

最近에 있어서의 氣候變化와 變動에 對하여, 특히 氣溫變化를 中心으로

金 道 貞

I. 序 論	B. 氣溫變化와 變動의 原因
II. 本 論	III. 結 論
A. 觀測時代 以來의 韓國 및 世界의 氣溫變化 및 變動	

I. 序 論

概念的인 面에서 볼 때 氣候란 大氣에서 行해지는 過程과 그의 結果의 綜合이라는 事實은 氣候는 언제나 安定되고 不變의 것이 아니라 多分히 계속적으로 變化하는 것으로 推定케 된다.

世界的으로 볼 때 現代의 新觀測 器具를 使用한 氣溫의 觀測年數는 不過 100 餘年(Blüthgen, 1964)¹⁾ 밖에 안되나 여기서 얻은 觀測值는 氣候變化를 뚜렷이 나타내고 있다.

氣候變化(Klimaänderung, Climate change)란 어떤 方向으로 變化되는 傾向性을 뜻하며, 이에 反하여 氣候變動(Klimaschwankungen, fluctuation, variation)이란 平均值(中間值)를 中心으로 하는 振動的 또는 不規則한 脈動的 變動(rhythmisches Pendeln)을 나타내며 뚜렷한 振幅의 傾向을 나타낸다.

그러므로 氣候變化의 決定에는 時間的 要素도 포함되는데, 왜냐하면 一定한 時間동안에 어떤 方向으로 進行되는 氣候變化에서 관찰된 時間의 연속은 氣候變動의 一部로 나타날 수 있기 때문에 氣候變化와 變動을 氣候變化(Klimaueränderungen)라는 共通된 用語로 使用하는 것이 타당할 것이다.

後氷期以來 世界의 氣候는 [圖 1]에서 보여 주는 바와 같이 變化性 있는 樣相을 나타냈으며, 특히 氣溫面에서 볼 때 15 世紀~19 世紀末까지는 後氷期 最惡氣候時代로 全般的으로 大陸氷床이나 또는 山地氷河의 前進를 초래했으나, 1890 年代 以來 世界의 氣溫은 特別 현저한 昇溫傾向을 나타내고 있다.

우리 나라에서 現代觀測器具를 利用한 觀測이 始作된 것은 1906 年 以來이며, 不幸히 6.25 動亂中 釜山·大邱等地를 제외한 大部分의 觀측소에서 觀측이 중단된 것은 심히 遺憾한 일이다²⁾. 本 論文에서

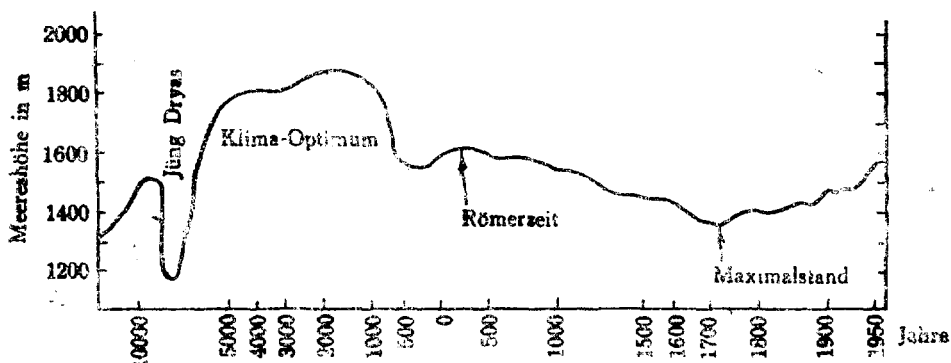


圖 1. 後氷期の Norway 에 있어서의 雪線變化(Schwarzbach 1961)³⁾

1) Blüthgen, J.: Allgemeine Klimageographie, Berlin 1964

2) 氣象五十年報, 大韓民國 中央觀象臺. 1956 氣象年報, 大韓民國 中央觀象臺. 1956

3) Schwarzbach, M.: Das Klima der Vorzeit. Stuttgart 1961

는 관측시대 이래의 한국의 氣溫變化와 世界的 氣候變化 및 變動을 比較 考察하였다.

II. 本 論

A. 觀測時代 以來의 韓國 및 世界的 氣溫變化 및 變動

15世紀 以來 後氷期最惡氣候를 나타내던 世界的 氣候는 1890年代 以來 20世紀에 들어오면서 汎世界的으로 昇溫化 경향이 뚜렷하며 Greenland와 Spitzbergen을 中心한 北半球의 高緯度地域에서 현저한 溫暖化 傾向을 나타내고 있는데 (Scherhag 1939, Blüthgen 1940, Wagner 1940, Weickmann 1942, Hustich 1952, Ahlmann 1948, Callendar 1961, Y. Regel 1957, Arakawa 1957)⁴⁾ 특히 北半球의 高緯度地域에 있어서의 冬季氣溫의 현저한 昇溫現象이

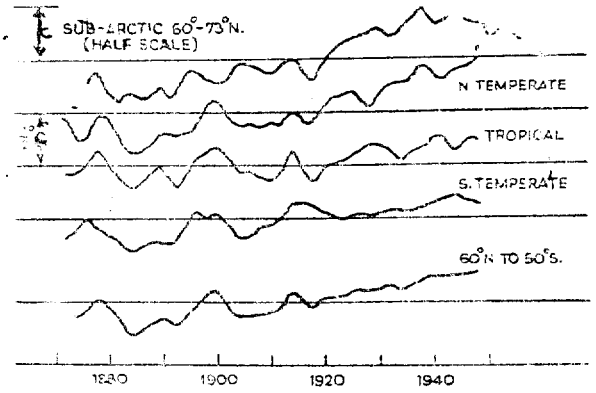


圖 2. 氣候帶別의 氣溫變化(1901~1930年平均과 5年 移動平均과 的 偏差) Callendar, G.S. 1961

注目할 만하다(圖2). A.Wagner(1940)의 研究에 依하며 Spitzbergen에 있어서의 氣溫의 上昇率은 19

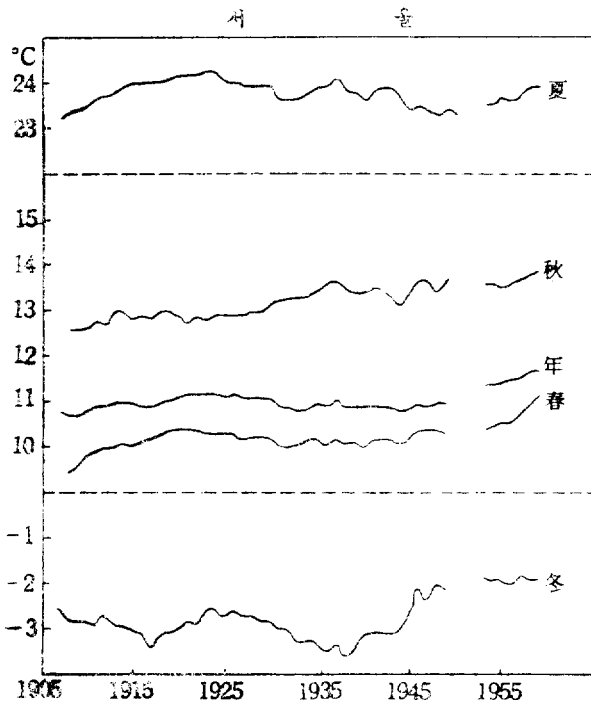


圖 3. 서울의 氣溫變化(10年 移動平均)

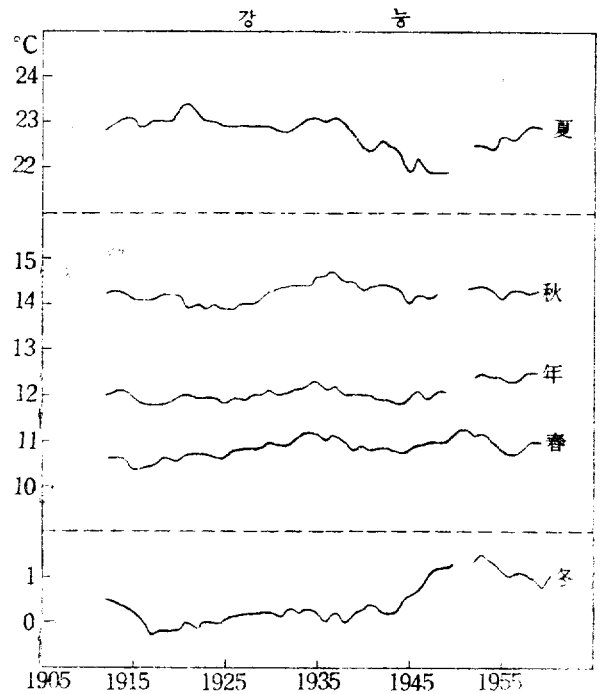


圖 4. 강릉의 氣溫變化(10年 移動平均)

- 4) Scherhag, R. Die Erwärmung des Polargebietes. Ann. Hydrogr. maritim. Meteor. 67, 1939
 Blüthgen, J. Klimawerte der Länder der Erde. Geograph. Teachenbuch 1960/61, Wiesbaden 1960
 Wagner, A.: Klimaänderungen und Klimaschwankungen Braunschweig 1940
 Weickmann, L.: Die Erwärmung der Arktis. (Veröff. Dt. Wiss. Inst. Kopenhagen, Reihe 1, Arktis Nr. 1, 1942
 Hustich, I.: On the correlation between growth and the recent climatic fluctuation. Geogr. Ann. 31. 1949
 Ahlmann, H.W.: Glacier variations and climatic fluctuations. Amer. Geogr. Soc., Bowman Mem. Lect. Ser. 3
 New York 1953
 Callendar, G.S.: Temperature Fluctuations and trends over the earth. Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 87. 1961
 Arakawa, H.: Climatic changes as revealed by the data from the Far East. Weather 12. Feb. 1957
 Regel, C.V.: Die Klimaänderung der Gegenwart (Bern, 1957)

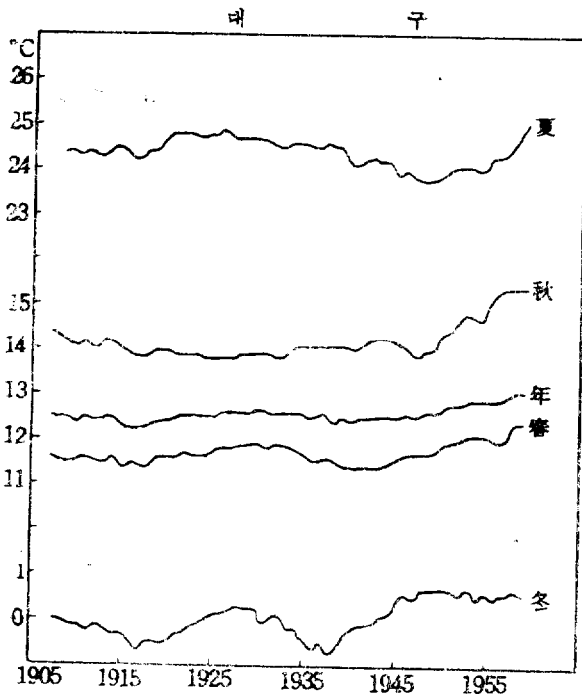


圖 5. 대구의 氣溫變化(10年 移動平均)

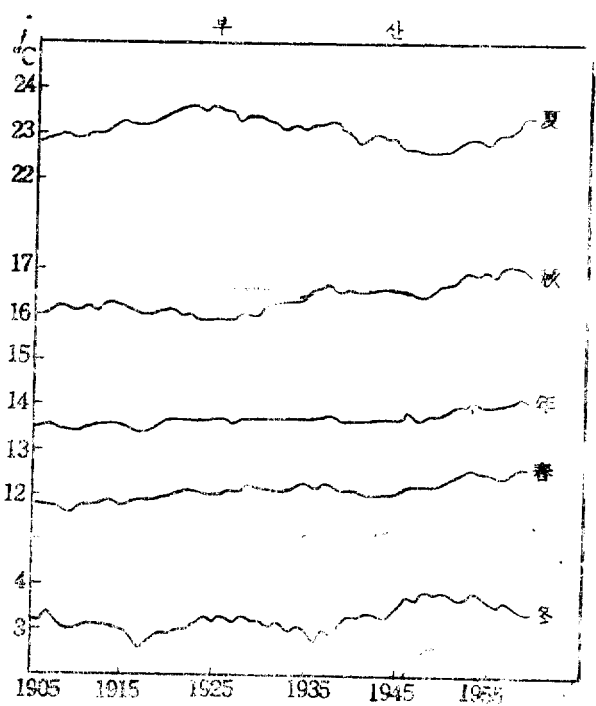


圖 6. 부산의 氣溫變化(10年 移動平均)

12~1920년의 年平均 氣溫이 -8.9°C 인 데 比하여 1931~1935년의 冬季 氣溫의 平均値는 -8.6°C 로 冬季 氣溫이 더 높아진 現象을 나타내고 있고, 이러한 昇溫현상은 汎世界的이기는 하나 南半球에 있어서의 昇溫率은 北半球의 昇溫率, 特히 高緯度地域에 比하면 微弱한 편이다. 우리 나라의 氣溫變化는 觀測時代 이래 지난 60年間에 있어서 年平均 氣溫은 約 1°C 内外의 上昇率을 나타내고, 季節別의 氣溫變化 추세에서 보면 約 $1.5\sim 2^{\circ}\text{C}$ 의 冬季 氣溫의 上昇率을 나타내며, 기타 春夏秋季의 氣溫의 上昇率도 상당한 昇溫傾向을 나타내고 있다(圖 3, 4, 5, 6). 이러한 昇溫현상은 汎世界的인 昇溫현상과 같은 傾向性을 나타내며, 特히 日本의 同緯度地域과 極히 類似한 昇溫傾向을 나타내고 있다(圖 7).

이러한 昇溫化傾向으로 北極海 주변의 氷冠이나 高山地의 山地水河의 현저한 後退現象을 나타냈는데 또한 北極海의 水溫의 上昇이 뚜렷해져서, 1912~1918年과 1919~1928年의 比較期間 동안에 平均 約 8°C 의 水溫의 上昇을 나타냈으며⁵⁾, 이런 理由로 因하여 19世紀末까지만 해도 선박의 通行이 극히 제한되었던 北極海 水域에서 解氷으로 因하여 可航期間이 길어지게 되었으며 例로서 Spitzbergen 과 Murmansk 間은 1900年頃에는 불과 3個月間만이 船舶의 運航이 可能했었으나 現在는 7個月 以上으

로 延長되었다. 또한 北極海의 氷冠은 1924~45年 間에 約 100萬 km^2 의 얼음이 溶빙되었으며 東部 Alps 에서는 지난 50年間에 빙하 두께의 約 1/3 이 溶빙되어 約 150m의 빙하의 후퇴를 초래하였으며 이러한 極氷冠과 山地水河의 후퇴 내지 消失은 理論的인 面에서는 全世界의 海面上昇이 年 3.3mm 의 上昇率로 推定되나 實際에 있어서는 年 1.1mm 의 上昇을 나타내고 있다. 그 理由로서는 증발량의 증가와 大氣中에 있어서의 수증기와 雲量(雲量)의 증가에 起因된다고 推定된다. 이러한 水面의 昇溫으로 因하여 많은 有用魚類의 北上을 초래케 하였으며, 特히 Greenland 나 Spitzbergen 等地와 같은 高위도 지역에서, 人文·社會面에 많은 구조變化를 초래하였다. 기타 많은 樹木의 北上이나 高山地의 上部에로의 漸移現象은 勿論 永久凍土(Permafrost, Tjale)의 北上등의 現象이 두드러진다(Blüthgen 1964). 上記한 바와 같은 汎世界的인 昇溫현상은 氣溫의 年較差變化에도 뚜렷하게 나타나, 中部 Europe 지역에서는 3°C , 北美과 Greenland 地域에서는 2°C 의 氣溫의 年較差의 減少현상이 나타나 는 것은 注目할 만하다.

以上과 같은 昇溫의 原因으로서의 産業化와 人口의 증가에 따르는 炭酸가스(CO_2)의 증가를 들 수 있다. 最近에 있어서 Blüthgen(1964)의 研究에 依하

5) Heyer, E.: Witterung und Klima. Leipzig 1963

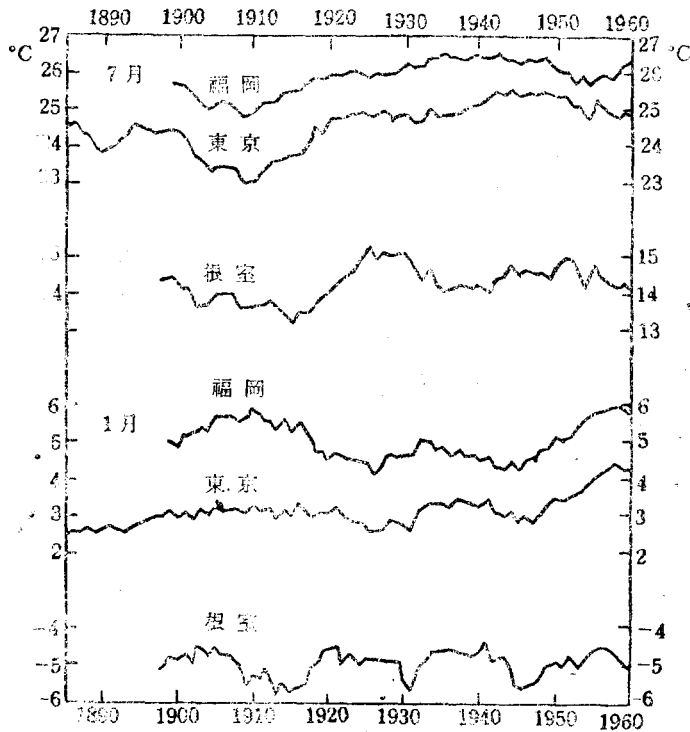


圖 7. 日本의 氣溫變化(10年 移動平均, 土屋 1961)

년 1900年代以前에는 大氣中の CO_2 의 포함량은 0.029%인데 現在에는 0.033%로 지난 50~60年間에 約 12%의 증가율을 나타내며, H.Flohn(1958)⁶⁾에 依하면 CO_2 의 現增加量은 人間에 依한 것은 年 $6.15^{15}gm$, 産業化 및 농업에 依해서는 $5.10^{15}gm$, 山火에 依한 增加량은 $5.10^{15}gm$ 로 計算하였으며, Plass(1956)⁷⁾ CO_2 의 增加에 依한 氣溫의 年昇溫率은 $0.011^{\circ}C$ 로 計算하였다. 20世紀에 들어오면서 世界의 氣溫上昇은 多分히 CO_2 의 증가와 一致點을 發見할 수 있겠으나, 지난 60年間的 氣溫變化曲線에서 보여 주는 諸 사실들은 CO_2 의 계속적인 증가에도 불구하고, 變動을 나타낸 氣溫의 昇溫現象을 다른 氣候 要素에서 찾아야 할 것이다.

B. 氣溫變化와 變動의 原因

氣候變化를 說明함에 있어서 우선 그 原因이 太陽常數(Solarkonstante)의 變化에 起因된다고 推定할 수 있다. 現在 Solarkonstante⁸⁾는 $1.983gcal/cm^2/min$ 인데 平均 1%의 上昇을 가정한다면, 全地球의 平均氣溫은 約 $0.7^{\circ}C$ 의 昇溫을 豫想할 수 있으나, 雲量의 增加도 여기에 부수되어 나타나기 때문

에 數值的으로 太陽常數의 증가와 昇溫關係를 說明하기는 곤란하다.

다른 또하나의 說明可能性으로 大氣의 傳導係數(Transmission skoeffizient)의 變化를 推定할 수 있다. 即 昇溫이 되기 위해서는 大氣中에 있어서 短波光線의 通過率이 增加되어야 하는데 그러기 爲해서는 大氣中에 있어서 短波光線의 通過를 弱화시키는 여러 混合物의 量이 減少되어야 할 것이다. 그러나 日射量의 증가나 또는 混合物의 量이 減少되었다는 確實한 증거를 제시할 수 없으므로 다음과 같은 結論이 나오게 된다. 即 上記한 바와 같은 氣候條件의 變化는 氣候變化를 說明함에 어떤 연관성이 있다고 할 수는 있겠으나, 확실한 原因이라고는 할 수 없다.

勿論 氣候變化의 原因을 太陽放射熱의 變化와 연관된 것으로 간주한다면, 振幅的인 變動을 推定할 수가 있다. 太陽黑點의 活動數는 平均 11.1年의 주기

적 움직임을 나타내며(圖 8) 一般의으로 極端期間에는 7.3年 또는 17.1年의 주기성을 나타내고 있다.

一般的으로 黑點의 주기적 活動과 氣溫變化에는 밀접한 연관이 있는 것으로 간주된다. 即 黑點最大時에 氣溫의 最低值를 나타내며, 特히 이런 傾向은 열대 지방에 있어서 현저하다. H.Voigts⁹⁾의 연구에 依하면 黑點活動數와 氣溫과의 관계에는 뚜렷한 연관성을 찾을 수도 있기는 하나 상당히 복잡성이 있음을 알 수 있다. 그에 依하면 黑點活動數와 年平均 氣溫과의 연관에는 5개의 類型을 볼 수 있다.

① 極地型

最高氣溫은 黑點活動의 極端時의 1年前에 또는 1年後에 나타나며, 最低氣溫은 黑點活動의 極端時의 中間에 나타나며 主發達地域은 Greenland, Iceland 및 北歐地域이다.

② 地中海型

最高氣溫은 黑點活動의 極端時의 2年前 最低氣溫은 黑點活動의 極端時의 2年後 主發達地域은 地中海沿岸 그리고 類似地域으로 是 中央 Asia, 南阿 및 北 Africa 이다.

6) Flohn, H.: Klimaschwankungen der letzten 1000 Jahre und geophysikalischen Ursachen. Wiesbaden 1959

7) Plass, G.N.: The carbon dioxide theory of climatic change. Tellus, 8, 1956

8) Blüthgen J.: Allgemeine Klimageographie. Berlin 1964

9) Voigts. H.: Gang der Jahresmitteltemperatur im Sonnenfleckenzyklus. Zeitschr. F. Meteor. Bd. 5, 1951

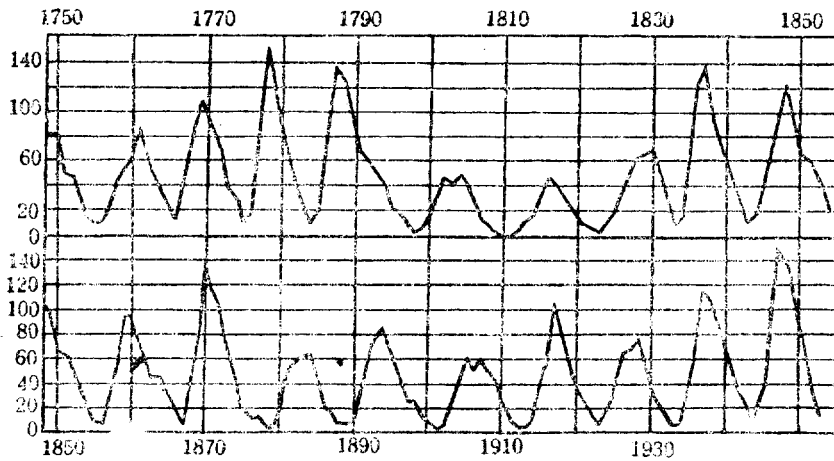


圖 8. 太陽黑點活動의 變化(Heyer, 1963)

③ 大西洋型

最高氣溫은 黑點活動의 最少時의 2年前
 最低 " " 最大時의 2, 3年後
 에 나타나며

分布地域으로 大西洋의 北極圈 北部地域에서
 北美의 東部海岸 및 Europe의 西部海岸地方이
 다.

④ 中歐型

最高氣溫은 黑點最少時의 2, 3年後에 나타나며
 最低氣溫은 最少時의 3年前에 나타나며, 主分
 布地域은 中歐 및 北美의 西海岸地域이다.

⑤ 熱帶 및 亞熱帶型

最高氣溫時 黑點活動의 最少時
 最低 " " 最大時
 美國의 東海岸의 회귀선 부근, 인도, 太平洋의
 赤道 地域 및 溫帶의 大陸, 北美·西歐 등이다.
 우리나라는 열대 및 아열대 型으로 一致點을
 볼 수 있다(圖 9).

大部分의 경우에 볼 수 있는 바와 같이 黑點活動
 과 氣溫과의 사이에는 短期間의 觀點에서 볼 때 많
 은 연관성이 있다. 例로서 北美의 내륙지방(50°N)
 에 있어서는 겨울에 黑點의 出現이 많은 해에는 嚴
 冬을 나타내고 反對인 경우에는 溫和하며, 이 현상
 은 특히 12월에 뚜렷하여, 무려 10°C나 되는 氣溫
 差를 보여준다.

上記한 例에서 볼 수 있는 바와 같이 黑點活動周
 期와 氣溫間에는 뚜렷한 연관성이 있음을 증명하나
 이러한 연관성은 全世界의 면에서 보면 統一의인 것

은 아니다. 따라서 어떤 연
 관성을 說明하기에는 上記
 한 바와 같은 發見된 연관성
 들에 對한 說明들이 太陽
 흑점 活動과 太陽常數와의 사
 이에 어떤 明確한 연관성을
 찾을 수 없음으로 해서 現
 在로는 不可能한 것이다.
 그런데 氣候의 要素와 현상
 은 대개의 경우 太陽放射
 Energy에 依하는 것이므로
 위에 열거한 연관성들의 최
 종적인 說明은 어떤 주기적

變化가 太陽에서 放射된 Energy와 太陽黑點活動
 과의 어떤 연관성에 起因하는가를 규명한 다음에야
 주어질 수 있을 것이다. 이런 意味에서 11年 주기
 이진, 35年 주기이진 明確한 주기성의 확증이 적
 은 以上 어떤 주기성을 운운하기에는 現代 기상학
 적 지식으로는 不充分하다. 더욱 어려운 것은 相異
 한 주기의 광파 간섭현상이 확정된 주기의 확장 또
 는 축소 등의 급작한 중단을 가져올 수도 있기 때
 문이다. 이런 意味에서 氣候의 進진 과정에서 發見
 된 16~35年¹⁰⁾ 주기가 不 확실한 근거 위에 세워졌다
 는 것을 理解할 수 있을 것이며, 이 주기가 장래의
 기후 進진에 對한 豫告로 轉用될 수 없다는 結論을
 낳게 한다. 무엇보다도 하나의 주기는 物理的 과정
 을 통하여 근거되어질 때 비로서 現實의으로 간주
 될 수 있으며 한 周期의 最終的 확정을 하는 데 있
 어서는 統計的이고 物理的인 方法으로 說明되어져
 야 한다.

III. 結 論

1890年代 以來 20世紀에 들어오면서 氣溫의 昇溫
 현상은 汎世界的 傾向으로 특히 北半球의 高緯度地
 域에서 현저하게 나타난다. 또한 冬季氣溫의 두드
 러진 昇溫 현상은 特記할 만하다. 이러한 昇溫의
 主原因으로서는 産業化, 工業化에 따르는 CO₂의 증
 가에 의한 大氣의 溫室化作用에 起因된다고 推定된
 다. 우리나라의 觀測時代 以來의 氣溫變化는 汎
 世界的인 昇溫傾向과 同一 상황에 屬하며 특히 日
 本等地와 거의 類似한 變化相을 나타내고 있다. 周

10) Willet, H.C.: Extrapolation of Sunspot climate relationships. J. Meteor. 8, 1951

Brückner, E.: Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klemaschwankungen der Diluvialzeit. Geogr. Abh. 4, 2, 1890

Arakawa, H.: Climatic changes as revealed by the data from the Far East. Weather 12, Feb. 1957

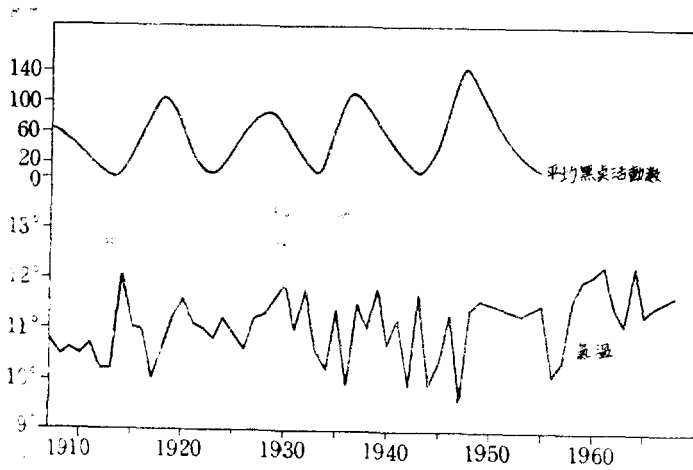


圖 9. 서울의 年平均 氣溫과 黑點 活動數의 變化

期的變動에 關하여는 太陽常數와 特히 黑點의 活動周期과 밀접한 연관성이 많은 것으로 推定되나 地域에 따라 相異한 樣相을 나타내기 때문에 그의 因果關係는 不明하며 반드시 周期的 變動을 나타낸다고 할 수 없다. 結論으로 우리 나라의 觀測時代 以來의 昇溫現象은 汎世界的現象과 一致되나 變動의 Mechanismus와 周期性을 推定하기에는 觀測年數가 짧은 關係로 어떤 周期性을 가지고 있다고 結論짓기에는 아직 時期尙朝일 것이다.

(서울大 文理大)

Über rezente Temperaturänderungen und Temperaturschwankungen

Do-Jong Kim

Zusammenfassung :

Seit 1890 in die 20. Jahrhunderte hieintretend ist das Temperaturerwärmungsphänomen durch ganze Erdoberfläche eine Allgemeinheit und besonders ist es deutlich zu sehen in der höheren Breitenzone der nördlichen Hemisphäre.

Am stärksten zeigt die Wintertemperaturerwärmung.

Die Ursache dafür wird vermutet, daß die CO₂ Vermehrung in der Atmosphäre durch Industrialisierung die Glashauswirkungen der Lufthülle erzeugt hat. Die Temperaturänderungen seit der Beobachtungsjahre in Korea gehört auch zu dem weltweiten Erwärmungstendenz und sie zeigt besonders starke Ähnlichkeit wie der Japans.

In Bezug auf die periodische Schwankungen vermutet man gewisse Zusammenhang mit der Solarkonstante, besonders mit der periodischen Aktivität der Sonnenfleckenaktivität. Da sie aber je nach der Gebieten verschieden in Erscheinung kommt, ist die Kausalität noch unerklärt geblieben und es läßt sich auch noch nicht gleich vermuten, daß es eine periodische Schwankungen zeigt.

Schließlich zeigt das Temperaturerwärmungsphänomen seit der Beobachtung jahren(1906) in Korea gleiche Tendenz wie der weltweite Tendenz, aber aus demun Mangel an genügende Länge der Beobachtungsjahren ist es noch zu früh daraus das Mechanismus der Schwankungen und eine Priode zu Vermuten.