

寒 · 暖冬時의 500mb 等壓面循環特性에 關하여

李 炳 高

<目 次>

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. 序 論 | 4. Hovmöller diagram의 特性 |
| 2. 半旬別 平均日最低氣溫偏差의 推移 | 5. 500mb 等壓面 高度偏差의 地域的分布 |
| 3. 半旬別 500mb 等壓面 高度變化 | 6. 結 論 |

1. 序 論

우리 나라를 中心으로 한 東部 Asia에 겨울철에 形成되는 典型的인 氣壓配置는 Siberia를 發現地로 發達하는 強力한 大陸性高氣壓과 Aleutian近海에 中心을 둔 強化된 低氣壓 사이의 氣壓傾度에 의해 이루어지는 西高東低型 氣壓配置이다. 이들 Siberia高氣壓과 Aleutian低氣壓의 中心示度는 때에 따라서는 前者가 1050餘 mb級, 後者가 980餘 mb級(颱風級)을 나타내는 수도 있어 이들 사이의 氣壓傾度가 클수록 Siberia 高氣壓으로부터 Aleutian低氣壓으로 불어가는 겨울 monsoon은 強해진다. 즉 겨울철의 西高東低型 氣壓配置가 強化될수록 Siberia大陸으로부터 寒冷乾燥한 바람이 Aleutian低氣壓에서 南西쪽으로 뻗어나간 寒帶前線帶를 향해 강하게 불게 되어 우리 나라를 비롯한 東部地域의 겨울 氣溫은 降下하게 된다. 寫眞 1은 1975年 1月 22日 9時 人工衛星이 찍은 구름寫眞이다. 日本 列島에 中心을 둔 低氣壓으로부터 南西쪽으로 뻗어나간 帶狀의 구름群이 寒冷前線이며, 이 前線帶를 向해 北西風이 불고 있다. 緯度 30°N附近에 北西風에 의한 구름이 잘 나타나 있다. 寫眞을 보면 우리 나라에 약간의 구름이 보이기는 하나

中國大陸으로부터 우리 나라에 이르는 廣大한 地域이 快晴으로 구름이 전혀 나타나지 않고 있다. Siberia高氣壓이 支配하는 地域은 날씨가 좋고 氣溫은 零下의 低溫을 형성한다.

겨울 季節風은 Siberia 高氣壓의 強弱에 따라 周期的으로 그의 強弱이 이루어지며 이에

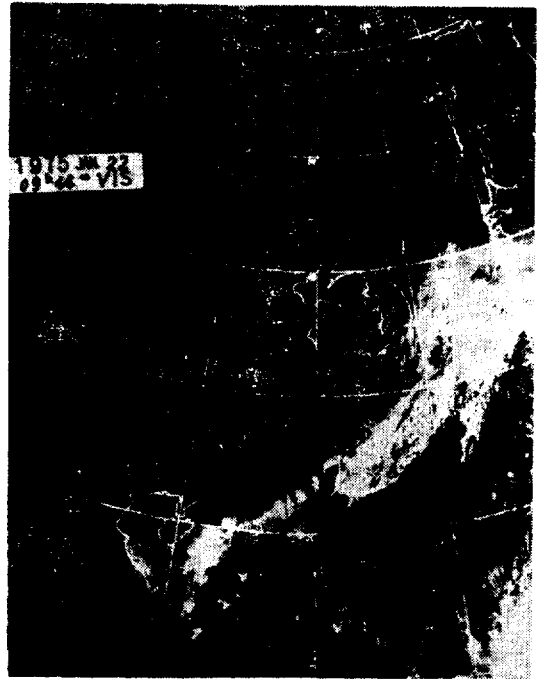


사진 1. Venus 人工衛星 구름 사진(1975年 1月 22日)

다른 氣溫變化의 波動現象이 겨울철의 三寒四溫 現象이다. 서울의 30年間 겨울철의 日平均氣溫의 推移를 統計分析한 結果 溫期(warm spell)와 寒氣(cold spell)의 平均 週期는 各各 4.9日과 4.4日로 三寒四溫의 平均週期는 約 9日이 되고 있다.¹⁾ 한편 上層日氣 圖에 나타나는 겨울철의 平均的인 環流 pattern은 半球의 規模의 上層流가 3波型을 이루어²⁾, 東部 Asia에는 135°E를 中心으로 깊은 谷(trough)이 形成되어 있다. 上層의 trough가 우리 나라 附近에 位置할 때 上空은 -50°~-60°C 정도의 高緯度起源의 寒氣塊가 덮이게 되어 우리 나라 全域의 地上氣溫은 低溫을 나타낸다. 이 trough는 數日間(경우에 따라서는 1.2週) 停滯한 후 서서히 東進함에 따라 우리 나라는 ridge部에 놓이게 되고 이 때의 地上氣溫은 上昇하게 되는 것이 겨울철의 氣溫推移의 pattern이다. 그러나 이러한 上層流의 環流 pattern은 每年 同一한 것이 아니고 해에 따라 매우 複雜한 樣相을 나타낸다. 어떤 해는 trough가 異常的으로 長期停滯하

여 候年에 없는 寒波 現象이 나타나는가 하면 어떤 해에는 ridge部의 長期停滯로 異常暖冬 現象이 나타나기도 한다.

1963年 겨울은 世界的으로 異常寒波가 卓越하여 우리 나라도 甚한 低溫을 記錄했던 寒冬의 해였으며, 그 다음해인 1964年 겨울은 反對로 異常暖冬의 해였다. 本論文에서는 이 두 해를 事例로 寒·暖冬時 우리 나라 주변 的 上層大氣 循環의 特性을 500mb等壓面을 中心으로 綜觀氣候學의 側面에서 分析해 보코자 한다. 이를 위하여 各해의 12月, 1月, 2月의 半旬別 平均日最低氣溫偏差의 推移를 살피고 500mb等壓面高度 分布의 特性을 Hovmöller diagram과 高度偏差分布圖에 의해 分析하였다. 1963年 겨울은 1962年 12月과 1963年 1月, 2月이고 1964年 겨울은 1963年 12月과 1964年 1月, 2月이다.

2. 半旬別 平均日最低氣溫偏差의 推移

寒冬인 1963年과 暖冬인 1964年 冬季의 氣溫推移를 比較檢討하기 위해 半旬別 平均日最低氣溫偏差를 求한 것이 그림 1이다(30年 平均値로부터의 偏差). 그림에 나타난 바와 같이 서울, 大邱, 濟州가 1963年 1964年 모두 同一한 氣溫推移를 나타내 겨울철에 우리 나라 全域이 同質的인 氣溫場을 形成하고 있음을 알 수 있다. 즉 氣溫은 다른 氣候要素에 비해 廣域的인 同質性을 나타내는 氣候要素로 한 地點의 氣溫推移만으로도 우리 나라 全域의 氣溫推移를 알 수 있다. 暖冬이었던 1964年 겨울의 氣溫偏差의 推移를 보면 12月의 氣溫은 正偏差로서 3地點이 모두 2~4°C의 높은 氣溫을 보였다. 氣溫은 12月 27~31半旬에 下降하여 약간의 負偏差를 보였으나 1월에 들어서면서 上昇하여 1月 6~10半旬부터 2月 5~9半旬까지 계속 5~9°C의 正偏差를 나타내었다. 5~9°C의 日最低氣溫偏差는 異常記錄에 속한다. 氣溫은 2月 第3半旬에 들어 약간의 負偏差를 보였으나 平年氣溫에 가깝

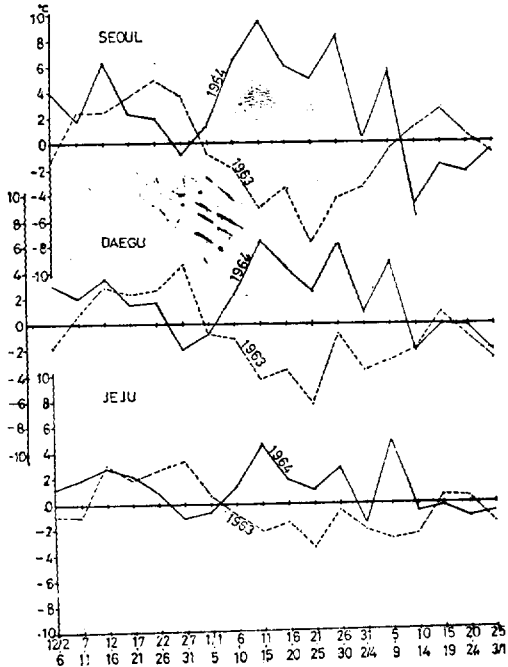


그림 1. Seasonal change of daily lowest temperature deviation

1) 李炳高, 1971, 三寒四溫에 關하여, 韓國氣象學會誌 7卷 1號 pp. 41~46.
2) 李炳高, 1977, 冬季 monsoon과 大氣大循環, 地理學會報 16號 pp. 1~7.

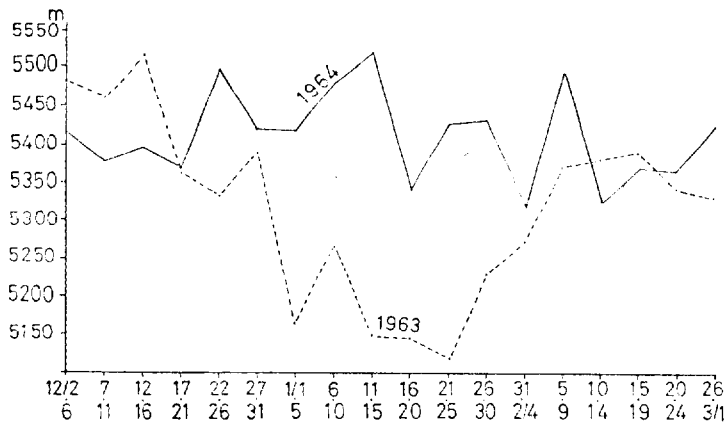


그림 2. Seasonal change of 500mb surface height at 40°N, 130°E

다. 이에 반하여 寒冬이었던 1963년의 日最低氣溫偏差의 推移는 1964년과 正反對의 推移를 나타내고 있다. 12月에는 全地點이 12月 7~11半旬으로부터 12月末까지 2~4°C의 正偏差를 나타내 1964년과 別差가 없으나, 1月에 들어서 第 1半旬부터 氣溫이 急降하여 2月 10~14半旬까지 계속 負偏差를 나타냈다. 특히 1月 21~25半旬에는 서울이 -7.6°C 大邱가 -6.2°C 濟州가 -3.4°C로 가장 큰 負偏差를 보여주고 있다. 2月은 平年에 가까운 推移를 나타내어 1964년과 大差가 없다.

3. 半旬別 500mb等壓面 高度變化

前節에서 1963년과 1964년 冬季의 氣溫이 相反된 推移를 나타내고 있음을 살폈는데 綜觀氣候學的側面에서 볼 때 大氣層의 層厚는 大氣層이 갖는 溫度(potential temperature)³⁾에 比例하므로 500mb 等壓面 高度變化和 氣溫의 季節的 推移 사이에는 平行的 關係가 있을 것이 豫想된다. 따라서 本節에서는 두 해의 500mb等壓面 高度變化的 推移를 比較 檢討해 보기로 한다. 그림 2는 40°N, 130°E에 있어서의 半旬別 500mb平均 等壓面の 平均高度變화를 나타낸 것이다. 그림을 一見할 때 氣溫과 마찬가지로 寒冬인 1963년과 暖冬인 1964년의 500mb等壓面 高度가 相反된 推移를 나타내고 있다. 이로써 冬季의 地上氣

溫의 推移와 500mb等壓面 高度變化 사이에는 平行的關係가 있음을 알 수 있다. 즉 地上氣溫이 下降할 때는 500mb等壓面 高度가 낮고 氣溫이 높을 때는 等壓面 高度가 높다. 그림 2를 보면 暖冬이었던 1964년은 1963년 보다 等壓面高度가 전체적으로 높아 5350m내지 5500m의 高度를 유지한 데 대하여 寒冬이었던 1963년의 500mb等壓面高度는 12月中에는 5350m내지 5500m로 1964년과 別差 없었으나(12月的 氣溫偏差도 別差 없었다) 1月에 들어서서 急激히 낮아져 最低氣溫을 記錄했던 1月 21~25半旬에는 5120m의 最低 高度를 記錄하고 있다. 2月에는 地上氣溫과 마찬가지로 1963년과 1964년의 等壓面高度가 別差 없다. 그림 1의 氣溫의 季節推移와 그림 2의 500mb等壓面高度의 推移는 完全히 類似한 推移를 나타내고 있음이 注目된다. 즉 寒冬時에는 우리 나라 부근의 500mb等壓面은 高度가 낮아지고 暖冬時에는 높은 高度를 나타내고 있다.

4. Hovmöller diagram의 特性

上層大氣環流의 特性을 아는 方法의 하나로 Hovmöller diagram이 사용되는데⁴⁾ 이 diagram은 等壓面 高度의 空間的 時間的 變화를 살피는 데 有用하며 어느 한 緯度를 기준으로 經線과 時間에 따른 高度變化的 pattern을 이는데 필요하다.

3) R.G. Barry & R.J. Chorley, 1970, *Atmosphere, weather, and climate*. Holt Rinehart and Winston Co. p. 320.

그림 3은 40°N에 있어서 12월부터 2월까지 110°E~150°E범위의 半旬別 500mb等壓面高度를 보여주는 Hovmöller diagram이다(等值線은 5000 m以上을 나타낸다). 그림을 概觀해 볼 때 1963年和 1964年の 500mb 等壓面高度分布는 매우 相異한 pattern으로 나타나고 있다. 1963年은 全季節을 通해 高度의 起伏이 甚하여(等值線數가 많고 조밀하다) 分布 pattern이 매우 複雜한 데 反하여 1964年은 全體的으로 單純한 分布를 하고 있다. 季節에 따른 分布狀態를 보면 12月에는 1963年쪽이 1964年에 비해 起伏이 약간 甚하나 等高線高度는 5400m內外로서 1964年과 큰 差가 없다. 1964年은 5400m線이 가장 넓은 面積을 차지하고 있다. 1963年の 경우 12月下旬부터 1월에 접어들면서 西쪽으로부터 東쪽으로 향해 急激한 高度低下가 나타나 1月の 1~5半旬에 130°E부근에 5168m의 trough가 形成되었다. 이 trough는 130°E와 140°E사이에서 1月 21~25半

旬까지 계속 停滯하고 있다. 이 期間이 前節에서 살펴본 바와 같이 氣溫이 長期間 降下하였던 期間과 一致한다. 그림을 보면 等值線들이 120°E 부근에 密集하여 等壓面高度의 東西斷層이 잘 나타나고 있는데 이것은 다음 節의 高度偏差圖에서도 잘 發見된다. 2月에는 等壓面高度가 다시 높아져 diagram 全域에 걸쳐 等質的인 高度場을 形成하고 있으며 trough는 150°E쪽으로 東進하고 있다.

1964年은 全季節을 通해 等壓面高度의 變化가 그다지 크지 않다. 특히 1月에는 1963年과는 全혀 相反된 高度場이 형성되고 있다. 12月 22~26半旬에는 140°E 150°E에 5600m의 ridge가 형성되고 있으며 5500m의 等高線은 1月 11~15半旬에는 130°E까지 張出하여 1963年の trough와 相反되는 ridge部를 形成하고 있다. 이는 1月の 地上氣溫이 正偏差를 나타낸 것과 對應된다. 高度場은 2월에 들어서면서 오히려 낮아져 2月 10~14半旬에 140°E, 150°E 부근에 5269 m의 trough를 形成하여 1963年 2月과 類似한 pattern을 이루고 있는데, 이는 1963年과 1964年 2月の 地上氣溫의 推移 사이에 差異가 없는 것과 잘 對應된다.

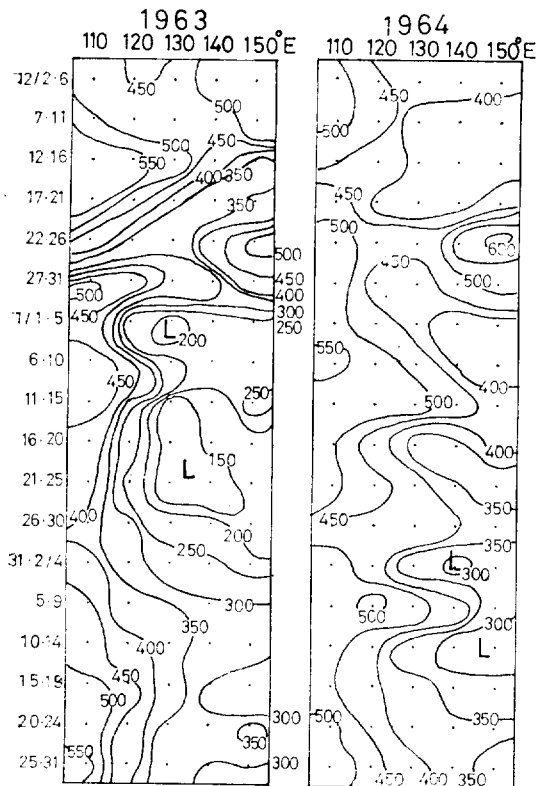


그림 3. Hovmöller diagram of 500mb surface on 40°N isoline: over 5000m

5. 500mb 等壓面 高度偏差의 地域的 分布

2節과 3節에서 500mb等壓面高度의 變化特性을 살폈는데 1963年과 1964年の 等壓面高度偏差의 地域的 分布特性을 살피는 것은 각해의 500mb循環의 特性을 理解하는 데 有用하리라 생각된다. 즉 每年의 500mb等壓面 高度는 그 해의 大氣大循環 特性에 依하여 決定되므로 長期間의 平均的인 循環과 一定時의 循環 사이의 差異點을 알기 위해 偏差分布圖가 종종 利用된다. 그림 4는 經緯度 10°間隔의 各格子點의 500mb等壓面의 30年 平均高度(1946~1975年)와의 1963年과 1964年の 高度偏差를 나타낸 것이다. 資料는 日本氣象廳의 1946~1975年の 半旬別資料를 利

4) S. Petterssen, 1956, Weather analysis and forecasting, McGraw Hill. p. 428.

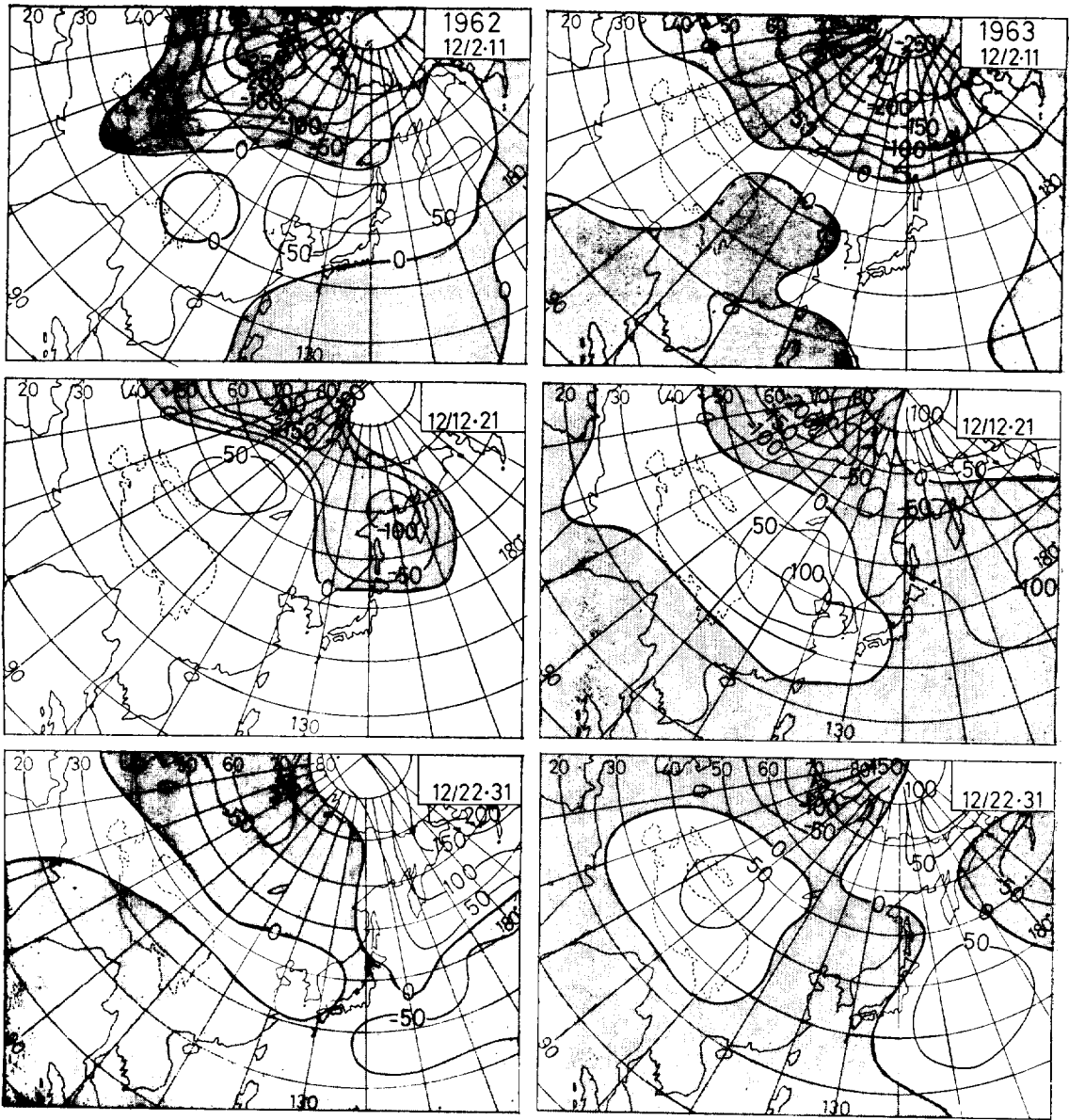


그림 4a. Height anomaly of 500mb surface, shaded portion: negative anomaly, isoline; meter

用하였다. 그림에서 陰影部分이 負偏差이고 白色部分이 正偏差이다. 等值線은 50m間隔으로 나타냈다.

1) 12月の 偏差分布

12月上旬에 1962年과 1963年 共히 우리 나라 부근이 正偏差域을 나타내고 Okhotsk海以北의 極地方이 깊은 負偏差域을 이루고 있어 두 해의

偏差分布 사이에는 別差異點을 發見할 수 없다. 이는 氣溫의 特性과 잘 對應된다. 中旬에는 1962年의 경우 正偏差域이 더욱 確大되었으며, 1962年 1963年 모두 極地方의 一部가 正偏差域으로 轉換되었다. 우리 나라는 여전히 正偏差域을 이루고 있다. 下旬에 들어서서 두 해 모두 複雜한 偏差分布를 나타내고 있으며 1962년에는 우리 나라 부근이 20m내외의 약한 正偏差를 이루었

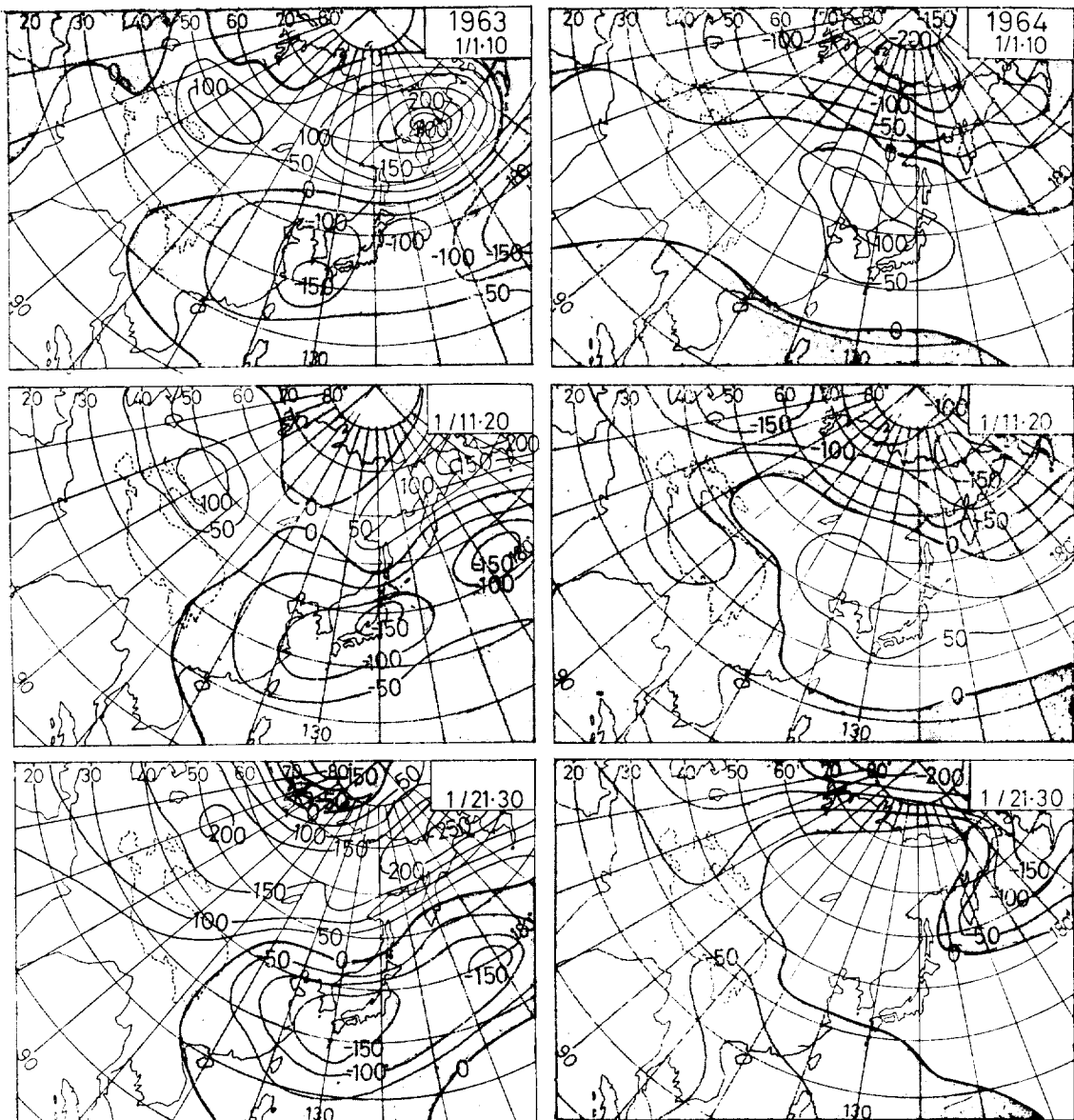


그림 4b. Height anomaly of 500mb surface

으나 1963년에는 反對로 負偏差를 나타내고 있다. 高度差는 $-20m$ 内外이다.

2) 1月の 偏差分布

寒冬인 1963年과 暖冬인 1964年 1月사이의 地上氣溫과 500mb等壓面 高度의 差가 현저 했음을 살폈는데 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 500mb等壓面高度偏差分布도 두해가 顯著히 相反된 分布를 나타내고 있다. 1月上旬, 寒冬인 1963年

에는 Okhotsk近海에 무려 $300m$ 를 넘는 正偏差의 中心域이 形成되고 이로부터 서쪽으로 Tibet山地의 北部까지 帶狀의 正偏差域이 位置하고 있다. 우리나라는 $-150m$ 의 等值線으로 둘러싸이고 負偏差域이 中國 西南部로부터 日本列島를 지나 西部太平洋까지 廣範하게 形成되고 있다. 한편 暖冬인 1964년에는 Okhotsk海 附近으로부터 極地方으로 連結되는 負偏差域이 形成되고 우리나라 附近은 $100m$ 以上の 正偏差域의 中心을 이

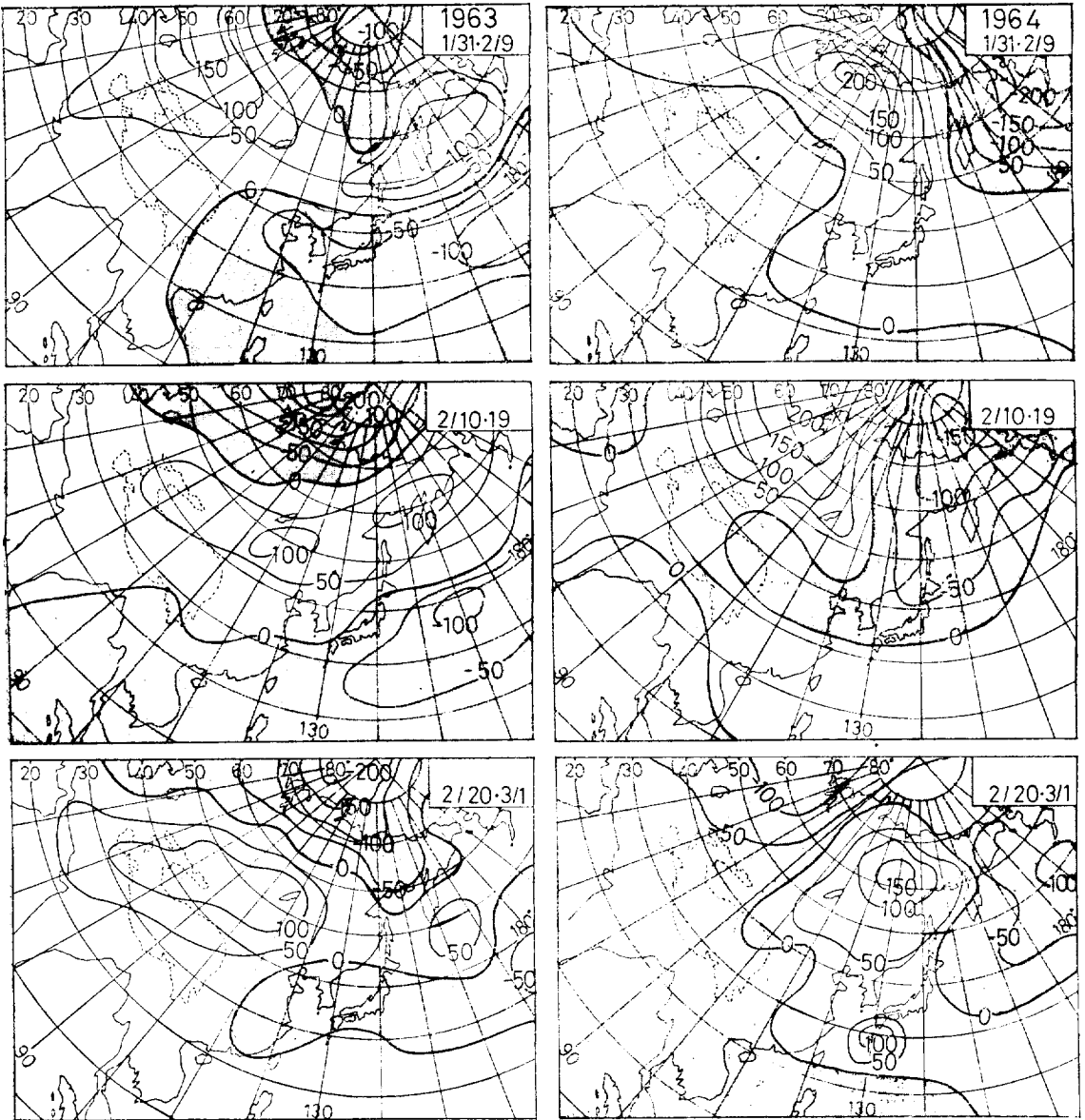


그림 4c. Height anomaly of 500mb surface

루어 1963年과는 正反對의 偏差分布를 나타내고 있다. 이러한 傾向의 偏差 分布 pattern은 中旬에 또 別差없이 持續되어 1963년에는 Okhotsk 海附近이 上旬과 마찬가지로 여전히 正偏差域 (200m以上)을 形成하여 東西方向의 帶狀 正偏差域을 이루고 있고 우리 나라와 日本列島를 中心으로 한 東部 Asia는 -100m以上の 負偏差域으로 덮여있다. 1964년에는 上旬보다 負偏差域이 Tibet 地域으로 擴大되었으나 우리 나라 부근은 偏差高

도가 100m以下로 낮아졌을 뿐 上旬과 다른 없이 正偏差域을 이루고 있다. 이 傾向은 下旬에 들어서서도 그대로 持續되어 1963년에는 Okhotsk 海附近은 다시 250m高度의 正偏差域中心을, 우리 나라 附近은 -150m의 負偏差域中心을 形成하여 南北間의 偏差高度差는 더욱 擴大되었다. 1964년에는 上, 中旬에 우리 나라에 中心을 두었던 正偏差域이 滿洲北部까지 擴大되어 나타나고 있음이 特徵이다.

3) 2月的 偏差分布

1963年 1月 下旬의 偏差分布狀態는 2月初旬까지도 거의 變함없이 持續되고 있어 Okhotsk海 附近은 여전히 正偏差域의 中心을 이루고 우리 나라 附近은 負偏差域을 形成하고 있다. 1964年에도 역시 1月 下旬과 大差 없으나 正偏差域의 中心이 보다 北上하여 65°N, 100°E에 자리 잡고 있으며 Okhotsk海 附近은 負偏差를 이루고 있다. 中旬에는 1963年の 경우 北極中心의 負偏差域이 上旬보다 南下하고 이와 함께 正偏差域이 우리 나라의 南海岸까지 南下하여, 上旬까지 우리 나라를 덮고 있던 負偏差域은 30°N以南으로 南偏되고 있다. 1964년에는 Okhotsk海周邊에 位置했던 負偏差域이 南西쪽으로 擴大되어 日本列島와 우리 나라 中國大陸의 中部까지 덮고 있으나 偏差高度는 -20m 內外에 不過하다. 下旬에 들어서서 1963년에는 極地方의 負偏差域이 中旬과 別差없고 우리 나라와 日本列島附近이 50m以下の 약한 負偏差域으로 덮였을 뿐 廣大한 正偏差域이 形成되고 있다. 1964년에는 60°N, 130°E에 150m의 正偏差域이 形成되어 우리 나라도 그에 속한다. 이에 반하여 Okhotsk海 附近은 負偏差域을 이루고 있다.

6. 結 論

이상에서 살펴 본바와 같이 1963年과 1964年 冬季는 各各 異常 寒·暖冬의 해로서 12月에는 두해가 모두 半旬別日最低氣溫에 있어서 正偏差를 나타냈으나 1月에는 1963年이 -4°~-8°C의 甚한 負偏差, 1964年이 5~9°C의 正偏差를

나타내었다. 이와 같이 氣溫의 相異한 季節推移를 나타낸 두 해의 500mb等壓面 循環의 特性을 알기 위해 等壓面 高度變化, Hovmöller diagram, 等壓面 高度偏差分布 등을 調査 分析한 結果 다음과 같은 事實을 알 수 있다.

1963年과 1964年の 40°N, 130°E點에서의 500mb等壓面高度의 季節推移가 日最低氣溫의 推移와 거의 類似한 pattern으로 나타나 氣溫이 높을 때는 (暖冬時) 500mb等壓面高度가 높고 氣溫이 낮을 때는 (寒冬時) 等壓面 高度가 낮아져 500mb等壓面 高度의 變化와 地上氣溫 사이에는 密接한 關係가 있다. Hovmöller diagram에 의하면 寒冬이었던 1963년에는 1月初부터 2月中旬까지 130°E와 140°E 사이에 깊은 trough가 停滯해 있으며, 120°E의 以西와 以東의 高度場 사이에는 不連續이 나타나 있다. 한편 1964年은 1963年 과는 달리 5500m의 ridge가 우리 나라 附近에 형성되고 高度場도 東西間에 高度差가 거의 나타나지 않고 있다.

500mb等壓面 高度偏差의 地域의 分布를 보면 1963年과 1964年이 극히 對照的인 pattern을 보이고 있다. 두 해 사이의 氣溫의 差가 別로 없는 12月에는 高度 偏差分布에 있어서 큰 差異點을 發見할 수 없으나 1月の 경우는 전혀 反對의 偏差分布가 나타났다. 寒冬인 1963년에는 우리 나라 附近에 깊은 負偏差域이 形成되고 暖冬인 1964年은 正偏差域이 나타나 있다.

한편 Okhotsk海 附近은 1963년에는 正偏差, 1964년에는 負偏差를 나타내 우리 나라와는 正反對의 偏差分布를 보이고 있다. 두 해 사이의 地上氣溫의 差가 別로 크지 않은 2月の 偏差分布는 역시 類似한 分布 狀態를 보이고 있다.

(서울大學校 師範大學 助教授)

On the Circulation of 500mb Surface in the Cold and Warm Winter

Byong Sul Lee

Summary;

The winter of 1963 and 1964 record extraordinary cold and warm winter respectively. The pentad mean daily lowest temperature deviation of January is $-2^{\circ} \sim -4^{\circ}\text{C}$ during the cold winter and that of the warm winter is about. $+5^{\circ} \sim +9^{\circ}\text{C}$. (Fig. 1)

The pentad mean height of 500mb surface at the point of 40°N , 130°E of each year has the almost same trend with the pentad mean daily lowest surface temperature during 1963's and 1964's winter. (Fig. 2)

In winter of 1963, the deep trough on 500mb surface stagnates from early January to middle of

February along 130°E , but the ridge predominates in winter of 1964. The height difference between 120°E and 130°E on Hovmöller diagram of 40°N is very large in January of 1963, but the height field of 1964 is uniform entirely. (Fig. 3)

The distribution pattern of 500mb height anomaly between two winters shows the opposite one each other. During January of 1963, the negative height anomaly covers Korean peninsula and the negative height anomaly covers Okhotsk Sea area. However, in the case of December and February, the distribution of height anomaly pattern of the two winters is almost same.