

서울대학교 남부학술림의
생태계 서비스 성과 측정

Social
Value
Measurement
Review

들어가며, “사회 성과 측정을 통해 산림의 중요성을 다방면으로 살펴볼 수 있는 계기가 되었습니다.”

사회적 가치를 만들어내는 측정 사례들을 케이스 스터디로(Case Study) 연구하고 확산해온 ‘사회적가치측정리뷰(Social Value Measurement Review, 이하 SVMR)’가 어느덧 5호를 맞이하게 되었습니다. SVMR은 사회적 가치를 측정하고자 하는 기관과 협력하여 다양한 사회적 가치 측정 방법론을 발굴하고, 대중적으로 측정을 쉽게 접해볼 수 있도록 제작되었습니다.

지난 SVMR 4호에서는 공공기관의 대표과제 중 환경(Environment)영역의 사례를 다뤘었습니다. 이번 5호에서는 이슈가 되고 있는 산림의 사회적 가치에 대하여 측정하였습니다. 기후변화에 따른 지구 온난화로 산림의 중요성이 부각되기 시작하면서 International Sustainability Standards Board(ISSB)에서도 Taskforce on Nature-related Financial Disclosure(TNFD)과 협의하여 생물 다양성을 포함할 것이라는 움직임이 나타나기 시작했습니다. 이에 산림과학기술을 개발하여 지역사회 발전과 생물다양성 보전 등 산림에서의 사회적 가치를 창출하고 있는 「서울대학교 남부학술림」과 함께 생태계 서비스 성과를 화폐단위로 측정하였습니다. 해당 측정을 통해 산림의 중요성을 다방면으로 살펴볼 수 있는 기회를 가지게 되었습니다.

서울대학교 남부학술림은 사회적가치연구원과 연결점은 없었으나, 이번 사회성과 측정을 계기로 새롭게 협력의 관계를 가질 수 있게 되었습니다. 저희 연구원 차원에서는 산림이라는 거대한 자연의 사회성과를 측정할 수 있는 기회를 가졌으며, 학술 차원에서도 그동안 지속해왔던 생태계 서비스 성과를 외부에 공유할 수 있는 기회가 되셨기를 기대합니다. 사회 성과 측정을 처음 접해보셔서 데이터 수집 과정에 어려운 점이 많으셨을텐데도 불구하고, 본 연구에 적극적으로 참여해주시고 고민해주신 서울대학교 남부학술림 연구원분들과 측정의 전문성과 깊이를 한층 높여주신 한국사회가치평가 연구원분들께 감사의 말씀을 드립니다. 이번 연구를 계기로 사회적 가치에 대해 다방면으로 함께 협력해 나아갈 수 있는 또 다른 좋은 인연으로 발전되기를 기대합니다. 앞으로도 SVMR은 국내를 넘어서 해외 사례 등 그 범위를 폭넓게 확장해나갈 예정입니다. 혼자서는 작은 한 방울이지만 함께 모이면 바다를 이룬다고 합니다. 시작은 사소할 수 있어도 경험치가 쌓이게 되면 보다 풍요로운 사회적 가치 측정에 대한 정보의 바다가 될 것이라고 생각합니다. 함께 바다를 만들어 나아갈 새로운 기관과의 협력을 기대합니다.

사회적가치연구원장
나 석 권

“생태계 보존과 지속 가능한 산림의 중요성을 수치화하는 것은 더욱더 가치가 있을 것입니다.”

자연에 대한 가치평가는 전 세계적인 흐름으로 산림의 지속 가능한 경영과 생물다양성 보전을 위하여 생태계 서비스를 정책적으로 활용하는 사례가 증가하고 있습니다. 또한 국내에서는 국민경제가 발달하고 삶의 질이 중요해지면서 인간이 숲으로부터 얻는 서비스에 대한 사회적 요구가 증가하고 있으며 산림 보전과 개발이 조화되는 공익적 기능의 중요성이 대두되고 있습니다.

산림으로부터 생산되는 생태계 서비스의 대부분은 시장을 통해 거래되지 않은 공공재로서 정량화, 화폐화하는 방법론에는 해결해야 할 과제가 남아 있습니다. 시장 경제 효율성에 기반한 의사 결정으로 인해 발생한 서식지 훼손과 자연 자본의 고갈 문제에 제동을 걸고, 보이지 않는 가치를 측정하여 생태계 보존과 지속 가능한 산림 경영의 중요성을 수치화 하는 과정은 의미 있는 도전이라고 생각합니다. 특히 서울대학교 남부학술림과 같이 보존이 필요한 숲에서는 학술적, 생태적, 문화적 의의를 함유하고 다양한 혜택을 전달하기 때문에 더욱더 가치가 있을 것입니다.

나아가 생태계 서비스에 대한 정보는 의사 결정의 방향을 제시하고 자연 생태계의 보존과 관리를 지원할 것입니다. 또한 측정 과정과 성과를 통해 우리는 생태계 기능과 본질을 이해하고 지속가능한 발전을 위해 노력하게 될 것입니다.

끝으로 이 연구가 산림의 생태계 서비스 가치를 측정함에 있어 유용한 참고자료가 되기를 바라며, 본 연구를 지원해주시고 함께 고민해주신 사회적가치연구원과 한국사회가치평가 연구원분들에게 깊은 감사의 마음을 전합니다. 아울러 상대적으로 짧은 시간임에도 불구하고 평가지표선정과 자료수집을 위해 애써주신 학술림 직원들에게도 감사를 드립니다.

서울대학교 학술림장
김 현 석

TABLE OF CONTENTS

들어가며	1
Chapter 1 서울대학교 남부학술림 프로젝트 소개	11
1) 서울대학교 남부학술림 소개	12
2) 서울대학교 남부학술림 사업 소개	13
3) 서울대학교 남부학술림의 성과 창출 과제	15
공급 서비스 : 고로쇠 및 거제수 수액채취 사업	
조절 서비스 : 지속가능한 산림 경영 사업	
문화 서비스 : 숲체험 교육 지원 및 휴양시설 운영	
지지 서비스 : 식생 모니터링 및 야생동물 조사	
Chapter 2 사회적 가치 측정 개요	19
1) 생태계 서비스의 중요성 및 성과 측정 이유	20
2) 측정방식	22
3) 측정대상 및 범위	24
4) 측정 방법론	25
5) 측정 표준식	26
Chapter 3 측정결과	29
1) 공급 서비스 : 고로쇠 및 거제수 수액채취 사업	30
2) 조절 서비스 : 지속가능한 산림 경영 사업	32
3) 문화 서비스 : 숲체험 교육 지원 및 휴양시설 운영	40
4) 지지 서비스 : 식생 모니터링 및 야생동물 조사	44
Chapter 4 시사점 및 향후 과제	51
참고문헌	56

Valuing Ecosystem Services of Seoul National University Nambu Forest Summary

Valuing Ecosystem Services of Seoul National University Nambu Forest												
Background	Project											
<ul style="list-style-type: none"> There is an increasing trend of utilizing the importance of ecosystem services for the sustainable forest management and biodiversity conservation through policy implementation. In Korea, there is a growth of social demand for forest services, highlighting the significance of public interest policies which balance the forest conservation and economic development. Globally, there is a need to quantitatively assess the importance of ecosystem conservation and sustainable forest management, and to measure the value of forests in monetary terms, in order to address the limitations of decision-making based on the economic approach. 	<ul style="list-style-type: none"> Participating organization SNU Nambu Forest Method Four types of ecosystem services are based on Millennium Ecosystem Assessment (2005) 	<ul style="list-style-type: none"> Year 2022 Cultural services applied a five-year average value (2018- 2022). 										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Services</th> <th>Works</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Provisioning</td> <td>Collecting sap from maple and betula trees</td> </tr> <tr> <td>Regulating</td> <td>Sustainable forest management</td> </tr> <tr> <td>Cultural</td> <td>Forest exploration and education, Operating forest welfare facilities</td> </tr> <tr> <td>Supporting</td> <td>Flora & Fauna survey</td> </tr> </tbody> </table>	Services	Works	Provisioning	Collecting sap from maple and betula trees	Regulating	Sustainable forest management	Cultural	Forest exploration and education, Operating forest welfare facilities	Supporting	Flora & Fauna survey	
Services	Works											
Provisioning	Collecting sap from maple and betula trees											
Regulating	Sustainable forest management											
Cultural	Forest exploration and education, Operating forest welfare facilities											
Supporting	Flora & Fauna survey											
Services	Indicators	Monetary Value										
Provisioning	Increase in Forest Product Income	USD 772K										
Sub Total		USD 772K										
Regulating	Air Quality Improvement	Carbon Reduction	USD 13.8M									
		Oxygen Production	USD 35.7M									
		Pollutant Reduction	USD 338K									
	Prevention of Soil Runoff	USD 477K										
Sub Total		USD 48.96M										
Cultural	Educational Activities	USD 124K										
	Health Promotion	USD 134K										
Sub Total		USD 258K										
Supporting	Biodiversity Conservation	Genetic	USD 2.82M									
		Species	USD 3.52M									
		Ecosystem	USD 116K									
Sub Total		USD 6.45M										
Sum Total		USD 56.47M										

서울대학교 남부학술림 생태계 서비스 요약

서울대학교 남부학술림 생태계 서비스												
사회성과 배경	프로젝트 내용											
<ul style="list-style-type: none"> 육지 면적의 1/3을 차지하는 산은 우리의 삶과 밀접하게 연관되어 있음. 하지만 5년간 국내 산림 피해액은 증가하고 있으며 세계산림 면적이 감소되고 있어 이슈가 됨. WEF에서는 '1조 그루 캠페인'을 발표하였고, 산림청에서는 '2050 탄소중립 산림부문 추진 전략'을 선언하였음. 이와 같이 산림 보존의 중요성이 강화되는 추세임. 국립산림과학원에서는 1987년부터 산림의 공익적 가치 화폐화를 시행하였으며, 생태계 서비스 가치평가는 최근 성과를 직접적으로 보여주기 위해 화폐화 측정이 다수 이루어지고 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> 참여기관 서울대학교 남부학술림 측정대상 및 범위 2022년 1월-12월 중 발생된 성과 단, 조절 서비스의 경우 2022년 발생 성과를 측정하였으며 문화 서비스는 2018년 ~ 2022년 5개년 평균값을 적용 측정방법 2005년 코피아난이 제안한 생태계 서비스 (ecosystem services)에 기반하여 네가지 유형에 해당되는 대표적인 사업을 측정 											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>생태계서비스 유형</th> <th>사업</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>공급 서비스</td> <td>고로쇠 및 거제수 수액채취 사업</td> </tr> <tr> <td>조절 서비스</td> <td>지속가능한 산림 경영 사업</td> </tr> <tr> <td>문화 서비스</td> <td>숲체험 교육 및 휴양시설 운영</td> </tr> <tr> <td>지지 서비스</td> <td>식생 모니터링 및 야생동물 조사</td> </tr> </tbody> </table>	생태계서비스 유형	사업	공급 서비스	고로쇠 및 거제수 수액채취 사업	조절 서비스	지속가능한 산림 경영 사업	문화 서비스	숲체험 교육 및 휴양시설 운영	지지 서비스	식생 모니터링 및 야생동물 조사	
생태계서비스 유형	사업											
공급 서비스	고로쇠 및 거제수 수액채취 사업											
조절 서비스	지속가능한 산림 경영 사업											
문화 서비스	숲체험 교육 및 휴양시설 운영											
지지 서비스	식생 모니터링 및 야생동물 조사											
서울대학교 남부학술림의 성과 측정 종합												
생태계서비스 유형	성과 지표	성과 측정 결과										
공급 서비스	임업인(산촌주민) 임산물 소득 증대	1,009,082,869 원										
공급 서비스 성과 합계		1,009,082,869 원										
조절 서비스	대기질 개선	탄소 저감	17,103,605,469 원									
		산소 생산	45,843,006,961 원									
		오염물질 저감	442,299,186 원									
	토사유출 방지	615,153,102 원										
조절 서비스 성과 합계		64,004,064,718 원										
문화 서비스	교육 제공	162,642,341 원										
	학술림 휴양시설 이용을 통한 건강증진	174,937,728 원										
문화 서비스 성과 합계		337,580,069 원										
지지 서비스	생물다양성 보전	유전자 보전 성과	3,685,347,928 원									
		종 보전 성과	4,602,782,557 원									
		생태계 보전 성과	151,625,848 원									
지지 서비스 성과 합계		8,439,756,333 원										
남부학술림 총 성과		73,790,483,989 원										

1. 투입 (Input)

2. 활동 (Activity)

3. 산출 (Output)

4. 결과 (Outcome)

사업예산/ 국고 보조금	공급 서비스 고로쇠 및 거제수 수액채취 사업	• 산촌주민(임업인) 소득	1 산촌주민, 소득 증대 소득이 열악하여 생계 위협이 우려되는 학술림 인근 마을 주민에게 고로쇠나무 및 거제수나무 수액 채취권을 제공하여 소득을 증대	
	조절 서비스 지속가능한 산림 경영 사업	• 환경(온실가스저감) • 환경(토사유출방지)		2 지구온난화 저감 벌기령 연장을 통해 대기오염 저감, 온실가스 흡수, 산소 생산 효과 등을 통해 지구온난화 저감에 기여
	문화 서비스 숲체험 교육 지원 및 휴양시설 운영	• 청소년 • 일반시민 • 대학생/대학원생 • 학술림 이용객	3 토사유출방지 산림을 보전하고 사방범 설치를 통해 토사유출을 방지	
	지지 서비스 식생 모니터링 및 야생동물 조사	• 청소년 • 일반시민 • 대학생/대학원생 • 학술림 이용객		4 산림 교육 프로그램 제공 숲체험과 실습 교육의 기회가 부족한 시민들에게 산림 관련 교육의 기회를 제공
		• 환경 (동식물 생태계 보전 / 종보존 / 유전자 보존)	5 학술림 휴양시설 운영을 통한 건강 증진 산림에 인접한 휴양시설과 다양한 시설을 학습할 수 있는 관찰원을 조성하여 이용자의 신체적, 정서적 건강 회복	
			6 심리적 안정성과 미래산림 가치에 기여 (정성 측정 시도) 숲체험 교육의 효과성으로 정서적 안정과 자신감 회복에 기여하며, 숲탐구를 통해 미래 가치에도 기여함.	

Chapter 1

서울대학교 남부학술림
프로젝트 소개

서울대학교 남부학술림 프로젝트 소개

1) 서울대학교 남부학술림 소개

최근 지구온난화와 기후변화, 코로나19 팬데믹 등 급변하는 환경을 경험하면서 건강한 생태계에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 우려되는 환경 변화에 숲의 역할이 부각 되면서 산림에 대한 과학적인 정보가 요구되고 있다. 그러나 다양한 생물들의 서식처인 숲을 이해하는 과정은 결코 단순하지 않다. 장기적으로 숲을 관찰하고 정보를 수집하는 과정을 통해 일부 생태계의 경향을 파악할 수 있고, 검증과 적용을 거쳐 일반화하는 과정은 보다 많은 시간과 노력이 요구된다. 이에 따라 국내외 대학에서는 장기간 안정적으로 산림과학 분야 연구와 교육을 수행하기 위하여 학술림 (University Forests)을 설치하여 운영하고 있다.

서울대학교 남부학술림은 1946년에 설치되었으며 위치는 섬진강을 사이에 두고 북쪽에는 지리산 지역(5,245ha)이 남쪽에는 백운산지역(10,937ha)이 자리 잡고 있다. 총 16,182ha에 달하는 대면적과 함께 고도의 범위가 20m~1,732m로 넓게 분포되어 있어 온대남부림과 온대 북부림, 아고산림까지 다양한 산림 식생대를 포함하고 있다. 또한 자연경관이 수려하고 원시 자연림과 극상원시림을 보유하고 있어 학술적 가치가 높은 산림으로 평가받고 있다. 이에 더해 남부학술림은 체계적인 산림관리를 위해 정기적으로 산림경영계획을 수립하고 있으며 기본적으로 산림자원을 보전하면서 각종 시험연구 및 실습교육 활동에 기여 할 수 있도록 계획, 관리하고 있다.

설립 초기 남부학술림은 조림, 육림, 양묘, 부산물 생산 등 숲을 만들고 임산물을 생산하는 시험 사업을 주로 하였으며, 이는 국내 임업 발전에 중요한 자료로 이용되었다. 그리고 최근에는 생물 다양성보전과 기후변화, 산림생태계 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 환경, 생태분야 연구뿐 아니라 산림의 경제, 문화, 교육적 가치를 증진 시키는 역할에도 노력을 기울이고 있다. 이의 일환으로 남부학술림의 우수한 자원을 서울대 구성원뿐 아니라 지역민과 공유하고 있으며 각종 교육 프로그램 운영과 휴양시설 제공 등 지역사회에 다양한 서비스를 제공하기 위해 다각적인 지원을 모색하고 있다.

남부학술림은 산림과학 분야 학술 활동과 다양한 환경 문제에 대응하기 위한 장기 생태모니터링의 본거지로서 임무를 성실히 이행하고 있다. 또한 과학적인 정보를 기반으로 생태적으로 건전한 숲이 인간에게도 이로움을 경험할 수 있도록 산림교육의 장을 확대하고 있다. 이로써 학술림은 일반인들에게 산림보전의 중요성과 가치를 전달하고 숲을 건강하게 지키고자 한다.

2) 서울대학교 남부학술림 사업 소개

서울대학교 남부학술림은 산림과학분야 시험연구, 학생실습 등 학술적 지원업무와 함께 산림경영계획을 수립, 실행하고 있다. 그리고 최근에는 사회교육을 통한 지식 전달과 지역사회 기여를 목적으로 다양한 사업을 진행하고 있다.

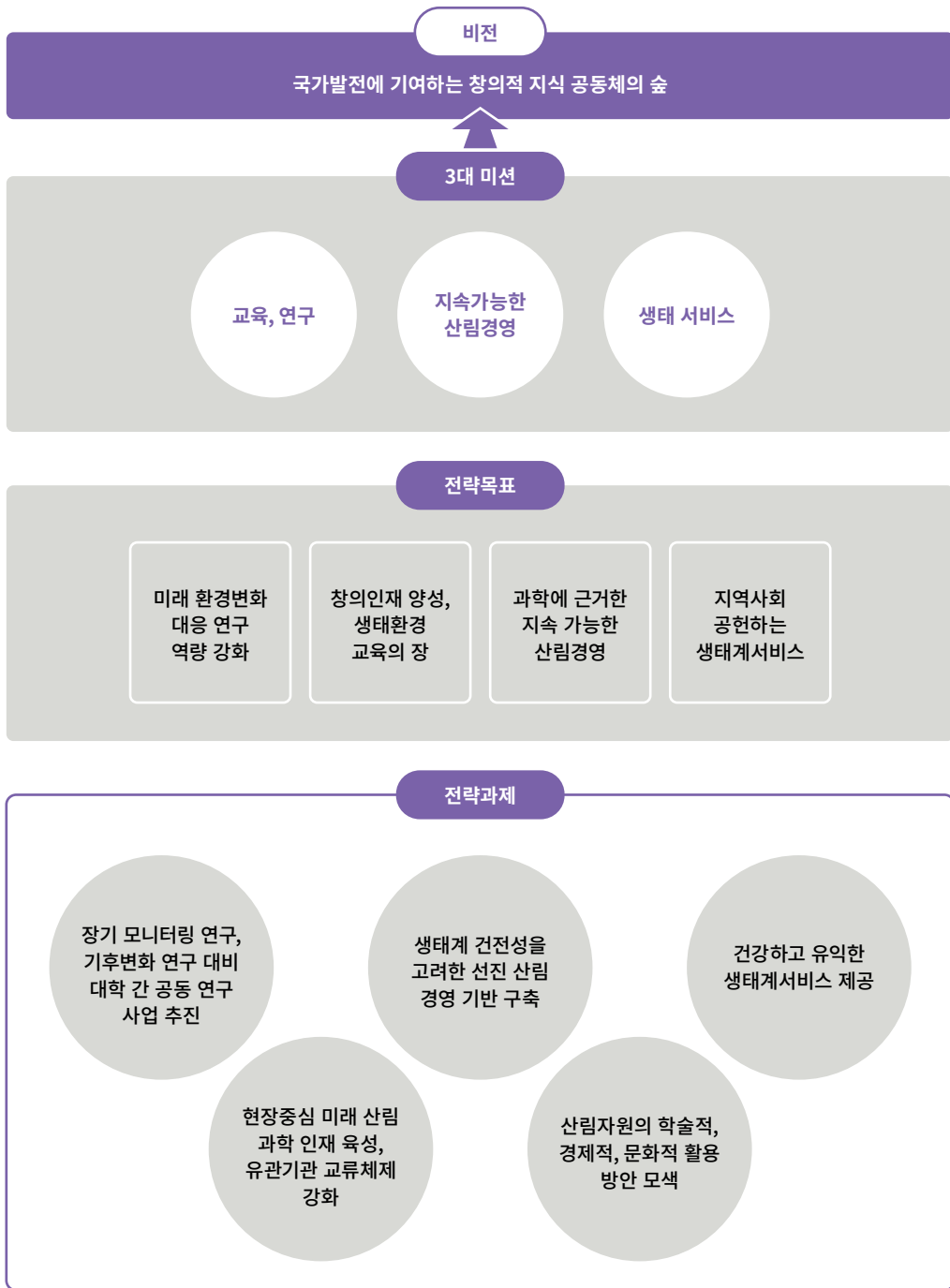
남부학술림은 난대, 온대, 한대 수종이 다양하게 생육하고 멸종위기 야생생물인 나도승마, 담비, 까막딱따구리 등이 조사되어 생물다양성 모니터링과 기후변화에 관한 연구가 다수 진행되고 있다. 현재 국립생태원, 국립백두대간수목원 주관의 국가 장기생태연구가 진행 중이며 그 외 산림생태, 환경보전, 수목생리, 산림경영 등 산림환경학 분야에 다양한 연구를 지원하고 있다. 무엇보다 남부학술림에서는 자체적으로 영구표본구를 설치하여 식생 및 생태조사 시험을 수행하며 변화를 지속적으로 모니터링하고 있다. 교육·실습활동으로는 본교 및 타 대학 산림·생태·환경 관련학과와 실습을 지원하고 있으며, 1997년 난대림 수종 보존과 학생 교육, 일반인 자연학습 기회 제공을 목적으로 추산시험장에 수목 관찰원을 조성하여 13.3ha 면적에 64과 298종, 6,671주의 수목을 식재하여 관리하고 있다.

남부학술림은 주요 시험림을 제외한 산림을 산림경영림으로 편입하여 수종 갱신, 영급 조절, 과학적 육림 작업을 시행하고 있으며 지속가능한 산림경영을 실천하고 있다. 또한 산림작업 효율성과 재해방지를 목표로 임도망(임도밀도 3.33m/ha)을 구축하고 산림작업의 기계화를 통해 생태계 건전성과 효율성을 고려한 산림경영을 시도하고 있다. 산림경영계획 편성에 따른 계획 경영은 산림관리에 좋은 시범을 보여주었으며 특히 각종 산림 부산물의 생산과 임목 벌채수확 등을 통하여 지속가능한 산림경영의 가능성을 제시하였다는 평가를 받고 있다.

최근에는 지역사회와의 협력 프로그램 개발 등을 통한 사회적 기여에도 많은 관심을 갖고 있다. 변화하는 사회적 수요에 부응하여 학술림은 산림의 다양한 가치를 발굴하고 지역민과 상생할 수 있는 방안에 대해서도 고민하고 있다. 이를 보다 활성화하기 위해 2018년 산림교육연구센터를 건립하여, 학내 구성원의 교육과 연구 뿐 아니라 지역민을 대상으로 숲체험교육과 단기임산물 교육, 진로캠프 등 다양한 교육 프로그램을 운영하고 있다.

서울대학교 남부학술림은 그동안 다양한 이해당사자의 요구와 기대가 공존하고 있는 상황 속에서 산림자원을 보존하고 양질의 연구와 교육 환경을 지키기 위해 노력해왔다. 또한 앞으로는 학술림의 사회, 경제, 문화적 측면에서도 범위를 확장하여 남부학술림의 가치와 잠재성을 보다 효율적으로 활용해야 할 것이다.

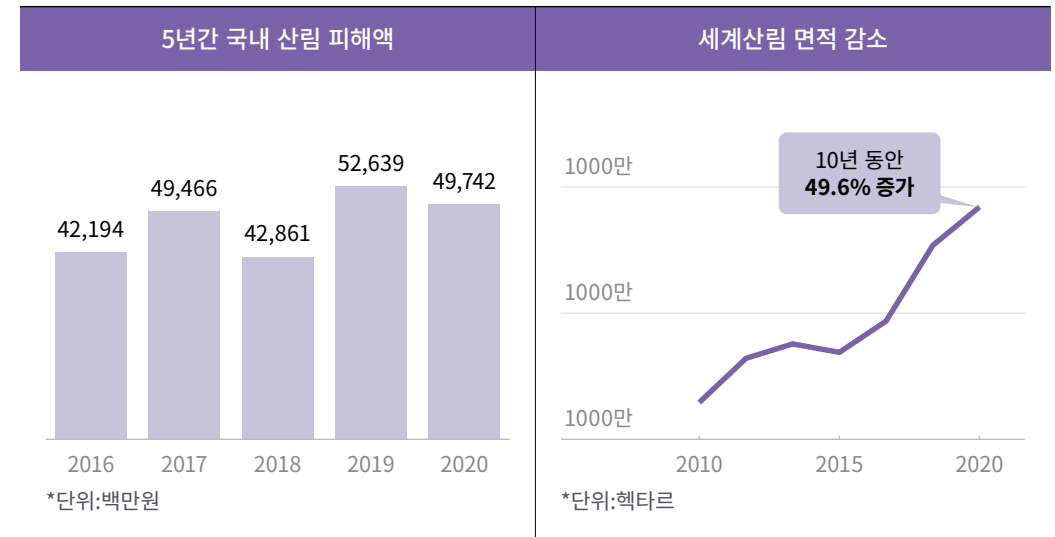
< 그림 1 > 서울대학교 남부학술림의 경영체계



“산림은 우리의 삶을 보다 풍요롭게 만들어줍니다”

육지 면적의 1/3을 차지하고 있는 산은 우리의 삶과도 밀접하게 연결되어 있다. 특히 인간에게 중요한 의식주에 직, 간접적으로 영향을 미칠 뿐만 아니라, 지구온난화 저감에서도 핵심 역할을 하고 있으며, 교육 및 휴양, 종다양성 보전 등 다방면으로 기여하고 있어 공익적으로 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 산림에는 도벌, 무허가벌채, 불법산지전용, 산불 등으로 인해 피해액이 매년 상승하고 있으며 산림청에서 불법산림훼손 현황을 분석한 자료에 의하면 최근 3년 (2018년 ~ 2020년)간 연평균 3,165건, 1,020ha 규모의 산림피해가 발생 되었다고 보고되었다.¹ 산림은 인간의 삶을 건강하고 풍요롭게 만들어주었으나, 정작 우리는 숲을 훼손해온 배은한 상황이 지속적으로 이어져왔다. 특히나 산림면적의 감소는 국내뿐만 아니라 전세계적으로도 사회 문제로 제기되어지고 있는데, 과학자들이 분석한 자료에 의하면 세계산림 면적이 2009년 약 1,400만 헥타르에서 2019년 약 2,750만 헥타르 산림이 사라진 것으로 분석하였으며 이는 10년 전과 비교하였을 때 49.6%가 증가한 수치라고 한다.²

< 그림 2 > 산림 피해 현황



1 2021년 불법산림훼손방지 종합대책(2021), 산림청

2 The JoongAng(2019.11), "지구 비상...전례없는 재앙 온다" 전세계 과학자들의 경고, <https://www.joongang.co.kr/article/23625785#home>

그렇다면 우리의 삶을 풍요롭게 만들어주는 산을 보호하고, 산과 더불어 살아갈 수 있는 방안은 없을까? 서울대학교 남부학술림은 환경 변화에 따른 산림의 과학적인 정보를 바탕으로 생태계의 경향을 파악하고 정보를 축적하며 이를 연구한다. 특히 인간에게 행복을 제공하는 숲의 다양한 기능을 연구하는 산림과학분야에 주력하고 있으며, 전문 인재를 양성하여 산림의 연구와 교육을 활성화해오고 있다. 산림을 연구하고 발전시키는 것이야말로 효율적이고 과학적으로 산을 보호함과 동시에 지속가능하게 산과 더불어 살아갈 수 있는 방안을 모색할 수 있는 중요한 역할이다.

본 보고서에서는 2001년 코피 아난 유엔 사무총장이 제안하고 2005년 보고서로 발표한 생태계 서비스 (Ecosystem Services) 프레임을 활용하여 서울대학교 남부학술림의 사업을 생태계 서비스 관점에서 사회 성과를 살펴보고자 한다. 생태계 서비스란 생물 다양성이 유지됨으로 인해 인간이 생태계로부터 얻는 편익으로 정의되고 있으며 우리의 삶과 밀접한 관련성이 있는 산림의 중요성과 역할을 다각도로 살펴볼 수 있다. 생태계 서비스는 총 4가지 유형으로 구분되는데, 인간에게 필요한 기본적인 의식주 자원을 공급해주는 ‘공급 서비스’, 자연재해에 따라 기후를 조절해주는 ‘조절 서비스’, 정신적·육체적으로 건강한 문화를 제공해주는 ‘문화 서비스’, 생물다양성·종보존 등을 통해 위 3가지 유형의 서비스가 자연순환 될 수 있도록 하는 ‘지지 서비스’로 구분된다. 이와 연관성이 높은 남부학술림의 사업 6가지를 선별하여 사회성과를 측정하였다.

< 그림 3 > 서울대학교 남부학술림 사업

생태계 서비스	남부학술림 사업	
공급 서비스 생태계로부터 얻는 생산물 (재화)	목재수확	표고버섯재배
	수액 채취사업(고로쇠나무, 거제수나무)	
조절 서비스 생태계과정의 조절기능 으로부터 얻는 편익	벌기령 연장	숲가꾸기
	조림사업	사방댐 설치
문화 서비스 생태계로부터 얻는 비물질적인 편익	교육지원	수목관찰원 조성
	학생실습	자연관찰로 관리
	연구지원	학술림 휴양시설 운영
지지 서비스 다른 생태계서비스 생산을 위해 기반이 되는 서비스	식생 모니터링	야생동물조사
	식물상 조사	식물도감 편찬
	서식지 보존	보호식물 조사 및 자료관리

*사회성과 측정사업 : 

Chapter 2

사회적 가치 측정 개요

사회적 가치 측정 개요

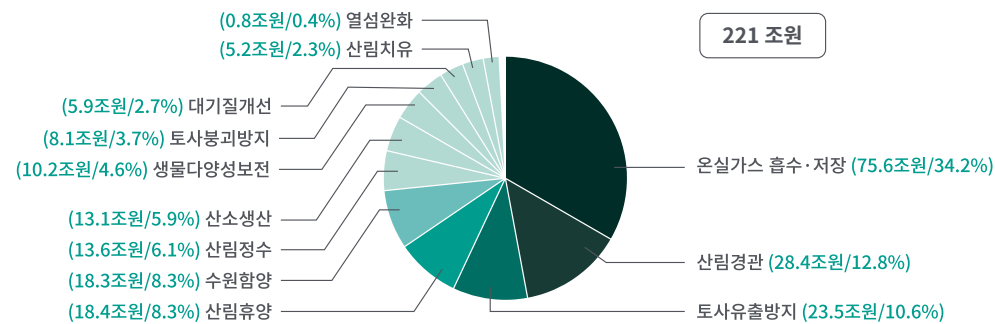
1) 생태계 서비스의 중요성 및 성과 측정 이유

2020년 세계경제포럼에서는 산림 보전 및 복원활동을 기반으로하는 ‘1조 그루 캠페인’을 발표하였다. 기후변화에 대응하기 위한 탄소중립 방안으로 주요 탄소 흡수원인 산림의 중요성이 강조되고 있는 것이다. 글로벌 추세에 발맞춰 산림청에서는 ‘2050 탄소중립 산림부문 추진 전략’을 통해 국가 탄소중립 목표 중 약 2,300만톤의 탄소를 산림을 통해 흡수할 것을 선언하고 추진하는 중이다.

생물다양성 보전을 위해 출범한 글로벌 협의체 TNFD(Taskforce on Nature-related Financial Disclosure)는 최근 자연 자본 재무 공시 프레임워크 최종 초안을 공개하였다. 해당 프레임워크는 자연 자본과 관련된 지배구조, 전략, 리스크 관리, 지표 및 목표의 4가지 분야를 중심으로 공시 기준을 제시하며 특히 자연 자본을 관리하고 성과를 측정할 수 있는 정량적 지표를 개발하고 공개할 것을 요구한다. 이처럼 환경 및 생물다양성에 관한 데이터를 관리하고 가치를 측정하는 것이 점차 중요해지고 있다.

국내 산림분야에서는 국립산림과학원에서 1987년부터 산림의 공익적 가치에 대한 화폐화 측정을 진행해오고 있다. 측정 지표는 수원 함양 정수 기능, 산림재해 방지 기능, 생활환경 보전 기능, 산림 휴양 치유 기능, 자연환경 보전 기능의 5대 기능 하위의 12개 세부 기준으로 구성되었다. 이에 따르면 2018년 우리나라 산림의 공익적 가치는 221조원으로, 이는 국민 1인당 428만원의 혜택을 받는 셈이다. 세부 내용을 살펴보면 가장 대표적 기능이라고 할 수 있는 온실가스 흡수 외에도 산림이 창출하는 가치가 매우 다양하고 규모가 큰 것을 알 수 있다.

< 그림 4 > 산림의 공익적 기능 평가 결과(2018년 기준). 국립산림과학원 제공



이처럼 생태계서비스 가치평가에 관한 기존의 연구는 활용 목적에 따라 생태계 이용자의 정성적 만족 수준을 파악하는 방식, 정량적인 규모와 비율 정도를 파악하는 방식, 정성 및 정량적 측정 기반의 경제적(화폐화) 가치를 환산하는 방식 등으로 진행되어왔으며, 최근 성과를 직접적으로 보여주기 위한 화폐화 측정이 다수 이루어지는 추세이다.

< 표 1 > 생태계 서비스 가치평가 선행연구 요약³

평가대상	대상 특성	주요 연구	연구 별 지표 및 산식 특징
국립 공원	<ul style="list-style-type: none"> 개별 대상지의 면적 넓음 국가 관리 관광 기능 활성화 	국립공원연구원 (2019), 2019 국립공원 생태계 서비스 가치 평가연구 (설악산, 덕유산, 무등산, 변산반도 국립공원 대상)	<ul style="list-style-type: none"> 개별 국립공원에 적용 가능성 고려한 지자체 통계 활용 다수 토지 피복지도 활용, Carbon-InVest 모델 활용 다수 지표에서 화폐화 진행 (구체성 높음)
산림	<ul style="list-style-type: none"> 대상지 면적 넓음 국가(산림청) 관리 	국립산림과학원 (2018), 산림의 공익기능 평가	<ul style="list-style-type: none"> 전국의 산림 총괄 가치 산정 경제적 파급효과까지 포함됨 모두 화폐화 지표임
습지	<ul style="list-style-type: none"> 일반 육상 생태계와 생태계 속성이 상이함 	국립생태원 (2018), 핵심 생태자 산과 생태계서비스 가치평가 및 보전방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> 다수 지표에서 화폐화 진행 (구체성 중간)
그린 인프라	<ul style="list-style-type: none"> 다수 생태 공간의 상위 분류임 조절 기능 목적 큼 (도시특성) 인공적으로 설치 	Mersey forest (2018), GI Valuation Toolkit	<ul style="list-style-type: none"> 그린인프라 투자 시의 편익 분석 위해 만들어짐 (화폐화 다수) 영국 기관에서 지자체 활용 목적 생성되며 주로 영국 내 개발 DB 활용 정원도 그린 인프라의 하나로 분류하고 있음
도시림	<ul style="list-style-type: none"> 그린 인프라 속성 (도시 내의 생태공간 = 도시특성) 산림과 유사한 숲의 특성 있음 (교목多) 	강원대학교 (2020), 신기후체제 대응을 위한 생활권 도시림의 탄소 흡수원과 다원편익 증진을 위한 조성, 관리, 평가모델 및 기술개발 최종보고서	<ul style="list-style-type: none"> 다수 지표에 대한 화폐화 진행 도시 생태계 지표 레퍼런스도 정량화 계수 산정 시 주요 참고
도시 공원	<ul style="list-style-type: none"> 그린 인프라의 속성 (도시특성) 지자체 관리 	수원시정연구원 (2016), 수원 도시공원 생태계서비스 평가지표	<ul style="list-style-type: none"> 수원 도시공원에 대한 세부 조사 결과를 적용하여 정량화 진행함
도시 생태계	<ul style="list-style-type: none"> 지역 단위 복합생태 자산임 (도시특성) 	서울연구원(2019), 서울시 생태계서비스 평가체계 구축과 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 도시생태현황도 활용 서울시를 대상으로 평가함 (도시 전체) 화폐화보다는 정량지표 다수

이번 측정을 통해서 서울대학교 남부학술림을 통한 생태계 서비스 기능의 중요성과 역할을 다각도로 살펴보고자 한다. 이를 위해 성과를 가시적으로 보여줄 수 있는 화폐화 측정을 채택하였으며, 선행연구를 참고하여 서울대학교 남부학술림이 창출하는 다양한 사회적·환경적 가치를 가장 적절하게 측정할 수 있는 측정방식과 기준값을 적용하였다.

3 도시지역 정원의 화폐적 환경 가치평가 연구(2021), 국립수목원

2) 측정방식

사회적 가치는 학문적으로 명료하게 정의된 개념은 아니나 「공공기관의 사회적 가치 실현에 관한 기본법안」에서는 ‘다수의 사회구성원이 바람직하다고 생각하는 보편적 가치로서 사회, 경제, 환경, 문화 등 모든 영역에서 공공의 이익과 공동체의 발전에 대한 기여’로 정의하고 있다.

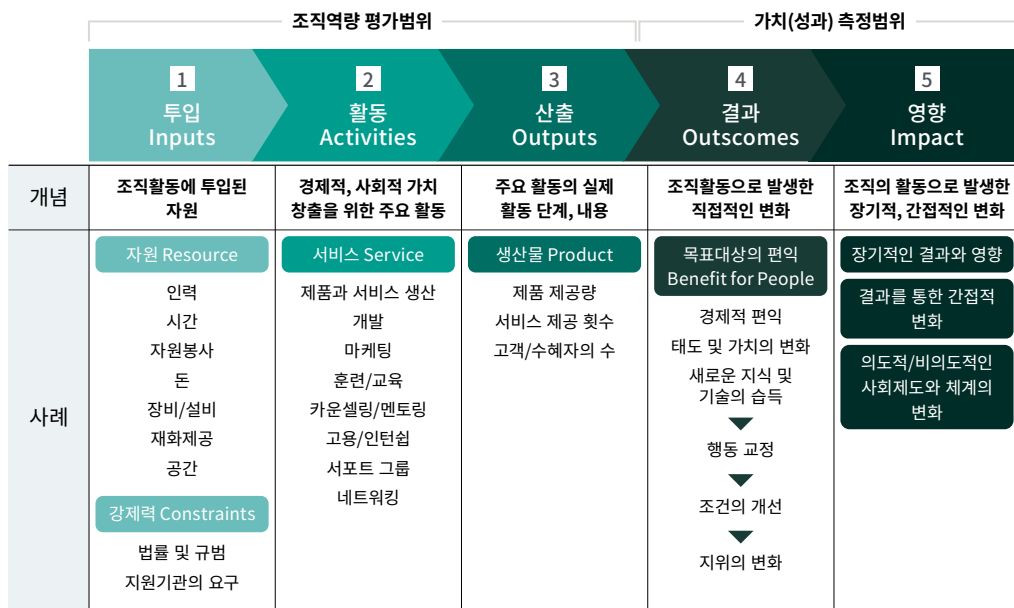
‘사회성과인센티브(Social Progress Credit, SPC)’에서는 ‘조직 활동의 결과물’로서의 사회적 가치인 사회성과(social performance)를 측정하고 있으며 SK의 사회적 가치 측정 방법인 ‘DBL (Double Bottom Line)’에서는 기업이 사회문제 해결에 기여한 사회성과 (social performance)의 총 합을 사회적 가치로 정의하고 이를 측정하고 있다.

본 보고서에서는 공공분야의 사회적 가치의 개념을 반영하되 ‘사회성과인센티브 (Social Progress Credit, SPC)’의 사회성과 측정방법과 SK의 사회적 가치 측정 방법인 ‘DBL (Double Bottom Line)’의 사회성과의 측정원칙을 준용하여 측정하고자 한다.

▪ 논리모형(logic model)에 따른 성과 분석

경제적, 사회적 가치를 창출하기 위한 조직의 활동은 자원을 투입해서 이를 산출물로 변환하는 과정을 포괄한다. 논리모형(logic model)은 사회사업 분야에서 이러한 과정을 표현하기 위한 대표적인 방법론으로서 투입(input), 과정(process), 산출(output), 결과(outcome), 영향(impact)으로 가치 창출 과정을 구분하고 있으며, 이 과정에서의 논리적 인과관계를 제시하고 있다.

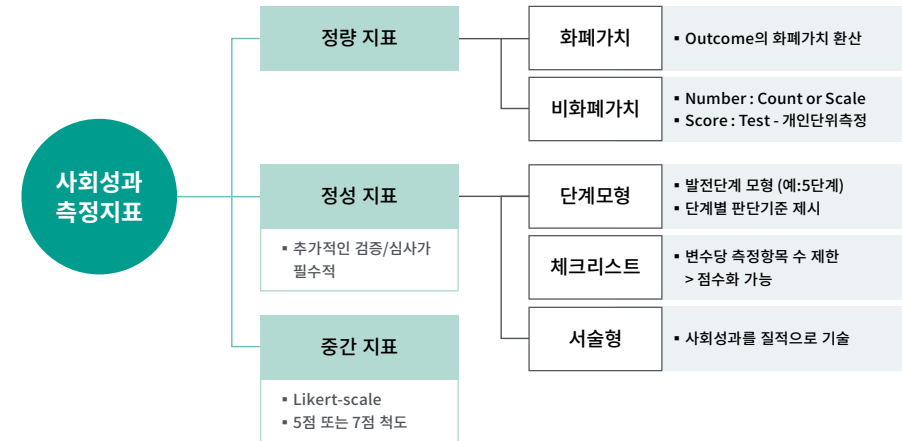
< 그림 5 > 논리 모형



▪ 화폐화 측정 중심

논리 모형을 통해 도출된 조직이 창출하는 사회적 가치는 그 유형에 따라 <그림 6>과 같이 구분할 수 있으며 이를 측정하기 위해 정량/정성적인 다양한 측정지표를 선택하여 사용할 수 있다. 본 보고서에서는 정량적으로 측정된 사회적 가치를 ‘화폐가치’로 환산하여 측정하는 것을 목표로 한다.

< 그림 6 > 사회성과측정지표 유형



화폐화 측정에는 다음과 같은 다양한 이점이 있다.

▪ 다양한 사회성과의 비교 평가를 가능하게 한다.

사회성과 측정(measurement)은 평가(assessment)가 가능할 때 의미를 갖는다. 모든 측정지표의 측정 단위가 동일하고, 각 지표마다 비교 값이 있어야 평가가 가능한데, 성격이 다른 다양한 지표들을 복합적으로 사용할 경우, 비교 평가가 매우 어렵다. 사회성과를 화폐가치로 환산하면 기업이나 조직의 다양한 사회적 가치를 동일한 기준으로 비교, 평가할 수 있게 된다.

▪ 화폐가치 환산을 통해 사회성과를 시장의 가격기구와 통합할 수 있다.

화폐가치로 환산된 사회성과는 사회성과에 비례한 인센티브가 주어질 경우 사회적 가치를 기업 회계에 반영할 수 있으며 이를 통해 사회성과가 시장의 가격기구에 내재화될 수 있는 가능성이 열린다.

▪ 측정 방법의 반복 적용이 용이하여 신뢰성을 확보할 수 있는 장점이 있다.

화폐가치 환산의 기본 원칙과 표준식에 따라 사회성과를 반복적으로 측정할 수 있어 측정의 신뢰성을 높일 수 있다는 장점이 있다.

한편 화폐화 측정은 적절한 화폐화 계수(proxy)를 결정함에 있어 주관성이 개입할 여지가 있다는 한계도 존재한다. 향후 화폐화 측정의 개선 발전을 위해서는 적절한 화폐화 계수에 대한 연구를 통해 측정결과에 대한 신뢰도를 높이고, 다양한 측정 사례를 확산하여 화폐화 계수 측정에 대한 공감대를 형성할 뿐 만 아니라 사회적 합의를 도출하는 것이 필요할 것이다.

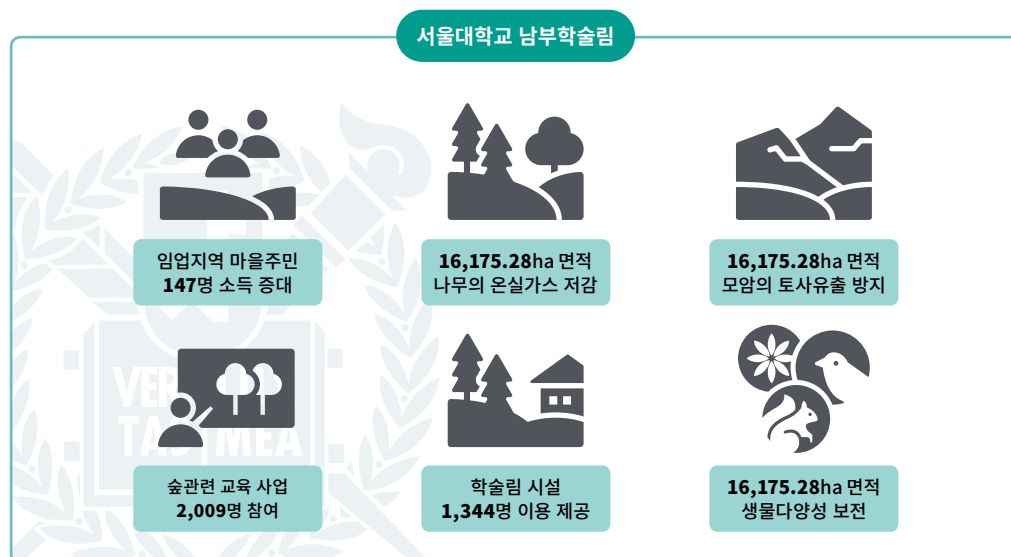
3) 측정대상 및 범위

본 보고서에서는 2022년 1월 - 12월 중 서울대학교 남부학술림 활동을 통해 발생된 성과를 생태계서비스 4대 분류체계에 맞춰 측정하였다. 단, 조절 서비스는 남부학술림을 통해 과거부터 조성되고 관리되어 온 산림의 2022년도 발생한 성과를 측정하였으며, 문화 서비스의 경우 코로나의 영향으로 인해 2021~2022년 활동이 거의 중단되었으므로 2018년부터 2022년까지 5년치 평균값을 적용하였다.

▪ 측정 범위

생태계서비스 유형	사업
공급 서비스	고로쇠 및 거제수 수액채취 사업
조절 서비스	지속가능한 산림 경영 사업
문화 서비스	숲체험 교육 지원 및 휴양시설 운영
지지 서비스	식생 모니터링 및 야생동물 조사

< 그림 7 > 서울대학교 남부학술림 사회성과



4) 측정 방법론

서울대학교 남부학술림 사회적 가치 측정 시에는 아래와 같은 측정원칙⁴을 고려해 화폐화 측정을 시도하였다.

▪ 이해관계자의 편익과 비용을 동시에 고려하여 측정한다.

조직의 활동은 조직을 둘러싼 이해관계자와의 상호작용을 통해 사회에 편익과 비용을 함께 발생시킨다. 따라서 활동의 성과를 제대로 측정하기 위해서는 이해관계자별 편익과 비용을 동시에 고려하여 측정해야 하며 이는 지속가능성보고서, 사회적 회계 등 사회적 가치 측정 분야에서도 일관성 있게 적용되고 있다.

▪ 변화의 실제적 결과(Outcome)를 측정한다.

본 보고서에서는 사회적 가치를 측정할 때 변화의 실제적 결과(outcome)를 측정하였다. 이는 타당성과 신뢰성을 확보하기 위한 원칙과도 연결된다. 이번 서울대학교 남부학술림 측정 경우에도 남부학술림의 활동으로 인한 변화를 확인할 수 있는 1차 결과 중 증빙자료와 데이터가 존재해 화폐화가 가능한 부분만을 측정하였다.

▪ 합리적 수준의 공정가치를 추정하여 측정한다.

사회성과를 화폐가치로 측정하기 위해서는 활동의 편익과 비용을 화폐화하기 위한 기준이 필요하다. 이때 최대한 재화와 서비스의 현실적인 '공정가치'를 추정하고, 준거시장에 명확한 기준값이 있는 경우만 사회성과로 인정함으로써 성과의 과대 측정과 왜곡을 방지하고 값에 대한 수용성을 높이고자 하였다.

▪ 타당성과 신뢰성을 확보할 수 있도록 보수적으로 측정한다.

사회성과의 화폐가치 환산은 보수적인 접근을 통해 타당성과 신뢰성이 높은 지표와 기준값을 적용할 수 있어야 한다. 서울대학교 남부학술림 성과 측정 시 데이터의 신뢰성이 높고, 범용성을 가질 수 있는 정부기관의 공식 연구자료 및 PwC SCC⁵값 등을 사용해 측정값의 엄밀성을 높이고자 노력하였다.

4 측정원칙은 'SK SV 측정 방법' 및 '사회성과인센티브(Social Progress Credit)'의 측정원칙을 준수하였음.

5 온실가스 1단위가 경제적/사회적으로 미치는 피해비용을 산정한 값으로 본 연구에서는 국제적인 회계법인인 PwC가 다양한 온실가스의 경제·사회적 피해 비용에 관한 연구에서 도출된 값들의 평균 가격을 사용.

5) 측정 표준식

화폐화 측정은 아래 측정 표준식을 따르며, 세부적인 성과 유형은 조직 활동의 결과에 따라 변경될 수 있다.

표준식

[①조직 활동의 사회적 가치 - ②비교기준(Baseline) 값]
x ③조직 활동량 x ④화폐화계수(Proxy) x ⑤기타 보정계수

▪ ① 조직 활동의 사회적 가치

조직 활동으로 인한 사회적 영향·편익을 나타낸다. 기존 솔루션과 비교하기 위해 주로 단위 활동당 결과를 기준으로 한다.

▪ ② 비교기준(Baseline)

조직 활동을 평가하기 위한 기준점으로 우리 조직의 행위가 없는 상태에서 다른 솔루션을 통해 만들어지는 사회성과의 수준을 의미한다.⁶

측정의 목적과 관점에 따라 Baseline을 다르게 설정할 수 있으며 일반적으로 사회적 가치를 보수적으로 측정하기 위하여 기본적으로 기존 시장에 존재하는 솔루션에 비해 더 효과적으로 문제를 해결하는 경우에만 이를 사회성으로 인정하고 측정한다.

Baseline은 아래 표와 같이 기업 활동이 없는 상태의 사회적 편익·비용, 유사한 솔루션의 시장 평균가격, 법·제도에서 요구되는 수준 등으로 설정할 수 있으며⁷, 지표별 특정 기준점 대비 증대된 편익 혹은 감소한 비용을 성과로 측정하게 된다.

< 표 2 > 비교기준(Baseline)

구분	기준점
Market Top Tier	시장 내 가장 혁신적인 제품 대비
대체 제품/서비스	기존 제품/서비스 대비 (상대 비교)
시장 평균	시장 평균 제품 대비
법적 기준	법, 제도에서 정하는 규제값 대비
0(zero)기준	제품/서비스가 창출한 부가가치 전체값

6 SROI의 사중(deadweight) 개념을 인용한 것으로 만일 기업활동이 일어나지 않았을 경우 발생했을 성과물의 양을 뜻함.

7 'SK SV 측정 방법' 및 '사회성과인센티브(Social Progress Credit)'의 Baseline 기준을 준용하였음.

▪ ③ 조직 활동량

측정기간 동안 사회적 가치를 창출한 기업의 활동량을 의미한다.

▪ ④ 화폐화계수(Proxy)

정량화한 측정값을 화폐가치로 환산하는 계수를 의미한다. 제공하는 제품/서비스가 이미 시장에서 거래되고 있다면 실제 거래가격을 토대로 활동의 성과를 측정한다. 만약 기존 시장에 거래되지 않는 새로운 제품/서비스라면, 아래와 같은 방식을 준용하여 시장가격을 추정하는 것을 원칙으로 한다.

가격추정방식	기준점
일반시장가격	<ul style="list-style-type: none"> 기업이 제공하는 것과 동일한 제품/서비스의 시장평균가격 업계 평균가격, 법정 가격 등 공시된 자료에 근거하여 설정
공급의사가격	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 제품/서비스의 경우, 동종 업종의 공급자가 동일한 제품/서비스를 제공할 때 받고자 하는 가격 통상 기존의 수익률 또는 수익액이 보장되는 지점에서 공급의사가 발생한다고 가정함 해당 산업의 생산비, 수익률 등에 대한 국가/산업 단위의 통계자료를 근거로 추정
지불의사가격	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 제품/서비스의 경우, 해당 사회문제의 당사자나 문제의 해결에 책임이 있는 잠재적 구매자가 지불하고자 하는 가격
대체방식 비용	<ul style="list-style-type: none"> 기업이 제공하는 솔루션이 없었을 경우, 기존의 솔루션에 사회가 지불했을 비용

▪ ⑤ 기타 보정계수

화폐 가치화한 임팩트 값을 추가로 보정하는 계수이다. 예를 들어, 사회성과가 조직의 내·외부 가치사슬에서 다양한 이해관계자에 의해 복합적으로 창출된 경우 기여율을 적용한다. 사회성과 창출에 대한 주체별/단계별 기여분을 정확히 산정하는 것은 어려우나, (재무제표상) 원가를 기반으로 해당 사업에 대하여 투입된 총비용 중 해당 조직이 투입한 비용의 비율을 기여분으로 추정하는 등 산업의 특성을 고려하여 기여율을 산정할 수 있다. 정확한 투입 비율을 알기 어려운 경우에는 성과에 기여한 조직 수에 따라 임의로 1/n을 적용한다.

Chapter 3

측정결과

측정결과

2022년 서울대학교 남부학술림의 생태계 서비스 활동 중 주요 사업을 중심으로 핵심 성과 지표를 도출하였다. 특히 생태계 서비스의 네 가지 핵심 분류인 공급 서비스, 조절 서비스, 문화 서비스, 지지 서비스에 해당되는 대표 사업을 중심으로 총 6개의 화폐가치를 보여주었다.

1) 공급 서비스 : 고로쇠 및 거제수 수액채취 사업

학술림 인근 산촌주민(임업인) 소득 증대 성과

우리나라의 연평균 임가 소득은 2020년 기준 3,710만원으로 이는 농가 소득 4,503만원의 82.4%, 어가 소득 5,319만원의 69.7%에 불과하다.⁸ 이러한 임업 농가의 어려움을 해소하고자 2021년 말 정부에서는 ‘임업·산림 공익기능 증진을 위한 직접지불제도 운영에 관한 법률’을 공포하고 임업인들에게 보조금을 지원함으로써 임업인 소득을 안정화하고 산림·임업의 공익기능을 확대하기 위한 ‘임업 직불제’를 도입하였으나, 농업과 비교하여 생산성이 낮고 이로 인해 보조금 규모도 적은 편이다.

남부학술림은 학술림 인근 산촌주민 대상으로 고로쇠나무 및 거제수나무 수액 채취권을 제공함으로써 임업 농가의 안정적 수익 창출을 지원하고 있다. 본 지표에서는 주민들이 남부학술림에 지불한 수액 채취 수수료를 제외한 고로쇠 및 거제수 수액 연간 판매액(채취량⁹ x 판매 단가), 즉 수액 판매를 통한 순이익을 성과로 측정하였다. 학술림 인근 산촌주민(임업인) 대상 수액 채취권 제공을 통한 소득 증대 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	((① 남부학술림을 통한 수액 채취량 - ② 남부학술림 수액 채취권 미제공시 채취량) × ③ 활동량 × ④ 수액의 시장가격) - ⑤ 수액 채취 수수료	
	Data 구분	값
①	남부학술림을 통한 연간 수액 채취량	고로쇠(광양) - 287,954L 고로쇠(구례) - 137,993L 거제수(구례) - 708L
②	남부학술림 수액 채취권 미제공시 수액 채취량	0L
④	수액의 시장가격 ¹⁰	고로쇠(광양) - 2,527원/L 고로쇠(구례) - 2,511원/L 거제수(구례) - 1,436원/L
⑤	수액 채취 수수료	66,094,000 원
인근 산촌주민 소득 증대 성과 값		1,009,082,869 원

남부학술림에서 수액 채취권을 제공하지 않았을 경우, 즉 채취량 0을 비교기준(Baseline)으로 설정하여 채취량 전체를 남부학술림을 통한 수액 채취 증가량으로 계산하였다. 이후 각 지역별로 수액 채취 증가량에 시장가격을 곱하여 총 판매금액을 산출하였으며((287,954L x 2,527원) + (137,993L x 2,511원) + (708L x 1,436원) = 1,075,176,869원), 판매금액에서 수수료를 제외한 값(1,075,176,869원 - 66,094,000원)인 10억 908만 2,869원을 최종 소득 증대 성과로 도출하였다. 향후 산촌주민 대상으로 실제 판매량 Data를 조사하여 반영하면 더욱 엄밀한 성과 측정이 가능할 것이다.

8 ‘임업직불제’ 시행 원년, 의미와 과제 (<http://www.aflnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=221807>)

9 임업인 소득 증대 성과는 임가의 수액 판매량을 적용하는 것이 더 적절하나, 채취 이후 판매량 데이터는 확인이 어려워 채취한 수액을 전량 판매한다고 가정하고 수액 채취량을 적용함.

10 남부학술림 제공자료, 2022년도 임산물(수액) 시가 조사서

2) 조절 서비스 : 지속가능한 산림 경영 사업

① 대기질 개선 - 탄소 저감 성과

생태계는 온실가스를 흡수하여 대기 중 온실가스 농도를 줄이고 지구 온난화를 방지한다. 이 중 산림은 주요한 탄소 흡수원으로 우리나라 산림은 2019년 기준 총 19억 3,000만t의 탄소를 저장하고 있으며, 2020년에는 4,052t의 탄소를 새롭게 흡수하였다.¹¹ 남부학술림은 전라남도 광양시 및 구례군에 걸쳐 면적 16,175.28ha의 산림을 관리하고 산림자원을 보존하며 온실가스 저감에 기여하고 있다.

본 지표에서는 남부학술림의 탄소 흡수량을 산출하고, 탄소의 사회적 비용(SCC)을 화폐화 측정을 위한 Proxy로 활용하여 성과를 도출하였다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 탄소 저감 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	((① 남부학술림 1ha당 탄소 저감량 - ② 남부학술림 미존재시 1ha당 탄소 저감량) × ③ 남부학술림 면적 × ④ 탄소의 사회적 비용(SCC) × ⑤ 기타 보정계수	
Data 구분		값
①	남부학술림 1ha당 탄소 저감량	< 표 3 > 참고
②	남부학술림 미존재시 1ha당 탄소 저감량	0t/년
③	남부학술림 면적	< 표 3 > 참고
④	탄소의 사회적 비용(SCC) ¹²	108,536원/t CO ₂
탄소 저감 성과 값		17,103,605,469 원

산림은 임분유형(침엽수림, 활엽수림, 혼효림)과 영급¹³에 따라 탄소 저감량이 상이하므로 남부학술림의 산림 유형과 영급에 따라 구분하여 각각의 면적을 해당 유형 및 영급의 탄소 저감량에 대입하였다. 선행 연구들에서 탄소 저감량은 나무 그루, 또는 면적 기준으로 측정된 사례가 있으며 남부학술림은 면적 중심으로 데이터 관리가 이루어지고 있어 해당 데이터 적용이 용이한 산림청 자료를 활용하였다. 이번 측정에 참고한 선행연구의 경우 1-6영급까지를 측정하였으나 5영급 이후로 탄소 흡수량이 감소하므로 7-10영급의 경우 6영급 값을 적용하였다.

11 2020년 산림공익기능 평가결과 발표, 국립산림과학원
 12 온실가스 1단위가 경제적/사회적으로 미치는 피해비용을 산정한 값
 13 2임령, 즉 나무의 나이를 일정 간격으로 구분한 것으로 10년 간격을 한 영급으로 표시함(ex. 1영급 - 임령 1~10년, 2영급 - 임령 11-20년)

< 표 3 > 산림 유형 및 영급에 따른 표준 탄소 흡수량¹⁴ 및 남부학술림 면적¹⁵

식생 구분	영급	탄소 저감량 (t/ha/년)	남부학술림 면적 (ha)
침엽수림	1	5.76	2.14662
	2	10.14	-
	3	10.27	2.55356
	4	7.42	102.18306
	5	5.85	341.32244
	6	4.79	628.87765
활엽수림	1	10.36	0.87492
	2	16.08	214.95682
	3	12.14	204.19318
	4	10.81	6,266.75058
	5	9.62	6,707.60084
	6	8.65	137.67856
혼효림	1	8.06	-
	2	13.11	-
	3	11.21	6.19568
	4	9.12	724.52929
	5	7.74	601.55152
	6	6.72	155.78747
합계			16,096.43855

남부학술림 전체 면적의 2022년 1년간 탄소 저감량은 총 157,585t이며, 탄소의 사회적 비용 108,536원/t을 대입하면 남부학술림의 탄소 저감 성과는 171억 360만 5,469원으로 도출되었다. 참고로 탄소 가격을 추정하는 방식은 매우 다양하며 최근 산림 프로젝트를 통한 탄소 상쇄 크레딧이 주목받고 있다. 특히 Trove Reserach 2021년 자료에 따르면 자발적 탄소 시장에서 산림 탄소 거래량은 연간 최대 5억 tCO₂에 이를 것으로 전망되어 잠재성이 높은 시장으로 평가받는다. 본 측정에서는 탄소 가격산정에 사회적비용(SCC)을 기본적으로 사용하였다. SCC값은 국제 회계법인 PwC가 다양한 온실가스의 경제·사회적 피해비용 중 평균 가격을 산출한 후 매년 성장률을 적용해 계산하여 사용하고 있어 합리성과 범용성을 가질 수 있는 값이기 때문이다.

14 산림청, 주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(2013), 정확한 측정을 위해서는 산림 조성 이전 일반 토양의 탄소 흡수량을 반영되어야 하나 정확한 탄소 배출량 확인이 어렵고 유사 선행연구에서도 이를 반영하지 않았기에 동일하게 적용함
 15 남부학술림 내부 자료

< 표 4 > 탄소 가격 추정 방식

산정방식	설명	대표 기준
사회적비용 (SCC) Social Cost of Carbon	온실가스 1단위가 경제적/사회적으로 미치는 피해비용을 산정	SCC(미국연방정부/법원), TrueValue(KPMG), TIMM (PWC), TruCost
한계저감비용 (MAC) Marginal Abatement Cost	국가별 감축목표를 달성하기 위해 한 단위당 온실가스 감축비용을 추정	영국정부(DECC)
예방비용 Prevention Cost	비용 효율적인 최선의 기술로 온실가스 한 단위를 저감하는 데 드는 비용	Eco-Cost DB (Delft Univ.)
시장가격제 Market Pricing	탄소가 시장에서 실제로 거래되는 가격, 또는 탄소에 대한 시장기반 정책 도구로 활용되는 가격	유효탄소가격 (배출권 가격 + 탄소세 + 에너지 사용 특별세), 탄소 상쇄 크레딧 (Natural based solution)
내부가격제 Internal Pricing	기업 자체적으로 다양한 가격을 사용. 내부탄소세, 잠재가격, 목시적가격 등 다양한 방법을 적용	전 세계 1,600여개 기업이 활용

② 대기질 개선 - 산소 생산 성과

나무는 이산화탄소를 흡수하고 탄소 형태로 체내에 저장함으로써 성장하는 광합성 작용을 하는데, 이러한 광합성 작용으로 인하여 이산화탄소를 흡수하고 동시에 산소를 방출함으로써 대기 중에 산소를 생산하고 대기오염을 저감시키는 역할을 담당한다.

본 지표에서는 남부학술림의 산소 생산량을 산출하고, 액체산소의 탱크로리 가격의 화폐화 측정을 위한 Proxy로 활용하여 성과를 도출하였다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 산소 생산 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	((① 남부학술림 산소 생산량 - ② 남부학술림 미존재시 산소 생산량) × ③ 활동량 × ④ 산소 가격 × ⑤ 기타 보정계수)	
Data 구분		값
①	남부학술림 산소 생산량	114,608t/년
②	남부학술림 미존재시 산소 생산량	0t/년
④	산소 가격 ¹⁶	400,000원/t CO ₂
산소 생산 성과 값		45,843,006,961 원

남부학술림 산소 생산량 산출을 위해서는 남부학술림 탄소 저감량에 ‘탄소 - 산소 전환계수’를 적용하였다. 나무는 광합성을 통해 흡수하는 탄소의 일정 비율 만큼 산소를 방출하며, 해당 비율은 산소와 탄소의 분자비율(32/44 = 약 72.7%)과 동일하다. 탄소 저감량 157, 585t에 72.7%를 적용하면 남부학술림의 연간 산소 생산량은 114,608t으로 계산되었다. 여기에 한국물가정보에서 제공하는 액체산소 탱크로리의 평균가격 400,000원/t을 적용하면 남부학술림의 산소 생산 성과는 458억 4,300만원 6,961원으로 계산되었다.

③ 대기질 개선 - 오염물질 저감 성과

식물의 광합성 및 호흡 과정에서 식물 체내와 대기 중 농도 차로 인해 산소와 이산화탄소의 기체교환이 이루어지는데, 이때 황산화물(SO₂), 질소산화물(NO₂), 오존(O₃) 등의 오염물질도 함께 흡수된다.

본 지표에서는 국립공원연구원에서 2020년 진행한 ‘2020 국립공원 생태계서비스 가치평가연구’의 대기오염물질 흡수량 산정식을 적용하여 저감량을 산출하고, 각 대기오염물질 별 정부의 부과금 산정기준을 화폐화 측정을 위한 Proxy로 활용하여 성과를 도출하였다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 오염물질 저감 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

16 한국물가정보, 액체산소 탱크로리 평균가격

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(① 남부학술림 오염가스 흡수량 - ② 남부학술림 미존재시 흡수량) × ③ 남부학술림 면적 × ④ 오염물질 비용 × ⑤ 기타 보정계수	
Data 구분		값
①	남부학술림 오염가스 흡수량	< 표 7 > 참고
②	남부학술림 미존재시 오염가스 흡수량	0kg/년
③	남부학술림 면적	< 표 8 > 참고 : 16,097/ha
④	오염물질 비용 ¹⁷	황산화물 - 500원/kg 질소산화물 - 2,130원/kg 오존 - 2,130원/kg
오염물질 저감 성과 값		442,299,186 원

대기오염물질 흡수량 산정식

$$\begin{aligned}
 U_{SO_2} &= 18.6 \times C_{SO_2} \times P_g \\
 U_{O_3} &= 11.6 \times C_{O_3} \times P_g \\
 U_{NO_2} &= 13.9 \times C_{NO_2} \times P_g
 \end{aligned}$$

$\cdot U_{gas}$ = 오염가스의 흡수 속도
 $\cdot C_{gas}$ = 대기중의 오염가스농도 ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
 $\cdot P_g$ = 총일차 생산량(ton/ha/yr)

오염물질 흡수량은 오염가스의 흡수 속도 x 대기 중 오염가스 농도 x 오염가스 총일차 생산량 x 숲 면적으로 측정하였다. 오염가스의 흡수 속도는 선행연구에서 제시한 수치인 황산화물(SO₂), 질소산화물(NO₂), 오존(O₃) 각 18.6, 13.9, 11.6을 사용하였으며, 대기오염물질농도는 한국환경공단 에어코리아(<http://www.airkorea.or.kr>)를 참고하였다. 광양과 구례 측정소 기준 연평균 데이터를 활용하였으며 일반적으로 국내 오염물질의 농도는 ppm 단위로 제공되므로 흡수량 산정식에 맞춰 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ 단위로 변환하였다.

17 대기환경보전법시행령 초과부과금 산정기준

< 표 5 > 연평균 평균오염물질 농도 (2021)

구분	오염물질	농도(ppm)	농도($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
광양 측정소	이산화황 (SO ₂)	0.00400	0.000008
	이산화질소 (NO ₂)	0.01200	0.000023
	오존 (O ₃)	0.03100	0.000058
구례 측정소	이산화황 (SO ₂)	0.00300	0.000006
	이산화질소 (NO ₂)	0.00800	0.000015
	오존 (O ₃)	0.02700	0.000051

총일차생산량은 국립생태원에서 제시한 국내기준을 적용하였다.¹⁸ 국내에서 발표된 총일차 생산량 관련된 데이터는 연구자료 별로 상이하여 현재 제시된 국내 기준 값이 아직 완전한 값은 아니지만 본 측정에서는 정부 연구기관에서 발표한 자료를 기준으로 활용하였다.

< 표 6 > 총일차 생산량

식생 구분	국내기준 총일차 생산량 (t/ha/년)
침엽수림	22.9
활엽수림	12.9
혼효림	16.5

< 표 7 > 남부학술림 오염물질 흡수량

구분	오염물질	침엽수림	활엽수림	혼효림
광양 측정소	이산화황 (SO ₂)	3.2kg/ha/년	1.8kg/ha/년	2.3kg/ha/년
	이산화질소 (NO ₂)	7.2kg/ha/년	4.1kg/ha/년	5.2kg/ha/년
	오존 (O ₃)	15.5kg/ha/년	8.7kg/ha/년	11.2kg/ha/년
구례 측정소	이산화황 (SO ₂)	2.4kg/ha/년	1.4kg/ha/년	1.7kg/ha/년
	이산화질소 (NO ₂)	4.8kg/ha/년	2.7kg/ha/년	3.5kg/ha/년
	오존 (O ₃)	13.5kg/ha/년	7.6kg/ha/년	9.7kg/ha/년

18 전국 단위 생태계서비스 평가 체계 수립을 위한 연구(2017), 국립생태원 활엽수는 낙엽활엽수림(10.0t C/ha/yr)rhk 상록활엽수림 (15.8t C/ha/yr)의 평균 값, 침엽수는 낙엽침엽수림(20.8t C/ha/yr)rhk 상록침엽수림 (25.1t C/ha/yr)의 평균 값 적용

< 표 8 > 남부학술림 임분별 면적

식생 구분	광양 (ha)	구례 (ha)
침엽수림	840	238
활엽수림	6,390	7,141
혼효림	781	707

위의 산정식으로부터 구해진 값은 단위면적(ha)당 흡수량이므로, 단위면적당 결과값에 남부학술림 산림 유형별 면적을 곱하여 최종 흡수량을 산정하였다. 분석 결과 남부학술림의 대기오염 흡수량은 황산화물(SO₂)-27.6ton/년, 질소산화물(NO₂)-59ton/년, 오존(O₃)-142.2ton/년이었으며 흡수량에 대기환경보전법시행령에서 부과하는 오염물질 별 초과부과금 산정기준을 적용하여 성과를 화폐화하였다.¹⁹ 최종적으로 남부학술림의 오염물질 저감성과는 총 4억 4,229만 9,186원으로 계산되었다.

④ 토사유출 방지 성과

나무와 식생이 풍부하고 잘 보전된 숲은 훼손된 숲과 비교해 토사유출 방지 효과가 약 85배 이상이며²⁰, 매년 장마와 태풍으로 인한 산사태 피해가 빈번하게 발생하는 위험지역 대상으로 사방댐 설치와 같은 사방사업과 더불어 숲을 조성하는 등 적극적 관리를 통해 피해를 줄일 수 있다.

본 지표에서는 남부학술림의 토사유출 방지량을 산정하고 이를 화폐화하기 위한 계수로 콘크리트 사방댐 건설비를 적용하여 성과를 도출하였다. 남부학술림이 조성되지 않았다면 산사태 방지를 위해 사방댐을 건설하였을 것이라고 가정하였다. 실제로 남부학술림이 위치한 광양시 봉강면, 진상면, 다압면에는 사방댐이 건설되어 있어 인근 지역이 토사 유출 시 위험지역인 것을 간접적으로 확인 가능하였다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 토사유출 방지 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(② 무림목지 토사유출량 - ① 남부학술림 임목지 토사유출량) × ③ 남부학술림 면적 × ④ 사방댐 건설비 × ⑤ 사방댐 내용연수를 고려한 단년도 비율	
Data 구분		값
①	남부학술림 임목지 연간 토사유출량	< 표 9 > 참고
②	무림목지 연간 토사유출량	< 표 9 > 참고
③	남부학술림 면적	< 표 9 > 참고
④	사방댐 건설비	7,515원/m ³
⑤	사방댐 내용연수를 고려한 단년도 비율	1/50
토사유출 방지 성과 값		615,153,102 원

토양의 토사유출량은 해당 지역의 모암과 임목지²¹ 여부에 따라 상이하하며, 본 측정에서는 국립산림과학원²²에서 발표한 토사유출량 데이터를 적용하였다. 임목지의 경우 우리나라 전국 농지개량조합 관할 1,350개소의 저수지 중 산림내 저수지 107개를 대상으로 유역면적, 계획저수량, 현재 저수량, 퇴사량, 설치년도 등 저수지 현황 자료를 활용하였으며, 무림목지의 경우 토양유실예측공식(USLE ; Universal Soil Loss Equation) 중 잠재 토양유실량(Potential soil loss)공식을 이용하여 토사유출량을 추정하였다.

< 표 9 > 모암군 별 임목지/무림목지 토사유출량²³ 및 남부학술림 면적

모암군	임목지 토사유출량 (m ³ /ha/year)	무림목지 토사유출량 (m ³ /ha/year)	남부학술림 면적(ha)
화강암	0.93	356.94	n.a
기타 화강암	2.54	346.20	13.56
편마암	1.47	263.86	n.a
기타 변성암	0.94	253.90	16,157.47
퇴적암	1.39	232.30	4.25

19 1kg 당 부과금액 황산화물 500원, 질소산화물 2,130원, 오존 500원(오존의 경우, 질소산화물 한 분자가 오존 한 분자를 생산하는 방식과 같기 때문에 질소산화물과 동일한 환경비용 적용)

20 국립산림과학원 발표(2020.09), (<http://www.ecotiger.co.kr/news/articleView.html?idxno=30924>)

21 교목의 울폐도(수관 투영면적)가 30% 이상인 임분 또는 ha당 일정 분수 이상의 치수(침엽수 1,200본, 활엽수 1,600본 이상)가 고르게 생육하고 있는 임분

22 산림의 공익기능 계량화 연구(2010), 국립산림과학원

23 산림의 공익기능 계량화 연구(2010), 국립산림과학원

각 모암군 별 남부학술림 면적을 토양유출량에 대입하여 총 토사유출 방지량을 도출한 뒤 동일한 양의 토사유출을 방지하기 위한 사방댐 건설비를 적용하여 성과를 측정하였다. 다만, 사방댐 내용연수는 50년으로 건설시 50년간 토사유출을 방지할 수 있으므로 건설비의 단년도 값인 1/50을 적용하면 남부학술림의 토사유출 방지 성과는 6억 1,515만 3,102원으로 계산되었다.

3) 문화 서비스 : 숲체험 교육 지원 및 학술림 운영 사업

① 교육 제공 성과

남부학술림은 연구, 실습 및 숲체험을 목적으로 학술림을 유관학과 학생 및 일반인에게 공개하고 있다. 농업생명과학대학 산림과학부의 산림환경학 전공교과를 포함한 자연과학대학, 사범대학, 약학대학 등 다양한 단과대의 실습과 청소년 교육이 학술림에서 이루어진다. 특히 남부학술림은 지리산과 백운산의 아고산 지역부터 남해안 인근까지, 다양한 고도와 기후대를 포함하고 있으며 수리 및 산사태 관련 연구 또한 활발하게 이루어져 학술발전에 크게 기여하고 있다.

본 지표에서는 남부학술림이 일반인 및 유관 전공자를 대상으로 제공하는 교육 및 실습 프로그램의 참여자 수에 유사 프로그램의 시장가격을 적용하여 성과를 도출하였다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 교육 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(② 교육 및 실습 일반 시장가격 - ① 남부학술림 교육 제공가격) × ③ 제공 인원 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기여율	
Data 구분		값
①	남부학술림 교육 제공가격	< 표 10 > 참고
②	교육 일반 시장가격	0원
③	연간 교육 제공 인원	< 표 10 > 참고
⑤	기여율	단독 기여일 경우 100% 공동 기여일 경우 50%
교육 성과 값		162,642,341 원

교육 성과는 남부학술림의 유관 사업 중 청소년 숲체험 교육, 청소년 진로캠프, 단기임산물 소득 증대과정, 학생 실습지원 4개 사업을 측정 대상으로 하였다. 성과 측정을 위해 각 교육 및 운영 프로그램의 일반 시장가격을 조사하여 적용하였다.

산림체험 프로그램은 지자체 및 정부 예산을 투입하여 무료로 제공되는 경우가 대다수이므로 일반 시장가격이 아닌 지불의사가격을 적용하였다. 선행 연구자료²⁴를 참고하여 국립공원에서 운영하고 있는 생태교육 프로그램에 대한 지불의사금액 조사 결과를 반영하였으며, 국립공원 탐방객 1인당 교육적 가치로 지불할 수 있는 1인당 최대금액은 2,901원으로 추정되었다.

청소년 진로캠프의 일반 시장가격 도출을 위해서 대학교, 과학관, 청소년 수련원 등에서 운영하는 진로캠프 프로그램의 가격을 찾아 평균가격을 산출하였으며, 214,111원으로 계산되었다. 단기임산물 소득 증대과정은 임업진흥원, 양산교육원, 강릉교육원, 진안교육원의 임업후계자 양성 및 보수과정 교육비용을 참고하여 시간당 단가 8,964원을 산출하였다. 시간당 단가에 남부학술림 단기임산물 소득 증대과정 평균 교육시간 43시간을 곱해 시장가격은 385,471원으로 도출되었다. 마지막으로 학생 실습지원은 양산교육원, 강릉교육원, 진안교육원의 산림기사, 산림공학 교육과정의 평균 시간당 단가 10,759원에 평균 실습시간 22.3시간을 곱한 239,921원을 일반 시장가격으로 산출하였다.

< 표 10 > 남부학술림 교육 시장가격 및 제공 인원

사업명	가격 추정방법	적용 가격	제공인원
청소년 숲체험	지불의사가격	2,901원	1,323명
청소년 진로캠프	일반 시장가격	214,111원	29명
단기임산물 소득 증대과정	일반 시장가격	385,471원	66명
학생 실습지원	일반 시장가격	239,921원	591명

교육 및 실습 제공 인원은 남부학술림 데이터를 토대로 산출하였다. 숲관련 교육 특성상 현장 견학, 체험 등 오프라인 수업이 주로 이루어지는데 Covid19로 인해 2020년 이후 인원이 급격하게 감소 하였으므로, 정확한 연인원 산출을 위해 2018년부터 2022년까지 5개년의 평균 인원을 적용하였다.

24 국립공원 생태계서비스 가치평가(2020), 국립공원연구원

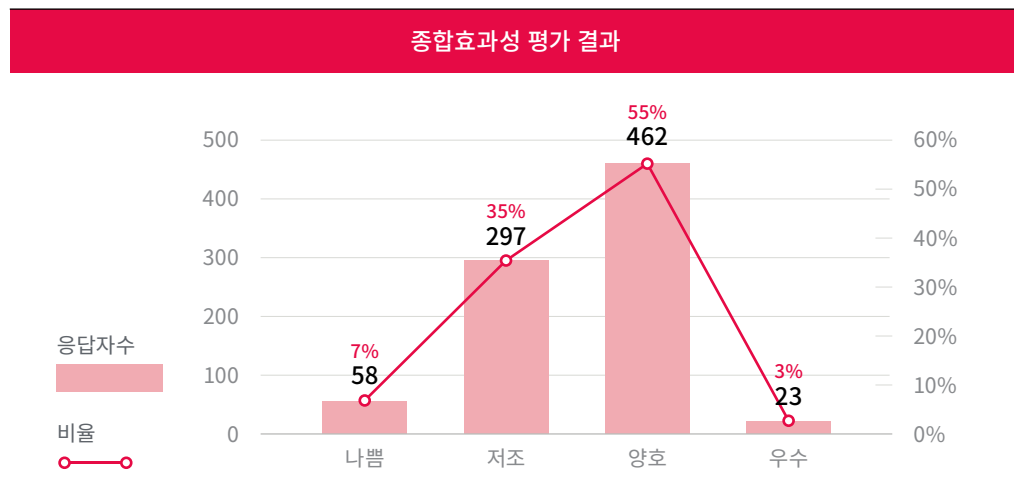
단, 진로캠프의 경우는 5개년치 데이터가 없으므로 2022년 데이터를 사용하였다. 또한 청소년 진로캠프와 실습 지원은 서울대 자체 프로그램으로 기여율을 100% 적용하였고, 청소년 숲체험 교육과 단기임산물 소득증대 프로그램의 경우 국고보조금과 수강생 부담금이 투입되는 프로그램으로 성과 창출에 산림청과 남부학술림이 함께 기여했다고 보고 기여율을 임의로 50% 적용하였다.

이렇게 도출된 값을 각 사업별로 시장가격 x 제공인원 x 기여율을 적용하여 합산하면, 교육 성과는 총 1억 6,264만 2,341원으로 계산되었다.

▪ 기타 성과 - 정성 측정 시도

기존에 화폐화 측정 외에도 숲에서의 교육은 심리적 안정성을 높여줄 뿐만 아니라 미래 산림분야의 미래가치를 창출하여 숲을 바라보는 시각에 대한 윤리의식을 정립해준다. 이에 데이터의 한계로 화폐화 측정에는 담지 못하였으나 2019년도 남부학술림의 숲체험 교육사업 사업실적평가 보고서²⁵에서 유의미한 숲체험교육 효과성 측정결과가 도출되어 정성적인 사회성과가 발생 되었다. 숲체험 교육의 효과성으로는 총 다섯가지 항목을 평가하였는데 평가 결과 산림분야 관심유도(68%), 프로그램 집중도(65%), 정서안정효과(61%), 심신안정효과(57%), 능동적 참여효과(40%)의 유의미한 효과성이 검증되었다. 이에 교육 제공 성과 외에도 숲체험이 정서적 안정과 자신감 회복에 기여하며, 숲의 탐구를 통해 숲의 가치를 이해하고 산림에 대한 미래 가치에도 기여한다. 다만, 본 만족도 조사는 단일 시점 조사로 데이터를 매년 축적하여 정밀하게 살펴볼 필요성이 있다.

< 표 11 > 남부학술림 교육 종합효과성 평가 결과



25 2019년도 녹색자금 지원사업 평가를 위한 사업실적평가보고서(2019), 서울대학교 남부학술림

< 그림 8 > 남부학술림 교육 활동 사진



② 학술림 이용을 통한 건강 증진 성과

산림에 존재하는 치유인자(경관, 피톤치드, 음이온, 소리, 햇빛)를 통해 인체의 면역력을 높이고 신체적, 정신적 건강을 회복할 수 있다. 특히 산림청에서는 산림치유를 통해 우울증상을 완화시키고 혈압을 낮추며, 아토피피부염과 천식 등도 호전될 수 있다고 보고 치유의 숲 조성을 통해 산림치유 효과를 확대하고 있다.²⁶

본 지표에서는 남부학술림을 방문한 이용객들이 산책, 명상, 호흡 등의 산림 활동을 통해 건강이 개선되었다고 보고 연간 의료비 절감액을 적용하여 성과를 도출하였다. 학술림 이용을 통한 건강 증진 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(② 남부학술림 미방문시 연간 의료비 - ① 남부학술림 방문시 연간 의료비) × ③ 연간 방문 인원 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
Data 구분		값
①	남부학술림 방문시 연간 의료비	0원
②	남부학술림 미방문시 연간 의료비	130,162원
③	연간 방문 인원	1,344명
학술림 시설 운영을 통한 건강 증진 성과 값		174,937,728 원

26 산림청 홈페이지 (https://www.forest.go.kr/kfsw/kfi/kfs/cms/cmsView.do?mn=NKFS_03_06_01_01&cmsId=FC_001569)

남부학술림 방문을 통한 의료비 감소 효과를 측정하기 위해서는 학술림 이용객 대상으로 직접 방문 전후의 의료비 소비액을 조사하여 적용하는 것이 가장 적절하나 이번 측정에서는 지리산 방문객을 대상으로 한 선행 연구자료²⁷를 활용하였다. 따라서 실제 남부학술림 방문객의 지불의사 가격과는 다를 수 있다. 전국 14개 휴양림 방문자 대상으로 자연휴양림 이용 후 체감하는 의료비 지출 감소액을 조사한 결과 감소액은 연간 130,162원으로 도출되었다. 해당 값 적용을 위해 남부학술림 미방문시 연간 의료비에 130,162원을 반영하였고 남부학술림 방문시 연간 의료비는 0원으로 반영하였다. 연구자료에서 조사 대상으로 한 14개 휴양림 중 8개 휴양림 면적이 남부학술림 면적보다 작았으며 남부학술림도 일반 시민이 사용할 수 있는 숙박시설을 갖추고 있다는 점에서 휴양림 데이터 적용이 적절하다고 보았다.

의료비 지출 감소액 130,162원에 남부학술림 연 방문인원 1,344명을 곱한 1억 7,493만 7,728원이 학술림 시설 운영을 통한 건강 증진 성과로 계산되었다.

4) 지지 서비스 : 식생 모니터링 및 야생동물 조사

생물다양성 보전 성과

생물다양성 보전 성과는 유전자보전, 종보전, 생태계보전의 3가지 기능으로 구분되며, 국립산림과학원에서는 선행연구를 통해 세 가지 성과의 화폐화 측정값의 합을 생물다양성 보전 성과로 발표한 사례가 있다.²⁸ 본 연구에서도 선행연구의 측정 방식을 적용하였다. 단 생태계보전을 통한 편익에 종보전으로 인한 편익을 포괄적으로 포함한다고 볼 수도 있으므로 일부 중복측정의 이슈가 있을 수 있다. 유전자보전 기능은 바이오산업 연구개발비 중 국내 산림생명자원 활용 비율을 적용하여 측정하였다. 종보전 기능은 생태계 상위종의 가치를 평가이전한 가치와 야생동물기능 평가액 합으로 측정하였다. 생태계보전 기능은 설문조사를 통해 산림생태계 가치를 산출하는 조건부가상가치평가법(Contingent Valuation Method, CVM)을 적용하여 측정하였다.

· 유전자보전 성과

유전자 보전 성과값의 정확한 측정을 위해서는 유전자 보존을 통해 발생된 편익을 추정하거나, 유전자 보존을 위해 서울대학교 남부학술림에서 직접적으로 사용된 예산을 적용해야 하는데 해당 데이터 산출이 어려운 측면이 있었다. 이에 대한 차선택으로 국내 바이오산업 연구개발비 중 산림유전자를 보존함으로써 발생하는 바이오산업 기여액을 측정하였다. 이에 대해 유전자보전 성과와 연구개발비 간 연관성이 낮다는 우려가 있으나, 남부학술림은 2010년부터 식물자원의 증식을 위해 노력하고 있었으며, 국내 산림의 유전자 다양성 지수를 조사했을 때 지리산과 백운산의 구상나무²⁹, 물들메나무³⁰ 유전자 다양성이 실제로 높게 나타나고 있음을 확인하였다. 또한 남부학술림이 위치한 백운산 지역의 물오리나무와 뽕나무, 봉의꼬리, 이나무의 식물체에서 특정 성분을 추출하여 항지방산, 항염물질, 신경퇴행성 질환 등 제약분야 연구를 수행하는 등 다양한 식물종 기반 유전자 활용 연구가 진행되고 있다는 점을 근거로 측정하였다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 유전자보전 성과의 측정산식과 활용 데이터는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(② 유전자보전 연구개발비 - ① 남부학술림 운영 시 연구개발비) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 남부학술림 면적 비중	
Data 구분		값
①	남부학술림 운영 시 연구개발비	0원
②	산림생명자원을 활용한 바이오산업 연구개발비	1,434,956,000,000원
⑤	전체 산림 면적 중 남부학술림 면적 비중	0.26%
유전자보전 성과 값		3,685,347,928 원

국내 바이오산업(바이오의약, 바이오화학 및 에너지, 바이오식품, 바이오환경, 바이오의료기기, 바이오장비 및 기기, 바이오자원, 바이오서비스)의 2021년 연구개발비는 2조 2,705억 원이며³¹, 전체 연구개발비 중 국내 산림생명자원의 활용비율은 63.2%에 해당된다.³² 이렇게 구해진 값은 국내 산림 전체의 유전자보전 성과에 해당되므로 남부학술림의 성과를 도출하기 위해 국내 전체 산림 면적(6,298,134ha) 중 남부학술림 면적(16,175ha) 비중인 0.26%를 적용하였다. 총 36억 8,534만 7,928원이 생물다양성 보전 성과 중 유전자보전 성과로 계산되었다.

27 자연휴양림 이용자의 의료비 감소효과에 관한 연구(2014), 인간식물환경학회지

28 산림공익기능 평가 결과와 시사점 - 2018년 기준(2020), 국립산림과학원

29 “구상나무 유전자 다양성, 양호하다”, 환경부 보도자료(2017.11.20.) 유전자 다양성 지수는 특정한 유전자에서 서로 다른 유전자형이 차지하는 빈도를 의미하며, 평균값이 0.5 이상인 경우 유전자 다양성이 높은 수준으로 판단함. 지리산과 백운산의 구상나무, 물들메나무 유전자 다양성은 모두 0.7이상으로 우수하였음.

30 물들메나무의 유전다양성 분석용 초위성체 마커 조성물 및 이를 이용하는 방법(2020), 국립산림과학원

31 2021년 기준 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2022), 산업통상자원부

32 산림생물다양성의 경제적 가치 평가(2012), 경상국립대학교 농업생명과학연구원

▪ **종보전 성과**

종보전 성과는 생태계 상위종 보존 기능과 야생동물보호 기능으로 구분된다. 남부학술림 내에서는 멸종위기 1급인 반달가슴곰과 무산쇠족제비가 발견되었으며, 멸종위기 2급인 새매가 관찰되었다. 또한 히어리를 포함한 한국특산식물 27종, 희귀식물 33종, 멸종위기식물 5종(1급 1종, 2급 4종)의 분포가 확인되었다. 이를 통해 생태계 상위종 보존 기능이 인정되어 포유류, 조류 및 식물의 보전가치를 대표할 수 있는 반달가슴곰(포유류), 해오라기(조류), 히어리(식물) 보전에 대한 지불의사가격을 적용하였다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 상위종 보존 성과의 측정산식과 활용 데이터는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(② 종보전을 위한 지불의사가격 - ① 현재 지불금액) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 인근 지역 가구 수	
Data 구분		값
①	현재 지불금액	0원
②	종보전을 위한 지불의사가격	반달가슴곰 - 7,878원 해오라기 - 23,500원 히어리 - 3,380원
⑤	인근 지역 가구 수	9,416세대
종보전 - 생태계 상위종 보존 성과 값		327,281,328 원

각 생물종 보존을 위해 가구별 지불 가능한 최대 금액 수준을 조사 한 결과 반달가슴곰은 7,878원³³, 해오라기는 23,500원³⁴, 히어리는 3,380원³⁵으로 조사되었다. 이 세가지 합계 금액에 남부학술림이 위치한 광양시 4개면(봉강면, 옥령면, 진상면, 다압면)과 구례군 3개면(간전면, 토지면, 산동면) 세대수 9,146을 곱한 3억 2,728만 1,328원이 상위종 보존 성과로 측정되었다.

야생동물보호 성과는 해충의 천적인 조류로 인해 정부 및 지자체의 해충 방제 예산이 절감된 성과를 산림 내 방제효과 면적(조류의 해충 포식 면적)에 해충 방제 단가를 곱하여 측정한다. 남부학술림 보존 및 운영을 통한 야생동물보호 성과의 측정산식과 활용 데이터는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(② 해충 방제 단가 - ① 남부학술림 운영 시 해충 방제 금액) × ③ 남부학술림 면적 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 남부학술림 내 방제효과 면적 비율	
Data 구분		값
①	남부학술림 운영 시 해충 방제 금액	0원
②	해충 방제 단가	392,906원/ha
③	남부학술림 면적	16,175ha
⑤	남부학술림 내 방제효과 면적 비율	67.3%
종보전 - 야생동물보호 성과 값		4,275,501,229 원

남부학술림 내 방제효과 면적은 별도로 조사된 데이터가 없어 국내 전체 산림면적(6,298,134ha) 중 방제효과 면적(4,237,000ha³⁶) 비율인 67.3%를 남부학술림 전체 면적에 대입하였다. 야생동물보호 성과는 남부학술림 방제효과 면적 10,882ha에 해충 방제 단가 392,906원/ha를 곱한 42억 7,550만 1,229원으로 계산되었다.

총 종보전 성과는 생물종 보존과 야생동물 보호 성과를 합한 46억 278만 2,557원으로 산출되었다.

▪ **생태계보전 성과**

생태계보전 성과는 지리산을 대상으로 생물다양성 보전에 대한 국민들의 지불의사를 추정한 값을 적용하였다.³⁷ 남부학술림 보존 및 운영을 통한 생태계보전 성과의 측정산식과 활용 Data는 다음과 같다.

표준식	(① 조직 활동의 사회적 가치 - ② 비교기준(Baseline) 값) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 기타 보정계수	
측정산식	(② 생태계보전 지불의사가격 - ① 현재 지불금액) × ③ 활동량 × ④ 화폐화계수(Proxy) × ⑤ 인근 지역 가구 수	
Data 구분		값
①	현재 지불금액	0원
②	생태계보전 지불의사가격	16,103원
⑤	인근 지역 가구 수	9,416세대
생태계보전 성과 값		151,625,848 원

33 반달가슴곰 서식이 지역경제에 미치는 효과성 연구(2008), 국립공원관리공단 종복원기술원 용역보고서

34 해오라기의 가치평가(2002), 관광학연구 25(4)

35 순천 히어리 근락지역의 생물다양성보전가치추정(2007), 한국임학회지. 96(4)

36 산림의 공익기능 계량화 연구(2011), 국립산림과학원

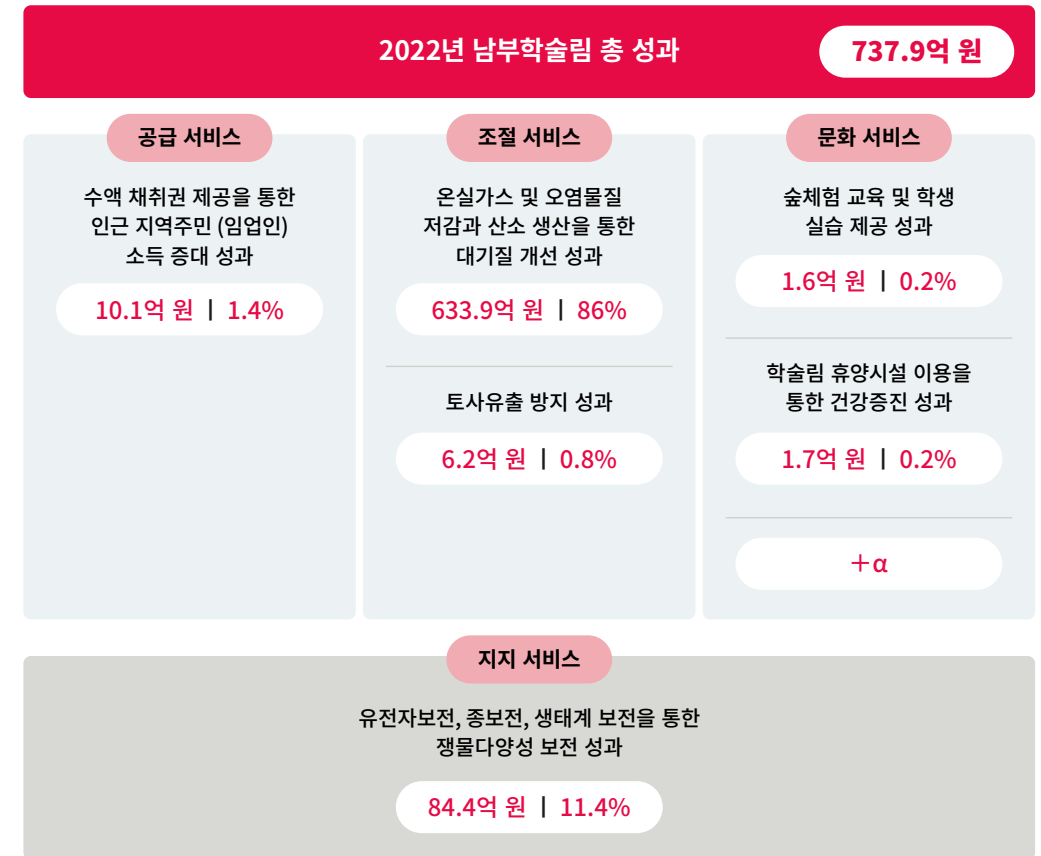
37 지리산의 생물다양성 보전에 대한 지불의사 추정(2019), 한국산림과학회지

매년 지리산을 생태경관보전지역으로 설정하는 상황을 가정하여 산림 관리를 위한 행정비용과 인근 지역주민 보상비용이 필요하다는 정보를 제시하였고 이를 위해 환경세를 지불한다면 어느 정도의 지불의사가 있는지를 조사하였다. 설문조사 결과 16,103원이 도출되어 이를 남부학술림 인근 세대수 9,146에 곱한 1억 5,162만 5,848원이 생태계보전 성과로 측정되었다.

유전자보전, 종보전, 생태계보전 성과를 합한 생물다양성 보전 성과는 84억 3,975만 6,333원으로 산출되었다.

▪ 남부학술림 성과 종합

서울대학교 남부학술림의 성과 측정 종합			
생태계서비스 유형	성과 지표		성과 측정 결과
공급 서비스	임업인(산촌주민) 임산물 소득 증대		1,009,082,869 원
공급 서비스 성과 합계			1,009,082,869 원
조절 서비스	대기질 개선	탄소 저감	17,103,605,469 원
		산소 생산	45,843,006,961 원
		오염물질 저감	442,299,186 원
	토사유출 방지		615,153,102 원
조절 서비스 성과 합계			64,004,064,718 원
문화 서비스	교육 제공		162,642,341 원
	학술림 휴양시설 이용을 통한 건강증진		174,937,728 원
문화 서비스 성과 합계			337,580,069 원
지지 서비스	생물다양성 보전	유전자 보전 성과	3,685,347,928 원
		종 보전 성과	4,602,782,557 원
		생태계 보전 성과	151,625,848 원
지지 서비스 성과 합계			8,439,756,333 원
남부학술림 총 성과			73,790,483,989 원



최종적으로 도출된 2022년 남부학술림 보존 및 운영을 통한 총 성과는 737억 9,048만 3,989원이며, 이 중 공급 서비스가 10.1억 원, 조절 서비스 중 대기질 개선 성과가 633.9억 원, 토사유출 방지 성과가 6.2억 원으로 산출되었다. 문화 서비스 중 교육 및 실습 제공 성과는 1.6억 원, 학술림 이용자의 건강 증진 성과는 1.7억 원이었고 지지 서비스는 84.4억 원으로 계산되었다.

Chapter 4

시사점 및 향후 과제

시사점

본 연구의 시사점을 연구대상 관점, 방법론 관점, 사회적 가치 창출 모델 관점 세가지 관점으로 구분하여 제시하였다.

첫째 연구대상 관점에서 본 연구는 기존에 측정 사례가 부족했던 대학교의 학술림을 대상으로 측정을 시도했다는 데 의의가 있다. 화폐가치 측정은 측정에 시간과 비용이 많이 들고 실무자가 직접 측정하기 어렵다는 인식이 있는데, 한 번 화폐가치 성과측정을 경험하고 측정자료를 축적하면 매년 그 성과치를 갱신하는 것은 어렵지 않다. 서울대학교 남부학술림의 경우 학술림의 사회 성과에 대해서 자체적으로 측정을 시도해본 바가 없었는데 본 연구를 통해 최초로 사회적 가치 측정을 시도해보았다는 점에서 의의가 있다. 화폐가치 측정을 통해 성과를 관리하게 될 시 성과를 비용이나 시장가격과 비교평가할 수 있게 되고, 서로 다른 성과항목도 동일한 단위로 비교 가능하며 다른 평가자가 측정하더라도 신뢰성 있는 결과가 나온다는 장점이 있다. 뿐만 아니라 화폐가치 측정을 통해 성과를 구성하는 p(price, 가격이나 비용 요인)와 q(quantity, 수량 요인) 측면에서 개선점을 도출할 수 있다. 본 연구결과를 토대로 타 학술림과의 비교평가를 통해 학술림 차원에서의 사회적 가치 확산에도 기여할 수 있을 것이다.

사회적가치연구원은 다방면으로 장점을 가진 화폐가치 측정이 보다 다양한 기관에 확산될 수 있도록 노력하고 있다. 그 예로 SVMR 4호를 통해 공공기관인 한국지능정보진흥원의 사회적 가치를 화폐가치로 측정하였으며, 이번 5호에서는 학술림인 서울대학교 남부학술림의 사례를 발간하였다. 서울대학교 남부학술림의 경우 기관의 성과가 어느 정도 수준인지를 처음 접하였기 때문에 해당 성과가 구체적으로 얼마만큼의 가치가 있는지 효율성이 있는지를 알지 못하였다. 이를 측정해가며 성과를 개선할 수 있는 방법을 제시해주는 것이 화폐 가치 측정이다. 따라서 해당 기관의 사회적 성과가 구체적으로 얼마인지, 얼마만큼의 효율성이 있는지를 측정하고 싶은 학술림 또는 산림 관련 종사자가 있다면 본 연구가 도움이 될 것으로 생각된다.

둘째 방법론 관점에서 본 연구는 학술림의 사회적 성과를 '생태계 서비스'관점에서 총체적으로 측정했다는 점에서 의의가 있다. 이를 통해 산림의 사회성과를 보다 다방면으로 살펴볼 수 있는 계기가 되었다. 기존 생태계 서비스를 화폐화 측정한 선행 사례는 존재하였으나, 본 연구에서는 서울대학교 남부학술림의 대표 사업인 숲체험 교육 및 휴양시설 운영뿐만 아니라 고로쇠 및 거제수 수액 채취를 통한 주민 소득 기여 성과, 지속가능한 산림 경영 사업, 식생 모니터링 및 야생동물 조사 등 다방면으로 남부학술림 사업의 의도와 지역적 특성을 고려하여 측정하였다. 생태계 서비스는 2001년 당시 UN 사무총장이었던 코피 아난이 제안한 개념이다. 생태계 서비스의 총체적 가치를 공급, 조절, 문화, 지지 성과로 구분하였다.

이 개념을 활용하여 본 연구는 학술림의 생태계 '공급' 서비스 성과로 수액 채취를 통해 지역주민의 소득이 증가한 성과를, '조절' 서비스 성과로 온실가스를 줄이고 대기질을 개선하며 토사유출을 방지한 성과를, '문화' 서비스 성과로 숲을 체험하고 이를 통해 건강을 개선한 성과를, '지지' 서비스 성과로 생물 다양성을 보존한 성과를 측정했다.

이러한 측정 사례를 통해 해당 기관의 사회적 성과를 총체적으로 측정하고 싶은 실무자들은 새로운 측정 지표에 대한 아이디어를 얻을 수 있을 것이다. 예를 들면 그동안 문화/예술/교육 분야 사회적 성과의 화폐가치 측정은 대부분 시장가격과의 비교를 통해 이뤄졌다. 시장에서 얼마짜리 문화/예술/교육 서비스가 수혜자에게 얼마에 제공되었는가와 같은 시장가격과 해당 기관의 공급가격 간의 차이로 사회성과를 계산할 수 있었다. 하지만 문화/예술/교육 분야의 사회적 성과가 단지 기존 서비스를 더 싸게, 더 많이 공급하는 성과만 있는 것은 아니다. 이번 학술림 사례에서 소개되었듯 서비스를 '공급'하는 성과도 있고, 기후변화를 '조절'하는 성과도 있다. 해당 서비스를 통해 수혜자들의 삶의 질을 향상하는 '문화'적 성과도 있다. 이를 지원하는 사업을 통해 축적된 아카이빙 자료가 다른 분야에 활용되는 '지지' 성과도 있다. 이처럼 분야는 다르지만 종합적인 관점으로 각 영역에서 기관의 사회적 성과를 측정해 볼 수 있을 것이다.

셋째 사회적 가치 창출 모델 관점에서 학술림의 모델은 도로망, 통신망 같은 사회간접자본과 유사한 특징을 가지고 있다. 예를 들어 숲에 나무를 심어놓고 나무와 식물이 성장한 이후부터 이를 토대로 숲체험 교육, 고로쇠 및 거제수 수액채취를 제공하고, 조림사업 등을 통해 사업을 지속적으로 시행한다. 이는 구축하는 과정에서는 시간과 비용이 오래도록 필요하지만, 추가 구축에 소요되는 시간과 비용은 점차 줄어들면서 지속적으로 사회 성과를 창출할 수 있는 네트워크 서비스 모델과 유사한 특징을 가지고 있다. 단년도에 투입(Input)을 지속하여 단년도에 결과(outcome)가 나오는 것이 아닌, 장기적인 관점에서 투자하고 오랜 기간 지속적으로 회수할 수 있다. 이러한 모델 역시도 화폐화 가치로서 측정이 가능하다는 사례를 소개하는 취지에서 서울대학교 남부학술림의 사회성과 측정 사례가 의미 있다.

한계점 및 향후과제

서로 유기적으로 연결되어 영향을 주고받는 생태계 서비스를 화폐가치로 측정하기 위해 최선의 노력을 하였으나, 이번 측정은 다음과 같은 한계점과 향후 과제를 가지고 있다.

첫째 연구대상 관점에서 본 보고서는 측정 사례 연구가 목적이므로 기관의 대표적인 사업을 위주로 사회성과를 측정하고 있어, 서울대학교 남부학술림의 전체 사업을 대표하는 보고서로 보기 어려운 측면이 있다. 향후 자체 연구와 함께 측정 지표의 범위를 확대하는 것을 권장하며, 화폐화 측정 외에도 정량적, 정성적 지표와 병행하여 측정하고 데이터를 관리하는 것이 필요할 것이다. 또한 보고서의 목적 자체가 측정 사례 연구였기 때문에 서울대학교 남부학술림의 “학술”이라는 본질적인 미션을 중심으로 측정할 것이 아닌 생태계 서비스 측면에 국한하여 측정되었다는 점과 장기적인 관점에서 측정해야 하는 서울대학교 남부학술림의 성과를 2022년 발생 성과 위주로 측정하였다는 점에서 한계가 있다. 남부학술림의 사회 성과를 보다 실질적으로 관리하기 위해서는 “학술”의 본질적인 미션을 중심으로 새로운 관점에서 사회 성과를 바라볼 필요가 있다.

둘째 방법론 관점에서 산림청, 국립산림과학원 등에서 오랜기간 산림의 공익기능에 대한 계량화·화폐화를 진행하여 해당 연구자료, 측정방법 등을 적용할 수 있었으나 총일차생산량 등의 일부 데이터는 충분한 연구가 진행되지 않아 불완전하거나 연구자료별 상이한 데이터가 존재하였다. 이에 본 측정에서는 측정의 공신력과 객관성을 위해 정부 연구기관의 발표자료를 우선순위로 적용하였다. 측정 산식의 경우 보수적으로 정확한 값을 측정해야 하는데, 임업인 소득 증대 성과에서 수액 판매량 데이터와 같이 확인이 어려운 일부 데이터는 채취량으로 대체해서 활용하는 등 해당 사회 성과를 충분히 추정할 수 있는 성과로 측정하였다. 추가적으로 데이터 조사가 진행될 시 더욱 엄밀한 측정이 가능할 것이다. 외부에서 공개하는 데이터는 전국 평균 등 보편적인 값을 적용하는 경우가 많아 남부학술림 지역과 일부 차이가 존재할 수는 있다.

셋째 사회적 가치 창출 모델 관점에서 서울대학교 남부학술림은 지속적으로 투입(Input)을 하여 장기적인 관점에서 사회 성과를 살펴봐야 하는 모델이다. 본 측정 사례에서는 조절 서비스에서 벌기령 연장 관련 사업 측정 시 과거부터 조성되어온 산림을 토대로 하여 2022년 발생 성과를 측정하였다. 향후에는 해당년도 발생 성과 외에도 향후 벌기령 연장을 지속하게 될시 발생될 수 있는 미래의 임팩트(Impact)를 측정하여 서울대학교 남부학술림의 지속가능한 사회 성과를 살펴볼 수 있을 것이다. 이 외에도 학술림 시설대여, 산림소득자원관리 등 다양한 사업의 임팩트(Impact) 측정도 장기적으로 살펴볼 수 있을 것이다. 또한 지속가능한 관점에서 학술림을 구성하는 주요 수종이 어떻게 구성되어 있는지를 파악하여 수종별로 사회 성과 효과를 살펴보는 연구도 의미가 있을 것이다. 이를 통해 어떤 수종이 학술림을 만들어가는데 더 의미가 있을지를 깊이있게 파악할 수 있으며, 새로운 관점에서 학술림을 보다 효율적으로 구성해갈 수 있는 기반이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

▪ 연구/정책 자료

국립공원 생태계서비스 가치평가(2020), 국립공원연구원

도시지역 정원의 화폐적 환경 가치평가 연구(2021), 국립수목원

물들메나무의 유전다양성 분석용 초위성체 마커 조성물 및 이를 이용하는 방법(2020), 국립산림과학원

반달가슴곰 서식이 지역경제에 미치는 효과성 연구(2008), 국립공원관리공단 종복원기술원 용역보고서

산림공익기능 평가 결과와 시사점 - 2018년 기준(2020), 국립산림과학원

산림생물다양성의 경제적 가치 평가(2012), 경상국립대학교 농업생명과학연구원

산림의 공익기능 계량화 연구(2010), 국립산림과학원

서울대학교 남부학술림 9차기 산림경영계획서(2022), 서울대학교 남부학술림

순천 히어리 군락지역의 생물다양성보전가치추정(2007), 한국임학회지. 96(4)

자연휴양림 이용자의 의료비 감소효과에 관한 연구(2014), 인간식물환경학회지

지리산의 생물다양성 보전에 대한 지불의사 추정(2019), 한국산림과학회지

해오라기의 가치평가(2002), 관광학연구 25(4)

2021년 기준 국내 바이오산업 실태조사 결과보고서(2022), 산업통상자원부

2021년 불법산림훼손방지 종합대책(2021), 산림청

▪ 언론 기사/웹페이지

구상나무 유전자 다양성, 양호하다 환경부 보도자료(2017.11.20.)


국립산림과학원 발표(2020.09), “잘 보전된 ‘숲’, 토사유출 방지효과 85배”,
<http://www.ecotiger.co.kr/news/articleView.html?idxno=30924>

산림청 웹페이지,
https://www.forest.go.kr/kfswweb/kfi/kfs/cms/cmsView.do?mn=NKFS_03_06_01_01&cmsId=FC_001569

‘임업직불제’ 시행 원년, 의미와 과제,
<http://www.afnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=221807>

한국물가정보,
<https://www.kpi.or.kr/www/>

The JoongAng(2019.11), "지구 비상...전례없는 재앙 온다" 전세계 과학자들의 경고,
<https://www.joongang.co.kr/article/23625785#home>



ISSN 2799-2934 제5호

Social Value Measurement Review

서울대학교 남부학술림의 생태계 서비스 성과 측정

기획/집필/편집	오유림, 정아름 (사회적가치연구원)
집필	이성재, 김유미 (서울대학교 학술림) 정소민, 김수진 (한국사회가치평가)
자문·감수	이원희 (호서대학교) 이상현 (사회적가치연구원)
발행일	2023년 06월
발행처	사회적가치연구원 (http://www.cses.re.kr)
편집·디자인	1-1COMPANY (http://www.1-1company.com)