우리나라 농업기상재해의 공간 분포 및 지역 특성 분석

Spatial Distribution and Regional Characteristics of Meteorological Damages to Agricultural Farms in Korea

송인홍* · 송정현** · 김상민*** · 장민원*** · 강문성**†

Inhong Song · Jung Hun Song · Sang Min Kim · Min Won Jang · Moon-Seong Kang

ABSTRACT

Along with global warming, ever intensifying weather events have increased damages to agricultural farms and facilities. The objective of this study was to investigate the spatial distribution and regional characteristics of agricultural damages by extreme weather events. Agricultural disaster statistics provided by the National Emergency Management Agency were summed over for a 13-year period from 1998 to 2010 and used for the spatial analysis. Two indices of damage area ration and property damage per unit area were introduced to quantify regional agricultural damages. As the results, farm inundation accounted for the largest area primarily damaged by typhoons with heavy rainfalls. Most property damages to farm lands originated from farm erosion in the alpine regions by localized guerrilla rains. The two major causes of damages to greenhouse and livestock facilities were typhoon with strong wind and winter blizzards. Gangwon was the province of the largest property loss mostly from farm land erosion losses, followed by Gyeongnam, Jeonnam, and Chungnam where losses to greenhouse and livestock facilities were relatively greater. Property loss per unit area was also the greatest for the Gangwon province (4.91 MW/ha), followed by Gyeongnam and Chungnam of 2.20 and 1.50 MW/ha, respectively. Unit loss for greenhouse and livestock facilities was 13.3 MW/ha, approximately 13 times greater than that for farm land (1.06 MW/ha). The study findings indicated the importance of reducing highland farm erosion and reinforcing farming facilities structures for agricultural disaster management.

Keywords: Agricultural disaster; extreme rainfalls; blizzards; inundation & erosion

1. 서 론

지구 온난화는 현재 진행형인 현상으로 이에 따른 기상이변의 발현도 지속적으로 증가하고 있고, 농업은 광범위한 지역에서 이루어지는 특성상 기상이변에 매우 민감하게 반응한다. 2010년 1월에 서울지역에 발생한 폭설로 인하여 근교 하우스 상추 재배지역에 피해가 발생하여 상추 경매가격이 하루에 64.5 % 폭등하는 현상이 발생하였는데, 이는 기상재해가 농산물 수급에 미치는 영향을 단적으로 보여주는 예이다 (Samsung Economic Research Institute, 2010).

우리나라는 연 강수량의 60~70 %가 여름철에 집중되어 있

고, 기후변화의 영향에 따른 집중호우의 발현 빈도가 증가하고 있어 기상피해가 급증하는 추세에 있다. 기상청의 지난 30년 통계에 따르면, 시간 최대 강우량이 50 mm를 초과하는 강우사상이 최근 10년간 그 이전 10년에 비해 약 60 % 가량 증가한 것으로 나타났다 (Ministry of Land, Transportation, and Maritime, 2008). 장마 및 장마 후의 여름철 강수기간 동안 우리나라 대표 지점에서 강수량이 뚜렷하게 증가하고, 또한 일강수량 80 mm 이상의 호우 사상의 발현빈도도 증가하는 경향에 있다 (Park et al., 2008; Kim and Choi, 2010).

소방방재청의 1916 이래 2010년까지 기상재해 통계자료를 보면, 기상재해 재산피해액이 가장 컸던 10년의 재해 중 6번이 2000년대에 발생했고, 그 중 태풍 ‘루사’가 강타한 2002년이 7조 7,948억 원으로 가장 컸고, 다음이 2003년 태풍 ‘매미’로 인한 5조 4,972억 원이었다 (National Emergency Management Agency (NEMA), 2010). Park et al. (2005)은 과거 1987~2003년 약 15년간의 기상재해 자료를 주요 기상재해의 원인과 피해규모를 고려 지역별로 분석하였고, 강원, 경남, 경북의 연평균 피해액이 큰 것으로 보고한 바 있다 (Park et al., 2005).

* 서울대학교 농업생명과학대학 농업생명과학연구원
** 서울대학교 조경·지역시스템공학부·농업생명과학연구원 겸임연구원
*** 경상대학교 지역환경기반공학과 (농업생명과학연구원)
† Corresponding author Tel.: +82-2-880-4582
Fax: +82-873-2087
E-mail: mskang@snu.ac.kr

2012년 9월 10일 투고
2012년 10월 30일 심사완료
2012년 10월 30일 게재확정

Kim (2007)은 연안지역, 폭풍우, 폭설, 폭염 측면에서 기상재해를 분석하고 재해위험지도를 작성하여 재해 대응체계를 제시한 바 있다.

지금까지의 기상변화 관련 연구는 도시지역을 위주로 수행되어 왔고, 농업분야에서는 작물생육 및 농업생태계 영향 측면에서 매우 제한적으로 이루어져 왔다 (National Institute of Agricultural Science and Technology, 2007; Cho et al., 2011). 농업기상재해 측면에서는 Shim et al. (2003)이 과거 10년간 (1991-2000년) 농작물 피해를 기상재해 유형에 따라 시군단위로 분석한 바 있고, Kim et al. (2012)는 기상재해 취약성 평가를 위한 대리변수 선정 연구를 수행한 바 있지만, 농업생산기반에 대한 기상재해 특성분석에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 농업생산은 기후영향이 절대적이고 지역 특성에 따라 기상재해의 양상이 매우 다른 양상을 보인다. 따라서 농업생산기반의 기후변화 대책 수립을 위해서는 지역 특성에 따른 기상재해의 형태 및 공간분포 특성에 대한 분석이 필요하다.

Fig. 1 Procedure of spatial analysis and characterization of regional agricultural meteorological damages

따라서 본 연구에서는 과거 기상재해 통계 자료를 이용하여 극한기상의 형태에 따른 농업생산기반에 대한 기상피해를 피해면적 및 피해액 기준으로 지역별 분포 특성을 조사하고, 또한 광역단위 생산기반면적 대비 피해 특성을 분석하고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 농업분야 생산기반의 지역별 기상재해 분포 특성을 분석하였으며, 전체적인 분석방법 및 절차는 Fig. 1과 같다.

1. 기상재해 추출 및 데이터베이스 구축

가. 농업부문 기상재해 자료 추출

소방방재청 중앙재난대책본부에서 제공하는 재해연보 (NEMA, 1998-2010 (13개년))를 이용하여 농어업 부문의 기상재해 피해를 지역별로 추출하였다. 본 연구대상인 농업생산기반은 농경지를 주요 대상으로 하고, 여기에 온실·축사, 수산증양식·어구 등을 추가적으로 고려하였다.

기상재해는 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사 등의 자연현상으로 인해 발생하는 재해로 자연재해대책법에 정의되어 있다. 본 연구에서는 이러한 재해 중 농업생산기반에 영향이 큰 태풍, 호우, 대설을 대상으로 항목별 피해액 및 피해면적 자료를 추출하여 공간분석에 이용하였다.

나. 기상재해 데이터베이스 구축

농업생산기반에 대한 기상재해는 시·군·구 단위로 피해면적 및 재산피해액을 구분하여 자료로 구축하였다. 피해 면적은 농경지의 침수, 유실 및 매몰에 의해 피해를 입은 지역의 면적을 의미한다. 다만, 생산시설이나 어구에 의한 피해는 침수나 유실 및 매몰에 의한 피해에 비해 그 면적이 매우 미미하여 분석에는 제외하였다. 총 피해면적은 침수와 유실·매몰에 의한 피해면적의

Table 1 Types of agricultural damages considered in this study

Types of damages		Description
Damage area	Inundation	Inundated farm fields equal or greater than 5,000 m ² in area
	Erosion or burial	Eroded or buried area of which erosion or burial depths are greater than 10 cm
Property damage	Crop land	Damage aid or purchase cost of farm lands damaged by inundation, or erosion & burial
	Greenhouse or livestock	Greenhouse ¹⁾ : Damage aid estimated by multiplying damage area with unit cost differing for full or half destruction (1/2 unit cost) subject to the severity of damage. Livestock : Damage aid estimated by multiplying damage area with unit cost differing for erosion, burial, full or half destruction (1/2 unit cost) subject to the severity of damage.
	Aquaculture or fishing tool	Damage aid estimated on the basis of the types of aquaculture and fishing tools differing for full or half destruction (1/2 unit cost) subject to the severity of damage.

1) Classified as disaster-tolerant facilities of a certain scale by "the notice on facility durability to disaster of horticulture facilities" provided by the Ministry of Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries.

합계를 말한다.

기상재해 유형별 재산피해는 농경지, 온실·축사, 수산증양식·어구 피해를 대상으로 하였다. 재산피해액은 피해면적을 기준으로 피해정도를 전파 또는 반파 등으로 구분하고 피해면적에 기준단가를 곱하여 산정한 값을 이용하였다 (NEMA, 2010).

본 연구에서 고려한 기상재해 유형에 대해 기상피해 면적과 재산 피해액 산정의 기준 및 방법을 정리하면 Table 1과 같다.

2. 지역별 공간 분포 분석

시·군 단위로 구축된 지역별 기상재해 피해면적과 재산 피해액 자료를 자료 기간 13년 동안 합산하여 분석에 이용하였다. 시·군 단위 기상재해의 공간적인 분포 특성을 분석하기 위해 지리정보분석 도구로 ArcGIS software (ESRI, ArcGIS ver. 10, USA)를 이용하였다. 이러한 기상재해의 공간분포는 과거의 지역별 기상재해 사건과 비교 분석하여 지역별 기상재해의 특성을 파악하였다.

3. 지역별 기상재해 평가지표 분석

지역별로 재해종류별 취약성을 상대적으로 평가하기 위하여 광역단위 경작지 면적으로 고려하여 두 개의 지표를 도입하여 적용하였다.

첫째, 피해 면적비는 총 피해면적의 총 경작면적에 대한 비율로써 식 (1)과 같이 정의된다. 해당 광역도 단위로 피해 면적비를 산정하고 지역별로 비교 분석하였다.

$$Damage\ Area\ Ratio = \frac{\sum Damaged\ Areas\ (ha)}{\sum Cultivation\ Area\ (ha)} \quad (1)$$

단위 면적당 재산 피해액은 해당 지역에 대한 총 재산 재산 피해액을 대상지역의 총 경작면적으로 나눈 값으로 식 (2)와 같다.

$$Property\ Damage\ per\ Unit\ Area \quad (2)$$

$$= \frac{Property\ Damages\ (Million\ Won)}{Total\ Cultivation\ Area\ (ha)}$$

III. 결과 및 고찰

1. 농업 기상재해 추이 분석결과

소방방재청의 기상재해 연보 자료 중 농업 부문의 기상재해 자료 (1998년~2010년)를 추출하고 요약하여 Table 2에 정리하였다. 2001년부터 2005년 사이에 많은 재산피해를 발생하였는데, 이는 2002, 2003년의 태풍 루사와 매미에 의한 피해가 컸고, 2001, 2004, 2005년은 겨울철 폭설에 의한 피해가 컸다.

피해면적을 기준으로 보면, 태풍이나 집중호우에 의한 강우피해가 99 % 이상의 절대적인 부분을 차지한다. 이는 논이 많이 분포하는 저지대의 경우 강우에 의한 침수 피해가 큰 면적을 차지하고, 내륙 및 산간의 고지대의 경우 밭 경작지의 유실 및 매몰에 의한 피해가 피해면적의 주를 이루기 때문이다. 강설의 경우 대부분의 농경지에는 영향이 미미하고 일부 시설재배지나 축사에 피해를 초래하지만 그 절대면적에 있어서는 매우 미미한 수준이었다.

반면 재산피해를 기준으로 살펴보면, 강우에 의한 피해면적이 절대적으로 크에도 불구하고 강설에 의한 재산피해가 전체의 약 41 %를 차지한다. 이는 강설에 의한 피해가 주로 그린하우스 또는 축사 등 상대적으로 고가치 경작시설을 대상으로 발생하기 때문에 면적에 비해 재산피해가 상대적으로 높은 비중을 차지하였다.

2. 기상재해 공간 분석 결과

가. 피해 면적 분포 특성

기상재해에 따른 농업생산기반 피해를 시·군단위 피해면적을 기준으로 ArcGIS 소프트웨어를 이용하여 공간적으로 나타내면

Table 2 Yearly statistics of agricultural damages by extreme weather

Damages		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Sum
Damage area* (ha)	Extreme Rainfall**	27,696	224,580	77,455	7,949	265,418	193,742	67,843	42,630	34,987	43,715	1,140	16,967	53,845	1,057,967
	Blizzard	14	6	-	1,814	-	-	2,447	3,389	3	8	-	5	61	7,747
	Sum	27,710	224,586	77,455	9,763	265,418	193,742	70,290	46,019	34,990	43,723	1,140	16,972	53,906	1,065,714
Property loss*** (Million Won)	Extreme Rainfall	144,579	161,898	61,475	21,204	574,688	639,016	36,248	35,457	189,850	41,759	5,337	8,852	83,233	2,003,598
	Blizzard	14,474	12,314	-	617,548	-	-	395,325	330,542	2,520	4,128	2,615	6,577	30,160	1,416,202
	Sum	159,053	174,212	61,475	638,752	574,688	639,016	431,573	365,999	192,370	45,887	7,952	15,429	113,393	3,419,800

* Area of farmland represents the area damaged by inundation, erosion, and burial

** Extreme rainfall includes typhoon and concentrated rainfall

*** Property damage loss includes damages of farmland, greenhouse/livestock facility, and fisheries

Fig. 2 Spatial distribution of damaged areas. The values are accumulated over a 13-year period from 1998 to 2010

Fig. 2와 같다. 기상재해의 피해형태에 따라 침수, 침식 또는 매몰로 구분하였고, 각각에 대한 피해면적의 분포를 공간적으로 나타내었으며, 이 둘을 합산하여 총 피해면적을 산정하였다. 침수나 침식 및 매몰은 모두 강우에 의해 발생하는 피해이다. 이밖에 폭설에 의한 피해가 2004년과 2005년 겨울철에 시설재배지를 중심으로 발생하였으나, 그 면적 측면에서 강우 피해에 비해 매우 미미하여 별도로 나타내지 않았다.

강우에 의한 피해 중 침수 피해는 내륙 평야지대에서 일부 발생하였지만, 주로 서·남해안을 따라 위치하고 있는 유역 하류의 저지대 평야지대를 통하여 발생하였다. 침수 피해의 주원인은 태풍을 동반한 집중호우로, 한반도를 직접 강타한 태풍인 2002년 루사, 1999년 올라, 2003년 매미 순으로 피해가 크게 나타났다. 침식이나 매몰 피해는 강원 산간 지방의 일부 고령지 농경지를 중심으로 많이 나타났다. 침식 및 매몰 피해는 규모면에서 침수 피해에 비해 훨씬 작지만 일정면적 이상의 피해를 초래한 해가 1998년, 2002년~2006년, 2009년, 2010년으로 그 빈도는 잦은 특성을 보였다. 이로 미루어 침식 및 매몰 피해는 일부 태풍 영향도 있겠지만 산간지방을 중심으로 최근 발생빈도가 증가하고 있는 집중호우가 주원인으로 생각된다.

극한기상에 의한 농업분야 피해 면적은 태풍에 의한 저지대 평야지의 침수피해가 가장 크고, 다음으로 내륙 산간지역을 중심으로 게릴라성 집중호우에 의한 토양유실 및 매몰 피해가 주를 이루고 있다. 태풍은 북상하면서 시계방향으로 선화하면서 이동하는 것이 일반적으로, 따라서 한반도에 대한 접근경로도 주로 서해안이나 남해안을 통해 상륙하기 때문에 이 지역에 피해면적

이 넓게 분포하는 것으로 나타났다. 반면 게릴라성 집중호우는 국지적인 지형의 영향으로 산간지방을 중심으로 많이 발생한다. 따라서 산지가 많은 강원 산간지방에서 집중호우에 따른 농경지 유실이나 매몰 피해가 크게 나타났다.

나. 재산 피해액 분포 특성

극한 기상에 의한 농업분야의 재산상의 피해를 도시해보면 Fig. 3과 같다. 피해 대상으로 농경지, 시설재배지 및 축사, 양식어업으로 구분하고, 각각에 대한 강우 및 폭설에 의한 재산피해 분포를 분석하였다.

강우에 의한 재산피해를 살펴보면, 피해면적과는 달리 침수에 의한 재산 피해는 거의 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 주요 침수 지역이 저지대 평야지에 위치하고, 이지역의 주요 작물은 침수에 내성이 큰 벼이기 때문이다. 벼는 완전침수 상태에서도 휴면 상태로 길게는 2주 이상 생존할 수 있는 것으로 알려져 있다 (Fukao et al., 2011). 따라서 벼는 침수 후 빠른 시간 내에 배수하면 피해를 최소화할 수 있어 침수 피해 면적에 비해 재산피해가 상대적으로 적게 나타난 것이다.

농경지 재산피해는 주로 강원 산간지역과 일부 내륙 지역에 나타나고 있는데, 이들 지역은 Fig. 2에서의 토양 유실 및 매몰에 의한 피해지역과 대체로 일치한다 (Fig. 3). 따라서 침수에 의한 피해보다는 유실되거나 매몰 피해가 농경지 피해의 주원인으로 보인다. 설재배지나 축사의 피해는 서·남해 일부에서 발생하였고, 양식이나 어구의 피해는 남해안 일대와 동해 북부지역에서 발생되었으며, 모두 강풍을 동반한 태풍이 주원인으로 추정된다.

Fig. 3 Spatial distribution of agricultural and fishery property damages. The values are accumulated over a 13-year period from 1998 to 2010

극한 강우 사상에 의한 재산피해는 전반적으로 강원 산간 지방과 일부 중부 내륙의 유실 및 매몰에 의한 농경지 피해와, 서해

일부와 남해안을 통한 농업시설 및 수산에 대한 피해로 구분할 수 있다.

강설에 의한 재산피해는 대부분 온실이나 축사 붕괴에 의해 발생한 것으로 나타났다. 폭설에 의한 피해면적은 미미하지만, 피해시설의 복구비용이 크기 때문에 재산피해는 상대적으로 크게 나타났다. 반면 폭설에 의한 농경지나 수산업에 대한 피해는 미미한 것으로 나타났다. 지역적으로는 충남 내륙과 서해안을 따라 전라도 해안지역에 강설피해가 크게 나타났다. 일반적으로 폭설은 강원 내륙산간에 자주 발생하나, 상대적으로 시설재배지나 축사가 밀집하고 있는 충남이나 전라도 해안 지역에서 폭설 피해가 크게 나타났다. 2006년 정읍지역에 50 cm 넘는 기록적인 폭설을 기록하는 등 호남·충청 지역의 최근 증가하고 있는 강설량이 이 지역의 상대적으로 큰 폭설 피해의 원인으로 사료된다.

농업 생산기반의 기상재해 재산피해 특성을 종합하면, 농경지 피해는 주로 집중호우에 의한 유실이나 매몰 피해로 산간 내륙 지역의 피해가 컸고, 폭설 피해는 호남·충청 지역을 중심으로 피해 면적은 상대적으로 미미하나 시설 복구비용이 커 재산피해액이 컸다. 따라서 산간 지역의 경우 집중호우 대비 농경지의 유실을 줄이고, 온실 및 축사는 내재해형 재료의 보강을 통한 기상재해 비용절감이 요구된다.

3. 기상재해 지역 특성 및 산정지수 분석

가. 지역별 기상재해 특성 분석

농업생산기반 피해 면적 및 피해현황을 도 단위로 합산하고,

이를 재배 면적으로 나누어 광역단위의 상대적 기상재해 피해정도를 비교하였다 (Table 3).

재배면적은 전남·북, 충남, 경북 등에 넓게 분포하고, 기상 피해면적은 주로 강우에 의한 영향이 크게 나타났다. 피해면적이 큰 지역은 경남 남해, 창녕, 밀양 일대와 전북 정읍, 부안, 고창, 전남 나주, 해남, 경기 지역의 화성, 평택 등 대부분 넓은 평야지대에 태풍 등에 의한 집중호우로 발생하였다. 또한 강원도의 경우 평창, 강릉, 인제 등지를 중심으로 집중호우에 의한 유실피해가 크게 나타났다.

재산피해를 기준으로 보면, 농경지 피해 중 침수 피해는 미미한 반면, 유실이나 매몰에 의한 농경지 피해가 대부분을 차지하였고, 대부분 평창, 인제, 삼척 등 동해북부 강원 산간에서 발생하였다. 피해면적을 적으나 재산피해 측면에서 온실이나 축사의 피해가 큰 부분을 차지하였다. 폭설에 의한 피해는 충남 부여, 공주, 논산지역과 전북 정읍, 전남 나주지역에 분포하고, 경남의 거제, 김해 지역은 태풍에 의한 피해가 큰 것으로 나타났다. 기상재해에 의한 재산 피해는 농경지 피해 위주의 강원도가 가장 컸고, 경남, 전남, 충북이 뒤를 잇는 것으로 나타났다. 경남과 전남의 경우 태풍에 의한 양식장, 어구 피해가 상대적으로 크게 나타났다.

나. 기상재해 산정지수 비교 분석

광역단위 기상재해 피해 지수를 산정한 결과는 Table 3과 같

Table 3 Comparison of relative climatic damages to agricultural production bases among provinces

Province	Cultivation area (ha)				Damage area (ha)			Property damage (million won)						Areal** fraction	Damage per unit area (M won / ha)		
								Rainfall			Blizzard		Subtotal				
	Crop land	GH/LS*	Aquaculture	Subtotal	Rainfall	Blizzard	Subtotal	Crop land	GH/LS	Others	GH/LS	Others			Subtotal	Overall	Crop land
Gyeonggi	199,268	5,870	270	205,408	64,851	15	64,866	35,279	37,408	4,787	7,320	9	84,803	0.32	0.41	0.18	7.6
Gangwon	115,600	1,848	5	117,452	44,790	3	44,793	488,934	21,124	59,085	7,114	497	576,754	0.38	4.91	4.23	15.3
Chungbuk	128,360	1,666	2	130,027	17,854	510	18,364	32,236	6,951	530	85,723	448	125,888	0.14	0.97	0.25	55.6
Chungnam	249,514	7,124	173	256,811	42,307	1,479	43,786	32,857	58,842	10,916	267,790	15,293	385,698	0.17	1.50	0.13	45.8
Cheonbuk	212,924	3,834	144	216,902	58,514	1,721	60,235	49,522	12,587	876	139,869	7,185	210,040	0.28	0.97	0.23	39.8
Cheonnam	322,442	4,774	606	327,822	66,609	1,493	68,102	14,835	34,108	169,544	157,308	13,496	389,291	0.21	1.19	0.05	40.1
Gyeongbuk	289,189	9,394	5	298,589	51,872	336	52,208	172,400	34,946	15,444	33,520	1,606	257,916	0.17	0.86	0.60	7.3
Gyeongnam	172,929	9,941	31	182,901	74,304	39	74,343	55,702	199,289	145,077	1,667	-	401,735	0.41	2.20	0.32	20.2
Jeju	58,404	128	30	58,563	N/A***	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				
Others	77,152	4,029	71	81,252	21,033	276	21,309	4,992	27,473	26,343	26,205	927	85,941	0.26	1.06	0.06	13.3
Sum	1,825,780	48,608	1,338	1,875,727	442,135	5,872	448,007	886,758	432,727	432,603	726,515	39,462	2,518,066	0.24	1.34	0.49	23.8
Max	322,442	9,941	606	327,822	74,304	1,721	74,343	488,934	199,289	169,544	267,790	15,293	576,754	0.41	4.91	4.23	55.6
Min	115,600	1,666	2	117,452	17,854	3	18,364	14,835	6,951	530	1,667	-	84,803	0.14	0.41	0.05	7.3
STD	73,228	3,139	208	74,923	17,837	741	42	0,681	62,205	68,697	95,090	6,381	164,151	0.10	1.43	1.42	18.6

* GH/LS indicates the facilities of Greenhouse and Livestock farms

** Areal fraction represent the ratio of the damaged area to the total farming area

*** N/A stands for "Not Available" of climatic damage data

다. 생산기반 면적 대비 상대적 피해 정도를 의미하는 피해 면적 비는 경남이 0.41로 가장 컸고, 강원, 경기도가 각각 0.38, 0.32로 뒤를 이었다. 경남과 경기도의 경우 김해 등 낙동강 하류와 평택, 화성 등 안성천 하류의 침수피해가 컸고, 강원 지역의 경우 산간 내륙의 농경지 유실 피해면적이 큰 특성을 보였다.

단위 면적당 생산기반의 피해액은 강원도가 4.91백만원/ha로 가장 컸고, 다음으로 경남과 충남이 각각 2.20 및 1.50 백만원/ha로 산정되었다. 강원도의 재산피해는 대부분 농경지 유실피해가 원인으로 ha당 4.23백만원으로 산정되었다. 단위면적당 온실 및 축사의 피해는 충북과 충남이 55.6과 45.8 백만원/ha로 크게 산정되었고, 전남이 40.1백만원/ha로 다음이었다. 기상재해 피해는 온실 및 축사가 ha당 13.3백만원으로 농경지 피해의 1.06 백만원/ha에 비해 약 13배 이상 크게 나타났다. 이는 시설재배지 피해가 농경지 피해에 비해 그 면적이 미미함에도 재산피해에 더 큰 영향을 주고, 따라서 이에 대한 대안 마련의 중요함을 의미한다.

결론으로, 단위면적당 재산피해가 큰 온실 및 축사에 대한 보강은 피해가 크게 나타난 충남·북과 전남 지역을 중심으로 요구되고, 강원 산간 내륙의 경우 고랭지 재배지를 중심으로 농경지 유실을 저감하는 노력이 요구된다. 즉 재산피해 기준으로 피해가 부문을 중심으로 농업생산 기반의 기상재해를 저감하는 노력이 효율적인 전략이 될 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 1998년에서 2010년까지 13개년 동안의 농업 생산기반 기상재해 자료를 이용하여 지역별 기상재해 분포 및 특성을 분석하였다.

1. 태풍이나 게릴라성 집중호우 등 강우에 의한 피해는 피해 면적 면에서 기상재해 피해면적의 대부분을 차지하였다. 강우에 의한 침수피해 강우를 동반한 태풍이 주요 원인으로 서·남해안을 따라 평야지대에 넓게 분포하고, 농경지 유실 및 매물 피해는 내륙 고랭지 재배지에 게릴라성 집중호우에 의해 많이 발생하였다. 폭설은 온실이나 축사에 피해를 주었으나 피해 면적은 상대적으로 미미하였다.

2. 강우사상에 의한 재산피해는 전체 농업기상재해에서 약 70 %를 차지하며 주로 농경지의 유실 및 매물에 의한 피해와 태풍에 의한 온실 및 축사, 어구에 대한 피해로 구분된다. 농경지 피해는 침수보다는 집중호우에 의한 농경지의 유실 및 매물이 주원인으로 강원 산간 경작지에 피해가 컸다. 농업시설 및 어구 피해는 강풍을 동반한 태풍으로 서·남해안을 따라 피해가 크게 나타났다.

3. 폭설에 의한 재산피해는 대부분 온실이나 축사 붕괴에 따

른 피해로 발생하였다. 폭설은 피해면적에 비해 피해시설의 복구비용이 크기 때문에 재산피해에서 약 30 %를 차지하였다. 지역적으로는 충청과 호남지역을 중심으로 폭설 피해가 크게 나타났는데, 이 지역에 시설재배지나 축사가 밀집하고 있고 또한 최근 폭설이 빈번히 발생하였기 때문인 것으로 사료된다.

4. 기상재해의 지역적 분포 특성을 보면, 강원도 지역이 농경지 유실이나 매물에 의해 그 피해규모가 가장 컸고, 다음으로 온실 및 축사, 어구에 대한 피해가 컸던 경남과 호남, 충청의 피해가 큰 것으로 분석되었다. 단위 면적당 생산기반의 피해액 또한 강원도가 4.91 백만원/ha로 가장 컸고, 경남과 충남이 각각 2.20, 1.50 백만원/ha로 다음이었다. 전국평균 단위면적당 재산피해는 온실 및 축사는 13.3백만원/ha로, 농경지 1.06 백만원/ha의 약 13배가량으로 재배시설의 내재해성 증진이 재산피해를 줄이는데 중요한 요소로 사료된다.

따라서 농업생산기반의 재산피해를 저감하기 위해서는 충청 및 호남 해안을 따라 단위면적당 재산피해가 온실이나 축사에 대한 보강이 필요하고, 또한 강원을 중심의 내륙 산간 고랭지 재배지의 유실을 방지하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

본 연구는 『기상재해에 따른 농업 생산기반 피해 저감기술 개발』 과제의 일환으로 농촌진흥청의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

1. Cho, S.J., H.D. Kim, K.Y. Kim, M.H. Cho, and Y.H. Chu, 2012, A study on effects of climate change in Daegu area in agricultural ecosystem, *Journal of Nakdonggang Environmental Research Institute* 15(1): 86-95 (in Korean).
2. Fukao, T., E. Yeung, and J. Bailey-Serres, 2011, The submergence tolerance regulator SUB1A mediates crosstalk between submergence and drought tolerance in rice, *The Plant Cell* 23(1): 412-427.
3. Kim, M.K., and Y.E. Choi, 2010, Recent changes and characteristics on occurrence of heavy rainfall events by regions over South Korea, *Journal of Climate Research* 5(1): 16~28 (in Korean).
4. Kim, S.J., T.Y. Park, S.M. Kim, and S.M. Kim, 2012, The proxy variables selection of vulnerability assessment for agricultural infrastructure according to climate change, *KCID J.* 18(2): 33-42 (in Korean).

5. Kim, J.K., 2007, Climate change and challenges to disaster response, Regioninfo No. 105. Gwangju Jeonnam Development Institute (in Korean).
6. Ministry of Land, Transportation, and Maritime, 2008, Planning research of flood defence technology for next generation (in Korean).
7. National Emergency Management Agency, 2010, Guidelines for investigation of natural disaster and recovery planing (in Korean).
8. National Emergency Management Agency, 1998-2010, Disaster yearbook (in Korean).
9. National Institute of Agricultural Science and Technology, 2007, Impacts of climate change on agricultural ecosystem, its vulnerability assessment and adaptation plan, Publication No. 11-139093-000179-01 (in Korean).
10. Park, J.K., E.S. Jang, and H.J. Choi, 2005, An analysis of meteorological disasters occurred in the Korean peninsula, *Journal of the Environmental Sciences* 14(6): 613-619 (in Korean).
11. Park, C., J.Y. Moon, E.J. Cha, W.T. Yoon, and Y. Choi, 2008, Recent changes in summer precipitation characteristics over South Korea, *Journal of the Korean Geographical Society* 43(3): 324-336 (in Korean).
12. Samsung Economic Research Institute, 2010, Economy of climatic anomaly, *SERI Economic Focus* No. 278 (in Korean).
13. Shim, K.M., J.T. Lee, Y.S. Lee, and G.Y. Kim, 2003, Traits of agro-meteorological disasters in 20th century Korea, *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 5(4): 255-260 (in Korean).