

# 水稻稚苗箱育苗における育苗管理諸要因とムレ苗の発生

山口 正篤・栃木喜八郎・大和田輝昌

## I 緒 言

水稻稚苗箱育苗期間中に発生するムレ苗と育苗管理条件について、筆者らは、育苗期間特に初期における多かん水及び高温管理が、ムレ苗の発生を助長することを明らかにした。また育苗器内での出芽長が長いほどムレ苗の発生が多くなることを認めた<sup>8)</sup>。

その時、育苗管理条件の中の他の要因、すなわち床土の種類、床土のpH、窒素施肥量、は種量とムレ苗発生との関係について検討を加え、更に育苗管理諸要因とムレ苗発生との総合的な関係について試験を実施し、いくつかの知見を得たので報告する。

## II 試験方法

試験は1981、1983、1984年の3か年にわたって実施した。試験条件に明記してある他は、箱育苗用の床土には厚層多腐植質黒ボク土の表土を用い、施肥量は箱当たり成分为窒素1.6 g、リン酸1.6 g、カリ2.4 gとし、他にタチガレン粉剤5 g、ダコニール粉剤20 gをは種前に混

和した。水稻品種は日本晴を用い、7日間程度の浸種後30℃の温湯に16~17時間浸して催芽し、木製無孔箱に乾燥糞で箱当たり200 gをは種（散ば）した。は種後、育苗器内で30℃、40~45時間で出芽、直ちにビニルハウス内に設置した。

育苗温度は標準管理及び保温管理とした。保温管理はビニルハウス及び夜間ビニルトンネルの二重保温とし朝8時にビニルトンネルをはずし、ビニルハウスの側面を開き、夕方4時30分にビニルトンネルで覆い、ビニルハウスを閉めて夜温を高く保った。標準管理はビニルハウスのみで二重保温はせず、ビニルハウスを朝7時30分に開き、夕方5時30分に閉じた。かん水量は標準かん水及び多かん水とし、標準かん水は1日に箱当たり0.5~1.0 lを1回かん水し（水分50%前後）、多かん水は1日に箱当たり各1.0 lを2回かん水した（水分55~60%）。

苗の生育量については、草丈は各区40個体、乾物重は各区50ないし100個体を抜き取り測定した。ムレ苗の発生程度は0(無)~10(多)の11段階とし観察によった。

第1表 床土の種類及びpHに関する試験

水準	床土の種類	pH
1	黒ボク土（厚層多腐食質黒ボク土の表土、水田付近）	高 pH (6.5~7.2)
2	沖積土（中粗粒灰色低地土、灰褐色系の表土、水田）	原土 (5.3~5.9)
3	赤土（火山灰土、関東ローム心土）	低 pH (4.5~4.6)
4	山土（火山灰土、林地土壤）	
5	人工培土（K社製）	

栃木県農業試験場研究報告第31号

試験1. 床土の種類, pH, 窒素施肥量及び  
は種量とムレ苗発生程度に関する  
試験 (1981, 1983)

床土の種類及び pH (1981), 窒素施肥量及び  
は種量(1983)とムレ苗発生程度の関連について  
検討した。試験条件は第1表及び第3表に示す  
とおりである。試験に用いた床土は、黒ボク土、  
沖積土、赤土、山土及び人工培土で、pH はそれ  
ぞれの原土を消石灰及び希硫酸で調整した。

第2表に原土、調整後、ムレ苗発生時のそれ  
ぞれの pH を示した。窒素施肥量は 1.6 g / 箱及  
び 3.0 g / 箱の 2 水準とし、は種量は 100 g,  
200 g, 250 g / 箱の 3 水準として、育苗温度及  
びかん水量と組み合わせて試験を実施した。は  
種は 4 月 7 ~ 8 日に行い、床土の種類及び pH  
の試験(1981)の管理は保温管理・多かん水とし  
た。

試験2. 育苗管理諸要因とムレ苗発生程度に  
関する試験 (1984)

育苗管理諸要因のムレ苗発生程度に及ぼす影響  
の度合及び諸要因間の交互作用について検討  
した。育苗管理要因として、本試験までにムレ  
苗発生に影響を及ぼす要因として確認された 6  
要因、すなわち育苗管理(温度・かん水)、床上  
の種類、床土の pH、出芽長、窒素施肥量及び  
は種量を取り上げた。試験は 2<sup>6</sup> (64) 型直交表  
6 因子完全実施 2 ブロック配置で行った。試験  
条件は第4表のとおりである。は種は 4 月 6 日  
に行い、育苗管理(温度・かん水)の処理期間は、  
育苗箱をハウス内へ設置した直後の 4 月 9 日～

第2表 床土の種類及び pH

	床土の種類	pH		
		原 土	施 肥 後	ムレ苗 発 生 時
pH 区	黒ボク土		6.5	6.2
	沖積土		6.5	6.0
	赤土		6.9	6.2
	山土		6.4	5.8
	人工培土		7.2	6.4
土 区	黒ボク土	5.9	5.4	5.3
	沖積土	6.1	5.5	5.4
	赤土	6.0	5.8	5.2
	山土	5.7	5.3	5.0
	人工培土	5.8※	5.9	5.4
低 pH 区	黒ボク土		4.6	4.9
	沖積土		4.6	4.7
	赤土		4.5	4.7
	山土		4.5	4.4
	人工培土		4.6	4.9

※肥料を含む

第3表 育苗温度・かん水、窒素施肥量、及びは種量に関する  
試験

水準	管 理	窒素施肥量	は種量
1	保温・ 多かん水	1.6g/箱	100g/箱
2	標 準	3.0	200
3			250

第4表 育苗管理諸要因とムレ苗発生程度に関する試験

要因 水準	ブロック	育苗管理	床土の種類	土壤のpH	出芽長	施肥窒素	は種量
1	1	保温・ 多灌水	黒ボク土	原土のまま	長 (1.8cm)	3.0g/箱	200g/箱
2	2	標 準	山 土	pH 5.4	短 (0.1cm)	1.6	150

### 水稻稚苗箱育苗における育苗管理諸要因とムレ苗の発生

16日の7日間とし、以後は保温・標準かん水とした。床土の原土pHは、施肥後で黒ボク土6.1~6.2、山土は5.8であった。なお直交表配置試験の解析は上條<sup>3)</sup>の方法によった。

### III 試験結果

#### 1. 試験1

1981, 1983年ともムレ苗症状は、は種後12~13日、葉令で1.5葉期前後に見られ始めその程度は数日で最大に達した。床土の種類及びpHとムレ苗発生程度との関係を第5表に示した。床土の種類別には、黒ボク土でムレ苗の程度が最も大きく、次いで沖積土で大きかった。他の床土、すなわち赤土、山土、人工培土ではムレ苗の発生は見られなかった。床土のpH別では、pHが高いほどムレ苗の程度は大きかったが、pHを低くすると沖積土ではムレ苗は発生せず、黒ボク土でもわずかであった。また、pHを高くしても赤土、山土、人工培土ではムレ苗が発

第5表 床土の種類、pHと苗の生育及びムレ苗程度

pH	床土の種類	は種後13日			ムレ苗程度
		草丈 cm	乾物重 mg/本		
高 pH 区	黒ボク土	5.3	0.57	5.0	
	沖積土				3.8
	赤土	4.7	0.53	0	
	山土	4.9	0.56	0	
原 土 区	人工培土				0
	黒ボク土				1.6
	沖積土				1.2
	赤土				0
低 pH 区	山土				0
	人工培土				0
	黒ボク土	5.1	0.60	0.4	
	沖積土				0
赤 土 区	赤土	5.1	0.55	0	
	山土	5.3	0.54	0	
	人工培土				0

第6表 育苗温度・かん水、窒素施肥量、は種量と苗の生育及びムレ苗程度

管 理	窒素施肥量 g/箱	は種量 g/箱	は種後13日		
			草 丈 cm	乾物重 g/本	ムレ苗程度
保温 多かん水	1.6	100	10.3	8.7	1.4
		200	8.4	7.3	2.8
		250	7.5	6.8	2.4
	3.0	100	10.2	8.4	0.2
		200	7.6	6.2	0.6
		250	9.2	7.2	1.2
標準	1.6	100	7.5	6.8	0
		200	6.7	5.7	2.4
		250	6.8	5.9	2.0
	3.0	100	6.7	6.2	0.4
		200	7.6	6.2	0.4
		250	7.1	6.1	1.4

## 栃木県農業試験場研究報告第31号

生しなかった。ムレ苗発生時の苗の生育は、床土の種類別には黒ボク土ざわざかに大きかったが、pH別にはpHの低いほうがやや大きかった。

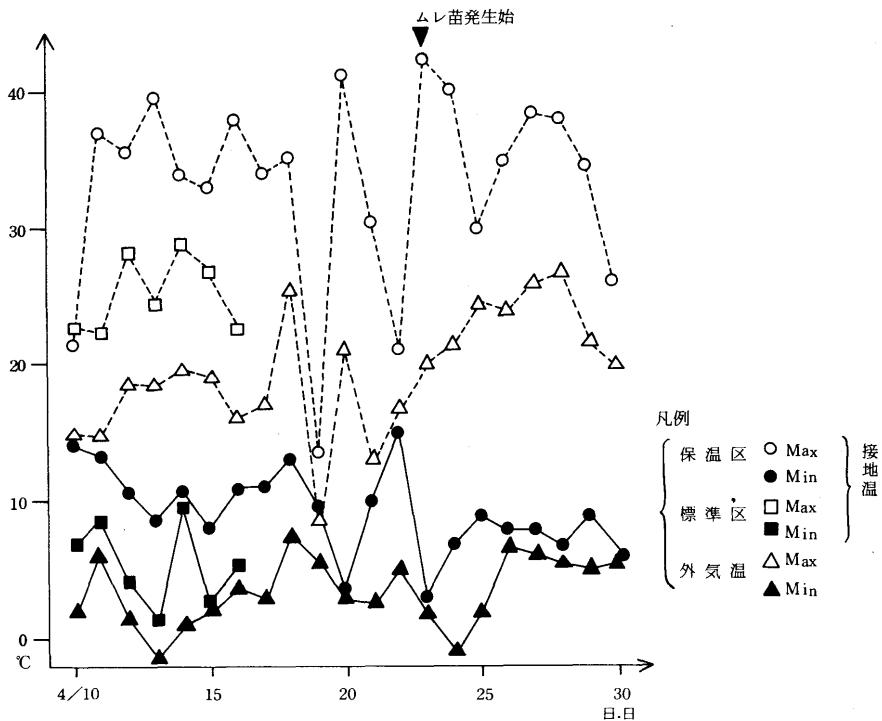
育苗温度・かん水、窒素施肥量及び種量とムレ苗発生程度との関係を第6表に示した。育苗温度・かん水の違いでは、保温・多かん水のほうが標準管理よりもムレ苗程度はわずかに大きかったが、その中では、窒素施肥量が少ないほど明らかにムレ苗が多く発生した。または種量別には、は種量が多いほどムレ苗の発生程度が大きかった。しかし、箱当たり200gと250gでは大差なかった。ムレ苗発生時の苗の生育は育苗温度・多かん水では保温・多かん水ほど、は種量では種量が少ないほど大きかった。窒素施肥量間には大差なかった。

### 2. 試験2

ムレ苗は種後17日(4月23日)から発生し始め、最大6.0程度発生し、要因間の比較を行な

うのに十分な発生程度であった。試験期間中の温度(接地温)は第1図のとおりであった。4月19日、21日、22日の昼間の温度が低く、また20日、23日朝の最低温度が低かった後、23日の高温に遭遇してムレ苗が発生した。

育苗管理諸要因がムレ苗発生程度に及ぼす影響の程度及び各要因間の交互作用は第7表及び第2図に示すとおりである。6つの育苗管理要因のうち、ムレ苗発生程度に及ぼす影響の大きかったものは、主効果としては床土のpH及び種類であった。すなわち黒ボク土及びpH原土のままでムレ苗の発生が多かった。次いで育苗温度・かん水の影響が大きく、育苗初期の保温・多かん水によってムレ苗が発生しやすくなつた。更に、これら3要因間それぞれの交互作用及び3因子交互作用が認められ、黒ボク土でpHが原土のまま、初期の育苗管理を保温・多かん水にした場合にムレ苗程度が著しく大きくなつた。

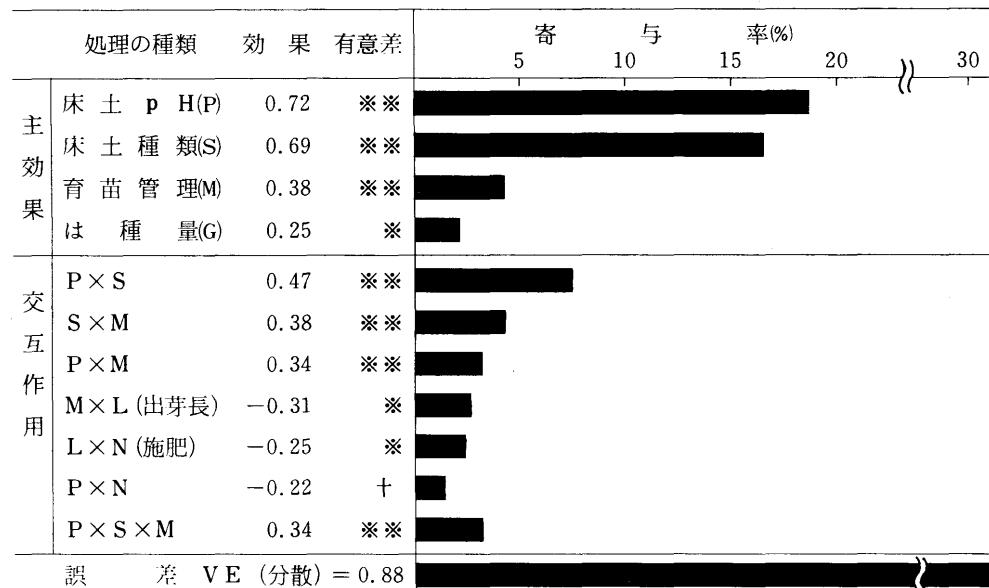


水稻稚苗箱育苗における育苗管理諸要因とムレ苗の発生

第7表 育苗管理諸要因とムレ苗発生程度との関係 (分散分析表)

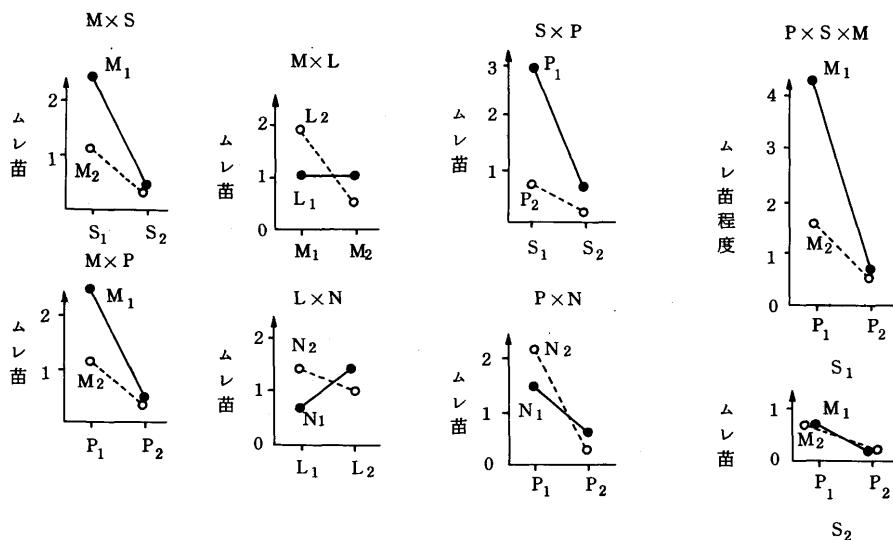
要 因 名	効 果	自由度	平方和	分 散	分 散 比	寄与率%
全 体 T		63		(全体平均=1.19)		
管 理 M	0.38	1	9.00	9.00	10.19※※	4.67
床 土 S	0.69	1	30.25	30.25	34.24※※	16.90
床 土 p H P	0.72	1	33.06	33.06	37.43※※	18.52
は 種 量 G	0.25	1	4.00	4.00	4.53※	1.72
M × S	0.38	1	9.00	9.00	10.19※※	4.67
M × P	0.34	1	7.56	7.56	8.56※※	3.84
S × P	0.47	1	14.06	14.06	15.92※※	7.59
M × L (出芽長)	-0.31	1	6.25	6.25	7.07※	3.09
P × N (N施肥)	-0.22	1	3.06	3.06	3.47+	1.25
L × N	-0.25	1	4.00	4.00	4.53※	1.79
M × S × P	0.34	1	7.56	7.56	8.56※※	3.84
誤 差 E		52	45.94	0.88	-	32.03

注. ※※ 1 %, ※ 5 %, + 10 %水準で有意



注. ※※ 1 %, ※ 5 %, + 10 %水準で有意

第2図 育苗管理諸要因のムレ苗発生程度に及ぼす寄与率



第3図 育苗管理諸要因間のムレ苗発生程度に及ぼす交互作用

他の要因では、は種量が多い場合に発生しやすい傾向が認められた。出芽長については、試験1では長いほど発生しやすい傾向であったが保温・多かん水の管理条件の下では出芽長は短いほど発生が多く、標準管理の下ではその逆の傾向が認められた。窒素施肥量は、出芽長が長い場合、また床土のpHが高い場合に、多窒素によってムレ苗の発生がやや抑えられる傾向があり、その逆の条件では標準窒素のほうがムレ苗発生はわずかに少なかった。

#### IV 考 察

水稻箱育苗におけるムレ苗発生の基本的な原因については、杣木<sup>2)</sup>らが概説している様に病原菌(*Pythium SP.*)が関与しているという報告が多い。畑苗代において坂井ら<sup>6)</sup>がその関係を明らかにし、箱育苗については、本県においては市田ら<sup>1)</sup>、斎藤ら<sup>4)</sup>が基本的原因が病原菌にあるとしている。筆者らも、本報告の試験1においてムレ苗の全く発生しなかった山土に、ムレ苗の発生しやすい黒ボク土を混和するとムレ苗が発生する事を確認しており(第8表)、

第8表 床土混合によるムレ苗の発生  
(1983)

床土の種類	ムレ苗程度
黒ボク土	3.6
沖積土	1.0
山土	0
沖積土+1/3 黒ボク土	1.2
山土+1/3 黒ボク土	3.0

病原菌の関与が推察された。

またムレ苗発生の誘因として、低温及びその後の高温が必須条件とされているが、7℃以下以下<sup>7)</sup>、5℃前後の低温など最低温度と思われる温度に着目している報告が多い<sup>2)</sup>。その中には、人工気象箱によって得られたデータも多い。しかし実際の育苗条件下では、筆者ら<sup>8)</sup>が推測している様に、また本報告の第1図の接地温の推移からも、短時間の最低温度だけでな

## 水稻稚苗箱育苗における育苗管理諸要因とムレ苗の発生

く昼夜をつうじての比較的低い温度経過（2～数日の雨天もしくは曇天）がムレ苗を引き起こしていると考えられる。昼間の低温は日照不足を伴っており、坂井ら<sup>5)</sup>が指摘している様に、それが地上部からの蒸散を抑え根を過湿条件におき、根の機能を低下させる事になる。更に、育苗初期の管理温度を高くした場合にムレ苗が発生しやすく、低めの場合に発生しにくいことから、また本試験の経過からも、低温に遭遇する前の育苗初期の比較的高い温度経過も前歴として重要であると考えられる。すなわちムレ苗発生の気象的誘因は、育苗初期の高温、1.5葉期前後（は種後12～17日）の低温とその直後の高温であると推察される。

以上の様な基本的原因と気象的誘因によってムレ苗が引き起こされると考えられるが、試験1の結果では、ムレ苗の発生しやすい黒ボク土であってもpHを低くしたり、育苗温度・かん水を標準としたり、は種量を少なくするとムレ苗が発生しなかったり抑えられたりした。したがってムレ苗が発生するには、病原菌や気象的要因だけでなく、床土pHや育苗温度・かん水、は種量などの種々の育苗管理条件が重要な役割を担っており、それらの条件・要因が重なってはじめて、ムレ苗が発生すると考えられる。

試験2において、それら育苗管理条件のそれぞれのムレ苗発生程度に及ぼす影響の大きさ、寄与率の違い、交互作用がほぼ明らかになった

が、出芽長、窒素施肥量を除いて寄与率の大きさの順序は年次が異なってもほぼ変わらないと考えられる。それらの中で特に床土の種類、床土のpH及びその2つの要因の交互作用の影響が大きいが、床土の違いは病原菌の密度あるいは増殖のしやすさの違いであると推察される。pHの違いは、高pHで病原菌が増殖しやすくなり<sup>6)</sup>低pHで抑制されることによると考えられる。床土の種類、pHに次いで育苗初期の育苗温度・かん水の影響が大きく、筆者らの試験結果では<sup>8)</sup>、その中でかん水の影響のほうが大きい。多かん水によって根が過湿状態になり、病原菌の侵入による根傷害を起こしやすく根の活力が低下するものと考えられる。更に第9表にペーパーポットで育苗した苗のムレ苗発生時の生育（は種後14日、1983）を示したが、保温・多かん水区は茎葉の単位乾物重当たりの葉面積が大きく、更には根の乾物重当たりの葉面積も大きい。

すなわち多かん水条件が高温度と組み合わさると苗が軟弱徒長ぎみになりムレ苗の発生を更に助長するものと考えられる。育苗管理におけるこれらの3つの要因（床土の種類、pH、育苗温度・かん水）及びそれらの交互作用によって、ムレ苗の発生しやすさがほぼ決まり、ムレ苗を防止する上でこれらの要因に注意することは極めて重要である。は種量については、は種量を増すと苗が軟弱な生育をし、苗1本当たりの

第9表 管理条件と地上部・地下部の生育及び葉面積（1983）

管 理	乾物重mg／本		葉面積 cm <sup>2</sup> ／本	葉面積	
	茎葉	根		茎葉 DW	根 DW
保温・多かん水	6.9	2.2	1.15	0.17	0.52
標 準	6.0	2.2	0.65	0.11	0.30

栃木県農業試験場研究報告第31号

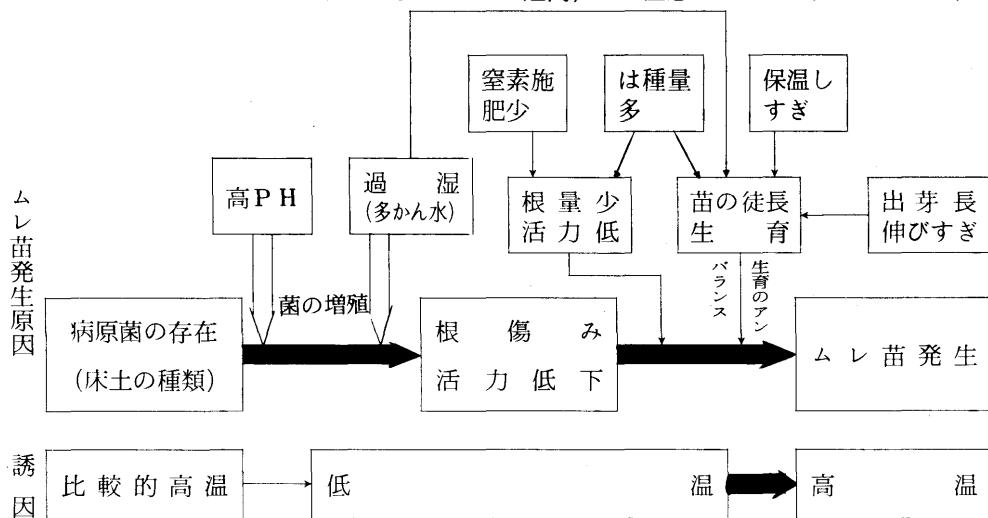
根の量、時に細根の量が少なく、更に根の活力も低下するものと推察される。窒素施肥量については、試験1では施肥窒素が多いほうがムレ苗の発生が少なく、試験2では単独ではその影響は認められなかったが、出芽長が長い場合と床土のpHが高い場合に、多窒素でムレ苗がやや抑えられた。は種量と併せて考えると、苗1当たりの窒素量が多いほうが、根の機能が高まるかあるいは冠根の発生が早まりムレ苗を回避することが考えられるが、今後更に検討を要する。育苗器内での出芽長については、武市ら<sup>7)</sup>、筆者ら<sup>8)</sup>の結果によると、出芽長が長いと育苗初期の地上部の生育が旺盛になりムレ苗が発生しやすくなるが、試験2では出芽長単独ではその影響は認められず、また従来の結果とは逆に保溫・多かん水下では出芽長が長いほうがムレ苗の発生が少なかつた。これは1984年のムレ苗発生時期がは種後17日と従来よりも遅い事を併せ考えると、低温に遭遇するタイミングの問題と考えられる。すなわち育苗初期の生育が良かったため冠根の発生が他より早くなり、全体としての根の活力が保て、ムレ苗発生を回避したものと考えられる。更にこれは筆者ら<sup>8)</sup>が初期の生育が旺盛なほどムレ苗が多いと

した結論全般にあてはまる。つまり他の育苗条件が同じであれば保溫管理や出芽長が長いほど、育苗初期の生育は旺盛で根との水分バランスをくずしやすく、基本的にはムレ苗発生を助長するが、低温に遭遇する時期が遅れると冠根の発生によって逆にムレ苗発生を回避する場合があると考えられる。

ムレ苗の発生は、病原菌の存在→根の活力低下→低温+高温という基本となる原因によって起こるが、試験2で取りあげた種々の育苗管理条件はそれぞれそれらの原因とかかわってムレ苗発生を助長しているが、試験2で寄与率の高かったものほどムレ苗を発生させる初期の原因に関与しているものと思われる。そこで第4図に筆者らの想定したムレ苗発生のしくみに関する模式図を記した。

以上から、育苗管理面からのムレ苗防止対策として次の諸点があげられる。

- (1) 床土の選定。黒ボク土（水田土ないし水田付近の土壤）に発生が多いようである。
- (2) 床土のpHを下げる。pH 5.0前後。
- (3) 育苗時のかん水をひかえめにする。過保溫にしない。特に育苗初期（ハウスに展開後1週間）には注意する。また低温遭遇時に、根の



第4図 ムレ苗発生原因及び誘因

## 水稻稚苗箱育苗における育苗管理諸要因とムレ苗の発生

過湿が懸念される場合には、育苗ハウスの換気  
に心掛ける。

(4) 種量は少なめにする。その際、窒素施  
肥量は減らさない。

(5) 育苗器内での出芽長を伸ばし過ぎない。

### V 摘 要

1. 水稻箱育苗における育苗管理諸要因がム  
レ苗発生程度に及ぼす影響及びその程度につい  
て検討した。

2. 床土の種類では黒ボク土（水田付近の土  
壌）でムレ苗の発生が多く、次いで沖積水田土  
であった。床土 pH が高いと発生程度は大きく、  
逆に pH を低くすると黒ボク土でもほとんど発  
生しなかった。山土、赤土、人工培土では pH  
の高低にかかわらず発生が認められなかった。

3. 床土への窒素施肥量は少ないほうが、ム  
レ苗の発生が多かった。または種量が多いほう  
が発生が多かった。

4. 育苗管理諸要因とムレ苗発生程度の総合  
的関連について検討した結果、ムレ苗を発生さ  
せる要因として、床土の種類、床土の pH、育  
苗温度・かん水及びそれらの交互作用が大きか  
った。次いで、は種量の影響が大きく、窒素施  
肥量及び出芽長については、単独では影響が認  
められず他の要因との交互作用のみ認められた。

5. ムレ苗発生及びその程度に関する基本原  
因、気象的誘因、育苗管理諸要因のかかわりに  
ついて考察した。また育苗管理面からの対策に  
ついて述べた。

本試験の実施にあたり、終始ご協力いただいた  
半田昇主任技術員、増渕清一技術員に厚くお  
礼申し上げる。また本試験の設計とりまとめ  
にあたりご指導いただいた奥山隆治作物部長に  
深く謝意を表する。

### 引 用 文 献

1. 市田宏市・廻谷兼孝(1979)緑峰(宇都宮  
大学研修報告) 16: 5~21
2. 桧木信幸・中村拓(1984)農及園59: 545~  
548
3. 上條賢一(1983)パソコンによる実験計画  
法人門(工学図書): 118~126
4. 斎藤司朗・手塚徳彌(1983)栃木農試研報  
29: 61~68
5. 坂井弘・吉田富男(1962)北海道農試彙報  
79: 12~17
6. 坂井弘・吉田富男(1962)北海道農試彙報  
79: 18~29
7. 武市義雄・山岸淳・長野淳子(1977)千葉  
農試研報18: 72~1(4)
8. 山口正篤・栃木喜八郎(1981)栃木農試研  
報27: 1~10

栃木県農業試験場研究報告第31号

Relationships between several factors in the raising method of seedlings and damping-off "Murenae" in young rice seedlings grown in nursery boxes

Masahiro YAMAGUCHI, Kihachiro TOCHIGI, Terumasa OWADA

Summary

1. The influence of several factors in the raising method seedlings on the outbreak of damping-off "Murenae" was examined using rice seedlings grown in nursery boxes.
2. Of five kinds of nursery soils, Andosol collected near paddy fields caused damping-off heavier than other soils did Alluvial soil taken from paddy fields came next. In these kinds of soils higher pH of the soil caused damping-off heavily. Conversely when pH of the soil was low, damping-off was scarcely observed even in Andosol nursery boxes. Irrespective of pH, the virgin soil collected from forests, Red soils and artificial soils did not cause damping-off.
3. The occurrence of damping-off because heavier with the decreasing rate of nitrogen fertilizer and with the increasing rate of seeding.
4. Of several factors in the raising method of seedlings, the kind of soils, pH of soils, watering and temperature conditions, and the interaction of these factors seemed to be most important for the occurrence of damping-off. Next, the influence of seeding rate was important. The quantity of nitrogen fertilizer and the length of buds at emergence have individually no influence upon the occurrence of damping-off but have some influence in combination with other factors.
5. Not only the pathogens and weather conditions but also factors in the raising method of seedlings (e. g. pH of soils, watering, temperature conditions, seeding rate, etc.) play important roles in the outbreak of damping-off. When these causes and factors are combined together the damping-off occurs.
6. Countermeasures in the raising method of seedlings to defend the outbreak of damping-off are as follows:
  - (1) Selection of adequate nursery soils.
  - (2) Lowering pH of nursery soils.
  - (3) Reduction of watering and control of temperature conditions, especially in the early period of raising.
  - (4) Reduction of seeding rate without decreasing the quantity of nitrogen fertilizer.
  - (5) Not lengthening the buds too much at emergence.