


멸종위기 고산지역 침엽수종 보전가치 평가

이상현 · 이동형 · 변준기 

한국수목원정원관리원 국립백두대간수목원 백두대간보전실

Preservation Value of Endangered Alpine Coniferous Species

Sang-Hyun Lee, Dong-Hyoung Lee and Jun-Gi Byeon 

Baekdudaegan Conservation Division, Korea baekdudaegan National Arboretum,
Korea Arboreta and Gardens Institute, Bonghwa 36209, Korea

요약: 최근 기후변화의 심화가 지속되는 가운데 아고산 침엽수종의 쇠퇴 현상이 뚜렷하게 나타나고 있다. 이에 산림청에서는 고산지역 침엽수 7종에 대해 보전 대책을 수립하고 쇠퇴원인을 파악하고 보전전략 수립방안에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구는 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전전략 수립방안 중 멸종위기 고산지역 침엽수종에 대한 인식과 보전가치 평가를 통해 멸종위기 침엽수종에 대한 보전의 필요성과 가치를 알리기 위한 객관적인 자료를 제시하고자 경제적 가치평가방법인 조건부가치법(CVM, contingent valuation method)을 적용하였다. 멸종위기 침엽수종에 대한 인식과 보전가치 평가를 하기 위해 성별, 연령, 거주지에 대한 인구비례 할당을 통해 2,151명에 대한 설문조사의 결과를 분석하였다. 그 결과, 멸종위기 고산지역 침엽수종 1가구당 보전가치는 49,181원으로 추정되었다.

Abstract: Amid the recent intensification of climate change, the decline of subalpine coniferous species is evident. Accordingly, the Korea Forest Service is conducting research to establish conservation measures, identify the causes of the decline of subalpine coniferous species, and establish conservation strategies for seven species of conifers in the alpine region. This study used an economic value evaluation method to present objective data to inform the need for and value of conservation of endangered coniferous species through the recognition of endangered coniferous species and evaluation of conservation value among coniferous species conservation strategies in endangered alpine areas. A contingent valuation method was applied. As a result, the estimated conservation value per household of endangered alpine coniferous species was 49,181 won.

Key words: alpine coniferous species, logit model, CVM, preservation value

서론

최근 지구환경변화는 가뭄, 홍수, 태풍 등 광범위하고, 급속으로 진행되는 기상현상의 발생빈도가 증가하고 있다. 또한 지구온난화로 인한 빙하면적의 감소로 해수면 상승 등을 야기하고 있으며 이는 자연생태계 전반에 광범위한 영향을 끼치고 있다(IPCC, 2007). 생태계의 대부분을 차지하는 식물종은 변화하는 환경에 적응하는 종도 있지만 그렇지 못한 식물들은 결국 절멸하게 될 것이다(Tellez et al., 2007). 최근까지 식생분포의 변화는 난온대성 식물

분포는 확산되고 있으나, 아한대성 식물의 분포는 축소되고 있는 실정이며 저지대 식물이 고산지대로 이동한다는 연구가 보고되고 있다(Kullman, 2002; Meshinev et al., 2000).

이렇듯 지구환경변화에 따른 생물종분포 연구는 늘 중요시되고 있으며 멸종위기 식물을 대상으로 종보전의 필요성이 대두되고 있다(Golicher et al., 2008). 특히 고산지대에 생육하는 침엽수종은 생육지가 감소하며 매우 척박한 환경을 지니고 있어 정밀한 모니터링이 필요하다(Kong, 2002).

국제자연보전연맹에서는 전세계 멸종위기종이 약 41,000여종 중에서, 구과식물에 속하는 침엽수(conifers)가 34%라고 발표하였다(IUCN, 2022). 이에 멸종위기 침엽수종을 대상으로 하여 국내·외 여러 연구진에 의하여 생태적, 생

* Corresponding author

E-mail: Byeon8363@koagi.or.kr

ORCID

Jun-Gi Byeon  https://orcid.org/0000-0001-5437-7258

리적 영향과 쇠퇴원인에 대한 연구가 선행되어 왔다(Koo and Kim, 2020). 현재까지 멸종위기 침엽수종의 쇠퇴요인은 풍해, 수분스트레스에 의한 영향이 클 것이라는 가설이 제시되어 왔다(Germino et al., 2002; Mori et al., 2004; Lee and Kim, 2007; Hasegawa and Mori, 2007).

이에 맞서 최근 국내 산림청에서는 멸종위기 침엽수종 보전복원 대책과 관련, 2016년 10월 제1차 멸종위기 침엽수종 보전·복원 대책을 발표하고 멸종위기 침엽수종 7종(구상나무, 분비나무, 가문비나무, 눈측백, 눈향나무, 눈жат나무, 주목)으로 지정하여 2017년~2018년 국내 멸종위기 침엽수종 실태조사를 시행, 2019년부터는 모니터링을 지속적으로 실시하여 과학적 근거자료를 수집하고 있다. 2021년 10월 제2차 멸종위기 침엽수종에서는 고산 침엽수종 모니터링 체계의 고도화, 고산 침엽수종 보전기반 구축, 현지 내외 보전사업의 강화, 현장 중심의 연구기관의 기능 강화를 통한 보전·복원 대책을 제시하여 멸종위기 고산지역 침엽수종을 둘러싼 정밀조사를 시행하는 방침을 진행 중에 있다(KFS, 2022).

이러한 효과적인 환경 정책의 수립을 위해서는 국민의 수요와 인식조사가 요구된다. 범지구적 차원에서의 기후변화와 생물다양성 감소를 해결하기 위하여 국민 개개인의 의식을 실천으로 옮기는 것이 중요하다(Noh, 2003). 이에 앞서 산림생태계의 보전과 관련한 새로운 국가정책의 수립을 위하여서는 정책의 대상이 국민들의 수요를 기반으로 실질적인 효과를 확인할 필요가 있으며, 이에 대하여 멸종위기 침엽수종에 대한 국민들의 인식과 수요를 주기적으로 파악하는 것이 중요하다(Kwak and Lee, 2015).

국립백두대간수목원에서는 2022년 2,151명의 일반인을 대상으로 멸종위기 침엽수종에 대한 인식에 관한 설문조사를 진행한 결과 81%가 멸종위기 침엽수종에 대해 알고 있는 것으로 확인되었고(BDNA, 2022), 국립생태원에서는 2021년 일반인 1,500명을 대상으로 멸종위기 야생식물에 대한 설문조사한 결과 83%가 멸종위기 야생식물에 대해 알고 있는 것으로 나타났다(NIE, 2022). 또한 멸종위기종 복원에 대한 지역주민의 인식과 태도를 분석한 결과 성별에 따른 인식과 태도의 차이는 없지만 연령, 학력에 따른 차이는 있는 것으로 나타났다(Chung, 2022).

멸종위기종 관련 선행연구로는 Jang(2019)은 지리산국립공원의 자연자원의 종다양성 가치를 중심으로 경제적 가치를 추정함으로써 자연자산 보전에 대한 경제적 타당성을 입증하고 효율적인 관리정책을 제시하였고, Kim et al.(2022)은 멸종위기종 여우복원사업의 지역 사회에 미치는 영향분석을 통해 멸종위기종 복원사업이 생물학적인 복원의 의미를 넘어 지역경제와 지역 인지도 및 사회적

가치 등을 향상시켜 지역사회의 발전에 기여하고 있다고 추정하였다. Han(2000)은 비모수 추정모형인 Turnbull 분포무관모형을 활용하여 멸종위기 야생동물인 지리산 반달곰의 보전가치 평가를 하였고, Choi et al.(2021)은 조건부 가치측정법(CVM)을 적용하여 멸종위기종 1급 광릉요강꽃의 보전가치를 추정하는 연구를 수행하였다.

멸종위기 고산지역 침엽수종 등 자연자원에 대한 가치를 매기는 것이 불필요하거나 또는 불가능할 수도 있지만 이에 대한 금전적인 가치를 입증한다면 물질자본을 중시하는 의사결정을 바로 세우는데 기여할 수 있을 것이다(Sim, 2013). 따라서 본 연구는 멸종위기 고산지역 침엽수종의 경제적 보전가치 평가를 통해 향후 멸종위기 침엽수종의 보전복원에 대한 중요성과 가치를 알리기 위한 자료를 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 환경자원의 경제적 가치평가방법 중 가장 많이 사용되는 조건부가치법(CVM, contingent valuation method)을 적용하여 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전가치에 대한 경제적 가치를 평가하는데 그 목적이 있다.

연구방법

1. 경제적 보전가치

멸종위기 고산지역 침엽수종은 자연자원의 비가역적(irreversible) 특성으로 보존가치(preservation value) 혹은 비이용가치(nonuse value)를 지니고 있다. 멸종위기 침엽수종의 보존가치는 소비적인 이익관심과는 완전히 독립적인 가치로 보존가치에는 자연자원이 존재하고 있다는 사실 자체에 만족하여 지불하려는 존재가치(existence value), 자연자원을 보호하여 우리 미래세대에게 물려주기 위하여 지불하려는 유산가치(bequest value), 그리고 존재하는 자연자원을 비록 현재에는 여건상으로 인하여 이용하지 못하지만 앞으로 여건개선에 따라 이용할 수 있는 일종의 향후 이용권을 미리 확보하고자 지불하는 선택가치(option value)로 구성되어 있다(Krutilla, 1967).

조건부가치법(CVM)은 소비자들에게 비시장재화에 대한 가상적 시장을 설정하기 위해 설문기법을 이용하여 설문을 실시하고, 조건부가치평가 설문에서는 구상나무, 가문비나무, 분비나무, 주목, 눈측백, 눈жат나무, 눈향나무와 같은 멸종위기 고산지역 침엽수종은 사람들에게 편익을 제공해주고 있으나 시장에서 거래되지 않기 때문에 가격이 책정되지 않으며 이를 비시장재(Non-market good)이라고 한다. 특히 CVM의 경우 환경재의 사용가치뿐만 아니라, 존재가치에 대한 추정이 가능하며, 분석에 적용되는 종속변수와 이용자료의 차이가 없다면 모형의 설명계수

가 CVM이 TCM(여행비용방법) 보다 다소 높아 CVM이 자원의 비시장적 가치를 추정하는 방법으로 많이 활용되고 있는 실정이다(Han and Kim, 1997).

조건부가치법은 소비자들에게 비시장재화에 대한 가상적 시장을 설정하기 위해 설문지를 구성하고, 설문에서는 자연환경이 사람들에게 주는 편익을 공공재나 공공서비스와 같은 재화의 형태로 제시하고 있으며, 이에 대한 사람들의 선호를 유도하기 위해서 몇 가지 질문들을 사용하고 있다.

최근의 실증연구에서는 보전가치에 대한 평가방법으로 조건부가치법(Contingent valuation method)의 이선선택형 모형(Dichotomous choice model)을 적용하여 평가하고 있다. 조건부가치법은 가상적인 시장을 설정하는 데에서 발생하는 가상적 편익을 제거할 수 있는 장점과 일반시장(market)에서의 구매과정과 매우 유사하다는 점, 설문의 간소화 등의 장점이 있다(Freeman, 1993).

2. 이선선택형 조건부가치법

본 연구에서는 이선선택형 조건부가치법을 적용하여 멸종위기 침엽수종 보전사업에 대한 ‘일반 국민의 기금 납부’에 따른 수요함수를 추정하기 위해 Hanemann(1984)이 제시한 Logit 모형을 이론적 기준으로 설정하고 다음과 같은 응답 설문을 진행하였다. 현재 정부예산으로 수행되고 있는 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전사업이 국민의 기금을 받아 운영하게 된다면 이때, 임의의 기금(가격)수준에서 이를 지불하고서라도 보전사업을 지지하는 것인지, 혹은 제시된 가격수준에서 지불하지 않을것인지에 대해 파악하였다. 선택과정을 단순화하기 위하여 응답자의 효용함수는 지불의향(i)만의 함수로 가정하며, 관측 불가능한 부분에 대하여 오차항(ε_i)을 도입하면 효용함수는 다음 식 1과 같다.

$$U(i) = V(i) + \epsilon_i = 0 \text{ 또는 } 1 \tag{1}$$

i=0 은 임의의 비용수준에서 이를 지불하고서라도 지지하지 않는 경우, i=1은 임의의 비용수준에서 이를 지불하고서라도 지지하는 경우를 말하며, ε_i는 독립적이고 동일한 분포를 가지며 평균이 0(Zero)라고 가정하는 임의 변수(Random variable)를 나타낸다.

귀하의 가족(가구)은 ‘기금이’ P원일 경우, 이를 지불할 의향이 있으십니까?란 질문에 응답자가 ‘예’ 로 응답하는 것을 일정한 금액(P)을 지불하더라도 보전사업을 지지하는 경우가 지지하지 않는 경우보다 더 높다는 것을 의미하고, 식 2와 같다.

$$v(1, Y - P) - v(0, Y) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1 \tag{2}$$

또한, 두가지 선택에 의한 효용의 차이(Δv)와 오차항의 차이(η)는 식 3과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \Delta v(P) &= v(1, Y - P) - v(0, Y) \\ \eta &= \epsilon_0 - \epsilon_1 \end{aligned} \tag{3}$$

응답자가 임의의 비용수준에서 이를 지불하고서라도 보전사업을 지지하는 경우를 선택할 확률(Π₁)은 식 4로 확률함수(Probability function)로 나타낼 수 있다.

$$\pi_1 = Pr(i = 1) = Pr[\Delta v(P) \geq \eta = F\eta[\Delta P]] \tag{4}$$

여기서 Pr[]은 확률함수를 나타내며, Fη[]의 η의 누적분포함수(Cumulative distribution function)이고, 확률모형의 추정은 프로빗모형(Probit model)과 로짓모형(Logit model)로 활용할 수 있다.

프로빗모형과 로짓모형의 추정결과로부터 가치추정 계산이 프로빗모형보다 로짓모형에서 비교적 용이하며 적합도가 높게 나타나기 때문에(Kang et al., 2011) 식 5와 같이 로짓모형을 가정하여 가치를 추정한다.

$$\pi_1 = \frac{1}{1 + \exp(-\Delta v)} \tag{5}$$

추정된 확률함수를 소비자의 개별 수요함수로 가정하고, 수요함수를 추정할 수 있다. 현재 정부예산으로 운영 중인 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전사업이 정부예산이 아닌 국민들의 기금을 받아 사업이 수행된다고 가정한다면 편익을 먼저 추정해야 된다. 이는 수혜자들이 편익의 대가로 최대한 지불할 의사가 있는 일정한 지불의사금액(Willingness-to-pay)에 의해 측정된다. 편익에 대한 개인의 지불의사금액은 WTP로서 정의될 수 있으며, 개인의 지불의사금액은 아래 식 6과 같이 이용의향을 나타내는 상태변수 j가 상품의 품질을 나타내는 상태변수 q로 나타난다.

$$\begin{aligned} v(y - WTP, c | 1) + \epsilon_1 &= v(y, c | 0) + \epsilon_0 \\ \Delta v(WTP) &= \epsilon \end{aligned} \tag{6}$$

한편, 여기서 로짓함수에 추정되어지는 소비자의 지불의사확률 함수를 이용하여 소비자의 경제적 가치(편익)를 측정할 수 있다. 즉, 음(-)의 WTP를 고려하여 가격수준을 -∞ 에서 +∞ 까지 추정함수를 적분하여 계산하고, 지불의사금액의 평균은 무작위로 제시되는 금액 P원에 대하여 $\lim_{p \rightarrow 0} F_p < 1$ 일수도 있기 때문에 WTP의 지불의사금액의 전

체평균(WTP overall mean)으로 계산되기 때문에 지불의사금액의 전체평균은 식 7과 같다.

$$WTP = \int_0^{\infty} F_p dP - \int_{-\infty}^0 (1 - F_p) dP \quad (7)$$

WTP는 선형간접효용함수에 $\pi_1 = \frac{1}{1 + (\exp(-\Delta v))}$ 에서 Δv 가 $\alpha - \beta P$ 로 추정되어지며, 이때 $WTP = \frac{\alpha}{\beta}$ 로 계산된다.

3. 연구방법

본 연구는 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전가치를 평가하기 위해 온라인리서치 전문기관인 EMBRAIN을 통해 2,151명의 국민을 대상으로 2022년 9월 16일부터 2022년 9월 25일까지 온라인 설문조사를 진행하였다. 본 설문조사는 응답자의 설문에 대한 이해를 돕기 위해 멸종위기 고산지역 침엽수종에 관한 현황, 사진 등을 상세하게 기입하였고, 설문조사 기관과의 설문 문항에 대한 충분한 논의가 이루어진 후 조사를 시작하였다.

멸종위기 침엽수종에 대한 가상의 보전기금을 설정하고, 멸종위기 침엽수 7종을 대상으로 보전에 대해 질문하였다. 이와 같은 가상시장에 대한 구체적인 정보 제공은 응답자들이 생각하는 진실된 가치를 도출하는데 기여한다(Lee, 2013). 여기서 보전기금의 범주는 Pre-test를 통해 89명을 대상으로 지불가능한 금액의 범위를 조사하여(100원, 500원, 1,000원, 5,000원, 10,000원, 50,000원, 100,000원) 7개의 가격수준으로 설정하였다. 제시된 가상 기금 금액 중 무작위로 하나를 뽑아 제시된 금액을 보전기금으로 지불할 의향이 있는지에 대한 이선선택형으로 ‘예’, ‘아니오’로 제시하였고, 이 때 지불수단(payment vehicle)으로 비이용가치의 평가에 대한 가구당 지불하는 기금(bid)으로 구성하였다. 또한 설문 문항으로 일반적 특성인 성별, 연령, 거주지 등 응답자의 일반적인 특성과 관련된 항목으로 구성하였다.

결과 및 고찰

1. 응답자의 일반적 특성

멸종위기 고산지역 침엽수종 보전가치 응답자는 성별, 연령, 거주지를 인구비례로 할당하였고, 불성실 응답값을 제외하고 총 2,151명이 조사에 참여하였다. 응답자의 일반적 특성을 살펴보면 성별은 남성이 1,095명(50.9%), 여성 1,056명(49.1%)으로 나타났고, 연령은 20~29세 376명(17.5%), 30~40세 381명(17.6%), 40~50세 468명(21.8%), 50~60세 499명(23.2%), 60~69세 427명(19.9%)으로 40~69

세의 응답 비율이 높은 것으로 확인되었다. 거주지는 서울특별시, 경기도의 응답자의 참여가 많았고, 부산광역시, 경상남도, 인천광역시, 경상북도 순으로 나타났다(Table 1).

2. 멸종위기 고산지역 침엽수종에 대한 인식

멸종위기 고산지역 침엽수종에 대해 들어보거나 알고 있는 수종에 대한 결과, 구상나무가 1,246명(26.5%)로 가장 많이 알고 있는 것으로 나타났으며, 눈잣나무 942명(20.0%), 가문비나무 783명(16.6%), 주목 736명(15.6%)순으로 나타났다. 눈향나무, 눈측백, 분비나무는 다른 멸종위기 침엽수종에 비해 알지 못하는 것으로 나타났다(Table 2).

멸종위기 고산지역 침엽수종의 가장 큰 위협요인으로는 자연재해(산불, 산사태)가 4.35점으로 멸종위기 고산지역 침엽수종의 가장 큰 위협요인으로 나타났으며, 기후변화에 의한 서식환경변화 4.32점, 인간의 간섭(불법채취, 산행 등)이 4.32점으로 나타났다. 가장 큰 위협요인이 자연재해로 조사됨에 따라, 올 한해 동해안 대형산불 발생 등 크고 작은 자연재해들이 발생하여 산림이 큰피해를 입은 영향이 있는 것으로 보여진다.

또한 연구자들이 생각하는 멸종위기 침엽수종의 요인 중 하나인 고산지대의 극한환경(바람, 수분스트레스 등), 갱신문제(수종간 피압 경쟁 등)은 국민들이 생각하는 위협요인과는 조금 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 3).

3. 기금 지불의사 응답반응

설문조사에서 멸종위기 고산지역 침엽수종이 풍해 및 수분스트레스 등으로 인해 쇠퇴하고 있어 이를 보전·복원하기 위한 비용지원을 정부예산이 아닌 일반 국민의 ‘멸종위기 고산지역 침엽수종 보전복원기금(가칭)’을 받아 수행한다면, 귀하의 가족(가구)은 ‘기금’을 내실 의향이 있는지를 질문하였으며, 기금은 정확히 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전복원 사업을 위해서만 쓰여지며, 만일 기금이 조성되지 않는다면 우리나라에서 멸종위기 고산지역 침엽수종은 완전히 멸종한다고 가정하였고, 지불방식은 기금의 특성을 반영하여 단 한번 지불하는 것으로 하였다. 가격수준에 대한 응답자의 반응은 다음과 같다. 제시된 가격수준에 대하여 응답자가 ‘예’라고 대답하는 경우의 확률은 500원(85.2%)일 때가 가장 높았으며, 5,000원(61.9%)보다 10,000원(62.0%)의 경우, 응답자 6명이 더 많았으며, 전체적으로 기금으로 제시된 금액이 높아질수록 지불의사는 감소하는 것으로 나타났다(Table 4).

4. 경제적 가치 추정을 위한 로짓모형 추정

종속변수인 기금 제시금액의 지불의사에 관한 이선선택

Table 1. Visitor characteristic.

Section		N	%	Section		N	%
Gender	Man	1,095	50.9	Residence	Sejoung	14	0.7
	Woman	1,056	49.1		Daejeon	55	2.5
Age	10~20'	-	-		Ulsan	44	2.0
	20~30'	376	17.5		Gyeonggi-do	579	26.8
	30~40'	381	17.6		Gangwon-do	62	2.9
	40~50'	468	21.8		Chungcheongbuk-do	68	3.2
	50~60'	499	23.2		Chungcheongnam-do	86	4.0
	60~70'	427	19.9		Jeollabuk-do	71	3.3
Residence	Seoul	412	19.2		Jeollanam-do	70	3.3
	Busan	138	6.4		Gyeongsangbuk-do	107	5.0
	Daegu	103	4.8		Gyeongsangnam-do	135	6.3
	Incheon	128	6.0		Jeju	24	1.1
	Gwangju	55	2.5		Job	Self-employment	209
Academic ability	Middle school	16	0.8			Profession	212
	High school	473	22.0	Public official etc.		153	7.1
	College	1433	66.6	Agriculture and Forestry etc.		14	0.7
	Graduate school	229	10.6	Student	109	5.1	
Income	Less than 1 million won	95	4.4	Housewife	261	12.1	
	1 to 2 million won	166	7.7	Employee	874	40.6	
	2 to 3 million won	377	17.5	Etc.	319	14.8	
	3 to 4 million won	395	18.4				
	4 to 5 million won	363	16.9				
5 million won more	755	35.1					

Table 2. Recognition of coniferous species in endangered alpine areas.

Tree species	N	%
Abies koreana E.H.Wilsonr	1,246	26.5%
Thuja koraiensis Nakai	379	8.0%
Abies nephrolepis (Trautv. ex Maxim.) Maxim	234	5.0%
Picea jezoensis (Siebold & Zucc.) Carrière	783	16.6%
Juniperus chinensis L. var. sargentii A.Henry	390	8.3%
Pinus pumila (Pall.) Regel	942	20.0%
Taxus cuspidata Siebold & Zucc	736	15.6%
Total	4,710	100.0

※ multiple responses

형 변수에 영향을 미칠 것으로 기대되는 독립변수(성별, 연령, 학력, 소득, 직업, 지역, 기금금액)를 포함하여 일반적으로 적합도가 높고 지불의사금액의 산출이 편리한 로짓모형을 적용하여 추정하였다. 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전사업에 대한 국민들의 지불의사에 통계적으로 미치는 변수로는 연령, 학력, 소득, 기금금액으로 나타났

으며, 연령, 소득, 기금금액은 유의수준 1%, 학력은 5% 내에서 유의성을 가지는 것으로 나타났다(Table 5).

최종적으로 지불의사금액을 추정하기 위하여 가격수준만을 고려하여 추정한 결과, 아래 표와 같이 가격수준이 1%의 유의성을 보였으며, 지불의사금액에 대한 부호도 음(-)으로 나타나 이는 제시금액이 높으면 높을수록 이를 지

Table 3. Threats to endangered alpine coniferous species.

Section	N	Average	Std
Extreme environment in alpine areas (wind, water stress etc.)		3.66	.766
Environment change due to climate change		4.32	.655
Human interference (illegal extraction, hiking etc.)	2,151	4.28	.733
Natural Disasters (forest fire, landslide etc.)		4.35	.710
Damage by animals		3.14	.902
Tree species renewal problem		3.45	.768

※ 5 Point Likert Scale

Table 4. Response to Preservation value.

Bid(1,000won)		Willingness to pay		
		Yes	No	Total
.1	N	276	66	342
	%	80.7%	19.3%	100.0%
.5	N	264	46	310
	%	85.2%	14.8%	100%
1.0	N	258	59	317
	%	81.4%	18.6%	100.0%
5.0	N	182	112	294
	%	61.9%	38.1%	100.0%
10.0	N	188	115	303
	%	62.0%	38.0%	100.0%
50.0	N	114	199	313
	%	36.4%	63.6%	100.0%
100.0	N	85	187	272
	%	31.2%	68.8%	100.0%
Total	N	1,367	784	2,151
	%	63.6%	36.4%	100.0%

Table 5. Logit model estimation results for economic benefit estimation.

stepwise	Variable	B	S.E	Wald	df	p-value	EXP(B)
final step	Age	0.383	0.100	14.628	1	0.000	1.467
	Academic	0.310	0.120	6.693	1	0.012	1.364
	Income	0.493	0.106	21.422	1	0.000	1.637
	Bid(won)	-0.022	0.001	214.583	1	0.000	0.979
	Constant term	0.505	0.105	23.046	1	0.000	1.657

불하고자 하는 응답자의 의사가 “예”라고 대답할 확률이 감소하고 있는 것으로 경제적 이론에 부합하는 것으로 나타났다(Table 6).

앞에서 추정된 함수를 적용하여 최종적으로 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전(편익)가치에 대한 지불의사평균

금액(WTP)을 추정식 하면 $\pi_1 = \frac{1}{1 + \exp(-1.082 + 0.022 + Bid)}$

으로 나타났으며, 우리나라 1가구당 49,181원으로 평가되었다(Figure 1).

보전기금의 지불의사금액을 가진 응답자를 대상으로 보

Table 6. final cut Logit model estimation result.

Variable	B	S.E	Wald	df	p-value	EXP(B)
Bid(1,00won)	-0.022	0.001	234.399	1	0.000	0.978
Constant trem	1.082	0.058	342.671	1	0.000	2.952

Table 7. Preservation Value Allocation Ratio.

Preservation value	N	Preservation value(won/one household)	
		Ratio(%)	Willingness to pay(won)
Existence value		34.3	16,869
Bequest value	1,367	47.7	23,459
Option value		18.0	8,853
Total	1,367	100.0	49,181

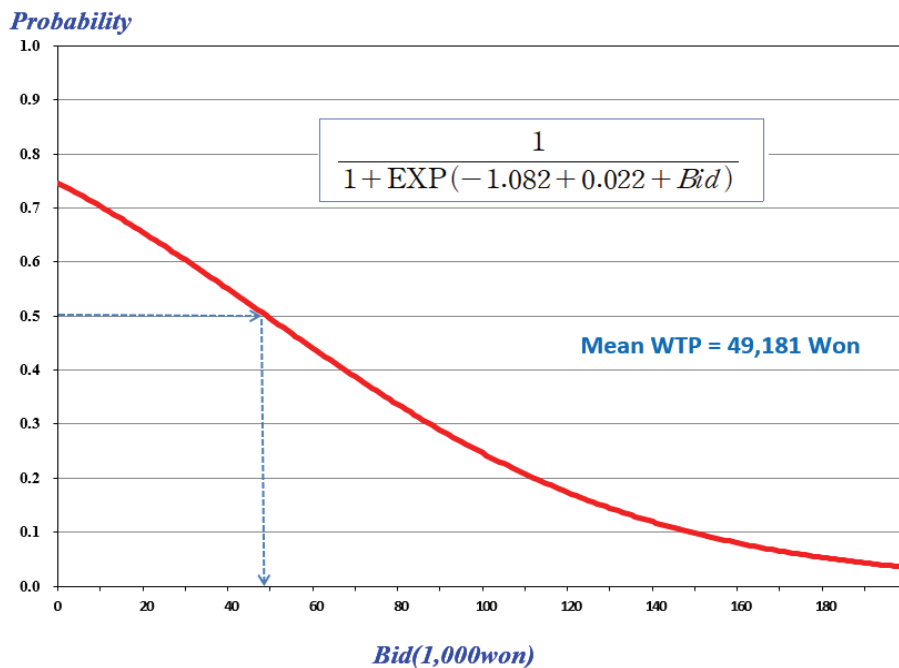


Figure 1. Estimation Model of Preservation Value of Endangered Alpine Coniferous Species.

전가치에 대한 존재, 유산, 선택가치를 각각의 할당비율 합을 100%로 설문하여 추정된 응답자 1,367명의 1가구당 49,181원의 보전가치를 분해하여 할당하면, 유산가치 23,459원(47.7%), 존재가치 16,869원(34.3%), 선택가치 8,853원(18.0%)로 나타나, 멸종위기 고산지역 침엽수종을 미래세대에게 물려주기 위해 기금을 지불하려는 응답이 가장 높게 나타났다(Table 7).

결론

본 연구에서는 우리나라 멸종위기 고산지역 침엽수종

보전사업의 필요성과 가치를 평가하고 객관적인 지표를 제시하기 위하여 전국민 대상으로 보전가치 평가를 실시하였다. 이를 위해 환경자원의 경제적 가치평가법의 가장 많이 활용되는 조건부가치법(CVM)을 적용하여 멸종위기 고산지역 침엽수종의 보전가치(preservation value)를 추정하고, 최종적으로 보전가치에 대한 경제적 가치를 평가하였다.

연구결과는 다음과 같다. 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전의 가치는 1가구 당 49,181원으로 추정되었으며, 보전기금의 지불의사금액 응답자 1,367명을 대상으로 추정된 보전가치를 존재가치, 유산가치, 선택가치로 구분해서

살펴본 결과 유산가치 23,459원, 존재가치 16,869원, 선택가치 8,853원으로 할당되었다.

멸종위기 고산지역 침엽수종 보전가치 평가의 결과를 바탕으로 국민들에게는 멸종위기 고산지역 침엽수종에 대한 자원의 중요성 및 가치에 대한 인식을 제고시키고, 더불어 보전복원 정책을 추진하고 있는 산림청에 대한 사회적 인식을 제고할 수 있는 수단으로 활용이 가능할 것이다. 또한 중앙정부 및 지자체에게는 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전복원의 필요성 및 당위성에 대한 객관적인 지표를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

보전가치를 화폐적 가치로 환산하여 언론보도(뉴스, 신문), 캠페인 등을 통해 국민들에게 홍보함으로써 보전사업에 대한 관심을 높일 수 있을 것이고, 이외에도 멸종위기 고산지역 침엽수종 보전 교육, 서식지 복원 연구, 세미나, 박람회 등 다방면으로 국민들과 함께 동참하고 소통할 수 있는 창구를 만들어 갈 수 있는 적극적인 보전정책 및 관리방안이 동반되어야 할 것이다. 또한 멸종위기 침엽수종의 보전·복원을 위한 예산을 집행하는데 있어 정당한 평가를 하는 근거자료로 활용될 수 있을 것이다.

미래 세대에게 멸종위기 고산지역 침엽수종을 물려주기 위해 지불하려는 유산가치가 높게 나타남에 따라 현재 멸종위기 고산지역 침엽수종 모니터링 및 정밀조사를 통해 생육상태 변화를 주기적으로 모니터링하여 쇠퇴 현황을 파악하는 등에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있어 고사가 진행되고 있는 멸종위기 침엽수종에 대한 보전 및 관리 대책이 조속히 마련될 것이라고 사료된다.

본 설문조사는 가설적 상황(hypothetical setting)에 대해서만 제시하고 있기 때문에 보다 진실된 보전가치를 얻기 위한 실제지불 상황(real setting)을 2차 질문으로 제시하지 못했으므로 응답자의 실제가치가 왜곡될 수 있는 점이 한계점으로 나타났다. 또한 일반인과 전문가가 생각하는 멸종위기 침엽수종 보전가치에 대한 비교를 통한 연구결과가 더해진다면 멸종위기 침엽수종 보전가치에 대한 명확한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

References

- Baekdudaegan National Arboretum(BDNA). 2022. <https://www.koagi.or.kr/board/list.do>.
- Chung, Y.I. 2022. Analysis of the awareness and attitudes of local residents regarding the restoration of endangered species. *The Korean Society of Culture and Convergence* 44(4): 817-833.
- Choi, K.R., Kim, J.H. and Yoo, S.H. 2021. Preservation value of an endangered species, *Cypripedium japonicum*. *Korea Environmental Policy Society Conference Proceeding* 2021(1): 220.
- Freeman, A.M. 1993. *The Measurement of environmental and resource values: Theory and Methods*. Resources for the Future pp. 516.
- Germino, M.J., Smith, W.K. and Resor, A.C. 2002. Conifer seedling distribution and survival in an alpine-treeline ecotone. *Plant Ecology* Publish by Springer Nature 162(2): 157-168.
- Golicher, D.J., Cayuela, L., Alkemade, J.R.M., González-Espinosa, M., and Ramírez-Marcial, N. Applying Climatically Associated Species Pools to modelling compositional change in tropical montane forests. *Global Ecology and Biogeography*. 17(2): 262-273.
- Han, B.S. and Kim, S.H. 1977. The comparison of travel cost method with contingent valuation method in the non Marketed resource valuation: The methodological superiority. *Journal of the Tourism Sciences Society of Korea* 20(2): 15-13.
- Han, S.Y. 2000. Measuring preservation value of manchurian black bear: An application of turnbull distribution-free model. *Korea Forest Economics Society* 8(1): 1-10.
- Haneman, W.M. 1984. Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultura Economics* 71(3): 1057-1061.
- Hasegawa, S.F. and Mori. A. 2007. Structural characteristics of *Abies mariesii* saplings in a snowy subalpine parkland in central Japan. *Tree Physiol.* 27(1): 141-148.
- Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC). 2007. *Climate Change 2007: Synthesis report. Contribution of working Groups I,II, and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. In Core writing team, Pachauri, R.K and A. Reisinger (eds.), IPCC, Geneva, Switzerland.
- International Union for Conservation of Nature(IUCN). 2022. IUCN redlist of threatened species. <https://www.iucnredlist.org>.
- Jang, J. 2019. Valuation of jirisan National Park's Ecosystem Services Using the Choice Experiment Method(CE). *Korean Institute of Forest Recreation and Welfare*. 23(2): 49-57.
- Kang, K.R., Le, K.C., Le, H.T., Ryu, B.R. and Kim, D.P. (2010) A study on economic value of Daegu arboretum based on contingent valuation methods. *Journal of the Korean Society of Environment and Ecology* 25(5): 787-798.
- Korea Forest Service(KFS). 2022. Introduction of Main planning on Korea Forest Service. <https://www.forest>.

- go.kr
- Kim D.H., Sim, K.Y., Kwon, H.G. and Han, S.Y. 2022. How does the endangered species restoration project benefit the community. *Journal of National Park Reserarch* 13(1): 139-146.
- Kong, W.S. 2002. Species composition and distribution of Korean Alpine Plants. *Journal of the Korean Geographical Society*, 37(4): 357-370.
- Koo, K.A. and Kim, D.B. 2020. Review Forty-year Studies of Korean fir (*Abies koreana* Wilson). *Korean Journal of Environment and Ecology*, 34(5): 358-371.
- Krutilla, J.V. 1967. Conservation reconsidered. *American Economic Review* 57(4): 777-786.
- Kullman, L. 2002. Rapid recent range-margins rise of tree and shrub species in the Swedish Scandes. *Journal of Ecology* 90(1): 68-77.
- Kwak, S.Y. and Lee, C.H. 2015. Resarch on national ship for environment in. Korea Environment Institute. pp. 3.
- Lee, C.K. 2013. Estimating the Preservation Value of Dokdo: Using Two Stage Contingent Valuation Method. *Journal of Tourisim Sciences* 37(4): 117-139.
- Lee, D.K. and Kim, J.U. 2007. Vulnerability assessment of sub-alpine vegetations by climate change in Korea. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*, 10(6): 110-119.
- Meshinev, T., I. Apostolova and E.S. Koleva. 2000. Influence of warming on timberling rising: a case study on *Pinus peuce* Griseb. in Bulgaria. *Phytocoenologia* 30: 431-438.
- Mori, A., E. Mizumachi, T. Osono and Y. Doi. 2004. Substrate-associated seedling recruitment and establishment of major conifer species in an old-growth subalpine forest in central Japan. *Forest Ecology and Management*, 196 (2-3): 287-297.
- National Institute of Ecology(NIE). [https://www.nie.re.kr/nie/bbs/BMSR00029\(2021.3.30\)](https://www.nie.re.kr/nie/bbs/BMSR00029(2021.3.30))
- Noh, H.J. 2003. Intrinsic Value in Biodiversity and Moral Education. *Intrinsic Value Biodiversity and moral Education*, 86: 115-137.
- Sim, K.Y. 2013. A study on economic value of national park based on contingent valuation methods. *Korean Institute of Forest Recreation and Welfare* 17(4): 33-40.
- Tellez, O., P. Davila, M. Ayala, K. Gutierrez and I. Melchor. 2007. Case studies on the effect of climate chang on the flora of Mexico. *Bgjournna* 4(2): 17-21.

Manuscript Received : May 16, 2023

First Revision : July 28, 2023

Second Revision : August 10, 2023

Accepted : August 11, 2023