



Title	広葉樹林下の粗粒質火山放出物未熟土の土壤温度状況
Author(s)	佐久間, 敏雄; SAKUMA, Toshio
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 44(2), 567-575
Issue Date	1987-07
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21217
Type	departmental bulletin paper
File Information	44(2)_P567-575.pdf



広葉樹林下の粗粒質火山放出物未熟土の 土 壤 温 度 状 況

佐久間敏雄*

Temperature Regime of a Coarse-textured Volcanogenous Regosol under a Deciduous Forest

By

Toshio SAKUMA*

要 旨

前報¹⁾でのべた水・熱収支観測点 B, C (林縁部よりそれぞれ 10 m および 50 m 林内へ入った地点) の土壌温度状況を分析し, B, C 点の表層土壌温度とその変動状態に明瞭な違いがあることを確認した。即ち, B 点の土壌温度は C 点のそれに比べて, 平均値が低く, 日変化, 経日変化は大きい。表層土壌の温度拡散率は明らかに B 点で大きく, C 点で小さい値を示した。これらのことから B 点の低温で変動の激しい温度環境が, 林内接地気層の擾乱が大きいこと, 日射の直射を受けやすいこと, 表層土の乾燥が顕著で, その比熱が小さくなりやすいことなどを反映するものであると推定した。

キーワード： 森林土壌の温度状態, 温度拡散率。

1. は し が き

広葉樹林の水・熱状況を特徴づけるために苫小牧演習林内のミズナラを主な樹種とする広葉樹林において, 林内の微気象と土壌環境の観測を行った。水・熱収支, 蒸発散量及び一部土壌環境の特徴については前報¹⁾で詳論し, 林縁部の土壌環境に特異な状況が見られることを指摘した。本報では, B, C 点における土壌温度の観測結果を分析してその一端を明らかにする。

2. 観測地点および方法

図-1 に調査区域の概況を示す。土壌温度の観測は点 B, C の観測用鉄塔付近において行った。この区域は標高 33.5 から 34 m の台地をなし, 粗粒質の火山放出物未熟土からなる。植生

1987年2月7日受理 Received February 7, 1987.

* 北海道大学農学部土壌学講座

Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

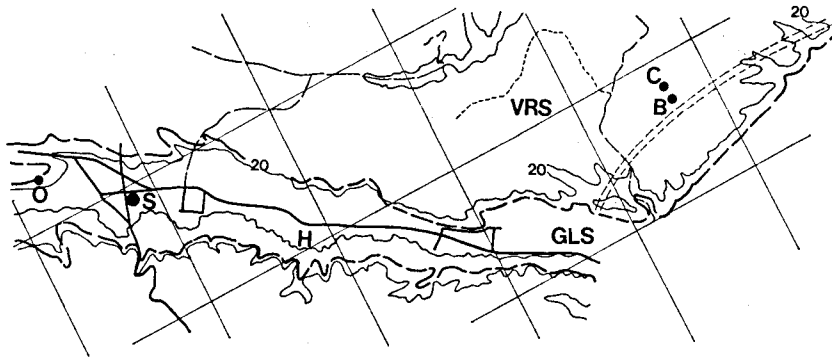


図-1 調査地点位置図

S: 演習林事務所, B, C: 土壌温度観測地点, O: 森林観測塔, VRS: 火山放出物未熟土, GLS: 灰色低地土, 太破線: VRSとGLSの境界, 太実線・細破線: 道路, 2重破線: 道路用地(伐採)

はミズナラを主とし、ミヤマザクラ、エゾヤマザクラ、エゾイタヤ、アズキナン、ハリギリなどをまじえた広葉樹2次林である。

B, C点¹⁾の林床植生がほぼ等しい地点に、深さ2, 5, 10, 20, 40 cmに受感部(0.3%級白金抵抗線式温度センサ)を埋設して、10分毎の瞬時値を採録し、時間あるいは日平均値を算出して分析に供した。観測期間は6月下旬から11月上旬に及んだが、データ整理の都合上、5月~8月の観測結果を中心にして分析した。

3. 結果と考察

3-1. 日変化

図-2に表層2 cm土壌温度(T_2)の日変化を示す。また、同期間の日平均土壌温度とその標準偏差および変動係数を表-1に示す。

集計期間の気象概況は次のとおりであった。

(1) 16日正午頃から雨天になり、16~24時にかけてかなり強い雨になった。降雨は17日4時頃まで続き、総雨量は43.1 mmに達した。

(2) この間、日射量は著しく少なかったが、夜間の気温低下は比較的小さく、樹冠上で14°C以上を維持した。

(3) 17~19日は小雨模様の曇天日であり、日射量は少なく経過したが、気温の著しい低下はみられなかった。

(4) 20日は天候が回復して、日中の気温が20°C以上に上昇するとともに、夜間の気温低下が著しかった。

(5) 天気が回復した20日13時~15時の地中熱伝導量は顕著な増加を示した。

図-2, 表-1から次のことがわかる。

(1) T_2 の月平均値は C 点のほうが B より $1.5\sim 2.0^\circ\text{C}$ 高い。5 日間の平均値では C 点 21.28°C 、B 点 19.55°C であって、その差は 1.7°C であった。

(2) B 点の T_2 の変動係数は $2 < CV_B < 6.5$ であるが、C 点のそれは $1 < CV_C < 4.5$ であって、 CV_B の $0.5\sim 0.7$ 倍の値を示している。

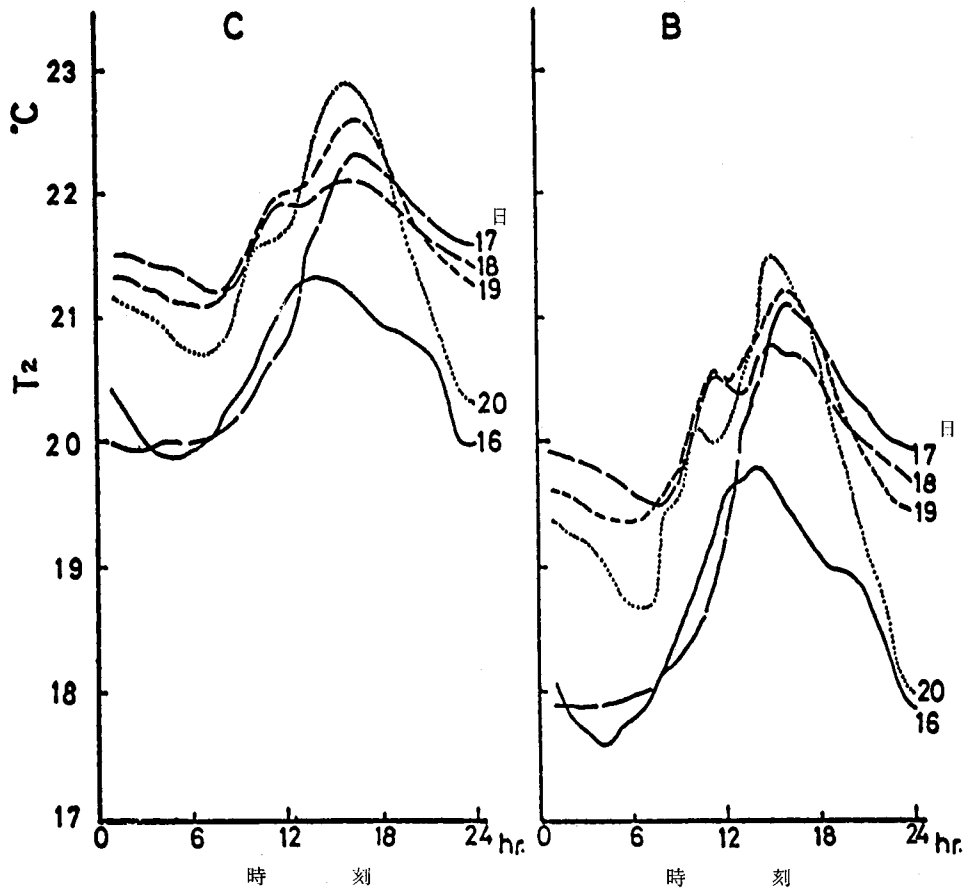


図-2 表層土壤温度の日変化 (1977年8月16~20日)

表-1 表層土壤温度 (T_2) とその変動

	B			C		
	x	σ	CV	x	σ	CV
1977. 8. 16	18.6	0.75	4.01	20.6	0.51	2.47
17	19.4	1.23	6.36	21.0	0.93	4.41
18	20.1	0.41	2.05	21.7	0.30	1.40
19	20.1	0.62	3.10	21.7	0.50	2.31
20	19.7	1.02	5.21	21.5	0.79	3.66
平均	19.6	0.81	4.15	21.3	0.61	2.85

深さ 2 cm の土壤温度 ($^\circ\text{C}$)、 x =日平均、 σ =標準偏差、CV=変動係数 (%)

(3) B点の T_2 には、林内環境の変動を反映するとみられる短時間の変動が顕著である。図-3は8月中旬の晴天日にみられた土壌温度の日変化曲線を示したものである。まえと同様な現象のほか、深層ほど温度変化が緩慢で、日較差が小さくなること、20~40 cm 土壌温度に 2°C 近い大差が生じていることなどが注目される。

以上の結果は、C点に比べてB点の表層土壌温度変動が激しく、平均土壌温度は逆にC点のほうが高く保たれていることを示している。この傾向が長期間にわたって維持されているかどうかをチェックするために図-4を作成した。

図-4から T_2 については、まえと同様に $T_{mC} > T_{mB}$, $\Delta T_B > \Delta T_C$ の関係を認めることができるが、深さ10 cmの ΔT は $B \geq C$ となり、同じく40 cm については逆に $\Delta T_B < \Delta T_C$ の関係になっている。このことは、B点とC点で高温域(あるいは低温域)の拡がり方に差があることを示唆している。ある温度を示す部分がどのように拡がっていくかを示す指標に温度拡散率がある。温度拡散率 α^2 を求める方法はいくつかあるが、ここでは、深さ Z_1, Z_2 における温度較差 R_1, R_2 から次式によって計算した。

$$\alpha^2 = (Z_2 - Z_1)^2 (\log e)^2_1 T / (\log R_1 - \log R_2)^2 T$$

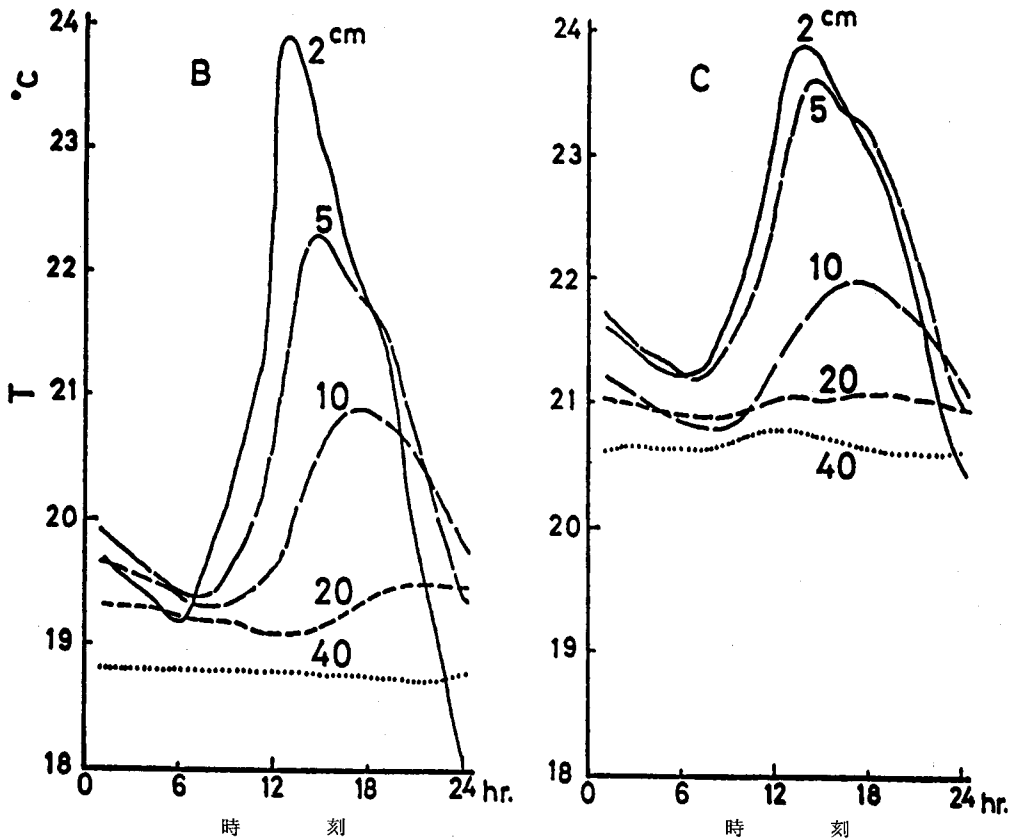


図-3 土壌温度の日変化 (1977年8月13日)

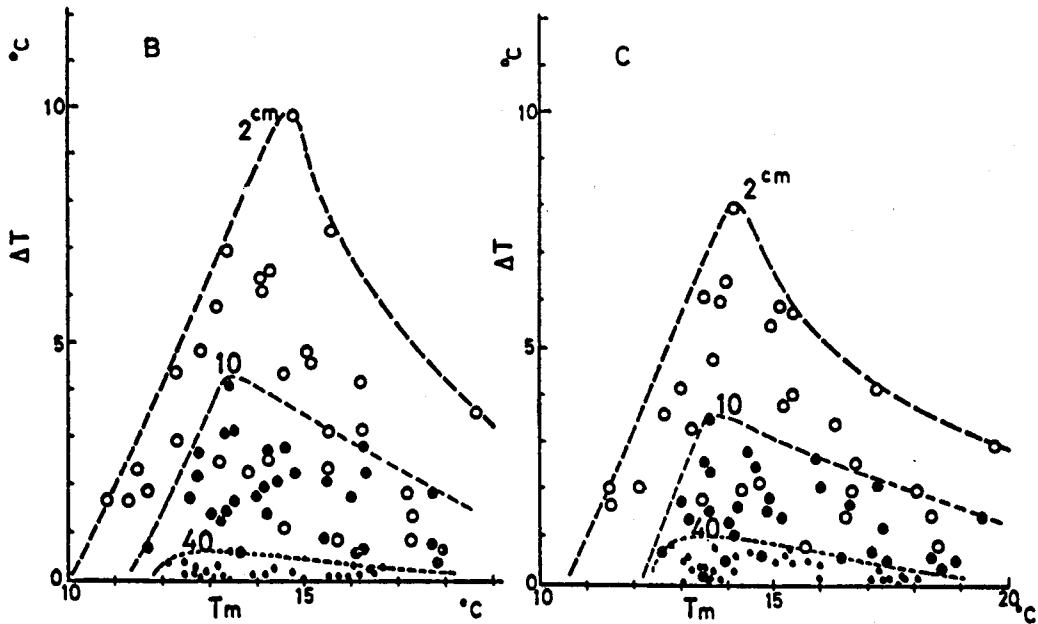


図-4 平均土壤温度 (T_m) とその日較差 (ΔT) の散布図 (1978年5月~6月)

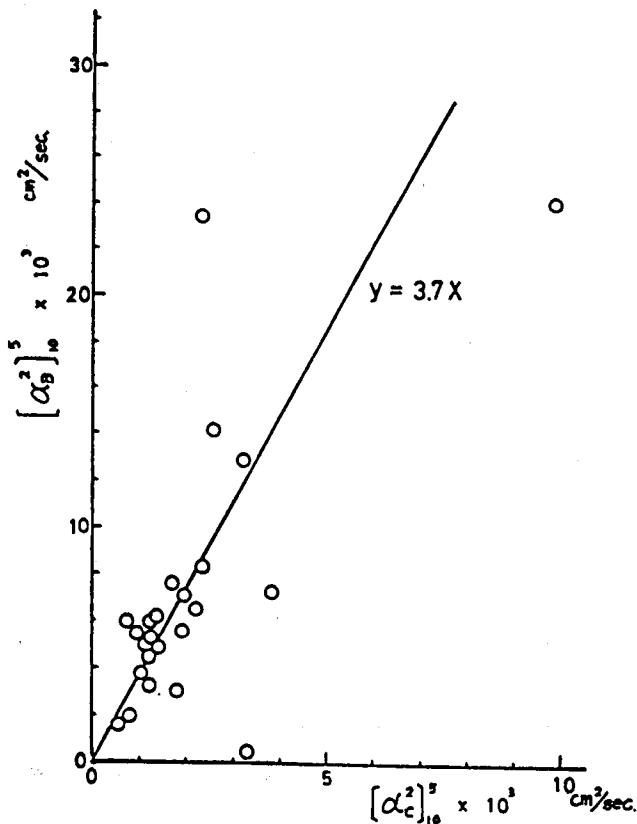


図-5 温度拡散率 (α^2) の比較

$[\alpha_B^2]_0^5$ は 5 cm と 10 cm の温度から計算した B 点の温度拡散率を示す。

したがって

$$\alpha^2 = 6.86 \cdot 10^{-6} \cdot (Z_2 - Z_1)^2 / (\log R_1 - \log R_2)^2 \quad \text{cm}^2/\text{sec}$$

である。以下、 $[\alpha_B^2]_{10}$ のように表示する。

$[\alpha_B^2]_{10}$ と $[\alpha_C^2]_{10}$ を B, C 点について比較したものが、図-5 および 6 である。

図-5 から、温度拡散率 $[\alpha^2]_{10}$ は概して、B 点のほうが大きく、 $y = [\alpha_B^2]_{10}$ と $x = [\alpha_C^2]_{10}$ の間には、ほぼ $y = 3.7x$ の関係が認められる。温度拡散率の計算結果には、 α_C^2 がかなり大きいにもかかわらず、 α_B^2 が著しく小さい例や、その逆のものがみられ、プロットのバラツキがかなり大きい。これに対し、図-6 の $[\alpha^2]_{10}$ はその大部分が $10^{-3} \sim 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$ の範囲にあり、多くの測点が直線 $y = x$ の付近に分布している。しかし、図中に破線で示したように $[\alpha_B^2]_{10}$ に比べて $[\alpha_C^2]_{10}$ が著しく大きくなる例もいくつか見られる。 $[\alpha_B^2]_{10}$ と $[\alpha_C^2]_{10}$ の関係がこのように分化してくる理由は、現在のところ不明であるが、地点により、深さによって両者の関係が異なることは明らかであり、表層では B 点、下層では C 点のほうが大きい温度拡散率を示すと言える。温度拡散率は、土壌の比熱、熱伝導率および密度の関数であるが、これらの性質はいずれも含水率と密接な関係にあり、自然条件下では重力水の移動ともなう温度変化やそれによる含水率の変動も温度拡散率に関係しているものと考えられる。今後、含水率変動と併わせて検討することによって、温度状態の変動原因を明らかにしていく必要がある。

3-2. 季節変化

以上は、土壌温度の日変化についての検討結果であるが、図-7 は暖候期初期の土壌温度の上昇傾向を示したものである。図-7 についても、日変化で認められたものと同様の傾向を認

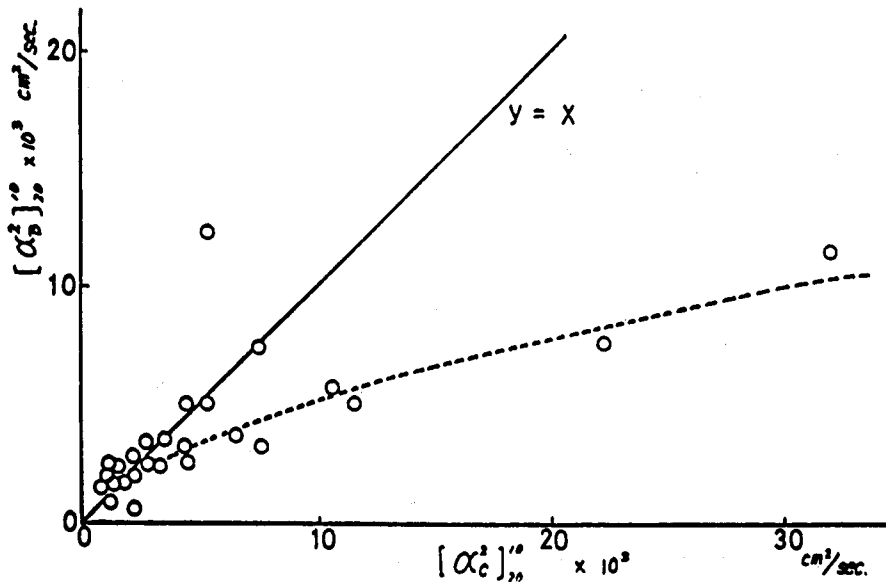


図-6 温度拡散率 (α^2) の比較

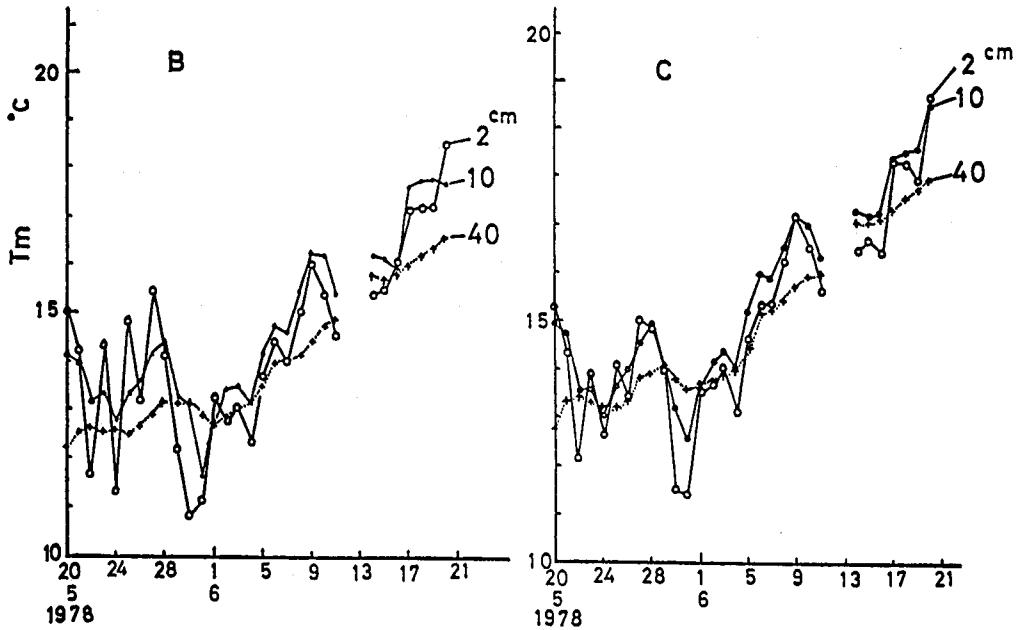


図-7 暖候期初期の土壤温度(日平均)上昇経過(1978. 5~6月)

めることができ、 $T_{mB} < T_{mC}$ であり、かつB点表層部土壤温度の経日変動が著しく大きくなっている。また、深さ40 cmの土壤温度は2 cmあるいは10 cmのそれに比べて変動が少なく、地点間では、C点のほうがB点より大きい上昇速度を示していることも注目される。

次に、表-2は1979年の観測結果から、各月のほぼ中旬にあたる10日間について、土壤温度の平均値と変動係数を整理したものである。この結果から、次のことがわかる。

(1) 図-7の結果と同様、平均土壤温度 T_m は $B < C$ の関係にある。 T_m の地点間差は $1.2 \sim 2.2^\circ\text{C}$ であり、この差は落葉がほぼ完了したとみられる11月中旬になっても解消しない。

(2) 日最高土壤温度 T_x は、B点の深さ2 cmで $8.1 \sim 21.2^\circ\text{C}$ 、深さ10 cmで $10.8 \sim 22.8^\circ\text{C}$ であるのに対して、C点のそれはそれぞれ $11.4 \sim 23.5^\circ\text{C}$ 、 $12.1 \sim 24.3^\circ\text{C}$ の範囲にあり、明らかに $C > B$ の関係にある。

(3) 日最低土壤温度 T_n は、B点の深さ2 cmで $4.6 \sim 19.6^\circ\text{C}$ 、10 cmで $8.4 \sim 22.8^\circ\text{C}$ であり、C点ではそれぞれ $7.0 \sim 23.5^\circ\text{C}$ 、 $9.5 \sim 23.6^\circ\text{C}$ の範囲にあり、いずれも8月中旬が最高温度を示す。また、明らかに $B > C$ の関係にあり、 T_x より地点間差が大きい。

(4) 深さ2 cmの土壤温度の変動係数は、6、8月については $C > B$ 、9月については $B = C$ 、10~11月については明らかに $B > C$ の関係にあり、9~11月にかけてB点の変動係数増大が著しい。

(5) 深さ10 cmの土壤温度は、2 cmのそれに比べて変動がかなり小さいが、6~9月については、概して $C > B$ であり、10月以後は逆にB点のそれが大きくなっている。とくに、C

表-2 表層土壌温度の季節変化と変動係数 (1979)

月	地 点 深 さ 項 目	B 点				C 点			
		2 cm		10 cm		2 cm		10 cm	
		平均 °C	CV %	平均 °C	CV %	平均 °C	CV %	平均 °C	CV %
6	最 高	14.2	11.2	15.9	8.2	17.7	14.8	16.3	15.4
	最 低	11.7	13.8	14.3	9.6	13.1	12.3	13.5	15.3
	平 均	13.0	11.5	15.1	8.5	15.4	12.5	14.9	14.5
7	最 高	17.1	6.9	18.8	5.0	20.3	8.7	20.5	4.0
	最 低	14.7	6.6	17.3	4.5	16.2	5.7	18.8	4.4
	平 均	15.9	6.0	18.1	4.4	18.2	5.2	19.7	3.3
8	最 高	21.2	5.3	22.8	4.5	23.5	7.0	24.3	6.1
	最 低	19.6	7.3	21.9	5.5	20.8	11.3	23.6	7.7
	平 均	20.4	6.1	22.4	5.0	22.1	8.1	23.7	6.8
9	最 高	15.8	10.0	17.9	7.5	18.6	10.0	19.4	7.7
	最 低	12.9	11.9	16.4	7.4	14.1	12.0	17.7	7.8
	平 均	14.3	10.5	17.2	7.3	16.4	9.7	18.5	7.6
10	最 高	14.5	8.6	16.4	6.2	17.4	7.8	17.9	6.1
	最 低	11.5	13.4	14.7	7.9	13.6	12.5	16.2	7.4
	平 均	13.0	10.6	15.5	6.9	15.5	9.7	17.1	6.6
11	最 高	8.1	36.2	10.8	21.7	11.4	28.3	12.1	16.1
	最 低	4.6	46.9	8.4	18.6	7.0	28.9	9.5	14.2
	平 均	6.4	38.6	9.6	20.0	9.2	27.4	10.8	14.8

註) 各月とも欠測日を含まないほぼ中旬に相当する10日間について集計した。

点の6月がやや大きな変動係数値を示すことが注目される。また、7月中旬の変動係数は両地点とも小さくなっており、 $B > C$ の関係が認められる。

3-3. 土壌温度の変動と土壌生成過程

3-1, 3-2で概括したように、土壌温度は日変化においても、季節変化においても、B・C点間に明瞭な相違が認められる。図-7と表-2の結果(6~7月の土壌温度変動)には、若干一致しない傾向が認められるが、概していえば、B点では、表層土壌温度の変動が激しい反面、下層の温度拡散率が小さく、5~6月の土壌温度(20~40 cm)の上昇が遅い。これに対して、C点では温度変動幅がせまく、9~11月の温度低下が緩慢である。この結果、10~40 cmの土壌温度に 2°C あるいはそれ以上の差が生じたものである。今回の集計は、限られた期間の観測データに関するものであるため、これ以上立入った論議は避けざるを得ないが、B点に比べて、C点では森林の保温効果がより大きく、盛夏期の土壌温度が高くなりやすいことは明らかである。

温度状態が各種の土壌過程—生物活動、有機物の分解、無機物の分解と再合成、有機・無機成分の転流など—をどのように規制していくかは必ずしも明らかではないが、日平均値で 2°C を越える温度差がもたらす影響はきわめて大きいと考えられる。とくに、火山放出物未熟

土からなるこの地域では、種々な土壌生成過程は、表層0~20 cmの部分でとくに活発であると推定され、この領域における温度状態の違いは、土壌生成過程全体にとって大きな意味をもつものと考えられる。

4. あとがき

本報では、表層土壌温度について一部のデータを整理し、若干の考察を加えた結果、B、C点の表層土壌温度とその変動状態に明瞭な違いがあることを確認した。この背景として、林内接地気層の状態、土壌の水分状態が重要と考えられ、今後これらを総合した解析が必要と思われる。

本観測の実施にあたって、苫小牧地方演習林の田中夕美子博士にその一部を担当願った。記して謝意を表す。

引用文献

- 1) 佐久間敏雄, 小林信也: 広葉樹林の水および熱エネルギー収支と林内環境. 北演研報, 44(2), 507-536, 1986.

Summary

Temperature regime of a Volcanogenous Regosol was analyzed at sites B and C, where observations on heat and water balance were carried out and some discussions were presented in a previous paper. Remarkable difference in the temperature regime of the surface soils between sites B and C was ascertained. Accordingly, mean surface soil temperature at site B was lower than that at site C, whereas the coefficient of variation of daily soil temperature was greater at site B than that at site C. It was concluded that the temperature regime at site B was caused by i) greater convective disturbance of air; ii) greater loss of heat energy; iii) stronger direct sun-light; and iv) severer drying of surface soil layers by which specific heat decreased significantly.