

マルチングによる土壌物理性の制御

三田村直樹・太田良祐・八島茂夫
三重大学生物資源学部農業物理学研究室

Control of Soil Physical Condition by Mulching

Naoki Mitamura, Ryousuke Ohta, Shigeo Yashima
Laboratory of Agricultural Physics, Faculty of Bioresources, Mie University

Abstract

Impacts of mulching on soil physics were tested in summer and winter seasons, using four materials, i.e. black vinyl sheet, paper sheet, straw and shredded paper. Field tests showed that there were few impacts on apparent gravity, permeability and soil hardness but very clear impacts on soil moisture and temperature which behavior depended on seasons and materials. It was investigated how physical circumstances acted on the soil physics.

Key Words: mulching · soil moisture · soil temperature

緒 言

現在、我が国におけるそさい類および作物の栽培においては、地温変化の制御、土壌水分の調節、土壌浸食の防止、収量や品質向上、雑草の抑制等を目的に、ポリエチレンフィルムによるマルチ栽培が広く普及している。

ところが現在、マルチ資材として一般的に広く使用されているポリエチレンフィルムは、難分解性のため土壌環境へ悪影響を及ぼすことから、作物の収穫後に多大な労力をかけ除去されているのが実状である。

それに併せて、平成9年の廃棄物処理法等の改正により、マルチ資材として大量に使用されてきたポリオレフィン系ビニール等の廃棄物は、産業廃棄物として位置づけられ、これらの適正処理が義務付けられることになり、野焼きや不法投棄といった行為は厳しく罰せられることとなった。

このように社会の環境保全への関心が高まるなかで、紙マルチの利用は、資源の有効利用・ポリマルチ焼却時の環境汚染回避、使用後の処理労力軽減等、様々な利点があり、省力・省資源化技術の一環としても有力であると考えられる。またこの資材は、従来のマルチに比較して透水性が高く、遮熱効果も大きく、地温の上昇を抑える特性を持つと考えられ、高地温を嫌う野菜類の安定生産のためにも有効に利用できる可能性がある。そこで本研究ではこの点に着目し、低コストで環境への負荷も少ないマルチ資材として、細かく破砕した古紙について、その利用適性を探るものとした。

それに合わせ過去、多くのマルチ栽培に関する研究がなされてきたが、その調査対象は、主に土壌肥料、栽培作物に対する有効性、経済性、気象条件等個別

について着目したものが多く、また土壌物理分野での研究においても個々の分野を対象としたものが多く、総合的な調査研究は少ないというのが現状である。そこで数種類のマルチ資材について、土壌物理性に関する影響を夏と冬の2シーズンに分け行った。そしてそれぞれの結果を比較検討したうえで、各種マルチ資材の利用特性を総合的に探るものとした。

既往の研究

(1) 土壌の孔隙及び浸入（透水性）についての知見

Baeumer¹⁾らは、降水は耕運層には急速に浸入するが、耕運された土層の下層へはゆっくりと浸入するとしている。またわらなど植物残渣を敷いた不耕起マルチでは、作土層に生ずる中程度から、それより小さい孔隙の増加が土壌保水力増強の結果となり、下層への浸入に際して抵抗を示す。これは、軽しようから中くらのローム土壌において典型的である、としている。

Ehler²⁾は、シルト質埴壤土の不耕起マルチ下では、下層への浸入が増加すると報告している。これは、大きな細孔の連続性が耕運作業機によって分断されないこと、ミミズなど土壌生物の活動により、表面から下層までの細孔が維持されているからである、としている。

Griffith³⁾らは、多くの研究者の報告を整理して次のような結果を示している。アメリカ合衆国オハイオ州（シルト質土壌）における長期間の研究は、慣行の耕運法よりも、表面マルチ及び不耕起の方が浸入が大きかった事を発見した。

Lindstrom⁴⁾らは、埴壤土の圃場で、10年間不耕起マルチを続けたトウモロコシ畑では、浸入は低下する、としている。

鈴木、大呂らのビニールフィルムマルチ栽培に関する研究⁵⁾によると、土壌の固相率はマルチ自身の効果よりも植生からの影響が強く、植生の存在は固相率を低下させる傾向がある、としている。

(2) 保水性についての知見

Lal⁶⁾は、不耕起マルチ区の水分保持機能は慣行の耕運法よりも高いことを発見した。

Ike⁷⁾は、不耕起の方が慣行の耕運法よりも土壌水分が高く、マルチ被覆した表面は、相対的に安定した水の浸入を維持するとしている。

Blevinsら⁸⁾は、ケンタッキー州（土性はシルト質埴壤土）で、殺草されたペルニャ牧草を植物残渣として残し、そこへ播種された不耕起トウモロコシと、プラウ耕の裸地で比較し、土壌水分は季節を通じて殺草した牧草下で多かった、としている。

(3) 透水性への影響

Triplettら⁹⁾は、シルト質埴壤土の圃場における浸入は、プラウ耕された裸地より表面残渣等による不耕起マルチ区の方が多し、さらに残渣の量、厚みが増加するほど浸入は多くなる、としている。このことは、新しく耕運された土壌は、水の取り入れが多いが、降雨による土壌クラスト形成によって、浸入量が急に落ち込むことになる、としている。しかし、マルチで覆われた表面は、一年中を通じて相対的に安定した水の浸入を維持する。結論的には、これらの長期間の研究は、表面マルチ及び不耕起マルチ区の侵入は慣行の耕運法よりも多しを明らかにした。

(4) 保水性への影響

Baeumerら¹⁰⁾は、マルチが雨滴の衝撃エネルギーを吸収するので、土壌表

面をマルチで覆うことは、土壤表面を保護し、雨滴の衝撃を減じ、土壤の膨軟性を保持することになる。それ故、不耕起は一般に表面流失を減少させる、としている。

Harrold ら¹¹⁾は、トウモロコシの不耕起マルチ栽培における表面流出は、慣行耕運法の1/3に減じることができ、水を保全するのに効果的である、としている。

Jones ら¹²⁾は、トウモロコシの場合、根域45.7cm深さの位置での土壤水分は高いとしている。このことは、マルチが蒸発損失を減少させ、表面からの浸入を維持していることによる、としている。

Bond ら¹³⁾は、残渣によるマルチ厚が増加すると、蒸発が減少する、としている。

Baeumer ら¹⁴⁾は、多くの事例を要約、北部アメリカの湿潤地帯の土壤（シルト質壤土）では、不耕起マルチが慣行耕運法より30~60cmの土壤層で高い土壤水分を示したことを紹介し、不耕起マルチが乾燥地帯では土壤水の保全に対して極めて有効である、としている。

(5) 地温への影響

圃場における熱収支は、まず放射交換から行われる。その放射交換の地表面に入射する大部分は、太陽放射のエネルギーである。太陽放射の一部は、大気によって吸収、錯乱され最終的に地上に到達するのは太陽放射の約半分にしかならない。ただし、大気中で反射、錯乱された一部も地上に到達している。

アルベドは、反射係数のことである。この係数は、地表面の色、粗さ、そして太陽高度によって変化する。この係数は、季節的な変化はない。本測定で用いたマルチングの資材のアルベドは、裸地では5~15%、黒色ポリエチレンフィルムでは裸地の約半分の2.5~7.5%、ロール状古紙は35~45%、ワラは20~30%、細砕古紙では、雪面と同程度と考え40~60%と考えられる。¹⁵⁾

入ってくる放射全体と出ていく放射全体との差は、純放射といい、次のような式で表わされる。

$$J_n = J_s (1 - \text{ref}) + J_l$$

ただし、 J_n ：純放射エネルギー、 J_s ：入射短波放射フラックス、 ref ：アルベド係数、 J_l ：入射長波放射フラックスである。

Tanner, Lemon, (1962) ら¹⁶⁾によると平均純放射量は入射短波放射フラックスの約55~70%の大きさである。

純放射の一部は熱に変えられ、土壤、植物、大気を暖めるのに用いられる。また、植物によって代謝過程（光合成など）に取り込まれるものもある。それらを式で表わすと次のようになる。

$$J_n = E + S + A$$

ただし、 E ：潜熱（蒸発に用いられるエネルギーフラックス）、 S ：貯留熱（地温を暖めるエネルギーフラックス）、 A ：顕熱（空気を暖めるのに用いるエネルギーフラックス）

この式を変形すると、次のようになる。

$$S = J_n - (E + A)$$

ここで、純放射エネルギーのうち、光合成や呼吸などに用いられるエネルギーは微小と一般的に考えられるため無視した。Lemon (1960)¹⁷⁾によると光合成や呼吸などに用いられるエネルギーは純放射量の5%以下である。

以上より、地温を変動させるのは貯留熱である。よって、純放射エネルギーが大きく、潜熱、顕熱、長波放射などで失われるエネルギーが小さければ、貯留熱は大きくなり地温が上昇すると考えられる。Decker (1959)¹⁸⁾、Tanner, Pelton (1960)¹⁹⁾によると貯留熱の大きさは純放射量の5~15%のオーダーである。

実験方法

三重大学附属農場の畑地に、幅 50cm、長さ 600cm のサイズで 5 畝造成し、黒ビニール、紙シート、わら、古紙（シュレッターで 3 mm×13mm のサイズに細砕したもの）による 4 マルチ区、並びに裸地区を設けた。実験期間中、試験圃場では地温、土壌水分量、作物の成長、土壌の三相分布、土壌の透水係数の測定を行った。調査期間は 2000 年 6 月 7 日～8 月 16 日を夏季とし、とうもろこしを指標作物とした。2000 年 10 月 18 日～2001 年 1 月 12 日を冬季とし、ダイコンを指標作物とした。土壌の三相分布実験用土壌の採取は耕運前の圃場で無作為に表層、0～5 cm 深、5～10 cm 深、10～15 cm 深においてそれぞれ 3 地点で採取した。耕運後についても同様の方法で採取した。また最終的にトウモロコシの収穫後それぞれのうねについて、深度 0～5cm、5～10cm、10～15cm からサンプルを 2 箇所ずつ採取し、土壌三相に占める固相率を求めた。使用圃場において、耕運後のまだうね立てを行う前に、無作為に選んだ 3 地点について深さ 0～5cm、25～30cm の土壌を採取し土壌の透水係数を測定した。また観測期間終了後、圃場の各うねごとに表層 0～5cm の土壌をそれぞれ 3 地点ずつ採取し、土壌の透水係数を測定した。

地温の測定は、各マルチ区の 2 箇所ですら層、5cm 深、10cm 深、15cm 深に温度計センサーを差し込んで測定した。測定日時については 14 時前後に週一回のペースで行うものとした。また、1 日の時間変化を測定するため 9:30、12:00、14:00、16:30 に測定を行った。

土壌水分量は、テンシオメーターを用い、地下 10cm の土壌水分張力を測定した。測定日時は地温に準じ週一回のペースで同時刻に測定した。

作物の生育については、夏季のトウモロコシでは、収穫時における最終草丈および、その時の根の展開状態について調査した。冬季のダイコンでは、期間内で、毎週一回草丈を調査した。

実験結果

(1) 固相率

固相率は、わら>紙シート>黒ビニール>裸地>古紙の順に大きくなった。

土壌の三相に占める固相の割合を表わしたグラフを図.1、2、3 に示す。図.1、2、3 いずれについても耕運により固相率の低下が見られ、この傾向は土壌が深くなるほど顕著に表れた。マルチングによる固相率の変動は、図.1、2 に示した深さ 0～5cm、5～10cm いずれについても明確な変化が見られなかった。図.3 に示した深さ 10～15cm では、裸地も含めて全ての区画で固相率の低下が見られた。

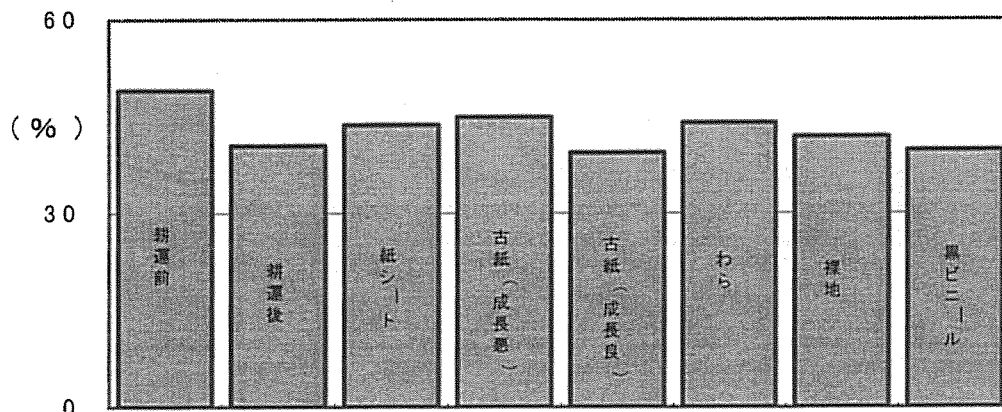


図.1 深さ 0～5cm における三相に占める固相率

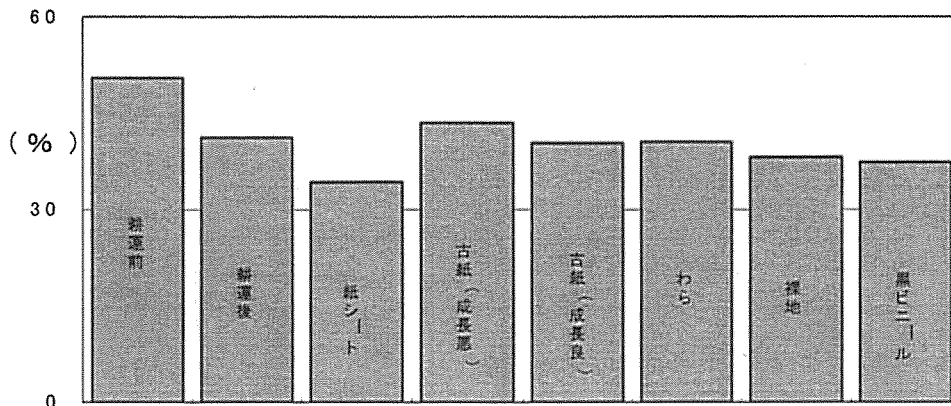


図. 2 深さ5~10cmにおける三相に占める固相率

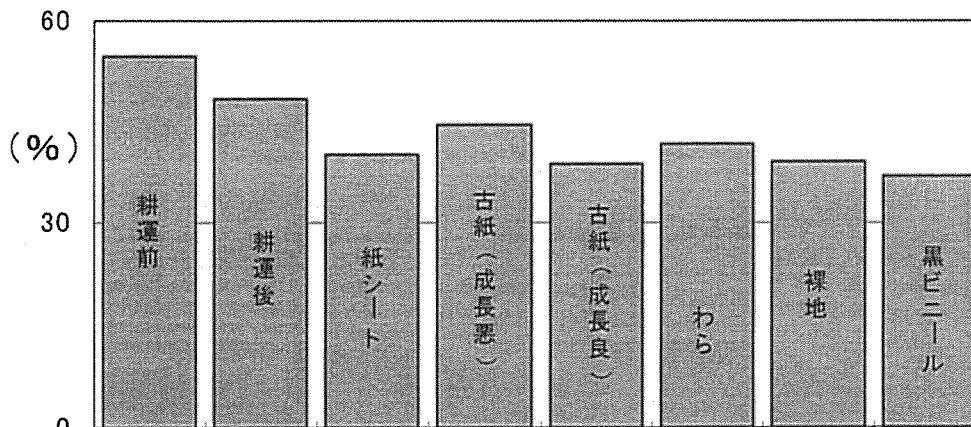


図. 3 深さ10~15cmにおける三相に占める固相率

注：古紙の成長悪はうねの排水路側半分、良はその反対側を示す

(2) 透水係数

土壌の透水係数の各値を表.1に示す。この結果を見るとまず耕運直後の値では、深さ25~30cmでの値が深さ0~5cmに比べ著しく小さかった。また栽培期間終了後の透水係数は裸地では耕運直後とほぼ等しく、古紙、紙シート、黒ビニール、わらの順に高い値を示したが、いずれも 10^{-3} cm/s のオーダーで、マルチによる明瞭な影響は見られなかった。

表. 1 栽培前後における透水係数の値

耕運直後	深さ (cm)	透水係数 (cm/s)
	0~5	1.1×10^{-3}
25~30	2.6×10^{-5}	
栽培期間終了後	深さ 0~5 (cm)	透水係数 (cm/s)
	黒ビニール	1.93×10^{-3}
	紙シート	1.88×10^{-3}
	わら	2.36×10^{-3}
	古紙	1.51×10^{-3}
裸地	1.18×10^{-3}	

(3) 夏季地温

2000年6月24日から同年8月16日に測定した平均地温を図.4に示す。これより、黒ビニールは0~15cm深まで裸地の地温を下回ることがなく最も高い値を示し、次に高いのが裸地で、他のマルチは全層を通して裸地よりも低い値を示している。

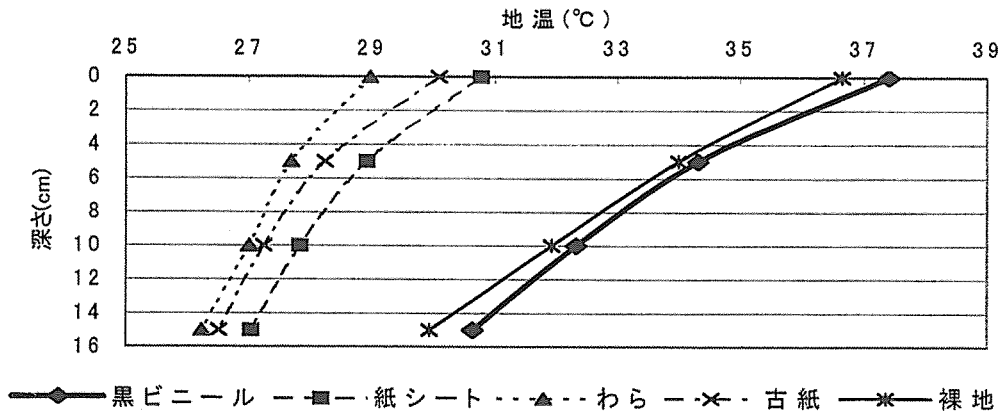


図.4 夏季の平均地温

(4) 冬季地温

2000年10月18日から2001年1月18日に測定した結果を図.5に表わした。これによれば、黒色ポリエチレンフィルムは0~15cm深まで裸地の地温を下回ることがなく最も高い値を示している。ロール状古紙は0~10cm深までは裸地よりも低いが15cm深では、微小であるが裸地よりも地温が高くなっている。ワラは0~5cm深では裸地よりも低いですが10~15cm深では裸地よりも高くなっている。細碎古紙では、全層を通して最も低い値を示している。

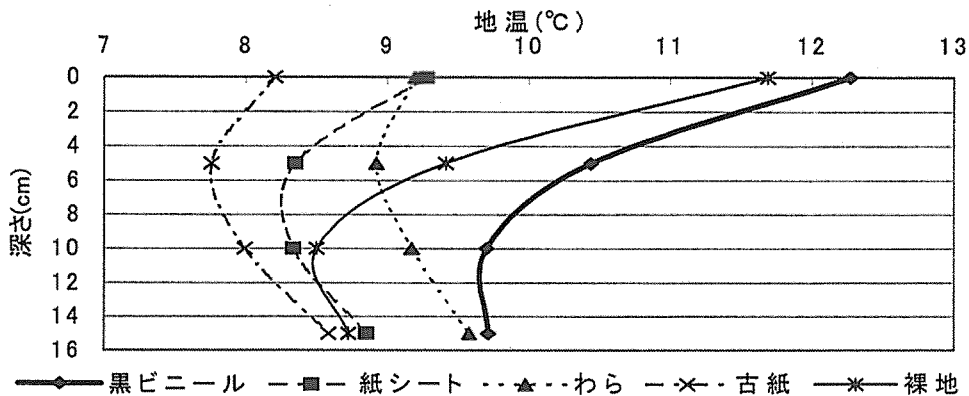
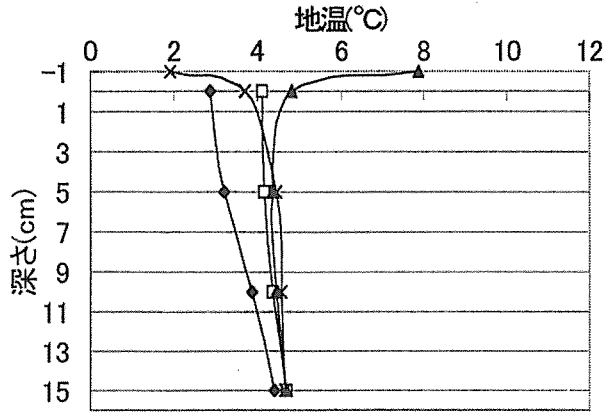


図.5 冬季の平均地温

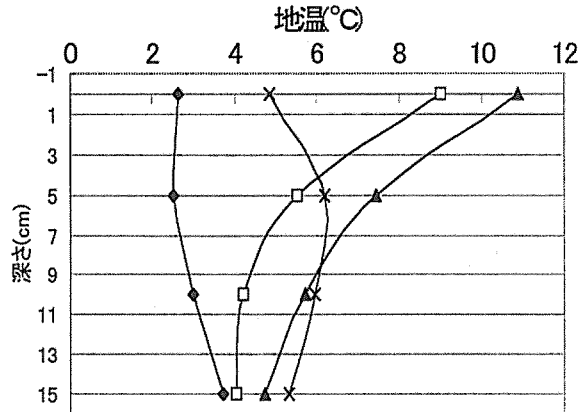
(5) わらマルチの断熱効果

冬季では、ワラの地温が相対的に上昇したが、この現象は、ワラの断熱効果が強く働いたためと考えられる。2000年2月2日に測定した地温の日変化データ(図.6、図.7参照。図中「-1」はマルチング資材表面を表わす)によると裸地とワラ以外のマルチでは、日変化が大きい(それぞれ10cm深で、黒色ポリエチレンフィルムは2.4°C、ロール状古紙は1.6°C、細碎古紙は1.7°C、裸地は2.95°C)のに対して、ワラマルチでは、著しく小さく(0.7°C)なっていることがわかる。



◆ 9時30分 □ 12時 ▲ 14時 × 16時30分

図.6 ワラ



◆ 9時30分 □ 12時 ▲ 14時 × 16時30分

図.7 裸地

(6) 夏季土壤水分量

栽培期間の土壤水分量の変化は図.8 に示したとおりである。図.8 によると、7月1日までの水分量にマルチ資材どうしの違いや裸地との比較でも変化は見られず、その値も極めて小さかった。これは梅雨の時期であったため土壤の水分が飽和した状態であったためであると考えられる。梅雨以降の結果を見ると水分の変動を表わすグラフの傾きは裸地 > わら > 紙シート > 古紙 > 黒ビニールの順に大きくなった。

(7) 冬季土壤水分量

栽培期間の土壤中水分量の変化は図.9 のとおりである。図.9 によると、1月22日から12月20日までに、裸地の水分量が急激に減少-増加を示した。この期間、黒ビニールの水分量が高い値で一定に推移した以外は、マルチ資材による差はほとんど見られなかった。いずれにしても今回の調査期間は雨の降った日が多く、全体的に水分量が高い値で推移する結果となった。

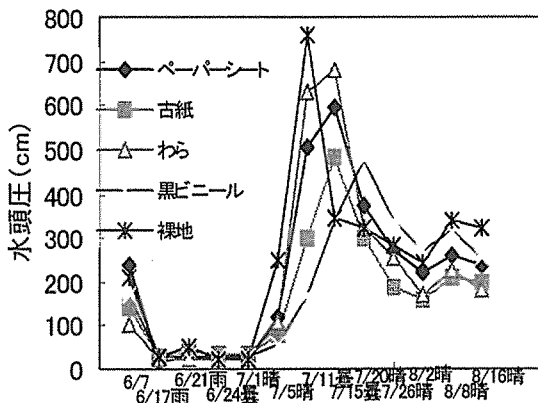


図.8 各マルチごとの土壤水分量の変遷
(夏季: トウモロコシ栽培)

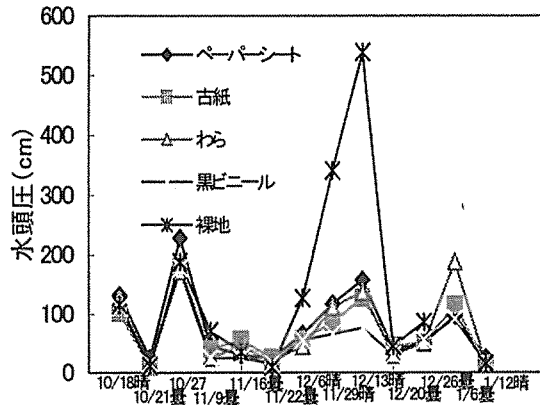


図.9 各マルチごとの土壤水分量の変遷
(冬季: ダイコン栽培)

(8) 作物生長量

各マルチ資材ごとのトウモロコシの最終草丈の平均を図.10 に示し、その標準偏差を表.1 に示した。図.10 によると紙シート、わら、黒ビニールの成長がよく、裸地の草丈よりおよそ+35cm ほど大きかった。また古紙についても、これ

には及ばないが、+20cmほど大きく成長した。表.2により標準偏差の値は古紙>わら>裸地>紙シート>黒ビニールの順に大きかった。これは草丈の成長のばらつきを表わすものであり、この値が大きいほど個体差が大きくばらつきがあることを意味する。古紙マルチ区では、南北に設けた畝の南半分のトウモロコシの生育が著しく阻害され、標準偏差を大きくする結果となった。北半分の生長は他のマルチ区と遜色ないことから、この生育阻害の要因は、植栽部分の土壌に何らかの障害があったもので、古紙マルチの影響ではないと考えられる。

次に根の状態を見ると、発達の順番は、わら≒紙シート≒黒ビニール>古紙>裸地という結果となった。しかし詳しく根の状態を見ていくと、まずわらが平面展開型、紙シートが全方位展開型、黒ビニールが鉛直展開型で成長も良く、古紙が全方位展開型、裸地が鉛直展開型となり、生長は前者より劣った。

各マルチ資材ごとにダイコンの草丈の変化を図.11に示し、その最終的な草丈の標準偏差を表.3に示した。図.11によると期間を通してわらの成長が一番良く、その大きさも他と比べ抜きんでていた。つぎに紙シート、黒ビニールの成長がほぼ同じ程度の成長推移で続いたが、期間の後半は若干紙シートの成長が鈍ってきた。また裸地については前半は紙シート、黒ビニールと同程度の成長が続いたが、測定開始4週目にはほぼ成長がストップしてしまった。一方、古紙については当初から著しく成長が悪く、測定開始3週間目にはほぼ成長がストップした。最終的な草丈の大きさはわら>黒ビニール>紙シート>裸地>古紙という順になり、その各マルチ区の標準偏差は紙シート>黒ビニール>わら>古紙>裸地の順になった。

表.2 夏季とうもろこし草丈に関する指標

	紙シート	古紙	わら	裸地	黒ビニール
平均草丈cm	128	108.3	127.93	92.53	128.13
標準偏差	15.41	26.22	19.78	17.47	15.36

表.3 冬季ダイコン草丈に関する指標

	紙シート	古紙	わら	裸地	黒ビニール
平均草丈cm	19.8	8.40	25.80	12.80	22.30
標準偏差	5.55	1.51	2.44	0.71	4.68

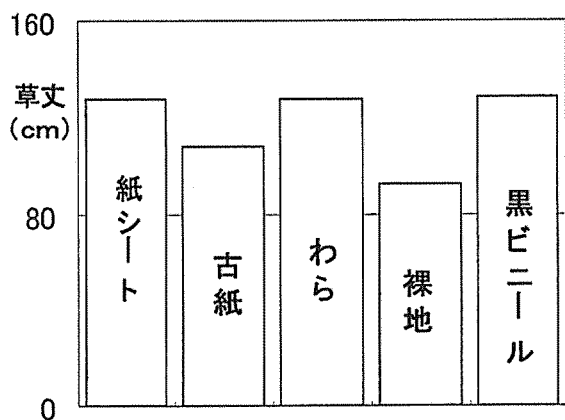


図.10 夏季とうもろこしの調査期間最終の草丈

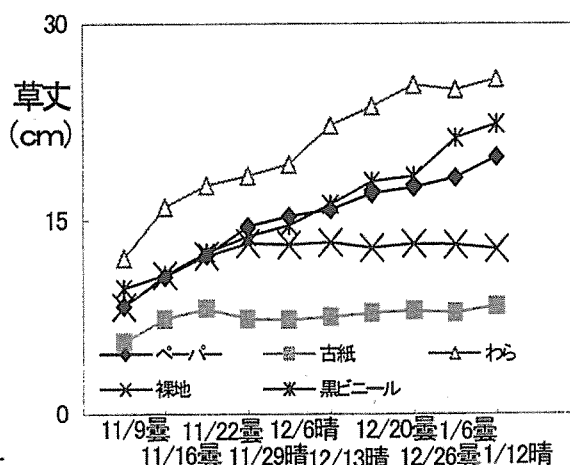


図.11 冬季栽培のダイコンの草丈の変遷

考察

(1) 夏季のマルチング効果

・ 土壌の膨軟性

三相分布について見ると、表層から深さ 0~5cm、5~10cm いずれについてもマルチによる差異が見られなかったことは、排水不良条件も影響していると考えられるが、何より対象とした期間がわずか 1 シーズンと短かったことが大きいと思われる。また土壌中に、膨軟化に大きな役割を演じるミミズ等の土壌生物の生息数があまり多くなかったことも関係していると考えられる。よって第 2 章既往の研究の不耕起栽培に関する成果を考えると、今後は、不耕起栽培による試験も検討していく必要があると考えられる。一方深さ 10~15cm において裸地も含めて全てのうねで固相率の減少がほぼ同じ程度見られたことは期待したマルチの効果というよりも、むしろ単純に栽培作物の根の展開による効果が現われたためと推定される。そのことは第 2 章既往の研究に載せた記述⁵⁾とも一致する。

・ 土壌の排水性

農場の畑は、傾斜地を切盛して階段状に造成したもので、耕運直後の圃場の透水係数から、圃場の層位は、深さ 0~25cm 位までが盛土層、それ以下が固結した難透水性の原地盤となっている。耕運直後の深さ 0~5cm では、土性としてはシルトであり比較的排水は良好であると推定される。また栽培終了後、透水係数は各マルチ区とも微増したに過ぎず、明瞭なマルチの効果は現れなかった。夏季の地温に着目すると、マルチ資材の種類により前述の実験結果のような差が生じた最も大きな要因は、今回の調査が日射量の大きい夏季であったことから、各マルチ資材のアルベドによると考えられる。地表面の代表的なアルベドが、森林 10~20% (常緑樹~落葉樹)、畑土 15~25%、砂地 18~40%、土壌 5~40% (暗黒、湿潤、明るい、乾燥)、水面 3~100% (天頂角)、海 30~45% (波)、雪面 40~95% (古雪~新雪)とされている。これらと比較して今回用いた資材のアルベドは古紙>紙シート>わら>裸地>黒ビニールと考えられるからである。

・ 保水性

土壌水分の変動については、マルチ区間で特徴的な差が生じた。その要因としては、マルチ資材の水分に対する透過特性が考えられる。すなわち、黒ビニールは降水や蒸気を遮断し、紙シート、古紙は抑制、わらは透過しやすい特性を持っている。裸地は抑制要因がないため、乾湿の変動が最大になったと考えられる。またこれ以外の要因として地温との関連も考えられる。一般に土壌内の熱伝達に関しては、不飽和状態における土壌水分は、水の形でも、また、水蒸気の形でも高温部から低温部へ移動しようとする。乾燥時に最も水分量の高かった黒ビニール区では高温の表層から低温の下層への水分移動が活発だったと考えられる。

しかし土壌水分量の変化に関して、マルチ資材の乾燥に対する傾向とその理由は解明できたが、降水の耕土への浸透に対する抑制効果については、マルチによる効果が見られなかった。このことは図.7 に示した降雨と図.6 に示した土壌水分量を比較した時、その関係にタイムラグや関連性が無い部分が見られていることから、圃場の排水性が極めて悪く、うね間に残った水の横浸透等の影響が大きかったためと考えられる。

(2) 冬季のマルチング効果

・地温

地温については今回、冬季の実験ではマルチングの保温効果に注目した。今回の結果について見ると、黒ビニール、わら、紙シートについては保温効果が認められた。しかし古紙については、むしろ地温を下げる効果が生じた。これには日射量、アルベド、顕熱、潜熱が深く関係していると考えられる。

・アルベド

まずアルベドは古紙>紙シート>わら>裸地>黒ビニールの順に大きいと考えられる。一般的にアルベドが小さいほど、日射による土壤に伝わる熱は大きいからである。

・顕熱

顕熱については、直接気温と地表の温度差で奪われる熱であり、裸地>古紙>紙シート>黒ビニール>わらとなると予想される。なお古紙の値が大きいのは、古紙が土壤と一体化して裸地と同じような特性を示したからと考える。

・潜熱

潜熱については蒸発により奪われる熱であり、これは夏季、冬季両方の土壤水分量の結果から、裸地>わら>紙シート>古紙>黒ビニールの順に大きいと考えられる。しかし今回は晩秋～冬季ということもあり、蒸発による潜熱の値は、顕熱、日射よりも地温に及ぼす影響が相対的に小さく、気温が下るほどこの傾向は大きくなると思われる。図.6、7 からわかるように、厚い空気層を伴うわらマルチは、断熱効果に優れており、そのため裸地よりも地温が高くなっている。なおわらマルチの断熱効果は深くなるほど顕著になり、深さ15cmで一番高い値を示した。これは、土壤の深い部分では日射より顕熱の影響が大きかったためと考えられる。また古紙についてはアルベドが大きく、土壤とマルチの間に断熱効果を発揮する空気層がなく、顕熱も裸地なみに大きいためと考えられる。

・保水性

土壤水分量については測定期間内を通して雨や曇りが多く、11月22日から12月20日の期間しかマルチの保水効果を見ることが出来なかった。しかしこの期間では裸地の急激な乾燥に対して、他のマルチ区では水分を保持し続け、結果として蒸発抑制効果があったといえる。

夏季と比較して冬季のマルチの保水効果については裸地との間のみに顕著な差が見られたが、マルチ資材間には明確な差は現れなかった。これは、蒸発エネルギー源の純放射が小さいなかで、マルチングの蒸発遮断効果が顕著に現れたためと考えられる。

(3) 作物生育に関する効果

夏季栽培のトウモロコシの生長に関しては、マルチングの効果は明確に現れているが、地温や土壤水分量、他土壤物理性との関連は、はっきりしない。10cm深の土壤水分量(図.8参照)から、裸地がどのマルチ区より乾燥していることがわかることから、さらに下層の土壤水分量が生育差の要因と考えられる。

冬季栽培のダイコンの各マルチ区間の成長差を見ると、その違いは15cm深の

地温が高いマルチ区の順番に成長も良くなった。そしてその傾向は冬が深まり気温が下がるほど顕著になった。一方夏季に比べ、土壌水分量に関しては、冬季は日射が弱く、蒸発も極めて少なく、結局、水分量の各マルチ区間の差があまり無く、成長への影響は小さかったといえる。これらのことから成長に与えた最も大きな要因は地温であったと考えられる。また最終的な草丈のばらつきは、標準偏差の値を見ても成長が悪い区ほどばらつきは小さくなる傾向を示した。これは冬季という作物生育限界のもとで、作物の低温耐性に関する個体差が現れたものである。

つぎに実験全体で見ると、マルチ資材による透水係数の増加や、固相率増加等の土壌物理性の改良は、冬季ということもあり、土壌生物の活動も鈍く、また作物の成長もマルチ掛けの効果を加えても本来のそれに比べ鈍かったため、ほとんど得ることはできなかつたといえる。しかし土壌水分量については裸地との比較では効果が見られた。また地温については、明確な効果が得られたことから、気象に対する各マルチ特性をつかめた。

摘要

マルチ資材の種類による土壌物理性、地温、土壌水分量、作物の生長への影響を夏季、冬季について調べた。固相率・透水係数・硬度など土壌物理性においては、マルチ資材の影響は見られなかつた。地温については、夏季において、黒ビニールは地温上昇効果、他のマルチ資材は地温低下効果を示した。冬季において、黒ビニール、わら、紙シートは地温上昇効果、古紙は地温低下効果を示した。土壌水分量は、すべてのマルチ資材で夏季・冬季いずれにおいても水分保持効果を示した。作物の生長については、夏季についてはマルチングの水分保持効果により、生長を促した。一方、冬季では、古紙マルチ区では地温低下により生長を阻害されたが、他の資材では、地温上昇効果により生長を促進した。

引用文献

- 1) Baeumer, K. and W. A. Bakermans. (1973). Zero - tillage. *Advances in Agronomy*. 25 : 77 - 123.
- 2) Ehlers, W. (1975). Observation on earth - worm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. *Soil Sci.* 119 : 242 - 249
- 3) Griffith, D. R., J. V. Mannering and J. E. Box. (1986). Soil and Moisture management with reducing tillage. In M. A. Sprague and G. B. Triplett (ed) *No - tillage and surface - tillage Agriculture. The tillage revolution* : 19 : 57. John Wiley & Sons.
- 4) Lindstrom, M. J., W. B. Voorhees. and G. W. Randall. (1981). Long - term tillage effects on interrow runoff and infiltration . *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45 : 945 - 948
- 5) 鈴木晴雄・大呂 肇. (1993). ダイズのマルチ栽培における地温の水平分布とマルチ効果 : *農業気象*. 49 (1) : 27 - 34
- 6) Lal, Rattan. (1976). No - tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40 : 762 - 768.
- 7) Ike, I. F. (1986) Soil and crop responses to different tillage practices in a ferruginous soil in the Nigerian Savanna. *Soil&Tillage Res*, 6 : 261 - 272.
- 8) Blevins, R. L., Doyle Cook, S. H. Phillips. and R. E. Phillips. (1971). Influence of no - tillage on soil moisture. *Agronomy Journal*. 63 : 593 - 596.
- 9) Triplett, G. B. Jr., D. M. VanDoren. Jr. and B. L. Schmidt. (1968). Effect of cornstover mulch on no - tillage corn yield and water infiltration. *Agronomy Journal*. 60 : 236 - 239.

- 1 0) Baeumer, K. and W. A. Bakermans. (1973). Zero - tillage. *Advances in Agronomy*. 25 : 77 - 123.)
- 1 1) Harrold, L. L., G. B. Triplett, Jr. and R. E. Youker. (1967). Watersheds tests of notillage corn. *J. Soil and Water Conserv.* 22 : 98 - 100
- 1 2) Jones, J. N., J. E. Moody, G. M. Shear, W. W. Moschler. and J. H. Lillard. (1968). The notillage system for corn. *Agronomy Journal*. 60 : 17 - 20.
- 1 3) Bond, J. J. and W. O. Willis. (1969). Soil water evaporation : Surface residue rate and placement effects. *Soil. Sci. Soc. Am Proc.* 33 : 445 - 448
- 1 4) Baeumer, K. and W. A. Bakermans. (1973). Zero - tillage. *Advances in Agronomy*. 25 : 77 - 123.)
- 15) 近藤純正編著 (1994) : 水環境の気象学 - 地表面の水収支・熱収支 -、pp.10-11
- 16) Tanner,C.B.,and Lemon,E.R.(1962).Radiant energy utilized in evaporation.*Agron.J.*54,207-212
- 17) Lemon,E.R.(1960).Photosynthesis under field conditions. II .An aerodynamic method for determining the turbulent carbon dioxide exchange between the atmosphere and a corn field.*Agron.J.*52,697-703.
- 18) Decker,W.L.(1959).Variations in the net exchange of radiation from vegetation of different heights.*J.Geo-phys.Res.*64,1617-1619.
- 19) Tanner,C.B.,and Pelton,W.L.(1960).Potential evapotranspiration estimates by the approximate energy balance method of Penman.*J.Geophys.Res.*65,3391-3413