

高知県における黒点症状米の原因について¹⁾

古谷 眞二・小林 達男

(高知県農林技術研究所)

は じ め に

高知県では、ここ数年来、極早生系統の水稲を中心として、症状は黒点米(上林ら, 1971)あるいは目黒米(三宅ら, 1941)に類似するが、イネシンガレセンチュウが検出されない被害粒の発生が認められた。とくに、昭和 53, 54 および 56 年度産米における発生が多く、このうち 56 年度産米においては、その 2 等格付理由の 3 割余り、3 等格付理由の約 7 割が黒点米等とされ(高知食糧事務所資料)、これが自主流通米の品位を低下させる大きな要因となった。

上林ら(1971)は、黒点米の試験で、イネシンガレセンチュウが検出されない被害粒も僅かに存在することを認め、イネシンガレセンチュウ以外の原因で発生することも考えられると報告した(上林, 1974)その後、北陸、中国地方の数県でもその発生が報じられた(今村, 1980; 片岡ら, 1978; 望月, 1975; 田村ら, 1974; 梅原ら, 1979; 山田, 1980)が、いずれも原因が明らかにされず、黒点症状米(田村ら, 1974; 山田, 1978)、黒点類似粒(梅原ら, 1979)あるいは黒点米類似症(今村, 1980; 川久保, 1982)などと呼ばれていた。しかし、最近になって、今村(1980)はヒルガタワムシ類と黒点米類似症との間に深い関係があると報告した。

高知県においては、1981年の9月に研究、普及および行政の各関係者でプロジェクトチームが結成され、田村ら(1974)と同様に、本被害粒を黒点症状米と呼称して原因究明に当たってきたが、この程、本県における黒点症状米の主な原因がアザミウマ類の加害にあることをほぼ明らかにした。これまで、イネアザミウマが玄米の稔実に影響を及ぼすという報告(中沢ら, 1952)はあるが、アザミウマ類に起因して黒点症状米が生じるという報告は見当たらないので、今回筆者らが実施した試験の概要を報告する。

試験を行うに当たり、プロジェクトチームの各位から助言および協力を賜わった。とくに、現地調査および標本採集では南国農業改良普及所のご協力を頂き、イネの栽培関係については県農事試験場、アザミウマ類については当研究所昆虫研究室などから有益な助言を頂いた。また、当研究所長斎藤正博士および病理研究室長山本啓専門研究員には終始ご指導を頂き、本稿をまとめるに当たってもご校閲を賜わった。これらの方々に深謝の意を表わす。

材 料 お よ び 方 法

1. 菌の分離

1981年7月30日または8月5日に南国市で採集した「カツラワセ」(成熟期~完熟期)および「コシヒカリ」(黄熟期)の籾を分離材料とした。この籾を1粒ずつ脱糲して健全米と黒点症状米に分け、つぎの2方法で菌の分離を行った。すなわち、主に糸状菌を対象とした場合には、85%エタノール(2~3秒)と

1) Causal Organism of Black Cracked Rice Kernel in Kochi.

By Shinji KOTANI and Tatsuo KOBAYASHI.

Proc. Assoc. Plant Protec. Shikoku, No.17: 41 ~ 50 (1982).

0.1%昇汞(30秒)で供試玄米の表面消毒を行い、pH4.0～4.5付近に調整したPSA(しょ糖加用ジャガイモ寒天培地)の平板に置床し、25°C 4日間培養して分離される菌を調べた。細菌を対象とした場合には、供試玄米を70%エタノール(30または60秒)のみで表面消毒したのち、pH7.0付近に調整したPSAを用いて希釈平板法で分離した。

また、発育初期の穂および玄米からの細菌の分離試験には、1982年4月12日に所内の水田へ移植した「カツラワセ」の穂孕期における穂または乳熟期の玄米を供試した。それらをできるだけ無菌的に葉鞘内あるいは穎内から取り出し、これに10mlの殺菌水を加え、超音波洗浄器(MRK CA-5)で3分間振とう処理して菌液を得た。この菌液を原液としてジャガイモ半合成培地を用い、希釈平板法で細菌を分離した。

2. アザミウマ類の検出

1981年8月5日、南国市で採集された成熟期の粳(品種「カツラワセ」)を用い、玄米の症状とアザミウマ類の有無について、実体顕微鏡下で分解調査した。また、玄米の発育初期における籾内でのアザミウマ類のステージに関する調査では、1982年7月6日から7日にかけて、南国市および伊野町のは場で採集した「カツラワセ」(穂揃期～乳熟初期)を供試して分解調査した。

3. 細菌およびアザミウマ類の接種

加温ビニールハウスでポット(1/5000a)栽培(1982年3月27日移植)した水稻ならびには場に移植(4月21日)した水稻を接種材料に用いた。品種はいずれも「カツラワセ」で、出穂期はそれぞれ5月24日、7月4日頃であった。

細菌の接種には、前年の黒点症状米から前記の方法で分離し、ジャガイモ半合成斜面培地を用いて30°Cで4～6日間培養した細菌を供試した。接種の当日、試験管当り200mlの殺菌水を加えて菌液を作成し、これを開花中の籾内に噴霧接種した。

また、アザミウマ類は、近隣の水田で接種当日に採集した本虫を開花後間もない籾内に接種した。すなわち、籾の側面ほぼ中央の内外穎鉤合部に細いガラス棒を挿入し、そこに生じた間隙から1頭づつ小筆で接種した。

なお、接種日はポット試験が5月24～25日、は場試験が7月5～7日であり、籾中のアザミウマ類の存否ならびに玄米の症状についての調査は、ポット試験が6月24日、は場試験は8月10日に行った。

結

果

1. 症状

成熟期頃の被害粒には果皮あるいは胚乳に達する亀裂があり、その周辺組織は黒色～黒褐色であった(第1図・グラビア参照)。また、その後の観察で果皮の変色部およびその周辺にカスリ傷様食害痕(以下カスリ症状と記す)が認められた。亀裂は玄米の腹側、側面および背側にそれぞれ単独または複合して生じ、玄米の短軸方向、長軸方向、ときには斜にも形成された。このうち、腹側で短軸方向の亀裂が最も多かった。

なお、黒点症状米を内在する籾の粒厚は健全米のそれにやや劣るが、外観だけで健全米と区別することは困難であった。

2. 菌の分離

黄熟期～成熟期に採集した黒点症状米からの菌の分離では細菌の分離率が高く、糸状菌はほとんど検出されなかった(第1表)。分離された細菌の中では培地(PSA)上で淡黄色中型のコロニーを形成する細菌が最も多く、この他に淡黄色小型あるいは黄色小型のコロニーを形成する細菌なども分離された。

一方、健全な玄米からも黒点症状米と同様に淡黄色中型のコロニーを形成する細菌が最も多く分離されたが、菌数はいずれも黒点症状米より少なかった(第2表)。このような細菌がどの時期から籾に着

生しているかを知るため、出穂前の穂および乳熟期の玄米から細菌の分離を行った。その結果、出穂14日前には全く細菌が検出されなかったが、出穂7日前以後は数種の細菌が検出された(第3表)。

3. アザミウマ類の検出

菌の分離材料を得るために収穫籾の個別分解調査中、黒点症状米を内在する籾からアザミウマ類の死骸が見出された(第2図・グラビア参照)。そこで、黒点症状米とアザミウマ類との関連を知るために実体顕微鏡下で籾の分解調査を行った結果、ほ場による変動はみられたが、アザミウマ類の成虫が黒点症状米を内在する籾から高率に検出された(第4表)。

さらに、乳熟初期の籾についても同様に分解調査したところ、成虫は検出されなかったが、幼虫態のアザミウマ類が検出された(第5表)。なお、成虫は出穂後2週間目頃の調査から観察されるよ

第1表 黒点症状米から分離された菌

採集 ほ場 No.	供試 被害 粒数	分 離 率 (%) *		
		Alter- naria属菌	そ の 他 糸 状 菌	細 菌
7	9	0	0	88.9
53	6	0	0	50
58	6	0	0	50
60	6	0	0	66.7
78	6	0	0	50
102	3	0	0	33.3
130	6	16.7	0	66.7
135	6	0	0	50

* 調査黒点症状米から分離された粒の割合。

第2表 黒点症状米および健全米から分離された細菌

※ 分離 標本	供試数 (粒)	コ ロ ニ ー の 性 状 別 分 離 数				
		淡黄色小型	淡黄色中型	淡黄色大型	黄 色 小 型	乳白色大型
黒点症状米	27	7	21	2	1	0
健 全 米	21	3	15	0	0	1

※ 分離標本は7箇所のは場で採集した玄米で、ほ場当たり健全米3粒、黒点症状米1～5粒供試。

第3表 発育初期の穂および玄米から分離された細菌

採集時期	分離標本	供 試 数	コ ロ ニ ー の 色 別 分 離 数			
			淡黄色	黄 色	乳白色	透 明
出穂14日前	穂	10本	0	0	0	0
“ 7 日前	“	3本	3	2	1	0
“ 4 日前	“	30本	18	22	26	1
乳 熟 初期	玄米(1/2)	10粒	9	3	1	0
“ 中 期	“ (完了)	5粒	4	2	4	1

注：乳熟期の玄米は長軸方向に半分発育したもの、中期の玄米は長軸方向に発育完了したもの。

第4表 収穫籾内からのアザミウマ類の検出

採集は場 No.	黒点症状米内在籾		健全米内在籾※	
	調査籾数 (粒)	アザミウマ検出 率 (%)	調査籾数 (粒)	アザミウマ検出 率 (%)
53	6	83.3	205	0
58	6	83.3	135	0
60	5	100	221	0.5
78	6	50	119	0
82	10	90	290	0.3
102	3	66.7	894	0
110	8	87.5	393	0
130	5	60	262	0.4
135	6	33.3	139	0

※ 健全米内在籾には、黒点症状米以外の各種障害籾、罹病籾を含む。

第5表 発育初期の籾におけるアザミウマ類の検出

採集場所	調査籾数 (粒)	発育ステージ別検出率 (%)				アザミウマ検出籾※ の開花後日数
		幼 虫	前蛹～蛹	成 虫		
南国市稲生	1,674	0.7	0	0		1～2
〃	1,514	0.3	0	0		1～3
伊野町波川	748	0.5	0	0		1～2

※ 玄米の長軸方向に対する発育程度から推定。

うになった。

4. 接種による症状再現試験

被害粒から分離されるアザミウマ類および細菌をビニールハウスおよびほ場で栽培した水稻にそれぞれ単独または重複接種した。

ビニールハウスで栽培し、通常の早期栽培より1箇月余り早く出穂させたポット栽培の水稻における試験で、淡黄色中型コロニーを形成する細菌を単独接種した区には黒点症状米が生じなかった。しかし、アザミウマ類の単独ならびにアザミウマ類と細菌とを重複接種した区では、カスリ症状を伴って亀裂部が黒変した玄米を生じ、黒点症状米が再現され、アザミウマ類の単独接種区とアザミウマ類・細菌の重複接種区との間で、黒点症状米の発生量には差がみられなかった(第6表)。なお、接種したアザミウマ類の幼虫と成虫との間で症状の再現性を比較すると、前者がかなり高く、後者では稔実不良米が多くなる傾向が認められた。

次に、通常の早期栽培の水稻を用いたほ場試験でも、アザミウマ類の単独接種区ならびにアザミウマ類・細菌の重複接種区で黒点症状米が再現され(第3図・グラビア参照)、数種の細菌の単独接種区ではいずれも本症状米が再現されなかった(第7表)。なお、アザミウマ類の接種で前蛹又は蛹接種区と成虫接種区の間では、黒点症状米の発生量に大きな差がみられなかった。

第6表 ビニールハウスにおける症状再現試験

試 験 区	※	供試籾数 (粒)	アザミウマ 検出率 (%)	白色カス リ粒率 (%)	無着色亀 裂粒率 (%)	黒変亀裂 粒率 (%)	穂実不 良粒率 (%)	※※
淡黄色細菌+アザミウマ(成虫)		18	44.0	50	33.3	11.1	38.9	
淡黄色細菌		31	0	0	0	0	16.1	
アザミウマ類(成虫)		18	72.2	83.3	55.6	16.7	27.8	
“ (幼虫)		24	91.7	91.7	83.3	58.3	8.3	
殺菌水		17	0	0	0	0	5.9	
無接種(A)		50	0	0	0	0	2	
“ (B)		50	0	0	0	0	2	

※ 接種にアザミウマ類を用いた区および無接種(A)では、穂孕期にパイバッサ粉剤を散布し、
網(ニップ強力網200目)で隔離。
※※ 玄米の長径が正常の $\frac{1}{2}$ 以下のもの。

第7表 ほ場における症状再現試験

試 験 区	供試籾数 (粒)	アザミウマ 検出率 (%)	黒変亀裂 粒率 (%)	その他被※ (%)	健全米率※ (%)
淡黄色細菌+アザミウマ類(成虫)	31	93.5	29.0	67.7	3.3
“ + “ (前蛹又は蛹)	28	85.7	10.7	65.0	14.3
アザミウマ類(成虫)	39	84.6	20.5	76.9	2.6
“ (前蛹又は蛹)	39	84.6	17.9	56.4	25.6
淡黄色中型細菌	34	0	0	14.7	85.3
淡黄色小型細菌	42	2.4	0	11.9	88.1
乳白色細菌	30	3.3	0	23.3	76.7
透明細菌	34	0	0	11.8	88.2
殺菌水	44	0	0	29.5	70.5
無接種(I) ※※	37	0	0	13.5	86.5
“ (II)	38	0	0	7.9	92.1

※ 黒点症状米に至らなかったアザミウマ類による被害粒をも一部含む。

※※ ガラス棒で板に隙間を作ったのみ。

また、乳熟期に淡黄色中型コロニーを形成する細菌を付傷接種した場合は、黒点症状米に類似した玄米が少数認められた。しかし、この玄米にはカスリ症状は認められなかった。

考

察

本県で発生した黒点症状米は、三宅ら(1941)が記載し、その後、牧野(1974)がイネシンガレセンチュウと深い関連があるとした目黒米ならびに上林ら(1971)が報告したイネシンガレセンチュウに起因する黒点米と症状が類似している。しかし、これまでの当研究所昆虫研究室の調査において、被害粒からイネシンガレセンチュウが検出されていないこと、また被害粒の詳細な観察によると、黒点米や目黒米で記載されていないカスリ症状を伴っていることなどから原因は他にあると考えられた。

このような黒点症状米から菌の分離を行ったところ、目黒米について牧野(1974)、黒点米について中西ら(1974)および黒点症状米について山田(1980)が行った分離結果とはほぼ同様に淡黄色コロニーを形成する細菌が高頻度で検出された。しかし、成熟期の健全な玄米からもこのような細菌が多く分離された。上林ら(1976)は、黄色系細菌は穂孕期から常に分離されると報告したが、本試験においても同様な結果が得られ、淡黄色の細菌は玄米の発育初期から常にその表面に存在しているものと考えられる。さらに、本細菌も含めて、その他の分離細菌を接種した結果、症状が再現されなかったため細菌は黒点症状米の第一次の原因でないと考えられた。

一方、現地で採集した収穫期の籾の分解調査において、黒点症状米を内在する籾には高率にアザミウマ類が存在することが明らかになった。また、本虫は出穂後間もない若い籾内においても幼虫態で存在することが確認され、発育中の玄米を加害している状態が観察された。さらに、本虫の籾内への接種によって、中沢ら(1952)の報告にあった稔実不良米の他に、今回、現地で問題となったカスリ症状を伴う横型および縦型などの黒点症状米をも生じた。また、その黒点症状米はアザミウマ類と細菌との同時接種により、とくに増加するようなことはなかった。

これらのことから、高知県で発生した黒点症状米の第一次的な原因はアザミウマ類の加害にあると判断され、玄米はその発育初期からアザミウマ類による加害を受け、その後の玄米の発育と共に亀裂を生じ、常時、玄米に着生する細菌により黒変したか、あるいは山田(1978)の報告にあるような付傷部における生理的な変化をも加わって黒変するものと推定される。また、乳熟初期のは場調査から、初期の加害は幼虫によるものと思われるが、開花期頃の本虫の棲息密度などによっては、成虫の侵入も可能と推察される。

なお、籾内への幼虫の進入経路については、さらに生態的な解明が必要である。

摘

要

高知県下で発生した黒点症状米の原因について検討を行ったところ、次のような結果を得た。

1. 黒点症状米からは淡黄色のコロニーを形成する細菌が多く分離され、糸状菌はほとんど分離されなかった。また、この細菌は発育初期および成熟期の健全な玄米からも分離された。
2. 黒点症状米から分離された細菌の接種では、黒点症状米が再現されなかった。
3. 黒点症状米を内在する籾からアザミウマ類が高率に検出され、本虫は出穂後間もない籾内でも認められると共に玄米を加害している状態が観察された。
4. 黒点症状米はアザミウマ類の接種により再現された。
5. 以上の結果から、本県で発生した黒点症状米の第一次原因はアザミウマ類の加害にあると判断された。

引 用 文 献

今村和夫(1980). 黒点米の発生原因究明に関する研究(第1報)イネシンガレセンチュウとの関係. 北陸病虫研報, 28: 40~42.

今村和夫(1980). 黒点米の発生原因究明に関する研究(第2報)ヒルガタワムシ類との関係. 福井農試報, 18: 121~126.

片岡義雄・藤井嘉門・森本光次・田原登・河村宗一郎(1978). 黒点米の発生原因に関する調査. 山口農試研報, 30: 21~24.

川久保幸雄(1982). 病原菌からみた茶米の発生生態に関する研究(第2報)粳の変色型と茶米および着色米との関連ならびに, 三変色型粳の発生原因に関する検討. 福井農試報, 19: 33~50.

牧野秋男(1974). 目黒米. 今月の農薬, 18: 24~28.

三宅市郎・角田廣(1941). 目黒米に関する研究(予報). 病虫雑, 28: 430~484.

望月正己(1975). イネシンガレセンチュウと黒蝕粒について, 北陸病虫研報, 23: 115~116.

中西勇・上林譲(1974). 黒点米. 今月の農薬, 18: 14~17.

中沢雅典・中森雅澄(1952). 水稻の変色粳について, 愛知農試彙報, 6: 116~126.

田村實・石崎久次(1974). 石川県における米の黒変症状とその発生について. 北陸病虫研報, 22: 18~22.

上林譲・天野隆・中西勇(1971). 黒点米に関する研究(第1報)症状と発生実態. 愛知農試研報A(作物), 3: 46~54.

上林譲(1975). イネシンガレセンチュウと黒点米. 植物防疫, 29: 268~272.

上林譲・天野隆・中西勇(1976). 黒点米に関する研究(V)発生機構. 日本線虫研究会報, 6: 67~72.

梅原吉広・若松俊弘・中川俊昭(1979). 粳がらの褐変と着色米発生との関係. 北陸病虫研報, 27: 7~9.

山田員人(1978). 黒点症状米の斑紋形成に及ぼす二, 三の条件. 日植病報, 44: 83(講要).

山田員人(1980). 黒点症状米の発生について. 今月の農薬, 24: 36~40.

山田員人・門脇義行(1982). 褐変もみ, 変色玄米から分離される菌とその病原性. 日植病報, 48: 101(講要).

S u m m a r y

Since 1977, abnormal rice kernels have been found at harvest time in Kochi prefecture. These kernels were cracked on the surface, or to the inner tissue. The tissue adjacent to the cracked area is discolored in to dark brown or black. Crack meeting at right angles with the crest line of the ventral portion of the kernel was most typical. These abnormal kernels were similar in appearance to Black Eye-spot of Grains (Miyake, et al, 1941) and Kokutenmai (Uebayashi, et al, 1971). However, rice white tip nematode, *Aphelenchoides besseyi* CHRISTIE, has not been detected from the abnormal kernels.

In 1981, thrips and bacteria were detected from the abnormal kernels at high frequency. Next summer, the thrips obtained from rice plant leaves and the bacteria isolated from the abnormal kernels were inoculated to rice plants. The same symptoms were reproduced by releasing of the thrips into closed glumes at early milk-ripe stage, but not by spraying of the bacteria on opening glumes. It was proposed that primary agent causing the Black Cracked Rice Kernels in Kochi prefecture is the thrips surviving on rice plants.



第1図 現地ほ場で採集した黒点症状米



第2図 黒点症状米内在籾から検出されたアザミウマ類



第3図 アザミウマ類接種区の玄米