

遮光による昇温抑制効果を活用した夏まきホウレンソウ栽培

黒住 徹*・大原正行・土井正彦***・川島信彦

An Effect on Summer Spinach of Minimizing Rise
in Temperature by Shading

Tooru KUROZUMI, Masayuki OHARA, Masahiko DOI and Nobuhiko KAWASHIMA

Summary

We investigated the effect of minimizing rise in temperature by shading using 8 shading materials and whitewashing on the cultivation of summer-sown spinach under rain shelters.

1. White non-woven fabrics and aluminium-coated polyethylene nets had a good heat-shielding effect. The soil temperature 10 cm below the ground under these shading materials was about 2-5°C lower than that without shading. Black cheesecloth had the worst heat-shielding effect. Shading materials mixed with aluminum powder had intermediate properties.
2. The better the heat-shielding effect of the shading material, the lower the surface temperature of covering material became.
3. The yield of spinach was increased by minimizing the rise in soil temperature by shading, and lower soil temperatures produced corresponding increases in yield. However, the growth of spinach was retarded by more than 50% shading.
4. Shading by whitewashing as a method of heat shielding was an easy, low-cost treatment, having a better effect than those produced by other shading materials, and bringing a good yield of spinach.

Key words:

shading material, whitewashing, spinach, soil temperature, cultivation of summer.

緒 言

野菜の雨よけ栽培は、トマトとホウレンソウを中心に全国的な広がりを見せ、その面積は1985年の実績で約4,000 haに達しており、特にホウレンソウ作付面積の伸びが大きい。

奈良県でも、夏まきホウレンソウの栽培地域が山間部から、従来は夏期の栽培が困難であるとされていた平坦部へと広がりつつある。

ホウレンソウは冷涼な気候を好む¹⁾ため、夏期では高冷地においても土壌病害の発生が多く^{2, 5, 6)}、栽培は不安定となるが、雨よけと遮光により平坦地においても、

夏期のホウレンソウ栽培が可能となり適切な遮光法の確立が望まれている。現在、多種の遮光資材が出回っているが、これらの特性を比較した試験例⁷⁾は少ない。

筆者らは多種の遮光資材の昇温抑制効果について、夏期の雨よけホウレンソウ栽培下において調査し、合わせて、石灰塗布による遮光法についても、その効果を遮光資材と比較調査した。

1. 遮光資材の特性比較試験材料および方法

1) 供試遮光資材

試験区分は第1表に示したとおりで、不織布、寒冷紗、PVA割繊維、ビニルフィルム、ポリネットなどすべて市販の資材を用いた。なお、シルバー系の遮光資材はア

第1表 供試遮光資材と遮光率および遮光下における雨除け屋根内面温度

Table 1. Shading materials, shading rate and the surface temperature of rain shelters film under shading.

遮光資材	素材	メーカー・製品名	使用年度	遮光率 ^① (%)	屋根内面 ^② 温度(°C)
白不織布	ポリエステル	ユニチカ・ラブシート20407FLD	1984	38	35.3
〃	〃	〃・〃 20507FLD	1985	41	—
アルミ蒸着ポリネット	ポリエチレン	フジタ・トレネット # 500	1985	50	—
シルバー寒冷紗	ビニロン	クラレ・クラクール	1984	47	41.6
シルバービニル	塩化ビニル	C I化成・セミシルバー	〃	34	41.1
シルバーPVA割繊維	ポリビニルアルコール	カネボウ・タフベル3000S	〃	39	39.1
〃	〃	〃・〃 3800S	1985	56	—
黒寒冷紗	ビニロン	クラレ・クレモナ # 600	1984, 1985	43	44.7
無遮光 ^③	—	—・—	—	7	35.7

① シルバービニル以外はポリオレフィン系フィルム(0.1mm)と組み合わせた時の値

② 快晴時(外気温30.5°C)に測定

③ ポリオレフィン系フィルム(0.1mm)のみ

ルミ蒸着ポリネットを除き、全てアルミ粉末を練り込んだ資材である。

2) 施設の概要

間口3.5m、奥行8m、棟高2.3mの雨よけパイプハウスである。被覆資材は厚さ0.1mmのポリオレフィン系特殊フィルム(クリンテート)で、側面および妻面の開口部は地上0.7mとした。遮光資材の被覆は、シルバービニルを除き、雨よけフィルムの上に直接重ねてビニベツトで固定した。シルバービニルは単独で、雨よけフィルムを兼ねて同様に被覆した。

3) ホウレンソウの栽培概要

品種はマルス(ナント種苗)を用いた。播種期一収穫期は、1984年は8月2日～9月14日および8月10日～9月18日の2作で、1985年は7月22日～8月22日および8月1日～9月3日の2作で行った。畝幅は110cmで、排水条件が良いため畝高は5cmとした。播種はバラまきとし、6～10cm間隔で間引きを行った。なお、播種後畝面に1㎡あたり6ℓの割合で切ワラを被覆した。なお遮光資材は、1984年はホウレンソウ栽培期間、途中で除去せず、1985年は2作とも8月25日に除去した。

4) 測定法

気温は畝上50cm、地温は畝下10cm、遮光資材の内面温度はハウスの棟より1mの内側でC-C熱電対を用いて測定した。このうち気温および地温はデータロガー(タケダTR2723型)によって1時間単位の平均値を記録し、1日単位の最高値、最低値、平均値のいずれもこ

の値をもとにして算出した。

遮光率は雨よけ資材と遮光資材それぞれの値を走行式シリコン光検出器で測定し、2つの資材を組み合わせた場合の値を算出した。

結 果

1) 遮光率および屋根内面温度

第1表に遮光資材と雨よけ資材を組み合わせた遮光率および快晴時における雨よけ資材の内面温度(1984年のみ)を示した。遮光率の最も高かった資材はシルバーPVA(3800S)の56%、ついでアルミ蒸着ポリネットの50%およびシルバー寒冷紗の47%であった。逆に遮光率の低い資材は、シルバービニルの34%で、それ以外の資材はいずれも40%に近い値であった。

屋根内面温度は白不織布および無遮光が最も低く、外気温プラス約5°Cであった。一方、黒寒冷紗は外気温プラス約14°Cと最も高かった。その他のアルミ粉末利用のシルバー資材は外気温プラス10°C前後で中間の値となった。

2) 気温

第1, 2図から明らかなように、無遮光の場合、外気温より高く、遮光によって外気温に近い値となった。資材による気温の差は、最も大きい場合、最高気温で1.9°C、平均気温で0.5°Cであった。平均気温の最も低かった試験区は1984年度では白不織布区、1985年度ではア

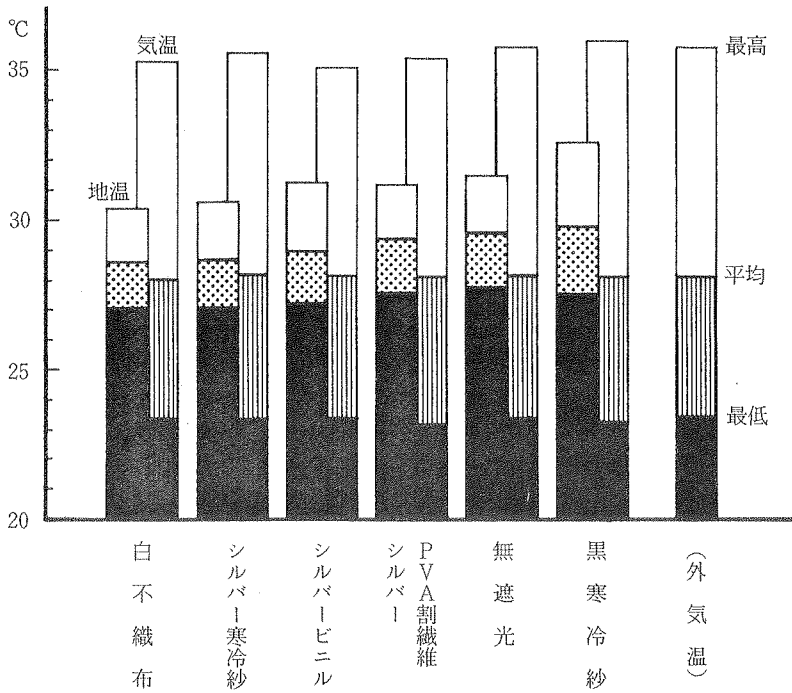


Fig. 1 Air and soil temperature of spinach field under various shading. (1984)

第 1 図 ホウレンソウ栽培下における各種遮光資材による気温、地温の違い
(1984. 8. 11 ~ 15, 畝上 50 cm・地下 10cm)

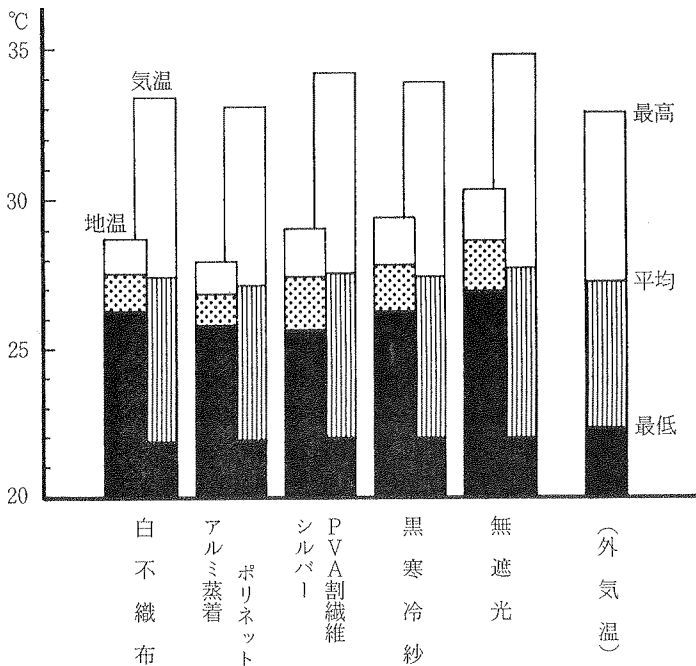


Fig. 2 Air and soil temperature of spinach field under various shading. (1985)

第 2 図 ホウレンソウ栽培下における各種遮光資材による気温、地温の違い
(1985. 8. 11 ~ 15, 畝上 50 cm・地下 10cm)

ルミ蒸着ポリネット区であった。一方、黒寒冷紗区はいずれの年度においても高くなった。

3) 地温

各試験区における地温を第1, 2図に示した。8月11日～15日の最高地温は無遮光の場合、いずれの年度においても最も高くなり、特に1984年には32.7℃に達した。一方、遮光によっていずれも地温は低下した。2か年の結果を総合すると、地温の低下が最も著しい試験区はアルミ蒸着ポリネット区と白不織布区で、無遮光区に比べ最高地温で2.5℃、平均地温でも1.5℃以上低下した。地温低下の最も少ない資材は黒寒冷紗区で、最高地温においても1℃程度であった。その他のアルミ粉末を利用した資材では、これらの中間の地温低下を示した。

4) ホウレンソウの生育

第2, 3表にホウレンソウの生育を示した。1984年では、多少のバラツキは見られるものの、地温が低いほど生育が良い傾向がはっきり見られた。1985年においても黒寒冷紗の生育が悪く、白不織布区の生育が良かった。しかし、地温が最も低く、遮光率も高いアルミ蒸着ポリネット区は白不織布区よりやや生育が悪くなった。さらに、遮光率が56%と最も高いシルバーPVA割繊維区も生育不良となった。なお、商品面からみれば、遮光により夏期のホウレンソウとしては商品価値の高いものが生産された。

2. 石灰塗布による遮光効果の検討

第2表 遮光資材の違いがホウレンソウの生育に及ぼす影響(1984)

Table 2. Growth of spinach under various shading. (1984)

播種日	遮光資材	生		育*
		10株重(g)	草丈(cm)	葉数
8/2	白不織布	243	27.0	28.6
	シルバー寒冷紗	150	23.9	28.0
	シルバービニル	190	27.2	28.9
	シルバーPVA割繊維	115	20.5	26.3
	黒寒冷紗	115	21.3	21.4
	無遮光	90	19.4	17.6
8/10	白不織布	193	29.8	23.7
	シルバー寒冷紗	205	33.4	19.7
	シルバービニル	220	31.3	21.1
	シルバーPVA割繊維	145	25.4	20.4
	黒寒冷紗	185	24.9	19.0
	無遮光	78	20.2	18.4

* 8/2播種—43日目, 8/10播種—41日目に調査

第3表 遮光資材の違いがホウレンソウの生育に及ぼす影響(1985)

Table 3. Growth of spinach under various shading. (1985)

播種日	遮光資材	発芽率(%)*	生		育**
			10株重(g)	草丈(cm)	葉数
7/22	白不織布	28	168	24.0	16.0
	アルミ蒸着ポリネット	24	111	19.9	12.2
	シルバーPVA割繊維	20	136	21.0	15.1
	黒寒冷紗	18	89	17.7	11.6
	無遮光	13	—	16.8	13.6
8/1	白不織布	22	259	21.8	18.3
	アルミ蒸着ポリネット	24	189	21.3	15.8
	シルバーPVA割繊維	22	140	18.5	16.5
	黒寒冷紗	28	148	19.7	16.9
	無遮光	21	154	17.4	15.1

* 7/22播種—7日目, 8/1播種—6日目に調査

** 7/22播種—31日目, 8/1播種—32日目に調査

1986年に、簡易な遮光法として従来から行われている石灰塗布に改良を加え、その効果を遮光資材の中で最も効果の高かった白不織布と比較検討した。

材料および方法

1) 施設の概要

遮光資材と同じ施設を用いた。ただし、雨よけ被覆資材は厚さ0.1mmの農ビを使用した。

2) 遮光法

石灰塗布区は遮光率40%を目標にして、塗布素材はハウス床面積1a当り、炭酸カルシウム水和剤(クレフノン)3kg、木工用水性接着剤250gを水25ℓに混ぜ、動噴で屋根全体に散布した。なお、この配合割合は、1985年度に行った石灰塗布の予備試験(被覆資材はポリオレフィン系フィルム0.1mmを使用)の結果にもとづいて決定した。遮光資材は白不織布(20507FLD)を使用し、除去時期を8月18日とした。

3) ホウレンソウの栽培概要

品種はおかめ(タキイ種苗)を用いた。播種期-収穫期は7月25日~8月22日および8月7日~9月4日の2作で行った。播種は4条のすじまきとし、株間6cmに間引きした。その他は遮光資材の試験と同様に行った。

4) 測定法

温度の測定は遮光資材の試験と同様に行った。遮光率の測定は照度計(ミノルタT-1H)を用いて、快晴時の11時に地上約1.5mの高さで1棟20か所について行い、平均値を算出した。

結 果

1) 遮光率

石灰塗布区の遮光率は40%であった。いっぽう、白不織布区の遮光率は43%で、双方の値をおよそ一致さ

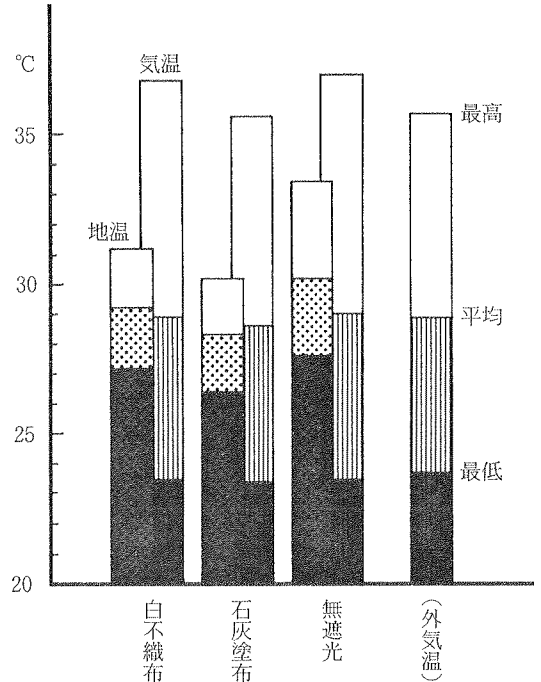


Fig. 3 Air and soil temperature of spinach field under shading by whitewashing and white non-woven fabrics. (1986)

第3図 ホウレンソウ栽培下における白不織布及び石灰塗布遮光による気温と地温

(1986.7.27~8.1, 地上50cm・地下10cm)

せることができた。また、降雨による石灰の流失は生育後期においてもほとんど見られなかった。

2) 気温および地温

第3図からわかるように気温、地温ともに石灰塗布区が白不織布区より低かった。その差は、最高気温が約1°C、平均気温が0.5°Cで、地温は最高、最低ともに、およそ1°Cであった。

第4表 白不織布と石灰塗布遮光下におけるホウレンソウの生産(1986)

Table 4. Growth of spinach under shading by whitewashing and white non-woven fabrics. (1986)

播種日	遮光法	発芽率(%)*	生 育**		
			10株重(g)	草丈(cm)	葉数
7/25	白不織布	29	137	20.1	13.6
	石灰塗布	52	189	26.0	16.3
	無遮光	35	117	17.6	13.7
8/7	白不織布	69	174	21.4	15.6
	石灰塗布	75	185	23.1	17.5
	無遮光	67	142	20.1	17.1

* 播種11日目に調査

** 播種28日目に調査

3) ホウレンソウの生育

ホウレンソウの発芽率と生育を第4表に示した。生育は、石灰塗布区>白不織布区>無遮光区の順に良く、この差は気温が高い7月25日までに顕著であった。立枯れ病などの病害の発生はいずれの試験区においても見られなかった。

考 察

1) 遮光効果について

一連の試験により、困難とされていた平坦地における夏まきホウレンソウ栽培が、適切な遮光法により、十分可能であることが明らかとなった。遮光の意義は、光を遮ることよりも、日射の熱エネルギーを遮ることがより重要であろう。遮光率が高いほど、このような遮熱効果も当然高くなると考えられるが、その他にも、屋根面からの熱放射の影響も大きいことが、試験結果から明らかである。すなわち、1984年の試験において、屋根内面温度が高いほど地温が高くなったが、これは屋根面で吸収された日射エネルギーが、長波放射の形で再び地面に多く伝わったためである。

石灰塗布区で地温が低くなったのは、石灰の日射反射率が高いためである。また、アルミ粉末を使用した資材の日射反射率は白と黒の間で、そのため、屋根内面温度も地温も中間となったと言える。一方、アルミ蒸着ポリネットと白不織布は、石灰塗布に次いで日射の反射率が高く、地温の上昇抑制効果も大きくなった。

2) 遮光率とホウレンソウの生育について

夏まき栽培の安定化は、発芽率を高め初期生育を順調にすすめることが大切で、特に土壌病害の発生は生育初期に多く^{2,5,6)}、これを回避することが重要となる。ホウレンソウの夏まき栽培は、ホウレンソウの生育適温をはるかに越えた高温条件下の栽培であり、少しでも気・地温の上昇を抑えることが安定生産に結びつくもので、この試験範囲でも地温が低いほど良好であることが、結果から明らかである。ただし、遮光率が50%を超えた場合、日照不足から生育後半は軟弱となり、収量も低くなった。小菅⁷⁾は、遮光資材を用い夏まきホウレンソウのトンネル栽培を行ったが、この中で、本試験で使用した資材と同一の2種類のシルバー-PVA 割繊維を用いている。それによると、遮光率の低いもの(39%)では生育が良く、高いもの(56%)では生育が悪くなった。また遮光率50%の黒ビニルを用いても、同じようにホウレンソウの生育は他の区に比べて劣ったと報告している。既往の報告と本試験からみて、7~8月まきホ

ウレンソウ栽培では遮光率40%前後が適当であると判断された。

また、栽培後半は、地上部が大きくなると地表をホウレンソウが覆うので、地温上昇がやや緩和するため、適正な遮光率はさらに低くなると考えられる。小坂³⁾は、夏どりホウレンソウの栽植密度の試験の中で、密植栽培は商品化率と単価の低下を招くことから間引きの重要性を指摘しているが、適切な遮光法により発芽率が高まり初期生育が良好になるにしたいが、適度の間引きと生育後半の遮光率を下げるのが品質向上につながると考えられる。

3) 石灰塗布について

石灰塗布の費用試算については、遮光率40%、床面積1a当り、標準の配合を水25ℓに炭酸カルシウム水和剤3kg、木工用ボンド250gとするとおよそ600円で、1.5~2万円かかる遮光資材に比べ非常に安価であり、塗布労力は1a当り約15分で他の資材の被覆作業よりも簡便であると考えられる。今回の試験では、被覆資材に予備試験とは異なる農ビを用いたため、降雨による石灰の流出がほとんど認められなかったが、石灰の流出を早め生育後半の遮光率を下げるために、接着剤の量の調節や、吸着力の小さいポリオレフィン系フィルムの屋根被覆など、さらに工夫の余地がある。今後は、今回明らかにならなかった石灰等の配合割合と流出量との関係について、各種の被覆資材について経時変化も測り、適切な配合を再検討する必要がある。

摘 要

夏期の雨よけホウレンソウ栽培下における、遮光による昇温抑制効果を8種の遮光資材および石灰塗布について比較調査した。

1. 地温は、白不織布とアルミ蒸着ポリネットを用いた場合、最も低くなり、無遮光に比べ地下10cmで約2.5℃低下した。一方、黒寒冷紗を用いた場合は最も高くなった。アルミ粉末を使用した資材は中間の値を示した。
2. 遮光時の屋根内面温度は、地温の上昇抑制効果の高い資材ほど低くなった。
3. ホウレンソウの収量は、遮光により地温の上昇を抑制することによって増加し、地温が低いほどより高くなった。ただし、遮光率が50%を超えると生育は悪くなった。
4. 石灰塗布による昇温抑制法は、簡易であり、1a当りの標準配合である水25ℓに炭酸カルシウム水和剤3

kg, 木工用ボンド 250 g で約 600 円と低コストで, しかも他の遮光資材によるものより昇温抑制効果が高く, ホウレンソウの収量も多かった。

引用文献

1. 香川 彰 1974. ホウレンソウ. 農業技術体系, 野菜編 7. 農文協.
2. 小島博文・荒井 滋・岡山健夫 1979. 奈良県における夏ホウレンソウの生産障害について. 関西病虫研報 21:46.
3. 小坂能尚・植村則大 1983. 夏どりホウレンソウの生産安定化技術について. 京都農総研研報 11:35-47.
4. 小菅悦夫・高橋洋二 1982. 夏まきホウレンソウにおけるトンネル用被覆資材の比較検討. 園学要旨 昭57春:250-251.
5. 草刈真一・辻 博美・山田貴義・田中 寛 1979. *Pythium* sp. によるホウレンソウの立枯病. 日植病報 45:268-271.
6. 内記 隆・加納正和 1978. ハウス栽培ホウレンソウの土壌病害の発生とその病原菌. 日植病報 44:543-553.