

稲立枯性病害・種子伝染性病害の発生

鈴木穂積

(東北農業試験場)

Occurrence of Seedling Blight and Seed Borne Disease of Rice Plant

Hozumi SUZUKI

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

箱育苗では多種類の病害が発生する。病原菌の種類は13属23種に及ぶ²⁾といわれるが、東北地域で発生頻度や被害量とも大きな病害は、土壤伝染性病害で *Fusarium* 属菌, *Pythium* 属菌, *Rhizopus* 属菌, *Trichoderma* 属菌による立枯病が、種子伝染性病害ではいもち病, ごま葉枯病, ばか苗病, もみ枯細菌病がある。これらのうち、土壤伝染性病害は *Pythium* 属菌による萎凋性立枯病 (ムレ苗) を除き、生態が解明し、防除剤の開発や育苗技術の進歩とともに、育苗期の好天によって、1976年をピークに発生や被害量が年々減少傾向にある。しかし萎凋性立枯病は発生や被害量が大きいにもかかわらず、生理病か寄生病かの十分な解明がなされていない。一方、種子伝染性病害では宮城県を除き、ばか苗病が再び多発傾向にあり、局地的ではあるが、ごま葉枯病菌による葉焼症, もみ枯細菌病菌による苗腐敗症, その他の細菌性立枯病の発生が目立ち、対策が問題化している。

このようなことからして、ここでは萎凋性立枯病の発生機作と対策, ばか苗病の多発化原因と当面の対策, 増加傾向にある細菌性の種子伝

染性病害の発生現況などについて述べる。

1 萎凋性立枯病 (ムレ苗)

(1) 試験方法

- ①供試育苗箱 標準育苗箱の約 $\frac{1}{2}$ 大 (内径8×10×4 cm) の木箱。
- ②供試土壌 盛岡市厨川東北農業試験場本場畑土 (pH6.16), 大曲市東北農業試験場栽培第一部畑土 (pH5.20), 風乾土180g/箱,
- ③施肥量 硫安0.5g/箱, 過石0.7g/箱, 塩加0.3g/箱, 第3葉齡期以上の試験には第3葉齡期に硫安0.1g/箱 追肥。
- ④播種と量 チウラム・ベノミル水和剤200倍液24時間消毒, 鳩胸催芽種子150粒/箱あるいは同種子の乾重10g/箱。
- ⑤育苗温室 温度3~4月試験26~35°C, 5~6月試験15~35°C。
- ⑥灌水 1日3回水道水。
- ⑦土壌と木箱の殺菌 オートクレーブ又はE. O. 滅菌。
- ⑧低温処理 所定の葉期に育苗箱をビニール袋に入れ6°C (5~7°C) 5日間。
- ⑨土壌pHの調整 炭酸カルシウムと硫酸。
- ⑩接種菌 萎凋性立枯病苗から分離した *P. graminicola* を常法バレイショ煎汁ビー玉液体培地又はフスマ培地に10日培養菌。
- ⑪病名の呼称 ムレ苗症状の苗を萎凋性立枯病,

*Pythium*属菌による立枯病を腐敗性立枯病とした。

(2) 試験結果

1) 病原菌の関与と症状

盛岡市東北農業試験場土壌に無菌的状态で育苗した苗の不完全葉期あるいは第2.5葉期に低温処理し、腐敗性立枯病や萎凋性立枯病の発生を調べた結果は表一1である。無菌的状态では腐敗性や萎凋性立枯病の発生はなかった。しかし無殺菌土壌では不完全葉期低温処理で腐敗性が、第2.5葉期低温処理で萎凋性立枯病が発生し、これからは主に *Pythium* 属菌と細菌が分離された。細菌には病原性のあるものが認められず、*Pythium* 属菌に病原性を認めた。また、病苗からは分離

されなかったが、折衷方式育苗の灌漑水から玄米で水生菌を釣菌し、萎凋性症状の発生を調べたが、分離した *Achlya* 属菌、*Saprolegnia* 属菌、*Phytophthora* 属菌には病原性が認められなかった。以上から本症状には *Pythium* 属菌の関与が推定された。

盛岡市東北農業試験場土壌に播種し、イネの生育ステージごとに低温処理し、立枯病の症状を調査した結果は表一2である。立枯病は第2葉齡期～第3葉齡期の低温処理によって最も多く発生し、それ以前の葉期では苗齡の若いほど発生が少なくなる。また、第4葉齡期以後は葉齡とともに発生が減少する。立枯れの症状は葉齡で異なり、第1葉齡期以前の低温処理では全身が黄褐変し、先端がねじれしおれるものであり（腐敗性）、第1葉齡期以後は全身あるいは頂葉が乾燥し灰緑色を呈し巻いたり、ねじれたりして萎凋するものである（萎凋性）。そして第1葉齡期の低温処理では両症状が併発する。これを更に詳細にみると不完全葉から第1葉が抽出始めたときに低温処理すると、第1葉の抽出部

表一1 無菌的状态で育苗した苗の低温(6℃, 5日)処理による立枯病の発生

区	腐敗性立枯病発生苗率(%)	萎凋性立枯病(ムレ苗)発生苗率(%)
無菌的状态Ⅰ	0	0
無菌的状态Ⅱ	0	0
殺菌処理無	37	94

注. 無菌的状态Ⅰ: 土壌, 木箱はE.O滅菌, 種子はアルコール・昇汞殺菌, 灌水は蒸溜水
無菌的状态Ⅱ: 土壌, 木箱はE.O滅菌, 灌水は水道水

表一2 苗の生育ステージごとに低温処理したときの立枯れの発生と症状

低温処理時期(齡期)	立枯れ発生苗率(%)	症 状
鞘 葉	21.3	全体が黄褐変し, 先端がねじれしおれる(腐敗性立枯病)。
不完全葉	42.5	
第0.5葉	71.5	全体が黄褐変しねじれしおれるが, 抽出を始めた第1葉の先端は乾燥状灰緑色の萎凋になる。
第1.0葉	63.7	不完全葉までの葉鞘は黄褐変, 第1葉は乾燥状灰緑色の巻葉萎凋。
第1.5葉	85.7	不完全葉までの葉鞘はやや淡い黄褐変, 第1葉以上は乾燥状灰緑色の巻葉萎凋が顕著になる。
第2.0葉	100.0	乾燥状灰緑色の巻葉萎凋(萎凋性立枯病)が顕著になり, 葉鞘の黄褐変は遅れて発現する。
第2.5葉	100.0	
第3.0葉	100.0	
第4.0葉	83.5	萎凋性立枯病の症状が顕著であるが, 箱内で発生むらが生じる。また頂葉あるいは, 次葉までのみが, 乾燥状灰緑色の巻葉萎凋するものが多くなる。
第5.0葉	79.7	

表一 3 立枯れ苗から分離した *Pythium* 属菌の病原性

低温処理時期 接種菌の由来	不完全葉期 腐敗性立枯病 発生率 (%)	第 2.5 葉齡期 萎凋性立枯病 発生率 (%)
不完全葉期の 腐敗性立枯病 第 2 葉齡期の 萎凋性立枯病	24	78
無 接 種	0	0

分は第 1 葉齡期以後の全身萎凋に似た症状を呈する。これらの調査結果から腐敗性は鞘葉，不完全葉，第 1 葉の葉鞘を主体にした症状であり，萎凋性は第 1 葉以上の葉身を主体にした症状と観察される。なお第 1 葉齡期以後でも床土が水分過剰であったり，低温後の温度が高いと葉鞘部が黄褐変し，水浸状の腐敗性症状が現れる。しかし，萎凋性立枯病の最も特徴的な症状は第 1.5 葉齡期以後の葉身の萎凋が芯葉で始まり，軽症の場合は芯葉のみが萎凋枯死することである。

箱単位に萎凋性立枯病の発生様相を観察すると，箱全体の苗が一斉に萎凋する場合，部分的に斑紋型に萎凋する場合，ドーナツ状に萎凋する場合がある。出芽時に腐敗性立枯病を起こし回復した生育遅延（萎縮性）苗は再度の低温によっても萎凋性立枯病を起こし難い。萎凋性立枯病が育苗箱にドーナツ状に発生することがあるが，その多くはこのことが原因している。すなわち，中心部の健全な苗は出芽時の腐敗性立枯病の発生した苗の回復したものであり，その周辺の軽症あるいは保菌苗が萎凋枯死する。

葉齡期別に発病苗から菌を分離すると，いずれのステージの症状からも *Pythium* 属菌が分離される。それらの病原性について不完全葉期の立枯病苗から分離した菌株と，第 2 葉齡期の萎凋性立枯病苗から分離した菌株をそれぞれ土

表一 4 萎凋性立枯病苗から分離した *Pythium* 属菌の種

分離菌種	分離率 (%)	病原性
<i>P. graminicola</i>	84	安 定
<i>P. spinosum</i>	5	不 安 定
そ の 他	11	不 安 定

壤混和し，各苗を不完全葉期あるいは第 2.5 葉齡期に低温処理し，発生率と症状を調査した結果は表一 3 である。両分離菌株とも同程度の発生率を示し，生育ステージ別の分離菌により発生する症状は同一であった。

以上から *Pythium* 属菌は低温処理を行ったイネの生育ステージによって腐敗性か萎凋性の症状を示すが，次に関与する種について秋田県仙北地方に発生した萎凋性立枯病苗から菌を分離し調べた結果は表一 4 である。最も多く分離される菌は *P. graminicola* で，次いで *P. spinosum*，その他数種がある。そして *P. graminicola* は病原性が安定していた。ムギ類褐色雪腐病菌は *Pythium* 属菌によって起こるが，これとイネ苗の立枯病との関係について福井県農業試験場 高松進氏より菌の分譲を受け，調べた結果は表一 5 である。腐敗性立枯病はいずれの菌によっても安定した発生率で起こるが，萎凋性立枯病は *P. graminicola* を除き，菌株間で病原性に安定性がない。次にハウスの育苗終了後の休閑期に作付される作物の種類によって，翌春のイネの育苗期における萎凋性立枯病の発生がいかなる影響を受けるか調べた結果は表一 6 である。休閑期の作付作物によって萎凋性立枯病の発生率はほとんど変わらなく，関与する菌はいずれの作物区からも *P. graminicola* が

表一五 ムギ類褐色雪腐病菌によるイネ苗の立枯病の発生苗率(%)

菌	菌株番号	腐敗性立枯病 (pH 5.6)	萎凋性立枯病		
			液体培養 (pH 5.6)	フスマ培養 (pH 5.6)	フスマ培養 (pH 6.4)
<i>P. graminicola</i>	(H-82-36 621*)	—	—	0.4	46.9
		49.7	—	—	59.6
<i>P. vanterpoolii</i>	(W-82-13 W-82-18)	27.9	0.6	12.8	47.6
		21.6	0	0	5.7
<i>P. volutum</i>	(H-82-60 H-82-82)	34.4	0.7	4.5	48.5
		25.0	5.2	6.4	11.2
<i>P. iwayamai</i>	(W-82-24 W-82-50)	21.1	0	3.5	4.5
		18.7	0	1.0	11.2
<i>P. okanoganense</i>	(H-82-69 H-82-72)	23.5	0.2	10.2	12.5
		24.0	0.1	5.0	9.8
<i>P. paddicum</i>	(W-82-15 H-82-73)	24.5	4.8	5.9	4.3
		20.4	0.2	0	14.2

注. イネ苗の萎凋性立枯病から分離

表一六 イネ苗育苗後の休閑期に作付する作物と萎凋性立枯病の発生苗率

作物	育苗前の土壌pH	発病苗率(%)
イネ(水田化)	5.82	39.5
サトイモ	5.67	44.0
ナス	5.71	40.3
ダイズ	5.62	30.0
ダイズ	5.64	54.0
ダイズ	5.79	34.5

注. 分離菌は *P. graminicola*

分離された。

以上分離頻度や病原性の安定性からみて、萎凋性立枯病の主関与菌は *P. graminicola* であると考えられるが、*Pythium* 属菌の関与しないムレ苗があるのかどうか疑問である。筆者の試験及び文献からして、類似症状を示すものをまとめると、①水分ストレス⁴⁾、②低温ストレス¹⁾、③化学物質 硝酸根肥料の施用による還元状態下での亜硝酸の発生による害*、カルタッ

プ剤の播種時土壌混和による葉害(筆者、未発表)などになる。しかし詳細に症状を観察すると、水分ストレスは軽症の場合、老葉から萎凋し、*Pythium* 属菌の場合とは逆の発生症状を示す。亜硝酸の害は根部が先におかされ、褐変する。カルタッ剤は第2葉が萎凋した場合、第1葉の先端がわずかに橙黄褐変するなど、*P. graminicola* による萎凋性立枯病と異なる。しかし低温ストレスは5℃で最もよく発生し、しかも萎凋が芯葉でおこるなど *Pythium* 属菌の場合にかなり類似している。筆者は無菌状態でこの症状の再現を試みたが、現在のところ再現できなく、*Pythium* 属菌の軽症苗の症状と差を見出せない。このようなことから *Pythium* 属菌の関与しないムレ苗の発生は無いとは断言できないが、ムレ苗として取り扱われてきた症状は *P. graminicola* によるものが大部分であろうと推定している。また、萎凋性や腐敗性の症状は同一属菌によるイネの生育ステージの差で

* 山形県農業試験場庄内支場. 1982. コーティング肥料による水稻稚苗育苗について(被覆燐硝安加里) 東北農業試験場編, 1981年東北地域土壌肥料関係ブロック会議資料II(主なる成果の概要).

あるから、両者を一つにまとめた方がよいという意見がある。しかし関与菌の種は両者で多少異なる。すなわち、萎凋性では *P. graminicola* が主要なものであるに対し、腐敗性では *P. graminicola* よりむしろ他種が関与することが多く、しかも数種に及ぶ。したがって現段階では *Pythium* 属菌による立枯病として、この中に萎凋性のものと腐敗性のものと分けておく方がよいと考えている。

2) 発生環境

P. graminicola の培養菌糸を播種時から経時的に土壤灌注で接種し、播種15日後に低温処理した場合の接種時期による萎凋性立枯病の発生を調べた結果は表一7である。接種時期が早いほど発病しやすく、発病程度も激しい。そして低温3日前以後の接種では、特殊な場合以外発病することが少なく、低温直前以後では発病しない。低温3日前以後の少数の発病は、接種菌が床土表面から葉鞘を葡萄し、侵入、萎凋をおこしたもので、この発病は湿度が高く、軟弱徒長している苗におこりやすい。

発病は菌が存在するのみではおこらない。菌

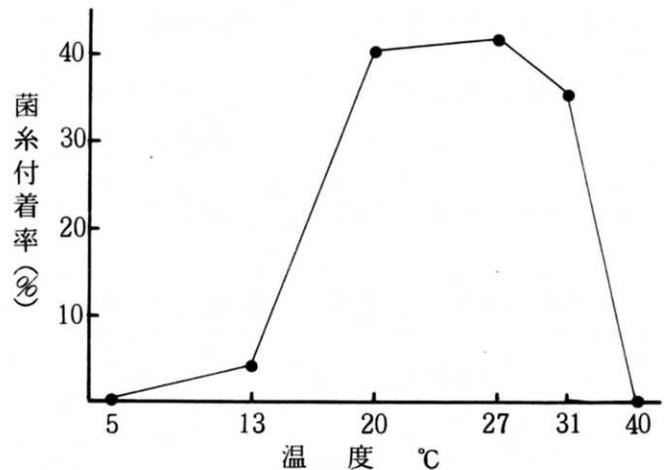
表一7 接種時期と立枯病の発生苗率及び菌の生育

接種の播種後日数	接種の低温前の日数	種子の発芽率(%)	腐敗性立枯病(葉鞘褐変率)(%)	萎凋性立枯病		低温処理直前		備考
				全身萎凋苗率(%)	部分萎凋苗率(%)	草丈(cm)	葉数(葉)	
播種後	15日	67.6	100(31.9)*	57.3	41.5	1.2	0.8	地表伸長菌糸による感染
5日後(不完全葉)	10日	85.6	50.7	87.9	12.1	4.8	1.7	
10日後(第1.2葉)	5日	92.7	0	81.2	9.6	7.8	1.9	
11日後(第1.5葉)	4日	99.5	0	29.8	35.3	8.1	2.2	
12日後	3日	100	0	3.9	8.8	8.0	2.2	
13日後	2日	100	0	4.0	0.9	8.1	2.2	
14日後(第2.0葉)	1日	100	0	4.7	0.8	8.1	2.2	
15日後	当日	96.5	0	4.2	0.8	8.0	2.2	
無接種		100	0	0	0	8.1	2.2	

注. 腐敗性立枯病は無低温処理で発生(9~32℃ガラス室)

* 褐変枯死率

の存在下で発病に最も重要な要因は低温と土壤pHである。*P. graminicola* の土壤中での菌糸生育と温度との関係を床土表面に、ストレプトマイシン含有素寒天を塗布したスライドグラスを1日おき、それに付着する菌量で調べた結果は図一1である。菌糸の生育は適温が20~27℃で、13℃で著しく劣り、5℃と40℃では認められない。発病と温度、菌糸繁殖量との関係について、殺菌土壤に *P. graminicola* の培養菌糸を混和し、鳩胸に発芽した種子を播種し、1日間5, 13, 20, 30, 40℃におき、そのときスライドグラスに付着した菌糸量で、菌糸の繁



図一1 温度と *P. graminicola* の土壤中での菌糸生育

表一 8 温度と *P. graminicola* の土中での菌糸生育, 立枯病

菌糸混和播種後1日間の温度(°C)	種子発芽率(%)	菌糸付着率(%)	地表面葡萄菌糸(低温2日後)	腐敗性立枯病(%)		低温処理14日後再低温による萎凋性立枯病(%)	再低温3日後の地表面葡萄菌糸量
				低温2日後	低温7日後		
5	71.4	0	±	2.4	96.4	98.0	++++
13	87.4	2.8	+	59.8	94.8	91.4	++++
20	51.9	40.8	+++	67.7	83.4	96.0	+++
30	32.7	41.2	++++	27.4	71.1	84.2	+++
40	—	0	+	0	0	88.3	+++

殖状況を調査する一方、その後6°C、5日間の低温処理を行い、低温処理終了2日後と7日後の腐敗性立枯病の発生、及び1.5葉期に6°C、5日間の再低温した場合の萎凋性立枯病と地表菌糸量を調査した結果は表一8である。土壌中の菌糸量は20°Cと30°Cで多く、13°Cで著しく少なく、5°Cと40°Cではほとんど認められない。一方腐敗性の発病は低温処理2日後では13°Cと

20°Cで多く、5°Cで少ないが、7日後は20°C以下の各温度で多発した。このときの床土表面の菌糸量は30°Cと20°Cで多く、13°Cと40°Cで少なく、5°Cでごく少なかった。萎凋性立枯病は温度による発生差が少なかった。これらから発病はある程度以上の菌の繁殖している状態の低温でおこりやすいといえる。

表一 9 温度と萎凋性立枯病の発生苗率(%)

温度(°C)	埴壤土(大曲市)			火山灰土(盛岡市)
	pH 5.5	pH 6.3		pH 6.1
	ビニル無被覆	ビニル無被覆	ビニル被覆	ビニル無被覆
6	36.7	100.0	100.0	89.7
8	38.1	100.0	100.0	76.9
10	29.6	93.1	66.3	81.1
13	0	61.7	14.0	20.3
15	0	15.7	0	7.1
20	0	0	0	0

表一 10 1日の6°C時間と萎凋性立枯病の発生苗率(%)

6°Cの温度時間(時間)	埴壤土(大曲市) pH 5.5	火山灰土(盛岡市) pH 6.1
24	24.5	81.3
22	12.3	62.2
20	11.5	46.8
18	7.3	33.2
16	0	0
14	0	0

萎凋性立枯病の発生と温度との関係について、低温を6°C~20°Cとして、各5日間処理した場合の発生を調べた結果は表一9である。土壌pHによって変動するが、10~15°C以下の低温下で発生し、低いほど発生しやすい。また、6°C5日間の低温で発病に要する1日の低温時間について調べた結果は表一10である。発病には1日の低温時間が18時間以上断続することが必要である。なお、低温を5°Cとした場合、発病に要する日数は土壌の種類で異なり、椀木⁴⁾による試験結果を示すと表一11である。一般に黒色土壌で日数が少なく、その他の土壌で日数を多く要する。

萎凋性立枯病の発生は低温処理後の温度によっても異なる。低温後の温度を15, 20, 25, 30°Cにした場合で、*P. graminicola*の培養菌糸を灌注した土壌に播種し調べた結果は表一12である。症状発現は高温ほど早く始まり、短時間で最高発生になり、3日後の発病程度は比較的軽い。

しかし低温ではこの逆で、特に15℃では症状発現が緩慢で、低温処理後も組織内を菌糸が伸展しながら症状発現が進行するかのよう観察され、3日後の症状は激甚で、濃い灰緑色の萎凋となる。低温処理7日後の発病は15℃ではやや増加傾向にあるが、20℃以上ではむしろ減少している。これは高温では完全枯死した発病苗が少ないほかに、軽症苗の回復による健全化が原因している。

以上の試験から低温が発病に及ぼす影響は菌の感染行動にも見られるが、それ以上に苗の抵抗力低下に作用していると考えられる。

土壌pHは5.0~5.5以上高いほど発病が激しいが、土壌pHと苗の体質、萎凋性立枯病の発生との関係について、椛木ら⁴⁾の試験結果を示すと表-13

表-11 土壌別に育苗した苗に対する低温処理日数と萎凋性立枯病(5℃)

土壌の採集地 (土壌の種類)	土壌pH	低温処理日数(日)					
		1	2	3	4	5	6
千 葉 (灰色低地土)	5.62	1.9%	3.6%	90.1%	100%	63.9%	100%
富 山 (灰色低地土)	6.00	0	0	0	56.8	97.4	100
福 島 (黒色土壌)	5.79	2.7	89.5	85.5	94.1	97.8	100
大 曲 (灰色低地土)	5.20	0	0	0	2.4	1.2	14.7
盛 岡 (黒色土壌)	7.16	0	0	9.2	54.7	62.9	100
滝 沢 (多湿黒ボク土)	5.84	33.3	98.2	95.4	100	100	100
藤 坂 (多湿黒ボク土)	5.67	5.6	25.3	62.4	68.8	97.8	100
黒 石 (黄褐色土壌)	5.11	12.2	1.1	67.6	22.3	25.1	47.8

注. 東北農試栽培第一部作3研成績書より引用一部加筆.

表-12 低温処理後の温度と *P. graminicola* による萎凋性立枯病の発病推移

低温後の 温度(℃)	発 病 程 度				発病苗率 (%)	
	5時間後	10時間後	24時間後	35時間後	72時間後	7日後*
15	-	-	-	++++	87.7	88.9
20	-	+	++	+++	69.0	61.1
25	-	++	+++	+++	59.0	40.6
30	+	+++	+++	+++	51.9	41.8
ハウス**	-	+	+	++++	78.5	69.2

注. *ガラス室 **11~31℃

である。pH5.0~6.0の範囲で、発病はpHに比例して急激に高くなるのに反して、苗の草丈、

表-13 土壌 pH と萎凋性立枯病の発生苗率

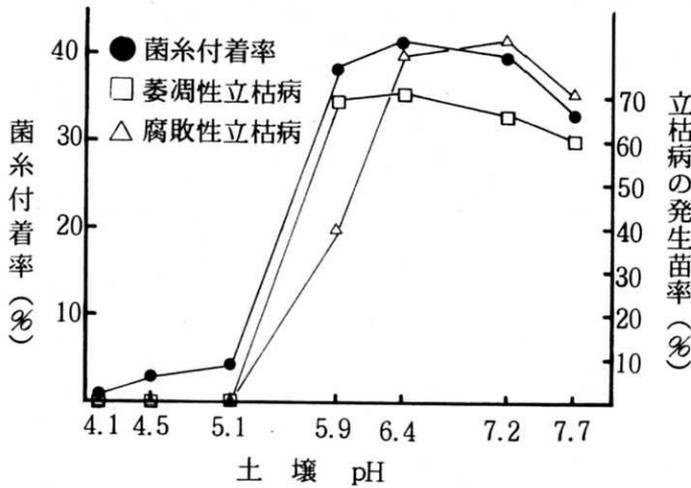
土 壤	pH	低 温 処 理 前 の 苗 質					低温処理後の 枯死率 ²⁾ (%)
		草 丈 (cm)	乾 物 重 (mg)	乾重/ 草丈	発根量 ¹⁾ (mg)	溢泌液量 (mg/hr)	
大 曲	5.0	11.8	13.8	1.17	14.0	6.49	0
	5.5	12.0	14.1	1.18	14.4	6.25	20.7
	6.0	11.9	13.7	1.15	14.9	6.44	76.0
	6.0A ³⁾	11.5	12.8	1.11	11.9	16.46	0
盛 岡	5.7	13.4	16.6	1.24	15.1	0.32	73.7

注. 1): 断根後25~20℃に12日間おいた後の発根量

2): 5℃, 4日間処理

3): pH調整後オートクレーブ殺菌

椛木信幸, 中村 拓. 1984. 農および園 59: 545 - 548 より引用⁴⁾.

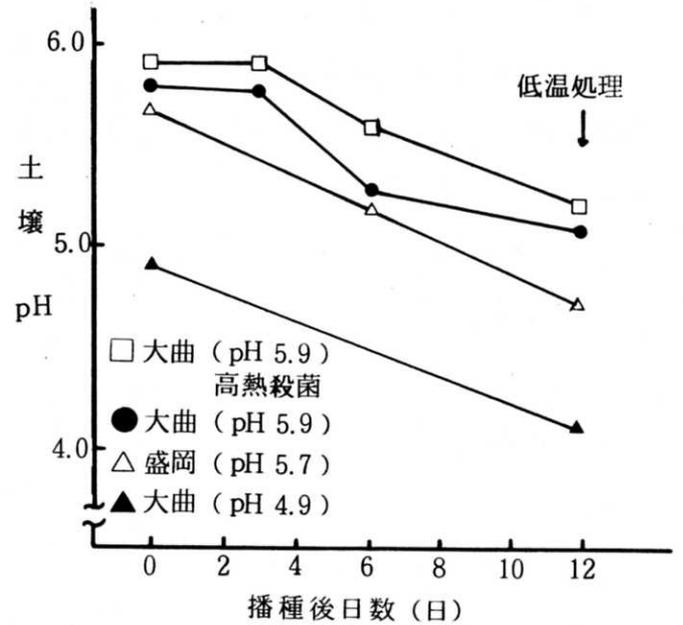


図一 2 土壌pHと *P. graminicola* の土壌中での菌糸生育

乾物重，乾重／草丈，発根量，溢泌液量はpH間で明らかな差が認められなく，本病への影響は直接イネの生理に及ぼすものでないよう考えられる。一方，*P. graminicola* の土壌中での菌糸繁殖とpHとの関係について，前述の温度と同様の方法で調査した結果は図一 2 である。土壌中での菌糸繁殖はpH5.9～7.2で良好で，pH5.1以下で急激に劣化する。発病と土壌pHとの関係を同時に調査したところ，腐敗性，萎凋性ともpH5.1以下で発生がなく，pH5.9以上で発生が著しかった。これらのことから土壌pHはイネの抵抗力よりも土壌中での菌の繁殖に影響すると考えられる。

土壌は同一pHであれば埴壤土より火山灰土で発病が多く，土壌は一般に水分含有量が高く，過湿であると発病しやすいが，これらは苗の抵抗力に影響すると同時に，*P. graminicola* の繁殖にとっても適した条件である。

以上を総合して，自然での *P. graminicola* による感染時期を考察すると，菌は播種作業による床土への灌水で水分を得るとともに，微量

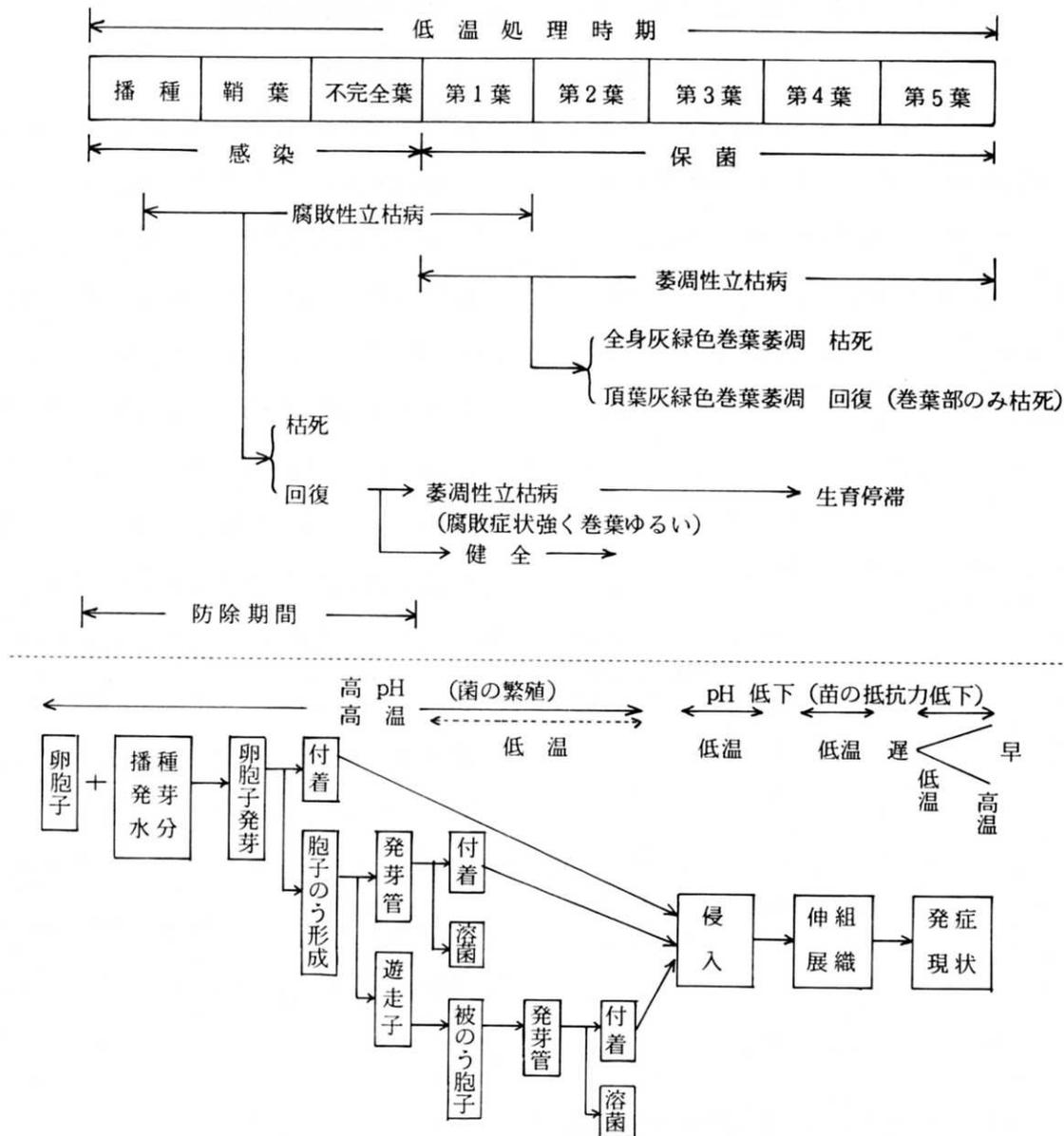


図一 3 育苗箱の pH 変化

注．柗木信幸，中村 拓，後藤孝雄，鈴木穂積，1983，日作紀 52(別1)：153 - 154より引用³⁾。

ながら種子から養分の供給を受け，発育可能になる。次いで，出芽期～硬化期は高温が保たれ，床土のpHは柗木ら³⁾によると，図一 3 に示すように，播種後経時的に低下するものの4～6日間は高く経過することなどを考え合せると，播種時から不完全葉期までの早い時期に感染可能な状態にまで土壌中で菌の繁殖が行われる。このとき低温が襲来すると感染がおこり，低温が強いと腐敗性立枯病が発生する。そして感染しても腐敗性立枯病にかからなかった苗やその後新たに感染した苗が，第2葉齢期を中心とした時期の低温に遭うと萎凋性立枯病がおこると考えられる

(図一 4)。この考えにそって防除時期を知るために，メタラキシル・ヒドロキシイソキサゾール乳剤(500倍液，40ml/箱)の施用時期と萎凋性立枯病の発生との関係を調べた結果は表一 14である。灌注時期は播種前日，播種時，播種5日後，10日後，15日後(低温処理5日前)，18日後(低温2日前)，19日後(低温1日前)，20日後(低温直前)，低温3日目，低温処理終了32時間後としたところ，低温処理5日前まで



図一4 *Pythium* 属菌による立枯病の発生経過と防除

注. 上段: 苗の発病, 下段: 各葉齢期における菌の動態 (推定)

の灌注で完全な効果を認めた。これから防除は播種から不完全葉期までの土壤中で菌の繁殖阻止を目的に行うことで効果が得られる。

3) 防除対策

耕種的には立枯病の対策と同じだが、特に土壌pHの矯正、低温時の保温、適切な灌水によって過湿にならないよう健苗の育成に努める必要がある。薬剤防除は関与菌の繁殖防止効果のあるヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤、あるいはメタスルホカルブ粉剤の播種前床土混和、又は苗の生理的活性を高め、発生を抑

表一14 メタラキシル・ヒドロキシイソキサゾール乳剤の施用時期と萎凋性立枯病

薬剤処理の有無と時期	発病苗率 (%)		
	全身	半身	
灌注	低温処理5日前まで*	0	0
	" 2日前	0.9	1.1
	" 1日前	1.3	12.9
	" 直前	8.2	14.6
	" 中日	100.0	0
	" 32時間後	94.1	5.7
無灌注・低温	96.1	0.8	
無灌注・無低温	0	0	

注. *播種前から低温処理5日前までの期間灌注。

制するイソプロチオラン粉剤の緑化期施用で高い効果が得られる（表—15）。注意すべき点として、メタスルホカルブ粉剤は土壌によって薬害が生じる恐れがあり、ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤は耐性菌の発生を促しやすい。両剤とも施用法を厳守する。また、イソプロチオラン粒剤はいもち病防除剤でもあり、有機燐剤と交叉耐性をもつので、いもち病菌の耐性菌分布を考慮して使用をする。

表—15 萎凋性立枯病の薬剤による防除効果

薬 剤	発病苗率(%)
ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤 (6g/箱)	0
メタスルホカルブ粉剤 (8g/箱)	0
無 施 用	51.6
イソプロチオラン粒剤 (50g/箱)	9.4
無 施 用	97.0

2 種子伝染性病害

(1) ばか苗病

東北6県におけるばか苗病の発生状況について、1974年から10年間の北海道・東北地区植物防疫事業検討会資料から本田における発生面積の推移をまとめると表—16である。本病は各県とも1975年ころから発生が減少したが、宮城県を除き、早い県で1982年から遅い県で1983年から再び増加が始まり、1984年は各県で急激に増加した。この原因を探る一助として、日本植物防疫協会昭和60年度日本植物防疫連絡協議会資料に加筆し、種子予措などと最近の発生傾向を対比して示すと表—17である。種子更新率は県により30~60%と多少差がある。塩水選は各県ともよく実施している。種子消毒は、発生の横ばいの宮城県ではほとんどの地区で湿粉衣消毒が行われてきたが、その他の県では低濃度長時間消毒が多い。また1985年に低濃度長時間消毒

表—16 東北6県におけるばか苗病の発生状況

年 度	本 田 発 生 面 積 (ha)					
	青 森 県	岩 手 県	宮 城 県	秋 田 県	山 形 県	福 島 県
1974	—	5301	4135	4500	15136	1659
1975	—	1700	2091	225	7650	660
1976	—	850	1797	189	7550	1389
1977	—	180	962	48	700	485
1978	—	45	637	21	917	130
1979	—	81	622	13	1229	184
1980	—	155	593	50	1820	1270
1981	0	102	103	—	830	315
1982	0	387	769	—	4532	1629
1983	51	572	751	—	6134	4302
1984	195	2183	787	809	55690	4733
1985	1135	4472	843	1253	4406	1711

注. 北海道・東北地区植物防疫事業検討会資料より。

表一 17 最近のばか苗病の発生と防除状況

県	最近の発生傾向	種子更新率(1985年度)	塩水選実施状況(1985年度)	種子消毒実施状況(1985年)					発病苗(株)の抜きとり実施状況	備考
				実施面積割合	種子粉衣	高濃度短時間	低濃度長時間	吹き付け		
青森	1985年まで増加	31	100	100	4	21	75	0	—	1984年までは低濃度長時間 1982年より粉衣の指導強める 県南は1984年までは湿粉衣
岩手	1985年まで増加	44	80	99	47	4	16	33	少ない	
宮城	1985年まで横ばい	40	98	99	95	1	4	0	少ない	1984年までも湿粉衣
秋田	1985年まで増加	35	90	100	41	7	52	0	苗代・本田とも行う。	1984年まで低濃度長時間
山形	1985年まで増加	58	100	100	49	6	45	0	苗代よく行う。本田行わない。	1984年まで低濃度長時間
福島	1984年まで増加 1985年減少	50	85	100	72	25	3	0	実施	1984年まで低濃度長時間

注. 日本植物防疫協会, 昭和60年度地区植物防疫連絡協議会資料, 一部加筆。

表一 18 種子消毒法とばか苗病発生地

消毒法	総調査地に対する割合(%)	
	発生地	無発生地
低濃度長時間	42	58
高濃度短時間	25	75
湿粉衣	14	86
その他	34	66

注. 小川勝美, 武田真一. 1986. 北日本病虫研報 37より引用⁷⁾。

から湿粉衣に切り換えた福島県では, 発生が明らかに低下している。岩手県では県南部では湿粉衣が行われ, 低濃度長時間消毒は県北部で主として行われていたが, ばか苗病の発生も明らかに後者の地に発生が多い。このことを小川ら⁷⁾の実態調査成績からみると表一18で, ばか苗病の発生地は明らかに低濃度長時間消毒地に多く, 湿粉衣地に少ない。次に, ベノミル耐性菌発生地の消毒法と徒長苗からの耐性菌分離率とを山形県農業試験場庄内支場及び青森県農業試験場

表一 19 ベノミル耐性菌分離地の消毒法

調査地区	消毒法	耐性菌分離率(%)	非耐性菌分離率(%)
山形県 庄内	低濃度長時間	85	10
	高濃度短時間	0	0
	湿粉衣	5	0
青森県	低濃度長時間	100	0
	高濃度短時間	0	0
	湿粉衣	0	0

注. 東北農業試験成績・計画概要書より整理。

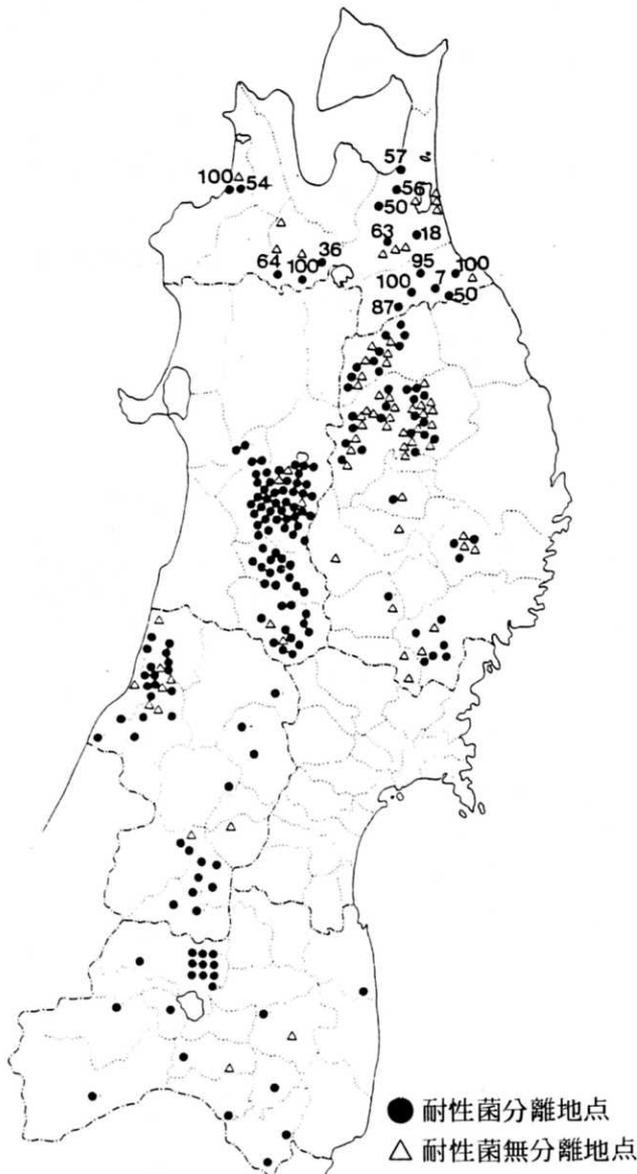
で調査しているが, その結果をまとめると表一19である。耐性菌分離率は低濃度長時間消毒地に高い。特にこの現象はベノミル単剤による消毒地にみられることが報告されている。以上のことを踏まえると, 多発化原因は大部分種子消毒にあると考えられるが, その場合, 湿粉衣や高濃度短時間消毒では風乾作業を完全に行ったかどうか, 低濃度長時間消毒では消毒温度, 薬液の攪拌が適切であったかどうかなど薬剤使用の得手次第によって発病が増加した場合と, ベノ

ミル耐性菌の発生増加に基づく場合とになる。

東北地域におけるベノミル耐性菌の発生は、1980年岩手県松尾村に発生した徒長苗から分離した菌で確認された⁶⁾。その後分布地は年々増加したが、ばか苗病発生地の発病株から分離した菌のベノミル耐性菌の分離地を、各県の東北農業試験研究成績・計画概要書から読みとり、お

およその分布状況を示すと図-5である。特に目立つ地帯は青森県南部から岩手県北西部、秋田県南部から山形県庄内、山形県米沢盆地から福島県会津盆地にあるが、宮城県を除き、全県的に分布している。一般にカンキツ青かび病菌や緑かび病菌のベンゾイミダゾール系耐性菌にみられるように、薬剤の施用回数が限定されている場合は薬剤耐性菌の発生はしにくく、発生しても耐性菌率が高くなりなく、一定範囲以下に収まると考えられている⁸⁾が、本病の場合は上記に述べたように必ずしもこのことがあてはまらなく、MIC値についても東北地域全体で見ると最高4,000ppmまでの菌株が分離されている⁵⁾。

ベノミル感受性を異にする菌を保菌している種子のチウラム・ベノミル剤による消毒効果について、東北地域内の4場所で試験した結果をまとめると表-20である。MIC値6.25ppm以下の菌株保菌種子では、いずれの種子消毒法でも効果が顕著であるが、12.5ppm菌株保菌種子では低濃度長時間消毒で効果がない。200ppm以上の菌株保菌種子では消毒効果は著しく低下し、湿粉衣法で効果が高いといった消毒法による一定傾向はなく、安定した完全な効果を得るためには、異成分をもつ新薬剤の開発が急がれる。しかし当面の対策として、無病種子の採種（採種田だけでなく、周囲500m内の水田の病苗の抜き取りをこまめに行う）に努めることと、消毒に当たっては現在以上に耐性菌の増加がおこらないように、しかも種子に付着する薬剤の濃度が高く、消毒効果が比較的高い湿粉衣あるいは吹き付け法で手抜きのない消毒が必要である。



耐性菌 { 青森・岩手・福島県 1,000 ppm以上
山形県 500 ppm以上
秋田県 100 ppm以上

調査年 { 1983年 福島県
1984年 岩手県
1985年 青森・秋田・山形県

青森県の数字は耐性菌分離率

図-5 東北地域におけるばか苗病発生地の発病株から分離した菌のベノミル耐性菌の分離地（略図）

注. 東北農業試験研究成績・計画概要書よりまとめた。

(2) 細菌による病害

近年、未同定のものを含めて細菌性立枯症の

表一 20 ベノミル剤の感受性を異にする菌株で保菌している種子に対するチウラム・ベノミル剤の消毒効果

MIC値 (ppm)	菌 株	試験場所	消毒法別徒長苗発生苗率 (%)				試験年度
			低濃度長時間	高濃度短時間	湿粉衣	無消毒	
1000	No - 24	岩手農試	20.4	19.2	10.4	35.0	1983
	8318	東北農試	48.4	46.2	54.2	59.3	1984
800	サンケイ	東北農試	44.2	43.0	42.4	43.6	1984
500	58-1-5	山形農試	14.9	9.6	13.7	48.5	1983
200	8208	東北農試	9.8	16.6	21.4	38.2	1984
	"	庄内支場	15.8	11.6	16.5	8.0	1983
	"	"	4.0	-	11.3	100.0	1984
12.5	No - 8	岩手農試	57.2	10.0	11.0	44.7	1983
6.25	サンケイ	東北農試	0.1	0.1	0.1	26.3	1984
2.0	8206	庄内支場	0.7	-	2.3	100.0	1984
0.63	農 家	岩手農試	0	0	0	80.1	1983

注. 昭和58~59年東北農業試験研究成績・計画概要書より。

発生が目立っている。なかでも、もみ枯細菌病による苗腐敗症は多発している。北海道・東北地区植物防疫事業検討会資料から最近10年間の発生動向をみると表一21である。岩手県では1978年、79年及び82年以降、宮城県では79年と86年に多発し、福島県では年ごとに増加の傾向にあり、特に79年以降に多い。発生推移型が3県で同じでないが、3県とも多発した79年、84年、85年、86年は採種年となる各前年の登熟期が高温で、穂発病が目立ち、保菌種子が多かった。このことが主要な原因になっている。

本病は種子伝染によって育苗期に発生する。保菌種子からの感染は種子の鳩胸時から第1葉期までにおこり、特に催芽時が感染しやすく被害も大きい。本細菌の発育適温は30℃~32℃で、催芽処理の高温や出芽期の高温は感染に好適である。また育苗中の土壤水分は発病に関係深く、床土が透水不良で、長時間ひたひた状態になるような条件では多発する。したがって、防除は登熟中に本病発生の有無をよく調査し、発病穂が

あれば抜取り、健全種子を得るようにする。また発病地の土壌は伝染源になりやすいので、床土に用いない。育苗に当たっては温度や灌水管理に注意し、出芽期間を必要以上に長引かせた

表一 21 もみ枯細菌病菌による苗腐敗症の発生状況

年度	発生箱数 (箱)		
	岩手県	宮城県	福島県
1974	-	-	160
1975	-	-	28
1976	-	-	290
1977	-	-	300
1978	3396	0	645
1979	6648	9815	4350
1980	1200	0	4070
1981	730	0	1965
1982	510	0	4180
1983	4735	1*	5707
1984	17640	30*	6335
1985	9900	360	6490
1986	前年並	2878	5060

注. 北海道・東北地区植物防疫事業検討会資料。

*類似細菌による類似症状を含む。

り、過剰な灌水やハウスの天井からの雫の滴下に注意が必要である。薬剤防除は採種年に穂発生が多い年や地域ではカスガマイシン粒剤の播種前床土混和すると効果が挙がる。

3 むすび

萎凋性立枯病は水苗代でも発生していたが、当時はそれほど重要視されていなかった。もみ枯細菌病は箱育苗になってから発生した病害であり、褐条病などは隣接地域の北陸で多発している。またばか苗病は年1回の種子消毒で耐性菌が発生している。箱育苗はイネ苗にとっては特殊な環境で、既知病害はもちろん、日和見感

染をおこす病害の発生しやすい場であるといえる。それに加えて育苗期間が短いために、防除は薬剤に頼りがちである。性質の異なる病害が同時にあるいは連続して多発するため、薬剤の種類が多くなる。薬剤の効果を高めるためにも、不必要な防除を避けるためにも、耕種的対策が重要である。そしてそれは育苗期のみでなく、採種圃から健全種子を得る努力が必要である。

萎凋性立枯病の研究には東北農業試験場栽培第一部作物第3研究室中村拓室長から有益な助言を、また種子伝染性病害の発生実態については東北地域各県農業試験場病虫害担当者から貴重な資料を提供していただいた。

引 用 文 献

- 1) 土井弥太郎. 1951. 総合作物学食用作物篇稲作の部(佐々木 喬編). 地球出版. p. 38-74.
- 2) 茨木忠雄. 1986. 箱育苗の病害対策. 農林技術新報 1055: 8.
- 3) 柗木信幸, 中村 拓, 後藤孝雄, 鈴木穂積. 1983. 水稻ムレ苗の発生機作について. 第1報 発生条件及び品種間差の検討. 日作紀 52(別1): 153-154.
- 4) ———, ———. 1984. 水稻ムレ苗の発生生態と対策. 農および園 59: 545-548.
- 5) 松本和夫, 橋本 晃, 安達忠衛. 1984. 福島県下でみられたイネばか苗病菌のベノミル剤耐性について(予報). 北日本病虫研報 35: 34-36.
- 6) 小川勝美, 諏訪正義. 1981. 1980年岩手県に分布するイネ馬鹿苗病菌のベノミル感受性について. 北日本病虫研報 32: 160.
- 7) ———, 武田真一. 1986. ベノミル耐性ばか苗病菌の出現地域における種子消毒の実態. 北日本病虫研報 37: 42-45.
- 8) 上杉康彦. 1982. 植物防疫講座 農薬・行政編(岩田俊一ほか編). 日本植物防疫協会. p. 17-40.