

生物生産施設の構造設計에 관한 研究

I. 設計荷重 算定을 위한 氣象資料 頻度分析

金文基, 孫禎翼, 南相運, 李東根, 李碩宰

서울대학교 農業生命科學大學 農工學科

Studies on the Structural Design of Biological Production Facility

I. Frequency Analysis of Weather Data for Design Load Estimation

Kim, Moon-Ki · Son, Jung-Eek · Nam, Sang-Woon · Lee, Dong-Geun · Rhie, Seok-Jae
Dept. of Agr. Eng., Coll. of Agr. & Life Sciences, Seoul Nat'l Univ., Suwon 441-744

Summary

This study was attempted to provide some fundamental data for the safety structural design of biological production facility. Wind speed and snow depth according to recurrence intervals for design load estimation were calculated by frequency analysis using the weather data of 60 stations in Korea.

The following results were obtained :

1. Type-I extremal distribution was selected for the probability density function of yearly maximum wind speed and snow depth, and the result of Chi-square goodness of fit showed highly significance at most regions.
2. Design frequency factors for given number of samples and recurrence intervals were calculated, and also design wind speed and snow depth as shown in Table 5~Table 6 and Fig.3~Fig.4 were derived.
3. About 46.4% of the winds having maximum wind speed at every station was analyzed to be same direction, and the consideration of this fact may improve the structural safety.
4. Considering wind speed and snow depth, protected cultivation is very difficult in Ullungdo and the Youngdong districts, and strong structural design is needed in the Chungnam and Junbuk west seaside against snow depth and the west-south seaside against wind speed in Korea.

키 워 드 : 생물생산시설, 구조, 설계하중, 풍속, 적설심, 빈도분석

Key words : biological production facility, structure, design load, wind speed, snow depth, frequency analysis

序 論

최근 수입개방압력과 더불어 농업방식에 있어서 일대 전환이 일고있으며 생산시설의 단지화, 대규모화 추세를 보이고 있다. 특히 플라스틱 온실을 중심으로 한 식물생산시설의 보급이 급속도로 이루어지

고 있으나, 구조적인 측면과 환경적인 측면에서 개선해야 할 많은 문제점을 내포하고 있다.

그 중에서도 먼저 구조적 안전성 문제를 해결해야 할 것으로 생각되나, 현재 생물 생산시설의 구조 및 자재에 대한 설계기준이나 표준화가 확립되어 있지 않아서 시설 구조의 안전상 미비점이 상존하고 있

는 실정이다.

농촌진흥청 원예시험장 등에서 원예시설 하우스의 표준화 사업을 전개하여 왔으나 구조적 안전성의 미비 및 시공상의 문제로 크게 보급되지 못하고, 지역별 또는 시공업체별로 정확한 설계없이 임의적으로 시설을 설치하고 있다.^{4, 8)}

시설농업의 안전성을 확보하기 위해서는 시설의 환경조절에 앞서 정확한 구조적 설계가 뒷받침 되어야 한다. 그러기 위해서는 생물생산시설의 구조설계기준이 확립되어야 할 것이고, 이를 위하여 설계하중 산정을 위한 자료의 분석이 필요하다.

생물생산시설을 설계함에 있어서 고려해야 할 설계하중으로는 고정하중, 내부장치등에 의한 하중, 적설하중, 풍하중, 지진력 및 작물하중 등이 있으나, 지진이 거의 없는 우리나라에서는 풍하중 및 적설하중이 가장 큰 비중을 차지한다. 풍하중 및 적설하중은 시설의 표준내용년과 소요의 안전도로 부터 재현기간을 구하고, 그 재현기간에 기대되는 값을 기초로 정한다.¹⁴⁾

이러한 풍하중과 적설하중의 산정은 광범위한 기상자료의 분석이 필요하다. 이미 분석되어 있는 자료가 일부 있으나⁹⁾, 이들은 특정지역에서 개발한 식을 적용하고 있고 분석지점도 적기 때문에, 비교적 최근에 설치된 기상관측소를 포함시켜 전국을 광범위하게 수용할 수 있는 자료를 제시할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 생물생산시설의 안전구조 설계기준 마련을 위한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로, 지역별 년최대치 계열의 풍속 및 적설심 자료를 빈도분석하여 재현기간에 따른 설계풍속 및 설계적설심을 구하였다.

材料 및 方法

1. 사용자료 및 보정

한국 건설기술연구원에서 소장하고 있는 HISS⁶⁾ 데이터베이스의 전국 74개 기상 관측소 자료중, 17년 이상의 관측자료가 있는 60개 지역을 선정하여 년 최대치 계열의 풍속 및 적설심을 자료로 사용하였다. 1950년대 초반까지는 결측자료가 많아서 1954년 이후 자료만을 선정해 최단 17년에서 최장 36년까지의 사용 자료 기간을 가지고 있으며(Table 3 참조), 각 관측소의 위치는 Fig.1과 같다.

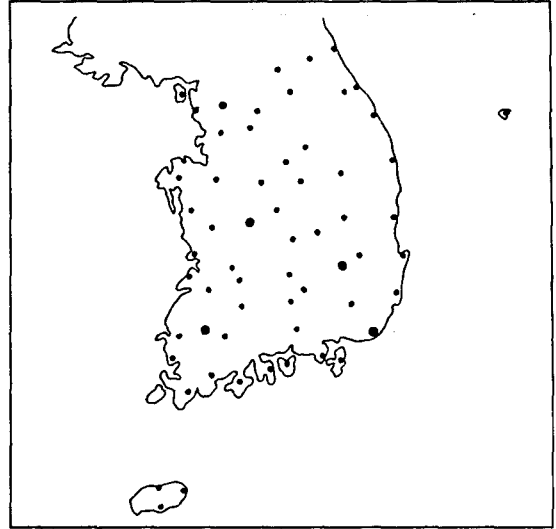


Fig.1. Location of the weather stations.

구조물 설계에 사용되는 기본풍속은 보통 지상 10 m 높이에서의 평균풍속을 사용하나 국내 관측소의 풍속 관측높이는 일정치 않아서 다음식에 의해 보정하여 사용하였다.¹⁰⁾

$$V_0 = V_z (Z_0 / Z)^{0.25} \quad (1)$$

여기서, V 는 고도 Z 에서의 평균풍속, V_0 는 기준고도 Z_0 ($Z_0=10m$)에서의 평균풍속이다.

또한 우리나라의 풍속 측정방법은 10분간의 평균 풍속을 채택하고 있다. 구조물 설계시 최대 풍압력은 순간최대풍속을 사용하므로 다음식에 의거 보정하여 사용하였다.⁷⁾

$$V_1 = 1.1V + C \quad (2)$$

여기서, V_1 은 순간최대풍속, V 는 평균최대풍속이고, C 는 상수 (0~15, 일반적으로 $C=7$ 사용)이다.

2. 확률분포함수

확률분포함수는 년최대치 계열의 빈도해석에 많이 사용되는 분포로서, 일반적으로 최대풍속 및 최대적설심의 해석에서 적용성이 큰것으로 알려진 Type-I 극치분포(Type-I extremal distribution)를 선정하였다.^{1, 2, 3, 9)}

Type-I 극치분포의 확률밀도함수는 다음과 같이 표시된다.

$$f(x) = \alpha \exp[-(x-\beta) - \exp\{-\alpha(x-\beta)\}] \quad (3)$$

여기서, $f(x)$ 는 확률밀도함수, α , β 는 매개변수이다.

3. 재현기간

생물생산 시설물의 재현기간은 시설의 표준내용년수와 안전도로 부터 결정되는 것으로, Table 1과 Table 2를 기준으로 하여 8년부터 57년까지 6단계로 구분하였다.^{5, 14, 16, 17, 18)}

Table 1. Relationship between standard durable years and safety factors.

Item	Durable year(yr)	Safety factor(%)
Glass house	20	50, 70
	5	50
Plastic house	10	50, 70
	15	50, 70

Table 2. Relationship between standard durable years and mean recurrence intervals.

Safety factor(%)	Durable year(yr)			
	5	10	15	20
50(Small scale)	8	15	22	30
70(Large scale)	15	30	43	57

結果 및 考察

1. 확률분포형 검정

자료의 기본적인 통계분석 결과 지역별 최대풍속 및 최대적설심의 평균과 표준편차는 Table 3과 같다.

Type-I 극치분포에 대한 적정 확률분포형의 검정을 위해 χ^2 (Chi-Square)검정을 실시하였다. 확률변량에 대한 n개의 관측치를 크기에 대해 k개의 계급 구간으로 나누고 각 구간에 대한 상대도수 혹은 확률을 p_i 라 하면 χ^2 값은 다음과 같이 정의된다.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \tag{4}$$

여기서 n_i 는 관측된 표본자료의 i번째 구간에 속하는 관측치의 절대도수이며, np_i 는 전 관측치의 수 n에 이론적인 발생확률 p_i 를 곱한 것으로서 검정하고자 하는 이론확률 분포에 의해 기대되는 i번째 구간의 절대도수이다.

이 식에 의해 구한 2값은 Table 3과 같고, 풍속의 경우 45개(75%)지역이 1% 유의수준에서, 4개(7%)지역이 5% 유의수준에서 적합성이 인정되었으며, 적설심의 경우는 55개(92%)지역이 1% 유의수준에서 적합성이 인정되었다.

한편 Type-I 극치분포함수와 관측치와의 비교 결과를 대표적으로 도시하면 Fig.2와 같다. 따라서 최대풍속 및 최대적설심의 빈도분석에 Type-I 극치분포를 적용하는것은 타당한 것으로 판단되었다.

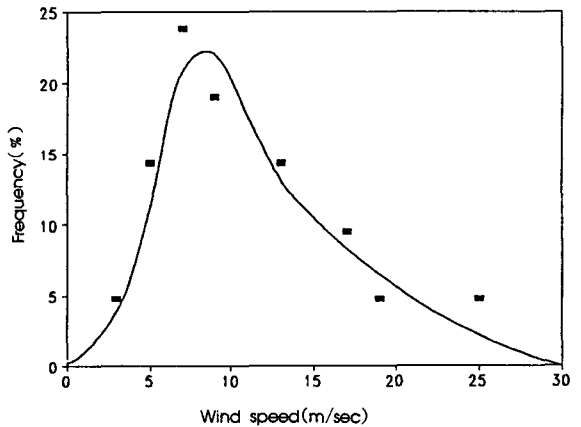


Fig.2. Comparison of Type-I distribution and observed values of wind speed at Taejeon.

Table 3. Results of χ^2 test and basic statistics for wind speed and snow depth.

Station	Period (year)	H_s (m)	Maximum wind speed(m/sec)			Maximum snow depth(cm)		
			Mean	S_d	χ^2	Mean	S_d	χ^2
Sokcho	68-89	8.9	21.5	3.84	6.19**	36.3	28.80	9.53**
Taegwallyong	72-89	10.0	17.2	4.00	15.50*	77.4	44.74	9.17**
Chuncheon	66-89	10.0	14.0	3.09	7.27**	14.8	7.88	0.95**
Kangnung	54-89	9.8	18.3	4.98	22.13	36.8	22.67	115.94
Seoul	54-89	10.6	14.9	2.54	30.32	11.0	5.80	16.52
Incheon	54-89	11.0	21.2	7.58	19.79	10.5	6.56	2.24**

(continued)

Table 3. Results of χ^2 test and basic statistics for wind speed and snow depth.

Station	Period (year)	H _a (m)	Maximum wind speed(m/sec)			Maximum snow depth(cm)		
			Mean	S _d	χ^2	Mean	S _d	χ^2
Ullungdo	54-89	10.3	26.0	7.00	22.82	109.0	64.82	24.77
Suwon	64-89	10.6	13.0	6.60	35.90	10.3	6.00	1.02**
Seosan	68-89	11.8	14.9	2.74	4.56**	14.8	7.99	3.57**
Uljin	72-89	13.6	21.6	4.71	14.46*	21.9	39.26	28.02
Cheongju	72-89	11.0	14.6	3.14	3.81**	13.7	6.71	1.95**
Taejeon	69-89	10.4	13.7	2.20	1.38**	10.5	5.40	3.79**
Chupungnyong	54-89	16.3	16.4	2.23	47.25	13.5	7.62	5.27**
Pohang	54-89	15.5	20.2	4.83	19.72	4.1	5.61	2.89**
Kunsan	68-89	14.5	23.8	3.40	6.51**	17.3	8.43	0.88**
Taegu	54-89	23.6	17.4	4.02	9.47**	6.6	6.11	22.26
Jeonju	54-89	8.9	11.5	2.95	3.84**	17.1	28.41	8.13**
Ulsan	54-89	10.8	17.5	4.86	12.18**	2.2	2.94	4.79**
Kwangju	54-89	15.4	15.1	3.09	6.15**	14.3	5.85	3.28**
Pusan	54-89	17.8	23.7	4.43	39.83	1.8	2.77	0.01**
Chungmu	68-89	11.5	22.1	5.49	10.43**	2.2	2.99	6.75**
Mokpo	54-89	15.8	23.6	4.78	13.80*	15.3	9.82	12.05**
Yeosu	54-89	10.5	22.6	7.23	16.66	3.0	3.40	2.98**
Jeju	54-89	12.3	21.4	3.20	8.57**	7.2	5.51	3.31**
Seogwipo	61-89	10.0	19.4	4.37	14.74*	5.9	6.54	4.75**
Jinju	69-89	10.0	12.8	2.08	5.13**	4.3	3.64	1.30**
Kanghwa	73-89	5.5	13.4	3.32	6.31**	3.8	3.66	2.79**
Yangpyong	73-89	6.0	10.9	1.16	3.08**	11.4	4.89	0.55**
Icheon	73-89	6.0	8.0	1.40	1.02**	12.3	5.44	2.06**
Inje	73-89	6.0	11.3	1.40	0.46**	13.4	6.37	2.29**
Hongcheon	73-89	6.0	7.8	0.89	2.86**	13.5	5.84	1.29**
Samcheok	73-89	6.0	10.3	2.09	6.66**	20.9	14.74	3.18**
Jecheon	73-89	6.0	10.3	1.74	10.66**	13.4	6.30	0.47**
Chungju	73-89	6.0	9.6	2.28	11.40**	12.0	7.12	2.52**
Boeun	73-89	6.0	11.1	4.77	35.00	13.4	6.70	6.09**
Onyang	73-89	6.0	10.1	1.21	1.40**	13.0	6.49	1.76**
Taecheon	73-89	6.0	14.3	2.12	22.44	12.5	5.84	0.50**
Buyeo	73-89	6.0	10.9	1.56	2.05**	11.8	6.23	1.45**
Buan	73-89	6.0	11.4	1.28	3.73**	26.0	16.22	7.24**
Imsil	73-89	6.0	8.6	1.43	3.00**	21.6	9.72	2.26**
Jungju	73-89	6.0	8.8	1.44	4.32**	26.0	13.81	5.25**
Namwon	73-89	6.0	9.9	1.43	0.94**	15.7	8.26	0.95**
Hampyong	73-89	6.0	13.0	0.73	4.94**	15.7	7.00	2.31**
Seungju	73-89	10.0	9.9	1.45	2.73**	8.5	3.22	2.29**
Jangheung	73-89	6.0	11.9	2.62	0.89**	7.4	3.76	2.21**
Haenam	73-89	6.0	11.2	1.38	4.40**	8.3	3.53	2.30**
Koheung	73-89	6.0	11.4	4.06	10.69**	3.8	2.80	0.04**
Seongsanpo	73-89	6.0	14.7	3.35	2.34**	7.8	6.06	1.03**
Youngju	73-89	6.0	14.6	2.07	6.62**	11.5	7.68	2.22**
Munhyong	73-89	6.0	11.8	2.82	2.80**	11.7	8.20	1.35**
Youngduk	73-89	6.0	13.2	2.91	4.38**	7.4	7.81	3.55**
Euseong	73-89	6.0	10.7	1.20	1.48**	8.6	5.57	0.91**
Seonsan	73-89	6.0	14.7	1.43	5.07**	7.6	6.37	0.60**
Youngcheon	73-89	6.0	12.2	3.75	5.25**	6.6	4.90	3.33**
Keochang	73-89	6.0	10.7	1.57	1.53**	10.4	6.77	0.88**
Habcheon	73-89	6.0	9.8	1.58	2.69**	6.6	6.07	1.46**
Milyang	73-89	6.0	12.2	1.95	5.28**	4.0	3.34	0.41**
Sancheong	73-89	6.0	10.1	2.20	4.32**	8.3	6.05	1.70**
Keoje	73-89	6.0	12.9	2.68	3.85**	2.3	2.83	3.60**
Namhae	73-89	16.0	13.4	3.32	12.65**	3.8	3.66	3.07**

* H_a : Height of anemometer above the ground, S_d : Standard deviation

2. 빈도계수

전술한 Type-I 극치분포의 확률밀도함수인 식(3)을 적분하면 다음과 같은 누가확률 분포함수를 얻게된다.

$$F(x) = \exp[-\exp\{-\alpha(x-\beta)\}] \quad (5)$$

식(2)에서 $y = \alpha(x-\beta)$ 로 하면

$$F(x) = \exp[-\exp(-y)] \quad (6)$$

이 된다. 또한 Weibull공식¹²⁾에 의하면 변량 X가 특정치 x를 초과할 확률은

$$P(X > x) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{T} = 1 - P(X \leq x) \quad (7)$$

여기서, T는 재현기간이고, n은 최대치계열을 구성하고 있는 자료의 총수, m은 전자료를 제일 큰 것부터 제일 작은 순으로 나열했을 때의 순위이며, 식(6)과 식(7)에 의해

$$y = -\ln(-\ln \frac{T-1}{T}) \quad (8)$$

이 되고, 다시 식(8)은 식(7)에 의하여

$$y_m = -\ln(-\ln \frac{n+1-m}{n+1}) \quad (9)$$

이 된다. 시리즈 $y_m(m=1, 2, \dots, n)$ 에 대한 평균 μ_y 와 분산 σ_y^2 은 다음의 식(10)과 식(11)에 의해 구해진다.

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{m=1}^n y_m \quad (10)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{m=1}^n (y_m - \mu_y)^2 \quad (11)$$

그리고 관측치의 평균과 분산을 μ 와 σ^2 이라 하면 Type-I 극치분포의 매개변수 α , β 는 다음식으로 정의된다.

$$\alpha = \sigma_y / \sigma \quad (12)$$

$$\beta = \mu - \mu_y / \alpha \quad (13)$$

위의 식을 $y = (x-\beta)$ 에 대입하여 x에 관해서 정리하면

$$x = \mu + (y - \mu_y) \sigma / \sigma_y \quad (14)$$

가 된다. 따라서 빈도계수 K_T 는 다음식

$$K_T = \frac{y - \mu_y}{\sigma_y} \quad (15)$$

과 같이 되고, 표본의 크기 및 재현기간에 따른 빈도계수치를 구한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Design frequency factors according to the recurrence intervals.

Sample size (n)	Recurrence interval (yr)					
	8	15	22	30	43	57
17	1.4386	2.0737	2.4528	2.7571	3.1083	3.3821
18	1.4251	2.0552	2.4312	2.7331	3.0816	3.3532
19	1.4129	2.0384	2.4117	2.7114	3.0573	3.3270
20	1.4018	2.0231	2.3940	2.6917	3.0353	3.3031
21	1.3916	2.0092	2.3777	2.6736	3.0151	3.2813
22	1.3823	1.9964	2.3628	2.6570	2.9966	3.2613
23	1.3737	1.9845	2.3490	2.6417	2.9795	3.2428
24	1.3657	1.9736	2.3363	2.6275	2.9637	3.2257
25	1.3583	1.9634	2.3245	2.6144	2.9490	3.2098
26	1.3514	1.9539	2.3135	2.6021	2.9353	3.1950
27	1.3450	1.9451	2.3032	2.5906	2.9225	3.1812
28	1.3390	1.9368	2.2935	2.5799	2.9105	3.1682
29	1.3333	1.9290	2.2844	2.5698	2.8993	3.1561
30	1.3280	1.9216	2.2759	2.5604	2.8887	3.1446
31	1.3229	1.9147	2.2679	2.5514	2.8787	3.1338
32	1.3182	1.9082	2.2603	2.5430	2.8693	3.1236
33	1.3137	1.9020	2.2531	2.5350	2.8603	3.1140
34	1.3094	1.8961	2.2463	2.5274	2.8519	3.1048
35	1.3054	1.8906	2.2398	2.5202	2.8438	3.0961
36	1.3015	1.8853	2.2336	2.5133	2.8362	3.0878
37	1.2978	1.8802	2.2278	2.5068	2.8289	3.0799
38	1.2943	1.8754	2.2222	2.5006	2.8219	3.0724
39	1.2910	1.8708	2.2168	2.4946	2.8153	3.0652
40	1.2878	1.8664	2.2117	2.4890	2.8089	3.0584
∞	1.1199	1.6347	1.9420	2.1887	2.4734	2.6955

3. 확률 최대풍속 및 최대적설심

재현기간에 따른 확률 최대풍속 및 최대적설심은 다음식에 의해 구한다.

$$X_T = \mu + K_T \cdot \sigma \quad (16)$$

여기서, X_T 는 재현기간 T에서의 확률 최대풍속 또는 확률 최대적설심이고, μ , σ 는 년 최대치 계열 관측 자료의 평균 및 표준편차, K_T 는 관측자료의 표본크기와 재현기간에 따른 빈도계수이다.

식(16)에 의해 구한 전국 60개 지역의 재현기간별 설계풍속 및 설계적설심은 Table 5 및 Table 6과 같다. 또한 위도, 경도를 UTM좌표로 변환하여 지도로 작성하고, 3차원 그래픽 패키지인 SURFER의 InvDist (Inverse distance method) 보간법을 이용하여 등풍속선도 및 등적설심선도를 작성하였으며 결과는 Fig. 3 및 Fig.4와 같다.

Table 5. Design wind speeds (in m/sec) according to the recurrence intervals.

Station	Recurrence interval (yr)					
	8	15	22	30	43	57
Sokcho	37.4	40.0	41.7	42.9	44.4	45.5
Taegwallyong	32.2	34.9	36.6	37.9	39.5	40.7
Chuncheon	27.0	29.1	30.3	31.3	32.5	33.4
Kangnung	34.4	37.6	39.6	41.1	42.9	44.2
Seoul	26.7	28.3	29.3	30.1	31.0	31.6
Incheon	40.3	45.2	47.9	50.2	52.9	55.0
Ullungdo	45.4	49.8	52.4	54.6	57.0	59.0
Suwon	30.8	35.0	37.7	39.7	42.1	44.0
Seosan	26.7	28.5	29.5	30.4	31.4	32.2
Uljin	35.8	38.9	40.7	42.1	43.7	45.1
Cheongju	27.5	29.7	30.9	31.9	33.1	34.0
Taejeon	25.5	26.9	27.8	28.6	29.3	30.0
Chupungnyong	25.8	27.0	27.8	28.5	29.1	29.7
Pohang	33.1	35.9	37.6	38.9	40.4	41.7
Kunsan	35.6	37.7	38.9	39.9	41.1	42.0
Taegu	27.1	29.2	30.4	31.4	32.5	33.5
Jeonju	24.4	26.4	27.5	28.5	29.5	30.3
Ulsan	32.7	35.8	37.6	39.0	40.8	42.1
Kwangju	25.9	27.7	28.8	29.5	30.5	31.3
Pusan	35.0	37.5	39.0	40.2	41.5	42.6
Chungmu	38.6	42.1	44.3	45.9	47.9	49.5
Mokpo	36.3	39.0	40.7	42.0	43.4	44.6
Yeosu	41.8	46.4	49.1	51.3	53.9	55.8
Jeju	33.7	35.6	36.8	37.8	38.8	39.7
Seogwipo	34.7	37.6	39.3	40.7	42.3	43.5
Jinju	24.3	25.7	26.5	27.2	28.0	28.6
Kanghwa	30.2	33.0	34.5	35.8	37.2	38.5
Yangpyong	22.7	23.6	24.2	24.6	25.1	25.5
Icheon	19.5	20.6	21.3	21.9	22.4	23.0
Inje	23.6	24.7	25.4	25.9	26.6	27.0
Hongcheon	18.3	19.1	19.4	19.9	20.2	20.5
Samcheok	23.6	25.3	26.2	27.1	28.0	28.7
Jecheon	23.0	24.4	25.3	25.9	26.6	27.2
Chungju	23.1	24.9	26.0	26.9	27.9	28.7
Boeun	29.4	33.3	35.5	37.4	39.5	41.0
Onyang	21.9	22.7	23.3	23.8	24.3	24.7
Taecheon	28.7	30.3	31.4	32.2	33.1	33.8
Buyeo	23.4	24.7	25.4	26.0	26.7	27.2
Buan	23.5	24.6	25.1	25.7	26.2	26.7
Imsil	20.3	21.4	22.2	22.7	23.3	23.8
Jungju	20.6	21.7	22.4	23.0	23.6	24.0

(continued)

Table 5. Design wind speeds (in m/sec) according to the recurrence intervals.

Station	Recurrence interval (yr)					
	8	15	22	30	43	57
Namwon	22.0	23.1	23.7	24.3	24.9	25.4
Hampyong	24.6	25.1	25.5	25.8	26.0	26.4
Seungju	20.2	21.2	21.9	22.3	22.8	23.3
Jangheung	26.6	28.7	29.9	30.9	32.1	33.0
Haenam	23.5	24.6	25.3	25.7	26.4	26.8
Koheung	28.6	31.8	33.7	35.3	37.0	38.5
Seongsanpo	31.4	34.1	35.6	36.9	38.3	39.6
Youngju	29.0	30.6	31.6	32.4	33.3	34.0
Munhyong	26.8	29.1	30.4	31.4	32.7	33.6
Youngduk	28.8	31.1	32.4	33.5	34.8	35.8
Euiseong	22.5	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5
Seonsan	27.9	29.1	29.8	30.3	31.0	31.4
Youngcheon	29.0	32.0	33.7	35.2	36.8	38.1
Keochang	23.2	24.5	25.1	25.8	26.5	27.0
Habcheon	22.1	23.4	24.0	24.7	25.4	25.9
Milyang	25.7	27.4	28.2	29.0	29.8	30.5
Sancheong	23.6	25.4	26.4	27.2	28.1	28.9
Keoje	27.9	30.1	31.3	32.4	33.5	34.5
Namhae	24.8	26.8	28.1	29.1	30.2	31.1

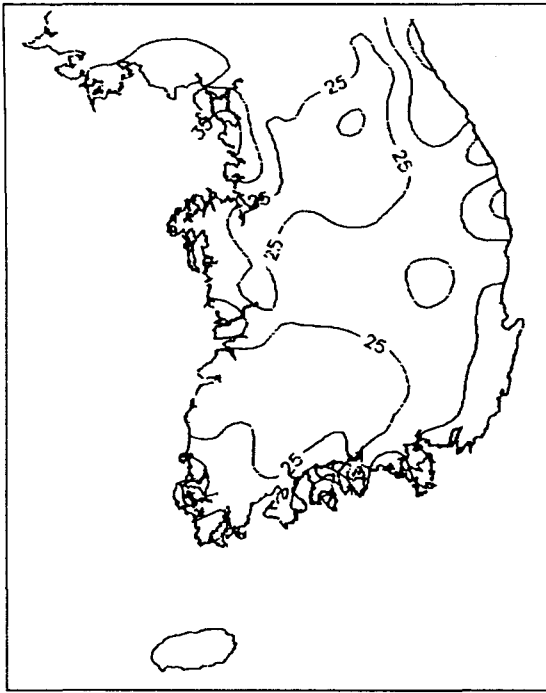
Table 6. Design snow depths (in cm) according to the recurrence intervals.

Station	Recurrence interval (yr)					
	8	15	22	30	43	57
Sokcho	76.1	93.8	104.3	112.8	122.6	130.2
Taegwallyong	141.2	169.3	186.2	199.7	215.3	227.4
Chuncheon	25.6	30.4	33.2	35.5	38.2	40.2
Kangnung	66.3	79.5	87.4	93.8	101.1	106.8
Seoul	18.5	21.9	24.0	25.6	27.4	28.9
Incheon	19.0	22.9	25.2	27.0	29.1	30.8
Ullungdo	193.4	231.2	253.8	271.9	292.8	309.2
Suwon	18.4	22.0	24.2	25.9	27.9	29.5
Seosan	25.8	30.8	33.7	36.0	38.7	40.9
Uljin	77.8	102.6	117.3	129.2	142.9	153.5
Cheongju	23.3	27.5	30.0	32.0	34.4	36.2
Taejeon	18.0	21.3	23.3	24.9	26.8	28.2
Chupungnyong	23.4	27.9	30.5	32.7	35.1	37.0
Pohang	11.4	14.7	16.6	18.2	20.0	21.4
Kunsan	29.0	34.1	37.2	39.7	42.6	44.8
Taegu	14.6	18.1	20.2	22.0	23.9	25.5
Jeonju	54.1	70.7	80.6	88.5	97.7	104.8
Ulsan	6.0	7.7	8.8	9.6	10.5	11.3
Kwangju	21.9	25.3	27.4	29.0	30.9	32.4
Pusan	5.4	7.0	8.0	8.8	9.7	10.4

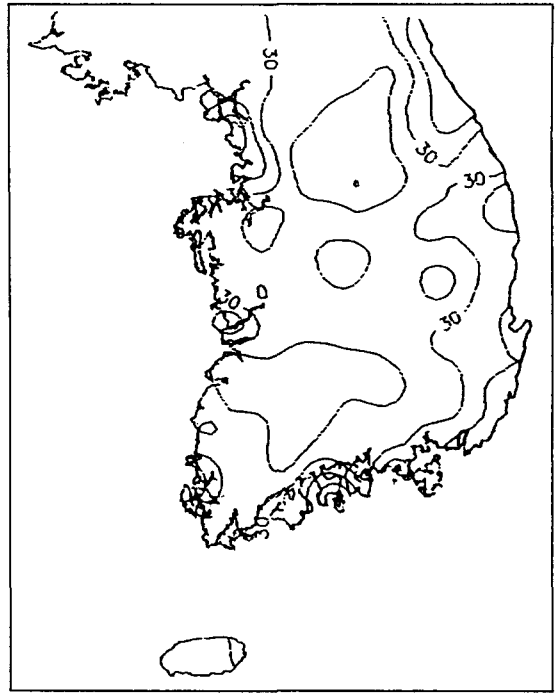
(continued)

Table 6. Design snow depths (in cm) according to the recurrence intervals.

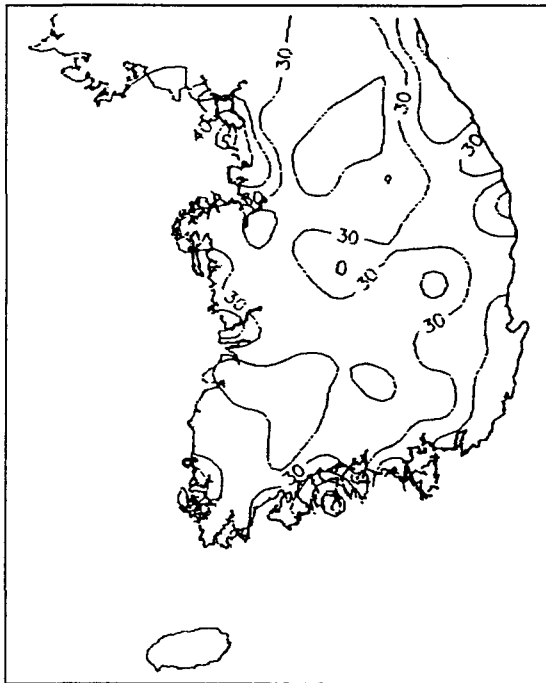
Station	Recurrence interval (yr)					
	8	15	22	30	43	57
Chungmu	6.3	8.2	9.3	10.1	11.2	12.0
Mokpo	28.1	33.8	37.2	40.0	43.2	45.6
Yeosu	7.4	9.4	10.6	11.5	12.6	13.5
Jeju	14.4	17.6	19.5	21.0	22.8	24.2
Seogwipo	14.6	18.5	20.8	22.7	24.9	26.5
Jinju	9.4	11.6	13.0	14.0	15.3	16.2
Kanghwa	9.1	11.4	12.8	13.9	15.2	16.2
Yangpyong	18.4	21.5	23.4	24.9	26.6	27.9
Icheon	20.1	23.6	25.6	27.3	29.2	30.7
Inje	22.6	26.6	29.0	31.0	33.2	34.9
Hongcheon	21.9	25.6	27.8	29.6	31.7	33.3
Samcheok	42.1	51.5	57.1	61.5	66.7	70.8
Jecheon	22.5	26.5	28.9	30.8	33.0	34.7
Chungju	22.2	26.8	29.5	31.6	34.1	36.1
Boeun	23.0	27.3	29.8	31.9	34.2	36.1
Onyang	22.3	26.5	28.9	30.9	33.2	34.9
Taecheon	20.9	24.6	26.8	28.6	30.7	32.3
Buyeo	20.8	24.7	27.1	29.0	31.2	32.9
Buan	49.3	59.6	65.8	70.7	76.4	80.9
Imsil	35.6	41.8	45.4	48.4	51.8	54.5
Jungju	45.9	54.6	59.9	64.1	68.9	72.7
Namwon	27.6	32.8	36.0	38.5	41.4	43.6
Hampyong	25.8	30.2	32.9	35.0	37.5	39.4
Seungju	13.1	15.2	16.4	17.4	18.5	19.4
Jangheung	12.8	15.2	16.6	17.8	19.1	20.1
Haenam	13.4	15.6	17.0	18.0	19.3	20.2
Koheung	7.8	9.6	10.7	11.5	12.5	13.3
Seongsanpo	16.5	20.4	22.7	24.5	26.6	28.3
Youngju	22.5	27.4	30.3	32.7	35.4	37.5
Munhyong	23.5	28.7	31.8	34.3	37.2	39.4
Youngduk	18.6	23.6	26.6	28.9	31.7	33.8
Euseong	16.6	20.2	22.3	24.0	25.9	27.4
Seonsan	16.8	20.8	23.2	25.2	27.4	29.1
Youngcheon	13.6	16.8	18.6	20.1	21.8	23.2
Keochang	20.1	24.4	27.0	29.1	31.4	33.3
Habcheon	15.3	19.2	21.5	23.3	25.5	27.1
Milyang	8.8	10.9	12.2	13.2	14.4	15.3
Sancheong	17.0	20.8	23.1	25.0	27.1	28.8
Keoje	6.4	8.2	9.2	10.1	11.1	11.9
Namhae	9.1	11.4	12.8	13.9	15.2	16.2



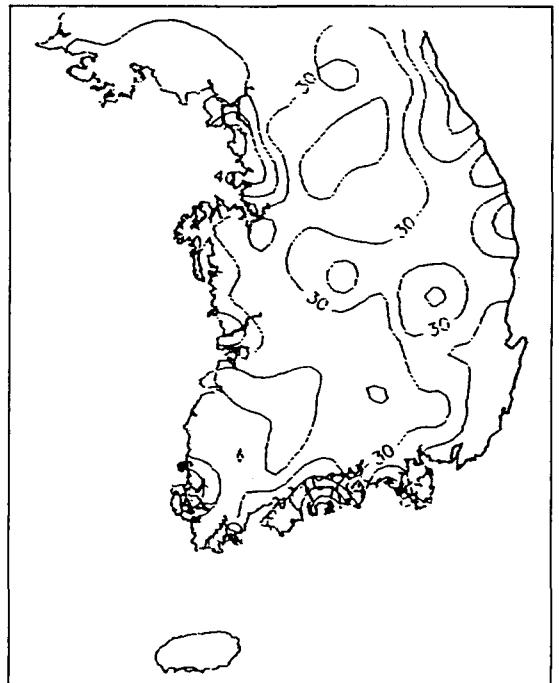
(T=8yr)



(T=15yr)

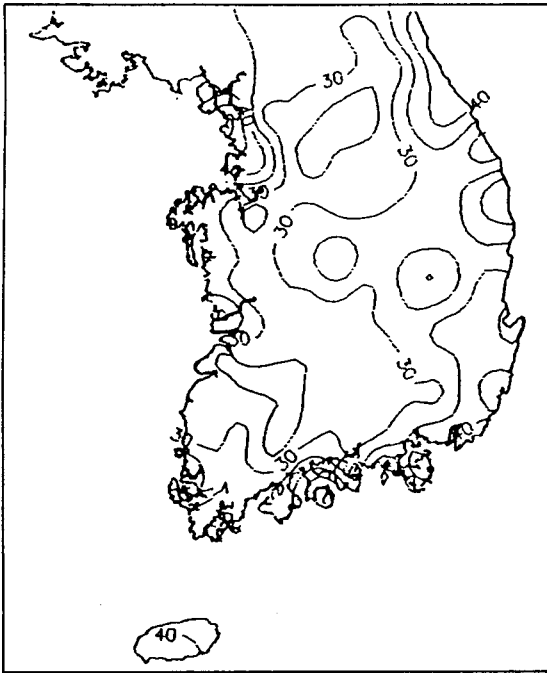


(T=22yr)

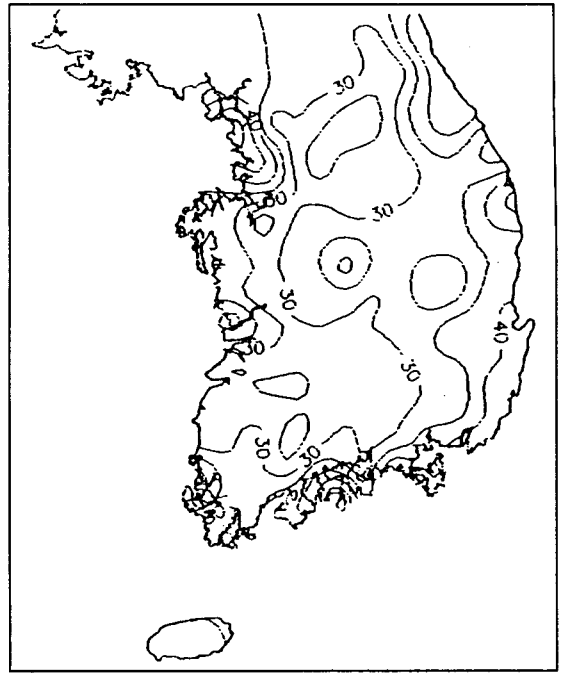


(T=30yr)

Fig.3 Design wind speeds(in m/sec) according to recurrence intervals.(=T) (continued)



(T=43yr)

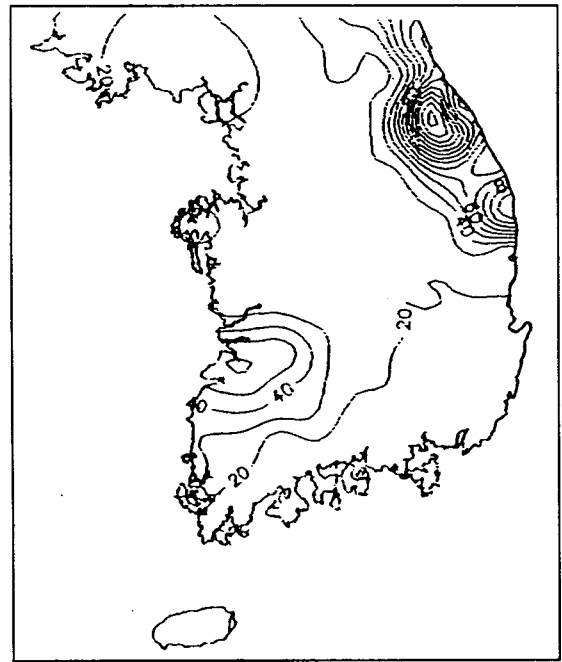


(T=57yr)

Fig.3 Design wind speeds(in m/sec) according to recurrence intervals.

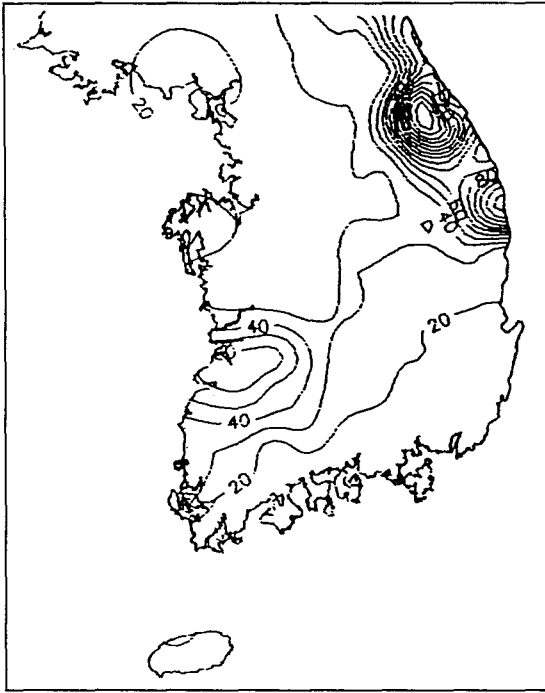


(T=8yr)

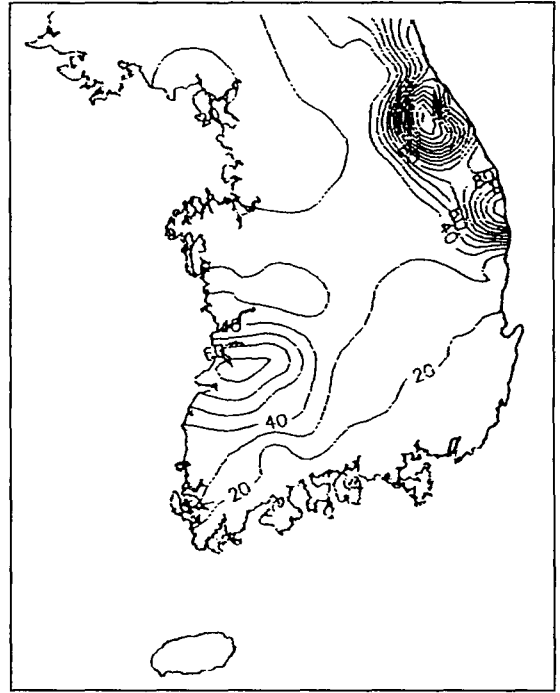


(T=15yr)

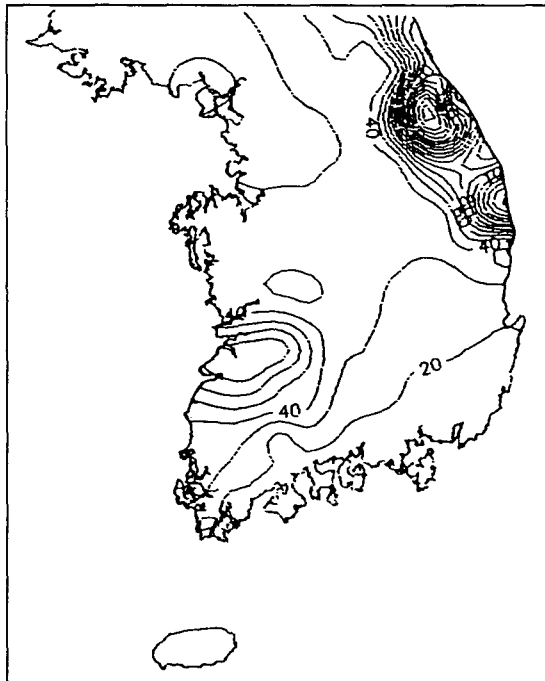
Fig.4 Design snow depths(in cm) according to recurrence intervals. (continued)



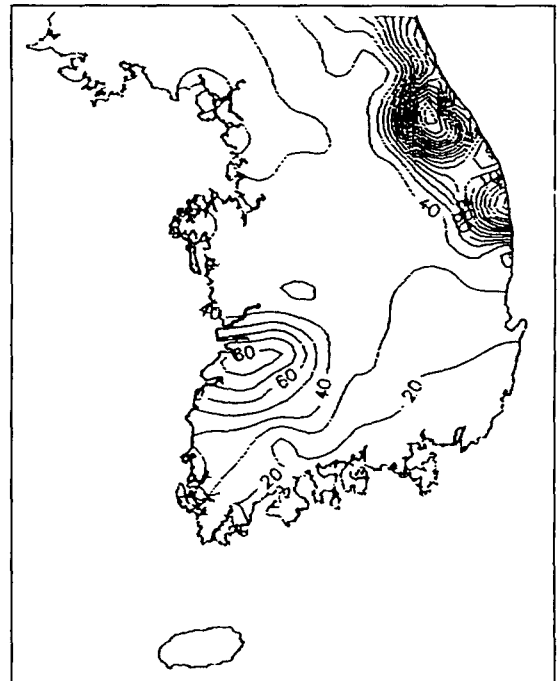
(T=22yr)



(T=30yr)



(T=43yr)



(T=57yr)

Fig.4 Design snow depths(In cm) according to recurrence intervals.

현재 우리나라 생물생산시설의 거의 대부분을 차지하고 있는 펜타이트 파이프 골조의 플라스틱 하우스를 기준(재현기간 8년)으로 고찰해 보면, 설계 풍속의 경우 울릉도 및 일부 해안지역을 제외하고 20~40m/sec의 값을 보였고, 설계적설심은 울릉도와 영동지방의 폭설지대를 제외하고는 남해안지역 5~10cm, 충남과 전북 서해안지역 30~50cm, 기타지역 10~30cm의 범위였다.

이러한 결과로 미루어 볼 때, 울릉도 및 영동지방은 시설재배 대상지역으로 매우 불리하고, 충남과 전북 서해안 지역은 적설에, 서남해안 지역은 바람에 강한 구조로 설계하는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

이상의 결과에 사용한 기상자료의 관측년수는 17~30년으로 지역에 따라 다르다. 이는 HISS의 74개 관측소 기상자료중에 관측년수가 17년 이상인 지역이 60개 지역이고, 그의 지역은 10년 미만의 관측자료 뿐이었으며, 또한 60개 지역 중에 34개 지역이 17년의 관측자료를 보유하고 있어서 17년 이상의 자료를 선택하였고, 결측자료가 많은 50년대 이전의 자료는

제외시켰기 때문이다. 설계자료는 20년 이상의 관측 자료를 이용하는 것이 요구되지만, 국내의 자료가 빈약하고 여기서는 빈도계수에 표본의 수가 고려되어 있으므로 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.

4. 풍향분석

최대풍속의 풍향이 어느정도 일정할 경우, 지형이나 환경조절상 문제가 있는 경우를 제외하면, 그 방향이 구조물의 측방이 되지 않도록 시설을 설치하는 것이 구조적으로 안전할 것으로 생각하여 최대풍속의 풍향을 분석해 보았다. 결과는 Table 7과 같고, 최대풍속의 최빈풍향은 평균 46.4%로 대개 35~65%의 범위를 보였고, 지역에 따라서는 90~100%도 있었으며, 최대풍속의 풍향중 거의 절반은 일정한 방향인 것으로 나타났다.

물론 설계풍속에 최대풍속이 고려되어 있고, 지형이나 광환경 등의 문제로 최빈풍향을 고려하여 설치하는 것이 큰 의미는 없겠으나, 다른 조건이 부합되는 경우에 지역에 따라서는 최빈풍향을 고려해 주는 것도 안전상 일익이 될 것으로 생각한다.

Table 7. The most frequent directions of maximum wind speed.

Station	Direction	Percentage	Station	Direction	Percentage
Sokcho	W	63.6	Hongcheon	W	52.9
Taegwallyong	W	100.0	Samcheok	W	41.2
Khuncheon	W	37.5	Jecheon	W	64.7
Kangnung	SW	47.2	Chungju	W	47.1
Seoul	W	50.0	Boeun	NW	35.3
Incheon	W	30.6	Onyang	W	58.8
Ullungdo	S	36.1	Taecheon	S	52.9
Suwon	W	53.8	Buyeo	S	23.5
Seosan	S	50.0	Buan	S	47.1
Uljin	W	38.9	Imsil	S	41.2
Cheongju	S	38.9	Jungju	S	41.2
Taejeon	W	47.6	Namwon	W	35.3
Chupungnyong	W	91.7	Hampyong	N	47.1
Pohang	N	66.7	Seungju	W	35.3
Kunsan	W	77.3	Jangheung	NW	35.3
Taegu	W	52.8	Haenam	E	64.7
Jeonju	SE	33.3	Koheung	E	47.1
Ulsan	W	36.1	Seongsanpo	E	35.3
Kwangju	S	30.6	Youngju	NW	94.1
Pusan	S	50.0	Munhyong	W	52.9
Chungmu	S	45.5	Youngduk	W	29.4
Mokpo	N	55.6	Euisong	W	52.9
Yeosu	N, NE	27.8	Seonsan	W	52.9
Jeju	S	38.9	Youngcheon	NW	58.8
Seogwipo	NE	31.0	Keochang	NW	41.2
Jinju	S	42.9	Habcheon	S	35.3
Kanghwa	W	58.8	Milyang	S, W	29.4
Yangpyong	W	47.1	Sancheong	NW	58.8
Icheon	W	58.8	Keoje	S	35.3
Inje	S	58.8	Namhae	S	35.3

摘 要

본 연구는 생물생산시설의 안전구조설계기준 마련을 위한 기초자료를 제공하기 위하여, 우리나라의 60개 지역에 대한 기상자료를 사용하여 설계하중 산정에 필요한 재현기간별 설계풍속 및 설계적설심을 구하고 등풍속선도 및 등적설심선도를 작성하였으며, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 년최고치 계열의 최대풍속 및 최대적설심 자료에 대한 Type-I 극치분포의 적정 확률분포형 검정을 위해 Chi-Square검정을 실시한 결과 대부분 지역에서 적합성이 인정되었다.
2. 적정 확률분포형으로 설정된 Type-I 극치분포에 의하여 재현기간별 표본수에 따른 빈도계수를 구하고, 각 지역의 설계풍속 및 설계적설심을 구하였으며 결과는 Table 5와 Table 6, 그리고 Fig.3 및 Fig.4와 같다.
3. 최대풍속의 최빈풍향 분석결과 최대풍속의 약 46.4%가 일정한 방향인 것으로 나타났으며, 지형이나 환경상의 문제가 없을 경우 최빈풍향을 고려해주는 시설배치로 구조적 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.
4. 우리나라의 풍속 및 적설심을 고려해 볼때 울릉도 및 영동지방은 시설재배지역으로 매우 불리하며, 충남과 전북 서해안 지역은 적설에, 서남해안 지역은 바람에 강한 구조로 설계하는 것이 바람직하다는 것을 확인할 수 있었다.

引用 文 獻

1. Alfredo, H. A. and H. T. Wilson. 1975. Probability concepts in engineering planning and design. John Wiley & Sons Inc. : 186-268.
2. Kite, G. W. 1978. Frequency and risk analysis in hydrology. Water resources publications P. O. Box 303 Fort Collins. Colorado 80522, U.S.A. : 87-146.

3. Simiu Emil and H. S. Robert. 1978. Wind effects on structures. John Wiley & Sons Inc. : pp.458.
4. 고재균, 김문기, 이신희. 1986. 하우스 안전 구조 설정을 위한 역학적 연구. 농촌진흥청 농시논문집 (농업산학협동편) : 251-266.
5. 권영삼. 1984. 기상재해에 대한 시설원에 안전구조대책. 농업기술 부록 연구지도속보 3(3) : 10-12.
6. 기상청. 1990. HISS(한국건설기술연구원 Database)
7. 김덕재, 신현식. 1979. 구조물의 설계용 풍하중에 관한 연구. 대한건축학회지 23(87) : 38-42.
8. 김문기, 고재균, 이신희. 1987. 플라스틱 하우스의 구조상태의 조사연구. 한국농공학회지 29(3) : 113-124.
9. 농수산부, 농업진흥공사. 1986. 해수면 및 해저퇴적층 변화상태연구(I). 서울대학교 농업개발연구소.
10. 박병용, 김덕재, 마춘경, 이리형. 1981. 설하중 및 풍하중 기준안. 대한건축 학회지 29(98) : 76-81.
11. 박명근, 이순혁. 1982. 년초과치 계열의 홍수빈도 분석에 관한 연구. 한국 농공학회지 24(1) : 53-62.
12. 윤용남. 1986. 공업수문학. 청문각 : 420-494.
13. 이순혁, 박명근. 1985. 수리구조물의 파괴위험도와 설계홍수량에 관한 수문학적 연구. 한국농공학회지 27(2) : 23-37.
14. 農林水産技術會議事務局. 1980. 高能率施設園藝に關する總合研究 - 高能率 園藝施設計劃. 設計基準に關する研究成果 : 9-53.
15. 山本良三. 1971. 構造から見たビニルハウスの現狀と問題點. 農業施設 2(2) : 48-58.
16. 小林一雄. 1977. 施設園藝に對する防風,防雪對策. 農業および園藝 52(1) : 221-226.
17. 羽倉弘人. 1977. ハウスの設計と安全基準の考え方. 農業および園藝 52(1) : 165-171.
18. 立花一雄, 羽倉弘人, 高橋和彦, 大塚榮. 1979. 施設園藝ハウスの設計と施工. オーム社 : pp.236.