

## 인삼재배 해가림시설의 기상재해와 구조개선대책

### Structural Improvement of the Shading Structures against Meteorological Disasters in Ginseng Fields

남 상 운\*

Nam, Sang Woon

#### Abstract

In order to set up structural improvement strategy against meteorological disasters of the shading structures in ginseng fields, structural safety analyses as well as some case studies of structural damage patterns were carried out. According to the results of structural safety analysis, allowable safe snow depth for type B(wood frame with single span) was 25.9 cm, and those for type A(wood frame with multi span) and type C and D (steel frame with multi span) were 17.6 cm, 25.8 cm, and 20.0 cm respectively. So types of shading structures should be selected according to the regional design snow depth. An experiential example study on meteorological disasters indicated that a strong wind damage was experienced once every 20 years, and a heavy snow damage once every 9.5 years. The most serious disasters were caused by heavy snow and it was found that a half break and complete collapse of structures were experienced by about 70% of snow damage. In addition to maintenance, repair and reinforcement, it is also recommended that improved model of shading structures for ginseng cultivation should be developed as a long term countermeasures against meteorological disasters.

*Keywords : Shading structures, Ginseng field, Structural safety test, Heavy snow damage, Meteorological disaster*

#### I. 서 론

2000년 말 현재, 국내 인삼산업의 현황은 재배 농가 23,011호, 재배면적 12,445 ha, 생산량

13,664톤이다. 인삼은 전체 농업생산액의 1.8%인 3,728억원을, 그리고 전체 농산물 수출금액의 약 7%인 7,900만 달러를 차지하고 있어 우리나라의 농가경제에 크게 기여하는 주요 작물이다(NACF, 2001). 또한 노령자나 부녀자의 노동력을 활용할 수 있고 한계농지를 활용할 수 있으므로 WTO 체제하의 수출유망 종목으로서 농가소득을 증대시킬 수 있는 작목으로써 발전의 잠재력은 매우 크다. 그러나 현재 인삼재배 농가의 재배기술은 1960년

\* 충남대학교 농업생명과학대학  
Tel.: +82-42-821-5794  
fax : +82-42-825-5791  
E-mail address: swnam@cnu.ac.kr

대에 비해 별로 개선된 것이 없으며, 거의 모든 작업을 인력에 의존하고 있어 생산성은 낙후되어 있다(Cho, 1997).

인삼의 약리효능 및 재배에 관한 연구는 상당히 많이 수행되어 왔으며, 현재도 수행되고 있으나 재배의 생력화나 시설개선에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 현재 전국적으로 인삼재배 농가에서 이용되고 있는 관행 해가림 구조는 구조적 특성상 전행과 후행에 식재된 인삼간에 생육 및 수량의 현저한 차이가 발생한다. 또한 해가림 자재도 다양각색으로 투광률, 강도 및 내구성 등이 제품마다 상이하다(Cho, 1997). 전후행간 생육차이가 거의 없는 개량 해가림 구조가 한국인삼연초연구원 증평인삼시험장에서 개발된 바 있다. 후주 연결식 개량 해가림이나 지봉식 개량 해가림을 채용할 경우, 전후행간 생육차이가 배제되므로 해가림 구조의 개선만으로 25% 이상의 증수를 기대할 수 있다(Park, 1996). 해가림 자재는 인삼재배에 최적규격을 정하여 규격화된 자재를 생산 보급함으로써 작업의 효율성을 높이고 자재에 소요되는 비용의 절감가능할 것이다.

그러나 해가림 자재 및 인삼재배시설에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 해가림 자재는 1970년대까지 이엉이 주종을 이루었으나 1980년대 후반부터 차광망이 주종을 이루어 현재까지 계속되고 있다. 인삼재배시설 구조는 1970년대까지 아카시아 기둥이 주종을 이루다가 1980년대부터 수입목재로 대체되어 현재에 이르고 있으며, 재배시설은 지봉식과 터널식 등이 일부 개발되어 보급을 시도한바 있으나 시설의 구조적 연구가 공학적 이론의 바탕 없이 추진되었기 때문에 실패한 것으로 보고하고 있다(Park, 1996).

1999년에 태풍으로 489 ha의 인삼재배시설이 파손되었으며, 2001에는 폭설로 4,097ha의 인삼재배시설이 붕괴되는 엄청난 피해를 경험하였다(MAF, 2001). 안정적인 생산기반의 조성을 위해서는 인삼재배시설의 구조와 환경에 관한 공학적

연구가 절실히 요청되며, 그 중에서도 먼저 구조적 안전성 문제를 해결해야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 주요 인삼재배 해가림시설의 구조 안전성을 검토하고, 자연재해에 의한 피해 사례를 분석하여 기상재해 대책을 수립하는 것을 목적으로 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 인삼재배 해가림시설의 구조안전성 검토

#### 가. 안전성검토를 위한 대표규격 선정 및 구조모델링

농촌진흥청의 표준 인삼경작방법(RDA, 2001)에 의한 해가림 구조의 종류는 전후주연결식 관행 해가림구조(B형)와 후주연결식 개량 해가림구조(A형)로 크게 분류하고 있다. 지주목(기둥)과 연목(서까래)을 뼈대구조로 하고, 여기에 도리목과 보조연목으로 구성된 목재 구조로서 전후주연결식은 단동형식, 후주연결식은 연동형식이다. 이들은 또한 해가림 피복물의 설치형식, 도리목과 보조연목 대신에 코드사를 이용하는 케이블방식 등에 따라 B, B-1, A, A-1, A-2, A-3형으로 구분하여 총 6가지의 해가림구조로 분류하고 있다. 최근에는 기존의 목재구조를 개량한 새로운 철재 구조 모델이 개발되어 보급되고 있으나 보급실적은 5 ha 정도로 미미한 실정이다(Nam, 2003). 본 연구에서는 농촌진흥청의 표준형 목재구조 2종류(A형, B형)와 철재개량시설 2종류(C형, D형)를 대표적인 형태의 구조로 선정하여 모델링하였으며, 재료와 세부부재의 단면에 대하여는 구조해석 결과로부터 검토하였다. 목재구조는 농촌진흥청의 표준규격을 이용하였고, 철재구조는 현장 실측자료를 이용하였으며 규격은 Table 1 및 Fig. 1과 같고, 구조 모델별 각 부재의 단면 특성은 Table 2와 같다.

Table 1 Dimensions of structural models for safety analysis test (Unit : cm)

Type	Material	Span	Length of each part by Fig. 1					
			a	b	c	d	e	f
A	Wood	Multi	180	100	180	45	155	25
B	Wood	Single	126	80	80	25	120	15
C	Steel	Multi	170	100	180	30	165	22
D	Steel	Multi	210	135	180	42	178	0

Table 2 Section properties of structural members for safety analysis

Type	Member	Size (mm)	Section area (cm <sup>2</sup> )	Section modulus (cm <sup>3</sup> )	Radius of gyration (cm)
A and B	Column	□ 30×36	10.8	6.48	1.039
	Rafter	□ 30×36	10.8	6.48	1.039
	Purlin	□ 30×36	10.8	6.48	1.039
	Subpurlin	□ 30×24	7.20	3.60	0.866
C and D	All	φ 22.2, 1.2t	0.792	0.394	0.743

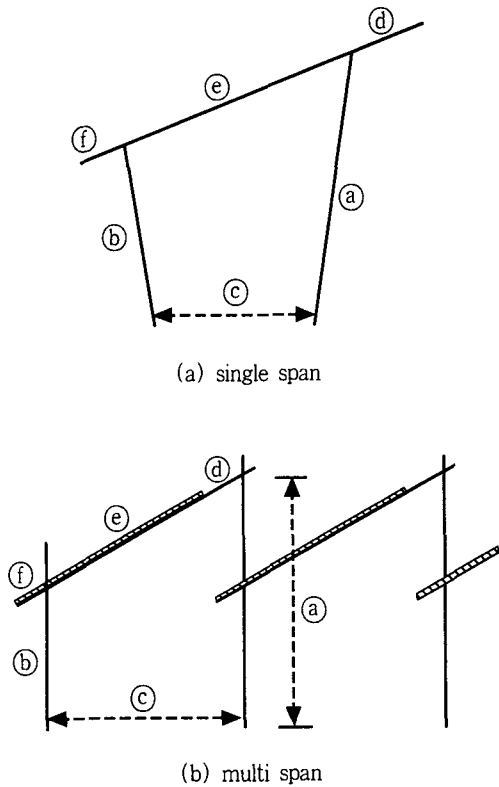


Fig. 1 Symbols for dimensions of structural models in Table 1

나. 모델의 구조해석 및 안전성 검토

구조해석 프로그램(SAP2000)을 이용하여 모델별 구조해석을 실시하고, 재료의 허용응력으로부터 안전하중을 구하였다. 기상재해 사례조사 결과 폭설에 의한 피해가 일반적인 것으로 판단되어 적설

하중에 대하여만 안전성을 검토하였다. 차광망이 덮여있어 눈이 미끄러져 내려오지 않으므로 적설하중의 감소계수는 고려하지 않았고, 단위적설중량은 1.0 kgf/m<sup>2</sup>/cm를 적용하였다(Kim et al., 2000).

서까래와 도리는 휨부재로서 부재의 휨응력이 허용휨응력 이하가 되도록 하였고, 허용전단응력에 대하여도 검토하였다. 기둥은 휨과 압축을 동시에 받는 부재로서 휨과 압축에 대한 실제응력과 허용응력의 관계가 다음 식을 만족하도록 설계되어야 한다.

$$\frac{f_c}{f_{ca}} + \frac{f_b}{f_{ba}} \leq 1.0 \dots\dots\dots (1)$$

여기서,  $f_c$ 는 압축응력,  $f_{ca}$ 는 허용압축응력,  $f_b$ 는 휨응력,  $f_{ba}$ 는 허용휨응력이다. 코드사 방식의 경우에는 케이블의 장력을 구하여 허용인장응력에 대하여 검토하였다.

가장 많이 사용하는 목재는 아피톤(apitong)으로서 비중이 0.72~0.80으로 느티나무와 유사하다(Lee et al., 1989 ; KFRI, 1990). 목재의 허용응력은 건축물 구조내력에 관한 기준(MOCT, 1997)을 적용하였다. 동 기준에 의하면 별표에 규정되지 않은 수종은 비중이 같은 목재의 허용응력을 적용한다고 되어있어 느티나무의 허용응력을 적용하였으며, 또한 비바람에 노출된 경우에 해당하는 80%를 적용하였다. 그리고 동 기준은 장기응력에 대한

값으로서 적설하중은 단기응력이므로 하중기간인자를 곱하여 사용하였다. 적설하중에 대한 목구조의 하중기간인자는 1.15(Breyer, 1999)를 적용하여 허용압축응력은  $73.6 \text{ kgf/cm}^2$ , 허용휨응력은  $101.2 \text{ kgf/cm}^2$ , 허용전단응력은  $11.0 \text{ kgf/cm}^2$ 으로 하였다. 또한 목재의 세장비에 따라 수정한 허용압축응력은 다음 식으로 구하였다(MOCT, 1997).

$$\lambda \geq 100 \text{ 일 때 } f_k = f_{ca}(1 - 0.007\lambda) \dots \dots \dots (2)$$

$$\lambda < 100 \text{ 일 때 } f_k = \frac{0.3f_{ca}}{\lambda/100} \dots \dots \dots (3)$$

여기서,  $\lambda$ 는 기둥의 세장비,  $f_{ca}$ 는 나무결방향의 허용압축응력( $\text{kgf/cm}^2$ ),  $f_k$ 는 좌굴을 고려한 목재의 허용압축응력( $\text{kgf/cm}^2$ )이다.

철재의 경우는 플라스틱 온실용 아연도 강관을 사용하고 있으며, 강재의 허용응력은 강관구조 설계기준(AIOK, 1998)을 적용하였다. 동 기준에 의하면 좌굴을 고려한 압축부재의 허용압축응력( $f_c$ )은 다음과 같다.

$$\lambda \leq \lambda_b \text{ 일 때 } f_c = \frac{[1 - 0.4(\lambda/\lambda_b)^2]F_y}{n} \dots \dots \dots (4)$$

$$\lambda > \lambda_b \text{ 일 때 } f_c = \frac{0.277F_y}{(\lambda/\lambda_b)^2} \dots \dots \dots (5)$$

여기서,  $\lambda$ 는 압축재의 세장비,  $\lambda_b$ 는 한계세장비,  $n$ 은 안전율,  $F_y$ 는 강재의 허용응력도를 결정하는 기준값( $\text{kgf/cm}^2$ )이며, 한계세장비와 안전율은 다음과 같다.

$$\lambda_b = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F_y}} \dots \dots \dots (6)$$

$$n = \frac{3}{2} + \frac{2}{3}(\lambda/\lambda_b)^2 \dots \dots \dots (7)$$

온실용 아연도 강관의  $F_y$ 는  $2,400 \text{ kgf/cm}^2$ 이고, 단기응력에 대한 값을 적용하여 허용휨응력은  $2,400 \text{ kgf/cm}^2$ , 허용전단응력은  $1,380 \text{ kgf/cm}^2$ 을 사용하였다.

## 2. 해가림 시설의 기상재해 사례조사

충남 금산군 농업기술센터의 인삼연구실, 경북 풍기의 인삼시험장을 방문하여 인삼재배 해가림시설 중 특징적인 것이 많이 분포하는 지역을 추천받아 경기 양주, 안성, 이천, 충남 금산, 전북 진안, 경북 풍기 등 6개 지역을 조사대상지역으로 선정하였다. 각 지역별 7개 농가씩 총 42개 농가를 방문하여 면접을 통한 설문조사를 수행하였다. 설문내용은 태풍, 폭설, 집중호우 등에 의한 시설의 기상재해 사례와 인삼재배시설의 구조개선 희망사항 등이었다.

안전성 검토 결과와 재배 농가의 구조개선 희망사항 조사결과를 종합하여 인삼재배시설의 구조개선방안을 도출하였다. 실태조사 결과로부터 태풍이나 폭설, 집중호우 등의 기상재해에 의한 피해사례를 분석하고, 일반구조물과 농업시설물의 안전관리 지침 등을 참고하여 사전준비대책과 사후보강대책 및 시설의 유지관리방법 등을 검토하고, 기상재해로 인한 인삼재배시설의 피해 방지대책을 수립하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 인삼재배 해가림시설의 모델별 안전적설심

구조해석을 위한 모델은 2차원 프레임 구조로 하였으며, 기둥이 토양에 30~40 cm 정도 박혀 있으므로 지점조건은 지반과 접하는 부분에서 고정으로 취급하였다. 대표적인 형태에 대한 구조해석 모델링 결과는 Fig. 2 ~ Fig. 5와 같다. 후주 연결식 연동 구조의 폭 방향은 3연동으로 설정하여 모델을 구축하였다.

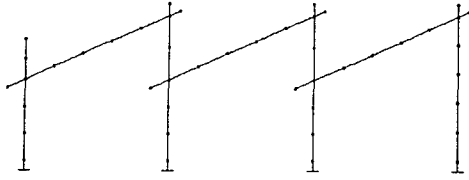


Fig. 2 Structural model of type A (wood frame with multi span)

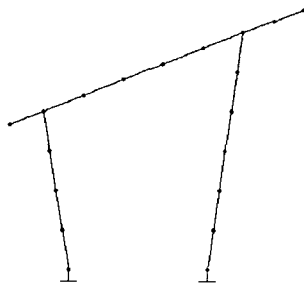


Fig. 3 Structural model of type B (wood frame with single span)

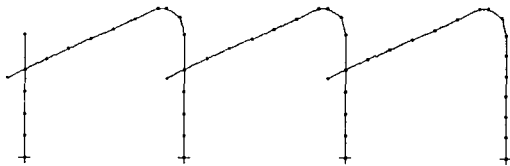


Fig. 4 Structural model of type C (steel frame with multi span)

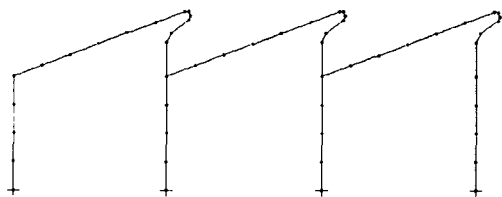


Fig. 5 Structural model of type D (steel frame with multi span)

하중은 단위적설중량(적설심 1 cm에 대한 중량)을 등분포하중으로 작용시켜 구조해석을 실시하였다. Table 3은 단위 적설심 작용시의 각 부재에

발생되는 최대 단면력을 나타낸 것이다. 기둥은 압축부재로서 축방향력과 휨모멘트에 대하여 검토하였으며, 서까래, 도리 및 보조서까래는 휨부재로서 휨모멘트와 전단력에 대하여 검토하였다.

구조해석 결과의 최대 단면력과 각 부재의 단면 특성치로부터 최대 응력을 구하고, 각 재료의 허용 응력을 기준으로 안전적설심을 구한 결과는 Table 4와 같다. 부재마다 최대 응력이 다르기 때문에 안전적설심 또한 다르게 나오는데, 가장 불안정한 부재의 안전적설심이 구조물 전체의 안전적설심이 되므로 그 편차가 크지 않게 설계하는 것이 바람직한 것이다. 전후주연결식 목재시설의 경우 기둥의 안전적설심은 39.2 cm나 되지만 도리는 25.9 cm로 도리가 파손되면 연쇄적으로 구조물이 붕괴되므로 구조물의 안전적설심은 25.9 cm이다. 이 경우 편차는 13.3 cm나 되고, 이와 같이 편차가 큰 것은 경제적인 설계가 되지 못한다. 한편 후주연결식 목재시설의 안전적설심은 17.6 cm로 나타났다. 1980년대에 해가림 아래의 상대조도를 인삼의 광합성에 최적인 상태로 높이는 한편 통풍을 원활히 하여 온도의 상승을 억제하고 재식위치에 따르는 인삼생육의 차이를 줄이기 위하여 해가림 자재와 함께 구조의 개선이 시도되어 후주연결식 개량해가림이 개발되었다(Cho et al., 1997). 이와 같은 후주연결식의 경우, 전후주연결식에 비하여 기둥 간격이 넓어지면서 서까래의 지간이 길어지므로 기둥과 서까래의 응력이 증대된다. 같은 단면의 부재를 사용할 경우, 안전적설심은 현저히 감소하여 전후주연결식의 25.9 cm에 비하여 17.6 cm로 줄어드는 것으로 나타났다. 따라서 후주연결식의 목재시설은 단면의 증대가 필요할 것으로 판단되었다.

철재 개량시설은 최근에 개발되어 보급되기 시작한 것으로서 C형의 경우에는 안전적설심이 25.8 cm로 나타났다. 영동지방과 같은 다설지역을 제외하고는 중부지방 대부분 지역에서 재현기간 15년의 설계적설심은 22~25 cm정도이므로(Kim et al., 2000), 철재 개량시설 C형은 대체로 안전한

것으로 판단되었다. 그러나 D형의 경우에는 안전적 설심이 20 cm로 나타났다. 이 모델은 파이프 골조의 기둥과 서까래 연결부분을 없애고 힌가공을 통하여 1개의 부재로 제작하여 구조물의 조립 시공을 간편하게 만든 것으로서, 서까래 부분의 길이가 C형에 비하여 길어졌기 때문에 판단된다. 또한 힌가공 부위의 곡률이 매우 작기 때문에 응력집중 현상이나 부식현상이 발생되기 쉬운 것으로 생각되

로 철재 개량시설 D형은 지역의 설계적설심을 고려하여 선택하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

코드사 방식의 경우 케이블의 처짐을 5~10 cm로 제한하고 단위 적설심에 대하여 장력을 구해본 결과 7.5~14.7 kgf으로 나타났다. 표준형에서 케이블은 6만 테니아의 코드사 또는 #14(직경 2.032 mm)의 철선을 2줄 또는 4줄 설치하도록 되어 있다. 철선(#14) 4줄을 설치할 경우, 처짐에 따라 안전적설심은 15.9~31.1 cm로 해석되었다. 처짐을 작게 유지하면 매우 큰 장력이 걸리고, 처짐이 너무 크면 적설시 편심하중이 발생하기 쉬우므로, 적설심 25 cm 정도에서 안전을 확보하기 위해서는 처짐을 8~10 cm 정도로 제한해야 할 것으로 판단되었다. 코드사 또는 철선 2줄을 사용하는 경우에는 안전적설심이 10.6~20.7 cm로 나타나 안전을 확보하기가 곤란할 것으로 판단되므로 케이블의 직경을 증대시키든가 보강이 필요할 것으로 생각되며, 케이블이 끊어지면 구조물 전체가 연쇄적으로 붕괴되므로 주의가 요망된다.

Table 3 Maximum section forces in each member under the unit load

Structure	Type	Member	Axial force (kgf)	Bending moment (kgf · cm)	Shear force (kgf)	
Wood frame	A	Column	Upper	1.09	34.5	-
			Lower	3.35	14.4	-
		Rafter	-	37.3	1.59	
		Purlin	-	28.5	0.97	
	B	Subpurlin	-	18.0	0.47	
		Column	1.92	10.3	-	
		Rafter	-	19.8	1.07	
		Purlin	-	25.3	0.86	
Steel frame	C	Subpurlin	-	10.8	0.36	
		Column	29.2	3.41	-	
	D	Bending member	-	36.6	1.19	
		Column	24.2	3.31	-	
Steel frame	D	Bending member	-	47.2	1.70	

## 2. 인삼재배시설의 재해사례와 구조개선방안

앞 절에서 살펴본 바와 같이 표준형 시설도 일부는 구조적 안전성이 충분하지 못하며, 실제 농가에서 설치한 시설의 규격은 표준형에 미치지 못하는 경우가 많으므로 폭설시 피해를 겪는 농가가 많은 것을 이해하는 것은 어렵지 않다. 본 연구에서는 인삼재배시설의 구조개선방안을 도출하고자 농가의 기상재해 사례와 구조개선 희망사항을 조사하였다. Table 5와 Table 6은 설문조사 대상농가의 일반현황과 시설유형을 나타낸 것이다. 재배경력은 대부분 10년 이상이었으며 20년 이상인 농가가 54.8%나 되었으며, 재배면적은 대부분 1 ha 이상 이었고, 홍삼을 재배하는 농가가 47.6%, 백삼 38.1%, 2가지 모두 재배하는 농가가 14.3%였다. 인삼재배 시설의 구조재료는 대부분이 목재였고, 구조형식은 후주연결식이 약간 많았으며, 세부구조

Table 4 Safe snow depth for the representative structural models

Structure	Type	Overall safe snow depth (cm)	Safe snow depth for each member(cm)				
			Column	Rafter	Purlin	Subpurlin	Max. deviation
Wood frame	A	17.6	18.0	17.6	23.0	20.2	5.4
	B	25.9	39.2	33.1	25.9	33.7	13.3
Steel frame	C	25.8	27.3	25.8	-	-	1.5
	D	20.0	28.0	20.0	-	-	8.0

**Table 5 General characteristics of the ginseng farm-houses investigated**  
(Unit : no. of farmhouse (%))

Cultivation experience		Cultivation area		Kind of ginseng	
<10years	5(11.9)	<0.5ha	7(16.7)	White ginseng	16(38.1)
≥10years	14(33.3)	≥0.5ha	10(23.8)	Red ginseng	20(47.6)
≥20years	13(31.0)	≥1.0ha	13(31.0)	White + Red	6(14.3)
≥30years	10(23.8)	≥2.0ha	12(28.5)		
Total	42(100)	Total	42(100)	Total	42(100)

**Table 6 Type of shading structures for ginseng cultivation**  
(Unit : no. of farmhouse (%))

Frame material	Connection type		Purlin form		
Wood <sup>1)</sup>	41(97.6)	Single span	20(47.6)	Frame	33(78.6)
Steel <sup>2)</sup>	1( 2.4)	Multi span	22(52.4)	Cable	9(21.4)
Total	42(100)	Total	42(100)	Total	42(100)

Note : 1) apitong 2) galvanized steel pipe

는 프레임식이 78.6%로 많았으나 케이블식도 21.4%나 되었다.

Table 7은 인삼재배농가의 기상재해 경험 빈도를 나타낸 것이다. 빈도는 재배경력 기간동안 재해 경험 횟수를 조사하여 평균값으로 구한 것이다. 폭설피해를 가장 많이 겪어서 평균 9.5년에 1회의 피해를 경험하였으며, 다음은 태풍과 홍수피해로 20년에 1회, 고온피해는 70년에 1회의 빈도로 재해를 경험한 것으로 나타났다.

기상재해의 종류에 따른 피해정도는 Table 8과 같이 조사되었다. 여기서 비율은 피해경험 농가중

**Table 7 Experiences of meteorological disaster for the farmhouse cultivating ginseng**

Meteorological disaster	Experience frequency
Strong wind damage	once every 20 years
Heavy snow damage	once every 9.5 years
Flood damage	once every 20 years
High temperature damage	once every 70 years

설문에 응답한 결과를 백분율로 나타낸 것이다. 폭설피해는 재해빈도도 가장 높았지만 피해내용도 가장 심각하여 구조물이 완전히 붕괴된 경우가 41.4%나 되었고, 반파 이상의 피해를 입은 경우가 69%로 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 태풍에 의한 피해는 차광막 파손이 대부분 이었고 심각한 구조적 손상은 많지 않은 것으로 조사되었다. 그러나 회오리바람이나 돌풍에 의한 피해는 어느정도 예상되므로 지반에 매설된 부위나 연결부위, 케이블과 차광막의 고정 부분에는 세심한 주의가 필요할 것으로 판단되었다. 홍수피해는 침수후 작물 피해와 병충해 발생이 문제가 되며, 시설피해는 거의 없었다. 홍수피해를 예방하기 위해서는 시설의 입지 선정에 주의하고 배수시설을 잘 갖추도록 해야 할 것이다. 인삼은 주변온도가 30℃ 이상으로 4일정도 지속되면 고온장해가 나타나는데(Cho et al., 1998), 이로 인한 시설피해는 없지만 시설의 계획 및 설치시 충분히 고려하여 고온기에 통풍이 잘 되도록 대책을 강구해야 할 것으로 생각한다.

목재는 5~6년 후 재사용이 불가능하며 지주목의 강도가 약하므로 철재로 개량이 필요하지만 철재 시설의 가격이 너무 비싸 경제적 측면에서 어려

**Table 8 Degree of damage by the meteorological disaster of investigated farmhouses**

Heavy snow damage		Strong wind damage	
A little break of structure	31.0%	Break of shade screen only	46.2%
A half break of structure	27.6%	Partial break of structure	23.1%
Complete collapse	41.4%	Whole break by whirlwind	30.7%

움이 많은 것으로 나타났다. 목재 표준형의 시설비는 평당 6~8천원으로 조사되었으며, 철재는 목재 표준형에 비하여 재료가 1.5배 이상 소요되는 것으로 나타나 가격을 낮출 수 있는 대책을 요구하는 농민이 많았다. 작업성 등의 측면에서 시설의 규격은 비교적 적당하지만 보다 강한 재료 및 구조모형의 개발에 관한 요구가 있었다. 특히 폭설에 대한 피해가 많으므로 폭설피해를 방지하기 위해서 겨울철에는 해체하는 방식의 조립이 간편한 시설을 개발하는 것도 고려해볼 필요가 있을 것으로 판단되었다.

폭설 피해시에는 복구비가 설치비보다 많이 소요되고, 휴면중인 인삼이 설해를 입으면 이듬해에 병충해가 많이 발생되므로(Nam, 2002) 폭설에 대한 재해대책이 가장 중요한 구조개선 사항으로 생각된다.

전후주연결식이 구조적으로는 더 안전한 것으로 나타났지만 후주연결식 해가림이 인삼의 생육환경이나 작업성 측면에서 우수한 것으로 알려져 있으므로(Park, 1996 ; Cho et al., 1998), 후주연결식 해가림구조에 대한 개선대책을 중점적으로 고찰해 보았다. 부채단면과 길이, 설치간격 등의 규격을 준수하고 강도가 큰 목재를 사용하도록 하며, 설계적설심 20cm 이상인 지역에서는 단면을 증대시키거나 철재를 사용하도록 해야 할 것으로 판단되었다. 가능한한 도리와 보조서까래를 갖춘 프레임식을 택하고, 케이블식으로 설치할 경우에는 적설시 불균일한 처짐이 생기지 않도록 4선식으로 하고 일정 간격으로 버팀틀을 설치하여 연쇄적인 붕괴를 막도록 해야 한다.

폭설과 같은 재해에 대비하여 평상시에도 주기적인 점검을 실시할 필요가 있으며, 부식된 부재는 발견 즉시 교체하고 연결부위의 이사는 신속히 보수하도록 한다. 눈이 내릴 때 피복이 처져있으면 그곳에 눈이 집중적으로 쌓여 과대 편심하중에 의한 붕괴를 초래하므로 피복의 처짐을 방지해야 한다. 대설주의보나 경보가 발령되면 다음과 같은 조치를 취하면 좋을 것으로 생각한다. 눈이 쌓이면

쉽게 미끄러져 내려오도록 차광망 위에 미리 플라 스틱 필름을 피복해 둔다. 보강자재를 준비해 두었다가 취약부분에 설치한다. 가능하다면 눈을 쓸어 내리는 것이 좋겠으나 쉽지 않으므로, 안전적설심 이상의 눈이 예상될 경우 미리 피복을 찢어 구조물 붕괴를 피하는 것도 염두해 둘 필요가 있을 것으로 생각한다. 폭설후에는 구조물과 피복재의 손상부위를 신속히 점검하여 보수한다.

아울러 보다 항구적인 대책으로는 설치비가 저렴하고 구조적으로 안전하며 인삼생육에도 적합한 인삼재배시설 구조모델의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

#### IV. 요약 및 결론

인삼은 우리 나라의 농가 경제에 크게 기여하는 주요작물이며 수출 유망 품목으로써 발전의 잠재력이 매우 크다. 인삼의 약리효능이나 재배에 관한 연구는 많이 수행되었으나 시설에 관한 연구는 매우 부족하여 재해로 인한 시설피해를 자주 겪고 있는 실정이다. 본 연구는 인삼재배시설의 구조실태를 조사하여 안전성을 검토하고, 자연재해에 의한 피해사례를 분석하여 기상재해 대책을 수립하는 것을 목적으로 수행하였으며 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 대표적인 형태의 모델에 대한 구조해석과 안전성 검토 결과 목재시설의 안전적설심은 후주연결식(A형) 17.6 cm, 전후주연결식(B형)은 25.9 cm, 철재 개량시설 C형은 25.8 cm, D형은 20.0 cm로 각각 나타났다. 시설에 따라서는 지역의 설계적설심을 고려하여 선택하거나 보강설계가 필요한 것으로 판단되었다.

2. 도리와 보조서까래를 사용하지 않은 코드사 방식의 경우 적설심 25 cm 정도에서 안전을 확보하기 위해서는 처짐을 8~10 cm 정도로 제한해야 하며, 케이블은 4줄을 사용하고 2줄을 사용해서는 안되는 것으로 나타났다.



3. 인삼재배 농가의 기상재해 경험 사례는 폭설 피해가 9.5년에 1회로 가장 높았고, 태풍과 홍수피해 20년, 고온피해는 70년에 1회의 빈도로 재해를 경험한 것으로 조사되었다. 피해내용도 폭설피해가 가장 심각하여 구조물이 완전히 붕괴되거나 반과 이상의 피해를 입은 경우가 70% 정도로 나타났다.

4. 홍수나 고온에 의한 시설피해는 거의 없고 태풍피해도 심각한 구조적 손상은 많지 않은 것으로 조사되어 폭설에 대한 재해대책이 가장 중요한 구조개선 사항으로 판단되었으며, 대 농민 설문조사 결과 현재의 목재보다 강한 재료와 저렴한 시설비에 대한 요구가 많았다.

5. 평상시 시설의 유지관리, 폭설에 대한 사전준비와 응급조치방법, 폭설 후의 점검과 보수 등 재해대책을 검토하였다. 유지관리와 보수·보강도 중요하지만 항구적인 대책으로는 설치비가 저렴하고 구조적으로 안전하며 인삼생육에도 적합한 인삼재배 시설 구조모델의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

본 논문은 2002년도 대산농촌문화재단의 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

### References

1. Architectural Institute of Korea. 1998. *Design standard and explanation of steel pipe structure*. Gimundang press. Seoul. pp.39-146. (in Korean)
2. Breyer, D. E., K. J. Fridley and K. E. Cobeen. 1999. *Design of wood structures ASD*. McGraw-Hill. pp.126-134.
3. Cho, J. S. 1997. Prospects for ginseng industrialization in Korea. *Proceedings of the international symposium on development strategy of medicinal plant*. pp.57-69.
4. Cho, J. S., S. K. Mok and J. Y. Won. 1998. *Ginseng cultivation*. Sunjin press. Seoul. pp.185-197. (in Korean)
5. Kim, M. K. et al. 2000. *Agricultural structures*. Hyangmunsa press. Seoul. (in Korean)
6. Korea Forest Research Institute. 1990. *Properties and processing of tropical wood*. pp.91-92. (in Korean)
7. Korean Standards Association. 1997. *Nominal sizes of sawn lumber*. KS F 1519. (in Korean)
8. Lee, H. H. et al. 1989. *Wood physics and mechanics*. Hyangmunsa press. (in Korean)
9. Midwest Plan Service. 1983. *Structures and environment handbook*. MWPS-1 : 409. pp.1-25.
10. Ministry of Agriculture and Forestry. 2001. [http://www.maf.go.kr/html/pds/pds01\\_01.htm](http://www.maf.go.kr/html/pds/pds01_01.htm).
11. Ministry of Agriculture and Forestry. 2001. List of repair expenses for facilities damaged by meteorological disaster in horticulture and special production. (in Korean)
12. Ministry of Construction and Transportation. 1997. Standard on yield strength of the building structures. MOCT 1997-378. (in Korean)
13. Nam, S. W. 2002. Field survey on the shading structure and environmental management for ginseng cultivation. *Proceedings of the KSAE 2002 annual conference*, pp.65-68. (in Korean)
14. Nam, S. W. 2003. Investigations on the shading structures in ginseng field. *Proceedings of the KSBEC 2003 spring conference*, pp.191-194. (in Korean)
15. National Agricultural Cooperative Federation. 2001. NACF yearbook 2000. (in Korean)
16. Park, H. 1996. Research on ginseng production during the past 20 years. *Korean J. Ginseng Sci.* 20(1) : 472-500. (in Korean)
17. Rural Development Administration. 2001. Standard cultivation methods for ginseng. RDA 2001-8. pp.23-39. (in Korean)
18. Whitaker, J. H. 1979. *Agricultural buildings and structures*. Reston Publishing Co. pp.169-188.