

온실의 유지관리 실태조사 분석

최만권¹ · 윤성욱¹ · 김현태³ · 이시영⁴ · 윤용철^{2*}

¹경상대학교 농업생명과학연구원, ²경상대학교 지역환경기반공학과(농업생명과학연구원),
³경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구원), ⁴농촌진흥청 농업공학부 에너지환경공학과

Field Survey on the Maintenance Status of Greenhouses in Korea

Man Kwon Choi¹, Sung Wook Yun¹, Hyeon Tae Kim³, Si Young Lee⁴, and Yong Cheol Yoon^{2*}

¹Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National Univ., Jinju 660-701, Korea

²Dept. of Agricultural Eng., Gyeongsang National Univ.(Institute of Agriculture and Life Science), Jinju 660-701, Korea

³Dept. of Bio-Industrial Machinery Eng., Gyeongsang National Univ.
(Institute of Agriculture and Life Science), Jinju 660-701, Korea

⁴Dept. of Agricultural Eng., National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

Abstract. The purpose of this study was to investigate greenhouse maintenance by farms by looking into greenhouses across the nation for greenhouse specification, disaster-resistance greenhouse construction, types and degree of damage due to natural disasters, pre-inspection in case of typhoon or heavy snow forecast, and fire-fighting facilities to prevent a fire. The findings were summarized as follows: as for greenhouse specification, the highest proportion of them were 90 m or longer both in single- and multi-span greenhouses in terms of length; 8 m or wider and 7.0~7.9 m in single- and multi-span greenhouses, respectively, in terms of width; 1.5~1.9 m and 2.0~2.9 m in single- and multi-span greenhouses, respectively, in terms of height; and 3.0~3.9 m and 6 m in single- and multi-span greenhouses, respectively, in terms of diameter. As for disaster-resistance greenhouses, farmers were reluctant to install such greenhouses. The low distribution of disaster-resistance greenhouses was attributed to the greenhouses built dependent on the old practice, the greenhouses already completed, and relatively high construction costs. As for damage by natural disasters, greenhouses were subject to more damage by typhoons than heavy snow. They mainly inspected the ceiling and side windows, entrances, and fixation bands for covering materials in case of typhoon forecast and the heating devices in case of heavy snow forecast. As for repair methods for greenhouse pipe corrosion, they preferred partial replacement to painting and did not use stiffeners for structures to prevent a natural disaster in most cases. As for the maintenance of greenhouse covering materials, most farmers inspected their sealing property but did not clean the coverings for light transmission. The destruction of structural materials can be prevented by eliminating greenhouse covering materials during a typhoon, but they were not able to do so because of the covering material replacement costs and the crops they were growing. The study also examined whether greenhouse farms had fire-fighting facilities to prevent a fire and found that they lacked the perception of greenhouse fire prevention to a great degree.

Additional key words: covering materials, endurance period, natural disaster, pipe corrosion, structure

서 론

우리나라에서 시설원에 산업의 경우, 백색혁명의 시작과 원예 산업의 도약기라 할 수 있고 1950년대 중반 농업용 비닐 필름조각으로 묘상이나 소형터널로 만들어 토마토나 오이를 영리를 목적(미군부대 납품)으로 재배한 1954년부터 본격적으로 발전하기 시작하였다. 이후 1957

년 국내에서 처음으로 농업용 필름이 생산되고 보급되면서 우리나라의 시설원예는 급속도로 발전하는 계기가 되었다. 이 시기에는 주로 도시근교의 모범 농가를 중심으로 시설채소를 재배하였고, 주 골조재인 죽재 및 목재에 PE필름을 피복한 반원형이나 또는 지붕형의 단동 비닐 하우스가 주류를 이루었다. 1970년대에는 국민경제 발전과 도시인구의 증가에 힘입어 겨울철과 이른 봄철에 신선한 채소에 대한 수요가 증가됨과 동시에 재배기술의 발전으로 도시근교에 철재와 연질필름을 이용한 단동 비닐하우스 단지가 형성되었다. 정부에서도 전국을 대상으

*Corresponding author: ychyoon@gnu.ac.kr
Received June 9, 2014; Revised June 13, 2014;
Accepted June 18, 2014

로 온실면적과 생산량 등을 조사하여 데이터베이스화하기 시작하였다(RDA, 2007; MIFAFF, 2012; <http://www.naver.com>).

1980년대에 접어들면서 국민경제의 성장과 더불어 건강에 대한 국민적 관심이 증대되어 신선채소의 수요가 증가하게 되었고, 이에 따라 시설원예 산업은 더욱 발전을 이루게 되었다. 이 시기에 골조는 아연도금 파이프, 피복재는 연질필름을 이용하여 보온재배 위주의 시설이 전국적으로 설치되었으며, 이 시기를 ‘백색혁명’이라 하여 우리나라 시설원예 발전에 있어 중요한 기점으로 평가되고 있다. 또한 1980년대 말 UR 협상이 진행되면서 시장개방에 대비한 경쟁력 제고를 위한 대책이 수립되기 시작하였다. 1990년대에 접어들면서 첨단기술농업이 우리나라 농업이 나아가 할 방향 중에서 핵심적인 부분으로 인식되어 시설원예 산업분야를 농가의 주요 소득 작목, 전략산업으로 추진하였다. 이에 따라 구조개선 사업의 일환으로 1991~1993년에는 시설원예 시범단지조성사업을 추진하였으며, 1994~1997년까지 생산유통지원 사업으로 선진국형 시설현대화가 급속히 추진되었다. 이와 같이 정부의 강력한 의지로 추진한 시설원예정책에 의해 괄목할 만한 양적인 성장을 하였다. 이와 더불어 시설원예 산업은 재배기술, 시설자재, 시공방법, 부자재 등 모든 분야에서 기술적인 발전을 거듭하여 왔다. 시설원예 산업은 기술과 자본집약적인 산업이며 친환경농업, 수출농업 등을 가장 효율적으로 달성 할 수 있는 분야로 최근 신선채소류 및 화훼류를 중심으로 수출이 꾸준히 증가하여 왔다(RDA, 2007).

우리나라의 시설농업은 터널이나 아치형 파이프하우스에서 시작하여 1990년대 정부의 시설현대화 정책에 힘입어 자동화 플라스틱하우스, 경질판온실, 유리온실 등 인위적인 환경관리가 가능한 방향으로 발전하였다. 유리온실 등과 같은 고정형 온실은 1991년부터 유럽 등 농업 선진국으로부터의 기술보급에 의해 완제품 형태로 보급되기 시작하였고, 1992년부터 경질판 온실이 보급되었다.

국내의 경우, 정부의 보조비율이 상대적으로 높았던 1996년까지 시설 면적이 계속 증가하였지만, 정부의 보조비율이 줄어들기 시작하거나 없어진 1997년 및 1999년부터는 답보상태를 보이고 있다. 2012년 말 기준으로 시설채소 및 화훼류의 온실면적은 각각 47,924ha 및 2,674ha으로 전체 면적은 50,598ha이다. 이들 중 연동, 단동 및 기타 온실(소형터널 및 비가림)은 각각 2,896ha, 41,462ha 및 1,549ha이다. 피복재별로 보면, 플라스틱 필름, 경질판 및 유리온실은 각각 47,556ha, 90ha 및 278ha이다. 그리고 아연도 강관을 주 서까래로 이용하는 터널, 비가림 및 파이프 온실면적은 약 48,875ha(전체의 약 97%)로서 국내 온실의 대부분을 차지하고 있다. 또

한 강풍이나 대설에 상대적으로 취약한 단동 플라스틱 필름 온실은 42,945ha(약 85%)정도를 차지하고 있다(MAFRA, 2013a, b; www.mafra.go.kr). 이와 같이 국내 온실의 경우, 경량 플라스틱 필름온실이면서 단동온실이 대부분을 차지하고 있는 실정이다. 철골온실(경질판 및 유리)은 주로 채소류의 육묘, 파프리카, 화훼 재배 등 고소득 작물 위주로 운영되고 있고, 각종 자동화장치가 설치되어 내부의 환경을 조절하고 있다. 그러나 플라스틱 필름 온실의 경우, 일부 연동형온실을 제외하고는 대부분의 관리가 인력에 의해 이루어지고 있다(RDA, 2007; MAFRA, 2013a, b; www.mafra.go.kr).

이상에서 살펴 본 같이 국내 시설원예의 발전과정과 현황은 발전과정도 다변화하였을 뿐만 아니라 관련기술도 많이 발전하여왔고, 시설면적만으로 볼 때도 세계에서 으뜸이라 할 수 있다. 이와 같은 상황에서도 경량구조물인 온실은 이상기상에 노출되면 상대적으로 취약한 시설로서 연평균 수천억원의 재산피해가 발생되고 있는 실정이다. 이러한 자연재해를 방지하기 위하여 정부에서는 내재해형 온실을 설계하여 보급하고 있을 뿐만 아니라 이와 관련한 연구도 현재까지 지속되고 있고(GBA, 1995; RDA, 2000, 2005, 2009; JNA, 2006; Nam 등, 2009; Shu 등, 2008; Ryu 등 2009, Yu 등, 2012), 또한 다양한 기술을 개발하여 보급하고 있는 실정이다(RDA, 2005, 2007, 2009).

이와 같이 농가에서는 대형화 및 자동화된 내재해형 온실을 많은 비용을 들여 시공함에 불구하고 국내에는 아직 명확한 온실 유지관리에 대한 기준이 없다. 그래서 농가에서는 관행적 또는 자체적으로 온실 유지관리하고 있는 실정이다. 최근 이상기후가 자주 발생해 많은 온실 피해가 일어나고 있는 만큼 자연재해 예방, 유지관리 비용 최소화 및 온실의 안전성 확보를 위해 적절한 유지관리 지침서가 필요하다. 그러나 대부분 연구가 자연재해에 대한 설계기준 강화 및 이를 보장하는 연구가 주로 수행되었고 유지관리 실태 조사 또한 몇몇 연구자에 의해 수행되었지만 온실의 유지관리를 위한 실태를 파악하기에는 어려운 실정이다(Nam과 Yu, 2000; Jung 등, 1996).

따라서 본 연구에서는 온실 시공 및 유지관리 지침 마련을 위한 기초 자료를 제공하기 위해서 국내에 보급되어 있는 온실의 유지관리 실태를 조사하여 분석 하였다.

재료 및 방법

조사 대상 지역은 우리나라의 전국을 대상으로 제주도를 제외한 8개 지역(경남, 경북, 전남, 전북, 충남, 충북, 경기, 강원)을 대상으로 하였다. 전국의 농가 전부를 조

사하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에, 본 연구에서는 각 지역의 농업기술원 및 농업기술센터를 방문하여 사전에 자료를 얻고, 위성사진을 통해 대단위로 설치되어 있는 온실단지를 대상으로 설문 및 답사를 통하여 조사를 실시하였다. 지역별 조사 농가는 경남 63농가, 경북 19농가, 전남 15농가, 전북 10농가, 충남 10농가, 충북 10농가, 강원 11농가, 경기 10농가로서 총 148농가이다.

Table 1. Detailed survey components of the questionnaire.

Classifications	Subsection
General information	Single and multi-span, Greenhouse length, width, eave height, roof high
Environment control of greenhouse	-
Foundation of greenhouse	-
Greenhouse structure and others	Greenhouse for disaster prevention, kinds of facilities damage by natural disasters, damage of natural disasters, pre-checks for typhoon and snow forecast, structural reinforcement, connecting members check, methods of corrosion prevention, endurance period, deformation sealing, replacement interval, cleaning, covering removal, fire-fighting equipment.

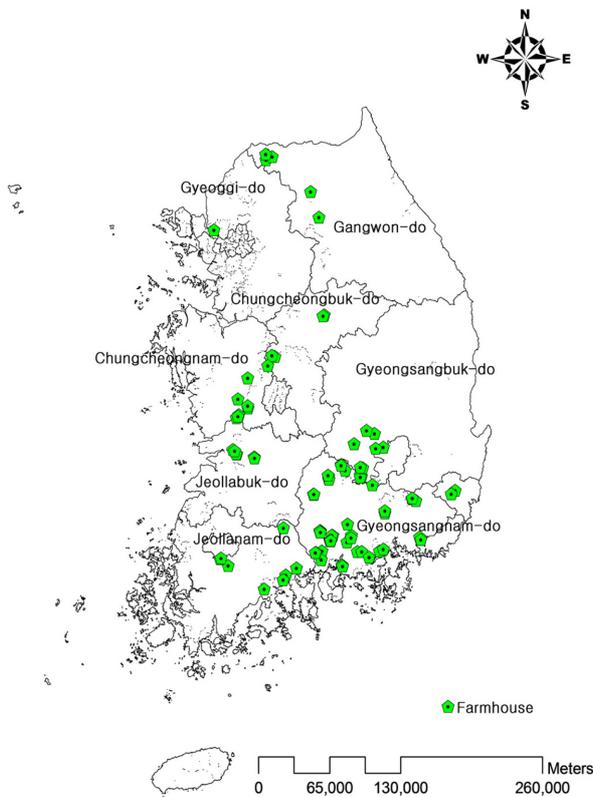


Fig. 1. Locations of surveyed greenhouses

조사 항목은 크게 일반사항, 온실의 환경조절, 기초, 구조 및 기타 다섯 가지로 분류하여 조사를 수행하였는데, 본 연구에서는 이들 중 일반사항(온실의 종류 및 규격)을 포함하여 온실 유지관리 실태와 관련된 항목만 따로 분류하여 분석하였다. 세부 조사항목은 내재해형 온실 시공여부, 자연재해로 인한 피해의 종류 및 정도, 태풍 및 대설 예보가 있을 때 사전 점검부분, 화재예방 소방설비 구비 여부 등을 포함하여 평상시 온실관리 여부 등을 중심으로 하였다. 조사기간은 2013년 7~9월까지이다. 수집된 자료는 통계프로그램인 SPSS(IBM SPSS Statistics Ver. 20)를 사용하여 자료를 분석하였다. Table 1과 Fig. 1은 각각 조사 분석한 세부항목들과 조사농가 위치를 나타낸 것이다.

결과 및 고찰

2012년 농림축산식품부 통계자료에 의하면, 전체 온실 중 단동온실이 약 85% 정도이지만(MAFRA, 2013a), 본 조사의 경우, 총 148 농가 중 단동 및 연동온실이 각각 72농가(48.6%) 및 76농가(51.4%)로서 단동과 연동온실의 비율이 비슷하였다.

그리고 Table 2~5는 온실규격을 단동 및 연동온실에 대해 나타낸 것이다. 단동 및 연동온실의 길이(Table 2 참조)는 90m 이상이 각각 76.4% 및 48.7%으로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 단동온실이 연동온실에 비하여 상대적으로 더 길게 시공하는 것으로 나타났다. 또한 온실 관리 및 자연환기에 유리한 조건인 50m 이하의 단동 및 연동온실은 각각 2.8% 및 3.9%로 나타났다(Mistriotis et al., 1997).

온실의 폭(Table 3 참조)은 단동온실의 경우, 폭 7m 이상의 농가가 70.8%를 차지하고 있으며 6m 미만인 농

Table 2. Length of greenhouse.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Length (m)	<50	3	5
		(2.8)	(3.9)
	50~69	13	16
		(4.2)	(17.1)
70~89	23	35	
	(16.7)	(30.3)	
≥90	55	92	
	(76.4)	(48.7)	
Total	72	76	148
	(100.0)	(100.0)	(100.0)

가도 16.7%나 되는 것으로 나타났다. 연동온실의 경우, 7m 이상과 6m 미만인 농가가 각각 85.5% 및 3.9%으로 나타나 단동온실과 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 단동 및 연동온실 모두를 고려하면, 7.0~7.9m가 39.9%으로 가장 높은 비율을 차지하였다. 이 결과는 Nam과 Kim(2009)이 충남지역 토마토 재배온실 대상으로 조사한 결과와 유사한 것으로 나타났다.

온실의 측고(Table 4 참조)는 단동온실의 경우, 1.5m 미만, 1.5~1.9m, 2.0~2.9m, 3.0~3.9m, 5.0m이상 및 기타가 각각 43.1%, 36.1%, 12.5%, 2.8%, 2.8% 및 2.8%로

Table 3. Width of greenhouse.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Width (m)	12	3	15
	(16.7)	(3.9)	(10.1)
	9	8	17
	(12.5)	(10.5)	(11.5)
	14	45	59
7.0~7.9	(19.4)	(59.2)	(39.9)
≥8.0	37	20	57
	(51.4)	(26.3)	(38.5)
Total	72	76	148
	(100.0)	(100.0)	(100.0)

Table 4. Eave hight of greenhouse.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Eave hight (m)	31	1	32
	(43.1)	(1.3)	(21.6)
	26	0	26
	(36.1)	(0.0)	(17.6)
	9	26	35
2.0~2.9	(12.5)	(34.2)	(23.6)
3.0~3.9	2	13	15
	(2.8)	(17.1)	(10.1)
4.0~4.9	0	19	19
	(0.0)	(25.0)	(12.8)
≥5.0	2	15	17
	(2.8)	(19.7)	(11.5)
Others	2	2	4
	(2.8)	(2.6)	(2.7)
Total	72	76	148
	(100.0)	(100.0)	(100.0)

나타났다. 측고 1.5m 미만이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 5.0m이상은 광폭형 및 무기동 온실의 경우이다. 연동온실은 1.5m 미만, 2.0~2.9m, 3.0~3.9m, 4.0~4.9m, 5.0m이상 및 기타가 각각 1.3%, 34.2%, 17.1%, 25.0%, 19.7% 및 2.6%로 나타났다. 측고 2.0~2.9m가 가장 높은 비율을 차지하였으며, 측고가 5.0m 이상인 온실도 19.7%나 차지하였다. 이것은 농촌진흥청에서 개발한 자동화 온실의 보급과 농가에서 작물재배 및 환경조절을 고려해 측고가 높은 온실을 선호하기 때문으로 판단된다. 그리고 본 조사대상 지역에서 단동 및 연동온실의 경우, 각각 4.0~4.9m 및 1.5~1.9m의 측고 온실은 없는 것으로 나타났다. 또한 조사결과 기타로 분류된 것은 온실 높이가 상대적으로 높아 측고를 측정할 수 없는 경우와 농가에서 측정을 거절한 경우이다. 단동 및 연동온실에 대한 동고(Table 5 참조)의 경우, 3.0~3.9m 및 4.0~4.9m 이상이 각각 41.7% 및 26.3%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 또한 연동온실의 경우에는 6m이상도 26.3%나 차지하는 것으로 나타났다.

Table 6은 농림수산식품부와 농촌진흥청(MIFAFF & RDA, 2010)에서 자연재해를 예방하기 위해서 “원예특작 시설 내재해형 규격 설계도·시방서”를 지정고시한 내재해형 규격 온실이 얼마나 시공되고 있는지를 알아보기 위해서 조사한 결과를 나타낸 것이다.

Table 6에서 알 수 있듯이 내재해형 온실은 단동 및 연동온실에 대해 각각 16.7% 및 21.1%만 시공 되어 있

Table 5. Roof hight of greenhouse.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Roof hight (m)	17	3	20
	(23.6)	(3.9)	(13.5)
	17	2	19
	(23.6)	(2.6)	(12.8)
	30	6	36
3.0~3.9	(41.7)	(7.9)	(24.3)
4.0~4.9	3	20	23
	(4.2)	(26.3)	(15.5)
5.0~5.9	3	18	21
	(4.2)	(23.7)	(14.2)
≥6.0	0	20	20
	(0.0)	(26.3)	(13.5)
Others	2	7	9
	(2.8)	(9.2)	(6.1)
Total	72	76	148
	(100.0)	(100.0)	(100.0)

Table 6. Greenhouse for disaster prevention or not.

Classifications		Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Disaster prevention	Yes	12 (16.7)	16 (21.1)	28 (18.9)
	No	60 (83.3)	60 (78.9)	120 (81.1)
Total		72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

Table 7. Kinds of facilities damage by natural disasters.

Classifications		Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Natural disasters	(1) Typhoon	34 (47.2)	32 (42.1)	66 (44.6)
	(2) Snow	5 (6.9)	4 (5.3)	9 (6.1)
	(1)+(2)	5 (6.9)	7 (9.2)	12 (8.1)
	Others	28 (38.9)	33 (43.4)	61 (41.2)
	Total	72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

Table 8. Degree of facilities damage by natural disasters.

Classifications		Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Damage of natural disasters	(1) Partial damage of covering materials	13 (18.1)	28 (36.8)	41 (27.7)
	(2) Partial damage of structural materials	9 (12.5)	4 (5.3)	13 (8.8)
	(3) Full damage	3 (4.2)	5 (6.6)	8 (5.4)
	(1) + (2)	17 (23.6)	6 (7.9)	23 (15.5)
	Others	30 (41.7)	33 (43.4)	63 (42.6)
	Total	72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

는 것으로 조사되었다. 조사한 농가수가 많지 않아 정확한 경향을 파악하는 것은 다소 무리지만, 이 결과만으로도 볼 때 많은 농가들이 내재형 규격의 온실설치를 기피하는 것으로 나타났다. 내재해형 온실을 설치한 농가들도

정부의 보조금에 의존하여 시공한 경우가 대부분이었다. 이와 같이 내재해형 온실의 보급실정이 낮은 것은 과거의 관행에 의존하여 시공된 온실, 기 설치된 온실, 또는 시공비용이 상대적으로 많기 때문에 기피하는 것으로 판단된다. 따라서 자연재해를 경감시키기 위한 하나의 방법으로 내재형 규격온실의 안전성을 유지하면서 시공비를 절감할 수 있는 대책이 강구되어야 할 것으로 판단된다.

Table 7~8은 자연재해로 인한 시설의 피해 종류와 정도를 나타낸 것이다. 태풍에 의한 피해(Table 7 참조)는 단동 및 연동온실에 대해 각각 47.2% 및 42.1%정도 이었고, 대설에 의한 피해는 각각 6.9% 및 5.3%정도 이었고, 태풍과 대설 피해를 모두 입은 적이 있는 농가는 각각 6.9% 및 9.2%정도였다. 전혀 피해를 입지 않은 농가도 각각 38.9% 및 43.4%로 나타났다. 이 결과로 볼 때 단동 및 연동온실 모두 대설보다는 태풍에 의한 피해를 많이 입는 것으로 판단된다.

이 중에서 내재형 온실인 경우, 단동온실의 피해는 태풍, 눈, 태풍+눈 및 기타에 대해 각각 4.2%, 2.8%, 2.8% 및 6.9%로 나타났고, 연동온실의 피해는 각각 5.3%, 1.3%, 1.3% 및 13.2%로 나타났다. 단동 및 연동온실 모두 내재형 온실인 경우에도 태풍 및 대설에 피해를 입었고 상대적으로 연동온실이 눈 보다 태풍에 더 많이 피해를 입는 것으로 나타났다.

Table 8에서 피해정도를 살펴보면, 단동 및 연동온실에 대해 피복재의 부분 파손이 각각 18.1% 및 36.8%으로 가장 높은 비율을 차지하였다. 그리고 태풍에 의한 구조재의 부분 파손도 대설에 의한 파손보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 Table 10의 결과에서 알 수 있듯이 대설의 경우, 농가들이 적극적인 난방을 하였기 때문에 상대적으로 태풍에 의한 피해보다 적게 발생한 것으로 판단된다.

Table 9~10은 태풍 및 대설예보가 있을 때, 농가에서 사전에 점검하는 사항에 대해서 나타낸 것이다. 태풍예보가 있을 때(Table 9 참조), 단동온실의 경우는 천창, 측창 및 출입문과 피복재 고정밴드를 동시에 점검하는 농가가 44.4%로서 가장 많은 것으로 나타났다. 연동온실의 경우에는 천창, 측창 및 출입문 점검이 44.7%로서 가장 많은 것으로 나타났다. 이 결과로 미루어 볼 때, 피복재 고정밴드에 대한 관심은 연동온실보다 상대적으로 경량온실인 단동온실이 높은 것을 알 수 있다. 이것은 결국 단동온실이 연동에 비해 바람에 취약한 것으로 판단할 수 있다. 또한 몇몇 농가에서는 태풍예보 시 환기팬을 가동하여 구조재와 피복재를 더 밀착시켜서 태풍에 대비하고 있는 것으로 나타났다.

Table 9. Pre-checks for typhoon forecast.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
(1) Covering materials	3 (4.2)	0 (0.0)	3 (2.0)
(2) Side and top wall window, Door	12 (16.7)	34 (44.7)	46 (31.1)+
(3) Fixed band of covering materials	5 (6.9)	6 (7.9)	11 (7.4)
(4) Ventilation fan	1 (1.4)	2 (2.6)	3 (2.0)
(1) + (2)	3 (4.2)	5 (6.6)	8 (5.4)
(1) + (3)	1 (1.4)	1 (1.3)	2 (1.4)
(2) + (3)	32 (44.4)	17 (22.4)	49 (33.1)
(2) + (4)	1 (1.4)	2 (2.6)	3 (2.0)
(3) + (4)	2 (2.8)	0 (0.0)	2 (1.4)
(1) + (2) + (3)	9 (12.5)	4 (5.3)	13 (8.8)
(2) + (3) + (4)	2 (2.8)	1 (1.3)	3 (2.0)
Others	1 (1.4)	4 (5.3)	5 (3.4)
Total	72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

대설예보가 있을 때(Table 10 참조)에 단동온실의 경우, 난방기 점검이 29.2%로 가장 많은 것으로 나타났으며, 수막시설을 점검하는 농가도 20.8%로 높은 비율을 차지하였다. 그러나 난방 및 보온시설 등이 없어 직접 제설작업을 하거나, 경험적으로 판단해 어는 정도 눈이 내려도 자기 온실은 안전할 것으로 생각해서 아무런 대비를 하지 않는 농가 등 특별한 대비를 하지 않은 농가(기타)가 37.5%으로 높은 비율을 차지하였다. 연동온실의 경우는 대부분(73.7%) 난방기를 점검하는 것으로 나타났고, 또한 연동온실에서도 단동과 마찬가지로 경험적으로 판단해 점검을 하지 않는 농가(기타)가 23.7%나 차지하였다. 따라서 최근 이상기후로 인해 잦은 태풍 및 대설 등으로 많은 농가에서 피해가 발생하고 있기 때문에 태풍 및 대설예보 시 피해예방을 위해서 사전점검 사항에

Table 10. Pre-checks for snow forecast.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
(1) Structural materials	2 (2.8)	0 (0.0)	2 (1.4)
(2) Heat	21 (29.2)	56 (73.7)	77 (52.0)
(3) Buttress poles	3 (4.2)	1 (1.3)	4 (2.7)
(4) Water curtain	15 (20.8)	1 (1.3)	16 (10.8)
(1) + (2)	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.7)
(2) + (3)	2 (2.8)	0 (0.0)	2 (1.4)
(2) + (4)	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.7)
Others	27 (37.5)	18 (23.7)	45 (30.4)
Total	72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

Table 11. Structural reinforcement installation for natural disasters.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)	
Structural reinforcement	Installed	5 (6.9)	7 (9.2)	12 (8.1)
	None	67 (93.1)	69 (90.8)	136 (91.9)
Total	72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)	

대한 적절한 농가교육이 필요한 것으로 판단된다.

Table 11은 농가에서 자연재해 예방을 위하여 보강재를 사용하여 온실 구조재의 보강여부를 조사한 결과를 나타낸 것이다. 단동 및 연동온실에서 보강재를 설치하는 농가가 각각 6.9% 및 9.2%이었으며, 설치하지 않는 농가가 각각 93.1% 및 90.8%로 나타났다. 또한 몇몇 농가에서는 폭설 시에 구조재 파괴에 대비하여 온실 중앙에 버팀대를 설치하는 경우가 있었지만, 대부분의 농가에서는 보강재를 사용하지 않은 것으로 나타났다.

그리고 Table 12는 기상예보 시 온실 파이프 부재를 연결하는 앵커볼트, 리턴버클 및 각 연결부재의 조임 상태 점검을 “한다, 하지 않다”로 분류하여 조사한 결과를

Table 12. Connecting members check of greenhouse pipes.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Connecting members check	Do	19	34
		(26.4)	(19.7)
	Do not	53	114
		(73.6)	(80.3)
Total		72	148
		(100.0)	(100.0)

Table 13. Methods of corrosion prevention on greenhouse members.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Methods	(1) Painting	0	3
		(0.0)	(3.9)
	(2) Replace corroded part	37	23
		(51.4)	(30.3)
	(1) + (2)	2	4
	(2.8)	(5.3)	
Others		33	46
		(45.8)	(60.5)
Total		72	76
		(100.0)	(100.0)

나타낸 것이다. 사전 점검을 하는 농가는 단동 및 연동 온실에 대해 각각 26.4% 및 19.7%로 나타났으며, 73.6% 및 80.3%는 사전점검을 하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 전체 조사대상 농가 중 약 77.0%정도가 시공 후에 연결 부재 등은 전혀 점검을 하지 않는 것으로 나타나 온실구조의 내력저하가 우려된다. 연결 부재가 느슨해지면 파이프 전체의 내력이 저하되어 돌풍이나 대설에 쉽게 피해를 입을 수 있기 때문에 구조적 안전성을 고려해 주기적인 점검이 필요할 것으로 판단된다.

Table 13은 파이프, 철골 등에 부식이 발생할 시 어떻게 보수하는지에 대하여 조사한 결과를 나타낸 것이다. 단동 및 연동온실의 부식된 부분에 페인트 등으로 덧칠하는 농가는 각각 0.0% 및 3.9%로 미미하였고, 파이프의 부분적 교체가 각각 51.4% 및 30.3%로서 상대적으로 높게 나타났다. 그리고 한 번도 보수를 하지 않는 농가가 전체적으로 53.4%로서 조사대상 농가의 절반 이상을 차지하였다. 그리고 파이프의 부분적인 교체도 주로 부식이 용이한 천장 및 측창 개폐기에 사용하는 파이프인 것으로 나타났다. 따라서 농가의 노동력 절감이나 시간 및 비용 문제 등을 고려하여 개폐기 파이프의 부식

Table 14. Endurance period of greenhouse main pipes.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Endurance period (years)	<10	7	7
		(9.7)	(9.2)
	10~19	22	17
		(30.6)	(22.4)
	20~29	27	22
	(37.5)	(28.9)	
30~39	11	20	
	(15.3)	(26.3)	
≥40	5	10	
	(6.9)	(13.2)	
Total		72	76
		(100.0)	(100.0)

을 줄일 수 있는 대체 부재 개발 또는 부식 정도를 고려한 온실 파이프의 적절한 도금기준 정립이 필요할 것으로 판단된다.

Table 14는 온실 파이프의 내용연수에 대한 결과를 분석한 것이다. 단동 및 연동온실 파이프의 내용연수(Table 14 참조)는 각각 37.5% 및 28.9%를 차지한 20~29년을 가장 많이 생각하는 것으로 나타났고, 40년 이상으로 생각하는 농가도 각각 6.9% 및 13.2%나 되었다. 전체적으로 볼 때, 농가에서 생각하는 파이프 내용연수는 단동과 연동온실 관계없이 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 15는 대략적으로 사용성에 지장을 초래할 수 있는 구조재의 변형정도를 조사한 결과이다. 예를 들면, 중방, 기둥, 서까래 등에 변형이 생겨 작업기의 이동이나 출입문의 여닫이가 불편한 정도가 어느 정도 인지를 나타낸 것이다. 그 결과 이에 대하여 인지를 하지 못하거나 응변을 하지 않은 농가가 총 148농가 중 25.0%를 차지하였다. 그 이유는 온실에서 작물 재배 시 사용성에 불편을 줄 정도로 변형이 없었거나 정확하게 모르기 때문인 것으로 나타났다. 응답에 응한 농가들 중에서 사용성에 전혀 지장이 없다고 가정 했을 때를 0%로 기준으로 분석한 결과, 온실 변형이 10% 미만 정도만 변형이 생기면 사용성에 지장을 초래할 것이라고 생각하는 농가의 비율이 가장 높았다. 그러나 50% 이상의 변형이 발생해야 사용성에 지장이 초래 한다고 응답한 농가도 6.1%나 되었다. 사용성에 지장을 초래하는 변형정도는 온실 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 16~18은 온실 피복재의 유지관리 실태를 분석한 결과이다. 온실 피복재의 기밀성 점검여부(Table 16 참조)의 경우, 단동 및 연동온실에 대해 각각 76.4% 및

Table 15. Deformation on greenhouse.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)	
Deformation (%)	<10	13	28	41
		(18.1)	(36.8)	(27.7)
	10~19	12	14	26
		(16.7)	(18.4)	(17.6)
	20~29	7	6	13
		(9.7)	(7.9)	(8.8)
	30~39	9	5	14
(12.5)		(6.6)	(9.5)	
40~49	6	2	8	
	(8.3)	(2.6)	(5.4)	
≥50	6	3	9	
	(8.3)	(3.9)	(6.1)	
Others	19	18	37	
	(26.4)	(23.7)	(25.0)	
Total	72	76	148	
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

73.7%로서 약 70% 이상의 농가에서 평상시에 피복재 기밀성을 점검하는 것으로 나타났다. 기밀성 점검하는 농가는 온실에서 작업을 하면서 수시로 확인하는 것으로 나타났다. 그러나 전혀 점검하지 않는 농가도 각각 23.6%, 26.3%로 나타났다. 따라서 대부분의 농가에서는 기밀성을 점검하고 있으며, 점검하지 않는 농가들은 필요성을 느끼지 못해서 하지 않는 것으로 나타났다. 그리고 농가들이 생각하는 피복재의 내용연수(Table 17 참조)은 단동 및 연동온실에 대해 각각 3년 미만인 51.4%, 3~5년이 43.4%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 단동온실보다 연동온실이 교체간격이 더 긴 것은 연동온실이 규모가 크고 교체하는 비용과 노동력이 더 많이 필요로 한다. 따라서 교체비용과 노동력을 절감하기 위해 농가에서 좀 더 내용연수가 긴 필름을 선호하기 때문인 것으로 판단된다. 또한 온실의 경우, 비산먼지 등으로 인하여 피복재의 광투과율이 저하된다. 따라서 농가들이 광투과율을 높이기 위해서 피복재에 쌓인 먼지 등을 청소하는지에 대해서 알아보았다(Table 18 참조). 단동 및 연동온실 농가에서 피복재 피복 후, 교체 할 때까지는 청소를 하지 않는 비율 각각 95.8% 및 82.9%으로 대부분 하지 않는 것으로 나타났다. 그 이유는 시간적인 여유가 없고, 청소를 하고 싶어도 마땅한 장비가 없어서 못하는 것으로 나타났다.

태풍 시에 피복재를 제거 하면 구조재의 피해는 어느

Table 16. Pre-checks for sealing performance of greenhouse covering materials.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)	
Sealing	DO	55	56	111
		(76.4)	(73.7)	(75.0)
	DO not	17	20	37
		(23.6)	(26.3)	(25.0)
Total	72	76	148	
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

Table 17. Replacement interval of greenhouse covering materials.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)	
Replacement interval (years)	<3	37	14	51
		(51.4)	(18.4)	(34.5)
	3~5	23	33	56
		(31.9)	(43.4)	(37.8)
	6~9	7	21	28
		(9.7)	(27.6)	(18.9)
	10~19	4	3	7
(5.6)		(3.9)	(4.7)	
≥20	1	5	6	
	(1.4)	(6.6)	(4.1)	
Total	72	76	148	
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

Table 18. Cleaning of greenhouse covering materials.

Classifications	Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)	
Cleaning	Do	3	13	16
		(4.2)	(17.1)	(10.8)
	Do not	69	63	132
		(95.8)	(82.9)	(89.2)
Total	72	76	148	
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

정도 막을 수 있다. 따라서 피복재의 제거 여부에 대한 조사결과를 나타낸 것이 Table 19이다. 그 결과 피복재를 제거해 본적이 있는 농가는 단동 및 연동온실에 대해 각각 20.8% 및 10.5%로 연동온실 보다 단동온실이 상대적으로 많았다. 이것은 농가들이 연동온실이 단동온실 보다 자연재해에 대해 더 안전하다고 생각하기 때문으로 판단된다. 그리고 피복재를 제거해 본 경험이 없는

Table 19. Greenhouse covering removal when the typhoon.

Classifications		Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Covering removal	Yes	15 (20.8)	8 (10.5)	23 (15.5)
	No	57 (79.2)	68 (89.5)	125 (84.5)
Total		72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

Table 20. Reasons for not removing of greenhouse covering materials.

Classifications		Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)	
Reasons	(1) Crops of cultivation	31 (43.1)	25 (32.9)	56 (37.8)	
	(2) Cost of covering material replacements	23 (31.9)	18 (23.7)	41 (27.7)	
	(3) Miss remove time	3 (4.2)	3 (3.9)	6 (4.1)	
	(1) + (2)	7 (9.7)	16 (21.1)	23 (15.5)	
	(2) + (3)	0 (0.0)	2 (2.6)	2 (1.4)	
	Others	8 (11.1)	12 (15.8)	20 (13.5)	
	Total		72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

농가가 각각 79.2% 및 89.5%를 차지하였다. 이것은 대부분의 농가에서 피복재의 교체비용이라든가 작물을 재배할 경우에는 제거 하고 싶어도 작물보호를 위해서 제거하지 않은 것으로 나타났다. 또한 몇몇 농가에서는 제거할 시점을 놓치거나 정확한 시기를 알 수 없어서 제거를 하지 못하는 경우도 있었다. 따라서 농가나 지자체 등이 피해보상의 유형이나 유무, 제거 시점 등을 인지하도록 교육을 하거나 주지시켜 구조재의 파괴를 막기 위한 방안을 강구하여야 할 것으로 판단된다. Table 20은 태풍 시 피복재를 제거 하지 않는 이유를 나타낸 것이다.

Table 21은 농가에서 시설물 화재 예방을 위해서 소방설비를 구비하고 있는지에 대한 조사결과이다. 단동 및 연동온실에서 각각 19.4% 및 47.4%만 소방 설비를 구비하고 있는 것으로 나타나 화재에 대한 인식이 많이 부족한 것을 알 수 있었다. 단동온실의 경우, 관개를 위해서 사용하는 물이 항상 가까이 있기 때문에 대부분의 농

Table 21. Equipped with fire-fighting equipment for fire prevention.

Classifications		Single-span (%)	Multi-span (%)	Total (%)
Fire-fighting equipment	Yes	14 (19.4)	36 (47.4)	50 (33.8)
	No	58 (80.6)	40 (52.6)	98 (66.2)
Total		72 (100.0)	76 (100.0)	148 (100.0)

가에서는 소방 설비를 구비하지 않는 것으로 나타났고, 연동온실의 경우도 몇 개의 소화기만 구비해 둔 농가들이 대부분 이었다. 구입한 소화기도 온실 구석에 방치되어 있었으며, 주기적인 점검을 하지 않는 것으로 나타났다. 미국(NGMA, 2014) 등의 외국 온실 기준에는 화재에 대한 명확한 기준이 정립되어 있지만, 국내의 경우는 농어촌진흥공사에서 작성한 “원예시설의 구조안전기준 작성(최종)” 설계기준에 간략하게 화재안전관리에 대해 소개 되어 있을 뿐 명확한 기준이 없다(RDC, 1995). 따라서 우리나라도 점점 온실이 대형화되고 집단화 되고 있는 점, 자동화 또는 전기의 사용이 늘어나고 있기 점을 고려하여 화재안전에 대한 명확한 기준 마련 등이 필요할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 농가들의 온실 유지관리 실태를 알아보기 위해서 국내에 보급되어 있는 온실에 대해 전국을 대상으로 온실규격, 자연재해 예방 및 피해상황, 온실 구조재, 온실 피복재 등에 관한 실태를 조사하여 자료를 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 온실의 규격의 경우, 길이는 단동 및 연동 온실 모두 90m 이상이 가장 많았다. 폭은 단동온실 및 연동 온실이 각각 8m 이상 및 7.0~7.9m, 측고 1.5~1.9m 및 2.0~2.9m, 동고 3.0~3.9m 및 6m가 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 내재해형 온실을 조사한 결과 농가에서 내재해형 온실 설치를 기피하는 것으로 조사되었다. 온실의 자연재해 피해는 대설 보다 태풍에 대한 피해를 많이 받는 것으로 조사되었다. 자연재해 예보 시 점검사항의 경우, 태풍 예보가 있을 때에는 천창, 측창, 출입문 및 피복재 고정밴드를 주로 점검하며, 대설 예보가 있을 때에는 난방기를 주로 점검하는 것으로 나타났다. 온실과 이프에 부식이 발생 시 보수방법은 도색 보다는 부분적인 교체를 많이 하고, 자연재해 예방을 위한 구조물의 보강재를 대부분 사용하지 않는 것으로 나타났다. 온실

피복재의 유지관리는 대부분의 농가에서 피복재 밀폐성을 점검하는 것으로 나타났지만, 광 투과를 위한 피복재의 청소는 대부분 하지 않는 것으로 나타났다. 태풍시 온실 피복재를 제거하면 구조재 파괴를 막을 수 있는데 그렇게 못하는 이유는 피복재의 교체비용, 재배작물 때문인 것으로 파악되었다. 그리고 온실농가에서 화재예방을 위한 소방설비 구비 여부에 대해 조사한 결과, 온실의 화재예방 인식이 많이 부족한 것으로 나타났다.

추가 주제어: 구조, 내용연수, 자연재해, 파이프 부식, 피복재

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ0094922014)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Literature cited

- Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services(GBA). 1995. Structural design of plastic greenhouse for prevention of meteorological disaster. ed. Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension services, Gyeongsangbuk-do, Korea (in Korean).
<http://www.naver.com>
<http://www.mafra.go.kr>
- Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services(JNA). 2006. The field survey report on heavy snow damage in agriculture in 2005. ed. Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Jeollanam-do, Korea (in Korean).
- Jung, H.K., K.M. Lee, and S.K. Park. 1996. Analysis of research for the actual state and management of automated horticultural facilities. J. Bio. Fac. Env. 5(2): 174-186 (in Korean)
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries(MIFAFF). 2012. Greenhouse status for the vegetable grown in facilities and the vegetable productions in 2011. ed. MIFAFF, Gwacheon, Korea (in Korean).
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries(MIFAFF) and Rural Development Administration(RAD). 2010. Design and construction code on horticultural and herbal facilities for disaster resistance. ed. Gwacheon and Suwon, Korea (in Korean).
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). 2013a. Greenhouse status for the vegetable grown in facilities and the vegetable productions in 2012. ed. MAFRA, Sejong, Korea (in Korean).
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). 2013b. Cultivation status of floricultural crop in 2012. ed. MAFRA, Sejong, Korea (in Korean).
- Mistriotis, A., G.P.A. Bot, P. Picuno, and G. Scarascia-Mugnozza. 1997. Analysis of the efficiency of greenhouse ventilation using computational fluid dynamics. Agric. For. Meteorol. 85:217-228.
- Nam, S.W., and I.H. Yu. 2000. A field survey on the structures and maintenance status of pipe framed greenhouse. J. the KSAE. 42(4): 106-114 (in Korean)
- Nam, S.W., and Y.S. Kim. 2009. Actual state of structures and environmental control facilities for tomato greenhouses in Chungnam region. Jour. Agri. Sci. 36(1):73-85 (in Korean).
- National Greenhouse Manufactures Association(NGMA). 2004. Structural Design Manual. ed. NGMA, PA, USA.
- Shu, W.M., M.K. Choi, Y.H. Bae, J.W. Lee, and Y.C. Yoon. 2008. Structural safety analysis of a modified 1-2W type greenhouse enhanced for culturing paprika. J. Bio-Env. Cont. 17(3):197-203 (in Korean).
- Yu, I.H., E.H. Lee, M.W. Cho, H.R. Ryu, and Y.C. Kim. 2012. Development of multi-span plastic greenhouse for tomato cultivation. J. Bio-Env. Cont. 21(4):428-436 (in Korean).
- Ryu, H.R., I.H. Yu, M.W. Cho, and Y.C. Um. 2009. Structural reinforcement methods and structural safety analysis for the elevated eaves height 1-2W type plastic greenhouse. J. Bio-Env. Cont. 18(3):192-199 (in Korean).
- Rural Development Corporation(RDC). 1995. Greenhouse structural requirements. ed. RDC, Uiwang, Korea (in Korean).
- Rural Development Administration(RDA). 2000. Agricultural disasters countermeasure and its technology. ed. RDA, Suwon, Korea (in Korean).
- Rural Development Administration(RDA). 2005. Damage aspects and countermeasure of horticultural facilities by meteorological disasters. ed. RDA, Suwon, Korea (in Korean).
- Rural Development Administration(RDA). 2007. A guide book for meteorological disasters reduction of agricultural facilities. ed. RDA, Suwon, Korea (in Korean).
- Rural Development Administration(RDA). 2009. The workshop for Reduction countermeasure of meteorological disasters for horticultural and special facilities. ed. RDA, Suwon, Korea (in Korean).