

환경 지불금(PES)이 혼농임업 프로젝트에 미치는 영향 평가: 코스타리카 사례

안 현 진 *

1. 서론

축산업은 코스타리카의 주요 산업 중 하나이며, 소규모 다수의 생산자를 기반으로 이루어진다. 2011년 가축 센서스에 따르면 54,780개의 축산 농가가 등록되어 전국적으로 고르게 분포된 것으로 나타났다. 코스타리카의 축산업은 일반적으로 중앙아메리카의 타지역과 유사하게 관리되며, 환경에 부정적 영향을 미치는 것으로 여겨진다. 기존 연구에 따르면 전통적 방식의 축산업은 토양의 급속한 황폐화를 야기하며 생물다양성 및 생태계 서비스의 손실을 가속화하고 지역 공동체의 생계에 부정적인 영향을 미친다. 중앙아메리카에서만 1,360만 헥타르의 산림이 목초지로 전환되었으며 그중 50%가 심각한 황폐화 상태에 있는 것으로 나타났다(Kaimowitz 2001). 환경 손실에 따라 유제품 생산에서 8~40%, 육류 생산에서 15~80%에 이르는 중요한 경제적 손실이 발생한 것으로 추정된다(Benavidez 2013).

코스타리카에서는 기존의 축산 시스템을 개선한 혼농임업 시스템의 도입을 시도하고 있다(Villanueva et al. 2011). 수목과 함께 가축을 기르는 혼농임업은 산림, 초지, 가축이 생태적인 조화를 이루어 환경, 경제적, 사회적 이익을 제공하는 시스템으로 전통적 축산에 비해 환경친화적이며 지속가능성이 높은 것으로 알려졌다(Pezoe Ibrahim, 1999; Villanueva et al., 2009). 수목은 황폐화된 목초지와 비교하여 헥타르당 114~143톤의 탄소($t\ C\ ha^{-1}$)를 격리하며(Ibrahim et al., 2007), 장작, 목재, 과일, 그늘, 동물 사료, 바람막이, 야생 동물 서식지 등 다양한 이점을 제공한다. 수목의 그늘은 열 스트레스를 줄이고 온도를 약 $3^{\circ}C$ 까지

* 한국농촌경제연구원 부연구위원(hjan713@krei.re.kr).

본고는 KREI의 연구진이 2016년 코스타리카 CATIE와 공동 수행한 "The studies on promoting forest carbon sequestration to meet Paris climate agreement targets"의 내용 중 일부를 정리하였음.

낮추는 등 가장 실현 가능하고 효율적인 기후변화 대응 방안으로 여겨진다(Pezo e Ibrahim, 1999; Garcia, 2010; Garcia e Ibrahim, 2013).

친환경, 지속가능성 등 다양한 장점에도 불구하고 높은 초기비용으로 인해 현재 혼농임업의 도입율은 매우 낮은 수준이다. 일반적으로 초기비용 및 유지비용에 헥타르 당 800~1,200 달러가 소요되는 것으로 나타났다(Lopez 2005). 이러한 단점을 보완하기 위해 2003년과 2007년 사이에 “생태계 관리를 위한 통합 혼농임업(Integrated Silvopastoral Approaches for Ecosystem Management)” 프로젝트가 실현되었다. 이는 혼농임업을 장려하기 위해 축산 농가에 자금을 지원하는 프로젝트이다. 코스타리카, 콜롬비아, 니카라과 3개국이 협력하였고, 세계은행(WB), 국제연합 식량농업기구(FAO), 및 지구환경기금(GEF)에서 자금을 지원하였다. 프로젝트의 목표는 환경 지불금(Payment for Ecosystem Services; PES)을 통해 축산 농가들이 전통 방식 대신 혼농임업을 채택하도록 유도하는 것이다. PES는 경관 등 환경생태에 비용을 지불하는 경제적 조치로 시장 기능을 이용하여 생태서비스를 생성하는 방식이다. PES의 기본 목표는 토지 이용 변화 유도이며 적정 기준에 따라 수목, 생물타리가 보완된 목초지 등에 생산자에게 2~4년간 경제적 보상을 지급한다. 프로젝트 기간 동안 PES로 인해 혼농임업을 채택한 농가가 증가하였으며, 농장 내 산림의 비율, 탄소 흡수, 생물다양성이 증가하고 표면유출과 수압침식이 감소하는 등 긍정적 환경 효과가 보고되었다(Saenz 2005, Tobar & Ibrahim 2010). 사회·경제적 효과로는 농장의 생산성 지표가 개선되었고, 인증제도 개발 등 지속가능성을 유지하기 위한 지표가 확대되었다.

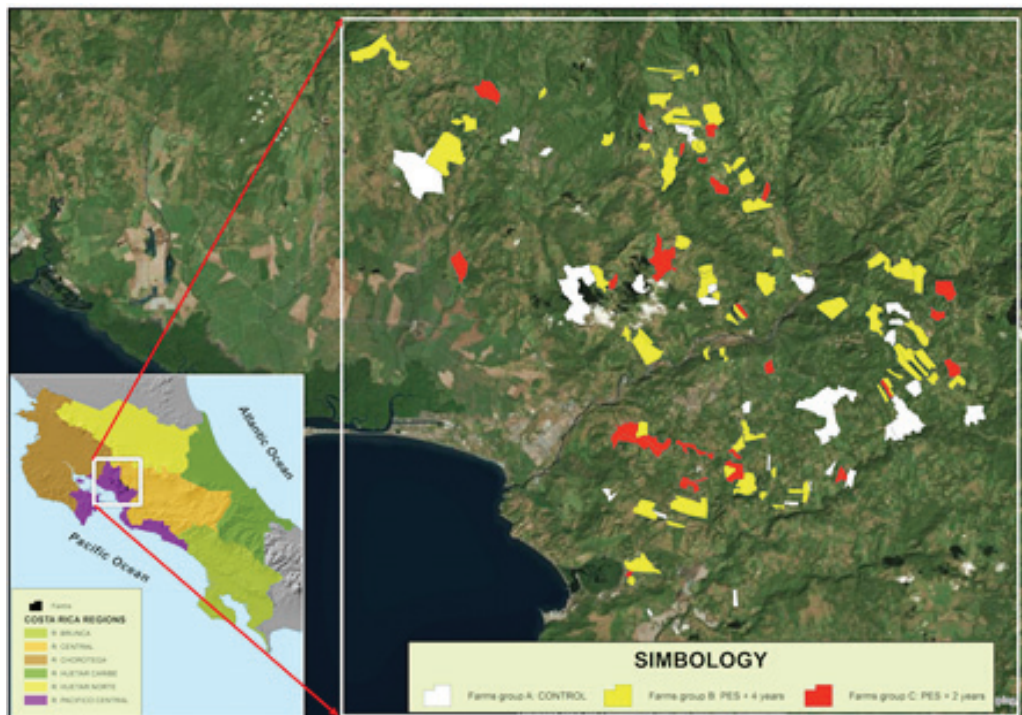
프로젝트의 지속기간은 5년이므로 이후에는 PES가 지급되지 않는다. 프로젝트 이후 생산자들이 전통적 축산 방식으로 회귀하였는지에 대한 구체적인 정보는 거의 없으나, 일부 연구자들은 PES가 혼농임업 지속을 위한 적절한 인센티브임을 주장하였다. 다음에서는 코스타리카 열대농업연구교육센터(CATIE)와 한국농촌경제연구원(KREI)이 공동 수행한 PES의 환경·생태적 효과와 프로젝트 기간 동안 구현된 혼농임업 시스템의 지속가능성 등을 논의하고자 한다. PES 기간과 지불이 중단된 후 9년이 지난 시점을 환경적, 경제적 평가 지표 등을 통해 비교하고 PES의 효과를 평가하고자 한다.

2. 평가 대상 지역 및 평가 방법

2.1. 평가 대상 지역

평가 대상 지역은 코스타리카 에스파르자(Esparaza)로 2003년에서 2007년 기간 동안, 이 지역에 세계은행과 FAO-LEAD의 지원을 통해 GEF(Global Environmental Facility)가 재정 지원한 “생태 경역을 위한 통합 혼농임업 프로젝트(Integrated Silvopastoral Approaches for Ecosystem Management)”가 적용되었다. 에스파르자는 코스타리카의 중앙 태평양 지역에 위치하며, Puntarenas, Esparza, Montes de Oro, Aguirre, Parrita, Garabito, San Mateo 및 Orotina의 8개 지구로 구성된다(그림 1). 고도 50~1000m의 아열대림 지역으로 최저 온도 27℃, 연 강수량 1500~200mm이다(Holdrige 1978). 인구는 23,963명이며 13,561명이 도시에, 10,492명이 농촌에 거주한다(INEC 2008).

〈그림 1〉 “생태 경역을 위한 통합 혼농임업 프로젝트” 130개 적용 대상 농가 위치



자료: Seok et al(2016), p.6.

에스파르자는 64.2%의 목초지, 29.3%의 산림(2차 산림, 수변림, 인공림 등)으로 구성되었다. 지역주민의 63%는 축산업에 종사하며, 34%는 축산업과 유제품 공장을 동시에 경영한다. <표 1>은 에스파르자의 토지 이용 현황이다.

〈표 1〉 2016년 에스파르자 토지 이용현황

단위: ha, %

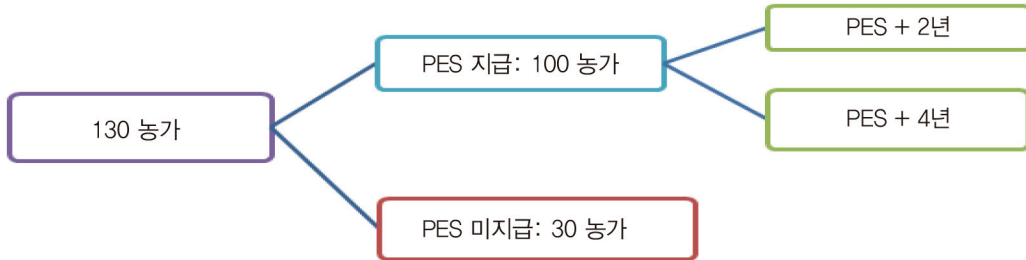
	면적(ha)	비율(%)
황폐한 목초지	135.9	3.6
수목이 없는 인공 목초지	20.9	0.6
수목의 밀도가 높은 인공 목초지	893.6	24.0
수목의 밀도가 낮은 인공 목초지	1,055.4	28.3
수목의 밀도가 높은 천연 목초지	130.5	3.5
수목의 밀도가 낮은 천연 목초지	155.5	4.2
수목이 없는 천연 목초지	1.4	0.0
수변 퇴적지	46.7	1.3
혼농임업 지역	2.4	0.1
커피 농장	9.0	0.2
한해살이 작물 재배지	20.2	0.5
다년생 작물 재배지	13.3	0.4
과수원	50.2	1.3
수변림(riparian forest)	651.3	17.5
2차 산림	353.0	9.5
2차 산림 천이지역	86.8	2.3
인공림	50.7	1.4
인프라 건설 지역	51.3	1.4

자료: Seok et al(2016), p.6.

2.2. 평가 대상 농가 선정

“생태 경영을 위한 통합 혼농임업 프로젝트(Integrated Silvopastoral Approaches for Ecosystem Management)”의 개발 기준에 따라 PES가 혼농임업 축진을 위한 적절한 인센티브인지를 평가하기 위해 130개 농장을 선정하였다. 130개 농가 중 100개를 실험그룹인 PES 수혜 농가로 지정하였고, PES가 지급되지 않은 30개 농가를 대조그룹으로 선정하였다. 실험·대조 농가 모두 주 생산 품목은 유제품이다.

〈그림 2〉 평가 대상 선정



자료: Seok et al(2016), p.7.

PES 수혜 농가는 2~4년간 시스템의 지원을 받는 중소규모의 농가(10~18ha)로 프로젝트 기간 동안 혼농임업을 지속적으로 운영하며, 합법적인 토지 운용과 정보 전달 등에 동의한 농가를 선정하였다. 대조그룹은 30 농가이며, 표본 수는 토지사용 모니터링 비용을 감안하여 선정되었다. 프로젝트 수행 기간 동안 매년 모니터링을 지속하였으며, 농장이 모니터링 요원에게 정보를 전달할 때 재정적인 인센티브를 지급하였다. PES 지급 방식은 다음과 같다. 1) 지불 방식 1: 기준년에 요율 포인트당 10달러의 단일 지불 및 4년간 연간 지불(연간 요율에서 기준 요율을 뺀 값)하며 추가 포인트에 지불된 금액은 75달러 규모(Casasola et al. 2008)이며, 2) 지불 방식 2: 기준년에 요율 포인트당 10달러의 단일 지불 및 2년간 연간 지불(연간 요율에서 기준 요율을 뺀 값)하며 각각의 추가 포인트에 지불된 금액은 110달러 규모이다(Casasola et al. 2008).

〈그림 3〉 에스페르자 혼농임업 프로젝트 참여 농장



자료: 저자 작성.

2.3. 평가 방법

2.3.1. 평가를 위한 정보 수집

PES의 효과를 알아보기 위해 2003년 PES 수혜 및 비수혜 농가를 대상으로 사회경제 영향 및 생산성과 관련된 설문 조사를 시행하였고, 2016년 동일한 설문조사를 재수행하였다. 농가 설문조사는 <표 2>의 내용을 포함한다. 2002년과 2003년 사이 위성사진, GPS 등을 이용하여 수혜 및 비수혜 농가들의 토지 이용 현황을 조사하였고, 16개의 토지 이용 실태를 확인하였다. <표 1>의 토지 현황 조사는 프로젝트가 끝나는 2007년까지 매년 시행하였으며, 이후 2016년 조사를 통해 변화를 추적하였다.

<표 2> 농가 설문조사 내용

범주	내용
가구 일반 정보	성별 및 연령별 가족 구성, 교육수준, 농장 활동에 대한 각 구성원의 참여, 토지 사용권, 자금 조달 유형, 신용등급, 시장에 대한 접근 등
농장 일반 정보	가족의 구성, 목초지 순환 및 활용, 생산 활동, 인프라, 기계장비, 프로젝트 수행 마지막 해 이후 토지사용 변화, 농장 소득, 생산비용, 생울타리 등의 설치 및 관리
농장 관리정보	농장 활동 변경 및 유지 정보, 농장 매입 여부, PES에 대한 인식 변화, 혼농임업에 대한 인식 변화, 기후 변화와 관련한 조직관리 및 생산 문제

자료: Seok et al.(2016)의 내용을 기반으로 저자 작성.

2.3.2. 환경적, 경제적 영향 분석 방법

PES의 환경적, 경제적 영향을 알아보기 위해 다양한 분석 방법을 도입하였다. 분석은 프로젝트가 시작된 2003년과 종료 시점인 2007년, 이후 2016년에 수집된 정보를 기반으로 수행되었다. 확률적 회귀 모형을 사용하여 PES 프로젝트 참여로 인한 토지사용 변경 의사결정 요인을 분석하였다. GOWER distance pairing 방법을 적용하여 PES 도입 여부에 따른 농장 내 수목(tree cover) 변화 여부를 확인하였고, 이에 따른 생물다양성 변화와 지상 바이오매스 탄소 저장량 변화를 계측하였다.

경제성 평가를 위해 현금흐름 분석, 재무지표 분석, 등의 방법을 이용하였다. 현금흐름 분석은 모든 금융거래, 즉 주어진 기간의 유입과 유출 비용을 모니터링하여 보고하는 방식으로, 참여 농가의 우유 및 치즈 판매수입, 육류 판매수입, 기타 관련 수입을 유입으로 간주하였고, 농가에서 작업 수행을 위해 발생한 모든 비용의 합계를 유출로 간주하였다. 비용에는

가축의 사료 및 영양을 위한 지출, 동물의 백신 및 건강 비용, 노동자 고용 비용, 제초제 및 종자 등 농장을 위한 투입, 전기 및 가스 등이 포함된다. 그러나 자본 투자는 운영비용으로 간주되지 않는다.

순이익과 운영비용 비율 등 재무 지표도 경제적 영향 평가에 활용되었다. 순이익은 총수입에서 모든 비용을 제외한 금액으로 백분율로 나타낸 순소득 변화를 통해 프로젝트가 농가의 경제에 미치는 영향을 평가할 수 있다. 그러나 순이익 자체는 매우 가변적인 지표이기 때문에 경제적 영향을 적절히 분석할 수 없다는 한계가 존재한다. 이를 보완하기 위해 또 다른 지표인 운영비용 비율을 사용하였다. 백분율로 측정되는 운영비용 비율(Operating expense ratio: OER)은 사업 착수 전 농가의 경제적 효율성과 사업 종료 후 사업의 영향을 적절히 비교하는 지표로 백분율이 낮을수록 농장의 운영 효율이 높은 것을 뜻한다(Kantrovich, 2012). 또 다른 지표로 비용/편익 비율(Benefit/Cost ratio)을 활용하였다. 비용/편익 비율은 이익이 총비용을 얼마나 초과하는지 여부를 나타내며, 프로젝트의 타당성이 부여되기 위해 해당 비율은 1 이상의 값을 가져야한다(Gonzalez 2000).

3. 평가 결과

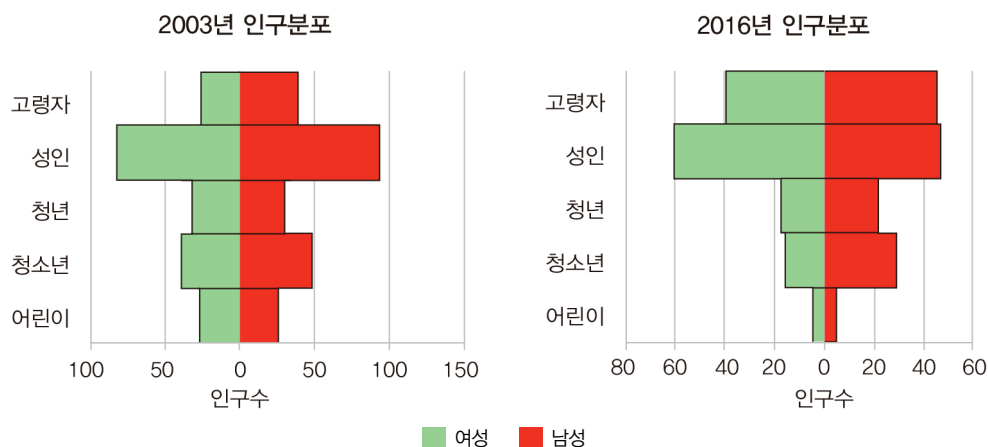
3.3.1. 농가 기본 정보 변화

2016년 조사 결과 프로젝트에 참여한 130개 농장 중 12%는 농장을 매각한 것으로 나타났다. 매각된 농가의 평균 면적은 30헥타르이며 주로 도심에서 10km 이내에 위치한 것으로 나타났다. 매각 이유로 10개 농장에서 경영 여건의 어려움을, 6개 농장에서 다른 지역으로의 이주 기회를 제시했다. 매각 농장 대부분이 도심지역과 근접한 것으로 미루어 보아 이 지역에 도시화가 진행되고 있음을 추측할 수 있다. 4.5%의 농가는 직접 경영을 통해 유제품을 생산하던 방식에서 임대 방식으로 전환하였으며, 1% 미만의 농가는 유제품 생산에서 커피 및 육류 생산으로 생산 품목을 변경하였다. 100여 개의 농가는 여전히 농장을 운영하며 유제품 생산 활동을 유지하고 있다.

프로젝트 초기인 2003년에는 31-60세 사이의 인구가 우세했지만, 2016년에는 60세 이상 노인 인구가 급증하고 30세 미만 인구가 감소하는 등 농장 인구의 연령구조 변화가 나타났다.

30세 미만 청년층은 대학에 진학하거나 기술경력을 쌓아 기업에 취직하는 등 고등학교 졸업 후 농장일을 지속하지 않는 경향이 큰 것으로 나타났다. 전공도 농축산업 외에 타 전공을 선택하는 비율이 높으며, 소유주가 사망하여 상속인이 된 경우도 농장을 관리하지 않거나 매각하는 것을 선호하는 추세이다. 프로젝트 기간 및 종료 이후에 지역의 도시화가 빠르게 진행되었고, 이것이 농장 경영 지속 여부 결정에 큰 영향을 미친 것으로 판단된다. 향후 청년층의 농장 이탈은 가속화될 것으로 전망된다.

〈그림 4〉 2003년과 2016년 농장 인구 구조 변화



자료: Seok et al(2016), p.17.

3.3.2. 농가 토지사용 전환 의사결정 요인

Probit 확률 모형을 이용하여 추정된 농가의 토지 이용 변화 의사결정 요인은 <표 3>과 같다. 생산자의 나이는 PES 프로그램 참여 결정 및 혼농임업 채택에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 농민의 나이가 많을수록 농장의 변화를 추구할 확률이 감소함을 의미한다. 또 다른 유의한 의사결정 변수는 생산자의 실거주 여부이다. 생산자가 농장에 거주하는 경우 프로젝트 기간 동안 혼농임업으로의 빠른 전환이 나타날 확률이 높은 것으로 보인다. 가축 생산에 집중된 농가일수록 소득과 생산성을 높이기 위해 토지 이용 전환 의사결정을 할 확률이 높은 것으로 나타났다. 반면 농작물 면적이 넓은 농장은 PES 프로그램에 들어가지거나 가축 관행을 개선하는 데 관심이 없는 것으로 보인다. 농장을 관리하는 목표가 축산 집중 농가와 다르기 때문일 것으로 예상된다.

〈표 3〉 코스타리카 에스파르자 농장 의사결정에 영향을 미치는 변수

변수	설명	계수
농장주의 연령	설문조사 시점의 농장주의 나이	- 0.019*
농장주의 주소	- 농장주가 농가에 실 거주일 경우: 1 농장주의 실 거주지가 다를 경우: 0	0.035*
농장 외 소득 비율	농장 외 활동으로 얻는 소득	0.2975
가족 노동력 비율	농장 활동에서 가족 노동력의 비율(%)	0.0678
농장 고용인 노동력 비율	농장 활동에서 고용인 노동력의 비율(%)	0.3627
유제품 생산	연간 가족 당 유제품 생산량 kg/cow/year	0.510*
가족 보유 수	헥타르당 보유 가족 수	0.446*
보존지역 비율	총 농장 규모에서 산림 등 보존지역 비율	0.312*
수목이 없는 목초지	농장의 규모에서 수목이 없는 인공 또는 천연 목초지의 비율	0.0119*
수목이 있는 목초지	농장의 규모에서 수목을 보유한 인공 또는 천연 목초지의 비율	-0.0534*
생울타리	농장에 늘어져 있는 나무(Line up trees), 총 농장 규모에서의 비율	4.456*
농작물 생산	총 농장규모에서 과일, 커피, 사탕수수 등 농작물 재배 면적	-2.225

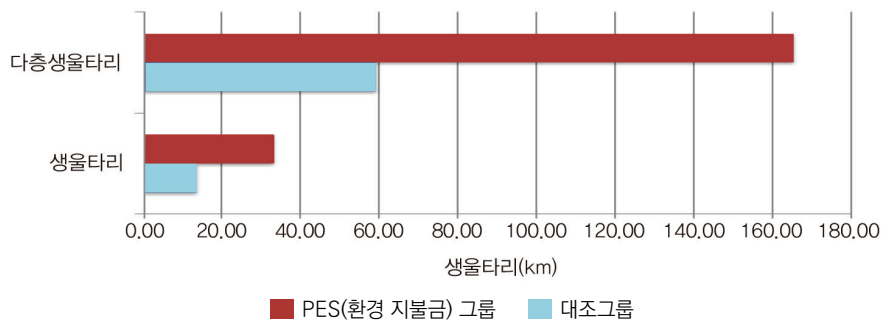
주: *는 $p(0.05)$ 를 의미함.

자료: Seok et al(2016), p.15.

3.3.3. PES의 환경적 영향 평가

PES는 농가의 혼농임업 채택 및 유지에 긍정적인 영향을 미친 것으로 평가되었다(그림 5). 프로젝트 기간 동안 목초지 내 수목과 생울타리가 증가한 것은 PES 지불의 영향을 받은 것으로 보이며, 이러한 결과는 니카라과에서 동일한 프로젝트를 위해 수행된 연구의 결과와 유사하다(Cerrud 2005; Pagiola et al., 2007). PES그룹에서 훼손된 목초지가 수목을 보유한 목초지로 변화하는 비율이 높았고, 이는 프로젝트 기간 동안 PES가 농장의 환경변화에 긍정적인 영향을 미쳤음을 시사한다.

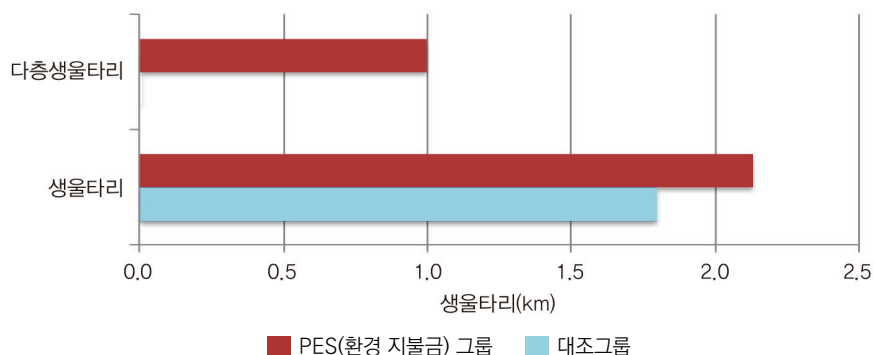
〈그림 5〉 프로젝트 기간(2003-2007)의 생울타리 변화율 : PES 그룹과 대조그룹 비교



자료: Seok et al(2016), p.21.

토지 이용 변화의 영속성을 알아보기 위해 프로젝트가 완료된 2007~2016년 동안의 변화를 살펴보았다. PES를 지불받은 그룹은 생물타리의 길이를 늘려 조경의 연속성을 높이고 환경 개선에 지속적으로 힘쓴 것으로 나타난다. 반면 대조그룹은 생물타리를 상대적으로 적게 늘린 것으로 나타났다(그림 6).

〈그림 6〉 프로젝트 종료 후(2007~2016) 생물타리 변화율 : PES 그룹과 대조그룹 비교

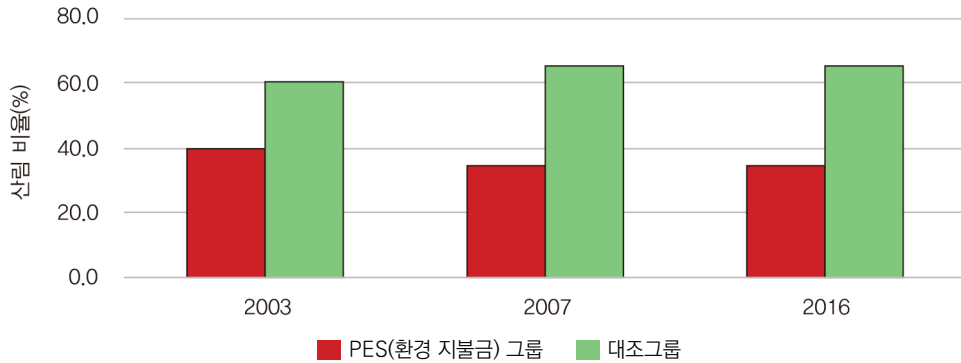


자료: Seok et al(2016), p.25.

〈그림 7〉은 프로젝트 기간 및 종료 후의 농장 내 산림비율 변화를 나타낸다. 프로젝트 초창기 생산자들은 수원보존과 가축들의 쉼터를 제공하기 위해 농장 내에 나무를 심었으며, 조림에 대한 PES 지원금은 2003년에 단 1회 제공되었다. 프로젝트 이후에도 PES를 지급받은 그룹의 경우 농장의 산림비율을 꾸준히 유지하거나 증가 시키는 경우가 많은 반면 대조그룹 농장의 산림비율은 감소한 것으로 나타났다. 프로젝트 기간 대조군의 농장 내 산림비율은 약 5% 감소하였다. PES가 농장 내 산림비율 증가 및 영속성을 촉진하는 인센티브로 작용하였음을 알 수 있다.

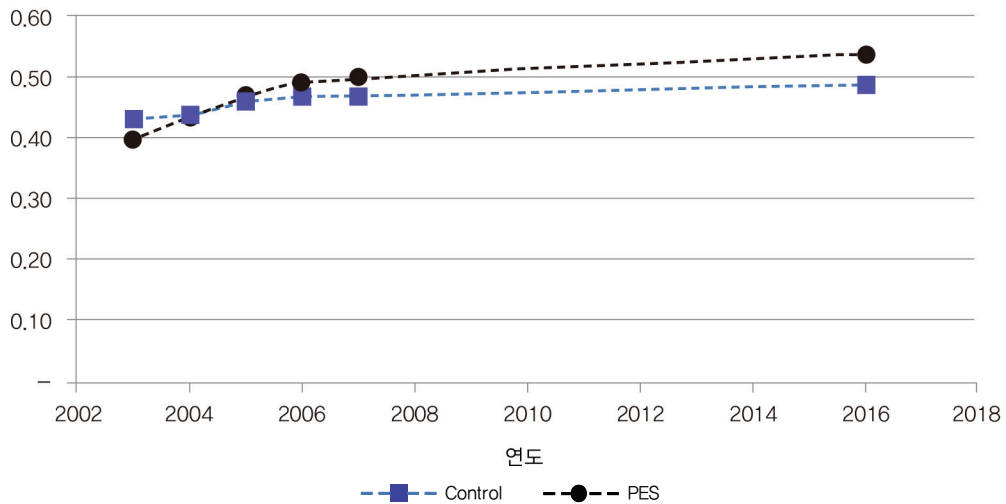
〈그림 8〉은 프로젝트 기간 및 종료 후의 PES 그룹과 대조군 그룹의 생물다양성 변화를 나타내었다. 프로젝트 시작 시점에는 PES 그룹의 생물다양성 지수는 대조군에 비해 다소 낮게 측정되었으나, 프로젝트 시작 후 PES 그룹의 생물다양성 지수는 지속적으로 증가하여 종료 후에도 대조군에 비해 높은 생물다양성 지수가 나타났다. 반면 대조군의 생물다양성은 프로젝트 시작과 종료 후에 큰 변화가 나타나지 않은 것으로 보인다. PES 그룹에서 산림과 생물타리가 증가함에 따라 동식물 서식지를 생성하여 농장의 생물다양성 및 생태적 가치가 높아진 것으로 예상된다.

〈그림 7〉 농장 내 산림비율 변화(2003-2016): PES 그룹과 대조그룹 비교
코스타리카 에스파르자 농장 내 산림비율



자료: Seok et al(2016), p.25.

〈그림 8〉 농장 내 생물다양성 지수 변화(2003-2016): PES 그룹과 대조그룹 비교



자료: Seok et al(2016), p.27.

PES는 탄소 저장량 변화에도 영향을 미친 것으로 나타났다. 농장 내 토지의 탄소 저장량 변화를 추정하기 위해 Ibrahim et al.(2007)이 제안한 축산 농장의 토지사용 구성 요소 접근법을 이용하였다. 추정을 통해 2003년에 보고된 토지사용 변화가 2007년 지상 바이오매스의 탄소 저장량 변화에 미치는 영향을 관찰할 수 있다. 비교 결과 토지사용 변화가 CO₂ 감소 및 저장에 변화를 일으키는 것으로 나타났다. 일반적으로 탄소 저장량의 증가는 PES 그룹에서 더 높게 나타났다. 2003년 지상 탄소 저장량은 대조그룹과 PES 그룹에서 각각 218.2

Gg CO₂e와 363.8 Gg CO₂e로 나타났다. 2007년에는 대조그룹과 PES 그룹의 탄소 저장량이 226.9 Gg CO₂e와 379.6 Gg CO₂e로 측정되었다. PES로 인해 농장의 탄소 저장량이 평균 4.3% 증가했음을 나타낸다. 이는 황폐한 목초지 내 수목이 증가하는 등 농장 내의 산림비율 증가에 따른 것으로 추정된다. 2003~2007년 및 2007~2016년 기간 동안 PES 그룹의 농장은 나무가 없거나 낮은 관목만이 존재하던 구조에서 규모가 큰 나무로의 수종교체 등 토지사용 변화가 발생하였다. 프로젝트가 종료된 2007~2016년 기간의 지상 바이오매스 탄소 저장량 증가도 프로젝트 기간인 2003~2007년과 유사하게 나타났으며, PES 그룹의 탄소 저장량이 대조그룹에 비해 높은 것으로 추정되었다(표 4).

〈표 4〉 토지사용에서 지상 바이오매스 탄소 저장량 평균 변화: 코스타리카의 에스파르자

단위: MgCO₂/ha

토지이용	2007		2016		변화(2016-2007*)	
	대조군	PES	대조군	PES	대조군	PES
황폐한 목초지	2,315.16	6,138.07	2,309.48	6,128.80	-5.68	-9.27
수목이 없는 천연 목초지	347.91	3,578.04	347.95	3,578.20	0.04	0.16
수목이 없는 인공 목초지	519.98	724.44	537.02	738.15	17.04	13.71
수목의 밀도가 낮은 천연 목초지	5,552.86	18,362.54	5,744.29	18,844.51	191.43	481.97
수목의 밀도가 낮은 인공 목초지	17,089.28	9,846.06	19,476.74	13,536.80	2,387.46	3,690.74
수목의 밀도가 높은 천연 목초지	6,141.75	10,256.24	6,297.33	11,345.77	155.59	1,089.53
수목이 밀도가 높은 인공 목초지	17,172.50	9,164.50	20,934.57	14,910.01	3,762.08	5,745.51
천이식물(Succession vegetation)	4,751.37	7,441.19	4,984.59	7,974.85	233.22	533.66
인공림	6,549.58	7,939.34	6,733.97	8,331.14	184.39	391.79
수변림(riparian forest)	148,410.4	231,793.3	149,823.9	233,869.4	1,413.52	2,076.01
2차 산림	292.47	7,427.32	345.22	7,769.13	52.75	341.81
2차 산림 천이지역	17,737.63	66,934.28	18,204.78	68,655.31	467.15	1,721.02
총 저장량	226,880.9	379,605.3	235,739.9	395,682.0	8,858.99	16,076.64

주: *는 2016년 저장량에서 2007년 저장량을 뺀 값을 나타냄.

자료: Seok et al(2016), p.32.

3.3.4. 경제적 영향 평가

2003년 프로젝트 이전과 2016년 프로젝트 이후의 경제적 효율성 변화를 비교하였다. 2003년 계측치에 따르면 PES를 지급받지 않은 대조그룹이 PES 그룹에 비해 더 나은 농장 관리 시스템을 가지고 있는 것으로 나타났다. 두 그룹의 2003년 운영비용 비율(OER)¹⁾을

계측한 결과 대조그룹은 $33(\pm 0.05)$, PES 그룹은 $45(\pm 0.05)$ 로 나타나 대조그룹의 운용 효율성이 더 높은 것으로 보인다. 2003년 비용/편익 비율(B/C ratio)을 살펴보면 두 그룹 모두 1 이상의 값을 가지므로 축산농가 운영이 경제적으로 효율적인 사업임을 알 수 있다.

〈표 5〉 경제적 지표변화: PES 그룹과 대조그룹 비교

그룹	대조그룹		PES 그룹	
연도	2003	2016	2003	2016
평균 농장 규모(ha)	56.87 ± 16.68		38.9 ± 4.94	
목초지(ha)	38.1 ± 11.8	39.1 ± 2.39	26 ± 3.43	25.2 ± 3.24
보존지 면적(ha)	15.5 ± 4.06	15.6 ± 4.12	11.8 ± 1.91	12.2 ± 2.05
경작지 면적(ha)	2.5 ± 1.35	1.5 ± 0.46	0.6 ± 0.14	1.3 ± 0.35
유제품 생산량 (kg/cow/day)	2.6 ± 0.49	2.9 ± 0.76	3.1 ± 0.37	3.3 ± 0.4
보유 가축 중 젖소의 비율(%)	61 ± 0.06	49 ± 0.1	58 ± 0.03	53 ± 0.05
판매한 가축의 수	15.11	6.83	13.13	7.9
가축 보유량 (AU*/ha)	1.25 ± 0.13	1.35 ± 0.11	1.24 ± 0.08	1.37 ± 0.08
현금유입(cash inflow) USD/ha	213.8 ± 42.68	655 ± 148.35	315.3 ± 61.46	562 ± 62.06
현금유출(cash outflow) USD/ha	53 ± 10.98	201.3 ± 44.2	94.7 ± 28.46	147.2 ± 22.57
순 수익(Net income) USD/ha	160.8 ± 38.44	453.7 ± 120.4	219.9 ± 56.94	415.1 ± 51.96
운영비용비율(OER) %**	33 ± 0.05	42 ± 0.05	45 ± 0.05	32 ± 0.03
비용/편익 비율(B/C Ratio) ***	1.2 ± 0.08	0.9 ± 0.03	1.4 ± 0.19	1.1 ± 0.37

주 1) * 은 AU(Animal Unit), 가축 단위를 의미함

2) **은 운영비 수치가 낮을수록 관리 효율이 높음을 의미함

3) ***은 프로젝트의 타당성이 부여되기 위해 해당 비율은 1 이상의 값을 가져야 함

자료: Seok et al(2016), p.19.

2003년 PES 그룹의 농장은 평균적으로 가축의 58%를 젖소로 보유했으며 젖소 당 하루 평균 우유 생산량은 3.1kg이다. 동시에 대조그룹 농장의 젖소 보유 비율은 전체평균 61%이며 젖소 당 평균 일일 우유 생산량은 2.6kg이다. 지역의 육류가격 하락으로 인해 두 그룹 모두 생산자의 판매 가축 두수는 감소 추세에 있다. 2016년 PES 그룹의 단위당 유제품 생산량은 2003년에 비해 다소 증가하였다. 2016년 보유한 젖소의 비율이 2003년에 비해 감소하였음에도 불구하고 유제품 생산량은 증가한 것으로 나타났다.

경제성 평가의 또 다른 중요한 결과는 PES 그룹의 운영비용 비율이 2003년 45%에서

1) 총 투자 비용을 수입 또는 순 가치의 백분율로 나타냄.

2016년 32%로 감소한 반면 대조그룹의 운영비용 비율은 2003년 33%에서 2016년 42%로 증가한 것이다. 이는 PES가 지급된 농장의 운영비용이 현저히 감소했으며, 대조그룹에 비해 농장 관리의 효율성이 향상되었다는 것을 시사한다. 즉 프로젝트 초기에는 대조그룹의 운영 효율이 더 높은 경향이 있으나, 시간이 지날수록 PES 농가의 운용 효율은 점차 개선되는 것으로 나타났다. 비용/편익 비율은 2016년 대조그룹에서 0.9, PES 그룹에서 1.1로 계측되어 PES가 지급된 농장이 PES가 지급되지 않은 농장에 비해 더 많은 편익을 얻고 있음을 알 수 있다. 이 결과는 PES의 지원을 받은 혼농임업 농장의 효율성이 더욱 증가한 것을 나타낸 운영비용 비율 분석 결과와 일치하는 것으로 보인다. 그러나 PES 그룹의 비용/편익 비율이 2003년 1.4에서 2016년 1.1로 감소하였던 것도 주목할 필요가 있다. 대조그룹도 동기간 1.2에서 0.9로 감소하여 유사한 경향을 보였다. 이 결과는 농장의 유제품 생산을 위한 젖소의 보유비율이 감소한 것과 관련된 것으로 보인다. 2016년 젖소의 비율은 대조그룹의 경우 12%, PES 그룹의 경우 6% 감소하였다. 이와 동일한 결과가 Dass(2016)의 연구에서도 관찰된 바 있다. Dass(2016)의 연구는 축산 농장의 운영 방식이 변화하였음에도 불구하고 가축 보유 두수는 감소하는 것을 관찰하였고, 따라서 축산 활동으로 인한 수익성은 결국 감소함을 보였다. 본 프로젝트에서도 2003년 130명의 농가가 참여하였으나 프로젝트 기간 동안 14%가 농장을 팔거나 축산업 외 부가가치가 더 높은 활동으로 전환하는 경향이 관찰되었다. 도시화, 경제발전 등으로 축산업 자체의 기피 현상이 나타난 것으로 보인다. 이러한 경향은 특히 젊은 층에서 현저히 나타났다. 이로 미루어 보아 시간이 갈수록 신흥국에서의 축산업은 결국은 사양 산업이 될 것임을 예측 할 수 있다. 그러나 혼농임업 구현을 위한 PES의 지급으로 농장 관리 및 경제적 효율이 개선되는 등 기존의 축산 시스템을 대체할 수 있는 효율적 시스템이 존재한다는 점은 주목할 가치가 있다. 대조그룹과 PES그룹을 비교해 보면, 대조그룹에 비해 PES 그룹의 젖소비율이 적게 감소한 점, 비록 감소 추세가 나타났지만 PES 그룹의 비용/편익 비율은 2016년에도 여전히 1 이상을 기록하여 0.9를 기록한 대조 그룹에 비해 프로젝트의 타당성이 높음을 알 수 있다. 따라서 본 분석은 2003년 PES를 지급받은 혼농임업 농가가 PES를 지급받지 않은 전통적 축산 농가에 비해 더 효율적인 관리 시스템을 가지고 있으며, PES와 연계된 혼농임업이 쇠퇴하는 전통 축산업의 대안이 될 수 있을 것이라는 결론을 도출하였다.

4. 결론

본문에서는 2002년과 2008년 사이에 실행된 “생태계 관리를 위한 통합 혼농임업 (Integrated Silvopastoral Approaches for Ecosystem Management)” 프로젝트에 따라 코스타리카 에스파르자의 축산 농가에 지급된 환경 지불금(PES)의 효과를 평가하였다. 프로젝트의 목표는 참여 농가에게 PES를 지급하여 전통 축산 방식 대신 혼농임업을 채택하도록 유도하는 것이다. 다양한 환경적, 경제적 지표를 통해 살펴본 결과 PES는 혼농임업 채택 및 유지에 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 평가되었다. 일부 참여 농가들은 농장을 매각하거나 축산 외 다른 활동으로 업종을 변경하기도 하였으나 농장경영을 지속하는 농가들은 프로젝트 종료 후에도 대체로 혼농임업 시스템을 유지하는 것으로 나타났다. 이들은 축산 활동이 환경 및 기후변화에 미치는 영향에 관심을 가지게 되었으며, 농장에 있는 생태자원을 보호해야 한다는 인식이 강해진 것으로 응답하였다. 또한, 지속적인 변화를 추구하며, 농장의 생산성 향상을 위해 소프트 론(soft loan) 등과 같은 다른 인센티브 프로그램에도 참여할 의사를 보였다.

PES는 농장 내 토지 이용 방식에도 영향을 미친 것으로 판단된다. 프로젝트 기간 동안 생산자들은 목초지에 수목을 식재하여 가축들의 쉼터와 생울타리 등으로 이용하는 것을 선호하였다. 프로젝트 종료 후인 2007년부터 2016년 기간에도 생산자들은 변경 사항을 유지하고 목초지의 수목을 관리하거나 생울타리를 확장하는 등 지속가능성 향상을 위해 노력하는 것이 관찰되었다. 혼농임업으로 전환함에 따라 대체로 농장의 수익성은 향상된 것으로 나타났으나 2007년 이후 생산비용이 증가하고 우유 가격이 낮아짐에 따라 농장이 더 큰 비용을 지출하게 되어 PES 수혜 농가 또한 때로는 축산 활동 유지를 위한 충분한 수익을 확보하지 못하였다. 그러나 농장 내의 산림비율이 증가함에 따라 생물다양성과 탄소저장이 증가하는 등 생태적 가치가 높아졌고, 이것은 농장의 비시장적 가치가 증가하였음을 의미한다. 전반적으로 PES와 연계된 혼농임업은 농장의 생산성 향상뿐 아니라 환경적 가치 증진에도 기여한 것으로 평가되며, 쇠퇴하고 있는 전통 축산업의 대안이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

〈국내자료〉

Seok Hyundeok, An Hyunjin, Choi Junyeong, Ibrahim Muhammard, Tobar Diego. 2016. 「The studies on promoting forest carbon sequestration to meet Paris climate agreement target」. KREI.

〈해외자료〉

Benavidez, MF. 2013. *Evaluacion del impacto socioeconomico de pasturas degradadas en fincas ganaderas de la cuenca media del rio Jesus Maria, Costa Rica. Tesis de Maestria*. CATIE. p.99.

Casasola, F; Ibrahim, M; Ramirez, E; Villanueva, C; Sepulveda, C; Araya, J. 2008. *Pago por servicios ambientales y cambios en los usos de la tierra en paisajes dominados por la ganaderia en el tropico subhumedo de Nicaragua y Costa Rica*. Agroforesteria en las Americas no.45:79-85.

Garcia, F. Ibrahim, M. 2013. *Los arboles en los potreros para la reduccion del estres calorico del ganado en los tropicos. En: Estado del Recurso Arboreo en Fincas Ganaderas y su Contribucion en la Sostenibilidad de la Produccion en Rivas, Nicaragua (Boletin tecnico no 60)*. Catie. Costa Rica. p.50.

Garcia-Cruz, F. J. (2010). *Efecto de la cobertura arborea en potreros y el estado de lactancia, sobre el comportamiento diurno de ganado doble proposito manejado bajo pastoreo en el tropico sub-humedo*. Tesis de maestria, Catie, Costa Rica. p.96.

Cerrud, H. 2005. *Efecto del pago por servicios ambientales y otras variables socioeconomicas en la adopcion de usos de suelo amigables con el ambiente en zonas ganaderas de Esparza, Costa Rica y Matiguas, Nicaragua*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. p.167.

Gonzalez, F.; Flores, B. y Flores, J. J. (2000). *La incertidumbre en la evaluacion de las empresas*. Editorial Talleres de Morevellado Editores. Morelia, Michoacan, Mexico. p.184.

Holdridge, L. 1978. *Ecologia basada en zonas de vida*. San Jose, CR, IICA. p.214.

Ibrahim, M., Chacon, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F. y Rojas, J. (2007). *Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arborea*

- en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua*. Agroforesteria en las Americas 45:27-36.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica). Censo Nacional 2000 (en línea). Consultado 3 sep. 2016. Disponible en <http://www.inec.go.cr>
- Kantrovich, 2012. How much business or farm income is being used to cover expenses?. On Line: <http://msue.anr.msu.edu/news/financialratiospart18of21operatingexpenseratio>.
- Lopez, M. 2005. *Analisis de establecimiento de Sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas*. Informe Tecnico. Proyecto GEF-SSp.
- Pagiola, S., Ramirez, E., Gobbi, J., de Haan, C., Ibrahim, M., Murgueitio, E., & Ruiz, J. P. (2007). *Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua*. Ecological Economics, 64(2), 374-385.
- Pezo, D. e Ibrahim, M. 1999. *Sistemas silvopastoriles (Modulo de Enseñanza Agroforestal N°2)*. Costa Rica: Catie, GTZ. p.282.
- Saenz, J. 2005. *Informe final del índice de Pago por servicios ambientales IBSA para los tres países*. Informe interno para el proyecto. Heredia, CR, Proyecto GEF Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. p.23.
- Tobar, D. Ibrahim M. 2010. *Las cercas vivas contribuyen a la conservación de la biodiversidad* Revista Biología Tropical.
- Villanueva, C. Ibrahim, M. Casasola, F. and Sepulveda, C. 2011. *Ecological Indexing as a tool for de Payment for ecosystem services in Agricultural landscape: The experience of the GEF-Silvopastoral Project in Costa Rica, Nicaragua and Colombia*. pp.141-160. In: Rapidel, B. DeCleck, F. Lecop, FJ. and J. Beer. (eds) Ecosystem service.
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F., Rios, N. y Sepulveda, C. 2009. *Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las ncas ganaderas en America Central*. En: Catie, Unep, Cathalac. The Global Mechanism pp.103-125.