한국농림기상학회지, 제25권 제3호(2023) (pISSN 1229-5671, eISSN 2288-1859)
Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 25, No. 3, (2023), pp. 197~207
DOI: 10.5532/KJAFM.2023.25.3.197
ⓒ Author(s) 2023. CC Attribution 3.0 License.

농장맞춤형 기상재해 조기경보서비스의 재해피해 경감효과 측정

서상택[1], 정윤희[1], 김수진[2*], 심교문[3**]
[1]충북대학교 농업경제학과, [2]충북대학교 농업과학기술연구소, [3]국립농업과학원 기후변화평가과
(2023년 07월 05일 접수; 2023년 08월 28일 수정; 2023년 08월 31일 수락)

Measurement of Disaster Damage Reduction Effect of the Farm-customized Early Warning Service for Weather Risk Management in Korea

Sangtaek Seo[1], Yun Hee Jeong[1], Soo Jin Kim[2*], Kyo-Moon Shim[3**]
[1]*Department of Agricultural Economics, Chungbuk National University, Cheongju (28644), Korea*
[2]*Institute of Agricultural Science & Technology, Chungbuk National University, Cheongju (28644), Korea*
[3]*Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju (55365), Korea*
(Received July 05, 2023; Revised August 28, 2023; Accepted August 31, 2023)

ABSTRACT

This study was conducted with the purpose of measuring the disaster damage reduction effect according to the provision of the early warning service ahead of the nationwide expansion. The damage reduction effect was measured using insurance data for 19 insured crops in areas that early warning services were provided during the period from 2017 to 2020. As a result of the measurement, it was analyzed that the early warning service had the effect of preventing or reducing disaster damage to farms. In particular, it was found that the disaster reduction effect was greater when disaster prevention facilities were equipped. The implications obtained from the results are as follows. First, by presenting subjectively experienced disaster reduction cases as numerical effects using insurance data with public confidence and objectivity, it can be used as basic data such as expansion of service area, discount of insurance premium with service adoption, and promotional materials for service subscription for early warning service. Second, in expanding and distributing early warning services, giving priority to areas or crops equipped with disaster prevention facilities can help increase the efficiency and effectiveness of the project.

***Key words*: Early warning service, Crop insurance, Damage reduction, Weather risk management, Farm**

* Corresponding Author : Soo Jin Kim
(e2sjkim@gmail.com)
** Corresponding Author : Kyo-Moon Shim
(kmshim@korea.kr)

I. 서 론

농업생산은 유기적 생산과정을 거치기 때문에 자연재해의 위험에 직접 노출되는 특징이 있다. 특히, 지구온난화의 심화로 인한 기후변화의 영향은 농업생산의 불확실성을 크게 증가시키고 있다. 농업인은 불확실한 농업생산에 대응하기 위해 사후적 위험관리수단인 농작물재해보험에 가입함으로써 경영안정을 도모한다. 뿐만 아니라 생산과정에서 사전적 위험관리수단인 방재시설을 갖추거나 기상정보를 활용함으로써 재해피해를 예방하거나 경감시킨다.

농장맞춤형 기상재해 조기경보서비스(이하 '조기경보서비스')는 기상청에서 제공하는 동네예보나 기상특보처럼 광범위한 지역의 단일화된 정보와는 달리 개별 농가의 필지단위로 맞춤형 기상정보와 작물 맞춤의 재해 예측정보를 생산하여 제공하는 서비스이다. 조기경보서비스의 핵심기술은 해당 지역의 국지적 공간 특성을 반영하여 기상청에서 배포하는 기상자료의 상세화, 작목별 생육단계 추정, 작목의 생육시기별 기상위험 추정의 3단계를 거친 다음, 해당 지역의 GIS 기반 격자형 분포도를 산출하는 것이다(Kim, 2017; Yun and Kim, 2019; Kim *et al*., 2019; Park *et al*., 2021).

조기경보서비스는 2016년 3개 시군(하동, 구례, 광양)을 시작으로 2023년 6월 기준 61개 시군 및 주산지에 제공되고 있으며, 2025년까지 전국으로 서비스 적용 확대를 목표로 추진되고 있다. 그 동안 서비스 지역, 대상작목, 재해정보, 그리고 시스템 개선 등 조기경보시스템의 확대를 위한 기술적 연구들이 다양하게 이루어졌다(Kim *et al*., 2020; Kim *et al*., 2022; Park *et al*., 2017; Park *et al*., 2021; Shin *et al*., 2017). 뿐만 아니라 조기경보서비스를 이용하는 농가 및 농업기술센터 관계자들을 대상으로 서비스 만족도 및 개선사항에 대한 설문조사도 진행된 바 있다(Shim *et al*., 2017; Shim *et al*., 2020). 또한, 농가의 지불의사액(Willingness to pay)과 시스템 소요비용을 이용한 비용편익 분석도 이루어진 바 있다(Shim *et al*., 2017). 그러나 조기경보서비스 참여농가의 보험실적 자료를 이용하여 재해 예방 및 경감에 따른 효과를 경험적으로 분석한 연구는 없다.

본 연구는 조기경보서비스의 재해 예방 및 경감효과를 농작물재해보험의 보험실적 자료를 활용하여 화폐적 가치로 측정하는데 목적이 있다. 이를 위해 2016년~2020년 조기경보서비스 제공지역의 보험작물 25종에 대해 보험에 가입된 필지의 보험정보와 조기경보서비스를 제공받는 4,095개 농가의 필지정보를 매칭(결합)하여 분석에 활용하였다. 연구결과는 조기경보서비스의 전국적 확대를 추진하는 과정에서 사업추진의 당위성 확보 및 농작물재해보험의 보험료 할인, 그리고 조기경보서비스의 가입 촉진을 위한 홍보자료 등으로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

II. 재료 및 방법

2.1. 기초자료 및 분석자료 산출

2021년도에 조기경보서비스를 이용하는 336농가를 대상으로 설문조사한 결과, 조기경보서비스를 활용하여 작물재해를 예방하거나 경감한 사례가 있다고 응답한 농가가 211호로 62.8%에 달했다(Seo *et al*., 2021). 조기경보서비스의 작물재해 예방이나 경감 효과를 엄밀하게 측정하기 위해서는 여타 요인들을 통제한 상황에서 피해규모를 측정하고 화폐액으로 계산하는 과정이 필요하나, 실제 농가 현장에서는 매우 어려운 일이다. 반면, 농작물재해보험 가입농가의 보험실적 자료를 이용할 경우, 조기경보서비스를 이용하는 농가의 손해율과 조기경보서비스를 이용하지 않는 농가의 손해율 등을 비교함으로써 조기경보서비스의 재해예방 또는 경감효과를 제한적으로나마 화폐적 가치로 측정할 수 있다.

본 연구에서는 2017년~2020년 조기경보서비스 제공지역의 보험작물 25종에 대해 보험에 가입된 필지의 보험정보와 조기경보서비스를 받는 4,095개 농가의 필지정보를 매칭(결합)하여 조기경보서비스의 재해예방 및 경감효과를 측정하였다. 필지정보의 매칭에 이용된 작물 25종은 감자, 고구마, 고추, 단감, 떫은 감, 마늘, 매실, 배, 벼, 보리, 복분자, 복숭아, 사과, 시설작물, 양파, 오디, 오미자, 옥수수, 인삼, 자두, 차, 참다래, 콩, 팥, 포도이다. 조기경보서비스가 제공되는 노지배추는 해당 지역에서 보험상품이 제공되지 않아 제외하였다.

분석지역의 추출은 행정의 최소단위인 리 단위로 이루어졌으며, 연도별 작목별로 보험자료의 필지정보와 조기경보서비스의 필지정보가 매칭되는 리를 분석지역으로 선정하였다. 매칭되는 리 가운데 조기경보서비스를 이용하는 농가와 이용하지 않는 농가가 각각 최소 1개 이상씩 존재하는 리가 분석대상이 된다. 2016년은 조기경보서비스를 처음 시작한 해로 조기경보서비스

대상 지역인 3개 시군에서 조기경보서비스를 이용하는 농가와 이용하지 않은 농가가 각각 최소 1개씩 포함된 리가 존재하지 않는다. 따라서 분석대상은 2017년부터 2020년까지 조기경보서비스를 받는 시군에서 조기경보서비스 이용 농가와 이용하지 않는 농가가 최소 한 개 이상씩 존재하는 1,643개 리가 된다.

본 연구에서는 분석지역의 연도별 작목별 농가별(증권별) 보험료(Premium)와 보험금(Indemnity) 자료를 이용하여 조기경보서비스 가입농가와 미가입농가의 손해율(Loss ratio) 차이를 계산함으로써 조기경보서비스의 피해경감효과를 측정하였다. 보험료는 보험작목의 보험가입액(Liability)에 피해율(사고율)을 적용하여 계산한 비용이며, 보험금은 피해(사고)발생시 보험가입액에 상응하여 받게 되는 보상금을 말한다. 손해율(L)은 보험료(p) 1원당 받게 되는 보험금(b)을 백분율로 표기한 것이며, 공정한 보험계약의 보험계리적 손해율은 100%가 된다.

$$L\,(\%) = \frac{b}{p} \times 100 \tag{1}$$

분석지역의 손해율 및 피해경감액을 산출하는 절차는 다음과 같다.

먼저, 연도(y)별 작목(c)별 매칭 리(r)(조기경보서비스 가입농가가 포함된 리) 단위에서 조기경보서비스 가입농가(i)와 미가입농가(j)의 보험료(p) 및 보험금(b)의 합산금액(각각 P_{ycrs}, B_{ycrs}, P_{ycro}, B_{ycro})을 산출한다.

$$\begin{aligned} P_{ycrs} &= \sum_{i=1}^{n} p_i \;,\; \forall y, c, r \;, \\ B_{ycrs} &= \sum_{i=1}^{n} b_i \;,\; \forall y, c, r \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned} P_{ycro} &= \sum_{j=1}^{m} p_j \;,\; \forall y, c, r \;, \\ B_{ycro} &= \sum_{j=1}^{m} b_j \;,\; \forall y, c, r \end{aligned} \tag{3}$$

다음으로 리 단위로 산출된 연도별 작목별 보험료와 보험금의 합산금액을 이용하여 리 단위의 연도별 작목별 조기경보서비스 가입농가와 미가입농가의 손해율(각각 L_{ycrs}, L_{ycro})을 계산한다.

$$L_{ycrs} = \frac{B_{ycrs}}{P_{ycrs}}, \;\; \forall y, c, r \tag{4}$$

$$L_{ycro} = \frac{B_{ycro}}{P_{ycro}} \;,\; \forall y, c, r \tag{5}$$

리 단위의 조기경보서비스 가입농가와 미가입농가의 연도별 작목별 손해율 차이(D_{ycr})는 다음과 같이 계산한다.

$$D_{ycr} = L_{ycrs} - L_{ycro} \;,\; \forall y, c, r \tag{6}$$

조기경보서비스 가입농가와 미가입농가의 손해율 차이는 양의 값(+), 영의 값(0), 음의 값(-)을 가질 수 있다. 손해율은 조기경보서비스뿐만 아니라 농가의 특성, 즉 연령, 학력, 영농경력, 재해유무, 방재시설 유무 등 다양한 요인에 의해 영향을 받는다. 보험자료를 이용하여 농가의 특성요인들을 통제하고 순수하게 조기경보서비스의 효과만을 측정하는 것은 매우 어려운 일이다. Seo 등(2021)의 설문조사에서 제시된 바와 같이, 조기경보서비스를 이용하는 농가의 62.8%가 조기경보서비스를 활용하여 재해를 예방하거나 경감한 사례가 있었고, 작물재해 자체를 경험하지 못했다고 응답한 비중도 11.9%나 되었다. 이를 통해 농가의 특성이 동일할 경우 조기경보서비스 가입농가와 미가입농가의 손해율 차이는 음(-)의 값을 갖는 것으로 가정할 수 있다. 다만, 다른 요인들을 통제한 상태에서 순수하게 조기경보서비스만의 효과를 측정할 수 없기 때문에, 본 연구에서는 조기경보서비스의 손해율 경감에 대한 기여도를 보수적으로 평가하여 5%~20%(5%p 간격) 정도로 가정하였다. 반면, 조기경보서비스 가입농가와 미가입농가의 손해율 차이가 양(+)의 값을 가질 경우 손해율 차이를 영의 값(0)으로 처리하였다. 이는 농가가 조기경보서비스의 정보를 활용하여 피해(손해)를 보았다고 가정하는 것이 설문조사에 근거할 때 합리적이지 않고, 해당 농가의 빈도수는 유지하되 보수적으로 가정한 조기경보서비스의 손해율 경감효과를 상쇄시키지 않도록 하기 위함이다.

$$\text{if} \;\; D_{ycr} > 0, \quad \text{then} \;\; D_{ycr} = 0 \tag{7}$$

최종적으로 조기경보서비스의 도입으로 인한 리 단위의 연도별 작목별 피해경감액(또는 보험료 절감액)(S_{ycr})은 리 단위에서 계산된 보험료 합산금액에 손해율의 차이를 곱함으로써 산출된다.

$$S_{ycr} = (P_{ycrs} + P_{ycro}) \times D_{ycr}, \ \forall y, c, r \quad (8)$$

이상의 절차를 통해 산출한 리 단위의 연도별 작목별 매칭 건수 및 음(-)의 손해율 차이를 보인 건수는 전체 1,643건 중 821건(50.0%)이며(Table 1), 이 자료는 이후 조기경보서비스의 피해경감액 산출에 활용된다. 다만, 벼는 분석에서 제외하였다. 벼는 2020년 12월 기준 농작물재해보험 가입농가의 51%를 차지하고 보험료의 15% 정도를 차지한다. 벼의 경우 별도의 방재시설이 없는 상태에서 작물재해에 대한 대처가 타 작물에 비해 취약할 것으로 판단된다. 따라서 조기경보서비스를 통한 논 작물의 재해예방 기작을 정확히 판단할 수 없는 상태에서 전체 보험가입 농가의 절반을 차지하고 단일 품목으로 가장 많은 보험료를 차지하는 벼를 분석에 포함시킬 경우 벼의 단일 작목 효과가 전체 결과에 미치는 영향이 클 것으로 예상되어 분석에서 제외하였다.

Table 1. Matched ri-area with negative loss ratio and mean value of the negative loss ratio

SN	Year	Crops	Matched ri-area (number) (A)	Matched ri-area with negative loss ratio (number) (B)	Ratio (%) (B/A)	Mean value of negative loss ratio (%)
1	2017	Sweet persimmon	4	0	0.0	.
2	2017	Astringent persimmon	18	0	0.0	.
3	2017	Japanese apricot	6	3	50.0	-75
4	2017	Pear	11	2	18.2	-68
5	2017	Rice	38	20	52.6	-61
6	2017	Peach	6	3	50.0	-528
7	2017	Apple	16	2	12.5	-2.6
8	2017	Onion	2	1	50.0	-116
9	2017	Ginseng	1	0	0.0	.
10	2017	Tea	1	1	100.0	-16
11	2017	Grape	3	1	33.3	-121
12	2018	Potato	2	0	0.0	.
13	2018	Pepper	1	1	100.0	-46
14	2018	Sweet persimmon	5	1	20.0	-178
15	2018	Astringent persimmon	19	8	42.1	-167
16	2018	Japanese apricot	16	7	43.8	-31
17	2018	Pear	18	3	16.7	-17
18	2018	Rice	111	75	67.6	-118
19	2018	Peach	30	18	60.0	-276
20	2018	Apple	66	31	47.0	-253
21	2018	Facility crops	9	5	55.6	-481
22	2018	Onion	1	0	0.0	.
23	2018	Corn	1	1	100.0	-513
24	2018	Ginseng	4	0	0.0	.
25	2018	Plum	1	0	0.0	.
26	2018	Tea	5	3	60.0	-20
27	2018	Kiwifruit	1	0	0.0	.
28	2018	Bean	1	1	100.0	-47

SN	Year	Crops	Matched ri-area (number) (A)	Matched ri-area with negative loss ratio (number) (B)	Ratio (%) (B/A)	Mean value of negative loss ratio (%)
29	2018	Grape	6	3	50.0	-350
30	2019	Potato	4	3	75.0	-116
31	2019	Pepper	14	9	64.3	-76
32	2019	Sweet persimmon	6	4	66.7	-510
33	2019	Astringent persimmon	21	11	52.4	-89
34	2019	Garlic	1	1	100.0	-19
35	2019	Japanese apricot	22	9	40.9	-105
36	2019	Pear	26	12	46.2	-150
37	2019	Rice	201	124	61.7	-275
38	2019	Peach	40	23	57.5	-399
39	2019	Apple	51	23	45.1	-206
40	2019	Facility crops	24	11	45.8	-355
41	2019	Onion	7	1	14.3	-26
42	2019	Ginseng	10	3	30.0	-134
43	2019	Plum	2	2	100.0	-79
44	2019	Tea	4	2	50.0	-53
45	2019	Kiwifruit	2	0	0.0	.
46	2019	Bean	15	9	60.0	-18
47	2019	Grape	9	5	55.6	-290
48	2020	Potato	1	0	0.0	.
49	2020	Pepper	23	14	60.9	-132
50	2020	Sweet persimmon	27	17	63.0	-121
51	2020	Astringent persimmon	49	16	32.7	-58
52	2020	Garlic	12	5	41.7	-118
53	2020	Japanese apricot	25	16	64.0	-62
54	2020	Pear	82	39	47.6	-127
55	2020	Rice	264	163	61.7	-206
56	2020	Barley	1	0	0.0	.
57	2020	Peach	74	0	0.0	.
58	2020	Apple	132	71	53.8	-125
59	2020	Facility crops	25	11	44.0	-619
60	2020	Onion	11	8	72.7	-115
61	2020	Ginseng	9	4	44.4	-54
62	2020	Plum	5	0	0.0	.
63	2020	Tea	4	4	100.0	-33
64	2020	Kiwifruit	1	0	0.0	.
65	2020	Bean	21	11	52.4	-184
66	2020	Grape	15	0	0.0	.
Total/Average			1,643	821	50.0	

2.2. 조기경보서비스의 피해경감액 산출 방법

개별 농가단위나 리 단위가 아닌 전국단위에서 조기경보서비스 이용에 따른 피해경감액을 산출하는 방법은 두 가지로 검토될 수 있다(Fig. 1). 첫째, 연도별 작목별로 산출된 리 단위의 피해경감액을 모든 연도, 작목, 리에 걸쳐 합산한 금액을 동일한 기준의 전체 농가수(조기경보서비스 가입농가 n과 미가입농가 m을 합한 농가수)로 나누어 농가당 연평균 피해 경감액(PS)을 도출한 다음, 전체 보험가입 농가 수(2020년 12월 기준)를 곱해서 총 피해경감액을 산출하는 방법이다. 총 피해경감액을 산출한 후에는 조기경보서비스가 총 피해경감액의 일정 비율(5%~20%까지 5%p간격으로) 만큼 기여하는 것으로 가정하고 조기경보서비스의 피해경감 효과를 도출했다.

$$PS = \frac{\sum_y \sum_c \sum_r S_{ycr}}{\sum_y \sum_c \sum_r (n_{ycr}+m_{ycr})} \quad (9)$$

이 때 총 피해경감액은 조기경보서비스의 효과뿐만 아니라 농가 특성에 따른 변인들의 효과까지 포함한다. 이 방식은 농가당 연평균 피해경감액을 도출할 수 있다는 장점이 있으나, 연차간 작목구성과 보험가입 규모의 차이로 인해 특정 해의 영향이 과다하게 반영될 수 있는 단점이 있다.

둘째, 작목의 종류를 구분하여 작목 부류별로 손해율 차이의 연차간 평균값을 구한 후, 2020년 12월 기준 해당 작목 부류의 보험료 합산금액에 손해율 차이의 연차간 평균값을 곱하여 총 피해경감액을 산출하는 방법이다. 본 연구에서는 농업정책보험금융원의 농작물 부류 구분에 따라 과수 4종(단감, 떫은감, 사과, 배), 과수기타, 식량작물(밭작물), 채소, 특작, 시설작물로 작물부류를 구분하였다. 연도별 작목 부류별 손해율 차이의 평균값은 연도별 작목 부류별 보험료 합산금액에서 연도별 작목별 리 단위의 보험료가 차지하는 비중대로 리 단위의 손해율 차이를 가중 평균하여 산출하였다. 즉, 식(8)을 해당 작목(c)이 속한 작목 부류(A)의 연도별 총 보험료 합산금액으로 나누어서 연도별 작목 부류별 손해율 차이의 평균값(D_{yA})을 산출하였다.

$$D_{yA} = \frac{\sum_{r=1}^{h} S_{ycr}}{P_{yA}} = \frac{\sum_{r=1}^{h}((P_{ycrs}+P_{ycro})\times D_{ycr})}{\sum_{c=1}^{k}\sum_{r=1}^{h} P_{ycr}}, \quad (10)$$

$$\forall\ y, A.\ \text{단},\ c \in A$$

위 식에 따라 산출한 연도별 작목 부류별 손해율 차이의 평균값(D_{yA})을 연차에 걸쳐 합산한 다음 연차수로 나누어 작목 부류별 손해율 차이의 평균값(D_A)을 도출하였다.

$$D_A = \frac{\sum_{y=1}^{n} D_{yA}}{n} \quad (11)$$

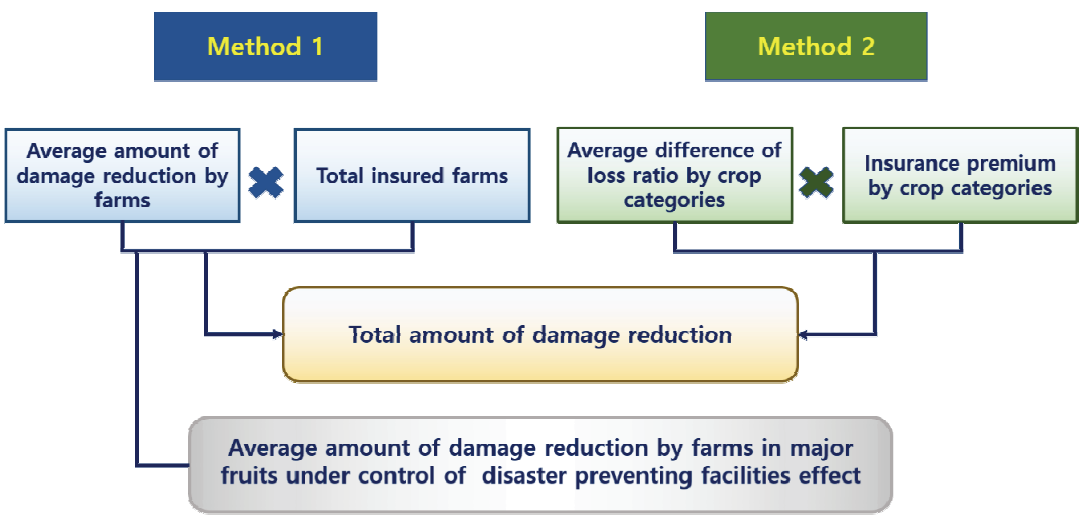

Fig. 1. Methods to calculate damage reduction effect of early warning service with nationwide expansion.

다음으로 작목 부류별 손해율 차이의 평균값(D_A)에 보험료를 곱하여 피해경감액을 산출하였다. 첫번째 방법과 마찬가지로 총 피해경감액의 일정비율 만큼(5%~20%까지 5%p 간격)만 조기경보서비스가 기여한 피해경감효과로 간주하였다. 이 방식은 첫 번째 방식의 단점을 보완하는 장점이 있으나, 작목 구분 없이 농가당 연평균 피해경감액을 도출하는 데에는 한계가 있다.

농작물재해보험에서는 주요 밭작물과 과수에 있어서 방재시설을 갖출 경우 보험료 할인이 주어진다. 본 연구에서는 주요 과수(사과, 배, 복숭아)를 대상으로 조기경보서비스 이용에 따른 전국단위 피해경감액 산출 방법을 이용하여 방재시설 효과를 제거한 후 조기경보서비스의 피해경감효과를 산출하는 방법을 제시하고자 한다. 다만, 방재시설의 효과가 작목, 지역, 방재시설의 종류 등에 따라 다양하게 나타나는 점을 감안하여 농가수준에서 분석결과를 제시하였다. 향후 작목별로 보험료 할인이 주어지는 방재시설을 식별한 후 주요 밭작물과 기타 과수를 포함하여 전국단위의 분석으로 확대할 수 있다. 방재시설의 효과를 통제한 후에 도출한 조기경보서비스의 피해경감액(SF)을 활용하여 농가당 연평균 피해경감액(PSF)을 산출하는 방법은 다음과 같다. 먼저, 주요 과수인 사과, 배, 복숭아의 보험실적 자료에서 방상팬이나 미세살수장치가 있는 농가를 추출한 다음, 이 자료를 조기경보서비스 가입농가와 매칭한다. 연도별 작목별로 산출된 리 단위의 피해경감액(SF)을 모든 연도, 작목, 리에 걸쳐 합산한 금액을 동일한 기준의 전체 농가수(조기경보서비스 가입농가 n과 미가입농가 m을 합한 농가수)로 나누어 농가당 연평균 피해 경감액(PSF)을 도출한다. 농가당 연평균 피해 경감액을 산출한 후에는 조기경보서비스가 총 피해경감액의 일정 비율(5%~20%까지 5%p간격으로)만큼 기여하는 것으로 가정하고 조기경보서비스의 피해경감효과를 도출한다.

$$PSF_c = \frac{\sum_y \sum_r SF_{cyr}}{\sum_y \sum_r (n_{cyr}+m_{cyr})}, \quad (12)$$

$\forall$ (c = 사과, 배, 복숭아)

III. 결 과

3.1. 농가당 연평균 피해경감액(PS)에 기초한 총 재해피해 경감효과(시나리오 I)

조기경보서비스 참여농가가 포함된 리에서 농작물재해보험에 가입한 모든 농가가 조기경보서비스를 이용한다는 가정하에 조기경보서비스의 피해경감효과를 산출하였다. 농작물재해보험에 가입했지만 조기경보서비스를 이용하지 않을 수 있고 반대의 경우도 있기 때문에 농작물재해보험 가입농가와 조기경보서비스 가입농가가 반드시 일치하지는 않는다. 다만, 농작물재해보험 가입 농가수를 활용할 경우 보험실적 자료에 기초하여 산출한 농가당 연평균 피해경감액을 적용하는데 일관성을 유지할 수 있다는 장점이 있다.

2017년~2020년 기간 동안 매칭된 1,643개 리 가운데 벼를 제외하고 분석대상이 된 리의 총 개수는 1,029개이며 보험작물은 벼를 제외하고 총 19작목이다. 감자, 고추, 단감, 떫은감, 마늘, 매실, 배, 보리, 복숭아, 사과, 시설작물, 양파, 옥수수, 인삼, 자두, 차, 참다래, 콩, 포도가 여기에 해당된다. 2020년 12월 기준 농작물재해보험에 가입된 농가는 논작물, 임산물, 버섯재배사 및 농업시설물을 제외할 경우 총 160,615호이다.

2017년~2020년 기간 동안 매칭된 리 단위에서 연도별 작목별 피해경감액을 합산한 결과 총 18,152백만원으로 계산되었다. 동 기간 동안 농작물재해보험에 가입한 농가는 총 15,499호이며, 농가당 연평균 피해경감액은 1,171,204원으로 계산되었다(Table 2). 이 금액에 조기경보서비스의 기여율(5%~20% 구간, 5% 간격)을 곱하여 조기경보서비스의 피해경감액을 산출하였다. 조기경보서비스의 기여율이 5%인 경우 전국단위 피해경감액은 9,406백만 원, 10%일 때 18,811백만 원, 15%일 때 28,217백만 원, 20%일 때 37,623백만 원으로 분석되었다. 이 금액을 2020년 12월 기준 보험가입 농가수 160,615호로 나눌 경우 농가당 연간 피해경감액은 기여율 5%일 때 58,560원, 10%일 때 117,120원, 15%일 때 175,681원, 20%일 때 234,241원으로 계산되었다.

3.2. 작목 부류별 연평균 손해율 차이(D_A)에 기초한 총 재해피해 경감효과(시나리오 II)

2017년~2020년 조기경보서비스 참여농가가 포함된 1,029개 리 단위의 작목 부류별 연평균 손해율 차이

Table 2. Disaster damage reduction effect of early warning service with nationwide expansion in scenario I

Classification	Total	Contribution ratio to damage reduction of early warning service			
		5%	10%	15%	20%
Nationwide yearly damage reduction (million won)	188,113	9,406	18,811	28,217	37,623
Yearly damage reduction per farm (won)	1,171,204	58,560	117,120	175,681	234,241

(D_A)는 과수 4종 -48.7%, 과수 기타 -79.6%, 식량작물 -102.5%, 채소 -44.4%, 특작 -18.8%, 시설작물 -122.6%로 분석되었다(Table 3).

작목 부류별 연평균 손해율 차이에 2020년 12월 기준 작목 부류별 순보험료를 곱하여 총 피해경감액을 산출한 결과 280,715백만 원으로 분석되었다(Table 4).

총 피해경감액에 조기경보서비스의 기여율을 시나리오별로 적용할 경우, 조기경보서비스의 기여율이 5%인 경우 피해경감액은 14,036백만 원, 10%인 경우 28,071백만 원, 15%인 경우 42,107백만 원, 20%인 경우

Table 3. Difference in loss ratio by crop categories

Crop categories	Crops	Annual loss ratio difference (D_A)
Four fruits	Sweet persimmon, Astringent persimmon, Apple, Pear	-48.7%
Other fruits	Peach, Grape, Kiwifruit, Japanese apricot, Plum	-79.6%
Food crops (field crops)	Potato, Corn, Barley, Bean	-102.5%
Vegetables	Pepper, Garlic, Onion	-44.4%
Special crops	Ginseng, Tea	-18.8%
Facility crops		-122.6%

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

Table 5. Disaster damage reduction effect of early warning service with nationwide expansion in scenario II

Classification	Total	Contribution ratio to damage reduction of early warning service			
		5%	10%	15%	20%
Nationwide yearly damage reduction (million won)	280,715	14,036	28,071	42,107	56,143

Table 6. Disaster damage reduction effect of early waning service with tree fruit crops in scenario III

Classification	Total	Contribution ratio to damage reduction of early warning service			
		5%	10%	15%	20%
Yearly damage reduction per farm (won)	2,199,814	109,991	219,981	329,972	439,963

56,143백만 원으로 분석되었다(Table 5).

3.3. 방재시설 효과 통제(PSF)에 기초한 과수 재해피해 경감효과(시나리오 III)

2017년~2020년 기간 동안 재해보험 가입농가 중 방상팬 또는 미세살수장치를 보유하고 조기경보서비스를 이용하는 농가가 포함된 리 단위 지역은 총 42개이다. 방재시설의 피해경감효과를 제거하기 위해 조기경보서비스 가입농가와 미가입농가의 평균 손해율 차이를 계산한 다음 해당 지역의 보험료 합계에 곱하여 리 단위의 피해경감효과를 계산하였다. 각 리 단위의 피해경감액을 42개 리 단위로 합산한 결과, 총 피해경감액은 579백만 원으로 계산되었으며, 이를 해당 리의 총농가수 263호로 나눌 경우 농가당 연평균 피해경감액은 2,199,814원으로 계산되었다(Table 6).

한편, 2017년~2020년 기간 동안 사과, 배, 복숭아에서 조기경보서비스 가입농가의 필지와 보험가입농가의 필지가 매칭되는 리 단위 지역 수는 총 552개이며, 총 농가수는 8,493호이다. 해당 지역의 총 피해경감액은 14,575백만 원으로 농가당 연평균 피해경감액은 1,716,134원으로 계산된다.

따라서 조기경보서비스만을 이용하는 사과, 배, 복숭아 재배농가의 농가당 연평균 피해경감액(1,716,134원)보다 방상팬 또는 미세살수장치를 보유한 농가에서 조기경보서비스를 이용할 때의 농가당 피해경감액(2,199,814원)이 더 크다. 이는 방상팬 또는 미세살수장치를 보유한 농가가 냉해 등 작물재해를 방지할 가능성이 높고 여기에 조기경보서비스의 기상정보가 이러한 방재시설을 더 효율적으로 사용할 수 있도록 뒷받침하기 때문으로 볼 수 있다.

과수 3종의 방재시설 효과 통제후 농가당 연평균 피해경감액(2,199,814원)에 조기경보서비스의 기여율 5% 적용 시 피해경감액은 109,991원, 10% 적용시 219,981원, 15% 적용시 329,972원, 20% 적용시 439,963원으로 계산되었다.

IV. 결론: 조기경보서비스의 재해피해 경감효과 고찰

조기경보서비스 제공에 따른 재해피해 경감효과를 분석하기 위한 피해경감액의 측정은 농가당 연평균 피해경감액에 기초하는 방법, 작목 부류별 피해경감액에 기초하는 방법, 방재시설 효과를 통제한 상태에서 측정하는 방법으로 구분하여 이루어졌다.

먼저, 농가당 연평균 피해경감액을 기초로 측정한 결과, 조기경보서비스 가입농가의 전국 단위 피해경감액은 188,133백만 원으로 측정되었으며, 피해경감액 중 조기경보서비스의 기여율을 5% 가정할 경우 피해경감액은 9,406백만 원, 10% 가정할 경우 18,811백만 원, 15% 가정할 경우 28,217백만 원, 20% 가정할 경우 37,623백만 원으로 분석되었다.

둘째, 작목 부류별 피해경감액을 기초로 측정한 결과, 조기경보서비스 가입농가의 전국 단위 피해경감액은 280,715백만 원으로 측정되었으며, 피해경감액 중 조기경보서비스의 기여율을 5% 가정할 경우 피해경감액은 14,036백만 원, 10% 가정할 경우 28,071백만 원, 15% 가정할 경우 42,107백만 원, 20% 가정할 경우 56,143백만 원으로 분석되었다.

셋째, 방재시설의 효과를 통제한 상태에서 도출한 조기경보서비스 이용농가의 피해경감액은 보험실적 자료에서 방상팬이나 미세살수장치로 인해 보험료 할인을 받고 있는 사과, 배, 복숭아에 대해서만 이루어졌다. 과수 3종의 방재시설 효과를 통제한 후 농가당 연평균 피해경감액은 2,199,814원으로 방재시설 효과를 통제하기 전의 농가당 연평균 피해경감액 1,716,134원보다 높은 수준이다. 이는 재해피해에 영향을 줄 수 있는 여타 요인들이 통제될 경우 조기경보서비스의 피해경감효과가 더 클 수 있음을 시사한다. 과수 3종의 방재시설 효과 통제 후 농가당 연평균 피해경감액 2,199,814원에 조기경보서비스의 기여율 5% 적용 시 피해경감액은 109,991원, 10% 적용시 219,981원, 15% 적용시 329,972원, 20% 적용시 439,963원으로 계산되었다.

이상의 분석결과를 통해 두 가지 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 조기경보서비스를 활용한 재해피해 예방 및 경감 효과를 농업정책보험금융원의 보험실적자료를 활용하여 경험적 화폐액으로 측정할 수 있다. Seo 등(2021)의 설문조사에 의하면, 조기경보서비스를 이용하는 농가 중 재해를 경험하지 않은 11.9%의 농가를 제외하고도 62.8%의 농가가 조기경보서비스를 활용하여 재해를 예방하거나 경감한 사례가 있다고 응답한 바 있다. 이와 같이 주관적으로 경험한 사례를 공신력과 객관성을 갖춘 보험실적자료를 활용하여 수치적 효과로 제시함으로써 조기경보서비스의 확대, 조기경보서비스 이용 시 보험료의 할인, 조기경보서비스 가입 촉진을 위한 홍보자료 등의 기초자료로 활용할 수 있다.

둘째, 조기경보서비스는 방상팬이나 미세살수장치 등과 같은 방재시설이 있는 경우에 더 효과적이다. 방재시설을 보유한 과수 3종에 있어서, 조기경보서비스 가입농가의 피해경감액이 방재시설이 없는 경우에서의 그것에 비해 크다는 것이 보험실적자료를 통해 경험적으로 확인되었다. 따라서 조기경보서비스의 확대보급에 있어서 방재시설을 갖춘 지역이나 작목에 우선순위를 두는 것이 사업의 효율성과 효과성을 높이는데 도움이 될 수 있다.

적 요

본 연구는 조기경보서비스의 전국단위 확대를 앞두고 서비스 제공에 따른 재해피해 경감효과를 측정할 목적으로 수행되었다. 피해경감효과는 2017년~2020년 기간 동안 조기경보서비스 제공지역의 보험작물 19종에 대해 보험실적 자료를 이용하여 측정하였다. 측정결과, 조기경보서비스는 농가의 재해피해를 예방하거나 경감시키는 효과가 있는 것으로 분석되었다. 특히, 방재시설이 구비되어 있는 경우에 재해경감효과가 더 큰 것으로 나타났다. 이상의 분석결과를 통해 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 주관적으로 경험한 재해경감 사례를 공신력과 객관성을 갖춘 보험실적자료를 활용하여 수치적 효과로 제시함으로써 조기경보서비스의 확대, 조기경보서비스 이용 시 보험료의 할인, 조기경보서비스 가입 촉진을 위한 홍보자료 등의 기초자료로 활용할 수 있다. 둘째, 조기경보서비스의 확대보급에 있어서 방재시설을 갖춘 지역이나 작목에 우선순위를 두는 것이 사업의 효율성과 효과성을 높이는데 도움이 될 수 있다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ014880, RS-2020-RD009451)의 지원에 의한 연구용역과제의 일환으로 수행되었습니다.

REFERENCES

Kim, D. J., J. H. Park, S. O. Kim, J. H. Kim, Y. S. Kim, and K. M. Shim, 2020: A system displaying real-time meteorological data obtained from the automated observation network for verifying the early warning system for agrometeorological hazard. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **22**(3), 117-127. (in Korean with English abstract)

Kim, D. J., S. O. Kim, J. H. Kim, and E. J. Yun, 2019: Establishment of geospatial schemes based on topo-climatology for farm-specific agrometeorological Information. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **21**(3), 146-157. (in Korean with English abstract)

Kim, S. O., 2017: Estimation of temporal surface air temperature under nocturnal inversion conditions. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **19**(3), 75-85. (in Korean with English abstract)

Kim, S. O., J. H. Park, and K. H. Hwang, 2022: Minimizing estimation errors of a wind velocity forecasting technique that functions as an early warning system in the agriculture sector. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **24**(2), 63-77. (in Korean with English abstract)

Park, J. H., Y. S. Shin, and K. M. Shim, 2021: Improvements of unit system for nationwide expansion of early warning service for agrometeorological disaster. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **23**(4), 356-365. (in Korean with English abstract)

Park, J. H., Y. S. Shin, S. K. Kim, W. S. Kang, Y. K. Han, J. H. Kim, D. J. Kim, S. O. Kim, K. M. Shim, and E. W. Park, 2017: Speed-up techniques for high-resolution grid data processing in the early warning system for agrometeorological disaster. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **19**(3), 153-163. (in Korean with English abstract)

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, 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, 2017: 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)

Shin, Y. S., J. H. Park, S. K. Kim, W. S. Kang, Y. K. Han, D. J. Kim, S. O. Kim, J. H. Kim, and K. M. Shim, 2017: Design and implementation of mobil application for field-specific early warning of agrometeorological hazards. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **19**(3), 180-194. (in Korean with English abstract)

Yun, E. J., and S. O. Kim, 2019: Improving usage of the Korea Meteorological Administration's Digital Forecasts in agriculture: Correction method for daytime hourly air temperature over complex terrain. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **21**(4), 221-228. (in Korean with English abstract)