

夏作物의 氣象災害와 그 対策

權臣漢* · 李弘祐** · 洪殷熹***

Meteorological Constraints and Countermeasures in Major Summer Crop Production

Kwon, S. H.*, H. S. Lee** and E. H. Hong***

ABSTRACT

Summer crops grown in uplands are greatly diversified and show a large variation in difference with year and location in Korea. The principal factor for the variation is weather, in which precipitation and temperature play a leading role and such a weather factors as wind, sun lights also influence production of the summer crops. Since artificial control of weather conditions as a main stress factor for crop production is almost impossible, it must be minimized only by an improvement of cultivation techniques and crop improvement.

Precipitation plays a role as one of the most important factor for production of the summer crops and it is considered in two aspects, drought and excess moisture. This country, which belongs to monsoon territory, necessarily encounter one of this stress almost every year, even though the level is different. Therefore, the facilities for both drought and excess moisture are required, but actually it is not easy to complete for them. On this account, crops tolerant to drought, excess moisture and pests should be considered for establishing summer crops. For the districts damaged habitually every season, adequate crops should be cultured and appropriate method of planting, drainage and weed control should be applied diversely.

Injuries by temperature is mainly attributed to lower temperature particularly in late fall and early spring, although higher temperature often causes some damages depending upon the kind of crops. Sometimes, lower temperature in summer season play a critical role for yield reduction in the summer crops. However, certain crops are prevented to some extent from this kind of stress by improving varieties tolerant to cold, hot weather or early maturing varieties.

As is often the case, control of planting time or harvesting is able to be a good management for escaping the stress.

Lodging, plant diseases and pests are considered as a direct or indirect damage due to weather stress, but these are characters able to be overcome by means of crop improvement and also controlled by other suitable methods.

In addition, political supports capable of improving constitution of agriculture into modern industry is urgently required by programming of data for the damages, establishment of damage forecasting and compensation system.

* 慶熙大 農科大學, ** 서울大學校 農科大學, *** 作物試驗場

* Professor, Kyunghi Univ., Seoul 131, ** Professor, Dept. of Agronomy, Seoul National Univ.,

*** Senior Researcher, Crop Experiment Station, Suweon 170, Korea.

緒 言

農作物이 해마다 입는 各種災害는 原因이 直接的인 間接的인 間에 主로 氣象要素에 있음을 감안할 때 農業生産과 氣象環境의 關係를 分析해 봄으로써 該當作物의 栽培可能地域이 區分될 수 있을 것이고 또 計劃的인 栽培地域의 擴大와 回避 等으로 安定된 生産이 可能할 것이며 아울러 育種目標과 栽培方法의 設定 指針이 될 수 있을 것이다.

우리나라는 季節風의 影響을 받는 大陸性 氣候로서 겨울은 몹시 추워 12, 1, 2월을 통한 冬期栽培가 可能的인 一般作物의 種類는 限定되어 있으며 一般作物의 大部分은 溫度가 높은 夏期에 栽培하고 있기 때문에 그 種類가 多樣하다. 이 가운데 우리 나라에서는 代表的인 夏作物로 꼽히는 水稻는 他章에서 論議된 것이고 豆科作物中 代表格인 大豆는 그 發祥地의 一部가 韓半島이며 또 栽培歷史도 긴 作物이고 옥수수는 近來에 由來된 禾本科 作物이지만 앞으로 우리 農業에 重要한 役割을 할 作物이며 그리고 뿌리作物로서 單位面積當 最高의 同化作物을 生産할 수 있는 고구마를 對象作物로 選擇하여 論議하였다.

우리나라 農業實情은 灌排水가 마음대로 되는 곳은 어디든지 水稻를 栽培하는 것이 一般的인 傾向으로 되어 있고 물 調整이 不可能한 곳을 밭으로 利用하여 各種 夏作物을 大概是 無誠意한 栽培法으로 하고 있기 때문에 低收性を 免치 못하고 있을 뿐더러 地域 및 年次變異가 甚해 全國의 生産統計 조차도 確實치 않다.

主要氣象要因으로 降雨, 溫度, 日照, 바람 등이 農作物栽培와 깊은 關係가 있을 것이며 또 病虫害 및 雜草 等에 의한 被害도 氣象要因을 통해 間接的으로 影響이 될 것이다. 이들 氣象要因은 어디까지나 單獨要因이 아니고 相互連關을 가지는 現象이기 때문에 그 影響을 把握하기는 더욱 어려우며 또 그 影響程度는 農作物의 生育程度와 土壤條件 等 環境與件에 따라 다르게 나타난다. 이제까지 이루어지고 있는 研究는 이들이 複雜하게 얽혀있는 各種要因中 한 要因만을 變數로 주고 其他要因들은 모두 固定시키고 行한 實驗結果이기 때문에 이 結果를 가지고 災害現象을 分析하기란 어려운 點이 많으며 더우기 災害原因을 人爲的으로 除去한다는 것이 不可能하기 때문에 뚜렷한 災害對策을 마련하기에는 매우 어려운 것으로 여겨진다.

科學技術이 高度로 發達된 오늘날이지만 大自然의 氣象을 人工的으로 調節한다는 것은 어려운 일이며 事實上 正確한 豫報조차도 할 수 없는 實情이기 때문에 이에 隨伴되는 各種被害는 莫大하며 특히 氣象要因에 全的으로 支配되고 있는 農業에서는 그 災害를 克服하기가 어려울 뿐만 아니라 氣象災害로 因한 夏作物의 正確한 被害統計조차도 把握되어 있지 못하다. 이러한 實情에서 그 特性이 전혀 다른 大豆, 옥수수, 고구마 等 3個 作物에 對한 氣象災害와 그 對策가지를 論議한다는 것은 지극히 어려운 일인 줄 알면서 敢히 이 글을 쓰게 됨을 송구스럽게 생각한다.

降 雨

降雨은 陸上作物의 水 供給源이며 植物構成成分中 물이 차지하는 比率은 普通 90% 以上이고 또 물의 흐름을 통해서 作物이 必要한 各種 營養分을 土壤으로부터 吸收하게 되며 물 自體가 植物의 同化材料로서 利用되기 때문에 우리나라 農業에서 降雨量이 차지하는 比重은 대단히 크다. 또 降雨은 土壤濕도와는 直接的인 關係가 있으며 土壤中의 酸素含量, 土壤微生物의 活動, 溫度 等에도 關係가 있으며 間接的으로 는 日照量, 氣溫, 空中溫度, 作物의 倒伏, 病蟲發生, 土壤流失 및 農作物의 管理 調製 等과도 關係가 깊은 氣象要因中 가장 重要한 要因의 하나이다.

降雨의 多少는 農作物에 水害와 旱害의 兩面에서 災害를 招來하는데 一般的으로 水害는 制限地域에 發生하나 우리나라 與件에서는 몇 년마다 되풀이되는 甚한 旱害와 過濕害는 廣範하게 밭 作物의 減收要因으로 作用되고 있기 때문에 우리나라 氣象條件은 밭농사에 適合하지만은 못하므로 앞으로 밭작물의 氣象對策研究가 育種面에서나 栽培의 側面에서 時急히 이루어져야 될 것이다.

우리나라 降雨量의 地域的 分布를 보면 大體로 南部와 東部に 많고 北部와 西部에는 적으며 降水樣相은 東南季節風의 發達이 늦거나 中斷되면 長期間에 걸쳐 旱魃이 繼續되고 한번 비가 내리기 始作하면 1週日부터 3週日間까지도 계속되는 소위 장마를 이루게 하며 또 서울 地方을 例를 들면 年間 最小降水量은 634mm에서 最高降水量은 2,000mm 以上을 記錄하고 있어 그 年次變異가 크며 年降水量의 約 70%가 夏作物의 旺盛한 生育期인 7, 8월에 集中됨으로써 밭作物은 거의 每年 旱拔이 아니면 過濕의 災害를 입기 쉬운 狀態이어서 前述한 바와 같이 우리나라

Table 1. Precipitation in major soybean growing area(mm).

Location	May	June	July	Aug.	Sept.	Total	Annual total
Hokkaido	61	66	93	109	135	461	1057
Jangchun (Manchuria)	55	22	178	138	57	588	661
Chicago	84	84	79	86	84	417	808
Seoul	86	169	358	224	142	975	1259

Table 2. Water requirement of Legumme crops.

Crops	Water requirement	
	Briggs	Thom
Soybean	744	408
Kidney bean	728	444
Pea	788	444
Alfalfa	831	414
White Clover	797	-
Red Clover	-	448

Table 3. Relationship between soil moisture and Soybean germination in volcanic ash soil.

Soil moisture (%)	21.2	27.1	30.9	33.9	36.8	37.8	40.5
Germ rate (%)	0	0	7.5	5.0	12.5	97.5	90.0

(Furutani, 1959)

Table 4. Soybean germination rate under relatively dry soil conditions.

Manure applica- tion	Disinfectant treatment	Soil tamping	No. of days to germination		
			4	6	18
+	+	+	3.5%	9.0	94.8
		-	1.5	6.3	83.7
	-	+	6.8	13.2	78.2
		-	2.3	9.3	80.5
-	+	+	6.8	17.0	94.5
		-	2.8	10.3	93.9
	-	+	8.3	18.2	83.5
		-	8.2	11.3	83.3

(Furutani, 1959)

Rainfall 15 days after planting.

夏季 田作物의 栽培는 습지 않을 수 밖에 없는 것이 다.

大豆는 禾穀類에 比해서 主根이 깊게 發達하므로 旱魃에 견디는 힘도 比較的 強한 편으로 알려져 있 다. 그러나 우리나라 降雨分布를 보면 겨울과 3~4 月に 걸친 乾燥 때문에 發芽에 障害를 입기 쉬우며 알 맞은 土壤水分含量은 約 40%로서 30% 以下에서 는 發芽率이 크게 떨어져 畝株로 인한 收量減少를

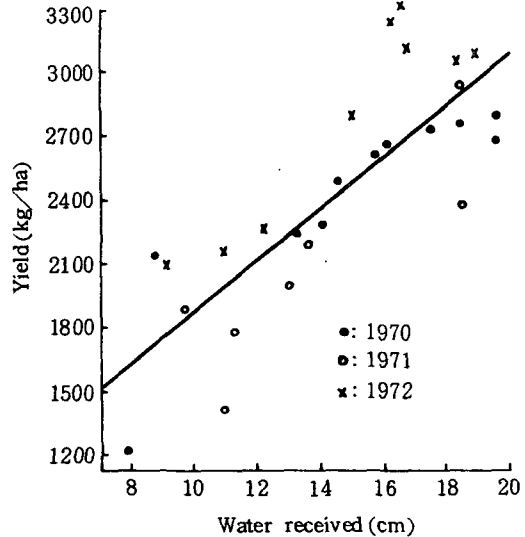


Fig. 1. Relationship of soybean yield to water received from August 15 to September 20. (pod-filling stage)(Doss, Pearson, Rogers, 1974)

招來한다. 畝株의 主原因은 發芽勢의 低下, 腐敗, 病原菌의 侵入 等이며 殺菌劑 處理와 土壤鎮壓에 의한 畝株 防止가 可能하다(表 4 參照).

大豆, 옥수수, 고구마 모두 共通的으로 全生育期를 通해 土壤水分含量이 比較的 많을 경우에 높은 收量을 내며 生育程度에 따라 水分要求量에 差異는 있으나 土壤의 最大容水量의 60~70% 範圍에 分布한다. 그리고 3個 作物 모두 乾燥에 대해 相當한 低抗性은 있으나 生殖生長期와 塊根形成期의 乾燥는 種實과 塊根收量에 크게 阻害要因으로 作用하고 있다. 또 過濕은 土壤通氣障害로 生育에 影響을 미치게 된다. 特히 大豆와 옥수수에 是는 生育初期 過濕이 더욱 커다란 生育障害를 招來한다. 7·8月의 日照不足을 招來할 경우가 있으며, 大豆에서는 過濕과 겹쳐 徒長과 地上營養體의 過繁茂로 倒伏이 誘發되어 種實收量의 顯著한 低下를 가져오는데 一般的으로 在來種大豆는 倒伏에 弱하나 比較的 耐濕性이고 反對로

美國品種은 倒伏에 強하고 耐乾性인 特徵을 갖고 있다.

生殖生長期의 旱魃은 옥수수에 있어서 雄穗의 發育과 花粉飛散이 抑制되어 出絲가 遲延되고 不稔雌穗 및 不稔粒이 增加되며 結果的으로 收量이 減少된다. Barloy (1970) 等の 報告에 따르면 出雄時 前後 14 日間の 乾燥는 옥수수 種實을 50% 以上으로 減收하게 한다(그림 2 參照).

大豆에서도 生長量의 減少는 勿論 開花數의 減少, 落花數의 增加, 着莢數의 減少와 不稔率 等이 增加하여 收量을 크게 減少시키는데 花粉分化期부터 開花期의 旱魃의 被害가 크다(表 5 參照).

옥수수와 大豆는 生育末期 즉 成熟期에 이르러서는 오히려 乾燥한 氣象狀態가 結實이나 收穫調製에 有益하며 이 點에서는 우리나라 9~10 月의 氣候가 適合하다.

고구마에서는 最大含水量의 30~40%에서는 塊根收量이 떨어져 70~80%에서 最大塊根收量을 얻을 수 있다고 한다. 고구마는 生育初期와 後期의 一時的 乾燥는 쉽게 回復되거나 塊根肥大가 이루어져

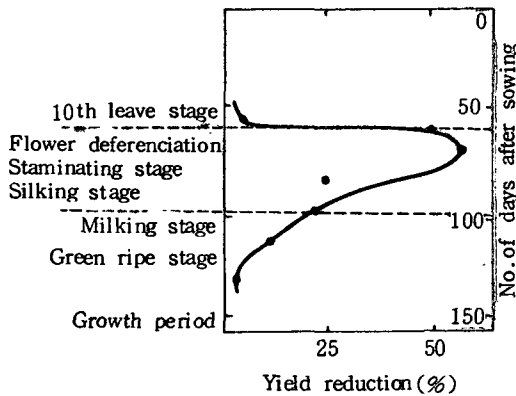


Fig. 2. Effects of water deficiency at various growing stages on corn yield (Barloy, 1970).

Table 5. Effects of soil moisture deficiency on soybean seed and stem weights.

Stage of treatment	No. seed / plt.	Stem wt. / plt.
Flower deferenciation	64	67
Flowering period	67	78
End of flowering	72	96
15 days after flowering ends	89	102
Control	100	100

크게 收量에 影響을 미치지 못하나 一般栽培에서 7 月 下旬부터 8 月 中旬까지는 莖葉最大繁茂期이며 塊根의 急速한 肥大가 始作되는 時期이므로 이때의 乾燥는 收量에 큰 影響을 미친다(그림 3 參照).

低地帶에서는 여름 暴雨로 인한 洪水를 豫想할 수 있으며 土壤過濕과 冠水被害를 입기 쉬운데 특히 고구마의 冠水被害는 莫甚하며 營養體와 塊根이 腐敗하게 되고 腐敗하지 않는다 해도 肉質의 硬化 때문에 食用으로 利用하기는 어려운데 이는 冠水에 의해서 呼吸困難을 일으켜 細胞가 죽어 버려 細胞間의 푸로토펙틴이 溫水에 不溶으로 되어 細胞가 分離되지 않기 때문이다. 冠水抵抗性 品種으로는 太白과 農林 4 號 等이 알려져 있다. 大豆의 경우에도 結莢初期의 冠水는 極甚한 收量減收를 招來하게 되며 특히 水温이 높으면 고구마나 콩에서 모두 더욱 被害가 加重된다.

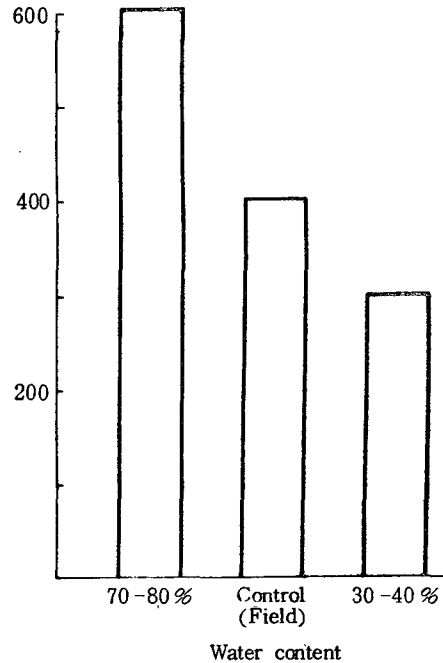


Fig. 3. Influence of soil moisture content on sweet potato tuber yield.

Table 6. Damage of soybean by flooding.

Growth sta.	Flooding (days)	Damage (%)					
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Damage (%)	Early podding	5	15	25	40	50	65
	Late podding	15	30	45	60	75	90

Table 7. Effect of lodging treatment and stage on mean yield(kg/ha) for two soybean varieties.

Lodging treatment	KAS 100-3-1			Clark			Pooled mean
	B. F	A. F	B. M	B. F	A. F	B. M	
75°	898.9 (42.0)** ^b	1311.7 (67.8) ^b	1913.2 (87.6) ^a	544.8 (26.9) ^b	1095.6 (59.1) ^b	1607.7 (85.0) ^a	1228.7 (61.3) ^b
45°	1646.2 (76.9) ^a	1482.1 (76.7) ^a	1936.7 (88.7) ^a	1367.6 (67.5) ^b	1476.3 (79.7) ^a	1519.2 (80.3) ^a	1591.4 (78.4) ^a
15°	1914.0 (89.5) ^a	1938.9(100.3) ^a	2052.0 (93.9) ^a	1884.1 (93.0) ^a	1742.7 (94.1) ^a	1467.2 (77.6) ^a	1833.2 (91.5) ^a
Control	2138.0(100.0) ^a	1933.4(100.0) ^a	2184.6(100.0) ^a	2025.8(100.0) ^a	1852.8(100.0) ^a	1891.0(100.0) ^a	2004.6(100.0) ^a

* B. F : before flowering, A. F : after flowering, B. M : before maturing.

** Percent yield based on prevention of loading (Control).

Table 8. Effect of lodging treatment and stage on seed weight and other five characters for two soybean varieties.

Variety	Lodging treatment	Seed wt.			Plt. height			No. of Branch/Plt.			No. of Node/Plt.			No. of Pod/Plt.		
		B.F	A. F	B.M	B. F	A. F	B.M	B. F	A. F	B. M	B. F	A. F	B. M	B. F	A. F	B. M
KAS 100-3-1	75°	31.6	30.2	33.0	69.3	61.5	62.0	2.3	2.5	2.2	14.1	14.7	15.3	17.3	29.5	34.1
	45°	35.6	32.1	32.6	64.1	60.6	59.3	2.7	2.5	1.5	15.2	14.9	14.4	31.5	30.3	28.9
	15°	33.7	35.6	34.4	65.1	60.7	62.8	2.7	2.3	2.1	14.3	15.0	15.5	32.2	33.8	32.9
	Cont.	34.0	35.6	33.6	64.2	59.1	60.6	2.0	2.1	1.8	14.9	14.7	15.2	34.8	34.8	32.1
Clark	75°	12.3	12.0	12.7	110.9	83.9	86.1	2.7	2.1	2.3	18.0	17.7	19.1	20.5	38.1	45.6
	45°	13.7	13.5	13.8	87.3	86.9	85.1	2.7	1.7	11.7	18.1	17.9	18.1	41.4	39.3	38.1
	15°	15.5	15.2	12.8	90.8	86.6	84.9	2.3	1.7	2.1	19.2	18.4	18.6	47.9	44.4	48.0
	Cont.	15.0	12.8	14.7	92.8	87.6	79.8	2.2	2.1	1.7	19.1	18.1	18.7	48.5	43.3	44.3

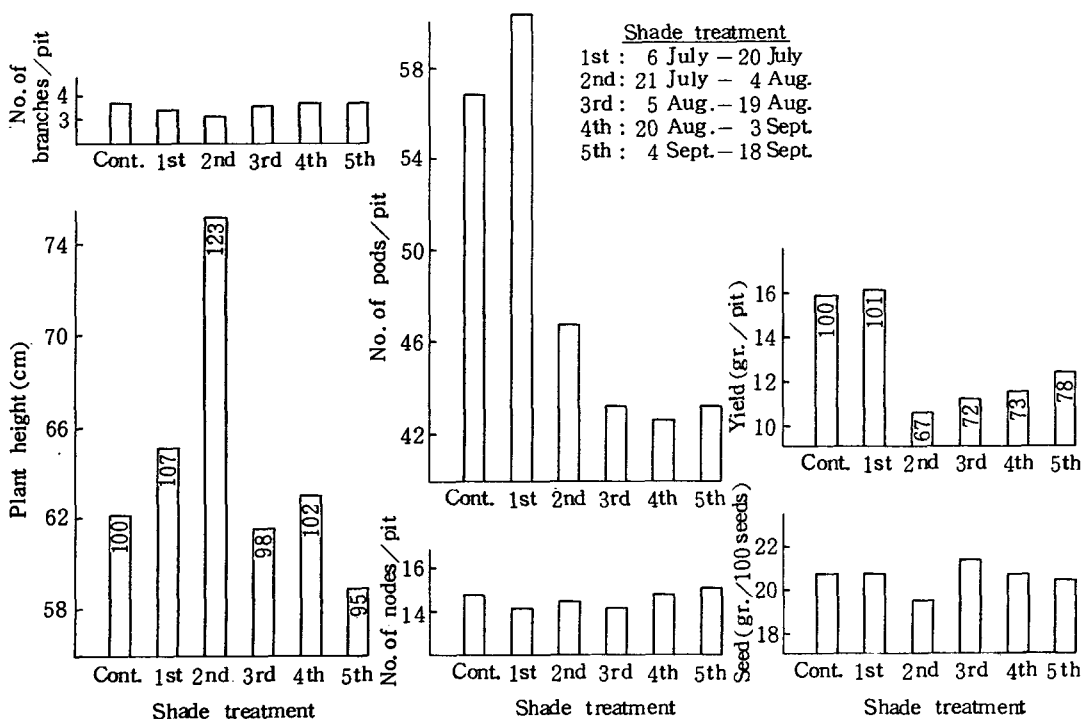


Fig. 4. Response to agronomic characters by shade treatment at various growing stages in soybean (average of 16 varieties). (Kwon, Won, 1979)

降雨은 구름을 同伴하며 특히 7월과 8월의 장마는 日照時間이나 日照日數를 減少시켜 農作物의 降雨로 인한 直接被害 外에도 同化量減少와 더불어 徒長과 倒伏의 間接被害를 입게 된다. 특히 우리나라 大豆栽培에서 심각한 減收要因으로 作用하는 倒伏은 廣葉種인 在來種에서 더욱 甚하게 일어나는데 이는 遺傳的인 素質과 장마때의 徒長, 過茂한 植物體가 물기를 머금어 地上部의 荷重이 커지는데도 原因이 있을 것이다. 옥수수도 비바람으로 인해 가끔 倒伏을 일으키고 致命的으로 收量減收를 誘發하나 콩과 같이 흔하지는 않다. 콩은 특히 開花直前의 倒伏은 種質重과 莢數를 크게 減少시켜어 稔實收量을 크게 떨어트리므로 草長은 오히려 증가하나 節數에서는 有意한 變化가 생기지 않는다(表 7·8 參照). 이 試驗結果는 人爲的인 倒伏을 角度別로 固定한 狀態에서 遂行된 試驗으로 實際로 自然狀態에서 發生한 倒伏은 植物體의 接地現象 때문에 莖化, 下葉枯死, 落花, 落莢 등 더 많은 各種 被害를 豫想할 수 있다.

大豆는 옥수수나 고구마에 비해서 光飽和點이 比較的 낮은 作物로 알려져 있으며 生育最盛期의 植物群 落狀態에서 光飽和點은 40,000~60,000Lux 程度라고 하는데 이는 最大日射量 100,000~120,000Lux의 約 60%로서 足하다는 점에서 耐陰性이 比較的 強하다고 볼 수 있으며 그것이 各種 作物과의 間作 내지는 濕作用을 可能하게 한 것으로 여겨진다.

大豆에서 人爲的으로 45% 遮光處理를 2週日間 程度 實施한 結果 收量과 莢數 및 百粒重의 減少를 招來하였으며 反面에 草長은 增加하였으나 節數에서는 變化가 없음을 볼 때 草長의 增加는 遮光으로 인한 節間伸長에 基因됨을 알 수 있으며 특히 開花終期부터 結莢初期에 이르는 期間의 遮光處理에서 가장 뚜렷한 影響을 볼 수 있었으며 遮光에 대한 品種間 反應은 다르나 間作 또는 濕作用 品種으로서는 多分 枝性인 品種이 有利하다. 옥수수에에서도 出絲期의 遮光處理가 收量에 가장 크게 影響을 미친다고 한다.

溫 度

夏作物의 溫度에 의한 主要氣象災害要因으로는 冷害를 包含한 低溫 및 高溫障害를 생각할 수 있으며, 霜害 및 우박被害도 局地的이지만 산간 高地帶에서 옥수수, 고구마 등 夏作物에서는 警戒되어야 할 事項이다.

大部分의 夏作物은 高緯度地域이나 山間高地 栽培

에서 그 收量이 溫度와는 正의 相關關係가 있으나 內陸平野地帶에서의 盛夏期 高溫狀態에서는 溫度와 收量과는 負의 相關關係가 成立되는 것이 一般的이며 옥수수나 大豆에서도 5, 6月 初夏時期의 生育初期에는 生育과 溫度間에 正의 相關을 보이지만 7月 下旬부터 8월에 이르는 時期 즉 開花後期부터 初期結莢期의 溫度는 收量과 負의 相關關係가 成立된다는 많은 報告가 있다.

低溫에 의한 影響은 그 低溫의 程度, 低溫의 持續期間, 作物의 生育程度 등에 따라 低溫被害가 複雜한 樣相으로 表現되겠으나 一般的으로 有効花粉數의 減少, 花粉發芽力 低下, 葯의 不開裂, 受精率 低下 등을 包含한 障害型 冷害를 생각할 수 있고 또 開花 및 成熟의 遲延, 小粒化 등에 의한 遲延型 冷害와 生理機能의 低下와 分枝, 節數 및 花數의 減少에 따른 生育不良型 冷害로 나누어 생각할 수 있다.

大豆의 生育에는 一定한 高溫이 要求되며 普通 2,400°C의 積算溫度가 必要하며 極早生種에도 積算溫度가 2,000°C 以上은 되어야 한다. 發芽와 生育에는 25°C~30°C 程度의 地溫과 氣溫을 適溫으로 보고 있다. 그러므로 北部地帶나 山間地帶에서의 大豆栽培에서는 溫度와 正比例한 增收를 얻게 되는 것이며 高溫地帶에서는 6월의 生育初期에는 土壤水分含量이 充分한 限 高溫일수록 生育에 좋은 結果를 얻을 수 있으나 開花後期부터 結莢初期의 高溫은 減收要因으로 作用할 수도 있다. 晝夜間의 溫度較差가 클수록 即 結莢期와 結實期의 夜間溫度는 낮을수록 種質肥大에 有利하고 收量이 높아진다고 하며 이는 夜間糖類轉流가 低溫에서 旺盛해지고 呼吸消耗도 減少되기 때문이라고 說明하고 있다. 結局 盛夏期의 高溫多濕은 大豆의 營養體의 過繁茂를 招來하고 또 乾燥와 高溫이 겹치면 落花, 落莢 및 種質의 發育停止 등을 誘發하며 結實日數도 短縮되어 結果的으로 減收要因으로 크게 作用한다.

우리나라 大豆栽培에서 夏期의 高溫障害는 本下(1931)에 의해서 처음으로 報告된 바 있으며 實際로 鳳儀品種의 6年間 栽培結果를 分析해 보면 7월의 最高, 最低, 平均溫度와 8월의 最高溫度는 種質收量과 統計的으로 有意한 負의 相關을 보였으며 이와 同一한 結果를 100粒重에서도 얻었다. 結莢比率은 8월의 最高, 最低 및 平均溫度와 有意性 있는 負의 相關을 보인 것으로 미루어 보아 開花期 및 結莢期의 高溫은 收量減收를 招來했으며 그 主要原因은 大豆의 重要한 收量構成要素인 100粒重과 結莢率의 減少에

Table 9. Correlation coefficient between temperatures of July and August and agronomic Traits in the variety Bongui.

Month	Temperature	Yield	Seed wt	Podding rate	Plt. ht.
July	Maximum	-0.94**	-0.92**	-0.79	-0.80
	Minimum	-0.94**	-0.93**	-0.70	-0.48
	Average	-0.96**	-0.95**	-0.75	-0.65
August	Maximum	-0.82**	-0.84*	-0.87*	-0.69
	Minimum	-0.63	-0.62	-0.86*	-0.46
	Average	-0.79	-0.80	-0.96**	-0.62

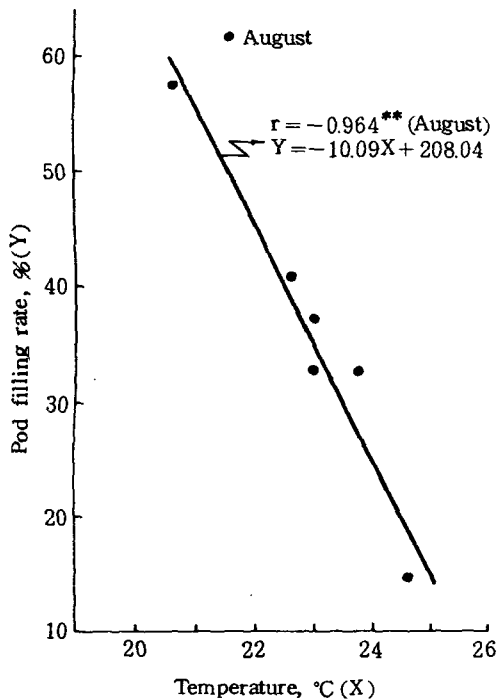


Fig. 5. Relationship between pod filling rate and average temperature in August for six years (Won, Song, Choi, Kwon, 1981).

있는 것으로 推測된다.

7·8月の 温度와 種實收量, 100粒重, 結莢率 등과의 關係는 温度 1°C 上昇함에 따라 10a 當 40kg 程度의 收量減少를 招來하였고 100粒重은 約 0.8~0.9gr 씩 적어졌으며 結莢率은 温度 1°C 上昇에 따라 約 1% 程度가 低下하였다(그림 5, 6, 7 參照).

大豆의 低收年度(1978, 1981)와 多收年度(1976, 1980)를 區分하여 6, 7, 8, 9月の 平均温度와 降雨量을 가지고 多收年度와 低收年度에서의 差異를 比較해 보면 降雨量은 多收年度와 低收年度間에 一定한 傾向

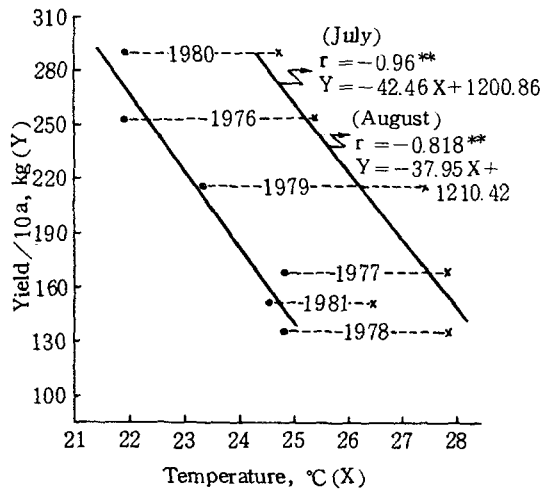


Fig. 6. Relationship between yield and average temperature in July or maximum temperature in August for six years. (Won, Song, Choi, Kwon, 1981)

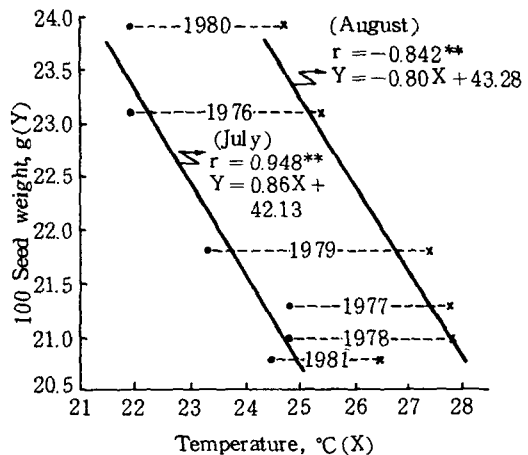


Fig. 7. Relation between 100 seed weight and average temperature in July or maximum temperature in August for six years (Won, Song, Choi, Kwon, 1981).

을 찾을 수 없었는데 이 두 年度群에서 모두 充分한 月別降雨分布를 가져 降雨量이 大豆收量에 대한 Stress factor 로서 作用하지 못하였음을 알 수 있으며 多收年度인 1976年度와 1980年度에서 7~8月の 平均温度는 低收年度인 1978年度와 1981年度에 비해 2~3°C 가 낮았으며 100粒重에서는 2~3gr 程度가 增加된 것으로 보아 增收原因의 一部分이 低温과 100粒重 增加에 있음이 인정되었다.

Table 10. Average monthly temperature and precipitation of high and low productive years of soybean.

	June		July		August		September		Seed wt. g/100 seeds	# of Cloudy days, (June-Sept.)
	Ave. Temp. °C	Rain fall min	Ave. Temp. °C	Rain fall min	Ave. Temp. °C	Rain fall min	Ave. Temp. °C	Rain fall min		
Low 1978	20.7	354.9	24.8	334.2	24.6	445.2	19.1	96.2	21.0	63
Yield 1981	20.2	98.0	24.5	529.2	23.0	189.1	18.0	146.6	20.8	43
High 1976	20.1	36.2	21.9	168.4	22.6	493.8	18.2	12.1	23.1	41
Yield 1980	20.8	98.1	21.9	340.8	20.7	280.2	17.8	72	23.9	39

Meteorological data collected at KAERI Expt. station

(Won, Song, Choi, Kwon, 1981)

Variety bongui grown at KAERI Expt. station

Table 11. Seed yield and seed size of soybean grown low temperature year 1980. (Crop Expt. Station)

Traits	Area	North	Central part	South
Yield (kg/10a)		187.0	158.3	178.8
Difference from ave. year		-10.0	-11.4	-23.4
Seed wt. (g)		25.5	19.5	20.2
Difference from ave. year		+0.8	+0.7	0.0

單作 3個 地域(北部), 麥後作 5個 地域(中部), 8個 地域(南部).

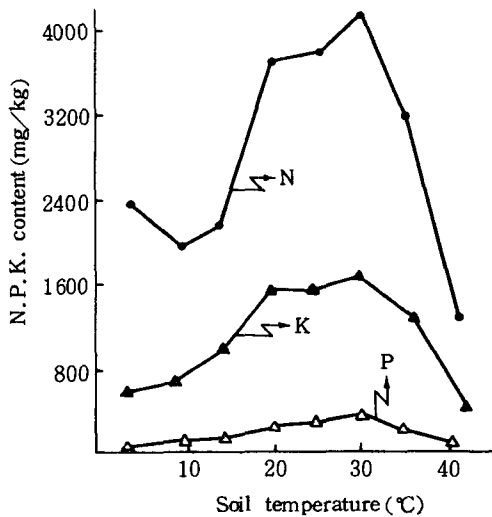


Fig. 8. Relationship between soil temperature and fertilizer absorption in corn (Plants analyzed 14 days after temperature). (Grobbelear, 1963).

反面 作物試驗場 調査에 따르면 低溫年度인 1980 年에 光教를 供試하여 全國 16個 地域(北部, 中部, 南部로 區分)에서 얻은 data分析에서는 種實收量과

1st observ. 13-38 days after emergence
2nd " 22-54 days
3rd " 41-67 days

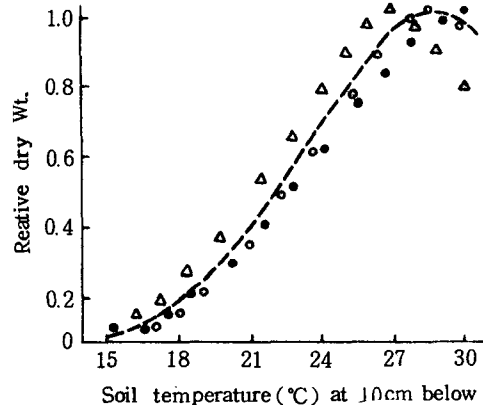


Fig. 9. Relationship between relative dry weight and soil temperature in corn (Allmaras, 1964).

100粒重이 平년에 비해 減少되었음을 報告하였다(未發表 結果). 그러나 그 減收程度는 地域과 平年收量 偏差 範圍內에 屬하였으며 또 播種期가 麥後作(北部 三個地域에서는 單作)으로 栽培된 結果이므로 直接 比較하는 것보다는 區分 檢討되어야 할 것이다. 特히 北部 單作地域에서는(洪川, 春川 等地) 前記 試驗에서와 마찬가지로 鳳儀가 供試되었으며 이 地域試驗結果를 獨立分析해 보면 역시 1980年度에 100粒重과 株當粒數가 오히려 增加한 것으로 보아 前記 結果와 一致되었고 1980年度(低溫年度)의 單作 適期播種에서 種實減收要因은 없었음을 생각할 때 品種間 差異도 豫想은 할 수 있으나 1980年度 程度의 低溫이 大豆 減收要因이 될 수 없고 오히려 高溫이 大豆의 減收를 招來하지 않나 여겨지며 앞으로 더 깊이 研究하여야 할 問題點으로 提示하고 싶다(表 11 參照).

옥수수는 比較的 高溫을 좋아하는 作物로서 大豆보다 發芽適溫이 높은 34~38°C이며 生育適溫은 大豆

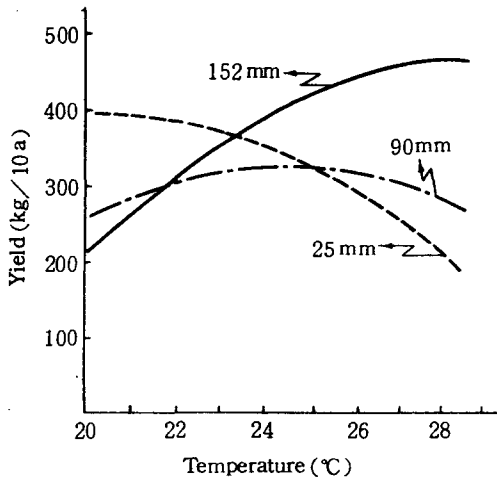


Fig. 10. Relationship between corn yield and monthly temperature and rainfall of July (Thompson, 1963).

Table 12. Relationship between soil temperature and sweet potato yield.

Variety	Soil temp. (°C)	Top wt. (gr.)	Tuber wt. (gr.)
Hukwase	32.6	421	72
	28.0	315	190
	23.2	154	151
Kenji	32.6	562	0
	28.0	441	89
	23.2	259	93

와 비슷한 25~30°C이다. 生育過程이나 生育日數도 大豆와 類似한데 옥수수에서는 生育適溫에서 벗어난

土壤溫度에서는 肥料 三要素의 吸收障害를 일으키며 (그림 8 參照) 出絲期까지의 土壤溫度는 約 28°C 前後에서 最高의 乾物重을 얻을 수 있었으며 (그림 9 參照) 氣溫 30°C까지는 溫度에 比例해서 收量이 增加했으나 乾燥狀態에서는 高溫이 오히려 甚한 減收要因으로 作用하고 있다 (그림 10 參照).

옥수수의 栽培範圍는 世界的으로 廣範圍하며 生育期間도 60日부터 330日까지의 넓은 巾을 갖고 있어 低溫障害를 받지 않는 安全한 品種選擇을 할 수 있는 餘地가 크며 그 適應範圍도 넓기 때문에 單一優良品種을 廣範圍하게 栽培할 수도 있으므로 爆發的인 病虫의 被害를 입을 우려가 있는 弱點도 함께 가지고 있다.

고구마는 원래 熱帶作物이므로 高溫에 의한 被害보다는 低溫被害를 입을 可能性이 더 큰 作物이며 특히 山間 高地帶栽培에서는 初霜에 대한 被害를 조심해야 한다. 發根適溫은 25~30°C이며 初期生育은 比較的 高溫인 30~35°C이고 塊根形成期에는 약간 低溫인 23~28°C의 地溫이 良好한 結果를 가져온다 고 한다 (表 12 參照).

低溫의 해였던 1980年度의 고구마 生産狀況을 보면 莖葉部의 生産은 오히려 增加한데 反해 塊根生産量은 減少하였으며 특히 中北部에서는 甚한 減收를 나타냈다. 溫度에 대한 反應은 他作物에서와 마찬가지로 品種間의 差異가 있었으며 (表 13 參照) 地中溫度가 낮아도 問題이지만 高溫에서도 莖葉만 茂盛하고 塊根收量은 크게 떨어지는 것을 알 수 있다. 이 경우에도 低溫이나 高溫에 대한 抵抗性 品種育成이 可能함을 알 수 있으며 交配를 위해서는 短日處理를 하

Table 13. Various agronomic characters of sweet potato grown in 1980. (Crop Expt. Sat.)

Area	Main stem length (cm)		No. of branches		Top Wt. (g)		Tuber Wt. (g)		No. of Tubers	
	1980	*DV	1980	*DV	1980	*DV	1980	*DV	1980	*DV
Middle & North	98	+12.1	7.0	-0.5	823.4	+60.5	169.3	-40.8	2.3	-1.5
South	88	+7.2	8.4	+0.6	683.9	+60.2	198.0	-10.3	3.8	-1.2

During the tuber growing period of 1980, the average monthly temperature was lower by 1.4~3.0°C Compare to that of normal year.

* DV. Deviation from normal year.

여 開花를 誘導한다는 것은 잘 알려진 事實이다.

結 論

夏作物栽培에 不適合한 氣象要因을 人爲的으로 改

善 克服한다는 매우 어렵기 때문에 (1) 地域에 따라 適合한 作物種類를 選擇하며 (2) 災害의 迴避나 積極的인 克服을 위한 技術的 栽培管理 그리고 (3) 가장 理想的인 方法으로는 各種 災害에 대해 抵抗性을 갖는 品種을 育成普及하는 것이며 (4) 一段 氣象災害로 해

서被害를 보았을 때에는 應急措置를 하여 被害를 最少化시키며 (5) 發生한 被害의 再發을 막기 위한 災害對策方案을 樹立하고 그 方案을 遂行해야 할 것이다.

여름철 밭작물에서 가장 큰 被害要因이 되는 것은 旱魃이며 이는 適期播種은 不可能하게 하는 경우가 가끔 發生하여 生育日數가 짧은 作物로 代播를 強要當하는 수도 있고 또 生育途中에 입는 旱害도 많으며 특히 土壤條件이나 地帶에 따르는 常習의 旱害도 우리나라에서는 많이 發見되고 있다. 旱害에 못지 않는 濕害는 여름철 긴 장마 때에 많이 發生하며 이에 수반되기 쉬운 日照不足, 雜草害, 病害, 倒伏 그리고 경우에 따라서는 低溫害 등이 있으며 災害別로 消極的 내지는 積極的 對策을 다음과 같이 整理해 본다.

1) 旱害

- (1) 耐乾性 品種을 育成普及한다.
- (2) 播種種子의 殺菌劑處理로 發芽率을 向上시킨다.
- (3) 耕土를 깊게 하고 有機物 含量을 높여 耕地의 貯水力을 向上시킨다.
- (4) 中耕과 除草를 實施하여 土壤毛細管構造의 切斷으로 土壤水分의 蒸發을 抑制한다.
- (5) 旱害 常習地帶에서는 密植으로 全體生産性을 向上시킨다.
- (6) 旱害 常習地에는 耐乾性 作物을 栽培한다.
- (7) 積極的 方法으로는 必要時에 灌溉를 實施한다.

2) 過濕害(水害 包含)

- (1) 排水路와 暗渠의 設置로 停滯水를 除去한다.
- (2) 莖葉의 過繁茂를 避하기 위하여 施肥量을 調節하고 복주기를 한다.
- (3) 生育中期의 장마로 인한 徒長을 克服하기 위하여 摘蕊을 한다(특히 大豆).
- (4) 밭갈이와 栽植密度의 安排로 土壤浸蝕을 防止한다.
- (5) 冠水로 인한 薯肉硬化 抵抗性 고구마 品種을 洪水常習地帶에서 栽培한다(太白品種 等).

3) 冷害

- (1) 耐冷性品種 育成 利用
- (2) 健全植物의 育苗栽培
- (3) 地域에 따라 無霜期間을 勘案, 安全한 成熟期를 가진 品種을 選擇하여 栽培하도록 한다.
- (4) 生育初期에는 비닐멀칭으로 地溫을 높인다.

4) 高溫障害

- (1) 耐暑性品種 育成 利用

- (2) 灌溉로 地溫의 降下
- (3) 黑色 비닐멀칭으로 地溫의 降下

5) 倒伏

- (1) 耐倒伏性品種 育成(短莖品種 包含)
- (2) 虫害로 인한 倒伏은 耐虫性品種의 利用과 害虫驅除를 한다.
- (3) 栽植密度와 施肥를 알맞게 조절하고 순자르기를 한다.
- (4) 복주기로 倒伏을 豫防하거나 不可避하게 倒伏되었을 때에는 손으로 일으켜 세워준다.

6) 應急 및 事後措置

- (1) 洪水나 風害發生 直後에는 農藥撒布를 하여 病虫害를 豫防한다.
- (2) 降雨나 洪水로 植物體가 被土되었을 때에는 물로 씻어 내린다.
- (3) 氣象災害 補償制度를 確立해야 한다.

7) 其他

- (1) 作物別, 地域別 氣象災害 統計의 作成
- (2) 氣象災害 發生豫報體系 確立으로 災害에 대한 緊急對應을 할 수 있도록 한다.
- (3) 同一優良品種의 廣範圍한 栽培를 回避하여 氣象條件에 따라 爆發的으로 發生하는 病虫害被害를 最少화한다.
- (4) 이제까지의 各種 災害研究는 여러가지 關聯된 氣象要因을 固定하고, 하나 내지 두개의 要因에 대한 影響만을 가지고 論議되어 왔기 때문에 그 研究結果를 效果的으로 利用하기 困難한 實情이다. 앞으로는 作物別과 地域別로 統一된 實驗과 데이터 蒐集을 할 수 있도록 協同된 組織을 만들어 Computer를 利用 災害防止策樹立을 爲한 modeling을 構想해야 할 것이다.

要 約

밭에서 栽培되는 우리나라 夏作物의 種類는 多樣하며 年次 또는 地域에 따라 變異가 큰데 그 主要原因은 氣象要因으로서 降雨와 溫度가 그 主要한 役割을 하고 있으며 바람과 日照量 等 各種 氣象要因도 夏作物의 生産에 影響을 미치게 될 것이다. 主要 災害原因이 되고 있는 氣象要因을 人爲的으로 調節하여 一般作物을 栽培한다는 것은 매우 어렵기 때문에 農作物 自體나 栽培 및 管理技術의 向上으로 災害를 最少化시켜야 될 것이다. 降雨量은 夏作物 生産에 가장

重要な氣象要因の 하나로 作用하며 이는 旱魃과 過濕의 두 側面에서 생각할 수 있다. 우리나라는 季節風帶에 屬하는 關係로 이 두 災害原因中 그 程度의 차이는 있을지라도 거의 每年 부닥치게 되므로 灌溉와 排水施設을 完備한다면 別로 문제가 없겠으나 現實으로는 容易한 일이 아니다. 따라서 夏作物 品種 育成에서는 반드시 耐旱, 耐濕, 耐病 등의 要因을 고려하여야 할 것이며 旱害나 濕害常習地帶에서는 이에 알맞는 作物種類 및 品種을 選擇 利用해야 될 것이고 排水와 中耕, 除草, 栽植方法 등의 栽培技術을 活用해야 할 것이다. 溫度에 의한 障害로서는 주로 低溫被害를 생각할 수 있으며 늦추위와 가을철 早期 低溫이 그 主要原因이 될 것이고 가끔 여름철의 低溫도 夏作物의 低收原因으로 作用하게 될 것이다. 또 作物에 따라서는 高溫障害도 發生하나 耐冷, 耐暑性 및 早熟性 品種 育成 등으로 어느 程度 克服이 可能하며 播種期, 收穫期 등의 調整도 被害迴避의 좋은 方法이 될 수 있을 것이다.

夏作物의 倒伏, 病害, 虫害 등도 氣象要因에 의한 直接 또는 間接의 被害가 되겠으나 이들 災害는 育種의 方法으로 克服할 수 있는 形質들이며 또 適切한 防除나 驅除方法도 알려져 있다.

氣象要因에 의한 被害統計의 作成과 災害發生豫報體系의 確立 및 補償制度를 導入하여 農業을 近代產業形態로 體質改善하는 政策的 뒷받침이 時急히 要求된다.

引用 文 獻

1. 趙載英 等(1980) 田作 鄉文社.
2. Curry, R. B., and C. H. Baker(1975) Agricultural implication of climatic change. USDC.
3. Doss, B. D., R. W. Pearson, and H. T. Rogers (1974) Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. Agr. J. 66: 297-299.
4. 學園社刊, 農業大事典.
5. 咸永秀(1980) 水稻增産을 위한 品種 및 農業技術의 改善, 農科協, 農業科學 심포지움, pp. 65-86.
6. 古谷義人・加藤擴(1959) 熊本縣 平坦部における 秋大豆不作의 原因とその對策, 九州農業研究, 21: 69-72.
7. 金光植(1978) 農業氣象學, 鄉文社.
8. 權臣漢・元鍾樂(1979) 大豆 耐陰性 系統 選拔에 關한 研究, 韓作誌, 24(3): 51-57.
9. 權臣漢・金在利(1979) 倒伏이 大豆의 收量 및 其他形質에 미치는 影響, 韓作誌, 24(1): 73-77.
10. 權容雄・李炳駟・廉道義(1978) 韓國의 降水氣象環境에 따른 밭土壤과 主要 밭 作物의 水分 포텐셜에 關한 研究, 1978年度 文敎部 政策課題 報告書.
11. Levitt, J. (1972) Responses of plants to environmental stress. Academic Press. Inc.
12. Mussell, H. and R. C. Staples(1979) Strees physiology in crop plants. John Willey & Sons.
13. 永田忠男(1955) 大豆編. 養賢堂.
14. Norman, A. G.(1949) Advances in agronomy 1. Academic Press Inc.
15. Saito, M. T. Yamamoto, K. Goto and Hoshimoto(1970) The influence of cool temperature before and after anthesis on pod-setting and nutriens in soybean plants. Proc. Crop Sci.Soc. Japan. 39: 511-519.
16. 齋藤正隆・大久隆弘(1980) 大豆의 生態と 栽培技術. 農漁文協.
17. Sato, K. and T. Ikeda(1979) The growth responses of soybean plant to photoperiod and temperature. Japanese J. Crop Sci. 48(2).
18. 島野至(1971) 豆類生産に對する 九州の 自然條件(氣象條件) 九州 豆類生産事情(上), 九州大學 農學部.
19. 本下重男(1931) 大麥棉, 大豆に於ける 收量と 氣象との 相關に就いて. 水原高農創立 25周年 記念 論文集.
20. Whigham, V. K., and H. C. Minor(1978) Soybean physiology, agronomy, and utilization 4. Agronomic characteristics and environmental Stress. p.89. Academic Press.
21. 坪井人十二(1977) 農業氣象 핸드ブック. 養賢堂.
22. 坪井人十二(1980) 異常氣象과 農作物對策. 農科協. 農業科學 심포지움. pp. 17-23.

討 論

質 疑 朴 根 龍(農振廳) : 田作物의 氣象災害에 대한 對策은 勿論 이것저것 列擧가 되겠지만 收益性 등을 考慮할 때 實用的인 面으로 어려운 경우가 많은 것으로 生覺된다. 例를 들어 旱害가 닥쳐 왔을 때에는 거의 束手無策인데 이러한 경우를 對備한 앞으로의 研究方向은 어떻게 할 것인지요?

答 覆 權 臣 漢 : 田作物 栽培에서 旱害는 매우 深刻한 問題입니다. 灌水施設을 갖는다는 것이 最善策이겠습니다만 우리의 現實에서 不可能한 일이고 결국은 育種面에서 이 問題가 다루어져 旱魃災害를 極少化시키는 것이 現實적으로 生覺해 봄직한 일입니다. 그렇기 때문에 耐旱性 遺傳因子의 發掘利用에 관한 研究를 보다 積極적으로 生覺해야 될 것으로 여겨집니다.

質 疑 崔 鳳 鎬(忠南大) : 우리나라의 콩은 氣象災害로서는 一般的으로 旱魃과 濕害에 의한 生育不振으로 收量이 크게 減收되는 것으로 알고 있는데 오늘 發表하신 成績으로 보아 溫度의 影響도 이에 못지않게 크다는 것을 알게 되었습니다. 그러면 콩 生育期間의 生育과 溫度에 대해서 좀더 자세하게 말씀하여 주십시오.

答 覆 權 臣 漢 : 첫째, 現在 우리나라 普及品種들은 比較的 安定性이 높은 品種이라고 생각됩니다. 그러나 最近 異常氣溫으로 인한 低溫이 콩의 生育 및 收量에도 影響을 미친다는 것이 作物試驗場에서 밝힌 바 있습니다. 둘째, 우리나라에서 주로 發生되는 冷害는 山間地의 單作地帶에서 初期에 發生되는 生育不良型과 麥後作 晚播栽培로 인하여 生育後期에 發生되는 生育遲延型으로 區分된다고 하였습니다. 生育不良型은 營養生長 특히 總節數가 減少되고 遲延型 冷害에는 登숙이 늦어지며 粒의 肥大가 不充分하여 品質이 低下되는 것으로 알고 있습니다. 특히 遲延型 冷害(後期冷害)는 結實期間에 平均 13°C 以下가 되면 크게 影響을 받는다고 합니다. 셋째, 以上과 같은 冷害 程度는 差異가 크며 1981年度 作物試驗場에서 實施한 冷害檢定 成績을 보면 初期耐冷性 品種은 光教, 강림, 육우 3호, 수원 106호 등이 있으며 後期耐冷性 品種에는 봉의, 동북태, 육우 3호, 장엽콩, 수원 103호인 것으로 나타났습니다. 그러므로 콩에도 耐冷性品種 育成이 必要하다고 생각됩니다.

質 疑 宋 禧 燮(에너지研究所) : 고구마는 他作物에 미하여 災害에 強하고 豊凶의 差가 적은 것으로 알고 있습니다만 氣象災害中에서 가장 크게 影響을 미치는 要素는 무엇이라고 생각하십니까?

答 覆 洪 殷 熹 : 고구마는 아시다시피 우리나라의 남쪽 지방에 주로 栽培되며 특히 濟州道와 道西지방에 많습니. 고구마는 地上部가 포복성이기 때문에 風害에 強하며 또한 地表面을 莖葉으로 完全하게 被覆하여 土壤浸蝕이 抑制되고 여름에는 地溫의 上昇이나 水分蒸發이 抑制되어 旱魃을 輕減시킵니다. 또한 다른 밭作物에 비하여 乾燥條件에도 比較的 強하며, 短期間의 旱魃로 一時的 障害를 받은 後에는 회복이 빠르고 보상력이 강한 作物로 알려져 있습니다. 그리고 고구마의 肥大適溫(地溫)은 23~28°C이고 이것보다 높거나 낮으면 肥大障害를 받으나 우리나라 南部地域의 晚植栽培에서는 큰 問題가 없는 것으로 봅니다. 우리가 관심을 두어야 할 것은 고구마는 生理的 障害로서 冷害溫度인 9°C 以下에 오래두면 生活力이 低下하고 腐敗하기 쉽기 때문에 9°C 以下가 되지 않는 時期에 收穫하여 貯藏해야 합니다.

質 疑 元 鍾 燾(에너지研究所) : 우리나라 옥수수 栽培期間의 氣象狀態로 보아 5月 下旬~6月 中旬의 가름과 7月 中旬 以後의 장마철이 옥수수 生育에 크게 影響을 미칠 것으로 판단됩니다. 옥수수의 生育過程中에서 水分이 가장 민감한 時期가 開花期 前後라고 하셨는데 우리나라의 氣象條件에서는 오히려 生育初期의 旱魃이 收量에 더 큰 影響을 미칠 것으로 생각되는데 生育初期의 旱魃이 옥수수의 生育에 미치는 影響은 어떠합니까?

〔答〕 洪 殷 熹 : 우리나라 옥수수의 播種期는 新品種 交雜種들이 普及되면서 過去에 비하여 1個月 程度 播種適期가 빨라졌습니다. 따라서 旱魃이 오기 전에 發芽하여 뿌리의 伸張이 상당히 이루어진 條件이다. 어느 정도의 旱魃은 生育이나 收量에 크게 影響을 미치지 않을 것으로 봅니다. 또한 옥수수의 莖수나 子수는 5~6葉期에 이미 分化하기 始作하여 4月 中旬에 播種하는 경우 6月 上旬이면 子房의 分化가 完了되는데 이삭이 分化되는 子房의 數는 環境條件에 크게 影響을 받지 않으며 이삭의 最終粒數는 開花後 同化産物의 生産量에 의하여 決定됩니다. 따라서 初期의 旱魃은 이삭의 分化나 子房의 發育에 대한 影響보다는 葉面積의 發育에 대한 影響이 더 큰 것으로 생각됩니다. 그러나 극심한 旱魃을 除外한다면 平年 氣象條件에서는 初期 旱魃이 옥수수의 生育 및 收量에 크게 影響을 미치지 않을 것으로 봅니다. 播種時 旱魃이 豫想될 때에는 약 5 cm 程度로 糞을 다스 깊게 파고 進압을 한 다음 覆土한 後 다시 進압을 하여주는 것이 좋으며 播種後 畝이나 未熟퇴비로 덮어주어 土壤의 水分蒸發을 抑制시키는 것도 한가지 方法이 되겠습니다.