

緒

言

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) De Baryによる豆類菌核病は北海道全域にわたり発生し、豆類における最も被害の大きい病害である。とくにインゲンの発生が多く、1964年、'65年、'66年、'67年、'68年には十勝地方のすべてのインゲン畑に発生し被害面積は80%に達した。当時、本病の防除対策が確立していなかったため被害は極めて甚大なものがあつた。

豆類菌核病の発生は古く、本邦では1899年に後志地方の大豆に激発生した記録があり（半沢，1906）、同年にナタネ菌核病の発生記録もある（半沢，1901）。また北海道農事試験場時報第11号（1917）には菜豆菌核病の防除上の注意などが述べられていることから往時もこれら菌核病の発生と被害が大きかったことがうかがわれる。その後北海道では数回の激しい発生が記録され、とくに1916年以降インゲンの栽培面積が急激に増大した十勝地方では本病が常にインゲン作況に大きな影響をもつに至つた。

このため北海道の各試験研究機関によって本病の発生生態および防除法確立に関する研究が実施された。その結果、北海道立中央農業試験場においては本病に対する殺菌剤の室内検定法が確立され、有効殺菌剤探索の端緒がつくられ、また病原菌の生理生態の解明、とくに菌核の成熟と発芽に関する基礎的研究も行なわれた（斉藤，1977）。筆者は1965年から北海道農業試験場、1966年から北海道立十勝農業試験場で主として本病のは場における発生生態および防除法の確立に関しての研究を行なつた。

本論文は豆類とくにインゲンを中心に畑における菌核病の発生実態に関する広般な調査研究に基づき、その発生生態を解明するとともに適確な防除対策を確立するに至つた結果をとりまとめたものである。

本研究を遂行するにあたって、前北海道農業試験場故鑑谷大節博士、前北海道立中央農業試験場

病虫部長（現道立北見農業試験場長）馬場徹代博士には本研究課題を与えられ、また終始懇切な御指導を賜つた。また北海道大学農学部教授宇井格生博士、前帯広畜産大学教授成田武四博士には研究上の問題点ならびに研究手法などについて常に有益な御示唆と御指導を賜つた。また北海道大学農学部教授岡沢養三博士、同農学部教授四方英四郎博士、同農学部名誉教授村山大記博士には常に有益な御指導と暖かい御鞭撻をいただいた。また前北海道立中央農業試験場長三島京治氏、前北海道立十勝農業試験場長楠隆氏、前北海道立十勝農業試験場長（現道立中央農業試験場長）中山利彦博士、北海道立十勝農業試験場長斉藤正隆氏、同農試総務課長中山一孝氏、北海道立中央農業試験場病虫部長高桑亮博士、同農試病理科玉田哲男博士には終始有益な御助言、御援助と暖かい御鞭撻をいただいた。また本研究を進めるにあたり日本豆類基金協会からは終始暖かい御援助と御鞭撻をいただいた。このことについて心から深く謝意を表する次第である。

本研究は主に北海道立十勝農業試験場で実施したが、前北海道立十勝農業試験場（現道立北見農業試験場病虫予察科長）坪木和男氏には本研究実施当初から常に共同研究者として担当された。本論文中にも共同実験の部分が極めて多く、終始絶大な御援助をいただいたことに対して心から感謝申し上げる。

また、北海道立中央農業試験場病理科長斉藤泉博士、農林水産省北海道農業試験場病理昆虫部北沢健治氏、前農林水産省北海道農業試験場病理昆虫部鈴木孝仁博士には一部共同研究を実施し、かつ研究遂行上種々の御指導と御援助をいただいた。また北海道立十勝農業試験場病虫予察科研究職員の佐藤謙氏（現道立道南農業試験場病虫予察科長）、土屋貞夫氏（現道立上川農業試験場病虫予察科長）、谷井昭夫氏、青田盾彦氏、花田勉氏、前臨時職員の横井文子、藤田悦子氏、現臨時職員の方々には

研究遂行上常に多大の御協力をいただいた。薬剤防除試験の一部については十勝地区各農業改良普及所の方々に絶大な御協力をいただいた。

以上の諸氏に対して心から感謝の意を表する次第である。

また本論文の校閲の労をとっていただいた北海道大学農学部教授宇井格生博士には重ねて深甚なる謝意を表する次第である。

I. 豆類菌核病と菌核病菌に関する既往の研究

Sclerotinia a sclerotiorum (Lib.) De Bary が豆類菌核病の病原菌の種名として従来長らく採用されてきた。最近 Korf and Dumont (1972) が新たに、*Whetzelinia* 属を創設し、*S. sclerotiorum* を新属に移すことを提唱したので *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf et Dumont を本種名として採用している例もある。しかし、Dennis (1974) が *Sclerotinia* 属の Lectotype を *S. sclerotiorum* とすべきであると反論しているように Korf らの説が全面的に認められたわけではない。したがって本稿では本病原菌種名を従来どおり *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) DeBary として記述することにする。なお、*S. trifoliorum* Erikss, *S. intermedia* Ramsey, *S. minor* Jagger などをも *S. sclerotiorum* の同種異名とする Purdy (1955) の説もあるが、この説は一般に認められていない (Dennis, 1956; 山本, 1959; Korf, Dumont, 1972)。

S. sclerotiorum は多犯性の菌で豆類ばかりでなく、ナタネ、ウリ類、トマト、ジャガイモ、セルリー、レタス、ヒマワリ、その他多数の作物を立毛中に侵すのみならず、収穫後、ハクサイ、チシヤ、セルリー、イチゴなども侵害する。これらの菌核病および病原菌に関しては内外各国の研究は多岐にわたるが、豆類菌核病についての本邦の研究は半沢 (1906) の報告以後、大島、成田、(1939); 枅内、杉本 (1957); 杉本 (1958, '59, '60); 森、真野 (1958, '59, '60); 赤井、北沢ら (1965, '66); 赤井、馬場ら (1965, '66); 赤井、坪木ら (1966, '67, '68, '71); 桑山ら (1966, '68); 真野 (1967); 森ら (1958, '59, '60, '61); 中村ら (1969); 成田 (1966); 斉藤ら (1966, '67, '68, '77); 斉藤、赤井 (1969); 鈴井ら (1967, '68, '69, '71, '72); 坪木、赤井 (1966, '67) などの報告があるのみである。

北海道における豆類菌核病の発生生態を究明し、

防除法を確立するための本研究を進めるにあたりとくに重要で関連性のある菌核病第1次発生源、菌核子のう盤の開盤生態、発病環境および防除に関する既往の研究についてのみ概述するに止めた。

1. 第1次伝染源

1) 種子伝染

菌核病の菌糸が付着または潜在する保菌種子が本病の第1次伝染源になりうることは、Neergaard (1958), Mclean (1958, '59) によりカンラン花やさい等のそ菜で報告され、Hungerfold, Pitz (1953) は菌核病発生ほ場から採集したインゲン種子を翌年播種すると1%以下ではあるがインゲン稚苗の発病を認めたとしている。Walker (1960) はインゲン種子の菌核病汚染率は1~3%であったと報告しているが、本邦においては種子伝染に関する研究は行なわれていない。

2) 菌核から生じた菌糸による伝染

菌核が発芽し、菌糸が生長する事実は培地上で普通にみられるが、本菌糸が土壤中で生育するかについては種々論議されてきたが、現在ではその可能性が認められている。杉本 (1959) は土壤中に栄養源を与えないと菌糸の生育は僅少だが、栄養源とくに炭素源を添加すると生育はやや良好になるとしている。また自然土壌では菌核から菌糸をほとんど生じないが、菜豆粉末を混入すると菌糸が伸長すると述べている。斉藤 (1977) は土壌にグルコースなどの炭素源の添加によって菌核からの菌糸発芽が促進されると報告している。Hungerfold, Pitz (1953) はポットに菌核をおいてインゲンを播種した場合、極めて低率であるが稚苗の発病を認めたと報じている。このように土壌中の菌核から伸長した菌糸による株の発病、すなわ

ち土壌感染の可能性はあると考えられるが、北海道ではまだ確認された事例がない。

3) . 子のう胞子による伝染

子のう胞子による伝染についての研究は極めて多く、そのほとんどは本病の最も重要な伝染源であることを論じている。子のう胞子による寄主体侵入は寄主体の茎葉が健全、無傷のときにはほとんど、または全く侵入せず、枯死組織あるいは傷や花弁などが存在した場合に侵入が認められる (Stevens, Hall, 1911; Pethybridge, 1916; Davis, 1925; 吉井, 1933; 松浦, 1937; 小河原, 松浦, 1939; Purdy, Bardin, 1953)。しかし、接種胞子量が多い場合、あるいはクチクラ層の発達不十分な若葉、花弁、葯等は無傷でも発病することはよく知られている。またクチクラ層が発達していても衰弱老葉は無傷でも発病するという報告もある (Pethybridge, 1916)。また子のう胞子によって発病した花弁が茎葉の健全部に落下付着または接触し、このため茎葉組織が発病するという間接的侵入を報告している例はナタネ菌核病で多い (小河原, 松浦, 1939; 棋木, 1935; 前田, 1936; 宇都, 1956, '59)。このように各種作物の菌核病において第1次伝染源としての子のう胞子の役割は極めて重要と認められているが豆類菌核病に関してはほとんど報告がない。とくにほ場で形成された本菌子のう盤から飛散する子のう胞子の感染について侵入部位、条件などは明らかにされていない。

2. 子のう盤の開盤と菌核の生存期間

1) . 子のう盤の開盤

S. sclerotiorum の菌核からの子のう盤開盤については温度、湿度、光線等の気象的な要因と土壌の性質あるいは菌核の土壌中に存在する深さ等の外的要因が複雑に関連している。

温度については多くの報告があり、Bedi (1962) はインゲン菌核病の菌核は5～25℃で発芽し15℃以下あるいは20℃以上になると発芽しても開

盤しないと報告している。小河原, 松浦 (1939) はナタネ菌核病の菌核発芽温度は5～20℃とし、Brooks (1940) はセルリー菌核病の菌核は21℃以上では成熟子のう盤を生じないと報告している。北海道立北見農業試験場における1965年度成績によるとインゲン菌核病の菌核は10～25℃で発芽し子のう盤形成は15～20℃で良好であった。

湿度は子のう盤の開盤にとって重要な要因であるが最適条件についての報告は少ない。岩瀬, 井木 (1954) はナタネ菌核病で、菌核の水分が67%内外のとき、または菌核をおいたところの水分が80%のとき発芽が良好であり、土壌水分が60～80%のときに子のう盤は良好に開盤するが40%以下あるいは90%以上のときには開盤が抑制されたと報告している。Partyka, Mai (1962) によると子のう盤は相対湿度60%のとき2時間、80%では6時間でしおれ、98%ではしおれなかったという。なお乾燥してしおれた子のう盤は乾燥時間が短いときは水湿を与えると再び正常になったという報告もある (小河原, 松浦, 1939)。しかしながら野外の一般畑で子のう盤開盤条件を実験した例はない。

光線の有無は菌核の発芽に関係ないが、子のう盤の成熟、開盤とは関係があり、暗黒、あるいは光線が不足すると菌柄は長くなるが成熟し開盤しないという (Henson, Vallau, 1940; Mclean, 1958)。

菌核の子のう盤発芽の過程と外的環境については斉藤 (1972) の報告があり、子のう盤原基の形成は外皮直下の髓組織中に認められ、原基周辺あるいは内部に褐変がおこり、髓組織とは明らかに異なる組織を形成して外皮を破って子のう盤柄として生長すると報告している。また菌核から子のう盤形成に対する低温処理は湿潤状態でのみ明らかな形成促進がみられたという。

菌核の土壌中の深さと子のう盤開盤との関係は土壌の種類、軽重などによって異なり、その成績は一定していない。Brooks (1940) はヒマワリ菌核病の菌核で実験した結果、菌核の土壌中の深さが7.6cmでは発芽できなかったと報告しているがRadulescu, Crisan (1961) は7cm、小河原, 松浦 (1939) はナタネ菌核病の菌核で6cm、岡本 (19

-38) は 6 cm, Partyka (1958) は 3.8 cm, 森, 真野 (1959) は花豆菌核病菌核で 2 cm を発芽不能の深度と報告している。また岡本 (1938) は地表面に近い菌核の発芽は良好で、深くなると開盤子のう盤が減少すると述べている。なお土壌の通気不良や滞水は菌核の発芽を阻害する (Bedi, 1962)

2). 菌核の生存期間

菌核の生存期間は温度、水分等によって左右される。Hungerford, Pitz (1953) はインゲン菌核病の菌核が室内風乾状態で 7 年間生存したことを確認し、Brown, Butler (1936) はチシヤ菌核病の菌核を乾燥土壌中に埋没した場合 11 年間生存したと報じている。また Mclean (1958) は十字花科作物菌核病の菌核を土壌中に 15 cm 以上の深さに埋没したところ 5 年間生存した例を報告し、小河原, 松浦 (1939) はナタネ菌核病の菌核は畑地土壌中で 25 ヶ月生存したが、水田土壌中では 3 ヶ月で死滅することを認め、また Brown, Butler (1936) は夏期は場土壌を 18 日間以上水封すると菌核の大部分は死滅すると述べている。しかしながら北海道十勝地方のように冬期間 -20℃ に達するほ場条件下での菌核生存に関する実験はない。

3. 菌核病の発生病環境

1). 気 象

菌核病の発生、蔓延の程度が気象条件に大きく支配されていることは他の一般病害と変らない。宇都 (1956, '59) はナタネ菌核病について詳細な観察を行ない、子のう胞子のナタネ花卉への侵入は短時間で完了するため、温湿度は胞子侵入に対してあまり関係がなく、花卉落下後の茎葉発病およびその後の病斑伸展に対し大きな影響を及ぼし発病と被害の程度が左右されると報告している。本病の寄主体侵入温度は 15~25℃ といわれ (小河原, 松浦, 1939), 成田 (1966) は本病の発生量の多寡はインゲン生育前期, 株の被害程度は後期の気象条件がそれぞれ関与し, 全期を通して好適な気象条件のときに発生量, 被害量ともに増大する

と報じている。

2). 品 種

宇都 (1956, '59) はナタネ菌核病に対してナタネ株基部の分枝密度が低い品種は落下した花卉, 枯葉が茎葉にひっかかる率が少なく, 従って発病が少ないと述べ, 藤川ら (1957, '61) はナタネ成葉よりも幼苗, 若葉, 花卉など感染に対する内部的抵抗性の差がほ場における品種の発病差に影響していると述べている。

インゲン菌核病に対して Mc Clintock (1916) は, Golden-wax, Bountiful その他数品種は耐病性があると報じたが, Zaumeyer, Thomas (1957) はこれを否定している。大島, 成田 (1939) はインゲンで蔓性種はわい性種より発病が少なく, わい性種では「紅金時」の発病が多く, 「常富長鶉」がこれについだと報告している。このように本病菌に侵される豆類作物で発病程度が比較的軽微な品種もあるとされるが, 強抵抗性品種は知られていないのが現状である。

3). 播 種 期

播種期の早晩と菌核病の発病との関係についての研究は少なく, ナタネ菌核病の場合には早播あるいは早植えすると本病の発生量および被害程度が多くなるという報告がある (前田, 1936; 小河原, 松浦, 1939; 井上, 山田, 1954; 宇都, 1956 など)。また, 十勝でインゲン菌核病について実験した結果, 播種期が早いほど発病が多かったという (大島, 成田, 1939) 播種期と発病との関係は豆類の種類, その生育過程, 気象条件などによって当然異なるとみられるが, これに関して詳細な報告はない。

4). 肥 料

本邦のナタネ菌核病については肥料と発病との関係の研究が少なくない。一般に生育初期に窒素肥料を多用すると発病を助長する (小河原, 松浦 1939) とされているが, その多用により発病は多くなるが, 被害は少ないという例もある (棋木, 1935; 前田, 1936)。また逆に窒素肥料が少ないと

きに発病が多かったという報告もある(岩瀬, 井木, 1954)。窒素肥料の適期, 適量の追肥は発病を少なくするが, 過度の施用は発病を増大させ(宇都, 1956, '59), また尿素の追肥は発病程度を低下させるという(古井丸, 1953, '59)。

磷酸肥料の多用は一般に菌核病の発生を助長するというが(渡辺, 1947, ; 枌内, 1956), 発生程度とは無関係という報告(棋禾, 1935; 前田, 1936)あるいは発病を抑制するという報告もある(前田 1936)。

加里肥料についても, 多用すると発病が増加した例と(前田, 1936, ; 古井丸 1959), 発病がやや軽減した例(岩瀬, 井木, 1954)がある。これら肥料と発病の関係についての結果はまちまちなものが多く, その原因は実験場所の土壌および肥沃度によると考えられる。北海道における豆類菌核病の発生, 被害と肥料の種類, 量との関係はまだ明らかにされていない。

4. 防 除 法

菌核病の防除は極めて困難とされ(Walker, 1952; Zannmeyer, Thomas, 1957; Chupp, Sherf, 1960), 1965年当時本病に対する適確な防除法が確立されていない。

1). 薬剤による防除法

(1). 土 壌 消 毒

土壌中の菌核を完全に殺滅するには55℃1時間以上または75℃15分以上の湿熱消毒が必要であるといわれている(Chupp, Sherf, 1960)。しかし, この消毒法はほ場で実施の可能性はない。また薬剤による土壌消毒剤として, ホルマリン, メチルブロマイド, クロロピクリン, ペーパム, マイロン等が効果があるというが(Chupp, Sherf, 1960)これも実用性がない。石灰窒素施用の効果は主にアメリカで認められている(Brooks, 1940; Bridgmon, Starr, 1948; Mclean, 1958, '59; Moor, Conover ら, 1949; Starr, Walters, 1953; Darby, 1961)。本邦でもナタネ菌核病に対して石灰窒素

の子のう盤開盤阻止効果があると報告されてはいる(小河原, 松浦, 1939; 青木, 1942; 横山, 吉田ら1946; 藤井, 長江ら1965)。また PCNB 剤も子のう盤開盤阻止効果があるという(Campbell, 1956; Skotland, 1961ら)。

(2). 薬剤の茎葉散布

本邦ではナタネ菌核病について種々研究され, 小河原, 松浦(1939)は銅石けん液, 炭酸銅加用草木灰などの散布が効果があるとしたが実用化されなかった。その後, 有機水銀剤が本病に有効であると認められたが(水田, 1954; 荻原, 中村, 1956; 宇都, 1956, '59その他), 本病激発時にはその効果が十分でなかった。また CNA 剤の茎葉散布が灰色かび病以外に本病にも有効であると認められたが(Pegg, 1962; 長井, 1963; 吉田, 川口, 1965), 本剤も激発時の効果は十分でなかった。北海道における豆類菌核病の防除のためにしばしば各種薬剤(有機水銀剤, その他)の防除効果が検討されてきたが, まだ適確な防除効果をあげる散布薬剤の種類, 散布時期などは明らかにされていない。

2). その他の防除

本病防除にはこのほか抵抗性品種の利用, 被害株の焼却処分等が必要であり, たとえばチシヤ菌核病に対しては2, 3の抵抗性品種が報告されている(Elia, Pighionica, 1964)。アメリカの灌漑による冬作のチシヤ菌核病防止効果が認められている(Moor, 1949; Moor, Conover ら, 1949)。また小河原, 松浦(1939)は地表に厚く敷わらをするのがナタネ菌核病の子のう盤開盤を阻止する効果があると報じているが, イチゴ菌核病についても地表をビニールマルチにより地温が上昇し子のう盤開盤は阻止されるという(橋本, 井上ら1968)。なおキュウリでは枯葉の摘採とともに果実の発病防止のため雌花の花卉を早期に摘除することが有効という報告もある(深津, 山本, 1964)。

II. 豆類菌核病の発生生態と被害

1. 十勝地方における豆類菌核病の発生面積の消長

豆類菌核病の北海道での発生記録は古く、1899年であるが、その後、豆類の栽培が多くなった十勝地方では毎年発生するいわゆる常発病害となっている。十勝農業試験場資料の「66年の歩み」、「移転10年のあゆみ」および「病虫害発生予察年報」から十勝地方の豆類菌核病の多発生年は1917年（インゲン、アズキ）、'18年（インゲン）、'22年（インゲン、アズキ）、'32年（インゲン）、'34年（インゲン）、'38年（インゲン）、'52年（インゲン、ダイズ）、'53年（インゲン、ダイズ）、'55年（インゲン）、'58年（インゲン）、'64年（インゲン、ダイズ）、'65年（インゲン、ダイズ）、'66年（インゲン）、'67年（インゲン、アズキ）、'68年（インゲン、アズキ）、'74年（インゲン）など、これまでの十勝地方豆類栽培は菌核病に悩まされた歴史といえよう。

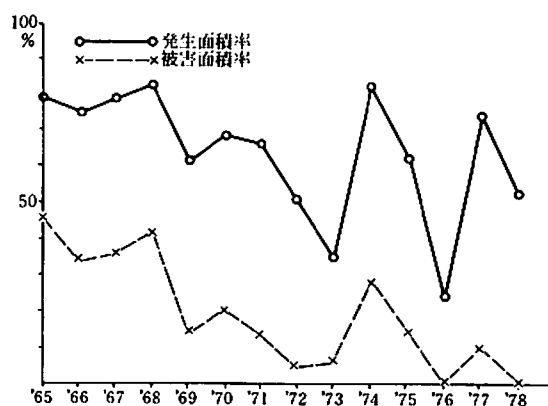


図-1 十勝地方のインゲン菌核病の発生面積率、被害面積率の消長

1967年から病虫害発生予察事業の一環として調査している十勝管内主要農作物病虫害発生程度別面積調査から、インゲン菌核病の発生、被害面積

率を(図-1)に示した(1965、'66年は7ヵ市町村調査結果から推測した)。

この結果から明らかなように1965年から'68年までは多少変動はあるが、常に栽培面積の75%以上に発生し、被害面積も35%以上と極めて甚大な被害をこうむっている。このことは当時全く防除対策がなかったためと考える。1969年は異常乾燥年のため発生が少なかったが、1970年、'71年、'72年、'73年と発生面積率、被害面積率が低下しているのは1970年以降、本病に卓効を示すジクロロリン剤の普及によることが伺える。しかしながら1973年以降ジクロロリン剤の製造中止にともない本病は再び多発生し1978年に至っている(1976年は異常乾燥年で少発生であった)。しかし1965年～'68年に比較して被害面積率はおおむね低く経過していることが注目される。このことは前者は防除対策が全く無かったのに対し、後者はジクロロリン剤より効果がやや劣るがチオファネートメチル剤が防除剤として用いられていることも一因と考える。

以上、豆類菌核病は年次により発生の変動はあるが、十勝地方では常に高い発生率を示し、かつ被害も大きい病害である。従って、本病に対する防除対策の確立は豆類の生産上極めて重要な課題であることはいうまでもない。

2. 畑における豆類菌核病の発生経過

十勝地方において毎年発生し大きな被害を与えている豆類菌核病の初発病時期およびその病徴、その後の蔓延の経過はこれまで明らかにされていない。そのため、本病の発生経過を明らかにし、さらに年次による発生経過の変動について調査を行なった。

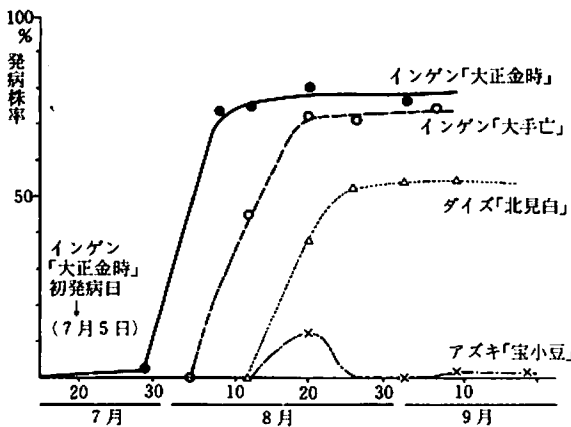
1). 年間の発生経過

a). 調査方法

インゲン「大正金時」, 「大手亡」, ダイズ「北見白」, アズキ「宝小豆」を用い, 5月25日に播種して栽植密度は $60 \times 20 \text{cm}$ の2本立てとした。施肥量は各作物ともに十勝農業試験場慣行法によった。発病調査は各作物ともに発芽後初発病株の発見日まで毎日調査し, 初発病株を発見してからは7日ごとに1区50株について発病株率と病徴, 感染部を調査した。調査は1966年, 芽室町新生, 十勝農業試験場で一区面積 50m^2 , 3反復で実施した。

b). 調査結果

インゲン「大正金時」は7月5日初発病株を認めた。発病株は地際の子葉部から本病に侵され, はじめ褐色水浸状になり, ついで病部部に白色綿状の菌糸を生じ, 地上部はやがてしおれて立枯症状になった。発病部には後に菌核を生じ株は枯死した。本症状の株はその後7月20日ころまでは場に散見されるが, 発病株率は極めて低く, 0.2%前後に留まった。ついで初生葉の発病が認められた。すなわち初生葉が土壌に接着している部分から発病しはじめ葉縁からクサビ形および不整形の



図・2 インゲン, ダイズ, アズキの年間発生経過

大型水浸状の病斑を形成する。のち, 病斑部に白色綿状の菌糸を生じ, 適湿の場合, 菌糸は葉柄を伝わり伸展し, 主茎まで達し, ときには立枯症状を呈するものも認められた。この症状を示す株は極めて少なく, ほ場内で著しく増加することはない (図版・2 参照)。

7月21日開花が始まってから花卉の発病が認め

られた。花卉からの発病は2つの病徴を示した。1つは開花中あるいは開花が終了してもまだ脱落しない老衰花卉から発病した。はじめ花卉は軟化しやがて白色綿状の菌糸を生じ, それが若莢, 花梗, 葉柄, 葉へと菌糸は植物組織内外を伸展し, さらに接触している莢, 茎, 葉へと蔓延する。いま1つは葉面あるいは葉柄上に落下した花卉から発病した。この場合, 開花中すでに発病し菌糸が生じた花卉が葉面等に落下付着し, 葉, 葉柄を侵害するものと, 葉面等に落下した花卉が後に発病し, 花卉上で発育した菌糸が健全な葉, 葉柄へと侵入し病斑を生じるものが観察された。これらは感染した花卉が落下して発病したのか, 落下後子の胞子が花卉に侵入して発病したのかは明らかでない。発病後菌糸によって葉, 葉柄さらには接触する莢等を次々に侵害し株内を蔓延し, 最後にそれら病斑上に多数の菌核を形成した。このように花卉発病で発病株率は急激に増加し, 約1週間で70~80%に達した。この時期を「発病激増期」と呼び, 開花以前にみられる立枯症状になる発病を「初発病期」と区別した。

インゲン「大手亡」は初発病期がインゲン「大正金時」よりやや遅いがほぼ同様の傾向であった。

ダイズでは7月20日に立枯症状の初発病株を1株認めたが, その後全く発病はなく, 8月12日以降に至って花卉感染がはじまり, 発病激増期になった。

アズキでは8月20日に花卉感染による発病が認められたが, その後高温, 乾燥が続いたため病勢の進展が抑制された。

このように, 初発病期はインゲン「大正金時」が最も早く, ついでインゲン「大手亡」, ダイズ「北見白」の順であり, アズキでは認められなかった。また発病程度はインゲン「大正金時」が最も甚しく, ついでインゲン「大手亡」, ダイズ, アズキの順であった。

2). 年次間の発生

豆類菌核病の発生経過が気象条件等異なる年次でいかなる変動をするかについて調査を行なった。

a). 調査方法

本調査はインゲン菌核病について1966年から1970年の5ヵ年実施した。インゲン「大正金時」を用い、播種日、栽植密度、施肥量、試験面積、場所および発病調査のすべて前述の1966年度の方法で実施した。

b). 調査結果

インゲン菌核病の初発病期および発病激増期は(図-3)に示すように年次によって大きく異なることがわかった。子葉、初生葉などから発病する初発病期については年次による変動が大きく一定の傾向はなかった。また本症状の発病株率は常に極めて低率であった。しかし、いずれの年も花卉発

70～100%に達するが、その増加の速さと発病程度は年次によって異なった。すなわち、乾燥年の1966、'69年はやや緩慢で発病株率も100%に達しなかったが、日照が少なく、湿度の高かったその他の年次では約1週間で発病株率は100%に達した。

3. 豆類菌核病の被害

豆類菌核病は主に花卉から発病するため英等が侵される場合が多く、発病するといちいちしい収量低下をきたすことは古くから経験的に知られていた。しかし、その減収量や要因については明らかにされていない。このため十勝地方で最も多く栽培されているインゲン「大正金時」について、菌核病が発生したときの収量と発病を完全に防除したときの収量と比較し、本病による被害を検討した。

a). 実験材料および方法

実験は1969、'70年に実施した。

実験-1：インゲン「大正金時」を用い、5月18日に播種し、栽植密度60×20cmの2本立てで、施肥量は10a当り要素量で窒素16kg（内15kgは土壌表面施用）、リン酸10kg、加里8kgとして、1区15m²、3反復で行なった。処理は菌核病無防除の収量に対して、ジクロロリン20%水和剤500倍液を(表-1)のように所定時期に1～7回散布して菌核病を抑制したときの収量を比較した。

実験-2：実験-1と同様であるが、インゲン「大正金時」を5月26日に播種し、施肥量は10a当り要素量で窒素13kg（10kgは土壌表面施用）、リン酸10kg、加里7kgとした。防除区は表-2のように、前半防除、前中半防除、完全防除および発病後防除として収量を比較した。なお発病度は調査全株について(表-3)に示す基準によって発病指数を求め、次式によって発病度を算出した。以下、本研究の発病度はすべてこの方法により調査を行なった。

b). 実験結果

実験-1は菌核病の発生が少なく、無防除の8月6日の発病株率は52.2%、発病度は11.5に留ま

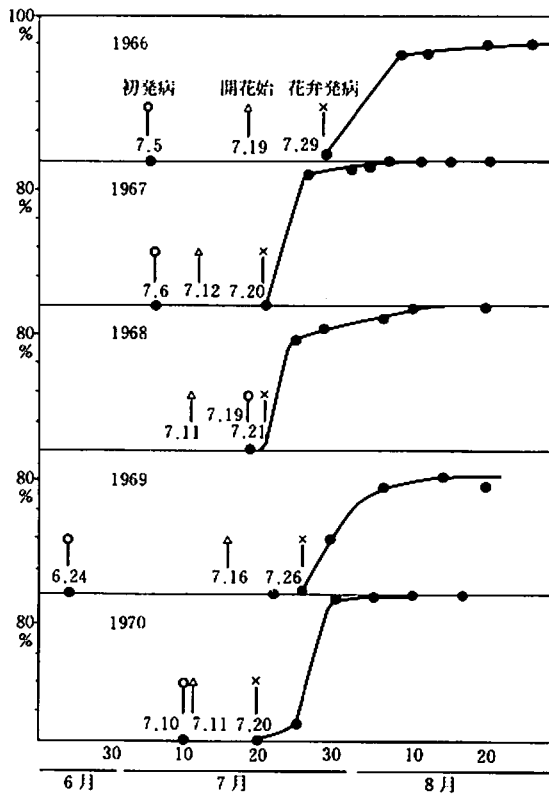


図-3 インゲン菌核病の年次間の発生
(品種「大正金時」)

病後発病株率が急激に増加する「発病激増期」のあることは一致した。花卉発病による発病激増期は子葉および初生葉から発病する初発病と関係がなく、開花始日後8～10日目であった（このことは後章で詳述する）。また発病株率は1～2週間で

表 - 1 実験 - 1 の防除処理時期

処 理	菌 核 病 防 除 日
無 防 除	
1 回 防 除	7 月18日
2 回 防 除	7 . 18, 21日
3 回 防 除	7 . 18, 21, 23日
5 回 防 除	7 . 18, 21, 23, 26, 29日
7 回 防 除	7 . 18, 21, 23, 26, 29, 8 月1日, 4 日

表 - 2 実験 - 2 の防除処理時期

処 理	菌核病防除時期	防除回数
無 防 除		
前半 防 除	7 月20日～7 月24日	3 回 防 除
前中半防除	7 月20日～7 月31日	6 “
完 全 防 除	7 月20日～8 月12日	10 “
発病度 5 以降防除	7 月28日～8 月12日	7 “
“ 15 “	8 月1日～8 月12日	5 “
“ 22.5 “	8 月5日～8 月12日	3 “

表 - 3 豆類菌核病の発病度基準と算出方法

指 数	基 準
0	菌核病の発病を認めない
0.5	菌核病の発病を僅かに認める
1	莢を主体として株の1/4が発病している
2	莢を主体として株の1/2が発病している
3	莢を主体として株の3/4が発病している
4	株全体が発病している

$$\text{発病度} = [\Sigma (\text{指数} \times \text{該当株数}) / 4 \times \text{総調査株数}] \times 100$$

った。これに対し、防除区はいずれもほぼ完全に菌核病を抑制した。この結果、菌核病を完全に抑制した場合の収量は10 a 当り262～278kgで、無防除は236kgであった。すなわち、少発生の際でも菌核病の発生により約15%の減収となることがわかった。収量構成要素では菌核病の発生によって千粒重がやや減少し、着莢数の減少がいちじるしかった。

実験 - 2 は菌核病が多発生して無防除の発病株率97.8%，発病度35.0に達した。これに対して前半防除，前，中半防除および完全防除区いずれも菌核病を完全に抑制した。また発病後防除区でもその後の発病，蔓延を抑え，発病部が脱落するため，防除開始時期より見掛け上の発病度は低下した。子実収量は発病を完全に抑制した前半，前中半防除区が271～273kg に対し，無防除区は 175kg

表 - 4 無防除収量と防除処理の収量 (実験 - 1, 1969)

	発病度 (8月6日)	草 丈	着莢数	1 莢当 粒 数	千粒重	収量 (子実重)	
						10 a 当り ⁽¹⁾	完全防除区に 対する収量比
無 防 除	11.5	34cm	11.0コ	2.3コ	601g	236kg	85
1 回防除	0.7	34	12.7	2.3	614	262	94
2 回防除	0.4	36	12.2	2.4	619	269	97
3 回防除	1.1	35	12.4	2.3	605	265	96
5 回防除	0.4	36	13.4	2.4	611	278*	100
7 回防除 (完全)	0.1	34	12.5	2.4	618	277*	100

注 (1) * 印は 5 % 水準で有意

表 - 5 無防除収量と防除処理の収量 (実験 2, 1970)

	発病度	草 丈	着莢数	1 莢当り 粒 数	千粒重	収量 (子実重)	
						10 a 当り ⁽¹⁾	前半防除区に 対する収量比
無 防 除	35.0	43cm	6.9コ	2.5コ	616g	175kg	64
前 半 防 除	0	47	10.2	2.9	615	273**	100
前中半防除	0	43	10.4	2.9	615	271**	99
完 全 防 除	0	44	9.5	2.8	622	247**	90
発病度 5以降防除	0	43	8.7	2.9	616	257**	94
〃 15 〃	10.0	43	8.7	2.7	625	227**	83
〃 22.5 〃	17.5	43	8.1	2.6	600	205**	75

注 (1) 子実重** : 1 % 水準で有意

と約36%の減収であった。なお完全防除区は株の早期黄化が目立ち葉害と思われ、収量もやや低下した。また発病後防除でも、発病度5程度以下のときは大きく減収しないことがわかった。収量構成要因としては、発病により着莢数のいちじるしい低下が明らかであり、このため子実収量が減少するものと認められた。

4. 小 結

北海道における豆類菌核病の発生は古いが、豆類の栽培面積の多い十勝地方でも古くから常発病害となっている。とくに近年その発生は増加し、1964, '65, '66, '67, '68年には連続多発生して大きな被害をこうむっている。その後、ジクロロリン剤の普及によって一時発生面積は低下したが、本剤の製造中止にともない本病は再び多発生してい

る。本病は気象条件などにより年次で多少発生量に変動があるが、十勝地方では常に高い発病率を示し、かつ被害も大きく、豆類の重要病害である。

ほ場観察から、本病の発生経過には初発病期と発病激増期の2つの時期があることを認めた。初発病期は子葉および初生葉からの発病で、6月下旬から7月上旬に観察される。発病株は地際主茎を侵されるため立枯症状を呈する。この発病経路については次章で検討を行なった。しかしながらいずれにしろ発病株率は0～2%と極めて低率であり、また発病株からの蔓延はほとんどないことから、その後の本病激発生には大きく関与していないと考える。この伝染源について検討した結果は次章に記した。

発病激増期は花卉発病によるものと認められ、未だ落下していない開花中あるいは老衰花卉が発病し、そこに生じた菌糸によって若莢、花梗、葉

柄あるいは接触する作物各部への蔓延と発病後落下し葉面、葉柄等に付着した花卉、落下し葉面等に付着後発病した花卉から生じた菌糸によって健全な葉、葉柄あるいは接触している莢等に蔓延する2つの場面が観察された。発病株率は急激に増加し約1週間で70～100%に達した。また初発病期および発病激増期の現われる時期は年次によって大きく異なるが発生経過については変らないことがわかった。とくに発病激増期は開花始日より8～10日目にみられた。このことも後章で検討し

た。

以上のように豆類菌核病の大発生は発病激増期における発病株の急増によるもので、この時期を解明し、これを防ぐことが最も重要な課題と考えられる。

本病の被害は軽微な発生でも約15%、多発生ときは約36%の子実収量の低下が認められ、とくに着莢数の減少が本病の減収要因としてあげられる。

III. 豆類菌核病の発生生態に関する研究

各種作物の菌核病の生態に関する研究は多く、その概要については明らかにされている点が多いが、豆類菌核病とくにインゲン菌核病についての研究は少ない。前章で記したように本病のほ場における発病は初発病期と発病激増期の2つがあるが、その伝染源は未だ明らかでない。そこで他の菌核病について伝染源とされる保菌種子、土壌中の菌核から生じた菌糸、および子のう盤上に形成される子のう胞子について本病の発生に対する役

割を明らかにし、ついでインゲン菌核病にあっては最も重要な発病激増期における発病に対する気象、播種期及び肥料などの要因の影響を解析するための実験を行なった。

なお、本研究は主に十勝地方の芽室町および帯広市川西町で実施したもので、土壌は褐色火山性土壌である。その他の地域で試験を行なった場合にはとくに場所および土壌を明記した。

A. 菌核病の伝染源と菌核子のう盤の生態

1. 伝 染 源

1). 保 菌 種 子

各地から豆類種子を集め、菌核病菌率を調査しまた、その種子をほ場に播種して菌核病の発病を調査した。

a). 実験材料および方法

1964年11月、北海道内の豆類栽培地帯の38市町村からインゲンおよびハナマメ種子を収集し、それらから任意に180～687粒づつを抽出し、健全粒と異常粒に分けて潜在する病原菌の検出を行なった。検出方法は昇汞 1,000倍液加用アルコール50%液に種子を30～60秒浸漬後、殺菌水で洗浄した。その後種子を3～5片に砕いてP S A培地上におき1～2週間24℃に保ったのち調査した。1切片でも菌が検出されたときには保菌粒と数えた。なお収集した種子は翌春、ほ場（札幌市琴似町：土壌は褐色低地土）に播種してその発病の有無と菌の検出を試みた。

b). 実験結果

インゲンおよびハナマメの菌核病保菌程度は品種および収集場所によって異なるが、平均 1.5%の種子から菌核病菌が検出された（表-6）。また

品種別に外観から健全種子と異常種子に分けて保菌率をみると全体として異常種子は 4.0%が保菌していた。外観健全な種子でも虎豆、大福、花豆ではそれぞれ 0.6, 1.7, 2.1 %の種子から本菌が検出された。なお種子から菌核病菌のほかに *Botrytis* sp. が分離されたが全体として両菌の保菌率はほぼ等しかった。

収集した種子を選別しないで翌春ほ場に播種して発芽状況と発病を調査した結果（表-7）、発芽率は49.5%であり、そのうち29.6%は発芽後まもなく枯死あるいは奇型を呈したので菌の検出を試みたが菌核病菌は検出できなかった。不発芽種子（50.5%）について菌の検出を試みた結果 6.5%の種子から本病原菌を検出した。十勝地方の一般ほ場で菌核病の発生を観察していると、6月中旬（おおそ発芽1週間）に子葉部あるいは初生葉の葉縁から発病している株をまれにみることもある。この発病株は保菌種子からの伝染とは断定できないが、その可能性は高い。Walker (1960) も米国におけるインゲン種子の本病原菌の保菌率は1～3%であったと報じており、Hungerford, Pitz (1953) は菌核病が発生しているインゲンほ場から採集した種子を翌年播種した結果、発芽後間もなく稚苗に1%以下であるが菌核病の発生を認めて

表 - 6 種子の保菌率

外観区別	品 種	供 試 粒 数	<i>S. sclerotiorum</i> 検 出 率	<i>Botrytis sp.</i> 検 出 率	健 全 率
健 全	金 時 系	546粒	0 %	0 %	93.0%
	虎 豆	167	0.6	0	71.2
	大 手 亡	204	0	0	90.7
	大 福	119	1.7	0	78.2
	う ず ら 豆	215	0	0	97.2
	花 豆	426	2.1	2.1	62.9
	合計・平均	1,677	0.7	0.5	82.4
異 常	金 時 系	141	0	0.8	16.3
	虎 豆	33	12.1	9.1	12.1
	大 手 亡	96	1.0	1.0	57.3
	大 福	61	0	1.6	9.8
	う ず ら 豆	35	0	0	14.3
	花 豆	178	9.6	10.7	5.6
	合計・平均	544	4.0	5.2	18.9
合計・平均		2,221	1.5	1.7	66.9

注 異常：種皮の変色，皰痕，変形等正常でないもの

表 - 7 無選別種子の発芽状況と菌の検出 (1967. 札幌)

供試粒数	発芽状態		株 数	比 率	<i>S. sclerotiorum</i> 検 出 率	<i>Botrytis sp.</i> 検 出 率	その他の 菌検出率
3,890粒	発芽	健全	1,866本	48.0%	—%	—%	—%
		異常	57	1.5	0	25.0	75.0
	不発芽		1,963	50.5	6.5	13.0	80.5

注 異常：発芽後枯死，奇型，虫害等正常でない株

いる。

これらのことから菌核病菌がインゲン種子に潜在し，保菌種子から発芽した個体のなかには本病菌により感梨をうけている可能性も認められる。しかしながら，播種用種子は一般に嚴重に外観選別されたものを用いるのであり，たとえ保菌種子が播種されても殆んどは不発芽に終る。さらに，まれに幼植物の地上部に発病が認められたとしても，この発病株からの蔓延はまれに認められる接触による伝染以外にないことから，保菌種子による第一次発生は認められるとしても極めて低率であり，本病の大発生とは関係がないと考えられる。

2). 菌 糸

菌核病の第1次伝染源として種子伝染とともに菌核からの菌糸による伝染が考えられる。本章では菌核病菌糸の植物体侵入能力ならびに菌核からの菌糸による伝染について実験を行なった。

(1). 土壌と菌糸伸長

菌核からの菌糸伸展が土壌によって影響されるかについて実験した。

a). 実験材料および方法

供試菌核は菌株 S - 5 の P S A 培地上に形成された菌核を用い，90mmペトリ皿に P S A 培地と殺菌土（120℃，1時間高圧蒸気殺菌，土壌は札幌市琴似土壌）を重量比で 1 : 0，1 : 0.5，1 : 1，1 : 1.5 によく混和しながら固化したものと，無栄

養培地として水道水寒天培地（WA）と殺菌土を1：0，1：0.25，1：0.5，1：0.75によく混和しながら固化した培地上の中央部に菌核をおき、24℃に保持して菌糸の伸展を調査した。

b). 実験結果

菌核からの菌糸の伸展はPSA培地上で旺盛な生育を示したがWA培地上では微細な菌糸が僅かに伸展したに留まった。また両培地に殺菌土を加えると、菌糸伸展はいちちるしく阻害された。このことから菌核からの菌糸の伸展は栄養培地（PSA培地）では旺盛であるが無栄養培地（WA培地）ではいちちるしく劣り、両培地に殺菌土を加えると菌糸伸展はさらに阻害されることがわかった（表-8）。

(2). 土壌中の菌糸の生育

土壌の表面および土壌中に存在する菌核から直接に菌糸が生じることは一般にほとんど観察できないが、生じるという報告もあり（Mujica, 1955; 杉本, 1959; 成田, 1966）, とくに炭素源を土壌に加えると生育するという（杉本, 1959）。本章では菌核からの菌糸が土壌中で生育するかについて実験を行なった。

a). 実験材料および方法

供試菌核は菌株 S-5 の PSA 培地上に形成された菌核を用い、土壌は札幌市琴似町土壌（褐色低地土）と十勝芽室町土壌（褐色火山性土）を篩いを通し植物残渣等をできるだけ除去した土壌

を無殺菌土と殺菌土（120℃ 1 時間高圧蒸気殺菌）に分け、土壌水分は保水力の80%とした。これら土壌を直径9cmの腰高ペトリ皿に深さ4cmまで入れ、表面を平滑にして中央部に菌核を4個おき、土壌表面から僅かにみえる程度に浅く埋没した。菌核から菌糸が伸展したことを確かめるために開花後3～4日経過したインゲンの老衰花弁を用い老衰花弁が菌核病菌に犯される有無によって判定した。花弁は設置菌核より0mm（菌核上）、10mm、30mmはなれた土壌表面におき、容器を20℃の温室状態に保って調査した。

b). 実験結果

菌核上に老衰花弁をおいた場合、土壌の種類および殺菌、無殺菌にかかわらず35～50%の花弁が発病したのに対し、菌核から10mm、30mm離れた位置の花弁は全く発病しなかった（表-9）。しかし、これら設置した菌核のなかには気中に微細な菌糸を生じているものが供試菌核（0mmを除く）640個中139個22%認められたが15日目には消失した。なお15日目には花弁が他の雑菌によって腐敗し、菌核病発病の有無の判定が困難のため調査は中止した。

(3). 菌核菌糸による作物の感染

培養した菌糸を接種すると作物の葉、葉柄、茎ともに容易に発病するが、土壌においた菌核から生じた菌糸による発病について実験を試みた。

a). 実験材料および方法

インゲン「大正金時」を1本立てで鉢栽培し、

表-8 PSA, WA + 土壌混合培地上の菌糸伸長（菌核直径mm）

培地	混 合 比	調 査 日 数								
	培地：殺菌土	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	9日目	12日目	15日目
PSA	1：0	+	13	-----	-----	80	80<			
	1：0.5	—	+	4	-----	-----	40	85	85<	
	1：1	—	—	2	-----	-----	12	34	80	80<
	1：1.5	—	—	+	-----	-----	10	31	80	80<
WA	1：0	—	+	4	-----	-----	14	20	32	46
	1：0.25	—	—	—	—	+	2	9	21	31
	1：0.5	—	—	—	—	+	3	11	17	17
	1：0.75	—	—	—	—	—	+	4	11	12

注 ー：菌糸の生育を認めず，＋：菌核上に菌糸生育を認めた。

表 - 9 菌核の土壌中での菌糸伸展

土 壤	処理後日数	5 日 目			10 日 目			15 日 目		
	菌核からの距離	mm			mm			mm		
	殺菌の有無	0	10	30	0	10	30	0	10	30
琴 似 土 壤	殺 菌	8	0	0	10	0	0	—	—	—
	無 殺 菌	6	0	0	8	0	0	—	—	—
芽 室 土 壤	殺 菌	9	0	0	9	0	0	—	—	—
	無 殺 菌	6	0	0	7	0	0	—	—	—

注 数字は発病花卉数, 供試花卉数は各処理20個, 「—」は雑菌発生のため判定できなかった

生育が5節, 35cmに達した株を用いた。

菌核はインゲンの地際胚軸部に5～7個接着させて浅く埋没し, 鉢, 作物を22℃の温室に14日おき発病の有無を調査した。一方上記菌核を接着させさらに鉢の地表面に1鉢当り50個おいたものについても同様に発病を調査した。なお菌核はS-5菌株のPSA培地上に形成されたものを用い, 土壌は琴似土壌で土壌水分は保水力の70%に保った。

b). 実験結果

主茎胚軸部に菌核を接着させて温室においたところ, 5日目から40株中3株は菌核から菌糸が発芽して地際胚軸部に僅かにてんらくしているのが観察された。しかし, その後1株を除いて菌糸は消失した(表-10)。1株は枯死子葉が脱落しないで付着しており, その部位から発病が認められた。菌糸はさらに主茎を環状に侵し, 株はやがて枯死した。菌核からの菌糸はこの枯死子葉に達して発病したものと推定される。

このように菌核からの菌糸感染は菌核を作物の地際胚軸部に接着させてもほとんど発病しないことが認められた。

(4). 菌糸による葉の発病

培養した菌核病菌の菌糸を接種源として, 葉の発病について実験を行なった。

a). 実験材料および方法

インゲン「手無鶴金時」, ダイズ「奥原1号」の第3節部の葉を切離し, その葉上にあらかじめPSA培地で培養した菌核菌(S-5菌株)の培養5日目の菌叢から含菌寒天を直径4mmのコルクボ

ーラでぬき取り, できるだけ寒天培地を除去した菌糸片をおいて20℃の温室に保って発病を調査した。なお対照として径4mmのPSA円板を葉面にのせた。

b). 実験結果

培養菌糸を切離葉上においた場合, インゲン, ダイズともに容易に発病することがわかった。しかし病斑の大きさからみるとダイズはインゲンより病斑は小さく, しかも病斑周縁に明瞭な褐変がおこり, 病斑の伸展を阻止しているのが観察された(表-11)。なお, 本実験に供試した培養1～14日菌糸の病原力の差異は若い菌糸がやや強い傾向を認めた。

(5). 菌糸の老若, 作物の老若と発病

培養した菌核病菌の菌糸の培養日数と病原性, および作物の老若による本病の感受性について実験を行なった。

a). 実験材料および方法

インゲン「大正金時」の第6節まで生育した作物と, それから切離した第3, 4, 5節の葉, 節および節間の茎を用いた。培養菌はS-5菌株を用い, あらかじめ7, 10, 14, 19, 37日および, 123日間PSA平板培地で培養した菌叢から前項に記述した方法で菌糸片をとりこれを接種源とした。なお, 供試菌糸片は培養源より20mm離れた菌核を含まない菌糸を使用した。接種後, 作物および各切離組織は18℃の温室に保持して発病を調査した。

なお対照としてPSA円板を用いた。

b). 実験結果 - 1

インゲンの葉に菌糸を接種した結果(表-12),

表 - 10 菌核から生じた菌糸による作物感染

	供 試 株 数	菌核発病株数
主茎胚軸部に菌核接着 (5 ~ 7 個)	40	1
主茎胚軸部に菌核接着 (5 ~ 7 個) + 地表面に菌核設置 (50個/1 鉢)	40	0

注 菌核接着後14日目調査

表 - 11 菌糸による葉の発病 (接種6日目)

作物	接 種 菌 糸	供 試 葉 数	発 病		病葉の病斑の大きさ (葉面積に対して)			
			葉 数	発 病 率	25% 以下	50% 以下	75% 以下	75% 以上
イン ゲ ン	培養1日目菌糸	8 枚	7 枚	88%	0 枚	0 枚	1 枚	6 枚
	培養7日目菌糸	8	8	100	0	3	2	3
	培養13日目菌糸	8	8	100	0	0	6	2
	P S A 培地のみ	7	0	0	—	—	—	—
ダ イ ズ	培養2日目菌糸	6	6	100	2	1	1	2
	培養8日目菌糸	6	6	100	4	2	0	0
	培養14日目菌糸	7	6	86	6	0	0	0
	P S A 培地のみ	7	0	0	—	—	—	—

7 ~ 35日培養菌糸は葉の老若に関係なく、接種7日目にはほぼ100%の発病を示した。しかし葉面での菌糸の生長程度からみると老葉より若葉の方が菌糸の生育は良好であった。接種源菌糸の老若では培養37日までの菌糸はいずれも病原性があったが、培養日数の短い若い菌糸がやや強い傾向があった。また123日培養菌糸ははじめ微細な菌糸を僅かに認めたが、その後菌糸は消失してしまい発病に至らず病原性を示さなかった。

c). 実験結果-2

培養期間の異なる菌糸片を鉢植したインゲンの各節の茎、葉、節に接着接種した結果、実験-1とはほぼ同様の結果を得た(表-13)。培養7 ~ 10日目の若い菌糸は接種各節の茎、葉、節に侵入、発病した。培養14日目菌糸は1節の茎、19日目菌糸は1節の茎、節には発病しなかったが、その他の節、茎、葉に発病し、培養37日目菌糸は1、4節の茎、節には発病しなかったが2、3節の節、葉

に発病した。123日目菌糸は発病しなかった。また、どの菌糸によっても胚軸の発病は認められなかった。

3). 子のう胞子

菌核子のう盤上に形成する子のう胞子の伝染源としての可能性と、子のう胞子の侵入感染部位について実験を行なった。

(1). 子のう胞子接種による発病

子のう胞子けん濁液を用いて接種を行ない、インゲンの切離葉、幼植物、成植物の発病について実験を行なった。

a). 実験材料および方法

インゲン「本金時」を用い、草丈28cm、生育3 ~ 4節の幼植物と、草丈36cm、生育5 ~ 6節の開花中の成植物を供試した。子のう胞子は前年インゲン発病株より採集した菌核を約60日温室中に保

表-12 菌の老若、葉の老若が発病に及ぼす影響

供試菌	接種後 日数	発病率 (%)			菌糸の生長 (病斑直径mm)		
		若葉 (5節葉)	中葉 (4節葉)	老葉 (3節葉)	若葉 (5節葉)	中葉 (4節葉)	老葉 (3節葉)
7日菌糸	2日目	100	100	80	17.0	10.6	7.6
	4日目	100	100	100	47.8	40.6	33.6
	7日目	100	100	100	全	全	全
10日菌糸	2日目	20	0	0	1.0	0.0	0.0
	4日目	80	0	60	12.8	0.0	7.3
	7日目	100	100	100	全	32.6	36.6
14日菌糸	2日目	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	4日目	100	100	100	21.2	20.4	20.8
	7日目	100	100	100	全	全	62.5<
19日菌糸	2日目	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	4日目	100	100	100	9.4	10.8	11.8
	7日目	100	100	100	40.0	49.6	全
37日菌糸	2日目	40	60	0	4.4	5.2	0.0
	4日目	100	80	80	26.0	29.0	18.8
	7日目	100	100	80	全	全	68.7
123日菌糸	2日目	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	4日目	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	7日目	0	0	0	0.0	0.0	0.0
無処理	2日目	0	0	0	0	0	0
	4日目	0	0	0	0	0	0
	7日目	0	0	0	0	0	0

注 「全」：葉身全面に病斑が拡大した

って開盤した子のう盤上の子のう胞子を用いた。接種子のう胞子けん油液の濃度は 10×15 顕微鏡1視野3～4胞子とした。接種は小型ガラス噴霧器で作物全体がぬれる程度に散布接種した。その後20℃温室中に7日間おいて発病を調査した。付傷葉は葉の表裏をカーボランダムで12～13回まさつした。接種は切離葉と作物について行なった。

b). 実験結果-1：切離葉接種

初生葉から第6節葉までの切離葉に対し、子のう胞子を接種した結果、供試した無傷葉(240枚)、付傷葉(240枚)いずれも発病は全く認められなかった。

c). 実験結果-2：幼、成植物接種

幼植物に子のう胞子を接種した場合(表-14)、無傷、付傷ともに第1節以外の発病はみられなかった。第1節に発病した株はいずれも枯死子葉が付着していた。褐変枯死した子葉に白色綿状の菌糸が生じ、やがて節に侵入し、褐色水浸状の病斑が形成され、病斑は節を環状にとりまき、節表面にも白色菌糸が現われ、やがて上部が萎凋し立枯状を呈して枯死した。

開花している成植物に子のう胞子を接種した場合(表-15)、発病株率は82.4%に達した。発病は地際胚軸、茎、葉には全く認められず、すべて節部であった。各節の発病部位をみると、第1節は枯死子葉残存株であり、第2節は葉腋部の枯死托

表 - 13 菌糸の老若と作物各部位の発病

供 試 菌 糸	接種後 日 数	胚 軸	1 節	2 節	3 節	4 節	5 節
			茎 節	茎 節 葉	茎 節 葉	茎 節 葉	茎 節 葉
7日目菌糸	5日目	—	+	+	+	+	+
	7日目	—	+	+	+	+	+
10日目菌糸	5日目	—	— (±)	+	+	+	+
	7日目	—	+	+	+	+	+
14日目菌糸	5日目	—	— +	(±) — +	± — +	—	
	7日目	—	— +	+	+	+	+
19日目菌糸	5日目	—	— —	+	— +	+	— +
	7日目	—	— —	+	+	+	+
37日目菌糸	5日目	—	— —	— — +	— — +	— —	
	7日目	—	— —	— + +	— + +	— —	
123日目菌糸	5日目	—	— —	— — —	— — —	— —	
	7日目	—	— —	— — —	— — —	— —	
無処理	5日目	—	— —	— — —	— — —	— —	
	7日目	—	— —	— — —	— — —	— —	
(合 計 無処理 を除く)	発病数	0	2 4	5 10 9	7 8 14	7 4 3	0 1 3
	供試数	16	16 16	16 16 15	16 15 20	10 8 4	2 1 3

注 —：発病せず， (±)：菌糸てんらく， +：発病，病斑形成

表 - 14 幼植物接種試験

	地 際 胚 軸	1 節	2	3	4
		節	茎 節 葉	茎 節 葉	茎 節 葉
付 傷	—	—	— — 0	— — 0	— — 0
無 傷	0	3*	0 0 0	0 0 0	0 0 0

注 数字は発病株数，供試株数は5株，*発病の3株はいずれも枯死子葉が付着していた。

表 - 15 成植物接種試験

	供 試 株	発 病 株	発病 株率	地 際 胚 軸	節	2	3	4	5
					節	茎 節 葉	茎 節 葉	茎 節 葉	茎 節 葉
接 種	17	14	82.4%	0	7	0 1 0	0 2 0	0 14 0	0 14 0
無 接 種	12	0	0	0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

注 3節以上の節には花卉，莢，托葉，分枝を含めた。数字は発病株数を示す。

葉であり，第3節以上はすべて花卉からの発病であった（図版 - 3参照）。

このように，子のう胞子の作物体への侵入感染は健全な茎，葉，葉柄からはみとめられず，花卉あるいは枯死子葉や托葉，包葉などの枯死組織などからであることが明らかになった。一たん侵入

すると組織上に白色綿状の菌糸を生じ，菌糸は健全な茎，葉を次々に侵し株内を蔓延する。

(2). 子のう盤から飛散した子のう胞子による発病

子のう盤から自然に飛散した子のう胞子による発病について実験した。

a). 実験材料および方法

インゲン「本金時」を用い、実験 - 1 は生育 6 節で開花中の株を用い、あらかじめ開盤させた子のう盤を図 - 4 左に示すように株上部に設置した。実験 - 2 では生育 5 節の未だ開花していない株を用い、子のう盤は図 - 4 右に示すように地表面に胚軸より 12, 20, 30mm 離れた距離のいずれかに各 2 個設置した。両実験ともに温室に保って

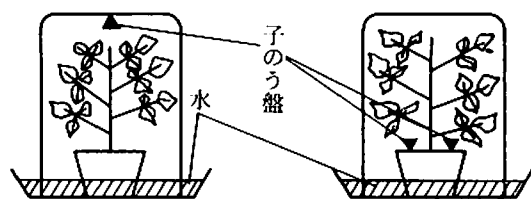


図 - 4 菌核子のう盤の設置位置

22℃中におき、実験 - 1 は 11 日目に発病調査し、実験 - 2 は温室に保ちながら 11 日間毎日発病経過を調査した。

b). 実験結果-1

作物上部に子のう盤を設置したときの発病：発病株率は 60% で、3, 4, 5 節に発病がみられた。これら発病株のうち 4, 5 節の発病は花卉からであり、3 節の発病は枯死植物組織から発病が認められた(表-16)。

c). 実験結果-2

地表面に子のう盤を設置したときの発病：実験 - 1 と同様、鉢植え未開花のインゲンを温室中に入れて調査した結果(表-17)、子のう盤設置後 3 日目から地際胚軸部や 1, 2 節の各部に菌糸がてんらくしているのが認められたが、その大部分は

表 - 16 作物上部に子のう盤を設置したときの発病

供試株	発病株	発病株率	節 位					
			1	2	3	4	5	6
5 株	3 株	60%	0 / 5	0 / 5	1 / 5	2 / 5	2 / 5	0 / 5

注 分子：発病株数、 分母：供試株数

表 - 17 地表に子のう盤を設置したときの発病

株番号	主茎より 子のう盤ま での距離	設置後 日数	地際主 茎	1 節	2	3	4	5
				茎節	茎節 葉柄 葉	茎節 葉柄 葉	茎節 葉柄 葉	茎節 葉柄 葉
1	12mm	3日目	±	± ±	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —
		7日目	—	± ±	± ± — —	— — ± ± ⁽¹⁾	— — — —	— — — —
		11日目	—	— —	± ± ± ±	± ± ± ±	± ± — —	— — — —
2	20mm	3日目	—	± —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —
		7日目	±	± ±	± ± — —	— — — —	— — — —	— — — —
		11日目	—	— —	± ± ± —	± ± — —	— — — —	— — — —
3	22mm	3日目	—	— —	— ± — —	— — — —	— — — —	— — — —
		7日目	±	± ±	± ± ± —	± ± — —	— — — —	— — — —
		11日目	—	— —	— ± ± ±	± ± ± —	— — ± ± ⁽²⁾	— — — —
4	30mm	3日目	—	— ±	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —
		7日目	—	± ±	± ± — —	— — — — ⁽³⁾	— — — —	— — — —
		11日目	—	— —	± ± ± —	± ± ± ±	— — — ±	— — — —

注 —：健全、 ±：菌糸てんらく、 +：発病、組織褐変、 ±：発病甚しい

(1), (2)：葉柄と葉の接触壊死部からの発病

(3)：3 節葉と 4 節葉の接触壊死部からの発病

やがて消失した。7日目に至り、第1株の3節（葉、葉柄）、第3株の2節（節、葉柄）、第4株の3、4節（葉）に発病が認められた。第1、4株は葉と葉柄、葉と葉が接触し、傷がつき壊死した部分から発病し、第3株は節部の枯死托葉とアブラムシ死骸が付着していた葉柄から発病を認めた。11日目には上述の発病部からの蔓延と2、3節の枯死植物組織の存在しているところから発病を認めた。

このようにインゲンを温室中に保ち、たえず子の胞子の浮遊する状態にしてもインゲンは花卉を除く健全部からの感染は認められず、花卉や、枯死植物組織、接触等による損傷壊死部あるいはアブラムシ遺体等が付着している部分からのみの侵入であることが明らかになった。

(3) 各種媒体を介する感染

前項で子の胞子の感染は花卉を除く健全部からは認められず、花卉および枯死植物組織、アブラムシ遺体を介しての感染がみられたので、これを実験的に確めた。

a). 実験材料および方法

実験は2回行なった。実験-1(1965)ではインゲン「本金時」の草丈53cm、生育6節の成植物の茎、節、莢、葉を切離して、これらの上に花卉（開花直後）、枯死葉（インゲン「本金時」の枯死脱落初生葉）、死亡アブラムシ（100℃1時間乾熱殺虫して7日間経過した遺体）を付着させて、これらに菌核病菌の子の胞子けんじ液を0.05ccづつ（子の胞子数 170 ± 20 ）滴下接種し、20℃温室中に保ち発病を観察した。実験-2(1967)ではインゲン「大正金時」の成植物（草丈49cm、生育6節）から切離した茎、節、莢、葉に老衰花卉（開花後3日経過した花卉）、健全托葉（5節の健全托葉）、枯死托葉（3節の枯死し褐色化した托葉）および枯死子葉を接着させて実験-1と同様に子の胞子けんじ液を滴下接種して温室に保ち発病を調査した。

b). 実験結果

実験-1では発病数が少なかったため考察しがたいが全体的にみて供試した花卉、枯死葉、アブラムシ遺体ともに侵入感染のときの有効な媒体になりうるということがわかった（表-18）。実験-2（表-19）では実験-1とほぼ同様の結果であったが、

表-18 各種媒体と発病（1965）

媒体	接種部位	茎	節	莢	葉
花	卉(生)	0/3	0/4	0/6	3/8
枯	死 葉	0/2	2/3	0/8	1/10
ア	ブラムシ(死)	0/6	2/5	0/6	0/8
無	処 理	0/4	1/4	0/6	0/8

注 分子：発病数， 分母：供試数。
供試作物は第4節の茎、節、莢、葉を用いた。

表-19 各種媒体と発病（1967）

媒体	接種部位	茎	節	莢	葉
花	卉(生)	2/12	1/12	2/10	8/15
花	卉(老衰)	4/12	3/12	8/10	14/15
托	葉(健全)	0/12	0/12	0/10	0/15
托	葉(枯死)	1/12	2/12	2/10	6/15
子	葉(枯死)	2/6	1/6	1/10	3/15
無	処 理	0/12	0/12	0/10	0/15

注 分子：発病数， 分母：供試数。供試作物は第4節の茎、節、莢、葉を用いた。

老衰花卉が本病のう胞子感染の媒体として最も良好であり、ついで開花中の花卉であった。なお枯死托葉、枯死子葉も好適であることがわかったが、健全托葉は全く発病せず、媒体にならないことがわかった。

(4). 摘花と発病

前項までの実験で菌核病の感染は花卉および作物体上に落下付着した老衰花卉に病原菌が増殖することから始まることが明らかとなった。このことを一般ほ場で証明するため、はじめにインゲンの開花推移を調査して感染に最も重要な時期を明らかにし、ついで摘花により感染の主要媒体である花卉を除去することによる発病の影響について実験を行なった。

i) インゲン「大正金時」の開花推移

a). 実験材料および方法

インゲン「大正金時」を用い、5月25～27日に播種し、1本立てに栽培し、ほ場の中央部の任意の1～2ヵ所抽出し、それぞれ10～20個体を選定して開花始日より開花終日まで毎日開花調査を行なった。調査は年次による変動を考慮して1967～'70年の4年間実施した。

b). 実験結果

インゲン「大正金時」の開花日は十勝地方ではおおよそ7月12日～14日に始まる（表-20）。その後3～6日目に開花最盛期となって5～9日間続く。そして開花数は徐々に減少し7月下旬から8月上旬に開花が終る。その間ほぼ17～23日間と

推定される。また1個体当りの開花数は最多個体で72個、最少個体で20個が数えられ、1株の開花数は平均33～42個と推定される。

菌核病の主な感染が花卉を媒体として始まることから、インゲン「大正金時」の場合、これら17～23日間の開花期間、とくに開花最盛期の5～9日間が本病の感染にとって最も危険な期間といえよう。

ii) 摘花と発病

a). 実験材料および方法

ポット実験とは場実験を行なった。実験-1はインゲン「大正金時」を5月25日直径27cm素焼鉢に播種し、1鉢2本立てでガラス室で栽培した。インゲンが7月15日開花し、7月20日開花盛期に達したときに株に着生している花卉、花蕾のすべてをカミソリで切り取り菌核子のう胞子けん液（胞子濃度は 10×7 顕微鏡1視野20個）を噴霧接種して直ちに23℃温室に5日間保持した後発病を調査した。実験-2はほ場実験で、インゲン「大正金時」を5月24日播種し、栽植密度は60cm×20cmで2本立てで栽培した。インゲン栽培面積30a中の任意の3ヵ所を選定して1区10.2m²〔3m（5畦）×3.4m（17株）〕の摘花処理区を設けた。インゲンの開花は7月20日から始まったが、摘花処理は7月23日から毎日行ない開花終日まで続けた。摘花方法は実験-1と同様方法で行なった。

実験-3は実験-2と同様に、ほ場実験を行なった。インゲン「大正金時」を5月27日播種し、栽植密度60×20cm、2本立てで栽培した。摘花処

表-20 インゲン「大正金時」の開花推移

年 度	調査株数	開花始日	開花最盛期	開花最盛期	開花終日	開花期間	1個体当り開花数	最多開花株の開花数	最少開花株の開花数
			月、日～月、日	開花始日からの日数(期間)					
年 株	株	月 日	月 日 月 日	日 日 日間	月 日	日間	個	個	個
1967	70	7. 12	7. 17～7. 21	6～10 (5)	8. 4	23	42	72	20
'68	10	7. 12	7. 14～7. 22	3～11 (9)	7. 28	17	33	41	20
'69	20	7. 14	7. 19～7. 23	6～10 (5)	8. 1	19	23	33	16
'70	20	7. 13	7. 18～7. 24	6～12 (7)	7. 31	19	39	52	22

注 1969年の開花数調査には欠測日が4日間あった。

理区は栽培面積30a中の3ヵ所選定し、連日摘花作業を行なっても作物体を損傷しないように1畦とした〔0.6m（1畦）×5m（25株）〕。摘花は開花始日（7月14日）以前の花蕾形成日（7月10日）から開花終了日まで毎日行なった。

b). 実験結果

ポット実験の結果（表-21）、無摘花区のインゲンでは100%花卉感染によって発病したのに対して摘花区は1個体発病したのみで他は感染しなかった。摘花区で発病した株の発病部は4節の葉腋に存在していた枯死作物組織からであった。

ポット実験で摘花が発病をいちじるしく軽減させることが明らかになったので、一般発病ほ場ではこれを確かめた結果、表-22、23に示すとおりである。実験-2では摘花により発病は明らかに低下したが、無摘花区が35.9%の発病に対して摘花区は19.6%の発病株率を示した。このことは本実験では開花後摘花を開始したため菌核病菌はすでに侵入感染していた可能性があることと、摘花のために連日実験ほ場内に立入り作業をしたため、処理株の多くに折損等の損傷を与え、これらの部分からの感染がおこったためと考える。実験-3ではこれらのことをできるだけ除去して実験を行

なったところ、発病株率は無摘花区の95.6%に対して摘花区は僅か6.7%に留まり、発病をほぼ完全に抑制することが明らかになった。

4). 小 結

(1). 伝染源としての保菌種子

インゲン種子の保菌程度は品種および収集場所によって異なるが、平均1.5%の保菌率であった。これら種子を選別しないで翌春ほ場に播種した結果、発芽率は49.5%であったが、発芽株からは本病を認められなかった。不発芽種子50.5%について菌の検出を試みた結果、6.5%の種子から本病原菌を検出した。Hungerford, Pitz (1953) は低率であるが保菌種子による発病を認めており、また筆者のほ場観察でも稚苗期（発芽1週間目）に子葉部あるいは初生葉の葉縁部から発病している株をまれに観察していることから、保菌種子による稚苗期の発病は可能性があると考える。しかしながらこれらの発病は認められるとしても極めて低率であり、本病の多発生には結びつかないものと考えた。

(2). 伝染源としての菌糸

菌核病菌の菌糸が土壌中でも生育することは多

表-21 実験-1：摘花と発病（ポット実験）

	供試個体数	接種前花卉数	摘花数	発病株数
摘花	10本	186個	186個	1/10
無摘花	10	183	0	10/10

注 分子：発病株数，分母：供試株数

表-22 実験-2：開花後摘花と発病（ほ場実験）

	7月30日	8月5日	8月12日
摘花	5.5%	8.9%	19.6%
無摘花	8.2	21.1	35.9

注 数字は発病株率。供試株数 摘花：51株，無摘花：100株

表-23 実験-3：花蕾形成期からの摘花と発病（ほ場実験）

	7月17日	7月23日	7月29日	8月6日	8月13日
摘花	0%	0%	1.3%	4.0%	6.7%
無摘花	0	10.0	15.5	70.0	95.6

注 数字は発病株率。供試数 摘花：75株，無摘花：100株

くの研究で明らかにされている (Davis, 1925 ; Mujica, 1955; 杉本, 1959; 齊藤, 馬場, 1968; 齊藤, 1977)。土壤中の菌核からの菌糸生育について齊藤 (1977) はインゲン菌の培養菌核を表面殺菌した後に土壌においた場合、菌糸はほとんど生じないが、グルコースを添加すると発芽し菌糸を生じると報告している。菌糸の生育速度は P S A 培地上で速いが、それに殺菌土を加えると生育がいちぢるしく阻害されることが本実験から明らかになった。さらに畑土壌の有機物を篩でできるだけ除去し、これに菌核を置き湿室に保って菌核の菌糸発芽と菌糸の生育を観察した。その結果、菌核上に接着させたインゲン花卉にのみ菌糸の生育がみられたが、菌核から 10, 30mm 離れた距離の花弁は全く発病しなかった。すなわち、なんらかの栄養源が加わらないときは、菌核から土壌表面に菌糸は生育しないか、あるいは生育しても 10mm まで生育ができなかったかのいずれかであろう。

杉本 (1959) はチシヤ、春菊、白菜などの稚苗にインゲン菌核を接着させたところ低率だが発病したことを報じており、Hungerford, Pitz (1953) はポットにインゲン菌核をおき、これにインゲンを播種したところ稚苗に発病を認めたという。これを確かめるためにインゲンの地際胚軸部に菌核を接着させて湿室に保ったところ、5 日目に微細な菌糸が胚軸部にてんらくしているのが観察されたが、その後間もなく消失し、供試 80 株中 1 株のみが枯死子葉部から発病を認めたにすぎない。

これらのことから、土壌中の菌核から生育した菌糸は伝染源になりうるが、その可能性はとくに有機物等の炭素源の多い土壌、さらには湿度が高い場合にのみと予測される。しかしながらこれは上述したとおり、極めて限られた条件のときのみ見られるものであり、現在の十勝地方で一般にみられる多発生の主要因とは考え難い。

本病に感染すると患部から菌糸を生じて接触する健全組織にも菌糸が伸展して最終的には株全体が侵される。培養菌糸を接種すると、その発病程度は豆類の種類によって異なり、インゲン類は伸展性病斑となり、激しい病勢を示すのに対し、ダイズでは周縁部が褐色の止り型病斑となり拡大し

なかった。また同一個体でも花卉、若葉上では菌糸の伸展は早いがおよび茎ではその伸展が遅いことが認められた。とくに地際胚軸部は最も強く、菌糸を接着させても発病がおこらなかった。

(3). 伝染源としての子のう胞子

子のう胞子は豆類菌核病でも最も重要な伝染源であることがわかった。子のう胞子の豆類に対する侵入部位について、子のう胞子けん液、子のう盤から空中に浮遊する子のう胞子をインゲン切離葉、幼植物 (開花前)、成植物 (開花中) に接種実験した結果、健全な葉、茎はもちろんカーボランダムで付傷直後の葉では全く発病が認められなかった。このことは、生活力の旺盛な健全葉に子のう胞子はほとんどあるいは全く侵入できないという Stevens, Hall (1911); Pethybridge, (1916); Davis (1925); 吉井 (1933); Purdy, Bardin, (1953) らの報告とよく一致した。

発病部位についてみると、幼植物 (開花前) では枯死子葉が脱落せずに付着しているところからのみであり、他の部分からの発病は認められなかった。開花中の成植物では開花花卉、開花終了後の老衰花卉から子のう胞子が侵入して菌糸を生じ菌糸は健全な莢、花梗等をつぎつぎに侵す場合と発病花卉または落下し葉、葉柄等に付着した後に子のう胞子が侵入し発病した花卉を介して健全葉等が発病する 2 つの感染が認められた。ナタネ菌核病では落下的花卉の作物体付着による発病が重要視されているが (宇都, 1959), インゲン菌核病では落下しない花卉、および老衰花卉からの発病は直ちに莢が侵害され、被害が大きく、重要な感染経路である。花卉の他には節部に多く存在する枯死植物組織およびなんらかの原因による損傷壊死部からの発病がみられ、また 1 例であるが昆虫遺体 (アブラムシ) を介しての発病も観察された。

子のう胞子が直接侵入できない健全葉、および茎上に花卉、老衰花卉、枯死托葉、枯死子葉等において子のう胞子を接種すると、これら健全組織はいずれも発病することが確かめられた。なかでも老衰花卉のあるとき発病は最も多かった。

以上のことから豆類菌核病の感染は若莢に残存

する老衰花卉および作物体上に落下付着した花卉に子うの胞子が侵入し、ついで菌糸が増殖することに始まり、それに接した健全部が発病するにいたるのが最も重要な経路であることを明らかにした。花卉を介した感染の重要性は一般の発病ほ場で花蕾形成期から花蕾を含めた花卉のすべてを開花終日まで毎日除去した実験で、無摘花区が95.6%の高い発病株率であったのに対して摘花区は僅か6.7%の発病に留まったことから裏付けられた。

2. 菌核子うの盤の開盤

豆類菌核病の最も重要な感染源である子うの胞子が形成される子うの盤の開盤について実験を試みた。本病菌の子うの盤開盤は土壌 pH 7.28 のとき最も良好であり (Mujica, 1955), また 15℃ 以下, 20℃ 以上では開盤しないという (Bedi, 1962)。また、北海道産インゲン菌の菌核は 10~25℃ で発芽し、子うの盤の開盤は 15~20℃ で良好である (北見農試, 1965)。これらを総合すると菌核は 5~25℃ で発芽して菌柄を生じ、15~20℃ で子うの盤を開盤するものとみることができる。しかしながら子うの盤開盤に関与する外的要因はこれらのほかに多くのものがあることはいうまでもない。ここでは十勝地方の一般ほ場での豆類菌核病菌核の子うの盤開盤について実態調査を行なうとともに実験を行なった。

1). 菌核の土壌中に存在する深さと子うの盤開盤

菌核を野外の土壌中の異なった深さのところに埋め、その子うの盤の開盤数と時期的推移を 4 年間にわたり調査した。また一般ほ場について開盤

している菌核の深さを検討した。

(1). 菌核の土壌中の深さと子うの盤開盤

a). 実験材料および方法

前年 (1966 年) 10 月にインゲン「大正金時」の発病株から採集した菌核を室内乾燥状態に保存して翌年 (1967 年 5 月 2 日) (融雪後 2 週間目) にコンクリート枠 (内径 60cm) の土壌中の深さ 5, 20, 50mm のところに枠当り 1,000 個埋め、2 反復した。なお枠には初年度のみ毎朝 9 時に枠当り、0.5ℓ の水を散水した。調査は菌核設置後 7 日おきにその間形成された子うの盤数を 4 年間調査した。

b). 実験結果

菌核を土壌中の各深度に埋没したときの子うの盤の開盤数は初年度では深度 5mm 区が最も多く、年間 234 個であった。ついで深度 20mm 区では 83 個、50mm 区では 18 個の開盤がみられ、全体で 335 個の開盤がみられた。2 年目では全体に開盤数は初年度より多く、とくに深度 20mm 区は 320 個と深度 5mm 区の 281 個より開盤数が多かった。3 年目、4 年目と開盤数は次第に減少したが、4 年目に至ってもなお開盤することは注目される。また、深度 50mm 区は開盤数は少ないが十勝の土壌 (褐色火山性土) ではこの程度の深度でも十分開盤しうることがわかった (表-24)。

子うの盤の開盤時期および消長については図-5 に示すとおりである。深度 5mm 区についてみると、初年度は 6 月中旬から開盤しはじめてその後次第に増加し、8 月上旬に開盤最盛期となって 1 週間に 47 個もの子うの盤の開盤がみられた。その後は漸減して 10 月中旬以降の開盤はなかった。2 年目では調査開始した 6 月 10 日にすでに 66 個の子うの盤を認めた。このことは土壌中で越冬した菌核の子うの盤の開盤時期は早く、かつ形成量也多

表 - 24 菌核の土壌中の深度と子うの盤開盤数 (1967~'70)

菌核の土壌中の深度	供試菌核数	初年度	2	3	4	計
5mm	2,000個	234個	281個	120個	29個	664個
20	2,000	83	320	131	61	595
50	2,000	18	34	36	12	100
計	6,000	335	635	287	102	1,359

く、開盤最盛期は6月上旬にあるものと推定された。その後開盤量は次第に減少し、7月、8月の開盤量は極めて少なく経過したが、これは7月、8月が異常乾燥であったためと思われる(1968年)。3年目、4年目では開盤量は極めて少ないが6月下旬から開盤がみられ、7月中、下旬に開盤最盛期となった。

このような傾向は20mm、50mm埋没区もほぼ同様であったが、全体的に開盤時期、開盤最盛期ともに5mm埋没区より遅れる傾向がみられた。

(2). 一般ほ場で開盤している菌核の深さ

a). 調査場所および方法

帯広市川西町農家ほ場(褐色火山性土)の前々年インゲンを栽培し菌核病が多発生したほ場を用い、本年(1966年)インゲン「大正金時」、ジャガイモ、えん豆、麦を栽培してそれぞれのほ場内で開盤した子う盤を約30個を掘り取って調査した。菌核から発芽した菌柄は土壤間隙を複雑に伸びて地表に達し開盤しているため、開盤菌核は自然状態のままできるだけ丁寧に掘り取って、子の

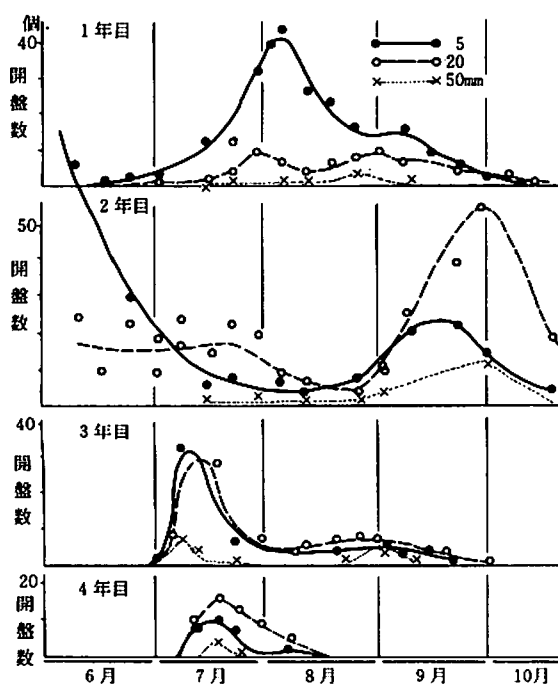


図-5 菌核の土壤中の深さと子う盤開盤時期と消長 (1967-70; 2,000菌核当り開盤数)

う盤の開盤面から菌核までの直線距離を測定し、これを菌核の土壤中に存在した深さとした。

b). 調査結果

一般ほ場で子う盤を開盤している菌核の存在する深さはおおよそ5mmから20mmであることがわかった(表-25)。また、本調査で最も深いものは8月31日インゲンは場でみられ、75mmであった。発芽した菌核が存在した深さの時期的ちがいをみると、開盤初期の7月は比較的浅い位置の菌核の開盤が多いが、8月後半や9月になると、深い位置の菌核が開盤している。なお作物の種類あるいはうね間、株間の場所と開盤菌核の深さには明らかな傾向はみられなかった。

2). 地表の温度および遮光と子う盤の開盤

菌核子う盤の開盤は湿度の高い条件で最も良好とされる。従って十勝地方の一般条件下で土壤の湿度を高く保ったとき、あるいは土壤表面を直射光から遮ぎったときの開盤について実験を行った。

a). 実験材料および方法

本実験は1966年から1970年にわたり、十勝地方の野外気象条件のもとで実施した。菌核は各実験開始年次の前年秋に発病したインゲン「大正金時」茎葉から採集し、室温、乾燥状態で保存して実験開始年の5月6~13日にそれぞれ直径60cmコンクリート枠内に地表下0.5cmの深さに埋めた。土壤はすべて褐色火山性土壤でpH 6.1である。

実験区は散水と無散水に分けた。散水区はさらに3つに分け、ⅰ) 散水被覆区: コンクリート枠の地表を簾で被覆し、散水は雨天日を除き毎日午前9時に1㎡当り1ℓとした。ⅱ) 散水遮光区: コンクリート枠の地表上20cmの高さに1.5m×1.5mの板をおき通気を良好にして直射日光を遮ぎった。散水は毎日行なった。ⅲ) 散水裸地区: 雨天日を除き毎日散水するのみとした。一方無散水区はⅰ) インゲン栽培区: インゲン「大正金時」を5月25日に枠当り4本栽培した。ⅱ) 裸地区の2つに分けた。調査は菌核設置後1~2日ごとに開盤数を調査し、2~4年間継続した。実験は

表 - 25 開盤子のう盤の菌核の土壤中深度（一般ほ場）

作 物	調査場所	調 査 月 日					
		7月20日	7月27日	8月2日	8月10日	8月16日	8月31日
インゲン	株 間	— mm	5.0mm	— mm	10.0mm	19.0mm	15.0mm
	うね間	—	—	—	5.0	9.0	12.0
ジャガイモ		5.0	—	17.0	—	15.0	—
えん豆		6.0	—	—	—	20.0	—
麦		—	—	13.0	—	—	—

注 数字は菌柄の長さ

表 - 26 地表の散水および遮光と開盤

	各処理の 供試 菌核数	地 表 処 理		開 盤 数			
				初年度	2年目	3年目	4年目
実験 - 1 (1966~'67)	3,000個	散 水	被 覆 裸 地	466個 251	189個 348	個	個
		無散水	裸 地	188	348		
実験 - 2 (1967~'70)	900	散 水	被 覆	106	111	46	16
			遮 光	96	200	74	17
			裸 地	57	98	64	28
		無散水	インゲン 栽 裸 培 地	41 35	119 107	38 65	20 21
実験 - 3 (1968~'70)	1,200	散 水	被 覆	132	183	27	
			遮 光	410	203	23	
			裸 地	162	125	54	
		無散水	インゲン 栽 裸 培 地	102 75	64 103	40 57	
実験 - 4 (1969~'70)	3,000	散 水	遮 光 裸 地	380 208	336 381		
		無散水	裸 地	167	396		

すべて2反復で行ない、その合計値で現わした。

b). 実験結果

菌核を設置した初年度では4実験ともに無散水区よりも散水区の開盤数が多く、常に2~3倍であった。散水区の中では散水裸地区より散水被覆散水遮光区の開盤数が多かった（表-26）。なお散水被覆区は筵で被覆したため、雨天日が続くと地表は滞水状態となり腐敗菌核が多くみられた。このため考察から除外した。設置2年目では散水裸地区と無散水裸地区との開盤数は差がなかったが、散水遮光区の開盤数は多く、遮光による開盤

促進効果は明らかである。3年目以降では地表の散水、無散水の差は判然としなくなった。

これは散水区などでは1、2年目に多量の菌核が開盤したため、開盤能力を有する菌核の減少も考えられる。このように地表に散水しさらに被覆、遮光により菌核子のう盤の開盤は促進されることがわかった。

開盤の時期および最盛期については図-6に示すとおりである。開盤始期、最盛期およびその年次変動については前章の菌核埋没実験の結果とはほぼ同様であったが、無散水裸地区に比較して散水

遮光区は常に開盤始期が早く、また最盛期も早く、かつその数が多い傾向が認められた。

3). 栽培作物の種類と子のう盤の開盤

前章の実験から地表部の環境条件によって菌核の開盤時期および開盤量が大きく変化することがわかったので、一般ほ場で作物の種類による開盤状況を調査し、さらにそれら作物の生育程度とくに茎葉の繁茂状況を調査した。

a). 調査方法

この調査は1966年から4年間続けて行なった。1966年(調査-1)は帯広市川西町、芽室町博進同北伏古でインゲン「大正金時」、「大手亡」、アズキ、ジャガイモ、えん豆を栽培しているほ場のうち前年または前々年インゲン菌核病が多発生したほ場を各1ほ場選定して7月13日から9月19日まで開盤数と作物の繁茂程度を調査した。1967年(調査-2)は芽室町新生および北伏古地区の11農家を対象にして前年または前々年インゲン菌核

病が多発生した畑で本年牧草(7筆)でん菜(4筆)、ジャガイモ(7筆)、小麦(3筆)、えん麦(2筆)、インゲン「大正金時」(2筆)、インゲン「大手亡」(1筆)、アズキ(5筆)、トウモロコシ(1筆)を栽培している計32ほ場を選定して7月11日から8月30日まで前年同様の調査を行なった。1968年(調査-3)、1969年(調査-4)は1967年と同じ地区で当年、牧草(1968年3筆、1969年1筆)、でん菜(7、4筆)、ジャガイモ(3、2筆)、インゲン「大正金時」(3、2筆)、アズキ(4、2筆)を選定して同様の調査を行なった。

開盤調査はほ場中の任意の10㎡(2㎡、5ヵ所)を抽出し、そのなかで7日以内に開盤したと推定される総ての数を調査した。なお1966年は100㎡について調査し10㎡に換算した。調査は7~10日ごとに行なった。作物の生育程度は草丈と茎葉の繁茂程度について調査した。繁茂程度は作物を上からみて茎葉の拡がりやを計測し(図-8の下参照)、「巾」と表示した。この巾が60cmであれば60cmの畦間は作物によって「うっぺい」されたことになる(牧草、小麦を除く)。

b). 調査結果

子のう盤の開盤状況は作物の種類によって異なり、1966年ではジャガイモ、えん豆畑での開盤が多く、10㎡当り61、40個であったが調査開始時すでに開盤が認められたので、開盤数はさらに多いことが推定された。つぎにインゲンで、33~34個の開盤があり、アズキでは僅か18個開盤したにすぎなかった。このような開盤数の差は、そのほ場に存在していた菌核量にも左右されることと、作物の種類による地表のうっぺい程度にも左右されるものと考え(表-27)。

1967年には調査ほ場数と作物を多くして調査した結果、前年の結果とほぼ同じ傾向であり、ほ場に存在する菌核量の差による開盤変動よりも作物の種類による開盤変動の方がはるかに大きいことがわかった。これは作物の生育とよく一致した。4月から地表がうっぺいされている牧草畑の開盤数が極めて多く、ついで茎葉繁茂で地表がうっぺいするのが早いでん菜、ジャガイモ畑で開盤が多かった。とくに牧草、小麦、えん麦での開盤は調

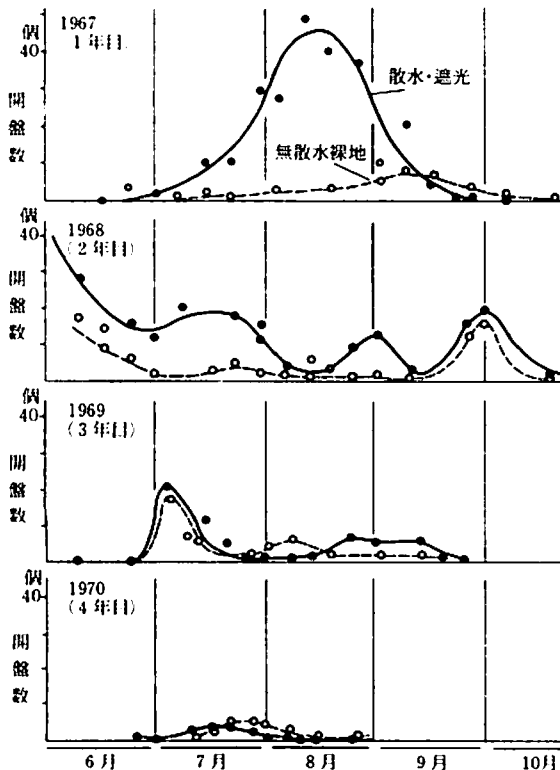


図-6 地表の散水、遮光と開盤の推移

表 - 27 各作物は場中の子のう盤開盤数 (10㎡, 年間合計)

調査年度	調査期間 月日～ 月日	調査項目	牧 草	て ん 菜	ジャ ガイ モ	イ ン ゲ ン (大正金時)	ア ズ キ	イ ン ゲ ン (大手)	え ん 豆	小 麦	え ん 麦	とう も ろ こ し
調査-1 1966	7.13 - 9.19	開 盤 数 ⁽¹⁾ うっぺい日 ⁽²⁾	— —	— —	61 7.13以前	33 7.28	18 8.20	34 8.1	40 7.13以前	— —	— —	— —
調査-2 1967	7.11 - 8.30	開 盤 数 うっぺい日	631 4 月	211 7.18	158 7.11	6 8.1	15 8.9	6 8.1	— —	75 5 月	53 6 月	7 —
調査-3 1968	6.7 - 9.9	開 盤 数 うっぺい日	1,938 4 月	67 7.19	39 7.13	18 8.2	17 8.6	— —	— —	— —	— —	— —
調査-4 1969	5.28 - 8.29	開 盤 数 うっぺい日	1,509 4 月	90 7.15	106 7.1	24 8.16	9 8.23以降	— —	— —	— —	— —	— —

注 (1) 開 盤 数：調査期間中の10㎡当りの開盤数の合計

(2) うっぺい日：茎葉繁茂によってうね間がうっぺいされた月、日。

査開始日にすでに多量の開盤を認めたことから開盤数はさらに多いものと推定された。

1968年、69年は調査を5月下旬から行なったところ、前2年と全く同様の傾向であった。すなわち、開盤数は牧草畑で極めて多く、年間開盤数は10㎡当り 1,500～1,900個に達した。ついではてん菜、ジャガイモ畑で40～110個開盤したが、インゲン畑では20個、アズキ畑では10～20個開盤したのみである。また子のう盤開盤の時期および推移は図-7に示した。牧草畑での開盤は5月下旬から6月上旬にはじまり、6月中、下旬に最盛期に達する。その後牧草は1回目の収穫では場は裸地状になるため開盤は一時全く認められなくなるが牧草の再生育とともに開盤数は再び増加し、7月中旬には第2の最盛期となった。その後開盤数は次第に減少し、8月下旬に終わった。てん菜、ジャガイモ畑は前年結果とほぼ同様の推移を辿り、7月上旬から開盤がはじまり、7月中旬に最盛期に達し8月上、中旬まで続き、以後減少した。インゲンではおそく、7月下旬～8月上旬から開盤がはじまり8月下旬まで続き、アズキでは8月中旬から9月中旬まで開盤した。一方作物の生育状況と繁茂程度は図-8に示すように牧草では4月から地表は完全にうっぺいされて地表湿度は極めて高く、てん菜、ジャガイモは6月下旬から7月上

旬に茎葉繁茂により地表はうっぺいされる。インゲン、アズキではおそく、8月上旬中旬以降によく地表がうっぺいされる。このことが子のう盤

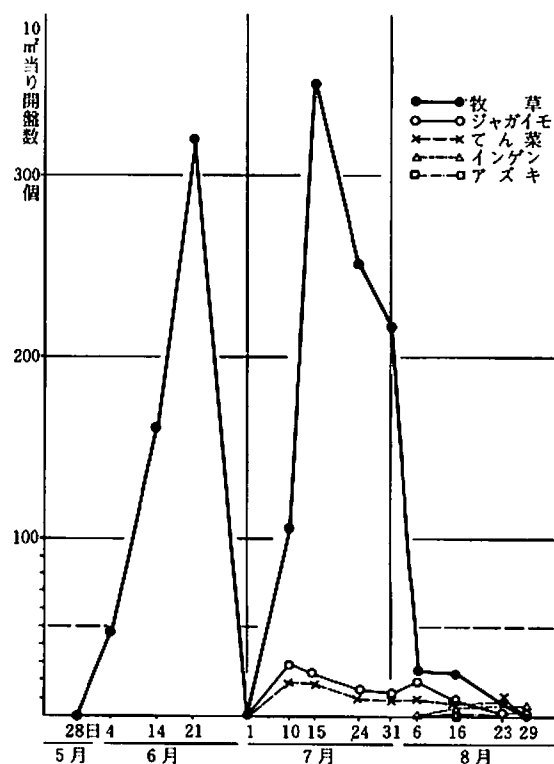


図 - 7 作物の種類と開盤の推移

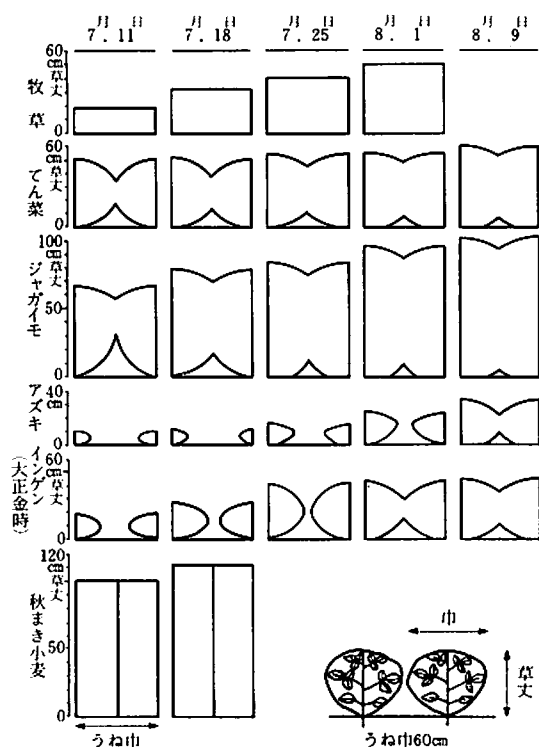


図 - 8 作物の生育と葉葉繁茂程度

開盤時期および形成数に大きく影響していることが明らかである。なお、このことは気象条件の異なる4年間の調査結果、形成数は異なるが形成時期、最盛期は同様の傾向であった。

4. インゲン菌核病発生時期における一般ほ場の子のう盤開盤状況

前調査で地上栽培作物の種類によって子のう盤開盤時期、数が大きく変動することが明らかになったので、インゲン菌核病の感染源である子のう胞子はどの作物畑で形成された子のう盤によるかについて調査を行なった。

a). 調査方法

1970年、インゲン菌核病の花弁発病期と推定される7月15日～17日に芽室町北伏古地区の一平方杆(100ha)を地図上で選定し、その区域内に栽培している全作物(インゲン、アズキについては5ほ場のみ抽出した)について任意の10m²(2m²、

5ヵ所)中の子のう盤開盤数と草丈を調査した。

b). 調査結果

調査した1km²(100ha)内栽培作物はインゲン、アズキのほかてん菜、ジャガイモ、牧草、小麦、えん麦、えん豆であった(表-28)。このうちてん菜、ジャガイモほ場が多かった。各作物畑の子のう盤開盤数は畑により異なったが平均すると牧草畑が最も多く、ついで秋播小麦畑であり、てん菜、ジャガイモ、えん麦畑でも10m²当り17～23個の開盤を認め、えん豆畑では10m²当り8個の開盤が認められた。これに対し、インゲン、アズキ畑ではこの調査時期には全く開盤が認められなかった。

さらに本調査から前作物と子のう盤開盤数の関係をまとめると表-29、30のとおりである。前作物が豆類およびジャガイモ等寄主作物畑と非寄主作物畑の場合、当年の子のう盤開盤数の差はなかったが、前々年が豆類およびジャガイモ等寄主作物畑と非寄主作物畑とを比較すると、前者の開盤数が明らかに多いことがわかった。このことは寄主作物栽培の次年度は畑を耕起するため地表に散乱したほとんどの菌核が開盤しうる限界より深い100mm以下に埋没されるので開盤数は少なくなるが、その次の年度は再び耕起することによって深く埋没された菌核が地表近くに高率に分布する結果と考えられる。

5). 小 結

インゲン菌核病の菌核を十勝土壌(褐色火山性土)の5mm、20mm、50mmの深さに埋没し、毎日散水して子のう盤の開盤を調査した結果、5mmに埋没した菌核の子のう盤開盤数が最も多く、つぎに20mmに埋没した菌核であった。またこの供試土壌では50mmに埋没した菌核も僅かであるが開盤を認めた。このことを十勝地方の一般農家ほ場で開盤している子のう盤について菌核の深さを菌柄の直線距離から推定したところ、一般ほ場で開盤している子のう盤の菌核は土壌中の深さ5～20mmの位置に存在していることがわかった。なお最も開盤の多かったのは5mmの深さにある菌核であり、また開盤した菌核のうち最も深いのは75mmの例があ

表 - 28 1 km²内の栽培作物の草丈とその畑の開盤数 (7月15日～7月17日)

1 km ² 内に栽培していた作物名	ほ 場 数	草丈, 平均	10m ² 当り開盤数平均
て ん 菜	14筆	56.4cm	17.2個
ジャガイモ	16	76.8	22.5
牧 草	3	81.0	194.7
小 麦	3	106.3	39.0
え ん 麦	4	108.3	19.0
え ん 豆	1	95.0	8.0
インゲン	5筆のみ抽出	40.4	0
アズキ	5	18.6	0

表 - 29 前年栽培作物と子とう盤開盤数

	該 当 ほ 場 数	子とう盤開盤数
前年豆類, ジャガイモ栽培畑	19筆	23.9個
前年非寄主作物栽培畑	22	23.8

注) 本年インゲン, アズキ, 牧草畑については除外した子とう盤開盤数は10m²当り開盤数の平均

表 - 30 前々年栽培作物と子とう盤開盤数

	該 当 ほ 場 数	子とう盤開盤数
前々年豆類, ジャガイモ栽培畑	14章	34.4個
前々年非寄主作物栽培畑	11	15.5

注) 本年インゲン, アズキ, 牧草畑については除外した子とう盤開盤数は10m²当り開盤数の平均

った。

菌核から子とう盤が開盤できない深度について20mm (森, 真野, 1959), 38mm (Partyka, 1958), 60mm (小河原, 松浦, 1939; 岡本, 1938), 70mm (Radulescu, Crisan, 1961), 76mm (Brooks, 1940) 等々多くの報告があって一定でないが, 本調査から北海道十勝地方の褐色火山性土壌では5mmから20mmの位置の菌核からの開盤が最も多く, 50mmあるいは75mmの位置の菌核でも開盤は可能であることを明らかにした。

菌核子とう盤の開盤は温度, 湿度, 光線などの気象条件に左右されることは当然であるが, 十勝地方の場合, 温度は開盤可能範囲内であるので湿度, 遮光について実験を行なった。コンクリート枠に菌核を5mmに埋没し, 地表を散水区と無散水

区に分けて開盤を比較した結果, 散水区は開盤開始時期が早く, かつ開盤数も多かった。なかでも散水して被覆または遮光すると開盤数は極めて多く, 開盤時期もさらに早くなることがわかった。本実験は年次による気象変動を考え4年間繰返したところ, 年次によって数の変動はあったが時期や消長の傾向は変らなかった。

以上の実験結果から一般農家ほ場でも作物の種類や生育程度によって地表の湿度, 遮光状態が異なり, それに伴って子とう盤の開盤時期や数も変わることが予測された。このことを確かめるため十勝地方の一般農家ほ場のうち, 前年または前々年菌核病が多発生した畑について栽培作物の種類, 生育程度と子とう盤の開盤を1966年から1970年の4ヵ年調査を行なった。この結果, 4月から地表が

完全にうっぺいされている牧草畑では6月上旬から開盤が認められ、かつ数は極めて多く、6月中旬には10㎡当り300~800個の開盤数に達した。その後牧草収穫のため開盤数は一時低下するが、再生育によって7月中旬には第2の開盤盛期になった。牧草についてでん菜、ジャガイモ畑であり、地表がほぼうっぺいされる6月下旬から7月上旬に開盤が認められ、その後8月上、中旬まで続いた。インゲン、アズキの地表うっぺいは7月下旬~8月上旬とおそいため開盤もインゲン畑では7月20日~8月16日、アズキ畑では8月9日~26日と栽培作物では最も遅かった。以上、作物の種類によって地表うっぺい時期、程度が異なり、それによって地表の湿度、遮光状態も異なる。その結果、子のう盤の開盤時期および数が大きく変動することを明らかにした。

また、本調査から、インゲン菌核病の花弁発病による発病激増期にはインゲン畑内に子のう盤が存在しないことがわかった。鈴井、小林(1972)はインゲン菌核病の子のう胞子は少くとも数100m以上飛散することを示唆し、Brownら(1936)は数マイルに達すると述べている。このことから本病の感染に関与する子のう胞子は他の作物畑で開盤した子のう胞子が飛散して感染源になっていることが予想された。このため、この時期(7月15~17日)に芽室町北伏古地区の1平方杆内の全作物(インゲン、アズキ畑は5筆のみ抽出調査した)の畑について子のう盤の開盤状況を調査した。その結果、インゲンのみならずアズキ畑には子のう盤が全く認められなかったが、他の全作物畑には認められた。すなわち、子のう盤は牧草、麦類、でん菜、ジャガイモ、えん豆畑で多数認められた。これらの子のう盤から生じた子のう胞子が隣接または周辺に栽培している豆類(とくにインゲン)畑に飛散し感染するものと考えられる。

なお前作物と子のう盤の開盤数について調査した結果、前々年に寄主作物を栽培した畑の開盤数が多い傾向が認められた。これは寄主作物を栽培した次年度は土壌が耕起反転され、多くの菌核は土壌中に深く埋没されるが、その翌年は耕起によって菌核は再び浅い位置に分布する数が多くなる

ためと考えられた。

3. 菌核の生存年数

1). ほ場における菌核の生存年数

前章の実験から、豆類菌核病の菌核は長い年月生存することが予想されたので、このことを明らかにするため室内およびほ場で実験を行なった。

a). 実験材料および方法

1965年秋、インゲン「大正金時」発病株から採集した菌核を室内の乾燥状態の下で保存した後、1966年5月、ナイロン製網袋に各100個の菌核を入れて、褐色火山性土壌のほ場に地表下5, 10, 20, 50mmのところにそれぞれ7袋ずつ埋没した。調査は初年度から1年ごとに各深さから1袋ずつ取り出し、菌核の生存有無をP S A培地で22℃7日間培養し、その菌糸の生育から検討した。

b). 実験結果

菌核を土壌中に埋没した当年の生存率は77~89%と高く、50mmに埋没した菌核のなかには菌核を形成しているものが11%認められた。1年目、2年目と菌核の生存率は減少し、5年目に至り、生存率は0~2%になり、6年目で生存菌核は全く認められなくなった。菌核の埋没の深さによる生存の差は20~30mmの深い位置の菌核はやや生存期間が長い傾向がうかがわれた(表-31)。

2). 乾燥条件(室内)下の菌核生存年数

a). 実験材料および方法

1966年10月にインゲン「大正金時」の発病株から採集した菌核を室内乾燥状態に保存し、1年ごとに任意の50菌核を取り出して調査した。生存の判定法は前項の実験と同様な方法で行なった。

b). 実験結果

菌核採集年には98%の菌核が生存していた。その後次第に生存率は低下したが5年経過しても乾燥状態に保存した場合には60%が生存しており、10年経過してもまだ10%の菌核が生存していた。本実験から菌核は乾燥状態では10年以上生存する菌核があることが明らかとなった。

表 - 31 土壤中埋没菌核の生存率

菌核の埋没深度	当 年	1 年目	2 年目	3 年目	4 年目	5 年目	6 年目
5mm	89%	67%	10%	5%	1%	0%	0%
10	77	57	18	4	0	1	0
20	88	68	47	10	4	0	0
50	85	65	49	18	14	2	0

注) 実験開始年：1966年 5 月
調 査：各年次ともに 7 月調査、数字は生存菌核率でした。

表 - 32 乾燥条件（室内）保存菌核の生存率

	年 数										
	当年	1 年目	2	3	4	5	6	7	8	9	10
菌核の生存率(%)	98	86	—	84	—	60	—	28	—	—	10

注) 実験開始年：1966年

3). 小 結

菌核の生存年限は、その保存条件で異なり、Hungerford, Pitz (1953) はインゲン菌の菌核を室内の風乾状態で保存したところ 7 年間生存したと報告している。また Brown, Butler (1936) はチンヤ菌の菌核を乾燥した土壤中で保存したところ 11 年間生存したという。本実験ではインゲン菌の菌核を乾燥状態で室内に置いたところ 10 年経過してもその 10% が生存していることを確かめた。

しかしながら、野外の土壤中に置いた場合は菌核の生存期間は短かく、小河原、松浦 (1939) はナタネ菌の菌核は畑地土壤中で 25 ヶ月生存したが、

水田土壤中では僅か 3 ヶ月で死滅したと報告している。また Brown, Butler (1936) はチンヤ菌の菌核を 18 日間水封するとほとんど死滅したという。毎年土壤凍結する十勝地方の褐色火山性土壤中にインゲン菌の菌核を地表下 5, 10, 20, 50mm に埋没した結果、菌核は 5 ～ 6 年で死滅することが明らかとなった。また前節の実験で 0.5cm ～ 5 cm に埋没した菌核が 4 年経過しても、2,000 個中 12 ～ 29 個の開盤を認めているが、この場合、秋に採集した菌核を冬期間室内に保存して翌年春に野外土壤に埋没したのであるから 4 年というより、3 年経過とみるべきであろう。

B. 豆類菌核病の発生環境

豆類菌核病の発生を左右する環境のなかで最も重要な要因として気象条件があげられる。本病原菌の菌糸生育は多くの研究の結果、おおむね 20 ～ 25℃ であり、本病の発生温度も地域、栽培時期によって多少異なるがほぼ 20 ～ 25℃ のときである (Remsey, 1925; Savastano, Fawcett 1929; Lauritzn, 1932; Lauritzn, Harter, 1933; 小西, 1934 など)。

また本病の発生には多雨、多湿は見逃すことができない条件であり、このことはジャガイモ菌核

病 (Partyka, Mai, 1954)、ナタネ菌核病 (宇都, 1956, '59; 関谷, 上野, 1964) などについて指摘されている。多湿は子のう盤の開盤、子のう胞子の形成を促すとともにその発芽、菌糸の生育を良好にする。その結果、発病と病勢が促進されることは疑いない。このような気象条件について明らかにするとともに栽培環境、とくに播種期および施肥と本病の発病との関係について検討した。

1. 気象とインゲン菌核病の発生

十勝地方の豆類菌核病とくにインゲン菌核病の発病と開花始日および気象との関係について検討した。

a). 調査方法

本調査は1967年から1978年までの12年間で発病度調査をしなかった1973年、76年を除く10年間行なった。芽室町新生十勝農業試験場ほ場にインゲン「大正金時」を適期（5月25～29日）に播種し、菌核病は無防除とし他はすべて農試慣行の栽培管理をした。調査は初発病日、開花始日、花卉発病日、発病激増期の蔓延程度（花卉発病日から10日後の発病度で現わした）および発病株率（毎年8月10日の発病株率で示した）について行なった。気象は十勝農業試験場で午前9時に観測している平均温度、湿度、および24時間の日照時数、降水量の測定値を用いた。なお観測値の記載は省略した。

b). 調査結果

インゲン菌核病の花卉発病日は年次によって異

なるが（表-33）、開花始日からの日数をみるとおおよそ6～11日に認められた。また相関係数も $r = 0.8786^{**}$ と高い相関があり、回帰式 $y = 0.727x + 12.079$ （ y ：花卉発病日、 x ：開花始日7月1日を1とした）となり、開花始日が早いときには花卉発病日までの日数はやや長く、遅いときにはやや短い傾向がみられた。

花卉発病が始まってから後の発病激増期における発病蔓延程度の多少は気象と密接な関係が予測されたので、花卉発病日を中心とした前後10間の気象と蔓延程度について検討した結果（表-34）に示したとおり、平均気温、降水量とは相関が認められなかったが、日照時数、湿度と発病蔓延程度とは高い相関が認められた。すなわち、花卉発病日の前10日から花卉発病日までの10日間から花卉発病日の前6日から花卉発病日後4日目までの10日間の気象のうち、日照が少なく、かつ湿度が高く経過した場合には発病蔓延程度が激しく、被害がいちぢるしいことが予測された。

なお平均気温と相関が認められないのは十勝地方の7、8月はおおよそ20℃±3℃であり、いずれの年次とも発病適温内にあるためと思われる。

表-33 インゲン菌核病の年次別発病経過

年 度	初発病日	開花始日	花卉発病日	開花始日から 花卉発病日ま での日数	発病激増期 ⁽¹⁾ の発病度	発病株率 (8月10日)
1967	7月 6日	7月12日	7月20日	8日	18.5	96.7%
'68	7. 19	7. 11	7. 21	10	21.7	100.0
'69	6. 24	7. 16	7. 26	10	4.0	36.7
'70	7. 10	7. 11	7. 20	9	15.5	100.0
'71	6. 30	7. 13	7. 19	6	25.0	100.0
'72	6. 29	7. 10	7. 20	10	11.3	85.5
'73	7. 16	7. 12	— ⁽²⁾	—	—	1.3
'74	7. 25	7. 19	7. 25	6	12.9	88.0
'75	7. 27	7. 18	7. 27	9	31.3	85.0
'76	—	7. 15	— ⁽²⁾	—	—	0.0
'77	7. 21	7. 15	7. 21	6	31.0	100.0
'78	7. 17	7. 6	7. 17	11	28.5	100.0

注 (1) 花卉発病日から10日目の発病度を示した
(2) 花卉発病を認めなかった。

表-34 発病蔓延と気象との相関 (1967~1978)

花弁発病日を 起点(0)とし た10日間	10日間の平均 気温と 発病程度	10日間の積算 降水量と 発病程度	10日間の積算 日照時数と 発病程度	10日間の平均 湿度と 発病程度
-17日~-7日	$\gamma = 0.220$	$\gamma = 0.546$	$\gamma = -0.396$	$\gamma = 0.443$
-16 ~-6	.236	.597	- .132	.463
-15 ~-5	.246	.456	- .200	.448
-14 ~-4	.258	.440	- .285	.467
-13 ~-3	.231	.476	- .311	.519
-12 ~-2	.140	.589	- .467	.432
-11 ~-1	.040	.497	- .805**	.631
-10 ~ 0	- .018	.250	- .847**	.646*
-9 ~+1	- .106	.233	- .871**	.616
-8 ~+2	- .105	.283	- .878**	.824**
-7 ~+3	- .236	.316	- .770**	.705*
-6 ~+4	- .220	.340	- .688*	.780**
-5 ~+5	- .183	.362	- .504	.674*
-4 ~+6	- .177	.295	- .341	- .293
-3 ~+7	- .052	.265	- .020	.112
-2 ~+8	.036	.005	.169	- .009
-1 ~+9	.160	.033	.351	- .263
-0 ~+10	.261	.095	.457	- .355

注 (1) 花弁発病日を0日とし、以前を「-」とし、以後を「+」として表示した。

* 5%水準で有意

** 1%水準で有意

以上発病蔓延と気象について日照と負相関、湿度と正相関が認められたが、これらの結果はいずれも単純相関であり、発病蔓延にはそのほか風速、霧等すべての気象要因が複雑に関連しているものと考えられるため上述の結果を直ちに結論できないのは当然である。また、6、7月の気象は伝染源である子のう盤に重要な関係があることは疑いないが本観測値からは有意性を見出すことができなかった。

2. 播種期と発病

豆類の播種時期の変動が菌核病の発病にいかなる関係があるかについて実験を行なった。

1). インゲンの播種期と発病

a). 実験材料および方法

インゲン「大正金時」を用い、十勝地方の標準播種時期(5月25~27日)を中心に早播区と遅播区をつくり、発芽始日、草丈(7月16~23日)、開花始日、花弁発病日、発病株率の推移および10a当り収量について調査を行なった。試験は芽室町の褐色火山性土で1区15m²、3反復とし、栽植密度60cm×20cmの2本立てで施肥量および管理は慣行法に従い、1966年から1970年まで実施した。なお1970年には各播種期に菌核病防除区(ジクロゾリン20%水和剤 1,000倍液を開花始日から5日目に第1回散布、以後10日間隔2回、10a当り100ℓ散布した)を設けて菌核病の発生がない場合の播種時期と収量の関係を検討した。

表 - 35 インゲンの播種期と開花, 花弁発病日, 発病, 収量

試 験 年 度	播 種 月 日	発 芽 始 日	草 丈 7月 16日~ 23日	開 花 始 日	花 弁 発 病 日	開花始日から 花弁発病日 までの日数	発 病 株 率			10 a 当り 収 量
							7月 6 半 旬	8月 3 半 旬	8月 6 半 旬	
1966 (試 - 1)	5. 26 ^日	—	31.7 ^{cm}	7. 18 ^日	7. 27 ^日	9 日	1.1 [%]	74.5 [%]	— [%]	— ^{kg}
	6. 10	—	24.6	27	8. 5	9	0	32.2	—	—
1967 (試 - 2)	5. 17	5. 30	38.9	7. 6	7.15~18	9~12	98.9	100.0	—	106
	26	6. 4	42.7	12	. 21	9	92.2	94.4	110.0	110
	6. 8	17	44.5	19	. 27	8	3.3	58.9	86.7	112
	17	24	30.7	24	8. 2	9	0.0	23.3	65.6	108
1968 (試 - 3)	5. 10	5. 28	34.4	7. 7	7. 19	12	72.2	91.1	—	151
	15	6. 4	33.7	10	19	9	98.2	100.0	—	131
	21	5	33.9	10	19	9	98.2	100.0	—	139
	25	9	30.9	12	21	9	82.2	100.0	—	113
	30	10	31.7	15	24	9	47.8	100.0	—	108
	6. 10	19	21.5	21	30	9	0	50.6	85.0	118
	20	27	11.5	29	8. 6	8	0	16.6	60.0	120
	29	7. 7	8.3	8. 1	9	8	0	1.0	14.5	99
1969 (試 - 4)	5. 9	5. 26	30.0	7. 6	7. 19	13	36.7	63.3	—	158
	15	6. 6	28.6	9	23	14	22.2	57.8	—	160
	20	10	33.4	13	26	13	15.0	73.3	—	196
	27	12	29.7	16	26	10	4.5	36.7	—	213
	6. 2	14	33.1	18	28	10	3.3	53.4	—	205
	10	18	28.8	20	31	11	0	27.8	—	238
	20	27	20.8	25	8. 5	11	0	15.6	8.9	216
	30	7. 7	13.2	8. 1	10	9	0	0.0	10.0	181
1970 (試 - 5)	5. 15	5. 27	45.5	7. 2	7. 13	11	97.8	100.0	—	168
							*10.0	*24.5	—	*268
	20	31	41.7	6	15	9	95.6	100.0	—	166
	20						* 2.2	* 5.5	—	*270
	25	6. 4	42.4	11	20	9	12.2	100.0	—	151
							* 1.1	* 4.4	—	*261
	30	8	37.3	15	24	9	4.5	97.8	—	181
							* 0	* 3.3	—	*278
	6. 10	18	22.6	22	31	9	0	50.8	—	212
	30						* 0	*11.1	—	*228
	22	29	12.1	28	8. 6	9	0	34.4	62.2	137
							* 0	* 8.9	*2.2	*134
	29	7. 6	8.4	31	9	9	0	24.4	64.4	124
							* 0	*21.1	*5.6	*127

注 * 防除区の発病株率と10 a 当り収量

b). 実験結果

各試験年次によって気象条件が異なるため発芽日、草丈、開花始日、花弁発病日および発病の推移は異なるが、播種期の遅れるほど開花も遅れ、花弁発病日もおそくなるが、開花始日から花弁発病日までの日数は1969年の極端な乾燥で少発生年を除くと8～12日目であった（表-35）。このことは前章の理論値と極めてよく一致した。発病の推移を標準播種区に比較すると早播の場合、開花始日、花弁発病日ともに早く、発病激増期の程度は激甚で発病株率は常に高かった（図-9）。これに対して遅播の場合は花弁発病日は遅く、かつ蔓延も緩慢で発病株率は100%に達しないか、または達したとしても3週間以上を要した。さらに遅播（標準播種日より約1ヵ月遅播）すると発病株率は低減し、激発生年でも60%以下に留まることわかった。

収量は（表-35）、1970年の防除区をみると5月15日から5月30日の播種区は高い収量を示し、以後遅播すると低減している。これに対し、無防除区ではやや遅播の5月30日、6月10日播種区が最も高い収量を示した。このことは標準播種区および早播区は菌核病の発病が激しいため、その減収量も大きいことによるものであろう。この傾向は他年次の結果も同様であった。なお極端な遅播は菌核病の発病は低下するが、収量も劣ることがわかった。

2). アズキの播種期と発病

a). 実験材料および方法

アズキ「宝小豆」を用い、十勝地方の標準播種時期（5月20～25日）を中心に早播区と遅播区をつくり、前項同様の調査を行なった。試験は芽室町褐色火山性土で1区15㎡、3反復とし、栽植密度60cm×20cmの2本立てで、施肥量および管理は慣行法に従い、1966年、'67年、'68年、'70年に実施した。

b). 実験結果

アズキについてもインゲンと同様の傾向が認められた。すなわち、標準播種区（5月20日～25日）に比較して早播ほど開花始日が早く、従って花弁発病日も早く、かつ発病程度も激しかった。逆に

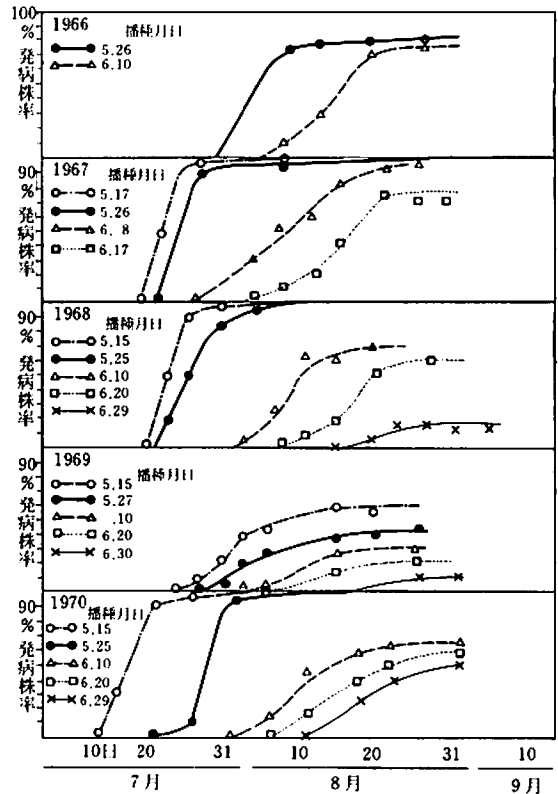


図-9 インゲンの播種期と菌核病発病株率の推移

遅播は開花始日が遅く、また花弁発病日も遅く、その後の発病も緩慢で発病株率も低くとどまった（図-10）。開花始日から花弁発病日までの日数は全体的にインゲンより遅く、6～18日を要するものと思われた（表-36）。収量は菌核病による減収が含まれるために播種期による差は判然としなかった。

3). ダイズの播種期と発病

a). 実験材料および方法

ダイズ「北見白」を用い、十勝地方の標準播種時期（5月21日～26日）を中心に早播区と遅播区をつくり、前項同様の調査を行なった。試験は芽室町褐色火山性土で1区15㎡、3反復とし、栽植密度60cm×20cmの2本立てで施肥量および管理は慣行法に従い、1966年から'68年の3ヵ年実施した。

b). 実験結果

ダイズについてもインゲンおよびアズキと同様の傾向が認められた（図-11、表-37）。すなわ

表 - 36 アズキの播種期と開花始日、花弁発病日、収量

年度	播種月日	発芽始日	草丈	開花始日	花弁発病日	開花始日から花弁発病日までの日数	10 a 当り収量	備考
1966	5月10日	月 日	19.0cm	7月25日	8月12日	18日	— kg	草丈
	26		15.9	30	13	14	—	8月12日
	6. 10		12.1	8. 13	19	6	—	調査
1967	5. 17	6. 1	37.2	7. 24	8. 7	14	149.5	草丈
	26	5	32.7	26	8	13	150.5	8月7日
	6. 8	19	26.3	8. 2	15	13	158.0	調査
	17	25	27.2	7	15	8	158.9	
1968	5. 10	5. 29	34.5	7. 25	8. 6	12	—	草丈
	21	6. 5	27.1	28	10	13	—	7月31日
	30	10	28.5	8. 1	10	9	—	調査
	6. 10	19	19.1	5	15	10	—	
1970	5. 15	5. 28	—	7. 24	8. 7	14	223	
	20	6. 2	—	27	8	12	234	
	25	5	—	29	10	12	228	
	30	8	—	31	12	12	245	
	6. 10	20	—	8. 2	20	18	230	

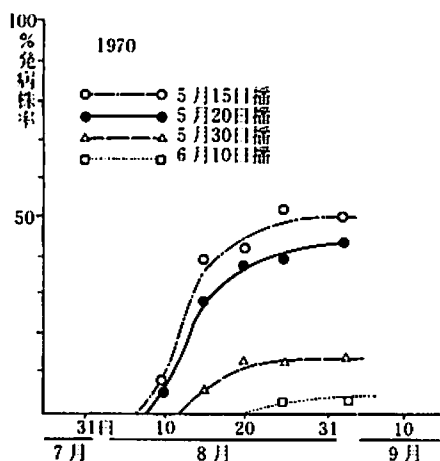


図 - 10 アズキの播種期と発病推移

ち、標準播種区に比較して早播ほど花弁発病日が早く、かつ発病株率の増加は急激であった。これに対して遅播は開花始日が遅く、花弁発病日もおくれ、その後の発病も緩慢で発病株率も低く経過した。開花始日から花弁発病日までの日数は年次

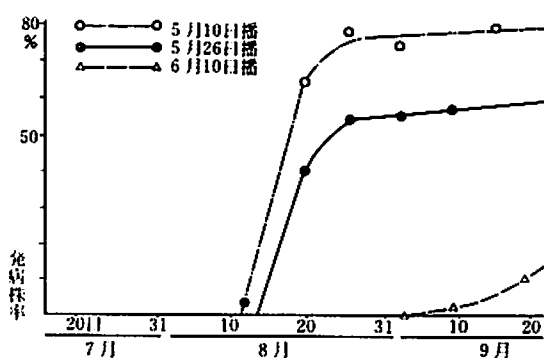


図 - 11 ダイズの播種期と発病の推移

によって多少変動するが全体的に15~21日を要するものと思われた。収量は菌核病等による減収が含まれているため播種期による差は判然としなかった。

4). 小 結

インゲン菌核病の花弁発病日は開花始日からの日数と高い相関があることが認められ、一般年に

表-37 ダイズの播種期と開花始日、花卉発病日および収量

年度	播種月日	発芽始日	草丈	開花始日	花卉発病日	開花始日から花卉発病日までの日数	10 a 当り収量	備考
1966	5月10日	月 日	48.3cm	7月24日	8月11日	18日	—kg	草丈 8月2日 調査
	26	—	52.8	7. 30	15	16	—	
	6. 10	—	37.7	8. 10	26	16	—	
1967	5. 17	5. 27	75.1	7. 21	8. 5	15	196	草丈 8月7日 調査
	26	6. 3	60.7	25	15	21	199	
	6. 8	15	52.3	8. 2	18	16	136	
	17	23	61.1	5	21	16	160	
1968	5. 10	5. 25	65.4	7. 16	8. 5	20	256	草丈 7月31日 調査
	21	6. 2	67.1	22	11	20	251	
	30	9	58.5	25	14	20	262	
	6. 10	18	41.1	30	19	20	237	

は開花始日後ほぼ6日～11日目に発病する。

また、花卉発病日を中心として前10日間の積算日照時間と負相関、平均湿度と正相関がみとめられた。すなわち、開花始日前後からの気象が日照不足でありかつ高湿度が本病の多発生に大きく影響することがわかった。

豆類の播種時期の変動と発病について実験を行った結果、インゲン、アズキ、ダイズともに標準播種区に比較して、早播すると花卉発病日が早く出現し、かつその後の発病株率の増加もいちいちしい傾向を認めた。また遅播すると花卉発病日は遅くなり、かつ発病株率の増加は緩慢で、しかも低率に留まることが明らかになった。この傾向はいずれの年次とも変らなかった。

花卉発病にはじまる発病激増期は開花時期と子のう胞子飛散時期、数および気象との関係に左右される。十勝地方では豆類菌核病の感染源になる子のう胞子は豆類畑ではなく、牧草、てん菜、ジャガイモ畑等で形成された子のう胞子によることは前章で明らかにしたとおりで7月上、中旬にはこれらの畑の中に多数の子のう盤が開盤している。このため、早播によって開花時期が7月上旬になっても感染源の子のう胞子は十分に存在している。また十勝地方の7月の気象は他地方に比較して寡

照、多湿年が多いことから、7月上旬に開花する豆類、とくにインゲンは花卉発病の機会が多く、かつ、その後も繰返し花卉発病がおこり、それから生じた菌糸によって莢、茎、葉などを侵して蔓延するために発病は激しくなるものと結論できる。

3. 肥料と発病

1). 窒素、磷酸、加里の発病におよぼす影響

a). 実験材料および方法

インゲン「大正金時」を用い5月25日に播種し栽培密度は60cm×20cmの2本立てとした。施肥は標準施肥量区に対して窒素3倍区、磷酸2倍区、加里2倍区およびその組み合わせを(表-38)のとおりにした。施肥方法は各区とも標準施肥量までは条施用し、残量は播種覆土後地表全面に施用した。1区面積12.5㎡、3反復で他の管理は十勝農試慣行法で行なった。

b). 実験結果

施肥量を異にしても、発芽、初期生育および開花始日は顕著な影響はみとめられなかった。しかし、生育中期から窒素多肥区で草丈が高く、葉色

表 - 38 窒素、磷酸、加里の組合せ

	処 理 番 号							
	1 (標準施肥区)	2	3	4	5	6	7	8
窒 素	1 (3.5kg)	3	3	3	0	3	0	0
磷 酸	1 (8)	2	2	0	2	0	2	0
加 里	1 (5)	2	0	2	2	0	0	2

注) 数字は標準施肥量に対する倍数 () 内数字は10 a 当り施肥量を示す

表 - 39 窒素、磷酸、加里の生育収量におよぼす影響

番号	処理区別(比)			発芽 始	開花 始	成熟 期	収 量 調 査				
	窒素	磷酸	加里				草丈	着莢数	10 a 当り子実重	同比	1,000粒重
1 (標準)	1	1	1	月 日 6. 6	月 日 7. 12	月 日 9. 4	cm 39	個 11	kg 147.1	100	g 612
2	3	2	2	7	11	6	45	13	212.0**	144	680
3	3	2	0	6	11	6	45	14	214.2**	146	690
4	3	0	2	7	11	6	30	13	213.3**	145	724
5	0	2	2	7	11	1	32	7	104.5**	71	605
6	3	0	0	7	12	7	34	12	203.1**	138	716
7	0	2	0	6	12	1	29	9	129.3**	88	636
8	0	0	2	6	11	1	30	7	92.9**	63	601

注) (1) ** 印は1%水準で有意を示す

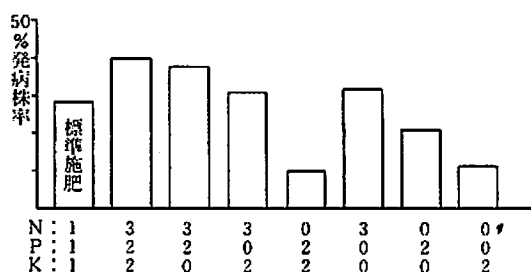


図 - 12 窒素、磷酸、加里の施用と発病

は濃緑となり、生育は旺盛でやや過繁茂となり、成熟期は3～4日遅れた。これに対して窒素無施用区では生育中期から葉色はやや褪緑し、成熟期も3日早くなった。他の肥料の影響は明らかでなかった(表-39)。発病は標準施肥区に比して窒素多用区は明らかに病株率が高く、とくに窒素磷酸多用区でいちいちしい発病をみた。これに対し窒素無施用区はいずれも発病が少なかった(図-12)。一方収量は窒素多用区がいずれも菌核病

の発病株率が高いのにもかかわらず高い収量を示した。

2). 磷酸、加里と発病

窒素肥料を増加すると発病は増加し、減量すると発病が低下することが明らかとなったが、一方窒素肥料の減量は収量の低下になることも明らかとなった。従って窒素肥料を標準施用し、これに磷酸、加里の施用量をかえて本病を軽減しうることについて実験を行なった。

a). 実験材料および方法

試験は芽室町新生と北伏古の2ヵ所で実施したが、土壌は両者ともに褐色火山性土であった。インゲン「大正金時」を用い、5月26日に播種して栽植密度は60cm×20cmの2本立てとした。施肥量は両試験ともに標準施肥量を1N、1P、1Kとし、磷酸は2倍量、4倍量、加里も2倍量、4倍量として組合せた。1区15m²、3反復で実施し

た。なお標準施肥量は新生ほ場では10a 当り要素量で窒素4 kg, 燐酸10kg, 加里7 kg, 北伏古ほ場では窒素8 kg (1 kg:作条施用, 7 kg:覆土後土壌表面施用), 燐酸10kg, 加里5.7kgとした。

b). 実験結果

生育は燐酸, 加里ともに増肥によって良好になり, 草丈もやや高く経過した。ただし, 加里4倍区は全量作条施用したため濃度障害が観察された。中発生の新生ほ場と多発生の北伏古ほ場の発病をみると, 新生ほ場では発病初期に差はないが, 発病盛期には燐酸多用区が多い傾向が認められた。北伏古ほ場では発病初期に燐酸, 加里両者とも多用区が発病の多い傾向が認められたが, 発病盛期には差が認められなかった。以上のように燐酸, 加里を多用しても発病に一定の変動が認められず両肥料の施用によって本病を積極的に防除することは期待できない。

3). 小 結

豆類, とくにインゲンは窒素の多用によって草丈は高くなり, 茎葉も繁茂し旺盛な生育を示すが同時に菌核病は明らかに多く, 発病株率は高くなった。しかしながら収量は窒素多用区で多かった。

このことは本実場ほ場の菌核病は少発生であったため, 窒素多用による着莢数, 1,000粒重の増加が菌核病の被害を上廻ったものと考えられる。従って一般には菌核病による被害は窒素多用により大きいと考える。一方, 窒素無施用では草丈も低く, 茎葉も繁茂せず発病も低く留まった上, 収量も低かった。

ナタネ菌核病では窒素の過度の施用は発病を増大させる(宇都, 1956, '59)場合と窒素が少ないときに発病が多い場合(岩瀬, 井木, 1954)があり, また尿素的葉面散布が発病を軽減させるという報告もあり(古井丸, 1953, '59), その関係は明らかでないが, 豆類菌核病では窒素肥料の多用により茎葉が軟弱に繁茂し, かつ株間湿度も高くなるため菌核病の発生が増加するものと結論される。

燐酸の多用は菌核病の発生を増大するというが(柄内, 1956)本実験では明らかでなかった。また加里の多用もナタネ菌核病の場合, 発病を増加させる例があるが(前田, 1936; 古井丸, 1959)本実験では明らかでなかった。このように燐酸, 加里の場合には作物の生育状態, 発生量および施肥方法, 土壌によって異なることも考えられる。

C. 考 察

豆類菌核病の発生生態を解明することは本病防除上極めて重要であることから, 本病の主要伝染経路および発生環境について検討を行なった。

伝染経路については種子伝染, 菌核菌糸による土壌伝染および子のう盤からの子のう胞子による空気伝染が考えられた。一般種子からの分離結果

表 - 40 燐酸加里の施用と発病

処理区分	草 丈		発 病 株 率				収 量	
	新 生	北伏古	新 生		北 伏 古		新 生	北伏古
	7月26日	7月23日	7月29日	8月13日	7月29日	8月13日	kg/10a	kg/10a
1N, 1P (1 ^k , 2 ^k , 4 ^k)	26cm	25cm	0.4%	44.4%	5.2%	87.0%	139	150
2 "	28	30	0.4	57.6	12.2	94.5	136	167
4 "	29	31	0.4	68.5	12.2	98.5	128	158
1N, 1K (1 ^p , 2 ^p , 4 ^p)	27	29	0.7	57.4	5.5	97.4	129	162
2 "	29	30	0	56.3	12.2	94.5	130	163
4 "	27	27	0.4	57.7	11.8	88.1	143	150
1N, 1P, 1K	26	27	1.1	46.7	5.5	95.6	129	151

保菌率が1.5%あり、種子伝染の可能性も考えられた。しかし、これら種子を播種しても発病を認めなかったことから、種子伝染があるとしても極めて低率と考える。菌核病菌糸は豆類葉上で旺盛な生育を示すが、土壌中では有機物等の炭素源がないとほとんど生育できない。このことから菌糸による土壌伝染も本病の主要伝染源でないことを明らかにした。子のう胞子を作物体に接種したとき健全な茎および葉は全く感染しないが、花卉、枯死植物組織（枯死子葉など）が存在するところからは極めてよく侵入、発病することがわかった。すなわち子のう胞子が豆類菌核病の主要伝染源であり、とくに花卉が侵入門戸として最も重要な役割を果たしていることを明らかにした。このことは一般ほ場で花卉を除去した株はほとんど発病しなかったことから実証された。

以上の結果から子のう胞子を形成する子のう盤の開盤について実験を進めた。開盤している菌核の土壌中の位置は十勝地方の褐色火山性土壌では深さ5~20mmが最も多く、50mm~75mmの深さにある菌核でも開盤することを明らかにした。また開盤は地表の高湿度や遮光によって促進される。従って地上栽培作物によって左右された。すなわち土壌に菌核が存在している場合、牧草、ジャガイ

モ、てん菜等地表うっぺいの早い作物を栽培すると開盤は早く（6~7月）、かつ多数形成することがわかった。このように早期にしかも多数開盤した子のう盤の子のう胞子が伝染源となって豆類菌核病を感染させるのである。一方、菌核は土壌中で5~6年、乾燥状態では10年以上生存することを明らかにした。

豆類菌核病の発生には子のう胞子の形成が必要であるが、作物の生育状態等の環境も大きく関与していることは疑いのないところである。発病に関与する気象条件としては花卉発病日を中心とした前後10日間、とくに前10日間の日照が負相関、湿度が正相関があることが解析された。また播種の早晚によっても発病は異なり、十勝地方のインゲンの場合、早播は発病が早く、かつ激しく、遅播は発病が遅く、かつ軽微であった。この傾向はダイズ、アズキについてもみられた。窒素の多用は作物を軟弱にし、かつ茎葉の過繁茂を促し発病を増大させることがわかった。これらの発病環境の解明は発病予測あるいは耕種的防除対策として極めて重要な示唆を与えるものである。

また主要伝染経路および子のう胞子の感染部位を明らかにしたことは本病防除の重要な手がかりといえる。