

# 생물생산시설 설계용 기상자료 분석

Analysis of Weather Data for Design of Biological Production Facility

이석건·이종원\*·이현우 (경북대)

Lee, Suk Gun·Lee, Jong Won\*·Lee, Hyun Woo

## Abstract

This study was attempted to provide some fundamental data for safety structural design of biological production facility. Wind load and snow load, acting on agricultural structures is working more sensitive than any other load. Therefore, wind speed and snow depth according to return periods for design load estimation were calculated by frequency analysis using the weather data(maximum instantaneous wind speed, maximum wind speed, maximum depth of snow cover and fall) of 68 regions in Korea. Equations for estimating maximum instantaneous wind speed with maximum wind speed were developed for all, inland and seaside regions. The results were about the same as the current equation in general. Design wind speed and snow depth according to return periods were calculated and Local design wind load and snow load depending on return periods were presented together with iso-wind speed and iso-snow depth maps. The calculated design snow depth by maximum depth of snow cover were higher than design snow depth by maximum depth of snow fall. Considering wind speed and snow depth, protected cultivation is very difficult in Ullungdo, Gangwon seaside and contiguity inland regions, and strong structural design is needed in the west-south seaside against wind speed, and structure design of biological production facility in these regions need special consideration.

## I. 서 론

2004년말 기준으로 국내의 원예시설 설치면적은 51,280.7ha에 이르고 있으며, 이 가운데 93.3%를 차지하고 있는 채소 재배면적은 47,840.4ha(단동온실 40,606.2ha, 연동온실 5747.9ha, 기타 1,486.3ha)이다. 이러한 원예시설을 포함한 생물생산시설 등은 최근 기상이변 등으로 인하여 발생되는 강풍과 폭설로 구조적 파손을 입고 있으며 이러한 피해는 매년 반복되고 있는 실정이므로 생물생산시설의 안전성을 확보하기 위해서는 안전한 구조물의 해석과 농업정보가 필요하며, 특히 시설물 설계에 이용되는 기초자료중 가장 일상적인 재해원인인 기상자료의 분석이 필요하다.

생물생산시설의 구조물 설계에 이용되는 하중으로는 상시하중(고정하중, 작물하중, 장비하중)과 비상시하중(적설하중, 풍하중, 지진력) 등이 있으나 우리나라에서는 풍하중 및 적설하중이 가장 큰 비중을 차지한다. 적설하중과 풍하중은 기상하중으로 확률분포함수를 이용한 빈도분석을 실시하여 얻어지는 설계적설심과 풍속이며 시설의 표준내용년수와 안전도로부터 구해지는 재현기간별로 상이하다. 이러한 적설하중과 풍하중의 산정은 광범위한 기상자료의 분석이 필요하며, 이미 분석된 자료가 있으나 관측년수가 최대 1994년까지의 기상자료를 활용하였기 때문에 최근 기상자료를 포함한 설계기상하중을 제시할 필요가 있다. 그리고, 실내난방과 온실의 곡부체설을 전제로 한 설계적설하중은 최대적설심이 아닌 최대신적설심을 이용하였기 때문에 난방을 하지 않는 단동온실이나 체설작업을 수행하지 못하는 생물생산시설물에 적용하기에는 무리가 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 생물생산시설의 구조 안전성을 확보하기 위하여 지역별 년 최대순간풍속, 최심신적설심 및 최심적설심 자료를 빈도분석하여 재현기간에 따른 설계풍속 및 설계적설심을 산정하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 기상자료 및 풍속보정

본 연구에 사용된 자료는 전국 84개 기상 관측소 자료중 17년 이상의 관측자료가 있는 68개 지을 선정하여 년 최대치 계열의 풍속, 신적설심 및 적설심을 기상청으로부터 제공받아 사용하였으며 분석지점의 기상관측소의 위치는 그림 1과 같다.

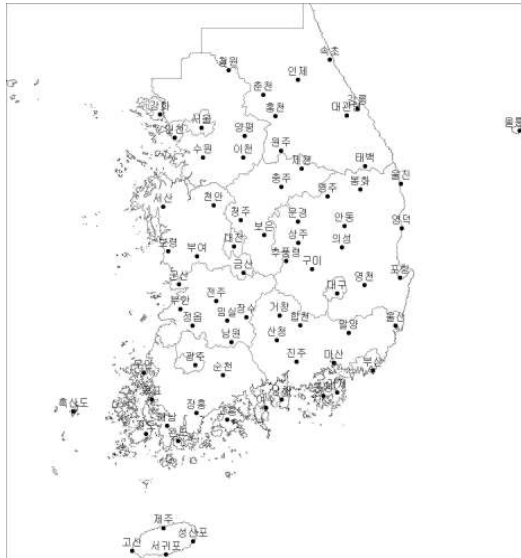


그림 1. 분석지점의 기상관측소 위치

구조물 설계에 사용되는 기본풍속은 보통 지상 10m 높이에서의 평균풍속을 사용하고 있으나 국내 관측소의 풍속 관측높이는 표 1에서 보는 바와 같이, 지역과 관측년도에 따라 일정하지 않아 식 (1)에 의해 보정하였다.

$$V_o = V_z \left( \frac{Z_o}{Z} \right)^{0.25} \quad (1)$$

여기서,  $V_z$ 는 고도  $Z$ 에서의 평균풍속,  $V_o$ 는 기준고도  $Z_o(10m)$ 에서의 평균풍속이다. 그리고 최대순간풍속이 결측된 지역의 최대순간풍속은 일반적으로 해당지역의 최대풍속으로 이용하여 식 (2)에 의해 보정을 하고 있으나, 본 연구에서는 지역별로 관측된 최대풍속과 최대순간풍속을 이용하여 내륙과 해안 지역을 구분하여 새로운 변환관계식을 유도하여 사용하였다.

$$V_{max} = 1.1V + N \quad (2)$$

여기서,  $V_{max}$ 은 최대순간풍속,  $V$ 는 최대풍속이고  $N$ 은 상수(0~15, 일반적으로  $N=7$  사용)이다. 그리고, 국내 기상청 자동기상관측장비의 풍속계는 정도가 높으며 평가시간 3초의 최대순간풍속이 측정됨으로 어느 시각의 최대순간풍속  $V_{max}$ 과 최대풍속  $V$ 의 비인 거스트계수( $G$ )를 구하여 다음과 같이 최대순간풍속을 계산할 수 있다.

$$V_{max} = G V \quad (3)$$

### 2. 확률분포함수 및 재현기간

본 연구에 사용된 확률분포함수는 년 최대값 계열의 빈도분석에 많이 사용되는 Type- I 극치분포형을 선정하였으며, 식 (4)와 같다.

$$f(\chi) = \frac{1}{a} \exp \left[ -\frac{(\chi - \chi_o)}{a} - \exp \left( -\frac{(\chi - \chi_o)}{a} \right) \right] \quad (4)$$

여기서  $a > 0$ 는 축척변수이며  $\chi_o$ 는 최대확률의 발생위치를 표시하며  $-\infty < \chi < \infty$ 이다.

그리고, 생물생산시설 등의 구조물 설계에 있어서 기상요소에 의한 설계하중을 산정할 때에는 재현기간에 따른 설계자료를 이용하여야 한다. 이때, 재현기간은 시설의 표준내용년수와 안전도로 부터 결정되는 것으로 이들 사이의 관계는 식 (5)로 주어진다.

$$\log P_s - 2 = N \log \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \quad (5)$$

여기서,  $P_s$ 는 안전도(%),  $N$ 은 표준내용년수이며  $T$ 는 재현기간(년)이다.

식 (5)에 의해 생물생산시설물의 표준내용년수를 5, 10, 15, 20년으로 하고 안전도를 50, 70%로 하였을 때 재현기간은 8, 15, 22, 30, 43, 57년이 된다.

표 1. 기상자료 수집지역의 사용년수 및 풍속관측높이

지점	위도	경도	년수*		Ha**(m)	지점	위도	경도	년수*		Ha**(m)
			WS	SD					WS	SD	
속초	38° 15'	128° 34'	34	34	8.9 ~ 12.9	진주	35° 12'	128° 07'	34	33	6.0 ~ 10.0
원령대	38° 09'	127° 18'	17	17	12.3 ~ 12.9	강화	37° 42'	126° 27'	34	32	5.5 ~ 9.7
관천	37° 41'	128° 46'	34	34	10.0	양천	37° 29'	127° 30'	32	32	6.0 ~ 10.3
출천	37° 54'	127° 44'	34	34	9.8 ~ 13.0	이천	37° 16'	127° 29'	32	32	6.0 ~ 10.0
강릉	37° 45'	128° 54'	34	34	9.8 ~ 14.5	인제	38° 03'	128° 10'	32	32	6.0 ~ 10.0
서 울	37° 34'	126° 58'	34	34	10.0 ~ 11.5	홍천	37° 41'	127° 53'	32	32	6.0 ~ 13.0
인원	37° 28'	126° 38'	34	34	11.0 ~ 14.0	태천	37° 10'	128° 59'	32	20	10.0 ~ 13.6
울릉	37° 20'	127° 57'	34	33	10.0 ~ 16.0	제천	37° 09'	128° 12'	20	32	6.0 ~ 13.3
수원	37° 29'	130° 54'	34	34	7.7 ~ 10.3	보은	36° 29'	127° 44'	32	32	6.0 ~ 10.0
충서	37° 16'	126° 59'	33	34	9.8 ~ 20.0	천안	36° 47'	127° 07'	32	32	6.0 ~ 10.0
울진	36° 58'	127° 57'	32	32	6.0 ~ 10.0	부령	36° 19'	126° 34'	32	32	6.0 ~ 22.0
울릉	36° 46'	126° 30'	32	34	6.5 ~ 20.2	금강	36° 16'	126° 55'	32	32	6.0 ~ 22.0
청주	36° 59'	129° 25'	34	32	13.0 ~ 13.6	부안	36° 06'	127° 29'	32	32	6.0 ~ 10
대천	36° 38'	127° 27'	27	33	10.0 ~ 18.7	임실	35° 44'	126° 43'	32	32	6.0 ~ 10.1
안동	36° 22'	127° 22'	34	34	8.0 ~ 22.8	정읍	35° 37'	127° 17'	32	32	6.0 ~ 11.0
상주	36° 13'	128° 00'	34	34	10.0 ~ 20.7	남원	35° 34'	126° 52'	32	32	6.0 ~ 18.4
포항	36° 34'	128° 43'	34	28	10.0 ~ 15.5	장수	35° 24'	127° 20'	32	32	6.0 ~ 10.0
군산	36° 24'	128° 09'	26	-	10.0	순창	35° 39'	127° 31'	32	17	6.0 ~ 10.0
대전	36° 02'	129° 23'	-	30	10.8 ~ 15.5	장흥	35° 04'	127° 14'	17	32	10.0 ~ 14.0
전주	35° 59'	126° 42'	34	34	14.5 ~ 18.0	해남	34° 41'	126° 55'	32	32	6.0 ~ 14.3
마산	35° 53'	128° 37'	34	34	10.0 ~ 23.6	고성	34° 33'	126° 34'	32	32	6.0 ~ 10.0
광주	35° 49'	127° 09'	34	34	8.9 ~ 18.4	화성	34° 37'	127° 17'	32	32	6.0 ~ 10.0
부통	35° 33'	129° 19'	34	31	10.8 ~ 12.4	성포	33° 23'	126° 53'	32	32	6.0 ~ 10.2
무안	35° 11'	128° 34'	34	16	12.3 ~ 19.5	봉화	36° 56'	128° 55'	32	17	6.0 ~ 13.0
여포	35° 10'	126° 54'	20	34	15.4 ~ 17.5	영주	36° 52'	128° 31'	17	32	6.0 ~ 10.0
완도	35° 06'	129° 02'	34	27	17.8	문경	36° 37'	128° 09'	32	32	6.0 ~ 10.0
진도	34° 51'	128° 26'	34	23	11.5 ~ 15.2	영덕	36° 32'	129° 25'	32	27	6.0 ~ 10.0
고성	35° 05'	126° 17'	34	-	10.0 ~ 12.6	의성	36° 21'	128° 41'	32	32	6.0 ~ 10.0
서포	34° 49'	126° 23'	-	34	15.5 ~ 15.8	구미	36° 08'	128° 19'	32	32	6.0 ~ 10.0
완도	34° 44'	127° 45'	34	32	10.5 ~ 20.8	영천	35° 58'	128° 57'	32	32	6.0 ~ 10.0
진도	34° 41'	125° 27'	34	-	10.0 ~ 13.2	거창	35° 40'	127° 55'	32	32	6.0 ~ 10.0
고성	34° 24'	126° 42'	-	32	15.4	합천	35° 34'	128° 10'	32	31	6.0 ~ 10.5
서포	34° 28'	126° 19'	34	-	10.0	밀양	35° 29'	128° 45'	32	26	6.0 ~ 10.0
고성	33° 31'	126° 32'	-	33	10.5 ~ 15.0	산청	35° 25'	127° 53'	32	32	6.0 ~ 10.0
서포	33° 17'	126° 10'	34	14	6.0 ~ 10.0	거제	34° 53'	128° 36'	32	25	6.0 ~ 12.3
서포	33° 15'	126° 34'	17	33	8.9 ~ 10.0	남해	34° 49'	127° 56'	32	26	6.0 ~ 16.0

주) 년수\* : 1971년~2004년 동안 풍속(WS), (신)적설심(SD) 관측년수

Ha\*\* : 1971년~2004년 동안 평속관측높이 범위

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 최대풍속과 최대순간풍속 관계

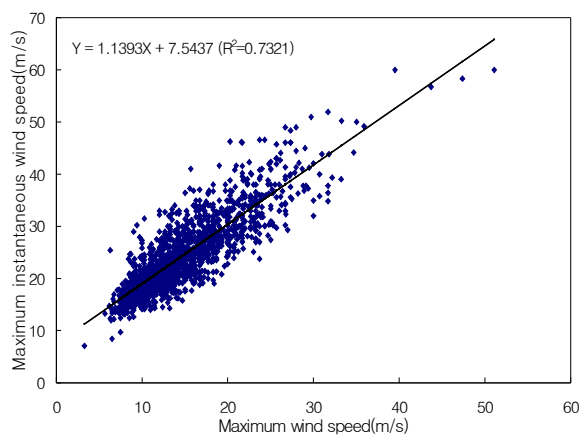


그림 2. 최대순간풍속과 최대풍속 관계(전지역)

최대순간풍속 관측치가 있는 80개 관측소의 기상자료를 이용하여 최대순간풍속과 최대풍속과의 관계를 분석한 결과는 그림 2와 같으며, 관계식은 식 (6)과 같다.

$$V_{max} = 1.14V + 7.54 \quad (R^2 = 0.732) \quad (6)$$

일반적으로 사용하고 있는 최대순간풍속 보정식인 식 (3)과 유사한 경향을 보이고 있으며, 지역적 특성을 고려하여 내륙지역과 해안지역으로 구분하여 최대순간풍속과 최대풍속과의 관계를 분석한 결과는 그림 3과 같으며, 유도된 관계식은 식 (7) 및 (8)과 같다.

$$\text{내륙 } V_{\max} = 1.13V + 7.25 \quad (R^2 = 0.559) \quad (7)$$

$$\text{해안 } V_{\max} = 1.05V + 9.73 \quad (R^2 = 0.673) \quad (8)$$

내륙지역의 관계식은 전체 관계식과 유사하게 나타났으나, 해안지역의 관계식은 식 (6)에 비해 감소하는 것으로 나타났다.

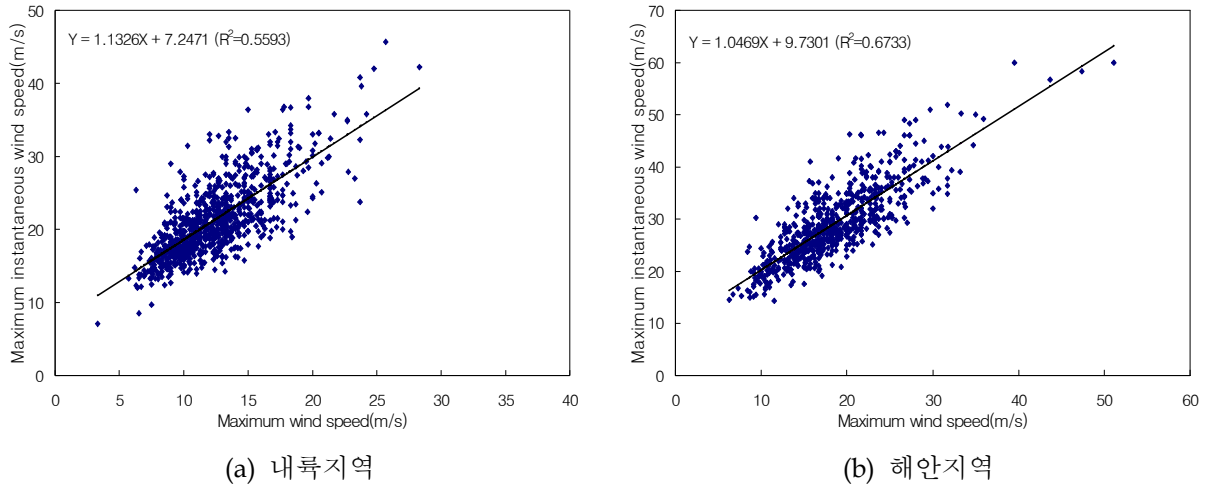


그림 3. 지역별 최대순간풍속과 최대풍속 관계

거스트 계수를 이용한 최대순간풍속 추정식의 G는 전체가 1.58( $R^2=0.607$ ), 내륙이 1.68( $R^2=0.420$ ), 해안이 1.53( $R^2=0.52$ )으로 건축법규에서의 1.75, 1.50와 유사한 경향을 나타냈으나 결정계수가 본 연구에서 추정된 식의 결정계수보다 낮게 나타났다.

## 2. 재현기간별 설계풍속 및 적설심

재현기간에 따른 확률 최대풍속 및 최대적설심은 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$X_T = \mu + K_T \cdot \sigma \quad (9)$$

여기서,  $X_T$ 는 재현기간 T년에서의 확률 최대풍속 또는 확률 최대적설심이고,  $\mu$ 와  $\sigma$ 는 년 최대값의 관측자료의 평균 및 표준편차,  $K_T$ 는 관측자료의 표본크기와 재현기간에 따른 빈도계수이다.

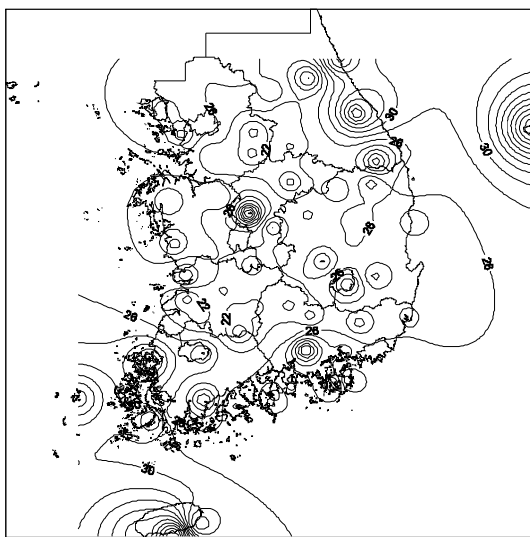
식 (9)에 의해 지역별 재현기간에 따른 설계풍속, 설계신적설심 및 설계적설심을 구한 결과는 표 2 및 표 3과 같으며, 관측지역의 위도, 경도를 TM좌표로 변환하여 지도로 작성하고, Surfer의 내사법에 의해 등풍속선도, 등신적설심선도 및 등적설심선도를 작성하였으며, 재현기간 8년과 57년에 해당하는 결과는 그림 4, 5 및 6에서 보는 바와 같다.

현재 국내 생물생산시설중 단동비닐하우스의 설계기준인 재현기간 8년의 설계풍속을 살펴보면 내륙지역 보다는 해안지역이 전반적으로 높은 분포의 풍속을 나타내고 있음을 알 수 있으며, 강원도 해안지역의 풍속분포가 크게 나타났다. 강원도 내륙지역은 12.7~40.2m/s, 해안지역은 34.0~36.7m/s의 풍속분포를 보이며, 경기·충청지역의 내륙지역은 15.2~41.2m/s, 해안지역은 19.1~30.6m/s의 풍속분포를 보였다. 또한 전라도 내륙지역은 18.1~30.3m/s, 해안지역은 19.0~36.0m/s의 풍속분포를, 경상도 내륙지역은 19.6~38.8m/s, 해안지역은 22.5~36.0m/s, 제주도는 24.5~50.0m/s의 풍속분포로 나타났다. 기존 연구결과와 비교하였을 경우에는 대부분의 지역에서 설계풍속이 증가한 것으로 분석되었다. 그리고, 년 최대신적설심을 이용한 설계적설심을 살펴보면 강원도 지역은 13.2~73.5cm, 경기·충청도 지역은 14.0~21.8cm, 전라도 지역은 6.1~20.6cm, 경상도 지역은 6.0~24.5cm, 울릉도 58.8cm, 제주도 지역은 3.7~12.0cm의 범위인 것으로 분석되었다. 이

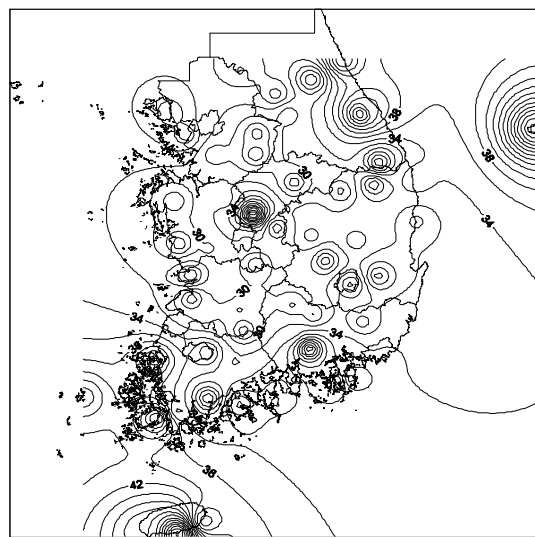
러한 값은 년 최대적설심을 이용한 설계적설심과 비교하여 보면 구적설심을 이용한 설계적설심은 강원도는 18~96%, 경기·충청도는 9~34%, 전라도는 7~71%, 경상도는 2~29%, 울릉도는 94%, 제주도는 14~47%범위에서 증가하는 것으로 나타났다. 따라서, 지역별 적설하중을 산정할 경우에는 온실의 난방유무와 제설정도, 지역특성을 고려하여 결정하여야 할 것으로 판단된다.

표 2. 지역별 재현기간에 따른 설계풍속(단위 : m/sec)

지역	평균	재현기간(년)						지역	평균	재현기간(년)					
		8	15	22	30	43	57			8	15	22	30	43	57
속초	29.7	36.7	39.9	41.7	43.2	45.0	46.3	양양	15.2	19.3	21.1	22.1	23.0	24.0	24.8
철원	20.6	27.3	30.2	31.9	33.3	34.9	36.2	이천	15.7	19.2	20.8	21.7	22.4	23.3	24.0
대관령	33.0	40.2	43.4	45.3	46.9	48.7	50.0	인제	13.3	17.9	19.9	21.2	22.2	23.3	24.2
춘천	21.0	27.8	30.9	32.7	34.1	35.8	37.1	홍천	17.3	22.1	24.2	25.5	26.5	27.7	28.6
강릉	27.9	34.0	36.8	38.4	39.7	41.3	42.5	태백	12.7	16.8	18.6	19.7	20.6	21.6	22.3
서릉	22.8	26.7	28.4	29.4	30.3	31.2	32.0	제천	21.3	25.4	27.3	28.4	29.3	30.3	31.1
인원	25.2	30.6	33.0	34.4	35.5	36.9	37.9	보은	15.2	19.9	22.0	23.2	24.3	25.4	26.3
울릉	15.4	21.7	24.5	26.2	27.5	29.1	30.3	천안	15.8	22.1	25.0	26.7	28.0	29.6	30.8
릉도	38.2	47.7	52.0	54.5	56.6	58.9	60.8	보령	15.1	19.1	20.9	21.9	22.8	23.8	24.5
수주	18.5	22.7	24.6	25.7	26.6	27.7	28.5	부여	18.8	23.4	25.4	26.7	27.6	28.8	29.6
충서	15.3	19.3	21.1	22.1	23.0	23.9	24.7	금부	15.2	19.7	21.7	22.9	23.9	25.0	25.9
서산	15.2	19.9	22.0	23.2	24.3	25.4	26.3	부안	15.1	19.0	20.8	21.9	22.7	23.7	24.4
울진	22.8	28.1	30.5	32.0	33.1	34.4	35.5	임실	16.1	21.0	23.2	24.5	25.5	26.7	27.7
울청	31.4	41.2	45.6	48.2	50.3	52.7	54.6	정읍	14.6	20.6	23.2	24.8	26.1	27.6	28.7
대추	19.8	24.8	27.1	28.4	29.5	30.7	31.7	남원	13.5	18.1	20.2	21.5	22.4	23.6	24.5
풍령	21.0	25.6	27.7	28.9	29.9	31.1	32.0	장수	15.8	20.9	23.2	24.5	25.6	26.8	27.8
안동	24.1	27.9	29.7	30.7	31.5	32.5	33.2	순창	18.6	24.2	26.7	28.2	29.4	30.7	31.8
상주	18.2	25.5	28.8	30.7	32.3	34.1	35.5	장해	14.0	18.2	20.1	21.3	22.2	23.2	24.1
군산	23.9	29.9	32.6	34.3	35.6	37.1	38.2	해남	18.2	24.7	27.7	29.4	30.8	32.5	33.7
대구	27.5	32.3	34.4	35.7	36.7	37.9	38.8	고흥	19.1	28.2	32.2	34.7	36.6	38.9	40.6
전주	19.6	24.2	26.3	27.6	28.6	29.7	30.6	성포	17.0	24.5	27.8	29.8	31.4	33.2	34.7
마산	20.6	26.2	28.7	30.1	31.3	32.7	33.8	봉화	21.1	28.9	32.4	34.5	36.1	38.1	39.6
광주	23.9	28.9	31.2	32.5	33.6	34.9	35.8	영주	18.2	22.1	23.9	24.9	25.7	26.7	27.4
부영	23.1	30.3	33.4	35.3	36.8	38.6	40.0	문경	21.2	26.4	28.7	30.1	31.2	32.5	33.5
통영	22.0	27.3	29.6	31.1	32.2	33.5	34.5	영덕	17.5	22.5	24.8	26.1	27.2	28.4	29.4
무안	26.2	32.2	34.9	36.5	37.8	39.3	40.4	영성	19.7	26.4	29.5	31.3	32.7	34.4	35.7
여수	29.3	36.0	39.0	40.8	42.2	43.9	45.2	구미	16.1	19.6	21.1	22.1	22.8	23.7	24.4
산도	26.3	31.1	33.3	34.6	35.6	36.8	37.7	영천	18.9	21.5	22.7	23.4	24.0	24.6	25.1
진도	31.1	37.1	39.8	41.4	42.7	44.2	45.3	거창	16.8	21.3	23.3	24.5	25.5	26.6	27.5
고산	22.4	34.2	39.5	42.6	45.2	48.1	50.4	양합	16.3	21.2	23.4	24.7	25.8	27.0	27.9
서귀포	30.9	38.9	42.5	44.6	46.3	48.3	49.8	양밀	15.5	21.2	23.8	25.3	26.5	27.9	29.0
진강	37.5	50.0	55.5	58.7	61.4	64.4	66.8	양산	18.2	24.1	26.7	28.3	29.5	31.0	32.1
화강	30.8	38.8	42.4	44.6	46.3	48.3	49.9	양제	16.8	22.8	25.5	27.2	28.4	29.9	31.1
화남	22.6	28.9	31.7	33.4	34.8	36.3	37.5	양해	18.1	25.5	28.9	30.8	32.4	34.2	35.7



(재현기간 = 8년)

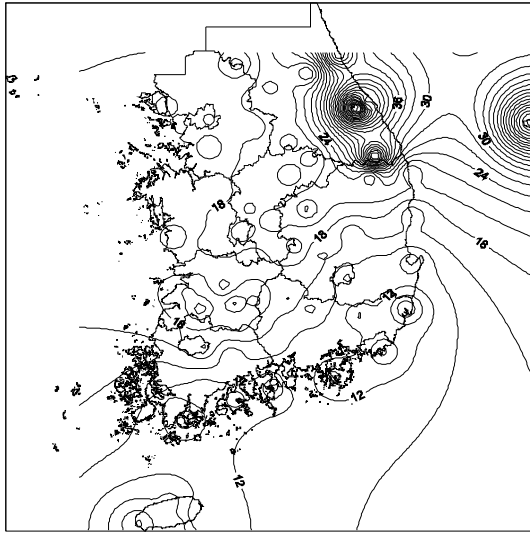


(재현기간 = 57년)

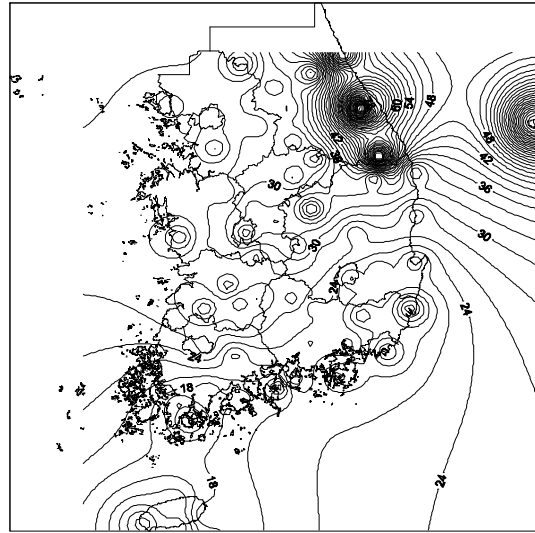
그림 3. 재현기간별 등풍속선도

표 3. 지역별 재현기간에 따른 설계적설심(단위 : cm)

지역	평균	최심신적설심							최심신적설심						
		재현기간(년)							재현기간(년)						
		8	15	22	30	43	57	평균	8	15	22	30	43	57	
축척	23.0	45.8	56.1	62.2	67.1	72.8	77.2	32.3	63.8	78	86.4	93.2	101.1	107.2	
원령	8.0	13.2	15.5	16.8	17.9	19.2	20.2	10	17.2	20.5	22.4	23.9	25.7	27.1	
관대	43.2	73.5	87.1	95.2	101.7	109.2	115.1	81.6	144.1	172	188.7	202.1	217.6	229.6	
촌천	10.7	17.5	20.5	22.3	23.8	25.5	26.8	12.7	20.7	24.3	26.4	28.1	30.1	31.6	
강릉	25.9	45.1	53.6	58.8	62.9	67.6	71.3	34.6	69.1	84.5	93.7	101.1	109.6	116.2	
서릉	9.3	15.7	18.6	20.3	21.6	23.2	24.5	10.4	18.1	21.5	23.6	25.2	27.1	28.6	
인원	8.5	16.1	19.5	21.5	23.1	25.0	26.4	9.2	17.1	20.6	22.7	24.4	26.4	27.9	
원릉	10.2	17.0	20.0	21.8	23.2	24.9	26.2	11.6	20.9	25	27.5	29.4	31.7	33.5	
울릉	35.4	58.8	69.3	75.6	80.6	86.4	90.9	65.8	114.3	136	148.9	159.3	171.3	180.7	
수원	8.8	14.3	16.8	18.3	19.5	20.8	21.9	9.9	16.8	19.9	21.7	23.2	24.9	26.3	
충서	9.5	16.3	19.3	21.2	22.6	24.3	25.6	11.1	20.4	24.5	27.0	29.0	31.3	33.1	
울진	10.5	17.1	20.0	21.8	23.2	24.8	26.1	12.7	20.6	24.2	26.3	28.0	30.0	31.5	
울창	11.0	18.3	21.6	23.5	25.1	26.9	28.3	12.5	22.7	27.2	30.0	32.1	34.6	36.6	
대추	11.0	20.3	24.4	26.9	28.9	31.2	33.0	12.9	23.0	27.6	30.3	32.5	35.0	37.0	
풍령	10.4	21.8	26.9	30.0	32.4	35.2	37.4	11.1	22.9	28.2	31.4	33.9	36.8	39.1	
포항	11.9	21.1	25.2	27.7	29.6	31.9	33.7	14.3	24.5	29	31.7	33.9	36.4	38.4	
군산	4.6	10.5	13.1	14.7	16.0	17.4	18.6	4.9	11.3	14.1	15.8	17.2	18.8	20.0	
구산	11.1	17.6	20.5	22.2	23.6	25.2	26.5	14.9	24	28.1	30.6	32.6	34.8	36.6	
대전	5.5	11.5	14.1	15.7	17.0	18.5	19.6	6.3	13.6	16.8	18.8	20.3	22.1	23.5	
울주	9.5	15.1	17.6	19.2	20.4	21.7	22.8	11.4	18.6	21.8	23.7	25.3	27.0	28.4	
마산	2.7	6.0	7.6	8.5	9.2	10.0	10.7	2.9	6.5	8.2	9.2	9.9	10.8	11.6	
산주	4.6	13.2	17.0	19.3	21.1	23.2	24.8	4.7	13.3	17.1	19.3	21.1	23.2	24.8	
광부	11.6	18.2	21.2	22.9	24.3	26.0	27.2	14.5	22.1	25.5	27.6	29.2	31.1	32.6	
통영	2.9	7.5	9.6	10.8	11.8	12.9	13.8	3.0	7.6	9.7	11.0	12.0	13.1	14.0	
목포	3.6	9.4	12.0	13.5	14.8	16.2	17.3	3.9	9.9	12.6	14.2	15.5	17.0	18.2	
여수	7.7	12.9	15.3	16.7	17.8	19.1	20.1	10.8	20	24.1	26.5	28.5	30.7	32.5	
완주	2.9	7.2	9.1	10.2	11.1	12.2	13.0	4.3	10.5	13.3	14.9	16.3	17.8	19.0	
완제	3.6	6.1	7.2	7.9	8.4	9.0	9.5	4.3	8.1	9.7	10.7	11.5	12.4	13.1	
고산	3.9	7.4	9.0	10.0	10.8	11.6	12.3	5.3	10.9	13.4	14.9	16.1	17.5	18.6	
서포	1.4	3.7	4.8	5.4	5.9	6.5	6.9	1.4	3.9	4.9	5.6	6.1	6.7	7.1	
진장	3.4	6.3	7.6	8.4	9.0	9.7	10.3	4.0	7.2	8.6	9.5	10.1	10.9	11.5	
양평	5.2	12.2	15.3	17.2	18.7	20.5	21.8	5.8	13.5	16.9	18.9	20.5	22.4	23.9	
이천	8.4	15.4	18.6	20.4	22.0	23.7	25.1	9.6	16.9	20.1	22.0	23.6	25.4	26.8	
인제	9.9	16.9	20.0	21.9	23.4	25.2	26.5	10.8	18.5	21.9	23.9	25.6	27.5	28.9	
태백	10.4	18.2	21.8	23.9	25.5	27.5	29.0	11.6	21	25.3	27.8	29.9	32.2	34.1	
제천	10.4	16.0	18.5	20.0	21.3	22.6	23.7	13.1	23.2	27.8	30.5	32.6	35.1	37.1	
안성	11.0	18.1	21.2	23.1	24.6	26.4	27.7	12.9	22.5	26.7	29.3	31.3	33.7	35.5	
보령	25.6	51.0	62.3	69.0	74.4	80.6	85.5	33.1	64.8	78.9	87.3	94.0	101.8	107.9	
제천	10.8	16.6	19.2	20.8	22.0	23.5	24.6	12.6	20.8	24.5	26.7	28.5	30.5	32.1	
보안	11.6	21.1	25.4	28.0	30.0	32.4	34.3	13.6	24.6	29.5	32.5	34.8	37.5	39.7	
영양	10.2	17.2	20.3	22.1	23.6	25.3	26.7	11.8	19.4	22.8	24.8	26.4	28.3	29.7	
부령	9.4	14.0	16.1	17.3	18.3	19.4	20.3	12	18.8	21.8	23.7	25.1	26.8	28.1	
금강	11.3	18.4	21.5	23.4	25.0	26.7	28.1	12.6	20.6	24.2	26.3	28.1	30	31.6	
부안	9.9	16.4	19.3	21.1	22.5	24.1	25.4	11.4	19.3	22.8	24.9	26.6	28.5	30.1	
임실	14.2	20.6	23.5	25.2	26.6	28.1	29.4	20.9	35.3	41.8	45.7	48.8	52.3	55.1	
정읍	15.6	22.4	25.5	27.3	28.7	30.4	31.7	20.5	31.7	36.7	39.7	42.1	44.8	47.0	
장흥	15.5	23.3	26.8	28.8	30.5	32.4	33.9	22.4	38.7	46.0	50.4	53.9	57.9	61.1	
장수	11.5	18.8	22.0	24.0	25.5	27.3	28.7	14.4	23.3	27.4	29.8	31.7	33.9	35.6	
장흥	13.8	20.8	23.9	25.8	27.3	29.0	30.3	19.2	30.1	35.0	37.8	40.2	42.8	44.9	
해남	7.2	12.3	14.6	16.0	17.1	18.4	19.4	8.5	14.0	16.5	18.0	19.1	20.5	21.5	
고성	5.7	10.1	12.1	13.2	14.2	15.3	16.1	6.7	12.3	14.8	16.4	17.6	19.0	20.1	
성산	5.9	9.2	10.7	11.6	12.3	13.1	13.8	7.3	11.8	13.8	15.0	16.0	17.1	17.9	
봉화	3.3	8.8	11.2	12.7	13.8	15.2	16.3	3.6	9.4	12	13.5	14.7	16.2	17.3	
영문	6.3	12.0	14.5	16.0	17.2	18.6	19.7	8.5	16.7	20.4	22.6	24.3	26.3	27.9	
영덕	9.8	18.4	22.1	24.4	26.2	28.3	29.9	10.3	18.7	22.4	24.6	26.3	28.4	30.0	
영성	10.6	20.7	25.3	28.0	30.2	32.7	34.7	11.1	21.4	26	28.8	31.0	33.5	35.5	
의성	11.4	24.5	30.4	33.9	36.7	39.9	42.5	12.6	26.8	33.2	37.0	40.1	43.6	46.4	
구미	6.8	14.5	17.9	19.9	21.6	23.5	24.9	7.7	16.6	20.6	23.0	24.9	27.1	28.9	
영미	7.4	14.5	17.7	19.6	21.2	22.9	24.3	8.3	15.8	19.1	21.1	22.7	24.5	26.0	
영미	7.7	15.8	19.4	21.6	23.3	25.3	26.9	8.7	18.1	22.3	24.8	26.8	29.1	31.0	
영미	5.9	11.9	14.5	16.1	17.4	18.9	20.0	6.8	13.9	17.0	18.9	20.5	22.2	23.6	
영미	10.4	18.1	21.6	23.7	25.4	27.3	28.8	12.3	23.4	28.3	31.2	33.6	36.3	38.5	
영미	6.7	13.6	16.6	18.5	19.9	21.6	23.0	7.8	16.3	20.1	22.4	24.3	26.4	28.0	
영미	5.0	9.7	11.9	13.1	14.2	15.3	16.3	5.4	10.7	13.0	14.4	15.5	16.8	17.9	
영미	8.4	15.4	18.5	20.3	21.8	23.5	24.9	9.6	18.9	23.1	25.5	27.5	29.8	31.6	
영미	3.8	9.9	12.6	14.2	15.5	17.0	18.2	3.9	10.1	12.8	14.5	15.8	17.3	18.5	
영미	5.2	13.9	17.8	20.1	21.9	24.1	25.8	15.7	14.6	18.6	21.0	22.9	25.1	26.8	

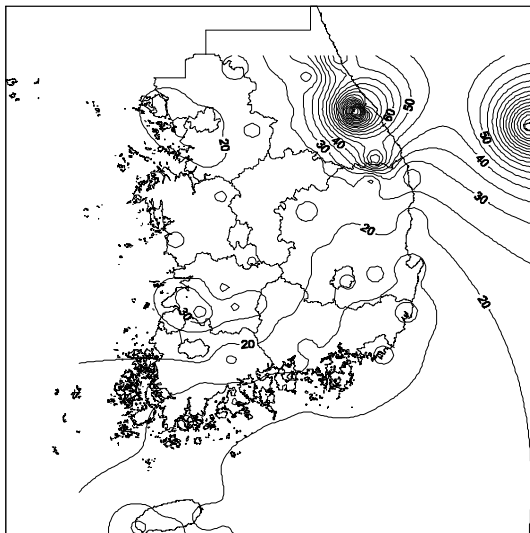


(재현기간 = 8년)

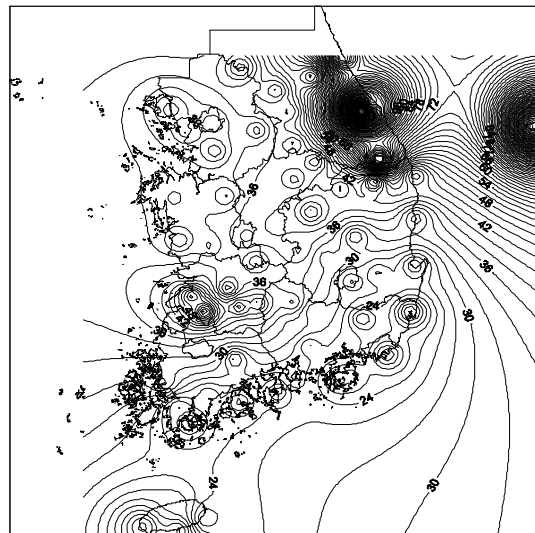


(재현기간 = 57년)

그림 4. 재현기간별 등신적설심선도



(재현기간 = 8년)



(재현기간 = 57년)

그림 5. 재현기간별 등(구)적설심선도

본 연구에서 산정한 지역별 설계풍속 및 설계적설심을 기존 연구와 비교하여 보면 지역별로 상당한 차이를 보이고 있으므로 생물생산시설의 안전한 구조설계를 위하여서는 추가적인 분석과 설계자의 세심한 주의가 필요하며, 최근 기상이변으로 발생한 적설과 강풍 등의 기상자료를 반영한 설계하중을 생물생산시설의 설계시 반영할 수 있도록 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

#### IV. 결 론

기상재해로 인한 생물생산시설의 구조적 파손을 최대한 방지할 수 있는 구조설계에 필요한 설계자료를 제시하기 위하여 우리나라의 68개 관측소에 대한 기상자료중 구조물 파손에 많은 영향을 주는 풍속과 적설심에 대하여 안전도 변화에 따른 재현기간별 설계풍속 및 설계적설심을 분석

한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 최대풍속과 최대순간풍속과의 관계를 회귀분석을 실시한 결과, 일반적으로 사용하고 있는 최대순간풍속 추정식과 유사한 값을 보였으며, 지역적 특성을 고려하여 내륙지역과 해안지역에 대하여 순간최대풍속 추정식과 가스트계수를 유도하였다.
2. Type-I 극치분포 확률분포함수를 이용하여 재현기간별 표본수에 따른 빈도계수를 구하고, 각 지역의 설계풍속 및 설계적설심을 구하였으며, 재현기간별 등풍속선도 및 등적설심도를 작성하였다.
3. 년 최대신적설심과 최대적설심을 이용한 설계적설심을 구하여 비교·분석한 결과, 구적설심을 이용한 설계적설심이 강원도는 18~96%, 경기·충청도는 9~34%, 전라도는 7~71%, 경상도는 2~29%, 울릉도는 94%, 제주도는 14~47%범위에서 증가하는 것으로 나타났다. 따라서, 지역별 적설하중을 산정할 경우에는 온실의 난방유무와 제설정도, 지역특성을 고려하여 결정하여야 할 것으로 판단된다.
4. 국내의 풍속 및 적설심을 고려해 볼 때 울릉도, 강원도 해안지역과 이에 인접한 내륙지역의 시설재배지역은 적설과 바람에 매우 불리하며 서남해안지역의 설계적설심이 상당히 높기 때문에 이들 지역의 생물생산시설에 대해서는 구조안전을 위한 특별한 주의가 요망되는 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. 김대의, 1995, 안전도를 고려한 농업시설 설계용 기상자료분석, 경북대학교 석사논문
2. 김덕재, 신현식, 1979, 구조물의 설계용 풍하중에 관한 연구, 대한건축학회지 23(87), pp. 38~42
3. 김문기, 손정익, 남상연, 이동근, 이석재, 1992, 생물생산시설의 구조설계에 관한 연구, 한국생물생산시설환경학회지 1(1), pp. 1~13
4. 손정익, 1994, 농업시설의 설계하중 산정을 위한 적정 단위적설중량과 순간최대풍속의 결정 및 적용, 한국생물생산시설환경학회지 3(1), pp. 1~9
5. 이석건, 김문기, 서원명, 최홍림, 이현우, 1993, 원예시설의 구조안전기준 작성(I)-설계하중 분석 및 구조해석-, 농어촌진흥공사, pp. 33~106
5. 이석건, 1995, 기상재해방지를 위한 플라스틱하우스의 구조설계에 관한 연구, 경상북도 농촌진흥원
6. 이석건 외 10인, 1995, 원예시설의 구조안전기준 작성(최종), 농어촌진흥공사