



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 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](#)

농학석사 학위논문

목재와 단기소득임산물의
복합생산이 사유림 임업경영에
미치는 영향 분석

Evaluating the Impacts of Integrated
Production of Timber and Non-Timber Forest
Products in Private Forest Management

2023년 8월

서울대학교 대학원

농림생물자원학부 산림환경학 전공

박기현

목재와 단기소득임산물의
복합생산이 사유림 임업경영에
미치는 영향 분석

지도교수 한 희

이 논문을 농학석사 학위논문으로 제출함
2023년 6월

서울대학교 대학원
농림생물자원학부 산림환경학 전공
박 기 현

박기현의 석사 학위논문을 인준함
2023년 7월

위 원 장 _____ 이 요 한 _____ (인)

부위원장 _____ 한 희 _____ (인)

위 원 _____ 강 규 석 _____ (인)

국문초록

산림은 임업인들에게 경제활동의 장소이자 삶의 터전이다. 광복 이후, 국가와 임업인 그리고 많은 국민들의 노력으로 우리나라는 풍요로운 녹색 국가를 이루었다. 그러나 산업적 측면에서 임업은 발전이 미비하다.

목재생산은 임업인들의 기본적인 경제활동에 속한다. 하지만 목재생산은 임업인에게 큰 경제적 소득을 가져다주지 못한다. 본 연구는 이러한 사실을 확인하기 위해, 먼저 현행의 목재생산 체계를 가정하여 사유림 경영으로부터 발생 가능한 소득을 분석하였다. 분석 방법으로는 순현재가치(Net Present Value: NPV)와 토지기망가(Land Expectation Value: LEV)를 활용하였다. 결과적으로, 목재생산 위주의 임업은 임업인들에게 높은 소득을 제공하지 못하는 것을 확인하였다. 이에 대한 개선방안을 제안하기 위해, 다음과 같은 추가 분석을 진행하였다. 먼저, 최근 도입된 임업직불제의 혜택으로 임업인들이 실질적으로 얻을 수 있는 직불금이 소득 보전에 미치는 영향을 분석해 보았다. 임업직불금을 통해 임업인의 소득을 보전할 경우 벌기령 70년 기준으로 낙엽송 생산을 통해 얻게 되는 소득 대비 5배 큰 직불금을 수령하는 것으로 나타났다. 잣나무림의 경우 목재생산 대비 9배 큰 직불금을 수령하는 것으로 나타났다. 둘째로, 임업인의 소득 개선방안으로서 산림복합경영의 타당성을 검증하였다. 이를 위하여 현장에서 임업인이 가장 많이 선택하는 단기소득임산물을 선택하고 복합경영에 따른 임업소득을 분석했다. 분석 결과, 장별기로 갈수록 단기소득임산물의 재배 기간이 길어져 단기임산물 생산에 의한 경제적 소득이 증가하는 것으로 나타났다. 가장 소득이 많이 발생하는 벌기령 70년을 기준으로 목재생산 대비 낙엽송림에서의 복합경영은 40배, 잣나무림에서는 12배의 소득을 올릴 수 있는 것으로 나타났다.

마지막으로 본 연구는 목재생산 중심 경영에서 단기소득임산물 생산을 고려한 경영으로 임업경영형태를 바꾸었을 때의 경영대안 변화와 그에 따른 산림 공익가치 변화를 분석하였다. 그 결과, 장별기 위주의 산림경영이 임가소득뿐 아니라 산림의 공익가치 또한 더 높이는 것을 확인했다. 낙엽송림의 경우, 목재생산만 고려했을 때 대비 복합경영을 하였을 때 공익가치가 약 4% 증가하였다. 잣나무림의 경우, 목재생산만 고려했을 때 대비 복합경영을 시행하였을 때 공익가치가 약 14% 증가하였다.

기존 사유림의 목재생산 위주의 경영 체계는 영세한 규모의 산림 면적, 그리고 낮은 경제성으로 지속되기 힘든 구조였다. 그러나, 목재생산과 더불어 단기소득임산물을 함께 생산하는 복합경영을 고려한다면 토지의 생산성과 효율성을 극대화하여 임업인의 소득을 크게 개선할 수 있는 것으로 나타났다. 아울러 산림을 오래 키울수록 산림의 공익적 가치 또한 높아지는 것으로 나타났다. 따라서 국내 사유림의 경우 목재생산만을 염두에 둔 단별기 임업보다는 목재와 단기소득임산물을 복합생산하는 장별기 임업이 임가소득과 공익가치 모든 측면에서 더 나은 대안인 것으로 나타났다.

주요어 : 사유림, 산림복합경영, 임업지불금, 산림의 공익가치, 최적 별기령

학 번 : 2020-22805

목 차

국문초록	i
목 차	iii
표 목 차	vi
그림목차	viii
제 1 장 서 론	1
1-1. 연구배경 및 목적	1
1-1-1. 연구배경	1
1-1-2. 연구목적	3
1-1-3. 연구체계	4
1-2. 연구사	5
1-2-1. 목재생산 소득 분석	5
1-2-2. 산림복합경영 소득 분석	7
1-2-3. 산림의 공익가치 평가	9
제 2 장 연구재료 및 방법	11
2-1. 목재생산 소득 분석	11
2-1-1. 연구대상 수종	11
2-1-2. 재적추정	12
2-1-3. 분석 시업체계	15
2-1-4. 산림시업 수익 및 비용	16

2-2. 임업직불금을 포함한 목재생산 소득 분석	20
2-3. 산림복합경영 소득 분석	23
2-3-1. 산마늘	23
2-3-2. 산양삼	25
2-3-3. 잣	29
2-4. 공익을 고려한 산림가치 분석	30
2-4-1. 수원함양	31
2-4-2. 온실가스 흡수·저장(입목)	32
2-4-3. 산소생산	34
2-4-4. 대기질 개선	34
2-5. 경영 소득 평가	35
2-6. 민감도 분석	36

제 3 장 연구결과 38

3-1. 목재생산 소득 분석	38
3-1-1. 지원 여부에 따른 수익성 분석 결과	40
3-1-2. 순현재가치와 토지기망가 분석 결과	41
3-1-3. 민감도 분석 결과	42
3-2. 임업직불금을 포함한 목재생산 소득 분석	46
3-3. 산림복합경영 소득 분석	48
3-3-1. 낙엽송림 산마늘 소득 분석 결과	48
3-3-2. 낙엽송림 산양삼 소득 분석 결과	51
3-3-3. 잣나무림 잣 소득 분석 결과	52

3-4. 경영형태별 최적 경영대안 분석	54
제 4 장 결 론	61
참고문헌	64
부 록	70
Abstract	75

표 목 차

표 2-1. 2020년 잣나무 낙엽송 누적 조림	12
표 2-2. 낙엽송 잣나무 동적 임분성장모델 회귀계수	13
표 2-3. 낙엽송림 시업체계	16
표 2-4. 잣나무림 시업체계	16
표 2-5. 숲가꾸기 시업별 비용	18
표 2-6. 잣나무 낙엽송 단위재적당 생산비	18
표 2-7. 조림사업별 보조율	20
표 2-8. 임업직불제 종류	22
표 2-9. 육림업 면적구간별 직불금 단가	22
표 2-10. ha당 산마늘 수입	24
표 2-11. ha당 산마늘 비용	25
표 2-12. 산양삼 생산품목 종류와 가격	26
표 2-13. 산양삼 수입(ha)	27
표 2-14. 7년근 산양삼 재배비용	28
표 2-15. 잣 수입과 비용	30
표 2-16. 공익적 가치 분석 항목	31
표 2-17. 탄소배출계수	33
표 3-1. 보조금 지원 낙엽송림 잣나무림 소득	42
표 3-2. 낙엽송림 목재생산 1회 순현재가치	44
표 3-3. 잣나무림 목재생산 1회 순현재가치	45
표 3-4. 산마늘 재배시나리오	49
표 3-5. 산양삼 재배시나리오	51

표 3-6. 낙엽송림 벌기령별 공익가치	54
표 3-7. 잣나무림 벌기령별 공익가치	54

그림 목 차

그림 1-1. 연구분석체계도	10
그림 2-1. 낙엽송림 ha당 재적 변화(무간벌)	14
그림 2-2. 잣나무림 ha당 재적 변화(무간벌)	15
그림 2-3. 민감도 분석 체계	37
그림 3-1. 시업체계에 따른 낙엽송림의 임분재적 변화	38
그림 3-2. 시업체계에 따른 잣나무림의 임분재적 변화	39
그림 3-3. 낙엽송림 목재생산 1회 순현재가치	37
그림 3-4. 잣나무림 목재생산 1회 순현재가치	38
그림 3-5. 임업직불금을 포함한 잣나무림 목재생산 소득	46
그림 3-6. 임업직불금을 포함한 낙엽송림 목재생산 소득	47
그림 3-7. 재배기간별 산마늘 1순환 수익	50
그림 3-8. 별기령별 산마늘 1순환 수익	50
그림 3-9. 별기령별 산양삼과 산마늘 1순환 수익	52
그림 3-10. 별기령별 잣 1순환 수익	53
그림 3-11. 잣나무림과 낙엽송림 별기령별 공익가치	55
그림 3-12. 낙엽송림 종합분석	58
그림 3-13. 잣나무림 종합분석	58

제 1 장 서 론

1-1. 연구배경 및 목적

1-1-1. 연구배경

우리나라는 1970년대 치산녹화시기와 1980년대 산림 자원화 시기를 거치며 전 국토를 푸르게 만들었다. 2021년 기준 임목축적은 10억 6,166만 m^3 로 식목일 제정 원년인 1946년(5,644만 m^3)에 비해 18.8배, 치산녹화 원년인 1973년(7,447만 m^3)에 비해 14.3배 증가했다(산림청, 2022). 하지만 70년대 중반 원목 수입 자유화 조치 이후, 지속된 목재의 수요에도 불구하고 국내의 나무들은 해외의 값싼 목재들에 의해 경쟁력을 잃게 되었다(김외정, 1999). 또한 우리나라 사유림 소유자들은 계속 늘어간 데 비해 산림의 면적은 계속 줄어들면서 산주 1인당 평균 산지 소유 규모는 계속 줄어들고 있다(산림청, 2022). 자본 집약적인 산업 특성을 지닌 임업은 대체로 넓은 산림 면적을 보유하고 있는 것이 유리한데 산주들의 평균 산지 소유 규모가 줄어들고 있는 것은 산림경영의 효율성 측면에서 점차 어려운 여건이 되어가고 있음을 의미한다.

2021년 임가경제통계에 따르면 평균 임가소득(3,800만 원)은 농업(4,776만 원)에 비해 79.8%, 어가소득(5,239만 원) 대비 72.8%로 낮다. 우리나라는 낮은 임가의 소득을 보전하기 위해 2022년부터 임업직불금 제도를 시행하고 있다. 임업직불금 제도는 『임업·산림 공익기능 증진을 위한 직접지불제도 운영에 관한 법률』에 따라 임산물 생산업과 육림업에 종사하는 임가에 대해 보조금을 지급하고 있는 제도이다. 하지만

임업직불금 제도는 최근에 도입된 제도로서 실제 임가에 주어지는 소득·효율성에 대한 연구가 미비하다. 목재생산은 조림에서 수확까지 상당히 긴 기간이 소요되는 사업으로, 자본 회수의 불확실성과 낮은 소득을 보인다. 실제로 우리나라 산주들의 대다수는 장별기 임업에 대해 부정적인 인식을 가지고 있다(Han et al., 2018).

많은 산주들의 투자 의욕과 산림경영 의지를 감소시키는 목재생산 중심의 저소득 경영을 보완하기 위하여 산림복합경영이 시도되었다(원현규, 2017). 산림복합경영은 산림에서 목재의 생산 및 수확에 더해 산채, 약초, 유실수들을 키움으로써 산림의 시간·공간적 토지 효율성을 높인다. 또한 산림생태계 다양성 보전에도 기여할 수 있어 생태·사회적 관점에서 그 가치가 높다(민경택과 김명은, 2014). 친환경적이고 건강한 안전 먹거리에 대한 수요가 증가함에 따라 청정지역인 산림에서 생산되는 우리 임산물에 대한 수요 또한 성장할 것으로 전망된다. 이처럼 산림복합경영은 목재생산의 저소득과 자본의 긴 회수기간을 보완하는 차세대 임산물의 생산사업 모델로 관심이 증대되고 있다.

본 연구는 기존 목재생산 위주의 임업소득을 분석하여 우리 임업이 직면하고 있는 문제를 진단하고 임업직불금과 산림복합경영이 임가의 소득 증대와 임업의 경영형태에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지를 분석하고자 하였다. 이와 더불어 산림은 시장적 가치인 소득과 비시장적 가치인 공익 또한 제공하므로, 경영행위의 변화에 따라 산림의 공익적 가치 또한 어떻게 달라질 수 있는지를 분석하였다.

1-1-2. 연구목적

본 연구의 목적은 목재생산 위주 임업의 문제를 진단하고 임가의 여러 수익증대 방안을 고려하였을 때, 임업의 경영형태에 일어나는 변화를 분석하고자 하였다. 이를 위한 세부 연구목표는 다음과 같다.

첫째, 기존 목재생산 중심의 임가 소득을 분석하고 경제적 측면에서 우리 임업이 직면하고 있는 문제를 진단한다.

둘째, 새로 도입된 임업직불금이 임가의 소득에 미치는 영향을 분석한다.

셋째, 단기소득임산물 생산이 임가의 소득과 임업의 경영형태에 미치는 영향을 분석한다.

넷째, 단기소득임산물의 생산에 따른 경영형태의 변화가 산림의 공익적 가치에 미치는 영향을 분석하고 경영형태별 최적 경영대안을 분석한다.

1-1-3. 연구체계

상기에 기술된 연구목적을 달성하기 위하여 본 연구는 총 네 단계로 진행되었다. 먼저 수종별 재적추정 모델과 시업체계를 선정하고 벌기령에 따라 취득 가능한 목재생산 소득을 분석하였다. 두 번째로 기존 목재생산 소득에 임업직불금을 소득에 추가했을 때 임가의 소득이 얼마나 증가하게 되는지를 분석하였다. 세 번째로 최근 임업인들이 선호하는 단기소득 임산물의 복합생산이 임가소득과 벌기령 등의 경영형태에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 마지막으로 이러한 경영형태의 변화가 산림의 기능별 공익가치에 미치는 영향을 평가하고 경영형태별 소득변화에 따른 최적 경영대안을 분석하였다.

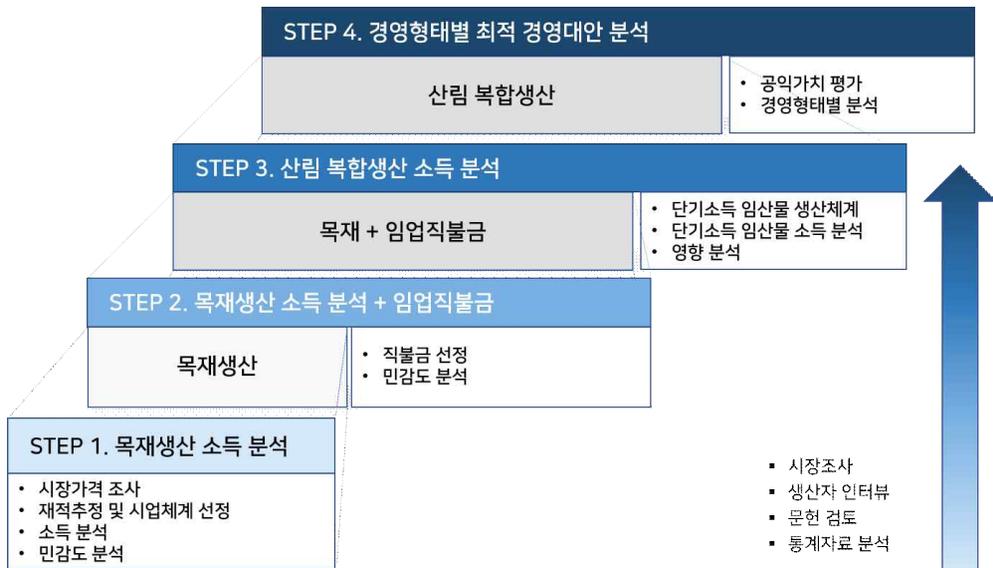


그림 1-1. 연구분석 체계도

1-2. 연구사

1-2-1. 목재생산 소득 분석

목재생산을 중심으로 한 산림경영은 조림부터 수확까지 수십 년의 시간이 필요한 장기사업이다. 따라서 목재에 대한 생산 소득을 미리 분석하고 예측하는 것은 장기간의 산림경영 계획과 의사결정에 있어서 아주 큰 영향력을 미치는 중요한 요소이다.

의사결정 기준 중 하나인 산림경영의 수익성을 측정하기 위해 다양한 경제적 개념들이 목재생산 연구에 도입되었다. Faustmann(1849)은 토지가 생산하는 총가치의 합을 토지 가치로 파악하는 토지기망가 개념을 도입했다. 산림경영에서 목재의 수확이 영구 지속적으로 이루어지는 것으로 가정하고 발생하는 모든 비용과 수익을 할인율에 따라 계산해주어 토지의 가치를 평가함으로써 산림경영의 수익성이 되는 기준을 제시하였다. 이외에도 Hoen(2001)은 노르웨이의 산림을 대상으로 임목 생산의 순현재가치(Net Present Value)를 극대화하는 목적함수를 가진 산림계획 시나리오를 제시하였고 Guerra(2007)는 유칼립투스 비료 사용 여부에 따른 수익성 차이를 순현재가치와 내부수익률(Internal Rate of Return)을 활용하여 나타냈다.

1960년대부터 수확 함수식을 활용한 임분성장모형을 통해 수확예측 연구와 선형계획법을 이용한 산림계획모델 연구가 진행되었다. 임분성장 모델 연구 대표로 Bennett(1970)는 임령과 지위지수, 임분밀도에 따라 임분수확을 예측하는 모델을 개발하여 지금도 임분성장모델의 기초로 여겨지고 있다. Castedo(2007)는 스페인 북서부 지역의 임목생산을 위해

동적성장모델을 활용하여 제시하였다. 이 모델에서는 단위면적당 임목수, 면적, 수고를 활용하여 임분의 총 재적량을 추정하였다. 선형계획법을 이용한 산림계획모델 연구로는 Johnson and Scheurman(1977)이 경영단위가 벌채 전후로 바뀌냐 여부에 따라 산림계획모델을 분류하고 정리하였다. Church and Daugherty(1999)는 순현재가치와 순수익 개념을 함수에 활용하여 가치를 최대화하는 선형계획법을 활용한 산림경영모델을 제시하였다. Palahi(2003)은 여러 가지 관리 목표를 동시에 최적화 할 수 있는 시뮬레이션 최적화 모델을 소개하였다. 해당 모델은 다중목표뿐 아니라 시나리오 기법을 기반으로 위험도에 따라 가중치를 부여하여 위험을 회피하는 형태의 최적 시나리오를 구성한다.

국내에서도 목재생산 수익을 예측하고 최대화하는 모델개발 연구가 계속해서 진행되었다. 우중춘(1991)은 선형계획법을 이용하여 잣나무 임분에 대한 산림수확계획을 개발하였고 박은식과 정주상(2000)은 목재생산뿐 아니라 탄소저장까지 고려하여 다목적선형계획 모델을 개발하였다. 권기범(2013)은 제주도 삼나무 임분의 개체목 생장예측 시뮬레이션이론을 하고 이를 이용하여 산림경영 최적화 모델을 개발하였다. 한희(2015)는 임분생장예측을 위한 임분생장모델과 의사결정 체계로 PATH 알고리즘을 활용하여 순현재가를 극대화하는 목재생산경영 및 탄소경영의 간벌시업체계를 분석하였다. 또한, 작업비용과 수확수익을 계산한 다양한 연구들이 있다. 임업연구원(1985)은 주요 수종별로 들어가는 작업비용과 수확을 위해서 필요한 수종별 재적 및 성장량을 분석하였다. 석현덕(2000)은 사유림 경영에서 투입된 비용과 얻은 수익을 통해 재무분석을 실시하고, 실시한 결과를 바탕으로 개인 산주 입장에서 산림에 대한 투자타당성을 검토하였다. 아울러 국가적인 차원에서 사유림 투자에 대한 타당성을 검토하였다. 배상원(2011)은 잣나무 경제성 및 유통구조를 분석

하였는데 그 결과, 순현재가치가(Net Present Value) -4,933,440원으로 나타나 경제성이 없다고 보았다. 민경택(2019) 주요 경제수종의 기준 벌기령 입목가를 평가하여 소득을 분석했다. 연구는 현재의 고비용 구조의 임업을 고치지 않으면 지속가능한 산림경영이 어려울 것이라고 경고했다.

1-2-2. 산림복합경영 소득 분석

임업의 저수익성을 해결하기 위해 산지에서 농업이나 축산과 연계해 산지를 효율적으로 사용하고 이를 통해 소득을 창출하고자 하는 노력은 과거부터 전 세계적으로 보편적으로 행해왔던 방식이었다(유병일과 성규철, 2000). 전문가들은 산림복합경영 개념과 체계를 정립하여 학문의 세계로 편입시켰다. Nair(1985)는 산림복합경영을 임업이나 농업과 다른 양 산업의 장점을 합쳐 새로운 차원으로 발전시킨 새로운 형태의 산업이라고 정의하고 소개하였다. Macdicken(1990)은 전세계 기후 지역에 따라 이루어지고 있는 산림복합경영 사례들을 소개하였다. Garrett(2000)는 이를 이론적으로 정리하여 산림복합경영의 유형을 정의하고 토지이용 관리 전략적인 관점과 생태적인 관점에서 산림복합경영을 조명하였다. 그리고 북미지역의 산림복합경영 사례를 통해 분석하였다. 이들 연구는 산림복합경영의 개념을 소개하고 유형을 구분하면서 산림복합경영 개념을 학문의 영역으로 가져왔다.

국내에서는 산림복합경영 개념을 도입하여 산지의 합리적인 이용과 산촌의 수익증대 모델로 사용하고자 하였다. 유병일과 성규철(2000)은 임업소득 생산 여건 악화로 한계에 달한 산촌 지역의 소득 증가 모델로 혼농임업을 제안하였고 장철수 등(2001)은 장기적으로 기존 임업경영 방안대로 목재생산을 목표로 하면서 중단기적으로 산림복합경영을 함께 추

진하는 구체적인 산림복합경영 방안을 제시하였다. 그러나, 석현덕 등(2005)은 우리나라에서 산림 복합경영이 유형별로 차별화된 경영전략을 수립·실행하지 않고 산지 개발 위주로 경영이 이루어짐에 따라 우리나라에서 아직 산림복합경영이 제대로 정착되지 못하고 있다고 지적하였다. 이요한(2013)은 미국 사례를 통해 산림복합경영의 소득을 분석하며 산림복합경영이 충분한 경제적 타당성이 있고 임가소득 증대의 가능성이 높은 것으로 분석하며 우리나라에 산림복합경영 도입 및 활성화에 대한 정책적 시사점을 제시하였다. 한희(2014)는 산양삼 재배임가를 조사하여 비용과 수익을 분석하였다. 연구는 산양삼 재배가 투자 수익성이 있으나 재배 시기나 방법, 재배 장소 조건에 따라 수확량이 달라지는 것을 지적하며 이를 공간정보 분석기법을 기반으로 한 경영지원시스템을 개발하여 해결책을 제시하였다. 박상병 등(2014)은 산마늘 임간재배와 노지재배의 소득 차이를 비교 분석하였다. 연구는 노지재배에 비해 임간재배가 소득은 낮게 나타났지만 산마늘 임간재배만의 차별되는 장점이 있어 임간재배에 긍정적인 가능성이 있음을 높게 평가함으로써 산림복합경영의 타당성을 제시하였다. 이외에도 원현규 등(2017)은 임업만 생산했을 때와 닭을 방사하여 키우는 산지 양계 복합경영에 대한 수익을 비교하였다. 이에 따라 임업만 하였을 때보다 복합경영을 한다고 가정할 때 각 지역의 모든 임가가 10% 이상으로 수익이 증가한 것으로 연구되며 산림복합경영을 통한 산지 이용 효율성을 높이는 것이 소득에 긍정적인 영향을 미치는 것을 보여주었다.

1-2-3. 산림의 공익가치 평가

산림은 목재나 토석, 수실류, 산채 등 시장적 가치가 있는 경제적 자원의 공급원일 뿐 아니라 수원함양, 대기정화, 국토보전, 생물다양성보전, 경관제공, 휴양 기능 등과 같이 비시장적 가치 또한 제공한다. 산림이 제공하는 이러한 공익가치들은 생산에 비용을 지불하지 않아도 그 혜택을 누릴 수 있는 공공재적 성격을 지닌다(국립산림과학원, 2020). 따라서 국가나 공익단체에서 적절하게 관리하지 않으면 사회에 필요한 양만큼의 충분한 공익가치를 확보하기 어려운 경우가 많다.

Ruitenbeek(1989)는 열대림의 가치를 약용자원, 관광 수입, 수원 유지로 인한 수자원, 홍수 피해 방지, 토양유실 방지 기능으로 나누어 평가하였다. Pearce(1991)는 조림 확대에 의한 탄소 고정기능평가액과 산림의 휴양자원평가액 그리고 목재생산 가치를 합하여 임업의 편익을 계산하였다. 그리고 계산한 편익을 근거로 영국에서 탄소고정, 휴양제공, 경관제공 관점에 중점을 두는 조림이 추진되어야 한다고 주장하였다. Krieger(2001)는 산림지역에서 도시로 전환시킬 때 발생할 것으로 예상되는 수질의 오염에 대해서 처리비용을 대체함으로써 산림의 수질 정화 기능을 평가하였다. 한편, 2000년대부터 생태계 서비스 지불제가 생태계를 보존하는 정책대안으로 등장함에 따라 생태계서비스 지불제의 산정과 방법, 정책 효과에 관한 연구가 전 세계적으로 많이 연구되었다(Yu, 2020). Julien(2013)은 산림의 수자원 보호 가치를 산림 면적비율에 따른 음용수로 사용가능한 정수비용 감소액으로 측정하였다. 그리고 이 연구결과를 산림 소유자에 대한 지불체계에 활용될 수 있다고 밝히면서 지불체계에 활용하기 위한 공익가치 평가 연구들이 진행된 것을 확인할 수 있었다. 또한 Grammatikopoulou(2021)는 2000년부터 2017년까지 유

림에서 이루어진 산림가치 평가에 대한 연구를 메타분석 한 결과, 1인당 GDP가 산림가치의 변화를 설명하는 중요한 요인인 것을 발견하였다.

김중호(1989)는 우리나라 최초로 산림이 지닌 공익기능을 수원함양기능, 토사유출방지기능, 토사붕괴방지기능, 보건휴양기능, 산소공급기능, 야생조수보호기능 등 6가지로 구분 평가하여 종합한 평가액을 공표하면서 산림의 공익기능을 알리고자 하였다. 또한 종합평가 외에도 산림의 공익가치 각 기능별로 계량화하려는 연구들이 동시에 진행됐다. 윤여창(1992)은 덕유산 국립공원의 휴양가치를 여행비용법(Travel Cost Model)으로 환산하고자 하였고 전현선(1996)은 수렵활동에 따른 효용가치를 구하였다. 이러한 공익가치는 산림의 기능 구분 및 새롭게 인식되는 공익 발견에 따라 그 개수와 가치의 크기가 늘어났다. 김중호 등(2010)은 산림 공익기능의 경제적 가치평가 수원 함양, 산림정수기능, 토사붕괴방지, 토사유출방지, 대기정화, 산림휴양, 야생동물보호 기능 등 이전에서 늘어난 7가지로 구분하여 공익기능을 평가하였다. 국립산림과학원(2020)은 다시 산림 공익기능을 12개 기능으로 평가하며 그 기능의 수를 늘리고 세분화하였다. 최근 공익가치 평가는 단순히 평가에서 그치는 것이 아니라 해당 평가액을 대체 산림자원조성비 단가 변경에 반영시키기는 등 산림의 공익가치를 사회와 제도 속에 적극적으로 반영하여 정책으로 녹이려는 시도가 있다.

제 2 장 연구자료 및 방법

2-1. 목재생산 소득 분석

목재생산 소득을 분석하기 위해서는 우선적으로 목재생산 체계를 구성해야 한다. 이에 수종을 낙엽송과 잣나무로 선정하여 목재생산을 가정하였다. 낙엽송과 잣나무의 임분생장을 추정하기 위해 수종별 동적임분생장 모델을 사용하였다. 목재생산은 수종과 수확시기인 벌기령에 따라 시업체계가 달라진다. 숲을 키우는데 들어가는 각 시업에 비용이 발생하고 이는 사업소득에 영향을 미치는 중요한 요소이기 때문에 벌기령에 따른 시업체계를 선정하고 이에 따른 비용을 계산해 주었다.

2-1-1. 연구대상 수종

광복 이후 우리나라의 조림실적은 2020년까지 약 146억 그루 578만 ha에 달한다. 조림된 용재수종인 낙엽송, 잣나무, 리기다소나무, 편백, 삼나무 등은 우리나라 산림 분포와 목재생산에 큰 영향을 미치고 있다(배재수, 2020). 잣나무, 낙엽송은 특히 1960년대 이후 현재까지 빠짐없이 조림대상 수종으로 선정되었으며 장기수 용재림 조성을 위하여 많은 조림이 이루어졌기 때문에 전국의 산에서 많이 볼 수 있다(윤미선, 2013) (표2-1).

잣나무의 경우, 2020년도까지 조림 면적 약 5,783천ha의 9.1%인 10.5천ha를 차지하고 있는 우리나라 주요 조림수종이다. 우리나라 고유의 향토수종이며 조선시대 말인 정조대 국법으로 잣나무 조림이 선정될

정도로 우리나라에서 중요하게 생각해 왔다(강영호, 2003). 또한, 잣나무는 수간이 통직하고 목재의 재질이 좋아 우리나라에서 전통적으로 용재로서 널리 활용되어 왔다(강호상, 2007).

낙엽송은 우리나라 주요 산림 수종으로 소나무 다음으로 많이 분포하고 있으며 한반도에서 가장 많이 조림된 수종이다(강진택, 2016). 국내 연간 목재 이용량도 가장 많아 목재산업에 있어서 중요한 수종이다. 이처럼 우리나라에서 역사적으로 중요하게 조림되어오고 목재로 중요하게 사용되는 낙엽송, 잣나무 두 수종을 연구 대상으로 선정하였다.

표 2-1. 2020년 잣나무 낙엽송 누적 조림(배재수, 2022)

항목	조림 누적그루수 (백만그루)	조림 누적면적 (천ha)	조림 누적면적비율 (%)
조림합계(1946~2020)	14,669	5,783	100.0
수종별 조림			
(1960~2020)			
잣나무	1,246	10.5	9.1
낙엽송	2,210	742	15.7

2-1-2 재적추정

임목은 시간에 따라 성장하며 그 재적을 늘린다. 목재생산 중심의 산림경영에서 수익은 재적의 크기와 품질에 의해 결정되므로 임목성장 추정은 수익의 추정에 영향을 미친다. 산림경영을 위한 경영적 의사결정을 해야 할 때, 해당 결정이 임분 성장에 미치는 영향을 파악하는 것은 사업적으로 매우 중요하다. 결정이 미치는 영향이 임분생장에 영향을 미친다면 수확하는 재적에 영향을 주고 이는 곧 수익과 연결되기 때문이다. 따

라서, 산림경영에 있어서 임분성장모형을 설정하는 것은 임분생장에 따른 미래수익에 대해 예측을 하기 위함과 시업체계의 결정에 대한 수익 영향성을 설정하는 하나의 중요한 경영 시나리오 결정이다.

본 연구에서는 임분 성장을 파악하기 위해 Bennett(1970)의 임분성장 예측모형을 기본으로 김영환(2014)이 개발한 수종별 동적임분성장모형을 적용하였다.

Bennett(1970)의 임분성장 예측모형(식 1,2)은 산림시업에 따른 임분성장 변화를 예측할 수 있다. 아래 식(1)은 재적 추정식을 의미하고 식(2)는 단면적 추정식이다. V는 ha당 임분재적, SI는 지위지수, A는 임령, b_0 , b_1 , b_2 , b_3 는 회귀계수를 의미한다.

$$\ln(V) = b_0 + b_1SI^{-1} + b_2A^{-1} + b_3\ln(BA) \quad \text{식(1)}$$

$$BA = b_0e^{b_1A^{-1}} \quad \text{식(2)}$$

김영환(2014)은 위 식을 바탕으로 제5차 국가산림자원조사의 수종별 자료를 이용하여 동적임분성장모형의 회귀계수를 산출해 모델을 개선하였다(표 2-2).

표 2-2. 낙엽송 잣나무 동적 임분성장모형 회귀계수(김영환, 2014)

수종	회귀계수				R
	b_0	b_1	b_2	b_3	
낙엽송	2.9100	-5.7383	-11.8531	0.9944	0.98
잣나무	3.0690	-7.8102	-17.8197	1.0099	0.99

강현우(2017)는 제6차 국가산림자원조사 자료를 활용하여 지위지수를 수종별로 추정하였다. 본 연구에서는 강현우(2017)가 추정한 낙엽송과 잣나무의 지위지수 값을 활용하여 낙엽송은 지위지수 18, 잣나무는 지위지수 14로 동적 임분성장모델에 넣어 활용하였다.

개선된 모델에 따라 본 연구의 대상 수종인 낙엽송과 잣나무 임분성장 모델은 그림 2-1과 그림 2-2이다. 그림 2-1과 그림 2-2는 각각 낙엽송 지위지수 18, 잣나무 지위지수 14로 무간벌을 가정했을 때의 임분재적 그래프이다.

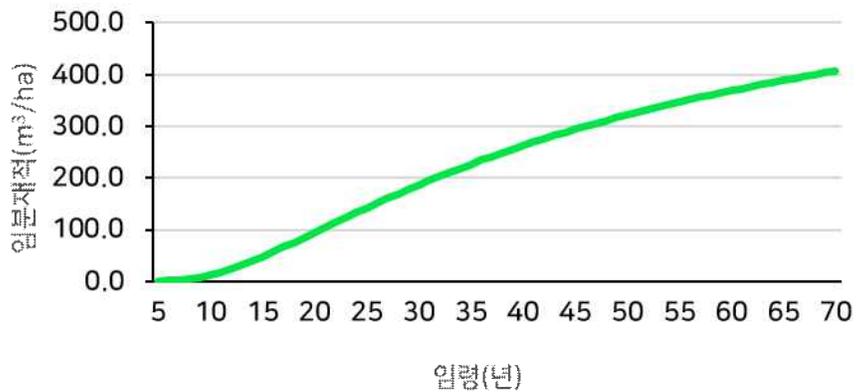


그림 2-1. 낙엽송림 ha당 재적 변화(무간벌)

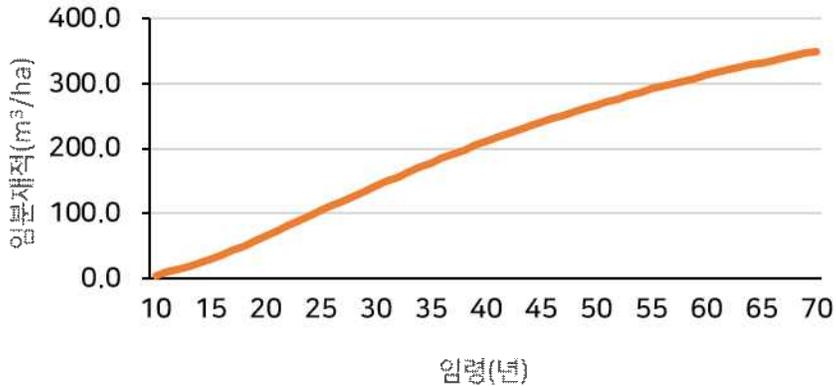


그림 2-2. 잣나무림 ha당 재적 변화(무간벌)

2-1-3. 분석 시업체계

본 연구에서는 국립산림과학원(2014)의 『산림기능별 숲가꾸기 기술』에서 제시한 수종별 시업체계를 활용하였다. 우리나라에서는 산림의 영급을 10년 기준단위로 한다. 이에 맞추어 본 연구는 산림기능별 숲가꾸기 기술에서 제시한 최소 벌기 영급인 40년부터 10년 단위로 늘려 70년까지를 본 연구의 범위로 설정하였다.

낙엽송의 경우 표 2-3과 같은 시업체계를 적용하였다. 낙엽송의 벌기령 60년은 벌기령 70년에 준하여 시업체계를 가정하였다. 숲아베기는 벌기령 40년과 50년은 1차 간벌 15년, 2차 간벌 25년으로 두 번 실시하고 벌기령 60년과 70년은 3차 간벌을 추가적으로 40년에 실시하여 총 세 번 실시하는 것으로 설정하였다. 잣나무의 경우 표 2-4와 같은 시업체계를 적용하였다. 잣나무의 경우 벌기령 50년은 40년에 준하여 가정하고 60년은 70년에 준하여 가정하였다. 숲아베기는 벌기령 40년과 50년은 1차 간벌 25년 한 번 실시하고 벌기령 60년과 70년은 2차 간벌을

추가적으로 35년에 실시하여 총 두 번 실시하는 것으로 설정하였다.

표 2-3. 낙엽송림 시업체계

시업	수확 별기령			
	40년	50년	60년	70년
풀베기	3년간			
어린나무가꾸기	8년	8년	8년	8년
가지치기	15년	15년	15년	15년
숙아베기	15년, 25년	15년, 25년	15년, 25년, 40년	15년, 25년, 40년

표 2-4. 잣나무림 시업체계

시업	수확 별기령			
	40년	50년	60년	70년
풀베기	5년간			
어린나무가꾸기	10년, 15년	10년, 15년	10년, 15년	10년, 15년
가지치기	20년	20년	15년, 20년	15년, 20년
숙아베기	25년	25년	25년, 35년	25년, 35년

2-1-4. 산림시업 수익 및 비용

산림경영 과정에서 임분을 키우기 위해 다양한 시업들이 진행된다. 이는 경영 소득 분석과정에서 비용으로 지출된다. 이를 계산해주기 위해 조림비는 『2023년도 조림비용 고시』(산림청, 2023)를 활용해주었다. 조림에 사용된 성묘 가격은 산림청에서 고시하는 산림사업용 종자 및 묘목

가격을 활용하였다(산림청, 2023). 낙엽송의 경우 2022년산 성묘 가격을 기준으로 1-1 묘목 3,000본을 구매하여 총 조림비용 10,368,000원의 비용이 발생한 것으로 하였다. 잣나무의 경우 2022년도 2-2 묘목 3,000본을 구매하여 총 조림비용 10,524,000원의 비용이 발생한 것으로 하였다. 이외에 숲가꾸기 작업은 『숲가꾸기 설계 감리 및 사업시행 지침』에 있는 숲가꾸기 품셈 적용기준을 적용하여 품셈에 따라 각 작업별 비용을 산정해주었다(표 2-5).

숲가꾸기 작업에 있어서 다양한 할증 요소들이 존재한다. 본 연구에서는 숲가꾸기 시업체계간 시간적 간격이 크고 그 외에 다른 시업체계를 가정하지 않았기 때문에 하층식생이 많이 자랐을 것으로 보고 이에 대한 할증을 추가하였다. 그 외에 다른 작업비용 할증 요소들은 임지별로 차이가 크고 또 그 경우의 수가 많기 때문에 일절 없는 것으로 가정하였다. 임도나 작업로 또한 임지에 따라 개설해야 하는 비용이 천차만별이므로 임지 내에 별도로 임도나 작업로를 개설하지 않는 것으로 가정하였다. 표준품셈에 활용되는 품셈 기준가격은 2023년 상반기 적용 건설업 임금 실태 조사 보고서(대한건설협회, 2023)를 활용하였다. 보통인부 156,068원, 특별인부 197,450원, 초급기술자 184,612원을 적용하였다. 유류 단가의 경우, 2023년 4월 12일 기준 오피넷 전국 평균 휘발유 가격 1,636원을 적용하였다. 이에 따라 산정된 각 시업별 비용은 표 2-5와 같으며 각각의 세부 산정 내역은 부록 1~5에 제시되어 있다.

표 2-5. 숲가꾸기 시업별 비용

숲가꾸기	풀베기	어린나무 가꾸기	가지치기	숙아베기 및 가지치기	선목간별
비용 (천 원/ha)	2,064	2,840	638	2,369	2,310

* 각 비용별 세부 산정 내역은 부록 1~5 참조

주별 수확 비용은 2023년도 건축물 및 기타물건 시가표준액 입목가에서 단위재적당 생산비를 적용하였다(표 2-6).

표 2-6. 잣나무 낙엽송 단위재적당 생산비

구분		잣나무	낙엽송
벌출비	벌목조재비	23,567	29,677
	산지집재비	33,407	33,407
	소계	56,974	63,083
운반비	소운반비	15,000	15,000
	대운반비	18,500	18,500
	소계	33,500	33,500
소계		90,474	96,583
기타비용(8%)		7,238	7,727
합계		97,711	104,310

목재 가격은 2023년 2월 산림조합 동해목재 유통센터와 강원도 일대의 제재소 원목 기준 도착가를 조사하였다. 실제 원목이 거래되는 방식인 재(才)당 가격을 적용하였다. 원목 가격은 제재소 도착가를 기준으로 시

장조사를 진행하였다. 1입방은 300.3재이므로 이에 따라 재 당 원목 도 착가를 입방 당 가격으로 환산하여 가격을 산정하였다. 시장조사는 2023 년 2~3월 간벌지에서 나온 낙엽송과 잣나무가 실제로 거래되고 있는 제 재소를 찾아가거나 통화하는 형식으로 조사하였다.

본 연구에서는 조사된 가격에 따라 낙엽송의 경우 재 당 650원으로, 1입방 기준 195,195원으로 설정해주었다. 잣나무의 경우 재 당 600원으로, 1입방 기준 180,180원을 기준가격으로 삼았다.

우리나라에서는 조림사업과 숲가꾸기에 대해서 보조를 지원신청 할 수 있다. 조림보조 같은 경우엔 조림 사업에 따라 보조율을 다르게 적용하고 있으며(표 2-7), 숲가꾸기의 경우 국비 50%, 지방비 50% 지원으로 총 소요되는 사업비의 100%를 보조받을 수 있다. 본 연구에서는 목재생산 소득 분석에서 경영의 정부 보조금을 반영하지 않은 소득 분석과 경제림 조성 보조로 조림비용 자부담 10%와 숲가꾸기 사업 보조를 받았을 때의 소득을 비교해보았다. 그 이후 각 소득 분석 단계에서는 대다수 산주나 경영자가 실제로 현장에서 선택하는 대안인 보조금을 받는 상황을 가정 하여 임가소득 분석 연구를 진행하였다.

표 2-7. 조림 사업별 보조율(산림청, 2023)

사업명	보조율 안내
경제림조성	국고 60%, 지방비 30%, 자부담 10%
유휴토지조림	국고 60%, 지방비 30%, 자부담 10%
산림재해방지조림	국고 50%, 지방비 50%
큰나무공익조림	국고 50%, 지방비 50%
섬지역산림가꾸기	국고 50%, 지방비 50%

2-2. 임업직불금을 포함한 목재생산 소득 분석

임업직불제는 임가의 낮은 소득을 보전하고, 지속적인 산림의 공익기능 확보를 위해 국가가 임업인에게 보상을 지급하는 제도이다(산림청, 2021). 2021년도 11월 30일 「임업·산림 공익기능 증진을 위한 직접지불제도 운영에 관한 법률」(임업직불제법)이 제정됨에 따라 2022년부터 도입되었다(산림청, 2022).

공익직불금은 공적 보조금에 포함되고 이전소득으로 취급된다. 농가경제조사(통계청, 2021)에 따르면 공익직불금을 첫 실시한 2020년에 농업 공적 보조금 평균 수령액은 2019년 약 269만 원에서 약 376만 원으로 40%가량 증가한 것으로 조사되었다. 즉, 공익직불금 지급으로 농가당 공적 보조금 수령액이 연 107만 원가량 증가한 것이다. 이에 대해 농림

축산식품부는 공익직불제 도입으로 농가소득 증대와 지역경제 활성화 효과가 나타나고 있다고 분석하였다(농림축산식품부, 2021). 따라서 최근 도입된 임업직불금 역시 임가소득에 기여할 것으로 여겨진다.

임업직불금을 받기 위해서는 법에서 요구하는 지급대상 요건과 자격을 갖추어야 한다. 자격으로는 임업인, 임업후계자, 독립가, 지식임업인, 생산자 단체에 해당하여야 하고 이를 경영체 등록을 통해 증빙할 수 있어야 한다. 지급대상 요건으로는 직불제 종류에 따라 자신이 해당 임업 행위에 종사한 기간을 증빙하여야 한다. 본 연구에서는 임업직불금을 받기 위한 자격과 요건을 다 갖춘 것으로 가정한다.

임업직불금의 종류와 지급 상한 면적에 따라 받는 금액이 달라지기 때문에 본 연구에서는 몇 가지 가정을 추가하였다. 임업직불제는 임업경영정보가 등록된 산지에 의해 지급이 이루어지는데 산지에 등록된 직불제의 종류는 현행법상 변경이 불가능하다. 임업직불금은 임산물 생산업 직불금과 육림업 직불금 두 가지 종류가 있다(산림청, 2023)(표 2-8).

본 연구에서는 벌기령에 따라 조림부터 수확까지 숲의 전 주기가 연구 범위에 해당하므로 임산물 생산이 가능한 시점에만 받을 수 있는 임산물 생산업 직불금을 제외하였다. 따라서, 육림업 직불금을 받는 것으로 가정하였다. 육림업 직불금은 면적에 따라 지급금액 구간이 변한다(표 2-9)(산림청, 2023). 2021년도 산주 1인당 평균 소유 면적이 1.9ha(산림청, 2021)인 것을 고려하여 1구간 금액을 지급금액으로 가정하였다.

표 2-8. 임업직불제 종류(산림청, 2023)

임업직불제 종류	정의	지급요건
임산물생산업 직불금	단기소득 임산물생산업에 종사하는 임업인에 대한 직불금	<ol style="list-style-type: none"> 1. 신청년도 직전 1년 이상 계속해서 연간 90일 이상 임산물 생산업 종사 2. 임산물생산업 이용 산지면적 0.1ha(농업법인 5ha)이상 3. 임산물 연간 판매금액 120만 원(농업법인 4,500만 원)이상
육림업 직불금	육림업 종사하는 임업인에 대한 직불금	<ol style="list-style-type: none"> 1. 육림업 직불금 지급대상 산지 소유 2. 신청년도 직전 1년 이상 계속해서 연간 90일 이상 육림업 종사 3. 육림업 산지 면적 3ha(농업법인 10ha) 이상

표 2-9. 육림업 면적 구간별 직불금 단가(산림청, 2023)

구분	구간 1	구간 2	구간 3
면적	10ha 이하	10ha 초과 ~ 20ha 이하	20ha 초과
단가	62만 원/ha	47만 원/ha	32만 원/ha

2-3. 산림복합경영 소득 분석

본 연구는 잣나무와 낙엽송 임분에서 경영하기 위한 단기소득임산물을 몇 가지 선정하였다. 낙엽송림의 경우, 2022년 임산물소득조사(2023, 산림청) 대상 16개 품목 중 가장 수익이 높은 품목이며 낙엽송 밑에서 잘 자라는 단기소득임산물 주요 품목으로 뽑힌 산마늘을 우선 대상으로 선정하였다. 또한, 현장에서 많이 심고 관심을 가지는 산양삼을 추가로 분석하였다. 잣나무림의 경우, 별다른 재배시설과 큰 투자 없이 잣나무 임분에서 쉽게 소득을 얻을 수 있는 잣을 단기소득임산물 품목으로 선정하였다. 복합경영은 기본적으로 임분의 성장과 함께 단기소득임산물을 키우는 것이다. 따라서, 벌기령에 따라 구분되는 시업체계에 맞추어 단기소득임산물의 생산 일정과 재배기간을 다르게 설정하였다. 조림에서부터 목재수확까지의 전체 임분성장 기간 중에서 단기소득임산물의 재배기간은 일부이다. 이에 따라 단기소득임산물을 재배하는 기간 동안의 소득과 벌기령 전체 기간에 따른 단기소득임산물 소득을 분류하여 분석하였다.

2-3-1. 산마늘

산마늘은 백합과 다년생 초본으로 이른 봄부터 나는 마늘 특유의 향긋한 풍미를 지녀 입맛을 자극하는 고급 산나물이다(국립산림과학원, 2014). 명이라고도 부르며 주로 장아찌나 찜 등으로 소비한다. 산마늘의 수익과 비용은 2022년 임산물 소득조사(산림청, 2023)의 통계를 사용하였다(표 2-10, 표 2-11).

산마늘 조성비의 경우, 임산물 소득조사에서는 조성금액 41,125,260 원을 5년으로 단순하게 나누어 사업기간 연년 평균비용으로 계산해주었지만 본 연구에서는 실제 현장에서 조성비가 투입되는 시기를 감안해 첫해에 조성비가 전부 투입되는 것으로 계산하였다(표 2-11). 그 후 산마늘 수확이 가능한 4년 차(박상병, 2014)부터 중간재비(재료비, 비료비 등)와 고용노력비가 투입되는 것으로 계산해주었다. 토지 임차료의 경우 매년 발생하는 것으로 가정하였다. 산마늘은 조성이 이루어지고 난 후 관리만 수월하게 이루어진다면 장기적인 재배가 가능한 특징을 가지고 있다. 본 연구에서는 산마늘과 관련된 여러 문헌을 종합해 재배기간을 15년인 것으로 가정하였다. 벌기령에 따라 15년 이후 다시 산마늘을 심을 때, 다시 새롭게 조성비가 투입되는 것으로 가정하였다.

표 2-10. ha당 산마늘 수입(산림청, 2022)

구분	수확량(kg)	단가(원)	금액(원)
단위	1,809	14,790	26,754,923

표 2-11. ha당 산마늘 비용(산림청, 2022)

구분	평균지출액(원)
조성비	41,125,260
수확시기 발생비용	
중간재비	3,276,392
고용노력비	958,133
임차료	5,429

2-3-2. 산양삼

산양삼은 『산지관리법 제2조 제1호』의 산지에서 차광막 등 인공시설을 설치하지 아니하고 『임업 및 산촌진흥 촉진에 의한 법률』에 의해 관리되어 생산되는 삼을 의미한다(김기윤, 2018). 산양삼은 특별관리임산물로 임산물의 재배시작, 재배과정, 수확 단계까지 전 과정을 전부 기록하며 주기적으로 전문기관에서 확인을 받아야 하는 등 특별한 관리를 받는다. 따라서, 산양삼은 엄격한 품질관리로 안전하고 믿을 수 있는 먹거리로 여겨진다. 산양삼은 흔히 자양강장 식품으로 여겨 생식으로 섭취하거나 달여 먹는다.

산양삼은 소득 분석에 필요한 수입과 비용에 대한 데이터를 직접 설문지와 전화 통화, 방문을 통해 획득하였다. 조사한 임가수는 15곳이다. 각 임가들은 임가별로 재배년수에 따라 다양한 생산 품목을 생산하고 있었다(표 2-12).

표 2-12. 산양삼 생산품목 종류와 가격

생산품목	생산량	재배년수	가격
3년근(중묘)	30kg	4년차 수확	100만원/kg ~ 200만원/kg
6년근	2만주	7년차 수확	1만원/주 ~ 2만원/주
7년근	1.8만주	8년차 수확	2만원/주 ~ 3만원/주
9년근	1.5만주	10년차 수확	5만원/주

임가의 생산자들은 비용과 수익에 대한 정보가 없거나 정확한 파악을 못 하는 경우가 대다수여서 신뢰할만한 데이터를 기준삼아 적절여부를 묻는 2차 조사를 진행하여 수익과 비용을 결정하였다. 본 연구는 표 2-12의 산양삼 생산품목중에 생산자들이 대표할만하다고 의견을 주었던 7년근을 기준 생산품목으로 삼았다. 7년근의 가격은 2만 원에서 3만 원 사이로 임가마다 다르게 책정하였고 판매 때마다, 주문 수 단위마다 변동적이라는 각 임가의 말에 따라 중간값인 2.5만 원을 가격으로 가정하였다.

산양삼의 경우, 생산자 공통의견으로 연작(작물 수확 후 연속해서 같은 작물을 심는 것)이 불가능하다는 이야기를 하였다. 연작 후에 발생하는 문제로 발아율 감소, 뿌리모양의 이상으로 인한 상품성 저하를 뽑았다. 따라서 최소 40년 이상 벌기령을 가진 임분단위 소득 분석에서 단일 생산재배 종목으로 선정할 수 없었고 생산자들이 산양삼밭에 심어줄 재배 종목으로 선호하는 산마늘을 다음 해에 심어주는 것으로 가정하였다. 7년근 산양삼 재배에 관한 수익과 비용 데이터는 다음과 같다(표 2-13, 표 2-14).

표 2-13. 산양삼 수입 (ha)

구분	수확량(주)	단가(원)	금액(원)
단위	18,000	25,000	450,000,000

표 2-14. 7년근 산양삼 재배비용

비용구분(만 원)	1년 차	2년 차	3년 차	4년 차	5년 차	6년 차	7년 차	8년 차
토지임차료	30	30	30	30	30	30	30	30
울폐율조절	300							
울타리설치	600							
작업로개설	500							
예정지 조성비	270							
예초기	270							
잡목제거	350	100	100	100	100	100	100	100
낙엽제거	150	100	100	100				
나무뿌리제거	650							
재료비	1000							
종자구입비	1000							
상품포장비								1000
파종비	700							
인건비								600
수확비								600
잡목, 잡초제거비		300	300	300	300	100	100	
야생동물방제	50	50	50	50	50	50	50	50

2-3-3. 잣

잣은 잣나무에서 열리는 종자로 수실류 임산물에 해당한다. 잣은 독특한 풍미를 가져 우리나라 전통식품에서 많이 활용되었고 한방에서도 강장, 신경통 및 청혈제로 사용하여 건강식품으로 여겼다(이승현, 1994). 또한, 국립산림과학원에서 조사한 단기소득임산물의 소비트렌드 분석(국립산림과학원, 2016)에 따르면 잣을 구입할 때 소비자가 원산지와 안전성을 중요하게 생각한다고 조사되어 국내산 잣이 경쟁력이 있을 것이라고 여겨진다. 잣의 소득 분석을 위한 수익과 비용 자료는 임업경영실태조사(산림청, 2009, 2014, 2018)를 활용하였다. 잣은 해거리를 하고 풍·흉년에 따른 생산량 차이가 크기 때문에 한 개년도의 데이터를 쓰기에 적절하지 않다고 판단하여 임업경영실태조사의 다년도 자료를 활용하여 사용하였다. 이에 따라 2009년, 2014년, 2018년의 비용과 수익을 평균하여 사용하였다(표 2-15).

잣은 잣나무의 임령 15년생부터 생산할 수 있지만 가능하지만 30년생까지는 잣의 생산량이 많지 않다고 한다(강호상, 2007). 현장에서 잣 생산자들은 잣나무 25년생이나 30년생부터 잣 생산 및 수확이 가능하다고 의견이 나뉘었으나 본 연구에서는 30년생부터 잣 생산을 하는 것으로 가정하였다.

표 2-15. 잣 수입과 비용(산림청, 2019)

구분	2009년	2014년	2018년	
재배면적 (ha)	5.6	7.3	9.8	
수입부문 (만 원)	잣판매수입	642	1,018	1,043
	잣 생산량	681	1,171	912
투입비용(만 원)	135	269	527	

2-4. 공익을 고려한 산림가치 분석

산림은 목재와 산채들을 생산하는 기능을 함과 동시에 탄소를 고정하고 산소를 배출하며 대기를 정화하고 토양의 침식을 방지한다(윤여창, 1995). 이외에도 산림은 다양한 동식물의 서식처이자 사람들에게 휴식처가 되어준다. 이러한 산림의 다양한 공익적 가치를 평가하고 경제적으로 환산하는 것은 산림의 가치를 더 다양한 차원에서 이해할 수 있게 해준다. 즉, 공익적 가치까지 포함하여 토지의 효율성과 생산성을 고려할 수 있게 해준다.

우리나라에서는 국립산림과학원에서 대표적으로 산림의 공익적 가치를 금액으로 계량한 후 발표하여 국민들에게 산림의 가치를 홍보하고 있다. 이에 본 연구에서는 공익가치 계량화 및 평가 방법으로 국립산림과학원(2010)에서 개발한 산림의 공익기능 계량화 연구를 참조하였다. 그리고 2023년 발표된 2020년 산림의 공익기능 평가에 따라 변경된 평가 기준을 바꾸어 적용하였다. 공익기능 평가 방법 중에서 임목지와 비임목지로

단순 구분하여 평가하거나 특정 임분이 그 가치를 제공해준다고 가정하기 적절하지 못한 것들은 제외하였다(표 2-16). 따라서 국립산림과학원에서 발표한 12개 산림의 공익기능 평가방법 중 본 연구에서는 일부만을 사용하였다.

표 2-16. 공익적 가치 분석 항목(국립산림과학원, 2023)

구분	평가방법	적용단위 당 가격
수원함양	저류량 증가에 따른 용수이용비율 적용	상하수도 가격 (상하수도 통계, 2022)
온실가스 흡수·저장 (입목)	순임목생장량에 따른 탄소 저장량	Korea offset Credit:KOC 거래가격적용 30,000원
산소생산	순임목생장량에 따른 산소 생산량 환산	산소가격 394,560원/ton
대기질 개선	이산화탄소 비례 대기오염 물질 처리비용	이산화황 1,653\$/ton 이산화질소 6,725\$/ton

2-4-1. 수원함양

산림의 임령에 따른 수자원 공급량의 차이를 수원함양기능 평가액으로 산정하였다. 김종호 등(2010)은 산림의 수원함양기능을 임령에 따른 조공극률 변화를 산림토양의 물 저장 능력으로 해석하여 계량화하였다. 이에 산림의 수원함양기능 평가지표로써 본 연구에 활용하였다. 다음의 식들은 침엽수림의 토양 조공극률 증가 예측 모델이다(국립산림과학원, 2007). 식 3은 토양 A층의 조공극률(%)을 계산하는 식이다. 식 4는 토양 B층의 조공극률(%)을 계산하는 식이다. 식의 AGE는 임령을 의미한다.

$$A = \frac{40}{(1 + (0.6e^{-0.03AGE}))} \quad (\text{식 } 3)$$

$$B = \frac{35.0}{(1 + (0.25e^{-0.01AGE}))} \quad (\text{식 } 4)$$

식 3과 식 4의 평균으로 토양의 공극률을 산출해 주었다. 식에 사용되는 토심(cm)으로는 대한민국 평균 토심으로 51cm(국토교통부, 2020)를 적용해주었다. 그리고 토심을 이용해 임령별 물 저장량을 계산하고 용수 이용 비율(국립산림과학원, 2023)에 따라 상하수도 요금(환경부, 2021)을 적용한 후 순현재가치로 환산하여 수원함양능력 가치 평가액을 산출했다.

2-4-2. 온실가스 흡수 · 저장(입목)

『탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률』(탄소흡수원법)에서는 “탄소흡수원”이란 탄소를 흡수하고 저장하는 입목, 죽, 고사유기물, 토양, 목제품 및 산림바이오매스 에너지를 말한다고 밝히고 있다. 본 연구에서는 산림경영 활동에 영향을 받는, 입목 성장량에 따른 탄소흡수 및 저장량만을 고려하였다. 손영모 등(2014)은 한국의 주요 22개 수종, 66개 계수에 대해서 탄소배출계수 및 바이오매스 상대성장식을 구하였다. 본 연구에서는 동적임분성장모델에서 산출되는 연간 순성장량을 탄소배출 계수에 곱해주어 임분단위의 탄소저장량을 산출해주었다. 표 2-17은 본 연구에 사용한 탄소배출 계수이고 식 5는 탄소저장량 산출식이다. 식의

0.5는 IPCC의 탄소 함량비 기본값에 해당한다.

표 2-17. 탄소배출계수(손영모, 2007)

수종	목재기본밀도	바이오매스 확장계수	뿌리함량비
낙엽송	0.453	1.335	0.291
잣나무	0.408	1.812	0.283

$$\text{탄소순흡수량}(tCO_2) = \Delta V \times D \times BEF \times (1 + R) \times 0.5 \times 44/12$$

(식 5)

식 5는 부피 단위의 임목재적을 중량 단위의 임목 바이오매스로 전환할 수 있다. 탄소 전환계수는 IPCC 기본값인 0.5를 적용하였다. 이와 같은 과정을 통해 탄소저장량(tC, 탄소톤)을 산출할 수 있고, 이 값에 이산화탄소 배출계수를 곱하면 탄소저장량(tCO₂, 이산화탄소톤)을 구할 수 있다. 탄소저장의 경제적 가치는 탄소저장량(tCO₂)에 탄소배출권 거래가격을 곱하여 산정하였다. 탄소배출권 거래가격은 2023년 산림과학원에서 발표한 산림공익 가치평가와 마찬가지로 2018년부터 2020년까지 KOC의 평균 가격인 30,000원/tCO₂를 적용하였다(배출권시장 정보플랫폼, 2022).

2-4-3. 산소생산

산소생산의 공익가치 계량 및 환산은 본 연구의 동적성장모델을 통해 계산된 임목의 순성장량을 활용하였다. 순성장량에서 계산된 이산화탄소 흡수·저장량에 산소생산량계수(32/44)를 곱해주어 계산해주었다. 산소 순생산량에 산소탱크로리(394,560원) 가격을 곱해준 후 순현재가치로 환산하여 산소생산 가치평가를 해주었다.

2-4-4. 대기질 개선

김종호 등(2010)은 이산화탄소 흡수 속도 대비 이산화황(SO₂)과 이산화질소(NO₂)의 상대 흡수 속도의 비를 계산하였다. 본 연구는 해당 비를 사용하여 계량화한 후 순현재가치로 환산하여 가치평가를 해주었다. 오염물질 처리 비용가격은 2023년 국립산림과학원에서 발표한 공익가치 평가에서 사용한 기준금액을 사용하였다.

2-5. 경영 소득 평가

산림경영은 우리나라의 경우, 벌기령이 10년 단위로 시간이 오래 걸리는 장기 사업 특성을 가진다. 산림경영은 사업의 초기 단계에서 대부분의 비용이 발생하고 수익은 시간을 두고 발생하는 형태를 보인다. 이에 따라 시간의 투자가치인 할인율의 결정이 중요하다. 소득 분석을 위해 먼저, 서로 다른 시점의 비용과 수익을 구한다. 서로 다른 시점의 비용과 수익을 계산하기 위하여 시간의 투자가치인 할인율을 이용하여 동일시점으로 환산하고 환산한 비용과 수익을 통해 순현재가치(Net Present Value: NPV)를 구하였다(식 6). n 은 각 연도, T 는 벌기령, i 는 할인율을 의미하고 R_n 과 C_n 은 각각 수입과 비용을 의미한다.

$$NPV = \sum_{n=0}^T R_n (1+i)^{-n} - \sum_{n=0}^T C_n (1+i)^{-n} \quad (\text{식 6})$$

순현재가치는 벌기령에 따라 한 회귀의 기간이 서로 다른 것을 반영할 수 없는 한계를 지닌다. 따라서 같은 시간 범위 속에서 서로 반복되는 수가 다르게 나타나는 벌기령의 순현재가치를 서로 동일선상에서 비교하기 힘들다. 이를 각 벌기령별 정해진 사업체계에 따라 영구히 지속적으로 반복하는 것으로 가정하여 시간적 범위를 맞추고, 각 벌기령끼리 비교할 수 있는 토지기평가(Land Expectation Value: LEV)로 환산하였다(식 7).

$$LEV = \frac{NPV(1+i)^T}{(1+i)^T - 1} \quad (\text{식 7})$$

2-6. 민감도 분석

민감도 분석은 주요 요소가 소득에 어느 정도 영향을 미치는지 확인하고자 할 때 시행한다. 산림경영 소득에서는 장기계획이라는 점에서 할인율이 큰 영향을 미치고 생산품이 목재라는 점에서 목재가격이 중요하다. 그림 2-3에서 나타나듯이 본 연구는 목재가격과 할인율에 따른 민감도를 분석하였다.

가격 기준은 현장에서 거래되는 가격 단위인 재(才)당 목재가격을 중심으로 조정하였다. 시장조사를 통해 구한 낙엽송 가격은 재 당 650원이었으며 잣나무 가격은 재 당 600원이었다. 민감도 분석은 재 당 가격 기준으로 100원씩 조절하였다. 기준이 되는 목재가격은 2023년 시장조사를 통해 구한 가격이며 조사 당시 목재 가격이 평년에 비해 높은 것(산림청, 2023)을 감안하여 기준 재 당 가격에서 낮게는 200원, 재당 450원까지를 보았고 위로는 기준 재 당 가격에서 100원을 높여 재당 750원까지 분석하였다. 분석된 금액은 일반적으로 학술이나 통계에서 쓰이는 입방단위로 환산하여 나타냈다.

기준이 되는 할인율은 사립 휴양시설 조성, 목재 이용 활성화 지원 이자율(산림청, 2023)이자 2022년 2023년 사이 기준금리 정수값에 가까운 3%(한국은행)를 기준으로 삼았다. 민감도 분석으로 숲 가꾸기 및 임도시설 이자율인 1%(산림청, 2023)와 그 이하 할인율로 0.5%까지를 분석 대상으로 하였고 2023년이 평년 대비 높은 고금리인 것을 감안하여 2022년 2023년 예금금리 이자 5%에서 대출금리 이자에 해당하는 7%까지를 분석 대상으로 삼았다.

		← 목재가격(천 원/m ³) →				
		13.5	16.5	19.5	22.5	만원
		낙엽송	잣나무			
↑ 이자율 (%) ↓	0.5			Base		
	1			Base		
	3 Base	Base	Base	Base	Base	
	5			Base		
	7			Base		

그림 2-3. 민감도 분석 체계

제 3 장 연구결과

3-1. 목재생산 소득 분석

분석 시업체계에 따라 재적량은 크게 변화한다. 그림 3-1은 낙엽송의 시업체계에 따른 재적량 변화이다.

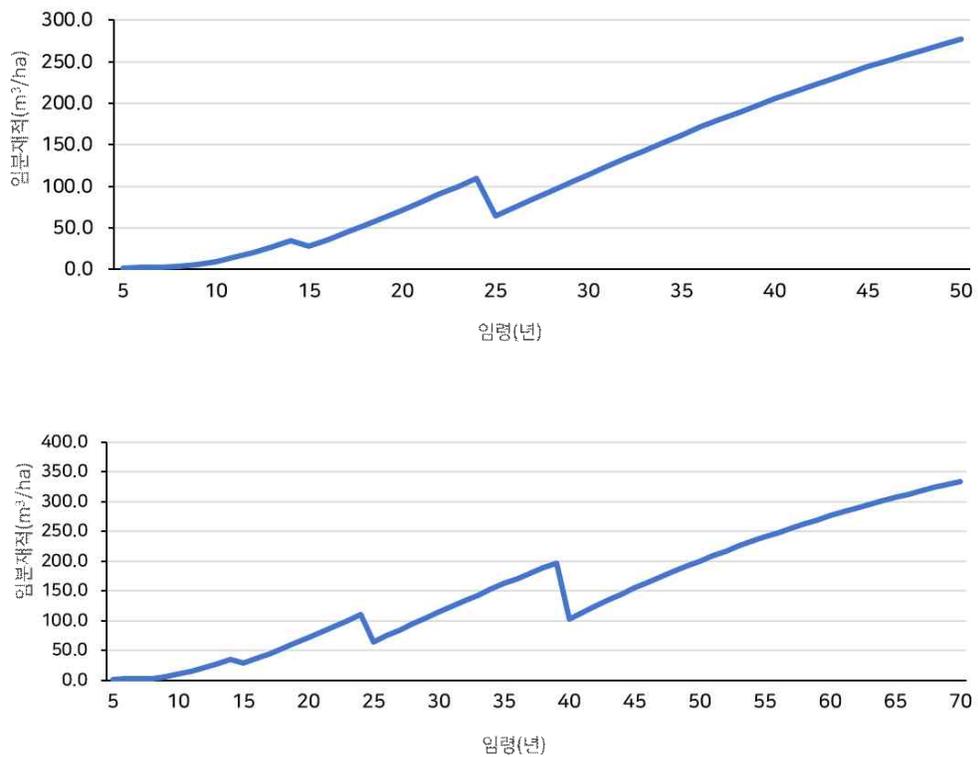


그림 3-1. 시업체계에 따른 낙엽송림의 임분재적 변화
별기령 40,50년(상) 60,70년(하)

낙엽송 별기령 60, 70년은 슈아베기 시업이 총 세 번 들어감에 따라

재적량의 변화가 크게 나타난다. 재적량만으로 보았을 때, 순간적으로는 벌기령 60, 70년의 재적이 적어지나 임지의 총 재적 생산량 관점에서는 60, 70년이 재적이 더 크다. 또한 수익과 비용의 관점에서 벌기령 60, 70년은 수익 간벌로 인한 수익과 비용이 추가적으로 발생한다.

잣나무의 경우도 마찬가지이다(그림 3-2). 잣나무의 경우 벌기령 40, 50년에서 숲아베기가 한 번 들어가고 벌기령 60, 70년에서 숲아베기가 두 번 들어감에 따라 순간적으로 재적은 40년 50년이 더 많아지지만 총 재적으로 보았을 때는 60, 70년의 재적이 크다. 또한 수익과 비용의 관점에서도 추가적인 수익과 비용이 발생하였다.

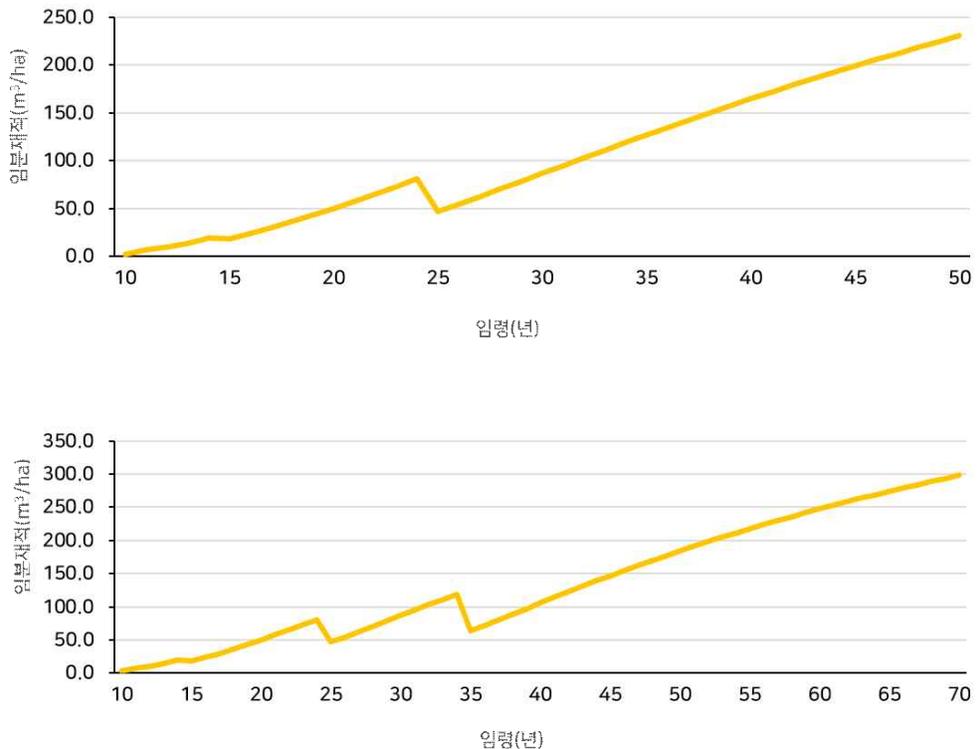


그림 3-2. 시업체계에 따른 잣나무림의 임분재적 변화
벌기령 40,50년(상) 60,70년(하)

3-1-1. 지원 여부에 따른 소득 분석 결과

그림 3-3과 그림 3-4는 미리 기준조건으로 설정해둔 할인율 3%와 각각 기준 목재가격(낙엽송 재 당 650원, 잣나무 재 당 600원), 그리고 조림과 숲가꾸기 지원 여부에 따른 분석 결과이다. 해당 소득은 목재생산을 1회 시행하였을 때이다. 소득 분석 결과는 다른 어떤 요소보다 지원 받은 소득과 지원을 받지 못한 소득의 차이가 아주 크게 나타났다. 순현재가치는 해당 사업에 대해서 투자 여부를 결정하는 기준이기도 하다. 합리적인 경영자라면 산림경영을 통해 적자를 보았거나 보게 될 것으로 예상된다면 산림경영에 투자하지 않을 것이다. 즉, 우리나라에서 산림경영의 결정요인이 국가의 지원 여부에 달려 있을 정도로 산업 경쟁력이 없음을 의미한다.



그림 3-3. 낙엽송림 목재생산 1회 순현재가치

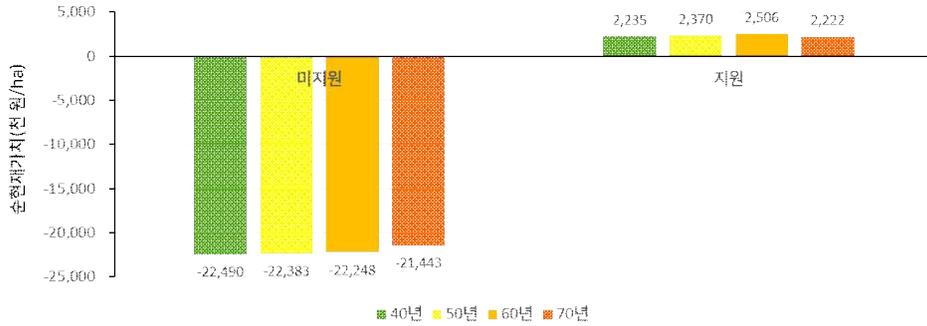


그림 3-4. 잣나무림 목재생산 1회 순현재가치

3-1-2. 순현재가치와 토지기망가 분석 결과

표 3-1은 낙엽송과 잣나무의 목재생산 경영을 1회 했을 때 기준인 순현재가치, 경영을 영속적으로 반복하였을 때 얻을 수 있는 수익의 현재가 합인 토지기망가를 보여주고 있다. 낙엽송의 경우, 순현재가치와 토지기망가 모두 벌기령 60년에서 최고 수익을 보여주고 있다. 그러나 잣나무의 경우, 순현재가치는 60년에서 최고 수익을 얻지만 토지기망가에서는 40년이 최고 수익임을 보여준다. 이는 60년마다 2,506천 원을 얻는 것보다 40년마다 2,235천 원을 얻는 것이 수익이 높다는 것을 보여준다. 이는 서로 다른 시간적 범위의 소득을 평가하기 위해서 토지기망가를 활용해야 함을 교과서적으로 알려주고 있다. 이에 따라서 본 연구에서는 벌기령별 소득을 비교할 때 토지기망가를 사용하였다.

표 3-1. 보조금 지원 낙엽송림 잣나무림 소득

별기령 (년)	낙엽송		잣나무	
	순현재가치 (천 원/ha)	토지기망가 (천 원/ha)	순현재가치 (천 원/ha)	토지기망가 (천 원/ha)
40년	3,992	5,757	2,235	3,223
50년	4,028	5,218	2,370	3,071
60년	4,923	5,929	2,506	3,018
70년	4,552	5,210	2,222	2,543

3-1-3. 민감도 분석 결과

본 연구에서 설정한 기준 이자율 3%와 기준 목재가격(입방당 낙엽송 195,195원, 잣나무 180,180) 상태에서는 정부의 지원 없이 적자가 심각하였다. 이에 기준조건에서 목재가격과 할인율을 가감하여 소득 민감도 분석을 진행하였다. 표 3-2, 표 3-3은 각각 낙엽송과 잣나무의 1회의 산림경영이 이루어졌을 때의 순현재가치를 의미한다. 표 3-2 낙엽송 할인율 0.5%와 1.0%이면서 목재가격이 225천 원일 때를 제외하곤 모두 순현재가치가 음수를 나타낸다. 또한, 잣나무의 경우에는 본 연구에서 진행하는 민감도 분석 내에서는 소득을 얻을 수 없는 것으로 결과가 나왔다. 낙엽송의 경우에는 아주 제한적인 조건 즉, 목재가격이 높고 할인율이 낮을 때에만 수익을 얻을 수 있었다. 이는 낙엽송의 목재가격이 잣나무에 비해 높게 형성되어있고 성장속도 또한 낙엽송이 잣나무에 비해 빠르기 때문이다.

수익과 비용 관점에서 분석해 보면, 임령 초기에 투입된 비용(조림비 풀베기 비용 등)이 낮은 할인율의 영향으로 시간적 흐름에 따른 비용의

크기가 커지지 않고, 임목생장이 충분히 이루어져 많은 양의 목재를 높은 목재가격으로 판매할 수 있을 때 수익을 얻을 수 있다. 그러나 현실적으로 1차산업 보조로 정책금리 혜택을 받는 상황에서 더 낮은 할인율을 요구하기 어렵고 목재가격은 자구적으로 조절할 수 없는 한계가 있다. 또한, 현행 목재생산 체계에서 대부분의 시업체계 비용이 인건비인 점을 감안할 때, 인건비가 상승 추세이고 앞으로 계속 오를 거로 예상되는 상황에서 정부의 보조금 없이 목재생산 산업은 산업으로서의 경쟁력이 없다고 할 수 있다.

표 3-2. 낙엽송림 목재생산 1회 순현재가치

(단위: 천 원/ha)

할인율 (%)	벌기령 (년)	입방(m ³)당 목재가격			
		135	165	195	225
0.5	40	-19,520	-15,080	-10,640	-6,200
	50	-18,209	-12,492	-6,775	-1,058
	60	-17,030	-9,419	-1,808	5,803
	70	-18,079	-9,647	-1,215	7,217
1.0	40	-19,754	-16,114	-12,473	-6,200
	50	-18,912	-14,452	-9,991	-1,058
	60	-18,142	-12,320	-6,497	5,803
	70	-19,297	-13,089	-6,881	7,217
3.0	40	-19,869	-18,208	-16,546	-14,885
	50	-19,857	-18,184	-16,510	-14,837
	60	-19,743	-17,679	-15,615	-13,552
	70	-20,577	-18,635	-16,694	-14,752
5.0	40	-19,374	-18,604	-17,834	-17,064
	50	-19,507	-18,867	-18,228	-17,588
	60	-19,503	-18,729	-17,956	-17,183
	70	-19,934	-19,260	-18,587	-17,914
7.0	40	-18,721	-18,359	-17,997	-17,635
	50	-18,837	-18,588	-18,339	-18,090
	60	-18,841	-18,535	-18,229	-17,923
	70	-19,045	-18,787	-18,529	-18,272

표 3-3. 잣나무림 목재생산 1회 순현재가치

(단위 : 천 원/ha)

할인율 (%)	벌기령 (년)	입방(m ³) 당 목재가격			
		120	150	180	210
0.5	40	-26,848	-23,650	-20,451	-17,252
	50	-26,110	-21,852	-17,595	-13,337
	60	-26,641	-21,017	-15,393	-9,768
	70	-24,154	-17,895	-11,636	-5,377
1.0	40	-26,474	-23,851	-21,228	-18,606
	50	-25,998	-22,676	-19,354	-16,032
	60	-26,571	-22,271	-17,970	-13,670
	70	-24,575	-19,983	-15,390	-10,797
3.0	40	-24,884	-23,687	-22,490	-21,293
	50	-24,876	-23,629	-22,383	-21,137
	60	-25,317	-23,782	-22,248	-20,713
	70	-24,305	-22,874	-21,443	-20,012
5.0	40	-23,384	-22,830	-22,275	-21,720
	50	-23,460	-22,984	-22,507	-22,031
	60	-23,711	-23,122	-22,534	-21,945
	70	-23,099	-22,592	-22,085	-21,578
7.0	40	-22,086	-21,825	-21,565	-21,304
	50	-22,153	-21,968	-21,782	-21,597
	60	-22,283	-22,040	-21,797	-21,554
	70	-21,892	-21,689	-21,485	-21,281

3-2. 임업직불금을 포함한 목재생산 소득 분석

다음 그림들은 임업직불금을 받지 않았을 때와 받았을 때의 각각 소득을 나타낸 낙엽송과 잣나무 소득 그래프이다. 목재 소득이 상당히 저조한 상태에서 임업직불금이 매년 62만 원/ha의 소득을 늘려주었기 때문에 상당히 큰 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 상대적으로 낙엽송과 잣나무의 목재소득 차이가 있기 때문에 직불금은 두 수종 모두 같은 가격을 지급 받지만, 전체 소득에서 직불금이 차지하는 비중은 잣나무가 더 크게 나타났다.

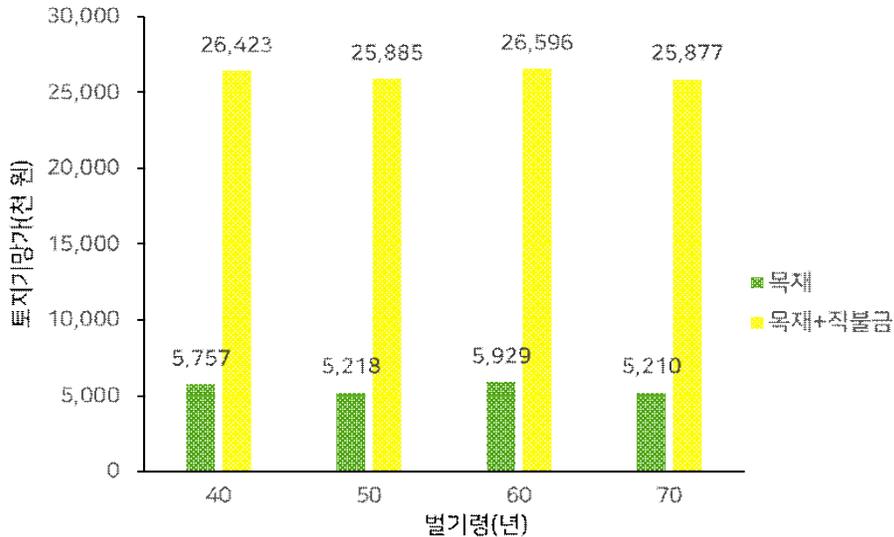


그림 3-5. 임업직불금을 포함한 낙엽송림의 목재생산 소득

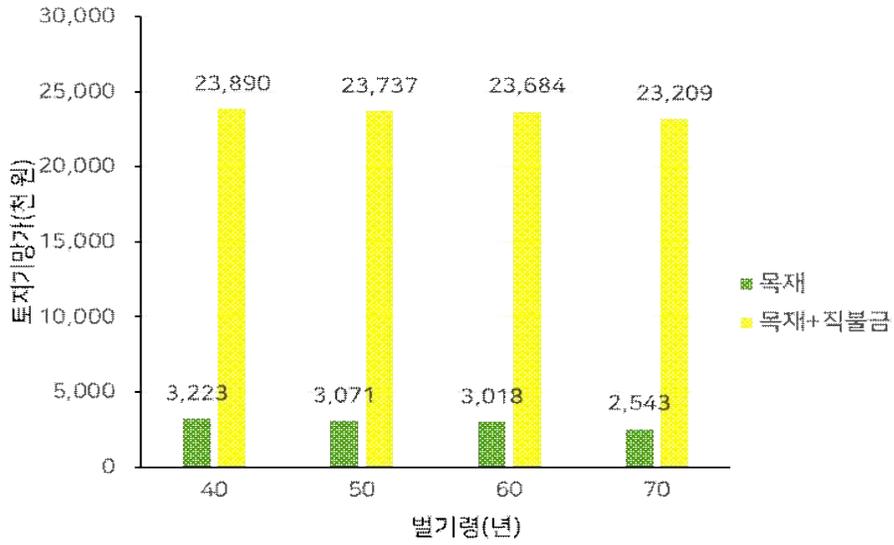


그림 3-6. 임업직불금을 포함한 잣나무림의 목재생산 소득

3-3. 산림복합경영 소득 분석

3-3-1. 낙엽송림 산마늘 소득 분석 결과

산마늘은 성장속도가 느리며 뿌리의 재생 속도가 늦어 이식성이 나쁘다(국립산림과학원, 2014). 산마늘은 처음 옮겨 심게 되면 이식으로 인한 스트레스 등으로 제대로 된 소득이 발생하지 않는다. 산마늘은 이로 인해 4년 차부터 소득이 발생한다고 가정하였다. 산마늘의 소득 분석에 있어서 초기 투자 비용과 회수까지 걸리는 기간이 가장 중요한 부분을 차지한다.

산마늘은 낙엽송 임분에서 키우는 것으로 가정하였기에 낙엽송 시업체계에 따라 재배시나리오와 재배기간이 달라진다(표 3-3). 키우는 기간에 따라 조금씩 다르지만, 일반적으로 목재생산 기대수익에 비해 산마늘의 소득은 아주 크게 나타났다. 다음 그림 3-7은 산마늘을 각 시나리오에 따른 재배기간별 한번 키운 가치를 현재 가격(순현재가치)으로 보여준 것이다. 각 재배기간별 다른 소득을 보여주고 있는데 이는 총 재배기간 중에서 초기 산마늘 재배지가 조성된 후 첫 소득이 발생하는 그 3년의 시간이 차지하는 비중에 따라 달라진다. 산마늘 전체 비용에서 초기 조성비의 금액 규모가 가장 크고 매년 발생하는 포장비 등은 그 크기가 조성비에 비해 작으므로 재배기간이 길수록 소득이 증대한다. 또한 산마늘의 소득은 재배시나리오에 따른 차이가 있다.

산마늘 재배는 낙엽송 임분에서 25년에 진행되는 2차 간벌 이후 넓어진 간격 사이에서 임간재배로 이루어진다. 따라서 산마늘의 소득 또한 큰 단위에서 임분 벌기령 기준으로 시나리오를 설정하고 분석할 필요가 있

다. 전체 별기령에 따른 소득 분석은 별기령 70년이 가장 높은 소득을 보이고 있다. 이는 마찬가지로 산마늘 재배기간과 큰 연관이 있다(표 3-4). 별기령 70년의 경우 가장 큰 재배기간 단위인 산마늘 재배 15년이 별기령 전체 기간동안 세 번 들어감으로써 높은 단기임산물수익을 가질 수 있다. 이는 전체 복합경영수익에서 단기임산물이 차지하는 비중이 큰 만큼 영향을 크게 미치어 70년이 최고 수익 별기령이 된다. 다른 별기령을 살펴보자면 소득과 산마늘 재배기간의 길이가 비례하는 것을 볼 수 있다. 별기령 40년의 경우 15년 재배 한 번에 그치지만 별기령 50년의 경우, 산마늘 재배기간 15년 한번 10년 한 번이고 별기령 60년의 경우 산마늘 재배기간 10년보다 소득이 더 좋은 재배기간 15년이 대신 두 번 들어감으로써 별기령 50년보다 더 큰 소득이 나타났다. 이를 각 별기령별 시나리오에 따른 전체 별기령 범위에서의 산마늘 연간등가가치로 환산하면 별기령 40년의 경우 3,313천 원이고 연구범위 내 최장별기령인 별기령 70년의 경우 5,400천 원으로 가장 높다. 산마늘 재배시작이 낙엽송 임령 26년부터이기 때문에 조림부터 25년간 단기임산물을 통한 소득이 없는 것임에도 불구하고 연간등가가치를 환산하였 때, 21년도 임가경제통계의 평균 임가소득인 3,800만 원보다 높게 나왔다는 것은 단기임산물 생산(산마늘)을 통한 임가소득이 상당하다는 것을 의미한다.

표 3-4. 산마늘 재배시나리오

별기령	재배시작 임령(재배기간)
40	26년 산마늘(15)
50	26년 산마늘(15), 41년 산마늘(10)
60	26년 산마늘(15), 41년 산마늘(15)
70	26년 산마늘(15), 41년 산마늘(15), 56년 산마늘(15)

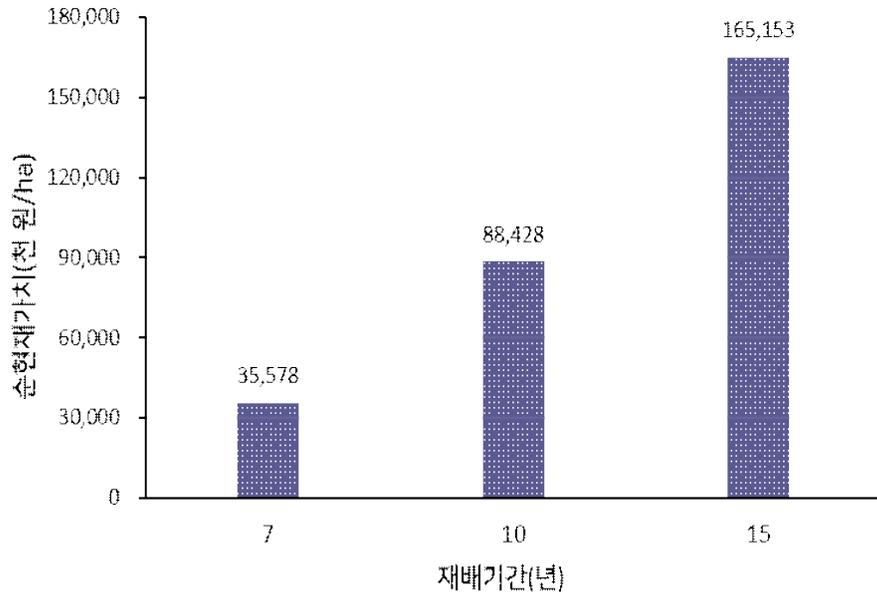


그림 3-7. 재배기간별 산마늘 1순환 수익

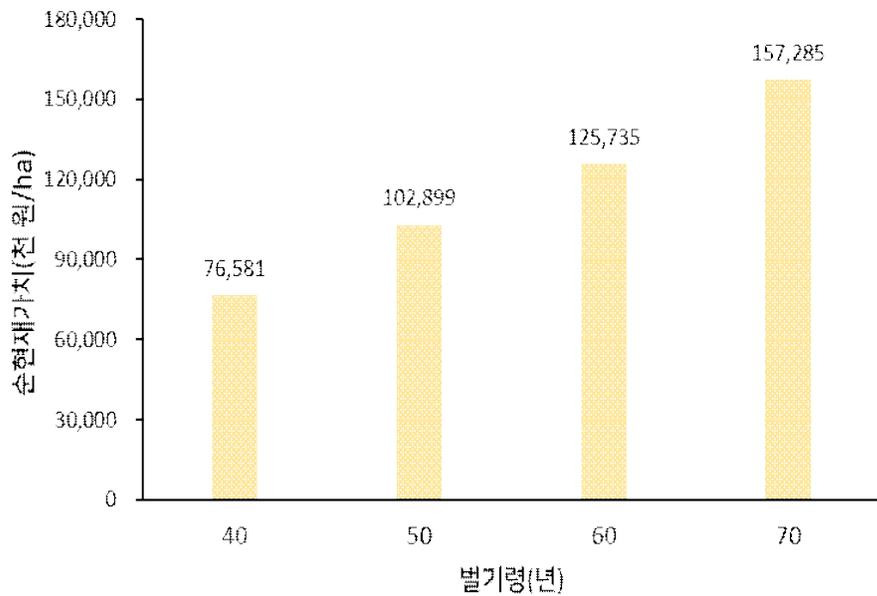


그림 3-8. 벌기령별 산마늘 1순환 수익

3-3-2. 낙엽송림 산양삼 소득 분석 결과

산양삼은 생산자들이 공통적으로 연작이 불가능하다고 하여 표 3-5와 같이 벌기령에 따라 시나리오를 만들었다. 해당 시나리오에 따른 소득은 그림 3-9와 같다. 산양삼 역시 해당 벌기령 1순환(Rotation)에서 장벌기가 될수록 소득이 증가하는 모습을 보인다. 그러나 이는 위의 산마늘 소득 분석 결과와 마찬가지로 산마늘 재배기간에 따른 차이가 산양삼 시나리오에 의한 한계로 나타난 것으로 보인다. 소득은 산마늘만 재배했을 때에 비해 산양삼이 훨씬 높다. 산양삼을 넣은 재배시나리오 소득의 경우, 전체 벌기령에 따른 연간등가가치로 환산하였을 때 벌기령 40년의 경우 6,017천 원이고 벌기령 70년의 경우 7,546천 원으로 분석됐다. 그러나, 본 연구에서 재배시나리오에 후속 재배작물로 산마늘을 선택하였지만, 후속 재배작물을 무엇으로 선택하냐에 따라 소득이 크게 변화하고 적용한 산양삼 재배시나리오가 임의적이라는 점에서 낙엽송림 산림복합경영 대표 단기소득임산물로 산마늘 재배시나리오로 결정하였다.

표 3-5. 산양삼 재배시나리오

벌기령	재배시작 임령(재배기간)
40	26년 산양삼(8), 34년 산마늘(7)
50	26년 산양삼(8), 34년 산마늘(15)
60	26년 산양삼(8), 34년 산마늘(7), 41년 산마늘(15)
70	26년 산양삼(8), 34년 산마늘(7), 41년 산마늘(15)x2

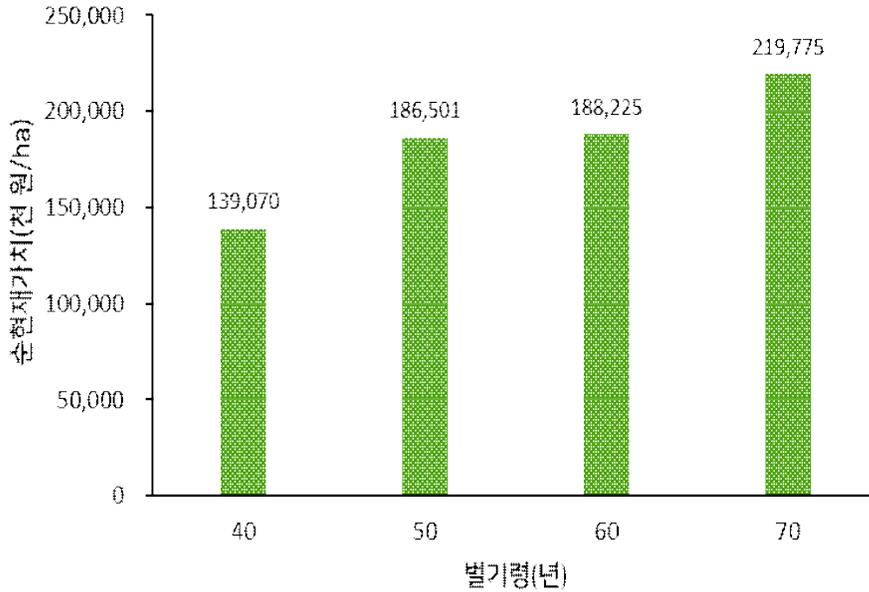


그림 3-9. 별기령별 산양삼과 산마늘 1순환 소득

3-3-3. 잣나무림 잣 소득 분석 결과

잣나무 임분에서 생산되는 잣의 경우, 재조림 때까지 매년 생산되기 때문에 오랜 기간 생산할수록 소득이 좋아진다. 다음 그림 3-10은 별기령에 따른 잣나무림 1 회귀(Rotation)까지의 소득(순현재가치)을 나타낸다. 잣나무는 30년생 이후부터 잣을 성공적으로 생산한다고 가정하였고 생산통계에 따라 매년 780,617원이 생산되는 것으로 계산되었다. 잣은 재배를 위해 조성비가 조림 외에 따로 들어가지 않으므로 조림이 잣 생산을 위한 초기자본 투자 비용에 해당한다. 수익 발생까지 30년이 걸리기 때문에 수익이 매년 발생하기 시작하는 30년 이후 얼마나 오랜기간동안 생산하느냐가 소득에 크게 영향을 미친다. 전체 경영기간 중에서 별기령 70년이 가장 높은 소득을 보이고 있는데, 이는 전체 70년 기간 중에

갯이 생산 가능한 기간이 40년으로 그 비율이 가장 크기 때문이다. 이는 낙엽송과 마찬가지로 비록 금액과 비중은 낙엽송 작물에 비해 현저히 작지만 전체 복합경영수익에서 단기임산물이 차지하는 비중이 꽤 큰 만큼 영향을 미친다. 따라서 소득은 갯 생산 가능 기간 즉, 벌기령에 비례하는 것을 볼 수 있다.

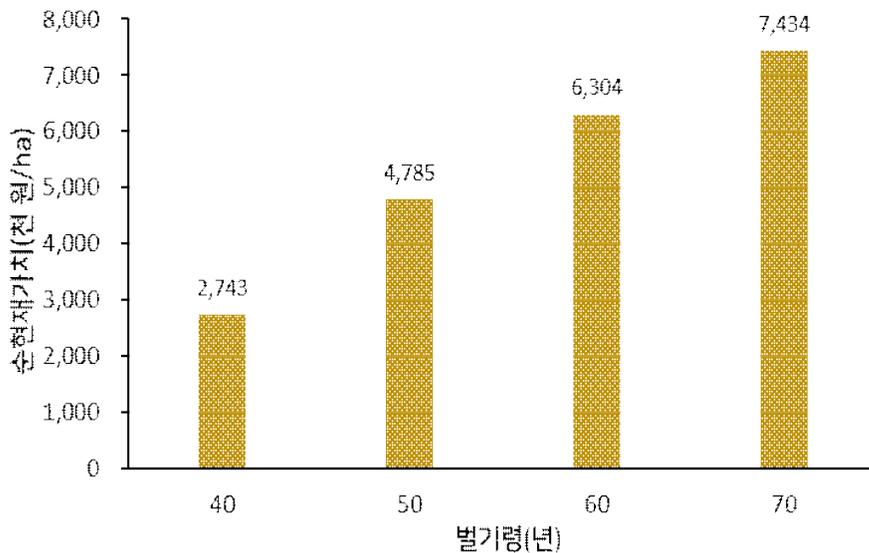


그림 3-10. 벌기령별 갯 1순환 소득

이렇게 단기소득임산물에 따른 복합경영 수익은 단기소득임산물의 재배지이자 조성지가 되는 임분의 조건에 따라 크게 달라지게 된다. 본 연구에 따르면 장벌기 임업으로 인해 길어진 벌기령으로 임분을 지속시킨다면 그 기간동안 수확할 수 있는 단기소득임산물로 인해 오히려 소득이 증가하는 모습을 확인할 수 있다.

3-4. 경영형태별 최적 경영대안 분석

목재생산 중심의 임업경영에서 단기소득임산물 복합생산 임업경영으로 경영형태가 변화함에 따라 임가소득이 증가하는 것을 확인하였다. 그러나 경영형태에 따른 임가 소득이 벌기령별로 다르게 증가하여 임업 경영형태에 따른 최적 경영대안 또한 변화하였다. 달라진 임업 경영형태에 따른 산림의 공익가치에 미치는 영향을 분석하기 위해 각 벌기령 공익가치를 먼저 분석하고 경영형태에 따른 변화를 종합적으로 분석하였다.

다음 표(표 3-6)는 기준조건(할인율 3%)에서 잣나무림과 낙엽송림의 벌기령별 각각의 공익가치를 보여주고 있다. 수원함양기능의 공익가치는 잣나무림과 낙엽송림의 두 수종 모두 침엽수의 임령별 토양공극률 변화 지표를 토대로 저류량을 계산하여 가치를 평가했기 때문에 같은 가치액으로 평가되었다. 낙엽송림과 잣나무림 모두 벌기령이 증가할수록 공익가치는 더 커지는 것으로 나타났다. 낙엽송과 잣나무는 두 수종의 성장속도 차이로 인해서 각 임분의 가치평가액 차이가 발생하였다. 성장속도가 더 빠른 낙엽송림의 공익가치가 더 큰 가치 평가액을 보이고 있다.

표 3-6. 낙엽송림 벌기령별 공익가치

벌기령 (년)	수원함양	탄소저장	산소생산	(단위:천 원)	
				대기정화 (SO ₂)	대기정화 (NO ₂)
40	31,233	639	6,114	8	64
50	31,608	865	8,278	11	87
60	31,903	891	8,527	12	89
70	32,133	1,026	9,815	14	103

표 3-7. 잣나무림 벌기령별 공익가치

벌기령 (년)	수원함양	탄소저장	산소생산	(단위:천 원)	
				대기정화 (SO ₂)	대기정화 (NO ₂)
40	31,233	575	5,504	8	58
50	31,608	807	7,715	11	81
60	31,903	836	7,993	11	84
70	32,133	989	9,456	13	99

그림 3-11은 기준조건(할인율 3%)에서 잣나무와 낙엽송을 영속적으로 생산한다고 가정하였을 때의 공익가치 총액이다. 두 수종 모두 1회 생산과 마찬가지로 벌기령이 늘어날수록 공익가치의 크기 또한 커지는 것을 볼 수 있다.

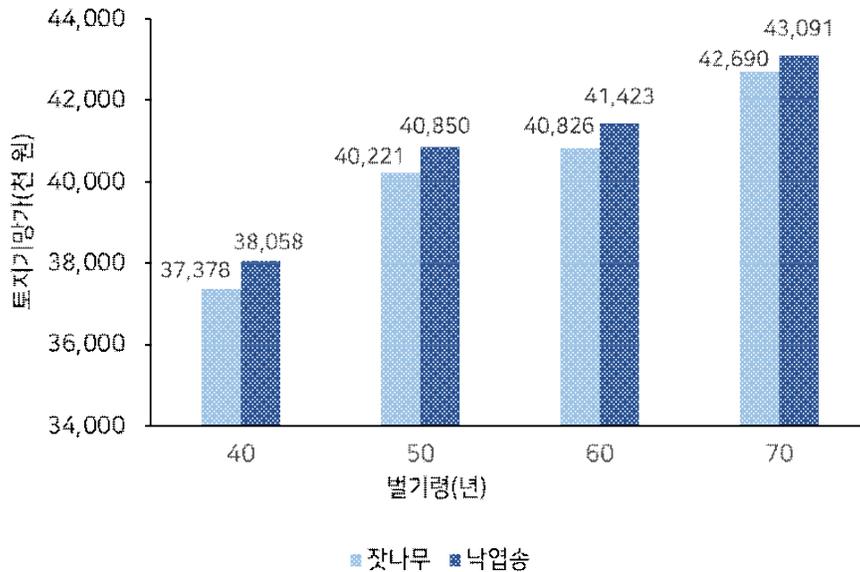


그림 3-11. 잣나무림과 낙엽송림 벌기령별 공익가치

그림 3-12와 그림 3-13은 각각 낙엽송림과 잣나무림에서 영속적인 생산을 가정했을 때의 벌기령별 임가 경영소득과 공익가치다. 경영소득에 해당하는 소득은 이전 단계에서 분석하였던 목재생산 소득과 이전소득에 해당하는 직불금 수입 그리고 단기임산물 소득을 토지기망가로 환산 후, 임가 경영소득으로 합산하였다.

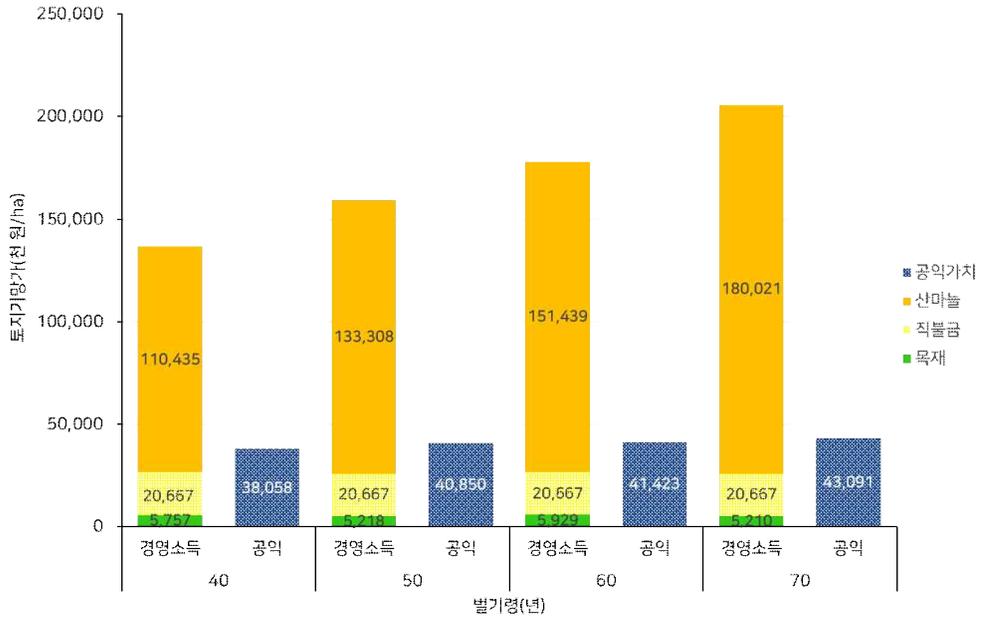


그림 3-12. 낙엽송림 경영의 종합분석 결과

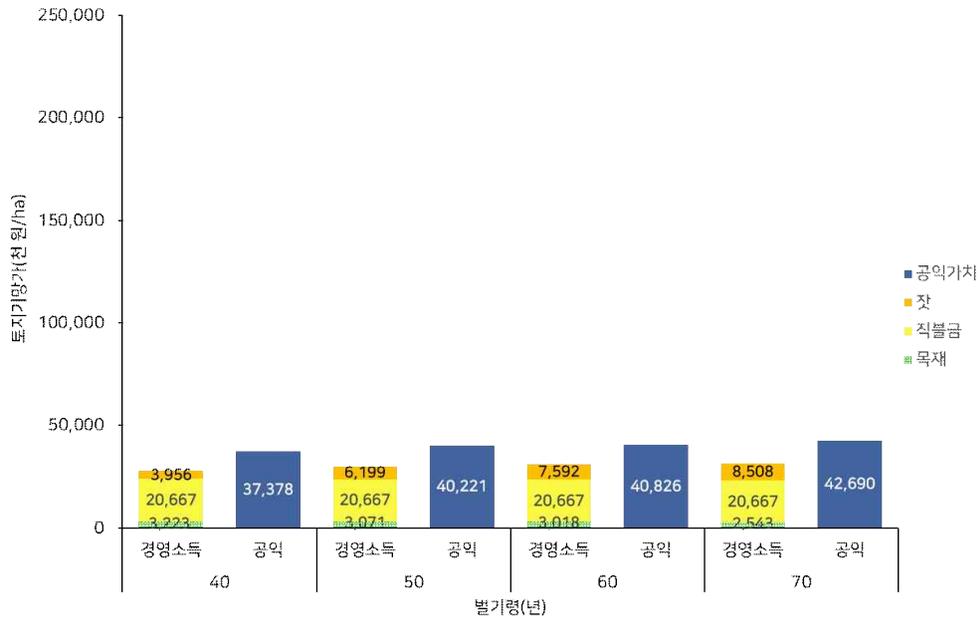


그림 3-13. 잣나무림 경영의 종합분석 결과

먼저, 목재생산 위주의 산림경영은 영세한 산림경영 규모와 목재생산의 저수익성으로 인하여 정부 지원 없이는 경쟁력이 없고 지속이 불가능한 소득을 보였다. 낙엽송의 경우, 정부 지원 없는 상태에서 이자율 0.5%와 1.0%이면서 동시에 목재가격이 입방당 225천 원일 때 한정적인 조건에서 적자를 면할 수 있었다. 잣나무의 경우, 본 연구범위 안에서는 정부 지원 없이 적자를 벗어날 수 없었다. 지원금을 받았을 때는 수익이 나는 것을 확인할 수 있었으나 그 소득의 크기가 크지 않았고 이자율이 높고 목재가격이 낮을 때 적자로 전환되었다. 이는 이전의 연구들에서도 보였던 추세이다.

배상원 등(국립산림과학원, 2010)의 잣나무 경제성 및 유통구조 분석

연구는 벌기령 70년 기준으로 순현재가치 결과가 -4,993천 원으로 나타나 수익성이 없다고 하였다. 해당 연구에서는 조림비 90%에 대한 지원을 받는 것으로 가정한 결과인 점과 2010년 조사 당시 원목 단가가 122천 원으로 본 연구조사 기준 원목단가 180천원보다 훨씬 낮다는 점, 당시와 지금의 인건비가 다른 차이점, 목재 판매 수익 계산법에 대한 차이가 있으나 목재생산 소득만으로는 경제성이 없다는 결과를 공유한다. 그러나 본 연구는 단기소득임산물에 해당하는 잣 생산을 통한 소득 증대까지 분석하여 잣나무도 경제성을 가질 수 있음을 확인하였고 잣을 오래 생산할 수 있는 벌기령 70년에서 최고 수익을 얻을 수 있음을 확인하였다.

민경택 등(한국농촌경제연구원, 2017)은 목재생산에 대한 수익성 분석을 하고 산마늘 생산을 고려하여 산림복합경영 수익성 변화를 시뮬레이션하였다. 본 연구와 마찬가지로 산림복합경영을 통해 얻을 수 있는 소득은 목재생산으로 인한 소득에 비해 크기가 커 수익성 개선에 도움이 되었다. 그러나 재배작물 특성에 따른 시나리오 고려나 목재생산과 결부되어있는 시업체계에 따른 변화나 제한요소를 파악하지 않고 일률적으로 계산하여 수익성이 과도하게 측정되었다. 본 연구에서는 여러 벌기령 시나리오와 동적 임분생장모델을 결합하여 시업체계에 따른 재적 변화를 고려한 목재생산 소득을 분석하였고 단기소득임산물 생산을 고려할 때도 목재생산 시업체계에 따라 시나리오를 구성하여 소득을 계산하였다. 민경택 등의 연구는 벌기령 30년 기준으로 단순 비교하기 힘들다 산림복합경영 수익은 훨씬 저조하게 나타났다. 또한, 본 연구에서는 다양한 벌기령을 분석함으로써 목재생산에서의 최적벌기령과 단기소득임산물을 같이 고려하였을 때 달라지는 최적벌기령의 변화를 확인할 수 있었다.

직불금을 이전소득으로 포함한 복합생산 소득은 벌기령 70년 기준으로 목재생산 대비 낙엽송은 40배 잣나무는 12배에 달하였다. 복합생산을 고려한 낙엽송림에서의 토지기망가 환산액은 205,899천 원/ha로 이는 논벼 생산비 조사(통계청, 2022)에 따른 토지기망가 환산액 108,931천 원/ha과 비교하여 더 높은 토지기망가 가치를 보임으로써 복합생산을 통해 토지 생산성과 효율성을 높인 임업경영 제고 방안으로 산지에서 논보다 높은 소득을 낼 수 있음을 보여준다.

낙엽송의 경우, 목재생산 소득만 본다면 가장 소득이 높은 벌기령은 60년이고 가장 낮은 소득을 보이는 벌기령은 70년이였다. 잣나무의 경우, 목재생산 소득만 분석할 때 벌기령 40년이 가장 수익성이 높았고 가장 낮은 소득을 보이는 벌기령은 70년이였다. 하지만 단기소득임산물을 고려하였을 때 장벌기가 될수록 가치가 커지는 것으로 나타나 목재생산 소득만 따졌을 때의 소득 결과와는 다른 결과가 나타났다. 낙엽송의 경우 연구범위 내 최고 벌기령인 벌기령 70년에서 직불금과 산마늘까지 다 함께 고려했을 때 가장 좋은 소득을 보였다. 이에 따라 최적벌기령은 60년에서 70년으로 변화하였다. 목재생산만 고려하였을 때 대비 함께 고려했을 때 소득은 40배에 달하였다.

잣나무는 목재생산 소득만 본다면 가장 소득이 높은 벌기령은 40년이고 가장 낮은 소득을 보이는 벌기령은 70년이였다. 그러나, 잣 생산을 고려하였을 때, 연구범위 내 최고 벌기령인 70년이 가장 높은 가치를 보였다. 목재생산만 고려했을 때 대비 직불금과 잣 생산을 함께 고려하였을 때, 벌기령 70년에서 12배의 소득을 보여줌으로 최적벌기령은 40년에서 70년으로 변화하였다.

임가들은 자신들의 소득을 높이기 위해 최적 경영대안을 선택한다. 임업경영형태 변화에 따른 최적벌기령의 변화는 마찬가지로 임가 자신들의 소득을 위해 벌기령 선택을 변화시키도록 유도한다. 최적벌기령 변화에 따른 공익가치 변화는 앞서 구한 벌기령별 공익가치의 변화에 따라 계산하였다. 낙엽송림의 경우, 임업형태에 따라 최적벌기령이 60년에서 70년으로 변화하여 공익가치 평가액은 41,423천 원에서 43,091천 원으로 약 4% 증가하였다. 잣나무림의 경우, 임업형태에 따라 최적벌기령이 40년에서 70년으로 변화하여 공익가치 평가액은 37,378천 원에서 42,690천 원으로 약 14% 증가하였다. 낙엽송림은 최적벌기령 변화가 60년에서 70년으로 시간적인 변화가 크지 않고 상대적으로 잣나무에 비해 초기 성장속도가 빨라 공익가치의 증가율이 잣나무림에 비해 적게 나타났다.

산림이 제공하는 비시장적 가치인 공익을 고려하여 임업경영형태 변화에 따른 분석을 진행한 결과, 공익가치 평가액은 낙엽송림, 잣나무림 모두에서 벌기령이 증가함에 따라 증가하였다. 이에 따라 단기소득임산물 복합생산을 함께 고려하였을 때 나타나는 최적벌기령의 변화는 합리적인 경영자라면 복합생산을 고려할 때 공익가치 또한 늘어나는 방향으로 산림경영을 시행할 것이라고 예측할 수 있다.

제 5 장 결 론

우리나라 목재생산 위주의 산림경영은 저소득, 자본회수기간의 장기성으로 인해 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 사유림 경영의 경제성 악화 상황에서 제고 방안을 모색했다. 따라서 최근에 도입된 임업직불금을 넣어 소득을 분석해 보고 기존 임업의 약점을 보완하는 산림복합경영의 소득도 분석하면서 대안별 소득 차이와 변화를 분석하고자 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 경영대안별 임목 생장의 변화를 추정할 수 있는 동적임분성장모델을 적용하였다. 또한, 별기령에 따른 시업체계를 선정하였다. 그 결과 별기령별 임목생장의 변화를 추정하여 목재생산의 소득을 분석할 수 있었다. 분석 결과, 우리나라에서 행하고 있는 목재생산 위주의 산림경영은 수익을 얻기 힘든 구조임을 확인했다.

다음으로 최근 도입된 임업직불금 제도를 추가하여 소득을 분석했다. 목재생산 위주의 산림경영에서 수익은 아주 적었기 때문에 직불금 지원은 큰 규모가 아님에도 불구하고 임가소득 개선에 도움이 되었다. 그러나 구조에 대한 변화를 주지 못하였기 때문에 본질적인 해결책이 되지 못하였다.

기존 목재생산체제의 대안으로 언급되는 단기임산물 생산을 고려한 산림복합경영 소득을 분석해 보았다. 목재생산은 조림으로부터 수확까지 긴 시간이 걸리나 복합경영은 상대적으로 회수 기간이 짧았으며 소득이 개선되었다. 단기임산물의 종류에 따라 소득의 규모는 다르지만 공통적으로 단기임산물 재배기간을 늘릴 수 있는 장별기 경영의 소득이 유리하게 나타났다.

마지막으로 목재생산 중심에서 단기소득임산물 생산을 고려하는 복합경영으로 임업 경영형태 변화에 따른 최적의 경영대안과 공익가치의 변화를 살펴보았다. 분석 결과, 단기임산물 재배기간을 늘릴 수 있는 장별기가 최적의 경영대안으로 나타났다. 공익가치 또한 목재와 단기소득임산물의 재배기간을 늘릴수록 증가하는 것으로 나타났다.

종합적으로 개별 임가들은 목재생산과 직불금 지급을 전제하에 산림복합경영을 고려한다면 장별기 위주의 산림경영이 유리한 선택이 될 수 있다. 더불어 이는 더 큰 공익가치를 불러일으킨다. 따라서, 본 연구는 국내 임업의 새로운 경영모델로서의 목재와 단기소득임산물의 복합생산의 타당성을 확인하였으며, 이는 토지의 경제적 생산성과 임가의 소득을 증대시키고 공익가치를 증가시킴을 확인하였다.

본 연구를 통해 밝힌 과학적 사실을 바탕으로 다음과 같은 정책과 향후 연구방향을 제안하고자 한다. 먼저, 임가의 소득 향상을 위해 단기소득임산물을 활용한 산림복합경영 문화를 정착시키기 위한 제도나 정책적 지원이 필요하다. 목재생산으로 인한 소득에는 한계가 있어 장기간의 지속적인 산림경영이 이루어지기 힘들다. 이를 산림복합경영으로 유도하여 지속가능하게 만드는 것이 우선이다. 두 번째로, 본 연구의 결과와 같이 장별기가 더 숲의 가치를 크게 만들 수 있다는 분석에 대한 홍보가 필요하다. 복합생산을 통한 소득의 증대나 공익을 고려한 산림가치 증가가 장별기를 통해 이루어질 수 있음을 산주나 임업인에게 알림으로써 산림경영의 변화를 촉구할 수 있다. 마지막으로 이 연구는 제한적인 수종과 단기소득임산물을 대상으로 진행된 한계가 있어서 더 다양한 수종과 단기소득임산물을 대상으로 한 연구가 필요하다. 또한, 본 연구에서는 공익가치 측정 방법과 단기소득임산물 비용과 수익 데이터 구조의 한계로 산지전

용에 따른 소득과 공익가치의 상관관계를 파악할 수 없었다. 산주나 임업인의 산지전용에 따른 기대수익이나 공익가치 훼손의 정도를 파악하기 위한 추후 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 강영호. 2003. 조선 및 일제시대의 적지적수 사료 발굴. 한국생태학회지. 26(6) : 341-347.
- 강현우. 2017. 제6차 국가산림자원조사 자료를 이용한 우리나라 주요 수종의 지위지수 추정. 고려대학교 석사학위논문.
- 강호상, 임중환, 천정화, 이임균, 김영걸, 이재호. 2007. 광릉 천연활엽수 성숙림에서 주변 인공림으로부터 잣나무 치수의 침입 정착. 한국산림과학회지 96(1): 107-114.
- 권기범, 한희, 정주상. 2013. 산림탄소 및 목재생산 경영을 위한 임분단위 산림사업모델의 개발. 한국산림휴양학회 학술발표회 자료집. 755-759.
- 김기윤, 정대회, 김현준, 전권석, 김만조, 엄유리. 2019. 직파 및 이식재배 유형에 따른 산양삼의 생육특성 연구. 한국자원식물학회지 32(2): 160-169.
- 김만조, 박윤미, 박상병. 2014. 산마늘 재배기술. 국립산림과학원.
- 김영환, 전어진, 신만용, 정일빈, 이상태, 서경원, 표정기. 2014. 산림경영형 산림탄소상쇄 사업설계를 위한 주요 수종별베이스라인 흡수량 산정. 한국산림과학회지 103(3): 439-445.
- 김외정. 1999. 새로운 세기의 임업경영전략-용재림 육성을 중심으로. 산림경영 141: 12-21.
- 김종호, 김기동, 김래현, 윤호중, 이승우, 최형대, 김재준, 박찬열. 2010. 산림의 공익기능 계량화 연구. 국립산림과학원.
- 김종호, 김재준, 전준현, 손영모, 김경하, 윤호중, 박찬열, 이승우. 2007. 산림의 공익기능 계량화 연구. 국립산림과학원.
- 김종호. 1989. 산림의 공익기능의 계량화. 연구정보. 임업연구원. 4p.
- 농림축산식품부. 2021. 공익직불제 지급성과 분석
<https://www.mafra.go.kr/bbs/mafra/68/329060/artclView.do>
(2023.05.05.).
- 대한건설협회. 2023. 2023년 상반기 적용 건설업 임금실태 조사 보고서.

- 민경택, 김명은. 2014. 산촌지역 인구변동의 특성 분석과 장래 추계. 한국임학회지 103(4): 670-678.
- 민경택, 석현덕, 최준영. 2017. 산림경영의 수익성 개선을 위한 정책과제. 한국농촌경제연구원 기본연구보고서. 1-192.
- 민경택. 2019. 임목가 평가를 통한 임업의 수익성 분석. 한국산림과학회지. 405-417.
- 박은식, 정주상. 2000. 탄소저장 (炭素貯藏) 및 목재생산효과 (木材生産效果) 중심 (中心) 의 산림경영계획 (山林經營計劃) 을 위한 다목적 (多目的) 선형계획법 (線型計劃法) 의 응용 (應用). 한국산림과학회지 89(3). 335-341.
- 박상병, 김만조, 김의경. 2014. 산마늘 임간재배와 노지재배의 수익성 비교 분석. 한국산림과학회지 103(1): 122-128.
- 배상원, 장석창, 이경재, 이상태, 성주한, 김선희, 김경희, 황재홍, 정준모, 김현섭, 김재성. 2011. 잣나무 임분건전성에 따른 관리방안. 64-78.
- 배재수, 장주연, 노성룡, 김태현. 2022. 광복 이후 산림자원의 변화와 산림정책.
- 산림청. 2023a. 2022년 4분기 국산재 원목 시장가격 동향. 79-97.
- 산림청. 2023b. 2023년도 공익 직접지불금 등록신청 공고
- 산림청. 2023c. 산림공익기능 평가결과 발표
<https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=156559826#policyNews> (2023.05.05.).
- 산림청. 2023d. 2023년도 조림비용 고시.
- 산림청. 2023e. 산림사업종합자금집행지침
- 산림청. 2023f. 산림사업용 종자 및 묘목가격
https://www.forest.go.kr/kfswweb/kfi/kfs/cms/cmsView.do?mn=NKFS_02_01_01_04&cmsId=FC_003620 (2023.04.05.).
- 산림청. 2023g. 조림사업 종류.
https://www.forest.go.kr/kfswweb/kfi/kfs/cms/cmsView.do?mn=NKFS_02_01_02_04&cmsId=FC_003403 (2023. 04. 05.).
- 산림청. 2022a. 임야 대상 농업경영체 등록과 임업직불제 안내

- 산림청. 2022b. 2022년 임산물소득조사. 107-121.
- 산림청. 2021. 전국산주현황 3p
- 산림청. 2019. 임업경영실태조사. 61-71.
- 산림청. 2014. 산림기능별 숲가꾸기 기술. 118-124
- 산림청. 2013. 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률」 이행을 위한
사회공헌형 산림탄소상쇄 운영표준 별표3
- 산림청. 2005. 지속가능한 산림자원관리 표준메뉴얼.
- 석현덕, 손철호, 이철현, 김용렬. 2000. 사유림 투자의 사회·경제적 효과
분석 연구.
- 손영모, 김래현, 이경학, 표정기, 김소원, 황정순, 이선정, 박현. 2014. 한
국 주요 수종별 탄소배출 계수 및 바이오매스 상대생장식. 국립산
림과학원. 44-66.
- 손영모, 이경학, 김래현. 2007. 우리나라 산림 바이오매스 추정. 한국임학
회지 96(4): 477-482.
- 원현규, 김혜수, 전현선. 2017. 산지양계복합경영의 비용구조와 경영성과
분석. 한국산림과학회지 106(4): 473-479.
- 우중춘. 1991. Linear Programming 에 의한 삼림경영계획-잣나무임분
의 (林分) 삼림수확계획을 중심으로. 한국산림과학회지 80(4).
427-435.
- 유병일, 성규철. 2000. 혼농임업의 현황과 발전방향. 임업연구원.
- 윤미선, 조해미, 연보람, 최정섭, 김성문. 2013. 국내산 소나무, 잣나무,
낙엽송, 분비나무 정유의 제초활성. Weed & Turfgrass Science
2(1): 30-37.
- 윤여창. 1995. 산림의 환경보전기능에 대한 평가. 자원경제학회지 5(1):
137-164.
- 이승현, 장명숙. 1994. 잣의 첨가량에 따른 잣죽의 특성. 한국식품조리과
학회지 10(2): 99-103.
- 이요한. 2013. 미국 사례를 통해 살펴본 산림복합경영의 경제적 가능성
및 시사점. 한국임학회 학술발표논문집 2013: 361-361.
- 장철수, 이중웅. 2000. 임산약용식물 임간 재배농가의 복합경영 사례분
석. 산림경제연구 8(2). 21-32.

- 정용호, 박재현, 김경하, 윤호중. 2001. 산림 (山林) 의 입지환경인자 (立地環境因子) 가 표층토양 (表層土壤) 의 조공극율 (粗孔隙率) 에 미치는 영향인자 (影響因子) 분석 (分析)(II) - 활엽수림 (闊葉樹林) 을 중심 (中心) 으로. 한국산림과학회지 90(4): 450-457.
- 통계청. 2021. 2020년 농가 및 어가경제조사 결과
[https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=214248&topic=\(2023.05.05\)](https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=214248&topic=(2023.05.05)).
- 한국은행. 2023. 한국은행 기준금리 추이
<https://www.bok.or.kr/portal/singl/baseRate/list.do?dataSeCd=01&menuNo=200643> (2023. 04. 09)
- 한희, 권기범, 정혜진, 설아라, 정주상. 2015. 동적계획법 적용에 의한 삼나무 임분의 간벌시업체계 분석. 한국산림과학회지. Vol, 104(4): 649-656.
- 한희. 2014. 공간정보 분석기법을 이용한 산양삼 재배 경영지원시스템의 개발. 서울대학교 박사학위논문.
- 환경부. 2020. 대한민국 국가지도집 2권. 산림토양의 특성. 66p
- 환경부. 2022a. 2021 상수도 통계. 3p.
- 환경부. 2022b. 2021 하수도 통계. 3p.
- Bennett, F.a. 1979. Yield and stand structural patterns for old-field plantation of slash pine. USDA Forest Service Research Paper SE-60.
- Castedo-Dorado, F., Dieguez-Aranda, U., Alvarez-Gonzalez, J. G. 2007. A growth model for Pinus radiata D. Don stands in north-western Spain. Annals of Forest Science. 453-465.
- Church, R., Daugherty, P. J. 1999. Considering intergenerational equity in linear programming-based forest planning models with MAXMIN objective functions. Forest science. 366-373.
- Faustmann, M. 1849. Calculation of the value which forest land

- and immature stands possess for forestry, *Journal of Forest Economics*.
- Garrett, H. E. G., Jose, S., Gold, M. A.. 2022. North american agroforestry Vol. 194.
- Grammatikopoulou, I., Vačkařova, D. 2021. The value of forest ecosystem services: A meta-analysis at the European scale and application to national ecosystem accounting. *Ecosystem Services* 48. 101262.
- Guerra Bugueno, E., Herrera, M. A., Drake Aranda, F. 2011. Profitability of fertilization at establishment of *Eucalyptus globulus* plantations.
- Gustafsson, L., Baker, S. C., Bauhus, J., Beese, W. J., Brodie, A., Kouki, J., ... & Franklin, J. F. (2012). Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *BioScience*, 62(7), 633–645.
- Johnson, K. N., Scheurman, H. L. 1977. Techniques for prescribing optimal timber harvest and investment under different objectives—discussion and synthesis. *Forest Science*.
- MacDicken, K. G., Vergara, N. T.. 1990. *Agroforestry: Classification and management*.
- Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforest Syst*, 97-128.
- Palahi, M. and Pukkala, T. 2003. Optimising the management of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Spain based on individual-tree models. *Annals of Forest Science* 60(2). 105–114.
- Pearce, D. 1991. *Assessing the Returns to the Economy and Society from Investments in Forestry*. Forestry commission occasional Paper 47. Forestry Commission, Edinburgh

- Ruitenbeek, HJ. 1989. Social Cost Benefit Analysis of the Korup Project. cameron. WWF Report prepared for the World Wide Fund for Nature and the Republic of Cameroon, London.
- Han, H., Seol, A., Jung, Y., Chung, J. 2018. Maintaining long-rotation forestry: a new challenge for sustained yield of timber resources in South Korea. *International Forestry Review*. 20(2): 199–205.
- Hoen, H.F., Eid, T., Okseter, P. 2001. Timber production possibilities and capital yields from the Norwegian forest area. *Silva Fennica*. 249–264.
- Yu, H., Xie, W., Yang, L., Du, A., Almeida, C. M., Wang, Y. 2020. From payments for ecosystem services to eco-compensation: Conceptual change or paradigm shift?. *Science of the Total Environment*.

부록 1. 플베기 비용

구분	항목	품셈 (수량, 요율)	단가	금액	비고
1.재료비	휘발유	15	1,636	24,540	동력예초기5.0ℓ/대* 3대/ha 2인 1조 사용(6.0명/2)
	잡품	10%	2,454	2,454	주재료비의 10%(오일 등)
	소계			26,994	
2.노무비	직접노무비	7	177,259	1,240,813	보통인부 50%, 특별인부 50% 건설업시중노임단가참조
	간접노무비	10.20%	124,813	126,563	직접노무비의 10.2%
	소계			1,367,376	
3.경비	기계경비	0.0252	480,000	12,096	동력예초기 (0.0084/대*3대/ha) *480,000원/대
	산재보험료	8.00%	1,367,376	109,390	노무비의 8.0%
	고용보험료	0.80%	1,367,376	10,939	노무비의 0.7~1.3%
	산업안전 보건관리비	1.24%	1,267,807	15,721	(재료비+직접노무비)의 1.24%
	소계			148,146	
일반관리비	6.00%	1,542,516	92,551	(재+노+경)의 6%	
이윤	15%	1,608,073	241,211	(노+경+일관)의 15%	
총원가				1,876,278	
부가가치세	10%	1,876,278	187,628	총원가의 10%	
사업비 합계				2,063,905	

부록 2. 어린나무 가꾸기 비용

구분	항목	품셈 (수량, 요율)	단가	금액	비고
1.재료비	휘발유	16.8	1,636	27,485	체인톱 5.6ℓ/대*3대/ha 2인 1조 사용(6.0명/2)
	잡품	95%	27,485	26,111	주재료비의 95%(오일 등)
	소계			53,596	
2.노무비	직접노무비	10		1,691,826	
	가지치기	4	157,068	628,272	보통인부 건설업서중노임단가참조
	제 벌	6	177,259	1,063,554	보통인부 50% 특별인부 50%
	간접노무비	10.20%	1,691,826	172,566	직접노무비의 10.2%
	소계			1,864,392	
3.경비	기계경비	0.0252	820,000	20,664	체인톱 (0.0084/대*3대/ha) *820,000원/대
	산재보험료	8.00%	1,864,392	149,151	노무비의 8.0%
	고용보험료	0.80%	1,864,392	14,915	노무비의 0.7~1.3%
	산업안전 보건관리비	1.24%	1,745,422	21,643	(재료비+직접노무비)의 1.24%
	관리비			206,374	
일반관리비	6.00%	2,124,362	127,462	(재+노+경)의 6% 6%이하 자율반영	
이윤	15%	2,198,228	329,734	(노+경+일관)의 15% 15%이하 자율반영	
총원가			2,581,557		
부가가치세	10%	2,581,557	258,156	총원가의 10%	
사업비	합계			2,839,713	

부록 3. 가지치기 비용

구분	항목	품셈 (수량, 요율)	단가	금액	비고
1.재료비					
	직접노무비	2.5	157,068	392,670	보통인부 건설업시중노임단가참조
2.노무비					
	간접노무비	10.20%	392,670	40,052	직접노무비의 10.2%
소계				432,722	
3.경비					
	기계경비				
	산재보험료	8.00%	432,722	34,618	노무비의 8.0%
	고용보험료	0.80%	432,722	3,462	노무비의 0.7~1.3%
	산업안전 보건관리비	1.24%	392,670	4,869	(재료비+직접노무비)의 1.24%
소계				42,949	
	일반관리비	6.00%	475,671	28,540	(재+노+경)의 6%
	이윤	15%	504,211	75,632	(노+경+일반)의 15%
	총원가			579,843	
	부가가치세	10%	579,843	57,984	총원가의 10%
사업비 합계				637,827	

부록 4. 슈아베기 및 가지치기 비용

구분	항목	품셈 (수량, 요일)	단가	금액	비고
1.재료비	페인트 (경계용)	0.2	5,732	1,146	친환경성 백색 수성페인트 (10ℓ/1통 경우 : 0.02통)
	잡품 (경계용)	5%	1,146	57	주재료비의 5%(붓 등)
	휘발유 (간벌용)	18.48	1,636	30,233	체인톱 5.6ℓ/대*3.3대/ha
	잡품 (간벌용)	95%	30,233	28,721	주재료비의 95%(오일 등)
	소계			60,158	
2.노무비	직접노무비	9.1		1,562,579	
	간 벌	6.6	177,259	1,169,909	보통인부 50%, 특별인부 50%
	가지치기	2.5	157,068	392,670	보통인부
	간접노무비	10.20%	1,562,579	159,383	직접노무비의 10.2%
	소계			1,721,962	
3.경비	기계경비	0.02772	820,000	22,730	체인톱 (0.0084/대*3.3대/ha)*820,000원/대
	산재보험료	8.00%	1,721,962	137,757	노무비의 8.0%
	고용보험료	0.80%	1,721,962	13,776	노무비의 0.7~1.3%
	산업안전 보건관리비	1.24%	1,782,120	22,098	(재료비+직접노무비)의 1.24%
	소계			196,361	
일반관리비	6.00%	1,978,481	118,709	(재+노+경)의 6%	
이윤	15%	375,227	56,284	(노+경+일관)의 15%	
총원가			2,153,474		
부가가치세	10%	2,153,474	215,347	총원가의 10%	
사업비 합계			2,368,822		

부록 5. 선목간별 비용

구분	항목	품셈 (수량, 요율)	단가	금액	비고
1.재료비	페인트 (경계용)	0.2	5,732	1,146	친환경성 백색 수성페인트 (10ℓ/1봉 경우 : 0.02봉)
	잡품 (경계용)	5%	1,146	57	주재료비의 5%(붓 등)
	페인트 (선목용)	1	5,732	5,732	5ml*200본=1ℓ 친환경성 수성페인트
	잡품 (선목용)	10%	5,732	573	주재료비의 10%(붓 등)
	휘발유 (간별용)	18.48	1,636	30,233	체인톱5.6ℓ/대*3.3대/ha 2인 1조 사용(6.6명/2)
	잡품 (간별용)	95%	30,233	28,722	주재료비의 95%(오일 등)
소계				66,463	
2.노무비	직접노무비	7.6		1,354,521	
	선 목	1	184,612	184,612	초급기술자
	간 별	6.6	177,259	1,169,909	보통인부 50%, 특별인부 50%
	간접노무비	10.20%	1,354,521	138,161	직접노무비의 10.2%
소계				1,492,683	
3.경비	기계경비	0.02772	820,000	22,730	체인톱 (0.0084/대*3.3대/ha)*820, 000원/대
	산재보험료	8.00%	1,492,683	119,415	노무비의 8.0%
	고용보험료	0.80%	1,492,683	11,941	노무비의 0.7~1.3%
	산업안전 보건관리비	1.24%	1,420,984	17,620	(재료비+직접노무비)의 1.24%
소계				171,706	
일반관리비	6.00%	1,730,852	103,851	(재+노+경)의 6%	
이윤	15%	1,768,240	265,236	(노+경+일반)의 15%	
총원가				2,099,939	
부가가치세	10%	2,099,939	209,994	총원가의 10%	
사업비 합계				2,309,933	

Abstract

Evaluating the Impacts of
Integrated Production of Timber
and Non-Timber Forest
Products in Private Forest
Management

PARK, GI HYUN

Major in Forest Environmental Sciences
Department of Agriculture, Forestry and
Bioresources

The Graduate School
Seoul National University

Forests are both a place of economic activity and a foundation of life for forestry owners. After the Korean independence, Korea became a prosperous country with abundant green forests through

the efforts of the government, forestry owners, and civilians. However, it is important to note that industrial forestry development has been limited.

Timber production is a fundamental economic activity for forestry owners. Nonetheless, it does not bring significant economic income to the owners. This study aims to confirm this income level by first assuming the current timber production system and analyzing the potential income from private forest management. The net present value (NPV) and land expectation value (LEV) were used for analysis, and the results confirmed that timber production-focused forestry did not provide high income to forestry owners. To propose improvements to this situation, additional analyses were conducted.

First, the impact of the recently introduced the direct payment for forestry system and how the benefits received by forestry owners through this system affected their income were examined. When considering income through the forestry debit system, forestry owners received payments that are 5 times higher compared to the income obtained from Japanese larch production based on a 70-year rotation age. In the case of Korean pine, forestry owners received payments that are 9 times higher compared to the income from timber production. Second, as an income improvement measure for forestry owners, the feasibility of forest complex management was verified. To achieve this, the commonly chosen non-timber forest products by forestry owners

were selected on-site, and the forestry income under the complex management was analyzed. The analysis showed that as the rotation period increases, the cultivation period of non-timber forest products also increases, resulting in an increase in income from non-timber forest products production. With a rotation age of 70 years that yields the highest income, complex management in Japanese larch can increase income by 40 times and in Korean pine by 12 times compared to timber production.

Finally, the study analyzed the changes in management alternatives and the resulting impact on the public value of forests when transitioning from timber production-centered management to management considering non-timber forest products. The results confirmed that management focusing on longer rotation periods not only increases forestry income but also enhances the public value of forests. In the case of Japanese larch, the adoption of a complex management increased the public value by approximately 4% compared to considering only timber production. For Korean pine, the adoption of complex management led to a public value increase of approximately 14%.

The existing timber production-oriented management system for private forests was difficult to sustain due to small forest areas and low profitability. However, considering complex management that focuses on the production of non-timber forest products alongside timber production showed that productivity and the efficiency of land can be significantly improved, leading to a

substantial increase in the income of forestry owners. Furthermore, it was evident that as forests grow older, their public value also increases. Therefore, in the case of domestic private forests, complex management practices that produce both timber and non-timber forest products were found to be a superior alternative in terms of both income improvement for forestry owners and enhancing the overall public value of forests, compared to only focusing on timber production.

keywords : Private Forest, Forest complex management, The Direct Payment For Forestry, Public value of Forests, Optimal Rotation Age

Student Number : 2020-22805