

농업환경보전프로그램 생태분야 성과 모니터링 개선 방안

박지연* · 최윤의**

*강원대학교 생태조경디자인학과 학부연구원 · **강원대학교 생태조경디자인학과 조교수

Improvement Measures for Performance Monitoring in the Ecological Sector of the Agri-Environmental Conservation Program

Park, Ji Yeon* · Choi, Yun Eui**

*Undergraduate Researcher, Department of Landscape Architecture Design, Kangwon University

**Assistant Professor, Department of Landscape Architecture Design, Kangwon University

ABSTRACT : This study aimed to resolve issues in performance monitoring of the ecological sector of the Agricultural Environment Conservation Program through a comparative study of domestic ecological monitoring cases and to identify suitable performance monitoring methods for the project. To achieve this objective, current performance monitoring of the Agricultural Environment Conservation Program was compared and analyzed with domestic ecological monitoring cases to examine their applicability. Research results indicate that domestic ecological monitoring covers a wide range, making it difficult to diagnose the ecological environment at the village level. Therefore, it seems challenging to use these data for evaluating the performance of residents' activities. To accurately assess performances of participating villages in the project, on-site monitoring of the target areas is essential. For this purpose, efforts should be focused on strengthening on-site monitoring through the establishment of collaborative systems. However, domestic ecological monitoring can be utilized for long-term performance monitoring in the Agricultural Environment Conservation Program. By extracting necessary data on agricultural areas through geographic information and particularly by utilizing survey results according to the 'cultivated land ecosystem' type, long-term performance of the project could be evaluated. Accordingly, this study can serve as foundational research for establishing an ecological performance monitoring plan and system suited to the project.

Key words : On-site monitoring, Cultivated land ecosystem, National ecosystem survey, Winter waterbird census of Korea, Survey on the impact of climate change

I. 서론

사회가 농업 부문에 요구하는 역할은 단순히 농산물 생산을 넘어 환경보전, 생물다양성 유지, 농촌사회의 전통과 문화 보전 등 공익적 기능을 포함하며, 점차 사회적 및 환경적 측면에서의 역할을 강화하는 방향으로 확대되고 있다(Yoo *et al.*, 2021). 하지만 영농활동은 자연환경과 직접적으로 연결되어 있어, 필연적으로 환경오염을 초래할 가능성을 내포하고 있다(Jang *et al.*, 2021). 농촌지역 활동과

관련한 오염 중 특히 농업 투입재 오염은 농약과 비료로부터의 토양오염과 수질오염을 발생시킨다(Kang and Choi, 2016). 또한 농약을 살포하는 경우 토양에 직접 투하되기 때문에 많은 양의 농약이 유독물질의 상태 그대로 토양에 남아 있게 되어 토양오염을 일으킨다(Kang and Choi, 2016). 이와 같은 환경오염은 농업의 지속가능성을 위협하고 있으며 농업의 공익적 기능을 훼손한다(Choi *et al.*, 2017). 특히 생산성 중심의 화학자재 고투입 농법 및 환경에 대한 농촌 주민의 인식 부족은 환경 부담을 가중시킬 우려가 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2020b). 즉, 농업은 식량을 생산하는 중요한 국가의 기간사업이지만 자연생태계를 개간하고 물질과 에너지를 투입하여 환경을 악화시키는 부정적인 영향도 함께 고려되어야

Corresponding author : Choi, Yun Eui

Tel : +82-33-250-8343

E-mail : uni313@kangwon.ac.kr

한다. 반면에 국민들은 미래 농업·농촌의 중요한 기능으로 식품안전성 향상 53.1%, 안정적 식량 공급 50.3%, 환경보전 및 여가공간 활용 43.8%, 지역 활성화 31.1% 등을 응답하였다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2020b). 이는 농업·농촌을 전통적인 식량생산 공간에서 환경 관련 서비스제공 공간으로 인식이 전환되고 있음을 의미한다. 따라서 농업생산 활동에 따른 환경 과부하 해결 및 농업보호를 위한 정책적 지원 방안 마련과 농업의 공익적 가치 제고를 위한 농업환경정책이 중요하다.

이에 농림축산식품부는 지역 단위 농업환경관리를 위해 2019년에 농업환경보전프로그램 시범사업을 시작하였다. 농업환경보전프로그램은 농업환경 개선이 필요한 지역을 대상으로 주민들이 환경보전 활동에 적극적으로 참여하도록 유도하는 사업으로 참여 마을과 지자체 간 협약을 맺어 5년간 참여 주민의 토양·용수·생태 등 다양한 분야의 환경보전 활동을 지원하고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2023). 하지만 농업환경보전프로그램 사업의 생물다양성과 생태환경에 미치는 영향을 조사하고 그 결과를 객관적으로 평가하는 기준과 방법이 부재하여 사업 성과평가 등에 어려움을 겪어왔다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2020a). 특히 생물다양성 측정은 현장 난이도가 높고 생태계 변화가 장기간에 걸쳐 나타남에 따라 장기 모니터링이 필요하여 행정적·재정적 부담이 크다(Koo, 2020). 현재 농업환경보전프로그램은 전국 65개 마을에서 5년간 시행됨에 따라(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2023.12.11.), 본 사업의 환경개선 효과에 대한 목표 및 성과를 장기적이고 광범위한 관점에서 확인하기 위해서 전국적인 농업생태계 변화 관찰이 필요하다. 농업환경 변화에 대한 전국 단위 장기 모니터링은 장기적인 사업 시행계획의 방향을 검토하여 지속적인 농업환경보전프로그램의 운영을 지원할 수 있다. 또한 농업으로 인한 환경 훼손을 방지하고 공익적 기능을 구현하기 위한 방법으로 지속가능한 농업으로 나아가게 도움을 줄 것으로 기대된다. 따라서 본 연구는 현행 농업환경보전프로그램의 생태 분야 성과 모니터링 가이드라인의 한계를 고찰하고, 이를 보완하기 위해 국내 장기 생태 모니터링 사업의 활용 가능성을 검토하고자 한다. 이를 통해 사업 마을 단위의 생태 분야 모니터링 방안과 지속적인 성과 관리를 위한 장기 모니터링 전략을 모색하고자 한다.

II. 연구방법

현행 농업환경보전프로그램의 생태분야 성과 모니터링에 대한 분석을 위해 2019년도부터 2023년도까지의 사업

시행 내용 및 가이드라인, 관련 연구 보고서를 탐색하였다. 관련 문헌에서 농업환경보전프로그램 사업 절차, 활동프로그램 운영, 연간 사업이행 실적 평가서 등을 고찰하여 성과평가 방법 및 성과관리 체계를 검토하였다. 특히 생태 분야 성과 모니터링에 대해서는 ‘23년 농업환경보전프로그램 사업시행 가이드라인에 제시된 농업분야 생태환경조사·평가 기준 및 매뉴얼을 고찰하였다.

다음 농업환경보전프로그램 성과 모니터링의 한계를 보완할 수 있는 국내 생태 모니터링의 적용가능성을 검토하였다. 국내 생태 모니터링 사업의 선정 기준은 정부부처에서 주기적으로 시행하는 사업, 조사 결과 정보를 자세히 제공하는 모니터링 사업, 농업생태계 건강성을 알아볼 수 있는 분류군을 조사항목으로 포함하는 모니터링 사업, 자료의 수집 및 분석이 용이한 모니터링 사업으로 설정하였다. 이에 국립생태원 전국자연환경조사, 국립생물자원관 겨울철 조류 동시센서스, 국립농업과학원 기후변화 영향실태조사가 선정되었다. 국립농업과학원에서 수행하는 농업환경자원변동평가는 농업환경 보전을 목적으로 4년 주기로 전국의 농업환경 변화를 모니터링하고 있어, 농업환경보전프로그램 사업 성과 모니터링에 활용할 수 있을 것으로 기대되었다. 그러나 이 평가의 세부 항목에 ‘농업생태’ 관련 항목이 포함되어 있지 않아, 본 연구에서는 이를 국내 생태 모니터링 사례 분석에서 제외하였다.

전국자연환경조사는 국가의 자연환경보전정책 수립에 요구되는 생태환경정보를 수집하고 제공하기 위해 시행되고 있다. 이 조사는 환경부의「자연환경보전법」제30조(자연환경조사)와 동법 시행령 제23조(자연환경조사의 내용 및 방법 등)에 근거를 두고 있다. 또한 「자연환경보전법」 시행령 제52조의2(업무의 위탁)에 따라 국립생태원에서 2014년부터 5년마다 전국의 자연환경을 조사 수행 중이다(National Institute of Ecology, 2019). 전국자연환경조사 자료는 국립생태원에서 발간한 제5차 및 제6차 전국자연환경조사 지침과 GIS-DB 지리정보서비스를 통해 수집하였다.

겨울철 조류 동시센서스는 겨울철 국내 습지에 도래하는 철새 현황을 파악하여 철새 및 서식지 보호를 위한 기초자료 확보를 목적으로 시행하고 있다. 한국은 지리적으로 철새의 이동 경로상 중요한 위치에 있어 철새들의 번식지, 월동지, 중간기착지 그리고 서식지로서 매우 중요한 국가이다(National Institute of Biological Resources, 2023). 또한, 조류는 생태계 먹이사슬의 상위에 위치하여 환경에 대한 자세한 정보와 생태계 변화를 알려줄 수 있는 환경의 지표종으로서 높은 가치를 갖고 있다(National Institute of Biological Resources, 2023). 농업환경에서 조류는 논습지의 가치를 나타내는 뛰어난 지표생물로서 생태계의 건강성을 보여주

기 때문에 농경지에 도래하는 철새를 효과적으로 보호하는 것이 중요하다. 겨울철 조류 동시센서스 자료는 국가철새연구센터에서 겨울철 철새 조사 결과를 2021년부터 2023년까지 매년 발간한 결과 보고서에서 수집하였다.

기후변화 영향실태조사는 농촌진흥청에서 수행하는 법정 업무로, 농업과 농촌에 영향을 미치는 기상 및 기후의 이상 변화를 주기적으로 조사하고, 이에 대한 영향 및 취약성을 평가하는 내용을 포함한다(Kim et al., 2021). 「농업·농촌 및 식품산업기본법」 제47조의 2항(기후변화에 따른 농업·농촌 영향 및 취약성 평가), 같은 법 시행령 제19조의2 제1항 및 같은 법 시행규칙 제5조에 따라 기후변화가 농업·농촌에 미치는 영향과 기후변화에 따른 취약성을 5년마다 조사·평가하여 공표한다. 기후변화 영향·취약성 평가 항목 중 생물다양성 및 생물계절 변화에 관한 사항을 조사하기 위해 생물분류군별 생물다양성 및 생물계절 전국 실태조사를 시행하고 있다. 기후변화 영향실태조사는 해당 조사사업과 관련한 국립농업과학원의 연구 보고서 및 농업환경·생태분야 기후영향 취약성 평가 1주기 보고서(2016-2020)를 주로 검토하였다.

수집한 세 가지 생태 모니터링 사업에 대한 자료를 조사 기간, 조사 장소, 조사 항목, 조사 방법, 조사 결과, 평가 기준 및 방법으로 구분하여 고찰하였다. 마지막으로 현행 농업환경보전프로그램 생태 분야 성과 모니터링 가이드라인에 적용할 수 있는 생태 분야 모니터링에 대한 시사점을 도출하였다.

III. 연구결과

1. 현행 농업환경보전프로그램의 생태분야 성과 모니터링 가이드라인 검토

현행 농업환경보전프로그램은 2023년에 배포된 농업환경보전프로그램 사업시행 가이드라인에 따라 운영되고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2023). 해당 가이드라인에는 사업시행 절차, 활동 프로그램 운영, 관련 양식과 함께 2020년에 마련된 ‘농업분야 생태환경 조사·평가 기준 및 매뉴얼’이 포함된다. 본 연구에서는 농업환경보전프로그램 사업시행 가이드라인에서 생태분야 성과 모니터링을 소개하고 한계를 고찰하였다.

농업환경보전프로그램의 사업 성과 모니터링 절차에서 운영되는 주요 조직은 현장지원조직과 전문지원조직이다. 현장지원조직은 해당 사업대상지에서 시행되는 농업환경보전프로그램 사업 전반에 대한 지원기능을 수행하는 조직이다. 현장지원조직은 시·군에서 환경관리 및 컨설팅

분야 전문가 최소 3인 이상으로 구성하며, 시·군과 함께 사업개요, 농업환경 조사·진단 결과 및 2~5년차 농업환경보전 활동 추진계획 등 사업시행 계획을 수립하고, 지자체와 주민 간 가교 역할을 수행한다. 전문지원조직은 농식품부에서 지정하며, 농민과 현장지원조직에 운영, 성과지표 관리, 교육 등을 지원한다.

농업환경보전프로그램의 사업 성과 모니터링은 사업시행 계획에 따라 수행된다. 농업환경보전프로그램 사업대상지로 선정되면 사업 1년차에 사업시행 계획을 수립한다. 사업시행 계획 수립시 시·군은 4-8월에 현장지원조직과 함께 외부 전문기관의 협조를 받아 농업환경 현황을 조사한다. 농업환경조사 결과를 바탕으로 본 사업의 추진 성과를 점검 및 평가하기 위한 농업환경분야 모니터링 계획을 마련한다. 해당 모니터링 계획은 각 분야별 농업환경 조사기관(시·도 농업기술원, 시·군 농업기술센터, 지역 농어촌공사, 외부 전문기관 등), 조사 일정 및 방식 등을 포함해야 한다. 또한 전문지원조직은 사업계획수립을 지원하며 분야별 단위 과제에 대한 성과지표의 기초자료 수집·산출 방법을 자문 및 검토한다. 사업시행계획안 확정 이후, 사업 2년차부터 매년 농업인·주민은 농업환경보전활동을 이행하며 시·군은 현장지원조직과 함께 사업성과 분석을 위해 사업시행계획 이행 점검 관련 농업환경 분야 모니터링을 실시한다.

사업시행 계획 수립 및 사업성과 분석에 활용되는 생태분야 조사항목은 마을 권역 및 논 등 농경지 주변 지표생물 서식 현황, 생태교란생물 서식 현황, 생태계 서식처 현황, 재래종·토종 품종 재배현황 등이다. 이중 지표생물에 대한 조사 및 성과분석은 ‘농업분야 생태환경 조사평가 기준 및 매뉴얼(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2020a)’에서 제시하는 조사·평가 절차를 따른다. 1단계는 지표생물 채집·관찰, 2단계는 지표생물별 개체수 조사, 3단계는 지표생물별 점수화, 4단계는 지표생물 분류군 수와 각 지표생물별 점수합산 결과를 토대로 생태환경 및 생물다양성 양호도를 결정하는 종합평가이다. 시·군은 현장지원조직과 사업시행 계획 수립을 위한 생태분야 조사·평가 결과와 연차별 사업 시행 후 생태분야 조사·평가를 비교하여 연차별 사업 성과를 분석하고, 이를 반영하여 차년도 사업계획서를 보완한다.

현행 농업환경보전프로그램 생태분야 성과 모니터링 가이드라인을 검토한 결과, 성과 모니터링을 위한 지원조직 구성, 사업시행계획 수립 기준 연도별 모니터링 과정 구축, 농업분야 생태환경 조사평가 기준 및 매뉴얼에 따른 생물다양성 등급 평가 방법 등 자세한 가이드라인을 제시하고 있다.

하지만 지표생물 조사 및 평가에 있어 농업민과 현장지원조직이 수행하기에 난이도가 높으며 모니터링 시행에

대한 행정적·재정적 부담이 큰 것으로 판단된다. 생태분야 조사 대상이 논, 밭, 과수원에서 재배하는 농작물을 먹이로 하거나 서식처로 활용하는 해충의 천적을 지표생물(거미류 11종·14과, 양서류 6종, 파충류 5종, 수서무척추동물 8과, 어류 8종, 식물류 11과, 벌류 19종 등)임에 따라 다수의 생물을 분류할 수 있어야 한다. 또한, 조사방법이 농경지(논, 밭, 과수원) 내외 특정 지점에서 트랩 등 채집 도구를 활용하거나, 직접 포획, 현장 육안 등 생물 분류군 별로 다르기 때문이다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2020a). 한편, 생물은 생활환경 내에서 취식(取食), 휴식(休息), 번식(繁殖), 회피(回避) 등을 위해 이동을 함에 따라(Cho, 2017) 농업환경보전프로그램을 이행하는 농경지만을 조사하는 것은 사업 성과를 축소시킬 위험이 있다. 또한, 생태계 변화는 장기간에 걸쳐 단계적으로 진행되기 때문에(Cho, 2017) 사업 기간 내에 한정하여 성과를 판단하는 것은 성급할 수 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해 국내에서 수행되고 있는 생태 모니터링 사업을 고찰하고 적용 가능성을 검토하였다.

2. 현행 생태 모니터링 사업 고찰

가. 전국자연환경조사

전국자연환경조사는 1986년 1차를 시작으로 2023년까지 5년 단위로 총 5차에 걸쳐서 수행되었다. 전국을 북부, 중부 및 남부의 대권역으로 구분한 후 1:25,000 축척 도엽으로 분획하여 조사하지만, 식생은 생태우수지역(생태·자연도 1등급 지역)을 1:5,000 축척 도엽으로 분획하여 정밀 조사·평가를 실시한다. 지형, 식생, 식물상, 육상곤충, 조류, 포유류, 양서류·파충류, 저서성대형무척추동물 및 어류의 9개 분야를 조사하며 전국자연환경조사 지침에 각 분야별 조사 매뉴얼을 제시하고 있다. 조사 분야별로 멸종위기종, 생태계교란종, 법정보호종, 각 분야별 종수 및 개체수 현황, 분포현황 등을 조사한다.

전국자연환경조사 결과는 자연환경보전 정책의 가장 강력한 수단인 생태·자연도 작성 시 활용되는데 이때 식생, 멸종위기 야생생물, 습지, 지형의 4개 평가항목을 기준으로 생태·자연도 등급을 산정한다. 또한 국립생태원이 운영하는 생태정보포털서비스 에코뱅크에서 조사 결과를 바탕으로 GIS-DB를 구축하였다. 이는 식물상, 육상곤충, 조류, 포유류 및 양서류·파충류, 저서성대형무척추동물, 어류 등의 지리정보를 포함하며 각 생물 종 목록에 따라 출현종의 위치점, 종별 개체수, 종수가 기록되어있다. 제5차 전국자연환경조사 지침에 따르면 지난 30년간 제4차 전국자연환경조사까지는 생물종 목록 중심의 조사를 수행해 왔지

만, 현재 우리나라의 각종 자연환경평가와 국제적 흐름에 맞추어 제5차부터 생태계 유형단위의 조사로 전환되어 생태계 유형별(경작지, 산림, 초지, 습지) 생물다양성 현황을 파악할 예정이다(National Institute of Ecology, 2019).

전국자연환경조사의 조사항목과 출현종의 위치정보, 종수, 개체수 등을 기록하는 조사방법은 농업환경보전프로그램의 생태계 보전 활동에 대한 성과평가를 위한 조사 내용과 일치하고 농업환경보전프로그램 사업 기간은 5년으로 전국자연환경조사의 조사 기간과 동일하다. 하지만 조사 시간 5년 동안 전국을 조사하며 매년 조사 계획 지역이 달라지고 해당 조사 기간 이후에 자료를 확인할 수 있기 때문에 이를 농업환경보전프로그램 사업 시행년도 활동에 대한 성과 평가 자료로 활용하기 어렵다. 또한 제4차 전국자연환경조사까지 전국을 대상으로 생물종 중심의 조사로 수행되면서 ‘농업환경’이라는 특수한 환경을 고려한 구체적인 조사 결과로 볼 수 없다. 그러나 제5차 전국자연환경조사는 경작지 생태계에 대한 결과를 제공할 예정이다. 따라서 향후 이를 활용하여 농업환경보전프로그램 참여 마을 내 경작지 생태계의 생물다양성을 평가할 수 있을 것으로 기대된다.

나. 겨울철 조류 동시센서스

겨울철 조류 동시센서스는 전국의 주요 습지를 대상으로 1999년 1월부터 전국에 대한 동시조사를 매년 실시하고 있다(National Institute of Biological Resources, 2023). 매년 겨울철 4회(11월, 12월, 1월, 2월)에 걸쳐 월 3일간 조사를 실시하며 주요 철새도래지를 비롯하여 해안, 호수, 저수지, 평야지대 등 200개 지역에 대해서 매일 약 200명의 조사원이 동시에 조사를 수행한다. 조사대상 습지의 수면과 배후 습지, 인접한 농경지에서 관찰되는 조류의 종과 개체수를 기록한다. 조사대상 조류는 물새를 중심으로 맹금류를 비롯한 산림조류까지 관찰되는 모든 종을 포함하였으며, 환경부 지정 멸종위기 야생생물인 경우 I급 및 II급을 확인하여 기록한다(National Institute of Biological Resources, 2023).

겨울철 조류 동시센서스의 경우 매년 결과 보고서를 ‘국립생물자원관 생물다양성도서관’에서 e-book으로 확인할 수 있다. 해당 보고서는 조사지역별 관찰된 조류의 종별 개체수 및 멸종위기종을 기록하였으며, 조사결과를 종합하고 연간 비교·분석하여 전체 종수 및 개체수, 월별변화, 지역별 현황, 전년 겨울철과 비교, 연간 개체수 변화, 멸종위기 조류 등을 작성한다. 조류 동시 센서스 조사결과는 국내에서 월동하는 물새류의 지역별 분포와 변동, 종별 개체수 변동 및 멸종위기종의 도래현황을 보여주는 대표적인 자료이다(National Institute of Biological Resources, 2023). 이러한 조류 분포 현황의 지속적인 모니터링은 서식지의 생물 분포 변동을 파

악하여 서식환경 변화를 예측할 수 있는 기초 자료가 될 것이다. 또한 1999년부터 현재까지 겨울철 조류 동시센서스를 통해 확보한 자료를 확인할 수 있는 ‘철새지리정보시스템’은 생물종, 조사지역, 관찰기간 등을 설정하여 온라인 맵을 통해 철새 분포 현황을 파악할 수 있도록 하였다.

조류는 생태계 먹이사슬의 상위에 위치하고 다른 생물 종보다 사람과 가까이에서 살면서 관찰이 용이하여 환경 지표종으로 여겨진다(National Institute of Biological Resources, 2023). 따라서 농업생태계에서 조류의 분포는 논 습지와 농업환경의 생태 현황을 대표할 수 있다. 겨울철 조류 동시센서스는 매년 조류 분포 현황을 조사하기 때문에 농업환경보전프로그램 사업 시행 당해연도 성과평가의 기초자료로 활용될 수 있다. 그러나 해당 모니터링의 조사지역은 전국 주요 철새도래지 중심으로 농업환경보전프로그램 참여 마을 위치와 일치하지 않으므로 인근 지역의 결과를 빌려 사업 성과를 평가해야 하는 한계가 있다.

다. 기후변화 영향 실태조사

기후변화 영향 실태조사는 2016년을 시작으로 2020년까지 1주기를 마쳤으며 5년 단위로 수행된다. 생물분류군별 생물다양성 및 생물계절 전국 실태조사는 기후변화에 민감한 농경지에 출현하는 종을 대상으로 전국 분포 현황을 알아보기 위한 전국 분포조사와 기후조건이나 생물계절 현상을 고려하여 계절변화 분석을 위한 지역별 변동조사를 실시한다. 이는 식물지표종 조사, 나비류 조사, 말벌류 조사, 논 수서생물 조사, 육상 절지동물 조사, 양서류 조사 등을 포함한다. 각 조사는 조사지점의 위치정보, 고도, 출현종, 개체수 등을 기록하고 조사 특성상 서식지 유형, 출현빈도, 생물계절, 기온, 수온, 습도 등을 함께 기록하기도 한다(Lee *et al.*, 2020). 최근 발표된 농업환경·생태 분야 기후영향·취약성 평가 1주기 보고서(2016-2020)에 따르면 기후변화 영향·취약성 평가 항목 중 농업생태계의 생물다양성 및 생물계절 변화 분야의 생물계절 변화 및 종 분포 변화를 대상으로 평가를 수행하였다(Kim *et al.*, 2021).

먼저 생물계절 변동 조사를 위해 논 생태계의 변화를 기후대별로 알 수 있도록 연평균기온의 차이를 고려하여 해남, 부안, 당진, 철원 등을 선정하였으며 모니터링 대상 분류군은 크게 초본류, 곤충류, 조류로 하였다. 무인모니터링을 활용한 일정한 시간 간격의 촬영 영상을 통해 개화한 꽃의 수, 곤충의 개체수, 조류의 개체수를 기록한다. 또한 종분포 변동 조사를 위해 전국을 대상으로 한 현장조사를 통해 종분포모델에 사용될 8종의 기후변화 식물지표종의 출현지점 정보를 수집하였다.

기후변화 영향실태조사와 관련하여 농업환경·생태 분

야 기후영향·취약성 평가 1주기 보고서(2016-2020)에 따르면 서양민들레 등 7종에 대한 유효적산온도(GDD)를 미래 시나리오(SSP5-8.5)에 적용하여 종별 기준년대 대비 먼 미래의 개화시기 및 개화시간 또는 출현시기 및 출현기간 등 생물계절 현상의 변동을 예측하였다. 그리고 생물종 분포 변동을 평가하기 위한 종분포모델을 선정하고 SSP5-8.5 미래기후 시나리오를 통해 각 식물지표종에 따른 기준년대 대비 먼 미래의 최고 적합지 면적에 대해 확대 또는 축소를 보여줌으로써 미래 생물종 분포 변동을 전망하였다(Kim *et al.*, 2021). 따라서 농업생태계의 생물다양성 및 생물계절 평가를 위해 다양한 생물분류군의 생물계절 자료를 수집하고 대상 개체군의 생물계절 상황에 대한 전체 기간 자료를 통해 현재 및 미래의 변동을 예측하였다. 또한 전국 식물지표종 분포조사 및 통계모델을 이용하여 우리나라 농경지에서 지역적으로 분포하는 식물들의 잠재서식지 예측과 기후변화에 따른 분포 변동을 분석하였다(Kim *et al.*, 2021).

기후변화 영향 실태조사는 다른 생태 모니터링과 달리 농경지 등 농업생태계에서 출현하는 종을 대상으로 조사하여 ‘농업환경’이라는 특수환경을 고려하였다. 그러나 기후변화 영향실태조사의 조사대상은 기후변화 지표종으로 한정되어 농업생태환경을 평가하기 위한 조사대상으로 활용되기 어렵다. 또한 전국이 아닌 특정 지역을 조사지역으로 선정하여 수행하는 지역별 변동조사를 활용하기 어려운 것으로 판단된다. 또한 조사 목적에 따라 기후대별로 연평균기온의 차이를 고려하여 선정된 조사지역과 생물계절을 고려해 정해진 조사시기는 농업환경보전프로그램 참여 마을의 활동 성과평가를 위한 농업환경조사 과정과 맞지 않을 것으로 판단된다.

국내 생태 모니터링 과정, 평가 및 결과에 대한 종합적인 내용은 다음 표와 같다(Table 1).

3. 농업환경보전프로그램 생태 분야 성과 모니터링 개선점 제안

가. 목적에 적합한 모니터링 방안 구축

생태 모니터링은 조사범위와 대상이 매우 광범위하고 조사·평가·검토할 사항이 많으므로 시행 목적에 맞는 조사대상, 조사시기, 조사지역, 조사방법을 제시해야 한다. 국내 생태 모니터링 사례에서 모니터링 주체는 법적으로 지정되거나 관련 정부부처 중심으로 시행되고 있으며, 조사 결과는 정책 수립을 위한 기초자료로 활용되고 있다. 이에 따라 농업환경보전프로그램에 대한 모니터링의 도입 목적 및 모니터링 운영 주체를 설정하고 목적에 맞는 모니터링 방법을 구축하는 것이 중요하다.

Table 1. Comparison and Review of Ecological Monitoring Process, Evaluation and Results

Survey	National Ecosystem Survey	Winter Waterbird Census of Korea	Survey on the Impact of Climate Change
Period	Every five years	Four times every winter (Nov, Dec, Jan, Feb)	Every five years
Area	The entire country	200 areas nationwide	National and regional survey
Items	9 fields including terrain, vegetation, flora, terrestrial insects, birds, mammals, amphibians and reptiles, benthic macro-invertebrates, and fish	Focusing on waterbirds, including all species observed, including raptors and forest birds	Species occurring in climate-sensitive agricultural land
Method	Survey of endangered species, ecosystem disturbance species, legally protected species, current status of species and population numbers by field, and distribution status	Records of bird species, population numbers, and endangered wildlife	Records of survey site location information, altitude, species occurrence, population numbers, habitat type
Survey Results	Establishment of GIS Database, Survey Report	Result Report in Winter Waterbird Census of Korea	Climate Impact and Vulnerability Assessment Report
Evaluation Criteria	Four assessment criteria including vegetation, endangered wildlife, wetlands, and terrain (ecological and natural map)	Annual comparison and analysis of species number and population size	Biological seasonal phenomena and temperature, species distribution and temperature
Evaluation Method	Rating assessment (1st, 2nd, 3rd grades and separately managed areas)	Evaluation about regional distribution, changes in population numbers by species, and arrival status of endangered species	Evaluation of in long-term future changes in biological seasonal phenomena and changes in species distribution compared to the baseline year

농업환경보전프로그램 성과관리 모니터링의 목적은 단기적으로 사업 참여 마을의 환경보전 활동에 대한 성과를 평가하고 장기적으로 지속적인 농업환경보전프로그램의 전국적인 확대 운영 및 장기간의 사업 성과평가를 고려하여 사업의 생물다양성과 생태환경에 미치는 영향에 대한 농업생태계 변화를 평가하기 위함이다. 이에 농업환경보전 프로그램 생태 모니터링은 해당사업을 운영하는 시·군을 주체로 모니터링을 관리·운영하도록 해야 한다.

나. 생태 분야 모니터링 민·학·관 협력체계 구축

생태환경 조사 및 평가는 어렵고 비용 및 시간이 많이 소요되기 때문에 국내 시행되고 있는 생태 모니터링을 활용하여 해당 사업 성과 모니터링에 적용하고자 하였으나 조사지역, 조사시기가 참여 마을 위치와 사업 시행 기간과 일치하지 않아 직접적으로 활용되기 어려워 보인다. 따라서 사업 참여 마을에 대한 정확한 성과를 알아보기 위해서는 대상지의 현장 모니터링이 체계적으로 시행되는 것이 중요하다. 이에 ‘23년 농업환경보전프로그램 사업시행 가이드라인에 제시된 사업 기간 내 연차별 성과평가를 위한 현장 모니터링을 더 강화하는 방안이 필요하다. 이를 위해 현장 모니터링에 대한 직접적인 문제점을 계속해서 해결할 수 있도록 시범 사업을 운영하고 민·학·관 협력체계를 구축함으로써 성과 모니터링에 대한 시민과학 및 시민 교육 등을 시행하여 현장 모니터링을 강화시킬 수 있도록 한다. 이에 따라 현장 모니터링의 전문성을 갖추고 비용

및 시간을 절약할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

다. 장기 농업 생태환경 평가를 위한 생태 모니터링 활용 방법

농업환경보전프로그램의 환경보전 활동에 대한 생물다양성 및 생태환경의 장기적인 성과를 확인하기 위해 농업생태계 변화를 관찰하는 장기 모니터링이 필요하다. 국내 생태 모니터링은 넓은 조사범위와 주기적인 모니터링 기간, 체계적인 조사 방법 및 전문인력, 공공데이터 제공 등으로 장기적인 농업생태환경을 평가하는데 도움이 될 것으로 판단된다. 이에 국내 생태 모니터링을 활용할 수 있는 방안을 제안하였다.

농업환경보전프로그램에 대한 장기 모니터링을 위해 전국자연환경조사 GIS-DB를 활용하여 농촌지역 내 출현종의 정보를 활용할 수 있다. 「농업·농촌 및 식품산업 기본법」 제3조(정의) 5호 가목에 근거하여 "농촌"은 읍·면의 지역에 해당하여 읍·면지역이 분류군의 생활권 및 행동권, 다양성 등을 고려할 수 있는 범위로 판단되어 읍면지역 내 분류군 분포 현황 데이터를 추출하여 활용한다. 즉, 대한민국의 행정구역에 대한 읍면동 공간데이터와 전국자연환경조사 GIS-DB를 함께 활용하여 읍면별 해당 분류군의 종별 개체수, 종수를 파악한다. 따라서 시·군은 사업 참여 마을을 포함하는 읍면지역의 종합 생태환경을 평가하기 위해 조사 결과를 읍면단위 데이터로 분류하고 분류군별 생물다양성을 평가하여 읍면별 장기간의 성과 모니터링

터링을 수행한다. 또한 제5차 전국자연환경조사 지침에 따르면 생태계 유형단위의 조사로 점차 시행됨을 알 수 있으며 전국자연환경조사 서식지 유형 중 논, 밭, 과수원을 포함하는 경작지 생태계를 제시하고 있다. 따라서 경작지 생태계의 출현종 조사 결과를 활용한 생물다양성 평가를 통해 ‘농업환경’이라는 특수한 환경을 고려하여 농업환경보전프로그램의 장기적인 성과를 간접적으로 평가할 수 있다.

장기간의 성과 모니터링에 겨울철 조류 동시센서스를 활용하기 위해 먼저 200개의 조사지역 중 농업환경보전프로그램 참여 마을을 포함하는 읍면지역 내에 위치하는 조사지역을 모니터링 범위 지역으로 설정한다. 겨울철 조류 동시센서스 결과 보고서에 따라 조류 분포 현황, 전년 겨울철과 비교, 연간 개체수 변화, 멸종위기 조류 등을 파악하고 조류 전체 종수 및 개체수의 분포 데이터를 활용하여 조류의 생물다양성을 평가한다. 겨울철 조류 동시센서스의 연간 결과 보고서 내용 분석과 조류의 생물다양성 평가를 통해 농업생태계의 변화를 관찰하여 장기적인 성과 모니터링을 진행하도록 한다.

IV. 결 론

농업환경보전프로그램은 농업생산에 따른 환경 과부화 문제를 해결하고 농업을 보호하기 위해 주민들이 환경보전 활동에 참여하도록 유도하는 사업이다. 하지만 현행 농업환경보전프로그램 사업에서 생태분야 성과평가 방법은 조사 대상의 전문성 필요 및 단기간 수행 측면에서 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 타 사업에서 수행하고 있는 생태 모니터링 자료를 본 사업에 활용할 수 있는 방안을 모색하였다.

전국자연환경조사, 겨울철 조류 동시센서스, 기후변화 영향실태 조사 등 국내 생태 모니터링의 조사시기는 농업환경보전프로그램 사업 시행 기간과 다르다. 국내 생태 모니터링 조사지역 또한 농업환경보전프로그램 사업 참여 마을의 위치와 일치하지 않다. 즉, 국내 생태 모니터링 결과를 농업환경보전프로그램의 마을 단위 및 개별 연도에 대한 성과 평가에 활용하기에는 대표성과 타당성이 떨어진다. 이에 사업 마을 단위 성과 모니터링의 어려운 점을 해결하기 위해서는 전국 대상의 생태 모니터링을 적용하는 것보다 현행 농업환경보전프로그램에서 시행되고 있는 현장 모니터링을 더 강화하기 위한 노력이 더 중요할 것으로 사료된다.

하지만 국내 생태 모니터링은 장기간의 생태계 변화를 고려하여 사업의 전국 확대 운영 및 시간의 경과에 따라 농업환경보전프로그램의 장기적인 성과를 종합적으로 평

가하는데 활용될 수 있다. 국내 생태 모니터링에서 제공되는 지리정보를 통해 농업지역에 해당하는 조사결과를 선별하여 활용할 수 있다. 특히, 제5차 전국자연환경조사부터 제공하는 ‘경작지 생태계’ 유형에 따른 조사결과는 농업환경보전프로그램 사업 성과에 따른 농업생태계의 장기 모니터링에 대한 활용 가치가 큰 것으로 보인다. 이에 따라 농업환경보전프로그램의 농업생태계에 미친 영향을 거시적으로 확인하고 장기간의 성과를 사업에 반영함으로써 지속가능한 사업 성과 관리의 선순환적인 환류체계를 구축할 수 있다.

본 연구는 현행 농업환경보전프로그램 생태 분야 성과 모니터링 방법의 강화를 위해 국내에서 수행되고 있는 생태 모니터링 결과를 활용할 수 있는 장기적인 사업 성과 모니터링 방안을 제시한 점에서 의의가 있다. 향후 본 연구를 토대로 농업환경보전프로그램 사업 성과 모니터링에 대한 현황과 문제점에 대한 바람직한 모니터링 방법을 제시한다면 사업 특성에 적합한 생태 분야 성과 모니터링 계획 및 체계를 수립 할 수 있으리라 기대한다. 다만, 본 연구를 수행하는 과정에서 해외 사례 고찰을 포함하지 못한 한계가 있다. 후속 연구에서는 영국, 미국, 일본 등 농업환경보전프로그램과 유사한 사업을 수행하는 국가들을 대상으로 전국 단위 및 장기 생태 모니터링 방안을 실제 현장에 적용한 사례를 고찰할 필요가 있다.

References

1. Cho, D. G. (2017) Ecological Restoration Plan Design Theory 1: Ecological Restoration Theory and Legal System. Nexus Environmental Design Research Institute. p. 57-58.
2. Choi, W.J., Kim, H.Y., Park, H.J., Yang, H.I., Park, S.I. (2017). Supporting Study for Realizing Basic Plan of Agricultural Environment Conservation Programs. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong. 1.
3. Jang, Y.J., Kim, G.M., Pyeon, J.E. (2021). Current Status and Improvement Tasks of Agricultural Environmental Resource Information Management. 『NARS Current Issue Analysis』198. National Assembly Research Service. Seoul. 1.
4. Kang, C.Y., Choi, J.Y., (2016). Research on the Survey of Pollution Sources in Rural Areas. M142. Korea Rural Economic Institute. Jeollanam-do. 2-47.
5. Kim, M.H., Choi, S.K., Cho, J.P., Kim, M.K., Eo, J.U., Bang, J.H., Seong, J.M. (2021). Report on the climate change impact and vulnerability assessment on Agricultural

- environment and ecology. Phase I (2016-2020). National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 124-251.
6. Koo, K.A. (2020) Application of An Ecological Engineering Approach in Evaluating Protected Area at Local Scales. *Journal of Environmental Impact Assess.* 29(2): 144-155.
 7. Lee, H.S., Sa, G.H., Ju, Y.J., Ji, M.G., Jung, S.G. (2020). Development of Ecoinformatics Biodiversity Assessment Tools (II): Utilization of Biodiversity Map in Policy Making. Korea Environment Institute. Sejong. 35-38.
 8. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (2020a). Draft Guidelines and Manual for Ecological Environment Survey and Evaluation in the Agricultural Sector. 3.
 9. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (2020b). Draft guidelines for 2020 Agricultural Environment Conservation Program Project Implementation.
 10. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (2023). Guidelines for 2023 Agricultural Environment Conservation Program Project Implementation.
 11. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. (2023.12.11). Hosting of the 2023 Best Practices Contest for Agricultural Environment Conservation Programs. Press Release.
 12. National Institute of Biological Resources. (2023). 2022-2023 Winter Waterbird Census of Korea. National Institute of Biological Resources, Incheon, 1-284.
 13. National Institute of Ecology. (2019). the 5th National Ecosystem Survey Guideline. National Institute of Ecology. Chungcheongnam-do, 28-33
 14. Yoo, C.H., Choi, J.Y., Kim, W.G., Kim, J.M., Jung, J.U. (2021). Nonpoint Source Pollution of Agriculture Water: Current State and Suggestions for Improvement. R926. Korea Rural Economic Institute. Jeollanam-do. 3-4.
-
- Received 17 July 2024
 - Finally Revised 28 August 2024
 - Accepted 2 September 2024