

リンゴ黒星病に関する研究

第1報 芽りん片越冬について

工藤哲男・高橋俊作・水野 昇

目	次
I. 緒 言	19
II. 芽りん片上における越冬病斑の確認	
1. 芽りん片越冬に関する基礎調査 ...	20
2. 芽りん片に認められるかっ色斑 点の時期的変化	22
3. 芽りん片に形成された分生胞子 の病原性	24
4. 接木および実生苗による芽り ん片越冬の確認	24
III. ほ場における発生事例	24
IV. 考 察	26
V. 摘 要	27
VI. 引用文献	27

I. 緒 言

リンゴ黒星病菌 *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter の第1次感染源としてアメリカでは落葉上に形成される子う胞子が最も重要で、枝に病斑のつくられる例は特別の種をのぞいては少ないといわれている(1, 3, 4, 8, 17)。これに対し、イギリスでは新しう枝上につくられる病斑から飛散する分生胞子が感染源として重要な役割をはたしているとし(1, 2, 6, 17)、さらに、Salmon ら(13)は芽りん片上につくられる病斑も見逃せない第1次感染源であると報告している。一方、わが国においては落葉上の子う胞子が第1次感染源になることはよく知られているが、新しう枝上での病斑形成は一般的でないとされている(10, 11, 12)。

秋田県における本病の初発生をみると展葉後から開花直前までの間にあらわれ、発生部位は花、葉そう基部の葉柄や葉身に多い。

この現象は子う胞子だけによる感染とは理解できず、本病菌が発芽前の芽の中で増殖し、活動を始めていた結果と推定した。したがって、的確な防除を実施するにあたってはこの点を明らかにする必要がある。このような見地から2, 3年検討を続けた結果、芽りん片上に形成される分生胞子によるものと考えられた。また、これらを示唆するほ場観察もあわせ、若干の知見を得たのでとりまとめて報告する。なお、本報告をおこなうにあたりたえず御指導と助言をいただいた弘前大学農学部教授沢村健三博士、当試験場長今喜代治博士ならびに熊谷征文分場長に心から謝意を表します。

また、この研究は農林省の総合助成を得て行ったものであることを附記して謝意を表します。

II. 芽りん片上における越冬病斑の確認

1. 芽りん片越冬に関する基礎調査

ある程度芽のゆるみ始めた発芽直前の頂芽にどのような内部変化があるかを知るために調査をおこなった。

材料および方法

前年に多発した園（鹿角市花輪富士）で国光の新しょうを採集し、頂芽の芽りん片を外側から順次にはぎとって病斑の有・無を実体顕微鏡下で観察した。採集および調査は1975年4月3～9日に行った。

結 果

調査した芽りん片の92.8%にかっ色の斑点が認められた（写真1 a、第1表）。この斑点は外

第1表 黒星病多発園と無発生園の新しょう頂芽りん片の斑点

※ 芽りん片の 順 序	多 発 園				発 生 の な い 園				
	調 査 斑点のみら		芽りん片での斑点部位		分生胞子形成調 査 斑点のみら		芽りん片での斑点部位		
	芽りん片数	れた芽りん片数	外 側	内 側	の み ら れ た 芽 りん 片 数	芽りん片数	れた芽りん片数	外 側	内 側
1	28	25	17	22		21	0	0	0
2	28	25	24	24		21	0	0	0
3	28	28	26	23	3	21	0	0	0
4	28	27	26	20	5	21	1	1	1
5	28	27	22	27	2	21	2	2	2
6	28	25	24	16	2	20	3	3	2
7	22	19	19	17		20	1	1	1
8	13	12	12	11		14	0	0	0
9	5	5	5	5		5	1	1	1
10	1	1	1	1		2	2	2	2
11	—	—	—	—		1	1	1	1
計	209	194	176	166	12	167	11	11	10
%		92.8	84.2	79.4	5.7		6.6	6.6	6.0

※外側からの順序

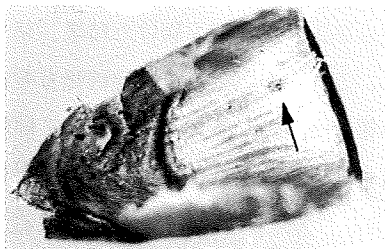


写真1 芽りん片上の斑点

a 芽りん片上の斑点

側に84.2%、内側に79.4%で両面とも大きい差はなかった。このかっ色斑点のいくつかをえらんで、切片をつくり観察したところ、子座様の菌糸層 (stromatoid mycelium) の形成が認められた。(写真1 b)

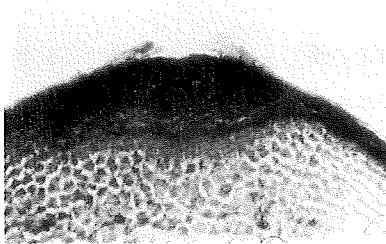


写真1 芽りん片上の斑点

b 子座様の菌糸層

また、すでに分生子梗(こう)、分生胞子の形成していたものもみられ、外側から3～6枚目の芽りん片に多く観察した。一方、本病の発生しなかった園(鹿角市花輪合ノ野)の芽りん片上にもかっ色斑点はみとめられたが、子座様の菌糸層は観察されなかった。芽りん片全体が茶かっ色に変っているものもしばしばみられ、頂芽を縦断するとかっ変部が筋状あるいは破線状に観察された(写真2 a、2 b)。1、2枚目の外側にある病斑は枝病斑と同じ症状であった(写真3)。

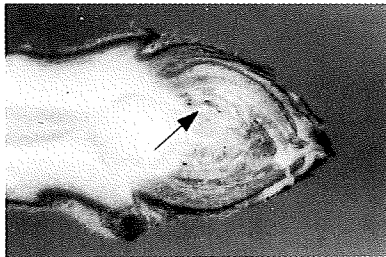


写真2 芽の縦切断によってみられる変色部

a 茶かっ色の芽りん片



b 茶かっ色の変色物

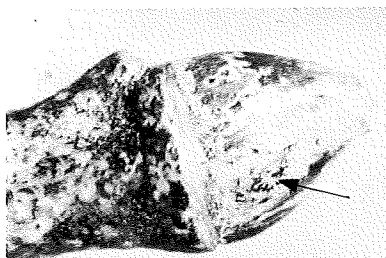


写真3 裸出芽りん片上の病斑

2. 芽りん片上に認められるかっ色斑点の時期的変化

芽の中にある病原菌がいつごろから動きだし、分生胞子を形成し始めたかを知るために、時期的な経過を観察した。

材料および方法

1974年にはげしく発病した葉をもつ国光の新しょうに目印をつけておき、1975年の2月中旬から定期的に採集して、観察した。頂芽芽りん片上の斑点形成の有無また、斑点については徒手切片をつくり分生子梗(こう)、分生胞子の形成有無を検鏡した。なお、4月21日以降は肉眼観察を主体にした。

結 果

斑点を形成している芽りん片数は常に80%以上を示し、時期的の差は認められなかった(第2表)。

第2表 分生胞子を形成した芽の消長および芽りん片上の斑点確認

調査年月日	調 査 芽 数	分生胞子を形成 していた芽数	斑 点 を 確 認 したりん片率
1975			%
2. 17, 18	10	0	86.4
3. 8	15	0	88.9
3. 18	10	1	86.5
4. 3~9	28	7	92.8
4. 18	11	2	87.6
4. 21~23	26	5	—
5. 2	20	3	—
5. 10	80	12	—

注：リンゴ樹の生態(国光)は次の通りであった。

発芽始め	4月19日	展葉期	4月28日
開花始め	5月12日	開花盛期	5月15日
落花期	5月20日		

採集時期別の観察事項は次の通りである。

2月17、18日

角皮と表皮の間に子座様の菌糸層とみられる隆起物が認められた。大きさは、高さ50~100 μ 、巾100~600 μ の範囲であった。分生子梗(こう)、分生胞子の形成は認められなかった。

3月8日

子座様の菌糸層には変化が認められなかった。

3月18日

角皮を破るようにして分生子梗(こう)をそう生し始めている子座様の菌糸層が観察され、まれに分生胞子も形成されていた(写真4)。

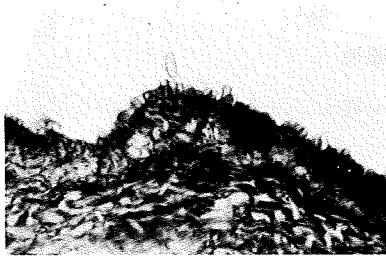


写真4 芽りん片上に形成された
分生孢子

4月3～9日

分生子梗(こう)のそう生がはげしくなるとともに分生孢子の形成も多くなってきた(写真5)。



写真5 芽りん片上に形成された
分生子梗(こう)

リンゴ樹の芽はややふくらみ始めた。

4月18日

分生子梗(こう)、分生孢子の形成は更に増加した。分生孢子は塊状になって毛の間あるいは毛じのかげにあった。毛じをとりぞくと、肉眼でも容易に判別できた。リンゴ樹は芽出直前であった。

4月21～23日

芽りん片全体が、菌糸、分生子梗(こう)、分生孢子におおわれているのが観察された(写真6)。

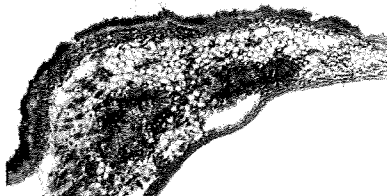


写真6 芽りん片外、内側に菌糸、分生子梗(こう)、分生孢子を形成

表面の一部をつり上げ検鏡すると、毛じとともに多数の分生孢子がえられ、すでに5～9 μ の発芽管を伸しているのもみられた。なお、これら分生孢子をスライドガラス上において発芽試験をおこなったところ、8時間後の平均発芽率は50.9% (範囲43.4～59.9%) で、孢子は発芽能を有

していた。

3. 芽りん片に形成された分生胞子の病原性

展葉後の葉そう基部に残っている芽りん片上に分生胞子の形成がしばしばみられる。この分生胞子の病原性を接種により検討した。

材料および方法

東光の葉そう基部についているりん片上につくられた分生胞子を実生苗の稚葉に点滴接種（5月24日）し、加湿器で葉面を湿潤にしながら15℃に3日間おいた。その後は同じ温度に保ちながら随時加湿し、6月5日に発病葉率を調べた。胞子濃度は1視野50個（10×15）とした。

結 果

10葉そうの基部からえられた25芽りん片のうち20芽りん片には多量の分生胞子が形成されており、これらの分生胞子を実生苗の63葉に接種したところ49.9%の発病葉率を示した。

4. 接木および実生苗による芽りん片越冬の確認

前年の発病枝や発病苗を供試し、翌年の発生状況を知ろうとした。

材料および方法

試 験 1

前年（1974年）の春に接種して発病させた東光の新しょうを採集し、1975年4月15日に姫リング台に接木して、供試苗木とした。接穂は10芽を含む長さにそろえた。これを自然感染のない場所に植えかえて、その後の発病を継続して観察し、5月20日に最終調査した。

試 験 2

1974年に発病のみられた実生苗59本を同年の秋に掘り上げて仮植した。75年4月10日に自然感染のおこらないと思われる場所に定植し、発病の有無を5月20日に調査した。

以上二つの試験区とも殺菌剤は散布しなかった。

結 果

試 験 1

供試した15新しょうのうち1新しょう、3葉そうに発病が認められた。なお、発病枝は頂芽を含む新しょうであった。

試 験 2

実生苗59本のうち発病のみられたのは13本（22.0%）、発病葉そう数38、発病苗1本当りの発病葉そう数は2.9であった。

III. ほ場における発生事例

ほ場で花、葉そうに観察される本病の第1次発生は極めて偏在的である（写真7）。同じ枝ですぐ隣り合っている2つの花、葉そうで、一方は葉が奇形になるほど発病しているのに他方では



写真7 葉柄に形成された病斑

全く発病のみられないこともしばしば認められる。これらの症状は芽出3週間後頃にみられることも少なくない。一方、芽出直後の接種（分生胞子による）でも、葉柄に病斑ができることはあまりない。これらの事実からリンゴ樹の発芽前に芽の中で分生胞子による感染が起っていたものと推察した。これらを示唆する事例をほ場に求めた。

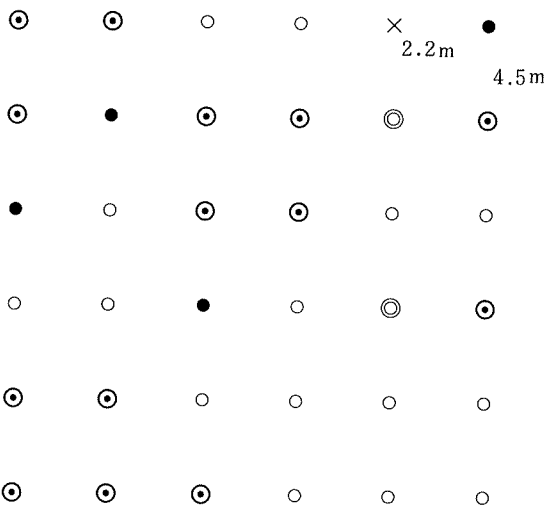
材料および方法

試験1 平鹿郡平鹿町醍醐 場内のほ場

3年生の東光 25樹を供試した（第1図）。

このうち、1974年の春に18樹に接種し発病させた（●印）。1975年5月20日に発病をみとみた樹（◎、○印）の全葉そうについて調べた。なお、接種

◎、◎印）の全葉そうについて調べた。なお、接種



凡 例

○ '74、'75年ともに未発生	15樹
◎ '74年未発生で'75年発生	2樹
● '74年発生で'75年未発生	4樹
◎ '74、'75年ともに発生	14樹
× 欠木	1樹

第1図 ほ場での発生事例

源の胞子濃度は1視野50個（10×15）とした。

試験2 鹿角市花輪合ノ野 分場内のほ場

3年生の東光 60樹（栽植距離1.8×1.8m）を供試した。1967年秋に購入し植えた苗木であるが1969年7月23日に発病を確認したので7月24～28日に調査した。

結 果

試 験 1

供試した25樹のうち発病の認められた樹は16樹であった。この中には1974年に発病しないで、'75年に発生した樹が2樹含まれていた。また、'74年に発病しても'75年に発病のみられなかった

のは4樹であった。しかし、一旦発病した樹が翌年発病する割合は高かった(18樹中14樹)。発病樹1樹当りの発病枝数は3(1から7の範囲)、発病葉そう率16.9%、発病枝1本当りの発病葉そう数は4.6(1~17の範囲)であった。これら供試樹には枝病斑を認めていないことから、芽の中で越冬した可能性が強いものと考えられた。

第3表 黒星病発生樹の発生状況

発生樹数	16樹
発病枝数	48本
1樹当り発病枝数	3(1~7)本
発病芽数	220芽
発病枝当り発病芽数	4.6(1~17)芽
発病芽率	16.9%
発病葉数	405枚
発病芽当り発病葉数	1.8枚
発病葉率	26.1%(8.3~61.0%)

注 () は範囲

試 験 2

60樹のうち45樹に発病したが、このうち3樹に顕著な発病をみた。この3樹の発病葉数は189、399および406で、1樹当り331.3で、他の42本の平均発病葉数の6.9(1~22の範囲)とは大きな差があった。したがって、3樹については病原菌が芽の中に潜在していたものと推察した。

IV. 考 察

本病菌の芽りん片上の越冬について、わが国ではその可能性を示されながらもこれまで具体的な証拠はなかった(5, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18)。旭とスターキング・デリシャスの頂芽りん片上に黒色しみ斑点を認めた報告はあるが、本病の病斑であるかどうかはなお検討を要するとしている(7)。本病が多発した園の芽りん片を観察した結果、褐(かっ)色の斑点が容易に認められ、さまざまな菌が潜在していると考えられたが、リンゴ黒星病菌も子座様の菌糸層として存在していた。この菌糸層上には3月中旬頃から分生子梗(こう)、分生胞子が作られ、芽の動きとともに増加し続けた。Salmonら(13)は枝病斑も、子のう胞子もない園のWorcester Pearmainを観察したところ、開花直前に葉裏の中央脈にそうて病斑のつくられていたのに注目し、これは芽りん片上に形成された分生胞子の感染による発病であることを明らかにした。

著者らが芽りん片上から得た分生胞子は充分に発芽能力をもっており、実生苗の葉に接種した結果40%以上の発病葉率を示した。また、前の年に接種あるいは自然感染で発病した枝の芽は翌年も発病しやすいことが認められた。更に枝病斑や子のう胞子のないと考えられる未発生地で新

らたに発生した時はかぎられた苗あるいは樹に集中し、きわめて特異的な発病様相を示すことなどから、芽りん片上の分生孢子が第1次感染源として重要な役割を果しているものと考えられた。ここでは子座状菌糸層をもつ芽りん片をあつかったがリンゴ樹の発芽期前後になると本病菌の全体的な繁殖をうけかわっている芽りん片がしばしば見受けられ、ひん度としても少なくなかった。これは他の発病した芽りん片の接触をうけ感染したものか、あるいは芽りん片組織内に潜在していた菌糸が密度をましたものか、その成因については明らかにできなかった。しかし、感染源としては軽視できないと考えられるので更に詳細な調査を必要とする。

以上のことから、落葉上の子のう孢子による第1次感染だけでなく、芽りん片上に形成される分生孢子の感染も存在していることが明らかになった。

なお、芽りん片越冬による第1次発生がどの程度のウエイトになるのかなどについては今後の検討課題である。

V. 摘 要

リンゴ黒星菌の芽りん片上における越冬とこれに由来するほ場での発生事例について検討した。

1. リンゴ国光の頂芽りん片上に本病菌は子座様の菌糸層として認められた。
2. 子座様の菌糸層は3月中旬から分生孢子を形成し、時期の経過とともに増殖した。
3. 芽りん片上に形成された分生孢子の病原性を接種によって確認した。
4. 前年に保菌させた接穂および実生苗は翌年も発生した。
5. ほ場における2つの発生事例は芽りん片越冬と密接に関連するものと考察される。
6. 以上の結果から本病の第1次感染源として芽りん片上の分生孢子も関与していることが明らかになった。

VI. 引 用 文 献

1. Anderson, H.W. (1956). Diseases of Fruit Crops. pp. 26-41. McGraw-Hill Book Company, Inc., N. Y.
2. Dillon Weston, W.A.R. and Petherbridge, F.R. (1933). Apple and Pear Scab in East Anglia. Journ. Pom. 11: 185-198.
3. Heald, F.D. (1926). Manual of plant diseases. pp. 568-584. McGraw-Hill Book Company, Inc., N.Y.
4. Hesler, L.R. and Whetzel, H.H. (1924). Manual of Fruit Diseases. pp. 3-13. Macmillan. N.Y.
5. 工藤祐基 (1972). リンゴ黒星病のまん延の背景と対策・農業及び園芸. 47: 1668-1672.
6. Marsh, R.W. and Walker, M.M. (1932). The scab fungus (*Venturia inaequalis*) on apple shoots. Journ. Pom. 10: 71-90.
7. 村上準市・西山保直・小林尚志 (1970). 芽りん片のリンゴ黒星病菌確認試験. 昭和45年度、寒冷地果樹に関する試験研究打合せ会議資料 (病害). pp. 19-20.

8. Nichols, L.P. and Petersen, D.H. (1971). Overwintering of *Fusicladium dendriticum*, the imperfect stage of the apple scab fungus, on twigs of flowering crab apples. *Pl. Dis. Repr.* 55:509.
9. 西田 勉・池 大司 (1965). リンゴ黒星病に関する調査 I. 発生の経緯と分布について. 北日本病虫研報16:53.
10. ——— (1968 a). リンゴ黒星病、北海の果樹.
11. ——— (1968 b). リンゴ黒星病に関する調査. IV. 細枝の発病について. 北日本病虫研報. 19:50.
12. ——— (1969). リンゴ黒星病に関する調査. VII. 越冬枝条病斑の消長. 北日本病虫研報. 20:51.
13. Salmon, E.S. and Ware, W.M. (1931). A new fact in the life-history of the apple scab fungus. *Gard. Chron.* 82:437-438.
14. 沢村健三 (1969). 東北地方におけるリンゴ黒星病の発生. 植物防疫. 23:509-512.
15. ——— (1975). リンゴ黒星病に関する基礎的研究. 昭和49年度 農林水産特別試験研究費による研究報告書 (騰写刷).
16. 関沢 博・平良木武 (1969). リンゴ黒星病の本州における初発生について. 北日本病虫研報. 20:54.
17. Walker, J.C. (1957). *Plant Pathology*. pp. 328-335 McGraw-Hill Book Company, Inc., N. Y.
18. 山口 昭 (1972). 東北地域におけるリンゴ黒星病の多発生とその対策. 植物防疫. 26:486-490.

Studies on Scab Disease (*Venturia inaequalis* (Cooke) Winter) of Apple

1. Overwintering of Apple Scab Fungus on the Bud Scales

Tetsuo Kudo, Syunsaku Takahashi and Noboru Mizuno

Summary

The overwintering of apple scab fungus on the bud scales and the mode of early infection in the field originated from these fungi were examined.

1. Stromatoid mycelium of this fungus was recognized as a definite protuberance on the bud scales of apple variety "Ralls"
2. New conidia were being formed on the outer surface of the stromatoid mycelium from the middle of March, and they increased with the lapse of time.
3. The pathogenicity of the conidia formed on the bud scales in early spring was ascertained by the artificial inoculation to the leaves.
4. The occurrences were found on the scions and seedlings of apple having attacked on a disease in the previous season.
5. The mode of infection in the field were proved that the fungus can overwinter on the bud scales.
6. From above mentioned results, it was clarified that the conidia formed on the bud scales were responsible for the source of primary infection.

