

キャベツ「すす症(仮称)」の発生要因

誌名	群馬県園芸試験場研究報告
ISSN	1342453X
著者名	日戸,正敏 剣持,伊佐男 小林,逸郎 町田,信夫 本間,素子 酒井,宏
発行元	群馬県園芸試験場
巻/号	8号
掲載ページ	p. 45-54
発行年月	2003年3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



キャベツ「すす症（仮称）」の発生要因

日戸正敏・剣持伊佐男・小林逸郎*・町田信夫・本間素子・酒井 宏

要 旨

キャベツの「すす症（仮称）」は、収穫期に切り口周辺の葉がすす状に黒く着色している症状である。群馬県西北部のキャベツ夏秋どり作型では、この「すす症」が発生して問題となっている。群馬県園芸試験場高冷地分場において、1997～2000年に「すす症」発生要因の解明試験を行った結果、「すす症」の発生程度には品種間差異があり、「麗峰1号」は発生しやすい品種であることが確認された。また、「すす症」の発生程度は、同じ品種でも時期により異なった。窒素施用量が多くなると、「すす症」の発生程度も高くなることが明らかになり、葉柄部に保持された水分は、「すす症」の発生に何らかの影響を与えていることが確かめられた。さらに、結球重が重くなるにつれて、「すす症」の発生程度は高くなる傾向が見られた。葉のロウ物質（ワックス）、農薬散布や展着剤加用が、「すす症」の発生を助長している可能性は少ないと考えられた。

緒 言

群馬県吾妻郡西部の嬭恋村を中心とする夏秋どりのキャベツ栽培では、収穫期において切り口部分を中心に、黒いすす状の着色が見られることがある。当地域では、「すす症」「すす」「スミ」などと様々に呼称されているので、以下は仮称として「すす症」と表記する。

当地域においては、キャベツ品種の「YR あおば」が導入され始めた1985年前後に、「すす症」の発生が特に多くなり、問題視されるようになった。また、「すす症」は年によって発生程度が異なり、最近では1997～1998年に多発生を見た。「すす症」が発生したキャベツは、著しく商品性を損ねる。「すす症」の程度が軽ければ出荷は問題ないが、ややひどいものは出荷できなくなる

ため、大きな問題となっている。

発生原因は、JA 嬭恋村、吾妻農業総合事務所経営普及部、群馬県園芸試験場などの関係機関で、生理障害と病害の両面から様々な検討を行っているが、はっきりとしたことが分からないまま、現在に至っている。

嬭恋村では、「すす症」発生の原因として、品種、窒素施用量、気象要因（降雨と気温）、農薬、葉のロウ物質（ワックス）など様々な指摘がなされている。実際に行われている対策は、窒素施用量削減、発生しにくい品種の作付け、発生しにくい作型の導入などである。

群馬県園芸試験場高冷地分場では、1997～2000年に「すす症」の発生要因の解明試験を行い、若干の知見が得られたので報告する。

なお、JA 嬭恋村や吾妻農業総合事務所経営

*利根農業総合事務所経営普及部

普及部には、本研究に関して多大な助言をいただいた。ここに、深く感謝の意を表する。

「すす症」の症状

キャベツの「すす症」とは、写真1、2、3のように、切り口付近の葉が黒くスミを塗ったように黒変する症状をいう。その時、葉の表面にはぬめりを伴うことが多い。発生初期の黒変部は、手でこすると落ちる程度であるが、症状の進行に伴ってこすっても落ちなくなり、発生程度がひどくなると出荷に影響がでてくる。

「すす症」の発生は、嬭恋村だけでなく群馬県の平坦地、岩手県、長野県、東京都でも確認されている。また、夏秋栽培だけでなく秋冬栽培でも発生は見られる。

「すす症」の黒変部分を実体顕微鏡で観察した結果、発生初期は葉組織の表皮細胞が灰色から黒色に変色しており、手でこすると容易にはがれる。症状が進むと、表皮が黒変して手でこすってもとれなくなるが、葉肉部は黒変していない。このことから、「すす症」は表皮の組織細胞だけが何らかの影響を受けて黒変していると推察された。

材料および方法

試験は、群馬県園芸試験場高冷地分場の圃場（標高 1,170 m）で行った。土壌は表層多腐植質黒ボク土、栽植距離は畦幅 45 cm × 株間 33 cm で、施肥は作条施用など現地慣行に準じた。

試験1 品種間差異（1998～2000年）

1998、1999年は「麗峰1号」「岳陽」「YRSE」「YR耐病ST」「YRあおば」「涼嶺41号」「つまみどり」の7品種を供試し、試験規模は1区6m²（4畦×10株）の2反復で行った。2000年は、上記7品種を含む30品種（図2）について検討し、試験規模は1区5.4m²（3畦×12株）の2

反復とした。いずれも、播種は4月下旬、定植は5月下旬～6月上旬で、8月中～下旬に収穫適期になったものについて、結球重、球径、「すす症」の発生程度を随時調査し、発生度を求めた。発生程度の基準、発生度の計算は下記によった。

発生程度

指数0：発生が全くなし

1：こすれば落ちる程度の軽微な発生あり

2：こすっても落ちないが、発生少で販売への影響なし

3：発生中で販売への影響あり

4：発生多で販売不能

5：発生甚で販売不能

$$\text{発生度} = \frac{\sum (\text{指数別発生株数} \times \text{指数})}{(\text{調査株数} \times 5) \times 100}$$

試験2 キャベツの生育と発生との関係

1 結球部の生育と発生（1998～1999年）

品種は、「すす症」の発生が多い「麗峰1号」を用いた。1998年は、試験規模が1区30m²（5畦×40株）の2反復で、4月22日に播種し、6月5日に定植した。調査は、結球初期（定植後41日）から4～11日おきに6回実施した。1999年は、1区38m²（5畦×50株）の2反復、4月23日播種、5月25日定植、結球初期（定植後31日）から3～6日おきに15回の調査とした。各年次ともに、結球重、球径、「すす症」発生程度の3項目について調査を行い、1999年には、気象データ（気温、降水量）との関係を検討した。

2 結球重と発生程度（1998年）

品種は「麗峰1号」を用いて、1998年4月27日播種、6月5日定植で、8月20日に調査を行った。調査項目は、キャベツ62株の結球重、球径、「すす症」の発生程度とした。

試験3 降雨の影響

1 雨よけ処理と発生（1997年）

供試品種は「麗峰1号」「岳陽」、試験規模は1区6m²（4畦×10株）の2反復で、1997年5月14日に播種し、6月16日に定植した。雨よけ処理は、圃場に間口3mのパイプハウスを

組んでビニール被覆し、結球初期の8月4日（定植後49日）に開始した。8月29日に、結球重、「すす症」の発生程度を調査した。

2 株傾け処理と発生程度（2000年）

この試験は、葉柄部にたまる水分と「すす症」発生との関係を調べる目的で行った。供試品種は「麗峰1号」、試験規模は1区6m²（4畦×10株）の2反復で、2000年4月27日に播種し、6月1日に定植した。株傾け処理は、結球初期の6月22日（定植後21日）に行った。その方法は、図1のように結球部を斜めにして針金で固定した。結球の葉柄部に水分がたまりにくい上部と、たまりやすい下部の二つに分けて、「すす症」の発生程度を8月15日に調査し、対照区と比較した。

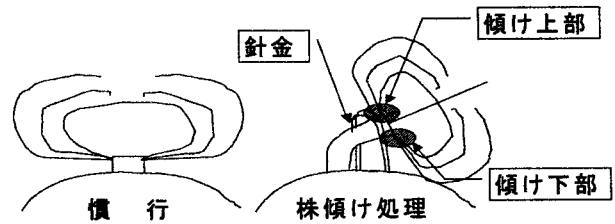


図1 株傾け処理の方法

表1 作期と耕種概要（2000）

作 期	播 種 日	定 植 日	調 査 時 期
7月収穫	4月 5日	5月 9日	7月下旬
8月収穫	4月21日	5月22日	8月上～下旬
9月収穫	6月13日	7月12日	9月上～下旬
10月収穫	6月28日	7月31日	10月中～下旬

試験4 作期と発生程度との関係（2000年）

表1に示した4作期で試験し、品種は「すす症」発生の多い「麗峰1号」「つまみどり」とワックスレスの「YR 優緑」、試験規模は1区5.4m²（3畦×12株）の2反復とした。収穫適期に結球重、球径、「すす症」発生程度を調査した。

試験5 農薬散布と発生の関係（1998～1999年）

品種は「麗峰1号」を用い、試験規模は1区6m²（4畦×10株）の2反復で行った。1998年は、無散布と通常散布の2区を設定して、4月22日播種、6月5日定植、8月21日調査とした。1999年は、無散布、通常散布（展着剤加用）、展着剤無加用散布の3区で、4月23日播種、5月25日定植、8月10日調査とした。各年次ともに、結球重、球径、「すす症」の発生程度を調査した。

結球始期まで通常管理で栽培した後、通常散布区は、ブームスプレーヤーで、展着剤（アプローチ BI 1000倍）を加えて薬剤を散布した。展着剤無加用散布区は、背負い式動噴で、通常散布と同じ薬剤を展着剤を加えずに散布した。無散布区は、上記の散布時のみビニールで被覆して、薬剤が全くかからないようにした。

試験6 窒素施用量と発生程度との関係（1998～1999年）

供試品種として「麗峰1号」を用い、1区9m²（6畦×10株）2反復の試験規模で行った。基肥は輝90と硫安を使用して作条施用、追肥は硫安で畦間施用とした。1998年は、10a当たり窒素施用量15kg（基肥）、20kg（基肥15+追肥5）、30kg（基肥）、50kg（基肥45+追肥5）の4試験区を設け、4月27日播種、6月5日基肥施用と定植で、定植後38日の7月6日に追肥を施用した。8月21日、30日に「すす症」の発生程度を調査した。1999年は、無肥料、10a当たり窒素施用量15kg（基肥）、20kg（基肥）、20kg（基肥15+追肥5）、30kg（基肥）、30kg（基肥20+追肥10）の6試験区、4月23日播種、5月25日基肥施用と定植、定植後43日の7月7日追肥施用とした。「すす症」の発生程度は、8月3日、11日、13日の3回調査した。

結 果

試験1 品種間差異

1998、1999年に調査した「すす症」発生の品種間差異を表2に示した。1998年は「麗峰1号」の発生株率、発生度が最も高くなり、次いで「つまみどり」「YRSE」「涼嶺41号」の順に

高い値を示した。‘岳陽’ ‘YR 耐病 ST’ の発生株率、発生度は低く、特に‘岳陽’は最も低かった。1999 年には‘麗峰 1 号’で発生が最も多く、‘涼嶺 41 号’ ‘YR あおば’も多かった。‘岳陽’ ‘YR 耐病 ST’は前年と同様の傾向を示し、発生が少なかった。このように、各年次とも‘麗峰 1 号’の「すす症」発生度が最も高く、‘涼嶺 41 号’も比較的高い値を示した。また、発生度が最も低い品種は‘岳陽’であった。

図 2 に、2000 年の調査結果を示した。供試した 30 品種の中では‘麗峰 1 号’ ‘YR 青春’ ‘YR 初美 636’ ‘秋友’が、「すす症」発生の多い品種と確認できた。‘雷電’ ‘YR 新風’ ‘輝吉’は比較的発生が少なく、‘YR 藍宝’は全く発生が見られなかった。

以上の結果から、「すす症」の発生には明ら

かな品種間差異があることが確認された。

試験 2 キャベツの生育と発生の関係

1 結球部の生育と発生

図 3 に、結球部の生育と「すす症」発生度との関係を示した。1998 年の結果は、定植後 41 日目から 53 日目までの 12 日間で、急激に「すす症」の発生が見られた。そして、その後発生度はほぼ変わらなかった。「すす症」が急激に発生した定植後 41 日目以降の約 20 日間で、結球部直径は 1 日当たり約 0.5 cm 伸長したことが確認できた。

1998 年は定植後 41 日目から 12 日間で急激に「すす症」が発生したので、1999 年にはより詳細な発生状況を調査するために、調査日の間隔を 1998 年より短くした。1999 年に「すす症」の発生が見られたのは、定植後 55 日目からであっ

表 2 「すす症」発生の品種間差異 (1998, 1999)

供試品種	1998 年		1999 年	
	発生株率 (%)	発生度	発生株率 (%)	発生度
麗峰 1 号	83.3	40.3 a	69.6	25.2 a
岳陽	5.1	1.5 f	4.2	0.8 d
Y R S E	56.3	12.8 bc	36.0	8.0 bcd
YR 耐病 ST	17.7	4.1 ef	25.0	5.0 cd
YR あおば	35.5	7.6 cde	62.5	14.2 abc
涼嶺 41 号	47.4	12.1 bcd	68.0	17.6 ab
つまみどり	64.9	18.9 b	45.8	10.8 abc

注) 同一英小文字を付した平均値間には Steel-Dwass 検定 (5% 水準) で有意差なし

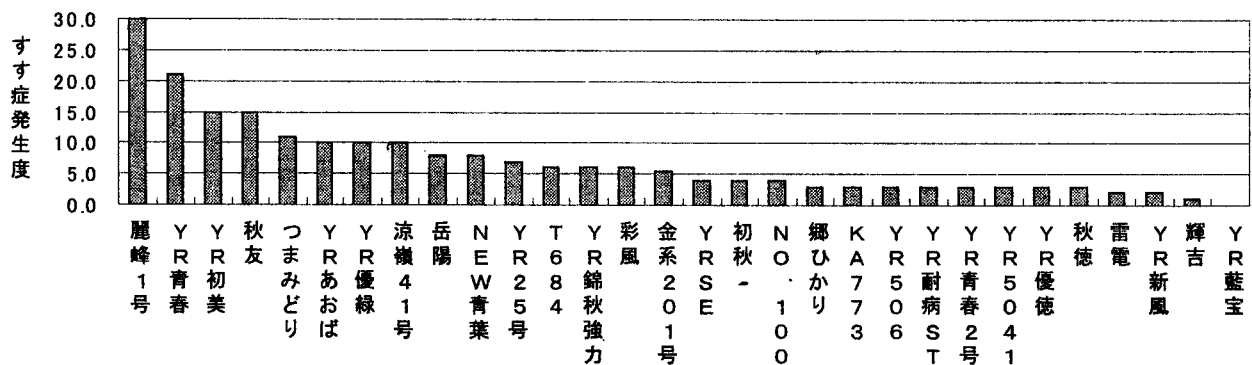


図 2 「すす症」発生の品種間差異 (2000)

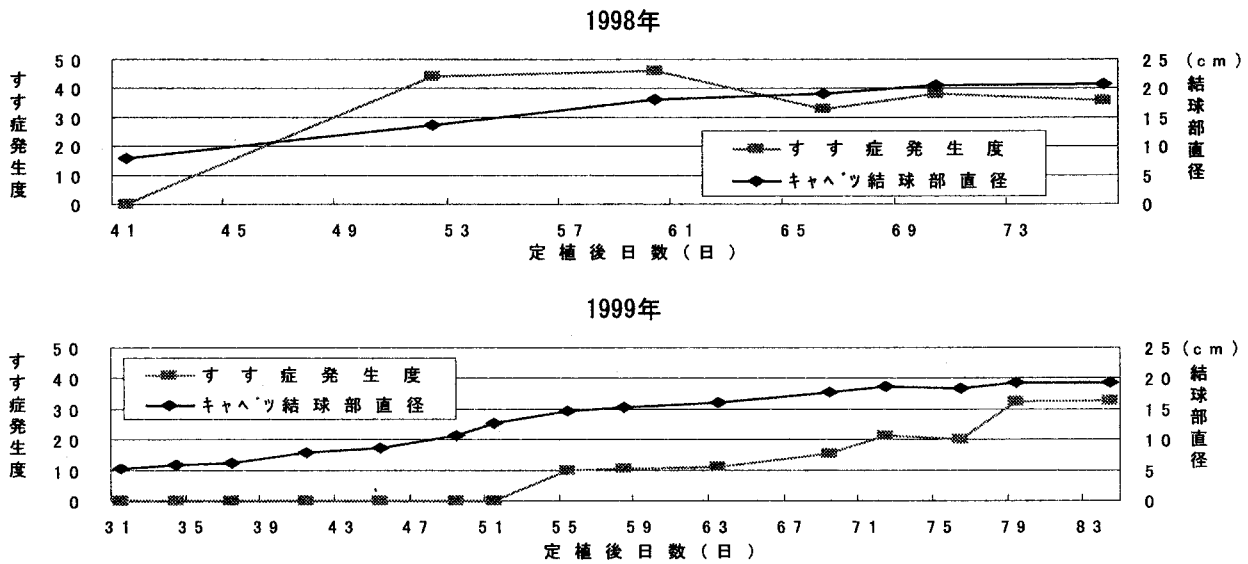
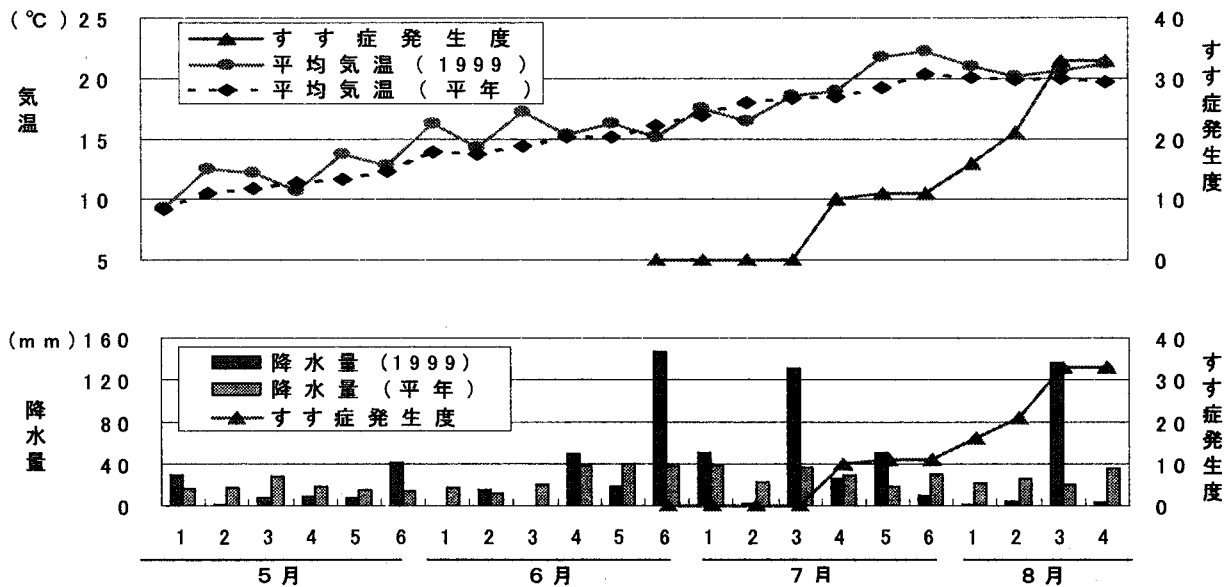


図3 結球部生育と「すす症」発生度の推移 (1998、1999)



測定期間：1999年5月1日～8月20日、観測地点：群馬園試高冷地分場、平年値：1981～1998年の平均

図4 半旬別の気温および降水量と「すす症」発生度の推移 (1999)

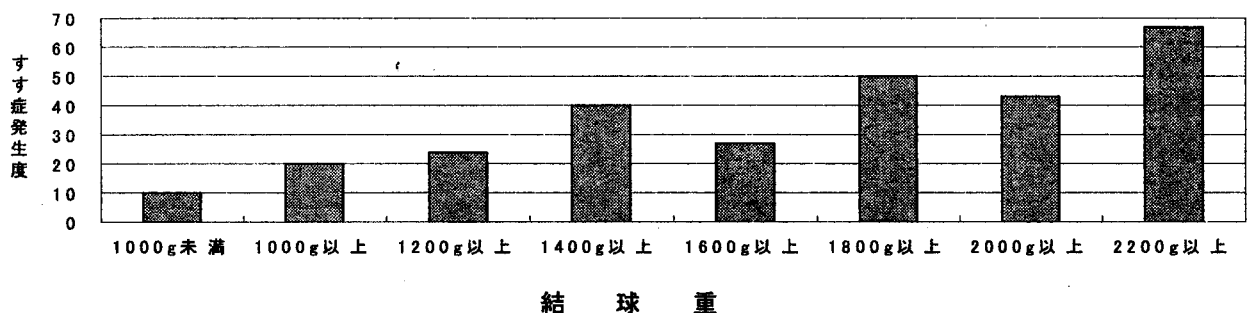


図5 結球重別の「すす症」発生度 (1998)

表3 雨よけ処理が「すす症」発生に及ぼす影響 (1997)

供試品種	雨よけ処理	発生株率 (%)	発生度	結球重 (g)
麗峰1号	有	83.1	29.2	1463
	無	77.9	29.2	1651
	有意性		n.s.	
岳陽	有	15.6	4.9	1319
	無	12.5	3.1	1491
	有意性		n.s.	

注) 有意性は Mann-Whitney U 検定 (5% 水準) による。

た。その後は、1998年の結果とは異なり、定植後79日目まで発生度は高まっていった。「すす症」の発生が見られ始めた定植後49～55日目の結球部直径は、1日当たり約0.6cm伸長し、かなり急激な生長を示した。

図4に、1999年の気象要因(気温、降水量)と「すす症」発生度との関係を示した。在圃期間の平均気温は17.8℃で、平年より0.8℃高く推移した。「すす症」の発生する前は平年より低めに推移しており、発生後は平年より高めであった。在圃期間中の降水量は683mmで、平年よりも260mmほど多かった。「すす症」発生以前では、6月5半旬～7月3半旬に350mmと平年の2倍程度の降雨があり、「すす症」の発生が見られた7月4半旬以降は少なめであった。

2 結球重と発生程度

図5は、結球重別の「すす症」発生度で、結球重を200g間隔に区切り「すす症」発生との関係を調べた。結果は、結球重の増加に伴って「すす症」の発生度も高まる傾向が見られ、結球重が2,200g以上で、発生度は急激に高まった。

試験3 降雨の影響

1 雨よけ処理と発生

雨よけ処理と「すす症」発生度の関係を表3に示した。発生度の差は「麗峰1号」と「岳陽」の品種間で明確に確認できたが、雨よけ処理の有無では判然としなかった。結球重は、雨よけ処理区より雨よけ無処理区の方が高い値を示した。

表4 株傾け処理と「すす症」発生程度(2000)

試験区	調査部位	発生株率 (%)	発生度
株傾け処理	傾け上部	53.1	15.0 **
	傾け下部	93.8	48.8 n.s.
慣行		100.0	46.3

注) Steel 検定で慣行と比較し、**は1%水準で有意差あり、n.s.は5%水準で有意差なし

2 株傾け処理による発生程度

表4は、株を強制的に傾けさせて栽培した結球部について、傾き上部と傾き下部の「すす症」発生程度を調査した結果である。傾け上部と傾け下部の発生度には明らかに差が認められ、傾け下部は慣行区とほぼ同等の高い値を示した。

試験4 作期と発生程度との関係

図6は、7月収穫から10月収穫までの4作期における「つまみどり」「麗峰1号」「YR優緑」の「すす症」発生度である。この試験では多少の品種間差異はあるが、7月収穫の「すす症」は少発生で、9月収穫はそれぞれの品種で最も高い発生度を示した。

試験5 農薬散布と発生との関係

表5は、1998年に行った結球始期以降無散布区、通常散布区、1999年に行った結球始期以降無散布区、通常散布区、結球始期以降展着剤無加用散布区における「すす症」の発生程度を示している。各年次ともに、試験区間で有意な差は認められなかった。

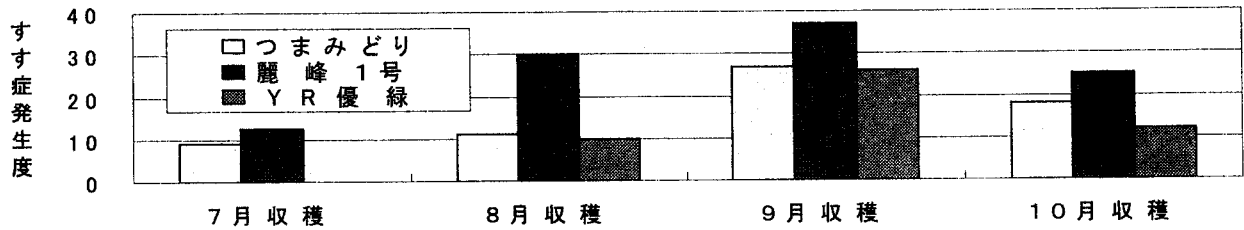


図6 作期別の「すす症」発生度 (1998)

表5 農薬散布と「すす症」発生度 (1998、1999)

試験年次	試験区	発生株率 (%)	発生度	腐敗球率 (%)
1998年	無散布	77.8	28.9	10
	通常散布	57.5	23.5	0
	有意性		n.s.	
1999年	無散布	78.3	32.2	28
	通常散布	81.3	28.1	0
	展着剤無加用散布	75.9	26.9	9
	有意性		n.s.	

注) 有意性は、1998年が Mann-Whitney U 検定 (5%水準)、1999年が Steel 検定 (5%水準) による無散布との比較

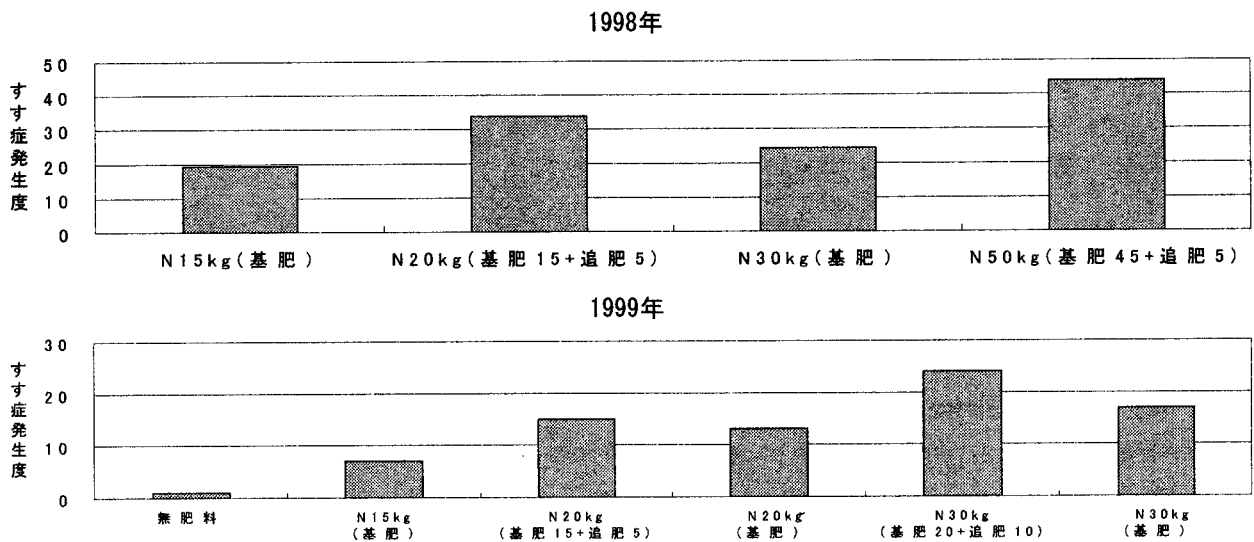


図7 窒素施用量と「すす症」発生度 (1998、1999)

試験6 窒素施用量と発生程度との関係

図7に、窒素施用量と「すす症」の発生度を示した。1998年の結果から、「すす症」の発生度は窒素15kg施用区で最も低く、次いで30kg区、20kg区と高くなり、50kg区は最も高かった。

追肥を行った20kg区と50kg区は、基肥だけの区に比べて発生度が高くなった。1999年には、無肥料区の発生度が極めて低く、次いで窒素15kg区が低かった。最も発生度が高かったのは、追肥を施用した窒素30kgであった。1998年と同様に、

窒素施用量が多いほど「すす症」の発生度は高く、同じ窒素施用量であれば、基肥だけよりも追肥を行った方が高い発生度を示した。

考 察

「すす症」発生の品種間差異について試験した結果、「麗峰1号」は発生しやすい品種であることが確認できた。図2において「麗峰1号」から「涼嶺41号」までの8品種は「すす症」の発生が多いグループであり、「岳陽」から「秋徳」までの18品種は中程度で、「雷電」「YR新風」「輝吉」「YR藍宝」の4品種は発生しにくいと考えられた。そこで、「麗峰1号」の「すす症」発生が多い要因を検討した。葉柄部の長さ、結球部に保持された水分量、葉柄部の硝酸態窒素濃度などの品種間差異を調査したが、「すす症」発生との関係は見いだせなかった。

嬭恋村では、キャベツ葉のロウ物質（ワックス）が「すす症」の発生原因ではないかという指摘がある。品種間差異試験で、「YR優緑」という品種を用いた。「YR優緑」は、ワックスレスの品種で、外葉、結球部ともにワックスが全く存在しない。しかし、「YR優緑」にも「涼嶺41号」「つまみどり」と同程度の「すす症」発生が観察されたため、「すす症」はワックスが原因で引き起こされるものではないと判断された。

キャベツの生育と「すす症」発生との試験結果から、「すす症」が発生し始める時期は、結球部生育が増大する時期と同じであった。また、結球重が重くなるほど「すす症」の発生度も高くなる傾向が見られた。このことから、結球部の大きさや重さは、「すす症」の発生に関係しているものと考えられた。

気温、降水量と「すす症」の発生との関連性は低いと考えられた。降水量とは直接関係ないが、嬭恋村では、葉柄部に保持された水分が「すす症」の発生と関係があるのではないかという指摘

がある。そこで、結球始期以後に雨よけ施設を設置し、降雨が葉柄部にたまらないように処理した試験を行った。結果は、品種による「すす症」発生度の差は確認できたが、雨よけの影響は判然としなかった。しかし、雨よけを行っても、葉柄部に水分がかなり保持されることが観察された。これは、降雨ではなく、朝露がたまったものと推察された。そこで、結球始期に株を傾け、針金で結球部を斜めに固定した株傾け処理を行った。その結果、葉柄部に水分の保持されにくい傾け上部の「すす症」発生は少なく、水分の保持されやすい傾け下部は慣行区と同程度の発生が確認された。このことから、葉柄部に保持された水分は、「すす症」の発生に何らかの関係があると示唆された。

農薬散布と「すす症」発生との関係について試験したが、発生株率、発生度ともに試験区間で有意な差は認められなかった。したがって、農薬散布や展着剤の加用が、「すす症」の発生を助長する可能性は少ないと考えられた。

窒素施用量と「すす症」発生との関係についても検討を加えた。窒素施用量が多くなると、「すす症」の発生度も高くなる傾向が見られたが、有意な差ではなかった。窒素施用量が多くなるとキャベツの生育もよくなることから、「すす症」の発生は、単に窒素施用量の影響というよりも、結球部の生育と深い関係があると考えられた。

以上のことから、キャベツの「すす症」は、品種間で顕著に発生度の差が見られ、さらに同じ品種であっても、収穫時期によって発生度に差があることが確認された。また、キャベツの結球重が増加するにつれて、「すす症」の発生度も高くなり、葉柄部に保持された水分は、「すす症」の発生に何らかの影響を与えていることも推察された。窒素施用量が多くなると、「すす症」の発生度は高くなる傾向を示すが、これは、結球重や球径など結球部の生育が関係しているものと考えられた。キャベツのロウ物質（ワックス）、農薬

散布や展着剤の加用が、「すす症」の発生を助長している可能性は少ないと考えられた。

本試験により、「すす症」の発生要因は幾つか明らかにできたが、「すす症」が発生する主原因

はまだ解明されていない。今後も、今回得られた知見を基にしてさらに試験を重ね、「すす症」の発生原因を解明していきたい。

(Key words : Cabbage, Susu-sho (Sooty discoloration), Generating factor)

Generating Factors of Cabbage ‘Susu-sho (Sooty Discoloration)’

Masatoshi HINOTO, Isao KENMOCHI, Itsuro KOBAYASHI, Nobuo MACHIDA

Motoko HONMA and Hiroshi SAKAI

(Gunma Horticultural Experiment Station)

Summary

‘Susu-sho (Sooty discoloration)’ of cabbage is a tentative name and a soot-like symptom which causes the leaves around the cut end of cabbage head to become black at harvesting time. The occurrence of ‘Susu-sho’ on summer and autumn-harvesting cabbages has been a problem in the northwestern region of Gunma Prefecture. An examination was performed to solve the generating factors of ‘Susu-sho’ at Koureichi Branch of Gunma Horticultural Experiment Station in the years 1997 to 2000. There was an difference among cabbage varieties in the generating degree of ‘Susu-sho’ and it came out that ‘Reiho-1’ was a frequent generating variety. Moreover, it turned out that the generating degree of ‘Susu-sho’ changed with time even on the same variety and became higher as the amount of applied nitrogenous fertilizer and the head weight of cabbage increased. It was suggested that the water collected in the petiole had some influence on the generation of ‘Susu-sho’. The wax on cabbage leaf and the application of pesticide and spreader were supposed to have little influence on promoting the generation of ‘Susu-sho’.



写真1 '麗峰1号'の結球葉に発生した「すす症」の症状

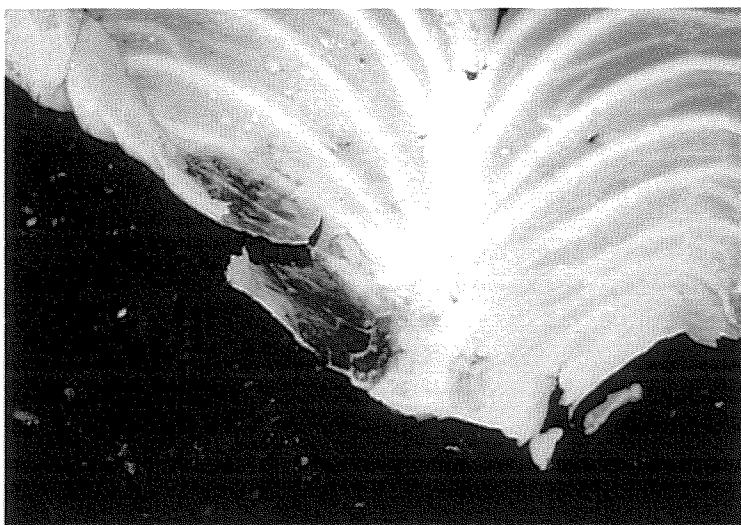


写真2 '麗峰1号'の外葉に発生した「すす症」の症状

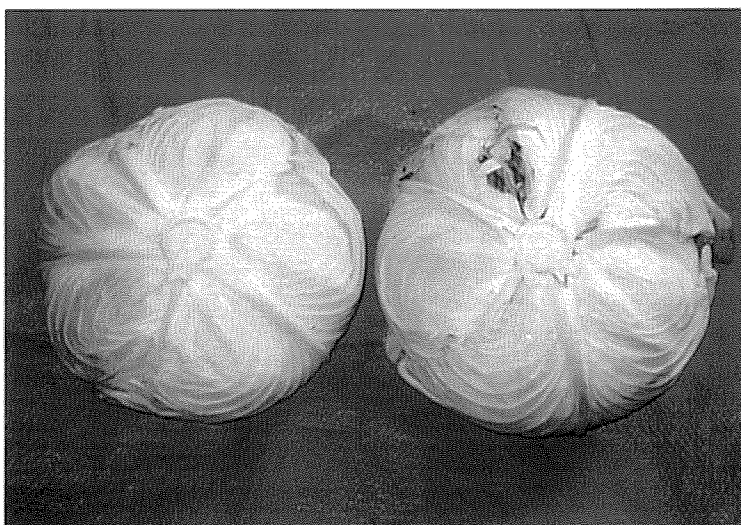


写真3 '麗峰1号'の健全株(左)と「すす症」発生株(右)