道農試集報　36：9–19（1977）

水稲稚苗栽培における育苗用床土の理化学的特性に関する研究

南　松雄*　藤原耕治*

Physical and Chemical Properties of Nursery Bed Soils Favorable for Young Rice Seedlings to be Transplanted by Machinery

Matsuo MINAMI and Koji FUJIWARA

水稲機械化移植栽培における稚苗用床土の好適条件を明らかにするため，育苗用人工床土と慣行の苗代土壌及び水田土壌を用い，これら床土の理化学的性状と苗生育の関係について比較検討した。その結果、床土の物理性としては，容水量が大きく，10分間吸水量が30%前後，pF 0～2.8脱水量が20%前後，粗孔隙量が10%以上保持されている団粒化した土壌構造が望ましく，土性は中粒質のものが適していた。また，脱水性の良好な床土は吸水性もまさる傾向を認めた。化学性としては，塩基置換容量及び吸着強度が大きく窒素溶出量の少ない床土が望ましく，pHは4.5～5.0，電気伝導度は1.5 mmho以下が好適であった。さらに，苗諸形質からみて，播種時床土の無機態窒素の適量は40～50 mg，基肥窒素の適量は箱当り1.5 g前後であった。

I　緒　　言

近年，北海道においても，水稲の機械移植栽培が急速に普及し，機械移植面積も50年度では全水稲作付面積の約61%を占め，慣行の成苗手植面積を大きく上回った。このような機械化移植の普及進展に伴って，必然的に育苗用床土の確保とその適正化が大きな問題になっている。

現在，育苗用床土としては慣行の畑苗代土や水田作土及び山土などが利用されているが，均質な好適土壌を求めることは容易でなく，また，それぞれの土壌の性状に応じた改良対策が必要であり，しかも集団として大量に育苗を行なう場合には，多量の床土を必要とする上，土壌の準備調製作業が多労的であるなど，床土として規格化する上で種々の制約がある。これらの問題解決を背景として，最近は各種の人工床土の開発実用化が進み市販されるようになり，今後資材の種類もますます多様化することが予想されるが，一方では入手が容易な水田作土などの積極的な利用も図られるものと思われる。従って、田植機への適合性が高く，かつ，苗生育にも好適な床土条件を明らかにすることは，人工床土の実用化や一般床土用土壌の改良，適正化，さらには育苗管理の上でも極めて重要な問題と考えられる。

そこで，筆者らは，機械移植栽培の安定性向上の一環として，昭和47年から4か年間，現在最も普及率の高い箱マット苗について，数種類の人工床土及び土壌を用い育苗試験を行なうとともに供試床土の理化学的特性と苗生育の関係について検討を加えたので、その結果を報告する。

なお，本稿を草するにあたり，校閲を賜った上川農業試験場森哲郎場長，並びに有益な助言をいただいた小林荘司専門技術員に深く謝意を表する。

II　試験方法

1．育苗法並びに処理内容

1976年8月16日受理

*北海道立上川農業試験場，旭川市永山町

水稲の育苗には58×28×3㎝規格のウッドラック製の育苗箱を使用し，床土としては，表1に示すように人工床土を含め14種類の土壌を供試した。苗代土と水田土壌については，風乾，砕土後5㎜の篩を通したものを用い，pHの高い土壌は硫酸にてpH4.5～5.0に矯正した。施肥処理は全量基肥とし，箱当り窒素施用量は0.5～2.0 g，りん酸は1.0～2.0 g，カリは1.0～1.5 gをそれぞれ硫安，過石，硫加で施用した。試験年次別の供試床土の種類と窒素施用量は表1，播種期は表2に示した。

表1　試験年次別の育苗床土の種類と窒素施用量

床土の種類	試験年次				床土充てん量	N施肥量（g/箱）				
	47年	48年	49年	50年	（kg／箱）	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
苗代土	○	○	○		2.2			○		
無機質人工床土A	○				1.3			○	○	○
〃 B		○			2.4				○	
〃 C		○			2.1				○	
〃 D			○		2.4				○	
有機質人工床土A		○			1.8			○		
〃 B		○			〃			○		
〃 C		○			〃		○			
〃 D			○		2.1		○			
〃 E			○		2.0		○			
水田作土A			○	○	2.1	○		○	○	○
〃 B			○		1.6	○		○	○	○
〃 C				○	2.3			○	○	○
水田心土				○	2.4			○	○	○

表2　播種期

年次	播種期
47年	5月12日－苗代土、無機質人工床土
48年	5月2日－苗代土、無機質人工床土 〃 11日－有機質人工床土
49年	4月25日－水田作土 〃 30日－苗代土，人工床土
50年	4月25日－水田作土、水田心土

供試品種は，水田作土及び心土については「イシカリ」，他は「しおかり」を用い，播種量は催芽籾で箱当り300 ccとした。播き床の厚さは16㎜，覆土後仕上りは22㎜とし，育苗器では積重ね出芽法により32℃，48時間で出芽後，ビニールハウス内で緑化及び硬化を行なった。

2．調査分析方法

苗の諸形質の調査はすべて常法によったが，苗の発根能については，根部をすべて切除した苗を水を入れたビーカーに浸漬し，室温にて7日間放置した後新しく発生伸長した根の本数及び重量を測定した。苗の窒素濃度はKjeldahl法，澱粉含量は乾燥粉末試料について過塩素酸抽出後，Somogyi-Nelson法により比色定量した。

床土の物理化学性のうち，容積重の測定には風乾土容積重測定装置，最大容水量はHilgard法に準じた容水量測定装置を用いた。床土の3相組成，吸水性および脱水性については，供試床土を100 cc容採土管に一定条件で充てんしたものについてそれぞれ測定した。

すなわち、この充てん試料を水深0.5 cmのバット中に静置し、所定時間吸水させた後重量を測定して，その重量増加量をもって吸水量とした。また，同様の試料を24時間吸水飽和させた後，遠心法により所定pFごとの採水量を測定し，これを脱水量とした。さらに，pF 4.2で脱水回収された土壌溶液中のアンモニア態窒素含量を微量拡散分析法により測定し，これをpF 4.2溶出アンモニア態

窒素量とした。

その他の分析項目については，いずれも常法に準拠した。

III 結　　果

1．床土の種類及び窒素施肥量と稚苗の生育

一般に稚苗は成苗と異なり，苗の葉数が2.0～2.5葉期のもので，種子胚乳養分の利用と葉身及び根部の生理作用の2つの機能によって生育する段階の苗と定義されている。[2,4]従って完全な独立栄養の段階にある成苗に比して生育量が小さく苗個体間の生育が均質化され易い利点があるが，苗素質の良否が移植後の生育に大きな影響を及ぼすことは成苗の場合と同様である。

表3は，試験年次，床土の種類，窒素施肥量の異なる移植時稚苗の苗諸形質の平均値とその変異係数を示したものであるが，このなかで地上部乾物重の平均値は1.12 g，その変異係数は6％前後と比較的小さく，種子胚乳養分への依存度が高い稚苗の特性の一面がうかがわれる。しかしながら，苗の草丈，第1葉鞘高，葉数の変異係数はいずれも10％前後，苗の根部重及び発根力では30％前後，窒素及び澱粉含量では18％前後とかなり大きい変異を示しており，これらの諸形質が育苗環境，特に床土の特性，施肥量などによって大きく影響されることを示唆している。

そこで，まず床土の種類による苗の生育状況をみると，平均値でみる限り，表4に示すように無機質人工床土を用いた苗は草丈，葉数，乾物重などの地上部生育量において、慣行の苗代土を上回る良好な生育を示しているのに対し，有機質人工床土苗の生育は苗代土は無論，水田作土苗に比しても明らかに劣る傾向が認められた。一方，苗の根部重についてみると，人工床土苗はいずれも根の生長発達が極めて良好で，苗代土のそれを大きく上回っていることが特徴的であった。また，土性の異なる3種類の水田土壌間では，粘土含量の多い水田作土C（LiC）を用いた苗が地上部及び根部の生育ともに最もまさり、水田作土A（CL）と水田心土（SL）を用いた苗はほぼ同程度の生育量

表3　苗諸形質の平均値とその変異係数（n＝31）

項目	草丈 (cm)	第1葉鞘高 (cm)	葉数 (枚)	乾物重 (g/100個体) 地上部	乾物重 (g/100個体) 根部	地上部乾物重/草丈	発根力 根数 (本/個体)	発根力 根重 (mg/100個体)	N (%)	澱粉 (%)
最高値	11.9	3.5	2.9	1.30	0.57	0.159	5.7	61.7	3.7	13.4
最低値	8.1	2.4	2.1	0.95	0.21	0.102	3.0	16.5	1.8	6.4
平均値	9.4	2.9	2.4	1.12	0.39	0.120	4.0	38.6	2.8	9.3
標準偏差	1.0	0.3	0.3	0.07	0.12	0.013	0.8	12.9	0.5	1.8
変異係数(%)	10.6	10.3	12.5	6.3	30.8	10.8	20.0	33.4	17.9	19.4

表4　床土の種類と苗諸形質

床土	草丈 (cm)	第1葉鞘高 (cm)	葉数 (枚)	乾物重 (g/100個体) 地上部	乾物重 (g/100個体) 根部	地上部乾物重/草丈	発根力 根数 (本/個体)	発根力 根重 (mg/100個体)	N (%)	澱粉 (%)
苗－代土	9.1	2.8	2.2	1.09	0.33	0.119	5.7	46.1	2.6	10.4
無機質人工床土	10.1	2.7	2.6	1.17	0.53	0.115	3.9	41.1	3.1	6.9
有機質人工床土	8.8	2.9	2.3	1.04	0.48	0.118	4.1	38.2	2.7	9.7
水田作土A（CL）	8.2	2.6	2.3	1.11	0.39	0.135	4.7	61.7	2.4	13.4
水田作土C（LiC）	8.9	2.9	2.9	1.16	0.57	0.130	4.3	50 8	2.7	10.6
水田心土（SL）	8.2	2.7	2.2	1.10	0.39	0.134	4.4	44.1	2.7	12.0

（註）苗代土及び人工床土については，2カ年（48，49年）の床土別の平均値，
水田作土及び心土は50年度のN1.0g区の成績である。

表5　窒素施肥量と苗諸形質

年次	N施肥量 (g/箱)	草丈 (cm)	第一葉鞘高 (cm)	葉数 (枚)	乾物重 (g／100個体) 地上部	乾物重 (g／100個体) 根部	地上部乾物重／草丈	発根力 根数 (本/個体)	発根力 根重 (mg/100個体)	N (%)	澱粉 (%)
49年	0.5	8.9	2.7	2.2	1.02	0.34	0.115	3.4	27.4	1.9	11.0
	1.0	9.5	2.9	2.3	1.10	0.39	0.116	4.1	31.3	2.2	9.3
	1.5	10.0	3.0	2.2	1.08	0.33	0.108	3.3	27.7	2.8	9.0
	2.0	10.3	3.0	2.3	1.12	0.30	0.109	3.4	22.2	3.1	7.8
50年	1.0	8.4	2.7	2.5	1.12	0.45	0.133	4.5	52.2	2.6	12.0
	1.5	8.7	2.6	2.5	1.16	0.51	0.133	4.1	44.6	3.1	9.3
	2.0	8.8	2.7	2.5	1.19	0.40	0.135	4.1	43.1	3.6	8.1

表6　供試床土の物理性

床土	容積重 (g／cc.)	粒径組成(%) 砂合計	微砂	粘土	土性	3相組成(%) 固相	液相	気相	孔隙率 (%)
苗代土	0.75	43.9	31.4	24.7	CL	28.7	24.3	47.0	71.3
無機質人工床土B	0.74	62.8	15.4	21.8	SCL	30.6	14.2	55.2	69.4
〃 C	0.64	57.2	15.1	27.7	SC	25.1	17.0	57.9	74.9
〃 D	0.77	55.8	18 5	23.7	SC	30.2	16.9	52.9	69.8
有機質人工床土A	0.51	64.2	23.5	12.3	L	24.3	2.6	73.1	75.7
〃 B	0.53	65.9	22.8	11.3	SL	25.0	• 1.9	73.1	75.0
〃 D	0.64	59.0	18.0	23.0	SCL	27.0	2.1	71.0	73.1
〃 E	0.59	62.1	16.0	21.9	SCL	24.9	1.1	74.0	75.1
水田作土A	0.78	53.9	26.9	19.2	CL	29.4	20.8	49.8	70.6
〃 B	0.55	40.7	25.8	33.5	LiC	19.8	27.1	53.1	80.2
〃 C	0.80	29.8	31.7	38.5	LiC	31.0	18.0	51.1	69.1
水田心土	0.92	83.3	13.2	3.5	SL	32.2	12.5	55.4	67.8

を示した。しかし以上はあくまで条件を異にする数種の試験の平均値からみた一般生育状況を述べたにすぎず，詳細な解析は後述の床土の物理化学性との関連にゆずることとする。

次に，育苗床土に対する窒素施肥と苗形質の関係についてみると（表5），基肥窒素を増施すると苗の草丈，地上部乾物重はいずれも増大し，窒素濃度も高まったが，基肥窒素量が1.0～1.5 gで，根部重，苗の充実度を示す地上部乾物重／草丈比及び発根力は頭打ちの傾向を示し，苗の澱粉含量も窒素施用量の増加に伴い顕著に低下した。

2．床土の物理性と苗生育

前節において，床土の種類及び窒素施肥と苗生育の関係について述べたが，次にこれら育苗用床土の物理的性状を明らかにし，それぞれの特性と苗生育の関係について検討する。

表6に示すように，有機質人工床土の容積重はいずれも0.5～0.6前後で無機質人工床土や苗代土及び水田作土（0.7～0.8）に比して軽く，これに対し水田心土の容積重は0.92で供試床土中最も重い。床土の3相組成の面では，概して容積重の軽いものほど固相率が小さく孔隙率が高い傾向にあり、特に有機質人工床土の孔隙率は75%前後で他の床土に比しかなり高い。

箱育苗では，床土の深さが22 mm前後と浅く，しかも極端な密植栽培であるため，葉面蒸散量が多くなるにつれて床土は極めて乾燥しやすく，反面灌水により過湿になりやすい条件にある。しかも

限られた床土層に根群が密集するので根の呼吸に必要な通気性が確保されなければならない。従って，床土の物理的条件のなかでも水分の保持供給能はむろん通気透水性の良否が特に重要となる。

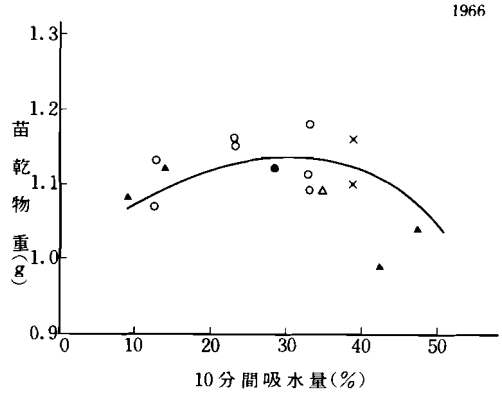
まず，床土の保水性の指標として，容積当りの最大容水量についてみると(表7)，慣行の苗代土と有機質人工床土D，Eが70%前後で最も大きく，次いで無機質人工床土＞水田作土＞有機質人工床土A，B＞水田心土の順にまさり，概して孔隙率が高く，粘土含量が25%前後の中粒質床土において保水性の良好な傾向がうかがわれる。さらに，容水量と関連して，毛管上昇法による床土の吸水性を10分間吸水量でみると，供試床土のなかでは有機質人工床土D，Eの吸水性が最も良好であり，次いで水田心土と無機質人工床土Dがまさっている。一方，有機質人工床土A，Bや水田作土B，Cの吸水量は10～20%と少なく，その吸水性は明らかに劣っている。

一般に，土壌孔隙内を毛管張力で移動する水分は毛管水と言われ，その大部分は作物に対して有

表7　供試床土の水分特性（vol %）

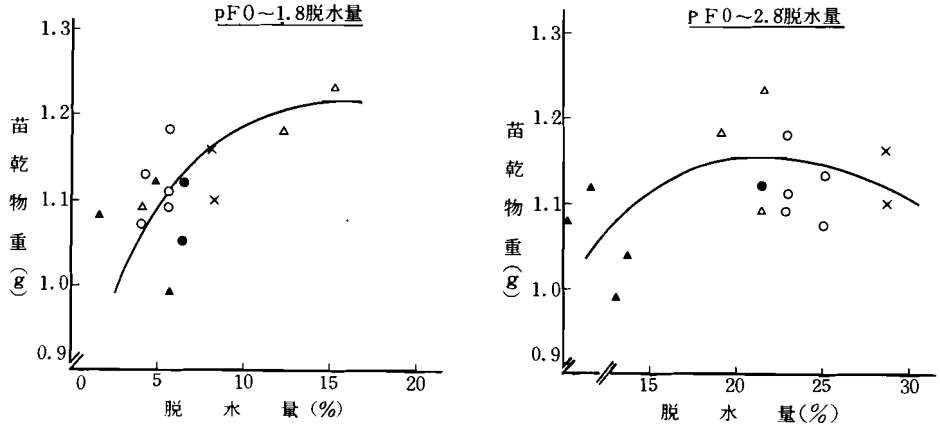
床土	最大容水量	10分間吸水量	脱水量 pF 0～1.8	pF 0～2.8	pF 0～4.2
苗代土	69.4	28.4	6.5	21.4	37.1
無機質人工床土B	65.3	—	15.3	21.5	29.7
〃 C	67.9	—	12.3	19.1	34.3
〃 D	64.1	34.9	4.1	21.4	29.9
有機質人工床土A	56.7	14.0	4.8	11.6	25.3
〃 B	57.5	9.0	1.6	7.4	23.2
〃 D	70.0	47.5	9.6	13.7	27.9
〃 E	67.9	42.4	5.7	13.0	29.0
水田作土A	63.2	32.9	5.7	22.9	30.2
〃 B	61.4	12.7	4.3	25.1	38.4
〃 C	61.9	22.9	1.0	10.5	20.3
水田心土	55.5	38.8	8.4	28.8	35.7

(註)　10分間吸水量：100cc 容採土管に充てんした床土を水深0.5cmのバット中に静置し，10分間吸水させた後重量を測定して，その重量増加量をもって，10分間吸水量とした。



●苗代土，△無機質人工床土，▲有機質人工床土，○水田作土，×水田心土

図1　床土の吸水性と苗生育



●苗代土，△無機質人工床土，▲有機質人工床土，○水田作土，×水田心土

図2　床土の脱水性と苗生育

効な水分である。この有効水分量の指標として，本試験では，24時間飽水した試料について遠心法により所定吸引圧(pF)ごとの脱水量を測定した。吸水性の良好な床土は概して脱水性もまさる傾向がうかがわれ，両者が床土の土壌構造と密接な関連性をもっていることを示唆している。しかしながら，有機質人工床土は吸水性の良否を問わず，いずれも他の床土に比して全脱水量(pF 0～4.2)，並びに低pF側（pF 0～2.8）の脱水量が少なく，特にpF 0～2.8の脱水量は最大容水量の20%以下に過ぎず，その脱水性（水分の供給効率）は極めて劣っている。水田土壌では，粘土含量が少な

表8　供試床土の化学性　（単位：乾土100cc中）

年次	床土	N 施肥量 (g/箱)	pH (H_2O)	電気伝導度 (mmho)	10%KCl 浸出 NH_4-N (mg)	0.25%$CuSO_4$ 浸出 NO_3-N (mg)	CEC (me)	pF4.2 溶出 NH_4-N (mg)
47年	苗代土	1.0	4.20	0.72	20.0	2.0	18.2	—
	無機質人工床土A	1.0	5.87	1.83	27.0	0.2	29.3	—
	〃	1.5	5.93	1.86	31.6	0.2	29.3	0.39
	〃	2.0	5.63	2.08	43.0	0.2	29.3	—
48年	苗代土	1.0	4.41	0.72	32.6	2.7	20.9	8.28
	無機質人工床土B	1.5	4.80	1.42	60.5	0.8	44.2	0.78
	〃 C	1.5	4.33	1.16	46.7	0.9	46.2	0.47
	有機質人工床土A	1.0	3.90	2.08	28.1	0.5	36.2	0.50
	〃 B	1.0	4.08	2.06	49.3	0.4	36.3	0.57
	〃 C	0.8	4.11	1.92	45.8	0.4	35.6	—
49年	苗代土	1.0	4.34	1.16	31.5	2.7	21.2	9.72
	無機質人工床土D	1.5	4.71	0.51	41.0	2.6	26.1	1.27
	有機質人工床土D	0.8	4.61	1.56	26.8	0.5	40.6	0.44
	〃 E	0.8	4.62	1.29	24.2	0.4	30.4	0.66
	水田作土A	0.5	5.01	0.71	19.6	1.0	18.2	—
	〃	1.0	4.98	1.02	33.0	0.6	18.2	8.40
	〃	1.5	4.98	1.23	47.4	0.5	18.2	—
	〃	2.0	5.01	1.56	69.7	0.4	18.2	—
	水田作土B	0.5	4.71	0.89	16.0	0.7	12.3	—
	〃	1.0	4.73	1.22	33.9	0.6	12.3	14.11
	〃	1.5	4.68	1.52	50.9	0.6	12.3	—
	〃	2.0	4.69	1.78	67.4	0.5	12.3	—
50年	水田作土A	1.0	4.92	1.29	35.9	1.4	16.6	—
	〃	1.5	4.91	1.72	45.0	1.5	16.6	—
	〃	2.0	4.89	2.01	69.0	1.4	16.6	—
	水田作土C	1.0	4.44	1.13	32.6	2.7	17.3	—
	〃	1.5	4.39	1.40	45.7	2.7	17.3	—
	〃	2.0	4.39	1.70	74.0	2.6	17.3	—
	水田心土	1.0	5.12	1.21	36.4	0.9	6.5	—
	〃	1.5	5.10	1.55	45.4	0.9	6.5	—
	〃	2.0	5.04	1.85	58.5	0.9	6.5	—

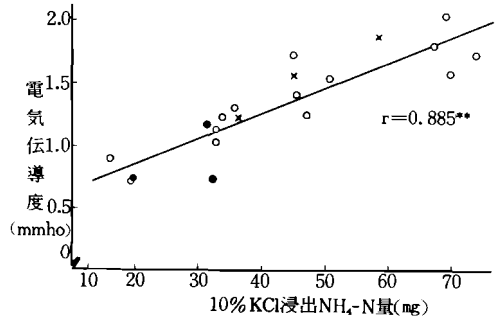
く土性の粗いものほど脱水性，吸水性ともにまさる傾向にあり，水田心土（SL）はこの点で最もすぐれているが，容水量が小さく，保水性の面で問題がある。

以上述べた床土の物理性のなかで，吸水性並びに脱水性は土壌構造や養水分の供給能と密接な関連をもち，苗生育に大きな影響を及ぼすと考えられる。そこで，図1，図2よりこれら床土の水分特性と苗乾物重の関係をみると，苗生育に好適な条件として10分間吸水量は30%前後，pF 0～2.8脱水量は20%前後が必要であり，pF 0～1.8脱水量は本試験の範位内では多い方が良好であった。

ここに，pF 0～1.8脱水量は粗孔隙に相当するといわれている水分量であり，苗に対する水の供給源としてよりも透水性や通気性との関連で重要な役割をもつものと考えられる。

3．床土の化学性と苗生育

供試床土の化学性を表8に示したが，いずれも施肥後，播種時における分析値である。

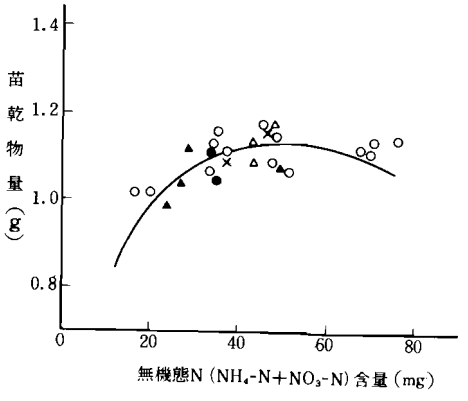


●苗代土，○水田作土，×水田心土

図3　床土のNH_4-N含量と電気伝導度の関係

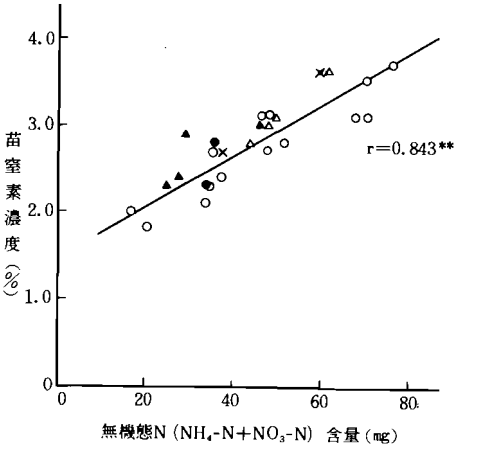
一般に，本道の育苗では苗代土壌のpHが5.0以上になるとムレ苗が発生しやすいことが明らかにされており，[6,8]苗生育期間中の床土の好適なpHは4.5～5.0の範囲にあるとされている。この意味で供試床土のpHは無機質人工床土Aを除いて，いずれもほぼ適正な範囲にあるといえる。供試床土の電気伝導度は、いずれも0.5～2.0 mmho/cmの範囲にあるが，床土の種類間では無機質及び有機質人工床土が概して高い値を示し，さらに水田土壌では施肥窒素量の増加と共に床土のアンモニア態窒素含量並びに電気伝導度が顕著に高まり，両者の間には高い正相関（r=0.885**）が認められた。

両人工床土は慣行の苗代土や水田作土に比してCECが大きい上，pF 4.2で溶出されるアンモニア態窒素量が1 mg以下で，10%塩化カリ浸出のアンモニア態窒素含量に比して極端に少ないことが特徴的であった。このことは，両人工床土の養分(特に窒素）保持力が苗代土や水田作土に比して大きいことを意味するとともに，両者のアンモニア態窒素の吸着強度あるいは保持形態に差異のあることを示唆している。



●苗代土，△無機質人工床土，▲有機質人工床土，○水田作土，×水田心土

図4　床土の無機態窒素含量と苗乾物重の関係



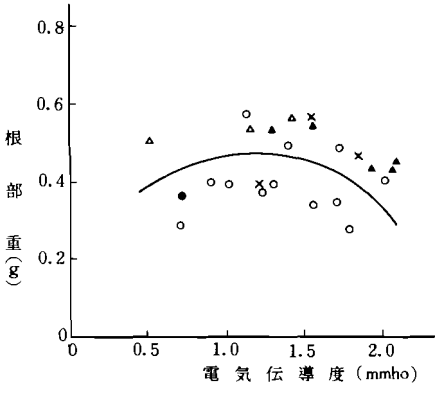
●苗代土，△無機質人工床土，▲有機質人工床土，○水田作土，×水田心土

図5　床土の無機態窒素含量と苗窒素濃度の関係

次に，これら床土の化学性と苗生育の関係についてみると，まず床土の無機態窒素含量と苗乾物重の間には図4に示すような密接な関係が認めら

れ，苗乾物重は床土100cc当りの窒素含量が40～50mgで最大となっている。さらに，床土の無機態窒素含量と苗の窒素濃度の間には比較的高い正の相関($r=0.843^{**}$)が認められ，育苗後期における種苗の生育及び養分吸収が種子胚乳のみならず，培地の養分条件に大きく依存していることを示している。

図6は床土の電気伝導度と苗の根部重の関係を示したものであり，電気伝導度が1.5mmho以上では，床土の種類を問わず，根重の低下する傾向がうかがわれる。しかしその中でも人工床土は比較的根重が高い水準にあった。さらに，図7には条



●苗代土，△無機質人工床土，▲有機質人工床土，○水田作土，×水田心土

図6　床土の電気伝導度と根部重の関係

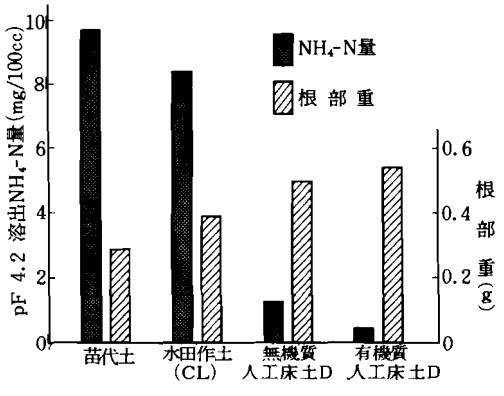


図7　床土の窒素溶出性と根部重の関係

件を同一にするため，比較的電気伝導度の低い床土について，pF 4.2で溶出されるアンモニア態窒素含量と苗の根重を対比したが，アンモニア態窒素溶出量の少ない床土ほど根の発達は良好な様子がうかがわれた。しかし表8と対比すると両人工床土は電気伝導度は高い場合が多いが，アンモニア態窒素溶出量は苗代土や水田作土の1／10程度で極めて少ない。したがって人工床土のこのような窒素養分の保持特性が電気伝導度が高くても根の生長が良好になるように作用するものと推察される。

Ⅳ　考　　察

水稲の箱マット方式による育苗において，床土の物理的性状との関連で最初に問題となるのは出芽時の覆土の持ち上がりである。本試験では積重ね出芽法を採用したため持ち上がりの程度は僅かであったが，一般に粘着性が強く，乾燥してクラストになる土壌において持ち上がりの程度も大きく，灌水によっても落ちにくい。供試床土の中では，水田作土Cと無機質人工床土においてやや強いクラストの形成が認められたが，有機質人工床土や砂含量の多い水田心土ではクラストの形成は弱く，出芽には好適であった。また，覆土の持ち上がりの原因には，籾自体が根の伸長によって押し上げられる場合もあり，この現象は水を吸収して硬くしまる土壌や容積重の軽い床土において起き易いとされている[2)]。

さらに，粘土含量が多く粘着性の強い土壌は，機械移植作業の場合に田植機の爪口に床土が付着して，作業能率及び植付精度を低下させることも指摘されている。これに対し，供試水田心土のように粘土含量が少なく相対的に砂含量の多い粗粒質な土壌では，上述のようなクラストの形成は弱く出芽には好適であるが，粘着性に乏しいため，移植時のマット強度の弱さが問題になるものと思われる。

次に，箱育苗のように床土量が制限され，水分変動の大きい条件では，床土の水分特性が苗生育を左右する大きな要因の1つとなる。まず保水性については，一般に容水量の大きい床土ほど灌水適量の幅が広く，床土として好適であるが，本報告の結果でも明らかなように孔隙率が高く土性の中粒質な床土において容水量は大きい傾向にある。

床土の容積重は，同一土壌であっても，砕土や充てんの程度によって変化し，必然的に孔隙量や水分特性も大きな影響を受ける。国分・増島[5)]はこの点に着目し，同一土壌を用いて容積重と土壌水

分を変えた条件で苗生育との関係を検討した結果，空気率10%以上を保持し，かつ有効水分量の多い条件で出芽も良く苗生育もまさる傾向を認め，育苗期間の床土の空気率と有効水分量の重要性を指摘している。一方，筆者らは有効水分量としてpF 0～2.8脱水量は20%前後が好適であるという結果を得た。また粗孔隙量に近い水分量のpF 0～1.8脱水量は本試験の範囲内では多い方がよかった。しかし国分らの結果とあわせ考えると10%以上の粗孔隙量は育苗用床土の必要条件といえよう。

本試験では床土の脱水性と共に吸水性についても調査したが，一般に床土の吸水性が良好なことは播種プラントや育苗管理における灌水作業上有利な条件にあることを意味する。このような床土の吸水性は毛管張力による水分の移動性を示すものであり，大きく2つの要因が関与していると考えられる。すなわち，床土層の土壌構造と材質自体の親水性（水に対するぬれ易さ）であり，これらのすぐれた床土ほど吸水性は良好であると推察される。一般に，土壌の親水性は粘土鉱物の種類や有機物含量の多少に支配されるところが大きいが，本村ら[7]は，土壌の撥水現象との関連で土壌有機物（特に腐植酸）の疎水的性格を明らかにし，有機物含量の多いA層は少ないB層に比較して疎水的であることを認めている。この意味では，水田作土は心土よりも疎水的であり，また，泥炭加工物を原料とする有機質人工床土は他の床土に比して疎水性の強い資材といえる。一方，同一土壌で親水性が等しい場合，床土の吸水性は土壌構造によってのみ左右され，団粒化し，構造の発達した床土は吸水性も良好なことが推定される。

以上の論議を集約すれば，育苗用床土の物理的条件としては，保水性に富み，有効水分量としてpF 0～2.8脱水量を20%前後，粗孔隙量を10%以上保持する団粒化した土壌構造が理想的であり，土性としては，出芽時のクラスト形成，マット強度，水分特性からみて，砂壌土から壌土程度のものが適当である。

しかしながら，上述した床土の土壌構造は育苗期間の灌水や乾湿の反復による土塊及び団粒の崩壊のために当然変化することが予想され，このような出芽後の土壌構造の変化及び安定性は，床土の物理的特性の1つとして今後の重要な検討課題であろう。

水稲苗は一般に弱酸性に適することが知られているが，本道では苗代土壌のpHが5.0以上になるとムレ苗が発生し易いことが明らかにされており[6,8]，慣行の苗代土と同様に稚苗用床土のpHも4.5～5.0がほぼ適正な範囲といえよう。また，箱育苗では床土層が浅く，施肥により床土の電気伝導度が高まり易い条件にあり，そのため濃度障害により出芽苗立が阻害されるばかりでなく，本報告の結果にみられるように，1.5 mmho以上になると根の伸長発達が悪く，マット形成も不良化する。さらに，床土量が制限されているだけにCECの大きい床土が望ましいが，それとともにpF 4.2溶出窒素量の多い床土では根の生育が抑制される傾向があり，マット形成との関連で，窒素や塩基養分の吸着強度も軽視できない特性の1つと思われる。

床土の養分条件については，本報告において，床土の窒素含量と稚苗の地上部乾物重及び窒素濃度の間に密接な関係を認め，床土100 cc当り無機態窒素含量が40～50 mgにおいて乾物重は最もまさることを明らかにした。これは，床土の厚さを22 mmとすれば箱当り1.4～1.8 gの窒素量に相当する。

一般に，苗乾物重が重く，窒素及び澱粉含有率の高い苗ほど移植後の発根力はまさり，活着性も良好なことが知られている[9]が，畠山・佐藤[1]は箱育苗における播種量と施肥法の関係を検討し，2葉期以降の窒素濃度を3～4%に保つことが苗の生育を過繁茂にしないで促進させる必要条件であるとし，さらに本田活着性からみて，移植時における苗窒素濃度の下限を3%としている。ここで，図5の関係より，移植時稚苗の窒素濃度を3%とするには床土100 cc当り50 mg前後の窒素が必要となり，これは苗乾物重からみた窒素適量幅の上限に当たる。

また，星川[3]は肥沃な水田土壌を用いた実験例で，基肥窒素の適量を箱当り1.44 gとし，2.0 gの場合にはやや多肥徒長ぎみであったと報告しており，同様な傾向は本報告の窒素用量試験の結果(表5)においても認められた。

以上の結果を総合すれば，稚苗育苗における基肥窒素の適量は，床土の窒素肥沃度を加味しても箱当りおよそ1.5 g前後であり、稚苗育苗のように極端な密播条件では，基肥窒素量が2.0 g以上になると苗の草丈や窒素濃度は増加する反面，群落として繁茂限界に達する時期が早まり，葉数及

び乾物重の停滞や澱粉含量の低下など苗質の劣化を招来するとともに，床土の電気伝導度及び窒素溶出量の増大により根の伸長発達が悪く，マット形成も不良化し易いものと思われる。なお，このような不安定性を軽減するには追肥方式が望ましいが，稚苗に対する追肥の時期及び量については今後さらに検討を要する。

引用文献

1）畠山武，佐藤勉．"水稲育苗箱における播種密度と施肥法"．農及園．51，401－405．（1976）．

2）星川清親．"稚苗の生理と育苗技術"．農文協，1971．

3）――――．"水稲育苗の理論と技術〔10〕"．農及園．49，72－76（1974）．

4）木根渕旨光．"機械化稚苗稲作技術と営農"．農業図書，1974．

5）国分欣一，増島博．"水稲稚苗育苗における床土の適性と施肥法〔1〕－土壌物理的条件と苗生育－"．農及園．47，35－39（1972）．

6）西潟高一，今野正二，長沼祐二郎．"〝ムレ苗〟発生に関する研究，第一報　土壌反応が〝ムレ苗〟発生に及ぼす影響"．北農試彙報．66，17－32（1954）．

7）農業技術研究所土壌第2科編．"研究成績"，1975，P．9－24．

8）坂井弘，吉田富男．"〝ムレ苗〟発生条件に関する研究，第2報　ムレ苗発生の土壌条件について"．北農試彙報．78，40－54（1962）．

9）Yamada, Noboru・Ota, Yasuo. "Physiological character of rice seedlings". 日作紀．25，165－168（1957）．

Physical and Chemical Properties of Nursery Bed Soils Favorable for Young Rice Seedlings to be Transplanted by Machinery

Matsuo MINAMI* and Koji FUJIWARA*

Summary

With a view to clarifying the suitable conditions of a nursery bed for those young rice seedlings which will be transplanted by machinery, relations were investigated between soil properties and the growth of seedlings in a box-type nursery by using artificially prepared soils, ordinary upland nursery soils and paddy field soils.

It was shown by the result of this investigation that favorable physical properties of soils for the nursery bed were characterized by such moderate texture, large water-holding capacity and well-developed aggregate structure that their water absorption capacity was about 30%(v / v) for 10 min., dehydration capacity (available water capacity) was about 20% in pF from 0 to 2.8 and crude porosity was above 10%. As a rule, it was shown that the larger dehydration capacity bed soils had, the larger water absorption capacity they had. It was proved to be favorable chemical properties of bed soils for these seedlings that they had a large cation exchange capacity, a large cation adsorption intensity, a small amount of water extractable nitrogen, the pH of 4.5 to 5.0, and the electric conductivity below 1.5 mmho. It was proved furthermore that the optimum content of inorganic nitrogen of bed soils before sowing for the growth of these seedlings was 40 to 50 mg per 100 cc and that the optimum amount of basal dressing nitrogen was about 1.5 g per box.

*Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station, Asahikawa, Hokkaido, 078-02, Japan.