

液状マルチ資材の散布がコマツナの生育、収量ならびに地温に及ぼす影響

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	佐藤,達雄 塩原,由紀江 大森,明文 芳野,未央子 久芳,慶子 高田,圭太 池田,由紀 元木,悟 小倉,秀一 工藤,光夫
発行元	園芸学会
巻/号	8巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 303-307
発行年月	2009年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



液状マルチ資材の散布がコマツナの生育, 収量ならびに地温に及ぼす影響

佐藤達雄^{1*}・塩原由紀江¹・大森明文¹・芳野未央子¹・久芳慶子¹・
高田圭太¹・池田由紀¹・元木 悟²・小倉秀一³・工藤光夫³

¹ 茨城大学農学部附属フィールドサイエンス教育研究センター 300-0331 茨城県稲敷郡阿見町阿見

² 長野県野菜花き試験場北信支場 381-1211 長野県長野市松代町大室

³ 株式会社テルナイト 151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷

The Effects of Liquid-coating Mulch Spray on Growth, Yield and Undersoil Temperature in Komatsuna Greens (*Brassica rapa* L.)

Tatsuo Sato^{1*}, Yukie Shiobara¹, Akifumi Omori¹, Mioko Yoshino¹, Keiko Kuba¹,
Keita Takada¹, Yuki Ikeda¹, Satoru Motoki², Shuichi Ogura³ and Mitsuo Kudo³

¹Field Science Center, Collage of Agriculture, Ibaraki University, Ami, Inashiki, Ibaraki 300-0331

²Nagano Vegetable and Ornamental Crops Experiment Station, Hokushin Branch, Omuro, Matsushiro, Nagano 381-1211

³Telnite CO., LTD., Hatagaya, Shibuya, Tokyo 151-0072

Abstract

This experiment was intended to examine the effects of a black liquid-coating mulch on the growth and yield of Komatsuna greens. Four treatments (1, 0.5, 0.25 L · m⁻²) of spray amount were tested in combination with seeding date (Sep. 21st, Oct. 5th, Oct. 20th in an open field and the Jan. 22nd in a plastic film house). As a result, we found this liquid-coating mulch increased yields of Komatsuna greens, unrelated to the spray amount. Generally, the daily highest soil temperature (–5 cm) under the mulching exceeded the control in every treatment however the daily lowest temperature were less than control except in the case of seeding at Sep. 21st. These phenomena were remarkable in the early stage of growing and the differences in temperature between the control and mulch treatments were reduced during the growth. There was no significant difference in the hourly-integrated temperature during the first 10 days between the 4 treatments on same seeding date. These findings suggest that the expansion of the daily soil temperature range contributed the increased yields of Komatsuna greens.

Key Words : daily temperature range, heat radiation, cumulative temperature, maximum undersoil temperature, minimum undersoil temperature

キーワード : 熱放散, 日較差, 最高地温, 最低地温, 積算温度

緒 言

現在, わが国ではポリエチレン製のマルチフィルム (ポリマルチ) が広く普及している (小寺, 2003). ポリマルチは, 使用目的に合わせて様々な製品が開発され多くの作物で利用されているが, 軟弱野菜では栽植密度や作業上の理由から普及していない. そこで, 軟弱野菜におけるマルチングの効果を得るため, 過去にいくつかほかの方法が検討されてきた. 富田ら (1997) は, 夏まきハウレンソウの地温上昇抑制のため, パーライトや卵殻の散布が地表面温度上昇抑制に有効であることを明らかにした. 中島ら (2003) は植え孔を開けた紙マルチとシードテープを併用することによりコマツナ, カブ, ハツカダイコン, ニンジンの生育

促進と除草に有効であることを明らかにした. しかし, これらの資材はコストや材料調達, 散布作業の簡便性の面から未だ実用に至っていない. それらの問題を解決するため液状資材散布によるマルチング方法が中川・金澤 (2001) により考案され, 近年, 生分解性の高分子エマルジョン, 黒色顔料 (カーボンブラック), フミン酸塩類を混合した資材が試作されている (工藤ら, 2007; 中川ら, 2004). この資材は大量生産が可能であり, 霧吹きや動力噴霧器で容易に散布でき, 微生物分解され廃棄物を発生しないという特徴を具備する. 元木ら (2007) は, 軟弱野菜同様ポリマルチの使用が困難なアスパラガスについて使用を検討し, 地温上昇による初期収量の顕著な増加を報告し, 実用的見地から有用性を示した. そこで, 本研究ではコマツナの播種直後に液状マルチ資材を散布し, 生育, 収量ならびに地温の経過を観察することによって, 秋冬季における本資材の特性を明らかにするとともにコマツナの生育, 収量に及ぼ

2008年5月11日 受付. 2008年12月8日 受理.

* Corresponding author. E-mail: sugar@mx.ibaraki.ac.jp

す影響を評価した。

材料および方法

1. 試験区の設定ならびに供試材料

試験区の設定は、黒色の液状マルチ資材（商品名「エコ・サンコート」、株式会社テルナイト）5倍希釈液を用い、処理量を $1 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ （倍量）区、 $0.5 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ （標準量）区、 $0.25 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ （半量）区、無処理区の4水準3反復、播種日を2007年9月21日、10月5日、10月20日および2008年1月22日の4水準として組み合わせた。1区面積は 1.2 m^2 とした。コマツナの供試品種としては「みすぎ」（（株）サカタのタネ）を用いた。

2. 耕種概要および調査項目

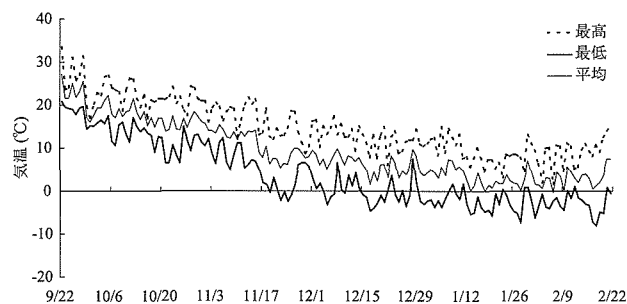
圃場は茨城大学農学部附属フィールドサイエンス教育研究センター内試験圃場（褐色火山性土壌、土性CL）を使用した。1年生雑草防除のため、播種10日以前にダゾメット粉粒剤 $2 \text{ kg} \cdot \text{a}^{-1}$ を処理した。9月21日、10月5日および10月20日播種は露地で、1月22日播種は最低温度を 8°C にしたプラスチックフィルムハウス（間口 $5.4 \text{ m} \times$ 奥行き 18 m 、POフィルム展張）で栽培を行った。施肥は $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} : 15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} : 15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ を全面全層混和とした。栽植様式は東西方向にベッドを造成し、ベッド幅 100 cm （南北に条間 12 cm 10 条 $\times$ 株間 5 cm ）+ 通路 40 cm とし、1か所2～3粒まきで発芽後間引き、1か所2株とした。液状マルチ資材は、播種当日に霧吹きでベッド全面に散布した。防除は9月21日、10月5日播種でシベルメトリン乳剤を1回散布した。かん水は行わなかった。

収穫は無処理区の最大葉長が概ね 20 cm を越えた日とし、1区当たり5条 $\times$ 10 株（ 0.15 m^2 、50個体/区）を抜き取り重量を測定するとともに生育中庸な10株を用いて最大葉長、葉数、最大葉幅および最大葉柄長を調査した。また、すべての試験区（4処理 $\times$ 3反復 $\times$ 4播種期 = 48点）の条間に地下 5 cm にデータロガー「サーモクロン G」（株式会社KNラボラトリーズ）を埋設し、生育期間中の毎正時温度を記録して3反復の平均値を求め各処理の代表値とした。9月21日、10月20日播種ではテンションメーターで1反復のみ地下 20 cm の土壌水分を測定した。9月21日、10月5日、10月20日および1月22日播種の収穫調査はそれぞれ10月13日、10月31日、12月6日および2月22日に行った。

結果および考察

10月5日播種では液状マルチ資材散布直後に驟雨があり、目視で試験区の判別が困難な程度に液状マルチ資材が流亡したため、翌日、再散布を行った。その他は特に問題なく経過した。発芽率、発芽そろいの良否については各区とも差が認められなかった。9月21日播種ならびに10月20日播種の試験期間における土壌水分は $\text{pF } 1.5 \sim 1.7$ の間で安定していた。平均気温は試験を開始した9月21日～11月中旬まで急激に、それ以降は緩やかに低下した（第1

図）。液状マルチ資材の処理量がコマツナの生育に及ぼす影響について二元配置分散分析を行ったところ、各調査項目について交互作用はなかった。異なる播種日の影響は最大葉長、葉数、最大葉柄長および収量において危険率1%で有意な差が認められた（第1表）。この差異は生育時期の草姿の違いによる環境条件の違いに起因するものと考えられた。収量については液状マルチ資材散布量の影響は収量についてのみ危険率5%で有意な差が認められたが、最大葉長、葉数、最大葉幅および最大葉柄長においては有意な差がみられなかった。各調査項目について、交互作用ならびに各播種日内での散布量間に有意な差は認められなかった。次に散布量が収量におよぼす影響についてTukeyの多重比較を行ったところ、 $1 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ 区、 $0.5 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ 区、 $0.25 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ 区と無処理区の間で有意な差が認められ、無処理区の収量が低かった。このことから、液状マルチ散布で葉のサイズや数には有意差がなかったが、1葉重量が増加したことからコマツナの増収に結びついたものと判断された（第1表）。次に、液状マルチの標準量処理である $0.5 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ 区と無処理区の間における最高地温の差の推移を第2図に示した。9月21日播種では、播種翌日は無処理区に対し $0.5 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ 区の最高地温が 0.8°C 高かったが、温度差は次第に小さくなり、生育中期以降は $0.2 \sim 0.3^\circ\text{C}$ 低く経過した。10月5日播種でも同様に播種翌日は 1.2°C 高かったが、温度差は次第に小さくなり、生育中期以降は $0.2 \sim 1.0^\circ\text{C}$ 低く経過した。10月19日播種では、播種翌日は 1.7°C 高く、最高 3°C 以上の差がつく日もあった。温度差は次第に小さくなり、収穫期には 0.3°C 高かった。これに対して1月22日播種では $-0.2 \sim 1.3^\circ\text{C}$ の間で変動が大きかったが、概ね無処理区より高温に推移し、収穫10日前より温度差が小さくなった。生育の進行に伴う温度差の縮小は、コマツナ茎葉部の発達による地表面の被覆が原因と考えられた。門田（1972）は、コマツナと同種に属するカブ、ハクサイの根ならびに地上部の伸長に及ぼす地温の影響を調査したところ、根は 26°C で、地上部は 30°C で最も伸長したと報告していることから、この時期の最高地温の上昇は初期生育を促進すると考えられるが、コマツナの生育が進み土壌に到達する日射量が低下すると地温上昇効果は低下することが示唆された（第2図）。



第1図 栽培期間中の気温の推移

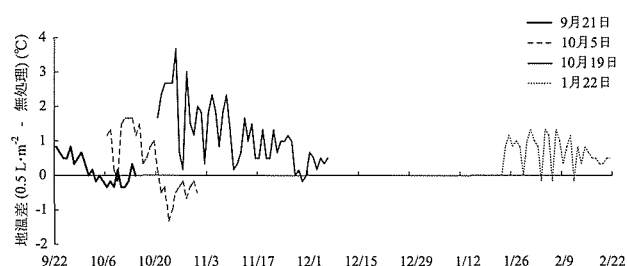
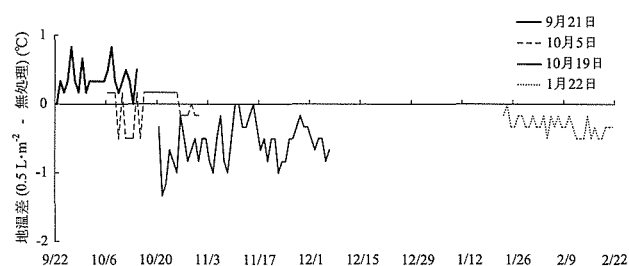
第1表 液状マルチの処理量がコマツナの生育に及ぼす影響

播種日 (月日)	散布量 ($L \cdot m^{-2}$)	最大葉長 (cm)	葉数 (枚)	最大葉幅 (cm)	最大葉柄長 (cm)	収量 ($g \cdot m^{-2}$)
9月21日	無処理	26.2	4.13	8.43	14.6	1,967
	0.25	25.3	4.33	8.60	13.7	1,914
	0.5	27.4	4.57	8.33	15.3	2,079
	1	27.4	4.17	8.32	15.5	2,157
10月5日	無処理	24.6	4.60	8.28	14.1	1,808
	0.25	25.8	4.57	8.23	15.4	2,286
	0.5	26.0	4.77	8.35	14.9	2,217
	1	26.0	4.23	8.07	14.5	2,275
10月19日	無処理	21.2	3.97	7.60	11.6	1,802
	0.25	23.3	4.40	8.23	12.2	2,194
	0.5	23.7	4.43	8.28	12.8	2,240
	1	23.4	4.53	8.22	12.5	2,351
1月22日	無処理	22.6	5.40	8.28	11.2	3,011
	0.25	23.1	5.35	8.33	11.9	3,641
	0.5	23.9	5.65	8.53	12.1	3,574
	1	23.9	5.65	8.95	12.2	3,716
F-test ^z	播種日	**	**	ns	**	**
	散布量	ns	ns	ns	ns	*
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns
多重検定 ^y	無処理	23.6 ^x	4.53	8.15	12.9	2,147b
	0.25	24.4	4.71	8.38	13.2	2,509a
	0.5	25.2	4.80	8.34	13.9	2,528a
	1	24.9	4.65	8.39	13.7	2,625a

^z: *, **は2-way ANOVAによりそれぞれ5%, 1%水準で有意差あり. ns: 有意差なし

^y: アルファベットが異なる場合, Tukeyの多重検定(5%水準)による有意差あり

^x: 4回の播種日の平均を示す

第2図 液状マルチ $0.5 L \cdot m^{-2}$ 散布区と無処理区間の最高地温の差の推移第3図 液状マルチ $0.5 L \cdot m^{-2}$ 散布区と無処理区間の最低地温の差の推移第2表 液状マルチ $0.5 L \cdot m^{-2}$ 区処理と無処理区間の最低地温の差と気象要因の相関関係

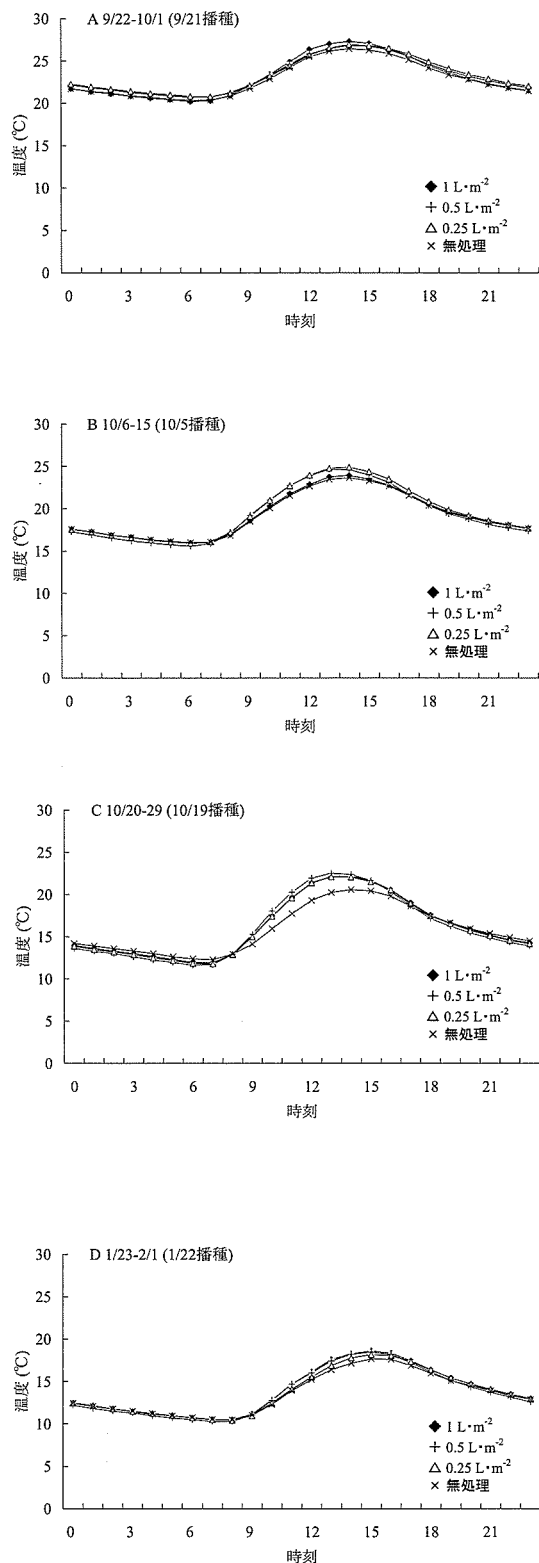
播種日	最低地温 ^z	最低地温 - 最低気温	最低気温	最高気温 - 最低気温	平均風速
9月21日	-0.183	0.482*	-0.492*	0.224	-0.069
10月5日	-0.468 ^y	0.295	-0.509**	0.303	-0.063
10月19日	0.071	-0.547**	0.307*	-0.541	-0.003
1月22日	-0.244	-0.201	0.129	-0.093	-0.095

^z: 無処理区における日最低地温

^y: **は1%水準で, *は5%水準でそれぞれ正, 負の相関関係があることを示す

最低地温は, 9月21日播種では無処理区に対し $0.5 L \cdot m^{-2}$ 区は $0 \sim 0.8^{\circ}C$ 高く推移したが, 最高地温のように生育進行に温度差の縮小する傾向は見られなかった. 10月5日播種では, $-0.5 \sim 0.2^{\circ}C$ の範囲で推移した. 10月19日播種では, $-1.3 \sim 0^{\circ}C$ の範囲で推移し, 栽培期間を通じて

無処理区の地温が高かった. 1月22日播種も同様に $-0.5 \sim 0^{\circ}C$ の範囲で推移し, 栽培期間を通じて無処理区の地温が高かった(第3図). 最低地温は早朝の時間帯となるため茎葉による地表面被覆の影響は小さいと考えられる. 9月21日播種以外で液状マルチ処理区の地温が無処理区よりも低



第4図 液状マルチ散布量が播種後10日間の地中5 cmの平均地温の日変化に及ぼす影響

下した原因を明らかにするため、液状マルチ処理区と無処理区の地温差に影響を与えることが予想されるパラメータとの相関関係を求めたが、一定の傾向はみられなかった(第

2表)。

播種後10日間の平均地温をみると、9月21日播種では、1 L·m⁻²区では夜間は無処理区とほぼ同等に推移し、日中は12～13時にかけて最大0.9°C高かった。0.5 L·m⁻²区では終日、0.3～0.5°C高く推移した。0.25 L·m⁻²区では日中0.2～0.5°C、夜間は0.4～0.7°C高かった(第4図A)。10月5日播種では、1 L·m⁻²区は無処理区に対して-0.1～0.3°Cで経過し、日中は無処理区と同等以上に推移した。0.5 L·m⁻²区では日中11～13時にかけて1.2°C高く、夜間は0.3～0.4°C低かった。0.25 L·m⁻²区では12～14時にかけて1.3°C高く、夜間も無処理区と同等かそれ以上で推移した(第4図B)。10月19日播種では、1 L·m⁻²区は日中、12時の2.1°Cをピークに無処理区より高く推移したが、夜間は0.1～0.5°C低かった。0.5 L·m⁻²区も12時の2.7°Cをピークに高く推移したが、夜間は0.3～0.8°C低かった。0.25 L·m⁻²区も12時の2.1°Cをピークに高く推移したが、夜間は0.1～0.6°C低かった(第4図C)。1月22日播種では1 L·m⁻²区は日中、13時の1.2°Cをピークに無処理区より高く、夜間も同等か、それ以上に推移した。0.5 L·m⁻²区は日中、14時の1.1°Cをピークに高く推移したが、夜間は0.2～0.3°C低かった。0.25 L·m⁻²区では13時の0.6°Cをピークに無処理区より高く、夜間も同等か、それ以上に経過した(第4図D)。播種後10日間の毎時積算温度を比較すると、液状マルチ資材散布量の間に有意な差は認められなかった(第3表)。すなわち、生育の初期段階で作物による地表面被覆の影響が小さい場合、液状マルチ資材散布により日中の地温は上昇するが、逆に夜間は低下するため、結果的に積算地温は同等であった。夜間の地中から大気への放熱は、上向き地表伝熱が大部分を占める(林, 2003)。黒色ポリマルチをハウス内で使用した場合、上向き地表伝熱が抑制されるためハウス内気温は無マルチに比べて低下する。その原因として、古在ら(1985)はポリマルチフィルム裏側に付着した水滴によって長波透過率が低下することが原因であると推察している。これに対して本資材は土壌表面と一体化し水滴などは発生しないため地表から空気中への赤外線の放射が水滴により抑制されることはない。すなわち秋冬季の夜間には上向き地表伝熱が増大し、無処理区に比べて地温の日較差が増大したものと考えられる。このほかに夜間の地温低下の原因として地表面からの水分蒸発の可能性も考えられるが、低温期ではこの影響は少ないとの報告もある(三田村ら, 2001)。本実験でも土壌pH値に処理区間で特に差異は認められなかった(データ略)ことから無マルチと液状マルチの間で水分蒸発量に大きな差はないものと考えられる。根本ら(2007)が無マルチの地表面温度の日較差に対する各種マルチ資材下温度の日較差の比(日較差比)を作物栽培していない状態で調査したところ、本実験における液状マルチと同様に無マルチに対して最高地温が高く、最低地温が低かった資材は透明マルチのみであった。しかしダイコンを栽植した場合、透明マル

第3表 液状マルチ処理がコマツナ播種後10日間の毎時積算温度に及ぼす影響

播種日	9月21日 (°C)	10月5日 (°C)	10月19日 (°C)	1月22日 (°C)
無処理	5,547	4,626	3,888	3,336
0.25 L・m ⁻²	5,579	4,643	3,860	3,286
0.5 L・m ⁻²	5,602	4,711	3,866	3,300
1 L・m ⁻²	5,485	4,605	3,798	3,255
F-test	ns ²	ns	ns	ns

²: 1-way ANOVA により有意差なし

チの最低地温は無マルチより高くなった。本試験で同程度の気温となる10月19日播種では、液状マルチ区の最低地温は常に無処理区より低かった。今のところこのような特性を有する資材はほかに見あたらず、液状マルチ特有の性質と考えられる。液状マルチの着色に用いられる黒色顔料の原料は炭素粉末で、その一般的な性質として赤外線を吸収し、発熱する作用があるが、製品によってもそれらの性質は大きく異なり、原材料メーカーによる情報開示がなされないため伝熱性については不明である。なお、元木ら(2007)は、トンネル内で本資材を使用することにより、アスパラガスの萌芽が顕著に早まったことを報告している。これは、古在ら(1985)が示した黒色ポリマルチフィルムによるハウス内気温の低下とは逆に、液状マルチ資材により夜間の上向き地表伝熱が増加した結果、トンネル内気温の上昇による可能性が考えられた。また、石井・新堀(1988)はさまざまな温度下における収穫直後のカブの呼吸速度を測定したところ、1～10°C、10～20°Cの範囲内では1°C上がるごとにそれぞれ約1%、1.5%上昇していた。本実験においては地温が呼吸に及ぼす影響を調査していないが、液状マルチの夜間の地温の低下はコマツナの呼吸を抑制した可能性が示唆された。その一方で、夜間の地表面からの赤外放射はコマツナ自体の体温を上昇させ、呼吸を高める可能性も否定できない。従って、液状マルチ資材が生育に及ぼす影響を明らかにするためには、地温ならびに群落内微気象について詳細な解析を行う必要があると考えられる。今後は散布処理が簡便で、かつ廃棄物を生じない環境保全型資材としての特性(工藤ら, 2007; 中川ら, 2004)を生かしつつ、顔料組成の調整により使用時期や作物の適正に応じて地温制御能力を具備した資材として改良を重ねることにより軟弱野菜生産への普及の可能性が高まると考えられる。

摘 要

黒色の液状マルチ資材が地温ならびにコマツナの生育、収量に及ぼす影響を明らかにするため、処理量を1, 0.5, 0.25 L・m⁻²区および無処理区の4水準3反復、播種日を2007年9月21日、10月5日、10月20日および2008年1月22日の4水準として組み合わせ、栽培試験を行った。その結果、液状マルチ資材は、散布量に関わらず無処理に比較して増収することが明らかになった。地下5 cmの温度を解析したところ、液状マルチ散布により最高地温は上昇

するが、9月21日播種を除き最低地温は低下した。この現象はコマツナの生育初期に顕著であったが、生育に伴って、その差は小さくなった。播種後10日間の毎正時積算地温に有意な差は認められなかった。地温の日較差の増大はコマツナの増収に寄与した可能性が考えられた。

引用文献

- 林 真紀夫. 2003. 保温. 五訂施設園芸ハンドブック. p. 116–127. (社)日本施設園芸協会. 東京.
- 石井 勝・新堀二千男. 1988. コカブの呼吸量及び数種内容成分の変化と外観品質との関係. 園学雑. 57: 319–323.
- 門田寅太郎. 1972. 蔬菜の生育に及ぼす土壌温度の影響. 高知大農紀要. 21: 1–138.
- 小寺孝治. 2003. マルチ・べたがけ資材と利用. 五訂施設園芸ハンドブック. p. 75–84. (社)日本施設園芸協会. 東京.
- 古在豊樹・菅 明子・奥矢 毅・渡部一郎. 1985. 敷きわらおよびフィルムマルチが無暖房ハウスの夜間温湿度環境におよぼす影響. 農業気象. 40: 393–397.
- 工藤光夫・中川公一・小倉秀一・池島敏二・鈴木尚俊・斉藤康一・元木 悟. 2007. 液状塗布型被覆資材(エコ・サンコート)の開発とその特性. 園学研. 6別1: 438.
- 三田村直樹・太田良祐・八島茂夫. 2001. マルチングによる土壌物理性の制御. 三重大生資農場研報. 12: 1–12.
- 中川公一・金澤貴司. 2001. 液状マルチング方法及び液状マルチング資材. 特許公開2001–45879.
- 中川公一・小倉秀一・池島敏二. 2004. 液状マルチ資材及びマルチ敷設方法. 特許公開2004–313048.
- 中島 譲・森田隆史・片岡圭子・札埜高志・河瀬晃四郎. 2003. シードテープと紙マルチの組み合わせによる葉根菜栽培の試み. 園学研. 2: 293–296.
- 根本和彦・ボンサアヌティン ティーラサク・鈴木晴雄. 2007. 温度日較差比による各種マルチ資材の温度効果. 香川大農学報. 59: 7–14.
- 元木 悟・鈴木尚俊・干川学哉・本井 浩・中川公一・小倉秀一・小林 淳・工藤光夫・斉藤康一・臼井富太. 2007. 液状マルチがアスパラガスの萌芽および収量に及ぼす影響. 園学研. 6別1: 437.
- 富田真佐男・多々木英男・小田雅行・岡田邦彦・佐々木秀和. 1997. マルチ資材散布による夏まきホウレンソウの生産安定. 群馬園試研報. 2: 1–9.