

## 岩手県におけるイネ内穎褐変病の発生と被害粒除去

勝部和則・武田眞一

### 摘 要

異常高温を記録した 1994 年, 岩手県において水稲のもみに内穎褐変症状が広くみられた。本症状を呈するもみからは黄色のコロニーを形成する細菌が特異的に分離された。開花期接種により弱い病原性を確認した 6 菌株を含む 13 菌株の細菌学的性質を調べ, イネ内穎褐変病細菌 *Erwinia ananas*, *P. ananas* および *P. agglomerans* と比較したところ, 分離細菌を *P. ananas* と同定した。岩手県内の発生状況を調査したところ, 51 市町村で発生を確認し, 発生圃場率は 75.1%(30 ~ 100%)であった。発病穂率は山間部で高い傾向 (10 ~ 22%) にあり, 県平均 7.4%であった。しかし, 発病度は最大 7.9, 県平均 2.7 と軽微であった。品種・出穂期別に発生様相を調査した結果, 出穂期の降雨が発病を助長する重要な要因と考えられた。しかし, 品種については調査全 15 品種で発病が認められ, 品種間差については明らかでなかった。発病もみ由来の玄米の多くは茶米や死米となったが, これらは 1.9mm の段篩いでほとんど除去された。以上, 岩手県においてイネ内穎褐変病の発生をはじめて報告するとともに, 本県のような寒冷地では本病が広く発生しても, 収穫後に 1.9mm の段篩いで粒厚選別することにより被害粒を除去できることが明らかとなった。

キーワード: イネ, 内穎褐変病, 岩手県, 発生, 被害粒, 除去

### 結 言

岩手県においてまれにみる高温を記録した 1994 年夏季はイネもみの内穎だけが特異的に褐変する症状が広く発生した。症状から細菌によるイネ内穎褐変病と考えられたものの, 本県における発生の記載がなく, 発生様相および被害については明らかでなかった。

本県でこれまでに発生が確認されているイネの細菌病には育苗期における *Burkholderia glumae* によるイネ苗腐敗症<sup>13,18)</sup>と *B. plantarii* によるイネ苗立枯細菌病<sup>2,14)</sup>がある。また, 高温年には *B. glumae* によるイネもみ枯細菌病<sup>13,18)</sup>, 低温年には葉鞘褐変病<sup>25)</sup>の発生がみられる。多雨等の冠水害があれば, 県南部で白葉枯病<sup>12)</sup>の発生もみられる。これらのうち, 重要な病害は前 2 者で, イネもみ枯細菌病細菌 *B. glumae* については育苗期および本田での生態が明らかにされ, 薬剤防除も可能となってきた<sup>8)</sup>ものの, 苗立枯細菌病細菌 *B. plantarii* の生態は不明な点が多く<sup>2)</sup>, いまだ難防除病害である。

イネ内穎褐変病<sup>12,22,23)</sup>はもみの内穎のみが特異的に褐

変するのが特徴で, 外穎あるいはもみ以外に病徴がみられることはない<sup>1)</sup>。吉田・安木<sup>21)</sup>, 尾崎ら<sup>16)</sup>および那須ら<sup>15)</sup>は, 内穎の変色部から分離された非水溶性黄色色素を産生する細菌接種試験によって, この分離細菌が内穎褐変に関与していることを明らかにした。病原細菌について, 畔上ら<sup>1)</sup>は *Erwinia herbicola* (Löhnis) Dye と同定し, さらに *E. ananas* と同定されるべきであるとした。現在, 旧 *E. herbicola* 群のほとんどが新たに設けられた *Pantoea* 属に移行しており<sup>11)</sup>, 畔上<sup>2)</sup>は *E. ananas* を *P. ananas* とすべきことを提案している。なお, 日本植物病名目録においては本菌を *E. ananas* Serrano 1928 とされている<sup>12)</sup>。

吉田ら<sup>21-23)</sup>によると病原細菌は主に開花中の穎に感染し, 出穂期の高温と降雨が発病を助長するとされている。田部井ら<sup>19)</sup>によると本菌の感染経路はイネもみの内・外穎の主として下表皮の気孔から侵入し, 柔組織の間隙中で増殖するとしている。また, 内穎のみが特異的に褐変する要因については内穎のみが *E. herbicola* の侵入・増殖に対して示す一種の抵抗 (防衛) 反応と考察している。最近, *Vibrio fischeri* 由来の発光遺伝子を導入した挙動

解析<sup>3)</sup>により、本菌は、*B. glumae* や *B. plantarii*<sup>3,4)</sup>と同様に枯死組織や開花後の約で著しく増殖することが明らかにされている<sup>7)</sup>。また、本菌は *B. glumae* や *B. plantarii* と異なり、緑色健全組織や開花前の穎内注入接種ではほとんど発光せず、増殖していないが、付傷接種部位では発光することが明らかにされている<sup>7)</sup>。

被害について、尾崎ら<sup>16)</sup>は内穎褐変もみおよびその玄米の千粒重は健全に比べて15%程度軽く、稔実しても被害玄米の過半数は淡～濃茶米となるほか、青米、奇形米となることを報告している。

防除薬剤については、芝田<sup>17)</sup>はオキシソリニック酸水和剤・同粉剤、カスガマイシン・フサライド粉剤などの出穂期散布が有効としている。

本報では、岩手県において高温年に多発生したイネ内穎褐変病の発生初確認、発生様相、発病による玄米性状への影響、被害粒の除去方法について明らかにした。なお、本論文の一部は既に北日本病害虫研究会報に報告<sup>9,10)</sup>した。

## 材料および方法

### 1. 病徴および分離細菌の同定

ここでは元岩手県立農業試験場内圃場（以下、元農試圃場）で発生が確認されたイネもみの内穎褐変症状について病徴を調査するとともに、褐変した内穎部から分離された細菌について、その病原性および細菌学的性質を調査した。

#### 病徴

元農試圃場で、本症状が多くみられたチヨホナミについて、出穂28日後に当たる9月2日に内・外穎の症状を観察した。

#### 病原細菌の分離と病原性

病原細菌は、元農試圃場に作付されたイネ（品種：あきたこまち、たかねみのり）に発生した内穎褐変症状を呈する発病もみの内穎を供試し、YP培地を用いて常法<sup>20)</sup>により分離した。分離細菌は単コロニー分離後、YP斜面培地に移植して-20℃で保存した。

分離細菌6菌株についてPPG液体培地で2日間振とう培養した菌体を適宜滅菌水で希釈し(1.0×10<sup>10</sup>cfu/ml)、出穂・開花中の穂（品種：かけはし）に噴霧接種した。接種7日目に発病もみ率を調査した。

#### 分離細菌の細菌学的性質

分離細菌13菌株および対照3菌株（イネ内穎褐変病細菌；MAFF301714, 301715, 301718）の細菌学的性質は富永<sup>20)</sup>と後藤・瀧川<sup>6)</sup>の検査項目を指標として調査

した。

### 2. 発生様相と被害粒の除去

岩手県におけるイネ内穎褐変病の発生実態、元農試圃場における発生様相、発病による玄米性状への影響等被害を解析し、対策を検討した。

#### 発生実態調査

岩手県内の51市町村において1994年9月7～14日に圃場を任意抽出して実施した。調査数は1圃場当たり50穂とし、吉田<sup>21-24)</sup>の方法に準じて1穂毎の発病程度（A：1穂中の発病もみ数が16粒以上、B：同6～15粒、C：同1～5粒）を調査し、発病率と次式による発病度を算出した。

$$\text{発病度} = \Sigma(3A + 2B + C) \times 100 / (3 \times \text{調査数})$$

#### 品種、出穂期別の発病様相

元農試圃場では品種別（うるち11品種、もち4品種、合計27区）および出穂期別（3品種14区）に調査を実施し（1994年9月2日および11日）、1区当たり5株、株当たり最多20穂について1穂毎に全もみ数および発病もみ数を計数し、発病もみ率、発病率および発病度（前述）を算出した。

#### 発病程度と玄米性状の関係

成熟期に達した発病穂（品種：チヨホナミ）を供試し、次に示すもみの発病程度別（図4）に玄米性状を調べた。玄米性状は健全米、青未熟米、茶米、死米および奇形米に類別した。

健全もみ：内・外穎ともに褐変・汚染がみられないもの。

内穎A：外穎には褐変・汚染がみられず、内穎の一部が淡く褐変しているもの。

内穎B：外穎には褐変・汚染がみられず、内穎全体が淡～濃く褐変しているもの。

内穎C：内穎が濃く褐変し、外穎には2次的な糸状菌の繁殖等による汚染がみられる。

汚染もみ：内穎褐変病以外により褐変・汚染しているもの（糸状菌の2次的な繁殖を含む）。

#### 粒厚選別による被害粒除去

前項で区分した品種チヨホナミの発病程度別のもみを用いて玄米性状を次の方法で調査した。内穎の褐変程度別に分画したもみは各画分毎にしいなを取り除いた後、もみすりした玄米を1.7mmと1.9mmの段篩いで粒厚選別した。各画分毎に健全粒、青未熟粒、茶米（淡～濃茶米）、死米（青死米含む）および奇形米に類別し、それぞれの粒数歩合を算出した。

## 結 果

### 1. 病徴および分離細菌の同定

#### 病 徴

もみの症状は、軽症のもみは穎の縫合部から内穎のみが淡く褐変し、重症のもみは内穎全体が濃く褐変していた(図1)。もみによっては内穎の片側のみが褐変するか、あるいは外穎まで褐変しているものもみられた。

#### 病原細菌の分離と病原性

発病もみの1内穎当たり1菌株、計13菌株を分離した。供試したYP培地上に黄色以外のコロニーは認められず、目的の細菌をほぼ純粋に分離できた(図2)。

分離細菌のうち、6菌株を出穂期(一部開花中)のもみに噴霧接種したところ、自然発病に比較するとやや不明瞭ではあるが、内穎に淡い褐変を認め、病徴を再現できた。接種7日目の発病もみ率は高い菌株で26.2%、低いものでは2.7%であった。なお、継続して調査した接種19日目の発病もみ率は同7日目と変わらず、発病の増加は認められなかった。

#### 分離細菌の細菌学的性質

病原性を確認した6菌株を含む13菌株の細菌学的性質はほぼ斉一であった(表1)。普通寒天培地上で黄色コロニーを形成した分離細菌は、長径 $1.08 \sim 2.67 \mu\text{m}$ ×短径 $0.67 \sim 0.92 \mu\text{m}$ 、平均 $1.76 \times 0.79 \mu\text{m}$ で周毛を有し、発酵性を有するグラム陰性桿菌であった(図3)。分離細菌の細菌学的性質は対照に用いたイネ内穎褐変病細菌 *Erwinia herbicola* MAFF301714, 301715, 301718の性質、および畔上ら<sup>1)</sup>の記載とよく一致した。さらに、本分離細菌を *P. ananas*<sup>11)</sup>および *P. agglomerans*<sup>12)</sup>に対比したところ、*P. ananas*とはゼラチン溶解および $\alpha$ -メチル-D-グルコシド、粘液酸、酒石酸、ズルシトールの利用性で異なった。一方、*P. agglomerans*とはインドール産生、メリビオース、D-ソルビトール、マロン酸、粘液酸の利用性で異なっていた。

### 2. 発生様相と被害粒の除去

#### 発生実態調査

調査した17地域51市町村の全てで発生が認められた。発生圃場率は75.1%であった。最も発生が多かったのは湯田地域で発病穂率21.7%、発病度7.5であった。この湯田地域をはじめ、遠野、岩泉などの山間部で発生が多い傾向にあった。なお、花巻、北上地域などの平野部や沿岸部釜石地域などにおいても多発圃場が認められた(表2)。



図1 イネ内穎褐変病の病徴

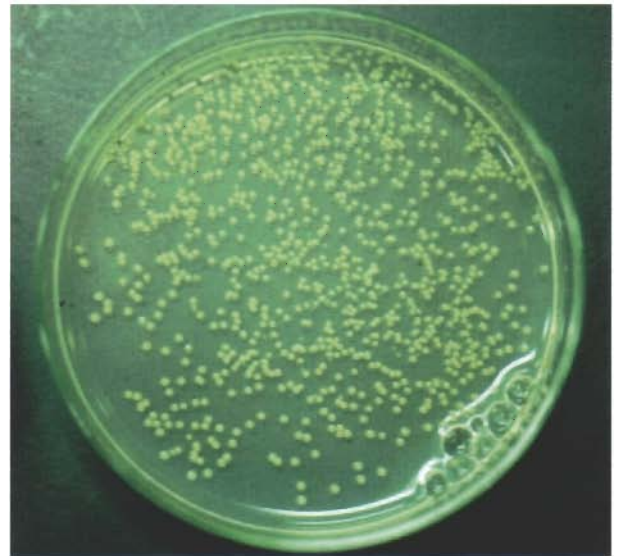


図2 病患部から分離された細菌のコロニー (YP 培地)

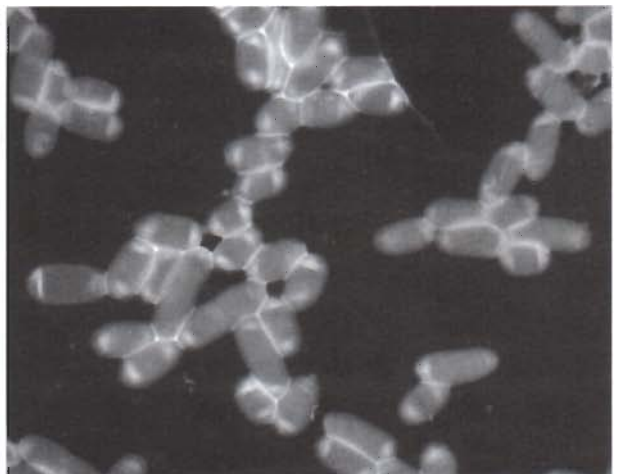


図3 分離細菌の電子顕微鏡写真

表1 分離細菌の細菌学的性質

検査項目	分離細菌	<i>E.ananas</i> MAFF 菌株 <sup>1)</sup>	<i>E.ananas</i> <sup>2)</sup>	<i>P.ananas</i> <sup>3)</sup>	<i>P.gglomerans</i> <sup>4)</sup>
グラム染色性	- <sup>5)</sup>	-	-	-	-
O-F 試験	F	F	F	F	F
黄色コロニー	+	+	+	+	+
オキシダーゼ活性 (Kovac 法)	-	-	-	-	-
カタラーゼ活性	+	+	+	+	+
ウレアーゼ活性 (4°C)	-	-	-	-	-
フェニルアラニンデアミナーゼ活性	-	-	-	-	d
アルギニンデヒドロラーゼ活性	-	-	-	-	-
メチルレッド試験	-	-	d	-	-
Voges-Proskauer 試験	+	+	+	+	+
Simmon のクエン酸試験	+	+	-	+	+
ゼラチンの液化	+	d (1 / 3)	+	-	+
KCN 培地での生育	+	+	-	+	+
D-glucose からのガス生産	-	-	-	-	-
エスクリンの加水分解	+	+	+	+	+
硝酸塩の還元	d (5 / 13)	d (1 / 3)	-	-	+
インドール試験	+	d (1 / 3)	+	+	-
H <sub>2</sub> S 産生	-	-	+	-	-
NH <sub>3</sub> 産生	+	+	+	-	-
硝酸呼吸	+	+	-	-	-
レバン産生	-	-	-	-	-
レシチナーゼ活性	-	-	-	-	-
綿実油の加水分解	-	-	-	-	-
Tween80 の加水分解	+	d (1 / 3)	-	+	-
カゼインの加水分解	+	+	-	-	-
タバコ過敏反応	-	-	-	-	-
36°C での生育	+	+	+	-	-
耐食塩性 (9 ~ 10%)	+	+	-	-	-
ジャガイモ塊茎腐敗	-	-	-	-	-
炭水化物の利用性					
L-Arabinose	+	+	+	-	+
L-Rhamnose	d (6 / 13)	+	d	+	+
D-Mannose	+	+	+	+	+
Melibiose	+	+	+	+	-
Cellobiose	+	+	+	+	d
Lactose	+	+	+	+	d
Maltose	+	+	+	+	+
Raffinose	+	+	+	+	d
D-Adnitol	-	-	-	-	-
Dulcitol	-	-	-	+	-
Inositol	+	d (2 / 3)	d	+	d
D-Sorbitol	+	+	d	-	-
Salicin	+	+	+	+	+
α-metyl-D-Glucoside	-	-	-	+	-
Malonate	-	-	-	-	+
Mucate	+	+	-	-	-
Tartrate	-	-	-	+	-

1) イネ内穎褐変病菌標準菌株: MAFF301714, 301715, 301718.

2) 畔上ら<sup>1)</sup>, 3) Mergaert, *et al*<sup>1)</sup>, 4) Gavini, *et al*<sup>5)</sup>,

5) + = 陽性反応, - = 陰性反応, d = 供試菌株により反応が異なる場合 (陽性菌株数 / 供試菌株数); 空欄は文献に記載なし.

表2 岩手県におけるイネ内穎褐変病発生実態<sup>1)</sup>

調査地域区分 <sup>2)</sup>	調査市町村数	調査圃場数	発生圃場数	発生圃場率(%)	発生穂率(%)	発病率 <sup>3)</sup>	発病度 <sup>4)</sup>
盛岡	7	40	31	77.5	5.9	2.0	
紫波	2	22	17	77.3	6.3	2.2	
花巻	4	40	34	85.0	10.6	3.9	
北上	1	30	26	86.7	11.2	4.1	
湯田	2	8	8	100.0	21.7	7.5	
水沢	5	36	28	77.8	5.9	2.3	
江刺	1	14	11	78.6	7.0	2.7	
一関	3	28	19	67.9	5.4	2.1	
千厩	6	20	16	80.0	6.9	2.9	
大船渡	4	20	15	75.0	4.6	1.6	
遠野	2	30	24	80.0	10.1	3.7	
釜石	2	6	4	66.7	8.5	3.8	
宮古	3	12	8	66.7	7.0	2.6	
岩泉	1	2	2	100.0	11.0	3.7	
久慈	3	20	6	30.0	1.2	0.4	
軽米	2	12	8	66.7	4.5	1.5	
二戸	3	18	12	66.7	7.9	2.6	
岩手県	51	358	269	75.1	7.4	2.7	

1) 調査: 1994年9月7~14日

2) 調査地域区分: 岩手県内農業改良普及センター(1994年当時)の管轄で表記。

3) 調査穂数: 50穂/圃場

4) 発病度 =  $\Sigma(3A+2B+C) \times 100 / (3 \times \text{調査穂数})$ 

A: 1穂中16粒以上の内穎が褐変している穂数

B: 1穂中6~15粒が内穎褐変している穂数

C: 1穂中1~5粒が内穎褐変している穂数

## 品種、出穂期別の発病様相

元農試圃場に作付けされる主なイネ品種の出穂期にあたる7月下旬から8月中旬は高温少雨で経過した。連日真夏日で、降雨があったのは8月2~4, 16, 18~21日の8日であった。発病は15品種(うち11品種、もち4品種)全てで確認された。また、同一品種でも出穂期が異なると発病程度に差がみられ、とくに8月2~4日以降に出穂した品種・区で発生が多い傾向にあった(表3)。

移植期を変えたことにより出穂期がそれぞれ異なる3品種(かけはし、たかねみのり、あきたこまち)の発病状況を比較した。発病もみ率はいずれも1%未満と低かったものの、3品種ともに出穂期前後に降雨に遭遇した区(出穂日8月2, 4, 17日の区)で発病が多かった(表4)。

なお、岩手農試場内で調査した15品種の調査結果から、発病穂率(X)と発病もみ率(Y)には高い正の相関( $Y=0.0345X-0.0616$ ;  $r^2=0.8854$ \*\*\*)が認められた。

## 発病程度と玄米性状の関係

チヨホナミについて、発病穂を意図的に採集し、もみの発病程度別に玄米性状を調査した(表5)。稔実もみ率は85.6%で、しいなが14.4%であった。また、全もみ

表3 品種と発病の関係<sup>1)</sup>

品種	圃場	出穂期	調査穂数 <sup>2)</sup>	1穂もみ数	発病穂率(%)	発病もみ率(%)	発病度 <sup>3)</sup>
いわて26	a	7.25	80	50.0	3.75	0.30	1.25
	b	7.25	88	84.7	2.27	0.03	0.57
かけはし	a	7.27	90	56.6	8.89	0.27	1.94
	b	7.29	100	67.9	2.00	0.03	0.50
いわて21	a	7.29	84	91.8	10.71	0.18	2.38
	b	7.31	83	87.8	4.82	0.07	1.51
たかねみのり	a	7.30	84	79.4	2.38	0.03	0.60
	b	8.4	98	73.4	3.06	0.06	1.02
あきたこまち	a	8.2	100	84.2	13.00	0.39	3.75
	b	8.6	84	73.8	22.62	0.42	5.65
ゆめさんさ	a	8.3	100	66.4	5.00	0.27	1.50
	b	8.6	86	62.4	13.95	0.32	3.49
チヨホナミ	a	8.4	87	67.4	28.74	0.87	7.47
	b	8.7	90	72.4	41.24	1.49	12.50
コガネヒカリ	b	8.10	71	77.6	40.85	1.72	11.97
	b	8.11	97	75.7	4.12	0.25	1.29
ひとめぼれ	a	8.6	100	83.4	6.00	0.11	1.50
	b	8.12	100	68.3	15.00	0.51	4.25
ササニシキ	a	8.8	100	85.2	12.00	0.18	3.00
	b	8.11	100	78.2	14.00	0.37	3.75
カグヤモチ	a	8.1	86	86.0	0.00	0.00	0.00
	b	8.2	99	81.8	4.04	0.09	1.01
ヒメノモチ	b	8.8	97	75.3	11.34	0.18	2.84
	b	8.9	89	93.0	28.09	1.00	8.71
美山錦	b	8.9	89	93.0	28.09	1.00	8.71
	b	8.17	85	104.4	32.94	0.76	9.12

1) 調査: 1994年9月2日, 降雨日: 8月2~4, 16, 18~21日

2) 調査穂数: 5株任意調査(最大20穂/株)

3) 発病度: 式は表2に準ずる。

表4 品種および出穂期の早晚と発病の関係<sup>1,2)</sup>

品種	移植期月日	苗令	出穂期月日	調査穂数	1穂もみ数	発病もみ率(%)	発病度
かけはし	5.10	稚苗	7.27	99	79	1	0.01
	5.20	稚苗	7.29	76	72	16	0.29
	5.31	稚苗	8.1	93	116	11	0.10
	6.10	稚苗	8.4	84	93	22	0.28
たかねみのり	5.10	成苗	7.29	92	69	0	0.00
	5.10	中苗	7.31	108	107	1	0.01
	5.20	中苗	8.2	89	104	48	0.52
	5.31	中苗	8.10	93	141	22	0.17
	6.10	稚苗	8.15	80	125	8	0.08
あきたこまち	5.10	成苗	7.31	102	114	4	0.03
	5.10	中苗	8.2	97	119	23	0.20
	5.20	中苗	8.5	118	123	17	0.12
	5.31	中苗	8.12	84	130	16	0.15
	6.10	稚苗	8.17	87	120	48	0.45

1) 調査: 1994年9月11日に任意の5株を調査した。

2) 降雨日: 8月2~4, 16, 18~21日

から得られた玄米の性状は92.3%が健全米で、青未熟米5.3%、茶米1.2%、死米1.2%などで被害粒率は7.5%であった。この内訳を見ると、内穎褐変病による発病もみ(内穎A, B, C)では被害粒が3.9%で、本病以外による汚染もみによる被害粒は3.5%を占めた。

内穎の褐変程度の高い「内穎C」は「内穎B」や「内



図4 内穎褐変もみの程度別区分

内穎A：外穎に褐変・汚染はみられず、内穎の一部が淡く褐変しているもの  
 内穎B：外穎に褐変・汚染はみられず、内穎全体が淡～濃く褐変しているもの  
 内穎C：内穎が濃く褐変し、外穎には二次的な糸状菌の寄生等による汚染がみられるもの  
 この他、健全もみ（内・外穎ともに褐変・汚染がみられないもの）と汚染もみ（内穎褐変病以外により汚染しているもの）に区分した。

穎A」に比較して、もみではしいな、玄米では濃茶米や淡茶米の割合が高く、青死米や死米、奇形米などの被害粒も多くなる傾向にあった。

一方、汚染もみに由来する玄米の性状は健全米と被害粒がほぼ同数で、青未熟米や死米の割合が高かった。

粒厚選別による被害粒除去

採集した発病穂のもみを類別し、画分毎に玄米を粒厚選別し、それぞれの玄米性状割合を比較した（表6）。玄米性状は、粒厚が大きいほど健全粒率が高く、これは健全もみ、発病もみ、汚染もみとも同様であった。青未熟米、茶米、死米および奇形米を含む被害粒率は全玄米中7.7%であったが、1.9mm目のふるいによる粒厚選別で約1/10の0.8%に低下した。1.7mm以上1.9mm未満の粒厚では13.7%が分画された。これらを合算した1.7mm以上の粒厚での被害粒率は8.4%と計算された。

なお、本病以外による汚染もみでは1.9mm以上の粒厚においても健全米率は77.4%で、本病による被害程度の高い内穎Cの場合の87.8%よりも低かった。

表5 もみの内穎褐変程度と玄米性状の関係<sup>1)</sup>

内穎褐変程度区分 <sup>2)</sup>	調査もみ数	しいな割合 (%)	調査粒数	玄米性状割合 (%)				
				健全粒	青未熟	茶米 <sup>3)</sup>	死米 <sup>4)</sup>	奇形米
健全もみ	17,834	13.2	15,484	94.3	4.3	0.8	0.6	0.0
内穎A	392	12.0	345	80.3	14.2	2.3	2.9	0.3
内穎B	231	22.5	179	54.7	12.3	11.7	20.1	1.1
内穎C	140	26.4	103	44.7	28.2	16.5	8.7	1.9
小計	763	17.8	627	67.1	15.9	7.3	8.8	0.8
汚染もみ	684	43.7	385	50.6	25.5	8.6	15.1	0.3
合計	19,281	14.4	16,496	92.3	5.3	1.2	1.2	<0.0

- 1) ちよほナミの発病穂を供した。
- 2) 内穎褐変程度の区分：図4参照
- 3) 茶米には濃茶米及び淡茶米を含む。
- 4) 死米には青死米も含む。

表6 粒厚別玄米の性状<sup>1)</sup>

内穎褐変程度 <sup>2)</sup>	粒厚区分	調査粒数	同左割合 (%)	玄米性状割合 %				
				健全粒	青未熟	茶米 <sup>3)</sup>	死米 <sup>4)</sup>	奇形米
健全もみ	1.9mm以上	11,159	72.1	99.8	0.1	0.1	0.0	0.0
	1.7以上1.9mm未満	3,746	24.2	89.8	7.0	2.2	1.0	0.0
	1.7mm未満	579	3.7	19.2	69.3	4.0	7.6	0.0
内穎A	1.9mm以上	213	61.7	94.4	3.3	1.9	0.5	0.0
	1.7以上1.9mm未満	101	29.3	72.3	20.8	3.0	4.0	0.0
	1.7mm未満	31	9.0	9.7	67.7	3.2	16.1	3.2
内穎B	1.9mm以上	70	39.1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.7以上1.9mm未満	59	33.0	47.5	15.3	20.3	16.9	0.0
	1.7mm未満	50	27.9	0.0	26.0	18.0	52.0	4.0
内穎C	1.9mm以上	41	39.8	87.8	4.9	7.3	0.0	0.0
	1.7以上1.9mm未満	38	36.9	26.3	34.2	31.6	5.3	2.6
	1.7mm未満	24	23.3	0.0	58.3	8.3	29.2	4.2
汚染もみ	1.9mm以上	190	49.3	77.4	14.7	5.8	2.1	0.0
	1.7以上1.9mm未満	137	35.6	35.0	29.9	12.4	22.6	0.0
	1.7mm未満	58	15.1	0.0	50.0	8.6	39.7	1.7
全もみ	1.9mm以上	11,673	70.8	99.3	0.4	0.3	0.1	0.0
	1.7以上1.9mm未満	4,081	24.7	86.3	8.5	3.1	2.1	<0.0
	1.7mm未満	742	4.5	15.4	64.4	5.4	14.2	0.7
総計		16,496		92.3	5.3	1.2	1.2	<0.0

- 1, 3, 4) 表5参照。
- 2) 図4参照。

## 考 察

1994年の夏季は全国的に異常高温を記録し、岩手県においても出穂期は高温に遭遇した。その中で、従来関東以西に発生する病害<sup>1)</sup>であるイネ内穎褐変病の発生が岩手県でも確認された。東北における発生はこれまで宮城県でのみ記録がみられるが<sup>1)</sup>、寒冷地での発生様相についてはこれまで明らかにされていない。

本県で発生したイネもみの内穎褐変症状の特徴は、尾崎ら<sup>16)</sup>および吉田ら<sup>21-24)</sup>の報告と類似した。この症状を呈するもみの内穎部から特異的に分離された黄色コロニーを形成する細菌はイネもみに対して弱いながらも病原性を有していたが、その病原力には菌株間差が認められた。この傾向は畔上ら<sup>1)</sup>の報告と一致する。

病原性を確認した菌株を含む13菌株のコロニー形態、電子顕微鏡による形態観察およびグラム染色性から、分離細菌は旧 *E. herbicola* 群に属すると考えられた。さらに、細菌学的性質は比較的用いたイネ内穎褐変病細菌3菌株とよく一致したこと、さらに畔上ら<sup>1)</sup>の記載と一致したことから、本分離細菌をイネ内穎褐変病細菌と同定した。

畔上<sup>2)</sup>はその後の論文でイネ内穎褐変病細菌を *E. ananas* と同定すべきことを述べており、現在、病原菌の学名はこの *E. ananas* が採用されている<sup>12)</sup>。一方、現在、旧 *E. herbicola* 群のほとんどは新しく提案された *Pantoea* 属<sup>2)</sup>に移行しており、本分離細菌も *Pantoea* 属として同定されなければならない。このことについて畔上<sup>2)</sup>は *E. ananas* を *P. ananas*<sup>8)</sup> と分類すべきことを提案している。そこで、本分離細菌を *P. ananas*<sup>8)</sup> および *P. agglomerans*<sup>5)</sup> と対比したところ、いずれに対しても5種類の炭水化物利用性で異なっており、両細菌の中間的な性質を有していたが、対照に供試したイネ内穎褐変病細菌3菌株の性質および畔上らの記載も同様であったことから、本病の命名者である畔上の論議<sup>2)</sup>にしたがって、本分離細菌は *Pantoea ananas* と同定した。なお、結論するためには今後DNAの相同性などの検討が必要である。

岩手県における本病の発生実態について、発生は平野部や沿岸部でも多発圃場が散見されたものの、多発地は奥羽山脈や北上山地に接しており、山間部において多発の傾向にあると考察される。発生の地域間差に関する報告はみられないが、本病の発生と品種、出穂期、気象要素等の関連について解析されている<sup>16,17,21-23)</sup>。本病が出穂期前後の降雨によって発生が助長されることは明らかで

あるが、品種間差については明確でないとされており<sup>16,17,21-23)</sup>、表3、4はこの傾向にほぼ一致する。なお、吉田<sup>21)</sup>、芝田<sup>17)</sup>は開花日に降雨があると発病が特に多くなることを明らかにしている。山間部では降雨以外にも霧等による結露や濡れは起こりやすく、このことが、本病が比較的多い発生につながったものと推察される。

尾崎ら<sup>16)</sup>は内穎褐変病由来の玄米には茶米が多いことを、また、吉田・安木<sup>24)</sup>、吉田ら<sup>23)</sup>は1穂中の発病もみ率と茶米発生率には高い正の相関があることを明らかにしている。今回の調査(表5)においても内穎の褐変程度が高いほど茶米が増加し、死米等の被害粒が多く発生した。加えて青未熟米の割合も比較的高いことが明らかとなった。結果は示していないが、かけはし、たかねみのり、あきたこまちの3品種でも同様の調査を別途実施しており、傾向は一致した。

尾崎ら<sup>16)</sup>は発病もみ由来の玄米は健全粒に比較して粒重が約15%軽く、発病は減収につながると報告している。本研究から、内穎の褐変程度が高まるほどしいなが増加し、玄米の粒厚の小さな画分の割合が多くなることが明らかであり、このことから、発病は玄米の肥大を阻害すると推察した。

内穎褐変もみと汚染もみを含む発病穂由来の玄米の被害粒は、発病穂率41.2%、発病度12.5%と発病程度の最も多かったチヨホナミでも1.9mmの段篩いを用いた粒厚選別により、1/10程度まで減ずることができ、健全粒率を99.3%とすることができた。このことから、県内で最も発病程度の高かった湯田地域(発病穂率21.7%、発病度7.5)でも粒厚選別により、健全粒率を高めることが可能で、農産物検査規格で落等の要因となる被害粒等の混入率15%<sup>26)</sup>を超えることはないものと考えられる。したがって、本県においてイネ内穎褐変病による落等被害が起こる可能性は低いものと考えられた。

以上のことから、岩手県におけるイネ内穎褐変病の発生は、①発病穂率が高いが、発病もみ率が比較的低いこと、②本病が高温年に特異発生する病害であること、③被害粒を粒厚選別により除去できることなどを考慮すると、1994年のような多発年でも発病による影響が減収として表面化することはほとんどないと考えられる。また、本病原細菌の種子伝染については明らかにされていないが、発病もみの粒重が軽いこと<sup>16)</sup>および玄米の粒径が小さいことを考慮すると塩水選や風重選によって被害もみを除去することが可能で、種子予措によって次年度の種子利用には影響がないものと推察した。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり、元岩手県生物工学研究センター曳地康史博士（現在高知大学農学部教授）には懇切な御指導と御校閲を賜った。元農林水産省野菜・茶業試験場盛岡支場病害研究室白川 隆博士（現在独立行政法人農業技術研究機構野菜茶業研究所葉根菜研究部病害研究室長）並びに元宮城県園芸試験場環境部病害虫科佐藤郁氏（現在宮城県病害虫防除所）には病原細菌の同定に当たり、終始懇切な御指導と多大な研究協力をいただいた。また、岩手県病害虫防除所、元岩手県立農業試験場技術部水田作科各位には県内の発生調査および品種比較に際して多大なご協力をいただいた。記して、ここに深甚なる感謝の意を表する。

## 引用文献

- 1) 畔上耕児・尾崎克巳・松田 明・大畑貫一（1983）.  
*Erwinia herbicola* によるイネ内穎褐変病. 農技研報 C37 : 1-12.
- 2) 畔上耕児（1994）. イネ苗立枯細菌病に関する研究. 農環研報 11 : 1-80.
- 3) 畔上耕児（1996）. *Vibrio fischeri* の発光遺伝子を導入した *Burkholderia glumae* と *B. plantarii* のイネ体における発光. 日植病報 62 : 306（講要）.
- 4) 畔上耕児（1996）. *Burkholderia glumae* および *B. plantarii* のイネ体における増殖. 日植病報 62 : 640（講要）.
- 5) Gavini, F., J. Mergaert, A. Beji, C. Mielcarek, D. Izard, K. Kersters and J. de Ley（1989）. Transfer of *Enterobacter agglomerans* (Beijerinck 1888) Ewing and Fife 1972 to *Pantoea* gen. nov. as *Pantoea agglomerans* comb. nov. and Description of *Pantoea dispersa* sp. nov., Int. J. Syst. Bacteriol. 39 : 337-345.
- 6) 後藤正夫・瀧川雄一（1984）. 植物病原細菌同定のための細菌学的性質の調べかた（1）～（4）. 植物防疫 38 : 339-344, 385-389, 432-437, 479-484.
- 7) 長谷川優・畔上耕児・吉田浩之（1998）. 発光遺伝子を導入したイネ内穎褐変病菌のイネ体上における挙動. 日植病報 64 : 595（講要）.
- 8) 曳地康文・江上 浩（1995）. オキシソリニック酸と種子の塩水選を用いたイネもみ枯細菌病に対する防除体系の確立. 日植病報 61 : 405-409.
- 9) 勝部和則・佐藤 郁・白川 隆・武田眞一（1995）. 岩手県におけるイネ内穎褐変病の発生 1. 分離細菌の同定と諸性質. 北日本病虫研報 46 : 33-35.
- 10) 勝部和則・武田眞一・飯村茂之（1995）. 岩手県におけるイネ内穎褐変病の発生 2. 発生様相と被害粒の除去. 北日本病虫研報 46 : 207.
- 11) Mergaert, J., L. Verdonck and K. Kersters（1993）. Transfer of *Erwinia ananas* (synonym, *Erwinia uredovora*) and *Erwinia stewartii* to the genus *Pantoea* emend. as *Pantoea ananas* (Serrano 1928) comb. nov. and *Pantoea stewartii* (Smith 1898) comb. nov., respectively, and description of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* subsp. nov., Int. J. Syst. Bacteriol. 43 : 162-173.
- 12) 日本植物病理学会編（2000）. 日本植物病名目録, (社) 日本植物防疫協会, 東京. p.11.
- 13) 小川勝美・諏訪正義・渡部 茂（1979）. イネもみ枯細菌病に関する研究 第1報 1978年岩手県における発生実態について. 北日本病虫研報 30 : 75.
- 14) 中南 博・武田眞一（1989）. イネ苗立枯細菌病の種子予措・育苗期間中の2次感染. 日植病報 57 : 86.
- 15) 那須英夫・岡本康博・藤井新太郎（1981）. 近年、岡山県内で発生した変色米（茶米）とその病原. 日植病報 47 : 362（講要）.
- 16) 尾崎克巳・小林 誠・松田 明（1981）. 茨城県におけるイネの内穎褐変もみの発生と被害. 関東病虫研報 28 : 20-21.
- 17) 芝田英明（1994）. イネ内穎褐変病の発生に及ぼす気象要因及び防除対策. 今月の農業 38(9) : 78-81.
- 18) 諏訪正義・小川勝美・渡部 茂（1982）. イネもみ枯細菌病菌による苗腐敗症の発生生態と防除法. 岩手農試研報 23 : 1-16.
- 19) 田部井英夫・畔上耕児・福田徳治（1988）. イネ内穎褐変病のイネもみへの感染経路. 日植病報 54 : 637-639.
- 20) 富永時任（1971）. 日本における牧草および飼料作物の病害に関する研究Ⅱ 日本における牧草および飼料作物細菌病の病原学的研究. 農技研報 C25 : 205-306.
- 21) 吉田浩之（1986）. イネ内穎褐変病に関する研究 第3報 感染時期と発病の関係. 鳥取農試研報 22 : 31-39.
- 22) 吉田浩之（1991）. 作物の細菌病（田部井英夫ほか編）. 日本植物防疫協会, pp.122-123.
- 23) 吉田浩之・尾崎克巳・畔上耕児（1982）. イネの内穎褐変症. 植物防疫 36 : 122-126.
- 24) 吉田浩之・安木睦夫（1980）. 着色米の一原因となる



もみの内穎変色とその病原細菌の存在について, 日植  
病報 46: 81 (講要).

25) 渡部 茂・小川勝美・諏訪正義 (1977). 岩手県に多  
発したイネ葉しょう褐変病類似病害について, 北日本  
病虫研報 28: 60 (講要).

26) 全国食糧検査協会 (2001). 平成 13 年度農産物検査  
手帳, 日本農民新聞社, 東京, 134-141.

## Occurrence of Bacterial Palea Browning of Rice in Iwate prefecture and Removal of the Damaged Rice

Kazunori KATSUBE · Shin-ichi TAKEDA

### Summary

In the summer of 1994, a disease similar to bacterial palea browning disease occurred widely in rice in Iwate prefecture.

1. Bacterial isolates, which formed colonies with yellow pigment, were obtained from affected paleas of rice. Six isolates showed weak pathogenicity to rice by an artificial inoculation at the flowering stage. All isolates obtained were identified to be the pathogen of bacterial palea browning disease through bacteriological studies. Those characteristics indicated that the isolates stood between *Pantoea ananas* and *P. agglomerans*. The authors, however, identified the present isolates to be *P.ananas*.

2. This bacterial disease was observed in all investigated municipalities of Iwate prefecture. The proportion of diseased paddy fields was between 30% and 100% (avg. 75.1%), and had a tendency to be high in areas between mountains.

3. In Takizawa, Iwate prefecture, rain at the heading time was an important factor in accelerating the disease. A Correlation with the different cultivars was not clear, because all cultivars were diseased insignificantly and similarly.

4. The characteristic of brown rice derived from diseased paddies was damaged as rusty and opaque-kernel rice. The damaged rice was removed by filtering it through a 1.9mm-mesh size screen.

This is the first report on the occurrence of bacterial palea browning of rice in Iwate prefecture. If this bacterial disease were to occur widely in a cool district such as our prefecture, we could remove the damaged rice by filtering it through a 1.9mm-mesh size screen.

**keywords :** rice, bacterial palea browning, Iwate prefecture, occurrence, damaged rice, removed.