

温度日較差比による各種マルチ資材の温度効果

根本和彦・ポンサアヌティン ティーラサク・鈴木晴雄

Effects of Some Kinds of Mulches on Soil and Air Temperature
Evaluated from the Ratio of Daily Temperature Range

Kazuhiko NEMOTO, Teerasak PONGSA-ANUTIN and Haruo SUZUKI

Abstract

Effect of some kinds of mulch on air temperature and soil temperature were evaluated using the ratio of daily temperature range. This experiment was conducted from September 26 to December 15 in 2000. A total of 14 experimental plots were prepared by seven kinds of mulch, and with and without plants.

There were no clear relationships between albedo on the mulch surface and surface temperature among the mulch plots. The differences of mean air temperatures of 10 points among the plots were small, but those of diurnal range were large. On the soil temperatures, the differences were large. The ratios of diurnal range (Air temperature 5cm height / Soil temperature 10cm depth) in the plots with plant became larger than those of the plots without plant. On the whole, differences of mulch effect of air temperature were small. Conversely it became large in the case of soil temperature. Effects by mulch film alone differed in the plots with or without plant. Effect of micrometeorological factors on the air temperature at each plot became smaller than those of the soil temperature.

Key words: Daily temperature range, Mulch, Soil temperature.

1. はじめに

畦面を被覆資材で覆うマルチ栽培には、地温の上昇下降、土壤水分の保持、土壤浸食の防止、雑草抑制の各効果がある^{1, 2)}。このようなマルチの諸効果のうち、地温効果については従来から数多くの実験例が報告されている³⁾。しかし、それら報告で扱われている地温効果はある期間平均の地温の高低を比較したものがほとんどであり、地温高低をその日変化の大小、つまり日較差から論じた報告は極めて少ない。日較差はそれ自身で一つの地温効果を表す一要因と考えられている⁴⁾。

これについて筆者のうちの鈴木ら²⁾は、黒色ポリマルチによる栽培を行なって黒色ポリフィルムのみ、植被のみの効果、及び両者による複合効果について、主に地温の高低から明らかにした。マルチフィルムは多種利用されている現状から、各資材による地温効果をより明確に比較する必要がある。

本論文では、代表的マルチ資材を6種選んで地温効果を主に日較差比から検討した。

2. 実験区と測定方法

2.1 実験区

実験は、2000年の9月より12月にかけて行なった。実験圃場に長さ11m、幅110cm、高さ20cmの南北畦を7畦たてた。実験区は1畦を2分して2区設け、畦面のマルチ処理と植生の有無により計14区を設けた (Table 1)。各マルチ区は黒色マルチ区、透明マルチ区、紫色マルチ区、紙マルチ区、藁マルチ区、べたがけ区、及び対照区としての無マルチ区の計7種とした。黒色マルチ、透明マルチはいずれも厚さ0.02mmのポリエチレンフィルムを用いた。紫色マルチも同じ材質であるが、赤外線のみを透過する光選択性のフィルムである。紙マルチには通常の新聞紙を用い、藁マルチは稲藁を、不織布はポリプロピレン製の長繊維不織布 (商品名: パオパオ90) を用いた。これらの畦面処理は9月7日に行なった (Fig. 1)。

植生としてのダイコンは、“青首総太り”の品種を栽培した。ダイコンは9月25日に播種し、株間は30cm、条

Table 1 Plot symbols in each experimental plot.

| Plot | Treatment | |
|--|-----------|---------------------|
| | No plant | Plant ¹⁾ |
| No mulch | Nn | Np |
| Mulch with black PE film ²⁾ | Bn | Bp |
| Mulch with transparent PE film ²⁾ | Tn | Tp |
| Mulch with violet PE film ²⁾ | Vn | Vp |
| Mulch with straw ³⁾ | Sn | Sp |
| Mulch with paper ⁴⁾ | Pn | Pp |
| Mulch with nonwoven fibers ⁵⁾ | Rn | Rp |

1) Radish plant, 2) 0.02mm thick, 3) Rice straw, 4) Used news paper, 5) Made from polyester.



Fig. 1 Experimental plots.

間は60cmとした。なお、マルチ各区の資材には径8cmの植穴をあけた。

2.2 測定方法

実験期間中は主に畦面上の気温と畦地温、土壌水分について測定した。気温と地温のセンサーはT型熱電対により作成した。測定点は各区において、条間中央部の畦表面5cm高と地下10cmに、30cmの間隔で各区10点ずつ設置した。土壌水分の測定は、テンショメータ2本ずつを各区に設置し、10cm深の土壌水分張力を測定した。

これらの気温、地温、土壌水分張力の測定は、連日6時と15時に行なった。なお、実験期間中に24時間の連続測定(2000年10月4日と同年11月22日の2日間)を行なった。今回の測定では、上記の測定項目に加えて気温の鉛直分布と熱収支についても測定した。

ダイコンの生育調査は、草高と地被率について行なった。また、土壌の三相分布と畦土壌表面の硬度を各区において測定した。

Table 2 Albedo and surface temperature of experimental plots from 13:20 to 13:50 on November 7, 2000.

| Plot ¹⁾ | Albedo | Surface temperature ²⁾ |
|--------------------|--------|-----------------------------------|
| Nn | 18.5% | 27.2°C |
| Bn | 7.3 | 37.0 |
| Tn | 21.5 | 35.6 |
| Vn | 19.2 | 35.0 |
| Sn | 23.0 | 29.1 |
| Pn | 22.5 | 30.1 |
| Rn | 21.8 | 28.7 |

1) Plot symbols are the same as in Table 1.

2) Row surface.

3. 実験結果と考察

3.1 期間中の気温と地温

3.1.1 アルベドと畦表面温度

実験期間中(9月26日—12月15日)、各区の地温に影響を与えるアルベドと畦表面温度について測定を行なった。Table 2によると、一般的にアルベドの低い区ほど畦表面温度は高くなる傾向にあった。しかし、マルチ資材の材質が異なることもあって、両者間には明確な関係は得られなかった。

なお、マルチ下地温に及ぼす影響は、アルベドの違いとマルチ資材によって異なることが報告されている。藁マルチについて村上³⁾は、藁マルチによる日中の地温下降は高いアルベドと顕熱伝達の増大によるとしており、上原ら⁵⁾は、アルベドが同じマルチ資材でも被覆方法によって地温効果が異なるとしている。

3.1.2 気温

各区10点平均の気温(5cm高)について、日最高地温としての15時値、日最低地温としての6時値、両者による日平均値、及び日較差を期間平均値として求め、Fig. 2に示した。なお、Fig. 2には後述する地温の場合も示した。

10点平均気温についてみると、全体的に15時気温はいずれのマルチ区もほぼ無植生>植生の関係にあり、その差は0.2°C~1.3°Cであった。これに対して6時値では藁マルチ区以外は無植生<植生の関係にあり、植生の存在は接地気温の保温作用として示された。気温差は大きくは0.3°C~1.1°Cであった。したがって各区の日較差は、無植生>植生の関係にあった。日平均値の無植生と植生間差は小さく明確でないが、透明ポリ区のみは無植生<植生の関係が明瞭で、これは特に同植生下での高い日最低地温によるものとみられた。

10点気温のバラツキ(標準偏差)では、いずれの区も

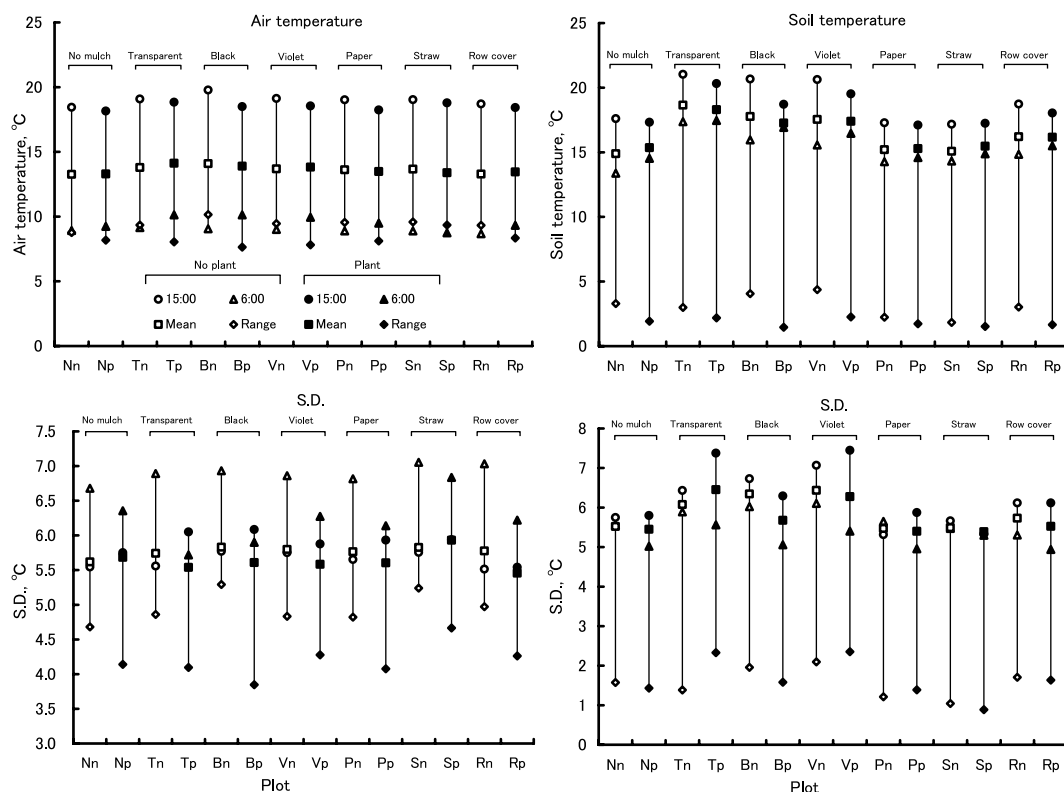


Fig. 2 Average values of mean temperatures for 10 points and their mean standard deviations from September 26 to December 15, 2000. Air temperature is at 5 cm height, and soil temperature at 10 cm depth. Plot symbols are the same as in Table 1. 15:00: Temperature at 15:00, 6:00: Temperature at 6:00, Mean: Daily mean temperature, Range: Temperature difference (Daily maximum – Daily minimum).

10点平均値とは異なった変化が示された。すなわち、バラツキは6時値が他の時刻のものより最も高かった。これは地温の場合、その最高地温出現時にバラツキが大きくなること⁶⁾とは異なった。5 cm高気温においては、最高気温発現時よりも最低気温発現時の方が気温バラツキが大きいたことが示された。日中の接地気層内は高温になるが、微風、対流等によって気温のバラツキは小さいのに対して、早朝ではほとんど無風状態になるので、風による気温の平均化作用が少なくなったと考えられた。さらに6時では、無植生>植生の関係が顕著となった。

15時になると6時の場合よりもバラツキは小さく出現した。また6時の場合とは逆に無植生<植生となり、日中は植生による茎葉の存在が気温バラツキを大きくしていることが示された。

バラツキの日平均値と日較差は先の6時値と15時によるものであるが、特に日較差のバラツキはいずれも無植生>植生の関係が顕著となった。

3.1.3 地温

地温の場合 (Fig. 2) は気温と違って、10点平均地温はマルチの種類ごとに異なった。無植生下の15時地温は、透明マルチ区 (21.0°C) > 黒色マルチ区 (20.7°C)

≒ 紫色マルチ区 (20.6°C) > マルチ区 (18.7°C) > 無マルチ区 (17.6°C) > 紙マルチ区 (17.2°C) ≒ 藁マルチ区 (17.2°C) の順となった。なお、無植生>植生の関係は気温の場合と同じである。6時地温は気温と同様に無植生<植生であり、その結果、日較差の無植生>植生の関係が明確となった。

次に10点地温のバラツキでは、15時の場合、気温と大きく異なっていていずれの区も最大値を示した。また、各区の無植生—植生間の大小関係は一定しなかった。他方、6時値ではいずれの区も無植生<植生となり、植生下でのバラツキが大きく生じた。バラツキの日平均値は透明マルチ区以外は無植生>植生の関係となり、日較差では一定した傾向が得られなかった。

このように10点平均気温では各マルチによる区間差は小さく、日較差は大きかったが、地温では区間差は大きく、日較差は小さく出現した。10点温度のバラツキでは、気温は6時が特に大きく、また同一マルチ下では植生下は無植生下よりもバラツキが小さくなった。地温では15時値が大きく6時値が小さくなり、またバラツキは気温の場合と異なって植生下では必ずしも小さくなかった。

3.2 気温・地温の日較差比

マルチ資材と植被が地温に及ぼす影響は、地温の日較差比からもみることができ⁷⁾。ここでは気温に対する影響を明らかにするために、日較差比を用いた。すなわち、マルチ資材のみの影響を例にとると、無植生下におけるマルチ下気温日較差を対照区気温（無マルチ）の日較差で割って、当該期間の気象条件による影響を小さくするように無次元化し、それをマルチ資材の効果とした。同様に植被のみの効果は、（植生下無マルチ区の日較差）/（無植生下無マルチ区の日較差）、又は（植生下マルチ区の日較差）/（無植生下マルチ区の日較差）とした。さらに、マルチと植被による複合効果は、（植生下マルチ区の日較差）/（無植生下無マルチ区の日較差）として求めた。

3.2.1 気温/地温

畦表面付近の植物体の温度はマルチ処理によって影響を受ける。それを気温/地温比として捉え、各区気温/地温比をFig. 3 (A) に示した。

Fig. 3 (A) によると、無植生下の各区では日較差比はいずれも1.85以上であり、気温の日変化は地温日変化の倍以上であることが示された。特に藁マルチ区 (Sn) は4.8の最高値となり、次に紙マルチ区 (Pn: 4.41)、透明マルチ区 (Tn: 2.88)、べたがけ区 (Rn: 2.74)、無マルチ区 (Nn: 2.38)、黒色マルチ区 (Bn: 2.23)、紫色マルチ区 (Vn: 1.85) が続いた。

これら無植生下に対し、植生下では全体的に日較差比

は上昇し、各区とも約4.30以上に達した。これは植生下において5 cm気温は10cm地温の4倍以上の日変化を呈したことになる。中でも黒色マルチ区では9.82の比が示された。これはむしろ気温日較差比の増大よりも日中における植被の日射抑制の結果、地温日較差が縮小したことによると考えられた。べたがけ区 (6.31)、透明マルチ区 (6.25)、藁マルチ区 (6.18) も高い比を示した。

このように無植生下に比べて植生下では、気温/地温比の顕著に増大することが明らかになった。

3.2.2 マルチ単独効果

無植生畦：マルチ単独効果を無植生 (Fig. 3のB) と植生 (Fig. 3のC) の場合とに分けて比較した。無植生下気温の場合についてみると、黒色マルチ区 (Bn) の日較差比は1.19となり他の5区よりもわずかに大きい。5区はいずれも1.06から1.12の値となり、気温日較差比の区間差はそれほど大きな差ではなかった。

他方の地温については、紫色マルチ区の日較差比は1.49の最大値となり、次に黒色マルチ区 (1.35)、べたがけ区 (1.06)、透明マルチ区 (0.98)、紙マルチ区 (0.66)、藁マルチ区 (0.59) の順に小さくなって、被覆処理による区間差は顕著になった。全般的にフィルムマルチ下で大きな値が得られたが、これはフィルムの全面マルチによって潜熱伝達量はほとんどないため⁴⁾と考えられた。また藁マルチ区で日較差比が低いのは、日中の高いアルベドと、藁表面の熱収支において顕熱伝達量が多く占めたため、日中の地温上昇が抑制されたことによる³⁾。

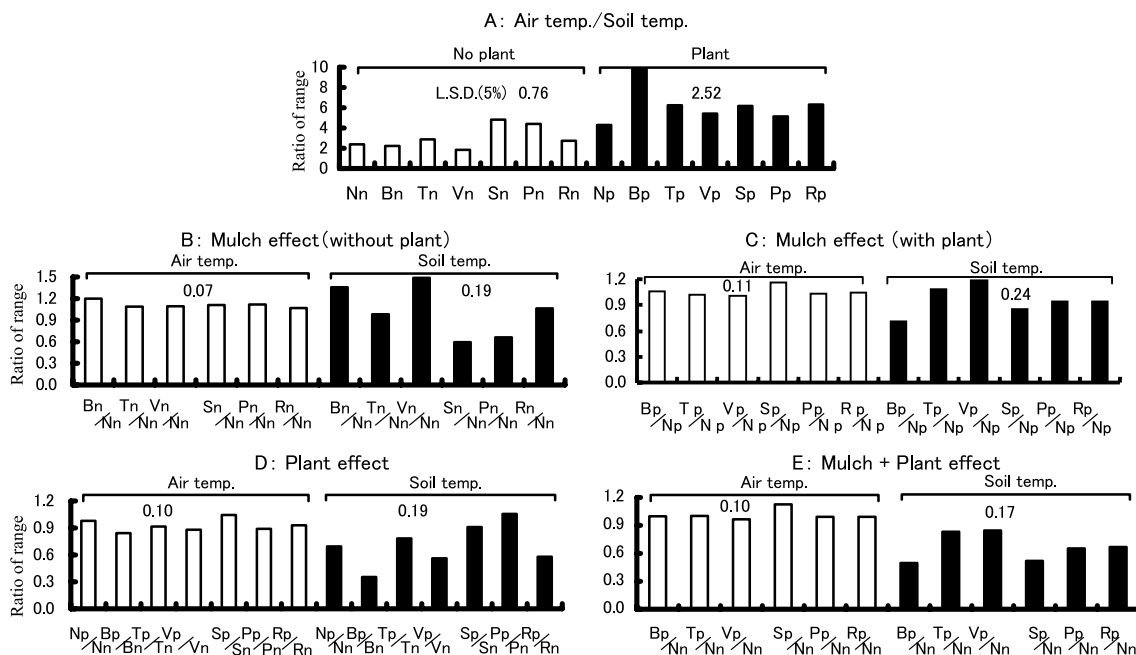


Fig. 3 Mean ratios of daily temperature range from September 26 to December 15, 2000. A: (Daily range of air temperature at 5 cm height)/(Daily range of soil temperature at 10 cm depth) in each plot. B, C, D, and E are (Daily range of air temperature)/(Daily range of air temperature) or (Daily range of soil temperature)/(Daily range of soil temperature).

植生畦：Fig. 3 (c) から、気温の平均日較差比は各区を通じて1.06となり、無植生下（各区平均1.11）よりも若干低く生じた。この理由は気温測定点（5 cm高）がほぼ全期間中植被内にあったことによる。

地温についても全体的に無植生（各区平均1.02）に比べて植生下の各区平均は0.95となり、全体的に低く生じた。フィルムマルチ（B, T）下では日較差比は他の区よりも高かったが、無植生の場合とは順序が異なった。フィルムマルチ以外の各区の地温は無植生畦の場合よりも高く推移した。

上記のように無植生畦と植生畦でマルチ単独効果が異なることになった。この違いについては、特に植生の有無で土壤の水分状態が異なることから、後述（3.3）の土壤水分を含めた解析が必要になる。

3.2.3 植被単独効果

気温：気温の植被単独効果をみると（Fig. 3のD）、藁マルチ区の日較差比が最高の1.04を示した。これは藁マルチ区の高いアルベドにより顕熱伝達量が増加したためであろう。ついで無マルチ区の0.98が続き、他の5区は0.84～0.93となった。マルチ単独の場合に比べて、植被の効果は若干小さく出現し、各区毎の日較差比はマルチ単独（無植生下）よりも若干大きくなかった。

地温：地温の効果では紙マルチ区が1.06となって最も高く、ついで藁マルチ区（0.91）が続いた。各区の日較差比に明確な定量的関係はみられなかったが、区間差は気温の場合よりも大きく生じた。

このように植被単独効果は気温と地温ともに藁マルチ区が高く、他方、各区間差はマルチ単独の場合よりも若干大きく生じた。

3.2.4 マルチと植被の複合効果

気温：気温のマルチと植被の複合効果についても（Fig. 3のE）、藁マルチ区（日較差比1.12）が最も高くなった。また各区の日較差比も大きな差は無く、全体的傾向は植被単独効果の場合と変わらなかった。

地温：透明マルチ区、紫色マルチ区の地温日較差比はそれぞれ0.83, 0.85と高く、先の植生下マルチ単独効果の場合と同様な傾向が示された。ただ、各区の日較差比はマルチ単独効果の場合、全区平均0.95に対して複合効果の場合はそれが0.78と低く出現し、植被による地温変動の抑制が現れた。

以上、全体的に気温のマルチ効果の区間差は小さく、地温では区による差が顕著となった。特にマルチ単独効果は植被の有無で顕著に異なることが明らかとなった。

3.3 温度日較差比と気象要因

3.3.1 推移

上記（3.2）のようにマルチと植被の効果をも温度日較差比から比較したが、この温度日較差比は期間中変化した。ここでは地温変化の様子をFig. 4に示した。

気温/地温比の各区における経過（Fig. 4のA）は、各区ともに比は1.0以上となり、期間中、地温よりも気温変化の大きいことが示された。また紙、藁、べたがけの各区はフィルムマルチ（Tn, Bn, Vn）と無マルチ（Nn）よりも明瞭に日較差比が大きく、各区ともに季節の推移によって日較差比は変動した。

マルチ単独効果について無植生下（B）では、気温/地温比の場合と異なってフィルムマルチでの比が大きく推移した。べたがけ区も高い比で推移した。それに比べて植生下（C）では、全体的にマルチ単独効果は無植生下よりも小さく出現した。また、10月6半旬、11月5半旬では突出した比も示され、全体の変動パターンも無植生下の場合（B）とは異なった。

次に植被単独効果（D）では、全体的に9月5半旬より12月3半旬にかけて日較差比は右下がりに推移した。これは明らかに植被の繁茂によって日射遮蔽程度が増したためである。紙マルチ区で植被の効果をもっとも高く、最も低いのは黒色マルチ区となった。

最後のマルチと植被による複合効果（E）では、全体的に日較差比は低く、さらに植被繁茂による変化も示された。

このように、期間中の各区における地温効果は一定したのではなく、マルチと植被によって異なる推移となった。

3.3.2 気象要因

このように各マルチと植被の効果は実験期間中必ずしも一定したものでなく、気象条件、並びに生育につれて変化した。そこで気象条件としてはアメダスの4要素を参考にして日射量、気温、降雨量、風速を選択し、また生育に伴う植被量の変化を草高としてとらえ、さらに各区の地下10cm深の土壤水分も要因とし、これらの要因を説明変数とした重回帰分析を行なった。なお、重回帰分析はステップワイズ法にて行い、選択された説明変数の係数は標準回帰係数にてTable 3に表した。

気温/地温：無植生下のフィルムマルチ区では気温が負の係数となり、さらに計4区に共通して選択された。日射量も気温と同様に共通して選択され、係数も同程度の値であった。これに対し植生下では草高が計5区で選択され、植被が気温/地温比に及ぼす影響は大きいものとなった。

マルチ効果：気温について無植生下では、べたがけ区

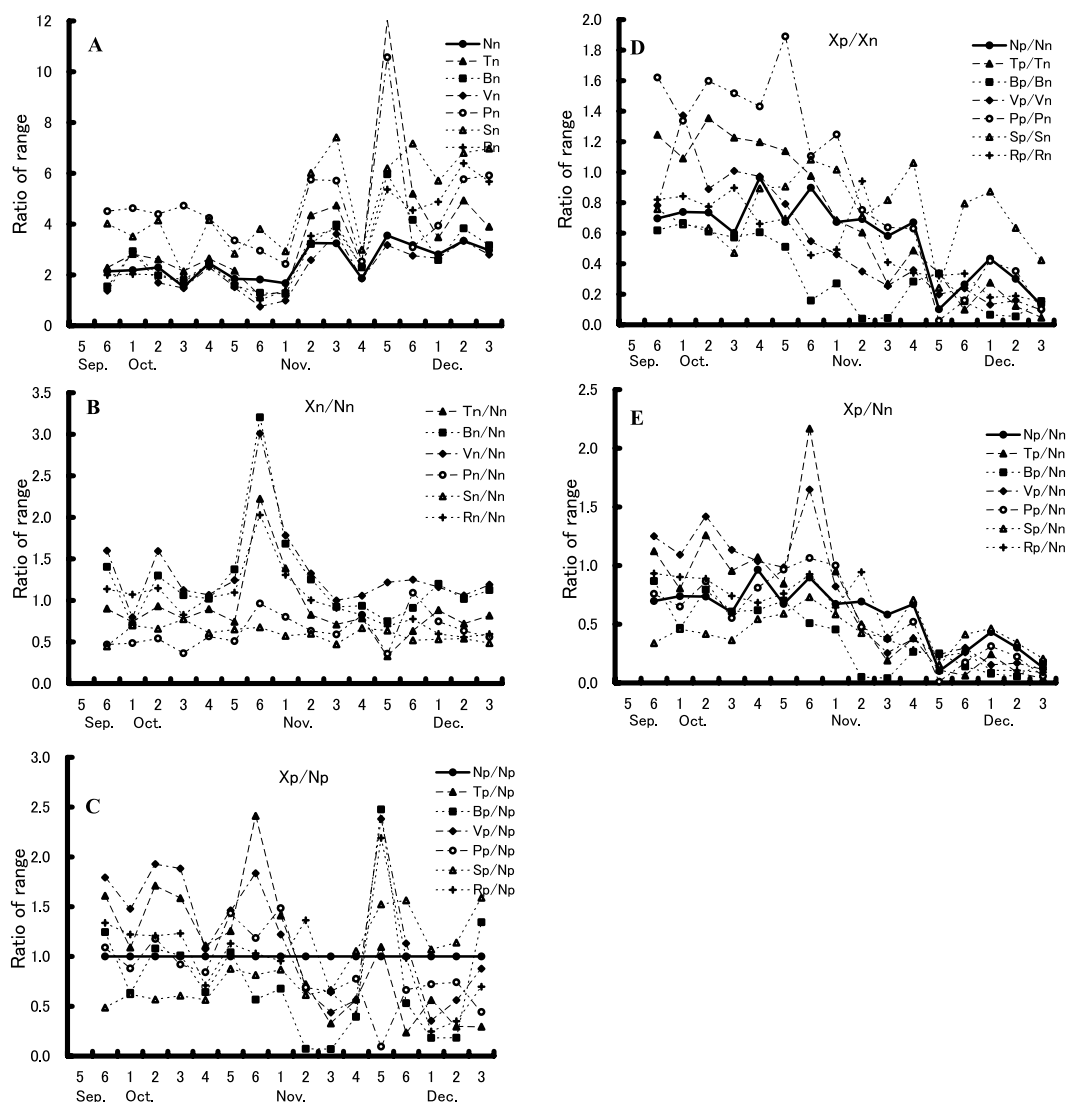


Fig. 4 Seasonal variations of daily soil temperature range from September 26 to December 15, 2000. A: (Daily range of air temperature at 5 cm height)/(Daily range of soil temperature at 10 cm depth) in each plot. B, C, D and E are (Daily range of soil temperature)/(Daily range of soil temperature) in each plot.

以外の各区とも日射が共通して選択されたのが特徴である。他に黒色ポリマルチ区と藁マルチ区では降雨が選択され、紙マルチ区では風速が選択された。

植生下では、透明マルチ区以外は回帰式が得られていない。これは一つには気温センサーがほとんどの期間、測定点が植被内であったことに起因すると考えられた。

次に地温について無植生下では、透明マルチ区と黒色マルチ区ともに気温、日射量、降雨量が共通して選択された。紙マルチ区では日射量が、べたがけ区では気温と日射量が選択された。植生下ではフィルムマルチの3区ともに地被率が選択され、これは茎葉による畦面到達日射量の抑制が日較差比に影響を及ぼしたものとみられた。

植被効果：気温ではフィルムマルチの区間差はみられ

なかった。紙、藁、べたがけ等の通気性資材の区になると降雨が共通して選択された。地温では、区による一定した傾向は得られなかったが、藁マルチ区以外では気象要因が地温日較差比に及ぼす影響の大きいことが高い重回帰係数に示された。

複合効果：気温では透明マルチ区で4つの説明変数が選択され、ついで紙マルチ区の3つが続いた。これらの気温の傾向に対し、地温では際立った特徴が得られた。まず、フィルムマルチの区と紙マルチ区ではいずれも4個以上の説明変数が選択され、さらに日射量、降雨量、草高、地被率と変数が共通している。重回帰係数もかなり高く出現した。先の植被効果と同様に複合効果では地温への影響が大きく反映された。

以上、気温と地温の日較差比からマルチと植被による

Table 3 Standard partial regression coefficients in the multiple regression between ratio of daily temperature range and meteorological factors from September 26 to December 15 in 2000.

| | (A/B) | Explanatory variables ¹⁾ | | | | | | | | | | Multiple regression coefficient ²⁾ | |
|----------------------------|----------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|--------|--------|---|-------|
| | | Tm | Ia | Uv | Pr | Ma | Mb | Pa | Pb | Ca | Cb | | |
| Air / Soil ³⁾ | No plant | Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.477 |
| | | Tn | -0.518 | | | | - | - | - | - | - | - | 0.577 |
| | | Bn | -0.681 | 0.303 | | | - | - | - | - | - | - | 0.780 |
| | | Vn | -0.746 | 0.317 | -0.458 | | - | - | - | - | - | - | 0.456 |
| | | Pn | | 0.499 | | | - | - | - | - | - | - | 0.236 |
| | | Sn | | 0.325 | | | - | - | - | - | - | - | 0.543 |
| | | Rn | -0.576 | | | | - | - | - | - | - | - | 0.656 |
| | Plant | Nr | | | | | - | - | 0.680 | - | - | - | 0.782 |
| | | Tr | | | | | - | - | 0.796 | - | - | - | 0.806 |
| | | Br | | 0.505 | | | - | - | - | - | 1.028 | - | 0.834 |
| | | Vr | | | | | - | - | 1.175 | - | -0.390 | - | 0.703 |
| | | Pr | | | | | - | - | 0.723 | - | - | - | 0.788 |
| | | Sr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.611 |
| | | Rr | | | | | - | - | 1.448 | - | -0.708 | - | 0.428 |
| Effect of mulch | No plant | Tn/Nn | | -0.639 | | | - | - | - | - | - | - | 0.233 |
| | | Bn/Nn | | -0.572 | | -0.347 | - | - | - | - | - | - | 0.462 |
| | | Vn/Nn | | -0.327 | | | - | - | - | - | - | - | 0.536 |
| | | Pn/Nn | | -0.461 | 0.310 | | - | - | - | - | - | - | 0.838 |
| | | Sn/Nn | | -0.662 | | -0.402 | - | - | - | - | - | - | 0.650 |
| | | Rn/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.678 |
| | | Rr/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.678 |
| | Plant | Tr/Nr | | -0.599 | | -0.464 | - | - | -1.053 | - | - | - | 0.678 |
| | | Br/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.678 |
| | | Vr/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.702 |
| | | Pr/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.406 |
| | | Sr/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.877 |
| | | Rr/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.579 |
| | | Rr/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.579 |
| Effect of canopy | No plant | Tn/Nn | 0.687 | -0.802 | | -0.409 | - | - | - | - | - | - | 0.650 |
| | | Bn/Nn | 0.757 | -0.798 | | -0.485 | - | - | - | - | - | - | 0.693 |
| | | Vn/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.624 |
| | | Pn/Nn | | -0.650 | | | - | - | - | - | - | - | 0.678 |
| | | Sn/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.678 |
| | | Cn/Nn | 0.772 | -0.328 | | | - | - | - | - | - | - | 0.856 |
| | | Rn/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.678 |
| | Plant | Tr/Nr | | -0.394 | | | - | - | - | - | -1.034 | - | 0.678 |
| | | Br/Nr | | | | | - | - | - | - | -0.700 | - | 0.702 |
| | | Vr/Nr | | | | | - | - | - | - | -0.722 | - | 0.406 |
| | | Pr/Nr | 0.460 | | | | - | - | - | - | - | - | 0.877 |
| | | Sr/Nr | 0.723 | | 0.300 | | - | - | - | - | -1.091 | 2.440 | 0.877 |
| | | Rr/Nr | | | | | - | - | - | - | -0.610 | - | 0.579 |
| | | Rr/Nr | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.579 |
| Effect of mulch and canopy | No plant | Nr/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.710 |
| | | Tr/Tn | | | | | - | - | - | - | -0.730 | - | 0.527 |
| | | Br/Bn | 0.563 | | | | - | - | - | - | - | - | 0.812 |
| | | Vr/Vn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.620 |
| | | Pr/Pn | | | | -0.551 | - | - | -0.716 | - | - | - | 0.620 |
| | | Sr/Sn | | 0.626 | 0.495 | 0.309 | - | - | - | - | - | - | 0.734 |
| | | Cr/Cn | | -0.694 | | -0.629 | - | - | - | - | -0.831 | - | 0.656 |
| | Plant | Nr/Nn | | | | | - | - | -0.680 | - | - | - | 0.956 |
| | | Tr/Tn | | | | | - | - | -0.527 | - | -0.455 | - | 0.930 |
| | | Br/Bn | 0.443 | | -0.275 | -0.176 | - | - | - | - | -0.487 | - | 0.882 |
| | | Vr/Vn | -0.478 | | | | - | - | -1.322 | - | - | - | 0.954 |
| | | Pr/Pn | | | | -0.181 | - | - | -0.970 | - | - | - | 0.881 |
| | | Sr/Sn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.881 |
| | | Cr/Cn | -0.521 | | -0.216 | -0.333 | - | - | -2.557 | - | 1.393 | - | 0.784 |
| No plant | Tr/Nn | | -0.830 | 0.246 | -0.266 | - | - | - | - | -1.004 | - | 0.444 | |
| | Br/Nn | 0.491 | | | | - | - | - | - | - | - | 0.646 | |
| | Vr/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.899 | |
| | Pr/Nn | | -0.651 | | -0.585 | - | - | - | - | -0.778 | - | 0.942 | |
| | Sr/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.944 | |
| | Rr/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.804 | |
| | Rr/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.770 | |
| Plant | Tr/Nn | | -0.498 | | -0.230 | - | - | -0.633 | - | -0.499 | - | 0.899 | |
| | Br/Nn | | -0.423 | -0.120 | -0.293 | - | - | -0.444 | - | -0.701 | - | 0.942 | |
| | Vr/Nn | | -0.346 | | -0.213 | - | - | -0.745 | - | -0.396 | - | 0.944 | |
| | Pr/Nn | | -0.503 | | -0.300 | - | - | -1.009 | - | - | - | 0.804 | |
| | Sr/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.804 | |
| | Rr/Nn | | | | | - | - | - | - | - | - | 0.770 | |
| | Rr/Nn | | | | | - | - | -0.785 | - | - | - | 0.770 | |

1) Notations : Tm = daily mean air temp., Ia = amount of insolation, Uv = daily mean of wind velocity, Pr = amount of precipitation, Ma = soil moisture suction in the plot A, Mb = soil moisture suction in the plot B, Pa = plant height in the plot A, Pb = plant height in the plot B, Ca = ratio of diurnal range of temperature in the plot A, Cb = ratio of diurnal range of temperature.

2) Adjusted for the degrees of freedom.

3) Air/soil denotes the ratio of diurnal air temperature range to that of soil temperature.

効果をみたが、全体的に地温による効果の方が気温の場合よりも気象要因による影響の大きいことが明らかとなった。

4. 結 論

代表的マルチ資材による温度効果を検討したが、マルチ表面のアルベドの大小と畦表面温度とは、資材の材質による影響もあって両者間には明瞭な関係はなかった。温度効果について日較差比により比較したが、気温の効果と地温の効果は明らかに異なることが示された。またマルチと植被による各地温効果は、期間中、一定したものではなかった。さらに、気温の効果よりも地温の効果の方が全体的に気象条件による影響度の大きい傾向が示された。これらのことから、栽培現場での温度管理において有益な実験結果が得られたと考えられた。

5. ま と め

本実験は、代表的マルチ資材による温度効果を日較差比から検討することを目的とした。実験は2000年の9月から12月にかけて、香川大学農学部実験圃場にて行った。圃場にマルチの種類と植生の有無によって計14区の実験区を設けた。

- (1) マルチ表面のアルベドの大小と畦表面温度とは、資材の材質による影響もあって両者間には明瞭な関係はなかった。
- (2) 期間中の10点平均気温の区間差は小さく日較差は大きかったが、地温では区間差は大きく日較差比は小さく出現した。
- (3) 無植生下の各区に比べて植生下の各区では、気温日較差比/地温日較差比が顕著に増大した。
- (4) 全体的に気温のマルチ効果の区間差は小さく、反対に地温では大きくなった。さらにマルチ単独効果は植被の有無により顕著に異なった。
- (5) 気象条件が各温度効果に及ぼす影響は、地温効果に比べて気温効果の方が小さかった。

引 用 文 献

- 1) Jumah Amayreh and Nassim AL-Abed: Developing crop coefficients for field-grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under drip irrigation with black plastic mulch. *Agricultural Water Management* 73, 247-254 (2005).
- 2) Shangning Ji and Paul W. Unge: Soil water accumulation under different precipitation, potential evaporation, and straw mulch conditions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65, 442-448 (2001).
- 3) 村上律雄: 敷藁の熱収支効果. *農業気象*, 25, 93-99 (1969).
- 4) 鈴木晴雄, 桜井英二, 宮本硬一: 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 (1980).
- 5) 上原勝樹, 宮川秀夫, 鈴木晴雄: 畦面被覆の微気象に関する研究Ⅱ断熱資材を用いて掛けはずしを行った場合(その1), *香川大学農学部学術報告*, 27, 43-52 (1976).
- 6) 鈴木晴雄・棚田英雄: 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. *農業気象*, 44, 119-126 (1988).
- 7) 中山敬一・大内軍二: 畑地における消費水量の効率上昇に関する研究(Ⅲ). *農業土木学会論文集*, 35, 15-19 (1971).

(2006年10月31日受理)