

氣象要素에 따른 호프 (*Humulus lupulus* L.)의 收量
및 α -Acid 含量 豫測模型에 關한 研究
I. 生穂花 收量 豫測模型

朴 景 烈*

Modeling for Predicting Yield and α -Acid Content in Hop
(*Humulus lupulus* L.) from Meteorological Elements
I. A Model for Predicting Fresh Cone Yield

Kyeong Yeol Park*

ABSTRACT

The hop yield prediction model developed based on meteorological elements in Hoeongseong was $\hat{Y}=6,042.846-17.665X_1-0.919X_2-96.538X_3-138.105X_4+86.910X_5+X_6$, with MSE_p of 25.258, R_p^2 of 0.9991, R_a^2 of 0.9962 and C_p of 7.00.

The minimum air temperature at early growing stage(X_1), the total precipitation at cone ripening stage(X_2), the maximum air temperature at flower bud differentiation stage(X_3) and the maximum air temperature at flowering stage(X_4) influenced on hop yield as decrement weather elements. The average air temperature at early growing stage(X_5) and the total sunshine hours at cone development stage(X_6) influenced on hop yield as increment weather elements.

緒 言

호프는 短日性 植物로 適正 日長은 溫度에 依하여 달라진다.³⁰⁾ 開花期는 栽培地의 緯度와 密接한 關係가 있는데³⁰⁾ 同一 栽培地라 하더라도 品種 特性, 栽培法과 生長期의 氣象에 따라서도 差異가 있으므로^{24,25,27)} 花芽分化期는 5月 下旬 또는 6月 부터 始作된다.^{5,9)} 開花時間은 雄花는 午前 6時부터 8時, 雌花는 午前 6時부터 10時까지이다.²²⁾ 開花順序는 普通 地上部 15~19節의 側枝로부터 始作되는데 同一 植物體 內에서의 開花期間은 17日 程度 所要되나 10日程度이면 90% 以上 開花되며

開花後 30日頃에 穂花가 完成되고 45日頃에 收穫 期에 達하게 된다.^{9,10,22,23)}

호프는 5月 上旬부터 7月 下旬까지 主莖은 8m 程度 生長하는데 最盛期에는 1日에 主莖은 25cm 繁茂量은 380cm 程度 生長하는⁹⁾ 短期間內의 生長 量이 많은 植物이다.

同一 品種으로 同一한 土壤과 栽培條件에서 栽培 하였을 때 4年生 以上이 되어야 樹齡間 收量差가 없는데 4年生 以上이라 하더라도 年次間에는 收量 差가 크게 나타나고 있는 것으로²⁶⁾ 보아 收量 變異에 影響을 미칠 수 있는 要素는 氣象條件이 될 것으로 생각된다.

氣象要素의 年次間 變化에 따른 作物의 收量 豫

* 京畿道 農村振興院(Kyonggi Provincial Rural Development Administration, Hwasong 445-970, Korea)

<'88, 5. 2. 接受>

測模型에 關하여 공 11, 15, 29, 32, 33, 34, 옥수수 31), 감자 17, 18) 等의 報告가 있으나 호프에 대한 報告는 없다.

收量 豫測模型 作成 方法은 여러 가지가 있으나 從屬變數를 豫測하는 重線型 回歸 模型式에서는 適正 獨立變數를 選擇하는 것이 重要하다. 可能한 限 많은 獨立變數를 包含할수록 豫測은 보다 더 實測值에 가까워지겠지만 非效率의이며 獨立變數의 相關으로 因하여 어떤 獨立變數는 從屬變數의 變化에 寄與하지 못하는 경우도 있다. 그러므로 最適回歸을 위한 獨立變數의 選擇方法과 이들 方法의 長短點 그리고 變數選擇의 判定基準에 關하여는 많은 研究가 되어 있다. 1, 3, 7, 8, 12, 13, 20, 28)

以上の 모든 事項을 基礎로 하여 本 研究에서는 호프의 生育段階別 氣象要素의 變化에 따른 收量 豫測模型을 作成하여 多收穫 栽培技術 改善 및 需給政策의 基礎資料를 얻고자 하였다.

本 研究를 遂行하는 동안 始終 指導하여 주신 恩師 權臣漢 博士님, 研究方向과 遂行에 激勵과 助言을 주신 李東右 博士님, 그리고 本 論文을 校閱하여 주신 鄭奎鎔 博士님, 金武成 博士님, 盧泳德 博士님께 深甚한 謝意를 表하오며 本 研究의 資料를 提供하여 주신 斗山農産 橫城 事業所 閔仁基 所長님의 厚意에 感謝의 뜻을 表하는 바이다.

材料 및 方法

호프의 生稈花收量 資料는 1986年 現在 江原道 橫城 地域에서 斗山 農産株式會社와 契約栽培를 하고 있는 983 農家 가운데 1978年부터 1986年까지 繼續 栽培한 756 農家を 對象으로 하여 4年生 以上の 年平均 收量을 利用하였다.

供試 品種은 Hallertau 이며 栽植密度는 3.6 m × 1.5 m (185 株 / 10 a), 10 a 當 施肥量은 N-P₂O₅-K₂O를 29-32-37 kg 施用하였으며 기타는 斗山農産 橫城 事業所의 栽培 指針에 따라 栽培되었다.

호프의 生育段階 및 期間은 우리 나라에 있어서 4月 下旬頃에 出芽하여 5月 下旬부터 花芽分化가 이루어지며, 6月 中旬부터 開花를 始作하여 7月 上旬부터 稈花가 形成되고 7月 下旬부터 稈花가 成熟되기 始作한다. 그런데 호프는 開花가 始作되어도 主莖과 側枝의 伸長은 繼續되고 1株內의 開花期間도 17日程度 所要되므로 稈花 形成始에도 開

花되는 것이 있고, 때로는 稈花 成熟始에도 稈花形成이 되는 것이 있으므로 어느 一定한 하루를 基準하여 前後 生育段階를 區分하기는 매우 困難하다. 그러므로 前後 生育段階가 一定期間 서로 重複되는 것이 合理的이라고 생각되기 때문에 本 研究에서는 既存 試驗成績을 基礎로 하여 表 1과 같이 호프의 生育段階를 區分하였다.

Table 1. Growth and developmental stage of hop.

Period	Growth and developmental stage
April 21 through May 20	Early Growing
May 21 through June 20	Flower bud differentiation
June 11 through July 10	Flowering
July 1 through July 31	Cone development
July 21 through August 20	Cone ripening

氣象資料는 橫城에 隣接한 中央氣象臺 原州 測候所의 資料를 利用하여 1978年부터 1986年까지 各 年度別로 4月 21日부터 8月 20日까지의 平均氣溫, 最高氣溫, 最低氣溫, 日照時數 그리고 降水量을 호프의 生育 段階別로 區分하여 各 Stage 別로 氣溫은 平均值, 日照時數와 降水量은 各 Stage 別 積算值을 算出하였다.

호프 收量의 最適 豫測模型을 作成하기 위하여 1978年부터 1986年까지의 호프 生育段階別 氣象要素와 收量 資料를 農村振興廳 VAX 11 / 785 電算機 AGRISP에 入力 處理하였다.

收量을 從屬變數 Y로 하고 Y에 影響을 미칠 수 있는 호프 生育段階別 各 氣象要素를 獨立變數로 하여 K個의 獨立變數들 중에서 P個를 選擇하여 Y의 變化를 重線型 回歸式으로 表現하여 說明하고자 1次로 Stepwise 方法을 利用하여 25個의 獨立變數 중에서 6個를 擇하였다. 그런데 本 Stepwise 에는 重相關係數(R) 以外的 變數選擇 判定基準이 算出되지 아니하였으므로 이 弱點을 補完하고자 選擇된 變數를 All Possible Regression (ALLREG)에 再入力 處理하였다.

變數選擇의 判定基準은 殘差自乘平均(MSE_p), 決定係數(R_p²), 修正決定係數(R_{adj}²), 總自乘誤差(C_p) 등이 있으며 이들 判定基準 중에서 어느 것을 使用할 것인가는 回歸의 特性과 作成者의 經驗 等に 基

礎를 두어 作成者가 決定할 問題이다. 그러므로 本 研究에서는 보다 客觀性 있는 最適回歸式을 얻고자 위의 4 가지 基準을 모두 綜合한 最適 Model 을 作成하였다.

結果 및 考察

1. 收量豫測 模型의 作成

호프의 收量豫測 模型은 各 生産年度別로 4年生 以上인 標本의 年平均 生稈花 收量을 從屬變數로 하고 生育段階別 各 氣象要素를 獨立變數로 하여 Stepwise 過程으로 入力 處理하였던 結果 生稈花 收量에 影響을 미친 主效果 氣象要素는 Stepwise 第 6 段階에서 6 個의 獨立變數 즉 初期 生長期의 最低氣溫(X_1), 稈花 成熟期의 降水量(X_2), 花芽分化期의 最高氣溫(X_3), 開花期의 最高氣溫(X_4), 初期 生長期의 平均氣溫(X_5), 稈花 形成期의 日照時數(X_6)가 選擇되었다. 選擇된 6 個의 獨立變數와 收量을 “모든 可能한 回歸”(all possible regression; ALLREG)에 再入力 處理된 結果는 表 2 와 같다.

最適 回歸模型式의 變數選擇에 있어서 MSE_p 가 가장 적을 때 不偏推定(unbiased estimation)에 가깝고 偏倚推定(biased estimation)이 比較的 적으며^{2,4)}, R_{ap}^2 값은 P의 增加에 따라 一定 水準까지 增加하다가 減少하게 되는데 最大가 되는 P를 選擇하는 것이 좋다고 하였다.^{20,28)} C_p 의 값은 一定한 P의 水準까지는 繼續 減少하다가 그 以上の P에서는 다시 增加하게 되는데 C_p 의 값이 最少가 되는 P를 選擇하는 것이 좋다고 하였다.^{13, 16, 19, 20, 28)}

以上の 基準으로 判定할 때 同一 P水準에서의 變數 選擇은 獨立變數 P=1의 境遇 $Y=F(1)$ 로써 初期 生長期의 最低氣溫, P=2의 境遇 $Y=F(1, 2)$ 즉, 初期 生長期의 最低氣溫과 稈花 成熟期의 降水量, P=3의 境遇 $Y=F(1, 2, 3)$ 로 選擇된 P=2와 花芽分化期의 最高氣溫, P=4의 境遇 $Y=F(2, 3, 4, 5)$ 로 稈花 成熟期의 降水量, 花芽分化期의 最高氣溫, 開花期의 最高氣溫 그리고 初期 生長期의 平均氣溫, P=5의 境遇 $Y=F(2, 3, 4, 5, 6)$ 로 選擇된 P=4와 稈花形成期의 日照時數이며, P=6의 境遇 $Y=F(1, 2, 3, 4, 5, 6)$ 로 選擇되었다.

選擇된 P值에 대하여 變數選擇 判定基準(MSE_p , R_p^2 , R_{ap}^2 , C_p)의 값들을 比較한 것은 그림 1과 같

다. MSE_p 의 값은 P=1일 때 4,851.024 이던 것이 P가 增加함에 따라 減少되어 P=6일 때 25.258로 가장 낮았고, R_p^2 과 R_{ap}^2 의 값은 P가 增加함에 따라 增加되어 P=6일 때 $R_p^2=0.9991$, $R_{ap}^2=0.9962$ 로 어떤 P값의 境遇보다 가장 높았으며, C_p 의 값은 P가 增加함에 따라 繼續 減少되어 P=6일 때 $C_p=7.00$ 으로 가장 낮았다. 따라서 最適回歸模型의 獨立變數는 MSE_p 와 C_p 의 값이 最少이고 R_p^2 과 R_{ap}^2 의 값이 最大가 되는 P=6에서 모든 判定基準이 最適으로 一致되었으므로 호프의 收量에 影響을 미치는 主效果 氣象要素는 Stepwise에서 選擇된 6 個를 모두 擇하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

2. 收量豫測 模型의 評價

1978년부터 1986년까지 氣象要素 變化에 따른 4年生 以上 호프의 年平均 收量에 대한 10a當 收量の 範圍는 637.45~893.97 kg으로 9 個年의 平均 收量은 772.39 kg이었으며 標準偏差는 81.533 이었다.

收量 豫測 模型이 回歸係數와 選擇된 獨立變數의 t 값은 表 3과 같다. 즉 模型式 $\hat{Y}=6042.846 - 17.665 X_1 - 0.919 X_2 - 96.538 X_3 - 138.105 X_4 + 86.910 X_5 + X_6$ 으로 各 變數의 t 값은 X_1 (初期 生長期 最低氣溫)은 5%, 그 以外の 變數는 모두 高度의 有意性이 있었다.

9 個年間의 橫城地域 4年生 以上 호프의 年平均 收量에 대한 實測值과 豫測值의 殘差, 스트던트化 殘差(Studentized residual), 標準化 殘差(Standardized residual) 그리고 Cook의 統計值는 表 4와 같다. 模型式의 不偏性에 準하여 實測值과 豫測值는 傾向이 一致하여 그 殘差는 -3.767~3.650의 範圍로 매우 적었으며, 回歸 方程式의 F檢定值($F=350.59$)는 年次間 收量變化의 豫測을 說明하는데 高度의 有意性이 있었다.

實測值에 대하여 異常值(Outlier)를 檢出하는 測度는 스트던트化 殘差와 標準化 殘差 두가지 方法이 있으며 스트던트化 殘差 $r_i^*=e_i/s(i)\sqrt{1-h_{ii}}=r_i\left(\frac{n-k-2}{n-k-1-r_i^2}\right)^{1/2}$ 이고, 標準化 殘差는 $r_i=e_i/s\sqrt{1-h_{ii}}$ 이다.²⁸⁾ 本 回歸 模型의 實測值에 대한 異常值를 檢出하고자 스트던트化 殘差를 算出한 結果 $t(n-k-2; 0.025)=t(1; 0.025)=12.706$ 으로 $|r_i^*|$ 또는 $|r_i|$ 가 이보다 큰 값이 없으므로 異相值는 없는 것으로 나타났다.

Table 2. All possible regression analysis for prediction hop yield from meteorological elements.

R SQUARE	ADJ.R SQUARE	MSE	Cp VALUE	PSS	EQUATION*
0.3615	0.2703	4,851.024	1,339.438	54,856.062	Y=F(1)
0.2903	0.1889	5,391.670	1,489.276	55,360.522	Y=F(2)
0.0086	-0.1330	7,531.614	2,082.351	93,554.663	Y=F(3)
0.0150	-0.1257	7,483.027	2,068.885	76,347.404	Y=F(4)
0.1610	0.0411	6,374.121	1,761.557	64,915.570	Y=F(5)
0.0219	-0.1178	7,431.043	2,054.478	69,996.228	Y=F(6)
0.6770	0.5693	2,863.153	677.151	31,078.133	Y=F(1, 2)
0.3623	0.1497	5,652.204	1,339.698	76,860.433	Y=F(1, 3)
0.3661	0.1548	5,618.338	1,331.653	67,295.524	Y=F(1, 4)
0.3616	0.1488	5,658.448	1,341.102	102,620.958	Y=F(1, 5)
0.3616	0.1488	5,658.182	1,341.119	99,817.432	Y=F(1, 6)
0.4545	0.2726	4,835.321	1,145.645	65,629.820	Y=F(2, 3)
0.3592	0.1455	5,680.094	1,346.324	61,018.834	Y=F(2, 4)
0.3628	0.1504	5,648.134	1,338.732	54,054.843	Y=F(2, 5)
0.3399	0.1199	5,850.557	1,386.818	71,977.071	Y=F(2, 6)
0.0242	-0.3011	8,648.945	2,051.583	105,866.617	Y=F(3, 4)
0.2285	-0.0286	6,838.083	1,621.408	82,861.876	Y=F(3, 5)
0.0353	-0.2863	8,550.668	2,028.237	104,422.599	Y=F(3, 6)
0.2568	-0.0091	6,586.952	1,561.751	68,838.527	Y=F(4, 5)
0.0219	-0.3041	8,668.979	2,056.343	90,165.514	Y=F(4, 6)
0.1960	-0.0720	7,126.023	1,689.809	72,268.649	Y=F(5, 6)
0.7951	0.6721	2,179.881	430.531	25,324.104	Y=F(1, 2, 3)
0.7213	0.5541	2,964.248	585.805	30,748.217	Y=F(1, 2, 4)
0.7408	0.5852	2,757.342	544.846	26,558.528	Y=F(1, 2, 5)
0.6844	0.4950	3,356.945	663.544	37,006.569	Y=F(1, 2, 6)
0.3671	-0.0127	6,731.804	1,331.634	95,166.341	Y=F(1, 3, 4)
0.3624	-0.0202	6,781.944	1,341.560	134,401.009	Y=F(1, 3, 5)
0.3626	-0.0198	6,779.333	1,341.043	178,664.103	Y=F(1, 3, 6)
0.3679	-0.0114	6,723.474	1,329.985	132,799.531	Y=F(1, 4, 5)
0.3745	-0.0007	6,652.532	1,315.941	129,178.899	Y=F(1, 4, 6)
0.3617	-0.0213	6,789.270	1,343.010	181,263.305	Y=F(1, 5, 6)
0.5663	0.3060	4,613.340	912.261	60,705.786	Y=F(2, 3, 4)
0.6165	0.3864	4,078.663	806.416	56,618.436	Y=F(2, 3, 5)
0.5644	0.3031	4,632.783	916.110	63,671.782	Y=F(2, 3, 6)
0.5111	0.2177	5,200.173	1,028.431	53,970.688	Y=F(2, 4, 5)
0.3592	-0.0253	6,815.901	1,348.282	237,493.921	Y=F(2, 4, 6)
0.4204	0.0727	6,164.406	1,219.311	65,128.529	Y=F(2, 5, 6)
0.3648	-0.0163	6,755.962	1,336.416	99,376.313	Y=F(3, 4, 5)
0.0363	-0.5419	10,249.894	2,028.078	152,894.626	Y=F(3, 4, 6)
0.2875	-0.1401	7,578.712	1,499.289	306,765.655	Y=F(3, 5, 6)
0.2994	-0.1210	7,452.165	1,474.237	89,503.006	Y=F(4, 5, 5)
0.8709	0.7419	1,716.026	272.765	29,633.140	Y=F(1, 2, 3, 4)
0.8026	0.6052	2,624.644	416.661	36,496.368	Y=F(1, 2, 3, 5)
0.8303	0.6607	2,255.669	358.227	55,069.763	Y=F(1, 2, 3, 6)
0.7460	0.4920	3,376.703	535.764	36,296.380	Y=F(1, 2, 4, 5)
0.7574	0.5147	3,226.061	511.907	60,329.997	Y=F(1, 2, 4, 6)
0.7408	0.4815	3,446.509	546.819	36,624.940	Y=F(1, 2, 5, 6)
0.3804	-0.2392	8,238.026	1,305.646	207,327.917	Y=F(1, 3, 4, 5)
0.3746	-0.2509	8,315.408	1,317.901	425,151.423	Y=F(1, 3, 4, 6)
0.3631	-0.2737	8,467.314	1,341.958	412,618.467	Y=F(1, 3, 5, 6)
0.3850	-0.2301	8,177.156	1,296.006	253,553.221	Y=F(1, 4, 5, 6)
0.9339	0.8679	878.175	140.075	19,556.478	Y=F(2, 3, 4, 5)
0.5741	0.1481	5,662.795	897.810	172,341.311	Y=F(2, 3, 4, 6)
0.7712	0.5424	3,041.688	482.708	138,696.572	Y=F(2, 3, 5, 6)
0.5677	0.1353	5,747.970	911.299	198,232.530	Y=F(2, 4, 5, 6)
0.4025	-0.1950	7,943.799	1,259.049	346,318.646	Y=F(3, 4, 5, 6)
0.9343	0.8248	1,164.990	141.373	31,186.003	Y=F(1, 2, 3, 4, 5)
0.8804	0.6810	2,120.582	254.875	83,121.077	Y=F(1, 2, 3, 4, 6)
0.8310	0.5493	2,996.270	358.887	114,994.927	Y=F(1, 2, 3, 5, 6)
0.7629	0.3677	4,203.250	502.247	107,630.217	Y=F(1, 2, 4, 5, 6)
0.4066	-0.5823	10,518.480	1,252.349	539,063.770	Y=F(1, 3, 4, 5, 6)
0.9880	0.9679	213.193	28.322	8,446.318	Y=F(2, 3, 4, 5, 6)
0.9991	0.9962	25,258	7,000	2,192.609	Y=F(1, 2, 3, 4, 5, 6)

- * 1 : Mean minimum air temperature at early growing stage.
- 2 : Total precipitation at cone ripening stage.
- 3 : Mean maximum air temperature at flower bud differentiation stage.
- 4 : Mean maximum air temperature at flowering stage.
- 5 : Mean average air temperature at early growing stage.
- 6 : Total sunshine hours at cone development stage.

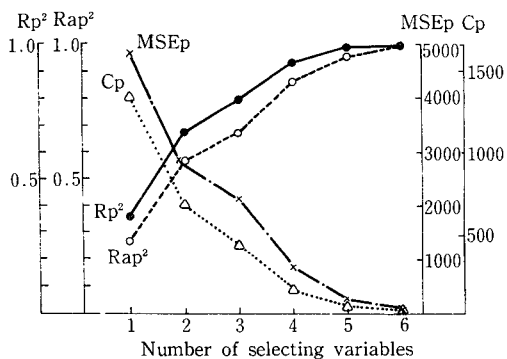


Fig. 1. Changes in MSEp, Rp², Rap² and Cp by increasing independent variable numbers for predicting hop yield.

回歸分析의 結果(回歸係數의 推定值, 決定係數의 값 등)가 몇개의 測定値에 크게 影響을 받는 境遇가 있는데 影響을 크게 주는 測定値(influential observation)를 檢出하는데 使用되는 測定値는 7가

Table 3. The practical model estimated from ALLREG for predicting hop yield.

Variable*	Regression coefficient	Standard error	95% confidence limits		T value
			Lower	Upper	
Intercept	6,042.846	228.535	5,059.459	7,026.233	26.442**
X ₁	-17.665	3.658	-33.406	-1.925	-4.829*
X ₂	-0.919	0.026	-1.031	-0.807	-35.318**
X ₃	-96.538	4.329	-115.167	-77.909	-22.299**
X ₄	-138.105	7.341	-169.695	-106.515	-18.812**
X ₅	86.910	5.498	63.252	110.568	15.807**
X ₆	1.000	0.086	0.631	1.368	11.678**

* X₁: Mean minimum air temperature at early growing stage.

X₂: Total precipitation at cone ripening stage.

X₃: Mean maximum air temperature at flower bud differentiation stage.

X₄: Mean maximum air temperature at flowering stage.

X₅: Mean average air temperature at early growing stage.

X₆: Total sunshine hours at cone development stage.

Table 4. Residual analysis of the actual and predicted hop yield in Hoengseong, Korea.

Year	Fresh cone yield(kg/10a)			Studentized residual	Standardized residual	Cooks D(i)
	Actual	Predict	Residual			
1978	637.4500	636.2869	1.1631	0.2314	0.9581	2.1163
1979	709.6000	706.6128	2.9872	0.5944	1.3895	1.2315
1980	715.8600	718.0269	-2.1669	-0.4312	-0.7511	0.1639
1981	804.1700	803.1926	0.9774	0.1945	0.4269	0.0994
1982	772.7700	776.5372	-3.7672	-0.7496	-1.2499	0.3973
1983	748.1100	750.0394	-1.9294	-0.3839	-0.9918	0.7972
1984	877.5900	873.9396	3.6504	0.7264	1.0397	0.1620
1985	893.9700	895.6376	-1.6676	-0.3318	-0.7403	0.3113
1986	792.0300	791.2771	0.7529	0.1498	0.9859	5.8736

지가 있으나²⁸⁾ 本研究에서는 Cook⁶⁾이 測定한 $D(i) = \frac{(b-b(i))' \times X'(b-b(i))}{(k+1)s^2} = \frac{h_{ii}}{(k+1)(1-h_{ii})}$ * r²의 統計量을 利用하였으며, 測定判定値는 $D(i) \geq F(k+1, n-k-1; 0.05)$ 이므로 $F(7, 2; 0.05) = 4.74$ 로 本結果에서는 1986年の 收量이 Cooks Dist 값 5.8736 으로 回歸分析 結果에 影響을 크게 준 測定値로 判定되었다.

3. 收量과 氣象要素 解析

回歸의 獨立變數로 選擇된 各 氣象要素를 호프의 生育段階別 生理的 特性과 關聯하여 보면, 初期 生長期의 最低氣溫은 높을수록 負의 效果를 주나 同期間의 平均氣溫은 높을수록 正의 效果를 나타내었다. 花芽分化期와 開花期의 最高氣溫은 높을수록 負의 效果를 주는데 이것은 호프의 生育期의 適溫이 15~16°C 内外^{21,23)}로 花芽分化時期에는 溫度가 낮아야 植物體를 刺戟하여 花芽數를 많게 하는데²⁴⁾

23) 最高氣溫이 높으면 高溫으로 因하여 花芽數 및 開花數가 減少되기 때문에 減收의 要因이 되는 것으로 보이며, 稈花 形成期의 日照時數는 많을수록 lupulin 의 數와 量이 增加되며 稈花의 發育을 促進하기 때문에 增收 要因이 되는 것으로 생각된다. 그러나 稈花 成熟期에 降水量이 많으면 稈花의 露菌病과 灰色곰팡이病 等 病害가 많게 되며 稈花의 發育이 阻害되므로 減收要因이 되는 것으로 생각된다.

浜口¹⁰⁾는 獨逸의 Hallertau 地方에서는 5月の 氣溫이 낮고 降水量이 平年보다 많으며 7月の 降水量이 많은 해일수록 增收되며, 日本 長野 地方은 5月の 氣溫이 낮고 7月の 開花期에서 稈花期까지 降水量이 많고 收穫期에는 高溫 晴朗한 날이 繼續되며 소나기가 거듭되는 해일수록 收量이 높고 品質이 좋다고 하였으며, 菅野¹⁴⁾는 5月 上旬은 降水量이 많고 6月 上半期에 最高·最低 溫度가 낮으며 稈花 發育期에는 日照時數가 많고 降水量이 많은 해일수록 豐作이 된다고 하였는데 本研究의 結果와는 時期的으로 多少 差異는 있으나 花芽分化期의 最高氣溫이 낮고 稈花 形成期의 日照時數가 많을수록 增收되는 것은 相互一致되는 傾向으로 나타냈다.

摘 要

本 研究은 호프 主産地인 江原道 橫城에서 氣象要素의 變化에 따른 收量 豫測 模型式을 作成하고, 收量에 關與하는 主要 氣象要素와 호프 生理的 作用關係를 究明하고자 1978년부터 1986년까지 9個年間的 年度別 호프 各 生育段階의 氣象要素와 4年生 以上 호프의 年平均 收量을 農村振興廳 VAX 11/785 電算機 AGRISP에 入力 分析하여 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 收量 豫測을 위하여 選擇된 氣象要素는 初期 生長期(4月 21日~5月 20日)의 最低氣溫과 平均氣溫, 花芽分化期(5月 21日~6月 20日)의 最高氣溫, 開花期(6月 11日~7月 10日)의 最高氣溫, 稈花形成期(7月 1日~7月 31日)의 日照時數, 稈花 成熟期(7月 21日~8月 20日)의 降水量이었다.

2. 初期 生長期의 最低氣溫(X_1), 稈花成熟期의 降水量(X_2), 花芽分化期의 最高氣溫(X_3)과 開花期의 最高氣溫(X_4)은 收量 減少에 影響을 주었고, 初期 生長期의 平均氣溫(X_5)과 稈花形成期의 日照時數(X_6)는 收量 增加에 影響을 주었다.

3. 收量豫測의 重線型 回歸模型式은 $\hat{Y} = 6042.846 - 17.665 X_1 - 0.919 X_2 - 96.538 X_3 - 138.105 X_4 + 86.910 X_5 + X_6$ 로 $MSE_p = 25.258$, $R_p^2 = 0.9991$, $R_{adj}^2 = 0.9962$, $C_p = 7.00$ 이었다.

引 用 文 獻

1. Aitkin, M.A. 1974. Simultaneous inference and the choice of variable subset in multiple regression. *Technometrics* 16(2) : 221-227.
2. Allen, D.M. 1971. Mean square error of prediction as a criterion for selecting variables. *Technometrics* 13(3) : 469-495.
3. Bendel, R.B. and A.A. Afifi. 1977. Comparison of stopping rules in forward "Stepwise" regression. *Journal of the American Statistical Association* 72(357) : 46-53.
4. Bunke, O. and B. Droge. 1984. Estimators of the mean squared error of prediction in linear regression. *Technometrics* 26(2) : 145-155.
5. Burgess, A.H. 1964. Hop, botany, cultivation and utilization. World Crop Books. Leonard Hill, London. 300p.
6. Cook, R. Dennis. 1977. Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics* 19(1) : 15-18.
7. Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley & Sons. New York. 680p.
8. Goodnight, J.H. and J.P. Sall. 1985. The Stepwise procedure. SAS user's guide 5ed. SAS Ins. Inc. 764-774.
9. 浜口典成. 1955. 호프의 研究. 第II報 호프의 生長と分化. *Bull. Brew. Sci.* 2 : 67-120.
10. _____. 1967. 호프. 多收栽培의 新技術. 農山漁村文化協會. 110p.
11. Hill, R.W., D.R. Johnson and K.H. Ryan. 1979. A model for predicting soybean yields from climatic date. *Agron. J.* 71 : 251-256.
12. Hocking, R.R. 1976. The analysis and selection of variables in linear regression. *Biometrics* 32 : 1-49.
13. _____. and R.N. Leslie. 1967. Selection of the best subest in regression analysis.

- Technometrics 9(4) : 531-540.
14. 菅野重夫. 1975. 홉프의 栽培技術と今後の方向. 農業および園藝 50(1) : 187-192.
 15. 金怡勳. 1986. 韓國의 大豆收量에 미치는 氣象要素 評價. 慶熙大學校 博士學位論文. 32p.
 16. LaMotte, L.R. and R.R. Hocking. 1970. Computational efficiency in the selection of regression variables. Technometrics 12(1) : 83-93.
 17. MacKerron, D.K.L. 1985. A simple model of potato growth and yield. Part II. Validation and external sensitivity. Agric. For. Meteorol. 34 : 285-300.
 18. _____ and P.D. Waister. 1985. A Simple model of potato growth and yield. Part I. Model development and sensitivity analysis. Agric. For. Meteorol. 34 : 241-252.
 19. Mallows, C.L. 1973. Some comments on Cp. Technometrics 15(4) : 661-675.
 20. Montgomery, D.C. and E.A. Peck. 1982. Introduction to linear regression analysis. John Wiley & Sons, New York. 504p.
 21. 室賀利正. 1950. 홉프의 立地條件と栽培法. 農業及園藝 25(11) : 25-29. (999-1003).
 22. _____. 1954. 홉프의 開花習性に就て. 日作紀 22(3-4) : 19-21.
 23. _____. 1963. 作物大系. 第9編. 藥用類. 養賢堂. 東京. 174p.
 24. 朴景烈·崔銀玉. 1984. 홉프 선아시기 및 방법시험. 農事시험연구보고서(강원도) : 299-302.
 25. _____. 1985. 홉프 그루정리 시기 시험. 農事시험연구보고서(강원도) : 292-293.
 26. _____. 權臣漢·李東右·閔仁基. 1988. 호프의 樹齡 및 栽培地 標高에 따른 收量의 變化. 韓作誌 33(2) : 157-160.
 27. _____. 李東右. 1982. Hop의 摘心에 關한 研究. 第1報. 摘心 方法 및 主莖摘心 時期가 Hop의 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 27(2) : 141-146.
 28. 朴聖炫. 1981. 回歸分析. 大英社. 서울. 654p.
 29. Runge, E.C.A. and R.T. Odell. 1960. The relation between precipitation, temperature, and the yield of soybeans on the agronomy south farm, Urbana, Illinois. Agron. J. 52 : 245-247.
 30. Thomas, G.G. and W.W. Schwabe. 1969. Factors controlling flowering in the hop (*Humulus lupulus* L.). Ann. Bot. 33 : 781-793.
 31. Thompson, L.M. 1969. Weather and technology in the production of corn in the U.S. corn belt. Agron. J. 61 : 453-456.
 32. _____. 1970. Weather and technology in the production of soybean in the central United States. Agron. J. 62 : 232-236.
 33. Williams, W.A., C.O. Qualset and S. Geng. 1979. Ridge regression for extracting soybean yield factors. Crop Sci. 19 : 869-873.
 34. 元鍾樂·崔龍鎬·宋禧燮·權臣漢. 1983. 氣象要因이 大豆種實 收量에 미치는 影響. 韓作誌 28(3) : 351-357.