

(注意) この論文には正誤表があります

香川縣立農業専門學校研究報告 第1巻第1号 正誤表

URL

http://www.lib.kagawa-u.ac.jp/metadb/up/AN00038102/AN00038102_1_1_e.pdf

Notice

香川縣立農業専門學校研究報告 Vol.1 No.1 Errata

URL

http://www.lib.kagawa-u.ac.jp/metadb/up/AN00038102/AN00038102_1_1_e.pdf

傾斜地に於ける微細氣象に就いて

(第一報)

上原 勝樹

ON THE MICROMETEOROLOGY AT THE SLOPE FARM.

(First Report)

BY

MASAKI UEHARA

Professor of Agricultural Physics

目 次

第 1 節 緒 言	第 4 節 緒 言
第 2 節 研究方針並びに観測實施の概況	第 5 節 要 約
第 3 節 實驗結果並びに考察	文 献

第 1 節 緒 言

傾斜地に於ける微細氣象研究の重要注は、今更多言を要しない。然るに之に關する研究は、極く小數の學者によつてのみ果されつゝある現状であつて、未だ明確にされていない多くのものが残されている。

思ふに微細氣象學は未だ發達途上にありて、所謂測器試作時代の域を脱せず、之に使用する各測器は、その目的及び望む精度に應じてその要求に沿ふものを選ばなければならないのであつて、微細氣象觀測法の設立されていない點と相俟つて斯學の研究に一層の困難を感じる所以である。

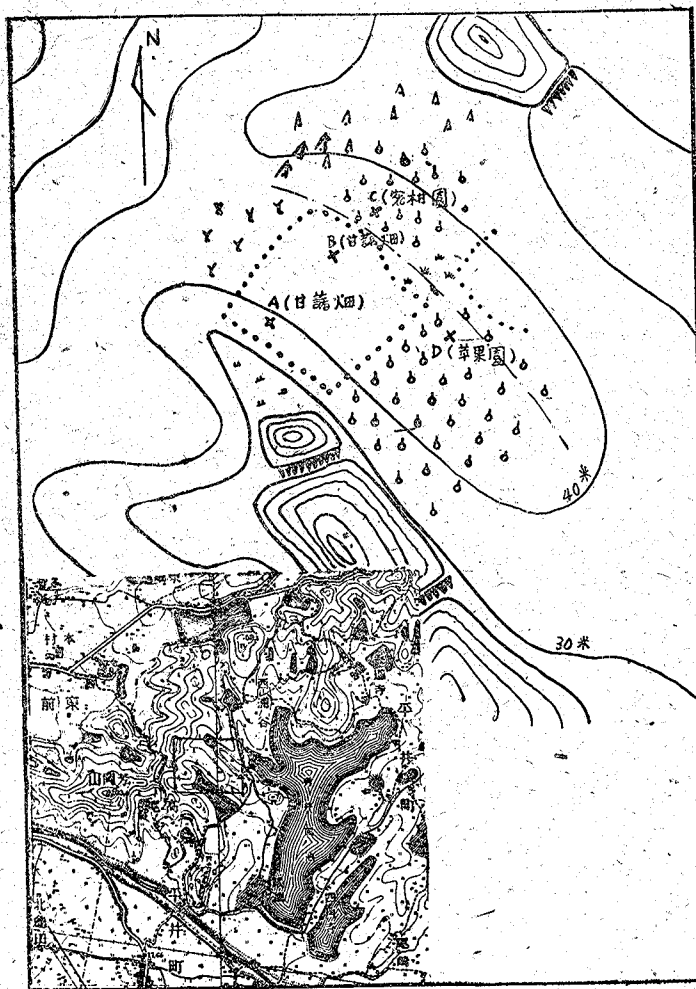
本研究は本校傾斜地農場に於いて、昭和23年7月より開始し、そして將來繼續研究せんとするものである。尙現在までに7月21—22日、8月16—17日、9月26—27日と夫々觀測を實施したのであるが、茲には9月26—27日の觀測結果についてその概要を報告する。

尙本研究に入るの端緒を與へられ、御指導並びに貴重なる測器を貸與し下さつた、京都大學氣象學研究室滑川博士、並びにその他授助を賜りたる、本校々長黒上博士に對し衷心より拜謝す。尙實驗に際し、多大の便宜を與へられ、且觀測の勞をとられた當時の長期研究生、松原俊男、谷本芳春兩氏及び本校農學科學生諸氏に對し茲に敬意を表す。

第 2 節 研究方針並びに観測實施の概況

本研究は傾斜地の方向、角度の相違、植被の有無等による、接地氣層に於ける各氣象要素の差異を詳細に検出して、傾斜地利用に關する參考資料を得んが爲めに、第1圖に示す如く、香川縣木田郡平井町

高尾にある、南西に突出した標高約45米の楕圓形丘状をなす、本校傾斜地農場に於いて、その北東傾斜面に1點、南西傾斜面に3點の計4點を選び2時間置きに同時観測をしたもので、以下観測地點並びに観測装置及び方法についてその概要を述べる。



第1圖 観測地點略圖

I、観測地點

第1圖に示す如く、4ヶの観測點を選んだのであるが、その各々について述べると、

A點：傾斜角度約18°の南西斜面に於ける下腹部、甘藷畑の中。

B點：同じく約18°の南西傾斜面、上腹部に於いて、A點より約5米高所（鉛直距離）の甘藷畑の中。

C點：約15°の傾斜角度を有する北東傾斜面に於いて、B點と同一高度の蜜柑園の中。

D點：南西傾斜面上腹部、B點と同一高度の苹果園の中。（傾斜角度18°）
尚各観測點に於ける土壤分析の結果を示すと第1表の如くである。

第1表 各観測點に於ける土壤分析結果

	礫	粗砂	細砂	微砂	粘土
甘藷畑下 (A)	26.14%	34.11%	10.69%	11.97%	15.50%
甘藷畑上 (B)	21.70	31.88	13.01	9.26	25.53
蜜柑畑 (C)	34.40	26.76	10.69	8.22	23.92
苹果畑 (D)	15.72	25.14	12.06	12.53	34.55

II. 観測装置並びに観測方法

各観測點に備附或は使用した測器の概要を記す。

(1) アスマン通風乾濕計

太田製小型携帯用 1°C 目盛のもので、B點及びC點に於ける地上10、50、150種の温度及び湿度の測定に用ひた。

(2) アルコール温度計

市販の $1/2^{\circ}\text{C}$ 目盛棒状のもので、竹製スクリーンの中に入れて温度計用架に取付け、地上10、50、150種の各層の気温測定に用ひた。

(3) 曲管地中温度計

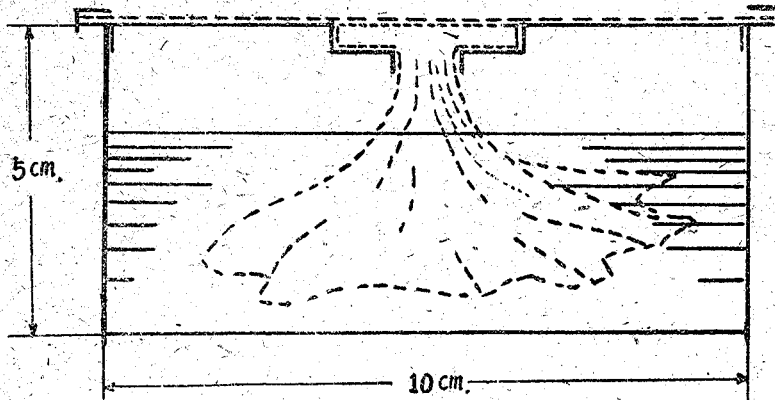
一般気象用に使用する $1/2^{\circ}\text{C}$ 目盛の曲管地中温度計で、地表用、地下10、20、30種の各々で観測の3日前に据付けた。

(4) 小型風力計及び風信器

太田製のピラム型微風計及び簡易風向風速計を使用し、煙草の煙をも利用した。

(5) 平田式蒸發計

第2圖の如き平田徳太郎博士考案の紙面蒸發計を、地表及び地上50、150種の各々に据付けて晝間は



第2圖 平田式紙面蒸發計

2時間置きに観測した。尚之に使用の天秤は、極量500gr、感度 $1/2$ grの上皿天秤を用ひた。

(6) 温度計及び蒸發計用架

第3圖の如き竹製のものを試作使用し、温度計は竹製スクリーンの中に入れて観測し、蒸發計は反対側に地上50、150種の高さに吊し、蒸發計は南側に、温度計は北側に向く様据付け

た。

(7) 其 の 他

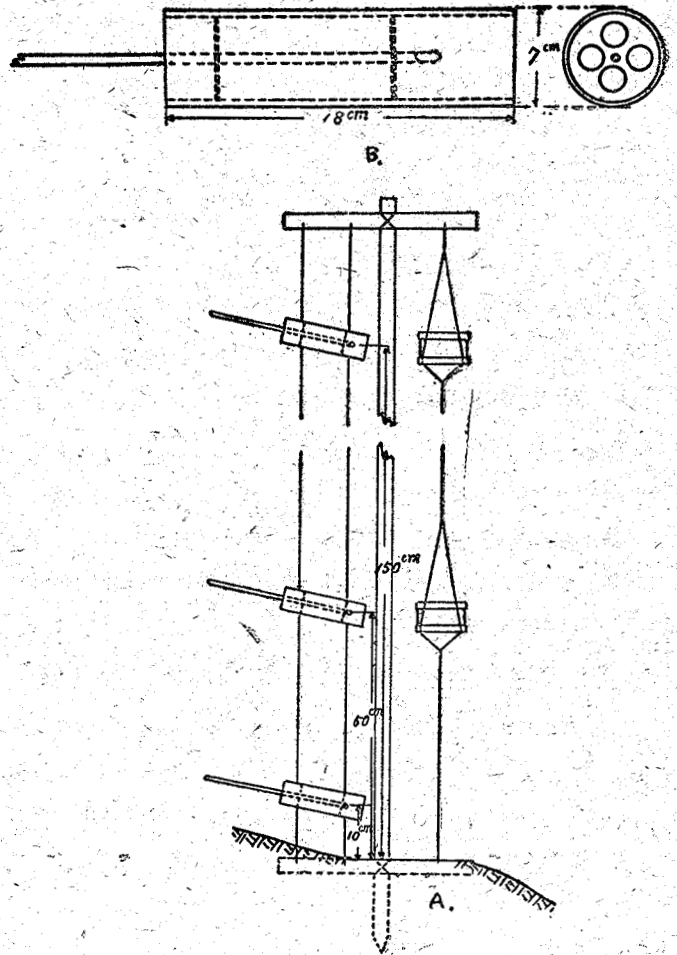
其他熱電對式温度計及び日射計を7月の観測に於いて使用したのであるが、今回は使用しなかつた。尙光線量、土壤水分測定器その他についても目下考究中である。

以上の各装置を用ひ、9月25日正午より観測を開始し、2時間置きに翌26日正午まで行つた。各観測點には測定員一名宛を配し、定時にB點観測者よりの合圖により同時に観測を開始し、その讀取り順序は、先ず気温を地上10、50、150種の順に、次に地温を、地表、地下10、20、30種の順に讀取り、B點及びC點観測者はその間に、アスマン乾濕計で地上10、50、150種の順に湿度の測定を行ひ、又同點観測者により、風向、風速及び雲量の観測も行つた。又別に2名の蒸發量観測班を設けて、A點より順次に蒸發

量の観測を行った。

第3節 実験結果並びに考察

以上の様な方針及び準備によつて観測を実施したのであるが、毎回の観測結果を表示する繁雑を避け、晝夜別の平均状態を第2表により示し、接地気温並びに地温の垂直分布及び日変化を示す第4圖並びに第5圖其の他について、北東傾斜面及び南西傾斜面に於ける状態を考察する。勿論一晝夜間の観測結果のみから、傾斜面に於ける微細気象状態の全貌は知り得べくもないが、初秋に於ける状態の概要を知ることが出来るであらう。



第3圖 温度計及び蒸發計用架

第2表 各観測點に於ける主なる要素の晝夜別平均及び較差

	cm	晝間平均				夜間平均				日平均				較差			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
氣 温 (°C)	150	24.1	24.8	21.8	23.7	15.2	16.4	16.2	15.7	19.6	19.1	19.0	19.7	14.6	8.5	7.6	14.1
	50	23.6	22.4	22.2	23.9	15.5	16.5	16.2	15.3	19.5	19.4	19.2	19.6	12.2	9.0	8.5	15.3
	10	24.3	22.9	22.5	25.2	14.9	16.4	16.1	15.9	19.7	19.6	19.3	20.6	15.7	9.8	9.8	17.0
地 温 (°C)	0	27.2	28.2	24.4	27.4	16.7	17.2	17.1	17.2	21.9	22.7	20.7	22.3	18.7	20.0	12.4	18.0
	10	24.8	25.2	22.9	24.1	20.5	21.7	20.6	21.7	22.6	23.4	21.8	22.9	9.3	7.9	5.5	6.5
	20	22.8	24.0	22.3	23.3	22.1	23.8	22.0	23.4	22.5	23.9	22.1	23.4	4.3	3.2	2.7	2.3
	30	22.4	23.8	22.6	23.8	22.8	24.2	22.9	24.1	22.6	24.0	22.7	23.9	2.4	1.2	1.0	0.7
張 力 (mm)	150		15.1	15.6			13.4	13.3			14.2	14.5			7.8	5.5	
	50		15.5	15.8			13.6	13.3			14.6	14.6			6.1	5.8	
	10		16.4	16.7			13.4	13.5			14.9	15.1			6.8	5.8	

温度 (%)	150		73.9	81.0			93.8	94.0			86.6	87.5		36.0	29.0
	50		79.2	80.5			95.0	96.6			87.1	88.0		34.0	29.0
	10		80.5	83.3			95.2	96.3			87.8	89.8		33.0	28.0
蒸發量 (gr)	150	15.0	34.0	27.0	15.5									蒸發量は總量を示す	
	50	31.3	31.5	25.4	14.2										
	10	24.3	18.0	15.7	?										

I、接地氣温、湿度並びに蒸發量

先づ晝間に於ける接地氣温分布を第4圖について考察すると

(1) 一般裸地に於いては、地表面は日出後日射を受けて昇温し、それに接している空氣も漸次温度が昇り、接地氣温は上低下高の所謂 Geiger 氏の提唱した受熱型 "Einstrahlungstypus" の標準的氣温垂直分布を呈するのであるが、本観測の結果も、全観測點を通じて、逆轉度は、一律でないが、一般裸地にみる様な受熱型の接地氣温垂直分布を示す。之甘藷畑は草丈低く、蜜柑園も樹高低く且間隔廣く、又苹果園も樹枝疎にして、何れも地表面まで比較的好く日射が侵入することが出来るからであらう。

(2) 午前8時の観測結果をみると、C點はB點に比して約2°C高温を示し、且全観測點を通じて一番温度が高くなつてゐる。之は北東傾斜面は南西傾斜面より早く日射を受けるためによるものであらう。

(3) 太陽高度が増すに従つて、北東傾斜面の受熱量は減じ、南西傾斜面の受熱量は次第に増加するので、接地氣温は前と反對に、南西傾斜面の諸點はC點より何れも高温となる。

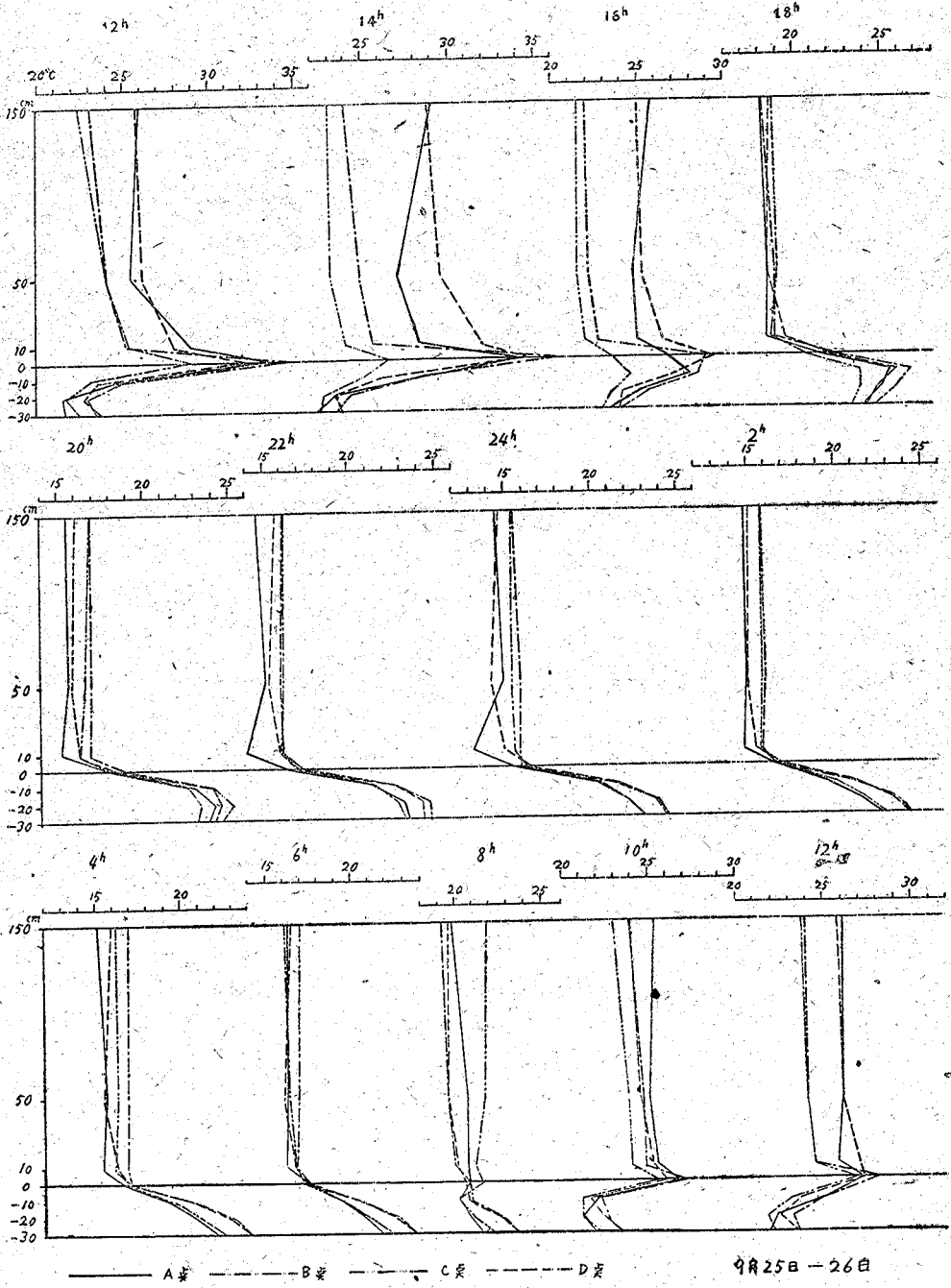
(4) 正午頃になるとB點に於ける接地氣温はC點と共に各観測點を通じて、最も低くなつてゐるが、C點は北東斜面上にあるので南西傾斜面に比して受熱量は小であると考へられB點は南西傾斜面の上腹部に位するので、對流が盛に行はれ、之等の餘り行はれないと考へられる南西斜面上の他の諸點に比して、昇温を阻止せられ、C點と共に最も低くなつてゐるものと思はれる。斯く傾斜面の上腹部が日中は比較的暑くないといふことは鈴木博士の見解と一致する。

(5) 午後再びB點に於ける接地氣温はC點より高温(14時に於いて約1.5°C、16時に於いて約0.6°C)となつており、又同じ南西傾斜面上のA點及びD點より低温(14時には夫々約3.3°C及び5.2°C、16時には夫々約2.9°C及び3.3°Cを)示しているが、之は午後になると、南西傾斜面は太陽に直面する率が大となり、且午前中の餘熱を利用して、午後の氣温は飛躍的に上昇するためである。それ故南西斜面上の諸點は何れもC點より高温となり、又同じ南西斜面上の中でもB點が他の2點より低温を示していることは、前記の對流關係により説明がつくと思はれる。

次に夜間に於ける接地氣温分布についてみると、

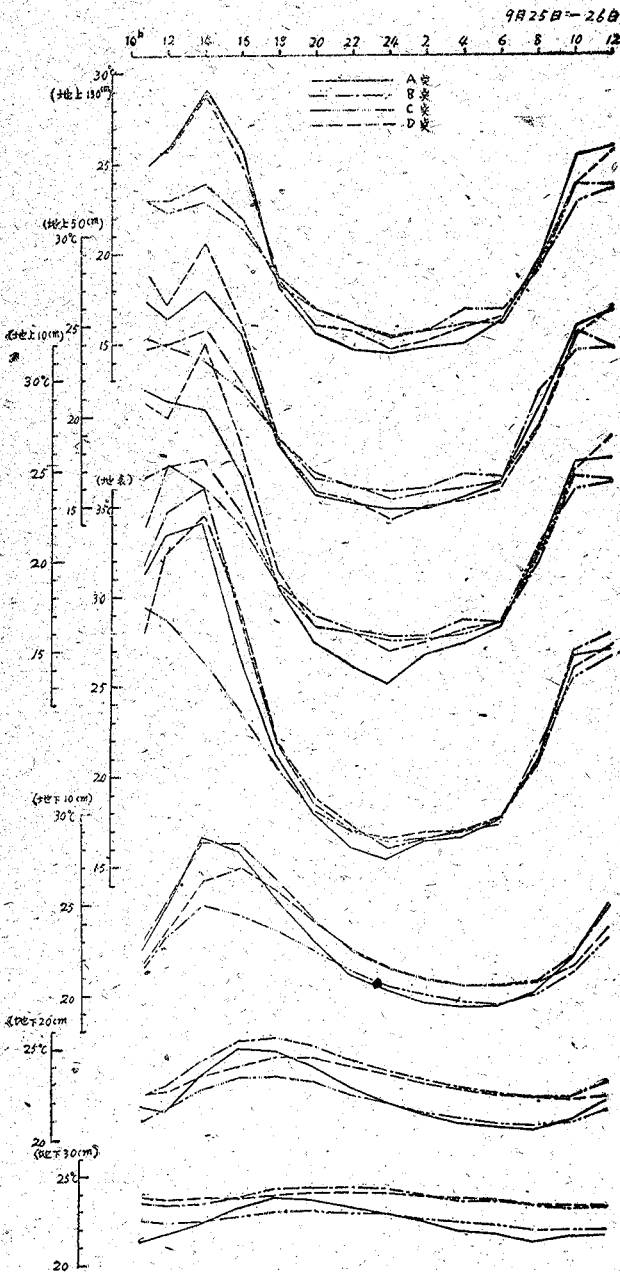
(1) 一般裸地に於いては夜間は輻射放冷により、地表面附近の氣温が上方の氣温より低い放熱型 "Ausstrahlungstypus" を呈するのであるが、本観測の結果は純然たる放熱型を呈していない。

(2) B點に於ける夜間の接地氣温分布は、C點より僅か乍ら高温を示し、且B點は夜間を通じて各観測點より高温で、A點が最低となつてゐる。之はB點は南西斜面上の上腹部に位するので、夜間上腹部の接地氣層は冷たく重くなつて、傾斜面に沿つて下降し、夫れを補ふ爲めに上から暖かい空氣が來て入れ



第4圖 接地氣層並びに地下浅層溫度垂直分布

9月25日-26日



第5圖 接地氣層並びに地下浅層温度の日變化

かわるからであると思はれる。

(3) 夜間各観測點に於ける 接地氣温の局部的差異が小さく、且温度逆轉度の一般に小さいのは雲量に關係するものと思ふ。(平均雲量約7)

(4) 次に 接地氣温日變化の 特性を調和分析にかけ、その一日頃の振巾と位相を表示すると第3表の如くである。

第3表調和分析の一日項 (接地氣温)

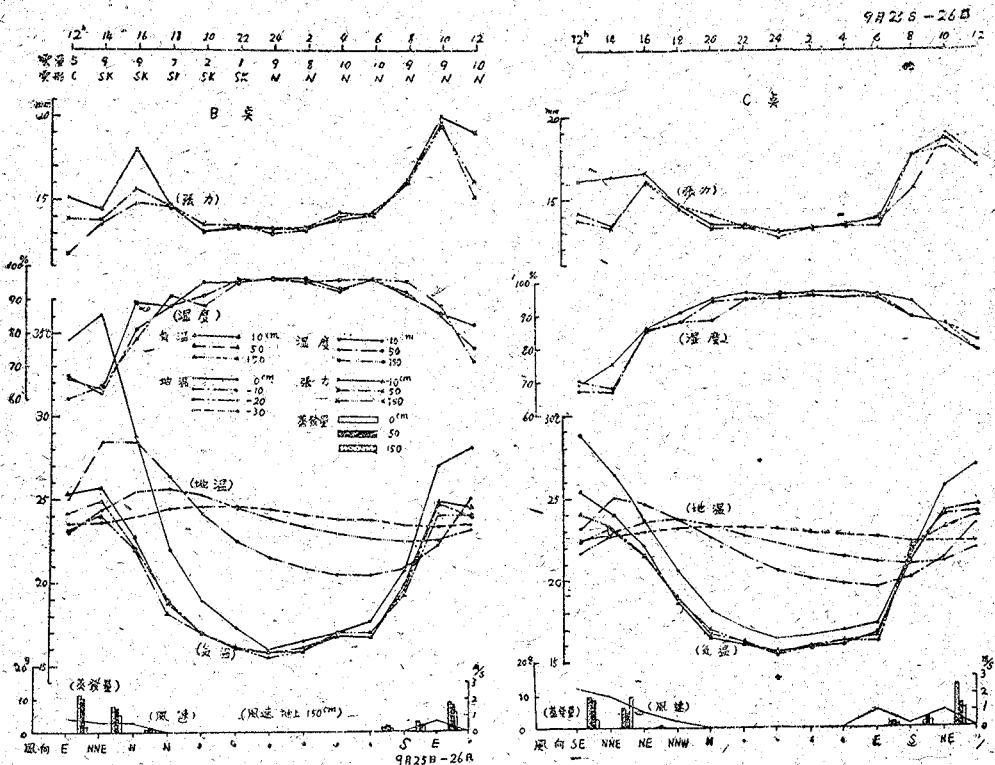
	A		B	
	R_1	ξ_1	R_2	η
150 cm	6.9 °C	77.5	4.2 °C	81.4
50	6.2	79.4	4.6	80.5
10	7.5	81.2	5.0	79.7

	C		D	
	R_1	ξ_1	R_1	η
150 cm	4.1 °C	82.5	6.3 °C	75.1
50	4.4	84.2	6.8	74.7
10	4.9	83.7	7.3	73.9

$$R_1 \sin (qt + \xi_1)$$

$$\left(q = \frac{360^\circ}{T}, T = 24 \text{ hours, } t = 0 \text{ at midday} \right)$$

而して上に得た一日頃の振巾と、最高温度發現時とを表示すると第7圖の如くである。



第6圖 B點及びC點に於ける主要素の日變化

次に接地氣層に於ける濕度については、B點とC點について觀測したのであるが、晝間夜間共に下層程多く、且C點に於いてはB點より多く、兩觀測點共に夜間は晝間より一般に多い。(第6圖参照)

蒸發量については、晝間は2時間置きに觀測したのであるが、各層を通じて最も多かつたのはB點であつて、次にA點、C點の順であつた。D點に於ては地表面に設置した蒸發計の漏洩の爲め好結果を得なかつた。之等蒸發量の垂直分布は不規則ではあるが太略上層程多い傾向にある。次に夜間に於ては結露の關係で好結果を得なかつた。(第2表及び第6圖参照)

II. 地表面及び地中溫度

裸地に於ては、地表面は直接日射を吸収して昇溫し、地表面溫度は日射の強弱に従つて昇降する。それ故本觀測地の様な、日射が比較的自由に地表面まで侵入するこそが出来る土地に於ては、地温は略一般裸地に於けると同様に取扱ふことが出来よう。

地表面及び地中溫度の分布並びに日變化の状態を第4圖其の他についてみると、

- (1) 各觀測點共に地下淺層に於いては晝間は地表面が最高で、地中へ熱流の存することを示す受熱型を呈し、夜間に於いては、地表面が最低で地表へ熱流の存在する放熱型を示している。
- (2) 北東傾斜面に於ける早朝の受熱量は、南西傾斜面より大であるから、午前8時に於ける地表面溫度は南西傾斜面の何れの點よりも高溫を示しているが、早朝以外の日中に於いては何れの點よりも低い。
- (3) 太陽高度が増すに従つて南西傾斜面に於ける受熱量が多くなり、従つて地表面溫度もC點より

何れも高温となり、午後に至り(12時-14時)地表面温度の最も高いのはB点で、最も低いのはC点であるが、気温は必ずしもその順になつてをらず、12時にはB点はC点と共に最低を示し、14時に於いてもB点はA点及びD点より低温とつてゐるが、之は晝間於ける接地気温の項の(4)-(5)を肯定するものであると思ふ。

(4) 夜間に於ける各観測点の地温は接地気温の場合と同様に局部的差異が少い。

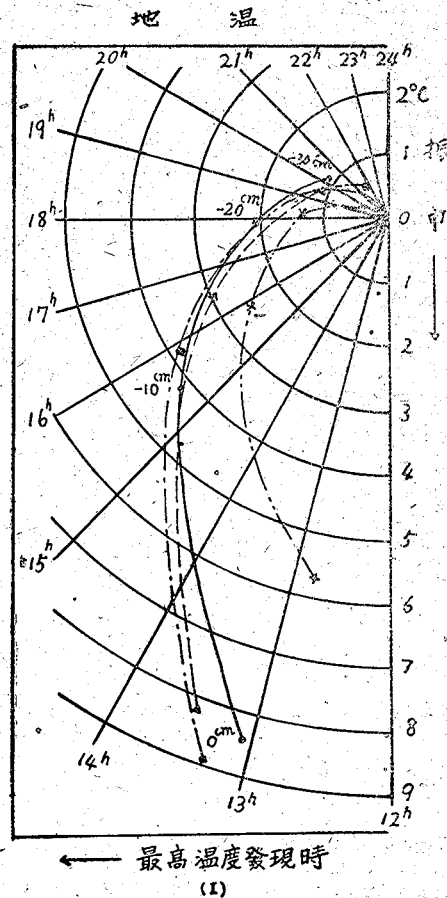
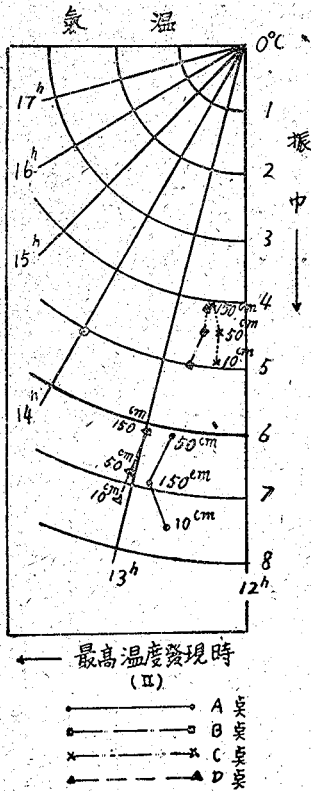
(5) 地温の観測結果を調和分析にかけ、その一日頃の振巾と位相を表示すると第4表の如くである。

第4表 調和分析の一日項(地温)

	A		B		C		D	
	R ₁	ε ₁	R ₁	ε ₁	R ₁	ε ₁	R ₁	ε ₁
cm	°C	°	°C	°	°C	°	°C	°
0	8.4	74.1	9.0	70.6	5.7	78.4	8.2	69.1
10	4.2	38.3	3.8	31.7	2.5	31.3	3.1	23.6
20	2.1	-0.3	1.5	-11.6	1.3	-5.6	1.1	-22.4
30	1.1	-30.7	0.6	-51.0	0.4	-25.9	0.3	-53.1

$$R_1 \sin(\omega t + \epsilon_1)$$

$$\left(\omega = \frac{360^\circ}{T}, T=24 \text{ hours}, t=0 \text{ at midday} \right)$$



上表から最高温度發現時を求め、振巾との二つを以て表示したのが第7圖である。

尙参考の爲めに各深さに於ける毎時の地温の状況を示すと第8圖の如くである。

第7圖 地温及気温における最高温度發現時とその振巾

(6) 以上の観測結果から明かな如く、地温は地表面から地中内部に入るに従つて振幅は次第に小さくなる故、深さと振幅との関係を求めると、

今z纏の深さに於ける振幅をAz、地表面の振幅をA0、hを振幅の減少係数とすると

$$A_z = A_0 e^{-hz} \quad (1)$$

とおかれる。

第4表の調和分析によつて、求めた一日項の係数の2倍を振幅として、各観測點に於ける深さと振幅との関係を計算すると、

- A : $A_z = 16.9e^{-0.0689z}$
- B : $A_z = 17.9e^{-0.0878z}$
- C : $A_z = 11.4e^{-0.0798z}$
- D : $A_z = 16.4e^{-0.1031z}$

となる。

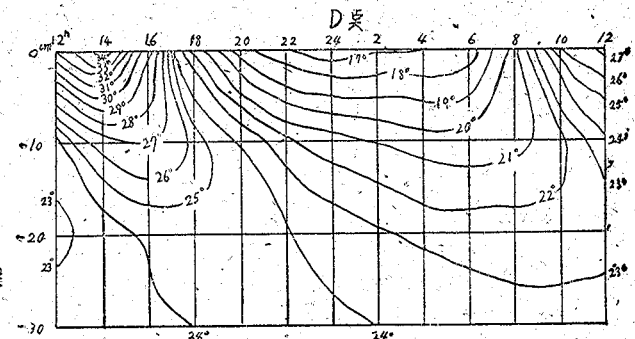
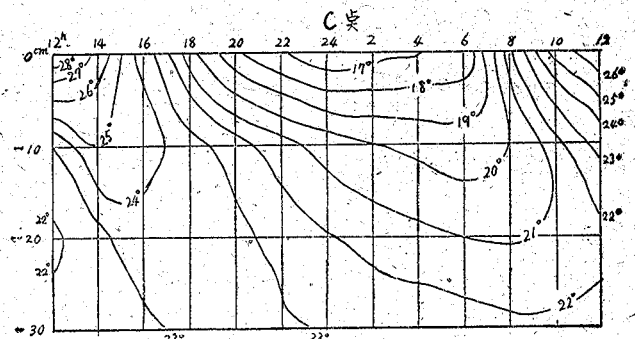
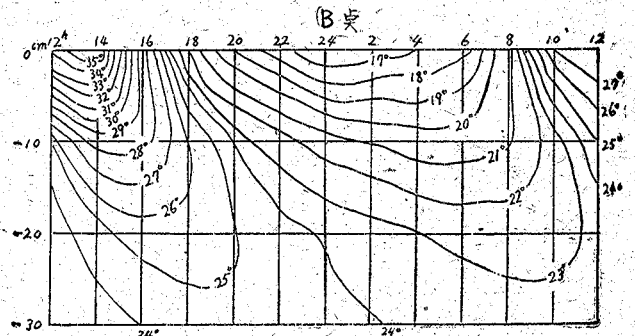
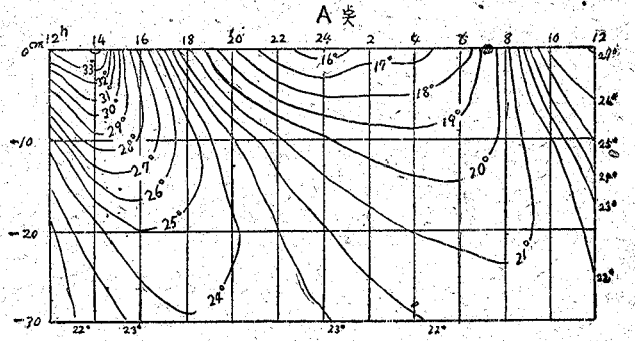
振幅の減少係数に就いてみると、D點に於いて、0.1031にして最大で0.0689のA點が最小である。之地温の日変化がD點よりA點に於いて一層深層まで達することを意味するものである。

(7) 次に各観測點に於て、地温日變化較差が0.1°Cに減少する深さ、即ち地温の不易層の深さを求めんに、その深さをHとすると

(1) 式に於いて

$$0.1 = A_0 e^{-hH} \quad (2)$$

(2) 式よりHを求めると所要の不易層の深さが得られる。



9月25日-26日

第8圖 地表及び地中温度の日變化

依つて (2) 式より不易層の深さを計算すると、

- A : H = 74纏
- B : H = 59纏

C : H = 59 種

D : H = 49 種

となり、A 點に於いて最大で 74 種、D 點に於いて最小で 49 種まで地温の日變化は及ぶことが知れる。

• (8) 最後に各觀測點に於ける熱擴散率を求めんに、理論的には

$k = \frac{\pi}{h^2 T}$ (K: 熱擴散率, h: 振巾の減少係數, T: 週期) によつて求められる故、

A : $k = 7.66 \times 10^{-3}$ C.G.S.B : $k = 4.72 \times 10^{-3}$ C : $k = 5.71 \times 10^{-3}$ D : $k = 3.42 \times 10^{-3}$

となり、A 點に於いて最も大きく、D 點に於いて最も小なる値を示してゐる。

第 4 節 結 言

南東に突出した楕圓形狀の丘に於て、その北東傾斜面(傾斜角度 15°)及び南西傾斜面(傾斜角度 18°)に計 4ヶの觀測點を設け、昭和 23 年 9 月 26 日より翌 26 日にわたる一晝夜間、接地氣温、濕度、地温、蒸發、風等を 2 時間置きに同時觀測を行ひ、初秋に於ける傾斜地の微細氣象狀態に就て考察にしたのであるが、之は一晝夜間の觀測結果で、之によつてその全貌を明かにする由もなく、又測器の關係で、日射量の觀測の出來なかつたことは遺憾であつた。尙之は將來繼續研究せんとするもので、土壤の物理的性質をも併せて考慮すべく計畫中である。

第 5 節 要 約

- (1) 北東條傾斜及び南西傾斜に於ける、晝間及び夜間の接地氣温、濕度、地温の分布を比較検討した。
- (2) 傾斜面の上腹部及び下腹部に於ける、晝間及び夜間の接地氣温分布の特異性を明かにした。
- (3) 地温日變化の振巾と深さとの關係を實驗式を以て表はした。
- (4) 地温の不易層の深さを計算によつて導いた。
- (5) 地中熱擴散率を理論式により計算した。

文 獻

- (1) 大 後 美 保 : 農地微氣象の研究 (1948)
- (2) 平 田 徳 太 郎 : 南北兩傾斜面に於ける比較觀測の成績 氣象彙報 13 (1933)
- (3) 熊 谷 鐵 之 助 : 地表氣候に關する調査の概要 氣象彙報 12 (1932)
- (4) 滑川忠夫・高須謙一 : 服部報公會研究報告 9 (1941)
- (5) 中 馬 尙 : 森林微細氣象觀測の試み 日本林學會誌 23 (1941)
- (6) 岡 田 武 松 : 氣象學 上卷 (1939)
- (7) 岡 田 武 松 : 理論氣象學 中卷 (1943)

- (8) 鈴木清太郎 : 傾斜面の気象 農業及園藝 22 (1947)
 (9) 庄司清吉 : 摘採期直前に於ける茶園の気象状態に就て 農業及園藝 13 (1938)
 (10) 武田京一 : 農業微気象、農業気象の研究 4 (1948)
 (11) 玉手三葉壽 : 林内外に於ける地中温度の比較 気象彙報 7 (1925)
 (12) 八録利助 : 土壤の水分含量と地中湿度 農業及園藝 12 (1937)
 (13) 山本健吾・大泉久一 : 傾斜地利用に関する研究 農業及園藝 23 (1948)
 (14) Geiger, R. : Mikroklima und Pflanzenklima, Handh. d. Klimatologie, Bd. I, Teil D. (1930)

RESUME

To fulfill the purposes of the micrometeorological study on a slope farm, which is widely distributed in Kagawa Prefecture, in early fall, four observation points on the north-east and south-west slope of an oval-shaped hill jutting out to the south-east were set to observe the surface temperature, humidity, ground temperature, evaporation and wind, simultaneously at every two hours. The observation lasted for 24 hours from Sept. 25 to 26 in 1948. As the conclusion is due to a 24 hours observation, it is impossible to establish a complete result. Owing to the lack of instruments, we were unable to observe the solar radiation. The above said study is now going on and will be continued in future and moreover the study of physical nature of soil is also intended.

The contents of the present paper run as follows:

- (1) Distribution of temperature, humidity and ground temperature on the north-east and south-west slopes, both in daytime and at night are given and compared with each other.
- (2) Speciality of temperature distribution on the upper and lower parts of the slope in daytime and at night is cleared.
- (3) Relation between the depth and the amplitude of the ground temperature change is indicated in an experimental formula.
- (4) The depth at which the ground temperature is kept constant is given by calculation.