

福岡県におけるオオムギ網斑病の発生消長と気象条件

菊原 賢次
(福岡県農業総合試験場)

Relationship between occurrence of net blotch of barley and weather conditions in Fukuoka Prefecture. Kenji Kikuhara (Fukuoka Agricultural Research Center, Yoshiki, Chikushino, 818-8549, Japan)

We studied the effects of temperature on the growth and sporulation of six isolates of *Pyrenophora teres* Drechsler, which causes net blotch of barley. Temperatures for growth in culture ranged between 5 and 30 °C; the optimum was 25 °C. Sporulation in culture was abundant at 20-25 °C, moderate at 15 °C, and absent at 30 °C over 10 days; and moderate at 10 °C over 21 days. Net blotch appeared in fields of barley (cv. Asakagold) in 2000, 2001, and 2002 in Fukuoka prefecture. During the winter in early 2000 at normal cold temperatures, seedlings became infected through seed, but the infection did not develop systemically. During the warm winters in early 2001 and in early 2002, net blotch spread. These results suggest that a warm, wet winter promotes the spread of net blotch.

Key words : barley, net blotch, *Pyrenophora teres*, sporulation, weather conditions

緒 言

オオムギ網斑病は、糸状菌の一種である *Pyrenophora teres* Drechs. の感染によって葉身や葉鞘等に網目状の病斑を生じ、子実の登熟低下による減収と品質低下をもたらす (Piening and Kaufmann, 1969; Jordan, 1981)。福岡県では1997年から頻繁に多発生し、薬剤無防除区で防除区と比較して約3割の減収を生じ、子実が褐変することを報告した (菊原・中村, 2002a, 2002b)。本病害は世界各地のオオムギ (*Hordeum vulgare* L.) 栽培地帯のうち主として温暖で湿潤な地域に発生しており、生育期間の温度が低く、降雨の多い年に発生が多いと報告されている (Shipton et al., 1973; 宮島, 1992)。しかしながら、これらは欧米や北海道などの冷涼な春播き栽培における報告である。我が国のビールムギ主産地である関東や九州では5月から6月に収穫する秋播き栽培が一般的であり、本病の発生活消長は春播き栽培の場合と異なると考えられる。西南暖地においては登熟後期の活性の衰えた葉に生じると考えられてきたことから、発生初期からの詳細な調査は行われていなかった。そこで、本研究では圃場における1月から4月までの本病の発生活消長を3年間調査し、その結果を本菌の培養的性質や気象条件をもとに解析し、本病の多発要因を明らかにしたので報告する。

材料および方法

1. 菌叢の生育温度

Table 1 に示す6菌株を供試した。PDA 平板培地上で、7日間、25°Cで前培養し、菌叢を直径5mmのコルクボーラで打ち抜き、PDA 平板培地上に菌叢面を下に置床し、0, 5, 15, 20, 25, 30および35°Cの条件で暗黒下で培養した。試験は3反復で行い、0, 5, 15および35°Cは培養8日目に、20, 25および30°Cは培養4日目に生育した菌糸の長さを計測し、1日当たり伸長速度を求めた。

Table 1. Isolates of *Pyrenophora teres* used in this study.

Isolates	Origin	Year	Source
FUPT9901	Fukuoka	1999	Leaf
FUPT0101	Fukuoka	2001	Leaf
FUPT0105	Fukuoka	2001	Seed
FUPT9906	Kumamoto	1999	Leaf
pt 1 - 1 ^{a)}	Oita	unconfirmed	Leaf
IFO-6674 ^{b)}	unconfirmed	unconfirmed	unconfirmed

a) Obtained from Oita Prefectural Agricultural Research Center.

b) Obtained from Institute for Fermentation, Osaka.

2. 培地上における分生子形成と温度および培養日数の関係

Table 1 に示す 6 菌株のうち分生子形成不良の IFO-6674 を除く 5 菌株を供試し、佐藤 (1994) の方法に従い分生子を形成させた。すなわち、供試菌株を野菜ジュース培地 (無塩野菜ジュース 200g/1 l, CaCO₃ 3 g/1 l, Agar 15g/1 l) 上で、20℃, BLB ランプ 12 時間照射, 12 時間暗黒を繰り返し、7 日間培養した。分生子を形成した菌叢を直径 5 mm のコルクボーラで打ち抜き、野菜ジュース培地上に菌叢面を下に押しつけて分生子を接種し、菌叢は取り除いた。10, 15, 20, 25 および 30℃ の条件で BLB ランプ 12 時間照射, 12 時間暗黒条件で培養した。試験は 3 反復とし、一定の培養日数における分生子形成数を調査するために、培養 10 日後に調査を行った。また、菌糸の生育がほぼ同程度に揃った時点での分生子形成数を調査するため、菌叢が 9 cm のシャーレ全面に広がった時に調査を行った。すなわち、10℃ では培養 21 日後に、15℃ では培養 14 日後、20℃ では 10 日後、25℃ では培養 7 日後、30℃ では培養 10 日後に調査を行った。分生子接種位置から 6~10 mm 離れた菌叢を直径 5 mm のコルクボーラで 2 カ所打ち抜き、1 ml のイオン交換水を入れた試験管に入れ、30 秒間振とうし、その液の 25 μl 中の分生子数を顕微鏡下で計測した。

3. 圃場における本病の発生消長

福岡県農業総合試験場 (福岡県筑紫野市) 内圃場において 2000 年, 2001 年, 2002 年収穫の 3 作で試験を行った。3 年間を通じて水稲作付け後にオオムギの栽培を行った。2000 年と 2001 年は甘木市農家圃場で 1999 年に、2002 年は夜須町農家圃場で 2001 年に採種した汚染種子 (品種「アサカゴールド」) を用いた。夜須町農家圃場から採種した種子の保菌率は 68.4% であった (菊原・中村, 2002a)。5 a の圃場を用い、12 月上旬にうね幅 75 cm, 条間 15 cm, 株間 10 cm, 覆土厚 2.5 cm の 2 条 1 粒播きで播種した。施肥は堆肥を 10 a 当たり 2 t, チッ素, リン酸, カリ成分を基肥として 10 a 当たりそれぞれ 6 kg, 追肥として 10 a 当たりそれぞれ 3 kg 施用した。試験圃場の任意の場所に 1 区約 7.5 m² の調査区を 3 カ所設定し、1 区当たり 200 株の発病株率を継時的に調査した。2000 年には 1 月 18 日, 2 月 7 日, 3 月 1 日および 4 月 10 日, 2001 年には 1 月 24 日, 2 月 21 日, 3 月 13 日および 4 月 16 日, 2002 年には 1 月 18 日から 4 月 17 日まで 10 回の調査を行った。また、2002 年 4 月 17 日に上位 2 葉について菊原・中村 (2002a) の方法に基づいて発病度を調査した。2002 年の 1 月 15 日から 3 月 25 日まで約 1 週間間隔で 10 回、発病葉 5 葉を採取して、光学顕微鏡で病斑を観察し、分生子が

1 個でも確認されたら分生子形成有りとした。なお、新しい病斑が形成された後はその病斑を調査した。気象庁のアメダスの観測地点のうち、試験圃場に最も近い「太宰府」のデータを気象データとして用いた。

4. 福岡県内の発生実態

福岡県内の発生実態は、福岡県病害虫防除所の調査結果を用いた。県内 13~14 カ所の圃場について、3 月第 5 半旬, 4 月第 2, 5 半旬に 1 圃場当たり 100 茎を調査し、発病茎率を算出した。

結果 および 考察

1. 菌叢の生育温度

6 菌株の各温度における菌糸の生育速度の結果を Fig. 1. に示した。いずれの菌株でも菌糸の生育は 0~35℃ で認められ、25℃ が最適であった。0~25℃ の間では菌糸の生育速度と培養温度の間に正の相関が見られた。

培地上における *Pyrenophora teres* の菌糸の生育適温

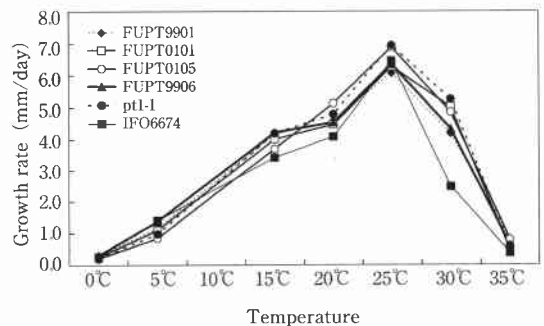


Fig. 1. Growth rate of mycelia of *Pyrenophora teres* isolates on potato dextrose agar at different temperatures. Growth rate (mm/day) = (Colony diameter - 5 mm) / 2.

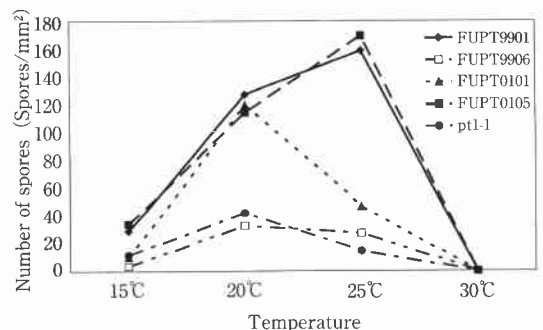


Fig. 2. Sporulation *Pyrenophora teres* isolates on vegetable juice agar after 10 days at different temperatures.

は、菌株間に多少のばらつきがあるものの、25~30℃と報告されており(佐藤, 1994, Shipton et al., 1973), 本試験でも同様の結果が得られた。

2. 培地上における分生子形成と温度および培養日数の関係

15~30℃における培養10日後の分生子形成数を Fig. 2. に示した。10℃では菌糸が十分に伸びておらず、計測できなかった(データ省略)。25℃で分生子形成が最も多い菌株(FUPT9901, FUPT0105), 20℃で最も多い菌株(FUPT0101)と20~25℃で多い菌株(FUPT9906, pt 1-1)がみられたが、FUPT9906と pt 1-1 は他の菌株より分生子形成数が少なかった。いずれの菌株も30℃で分生子は形成されず、15℃で分生子はわずかに形成された。

10~30℃で培養し、菌糸の生育がほぼ同程度に揃った時点で分生子形成数を Table 2. に示した。すべての菌株で20℃の分生子形成数が最も多く、特にFUPT9901, FUPT0101と pt 1-1 では他の温度に比べ顕著に多かった。10℃で分生子が形成され、その量は15℃や25℃と同程度であった。また、5℃でも培養約1ヶ月

後にわずかながら、分生子が形成された(データ省略)。いずれの菌株も30℃では分生子は形成されなかった。FUPT9906と pt 1-1 は他の菌株より分生子数が少なく、保存中に分生子形成能が失われた可能性があった。

秋播き栽培の地中海地域の分離菌株では、分生子形成適温はこれよりも低く、10~15℃であるとの報告もあるが(Shipton et al., 1973), Onesirosan & Banttari (1969) は、北米の分離菌株を15~25℃で10日間培養したときの分生子形成数調査から、分生子形成適温は21℃であると報告している。さらに、佐藤(1994)は日本各地から収集した菌株の培養試験を行い、短期間で分生子を形成させるためには25℃が最適と報告している。本試験の結果は、10日間培養した条件下での分生子形成は、20~25℃が最適であり、Onesirosan & Banttari や佐藤の報告と同様であった。

3. 圃場における本病の発生消長

試験圃場における発生消長を調査した結果と気象概要を Table 3. に示した。2000年は、平年並みの平均気温で、少雨傾向だった。2001年は、平均気温がやや高く、1月から2月の降雨が多く、暖冬多雨傾向であったが、

Table 2. Sporulation of *Pyrenophora teres* isolates on vegetable juice agar under different culture conditions.

Isolates	Number of spores (spores / mm ²)			
	21days		14days	
	10℃	15℃	10days 20℃	7 days ^{a)} 25℃ ^{b)}
FUPT9901	43.7 ± 21.6 ^{c)} a ^{d)}	54.3 ± 16.1 a	127.5 ± 25.3 b	67.9 ± 18.3 a
FUPT0101	25.1 ± 15.5 a	29.5 ± 6.4 a	120.2 ± 46.8 b	19.1 ± 13.5 a
FUPT0105	52.8 ± 32.0 a	74.2 ± 24.2 a	114.8 ± 38.0 a	96.0 ± 29.0 a
FUPT9906	18.9 ± 14.7 a	26.4 ± 29.4 a	34.2 ± 6.3 a	18.4 ± 12.2 a
pt 1-1	16.7 ± 6.5 a	13.3 ± 12.0 a	57.0 ± 19.9 b	22.6 ± 11.7 ab

a) Culture days. b) Culture temperature. c) Mean ± SD. d) Values followed by the same letter in a row are not significant at $P = 0.05$ according to Tukey's test.

Table 3. Weather data^{a)} and occurrence of net blotch in the field at Fukuoka Agricultural Research Center.

	December		January			February			March			April			DS ^{d)}
	Rain ^{b)} (mm)	Temp. ^{c)} (℃)	Rain (mm)	Temp. (℃)	PDP ^{e)} (%)	Rain (mm)	Temp. (℃)	PDP (%)	Rain (mm)	Temp. (℃)	PDP (%)	Rain (mm)	Temp. (℃)	PDP (%)	
2000	21	6.8	62	6.6	26.7 (18 Jan) ^{f)}	25	4.5	22.1 (7 Feb)	109	9.1	25.7 (1 Mar)	94	14.0	4.3 (10 Apr)	^{g)}
2001	31	8.0	133	4.9	12.4 (24 Jan)	83	6.6	51.1 (21 Feb)	70	9.8	36.0 (13 Mar)	46	14.6	56.9 (16 Apr)	^{g)}
2002	69	6.9	90	6.7	33.7 (18 Jan)	37	7.1	46.9 (14 Feb)	138	11.4	31.6 (6 Mar)	124	15.8	100 (17 Apr)	38.1
Ave 1979 to 2000	43.6	7.2	62.3	5.1		70.4	5.6		124.8	9.0		156.4	13.9		

a) Weather data recorded in Dazaifu by Japan Meteorological Agency. b) Addition of rain. c) Average of temperature. d) Proportion of diseased plants. e) Disease severity. f) Day on which PDP was investigated. g) Few diseased flag leaves and penultimate leaves.

3月から4月の降雨は少なかった。2002年は、平均気温が高く、暖冬傾向であった。種子伝染による第一次伝染と考えられる1月の発病株率は、2002年が最も高く33.7%、次いで2000年の26.7%、2001年の12.4%であった。

種子伝染は、低温（1～15℃）で起こりやすく、20℃では伝染しにくくなる（Shipton et al.,1973）。試験年度の播種から発芽期にあたる12月の平均気温は7～8℃で感染に十分であるため、この時期の気温が種子伝染に与える影響は小さいと考えられる。2000年と2001年は同じロットの種子を使用しているが、保存による保菌率低下が考えられた。2002年の1月18日調査時点の発病株率は33.7%と高率であり、供試種子の保菌率の高さが要因として考えられた。種子伝染率は、温度の他に種子の感染程度や降雨条件等に影響を受けると考えられ、今後、この条件の検討が必要である。

2002年の試験圃場における発生消長と分生子形成の有無を調査した結果を Fig. 3. に示した。分生子形成は1月15日に確認された。1月14～16日には平均気温11.3～15.5℃、降水量0.5～9.5mmの連続降雨が観測され、この20日後の2月5日にこれらの分生子の感染によると考えられる発病株率の増加が見られた。2月5日から21日までは分生子形成が確認されず、この間に降雨が観測された日は2月10日（平均気温5℃、降水量1.5mm）だけだった。次に分生子形成が確認されたのは3月1日で、2月22日から3月1日の間に降雨が観測された日は2月22日（平均気温11.1℃、降水量8.5mm）、2月27日（10.1℃、13.5mm）、28日（10.5℃、13.5mm）であった。

分生子は5℃の降雨日では形成されず、その後の10.1～11.1℃の降雨日で形成された。菌糸が十分生育した培

地上で、10℃の分生子形成は比較的多く、20℃で最も多く形成された。分生子は病斑上に10℃程度の降雨のときに形成され、温度が高いほど多くの分生子が速やかに形成されると考えられた。

Jordan (1981) は、イギリスで5月から6月の圃場における分生子の飛散数調査を行い、平均気温約11℃で1mm程度の降雨があった日でも分生子の飛散を確認し、約22℃で20mm程度の降雨があった日に分生子の飛散が最大となったことを報告している。分生子形成時の温度は本試験結果の分生子形成温度に一致した。

第二次伝染が成立するには分生子を形成後、葉身に感染する必要がある。葉身に感染可能な温度は8～33℃で、最適温度は15～25℃と報告されている（Shipton et al.,1973）ことから、第二次伝染の温度条件は分生子形成と同様と考えられる。

2000年2月の発病株率は22.1%と1月とほとんど進展は見られなかった。しかし、2001年と2002年2月の発病株率は51.1および46.9%と1月より明らかに進展が見られた。福岡県の12月から2月の平均気温の平年値は5～7℃程度、降水量は40～70mm程度であり、感染には不適な条件である。しかし、この期間に進展した2001年と2002年は、降雨が多く、平均気温が高く推移し、感染好適条件の出現が多かったと考えられる。

2000年は3月まで発病進展が進まず、4月の発病株率は4.3%と減少した。一方、3月までに発病進展が進んだ2001年と2002年は、4月に入り、急激に発病が進展し、発病株率が56.9および100%と多発生となった（Table 3.）。

福岡県では3月から4月にかけて平均気温も上昇し、降水量も多く、感染好適な気象条件が出現しやすいと考えられる。この時期の発病株率の減少は（Table 3.、Fig. 4.）、オオムギが茎立ちする頃に相当し、下位葉は枯死するとともに、冬季の土入れ作業等で埋没、下位葉の発病葉が減少するためと考えられる。このことから、発芽から茎立ちする頃（福岡県の慣行栽培では12～2月）における上位葉への発病進展程度がその後の発病に大きく影響すると考えられる。

福岡県病害虫防除所による福岡県内の発生状況を Table 4. に示した。2000年は発病開始が遅く、4月第5半旬の発病圃場率、発病茎率ともに低かった。2001年と2002年は3月第5半旬調査から発病が確認され、4月第5半旬の発病圃場率、発病茎率のいずれも高かった。これらの調査結果は、試験場内調査の発病推移とはほぼ一致し、暖冬であった2001年と2002年は発病が多かった。

近年、北部九州において多発事例がしばしば認められ

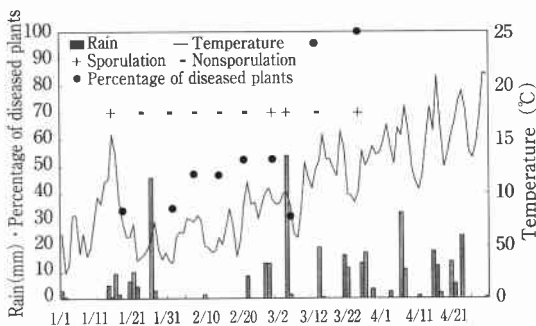


Fig. 3. Occurrence of net blotch from January to April and weather data in 2002. Percentage of diseased plants = (number of plants with lesion) / (number of plants surveyed).

Table 4. Development of net blotch in Fukuoka prefecture.

Year	Number of sites examined	Proportion of diseased sites or stems (%)					
		21-25 March		6-10 April		21-25 April	
		Sites ^{a)}	Stems ^{b)}	Sites	Stems	Sites	Stems
2000	14	0	0	7.1	0.3	35.7	10.4
2001	13	15.4	0.9	46.2	29.5	84.6	52.8
2002	14	14.3	1.1	42.9	24.6	64.3	48.9

a) Proportion of sites at which diseased plants were detected.

b) Average of proportion of diseased stems.

た要因の1つとして、感染に好適な気温の高い降雨日が冬季から出現したため、第二次伝染が進み、圃場内の伝染源量が多くなり、3月以降の発生を助長したことが考えられる。今後、温暖化とともに暖冬傾向が強まる可能性があり、本病の多発生が懸念される。

摘 要

オオムギ網斑病菌6菌株を供試し、PDA培地上における生育温度を調査したところ、5~30℃で生育が認められ、25℃が至適温度であった。野菜ジュース培地上でBLBランプ照射と暗黒を12時間ずつ繰り返し10日間培養した結果、分生子形成適温は20~25℃、15℃でも形成されたが、30℃では分生子はほとんど形成されなかった。菌糸の生育をそろえた場合、20℃で10日間培養したときに最も多くの分生子が観察され、25℃・7日間、15℃・14日間、10℃・21日間培養による分生子形成数は同程度であった。オオムギ(品種:アサカゴールド)栽培圃場における本病の発生消長を2000~2002年収穫の3カ年にわたり調査した。その結果、暖冬であった2001年および2002年は、初発の確認後に上位進展が見られ、茎立ち期

前後に下位葉の枯れ込みとともに一時的に発病株率の減少が認められたものの、その後の増加が著しかった。北部九州の栽培体系では、暖冬で降雨の多い年に本病の発生が多くなると考えられる。

引用文献

- Jordan, V. W. L. (1981) A etiology of barley net blotch caused by *Pyrenophora teres* and some effects on yield. *Plant Pathol.* 30 : 77-87.
- 菊原賢次・中村利宣 (2002a) オオムギ網斑病による穂の褐変と感染子実の検出法. *九病虫研報* 48 : 5-9.
- 菊原賢次・中村利宣 (2002b) オオムギ網斑病に対する薬剤散布が収量と子実の感染に及ぼす影響. *九病虫研報* 48 : 10-13.
- Onesirosan, P. T. and Bantari, E. E. (1969) The effect of light and temperature upon sporulation of *Helminthosporium teres* in culture. *Phytopathology* 59 : 906-909.
- Piening, L. and Kaufmann, M. L. (1969) Comparison of effects of net blotch and leaf removal on yield in barley. *Can. J. Plant Sci.* 49 : 731-735.
- 佐藤和宏 (1994) 大麦網斑病抵抗性に関する育種学的研究ならびに遺伝資源の評価. 岡山大学資生研大麦系統保存施設特別報告第1号.
- Shipton, W. A., Khan, T. N. and Boyd, W. J. R. (1973) Net blotch of barley. *Rev. Plant Patho.* 52 : 269-290.
- 宮島邦之 (1992) 畑作物の病害虫 (高橋廣治・持田作編). pp. 95-96, 全国農村教育協会.
- (2005年4月30日受領; 8月29日受理)