

遮光処理によるキャベツの葉温低下と脱順化の抑制

佐々木英和*・今田成雄**・小田雅行***

野菜・茶業試験場 514-2392 三重県安芸郡安濃町草生 360

Leaf temperature decrease and suppression of deacclimation induced by shading in cabbage

Hidekazu Sasaki*, Shigeo Imada**, and Masayuki Oda***

National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Ano, Mie 514-2392

Summary

The temperatures of the head leaves of cabbage in a field can be higher than the air temperature during the day due to solar radiation. The decrease in freezing tolerance by solar radiation was confirmed by shading the head leaves. Although the highest leaf temperature without shading was about 28 °C during the day, the leaf temperature with shading was lower than the air temperature. Deacclimation of the cabbage was also reduced by shading. Shading (31% of full sun) with cover materials stretched horizontally above the ground for 6 days increased the freezing tolerance in comparison with non-shading. These results demonstrate that the head leaves of cabbage grown in winter are often exposed to high temperatures on sunny days, affecting the freezing tolerance of the cabbage. Short-term deacclimation of cabbage induced by high leaf temperatures in winter can be transiently controlled by shading.

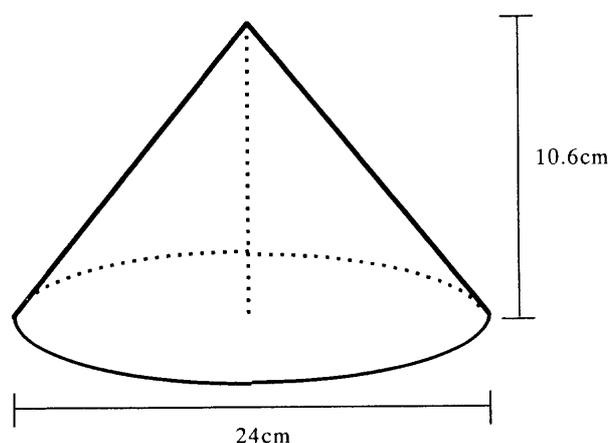
キーワード: *Brassica oleracea* L., 脱順化, 遮光, 耐凍性, 葉温

緒言

冬期間に栽培されるキャベツは、遭遇する温度によって低温順化し、耐凍性が変化している (Kohn・Levitt, 1965). 幼植物では、5°C・1週間の低温順化処理によって耐凍性が獲得され、さらに、この獲得された耐凍性は、1日の脱順化で消失する (Sasakiら, 1996). 圃場において結球した状態では、冬期間でも晴天時など日射によって葉温が上昇し、それに伴って脱順化が引き起こされることが明らかとなった (佐々木ら, 2002). キャベツでは、冬の寒害よりも春先の凍霜害の方が、多くの被害を発生させる場合もある (吉川ら, 1979). 従って、保温技術などによって凍霜害を防ぐだけでなく、耐凍性の消失、つまり脱順化を抑制するということが被害を減らすために重要と考えられる。そこで本研究では、結球時のキャベツで短時間にみられた脱順化が日射の引き起こした葉温上昇によるものか確認するとともに、遮光処理による脱順化の防止について検討を行った。

材料および方法

キャベツ品種‘晩抽理想’を培養土を詰めた128穴セル成型トレイに播種し、20/15°C(昼/夜)、メタルハライドランプ(BOCランプ)光源による光強度 $230 \pm 10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、12時間日長の人工気象室内で育苗した後、野菜・茶業試験場の圃場に定植した。実験1では、1997年8月25日に播種し、同年9月22日に定植した。1998年2月27日の午前9時から午後4時まで遮光処理としてアルミ箔で覆ったボール紙製円錐状キャップ(第1図)をキ



第1図 遮光処理用ボール紙製円錐状キャップ模式図
表面をアルミ箔で被覆した

2001年8月10日 受付. 2002年3月15日 受理.

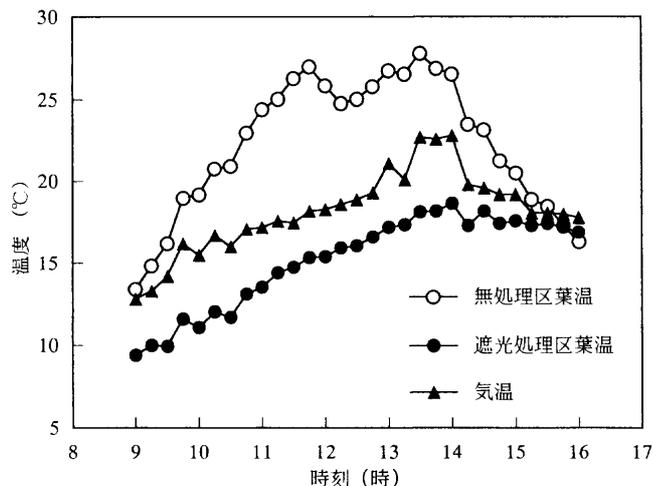
*Corresponding author.

現在:東北農業研究センター 020-0198 岩手県盛岡市

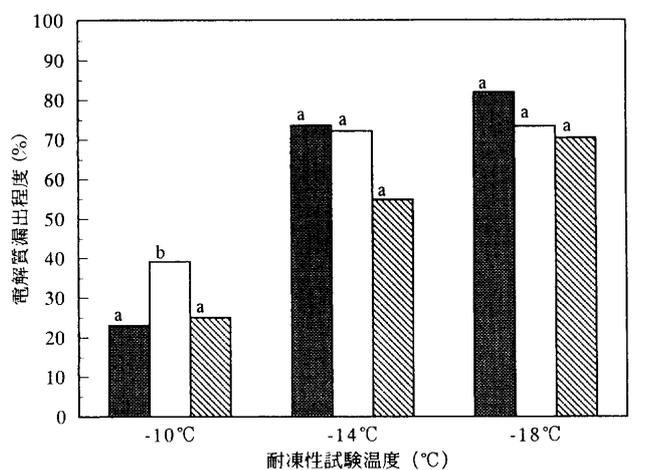
**現在:野菜茶業研究所

***現在:大阪府立大学大学院農学生命科学研究科

キャベツ結球部分に被せた。この時のキャベツ結球重は約1180 g程度であった。無処理と遮光処理したキャベツで結球の表面から3枚目の葉の胚軸側温度および地上約35 cmの気温を熱電対で測定し、葉の耐凍性は、27日午前9



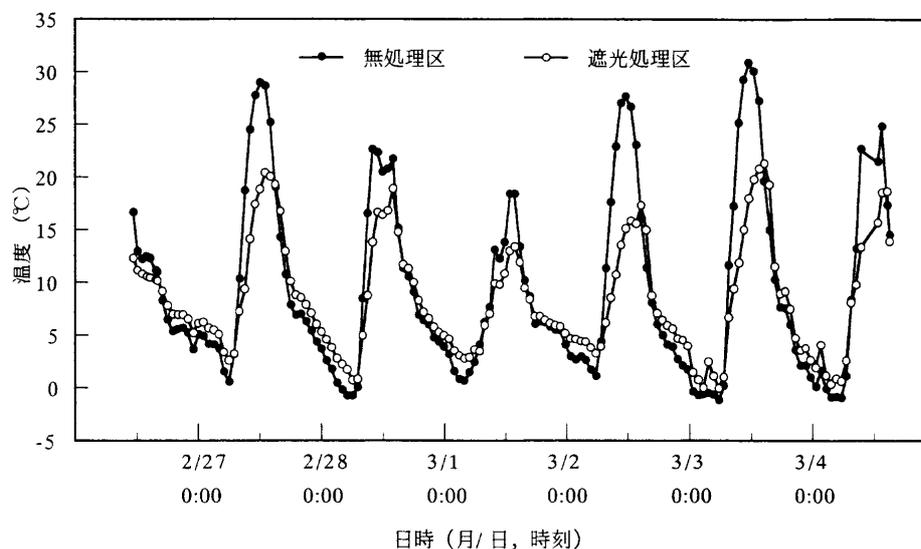
第2図 遮光処理がキャベツ葉温に及ぼす影響



■ AM9:00; □ PM4:00 (無処理区); ▨ PM4:00 (遮光処理区)

第3図 遮光処理がキャベツ葉の耐凍性に及ぼす影響

それぞれ同じ耐凍性試験温度での異なるアルファベットはそれぞれ5%水準で有意差有



第4図 寒冷紗による遮光処理がキャベツ葉温に及ぼす影響

時と午後4時にサンプリングして直ちに測定した。耐凍性は、葉片(φ12 mm)に植水し、耐凍性の程度に応じて差が明瞭になるよう -10 、 -14 および -18 °Cに遭遇させた後、葉片を15 mlの脱塩水に浸漬して電気伝導度を測定し、凍結処理温度ごと4反復の電解質漏出程度で調べた。実験2では、1997年8月26日に播種し、9月29日に定植したキャベツを用いた。結球重が約1105 g程度であった1998年2月26日から3月4日まで2重にした寒冷紗(遮光率約69%)を浮き掛けし、結球の表面から3枚目の葉の胚軸側温度と耐凍性の変化を調べた。耐凍性試験は、実験1に比べて植物の耐凍性が減少していたため、 -8 、 -10 および -14 °Cに遭遇させて測定した。

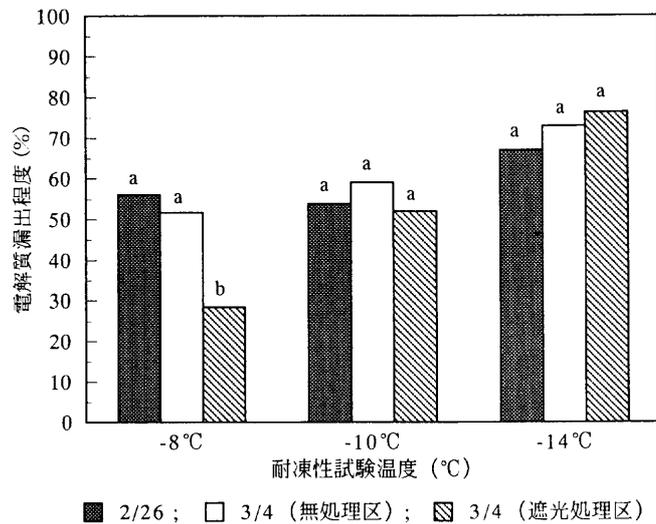
結果

実験1. 日中の遮光処理が葉温と脱順化に及ぼす影響

晴天であった1998年2月13日は、日中の気温が 13 °Cから 23 °Cまで変化し、無処理区の葉温は、正午を中心に気温よりも高く推移して最高で 28 °Cに達した(第2図)。一方、結球部分にキャップを被せて遮光処理をしたキャベツの葉温は気温よりも低く、最高でも 19 °Cであり、無処理区との温度差は大きかった。無処理区では、午後4時の -10 °Cの耐凍性試験での電解質漏出程度が、午前9時の値に比べて増加しており、耐凍性の減少がみられた。しかし、遮光処理区では、ほとんど午前9時の値と変化しておらず、無処理区でみられたような脱順化が抑制された(第3図)。 -14 °C、あるいは -18 °Cでの凍結試験では、電解質漏出程度に有意な差が認められなかった。

実験2. 寒冷紗による短期間の遮光処理が耐凍性に及ぼす影響

2重の寒冷紗を浮き掛けして6日間遮光処理した場合には、日中は無処理区の葉温が遮光処理区よりも高く、逆に夜から朝にかけて低くなった(第4図)。無処理区では、最高葉温が 28 °Cを越えた日があったが、遮光処理区では



第5図 寒冷紗による遮光処理がキャベツ葉の耐凍性に及ぼす影響
それぞれ同じ耐凍性試験温度での異なるアルファベットは5%水準で有意差有

最高で20°C程度であった。この間に無処理区のキャベツでは、耐凍性試験での電解質漏出程度に2月26日と3月4日で有意な差はみられなかったが、遮光処理区では、-8°Cでの凍結試験で電解質漏出程度が減少しており、耐凍性が増加する傾向がみられた(第5図)。ただし、寒冷紗を4重に被覆したキャベツでは、無処理区と有意差はなく(予備試験)、葉が黄化しはじめている個体も確認された。

考 察

前報(佐々木ら, 2002)において、冬期間でも晴天日には、結球しているキャベツの葉温が気温以上に高くなり、それに伴って程度は低いものの脱順化を引き起こして耐凍性が減少することを報告した。本実験でも日中に葉温が高温となり、耐凍性の低下が認められた。キャベツ幼植物では、時間単位の15°C処理でも脱順化が引き起こされることが報告されている(Sasakiら, 2001a)。本実験でのキャベツ葉温は、15°C以上の高温に数時間遭遇していたが、日射を遮って葉温の上昇を抑制することで脱順化を軽減することができた。被覆資材による寒害の防止効果に関しては、保温、特に夜から朝にかけての温度について報告されている(五十嵐・岡田, 1989; 中川ら, 1983)。脱順化を防止して植物の獲得している耐凍性を維持するという観点からは、被覆による日中の温度変化についても考慮することが、さらなる凍霜害防止に役立つものと思われる。

寒冷紗を用いて6日間行った遮光処理では耐凍性が増加する傾向がうかがわれており、脱順化の防止による凍霜害の軽減に役立つ可能性が認められたものの、予備試験で行った遮光程度が強い4重の寒冷紗による遮光処理では、遮光処理しない場合と同程度の耐凍性となった。キャベツは、低温により糖質の蓄積が促進される(Sasaki

ら, 2001b)。しかし、Floreら(1983)は、遮光処理によって植物体内の可溶性炭水化物が減少することを報告しており、また、耐凍性には可溶性糖類が関与しているため(Perras・Sarhan, 1984; Guyら, 1992)、長期間の遮光処理による糖質の減少が、耐凍性の低下を引き起こす可能性も懸念される。従って、実際の遮光処理による脱順化防止には、遮光程度や期間などについても検討する必要がある。

以上の結果から、冬期間に結球しているキャベツでは、晴天時に結球葉への直達光により葉温が高温となる場合があるため、耐凍性が低下することが確認され、一時的な遮光によって短期間の脱順化を抑制できることが明らかとなった。ただし、より長い期間の遮光処理や他の環境要因との関係については、検討を要する。

摘 要

冬のキャベツは、日射などの条件によって一時的に気温より高温になることがあり、脱順化している可能性が認められた。そこで、遮光による脱順化防止について検討するために、外葉は遮光せずに結球部分のみ遮光して葉温と耐凍性に及ぼす影響について調べた。晴天時に、無処理区では葉温が最高で28°C以上にまで上昇したが、遮光処理区の葉温は、日中には気温以下で推移した。耐凍性は、遮光処理区では、無処理区のように低下せず、脱順化が抑制されていることが明らかとなった。さらに、寒冷紗浮き掛けにより6日間連続で遮光処理(遮光率約69%)すると、無処理のキャベツに比べて、耐凍性の向上がうかがわれた。以上の結果から、晴天時の日射による葉温上昇が引き起こす短期間の脱順化は、一時的な遮光によって抑制されることが示唆された。

引用文献

- Flore, J. A., G. S. Howell and C. E. Sams. 1983. The effect of artificial shading on cold hardiness of peach and sour cherry. *Hort Science* 18: 321-322.
- Guy C. L., J. L. A. Huber and S. C. Huber. 1992. Sucrose phosphate synthase and sucrose accumulation at low temperature. *Plant Physiol.* 100: 502-508.
- 五十嵐大造・岡田益己. 1989. キャベツの凍害防止を目的としたべたがけ下の気温および葉温と屋外風速の関係. 神奈川園試研報. 38: 15-19.
- 吉川雅夫・星野和生・小林和彦・野口正樹. 1979. 野菜寒害発生頻度と被害の地域性. 野菜試栽培部年報. 6: 25-29.
- Kohn, H. and J. Levitt. 1965. Frost hardiness studies on cabbage grown under controlled conditions. *Plant Physiol.* 40: 476-480.
- 中川清裕・今西 実・米谷 力. 1983. チャ栽培における被覆資材と防霜防寒効果について. 奈良農試研報. 14: 11

- 17.

- Perras, M. and F. Sarhan. 1984. Energy state of spring and winter wheat during cold hardening. Soluble sugars and adenine nucleotides. *Physiol. Plant.* 60: 129-132.
- Sasaki, H., K. Ichimura and M. Oda. 1996. Changes in sugar content during cold acclimation and deacclimation of cabbage seedlings. *Ann. Bot.* 78: 365-369.
- Sasaki, H., K. Ichimura, S. Imada and M. Oda. 2001a. Loss of freezing tolerance associated with decrease in sugar concentrations by short-term deacclimation in cabbage seedlings. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 70: 294-298.
- Sasaki, H., K. Ichimura, S. Imada and S. Yamaki. 2001b. Sucrose synthase and sucrose phosphate synthase, but not acid invertase, are regulated by cold acclimation and deacclimation in cabbage seedlings. *J. Plant Physiol.* 158: 847-852.
- 佐々木英和・今田成雄・小田雅行. 2002. 冬季の日射にともなう生じるキャベツ結球葉の昇温による耐凍性低下. *園芸学研究*. 1: 48-50.