黒痘病に対する大豆の病斑形成及び抵抗過程

田 杉 平 司 ・ 茂 木 静 夫*

Heiji TASUGI and Shizuo MOGI: Resistance of soybean leaves to the scab, caused by *Sphaceloma glycines*.

大豆品種の本病に対する抵抗性の差異は比較的明瞭である¹⁻⁸⁾。本病病原菌を大豆に接種する場合好適な条件下では、罹病性品種は接種後約1週間で病斑を認めることができる。然し抵抗性品種では肉眼で観察され得る程度の病斑を形成しないのが普通である。その原因として組織的な抵抗現象が見られた¹⁰⁾。そこで、抵抗性並に罹病性品種間における組織変化の比較及び同一品種内における組織の成熟度による差異を比較検討したので、その結果をここに報告する。

1. 材料及び方法

供試品種は抵抗性品種（十勝長葉，北見長葉，農林4号，同5号），罹病性品種（農林1号，十勝裸，うご大豆）及び中間性品種（農林2号，撫子1号，赤茨，岩手1号）を供試した。

種子はウスプルン1,000倍液に1時間浸漬，殺菌後径5寸の素焼鉢に5～6粒宛播種し，発芽後生育のほぼ均等な個体を選び，2本仕立とした。

接種法は菌苔接種と孢子接種（全面或は点滴）とによつた。菌苔接種に際しては，先ず蔗糖加用馬鈴薯寒天培地に約1カ月間培養した菌苔を，乳鉢で磨砕し，糊状としたものを接種源とし，接種後乾燥と脱落とを防ぐため殺菌水を含む脱脂綿で接種箇所を覆つた。孢子接種の場合には，罹病茎葉上に形成された孢子を殺菌水で洗い落とし，その孢子懸濁液を用いた。全面接種には噴霧器を用い，点滴接種の場合には，孢子懸濁液1白金耳量を接種部位に滴下した。孢子濃度は600倍率で1視野，約100～200個の孢子を算える程度とした。いずれの場合も接種後は湿度飽和，22～28℃の接種箱内に4～5日間置き，その後は戸外に移した。

発病調査は菌苔接種では接種後15～16日目に罹病株数を，孢子接種では接種10日後に葉位別の発病を調査した。

組織解剖に用いた材料は主に葉組織で，葉令によつて，幼葉〔未展開葉及び展開後間もない葉（展開2～3日を経たもの）〕，成葉〔完全に伸長した葉（展開5～10日）〕，老葉〔展開後10日以上経た葉〕に区別し

た。これらの材料を接種5, 15, 20及び30日後に夫々固定した。但し侵入経過の材料は接種24, 48及び72時間後に固定した。固定液としてはFAA液を用い，常法により厚さ10μの切片を作製した。染色はGentian violet, Safranin, Orange Gによる三重染色を行つた。スベリン化はSudan IIIにより，リグニン化はAniline blueと濃硫酸の処理，及びSafraninと酸性アルコールによる2方法により識別した。

2. 供試品種の罹病状況

供試品種の発病状態は次の通りである。

a. 菌苔接種

第1表 菌苔接種による発病

供 試 品 種 名	第1回接種		第2回接種	
	接 種 株 数	発 病 株 数	接 種 株 数	発 病 株 数
R 農 林 5 号	8	0	8	0
R 農 林 4 号	8	0	8	0
R 北 見 長 葉	8	0	7	0
R 十 勝 長 葉	8	0	8	0
M 岩 手 1 号	8	0	8	1
M 農 林 2 号	8	2	8	3
M 撫 子 1 号	8	3	8	2
M 赤 茨	8	2	8	2
S ウゴダイズ	8	4	8	5
S 農 林 1 号	8	5	8	7
S 十 勝 裸	8	7	7	7

R: 抵抗性品種 M: 中間性品種 S: 罹病性品種

備考: 第1回接種: —7月3日; 播種6月20日; 本葉数2; 各品種の平均草丈7～13cm.

第2回接種: —7月11日; 播種6月20日; 本葉数3～4; 各品種の平均草丈11～18cm.

b. 孢子接種

第1～3表によれば品種間に抵抗性の差が明らかに見られる。第2・3表より病斑形成は葉・葉柄位によつて明らかに差が認められ，一般に成熟した葉・葉柄ほどその病斑数は少くなつてゐる。なお，潜伏期間は，菌苔接種では10日前後，孢子接種では4～5日である。

* 東北大学農学部植物病理学研究室

第2表 各品種の葉・葉柄位における発病(全面接種)

品 種 名		調査月日		7 月 24 日 (接種 5 日後)										8 月 3 日 (接種 12 日後)															
		部 位 別 葉・葉柄位		葉 位					葉 柄 位					葉 位						葉 柄 位									
				1~5	6	7	8	9	1~4	5	6	7	8	1~4	5	6	7	8	9	10	1~3	4	5	6	7	8	9		
R	農 林 5 号	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
R	農 林 4 号	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
R	北 見 長 葉	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
R	十 勝 長 葉	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
M	岩 手 1 号	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—		
M	農 林 2 号	—	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—		
M	撫 子 1 号	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—		
M	赤 莢	—	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—		
S	ウ ゴ ダイ ズ	—	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—		
S	農 林 1 号	—	+	+	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	—	—	
S	十 勝 裸	—	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	+		

備考： 播種5月29日，接種7月19日(本葉数6~7枚)。葉・葉柄位は第1本葉及び第1本葉々柄を1として算える。病斑数は10株中，発病株の平均の概数を示す。

+……病斑数50以下，++……同50~100，+++……同100以上。

第3表 各品種の葉・葉柄位における発病(点滴接種)

品 種 名	部位別 葉・葉柄位	部 位 別 病 斑 数										発病率	
		葉 位					葉 柄 位					供試 株数	発病 株数
		1	2	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9
R 農 林 5 号		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	0
R 農 林 4 号		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	0
R 北 見 長 葉		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	0
R 十 勝 長 葉		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	0
M 岩 手 1 号		—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	8	5
M 農 林 2 号		—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	9	8
M 撫 子 1 号		—	—	+	+	+	—	—	+	+	—	10	10
M 赤 莢		—	—	+	+	+	—	—	+	+	—	10	10
S ウゴダイズ		—	—	+	+	+	—	—	+	+	+	10	10
S 農 林 1 号		—	—	+	+	+	—	—	+	+	—	10	10
S 十 勝 裸		—	—	+	+	+	—	—	+	+	+	10	10

備考： 播種6月20日；接種8月10日(本葉数6~8枚)；葉・葉柄位は第2表に準ずる。病斑数は供試株中，発病株の平均概数を示す。+……病斑数20以下，++……病斑数20~100，+++……病斑数100以上。

3. 侵入経過と病斑

病斑形成は侵入に好適な条件下では接種後4~5日，通例1週間内外を要している。侵入適温は本菌の発育適温25℃とほぼ同じく24~27℃の範囲にある。侵入の湿度条件は，分生胞子の発芽条件同様水滴又は100%の湿度を要する。侵入と光線の有無との関係は判然としなが，分生胞子発芽率は照射区(人工光線)が対照区に比べて優つている^{10,11)}。

初期病斑は淡黄緑色を呈し，次第に中心から褐色を帯び，後期に至つて黒化する。典型的な瘡癬状を呈する黒色病斑は葉柄，茎，莢に多く見られる。葉病斑は葉脈に沿つて現われることが多く，発病後期には多数の病斑が密着，癒合して不整形を呈する。但し，子葉及び花器には病斑を形成しない。

分生胞子は葉，葉柄，茎，莢等の表皮細胞上に附着，発芽し，表皮細胞縫合部又は表皮細胞を貫通，或は気孔より侵入する。胞子の寄主体上に於ける発芽形態は，スライドガラス上の発芽と同様，寄主体上で2細胞となり，続いて主にその両端より発芽し，これらの菌糸で侵入する例が多い(第1図)。侵入は繊細で極めて認めにくい侵入糸をもつて行われる。

第1図 分生胞子(S)表皮細胞侵入

侵入に要する時間は通例接種後24時間内外である。被侵入表皮細胞には侵入が行われた後直ちに細胞内容物の変化、即ち、褐変、凝固し初めると共に細胞全体の扁平化が認められる。

上記侵入経過は抵抗性、罹病性品種共に同様である。表皮細胞への侵入は品種の抵抗性、罹病性いずれの場合でも行われるが、その後の菌糸の進展及び寄主細胞の示す反応が明らかに異なり、抵抗性品種では、菌糸の侵入は表皮細胞のみでとどまるのに対し、中間性、罹病性品種では侵入菌糸は柵状組織細胞間隙を伸長し、広く内部組織を侵害する。

4. 病斑組織の解剖

A 抵抗性品種

肉眼で観察され得る病斑は形成されない。しかし、表皮細胞への侵入は事実行われて居り、表皮及び柵状組織の細胞変化は、組織の老幼即ち成熟度によつて違った様相を示す。従つて病斑組織は便宜上前記葉令別に区別し、夫々を解剖した。

(1) 幼葉病斑 侵入部位の表皮細胞は褐変し、次第に凝固する。柵状組織内に侵入した菌糸を見ることは殆んどない。極めて少数例として柵状組織内に侵入菌糸を見出したが、2～3の柵状組織細胞が病変しているにとどまり、病勢の進展は見られない。この場合、多くの菌糸は表皮細胞侵入後間もなく死滅するものと思われる。この時期の組織は成育最盛期に当たつていたので、次第に伸長増大する周囲の細胞群によつて侵入部位細胞は圧迫され、終には組織内に埋没するような外観を示す。

菌苔接種の場合に見られる組織変化は次の通りである。表皮細胞の変化は孢子接種の場合と同様な経過をたどつて褐変、凝固するが、侵入部位直下の柵状組織は接種15日後頃に顆粒状変性を起している。顆粒はなかり大形で細胞内に充満し、葉緑粒、核は認められず、細胞全体が灰黒色を呈する。顆粒化は柵状組織だけに見られ、しかもその範囲は被侵入表皮細胞直下の柵状組織に限られている。接種30日後に於ても顆粒状変性には、それ以上の変化は見られない。このような組織内には侵入菌糸は認められず、菌糸は表皮細胞内で死滅するものと思われる。

(2) 成葉病斑 この時期の組織は幼葉の場合と異なり防衛組織の形成が最も顕著に現われる。被侵入表皮細胞は幼葉と同じく褐変、凝固し、侵入菌糸は柵状組織内に見られない。接種5日後に、侵入部位の柵状組織上層細胞は葉緑粒が減少し、核が明瞭に見られ

ようになる。細胞膜が肥厚するに伴い個々の細胞が僅かに肥大して細胞間隙は減少する。即ち防衛層形成の初期状態を示す(第2図)。このような細胞は分裂能を有し、コルク形成層の役割を演ずるものと考えられる。通例、健全葉組織の柵状組織は2層から成つてゐるため、漸次下層細胞層にも変化が生ずる。これらの細胞の異常分裂により、終には、柵状組織は3～5層の木栓防衛層を形成するに到る(第3、4図)。その分裂の様式は多くは交層分裂であるが、ときに竝層分裂も認められる。木栓防衛層を形成した細胞内には葉緑粒が殆んどなく、核は明瞭に染色され、核の崩壊及び偏在は認められず、その大きさにも異常がない。被侵入表皮細胞と異常分裂した柵状組織(即ち分裂細胞

第2図 木栓層の形成初期(接種5日後、農林5号成葉)被侵入表皮細胞(1)直下の柵状組織が厚膜となり核が見える。

第3図 木栓層の形成(接種15日後、農林5号成葉)被侵入表皮細胞(1)直下の柵状組織は分裂し、厚膜の木栓層(2)を形成する。核(3)が良く染色される。

第4図 木栓層の形成(品種農林5号成葉)

群)との境界面及びその周辺の細胞膜は最も著しくスベリン化する。時日の経過と共に、異常分裂細胞群の表層細胞は、細胞内容物を殆んど消失し、細胞膜の肥厚及びスベリン化が益々進行して、典型的な木栓層を形成する。但し、これらの細胞膜にはリグニン化の徴候は見られない。異常分裂細胞群の細胞は表層ほど形は小さく、緻密に集積、下層に至るに従つて形も大きくなる。従つて、これらの細胞群は侵入部位を頂点として三角形状を示している。異常分裂は柵状組織に限らず、海綿状組織にも見られ、柵状組織と同様な変化を経て細胞の分裂と集積とが生じ、終に防衛層を形成する。葉の裏面より侵入した場合の経過は葉の表面から侵入した場合と同様である。このような変化によつて、侵入部位組織は侵入方向に隆起し、健全組織と明らかに区別し得るようになる。しかし、この隆起は肉眼で観察される程のものではない。

葉柄及び茎の組織では上述の典型的な異常分裂は見られず、表皮細胞への侵入に止まる。従つて、皮層及び内皮組織部位には何らの変化も認められない。

菌苔接種の場合にも木栓防衛層の形成が認められ、異常分裂細胞群は孢子接種の場合よりも広範囲に亘つて形成される。異常分裂の様相及び組織変化は孢子接種の場合と同様である。但し組織の隆起は侵入部位と逆の方向に現われるが、肉眼で識別できる程のものではない。

(3) 老葉病斑 成育を終えた老葉は、幼葉の場合と略々同様の経過をたどる。被侵入表皮細胞及びその周囲の数細胞が褐変凝固するにとどまり、柵状組織内に菌糸の侵入することは全く見られない。ただ、幼葉の場合と異り、被侵入表皮細胞の著しい変形、萎縮は見られず、従つて形態的に大きな変化を生じない。侵入をうけて褐変、凝固した細胞はそのままの形で残され、以後病斑の進展は見られず、細胞内の菌糸は死滅したものと考えられる。

菌苔接種の場合は、被侵入表皮細胞に菌糸の迷走が見られるが、柵状組織内への侵入は見られない。柵状組織細胞は砂粒状構造を呈し、その顆粒は一樣に濃褐色又は褐色に着色する(第5図)。これらの細胞は、以後その内容物が凝集、乾固状となるか又は消失して空洞化し、いわゆる退行性病変を示す。しかし、この病変は狭い範囲に限定され、組織が空洞化を呈しても凹陷、変形及び崩壊することがない。従つて壊疽性病変は示さない。砂粒状変性を起した細胞の周辺細胞では、葉緑粒が減少し、多くの場合核が明瞭に見られるようになる。

第5図 柵状組織に見られる砂粒状変性(1)
(接種20日後、農林4号老葉)
表皮細胞内に菌糸(2)の迷走が見える。

第6図 被侵入表皮細胞の褐変、細胞間隙を伸長する菌糸が見える。(品種 十勝裸)

B 罹病性品種

(1) 幼葉及び成葉病斑 表皮細胞に侵入した菌糸は、周囲の表皮細胞を侵しながら、柵状組織の細胞間隙を縫つて伸長する(第6図)。同時に、その組織の細胞葉緑粒は縮小崩壊し、終には消失する。細胞は原形質分離状態を示しつつ褐変し、扁平化する。核は細胞が褐変する前に崩壊するようである。菌糸が柵状組織の上層を侵害し下層に達する時期には、菌糸は上層細胞内を迷走する。細胞の扁平化及び壊死により組織は凹陷し壊疽的な退行性病変を示す。下層細胞の壊死が起る時期には、細胞内を迷走している菌糸は相互に密着して石垣状となり、無色乃至淡褐色のいわゆる子座状菌糸層(Stromatic layer)を形成し始める。子座状菌糸層は肉質で2~4層から成り、横に拡つて柵状組織内に充満する。このような菌糸層の上に分生孢子堆が形成される。分生孢子堆が形成される頃には褐変扁平化した表皮細胞列は破れ、分生孢子堆が露出する。露出した分生孢子堆上に分生孢子梗を形成する。その形状を見ると、梗は頂端が突出した円錐形をなしその頂端に1個宛の分生孢子が形成される⁹⁾。分生孢子形成期には、侵害は海綿状組織に及び、更に裏面表皮細胞内にも菌糸をみるに至る。菌侵入後、病斑上に分生孢子を形成する迄には約2週間を要する。

菌苔接種では、接種菌苔下の表皮細胞は侵入をうけて褐変、凝固しやがて、病斑を形成する。しかし、つ

ねに接種菌苔下に形成するとは限らず、菌苔周辺の組織に発病を見ることが多い。菌苔下の柵状組織は葉緑粒が著しく減少し、多くの場合黄色化を呈する。

(2) 老葉病斑 罹病性品種に於ても老葉には病斑が形成され難いことは、第2, 3表に示す通りである。病斑の形成される経過は幼、成葉のそれと同様であるが、狭い範囲の組織の侵害に止まる為、病斑は肉眼で判別し難い。即ち侵入菌糸の侵害は表皮細胞と数個の柵状組織細胞のみに止り、侵害をうけた細胞のみが褐変、凝固し、その周辺細胞には何らの変化も認められない。

菌苔接種では菌苔下の柵状組織細胞が顆粒状変性を呈する。葉緑粒の消失、核の崩壊が認められ、灰黒色のかなり大きな顆粒で充塞される。又、黄色化する例も見られる。いずれの場合でも、幼、成葉と異なる点は、組織全体の形態的な変形及び崩壊が現われないことである。

C 中間性品種

(1) 幼葉及び成葉病斑 中間品種は、病斑組織の形状及び病害進展状況に明らかな特徴をもっていないが、抵抗性の程度により組織変化が異なっている。抵抗的組織変化に強～弱、種々の段階があり、又病斑組織内に局部的に防衛層を生ずる場合もある。その組織変化は環境により差異を生ずることがうかがえる。例えば、岩手1号種のような比較的抵抗性の大きな品種では、抵抗性品種に見られるような組織変化を示すが、環境条件の不適當な場合(低温、日照不足、肥料過多、過水分等)には罹病性品種に見られる病斑組織

第7図 中間品種(撫子1号)の病斑組織、壊死病斑(1)と分裂組織(2)とが見られる。

第8図 中間品種葉の病斑組織(品種撫子1号)

(壊疽的病变)を形成し、分生孢子を多く形成する。この場合には、1病斑内に滅損壊死の罹病組織を囲み、抵抗的な異常分裂の初期状態を示す組織が併存している場合がある(第7, 8図)。

5. 考 察

抵抗現象が組織抵抗又は形態抵抗として発現する例は少なくない¹⁰⁾。本菌と同属菌である *Sphaceloma fawcettii* は柑橘に寄生し瘡癰病を起し、罹病果実はかなり広範囲に亘る木栓層組織を形成する¹³⁾。また桐黒痘病に於ても罹病した枝の表皮組織に同様な木栓層を形成する¹¹⁾。両者共に罹病組織は広範な柔組織分裂細胞層上にコルク形成層を、その上に木栓層(コルク層)を形成する。然し本病では、罹病性品種の葉及び葉柄組織にこの現象は認められず、抵抗性品種の成葉組織にのみ認められる。抵抗性品種の成葉に見られる抵抗組織は、前記両病害のような明瞭な組織分化は見られず、柵状組織及び海綿状組織がコルク形成層を形成し被侵入表皮細胞とこれらの異常分裂細胞層との間に1～2層のコルク層を形成するのみにとどまる。

此の類の菌は分裂期の幼組織を侵害する傾向をもち幼組織は木栓層形成前に、盛んに分裂しているのも、柔組織の異常分裂が見られるものと考えられている¹¹⁾。本病抵抗性品種の幼葉には成葉に見られた異常分裂は起さず、表皮細胞のみが侵害を受け、そのほかは正常な成育を続ける。このことから本病に対する抵抗現象は上述の組織抵抗のみならず、幼、老葉に見られる被侵入表皮細胞の過敏的な反応は、Hart¹⁴⁾のいう抵抗性要因のうちの原形質的抵抗性の一例と考えられる。抵抗性が寄主の生育時期によつて異なること或は寄生菌の侵害が寄主組織の部位によつて異なることは従来より知られている。しかし、本病のように、前述の組織抵抗と共に細胞の原形質的抵抗性が、葉の成熟度により時期を異にして発現することは興味あることである。

なお単なる、機械的傷害に対して大豆組織が如何なる反応を示すかを見て病菌侵入の場合と比較したのでその結果を附記する。機械的に傷害を与えると、傷害中心部は崩壊空洞となり、そのまわりに明瞭な傷痕木栓層を形成する。この外周に1～2層のコルク形成層を、更にそのまわりに健全組織に接して変形柔組織細胞層が形成される。この変化は品種の如何にかかわらず同様である。

摘 要

大豆黒痘病に対する抵抗性、罹病性品種の病斑形成

及び組織解剖による両品種の抵抗過程を観察した。

1. 接種試験の結果、抵抗性品種は全く肉眼的病斑が認められない。罹病性及び中間性品種は、組織の成熟度により発病が異なり、幼組織ほど発病し易い。

2. 罹病性品種では菌侵入後、病斑を形成更に子座状菌糸層をつくり、分生胞子を形成する。潜伏期間は約1週間、侵入後胞子形成迄に約2週間を要する。

3. 抵抗性、罹病性品種共表皮細胞への侵入は認められるが抵抗性品種では表皮細胞侵害のみで止まるのに対し、罹病性品種では菌糸が柵状、海綿状組織迄侵害して病斑を形成する。

4. 抵抗性品種の幼、老葉期の組織では、殆どの場合細胞が褐変凝固するが、柵状組織には何らの変化も見られない。成葉期の組織では、侵入部位柵状組織が異常分裂を生じ木栓防衛層組織を形成する。

5. 中間性品種では、日照不足、低温、肥料過多、水分過剰等の環境要因により、その病斑形成及び病斑組織に変化が見られる。

(1958年8月14日受理)

引用文献

- 1) 岩手農試：大豆黒痘病に関する研究報告 第1報，昭 29. (1954).
- 2) ———：同上，第2報，昭 30. (1955).
- 3) ———：同上，第3報，昭 31. (1956).
- 4) 長野農試：昭和24年度(夏作)作物病害に関する試験成績。(1950).
- 5) ———：昭和25年度，同上。(1951).
- 6) ———：昭和26年度，同上。(1952).
- 7) ———：昭和27年度，同上。(1953).
- 8) 倉田 浩：植物防疫，7(3,4)：108~112. (1953).
- 9) ———：農技研病理科中間報告，6：146~170. (1953).
- 10) 田杉平司・田部 真・茂木静夫：日植病報，21(2, 3)：122. (1956).
- 11) 吉井 甫：解剖植物病理学，東京(1947). p. 91.
- 12) 北日本病害虫研究会：北日本病虫研特報，第4号，大豆黒痘病に関する研究。(1957).
- 13) Cunningham, H. S.: Phytopath., 18: 539~545. (1928).
- 14) Hart, H.: U. S. Dept. Agr. Tech. Bull., 266. (1931).
- 15) Gäumann, E.: Phytopath., 36: 624~633. (1946).

Summary

It has been known that there are distinct varietal differences of resistance to the soy-bean scab, caused by *Sphaceloma glycines* Kurata et Kuribayashi. In inoculation tests on 11 varieties, no lesions are found on 4 resistant varieties (Nôrin No. 4, No. 5, Tokachi-nagaha and Kitami-nagaha), but, on 4 moderately resistant (Nôrin No. 2, Nadeshiko No. 1, Akasaya and Iwate No. 1) and susceptible (Nôrin No. 1, Tokachi-hadaka and Ugo-daizu) varieties many lesions are produced. The number of lesions differ at the growth stages of leaves (young, mature and old), the young tissues being more susceptible than the mature or old ones.

When the susceptible varieties are inoculated, the causal fungus penetrates into the epidermal cells of leaves, stems and petioles by the infection peg produced from the germ-tube, within 24 hours after inoculation. The penetrated hyphae spreads gradually into the palisade and spongy tissue. Within the infected cells, the decrease of chloroplasts, collapse of nucleus, and the bro-

wning and coagulation of cytoplasm are observed. In this case, the incubation period is ordinarily about a week and the sporulation is seen in two weeks after inoculation.

On the resistant varieties, when inoculated on young and old leaves, only the epidermal cells are invaded, and the infection is not observed generally in the palisade and spongy tissue, revealing no sign of changes in these tissues. When mature leaves are infected, however, abnormal cell divisions at the palisade tissue under the infected epidermal cells are observed, forming cork cambium layer finally. This layer consists of sclerenchymatous cells of 3~5 layers, and it seems that the mycelium of the causal fungus can not penetrate through the layer.

On the moderately resistant varieties, the occurrence of lesions and the resistance reaction of the tissue are influenced by the environmental conditions and nitrogen fertilizer.

(Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai, Japan)