

イチゴセンチュウによるワサビ頭とび病（仮称）

静岡県農業試験場わさび分場

(独)農業環境技術研究所

静岡県伊豆農林事務所

とり
鳥
荒
いし
石い
居
城
い
井ゆう
いち
まさ
雅
かろう
郎
あき
昭
子

はじめに

ワサビは静岡県を代表する農産物の一つで、根茎を生食する水ワサビ生産額は全国1位（生産額21億円、2002年）である。

今回報告するワサビ頭とび病（仮称）は1989年に初めて静岡県で発見され、その後の調査でセンチュウの寄生によって引き起こされる病害であることが判明した。本病はこれまでに全く報告のない新病害である。本稿ではワサビ頭とび病の発生状況、原因、伝播経路、防除対策等について述べる。

I 発生状況

1 発生経過

ワサビ頭とび病は、1989年に御殿場市と小山町で初めて発見された後、1992年に伊豆市、1996年に静岡市、1998年に下田市と松崎町で確認され、県内各産地に拡大しつつある。発生の激しい圃場では、収穫物の半分が出荷不能になるなど大きな問題となっている。

2 病徵

病徵は、初め変形した葉身や傷のある葉柄をもつ新葉が茎頂部から展開する（口絵①、②）。やがて茎頂部からの新葉の展開が停止し、古葉が順次抜け落ちる（口絵③）。こうなると生食用としての商品価値がなくなる。新葉展開が停止した株では、茎頂部に複数の腋芽が発生することもある。

II 原因

1 線虫の同定

頭とび病ワサビの葉柄の付け根や茎頂周辺を顕微鏡で観察した結果、ある種の線虫が寄生していることがわかった。この線虫を灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*) を餌に培養し、体の寸法を測定した（表-1）。その結果と顕

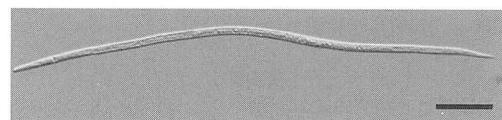
微鏡で観察された形状などから、この線虫はイチゴセンチュウ (*Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos) Christie) (図-1) であることが判明した。

発病ワサビの葉柄の付け根や茎頂部分を水中で解剖すると、多数のイチゴセンチュウを観察できる。イチゴセンチュウの形態はほかの線虫に比べ細長く、また水中では独特の屈伸運動をしていることが多い。ワサビから形態が類似した他種線虫を認めたことはないので、本種の確認は難しくない。ワサビの組織とともに放置すると、

表-1 ワサビから分離した線虫とイチゴセンチュウの体の寸法（雌成虫）の比較

線虫	体長平均 (μm)	a 値 平均 ^{a)}	c 値 平均 ^{b)}	V 値 (%) ^{c)}
ワサビから 分離した線虫 ^{d)}	744	65	18.5	69.8
(最小値-最大値) (709-802)	(61-70)		(16.5- 20.3)	(69.1- 70.5)
イチゴセンチュウ ^{e)}	450~800	45~60	12~20	64~71

^{a)} 体長 ÷ 最大体幅。 ^{b)} 体長 ÷ 尾長。 ^{c)} (体前端から陰門までの長さ) ÷ 体長 × 100。 ^{d)} ワサビから分離した線虫を *Botrytis cinerea* を餌に培養したものから10個体を測定。 ^{e)} ALLEN(1952)の報告による。



1：イチゴセンチュウ雌成虫（全形）（スケール：80 μm ）



2：イチゴセンチュウ雌成虫の前部（口針・中部食道球を示す）（スケール：20 μm ）



3：イチゴセンチュウ雌成虫の後部（尖った尾端・尾部・肛門を示す）（スケール：20 μm ）

図-1 イチゴセンチュウ

Crown Standstill of *Wasabia japonica* Matsum. Caused by *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos) Christie. By Yuichiro TORII, Masaaki ARAI and Chikako ISHII

（キーワード：ワサビ、イチゴセンチュウ、*Aphelenchoides fragariae*、頭とび病、伝播経路）

本線虫は長く伸びた状態で運動を停止し、確認が難しくなる。ワサビの辛味成分であるアリルイソチオシアネートは殺菌作用などの強い生物活性をもつことで知られており、この現象もアリルイソチオシアネートの殺線虫効果によると想像される。このような現象を生じるにもかかわらず、ワサビに本線虫が寄生できることは興味深い。

2 接種試験

頭とび病ワサビ株から採取し、*B. cinerea* を餌に培養したイチゴセンチュウの懸濁液を、健全セル苗 29 株の茎頂上に置いたキムワイプ小片に滴下して接種し（約 200 頭/株）、湧き水を利用した隔離栽培装置に定植した。無接種区も 30 株定植した。約 1 年後に調査を行った結果、対照区では病状が現れなかったが、接種区で初期症状と末期症状が再現された（表-2）。また、接種区のすべての株から再びイチゴセンチュウが分離された。以上のことから、イチゴセンチュウが頭とび病の原因であることが明らかとなった。

初期症状の株を実体顕微鏡で観察すると、茎頂内部の

表-2 イチゴセンチュウ接種試験による主根茎の発症程度と分離頭数^{a)}

発症程度 ^{b)}	接種区	対照区（無接種）
末期	3	0
初期	13	0
正常	2	6
調査不能株 ^{c)}	11	24
イチゴセンチュウ分離合計頭数 ^{d)}	4,931	0

^{a)} 接種：2002 年 7 月 26 日（約 200 頭/株ずつ接種）、定植：2002 年 8 月 22 日、調査：2003 年 7 月 9～31 日。接種区に 29 株、対照区に 30 株定植。^{b)} 発症程度は、正常：症状なし、初期症状：葉の変形や葉柄の傷がみられる、末期症状：茎頂部から新葉の展開がなくなる。^{c)} 欠株や生育不良の株を示す。原因是主に軟腐病と低温障害。^{d)} 主根、分根の葉柄基部・腋芽・茎頂部を蒸留水中に軽く浸し、泳ぎ出した線虫頭数を実体顕微鏡下で計測した。接種区では、すべての調査株からイチゴセンチュウが再分離された。

表-3 ワサビ頭とび病多発圃場で採取したワサビから分離されたイチゴセンチュウの頭数^{a)}

発症程度 ^{b)}	調査株数	主根茎の頭部						分根の頭部					
		調査数 ^{c)}	多	中	少	なし		調査数	多	中	少	なし	
正常	4	4	1	1	1	1		27	8	11	5	3	
初期症状	17	29	12	11	4	2		100	50	34	11	5	
末期症状	12	— ^{d)}	—	—	—	—		66	36	23	6	1	

^{a)} 線虫頭数は、葉柄基部・腋芽・茎頂部を蒸留水中で分解し、泳ぎ出した線虫頭数を実体顕微鏡下で計測した。多：51 頭以上、中：6～50 頭、少：1～5 頭、なし：0 頭。^{b)} 発症程度は、正常：症状なし、初期症状：葉の変形や葉柄の傷がみられる。末期症状：茎頂部に葉がなくなる。^{c)} 初期症状で茎頂部に複数の腋芽がある場合は、別々に調査した。^{d)} 末期症状の主根茎では、頭部に葉柄・腋芽・生長点がないため調査せず「—」と示した。

芽にイチゴセンチュウの加害によると思われる傷がある。この傷が葉の変形や葉柄の傷の原因と考えられる。傷は成長点周辺に及ぶ場合があり、成長点が枯死することで新葉の展開が止まり、頭とび病の末期症状が引き起こされると推測される。

III 伝播経路

1 分根苗

頭とび病が多発している圃場から採取した株を症状別に分類し、寄生しているイチゴセンチュウ数を主根と分根別に数えた（表-3）。分根とは、主根の地際から生じた小さな芽で株分けして苗に使用されている。調査の結果、ほとんどの主根と分根でイチゴセンチュウの寄生が確認された。このため、頭とび病多発圃場から採取した分根を苗に使用すると、頭とび病を発病すると考えられる。

2 ワサビ田の流水

ワサビ田には常に水が流れしており、ワサビはその流水の中で栽培される。このため、イチゴセンチュウが水を介して伝播している可能性が考えられた。

そこで、水循環型栽培装置に健全実生セル苗を定植し（接種区 14 株、対照区 14 株）、循環する水へイチゴセンチュウが約 100 頭/l となるように接種した。約 3 か月後に調査したところ、接種区ではすべての株にイチゴセンチュウの寄生が確認された（表-4）。このことから、ワサビ田を流れる水を介してイチゴセンチュウが伝播していると考えられる。

3 その他

ワサビは 1～3 月にかけて開花するが、花と蕾の中に多数のイチゴセンチュウが見いだされる。ワサビの花茎は 1 m 以上に伸び、やがて倒伏する。このとき、花茎が倒れた先に別のワサビがあれば、高い確率でイチゴセンチュウの伝播が起きると考えられるが未確認である。また、頭とび病を発症している株から採取した種子すべての調査株からイチゴセンチュウが再分離された。

表-4 イチゴセンチュウの水を介しての伝播試験^{a)}

試験区	調査 株数	センチュウ 検出株数	感染率 (%)	株当たり平均 センチュウ頭数 ^{c)}
接種区 ^{b)}	14	14	100	356 (最小 81, 最大 1,045)
対照区 (無接種)	14	0	0	0

^{a)} 水への接種：2002年7月26日，調査：2002年10月28日～11月8日。^{b)} センチュウを約100頭/lとなるように閉鎖型の水循環式ワサビ栽培装置の水へ接種した。使用した線虫は、ワサビ田から採取し、糸状菌を餌に増殖したもの。^{c)} 葉柄基部、腋芽、茎頂部分をシャーレ中の水に軽く浸漬した後取り除き、泳ぎ出たセンチュウ頭数を実体顕微鏡下で計測した。

表-5 パイプ栽培と普通栽培におけるワサビ頭とび病発病株数と発病株率^{a)}

発症程度 ^{b)}	パイプ栽培	普通栽培
正常	92 株	40
初期症状	1	0
末期症状	0	6
欠株 ^{c)}	15	62
残存株の頭とび 発病株率 (%) ^{d)}	1.1	13.0

^{a)} 定植：2002年8月29日，調査：2003年10月9日。各区108株ずつ定植。^{b)} 発症程度は、正常：症状なし、初期症状：葉の変形や葉柄の傷がみられる。末期症状：茎頂部に葉がなくなる。^{c)} 欠株の原因は、主に軟腐病と水生昆蟲による食害。^{d)} 発病株率は5%の水準で有意差あり（母比率の差の検定）。

と莢の調査を行ったところ、イチゴセンチュウは見つかなかった。このため、種子による伝播はないと考えられる。

IV 防除対策

1 健全苗の利用

頭とび病発病圃場から採取した分根には、イチゴセンチュウが寄生していることが多い。このため、発病圃場からとった分根は苗に使用しないようにする。

種子での伝播はないと考えられることから、種子から育てた苗（通称：実生苗）を使用する。また、組織培養苗も有効である。

2 パイプ栽培

軟腐病対策として、一部の地域で行われている栽培方法にパイプ栽培がある（図-2）。直径8～10cmの塩ビのパイプを長さ8～10cm程度に輪切りにする。これをワサビ田に2～3cm程度挿し、中にワサビを植え付

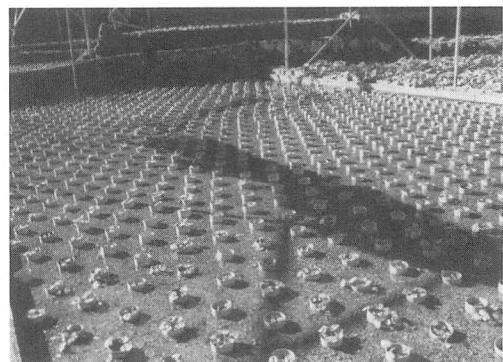


図-2 パイプ栽培の様子

ける方法である。畳石式ワサビ田（静岡県で主流な方式）では、水は地下へ浸透しながら流れているため、パイプの内部は乾いた状態になる。頭とび病多発圃場で、パイプ栽培の効果を検証したところ、高い発病抑制効果がみられた（表-5）。ワサビを水から隔離することで、イチゴセンチュウの伝播を抑制していると思われる。

3 圃場での水管理

ワサビの収穫調整作業は、ワサビ田の流水中で行われる。この作業では、古い葉柄を除去した根茎を流水中で洗浄する。イチゴセンチュウは葉柄の付け根のすき間に多く寄生しているため、寄生ワサビをこのように洗浄すると大量のイチゴセンチュウが流れ出し、下流のワサビ田へ伝播すると考えられる。このため、収穫作業中は使用した水が下流に流れ込まないように、外部へ排水する（排水路の利用）。

おわりに

これまでの研究によって頭とび病の原因と感染経路を解明することができたが、イチゴセンチュウに対するワサビの登録農薬はないことから、防除対策は限られているのが現状である。

パイプ栽培は有効な対策であるが、根茎が水に触れないため、根茎表面色がやや悪くなる短所がある。イチゴセンチュウが最初に寄生してから、頭とび病の初期症状が出現するまで7か月程度かかるため（ワサビのワサビ田での栽培期間は12～18か月），収穫6か月前にパイプを除去して表面色を改善するなどの方法を今後検討していく必要がある。

引用文献

- 1) ALLEN, M. W. (1952) : Proc. helminth. Soc. Wash. 19 : 108 ~ 120.