

농업기상재해 조기경보서비스의 전국 확대에 따른 경제적 타당성 분석

서상택¹, 정윤희¹, 김수진^{2*}, 심교문^{3**}

¹충북대학교 농업경제학과, ²충북대학교 농업과학기술연구소, ³국립농업과학원 기후변화평가과
(2023년 08월 31일 접수; 2023년 09월 13일 수정; 2023년 09월 13일 수락)

Economic Feasibility Analysis of Nationwide Expansion of Agro-meteorological Early Warning Service for Weather Risk Management in Korea

Sangtaek Seo¹, Yun Hee Jeong¹, Soo Jin Kim^{2*}, Kyo-Moon Shim^{3**}

¹Department of Agricultural Economics, Chungbuk National University, Cheongju (28644), Korea

²Institute of Agricultural Science & Technology, Chungbuk National University, Cheongju (28644), Korea

³Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju (55365), Korea

(Received August 31, 2023; Revised September 13, 2023; Accepted September 13, 2023)

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the economic feasibility of providing services according to the nationwide expansion of early warning services. The net present value method, one of the cost-benefit analysis methods, was applied to the analysis. As a benefit item that constituted the net present value, the damage reduction amount using crop insurance data and the willingness to pay for the use of early warning services were used. The cost items included system construction and maintenance costs, and text transmission costs. As a result of the analysis, it was found that the nationwide expansion of early warning services had economic feasibility, and its economic effect varied depending on the level of text message use (10% to 40%, 10%p interval) of participating farmers. In the future, the economic effect of early warning services is expected to increase further due to the increase in the number of farmers participating in early warning services and the increase in crop damage caused by climate change. It is necessary to further enhance the economic effect of early warning services by actively utilizing information delivery means through apps or the web as well as text messages.

Key words: Early warning service, Cost benefit analysis, Net present value, Crop insurance, Weather risk management, Farm



* Corresponding Author : Soo Jin Kim
(e2sjkim@gmail.com)

** Corresponding Author : Kyo-Moon Shim
(kmshim@korea.kr)

I. 서 론

조기경보서비스는 농장 단위의 기상과 작물의 재해 예측 정보를 활용하여 재해피해를 회피하거나 경감할 수 있는 관리 대책과 함께 개별 농가에게 인터넷과 모바일을 통해 제공하는 서비스이다(Shin et al., 2015; Shim et al., 2017b; Yun et al., 2015; Yun et al., 2013). 2016년 12월 경남 하동과 전남 구례, 광양 등 3개 시군을 시작으로 점차 확대되어 2023년 6월 기준 61개 시군을 서비스 적용지역으로 하고 있으며, 2025년까지 전국 서비스 확대를 목표로 국립농업과학원이 주관으로 산학연 및 지자체와 공동연구를 수행하고 있다. 전국단위 서비스 확대는 당초 신농업기후변화대응체계 구축사업 예비타당성조사 보고서(2019, KISTEP)에서 2027년을 목표로 하였으나, 서비스의 조기 확대 필요성이 대두되어 2022년 11월에 2025년으로 목표가 수정되었다.

2023년 6월 기준으로 기상정보는 기온(최고, 최저, 평균), 강수량, 일조시간, 일사량, 풍속(평균, 최대), 상대습도, 토양수분, 증발산량 11종이 제공되고, 재해 예측 정보는 가뭄해, 일소해, 동해, 저온해, 장기 저온누적(냉해), 장기 일조부족, 풍해(강풍해, 조풍해, 한풍해), 습해, 고온해, 홍수해(침관수해) 12종이 현업서비스로 제공되고 있다. 조기경보서비스에서 제공되는 노지 작목은 2015년 6종을 시작으로 2023년 6월 기준 38종에 이르고 있으며, 서비스를 신청한 자원(Volunteering) 농가는 2015년 3개 시군 500호에서 시작하여 2023년에 6월 기준 61개 시군 17,662호에 이르고 있다. 2023년 6월 기준 조기경보서비스에 가입된 필지는 총 29,835필지이며, 41.3%에 해당하는 12,321필지의 농가에게 문자서비스가 무료로 제공되고 있다.

조기경보서비스를 제공하기 위해서는 기본적으로 시스템의 구축 및 유지 보수, DB구축 및 데이터의 생성, 문자 또는 앱/PC를 통한 정보 전달, 필지 및 작목 정보 갱신, 전문 교육, 그리고 시스템 운용을 위한 인력 등이 필요하다. 조기경보서비스 사업은 2014년부터 정부 R&D사업의 일환으로 농촌진흥청 국립농업과학원을 중심으로 도농업기술원, 국가농림기상센터, 산업체, 학계 등이 공동으로 추진하고 있다(Shim et al., 2020). 조기경보서비스와 같은 정보화사업은 구축된 시스템의 내구연한이 짧기 때문에 연구개발이 마무리된 다음에도 지속적인 대체투자 및 유지관리가 필요하다. 뿐만 아니라 연구개발이 단계적으로 확대되고 있지만, 사업

화가 동시에 진행되고 있기 때문에 기초 연구개발사업과는 차별성을 갖는다. 따라서 이미 진행중인 연구개발 사업의 기술적 효과보다는 연구개발 이후 사업화의 관점에서 사업의 경제적 타당성을 검토하는 과정이 필요하다.

조기경보서비스의 경제적 효과분석에 대한 연구가 서비스 제공 2년차인 2016년도 시점에서 이루어진 바 있다(Shim et al., 2017a; Jeong et al., 2016). Shim 등 (2017a)의 연구는 조기경보서비스의 이용경험이 1년 이상된 11개 농가 중 문자발송 비용에 대해서 지불의사(Willingness to pay)가 있다고 응답한 6농가를 대상으로 지불의사액을 조사하였으며, 해당 농가의 월 평균 지불의사액을 8,833원(최소 3,000원~최대 20,000원)으로 분석하였다. 투입비용은 2015년 시범사업 지역에 소요된 전산 하드웨어, 운영소프트웨어, 검증용 기상관측 장비 등의 구축비용을 해당 지역의 10a당 비용으로 환산하여 적용하였다. 분석에 이용된 사업기간은 30년, 사회적 할인율 5.5%, 비용편익 분석방법 중 순현재가치법을 이용하여 조기경보서비스사업의 경제성을 분석하였다. 분석결과, 조기경보서비스의 도입에 따른 순현재가치는 10a당 20,410원으로 분석되었다. 이 연구는 조기경보서비스 사업이 시작된 초기 시점에서 이루어졌기 때문에 상대적으로 참여농가 수가 적은 뿐만 아니라 참여농가들의 재해예방에 대한 경험이 많지 않다는 특징이 있다. 또한, 농가가 조기경보서비스의 이용에 따른 피해경감에 대한 경험이나 준거가격(Reference price)에 기초하지 않은 지불의사액을 임의적으로 선택하였기 때문에 확대 해석에 제약이 따른다.

본 연구는 조기경보서비스의 전국 확대를 앞두고 시스템 구축 및 운영에 따른 경제적 타당성을 검토하는데 목적이 있다. 조기경보서비스의 전국 확대는 9개 도(광역시) 단위로 운영하고 중앙단위에서 모니터링하는 것으로 가정하였다. 이는 서비스의 제공 및 장비운용의 표준을 유지하는 것이 시군 단위보다 도(광역시) 단위가 적합하고, 시군의 경우 인력 부족 및 장비 운용의 전문성 결여로 조기경보서비스의 운용에 한계가 있기 때문이다. 경제적 타당성 검토는 예비타당성조사 수행 총괄지침(시행 2018. 4. 17, 이하 '지침')을 준용하여 비용 편익분석법의 하나인 순현재가치법을 이용하되, 편익이 연간 기준으로 산출되는 점을 감안하여 연간 기준의 경제적 타당성을 검토하였다. 편익 산정에 필요한 자료는 조기경보서비스 참여농가의 경험을 반영하기 위해 2017년~2020년 동안 조기경보서비스 이용농가의 필지정

보와 농업정책보험금융원이 제공하는 해당 필지 및 해당 필지가 속한 리의 농작물재해보험 실적자료를 활용하였다. 또한, 조기경보서비스를 이용하는 336농가를 대상으로 서비스 이용에 따른 지불의사액(Willingness to pay: WTP)을 조사하여 편익으로 활용하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 경제적 타당성 분석방법

예비타당성조사에서는 사업의 경제적 타당성을 평가하기 위해 기본적으로 비용-편익 분석(Cost-benefit analysis)기법을 이용한다(지침 제46조). 순현재가치(Net Present Value: NPV)법은 가장 널리 이용되는 비용편익 분석기법 중의 하나로 사업기간 동안(T)의 편익(B)과 비용(C) 흐름의 차이인 순편익(NB=B-C)의 흐름을 적절한 할인율(r)로 현재가치화하여 합산하거나, 총편익의 현재가치의 합과 총비용의 현재가치의 합을 계산하여 투자여부를 결정하는 기법이다(Barry and Ellinger, 2012).

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{NB_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

$$= \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

NPV가 0 이상이면($NPV \geq 0$) 사업의 경제성이 있다고 판단하며, 음(-)의 값을 가질 경우 사업의 경제성이 없다고 판단한다(Barry and Ellinger, 2012). 식(1)에서 순현재가치의 계산에 이용되는 항목은 편익(B), 비용(C), 할인율(r), 사업기간(T)이며, 사업의 성격에 따라 적절한 가정과 측정을 통해 얻어진다.

지침 제49조제2항제5호에 따르면 정보화 사업의 경우 기술의 발전 속도나 내구성 등으로 인해 산출물의 수명이 짧고, 사업에 소요되는 장비의 유형과 내구연한이 다양한 정보시스템의 특성을 반영하여 개별 사업별로 분석기간을 적용한다. 정보화 사업으로 간주되는 조기경보서비스 사업은 지침에서 정한 사업기간이 없기 때문에 별도로 사업기간을 가정해야 하는데, Shim 등(2017)에서는 30년을 가정한 바 있다. 조기경보서비스 사업은 시설과 장비의 대체투자를 통해 사업의 지속성을 확보할 수 있고 정부지원에 의해 시스템의 개발과 서비스 공급이 이루어지기 때문에, 선행연구(Shim *et al.*, 2017)와 마찬가지로 분석기간이 상대적으로 짧은

도로·공항·항만·의료시설 부문 및 기타 대규모 건설사업의 사업기간인 30년을 분석기간으로 설정하였다(지침 제49조제2항제1호). 그리고 조기경보시스템은 국가 재정이 투입되는 사업이기 때문에 예비타당성조사의 사회적 할인율 4.5%를 적용하였다(지침 제50조).

편익은 수해농업인들이 조기경보서비스의 활용을 통해 피해를 예방하거나 경감하는 효과로 정의할 수 있다. 과거의 경험적 자료를 통해 피해경감효과를 구체화할 수 있다면, 그 금액을 편익을 대변하는 변수로 활용할 수 있다. 반면, 충분한 경험적 자료가 없을 경우 농업인들이 조기경보서비스를 활용하기 위해 지불하고자 하는 지불의사액(WTP)을 편익으로 가정할 수 있다. 본 연구에서는 두 가지 방식을 모두 적용하여 조기경보서비스의 편익을 추정하였다.

비용은 조기경보서비스의 전국 확대에 따라 소요되는 하드웨어 및 소프트웨어 구축비용, 조기경보시스템 유지비용, 문자발송비, 인건비 등으로 구성할 수 있으며, 사업기간 동안 시설과 장비의 내용연한을 기초로 하드웨어와 소프트웨어의 대체투자를 가정하였다.

본 연구에서는 편익이 연간 개념으로 산출되기 때문에 사업기간 동안 발생하는 총비용의 현재가치를 연간 비용(연간 자본회수액)으로 변환시켜 서비스의 경제적 타당성을 평가하였다.

2.2. 편익과 비용의 산출 방법

편익은 조기경보서비스의 이용에 따른 피해경감액과 지불의사액(WTP)으로 측정하였다. 먼저, 피해경감액은 2017년~2020년 기간 동안 조기경보서비스를 받는 시군에서 조기경보서비스를 이용하는 농가와 이용하지 않는 농가가 최소한 1개 이상씩 포함된 1,643개의 농작물재해보험실적 자료를 활용하여 분석하였다. 조기경보서비스와 농작물재해보험의 필지정보 매칭(결합)에 이용된 작목은 25종이며, 이 중 보협작물 19작목(벼는 제외)을 대상으로 피해경감액을 측정하였다. 해당작목은 감자, 고구마, 고추, 단감, 뽕, 마늘, 매실, 배, 보리, 복분자, 복숭아, 사과, 시설작물, 양파, 오디, 오미자, 옥수수, 인삼, 자두, 차, 참다래, 콩, 팥, 포도이며, 매칭된 1,643개 리 중 1,029개의 리가 분석에 이용되었다.

리(r) 단위의 연도별(y), 작목별(c) 피해경감액($S_{y,c}$)은 조기경보서비스 이용에 따른 리 단위의 연도별 작목별 손해율($L_{y,c}$)과 미이용에 따른 손해율($L_{y,c0}$)의 차이($D_{y,c} = L_{y,c} - L_{y,c0}$)를 리 단위의 보험료 합산액($P_{y,c}$)에

곱하여 산출하였다.

$$S_{ycr} = P_{ycr} \times D_{ycr}, \quad \forall y, c, r \quad (2)$$

이 때, 손해를 차이는 조기경보서비스의 효과로 인해 양(+)의 값을 가질 수 없기 때문에, 양(+)의 손해를 차이는 여타 요인들에 의한 효과로 가정하여 0으로 처리하였다. 손해율(L)은 농가가 지불하는 보험료(p) 1원 당 수취하는 보험금(b)의 비율(L=b/p×100)로 정의되며, 리 단위의 조기경보서비스 이용농가(i)와 미이용농가(j)의 연도별 작목별 손해율(L_{ycr})은 각각 해당 농가, 즉 조기경보서비스 이용 농가 중 보험에 가입한 농가의 보험료와 보험금을 리 단위에서 합산한 금액의 비율로 계산한다.

본 연구에서는 작물의 특성을 반영하기 위해 작목 부류별로 손해를 차이의 연차간 평균값을 구한 후, 2020년 12월 기준 해당 작목 부류의 보험료 합산금액에 곱하여 총 피해경감액을 산출하였다. 작목의 부류는 과수 4종(단감, 뽕은 감, 사과, 배), 과수기타(복숭아, 포도, 참다래, 매실, 자두), 식량작물(감자, 옥수수, 보리, 콩), 채소(고추, 마늘, 양파), 특작(인삼, 차), 시설작물로 구분하였다. 연도별 작목 부류별 손해를 차이의 평균값은 연도별 작목 부류별 보험료 합산금액에서 연도별 작목별 리 단위의 보험료가 차지하는 비중대로 리 단위의 손해를 차이를 가중 평균하여 산출하였다. 즉, 식(2)를 해당 작목(c)이 속한 작목 부류(A)의 연도별 총 보험료 합산금액(P_{yA})으로 나누어서 연도별 작목 부류별 손해를 차이의 평균값(D_{yA})을 산출하였다.

$$D_{yA} = \frac{\sum_{r=1}^h S_{ycr}}{P_{yA}} \quad (3)$$

$$= \frac{\sum_{r=1}^h ((P_{ycrs} + P_{ycro}) \times D_{ycr})}{\sum_{c=1}^k \sum_{r=1}^h P_{ycr}},$$

∀ y, A. 단, c ∈ A

식(3)에 따라 산출한 연도별 작목 부류별 손해를 차이의 평균값(D_{yA})을 연차에 걸쳐 합산한 다음 연차수(n)로 나누어 작목 부류별 손해를 차이의 연평균 값(D_A)을 도출하였다.

$$D_A = \frac{\sum_{y=1}^n D_{yA}}{n} \quad (4)$$

다음으로 작목 부류별 손해를 차이의 연평균 값(D_A)에 해당 보험료를 곱하여 피해경감액을 산출한 다음, 작목 부류에 대해 합산하여 총 연평균 피해경감액(PS)을 산출하였다. 조기경보서비스의 이용에 따른 총 피해경감액, 즉 연간 편익(BS)은 농가당 연평균 피해경감액(PS)에 2022년 12월 기준 전체 보험가입 농가 수(ns=160,615호)를 곱한 다음, 조기경보서비스의 피해경감액에 대한 기여율(cr=5%)을 적용하여 산출하였다. Seo 등(2021)은 조기경보서비스의 피해경감액에 대한 기여율을 5%~20%까지 5% 간격으로 시나리오를 설정한 바 있으나, 본 연구에서는 경험적 보험실적 자료가 충분하지 않기 때문에 가장 보수적 기준인 5%를 적용하였다.

$$BS = PS \times ns \times cr \quad (5)$$

둘째, 편익을 조기경보서비스를 이용하는 농가의 지불의사액(WTP)으로 측정하였다. 본 연구에서는 서비스 이용에 따른 농가의 지불의사액을 설문하기 전에 지불의사액에 대한 준거가격을 산출하였다. 설문에 참여하는 농가는 2016년 조기경보서비스가 제공된 이후로 재해에 대한 경험과 조기경보서비스 활용에 따른 혜택을 충분히 경험하지 못했다. 따라서 조기경보서비스의 가치를 농가가 직접 기입하는 개방형으로 질문하기에는 한계가 있다. Song and Li(2019)에 따르면, 준거가격(Reference price)의 제시가 소비자들의 효용수준에 영향을 미치는 특성변수들을 더 잘 반영한다. 따라서 본 연구에서는 사업기간(30년) 동안 투입된 총비용의 현재가치(PTC)를 기초로 연간 자본회수액(Capital recovery amount: CRA)을 계산하여 조기경보서비스의 준거가격으로 사용하였다. 자본회수액은 투입된 총비용의 현재가치(PTC)를 회수하기 위해 연간 창출해야 하는 수익금액과 자본의 기회비용의 합, 즉 총비용의 현재가치를 사업기간에 걸쳐 기회비용을 포함하는 연간 비용으로 분산한 것으로 해석할 수 있다. 연간 자본회수액(CRA)은 총비용의 현재가치(PTC)에 자본회수계수(Capital recovery factor: CRF)를 곱해서 산출한다.

$$CRA = PTC \times CRF \quad (6)$$

$$= PTC \times \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}$$

비용은 조기경보서비스의 전국 확대에 따른 도 단위의 하드웨어 및 소프트웨어 구축비용, 중앙 단위의 중앙모니터링 하드웨어 및 소프트웨어 구축비용, 도 단위 및 중앙 단위의 유지관리비, 그리고 문자발송비용으로 구성된다. 국립농업과학원은 2023년 6월말 현재 61개 시군 10,277개 농가에 매일 1회씩 농장 맞춤형 기상 및 재해 예측 정보를 모바일 문자로 발송한다. 조기경보서비스를 전국 단위의 본 사업으로 확대 시행할 경우, 문자수신 농가 수를 시범사업처럼 임의로 제한할 수 없다. 본 연구에서는 2019년 농업경영체에 등록된 1,686,068 농가 가운데 축산농가를 제외한 1,658,785 농가의 10%~40%까지 10% 간격으로 조기경보서비스 정보를 문자로 발송한다고 가정하였다.

III. 결 과

3.1. 비용의 측정

주요 하드웨어로는 웹 어플리케이션 서버, DB서버, 스토리지, 네트워크장비, 방화벽장치, 비디오월, 기타가 있으며, 도 단위의 하드웨어 구축비용은 1,662,300천원, 중앙단위의 하드웨어 구축비용은 132,700천원이다. 도 단위의 주요 소프트웨어로는 자료생성시스템, 시군별 모니터링시스템, 광역형통합관제형시스템이 있으며, 중앙단위의 소프트웨어로는 전국형 통합관제형 시스템, 연계솔루션이 있다. 도 단위의 소프트웨어 구축비용은 1,355,400천원, 중앙 단위의 소프트웨어 구축비용은 140,000천원이다. 유지관리비는 시스템 유지 보수비, 전문교육비, 인건비가 해당한다. 시스템 유지 보수비용은 하드웨어와 소프트웨어 구축비용의 10% 정도로 가정하였기 때문에(Shim *et al.*, 2017a), 도 단

위 198,000천원, 중앙단위 17,000천원이다. 전문교육은 도 단위에서만 이루어지며 연간 집체교육 1회, 시군 당 방문교육 1회로 가정하여 108,000천원으로 설정하였다. 인건비는 각 도 및 중앙 기관에 2명씩 배치하되, 조기경보서비스 업무의 비중을 50%로 가정하여 각각 257,220천원, 28,580천원으로 설정하였다.

문자발송비용은 문자서비스를 신청한 농가에게만 발생한다. 문자서비스를 원하지 않을 경우 비용 없이 모바일 앱이나 웹을 이용해서 조기경보서비스를 이용할 수 있다. 2021년 9월말 기준 문자(장문) 1건의 발송비용은 27원이며, 365일을 가정할 경우 9,855원이 된다. 총 문자발송비용은 1,658,785 농가의 10%~40%까지 10% 간격으로 조기경보서비스 정보를 문자로 발송한다고 가정하였기 때문에 농가의 문자서비스 이용 수준에 따라 1,635천원~6,539천원이 된다.

총비용을 구성하는 항목 중 하드웨어 및 소프트웨어는 한 번 설치하면 6년 간격으로 대체투자가 이루어지며, 나머지 항목은 매년 비용이 발생한다. 이 비용들을 30년에 걸쳐 현재가치화하여 합산하고 사업기간 30년, 사회적 할인율 4.5%를 적용하면, 연간 자본회수액은 문자 이용수준에 따라 2,993백만원~8,118백만원이 된다.

3.2. 편익의 측정

편익은 크게 두 가지 방법으로 측정되었다. 먼저, 조기경보서비스와 농작물재해보험실적 자료를 매칭(결합)하여 피해경감효과로 측정하였다. 2017년~2020년 기간 동안 매칭된 리 단위의 연도별 작목별 피해경감액을 합산한 금액은 총 18,152백만 원이며, 이 금액을 동 기간 동안 농작물재해보험에 가입한 15,499농가를 적용하여 구한 농가당 연평균 피해경감액은 1,171,204원

Table 1. System building and operating expenses for nationwide expansion of early warning service

Classification	Items	Expenses (thousand won)		
		Provincial units	Central unit	Total
H/W	Data processing cluster server, Web application server, Database server, Storage, Network facilities, Firewall facilities, Vidiowall, Others	1,662,300	132,700	1,795,000
S/W	Data generating system, County monitoring systems, Wide area integrated control systems, Nationwide integrated control systems, Linked solution	1,355,400	140,600	1,496,000
Operation	Maintenance, Education, Salary <i>et al.</i>	563,220	55,580	618,800
Total	-	3,580,920	328,880	3,909,800

Table 2. Message sending cost for nationwide expansion of early warning service

Percentage of total farm households	Number of farms receiving message	Unit cost (won)	Total amount (thousand won)
10%	165,879	9,855*	1,634,738
20%	331,757		3,269,465
30%	497,636		4,904,203
40%	663,514		6,538,930

* 27 won × 365 days, as of Sep. 2021.

Table 3. Annual capital recovery amount for present value of total costs with nationwide expansion of early warning service

	No message receiving	Percentage of farms receiving message			
		10%	20%	30%	40%
Amount (million won)	1,285	2,993	4,701	6,410	8,118

으로 계산되었다. 이 금액에 조기경보서비스의 기여율 5%를 적용할 경우 전국단위 피해경감액은 9,406백만원으로 계산되었다. 이 금액을 2020년 12월 기준 보험 가입 농가수 160,615호로 나눌 경우 농가당 연간 피해경감액은 기여율 5%일 때 58,560원으로 분석되었다.

둘째, 조기경보서비스 이용농가의 지불의사액(WTP)을 기초로 측정하였다. 본 연구에서는 서비스 참여농가의 지불의사액을 도출하기 위해 먼저 준거가격을 산출하였다. 준거가격은 사업기간 동안(30년) 조기경보서비스의 전국 확대에 소요되는 시스템 구축비용, 운영비용, 문자발송비용을 현재 시점의 총비용으로 계산하고 총비용을 회수할 수 있는 농가당 연간 자본회수액을 도

출하여 준거가격으로 설정하였다. 문자서비스에 참여하는 농가의 비중을 10%~40%까지 10% 간격으로 가정할 때, 준거가격의 설정에 이용되는 농가당 연간 자본회수액은 4,511원~12,235원이며, 이에 기초하여 5,000원~50,000원까지 11개 구간의 준거가격을 제시하였다.

지불의사액 설문은 서비스 이용농가를 대상으로 문자를 발송한 후 설문사이트에 접속하도록 유도하여 지불의사액을 선택하도록 하였다. 총 2,754농가에게 문자를 발송하였으며, 12%에 해당하는 336농가가 설문 에 응답하였다. 농가의 조기경보서비스 이용에 대한 지불의사액은 제시된 각 준거가격에 대해 응답자 빈도로

Table 4. Disaster damage reduction effect by crop categories

Crop categories	Crops	Farms with insurance (number)	Insurance premium (million won)	Nationwide damage reduction (million won)
Four fruits	Sweet persimmon, Astringent persimmon, Apple, Pear	41,323	255,137	-124,201
Other fruits	Peach, Grape, Kiwifruit, Japanese apricot, Plum	24,132	51,064	-40,641
Food crops (field crops)	Potato, Corn, Barley, Bean	18,107	28,253	-28,958
Vegetables	Pepper, Garlic, Onion	40,525	52,836	-23,455
Special crops	Ginseng, Tea	6,043	21,537	-4,057
Facility crops		30,485	48,467	-59,403
	Total	160,615		-280,715
	5% of total amount			-14,036

Table 5. Reference prices obtained from capital recovery method for willingness to pay

Percentage of total farm households	Number of farms receiving message	Annual capital recovery amount (thousand won)	Annual reference price per farm household (won)
10%	165,879	2,992,995	4,511
20%	331,757	4,701,291	7,085
30%	497,636	6,409,587	9,660
40%	663,514	8,117,882	12,235

가중평균하여 도출하였다. 이 때, 최소 금액인 5천원 미만과 최대 금액인 50,000원 이상에 대해서는 각 급간의 중앙값에 해당하는 2,500원과 55,000원을 적용하였다. 조기경보서비스 이용에 대한 지불의사액은 농가당 연평균 15,134원으로 계산되었다.

3.3. 경제적 타당성 분석

본 연구에서 편익은 조기경보서비스의 이용에 따른 연간 피해경감액 및 지불의사액으로 평가하였고, 비용은 조기경보서비스의 전국 확대에 소요되는 비용을 연간 비용의 개념인 자본회수액으로 변환하여 사용하였다. 연간 비용은 농가의 문자이용 수준(10%~40%까지 10% 간격)에 따라 2,993백만원~8,118백만원으로 측정되었으며, 연간 편익은 피해경감액에 기초할 경우 14,496백만원~57,983백만원, 지불의사액(WTP)에 기

초할 경우 2,510백만원~10,042백만원으로 측정되었다. 순편익은 피해경감액에 기초할 경우 11,503백만원~49,865백만원, 지불의사액(WTP)에 기초할 경우 -483백만원~1,924백만원으로 측정되었다. 피해경감액에 기초할 경우 문자이용 수준에 상관없이 양(+)의 순편익이 발생하였으며, 지불의사액에 기초할 경우 문자이용 수준이 가장 낮은 10%를 제외하고는 양(+)의 순편익이 발생하였다. NPV가 0보다 크거나 같을 경우 투자의 가치가 있는 것으로 판단하기 때문에(Barry and Ellinger, 2012), 조기경보서비스의 전국 확대는 경제적 타당성이 있는 것으로 평가할 수 있다.

한편, 피해경감액으로 측정된 편익이 농가의 지불의사액으로 측정된 편익보다 큰 것으로 나타났다. 피해경감액은 보험실적 자료에 기초하여 객관적으로 측정된 반면, 지불의사액은 시스템 구성 및 운영에 소요되는 원가를 준거가격으로 하여 주관적으로 평가한 편익이다. 후자의 경우 농가가 조기경보서비스의 실제 편익인 피해경감액을 알지 못하는 상태에서 조기경보서비스의 원가를 기초로 편익을 인식하고 평가한 것이다. 따라서 두 개념에 기초한 편익의 직접적인 비교는 한계가 있다. 향후, 보험자료를 기초로 측정된 피해경감액을 준거가격으로 활용하여 지불의사액을 도출하는 접근 방법이 검토될 필요가 있다.

Table 6. Annual willingness to pay for early warning service per farm household

Willingness to pay (won)	Respondent (number)	Weighted average of willingness to pay (won)
2,500	102	15,134
5,000	37	
10,000	96	
15,000	7	
20,000	20	
25,000	5	
30,000	23	
35,000	3	
40,000	1	
45,000	0	
50,000	21	
55,000	21	
Total	336	

IV. 결론: 조기경보서비스의 전국 확대에 따른 경제적 타당성 고찰

본 연구는 조기경보서비스의 전국 확대에 따른 서비스 제공의 경제적 타당성을 검토하기 위해 비용편익분석법의 일종인 순현재가치법을 준용하였다.

분석결과, 조기경보서비스의 전국 확대는 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났다. 조기경보서비스의 경제적 효과는 참여농가의 문자이용 수준(10%~40%까지, 10%p간격)에 따라 달라지는데, 보험실적자료에 기초

Table 7. Net benefit of nationwide expansion of early warning service

Percentage of total farm households	Number of farms receiving message	Present value of total cost (million won)	Total benefit (million won)		Net benefit (million won)	
			Insurance base	WTP base	Insurance base	WTP base
10%	165,879	2,993	14,496	2,510	11,503	-483
20%	331,757	4,701	28,991	5,021	24,290	320
30%	497,636	6,410	43,487	7,531	37,078	1,121
40%	663,514	8,118	57,983	10,042	49,865	1,924

하여 평가할 경우 연간 11,503백만원~49,865백만원으로 분석되었으며, 농가의 지불의사액에 기초하여 평가할 경우 연간 -483백만원~1,924백만원으로 분석되었다.

분석결과를 토대로 조기경보서비스의 경제적 효과에 대한 함의를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 조기경보서비스 참여농가의 증가는 조기경보서비스의 경제적 효과를 높일 것으로 예상된다. 본 연구에서는 편익산정에 있어 중요한 변수인 미래의 조기경보서비스 참여농가 수를 생산위험관리에 적극적인 보험가입 농가수(2020년 12월 기준)를 기준으로 산정하였다. 농작물재해보험 가입농가 수는 매년 증가하고 있다. 마찬가지로 생산위험관리의 필요성을 느끼고 있는 농가들의 조기경보서비스 참여도 증가할 것으로 예상되며, 비례적으로 조기경보서비스의 경제적 효과도 증가할 것으로 예상된다. 둘째, 조기경보서비스의 피해경감 효과에 대한 기여율의 증가로 인해 조기경보서비스의 경제적 효과가 증가할 것으로 예상된다. 조기경보서비스 이용자를 대상으로 설문한 결과에 따르면(Seo *et al.*, 2021), 조기경보서비스를 이용하여 재해를 예방하거나 경감한 사례의 비율이 62.8%로 조사되었다. 조기경보서비스의 피해경감에 대한 기여도는 피해의 빈도 및 규모가 클수록 증가할 것으로 예상된다. 최근 들어, 전세계적으로 태풍, 가뭄, 폭설, 홍수 등의 이상기후 및 그에 따른 자연재해로 인해 경제적 손실의 규모가 커지고 있다(IPCC, 2011). 따라서 조기경보서비스에서 제공되는 정보의 기여도가 증가할 것으로 예상되며, 그만큼 경제적 효과도 커질 것으로 예상된다. 셋째, 조기경보서비스의 이용을 제고를 위해 문자서비스를 포함하여 다양한 정보 전달수단의 활용도 제고가 필요하다. Seo 등(2021)에 따르면, 설문농가의 80.4%가 문자서비스만 활용하고 나머지 19.6%는 문자서비스와 홈페이지를 병행하여 활용하고 있다. 문자서비스를 활용하는 농가의 61.1% 정도는 문자정보만으로도 재해예방 사례가 있는 것으

로 응답하였다. 문자서비스는 단편적 정보에 대한 접근성을 쉽게 만드는 장점이 있지만, 홈페이지 정보보다 제한적인 정보를 제공할 뿐만 아니라 문자발송에 따라 비용이 발생하는 단점이 있다. 따라서 문자서비스는 고령자 등 홈페이지에 대한 접근이 어려운 농업인을 대상으로 제공하고, 청년농업인 등 상대적으로 젊은 농업인들을 대상으로 앱이나 웹을 활용할 수 있도록 교육 또는 권고함으로써 비용절감 및 경제적 효과의 증진을 도모할 필요가 있다. 마지막으로 본 연구결과가 향후 조기경보서비스의 전국 확대를 위한 경제적 근거 및 서비스의 이용 촉진을 위한 홍보자료로 이용될 것으로 기대한다.

적 요

본 연구는 조기경보서비스의 전국 확대에 따른 서비스 제공의 경제적 타당성을 검토하는데 목적이 있다. 분석방법으로는 비용편익분석법의 하나인 순현재가치법을 준용하였다. 순현재가치를 구성하는 편익항목으로 농작물재해보험 실적자료를 이용한 피해경감액과 농가의 조기경보서비스 이용에 따른 지불의사액을 이용하였으며, 비용항목은 시스템 구축 및 유지비용, 그리고 문자발송 비용 등을 포함하였다.

분석결과, 조기경보서비스의 전국 확대는 경제적 타당성이 있으며, 그 효과는 참여농가의 문자이용 수준(10%~40%까지, 10%p간격)에 따라 달라지는 것으로 분석되었다. 향후, 조기경보서비스 참여농가가 증가할 경우 조기경보서비스의 경제적 효과는 더욱 커질 것으로 예상된다. 효과적인 정보의 전달 및 활용을 위해 문자뿐만 아니라 앱이나 웹을 통한 정보전달 수단을 적극 활용함으로써 조기경보서비스의 경제적 효과를 더욱 증진시킬 필요가 있다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ014880)의 지원에 의한 연구용역과제의 일환으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Barry, P. J. and P. N. Ellinger, 2012: Financial Management in Agriculture (7th ed.), Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 397pp.
- IPCC, 2011: Special report on managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation, New York, Cambridge University Press, 582pp.
- Jeong, H. K., Y. A. Lim, H. J. Lee, C. G. Kim, 2016: Research report on current status of climate-smart agriculture and policy directions (ISBN: 978-89-6013-968-8 93520), Korea Rural Economic Institute, 184pp. (In Korean)
- KISTEP, 2019: Preliminary feasibility study report on new agricultural climate change response system establishment project, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, Korea, 242pp. (In Korean)
- Seo, S., S. J. Kim, Y. H. Jeong, W. Shen, D. E. Choi, and H. S. Shin, 2021: Final report on effect and development direction of early warning service for agrometeorological hazard. National Institute of Agricultural Sciences, Korea, 154pp. (in Korean)
- Shim, K. M., H. J. Kim, S. O. Kim, D. J. Kim, and Y. S. Shin, 2020: Final report of an empirical research on the metropolitan scale of an early warning service for agrometeorological hazard. National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Korea, 248pp. (in Korean)
- Shim, K. M., H. K. Jeong, Y. A. Lim, Y. S. Shin, Y. S. Kim, I. T. Choi, M. P. Jung, and H. J. Kim, 2017a: Cost-benefit analysis of a farmstead-specific early warning service for agrometeorological disaster risk Management. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **19**(3), 195-202. (in Korean with English abstract)
- Shim, K. M., Y. S. Kim, M. P. Jung, I. T. Choi, H. Kim, and K. K. Kang, 2017b: Implementation of agrometeorological early warning system for weather risk management in south Korea. *Journal of Climate Change Research* **8**(2), 171-175.
- Shin, Y. S., J. H. Park, S. K. Kim, W. S. Kang, K. M. Shim, and E. W. Park, 2015: An operational site-specific early warning of weather hazards for farmers and extension workers in a mountainous water shed. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **17**(4), 290-305. (in Korean with English abstract)
- Song, J. D. and N. Li, 2019: A survey on measuring method and conceptual difference between willingness to pay and reference price. *Korean Journal of Marketing* **34**(4), 73-98. (in Korean with English abstract)
- Yun, J. I., S. O. Kim, K. M. Shim, and Y. S. Shin, 2015: A Field-specific Service for Agrometeorological Hazards Early Warning (ISBN 979-11-954603-0-4 93520), Korean Society of Agricultural and Forest Meteorology, Suwon, 155pp. (in Korean)
- Yun, J. I., S. O. Kim, J. H. Kim, and D. J. Kim, 2013: User-specific agrometeorological service to local farming community: A case study. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **15**(4), 320-331. (in Korean with English abstract)