

アズキ落葉病抵抗性の育種学的研究

II. 品種間差の成立経過

千葉 一美*

1976年と1977年の2ヵ年にわたり、前年は外部形態を、後年は植物体内における病勢の伸展状況を調査した。本病の伝染は主として土壌に生息する菌によって起こるが、病土における根の褐変は6月中旬ごろから観察され、褐変程度の品種間差は9月上、中旬に至り顕著となった。根部、地上部の生育も同様に9月に至り品種間差が明らかとなった。葉の萎凋、枯死等の症状は8月中旬ごろからみられ、根部の褐変状況とは直接的な関係はないものと思われた。本病菌は根部から侵入し、維管束を通じて茎上部に伸展するとされているが、茎部切断面の経時的な調査の結果、感染時期に品種間差は認められず、被害程度の品種間差は茎内部における病勢の伸展速度の差によっていることが明らかになった。

緒 言

アズキ落葉病 (*Cephalosporium gregatum* Allington et Chamberlain) は北海道において茎疫病とともに最も発生面積の多い病害であり、発生した場合の被害程度は大きく、被害面積は平年で栽培面積の10%にも達しており³⁾、アズキ栽培にとって最も重要な病害となっている。

十勝地方では近年、低温年に多発する傾向があり、冷害によるとされている減収の中に本病が係っている面も少なくないものと思われる。

この病気は土壌中に生息する菌によって発生し⁸⁾⁹⁾、罹病根茎部で長期間生存するため、畑作地帯ではイネ科作物等を取入れた長期輪作以外に経済的に有効な防除手段はないが、水田転作栽培においては夏期に湛水することにより防止できるとされている。しかし、青田によれば種子に付着して伝染する可能性があり³⁾、以前に栽培したこともない水田転換畑等で発生する場合もあり、ほ場に播種された後の防除法は有効なものはなく、育種的な対応が望まれている。

前報において著者は、多くの品種をアズキ落葉病菌生息場（以下「病土」と略称）で栽培し、長期輪作ほ場（以下「健全土」と略称）におけるその生育量と対比して、若干の品種に被害の少い

ものがあることを報告³⁾したが今回は品種間差の成立経過について調査を行った。

試験方法

1. 供試材料

1976年：前報で抵抗性強と判定された「赤豆」および弱と判定された「安内黒豆」、「黒小豆 (刈114号)」、「山田小豆 (南幌)」

1977年：抵抗性の強い品種群から「赤豆」、「円葉 (刈63号)」、「丸葉 (刈68号)」、「小納言 (刈57号)」、抵抗性の弱い品種群から「茶殻早生」、「安内黒豆」、「紋別26号 (新潟)」

2. 供試ほ場

1970年からアズキを連作して造成した十勝農試病虫予察科の病害試験ほ場。

3. 栽培概要

栽植密度は畦幅60cm 株間10cm 1本立。センチュウ防除のため5月上旬 EDB40~60 ℓ /10a 施用し、施肥量、栽培管理は十勝農試の小豆標準栽培法によった。播種日は1976、1977年ともに5月27日。

4. 試験区の配置

乱塊法3反復、1区2.4m² (4 m 畦1畦)。

5. 調査材料の採取方法

1回の調査には1区3~4個体、3反復合計10個体を供試し、サンプリング時期は6月下旬から9月中旬まではほぼ1週間おきに行い、1976年は6月24日、7月6日、同23日、8月5日、同20日、9月3日、同17日の計7回、1977年は6月21日、

1984年12月6日受理

* 北海道立十勝農業試験場、(現 北海道立根釧農業試験場、086-11標津郡中標津町)

7月4日, 同21日, 8月3日, 同18日, 9月13日の計6回であった。

6. 褐変指数の設定

根部の褐変指数は掘取った総量に対する褐変部の比率を視認により0から10に分類し, 主茎内部における褐変指数は茎を薄く輪切にし, 解剖顕微鏡(30倍)で観察し, 切断面に占める褐変部の比率により, 以下の基準で指数を設定した。なお7月下旬は茎断面の褐変指数は極めて小さく, 維管束部の褐変が小さい点として観察されたのでその褐点数を調査した。

0: 褐変の全く認められないもの。

- 1: 褐点が一層の輪を形成するかあるいは褐変部の面積が切断面の10%程度のもの。
5: 褐変部が切断面の50%程度のもの。
10: 緑あるいは白い部分の全く認められないもの。

調査結果

1. 根の褐変および根部, 地上部の生育

この調査は主として1976年に行ったものであるが, 同年は低温年であり, アズキ落葉病の被害も激しい年であった。

根の褐変状況と主茎本葉に現われる萎凋, 枯死

第1表 根の褐変指数と葉の萎凋枯死

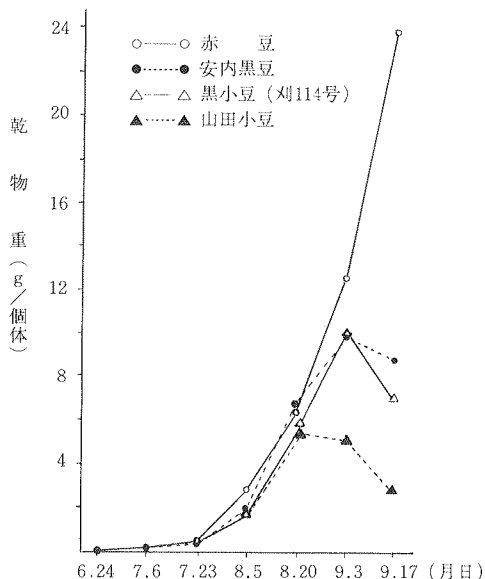
項目	調査月日 品種名	6.24	7.6	7.23	8.5	8.20	9.3	9.17
根の褐変指数	赤 豆	8/10	0.2	2.0	4.3	2.6	3.2	4.9
	安内黒豆	4/10	0.4	1.9	3.6	1.9	3.8	8.3
	黒 小 豆	6/10	0.2	2.1	4.4	1.8	3.1	8.6
	山田小豆	4/10	0.4	2.0	4.6	3.3	7.2	9.9
葉の萎凋・枯死	赤 豆	0/0.1	0 /1.2	0 /2.8	0 /6.3	0 /8.3	0 /10.8	0 /13.8
	安内黒豆	0/0.2	0 /1.0	0 /2.9	0 /6.0	1.4/8.8	4.5 /10.6	9.6 /12.3
	黒 小 豆	0/0.2	0 /1.1	0 /3.0	0 /6.6	0.8/8.9	5.1 / 9.9	9.8 /10.5
	山田小豆	0/0.1	0 /1.1	0 /2.6	0 /5.5	1.6/7.9	6.7 / 8.1	8.4 /9.1

注 根の褐変指数の項6月24日調査分は, 褐変個体数/調査個体数, 茎の萎凋・枯死欄は主茎着生本葉の発病葉数/展開葉数である。

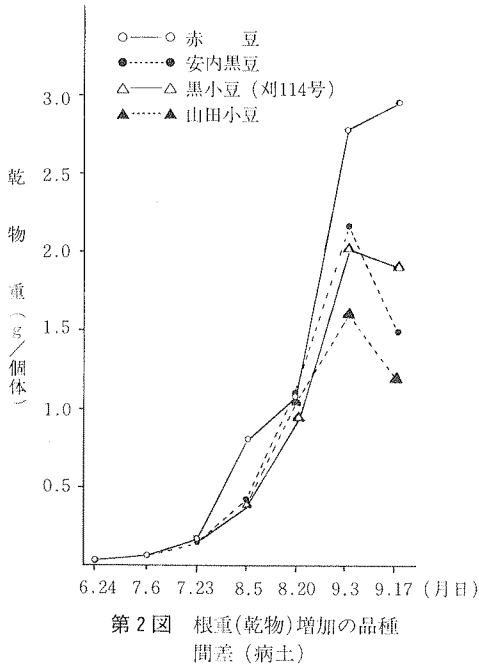
の経時的な変化を第1表に示した。

根の褐変は6月24日の調査では軽微であり, 外見的に異常のみられないものもあった。褐変指数は8月5日まで徐々に増加したが, 同20日にはそれまで褐変を示していた部分が脱落し, 新たな発根も盛んとなり, 見掛け上の褐変指数は小さくなった。その後指数は再び徐々に増加したが, 供試品種の中で最も成熟期の早い「山田小豆」は急激に褐変が進んだ。9月17日には品種間差が顕著となり, 抵抗性の弱い「安内黒豆」等の褐変指数は8以上となったが「赤豆」のそれは5以下であった。

葉の萎凋, 枯死等の症状は8月5日まではいずれの品種にも認められなかったが, 14~15日ごろから発生し, 抵抗性の弱い品種で急速に増加していったが「赤豆」では何等の異常も認められなかった。



第1図 地上部重(乾物)増加の品種間差(病土)



根及び地上部の乾物重の推移を第1図、第2図に示した。

根部、地上部重ともに8月20日までは各品種ほぼ同様の経過を示していたが9月3日に至り、成熟期の早い「山田小豆」は葉の枯死脱落により地

上部の乾物重が減少に転じ、「安内黒豆」、「黒小豆(刈114号)」も漸次減少を示した。根重も同様に抵抗性の弱い品種では9月3日が最大となり、以降減少したが「赤豆」は根部、地上部ともに9月17日まで増加した。

2. 主茎内部の褐変状況

この調査は1977年に行ったものである。同年は気象経過がほぼ平年並であり、全道の落葉病発生面積は平年に比べてやや多かったが被害面積は平年並であった。供試場の病害発生も平年並と思われ、被害解析には充分の状況であった。

主茎各部における切断面の病状を第2表に、褐変指数の経時的な変化を第3表から第5表に示した。

第2表 7月21日における茎断面の病状

品種名	調査項目	
	子葉節褐点数	地際部褐点数
茶 殻 早 生	8.5	1.8
小 納 言 (刈 57 号)	6.8	0.7
赤 豆	6.1	0.9
安 内 黒 豆	7.8	2.2
円 葉 (刈 63 号)	6.0	0.8
紋 別 26 号 (新潟)	7.2	1.1
丸 葉 (刈 68 号)	5.3	1.8

第3表 8月3日における茎断面褐変指数の品種間差

品 種 名	子葉節	地際部	第1節	第2節	第3節	第4節	第5節	第6節	第7節
茶 殻 早 生	3.00	2.83	2.90	1.30	0.57	0.15	0.00	0.00	0.00
小 納 言	3.85	1.09	0.44	0.24	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01
赤 豆	2.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
安 内 黒 豆	1.69	0.42	1.47	0.71	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00
円 葉	1.50	0.58	0.47	0.28	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00
紋 別 26 号	2.12	1.74	2.02	0.84	0.23	0.04	0.00	0.00	0.00
丸 葉	1.21	0.58	0.37	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

茎内部の病状は7月4日まで、褐変等の異常は認められなかったが7月21日には土中にある子葉節及び地際部において維管束が褐変しているのが褐点として観察された。しかし、その上部、第1節等では異常は認められなかった。子葉節及び地際部における褐点数には品種間差は認められなかったが8月3日以降褐点は拡大して融合し、漸次上部に展開するとともに各節位における褐変指数も大きくなっていった。成熟期が近似すると思わ

れる「円葉(刈63号)」および「紋別26号(新潟)」の経時的な褐変指数の変化を第3図に示した。

茎内部の褐変指数は基部節位で大きく、上位節になるに従い減少するが、第1節位における褐変指数の推移を第4図に示した。

9月1日の調査は行なわれなかったが、同13日の調査時には「茶殻早生」、「安内黒豆」は全株枯死しており、褐変指数の調査はできなかった。

第4表 8月18日における茎断面褐変指数の品種間差

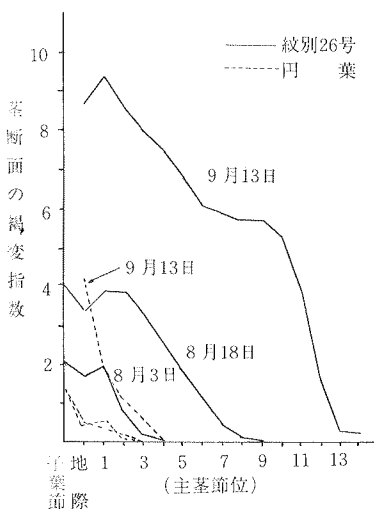
品 種 名	子葉節	地際部	第1節	第2節	第3節	第4節	第5節	第6節	第7節	第8節	第9節	第10節	第11節
茶 殻 早 生	4.60	4.60	4.70	4.60	3.50	2.54	1.85	0.90	0.32	0.05	0.01	—	—
小 納 言	3.15	0.70	0.87	0.66	0.36	0.24	0.14	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
赤 豆	4.00	1.24	0.63	0.43	0.28	0.11	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
安 内 黒 豆	3.60	1.15	2.64	2.69	2.75	2.87	2.35	2.47	2.31	1.85	1.32	0.35	0.01
円 葉	1.52	0.47	0.57	0.19	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
紋 別 26 号	4.10	3.40	3.90	3.90	3.30	2.60	1.78	1.15	0.49	0.00	0.00	0.00	—
丸 葉	2.25	0.39	0.53	0.15	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注、—は節の分化が不明のもの

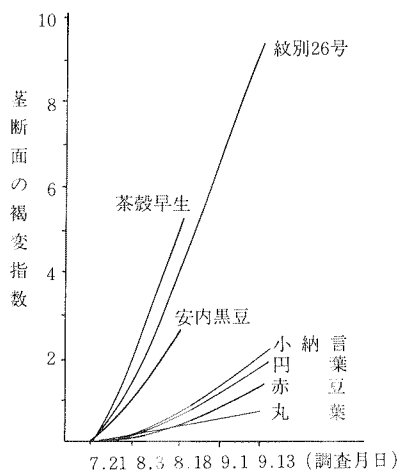
第5表 9月13日における茎断面褐変指数の品種間差

品 種 名	地際部	第1節	第2節	第3節	第4節	第5節	第6節	第7節	第8節	第9節	第10節	第11節	第12節	第13節	第14節	第15節
小 納 言	3.36	2.16	1.97	1.64	1.10	0.63	0.35	0.16	0.07	0.04	0.02	0.01	0.02	0.10	0.10	0.01
赤 豆	2.02	1.43	0.80	0.38	0.18	0.14	0.09	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
円 葉	4.25	1.95	1.11	0.62	0.11	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
紋別26号	8.70	9.40	8.60	8.00	7.50	6.80	6.10	5.90	5.75	5.75	5.25	3.90	1.65	0.30	0.30	—
丸 葉	1.54	0.80	0.44	0.23	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注 「茶殻早生」、「安内黒豆」は全株枯死、—は節の分化が不明のもの。



第3図 節別褐変指数の経時的变化



第4図 主茎第1節位における褐変指数の推移

考 察

1976年, 1977年の2カ年にわたり, 抵抗性の強い品種及び弱い品種を病土で栽培し, 抵抗性の成立経過を調査した。供試したは場はアズキの連作により落葉病菌以外の菌の存在も考えられ, また

防除は行っているがダイズシストセンチュウの寄生も若干みられた。

本病菌は土壤中に生息し, 根部より侵入する⁹⁾とされているので根部の外見的な病変の調査を行ったが, 8月中旬までは品種間差は認められなかった。しかし根総量の約20~50%が褐変しており,

アズキの生育にはかなりの影響を及ぼしているものと思われた。

青田らは根の褐変はアズキ落葉病菌の感染のみによっては起らず、線虫の関与によって起るとしているが、それによれば本調査の結果は、防除は行っているがかなり線虫がかかわっており、落葉病菌の感染機会は多かったものと考えられる。しかし、8月中旬まで褐変指数に品種間差がみられなかったことは、線虫の寄生について供試品種中に品種間差がなかったことを示し、本病抵抗と線虫は直接的な関係は薄いものと考えられた。9月に至り、抵抗性の弱い早熟の品種をはじめとし、順次褐変指数に品種間差が明らかとなっていく。これは抵抗性の弱い品種の発根能力が低下していったためと考えられる。しかし地上部に現われる葉の萎凋、枯死等の病状は、根の褐変指数に差の現われる以前の8月半ばから品種間差が認められている。このことは品種間差を成立させている主体は根にあるのではなく、地上部にあることを示しているものといえよう。

葉の萎凋枯死について、本病と形態が同一であり、寄生性を異にするダイズの Brown stem rot について Donald らは、菌糸及びその産物によって導管内での水分の移動が厳しく制限されることが萎凋、落葉の原因であり、葉脈から遠い部分から症状が現われる⁴⁾と報告しているが、アズキ落葉病の場合、萎凋落葉の起る場所は根に近い葉からはじまり、地上部、根部ともに生長の盛んな8月半ばからはじまっていること、地上部、根部乾物重の相対的推移から、根部は生育の後期まで水分供給能力を持っているものと考えられ、葉の萎凋落葉は養水分の供給低下とともに菌が生産する毒素⁵⁾も働いているものと考えられる。

根部の褐変が抵抗性の主体的な要因とは考え難いので、茎内部の病状について調査を行った。

主茎内部の褐変は根の褐変からかなり遅れて起り、子葉節位では播種後1ヵ月以上経過してから観察された。茎基部の病状は初期には維管束の褐変が点として観察されたが、子葉節位における褐変点数には差がみられず、感染時期に品種間差はないものと考えられた。土中に埋没している子葉節は8月以降、根の褐変に伴い褐変程度が大きくなり、品種間差を現わさくなるが、主茎第1節位について褐変指数の推移をみれば、7月下旬以降大

きな品種間差が現われ、抵抗性の弱い品種群では急速に指数が大きくなり、抵抗性の強い群のそれは緩慢であった。

以上のことから、本病害に対する若干の品種の持つ抵抗性は感染を阻止する作用あるいは感染時期を遅らせるように作用するものではなく、病勢の伸展速度を制御する形で作用しているものと考えられた。

抵抗性がみい出されたことにより、今後それを使って菌のレースの分化等も研究対象となってくるものと思われるが、ここにみい出された抵抗性は菌の病原性の分化を促すことは少ないものと考えられ、育種材料として安定的に利用できるものと思われる。しかし、抵抗性を持つ品種は北海道では成熟期に達しない極晩生種であり、抵抗性として表現されたものの中に生理的なものも含まれている可能性があり、その抵抗性を早、中生品種の中に入れた場合の有効性が今後の問題と思われる。

謝 辞 本試験遂行に当り、終始ご指導いただいた前北海道立十勝農業試験場豆類第二科長成河智明氏、ほ場を使用させていただいた十勝農試病虫予察科の方々、有益な示唆をいただいた前十勝農試病虫予察科長赤井純博士、土屋貞夫氏、本文の御校閲をいただいた十勝農業試験場長森義雄氏、根釧農業試験場長田辺安一氏に衷心より謝意を表する。

引用文献

- 1) 青田盾彦, 谷井昭夫, 赤井 純, "アズキ落葉病と線虫の関連について", 日植病報, 47, 99-100 (1981).
- 2) 青田盾彦, "北海道畑作物の土壌病害", 北海道畑作物の土壌病害刊行会, 1983, p.214.
- 3) 千葉一美, "アズキ落葉病抵抗性の育種学的研究, 第1報抵抗性の品種間差異", 北海道立農試集報, 48, 56-63 (1982).
- 4) Donald W, Chamberlain and Dean F. MacAlister, "Factors affecting the development of Brown Stem Rot of soybean", Phytopath. 44, 4-6(1954).
- 5) 北海道農務部編, 北海道立中央農業試験場, "昭和58年度農作物有害動植物発生予察年報", 1984, p. 88-90.
- 6) 北海道農務部編, "昭和59年普及奨励ならびに指導参考事項", 1984, p.211.
- 7) 小林喜六, 守井裕生, "小豆落葉病菌の新萎凋毒素

- の単離”. 日植病報, 42, 94 (1976).
8) 成田武四, 赤井 純, 坪木和男. “アズキ落葉病とその病原菌”. 植物防疫, 25, 353-358 (1971).
9) 土屋貞夫, 赤井 純. “アズキ落葉病の感染生態”. 日植病報, 41, 266 (1975).

Breeding for Resistance to Brown Stem Rot (BSR) in Adzuki Beans

II. Formation of varietal difference to BSR

Ichimi CHIBA*

Summary

In the present paper, I reported a few varieties suffered slightly damage from BSR (*Cephalosporium gregatum* Allington et Chamberlain). The process of formation on the varietal difference was inquired.

BSR is a soil-born disease, and the fungi penetrate into the roots of adzuki beans. Browning of roots was observed at late of June in heavy infested field. The proportion of the browning was not different between varieties before September. But, it separated clearly at early or middle of September. The growth of roots and others were similarly.

The symptom of BSR, wilt and defoliation was found in the middle of August in sensitive varieties. Then, the resistance to BSR related indirectly with the proportion of browning in roots.

The fungi penetrate into roots and spread upward through vascular bundle.

Observation of the development of browning at bottom stem, the beginning of browning was not found varietal difference. The varietal difference depend on the spread speed of browning within bottom stem.

*Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-11