creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

농학석사 학위논문

산주의 공익적 산림 관리에 대한 보상 수용 의사

Willingness to accept the compensation for their opportunity cost of forest ecosystem services provision

2021 년 8 월

서울대학교 대학원

산림환경학 전공

이 지 은

산주의 공익적 산림 관리에 대한 보상 수용 의사

지도교수 윤 여 창

이 논문을 농학석사 학위논문으로 제출함
2021 년 8 월

서울대학교 대학원
산림환경학 전공
이 지 은

이지은의 석사 학위논문을 인준함
2021 년 7 월

위 원 장 김 홍 석

부위원장 윤 여 창

위 원 구 자 춘

국문초록

우리나라 사유림은 전체 산림면적의 63%를 차지하며, 이 중 개인 산주가 92%이다. 점차 증가하는 생태계서비스의 공익적 기능에 대한 수요에 맞추기 위해서는 개인 산주의 자발적인 지속가능한 산림 생태계서비스 경영이 필요하다. 한편, 생태계서비스에 대한 시장의 미비와 개인 산주의 산림 생태계 경영에 대한 보상이 없어 산주는 공익적 사림 생태계서비스를 증진하기 보다는 목재 혹은 임산물의 생산이나 산지 전용을 추구한다. 이에 본 연구는 산주가 생태계서비스를 제고하기 위해 자발적으로 시행할 수 있는 산림 사업 활동에 대한 보상수용의사금액을 규명하여 임업에 대한 생태계서비스지불제의 설계에 기여하고자 하였다. 이 연구는 임업 활동을 활발히 하고 있는 한국임업후계자협회 회원을 대상으로 수행하였다. 조건부로짓모형으로 분석한 결과, 인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동은 산주의 효용에 긍정적인 영향을, 100%를 자연림으로 복원하는 사업은 부정적으로 영향하였다. 벌기령을 50년 연장하는 활동은 부정적인 영향을, 월2회 적극적인 산림 보호 활동과 숲가꾸기 활동은 산주의 효용에 긍정적으로 영향하는 것으로 나타났다. 또한, 산주 특성과 생태계서비스와 관련 제도에 대한 인식 및 산지 특성에 따라 산주의 효용에 미치는 영향에 차이가 있다. 산주의 연령, 산주가 생각하는 가장 중요한 생태계서비스 유형과 환경부의 생태계서비스지불제계약에 대한 인식과 부재산주 여부, 육림/벌채 임업 활동 여부, 주업/겸업 여부 및 소유 산림의 면적, 임상의 차이가 임업경영모델의 선택에 있어서 차이를 야기한다. 마지막으로 산주는 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활동과 벌기령을 50년 연장하는 활동에 대해서는 보상을 요구하지만 인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동, 산림 보호 활동이나 숲

가꾸기 활동에 대해서는 보상을 요구하지 않고 적극적으로 수용하는 태도를 보였다. 이러한 연구 결과에 기반하여 본 연구에서 제시하는 바는 다음과 같다. 임업에 대한 생태계서비스지불제는 산주 및 산지의 특성을 고려한 전략적 설계를 요구된다. 또한, 효율적이고 성공적인 생태계서비스지불제의 실현을 위해서는 산림의 공익적 가치를 증진하는데 기여할 수 있는 임업에 대한 산주의 인식의 증진이 필요하다. 본 연구는 특정 생태계서비스 유형에 국한되지 않고 전반적인 생태계서비스에 대한 산주의 의사를 계량적으로 평가하였으며 추후 임업에 대한 생태계서비스지불제 도입에 필요한 기초 자료를 제공한다.

주요어 : 생태계서비스, 생태계서비스지불제, 사유림, 산주, 조건부 로지스틱 회귀분석
학 번 : 2019-27884

목 차

제 1 장 서론 ····· 1

제 1 절 연구의 배경 및 필요성 ····· 1

1. 생태계서비스 개념 ····· 1

2. 국내 사유림 현황 및 정책 ····· 4

3. 연구의 필요성 ····· 7

제 2 절 연구의 목적 ····· 8

제 3 절 연구 설계와 구성 ····· 9

1. 연구 설계 ····· 9

2. 연구 구성 ····· 10

제 2 장 이론적 배경 ····· 12

제 1 절 생태계서비스지불제 ····· 12

제 2 절 생산자이론 ····· 17

1. 생산가능곡선 ····· 17

2. 쌍대 이론 ····· 19

제 3 절 선행연구 검토 ····· 20

1. 산림환경서비스 관련 제도에 대한 산주의 인식 ····· 20

2. 산림환경서비스 관련 제도의 참여에 미치는 요인 ····· 22

3. 산주의 산림사업활동 참여 의향 ····· 23

제 3 장 연구방법 ····· 26

제 1 절 연구 대상 ····· 26

제 2 절 연구 분석 틀 ····· 27

1. 선택실험법 ····· 27

1.1 선택실험법 이론적 모형 ····· 28

1.2 선택실험법 절차 ····· 30
1.2.1. 산림 사업 활동 속성 결정 ····· 31
1.2.2. 산림 사업 활동 수준 결정 ····· 42
1.2.3. 선정된 속성 및 수준 ····· 50
1.2.4. 속성별 한계 효과 ····· 52
2. 산림 사업 활동 선택에 영향을 미치는 요인 ····· 53
제 3 절 설문조사 설계 ····· 58
1. 변수의 구성 ····· 58
2. 자료 수집 방법 ····· 60
제 4 절 분석 모형 ····· 61

제 4 장 연구결과 및 고찰 ····· 64
제 1 절 응답자의 일반 현황 ····· 64
1. 인구통계학적 및 산지 특성 ····· 64
2. 생태계서비스 및 제도 인식 ····· 70
제 2 절 모수 추정 결과 ····· 72
1. 산림 사업 활동 모수 추정 ····· 72
2. 무관한 대안의 독립성(IIA) 검정 ····· 77
3. 한계수용의사 산정 ····· 78
4. 선호에 대한 이질성의 원인 규명 ····· 80
제 5 장 결론 ····· 84

참고문헌 ····· 87
부록 ····· 102
Abstract ····· 122

표 목 차

표 1 생태계서비스 분류체계 비교표(안소은(2013)) ····· 3
표 2 산림자원가치 분류 ····· 4
표 3 사유림 소유별 현황(산림청, 2020) ····· 5
표 4 생태계서비스지불제계약 개요 ····· 15
표 5 연구대상자 분포 ····· 26
표 6 제1계층 가중치 및 우선순위 계측 결과 ····· 35
표 7 계층별 가중치 및 우선순위 계측 결과 ····· 37
표 8 제2계층 종합 가중치 및 우선순위 계측 결과 ····· 38
표 9 무작위 지수 (Random Consistency Index) (Saaty, 1980) ····· 39
표 10 응답자별 일관성 분석 결과 ····· 41
표 11 이행척도에 따른 생태계서비스지불제 특성 ····· 46
표 12 벌기령 연장 활동에 대한 보상금액 산정 내용 ····· 47
표 13 각 산림 사업별 산정된 보상금액 ····· 49
표 14 선정된 산림 사업 활동의 속성 및 수준 ····· 50
표 15 최종 선정된 선택 대안 ····· 51
표 16 연구 가설 ····· 57
표 17 로지스틱 회귀분석 변수 설명 ····· 58
표 18 산주에게 제시한 산림 사업 활동에 대한 설명 개요 ····· 59
표 19 독립변수 유형 ····· 60
표 20 응답자들의 인구통계학적 및 산지 특성 ····· 67
표 21 응답자들의 인구통계학적 특성 빈도표 ····· 68
표 22 응답자들의 소유 임야 특성 ····· 69
표 23 응답자들의 생태계서비스 및 제도 인식 ····· 71
표 24 응답자들의 생태계서비스 및 생태계서비스 제도에 대한 인식 ····· 71
표 25 산림 사업 활동 변수 ····· 72
표 26 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 75
표 27 추정 모수의 분산-공분산 행렬 ····· 76
표 28 대안 수에 따른 조건부로짓모형의 추정계수 비교 ····· 77
표 29 한계수용의사(WTA) 결과 ····· 79
표 30 설명변수 유형 ····· 81

표 A. 그룹별 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 114
표 B. 소재/부재산주 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 115
표 C. 육림/벌채 분류 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 116
표 D. 겸업/주업 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 117
표 E. 임상별 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 118
표 F. (개인특성)교차변수를 추가한 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 119
표 G. (산림 특성)교차변수를 추가한 조건부로짓모형의 추정 결과 ····· 121

그 림 목 차

그림 1 산림관리수준과 한계효용 및 한계비용과의 관계 ····· 16
그림 2 공적 서비스와 사적 재화 사이의 관계 (Nicholas(2014) 재인용) ····· 18
그림 3 선택실험법(CE) 절차 ····· 31
그림 4 산림 사업 활동의 계층구조 ····· 33

제 1 장 서론

제 1 절 연구 배경 및 필요성

1. 생태계서비스 개념

새천년생태계평가(Millennium Ecosystem Assessment) 보고서[1)] (2005)에 따르면, 지난 과거 50년동안 인간은 역사상 어느 시대 때보다 생태계를 급격하고 광범위하게 변화시켜왔다. 국제 사회는 생태계의 비가역적인 변화를 방지하고 대응하고자 생태계와 조화를 이루는 동시에 지속가능한 발전을 실현할 공동 목표를 수립하여 달성하고자 하였다. 1992년 브라질 리우데자네이루에서 개최된 UN환경개발회의(UNCED: United Nations Conference on Environment & Development)에서는 환경적으로 건전하며 지속 가능한 개발(ESSD: Environmentally Sound and Sustainable Development)을 위한 원칙을 채택하였으며, 1993년 생물다양성의 보전과 지속가능한 이용 등을 위한 생물다양성에 관한 협약(Convention on Biological Diversity) 및 기후변화에 대응하기 위한 협약의 UNFCCC(UN Framework Convention on Climate Change), 교토의정서(Kyoto Protocol) 및 파리협정(Paris Agreement)이 채택되면서 인간사회와 생태계를 연결하는 생태계서비스의 역할이 도드라졌다.

생태계서비스와 재화에 대한 개념은 Odum(1959)이 자연자산과 생태계의 일부로 인간을 표현하면서 도입되었다(이동근 외, 2014). 이후, Ehrlich and Ehrlich(1981)가 생태계서비스라는 용어를 처음 사용하였으며 Daily(1997)은 생태계서비스를 인간의 삶을 충족하기 위한 생물다양성과 지속적인 재화의 생산을 위한 생태계의 조건과 과정으로 정의하였다. Costanza et al.(1997)는 인간이 생태계 기능으로부터 직접적 혹은 간

1) 새천년생태평가보고서(MA)는 유엔환경계획(UNEP) 주도하에 약 1,300명의 연구자가 참여하여 발간된 지구 생태계 진단 보고서로, 총 6권으로 구성되어 있으며 2005년 최종 보고서가 발간되었다(안소은, 2013).

접적으로 얻는 혜택으로, de Groot et al.(2002)은 인간의 필요를 위해 요구되는 자연적인 과정과 요소의 생산능력으로, 새천년생태계평가(MA)(2005)는 인간이 생태계로부터 얻는 혜택으로 정의하였다. 새천년생태계평가(MA) 보고서가 발간된 후 생태계서비스 및 가치에 대한 인식이 전 세계적으로 확대되었으며, 생태계서비스를 가치평가하기 위해 생태계서비스 분류체계에 대한 연구가 활발히 진행되었다(Daily, 1997; de Groot et al., 2002; MA, 2005; de Groot, 2006; Boyd and Banzhaf, 2007; Fisher and Turner, 2008; 구미현 외, 2012). 가장 보편적으로 인용되는 MA(2005)의 산림의 생태계서비스 분류로는 크게 4가지 범주(공급서비스, 조절서비스, 지원서비스, 문화서비스)로 구분된다. 여기에는 목재, 임산물 및 수자원을 공급하는 공급서비스, 공기 및 수질정화, 기후변화를 완화하는 조절서비스, 야생동물 서식지 제공 및 토양을 생성하는 지원서비스, 다양한 생태관광, 교육 및 심미적 가치를 제공하는 문화서비스로 분류된다. 이런 산림생태계서비스는 많은 경우 모든 사람이 누릴 수 있는 비배제성 특성과 소비에 경쟁이 없는 비경합성 특성을 지닌다.

표 1 생태계서비스 분류체계 비교표(안소은(2013))

de Groot et al.(2002)		Costanza et al.(1997)	MA(2005)	
생산기능	식료품	식료품 생산	식료품	공급서비스
	원료	원료공급	연료재	
	장식(Ornamental) 자원		식이섬유	
	의약품자원		담수	
			생화학물질	
	유전자원	유전자원	유전자원	
조절기능	가스조절	가스조절	대기정화	조절서비스
	물조절	물조절	물조절	
	물공급	물공급		
	폐기물 처리	폐기물 처리	수질정화 및 폐기물 처리	
	기후조절	기후조절	기후조절	

	수분	수분	수분	
	외부로부터의 교란조절	외부로부터의 교란조절	폭풍으로부터 보호	
	생물학적 조절	생물학적 조절	생물학적 조절	
서식처 기능	동식물 서식처 제공	피난처 (서식처)		
	양식(reproduction) 기능			
조절 기능	토양유지		침식조절	
			(인간)질병 조절	
	토양형성	토양형성	토양형성	지지서비스
		침식방지 침전물 보유		
	영양분 순환	영양분 순환	영양분 순환	
			일차적 생산	
정보 기능	문화/예술 정보	문화	문화적 유산	문화서비스
			예술적 영감	
	영적/역사적 정보		영적/종교적 가치	
	과학/교육		교육	
			공간적 안정감	
	휴양	휴양	휴양/생태관광	
	경관미적 정보		경관미	

산림 생태계서비스의 가치는 사용가치와 비사용가치로 나눌 수 있는데, 이때 사용가치는 직접이용와 간접이용으로 구분할 수 있다. 목재, 펄프, 연료, 버섯 등의 임산물 등 시장재는 시장가격으로 평가할 수 있지만, 시장에서 거래되지 않는 탄소고정 등 조절기능과, 생물다양성 보호 등 지지서비스는 비시장적 공익적 편익으로서 공공재적 성격을 갖는다. 한편, 국립산림과학원(2020)은 우리나라 산림의 생태계서비스의 공익적 가치를 약 221조원(2018년 기준)으로 추정하였다. 산림공익기능의 가치는 1987년 이후로 연평균 7.5%가 증가하였으며, 사회적으로 산림생태계서비스에 대한 수요가 증가하면서 산림의 역할이 도드라지고 있다.

표 2 산림자원가치 분류
(Hoehn, J. & Krieger, D.,1988; Johnson, R & Johnson G.,1990; Krieger,2001; 김종호, 2012; 김종호 외(2012) 재인용)

산림자원의 총가치				
사용가치			비사용가치	
직접이용	간접이용	선택가치	존재가치	유산가치
목재, 버섯, 열매, 약재, 임업부산물	휴양, 교육의 문화가치 수원함양, 토사유출·붕괴 방지, 대기정화·야생 조수보호, 기후완화, 소음방지 등	현재에는 이용하지 않지만 향후 이용권을 위해 지불하고자 하는 가치	숲의 존재 자체에 대해 지불하는 가치	숲이 미래 세대에 유산이 될 것이라는 사실에 대해 지불하는 가치

2. 국내 사유림 현황 및 정책

우리나라 산림은 2015년 기준 6,335천ha의 면적이며 전체 토지 면적의 약 63%를 차지한다. 사유림은 국·공유림을 제외한 단체,기업 또는 개인 소유의 산림으로 전체 산림면적의 약 67%(4,250천ha)를 차지하고 있으며 임목축적은 138.3㎥/ha이며 국유림 163.3㎥/ha 및 공유림의 156㎥/ha보다 낮은 편이다(산림청,2016). 2019년 기준 사유림의 소유주의 숫자는 약 217만이 있는데, 그 중 개인 산주가 약 200만명으로 전체 산주 수의 92%를 차지한다. 또한, 이 개인이 소유하고 있는 산림의 면적은 3,030천ha으로 전체 사유림 면적의 73%를 차지한다. 이는 곧 전체 산림 중에서 사유림의 비중이 높으며 그 중 특히 개인 산주의 산림 경영의 관리가 생태계서비스를 공급하는데 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다. 특히 사유림 개인 산주가 국가온실가스 감축 목표 달성에도 큰 기여를 할 수 있음을 시사한다.

표 3 사유림 소유별 현황(산림청, 2020)

	개인	종중	법인	기타 단체	일본인, 창씨명	종교 단체	외국인 등 기타	합계
산주 수 (명)	1,996,971 (92%)	109,585	37,704	10,064	7,822	6,033	4,934	2,173,113
면적 (ha)	3,030,566 (73%)	607,219	351,635	66,037	8,812	6,033	11,792	4,176,007

공공재적 특성을 가지는 생태계서비스의 기반인 산림을 보호하고, 다양한 산림 생태계서비스를 증진하기 위해 여러 법과 정책이 시행되었다. 1997년에 제정된 『임업진흥촉진법』(2001년에 『임업 및 산촌 진흥 촉진에 관한 법률』으로 개정됨)에서는 임업의 생산성을 향상시키고자 하였으며 임업경영을 위한 임업보조금 지급에 관한 항목이 신설되었다. 이후, 『산림기본법(2002)』과 『산지관리법(2003)』도 산림의 다양한 기능을 증진하고 임업의 발전을 도모하는 조항을 담고 있으며, 산지의 보전하기 위해 산지전용을 하는 산주에게 대체산림자원조성비를 부담하도록 하고있다. 『산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률(2006)』은 국가와 산림소유자는 산림의 다양한 기능을 발휘하며 지속가능한 산림경영을 도모하여야 하는 책임이 있음을 천명하고 있다.『산림문화·휴양에 관한 법률(2006)』 및 『산림보호법(2010)』 등을 제정하여 산림 생태계서비스의 공급을 보장하고자 하였다.

하지만, 과거 및 현재 제정되어 있는 법률에서는 산림 생태계서비스를 거래할 수 있는 시장이 마련되어 있지 않아 생태계서비스는 외부성을 갖게 된다. 2010년 『저탄소 녹색성장 기본법』을 토대로 2013년 『탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률』이 제정되어 산림탄소상쇄사업이 시행되고 있지만 산주의 탄소 흡수원 증진 활동에 대한 탄소흡수량의 거래는 시행되고 있지 않다. 이러한 생태계서비스 시장의 부재는 산주가 공익적 가치 창출보다는 목재, 임산물 생산이나 다른 토지 이용으로의 산림 전용을 추구하는 유인이 존재한다는 것을 의미한다. 또한, 생산자인 산주에게는 산림 환경 서비스가 사회에 부정적 혹은 긍정적 영향을 미치

는 지 중요하지 않으며, 이는 결국 낮은 사회적 후생(social welfare)와 사회적 어메니티(amenity)를 초래할 수 있음을 의미한다(Nicholas, 2013). 시장경제에서 사회적 후생의 극대화는 오직 사회적 한계효용과 사적 한계수익 내지 한계비용이 일치할 때 가능하다.

한편, 환경부에서는 『생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률(2013)』 아래 "[2]생태계서비스지불제계약(구 "생물다양성관리계약")"을 시행하고 있다. 이는 보호지역의 보전 및 지속가능한 활용을 위하여 생태계서비스를 유지하거나 증진하는 활동에 참여한 토지주 혹은 지역주민에게 적절한 보상을 하는 제도이다(환경부, 2020). 산림 생태계서비스를 내부화하는 제도이지만 계약 대상 지역이 보호지역(생태·경관보전지역[3], 습지보호지역[4], 자연공원[5], 야생생물 특별보호구역[6], 야생생물 보호구역[7], 멸종위기 야생생물 보호 및 생물다양성의 증진이 필요한 지역[8], 그 밖의 대통령으로 정하는 지역[9])으로 한정되어 있어(환경부, 2020), 일반

---

2) 『생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률』(시행 2020. 6. 11) 제16조 (생태계서비스지불제계약)

3) 「자연환경보전법」 제2조제12호에 따른 생태・경관보전지역

4) 「습지보전법」 제8조에 따른 습지보호지역

5) 「자연공원법」 제2조제1호에 따른 자연공원

6) 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제27조에 따른 야생생물 특별보호구역

7) 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제33조에 따른 야생생물 보호구역

8) 멸종위기 야생생물 보호 및 생물다양성의 증진이 필요한 다음 각 목의 지역

가. 멸종위기 야생생물의 보호를 위하여 필요한 지역

나. 생물다양성의 증진 또는 생태계서비스의 회복이 필요한 지역

다. 생물다양성이 독특하거나 우수한 지역

9) 그 밖의 대통령으로 정하는 지역(『생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률 시행령』 제9조의2 근거

가. 유네스코가 선정한 생물권보전지역

나. 『습지보전법』 제9조 제1항에 따른 협약등록습지

다. 『수도법』 제7조 제1항에 따른 상수원보호구역

라. 『환경정책기본법』 제38조 제1항에 따른 특별대책지역 중 상수원 수질보전을 위해 지정·고시된 지역

마. 『한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률』 제4조, 『낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률』 제4조, 『금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한

개인산주가 이 제도에 참여하는 데 한계를 지닌다. 즉, 전체 산림의 67%를 차지하는 사유림 산주가 생태계서비스를 증진하기 위한 보상 체계의 한계가 존재한다. Wunder et al.(2008)에 따르면 효율적인 생태계서비스 지불제계약은 프로그램 이전에 비해 추가성을 지녀야 한다고 하였다. 이 제도를 활용하여 보호구역 외 산림에서 관행적인 임업 활동을 하면서 발생되는 공편익(즉, 생태계서비스) 외 추가적인 생태계서비스를 창출할 수 있도록 하는 제도적 보안이 필요하다.

3. 연구의 필요성

기후변화 등의 환경문제 해결과 삶의 질 향상을 위해 생태계서비스에 대한 수요가 증대하고 있다. 한편, 새천년생태계평가(MA) 보고서에서는 인간이 생태계의 가치를 고려하지 않은 채 사회 및 경제활동을 하여 이러한 생태계서비스가 지속적으로 감소하고 있음을 암시하였다. 특히, 조절서비스와 문화서비스의 70% 및 공급서비스의 50%가 비지속적인 방식으로 이용되어 왔다(MA, 2005). 이에 따라 지속가능한 경제적, 사회적, 환경적 편익을 공급하기 위한 건강한 산림생태계로서의 산림경영 방식이 요구되고 있다(강민지 외, 2011). 산림의 공익적 기능을 발휘하기 위해서는 전체 산림 면적의 67%를 차지하는 사유림 산림 정책이 필요하다(산림청,2018). 산림청은 산림의 공익적 기능 강화를 위해 사유림을 매수하는 정책을 시행하였지만 매수단가 상승과 예산 확보 등의 어려움으로 한계가 존재한다(산림청,2018).

한편, 국립공원 기본 통계에 따르면 사유림은 국립공원 전체 면적의 19%인 128천ha를 차지하고 있다. 아이치 생물다양성 목표 및 산림청 제6차 산림기본계획의 주요 과제인 “산림생태계서비스 가치 증진”에 따라 보호지역의 신규 지정이 필요하며, 잠재적 대상지는 사유림이 될 수 있다. 하지만 사유림에 대한 보호지역의 신규 지정은 사유지에 대한

법률』 제4조 및 『영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률』 제4조에 따른 수변구역

개발 및 행위 제한등으로 토지 소유주의 불만과 민원을 발생시킬 수 있다(김근한 외,2017). 이에 따라 토지소유주의 의사가 반영된 정책을 시행하여 생태계서비스 공급을 제고하고 보호지역의 편입을 유도할 수 있는 정책 개발이 필요할 것이다.

생태계서비스의 효율성을 높이기 위해서는 수요와 공급에 대한 차이를 줄이고 균형을 맞추어야 한다(Burkhard et al. 2012; Nedkov & Burkhard 2012; Kroll et al. 2012; 이재혁 외. 2018). 이에 생태계서비스 공급현황과 전망에 대한 정보가 필수적이나, 종합적인 생태계서비스에 대한 산림 사업 활동과 수용의사금액에 대한 연구는 부족하다. 이에 본 연구는 개인 산주를 대상으로 생태계서비스 제고를 위한 산림 사업 활동을 규명하여 생태계서비스 보상 체계를 설계하기 위한 정보를 제공하고자 한다. 이는 산림 임업에 대한 생태계서비스 보상 체계를 설계하고 확대하는데 기여할 수 있을 것이다.

제 2 절 연구의 목적

환경 자원에 대한 생태계서비스의 수요는 사회생태적 시스템 안에서 경쟁적이며 상충 관계(trade-off)를 갖는다(Cumming et al., 2014). 이때 산주는 산림을 통한 사적 이익을 추구하고 사회는 어느 정도의 공적 이익을 추구한다. 이처럼 사적 이익과 사회의 이익을 최대화 하는 것 사이에 발생하는 갈등의 상황을 '사회적 딜레마(social dilemmas)'라고 한다(윤혜원&최민식. 2013). 이러한 사회적 딜레마에 대응하고자, 생태계서비스지불제계약(PES)은 지속가능한 토지 경영에 대한 사회적 이익을 보상하는 방안으로 관심을 받게 되었다(Braat and de Groot, 2008; Nelleman and Corcoran, 2010; Reed et al., 2017). 자발적인 계약을 기반으로 하고 있는 생태계서비스지불제(PES)는 사회적 최적(social optimum)에 도달할 수 있게 하며 환경재를 생산하는 데 효율성을 높인다(Leimona, 2013). 그러나 이는 산주의 참여가 보장되었을 때 가능하다. 따라서, 본 연구에서는 산주가 자발적으로 시행할 용의가 있는 공익적

산림 사업 활동의 종류와 이러한 공익적 산림관리에 참여를 유인할 수 있는 보상금액에 대한 수용의사금액(WTA)을 추정하고자한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구 질문에 대한 답을 구하고자 한다.

첫째, "산주가 중요하게 생각하는 공익적 산림 사업 활동은 무엇인가?"
둘째, "공익적 생태계서비스를 제공하는 산림사업활동의 대안들에 대한 선호의 차이를 야기하는 산주/산지의 특성 요인은 무엇인가?"
셋째, "산주가 공익적 산림사업활동할 때 수용할 수 있는 보상금액의 수준은 어느정도인가?"

이 질문에 대한 답을 얻기 위한 세부 목적은 다음과 같다. 첫째, 산주가 유의미하게 중요하다고 생각하는 산림 사업 활동을 규명한다. 둘째, 공익적 산림사업활동에 유의미하게 선호이질성을 야기하는 산주/산지 요인을 규명한다. 셋째, 산주가 수용하는 공익적 산림사업활동별 수용의사금액(WTA)을 규명한다. 이에 따라, 산림의 생태계서비스 증진을 위한 산림 임업 활동에 대해 정책적 제언을 도출하고자 한다.

제 3 절 연구 설계와 구성

1. 연구 설계

본 연구는 남궁근(2010)의 방법론을 참고하여 연구의 절차를 설계하였다. 이 연구의 과정은 1) 연구문제의 선정 및 이론, 개념적 준거틀 및 가설 설정, 2) 연구 대상 선정, 3) 조사 설계 선택, 4) 개념화 및 조작화, 5) 자료 수집, 6) 자료 분석 그리고 마지막으로 자료해석 순으로 진행하였다.

본 연구의 배경이 되는 문제는 생태계서비스 시장의 부재로 전체 산림의 67%를 차지하는 사유림 산주의 생태계서비스 증진을 위한 보

상 체계의 한계가 존재한다는 것이다. 생산자 산주는 최소비용으로부터 최대효용을 도출한다는 쌍대이론(Duality theory)을 개념적 준거틀로 설정하였다. 이 이론을 기반으로 산주가 선호하는 산림 사업 활동과 수용의사금액에 대한 연구 질문과 가설을 설정하였다. 이에 특정 산림 사업 활동에 참여 혹은 참여하지 않을 것인지를 종속변수로 설정하였으며, 독립변수로는 응답자 연령, 생태계서비스 중요 우선순위, 생태계서비스지불제계약 인식, 산림·임업직접직불제 인식, 부재산주 여부, 육림/벌채 임업 활동 여부, 소유 산림의 임상 및 면적 등을 설정하였다. 연구 대상은 적극적으로 산림 사업 활동을 하고 있는 임업인인 임업후계자들로 한정하였으며, 동 협회 회원을 표본으로 선정하였다. 한국임업후계자협회에 협력을 받아 설문조사는 인터넷조사로 총 2차로 나누어 진행하였다. 산주의 산림 사업 활동 참여 여부와 이에 미치는 특성들을 알아보기 위해 조건부 로지스틱 회귀분석을 통해 해석하고 가설을 검증하였다. 분석 결과를 해석하고 결론을 도출하여 정책적 의의를 도출하였다.

2. 연구 구성

본 논문은 서론, 이론적 배경, 연구방법, 연구결과 및 고찰, 결론으로 구성되어 있다.

제1장 서론에서는 생태계서비스 시장의 부재에 대한 연구 문제를 기반으로 연구의 필요성을 제시한다. 연구 문제를 해결하기 위한 연구 목적과 질문을 설계하여 제시한다.

제2장 이론적 배경에서는, 연구의 기반이 되는 생산자 이론(생산가능곡선, 쌍대이론)에 관한 이론적 틀을 제시하고 가설 설정을 위한 선행 연구 검토가 이루어진다.

제3장 연구방법에서는, 연구 대상과 연구분석의 일련의 과정을 설명한다. 본 연구에서는 선택실험법 방법을 채택하고 그 속성과 수준을 선정하기 위한 계층적의사결정방법을 소개한 후 분석 모형을 제시한다.

제 4장 연구결과 및 고찰에서는, 데이터의 회귀분석을 통해 가설을 검증

하고 그 결과에 대한 해석을 진행한다.
제 5장 결론에서는 연구문제에서 연구 결과 해석까지의 과정을 요약 제시하고 학문적, 정책적 시사점을 도출한다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 생태계서비스지불제

경제 성장 및 인구 증가로 산림의 공익적 기능에 대한 수요가 점차 증가하고 있으며 이에 대응하는 최적 수준의 공급이 중요해졌다. 여러 국가에서는 산림의 공익적 기능을 증진하기 위하여 산주의 지속 가능한 경영에 대한 다양한 보상정책을 시행하고 있다. 그 중 직접지불제(Direct Payment Program)는 정부가 생산자에게 직접 소득보조를 하는 것으로 자원의 효율적인 분배를 가능하게 하는 정책이다(김충실, 2000). 우리나라는 농업 분야에서 1997년 경영이양직접지불제가 처음으로 도입되었으며, 그 후 1999년에 친환경농업직접지불제, 2001년에 논 농업직접지불제 등을 이어 현재 『농업・농촌 공익기능 증진 직접지불제도 운영에 관한 법률』하에 공익직접지불제도가 시행되고 있다. 수산 분야에서도 수산업의 공익적 기능을 보전하고 증진하기 위해 '수산업·어촌 공익기능 증진 직접지불제'를 시행중이다. 한편, 임업분야에서는 산림으로부터 국민에게 제공되는 가치가 공익성을 지니고 산림이 공동재산이라는 관점으로 인해 보상보다는 규제의 정책이 중심이 되어 왔다(이경일, 2004). 하지만 이러한 규제로 인해 사적 재산 침해의 문제가 발생하였고 산주의 낮은 임업 및 산림 관리 회피 등을 야기하였다(한국농촌경제연구원, 2005). 이에 따라, 보조금 정책이 시행되었으며 이 중 생태계서비스지불제(PES)가 2020년 환경부의 『생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률』에 따라 도입되었으며 현재 임업직접지불제도가 논의되고 있다.

생태계서비스지불제계약(PES)은 대표적인 경제적 정책 수단으로 서비스 공급자가 경제적 보상을 통해 자발적으로 서비스를 공급하도록 한다(김진원 외.,2018). 보호지역의 보전 및 지속가능한 활용을 위하여 토지소유자 혹은 지역주민이 생태계서비스 증진을 위한 활동에 참여하면, 이에 적절한 보상을 할 수 있는 계약을 체결하는 것을 말한다(환경부,

2020). 일반적으로 산주는 산림 보전을 통해 얻는 경제적 편익이 산림 전용으로 얻을 수 있는 편익보다 적다. 하지만 산림 보전 활동으로 수원 함양, 수질정화, 생물다양성, 탄소흡수 등의 생태계서비스 공급이 지속될 수 있으며 이는 곧 사회적 효용(외부효과)를 발생시킨다. 이때, 보상 방식은 생태계서비스를 보전 혹은 증진하기 위해 활동에 소요되는 비용 및 손실액을 기준으로 한다. 활동은 지지서비스, 환경조절서비스, 문화서비스로 유형을 나누어 각 서비스를 증진하기 위해 정해진 활동에 참여하는 것만 인정된다. <표4>는 환경부의 생태계서비스지불제계약의 가이드라인을 재인용한 것이다.

산림의 생태계서비스 증진을 위한 생태계서비스지불제계약(PES) 제도는 여러 나라에서 시행되어 왔다. 미국에서는 1990년부터 산림유산 프로그램(Forest Legacy Program)을 운영하여 산주의 지역보전권(conservation easement)를 양도하거나 토지를 매수하는 등의 방법으로 사유림 산주가 산림을 보호하도록 권장하고 있다. 산주는 산림경영계획을 위한 비용의 일부를 지원받으면서 산림보전을 통한 공적 가치 창출을 최대화한다. 1990년 이후로 280만 acres(약 113ha)이상의 산림을 보전하였으며, 총 *53개의* 주와 영토로 확대되었다(USDA, 2021). 이 외에도 산림과 자원을 건강하게 보전하고 경제적 및 환경적 이익을 증진하기 위한 산림인증프로그램(Forest Stewardship Program), 산주에게 기술적, 교육적 도움 혹은 비용 분담 등의 혜택을 통해 지속가능한 산림 경영을 권장하는 산림강화프로그램(Forest Land Enhancement Program), 야생동물서식지를 보호하기 위해 인센티브를 제공하여 참여를 유도하는 지주인센티브프로그램(Landowner Incentive program)과 야생동물서식지인센티브프로그램(Wildlife Habitat Incentives Program), 그리고 산주의 산림생산활동 혹은 생물다양성을 보전하기 위한 버몬트주의 이용가치평가프로그램(Use, Value Appraisal Program), 인디애나 주의 산림분류 프로그램(Indiana Classified Program) 및 오리곤주의 산림 트러스트 프로그램(Oregon Forest Resource Trust) 등을 통해 산주의 환경서비스 창출에 대한 직접지불제가 시행되고 있다. 영국에서도 영국산림지불제(English

Woodland Grant Scheme)가 시행되고 있으며 이 아래 산림개선지불제, 산림경영지불제, 산림계획지불제, 산림평가지불제, 산림갱신지불제, 산림조성지불제 등으로 분류되어 산림을 통한 공공의 이익을 증진하고자 한다. 일본에서는 산림정비지역 활동지원 교부금제도를 통해 산림의 다원적 기능을 강화하고 임업을 활성화하기 위한 지원제도와 토지이용에 규제를 받고 있는 토지소유자 등에게 보상금을 지급하는 자연보호장려금제도 등이 시행되고 있다. 핀란드에서는 자연가치거래제를 통해 생물다양성의 보전을 보장하고자 하며 오스트리아에서는 생물다양성과 산림보호지역 네트워크 구축을 위한 자연보호지역 프로그램, 스웨덴에서는 산림서식지의 보호와 복원을 위한 자연보전협약이 시행되고 있다(안소은 외, 2008).

표 4 생태계서비스지불제계약 개요
(생태계서비스지불제계약의 가이드라인(환경부, 2020) 재인용)

<table>
<tr><td colspan="2">기본 개념</td><td>보호지역의 보전 및 지속가능한 활용을 위하여 토지소유자·점유자 또는 관리인 및 지역주민이 생태계서비스 유지 및 증진을 위한 활동에 참여하고 적절한 보상을 할 수 있는 계약을 체결하는 제도</td></tr>
<tr><td colspan="2">계약 기간</td><td>1년 (총 3년의 사업기간 동안 갱신 혹은 유지함으로써 사업의 지속가능성을 확보하는 것을 권장하고 있음)</td></tr>
<tr><td colspan="2">보상 방식</td><td>생태계서비스 보전 및 증진 활동에 소요되는 비용 및 손실액</td></tr>
<tr><td colspan="2">대상 지역</td><td>● 자연환경보전법 제 12조 생태·경관보전지역(제 23조)
● 습지보전법 제 8조 습지보호지역
● 자연공원법 제 4조 자연공원(국립공원 도립공원 등)
● 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률 제 27조의 야생생물 특별보호구역, 제 33조의 야생생물 보호구역
● 멸종위기 야생생물 보호 및 생물다양성의 증진이 필요한 다음 각 목의 지역
- 멸종위기 야생생물의 보호를 위하여 필요한 지역
- 생물다양성의 증진 또는 생태계서비스의 회복이 필요한 지역
- 생물다양성이 독특하거나 우수한 지역
● 그 밖의 대통령으로 정하는 지역 (『생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률 시행령 제9조의2 근거)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">활동 유형</td><td rowspan="2">지지 서비스</td><td>야생동물 먹이 제공: 친환경 농업, 볏짚 존치 등 먹이 제공</td></tr>
<tr><td>야생동물 서식지: 육상 및 수생 서식지 조성 및 관리</td></tr>
<tr><td rowspan="3">환경 조절 서비스</td><td>수질 개선: 하천 관리, 식생대 조성 및 관리</td></tr>
<tr><td>대기질 개선: 식생 군락 조성 및 관리</td></tr>
<tr><td>재해 방지: 저류지 조성 및 관리</td></tr>
<tr><td rowspan="3">문화 서비스</td><td>자연경관 개선: 경관숲, 산책로 조성 및 관리 등</td></tr>
<tr><td>자연경관 조성: 주요 조망점 및 조망축 조성 및 관리</td></tr>
<tr><td>자연자산 유지 및 관리</td></tr>
<tr><td colspan="2">재원</td><td>● 국고, 지방비
● 보조율(국고 30%~100%), 역무대행사업(국고 100%)
*지방사무는 전액 지방비</td></tr>
</table>

한편, 산주가 합리적으로 행동한다고 가정하는 경우 산주는 공익적 가치 창출을 위한 사업 활동의 비용이 보조금 수준보다 낮은 경우에만 사업을 시행할 것이다. <그림1>은 산림 관리수준과 외부경제효과의 한계효용 및 한계비용으로 나타낸 그림으로 산주의 산림사업활동, 산림의 공익적 기능과 보조금 사이에서의 관계를 볼 수 있다(한국농촌경제연구원, 2006).

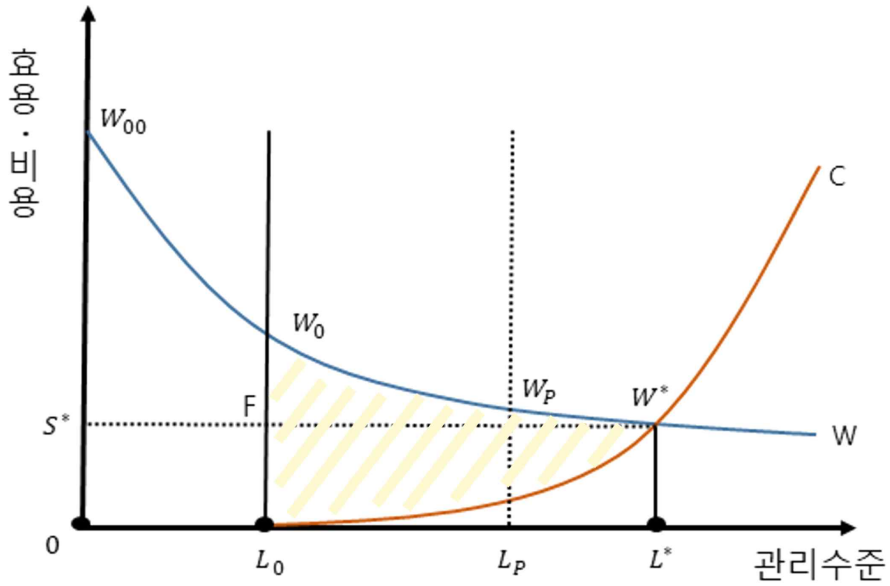

그림 1 산림관리수준과 한계효용 및 한계비용과의 관계

0 : 산림이 전혀 존재하지 않는상태
C : 한계비용곡선 W : 한계효용곡선
L_0 : 자연상태의산림 L_P : 산림관리수준P의 산림
W_0 : 자연상태에서의 한계효용
W_P : 산림관리수준P의 한계효용
W_{00} : 산림이 존재하지 않을 때의 한계효용
L^* : 산림의 공익 기능에 대한 최적의 관리수준
W^* : 최적의 관리수준에서의 한계효용
S^* : 산림자원 관리에 대한 보조수준

곡선 C는 산림자원 관리 수준을 한 단위 증가시키기 위하여 산주가 부담하는 한계비용이며 곡선 W는 산림자원 관리 수준에 따른 외부경제효과의 한계효용을 나타낸 것이다. L_0은 자연에 맡겨진 상태로 특

별한 임업 시행이 없는 상태이다. 만일 L_0을 기준으로 관리수준을 L_p으로 향상시키는 경우 외부경제효과 증가분은 면적 $W_0 L_0 L_p W_p$ 가 된다. 산림의 공익 기능을 고려한 최적의 산림 관리수준은 한계비용곡선 C와 한계효용곡선 W가 교차하는 지점인 L^*이 된다. 이 때의 보조금 수준은 산림 자원을 관리하는데 소요되는 한계비용과 같은 S^*으로 채택될 수 있으며 환경보조금의 총액은 $FL_0 L^* W^*$이 된다. 생산자가 추가 부담하게된 비용은 $L_0 L^* W^*$이다. 따라서, 최적 산림 관리에 의한 산림의 공익기능은 $W_0 L_0 L^* W^*$만큼 증대하며 사회적 순 후생 증가분은 $W_0 L_0 W^*$이 된다.

제 2 절 생산자 이론

1. 생산가능곡선(Production possibilities curve)

산림으로부터의 시장재와 비시장재 생산은 결합 생산물(Joint Production)으로 여겨진다. 결합 생산이란 동일한 생산기술과 요소로 인해 두 가지 이상의 생산물이 함께 생산되는 것을 말한다. 예를 들어, 목재와 수실을 공급하기 위한 잣나무림 경영은 생산 비용을 분리하지 않고 하나의 활동으로 결과물을 얻을 수 있다. 산주는 산림 경영 활동을 통해 의사와 상관없이 공익적 생태계서비스가 생산되게 된다. 하지만, 특정한 유형의 생태계서비스를 공급하기 위해서는 자발적인 특정 사업 활동이 필요하다. <그림2>은 제한된 투입량에 대한 산출량의 가능한 모든 조합을 가지고 산림으로부터 얻을 수 있는 사적 재화와 공적 서비스에 관한 관계를 나타내었다. 여기서 사적 재화는 목재, 임산물 및 약재 등의 생산을 의미하며, 공적 서비스는 사적 재화 공급 외 환경서비스 제공을 나타낸다. 사적 및 공적 재화의 생산은 경쟁적인 관계 혹은 상호보완적인 관계를 가질 수 있는데, 하나의 산출물의 생산이 다른 산출물을 감소시키는 상쇄(trade-off)의 관계는 경쟁적인 관계로, A_E와 A_2 사이에 존재한

다. 상호보완적인 관계는 두 재화가 모두 증가하는 관계로 원점에서 A_E에 이르는 구간을 나타낸다. 이 두 관계는 특정 점인 A_0을 기준으로 달라진다. 만약 산주가 산림으로부터 사적 재화를 최대한 기대하는 경우, 특정량 A_0을 지나면서 공적 서비스 공급이 점차 감소하게 된다. 반대로 공적 서비스를 최대화하면 사적 재화의 공급이 감소하게 된다. 사회적 이윤과 사적 이윤이 일치할 때 가장 높은 사회적 후생을 얻을 수 있으므로 공적 서비스와 사적 재화를 모두 고려한 최적의 조합(A_S)은 A_E와 A_2 사이에 존재하며, 이 곡선이 생산가능곡선[10]을 보여준다.

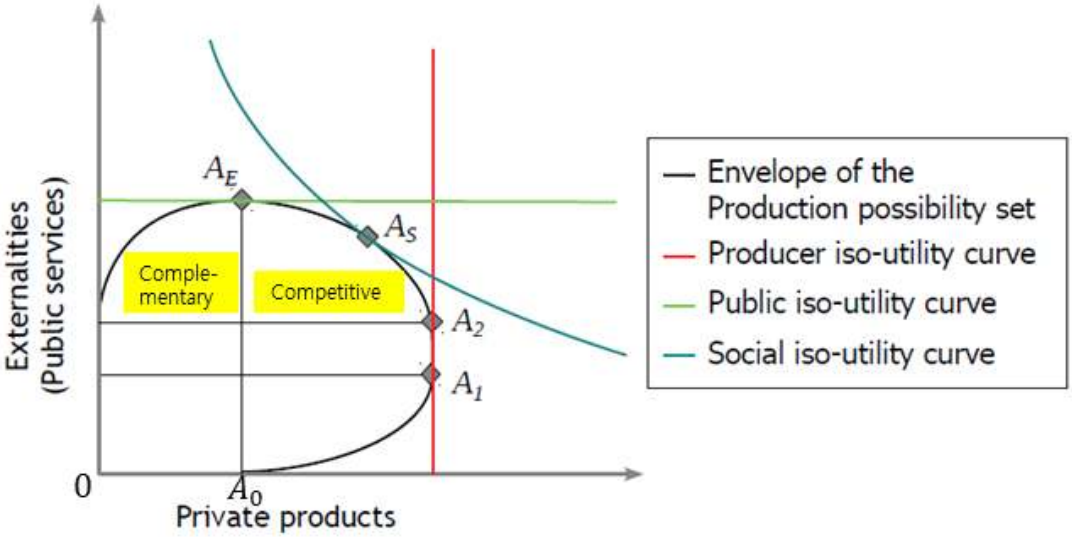

그림 2 공적 서비스와 사적 재화 사이의 관계 (Nicholas(2014) 재인용)

하지만, 이 범위 내에서는 공급할 수 있는 생태계서비스 유형 사이에 상충관계(trade-off)가 존재한다. 즉, 일정 양의 수질 개선, 휴양 서비스, 서식지 공급 및 이산화탄소 흡수 등과 같은 공익적 기능을 획득하기 위해서는 사적 이윤 추구를 위한 목재 생산의 감소를 감수해야 한다.

10) 주어진 자원과 기술을 효율적으로 활용하여 생산할 수 있는 최대 생산량(한국개발연구원)

2. 쌍대 이론(Duality theory)

생산자인 산주는 주어진 제약 아래 비용극소화로부터 이윤극대화를 추구한다. 일반적으로 이윤최대화 문제는 비용최소화 문제와 동전의 앞뒤와 같은 관계를 갖는다. 산주는 비용극소화와 이윤극대화라는 두 가지 측면에서 최적화된 산림 사업 활동을 선택하게 된다. 이때 원문제를 비용극소화라고 하면 이윤극대화는 쌍대문제가 된다. 여기서 비용은 산림 사업 활동에 대한 비용으로, 이윤은 생태계서비스 생산물이라고 가정한다. 이와 같은 쌍대성(Duality)은 자원의 가치와 대안적 행동과정에 대한 정보를 제공하기에 중요한 경제적 의미를 가진다(김상종과 김오우, 2006).

$$Max\ Y(x) = p_i y_i$$

$$s.t.\ C(x) \leq C$$

p_i : 생태계서비스 i 의 산출물의 가격
y_i : 생태계서비스 i 의 산출량
i : 생태계서비스 유형(1 = 목재서비스, 2 = 조절서비스, ...)
$C(x)$: 생산요소 x 에 대한 비용
C : 소득 혹은 예산

산주는 생산한 생태계서비스를 통해 수익을 창출할 수 있는 것으로 가정한다. 각 생태계서비스 유형별 가격을 p라고 하고, 각 생태계서비스의 산출량을 y라고 한다면 생산요소 x에 따른 총 수익은 $Y(x)$가 된다. 이때, 생산요소 x에 따른 비용은 산주의 소득 혹은 예산을 초과하지 않아야 한다. 즉, 산주는 주어진 예산안에서 생태계서비스로부터 최대의 수익을 얻기를 원하며 이는 곧, 비용의 제약 및 가격에 따라 최대의 생태계서비스를 창출하기 위한 최적해를 찾는 것을 의미한다.

$$Min\ C(x) = \sum_{i=1}^{n} w_i x_i$$

$$s.t.\ Y(x) \leq \overline{Y}$$

w_i : 생산요소별 계수
x_i : 생태계서비스i에 대한 생산요소
$Y(x)$: 생산요소 x에 대한 수익
$\overline{Y}$: 생태계서비스 목표 생산량

동시에 산주는 생산요소x에 대한 비용을 최소화하기를 원한다. 비용은 생산을 위해 소요되는 각 생산비용의 합으로 나타낼 수 있다. 이때 w는 생산요소별 계수로, 만약 생산요소x가 노동(L)인 경우 w는 노동에 대한 비용을 의미한다. 산주는 자신이 설정한 목표 생태계서비스 산출량 내에서 생산을 할 것이다. 즉, 생태계서비스를 제고하기 위한 산림사업 활동에는 투입물(노동,자본,토지,시간)에 대한 제약 조건아래 각 비용이 소요되며, 비용을 최소화하는 최적해를 구할 수 있다.

제 3 절 선행연구 검토

1. 산림환경서비스 관련 제도에 대한 산주의 인식

국제 환경협약인 생물다양성 협약, 기후변화협약 등 국제적으로 환경서비스 증진을 위한 시장기반 보상 체계가 도입되고 있으며, 국제기구인 CIFOR, FAO 등을 포함하여 전 세계적으로 이 제도에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(박경석 외, 2007). 국내에서는 제도의 도입을 위한 제도 설계 및 시범사업 연구(박경석 외, 2007a; 안소은, 2007; 장철수 외, 2007; 최재용 외, 2009; 안소은 외, 2010; 여형범, 2014; 오충현, 2016; 이윤환&오충현, 2016a, 2016b; 모용원 외, 2016; 김진원 외, 2018)

와 사례를 소개한 연구(민경택, 2006; 박경석 외, 2007b; 민서정 외, 2012; 정호근 외, 2013; 최가영 외, 2013a, 2013b; 추장민, 2014)가 주로 이루어졌다.

한편, 산주의 산림환경서비스 프로그램의 자발적인 참여는 거래비용 및 기회비용을 낮추고 제도의 효율성을 증진할 수 있다(Mortimer et al.,2007; Siikamäki and Layton, 2007; Mäntymaa et al., 2009; Rabotyagov and Lin, 2013)는 점을 토대로 산주의 참여 의향에 대한 연구의 필요성이 대두되었다. 이창재(1994)와 한국농촌경제연구원(2007)에서는 수원함양보안림을 소유하고 있는 산주들을 대상으로 수원함양기능을 유지하거나 증진하기 위한 프로그램 도입에 대한 참여 의향을 조사하였으며, 대부분의 산주가 관심이 없거나 다른 용도로 사용하는 등의 이유로 참여하지 않을 것이고, 참여하고자 하는 산주의 수용의사금액(WTA)가 약 200만원/ha인 것을 밝혀내었다. 최재용 외(2009)는 산림경관서비스의 공급자인 보안림 소유자 산주를 대상으로 산림경관서비스지불제에 대한 참여의향을 조사하여 대부분의 산주가 참여의사가 있다는 것을 밝히고 산주들이 선호하는 제도의 모델을 조사하여 산림경관서비스 지불제 시범사업 도입을 위한 산주의 참여 필요성을 제시하였다. 구자춘 외(2014)는 임업인을 대상으로 산림환경서비스 지불제 도입 의사를 조사하였고 임업인은 지불제 시행에 부정적 입장을 취하며 여기에는 나이, 학력, 소득, 산림정책에 대한 평가, 산지 소유 여부가 유의한 영향을 미치는 것을 보여주었다. 국내의 대표적인 산림환경서비스 보상 제도인 산림탄소상쇄사업에 대한 산주의 인식 조사로는 신승욱(2017)이 대리경영을 맡기는 산주, 임업후계자 및 일반산주를 대상으로 산림탄소상쇄사업 실행의향과 이에 미치는 요인을 분석하였다. 또한, 산림탄소상쇄사업에 대한 산주의 투자의향이 기존 임업과는 요인이 다르다는 것과 대리경영이 투자장벽을 완화한다는 것을 밝히고 산림탄소상쇄제도의 사유림 참여를 확대하는 전략을 제시하였다. 박민영과 윤여창(2021)은 산림탄소배출상쇄권을 공급하고자 하는 산주의 특성을 보고자 하였으며 수용의사금액이 높고 공익적 가치를 선호하고 교육 수준이 높은 산주가 사업에 참여

할 의향이 높다는 것을 밝히고 산림탄소상쇄사업 참여 및 공급을 확대하기 위한 방안을 제시하였다.

2. 산림환경서비스 관련 제도의 참여에 영향을 미치는 요인

산주의 프로그램 참여 의향에 유의미한 영향을 미치는 요인들은 산주특성, 산지특성 그리고 프로그램 특성에 따라 분류될 수 있으며 각 요인들은 연구에 따라 다른 결과를 보여준다(Langpap, 2004; Jagannadha et al., 2009). 우선 산주의 특성의 유의미한 요인으로 Bell et al.(1994)은 산림 보전 사업에 참여하는 데 산주의 수입, 임업경험, 토지 이용과 프로그램에 대한 정보가 영향을 미치는 것으로 보았다. 반면에 Nagubadi et al.(1996)은 USDA 산림 인증 인센티브 프로그램에 어떠한 산주의 특성도 영향을 미치지 않는 것으로 보았으며, Wilson(1996)은 연령, 교육 수준과 거주 기간이, Langpap(2004)는 연령과 환경보전 인식이 영향을 미치지만 교육수준은 영향을 미치지 않으며 ZBINDEN and LEE(2005)의 연구에서는 연령이 유의미한 영향 요인이 아닌 것으로 나타났다. Hegde et al.(2014)의 연구에서는 가구주의 교육 수준, 거주 기간 및 가구수 등이 참여에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나는 등 산주의 특성이 생태계서비스 공급을 위한 프로그램 참여에 미치는 영향이 활발히 연구되었다. 교육 수준은 프로그램 정보를 획득하는 능력뿐 아니라 지식집약적인 보전 활동이나 기술을 시행하는데 도움이 될 수 있다(De Souza Filho, 1997).

산지 특성에 따른 산주의 프로그램 참여 의향에 대해서는, 산림 면적이 클수록 산주들이 보전 프로그램에 참여하는 경향이 높은 것으로 나타났다(Boyd, 1984; Wilson, 1996; Conway et al., 2003; Langpap, 2004; Mäntymaa et al. 2009, 신승욱, 2017). 또한, 산림이 클수록 요구하는 보상금액이 적다는 연구 결과가 있는데(Langpap, 2004; Sullivan et al., 2005; Mantymaa et al., 2009; Lindhjem and Mitani, 2012; Rabotyagov

and Lin, 2013) 이는 충분한 생산 능력과 수입 때문에 산주가 정부 프로그램을 포함한 새로운 활동을 하는데 융통성이 크기 때문으로 보여진다(Nowak, 1987). 많은 연구에서는 토지 소유권이 프로그램 참여와 같은 투자와 활동에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Hyman, 1983; Godoy, 1992; Schuck, Nganje, & Yanito, 2002; ZBINDEN and LEE, 2004). 이는 소유권의 제한이 산림 활동에 있어 제약을 줄 수 있기 때문이다(Godoy, 1992). 하지만 Wilson(1996)은 소유하고 있는 산림의 크기가 ESA 프로그램 참여에 영향을 줄 수 있지만, 산림의 소유권은 영향을 미치지 않는다는 것을 밝혔다. 이 외에도 토지 혹은 토양의 질과 산지의 경사 등이 생산성과 수확 비용의 문제 등으로 산주의 산림활동 참여에 유의미한 결과를 줄 수 있다(De Souza Filho, 1997; Mortensen et al., 1988; Adesina & Chianu, 2002; ZBINDEN and Lee, 2004) Matta et al.(2009)는 도시로부터의 멀리 떨어져 있는 산림이 참여률이 높다고 하였다.

Matta et al.(2009)은 산주의 특성뿐만 아니라 프로그램의 특성과 프로그램이 운영되는 구조적인 환경이 산주의 프로그램 참여에 영향을 미칠 수 있음을 주장하였다. Brotherton(1989, 1991)은 계약 특성과 참여자의 특성을 모두 고려해야 한다고 강조하였다. 선행연구에서 주로 분석된 프로그램 요인으로는 지불금액(Brotherton, 1991; Whitby, 1994; Wilson, 1996; Horne, 2006; Greiner, 2015), 기간(Wilson, 1994; Horne, 2006; Qin et al., 2011; Kelly et al., 2014; Greiner, 2015), 프로그램 참여 융통성(Eric and Guy, 2009; Greiner, 2015), 관리 여부(Rossi et al., 2011) 등이 있다.

3. 산주의 산림사업활동 참여 의향

산주의 경영방식에 따라 산림으로부터의 생태계서비스 공급이 변할 수 있으며, 산주의 경영 관행의 변화는 법적 체제에 영향을 받을 수 있다(Vedel et al.,2015). 또한, 효율적이고 합리적인 산림 경영을 위한 경

제적 수단의 잠재력이 관심을 받으면서 산주의 산림 경영 결정과 수용보상금액(WTA)을 분석한 연구가 국내외로 진행되었다.

Vedel et al.(2015)은 산주의 현재 관리 관행에서 특정한 사업으로 변경하는 데 산주가 선호하는 관리 방식과 수용하고자 하는 금액을 예측하고자 하였다. 특히, 저자는 산주가 사업 활동으로 이득을 보는 경우 이미 생태계서비스를 제공하고 있으며, '추가성'이 중요한 요인인 것을 강조하였다. 이에 따라, 산주는 현재 사업 상태에 따라 향후 활동을 달리할 것이며 WTA도 산주마다 다를 수 있음을 확인하였다. 비슷한 연구로 Matta et al.(2009)는 산림 활동 제한이 요구되는 보전 프로그램에 산주의 참여 의향과 수용의사금액을 연구하였다. 대부분의 산주는 산림 보전을 위한 사업 활동 및 규제를 원하지 않았으며, 산림 경영에 대한 규제가 산주들에게 부정적인 효용을 주는 것으로 나타났다. 반면에, 참여함으로써 지급되는 보조금 금액이 높을수록 참여 가능성이 높은 것으로 나타났다. 특히 산림 벌채행위의 규제가 계약 특성 중 하나의 속성으로 연구되었다(Horne, 2006; Tyrvainen et al., 2020). Tyrvainen et al.(2020)은 산림의 경관과 휴양 가치를 제공하기 위해 산주가 산림벌채 행위의 규제 및 새로운 등산 혹은 스키 활동을 위한 설치 길이 등을 조사하였다.

Rossi et al.(2011)는 남방소나무좀(*Dendroctonus frontalis*)의 방지를 위한 임목 건전성을 향상하기 위한 산주의 산림 사업 활동 의향과 수용의사금액을 조사하였다. 제시된 사업 활동으로는 남방소나무좀에 저항성이 있는 소나무 조림, 예비간벌, 이용간벌, 그리고 처방된 소각 활동이다. 산주들은 저항성 수종 갱신 조림 사업을 가장 선호하였으며 반면에 소각 활동의 효용은 낮은 것으로 나타났다. 저항성 수종 갱신 조림 사업을 선호하는 명확한 이유를 알 수 없지만 단순한 사업 활동으로 여겨지기 때문으로 유추된다.

선택실험법을 사용하여 여러 속성들을 조합한 가상의 시나리오를 산주에게 제시하여 산주의 선호도를 알아본 연구는 국외에서 활발히 진행되었다. 국내에서는 공익적 환경서비스를 제공하는 산주를 대상으로 생태계서비스지불제계약 혹은 임업직불제를 위한 의향을 조사한 연구가

많지 않았다. 본 연구에서는 산림 사업 활동에 대한 시나리오를 제시하고, 사업 활동을 통해 얻고자 하는 생태계서비스 유형과 수용의사금액을 조사해봄으로써 산주의 생태계서비스 공급 의향에 집중하고자 한다. 특히, 입력물로 산림 사업 활동과 산출물로 생태계서비스 유형이 하나의 조합으로 제시된다는 점에서 생태계서비스 선호도를 알 수 있다는 것이 기존 연구들과의 차별성이라 할 수 있다.

제 3 장 연구방법

제 1절 연구 대상

사유림에서의 임업은 목재, 임산물 생산의 경제적 가치 창출 외에도 경관 제공, 수자원 함양, 생물 다양성 증진 및 이산화탄소 흡수 등의 다양한 공편익(Co-benefit)을 제공한다. 본 연구는 산림의 공익적 생태계서비스의 공급에 영향을 미치는 임업활동을 하는 산주를 대상으로 한다. 산림의 생태계서비스를 제고하기 위한 산림 사업 활동에 관한 연구로 생태계서비스의 추가성에 집중하고자 하였다. 연구대상의 표본선정의 편의성을 고려하여 임업을 활발히 하고 있는 산주 가운데 한국임업후계자협회에 가입한 회원을 연구 대상으로 한정하였다. 2020년 12월 기준 모집단 한국임업후계자협회 회원은 3,711명이다.

표 5 연구대상자 분포

지역	모집단(명)
경기도	208
강원도	510
충청북도	200
충청남도	587
전라북도	292
전라남도	729
경상북도	525
경상남도	610
제주도	50
계	3,711

한국임업후계자 협회는 전국의 산주를 대상으로 운영되고 있기에 본 연구의 연구대상지는 특정 지역에 국한되지 않고 전국의 산림을 대상으로 한다. 지역별 한국임업후계자협회 회원은 전라남도와 경상남도에 가장 많이 분포하고 있다.

제 2절 연구 분석 틀(framework)

1. 선택실험법

환경 재화의 경제적 가치를 평가하는 방법에는 시장 가격법(market valuation), 현시선호법(revealed preference), 및 진술 선호법(stated preference)등이 있다(Bateman et al., 2002; Yeo, 2008; 신유진 외, 2016). 현시선호법은 자원을 이용하면서 발생된 실제 지출액을 기반으로 경제주체의 현시된 정보를 분석하여 가치를 추정하는 방법이다. 여기에는 헤도닉가격기법(Hedonic Price Method)과 여행비용법(Travel Cost Method)이 있다. 현시된 선호가 정확하다고 보기 어려운 경우 가상적 상황을 통해 환경 재화의 경제적 가치를 추정하는 데 이를 진술 선호법이라 한다(Freeman, 2003). 진술선호법은 비사용가치의 추정도 가능하기에 이를 이용한 연구가 국내외에서 활발히 이루어졌다(류성옥, 2014). 진술 선호법에는 대표적으로 조건부 가치평가법(Contingent valuation method, CVM)과 선택실험법(Choice experiment method)이 해당된다. 조건부 가치평가법(CVM)은 가상의 시나리오를 기반으로 대상 재화의 한 가지 속성에 대해서만 가치 추정이 가능한 반면, 선택실험법(CE)는 다양한 속성과 속성수준으로 조합한 대안을 제시하고, 선택된 속성에 대한 효용의 크기를 통화가치로 추정할 수 있어 속성별 선호도 비교가 가능하다(Adamowicz, Louviere, &Williams, 1994; Dimitropoulos & Kontoleon, 2009; Park, Lee, Moon, & Heo, 2019; 정지우 등, 2020). 선택실험법(CE)은 국내외에서 생태계서비스지불제(PES)의 계약 속성과

사업 활동 및 규제 등의 선호도를 조사하기 위해 활용되어왔다.

1.1 선택실험법(CE) 이론적 모형

선택실험법(CE)은 이론적으로 McFadden(1974)의 확률효용모형(Random utility model)과 Lancaster(1966)의 다속성효용이론(Multi-attribute utility theory) 및 Hanemann(1984)의 이산선택모형(Discrete choice model)을 기반으로 한다(구자춘, 2013).

확률효용모형은 확률효용이론(random utility theory)을 기초로 하고 있으며 개인(n) 은 다수의 선택 조합(C_n) 으로부터 하나의 대안(i)을 선택하며, 이때 선택된 대안, i, 의 간접효용은 어느 다른 선택(j)의 간접효용 보다 크다(Horne, 2006). 이 모형에서는 소비자의 효용이 관측가능한 확정적(deterministic) 부분과(V_{ni}) 관측이 불가능한 확률적(stochastic) 부분(e_{ni})으로 분류된다. 확률적 부분(e_{ni})은 일반적으로 독립적이며 동일한 제 1형태 극치 분포(Type I extreme value distribution) 혹은 Gumbel 분포를 따른다고 가정한다(McFadden, 1974). 이는 A라는 대안을 선택할 확률 대 B라는 대안을 선택할 확률의 비율이 다른 대안에 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다(Hausman and McFadden, 1984). 이 모형의 간접효용함수는 다음과 같이 표현된다.

$$U_{ni} = V_{ni} + \epsilon_{ni}$$
$$U_{ni} = V_{ni}(x_i, z_n, t) + \varepsilon_{ni}$$
$$U_{ni} > U_{ni} \Rightarrow V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad \forall\, j \neq i;\ i, j \in C_n$$

여기서 x_i는 재화의 특성, 즉 본 연구에서는 산림 사업 활동의 특성을, z_n는 개인 응답자의 특성을, t는 가격, 즉 보상금액(WTA)를 나타낸다. 즉, 응답자는 각 변수의 조합을 통해 얻어지는 효용이 그 어떤 다른 대안보다 큰 선택대안 i 를 선택할 것이다. 확률효용모형은 다수의 산림

사업 활동에 관한 선택문제를 다루고 분석하며 효용함수에 각 사업 활동에 대한 변수를 포함하여 분석이 가능하기에 산림 사업 활동 자체의 가치뿐 아니라 그 특성별 가치도 동시에 분석할 수 있는 장점이 있다(권오상, 2005).

다속성효용이론에 의하면, 상품은 그 상품을 표현할 수 있는 수많은 속성에 의해 나타나질 수 있다(Lancaster, 1966). 이 이론은 전통적인 소비자선택이론과 달리, 소비자는 상품 자체보다는 이러한 속성으로부터 효용을 얻을 수 있으며, 선택 조합에서 가장 큰 효용을 도출할 수 있는 대안을 선택하게 된다. 이를 통해 상품의 각 속성간의 상대적 선호도를 측정할 수 있고 이를 기반으로 상품에 대한 전체적 소비자의 선호도를 효율적으로 파악할 수 있다(Keeney and Raiffa, 1976; Farquhar, 1977). 속성간의 독립성가정이 유효한 경우 효용함수를 덧셈형태로 나타낼 수 있으며, 속성의 숫자가 m개인 경우의 효용함수는 다음과 같다(안재현 외, 2008).

$$U(x_1, x_2, \cdots, x_m) = k_1 \bullet U_1(x_1) + \cdots + k_m \bullet U_m(x_m)$$

여기서 $U_1(x_1), \cdots, U_m(x_m)$은 속성 $x_1, \cdots, x_m$에 대한 개별 효용함수를, $k_1, \cdots, k_m$은 각 속성에 대한 가중치로 전체 효용함수에 대한 각 속성의 중요도를 의미한다.

이산(離散)선택모형은 소비자가 효용을 극대화 하기 위한 행동을 하는 것으로 가정한다. 이 때 i를 선택했을 때의 효용이 j를 선택했을 때보다 클 경우 i를 선택하게 되며, 이를 확률로 나타내면 아래와 같다.

$$P_{ni} = \Pr(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj})$$

본 연구에서 생산자인 산주의 효용은 총 순익(net profit)으로 결정된다. 이 순이익은 총 수익에서 비용을 제한 것이며 쌍대이론에 따라

산주는 순이익을 위해 최대화의 수익 혹은 최소한의 비용으로부터 최대 효용을 얻게 된다. 이때, 산주의 수익은 생태계서비스로부터 얻을 수 있으며 이는 각 생태계서비스의 가격과 정량적 양을 곱한 값이 된다. 하지만, 현재 목재를 제외한 생태계서비스는 시장이 미비하여 수익이 없기에 이를 보조하기 위한 국가보상금액을 수익으로 대체한다. 비용은 각 생태계서비스를 창출하기 위한 산림 관리 활동에 소요되는 비용이다. 이를 수식으로 나타내면 아래와 같다.

$$M_i(profit) = \Pi_i(revenue) - C_i(\cos t) = \sum_{i=1}^{m} P_i Y_i - C_i(x)$$

$$\sum_{i=2}^{m} P_i Y_i = 0$$

$$Utility = M_i(profit) = P_1 Y_1 + \sum_{i=2}^{m} CS_i - C_i(x)$$

$$P_{ni} = \Pr(U_{ni} > U_{nj} = M_{ni} > M_{nj})$$

P_i = 생태계서비스i의 시장가격
Y_i = 생태계서비스i의 산출량
i = 생태계서비스유형(1 = 목재서비스, 2 = 조절서비스, …, m)
CS_i = 생태계서비스i에 대한 보상금액
$C(x)$ = 생산요소x에 대한 비용

1.2 선택실험법(CE) 절차

선택실험법(CE)은 크게 3가지 요소인 ① 선택 조사와 선택 데이터를 생성하기 위한 실험 설계, ② 선택 데이터로부터 선호도를 추정하기 위한 이산 선택 분석, ③ 결과 모형의 활용 및 정책 분석으로 구성된다(Lancsar and Louviere, 2008). <그림3>은 Lancsar and Louviere(2008)에 의해 제시된 선택실험법(CE)의 세부 절차이다.

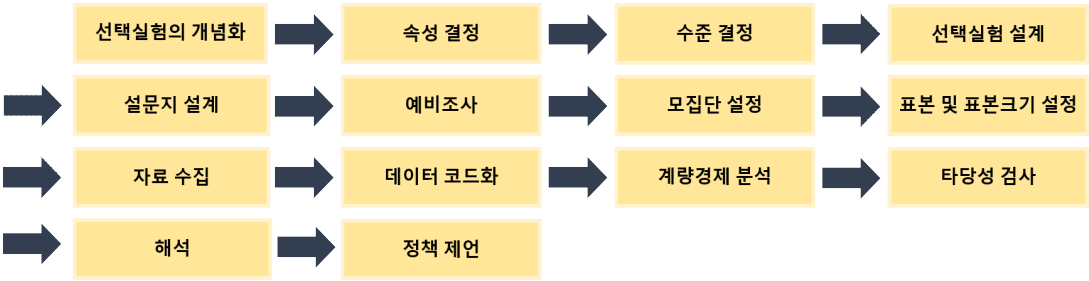

그림 3 선택실험법(CE) 절차
(Lancsar and Louviere, 2008; 구자춘 2013 재인용)

1.2.1 산림 사업 활동 속성 결정

본 연구에서는 산주에게 제시될 산림 사업 활동에 대한 속성과 수준을 결정하기 위해 계층분석적 의사결정방법(Analytic Hierarchy Process; AHP)을 이용하였다.

계층분석적 의사결정방법(AHP)은 1972년 Saaty에 의하여 개발된 것으로, 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 각각의 의사결정 요소들에 대해 쌍대 비교(pairwise comparison)에 의한 판단을 통해 평가자의 지식, 경험 등을 포착하는 의사결정방법이다(조근태, 2003; 양정모, 2007; 정예슬, 2013). 이 방법은 계층구조 내 속성들의 각 중요도를 분석하여 최적의 대안을 유도하는 의사결정기법으로 정량적인 평가 요소뿐 아니라 정성적인 평가 요소에 대한 상대적 중요도도 손쉽게 도출할 수 있는 장점을 가지고 있다(Saaty, 1990; 임채관&이정실, 2007; 김승렬 외, 2010). AHP 기법은 다음 세 가지의 이론적 원칙을 갖는다(이재은, 2007; 정예슬, 2013).

① 계층적 구조의 설정

일반적인 AHP 계층은 최상위에 목적(Goal)을 두고, 하위에는 영역 또는 판단기준(Criteria)을, 최하위에는 요소나 대안(Alternative)을 두는 구

조이다. 본 연구에서는 산림 사업 활동의 기능과 세부 활동으로 2층 구조를 구성하고자 한다. '최종목표-평가기준-대안'의 계층구조는, 최상위 계층에 의사결정의 최종적인 목표가, 하위 계층에는 목표를 달성하기 위해 나열된 대안들과 이 대안들 간에 상대적 중요도를 판단할 수 있는 평가기준이 들어간다.

계층구조를 만들기 위한 대안을 결정하기에 위해 본 연구에서는 산림 사업 활동을 나열하고 추출하기 위해 전문가를 대상으로 브레인스토밍 과정을 거쳤다. 한국산림경제학회 회원을 대상으로 산림의 공익적 기능을 제고하기 위한 산림 사업 활동에 대해 개방형 질문으로 자유롭게 답하도록 하였다. 이 후, 17명의 응답으로부터 각 산림 사업 활동의 공통된 기능을 이용하여 그룹화 하였으며 계층 구조의 결과는 <그림4>와 같다.

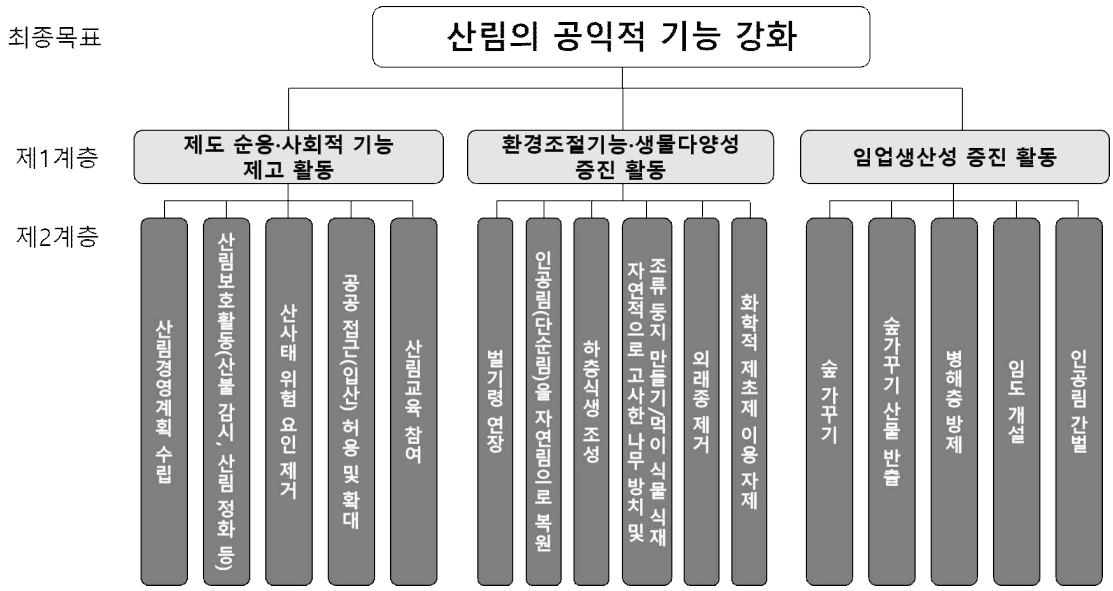

그림 4 산림 사업 활동의 계층구조

본 연구에서 각 산림 사업 활동별 기능적 특성(제1계층)을 크게 ① 제도 순응·사회적 기능 제고 활동, ② 환경조절기능·생물다양성 증진 활동, ③ 임업생산성 증진 활동으로 분류하였다. 제도 순응·사회적 기능 제고 활동은 산주가 산림의 지속적인 이용을 위해 국가가 제공하는 제도

에 대한 참여와 산림이 제공하는 사회적인 기능을 제고하기 위한 활동으로, 하위 사업 활동으로 산림경영계획 수립, 산림보호활동(산불감시, 산림 정화 등), 산사태 위험 요인 제거, 공공 접근(입산) 허용 및 확대, 그리고 산림교육 참여 활동이 제시되었다. 환경조절기능·생물다양성 증진 활동은 산림의 환경조절기능을 제고하기 위한 활동과 생물다양성을 증진시키기 위한 활동이며 하위 활동으로 벌기령 연장, 인공림(단순림)을 자연림으로 복원, 하층식생 조성, 자연적으로 고사한 나무 방치 및 조류 둥지 만들기 혹은 먹이 식물 식재, 외래종 제거 및 화학적 제초제 이용 자제 활동이 제시되었다. 임업생산성 증진 활동은 산림이 제공하는 생태계서비스 중 공급서비스의 기능을 증진하기 위한 활동으로 숲가꾸기, 숲가꾸기 산물 반출, 병해충 방제, 임도 개설, 그리고 인공림 간벌 활동이 제시되었다.

② 상대적 중요도의 설정

각 계층별 모든 평가요소를 일정한 순서에 따라 일대일 비교를 한다. 이 때, 의사결정의 기준이나 요소들을 하나씩 순서대로 비교하여야 하며 이를 위한 정량적 지표가 필요하다. 일대일 비교를 통해 비교행렬이 구성되고 주고유벡터를 활용하여 비교 결과를 통합하게 된다. AHP 기법의 가중치 산정 방법은 아래와 같다(Satty, 1980; 여규동 외 2인, 2011; 정예슬, 2013).

의사결정자가 한 계층에서 n개의 평가항목에 대해 ${}_nC_2$ 회의 쌍대비교를 수행하면 $n \times n$행렬인 비교행렬(comparison matrix) $A = (a_{ij})$ 가 만들어진다. 이때 A는 $a_{ij}(i, j = 1,2,\cdots,n)$이며 행렬의 주대각선의 값은 1을 갖는 역수행렬(reciprocal matrix) 성질을 갖는다.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11}\, a_{12} \cdots a_{1n} \\ a_{21}\, a_{22} \cdots a_{2n} \\ \vdots \quad \vdots \quad \cdots \quad \vdots \\ a_{n1}\, a_{n2} \cdots a_{nn} \end{bmatrix} \qquad \begin{matrix} a_{ji} = 1/a_{ij} \\ i,j = 1,2,\cdots,n \end{matrix} \qquad \text{<식 1>}$$

여기서 만일 행렬 A가 모든 i, j, k에 대해 $a_{ik}/a_{ij} = a_{jk}$를 만족하면 완전 일관성(perfect consistency)을 가지고 있다고 하나 실제적 비교 과정에서는 이러한 산술적 정확성을 갖추기 어렵기 때문에 가중치 벡터(ω)를 구하는 별도의 방법이 필요하다. Satty(1980)는 수학적 일관성이 없는 비교행렬에서 가중치 벡터를 구하기 위해 행렬의 고유값(eigenvalue)-고유벡터(eigenvector)을 이용해야 한다고 했다. 고유값(λ)과 고유벡터(ω)는 아래 식이 성립할 때 λ를 고유값으로, 0이 아닌 ω를 고유벡터라고 한다.

$$A\omega = \lambda\omega \qquad \text{<식 2>}$$

수학적으로 0이 아닌 ω가 존재하기 위해서는 다음 행렬식(determinant) 조건을 만족해야 한다.

$$\det(A - \lambda I) = 0 \qquad \text{<식 3>}$$

I = 항등행렬(Identity matrix)

이 특성방정식(characteristic equation)에서 얻는 가장 큰 고유값($\lambda_{\max}$)에 대응하는 고유벡터(ω)가 가중치 벡터가 된다(김동윤, 2013). 한편, 행렬 A가 완전 일관성을 만족하지 못하는 경우에는 $\lambda_{\max}$가 언제나 n보다 큰 값을 가지게 되기에 불일치의 정도는 $\lambda_{\max} - n$에 의해 측정될 수 있으며 이는 고유치법을 이용한 것이다(Saaty, 2001). 한편, 키노시타 에이조와 오오야 타카오(2012)는 간이계산법과 기하평균법으로

특성 근(λ)과 가중치 벡터(W)를 구한 값이 고유치법을 이용하여 구한 값과 소수점 이하 2~3자리까지 일치한다고 보았다(박소희 외, 2013).

상대적 중요도와 우선순위를 계측하기 위해 본 연구에서는 1차 브레인스토밍 과정에 참여하였던 전문가들을 대상으로 쌍대비교 설문조사를 실시하였으며 그 중 16명으로부터 응답을 받았다. 우선 산림 사업 활동별 기능적 특성에 따라 분류된 ① 제도 순응·사회적 기능 제고 활동, ② 환경조절기능·생물다양성 증진 활동, ③ 임업생산성 증진 활동의 상대적 중요도는 <표 6>와 같다. 전문가들은 산림의 공익적 기능을 강화하기 위해서는 제도순응·사회적 기능 제고 활동이나 임업생산성 증진 활동보다도 환경조절기능·생물다양성 증진 활동이 가장 중요하다고 응답했다.

표 6 제1계층 가중치 및 우선순위 계측 결과

	제1계층	가중치	우선순위
산림의 공익적 기능 제고를 위한 산림 사업 활동	Ⅱ.환경조절기능·생물다양성 증진 활동	0.4102	1
	Ⅰ.제도 순응·사회적 기능 제고 활동	0.3024	2
	Ⅲ.임업생산성 증진 활동	0.2875	3

제1계층 내 제2계층인 하위 사업 활동에 대한 상대적 중요도 및 우선 순위는 <표7>과 같으며, 제1계층 내에서 구분하지 않고 종합 우선순위를 선정한 결과표는 <표8>과 같다. 산주에게 제시할 산림 사업 활동은 각 제1계층 내에서 우선순위에 따라 총 4개를 선정하였다. 1순위인 환경조절기능·생물다양성 증진 활동의 가중치가 다른 활동에 비해 현저히 높은 것을 고려하여 2개의 속성을 선정하였고, 나머지 제도 순응·사회적 기능 제고 활동 및 임업생산성 증진 활동에서 1개의 속성을 선정하였다. 또한, 임업생산성 증진 활동에서 우선 순위가 높은 “임도개설”과 “숲가꾸기”활동의 중요도 차이가 높지 않으며 각 활동에 따른 공익적 기

능을 고려하여 산주에게 제시할 속성으로는 “숲가꾸기”활동을 선정하였다. 임도 개설 활동은 산불 등 재해를 예방할 수 있으나 숲을 가꾸고 생산된 목재를 수집하는 기반시설로 산림의 공급서비스에 더 많은 기여를 할 수 있다고 보았다. 한편, “숲가꾸기” 활동은 목재가치 향상뿐 아니라 탄소흡수, 수자원 확보, 산불 예방 등 다양한 공익적 가치를 제공한다(산림청, 2013).

표 7 계층별 가중치 및 우선순위 계측 결과

	제1계층	제2계층	가중치	우선순위
산림의 공익적 기능 제고를 위한 산림 사업 활동	Ⅱ.환경 조절기능·생물다양성 증진 활동	인공림(단순림)을 자연림으로 복원	0.2722	1
		벌기령 연장	0.1886	2
		하층식생 조성	0.1682	3
		화학적 제초제 이용 자제	0.1340	4
		자연적으로 고사한 나무 방치 및 조류 둥지 만들기/조류 먹이 식물 식재	0.1306	5
		외래종 제거	0.1064	6
	Ⅰ.제도 순응·사회적 기능 제고 활동	산림 보호 활동 (산불 관측, 산림 정화 등)	0.3170	1
		산림경영계획 수립	0.2726	2
		산사태 위험 요인 제거	0.1801	3
		공공 접근(입산) 허용 및 확대 (휴양,비목재임산물 채취,산책로 정비,임도 개방 등)	0.1342	4
		산림 교육 참여	0.0961	5
	Ⅲ.임업 생산성 증진 활동	임도 개설	0.2538	1
		숲 가꾸기	0.2388	2
		인공림 간벌	0.2069	3
		병해충 방제	0.1989	4
		숲가꾸기 산물 반출	0.1016	5

표 8 제2계층 종합 가중치 및 우선순위 계측 결과

산림 사업 활동	가중치	우선순위
인공림(단순림)을 자연림으로 복원	0.1337	1
벌기령 연장	0.0926	2
산림 보호 활동(산불 감시, 산림 정화 등)	0.0846	3
하층식생 조성	0.0826	4
산림경영계획 수립	0.0728	5
화학적 제초제 이용 자제	0.0658	6
자연적으로 고사한 나무 방치 및 조류 둥지 만들기, 조류 먹이 식물 식재	0.0641	7
임도 개설	0.0614	8
숲 가꾸기	0.0577	9
외래종 제거	0.0522	10
인공림 간벌	0.0500	11
산사태 위험 요인 제거	0.04810	12
병해충 방제	0.04809	13
공공 접근(입산) 허용 및 확대 (휴양,비목재임산물 채취,산책로 정비,임도 개방 등)	0.0358	14
산림 교육 참여	0.0257	15
숲가꾸기 산물 반출	0.0246	16

③ 논리의 일관성 유지

전체 요소들을 비교하는데 있어서 논리 일관성을 유지해야 한다. 예를 들어, A가 B보다 중요하고, B가 C보다 중요하다고 응답한 경우, A는 C보다 중요하다고 응답해야 한다.

응답자가 각 항목에 대해 일관된 응답을 하지 못하는 경우 행렬 A의 정합성이 낮아지고 가중치 벡터(W)의 추정정도가 낮아질 수 있기 때문에 응답자들의 논리적인 일관성을 검토하여야 한다(박소희 외, 2013.; 신용광 등, 2005). 응답자들의 일관성을 검증하기 위해서는 먼저 일관성 지수 C.I(Consistency index)를 구한다.

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \qquad \text{<식 4>}$$

한편, 실제로 일관성 검정을 할 때에는 일관성비율(consistency ratio; C.R)을 일반적으로 이용하며, 일관성비율은 일관성지수를 경험적 자료로 얻어진 평균 무작위지수(Random consistency index; R.I.)으로 나눈 값이다(Saaty, 2001).

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \qquad \text{<식 5>}$$

이 때, 무작위 지수(R.I.)는 1-9까지의 정수를 무작위 추출하여 역수 행렬을 구성하여 C.I.를 계산한 것으로 500개 표본에 대한 평균 값을 나타낸 것이다.

표 9 무작위 지수 (Random Consistency Index) (Saaty, 1980)

행렬의 크기(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
무작위 지수 (R.I.)	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

비교행렬의 주고유벡터를 활용하여 일관성지수(Consistency Index; CI)를 도출할 수 있는데, 이 때 CI 값을 임의지수(Random Index)로 나눈 일관성지수(Consistency Ratio; CR)이 0.1을 넘게 되면 의사결정자가 논리적 일관성이 낮은 것으로 판단하게 된다. 다만, AHP기법에 대한 이해도가 낮은 사람들을 대상으로 하는 경우에는 0.2 이하까지 허용해주는 견해도 있다(Saaty 1980).

본 연구에서는 일관성이 낮은 응답을 한 응답자 1명을 제외한 15명의 응답자의 일관성이 0.2 이하를 유지하여 15명의 응답 결과를 분석에 사용하였다.

표 10 응답자별 일관성 분석 결과

참여자	항목	Ⅰ.제도 순응·사회적 기능 제고 활동	Ⅱ.환경조절기능·생물다양성 증진 활동	Ⅲ.임업생산성 증진 활동	산림 사업 활동그룹별
	요소수	5	6	5	3
1		0.16	0.16	0.16	0.16
2		0.18	0.04	0.10	0.01
3		0.08	0.04	0.12	0.00
4		0.03	0.03	0.01	0.00
5		0.09	0.04	0.13	0.06
6		0.08	0.12	0.12	0.12
7		0.12	0.09	0.07	0.16
8		0.01	0.04	0.16	0.12
9		0.10	0.07	0.10	0.01
10		0.10	0.02	0.01	0.06
11		0.11	0.04	0.08	0.12
12		0.06	0.10	0.17	0.06
13		0.07	0.06	0.03	0.03
14		0.03	0.02	0.07	0.00
15		0.06	0.07	0.03	0.03

1.2.2 산림 사업 활동 수준 결정

AHP를 이용하여 산림 사업 활동에 대한 속성을 결정한 후, 각 속성에 대한 수준을 결정하기 위하여 같은 방법으로 전문가의 의견을 조사하였다. 선행 연구로부터 도출된 수준을 15명의 전문가에게 제시하여 선정된 수준이 산주에게 제안되기 적절한지 의견을 구하였다.

(1) 인공림(단순림)을 자연림으로 복원

인공림은 이질적인 자연 경관을 제공하고 임목 밀도가 높거나 인공단일침엽수림은 타감효과 등이 있어 생물다양성을 저하시킨다(김종엽, 2012). 한편, 천연림은 구성 수종이 다양하고 생태적으로 안정되어 있어 토양 침식 및 홍수 등의 재해를 제어하고 수질을 향상하거나 야생동물을 위한 서식지를 제공하는 등 산주의 경제적 가치 창출외에도 공편익을 제공한다(Tuahine, 2018).

Vedel et al.(2015)은 산주가 생태계서비스 공급을 위한 계약 참여 의사를 조사하기 위해 침엽수림을 활엽수림으로 전환하는 속성을 질문하였으며, 속성에 해당하는 수준은 1)전환 하지 않음, 2)전체 산림의 25% 전환, 3)50% 전환, 4)100% 전환 등 4가지를 설정하였다. Castillo-Eguskitza et al.(2019)는 천연활엽수림으로 전환하는 속성과 전체 산림의 17% 전환, 30% 및 40% 전환을 하위 수준으로 선정하였다. 본 연구에서는 선행 연구에서 목표 산림의 일부 혹은 전부를 전환하는 것을 토대로 수준을 전환하지 않음, 50% 전환, 100% 전환으로 설정하였다. 전문가 의견 조사 결과 15명의 전문가 중 13명의 전문가가 본 수준에 동의하였기에 본 수준을 산주에게 제시하기 적합하다고 고려하였다.

(2) 벌기령 연장 활동

벌기령을 연장하였을 경우 고품질의 목재 생산에 대한 기대뿐 아니라

산림환경서비스가 추가 공급될 수 있다. 벌기령을 50년에서 70년으로 연장하였을 때, 수자원 저장량 증가 효과가 침엽수림의 경우 76㎥/ha, 활엽수림은 140㎥/ha 증가하는 것으로 나타났다(국립산림과학원, 2016). 또한, 산림청에서는 산림의 건강성을 유지하며 탄소흡수량을 증대시키는 활동으로 벌기령 연장 활동을 인정하고 있다. Roberge et al.(2016)은 벌기령에 따른 사회생태적 영향을 평가하였으며, 벌기령 연장은 산림의 경관과 휴양 가치에 긍정적으로 영향을 미치며(Curtis, 1997), 오래된 나무의 미생물 서식지 혹은 야생동물 서식지의 이용가능성이 증가될 수 있다(Dettki and Esseen, 2003; Jonsson et al., 2006).

Matta et al.(2009)은 생물다양성 보전을 위해 산주가 수행하고자 하는 산림 사업 활동을 조사하였으며, 산림 벌채에 대한 규제 수준으로 규제 없음, 30년 이후 벌채 가능, 50년 이후 벌채 가능을 설정하였다. 전문가를 대상으로 한 설문조사에서는 벌기령 연장에 대한 속성을 연장 하지 않음, 기준벌기령 대비 벌기령을 1.5배 연장, 2배 연장으로 제시하였지만, 배수를 적용한 벌기령에 대한 비동의가 있어 특정 연수로 선정하고자 하였다. 『탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 시행령』 제19조 2항에 따르면, 산림탄소상쇄사업에 등록한 산림탄소흡수량은 유효기간이 20년 이하일 경우 20년 범위에서 총 2회까지 유효기간을 연장할 수 있다. 이를 기반으로 벌기령 연장 활동에 대한 수준의 하나를 '기준벌기령 대비 20년 연장'으로 결정하였다. 또한, 산림의 임령이 80년 이상이면 인공림보다는 자연림으로 간주되어질 수 있는 것(Chernenkova et al., 2020)을 고려하여 '기준벌기령 대비 50년 연장'을 또 다른 수준으로 결정하였다.

(3) 산림 보호 활동(산불 관측, 산림 정화 등)

행정인력 및 감시원 외에 산주의 산림 감시활동은 산불의 조기발견과 신속한 초동진화를 가능하게 한다. 또한, 산림 정화 활동은 경관 훼손과 지하수 오염 등을 방지하고 발화요인이 될 수 있는 폐기물 혹은 쓰레기

등을 수거하여 산불을 예방할 수 있다.
Permadi et al.(2018)은 임업파트너십 계약의 선호도를 조사하기 위한 속성으로 자연 재해를 방지하기 위한 자발적인 모니터링 활동을 설정하였다. 이 때, 제시되는 수준은 활동 하지 않음, 한 달에 4일, 한 달에 12일이다. 이 선행 연구를 토대로 수준을 활동 하지 않음, 한 달에 4번, 한 달에 8번으로 설정하였으나 산주에게 제시되기 과한 활동 횟수라는 전문가의 의견으로 다시 수준을 활동 하지 않음, 한 달에 1번, 한 달에 2번으로 설정하였다.

(4) 숲가꾸기 활동(보육간벌, 어린나무가꾸기)

숲가꾸기 활동은 산림의 공익적, 사회경제적 이익을 지속가능하고 최적화하기 위한 산림사업이다(이상민 외, 2011). 숲가꾸기는 직경생장을 촉진하여 고부가가치의 제재용 원목을 생산할 수 있으며 탄소 흡수 효과도 증대시킨다. 정병헌 외(2010)에 따르면, 솎아베기사업을 1회 실시 후 주벌수확 때까지 솎아벤 임분이 방치된 임분보다 탄소를 더 흡수하는 것으로 나타났다. 윤호중 외(2011)에 따르면 숲가꾸기를 강도간벌로 급격히 임분밀도를 변화시키는 것이 아니면, 숲가꾸기를 실시할 경우 시간이 지날수록 산사태 발생률이 점차 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 숲가꾸기를 실행한 산림은 수고 및 흉고직경이 크고, 임목 밀도 및 울폐율이 낮아 산불위험도가 낮은 것으로 나타났다(이시영과 이명욱, 2007). 특히 숲가꾸기를 통해 조성된 우량한 활엽수림의 수자원 함양 기능은 높은 것으로 알려졌다(구길본, 2006).

본 연구에서의 숲가꾸기 활동에 대한 수준으로는 “활동 하지 않음”, “5년 이상의 간격으로 수회 실시”의 2단계로 선정하였다. 이는 『지속가능한 산림자원 관리지침』따른 것으로, 공익기능을 위한 수원함양림, 산지재해방지림, 자연환경보전림, 및 생활환경보전림의 지속가능한 관리지침으로 약도의 솎아베기를 5년 이상의 간격으로 수회 실시하도록 하고 있다.

(5) 산림 사업 활동에 대한 수용의사금액

산림을 대상으로 하는 생태계서비스지불제(PES)의 지급단가, 대상, 그리고 사업 활동 등의 세부 시행 방안은 하위법령에서 정해야 하며, 이 제도에 대한 산주의 수용의사를 조사하는 것은 생태계서비스지불제(PES)의 도입 안정성과 효율성을 위해 필수적이다.

수용의사금액(Willingness to Accept;WTA)은 개인이 어떤 특정해를 견디거나 어떤 재화를 포기하는데 요구되는 최소한의 재정적 총액을 의미한다(Martín-Fernández et al., 2010). 본 연구에서 수용의사금액(WTA)은 생태계서비스 공급을 증진하기 위해 산주가 자발적으로 시행하는 산림 사업 활동에 대해 요구되는 최소한의 보상 금액을 나타낸다.

환경서비스지불제의 유형 구분은 구매자(재원)에 의한 구분, 공급자에 의한 구분, 메커니즘 특성(행위 유형, 이행척도, 지불형태)에 따른 구분을 기준으로 나눠질 수 있다(한국환경정책·평가연구원, 2009). 본 연구에서는 생태계서비스 공급 증진을 위한 산주의 자발적인 산림 사업 활동에 대한 연구이므로 메커니즘에 따른 구분 중 환경서비스가 면적 기반이거나 또는 상품 기반으로 구분되는 이행척도에 따른 생태계서비스지불제의 지불액 산정 기준을 따르고자 하였다.

이행척도에 따른 유형 구분은 생태계서비스가 투입요소(면적) 혹은 최종결과물(상품)을 기반으로 하고 있는 지에 따라 다시 세부적으로 구분이 된다. 투입요소(면적) 기반의 경우 토지의 특성을 바탕으로 면적단위로 가치가 측정되며 이는 토지 소유자가 토지 관리 방법을 채택하도록 유도하며, 최종결과물(상품) 기반은 유기농 농작물, 생태관광, 환경인증상품 등과 같이 환경친화적으로 생산된 제품에 대한 인센티브를 제공하여 생산을 장려하는 것이다(한국환경정책·평가연구원, 2009; 충청남도, 2015). 산림 사업 활동은 물질적인 상품의 생산보다는 토지 관리 정책에 해당하므로 본 연구에서는 투입요소(면적)에 따른 지불액 산정 기준을 따랐다.

투입요소(면적) 기반 생태계서비스지불제의 지급액은 비용을 기반으로 산정된다. 본 연구에서는 각 산림 사업 활동별 실질비용을 책정하여 합한 총 금액을 산주에게 제시하는 수용의사금액(WTA)의 상한선으로 정하였다. 이는 각 산림 사업 활동이 실질적으로 독립적이지 않지만, 각 사업 활동이 독립적인 것으로 가정하여 각 사업의 비용을 계산한 것을 최대금액으로 산정한 것이다. 각 산림 사업별 산정된 보상금액은 <표11>과 같다.

표 11 이행척도에 따른 생태계서비스지불제 특성
(한국환경정책·평가연구원, 2009; 충청남도, 2015 재인용)

구분	투입요소(면적)	최종결과물(상품)
구매자	공공	민간
공급자	토지소유자	상품생산자
공간적 범위	지역적(다소 제한적/지역 공동체와 연결됨)	제한 없음
행위유형	특정시업체계의 선택/ 특정자연자원관리정책 이행/ 토지이용전환	상품에 따라 다양화 가능
지불형태	보상	사례 및 시장가격
지불액 산정기준	실질비용 (공급비용,관리비용,기회비용)	지불의사액, 시장가격
생태계서비스	개별 생태계서비스 또는 집합적 생태계서비스(bundling)	개별 생태계서비스
조건	사회·문화·제도적 여건마련 지역 상황을 고려	경제적 전제조건 시장의 형성과 역할이 중요

① 인공림을 자연림으로 복원 활동

기존 인공림을 자연림으로 복원하는 활동은 벌채 후 인공 식재를 하지 않는다. 자연식재는 비용이 소요되지 않기에 본 연구에서는 인공림을 자연림으로 복원하는 활동의 보상 금액은 0원으로 산정하였다.

② 벌기령 연장 활동

벌기령 연장 활동에 대한 비용은 벌채를 하지 못하였을 때 발생하는 기회비용으로 산정하였다. 『백두대간 소득감소분 지원에 관한 규정』에서는 백두대간의 생태계·자연경관의 보전 등을 위하여 벌채를 하지 아니하는 자에게 소득감소분 정도의 금액을 보상해주고 있다. 안소은(2007)은 소나무 외의 수종에 관한 데이터가 부족하고 산출된 자산가가 매우 적을 수 있기에 소나무를 대상으로 기회비용을 산출하였다. 이를 참고하여 본 연구에서 소나무를 기준으로 벌채를 하지 못하는 것에 대한 보상으로 산정된 기회비용은 연간 ha당 176,655원이다.

표 12 벌기령 연장 활동에 대한 보상금액 산정 내용

기회비용		
산정 기준		『백두대간 소득감소분 지원에 관한 규정』
산정 내용	적용대상	강원도 소나무
	산출방법	시장가역산법
	생산비	벌출비, 운반비, 기타비용 포함
	표준입목가액	5,888,491원/ha
	이자율	0.03
	연간 보상액	176,655원/ha/yr

③ 산림 보호 활동

산림 보호 활동은 산림을 관리하기 위한 비용인 관리비용에 해당된다. 관리비용은 산림청 “산림사업 표준품셈”의 산림보호(산림병해충) 사업을 설계하기 위한 사전조사의 소요 인력을 기반으로 산출하였으며 고급기술자(산주)가 연간 12회 활동을 한다는 것을 가정으로 연간 ha당 136,044원이 산정되었다.

④ 숲가꾸기 활동

본 연구에서 숲가꾸기 활동은 어린나무가꾸기와 솎아베기로 한정하였다. 시업체계는 『지속가능한 산림자원 관리지침(2020. 6. 15. 산림청훈령 제 1454호)』을 따랐으며, 활동별 비용 산정은 민경택 외(2017)의 낙엽송 산림경영 비용을 인용하였다. 이때, 어린나무가꾸기는 임령 8년일 때 실시하며 1,640,000원/ha이 소요되고, 솎아베기는 임령 15년에 가지치기와 간벌 및 25년차에 선목 및 간벌의 활동으로 총 1,940,000원/ha가 소요된다. 낙엽송의 기준벌기령은 30년으로 임목수확 전 숲가꾸기 활동의 연간 ha당 비용은 119,333원/ha/yr으로 산정된다.

한편, 『산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행령』 제64조 3항에 따르면 국가 및 지방자치단체로부터 숲가꾸기 활동에 대해 100% 지원을 받을 수 있다. 본 연구에서는 국가보조금도 활동에 대한 비용으로 간주하였다.

각 산림 사업 활동의 비용을 모두 합하면 연간 ha당 432,032원이 산정된다. 본 연구에서는 산주가 선택하기 용이하도록 45만원으로 간편화 하였으며, 최대 보상 금액인 45만원을 기준으로 일정한 금액인 15만원씩 감소한 30만원, 15만원을 수용의사금액(WTA)의 수준으로 결정하였다.

표 13 각 산림 사업별 산정된 보상금액

산림 사업 활동	참고 문헌	보상 금액 (원/ha/yr)
인공림을 자연림으로 복원 활동	-	-
벌기령 연장 활동	백두대간 소득감소분 지원에 관한 규정	176,655
산림 보호 활동	산림사업 표준품셈	136,044
숲가꾸기 활동	● 민경택 외(2017) ● 『지속가능한 산림자원 관리지침(2020. 6. 15. 산림청훈령 제 1454호)』	119,333
총합		432,032

선택실험법은 화폐적 가치와 비화폐적 가치의 비교를 통해 한계수용의사금액(Marginal Willingness To Accept;MWTA)을 산출하여 상대적 중요도를 도출할 수 있는 장점이 있다(류성옥, 2015). 한계수용의사금액(MWTA)은 어떤 속성의 추가 한 단위를 수용하기 위하여 보상받기 위한 금액을 의미하며 비금전적인 속성을 내재적인 가격으로 화폐화하여 금전적 가치를 파악할 수 있다(Bennett and Adamowicz, 2001). 또한, 한계수용의사금액(MWTA)은 다양한 대안 가운데 가능한 대안을 구별해내고, 최소한의 비용으로 시행할 수 있는 대안을 식별할 수 있는 장점이 있다(김미연 & 윤선미, 2016). 간접효용함수가 선형을 갖는다고 가정하였을 때 한계수용의사금액(MWTA)은 비가격속성과 가격 속성의 계수의 비율을 통해 산출할 수 있다(Roe et al., 1996). 이 때, b_i는 각 속성 q_i의 계수이며, p는 가격을 말한다.

$$v = a + b_1 q_1 + \ldots + b_k q_k + b_p p$$

$$MWTA = -\frac{\alpha_k}{\alpha_p}$$

따라서, 어느 산림 사업 활동 속성(k)의 변화에 대한 한계보상수요금액(MWTA)은 산림 사업 활동 속성의 계수(α_k)와 금전적 보상 속성 계수(α_p)로 알 수 있으며 효용 한 단위 당 보상 금액의 변화를 측정 할 수 있다. 이를 통해 연구자는 각 산림 사업 활동의 가치를 추산할 수 있다.

표 14 선정된 산림 사업 활동의 속성 및 수준

	속성	수준
1	인공림(단순림)을 자연림으로 복원	복원 하지 않음
		50% 복원
		100% 복원
2	벌기령 연장	연장 하지 않음
		기준벌기령 대비 20년 연장
		기준벌기령 대비 50년 연장
3	산림 보호 활동 (산불 관측, 산림 정화 등)	활동 하지 않음
		월 1회
		월 2회
4	숲 가꾸기	하지 않음
		5년 이상의 간격으로 수 회 실시
5	수용의사금액	15만원/ha·year
		30만원/ha·year
		45만원/ha·year

1.2.3 선정된 속성 및 수준

설문을 위해서는 속성과 수준을 조합하여 선택카드(choice card)를 구성해야 한다. <표14>에 구분된 산림 사업 활동에 대한 선택 조합의 수

는 총 162개(3x3x3x2x3)의 조합이 만들어진다. 하지만 현실적으로 모든 조합을 설문하는 것은 매우 어렵기에 본 연구에서는 직교설계(Orthogonal Design)를 통해 유효 프로파일을 도출하였다.

직교설계는 개별 속성간의 직교성을 보장해주며 현시선호 확률효용모형에서 속성간 높은 상관관계를 갖는다는 단점을 개선한다. 직교설계는 한 모수의 추정치가 독립성을 유지할 수 있는 선택조합을 구성해준다(신민종과 안동만, 2009).

본 연구에서는 SPSS 26.0 프로그램을 사용하여 직교설계를 수행하였다. 이로부터 16개의 선택대안집합이 도출되었으며 임의로 2개의 대안을 한 선택대안집합(choice set)으로 4번씩 질문하도록 질문서를 설계하였다. 한편, 아무런 산림 사업 활동을 하지 않으면서 보상금액이 포함되어 있는 1개의 대안은 제외하여 15개의 선택 대안으로 집합을 구성하였다.

표 15 최종 선정된 선택 대안

카드 ID	인공림을 자연림으로 전환	벌기령 연장	산림 보호 활동 (산불 모니터링, 산림 정화 등)	숲 가꾸기 활동	보상수요금액 (WTA)
1	전환 하지 않음	연장 하지 않음	월 2회	5년 이상의 간격으로 수회 실시	30만원/ha/yr
2	50% 전환	20년 연장	월 2회	하지 않음	15만원/ha/yr
3	50% 전환	연장 하지 않음	활동 하지 않음	5년 이상의 간격으로 수회 실시	30만원/ha/yr
4	전환 하지 않음	연장 하지 않음	활동 하지 않음	5년 이상의 간격으로 수회 실시	15만원/ha/yr
5	50% 전환	50년 연장	월 1회	5년 이상의 간격으로 수회 실시	15만원/ha/yr
6	전환 하지 않음	연장 하지 않음	월 1회	하지 않음	45만원/ha/yr
7	100% 전환	연장 하지	월 2회	하지 않음	15만원/ha/yr

		않음			
8	전환 하지 않음	50년 연장	월 2회	5년 이상의 간격으로 수회 실시	45만원/ha/yr
9	100% 전환	20년 연장	활동 하지 않음	5년 이상의 간격으로 수회 실시	45만원/ha/yr
10	전환 하지 않음	20년 연장	월 1회	하지 않음	30만원/ha/yr
11	전환 하지 않음	50년 연장	활동 하지 않음	하지 않음	15만원/ha/yr
12	100% 전환	50년 연장	활동 하지 않음	하지 않음	30만원/ha/yr
13	전환 하지 않음	20년 연장	활동 하지 않음	5년 이상의 간격으로 수회 실시	15만원/ha/yr
14	50% 전환	연장 하지 않음	활동 하지 않음	하지 않음	45만원/ha/yr
15	100% 전환	연장 하지 않음	월 1회	5년 이상의 간격으로 수회 실시	15만원/ha/yr

1.2.4 속성별 한계 효과(Marginal Effect)

생태계서비스를 증진하기 위해 산주가 기꺼이 시행하려는 산림 사업 활동의 변수가 각각 한 단위 변동되었을 경우 산림 사업 의사에 대한 확률의 변화가 얼마인지 파악하는 것은 중요하다. 한계 효과는 속성 Z의 수준이 한 단위 변화에 따른 선택 확률의 변화를 나타낸다(Train, 2009). 앞서 언급한 바와 같이 확률적 부분(e_{ni})이 i.i.d(Independent and Identically Distributed random) Gumbel 분포를 따른다고 가정할 경우, 로짓모형에서의 선택 확률과 의사 결정자 n이 주어진 속성 z_{ni} 의 변화에 따라 대안, i,을 선택할 확률의 변화(한계효과 확률)은 아래와 같다. (Horne, 2006; Train, 2009).

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}}$$

$$\frac{\partial P_{ni}}{\partial z_{ni}} = \frac{\partial (e^{V_{ni}} / \sum_j e^{V_{nj}})}{\partial z_{ni}}$$

$$= \frac{e^{V_{ni}}}{\sum e^{V_{nj}}} \frac{\partial V_{ni}}{\partial z_{ni}} - \frac{e^{V_{ni}}}{(\sum e^{V_{nj}})^2} e^{V_{ni}} \frac{\partial V_{ni}}{\partial z_{ni}}$$

$$= \frac{\partial V_{ni}}{\partial z_{ni}} (P_{ni} - P_{ni}^2)$$

$$= \frac{\partial V_{ni}}{\partial z_{ni}} P_{ni}(1 - P_{ni})$$

2. 산림 사업 활동 선택에 영향을 미치는 요인

산주가 생태계서비스를 제고하기 위해 기꺼이 시행하고자 하는 산림 사업 활동이 산주 혹은 소유하고 있는 산지의 특성에 영향을 받는지 규명하고자 하였다. 선행연구를 통해 요인을 선정하여 가설을 검증한다. 산림 사업 활동 선택에 영향을 미칠 수 있는 산주 특성으로 산주의 연령, 산주가 생각하는 가장 중요한 생태계서비스 유형, 생태계서비스지불제계약에 대한 인식 및 산림·임업직접직불제 인식 등의 4가지를 선정하였다. 산지 특성으로는 부재산주 여부, 육림/벌채 임업활동 여부, 산림의 임상 및 면적의 4가지를 선정하였다.

연령에 따라 산림 사업 활동을 선택하는 것이 다를 것이다. 몇몇 선행연구에서는 환경과 관련된 제도에 참여하는데 연령이 중요한 요인이 될 수 있다고 하였다(McDowell and Sparks, 1989; Potter and Lobley,

1992; Wilson, 1992; Skerratt, 1994; Moss, 1994). Wilson(1996), Langpap(2004), Ping Qin et al.(2011), Lindsay et al.(2011), 및 Rabotyagova and Lin(2013)의 연구에서는 연령이 제도 참여에 부정적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 즉, 나이가 어릴수록 제도에 더 기꺼이 참여할 것이다. 이는 연령이 높을수록 제도에 대해 보수적이고 회의적이며 덜 유연적일 수 있기 때문이다.

산주가 중요하게 생각하는 산림의 생태계서비스 유형에 따라 선택 확률이 다를 것이다. 특히, 산주가 공익적 가치를 선호할수록 산림 사업 활동에 적극적으로 참여를 할 것이다. 많은 선행연구에서는 자연과 보전에 대한 토지 소유주의 태도가 프로그램 참여와 보상 금액에 영향을 미친다는 것을 밝혀냈다(Rabotyagova and Lin, 2013). Miller et al.(2012), 신승욱(2017) 및 박민영(2021)의 연구에서는 산림의 공익적 기능에 대한 가치를 높게 평가하는 산주일수록 산림탄소상쇄사업 참여에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다.

생태계서비스지불제계약은 비시장재 환경 서비스를 공급함으로 이에 보상을 해주는 제도이다. Miller et al.(2012)에 따르면 산주가 제도에 대한 이해가 높을수록 제도 참여에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 생태계서비스를 제고하기 위한 생태계서비스지불제계약에 대한 이해 정도가 산주의 산림 사업 활동에 영향을 미치는 것으로 보았으며, 이해도가 높을수록 공익적 기능을 제고하기 위한 산림 사업 활동에 참여할 확률이 높은 것으로 보았다. 반면에, 임업직접직불제는 임업 활동에 대한 인센티브를 제공하는 제도로, 임업직접직불제에 대한 이해도가 높을수록 생태계서비스 증진보다는 임업 활동을 선호할 것으로 보아 공익적 기능을 증진하기 위한 산림 사업 활동에 부정적인 영향을 미칠 것으로 보았다.

부재 산주는 분묘, 종중 산 및 부동산 등의 목적으로 산림을 소유한 경우가 많으며, 이들의 산림 지식 혹은 경영 의지는 소재 산주보다 빈약하다(박민영, 2020; 신승욱 2017; 서병수 외, 1999; Boyd 1984; Gregory et al. 2003; Romm, Tuazon and Washburn 1987). 이에 부재산

주는 인공림을 자연림으로 복원하는 활동이나 벌기령을 연장하는 활동과 같이 산림을 적극적으로 경영하는 것이 아닌 활동에 대해서는 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며, 산림 보호 활동이나 숲가꾸기 활동은 경영자가 직접 산림을 방문해야 하기에 특히 부재산주에게 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구에서는 부재산주의 여부가 산림 사업 활동에 영향을 미칠 것으로 보았다.

현재 소유하고 있는 산림에서 시행하고 있는 임업 활동에 따라 산주의 공익적 산림 관리 사업 활동 참여가 다를 수 있다. 인공림을 자연림으로 전환하는 활동이나 벌기령을 연장하는 활동은 육림/벌채 임업 활동을 하는 산림에 영향을 미칠 수 있다. 육림/벌채 외 임업 활동을 하는 산지에서는 산림 사업 활동에 제약이 없을 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 육림/벌채 임업 활동의 여부에 따라 공익적 산림 관리 사업 활동에 대한 참여 확률이 다를 것이라고 보았다.

임업 활동이 겸업 혹은 주업인지에 따라 산주의 공익적 산림 관리 사업 활동 참여가 다를 것이다. 임업이 겸업인 경우에는 산주는 다른 활동으로 소득을 얻을 수 있으나, 주업인 경우에는 산림에 대한 의존도가 높다. 일부 산림 사업 활동은 임업 활동에 대한 제약이 있을 수 있고 이는 곧 소득과 연결되기 때문에 본 연구에서는 겸업 혹은 주업 여부에 따라 공익적 산림 관리 사업 활동 참여 확률이 다를 것이라고 보았다.

국립산림과학원(2019)에 따르면 일반적으로 활엽수가 침엽수보다 더 많은 탄소를 흡수한다. 한기주와 윤여창(2009)의 연구에서는 탄소 흡수량이 더 높은 참나무 숲을 소유하고 있는 산주가 더 많은 탄소 인센티브를 받아야 한다고 하였다. 이에 따라 박민영&윤여창(2021) 연구에서 산림탄소상쇄사업에 참여하는 산주 중 활엽수림을 소유한 산주가 더 큰 수익을 기대하고 이에 생태계서비스를 증진하는 활동에 참여할 확률이 높다고 보았다.

Langpap(2004)와 Mäntymaa et al.(2009)는 소유한 산림의 면적이 클수록 산림을 보전하는 프로그램에 참여할 의향이 높다고 하였다. 또한, Nagubadi et al. (1996), Kilgore et al.(2008), Bateman et

al.(1996) 및 Lindhjema and Mitani(2012)연구에서는 산림의 면적이 클수록 낮은 수용의사금액(WTA)을 요구한다고 하였다. 이는 산림 면적이 더 클수록 산림의 일부를 투자하기가 쉽고 기회비용이 낮아지기에 다소 낮은 보상 금액도 수용할 수 있기 때문이다(Lindhjema and Mitani(2012)). 따라서 산림 면적은 산주의 공익적 산림 관리 사업 활동 참여에 영향을 미칠 것으로 보았다.

소유하고 있는 산지의 임령에 따라 산주의 선택 확률에 영향을 미칠 수 있다. 임령이 높을수록 목재의 가치는 지속적으로 상승한다(김영환 외, 2008). 이에 임령이 높은 산림을 소유하고 있는 산주일수록 목재에 대한 수익을 기대하여 선택 확률에 영향을 미칠 것이다. <표16>은 본 연구에서 설정한 가설을 나타낸 것이다.

표 16 연구 가설

연구문제 : 산주의 생태계서비스 증진을 위한 보상 체계의 한계	
연구질문1. “산주가 중요하게 생각하는 공익적 산림 사업 활동은 무엇인가?”	
가설1.	산림 사업 활동별로 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
연구질문2. “산림사업활동 선택에 영향을 미치는 산주/산지의 요인은 무엇인가?”	
가설1.	산주의 인구통계학적 특성에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설1-1.	연령에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설1-2.	부재 산주 여부에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설2.	산주의 생태계서비스 관련 제도에 대한 인식에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설2-1.	산주가 생각하는 생태계서비스 중요도에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설2-2.	생태계서비스지불제계약의 인식에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설2-3.	산림·임업직접직불제의 인식에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설3.	산주의 산림 경영 방식에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설3-1.	시행하고 있는 임업 활동에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설3-2.	임업이 주업 및 겸업 여부에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설4.	산주가 소유하고 있는 산지의 특성에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설4-1.	임상(침엽수림/활엽수림/혼효림)에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설4-2.	산림 면적에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
가설4-3.	임령에 따라 선택하는 공익적 산림 관리 활동이 다를 것이다.
연구질문3. ”산주가 산림사업활동을 수용하고자 하는 보상금액 수준은 어느정도인가?“	
가설1.	산림사업활동별로 수용하는 수용의사금액(WTA)은 다를 것이다.

표 17 로지스틱 회귀분석 변수 설명

변수			변수 설명
종속 변수	선택 확률		제시된 대안을 선택하면 1, 선택하지 않으면 0
설명 변수	산주 특성	연령	응답자 연령
		생태계서비스 중요도	생태계서비스 유형(물질공급(0)/환경조절(1)/생물서식환경조성(2)/문화서비스(3)) 중 가장 중요하다고 생각하는 유형
		“생태계서비스 지불제” 인식	“생태계서비스지불제“ 인식 정도로 매우 잘 안다의 경우 5점, 전혀 모른다를 1점으로 설정함.
		“산림·임업직접직불제” 인식	“산림·임업직접직불제” 인식 정도로 매우 잘 안다의 경우 5점, 전혀 모른다를 1점으로 설정함.
	산지 특성	부재산주 여부	소유 산림과 거주 지역의 행정구역이 다른 경우 (부재산주 1, 소재산주 0)
		임업 활동	산주가 산림에서 시행하고 있는 임업 활동 (육림·벌목 활동을 하는 경우 1, 그 외 활동을 하는 경우 0)
		겸업/주업 여부	임업 활동이 겸업인 경우0, 주업인 경우1
		임상	침엽수림의 경우 0, 활엽수림의 경우 1, 혼효림의 경우 2
		면적	소유하고 있는 총 산림 면적(ha)
		임령	소유하고 있는 산림의 평균 임령

제 3 절 설문조사 설계

1. 변수의 구성

(1) 종속 변수

본 연구에서 사용되는 로지스틱 회귀모형의 종속변수는 산림의 공익적 기능을 제고하기 위한 산림 사업 활동에 참여할 의향이며, 참여할 의향이 있는 경우 1, 없는 경우 0의 값을 가지는 이항변수(binary variable)이다. 설문지에서는 산림의 공익적 가치(생태계서비스)를 제고하기 위해 산림을 어떻게 관리하기를 원하는지 질의하여 응답자는 산림 사업 활동의 속성과 수준이 조합되어 있는 대안을 제시받고 그 중 가장 높은 효용

을 기대하는 대안을 선택하게 된다. 이때 인공림을 자연림으로 복원하는 활동은 자연림으로의 생태적 복원을 위해 생태적 천이를 유도하고 적정 간벌을 실시하며 벌채 후 인공 갱신 조림은 하지 않는 것으로 하였다. 벌기령 연장 활동은 『산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률』에 따른 기준 벌기령에 맞춰 목재를 수확하지 않고 일정 시간 연장한 후 벌채하는 것으로 하였다. 산림 보호 활동은 산불을 관측하거나 산림 정화 활동 등 소유 산림을 정기적으로 둘러보며 보호하는 활동으로, 숲가꾸기 활동은 어린나무 가꾸기, 육림을 위한 솎아베기를 시기에 맞춰 실시하는 것으로 설명하였다.

표 18 산주에게 제시한 산림 사업 활동에 대한 설명 개요

사업 활동(속성)	속성 설명
인공림을 자연림으로 전환	자연림으로의 생태적 복원을 위해 생태적 천이를 유도하고 적정 간벌을 실시한다. 이때 벌채 후 인공 갱신 조림은 하지 않는다.
벌기령 연장	『산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률』 에 따른 기준벌기령에 맞춰 목재를 수확하지 않고 일정 시간 연장한 후 벌채한다.
산림 보호 활동	산불을 관측하거나 산림 정화 활동 등 소유 산림을 정기적으로 둘러보며 보호한다.
숲가꾸기 활동	어린나무 가꾸기, 육림을 위한 솎아베기를 시기에 맞춰 실시한다.

(2) 독립 변수

본 연구에서 독립변수는 산지 특성, 산주 특성의 2개 범주로 나누어지며 명목척도, 비율척도, 및 서열척도의 형태를 지닌다. 총 10개의 독립변수를 설정하였다.

표 19 독립변수 유형

범주	변수	변수 유형
산주 특성	연령	비율척도
	생태계서비스 중요도	명목척도
	“생태계서비스지불제” 인식	비율척도
	“산림·임업직접직불제” 인식	비율척도
산지 특성	부재산주 여부	명목척도 (더미변수)
	임업 활동	명목척도 (더미변수)
	겸업/주업 여부	명목척도 (더미변수)
	임상	명목척도
	면적	비율척도
	임령	비율척도

2. 자료 수집 방법

연구 대상인 한국임업후계자협회 산주에게 설문조사를 시행하기 위해 한국임업후계자협회 협조를 구하였다. 질문서를 사용하여 자료를 수집하기 위해 본 연구에서는 서베이몽키(surveymonkey)를 활용한 인터넷조사법을 사용하였다. 인터넷조사법의 장점은 다음과 같다(남궁근, 2010).

첫째, 비용이 저렴하다. 응답자들은 링크된 웹사이트에 방문하여 응할 수 있으며 표본수가 많아져도 비용이 크게 추가되지 않는다.

둘째, 조사소요기간이 짧다. 인터넷조사는 24시간 조사가 가능하며 조사 대상지역의 크기에 상관없이 전국 규모의 조사를 단기간에 수행할 수 있다.

셋째, 그래픽, 음성 또는 동영상 등을 활용하여 응답자의 이해도를 높일 수 있다.

넷째, 응답자는 응답을 수정하거나 필수 질문을 반드시 응답하도록 질문서를 설계할 수 있다.

다만, 인터넷 조사는 모집단을 대표할 수 있는 표본의 선택이 어렵다는 단점이 있다. 본 연구의 모집단은 한국임업후계자협회에 가입한 산주 중 산림을 소유하고 있는 산주이기에, 설문지에서 산림 소유 여부에 대한 질문을 먼저 하여 산림을 소유한 산주만 응답할 수 있도록 하였다. 또한, 응답에 대해 추가 질문이 필요한 경우 개인정보 수집·이용에 동의한 산주에 한하여 추가 질문을 실시하였다. 산주가 응답하기 어려워 하는 부분은 소유하고 있는 산지의 필지 정보와 산림청의 산림공간정보시스템(FGIS)를 활용하여 결측치를 최소화하였다.

제 4 절 분석 모형

앞서 선택실험법(3장 연구방법)에서 설명한 바와 같이 본 연구의 분석 모형은 Hicks적 확률효용모델(Random Utility Model)을 기반으로 한다. 생태계서비스를 증진하기 위한 산림 사업 활동의 옵션은 3개의 대안 중 가장 선호하는 대안을 선택함으로 효용을 극대화 시키며 이 가치는 조건부로짓모형을 통하여 효율적으로 추정할 수 있다(강기래, 2012). 조건부로짓모형은 일반적으로 세 개 이상의 대안 중 하나를 선택하는 선택실험기법에서 사용되는 통계적 모형이다(Alberin et al.,2007). 특히, 응답자의 선택을 관찰하여 어떤 특성을 지닌 재화를 선택하는지 관찰하기에 유용하다(강기래, 2012).

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni}$$

$$P_{ni} = \Pr(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj})$$

이 때, V는 간접효용함수로서 관측이 가능한 선형함수로 가정하고, 오차항 ε_{ni}이 대안1과 2를 선택하는 확률의 비율이 대안3인 무옵션 선택의 결정에 영향을 미치지 않는다는 “무관한 대안 간 독립성(Irrelevant independence alternatives;IIA)를 따른다고 가정하면 조건부 로짓 확률모형을 아래와 같이 도출할 수 있다(Loureiro, M.L. and W.J. Umberger(2007); 강기래(2012).

$$\Pr_{ni} = \frac{\mathrm{EXP}(V_{ji})}{\sum_{j=1}^{J}\mathrm{EXP}(V_{ji})}$$

이 때, 선형 V_{ni} 의 형태를 본 연구의 산림 사업 활동 옵션으로 유도하면 아래의 선형함수가 된다.

$$\begin{aligned} V_{ni} = {} & \beta_{CON} \cdot CONVERSION_{ni} + \beta_{ROT} \cdot ROTATION_{ni} \\ & + \beta_{MON} \cdot MONITORING_{ni} + \beta_{THI} \cdot Thinning_{ni} \\ & + \beta_{WTA} \cdot WTA_{ni} \end{aligned}$$

V_{ni} = 개인 n의 i번째 효용

β_{CON} = 자연림 복원 활동의 효용계수

$CONVERSION_{ni}$ = 자연림 복원 활동의 속성 수준

β_{ROT} = 벌기령 연장 활동의 효용계수

$ROTATION_{ni}$ = 벌기령 연장 활동의 속성 수준

β_{MON} = 산림 보호 활동의 효용계수

$MONITORING_{ni}$ = 산림 보호 활동의 속성 수준

β_{THI} = 산림 보호 활동의 효용계수

$THINNING_{ni}$ = 산림 보호 활동의 속성 수준

β_{WTA} = 수용의사금액의 효용계수

WTA_{ni} = 수용의사금액의 속성 수준

본 연구에서는 R 패키지를 이용하여 통계적인 추정치를 얻었다.

제 4 장 연구결과 및 고찰

제 1절 응답자의 일반 현황

1. 인구통계학적 및 산지 특성

본 연구는 생태계서비스를 제고하기 위해 산주가 특정 산림 사업 활동에 참여할 의사와 수용의사금액을 조사하고 선택에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 자료 수집은 2021년 5월 14일부터 5월 21일까지 진행되었다. 응답자는 총 123명이며 한 응답자 당 3개의 대안을 한 세트로 4번의 반복 질의를 하여 총 1,476개의 데이터를 얻었다.

응답자의 성별은 여성이 28%정도로 대부분이 남성인 것으로 나타났다.

평균 연령은 55.7세로, 가장 고령의 응답자는 72세, 가장 낮은 연령은 29세로 차이가 큰 것을 알 수 있었으며 중위 연령은 58세이다. 산주는 주로 50대와 60대에 많이 분포되어 있어 고령자가 많은 것으로 나타났다.

학력의 경우 대학교 재학 및 졸업이 약 45%로 가장 많았으며 고등학교 졸업이 31%, 대학원 졸업이 20%로 많았다. 즉, 대학교 재학 이상이 약 65%를 차지하며 비중이 매우 높았다.

연평균 가구 소득의 경우 5000만원 이상이 30명(26.6%)로 가장 많았으며 1000만원과 2000만원 사이의 소득을 갖는 산주가 12명(10.6%)으로 가장 적었으며, 2000만원과 3000만원 사이의 소득을 갖는 산주는 17명(15.04%), 3000만원 이상 4000만원 이하가 20명(17.7%), 4000만원 이상 5000만원 이하가 20명(17.7%)이었다. 우리나라 평균 임가소득이 3750만원(산림청, 2020)으로 나타났으나 본 연구에서는 5000만원 이상의 소득을 갖는 산주가 많았음을 알 수 있다.

부재산주의 비율은 23.6%로 낮은 비율을 나타냈다. 우리나라 평균 부재산주 비율이 56%인 수준에 비하면 많은 임업후계자는 소유 산림과 같은 행정구역에 거주하며 산림을 관리한다는 것을 알 수 있다.

임업 활동 중 육림/벌채 활동을 하는 산주는 23.6%로 나타났다. 대부분의 산주는 육림/벌채 활동보다는 임산물 채취, 유실수 생산, 조경수 생산 및 작물재배 활동을 하는 것으로 나타났다.

약 72%의 많은 산주는 임업 활동을 주업이 아닌 겸업으로 하고 있다. 신승욱(2017)의 연구에서와 같이 임업후계자는 임업을 가장 적극적으로 하고 있으나 겸업의 비율이 높다.

임업 보조금 수령 경험의 경우 24%정도만이 보조금 수령 경험이 있으며 이는 주로 조림에 대한 지원 혹은 임산물 생산 및 시설에 대한 보조금 경험이었다.

산주의 72%가 산림경영계획을 수립한 것을 통하여 임업후계자는 산림경영에 비교적 적극적인 것인 것을 알 수 있다.

산주가 소유하고 있는 산림의 임상으로는 침엽수림를 소유한 산주가 27명(25%), 활엽수림을 소유하고 있는 산주는 30명(27.78%)이었으며, 혼효림을 소유한 산주는 51명(47.22%)으로 가장 많았다.

산림면적의 경우 2ha이하를 소유한 산주가 28명(24.59%)이며 2ha 초과 5ha 이하의 산림을 가진 산주가 41명(36%)으로 가장 많았으며, 5ha초과 및 10ha이하를 소유한 산주는 18명(15.79%), 10ha 초과 50ha 이하를 소유한 산주가 26명(22.84%)였다. 우리나라 사유림 산주의 85.7%가 3ha 미만의 소유를 소유하고 있는데, 임업후계자의 경우 3ha미만을 소유하고 있는 산주가 37.8%를 차지하고 있다. 또한, 5ha미만의 산림을 소유하고 있는 산주가 60.6%으로 산림 소유규묘가 영세한 것으로 나타났다. 그러나 10ha이상을 소유한 산주가 25.5%를 차지하기에 산림전체 평균 산림면적은 13.4ha로 나타났다.

산주가 소유한 산림의 영급 분포는 Ⅴ영급 이상이 가장 많으며 그 다음으로 Ⅳ영급이 많았다. 이는 전체 산림의 약 70%가 Ⅳ영급 이상인 국내 전체 산림의 특성과 비슷하다. 다만, Ⅰ영급 및 Ⅱ영급의 비율이

Ⅳ영급의 비율과도 비슷하였다. <표 20>와 <표 21>, <표 22>은 응답자들의 인구통계학적 및 산지의 특성과 빈도를 나타낸 표이다. <표 21>에서는 본 연구의 응답자와 전국 산주의 연령/거주지/성별의 비율을 함께 기입하여 비교 가능하게 하였다. 비교 결과, 전국 산주와 본 연구의 응답자의 성별의 비율은 유사한 것으로 나타났으나, 연령과 거주지에는 일부 차이가 있었다. 전국 산주는 70세 이상이 31.3%으로 비율이 높으나, 본 연구의 응답자에서는 1% 미만의 비율이 나왔으며, 40대 이상에서 70세 미만의 비율이 대체적으로 전국 산주의 해당 연령의 비율보다 높았다. 이는 본 연구에서는 한국임업후계자협회 회원을 대상으로 조사를 하였는데, 활발한 임업 활동을 하는 산주는 비교적 젊은 산주이기 때문으로 보인다. 거주지에서도 차이가 발생하였는데, 이는 한국임업후계자협회 회원과 전국 산주의 거주지 자체에서 차이가 발생하기 때문으로 보인다. 전국 산주의 특성에 차이가 발생함으로 본 연구에서는 연구의 결과가 전체 산주의 행태를 이해하는데에는 한계가 있는 것으로 나타났다.

표 20 응답자들의 인구통계학적 및 산지 특성

	변수	관측치	평균	표준 편차	최소값	최대값
인구 통계학 ·인식 특성	성별	113	.7168142	.4507121	0	1
	연령(세)	113	55.69027	7.76718	29	72
	거주지	113	3.672566	2.509115	0	8
	학력	113	2.823009	.7899377	1	4
	연평균 가구 소득	113	2.973451	1.711917	0	5
산지 특성	부재산주 여부	123	.2357724	.4246244	0	1
	육림/벌채 임업 활동 여부	123	.2357724	.4246244	0	1
	주업/겸업	123	.2845528	.4513541	0	1
	임업 보조금 수령 경험	113	.2389381	.4265922	0	1
	산림경영계획 수립 여부	123	.7235772	.44738	0	1
	임상	108	1.2222	.8205846	0	2
	면적	114	7.385965	8.997526	0.1	65
	임령	112	2.491071	1.506475	0	4

*성별 : 남자0, 여자1
거주지 : 경기도0, 강원도1, 충북2, 충남3, 전북4, 전남5, 경북6, 경남7, 제주도7
학력 : 중졸1, 고졸2, 대재 혹은 대졸3, 대학원 졸4
연평균 가구 소득 : 1000만원 이하0, 1000-2000만원1, 2000-3000만원2, 3000-4000만원3, 4000-5000만원4, 5000만원 이상5
부재산주 여부 : 소재산주0, 부재산주1
육림/벌채 여부 : 육림/벌채1, 그 외0
주업/겸업 : 겸업0, 주업1
임업보조금 : 경험없음0, 경험있음1
산림경영계획수립 : 수립안함0, 수립함1
임상 : 침엽수0, 활엽수1, 혼효림2
임령 : 1영급0, 2영급1, 3영급2, 4영급3, 5영급 이상4

표 21 응답자들의 인구통계학적 특성 빈도표

	변수		관측치	비율(%)	전국 일반산주 비율(%)
인구 통계학 특성	성별	남성	81	71.68	74
		여성	32	28.32	26
	연령(세)	20-29	1	0.88	1
		30-39	4	3.54	3.8
		40-49	16	14.16	10.8
		50-59	50	44.25	22.3
		60-69	41	36.28	23.7
		70세 이상	1	0.88	31.3
	거주지	경기도	18	15.93	14.2
		강원도	15	13.27	8.2
		충청북도	3	2.65	6.1
		충청남도	20	17.7	11.6
		전라북도	8	7.08	8.6
		전라남도	15	13.27	17.3
		경상북도	12	10.62	15.4
		경상남도	21	18.58	15.7
		제주도	1	0.88	2.9
	학력	중학교 졸업	4	3.54	-
		고등학교 졸업	35	30.97	
		대학교 재학 및 졸업	51	45.13	
		대학원 이상	23	20.35	
	연평균 가구 소득	1000만원 이하	14	12.39	-
		1000-2000만원 이하	12	10.62	
		2000-3000만원 이하	17	15.04	
		3000-4000만원 이하	20	17.7	
		4000-5000만원 이하	20	17.7	
		5000만원 이상	30	26.55	

표 22 응답자들의 소유 임야 특성

	특성 변수		관측치	구성비(%)
임야 특성	부재산주 여부	소재산주	94	76.42
		부재산주	29	23.58
	육림/벌채 임업 활동 여부	육림/벌채 활동	29	23.58
		그 외 활동	94	76.42
	주업/겸업	겸업	88	71.54
		주업	35	28.46
	임업 보조금 수령 경험	경험 없음	86	76.11
		경험 있음	27	23.89
	산림경영계획 수립 여부	수립 안 함	34	27.64
		수립 함	89	72.36
	임상	침엽수	27	25
		활엽수	30	27.78
		혼효림	51	47.22
	면적	0~2.0ha	28	24.59
		2.1~5.0ha	41	35.98
		5.1~10.0ha	18	15.79
		10.1~50.0ha	26	22.84
		50.0ha 이상	1	0.88
	임령	Ⅰ영급	18	16.07
		Ⅱ영급	16	14.29
		Ⅲ영급	14	12.5
		Ⅳ영급	21	18.75
		Ⅴ영급 이상	43	38.39

2. 생태계서비스 및 제도 인식

생태계서비스 및 제도에 대한 인식은 환경부에서 시행하고 있는 생태계서비스지불제계약의 인식과 2020년 발의된 산림·임업직접직불제 인식 및 산주가 생각하는 가장 중요한 생태계서비스 유형으로 구성된다. 생태계서비스지불제계약의 인식과 산림·임업직접직불제 인식은 어느정도 알고 있는지에 대한 조사로 매우 잘 알면 5점, 전혀 모르면 1점을 부여한다. 생태계서비스 중요 우선순위는 각 유형별로 세부 기능에 대한 중요도 질문을 하여 매우 중요하다의 경우 5점, 전혀 중요하지 않다를 1점으로 한 후 평균을 산출하였다. 이 때 가장 높은 점수의 평균을 가지는 유형을 산주가 중요하게 생각하는 생태계서비스 유형으로 간주하였다.

생태계서비스지불제계약의 경우 56명(49.56%)의 산주가 전혀 모르는 것으로 응답하였다. 반면에, 그 다음으로는 ”잘 알고 있다“는 응답이 228명(5%)로 산주들의 생태계서비스지불제에 대한 인식의 편차가 큰 것으로 보인다. 이는 생태계서비스지불제가 환경부에서 시행되고 있으며, 일반 산주를 대상으로 하지 않고 있기에 인식이 낮은 것으로 보인다.

반면에, 산림·임업직접직불제에 대해서는 생태계서비스지불제계약의 인식과 정반대로 매우 혹은 잘 알고있다가 54%이며, 전혀 모른다는 17.7%를 차지한다.

생태계서비스 유형 중 산주가 가장 중요하다고 고려하는 기능으로는 환경조절기능인 것으로 나타났다(63명, 55.26%). 그 다음으로 공급기능이 16.7%이나 다른 유형(생물서식환경조성기능 및 문화서비스)과 수준이 비슷하다. 환경조절기능을 가장 중요하다고 생각하는 이유로는 최근 미세먼지 및 황사에 대한 공기 정화 및 온실가스에 대한 이슈가 떠오르기 때문에 산주도 영향을 받고 있는 것으로 사료된다. 공급기능이 16.7%이고 나머지 환경조절기능, 생물서식환경 조성 기능 및 문화서비스가 83.3%를 차지하는 것을 통해 산주는 산림이 목재 생산 보다는 환경서비스를 제공하는 것에 더 의의를 두고 있다고 볼 수 있다. <표 23>와 <표 24>은 응답자들의 생태계서비스 및 제도에 대한 인식과 빈도표

이다.

표 23 응답자들의 생태계서비스 및 제도 인식

변수	관측치	평균	표준 편차	최소값	최대값
생태계서비스 지불제 인식	113	2.238938	1.374742	1	5
산림·임업직접직불제 인식	113	3.168142	1.247777	1	5
생태계서비스 중요 우선순위	114	1.245614	.884506	0	3

*생태계서비스지불제 인식 : 전혀모른다1, 조금모른다2, 보통이다3, 잘 안다4, 매우잘안다5
산림·임업직접직불제 인식 : 전혀모른다1, 조금모른다2, 보통이다3, 잘 안다4, 매우잘안다5
생태계서비스 중요 우선순위 : 공급기능0, 환경조절기능1, 생물서식지 조성기능2, 문화서비스3

표 24 응답자들의 생태계서비스 및 생태계서비스 제도에 대한 인식

변수		관측치	비율(%)
생태계서비스 지불제 인식	전혀 모른다	56	49.56
	조금 모른다	10	8.85
	보통이다	15	13.27
	잘 안다	28	24.78
	매우 잘 안다	4	3.54
산림·임업직접직불제 인식	전혀 모른다	20	17.7
	조금 모른다	11	9.73
	보통이다	21	18.58
	잘 안다	52	46.02
	매우 잘 안다	9	7.96
생태계서비스 중요 우선순위	공급기능	19	16.67
	환경조절기능	63	55.26
	생물서식 환경조성기능	17	14.91
	문화서비스	15	13.16

제 2절 모수 추정 결과

1. 산림 사업 활동 모수 추정

본 연구에서는 R 패키지를 활용하였으며 조건부로짓모형의 모수를 추정하기 위해 clogit 코드를 활용하였다. 모형의 적합도(goodness of fit)는 Pseudo R^2를 사용하여 검증하였다. 이 때 통계량이 0.2와 0.4사이에 있는 경우 매우 좋은 추정치(extremely good fit)를 가지며(Hensher and Johnson, 1981; 구자춘, 2013), 0.1이상인 경우에는 모형의 통계적 유의성을 지닌다(Louviere et al, 2000; 구자춘, 2013).

수용의사금액(WTA)은 연속변수로 분석하였으며, 그 외 나머지 변수는 범주형 변수로 설정하여 분석하였다. 각 변수의 유형과 참조집단은 <표 25>와 같다.

표 25 산림 사업 활동 변수

변수	범주	참조 집단	변수 유형
인공림을 자연림으로 전환 (Conversion)	전환 하지 않음	-	범주형 변수
	50% 전환	전환 하지 않음	
	100% 전환	전환 하지 않음	
벌기령 연장 (Rotation)	연장 하지 않음	-	범주형 변수
	20년 연장	연장 하지 않음	
	50년 연장	연장 하지 않음	
산림 보호 활동 (Monitoring)	활동 하지 않음	-	범주형 변수
	월 1회 활동	활동 하지 않음	
	월 2회 활동	활동 하지 않음	
숲가꾸기 활동 (Thinning)	활동 하지 않음	-	범주형 변수
	5년 이상의 간격으로 수회 실시	활동 하지 않음	
수용의사금액(WTA)	15만원/ha·yr	-	연속형 변수
	30만원/ha·yr		
	45만원/ha·yr		

분석 결과, 벌기령을 20년 연장하는 활동과 산림 보호 활동을 월 1회 시행하는 사업을 제외하고 모두 유의수준 10%,5%,1% 내에서 유의한 것으로 나타났다. 인공림을 자연림으로 복원하는 활동에 대해서는 전환하지 않는 것에 비해 50%전환하는 것이 긍정적인 영향을 미치는 양(+)의 모수 추정값이 나왔지만, 100%전환하는 것에는 부정적인 영향인 음(-)의 모수 추정값이 나왔다. 벌기령을 연장하는 활동에 대해서는 연장하지 않는 것에 대해 20년 연장 활동은 산주의 효용에 유의미한 영향이 없는 것으로 나타났지만, 50년을 연장하는 것에는 부정적인 반응을 보였다. 산림 보호 활동에도 활동하지 않는 것에 비해 한 달에 한 번 활동하는 것이 유의미한 영향을 미치지 않았지만 월 2회 활동하는 것에 대해서는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 숲가꾸기 활동은 하지 않는 것에 대해 5년 이상의 간격으로 수 회 실시하는 것에 대해 산주는 긍정적인 반응을 보였으며, 수용의사금액(WTA)에 대해서도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

범주형 변수인 산림 보호 활동의 경우 각 수준의 모수가 통계적 차이가 있는지 추정하기 위해 Wald x^2 검정을 활용하였다. 인공림을 자연림으로 복원하는 활동, 벌기령을 연장하는 활동 및 산림 보호 활동의 속성에서 각 수준에서 통계적 차이가 유의한 것으로 인정되었다(표 26).

<표 26>는 추정 모수의 분산-공분산 행렬을 보여준다. 괄호 안의 값은 모수의 상관 관계를 나타내는데, 양(+)의 값을 갖는 경우 두 속성이 같은 방향으로, 음(-)의 값을 갖는 경우 두 속성이 다른 방향으로 변화하는 것을 의미한다.

인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동은 벌기령을 50년 연장하는 활동과 음의 상관관계를 가지며 벌기령을 50년 연장하는 활동은 산림 보호 활동이나 숲가꾸기 활동과 음의 상관관계를 갖는다. 이는 즉, 인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동에 대한 선호가 높을수록 벌기령을 50년 연장하는 활동에 대해서는 선호가 낮다는 것을 의미하며, 산주는 소유 산림을 자연림으로 복원하면서 동시에 벌기령을 연장하는 데 기회비용이 크기에 상반관계를 가질 수 있을 것으로 보인다. 수용의사금액(WTA)의

경우는 다른 모든 활동들과 음의 상관관계를 갖는다. 즉, 보상 금액에 대한 선호가 높을수록 다른 활동에 대한 선호는 낮아진다는 것을 의미한다. 인공림을 자연림으로 복원하지 않는 활동에 비해 50% 복원하는 활동은 선택 확률이 1.4배 증가한다. 반면, 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활동의 선택 확률은 복원하지 않는 활동에 비해 선택확률이 1.6배 감소한다. 즉, 산주는 인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동은 하지 않는 것보다 선호를 보이지만, 100% 복원 활동에 대해서는 큰 부담을 느끼는 것으로 보인다. 벌기령을 50년 연장하는 활동은 연장하지 않는 것보다 1.6배 감소한다. 산주는 벌기령을 50년 연장하는 데에 부담을 느끼고 선호 하지 않는 것으로 보인다. 월 2회 소유하고 있는 산림을 모니터링 하는 활동과 숲가꾸기 1회 활동은 활동을 하지 않는 것보다 1.5배 증가하며 보상 금액이 한 단위 증가하는 것에는 선택 확률이 1.02배 증가한다.

표 26 조건부로짓모형의 추정 결과

Variables	Coefficients	Wald x^2검정	Std.Err.	P-value
Conversion 50% (참조집단 : 복원하지 않음)	.3368511**	16.0*** (P(>X2) = 0.00033)	.1412849	0.017
Conversion 100% (참조집단 : 복원하지 않음)	-.4656025**		.1914402	0.015
Rotation 20년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-.2218555	5.8* (0.055)	.1826053	0.224
Rotation 50년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-.4621371**		.1932507	0.017
Monitoring 1 (참조집단 : 활동하지 않음)	.2531766	7.2** (0.027)	.1997615	0.205
Monitoring2 (참조집단 : 활동하지 않음)	.4249964***		.1595903	0.008
Thinning1 (참조집단 : 하지 않음)	.4249964***	-	.1529029	0.000
WTA	.0258066***	-	.0055519	0.000
No. of observation	1,476			
LR chi2(8)	168.53			
Log-likelihood	-456.25			
Pseudo R^2	0.1559			

***p<0.01 수준에서 유의, ** p<0.05 수준에서 유의, *p<0.1 수준에서 유의

표 27 추정 모수의 분산-공분산 행렬

	Conversion 50%	Conversion 100%	Rotation 20년	Rotation 50년	Monitoring1	Monitoring2	Thinning1	WTA
Conversion 50% (참조집단 : 복원하지 않음)	0.019961 (1.0000)							
Conversion 100% (참조집단 : 복원하지 않음)	0.007447 (0.2753)	0.036649 (1.0000)						
Rotation 20년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-0.00992 (-0.3844)	-0.00872 (-0.2495)	0.033345 (1.0000)					
Rotation 50년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-0.00689 (-0.2524)	0.00918 (0.2481)	0.014194 (0.4022)	0.037346 (1.0000)				
Monitoring 1 (참조집단 : 활동하지 않음)	-0.00207 (-0.0732)	0.006089 (0.1592)	-0.00718 (-0.1969)	-0.01267 (-0.3281)	0.039905 (1.0000)			
Monitoring2 (참조집단 : 활동하지 않음)	0.000538 (0.0239)	-0.00108 (-0.0354)	0.004637 (0.1591)	-0.00526 (-0.1705)	0.010958 (0.3437)	0.025469 (1.0000)		
Thinning1 (참조집단 : 하지 않음)	0.000238 (0.011)	0.003263 (0.1115)	0.003602 (0.129)	-0.00196 (-0.0664)	-0.0063 (-0.2063)	0.001905 (0.078)	0.023379 (1.0000)	
WTA	-6.9E-05 (-0.0882)	-0.00043 (-0.4016)	-0.00015 (-0.1517)	-0.00024 (-0.2239)	-7E-05 (-0.0632)	-0.00025 (-0.2832)	-0.00042 (-0.4999)	3.08E-05 (1.0000)

*괄호 안의 값은 모수 간 상관계수(correlation coefficient)

2. 무관한 대안의 독립성(IIA) 검정

조건부로짓모형은 호용함수를 추정하는 것이 간편하지만, 무관한 대안의 독립성(IIA)을 가정하기에 매우 강한 제약을 지니고 있다. 본 연구에서는 IIA 검정을 통하여 조건부로짓모형이 무관한 대안의 독립성을 지니고 있는지 확인하였다. 하나의 모델은 모든 대안을 포함한 것이고, 다른 모델은 둘 다 선택하지 않는다는 대안을 제외한 것이다. IIA 가정이 성립하기 위해서는 두 모형의 모수가 통계적인 차이가 없어야 한다. 본 연구에서는 Hausman and McFadden(1984)의 검정 방법을 활용하여 분석하였다. 이 때 귀무가설은 두 모형의 계수의 차이가 없음으로 설정하였으며, 분석 결과 x^2는 3.08, P value값이 0.9291으로 귀무 가설을 기각하지 못하였다. 즉, 조건부로짓모형에 대한 결과는 유효하다고 할 수 있다. <표 28>은 모든 대안을 포함한 Model1과 선택하지 않음의 대안이 제거된 Model2의 추정 결과이다.

표 28 대안 수에 따른 조건부로짓모형의 추정계수 비교

	Model1 (대안 수 : 3개)	Model2 (대안 수 : 2개)
Conversion 50% (참조집단 : 복원하지 않음)	.3368511**	.3266742*
Conversion 100% (참조집단 : 복원하지 않음)	-.4656025**	-.6011391*
Rotation 20년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-.2218555	-.3677772
Rotation 50년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-.4621371**	-.5931934**
Monitoring 1 (참조집단 : 활동하지 않음)	.2531766	.1964418
Monitoring 2 (참조집단 : 활동하지 않음)	.4249964***	.2886001
Thinning1 (참조집단 : 하지 않음)	.4249964***	.5304598***
WTA	.0258066***	.0271747***

LR chi2(8)	168.53	63.40
Prob > chi2	0.0000	0.0000
Log likelihood	-456.25	-263.58028
Pseudo R^2	0.1559	0.1074
No. of observation	1,476	852

***p<0.01 수준에서 유의, ** p<0.05 수준에서 유의, *p<0.1 수준에서 유의

3. 한계수용의사(MWTA)의 산정

앞서 각 산림 사업 활동별 모수 추정에 기반하여 Krinsky and Robb(1986)에 따라 산정된 한계지불의사는 <표 29>와 같다. 벌기령을 20년 연장하는 활동과 산림 보호 활동을 월1회 하는 활동의 경우 계수가 유의미하지 않았기 때문에 여기서는 한계수용의사금액이 0인 것으로 산정하였다. 인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동과 월2회 산림 보호 활동 및 숲가꾸기 활동의 경우 음(-)의 수용의사가 도출되었다. 즉, 산주는 이러한 활동들을 매우 적극적으로 수용하고자 하며, 산주가 비용을 부담하더라도 활동을 하고자 하는 것으로 나타났다. 이는 산림 사업 활동이 단순히 공익적 기능을 제고하기 위한 활동이 아니라 산림을 산불 혹은 산사태, 병해충 등으로부터 미리 예방할 수 있어 재산을 지킬 수 있기 때문으로 사료된다. 즉, 공익적 가치뿐 아니라 소유 재산에 대한 보호 심리가 있기 때문이다. 특히 숲가꾸기의 활동의 경우에는 고부가가치의 목재 생산과 숲가꾸기 산출물로부터의 수익 생산이 가능하면서 비용 부담이 없기 때문으로 보인다. 현재 산림청에서는 숲가꾸기 사업의 경우 국비 50%와 지방비 50%로 비용을 100% 부담하고 있다. 이에 산주는 숲가꾸기 활동이 지원금으로 공익적 기능을 제고하면서 건강한 산림으로 가꿀 수 있기에 적극적으로 수용하는 것으로 나타난다.

반면, 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활동과 벌기령을 50년 연장하는 활동에 대해서는 양(+)의 의사가 도출되었다. 이는 자연림으로 100% 전환하거나 벌기령을 연장함으로 발생하는 기회비용에 대한 요구되는 보상으로 보인다. 산주는 인공림을 자연림으로 100%

복원하는 경우에는 연간 ha당 180,420원을 요구하며 벌기령을 50년 연장하는 활동에 대해서는 연간 ha당 179,080원을 요구한다. 이때, 한계수용의사의 합계는 총 182,570원/ha/yr으로 산정되었는데, 벌기령을 20년 연장하는 활동과 산림 보호 활동을 월1회 하는 활동에 대해서는 모수 추정값이 유의하지 않았기에 제외하고 나머지 활동들에 대한 한계수용의사금액을 합하여 계산되었다.

표 29 한계수용의사(WTA) 결과

Variables	MWTA (단위:만원/ha·yr)	95% CI	
		Minimum	Maximum
Conversion 50% (참조집단 : 복원하지 않음)	-13.053	-30.485	-1.907
Conversion 100% (참조집단 : 복원하지 않음)	18.042	4.204	33.945
Rotation 20년 (참조집단 : 연장하지 않음)	8.597	-6.013	24.830
Rotation 50년 (참조집단 : 연장하지 않음)	17.908	3.294	36.593
Monitoring 1 (참조집단 : 활동하지 않음)	-9.811	-30.427	5.308
Monitoring 2 (참조집단 : 활동하지 않음)	-16.469	-40.278	-3.791
Thinning1 (참조집단 : 하지 않음)	-24.685	-54.488	-10.457
합계	-18.257	*Rotation 20년, Monitoring1 유의성이 없으므로 0으로 처리	

『산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙』 제6조4항에 따른 2021년도 조림비용은 ha당 9,323,000원이다. 본 연구에서 벌기령을 50년 연장한다고 가정하여 매년 50년동안 산정된 금액(182,570원/ha/yr) 만큼 보상한다고 한다면, 총 9,128,500원으로 정부에서 지급하고 있는 지원금과 유사한 수준이다. 따라서, 조림에 대한 보조금을 생태계서비스를 제고하기 위한 활동을 하는 데 지원하는 보조금으로 전환이 가능할 것으

로 보인다.

4. 선호에 대한 이질성의 원인 규명

생태계서비스를 제고하기 위한 산림 사업 활동의 선호와 수용의 사금액은 특정 요인에 따라 이질적일 수 있다. 본 연구에서는 선호의 이질성의 원인을 규명하기 위해 산주의 특성 및 산지의 특성을 설명변수로 하여 산주의 효용과의 관계를 알아보았다. 이때 설명변수는 범주형 변수와 연속 변수로 구분하여 분석하였으며, 범주형 변수는 집단별로 구분하고, 연속 변수는 교차변수를 추가하여 분석하였다. 또한, 범주형 변수의 경우 각 집단별로 추정계수의 통계적 차이를 규명하고자 Wald x^2 검정을 사용하였다. 이때 귀무가설은 G개의 집단 간 추정 계수의 차이가 없다는 것이며 이 통계량은 자유도가 G-1인 x^2분포를 따른다(Liao, 2004).

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_G$$

$$W = \begin{vmatrix} \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_2} \\ \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_3} \\ \cdots \\ \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_G} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} var(\widehat{\beta_1}) + var(\widehat{\beta_2}) & var(\widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_2}, \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_3}) & \cdots & var(\widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_2}, \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_G}) \\ var(\widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_3}, \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_2}) & var(\widehat{\beta_1}) + var(\widehat{\beta_3}) & \cdots & var(\widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_3}, \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_G}) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ var(\widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_G}, \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_2}) & var(\widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_G}, \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_3}) & \cdots & var(\widehat{\beta_1}) + var(\widehat{\beta_G}) \end{vmatrix}^{-} \begin{vmatrix} \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_2} \\ \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_3} \\ \cdots \\ \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_G} \end{vmatrix}$$

$$*var(\widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_2}, \widehat{\beta_1} - \widehat{\beta_3}) = var(\widehat{\beta_1}) - var(\widehat{\beta_1}, \widehat{\beta_2}) - var(\widehat{\beta_1}, \widehat{\beta_3}) - var(\widehat{\beta_2}, \widehat{\beta_3}) = var(\widehat{\beta_1}) - 0 - 0 - 0 = var(\widehat{\beta_1})$$

표 30 설명변수 유형

변수	수준			
범주형 변수				
생태계서비스 중요도	물질 공급 기능	환경 조절 기능	생물서식환경 조성 기능	문화 서비스
부재산주 여부	소재산주	부재산주		
임업 활동	육림/벌채 포함	그 외 활동		
주업/겸업 여부	겸업	주업		
임상	침엽수	활엽수	혼효림	
연속형 변수				
응답자의 연령 “생태계서비스지불제계약”인식 “산림·임업직접직불제” 인식 산림 면적 산림 임령				

분석 결과, 범주형 변수 중에서는 응답자가 생각하는 가장 중요한 생태계서비스의 유형과 부재산주의 여부, 육림/벌채 활동의 여부 그리고 소유하고 있는 산림의 유형(임상)이 모두 선호 이질성을 야기하는 것으로 나타났다. 생태계서비스 중요도에 대한 그룹은 4가지로 이루어진다. 그룹1은 물질공급기능을 최우선하는 산주, 그룹2는 환경조절기능, 그룹3은 생물서식환경 조성 기능, 그리고 그룹4는 문화 서비스를 가장 중요시 여기는 산주들의 그룹이다. 우선 Wald x^2검정 결과 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활동과 벌기령을 50년 연장하는 활동, 산림 보호 활동, 숲가꾸기 활동 및 보상금액(WTA)에서 집단 간의 차이가 유의적으로 인정되었다. 부재산주와 소재산주의 차이에서는 Wald x^2검정 결과 인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동과 보상금액에서 집단 간 차이를 보였다. 육림/벌채 임업 활동에 따른 조건부로짓모형의 Wald x^2검정 결과 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활동과 벌기령을 50년 연장하는 활동에 대해서만 이질성이 인정되었다. 육림/벌채를 시행하는 산주의 경우 그렇지 않은 산주에 비해 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활

동과 벌기령 50년 연장 활동에 대해 더 부정적인 반응을 보였다. 육림/벌채 임업 활동에 따른 Wald x^2검정 결과 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활동과 벌기령을 50년 연장하는 활동에 대해서만 이질성이 인정되었다. 육림/벌채를 시행하는 산주의 경우 그렇지 않은 산주에 비해 인공림을 자연림으로 100% 복원하는 활동과 벌기령 50년 연장 활동에 대해 더 부정적인 반응을 보였다. 임상에 따른 Wald x^2검정 결과 인공림을 자연림으로 복원하는 활동에 대해 집단 간 차이가 있었고, 혼효림을 소유한 산주는 인공림을 자연림으로 50% 복원하는데 긍정적이지만, 100% 복원하는데에는 부정적인 반응을 보였다.

연속형 변수의 경우에는 상호작용항의 투입으로 다중공선성(multicollinearity)이 야기될 수 있기에 본 연구에서는 평균중심화를 통해 다중공선성을 해결하고자 하였다. 응답자의 연령과 “생태계서비스지불제계약” 인식과 응답자가 소유하고 있는 산림의 면적은 서로 이질성을 야기하는 것으로 나타났지만, ”산림·임업직접직불제“의 인식과 소유하고 있는 산림의 임령은 서로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 기존 국내외 연구에서 연령은 산림보전프로그램에 참여하는데 유의미하지 않거나 부정적으로 영향을 미쳤지만(Wilson,1996; Qin et al.,2011; Rabotyagova and Lin,2013;Langpap,2004), 본 연구에서는 반대로 연령이 높을수록 긍정적인 반응을 보였다. 이는 설문 과정에서 산주가 임업후계자로서 프로그램의 이해도가 일반 산주보다 뛰어나고 생태계서비스의 기능을 잘 이해하고 있기 때문으로 해석된다. 또한, 연령이 높을수록 임업 활동이 쉽지 않기에 벌채 후 식재하지 않고 자연 복원을 하는 것을 선호하기 때문으로도 보인다. 생태계서비스지불제를 많이 알수록 산림보호활동을 월1회 하는 것에 대해 긍정적인 반응을 보였으며, 산림·임업직불제 인식에 대해서는 아무런 영향이 없는 것으로 나타났다. 산주가 생태계서비스지불제에 대한 프로그램을 이해하고 생태계서비스에 대한 중요성을 인식하고 있기에 산림을 보호하기 위한 활동에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 소유하고 있는 산림의 면적이 클수록 벌기령을 20년 연장하는 것에 대해 부정적인 반응을 보였다. 산림의 연

령에 대해서는 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 각 변수별 조건부로짓모형의 추정 결과는 <부록2>에 정리하였다.

제 5장 결론

우리나라 산림은 전체 국토 면적의 63%를 차지하며 이 중 사유림은 산림의 67%를 차지한다. 사유림을 소유하고 있는 개인이 전체 사유림 산주 중 92%를 차지하는 만큼 개인 소유의 산림은 생태계서비스를 제공하고 국가온실가스 감축에 기여하는 잠재력이 매우 크다. 사유림 경영을 위해 산림청은 여러 법률을 제정하고 제도를 시행해왔지만 생태계서비스에 대한 시장의 부재와 보상 체계에 한계가 존재한다. 이에 생산자로서 개인 산주들은 자발적인 생태계서비스 공급보다는 목재 및 임산물 생산 혹은 산지 전용을 추구하는 유인이 존재한다. 본 연구는 산주가 자발적으로 시행할 수 있는 산림 사업활동과 수용의사금액을 규명하여 산림 임업에 대한 생태계서비스지불제계약의 설계에 기여하고자 하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 산주는 인공림을 자연림으로 50% 복원하는데 선택효용에 긍정적인 반응을 보이지만 100% 복원하는데에는 부정적인 영향을 받는다. 벌기령을 연장하는 활동에는 50년 연장에 대해 부정적으로, 산림 보호 활동과 숲가꾸기 활동 및 보상금액(WTA)에 대해서는 긍정적인 반응을 보인다.

둘째, 산주의 특성과 산지의 특성에 따라 선택에 영향을 받는다. 여기에는 연령, 생태계서비스 유형의 중요도, 생태계서비스지불제계약 인식과 부재산주 여부, 육림/벌채 임업 여부, 주업/겸업 여부, 소유 산림의 면적 및 임상이 포함된다. 특히, 생태계서비스 유형의 중요도와 소재산주, 육림/벌채 임업 여부와 주업/겸업 여부가 산림 사업 활동에 대한 보상 금액에 양의 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타냈다.

셋째, 산주는 인공림을 자연림으로 100% 복원하거나 벌기령을 50년 연장하는 활동에 대해서는 보상을 요구하지만 인공림을 자연림으로 50% 복원하는 활동이나 산림 보호 활동 및 숲가꾸기 활동에 대해서는 보상을 요구하지 않는 것으로 나타났다. 모수 추정의 계수가 음(-)의 값으로 나타나 산주는 산림 보호 활동과 숲가꾸기를 매우 긍정적으로 수용

하고자 하며 이는 어느 정도의 비용을 지불해서도 활동을 할 의향이 있는 것으로 나타났다. 산림 사업 활동에 대한 전체적인 수용의사금액은 연간 ha당 약 18만원이다. 벌기령 연장을 고려하여 50년간 매년 이 금액을 보상한다면 이는 2021년 산림청에서 고시한 조림 비용인 905만원(ha당 3,000본 기준)과 유사하다. 따라서, 생태계서비스를 제고하기 위한 산림사업활동에 대한 보상금은 기존 보조금에서 전환하는 등의 방법을 통해 지원이 가능할 것으로 보인다.

본 연구는 최소한의 비용으로 최대한의 이윤을 요구하는 쌍대이론을 기반으로 생산자인 산주의 공익적 산림 관리 사업 활동에 대한 의사를 계량적으로 평가했다는 점에서 의의가 있을 것으로 기대한다. 또한, 특정 생태계서비스 유형에 한정된 것이 아닌 전반적인 환경 서비스를 고려하여 산주의 보상 수요 의사를 분석했기에 추후 임업에 대한 생태계서비스지불제 확대에 대한 기초를 마련하는 데 도움이 될 것으로 기대한다. 연구 결과에 대하여 다음과 같이 정책 제언을 하고자 한다.

산주 및 산지의 특성을 고려한 전략적 제도 설계가 필요하다. 각 산림 사업 활동별로 산주 혹은 산지 특성에 따른 참여 여부를 파악하고 정밀하게 제도를 설계하여야 할 것이다. 또한, 공익적 기능뿐 아니라 개인 산지의 가치 증진에도 도움이 되는 정책에 산주의 참여가 높을 것으로 기대된다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 우선 본 연구에서는 보상금액을 산정하기 위해 각 산림 사업 활동이 독립적인 것으로 가정하고 각 활동별 비용을 합하였다. 이때, 인공림을 자연림으로 복원하는 활동에 대해서는 비용이 수반되지 않아 보상 금액을 0원으로 산정하였지만, 목재생산성이 감소하는 것에 대한 기회비용을 고려해야 할 것이다. 활동별 비용을 산정하고 단순 합계로 보상 금액을 산정하는 것에는 불확실성이 존재하기에 각 산림 사업 활동의 비용을 체계적으로 산정하여 보상금액을 설계할 필요가 있다.

효율적이고 성공적인 생태계서비스지불제를 설계하기 위해서는 산주가 공익적 가치 증진에 기여할 수 있다는 인식을 제공하여야 한다. 본 연구

에서 일부 산주는 연구자가 제시한 산림 사업 활동과 공익적 가치의 관계를 이해하는 데 어려움이 있었다. 이는 산주가 산림 사업 활동을 자발적으로 참여하는 데 장애물이 될 수 있으므로 제도를 설계하면서 주 생산자인 산주와의 지속적인 소통이 요구된다. 또한, 전체 산주를 대표하기에 한계가 있었으므로 한국임업후계자협회 회원뿐 아니라 전반적인 산주를 대상으로 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

강기래. (2012). 선택실험법(CE)을 응용한 비실현 미래가치 추정 적용사례연구. 산업경제연구, 25(2) : 1309-1332.

강민지, 김재준, & 박찬우. (2011). 환경서비스지불제 도입을 위한 일반인 의식 분석. 산림과학 공동학술발표논문집, 2011(0) : 384-387.

구길본. (2006). 숲으로 만든 녹색댐, 맑은 물이 흐른다: 녹색댐 기능제고를 위한 숲가꾸기의 필요성. 국토, 112-118.

구미현, 이동근, & 정태용. (2012). 정책형성단계에서 생태계서비스에 관한 이론적 고찰. 한국환경복원기술학회지 (환경복원기술), 15(5) : 85-102.

구자춘, 정호근, & 석현덕. (2014). 산주와 임업인의 인식 분석을 통한 산림환경서비스 지불제의 도입 가능성 평가. 산림과학 공동학술발표논문집, 2014(0) : 202-202.

구자춘. (2013). 도시림의 속성에 대한 도시민의 선호체계 - 선택실험법을 중심으로-. 박사학위논문, 서울대학교, 서울.

국립산림과학원. (2020). 아낌없이 주는 숲, 우리 산림의 공익적 가치 221조원. https://nifos.forest.go.kr/kfsweb/cop/bbs/selectBoardArticle.do?nttId=3143940&bbsId=BBSMSTR_1036&pageUnit=10&pageIndex=27&searchtitle=title&searchcont=&searchkey=&searchwriter=&searchWrd=&ctgryLrcls=CTGRY150&ctgryMdcls=&ctgrySmcls=&ntcStartDt=&ntcEndDt=&mn=UKFR_03_03&orgId=kfri (2020. 04. 01).

권오상. (2005). 확률효용모형 분석을 통한 국립공원의 경제적 가치 평가. 자원·환경경제연구 14(1) : 51-73.

김근한, 공석준, 김오석, 손승우, & 이은정. (2017). 생물다양성협약 이행을 위한 보호지역 추출 방안: 육상보호지역을 기준으로. 한국지리학학회지 6(3) : 407~423.

김미연, & 윤선미 (2016). 커피전문점 선택속성별 속성수준에 대한 한계지불의사액 추정에 관한 연구. 호텔경영학연구 , 25(4) : 35-55.

김상종, & 김오우. (2010). 경영과학. 탑북스. 620p.

김승렬, 김창식, & 곽기영. (2010). AHP 기법을 이용한 몽골지역을 방문하는 한국인 국외관광객의 여행상품 선택에 관한 연구. 관광레저연구, 22(3) : 451-465.

김영환, 전어진, 신만용, 정일빈, 이상태, 서경원, & 표정기. (2014). 산림탄소상쇄 사업설계를 위한 주요 수종별 베이스라인 흡수량 산정-산 림경영형 사업을 대상으로. 한국임학회지, 103(3) : 439-445.

김영환, 원현규, 이호상, & 정세경. (2008). 우리나라 임가경제조사를 위한 입목자산가치 평가방법 연구. 한국산림과학회지, 97(1) : 77-82.
김종호, 김래현, 윤호중, 이승우, 최형태, 김재준, 박찬열, 김기동. (2012). 산림공익기능의 경제적 가치평가. 한국산림휴양학회지, 16(4) : 9-18
김종호. (2012). 삼림자원가치 평가. 임업기술핸드북. 국립산림과학원 10-26호. p.205, p.1430-1440.
김진원, 최지원, 이윤주, & 오충현. (2018). 보호지역의 생태계서비스 지불제 도입 방안 연구 - 문경 돌리네습지를 대상으로 -. 한국환경생태학회 학술발표논문집, 2018(2) : 32-33.
김충실. (2000). 직접지불제의 실체와 전개방향. 농업경영·정책연구, 27(1) : 116-129.
남궁근. (2010). 행정조사방법론. 서울: 법문사, p335.
류성옥. (2014). 관광 및 여가 자원의 경제적 가치 추정법에 대한 비교 . 관광연구논총, 26(2) : 105-125.
류성옥. (2014). 평창 동계올림픽 여행상품 선호와 레크리에이션 전문화: 선택실험법 접근. 관광학연구, 38(7) : 171-191.
류성옥. (2015). 선택실험법을 활용한 스크린골프장 선호 분석 - 조건부로짓 모형과 혼합로짓 모형의 비교 -. 관광학연구, 39(9) : 31-45.
모용원, 박진한, 손용훈, & 이동근. (2016). 기술논문 : 지속가능한 순천만을 위한 보호지역 확대와 정책적 활용을 위한 생태계 서비스 지불제(PES)의 적용. 한국환경복원기술학회지 (환경복원기술), 19(1) : 171-184.
민경택, 석현덕, & 최준영. (2017). 산림경영의 수익성 개선을 위한 정책과제. 한국농촌경제연구원 기본연구 보고서, p192.
민경택. (2006). 코스타리카, 산림환경 직접지불제 개요. 세계농업, 76(0) : 65-73.
민서정, & 김준순. (2012). 산림환경서비스지불제의 국내 도입을 위한 기존 사례 고찰. 산림과학 공동학술발표논문집, 2012(0) : 738-740.
박경석, 주린원, & 윤여창. (2007). 산림환경서비스 지불제 도입을 위한 이론적 검토. 한국임학회 학술발표논문집, 2007(0) : 419-420.
박경석, 주린원, & 윤여창. (2007). 코스타리카 산림환경서비스 지불제 운용사례 연구. 한국임학회 학술발표논문집, 2007(0) : 421-423.
박민영, & 윤여창. (2021). 온실가스 감축을 위한 산림탄소사업의 이행 가능 요건에 관한 연구; 사유림 벌기령 연장형 산림경영사업을 중심으로. 한국산림과학회지 110(2). (게재예정)
박소희, 정호근, & 석현덕. (2013). APH 기법을 활용한 중장기 산림정책의 우선

순위 결정. 산림경제연구, 20(1) : 13-24
배연정, 이지민, 서교, & 이정재. (2013). 농촌마을 정주환경분석을 통한 과소마을 임계규모 결정지표 개발. 농촌계획 19(1): 109-122.
산림청. (2007). 산림유전자원보호림 지불제 도입 연구. p226.
산림청. (2013). 제 3단계 숲가꾸기 5개년 추진계획(2014~2018). p.55.
산림청. (2016). 산림기본통계. p.361.
산림청. (2018). 산림사업 표준품셈. p.438.
산림청. (2018). 제6차 산림기본계획. p.151.
산림청. (2020). 2019 전국산주현황. p.385.
서병수, 이상현, & 강학모. (1999). 부재 산주 소유 산림의 경영실태에 관한 연구 - 전라북도 지역을 중심으로. 산림경제연구, 7(2) : 19-31.
신민종, & 안동만. (2009). 선택실험법(CE)을 활용한 디자인서울거리 조성 사업의 가치평가 — 강남구 강남대로 구간을 대상으로. 한국경관학회지, 1(1) : 74-84.
신승욱. (2017). 산주의 산림탄소상쇄사업에 대한 투자 의향 : 금산군 사례를 중심으로. 석사학위논문 서울대학교, 서울.
신용광, 김창길, & 김태영. (2005). 계층분석과정(AHP)을 이용한 친환경농업정책 프로그램의 우선순위 결정. 농촌경제 28(2): 39-56.
신용광, & 장철수. (2006). 산림의 공익적 가치와 환원방안에 관한 연구. 한국농촌경제연구원. p.113.
신유진, 박수진, & 박찬열. (2016). 선택 실험법을 이용한 문화 생태계서비스의 가치 평가. 한국산림휴양학회지, 20(2) : 65-77
안소은, 박용하, 이창훈, 노백호, & 김택주. (2007). 산림유전자원보호림 지불제 도입 연구. 산림청. p.243.
안소은, 이창훈, & 류광수. (2008). 생물다양성서비스 지불제 도입방향: 산림유전자원보호림을 대상으로. 97(3) : 305-315.
안소은. (2010). 산림환경서비스지불제 도입을 위한 운영체계 및 메커니즘 설계방안. 산림경제연구, 17(1) : 25-37.
안소은. (2013). 의사결정지원을 위한 생태계서비스의 정의와 분류. 환경정책연구, 12(2) : 3-16.
안재현, 방영석, & 한상필. (2008). 다속성 효용이론을 활용한 소비자 선호조사. 경영정보학연구 18(3) : 1-20.
양정모. (2007). AHP를 활용한 연구과제 선정방법 개선을 위한 연구. 정책연구-2007-007-학술정책. 한국학술진흥재단. p.156.

여규동, 김길호, & 이상원. (2011). AHP 가중치 도출을 위한 쌍대비교의 수정비율 개발. 국토연구, 25-46.
여형범. (2014). 환경서비스(PES) 지불제도 도입 조사 연구. 충남발전연구원 현안과제 2014(3). 1-31.
오충현. (2016). 생태계서비스 지불제 연구-충청남도 내 도립공원을 대상으로. 충남연구원. p76.
윤혜원, 최민식. (2013). 사회적 선호와 비교과 활동. 교과교육학연구 17(2) : 569-593.
윤호중, 우충식, & 이창우. (2011). 숲가꾸기가 산사태 발생에 미치는 영향. 한국산림과학회지, 100(3) : 417-422.
이경일. (2004). 임업분야 디커플링정책의 도입가능성 분석. 광운대학교 대학원 행정학과 박사학위논문. p292.
이동근, 이명균, & 정태용. (2014). 생물다양성, 경제로 논하다. 도서출판 보문당. 서울. pp. 28-45.
이상민, 김경덕, & 송성환. (2011). 탄소가치를 고려한 산림관리 최적화 방안. 농촌경제 34 (4), 59-81.
이선정, 임종수, & 강진택. (2019). 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(ver.1.2). NIFoS 산림정책이슈 제129호.
이시영, & 이명욱. (2007). 숲가꾸기 실행 및 미실행지의 임분 특성에 따른 산불위험성 비교분석. 한국화재소방학회논문지, 21(4) : 52-58.
이윤환, & 오충현. (2016a). 지불주체에 따른 생태계서비스 지불제 도입방안 연구. 한국환경생태학회 학술발표논문집, 2016(2) : 73-74.
이윤환, & 오충현. (2016b). 국내생태계서비스지불제 (PES) 도입방안연구-칠갑산도립공원을대상으로. 한국환경생태학회 학술대회논문집 26(1) : 90-91.
이재은. (2007). AHP 기법의 소개와 사례 적용: 논리 일관성과 분석 계층을 통해 본 유용성과 한계. 한국정책학회 추계학술발표논문집, 1-23.
이재혁, 박홍준, 김일권, & 권혁수. (2018). 텍스트 마이닝 분석을 통한 생태계서비스 수요-공급의 이슈 차이분석- 시흥시 민원과 도시계획 자료를 활용하여 -. 24(3) : 63-71.
이종성. 연구방법 21: 델파이 방법, 서울: 교육과학사, 2001.
이창재. 1994. 水源涵養林의 價値評價 및 費用分擔에 관한 硏究. 서울대학교 박사학위 논문.
임채관, & 이정실. (2007). AHP 를 이용한 CRM 성공요인의 우선순위 분석: 부산지역 특급호텔을 중심으로. 서비스경영학회지, 8(1) : 137-159.

장철수, 석현덕, & 이상민. (2005). 임업부문 직접지불제 도입의 필요성과 방향. 한국농촌경제연구원. p81.

장철수, & 신용광. (2007). 수원함양보안림 지불제 도입 연구. 한국농촌경제연구원. p.143

전현선, 전철현, 이호상, 김기동, 주린원, 최은호, 김통일, 김영환, 박찬열, 최형태, 김철상, 김동현, & 문지민. (2016). 산림환경서비스 증진활동에 대한 보상체계 연구. 국립산림과학원 연구보고 16-33.

정병헌, 박용배, 이성연, 손영모, & 배상원. (2010). 숲가꾸기 사업 효과 분석. 한국임학회 정기학술발표논문집, 2010, 480-483.

정예슬. (2013). AHP 기법을 이용한 모바일 내비게이션의 사용성 평가 척도에 관한 연구. 한성대학교 석사학위논문.

정지우, 이원석, 송명근, & 문준호. (2020). 선택실험법을 통한 농촌관광 선택속성에 관한 연구. 호텔경영학 연구, 29(1) : 199-211.

정해영, & 배정환. (2018). 선택실험법을 이용한 중장기 전원별 소비자 선호 분석. 자원환경경제연구, 27(4) : 695-723.

정호근, & 석현덕. (2013). 주요국의 산림환경서비스 보상 실태와 산림 환경서비스 보상 방안. 한국농촌경제연구원 농정포커스, 1-27.

조근태. 2003. 「앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정」,동현출판사.

조예람, & 류성옥. (2017). 가족 캠핑객의 캠핑장 선호. 한국사회체육학회지, 69, 217-226

최가영, & 김성일. (2013). 베트남과 라오스의 환경서비스지불제 비교 연구. 산림과학 공동학술발표논문집, 2013(0) : 402-402.

최재용, 이동근, 이호철, & 고재춘. (2009). 산림경관서비스 지불제 도입을 위한 시범사업 설계. 한국환경복원기술학회지 (환경복원기술), 12(6) : 112-122.

추장민, 문현주, 이현우, 안소은, & 이난지. (2014). 한중 생태계서비스 지불제도 비교분석 및 협력 방안 연구. 한국환경정책·평가연구원 사업보고서. p.116.

충청남도. (2015). 칠갑산 도립공원의 생태계서비스 지불제 시범도입 방안 연구. 동국대학교. p.181.

키노시타 에이조, & 오오야 타카오. (2012). 전략적 의사결정기법 AHP. 도서출판 청람. 서울. 권재현 역. (원서출판 2007). 168p.

한국환경정책·평가연구원. (2009). 산림환경서비스지불제 법제화 방안 연구. 산림청 연구용역 결과보고서. p.218.

한기주, & 윤여창. (2009). The feasibility of carbon incentives to private forest management in Korea. Climatic change, 94(1-2) : 157-168.

환경부. (2020). 생태계서비스지불제계약 가이드라인. p.165.

Victor K Teplyakov, 최가영, & 김성일. (2013). 중국,베트남,남한의 산림환경서비스지불제 비교분석 -북한 산림황폐화 복원에 주는 함의-. 한국임학회 학술발표논문집, 2013(0) : 39-40.

Adamowicz, W., Louviere, J., & Williams,M.(1994). Combining revealed and statedpreference methods for valuing environmental amenities, Journal of environmentaleconomics and management, 26(3) : 271-292.

Adesina, A. A., & Chianu, J. (2002). Determinants of farmers' adoption and adaptation of alley farming technology in Nigeria. Agroforestry Systems, 55, 99 - 112.

Alain Karsenty, Sigrid Aubert, Laura Brimont, & Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. Interfaces, 48, 19-33.

Alberini, Anna & Tonin, Stefania & Turvani, Margherita. (2007). Willingness to Pay for Contaminated Site Cleanup Policies : Evidence from a Conjoint Choice Study in Italy. Revue d'économie politique. Volume 117. 737-749.

Alexandros Dimitropoulos, & Andreas Kontoleon. (2009), Assessing the determinants of local acceptability of wind-farm investment: A choice experiment in the Greek Aegean Islands, Energy Policy, Volume 37, Issue 5, Pages 1842-1854,

B. Orme. (1998). Sample size issues for conjoint analysis studies. Sawtooth Software Technical Paper, Sequim, WA.

Bateman, I. J., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, M.,Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G.,Mourato, S., & Ozdemiroglu, E. (2002), Economic Valuation with Stated PreferenceTechniques: A Manual, Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A manual,Cheltenham: Edward Elgar.

Bateman, I. J., Diamond, E., Langford, I. H. & Jones, A. (1996). Household willingness to pay and farmers' willingness to accept compensation for establishing a recreational woodland. Journal of Environmental Planning and Management, 39; 21-43.

Bell, C. D., R. K. Roberts, B. C. English, & W. M. Park. (1994). "A Logit Analysis of Participation in Tennessee's Forest Stewardship Program." Journal of Agricultural and Applied Economics 26 (2): 463-72.

Bennett, J., & Adamowicz, V. (2001). Some fundamentals of environmental

choice modelling. The choice modelling approach to environmental valuation, 37-69.

Beria Leimona. (2013). Fairness and Efficiency : A Challenge for Payment for Environmental Services in Asia. International Grassland Congress Proceedings. Sydney, Australia. p.1775 ~ 1781.

Boyd, J. & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardizedenvironmental accounting units, Ecological Economics, 63(2-3) : 616-626.

Braat, L. & de Groot, R. (2008). The economics of Biodiversity and Ecosystems : Scoping the Science. European Commission, Cambridge.

Brotherton, I. (1989). Farmer participation in voluntary land diversion schemes: some observations from theory. Journal of rural studies, 5(3) : 299-304.

Brotherton, I. (1991). What limits participation in ESAs?. Journal of environmental management, 32(3) : 241-249.

Bryan K. Orme. (2010). Getting Started with Conjoint Analysis: Strategies for Product Design and Pricing Research. Second Edition.

Burkhard B, Kroll F, Nedkov S, & Müller F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. Ecological Indicators. 21: 17-29.

Castillo-Eguskitza, N., Hoyos, D., Onaindia, M., & Czajkowski, M. (2019). Unraveling local preferences and willingness to pay for different management scenarios: A choice experiment to biosphere reserve management. Land use policy, 88, 104200.

Chernenkova, T., Kotlov, I., Belyaeva, N., Suslova, E., Morozova, O., Pesterova, O., & Arkhipova, M. (2020). Role of Silviculture in the Formation of Norway Spruce Forests along the Southern Edge of Their Range in the Central Russian Plain. Forests, 11(7), 778.

Conway, M. C., Amacher, G. S., Sullivan, J., & Wear, D. (2003). Decisions nonindustrial forest landowners make: an empirical examination. Journal of Forest Economics, 9(3) : 181-203.

Costanza, R. and Folke, K. (1997). Valuing ecosystem services with efficiency, fairness, and sustainability as goals, Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press. Washington DC : 49~70.

Cumming, G.S., Buerkert, A., Hoffmann, E.M., Schlecht, E., Von Cramon-Taubadel, S., & Tscharntke, T. (2014). Implications of agricultural transitions and urbanization for eco┐system services. Nature 515, 50 - 5.

Curtis, R.O. (1997). The role of extended rotations. In Creating a forestry for the 21st century, ed. K.A. Kohm, and J.F. Franklin, 165 - 170. Washington: Island Press.

D. Pearmain, J. Swanson, & E. Kroes et al. (1991). Stated Preference Techniques: A Guide to Practice (2nd ed.), Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group, The Hague, The Netherlands.

Daily. G.C. (1997). Introduction: What are ecosystem services? In: Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. G.C.Daily (ed.). Island Press. Washington, DC : pp.1~10.

de Groot, R. S. (2006). Function-analysis andvaluation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes, Landscape Urban Plann,75 : 175-186.

de Groot, R. S., Wilson, M. & Boumans, R.M. (2002). A typology for the classification, description and aluation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41(3) : 393~408.

De Souza Filho, H. M. (1997). The adoption of sustainable agricultural technologies: A case study in the state of Espı´rito Santo, Brazil. Aldershot, UK: Ashgate Publishing Ltd.

Dettki, H., and P.A. Esseen. (2003). Modelling long-term effects of forest management on epiphytic lichens in northern Sweden. Forest Ecology and Management 175: 223 - 238.

E. Lancsar. & J. Louviere. (2008). Conducting discrete-choice experiments to inform healthcare decision making: a user's guide. Pharmacoeconomics, 26, pp. 661-677

Ehrlich, P.R. & Ehrlich, A.H. 1981. Extinction : the causes and consequences of the disappearance of species. Random House. New York.

Farqhuar, P. H. (1977). 'A survey of multiattribute utility theory and applications', in M. K. Starr and M. Zeleny (eds.), Multiple Criteria Decision Making (TIMS Studies in the Management Sciences, North Holland, New York).

Fisher, B., & Turner, R. K. (2008). Ecosystemservices : Classification for valuation, Biological Conservation, 141(5) : 1167-1169.

Freeman A.M. (2003) Economic Valuation: What and Why. In: Champ P.A., Boyle K.J., Brown T.C. (eds) A Primer on Nonmarket Valuation. The Economics of Non-Market Goods and Resources, vol 3. Springer, Dordrecht.

Godoy, R. A. (1992). Determinants for smallholder commercial tree cultivation. World Development, 20, 713 - 725.

Gregory, S. A., Conway, M. C., & Sullivan, J. (2003). Econometric analyses of nonindustrial forest landowners: Is there anything left to study?. Journal of Forest Economics, 9(2) : 137-164.

Hanemann, W.M. (1984). Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. Am. J. Agr. Econ. 66 : 332-341.

Hannah Tuahine. (2018). Supporting native plantation forestry in the NZ ETS: Combining revenue from carbon, native timber, and co-benefits. Report for Tāne's Tree Trust Motu Economic and Public Policy Research.

Hausman, J., & McFadden, D. (1984). Specification Tests for the Multinomial Logit Model. Econometrica 52 : 1219-1240.

Hegde, R., Bull, G. Q., Wunder, S., & Kozak, R. A. (2015). Household participation in a payments for environmental services programme: The Nhambita forest carbon project (Mozambique). Environment and Development Economics, 20(5) : 611-629.

Hensher, D.A., & Johnson, L.W. (1981). Applied discrete-choice modelling. Croom Helm, Wiley, London, New York.

Hoehn, J.H. & Krieger, Douglas. (1988). Methodes forvaluing environmental change, Michigan State university, Department of agricultural economics.

Horne, P. (2006). Forest owners' acceptance of incentive based policy instruments in forest biodiversity conservation - a choice experiment based approach. Silva Fennica 40(1): 169 - 178.

Hyman, E. L. (1983). Pulpwood tree farming in the Philippines from the viewpoint of the smallholder: An ex-post evaluation of the PICOP project. Agricultural Administration, 14 : 23 - 49.

Johnson R, & Orme B. (2003). Getting the most from CBC. Sequim: Sawtooth Software Research Paper Series, Sawtooth Software.

Johnson, Rebecca L. & Jhonson Gary V. (1990). Economic Valuation of Natural Resources.

Jonsson, M., T. Ranius, H. Ekvall, G. Bostedt, J.N. Stokland, & A. Dahlberg. (2006). Cost-effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for red-listed wood-living organisms in Norway spruce forests. Biological Conservation 127 : 443 - 467.

Keeney, R. L., & H. Raiffa. (1976). Decisions with Multiple Objectives. John Wiley and Sons, New York.

Keeney, R.L., D. von Winterfeldt, & Eppel, T. (1990). Eliciting Public Values for Complex Policy Decisions. Management Science, Vol. 36, No. 9, pp. 1011-1030

Kelly, M. C., Germain, R. H., & Stehman, S. V. (2015). Family forest owner preferences for forest conservation programs: A New York case study. Forest Science, 61(3), 597-603.

Kilgore, M. A., Snyder, S., Taff, S. & Schertz, J. (2008). Family forest stewardship: Do owners need a financial incentive? Journal of Forestry; 357-362.

Kline, D. & Alig, J. & Johnson, L. (2000). Fostering the Production of Nontimber Services Among Forest Owners with Heterogeneous Objectives. Forest Science. 46. 302-311. Ecological Economics 33(1) : 29-43.

Krieger, & Douglas J. (2001). Economic value of forest systemservices: A review. p.31.

Krinsky, I., & Robb, A.L. (1986). On Approximating the Statistical Properties of Elasticities. The Review of Economics and Statistics 68 : 715-719.

Kroll F, Müller F, Haase D, & Fohrer N. (2012). Rural - urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. Land use policy. 29(3) : 521-535.

Lancaster, K.J. (1966). A new approach to consumer theory. Journal of Political Economy 74 : 132-157.

Lancsar E, Louviere J. (2008). Conducting discrete choice experiments to inform healthcare decision making: a user's guide. Pharmacoeconomics 26(8) : 661-77.

Langpap, C. (2004). Conservation incentives programs for endangered species:

an analysis of landowner participation. Land economics, 80(3) : 375-388.
Liao, T.F. (2004). Comparing Social Groups: Wald Statistics for Testing Equality Among Multiple Logit Models. International Journal of Comparative Sociology 45 : 3-16.
Lindhjem, H., & Mitani, Y. (2012). Forest owners' willingness to accept compensation for voluntary conservation: a contingent valuation approach. Journal of Forest Economics 18 : 290 - 302.
Loureiro, M. L., & Umberger, W. J. (2007). A choice experiment model for beef: What US consumer responses tell us about relative preferences for food safety, country-of-origin labeling and traceability. Food policy, 32(4) : 496-514.
Louviere, J.J., Hensher, D.A., Swait, J.D., Adamowicz, W. (2000). Stated Choice Methods: Analysis and Applications. Cambridge University Press.
M.S. Reed, K. Allen, A. Attlee, A.J. Dougill, K.L. Evans, J.O. Kenter, J. Hoy, D. McNab, S.M. Stead, C. Twyman, A.S. Scott, M.A. Smyth, L.C. Stringer, & M.J. Whittingham. (2017). A place-based approach to payments for ecosystem services, Global Environmental Change Vol 43 : 92-106.
MA(Millennium Ecosystem Assessment). (2005). Ecosystems and Human Wellbeing Millennium Ecosystem Assessment. Island Press. Washington D C.
Mäntymaa, E., Juutinen, A., Mönkkönen, M., & Svento, R. (2009). Participation and compensation claims in voluntary forest conservation: a case of privately owned forests in Finland. Forest Policy and Economics 11 (7), 498.
Markowsky-Lindsay, M., T.J. Stevens, D.B. Kittredge, B.J. Butler, P.F. Catanzaro, & B.J. DICKINSON. (2011). Barriers to Massachusetts forest landowner participation in carbon markets. Ecol. Econ. 71 : 180 - 190.
Martín-Fernández, J., del Cura-González, M.I., Gómez-Gascón, T., Oliva-Moreno J., Domínguez-Bidagor J., & Beamud-Lagos M. (2010). Differences between willingness to pay and willingness to accept for visits by a family physician: A contingent valuation study. BMC Public Health 10 : 236.
Matta, J. R., Alavalapati, J. R., & Mercer, D. E. (2009). Incentives for

biodiversity conservation beyond the best management practices: are forestland owners interested?. Land Economics, 85(1) : 132-143.

McDowell, C., & Sparks, R. (1989). The multivariate modelling and prediction of farmer's conservation behaviour towards natural ecosystems. Journal of Environmental Management, 28(3) : 185-210.

McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior, in: Zarembka, P. (Ed.), Frontiers in Econometrics. Academic Press, New York : 105-142.

Mortensen, T., Leistritz, F. L., Leitch, J. A., & Ekstrom, B. L. (1988). A baseline analysis of participants in the conservation reserve program on North Dakota. Agricultural Economics Miscellaneous Report No.120. Department of Agricultural Economics, North Dakota State University.

Mortimer, M., Richardson, J., Huff, J., & Haney, H. (2007). A survey of forestland conservation easements in the United States: implications for forestland owners and managers. Small-Scale Forestry 6 (1) : 35 - 47.

Moss, J. (1994). A baseline assessment for a new ESA—the case of the Mourne Mountains and Slieve Croob. In Incentives for Countryside Management: The Case of Environmentally Sensitive Areas (M. Whitby, ed.). Wallingford: CAB International, 153 - 178.

Nagubadi, V., K. McNamara, W. Hoover, & W. Mills, Jr. (1996). Program Participation Behavior of Nonindustrial Forest Landowners: A Probit Analysis. Journal of Agricultural and Applied Economics 28 (2): 323-36.

Nedkov S., & Burkhard B. (2012). Flood regulating ecosystem services—Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. Ecological Indicators. 21: 67-79.

Nelleman C, & Corcoran E. (2010) Dead planet, living planet - biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development. A rapid response assessment. United Nations Environment Programme, Arendal, Norway.

Nicolas Robert. (2013). Sustaining the supply of multiple ecosystem services : An analysis based on the simulation of the joint production of wood and non-wood goods in forests. Thesis for ph.D, Silviculture, forestry. AgroParisTech.

Nowak, P. J. (1987). The adoption of agricultural conservation technologies: economic and diffusion explanations. Rural sociology, 52(2), 208.

Odum, E.p. 1959. Fundamentals of ecology, Philadelphia: W.B. Saunders Company : p.546

Park, S., Lee, W. S., Moon, J., & Heo, J. (2019). Examination of Chinese cruise tourists'attributes using a choice experiment, Sustainability, 11(13), 3621.

Permadi, D. B., Burton, M., Pandit, R., Race, D., & Walker, I. (2018). Local community's preferences for accepting a forestry partnership contract to grow pulpwood in Indonesia: A choice experiment study. Forest Policy and Economics, 91 : 73-83.

Potter, C., & Lobley, M. (1992). Ageing and succession on family farms: the impact on decision making and land use. Sociologia ruralis, 32(23) : 317-334.

Qin, P., Carlsson, F., & Xu, J. (2011). Forest tenure reform in China: A choice experiment on farmers' property rights preferences. Land Economics, 87(3) : 473-487.

Roberge, J. M., Laudon, H., Björkman, C. Ranius, T., Sandström, C., Felton, A., Ste´ns, A., Nordin A. Granstro¨m A. Widemo A., Bergh J., Sonesson J., Stenlid J., & Lundmark, T. (2016). Socio-ecological implications of modifying rotation lengths in forestry. Ambio, 45(2) : 109-123.

Roe, B., Boyle, K., & Teisl, M. (1996). Using conjoint analysis to derive estimates of compensating variation. J. Environ. Econ. Manag. 31 : 145 - 159.

Romm, J., Tuazon, R., & Washburn, C. (1987). Relating forestry investment to the characteristics of nonindustrial private forestland owners in Northern California. Forest Science, 33(1) : 197-209.

Rossi, F. J., Carter, D. R., Alavalapati, J. R., & Nowak, J. T. (2011). Assessing landowner preferences for forest management practices to prevent the southern pine beetle: an attribute-based choice experiment approach. Forest Policy and Economics, 13(4) : 234-241.

Ruto, E., & Garrod, G. (2009). Investigating farmers' preferences for the design of agri-environment schemes: a choice experiment approach. Journal of Environmental Planning and Management, 52(5) : 631-647.

Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process (AHP). The Journal of the Operational Research Society, 41(11) : 1073-1076.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. European journal of operational research, 48(1) : 9-26.

Saaty, T. L. (2001). Deriving the AHP 1-9 scale from first principles. Proceedings 6th ISAHP. Berna, Suiza.

Schuck, E. C., Nganje, W., & Yantio, D. (2002). The role of land tenure and extension education in the adoption of slash and burn agriculture. Ecological Economics, 43 : 61 - 70.

Sergey S. Rabotyagov & Sonja Lin. (2013). Small forest landowner preferences for working forest conservation contract attributes: A case of Washington State, USA", Journal of Forest Economics: Vol. 19: No. 3, pp 307-330.

Siikamäki, J., & Layton, D.F. (2007). Potential cost-effectiveness of incentive payment programs for the protection of non-industrial private forests. Land Economics 83 (4), 539.

Skerratt, S. J. (1994). Itemized payment systems within a scheme: the case of Breadalbane. Incentives for countryside management: the case of Environmentally Sensitive Areas., 105-134.

Sullivan, J., Amacher, G., & Chapman, S. (2005). Forest banking and forest landowners forgoing management rights for guaranteed financial returns. Forest Policy and Economics 7, 381 - 392.

Sven Wunder, Stefanie Engel, & Stefano Pagiola. (2008). Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. Ecological Economics, Volume 65, Issue 4, Pages 834-852.

Train, K. (2009). "Discrete Choice Methods with Simulation". Cambridge University Press.

Tyrväinen, L., Mäntymaa, E., Juutinen, A., Kurttila, M., & Ovaskainen, V. (2021). Private landowners' preferences for trading forest landscape and recreational values: A choice experiment application in Kuusamo, Finland. Land use policy, 107, 104478.

Vedel, S. E., Jacobsen, J. B., & Thorsen, B. J. (2015). Forest owners' willingness to accept contracts for ecosystem service provision is sensitive to additionality. Ecological Economics, 113 : 15-24.

Whitby, M. (1994). What future for ESAs. Incentives for countryside

management: the case of Environmentally Sensitive Areas., 253-272.
Wilson, G. A. (1997). Factors influencing farmer participation in the environmentally sensitive areas scheme. Journal of environmental management, 50(1) : 67-93.
Yeo, J. H. (2008). Case studies on the non-market partvaluation of ecosystem and an analysis ofvaluation methods, Journal of the KoreanInstitute of Forest Recreation 12(2): 1-9. (in Korean with English abstract)
Zbinden, S., & Lee, D. R. (2005). Paying for environmental services: an analysis of participation in Costa Rica's PSA program. World development, 33(2) : 255-272.
US Forest Service. (https://www.fs.usda.gov/managing-land/private-land/forest-legacy).

<부록1-설문지>

산림의 공익적 기능을 제고하기 위한 산림 사업 활동 참여 의향 조사

안녕하십니까?

저는 서울대학교 농림생물자원학부 생태경제학연구실 석사과정생 ooo 입니다.

우리나라는 기후변화 등의 환경문제 해결과 삶의 질 향상을 위한 산림의 공익적 기능에 대한 수요가 증대하고 있습니다. 하지만, 산림의 생태계서비스 시장의 부재로 산주는 공익적 가치 창출보다 목재, 임산물 생산이나 다른 토지 이용으로의 산림 전용을 추구하는 유인이 존재합니다.

정부는 산림의 공익적 기능을 증진시키기 위하여 "**생태계서비스지불제**"를 도입하였습니다. 이러한 제도에 참여하여 산림의 공익적 가치를 증진하기 위해서는 사유림 산주분들의 산림 경영 방식의 결정이 중요합니다.

이에 본 설문조사는 **서울대학교**와 **한국임업후계자협회**가 협력하여 산주분들이 공익적 가치를 증진시킬 수 있는 **산림의 사업 활동에 대한 참여 의사**를 여쭙고자 진행하게 되었습니다.

본 조사는 생태계서비스지불제 및 임업직접직불제를 설계하는데 중요한 기여를 할 수 있으므로 잠시만 시간을 내셔서 응답해 주시면 감사하겠습니다.

설문지 응답에는 **약 10-15분 정도** 소요될 예정이며, 개인정보 및 기타 정보 일체는 연구용으로만 활용될 것입니다.

서울대학교 농림생물자원학부 산림환경학 전공 ooo

(010-0000-0000, --@snu.ac.kr)

지도교수 : 서울대학교 농림생물자원학부 ooo 교수

1. 산림 자원 특성

1. 귀하는 임야(산림)을 **소유**하고 있습니까?

① 예 (1-1.질문으로 이동)　　② 아니오 (조사 중단)

1-1. 귀하께서는 소유하고 있는 산림과 행정구역상 **같은 지역(시)**에 거주하고 계십니까?

① 예　　② 아니오

2. 귀하께서 소유하고 계신 산림은 행정구역상 **어느 지역(시,군)**에 위치하고 있습니까? _____

3. 다음 중 귀하의 산림에서 **하고 계시는 일**을 모두 골라 주십시오.

① 육림/벌목 (목재 생산)
② 채취 (고로쇠, 약초, 산나물 등)
③ 유실수 (밤, 잣, 호두 등) 생산
④ 조경수 및 분재 생산
⑤ 작물재배 (버섯, 산양삼, 산나물 등)
⑥ 기타 _____

4. 귀하의 임업활동은 **주업** 혹은 **겸업** 중 어느 것입니까?

① 주업　　② 겸업 (농수산업, 공업제조업, 기타 등)

5. 귀하의 산림의 **임상**(침엽수림, 활엽수림, 혼효림)과 **면적**, **나이**를 다음 표에 기입해 주십시오.

임상 (예:침엽수림)	면적	나이 (임령)
	_____평 또는 _____정보(ha)	대략 ____ 년생
	_____평 또는 _____정보(ha)	대략 ____ 년생

(잘 모르시면, 필지 주소를 써 주십시오 : _____시(군)/_____읍(면)/

___리　　산_____)

6. 귀하의 산림에 대한 **영림계획서(산림경영계획서)**가 수립되어 있습니까?

① 예　　② 아니오

2. 생태계서비스에 대한 중요도 및 인식

※ 아래는 산림으로부터 얻을 수 있는 다양한 생태계서비스입니다.

7. 귀하께서 생각하시는 **산림기능의 중요도**를 체크(V)해주시기 바랍니다.

유형	산림이 주는 혜택 (생태계서비스)	전혀 중요하지 않다	중요하지 않다	보통이다	중요하다	매우 중요하다
물질 공급	1) 목재 등 임산물을 제공한다					
	2) 깨끗한 수자원(물)을 제공한다					
환경 조절	3) 대기오염을 정화하여 맑은 공기를 제공한다					
	4) 이산화탄소를 흡수하고 산소를 제공한다					
	5) 산사태 등 자연재해 피해를 낮춘다					
	6) 수자원의 질을 향상시킨다					
생물 서식 환경 조성	7) 생물서식공간을 제공한다					
	8) 생물종을 유지하고 보호한다					
	9) 토양을 형성한다					
문화 서비스	10) 생태관광 등 체험의 기회를 제공한다					
	11) 종교적·문화적 유산이다					
	12) 등산, 산책 등 야외 여가활동 기회를 제공한다					
	13) 휴식, 휴양 등 힐링공간을 제공한다					

8. 위 4가지 산림 기능 중 가장 중요하다고 생각하시는 기능은 무엇입니까?
① 물질 공급 기능
② 환경 조절 기능
③ 생물 서식지 조성 기능
④ 문화서비스

3. 산림의 공익적 가치(생태계서비스)를 제고하기 위한 산림사업(활동) 에 대한 의사

아래는 산림의 생태계서비스를 증진하기 위해 제시된 산림 사업 활동입니다.

생태계서비스지불제에 참여함으로써 생태계서비스를 증진하는 것에 대해 일정한 보상금액을 받을 수 있다면, 귀하께서는 다음에 제시하는 각기 다른 방식의 산림 관리 체제 가운데 어떤 대안을 원하시는지 응답해주시기 바랍니다.

사업 활동(속성)	속성 설명
인공림을 자연림으로 전환	자연림으로의 생태적 복원을 위해 생태적 천이를 유도하고 적정 간벌을 실시한다. 이때 벌채 후 인공 조림은 하지 않는다.
벌기령 연장	『산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률』 에 따른 기준벌기령에 맞춰 목재를 수확하지 않고 일정 시간 연장한 후 벌채한다.
산림 보호 활동	산불을 관측하거나 산림 정화 활동 등 소유 산림을 정기적으로 둘러보며 보호한다.
숲가꾸기 활동	어린나무 가꾸기, 육림을 위한 솎아베기를 시기에 맞춰 실시한다.

※ **보상 금액 산정** 기준 (참고자료)
- 각 사업(활동)별 비용과 종합

사업 활동(속성)	비용 산정 내용	비용
인공림을 자연림으로 전환	-	145,360원/ha/yr
벌기령 연장	『백두대간 보호지역 산림의 표준 입목가액 산정지침』에 따른 벌기령 연장시 발생되는 기회비용 산정	176,655원/ha/yr
산림 보호 활동	산림청 『산림사업 표준품셈-산림보호(산림병해충)』의 사업 설계를 위한 산림 사전조사시 발생하는 인건비(연 12회 기준)	136,044원/ha/yr
숲가꾸기 활동	『지속가능한 산림자원 관리지침(2020. 6. 15. 산림청훈령 제 1454호)』에 따른 숲가꾸기 비용	119,333원/ha/yr
합 계		458,059원

- 선택의 편의를 위하여 최대 보상 금액을 45만원으로 산정 후 일정 금액(15만원 감소)에 따라 수준 선택(45만원/30만원/15만원)

- 보상금액 산정은 적정 보상금액의 수준을 산정하기 위하여 각 활동에 따른 추가 비용을 추산한 것이오니 응답에 참고만 해주시기 바랍니다.

9. 두 산림 사업 활동을 비교했을 때, 1번, 2번, 3번 중 귀하께서는 산림을 어떻게 관리하기를 원하십니까?(하나의 선택 대안은 4가지 산림관리 사업구성과 보상수용금액의 조합으로 이루어져 있습니다.)

카드 ID	선택대안 1번	선택대안 2번	선택대안 3번
인공림을 자연림으로 전환	50% 전환	전환 하지 않음	1번, 2번 모두 원하지 않음 (8-1로 이동)
벌기령 연장	연장 하지 않음	50년 연장	
산림 보호 활동	활동 하지 않음	활동 하지 않음	
숲가꾸기 활동	5년 이상의 간격으로 수회 실시	하지 않음	
보상 금액	30만원/ha·yr	15만원/ha·yr	
선택(V)	□	□	□

9-1. 3번(아무것도 하지 않음)을 선택하신 이유는 무엇인가요?
(예: 1번과 2번이 서로 다르지 않다고 생각한다.)

10. 두 산림 사업 활동을 비교했을 때, 1번, 2번, 3번 중 귀하께서는 산림을 어떻게 관리하기를 원하십니까?

카드 ID	선택대안 1번	선택대안 2번	선택대안 3번
인공림을 자연림으로 전환	전환 하지 않음	전환 하지 않음	1번, 2번 모두 원하지 않음 (9-1로 이동)
벌기령 연장	연장 하지 않음	연장 하지 않음	
산림 보호 활동	월 2회	활동 하지 않음	
숲가꾸기 활동	5년 이상의 간격으로 수회 실시	5년 이상의 간격으로 수회 실시	
보상 금액	30만원/ha·yr	15만원/ha·yr	
선택(V)	□	□	□

10-1. 3번(아무것도 하지 않음)을 선택하신 이유는 무엇인가요?

_____

_____

11. 두 산림 사업 활동을 비교했을 때, 1번, 2번, 3번 중 귀하께서는 산림을 어떻게 관리하기를 원하십니까?

카드 ID	선택대안 1번	선택대안 2번	선택대안 3번
인공림을 자연림으로 전환	100% 전환	100% 전환	1번, 2번 모두 원하지 않음 (10-1로 이동)
벌기령 연장	20년 연장	연장 하지 않음	
산림 보호 활동	활동 하지 않음	월 1회	
숲가꾸기 활동	5년 이상의 간격으로 수회 실시	5년 이상의 간격으로 수회 실시	
보상 금액	45만원/ha·yr	15만원/ha·yr	
선택(V)	□	□	□

11-1. 3번(아무것도 하지 않음)을 선택하신 이유는 무엇인가요?

_____

12. 두 산림 사업 활동을 비교했을 때, 1번, 2번, 3번 중 귀하께서는 산림을 어떻게 관리하기를 원하십니까?

카드 ID	선택대안 1번	선택대안 2번	선택대안 3번
인공림을 자연림으로 전환	100% 전환	100% 전환	1번, 2번 모두 원하지 않음 (11-1로 이동)
벌기령 연장	연장 하지 않음	연장 하지 않음	
산림 보호 활동	월 2회	월 1회	
숲가꾸기 활동	하지 않음	5년 이상의 간격으로 수회 실시	
보상 금액	15만원/ha·yr	15만원/ha·yr	
선택(V)	□	□	□

12-1. 3번(아무것도 하지 않음)을 선택하신 이유는 무엇인가요?

_____

13. 위와 같이 4개의 산림 사업(활동)이 공익적 서비스를 제공한다는 것에 어느정도 **이해**를 하셨습니까?

① 전혀 이해하지 못함 ② 이해하지 못함 ③ 보통이다 ④어느정도 이해함 ⑤ 매우 이해함

4. 추가 정보

14. 귀하의 **성별**은 어떻게 되십니까?

① 남자 ② 여자

15. 귀하의 **연세**는 어떻게 되십니까? 만 ( )세

16. 귀하께서는 어느 지역에 **거주**하고 계십니까?
(1)서울 (2)부산 (3)대구 (4)인천 (5)광주 (6)대전 (7)울산 (8)세종 (9)경기
(10)강원 (11)충북 (12)충남 (13)전북 (14)전남 (15)경북 (16)경남 (17)제주

17. 실례지만, 귀하께서는 현재 결혼하신 상태이십니까?
① 미혼 ② 기혼 ③ 이혼/별거/사별

18. 귀하께서는 **만 19세 미만 자녀**가 있으십니까? 있다면, 총 몇 명 입니까?
① 없음 ② 1명 ③ 2명 ④ 3명 이상

19. 귀하의 **학력**은 어떻게 되십니까?
① 무학(미취학) ② 초등(국민)학교 졸업 ③ 중학교 졸업 ④ 고등학교 졸업
⑤ 대학교 재학 ~ 졸업 ⑥ 대학원 재학 이상

20. 귀하는 **다음 중 어디**에 해당하십니까? (복수선택 가능)
① 산림조합원 ② 독림가 ③ 임업후계자 ④ 해당 없음

21. 귀하의 **연 평균 가구 소득**은 대략 어느 정도입니까?
① 1000만원 이하 ② 1000 ~ 2000만원 ③ 2000 ~ 3000만원
④ 3000 ~ 4000만원 ⑤ 4000 ~ 5000만원 ⑥ 5000만원 이상

22. 생물다양성법에 의해 시행되는 **"생태계서비스지불제(PES)"** 에 대하여 얼마나 알고 계십니까?
① 전혀 모른다 ② 조금 모른다 ③ 보통 ④ 조금 안다 ⑤ 매우 잘 안다

23. 국회에 제출된 임업 및 산촌진흥법 개정안에 포함된 **"산림·임업직접직불제"**에 대하여 얼마나 알고 계십니까?
① 전혀 모른다 ② 조금 모른다 ③ 보통 ④ 조금 안다 ⑤ 매우 잘 안다

24. 과거 정부로부터 **임업 보조금**을 받으신 경험이 있으십니까?

① 예(22번으로 이동)　　② 아니오(23번으로 이동)

25. 받으신 보조금은 어떤 임업활동에 대하여 받으셨습니까?

_____

26. 아래 귀하의 **정보를 기입**해주시기 바랍니다.
(추가 질문이 있는 경우 연락드리기 위함입니다.)

응답자 이름	
응답자 연락처(전화)	
응답자 이메일(e-mail) 주소	

27. 혹시 설문조사 관련하여 **의견**이 있으신 경우 자유롭게 적어주시기 바랍니다.

※ 지금까지 응답해주셔서 진심으로 감사드립니다.
설문지는 동봉해 드린 회신용 봉투함에 넣어 가까운 우체통에 넣거나 우체국에서 회신해주시면 됩니다. 문의사항이 있으신 경우 연락 주시면 친절하게 답변드리겠습니다.

개인정보 수집·이용(및 제3자 제공) 동의서

추가 질문을 위한 개인정보 수집·이용 및 제공 동의서

산주의 생태계서비스 증진을 위한 산림사업활동 관련 조사를 위하여 아래와 같이 개인정보를 수집·이용 및 제공하고자 합니다. 내용을 자세히 읽으신 후 동의 여부를 결정하여 주십시오.

□ 개인정보 수집·이용 내역

항목	수집·이용 목적	보유 기간
성함, 연락처, 이메일 주소	추가 질문이 있을 경우 연락에 필요한 사항	2년

※ 위의 개인정보 수집·이용에 대한 동의를 거부할 권리가 있으나 동의하지 않을 경우 연구 분석에 제한이 있을 수 있습니다.

☞ 위와 같이 개인정보를 수집·이용하는데 동의하십니까?

□ 동의함 □ 동의하지 않음

□ 개인정보 제3자 제공내역

항목	수집·이용 목적	보유 기간
해당사항 없음		

2021년 월 일

동의자 : (서명)

<부록2-분석 결과>

표 A. 그룹별 조건부로짓모형의 추정 결과

	Group1	Group2	Group3	Group4	Wald x^2검정
Conversion 50%	.3256312	.3309157*	.8230777*	.2604885	7.02
(참조집단 : 복원하지 않음)	.4056694	.1941163	.4583403	.4372125	
Conversion 100%	-.3494715	-.4993737*	-2.042212***	-.5162238	15.35***
(참조집단 : 복원하지 않음)	.4996375	.1941163	.6905811	.6533968	
Rotation 20년	.4060777	-.2299504	.0869367	-.8572588*	4.55
(참조집단 : 연장하지 않음)	.4817819	.2662053	.6232721	.5202629	
Rotation 50년	-.0018175	-.3354739	-1.852597**	-1.469855**	9.24*
(참조집단 : 연장하지 않음)	.501033	.2662053	.8865886	.6419908	
Monitoring 1	-.318397	.4713518*	-.8868887	1.053661*	7.81*
(참조집단 : 활동하지 않음)	.5717098	.277695	.7120278	.6407204	
Monitoring2	.1746709	.5523678**	.8191108	.5449958	8.94*
(참조집단 : 활동하지 않음)	.4046567	.2269752	.6464242	.4812235	
Thinning1	.7613583**	.6362683***	1.90833***	.5201182	19.33***
(참조집단 : 하지 않음)	.3576946	.2307441	.692795	.4063221	
WTA	.0368484**	.0213224***	.0153448	.0342917**	18.30***
	.0146567	.0082407	.0192898	.0155147	
LR chi2(8)	34.25	92.38	40.31	25.97	Group1: 물질공급기능 가장 중요시 여기는 산주 Group2: 환경조절기능 Group3 : 생물서식 환경 조성기능 Group4: 문화서비스
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	
Log likelihood	-66.369364	-230.65925	-54.549805	-52.933876	
Pseudo R^2	0.2051	0.1668	0.2698	0.1970	
No. of observation	228	756	204	180	

***p<0.01 수준에서 유의, ** p<0.05 수준에서 유의, *p<0.1 수준에서 유의

표 B. 소재/부재산주 조건부로짓모형의 추정 결과

	소재산주	부재산주	Wald x^2검정
Conversion 50% (참조집단 : 복원하지 않음)	.2424848	.6737397**	4.77**
	.1609624	.3083838	
Conversion 100% (참조집단 : 복원하지 않음)	-.6265896***	.1082562	0.06
	.2161366	.4379438	
Rotation 20년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-.1699363	-.4802435	1.45
	.2086419	.3988027	
Rotation 50년 (참조집단 : 연장하지 않음)	-.4963293**	-.2881803	0.49
	.2086419	.4106869	
Monitoring 1 (참조집단 : 활동하지 않음)	.2077447	.4820182	1.14
	.2250755	.4522784	
Monitoring2 (참조집단 : 활동하지 않음)	.5923775***	-.0883616	0.07
	.1853296	.3327784	
Thinning1 (참조집단 : 하지 않음)	.6934534***	.333155	0.94
	.1745963	.3432926	
WTA	.0228646***	.0391443***	9.16***
	.0062701	.0129348	
LR chi2(8)	125.99	52.94	
Prob > chi2	0.0000	0.0000	
Log likelihood	-350.08503	-100.97112	
Pseudo R^2	0.1525	0.2077	
No. of observation	1,128	348	

***p<0.01 수준에서 유의, ** p<0.05 수준에서 유의, *p<0.1 수준에서 유의

표 C. 육림/벌채 분류 조건부로짓모형의 추정 결과

	육림/벌채	육림/벌채 외	Wald x^2검정
Conversion 50%	.4225299	.3047048*	1.97
(참조집단 : 복원하지 않음)	.301362	.1608468	
Conversion 100%	-.724004*	-.4048565*	3.13*
(참조집단 : 복원하지 않음)	.4092251	.2182507	
Rotation 20년	-.3228509	-.1655723	0.80
(참조집단 : 연장하지 않음)	.3610496	.2151247	
Rotation 50년	-.7087947*	-.3797016*	2.96*
(참조집단 : 연장하지 않음)	.4120141	.2207199	
Monitoring 1	-.0793481	.3291921	0.04
(참조집단 : 활동하지 않음)	.4178941	.2300626	
Monitoring 2	.2795594	.4776149**	0.72
(참조집단 : 활동하지 않음)	.330608	.1836061	
Thinning1	.4589135	.7081149***	2.42
(참조집단 : 하지 않음)	.2950964	.1827795	
WTA	.0301514*	.024502***	7.55
	.0109745	.0065311	
LR chi2(8)	32.70	139.49	
Prob > chi2	0.0001	0.0000	
Log likelihood	-111.09079	-343.33251	
Pseudo R^2	0.1283	0.1688	
No. of observation	348	1,128	

***p<0.01 수준에서 유의, ** p<0.05 수준에서 유의, *p<0.1 수준에서 유의

표 D. 겸업/주업 조건부로짓모형의 추정 결과

	겸업	주업	Wald x^2검정
Conversion 50%	.283689*	.5148781*	2.82*
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.162362)	.3068578	
Conversion 100%	-.5119943**	-.4410961	1.81
(참조집단 : 복원하지 않음)	.2384508	.3276396	
Rotation 20년	.0691796	-1.098077***	7.58***
(참조집단 : 연장하지 않음)	.2143956	.3987931	
Rotation 50년	-.2816176	-1.034304***	7.44***
(참조집단 : 연장하지 않음)	.2296291	.3793199	
Monitoring 1	.1554051	.5117239	1.51
(참조집단 : 활동하지 않음)	.2359671	.4163116	
Monitoring2	.5439932***	.0841797	0.08
(참조집단 : 활동하지 않음)	.1932041	.2986218	
Thinning1	.7944997***	.2459801	0.60
(참조집단 : 하지 않음)	.1817548	.3186942	
WTA	.0187237***	.0481268***	16.21***
	.0064765	.0119536	
LR chi2(8)	123.71	55.98	
Prob > chi2	0.0000	0.0000	
Log likelihood	-324.85838	-125.81716	
Pseudo R^2	0.1599	0.1820	
No. of observation	1,056	420	
***p<0.01 수준에서 유의, ** p<0.05 수준에서 유의, *p<0.1 수준에서 유의			

표 E. 임상별 조건부로짓모형의 추정 결과

	침엽수림	활엽수림	혼효림	Wald x^2 검정
Conversion 50%	.4341935	.0400567	.5861571**	6.22**
(참조집단 : 복원하지 않음)	.3112383	.2851228	.2350105	
Conversion 100%	.1084695	-.2457378	-.8974937***	8.82***
(참조집단 : 복원하지 않음)	.4847149	.388511	.3021757	
Rotation 20년	-.6686103	.0839844	-.2722383	0.80
(참조집단 : 연장하지 않음)	.4406647	.3578286	.3050153	
Rotation 50년	-.5108732	-.1576687	-.7777121**	4.95**
(참조집단 : 연장하지 않음)	.4503122	.3467442	.3493887	
Monitoring 1	.665488	.1339738	.0002973	0.00
(참조집단 : 활동하지 않음)	.5106261	.3710865	.3525309	
Monitoring 2	.3039605	.3374005	.4526968*	2.84*
(참조집단 : 활동하지 않음)	.3641919	.3234016	.2685976	
Thinning1	.5119081	.5770143**	.9057355***	10.74***
(참조집단 : 하지 않음)	.3617428	.2816033	.2763938	
WTA	.0341817**	.0389143***	.0157603	2.66
	.0136393	.0104489	.0096717	
LR chi2(8)	48.08	53.12	70.11	
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000	
Log likelihood	-94.612623	-105.27362	-189.05948	
Pseudo R^2	0.2026	0.2015	0.1564	
No. of observation	324	360	612	

***p<0.01 수준에서 유의, ** p<0.05 수준에서 유의, *p<0.1 수준에서 유의

표 F. (개인특성)교차변수를 추가한 조건부로짓모형의 추정 결과

Variables	Model1	Model2	Model3
Conversion 50%	.1215894***	.1177104***	.1242916***
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.0320905)	(.0321942)	(.0322522)
Conversion 100%	-.088899***	-.092657***	-.0918914***
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.0337824)	(.0339733)	(.0340151)
Rotation 20년	-.127042***	-.1282388***	-.1312452***
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0364842)	(.0363276)	(.0363302)
Rotation 50년	-.0762593**	-.0871701**	-.0824553**
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0365738)	(.0366513)	(.0366391)
Monitoring 1	.1649145***	.1755101***	.1609687***
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.0393684)	(.0396474)	(.0399078)
Monitoring2	.1315123***	.1372724***	.1347926***
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.1315123)	(.029495)	(.0294515)
Thinning1	.1849366***	.1851213***	.1823797***
(참조집단 : 하지 않음)	(.030428)	(.0302343)	(.0302226)
WTA	.0059336***	.0059916***	.0060865***
	(.0010592)	(.0010409)	(.0010425)
xAge			
Conversion 50%	.0121649***		
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.0042491)		
Conversion 100%	-.0020922		
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.004208)		
Rotation 20년	.0001444		
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0048444)		
Rotation 50년	.0001444		
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0047091)		
Monitoring 1	.0038001		
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.0049094)		
Monitoring2	.0002076		
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.0038053)		
Thinning1	.0029125		
(참조집단 : 하지 않음)	(.0040015)		
WTA	-.0001273		

	(.0001423)		
xPES			
Conversion 50%		.0189432	
(참조집단 : 복원하지 않음)		(.0232718)	
Conversion 100%		.0076675	
(참조집단 : 복원하지 않음)		(.0254304)	
Rotation 20년		.006387	
(참조집단 : 연장하지 않음)		(.0263974)	
Rotation 50년		-.0449555	
(참조집단 : 연장하지 않음)		(.0276276)	
Monitoring 1		.0631492**	
(참조집단 : 활동하지 않음)		(.0303548)	
Monitoring2		-.0032237	
(참조집단 : 활동하지 않음)		(.0214236)	
Thinning1		.0109613	
(참조집단 : 하지 않음)		(.0224295)	
WTA		.0006934	
		(.0007788)	
xForestProgram			
Conversion 50%			-.0331209
(참조집단 : 복원하지 않음)			(.0258508)
Conversion 100%			-.0351579
(참조집단 : 복원하지 않음)			(.0270095)
Rotation 20년			.0438848
(참조집단 : 연장하지 않음)			(.0287695)
Rotation 50년			-.0000181
(참조집단 : 연장하지 않음)			(.0286682)
Monitoring 1			-.0086752
(참조집단 : 활동하지 않음)			(.0304387)
Monitoring2			-.0377485
(참조집단 : 활동하지 않음)			(.0238459)
Thinning1			.0090097
(참조집단 : 하지 않음)			(.023629)
WTA			-.0010017
			(.0007985)

표 G. (산림 특성)교차변수를 추가한 조건부로짓모형의 추정 결과

Variables	Model4	Model5
Conversion 50%	.0885027***	.0936948***
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.0328373)	(.033066)
Conversion 100%	-.0860883**	-.0783729**
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.0345622)	(.0348818)
Rotation 20년	-.1316119***	-.1198298***
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0373112)	(.0374759)
Rotation 50년	-.0747819**	-.0713402*
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0371866)	(.0376468)
Monitoring 1	.1133321***	.1189404***
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.0403593)	(.0413237)
Monitoring2	.1043252***	.1108009***
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.0299768)	(.0302517)
Thinning1	.1651317***	.1795884***
(참조집단 : 하지 않음)	(.0310533)	(.0313374)
WTA	.006056***	.0055994***
	(.0010707)	(.00108)
xForest size		
Conversion 50%	.0022137	
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.0038465)	
Conversion 100%	-.0019702	
(참조집단 : 복원하지 않음)	(.0039258)	
Rotation 20년	-.0100231**	
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0046031)	
Rotation 50년	.0052779	
(참조집단 : 연장하지 않음)	(.0045704)	
Monitoring 1	.0013591	
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.005253)	
Monitoring2	-.0021861	
(참조집단 : 활동하지 않음)	(.0033126)	
Thinning1	-.003527	
(참조집단 : 하지 않음)	(.0041712)	
WTA	.0000957	
	(.0001571)	

xForeat age		
Conversion 50%		.00176
(참조집단 : 복원하지 않음)		(.0216277)
Conversion 100%		-.010875
(참조집단 : 복원하지 않음)		(.023362)
Rotation 20년		-.0226723
(참조집단 : 연장하지 않음)		(.0249932)
Rotation 50년		.00543
(참조집단 : 연장하지 않음)		(.0249405)
Monitoring 1		.0387457
(참조집단 : 활동하지 않음)		(.0271349)
Monitoring2		.0080999
(참조집단 : 활동하지 않음)		(.0201869)
Thinning1		.021952
(참조집단 : 하지 않음)		(.0205545)
WTA		.0001545
		(.0006875)

Abstract

Willingness to accept the compensation for their opportunity cost of forest ecosystem services provision

LEE Ji-Eun

Department of Agriculture, Forestry and Bioresources

The Graduate School

Seoul National University

Private forests in Korea account for 63% of the total forest area, of which 92% are privately owned. In order to meet the growing demand for ecosystem services, voluntary and sustainable management of forest ecosystem services by individual forest owners is required. On the other hand, because of absence of market for ecosystem services and no compensation for forest ecosystem management, private forest owners are more influenced in production of timber and forest products or conversion of forest areas into other land use rather than promoting to provide ecosystem services. Therefore, this study tried to contribute to the design of the payment for ecosystem service scheme for forestry by identifying the amount of compensation for forestry activities that private forest owners can

voluntarily implement to enhance ecosystem services. This study was conducted with samples of the Korea Forestry Successors Association members who are actively engaged in commercial forestry. As a result of the conditional logit model analysis, the activity of restoring 50% of planted forests into natural forests had a positive effect of forestry activities on the forest owners' utility, and the project of restoring 100% of forests into natural forests had a negative effect. It was found that extending the rotation age by 50 years had a negative effect, while forest protection and monitoring forestry activities twice a month had a positive effect on the utility of forest owners. In addition, there is a difference in the utility of forest owners by the characteristics of forest owners, awareness of ecosystem services and Payment for Ecosystem Services(PES), and characteristics of their forests. It makes a difference in the choice of forest management strategies. Lastly, forest owners demand compensation for activities that restore 100% of planted forests to natural forests and extend the harvesting age by 50 years, but for activities that restore 50% of planted forests to natural forests, forest protection activities, and thinning activities, they do not demand compensation while having positive attitude toward conservation oriented forest management. Based on these research results, this study suggests as follows : PES should require a strategic design that considers the characteristics of forest and forest owners. In addition, in order to realize an efficient and successful PES, it is necessary to increase the awareness of forest owners about forestry, which can contribute to enhancing the public value of forests.

keywords : Ecosystem services, Payment for Ecosystem Services(PES), Private forest, Forest owners, Conditional

logistic regression

Student Number : 2019-27884

감사의 글

2018년 8월 윤여창 교수님을 처음 찾아 뵈었던 저와 2021년 8월의 저는 스스로 느낄만큼 많이 성장했습니다. 2021년 8월, 부족했던 제가 2년 반동안의 대학원 생활과 학위논문을 완성하게 되었습니다. 이 자리를 빌어 감사의 인사를 드리고자 합니다.

먼저, 제가 삶의 목표를 가지고 꿈을 이루는 데 기회를 주시고 항상 지지해주신 윤여창 교수님께 감사 말씀드립니다. 교수님께서는 매번 저의 생각과 하고자 하는 일이 무엇인지 귀 기울여 주셨으며, 조언과 기회를 찾는 데 노력을 아끼지 않으셨습니다. 제가 대학원 생활 동안 도전을 하고 포기하지 않았던 것은 교수님 덕분이었습니다. 더불어 연구 자체부터 연구가 사회에 미치는 영향까지 고려할 수 있는 연구 관점의 자유로운 이동의 필요성을 가르쳐주셨습니다. 제가 앞으로 연구자로서 나아가는 데 튼튼한 밑받침이 될 것이라 의심치 않습니다.

바쁘신 와중에 저의 학위 논문의 심사를 맡아주신 김홍석 교수님과 구자춘 박사님께도 감사 말씀드립니다. 특히, 김홍석 교수님께서는 전공 분야가 다름에도 꼼꼼히 논문을 봐주시고 조언을 아끼지 않으셨습니다. 구자춘 박사님께도 전반적인 논문의 흐름과 섬세한 조언을 주신 것에 진심으로 감사드립니다.

제가 대학원에 입학 후 지금까지 생태경제학연구실 연구원분들게 정신적이고 물리적인 도움을 무척이나 받았습니다. 항상 진심어린 응원을 아끼지 않으시고 챙겨주셨던 김민경 박사님, 박소희 선배님과 권덕규 박사님, 카잉 박사님, 장은경 박사님, 이희주 선생님, 최병이 선생님을 비롯한 저의 모든 연구실원들에게 잊지 못할 도움을 받았습니다. 또한, 연구가 진행되는데 적극적으로 도와주신 한국임업후계자협회 최무열회장님과 최성준 소장님, 그리고 회원분들게도 진심 어린 감사 말씀 전달드립니다. 제가 학위논문을 완성할 수 있었던 것은 도움을 주셨던 분들 덕분이었습니다.

마지막으로 제가 한없이 기댈 수 있도록 먼저 나를 찾아와주고

응원해준 나의 모나미 친구들을 비롯한 주변 모든 분들, 그리고 내가 하고 싶은 것 다 할 수 있도록 무한한 지원을 아끼지 않았던 우리 가족들에게 항상 고마웠다는 말씀을 전달드리고 싶습니다.