

氏 名(本籍) 吉 田 穂 積

学位の種類 博 士 (農 学)

学位記番号 農 第 493 号

学位授与年月日 平 成 6 年 3 月 10 日

学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当

学位論文題目 いもち病感染イネにおける生育異常（ズ  
リコミ）症状に関する研究

論文審査委員(主 査) 教 授 江 原 淑 夫

教 授 日 向 康 吉

教 授 星 川 清 親

助教授 羽 柴 輝 良

# 論文内容要旨

イネいもち病はイネの重要病害の一つである。本病感染によるイネ体の病徴には病斑が葉に形成後、イネ体全体の生育が抑制されるズリコミいもちと呼ばれる全身的病徴がある。このズリコミいもちの発現機構については現在までに種々の報告がなされているが、今だに多くの不明な点が残されている。本研究では、いもち病菌と宿主植物間におけるズリコミいもち発現の関係を検討するとともに、本病徴が生じるまでの経過を詳細に観察し、これらの知見をもとにズリコミいもち発現に関与すると思われる物質について検討を行い、イネいもち病感染イネにおける生育異常（ズリコミ）症状発現の機構解明を試みた。

## I いもち病菌接種と宿主植物の生育

### 1. イネいもち病菌接種とイネ葉の生育

イネいもち病菌に感染したイネに生じるズリコミ症状の特徴の一つにイネ体地上部における萎縮症状がある。この萎縮現象によりイネ体の葉生育は、どのような影響を受けるかを検討した。イネーイネいもち病菌間に親和性関係が成り立つとき、いもち病菌接種葉（N）以降に出葉するN+1葉葉鞘からN+3葉葉身までに強い生育阻害が認められた（第1表）。しかしながら、接種

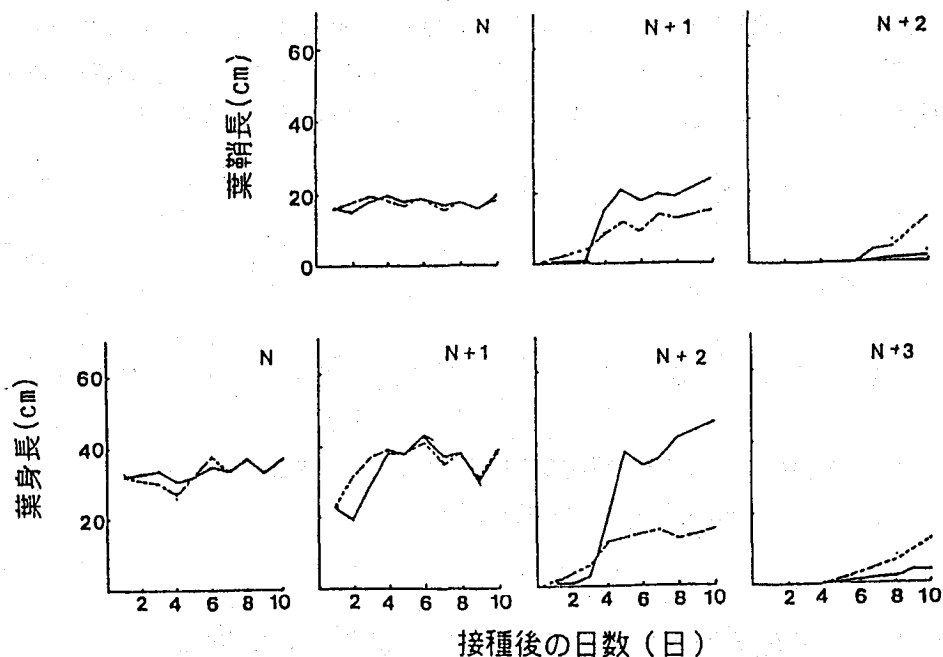
第1表 いもち病菌接種葉（N）及び接種葉以降に出葉した上位葉（N+1-N+5）の葉身と葉鞘の生育阻害程度

	N		N+1		N+2		N+3		N+4		N+5	
	LB	LS	LB	LS	LB	LS	LB	LS	LB	LS	LB	LS
生育阻害度(%)	1	-2	-2	14**	44**	18*	57**	8	10	-9	-16	-3

LB：葉身 LS：葉鞘 \*：P<0.1 \*\*：P<0.05

時にすでに生育が完了していたN葉葉身・葉鞘及びN+1葉葉身では影響は認められず、N+3葉葉鞘以降の葉位では徐々に生育阻害は認められなくなった。また、いもち病菌接種後10日目までのイネの葉長を経時的に測定した結果、生育阻害を受けるN+1葉葉鞘とN+2葉葉身及びN+2葉葉鞘とN+3葉葉身はそれぞれ健全イネの同一葉部位に比べて生育阻害が起こる前に生育が促進されていた（第1図）。一方、イネーイネいもち病菌間が非親和性関係であるとき親和性関係で認められたようなN+1葉葉鞘からN+3葉葉身までの強い生育阻害や葉生育開始の促進は認められなかった。これらの結果からイネいもち病菌感染によるズリコミ症状は、イネーイネいもち病菌が親和性関係にあるときに生じることが認められた。また、いもち病病斑が接種葉以外に広がらないとき生育阻害を受ける葉位は限定されることやいもち病菌感染によるイネ体の葉生育への影響はこれまでに報告された生育阻害ばかりでなく、生育阻害を受ける葉で生育阻害前

に生育が促進されることも明らかとなった。さらに、イネ品種の圃場抵抗性程度差や親和性いもち病菌レースの違いによる葉生育阻害程度の違いを検討したが、本研究において一定の関係を認めることは出来なかった。



第1図 イネいもち病菌菌株F67-54を接種したイネ品種愛知旭の葉生育  
 ——— : 対照区      ..... : 接種区

## 2. イネ以外のいもち病菌接種とその宿主植物葉の生育

イネ以外の植物にも、いもち病菌属(*Pyricularia*属菌)による感染が認められている。しかし、これまでにイネ以外のいもち病菌の宿主植物感染による生育への影響を検討した報告はない。本研究では、シコクビエ、アワ、キビ、メヒシバのイネ以外のいもち病菌接種による各宿主植物での葉生育への影響を検討した。

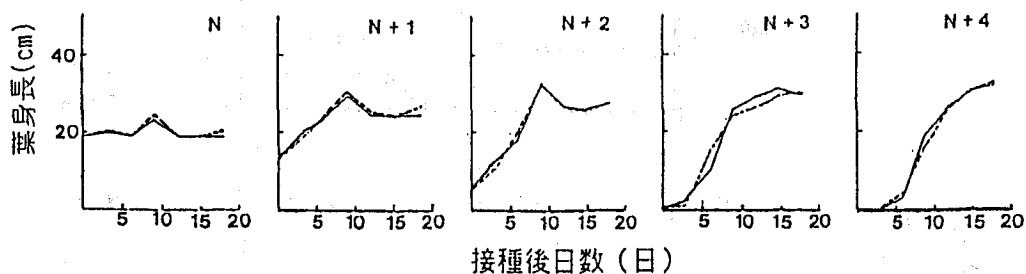
第2表 イネいもち病菌以外のいもち病菌菌株の宿主植物接種による接種葉以降に出葉する葉の生育阻害程度

宿主	N		N+1		N+2		N+3	
	LB	LS	LB	LS	LB	LS	LB	LS
シコクビエ	-4 <sup>a)</sup>	-2	-4	1	-2	0	1	1
アワ	-2	6	-2	-2	-3	-6	-3	-3
キビ	1	-3	1	-1	0	0	8	1
メヒシバ	-31	-20	-26	-18	-86	-19	-13	-32

各いもち病菌接種により

LB : 葉身      LS : 葉鞘      a) : 生育阻害度 (%)

宿主植物に親和性いもち病病斑の形成を認めたが、接種葉以降の葉にイネーイネいもち病菌間で認められたような葉の生育阻害は認められなかった(第2表)。さらに、シコクビエーシコクビエいもち病菌の組合せを用いて、いもち病菌接種後の葉長を経時的に測定したが、イネで認められた葉生育開始の促進を認めることも出来なかった(第2図)。シコクビエ品種や交配型の異なるシコクビエいもち病菌による接種試験を行い葉生育への影響を検討したが、いずれの試験においても葉生育への影響は認められなかった。これらの結果からイネ以外のいもち病菌と宿主植物間では親和性の病斑が形成されるにも関わらず、ズリコミ症状を発現しないことを明らかにした。



第2図 シコクビエいもち病菌接種シコクビエの接種葉(N)以降に出葉する葉生育の経時的变化

## II イネいもち病菌接種条件と葉の生育、並びに形態変化

### 1. いもち病菌と接種個体における接種期間と葉の生育阻害

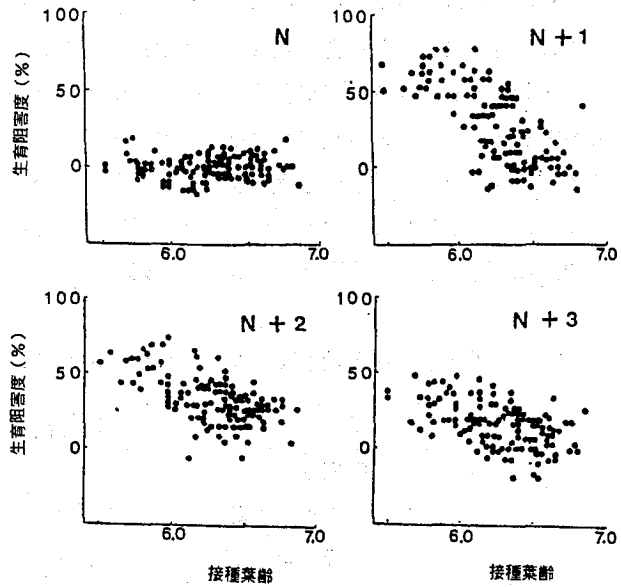
ズリコミ症状の発現は、イネ葉での親和性病斑形成との間に密接な関係があることを示唆した。そこで、いもち病病斑のイネ体での接触期間と生育阻害葉との関係を検討した。まず、接種葉での病斑形成過程と接種葉以降に出葉する葉身の生育を観察すると、N+2葉が出葉し始める接種後3日目に接種部位が白色化し病斑を認識できるようになり、N+3葉が抽出する13日目では病斑は標準止まり型となった。次に、病斑のイネ体接触時間と生育阻害葉の影響

第3表 いもち病菌接種葉の存在日数とイネ葉生育阻害度との関係

存在日数	N		N+1		N+2	
	LS	LB	LS	LB	LS	LB
1	6 <sup>a)</sup>	11	4	9	9	
2	-2	5	13	20	0	
3	1	2	44**	67**	9	
4	-1	-2	25**	53**	8	
5	3	8	28**	49**	-1	
6	-3	10	13	48**	14	
7	7**	6	28**	52**	19**	

LB: 葉身 LS: 葉鞘 a): 生育阻害度(%)  
\*: P < 0.1 \*\*: P < 0.05

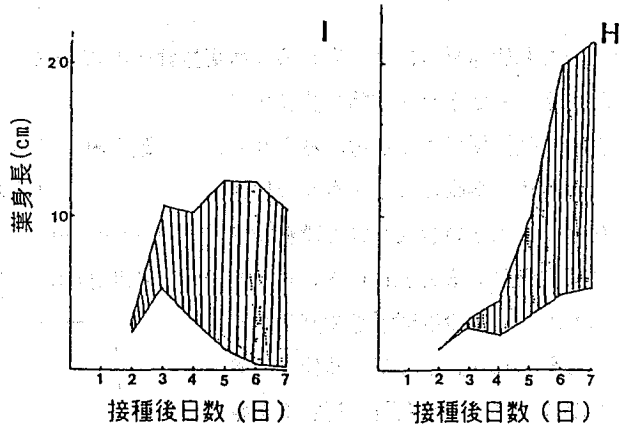
範囲を検討した。接種葉を接種後3日目に切除すると、この時葉伸長期に当たるN+1葉葉鞘及びN+2葉葉身のみで生育阻害が認められ、N+2葉葉鞘では阻害は認められなかった(第3表)。これらのことからズリコミ症状による生育阻害は病斑形成時に葉の伸長期に当たるもので生ずることを認めた。さらに、いもち病菌の接触時間と同一葉位での生育阻害程度との関係を検討すると、N+1葉とN+2葉の葉身・葉鞘では1葉齢期での接種葉齢が遅れるに従い、葉生育阻害程度が低下する負の相関関係を認めた(第3図)。これらの結果からズリコミ症による阻害は生育阻害物質が関与し、その量的程度によって阻害程度が決まると推測された。



第3図 接種葉齢とN、N+1、N+2、N+3葉葉鞘の生育阻害

## 2. いもち病菌接種によるイネ体の形態変化

イネ科植物の葉伸長は、葉基部における細胞分裂組織の活動により生じていることが知られている。そこで、ズリコミ症状で生じる現象を形態学的にとらえるために、いもち病菌接種イネの組織解剖学的観察を行った。いもち病菌接種4日目の生長点を含むイネ基部の観察では縦断面や横断面において接種イネと健全イネの間に顕著な相違は認められなかった。そこで、いもち病菌接種により強い生育障害を受けるN+2葉葉身の生育にともなう葉細胞でのリグニン生成を経時的に組織化学的観察



第4図 いもち病菌接種後のN+2葉葉身のリグニン化染色部位の経時的変化

I : 接種区 H : 対照区  
 ■■■■■ : サフラニン-O 染色部位

を行った。生育阻害葉では接種後2日目からサフラニン-Oによるリグニン染色を受けない未成熟細胞部位が健全葉に比べて増加したが、4日目以降には急激に減少し始め、7日目には全葉がリグニン化された成熟細胞となることを認めた(第4図)。また、生育阻害を受けたN+2葉葉身の表面構造は、中央部で気孔分化の著しい乱れが認められた。この時の葉身表面における表皮長短細胞と気孔の大きさ及び葉先端から基部までの1細胞列での各々の総数は、表皮細胞と気孔の大きさが生育阻害葉で健全葉に比べてわずかに短いのに対して表皮細胞数と気孔数はともに健全葉に比べて約半数に減少していた(第4表)。これらの観察からズリコミ症による葉阻害は、葉伸長に關与する細胞分裂組織の細胞分裂期に生じていると結論した。

第4表 生育阻害葉(N+2)葉身表面の表皮細胞と気孔の大きさと総数

組 織	平均細胞長(μm)	総 数
表皮細胞		
生育阻害葉	39±13	2200±615
健全葉	44±13	4283±460
気 孔		
生育阻害葉	17±3.4	2617±965
健全葉	27±5.9	5805±316

### III いもち病菌接種と植物ホルモンとの関係

いもち病菌感染により生じるイネ葉生育への影響は、いもち病菌がイネ体に感染後ごく初期に決定されることから本菌が生産する物質が直接關与すると考えるよりも、いもち病菌感染によるイネ体の代謝變動にともない生成される微量物質により発現すると思われる。すなわちホルモン様の生理活性物質の關与が考えられる。そこで、植物ホルモンのズリコミ症状発現に対する影響を検討した。いもち病菌接種イネへのジベレリン処理では無処理に比べてイネ体の草丈は高くなったが、ジベレリン処理のいもち病菌接種イネ

第5表 イネいもち病菌接種イネへのジベレリン(GA<sub>3</sub>)散布による葉生育阻害度

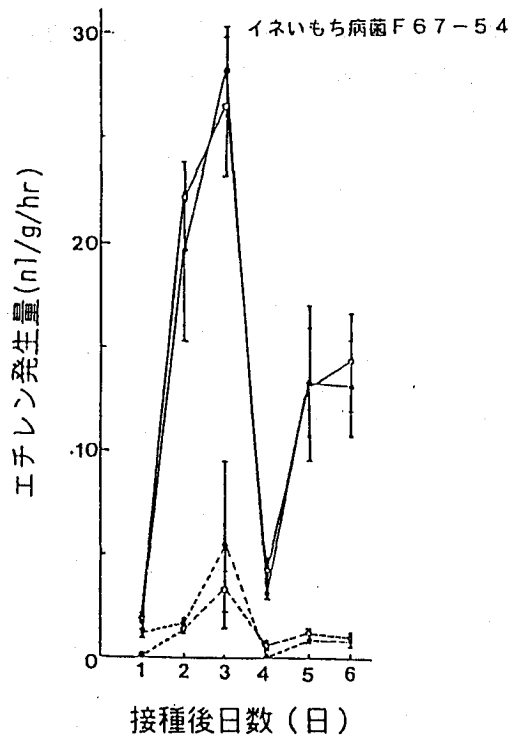
濃度(ppm)	N		N+1		N+2	
	LB	LS	LB	LS	LB	LS
0	-2 <sup>a)</sup>	2	2	12	42**	14**
1	-1	0	1	34**	43**	15**
10	-2	4	7	22**	46**	33**
100	2	3	7	30**	54**	46**

LB:葉身 LS:葉鞘 \*\*: P<0.05

a): 生育阻害度(%)

でも葉の生育阻害程度は認められた（第5表）。オーキシン処理においても、ジベレリン処理と同様に葉生育阻害は認められた。これらの結果から、ズリコミ症による葉伸長阻害はジベレリンやオーキシンの合成阻害によって生じるとは考えにくい。

一方、エチレンがイネに対して生育促進効果を示すと報告があることから、いもち病感染初期におけるイネ体の葉生育開始の促進にエチレンが関与していないかを検討した。いもち病菌接種後1日目から6日目までの接種葉とN+1葉葉鞘以降の葉でのエチレン発生量を測定した結果、接種葉及び非接種葉において処理後2、3日目にエチレン発生量は最高となり、親和性と非親和性のいずれの組合せにおいても差は認められなかった。N+1葉葉鞘以降の葉ではエチレン発生量は接種葉よりも低かったが、その経時変化は接種葉と同様な傾向を示し、発生量においても親和性・非親和性ともに非接種イネと比べて差は認められなかった（第5図）。これらのことからエチレンがズリコミ症状発現に影響を与えている可能性は少ないと判断した。



第5図 イネいもち病菌接種イネの接種葉および上位葉におけるエチレン発生量の経時変化

●：接種区 ○：対照区  
 ——：接種葉 .....：上位葉

#### IV ま と め

いもち病菌接種と宿主植物の生育との関係からイネで認められるいもち病菌感染によるイネ体の生育異常（ズリコミ）症状は、イネ-イネいもち病菌間が親和性関係であるときに生じ、非親和性関係やイネ以外のいもち病菌とその宿主植物間では生じないことを明らかとした。さらに、イネいもち病菌接種後のイネ葉生育の経時的観察により、ズリコミ症状発現はこれまでに報告されてきた生育阻害症状の発現ばかりでなく、生育阻害を受ける葉で生育阻害が起こる前に生育が促進される時期のあることが明らかとなった。感染イネ体における病斑形成過程とイネ体の生育

時期との関係や、葉生育の形態観察から生育異常葉はいもち病病斑形成時に葉伸長期にあること、そして葉伸長に直接関与する葉基部分裂組織の細胞分裂抑制によって生ずるものと考えられた。これらの知見から、ズリコミ症状発現にはホルモン様物質の関与が想定されるが、既知のホルモンレベルでは説明できなかった。しかし、ズリコミ症発現はいもち病菌のイネ体感染による何らかのシグナルがイネ体の生育代謝に影響を及ぼし、葉伸長に関与する分裂組織に異常が生じた結果と考えられる。今後はこのシグナルの実体を解明する必要がある。



## 論文審査の要旨

イネいもち病はイネの最も重要な疾病である。イネいもち病の病徴は、感染部位に褐色病斑が形成される局部病徴と、生育抑制によるズリコミ症と呼ばれる全身病徴とがある。本研究はズリコミ症の基本となる葉伸長抑制の発現機構について検討した。本病徴はイネに対するいもち病菌の寄生性が親和性であり、感染葉に拡大型の進展病斑を生ずるときに発生する。褐点型の抵抗性病斑を形成する不親和性反応では発症しない。親和性菌をN葉に接種するとN+1葉葉鞘からN+3葉葉身までに強い生育阻害が認められた。接種時にすでに生育が完了していたN葉葉身・葉梢及びN+1葉葉身は影響されず、N+3葉葉梢以降の葉位では徐々に生育阻害は認められなくなる。すなわち生育抑制は感染葉の病斑形成時に伸長期にある葉および葉梢であること、そして葉伸長に直接関与する葉基部分裂組織の細胞分裂抑制によって生ずることを明らかにした。しかしこの細胞分裂抑制前にはむしろ葉生育が促進される時期のあることを確認した。イネ以外のシコクビエ、アワ、キビ、メヒシバ等にも固有のいもち病菌属が感染し、親和性病斑の形成が認められるが、これらの植物ではズリコミ症は発現しなかった。すなわちズリコミ症はイネ固有の現象であることが明らかとなった。ズリコミ症の葉において生育抑制が起こる前に生育促進があることから、植物ホルモン様物質の関与が予想された。そこでジベリン及びオーキシン処理による影響を検討した。しかしいずれもズリコミ症発現に影響は認められなかった。従ってこれら植物ホルモンが本症に主体的に関わっているとは考えられない。また生育抑制とエチレンとの関係についても検討したが、有意性は認められなかった。

以上のように本研究は、イネのいもち病におけるズリコミ症発現について検討し、病斑形成時における葉基部分裂組織が影響を受けることによって起こることを明らかにした。またこの現象に関与する物質としてはジベリンやサイトカイニン等の植物ホルモンやエチレンでは説明出来ないこと、イネ固有の葉伸長をもたらす分裂組織に影響するシグナルの存在を示唆した。これらの知見はズリコミ症発症の機構解明に手がかりを与えるものであり、審査員一同は本研究が博士(農学)の学位を授与するに値する業績であると判定した。