

農業 氣候 地帶 區分과 氣象 災害 特性

崔燾香 · 尹成浩

Agroclimatic Zone and Characters of the Area Subject to Climatic Disaster in Korea

Don Hyang Choi and Seong Ho Yun

ABSTRACT

Agroclimate should be analyzed and evaluated accurately to make better use of available climatic resources for the establishment of optimum cropping systems. Introducing of appropriate cultivars and their cultivation techniques into classified agroclimatic zone could contribute to the stability and costs of crop production.

To classify the agroclimatic zones, such climatic factors as temperature, precipitation, sunshine, humidity and wind were considered as major influencing factors on the crop growth and yield. For the classification of rice agroclimatic zones, precipitation and drought index during transplanting time, the first occurrence of effective growth temperature (above 15°C) and its duration, the probability of low temperature occurrence, variation in temperature and sunshine hours, and climatic productivity index were used in the analysis.

The agroclimatic zones for rice crop were classified into 19 zones as follows: (1) Taebaek Alpine Zone, (2) Taebaek Semi-Alpine Zone, (3) Sobaek Mountainous Zone, (4) Noryeong Sobaek Mountainous Zone, (5) Yeongnam Inland Mountainous Zone, (6) Northern Central Inland Zone, (7) Central Inland Zone, (8) Western Soebaek Inland Zone, (9) Noryeong Eastern and Western Inland Zone, (10) Honam Inland Zone, (11) Yeongnam Basin Zone, (12) Yeongnam Inland Zone, (13) Western Central Plain Zone, (14) Southern Charyeong Plain Zone, (15) South Western Coastal Zone, (16) Southern Coastal Zone, (17) Northern Eastern Coastal Zone, (18) Central Eastern Coastal Zone, and (19) South Eastern Coastal Zone.

The classification of agroclimatic zones for cropping systems was based on the rice agroclimatic zones considering zonal climatic factors for both summer and winter crops and traditional cropping systems. The 9 agroclimatic zones were identified for cropping systems as follows: (I) Alpine Zone, (II) Mountainous Zone, (III) Central Northern Inland Zone, (IV) Central Northern West Coastal Zone, (V) Central Southern West Coastal Zone, (VI) Gyeongbuk Inland Zone, (VII) Southern Inland Zone, (VIII) Southern Coastal Zone, and (IX) Eastern Coastal Zone.

The agroclimatic zonal characteristics of climatic disasters under rice cultivation were identified: as frequent drought zones of (11) Yeongnam Basin Zone, (17) North Eastern Coastal Zone with the frequency of low temperature occurrence below 13°C at root setting stage above 9.1%, and (2) Taebaek Semi-Alpine Zone with cold injury during reproductive stages, as the typhoon and intensive precipitation zones of (10) Honam Inland Zone, (15) Southern West Coastal Zone, (16) Southern Coastal Zone with more than 4 times of damage in a year and with typhoon path and heavy precipitation intensity

concerned. Especially the three east coastal zones, (17), (18), and (19), were subjected to wind and flood damages 2 to 3 times a year as well as subjected to drought and cold temperature injury.

序 言

農業生産은 地域(region)과 局地(local) 氣候條件에 關連적 影響을 받게 된다. 農業과 밀접한 關係를 가지는 氣候條件을 農業氣候라고 하는데¹⁾, 農業技術이 進보함에 따라 氣候條件과 農業과의 關係는 多角化되어가고 있다. 그러므로 이들 兩者間의 法則性을 밝혀 實用的으로 쓸 수 있도록 하는 學問이 農業氣候學이다. 農業氣候學은 農業生産을 위한 氣候資源의 발굴과 이용을 취급하게 되는데, 氣候資源은 氣溫, 日射, 降水 등 여러 氣候要素의 複合체로서 作物生産에 깊이 關여하는 것이다. 따라서 復數의 氣候要素를 指標化하여⁶⁾ 特定地域의 氣候資源量을 分析하고 綜合判斷하여 그 地域의 農業氣候資源의 特性을 한 눈에 알 수 있게 할 필요가 있는 것이다.

農業氣候地帶區分은 栽培作物 등 使用目的에 따른 分類基準에 의하여 다양하게 區分될 수 있다. 農業氣候地帶의 區分은 主로 作物別 安全栽培地帶區分과 氣象災害對策 樹立을 위하여 이루어지고 있으며, 作物別 氣候區分에는 地域別로 자기 主要生育時期에 따라 生育과 收量에 크게 影響을 주는 氣候要因을 分析하여야 하고, 그 氣候要因의 分布特性을 中心으로 類似한 特性을 지닌 地域들을 묶어서 農業氣候地帶를 區分하게 된다. 따라서 氣候의 類似特性에 의하여 區分된 각 地帶內에서는 氣象災害出現樣相이 비슷하다.

氣象變化가 農業에 미치는 影響은 作物生育의 好適範圍의 上限과 下限을 벗어날 경우에 당하게 되는 직접적인 害作用과 病蟲害의 誘發條件 등의 間接적인 害作用이 있으므로 農業氣象災害를 한마디로 定義하기는 어렵지만, 農業氣象災害는 地域的인 出現特性을 지니고 있다. 氣象要因別 發生 程度에 따라 被害의 程度가 다를 뿐만 아니라 經營形態에 따라서도 달라지므로 氣象災害種類와 被害程度는 時代의 變遷에 따라서 달라지며, 급격히 發生되는 경우와 서서히 發生되는 경우 등 다양하여 農業氣象災害는 100% 豫測이 불가능한 뚜렷한 特徵을 지니고 있다. 이러한 氣象災害特性을 農業氣候資源 分析을 통하여 農業氣候地帶를 區分함으로써 합리적인 栽培法과 이에 따른 營農計劃을 사전에 수립할 수 있으므로 農業生産의 安定性을 增大시키게 되는 것이다.

氣候學의 概念으로 본 農業氣候의 歷史는 古代 그리스 時代로부터 비롯되는데 東洋에서는 節候와 農事와의 關係는 西洋보다 먼저 定立되어 왔다. 科學으로서 氣候學의 始初는 18世紀 유럽에서 氣象觀測網이 이루어진 뒤 Humbolt(1769~1859)의 “等溫線圖”로부터 시작되어 Woeikof(1842~1916), Supan(1847~1920), Hann(1839~1920), Bruckner(1862~1927) 등에 이르렀고, Köppen(1846~1940)에 의하여 體系化되면서부터 氣候學의 農業과의 關係가 重要視 되었다. 우리나라에서는 1986年 農業技術研究所에서 벼農事에 대한 農業氣候地帶가 최초로 區分되었다.¹⁴⁾

I. 農業氣候資源의 分布

“氣候資源”이라는 用語의 歷史는 길지 않다. 10여년 전에 영국에서 “Climatic Resource”라는 冊子가 發刊되면서 그 意味가 具體化된 것으로 본다. 최근에는 農業의 多樣化와 專門化에 따라 極地의 局地의 氣候도 그에 알맞은 農業生産에 적극적으로 利用되고 있으므로, 氣候도 “資源” 본래의 뜻에 符合되게 經濟的으로 活用되고 있는 傾向이다.

農業氣候資源의 利用에는 우선 氣候를 構成하는 各各의 要素가 地域別로 어떻게 分布하는가를 알아야 한다. 즉 氣候要素는 氣溫, 濕度, 風向, 風速, 日射量, 降水量, 氣壓, 雲量 등과 같은 것을 말하며, 이들 氣候要素의 地球上 分布는 氣候因子의 影響을 크게 받고 있다. 우리나라에서 氣候要素들의 地域的 分布를 보면 다음과 같다.

1. 氣候要素의 分布

1) 氣溫

○ 平均氣溫 : 우리나라의 年平均 氣溫¹⁴⁾은 中北部 地方은 11℃ 內外이나 南部海岸地帶에서는 14℃ 이상을 보여 緯度上 南北間에 3℃ 以上の 差異가 있으며, 같은 緯度上이라도 西海岸의 平野地에 비하여 山間地는 氣溫이 4℃ 이상 낮음으로서 地形에 따른 影響을 크게 받고 있음을 알 수 있다(그림 1).

○ 여름日(夏日) 溫度 出現 分布 : 日最高 氣溫이 25℃ 이상인 氣溫을 “여름氣溫”이라고 하고, 여름 氣溫이 出現한 날을 여름日이라고 한다. 여름日의 시작은 대체로 5月 下旬에서 6月 中旬頃에 시작되

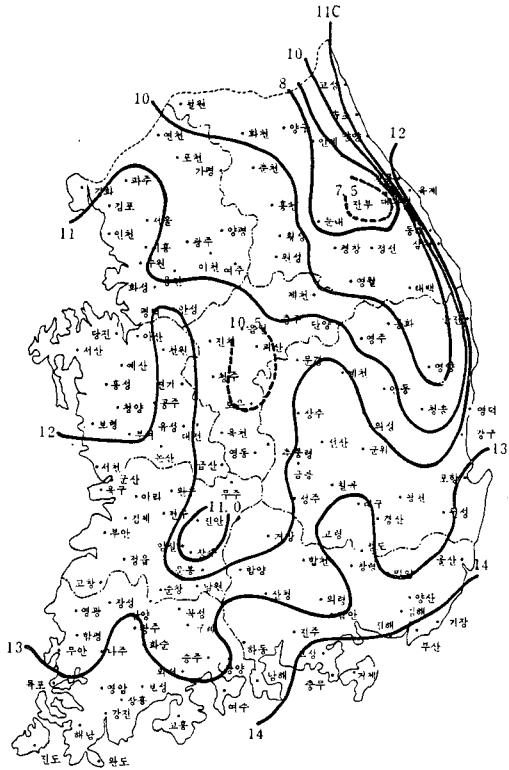


Fig. 1. Isothermalline of yearly normal mean air temperature in Korea

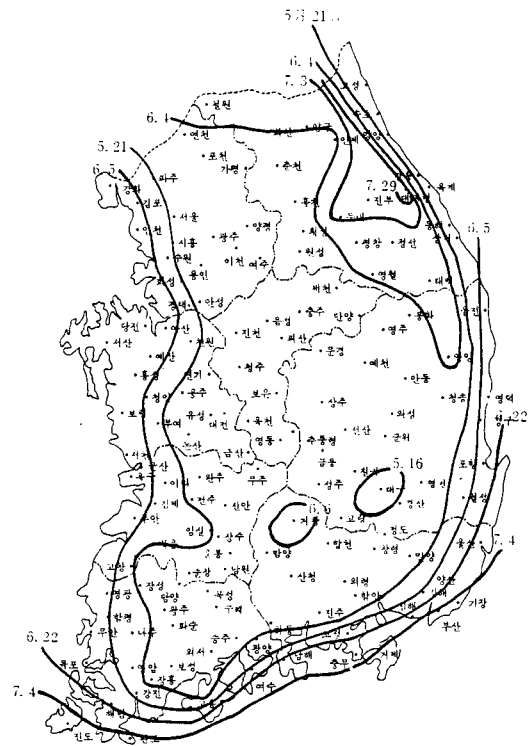


Fig. 2. Distribution of the date of summer day beginning (above 25°C of maximum air temperature) in Korea

어 9월 中下旬까지 이어지는 分布를 보인다 (그림 2). 氣候要因別로 보면 여름일의 시작은 內陸地方이 5월 20日~6월 4日로 빨리 오고, 山間地方은 7월 3日~20日로서 이보다 늦다. 한편 海岸 가까운 地方은 바다바람의 영향으로 한 여름에도 氣溫이 內陸만큼 높지 않아 日最高氣溫이 25°C 이상 되는 때가 內陸에 비하여 늦다. 그러나 여름일이 끝나는 때는 남북간에 뚜렷한 차이를 보인다(그림 3). 따라서 여름日 期間은 南部內陸地方이 130日로 가장 길고, 中北部 山間地는 60~80日에 불과하다.

○ 겨울日(冬日) 溫度 出現 分布: 0°C 이하로 日 最低氣溫이 떨어지는 때를 “겨울日”라고 하는데, 대체로 12월 上旬부터 이듬해 3월 中旬까지이고, 地域에 따라서 차이를 보인다. 겨울日 溫度 出現 持續 期間의 地域의 分布를 보면(그림 4) 大關嶺과 珍富를 포함하는 山間高冷地의 150日과 忠武, 釜山을 포함하는 南部海岸地의 50日을 서로 비교하여 보면 현저하게 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

○ 最低極氣溫: 最低極氣溫은 1월 最低氣溫과 더불어 越冬作物과 果樹를 비롯한 永年生作物의 栽培

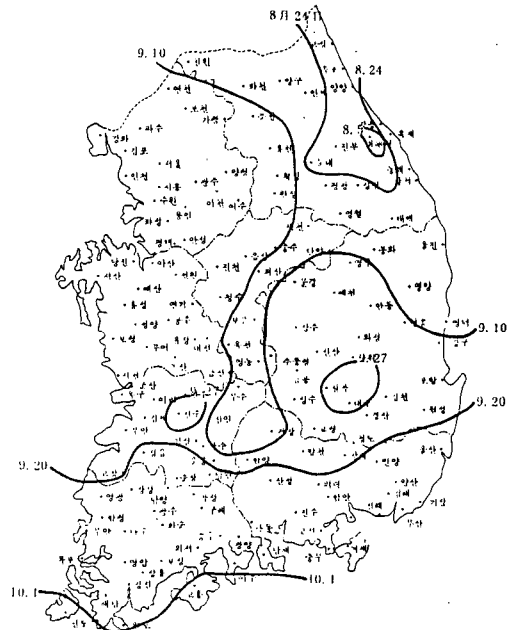


Fig. 3. Distribution of the last dates of summer day temperature, above 25°C maximum air temperature in Korea

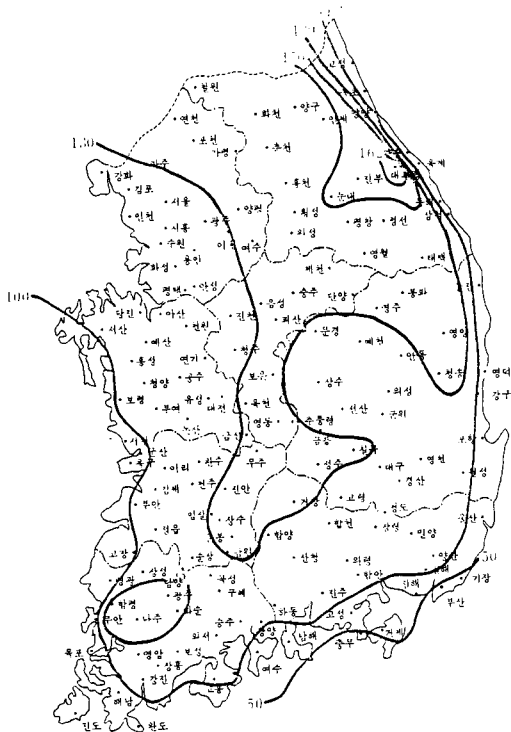


Fig. 4. Distribution of consecutive winter days, below 0°C of minimum air temperature in Korea

의 限界를 設定하는데 利用되어 왔다.

우리나라의 最低極氣溫을 보면(그림 5) 가장 낮은 地域은 大關嶺과 楊平으로서 -30°C이며, 全南, 慶南의 일부 地域에서도 -15°C 程度의 最低極氣溫이 나타난다.

2) 日射와 日照

太陽에너지는 모든 氣象現象의 原動力이며 綠色植物의 物質生産을 위한 推進에너지이다. 그러므로 日射는 農業氣候資源으로서 원천적인 要素이다. 太陽에너지의 分布와 그 變動性을 分明히 하기 위해서는 여러 觀測地點에서 長期間 계속하여 실시한 觀測值가 要求되지만 그렇지 못한 경우에는 日射量과 관계가 깊은 日照時數의 測定值를 使用하게 된다.

○ 日射 : 日射量은 太陽으로부터 輻射되어 大氣圈 밖에 도달할 때 直角面에 대하여 分當 約 2 cal/cm² (1,360 w/m²)로 地球가 太陽으로부터 평균 거리에 있을 때는 一定하여 이를 太陽常數 I₀라 한다. 그러나 大氣圈을 통과하면서 大氣中에 있는 수증기, 탄산가스, 먼지 등에 의하여 散亂되거나 吸收되기 때문에 地表에 도달하는 에너지는 減衰된다. 우리나라

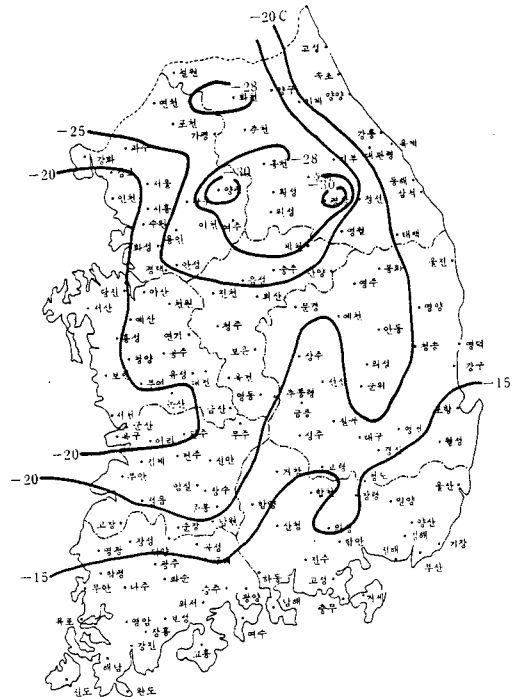


Fig. 5. Isothermalline of the extreme minimum air temperature in January in Korea

라에서 非農事期間에 大氣圈에 도달하는 日射量은 日平均 38.54 MJ m⁻² (921 cal cm⁻²)이고 地表에 도달하는 量은 28.64 MJ m⁻² 정도로서 그 到達率은 약 75%이다.¹⁰⁾ 地表에서 測定되는 水平面日射量은 日照時間과 더불어 緯度, 標高, 季節, 地形에 따라서 큰 차이를 보인다.¹⁴⁾ 地域別 日射量을 보면(表 1) 日照率이 낮은 것으로 알려져 있는 江陵과 서울은 다른 地域보다 적으며 江陵은 5월에도 13.72 MJ m⁻² d⁻¹ (328.2 cal cm² d⁻¹)에 불과하다. 서울은 都市上空의 煙霧質에 의한 日射의 흡수차단의 영향과 江陵에서는 海霧 등 안개에 의한 영향이 큰 것으로 본다.

○ 日照 : 日照時間은 햇빛이 구름이나 안개 등에 의하여 가려지지 않고 地面을 비친 時間을 말한다. 日照時間은 緯度和 季節에 따른 日長(daylength)에 의하여 可照時間이 변하므로 可照時間에 대한 日照時間의 百分率로서 日照率을 表示하기도 한다. 우리나라의 日照率 分布는 地域에 따라 복잡한 樣相을 보인다(그림 6). 東北部海岸 일부地域과 서울, 西南海岸一帶, 그리고 處嶺과 小白山脈의 周邊은 日照率이 낮은 편이고, 嶺南內陸과 金堤, 萬頃平野地帶는 높은 편이다.

Table 1. Regional monthly normal solar radiation ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) in Korea

Month	Suwon	Seoul	Chuncheon	Kangreung	Kwangju	Daegu	Busan
Jan.	8.31	7.47	7.01	6.84	8.61	8.59	11.09
Feb.	10.58	9.56	7.72	8.84	10.48	10.62	12.85
Mar.	13.36	12.66	12.21	10.44	13.99	13.23	15.86
Apr.	15.28	14.31	14.47	12.28	13.81	12.95	18.01
May	16.90	15.86	16.94	13.72	18.10	18.20	19.13
Jun.	14.68	14.48	16.89	11.14	14.89	16.24	15.47
Jul.	12.61	11.63	14.02	10.58	12.55	12.87	15.11
Aug.	12.57	12.33	13.16	10.07	13.95	12.61	15.89
Sep.	11.94	12.00	11.89	9.11	11.37	10.42	12.51
Oct.	10.90	10.93	10.48	8.58	12.30	11.75	13.51
Nov.	8.15	7.57	7.22	6.70	7.63	8.85	9.65
Dec.	6.85	6.12	6.15	6.14	6.69	8.20	9.71
Mean	11.84	11.24	11.51	9.53	12.07	12.04	14.07

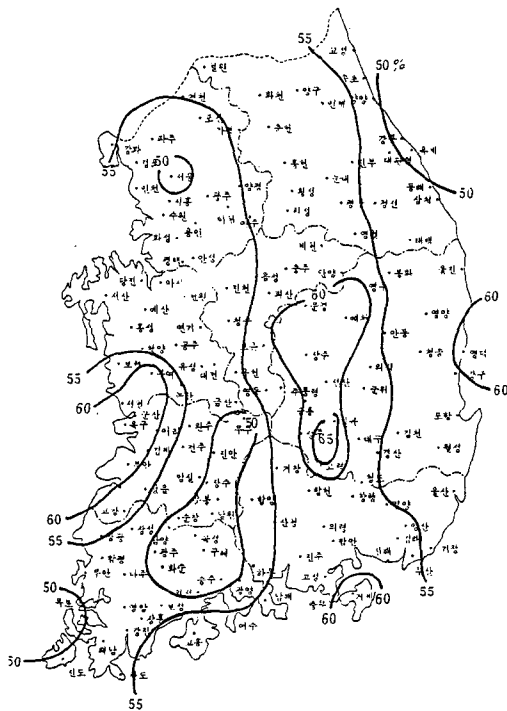


Fig. 6. Annual distribution of normal rate of sunshine duration(%)

3) 降水: 비, 이슬비 등의 液相은 물론 눈, 싸라기눈, 우박 등의 固相으로 落下하는 현상을 모두 降水라고 하며, 降水量은 이들 모두를 물의 量으로 나타낸 것이다.

降水現象은 上昇氣流를 일으키는 원인에 따라 여러가지로 나누어진다. 地形的인 差異에 의하여 水蒸氣를 많이 품고 있는 氣流가 山을 넘을 때의 降水

를 “地形性 降水”라 하고, 寒冷前線 또는 溫暖前線의 不連續相에서 氣流가 上昇하여 생기는 降水를 “前線性 降水”, 低氣壓 活動에 의한 降水를 “低氣壓性 降水”라고 하며, 氣層이 不安定한 狀態일 때 上下 空氣의 反轉이 급격히 일어나면서 나타나는 강우인 “불안정성 소나기” 등 여러가지가 있다. 이와같이 降水現象은 불규칙하여 예측하기가 어렵다.

○ 年降水量: 우리나라의 年降水量 分布는⁷⁾ 대체

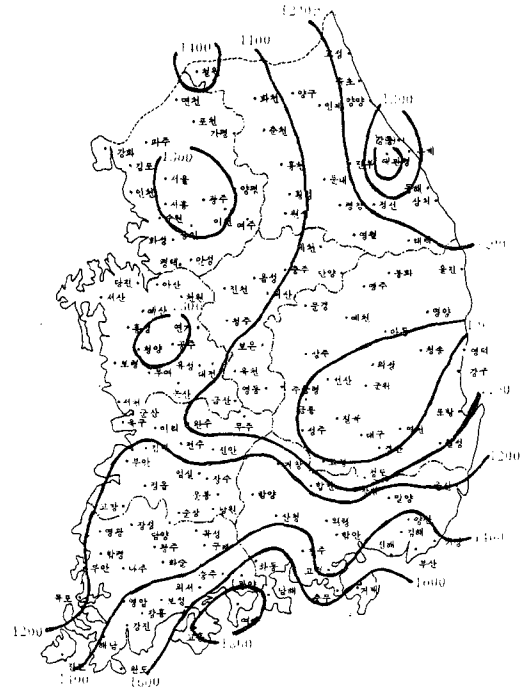


Fig. 7. Distribution of annual precipitation (mm) in Korea

로 南部地方에서 北上할수록 감소되는 경향인데, 南海岸과 濟州道에서는 年降水量이 1,400mm가 넘지만 嶺南內陸은 900~1,100mm로 이보다 적고 中部地方은 1,000~1,300mm이다(그림 7).

○ 雷雨: 천둥과 번개를 동반하는 降雨로 소나기 성이며 우박을 동반하는 경우도 있으며, 積亂雲 中에서 발생한다(그림 8).

4) 蒸發

물이 氣體狀態의 水蒸氣로 변하여 大氣中으로 나가는 현상을 蒸發이라고 하는데, 農業에서는 耕地的 水面이나 地面으로부터의 蒸發과 作物體內 生理作用으로 일어나는 蒸散作用이 同時에 일어나고 있고 이를 分離하기가 쉽지 않아 이 두가지 作用을 합하여 “蒸發散”이라고 한다. 農耕地的 물관리를 위해서는 蒸發散을 測定하는 것이 要求되지만 測定施設이 복잡하여 農業氣象에서는 水面的 蒸發量을 測定하여 大氣蒸發要求量의 標準으로 삼고 이를 蒸發量이라고 定義한다.

우리나라의 蒸發量의 地域間 差異는 7) 대체로 氣溫分布와 비슷한 傾向을 보여 南部일수록 그 量이 많으며(그림 9), 특히 降水量이 적고 日照時間이 많은 大邱를 中心으로 한 地域은 蒸發量이 많다.

5) 서리

無霜期間은 農作物의 栽培可能性을 결정하는데 오

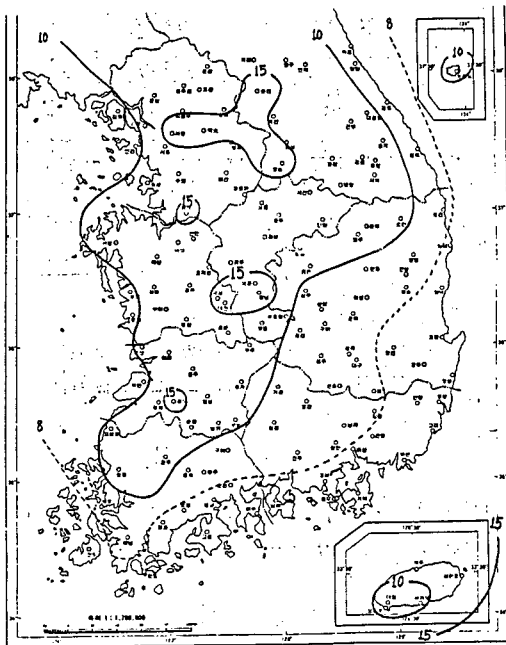


Fig. 8. Distribution of annual frequency of thundershower in Korea (1968-82)

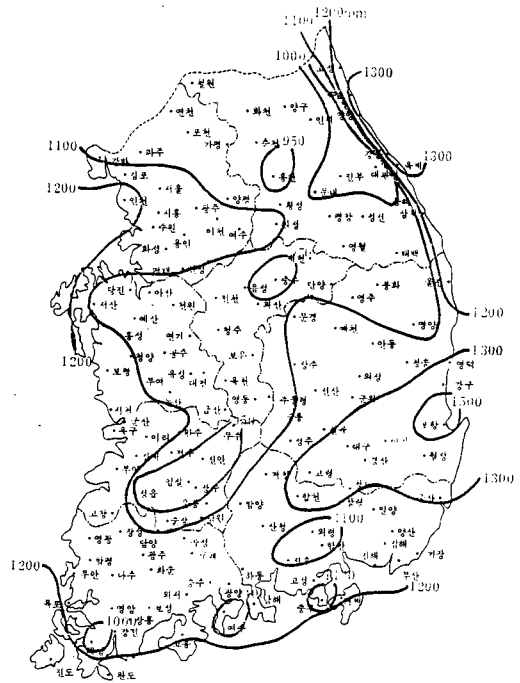


Fig. 9. Distribution of annual evaporation in Korea

래전부터 이용되어 왔다. 越冬作物이나 永年生作物을 제외한 여름 作物들은 이 無霜期間에 栽培된다. 地域의 極初霜日은 平均 初霜日보다 20日程度 빠르고, 極晚霜日은 平均晚霜日보다 늦은 경향이 있으므로 作物과 品種 선택 그리고 栽培時期 결정에 고려하여야 한다.

無霜期間의 地域別 分布를 보면(그림 10)이 가장 짧은 지역은 140~160日로서 太白山脈을 중심한 大關嶺, 珍富 등지이고, 가장 긴 地域은 南海岸으로 240日 이상이다.

2. 農業氣候指數의 分布

氣候指數는 氣候要素를 특정한 목적에 따라 數式 등의 형태로 表現하여 利用에 편리하도록 한 것이다. 主要 氣候指數에는 Lang의 雨量因子, Martonne의 乾燥指數, Köppen의 乾燥限界指數, Thornwaite의 PE指數, Budyk의 輻射乾燥指數 등이 있다.¹²⁾ 그런데 특별히 作物의 生産이나 生育을 指標化한 것을 農業氣候指數라고 한다. 農作物에 대한 氣溫과 日照時間의 重要性을 고려하여 最低氣溫, 積算溫度 등의 氣候要素를 利用하여 生産성을 나타내기도 하는데, 이러한 農業氣候指數는 여러가지로 考案되어

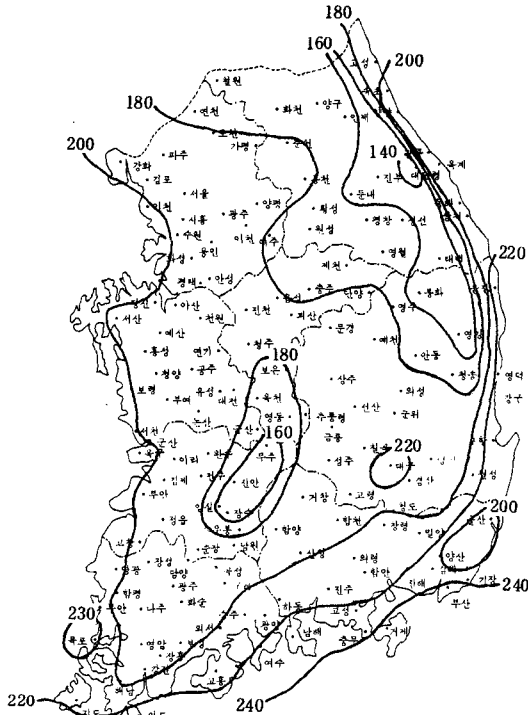


Fig. 10. Distribution of consecutive frost-free days in Korea

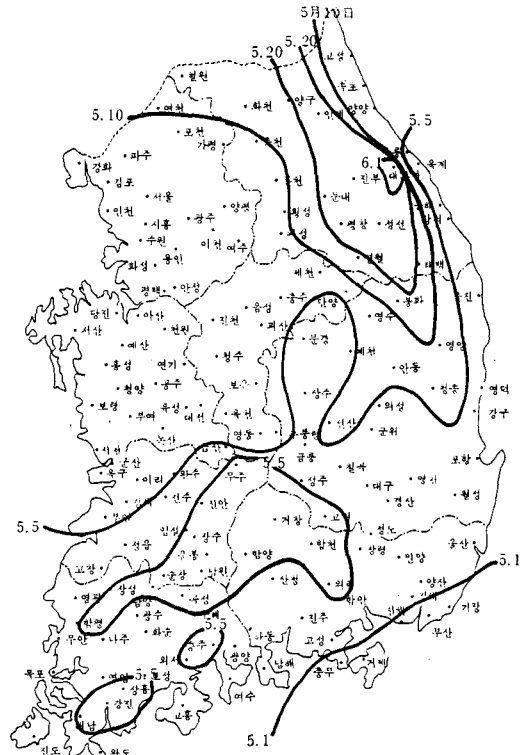


Fig. 11. Distribution of the beginning date of crop period temperature (above 15°C) in Korea

사용하며 이들 중의 일부를 소개하면 다음과 같다.

1) 積算溫度: 溫度에 관한 氣候를 나타내는데 쓰이는 指標로서 Reaumur (1735)가 주장하였다. 매일의 평균기온을 일정기간 合算한 것인데, 0°C 이상의 平均氣溫을 合算하는 경우가 있고, 作物生育有效積算溫度的 概念으로 사용하는 경우가 있는데, 이 경우에는 測定된 溫度和 基準溫度와의 差를 일정기간 合計하여 쓰기도 하는 등 作物에 따라서 生育期間을 溫度에 대한 反應으로 나타내기 위하여 여러가지로 구하여 쓰고 있다.¹³⁾ 中央氣象臺에서는 基準溫度(0°, 5°, 10°, 15°C)별로 年間 有效積算溫度를 標高別로 算出한 바 있다.¹⁵⁾

2) 作物期間: 日平均 氣溫이 15°C 이상인 期間으로서 여름作物的 栽培可能期間의 指標가 된다. 地形에 따른 作物期間은 대체로 標高가 100m 높아짐에 따라서 약 10日정도 作物期間이 단축되는 것으로 본다. 벼농사에서는 이 作物期間의 基準溫度 이상을 積算한 것을 有效積算溫度로 사용하였으며¹⁴⁾, 作物期間의 出現初日, 出現持續期間, 그리고 出現持續期間의 積算溫度 등을 地域別로 보면, 出現初日은 (그림 11) 太白山脈이 中心이 되는 山間地域은 5

月 10日~5月 20日頃이며, 中部地方은 5月 5日~5月 10日頃, 南部는 5月 1日~5日頃이다. 有效溫度 出現持續期間은(그림 12) 大關嶺을 中心한 地域이 100日程度로 짧고, 北部山間地方은 130~140日 가량이며, 中部內陸地方은 150日 内外, 南部海岸地方은 170~180日로서 가장 길다. 作物期間의 有效積算溫度는(그림 13) 太白山間地域이 1,700~2,800°C, 中部地方은 3,000°C 정도, 南部地方은 3,600~3,800°C로서 南部와 北部 間에는 2,000°C 이상의 差가 있으므로 地域別 氣候資源量의 活用을 위한 適地適作이 要求된다.

3) 溫量指數: 年間 月平均 氣溫이 5°C 이상되는 달의 月平均 氣溫에서 5°C를 뺀 값의 年合計인 積算值을 말한다. 溫量指數는 日平均 氣溫을 사용한 指標보다는 精密性은 떨어지지만 局地的인 작은 變화가 除去되므로 넓은 地域에 걸친 農作物栽培分布를 調査할 때는 검토가 용이하고 실제에 가깝다.

溫量指數는 氣溫과 農作物과의 關係에서 熱에너지의 程度를 나타내는 指標이므로 作物의 生産力을 말

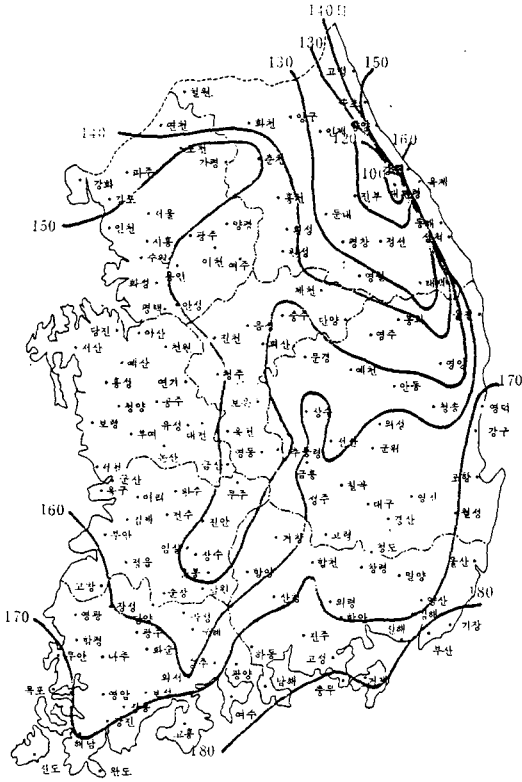


Fig. 12. Distribution of crop period in Korea

하는 指數가 되기도 한다. 일반적으로 溫量指數가 높아지면 生産力指數도 直線的으로 增大하는 傾向을 보인다. 우리나라의 中南部의 溫量指數는 100 이상을 보인다(그림 14).

4) 生物期間과 植物期間: 日最低氣溫이 5°C 이

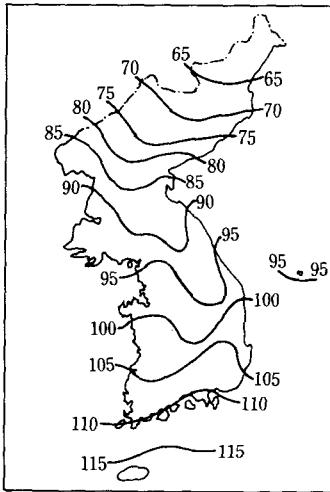


Fig. 14. Distribution of warmth index in Korea

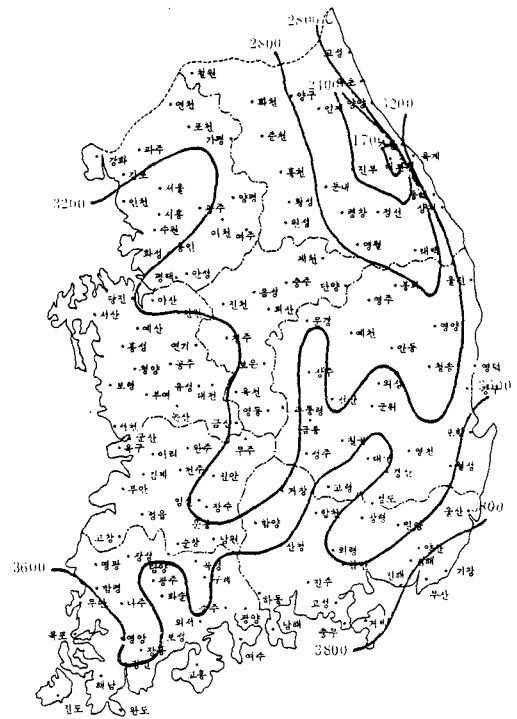


Fig. 13. Distribution of annual degree-days(°C) during crop period in Korea

Table 2. Regional warmth index in the world

Region	Warmth index
Seoul	97.5
Tokyo	81.4
Beijing	108.6
Taipei	200.7
Hochiminh	269.9
Manila	256.1
Verhojansk	27.1
Bergen	38.2
Sydney	150.1
New York	244.3
Honolulu	227.6

상인 年間日數를 “生物期間”이라고 하며, 日平均氣溫이 5°C 이상인 期間의 日數를 “植物期間”이라고 한다.¹¹⁾ 따라서 生物期間은 植物期間보다 짧다(表 3). 이들 期間은 農作物의 播種, 移秧(移植), 施肥, 出穗開花 등 管理適期에 대한 指標로서 利用된다. 한편 生物期間과 植物期間은 標高가 100 m 높아짐에 따라 5~10日間 減少됨을 고려하여 氣候資源의 擴大 利用方法을 提示한 報告¹⁵⁾도 있다. 植物期間의 出現時期를 利用한 果樹의 滿開期豫測方法을

Table 3. Regional biological and vegetative period in Korea

Region	Biological period	Vegetative period
	day	
Kangreung	217	260
Seoul	199	249
Inchon	210	248
Ulreungdo	217	266
Chupunryong	197	251
Pohang	229	281
Daegu	210	259
Jeonju	207	258
Ulsan	223	277
Kwangju	202	262
Busan	247	287
Mogpo	237	275
Yosu	246	288
Jeju	262	333

紹介하면 다음과 같다.

사과의 滿開期豫測 모델

$$DVR_i = [(1/(A - B \cdot \bar{t}))] \cdot 100 \quad \text{①}$$

$$DVS = \sum_{i=0}^n DVR_i \quad \text{②}$$

但, DVR = 發育速度, DVS = 發育段階
 \bar{t} = 日平均氣溫 ($\bar{t} < 5^\circ\text{C}$, DVR = 0)
 A와 B는 Parameter

5) 氣候生産力指數: 地域別로 作物栽培 期間中的 氣候資源量을 定量的으로 表現하기는 어렵지만 치명적인 氣象災害만 없다면 氣候生産力 指數에 의하여 評價가 가능하다. 벼의 경우에는 出穗期以後 40 日間の 平均氣溫과 日照時數 등 氣象條件과 水量과의 關係式을 나타내면,

$$CPI = DS [0.187 - 0.0034(\bar{t} - 22.75)^2]$$

가 成立된다. 여기서 CPI는 氣候生産力指數이고, DS는 40 日間の 日平均 日照時數이며 \bar{t} 는 그 期間의 日平均氣溫이다.

6) 旱魃指數: 벼農事를 중심으로 地域別 旱魃指數를 氣候的으로 評價할 때 4月~6月的 積算蒸發量과 積算降雨量의 比($\Sigma E/\Sigma R$)를 計算하여 사용하는데¹⁴⁾ 이 때는 水利施設 등은 고려하지 않는다. 旱魃指數의 分布를 보면(그림 15) 大邱를 중심으로 한 지역이 1.9로서 가뭄이 가장 심한 氣候條件을 보이고 있으며, 太白山脈 東쪽 嶺東海岸도 1.6 이나 된다.

7) 其他: C.V.P 指數, Klimofator 등 여러 指標가 있고, 氣溫, 降雨, 日射 등에 대한 農業氣候指

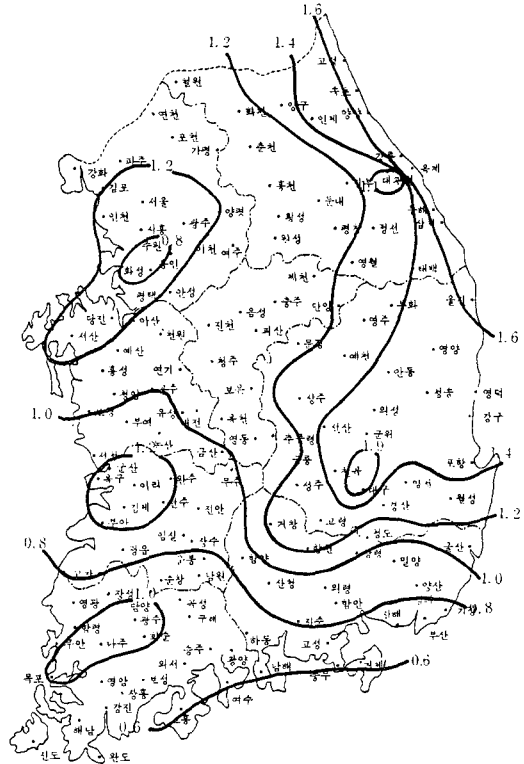


Fig. 15. Distribution of annual drought index($\Sigma E/\Sigma R$) in Korea

數를 開發하고 있다.

II. 農業氣候地帶區分

農業氣候地帶를 특별히 區分하여야 하는 理由는 앞서 밝힌 바와 같이 農作物의 安全生産과 언제 당하게 될지 모르는 氣象災害의 對策을 수립하고자 하는 目的에 있다. 氣候地帶의 區分은 傳來로 氣候學과 地理學의 立場에서 이루어져 왔으며, 農業生産과 關聯하여 특별히 地帶區分을 시도한 것은 近來에 와서부터이다. 人口가 增加되고 異常氣象이 자주 出現되면서 食糧問題가 심각해지게 되므로서 氣候區分을 農業에도 應用하게 된 것이다.

日本에서는 土地利用計劃에서 土地의 分級을 위하여 濫量指數, 雨量係數, 寒冷指數 등을 重疊比較하여 農業氣候를 區分한 바³⁾ 있으며, 東北地方을 대상으로 各種 氣候要素를 分析하여 水稻栽培地帶區分을 21個 地帶로 다시 細分하기도 하였다.

우리나라에서는 中央氣象臺¹⁵⁾에서 氣候要素와 地域特性, 自然植生을 고려하여 區分한 바 있다. 그러

나 作物栽培에 利用하기에는 아쉬움이 없지 않다.

1. 벼 栽培 農業氣候地帶區分

農業生産을 지배하는 環境要因 중에서 가장 비중이 큰 氣候는, 모든 要素가 作物生育時期마다 複合的으로 影響을 주기 때문에 農作物 전체에 적용되는 기후지대 구분은 불가능하다. 여기서는 벼生育期間中에 크게 影響을 주는 移秧期의 降水量과 旱魃指數, 有效溫度(作物期間溫度)의 出現時期와 그 持續期間, 低溫出現率, 氣溫과 日照時數의 分布變動, 氣候生産力指數 등을 綜合分析하였다.

2) 農業氣候地帶區分

벼農事에 대한 우리나라의 氣候地帶는 앞서 밝힌 氣候要素에 의하여 19個 地帶로 細分된다(그림 16). 여기서는 各地帶別 氣溫變異를 알 수 있는 氣溫分布의 標準偏差도 區分基準의 하나로 사용하였다.

各地帶別 벼農事 期間中 主要 氣候特性을 要約하면(表 4) 山間地帶內에서도 太白高冷地帶와 南部의 盧嶺小白山間地帶間에는 作物期間이 130日 미만에서 152日로서 약 20日의 차이를 보이며, 8月의 氣溫도 3°~4°C 差異를 나타낸다. 嶺南內陸山

間地帶는 氣溫도 높고 作物期間도 길지만 移秧期 後하여(4~6月) 降水量은 적은 편이다. 內陸地帶間을 比較하면 中北部內陸과 南部內陸地帶間에는 作物期間이 15日, 7~9月 平均氣溫은 1.5°C가량 차이가 나며, 4~6月 降水量도 180mm 정도 다르다. 東海岸地帶間에도 이와 비슷한 傾向의 差異를 보이며 같은 緯度上의 嶺西地方보다 作物期間과 無霜期間은 길지만 低溫出現率이 높고 日照時數가 짧다.

2. 作物體系를 위한 農業氣候地帶

作物體系는 耕地를 時間과 空間的으로 作物生産에 가장 有利하게 活用하는 方案이다. 그러므로 作物體系의 確立을 위한 氣候地帶區分에는 겨울作物과 여름作物을 위한 共通의 氣候要素의 評價가 要求된다.

1) 겨울作物

겨울作物은 편의상 越冬作物과 施設栽培를 하는 여름作物로 나누어 생각하여야 할 것으로 본다. 越冬作物은 耐寒(凍)性和 關聯되고, 施設栽培作物은 加溫에너지 投入費用과 關聯되는 氣象要素인 겨울철 最低氣溫을 비롯한 日射에너지 등이 地帶區分에 重要한 要素가 된다. 그림 17은 벼를 비롯한 여름작

1. Taebaek Alpine
2. Taebaek Semi-Alpine
3. Sobaek Mountainous
4. Noryeong Sobaek Mountainous
5. Yeongnam Inland Mountainous
6. Northern Central Inland
7. Central Inland
8. Western Sobaek Inland
9. Noryeong Estern & Western Inland
10. Honam Innland
11. Yeongnam Basin
12. Yeongnam Inland
13. Western Central Plain
14. Southern Charyeong Plain
15. South Western Coastal
16. Southern Coastal
17. North Eastern Coastal
18. Centra Eastern Coastal
19. South Eastern Coastal

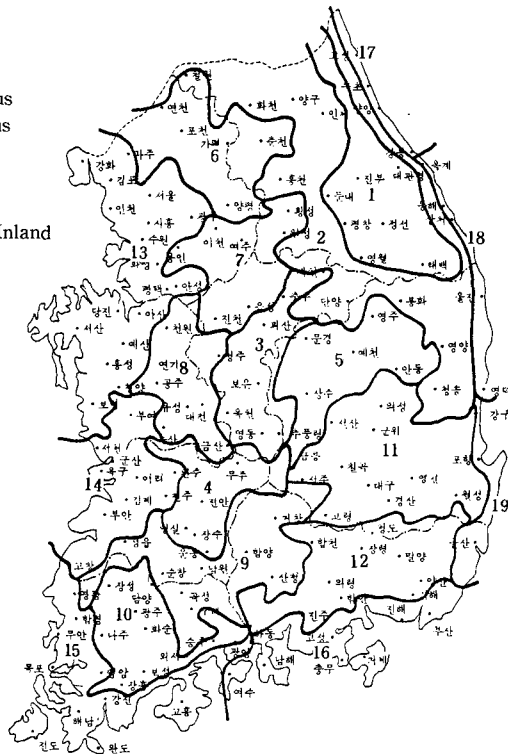
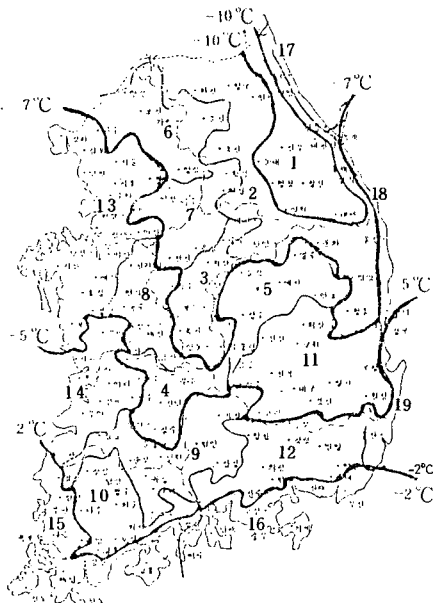


Fig. 16. Agroclimatic zone for rice in Korea

Table 4. Climatic characters of agroclimatic zones for rice crop in Korea

	Apr. - Jun.		Effective temp. (above 15c)		Low temp. Occurrence at transpiration time (%)	August		July-September		Daily sunshine hour (Aug.-Sep.)	Climatic productivity index		Frost (date)	
	Rainfall (mm)	Drought index	First date	Consecutive duration (day)		Accumulated temp.	Mean temp. (c)	Standard deviation	Mean temp. (c)		Standard deviation	First hour frost	Last hour frost	
1. Taebaek Alpine	358	1.1	Jun 1	130	1734	19	1.6	17.5	3	4.6	0.7	Sep 27	May 11	
2. Taebaek Semi-Alpine	352	1.1	May 15	140	2910	23.3	1.3	21.7	2.9	4.6	0.81	Oct 4	May 1	
3. Sobaek Mountainous	372	1.1	May 7	148	3140	23.9	1.2	22	2.9	5.5	0.9	Oct 14	Apr 18	
4. Noryeong Sobaek Mountainous	404	0.9	May 7	152	3145	24.1	1.3	22.2	2.9	4.9	0.92	Oct 9	Apr 25	
5. Yeongnam Inland Mountainous	388	1.2	May 5	155	3297	24.3	1.4	22.8	2.8	5	0.94	Oct 3	Apr 22	
6. Northern Central Inland	376	1	May 6	149	3158	24	1.2	22.5	2.9	5.4	0.95	Oct 14	Apr 17	
7. Central Inland	383	1	May 8	148	3170	24.3	1.2	22.6	2.9	5.4	0.97	Oct 16	Apr 12	
8. Western Sobaek Inland	397	1	May 5	156	3364	24.8	1.1	23.1	2.9	5.6	1	Oct 18	Apr 13	
9. Noryeong Eastern & Western Inland	448	0.9	May 5	160	3468	25.1	1.3	23.4	2.8	4.9	0.97	Oct 17	Apr 10	
10. Honam Inland	496	0.6	May 5	163	3535	25.5	1.2	23.8	2.6	5.2	1	Oct 24	Apr 14	
11. Yeongnam Basin	316	1.4	May 2	164	3511	25.1	1.6	23.4	2.9	5.5	0.96	Oct 27	Mar 26	
12. Yeongnam Inland	467	0.3	May 4	157	3554	25.5	1.4	24	2.7	5.6	1	Oct 20	May 30	
13. Western Central Plain	375	1	May 8	153	3235	24.5	1.1	22.9	2.5	6	0.98	Oct 16	Apr 19	
14. Southern Charyeong Plain	366	1	May 6	157	3442	25.5	1.2	23.5	2.7	6.2	1.03	Nov 12	Apr 1	
15. South Western Coastal	500	0.9	May 3	171	3668	25.5	1.3	23.8	2.3	5.8	1.01	Nov 17	Mar 29	
16. Southern Coastal	544	0.6	Apr 27	185	3878	25.3	1.3	23.9	2.3	5.7	1.01	Nov 21	Feb 22	
17. North Eastern Coastal	281	1.6	May 5	159	3275	23.8	1.6	22.3	2.7	5	0.89	Nov 15	Mar 30	
18. Central Eastern Coastal	304	1.4	May 3	167	3484	24.2	1.6	22.5	2.6	5	0.92	Nov 4	Mar 23	
19. South Eastern Coastal	369	1.1	May 2	172	3638	25.3	1.6	23.5	2.5	5.5	0.96	Nov 11	Mar 15	



1. Taebaek Alpine
2. Taebaek Semi-Alpine
3. Sobaek Mountainous
4. Noryeong Sobaek Mountainous
5. Yeongnam Inland Mountainous
6. Northern Central Inland
7. Central Inland
8. Western Sobaek Inland
9. Noryeong Eastern & Western Inland
10. Honam Inland
11. Yeongnam Basin
12. Yeongnam Inland
13. Western Central Plain
14. Southern Charyeong Plain
15. South Western Coastal
16. Southern Coastal
17. North Eastern Coastal
18. Central Eastern Coastal
19. South Eastern Coastal

Fig. 17. Distribution of minimum air temperature in January

물을 위하여 區分된 氣候地帶에 각각 어느정도의 1월 最低氣溫이 分布하는가를 알아본 것이며, 그림 20은 겨울철 日平均 氣溫과 作物期間과의 關係를 알아본 것이다.

1월 最低氣溫이 -2°C 이상인 地帶는 南西海岸地帶, 南部海岸地帶, 東海岸南部地帶로서 겨울이 따뜻한 地帶이다. -7°C 이하로 추운 地帶는 太白高冷地帶, 太白準高冷地帶, 小白山間地帶, 中北部內陸地帶, 中部內陸地帶이다. 地帶別 겨울철의 低溫程度는 施設栽培에서는 暖房熱의 要求量(輕油所要量)을 다

르게 한다. 이 要求量의 差異에 따른 地帶別로 보면 겨울철 最低氣溫이 -2°C 이상인 南西海岸地帶와 南部海岸地帶, 東海岸南部地帶는 年間 約 $7.1\text{kl}/10\text{a}$ 가 要求된다.⁷⁾

秋播麥類栽培에서는 1월 最低氣溫이 -5°C 이상되는 地帶는 쌀보리栽培가 가능하다고¹³⁾ 하였는데 그 地域은 그림 17에서 보는 바와 같다.

2) 여름作物

여름作物에서 벼에 대한 것은 그림 16에서와 같이 區分한 바 있으나¹⁴⁾, 다른 作物에 대한 區分은 구체적으로 실시된 바가 없다. 그러나 作物期間과 無霜期間은 共通으로 適用되므로 이 地帶別로 두 期間의 關係分析은 作物들의 生育反應과 關聯하여 作物樣式 選定에 도움이 될 것으로 본다. 作物期間과

1. Taebaek Alpine
2. Taebaek Semi-Alpine
3. Sobaek mountainous
4. Noryeong Sobaek Mountainous
5. Yeongnam Inland Mountainous
6. Northern Central Inland
7. Central Inland
8. Western Sobaek Inland
9. Noryeong Eastern & Western Inland
10. Honam Inland
11. Yeongnam Basin
12. Yeongnam Inland
13. Western Central Plain
14. Southern Charyeong Plain
15. South Western Coastal
16. Southern Coastal
17. North Eastern Coastal
18. Central Eastern Coastal
19. South Eastern Coastal

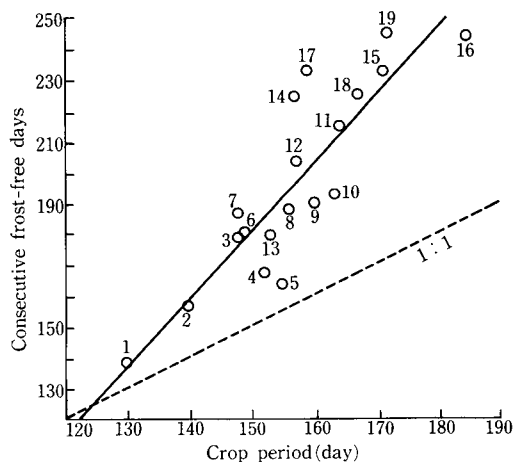


Fig. 18. Relationship between crop period and consecutive frost-free days of agroclimatic zone in Korea

無霜期間의 地帶別 分布와 아울러 그 關係를 보면 그림 18 과 같다. 無霜期間이 作物期間보다 平均 40 日 이상 많은데, 山間高冷地帶는 서로 큰 차이를 보이지 않지만 南部平野 또는 海岸은 그 차이가 큰 경향이다. 따라서 作物期間과 無霜期間의 차이가 커질 수록 겨울作物의 안정성이 높아 作物樣式의 多樣化가 가능한 것이다. 한편 作物期間과 無霜期間이 비슷한 지대는 봄과 가을이 비교적 짧고, 여름도 기온이 높지 않으므로 高冷地農業으로서 氣候資源을 알맞게 이용하게 되는 것이다.

作物期間과 그 期間中의 日平均 氣溫의 地帶別 分포를 보면(그림 19), 山間地帶는 作物期間이 짧고 氣溫도 낮지만 海岸地帶나 平野地帶는 作物期間과

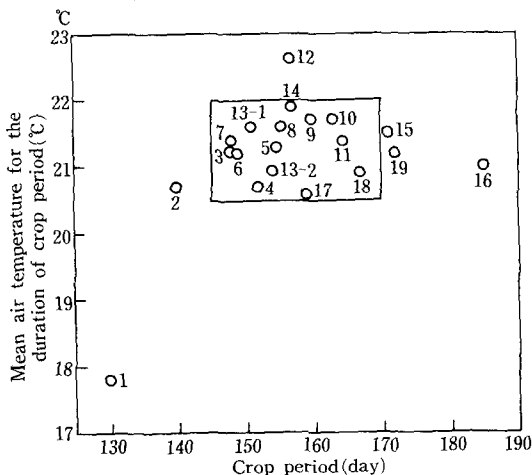


Fig. 19. Relation between crop period of agroclimatic zone and mean air temperature for the duration of crop period

1. Taebaek Alpine
2. Taebaek Semi-Alpine
3. Sobaek Mountainous
4. Noryeong Sobaek Mountainous
5. Yeongnam Inland Mountainous
6. Northern Central Inland
7. Central Inland
8. Western Sobaek Inland
9. Noryeong Estern & Western Inland
10. Honam Inland
11. Yeongnam Basin
12. Yeongnam Inland
13. Western Central Plain
14. Southern Charyeong Plain
15. South Western Coastal
16. Southern Coastal
17. North Eastern Coastal
18. Central Eastern Coastal
19. South Eastern Coastal

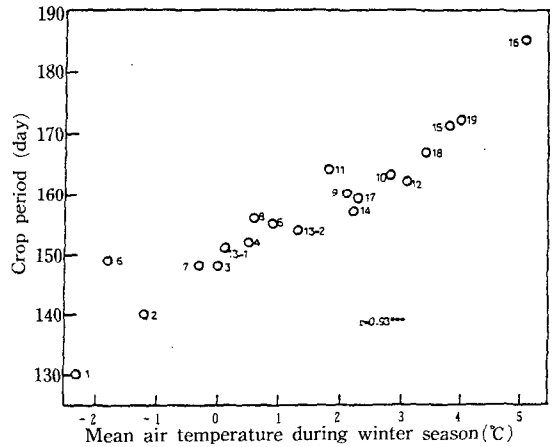


Fig. 20. Relation between mean air temperature in winter (Nov-Feb) and crop period of agroclimatic zones for rice crop in Korea.

그 期間의 平均氣溫과 뚜렷한 關係를 보이지 않았다. 內陸地帶는 海岸보다 作物期間은 짧지만 그 期間의 平均氣溫은 높은 경향이다. 이러한 지대별 특성은 여름作物들의 品種別 生育進展의 溫度反應이 각각 다르므로 作物과 品種의 選擇을 위한 기초정보가 된다.

作物體系를 위한 氣候地帶區分에는 여름作物과 겨울作物의 栽培環境을 동시에 評價할 필요가 있으므로 겨울철의 日平均 氣溫과 作物期間과의 關係와 그 地帶別 分布를 파악하는 것이 중요하다. 그림 20에서 보는 바와 같이 겨울철 平均氣溫이 높은 지대일 수록 作物期間이 길어지는 경향임을 알 수 있다. 이러한 사실로 보아 “벼재배 농업기후지대”를 다른 작물의 作物體系氣候地帶 區分에 적용할 수 있을 것

로 판단된다.

이상에서 밝혀진 無霜期間, 15°C 이상 有效溫度 出現의 作物期間, 積算溫度, 겨울철 平均氣溫 등 氣候要素들을 分析하여 “벼栽培農業氣候地帶”를 바탕으로 하여 다시 “作付體系農業氣候地帶”로 크게 區分한 結果 9個 地帶로 나누어졌다(그림 21). 9個의 “作付體系農業氣候地帶”는

- I. 山間高冷地帶(태백고냉지대)
- II. 山間地帶(태백준고냉지대, 노령소백산간지대)
- III. 中北部內陸地帶(중북부내륙지대, 중부내륙지대, 소백산간지대)
- IV. 中北部西部海岸地帶(중서부평야지대의 평택이북지역)
- V. 中南部西部海岸地帶(중서부평야지대의 아산이남지역, 소백서부내륙지대, 차령남부평야지대)
- VI. 慶北內陸地帶(영남분지지대, 노령소백산간지대)

- 1. Apine
- 2. Mountainous
- 3. Central Northern Inland
- 4. Central Northern West Coastal
- 5. Central Southern Coastal
- 6. Gyeongbuk Inland
- 7. Southern Inland
- 8. Southern Coastal
- 9. Eastern Coastal

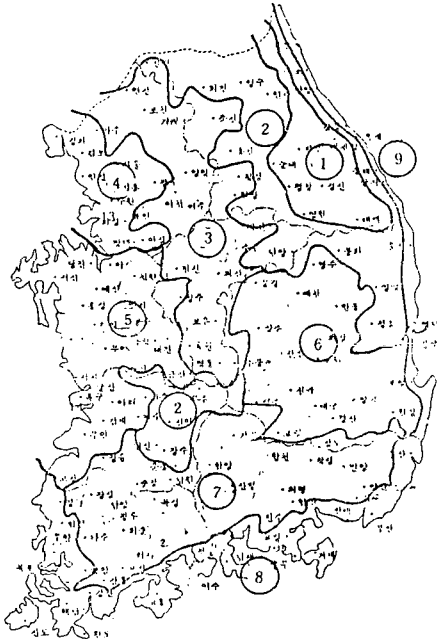


Fig. 21. Agroclimatic zone for cropping system in Korea

VII. 南部內陸地帶(노령동서내륙지대, 호남내륙지대, 영남내륙지대)

VIII. 南部海岸地帶(남서해안지대, 남부해안지대, 동해남부지대)

IX. 東海岸地帶(동해안북부지대, 동해안중부지대)
 作付體系氣候地帶別 氣候特性을 概略的으로 보면 表 5와 같다. 地帶 I은 無霜期間과 作物期間이 各各 139日和 130日로서 짧으면서 서로 차이가 크지 않으며, 겨울평균기온(-2.3°C)이 낮은 지대로서 高冷地 農業의 特性을 보인다. 地帶 II는 山間準高冷地로서 벼는 極早生 또는 早生種이 栽培되고, 番薯作은 傳來로 도입되지 않은 地帶이나 앞으로 여기에는 봄의 低溫에도 再生育이 활발한 飼料作物의 도입이 시도되어야 할 것이다. 地帶 III, IV는 無霜期間이 180日程度이고, 作物期間은 150日로서 벼 1毛作은 中生種 또는 中晚生種까지 재배가 되며 越冬作物로 麥類를 도입하는 것이 가능하지만 安定性이 높지 않으므로 越冬飼料作物(호밀 등) 도입이 권장될 만하다. 地帶 V, VI, VII은 傳來로 비교적 作付率(Cropping Index)이 높았던 地帶이고, 논, 밭 모두 作付樣式이 다양했던 地帶이다. 이 地帶는 無霜期間이 190日~199日이고 作物期間은 151~160日이며, 겨울 평균 기온이 零上 1.4~2.7°C로서 溫帶農業의 典型的 特性을 보이는 地帶들이다. 그러므로 作物과 品種, 栽培法 등을 알맞게 선택하여 作付樣式을 구성하면 勞動生産性을 低下시키지 않으면서 耕地의 高度利用이 가능한 地帶들로 볼 수 있다. 地帶 VIII은 多毛作에 가장 유리한 地帶로서 無霜期間은 240日정도로서 가장 길고, 作物期間도 176日이며, 겨울기온도 4.3°C로 높고, 海岸地帶이므로 여름철 기온이 內陸보다 낮아서 越冬作物의 급격한 夏枯現象을 완화시켜 주므로서 품질좋은 麥酒보리를 生産할 수 있고, 油菜는 越冬에 어려움 없이 충실한 種實을 생산할 수 있다. 地帶 IX는 東海岸의 冷潮風地帶로서 東北氣流의 影響을 받아 時期的으로 일정한 경향이 없이 冷潮風이 불어와 여름作物의 生育을 不安定하게 하여 수량을 낮게 하는 地帶이나 겨울철에는 바다의 影響을 받아 그다지 춥지 않으므로 앞으로의 作付體系에는 독특한 作目的 開發이 요구되는 地帶이다.

III. 農業氣候地帶와 氣象災害 特性

農作物에 대한 主要 氣象災害는 旱魃害, 風水害,

Table 5. Climatic characters of the agroclimatic zones for cropping system in Korea

Agroclimatic zone	Frost-free days	Crop period(above 15°C)		Annual mean temp. (°C)	Annual precipitation (mm)	Mean temp. in winter (°C)
		Day	Degree-days (°C)			
I. Alpine	139	130	1734	8.7	1115	-2.3
II. Mountainous	162	146	3028	10.7	1190	-0.4
III. Central Northern Inland	182	148	3156	10.6	1210	-0.7
IV. Central Northern West Coastal	185	151	3267	11.1	1288	0.1
V. Central Southern West Coastal	199	156	3342	11.9	1225	1.4
VI. Gyeongbuk Inland	190	160	3404	12.2	1055	1.4
VII. Southern Inland	196	160	3519	12.7	1419	4.3
VIII. Southern Coastal	241	176	3728	13.5	1384	4.3
IX. Eastern Coastal	228	163	3380	12.1	1240	2.9

冷害, 高溫害, 凍霜害 등이다. 우리나라의 기후를 지배하면서 氣象災害를 가져오는 氣團은 주로 5個이다.

1. 우리나라 附近의 氣團과 氣象災害

北太平洋 高氣壓氣團이 충분히 발달되지 못한 6 月中旬頃 오호츠크氣團이 발달하면 東北氣流의 찬 공기가 우리나라에 流入되는 경우와 北太平洋 高氣壓 세력이 약하면 여름철에도 시베리아의 寒冷高氣壓이 간접적 영향을 주어 低溫現象으로 冷害를 받게 되는 경우가 있다. 이러한 현상은 여름철의 장마전선 활동을 부진하게 하는 북태평양 고기압의 세력약화에 기인된다(그림 22).

2. 우리나라에 影響을 주는 颱風의 進路

우리나라에 영향을 주게 되는 颱風의 進路는(그림 23) 5가지 類型으로 나누어진다. 필리핀 西쪽 海上에서 熱帶性 低氣壓으로 發生하여 北東進하면서 颱風으로 발달하여 北上하면 우리나라에 영향을 주게 되는데, 颱風의 進行은 北太平洋高氣壓의 가장자리를 따라 北上하므로 그 고기압의 위치에 따라 통과위치가 결정된다. 그림 23에서 보는바와 같이 I 南海를 통과하여 東海로 빠져나가거나, II, III과 같이 南西쪽에서 上陸하여 東海로 進出하는 경우에 被害가 크며, V 西海上 北上도 陸地에 인접하여 진행하면 우리나라는 진행의 오른쪽이 되므로 그 被害도 무시할 수 없다. 이러한 정상 진로 외에 異常進路도 전체 태풍수의 5%정도 나타난다.¹⁴⁾ 颱風의

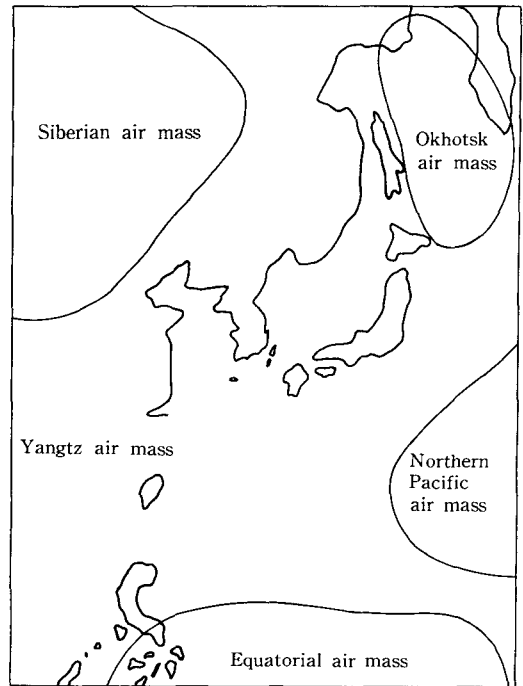
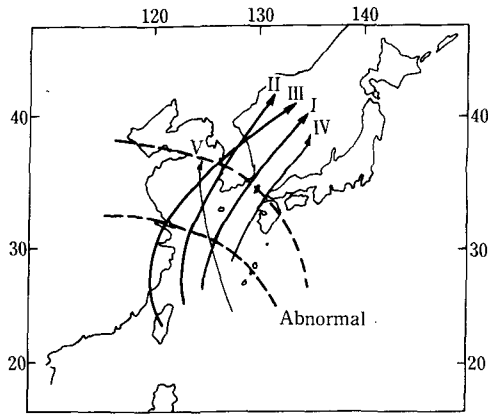


Fig. 22. Airmasses to effect Korean ceimate

進行速度는 高緯度일수록 빨라지지만 우리나라에 接近하여 그 영향권으로부터 벗어나기까지는 2~5日이 걸린다. 時期別로 農作物이 颱風被害를 받을 確率は 8, 9月이 가장 높다.

3. 農業氣象災害 出現 樣相

가. 冷害



Type of typhoon path	Frequency (1904-83)					Total
	June	July	August	September	October	
I	2	6	13	6	1	28
II	2	19	27	6	1	55
III	4	16	25	20	1	66
IV	3	12	16	27	2	60
V	—	15	7	2	—	24
Abnormal	—	4	6	2	—	13
Total	11	72	94	63	5	246

Fig. 23. Types of typhoon path and its frequency in Korean peninsula

Table 6. Regional Frequency of drought in rice transplanting time and during summer season

Region	Year	Drought in rice transplanting time (above 6 in drought index) ^a	Summer drought (below 100mm of monthly rainfall)		
			July	August	
			Suweon	1908-83	1965, 68, 22, 66, 83, 49, 76, 62, 72, 28, 81, 82. 27 years
	Freq. (%)	36.5	0.0	13.5	
Kangreung	1912-83	1952, 42, 68, 22, 29, 43, 65, 72 58, 70, 82 34 years	1961, 82, 42, 77, 17, 81, 73.	1949, 73, 65, 46, 24, 48, 17, 67, 39.	17 years 9 years
	Freq. (%)	48.6	24.3	12.9	
Gwangju	1940-83	1955, 68, 44, 82 83, 42, 51, 65, 43, 67, 49, 62. 12 years	1968, 77, 42, 52, 51, 50, 46, 76.	1967, 43, 83, 53, 50	8 years 5 years
	Freq. (%)	27.3	18.2	11.4	
Daegu	1908-83	1939, 82, 68, 52 65, 62, 20, 22, 55, 27, 43, 44. 35 years	1946, 39, 15 76, 38, 32, 42, 29, 28.	1964, 60, 50, 28, 35, 23, 07, 12, 13.	
	Freq. (%)		18.2	27.2	

^a $\Sigma T/R$, T is accumulated temperature (°C) and R is rain-fall (mm)

벼농사를 중심으로 하여 冷害危險度를 分析한 결과 低溫이었던 해의 氣溫偏差의 地域 分布에 따라 分類하면 大陸型, 東海型, 南海型으로 나누어진다. 그림 24에서 보는 바와 같이 大陸型은 '72年 8月の 冷害로서 여름철에 겨울과 같은 異常氣壓 配置로 시베리아冷氣流가 流入되어 中西部地方이 平年보다 2°C 낮아지는 경우로 벼의 登熟不良을 가져왔다. 東海型은 오호츠크海高氣壓이 發達하여 北太平洋 高氣壓이 一時 쇠퇴한 틈을 타 우리나라 東海岸까지 세력이 확장되면 찬 東北氣流에 의하여 冷害를 받게 되는 것으로 1980年 大冷害가 여기에 속한다. 南海型은 우리나라 東西에 각각 高氣壓이 자리를 잡고 있을 때 西쪽으로부터의 寒冷前線이 南海를 通過하면서 氣溫이 낮아지는 경우로서 '76年 9월에 南海岸이 平年보다 1.4°C 낮아졌다. 그러나 이 類型은 드물다.

旱魃은 降水가 불규칙적이고 그 分布 또한 局地性이 크고 偏差가 매우 크므로 旱魃頻度를 알아내기 위해서는 적어도 30年 이상의 長期氣象資料의 精密 分析이 필요하다. 旱魃의 指標는 蒸發量에 대한 降水量의 比로서 나타내는 경우가 많으나 일정기간의 積算溫度에 대한 降水量의 比로서 나타내기도(표 6)

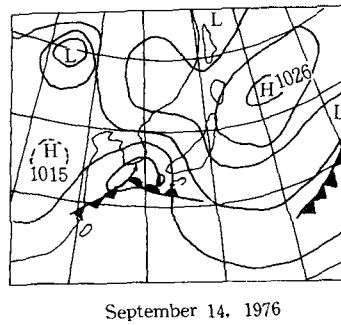
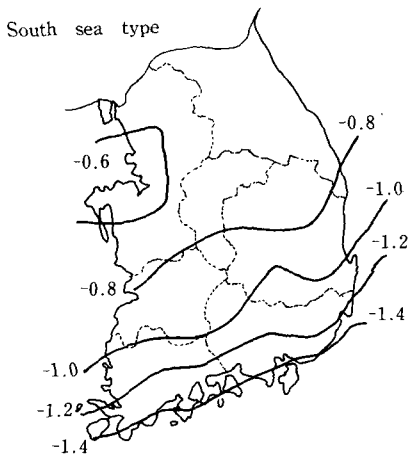
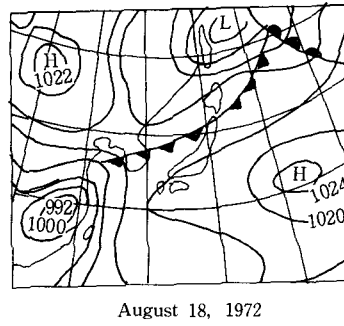
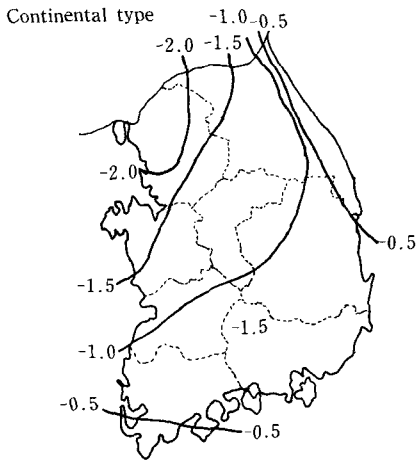
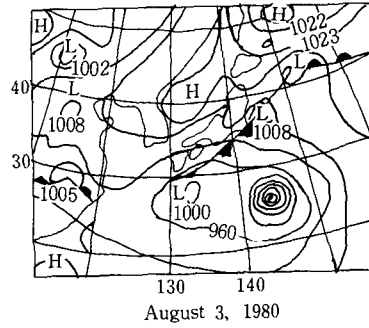
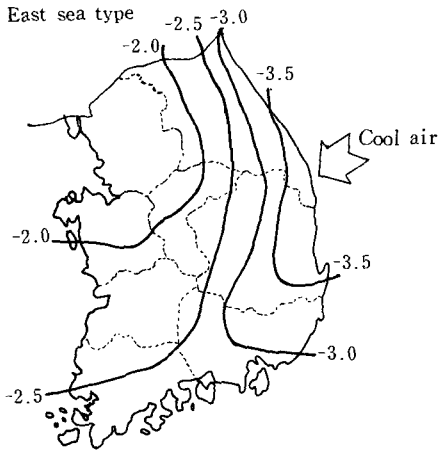


Fig. 24. Characters of cool summer damage types for crops in Korea

한다. 表 6 에서는 移秧期에는 적산온도에 대한 강수량의 비, $\sum T/R$ 이 6 이상인 경우와 7, 8월의 月降水量이 100mm 이하인 경우를 기준하여 조사한 것이다. 大邱와 江陵地方은 旱魃頻도가 다른 地域보다 높게 나타났다.

이러한 低溫에 의한 冷害, 旱魃, 風水害 등의 위험도를 地帶별로 알아볼 필요가 있다.

4. 農業氣候地帶別 氣象災害 危險度

벼農事를 위하여 구분한 農業氣候地帶를 중심으로 氣象災害 危險度の 基準을 설정하여 구분한 各 地帶別 농업기상재해의 위험정도를 보면, 旱魃害가 가장 심한 地帶는 大邱, 義城을 포함하는 嶺南盆地地帶와 東海岸의 北部와 中部地帶이고, 다음으로 旱魃指數가 1.2~1.3 으로 가뭄피해가 잦은 地帶는 太白準高冷地帶, 嶺南內陸山間地帶, 東海岸南部地帶 등이다 (表 7).

低溫에 의한 冷害危險地帶는 太白高冷地帶와 東海岸北部地帶로서 사실상 여름 作物의 限制地帶로 보

이는 地帶이고, 벼農事에서 耐冷性旱生種이 재배되는 太白準高冷地帶, 小白山間地帶, 嶺南小白山間地帶, 東海岸中部地帶 등은 作物生育全期間을 통하여 氣溫이 낮고 冷害가 우려되는 地帶이다(表 8, 9). 風水害가 심한 地帶로서는 湖南內陸地帶와 南西海岸地帶 및 南部海岸地帶이다(表 10).

農業氣候地帶 區分에서 冷害危險地帶로 判明된 地帶들에서 1988年의 冷害出現 樣相을 보면 그림 25와 같다. 冷害가 심하였던 地帶는 太白高冷地帶와 太白準高冷地帶인데 低溫出現期間인 7月 24日부터 8月 2日까지 日最低極氣溫이 太白高冷地帶의 珍富에서는 5.7℃였고, 太白準高冷地帶의 英陽 等地에서는 14℃였다. 이때의 冷害類型은 東海型 冷害로서 호호츠크海의 찬 高氣壓이 발달하여 우리나라 東海上까지 확장 분리하여 정체하면서 7月 31日에는 夜間輻射冷却을 조장하여 最低極氣溫을 기록하게 되었다.

위에서 열거한 農業氣象災害를 미리 分析하고 安全栽培를 위한 地帶別 알맞은 品種과 아울러 氣象災

Table 7. Distribution of agroclimatic zones for rice crop in drought

Drought index ($\Sigma E/R$)			
Above 1.4	1.2-1.3	1.0-1.1	Below 0.9
11. Yeongnam Basin	2. Taebaek Semi Alpine	3. Sobaek Mountainous	1. Taebaek Alpine
17. Northern East Coastal	5. Yeongnam Inland	6. Northern Central Inland	4. Noryeong Sobaek Mountainous
18. Central East Coastal	Mountainous	7. Central Inland	10. Honam Inland
	19. Southern East Coastal	8. Western Sobaek Inland	14. Southern Charyeong Plain
		9. Noryeong Eastern Western Inland	15. South Western Coastal
		12. Yeongnam Inland	15. South Western Coastal
		13. Western Central Plain	16. Southern Coastal

Table 8. Distribution of agroclimatic zones of low temperature occurrence frequency below 13°C for duration from 15 May to 5 June in rice root setting

Frequency (%)			
Above 9.1	6.1-9.0	2.1-6.0	Below 2.0
1. Taebaek Alpine	2. Taebaek Semi Alpine	5. Yeongnam Inland Mountainous	10. Hanam Inland
17. North Eastern Coastal	3. Sobaek Mountainous	6. Northern Central Inland	12. Yeongnam Inland
	4. Noryeong Sobaek Mountainous	7. Central Inland	15. South Western Coastal
	18. Central Eastern Coastal	8. Western Sobaek Inland	16. Southern Coastal
		9. Noryeong Eastern & Western Inland	
		11. Yeongnam Basin	
		13. Western Central Inland	
		14. Southern Charyeong Plain	
		19. South Eastern Coastal	

Table 9. Distribution of agroclimatic zones for rice classified by mean temperature for three months, July, August, and September

Mean air temperature from July to September(°C)			
21.0	21.1-22.0	22.1-23.0	Above 23.1
1. Taebaek Alpine	3. Sobaek Mountainous	4. Noryeong Sobaek Mountainous	9. Noryeong Eastern & Western Inland
2. Taebaek Semi Alpine	18. Central Eastern Coastal	5. Yeongnam Inland Mountainous	10. Honam Inland
17. North Eastern Coastal		6. Northern Central Inland	11. Yeongnam Basin
		7. Central Inland	12. Yeongnam Inland
		8. Western Sobaek Inland	14. Southern Chareong Plain
		13. Western Central Plain	15. South Western Coastal
		19. South Eastern Coastal	16. Southern Coastal

Table 10. Frequency of wind and flood damage in agroclimatic zones for rice crop

Frequency in 2-year			
More than 8	5-7	2-4	Less than 1
10. Honam Inland	17. North Eastern Coastal	5. Yeongnam Inland Mountainous	1. Taebaek Alpine
15. South Western Coastal	18. Central Eastern Coastal	11. Yeongnam Basin	2. Taebaek Semi Alpine
16. Southern Coastal	19. South Eastern Coastal	12. Yeongnam Inland	3. Sobaek Mountainous
		13. Western Central Plain	4. Noryeong Sobaek Mountainous
		14. Southern Charyeong Plain	6. Northern Central Inland
			7. Central Inland
			8. Western Sobaek Inland
			9. Noryeong Eastern & Western Inland

1. Taebaek Alpine 2. Taebaek Semi-Alpine

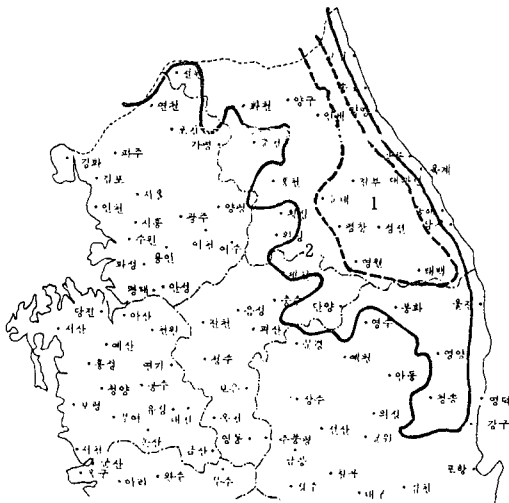


Fig. 25. Cool summer damage occurred agroclimatic zones for rice crop in late July of 1988

害出現樣相을 綜合하여 보면, 벼의 경우 作物期間이 짧고, 幼穗形成期에서 登熟期間까지 溫度가 낮은 地帶일수록 早生種이 安全性이 높아진다. 한편 作物期間이 길어도 벼農事期間중에 降水量이 적거나 氣溫의 偏差가 큰 地帶는 가뭄이나 低溫의 被害가 있는 特徵을 알 수 있다.

作物의 氣象災害對策을 樹立하기 위해서는 그림 26과 같은 과정이 필요하다. 年作을 웃도는 作況을 기대하려면 地帶別 氣象災害出現에 대한 氣候分析이 그 첫 단계이며, 그 結果에 따라서 氣候와 관련된 地形의 特性을 고려하여 恒久的인 事前的 對策이 樹立되어야 할 것이다.

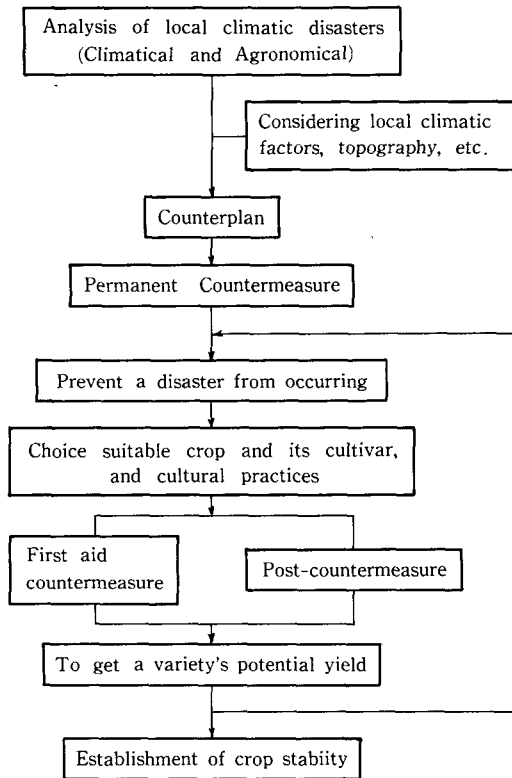


Fig. 26. Procedure the countermeasure of climatic disaster

摘 要

農業氣候는 適地 適作을 통하여 주어진 氣候資源을 최대한 활용한다는 의미에서 더욱 정밀하게 分析되고 評價되어야 한다. 作物生産의 安定性 增大와 生産費 節減을 圖謀하기 위해서는 作物別로 農業氣候 地帶를 區分하여, 地帶別로 알맞은 品種과 栽培技術을 도입 실시하는 것이 바람직하다. 農業氣候地帶 구분은 農業生産을 지배하는 氣溫, 降水量, 日照, 濕度, 바람 등 作物의 生育과 收量에 직접적으로 영향을 미치는 氣候要素들을 종합적으로 評價하여 地帶를 구분한다. 벼栽培를 위한 農業氣候地帶는 移秧期의 降水量과 旱魃指數, 生育 有效 溫度(15℃ 이상)의 出現時期와 持續期間(作物期間), 生育 段階別 低溫 出現率을 비롯하여 氣溫, 日照時數 등의 分布와 그 變動, 그리고 氣候生産力指數 등의 分析과 綜合 判斷을 통하여 비슷한 地域을 하나의 地帶로 묶어 구분한다. 구분된 우리나라의 벼栽培 農業氣候地帶는 19個 地帶로서, (1) 太白高冷地帶, (2)

太白準高冷地帶, (3) 小白山間地帶, (4) 嶺南小白山間地帶, (5) 嶺南內陸山間地帶, (6) 中北部內陸地帶, (7) 中部內陸地帶, (8) 小白西部內陸地帶, (9) 嶺南東西內陸地帶, (10) 湖南內陸地帶, (11) 嶺南盆地地帶, (12) 嶺南內陸地帶, (13) 中西部平野地帶, (14) 車嶺南部平野地帶, (15) 南西海岸地帶, (16) 南部海岸地帶, (17) 東海岸北部地帶, (18) 東海岸中部地帶, (19) 東海岸南部地帶이다.

한편 作付體系를 위한 農業氣候地帶는 벼栽培 農業氣候地帶를 바탕으로 하고, 各 地帶別로 여름 作物과 겨울 作物을 위한 氣候要素들과 傳來되어온 作付體系를 考慮하여 9個 地帶로 구분하였다. 9個의 作付體系 農業氣候地帶는 (I) 山間高冷地帶, (II) 山間地帶, (III) 中北部內陸地帶, (IV) 中北部西部海岸地帶, (V) 中南部西部海岸地帶, (VI) 嶺南內陸地帶, (VII) 南部內陸地帶, (VIII) 南部海岸地帶, (IX) 東海岸地帶 등이다.

農業氣候地帶別 農業氣象災害의 特性은 移秧期에 旱魃指數 1.4 이상을 보인 (11) 嶺南盆地地帶, 東海岸의 北部(17)와 中部(18) 地帶 등이 가뭄 常習地로 나타났고, 冷害 危險地帶로는 活着期에 13℃ 이하의 低溫 出現率이 9.1% 이상인 (1) 太白高冷地帶와 (17) 東海岸北部地帶를 비롯하여, 벼의 生殖生長期 이후 冷害 危險地帶에는 (2) 太白準高冷地帶가 포함된다. 颱風과 集中豪雨에 의한 被害가 年平均 4회 이상인 地帶는 (10) 湖南內陸地帶, (15) 南西海岸地帶, (16) 南部海岸地帶로서 降水量 分布와 颱風 進路와 관계가 깊다. 그 다음으로 年 2~3회 風水害를 입게 되는 地帶는 東海岸의 (17), (18), (19) 地帶인데, 이 地帶는 旱魃, 冷害, 風水害가 겹친 地帶이다.

引 用 文 獻

1. 崔燉香. 1987. 水稻栽培地帶의 農業氣候 區分. 농촌진흥청 연구와 지도 28(2) : 1-5.
2. 최돈향. 1987. 고소득 작물 재배 지역의 기후 자원 해석 연구. 농업기술연구소 농사시험연구보고서(생물부편) : 68-77.
3. 小澤行雄. 1964. 氣象 1-5, 15 : 457-471.
4. 小島忠三郎. 1973. 主成分分析による 東北地方の詳細な 氣候區分. 農業氣象 29(3) : 165-175.

5. 중앙기상대. 1984. 異常氣象의 年度別 發生時期의 統計的 調査. 第3編.
6. 金光植 外. 1976. 韓國의 氣候. 一志社. 196 p.
7. 金正浩. 1988. 園藝作物의 效率的인 生産 方向, 耕地 利用度 向上을 위한 技術開發. 農振廳심포지엄 1 : 13-22.
8. 이변우. 1988. 농업기상정보(3), 농업기상재해. 최신원에 11 : 15-19.
9. 任正男·尹成浩·鄭英詳. 1988. 氣象圈域別 特性和 作付體系, 耕地 利用度 向上을 위한 技術 開發. 農振廳심포지엄 1 : 125-135.
10. 三源義秋. 1983. 農業氣象. 地人書館. 東京.
11. 任正男 外. 1987. 農業氣象用語解説. 鄉文社. 서울. 390p.
12. 農林水産技術會議事務局. 1984. 耕地氣象の制御と異常氣象對策(1960年から 1980年まで) : 32-41.
13. 農村振興廳. 1986. 브리 農事技術指導指針.
14. 農業技術研究所. 1986. 韓國의 農業氣候 特徵과 水稻 氣象災害 對策. 農村振興廳. 水原. 194p.
15. 中央氣象臺. 1988. 標高別 農業氣候圖 103p.
16. 坪井八十二. 1983. 韓國의 農業生産과 氣象技術. 日本國 國際協力事業團. 200p.
17. 內島善兵衛. 1961. 水溫環境から現在日本の農業氣候區分. 農技研報 A9 : 1-28.
18. 尹成浩. 1988. 벼 農事 期間의 날씨에 따른 月別 日射量 推定. 農村진흥청, 연구와 지도 29(2) : 24-25.