

気温の微変動

——サーミスターによる気温の観測——

河村 武*, 水越 允治*

要旨 氷見順一氏製作のサーミスター温度計を使用し、長野県菅平で観測を行った。遅れが小さいので気温の微変動が明瞭であるが、この程度のスケールの微変動は熱的な原因に基くものと考えられ、日変化をみると日射の強い日中に大きく夜間は極めて小さい。また極めて近接した地点でも地上被覆の状態により変動の状態がいちじるしく異なる。観測結果を整理して、気温観測値の時間的空間的代表性に関する1, 2の結果を得た。

1. まえがき

近年、微気候あるいは小気候の分野で、野外観測にサーミスター温度計のような遅れの小さい測器が用いられるようになってきた。移動観測をはじめその他の野外の観測では、遅れの小さい測器を用いることは、単に観測に要する時間を短縮できるだけでなく多くの面に貢献する反面、観測値の時間的、空間的代表性が小となり、従来考慮する必要がなかった気温の微変動を検討する必要が生じた。筆者等は野外観測の結果からサーミスター温度計の観測値にあらわれた気温の微変動の状態を明かにすることを企図し、2, 3の予察的な結果が得られたので報告する。

2. 観 測

観測は1956年7月下旬および8月中旬、長野県菅平高原生物研究所付近の、根子岳、四阿山山麓斜面上で行った。現地は、地形が平坦で、観測期間中は比較的類似した晴天が続いた。観測方法は地上に棒を立て地表より20cm, 100cm (一部は120cm), 180cmの高さにそれぞれ氷見順一氏製作の通風型サーミスター温度計を固定した。記録装置を用いなかったので、連続読取は5秒間隔が限度であるが、(1)サーミスターの遅れ、(2)実際に観測を行うときの手数、(3)15秒間隔で読取った値と、5秒間隔で読取った値の15秒間(つまり3回の観測値)の平均値との差が小さいこと、などから15秒間隔で読取を行うことにした。その他、必要に応じて地上よりの高さ1mのところ、アスマン通風乾湿計、携帯用自記温度計、中浅式風向風速計を設置し併行して観測を行った。

使用したサーミスターのおくれは氷見によれば¹⁾ 3.5秒でアスマン通風乾湿計の乾球の平均25秒、携帯用自記温度計の数分に比較すれば、いちじるしく小さいが、最近の大気乱流論の立場で行われている気温観測のサーミスター温度計の遅れに比較すればやや大きい²⁾。

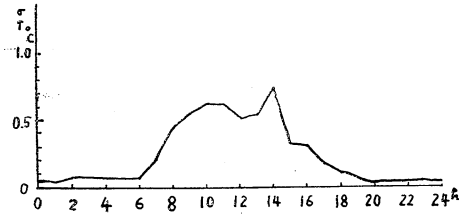
アスマン通風乾湿計・携帯用自記温度計の観測値と、サーミスター温度計の観測値との比較結果によれば、両者は単純な移動平均では一致しないし、その差は気温の変動のいちじるしいときに大きいことが明かにされている³⁾。併行観測の結果によると、サーミスター温度計の示度とアスマン通風乾湿計の示度とを比較すれば、1分週期 0.3°~0.5°Cの温度差の気塊の1回の通過はアスマン通風乾湿計の示度にはあらわれない。また10分間の平均値のまわりの標準偏差を求めてみると、早朝・日中を通じてサーミスター温度計はアスマン通風乾湿計に比し約2倍になる。また、気温降下から上昇に変るときは、サーミスター温度計に比しアスマン通風乾湿計は約1分~2分程度上昇が遅れる。

3. 気温微変動の日変化

気温の微変動は、天候状態の変化(日射量の変動)・風の息・地面付近の垂直方向の気温傾度(地表面温度)・観測地点周辺の地形・地上被覆の状態などに関係があると考えられるが、最も簡単な場合として、広い芝地上で、1日中快晴であったときを選んで気温微変動の日変化を求めた。観測は草丈約10cmの芝地上1.2mの高さで0時より終日毎時観測を行った。ただし3時、21時、23時は行わなかったので全21回、毎時0分~15分に至る間15秒毎に60個の値について、15秒毎の変動量の平均値の標準偏差を求め、これで一応微変動の大きさの目安

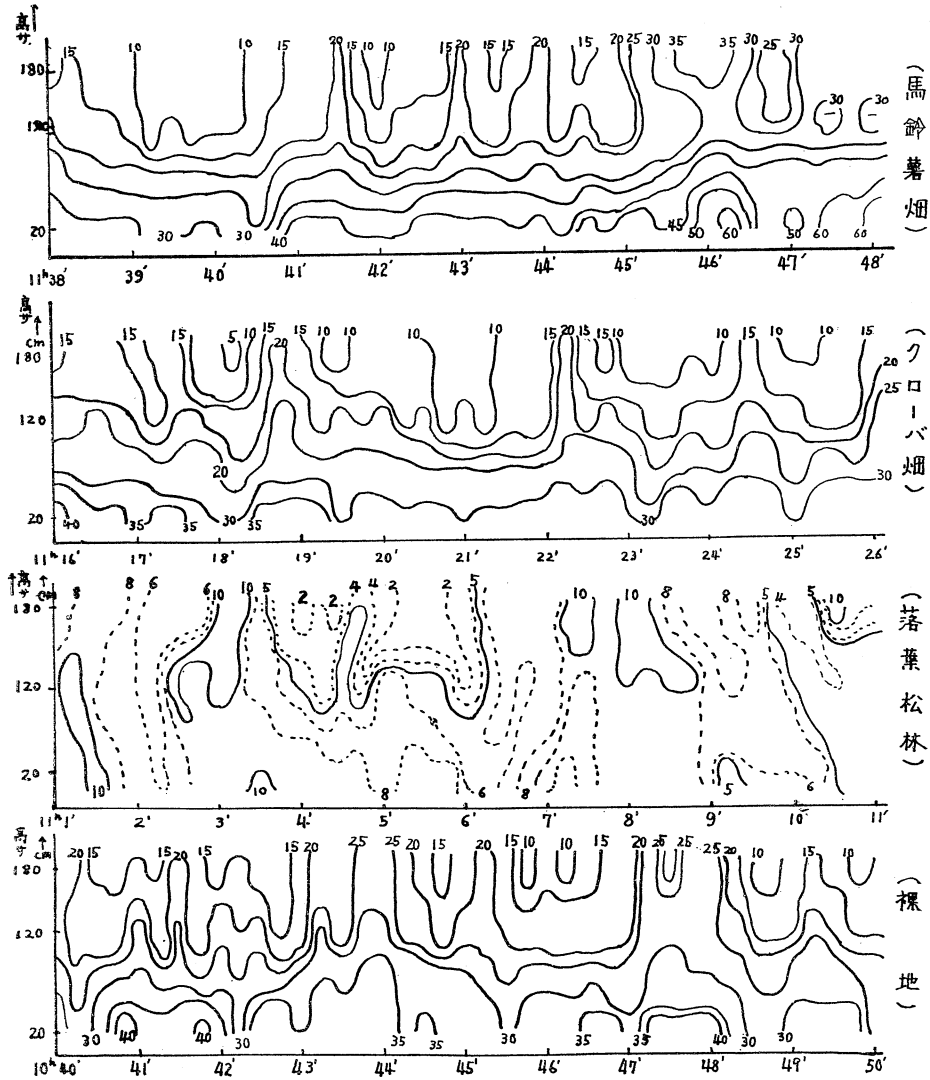
* 東京教育大学理学部地理学教室

として、第1図のような結果が得られた。すでにアスマン通風乾湿計の変動について変動量が日出とともに次第に大となり最高気温起時頃極大となり日没後小となるこ



第1図 気温微変動の標準偏差の日変化

とが知られているが⁴⁾、このサーミスター温度計で観測される程度のスケールの微変動でも同様に日中極大となることがわかる。ただ日出直後に急増する訳ではなく、やや遅れて急増し、9時頃には0.5°Cを越えてこのような状態が14時頃まで持続する。正午過ぎにやや小になるがこれが如何なる原因に基づくのか、またこのような状態が通常なのであるかは今後の研究にまたなければならない。しかし、日出前には極めて小で日没後再び変動が小さくなることから微変動の原因が熱的なものが大きいことを裏書きしているように思われる。このように最高気温起時頃に微変動が大であることはサーミスター温度計



第2図 地被の異なる地点でのインプレット (単位 0.1°C, +20°C)

を用いて行う小気候観測には注意を要する。

天候状態が単一である時は上述のように比較的簡単な変化をするが、雲の通過などのため日射が一時遮られて変動する場合は、微変動の大きさはさらに大となる。8月15日16時より15分間を例にとってみると、標準偏差が 0.9°C にも及んでいる。これは、16時1分より曇り4分30秒に晴れた場合である。このように天候状態が変化する場合はサーミスター温度計を用いる観測は一般に相互の比較が困難である。

4. 地上被覆との関係

小地域内の気温分布が地上被覆の状態によっていちじるしく影響をうけることが知られているが⁵⁾、同様に気温微変動も違ってくることはその原因が熱的なものが大きいと考えられる以上当然のことである。

そこで直径200mの円内に入る程度の近い範囲内にある地表面の平坦な裸地、ほとんど葉が枯れて裸地に近いが深い畝の切っである馬鈴薯畑・草丈10cmの地表面をすっかり蔽ったクローバ畑・研究所の境界に植え込んだ幅約10mの落葉松林等で観測を行った。観測時間は快晴の日の10時40分頃から12時頃までの間をえらんで、各地点15分間程度15秒間隔で連続観測を行った。したがって全地点同時観測を行った訳ではないが、前述した日変化曲線および天候の状態から判断して相互の比較がある程度まで可能であろう。

変動の状態を前節と同じく標準偏差(12分間平均値に対する)およびイソプレットで表現すると第1表および第2図のとおりである。

最も近接した落葉松林とクローバ畑との観測地点間の距離は約30m、最も遠い裸地とクローバ畑の間が約150m、全体の地形は地表面の耕作のための畝を除けば全く平坦である。一般的に見てほぼ予想通りの結果であるが、120cmの標準偏差が180cmの標準偏差よりも小さめに出る傾向があるが、理由は不明である。また馬鈴薯畑上の変動が裸地上の変動に比して大きく出ているの

第1表 地被の異った地点での気温の15秒毎の観測値の標準偏差($^{\circ}\text{C}$)。

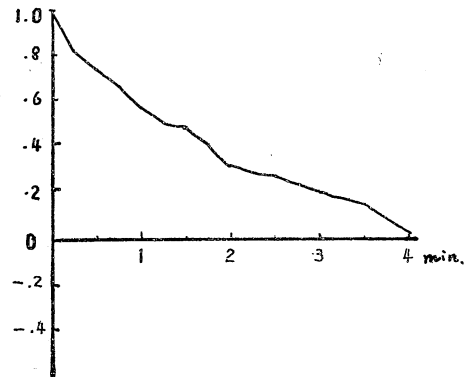
地被	高さ	20cm	120cm	180cm
馬鈴薯畑		0.96	0.71	0.85
クローバ畑		0.69	0.51	0.45
落葉松林		0.22	0.16	0.33
裸地		0.80	0.51	0.58

は時間的なものか、地表面の粗さに起因するものかは決定できない。クローバ畑と落葉松林は相隣り合っていて極めて近接しているにもかかわらず変動の状態にいちじるしい差異があることは、日中の日射の強いときの気温の微変動が、比較的小さなうずにより起されているためと考えられる。

5. 観測値の代表性

サーミスター温度計で観測される気温の空間的代表性を論じるには、今後の研究にまつところが多いが、一応の目安として、天候状態の安定した晴天日の14時より15分間の15秒毎の観測値について自己相関を計算し第3図のコレログラムを得た。観測時の風速は約2m/sである。

自己相関値は時間のずれを大きくするとともに単調に減少して約4分で相関がなくなる。とくに卓越した一定の週期は見られないから、この観測を行ったような状態



第3図 芝地上1.2mの高さで観測した気温のコレログラム

のときには、気温の乱れを起すよううずは、この程度のスケールでは小さいものほど多いと考えてよからう。25mおよび50m離れた2点での同時観測の結果も論を決定づけるだけの充分な資料ではないが、このことを裏書きしている。したがってサーミスター温度計による気温の日中の観測値は、とくに晴天時においては空間的にも時間的にもかなり小さいと考えられる。

6. あとがき

サーミスター温度計の気温観測値の変動は、天候状態

の一定の時は、日中大となること、主として熱的な原因、とくに日射に密接な関係があり、地上被覆の状態が異なれば数十mはなれたところでも全く変動の状態が異なること、空間的・時間的代表性が小さく昼間は短かい週期の変動が大きいことを述べた。

御指導と御助言をいただいた福井英一郎教授をはじめとする東京教育大学、都市気候総合研究班の方々、高橋浩一郎博士、資料の一部を使用させていただいた榎根勇、新井正、観測の手伝いをいただいた松田節子の諸兄姉に深甚な謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 関口武, 氷見順一, 1956: サーミスターとその他の温度計との感度の比較, 熊谷市およびその周辺における気候調査(概報1), 都市気候総合研究班パンフレット.
- 2) Gerhardt, J. R., Crain, C. M., Smith, H. W., 1952: Fluctuations of Atmospheric Temperature as a Measure of the Scale and Intensity of Turbulence near the Earth's Surface. *J. M.*, **9**, 299—310.
- 3) 榎根勇, 1957: サーミスター温度計による気温の微変動の観測, 東京教育大学地理学教室卒業論文.
- 4) Holtzmann, M. J., 1936: Zur Frage des Genauigkeitsgrades der Lufttemperatur- und Feuchtigkeitsbestimmungen in natürlichen Verhältnissen. *Met. Zeit.* **53**, 327—336.
- 5) Sekiguti, T., 1951: Studies on Local Climatology (VII). Temperature Distribution and Surface Covers. *Pap. Met. Geoph.* **2**, 302—310.