

# 地象環境の改善について

中原 孫 吉

(千葉大学園芸学部)

## 1. ま え が き

本誌第8号で香川大上原勝樹教授<sup>B)</sup>が「植生の場における地中環境とくに地温について」と題して投稿されたので、筆者が今更書く必要もないと思ったが、筆者は気候環境改善の研究の一部として地象環境の改善関係も研究調査しているので、その一部を紹介しよう。

しかし地温について上原教授の報文と重複するものはなるべく避けたが、やむをえないものは掲記することにした。

## 2. 気 象 環 境

気象学は大気の物理学を研究する学問と定義されているが、地象学はさしづめ地中の気象を研究する学問ということになる。

われわれ農業気象の研究を行なっている仲間達が地象という言葉を使い始めたのは終戦後のことで、初めて使ったのは筆者の恩師の鈴木清太郎博士であると記憶している。

地象は地面付近の物理学を研究するといっても、そんなに深い処まで対象としているのではなく、せいぜい地温の観測されている範囲位である。

地象の研究は言いかえれば土壤気象の研究であろう。現在土壤気象の研究では温度(地温)関係および土壤水分関係に限定されているが、将来益々広い範囲にわたり研究されねばならないと思われる。

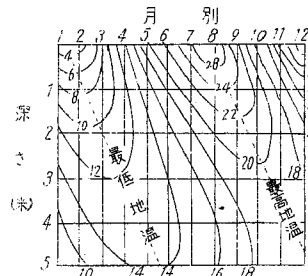
## 3. 地 温 に つ い て

上原教授は地温の形成について相当詳細に論述されているので、地温について復習的な意味で要点を掲載しよう。

地面は大部分日射により温まり、地表より次第に地中へ伝導される。日中は天気がよいと日射の方が放熱よりも大きいから地温は高まるが、夜間は反対に受熱より放熱の方が大きいから地中の熱の伝導も下層から上層へと伝えられる。われわれはなるべく多く日射を受けるようにし、できるだけ放熱を少なくするように工夫して、地温の保持調節に努めるわけである。

地表より地中に入出入する熱量はこの外にいろいろあるが、主要なものは日射により受ける熱エネルギーおよび地表面より放熱によって失われる熱である。

地温にも日変化と年変化がある。その一例として東京の地温の変化状態を示すと第1図のようである。図では縦軸に深さ(米単位)をとり、横軸に月をとり、深さおよび月別の年



第1図 東京の地温 (単位°C)

変化状態を判るように示してある。図を見ると、例えば深さ3米の所では最高地温は大体19~20℃の値を示し、10月~11月の間に出現する。最低地温は3~4月に出現し11~12℃の温度を示している。これに反して地表面では最高は7~8月に、最低は1~2月に出現している。以上でも判るように最高・最低温度の起生する月は深さによって違い、その開きは深くなるにつれて小さくなる。不易層まで深くなると年較差も極めて小さい。

地下の温度は夏は地表より低く、冬は地表より高い。従って、農作物を貯蔵するのにあなぐらを地中に掘り、そして貯蔵することもある。

一日中の日変化も年変化と同じように最高と最低が現われるが、その変化は浅い所に限られ不易層までになると日較差も1℃以内である。

#### 4. 地温の变化と土壤の種類

土壤は多くの腐植質を含むので、その性質と含量によって土壤の色も違ってくるし、熱の伝導状態もいろいろ変化が起る。砂土でも少し腐植土を加えると褐色になり、その添加量を増すと黒色を呈するようになる。

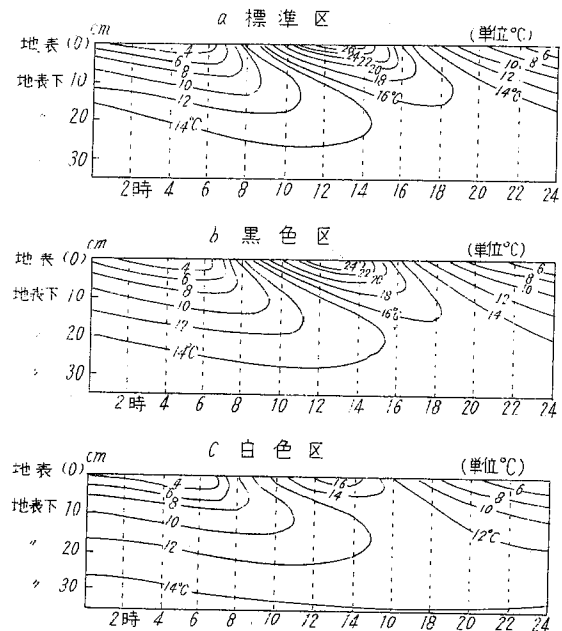
このような土壤の色は理化学的成分には勿論のこと地温にまで影響し、また一般に反射能も土壤の色によって違ってくることはいうまでもない。また地温はその乾湿の状態によっても差異がある。

八鍬利助博士は筆者の在勤時代に札幌管区気象台の露場で各種の土壤について地温の日変化の状況を測定されたが、その成果は次の各図に示すようなものである。同氏によると灰黒色を黒色、消石灰を白色とし、標準区と対比した結果は第2図の

ようである。黒色区の暖域の温度が最も高く、13時頃表層に26℃の高温部が見られた。また白色区の方が低温である。

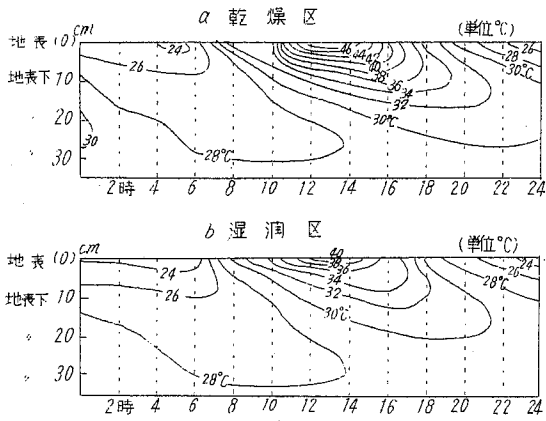
土壤水分の差異による地温の違いは第3図に示されている。乾燥区の暖域は湿潤区より高温で殊にその差が著しい。冷域の方は顕著な差は認められない。また湿潤区の方が乾燥区よりも高温域の示度は6℃も低い。

土壤の種類によって地温の差異を起すことは当然なことであるがその例証として第4図で示したので、測定成果を比較された。

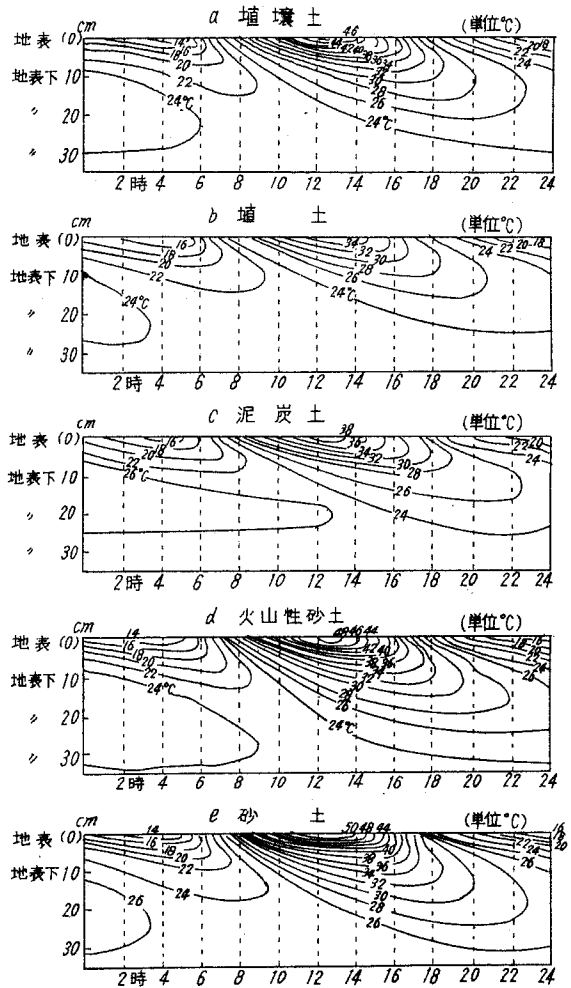


第2図 土壤の種類と地温の日変化

(八鍬氏による)



第3図 土壤の水分と地温の日変化  
(八鍬氏による)



第4図 土壤の種類と地温の日変化 (八鍬氏による)

## 5. 地形と地温

太陽の熱エネルギーの分布状態を見ると地形によっても差異を生ずる。その結果が地温にも現われる。ウォルニー氏が地表下0.8米での地温の傾斜方向別による年平均気温を報告したが次表のようである。

第1表 地表の各傾斜と深さ0.8米の地質の年平均温度

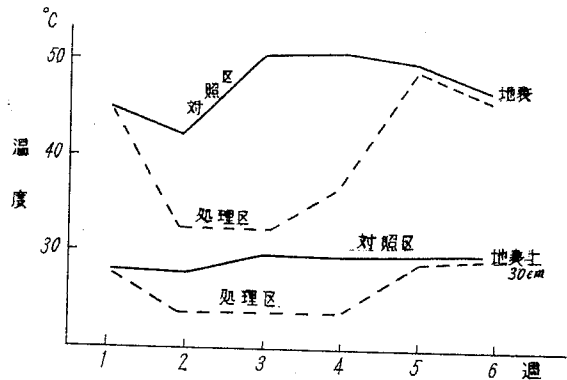
方位	北	北東	東	南東	南	南西	西	北西
温度(°C)	9.4	10.5	11.3	12.6	12.7	12.6	11.2	10.2

南西の傾斜地は北西のそれに較べて高温である。これによっても土地の傾斜方向は気温や地表面の温度のみならず、地中にまでも影響していることが判る。このことは当然植物にまで影響をおよぼす。

## 6. 地象環境の改善

畑作物、特に園芸作物を良好な生育環境条件におくために各種の手段が考えられる。土壤・肥料状況の改善も大切であろうが、作物の生活の場の微気候の調査も肝要なことである。今日微気候の改善という方向の研究が土壤・肥料などの研究に比較すると立ち遅れ気味なようである。

微気候の改善について最初に手をつけたのは印度のMallik氏である。氏は1951年黒色耕土上に白墨の粉を散布し地表および接地気層の温度の低下をはかった。この白墨粉の散布効果は第5図でも判るとおり、5週間の間続いた。しかも地表よりは地上30cmの温度の方が昇温防止の効果が大きかった。このような処理をすれば盛夏の接地気層の昇温防止の効果があることが認められる。つづいて1956年鈴木、丸山両氏のカーボン・ブラックの地表散布による反射能調整の報告や、1958年石灰を南北両傾斜面に散布し地温への影響を調べた上原氏の報文もある。最近の文献によれば、北欧ではアルミニウムの粉末をトマト畑に散布し着色効果への影響を報じた報告など数例が公にされている。



第5図 黒色耕土上へのチョークの散布効果

筆者も数年来地象環境改善の実験として畑地灌漑や地表面の反射能の変化による接地層の気候改善の実験を行なったので、地象環境に関係ある2つの実験の結果を報告しよう。供試作物は茄子を使用した。

### (1) 反射能の変化による地表温度および地下地温の調整

茄子畑に川砂被覆区、アルミ末散布区、微粉炭灰散布区および無処理区の4区について、地温の測定

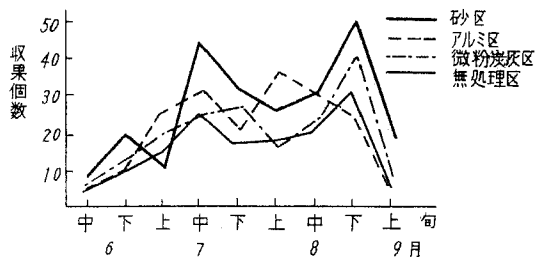
結果は次表のようである。

第2表 天気別の温度状況 (単位℃)

天気	部位 圃場番号 温度	〔地 表〕				〔地表下 5 cm〕				備 考
		砂区	アルミ 区	微粉 炭灰区	無処 理区	砂区	アルミ 区	微粉 炭灰区	無処 理区	
		晴天10日 間の	最高気温 の平均	37.7	35.3	36.0	37.6	31.9	32.2	
最低気温 の平均	26.8	23.0	22.8	22.5	29.7	24.1	24.0	23.8		
雨の日10 日間の	最高気温 の平均	28.7	28.4	27.8	29.2	26.9	26.8	26.3	26.5	6月26、27、 28、29 7月 12、8月3、4、 5、22、9月7 日の10日間
	最低気温 の平均	23.0	22.1	22.3	22.2	24.3	23.8	24.0	23.4	
晴の日、雨 の日	日較差の 平均	16.1	14.8	14.3	15.7	6.0	6.9	5.0	6.4	晴天6日間の平 均雨の日10日 間の平均
		5.6	6.3	5.5	7.0	2.6	3.1	2.4	2.1	

川砂区は関東ローム層の畑地上に5種の厚さに被覆したもの、アルミ区、微粉炭灰区はアルミ粉末および微粉炭灰を数種の厚さに散布し、雨などのため流出した場合、その都度後から追加散布した。第2表は天気別の温度状態の差異を算出するため、晴と雨の日各10日ずつの平均値である。晴れた日の最高温度は砂区が最高を示し、無処理区が最低であった。地表下5種の部位の温度も大体同じようである。雨の日は無処理区が最高で他区はこれより低い。毎日晴の日ばかり続くことなく天気は常に変動するので、この温度状況の違いが作物にも影響し収果個数が違って来ている。

旬別の収果個数を示すと第6図のようである。第6図のみでは各区の違いがよく判明できないので第7図を掲げた。表によると収果個数は砂区に多く、無処理区が最も少ない。また第6図によって旬別収果数の差異が判る。最盛収果期の時期も無処理区を標準として考えれば遅速の調整も可能なようである。



第6図 旬別収果個数

## (2) 畑地かんがいによる地温調査

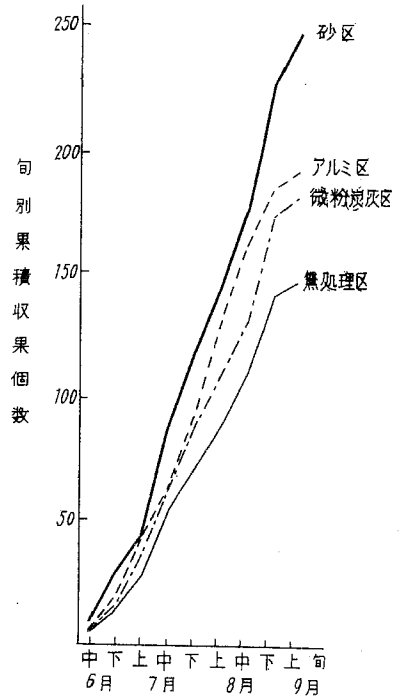
地温上昇防止を畑地かんがいで試みた実例を示そう。

供試作物は比較のため茄子を用いた。土壤は関東ローム区とローム層上に川砂を客土した砂区の2種類を用い、灌水にはジョロ灌水と畦間かんがいの2種、灌水時間は朝(9時)と夜間(21時)の2種を採用した。

その結果、茄子の収果は同じ量の同じかんがい方法では昼間かん水区よりも夜間区の方が収果数は多いということになる。砂区の方が関東ローム区よりも一般に収果数が多い。また収果数の時期的な変動状態からも採果数の最多の山は砂区の方が1旬早く出現している。

地温の方もかんがいのすることによって、温度低下の効果が認められるが、砂区では2日も経過すれば再び無かんがい区の温度の変化状態に接近する。無かんがい区とかんがい区の温度変化の開きは晴天程大きい。

かんがいの場合水温とか土壌水分状態などを説明しなければならぬが今回は割愛したい。



第7図 旬別累積収果個数

## 7. あとがき

以上の2実例および地表の反射能を変化させることによって地温を適度に調整することも可能である。また敷草の効果は一般に報告されているように地温の調整効果は顕著であって、最近敷草の代りにビニールで地表を被覆したり、白墨、石灰、炭素粉末其他を地表に散布したりすることによって、地温の調節も可能であり、ひいては作物へのその影響も顕著であることを強調したい。またこの外土壌改良剤による地温調整も可能であることが考えられる次第であり、将来この方面の研究による作物の生育の場の環境改善も考えたいものである。

## 参 考 文 献

- 1) Franklin, T. B. : Climate in Miniature, 1955.
- 2) Mallik, A. K. : Ind. Jour. of Met. & Geo Vol. 2 No. 3, 4, 1951
- 3) 中原孫吉・中山敬一 : 千葉大園芸学部学術報告, No. 6, 105~112, 1958.
- 4) 中原孫吉 : 千葉大園芸学部学術報告, No. 7, 117~123, 1959.
- 5) Ramdas L. A. : Natural and Artificial modification of Micro-climate, Weather, 1957.

- 6) Ramdas, L.A. : Microclimatological Investigation in India  
Archiv fur Met. Geo. und Bioklimatologie, Series A Band III, 1951.
- 7) 鈴木, 中原, 渡辺, 中山; 畑地灌漑の農業気象並作物学的研究 (第2報). 農電研究所報告, 昭和33年8月
- 8) 上原勝樹: 植生の場における地中環境、土壤の物理性 7~11頁, 1963. 5月
- 9) 吉野正敏: 小気候学