



금강변 저지대 시설원예단지의 침수피해 실태와 개선방안 조사연구

Investigations on Inundation Damage in Greenhouse Complex Established at Lowlands on the Geumgang Riverside

남상운* · 김태철* · 김대식*†

Nam, Sang-Woon* · Kim, Tae-Cheol* · Kim, Dae-Sik*†

ABSTRACT

Investigations on the inundation damage and improvement measures were carried out centering around the protected horticultural complex concentrated in lowlands on the side of Geum river, in Nonsan and Buyeo, Chungnam. Most greenhouses were single-span plastic houses in this area, and tomato, strawberry and watermelon were cultivated mainly. 45.8 % of whole farmhouse were experienced in damage by inundation, and a frequency of the damage was average once in 11 years. The most urgent problem at the greenhouse culture in this area was showed in order of drainage improvement, irrigation water resources and energy saving. Consideration items in drainage improvement project for protected horticulture were showed in order of extending drain pumps, extending drain canals, using concrete flume in drain ditch. It needs to consider systematic plans that can restrain new establishment of greenhouses on the lowland paddy field in drainage area. It is difficult to remove greenhouses which are already established or prohibit cultivation. Therefore we should impose minimum duty items so that greenhouse tillers can cope with inundation. And it is thought that managing agency need to minimize farmers damage by improving drainage ability and introducing maintenance pattern that is different from rice cropping.

Keywords: Conditions of location; Drainage facilities; Inundation damage; Lowlands; Protected horticulture

1. 서 론

수원공이 설치된 수리안전담은 벼 생산을 목적으로 경지정리 등 대대적인 정부의 농지정비 사업으로 탄생하였으나, 최근 경작자의 자율적 영농방식 선택으로 벼 이외에 고소득을 목표로 시설원예작물을 재배함으로써 수리안전담의 물 관리는 이수 및 치수측면에서 새로운 국면을 맞이하고 있다. 기존의 수리안전담은 벼 생산을 목적으로 5월에서 10월에 이르는 관개기간에 벼의 필요수량과 벼의 허용 침수시간을 고려하여 이수와 치수에 관한 물 관리 규정을 두고 있으나, 전국적으로 농민들은 수리안전담에 다양한 시설원예작물을 재배함으로써 벼를 포함하여 토마토, 딸기, 오이, 참외, 수박 등 다양한 작물들의 생육시기, 필요수량, 허용 침수시간 등 새로운 인자를 고려해야 할 필요성이 제기되고 있다. 특히, 배수장이 설치된 저지대 상습침

수 농지에서는 이러한 시설원예작물들을 재배할 경우에 관개기간에 벼 생육관리를 중심으로 규정되어 있는 배수장의 운영시스템으로는 다른 시설원예작물들의 침수피해를 억제할 수 있는 능력이 없으며, 관련 규정도 전무한 실정에 있으나, 당해 지역에 농지를 소유하고 있는 농민들은 자의에 의하여 침수피해를 감안하면서도 시설원예작물을 재배하고 있는 실정이다 (MAF, 2001 ; Yoon과 Kim, 2008).

그러나 그와 같은 상습침수지역에서는 24시간 침수를 허용하는 벼 중심의 배수장 운영 규정을 준수하더라도 시설원예작물은 허용 침수시간이 짧기 때문에 피해를 입을 수밖에 없으며, 이러한 경우에는 경작자와 배수장 관리주체간의 피해 책임에 대한 분쟁의 소지가 만연할 수밖에 없다. 따라서 기존의 벼 경작 중심의 배수장 운영시스템을 다양한 시설원예작물의 경작을 고려하고 작물들의 침수피해를 방지할 수 있도록 배수장의 운영시스템과 규정을 일부 개선해야 하며, 나아가 피해 발생 시 책임소재를 명확히 하기 위하여 배수장의 한계를 넘어서는 상습침수지역에서는 허용 침수시간이 짧은 시설원예작물 재배를 법적으로 규제하는 제도적 장치를 마련할 필요가 있다.

20년 빈도 24시간이내 배제로 되어있는 현행 배수개선 설계 기준을 논에서의 원예작물 재배 등 영농형태 변화를 반영하여

* 충남대학교 농업생명과학대학 지역환경토목학과

† Corresponding author. Tel.: +82-42-821-5795

Fax: +82-42-821-8943

E-mail address: drkds19@cnu.ac.kr

2010년 2월 17일 투고

2010년 5월 7일 심사완료

2010년 5월 10일 게재확정

30년 빈도 즉시배제의 원예작물배수개선 설계기준 (안)을 마련하여 시범지구에 선별적으로 적용하고 있으나 배수장 시설용량 확대로 사업비가 과다하게 증가하여 사업추진에 어려움을 겪고 있다 (Yoon과 Kim, 2008). 하지만 쌀 과잉생산 문제 등을 해결하고 안전한 영농활동을 보장하여 농가소득을 증대시키기 위해서는 논지역 내에 원예작물 재배 등의 작부체계 다양화를 피할 수 없으므로 이에 따른 설계기준과 유지관리 패턴의 재정립이 시급하다.

본 연구에서는 시설원예단지가 밀집한 충남 논산과 부여의 금강변 저지대를 중심으로 원예작물 재배현황, 침수피해 실태, 자가 배수조치, 배수개선 희망사항 등을 조사 분석하여 시설원에 경작자가 책임져야 할 최소한의 의무사항 부과, 수리시설 유지관리 패턴의 재정립 및 원예작물 배수개선사업의 시행에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지역 선정

논산, 부여 등 금강주변의 저지대로 상습 침수피해 지역인 농어촌공사 관할 배수장 지구 내에 위치한 시설하우스 원예작물 재배단지를 고려하였다. 예비답사를 통하여, 100 ha 이상의 집단화가 되어 있으면서, 과거에 침수피해 경험을 갖춘 3개의 배수장 지구를 선정하였으며 선정지역은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 부여군 세도면 가회배수장 지구 (105 ha), 부여군 부여읍

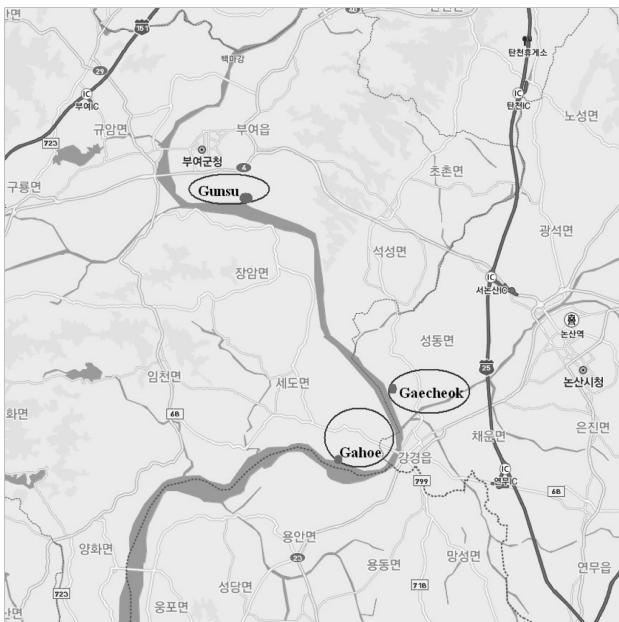


Fig. 1 Location map of study area

군수배수장 지구 (149 ha), 논산시 성동면 개척배수장 지구 (453 ha)이다.

본 연구에서 선정된 세 개의 배수장 지구에 대하여 시설배치와 각 시설에서의 재배현황을 예비 조사한 결과 가회배수장 지구는 전체 필지의 76 %인 297필지에 비닐하우스가 설치되어 있었으며 대부분 토마토를 재배하고 있고, 군수배수장 지구는 전체 필지의 74 %인 267필지에 비닐하우스가 설치되어 있고 시금치를 많이 재배하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 이것은 본 예비조사가 11월에 이루어졌기 때문에 실제 침수피해가 예상되는 봄, 여름철에는 수박이 주 재배 품목인 것으로 조사되었다. 개척배수장 지구는 전체필지의 59 %인 363필지에 비닐하우스가 설치되어 있었고 딸기를 가장 많이 재배하고 있는 것으로 나타났다.

연구대상지역 관할 시군 농업기술센터를 방문하여 시설원예 재배현황을 조사하고, 앞에서 언급한 연구대상지구 시설재배현황 예비조사 결과를 활용하여 배수장 지구별 주요 재배작물로 토마토, 수박, 딸기를 선정하였다. 논산시에서 가장 많이 재배되고 있는 시설재배 작목은 딸기로서 재배면적은 845 ha에 이르고, 전국 딸기 재배면적의 13.3 %, 충남 재배면적의 54.9 %를 차지하고 있다. 개척 배수장 지구에도 딸기가 주로 재배되고 있는 것으로 나타났다. 부여군에서 가장 많이 재배되고 있는 시설재배 작목은 수박으로서 재배면적은 2,150 ha에 이르며, 전국 수박재배 면적의 13.6 %, 충남 재배면적의 52.5 %를 차지하는 주요 작목이다. 군수 배수장 지구도 거의 대부분 수박을 재배하고 있으며 군수리가 속한 부여읍의 수박 재배면적은 825 ha로 부여군 전체의 38.4 %로 주요 재배단지를 이루고 있다. 부여군에서 수박 다음으로 많이 재배되고 있는 작목은 토마토로 360 ha에 이르며, 가회 배수장 지구인 부여군 세도면은 전국적으로 알려진 토마토 재배 단지를 이루고 있는 지역으로 재배 면적이 252 ha로 부여군 전체의 70 %를 차지하는 특화된 재배단지이다 (NATC, 2007; BATC, 2008; MIFAFF, 2008).

2. 조사항목 및 조사방법

조사항목은 원예시설현황, 침수피해사례, 자가배수조치 등이었다. 원예시설현황에서는 시설유형, 재배작물, 작형 및 작기, 시설면적 (재배면적), 설치년도 (재배경력), 용수원, 관개설비, 입지선정 고려여부 등이었고, 침수피해사례에서는 피해경험 (피해횟수, 시기, 침수시간, 피해정도), 피해액 (면적당 침수피해 원 단위), 침수 후 조치사항, 지하수위 상승 (금강 외수위 영향)에 의한 피해 유무 등이었다. 자가배수조치에서는 경지의 배수여건, 자가 배수조치 여부, 배수장 문제점과 배수개선 희망사항

등이었다.

조사방법은 연구원이 현장을 방문하여 대면 면접조사로 실시하였으며 3개의 대상 배수장 지구에 대하여 관할구역 내 모든 시설재배 농가를 대상으로 전수조사를 실시하였다. 연구대상지역의 하우스 필지는 예비조사 (2008년 11월)에서 가회배수장 지구 297필지, 개척배수장 지구 363필지, 군수배수장 지구 267 필지였으나 본조사 (2009년 1월 ~ 5월)에서는 가회배수장 지구 280필지, 개척배수장 지구 337필지, 군수배수장 지구 241필지로 나타났다. 이는 각각 17필지 (5.7 %), 26필지 (7.2 %), 26필지 (9.7 %)가 줄어든 것으로써 전체적으로 약 7.4 %가 감소된 것이다. 예비조사 당시의 조사오류도 일부 있겠지만 시설영농을 포기했거나 재건축을 위해 시설을 철거했기 때문으로 판단된다. 조사기간에 현장에서 농민을 만날 수 없었거나 면접조사에 응하지 않은 농가를 제외하고 실제 결과분석에 사용한 설문조사 필지는 가회배수장 지구 200필지, 개척배수장 지구 234필지, 군수배수장 지구 171필지로 전체 605 필지였다. 설문조사 응답율은 가회배수장 지구 71.4 %, 개척배수장 지구 69.4 %, 군수배수장 지구 71.0 %로 나타났으며 전체적으로는 70.5 %를 보였다. 1농가에서 2필지 이상의 경지를 소유하고 시설하우스 농사를 짓고 있는 경우도 많이 있었으나 배수장 지구의 특징을 분석함에 있어서 보다 높은 의견 기여도를 얻기 위하여 필지단위로 조사하고 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 원예시설 현황과 침수피해 사례

일반현황에서는 경작자의 주소와 관할 배수장 및 시설하우스 경작지 토지의 소유에 대하여 조사하였다. 시설하우스 경작지 소유형태는 Table 1에서 보는바와 같이 전체적으로 80.5 %가 본인 소유였으나 지역간에 차이가 커서 군수배수장 지구는 97.7 %가 본인 소유인데 반해 가회배수장 지구는 64 %만이 본인 소유인 것으로 나타났다. 경지를 임대하여 시설하우스를 경작하는 농가가 가회배수장 지구는 22.5 %, 개척배수장 지구는 12.4 %로 나타났다. 원예작물 배수개선사업을 시행함에 있어서 정부지원과 자부담 비율을 적당하게 설정하는 문제, 경작자의 동의를 구하는 문제 등의 어려움이 예상된다.

시설하우스의 유형은 Table 2와 같이 거의 대부분 단동 비닐하우스로 나타났다. 토마토를 주로 재배하는 가회 배수장 지구의 23 %를 제외하고는 연동하우스가 거의 없었으며, 유리온실은 대상지구내에 하나도 없었다. 배수장 지구로서 침수피해의 위험이 상존하고 있기 때문에 유리온실이나 연동하우스 등의 현대화된 고정식 시설을 설치하지 않는 것으로 판단된다.

Table 1 Ownership of the cultivated land for greenhouse (unit: farms (%))

Ownership	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Personal	128 (64.0)	192 (82.1)	167 (97.7)	487 (80.5)
Family	16 (8.0)	7 (3.0)	0 (0.0)	23 (3.8)
Leased	45 (22.5)	29 (12.4)	2 (1.2)	76 (12.6)
No answer	11 (5.5)	6 (2.6)	2 (1.2)	19 (3.1)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

Table 2 Greenhouse type (unit: farms (%))

Type	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Glass house	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Single plastic	149 (74.5)	233 (99.6)	171 (100)	553 (91.4)
Multi plastic	46 (23.0)	1 (0.4)	0 (0.0)	47 (7.8)
Single+ Multi	5 (2.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (0.8)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

Table 3 Crops cultivated in the greenhouse (unit: farms (%))

Crop	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Strawberry	5 (2.5)	55 (23.5)	1 (0.6)	61 (10.1)
Tomato	192 (96.0)	13 (5.6)	3 (1.8)	208 (34.4)
Water melon	0 (0.0)	164 (70.1)	153 (89.5)	317 (52.4)
Others	3 (1.5)	2 (0.9)	14 (8.2)	19 (3.1)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

시설하우스 재배작물은 Table 3과 같이 수박, 토마토, 딸기가 주종을 이루고 있었다. 가회배수장 지구는 토마토가 96 %로 거의 대부분을 차지하고 있으며, 군수배수장 지구는 수박이 89.5 %로 대부분을 차지하고 있다. 개척배수장 지구는 예비조사와 시군 농업기술센터 조사에서와 달리 수박이 70.1 %로 가장 많고 딸기가 23.5 %로 뒤를 잇고 있었다. 하지만 수박은 군수배수장 지구가 더 특화되어 있으므로 개척배수장 지구는 딸기를 특화작목으로 선정하여 연구대상으로 설정하였다.

시설재배 작물의 작형은 이론적으로 축성, 반축성, 억제재배로 구분하고 있는데 Table 4와 같이 농민들은 잘 모르고 있거나, 실제로는 난방비 절감이나 홍수피해 경감 또는 혹서기를 피하는 작형을 택하고 있었다. 토마토를 주로 재배하는 가회배수장 지구는 반축성 재배가 훨씬 더 많았고, 수박과 딸기를 많이 재배하는 개척배수장 지구는 축성재배가 더 많았다. 수박을 주로 재배하는 군수배수장 지구는 축성재배와 반축성 재배가 비슷한 비율을 보였으나 모르겠다는 응답이 47.4 %로 매우 높았다.

시설하우스 재배작물의 작기는 매우 다양하게 나타나고 있었

Table 4 Cropping system of crops cultivated in the greenhouse (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Forcing culture	55 (27.5)	135 (57.7)	49 (28.7)	239 (39.5)
Semi-forcing	122 (61.0)	59 (25.2)	41 (24.0)	222 (36.7)
Retarding culture	12 (6.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	12 (2.0)
No answer	11 (5.5)	40 (17.1)	81 (47.4)	132 (21.8)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

Table 5 Greenhouse floor area (unit: farms (%))

Area	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
< 0.33 ha	68 (34.0)	39 (16.7)	16 (9.4)	123 (20.0)
≥ 0.33 ha	109 (54.5)	124 (53.0)	130 (76.0)	363 (60.0)
≥ 0.66 ha	20 (10.0)	50 (21.4)	24 (14.0)	94 (16.0)
≥ 1.00 ha	3 (1.5)	21 (9.0)	1 (0.6)	25 (4.0)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

Table 6 Cultivation career of protected horticulture (unit: farms (%))

Career	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
< 10 year	29 (14.5)	31 (13.2)	8 (4.7)	68 (11.0)
≥ 10 year	54 (27.0)	85 (36.3)	55 (32.2)	194 (32.0)
≥ 20 year	45 (22.5)	68 (29.1)	71 (41.5)	184 (30.0)
≥ 30 year	51 (25.5)	44 (18.8)	35 (20.5)	130 (21.0)
No answer	21 (10.5)	6 (2.6)	2 (1.2)	29 (5.0)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

다. 대부분 여름철 호우피해를 피하고 혹서기에 고온극복의 어려움 때문에 7 ~ 8월은 휴경하고, 9월경에 정식하여 이듬해 5 ~ 6월에 수확을 마치는 작기를 택하고 있었으며, 연중 재배하는 경우는 1.5 %에 불과한 것으로 나타났다. 가회배수장 지구에서 토마토의 작기는 10월에서 이듬해 6월까지가 77.5 %로 대부분을 차지하고 있으며 9월 ~ 6월 (7 %), 12월 ~ 6월 (6 %)의 순으로 나타났다. 군수배수장 지구에서 수박의 작기는 1월 ~ 5월이 33.3 %로 가장 많았고, 다음으로는 12월 ~ 6월 (17.5 %), 11월 ~ 5월 (11.1 %)의 순으로 나타났다. 개척배수장 지구에서는 수박이 가장 많이 재배되고 있었으나 딸기의 작기를 알아보기 위하여 딸기재배 농가만 별도로 통계처리 하였다. 개척배수장 지구에서 딸기의 작기는 9월 ~ 5월이 36 %로 가장 많았고, 다음으로는 10월 ~ 5월 (20 %), 9월 ~ 6월 (14 %)의 순으로 나타났다. 대다수의 농가를 포함하는 작기는 토마토의 경우 9월 ~ 6월 (90.5 %), 딸기의 경우도 9월 ~ 6월 (70 %), 수박은 11월 ~ 6월 (61.9 %)인 것으로 분석되었다. 즉, 대부분 6월에는 작기를 끝내므로 시기적으로 집중

호우에 의한 침수피해의 확률은 낮을 것으로 판단된다.

시설하우스 재배면적은 Table 5와 같이 대체로 1,000평에서 2,000평 사이가 가장 많아 가회배수장 지구 54.5 %, 개척배수장 지구 53 %, 군수배수장 지구 76 %가 여기에 해당하고, 전체의 60 %를 차지하였다. 하지만 1,000평 미만의 영세한 농가도 가회배수장 지구 34 % 등 전체 20 %나 되는 것으로 나타났다. 평균 시설재배면적은 지역 간에 차이가 있었으며 가회배수장 지구 1,200평, 개척배수장 지구 1,650평, 군수배수장 지구 1,350평으로 나타났다.

시설하우스 재배경력은 Table 6과 같이 대체로 골고루 분포하는 것으로 나타났다. 10년 ~ 20년 사이가 32 %로 가장 많았고 20년 ~ 30년 (30 %), 30년 이상 (21 %), 10년 미만 (11 %)의 순으로 나타났다. 군수배수장 지구가 가회배수장 지구나 개척배수장 지구에 비하여 재배경력이 더 오래된 것으로 나타났다. 비닐하우스용 아연도 강관의 경우 내구연한이 10 ~ 15년으로 알려져 있으므로 상당부분은 시설교체가 이루어졌을 것으로 판단된다 (Lee et al., 1993). 하지만 재배경력의 분포로 볼 때 시설하우스의 재건축 수요가 상당히 발생할 것으로 예상되므로 배수개선사업 등의 시설원에 생산기반 조성사업의 시행시기를 선택함에 있어서 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.

시설하우스의 용수원은 거의 모두 지하수를 이용하고 있었으며 하천수를 이용하는 농가가 1농가 있었다. 연구대상지역 뿐만 아니라 우리나라 시설원예의 관개용수는 거의 대부분 지하수를 사용하고 있고, 수막시설 등에도 막대한 양의 지하수를 사용하고 있어 지하수 고갈이 우려된다 (Lee et al., 1998). 따라서 연구대상지역과 같이 용배수도가 정비된 경지정리 한 논에 시설하우스를 설치하여 원예작물을 재배하는 경우에는 기 개발된 저수지 또는 하천수의 논 관개시설을 활용할 수 있는 대책이 필요할 것으로 사료된다.

원예시설의 입지로서 가장 중요한 것은 광 (일사)조건과 용수 (양과 질) 공급이며 그 다음으로 양호한 배수가 필수조건이다 (Nelson, 1991; Lee et al., 1993; JGHA, 1994). 연구대상지역은 모두 금강변 저지대 배수장지구로 침수가 예상되는 지역임에도 불구하고 많은 시설하우스가 설치되어 경작되고 있다. 시설하우스 설치 시 배수여건 고려여부에 대한 설문 결과 76.9 %가 고려하였다고 응답하였다. 하지만 중요한 입지조건인 배수여건을 고려하지 않았다는 응답이 6.8 %로 적지 않았으며, 응답하지 않은 경우도 16.4 % (군수배수장 지구의 경우에는 35.1 %)나 되는 등 무시하는 경향을 보이고 있다. 이들은 침수피해가 예상되지만 침수피해가 발생할 확률이 높은 시기를 피하는 작기를 선택함으로써 배수문제를 해결하려는 것으로 판단된다. 하지만 막바지 수확기인 5, 6월에 호우가 발생하면 침수피해를 겪지 않을 수 없으므로 배수개선 대책이 필요한 것으로 사료

된다.

시설하우스 농가의 하우스 1동 (200평)당 소득을 조사하였으나 농가소득 문제는 민감한 사안이기 때문에 농민들이 응답을 회피하는 경우가 많았다. 응답 농가를 기준으로 한 평균소득은 가회배수장 지구 1,149만원, 개척배수장 지구 442만원, 군수배수장 지구는 276만원 이었으며 3개 지구 전체 평균은 622만원으로 조사되었다. 충남지역 시설원예작물의 2008년도 소득분석 자료 (RDA, 2009)에 의하면 10a당 반축성 토마토의 경우 575만원, 반축성 딸기 757만원, 축성 딸기 845만원, 반축성 수박 259만원으로 나타나고 있다. 연구대상지역의 조사결과와 농촌진흥청 소득분석 자료를 비교해 보면 주로 평균 이상의 소득을 올리는 농가만 설문에 응답한 것으로 판단된다. 추곡수매제 폐지 이후 쌀 직불금을 포함한 농가소득은 10a를 기준으로 2008년에 69만3,742원으로 하우스 1동 면적인 200평을 기준으로 하면 46만 2,495원에 불과하다 (KOSIS, 2009). 따라서 연구대상지구의 시설원예농가 평균소득은 벼농사에 비하여 적게는 6배에서 많게는 24배나 되었으며 평균 13배 정도인 것으로 분석되었다. 농촌진흥청 소득분석 자료로 박도 수박 4배, 토마토 8배, 딸기 11배로 많았다. 침수의 우려를 무릅쓰고 저지대에 시설하우스를 설치한 이유는 이와 같이 벼농사에 비하여 높은 소득을 올릴 수 있다는 것과 무관하지 않은 것으로 판단된다.

침수피해를 경험한 횟수는 Table 7과 같이 조사되었다. 침수로 인한 피해를 경험한 농가는 가회배수장 지구 48.5 %, 개척배수장 지구 51.3 %, 군수배수장 지구 35.1 % 등 전체 45.8 %의 농가가 한번 이상 피해를 겪은 것으로 나타났다. 피해경험횟수는 대체로 1 ~ 2회가 가장 많았으나 매년 겪고 있다고 응답한 농가도 가회배수장 지구 1.5 %, 개척배수장 지구 15.4 %, 군수배수장 지구 4.1 % 등 전체적으로 7.6 %나 되었다. 평균빈도 (재배경력/피해횟수)는 가회배수장 지구 7.9년, 개척배수장 지구 9년, 군수배수장 지구 16.4년으로 전체평균 11.1년에 한번 꼴로 피해를 경험한 것으로 나타났다.

침수피해를 당한 시기는 Table 8과 같이 주로 육묘기와 수확기였으나 작목별로 차이가 있었다. 토마토를 주로 재배하는 가회배수장 지구의 경우 수확기에 가장 많은 피해를 입은 반면 딸기와 수박을 많이 재배하는 개척, 군수배수장 지구의 경우에는 육묘기에 더 많은 피해를 입은 것으로 나타났다. 딸기는 6 ~ 8월에 육묘를 하는 경우가 많은데 이 무렵이 집중호우가 많이 발생하는 시기이기 때문으로 판단된다.

하우스 침수 시의 침수시간은 Table 9와 같이 24시간 이상이 가장 많았다. 기본적으로 시설채소의 경우 침수 시 원상회복이 어렵기 때문에 침수시간은 허용되지 않으며 즉, 설계 시 허용 침수시간은 0시간으로 해야 한다 (Yoon과 Kim, 2008).

Table 7 The number of experience in the inundation damage (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
None	103 (51.5)	114 (48.7)	111 (64.9)	328 (54.2)
1 ~ 2 times	48 (24.0)	37 (15.8)	14 (8.2)	99 (16.4)
3 ~ 5 times	24 (12.0)	25 (10.7)	4 (2.3)	53 (8.8)
≥ 6 times	22 (11.0)	18 (7.7)	0 (0.0)	40 (6.6)
every year	3 (1.5)	36 (15.4)	7 (4.1)	46 (7.6)
No answer	0 (0.0)	4 (1.7)	35 (20.5)	39 (6.4)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

Table 8 The time of experience in the inundation damage (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Nursery time	2 (2.1)	77 (64.2)	30 (50.0)	109 (39.4)
Taking root time	2 (2.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (0.7)
Ripening time	22 (22.7)	3 (2.5)	2 (3.3)	27 (9.7)
Harvest time	47 (48.5)	29 (24.2)	10 (16.7)	86 (31.0)
No answer	24 (24.7)	11 (9.2)	18 (30.0)	53 (19.1)
Total	97 (100)	120 (100)	60 (100)	277 (100)

Table 9 The inundation time of greenhouse crops (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
< 1 hr	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
1 ~ 4 hr	11 (11.3)	18 (15.0)	3 (5.0)	32 (11.6)
4 ~ 24 hr	22 (22.7)	13 (10.8)	2 (3.3)	37 (13.4)
≥ 24 hr	51 (52.6)	17 (14.2)	7 (11.7)	75 (27.1)
No answer	13 (13.4)	72 (60.0)	48 (80.0)	133 (48.0)
Total	97 (100)	120 (100)	60 (100)	277 (100)

짧은 시간 침수되더라도 병해충 만연 등의 피해가 예상되므로 방제를 철저히 하여야 한다. 특히 시설채소의 경우 지상부의 침수는 물론 지하 근권 부위의 토양수분이 너무 높으면 과습 피해를 입게 되므로 배수불량으로 인한 토양의 포화상태를 막아야 한다 (NIHHS, 2005). 따라서 침수가 예상되는 경우에 지표 배수 뿐만 아니라 지하 근권 하부까지 배수 될 수 있는 조치가 필요하다. 상습 침수지역에서는 복토를 하여 두둑을 높이든가 암거배수를 설치하는 등의 대책을 강구할 필요가 있는 것으로 판단된다.

침수 후 조치사항으로는 Table 10과 같이 영농포기가 57 %로 가장 많았으며 특히 개척배수장 지구의 경우 75 %가 영농을 포기한다고 응답하였다. 영농 포기의 경우 피해가 너무 크므로 철저한 침수방지대책이 요구된다. 세척 후 병해충 방제를 한다고 응답한 농가도 25.6 % 있었으나 이는 주로 토마토를

재배하는 가회배수장 지구에 많이 분포하고 있다. 토마토는 키가 큰 작물이기 때문에 작물 전체가 침수되는 경우는 많지 않기 때문에 판단된다. 시설영농 시 침수로 인한 피해정도는 100% 즉, 시설전체 피해가 51.6%로 가장 많았다 (Table 11). 즉, 침수피해 시 시설 일부만 피해를 입는 경우는 거의 없으며 하우스 내 작물 대부분이 피해를 입는 것으로 볼 수 있다. 3/4 정도 이상의 피해를 본 경우에는 더 이상 수확할 수 있는 여분이 거의 없으므로 영농 포기로 이어진다고 판단된다.

침수피해 시 하우스 1동 (200평)당 피해액을 조사하였으나 피해액 역시 소득과 마찬가지로 농민들에게는 매우 민감한 사안이기 때문에 응답률이 매우 낮았다. 응답 농가를 기준으로 한 평균 피해액은 가회배수장 지구 360만원, 개척배수장 지구 338만원, 군수배수장 지구는 250만원 이었으며 3개 지구 전체 평균은 316만원으로 조사되었다. 평균 소득 대비 피해액은 가회배수장 지구 31.3%, 개척배수장 지구 76.5%, 군수배수장 지구는 90.6% 이었으며 3개 지구 전체 평균은 50.8%로 나타났다. 가회배수장 지구가 소득 대비 피해액이 낮은 이유는 토마토 수확이 일정부분 이루어진 후에 피해를 입었기 때문으로 판단된다. 개척배수장 지구와 군수배수장 지구의 경우 딸기와 수박은 육묘기에 피해를 입는 사례가 많은 것으로 나타난 것과 관련이 있을 것으로 판단된다. 즉, 육묘기에 피해를 입는 경우 새로 육묘를 해야 하므로 작기를 맞추어 수확을 거의 포기해야 하기 때문으로 판단된다.

홍수시 금강의 수위상승은 금강변 저지대 시설원예단지의 지하수위 상승으로 이어질 가능성이 많다. 지하수위 상승으로 인한 피해유무를 조사한 결과 피해가 없거나 (32.2%), 모르겠

Table 10 Follow-up measures after inundation (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Giving up farming	49 (50.5)	90 (75.0)	19 (31.7)	158 (57.0)
Washing and pest control	47 (48.5)	20 (16.7)	4 (6.7)	71 (25.6)
No answer	1 (1.0)	10 (8.3)	37 (61.7)	48 (17.3)
Total	97 (100)	120 (100)	60 (100)	277 (100)

Table 11 The extent of damage by inundation in greenhouse culture (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
100%	40 (41.2)	77 (64.2)	26 (43.3)	143 (51.6)
About 3/4	12 (12.4)	10 (8.3)	17 (28.3)	39 (14.1)
About 1/2	24 (24.7)	16 (13.3)	6 (10.0)	46 (16.6)
About 1/4	11 (11.3)	3 (2.5)	2 (3.3)	16 (5.8)
No answer	10 (10.3)	14 (11.7)	9 (15.0)	33 (11.9)
Total	97 (100)	120 (100)	60 (100)	277 (100)

다 (64.5)는 응답이 대부분을 차지하였다. 하지만 지하수위 상승에 의한 피해가 있다는 농가도 가회배수장 지구 12필지 (6.0%) 등 전체 20필지 (3.3%)나 되므로 금강 외수위에 의한 시설하우스 단지 내 지하수위 상승 여부의 검토는 필요할 것으로 판단된다.

2. 경작자 자가 배수조치 및 배수개선 희망사항 검토

연구대상지구 경지의 배수여건은 Table 12와 같이 조사되었다. 가회배수장 지구의 경우 45%가 양호 또는 매우 양호하다고 답하였으며 불량 또는 매우 불량하다고 생각하는 농가는 19%로 나타났다. 개척배수장 지구의 경우 41.9%가 양호 또는 매우 양호하다고 답하였으며 불량 또는 매우 불량하다고 생각하는 농가는 27.7%로 나타났다. 군수배수장 지구의 경우 49.2%가 양호 또는 매우 양호하다고 답하였으며 불량 또는 매우 불량하다고 생각하는 농가는 17.5%로 나타났다. 전체적으로 경지의 배수여건이 양호하다고 판단하는 비율은 44.9%에 지나지 않으며 55.1%가 보통 이하로 배수여건이 그다지 좋지 않다고 생각하면서도 시설하우스를 설치하여 영농을 하고 있는 것으로 나타났다. 앞서 시설하우스 설치 시 배수여건을 고려하였다고 응답한 비율이 76.9%로 나타났으나 실제 배수여건에 대한 판단 자료와는 배치되는 결과로써 배수여건과 상관없이 소득이 높은 시설작물을 재배하는 것으로 사료된다.

Table 12 Drainage condition in cultivated land (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Very good	20 (10.0)	25 (10.7)	15 (8.8)	60 (9.9)
Good	70 (35.0)	73 (31.2)	69 (40.4)	212 (35.0)
Ordinary	71 (35.5)	71 (30.3)	44 (25.7)	186 (30.7)
Poor	24 (12.0)	53 (22.6)	20 (11.7)	97 (16.0)
Very poor	14 (7.0)	12 (5.1)	10 (5.8)	36 (6.0)
No answer	1 (0.5)	0 (0.0)	13 (7.6)	14 (2.3)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

Table 13 Kinds of one's own drainage facilities (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Drainage pump	82 (41.0)	48 (20.5)	47 (27.5)	177 (29.3)
Drainage ditch	12 (6.0)	7 (3.0)	6 (3.5)	25 (4.1)
Both above	46 (23.0)	168 (71.8)	97 (56.7)	311 (51.4)
None	57 (28.5)	4 (1.7)	6 (3.5)	67 (11.1)
No answer	3 (1.5)	7 (3.0)	15 (8.8)	25 (4.1)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

Table 14 The most urgent problem in greenhouse culture (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Drainage improvement	59 (29.5)	126 (53.8)	88 (51.5)	273 (45.1)
Irrigation water resources	19 (9.5)	57 (24.4)	39 (22.8)	115 (19.0)
modernizing of greenhouse	35 (17.5)	18 (7.7)	8 (4.7)	61 (10.1)
Energy saving	76 (38.0)	21 (9.0)	16 (9.4)	113 (18.7)
Countermeasure for disaster	10 (5.0)	1 (0.4)	18 (10.5)	29 (4.8)
No answer	1 (0.5)	11 (4.7)	2 (1.2)	14 (2.3)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

자가 배수시설은 Table 13과 같이 84.8 % 정도의 농가가 양수기나 배수고랑 등을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 자가 양수기는 가회배수장 지구 64 %, 개척배수장 지구 92.3 %, 군수배수장 지구 84.2 % 등 전체적으로 80.7 %의 농가가 갖추고 있는 것으로 나타났다. 대부분의 농가가 자가 양수기나 배수고랑 등의 자가 배수시설을 갖추고 있었으나 가회배수장 지구의 경우에는 아무런 자가 배수시설도 갖추고 있지 않은 농가가 28.5 %나 되었다. 가회배수장 지구의 경우 대부분이 토마토를 재배하고 있으며, 다른 작물에 비하여 침수피해 규모가 크지 않기 때문에 판단된다.

시설하우스 재배 시 가장 시급한 사항에 대한 설문조사 결과를 Table 14에 나타내었다. 설문 내용은 각 항목에 대하여 우선순위를 기입하는 것이었으며 표는 1순위로 응답한 결과를 정리한 것으로서 개척배수장 지구와 군수배수장 지구는 배수개선사업 실시가 가장 시급하다고 응답한 반면, 토마토를 주로 재배하고 있는 가회배수장 지구의 경우에는 에너지 절감대책이 가장 시급한 문제로 응답하였고, 그 다음으로 배수개선사업을 꼽고 있다. 전체적으로는 배수개선사업 실시가 45.1 %로 가장 많았고, 용수원확보 (19 %)와 에너지 절감대책 (18.7 %)이 뒤를 이었다. 1순위 5점, 2순위 4점, 3순위 3점, 4순위 2점, 5순위 1점의 가중치를 부여하여 빈도를 분석한 결과에서 가장 시급하다고 생각하는 항목은 Table 14에서 1순위로 지적한 내용과 같이 개척배수장 지구와 군수배수장 지구는 배수개선사업 실시, 가회배수장 지구는 에너지 절감대책으로 나타났다. 전체적으로 볼 때 본 연구대상지역의 경우 배수개선사업의 실시가 시설하우스 재배 시 가장 시급한 해결과제로 판단되며, 그 다음으로는 에너지 절감대책과 용수원 확보의 순으로 시급한 과제임을 알 수 있었다.

시설하우스에서 친환경 고품질 농산물을 생산하기 위해서 필요한 사항을 설문조사 한 결과 가회배수장 지구와 개척배수장 지구에서는 가장 필요한 사항으로 청정 지하수 개발을 꼽았으며, 군수배수장 지구에서는 친환경 농자재 보급이라고 응답하

Table 15 Necessity of drainage improvement project in greenhouse culture (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheok	Gunsu	Total
Very necessary	104 (52.0)	174 (74.4)	88 (51.5)	366 (60.5)
Necessary	66 (33.0)	25 (10.7)	31 (18.1)	122 (20.2)
Unnecessary	20 (10.0)	35 (15.0)	48 (28.1)	103 (17.0)
Entirely unnecessary	4 (2.0)	0 (0.0)	2 (1.2)	6 (1.0)
No answer	6 (3.0)	0 (0.0)	2 (1.2)	8 (1.3)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

였다. 전체적으로는 청정지하수 개발 44.3 %, 친환경 농자재 보급 33.4 %, 친환경 농업기술 지도 14.2 %의 순으로 응답하였다. 시설하우스 재배단지의 생산기반조성을 위해서는 배수개선사업의 실시뿐만 아니라 청정 지하수 등의 시설작물 관개용수 개발도 필요한 것으로 판단된다.

시설하우스 재배 시 배수개선사업이 필요한지를 묻는 질문에 60.5 %가 매우 필요, 20.2 %가 필요한 편이라고 응답하여 필요 없다고 응답한 18.0 %에 비하여 월등히 높게 나타났다 (Table 15). 배수개선사업이 매우 필요하다고 응답한 비율은 개척배수장 지구에서 가장 높았으며, 배수개선사업이 필요 없다고 응답한 비율이 가장 높은 곳은 군수배수장 지구로 나타났다. 이는 침수피해를 경험한 농가의 비율이 가장 높았던 개척배수장 지구, 가장 낮았던 군수배수장 지구의 결과와 일맥상통하는 것으로 판단된다. 배수여건이 좋지 않은 저지대 답지역임에도 불구하고 더 높은 소득을 올리기 위해 시설하우스를 설치하여 영농을 하고 있지만 배수개선사업에 대한 요구는 매우 높은 것을 알 수 있다.

원예작물 배수개선사업의 시행 시기는 즉시 74.9 %, 1 ~ 2년 이내가 6.6 %로 조속한 시행을 원하는 것으로 나타났다. 배수개선사업의 필요성과 마찬가지로 시행시기도 즉시 원하는 비율이 가장 높은 지역은 개척배수장 지구 (88 %)인 것으로 나타났다. 일본이나 대만의 경우에도 시설원에 재배를 위한 저지대 논의 배수개선 사업을 정부 예산 지원으로 시행한 바가 있다 (Kim 등, 2009). 우리나라의 시설원에 면적은 현재 세계에서 세 번째로 많은 5만 3천여 ha나 되지만 시설은 대부분 단동 비닐하우스로 매우 열악한 수준이며, 입지 여건도 그다지 좋지 못하므로 배수개선사업 등의 생산기반조성사업이 필요한 것으로 판단된다.

원예작물 배수개선사업 시행 시 고려할 사항에 대한 설문조사 결과를 Table 16에 나타내었다. 설문 내용은 표와 같이 각 항목에 대하여 우선순위를 기입하는 것이었으며 표는 1순위로 응답한 결과를 정리한 것으로서 개척배수장 지구는 배수장 능력 확대를 1순위로 꼽은 응답자가 50 %로 가장 많았으며, 배

Table 16 Consideration item in drainage improvement project for protected horticulture (unit: farms (%))

Item	Gahoe	Gaecheon	Gunsu	Total
Ability extension of drain pump	80 (40.0)	117 (50.0)	60 (35.1)	257 (42.5)
Ability extension of drain canal	71 (35.5)	52 (22.2)	51 (29.8)	174 (28.8)
Concrete flume use in drain ditch	29 (14.5)	42 (17.9)	10 (5.8)	81 (13.4)
Inflow interception from outside	2 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (0.3)
Prohibition of greenhouse culture in the lowland	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
No answer	18 (9.0)	23 (9.8)	50 (29.2)	91 (15.0)
Total	200 (100)	234 (100)	171 (100)	605 (100)

수로 능력 확대 (22.2 %), 배수지거 콘크리트 개거화 (17.9 %)의 순으로 나타났다. 가회배수장 지구는 배수장 능력 확대 (40 %)와 배수로 능력 확대 (35.5 %)를 비슷한 순위로 꼽고 있는 것으로 나타났고, 군수배수장 지구도 배수장 능력 확대 (35.1 %)와 배수로 능력 확대 (29.8 %)가 비슷한 순위로 나타났다. 전체적으로는 배수장 능력 확대가 42.5 %로 가장 많았고, 배수로 능력 확대 (28.8 %), 배수지거 콘크리트 개거화 (13.4 %)가 뒤를 이었다. 가중치를 부여하여 빈도를 분석한 결과 가장 우선적으로 고려해야 한다고 생각하는 항목은 1순위로 지적한 내용과 달리 배수로 능력 확대가 32.1 %로 가장 높았으며 배수장 능력 확대 (30.5 %), 배수지거 콘크리트 개거화 (20.5 %)의 순으로 나타났다. 배수개선 사업을 시행한다면 배수장만 확대해서는 안되고 배수로 능력도 확대해야 하므로 1.6 %의 차이는 큰 의미가 없는 것으로 판단된다. 전체적으로 볼 때 본 연구대상지역의 경우 배수장과 배수로 능력 확대가 배수개선사업의 시행 시 우선 고려해야 할 내용으로 정리할 수 있다. 하지만 호우 발생 시 유출수가 배수로와 배수장으로 빨리 배제되지 않으면 침수피해를 피할 수 없으므로 배수지거 콘크리트 개거화도 중요한 고려대상으로 판단된다. 배수장 능력은 충분하지만 배수로와 배수지거에서 정체되면 원활한 배수가 이루어지지 않아 침수피해가 발생할 수 있으므로 배수장과 배수로 각각의 능력을 평가하여 최적의 배수개선사업이 시행되어야 할 것이다.

3. 경작자의 의무사항 부과 검토

경지의 양호한 배수조건은 원예시설의 입지로서 갖춰야 할 필수조건 중의 하나이다. 따라서 상습적으로 침수되며 벼의 허용 침수시간을 고려하여 설계된 배수장 구역 내에 시설하우스

를 설치하는 것은 문제가 있으므로 신규설치를 억제할 수 있는 제도적 방안을 강구할 필요가 있다. 다만 이미 설치되어 경작 중인 시설을 철거하거나 경작을 금지하기는 곤란하므로 시설 경작자에게 최소한의 의무사항을 부과할 필요가 있을 것으로 판단된다. 여기서는 실태조사 결과와 원예시설의 입지조건 검토 내용을 바탕으로 다음과 같은 경작자 의무사항을 제안하고자 한다. 시설하우스 경작자는 우선적으로 지역의 배수여건을 검토하여 원예작물 재배계획을 수립해야 한다. 경지 내 배수가 원활하게 되지 않을 경우에는 일정부분 복토를 실시한 후 두둑을 높여 재배를 하여야 하며, 그래도 과잉 토양수분의 제거가 곤란한 경우에는 재배방식을 토양재배에서 수경재배, 벤치재배, 고설재배 등으로 변경하는 것도 검토할 필요가 있다. 어떠한 경우라도 경작지 내의 배수는 경작자가 책임지고 처리해야 한다. 시설하우스 둘레에 배수도랑을 설치하여 경작지 지표배수를 촉진해야 하며, 시설하우스 둘레의 배수도랑을 정기적으로 정비하고, 여건에 따라 양수기를 구비해 두고 호우 시 자가 배수조치를 해야 한다. 시설하우스 둘레 배수지거의 무너진 두둑을 보수하고, 퇴적된 토사와 잡초를 제거하여 통수단면을 확보해야 한다. 배수장과 배수로 (배수간선)는 관리기관에서 유지 관리 하지만 경작지 주변의 배수로는 경작자들이 자발적으로 유지 관리 해야 한다. 시설하우스 내로 빗물이 침투하지 않도록 시설을 정비해야 한다. 연동하우스의 경우 곡부 물받이에서 파이프를 통해 직접 배수로에 낙하시켜 경작지 유입을 막고 배수를 촉진해야 하며, 단동하우스의 경우 동과 동 사이에 도랑을 설치하고 비닐로 피복하여 지표배수를 촉진해야 한다. 주변의 배수로에 쌓인 토사와 쓰레기, 무성한 잡초를 제거하고 파손 부위를 보수해야 한다. 지구 내 배수로는 파손, 이동, 매몰, 누수 등의 구조물 상태를 수시로 확인하고 관리기관에 보수를 요청한다.

IV. 결 론

시설원예단지가 밀집한 충남 논산과 부여의 금강변 저지대를 중심으로 원예작물 재배현황, 침수피해 실태, 자가 배수조치, 배수개선 희망사항 등을 조사 분석하였다. 농어촌공사 관할 배수장 지구의 원예작물 재배단지를 중심으로 예비답사를 통하여 가회, 개척, 군수배수장 등 3개의 지구를 연구대상지역으로 선정하였다. 주 재배작목은 개척이 수박과 딸기, 군수는 수박, 가회는 토마토였으며 대부분 단동 비닐하우스에서 재배되고 있었다. 혹서기에는 시설 내 환경이 열악하기 때문에 대부분 9 ~ 10월에 정식하여 5 ~ 6월에 수확을 마치는 작기를 택하고 있으며, 이는 장마철의 침수피해를 회피하기 위한 대안으로도 판단할 수 있었다. 시설하우스 설치 시 배수여건을 고려하였다는

응답이 76.9 %로 나타났으나 침수의 우려를 무릅쓰고 저지대에 설치한 이유는 시설하우스 1동 (200평)당 평균 소득이 622만원으로 조사되어 벼농사에 비하여 약 13배 정도의 소득을 올리는 것으로 나타난 것과 무관하지 않은 것으로 판단되었다. 침수로 인한 피해를 경험한 농가는 전체의 45.8 %였으며 피해 횟수는 평균 11년에 1회 꼴로 나타났다. 피해 시기는 주로 육묘기와 수확기였으며, 침수시간은 24시간 이상이 27.1 %로 가장 많았고, 피해정도는 시설전체피해가 51.6 %로 나타났다. 침수로 인한 피해액은 1동당 평균 277만원으로 응답하였으며, 침수 후 조치사항으로는 영농포기가 57.0 %로 가장 많았다. 양수기 등과 같은 자가 배수시설을 갖추고 있는 농가가 84.8 %로 나타났으나 가회지구의 경우 아무것도 갖추지 않은 농가가 28.5 %나 되었다. 이 지역에서 시설재배 시 가장 시급한 사항으로는 배수개선사업 실시, 용수원확보, 에너지절감대책의 순으로 나타났다. 배수개선사업이 필요한지 여부를 묻는 질문에 60.5 %가 매우필요, 20.2 %가 필요한 편이라고 응답하였으며, 배수개선사업의 시행 시기는 즉시 74.9 %, 1 ~ 2년 이내 6.6 %의 순으로 나타났다. 원예작물 배수개선사업 시행 시 고려할 사항으로는 배수장 능력 확대, 배수로 능력 확대, 배수지거 콘크리트 개거화의 순으로 나타났다. 원예시설의 입지로서 가장 중요한 것은 일사조건과 용수공급이며 그 다음으로 양호한 배수가 필수조건이다. 따라서 기본적으로는 경지정리 된 논에 특히 상습적으로 침수되며 벼의 허용 침수시간을 고려하여 설계된 배수장 구역 내에 시설하우스를 설치하는 것은 문제가 있으므로 신규설치를 억제할 수 있는 제도적 방안을 강구할 필요가 있다. 다만 이미 설치되어 경작 중인 시설을 철거하거나 경작을 금지하기는 곤란하므로 시설 경작자에게 최소한의 의무사항을 부과하여 자가 배수시설을 갖추고 침수에 대처할 수 있도록 함과 더불어 관리기관에서는 일정범위 내에서 배수능력을 향상시키고 벼 재배와는 다른 유지관리 패턴을 도입하여 농민 피해를 최소화할 필요가 있을 것으로 판단된다.

본 논문은 2008.11-2009.10까지 한국농어촌공사 충남지역본부의 연구용역비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부임

REFERENCES

1. Buyeo Agricultural Technology Center (BATC), 2008. Agricultural status, Buyeo, Korea (in Korean).
2. Japan Greenhouse Horticulture Association (JGHA), 1994. Handbook of protected horticulture, Horticultural Information Center, Tokyo, 243-253 (in Japanese).
3. Korean Statistical Information Service (KOSIS), Agricultural production cost, [Http://www.kosis.kr/domestic/theme](http://www.kosis.kr/domestic/theme), Accessed 12 Oct. 2009.
4. Kim, D.S., T.C. Kim, S.W. Nam, S.J. Kim, and D.J. Lee, 2009. A case study in Japan on drainage project of paddy field for greenhouse complex, Proceedings of the 2009 KSAE annual conference, p.65 (in Korean).
5. Lee, B.I., M.K. Kim, B.W. Kim, and D.K. Moon, 1993. Protected horticulture new edition, Seoul, Hyangmoonsa, 293-324 (in Korean).
6. Lee, N.H., H.C. Hwang, S.W. Nam, S.G. Hong, and W.J. Jeon, 1998. A study on the utilization of irrigation systems for greenhouse farming, *Journal of the KSAE* 40(6): 37-45 (in Korean).
7. Ministry of Agriculture and Forestry (MAF), 2001. Planning and design standard for agricultural infrastructure development and improvement project: Drainage part, Gwacheon, Korea (in Korean).
8. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF), 2008. Agricultural production statistics, Gwacheon, Korea (in Korean).
9. National Institute of Horticultural & Herbal Science (NIHHS), 2005. Damage aspects and countermeasures of horticultural facilities by weather disaster, Suwon, Korea, 125-133 (in Korean).
10. Nelson, P.V., 1991. Greenhouse operation and management, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 31-76.
11. Nonsan Agricultural Technology Center (NATC), 2007. Agricultural status, Nonsan, Korea (in Korean).
12. Rural Development Administration (RDA), Agricultural products income information, [Http://www.rda.go.kr](http://www.rda.go.kr). Accessed 12 Oct. 2009.
13. Yoon, H.I., and E.R. Kim, 2008. Remodeling project for horticultural complex in paddy fields, KRC, Euwang, Korea (in Korean).