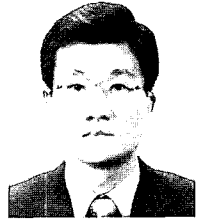


# 농업시설의 기상재해 발생현황과 대책



남 상 운

충남대학교 생물자원공학부 지역환경토목전공 교수

## 1. 서 론

농업시설(agricultural structure)이란 건물을 수반하는 농업생산 공간으로 정의되며(김 등, 2000), 수리시설 등의 농업토목구조물과는 구별된다. 여기서 농업생산이란 크게 식물생산과 동물생산으로 구분할 수 있고, 이들 생산물의 조제, 가공, 저장 및 출하과정도 포함한다. 우리나라의 주요 농업시설 현황은 표 1과 같이 온실과 축사가 가장 많고, 인삼재배시설, 버섯재배사 및 저온저장고 등이 있다.

우리나라의 온실 설치면적은 2003년 현재 52,149 ha (채소 및 화훼 재배용, 과수재배용 온실은 정확한 통계자료가 없으므로 제외함)로 중국, 일본에 이어 세계에서 3번째로 많은 면적을 보유하고 있다. 1990년대에 온실 설치면적이 급속도로 증가하면서 시설원에 분야에 많은 연구와 기술개발이 이루어졌다. 그러나 대부분의 연구가 원예작물의 재배생리, 환경이나 재배시스템 등에 관한 것으로서 온실의 구조나 환경에 관한 공학적 연구는 매우 미흡한 실정이다. 원예시설의 구조 안전기준(이 등, 1995), 원예시설의 환경설계기준(김 등, 1997) 등의 연구가 수행되었고, 철골온실을 중심으로 한 온실 구조설계기준(농림부, 1999)이 제정 되는 등의 성과가 있었으나 매년 기상재해로 수백~수천 ha의 온실이 붕괴되는 피해를 겪고 있는 것이 현실이다.

이는 온실이라는 시설물을 구조물로 인식하지 못하고 대

표 1 우리나라의 주요 농업시설 현황(2003년 기준)

종 류	규 모	비 고
온 실	52,149 ha	채소, 화훼용
채 소	48,589 ha	(유리온실 259 ha,
화 훼	3,560 ha	경질판온실 49 ha)
과 수	(2,600) ha	과수용은 추정치*
축 사	358,000 개소	
육 우	188,000 개소	
유 우	11,000 개소	
돈 사	15,000 개소	
계 사	144,000 개소	
인삼재배시설	12,016 ha	
버섯재배사	1,246 ha	
저온저장고	9,881 개소	

자료: 농림업주요통계(농림부, 2005), 농촌진흥청\*(2004)

부분 간이시설로 인식하면서 농민들은 정확한 설계 없이 임의로 시공하는 경우가 많고, 전문건설업 면허를 가지고 있는 온실시공업체들은 대부분 영세하여 자본과 기술력이 부족한 실정으로, 온실 구조와 관련된 공학적 기술개발이 미흡한 결과라고 생각한다. 이 부분은 국제적으로 농공학이라는 학문영역내의 농업시설공학이라는 세부전공에서 연구하고 있으며 선진국의 경우 자본과 기술력을 갖춘 전문 온실업체가 기술개발을 주도하고 있으나 국내에서는 이 분야의 전문 인력이 매우 부족한 실정에 있다. 따라서 공학적 접근이 필요한 농업시설에 대한 인식의 전환, 전문 인력

의 양성과 기술개발, 구조적 연구를 통한 재해대책이 절실히 요청된다고 할 수 있다.

본고에서는 기상재해에 취약한 농업시설 중에서도 특히 우리나라에 가장 많이 보급되어 있으면서 매년 수천억원의 재산피해를 입고 있는 파이프 골조의 플라스틱 온실을 중심으로 재해발생현황과 피해양상을 살펴보고 온실의 기상재해 대책에 대하여 고찰해 보고자 한다.

## 2. 온실의 기상재해 발생현황

온실의 최근 6년간 기상재해 현황(피해면적 100 ha 이상)은 표 2와 같다. 매년 1~2차례의 큰 태풍과 폭설 피해를 경험하고 있으며, 총 피해면적이 6년간 약 14,075 ha에 달해 전체 온실 면적의 26%에 이르고 있다. 즉, 온실의 기상재해로 인한 피해는 연평균 약 2,346 ha의 면적에 피해액이 약 1,970억원(2004년 기준)에 이르는 막대한 규모를 보이고 있다. 그 중에서 큰 피해를 입었던 재해를 살펴보면 다음과 같다.

1999년 7월 23일에서 8월 4일까지 많은 수증기를 함유한 저기압과 강한 바람을 동반한 태풍 '니일'과 '올가'의 내습이 겹치면서 전국적으로 453~975 mm의 기록적인 폭우가 내리고, 완도지방에 최대풍속 46.0 m/s, 광주 39.6 m/s의 강풍이 불어 온실 2,051 ha가 전파 또는 반파되어 1,019억원의 재산피해를 입은바 있다.

2000년 8월 23일~9월 1일의 태풍 '프라피룬', 9월 12~16일의 태풍 '사오마이'의 영향으로 흑산도의 최대풍속 58.3 m/s, 서산 33.6 m/s의 강풍이 불어 529 ha의 온실

이 파손되어 약 302억원의 재산피해를 입었다.

2001년 1월 7~9일 사이에는 대관령 98.2 cm, 대전지방 24.8 cm 등 경기, 강원, 충청지방을 중심으로 폭설이 내려 온실 3,418 ha가 붕괴되어 2,228억원의 재산피해를 입었다. 이때의 적설량은 서울지방의 경우 1981년 이후, 대전 충청지방은 1969년 기상 관측 이래 최대의 적설로 기록되었다. 또한 2001년 2월 15일에는 강화 27.2 cm, 춘천 25.2 cm 등 또다시 폭설이 내려 1,518 ha의 온실이 붕괴되는 피해를 입었다.

2002년 8월 30일~9월 1일의 태풍 '루사'는 한반도를 길게 관통하면서 초속 30~50 m의 강풍과 일 최고 강수량 871 mm라는 경이적인 기록을 세우며 전국을 초토화 시켰다. 그 영향으로 제주도의 최대풍속 56.7 m/s, 목포 37.8 m/s의 강풍이 불어 1,423 ha의 온실이 파손되어 약 854억원의 재산피해를 입었다.

2003년 9월 12~13일에는 태풍 '매미'의 내습으로 제주도 북제주군 기상대에서 순간최대풍속 60.0 m/s가 관측되어 우리나라 기록사상 최고치를 경신하였다. 그 영향으로 여수의 최대풍속 49.2 m/s, 부산 42.7 m/s의 강풍이 불어 2,326 ha의 온실이 파손되어 약 1,395억원의 재산피해를 입었다.

2004년 3월 4~5일에는 청원 41 cm, 논산 45 cm, 부여 49 cm, 문경 49 cm, 상주 38 cm 등 강원, 경기, 충남, 충북, 경북지방을 중심으로 100년만의 기록적인 폭설이 내려 온실 2,538 ha가 붕괴되었고 2,132억원의 재산피해를 입었다. 이때의 적설량은 기상 관측 이래 3월의 최대폭설로 기록되었다.

그밖에 돌풍으로 인한 피해, 산불, 집중호우로 인한 침수 피해 등이 기록되어 있으나 태풍이나 폭설에 비하면 그 피해규모나 피해액이 매우 작은 수준이다. 집중호우로 인한 침수피해는 대부분의 경우 작물만 피해를 입고 구조물에는 큰 피해가 없으므로 온실의 자연재해는 주로 태풍과 폭설에 의한 것이라고 말할 수 있다.

## 2. 파이프 골조 온실의 피해 양상

### 가. 폭설에 의한 피해

폭설에 의한 온실의 피해 양상은 지붕에 쌓인 눈의 하중

표 2 주요 기상재해에 의한 온실의 피해 현황

기 간	재해 종류	피해물량 (ha)	최대풍속, 최대적설
1999.7.23~8.4	태풍	2,051	완도 46.0, 광주 39.6 m/s
2000.8.23~9.1	태풍	232	흑산도 58.3, 서산 33.6 m/s
2000.9.12~9.16	태풍	297	울산 31.0 m/s
2001.1.7~1.9	폭설	3,418	대관령 98.2, 대전 24.8 cm
2001.2.15	폭설	1,518	강화 27.2, 춘천 25.2 cm
2002.8.30~9.1	태풍	1,423	제주 56.7, 목포 37.8 m/s
2003.9.12~9.13	태풍	2,326	제주 60.0, 여수 49.2 m/s
2004.3.1~3.2	폭설	2,538	부여 49.0, 상주 38.0 cm

자료: 중앙재해대책본부(2001), 농림부(2001, 2005), 기상청(2005)

이 과대하여 붕괴되는 경우가 대부분이다. 그 밖에 시설의 길이 방향과 직각으로 바람이 불면서 바람에 날린 눈이 한 쪽으로 쌓여 편심하중으로 파괴되는 경우, 강설 후 제설이 늦어지면 눈의 침강력이나 측압이 발생하여 파괴되는 경우 등도 있다. 구체적인 예로서 그림 1과 같이 과대 적설하중으로 지붕 아치부가 함락하여 처마부분의 상단이 절곡되면서 서까래가 지면까지 도달하는 경우가 많다. 연동의 경우도 서까래가 처치되면서 휘어지고 처마부분의 상단이 절곡되면서 붕괴하는 경우가 대부분이고, 일부는 서까래는 정상인데 기둥이 좌굴하거나 기둥과 연동곡부 연결부위가 파손되면서 붕괴되는 사례도 있다.

대체로 폭이 넓고 높이가 낮은 형식의 온실이 적설에 약해 피해를 받기 쉽다. 또한 연동의 경우에는 곡부에 많은 눈이 쌓이기 때문에 단동에 비하여 취약하므로 구조계획시 고려해야 한다. 일례로 충남 부여 지역에서는 단동 온실은 전혀 붕괴되지 않았으나 연동 온실은 모두 붕괴된 예도 있었다. 서까래와 기둥 단면 및 설치간격이 동일한 2가지 온실 중 폭이 6 m인 경우에는 그림 2와 같이 지붕의 서까래는 정상이나 기둥이 붕괴되었고, 폭이 7 m인 경우에는 그림 3과 같이 기둥은 정상이지만 서까래가 붕괴되는 사례도 있었다. 대전근교지역에서는 서까래 간격 60 cm, 동당 도리가 9개인 연동 온실은 붕괴되지 않았으나 바로 옆에 있는 서까래 간격 80 cm, 동당 도리가 3개인 온실은 붕괴되었다. 즉, 같은 지역에서 동일 규격의 온실이라도 구조설계와 시공 여부에 따라 피해를 입은 온실이 있는가 하면 전혀 피해를 입지 않은 온실도 있었다.

대부분의 피해 원인은 단면 부족과 조립 연결부의 저항력 부족 때문이다. 또한 부실시공시 치명적인 결함을 유발하므로 완벽한 시공이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 눈이 쌓인 상태에서 비가 오거나 눈이 녹으면서 내리면 피해가 커질 수 있으므로 주의할 필요가 있고, 설계하중 이상으로 눈이 쌓이면 붕괴는 피할 수 없으므로 제설이 필요하다. 특히 야간에 갑작스럽게 많은 눈이 내릴 경우 제설을 하지 못하여 피해를 보는 경우가 많으므로 경보장치가 필요하다. 강설 초기에 난방열에 의한 융설이 제대로 이루어지지 못한 상태에서 영하의 외기온이 조성되면 적설에 의한 단열효과 상승으로 온실의 지붕 특히 연동곡부에 많은 눈이 쌓이게 되므로 강제적인 제설이 불가피하게 된다. 따라서

기계적인 제설장비는 못 갖추더라도 기본적인 제설도구를 비치하고 제설체계를 수립해 둘 필요가 있다.

나. 태풍에 의한 피해

태풍에 의한 피해는 피복재가 벗겨지거나 찢어지고 기초

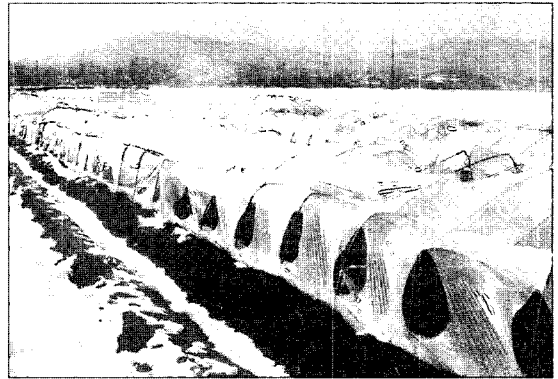


그림 1 폭설로 붕괴된 단동 온실의 모습

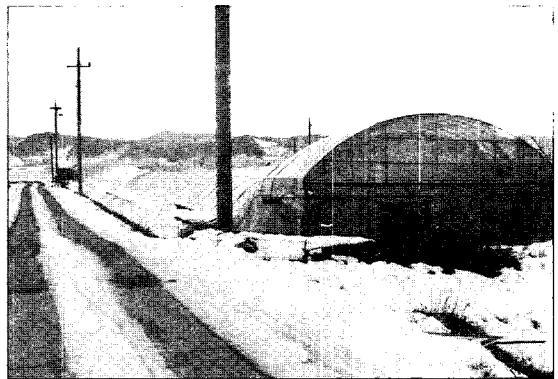


그림 2 폭설로 기둥이 붕괴된 연동 온실의 모습

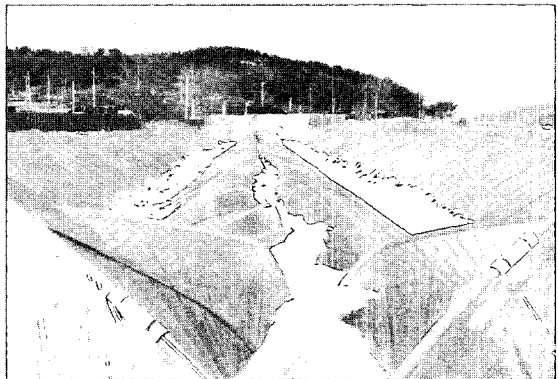


그림 3 폭설로 아치부분이 붕괴된 연동 온실의 모습



그림 4 태풍으로 붕괴된 단동 온실의 모습

의 부상으로 골조가 파손되는 경우가 대부분이다. 태풍이나 돌풍 등의 강풍에서는 그림 4와 같이 시설의 길이방향과 직각 방향으로 측면이 밀려서 찌그러지고, 단면의 형상이 오목형으로 되며 비닐이 벗겨지거나 찢어지는 경우가 많다. 대체로 높이가 높은 형식의 온실이 강풍에 약해 피해를 받기 쉽다.

태풍시에는 대부분 피복재 파손 또는 구조재 붕괴의 피해를 입는다. 피복재 파손은 특히 국부풍압을 받는 부분에서 많이 일어난다. 하절기 재배를 하지 않을 경우에는 피복재 교체후 동절기 재배를 하면 되므로 피복재 파손은 별문제가 없다. 그러나 작물을 재배하고 있는 경우에는 작물에 피해가 발생한다. 따라서 작물을 재배하지 않는 경우에는 태풍경보시 피복재를 제거하여 구조물 파손의 피해를 줄일 수 있다. 그대로 방치시에는 구조물에 치명적인 손상을 가져올 수 있다. 작물을 재배하고 있는 경우나 피복재를 그대로 둘 경우에는 적극적인 방풍대책이 필요하다. 보강재나 방풍망을 설치하고, 나선형 말뚝을 박고 여기에 구조물을 끈으로 고정하여 온실의 부상을 방지하고, 피복재 파손부위 수리 등의 대비가 필요하다.

태풍에 의한 온실피해의 대부분은 기초가 뽑히면서 구조물이 파손되는 것이다. 초기에 국부풍압을 받는 쪽의 피복이 훼손되면서 부양력이 커져 기초가 뽑히면서 하우스는 전파된다. 그림 5는 태풍으로 기초가 뽑히면서 구조물 전체가 전도된 모습이다. 피복재의 파손이 구조물 파괴의 직접적인 원인이 되므로 피복재 관리에 주의해야 한다. 개구부의 일부 개방이나 피복재의 파손부위로 바람이 들어오면 온실내의 압력이 높아져 시설이 부상하는 원인이 되므로,

파손된 피복재는 교체하든가 파손부위가 작은 경우 테이프로 붙여서 바람이 들어오지 않도록 해야 한다. 아울러 출입문과 창문을 모두 닫고, 바람이 들어올 틈이 생기지 않도록 시설을 관리할 필요가 있다.

#### 다. 호우에 의한 침수피해

집중호우에 의한 제방붕괴나 농경지의 배수불량으로 인하여 침수피해를 입는 경우가 자주 있다. 온실이 침수되는 경우에 구조물에는 거의 영향이 없고 피복재가 파손되는 정도이며 대부분 작물과 토양이 유실되는 피해를 입는다. 그림 6은 집중호우로 침수피해를 입은 온실의 모습이다. 그러나 침수 후 많은 물이 빠지면서 토양의 유실과 함께 온실 기초부분의 흙이 유실되는 경우가 많으므로 배수가 완전히 이루어지고 난 후에는 기초부분에 흙을 채우고 잘 다져주어야 한다. 또한 골조 부분에 붙어서 남아있는 흙이나 불순물 등은 파이프의 부식을 촉진시키는 역할을 하므로 깨끗이 세척해 줄 필요가 있다.

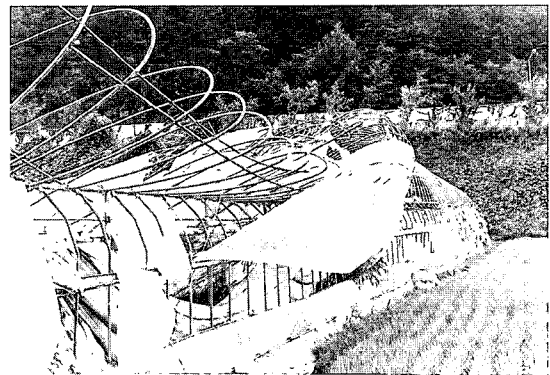


그림 5 태풍으로 기초가 뽑히면서 붕괴된 온실의 모습



그림 6 집중호우로 침수된 온실의 모습

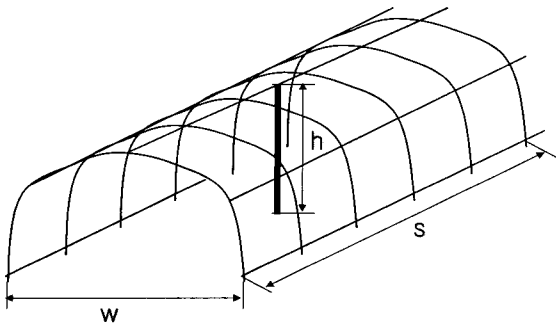


그림 7 폭설시 온실의 가지주 설치 모식도

### 3. 온실의 기상재해 대책

#### 가. 폭설에 대한 대책

파이프 골조의 플라스틱 온실은 대부분 아치형의 지붕 모양을 하고 있으며, 바람에는 비교적 강하나 적설에 약한 구조이다. 전국적으로 가장 널리 분포하고 있는 직경 25.4 mm, 두께 1.5 mm의 파이프를 사용한 폭 6 m의 단동 온실의 경우 서까래 간격 60~80 cm일 때 안전 적설심은 10~14 cm 정도에 불과하다. 중부지방 대부분 지역에서 플라스틱 온실의 설계기준이 되는 15년 빈도의 설계 적설심은 22 cm 이상으로써 서까래 간격을 60 cm로 하여도 적설에 불안정하므로 폭설에 대한 보강이 필요한 실정이다. 최소한 10 cm 정도의 추가 적설에 대한 보강설계가 필요한 현실이지만 고정기둥의 설치의 작업성을 해치고 골조의 보강은 골격율을 높여 투광성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 건축비의 증가로 경제성에 문제가 있으므로, 보강용 가지주를 준비해 두었다가 대설 주의보가 발령되면 그림 7과 같이 3 m 정도의 간격으로 설치함으로써 폭설로 인한 피해를 방지할 수 있다. 보강용 가지주는 목재를 사용할 수도 있으나 강도도 크고 구입이 쉬운 플라스틱 온실용 아연도강관을 온실 높이에 맞게 절단해서 적당량을 준비해 두면 된다. 그러나 파이프를 지붕 도리에 직접 받치기가 쉽지 않아 연결장치가 필요하며, 또한 적설하중을 받으면 파이프 하단의 지반부분이 침하되므로 바닥의 받침이 필요하다.

#### 나. 태풍에 대한 대책

태풍에 대한 보강 대책으로는 강풍에 저항하기 위한 구조물의 보강 대책과 파이프 인발에 의한 온실의 부상 방지를 위한 대책으로 나누어 생각할 수 있다.

가지주와 같은 지지대를 온실 처마와 지붕의 경계부분에 있는 도리에 걸쳐서 경사지게 설치하면 지지대의 수평저항력으로 상당한 보강효과를 거둘 수 있다. 따라서 보강 파이프를 준비해 두었다가 폭설시에는 가지주로 사용하고, 태풍시에 보강 골조로 사용하면 대부분의 지역에서 재해대책으로 활용할 수 있을 것이다.

모서리 측으로부터의 풍압력 등 도리방향의 수평력에는 브레이스를 설치하여 보강한다. 브레이스는 주파이프와 같은 규격 또는 80% 이상인 파이프를 사용하며 모서리에서는 그림 8과 같이, 중간에서는 그림 9와 같이 길이 방향 약 10 m 사이를 아치모양으로 엇갈리게 걸어서 도리 및 서까래에 조리개 등으로 잘 연결한다. 이와 같은 브레이스는 약 30 m 간격으로 설치하는 것이 바람직하다. 브레이싱은 또한 불균등한 적설 등에 의한 주파이프의 횡전복을 방지하는 역할을 가지며 구조물 전체의 내력 상승으로 이어진다. 실험보고에 의하면 주파이프의 내력은 브레이스를 설치하여

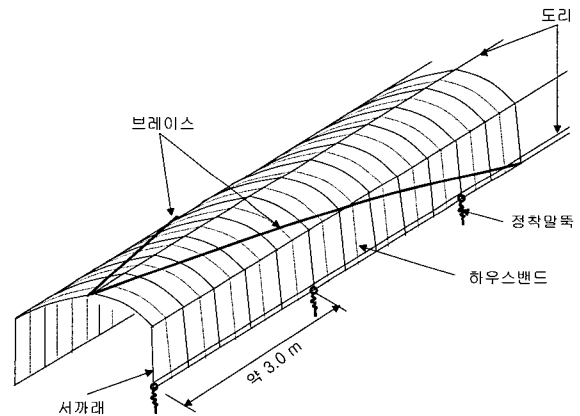


그림 8 브레이싱 및 정착말뚝에 의한 보강

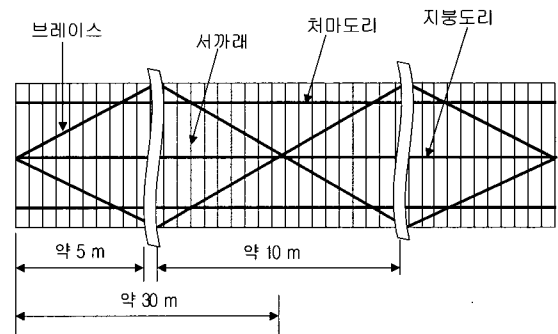


그림 9 파이프 골조 온실의 브레이싱에 의한 보강

황전복을 방지함으로써 20% 정도 상승하는 것으로 되어 있다.

파이프 인발에 의한 온실의 부상 방지를 위한 대책으로는 파이프의 충분한 매설깊이를 확보하고, 파이프 매설부위에 가로대를 설치하거나 나선형 말뚝을 박고 여기에 구조물을 고정하는 방법이 있다. 파이프의 매설깊이는 최소한 30 cm 이상으로 해야 한다. 또한 지반이 연약한 경우에는 40 cm 이상으로 하고 지반면에서 아래로 10 cm 부근에 가로대를 설치하는 것이 바람직하다. 이 가로대가 유효하게 작용하는 것은 강풍시 온실의 주파이프에 인발력이 작용할 때이므로 강풍을 받기 쉬운 해안부근의 지역에서는 아주 연약한 지반이 아닌 경우에도 가로대를 설치하는 것이 바람직하다.

한편 태풍은 많은 비를 동반하기 때문에 지반이 거의 포화상태가 되어 지반과 파이프의 마찰력을 기대하기 어렵게 된다. 또한 반복적인 풍압력으로 인하여 구조물이 진동하게 되고, 이로 인하여 파이프 매설부분의 인발저항력은 상당히 감소하는 것으로 보고되어 있다. 따라서 태풍시 온실의 부상을 막기 위해서는 주파이프의 하단에 설치한 도리 파이프에 하우스용 고정끈을 묶어서 필름을 고정하고, 이 파이프에 나선형의 정착 말뚝을 3 m정도의 간격으로 박아서 지반에 고정하는 것이 바람직하다.

#### 다. 온실의 유지관리

시설의 안전성에 직접 영향을 미치는 요인은 폭설, 태풍, 호우 등의 기상현상이지만 불충분한 유지관리는 내구성을 저하시키는 가장 큰 원인이 되기 때문에 시설의 유지관리에 특별한 관심이 요망된다. 재해에 대비한 유지관리로는 기상정보의 파악, 전달방법, 재해에 대한 처치 등 사전대책을 철저히 계획하고 응급대책용 자재를 준비해 두는 것이 무엇보다 중요하다. 또한 폭설이나 태풍시에는 상황에 따라 필름을 찢어서 온실의 주 골조를 보호하는 것도 생각해 둘 필요가 있다. 설계하중 이상의 재해에 대하여는 우선 응급보강용 자재로 보강하고, 상황을 판단하여 더 이상의 저항이 불가능하다면 필름을 찢어서 구조물을 보호하는 것이 피해를 줄일 수 있는 방법인 것이다.

##### 1) 평상시의 유지관리

구조의 안전성뿐만 아니라 빛의 투과, 보온성 등 시설의

기본적 성능을 유지하는 수단은 평상시의 적절한 유지관리 이외에는 없다. 그리고 시설은 사용하지 않을 때에도 반드시 유지관리가 필요하다.

시설의 열화에 의한 내력의 감소로 주목해야 할 것은 강재의 부식 즉, 녹이다. 시설 내부는 고온다습하므로 녹이 발생하기 쉬운 환경이다. 강재의 부식을 예방하기 위한 방법은 녹슬기 쉬운 부분(지중 매설부분, 절단면, 휨가공 부위, 접합에 의해 겹쳐진 부분, 아치상면, 항시 수분이 체류하기 쉬운 부분)을 항상 청소하여 건조상태로 유지하는 것이다. 녹을 발견하면 신속히 녹을 완전히 제거하고 도장을 실시하여 녹의 진행을 막는 것이 중요하다.

집중호우 등에 의한 파이프 매설부위 주변 흙의 유실이나 느슨해짐 등이 시설의 변형이나 파손의 원인이 되고, 매설 깊이의 감소는 강풍에 의한 시설의 부상에 대한 저항을 감소시키므로 발견 즉시 흙을 매워 원상태로 잘 다져 주어야 한다. 또한 농기계 작업시 트랙터 등의 접촉에 의해 기초부분에 충격을 주지 않도록 주의하여야 한다. 그리고 조립 연결구가 느슨해지지 않도록 정기적으로 점검하여야 한다.

피복재는 시간이 지남에 따라 오염이 진행되어 광선의 투과성능이 저하하므로 때때로 세제와 호스를 이용하여 청소나 세척을 할 필요가 있다. 하절기에 휴경을 할 경우 시설을 밀폐하여 두면 온도가 올라가 필름의 품질을 열화시키므로 적당히 통풍을 시켜주어야 한다. 피복재의 파손은 강풍시 피복재 전체나 구조체의 파손을 야기시킬 수 있고, 겨울철의 열손실을 유발시키므로 즉시 수리하여야 한다.

출입구의 미닫이 레일 부근은 항상 청소하여 난방열의 손실이나 강풍시 바람이 불어들어 오는 것을 방지한다. 경운기나 트랙터의 출입시에는 레일 부근을 두꺼운 판 등으로 보호한다. 연동의 경우 평상시에 육안으로 관찰하기 어려운 곡부 홈통은 낙엽, 모래먼지 등이 쌓이기 쉬워 배수가 정체되고, 빗물이 새서 부식의 원인이 되므로 정기적으로 점검하고 청소한다.

##### 2) 폭설에 대한 유지관리

폭설에 대비하여 응급보강용의 가지주나 기타 보강재를 미리 이용하기 쉬운 장소에 정돈 보관하여 둔다. 지붕의 표면에서 눈이 미끄러져 내리는 것을 방해하는 돌출물 등이 없는지를 미리 점검하여 제거하고, 방풍망이나 차광망 등은 반드시 철거한다. 연동 곡부의 빗물받이 홈통에 쌓인

낙엽이나 모래먼지 등을 제거하여 눈이 녹아서 흘러내릴 경우 배수가 잘 이루어지도록 한다.

눈이 쌓이면 신속히 쓸어 내린다. 눈이 쌓여 필름이 처지면 눈이 미끄러져 내리는 것을 방해하므로 필름이 처지는 것을 방지해야 한다. 무거운 시설의 경우에는 시설의 기밀성을 높이고 내부 보온커튼을 개방하여 지열의 복사에 의해서 실온을 상승시킴으로서 지붕 위의 눈이 미끄러져 내려오는 것을 촉진시킬 수 있다. 가온설비가 있는 경우에는 눈이 내리기 시작함에 따라 가능한 범위에서 실내온도를 높이고, 내부 보온커튼을 개방하여 지붕면을 따뜻하게 해서 눈이 미끄러져 내려오는 것을 촉진시킨다.

한쪽으로 치우친 일조 또는 풍향에 의해 지붕의 한 쪽만 치우쳐서 눈이 쌓이면 주 골조에 예상외의 큰 힘이 가해져서 온실이 붕괴되는 경우도 있으므로 신속히 제설해야 한다. 또한 온실 측면에 퇴적된 눈은 지붕의 눈이 미끄러져 내리는 것을 방해하므로 가급적 신속히 제설한다. 폭설시 응급 보강용의 가지주 또는 기타 보강재 등은 폭설 경보 발령과 동시에 설치하도록 한다. 폭설대책으로서 가지주를 사용할 때에는 지붕의 도리 또는 서까래의 지붕 중심에 대칭위치를 지지하는 것이 유효하다.

폭설 후에는 온실 각부의 손상이나 휘어짐, 조립 연결구의 느슨해짐 등의 유무를 전체적으로 점검하고 필요하면 신속히 보수한다.

### 3) 강풍에 대한 유지관리

강풍에 대하여 가장 중요한 유지관리는 필름의 파손이나 벗겨짐에 의해서 시설 내부로 바람이 불어 들어오지 않도록 하는 것이다. 개구부의 일부 개방이나 피복재의 파손부로부터 바람이 들어오면 시설내의 압력이 높아져서 피복재가 벗겨지거나 시설이 부상하는 원인이 되므로 파손부위는 신속히 보수해 주어야 한다.

필름이 느슨해져 있으면 강풍에 날려서 피해가 생기기 쉬우므로 필름 고정재나 고정끈을 긴장하고, 국부풍압을 받기 쉬운 온실의 양측 모서리를 보강하며, 방풍망의 피복 등을 점검하고, 파이프의 매설부분 및 부상 방지를 위한 나선형 말뚝의 매설상태나 구조물의 고정상태 등을 잘 점검하여 정비해야 한다. 강풍에 의해 나무 조각이나 작은 돌 등이 날아와 필름을 손상하지 않도록 시설주변은 잘 청소한다. 브레이크, 지주, 지선 등의 임시 보강재를 준비해 두

고 태풍 경보 발령과 동시에 설치한다.

강풍이 내습하면 출입문이나 환기창 등에 틈이 생기지 않도록 잘 닫고, 강풍에 대비한 사전 준비 및 정비 상태를 다시 한번 점검한다. 강풍 통과후에는 필름이나 고정재의 느슨해짐 또는 파이프 등의 휘어짐, 조립 연결구의 느슨해짐 등을 전체적으로 점검하여 필요하면 신속히 보수한다.

## 4. 맺음말

지금까지 온실을 중심으로 농업시설의 재해발생현황과 피해양상, 기상재해 대책에 대하여 살펴보았다. 우리나라의 온실은 시설면적이 전체 경지면적의 약 2.5% 정도를 차지하고 있으나 온실에서의 생산액은 전체 농업생산액의 10%를 넘고 있는 중요한 농업생산기반시설중 하나이다. 원예시설과 축산시설을 포함하는 시설농업이 전체 농업에서 차지하는 비중은 날로 증대하고 있으나 농공학의 학문 영역에서 또한 농공학 관련 연구기관이나 사업부서에서 소홀히 취급하는 바람에 투자나 기술개발이 미흡하여 시설은 낙후되어 있고, 해마다 태풍과 폭설 등의 기상재해로 수천 억원의 재산피해를 입고 있는 것이 현실이다.

농업시설은 선진국에서는 이미 1950년대에 학문적으로 정립되기 시작하였으나, 우리나라에서는 1980년대에 들어와서 관심을 갖기 시작하여 학술용어로 정의된 것은 1988년 서울대출판부에서 발행한 농업시설공학이 최초이다. 그 후 농업시설은 한국 농공학회의 전문위원회 및 학술진흥재단의 학분분류에서 농공학의 세부전공으로 구성되고, 몇몇 대학에서 실험실이 설치되는 등의 발전이 있었으나 아직까지도 많은 부분에서 그 중요성을 인식하지 못하고 있다. 농업시설공학은 농공학의 정체성 분야로서 각 대학에서는 필수적으로 교과목을 개설하여 인력을 양성하고 발전시켜야 할 것으로 생각한다. 또한 농촌정책국이나 농어촌연구원 등의 농공학 관련 기관에서는 농업시설팀을 조직하여 원예 시설, 축산시설, 저장시설, 유통시설 등 농업생산과 관련되는 각종 농업시설의 연구와 사업집행 등을 공학적으로 뒷받침 할 수 있는 체계를 구축할 필요가 있다.

농업시설에 대한 농공학적 인식 부족은 해마다 겪고 있는 농업시설 재해에 대한 항구대책을 수립하는데 걸림돌이 되고 있음을 간과해서는 안될 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 김문기 외. 1997. 원예시설의 환경설계 기준작성 연구. 농어촌진흥공사 농어촌연구원.
2. 김문기, 남상운, 서원명, 윤용철, 이석건, 이현우. 2000. 농업시설공학. 향문사.
3. 남상운, 유인호, 김종원. 2001. 파이프 골조 온실의 유지보수 보강 기술 개발. 농림부 연구보고서.
4. 농림부, 농어촌진흥공사. 1999. 온실구조 설계기준 및 해설.
5. 농림부, 농업기반공사. 2000. 태풍·수해대책, 교훈과 과제.
6. 농림부. 2005. 농림업 주요통계. 농업재해대책 추진체계. <http://www.maf.go.kr/>.
7. 농촌진흥청. 2004. 과수 시설재배. 표준영농교본-77.
8. 시설원예시험장. 2004. 폭설에 의한 비닐하우스 피해실태 분석 및 개선대책. 원예연구소.
9. 심교문, 이정택, 이양수, 김건엽. 2003. 20세기 한국의 농업기상재해 특징. 한국농림기상학회지 5(4): 255-260.
10. 윤용철, 서원명, 윤충섭. 1995. 시설원예용 플라스틱 하우스의 태풍피해에 관한 연구. 생물생산시설환경 4(2): 167-174.
11. 이석건, 김문기, 서원명 외. 1995. 원예시설의 구조안전기준 작성. 농어촌진흥공사 농어촌연구원 보고서.
12. 이석건. 2000. 온실의 유지관리. 한국농공학회지 42(4): 21-30.
13. 중앙재해대책본부. 2001. 폭풍설피해 복구계획서.
14. 日本施設園藝協會. 1999. 地中押し込み式パイプハウス安全構造指針.
15. 日本施設園藝協會. 1999. 園藝用鐵骨補強パイプハウス安全構造指針.
16. ASAE EP460 JUL93. 1997. Commercial Greenhouse Design and Layout. ASAE Standards. pp.704-710.