

キャベツセル成型苗の育苗条件が黒すす病の発生に及ぼす影響<sup>†</sup>

窪田 昌春・我孫子和雄\*・西 和文

(平成14年11月6日受理)

## Effect of Cultivation Conditions of Cabbage Plugs on Sooty Spot Disease

Masaharu KUBOTA, Kazuo ABIKO and Kazufumi NISHI

## Synopsis

Conidia of *Alternaria brassicicola* on plug trays and in soil may not be a source of black sooty spot disease in cabbage plugs. Under the conditions that hindered germination, misfire of cabbage seeds contaminated with conidia increased and the symptoms of plug seedlings growing from the contaminated seeds became severe. Ebb and flow irrigation did not differ from shower irrigation in the frequency of germination or number of diseased seedlings after sowing the contaminated seeds. After inoculation of the seedlings with the pathogen, ebb and flow irrigation decreased the frequency of infection and the degree of the symptoms. It also suppressed secondary infection.

**Key Words** : cabbage plugs, sooty spot

## I 緒 言

キャベツの黒すす病は、従来、本圃において収穫期後に外葉に発生するが、収穫物に対する大きな実害はなく、問題とはされてこなかった。しかし、窪田ら(2000; 1999; 1998)が明らかにしたように、セル成型育苗の段階で多発生している。黒すす病菌 {*Alternaria brassicicola* (SCHWEINITZ) WILTSHIRE} は多くのアブラナ科作物の葉や茎部に褐色から黒色の病斑を形成することが知られており、キャベツのセル成型苗においても最初子葉に黒色の微小斑点が形成され、病斑へと拡大する。病徴がさらに進展すると子葉の付け根から胚軸や頂芽が侵され、苗の生育不良や枯死に至る。また、同菌は種子伝染することが知られており (NEERGAARD, 1979)、セル成型育苗においても初発生源は汚染種子であると推測される (黒田ら, 1998)。セル成型育苗では機械移植

に対応できるよう生育の揃った苗を大量に生産しなければならないため、多くの苗に生育不良や遅延、欠株をもたらす黒すす病は重要な問題といえる。さらに、セル成型育苗では特定の施設において大量の苗を集中的に生産するため、その施設における病害の蔓延が地域全体の被害へと広がる可能性がある。

この黒すす病の防除対策を検討するために、セル成型育苗における育苗環境が同病の発生に与える影響についての知見を得ることが必要である。本研究では、黒すす病菌の分生子を付着させて作製した汚染種子を用いて、セル成型育苗用の培養土と催芽処理が同病の発生に及ぼす影響を検討するとともに、セルトレイの再利用によるトレイを通じての伝染の可能性についての試験を行った。また、生育むらの防止や水管理の容易さから注目されている底面給水 (藤原ら, 2001; 佐藤ら, 2002) が黒すす病に及ぼす影響も検討した。

〒514-2392 三重県安芸郡安濃町大字草生 360

果菜研究部

\* 元果菜研究部

† 本論文の一部は平成14年度日本植物病理学会大会において講演発表するとともに、平成13年度野菜茶業研究成果情報に選定された。

## II 材料および方法

### 1 キャベツセル成型苗の育成と黒すす病菌の培養、汚染種子の作製

キャベツ黒すす病菌をジャガイモ煎汁寒天培地（20% ジャガイモ煎汁，2% ショ糖，1.5% 寒天）に移植して24°Cで2週間以上培養した。菌叢を水に浸してガラス棒の先端でこすり，分生子の懸濁液を得た。分生子を1000 × g，10分間で遠心分離し，蒸留水で $1 \times 10^6$ ， $2 \times 10^6$ ， $1 \times 10^5$ または $1 \times 10^4$ 個/mlとなるように再懸濁して，汚染種子の作製，接種，セルトレイの汚染に用いた。

キャベツの黒すす病菌汚染種子は， $1 \times 10^6$  個/mlの分生子懸濁液に種子を減圧下で4分間浸漬した後，室温で風乾して作製した。この汚染種子を用いた試験の対照には，水中に同様に減圧浸漬した種子を用いた。

通常の育苗では，0.7g/l次亜塩素酸カルシウム（ケミクロンG，日本曹達，1000倍希釈）に浸漬して殺菌後に水道水で洗浄した128穴（各セル30×30×90mm）のセルトレイまたは新しいセルトレイにセル成型育苗用培養土（ナブラ培養土，ヤンマー農機）を充填してキャベツ種子を播種し，一晚25°Cの湿室に置いて催芽処理を行った後，ガラス温室内で育苗した。ガラス温室は11~4月には最低温度が16°Cとなるように加温した。灌水は水道につないだホースとノズルを用い，頭上灌水とした。

### 2 黒すす病菌汚染トレイが黒すす病の発生に及ぼす影響

播種1週間後のキャベツセル成型苗（品種‘のぞみ’，‘早取り夏王’，‘やまばと’）に $1 \times 10^5$  個/mlの黒すす病菌分生子懸濁液を噴霧接種して一晚25°Cの湿室に保った後，ガラス温室内で2週間育苗して発病させた。その後，発病した苗と培養土を除いたトレイに新たに播種（品種‘のぞみ’，‘シティ’，‘春喜’，‘やまばと’）して育苗を行い，播種2週間後に発病状況を調査した。また， $1 \times 10^4$  個/mlの黒すす病菌分生子懸濁液に浸漬した後風乾したセルトレイを用いて，品種‘シティ’，‘YR冬王’，‘早取り夏王’を播種後2週間育苗した場合の黒すす病の発病状況を調査した。対照には，通常の育苗を行った場合の発病状況を調査した。また，土壌を介した黒すす病伝染の有無を調べるために，播種1週間後のキャベツ（品種‘いしずえ’）セル成型苗の株元に $2 \times 10^6$  個/mlの黒すす病菌分生子懸濁液5mlを灌注して，10日後に黒すす病の発病状況を調査した。

### 3 培養土が黒すす病の発生に及ぼす影響

セル成型育苗用培養土と一般園芸用培養土（クレハ園芸培土，呉羽化学）を充填したセルトレイにキャベツ（品種‘マイティ’）の黒すす病菌汚染種子と非汚染種子を播種して2週間育苗し，発病状況を調査した。

### 4 催芽処理が黒すす病の発生に及ぼす影響

黒すす病菌汚染種子（品種‘春喜’）をセルトレイに播種した後，25°Cの湿室に一晚置いて催芽処理を行った後に2週間育苗した場合と，催芽処理を行わずに播種直後から温室で2週間育苗した場合の黒すす病の発生状況を調査した。

### 5 底面給水が黒すす病の発生に及ぼす影響

底面給水による灌水が種子汚染による黒すす病の発生に及ぼす影響を調べるため，汚染種子（品種‘マイティ’）をセルトレイに播種した後，底面給水または頭上灌水で育苗して2週間後に黒すす病の発生状況を調査した。底面給水の場合には，64×38×8.5cmのプラスチック製コンテナにセルトレイを置き，数分間，水を溜めて培養土にしみこませた後，排水した。

底面給水による灌水が黒すす病の二次伝染に及ぼす影響を調べるため，播種1週間後のキャベツ（品種‘いしずえ’，‘C-ONE’，‘そよかぜ’）セル成型苗の1トレイ中4株ずつの2箇所（計8株）に， $1 \times 10^5$  個/mlの黒すす病菌分生子懸濁液を噴霧接種して25°Cの湿室に一晚保った後，温室内で底面給水または頭上灌水により育苗を続けた。頭上灌水では，トレイに対して常に同じ方向から散水した。接種2週間後にトレイ中の全株について黒すす病の発生状況を調査した。

底面給水による灌水が，黒すす病菌分生子の茎葉への付着による同病の発生に及ぼす影響を調べるため，播種1週間後のキャベツ（品種‘火星’，‘YR錦秋強力152’）セル成型苗に $1 \times 10^5$  個/mlの黒すす病菌分生子懸濁液を噴霧接種した後，温室内で底面給水または頭上灌水により育苗を2週間続けた場合の黒すす病の発病状況を調査した。また，品種‘YR錦秋強力152’，‘中早生3号’，‘YR青春’を用いて同様の接種後に25°Cの湿室に一晚保ってから，温室内での育苗を続けた場合の発病状況も調査した。

### Ⅲ 結 果

#### 1 黒すす病菌汚染トレイが黒すす病の発生に及ぼす影響

黒すす病を発生させたセルトレイを無洗浄で再利用した場合、各1枚のトレイを用いた6回の試験について、全播種数768のうち発芽した554株中3株のみで黒すす病が発生し、トレイ当たりの発病率では0.5%となった(表-1)。1回の試験当たりの発芽株数は、殺菌したトレイまたは新しいトレイの1枚を使用した場合と差がなかった。黒すす病菌の分生子懸濁液に浸漬して汚染したトレイでは、各1枚のトレイを用いた5回の試験で同病の発生は認められなかった。

黒すす病菌の分生子懸濁液を灌注接種した場合には、約100株を用いた2回の試験で、何らかの外観上の病徴を示した株は認められなかった。

#### 2 培養土が黒すす病の発生に及ぼす影響

セル成型育苗用培養土または一般園芸用培養土を充填したセルトレイ1枚ずつに汚染種子を播種して育苗した3回の試験において、非汚染種子を播種した場合と比較して不発芽数が多くなった(図-1)。また、汚染種子と非汚染種子を播種した場合とも、一般園芸用培養土を用いたときよりセル成型育苗用培養土を用いた方が不発芽数が少なかった。汚染種子を播種して、セル成型育苗用培養土と一般園芸用培養土で育苗した場合は、枯死以外の病徴を示した株数に差は認められなかった。しかし、枯死株数は一般園芸用培養土を用いたときの方が多かった。発芽株数から発病株数を引いた無病株数では、汚染種子と非汚染種子のどちらを播種した場合にも、セル成型育苗用培養土を用いたときの方が一般園芸用培養土の場合より大きくなった。

#### 3 催芽処理が黒すす病の発生に及ぼす影響

セルトレイ1枚に汚染種子を播種し、催芽処理を行っ

て育苗した場合、催芽を行わなかった場合と比較して、3回の試験において黒すす病の発病株が少なかった。発芽数には差が認められなかった(図-2)。不発芽数が多かった場合には発病株数が少なく、結果として播種数(128粒)から不発芽数と発病株数を引いた無病株数は催芽処理区で1トレイ当たり68.7株(標準誤差15.6)、催芽処理しなかった区で41.3株(標準誤差7.5)となり、催芽処理区の方が多かった。

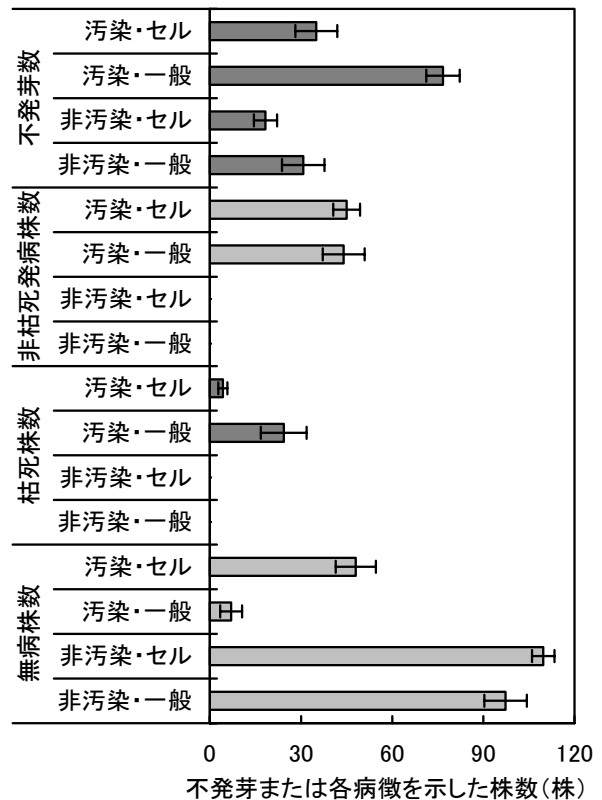


図-1 培養土がキャベツセル成型苗の発芽と黒すす病の発生に及ぼす影響

汚染種子(汚染)と非汚染種子(非汚染)をセル成型育苗用園芸培養土(セル)または一般園芸用培養土(一般)を用いて2週間育苗したときのセルトレイ1枚当たり(128粒播種)の不発芽数と黒すす病による枯死株数、枯死以外の病徴を示した株数(非枯死発病株数)。

表-1 前作で黒すす病を発病させたトレイと黒すす病菌の分生子に汚染されたトレイを用いてキャベツセル成型苗を育苗したときの黒すす病の発病率

セルトレイ	試験回数	総播種数	トレイ当たり発芽率(%)		トレイ当たり発病率(%)	
			平均	標準誤差	平均	標準誤差
前作発病	6	768	72.1	12.8	0.5	0.6
新・殺菌	6	768	77.0	17.3	0	0
汚 染	5	640	76.3	15.7	0	0
新・殺菌	5	640	86.7	8.8	0	0

発病率は発芽株数当たり

4 底面給水が黒すす病の発生に及ぼす影響

汚染種子を播種したセルトレイ1枚を底面給水と頭上灌水で育苗した場合、4回の試験で、発病株数と不発芽数において大きな差は認められなかった(図-3)。

セルトレイ中の一部の株のみに接種を行って頭上灌水で育苗を続けた場合、灌水の向きによって発病株が広がった(図-4)。底面給水の場合には発病株はほとんど広

がらなかった(図-5)。

試験区内の全株に黒すす病菌を接種した後、底面給水で育苗を続けた場合には、頭上灌水と比較して、子葉に病徴を表した株の割合が低くなった(図-6A)。特に、株全体の枯死や子葉が枯れる激しい病徴を示す株の割合が低かった。黒すす病菌を接種した直後に感染しやすい条件である湿室に一晩置いた後に、底面給水して育苗を

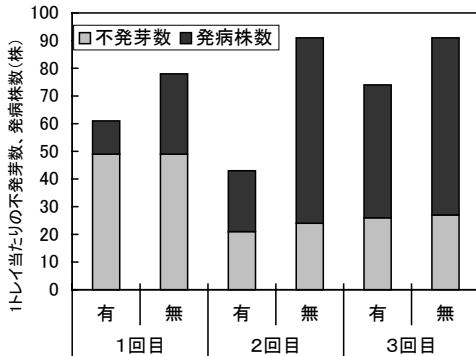


図-2 催芽処理がキャベツセル成型苗の発芽と黒すす病の発生に及ぼす影響

黒すす病菌汚染種子を播種した後に催芽処理(25℃, 湿室に一晩)を行って2週間育苗した場合(有)と、行わずに2週間育苗した場合(無)のセルトレイ1枚当たり(128粒播種)の不発芽数と黒すす病の発病株数。

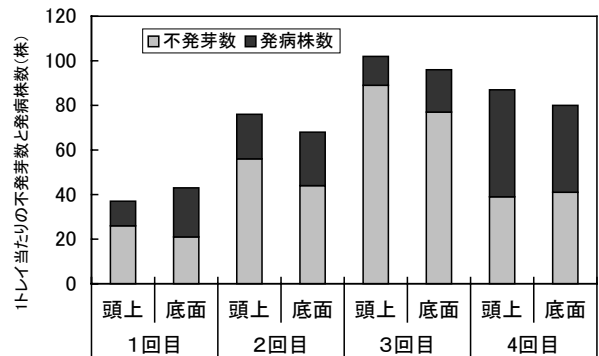


図-3 灌水方法がキャベツセル成型苗の発芽と黒すす病の発生に及ぼす影響

黒すす病菌汚染種子を播種した後、底面給水(底面)と頭上灌水(頭上)で2週間育苗した場合のセルトレイ1枚当たり(128粒播種)の不発芽数と黒すす病の発病株数。

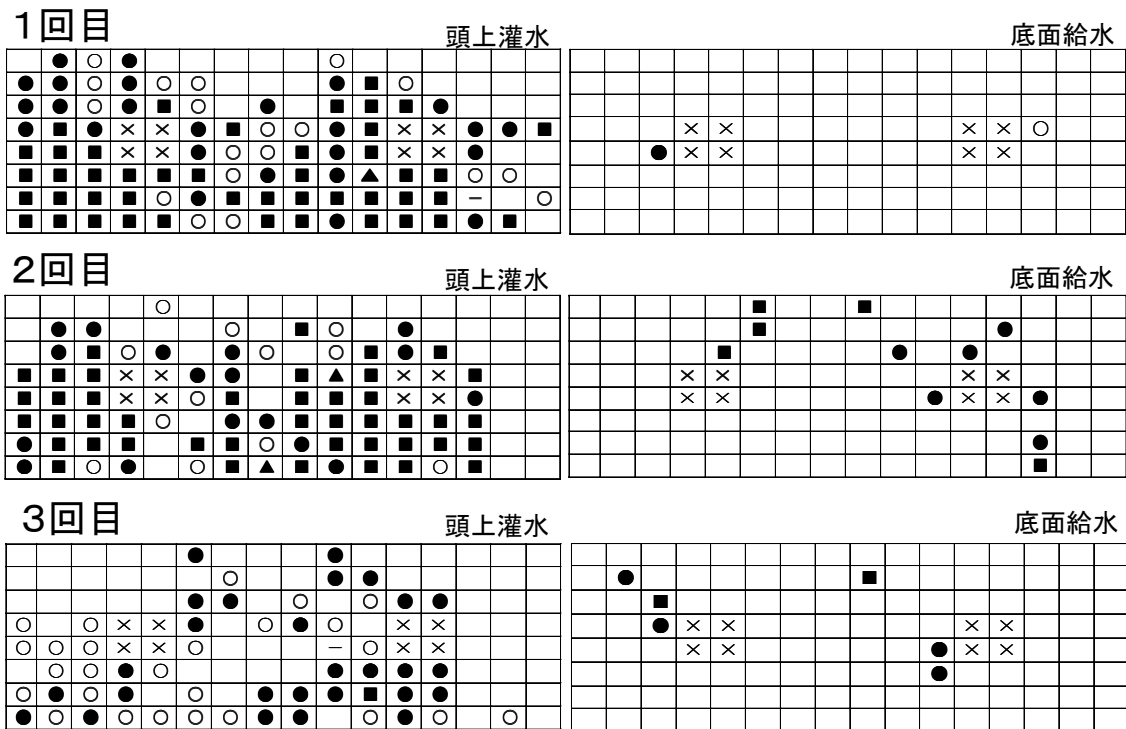


図-4 底面給水または頭上灌水したときの黒すす病の伝染

1枚のセルトレイ中の8株のみに黒すす病菌分生子懸濁液を噴霧接種して底面給水または頭上灌水で2週間育苗を続けたときに黒すす病の各病徴を示した株のトレイ中での分布。×接種株、○子葉微小黒点、●子葉病斑、■子葉枯死、▲株全体枯死、一欠株。頭上灌水の場合は、図の右上から散水。

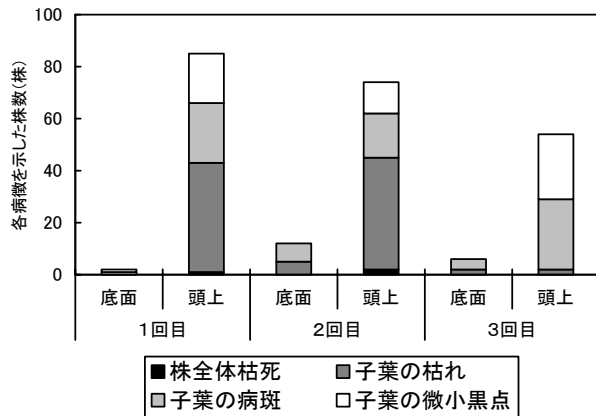


図-5 底面給水または頭上灌水したときの黒すす病の伝染

1枚のセルトレイ中の8株のみに黒すす病菌分生子懸濁液を噴霧接種して底面給水（底面）または頭上灌水（頭上）で2週間育苗を続けたときに非接種株の子葉に黒すす病の各病徴を表した株数。

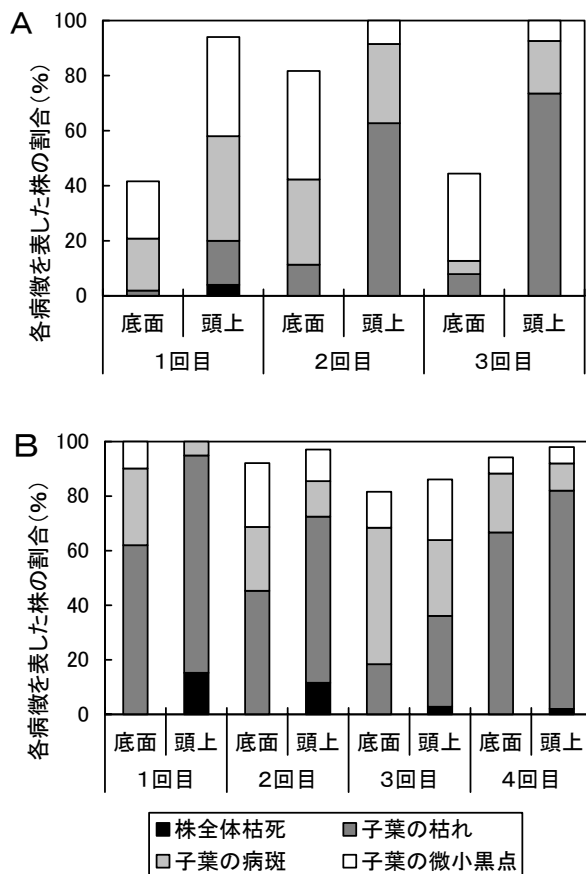


図-6 灌水方法が黒すす病の感染や病徴進展に及ぼす影響

A；黒すす病菌分生子懸濁液を噴霧接種した直後から温室で底面給水（底面）または頭上灌水（頭上）で2週間育苗した後に子葉に黒すす病の各病徴を示した株の割合，B；接種後一晩25℃の温室に置いた後温室で育苗した場合。

続けた場合は、頭上灌水と比較して、発病株率では大きな差が認められなかったが、株全体が枯死または子葉が枯れる激しい病徴を示した株の割合は4回の試験でいずれも低くなった（図-6B）。

## IV 考 察

セル成型育苗を大量に行っている施設ではセルトレイを再利用しており、中野（1998）によりキャベツの根朽病がセルトレイを介して伝染することが示唆されている。黒すす病では分生子に汚染されたトレイや前作で発病したトレイを使用した場合にも、同病が発生した株はわずかであった。市販の種子の多くは程度の差はあるものの黒すす病菌に汚染されており（黒田ら，1998），本研究ではいずれの試験においても1.5%寒天上で培養した場合に黒すす病菌の分離率が5%以下であった種子を用いているが（窪田ら，未発表），上述程度の黒すす病の発生は種子由来の可能性もある。これらのことから、黒すす病菌に汚染されたトレイを介して同病が蔓延する可能性は低いと考えられた。なお、本研究では当研究室に保存されていた種子を用いたが、いずれの品種にも黒すす病に対する抵抗性は認められなかった（データ略）。

キャベツのセル成型育苗の現場では、黒すす病により胚軸が褐色に腐敗する病徴も見られたが（窪田ら，2000；1998），土壌に黒すす病菌の分生子を灌注した場合に何らかの病徴を示した株はなく、土壌を介しての伝染の可能性は低いと考えられた。黒すす病菌は病斑上に大量の分生子を形成するが、これらの分生子が土壌に落下して二次伝染を引き起こす可能性も低いことが示唆された。また、セル成型育苗では常に新しい培養土を用いるため、上述の胚軸に発生する病徴は汚染種子に由来するものと推察される。

セル成型育苗用培養土と一般園芸用培養土のどちらを用いたときにも汚染種子を播種した場合には、非汚染種子の場合より発芽率が低下し、黒すす病菌による発芽阻害が示唆された。しかし、汚染種子を用いた場合にも無病株が認められ、種皮上における表面的な汚染が必ずしも発病に結びつくわけではないことが示された。本研究で用いた汚染種子は種皮表面のみに黒すす病菌の分生子が付着したものであると考えられるが、同菌が種子の胚部にまで侵入する率と育苗時の発病率に相関があるとMAUDEら（1980）が報告している。一般園芸用培養土を用いた場合、セル成型育苗用培養土の場合よりも発芽率が低くなり、汚染種子では黒すす病によって枯死以外

の病徴を表した株の割合は同様であるものの枯死株率が高くなり、症状が激しくなることが示された。使用した一般園芸用培養土は粒状であり、水を含んだ場合にも形状が崩れずに重くなる。これらの物理性により発芽が阻害あるいは遅延され、その間に汚染種子由来の黒すす病菌が胚部に感染し、さらなる発芽障害や発芽後の初期発病における症状の激化に関与した可能性がある。

播種直後の催芽処理を行わずに育苗した場合は、催芽処理した場合より不発芽と発病株を合わせた数が大きくなった。最終的な発芽数では、処理、無処理間で差は認められなかったものの、この試験は12月の低温期に行ったため、催芽処理、無処理の間の生育差が大きくなったと思われ、外観上、無処理では発芽を含めて1~3日程度遅れている印象を受けた。これらのことから、培養土に関する試験と同様に、発芽の遅れによって黒すす病菌が胚部へ感染する可能性が高まると考えられた。種子上における菌の生育が速いことはKNOX-DAVIS (1979)によっても観察されている。温度などの育苗条件によって発芽が速い品種を選択することや、加温などにより発芽を促すことも黒すす病の対策となろう。また、KNOX-DAVIS (1979)は、形がいびつな種子や未熟な種子では発芽不良となる率が高く、黒すす病菌による汚染程度や実生の発病率が高いことを報告しており、十分に成熟した種子を選別して用いることも有効な黒すす病対策であると思われる。

底面給水と頭上灌水で育苗した場合、汚染種子由来の初期発病は灌水方法の違いに無関係であるが、地上部における二次伝染を含めた病徴進展は、底面給水では抑えられることが示唆された。試験間の発芽や発病株数のばらつきは、ガラス温室内での試験のため、温度や灌水等の水温、日照などの環境条件によるものと思われた。黒すす病菌は病斑上に大量に分生子を形成することから、株間の接触と、頭上灌水によって生じる水滴とともに分生子が飛散して、二次伝染していることが推測できる。トレイ中の一部の株のみに接種を行った試験では、頭上灌水の場合には散水される方向に従って症状の激しい発病株が広がったのに対して、底面給水では接種株とその近傍の株以外ではほとんど新たに発病した株は認められず、分生子の飛散による二次伝染がほぼ完全に抑えられることが示された。また、接種直後から育苗トレイをガラス室内に置いて乾燥しやすい条件で育苗を続けた場合にも、底面給水では頭上灌水と比較して黒すす病の発病や症状の激化が顕著に抑えられ、地上部の1日1度の灌水時の濡れや頭上灌水による高湿度化を防ぐだけでも黒

すす病菌感染の抑制に効果があることが示された。接種後に黒すす病菌が感染しやすい温室に一晩おいて感染を成立させてから、底面給水で育苗した場合にも、頭上灌水と比較して、激しい病徴を示す株が減少した。子葉の葉柄を伝って胚軸にまで病斑が至るような特に激しい病徴の場合には、初期病斑上に形成された分生子が灌水によって株上で流れたことによる二次伝染が推測されるが、底面給水ではこの二次伝染が抑えられたと考えられる。試験間の発病株率や病徴程度のばらつきは、気温や灌水等の水温、日照などの環境条件の違いによるものと思われた。セル成型育苗の現場では、黒すす病やべと病のように地上部の病斑上で大量に胞子を形成して急速に二次伝染する病害が大きな被害を出すと考えられているが(窪田ら, 2000; 1999; 1998)、底面給水ではこれらの病害の二次的な伝染を抑えられると思われる。しかし、*Pythium* 属菌や *Rhizoctonia solani* KÜHNによる苗立枯病などの土壌伝染性病害の底面給水時における動向は不明であり、病害防除を目的とした底面給水の適用には検討が必要である。

本研究では、キャベツのセル成型育苗に大きな被害を与えている黒すす病の発生とその育苗条件のいくつかについての関連性を検討した結果、同病多発生の最も重要な要因は頭上灌水であると思われた。

## V 摘 要

黒すす病菌に汚染されたトレイを用いてキャベツのセル成型育苗を行った場合や同菌の分生子懸濁液を株元に灌注した場合には同病の発生はほとんど認められず、トレイや土壌を介して同病が伝染する可能性は低いと考えられた。セル成型育苗用の培養土を用いた場合には一般園芸用培養土の場合より、汚染種子由来の黒すす病の発生が少ない。また、冬季では催芽処理を行った場合には行わない場合より黒すす病の発生が少なくなる。これらの結果から、土壌や温度などの条件などにより種子の発芽が遅れたり阻害される場合には黒すす病の発生が助長されることが示唆された。底面給水を行った場合には、頭上灌水の場合と比較して、汚染種子由来の初期発病に差は認められないが、病徴の進展や二次伝染が抑えられた。

## 引用文献

- 1) 藤原隆広・吉岡 宏・佐藤文生 (2001) : エブ&フロー灌水と培養液への NaCl 添加によるセル成型育苗の省力化とキャベツ苗品質の向上. 農作業研究, **34**, 153-161.
- 2) KNOX-DAVIS, P. S. (1979) : Relationships between *Alternaria brassicicola* and *Brassica* seeds. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **73**, 235-248.
- 3) 窪田昌春・我孫子和雄 (2000) : 育苗施設のキャベツのセル成型苗における病害の発生実態. 野菜茶試研報, **15**, 1-10.
- 4) 窪田昌春・我孫子和雄 (1999) : 1~4月に育苗されたキャベツのセル成型苗に発生した病害. 関西病虫研報, **41**, 89-90.
- 5) 窪田昌春・我孫子和雄 (1998) : キャベツのセル成型苗に発生した病害. 関西病虫研報, **40**, 55-63.
- 6) 黒田克利・富川 章 (1998) : キャベツのセル成型苗に新たに発生した黒すす病の種子消毒による防除. 関西病虫研報, **40**, 121-122.
- 7) MAUDE, R. B. and F. M. HUMPHERSON-JONES (1980) : Studies on the seed-borne phases of dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and grey leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas. *Ann. Appl. Biol.*, **95**, 311-319.
- 8) 中野智彦 (1998) : 機械移植栽培におけるキャベツ根朽病の伝染経路遮断による発生抑制. 関西病虫研報, **40**, 89-90.
- 9) NEERGAARD, P. (1979) : Seed Pathology. Pp. 201-208. Macmillan Press, London.
- 10) 佐藤文生・吉岡 宏・藤原隆広・岡田邦彦 (2002) : エブ&フロー方式灌水における肥培条件がキャベツセル成型苗の生育および機械移植適性, 結球重に及ぼす影響. 野菜茶研報, **1**, 15-22.

## Effect of Cultivation Conditions of Cabbage Plugs on Sooty Spot Disease

Masaharu KUBOTA, Kazuo ABIKO and Kazufumi NISHI

### Summary

*Alternaria brassicicola* conidia on plug trays or applied onto soil rarely caused sooty spot disease on cabbage plug seedlings. Plug tray and soil specialized for raising plug seedlings may not mediate the disease. Soil for plug seedlings is mainly composed of peat moss and keeping in humid conditions overnight is prepared for germination after sowing. After sowing the seeds contaminated with conidia of the pathogen without the treatment for germination or using heavier soil than the soil for plug seedling, the germination was hindered and the disease in the seedlings became severe. Ebb and flow irrigation did not differ from shower irrigation in the frequency of germination or number of diseased plugs from the contaminated seeds. Ebb and flow irrigation decreased the frequency of the infection and the degree of the symptoms after inoculation of the seedlings with conidia of the pathogen. The secondary infection was also suppressed by ebb and flow irrigation.