

南韓의 年降水量의 試行週期分析

姜 萬 石

〈目 次〉

1. 序 論	3. 試行週期の 類型
(1) 研究目的	4. 試行週期の 地域的 分布特性
(2) 研究方法과 資料	5. 結 論
2. 試行週期の 解析	

1. 序 論

(1) 研究目的

降水量은 水資源으로서 또는 水收支의 問題에서 가장 중요하고, 場所에 따라서, 季節 및 年에 따라서 비교적 變化가 심한 氣候要素이다. 降水量에 관한 問題점을 정리하면 (i) 가능한 限多數의 地點에 의하여 精確한 降水量分布圖를 작성하는 것, (ii) 매년의 變動率을 자세히 求하는 것, (iii) ITCZ와의 關係, 또는 季節變動의 機構를 밝히는 것, (iv) 大氣循環과의 關係를 밝히는 것, (v) 氣候變動論의 立場에서 長期間의 變動傾向·週期 등을 밝히는 것, 등이 있다.¹⁾

本 研究은 南韓에 있어서 長期間에 걸쳐 형성되는 年降水量의 變動週期를 究明하고 이 週期에 의한 類型의 分類와 地域的 變化를 파악하고자 한다. 그런데, 夏季에 우리 나라를 비롯하여 아시아의 極東地域에 있어서는 溫帶低氣壓이나 前線 및 熱帶低氣壓의 내습으로 인하여 종종 豪雨를 수반하므로, 年降水量의 長期變動의 規則性을 확립하는 것은 용이한 일이 아니다.²⁾

그러나, 이러한 諸氣候要因에 의하여 영향을 크게 받는 降水量의 特性은 長期間의 觀測의 결과로부터 降水量의 地域性이나 變動性을 究明할 수 있고,³⁾ 經年의 降水現象은 週期的인 太陽活動과도 關聯이 있음이 발견되고 있다.⁴⁾ 또, E. Brückner가 全世界 321個 地點의 降水量에 대하여 조사한 결과 거의 35년에 근사한 週期가 인정되었다.⁵⁾ 따라서, 本 研究에서는 氣候變動論의 立場에서 累年降水量의 變動週期에 관한 것들을 밝히고자 한다.

(2) 研究方法과 資料

本 研究의 基本자료는 韓國水文調査書 雨量編 (建設部, 1963과 朝鮮의 雨量(朝鮮總督府氣象台, 1942), 그 외에 최근의 것은 氣象年報(國立中央觀象台, 1961~1976)를 참고로 하였다. 어떤 地域의 降水量에 관한 長期的인 變動傾向이나 降水現象의 추세를 分析함에 있어서 觀測資料는 가능한 限 長期間에 걸쳐서 관측된 것일수록 유의하고 일정한 地域內에 觀測地點數를 많이 설정할수록 地域性의 파악에 精確성을 기할 수 있다.⁶⁾

氣候變動의 研究에는 降水量의 강한 局地性和 永年 變動性이 큰 點을 고려하여 한 관측지點에

1) 吉野正敏 編著, 1973, 몬soon아 Z의 水資源, 古今書院, pp. 10~11.

2) 吉野正敏 編著, 上揭書, p. 191.

3) 土屋 巖, 1962, 氣候의 變動, 恒星社, p. 88.

4) 福井英一郎 編, 1962, 氣候學, 古今書院, p. 403.

5) 金 蓮玉, 1977, 氣候學概論, 正益社, p. 384.

6) 姜 萬石, 1972, "韓國降水量의 變動率", 大邱教育大學論文集 第7輯, p. 261.

서 최저로 30年間 이상⁷⁾ 혹은 25~50年間⁸⁾ 관측된 자료가 요구된다. 이 研究에서는 南韓의 129觀測地點 중에서 30年間 이상 관측된 것이 90個地點이지만 時系列의 週期變動에 있어서의 週期를 推定하는 데는 보다 長期의인 자료가 필요하므로⁹⁾ 50年間 이상 관측된 13個地點만을 선정하였다.

南韓에서 56~71年間に 걸친 年降水量의 變動週期를 分析하는 데는 Schuster法¹⁰⁾ 을 인용하였다.

관측된 累年降水量의 時系列값 $y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$ 에 있어서 週期성을 發見하기 위해 資料를 平滑化하는 方法으로 5年移動平均法¹¹⁾ 을 사용하였다. 移動平均에 의해 推定된 週期를 p 라고 할 때, p 를 試行週期(trial period)라고 한다. 여기서, $n=kp+r(p>r>0, k$ 는 整數)라고 할 때, 주어진 時系列를 p 個씩 끊어 다음과 같이 배열하고 各列마다 平均 y_i 를 구한다.

$$\begin{matrix} y_1 & y_2 & \dots & y_i & \dots & y_r & \dots & y_p \\ y_{p+1} & y_{p+2} & \dots & y_{p+i} & \dots & y_{p+r} & \dots & y_{2p} \\ y_{2p+1} & y_{2p+2} & \dots & y_{2p+i} & \dots & y_{2p+r} & \dots & y_{3p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{kp+1} & y_{kp+2} & \dots & y_{kp+i} & \dots & y_{kp+r} & \dots & \dots \end{matrix}$$

$$y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_i \quad \dots \quad y_r \quad \dots \quad y_p$$

다음으로, 各 平均 $y_i (i=1, 2, \dots, p)$ 가 $\bar{y}_i = a_0 + a_1 \cos X_i + b_1 \sin X_i, X_i = \frac{360^\circ \cdot i}{p}$ 를 만족한다고 가정하고 最小自乘法에 의하여 a_0, a_1, b_1 을 구하면

$$a_0 = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \bar{y}_i = \bar{y}$$

$$a_1 = \frac{2}{p} \sum_{i=1}^p \bar{y}_i \cos x_i$$

$$b_1 = \frac{2}{p} \sum_{i=1}^p \bar{y}_i \sin x_i$$

이 때 振幅을 R_p 라고 하면

$$R_p^2 = a_1^2 + b_1^2, R_p = \sqrt{a_1^2 + b_1^2}$$

과 같이 된다.

p 의 前後의 값, $\dots, p-2, p-1, p, p+1,$

$p+2, \dots$ 에 대하여 R_p^2 의 값을 다음과 같이 구한다.

p	$\dots p-2$	$p-1$	p	$p+1$	$p+2$
R_p^2	$\dots R_{p-2}^2$	R_{p-1}^2	R_p^2	R_{p+1}^2	R_{p+2}^2

마지막으로 X 軸에 p, Y 軸에 R_p^2 을 잡고 그래프에 그렸을 때, 그 極大值에 해당하는 p 의 값이 구하고자하는 週期이다.

2. 試行週期の 解析

13個 調査對象地點에서 5年移動平均値에 의하여 推定해 보면 各 折線의 한 頂點에서 다음 頂點까지의 年數가 短期는 7年이 되고 長期는 16年이 되므로 各 地點의 振幅(R_p)의 極大値는 試行週期(P) 7에서 16 사이에 존재할 것이 예상된다. 이런 豫測에서 諸地點의 振幅値를 산출한 것이 表 1이다.

13個 地點에서 구하고자 하는 試行週期는 9年, 12年, 13年, 14年으로 나타나고 있어서 全國적으로 같지 않음을 알 수 있고, 9年の 試行週期가 부산, 제주, 울릉도, 강릉, 서울, 인천의 6個 地點에서 발생하고, 12年の 것은 목포, 여수, 울산의 3個 地點에서, 13年の 것은 전주의 1個 地點에서, 14年の 것은 대구, 포항, 광주의 3個 地點에서 이루어지고 있다. 그런데, 試行週期 10, 11에서 振幅의 極大値가 전혀 나타나지 않는 것은 그림 1에서와 같이 小振幅이므로 出現 可能性이 미약하고, 강릉, 인천, 서울의 경우에는 11年の 週期가 제 2의 peak를 이루어서 9年週期 다음으로 강하게 표현되고 있다. 9年週期の 부산, 제주, 울릉도, 강릉, 서울, 인천은 그 振幅의 變化로 보아서 試行週期가 명확하지만 12年, 13年, 14年の 週期가 나타나는 여수, 울산, 제주, 대구는 振幅의 極大値에 바로 인접하여 振幅 95% 이상의 試行週期가 발생하므로 하나의 試行週期가 결정되기에는 確然性이 부족하다.

7) 福井英一郎 編, 上掲書, p. 392. 關口 武, 1964, "日本の雨の長期變動の地域性", 地理學評論37卷, 日本地理學會, p. 217.

8) 前島郁雄·青山高義, 1973, "氣候圖の讀圖", 地理18卷10號, 古今書院, p. 12.

9) 鄭英鎮, 1977, 實用現代統計學, 經林出版社, p. 316.

10) 鄭英鎮, 上掲書, p. 315.

11) S. Gregory, 1973, *Statistical Methods and the Geographer*, Longman, p. 235.

表 1. 試行週期에 따른 振幅

試行週期(P)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
振 幅 (R_p)	釜山	116.5 (55.0)	142.5 (67.3)	211.7 (100.0)	74.4 (50.0)	105.8 (40.9)	86.6 (40.9)	89.5 (42.3)			
	濟州	89.3 (45.6)	73.8 (37.7)	195.7 (100.0)	64.6 (33.0)	62.8 (32.1)	55.4 (28.3)	14.2 (7.3)			
	鬱陵島	47.2 (39.5)	59.4 (49.7)	119.6 (100.0)	78.5 (65.6)	75.1 (62.8)	50.6 (42.3)	17.8 (14.9)			
	江陵	13.2 (10.7)	7.8 (6.3)	123.7 (100.0)	62.3 (50.4)	96.9 (78.3)	76.6 (61.9)	39.3 (31.8)			
	서울	9.9 (7.0)	93.5 (65.7)	142.3 (100.0)	39.0 (27.4)	60.5 (42.5)	30.1 (21.2)	51.6 (36.3)			
	仁川	39.3 (32.2)	106.8 (87.4)	122.2 (100.0)	9.9 (8.1)	67.5 (55.2)	63.0 (51.6)	14.8 (12.1)			
	木浦				35.2 (27.9)	30.8 (24.4)	126.1 (100.0)	99.8 (79.1)	52.4 (41.6)		
	麗水				22.1 (18.7)	91.2 (77.0)	118.4 (100.0)	115.5 (97.6)	47.0 (39.7)		
	蔚山				45.1 (33.4)	89.0 (65.8)	135.2 (100.0)	130.3 (96.4)	85.8 (63.5)		
	全州					52.7 (59.8)	84.0 (95.2)	88.2 (100.0)	83.5 (94.7)	61.9 (70.2)	
	大邱					68.6 (58.3)	92.2 (78.4)	112.8 (95.9)	117.6 (100.0)	76.4 (65.0)	36.4 (31.0)
	浦項					53.7 (55.2)	90.4 (93.0)	83.1 (85.5)	97.2 (100.0)	67.7 (69.7)	33.0 (34.0)
	光州					54.5 (38.7)	47.1 (33.5)	121.0 (86.0)	140.8 (100.0)	99.0 (70.3)	19.5 (13.8)

註: () 内の 數値는 百分比(%) 임.

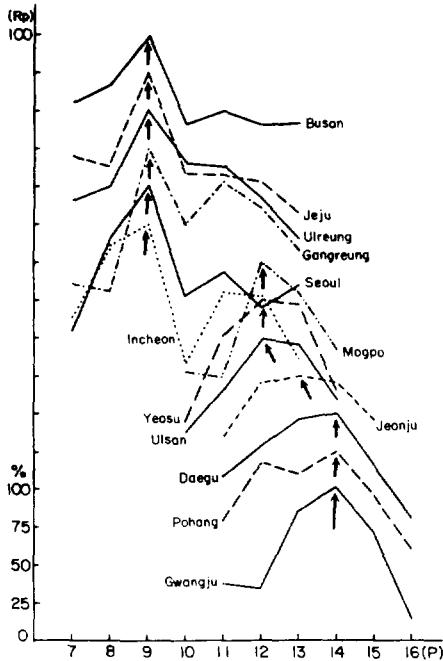


그림 1. 試行週期에 따른 振幅의 变化

3. 試行週期の 類型

같은 試行週期를 가진 諸觀測地點을 類型別로 구분하면 4類型이 구성된다. 즉, 9年, 12年, 13年, 14年の 試行週期를 가진 型이 존재한다.

9年の 試行週期가 나타나는 類型에는 그림 2에서 부산, 제주, 울릉도, 강릉, 서울, 인천이 이에 속한다. 全國의 年降水量의 變動率¹²⁾ 및 變動傾向¹³⁾을 9年 週期型的 變動과 관련시켜 볼 때 일치하지는 않으나 年降水量의 變動率分布의 南北性¹⁴⁾에서 相關性이 인정되고 表 2에서 年降水量의 變動率이 광주, 전주, 대구에 비하여 그 比率이 작으므로 試行週期도 13年, 14年の 것에 비교하여 短期間이 될 수 있다. 또한, 年降水量의 偏差와의 關係에서도 그 經過圖表는 이 類型과 유사하나 降水量偏差에 의한 氣候地

12) 全國 37個地點의 年變動率은 平均偏差로 12~26%(1910~1969의 平均)이다.

13) 9年週期の 6個地點이 中部型, 湖南型, 嶺東嶺南型으로 細分됨.

14) 姜萬石, 前掲書, p. 265 圖1.

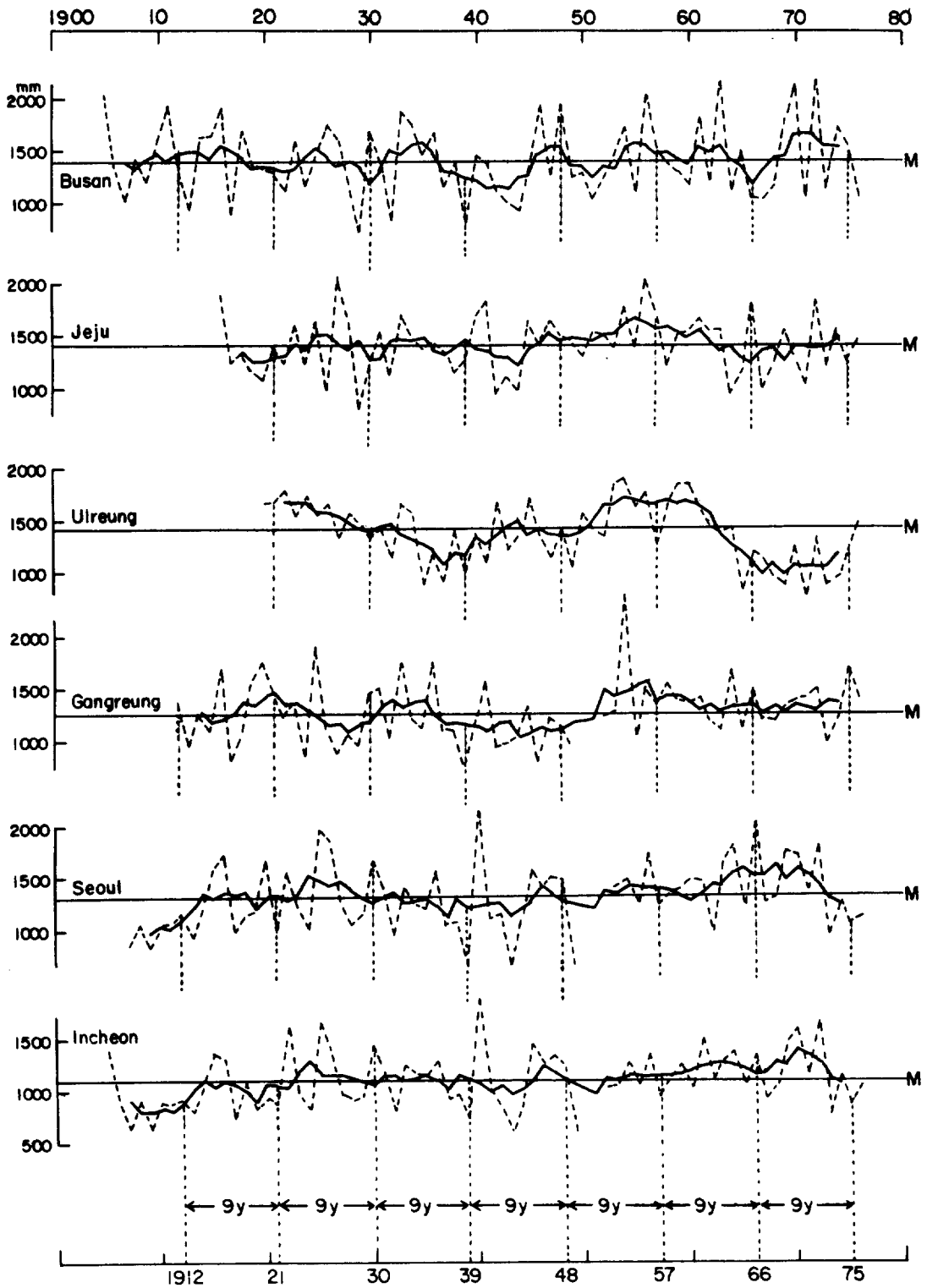


그림 2. 試行週期 9年の型

表 2. 試行週期別 年降水量의 變動率

觀測地點	年降水量의 變動率	試行週期
濟州	16.0	9年
釜山	18.7	9年
鬱陵島	12.9	9年
江陵	15.8	9年
서울	18.3	9年
仁川	17.5	9年
麗水	19.4	12年
木浦	18.8	12年
蔚山	19.1	12年
全州	20.0	13年
大邱	19.2	14年
浦項	19.1	14年
光州	20.3	14年

자료 ① 姜萬石, "韓國降水量의 變動率", 大邱教育大學論文集 第7輯, 1972, P. 263 表 1.
 ② 年降水量의 變動率은 1910~1969의 平均値임.

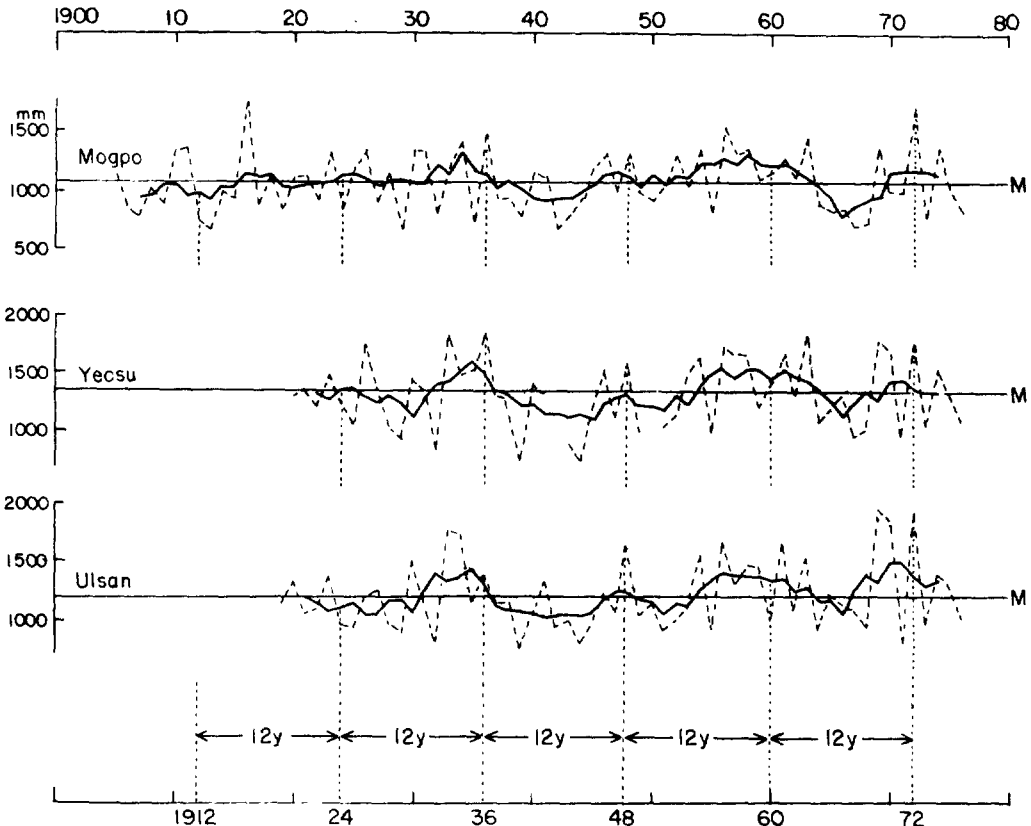


그림 3. 試行週期 12年의 型

域區分¹⁵⁾ 과는 일치하지 않는 점이 많다. 週期的 區分은 1912年에서 9年의 간격으로 이루어지고 있다.

12年의 試行週期가 出現하는 觀測地點은 목포, 여수, 울산으로서 年降水量의 變動狀態와 已間의 설정은 그림 3과 같다. 經過圖表를 檢거 覽해 보면 9年週期型과 類似한데 試行週期가 긴 것은 年降水量의 變動率의 差라고 생각된다. 南海岸과 南部西海岸에 위치한 3個 地點은 年降水量 偏差에 의한 地域性은 같고¹⁶⁾ 年降水量의 變動型에 의하면 小白山脈과 順天灣을 연결하는 線을 境界로 하여 東西로 兩分되므로 큰 的의는 없다. 이와 같이, 9年週期型은 年降水量의 變動率 및 偏差에 의하여 地域的 性格이 결정된다고 생각한다.

試行週期 13年의 型은 그림 4에서 전주가 해당하고 대구, 광주와 같이 內陸에 위치하여 年降水量의 變動率이 크게 표현되고 있을 뿐 아니

15) 姜萬石, 1973, "南韓의 降水量偏差에 관한 地域的 考察", 大邱教育大學論文集 第8輯, p. 319. 圖 4.
 16) 姜萬石, 前揭書, p. 317 圖 1, p. 319 圖 4.

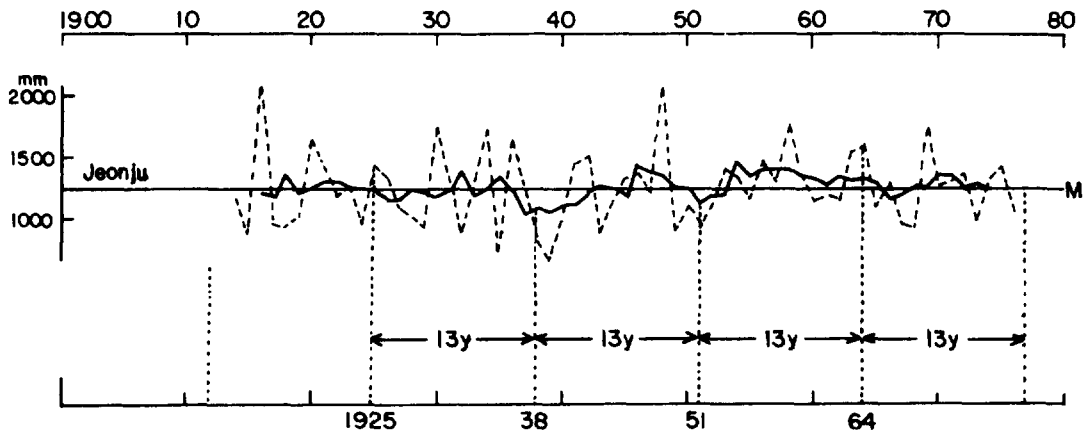


그림 4. 試行週期 13年の型

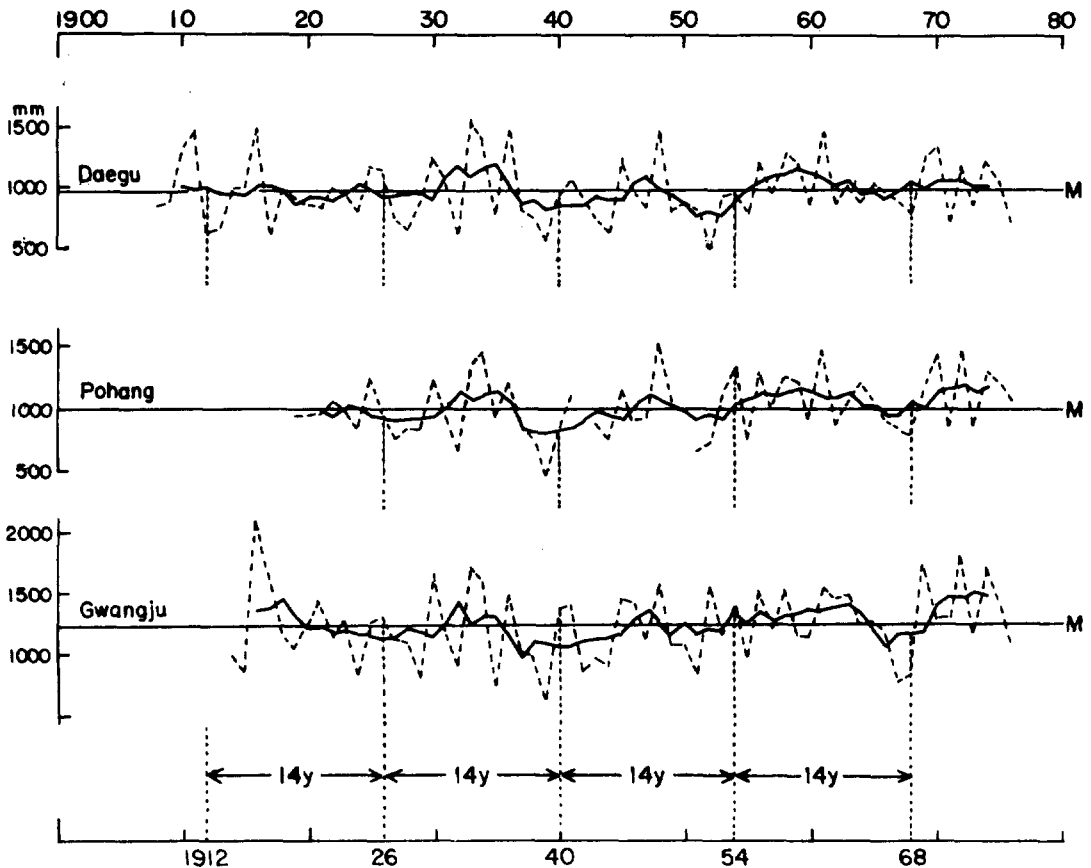


그림 5. 試行週期 14年の型

라, 試行週기도 12年, 13年, 14年の 3類型이 출현할 만큼 週期的 變動이 크게 나타나고 있다. 이런 경향은 여수, 울산, 대구에서 試行週期 13年の 振幅에서 잘 반영되어 있고 전반적으로

試行週期 9年の 類型에서보다는 12年, 13年, 14年の 週期型에서 발견된다.

대구, 포항, 광주의 5年移動平均値에 의한 折線을 걸가량하면 12年の 週期가 형성된다.¹⁷⁾ 그

17) 金 熙鍾, 1967, "洛東江流域의 降雨特性에 對한 研究", 東亞論叢 第4輯, p. 382.

러나 Schuster의 計算方法에 의하여 週期를 산출하면 그림 5와 같이 14年の 試行週期가 도출된다. 이 類型은 12年, 13年の 週期型과 같이 年降水量의 變動率이 높고 9年の 週期型에 비하여 試行週期의 變動이 크다. 대구와 포항은 南韓의 寡雨地域에 속하여 年降水量의 變動率이 크게 되므로¹⁸⁾ 이에 따라서 試行週期도 길어지게 되고, 광주는 전주와 같이 湖南內陸에 위치하여 集中豪雨와 旱魃의 영향을 받아 年降水量의 變動率이 높게 되고 있다.¹⁹⁾ 이와 같은 추세를 고려할 때, 우리 나라에서 年降水量變動率의 高率地域²⁰⁾을 형성하고 있는 忠淸南道와 忠淸北道에서는 累年年降水量의 試行週期가 14年 내지 그 이상이 될 可能性이 있다.

이상으로 南韓에서 발생하는 年降水量의 試行週期에서 9年, 12年, 13年, 14年の 4類型의 週期성이 인정된다. 이와 같은 降水의 週期는 前述된 降水量의 變動率 및 偏差의 側面에서 살펴보았으나, 降水의 週期는 氣象에 영향을 끼친다고 생각되는 太陽黑點數의 週期의 倍數에 해당하는 週期가 비교적 현저하므로 太陽黑點의 變化가 降水週期에 관계하고 있다고 생각된다.²¹⁾

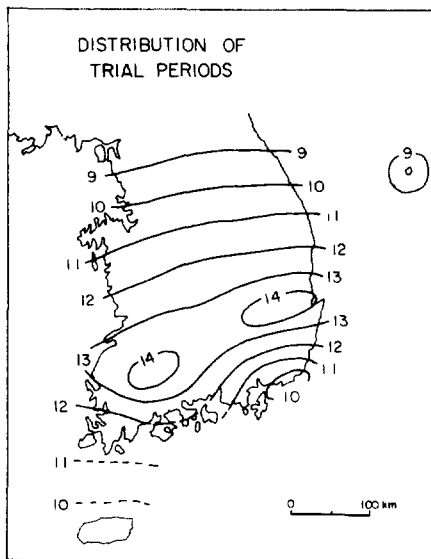


그림 6. 試行週期의 分布

과거 2世紀(1750~1970) 동안의 太陽黑點數의 調査에서 한 週期는 평균 11.3年, 短期는 9年 長期는 16年으로 나타나고 있는데²²⁾ 이런 사실을 우리 나라의 降水週期의 4類型과 비교해 본 결과 類似性이 많이 발견되었다.

4. 試行週期의 分布

南韓에서 이룩되고 있는 降水變動의 週期는 地域에 따라서 상당한 차이를 보이고 있다. 그림 6에서 광주, 대구, 포항을 연결하는 軸을 중심으로 하여 남북으로 향함에 따라 試行週期の 年數는 감소하여 전체적인 分布에서는 南北性을 나타내고 있다. 우리 나라의 降水量이 남북의 차이보다는 地形의 영향을 더 크게 받고 있는²³⁾ 것을 고려하면 降水量의 分布가 降水變動의 週期에 큰 영향을 끼친다고는 볼 수 없다. 특히 중부지방에서 太白山脈을 경계로하여 週期分布의 東西性이 出現할 것으로 예상했으나 이

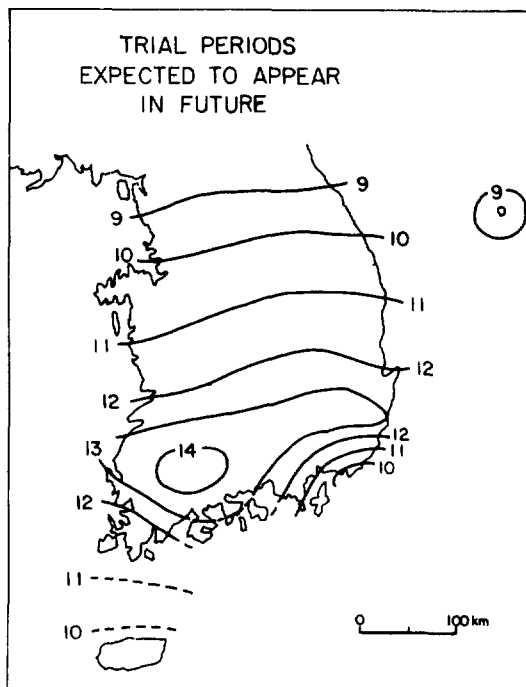


그림 7. 出現이 豫想되는 試行週期

18) 福井英一郎 編, 1962, 氣候學, 古今書院, p. 401.
 19) 畠山久尚 編, 1964, p. 21. アツアの氣候, 古今書院, p. 21.
 20) 年降水量의 變動率의 等值線 22%~25%로 구성된 地域을 칭함.
 21) 大後美保, 1976, 氣候と 文明, 日本放送出版協會, p. 193.
 22) H. J. Critchfield, 1975, *General Climatology*, Prentice-Hall of India, pp. 378~379.
 23) 金光植 外 14人, 1973, 韓國의 氣候, 一志社, p. 31.

와 상반된 경향이 發見되었다.

試行週期の 算出過程에서 振幅이 90% 이상이고 제2의 極大値가 되는 것이 남부지방에 위치하는 몇 個 地點에서 발견되었다. 이런 現象은 장차 이들 地點에서 발생하는 降水週期가 변할 수 있다는 것을 의미한다. 이런 觀點에 착안하여 振幅이 90% 이상이고 제 2의 極大値에 해당하는 試行週期를 선택하여 그림 7을 작성하였다. 여기에서 미래에 出現이 예상되는 試行週期の 地域的 變化를 알 수 있다. 그런데, 이 豫想分布는 현재의 降水週期の 分布와 큰 차이가 없고 다만 長期의 週期를 형성하는 地域이 남쪽으로 약간 이동하고 있을 따름이다. 이러한 사실을 미루어보아서 부산을 제외한 남부지방에서는 降水變動의 週期가 長期쪽에 기울어지고 결코 중부지방의 類型인 短期의 週期가 형성되지 않을 것으로 예측된다.

5. 結 論

이상의 研究에서 밝혀진 내용을 요약하면 다음과 같다.

(1) 南韓에서 형성되는 年降水量의 試行週期는

9年, 12年, 13年, 14年の 4類型이 있고, 대체로 中部地方에서는 9年週期型이 이루어지고 南部地方에서는 12年, 13年, 14年の 週期型이 나타나는데 南部內陸地方일수록 週期の 年數가 길어지고 있다.

(2) 振幅의 時系列 變化에서 9年週期型은 最大振幅이 다른 週期の 振幅에 비하여 월등하게 우수하므로 試行週期를 결정하는데 용이하지만, 12年, 13年, 14年の 週期型은 제2의 振幅이 93% 이상에 달하고 있어서 하나의 試行週期를 선정하는 데에 確然性이 부족하고 장래에는 결정된 試行週期가 변할 수도 있을 것이다.

(3) 年降水量의 試行週期는 太陽活動의 週期性, 降水의 變動率, 內陸性和 관계가 있다. 短期의 降水週期는 年降水量의 變動率이 작고, 長期의 것은 그 變動率이 크고 內陸性이 큰 地方에서 볼 수 있다.

(4) 降水의 試行週期分布는 地形의 영향을 받지 않고 南北性을 나타내고 있다. 試行週期の 分布傾向은 14年週期가 나타나는 嶺南 및 湖南의 內陸地方을 중심으로 하여 북쪽과 남쪽으로 향함에 따라 점차 감소하여 최후에 中部地方, 濟州, 鬱陵島에서는 9年週期가 이루어지고 있다.

A Trial Period Analysis of the Annual Precipitation in South Korea

Man Suk Kang

Summary:

A trial period study of the annual precipitation in South Korea has been conducted over a long period of time. The regional precipitation characteristics have been classified by use of the period types. 13 meteorological stations with successive records of more than 50 years were selected as periodic fluctuation data recorded over a long time period was needed for the trial period study.

This paper has analysed the cumulative annual precipitation of each of these trial periods that respectively have a pulsative variation from 1905 to 1976, using Schuster's method and the 5 year moving method.

The results of the studies are as follows:

(1) There are four types of trial period annual precipitation in South Korea: 9 year, 12 year, 13 year and 14 year periods. The 9 year period type occurs in the middle section of the country, the other types appear in the southern part, and the 14 year type period occupies the southern inland area.

(2) In the variation of the amplitude, the maximum amplitude of the 9 year type period is so

much greater than the amplitude of the other periods that it is easy to determine the trial period, but the second maximum amplitudes in the 12 year, 13 year and 14 year type periods are composed of over 93%; this being insufficient to decide a trial period. Also the trial period concluded by the maximum amplitude could be changed in future.

(3) These trial periods determined by the cumulative annual precipitation are concerned with the sun's activity, the changing rate of the precipitation and the inland characteristics. The trial period formed in a short term becomes high in the changing rate of the annual rainfall. On the other hand, that of a long term shows a low rate and is discovered in the area that is under the influence of the inland.

(4) The distributional trend of the trial period represents a N-S direction without the topographic effect. According to the extension toward the south and the north from the Yongnam and Honam Inland areas composed of 14 year periods, the trial period grows shorter and the 9 year periods are found in the middle area, Jeju and Ulreungdo.