

フィルムマルチ下地温の水平方向のバラツキとマルチ効果

誌名	農業氣象
ISSN	00218588
著者	鈴木, 晴雄 棚田, 英雄
巻/号	44巻2号
掲載ページ	p. 119-126
発行年月	1988年9月

フィルムマルチ下地温の水平方向 のバラツキとマルチ効果

鈴木晴雄・棚田英雄*

(香川大学農学部)

Deviations in the Horizontal Distribution of Soil Temperatures
beneath Film Mulch and Evaluation of the Mulch Effect

Haruo SUZUKI and Hideo TANADA

(Faculty of Agriculture, Kagawa University)
(Miki-cho, Kagawa Pref. 761-07, Japan)

1. はじめに

我が国におけるハウス、トンネル、マルチの施設面積は年々増加しつつあり、それぞれの施設面積は各々 5.1 万 ha, 6.1 万 ha, 13.8 万 ha (農林水産省食品流通局野菜振興課, 1986) であり、なかでも特にマルチの面積が多い。これら農業用被覆資材の導入は直接に生産費の増加につながるために、資材の性能及び効果の評価についての調査は経済的意味においても厳密にされるべきであるが、現状では不十分な点が多い。ここで取り上げるフィルムマルチの地温上昇効果についても同様である。

すなわち、マルチによって農作物の主たる根圏環境である地温は大きく変わり、その程度はマルチの資材によって異なる。この各種のマルチ区間の地温高低の判定については、従来より測定期間中における平均値を単純に比較している場合が多い (Katan et al., 1976; 鈴木ら, 1977)。地温の区間差が大きい場合は単純な比較でも支障はないが、区間差の小さい場合は何らかの比較基準が必要となる。

さらに、測定においては地温センサー 1 点にて行っているか、または測定点数は明示されていないものの 1 点程度と推測される場合が多い (Bonanno and Lamont, 1987)。

これに関して同一深の地温指示値は、地温センサーの埋設場所 (同一深さの水平方向) の土壌条件、気象条件等の環境によって変動し、地温バラツキの生じることが容

易に推測される (賀川, 1987)。このことは、また、地温指示値の解釈の程度が、資材の評価に大きく影響を及ぼすこととも関連してくる。したがって、各種のフィルムマルチ下地温の比較においては、地温のバラツキを考慮する必要が生じてくる。

そこで本報では、まず地温指示値のバラツキの実態をバラツキの日変化、及び土壌と気象の環境要因との関連から明らかにした。次に地温のバラツキを考慮したフィルムマルチ下地温上昇の効果の比較方法について検討した。比較は同一深における地温の測点が、多点 (10 点) の場合と 1 点の場合とで試みた。

2. 実験方法

実験は香川大学農学部構内圃場において、1985 年 5 月より 10 月、及び 1986 年 6 月より 8 月の 2 か年にわたって行った。実験に供した畦 (花崗岩質系の植壤土) はいずれも南北方向で、1985 年の場合には 2 畦 (畦長 3.0 m, 畦幅 1.0 m, 畦高 25 cm) をたてて、各々を透明マルチ区 (フィルム厚 0.04 mm) と無マルチ区とし、畦方向の同一深における地温のバラツキを測定した。透明マルチを選んだのは、同フィルムにより地温変化が特に顕著になって、他種のフィルムの場合よりも地温のバラツキが明瞭に得られるものと考えたからである。なお、以下、「地温のバラツキ」と記述する場合は、畦方向の同一深におけるバラツキを意味する。測定は記録を開始する約 1 か月前に、両区の地表面、地下 2.5, 5, 10, 20, 30 cm の各深さへ地温センサーを 10 本埋設 (30 cm 間隔) し、連日 15 時に値を読み取った (以降、10 点地温として記述)。地温センサーには熱電対 (T, ϕ 0.65 mm, 0.75 級) を用い、

昭和 61 年 11 月 20 日 三支部合同大会にて発表

昭和 63 年 1 月 4 日 受理

* 現在、香川県立石田高等学校

その先端はハンダにて接合したあと、防水処理を施した。なお、同一深での測点が10点もあり、それらの代表値(10点平均)が得られるので、下記の1点測定の場合のような温度調整はしなかった。

次の1986年の場合には、上記の2区の他にフィルムの種類、植被(模型)の有無によって4区の実験区を設けた。すなわち、各マルチ区間の地温の比較をするため、紫色ポリエチレンフィルム(可視波長域の日射透過率を抑制、厚さ0.03mm)を使用した紫色マルチ区、黒色ポリエチレンフィルム(厚さ0.03mm)を使用した黒色マルチ区と、さらに植被(模型)のある紫色マルチ植被区、黒色マルチ植被区を加えた計4区を設けた。植被の模型としては黒色寒冷紗(#600)を1枚使用し、それによる日射抑制(透過率約50%)が、植被による繁茂度を示すものとした(鈴木ら, 1980)。実験期間中は深さ5cmと10cmにおける地温各点1点を熱電対にて連日測定(1時間間隔)した。

なお、1点測定であるため、その値を1区の代表値とするには問題があるので、各区の測定値について温度調整を行い、代表値とみなした。すなわち、フィルム被覆をする以前の各区が裸地状態の時、畦面での覆土、及び熱電対の埋め直し等を繰り返すことによって地温の区間差をなくすようにした。今回の場合、温度調整開始後の第4週(1986年5月28日~6月3日)になると4区の地温とも安定し、4区間の差は小さくなり、15時測定時の5cmで0.1℃~0.3℃、10cmでは0℃~0.2℃で経過した。

次に、地温変化へ大きく影響を及ぼす土壌水分含量を測定するためにテンシオメータを使用し、そのセンサー部であるポーラスカップ1個を各区の地下10cmに埋設した。さらに、10点地温の連続測定終了時には、各センサー埋設地付近(地下5cmと10cm)の土壌をそれぞれ採取し、乾熱法にて含水率を求めた。

また、地温のバラツキを考察するにあたり、実験区に隣接した気象観測露場における各気象要因の値を使用した。

3. 実験結果及び考察

3.1 マルチ下地温のバラツキ

地温高低の区間差の判定に影響する同一深における地温のバラツキは、深さによって特徴ある日変化を呈しているものと推測できる。そこで無マルチ(裸地)、及びマルチ(透明ポリフィルム)下における地温と地温バラツキの経時変化をFig.1に示す。

まず、図中の下部に示した地温の推移については無マルチ区(a)とマルチ区(b)ともに夜間は地中深くなるほど浅い所よりも高温であるが、昼間になるとそれが逆に

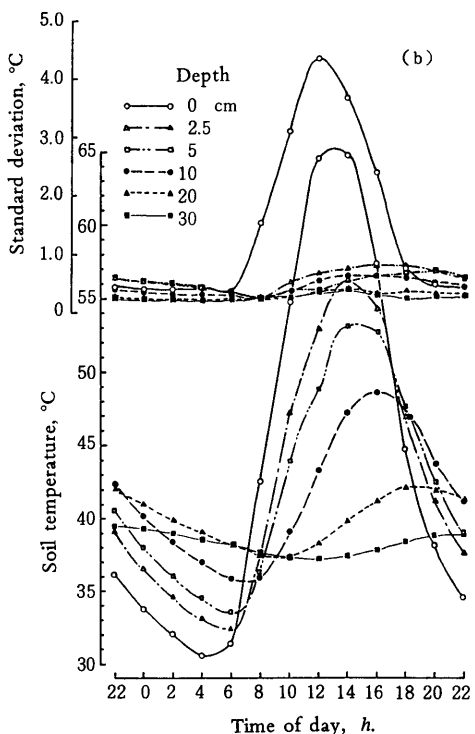
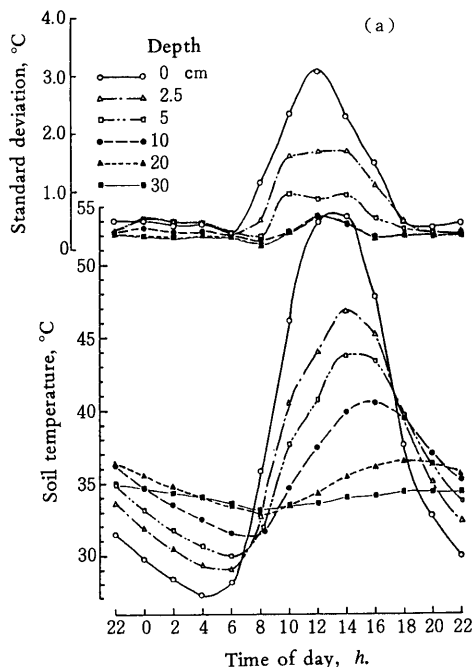


Fig. 1 Variations of mean soil temperatures for 10 points and their standard deviations in the bare plot (a) and in the mulched plot with transparent PE film (b) on August 1, 1985.

なって対照的な変化を呈している。地温変化そのものは、無マルチ区よりもマルチ区の方が顕著である。

こうした地温変化において、10点地温のバラツキを標準偏差(σ)で示すと(Fig.1のa, b, の上図), 次のような特徴がみられる。

すなわち、無マルチ区(a)では夜間(0時~6時, 18時~22時)の σ は各深さを通じて0.2~0.5℃の比較的狭い範囲で推移している。地表面を除いて σ は地温の高い地中深くなるほど小さくなる傾向と言える。昼間(8時~16時)になると σ は地表面が最も大きく、12時に最大の3.1℃を示すが、地温の低い地中深くになると σ は夜間の場合と同様に小さくなり(地表面以外で0.1~1.7℃)、30cm深での最高値(発現時刻14時)はわずか0.5℃である。このように夜間、昼間とも地中深くなるほど σ は小さくなる傾向にあった。

それに対してマルチ区(b)では、全般的傾向は無マルチ区と同じであるが、無マルチ区とは若干異なった様相を呈している点がある。すなわち、夜間では無マルチ区の場合と同じく地中深くなるほど σ は小さいが(0.2~0.8℃)、昼間は地温が大きく上昇しても各深さ(地表面以外で0.3~0.9℃)での σ はそれほど変化しなく、その程度は夜間の場合と大差がなかった。なお、夜間では地表面での σ が5cm深さの値よりも小さいが、これはマルチ資材が透明ポリであるためにフィルム裏面に凝結水が多量に付着し、それによって地表面での土壌の熱容量が大きくなって、地温のバラツキは小さく経過したためであろう。

このように、同一深の地温バラツキには地中深さ、及び地温変化の時間帯によって特徴ある変化があり、さらにマルチ下でのバラツキは無マルチのものとは異なる点もあった。なお、これら地温の値は、熱電対をセンサーとしているために、熱電対の材質、基準接点誤差などの熱電対特有の誤差(温度計測の実務編纂委員会, 1977)や記録側の誤差(林, 1985)も含まれたものではあるが、地温バラツキの日変化からみて、バラツキは土壌と気象要因に大きく影響を受けているものと思われる。

3.2 地温のバラツキと土壌・気象要因

3.2.1 土壌要因

個々の地温センサーに影響を及ぼすとみられる土壌含水率をFig.2に表した。実験期間中における1日の測定例ではあるが、全般的に畦の土壌含水率については地点ごとの差の大きいことが示されている。無マルチ区の5cm深では畦の各地点間で10.2%から14.3%に変動するのに対し、マルチ区では10.3%から15.7%の範囲で両区とも大きかった。土壌のサンプリングが各センサーの地点で1回に限られたので、これらの含水率の分布と当日の地温バラツキとの相関関係を明らかにすることはでき

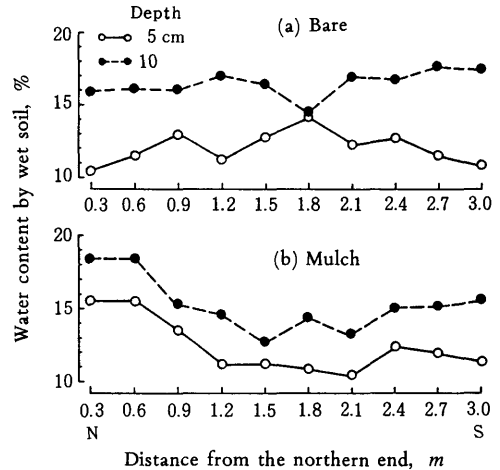


Fig. 2 Soil moisture content in the N-S direction on November 5, 1985. Mulch material in mulched plot is transparent PE film.

なかつたが、含水率の地点間差と両区の地温バラツキとの関係は大きかったものと推定できる。

3.2.2 気象要因

実験期間計105日間における連日の地温バラツキを、一般気象要因との関係で検討するために、鈴木ら(1985)と同様な考えかたで、マルチ区と無マルチ区の各深さにおける10点地温の標準偏差を目的変数とし、実験区に隣接した気象観測露場で観測された各気象要因と実験区の土壌水分張力(地下10cm)を説明変数とする重回帰式を求めた。回帰分析はステップワイズ法(奥野ら, 1974)で行い、また選択された各変数は変数間の相対的重要性をみるために、標準偏回帰係数で示した(Table 1)。

Table 1によると、選択された変数の数は無マルチ区、マルチ区共に2~4個となった。重相関係数は無マルチ区で0.509~0.796、マルチ区で0.778~0.893であった。

無マルチ区では土壌水分(Pf-N)が各深さに共通し、説明変数として選択された。これから、無マルチ区での地温バラツキの共通要因は土壌水分とみてよい。深さ0, 2.5, 及び10cmでは土壌水分以外に水面蒸発量(Ev)が説明変数として選択され、また、20cm及び30cmの深さになると降雨量(Pr)が説明変数として選択されている。しかし、その物理的検討は今後の課題である。

一方、マルチ区では深さ20cmと30cmの重相関係数は有意(5%)でなかったが、無マルチ区とは対照的に日射量(Ia)が各深さに共通して説明変数として選択された。さらに日射量が地温のバラツキへ及ぼす影響は10cm以外では他の変数よりも大きい。日射量の影響が大きかったのは、日射透過率の大きい透明フィルムを用いたことによって10点地温の顕著な上昇となり、同時に

Table 1 Standard partial regression coefficients in the multiple regression between the standard deviations of soil temperatures, meteorological factors and soil moisture from May 1 to June 30, 1985.

Standard deviation	Meteorological factor ¹⁾							Soil moisture ¹⁾		Multiple regression coefficient ²⁾
	Te	He	Pr	Ev	Ia	Du	Um	Pf-N	Pf-T	
Bare	0 cm			0.85			-0.16	-0.15		0.796**
	2.5	-0.34	0.53	1.07				-0.23		0.785**
	5							-0.46		0.591*
	10			0.55			-0.23	-0.46		0.611**
	20							-0.56		0.509
	30							-0.58		0.530
Mulch ³⁾	0		0.78		1.30					0.794**
	2.5		0.27		0.86		0.32	-0.25		0.778**
	5				0.70		0.27	-0.31		0.796**
	10		0.25		0.26	-1.57		-0.19		0.889**
	20	0.24			0.90					0.893**
	30	0.32			0.86					0.867**

1) Notations: Te=daily mean air temp.; He=daily mean humidity; Pr=amount of precipitation; Ev=amount of evaporation; Ia=amount of insolation; Du=duration of sunshine; Um=maximum wind velocity; Pf-N=soil moisture suction (pF) in bare plot; Pf-T=soil moisture suction (pF) in mulched plot.

2) Adjusted for the degrees of freedom.

3) Mulched with transparent PE film.

*: Significant at 5% level, **: Significant at 1% level.

各点のバラツキが大きくなったためであろう。したがって、マルチの種類が変わると、日射量以外の変数が説明変数にとって変わることになる。土壌水分は、マルチ区では2.5, 5, 10 cmの深さで説明変数として選択されている。

以上、地温のバラツキと土壌水分、一般気象要因とは密接に関係し、マルチの有無によって影響する気象要因の異なることが明らかとなった。

3.3 マルチ下地温の比較

3.3.1 統計処理の適用

ここでは2区間の地温高低を判定するので、比較基準としては一般の統計処理であるt検定を用いることにした。

後述(3.3.3)する紫色マルチ区と黒色マルチ区の場合を例にとると、それらの計75日間にわたる期間平均値(5cm深)はそれぞれ42.2℃, 41.3℃であった。この場合、t検定によると両者の地温差は有意(5%水準)ではなかった(t値0.84)。10cmの場合ではそれぞれ40.9℃, 37.3℃であり、十分有意(1%水準)となった(t値4.32)。

しかし、前述のように地温のバラツキは同一時刻でも数℃にも及び、そのバラツキは1日ごとの気象条件によっても変わっている。したがって、比較基準として統計処理を導入しても、上記した期間平均地温の比較だけでは区間差の明確な判定はできない。そこでマルチ区間の地温比較においては地温のバラツキを考慮する必要がある。

3.3.2 地温バラツキの推定

地温の測点が多数ある場合には、個々のセンサーの指示値により標準偏差などのバラツキが求まる。しかし、それが1点の場合には、1点の測定地温から地温のバラツキを推定することが、地温の区間差の判定に必要なとなる。

この場合、地温バラツキの推定には、まずTable 1に示したような気象要因と土壌要因の幾つかを変数とする重回帰式の利用が考えられる。しかし、この方法では同時に複数の変数が必要となり、さらに、地中の各深さごとに変数の種類が変わることなどで実用的ではない。

次に考えられるのは、地温バラツキと関係のある単数の変数を利用する方法である。しかし、この場合も問題点があり、たとえば変数が雨量のような不連続量であったり、区ごとに変数が異なるのは不適當である。透明マルチ区と無マルチ区の場合では(Table 1)、重回帰式に選択される変数を決定する過程での相関行列において、透明マルチ区では日照時間(相関係数0.851)が、無マルチ区では日平均気温(-0.355)が最も相関係数の大きい変数として得られているが、両区に共通した変数ではない。

それで、この重回帰式とは別に、地温バラツキに最も関連性があり、しかも両区に共通な1変数とした単重回帰式の利用が考えられる。今回の場合は、地中各深さで相関関係がより高い日射量を利用することにした。なお、日射量と地温バラツキとの関係はTable 2に示した。裸

Table 2 Relations between standard deviations of soil temperatures measured at 3:00 p.m. and daily solar radiation in the bare plot and in the mulched plot with transparent PE film from May 1 to October 30, 1985.

Plot	Depth	Relation	
Bare	0 cm	$\sigma = 0.08 + 7.17 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.70^{**}$
	2.5	$\sigma = 0.31 + 2.87 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.53^{**}$
	5	$\sigma = 0.39 + 1.15 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.31^{**}$
	10	$\sigma = 0.38 + 0.81 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.23^*$
	20	$(\sigma = 0.41 - 0.18 \cdot 10^{-2} \text{ Ia})$	$r = 0.05$
	30	$(\sigma = 0.42 - 0.33 \cdot 10^{-2} \text{ Ia})$	$r = 0.09$
Mulch	0	$\sigma = 0.41 + 11.23 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.65^{**}$
	2.5	$\sigma = 0.44 + 2.63 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.57^{**}$
	5	$\sigma = 0.40 + 2.13 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.49^{**}$
	10	$\sigma = 0.36 + 2.20 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.57^{**}$
	20	$\sigma = 0.30 + 1.51 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.45^{**}$
	30	$\sigma = 0.30 + 1.10 \cdot 10^{-2} \text{ Ia}$	$r = 0.28^{**}$

Notations: σ = standard deviation of 10 soil temperatures;
 Ia = daily solar radiation in $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.
 *: Significant at 5% level, **: Significant at 1% level.

地区の 20 cm, 30 cm では有意 (5%) でないが, マルチ区では各深さとも 1% 水準で有意である。また, Table 2 によると, 両区とも日射量が多くなるにつれ, 地温バラツキの増大することが示されている。

3.3.3 具体例

(a) 多点測定の場合

同一深地温の測定点が 10 点の場合である無マルチ区と透明マルチ区 (連日 15 時測定) について, 5 cm 地温を比較した。なお, ここでは 10 点の地温より標準偏差 σ を求め, t 検定により区間差の有意性を調べた。

結果は透明マルチ区 (X2) の地温上昇が無マルチ区 (X1) よりも顕著であり, 例示 (Table 3) した 5 日間ともに統計上, 透明マルチ区 > 無マルチ区と判定された。さらにこれを測定期間の計 75 日間に適用したところ, すべての日で透明マルチ区 (期間平均地温 41.8°C) > 無マルチ区 (33.2°C) と判定された (t 値は 16.27~62.90)。透明マルチによる地温上昇効果は大きく, しかも期間中きわ

めて安定していることが示された。

なお, 測定点 10 点のうちの任意の 1 点による比較を行ってみると, 期間平均値は透明マルチ区 39.8°C , 無マルチ区 34.3°C となつて, 75 日間ともに数値的には上記の場合と同じ高低関係が得られたが, 平均値は 10 点の場合と異なつた。また, 区間差の小さい日 ($0.5^\circ\text{C} \sim 1.2^\circ\text{C}$) は 4 日間もあつたが, 任意の 1 点測定によるために他の日も含めて区間差の有意性は判定できなかった。

(b) 1 点測定の場合

ここで例示する紫色マルチ区 (フィルムの日射透過率 64.2%) と黒色マルチ区 (3.4%) の場合は, 前述

(2.) したようにして両区間の温度調整をした後, 地温の比較をおこなつた。比較方法は, マルチ区における日射量と各深さごとの地温の標準偏差との関係式 (Table 2) を用いて, 1 日ごとに日射量に対応した地温の標準偏差を求めて t 値を計算し, マルチの 2 区間の地温比較を行った。なお, 先の Table 2 の関係式は透明マルチによるものであり, これを別のフィルムに適用するには若干問題が残されているが, ここでは比較方法について述べるので, 同フィルムによる関係式を用いることにした。

Table 4 は, 測定期間 75 日間のうちの代表的な 5 日間を例示したものである。すなわち, 紫色マルチ区 (X1) と黒色マルチ区 (X2) の比較では, Table 3 の透明マルチ区と無マルチ区の場合とは異なつて地温差がそれほど大きくないために, 例示した 5 日間では 2 区間の高低関係が日々変わる結果となつた。なお, 区間差が有意でない場合 (8 月 6 日, 8 月 7 日) は, 地温差はないものと判定した。

Table 3 Order relation for mean of 10 soil temperatures at 5cm depth at 3:00 p.m. in the bare plot and in the mulched plot with transparent PE film.

Date	Average soil temp. Standard deviation				t-value	Order of X1 and X2	
	X1	X2	S1	S2			
May 1985	6	32.3°C	37.7°C	0.4°C	0.7°C	20.41^{**}	X1 < X2
	7	22.8	26.5	0.5	0.4	17.13^{**}	X1 < X2
	8	32.8	41.6	0.7	1.5	15.86^{**}	X1 < X2
	9	34.6	42.4	0.5	0.5	34.50^{**}	X1 < X2
	10	21.8	26.0	0.1	0.1	68.33^{**}	X1 < X2

Notations: X1=average soil temp. in bare plot; X2=average soil temp. in mulched plot; S1=standard deviation of X1; S2=standard deviation of X2.
 **: Significant at 1% level.

Table 4 Order relation for daily maximum soil temperatures at 5 cm depth in the mulched plots with violet PE film and with black PE film. Standard deviations (S12) were calculated from the equation (mulched plot at 5 cm depth) shown in Table 2.

Plot	Date	Soil temp.		solar radiation	Standard deviation S12	t - value	Order of X1 and X2
		X1	X2				
X1 : Violet	4	40.7°C	39.8°C	15.5 MJ m ⁻² day ⁻¹	0.7°C	2.62**	X1 > X2
	Aug. 5	49.1	50.8	18.8	0.8	4.51**	X1 < X2
X2 : Black	1986 6	46.4	46.4	22.9	0.9	0	X1 = X2 ^A
	7	48.3	47.7	23.3	0.9	1.42	X1 = X2 ^A
	8	47.7	46.5	23.3	0.9	2.85**	X1 > X2

Notations: X1=soil temp. in violet mulch; X2=soil temp. in black mulch;
S12=standard deviation of X1, and of X2.

** : Significant at 1% level.

A : Order relation when the t-value showed insignificant at 5% level.

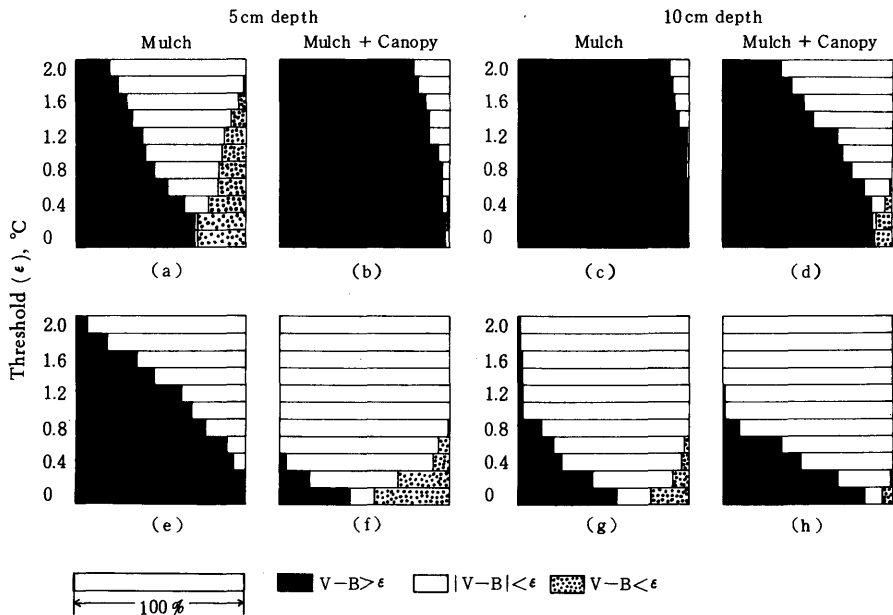


Fig. 3 Ratio of 3 categories ($V-B > \epsilon$, $|V-B| < \epsilon$, $V-B < \epsilon$) plotted on different values of the threshold (ϵ). The threshold is expressed by the soil temperature difference between V (violet PE film) and B (black PE film). Soil temperature was measured at a depth of 5 cm and of 10 cm from June 6 to August 30, 1986. (a)-(d): Maximum soil temp., (e)-(h): Minimum soil temp..

ところで、紫色マルチ区と黒色マルチ区間における地温(最高・最低)の高低関係の実態について示すと Fig. 3 のようになる。なお、2区間の地温差は最小の0℃より最大の2℃までの範囲で示してあり、さらにその間は0.2℃ごとに区切って期間中の頻度で表した。

すなわち、フィルムマルチ単独の場合の最高地温(5 cm深, (a))についてみると、閾値として0℃の地温差では紫色マルチ区(V) > 黒色マルチ区(B)の関係が期間

中の大半(70.6%)を占め、 $V=B$ は1.3%、 $V < B$ は28.0%となっており、紫色マルチ区で地温が高いことの優位性が示されている。しかし、閾値を大きくとるにつれて紫色マルチの優位性は小さくなり、閾値を2.0℃にとると、 $V > B$: 20%、 $V=B$: 80%、 $V < B$: 0%となって $V=B$ の割合が顕著で、フィルムの種類による差はほとんどないものとなる。

これらの傾向は最高地温(a, b, c, d)と最低地温(e,

f, g, h), 5 cm深(a, b, e, f)と10 cm深(c, d, g, h), 植被のない場合(a, c, e, g)とある場合(b, d, f, h)などによって異なった様相を呈している。

このように閾値としての地温差の大きさによってマルチによる地温上昇効果の判定は異なり、地温のバラツキが効果判定に大きく影響を及ぼすものとなる。そこでTable 4による方法を、Fig. 3 (a)の場合(最高地温, 5 cm深, 無植被)に適用すると、全期間75日において、 $X_1 > X_2$: 39日(全期間の52.0%に相当)、 $X_1 = X_2$: 24日(32.0%), $X_1 < X_2$: 12日(16.0%)となった。一方、これらの結果はFig. 3 (a)の閾値が0.6℃の場合である、 $X_1 > X_2$: 41日(54.7%), $X_1 = X_2$: 22日(29.3%), $X_1 < X_2$: 12日(16.0%)に近似している。これらのことは地温の区間差判定において、値(地温差)を一律の値に設定できる可能性を示している。

以上、多点測定による地温は、地中同じ深さにあってもバラツキが生じ、その程度はマルチ被覆によって変化することを明らかにした。また、地温のバラツキは土壌と気象条件の変化などと密接な関係があることから、バラツキを考慮したマルチ下地温の比較を試みた。

今回の実験では、計測系における誤差に関しては問題として残されている。さらに今後のマルチ下地温の比較にあたっては、マルチ下地温のバラツキをマルチの種類、土性、被覆時期などとの関連において明らかにし、同時に定量化する必要があるものと考えている。

4. 要 約

本実験では、フィルムマルチ下の同一深における地温測定値のバラツキを主に気象要因との関係から明らかにし、さらにそれらの結果を用いてマルチによる地温上昇の効果について検討した。マルチ資材として使用したフィルムは、透明ポリエチレンフィルム(0.04 mm厚)、紫色ポリエチレンフィルム(0.03 mm厚)、黒色ポリエチレンフィルム(0.03 mm)の計3種である。

1) 地温のバラツキは地中の深さ、及び時間帯によって特徴があった。夜間では、透明マルチ区の地温のバラツキ(0~30 cmの深さ平均で0.2~0.8℃の標準偏差)は無マルチ区の場合(同0.2~0.5℃)とほぼ同じ程度に小さかった。しかし、昼間になると、無マルチ区が0.1~1.7℃(地表面以外の各深さ平均)に対してマルチ区では0.3~0.9℃(地表面以外の各深さ平均)となって、マルチ区では無マルチ区に比べて昼間の変化が小さくなる傾向にあった。

2) 土壌水分含量が、同じ深さに埋設された個々の地温センサーの各指示値、つまり地温のバラツキへ及ぼす

影響は大きいものと推定された。また、気象要因が地温のバラツキへ及ぼす影響はマルチ区と無マルチ区で異なり、透明マルチ区では日射量が、無マルチ区では土壌水分による影響が大きいものと考えられた。

3) 各種のフィルムマルチによる地温の区間比較の方法を提案し、同一深における地温の測定点が10点である透明マルチ区と無マルチ区の場合(Table 3)と、それが1点である紫色マルチ区と黒色マルチ区の場合(Table 4)とで試みた。

謝 辞

本実験の実施に際しては、日本農園芸資材研究会より被覆資材の提供など、いろいろ御援助を戴いた。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- Bonanno, A. R. and Lamont, Jr. W. J., 1987: Effect of Polyethylene Mulches, Irrigation Method, and Row Covers on Soil and Air Temperature and Yield of Muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **112** (5), 735-738.
- 林 真紀夫, 1985: アナログ記録計の選び方, 使い方. *農業気象*, **41**, 155-157.
- 賀川健一, 1987: 施設園芸におけるセンサ, 計測システムの現状と展望〔2〕. *農業および園芸*, **62**, 1020-1026.
- Katan, J., Greenberger, A., Alon, H., and Grinstein, A., 1976: Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*, **66**, 683-688.
- 農林水産省食品流通局野菜振興課, 1986: 園芸用ガラス室, ハウス等の設置状況(昭和59年7月-60年6月間実績).
- 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉沢 正, 1974: 多変量解析法. 25-152, 東京, 日科技連出版社.
- 温度計測の実務編纂委員会, 1977: 温度計測の実務. 9-149, 東京, 日本工業出版株式会社.
- 鈴木晴雄・桜井英一・宮本硬一, 1980: 畦面被覆の微気象に関する研究Ⅳ. 寒冷紗の遮蔽と黒色ポリエチレンフィルムの被覆による地温効果. *農業気象*, **35**, 243-248.
- 鈴木晴雄・神近牧男・松田昭美・宮本硬一, 1985: 砂丘地におけるフィルムマルチの地温への影響. *農業気象*, **41**, 207-216.
- 鈴木晴雄・上原勝樹・宮川秀夫, 1977: 畦面被覆の微気象に関する研究Ⅲ. 被覆の資材・方法の相違が作物の生育に及ぼす影響(その1). *香大農学報*, **28**, 37-49.

Summary

Deviations in the horizontal distribution of soil temperatures beneath the film mulch were studied in relation to meteorological conditions. Three kinds of mulching, transparent PE film, violet PE film and black PE film were tested. The effects to raise soil temperatures were evaluated with the measured deviations of soil temperatures.

The results are as follows.

- (1) It was revealed that the deviations of soil temperatures varied with the depth in soil and the time of day. Especially in the night, the deviations 0.2–0.8°C for the soil layers of 0–30cm in the mulched plot with transparent PE film were almost the same as those of 0.2–0.5°C in the bare plot. However, in the day, the deviations of soil temperatures reached 0.3–0.9°C for the layers excluding the surface in the mulched plot as compared with those of 0.1–1.7°C in the bare plot. The mulched plot showed a smaller variation of the deviations between the day and the night.
- (2) It was implied that the horizontal inhomogeneity of the soil moisture content at a depth influenced largely the soil temperature and caused such deviations. Further, the effect of each meteorological factor on the deviations of soil temperatures was different from the mulched plot to the bare plot. The main factor to cause the deviations of soil temperatures was the amount of insolation in the mulched plot with transparent PE film, but the soil moisture content in the bare plot.
- (3) A method was proposed to compare the effects between two mulched plots. The comparison was conducted in two cases. One was that soil temperatures were obtained at 10 points at a same depth (see Table 3), and the other was that soil temperatures were obtained at one point at each depth (see Table 4).