

ボタンに寄生するイチゴセンチュウ *Aphelenchoides fragariae* の生態と温湯防除の試み

三 枝 敏 郎

横浜植物防疫所調査課

ま え が き

- I. ボタンの生産地における春期の線虫検出調査
- II. 掘り取り時の苗木の病徴と線虫検出調査
- III. 輸出検査時における苗木の病徴と線虫検出調査
- IV. 線虫生心ぶ度の季節的消長
- V. 芽の内部における線虫分布
- VI. 線虫寄生株の外見による診断
- VII. 温湯による苗木の線虫防除試験

あ と が き

摘 要

引 用 文 献

Summary

ま え が き

イチゴセンチュウ *Aphelenchoides fragariae* (RITZEMA BOS) CHRISTIE は 1890 年 RITZEMA BOS によって英国産イチゴ苗からはじめて分離、記載され、きわめて多食性の線虫として知られている。

その寄主植物の記録は、のちに *A. fragariae* の synonym とされた *A. olesistus* の寄主として発表されたものが大部分である。なかでも GOFFART (1930) は 60 種以上の寄主をあげているが、そのなかにはアネモネ、ペゴニア、キク、コリウス、プリムラなどの花卉類 40 属以上のものが含まれている。また、CROSSMAN ら (1936) はかなり綿密な調査をした結果、175 種の寄主をあげている。

ボタン *Paeonia saffruticosa* ANDER. についての寄生性と病害は T. GOODEY が 1933 年に、やはり *A. olesistus* の名で記録したのが最初であるが、その前後の報告の多くは、現在の *A. fragariae* と *A. ritzema-bosi* との両種を混同している場合が多く、それらによる植物の病徴はもちろん寄主植物については、早急に解決を要する多くの問題が残されている。

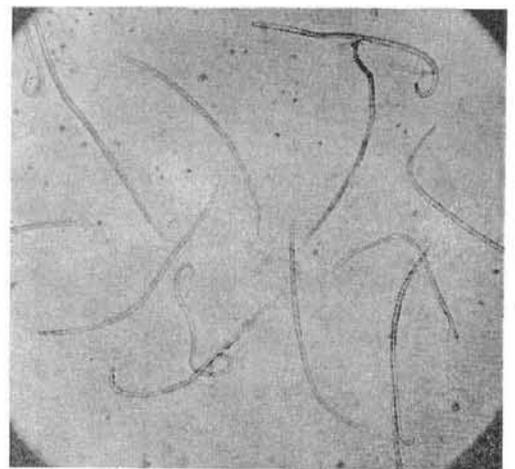
この線虫による被害作物はイチゴが主で、ヨーロッパ

諸国では、イチゴの罹病を cauliflower disease または red plant とよび、アメリカ合衆国ではイチゴの spring dwarf あるいは crimp とよんでいる。

また、この線虫の植物組織内侵入による病徴がファイリインドゴムノキで知られている (DE MAESENEER, 1964) が、これはイチゴ、ボタンにおける一般的に外寄生であることといちじるしく寄生様式を異にしているものといえる。

わが国でのこの線虫の発見は、静岡県 of イチゴについて弥富・西沢 (1951) によってなされ、また、ボタンにおける寄生は河村・寺田 (1955)、その被害については筆者ら (1966) による報告がある。

最近、アメリカ合衆国で、わが国から輸出する苗木にこの線虫の寄生が指摘され、輸出商社および生産者が大きな損失をしている (三枝, 1966)。一方生産地での被害は、従来全く見落とされてきており、このため急遽この線虫のボタンにおける生態を把握し、この防除と輸出検査時の線虫寄生苗の識別を容易にするための資料を得



第 1 図 ボタンの芽から検出したイチゴセンチュウ *Aphelenchoides fragariae* (RITZEMA BOS) CHRISTIE の成虫

ようとした。

本文に入るにさきだち、本調査に協力いただいた松本安生・霞原敏夫・武田和子各技官、生産地での調査に協力いただいた新潟県中蒲原病害虫防除所の内海繁技師、また、多数の資料を提供いただいた（三浦農園）沖之株徳一氏および（高山農園）高山太郎氏に謝意を表する。

I. ボタンの生産地における春期の線虫検出調査

春期のボタンの芽の伸長開始期に、線虫の寄生状態を観察することは、冬期の線虫の寄生が、芽の伸長・展葉におよぼす影響、および、その後のボタンの生育におよぼす影響を推測する上にも役立つものと思われる。

材料および方法：新潟県の生産地における従来の調査で、イチゴセンチュウの発生が認められている五泉市、西蒲原郡村松町および新津市のそれぞれ1カ所あて3カ所の母木園場を選んで調査をおこなった。試料の採取にあたっては、なるべく正常でない芽が含まれるように選んだが、線虫による病徴がすすんで腐敗したと考えられるもの、原因不明の腐敗のものも含めた。採取は3月15日で頂芽より約10cmの長さに幹を切り取り、乾燥を防ぐため幹の切断部を濡らした脱脂綿でまいた。

線虫の検出は、3月19日に第1回をおこない、ついで数日の間隔で、その後4回おこなった。

芽はカミソリで2分し、縦断面の病徴を観察したのち、木綿布1重に包み、ペールマン法で24時間後、游出線虫数をかぞえた。

結果および考察：5回にわたる調査の結果、第1・2表に示すように線虫の検出された芽は、地区別に、品種ごとにはほぼ共通で、線虫数は1・2月におこなった従来の調査結果と顕著な差はないものと推定されていたが、いずれも芽の病徴がいちじるしくすすみ、細菌などの感染をともなって芽全体が腐敗したのと考えられるものも多く認められた。また、この芽の全体が腐敗したものでは、線虫の検出が皆無となることが多い。線虫皆無の芽の腐敗がたとえ線虫に起因する場合でも、線虫は腐敗以前に移動または死滅することが容易に考えられる。第1表に示した第1回の調査において、検出された線虫は大部分が外見的病徴を示さない芽からのものである。

また、芽を縦断した際に、一部でも黄～茶褐色の変色が認められたものは例外なく線虫が検出された。

検出線虫の性比は大部分が1:1であった。また、発育ステージはほとんどが成虫態であったが、腐敗初期の

頂芽または外見正常の頂芽および側芽から検出されたものには幼虫および卵態のものが含まれていた。

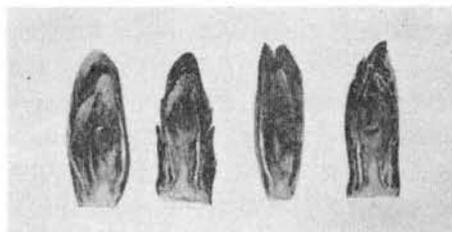
第2回より第5回の調査（第2表）は、腐敗のすすんだ芽をとりのぞき、外見上正常とみられるものみの結果であるが、やはり縦断面に褐変組織のあるものからは、例外なく線虫が検出された。

以上の調査から線虫の寄生度の高かった品種は、五泉地区の春の曙、日月錦、日暮、五大州、村松地区の金閣、日暮、新津地区の乙女の舞、月世界、玉籬で、それぞれ5回の調査のうち2回以上、多数の線虫が検出された。とくに、五泉の春の曙、新津の乙女の舞からは毎回多数が検出された。

線虫による病徴は、いちじるしく腐敗のすすんだもののほかは外見的観察による判定は困難であるが、芽を縦断すれば他と容易に判別することができる。しかし、極度に個体数の少ない場合には、病徴を発現しないことがあり、本調査においてもその数例が観察された。

また、腐敗のすすんだ芽については、健全な組織が残っていないかぎり、線虫はほとんど検出できない。

線虫による芽の腐敗は、その侵入増殖によって生育が弱まったところに集中的に細菌または菌の寄生を受けるためと考えられ、とくに降水その他の原因で芽の内部が過湿になった場合にいちじるしい。



第2図 イチゴセンチュウのいちじるしい加害をうけ枯死寸前の芽（晩生種、3月中旬）



第3図 春期の線虫の加害をうけた芽（左2芽）と健全芽（右2芽）（いずれも晩生種、4月上旬）

第1表 苗木生産地における母木の春期第1回線虫検出（1966年3月19日）

地区	品 種	調査芽数		外 見	芽の縦断面の病徴*	線虫検出数	
		頂芽	側芽			<i>A. fragariae</i>	その他の線虫
五 泉	大 正 光	1		正 常	—	1	20
	〃		2	正 常	—	0	35
	五 大 州	1		正 常	—	0	0
	〃	1		完 腐	?	0	0
	〃		5	正 常	+	105	10
	日 月 錦	1	5	正 常	—	0	42
	〃	1		腐敗中	?	0	37
	〃	1		完 腐	?	0	14
	〃		5	正 常	+	120	56
	春 の 曙	1		腐敗始	+	733	20
〃		6	正 常	+	58	16	
日 暮	1		正 常	—	27	19	
〃		7	正 常	±	60	15	
村 松	大 陽	2		腐敗中	?	0	18
	長 楽	1	6	正 常	—	0	33
	麟 鳳	2		腐敗中	?	0	50
	褥 の 錦	2		腐敗中	?	0	2
	八 重 桜		5	正 常	—	0	40
	金 閣	1	4	正 常	—	0	51
	日 暮	2		完 腐	?	0	7
	大 正 光	1	4	正 常	—	0	11
〃		2	正 常	—	0	45	
新 津	照 国	1	1	正 常	—	0	328
	〃			腐 敗	?	0	0
	大 正 の 誇	1	4	正 常	—	0	10
	乙 女 の 舞	1	2	正 常	+	136	12
	春 の 曙	1	1	正 常	—	0	0
	〃	1	1	腐 敗	—	0	0
	桃 山	1	2	正 常	—	0	3
	群 鳥	1	2	正 常	—	0	50
	金 鵝	1	5	正 常	—	0	140
	金 晃	1	1	正 常	—	0	330
	雪 月 花	1	2	正 常	—	0	3
月 世 界		7	正 常	—	5	48	
島 の 司	2		正 常	—	0	1	
玉 簾	1		正 常	+	180	16	
〃		5	正 常	—	0	20	

* — 病徴なし，± わずかに変色あり，+ 褐・黒変部あり，? 腐敗（経過不明）

第2表 苗木生産地における母木の春期第2~5回線虫検出(1966年)

地区	品 種	調 査 時 期							
		第2回(3月3日)		第3回(3月19日)		第4回(4月6日)		第5回(4月18日)	
		線虫数	病徴	線虫数	病徴	線虫数	病徴	線虫数	病徴
五 泉	大 正 光	0	(-)	0	(-)	1	(-)	0	(-)
	日 月 錦	0	(-)	20	(±)	120	(+)	58	(+)
	五 大 州	1900	(+)	0	(-)	20	(-)	0	(-)
	春 の 曙	0	(-)	4500	(+)	2000	(+)	806	(+)
	日 暮	0	(-)	0	(-)	87	(+)	209	(+)
村 松	大 陽	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	長 楽	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	麟 鳳	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	褥 の 錦	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	八 重 桜	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	金 閣	0	(-)	4000	(+)	377	(+)	308	(+)
	日 暮	0	(-)	166	(+)	10	(+)	0	(-)
	大 正 光	0	(-)	0	(-)	29	(-)	0	(-)
新 津	輝 国	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	大 正 の 誇	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	乙 女 の 舞	10	(+)	1800	(+)	136	(+)	202	(+)
	春 の 曙	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	桃 山	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	群 烏	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	金 鷄	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	金 晃	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	雪 月 花	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)
	月 世 界	0	(-)	100	(+)	0	(-)	0	(±)
島 の 司	0	(-)	0	(-)	0	(-)	0	(-)	
玉 簾	100	(+)	0	(-)	30	(±)	0	(-)	

数字は1頂芽あたりの検出数、()内は縦断面の病徴——+ いちぢるしいもの、± 軽微のもの、- 病徴なし——を示す。

II. 掘り取り時の苗木の病徴と線虫検出調査

新潟県の苗木生産地では、9~11月に1~3年生の苗木の掘り取りがおこなわれ、種苗業者が個々の生産者のものを集荷し、品種および品質ごとに区分して、排水した水田を仮植場として密植する。この時期を利用して6月および10月に仮り植え場において病徴観察、また、一部の苗木は研究室に持ち帰ってのちに線虫検出調査をおこなった。

材料および方法：生産地の地域別に、1・2年生2等

または3等苗の比較的品質のわるいものから1品種あたり5~10株数品種を選んだ。線虫検出は、全頂芽を縦断したものを数個あて1漏斗としてペールマン法にかけ24時間後の游出数をかぞえた。

9月初旬の早掘り時期の調査と10月初旬の慣行掘り取り時期の調査は、ほぼ同様の規模でおこなった。

結果および考察：9月上旬の早掘り時期の調査では、苗木の芽も小さく、また、縦断面の病徴も皆無で、ペールマン法による検出の結果も五泉地区の春の曙に雌成虫2頭が検出されたほかはすべて皆無であった(調査結果は省略)。

しかし、10月上旬の慣行掘り取り時の頂芽では、いず

第3表 生産地における苗木掘りとり時の病徴と線虫検出 (1965年10月6日)

地区	品 種	調 査 総芽数	病徴発 現芽数	線虫 数
五 泉 A	麟 鳳	5	1	0
	金 鷄	5	1	34
	群 芳 殿	5	0	3
	日 暮	5	2	20
	錦 ノ 艶	5	0	11
	金 晃	5	0	0
	初 烏	5	1	6
	玉 緑	5	0	0
	明石獅子	5	0	0
	翁 獅子	5	0	2
五 泉 B	花 大 臣	5	0	0
	日 暮	5	0	4
	品種名不明	5	0	0
五 泉 C	八千代椿	5	0	3
	春 の 曙	5	1	4
	金 晃	5	0	3
村 松 A	岩 戸 鏡	5	0	0
	八 重 桜	5	0	0
	日 月 錦	5	1	22
村 松 B	日 月 錦	5	0	0
	金 鷄	5	0	33
新 津	金 晃	5	0	0
	初 烏	5	3	104
	八千代椿	5	0	0
	織 姫	5	0	13
	桃 山	5	0	1
	鳳 輦	5	1	5
	戸 川 寒	5	0	11
	新 天 地	5	0	0
	大 正 誇	5	0	0
	春 興 殿	5	0	0
	金 陽	5	0	0
	七 福 神	5	0	0
	黒 竜 錦	5	0	0
	群 芳 殿	5	0	0
	金 閣	3	0	0
	金 常	3	1	12
	金 鷄	5	0	0
金 晃	5	0	0	
八 重 桜	7	1	17	
八千代椿	10	0	0	

地域不明	日 月 錦	5	0	0
	日 暮	10	1	23
	五 大 州	5	0	2
	大 正 光	3	2	52
	太 陽	5	0	0
	扶 桑 司	10	1	3
	麟 鳳	5	0	0
	春 の 曙	2	0	1
	岩 戸 鏡	10	0	0
計		268	17	389

れも外見上で全く病徴が認められなかったにもかかわらず、芽を縦断してみると芽の内部に淡紅色ないし茶褐色に変色する部分（鱗片のとくに内側）のあるものが認められた。また、この病徴を発現する芽を含む場合はベールマン法で線虫の検出される場合が多く（13例中12例）、反対に、病徴を認めない場合に線虫の検出される場合は、比較的少ないといえる（50例中1例）。

この調査をおこなった1965年新潟県産苗では、10月上旬が頂芽の縦断面に線虫による病徴が発現しはじめる時期と考えられ、花芽と葉芽のちがいに関係なく認められた。

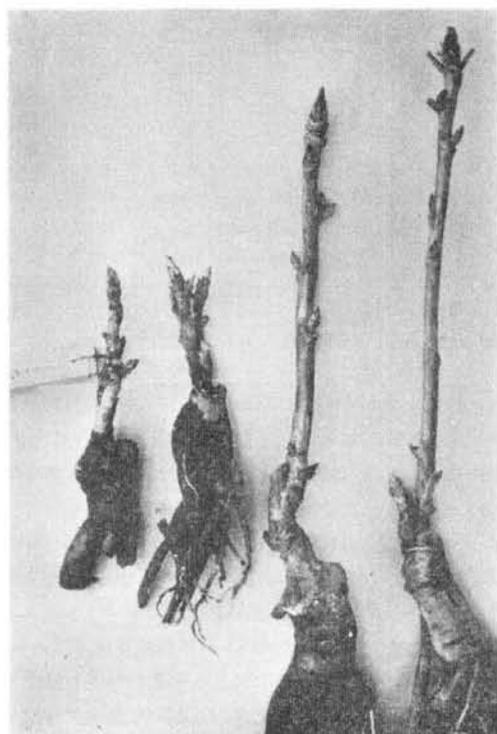
III. 輸出検査時における苗木の病徴と線虫検出調査

苗木の輸出検査の抽出個体のなかから、さらに何個体かを選び、芽における病徴の観察と線虫の調査をおこなった。輸出の際の苗木は細根をきり、水洗いしたものをおがくずとともに木箱につめるか、根もとをしめった水ごけでつつんだうえ、さらにポリエチレン・フィルムで包装したものを箱詰めとする。荷造り後は一両日中に輸出検査、さらに数日中に船積みされる。

材料および方法： 横浜における輸出検査のさいに、8回の調査をおこなった。芽の観察と線虫の検出は従来と同様であるが、芽の外見とくに形状と色彩の異様なものを選んで試料とした。

試料採取後線虫検出処理までの室内放置期間は、いずれも1週間以内である。検出処理は1株について2芽とし、1芽ごとに線虫数をかぞえた。

結果および考察： 本調査における供試株は、すでに不良苗木や異状な芽がきりとられ、苗木の容姿も充分に調整されているので、外見上異状を認められる苗木はきわめて少なかった。



第4図 輸出時の苗の状態
(左1年生五大州, 右2年生八千代椿)

供試株数 209 株のうち、芽の縦断面に病徴の現われたものは 25 株、線虫の検出された株数は 29 株で、病徴の発現株からは、例外なく線虫が検出されたが、病徴がない株から検出されたものは 4 例にとどまった。

供試した 209 株は、1966 年度における 8 回の輸出検査時の総数量約 10 万株のうち、その 50% の検査株からさらに抽出した数字であるので、輸出検査時の線虫発見がいかに困難であるかがうかがえると思う。すなわち、芽が少しでも異常であると思われるものだけでも約 0.4% で、そのうち、縦断面に病徴が認められた株は 12% であった。これは総量に対する 0.05% に相当し、きわめて少数といえる。

ここで注目した外見上の異常は、線虫単独寄生の場合、芽はすずまりとなり、芽の表層部の鱗片がしっかり結合していない状態となるか、芽の中の一部の子葉が発育停滞もしくは枯死するため、嘴状に片側にかたよったりする。しかし、大部分の芽では、腐敗がすすんで枯死するため、おそい時期の輸出検査では、すでにその芽はきりとられていることが多い。

苗木の輸出検査の時期と線虫寄生株の発見の関係では、1966 年 9 月上旬にはほとんど線虫は検出されず、芽の病徴も明らかではなかった。したがって、少なくとも 10 月上旬以降でないとその発見が困難であり、さらに正確な判定のためには 11 月以降の芽の肥大した時期の検査が望ましいといえよう。

IV. 線虫生息密度の季節的消長

生態調査にあたっての問題点は、線虫の寄生する材料が十分に確保できないことである。そのため経時的に頂芽を分解して線虫の生活状態を追跡することができず、このため、生産地において同一品種のなかから、線虫の被害株と思われるものを経時的に掘り取り、試験圃場に移植の上、調査をおこなう方法をとった。

材料および方法: 同一圃場産の線虫寄生産の比較的高いと思われる苗木 (大正光) 18 株を選んで移植した (1964 年 10 月)。苗は 3 年生で分枝は 1~3 で合計分枝 (主枝とも) である。調査は 2 週間ごとに 1 頂芽を切り取り、縦に 2 分してペールマン法 48 時間の処理により線虫の游出をはかった。また、処理まえに縦断面の病徴などの観察をおこない、処理後線虫の検出されなかった芽については、芽をさらに鱗片ごとに分解し、線虫の有無を判定した。なお、それらのうち比較的多数検出された場合はそれぞれの時点で、ステージ構成を調査した。

結果および考察: 1 年 5 カ月にわたる調査期間のうち、夏期に線虫が検出されたことは皆無であったが、他のシーズンでは、多数の線虫が検出される場合があった。とくに、12 月 2 日におこなったステージ構成の調査結果からも、増殖活動のピークは冬期にあることが推定された。また、寄生芽が、花芽の場合は蕾のまま腐敗し、葉芽の場合は 5~6 葉分原基のうち 1~3 枚分と思われる部分のものが黒色の乾腐状になることがかなり認められた。

病徴の発現時期は、外見では芽の肥大した 1~3 月であるが、芽の縦断面では、1965 年には 10 月末、1964 年には 12 月初旬であった。調査株数が少なく、この時期をもって発生期とみなすことは危険であるが、前 3 項に示した苗木生産地における掘り取り時、輸出検査時、春期伸長時の各調査結果とはほぼ一致している点から、発生期はやはり冬期間とみなしてもさしつかえないと思われる。

線虫数については、検出を開始した 10 月頃は少数でしかも大部分は成虫であるが、12 月から 2 月にかけては

第4表 輸出検査時における苗木の病徴と線虫検出(1966年)

調査時 月 日	品 種	供試 株数	病徴 発現 株数*	線虫の検出		
				株 数	芽 数	線虫 数**
第1回調査 9月1日	花 競	3	0	0	0	0
	神楽獅子	3	0	0	0	0
第2回調査 9月28日	日 暮	3	0	0	0	0
	玉 扶 蓉	2	0	0	0	0
第3回調査 9月29日	麟 鳳	2	0	0	0	0
	金 晃	1	0	0	0	0
第4回調査 10月18日	金 閣	2	0	0	0	0
	八千代椿	3	0	0	0	0
第5回調査 10月18日	桜 獅 子	2	0	0	0	0
	花 大 臣	6	2	3	3	19
第6回調査 10月29日	金 閣	5	1	1	1	4
	金 晃	2	0	0	0	0
第7回調査 11月13日	五 大 州	2	0	0	0	0
	日 暮	5	1	1	1	6
第8回調査 12月16日	大 正 光	7	1	2	5	90
	四 方 桜	3	0	0	0	0
第9回調査 12月16日	浮 獅 子	4	0	0	0	0
	熊 谷	2	0	1	1	12
第10回調査 12月16日	五 大 州	2	0	0	0	0
	玉 芙 蓉	5	1	1	1	15
第11回調査 12月16日	大 正 誇	2	2	2	4	80
	白 玉 獅 子	2	0	0	0	0
第12回調査 12月16日	初 日 出	2	0	0	0	0
	金 鵝	2	1	1	1	13
第13回調査 12月16日	金 閣	4	0	0	0	0
	鎌 田 藤	1	0	0	0	0
第14回調査 12月16日	八千代椿	1	0	0	0	0
	品 種 不 明	1	1	2	3	37
第15回調査 12月16日	豊 代	2	0	0	0	0
	八千代椿	3	0	0	0	0
第16回調査 12月16日	神楽獅子	5	0	0	0	0
	花 大 臣	16	1	1	1	22
第17回調査 12月16日	連 鶴	4	1	1	1	7
	熊 谷	9	0	0	0	0
第18回調査 12月16日	大 正 誇	6	0	0	0	0
	八 重 桜	4	2	2	3	216
第19回調査 12月16日	太 陽	20	1	1	1	8
	五 大 州	5	0	0	0	0
第20回調査 12月16日	紅 千 鳥	4	2	2	2	14
	鶴 の 輪	2	0	0	0	0
第21回調査 12月16日	花 競	10	0	0	0	0
	島 の 司	6	0	0	0	0
第22回調査 12月16日	玉 簾	4	0	0	0	0
	品 種 不 明	12	4	4	5	131
第23回調査 12月16日	八千代椿	6	0	0	0	0
	日 暮	12	4	4	7	950

* 縦断面における病徴

** 品種ごとの合計

第5表 ポタン苗木における線虫生息密度の季節的消長(1964年10月~1966年2月)

採芽年月日	株別	病徴*	線虫数**
1964・10・13	a	—	1
	27	c	—
11・12	c	—	0
	12・2	f	—
9	e	+	0
	24	k	—
1965・1・7	i	—	250
	20	i	+
2・1	b	⊕	0
	32	m	—
3・9	p	—	0
	22	o	⊕
4・14	h	—	0
	25	d	—
5・10	d	—	0
	26	j	—
6・1	r	—	0
	17	b	—
7・5	l	—	0
	25	n	—
8・15	k	—	0
	29	d	—
9・12	l	—	0
	27	q	—
10・14	r	—	0
	25	g	+
11・5	e	+	16
	21	p	—
12・1	o	+	14
	16	m	—
1966・1・5	a	⊕	113
	21	q	⊕
2・14	f	—	0
	28	h	—

* 外見 ⊕, 縦断面 +

** 1芽あたりの検出数

1965・10.25 移植(圃場移転)

第6表 f株より検出された線虫の發育ステージ (1964年12月2日)

發育ステージ	第2幼虫	第3幼虫	第4幼虫	成虫 (♂/♀)
検出数	45	45	38	20 (9/11*)

* 蔵卵個体多し。

個体数が急増し、卵および孵化幼虫が多数認められるようになる。この線虫数の増加は3月頃になって芽が最も充実する時にはふたたび急減し、芽の展開、葉の生長にともなって、やがて検出ができなくなる。

V. 芽の内部における線虫分布

線虫の増加がおこなわれている芽では、芽を水中で分解にもすでに多数の線虫を観察することができるが、この操作によって1芽中の鱗片ごとの分布を調査した。

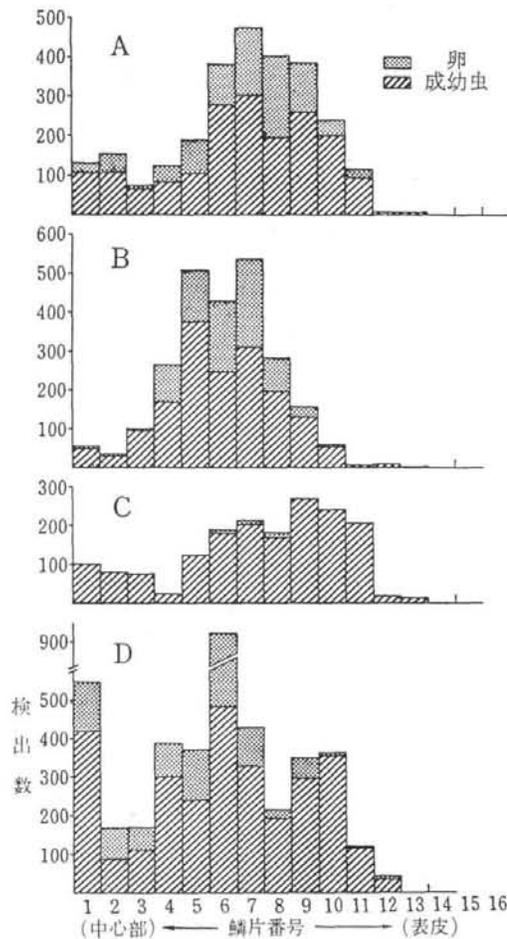
材料および方法：生産地の母木圃場で線虫の寄生している母木（大正光）数株を試験圃場に移植し、12月と2月2日の回、株ごとに花芽と葉芽それぞれ2頂芽について、外側から順次鱗片を分解し、時計皿の水中で洗い、寄生する線虫の検出をおこなった。ただし花芽 A・B（第5図）は松戸市の品種不明の古木より採取した芽によるものである。

結果および考察：2回の調査時をとおして、すべての芽も線虫は増殖中で、産卵、孵化の状態が認められた。いずれも最外側の鱗片2片には線虫が認められず、他の大部分の鱗片には多少とも寄生が認められる。葉芽では内部の葉の原基の間で大部分が増殖しているため、外側の鱗片で生活するものはほとんど認められない。

卵は第5図および第7表に示すとおり、成虫の比較的多数検出される部分から平行的に検出されるが、花芽では中心部よりも中間位置の鱗片に多く認められる。

葉芽は一般に花芽より細長い、芽の内部の5~6葉分の幼葉の一部が線虫の加害で發育が停滞するため、それともなって芽の外形までくずれるものも現われ、2月の調査した株（第5図B）では嚙状に芽がゆがんだ例も見られた。

鱗片の変色状況の観察結果では、白黄色の健全芽に対して葉芽では幼葉の部分に変色が認められた。花芽では各鱗片とも紅色ないし褐赤色に変色し、線虫の多数検出された8~9枚目の鱗片は黄褐色ないし褐色に変色し、



第5図 花芽における鱗片別検出線虫数 A・Bは12月1日、C・Dは2月10日調査

第7表 葉芽における鱗片別検出線虫数 (1967)

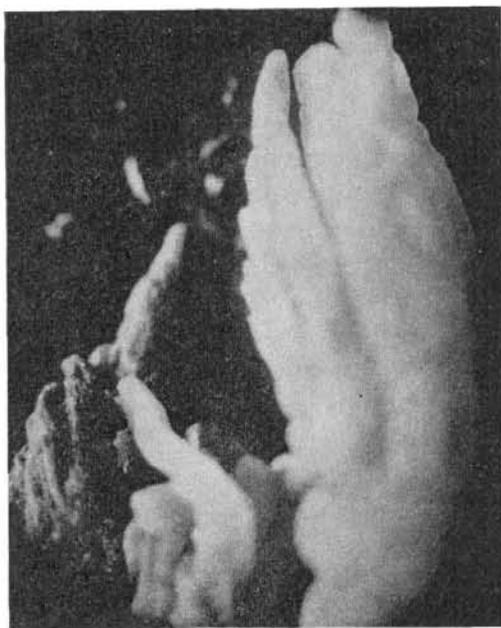
芽別	鱗片番号*				
	1	2	3	4~6**	
A	線虫数	140	3	0	0
	卵数	25	0	0	0
B	線虫数	380	19	0	0
	卵数	78	2	0	0
C	線虫数	1069	4	1	0
	卵数	377	0	0	0
D	線虫数	162	0	0	0
	卵数	86	0	0	0

* 1~6は葉の原基を1とし、内側からの順序
 ** B・Dは5まで
 A, Bは2月10日, C, Dは12月7日調査

横断面はリング状、同心円状の変色部がみられる。また、これらの病徴を示すものは、葉芽であれば葉の少なくとも数葉が葉の展葉前に芽のなかで枯死し（第6図）、花芽であれば茎のまま開花しないと考えられる。

VI. 線虫寄生株の外見による診断

線虫の寄生によるいちじるしい病徴に頂芽の枯死があげられる。これは秋から春にかけての芽の生育期に線虫の侵害をうけた結果で、枯死の代償作用としてすぐ下位の側芽の伸長はとくに顕著になる（第7図）。このため、5・6月のポタンの生育の最盛期の枯死頂芽は、そのほかの側芽の生育によってとくには目立つことはないが、葉芽の場合はときに6~8葉のうち一部の葉を失ったままで、他はほぼ正常に展開することも多い。これは葉数不足の状態に生育し、わずかに1~2葉のものも散見される。しかも、これらの新梢の伸びはいちじるしく悪く、大部分がすずまりの状態を呈する。また、芽内での線虫の加害の軽微のときには、各葉のうち、1・2の小葉の部分が奇型を呈する程度にとどまることもある。



第6図 イチゴセンチュウの加害をうけた芽の内部（晩生種、2月中旬、左の部分はすでに枯死、中央部も生育障害、この芽は1、2の葉をもつだけとなる）



第7図 イチゴセンチュウの加害をうけた苗（左3年生、右2年生、花大臣、5月上旬、新梢の伸びがわるく葉数の不足が目だつ）

ボタンは頂芽優勢で、株の地際近くになるほど発芽す
ることなく、樹勢の強弱によって1~3芽の発生を
が普通である(穂坂, 1961)。そのため一時多く
出現した芽でも、夏期以降不用の芽は自然枯死し、やが
て脱落するので、葉の状態からのみで線虫の寄生の有無
を区別することができないので注意を要する。

苗木の被害のとくに顕著なものは、接ぎ芽が線虫の寄
生をうけたもので、いちじるしい場合には翌春葉が展開
しないままに終るものもある。2年生の苗木では1年生
の場合と同じく新梢の伸長がわるく、節間が短くなる。
また、頂芽の生育がわるいため、側芽の発生が多く
分枝数がふえる傾向となる。頂芽の多い多年生の株では
頂芽の枯死数はいちじるく多くなる。

外見による芽の病徴は、9・10月頃までは全く発現し
ない。しかし、同品種のほぼ同大の芽を解剖すると第8
図のように、線虫の寄生するものでは、根棒ないし指状
の小葉の原基の先端部に光沢がなく褐色の粗皮状を呈し、
線虫非寄生健全芽のみずみずしい白黄色に対していち
じるしく水分不足の状態となる。しかし、さらに初期
の段階では、白黄色の原基の先端部分に紫色の色素の沈
着をみるほか差異が認められない。しかし、線虫の増殖
が芽の生育に支障をきたさないほどの場合は、芽はま
るみをおびてどんぐり状となる。また、ときには外側の
鱗片がもろくなり、脱落することもある(第9図)。

以上は主として新潟県中蒲原郡の苗木産地における観
察結果によるものであるが、これらの病徴は、ボタンの
品種や生育年数によっても形状を異にするため、さらに
花期の早晚性または苗令を考慮した調査をおこなう必要
がある。



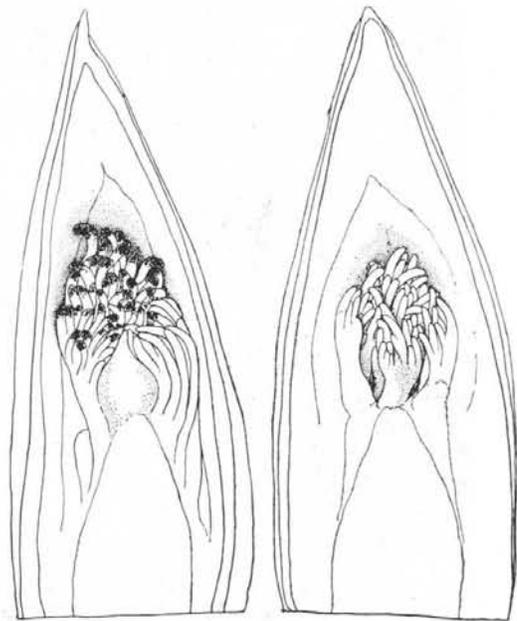
第8図 芽の縦面の初期のいちじるしい病徴
(大正光・9月下旬)

VII. 温湯による苗木の線虫防除試験

温湯による苗木の線虫防除は、地下部に寄生する線虫
を対象としてしばしば用いられている。ボタンのイチゴ
センチュウは地上部、とくに頂芽を対象としなければなら
ないが、その休眠様の生育停止期または萌芽以前であ
れば、かなりの温湯に耐えることが推定される。すで
に、CHRISTIE and CROSSMAN (1935) は *Aphelen-
choides* 属の主要なる3種の線虫について、温湯による
致死点を比較し、イチゴセンチュウがイネシガラセン
チュウ、ハガラセンチュウの2種より一層低い処理温度
で死滅することを報告している。

A. 冬期における幼若苗による試験

材料および方法: 輸出用の苗木のなかで比較的小さい
1年生の2等苗(白王獅子)を用い、輸出時期としては
最もおそい12月下旬に、47°Cで15分から40分まで5
分間隔で1区20本3反覆で温湯浸漬処理をおこなった。
処理後は24時間室内に放置して風乾し、乾いたものを
処理ごとに16cm 畦間、30cm 間隔で植えつけた。また
別に無処理株60本(20本×3区)を植えつけて対照区
とした。



第9図 芽縦断面の初期の病徴(左、右は健全、
大正光・9月下旬)

調査は植付後、4月25日、6月25日、9月1日、11月10日の4回にわたって生育調査を、また、最終回の調査後、各区から大型の芽をできるだけ採取し、縦断してベールマン法による時間の線虫検出をおこなった。

結果および考察： 供試苗は1年生の2等苗は苗としてはもっとも幼若な部類のもので、しかも掘り取り後長期間室内に放置されて芽も比較的軟弱であった。それにもかかわらず、生育状態については温湯処理の影響は全く認められなかった。無処理区を含めて各区とも2~5株の欠株を生じたが、これは弱幼苗のための霜害と考えられる。線虫の検出調査は、各区15~18芽についておこなったが、無処理区にいずれも100~400個体の線虫游出が認められたのに対して、30分以上の処理区からは線虫の検出は皆無であった。20分と25分の両処理区の結果はまちまちであり、47°Cでの有効な処理時間は、少なくとも30分以上が必要と考えられる。なおここに供試した品種は遅咲き性の晩生種ではあるが、12月下旬まで室内に放置されて芽の分化もかなりすすんだ軟弱な苗木であったにもかかわらず、処理の障害が認められなかつた事実、一般にポタンの苗が温湯に対してかなりの抵抗性を有するものと解され、この方法にする防除の可能性がきわめて有力であることを示唆するように思われる。

B. 秋期における充実苗による試験

材料および方法： 前記の試験でポタン苗木が比較的温湯に強いことがわかったので、47°Cと48°Cの処理を、ポタン苗木の輸出時期の最盛期である11月上旬に、線虫のいちじるしい寄生を認めた2品種（寿老・我眉山）を中心としておこなった。材料はいずれも輸出用の2年生1等苗で大阪府産のもので、1区10株とした。10株中に上記の2品種が7~8本含まれるようにし、残りを同じ大きさの同程度に寄生のいちじるしい他品種でおぎなった。

処理は第9表に示す6処理と無処理の6区で、3反覆し、温湯処理は11月5日(47°C)および11月7日(48°C)の2度にわけ、それぞれの反覆区は同時に処理をおこなった。

なお、処理直後に殺線虫効果を知るため、苗木の処理と同時に寿老・我眉山2品種の15頂芽を、約5cmの幹につけたままで同時に処理し、翌日ベールマン法による線虫検出調査、さらに線虫を検出できなかったものについては解剖によって線虫の生死を鑑別した。

材料とした苗木の圃場植付は11月11日におこない、

畦間60cm、株間30cmとし、4カ月後に温湯処理による障害と線虫の増殖状況を従来と同様の方法によって調査した。

結果および考察： 殺線虫状態に関する調査では、47°C30分以上の処理では、処理後24時間の調査で線虫は全く検出できなかった。これに対し、無処理区の各芽からは多数の線虫が検出された。また、線虫の検出されなかった芽を水中で解剖したところ、いずれの芽からも多数の線虫の死体が確認された。

また、処理後4カ月目の検出調査の結果は、無処理区では平均約個70体の線虫が検出されたのに対し、各処理区においては処理直後の調査結果と全く同様に線虫は検出されなかった。以上の調査の結果、11月上旬の苗木の温湯浸漬が寄生線虫の防除にきわめて有効なことがわかった。

第8表 ポタン1年生苗木の温湯によるイチゴセンチュウの防除（12月27日処理）

処理時間	ブ ロ ッ ク		
	I	II	III
15分	27	18	76
20	0	2	5
25	2	6	0
30	0	0	0
35	0	0	0
40	0	0	0
無処理	127	433	151

・表中の数字は検出線虫数 ・雑線虫を除外

第9表 ポタン2年生苗木の温湯によるイチゴセンチュウの防除（11月5・7日処理）

処 理	線 虫 検 出 数	
	処理直後**	処理後4カ月***
47°C	30	0
	40	0
	50	0
	60	0
38°C	30	0
	40	0
無 処 理	4602	213

* 雑線虫を除外

** 15 頂芽

*** 3 区の合計頂芽

あとがき

ボタンのイチゴセンチュウの寄生、加害の状態について断片的な調査を重ねたが、ボタンの品種には、開花期の点で極早生にあたる寒ボタンから晩生種まで数多くの品種があり、栽培上も、剪定、接ぎ木など複雑な手段を経過する。そのため、寄生線虫の調査にあたっては困難なことが多く、とくに多数の罹病株をうるることができない。このような寄主植物での線虫の生態は、小さい事例を集めることがとくに必要になってくると思う。

新潟県でのこの線虫の被害地は、大部分のところでは、その近辺や前作に、この線虫の寄主であるイチゴを栽培し、とくに春先の調査では、ボタンの被害圃場の隣接圃場のイチゴに著しい被害をみる例が少なくなかった。また、イチゴ以外の作物、雑草についての調査はおこなわなかったが、さらに被害地での寄主植物の探索を必要とするものと思われる。また、多数のボタンの品種のなかには、被害をしばしばみる品種と広く多数栽培されているにもかかわらずその寄生を稀にしか認めない品種もあり、この線虫に抵抗性の品種の探索も有意義なことと考えられる。しばしば線虫が検出され、その被害の程度の高い品種としては初鳥、大正光、春の曙、日月錦、寿老、我眉山をあげることができる。

薬剤による苗木の線虫防除は、2・3の予備的な試験結果からは、ダイシストンと5121粒剤の1株あたり16 gr.程度の施用では効果が認められなかったが、さらに、5121粒剤などの多量施用の検討も必要と思う。しかし、温湯による防除は、苗木が温湯にかなり強いので容易に実用化するものと思ふ。さらに、接ぎ木の段階で接ぎ穂の温湯消毒をおこなえば苗木育成中の被害軽減に役立つものと思ふ。輸出向け苗木の温湯浸漬直後の荷造りは、その方法によっては菌類の繁殖を助長することにもなるので、処理苗木の温度がある程度下がった直後に殺菌剤を併用することがのぞまれる。

また、イチゴセンチュウと混棲する線虫がしばしば検出され、そのうち、イネシングレセンチュウ *A. besseyi* CHRISTIE とハガレセンチュウ *A. ritzema-bosi* (SCHWARTZ) STEINER は3種間で形態が近似するため、各種の調査が難行した。英国においても、イチゴセンチュウとハガレセンチュウが混棲している例が多いといわれている (SASSER and JENKINS, 1960)。

イチゴセンチュウの増殖した芽はしばしば菌類または細菌が共生し、被害を増大する傾向がある。このことは、

この線虫が菌類と共生で *in vitro* で容易に増殖できることからもうかがうことができる。そのため、ボタンにおけるこの線虫の生態は、菌類・細菌類の状態についても、併せて検討する余地があるものと思われる。

摘 要

1. 苗木生産地における春期の線虫検出調査では、芽の縦断面に黄褐色ないし茶褐色の変色部のあるものからは例外なく多数の線虫が検出された。

しかし、芽全体が完全に腐敗した場合には線虫の検出は皆無となることが多い。

2. 生産地における苗木の掘りとり時には、外見の病徴はほとんど認められない。しかし、芽の縦断面には異状が認められ、掘り取り時期がおそいものほど病徴はいちぢるしくなる。

縦断面に病徴のあるものからは、その大部分に線虫の検出をみたが、病徴を認めない場合に線虫の検出されることは少なく、検出されてもその数は少ない。

3. 苗木の輸出検査時の調査では、外見の病徴発現株はほとんどなく、また、芽の縦断面の病徴発現株は、1966年度の場合、輸出総苗数の約0.05%と推定され、きわめて少ないといえる。

4. 約17カ月間の苗木の生息密度の調査では、夏期には線虫を検出しえないが、晩秋—冬—春に増殖が認められた。芽の外見の病徴は、冬—早春(1~3月)の芽の充実・肥大する時期で、縦断面の病徴はこれより早く晩秋(11月)からいちぢるしくなる。

5. 芽内部における線虫の寄生部位は、外側の鱗片は比較的少ないが、そのほかの鱗片は芽の中心部まで多数生息し、外側と中心部の中間の数鱗片からは、とくに多数の線虫と卵が検出された。

6. 線虫による被害苗木は頂芽が枯死するので下位の芽の伸長が顕著となる。線虫の加害が芽の1部分であった場合には葉数の不足の状態となる。

母木では新梢の伸長がわるく、節間が短縮する。芽の病徴は外見では1・2月以降にいちぢるしくなってくるが、9・10月には全く不明である。しかし、線虫のある程度増殖する芽は、その縦断面の変質で9・10月に区別することができ、11月には一層明らかになる。

7. 苗木の線虫を温湯で防除するための試験では、若苗を12月に47°Cで40分処理しても、その後の生育に影響がなかった。

線虫のいちぢるしく寄生する2年生苗の11月の処理

では、47°Cで30分以上の全処理区で線虫が全く検出されなかった。

また、薬剤による防除試験をおこなったが、無処理区のふれが大きく、結論をえることができなかった。

引用文献

- ALLEN, M. W. (1952) Taxonomic status of the bud and leaf nematodes related to *Aphelenchoides fragariae* (RITZEMA BOS, 1891). Proc. Helm. Soc. Wash., **19** (2): 108~120.
- CROSSMAN, L. and J. R. CHRISTIE (1936) A list of plant attacked by the leaf nematode, *Aphelenchoides fragariae*. Pl. Dis. Repr., **20** (10): 155~165.
- CHRISTIE, J. R. and L. CROSSMAN (1935) Water temperatures lethal to begonia, chrysanthemum and strawberry "strains" of nematode, *Aphelenchoides fragariae* (Anguilluliniidae). Proc. Helm. Soc. Wash., **2** (2): 98~103.
- DE MAESENEER, J. (1964) Leaf-browning of *Ficus* spp., new host plant of *Aphelenchoides fragariae* (RITZEMA BOS). Nematologica, **10**: 403~408.
- GOFFART, H. (1930) Die Aphelenchen der Kulturpflanzen. Monographien zum Pflanzenschutz, **4**, 105 pp.
- GOODEY, T. (1933) Plant parasitic nematodes and the diseases they cause. Methuen and Co., London, 306 pp.
- 萩屋 薫 (1961) ポタン品種の花芽の分化——特に寒ポタンの二期咲性について. 牡丹, **10**: 11-16.
- 穂坂八郎 (1961) ポタンの剪定について. 牡丹, **10**: 8~11.
- 弥富喜三・西沢 務 (1951) 草莓の線虫について. 静岡農試研究報告, **1**: 106~117.
- 河村貞之助・寺田伊斗子 (1955) 日本産葉線虫の寄主植物補遺 柄内・福士両教授還暦記念論文集. pp. 36~40.
- 三枝敏郎 (1966) ポタン苗木に寄生するイチゴセンチュウ. 横浜植防ニュース, No. 332: 2.
- 三枝敏郎・葭原敏夫・武田和子 (1966) ポタン苗木の *Aphelenchoides fragariae* による被害. 昭和41年度応動昆虫大会講要, 30~31.
- SASSER, J. N. and W. R. JENKINS (1960) Nematology. Fundamentals and recent advances with emphasis on plant parasitic and soil forms. Univ. N. C. Press, Chapel Hill, 480 pp.
- RITZEMA BOS, J. (1891) Zwei neue Nematodenkrankheiten der Erdbeer Pflanz. Zeitschr. Pflanzenkrank. **1**: 1~16.

Summary

Studies on the Ecology of Strawberry Nematode, *Aphelenchoides fragariae* (RITZEMA BOS) CHRISTIE, Infesting Tree Peonies and Its Control by Hot Water Treatment

By

Toshiro SAIGUSA

Research Division, Yokohama Plant Protection Station

(1) In spring survey of tree peony plantings, a high population of strawberry nematode, *Aphelenchoides fragariae*, was consistently detected from the buds with pale or dark brown discolored interior. Frequently, however, no nematodes were recovered from completely decayed buds.

(2) Infested tree peony plants do not show apparent symptoms in lifting time from September to November. However, the onset of discoloration can be seen by dissecting the buds and becomes more pronounced as to the lapse of time, and the nematode is usually isolated from such affected buds. The iso-

lation from symptomless bud is always scarce in number and frequency.

(3) Little or no outer symptoms were recognized during the export inspection prior to shipping. By dissecting sampled plants, the average infestation of the total shipment for 1966 was roughly estimated to be 0.05%.

(4) In the survey over 17 months of the seasonal variation in infestation, the peony plants have shown the presence of the nematode in all seasons except summer. The outer symptom becomes apparent in January through March. The dissection of buds is an only means of reliable diagnosis up to this time.

(5) Within the buds, the nematode population is always low in outer scale leaves, becomes higher toward the center but a few scales in the intermediate layer is usually most heavily infested.

(6) Infested plants show poor growth of new shoots with shortened internodes. When the terminal buds are killed, a flush of new growth appears in the lower buds sometimes with a tendency to proliferation. When the attack is confined within one bud, the affected plant often develops scanty leaves.

(7) Hot water dipping at 47°C for 40 minutes of young plants in December did not show any sign of injury to the subsequent growth. The same treatment of matured plants in November also gave a complete kill of infesting nematodes but a shorter exposure of 25 minutes resulted in small numbers of surviving nematodes. No survival was observed by the dipping at 47°C for 30 minutes.