キャベツ凍害防止を目的とした 寒冷紗べたがけの被覆方法

五十嵐大造*・岡田益己**・中山敬一***

(* 神奈川県園芸試験場三浦分場
** 東北農業試験場気象環境制御研究室
*** 千葉大学園芸学部)

Studies on the Row Covering Methods of Vynlon Cheesecloth to Prevent Cold Injury in Cabbage

Daizou IGARASHI*, Masumi OKADA** and Keiichi NAKAYAMA***

(*Miura Branch, Kanagawa Horticultural Experiment Station, Shimomiyada. 3002, Hassemachi, Miura-city, Kanagawa 238-01, Japan
** Laboratory of Microclimate Control, Tohoku National Agricultural Experiment Station, Akahira 4, Shimo-Kuriyagawa, Morioka-city, Iwate 020-01, Japan
*** College of Horticulture, Chiba University, Matsudo 648, Matsudo-city, Chiba 271, Japan)

The effects of covering cabbage crops to prevent cold injury were investigated using cheesecloth made of Vynlon.

Two types of cheesecloth, #200 and #300 were used. The floating row cover method in which the cheesecloth is at a height 50cm above the ground and the contacting row cover method in which the cheesecloth is kept just above the top of the cabbages were employed.

The air temperatures under the floating and the contacting row covers, using cheesecloths #300 and #200 were 3°C and 2°C, respectively, higher than that of the control during clear nights with wind speed below 50cm/s. However, with increasing wind speed the difference between the air temperatures in the control and the row covering were slight especially in the contacting row covering, using #300. The leaf temperatures under the floating row cover with #300 and #200, were 3°C and 2°C, respectively, higher than the control when the wind speed was less than 50cm/s on clear nights. With increasing wind speed over 100cm/s, there was no difference between the leaf temperatures in the contacting row cover with cheesecloths #200 and #300, and that of the control. However, there was a difference between the leaf temperatures in the floating row cover with #300 and the control. In the case of the contacting row cover, the leaf temperature increased slightly under #200 and #300, leading to a small temperature difference between the contacting row cover and the control.

These results show that the floating row cover with cheesecloth #300 was useful irrespective of wind speed. The incidence of head rot caused by cold injury under the floating row cover with cheesecloth #300 was lower than it was in the control in open field. The contacting row cover and the floating row cover with cheesecloth #200 were ineffective.

The influence of the height of the floating row cover with cheesecloth #300 on keeping the leaf temperature higher by taking off or retaining all the sides of cheesecloth was investigated. Leaf temperature under the floating row cover, stretched 30cm above the ground was about 1.5°C higher than that of the control when the wind speed was less than 50cm/s on clear night. However, the difference in leaf temperature was counterbalanced when wind speed was more than 1m/s. When the cheesecloth was stretched 50cm and 1m above the ground, the leaf tem-

perature was about 2.5°C higher than that of the control irrespective of wind speed. With increasing wind speeds of more than 1m/s, the leaf temperature under the cheesecloth stretching 1m high was about 1°C higher than that at 50cm.

By covering all sides with cheesecloth #300 stretched at 50cm high, the leaf temperature was about 1°C lower than that it was without the side cheesecloth.

These results indicate the advantages of choosing cheesecloth #300 rather than #200, and stretching the cheesecloth at a height greater than 50cm in order to effectively prevent cold injury to cabbage crops in the open field.

Key words: Cabbage, Cheesecloth, Cold injury, Contacting row cover, Floating row cover.

キーワード: うきがけ, 寒冷紗, キャベツ, じかがけ, 凍害

1. はじめに

神奈川県三浦半島では、1月から2月の最低気温の平均値が、2℃を下回らないという温暖な気候を活かして、12〜3月に収穫される夏まき冬穫りキャベツやダイコンを栽培し、有利な経営が展開されている。

三浦半島の冬穫りキャベツは、従来耐寒性の高い寒玉と呼ばれる品種が栽培されていたが、1977年ごろからこれに代わって耐寒性は劣るが品質に優れる春系の品種が増加し、現在ではこれが大部分を占めるに至っている。このような品種の変遷に伴い、収穫期前後に結球部が軟化・腐敗する症状が増加するようになり、その原因の究明と対策の確立が急務となった。本症状を示す株からは *Pseudomonas Viridiflava* と *Pseudomonas Marginalis* の2種類の病原細菌が分離され、本症状は腐敗病と命名されている(後藤, 1956; 陶山・大林, 1982)。また腐敗病は、キャベツ葉が凍害を受けた後、病原細菌が侵入・増殖することによって発病すること、さらに凍害は葉温が-5℃以下になってはじめて引き起こされ、葉温がより低くなるほど被害が増大することが報告されている(五十嵐・大林, 1985)。これらのことからキャベツの腐敗病を防止あるいは軽減するためには、病原細菌の密度を低下させるとともに、キャベツ葉の凍害発生を防止する必要があることが判明した。そのためには厳寒期の葉温の降下を少しでも軽減することが重要である。

これまで、凍害の防止については多くの研究があり、各種資材を利用した被覆技術も開発されている。ここでは、比較的簡易な被覆法として最近急速に普及してきたべたがけの利用を試み、寒冷紗を供試して、その種類の違い、およびうきがけの展張した高さの違いが、キャベツの保温性に及ぼす影響について微気象の点から検討した。

2. 実験方法

1987〜1988年にかけて無被覆を対照としてビニロン寒冷紗#200(以下#200という)および同#300(以下

#300という)の2種類の寒冷紗を用いて、じかがけおよび、うきがけによる被覆の効果に関する実験(以下実験Ⅰという)を行った。1989年には#300を供試して、うきがけの展張高および周辺の裾の開閉を変えた実験(以下実験Ⅱという)を行った。

2.1 実験Ⅰ：寒冷紗の種類と被覆方法を変えた実験

実験は、神奈川県三浦市の神奈川県園芸試験場三浦分場内のは場を使用して、1987年12月から1988年1月にかけて行った。べたがけの資材には、#200(目合2.10mm, 空隙率77%, 遮光率18%)および#300(目合1.04mm, 空隙率68%, 遮光率22%)を使用した。試験区は、被覆方法によって、うきがけ区、じかがけ区および無被覆区の全部で5区を設けた。うきがけ区は、四隅に支柱を立て、支柱間に鉄パイプを渡して地上50cmの高さになるように、寒冷紗を水平に展張し、周囲のすそは開放してキャベツと寒冷紗の間を風が吹き抜けられるようにした。また、じかがけ区は、キャベツの株上に直接寒冷紗を被覆し、周囲を包み込むようにして針金で地面に留めた。この状態で、寒冷紗は外葉に支えられるので、結球部との間に10cm強の空間が生ずる。Fig.1にこれらの被覆法を模式的に示す。寒冷紗の被覆はキャベツの結球がほぼ完成した12月7日から、試験終了まで継続して行った。キャベツの品種は“金春”で、8月

Fig. 1. Schematic diagram of covering methods. (A: the floating row cover, B: the contacting row cover).

27日には種し、10月2日に定植した。栽植距離は畦幅55 cm、株間40 cmとし、各試験区の面積は6畦分、 $3.3\text{ m} \times 15\text{ m} = 49.5\text{ m}^2$ とした。温度測定には、直径0.32 mmのT型熱電対を用い、測定は夜間に行った。センサーは以下のように設置した。気温の測定は、熱電対感部を各区1点ずつ畦間の地上20 cmの高さに設置し、上部にアルミ箔の放射よけを取り付けた。葉温の測定は、良くしまつて大きさの揃った株を各区2個体選び、その頂部に粘着テープで熱電対感部を張り付けた。また、被覆区では寒冷紗の裏側に熱電対感部を接触させて、その温度を測定した。また、無被覆区では塩化リチウム露点検出器(横河北辰電機製、6131形)で地上50 cmの露点温度を測定した。風速は、同一は場内で地上2 mに設置した光電微風速計(牧野応用測器製、AF750)で測定した。風速計の出力は積算計を介して平均値を10分ごとに、また、他の出力は5分ごとにサンプリングして、その平均値を20分ごとに記録した。

2.2 実験Ⅱ：寒冷紗の展張高および周囲の裾の開閉状態を変えた実験

実験は1989年1月に神奈川県園芸試験場三浦分場内のは場で行った。供試資材には寒冷紗#300を使用し、試験区として地表から30 cm、50 cmおよび100 cmの3段階の高さにうきがけした区および無被覆区を設けた。うきがけ区の設置方法及び試験規模は実験Ⅰと同様とした。また、1989年1月5日には、結球部上部に付着する凝結水分量を比較するため、日没と同時に直径12.5 cmの6号ろ紙をうきがけの展張の高さを変えた試験区毎に結球部の上面に水平に設置した。ろ紙の回収は翌朝の日の出直前とし、電子天秤(島津製、ED200)で増加した重量を測定することによって、吸着された凝結水分量を求めた。また、隣接するは場で、うきがけの高さを50 cmとした試験区を2面用意し、一方は周囲の裾を地表まで垂らして内部を閉鎖状態にした。他方は、周囲の裾を上げて風が吹き抜けられるようにした。温度及び風速の測定方法は、実験Ⅰと同様とした。なお、温度の測定値は、5分ごとにサンプリングして、15分ごとにその平均値を記録した。

3. 結 果

3.1 実験Ⅰ：寒冷紗の種類および被覆方法の影響

1988年1月13日から14日にかけての気温の経時変化をFig. 2、葉温および風速の経時変化をFig. 3に示す。当夜は、比較的静穏で、風速は0~130 cm/sであった。風速が概ね50 cm/s以下であった19時20分までの微風下において、被覆下の気温は、うきがけ区では#300の

Fig. 2. Variation in air temperature with time at 20cm above the ground under cheesecloths and control. The cheesecloths are #200 and #300. Covering methods are the floating row cover (●), contacting row cover (○) and control (+).

被覆によって約3℃、#200で約2℃それぞれ無被覆区よりも高く推移した。じかがけ区もうきがけ区とほぼ同様の温度経過を示した。一方、19時20分までの被覆下の葉温は、うきがけ区では、#300の被覆によって約3℃、#200で約2.5℃、それぞれ無被覆区よりも高く推移した。また、じかがけ区では、#300の被覆により約2℃、#200で約1℃、それぞれ無被覆区よりも高く推移した。被覆資材および被覆方法のちがいによって、保温効果に差が認められた。19時40分以後風速の増加に伴って、気温は、無被覆区では上昇した。しかし被覆下では#300のうきがけ区が無被覆区に比較的近い推移を示したものの、その他の試験区では、無被覆区ほどの上昇は見られず、被覆下の気温と無被覆区の気温との差は減少し無被覆区の方が高くなることもあった。この傾向は#300のじかがけ区で顕著であった。

葉温も気温と同様、風速の増加した19時40分以後、無被覆区では、風速の増加に伴って上昇した。また、#300および#200のうきがけ区でも同様の傾向が認められた。しかし、#300のじかがけ区では、うきがけ区でみられたような顕著な風速との対応は認められず、結果として保温効果は減少した。また、#200のじかがけ区も被覆下と無被覆区との葉温差が減少したが#300の

Fig. 3. Variation of wind speed and leaf temperature with time at 20cm above the ground under the two cheesecloths (#200 and #300) covering and control.

じかがけ区より小さかった。

このようにうきがけ区、じかがけ区および無被覆区の気温及び葉温の相互の高低関係が、風速によって左右されることが明らかとなった。そこで、得られた気温および葉温のデータについて、うきがけ区およびじかがけ区と無被覆区との差と風速の関係を整理して Fig. 4 および 5 に示した。うきがけ区およびじかがけ区の気温は、風速が 50 cm/s 以下では # 300, # 200 とともに無被覆区よりも、約 2~3℃ 高いが風速の増加とともに、その差は直線的に減少し、1 m/s 以上では、じかがけ区の方が無被覆区よりも低くなった。一方、うきがけ区は、風速が 1 m/s 以上となっても # 300 では、無被覆区よりも約 1℃ 高い気温を保持したが、# 200 では気温差はほとんど認められなかった。葉温についてもほぼ同様の傾向が認められた。風速が 50 cm/s 以下のときは、無被覆区に比べていずれの区も 1~3℃ 高かったが、風速の増加とともに

Fig. 4. Relationship between air temperature difference (row cover-control) and wind speed.

Fig. 5. Relationship between leaf temperature difference (row cover-control) and wind speed.

葉温差は減少した。しかし # 300 のうきがけ区は、風速が増加しても 2℃ 以上の葉温差を保持した。

資材温度及び露点温度の経時変化を Fig. 6 に示す。資材温度は、# 200, # 300 とともにうきがけ区の方がじかがけ区よりも 2℃ 前後高く経過し、露点温度との比較ではうきがけ区では、露点温度よりも概ね高く推移したが、じかがけ区では露点温度よりも低い時間帯が長く、空気

中からの凝結水分量が多く、湿潤状態であった。

収穫時の結球部重量および凍害、腐敗病の発生状況を Table 1 に示す。結球部重量は、無被覆区で一番重く被覆した区ではわずかに劣った。被覆資材の違い、被覆方法の違いによる影響は認められなかった。凍害の発生率は無被覆区で 60% と高く、# 300 のうきがけ区で 7% と低く、その他の試験区はいずれも 23% であった。腐敗病の発生率は # 300 のうきがけ区で 7% と最も低くその他

の区は無被覆区を含めて 23~27% でほとんど差は認められなかった。このように、無被覆区と比較して、実際の栽培面において、凍害および腐敗病の発生を軽減できたのは # 300 のうきがけ区だけであった。

3.2 実験Ⅱ：うきがけの高さおよび周囲の裾の開閉の影響

1989 年 1 月 5 日から 6 日にかけての気温、葉温および風速の経時変化を Fig. 7 に示す。当夜は、比較的静穏な晴夜であった。地上 20 cm の高さのは場内気温は、うきがけの展張高が 50 cm および 100 cm の被覆下では、午前 2 時までは無被覆よりも 1℃以上 2 時以降は約 0.5℃高く推移した。50 cm 区と 100 cm 区の間では、ほとんど差は認められなかった。一方、30 cm 区では風速が概ね 50 cm/s 以下であった 18 時 30 分までは無被覆よりも約 0.5℃高かったが、それ以後は、無被覆の方が高く推移し、

Fig. 6. Variation in dew point temperature and temperature of cheesecloth #300 and #200 with time.

Table 1 Comparison of head formation weight of cabbage and the rate of occurrence of head rot under the condition of several row coverings.

Kind of cheesecloth	Covering methods	Head formation weight(g)	Percentage (%)	
			head rot	cold injury
#200	Contacting	1622	27	23
	Floating	1588	23	23
#300	Contacting	1459	23	23
	Floating	1602	7	7
Control	—	1675	27	60

Fig. 7. Variation of air and leaf temperatures and wind speed with time. Air temperatures were measured at 20cm above the ground, and leaf temperatures were measured on top of cabbage head under floating row covers stretched at 30cm ($\triangle$), 50cm ($\bullet$), 100cm ($\circ$) height above the ground and control ($\blacktriangle$).

風速の増加とともにその差は広がる傾向がみられ、風速が連続して1 m/sを越えるようになった23時以後では、その差は約3℃に達した。また、風速が概ね80 cm/s以下のときには、30 cm区の被覆下の気温は50 cm区の被覆下の気温よりも約2℃前後低かったが、風速が80 cm/sを越えるようになると、その差は風速の増加とともに広がり、風速1 m/s前後で約3.5℃に達した。

キャベツ結球部上面の葉温は、うきがけの展長高100 cm区では、風速が1 m/s以下であった20時30分までは無被覆下の葉温よりも、約2.5℃高かったが、20時45分以後風速が1 m/sを連続して越えるようになると、その差は広がって、約4℃に達した。50 cm区では、常に無被覆下の葉温よりも、約2.5℃高く推移した。一方30 cm区の葉温は、風速が概ね50 cm/s以下では無被覆下の葉温よりも約1.5℃高かったが、風速の増加に伴ってその差は減少し、風速が1 m/sを越えるようになった20時45分には無被覆下の葉温との差は解消された。また、連続して風速が1 m/sを越えるようになった22時30分以後は、風速の増加とともに、無被覆下の葉温の方が高くなること、しばしば見られた。これらの結果を整理して50 cm区と比較した30 cm区および100 cm区との気温及び葉温差をFig. 8に示した。風速が80 cm/sよりも大きくなると、100 cm区と50 cm区との葉温差は大きくなり、30 cm区と50 cm区の気温差、葉温差も、ともに大きくなった。

Fig. 8. Effect of wind speed on the difference of air and leaf temperature between stretching heights of 30cm and 50cm (○) and between 100cm and 50cm (●).

うきがけの高さの違いによる資材温度の経時変化をFig. 9に示す。資材温度は一部の時間を除いて100 cm区が最も高く、夜間を通じて2～3℃前後の温度を維持した。50 cm区では、風速が50 cm/s以下では、100 cm区よりも約3℃低かったが、風速が連続して1 m/sを越えるようになると、温度が上昇して100 cm区よりも約1℃低い温度を維持した。一方、30 cm区の資材温度は、夜間を通じて100 cm区の資材温度よりも5～6℃低くなった。

次に、1989年1月30日から31日にかけて高さ50 cmのうきがけ区の周囲の裾を地表まで垂らした区（以下閉鎖区という）および周囲の裾をあげて風が吹き込みやすくなった区（以下開放区という）の気温差および葉温差をFig. 10に示す。当日は、比較的静穏な晴夜であった。気温および葉温とも開放区の方が閉鎖区よりも0～1℃高く、風速の増加に伴ってその差が拡大する傾向がみられた。

また、夜間にうきがけ下のキャベツ結球部上面に付着した凝結水分量の測定結果をTable 2に示す。結露量は、

Fig. 9. Variation of temperatures of cheesecloth #300 stretched at 30cm, 50cm and 100cm height above the ground with time.

Fig. 10. Effect of wind speed on air and leaf temperatures difference between the opened and closed side cheesecloth (opened-closed).

Table 2 Comparison of amount of dew on top of cabbage heads under cheesecloth #300 expanded 30cm, 50cm and 100cm high above the ground. (Jan. 5-6, 1989).

Height above the ground expanding cheesecloth #300	Amount of dew (g/100cm ²)
30cm	0.93 (126*)
50cm	0.44 (59)
100cm	0.36 (49)
Control	0.74 (100)

* percentage of the amount of dew for control.

無被覆に比べて100 cm区及び50 cm区では、それぞれ49%, 59%に減少し、うきがけによって葉面上の凝結水分量が減少することが明らかとなった。一方30 cm区では、逆に無被覆に対して126%に増加し、凝結水分量の増加を促すことが明らかとなった。

4. 考 察

実験Ⅰの結果より、寒冷紗のうきがけは、風速が50 cm/s以下という微風状態であれば、無被覆に比べ、#300で約3℃、#200で2.5℃、葉温を高く保った。また、じかがけ区も、#300で約2℃、#200で約1℃それぞれ高く保った。葉温を高く保つという点で、寒冷紗のべたがけは効果の大きいことが認められた。しかし、風速が増加しても無被覆区との葉温差を保持できたのは#300のうきがけ区だけで、その他の試験区では、直線的に減少し、じかがけ区では、風速1 m/s以上では、ほとんど葉温差は認められなくなった。その理由として次のような考察が可能であろう。無風状態での各試験区間の葉温差は正味放射量の違いによるものと考えられる。すなわち、#300のうきがけ区の保温性が高いのは、寒冷紗自体の温度が高く、また目合が#200よりも小さいことから上向き放射量が最も小さくなるためである(陳・岡田・相原(1989))。しかし、すでに示した結果のように風速が増加すると、無被覆区の気温および葉温が上昇する。これは上層のあたたかい空気がキャベツ近傍に輸送されるためである。周辺部が開放されたうきがけ区においても、資材の違いによる差はあっても同様な効果が生じて気温と葉温の上昇が起きる。一方、じかがけ区では、周辺のすそが閉じているので、内部への輸送が起りにくく、気温、葉温ともに上昇しにくかったと考えられる。同様の現象を、五十嵐・岡田(1989)が、寒冷紗#300のべたがけについて報告している。このことは、実験Ⅱでうきがけの裾を開閉して葉温および気温を比較した結果、裾を開放した方が葉温および気温が高かったことから明らかである。

ところでFig. 4は、風速が大きいときには、じかがけ

区の気温が無被覆区よりも低くなる例のあることを示している。同様の現象を岡田・五十嵐(1987)がポリエステル不織布のべたがけで報告している。一方、小型の温室やトンネルで観測される内外気温の逆転は、風の弱い晴夜に起こるとされている(三原, 1969)。

風速に対するこれらの現象の違いを次のように考察した。温室やトンネルでは、風が強いと被覆面の放射冷却が弱まり、その温度が上昇して逆転が起こりにくくなる。これに対してべたがけでは、風速の増加によって被覆に付着した凝結水の蒸発が促進され、潜熱による放熱が増大するので、放射冷却の緩和を相殺する方向に働く。とくにじかがけ区ではFig. 6に示した資材温度の例にあるように、#200、#300ともうきがけ区に比べて露点温度以下の時間帯が長いことから、被覆下の蒸発散に由来する水分とともに被覆上部空気中からの水分の凝結量も多いであろう。このため、風速の増加にともなって、上述の相殺の程度が大きくなると考えられる。したがって、#300は#200に比べて目合が小さいために、水分凝結量が多くなる。その結果上述の相殺の程度が大きくなったものと思われる。

これに対してうきがけ区では、気化熱の放出の影響が少ないことと葉温よりも温かい空気が輸送されやすいことが、比較的保温性を保持しやすい要因と考えられる。しかし、#200ではじかがけ区ほど急激ではないものの、風速の増加にともなって、無被覆区との葉温差は減少した。このことから、ここで、風速1 m/s程度で与えられた顕熱は、#200で放射冷却を減衰する熱量よりも大きかったと考えられる。これに対して#300では、なお減衰する熱量の大きかったことがうかがえる。

次に実験Ⅱの結果から、寒冷紗#300では、うきがけの展張高が100 cmまでの範囲では、高く展張するほど葉温は高く保たれ、30 cmの高さでは、実験Ⅰでのじかがけ同様、風速の増加に伴って無被覆との葉温差を保持できなくなり、無被覆の方が高くなる例のあることが示された。これは、30 cm区では、Table 2にも示したように、被覆下の水分の凝結量が多いため、風速の増加によって潜熱による放熱が増大するものと考えられる。また、資材温度も、50 cm以上の高さの試験区のものより低いいため、資材の近傍の空気が冷却され、目合いを通じて内部に流入して葉温の冷却を促すことも考えられよう。また、地上30 cmの高さは、うきがけでも空気が内部まで輸送されにくいため、葉面に顕熱が十分供給されないためと考えられた。葉温を無被覆よりも高く保つには、うきがけの高さを少なくとも50 cm以上とし、実験を行った100 cmまでの範囲内ならば高く展張するほど有利であった。高さが50 cm以上のうきがけならば、Fig. 9

に示した葉温の推移からも明らかなように、葉温の変化が風速の変化に対して即応的に反応し、その変化量もほぼ一定であることから顕熱の供給量の差はほとんどないと考えられる。50 cm以上の高さの試験区で葉温差が生じた理由として、資材温度が高くなると、資材面からの下向き放射量が増大するため、キャベツ葉面上の上向き放射量は小さくなり、放射冷却が弱められるためと考えられる。

被覆を利用した凍害防止について、カンキツにおけることがけでは、直接被覆するよりも樹冠表面と被覆面を離れた“棚張り”の保温効果の高いことを小中原(1971)が報告している。また寒冷紗は夜間の放射冷却の防止効果が大きく、保温効果の高いことを中川・坪井(1962)が報告している。露地キャベツに対する寒冷紗うきがけの保温効果は、基本的にこれらを裏づける結果となった。

一方、じかがけは無風状態であれば、無被覆よりも高い葉温を示すものの、風速の増加にともなってその差が減少した。また無風状態であっても寒冷紗の表面が放射冷却を受けることから、これと接触した葉は植水効果も加わって凍害を受けやすくなると考えられる。これらのことを総合的に判断すれば、とくに常時風が吹くような地域では、じかがけよりもうきがけを選択すると同時に資材は寒冷紗#300のように正味放射量の絶対値が小さくなるようなものを利用し、かつ少なくとも地上50 cm以上の高さで周囲の裾を閉鎖しないで風を吹き込みやすくするのが凍害防止効果を高めるうえでも有効な被覆方法と考えられた。

5. ま と め

冬穫りキャベツの凍害防止を目的として、寒冷紗のべたがけを試みた。寒冷紗の種類(#200 および #300)、被覆方法の違いがほ場微気象に及ぼす影響について検討した。

じかがけ区および地上50 cmの高さに展張したうきがけ区の地上20 cmの気温は、夜間風速が概ね50 cm/s以下では、無被覆に対して被覆方法にかかわらず、2~3℃高く推移した。しかし、風速の増加に伴って無被覆区の気温上昇によってその差は減少し、とくにじかがけ区の#300で顕著であった。一方葉温は、夜間、風速が概ね50 cm/sでは、うきがけ区が無被覆区よりも#200で2.5℃、#300で3℃それぞれ高く推移した。しかし、気温の場合と同様、うきがけ区の#200およびじかがけ区では、風速が1 m/sを越えるようになると、無被覆区との葉温差は認められなかった。ほ場でのキャベツの凍害発生率はうきがけ区の#300が最も低く、その他の被覆法では無被覆区との差は認められなかった。

次に、#300によるうきがけの高さを地上30 cm、50 cmおよび100 cmの3段階とし、また、地上50 cmのうきがけの周囲の裾を地表まで開閉してほ場の微気象に及ぼす影響について調査した。

地上30 cmに展張したうきがけでは、気温は、風速が概ね50 cm/s以下ではうきがけ区の方が高いが、50 cm/sを越えると無被覆区の方が高くなり、風速が1 m/sを越えるとその差は2℃以上に拡大した。葉温も同様の傾向を示した。

一方、地上50 cmおよび100 cmの高さに展張したうきがけでは、気温は風速が50 cm/s以下では無被覆区より2℃高かったが、風速が1 m/sを越えるとその差は1℃以内に減少した。うきがけの高さが50 cmと100 cmでは差が認められなかった。葉温はいずれの高さのうきがけでも風速にかかわらず無被覆区より2.5℃以上高く保たれた。また、風速が1 m/sを越えると100 cm区と無被覆区との差はさらに拡大した。

地上50 cmの高さに展張したうきがけの周囲の裾を上げて開放状態にすると、裾を下げて閉鎖状態にするよりも、被覆下の気温および葉温は0~1.5℃高く推移した。

以上の結果から、風速にかかわらず安定して葉温を無被覆よりも高く保ち、凍害防止に備えるには、寒冷紗#300を地上50 cm以上の高さにうきがけするのが必要で、地上100 cmにうきがけすればさらに効果的であることが明らかとなった。

6. 謝 辞

本試験をまとめるにあたり、千葉大学園芸学部の中久教授に御助言をいただいた。また、実験を行うにあたり神奈川県園芸試験場三浦分場の大林延夫博士に貴重な御助言をいただいた。ほ場管理等では同三浦分場の職員の多大な協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表する。

引用文献

- 陳 青雲・岡田益己・相原良安, 1989: べたがけ資材の長波放射特性と被覆下の正味放射量および葉温について. 農業気象, **44**, 281-286.
- 後藤正夫, 1956: *Pseudomonas marginalis* による甘藍の腐敗病. 農及園, **31**, 1547-1548.
- 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.
- 五十嵐大造・大林延夫, 1985: 夏まき冬どりキャベツの凍害と腐敗病の関係について. 神奈川園試研報, **32**, 35-41.
- 小中原 実, 1971: カンキツの寒害防除に関する研究

- (第3報). たな張り被ふく法の実用性と被ふく資材の検索. 静岡柑試研報, **9**, 39-52.
- 三原義秋, 1969: 無加温温室の夜間温度について. 農業気象, **25**, 1-7.
- 中川行夫・坪井八十二, 1962: 寒冷紗の夜間放射防止効果について. 農業気象, **17**, 107-109.
- 岡田益己・五十嵐大造, 1987: べたがけ下の環境と作物生育の特徴. 昭和62年度日本農業気象学会講演要旨, 172-173.
- 陶山一雄・大林延夫, 1982: 早春キャベツに発生した腐敗病. 植物防疫, **36**, 68-71.