

オオムギ黄枯病罹病個体における根の生育 および活性について

楠 幹生¹⁾・十河和博
(香川県農業試験場)

Growth and activity of roots of browning root rot-diseased barley

By Mikio KUSUNOKI and Kazuhiro SOGOU

(Kagawa Prefectural Agricultural Experiment Station, Busshozan, Takamatu 761)

As one of a series of investigations to elucidate the mechanism of the disease development, growth and activity of the root were measured from January to May using barley cv. 'Sanukihadaka' and 'Ichibanboshi' which were planted in naturally infested field. The root activity was measured by triphenyl tetrazolium chloride (TTC) method. The roots of cv. 'Sanukihadaka', started to turn brown at the middle of January following with yellowing of lower leaf and increased the degree of yellowing gradually. In addition, the amount of newly emerged roots reduced strikingly and a lot of *Pythium* spp. were detected. When the field was treated with metalaxyl (granular) before seeding, however, the browning was not noticed in almost all roots through the whole period and *Pythium* spp. was also undetected. On the other hand, the degree of root browning and the detection rate of *Pythium* spp. proceeded at lower levels in the cv. 'Ichibanboshi' through the period of study. Concerning the root activity measured by the TTC method, it was found that the ratio of stocks which showed low root activity became higher in the cv. 'Sanukihadaka' than the cv. 'Ichibanboshi' as well as the both cultivars treated with metalaxyl (granular), from around mid-January. When the browning of roots became remarkable, the root activity dropped further and the degree was noticeable in the seminal root. The root activity in browned roots was 1/2~1/10 of newly emerged roots.

緒 言

オオムギ黄枯病は田杉(1934)により報告された *Pythium* 属菌による病害で、楠・一谷(1994)はそれらの形態や病原性を調べ、3種の *Pythium* 属菌の種名を明らかにした。黄枯病はこれらの *Pythium* 属菌が根部を犯すことによって発生するため、オオムギの根の生育や活性を調べて本病の発病機構を知ることが重要であると考えられる。一方、

オオムギ萎縮病罹病個体における根の生育や活性については、遠山・草葉(1964)が α -Naphthylamine の酸化力で、河合(1984)は Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC) の還元力で根の活性を調べている。また、楠(1995)は TTC法によるオオムギの根の活性測定条件を検討し、黄枯病による根部の褐変程度と根活性の関係を調べた。

そこで、本病菌による汚染ほ場に植え付けたオオ

1) 現在 香川県病害虫防除所

ムギ (*Hordeum vulgare* L.) の品種「サヌキハダカ」と「イチバンボシ」、および各品種にメタラキシル剤処理を行ったものについて、まず根の生育状況を調べ、1~5月の根部の褐変程度、TTC法による根活性の測定および *Pythium* 属菌の分離を行い、本病の発病機構について検討したので報告する。

なお、本論文の一部は既に口頭発表を行った(楠・十河, 1994)。また、前香川県病害虫防除所長都崎芳久氏には本稿を取りまとめるに当り種々のご助言をいただいた。厚く御礼申上げる。

試験方法

1. 耕種概要と薬剤処理法

試験はオオムギ黄枯病が常時発生している香川農試(高松市仏生山町)の62号ほ場で行った。品種は「サヌキハダカ」と「イチバンボシ」を用い、1993年11月15日に10a当たり15kg播種し、全面全層播き栽培をした。施肥は尿素入り硫化燐安高度化成肥料[ハイパワー747(N:17%, P:14%, K:17%)]を10a当たり60kgを播種直前に散布した。薬剤処理については、メタラキシル剤[メタラキシル粒剤(2%)]を10a当たり10kgと20kg播種直前には場全面に散布した。各処理は1区42㎡の2反復で行った。

2. 根部の褐変程度および生育調査

根部の褐変程度は、12月15日から4月15日まで1か月間隔で調査を行い、ほ場内の黄化症状の発生が中程度の5か所を、表-1に示した根部の褐変程度の基準に基づいて1か所について20株を調査し、各地点の発病程度を算出して平均した。生育調査は、3月1日に、1区当たり20株について、発根数、地上部の重さ、根長および根重と株当たりの茎

表-1 オオムギ根部の褐変程度の区分

指数(株数)	根部の褐変程度 ¹⁾
0	発生を認めない
1(D)	ごく一部の根にわずかに認める
2(C)	約1/2の根に明らかに認める
3(B)	約2/3の根に明らかに認める
4(A)	大部分の根に明らかに認める

$$1) = \frac{4 \times A \text{株数} + 3 \times B \text{株数} + 2 \times C \text{株数} + 1 \times D \text{株数}}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

数を調査した。これらの値から、それぞれ発根数/茎数および根重/地上部の重さの比を求めた。

3. 根部からの *Pythium* 属菌の分離

1993年の1~4月に、区当たり5株の黄枯症状を呈しているオオムギ根部から、それぞれ10本の根を採取し、70%エタノールに30秒間浸漬して表面消毒をし、その後滅菌水で2回洗浄した。これをCMA培地上に置床し、25℃の暗黒下で1~2日間静置して培養し、分離率を算出した。

4. TTCによる根活性の測定方法

図-1に示した楠(1995)の方法で行った。すなわち、採取した根を洗浄し、長さ約2cmに切断して均一に混合したものを生体重で約500mgをビーカーに採取し、1%TTC溶液、0.1Mリン酸ナトリウム緩衝液(pH7)および蒸留水をそれぞれ1:4:5の割合に混合した液を20ml加え、根をこの混合液中に沈めた。そのビーカーを予め40℃に設定をしておいた減圧インキュベーター(タバイエスペック社製)で、液中から気泡の発生が無くなるまで十分脱気し、暗所で反応させた。2N硫酸2mlを加えて反応を停止させた後、根を取り出して水分を十分除去した。その根を少量の石英砂とともに乳鉢に

試料 0.5g

←20ml 0.1%TTC/0.04Mリン酸ナトリウム緩衝液(pH7)

脱気(減圧インキュベーター:70cm/Hg)

反応(減圧インキュベーター:70cm/Hg)
40℃, 暗黒下, 4時間

停止 2ml 2N硫酸

石英砂で摩砕
←20ml 酢酸エチル

抽出(フォルマザン)

吸光度測定 470nm

図-1 TTCによる根活性の測定方法⁴⁾

入れて磨碎し、20mlの酢酸エチルでフォルマザンを抽出した。測定には分光光度計（島津製作所製）を用い、470nmにおける吸光度を求めた。根活性は根（乾物）1g、一時間当たりの生成フォルマザン量（mg）で表わした。

結 果

1. ほ場における根部の褐変程度、根部からの *Pythium* 属菌の分離および根活性の経時変化

根部褐変の経時変化を図-2に示した。「サヌキ

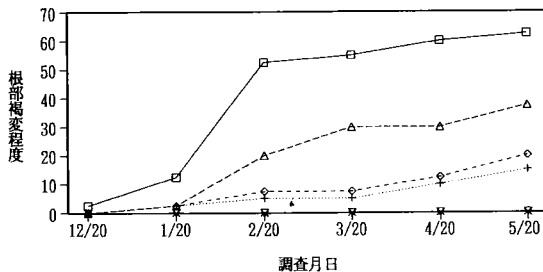


図-2 メタラキシル剤処理をしたオオムギ2品種の根部の褐変程度の経時変化

- :「サヌキハダカ」無処理 + 「サヌキハダカ」メタラキシル剤 20kg 処理
- ◇:「サヌキハダカ」メタラキシル剤 10kg 処理
- ×:「イチバンボシ」メタラキシル剤 20kg 処理
- ▽:「イチバンボシ」メタラキシル剤 10kg 処理

ハダカ」では下葉が黄化し始める1月中旬から根部が僅かに褐変し始め、2月中旬にはその程度が急激に高くなり、その後も徐々に上昇した。「イチバンボシ」の根部は2月中旬から僅かに褐変し始め、その後も徐々に高くなったが、「サヌキハダカ」に比べると、その程度は常に低く推移した。「サヌキハダカ」のメタラキシル剤処理区では、処理量に関係なく2月中旬頃から根部が極僅かに褐変し始めたが、無処理区に比べて著しく低く推移した。「イチバンボシ」のメタラキシル剤処理区では、処理量に関係なく全期間を通じてほとんど根部に褐変は見られなかった。

根部からの *Pythium* 属菌の分離率の経時変化を表-2に示した。「サヌキハダカ」では「イチバンボシ」に比べ、*Pythium* 属菌が多く検出された。また、これらの褐変根部には多く *Pythium* 属菌の卵胞子が観察された。両品種ともメタラキシル剤処理区

表-2 オオムギ2品種に対するメタラキシル剤処理が *Pythium* 属菌分離率に及ぼす影響

品 種	処 理	分離率 (%)			
		1/20 ¹⁾	2/20	3/20	4/20
サヌキハダカ	20kg	0.0	0.0	5.1	7.0
	10kg	0.0	1.0	7.3	9.1
	無処理	10.5	22.2	45.1	35.0
イチバンボシ	20kg	0.0	0.0	1.2	2.8
	10kg	0.0	0.0	2.4	3.5
	無処理	1.2	7.5	18.2	16.0

1) 分離月日

ではほとんど *Pythium* 属菌は分離されなかった。根活性の経時変化を図-3に示した。すべての処理区とも生育が進むにつれて根活性は低下するが、「サヌキハダカ」の無処理区は「イチバンボシ」やメタラキシル剤処理区に比べると、1月頃から根活性が低下し、根部の褐変が顕著に見られるようになると著しく低下した。

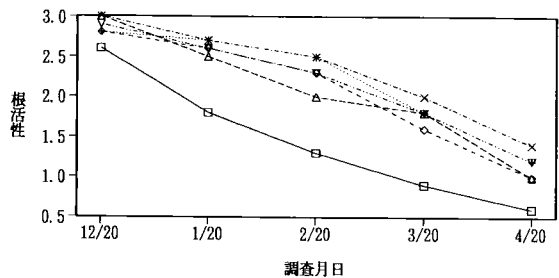


図-3 メタラキシル剤処理をしたオオムギ2品種の根活性の経時変化

- :「サヌキハダカ」無処理 + 「サヌキハダカ」メタラキシル剤 20kg 処理
- ◇:「サヌキハダカ」メタラキシル剤 10kg 処理
- ×:「イチバンボシ」メタラキシル剤 20kg 処理
- ▽:「イチバンボシ」メタラキシル剤 10kg 処理

2. オオムギの生育と根活性との関係

各処理区の生育を調べた(表-3)。その結果、「サヌキハダカ」の無処理区は「イチバンボシ」やメタラキシル剤処理区に比べ、根長は短く、冠根の発根数は著しく少なかった。茎当たりの発根数もメタラキシル剤処理区の約1/2であった。また、根重も低く、地上部の重さに占める根重割合は、メタラキ

表-3 メタラキシル剤処理がオオムギ2品種の生育に及ぼす影響¹⁾

品 種	処 理	茎 数 (本)	発根数 (本)	発根数/茎数 (比)	根 長 (cm)	根 重 (g)	根重/上部重 (比)
サヌキハダカ	20kg	12.5	26.5	2.1	18.5	2.4	0.22
	10kg	12.0	25.0	2.1	18.0	2.5	0.21
	無処理	7.5	8.6	1.1	10.5	0.9	0.08
イチバンボシ	20kg	16.0	30.5	1.9	18.5	2.3	0.31
	10kg	15.0	29.5	2.0	19.0	2.2	0.32
	無処理	13.0	20.5	1.6	16.5	1.6	0.25

1) 3月1日に調査

シル剤処理区の約1/3であった。

「サヌキハダカ」の根部において、0~4の異なる褐変程度の種子根と冠根、および新生根における根活性を調べ、その結果を表-4に示した。種子根および冠根とも、褐変程度が高くなるほど根活性は低くなり、褐変根の根活性は、新生根の1/2~1/10

表-4 褐変程度を異にするサヌキハダカの根活性

根	新 生 根 の根活性	褐変程度別の根活性				
		0	1	2	3	4
冠 根	3.8	2.3	1.9	1.2	0.9	0.3
種子根	- ¹⁾	-	-	0.8	0.6	0.3

1) -は測定せず。

以下であった。

3月1日に稈基部から5cmの間の種子根と冠根の側根数、TTC反応による着色数および根活性を調べ、その結果を表-5に示した。「サヌキハダカ」は

「イチバンボシ」や両品種をメタラキシル剤処理したものに比べ、種子根および冠根とも側根数は少なく、その程度は冠根で著しかった。また、側根のフォルマザンの着色率は種子根の方が低かった。同様に、「サヌキハダカ」の根活性も「イチバンボシ」や両品種をメタラキシル剤処理したものに比べ、種子根および冠根とも著しく低下した。

考 察

2品種のオオムギに対して、メタラキシル剤処理を行うと、*Pythium*属菌の根部からの分離率や根部の褐変程度が著しく低下した。楠・一谷(1994)は*Pythium*属菌の形態や病原性を調べ、3種が黄枯病の病原菌であることを報告している。そこで、*Pythium*属菌に卓効をしめすメタラキシル剤で処理をすると、本病の病徴である根部褐変が著しく軽減されたことから、本病害は*Pythium*属菌によって起こることが裏付けられた。

また、メタラキシル剤10kg/10aおよび20kg/

表-5 メタラキシル剤処理をしたオオムギ2品種の側根数ならびに根活性¹⁾

品 種	処 理	側 根 数		着色側根数		根 活 性	
		種子根	冠 根	種子根	冠 根	種子根	冠 根
サヌキハダカ	20kg	21	22	11	18	0.9	1.8
	10kg	19	24	10	19	1.0	1.7
	無処理	14	9	2	5	0.3	1.1
イチバンボシ	20kg	21	25	12	20	1.2	2.2
	10kg	22	23	13	21	1.1	2.4
	無処理	18	15	9	12	0.8	1.8

1) 3月1日に調査

10aによる全面処理をすると、*Pythium*属菌の根部からの分離率や根部の褐変程度が著しく低下したことから、メタラキシル剤10kg/10aの全面処理により本病が軽減されると考えられた。

2品種のオオムギを比較すると、「サヌキハダカ」は1月中旬から根部が褐変し始めたのに対し、「イチバンボシ」では根部褐変の開始が約1か月遅れた。また、「イチバンボシ」は「サヌキハダカ」に比べると、根部の褐変程度および*Pythium*属菌の根部からの分離率が常に低く推移した。これらのことから、「イチバンボシ」は「サヌキハダカ」に比べ、黄枯病に対して耐病性があると考えられた。

根活性は、すべての処理区とも生育が進むにつれ、徐々に低下した。しかし、「サヌキハダカ」は「イチバンボシ」や両品種をメタラキシル剤処理したものに比べると、1月中旬から根活性の急激な低下が見られ、根部褐変が顕著に見られるようになると、根活性はその後さらに急激に低下した。このことは、「サヌキハダカ」と「イチバンボシ」の耐病性の違いに起因するものと考えられた。また、「サヌキハダカ」の1月中旬での根活性の急激な低下は、同時期に*Pythium*属菌の分離率が他の区に比べて高いことから、*Pythium*属菌の根部への侵入によって生じたことが推察された。

各処理区の生育を調べたところ、「サヌキハダカ」は「イチバンボシ」や両品種をメタラキシル剤処理したものに比べると、根長は短く、根重も小さく、さらに冠根数も著しく少なかった。楠ら(1990)は、黄化症状を示す株の根長が短くなることを報告しており、本実験の結果と一致した。さらに本実験では、冠根数の著しい減少が見られ、*Pythium*属菌の根部への侵入によって冠根の伸長や発根阻害が起こったものと推察された。

また、「サヌキハダカ」の無処理区は「イチバンボシ」やメタラキシル剤処理区に比べると、種子根および冠根とも側根数が著しく少なく、根活性も著しく低下していた。また、「サヌキハダカ」において、種子根および冠根とも褐変程度が高くなるほど根活性は低くなり、褐変根の根活性は新生根に比べ著しく低下していた。これらのことから、根活性の低下の原因は、種子根や冠根の側根数の減少や褐変によると考えられた。

以上の結果から、黄枯病は*Pythium*属菌の感染により、まず冠根の伸長や発根阻害を起こし、さらに

種子根や冠根の側根数の減少や褐変を起こすことにより、急激に根活性が低下し、葉の黄化や減収につながるものと考えられた。

摘 要

本病の発病機構を知るために、本病菌汚染ほ場に植え付けた「サヌキハダカ」と「イチバンボシ」の1～5月における根の生育およびTriphenyl Tetrazolium Chloride (TTC)法による根活性を測定した。

「サヌキハダカ」では、下葉が黄化し始める1月頃から根部が褐変し始め、その程度は徐々に高くなった。また、新根の発生量は著しく減少し、*Pythium*属菌も数多く検出された。しかし、播種前にメタラキシル剤で処理すると、全期間を通してほとんどの根部に褐変が認められず、*Pythium*属菌もほとんど検出されなかった。一方、「イチバンボシ」における根部の褐変程度および*Pythium*属菌の検出率は、低く推移した。

「サヌキハダカ」のTTC法による根活性は「イチバンボシ」やメタラキシル剤処理をした両品種に比べると、1月中旬から低下していることが多くなった。根部の褐変が顕著に見られるようになると、根活性はさらに低下し、その程度は種子根で顕著であった。褐変根の根活性は、新生根の1/2～1/10以下であった。

引用文献

- 河合 洋(1984):二条オオムギにおける縞萎縮病の被害様相と発生環境に関する研究。(著者自刊) 88pp.
- 楠 幹生・秋山修一・都崎芳久(1990):香川県仲多度地域における裸麦黄化症状について。四国植防, 25: 23-31.
- 楠 幹生・一谷多喜郎(1994):オオムギ黄枯病を起こす*Pythium* spp.について。日植病報, 60: 305-309.
- 楠 幹生(1995): Triphenyl Tetrazolium Chloride法(TTC)によるオオムギ黄枯病個体の根活性の測定。四国植防, 30: 17-19.
- 楠 幹生・十河和博(1994):オオムギ黄枯病罹病個体における根の生育および活性について。日植病報, 60: 774-775.
- 田杉平司(1934):麦類の黄枯病に就て。日植病報,

3 : 78~79.

遠山 明・草葉敏彦 (1964) : オオムギ縞萎縮病根
の α -Naphthylamine の酸化力について. 中国
農業研究, 30 : 42~44.