

圃場におけるクワ胴枯病菌柄胞子の分散について

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
巻/号	114
掲載ページ	p. 76-83
発行年月	1980年7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



圃場におけるクワ胴枯病菌柄胞子の分散について*

宮山 健也

積雪地帯の桑園に多発するクワ胴枯病は、罹病性クワ品種の栽培、水銀剤に代わるべき有効な防除薬剤が見出されていないなどのため、多雪地方における桑葉生産上大きな阻害要因となっている。クワ胴枯病（以下単に胴枯病という）に関する研究は古くから行われているが、それらのほとんどは病原菌の分類、発病機構および防除に関するもので、柄胞子（以下胞子という）の分散を疫学的見地から追究した報告は少ない^{4, 6, 9, 10, 11}）

本病菌の侵入門戸は、主としてクワ枝条の皮目であることは、江本・山田（1930）³、青木（1941）¹などによって明らかにされている。一方、病斑上に形成された胞子の飛散は仁科・松野（1978）⁶によると、5月下旬から9月まで認められたという。また、武市（1939）⁹は空気の移動を遮断すると本病の発生がみられないことから、伝染経路は空気伝播によるとしている。さらに、山川・仲野（1976）¹¹、藤本・高橋（1979）⁴は水滴を伴った風で容易に飛散することを報告している。しかし、伝染源となる胞子が圃場において、いつどのようにしてクワ皮目に到達するのか胞子の分散様式については、不明の点が少ない。

作物病害で、その伝染源の動態をは握することは、発生生態の解明および発生予察による防除技術の確立を目指す上で重要である。

本研究は1978年農林水産技術会議において特別研究「リンゴ腐らん病を中心とする胴枯性病害の発生生態の解明と防除技術の確立」が設定されたのでこれに参画し、本病の発生生態の解明に関して、胴枯病菌胞子の分散様式ならびにその実態を知るため、本病の激発地に位置する蚕糸試験場栽桑部桑育種第2研究室（新潟県小千谷市）の構内桑園において、1979年の春から晩秋にかけて空気中に分散する胞子の捕そくを試みたので、以下その概要を報告する。

本文に入るに先立ち、本稿のご校閲をいただいた蚕糸試験場栽桑部長北浦 澄博士、とりまとめにあたり、ご指導とご助言をいただいた同病理部桑病研究室長高橋幸吉博士に対し、深く感謝申し上げる。

実験方法

病斑から離脱して空気中に浮遊分散する胞子を捕そくするためには、回転式胞子採集器

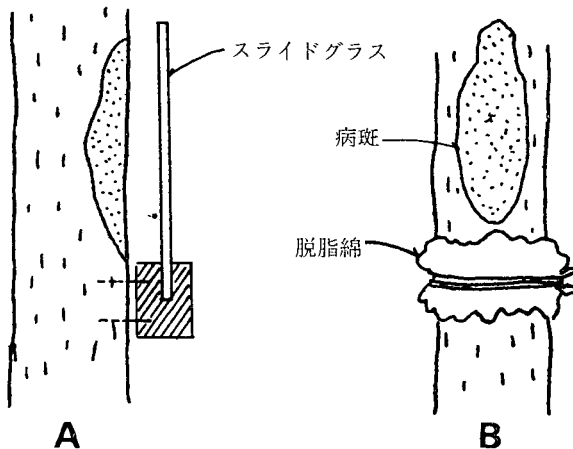
*この報告の一部は日本蚕糸学会中部支部第35回研究発表会（1979）において発表した。

(SI-T2型)のほか、雨滴からの胞子の検索および直接空気を水中に吸引する方法などを用いた。

回転式胞子採集器は、北陸農試式と呼ばれるもので、粘着剤を塗布したスライドガラス2枚を装着し、1500/rpmで作動するものである。試験調査にあたっては、激発圃場の病株に接した場所と、これより約30m離れた近辺の裸地(クワ抜根跡地)にそれぞれ本器を設置し、4月20日から10月20日まで35回にわたり、採集器の作動時間を変えて天候との関連で試験した。粘着剤としてはグリセリンゼリーまたは白色ワセリンを用い、これらをスライドガラス上に薄く塗布し、200~400倍の位相差顕微鏡を用いてスライドガラスのほぼ中央部にかけた18×18mmカバーガラス上を等間隔で10列(カバーガラスの上端から下端まで、その辺にそった直線を視野幅で連続的に検鏡し、これを1列とする)にわたって観察し、胞子の有無とその数を調べた。

降雨時の雨滴とともに分散する胞子の採集は、前記2地点と圃場の一面にある高さ約7.5mの屋上に、それぞれ直径11cmのガラス製ろう斗を付けたフラスコを水平に置き、一定量の雨水を採集し、また、空気中の浮遊胞子を集めるために、病株際、裸地、および植生によって覆われた場所(クワが繁茂する畦間の地面を指し、以下仮に被植地という)で、5ℓ/minの真空ポンプによって、フラスコ内に満した蒸留水中に直接空気を吸引した。このようにして採集した試料は、いずれも遠沈(3,000/rpm)濃縮し、濃縮液1滴中に含まれる胞子の数を各試料とも3回ずつ検鏡して調べた。

一方、これと平行して発病クワ枝条の柄子殻から空気中へ飛散したり、雨水に混って流下する胞子についても、典型的病斑をもつ罹病枝10本(10か所)について調査した。すな



第1図 罹病枝の病斑から離脱する柄胞子の捕そく方法

A: 水平方向に飛散する胞子の捕そく(スライドガラス接近法)

B: 主として雨水によって流下する胞子の捕そく(雨水捕そく法)

わち、水平方向に飛散する胞子は、前記粘着剤を塗布したスライドガラスを、病斑に接近（5～10mm）して固定する方法（第1図A、スライドガラス接近法）で捕え、雨水によって枝条面を流下する胞子については、あらかじめ病斑の直下に巻きつけた脱脂綿（第1図B、雨水捕そく法）に吸着させ、その後水中にしばらく出したのち、雨滴の場合と同様な手順で検鏡した。

結果と考察

1. 分散胞子の捕そくひん度

伝染源として空気中に飛散している本病菌胞子の捕そく結果は第2表に示したとおりである。これを見ると、いずれの方法においても捕そくできる機会は少ないといえる。すな

第1表 当該年次の積雪状況および胴枯病被害率（1979）

項目 年別	積雪の状況				胴枯病被害率（B法）	
	根雪初日	根雪終日	最深積雪	積雪日数	一ノ瀬	改良単返
当 年	12 20 月 日	3 11 月 日	84 cm	95 日	21.1 %	7.8 %
平 年	12 20	4 13	216	122	100	92.6

註）1：積雪日数は根雪期間中積雪のない日を除いた日数

2：平年値は積雪に関するものが57か年平均、他は5か年の平均

第2表 空中に飛散する柄胞子の捕そくひん度

採集方法		調査回数	捕そく回数	調査期間
採集器	病株際	35 (70)	11 (20)	4月20日～10月20日
	裸地	34 (68)	3 (3)	
	計	69 (138)	14 (23)	
雨滴	病株際	17	11	5月10日～10月4日
	裸地	13	4	
	屋上	12	5	
	計	42	20	
空気	病株際	15	6	7月2日～10月20日
	裸地	2	1	
	被植地	3	2	
	計	20	9	

註）1：（ ）内はスライドガラスの枚数

2：裸地は激発地点からの距離約30 mに位置するクワの抜根跡地、屋上は高さ7.5 mの二階建物、被植地は春切りしたクワの繁茂する畦間を指し、これらはいずれも圃場（桑園面積3.2ha）内にある。

わち、採集器によって孢子の捕そくが確認できたのは、激発地点の病株際でさえ3回中1回以下であり、裸地では極まれにしか捕そくできなかった。この傾向は雨滴や空気中から孢子を検索した場合も同様そのひん度は低く、空気中における本菌孢子の少ないことを示唆する結果であった。この原因については、第1表で示すとおりこの年は記録的な少雪によって胴枯病の発生が著しく少なく、このため伝染源の存在も少ないと思われることおよび、採集方法に検討の余地があることなどが挙げられる。なお、本病菌の空中での分散が、1～2時間の短時間作動で多数捕そくされた他の*Alternaria*属菌および花粉などは、かなりその動態に異なる面のあることが本試験を通じて観察された。

採集方法のうち、空気を水中に吸引する方法は、実験の途中から行ったもので、調査回数も少なく十分とはいえないが、5時間で 1.5m^3 、24時間では 72m^3 と比較的多く、また、吸気口の流速が極めて弱いため、雑菌やきょう雑物を混入することが少なく、菌体の検鏡が容易であったことは、空中における菌の浮遊密度が低くその捕そくに長時間を必要とする本病菌の調査には、効果的な方法と思考された。

2. 孢子が捕そくされたときの条件

1) 回転式孢子採集器による捕そく

採集器を用いて、孢子が実際に捕そくされたときの条件をみると、第3表1)に示したとおりである。先ず、採集地点別では病株に接したところで捕そくされる孢子が圧倒的に多く、ときにはその数が500個以上にも達した。これに対してこれより30m離れた裸地では、48時間作動でも孢子数は極めて少なかった。このことは病株に近いほど飛散数が多いことを示すものといえる。

第3表 柄孢子が捕そくされたときの条件

1) 回転式孢子採集器による捕そく孢子数

採 集 月 日	作 動 時 間	採集場所別孢子数				天 候	雨 量	備 考
		病 株 際		裸 地				
月 日	h					mm		
6 1	16	0	9	0	0	晴 れ	—	夜間を中心
8	18	0	63	0	0	雨	6.4	塊 状
11	10	43	250	0	0	雨	4.9	昼を中心
26	11	0	0	0	10	雨	5.0	夜間を中心
7 12	24	1	6	—	—	雨	6.4	
8 6	26	多	多	—	—	雨	24.0	
8	24	2	2	0	1	くもり	—	雨 後
21	48	多	多	0	0	雨	70.0	
25	48	14	51	0	0	雨	3.4	
9 17	48	101	51	0	0	雨	14.4	
10 2	48	8	5	0	1	雨	8.4	
18	48	7	4	1	0	雨	52.4	

註) : 孢子の検鏡は採集器に装着した2枚のスライドグラスについて、採集場所ごとに行い、孢子数500個以上を多とした

作動時間は、本器の考案者である鈴木 (1969)⁸⁾ によると、イネいもち病菌孢子の場合には飛散密度に明らかな日周期が認められ、密度の高いときの作動時間は1時間で十分かつ適当であるという。また、林・落合 (1970)⁵⁾ のリング斑点落葉病菌における調査でも、ほぼ同様な結果を報じている。しかし、本病菌孢子を対象としたこの調査では、このような短時間での捕そくは全く認められず、いずれも10時間以上作動した場合に限られた。そして、時間の延長を図れば捕そく数は増加することが期待されたが、同時にきょう雑物(土ぼこり; 花粉, *Alternaria*属菌など)の付着も増加して検鏡を困難あるいは不可能にした。したがって、作動時間は本試験に関する限り、24時間前後が限度であろうと判断された。

次に、注目すべきことは、採集条件と天候との関係である。すなわち、第3表1)に示されるように、孢子の捕そくが認められたのは晴天時でわずかに1回、それも夜間を中心に調査したときで、それ以外はすべて雨天または雨後の条件下であった。このことから、本病菌の分散と降雨とは密接な関係にあることが理解される。

一方、捕そく孢子数の時期的消長をみると、6月まで全く捕そくされなかった以外には目立った変化は認められないが、8月に比較的多く捕そくされたことから、この時期に孢子の分散密度が幾分高いように思考された。

2) 雨滴および空気中からの孢子の検索

第3表の2)と3)は、それぞれ採集した雨滴および空気中に孢子が含まれた場合について示したものである。これらから明らかなように、採集場所別でみた孢子の捕そく数は、採集器使用のそれと同様に病株際で多く、裸地、屋上、被植地ではいずれも極端に少なかった。病株を中心に、それより離れた上記3か所間では捕そく孢子数に大差なく、屋上でも捕そくされたことから、空気中に分散した孢子は雨滴によって、かなり広い範囲にわたっ

第3表 柄孢子が捕そくされたときの条件

2) 採集した雨水中に含まれる孢子数

採集 月日	採集 期間	採集場所別孢子数									採集期間 中の雨量
		屋上			裸地			病株際			
6月11日	17日	—	—	3	—	—	—	4	0	6	26
28	1	9	6	2	0	1	2	4	6	15	25
29	2	0	1	3	3	3	3	16	17	57	35
7月2日	1	1	2	3	0	0	1	2	2	2	50
7	4	0	0	0	0	0	0	150	161	200	25
16	10	—	—	—	0	0	0	多	多	多	47
26	11	—	—	—	0	0	0	0	3	1	145
6	17	—	—	—	0	0	0	25	16	15	138
8月23日	18	1	0	1	0	0	0	6	0	0	90
9月10日	16	0	0	0	2	1	2	8	11	8	108

註) : 孢子の検鏡は採集場所ごとに3回ずつ行い、500個以上を多とした

第3表 柄胞子が捕そくされたときの条件

3) 水中に吸引した空気に含まれる胞子数

採集月日	採集時間	採集場所	胞子数			天候	雨量	備考
月 日	h						mm	
7 2	24	病株際	17	18	20	雨	62	夜間を中心
5	24	被植地	1	2	2	くもり	—	
6	17	病株際	50	61	55	晴れ	—	
11	24	同上	0	1	0	雨	6	
16	24	裸地	2	0	1	くもり	—	
25	48	病株際	2	0	0	雨	6	
30	48	被植地	0	1	1	晴れ	—	
10 2	48	病株際	1	0	0	くもり	—	
16	48	同上	0	1	0	雨	53	

て落下することがわかれた。このことは、クワが全くない山中に放置されたポット植えのクワに本病の発病を認めたとする武市 (1939)⁹⁾ の報告からも推察される。

採集期間の長短およびその間における雨量の多少と捕そく胞子数との間には、一定の傾向がみられず、雨量が100mmを越えるまで雨水を集めても、その中に含まれる胞子数は必ずしも多くはなく、25mm程度の採集量でも場合によっては多数の胞子が認められた。こうした結果の原因については、本試験からは明らかにできないが、藤本・高橋(1979)⁴⁾ の風洞による室内実験で指摘するように、風の影響を受けたのかも知れない。

3. 病斑からの胞子の離脱

胞子の分散をより的確に知るためには、直接その裏付けとなる寄主からの胞子の離脱、雨水による流下など飛散状況を究明する必要がある。そこで、4月から10月まで第1図に示した二つの方法を用いて、その実態を調査した。第4表にはこのうち調査枝が、調査の期間中に比較的枯損の少なかったスライドグラス接近法による胞子の付着結果を、降雨時とそれ以外に分けて示した。自然状態における胴枯病の病斑は、消雪間近かの雪中で現われるものもあるが、通常では消雪後急速に出現し、5～6月にピークに達する。本年の場合は暖冬少雪で雪消えが平年より1か月以上も早まり(第1表)、このため病斑の出現も例年より早く、4月下旬には柄子殻が形成され、胞子を噴出するものがみられたが、その最盛期は5月以降であった。この罹病枝をそのまま晩秋まで放置すると、胞子はその間絶

第4表 病斑からの柄胞子飛散と天候との関係

調査	回数	捕そく回数	胞子数	調査期間
降雨時	15	15	多	4月23日
その他	6	1	1～18	10月22日
計	21	16		

註) : 調査は5個の病斑についてスライド接近法による結果

えず形成され飛散することが観察された。しかし、罹病程度が重く枯死した枝では病斑の腐朽が早く進行し、または2次寄生菌（主として*Gliocladium roseum*で覆われることが多いため、その後の確認は困難であった。

病斑から孢子が離脱するには降雨が密接に関与し、雨水によって直接流下したり飛散することを認めた。すなわち、雨天時においては例外なく多数の孢子が捕そくされたのに対し、晴れまたは曇天時では、最大5日間の連続調査でもほとんど捕そくされず、わずかに1回若干の孢子を認めたに過ぎなかった。降雨が孢子の離脱におよぼす機作については、孢子角（孢子塊）として固着状態にあったものが、水滴や高湿度条件で水分を吸収することによって溶解し、個々の孢子に分離するため離散し易くなるものと思われる。いずれにしても、病斑からの孢子の離脱は雨水によって容易に起こることが明らかとなり、山川・仲野（1976）¹¹⁾、仁科・松野（1978）⁶⁾の結果とも一致した。

調査期間中における離脱孢子数の時期的変化については、表示してはいないが調査した21回中晴・曇天時の捕そくを除き、いずれの時期でもすべてに多数（500個以上）の孢子を認めたが、量的には9月以降に減少する傾向を示し、とくに、最終調査時の10月22日ではそれが目立った。

以上のように、病斑から孢子が離脱する期間は春から晩秋まで続き、これに伴って分散も起こることから、本病の感染の機会を極めて長期におよぶことが明らかとなった。

摘 要

クワ胴枯病の主な伝染源である柄胞子の分散様式を明らかにし、発生生態の一端を解明する目的で、1979年4月から10月に新潟県小千谷市の圃場において、回転式孢子採集器、雨滴および空気等の採集によって孢子の捕そくを行い、分散の時期および気象条件との関係でその実態を考察した。

1. 空気中に浮遊分散する孢子の捕そくひん度は、いずれの方法でも極めて低く、病株際でさえ3回中1回以下のひん度であり、これより離れた場所では更に低下した。このことから、空気中の孢子密度は著るしく低く、かつ不規則な分散実態がうかがわれた。

2. 孢子の捕そくは6月から10月20日まで認められたが、この間降雨時以外ではほとんど捕そくされず、また、雨滴によっても広い範囲に分散することが知られ、本病菌の分散と降雨とは密接な関係にあることを示した。

3. 病斑から孢子の離脱が起こる場合も降雨条件が密接に関与し、雨水によって多量の孢子が流下あるいは飛散するのが認められた。さらにその期間は4月下旬から10月下旬まで続き、感染の機会を極めて長期間におよぶことが明らかとなった。

文 献

- 1) 青木 清 1941. 健常桑樹の皮目に潜在する糸状菌と其病理学的意義について, 蚕試報, 10 (4) : 229~277.
- 2) ——— 1945. 桑胴枯病の発生機構に関する研究, 蚕試報, 12 (3) : 245~276.

- 3) 江本良之助・山田 濟 1930. 桑の胴枯病に関する研究, 新潟桑樹試報, (2) : 1~155.
- 4) 藤本 勲・高橋幸吉 1979. クワ胴枯病菌の生態 (2) 病斑, 柄胞子の形成と伝播方法のモデル実験, 日蚕講要, (49) : 20.
- 5) 林 重昭・落合政文 1970. リンゴ斑点落葉病に関する研究 (4) 回転式孢子採集器の使用法試験, 北日本病虫害研報, (21) : 69.
- 6) 仁科祥次郎・松野瑞彦 1978. クワ胴枯病菌の柄子殻・子のう殻形成および柄胞子飛散の時期的推移, 日蚕講要, (48) : 9.
- 7) 斎藤英毅・松尾卓見 1977. クワ芽枯病菌分生胞子の離脱・飛散条件と野外降雨時の飛散距離, 日蚕雑, 46 (4) : 318~324.
- 8) 鈴木穂積 1969. いもち菌胞子の動態およびそれによる発生予察法, 北陸農試報, (10) : 1~113.
- 9) 武市 伝 1939. 桑樹胴枯病の伝染経路 (上), 蚕界, 48 (567) : 30~34.
- 10) ——— 1939. ——— (下), 蚕界, 48 (569) : 35~39.
- 11) 山川隆平・仲野英秋 1976. 桑胴枯病菌 *D. nomurai* の柄胞子の伝播と降雨との関係 (要旨), 東北蚕糸研報, (1) : 51.