 요소들을 최종목표-평가기준-대안으로 계층구조를 만들고, 최종목표에 대한 평가기준의 가중치를 계산한 뒤 각 평가기준에 대한 대안의 가중치를 계산하고, 그 다음 최종목표에 대한 대안의 종합 가중치를 구하게 된다(Saaty, 1971).

AHP 분석방법은 대안들의 모든 평가과정에서 쌍대비교를 하는 것이 특징이라고 할 수 있는데 상위계층에 있는 목표나 대안을 달성하기 위해 직계 하위계층들의 대안을 쌍대비교 하였다. 이때 하위계층의 대안이 n 개라면 응답자는 두 대안에 대해서 9점 척도로 총 $n(n-1)/2$ 회 상대적 중요도를 평가하였다(Cho et al., 2003).

대안이 n 개일 때 가중치는 쌍대비교를 통해 얻어진 $n \times n$ 행렬을 이용하여 산정하고 쌍대비교행렬 A 의 요소(a_{ij})들은 식 1과 같이 대안 j 에 대하여 대안 i 가 얼마나 더 중요한가를 나타내는 가중치(w) 비율로 이루어져 있으며, 행렬 A 는 식 2와 같이 대각선을 중심으로 역수의 형태를 취하게 된다.

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \tag{1}$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \frac{w_2}{w_3} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & 1 & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \frac{w_n}{w_3} & \dots & 1 \end{pmatrix} \tag{2}$$

Saaty는 고유치법을 이용하여 가중치 벡터를 구하였는데, 이 방법은 식 3과 같은 특성방정식을 만족시키는 해 λ_i ($i = 1, 2, \dots, n$)을 구함으로써 가중치 벡터 W 을 구하는 방법이다.

$$AW = \lambda W \quad \text{따라서, } (A - \lambda I)W = 0 \tag{3}$$

이 연구에서는 쌍대비교행렬의 각 행의 기하평균을 이용하여 가중치 벡터를 구하고, 각 대안의 가중치를 산정하였다. 또한, Saaty는 일관성 지수(Consistency Index; CI)와 일관성 비율(Consistency Ratio; CR)을 이용하여 응답에 일관성이 있는지를 검토하였는데, 이 값들을 구하는 방법은 다음과 같다.

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{4}$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R} \quad (R = \text{무작위 일관성 지수}) \tag{5}$$

일관성 지수는 0에 가까울수록 응답에 일관성이 있다고 할 수 있는데, Saaty의 제안에 따라 일반적으로 일관성 지수가 0.1 이하이면 일관성에 문제가 없다고 하였으며, Cho et al.(2003)은 일관성 비율이 10% 이내에 들면 일관성이 있다고 규정하였다. 따라서 이 연구에서는 평가 항목별로 일관성 지수와 일관성 비율을 구하고, 설문지의 모든 항목이 일관성 있게(일관성 비율 10% 수준 유지) 나타난 응답만 분석에 이용하였다. 사업추진 프로세스 및 평가 항목들의 우선순위를 결정하기 위해 2015년 11월 20일부터 11월 23일까지 산림청 및 지방자치단체, 연구기관(국립산림과학원 및 대학교), 기술사사무소, 시민단체 등에서 종사하며 숲가꾸기 사업을 담당하고 있는 전문가 총 20명을 대상으로 AHP 설문조사를 실시하였다. 본 연구에서는 개별적인 응답자의 의견보다 전체 응답자의 의견을 종합하여 제시하는 것이 중요하다고 판단하였다. 이에 전체 조사대상자에 포함되는 행정관료 6명, 연구기관 5명, 기술사 4명, 시민단체 5명으로부터 총 20개의 응답을 분석에 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 사업종 분류의 타당성

1차 델파이 분석을 통한 사업종 분류의 타당성 조사 결과, ‘조림지 가꾸기’, ‘어린나무 가꾸기’, ‘큰나무경계림가꾸기’가 총 20명의 응답자 중 90% 이상이 타당하다고 응답하여 사업종 분류는 타당한 것으로 나타났다. 또한, 조림지 가꾸기는 풀베기를 포함한 조림목 관리가 목적이므로 ‘조림지 가꾸기(풀베기)’로 이름 변경이 필요하다는 의견이 있었다. 아울러 ‘덩굴제거’ 사업종과 관련하여 ‘덩굴제거’가 필요한 곳에 실행되었는지를 모니터링하기 위하여 모니터링 대상 사업종으로 추가하자는 의견이 있었다. 이를 반영한 2차 및 3차 델파이 조사 결과 응답자의 75% 이상이 타당하다고 응답하여 덩굴제거사업을 별도의 사업종으로 추가가 필요하다는 결과가 도출되었다. 이와 같이 별도의 사업종의 추가에 대한 의견은 국내 숲가꾸기 사업의 평가에 있어 기존의 포괄적인 평가 방법의 한계점을 지적하여, 세분화된 사업특성별 적절한 평가의 필요성이 반영된 결과라 사료된다(Table 1).

2. 사업추진 프로세스별 우선순위 결정

3차례의 델파이 분석과 AHP 분석결과, 응답자들은 사업추진 프로세스에서 숲가꾸기 사업(공통)에서 계획 및

Table 1. The results of feasibility on an variety of forest thinning works.

Forest thinning works	1st round		2nd round		3rd round	
	Reasonable	Un-reasonable	Reasonable	Un-reasonable	Reasonable	Un-reasonable
Number of people percentage (%)						
Site preparation	18 (90%)	2 (10%)	18 (90%)	2 (10%)	N/A	
Tending for young growth	18 (90%)	2 (10%)	19 (95%)	1 (5%)	N/A	
Tending for mature tree (commercial purpose)	16 (80%)	4 (20%)	16 (80%)	4 (20%)	18 (90%)	2 (10%)
Tending for mature tree (public benefit)	15 (75%)	5 (25%)	15 (75%)	5 (25%)	15 (75%)	5 (25%)
Vine removal	-	-	16 (80%)	4 (20%)	15 (75%)	5 (25%)

설계(0.58)을 가장 중요하게 여기는 것으로 나타났으며, 다음으로 관리·감독(0.17), 작업품질(0.15) 순으로 중요도가 높게 나타났다(Figure 3). 세부 사업종별로는 이러한 우선순위에 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 조림지 가꾸기에서는 계획 및 설계(0.50)을 가장 중요하게 여기는 것으로 나타났으며, 다음으로 작업품질(0.25), 관리·감독(0.16), 감리(0.10) 순으로 중요도가 높게 나타났다. 어 린나무 가꾸기에서는 계획 및 설계(0.55)을 가장 중요하게 여기는 것은 동일하나, 작업품질(0.18)과 관리·감독(0.15)은 동일한 중요도를 가지는 것으로 나타났다. 그리고 마지막 감리(0.10) 순으로 중요도가 높게 나타났다. 큰 나무가꾸기에서는 조림지 가꾸기와 같이 계획 및 설계(0.52)을 가장 중요하게 여기는 것으로 나타났으며, 다음

으로 작업품질(0.23), 관리·감독(0.13), 감리(0.12) 순으로 중요도가 높게 나타났다. 이 결과는 숲가꾸기 사업의 특성상 계획 및 설계의 중요도가 반영된 결과라 할 수 있다. 관리·감독, 감리, 작업품질은 숲가꾸기 사업의 계획 및 설계를 수행하는 데 있어 발생하는 수동적 행위로서 이를 모두 포함하는 가장 큰 기초 작업인 숲가꾸기의 계획 및 설계의 중요성이 본 연구결과를 통해 숲가꾸기 사업의 평가에 있어 중요한 요소로 나타나는 것으로 사료된다.

3. 평가항목별 우선순위 결정

제 1계층(Main Criteria)의 사업추진 프로세스별 모니터링을 위해 프로세스별로 제 2계층(Sub-criteria)의 평가 항목들의 우선순위를 결정하였다. 응답자들은 숲가꾸기(공

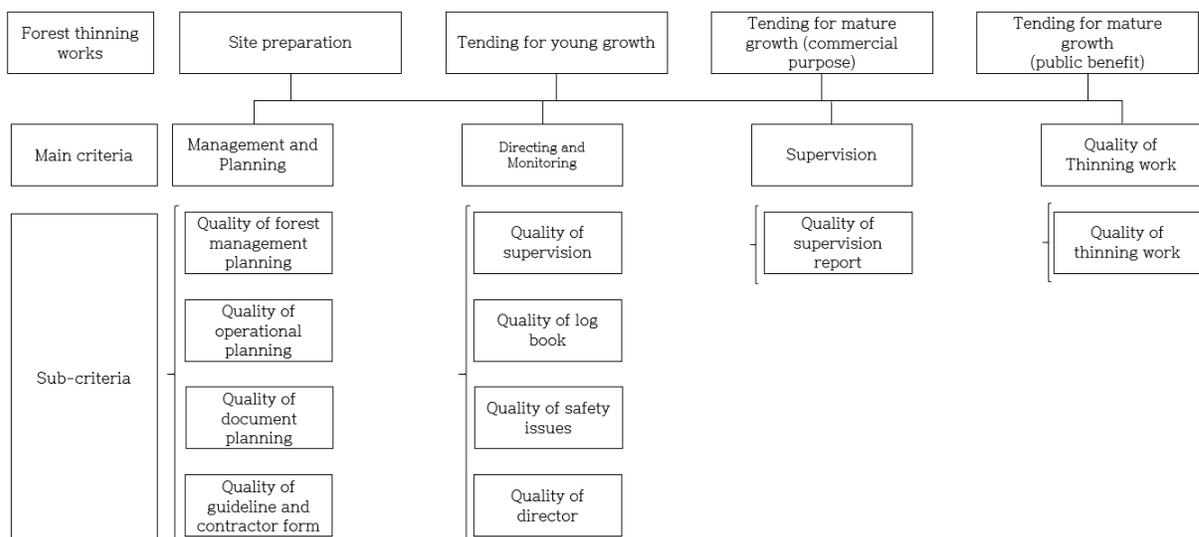


Figure 3. The structure of forest thinning evaluation factors (from upper level to lower level).

통)의 모니터링에 있어서 계획 및 설계단계에서 산림경영계획서 작성의 적절성(0.41)이 가장 중요하며, 다음으로 설계서 작성의 적절성(0.26), 사업계획서 작성의 적절성(0.22), 과업지시서 및 계약서 작성의 적절성(0.10) 순으로 중요한 것으로 나타났다. 관리·감독에서는 현장대리근무의 적절성(0.34)이 다른 항목보다 상대적으로 중요하다고 판단하고 다음으로 안전관리의 적절성(0.31), 관리·감독의 적절성(0.27), 작업일지 작성의 적절성(0.08) 순으로 중요도가 평가되었다. 그러나 감리와 작업품질에서는 모니터링을 위해 감리보고서의 적절성 및 작업품질의 적절성을 각각 평가하여야 하는데, 이는 비교 대상이 없어 가중치를 1로 부여하였다(Table 2). 그 결과, 숲가꾸기 사업에서 가장 중요한 인자는 산림경영계획서의 작성의 적절성으로 나타났다. 이 결과는 산림의 특성이 반영된 결과로 단기작물로 수확을 얻을 수 있는 다른 산업과는 달리 한번 조림한 지역에서 경제적 이득을 얻기 위해서는 숲을 조성하고 관리하는데 있어 확실한 경영목표를 세우고 그

에 합당한 관리 및 경영에 대한 중요성이 반영된 결과라 볼 수 있다. 숲가꾸기의 목적이 산림의 다양한 기능의 최적 발휘라고 한다면 숲가꾸기의 목적과 부합하는 산림경영계획서 작성의 중요도가 반영된 결과라 사료된다.

조림지 가꾸기 사업에서는 모니터링에서는 계획 및 설계단계에서 산림경영계획서 작성의 적절성(0.35)이 가장 중요하며, 다음으로 설계서 작성의 적절성(0.28), 사업계획서 작성의 적절성(0.27), 과업지시서 및 계약서 작성의 적절성(0.10) 순으로 중요한 것으로 분석되었고 관리·감독에서는 현장대리근무의 적절성(0.40)이 다른 항목보다 상대적으로 크게 중요하다고 나타났다. 이어서 관리·감독의 적절성(0.25), 안전관리의 적절성(0.24), 작업일지 작성의 적절성(0.11) 순으로 중요하다고 분석되었다. 앞서와 같이 감리보고서의 적절성 및 작업품질의 적절성은 평가항목의 가중치에서 비교 대상이 없어 가중치를 1로 부여하였다(Table 3). 조림지 가꾸기 사업의 특성을 살펴보면 본 연구의 흥미로운 결과를 해석할 수 있다. 숲가꾸

Table 2. Weights and preference criteria in the analytical hierarchy process procedure in forest thinning work.

Main criteria	Weights (Main criteria)	Sub-criteria	Weights (Sub-criteria)	Total weight	CR
Management and planning	0.58	Quality of forest management planning	0.41	0.24	0.02
		Quality of operational planning	0.22	0.13	
		Quality of document planning	0.26	0.15	
		Quality of guideline and contractor form	0.10	0.06	
Directing and monitoring	0.17	Quality of supervision	0.34	0.06	0.09
		Quality of log book	0.08	0.01	
		Quality of safety issues	0.31	0.05	
		Quality of director	0.27	0.05	
Supervision	0.10	Quality of supervision report	1	0.10	-
Quality of thinning work	0.15	Quality of thinning work	1	0.15	-

Table 3. Weights and preference criteria in the analytical hierarchy process procedure in site preparation.

Main criteria	Weights (Main criteria)	Sub-criteria	Weights (Sub-criteria)	Total weight	CR
Management and planning	0.50	Quality of forest management planning	0.35	0.17	0.03
		Quality of operational planning	0.27	0.14	
		Quality of document planning	0.28	0.14	
		Quality of guideline and contractor form	0.11	0.05	
Directing and monitoring	0.16	Quality of supervision	0.40	0.06	0.17
		Quality of log book	0.11	0.02	
		Quality of safety issues	0.24	0.04	
		Quality of director	0.25	0.04	
Supervision	0.10	Quality of supervision report	1	0.10	-
Quality of thinning work	0.24	Quality of thinning work	1	0.24	-

기, 어린나무 가꾸기 사업의 특성상 숲의 육성에 초점이 맞추어져 있어 계획 및 설계에 이어 사업의 관리·감독이 중요한 인자로 나타났다. 하지만 조림지 가꾸기는 사업의 목적이 조림 전 임지의 정리를 목적으로 하는 사업이기 때문에 이를 반영한 작업 품질의 적절성이 모든 세부 인자 가운데 가장 중요한 인자(중요도 0.24)로 나타났다.

어린나무 가꾸기에서는 모니터링에 있어서 계획 및 설계단계에서 산림경영계획서 작성의 적절성(0.36)이 가장 중요하며, 다음으로 설계서 작성의 적절성(0.31), 사업계획서 작성의 적절성(0.23), 과업지시서 및 계약서 작성의 적절성(0.10) 순으로 중요한 것으로 분석되었다. 관리·감독에 있어서는 현장대리근무의 적절성(0.39)이 평가항목 중에서 가장 중요하다고 나타나고 이어서 안전관리의 적절성(0.32), 관리·감독의 적절성(0.23), 작업일지 작성의 적절성(0.07) 순으로 중요하다고 분석되었다. 앞서서와 같이 감리보고서의 적절성 및 작업품질의 적절성은 평가

항목의 가중치에서 비교 대상이 없어 가중치를 1로 부여하였다(Table 4). 어린나무 가꾸기의 경우 산림경영계획서 작성의 적절성과 설계서 작성의 적절성이 가장 중요한 세부 인자로 분석되었다. 이는 모두 계획 및 설계에 속하는 하위 인자로 어린나무 가꾸기 사업은 산림의 미래를 결정지을 수 있는 중요한 사업이기 때문에 산림의 향후 목적과 기능에 맞는 합리적인 설계와 계획의 중요성이 반영된 결과라 할 수 있다. 또한, 관리·감독의 하위 인자인 현장 대리근무의 적절성의 중요도가 높게 나타났는데(0.39), 이는 어린나무 가꾸기의 경우 작업의 관리·감독이 엄격하게 이루어질수록 작업의 품질에 영향을 미치는 효과가 반영된 결과로 해석할 수 있다.

응답자들은 큰나무 가꾸기(경제림, 공익림)사업에서는 모니터링에 있어서 계획 및 설계단계에서 산림경영계획서 작성의 적절성(0.44)이 다른 항목에 비해 상대적으로 크게 중요하며, 다음으로 설계서 작성의 적절성(0.26), 사

Table 4. Weights and preference criteria in the analytical hierarchy process procedure in tending of young growth.

Main criteria	Weights (Main criteria)	Sub-criteria	Weights (Sub-criteria)	Total weight	CR
Management and planning"	0.55	Quality of forest management planning	0.36	0.20	0.02
		Quality of operational planning	0.23	0.13	
		Quality of document planning	0.31	0.17	
		Quality of guideline and contractor form	0.10	0.05	
Directing and monitoring	0.15	Quality of supervision	0.39	0.06	0.03
		Quality of log book	0.07	0.01	
		Quality of safety issues	0.32	0.05	
		Quality of director	0.23	0.03	
Supervision	0.12	Quality of supervision report	1	0.12	-
Quality of thinning work	0.18	Quality of thinning work	1	0.18	-

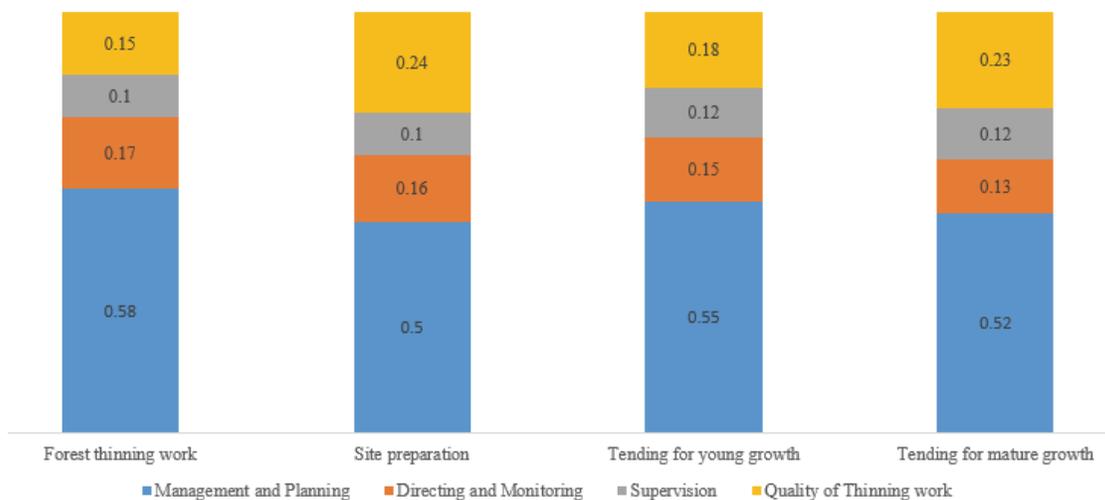


Figure 4. The analysis results of the priority of the first level of criteria.

업계획서 작성의 적절성(0.21), 과업지시서 및 계약서 작성의 적절성(0.09)순으로 중요한 것으로 나타났다. 관리·감독에 있어서는 현장대리근무의 적절성(0.39)이 평가항목 중에서 상대적으로 가장 중요하다고 판단하였고, 다음으로 안전관리의 적절성(0.29), 관리·감독의 적절성(0.22), 작업일지 작성의 적절성(0.10) 순으로 중요하다고 분석되었다. 앞서와 같이 감리보고서의 적절성 및 작업품질의 적절성은 평가항목의 가중치에서 비교 대상이 없어 가중치를 1로 부여하였다(Table 5). 최종적으로 숲가꾸기 사업의 모니터링을 위한 사업종별 평가프로세스 및 평가항목의 종합가중치 값을 도출하였다(Figure 4).

본 연구를 통한 결과를 종합하면 숲가꾸기 사업의 사업종별 평가를 위해서는 기존의 세분화 되어있지 않은

포괄적인 평가 항목의 세분화에 대한 요구가 반영된 것을 알 수 있었다. 기존의 “조림지 가꾸기”의 명칭은 풀베기를 포함한 조림목 관리가 목적이므로 사업의 행위가 명확하게 반영된 ‘조림지 가꾸기(풀베기)’로 이름 변경이 필요하다는 의견이 있었고, ‘덩굴제거’ 사업종과 관련하여 ‘덩굴제거’가 필요한 곳에 실행되었는지를 모니터링 하기 위하여 추가적으로 모니터링 대상 사업종으로 “덩굴제거” 사업종을 추가 하자는 의견이 나타났다.

사업추진 프로세스별 우선순위의 응답결과를 살펴보면, 숲가꾸기 사업의 평가에 있어 계획 및 설계의 중요성을 알 수 있었다. 숲가꾸기 사업의 관리·감독, 감리, 작업 품질은 숲가꾸기 사업의 계획 및 설계를 수행하는데 있어 수반되는 행위로서 이 모든 작업 과정을 포함하는 상

Table 5. Weights and preference criteria in the Analytical hierarchy process procedure in tending of mature tree.

Main criteria	Weights (Main criteria)	Sub-criteria	Weights (Sub-criteria)	Total weight	CR
Management and planning	0.52	Quality of forest management planning	0.44	0.23	0.04
		Quality of operational planning	0.21	0.11	
		Quality of document planning	0.26	0.14	
		Quality of guideline and contractor form	0.09	0.05	
Directing and monitoring	0.13	Quality of supervision	0.39	0.05	0.01
		Quality of log book	0.10	0.01	
		Quality of safety issues	0.29	0.04	
		Quality of director	0.22	0.03	
Supervision	0.12	Quality of supervision report	1	0.12	-
Quality of thinning work	0.23	Quality of thinning work	1	0.23	-

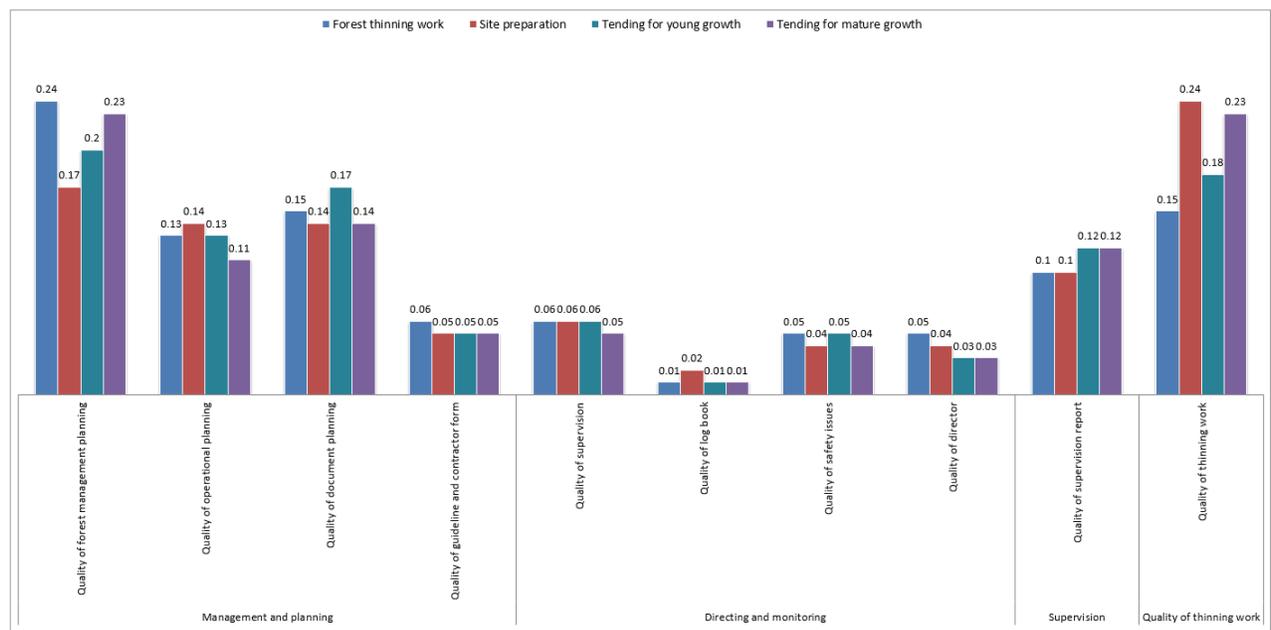


Figure 5. The results of the weights and preference criteria in the Analytical hierarchy process procedure.

위 개념인 숲가꾸기의 계획 및 설계의 중요성이 숲가꾸기 사업의 평가에 있어 중요한 요소로 나타나는 것으로 나타났다. 또한 사업종별 숲가꾸기 사업의 평가에 있어 산림사업별 다양한 경영 목표에 따라 그에 합당한 관리 및 경영에 대한 중요성이 사업종별 평가에 중요한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 이는 산림관리 및 경영에 있어, 숲가꾸기의 목적과 그에 합당한 산림경영계획서 작성 및 이행이 사업의 결과와 이를 평가함에 있어 가장 기본적이고 중요한 요인이라는 것을 다양한 산림 전문가의 의견을 통해 강조 된 것이라 사료된다.

본 연구는 제 3단계 숲가꾸기 5개년 추진계획의 진행 시점에서 진행된 연구로서 개발된 평가지표의 제 4단계 숲가꾸기 5개년 추진계획의 적용에 있어 수정 및 보완이 요구된다. 그러나 제 4단계 숲가꾸기 추진계획에 명시된 제 3단계 숲가꾸기 사업의 한계점에서와 같이 기능별 산림관리를 위한 적정 숲가꾸기 기술의 현장 적용의 부재, 조림 후 풀베기 등 조림지 사후관리 미비로 인한 경제림 조성의 어려움, 사업품질 제고를 위한 담당자의 체계적 기술교육 및 정책에 대한 이해 부족, 현장을 반영하지 못한 설계 및 부실 공사 감독 등(Korea Forest Service, 2018)의 내용에서 알 수 있듯이 본 연구에서 제시한 숲가꾸기 계획 및 설계, 산림경영계획서 작성, 설계서 작성의 적정성 등 숲가꾸기 사업을 위한 설계 및 계획단계에서의 성과가 지속적으로 개선되어야 할 사항으로 나타났다. 이에 본 연구결과를 바탕으로 제 4단계 숲가꾸기 5개년 추진계획 및 목표를 반영한 숲가꾸기 사업의 질적 향상을 위한 지속적인 평가 및 모니터링이 가능한 인자의 개발이 필요하다.

결 론

본 연구는 숲가꾸기 사업 품질의 향상을 위해 숲가꾸기 사업이 실시 중이거나 완료된 사업장의 평가에 사용될 숲가꾸기 사업 평가지표를 개선하고자 실시되었다. 기존 숲가꾸기 사업 평가에 사용된 지표의 수정을 위해 3차에 걸쳐 델파이 기법을 적용한 설문조사를 실시하고, 그 결과 최종 선정된 사업종, 사업추진 프로세스, 평가항목별 가중치를 적용하여 AHP 분석을 통한 중요도 평가를 실시하였다. 그 결과, 숲가꾸기 사업의 특성상 계획 및 설계의 중요도를 잘 반영한 결과가 나타났다.

관리·감독, 감리, 작업품질은 숲가꾸기 사업의 계획 및 설계를 실행하기 위한 실질적 이행 과정속에서 생성되는 과정이다. 따라서 이 세 가지를 모두 포함하는 가장 큰 기초 작업인 숲가꾸기 계획 및 설계의 중요성이 본 연구 결과에서 가장 중요한 인자로 나타났다.

사업종별(숲가꾸기, 조림지 가꾸기, 어린나무 가꾸기, 큰나무가꾸기) 숲가꾸기 사업의 평가항목의 가중치 산정 결과, 산림경영계획서의 작성의 적절성이 숲가꾸기 사업종에서 중요한 인자로 나타났다. 본 결과는 단기작물로 수확을 얻을 수 있는 다른 산업과는 달리 한번 조림한 지역에서 경제적 이득을 얻기 위해서는 숲의 조림과 확실하게 목적 있는 관리 목표가 중요한 산림의 특성이 반영된 결과로 사료된다.

조림지 가꾸기는 숲가꾸기, 어린나무 가꾸기 사업의 특성상 숲의 육성에 초점이 맞추어져 있어 계획 및 설계에 이어 사업의 관리·감독이 중요한 인자로 나타났다. 하지만 조림지 가꾸기는 사업의 목적이 조림 전 임지의 정리를 목적으로 하는 사업이기 때문에 이를 반영한 작업 품질의 적절성이 모든 세부 인자 가운데 가장 중요한 인자로 나타났다.

어린나무 가꾸기는 산림경영계획서 작성의 적절성과 설계서 작성의 적정성이 가장 중요한 세부 인자로 분석되었다. 이는 모두 계획 및 설계에 속하는 하위 인자로 어린나무 가꾸기 사업은 산림의 미래를 결정지을 수 있는 중요한 사업이기 때문에 산림의 향후 목적과 기능에 맞는 합리적인 설계와 계획의 중요성이 반영된 결과라 할 수 있다. 향후 연구에서 전문가 선정의 객관성과 투명성을 검증할 수 있다면 국내 산림의 현실이 잘 반영된 연구 결과를 기대할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업 (2019149C10-2023-0301, 2018112B10-2020-BB01)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

References

- Cho, K.T., Cho, Y.G. and Kang, H.S. 2003. The analytic hierarchy process. Seoul. Donghyun Publisher.
- Dalkey, N., Brown, B. and Cochran, S. 1970. The delphi method, IV: Effect of percentile feedback and feed-in of relevant facts (No. RM-6118-PR). RAND CORP SANTA MONICA CALIF.
- Kang, Y.J. 2008. Understanding and case study of delphi techniques. Korea Employment Agency for the Disabled. pp. 1-17.
- Kim, K.D. and Choi, K. 2012. A study on the policy of sustainable domestic timber supply using delphi technique and AHP. Journal of Korean Forest Society 101(3): 434-442.

- Kim, M.K., Oh, D.K. and Kim, S.B. 2013. A study on performance capability of local government on the forest tending project. *Korean Journal of Agricultural Science* 40(1): 1-11.
- Korea Forest Service. 2014. The third forest thinning plans in South Korea (2014~2018).
- Korea Foest Service. 2018. The fourth forest thinning plans in South Korea (2019~2023).
- Korea Forest Service. 2019. Statistical yearbook of forestry.
- Saaty, T.L. 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research* 48(1): 9-26.
- Seo, J.P., Lee, C.W., Woo, C.S. and Lee, H.H. 2014. Development of indicators for dredging evaluation and form on erosion control dam using the delphi technique and AHP analysis. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 17(6): 1-15.
- Song, S.J. and Yoon, D.K. 1992. A study on the prospection of long term care facilities by Delphi technique. *J Archit Inst Korea* 8(8): 85-93.
- Weaver, W.T. 1971. The Delphi forecasting method. *The Phi Delta Kappan* 52(5): 267-271.
- Woo, H.S., Woo, J.C. and Won, H.K. 2012. Management efficiency of forest tending works by using data envelopment analysis. *Journal of Korean Forest Society* 101(4): 729-736.
- Woo, H.S. 2013. Management efficiency of forest tending works by using data envelopment analysis and cluster analysis. Chuncheon. Kangwon National University.
- Yeom, D.G., Joung, D.W., Kim, G.W. and Park, B.J. 2015. A study of an expert opinion survey for designing a forest healing program. *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation* 19(2): 1-12.

Manuscript Received : April 16, 2020

First Revision : June 12, 2020

Second Revision : June 21, 2020

Accepted : June 25, 2020