

氏 名 (本籍)	ほん くら りょう そう 本 蔵 良 三
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	農 博 第 1 8 9 号
学位授与年月日	昭和 5 2 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専攻	東北大学大学院農学研究科 (博士課程) 農 学 専 攻
学位論文題目	稚苗期のイネ馬鹿苗病の病症 に関する研究

論文審査委員 (主 査)

教授 三 沢 正 生 教 授 佐 藤 庚

助教授 山 中 達

論文内容要旨

イネ馬鹿苗病は、開花期の籾が感染し、病菌は籾の内・外穎に付着するか、種子の内部に侵入して越冬し、翌年稚苗期の苗が発病する種子伝染性の病害である。本病罹病イネ苗は、植物病害の中では特異的な徒長病症を示す以外に、抑制病症を示す場合がある。徒長病症は、イネ体内で馬鹿苗病菌が産生するジベレリンの作用に因るものであり、抑制病症は、本菌が産生するフザリン酸の作用に因るものと考えられている。しかし、罹病籾の発芽後の、病菌の侵入蔓延経過および感染苗の病症発現過程に関しては未だ明らかでないことが多い。本研究は、発芽時の種籾に接種して、病菌の侵入蔓延経過を組織学的手法を用いて解明すると共に、病菌により *in vivo* で産生されるジベレリンならびにフザリン酸について調べ、各病症の発現との関係について実験した。これらの結果を要約すると次の通りである。


1. 罹病イネ苗の病症



罹病苗の中には単に徒長を継続する苗の他に、生育の進行に伴い病症の変化する苗がある。生育に伴う病症の推移を考慮すると、罹病イネ苗の病症は、徒長型、徒長後回復型、徒長後抑制型、抑制型、及び発芽時枯死型の5型に類別された(第1表)。

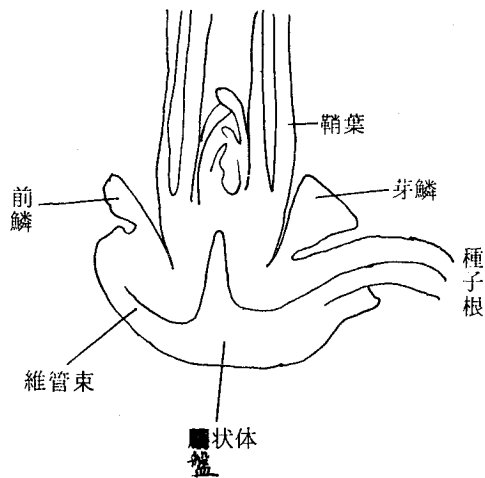
徒長病症は第3葉期に発現する場合が多い。病症が消失して健全苗と同様の生育を示すようになる回復苗では、病症の回復は第6葉期に発現する場合が多い(第2表)。

それぞれの病症型の発現頻度ならびに徒長程度は、接種した菌株により著しく異なった。即ち、志波姫菌株を接種した場合には、著しい徒長苗が多く生ずるが、また抑制或は枯死苗も多い。大和菌株を接種すると、著しい徒長苗のみが生ずる。豊里菌株を接種すると、軽微な徒長苗が多く生ずるが、抑制或は枯死苗も少数生じた。

2. 病菌の感染経過と病症との関係

発芽時の籾に接種すると、2日後には、鞘葉、芽鱗、状体に軽微な感染が認められる。鞘葉の感染が甚しいものは生長せず、直ちに枯死した。

9日後(第2葉期)になると、徒長苗では、芽鱗、状体の感染程度がやや増大した。芽鱗先端に隣接する鞘葉節発根部に軽度の感染が認められるものもあった。徒長苗に比較して抑制苗は感染が甚しく、芽鱗、種子根、状体に甚しい感染が認められた。特に著しい抑制苗では、これら感染部以外に、鞘葉節発根部



発芽した胚芽の縦断面図

状態に甚しい感染が認められた。特に著しい抑制苗では、これら感染部以外に、鞘葉節発根部

及び生長部まで激しい侵害を受けていた。徒長苗と抑制苗のいずれにも、胚芽に接する胚乳部に菌糸が侵入蔓延した。抑制苗では胚乳組織全体に蔓延している場合があった。

16日後(第3葉期)になると、徒長苗では、芽鱗、**■**状体の感染程度が増大し、鞘葉節発根部にも感染が認められるようになった。他方、抑制苗では、芽鱗、**■**状体、種子根、及び鞘葉節発根部のいずれも感染が甚しく、徒長苗では感染の認められなかった生長**■**まで著しい感染が認められた。徒長苗、抑制苗ともに、胚乳組織全体に菌糸が蔓延した。

3. 培地中でのジベレリン(A₃)及びフザリン酸産生量

発病力の異なる3菌株(志波姫菌株、大和菌株、豊里菌株)の培地中でのジベレリン及びフザリン酸産生量を測定した(第4表)。著しい徒長苗と抑制、枯死苗を共に多く生ずる志波姫菌株は、ジベレリン産生量ならびにフザリン酸産生量が3菌株中で最大であった。著しい徒長苗のみを生ずる大和菌株は、ジベレリン産生量は志波姫菌株に次いで多かったが、フザリン酸産生量は最少であった。軽微な徒長苗を多く生ずるが、抑制、枯死苗も少数生ずる豊里菌株は、ジベレリン産生量は最少であったが、フザリン酸産生量は志波姫菌株に次いで大であった。

4. 菌株を異にする徒長苗のジベレリン(A₃)及びフザリン酸含量

(1) ジベレリン含量

罹病イネ苗個体当りのジベレリン含量は、顕著に徒長した志波姫菌株接種苗では著しく多量であり、次いで大和菌株接種苗にやや多く、豊里菌株接種苗は比較的少量であった。

器官別に見ると、接種16日後では菌株の種類にかかわらず、種子に多量のジベレリンが含有され、根の含量は少量であった。志波姫菌株接種苗では茎葉にも多量のジベレリンが含有されたが、これに比べて、他の2菌株を接種した苗は茎葉のジベレリン含量は少量であった。(第5表)。

(2) フザリン酸含量

接種16日後の種子のフザリン酸含量は、志波姫菌株接種苗にやや多い傾向が見られる程度であり、菌株間で顕著な差異は認められなかった。他方、茎葉のフザリン酸含量は、菌株間で顕著な差異が認められた(第5表)。即ち、志波姫菌株接種苗に最も多量のフザリン酸が含まれ、豊里菌株接種苗はやや少量であり、大和菌株接種苗の茎葉からは、本実験下ではフザリン酸は検出されなかった。

5. 徒長苗及び抑制苗のジベレリン(A₃)ならびにフザリン酸含量

志波姫菌株を接種して得られた、接種16日後の徒長苗と抑制苗のジベレリンならびにフザ

リン酸含量を測定した(第6表)。徒長苗よりも多量のジベレリンおよびフザリン酸が抑制苗に存在した。イネ苗1個体当りのジベレリン含量は、茎葉について見れば、抑制苗に $0.121\mu\text{g}$ 存在し、徒長苗の約1.6倍多量であった。種子では、抑制苗に $0.271\mu\text{g}$ 存在し、徒長苗の約4.7倍多量であった。またイネ苗1個体当りのフザリン酸含量は、茎葉では、抑制苗に $0.132\mu\text{g}$ 含まれ、徒長苗の約2.5倍多量であった。種子では、 $0.067\mu\text{g}$ 含まれ、徒長苗の約1.8倍多量であった。

6. イネ苗の生育に及ぼすジベレリン(A₃)及びフザリン酸の影響

各種濃度のジベレリン及びフザリン酸溶液を単独あるいは混合して、第3葉抽出開始時の籾に注入して、イネ苗の生育に及ぼす影響を調査した(第1図及び第2図)。ジベレリンを単独に注入した場合には、 $0.1\mu\text{g}$ 以上で徒長が発現し、 $10\mu\text{g}$ では根の生育が抑制された。フザリン酸単独では $10\mu\text{g}$ で生育抑制作用が発現した。ジベレリンとフザリン酸とを混合して注入した場合、フザリン酸が $10\mu\text{g}$ 共存すると、ジベレリンの徒長作用が抑制され、フザリン酸 $50\mu\text{g}$ ではジベレリンの徒長作用が全く発現しなかった。ジベレリンが $0.1\mu\text{g}$ 以上共存すると、フザリン酸 $1\mu\text{g}$ で根の生育抑制作用が発現した。ジベレリン $0.1\mu\text{g}$ 以上とフザリン酸 $10\mu\text{g}$ 以上を混合して注入した場合には、フザリン酸単独を施用した場合よりも抑制作用が一層顕著となった。

7. 病症回復現象の解析

第7葉期の罹病苗の茎葉基部から病菌の分離を行なったところ、抑制苗及び徒長苗からは高率に病菌が分離されたが、回復苗からは分離できなかった(第7表)。これらの罹病苗のジベレリン含量を測定したところ、抑制苗は著しく多量含有し、次いで徒長苗に多く、回復苗は最少であった(第8表)。前実験結果から、病菌によって多量のジベレリンが産生されることが判明した籾内部に、ジベレリンを注入してイネ苗の徒長程度と処理時期との関係を調べた結果、第2、第3葉期ではジベレリンに対する感受性が高いが、生育の進行に伴って感受性が低下した(第9表)。発病が認められるようになった第3葉期に、薬剤により人工的に病菌の活動停止あるいは消滅を行なった場合には回復株が多く生じた(第10表)。

8. 結 論

馬鹿苗病罹病イネ苗の示す病症と病菌の蔓延程度とは密接に関係した。即ち、病菌の蔓延が比較的軽微な場合には徒長病症を示し、蔓延が激しくなると抑制病症を示すようになった。

馬鹿苗病菌はイネ体内でジベレリンならびにフザリン酸を産生する。これら両物質の産生量

が少量の場合には、ジベレリンの徒長作用のみが発現して徒長病症を示す。病菌の蔓延が甚しくなり、ジベレリン及びフザリン酸の産生量が増加すると、菌糸による組織の侵害に加えて、多量のジベレリンならびにフザリン酸の抑制作用により、イネ苗は抑制病症を示すようになると考えられた。

発病苗の病症回復現象の過程は次のように考えられた。即ち、稚苗期の第1次感染源は主として種子（胚乳部）であり、種子内で産生されたジベレリンの作用により、罹病苗は第3葉期頃に徒長する。第4葉期になると、胚乳は貯蔵物質の消失と共に微生物の腐生的繁殖が盛んとなり、ジベレリンの産生減少と胚乳組織の分解が生じ、種子からのジベレリン、フザリン酸の供給は停止されることになる。さらに生育の進行に伴い新たに抽出する葉に病菌が侵入蔓延できない場合には、新たな葉組織でのジベレリン産生は生じない。またイネ苗のジベレリンに対する感受性が低下するため、生育の進行と共に罹病苗の徒長程度が徐々に減少し、ついには徒長病症が消失して健全苗と同様の生育を示すようになると考えられた。

第1表 罹病イネ苗の病症型

病 症 型	第 3 葉 長		第 4 葉 長		第 5 葉 長		第 6 葉 長	
	葉 鞘	葉 身	葉 鞘	葉 身	葉 鞘	葉 身	葉 鞘	葉 身
健 全	4.1	cm 5.0	6.5	cm 8.3	9.6	cm 12.0	10.5	cm 18.3
徒 長 型	9.6	7.4	11.6	14.3	18.6	17.3	41.7 a	
徒長後回復型	8.6	8.1	14.9	15.0	11.6	16.7	10.1	18.3
徒長後抑制型	11.6	12.8	13.8	14.0	32.7 a			
“	6.9	11.1	6.3	7.8	13.1 a			
抑 制 型	3.8	5.7	6.2	5.4	17.6 a			

注 a 伸長中であり、全長を示す。

第2表 病症の発現時期

接種菌株	発 病 葉 位						回 復 葉 位					
	2	3	4	5	6	計	4	5	6	7	8	計
志 波 姫	0	24	18	6	0	48株	0	9	36	3	0	48株
豊 里	0	9	5	1	0	15	0	5	10	0	0	15

第3表 菌株と病症型発生頻度との関係

菌 株	健 全 株 数	発 病 株 数			計
		徒長型	抑制型	枯 死	
無 接 種	376	0	0	5	381株
大 和	0	402	2	0	404
豊 里	0	327	22	37	386
志 波 姫	0	183	38	136	357

第4表 菌株とジベレリンおよびフザリン酸産生量との関係

菌 株	乾燥菌体重	GA ₃	フザリン酸
	(mg.)	(μ g)	(mg)
志 波 姫	52.6	2.99	9.7
大 和	50.3	0.44	2.7
豊 里	49.8	0.19	6.4

注 リチャード液体培地 5 0ml当りの産生量
25°C, 14日間培養。

第5表 罹病イネ苗(徒長苗)のジベレリンおよびフザリン酸含量

接種菌株	種 子		茎 葉		根	
	GA ₃ (μ g)	フザリン酸 (μ g)	GA ₃ (μ g)	フザリン酸 (μ g)	GA ₃ (μ g)	フザリン酸 (μ g)
無 接 種	0.0019	-a	0.0012	-	0.0007	-
志 波 姫	0.0822	0.091	0.0364	0.112	0.0075	-
大 和	0.0117	0.087	0.0012	-	0.0015	-
豊 里	0.0105	0.079	0.0007	0.077	0.0006	-

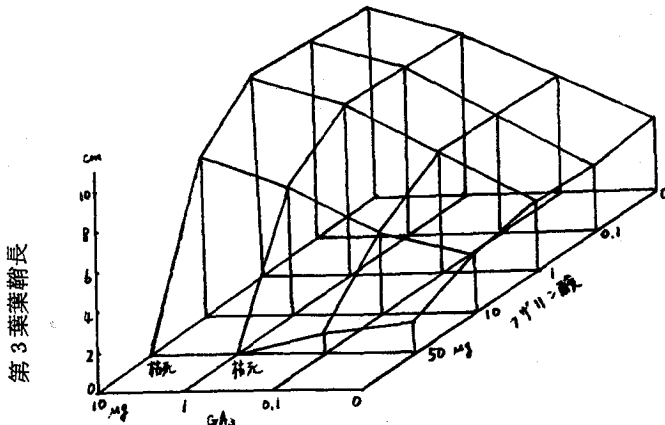
注 接種16日後(20-24°C)の徒長苗1個体の含量

a 検出されず(検出可能濃度0.067 μ g以上)

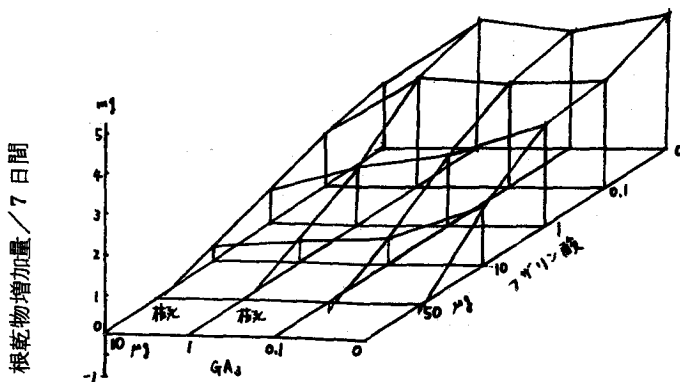
第6表 徒長苗及び抑制苗のジベレリンならびにフザリン酸含量

病 症	ジベレリン (A ₃)			フザリン酸		
	茎	葉	種子	茎	葉	種子
	乾物重当り ($\mu\text{g/g}$)	1株当り (μg)	1粒当り (μg)	乾物重当り ($\mu\text{g/g}$)	1株当り (μg)	1粒当り (μg)
徒 長	11.4	0.074	0.058	8.1	0.053	0.038
抑 制	36.6	0.121	0.271	40.0	0.132	0.067

注 志波姫菌株接種苗，接種16日後（26-30 $^{\circ}$ C）の1個体の含量。



第1図 ジベレリンおよびフザリン酸量と第3葉葉鞘長との関係



第2図 ジベレリンおよびフザリン酸量と根乾物増加量との関係

第7表 罹病イネからの病菌の分離率

病 症 型	茎 葉 基 部		
	0 - 5 mm	5 - 10 mm	10 - 15 mm
健全 (無接種)	0 / 10	0 / 10	0 / 10
徒長後回復型	0 / 10	0 / 10	0 / 10
徒 長 型	8 / 8	5 / 8	3 / 8
徒長後抑制型	8 / 8	8 / 8	6 / 8

注 第7葉期, 第3葉より下位葉は除去した。

数字は分離株数/供試株数

第8表 罹病イネのジベレリン (GA₃) 含量

病 症 型	茎葉基部 5 cm	GA ₃ /茎葉生体重
	生体重/1株(g)	($\times 10^{-3} \mu\text{g/g}$)
健 全	0.35	5.8
徒長後回復型	0.28	18.9
徒 長 型	0.21	30.1
徒長後抑制型	0.11	472.7

注 第7葉期

第9表 ジベレリン処理時期とイネ苗の徒長程度との関係

処理時期 (葉令)※	処理 GA ₃ 量 (μg)	徒長程度 (対照に対する百分率) (%)					
		第2葉	第3葉	第4葉	第5葉	第6葉	第7葉
2	0.1	188	139	115	110		
	1.0	253	264	141	108		
3	0.1		154	112	104	97	
	1.0		234	140	108	86	
4	0.1			128	114	99	101
	1.0			177	168	106	99
5	0.1				121	106	103
	1.0				173	142	98

注 ※各葉の抽出開始時に初内に注入した。

第 10 表 病症に及ぼすベノミル剤の効果

処 理	処理後の病症 (株数)					計
	回 復	生 育 や 不 良	著 しい 抑 制	枯 死		
無 処 理	11	20	9	10	50	
2,000 倍液※	14	16	8	12	50	
1,000 倍液※	20	11	6	13	50	

注 ※デュポンベンレート水和剤

審査結果の要旨

イネ馬鹿苗病の防除技術については、一応の方法が確定されている。しかし完全な方法とするわけには行かぬ点があり、依然として本病の発生は少くない。

本研究は、籾発芽後発病した場合の症状を追跡すると、馬鹿苗症状が消失（回復）するもの、萎縮するもの、枯死するもの等5型の経過のあることが明らかとなった。その原因について研究を進めている。まず病菌の侵害部位とその程度と病症の関係を見たが、病菌の侵害程度の比較的少ない苗では徒長型となる。逆に侵害程度の甚しい苗では萎縮または枯死型となる。このことは、病苗体内のジベレリン・フザリン酸量の測定結果とも或る程度相関した。

しかしジベレリン、フザリン酸含量のみから病症の発現を説明することは出来ない。病菌の侵害による直接的な生長点の発育阻害も考慮する必要があることを示した。この事は病菌の系統によりジベレリン、フザリン酸の人工培地上での生産量に相異のあること、およびイネ体内での病菌によるジベレリン、フザリン酸に矢張り著しい差のあることから推定されるが、侵害力の系統による差も要因として重要視する必要があることを示した。

幼苗の胚乳中にジベレリン、フザリン酸の各種濃度を組合せを変えて一定量注入することにより、両物質による生育の差異が検討された。両物質がそれぞれ単独でも1 μ g（ジベレリン）、50 μ g（フザリン酸）を与えれば、イネは枯死する。また両物質は一定濃度以上あれば相加的に生育阻害・枯死率を増大させる。

以上の研究は、幼苗期の本病の症状経過の解明に新しい知見を加えたものであり、農学博士の学位を与えるに足るものと判断された。