

イネ葉鞘褐変病の発生におよぼす気象要因

宮島 邦之* 秋田 忠彦**

Effect of Climatic Factors on the Bacterial Sheath Brown Rot of Rice

Kuniyuki MIYAJIMA, Tadahiko AKITA

本病は、冷害年に多発生の傾向があつて、イネの出穂期前後の生育時期にあたる7月下旬から8月上旬の期間に低温多湿の気象条件に遭遇したとき顕著である。本病原細菌の生育適温は26°C~28°Cであるが、14°Cでも旺盛に増殖する。しかし、イネ体内での増殖は、培養基上とは極めて異なり、高温(23°C~29°C)では抑制され、低温(11°C~17°C)では旺盛に増殖を持続する。発病におよぼす温度の影響は、イネ体内における本菌の増殖と密接な関係があつて、低温では病斑進展は助長され、同時に病原菌も増殖が盛んである。しかし、高温では病斑および病原菌の増殖は抑制される。低温の発病におよぼす影響は、出穂前5日間の気温と発病が高い負の相関関係にあり、また穂孕期の低温処理前接種が処理後接種より激しく発病することから、イネの出穂が遅れ、最も罹病しやすい穂孕期間が長くなることによって、発病が助長されると考えられる。本病多発生年の低温は、最低気温のみならず最高気温が低下している場合が多く、人工感染では昼間の低温条件で発病が激しいこと、また最高気温と発病が負の相関関係にあることから、最高気温の低下が発病に大きな影響をおよぼしている。湿度と発病の関係は多湿でしかも長時間経過するほど発病が助長される。

I 緒 言

近年、イネ葉鞘褐変病は北海道の各地で多発生し、大きな被害をあたえている。本病に関係しては舟山^{3,4)}、後藤⁶⁾、および筆者ら^{1,11,12,13,15)}の報告がある。本病は普通7月下旬以降に発生し、特に冷害年に多発生の傾向がある。筆者らは本病防除法確立のため、病原菌と発生生態に関する研究および有効薬剤探索の試験を行ってきたが、本病の性質から、実用的防除法の確立は極めて困難である。ここでは本病の多発生について、ファイトトロンを用いた穂孕期の温度処理が病斑進展、イネの出穂、イネ体内の病原菌の増殖におよぼす影響ならびに湿度と発病および気象要因との相関関係について検討した。

本文に先だち、懇篤なる指導を頂き、本稿の校閲の労をとられた道南農業試験場馬場徹代場長に厚く感謝の意を表するとともに、有益な助言をいただいた北海道農業試験場作物部柴田和博稲第一研究室長および常に多大の便宜を与えられた上川農業試験場長島崎佳郎

博士、同病虫予察科長井上寿、中央農業試験場稲作部長長内俊一博士、同栽培第二科長沢崎彬および同育種科研究員山崎一彦(現道南農業試験場)の各位に謝意を表する。

II 試験方法

1 人為的環境要因と発病との関係

(1) 培養温度と生育

供試菌は、1968年7月に上川農試圃場の「農林33号」から分離した病原菌6801菌株を用い、14°C、20°Cおよび26°Cの恒温器内でペプトン水中における増殖を比較した。普通寒天培地で28°C、24時間培養した菌体を殺菌水で希釈し、1.0 ml中に10⁰と10¹のオーダーの細胞が含まれるように細菌浮游液を調製した。この浮游液1.0 mlを9 mlのペプトン水に加え、前記温度で培養後、一定時間ごとに希釈平皿法で菌数を測定した。

(2) 温度と発病

供試イネは、品種「しおかり」を用い、1/5000 aポ

* 北海道立上川農業試験場 旭川市永山町

** 北海道立中央農業試験場稲作部 岩見沢市上幌向

Table 1. Treatments for paddy

	Temperature	Number of treated days	Inoculation Time
Test 1	Day 14°C—Night 14°C	3 or 6	Before or after treatment
Test 2	Day 26°C—Night 14°C	5	After treatment
	Day 26°C—Night 20°C	//	//
	Day 20°C—Night 14°C	//	//
	Day 20°C—Night 20°C	//	//

Table 2. The scale for determining of the degree of heading

Grade	Position of panicle in the flag leaf sheath
0	Panicle tip is below the auricle of the flag leaf sheath
1	1/3 of panicle length emerges from the auricle
2	2/3 of panicle length emerges from the auricle
3	Neck node of the spike emerges from the auricle

Degree of heading;

$$= \frac{\sum(\text{Value of grade} \times \text{Numbers of tiller in each grade}) \times 100}{3 \times \text{Total number of tillers}}$$

ットに12本植えしガラス室内で栽培した。温度処理は穂孕期にTable 1の方法によって行ない、処理後イネはガラス室内に移して発病の推移を観察した。接種は、6801菌株の普通寒天培地28°C、24時間培養菌を殺菌水で希釈した約10⁷の細菌浮游液を穂孕期の止葉葉鞘内に注入し、対照は殺菌水を用いた。特に記載する以外、接種は上記の方法によった。また出穂の程度はTable 2の方法で調査した。

(3) イネ体内における病原菌の増殖温度

供試イネは、品種「ユーカーラ」を用い、低温(11°C~17°C)、中温(17°C~23°C)、高温(23°C~29°C)処理を14日間行なった。接種は温度処理の直前に行ない、イネ体内の病原菌の定量は一定時間ごとに止葉葉鞘と穂を切り取り、100mlの殺菌水で2回表面洗浄後、磨砕し希釈平板法により普通寒天で分離培養した。病原菌の判別は抗血清凝集反応¹⁴⁾によって行ない、菌量は生体重1g当り菌数で表わした。

(4) 湿度の持続時間と発病

供試イネは、品種「しおかり」を用いて、止葉葉鞘に噴霧接種を行ない、湿度は相対湿度100%、温度は24°C~28°Cの接種箱内でそれぞれ所定の時間処理した後、直射日光で乾燥し、以後ガラス室内において発病の推移をTable 3Aの方法によって調査した。

2 気象と圃場での発病の関係

調査は、1972年に中央農業試験場稲作部圃場の沖積多肥施用区(以下沖積多肥)、沖積標準施肥区(以下沖

Table 3. The scale for determining of the intensity of bacterial sheath brown rot

A The scale for flag leaf sheath rot

Grade	Symptoms
0	No symptom
1	Water-soaked dark green
2	Yellow brown
3	Brown
4	Grayish brown

Degree of intensity of flag leaf sheath rot

$$= \frac{\sum(\text{Value of grade} \times \text{Number of sheath in each grade}) \times 100/4}{\text{Total number of sheaths}}$$

B The scale for panicle rot

Grade	Symptoms
0	No symptom
1	1/3 spikelet per panicle is brown
2	1/2 spikelet per panicle is brown
3	2/3 spikelet per panicle are brown
4	All spikelet per panicle is brown

Degree of intensity of panicle rot

$$= \frac{\sum(\text{Value of grade} \times \text{Number of panicle in each grade}) \times 100/4}{\text{Total number of panicles}}$$

C The scale for panicle and leaf sheath rot

Symptoms on the panicle and leaf sheath										
Sheath	O	O	O	B	B	B	G	G	G	
Panicle	O	B	G	O	B	G	O	B	G	
Grade	O	5	25	1	7	40	5	15	75	

* O: No symptom B; Brown G; Gray

Degree of intensity of panicle and leaf sheath rot

$$= \frac{\sum(\text{Value of grade} \times \text{Number of tiller in each grade})}{\text{Total number of tillers}}$$

積標肥) および亜泥炭土区 (以下亜泥炭) で2連制で栽培した28品種, 系統について行なった。発病調査はTable 3Aの方法で行ない, 病穂率は指数3以上の罹病穂で算出した。気象測定値は, 岩見沢市上幌向町の中央農試内露場の観測値を用い, 気象因子は平均, 最高, 最低気温および日照時間について検討した。相関係数は沖積多肥区 (n=28), 沖積標肥区 (n=28), 亜泥炭区 (n=28) の各区および全区 (n=84) について算出した。

Table 4. Climatic condition in the field in July and August 1972.

Date	Maximum temp (°C)	Minimum temp (°C)	Mean temp (°C)	Sunshine (hr)
7.1	23.3	14.6	19.0	25.6
2	25.1	18.9	22.0	28.5
3	25.8	14.2	20.0	50.4
4	27.1	16.6	21.9	39.8
5	27.0	19.2	23.1	48.9
6	25.3	15.1	20.6	41.5
8.1	26.4	18.2	22.3	29.9
2	29.7	20.1	24.9	44.3
3	28.4	18.9	23.7	39.8
4	26.5	18.8	22.7	23.4
5	24.3	15.0	19.7	49.1
6	25.5	14.0	19.8	46.5

III 試験結果

1 人為的環境要因と発病との関係

(1) 培養温度と生育

ペプトン水を用いた場合, 本菌の増殖におよぼす培養温度の影響は Fig. 1 に示すとおりである。24時間後には, 14°C では 1.5×10^4 , 20°C では 4.2×10^5 , 26

°C では 6.6×10^6 であり, 高温ほど低温より増殖が旺盛であった。しかし, 48時間後には各温度の影響による菌量の差異は小さくなって, 14°C でも 26°C と同濃度の $10^7 \sim 10^8$ に達し一定状態になった。

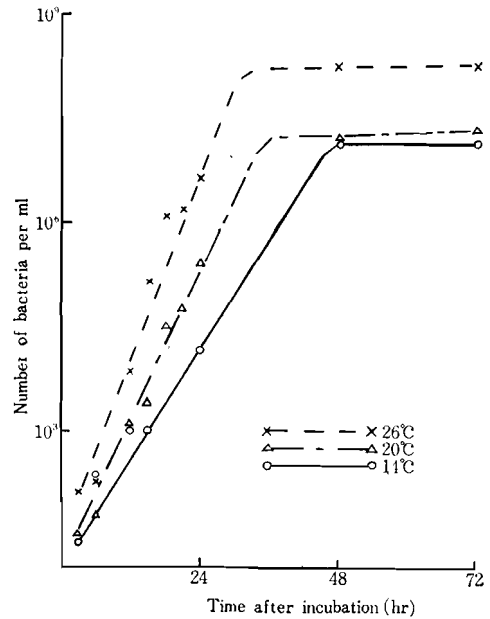


Fig. 1 Effect of temperature on bacterial growth in broth

(2) 温度と発病

発病は Table 3C の方法によって調査し, 接種時期は低温処理 (14°C) の直前または直後に行ない, その結果は Fig. 2 に示した。発病は, 処理前接種では水浸状の病斑が4日後に, 処理後接種では3日後に現われ, その後の病斑進展は前者では葉鞘および穂が黒褐色~灰褐色に変色し, 低温の期間が長いほど発病は激しかった。一方, 後者では病斑は急速に淡褐色に変色し, 以後病斑の進展は停止した。このことから, 昼間の温度と発病の実験の接種時期は温度処理の直前に行なった。昼間は20°C, 26°C, 夜間は14°C, 20°Cに変温したファイトロンで5日間処理を行ない, 昼間の温度が発病におよぼす影響を Fig. 3 に示した。昼間20°Cでは, 3日後に水浸状病斑が現われ, この病斑は長時間持続し, その後暗褐色~灰褐色に変色した。一方, 昼間26°Cでは, 病斑は水浸状から急速に淡褐色に変色し, その後の病斑進展は停滞した。昼間の温度は発病のみならず出穂の早さにも影響をおよぼし, 接種茎では「みご」が発病して出すくみ穂を生じ, 低温条件ではより激しかった。しかし, 対照の無接種では極めて少なかった (Fig. 4)。

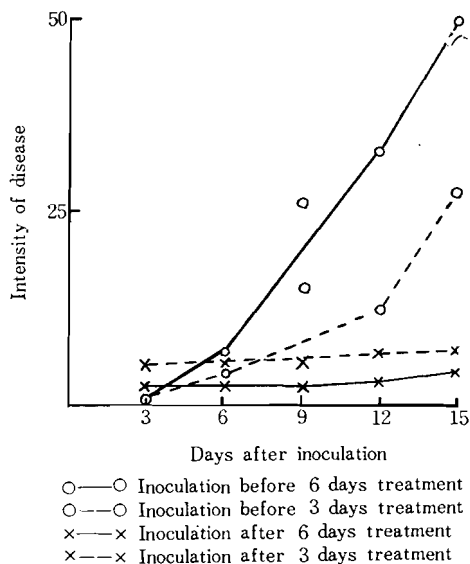


Fig. 2 Effect on disease development of the continuous low temperature (14°C) treatment given before or after the inoculation the booting stage

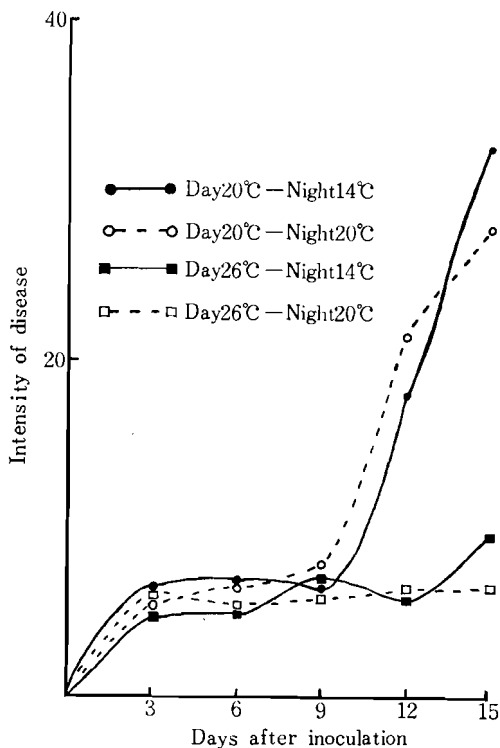


Fig. 3 Effect of temperature after inoculation on the disease development at the booting stage

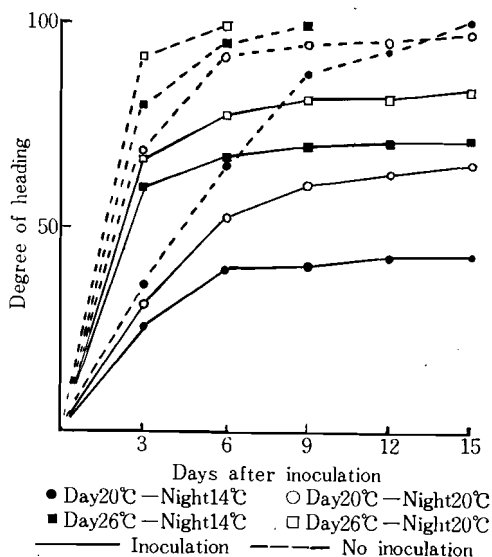


Fig. 4 Effect of temperature after inoculation on the date of heading at the booting stage

(3) イネ体内における病原菌の増殖温度

昼夜変温したファイトトン内で接種し、その発病経過と止葉葉鞘および穂における本菌の増殖を比較した。発病は Table 3. A の方法によって調査し、結果は Fig. 5 に示した。病徴は、低温では葉鞘に小さな楕円～不定形、水浸状の病斑が現われ、その後かんまんに拡大して暗緑色に変色し、14日後まで持続し、温度処理後には黒褐色～灰褐色に変色し、出すくみ穂を生じた。穂では8日後までは暗緑色～淡褐色の変色粒は少なかったが、14日後には黒褐色の粒が多くなった。中間温度では黒褐色～灰褐色になり、出すくみ穂を生じ、粒は褐色～黒褐色に変色した。高温では水浸状から急速に淡褐色に変色し、病斑の進展は止まった。穂でも褐点～褐色斑紋の粒が現われたが、その後変色粒数は増加しなかった。

温度処理によって異なる病徴を示した葉鞘および穂での本菌の増殖は、Fig. 6 に示すように、低・中温では最初かんまんであるが、その後漸増して、14日後には $10^6 \sim 10^8$ に達した。一方、高温では、葉鞘で2日後に 10^3 になったが、その後減少して5日以後には 10^0 以下になり、穂では 10^5 に達したが、以後漸減して14日後には 10^4 に低下した。

(4) 湿度と発病

接種後多湿条件で処理時間をかえたときの発病率および罹病度を Fig. 7 に示した。接種後3時間以上多

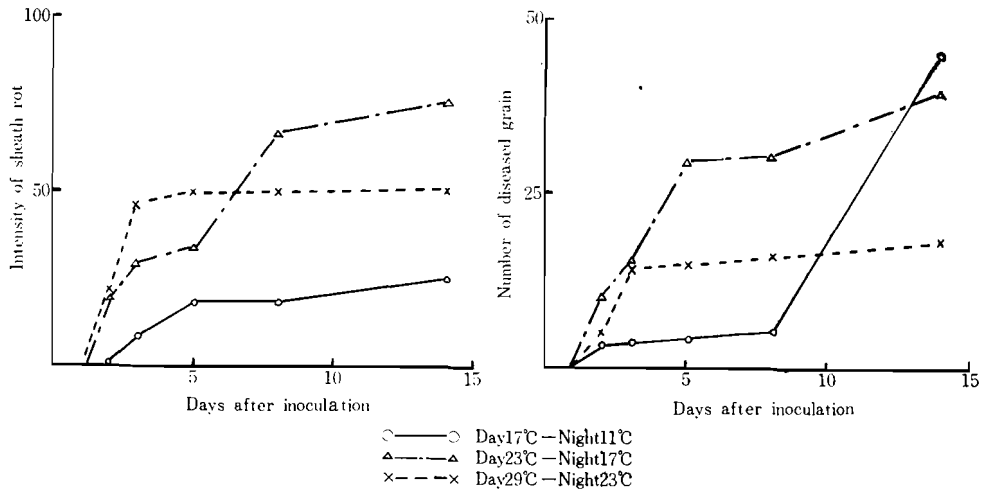


Fig. 5 Effect of temperature after inoculation at the booting stage on the disease development of flag leaf sheath and panicle

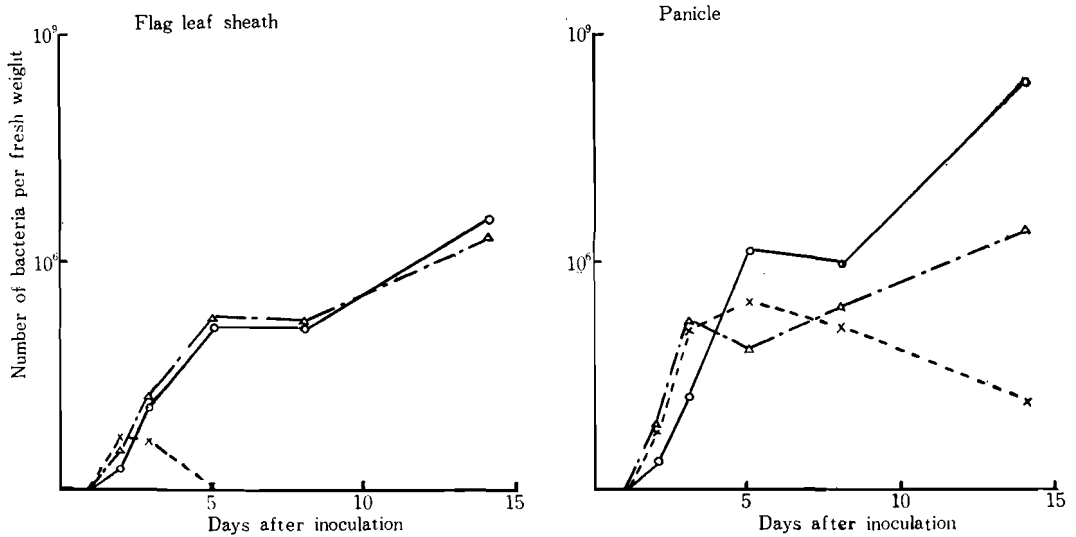


Fig. 6 Effect of temperature after inoculation at the booting stage on the multiplication of causal bacteria in the flag leaf sheath and panicle

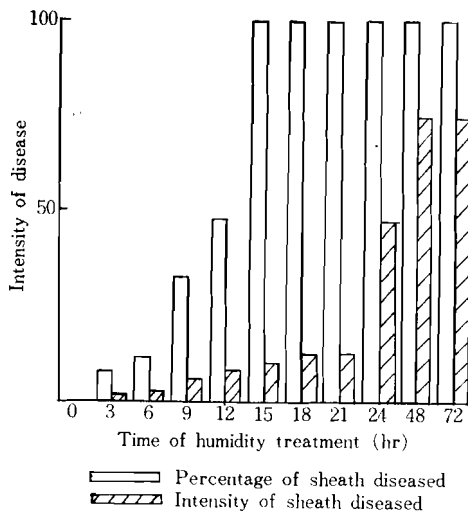


Fig. 7 Effect on disease development of humidity treatment at booting stage

湿条件に置くと発病し、処理時間が長いほど発病率は高くなり、15時間では100%に達した。罹病度も同様の傾向がみられ、長時間処理するほど高くなった。

2 気象と圃場での発病との関係

(1) 出穂期を中心とする各時期の平均気温と発病の相関関係

気象要因と発病の相関がもっとも高い時期を明らかにするため亜泥炭区の各品種、系統の出穂始から穂揃までの期間、出穂前5、10、15および20日間の平均気温と発病との相関係数を検討した。その結果はTable 5に示すとおり、出穂前5日間の相関がもっとも高かった。出穂前5日間の平均気温と全区の発病との相関図および回帰直線をもとめた結果、Fig. 8, 9に示すとおりであり、全区の病穂率と平均気温の回帰直線式は $y = -1.33x + 32.28$ (y = 病穂率, x = 平均気温), 発病度と平均気温の式は $y = -2.91x + 82.88$ (y = 発病度, x = 平均気温) であった。

Table 5. Correlation between mean temperature and the degree of disease in a peat soil field

Climatic factors	Disease factors	
	Degree of diseased panicle	Rate of diseased panicle
Begining to full of heading stage	-0.473*	-0.498**
5 days before heading stage	-0.644***	-0.720***
10 days before heading stage	-0.446*	-0.471*
15 days before heading stage	-0.427*	-0.347
20 days before heading stage	-0.569**	-0.666***

*** Significant at 0.1% level. ** at 1% level. * at 5% level.

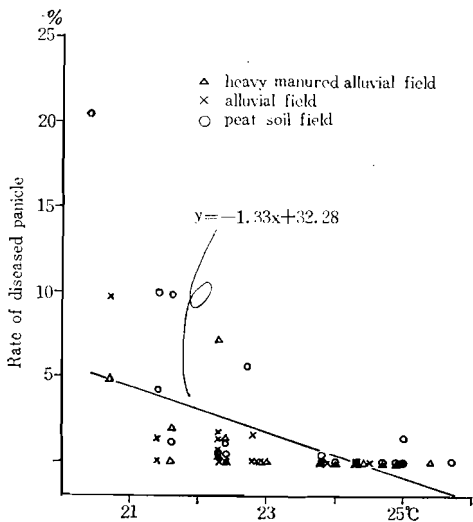


Fig. 8 Correlation between mean temperature during 5 days before heading stage and the degree of disease

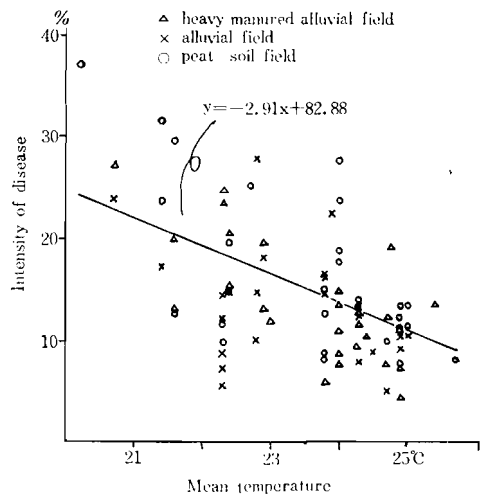


Fig. 9 Correlation between mean temperature and the degree of disease

Table 6. Correlation between climatic factors during 5 days before heading stage and the degree of disease

Disease factor	Climatic factor			
	Maximum temp	Minimum temp	Mean temp	Sunshine hours
Degree of diseased panicle				
Total	-0.566***	-0.528***	-0.568***	-0.290**
Heavy manured alluvial field	-0.676***	-0.700***	-0.708***	-0.431*
Alluvial field	-0.465*	-0.285	-0.472*	-0.451*
Peat soil field	-0.619***	-0.610***	-0.644***	-0.184
Rate of diseased panicle				
Total	-0.530***	-0.540***	-0.562***	-0.301**
Heavy manured alluvial field	-0.494**	-0.570**	-0.579**	-0.259
Alluvial field	-0.487**	-0.502**	-0.537**	-0.399*
Peat soil field	-0.713***	-0.718***	-0.720***	-0.308

*** Significant at 0.1 % level ** at 1 % level * at 5 % level

Table 7. Partial correlation between mean temperature, sunshine hours and the degree of disease

Disease factor	Climatic factor	
	Mean temp	Sunshine hours
Degree of diseased panicle		
Total	-0.512***	-0.045
Heavy manured alluvial field	-0.647***	-0.222
Alluvial field	-0.342	-0.308
Peat soil field	-0.636***	-0.124
Rate of diseased panicle		
Total	-0.501***	-0.062
Heavy manured alluvial field	-0.537**	-0.031
Alluvial field	-0.439*	-0.215
Peat soil field	-0.684***	-0.010

*** Significant at 0.1 % level ** at 1 % level * at 5 % level

(2) 出穂期前5日間の気象因子と発病の相関関係
気象因子と発病の相関を明らかにするため、もっとも相関の高かった出穂前5日間の最高、最低、平均気温および日照時間について検討した。その結果は Table 6 に示すとおり、最高気温と発病度、病穂率の関係は、全区および各圃場とも0.1%から5%水準で有意な負の相関関係にあった。

最低気温では、沖積標肥区の発病度との相関関係が有意でなかった以外は、0.1%から1%水準で有意な相関関係にあった。

平均気温では、全区および各圃場とも0.1%から5%水準で有意な負の相関関係にあった。

日照時間では、垂泥炭区の病穂率、発病度および沖積多肥区の病穂率との相関が有意でなかった以外は、1%から5%水準で有意な負の相関関係にあった。

日照時間と平均気温の相関関係は、全区、沖積多肥区、沖積標肥区および垂泥炭区では、それぞれ0.453***, 0.407*, 0.439*および0.419であり、有意な正の相関関係にあった。このことから、平均気温および日照時間のいずれが本病の発生に強く影響しているかを知るため、それぞれの偏相関⁵⁾をもとめ Table 7 に示した。

その結果、平均気温は、沖積標肥区の発病度と有意な偏相関がなかったが、全区および各圃場の発病度、

病穂率とは0.1%から5%水準で有意な負の偏相関係数にあった。一方、日照時間については、全区および各圃場の発病度、病穂率とは有意な偏相関係数が得られなかった。

IV 考 察

本病に類似する病害には「Bruzone」⁸⁾、「細菌性褐斑病」⁷⁾、「稲粒黒変病」¹⁰⁾および「黒浮」⁹⁾がある。前二者の病原細菌は本菌とは異なると考えられ¹⁵⁾、またこれら病害の発生要因に関する報告は少ない。後二者は生理病または原因不明とされているが、穂孕から穂揃期間に低温に遭遇したとき多発生することが報告されており、本病の発生様式にはほぼ類似した病害といえる。本病は病原菌が確認されており、低温条件下で激発する。しかし、低温処理だけでは褐変、腐敗しないことから、「稲粒黒変病」および「黒浮」は本菌と類似した病原菌が関与しているように思われる。

本病の発生は、7月下旬から8月上旬の時期に、低温に遭遇したとき多発するが、これは出穂前5日間の気温と発病が高い負の相関関係にあり、また低温で発病が激しい¹⁾ことで裏づけられる。出穂期間の長短は品種によって異なるが、出穂始から出穂期までの日数は、「うりゅう」の12日間がもっとも長く、「さちほ」、「ユーカーラ」などが3日間でもっとも短く、平均で6.6日であり、一般に出穂期間の長い早生種でも出穂期の5日前には、まだ大部分の穂は出穂前の状態にあるのが普通であった。この出穂直前の穂孕期における低温の発病におよぼす影響は、低温処理前接種の発病が処理後接種より激しく発病し、また前者では出穂するまでの時間が後者に比較して長時間要することから、もっとも罹病しやすい穂孕期間¹¹⁾が長くなることによって、発病が助長されたと考えられる。病斑は止葉葉鞘、穂以外に「みご」にも認められ、特に「みご」の下部の腐敗は出穂遅延に極めて大きな影響をおよぼし、その結果、さらに病斑進展を助長して出すくみ穂および不稔歩合を高めると考えられる。

本病多発生年の低温は、最低気温のみならず、最高気温が低下している場合が多い。そこで昼間の温度が発病におよぼす影響は、昼間低温で発病が激しいことおよび最高気温と発病が負の相関関係にあることから、昼間の低温、すなわち最高気温の低下が発病助長に大きな影響をおよぼしており、出穂遅延が一誘因と考えられる。

このように発病は温度によって大きな影響をうけるが、病原菌の増殖温度について検討した結果、生育適

温は26°Cから28°Cであるが、発病およびイネ体内における増殖に好適な温度は11°Cから23°Cであり、増殖におよぼす温度の影響は培養基上とイネ体内とは極めて異なった。しかし、培養温度が14°Cまたは20°Cの低温では、増殖がかんまんではあるが、48時間後には高濃度に達することから、低温でも増殖が旺盛であると考えられ、低温条件のイネ体内での増殖と類似した傾向を示しているといえる。低温下の穂孕期のイネは、出穂が遅延することによって、若い「Stage」の穂が水分含量の多い止葉葉鞘に長時間つまれている状態にあり、病原菌の増殖にとって好適な条件にあると考えられる。レタスの腐敗病²⁾でも、発病は生育適温と異なり、低温で激しく現われることを報告しており、これらの点では本病も類似した性質の病害のように思われる。

湿度と発病の関係は、多湿条件では長時間経過するほど発病は助長される。多湿は雨ばかりではなく、霧や曇天でイネ体上の露滴の時間が長くなるので、本病の発生に好適し、発病を助長すると考えられる。多雨、多湿の地方、特に日本海沿岸や山沿いの地帯に多発生することは、雨湿と密接な関係があることをしめしている。

本病の発生は低温年に多いが、7月下旬から8月上旬の期間が高温であっても、霧や曇天になって多湿条件に遭遇すると、発病部位は穂だけに変色して「黒穂」現象になることがある。しかし、高温多湿条件では、発病の程度は軽く、穂は褐変するが出穂し、低温条件で激しく現われる出すくみ穂は少なくなる。穂孕期の止葉葉鞘内の穂の部分には、夜間は水分で充満されている状態にあるので、多湿条件が発病を助長するためには、長時期持続する必要がある、日中の多湿が重要であると考えられる。

以上のことから気象と発病の相関関係、温度と発病および病原菌の増殖の関係についてはほぼ明らかになったが、今後、寄主の生理生態と本菌の病原性について検討する必要がある。

引用文献

- 1) 秋田忠彦, 沢崎 彬 1973: 稲葉鞘褐変病の被害と発病要因について. 北日本病虫研報 24: 53.
- 2) FRIEDMAN, B. A. 1951: *Pseudomonas marginalis* as the cause of soft rot of witloof chicory. *Phytopath* 41: 880—888.
- 3) 舟山広治, 平野トシエ 1962: 1種の細菌による水稲の葉鞘褐変について. 日植病報 (講要) 27:

- 265.
- 4) ——— 1963：北海道における水稻の葉鞘褐変について. 北日本病虫研報 14：47—48.
 - 5) 石川栄助 1964：新統計学. 426. 槇書店.
 - 6) GOTO, Masao. 1965：A comparative study of the sheath rot bacteria of rice. *Ann Phytopath Soc Japan* 30.1：42—45.
 - 7) 胡吉成, 白金鑑 1960：水稻新病害—細菌性褐斑病的研究. 第1報. 発生被害, 病症及病原鑑定. *植物病理学報* 6：93—105.
 - 8) KLEMENT, Z. 1955：A new bacterial disease of rice caused by *Pseudomonas orydicola* n. sp. *Acta Microbiologia* 2：265—274.
 - 9) 古宇田清平 1926：冷害現象としての水稻の白稈及び黒稈. *農及園* 10：2816—2821.
 - 10) 栗林数衛 1926：稻稈黒変病に関する調査. 大正15年度北農試事業成績 1173—1192 (未発表).
 - 11) 宮島邦之, 舟山広治 1968：イネ葉鞘褐変病の感染時期. *日植病報 (講要)* 34：363.
 - 12) ——— 1969：イネ葉鞘褐変病の発病におよぼす気温の影響について. *日植病報 (講要)* 35：114.
 - 13) ——— 1970：稻体上における葉鞘褐変病原細菌の増殖と気温の関係. *日植病報 (講要)* 36：364.
 - 14) ——— 1971：イネ葉鞘褐変病菌の抗血清について. *日植病報 (講要)* 37：404.
 - 15) ———, 馬場徹代 1972：イネ葉鞘褐変病の病原細菌について. *日植病報 (講要)* 38：201.

Effect of Climatic Factors on the Bacterial Sheath Brown Rot of Rice

Kuniyuki MIYAJIMA* and Tadahiko AKITA**

Summary

The bacterial sheath brown rot of rice occasionally causes severe damage to rice yield and quality, and it is recognized as one of the most important diseases in Hokkaido. Recently, this disease was prevalent in 1964, 1965, and 1966.

In this paper, the relations between disease development and climatic factors, and the effect of temperature on disease development and the multiplication of the pathogenic bacteria on rice plants were studied.

The results were summarized as follows;

1) The optimum growth temperature of the pathogenic bacteria was 26°C—28°C in the broth. The bacteria also multiplied at 14°C and their number reached at 10^7 cells per ml in 48 hrs. In the intact flag leaf sheath and panicle, the number of pathogenic bacteria was increased first and then decreased to 10^3 — 10^4 cells per gram fresh weight after 5 days under high temperature (23°C—29°C). On the other hand, under low temperature (11°C—17°C) bacterial numbers were gradually increased and reached at about 10^6 — 10^8 cells per gram fresh weight.

2) By inoculation before the low temperature (14°C) treatment, the disease development was increased, the heading stage was delayed, and sterile grains were found in a severely condition than by that after the treatment.

3) Under the low temperature (14°C—20°C), the appearance of the water-soaked typical lesion and the heading stage were delayed. Periods of typical lesion were longer than under the high temperature (20°C—26°C) and the disease development was increased. The appearance of typical lesion and the heading were promoted under high temperature, but the lesion was light in intensity.

4) When the relative humidity was 100 %, the minimum infection times were 3 hr and the longer period of the treatment caused more severe damage.

5) High negative correlations were found between air temperature during 5 days before the heading stage and disease development, but the effect of sunshine duration that based on partial correlation was estimated as low or negligible.

* Hokkaido Prefectural kamikawa Agricultural Experiment Station. Asahikawa, Hokkaido, 078—02 Japan.

** Rice Crop Division, Hokkaido Prefectural Central Agricultural Experiment Station. Iwamizawa, Hokkaido, 069—03 Japan