

月降雨資料에 의한 旱魃測定

A Study on the Evaluation of Drought from Monthly Rainfall Data

黃 垠* · 崔 德 洵**
Hwang, Eun · Choi, Deog Soon

Summary

Generally speaking, agriculture exist in a climatic environment of uncertainty. Namely, normal rainfall value, as given by the mean values, does not exist. Thought on exists, itl does not affect like extreme Precipitation value on the part of agriculture and of others. Therefore, it is important that we measure the duration and severity index of drought caused by extreme precipitation deficit. In this purpose, this study was dealt with the calculation of drought duration and severity indexes by the method of monthly weighting coefficient.

There is no quantitative definition of drought that is universally acceptable. Most of the criteria was used to identify drought have been arbitrary because a drought is a 'non-event' as opposed to a distinct event such as a flood. Therefore, confusion arises when an attempt is made to define the drought phenomenon, the calculation of duration, drought index is based on the following four fundamental question, and this study was dealt with the answers of these four questions as they related to this analytical method, as follows.

First, the primary interest in this study is to be the lack of precipitation as it relates to agricultural effective rainfall. Second, the time interval was used to be month in this analysis. Third, Drought event, distinguished analytically from other event, is noted by monthly weighting coefficient method based on monthly rainfall data. Finally, the seven regions used in this study have continually affected by drought on account of their rainfall deficit.

The result from this method was very similar to the previous papers studied by many workers. Therefore, I think that this method is very available in Korea to identify the duration of drought, the deficit of precipitation and severity index of drought, But according to the climate of Korea exist the Asia Monsoon zone.

The monthly weighting coefficient is modify a little, Because get out of 0.1—0.4 occasionally.

I. 緒 論

우리나라는 過去부터 벼農事를 主로 行하여 왔는

데 이러한 벼農事에는 充分한 降雨量이 必須的으로
있어야 한다. 年間總降雨量으로 볼 때 우리나라는
벼農事에 充分한 降雨量을 가지고 있다. 그래서 우
리나라와 같은 水文學的 條件이라면 아무런 灌溉施

* 江原大學校 農科大學
** 江原大學校 大學院

設을 하지 않아도 旱魃에 의한 被害를 입지 않을 것으로 일찍 생각된다. 그러나 降雨의 時期的인 不規則性으로 말미암아 時期的 降雨不足을 일으켜서 旱害를 거의 每年 입고 있는 實情이다. 그런데 旱害는 洪水와 같이 確實한 現象에 의하여 입는 被害와는 달리 氣象學的으로 豫測할 수 없는 大氣現象에 의하여 發生하는 不確實한 現象이기 때문에 그 種類 및 形態가 多樣하여 測定이 매우 어려운 現象이다.

最近 英國氣象臺에서는 P.H. Herbst¹⁸⁾ 등이 發表한 月別加重係數法을 利用하여 旱魃을 測定하고 있는데, 이 方法은 實際降雨量이 거의 零(Zero)에 가까운 乾燥氣候地域에서는 使用하기 어려우나 그 밖의 地域에서는 活用성이 높은 것으로 評價되고 있다. 그리하여 우리나라에서도 이 方法을 導入코자 本研究에서 試圖하였다. 그리하여 氣象學的 要因으로 發生하는 降雨不足現象이 農學的, 水文學的으로 有効雨量에 미치는 影響을 이 算算法으로 算定해보았으며 그 結果 本方法의 實効性을 吟味코자 한다. 즉 本研究는 降雨量의 不足에 의한 旱魃期間을 定量的으로 設定하고 旱魃期間內에 來襲한 旱魃의 程度가 旱魃甚度指數(Drought Severity Index)에 의해 表示되는 月別加重係數法(Monthly Weighting Coefficient Method)을 利用하여 그 資料를 分析하므로써 旱害對策에 關한 基本資料를 提供코져 한다.

II. 研究史

氣象觀測記錄을 살펴보면 近世에 있어서도 많은 旱魃이 來襲해 왔었다. 그런데 現在까지 旱魃에 關한 研究動向은 原因의인 面보다는 主로 結果의인 面에 集中되어 있었기 때문에 國內에서 旱魃의 原因에 關한 研究資料는 매우 貧弱한 實情이다. 概括的인 旱魃記錄¹⁹⁾을 보면 '39年, '42年에 全國的인 旱魃이 發生하였는데 '65年以前까지의 旱魃은 다만 事後收拾에 汨沒하였었다. 그러던것이 '65年의 大規模旱魃을 契機로 비로소 防災對策을 생각하게 되었다. 특히 '67年의 6, 7, 8月에 있었던 湖南地方의 旱魃과 嶺南地方의 旱魃은 '60年來의 大旱魃²⁰⁾로 記錄되었으며 '68年에 嶺南地方에 있었던 40年來의 旱魃과 '77年, '81年, '82年으로 이어지는 繼續的인 旱魃은 그 被害가 매우 컸었다.

政府統計資料²¹⁾에서 살펴보더라도 위의 事實과 類似한 現象을 알 수 있다. 즉 1770年부터 1980年까지 約 200年間의 降雨記錄중에서 旱魃被害와 가

장 關係가 깊은 夏節(6, 7, 8月)의 降雨量이 450mm 以下인 境遇(平年의 57~60%)를 調查하였더니 18回의 큰 旱魃이 있었다. 그런데 이들을 對象으로 確率分布를 求하여 살펴 보았으나 相互連關性이 없었으며 10年間씩 細分하여 相關關係를 求하여 보았으나 左右非對稱의 非正規的 Graph를 그리게 되어 旱魃發生頻度는 有意性을 認定할 수 없었으며 一定한 趨勢도 없는 것으로 나타났다. 또한 위의 資料²²⁾는 旱魃發生現象을 農作物栽培와 가장 關係가 깊은 물不足量과 關聯시켜 다음과 같이 記錄하고 있다. ① '73年의 旱魃에서는 全州, 光州, 濟州등 一部地方을 除外한 南部地方에서 많은 量의 물이 不足했으며 특히 浦項地方은 最大 190mm(坪當 627l)까지 極甚한 물不足現象을 보이고 있다. ② '74年의 旱魃에서는 忠武, 麗水地方에서 8月부터 11月까지 90~95mm의 물不足量을 보였으며 ③ '76年의 6月부터 9月까지에 發生한 全國的인 旱魃은 作物의 生育期에 發生하여 生育에 큰 支障을 주었다. ④ '77년에는 大邱地方과 浦項地方, 木浦地方에도 심한 旱魃의 中心核이 놓여 있어 이들 地方에 甚한 旱魃現象이 있었으며 또한 東草地方에도 심한 旱魃이 나타났었다. 특히 木浦地方의 旱魃은 '42年度의 旱魃以後 最大의 降雨不足現象(271.2mm)을 보이고 있다. ⑤ '79年~'81年의 旱魃은 年間的 後半에 치우쳐 있어서 作物의 生育에는 支障이 없었으나 食水難을 겪었으며 ⑥ '82年의 旱魃은 全國的인 大規模旱魃로 記錄하고 있다.

한편 金¹⁹⁾은 用水管理方法과 벼의 生育이 旱魃에 미치는 影響에 對하여 벼의 生育期間中에서 旱魃은 移秧遲延에서 오는 初期移秧遲延旱魃과 移秧直後에 旱魃로 말미암아 生育障碍를 가져 오는 中期生育障碍旱魃, 그리고 生育期間中에 물을 가장 必要로 하는 每日 幼穗形成期以後에 벼의 生育 및 收量에 影響을 미치는 後期生育障碍旱魃의 3部分으로 나누고 있으며, 旱魃의 來襲을 作物의 生育時期別 必要水量에 의해 區分한바 같은 量의 水分不足 일더라도 作物의 生育時期別 耐旱性의 差異에 따라서 被害가 增加하거나 減少될수 있다고 하였다. 金, 李²⁰⁾의 共同研究에서도 旱魃時期와 作物의 生育時期와의 聯關關係를 볼 수 있어서 벼의 生育期에 旱魃日數가 오래 계속되면 移秧期와 生長期보다, 幼穗形成期에 發生하는 旱魃이 出穗에 더 큰 影響을 미친다고 하였다.

Ⅲ. 基本理論

1. 旱魃에 관한 定義

Thomas¹⁰⁾는 出現降雨量이 氣象學的, 農學的, 水文學的인 各側面에서 要求하는 必要水分量보다 적어서 降雨不足에 依하여 損失이 發生하는 期間을 旱魃期間으로 定義하고 이를 氣象學的旱魃(Meteorological Drought), 農學的旱魃(Agricultural Drought), 水文學的旱魃(Hydrological Drought)로 區分하고 있다.

2. 旱魃의 分類

Cracup et.al.¹¹⁾은 旱魃을 그 形態에 依하여 다음 2가지로 分類하고 있다. 즉 첫째 : 旱魃發生의 原因에 關한 部分으로써 降雨量과 土壤의 被覆狀態와의 關係, 特定한 地域에서의 最少水分消費量과의 關係등을 들고 있으며, 둘째 : 旱魃來襲後의 結果에 關한 部分으로써 旱魃來襲以後의 一定期間에 觀察된 被害狀況으로 流出量, 農作物의 被害狀況등을 들고 있다. 一般의으로 前者는 氣象學的인 研究領域이며, 後者는 水文學的이나 農學的인 領域이라 하겠다.

3. 有效降雨量(Effective Rainfall)

Hayl Buell¹²⁾(1955)은 農學的側面과 水文學的側面에서의 有效降雨量을 總降雨量에서 流出量과 蒸發散量을 除外한 量이라 定義하고, Ogrosky & Mockus¹³⁾(1964)는 作物의 生育期間중에 내린 總降雨量중에서 土壤이 水分飽和狀態이거나 灌溉를 行한 直後에 내린 降雨量을 除外한 나머지라고 定義하고, 그밖에 Hershfeld는 作物의 生育期間중에 내린 總降雨量이라 定義하였다. 그리하여 F.A.O.¹⁴⁾는 위의 3가지 定義를 總括하여 有效降雨量이란 "土壤의 空隙內에 降雨가 貯藏되어서 實際로 農作物栽培나 水文學的의으로 必要한 時期에 供給해 줄수 있는 水分의 量"이라 定義하고 있다.

Herbst는 月別加重係數法(Monthly Weighting Coefficient Method)을 導入하여 다음式에 依해 위에서 定義한 有效降雨量을 算定하고 있다.

有效降雨量 = [(每月的 實際降雨量) - (月平均降雨量)] × (다음月的 加重係數) + (다음月的 實際降雨量)(1)

式(1)에서 加重係數는 常數이며 다음式으로 求할

수 있다.

$$W(t) = 0.1 \times \left(1 + \frac{M(t)}{\frac{1}{12} \times MAP} \right) \dots \dots \dots (2)$$

여기서 $W(t)$: 月別加重係數

$M(t)$: 月平均降雨量

MAP : 年平均降雨量

但, $W(t)$ 값은 0.1~0.4라야 한다.

Ⅳ. 調查資料 및 方法

1. 調查資料

本 研究에서 利用한 資料는 過去の 記錄으로 보아 旱害常習地로 여겨지는 江陵地方, 水原地方, 大邱地方, 全州地方, 釜山地方, 木浦地方, 麗水地方 등 7個地域의 月實際降雨資料이며 該當期間은 17個年(1965~1981) (단 江陵地方, 水原地方은 1980년까지의 16個年인)을 譯하였다. 또한 各地方의 有效降雨量을 算定하기 위하여 利用한 各地方의 月平均降雨量¹⁵⁾은 31個年(1930~1960)의 月實際降雨量의 平均값을 譯하였다.

2. 調查分析方法

一般의으로 利用되고 있는 旱魃分析方法에는 本 研究에서 利用한 月別加重係數法¹⁶⁾(Monthly Weighting Coefficient Method)과 다른 하나인 連續乾燥日數計算法^{17),18),19)}(Dry day Sequences analysis)의 두가지 方法이 있다. 이들 方法중에서 後者는 純粹하게 農學的側面에서 利用하는 方法으로써 特히 牧草地帶의 旱魃研究에 適用하여 왔으며, 正常的狀態의 降雨量보다는 極限降雨量(Extreme precipitation) 不足으로 旱魃이 發生한다는 理論에 根據를 둔 方法이며 前者는 月平均降雨資料에 依해서 月別加重係數를 算定하여 나가는데 어느 달의 降雨不足現象은 반드시 그 前에 있었던 實際降雨量과 平均降雨量의 差의 影響을 받아 이달의 必要降雨量을 計算해 나가는 方法이다. 本 分析方法의 基本的인 特徵은 實際月降雨量에서 月平均降雨量을 뺀 다음 여기에 月別加重係數를 곱하여 月有效雨量을 求하고 다음에 이 有效雨量과 平均降雨量의 差異가 負(Negative)의 값을 가질때의 期間을 旱魃期間으로 設定하는 것이다. 月別加重係數法에 依한 計算方法은 다음과 같다.

가. 月平均降雨不足量(MMD: Mean Monthly Deficit or. Negative differences)

$$MMD = ER - M(t) \dots\dots\dots(3)$$

여기서 MMD: 月平均降雨不足量

ER : 月有效降雨量(Effective Rainfall)

M(t) : 月平均降雨量(Mean Monthly Rainfall, MMR)

月平均量不足량의 計算結果值에서 負의 값을 합하여 年平均降雨不足量(MAD: Mean Annual Deficit)이 되며 正의 값은 零(Zero)으로 取扱하여 降雨不足現象에는 無意味한 값이 된다.

나. 月增加量(X: Monthly Increment)

旱魃은 年平均降雨不足量(MAD)이 月平均降雨량의 最大值(MMMR: Maximum Value of Mean Monthly Rainfall)보다 큰 경우에 나타나며 反對의 경우는 年中 1~2個月程度로 이 때는 過剩降雨가 되는 것이다. 즉 月增加量이란 年平均降雨不足量(MAD)이 月平均降雨량의 最大值보다 클 경우에 나타나며 그값은 다음式으로 求한다.

$$X = \frac{MAD - MMMR}{11} \dots\dots\dots(4)$$

여기서 X: 月增加量(Monthly Increment)

MAD: 年平均降雨不足量

MMMR: 月平均降雨량의 最大值

다. 每月變化值(Sliding Scale)

Sliding Scale 값은 旱魃期間을 糾明할수 있는 基準으로써 다음式으로 計算한다.

$$n^{th} \text{ Sliding Scale} = MMMR + (n-1)X \dots(5)$$

여기서 n^{th} Sliding Scale: n 번째 Sliding Scale의 값

MMMR: 月平均降雨량의 最大值

n : 月數($n=1, 2, \dots, 12$)

X: 月增加量

式(5)에서 보면 $n=1$ 에 該當하는 Sliding Scale의 값은 MMMR과 같으며 式(4)와 式(5)에서 볼때 $n=12$ 에 該當하는 sliding scale의 값은 MAD와 같음을 알 수 있다.

라. 旱魃甚度指數(An Index of Drought Severity)

旱魃期間內에서 有效降雨량의 不足에 依한 旱魃의 程度를 決定하는 基準으로써 旱魃甚度指數를 計算한다. 즉 實際月降雨量에서 月平均降雨量을 減한 값보다 有效雨量에서 月平均降雨量을 뺀 差異값(MMD가 됨)의 絕對值가 클수록 旱魃의 被害程度는

甚하게 나타나게 되는데 그計算式은 다음과 같다.

$$Y = A/B \dots\dots\dots(6)$$

여기서 Y: 月平均旱魃甚度指數

A: 過剩降雨不足量(Excess Deficit, ED)

B: 旱魃期間에 나타난 月平均降雨不足량의 合計(\sum MMD; For the period of Drought)

마. 旱魃의 始作(The onset of drought)

一般的으로 旱魃期間內일찌라도 間歇的으로 平均降雨量以上으로되는 月實際降雨의 달이 그사이에 있을 수 있으므로 實際降雨量과 月平均降雨량의 差異 값이 負가된다고 하여 旱魃이 始作되는 것은 아니다. 즉 前월에 過多한 降雨量이 있게 되면 그 다음달까지 그 影響이 미쳐서 有效降雨量과 平均降雨량의 差異 값이 正(positive)으로 될수 있기 때문이다. 그러므로 旱魃의 始作을 다음과 같이 設定하고 있다.

우선 資料分析의 첫째달은 有效雨量과 實際降雨量이 一致하게 되는데 이것은 그 以前의 期間에 旱魃現象이 없었던 것으로 假定했기 때문이다. 따라서 첫째달의 값(降雨量)을 취할때는 반드시 그 以前 期間에 旱魃이 없어야 한다. 그리하여 첫째달以後부터 計算을 進行하여 有效降雨量과 平均降雨량의 差異가 負가 되는 달부터 潛在旱魃이 始作된다. 潛在旱魃이 始作된 後 Sliding Scale의 첫째값(MMMR과 同一한)과 MMD의 첫째값을 比較해 보아서 同一한 값(負)을 보이면 旱魃은 그 첫째달부터 始作되는 것이다. 萬若에 同一한 값이 아닐경우는 負를 나타내는 MMD의 둘째값(MMMR+X)과 比較하게 된다. 이때 MMD의 값이 Sliding Scale의 값보다 크면 旱魃은 첫째달부터 連續 2個月째 계속되는 것이다. 둘째달까지의 計算에서 그 條件을 滿足시키지 않으면 다음으로 이어지는 月數를 延長하여 計算해 나가는데 總 1年間의 資料에서 이를 되풀이하여 計算하게 된다. 이 計算過程에서 위의 條件을 滿足하면 그달을 旱魃의 始作으로 設定한다. 旱魃의 始作을 設定하는 過程에서 MMD가 正으로 나타나는 달이 存在하면 計算은 더 延長되며 때로는 旱魃의 始作이 潛在旱魃과 一致할수 없게 되어 潛在旱魃만 으로 끝나는 境遇도 發生한다. 위의 計算過程에서 潛在旱魃이 始作된 後부터 正과 負의 代數合을 求하여 正이 크게 되면 潛在旱魃도 끝나는 것이다.

바. 旱魃의 終了(Termination of drought)

旱魃의 終了는 旱魃이 始作된 以後의 어떤 달에서 最初로 正이 나타나는 달을 基準으로 바로 그 다음 2個의 달중에서 最小限 1個月이 또다시 正의 값

을 갖게 되면 旱魃의 終了를 나타내게 되는 것이다. 그런데 旱魃終了가 完全終了가 아닐 경우에는 暫定的으로 旱魃中斷(Interrupted drought)이 되는 것이다. 다음으로 旱魃이 始作된 後에 나타나는 正의 달부터 3個月동안의 實際月降雨量의 값을 合하였을 때 이 값이 月平均降雨量의 最大値 3個를 合한 값과 比較하여 前者의 값이 크면 旱魃은 完全終了가 되는 것이다. 萬若에 3個月의 條件下에서 完全終了가 되지 않으면 以後 正이 계속 나타나는 4個月, 5個月……의 값을 計算하여 旱魃의 完全終了를 調査하게 되는 것이다. 1年의 期間에서 完全終了되지 않으면 그 正의 期間에 持續을 中斷하는 現象(Interrupted drought)이 發生하는 것이다. 보다 確實한 中斷現象(Interrupted drought)의 糾明은 旱魃始作後부터 正이 나타나는 月까지의 正負의 代數合이 旱魃完全終了가 아니면서 負의 값이 될 境遇이다. 以上에서 說明한 計算의 Flow chart는 Fig.1과 같다.

V. 結果 및 考察

本研究에서 月別加重係數法을 利用한 7個地方의 計算結果를 分析考察하면 다음과 같다.

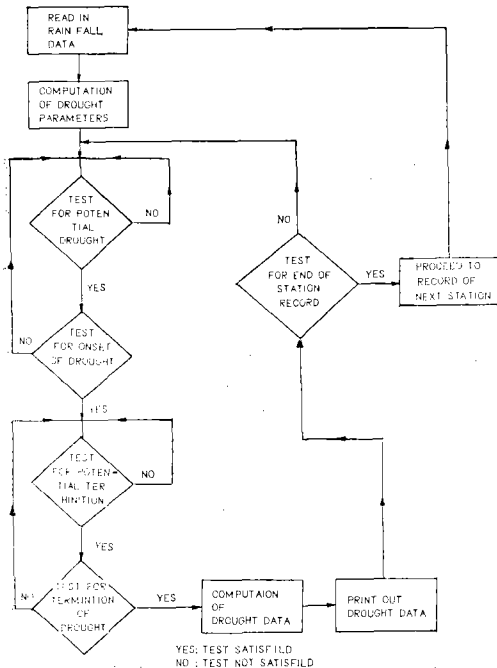


Fig. 1. Flow diagram of Computer programme for drought survey

1. 江陵地方(Kang Neung)

Fig. 2는 江陵地方에서 過去 16個年間(1965~1980)에 發生한 旱魃을 Graph化한 것인데 이것으로부터 Table-1에서 볼 수 있는 바와같이 旱魃期間과 旱魃甚度指數는 相互間에 有意性이 없었으며 農學的旱魃로는 作物의 生育期인 6月부터 9月까지에 發生한 旱魃이 該當되는데 '66~'67年, '72年, '76年 '77年에 發生하였다. 이들 農學的旱魃은 作物의 非生育期에 來襲했던 '79~'80年의 旱魃보다 旱魃甚度指數는 낮으나 作物의 生育期였던 關係로 그被害

Table-1. Duration and severity Index of Drought in Kang Neung

Duration of Drought	Severity Index
Fbe. 1965~Sep. 1968	0.080
Oct. 1966~Aug. 1967	0.138
Jan. 1968~Jun. 1968	0.116
Sep. 1969~Jun. 1970	0.093
Jun. 1971~Jul. 1972	0.116
Feb. 1973~Mar. 1974	0.161
Jan. 1976~May 1978	0.135
Jul. 1979~Feb. 1980	0.213

는 더 甚했을 것으로 思料된다. (以下 他地方의 全期間(17個年) Graph는 紙面關係로 省略함)

2. 水原地方(Su Weon)

Table-2. Duration and Severity Index of Drought in Su Weon

Duration of Drought	Severity Index
Mar. 1976~May 1978	0.128

水原地方의 旱魃은 他地方과 比較해 볼때 매우 特異한 結果를 보이고 있다. 즉 資料期間동안에 總 1回의 旱魃을 나타내고 있는데 그 期間 및 甚度指數는 Table-2와 같다. 이와같이 水原地方의 旱魃頻度가 낮은 理由는 旱魃의 始作을 나타내는 Silding Scale의 첫째 값(MMMR)이 다른地方에 비해 顯隔하게 높은 값(333.8mm)을 보여주었기 때문이라고 생각된다.

3. 大邱地方(Dae Gu)

Table-3에서 보는 바와같이 大邱地方은 對象期間('65~'81)에 總 4回의 旱魃現象이 나타났는데 이 地方의 旱魃은 地域의 特性에 依하여 每年 다음해로

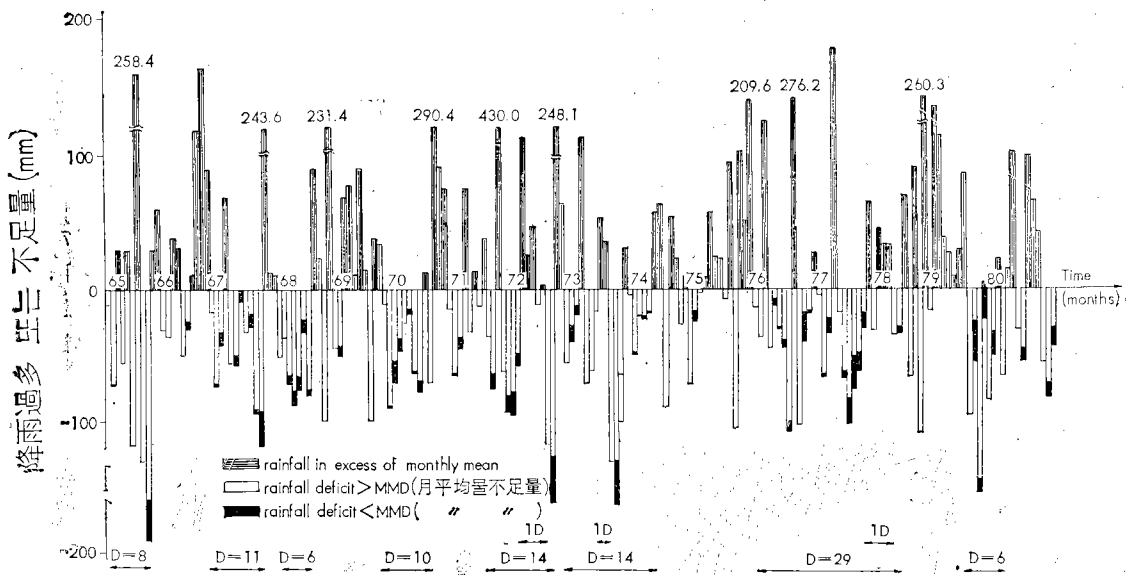


Fig. 2. Drought Duration Graph in Kang Neung (1965~1980)

Table-3. Duration and Severity Index of Drought in Dae Gu

Duration of Drought	Severity Index
Feb. 1965~Dec. 1965	0.097
Jun. 1966~Dec. 1968	0.192
Sep. 1971~Mar. 1974	0.204
Jun. 1976~Sep. 1978	0.140

이어지면서 長期間에 걸쳐 發生하였다. 또한 長期間의 持續인 旱魃期間에 많은 旱魃中斷現象이 나타나고 있는데 이 現象은 大部分 作物의 非生育期에 치우쳐 있어서 內容의 由로 볼 때 作物의 被害는 深刻했을 것으로 생각된다.

4. 全州地方(Jeon Ju)

Table-4. Duration and Severity Index of Drought in Jeon Ju

Duration of Drought	Severity Index
Feb. 1965~Jun. 1965	0.169
Jun. 1973~Mar. 1975	0.218
May 1976~Sep. 1978	0.079

Table-4에서 全州地方은 旱魃期間이 長期間이며 그 旱魃期間內에 數 많은 旱魃中斷 現象을 나타내었다 그중에서도 '73년부터 '75년까지 來襲했던 旱魃이

가장 長期間이 있는데 이때 旱魃甚度指數가 0.218로 그 被害가 가장 컸었으며 短期間의 被害로는 作物의 生育期間에 있었던 '68年, '74年, '77年, '78年의 旱魃을 指摘할수 있다.

5. 釜山地方(Pu San)

Table-5. Duration and Severity Index of Drought in Pusan

Duration of Drought	Severity Index
Feb. 1965~Sep. 1965	0.169
Apr. 1966~Sep. 1968	0.172
Oct. 1970~Dec. 1971	0.110
Jun. 1973~Dec. 1973	0.175
Aug. 1974~Dec. 1974	0.098
May. 1976~Oct. 1978	0.175

Table-5에서 釜山地方은 對象期間에 總 6회의 旱魃이 있었다. 이들중에서 '73年, '74年の 旱魃은 作物의 非生育期인 年間的 後半期에 치우쳐 있어서 作物栽培에 따른 損失이 거의 없었을 것으로 생각된다. 短期間의 旱魃은 다른 地方과 마찬가지로 '76年, '77年, '78年の 3個年에 크게 나타났다.

6. 木浦地方(Mok Po)

木浦地方은 우리나라에서 代表的인 旱魃常習地域.

Table-6. Duration and Severity Index of Drought in Mokpo

Duration of Drought	Severity Index
Mar. 1965~Sep. 1968	0.145
Aug. 1971~Dec. 1971	0.167
Mar. 1973~Mar. 1974	0.114
May 1976~Aug. 1978	0.156

으로 알려져 있다. 여기에서도 이地方은 다른地方에 비해 더 많은 降雨不足現象이 나타나고 있음을 알 수 있었다. 그중에서 大旱魃(極大降雨不足)은 4회인데 이들 모두가 作物의 生育期에 發生하여 作物에 크게 被害를 주었을 것으로 생각된다. 그중에서도 旱魃甚度指數가 0.156인 '76년부터 '78년까지의 旱魃이 가장 甚하였음을 알 수 있다.

7. 麗水地方(Yeo Su)

Table-7. Duration and Severity Index of Drought in Yeo Su

Duration of Drought	Severity Index
Feb. 1965~Jun. 1965	0.078
Jun. 1966~Aug. 1968	0.120
Apr. 1971~Dec. 1971	0.142
Jun. 1973~Mar. 1974	0.201
Jul. 1976~Sep. 1978	0.157

麗水地方은 對象期間에 總 5회의 旱魃現象이 있었으며 그結果는 Table-7과 같다. 이地方의 旱魃形態는 다른 地方과 比較할때 作物生育期間에 큰 影響을 미칠 수 있는 極大降雨不足現象이 두드러지게 나타나고 있다. 그리고 다른地方보다 旱魃甚度指數가 커서 旱魃이 短期에 集中的으로 發生하였음을 알 수 있었다.

以上에서 살펴본 各地方의 旱魃現象을 綜合하여 다음과 같은 몇가지 事項도 알 수 있었다.

가. 水原地方을 除外한 6個地方은 月平均降雨量의 最大値가 比較的 작아서 對象期間(17個年 동안)에 發生한 旱魃期間을 農業的側面에서 考察하여 作物의 生育期間과 關聯시켜 1年單位로 細分해 보면 旱魃發生回數가 더욱 많이 늘어나서 Table-8과 같이 計算된다. 그밖에 江陵地方의 17個年間的 旱魃發生에 대하여 Graph化한 것을 보기로 들면(Fig.2 參照) 旱魃期間으로 設定되어 있지 않은 期間에도 暫定的으로 過剩降雨量不足現象을 나타내고 있음을 볼 수 있다. 그러므로 우리나라의 旱魃現象은 降雨의

時期的 不規則性이 그 主要原因이 되어 作物의 生育에 좋지 못한 影響을 미치고 있다고 말할 수 있겠다.

Table-8. Yearly Drought Frequency(1965~1981)

Station	Frequency (year)	Station	Frequency (year)
Kang Neung	14	Pusan	11
Su Weon	3	Mckpo	11
Dae Gu	11	Yeo Su	10
Jean Ju	10		

나. 旱魃期間內에서 計算된 各地方의 旱魃甚度指數를 綜合해 보면 一般的으로 短期間的 集中的인 降雨量不足에 依해서 發生한 旱魃의 甚度指數가 長期間的 旱魃에 의한 旱魃甚度指數보다 크게 나타나고 있다.

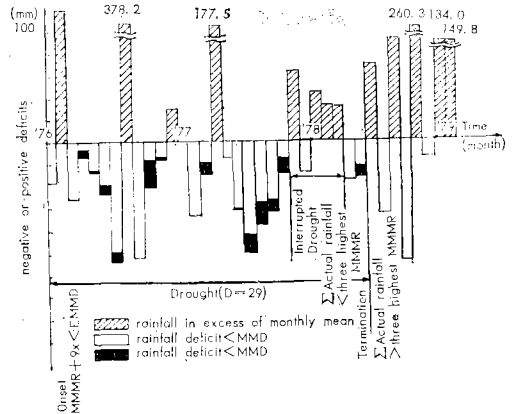


Fig. 3. Drought Duration Graph in Kang Neung for 1976~1978 Drought

다. 各地方의 旱魃持續期間 17個年의 것을 Graph로 表示한 바와 같은데(여기서는 Fig. 2에서 江陵地方것만 收錄함) 代表的으로 江陵地方의 '76~'78의 旱魃(Table-9와 Fig. 3)과 釜山地方의 '66~'68年의 旱魃(Table-10, Table-11, Fig.4), 그리고 木浦地方의 '76~'79年의 旱魃(Table-12, Table-13, Fig.5)을 對象으로 그 詳細한 內容을 살펴 보면 다음과 같다.

Table-9는 '76년에 있었던 江陵地方의 降雨資料를 分析한 것이며 Fig.3은 이것을 Graph化한 것이다. 이와같이 江陵地方은 '76년에 作物生育期間인 4,5,6,7월에 계속해서 旱魃現象이 있어서 그 防災對策에 腐心한 바가 있었다.

釜山地方은 '66.5~'68.9까지 29個月에 걸쳐 繼續的으로 旱魃現象을 보여 주고 있는데 1年單位로

Table-9. Calculation of Rainfall Data in Kang Neung

unit: mm <1976>

Section	month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	yr
MMR		36.9	72.7	73.8	70.4	64.1	134.3	212.7	190.7	197.5	87.8	88.0	53.2	1,282.1
AMR		0.4	195.1	29.2	65.0	34.7	95.5	112.7	568.9	91.7	68.4	72.9	79.8	1,414.3
AMR-MMR		-36.5	+122.4	-44.6	-5.4	-29.4	-38.8	-	+378.2	-105.8	-19.4	-15.1	26.6	132.2
W(t)		0.134	0.169	0.168	0.166	0.160	0.225	0.279	0.279	0.285	0.182	0.183	0.149	
EMR		0.4	188.9	49.8	57.6	33.8	88.9	101.1	541.0	199.5	49.1	69.3	77.6	
EMR-MMR		-36.5	116.2	-24.0	-12.8	-30.3	-45.4	111.6	350.3	1.9	-38.7	-18.7	24.4	
MMD		-36.5	0	-24.0	-12.8	-30.3	-45.4	111.6	0	0	-38.7	-18.7	0	-317.1
ED		-	-	-	7.4	0.9	6.6	11.6	-	-	-	3.6	-	
MMMR+nx		212.7	222.2	231.7	241.2	250.7	260.2	269.7	279.1	288.7	298.1	307.7	317.1	
x;9.5														

[註] MMR : 月平均降雨量 AMR : 月降雨量 EMR : 月有効降雨量 ED : 降雨不足量

Table-10. Calculation of Rainfall Data in Pusan

unit : mm <1966>

section	month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	yr
MMR		25.3	44.1	88.5	113.5	139.3	197.5	247.6	165.0	205.1	73.1	43.9	38.5	1,381.4
AMR		18.1	65.2	172.4	105.2	125.0	122.5	129.9	108.0	0.1	42.4	93.0	11.3	1,062.0
BMR-MMR		-7.2	21.1	83.9	-8.3	-14.3	-75.0	-117.7	-57.0	-136.0	-30.7	49.1	-27.2	-319.7
W(t)		0.122	0.138	0.177	0.196	0.221	0.272	0.315	0.243	0.278	0.164	0.138	0.133	
EMR		18.1	64.2	176.1	121.9	123.2	118.6	106.3	79.4	53.3	20.1	88.8	17.8	
EMR-MMR		-7.2	20.1	87.6	8.4	-16.1	-78.9	-141.3	-85.6	-151.8	-53.0	44.9	-20.7	
MMD		-7.2	0	0	0	-16.1	-78.9	-141.3	-85.6	-151.8	-53.0	0	-20.7	554.6
ED		-	-	-	-	1.8	3.9	23.6	28.6	1.8	22.3	-	-	
MMMR+nx		247.6	275.5	303.4	331.3	359.2	387.1	415.0	442.9	470.8	498.7	526.6	554.6	
x;27.9														

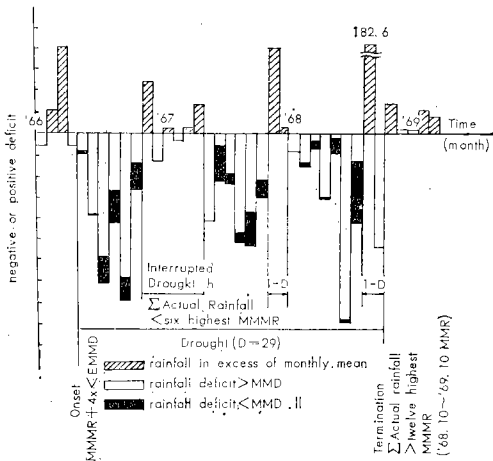


Fig. 4. Drought Duration Graph in Pusan for 1966~1968 Drought

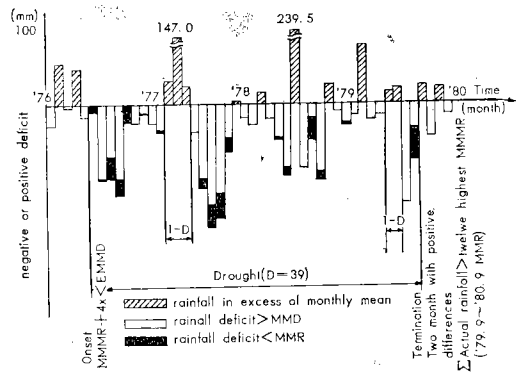


Fig. 5. Drought Duration Graph in Mokpo for 1976~1979 Drought

Table-11. Calculation of Rainfall Data in Pusan

unit : mm (1968)

section	month												yr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MMR	25.3	44.1	88.5	113.5	139.5	197.5	247.6	165.0	206.1	73.1	43.9	38.5	1,381.4
AMR	7.7	14.4	79.0	51.3	135.3	18.3	221.1	347.6	94.7	104.5	47.2	40.6	
AMR-MMR	-17.6	-29.7	-9.5	-62.2	-4.0	-179.2	-26.5	182.6	-110.4	31.4	3.3	2.1	-219.7
W(t)	0.122	0.138	0.177	0.199	0.221	0.272	0.315	0.243	0.278	0.164	0.138	0.133	
EMR	7.7	12.0	73.7	49.4	122.6	17.2	164.7	341.2	145.5	86.4	51.5	41.0	
EMR-MMR	-17.6	-32.1	-14.8	-64.1	-17.7	-180.3	-82.9	176.1	-59.6	13.3	7.6	2.5	
MMD	-17.6	-32.1	-14.8	-64.1	-17.7	-180.3	-82.9	0	-59.6	0	0	0	-469.4
ED	-	2.4	5.3	1.9	13.7	1.1	56.4	-	-	-	-	-	
MMMR+nx x; 20.14	247.6	267.7	287.7	308.0	328.1	348.3	368.4	388.6	408.7	428.8	449.0	469.1	

Table-12. Calculation of Rainfall Data in Mokpo

unit : mm (1976)

section	month												yr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MMR	37.4	40.2	58.4	82.9	101.6	132.1	186.7	187.8	156.0	55.4	44.2	43.3	1,125.9
AMR	9.7	102.0	54.5	137.0	84.6	128.4	74.4	109.3	43.1	52.7	23.0	33.5	852.2
AMR-MMR	-27.7	61.8	-3.9	54.1	-17.0	-3.7	-112.3	-78.5	-112.9	-2.7	-21.2	-9.8	-273.7
W(t)	0.139	0.143	0.162	0.188	0.208	0.245	0.295	0.300	0.266	0.159	0.14	0.146	
EMR	9.7	98.0	65.5	136.3	95.9	124.2	73.3	75.6	22.2	34.7	22.6	30.4	
EMR-MMR	-27.7	57.8	6.1	53.4	-5.9	-7.9	-113.4	-112.2	-133.8	-20.7	-21.6	-12.9	
MMD	-27.7	0	0	0	-5.7	-7.9	-113.4	-112.2	-133.8	-20.7	-21.6	-12.9	-455.9
ED	-	-	3.9	-	-	4.2	1.1	33.7	20.9	18.0	0.4	3.1	
MMMR+nx x; 24.37	187.7	212.2	236.5	260.9	285.3	309.7	334.0	358.4	382.8	407.1	431.5	455.9	

Table-13. Calculation of Rainfall Data in Mokpo

unit : mm (1979)

section	month												yr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MMR	37.4	40.2	58.4	82.9	101.6	132.1	186.7	187.8	156.0	55.4	44.2	43.3	1,125.9
AMR	21.4	127.1	37.1	68.9	117.7	155.0	71.3	162.1	214.8	0.3	66.3	25.9	1,067.6
AMR-MMR	-16.0	86.9	-21.3	-14.0	16.1	22.9	-115.4	-25.7	58.8	-55.1	22.1	-17.4	-58.3
W(t)	0.139	0.143	0.162	0.188	0.208	0.245	0.295	0.300	0.266	0.159	0.147	0.148	
EMR	21.4	124.8	51.2	64.9	114.8	158.9	77.0	127.5	208.0	9.6	58.2	28.8	
EMR-MMR	-16.0	84.6	-7.2	-18.0	13.2	26.8	-109.7	-60.3	52.0	-45.8	14.0	-14.5	
MMD	-16.0	0	-7.2	-18.0	0	0	-109.7	-60.3	0	-45.8	0	-14.5	-271.5
ED	-	-	-	4.0	-	-	-	34.6	-	-	-	-	
MMMR+nx x; 7.61	187.8	195.4	195.4	210.6	218.2	255.8	233.5	241.1	248.7	256.3	263.9	271.5	

불 때 作物의 生育期에 旱魃이 있었다가 非生育期
인 겨울철에 暫定的으로 中斷現象을 보여 주면서
每年 旱魃이 發生하고 있다.

끝으로 木浦地方의 旱魃은 Table-12와 Table-13
과 같은데 이것을 Graph化한 것이 Fig. 5이다. 木
浦地方도 다른地方과 마찬가지로 '76년부터 '79年

까지의 作物生育期間에 旱魃이 있었으며 非生育期에는 暫定的으로 旱魃中斷現象이 있었다.

라. 旱魃期間內的 降雨不足量 및 過剩降雨 不足量은 附錄 I에 各地方別로 收錄하였다. 여기서는 紙面 관계로 省略됨). 이 값도 역시 水原地方을 除外한 6個地域에서 地方에 따라 若干의 差異는 있었으나 每年 降雨不足現象이 나타나고 있었다. 但 水原地方은 月平均降雨量에 따른 加重係數值가 0.1~0.4를 벗어나서 0.42로 되어 集中降雨일때는 旱魃頻도가 減少되는 傾向을 보이기 때문에 낮았던 것으로 생각된다.

마. 各地方別 旱魃期間과 旱魃甚度指數는 一定한 關係가 없었으며 過剩降雨不足量이 나타나는 頻度로 보아 木浦地方과 麗水地方, 大邱地方, 江陵地方 順으로 旱魃이 甚했던 것으로 생각된다.

VI. 結 論

本 研究에서는 우리나라에서 代表的인 7個 旱害 常習地(江陵, 水原, 大邱, 全州, 釜山, 木浦, 麗水)를 對象으로 長期間(1965~1981)의 降雨資料를 利用하여 月別加重係數法에 依해서 旱魃持續期間과 甚度指數 그리고 降雨不足量을 分析하여 다음과 같은 몇가지 事實을 指摘할수 있었다.

1. Herbst의 月別加重係數法은 그 값이 0.1~0.4 사이라야 맞는다고 하였는데 우리나라는 아세아 Monsoon 地帶에 屬하여 降雨가 夏季에 集中되기 때문에 各地方마다 0.1以下되는 값이 간혹 나타나는가 하면 水原地方에서는 0.42로 計算되어 若干의 差異가 있었다. 따라서 係數에 若干의 修正이 있어야 하겠다.

2. 各地方別로 計算된 加重係數值가 0.1~0.4의 範圍에 드는 6個地方(水原地方은 除外함)은 Herbst의 月別加重係數法에 依하여 詳細한 旱魃基準을 定할수 있었다.

3. 旱魃은 不規則的인 降雨의 形態나 降雨不足에 依하여 發生하는데 發生時期가 非週期的이면서 作物이 물을 必要로 하는 生育期에는 거의 每年 旱魃이 發生하고 있었다. 특히 '65年, '67年, '76年 '77年에는 6個地方이 모두 大旱魃로 分析되어 이미 우리들이 겪은 바와 一致하였다.

4. 7個地方중에서 釜山, 大邱地方과 木浦, 麗水地方, 그리고 江陵地方에서 많은 頻度の 旱魃을 보여주고 있어서 農業上 氣象條件이 다른地方에 비해 不安한 現象을 나타내었다. 따라서 恒久的인 旱魃

對策이 있어야 하겠다.

5. 旱魃甚度指數는 全的으로 降雨量不足程度에 依하여 表現되는데 各地方의 旱魃期間과 甚度指數를 살펴 볼때 長期旱魃에서는 작은 값을 나타내고, 短期間의 集中降雨量不足後에 나타나는 短期旱魃에서는 큰 값을 보였는데 이들 相互間에 一定한 相關關係는 없었다.

參 考 文 獻

- 1) Askew A.J. W.W-G. Yeh. and W.A. Hall, A Comparative Study of Critical Drought Simulation, Water Resources Research, 7(1) : 52~61, Feb. 1971.
- 2) Bidwell V.J. Agricultural Response to Hydrologic Drought, Hydrology Papers, Colorado Univ. Fort Collins, Colo. July 1972.
- 3) Burnash R.I.C. and R.L. Ferral, Generalized Hydrologic Modeling A Key to Drought Analysis.
- 4) Dracup J.A. K.S. Lee, and E.G. Paulson J.R. On the Definition of Droughts, Water Resources Research, 16(2) : 297~302, Apr. 1980
- 5) Dracup J.A. K.S. Lee, and E.G. Paulson J.R. On the Statistical Characteristics of Drought Events, Water Resources Research, 16(2) : 289~296, Apr. 1980.
- 6) F.A.O. Effective Rainfall, F.A.O. Irrigation and Drainage Papers 25, Water Resources and Development Service, Land and Water Development Division of F.A.O. 1974.
- 7) F.A.O. Irrigation Practice and Water Management, F.A.O. Irrigation and Drainage Paper 1, 1971,
- 8) Feyerherm A.M. and L.D. Bark, Goodness of Fit of a Markov Chain Model for Sequences of Wet and Dry days, Jour. of applied Meteorology 6 : 770~773, May 1967.
- 9) Green I.R. Two Probability Models for Sequences of Wet or Dry Days, Monthly Weather Review, 93(3) : 155~156, Mar. 1965.
- 10) Gumble E.J. Statistical Forecast of Drought National Science Foudationn Public Health.

- Serivice W.P. 00457~01.
- 11) Gumble E.J. Statistical Theory of Drought, Technical Pub. ASCE, New York.
 - 12) Gupta V.K. A Stochastic Analysis of Extreme Droughts, Water Resources Research, 11(2) : 221~228, Apr. 1975.
 - 13) Herbst P.H. D.B.B. Kamp. and H.M.G. Barker, A Technique for the Evaluation of Drought From Rainfall Data, Jour. of Hydrology 4; 264~272, North-Holland Pub. Co. 1966.
 - 14) Hershfield D.M. Generalizing Dry Day Frequency Data, Jour. AWWA Beltsville, Md (R), Mar. 1969.
 - 15) Hershfield D.M.D.L. Brakensiek, and G.H. Comer, Some Measures of Agricultural Drought, Agricultural Reserch Service, Beltsville Md, 20705.
 - 16) Hoyt W.G. Physics of the Earth-IX, New York, 1942.
 - 17) Jackson B.B. Markov Mixture Models for Drought Lengths, Water Resources Research 11(1) : 64~74, Feb.1975.
 - 18) 中央氣象臺, 氣象年報 江陵, 水原, 大邱, 全州 釜山, 木浦, 麗水地方 1965~1981.
 - 19) 金始源, 旱魃期에 있어서 用水管理方法에 水稻 生育과 그 收量에 미치는 影響에 관한 研究, 韓國農工學會誌 Vol pp. 19
 - 20) 金始源, 李基春, 旱害時期 및 作物生育期別 물 管理가 收穫量에 미치는 影響調查研究, 韓國農工學會誌 Vol 12(2) pp. 26~37 1970
 - 21) Millan J. and V. Yevjevich, Probabilities of Observed Drought, Hydrology Papes, Colo. State Univ. Fort Collins, Colo, June 1971.
 - 22) 農水産部 : 旱害對策便覽, 1982.
 - 23) 農水産部 : 旱害克服誌, 46~48, pp.113~1142 1982.
 - 24) 農水産部 : 農作物旱水害指針, 1982.
 - 25) 農業振興公社 : 農業用水開發試驗研究, Dec.198,
 - 26) Rodda J.C. A Drought Study in South-east England Wat and Wat Engr. 69 : 316~321, 1965.
 - 27) Weiss L.L. Sequences of Wet or Dry Days described by a Markov Chain Probabilities Model, V.S. Weather Bureau, Washington D.C. Monthly Weather Review, 92(4) : 169~176, Apr. 1964.
 - 28) Yevievich V. An objective Approach to Definitions and Investigations of Continental Hydrologic Drought, Hydrology Papers Colo. State Univ. Fort Collins Colo. Aug. 1967.