

調和分析에 의한 韓國의 氣溫分布 研究

李 炳 高

一. 序 論	2. 相對振幅
二. 調和分析	4. 極大出現日
三. 合成, 評價	5. 地域區分
四. 地域的 特性	五. 結 論
1. 振 幅	

一. 序 論

韓國은 Eurasia 大陸과 太平洋이라는 巨大한 陸塊와 水塊의 接觸部에 位置하고 있어, 그 氣候의인 特性이 大陸과 海洋의 複合的인 影響을 크게 받고 있으므로, 地域에 따라 氣溫 變化의 樣相이 多樣하게 나타난다. 氣候를 構成하는 各要素中에서도 氣溫은 緯度の 函數¹⁾인 만큼 南北으로 긴 半島의 性格을 갖는 韓國에서는 緯도에 따른 氣溫 變化가 크며 水陸分布, 高度, 地形과 같은 地理的 因子에 依해 여러 모양으로 變形되어 地域的으로 多樣한 分布를 나타낼 것을 쉽게 豫想할 수 있다.

筆者는 各 地點의 氣溫變化 要素를 物理的 成因에 依해 分析하고, 그것이 位置, 水陸 分布 等에 따라 어떻게 地域的으로 다르게 나타나는가를 研究하였다.

方法은 調和分析에 依하였으며, 그에 依하여 氣溫變化의 狀態를 分析, 合成, 評價하여 氣溫變化의 振幅, 相對振幅, 極大出現日 等を 算出하고 그 結果值를 地圖化하여 地域區分을 試圖하였다.

氣象觀測值는 測候所²⁾ 및 管内觀測所³⁾를 合하여 全國 約 140 餘個 地點의 것을 擇하였다. 統計期間은 Normals⁴⁾(1931~1960)를 택하였으며 南韓은 缺測年이 除外되었고 北韓은 1949 年까지의 것이다.

二. 調和分析(Harmonic Analysis)

여기서는 Sample 로 서울의 氣溫年變化에 對한 調

和分析⁵⁾을 行하고 다른 地點들은 結果值만을 다루기로 하겠다.

一定期間을 周期⁶⁾로 한 氣溫(T) 變化를 나타내는 調和分析方程式은

$$T = a_0 + a_1 \sin(x + A_1) + a_2 \sin(2x + A_2) + a_3 \sin(3x + A_3) \dots (1) \text{이다.}$$

a_0 는 年平均氣溫 $a_1, a_2, a_3 \dots$ 는 各 term 의 振幅(Amplitude), $A_1, A_2, A_3 \dots$ 는 位相角(Phase Angle)으로 T의 極大出現時를 決定하는 Index⁷⁾가 된다. x 는 Time Angle.(여기서는 月을 角으로 表示) [$x = iz, z = \frac{360^\circ}{p}, i = 0.1.2.3 \dots p$ 는 周期의 길이, 여기서는 $p = 12, z = \frac{360^\circ}{12} = 30^\circ, 2z = 60^\circ$ 이다.]

이 式에서 一次調和(first term)는 全期間을 一周期로 하고 二次調和는 $\frac{1}{2}$ 周期, 三次調和는 $\frac{1}{3}$ 周期... 가 되며, 各調和가 나타내는 wave는 別個의 成因을 갖는 獨立된 것으로 그 變化의 physical meaning이 各各 다르다⁸⁾.

여기에 調和分析의 氣象要素에 對한 成因分析의 方法論的 意義가 있는 것으로 생각된다. 換言하면, physical meaning이 各各 다른 一周期의 一次波, $\frac{1}{2}$ 周期의 二次波... 等の 合成된 表現이 實際의 年變化 曲線이므로, 反對로 이 調和分析의 方法을 利用한 要素의 成因의 分析이 可能한 것이다.

1) Haurwitz & Austin, *Climatology*, p. 23, 1944 2) 國立中央觀象臺 : 한국 기후도, 1962 3) 國立中央觀象臺氣候調查課에서 Normals로 補正한 管内觀測所의 것을 利用. 4) W.M.O.에서 1931~1960을 平年值로 定함. 5) V. Conrad & W. Pollak, *Methods in Climatology*. pp. 119~133, 1962 6) 調和分析은 一年周期 또는 一日周期(24時間)의 分析을 하는 것이 보통이다. 7) V. Conrad, *op. cit.* p. 119 8) Panofsky & Brier, *Some Applications of Statistics to Meteorology*, 1965, p. 128

調和常數를 算出하는 方法은 V. Conrad 것을 利用하였다⁹⁾. V. Conrad 는 各 月의 平均氣溫(TK) 代身에 年平均氣溫으로부터의 偏差(ui)를 利用하였고, 特別 計算表¹⁰⁾를 使用하여 常數計算을 簡便化하였다.

(1)式을 展開하던 다음과 같은 Fourie's 級數型을 얻는다.

$$T = a_0 + a_1 \sin x \cos A_1 + a_2 \sin 2x \cos A_2 + \dots + a_1 \cos x \sin A_1 + a_2 \cos 2x \sin A_2 + \dots$$

여기서 $p_1 = a_1 \sin A_1$, $p_2 = a_2 \sin A_2$

$q_1 = a_1 \cos A_1$, $q_2 = a_2 \sin A_2$ 로 놓으면

$$T = a_0 + p_1 \cos x + p_2 \cos 2x + \dots + q_1 \sin x + q_2 \sin 2x \dots (2)$$

로 變型할 수 있다. 이제 各 月의 平均氣溫과 年平均氣溫(a_0)과의 偏差를 $u_0, u_1, u_2, \dots, u_i, u_{n-1}$ 이라 하고 (2) 式에 T 代身 u_i , $x = iz$, $i = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$ 을 代身하여 n 個의 方程式을 만들면 常數 $p_1, q_1, p_2, q_2, \dots$ 가 다음과 같이 求해진다.

$$p_1 = 2/n \{ u_0 \cos 0 + u_1 \cos z + u_2 \cos 2z + \dots + u_{n-1} \cos (n-1)z \}$$

$$q_1 = 2/n \{ u_0 \sin 0 + u_1 \sin z + u_2 \sin 2z + \dots + u_{n-1} \sin (n-1)z \}$$

.....
.....

<Table I>

Harmonic Analysis of the Annual Course of the Variable T

(Seoul)

month	T(°C)	i	ui	ui cos iz	ui sin iz	ui cos 2iz	ui sin 2iz	ui cos 3iz	ui sin 3iz	ui cos 4iz	ui sin 4iz
I	-4.9	0	-16.0	-16.0	0	-16.0	0	-16	0	-16	0
II	-1.9	1	-13.0	-11.258	-6.5	-6.5	-11.258	0	-13	+6.5	-11.258
III	3.6	2	-7.5	-3.75	-6.495	+3.75	-6.495	+7.5	0	+3.75	-6.495
IV	10.5	3	-0.6	0	-0.6	+0.6	0	0	+0.6	-0.6	0
V	16.3	4	5.2	-2.6	+4.5032	-2.6	-4.5032	+5.2	0	-2.6	+4.5032
VI	20.8	5	9.7	-8.4002	+4.85	+4.85	-8.4002	0	+9.7	-4.85	-8.4002
VII	24.5	6	13.4	-13.4	0	+13.4	0	-13.4	0	+13.4	0
VIII	25.4	7	14.3	-12.3838	-7.15	+7.15	+12.3838	0	-14.3	-7.15	+12.3838
IX	20.3	8	9.2	-4.6	-7.9672	-4.6	+7.9672	+9.2	0	-4.6	-7.9672
X	13.4	9	2.3	0	-2.3	-2.3	0	0	+2.3	+2.3	0
XI	6.3	10	-4.8	-2.4	+4.1568	+2.4	+4.1568	+4.8	0	+2.4	-4.1568
XII	-1.2	11	-12.3	-10.6518	+6.15	-6.15	+10.6518	0	+12.3	+6.15	+10.6518

Mean (a_0)	11.1	Σ	-85.4438	-11.3522	-6.00	+4.5032	-2.7	-2.4	-1.3	+2.2526
----------------	------	----------	----------	----------	-------	---------	------	------	------	---------

$$p_1 = -14.241$$

$$q_1 = -1.892$$

$$\log |p_1| = 1.1535$$

$$\log |q_1| = 0.2770$$

$$\log \tan A_1 = 0.8765$$

$$(A_1) = 82^\circ 25'$$

$$A_1 = 262^\circ 25'$$

$$\log |p_1| = 1.1535$$

$$\log |\sin A_1| = 0.9962 - 1$$

$$\log a_1 = 1.1573$$

$$a_1 = 14.37$$

$$p_2 = -1.0$$

$$q_2 = +0.7505$$

$$\log |p_2| = 0.0000$$

$$\log q_2 = 0.8754 - 1$$

$$\log \tan A_2 = 0.1246$$

$$(A_2) = 53^\circ 00'$$

$$A_2 = 307^\circ$$

$$\log |p_2| = 0.0000$$

$$\log |\sin A_2| = 0.9023 - 1$$

$$\log a_2 = 0.0977$$

$$a_2 = 1.25$$

$$p_3 = -0.45$$

$$q_3 = -0.4$$

$$\log |q_3| = 0.6532 - 1$$

$$\log |q_3| = 0.6021 - 1$$

$$\log \tan A_3 = 0.9489 - 1$$

$$(A_3) = 48^\circ 17'$$

$$A_3 = 228^\circ 17'$$

$$\log |q_3| = 0.6532 - 1$$

$$\log |\sin A_3| = 0.8729 - 1$$

$$\log a_3 = 0.7803 - 1$$

$$a_3 = 0.60$$

$$p_4 = -0.217$$

$$\log |p_4| = 0.3365 - 1$$

$$\log q_4 = 0.5740 - 1$$

$$\log \tan A_4 = 0.7625 - 1$$

$$(A_4) = 30^\circ 03'$$

$$A_4 = 329^\circ 57'$$

$$\log |p_4| = 0.3365 - 1$$

$$\log |\sin A_4| = 0.6997 - 1$$

$$\log a_4 = 0.3368 - 1$$

$$a_4 = 0.22$$

$$T = 11.1 + 14.4 \sin(x + 262^\circ 25') + 1.3 \sin(2x + 307^\circ) + 0.6 \sin(3x + 228^\circ 17') + 0.2 \sin(4x + 329^\circ 57')$$

9) 福井(1938), Hans A. Panofsky(1965)의 方法이 計算過程에 있어서 약간 다르다.

10) V. Conrad, *op. cit.* p. 122

$$p_k = 2/n(u_0 \cos 0^0 + u_1 \cos kz + u_2 \cos 2kz + \dots + u_{n-1} \cos(n-1)kz)$$

$$q_k = 2/n(u_0 \sin 0^0 + u_1 \sin kz + u_2 \sin 2kz + \dots + u_{n-1} \sin(n-1)kz)$$

다음 三角函數의 原理에 依해

$$\frac{p_k}{q_k} = \tan A_k, \quad \frac{P_k}{\sin A_k} = a_k$$

<Table II>

Evaluation of Equation for T (Seoul)

$$\alpha = x + 262^\circ 25', \quad \beta = 2x + 307^\circ, \quad \gamma = 3x + 228^\circ 17', \quad \delta = x + 329^\circ 57'$$

$$A = 14.4 \sin \alpha, \quad B = 1.3 \sin \beta, \quad C = 0.6 \sin \gamma, \quad D = 0.2 \sin \delta$$

month	α	β	γ	δ	A	B	C	D	A+B+C+D	A+B	obs-(A+B)	obs-(A+B+C+D)
I	-82°25'	-53°	-48°17'	-30°03'	-13.3	-1.1	-0.5	-0.1	-15.0	-14.4	-1.6	-1.0
II	-67°35'	+7	-41.43	+89.57	-13.2	+0.2	-0.4	+0.2	-13.2	-13.0	0	+0.2
III	-37.35	+67	+48.17	-29.57	-8.8	+1.2	+0.5	-0.1	-7.2	-7.6	+0.1	-0.3
IV	-7.35	+53	+41.17	-30.03	-1.9	+1.1	+0.4	-0.1	-0.5	-0.8	+0.2	-0.1
V	+22.25	-7	-48.17	+89.57	+5.5	+0.2	+0.5	+0.2	+5.4	+5.7	-0.5	-0.2
VI	+52.25	-67	-41.43	-29.57	+11.4	-1.2	-0.4	-0.1	+9.7	+10.2	-0.5	0
VII	+82.25	-53	+48.17	-30.03	+13.3	-1.1	+0.5	-0.1	+12.6	+12.2	+1.2	+0.8
VIII	+67.35	+7	+41.43	+89.53	+13.2	+0.2	+0.4	+0.2	+14.0	+13.4	+0.9	+0.3
IX	+37.35	+67	-48.17	-29.57	+8.8	+1.2	-0.5	-0.1	+9.4	+10.0	-0.8	-0.2
X	+7.35	+53	-41.43	-30.03	+1.9	+1.1	-0.4	-0.1	+2.5	+3.0	-0.7	-0.2
XI	-22.25	-7	+48.17	+89.57	-5.5	-0.2	+0.5	+0.2	-5.0	-5.7	+0.9	+0.2
XII	-52.25	-67	+41.43	-29.57	-11.4	-1.2	+0.4	-0.1	-12.3	-12.6	+0.3	0

三. 合成, 評價

(Synthesis & Evaluation of the Series)

<Table I>에서 決定된 서울의 氣溫年變化曲線

$$T = 1111.1 + 14.4 \sin(x + 262^\circ 25') + 1.3 \sin(2x + 207^\circ) + 0.6 \sin(3x + 228^\circ 17') + 0.2 \sin(4x + 329^\circ 57') \dots \dots \dots (3)$$

을 各月別로 評價한 것이 <Table II>이다. 다음으로 <Table II>에서 評價된 結果대로 各 wave 를 (4個 調和曲線) 合成, 座標上에 追跡한 氣溫年變化曲線이 <Fig I (A)>이다. [<Table II>의 第10欄(A+B+C+D)], <Fig I (B)>는 一次, 二次 wave 를 別個로 나타낸 것이다. 座標에서 0는 a_0 이며, 上, 下數値는 振幅(°C)을 나타낸다. full line 이 計算된 것이고 dots 는 實測值이다. 그러나, Fourier's series 에 있어서는 二次 調和以下는 切下^{11), 12)}하는 것이 普通이다. 왜냐 하면, 실제로 級數의 wave 가 二次 調和에서 實測線에 가깝게 바로 收斂되어 二次 調和까지 만으로도 實測線에 가까운 變化를 살필 수가 있기 때문이다(<Table II> 第12欄

$p_k^2 + q_k^2 = a_k^2$ or $a_k = \sqrt{p_k^2 + q_k^2}$ 이므로, 常數 p_k, q_k 만 求해지면 振幅(a_k)과 位相(A_k)을 算出할 수 있다. 以上과 같은 方法에 따라 서울地方의 氣溫年變化를 調和分析한 結果는 <Table I>과 같다. (T=各月の 平均氣溫, u_i =偏差($T_k - a_0$), $p_k = \Sigma/6$, $q_k = \Sigma/6$)

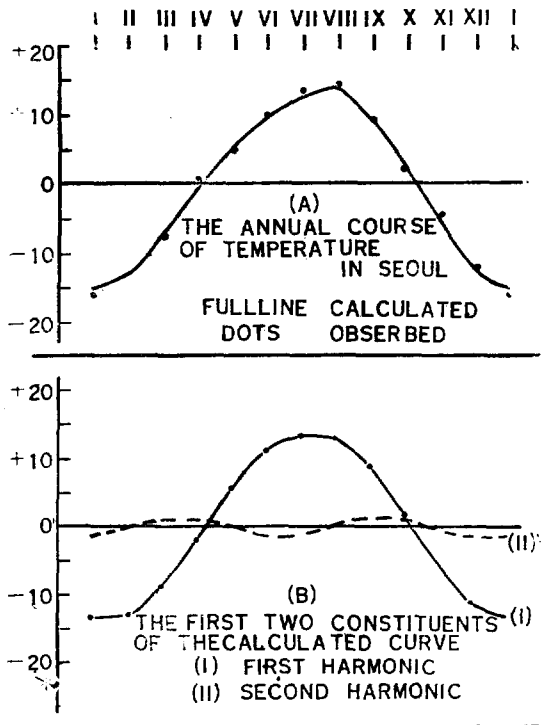


Fig. 1

11), 12) Panofsky, *op. cit.* p.128 p. 133

(Obs - (A + B)) 參照). 서울의 경우

$$^{(13)}\sigma^2 = \frac{\sum u_i^2}{n} = 103, \quad \frac{1}{2}(a_1^2 + a_2^2) = 99 \quad \sigma^2 = 4,$$

σ^2 가 σ^2 의 4%도 되지 않으므로 第二次調和 미만은 無視해도 된다. 即, 二次調和까지에서 急激히 收斂되고 있음을 意味한다. <Fig. I>에서 (B)의 wave I은 一次調和, wave II는 二次調和曲線이다. 前者는 一年을 周期로 한 번의 極大, 極小가 7月과 1月に 나타나고, 後者는 半年을 周期로 極大, 極小가 反復되고 있다. 그러면, wave I과 같은 一次的 氣溫變化를 가져오는 physical meaning은 무엇이며 wave II와 같은 二次的 變化를 가져오는 原因은 무엇인가? 첫째로 wave I과 같은 一年 周期의 波動을 일으킬 수 있는 物理的 成因으로는 結果的으로 insolation 變化를 招來하는 太陽高度의 年變化를 생각할 수 있다. 即 地球는 軌道面에 對해 $23^\circ \frac{1}{2}$ 의 傾斜를 유지하면서 太陽周圍를 公轉하므로 季節變化에 따른 太陽高度의 變化가 結果的으로 地表面에 收入되는 insolation의 量的, 時間的 變化(入射角, 可照時間의 變化에 依한¹⁴⁾)를 가져오게 되는데, 그것은 夏至에 極大, 冬至에 極小가 된다.

Fig. II (A)는 太陽高度의 年變化를 나타내는 視赤緯 (apparent declination)¹⁵⁾ 曲線인데, 極大가 6月, 極小가 12月に 나타나고 있다. 이 視赤緯曲線과 Fig I (B)의 wave I이 一致된 形態의 變化를 보여 준다. 그러나, 여기에서 問題되는 것은 前者와 後者의 變化曲線에서 極大가 나타나는 時期가 다른 點인데, 極值出現의 緩速을 가져오는 要因으로는 地表面의 狀態, 比熱(specific heat)¹⁶⁾이 다른 陸地와 海洋의 表面效果를 생각할 수 있다. 數衍하면, 熱容量(heat capacity)¹⁷⁾이 各各 다른 陸地面과 海洋表面이 同一量의 太陽熱을 받더라도 陸地는 海洋에 比해 急速히 加熱, 冷却되어 氣溫變化의 反應이 相異하게 된다. 그러므로, 視赤緯曲線과 一次調和曲線을 同一座標上에 表現했을 때 <Fig. II (B)>, 前者의 極大出現時와 後者의 것과의 間隔(lag)은 곧 大陸과 海洋效果의 程度를 나타내는 指標가 될 수 있다. 即, 前 後者의 極大間의 間隔이 가까울수록 大陸效果가 큰 것이며, 멀수록 海洋의 影響이 큰 것이다. 또 이것은 「地點」에 따라 그 強度가 다르게 나타날 것인데, 勿論 여기의 「地點」이란 水平의 位置를 決定하는 緯度와 垂直의 位置를 決定하는 高度가 各各 다른 것을 의미하는 것으로, 이들 緯度나 高

度가 氣溫變化의 한 因子가 되고 있어, 이에 對한 因子의 分析이나 解析的 證明이 必要하다.

둘째로, Fig I (B)의 wave II를 보면 一年에 極大, 極小가 두번(3·4月과 9·10月에 上昇, 1·12月과 6·7月에 下降) 나타나는데, 이러한 氣溫의 二次的 變化를 가져오는 physical meaning으로 氣團의 盛衰를 생각해 보았다. 寒冷한 大陸氣團의 最盛期인 12月, 1月に 氣溫이 下降되며, 6月, 7月の 氣溫低下는 寒帶前線의 影響(長霖)으로 增加되는 雲量과 繼續的인 降雨가 insolation을 弱화시키는 데 基因하는 것으로 推定할 수 있다. 다음으로 3,4月과 9,10月の 氣溫上昇은 移動性 高氣壓의 支配로 인한 晴天日數의 增加와 密接한 關聯이 있을 것으로 생각된다. 따라서, 同時期에 우리 나라가 移動性 高氣壓의 中心部에 位置되는 頻度를 調査하여 氣溫과의 關係를 究明해 보면 明確한 結論을 얻을 수 있겠으나, 이 問題는 資料 關係로 後日의 宿題로 미루었다. 參考로 東京의 氣團曆¹⁸⁾을 보면 (Table III) cP 氣團이 3,4,5月に 顯著히 減少되는 반면 NcP 氣團(移動性高氣壓)이 增加되고 9,10月に 다시 NCP

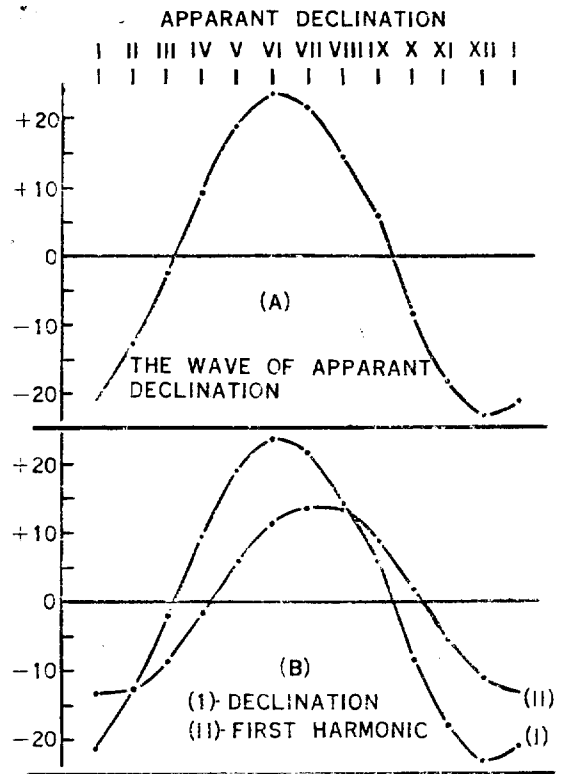


Fig. II

13) D. Brunt는 Criterion을 $\sigma^2 = \sigma^2 - \frac{1}{2}(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 \dots)$ 으로 했다. σ^2 은 偏差의 分散 14) C.E. Koeppen, *Weather and Climate*, 1958, p. 40 15) *America Etheneris and Nautical Almanac for the year, 1967* 16) C.E. Koeppen, *op. cit.* p. 35 17) Pettersen, *Introduction to Meteorology*, 1958, p. 72 18) 福井英一郎: 氣候學概論 1961, p. 71

의 頻度가 最大가 되었다가 11, 12월에 cP가 增加되면서 NcP는 다시 急激히 減少되고 있다. 即 NcP 氣團은 二次調和曲線과 類似한 波動을 보여 주고 있다. 다음으로 變質된 揚子江氣團(NcT)이 3, 4, 5월에 最盛을 보이며 9월에도 弱하게 나타나고 있다. 이것은 東京의 경우이기는 하나 氣團은 廣範圍한 地域에 걸쳐 形成되는 것이므로, 우리 나라도 大體로 이와 類似할 것이다. 이상의 事實로 보아 氣溫變化의 二次的 成因은 氣團의 盛衰일 것으로 推定된다.

<Table III> 東京의 氣團曆

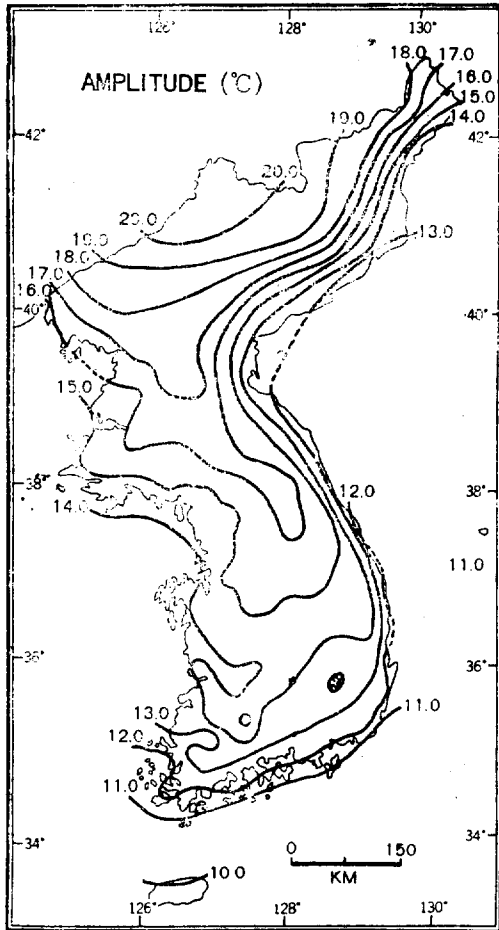
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
cP	78	62	43	17	9	4	3	2	26	39	51	74%
NcP	20	33	33	36	36	33	14	19	37	51	44	25
cT	0	1	1	5	1	1	0	0	0	0	1	1
NcT	2	3	5	19	18	1	0	0	2	0	3	0

※ cP; siberia 氣團—차고 건조하며 주로 겨울에 發生
 cT; 揚子江 氣團—온난하고 건조하여 날씨가 좋다.
 春, 秋에 發生
 N; 變質된 것.

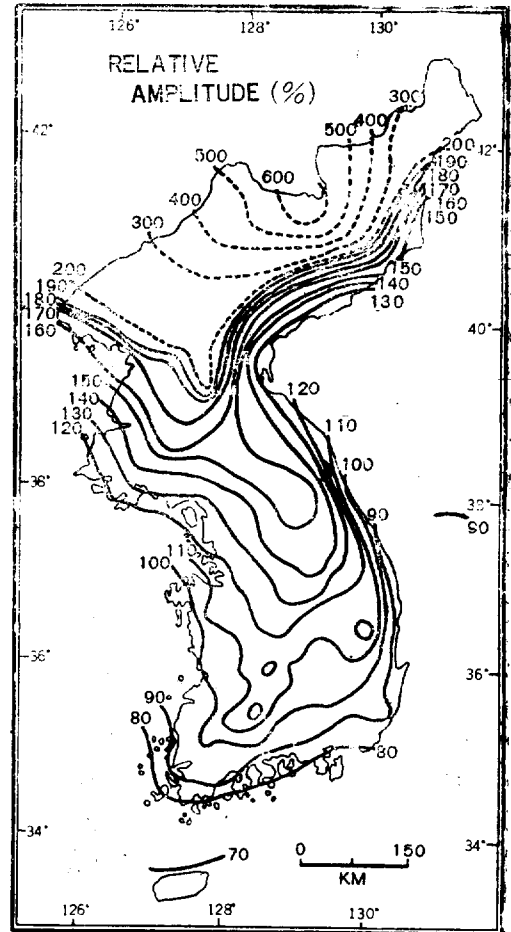
四. 地域의 特性

以上에서 分析된 結果에 依하여 우리 나라의 氣溫分布의 地域의 特性을 究明해 보았다. 여기서는 一次調和의 結果值만을 가지고 다루었다.

1. 振幅(Amplitude) 全國各地點의 月平均氣溫을 調和分析하여 一次調和의 振幅을 plotting, 地圖化한 것이 <Map I>이다. 振幅이 가장 큰 곳은 江界(20.9), 厚昌(20.7), 中江鎮(20.3)의 平北 北部地域이



MAP I



MAP II

며, 이로부터 振幅線들이 緯度를 따라 내려오면서 점차 甚하게 南向 彎曲을 이루어 18°線까지는 比較的 緯度에 平行한 uniform 한 形態를 나타냈고, 이어서 振幅 17°, 16°線이 지나는 平南, 黃海, 江原의 內陸에서 彎曲度는 가장 크게 나타나다가 15°線의 慶北 北部에 이르러 다시 緩慢해지면서 忠北 內陸으로 들어가 京畿 北部를 縱斷, 黃海 南部에서 海岸을 따라 北上하고 있다. 振幅線 中에서 deflection 이 심한 14°線은 東海岸을 따라 南下하다가 靑松 부근에서 內陸으로 꺾이어 小白山脈을 따라 南西走한 후 南原 부근에서 北西쪽으로 北上, 全州, 裡里 부근에서 다시 內陸으로 灣入되었다가 泰安半島를 縱斷하여 西海 中部로 빠지고 있다. 13°線은 城津, 端川의 關北東海岸을 거쳐 海岸線을 따라 南下하다가 浦項 부근에서 內陸으로 들어가 12°線과 平行線을 이루며 南部地方을 橫斷, 羅州, 光州 부근에서 꾸부러져 西海 南部로 나가고 있다. 東海 中南部와 南海岸에서는 振幅 12°, 11°線들이 海岸과 平行을 이루어 18°線 以上の 線들과 같이 微弱한 violation을 나타내고 있다. 振幅이 가장 작은 곳은 濟州로 10.0°이다.

〈Map I〉의 振幅圖의 pattern은 地形과의 密接한 關聯性을 잘 드러내고 있다. 몇 가지 特徵을 들어 보면 첫째, 東海斜面에서는 威鏡山脈과 太白山脈線을 따라 等值線 間隔이 좁혀져 西海 斜面과 顯著的 差異를 보여 太白山脈과 威鏡山脈이 韓國氣溫의 東西性을 區分하는 가장 뚜렷한 地形的 境界線이 되고 있다. 또 等值線이 海岸線과 平行하고 있어 東海岸의 氣溫이 東海의 影響을 크게 받고 있는 증거로 해석할 수 있다. 둘째로, 小白山脈이 또 하나의 뚜렷한 地形的 境界가 되고 있다. 14°線이 南西向으로 小白山脈과 平行되고, 南原 부근에서 15°의 閉曲線이 智異山 效果를 잘 나타낸다. 이어서 13°線이 同一方向으로 羅州, 光州에서 內陸으로 彎曲되어 無等山 效果를 나타내고 있다. 中部地方에서는 15°線의 彎曲이 車嶺, 廣州山脈과 一致되었으며, 黃海道에서 16°線이 滅惡山脈과 같은 方向으로 黃州, 載寧에서 彎曲되고 있다. 셋째로 17°, 16°線이 狼林山脈의 下端部로부터 內陸으로 極甚한 南向彎曲을 이루어 typical 한 內陸性을 나타내고 있다. 이같은 점들로 보아 같은 陸地에서도 低地보다는 高地가, 平地보다는 陸塊(bulk)가 큰 곳의 振幅度가 더 크다는 것을 알 수 있는데, 이것은 氣溫變化에 미치는 水陸의 影響力을 나타내는 것이다. 한 가지 特徵的인 것은 여름, 겨울의 氣溫에 特異한 昇降現象이 잘 나

타나는 大邱의 振幅이 오히려 주변 지역보다 낮으며, (大邱 13.1, 昌寧 13.6, 永川 13.6) 東村은 더욱 떨어져(12.5) 大邱 부근에서 130°線이 凹形的 閉曲線을 이루어 特殊型을 이루고 있는 점이다. 이것은 大邱, 東村이 周邊地域보다 高度가 낮은 盆地의 特性에 基因하는 것으로 생각되는데, 이는 振幅이 海岸보다는 陸地에서, 平地보다는 陸塊(bulk)가 큰 곳에서 더욱 크게 나타나는 實證의 하나이며, 진폭은 一定한 限界點을 中心으로 일어나는 上, 下 波動으로, 極值間의 差(difference)를 나타내는 較差(range)와는 意味가 다른 것을 뒷받침해 주고 있다. 그러므로, 冬夏季의 特殊한 氣溫昇降現象이 잘 나타나는 大邱가 오히려 낮은 진폭을 보이는 것은, 그러한 現象의 原因이 氣溫逆轉이나 其他의 氣象의 特殊現象을 일으키는 盆地性에 基因하는 것이 아닌가 생각된다.

2. 相對振幅(Relative Amplitude) 相對振幅은 年平均氣溫에 對한 振幅의 相對比率(百分率)로 變化의 度를 振幅보다는 量的으로 더욱 예민하게 나타낸다.

$$RA = \frac{a_t}{a_0} \times 100 \text{ 으로 표시된다.}$$

相對振幅이 크다는 것은 相對的으로 年平均氣溫이 낮다는 것을 意味하는데, 이는 高緯度나 內陸으로 갈수록 年較差가 큰 데 反하여, 年平均氣溫이 낮은 것에 基因한다. 이러한 反比例的 變動의 理由를 Austin은 “內陸이나 高緯度일수록 겨울 기온의 低下가 急激한 反面, 여름 기온의 上昇은 緩慢한 데 있는 것”¹⁹⁾으로 說明하고 있다. 이로 미루어 大陸이나 內陸일수록 相對振幅이 큰 것을 알 수 있다. 〈Map II〉는 全國의 等相對振幅圖이다. 相對振幅도 多少의 變形은 있으나 別差 없이 振幅圖와 類似한 pattern을 나타내고 있다. 그러나 最高, 最低의 比는 振幅의 경우가 約 2.1倍(江界 20.9, 濟州 10.0)인데 대해, 相對振幅은 約 10倍(三水 640, 濟州 68)로 相對振幅이 더욱 예민한 量的 變化度를 表現하고 있다. Map II에서 相對振幅이 가장 낮은 곳은 濟州(68)이고 80線이 釜山, 高興, 珍島의 南海岸 島嶼地方에 걸려 있으며, 이에 並行하여 90線이 울릉도와 三陟 부근에서 始作되어 盈德(89), 浦項(90), 蔚山(91)을 거쳐 晉州, 河東, 海南(87) 등의 南海岸을 橫斷, 木浦近海에서 北上하고 있다. 東海 中部에서 始作된 100, 110線은 南部地方의 內陸에서 가장 심하게 deflect된 후 全南, 忠南에서 海岸線과 平行으로 北上한다. 120線부터 170線까지는 中部地方의 內陸에서 同一形態로 南向彎曲을 일으키고 있으며 180 以上은 緯度에 따라 急激히 相對振幅이 增加되어

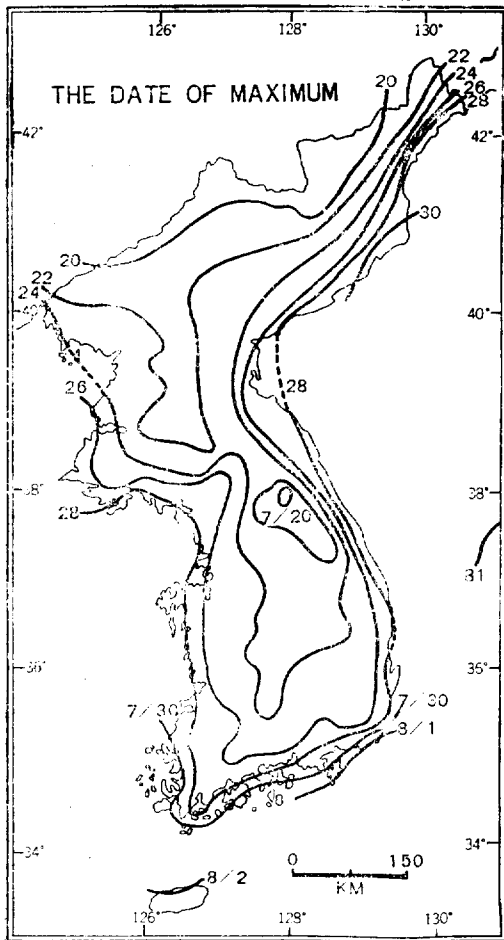
19) Haurwitz & Austin, *op. cit.* p. 28

200, 300, 400, 500, 600 線들이 大體로 緯度와 平行된 類似한 형태들을 나타내고 있다. 相對振幅이 가장 큰 곳은 三水(640), 甲山(550), 中江鎭(534)의 北部地域이다. 振幅圖에 比하여 中部以南에서는 等值線들이 대체로 海岸線과 平行으로 韓半島를 迂廻하는 형태를 보여 隔海度가 잘 나타나고 있다. 等值線 200 以上은 間격이 더욱 조밀해져 北部地方의 大陸의 同質性을 잘 나타냈으며 咸鏡山脈의 東海斜面은 隔海度を 따라 등치선 밀도가 顯著히 增大되고 있다. 東海 中南部斜面에서도 130—90 線들이 海岸線과 平行되다가 차례로 內陸으로 꾸부러졌으며 120의 閉曲線이 岷周之山, 智異山 效果를 잘 나타내고 110 線이 小白山脈을 따라 南西向으로 彎曲되고 있다. 黃海, 江原의 內陸에서는 振幅圖에서와 같이 內陸性이 뚜렷이 나타나고 있으며, 한 가지 특징은 城津 부근에서 等值線들이 東海斜面으로 屈折을 일으키고 있는데, 充分한 資料가

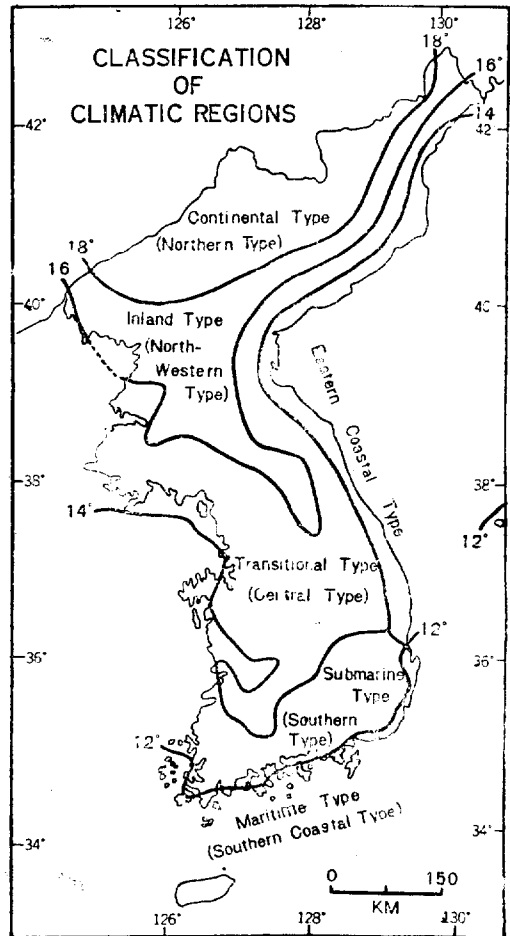
不足되기는 하나 이것은 摩天嶺山脈의 高度效果인 것으로 해석된다.

역시 大邱盆地一帶는 盆地性이 잘 드러나고 있다. 90 線이 慶州(91), 蔚山(91)에서 太白山脈의 最南端部인 高獻山(1033m)을 迂迴하여 密陽으로 들어가 高獻山 效果를 잘 드러내고 있음이 注目된다.

3. 極大出現日(Date of the Maximum) 調和分折에서 位相은 極值의 出現時를 決定짓는 重要 index가 된다. 一次調和曲線을 追跡해 보면(Fig I), 一年中一回의 極大, 極小가 나타나는데, 그 時期는 地點에 따라 다르다. <Map III>은 等極大出現日圖이다(極大, 極小는 相對的이므로 極大值만 取扱하였다). 極值出現日역시 氣溫의 大陸性과 海洋性의 性格을 說明하는 指標가 되는데, 極值出現의 遲速은 大陸과 海岸이 相異한 反應을 나타내어 大陸일수록 急進的이고 海岸일수록 漸進的이다. <Map III>에서 極大出現日이 가장 빠



MAP III



MAP IV

른 地域은 茂山(19日), 楚山(19日), 昌成, 厚昌, 三水, 甲山(20日) 등의 北西部地域이고 江原內陸의 楊口(20日), 春川(21日)이 7月 20日頃으로 그 다음이다. 이에 反해, 가장 늦은 지역은 濟州로 8月 2日이고 울릉도와 釜山이 8月 1日이다. 7月 30日線이 關北의 東海岸과 南海 島嶼 地方에 걸쳐 있으며, 28日線이 東海岸 最北端에서부터 始作되어 海岸線을 따라 南下, 南海岸을 迂迴하여 다시 西海岸을 따라 江華, 海州에 이르고 있다. 26日線도 南部地方의 內陸에서 어느 정도 變形되고 있으나, 大體로 28日線과 平行되고 있다. 極大出現日도 隔高度에 따라 遲速이 달라져 海岸에 가까울수록 늦어지고 內陸과 高地帶일수록 빨라지는 現象을 보여 주고 있다.

4. 地域 區分 지금까지 檢討된 여러 가지 結果를 바탕으로 다음과 같이〈Table IV〉 地域區分을 해 보았다. 區分의 基準은 振幅에 依했다(Map IV).

氣候 地域區分
〈Table IV〉

氣候 型	振幅	地 域
大陸 型(北部型) Continental Type (Northern Type)	18°以上	龜城, 雲山, 熙川 以北의 平北과 蓋馬 高原, 茂山, 會寧, 鍾城의 咸北 北西部 一帶
內陸 型(北西部型) Inland Type (North-Western Type)	16°~18°	平壤, 鎭南浦의 南西部를 제외한 平南과 平北 一部 및 黃海, 江原, 內陸 一帶
漸移 型(中部型) Transitional Type (Central Type)	14°~16°	小白山脈 以北의 中部地方 一帶
準海洋 型(南部型) Submarine Type (Southern Type)	12°~14°	南海岸을 제외한 小白山脈 以南의 嶺南, 全南 一帶
海洋 型(南海岸型) Maritime Type (Southern Coastal Type)	12° 以下	울릉도, 南海島嶼, 濟州 島
東海岸 型 Eastern Coastal Type	14° 以下	咸鏡, 太白山脈 以東의 東海岸

大陸型은 uniform 한 大陸의 同質性이 나타나는 18° 以上の 地域을 묶었으며, 內陸型은 17°, 16°의 等值線이 內陸으로 깊숙이 南向彎曲되는 特徵을 取해 定했다. 그리고, 氣溫變化의 幅이 가장 적은 12°線 以南의 南海岸一帶를 南海岸型으로 區分했다. 南部型은 deflection이 가장 甚한 14°線의 小白山脈 以南의 南部地方으로, 內陸型과 南部型의 漸移의 形態가 나타나는 中部地方은 中部型으로 設定했다. 마지막으로 東海가 우리 나라의 氣溫分布에 미치는 影響력이 매우 큰 점을 考慮하여 14°線 以下の 東海岸을 따로 떼어 東海岸型

으로 區分지었다. 여기서 困難을 느낀 것은 南部型과 東海岸型과의 境界線 設定이었는데 이것을 靑松, 盈德에서 끊었다. 明確한 근거는 없으나 14°, 13°, 12°線들이 좁은 간격으로 下向하다가 이 附近에서 14°線이 急激히 內陸으로 꾸부러져 變換點을 이루고 있는 점을 고려한 것이다. 우리 나라의 氣候區分에 있어 많은 사람들이 西海岸型으로 區分하고 있는데, 氣溫의 單要素만을 取扱한 本研究에서는 半島의 南西部에서 어느 정도의 異質的 變化가 나타나는 하나 東海岸과 같이 뚜렷한 形態의 西海岸의인 特性은 찾아보기 어려운 점이다. 이는 아마도 西海가 東海에 比해 暖流의 影響을 크게 받지 못하고 있으며, 東海만큼 大洋的 影響力을 갖지 못한 데 基因하는 것으로 생각된다.

五. 結 論

韓國의 氣溫年變化를 調和分析해 본 結果는 첫째, 氣溫年變化의 一次的 成因은 太陽高度의 變化이며, 二次的 成因은 氣團의 盛衰일 것으로 推定된다. 이렇게 一次, 二次的 成因에 依하여 決定된 氣溫變化는 다시 緯度, 高度, 水陸分布 등의 影響에 의해 變形되어 地域의 特性을 나타내고 있다. 그리하여, 氣溫分布는 半島의 特性의 南北性이 南海岸에서 海洋性을, 北部 高原地帶에서 大陸性을 나타내고 있어 南北의 對稱性이 뚜렷하다. 또, 半島의 中北部 內陸에서 氣溫은 크게 變質되어 特殊한 內陸型이 이루어지고, 이것이 中部로 내려오면서 漸移型, 南部에서 準海洋型을 나타내었다. 氣溫의 東西性 역시 현저하여, 東海岸은 緯度와 관계 없이 等值線들이 海岸線과 平行을 이루어 전형적인 形態의 東海岸型이 나타나고 있다.

둘째, 氣溫變化가 地形과 密接한 關聯性을 가지고 있는 점이다. 太白, 咸鏡, 兩大山脈이 氣溫의 地域의 特性을 決定짓는 가장 代表的인 地理的 因子가 되고 있어 氣溫의 東西性을 區分짓고 있으며, 小白山脈 역시 南部와 中部의 氣候를 區分하는 地理的 境界線을 이루고 있다. 그 밖에도 山脈, 平野, 盆地 등 地形의 特殊性에 依해 振幅度가 달라져서 振幅과 地形의 相關을 상징적으로 잘 나타내고 있다. 더우기 大邱盆地는 規模가 작기는 하나 우리 나라 氣候地域中 特色 있는 地域으로 나타나고 있어 앞으로의 問題를 제기해 주고 있다. (首都女高)

Harmonic Analysis of the Temperature Distribution in Korea

Summary:

Byong Sul Lee

The aim of this paper is to analyze with normals temperature of about 140 stations by the method of harmonic analysis according to the V. Conrad's Formula. In order to find the regional character of the temperature change, and distribution, amplitude, relative amplitude, and the date of maximum temperature were calculated.

Table I is the result of the annual march of temperature in Seoul according to the Conrad's Formula. Table II is the evaluation of the equation, while Fig I is its synthesis.

The physical meaning of the first harmonic wave is due to the change of solstice.(as shown on Fig. II (A) (B)) Also, the physical meaning of the second harmonic wave may be due to the *rising and falling* of the air masses in Korea.

The results of the analysis of the first term only may be summarized as follows: According to Map I which shows amplitude, the Northern region has the greatest amplitude of 20.9°C at Kangye, while the Southern region shows a relatively small amplitude of 10.0°C at Cheju. The isopleths of 18°C and over run east-west direction in general. This east-west direction is more pronounced on the Southern Coast. There are, however, several notable deflections in the Inland. They are the 17°C and 16°C isopleths which bend toward the equator. On the East Coast,

the isopleths run in a north-south direction.

The relative amplitude as shown on Map II is similar to pattern on Map I. But in the Northern region, the isopleths are denser. This is perhaps due to the homogeneus continentality of that region.

The date of the maximum is earlier in the Northern plateau and in the central Inland, but in the Southern areas it comes later. For example in the Northern region the date of the maximum usually occurs before the 20th of July, whereas in Chunchon which is in the Central area, it normally occurs about 20th of July. And on the Southern island of Cheju it occurs usually about the 2nd of August.

There are six types of climatic region, by the amplitude as shown on Map IV. They are as follows.

- a) Continental Type (Northern Type).....
.....18°C and above.
- b) Inland Type(North-Western Type).....
.....between 16°C~18°C
- c) Transitional Type(Central Type).....
.....between 14°C~16°C
- d) Submarine Type(Southern Type).....
.....between 12°C~14°C
- e) Maritime Type(Southern Coastal Type).....
.....of 12°C and below.
- f) Eastern Coastal Type.....the Eastern Coastal
region of 14°C and below.