

水稻稚苗の素質と発根力との関係*

生杉佳弘** 片岡一男** 山口俊二**

Relation between rooting ability and physiological character of young rice seedlings.

Yoshihiro Ikesugi, Kazuo Kataoka and Syunzi Yamaguchi

緒 言

近年、土付き田植機が急速に普及しつつあり、三重県においても昭和46年度には3129台で、機械移植面積は4758 haと水田総面積の約8%を占めるに至った。機械植に使われる苗は、2.0~2.5葉の稚苗がその大部分を占めている。稚苗は成苗に比し、苗が若く軟弱なため、本田植付後の活着や初期除草剤に対する抵抗力など問題となる点が多い。

水稻苗の苗質に関する研究は、山田、太田、本多などを始めとして過去に数多くの実験がおこなわれ、その成果が報じられているがこれらは5~6葉の成苗について実施されたものである。また稚苗に関しては、渡辺らや戸刈らの研究を始めとして近年各試験機関における成績が報告されつつある^{9) 10) 11)}。

本田での活着と関係が深いといわれる苗の発根力に関する研究は、佐藤^{7) 8)}を始めとして山田¹²⁾、本多³⁾などの報告があるが、その大部分は成苗についてのものである。本実験では、稚苗を用いてその素質と発根力との関係を検討しようとした。

材料および方法

1. 処 理

水稻コチカゼを用い、稚苗育苗法に従い縦60 cm、横30 cm、深さ3 cmの規格の木製稚苗用育苗箱にヤンマー式条播パットをセットして、本所圃場の水田土を入れ、1箱420 ccの催芽粃を1971年4月16日に播種した。種子はあらかじめ塩水選処理(比重1.13)をし種子消毒・催芽したものを用いた。

処理区として第1表に示したごとく、施肥量(無肥・

第1表 試験区の構成

施肥 (日) 量 緑化日数	無 肥	標 肥	多 肥
0	Na 1	Na 4	Na 7
2	Na 2	Na 5	Na 8
4	Na 3	Na 6	Na 9

標肥・多肥)と緑化日数(0日・2日・4日)を組合せた9処理とし、標肥区は1箱当り硫安6 g、過磷酸石灰6 g、硫酸加里4 gを全量元肥として床土に混入した。多肥区は標肥区の2倍量とした。播種後2.5日間は暗黒状態で30~32℃に室温を保ち出芽させ、緑化期間は夜間20℃を保ち所定の日数を経た後ビニールハウスに移し硬化した。緑化0日区は、出芽終了後ただちにビニールハウスに移し育苗した。なお本試験は2連制で実施した。

2. 測 定

(1) 苗形質調査

播種後21日目に生育中庸部をサンプリングし、そのうち30個体につき草丈・第一鞘高長・根長・葉令を調査した後、さらに20個体を加えた50個体につき種粃・地上部・根部に分けて、60℃に調節した通風乾燥器で乾燥した後秤量した。

(2) 発根力の検定

佐藤^{7) 8)}の水耕検定法に基づき、供試苗20個体の根と粃を完全に除去した地上部の下端を井戸水の入った50cc容試験管に10個体ずつ入れ、10日後に再生した2 mm以上の新根について発根数・発根長・発根乾物重を測定し発

* 昭和47年1月22日第63回日本作物学会東海支部講演会において発表

** 作物部

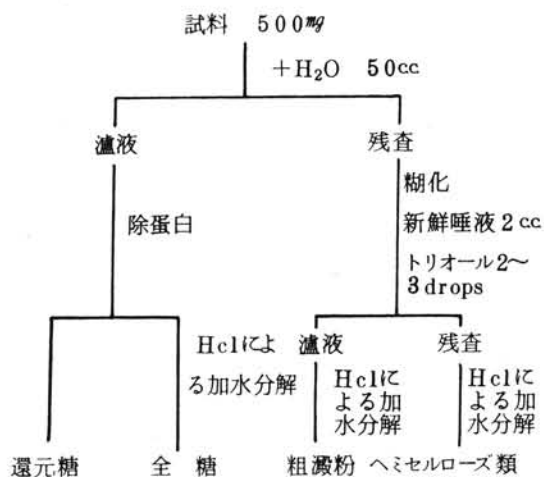
根力とした。発根長は発根した根長の総和で表わした。発根力の標示方法として、発根長と発根数の積を発根量とし、供試苗の地上部乾重に対する発根乾重の百分比を発根率としてあらわした。

(3) 植物体の分析方法

1) 全窒素の定量

Semi-micro-KJELDAHL 法によった。

2) 炭水化物の定量 (第1図)



第1図 炭水化物の定量手順

サンプリングは午前10時におこない、ただちに80℃に調節しておいた通風乾燥器に入れKillingをおこなった。その後60℃で通風乾燥し、ウィリーの粉砕機で粉砕、乳鉢でさらに粉砕し、100メッシュの篩を通したものを分

析に供した。

糖抽出は20℃以下の冷水で80分間振とうする「冷水抽出法」を用い、糖定量はSomogyi法¹⁴⁾による比色定量、澱粉の加水分解は唾液アミラーゼ法を採用した。

実験結果

第1表の条件で20日間育苗した後、苗形質を調査し発根力を検定した。

1. 苗形質調査の結果

苗形質の調査結果は第2表に示した。草丈・第一葉身長および第一鞘高長は施肥によって影響され、無肥より有肥の方が長かったが、標肥と多肥の間には有意差は認められなかった。他方、緑化日数は草丈伸長に大きな影響を与えその期間が長くなるほど草丈・第一鞘高長は長くなった。

最長根長についても施肥による差が認められ、多肥より標肥、標肥より無肥と施肥量を減じたもののほど根長は長くなった。しかし、地下部の乾物重には有意差はなかった。

地上部重については、生体重は無肥より有肥が大となり施肥量の増加に伴い増大した。乾物重も同様の傾向が認められた。また、緑化0日区より2日区ないし4日区の方が乾物重は増加した。地上部乾物率は各処理区間に有意差はみられないものの施肥量を増すに従って低下する傾向にあった。

葉令については各処理区間に有意差はなかった。

第2表 苗形質調査結果 (20日苗)

No.	施肥量	緑化日数	草丈 (cm)	第1鞘高 (cm)	最長根長 (cm)	葉令	第1葉身長 (cm)	地上部 (100個体換算値)				地下部 乾物重 (g)	粗 乾物重 (g)
								生体重 (g)	乾物重 (g)	乾物率 (%)	top/草丈 (10mg/cm)		
1	無肥	0	7.1	3.0	5.8	1.8	2.1	3.82	0.78	20.4	11.0	0.31	0.98
2		2	9.3	3.7	6.3	1.8	2.3	4.30	0.98	22.8	10.6	0.57	0.98
3		4	11.1	4.2	6.3	1.8	2.3	4.40	0.99	22.5	9.0	0.46	0.90
4	標肥	0	10.9	3.8	4.5	2.0	3.0	6.09	1.12	18.4	10.4	0.41	0.97
5		2	12.9	4.7	5.6	1.9	3.1	6.34	1.29	20.4	10.1	0.52	0.91
6		4	14.4	5.6	5.2	1.8	3.1	6.40	1.27	19.9	8.8	0.43	0.87
7	多肥	0	12.1	3.9	4.9	2.1	2.8	6.83	1.22	18.1	10.1	0.47	0.88
8		2	15.8	5.1	4.5	2.2	2.6	8.66	1.53	17.7	9.7	0.56	0.81
9		4	19.0	6.5	4.3	2.0	2.7	8.37	1.46	17.5	7.7	0.35	0.77

(* 地下部重は100個体当たり)

籾の乾物重からうかがわれる胚乳貯蔵養分の消費の度合は、施肥および緑化日数により顕著に影響され施肥量が増すほど、また緑化日数が増すほど早く消費された。

地上部乾物重対草丈比率は、緑化0日区より2日区ないし4日区の方が地上部乾物重は増加したが、草丈の伸長が著るしく、その結果、地上部乾物重対草丈比率は緑化日数が長くなるにつれて低下する傾向を示した。

2. 発根力検定の結果

実験方法に述べた要領に基づき、発根力を検定した結果を第3表に示したが、無肥区<標肥区<多肥区の傾向がみられた。

3. 植物体の体内成分分析結果

植物体の全窒素および炭水化物の分析結果は第4表に示した。

第3表 発根力検定の結果

試験区No	発根長 (cm)	発根数 (本)	発根重 (mg)	発根量	発根率
1	11.8	4.7	1.7	56.0	3.4
2	12.3	4.5	1.7	55.4	3.2
3	15.4	4.6	2.2	69.8	3.5
4	21.1	6.1	3.1	127.2	5.7
5	17.5	6.2	2.7	107.2	4.3
6	25.0	7.0	3.9	173.4	6.2
7	27.1	7.8	4.4	209.1	7.6
8	30.0	7.8	5.4	233.8	6.4
9	21.0	7.0	3.4	147.1	5.5

(注) 発根力調査は根を完全に切除した苗を水中に浸し10

日後に調査 発根量=発根数×発根長

発根率=発根量÷地上部風乾重

数字は1個体当りの発根力

第4表 供試稚苗の体内成分分析結果

No	施肥量	緑化日数	全 窒 素		還 元 糖		全 糖		粗 澱 粉		ヘミセルロース	
			含有率	含有量	含有率	含有量	含有率	含有量	含有率	含有量	含有率	含有量
1	無 肥	0	2.3	17.6	2.3	17.9	3.1	23.7	1.7	13.4	8.8	69.2
2		2	2.0	19.8	2.1	20.7	2.9	28.4	3.6	35.3	7.8	76.4
3		4	2.1	21.0	2.0	20.2	2.8	27.8	2.8	27.5	8.2	81.2
4	標 肥	0	3.3	36.6	2.6	28.7	2.7	29.8	1.6	18.2	6.6	73.2
5		2	2.5	32.2	2.2	28.0	3.0	39.2	1.3	16.2	6.7	86.7
6		4	2.6	32.4	2.1	26.7	3.1	38.9	1.4	17.8	7.4	93.7
7	多 肥	0	4.1	49.7	1.4	17.6	2.0	24.7	0.1	1.2	5.8	70.1
8		2	3.6	55.3	2.0	30.6	2.4	36.9	0.2	2.6	6.0	91.4
9		4	3.1	45.4	2.2	31.7	2.7	39.6	0.3	4.9	6.9	99.8

(備考) 炭水化物はglucoseとして算出した。

含有率は対乾物パーセント。含有量は苗地上部100個体当りmg。

考 察

1. 処理が苗形質に及ぼす影響

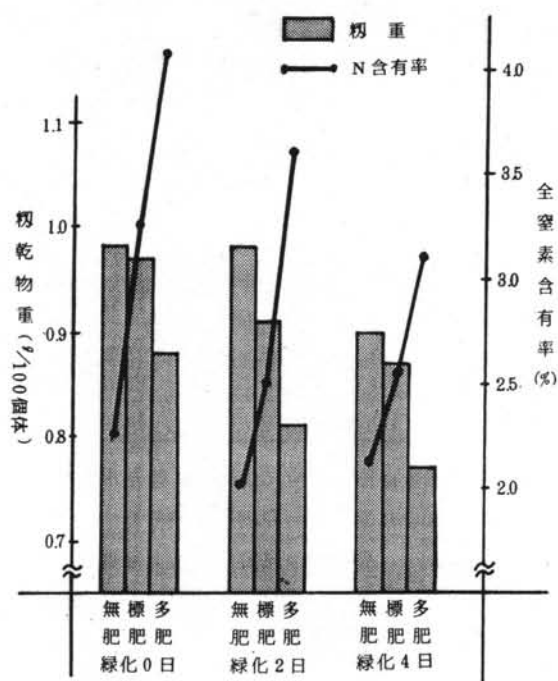
施肥することにより、草丈は伸長し、地上部乾物重は増加したが、籾の乾物重は減少した。この事実から、施肥することにより胚乳貯蔵養分に依存する初期生育期間中においても肥料養分の吸収が平行しておこなわれ、地上部の生育を促進するものと思われる。そして、無肥料の場合よりも順調に独立栄養生長に移行してゆくと考えられる。これは、壇上²⁾および戸刈等⁹⁾の報告と一致する。

地上部の乾物率ならびに地上部乾物重対草丈比率(以下Top/草丈と呼ぶ)は施肥することにより低下する傾向を示した。

苗体内の全窒素含有率は施肥により大となり(第2図)

逆に澱粉含有率は小となるが、全糖含有率はわずかの低下にとどまった(第3図)。このことは、多窒素条件下では窒素化合物の合成能力が盛んとなり、光合成による生成産物あるいは胚乳に依存する貯蔵炭水化物および蛋白質は、多窒素条件の場合地上部においてアミノ酸や蛋白質の合成に費され、貯蔵炭水化物としての澱粉の蓄積は少なかったためと思われる。逆に、少窒素条件下では生長が緩慢なため器官生成のための窒素化合物の合成が少ないため糖は澱粉として蓄積されたものと考えられる。

緑化日数を2日~4日とすることは、緑化0日区つまり緑化を低温で経過するよりも草丈を伸長させ、地上部の乾物重を増加させるし、胚乳貯蔵養分の消費を早めるが、地上部の乾物率に与える影響は少なかった。緑化2



第2図 処理と乾物重および全窒素含有率との関係

日～4日区の胚乳貯蔵養分が早く消費されたことは地温測定を実施しなかったため推察の域を出ないが、緑化期間中の加温のため地温が高く維持されたためであろう。このことは、壇上²⁾が「地温が高いと胚乳養分の消費が早い」ことを指摘しており、また戸刈ら⁹⁾が光条件と苗質を検討した際「光処理が地温によってみだされる」と報告していることと類似している。

Top/草丈は草丈の伸長に大きく支配され、緑化日数が長い区ほどその値は小さくなった。また、苗体内の全窒素含有率は緑化日数の延長によりやや減少する傾向を示したが、全糖および澱粉含有率はほとんど変化なかった。

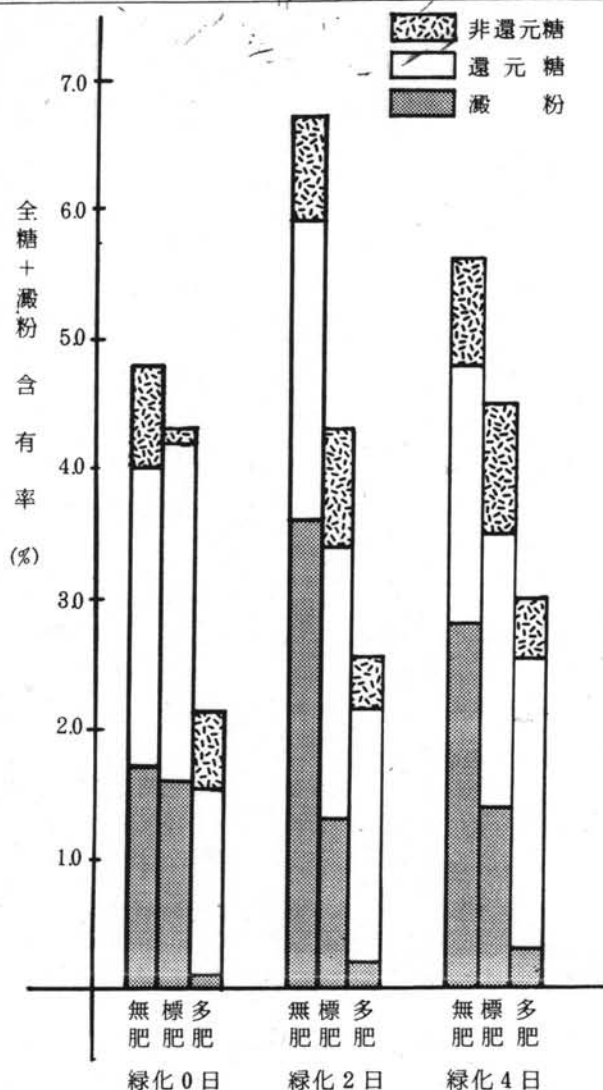
2. 形質相互の関係

地上部乾物重は全窒素含有率、全窒素含有量と正の相関があった。炭水化物（全糖+澱粉）含有率とは負の相関を示したが、同含有量との相関はみられなかった。

地上部乾物率は全窒素含有率と負の相関を示したが、全窒素含有量とは相関がみられず、また炭水化物含有率とは正の相関を示した。Top/草丈と全窒素含有量とは相関はみられなかった。（第5表）

3. 苗の諸形質と発根力との関係

発根量と苗の形質との関係をみると、地上部乾物重、全窒素含有率ならびに全窒素含有量と発根量とは、それぞれ正の相関があった。一方、全糖含有率、澱粉含有率および澱粉含有量と発根量との間には負の相関がみられ



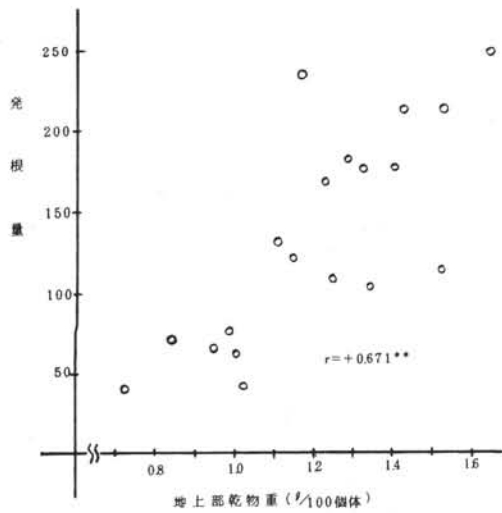
第3図 処理と全糖+澱粉含有率との関係

第5表 苗形質相互の相関係数

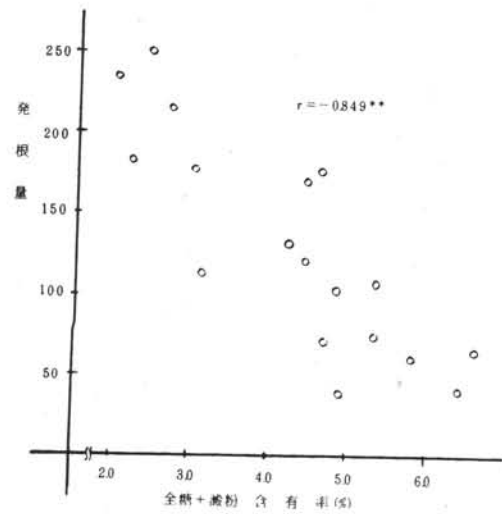
	地上部乾物重	地上部乾物率
全窒素含有率	+0.61 **	-0.66 **
同含有量	+0.87 **	-0.08
炭水化物含有率	-0.68 **	+0.78 **
同含有量	-0.12	-

たが、全糖含有量との相関はみられなかった。また、地上部乾物率およびC/Nと発根量との間には負の相関が認められたが、Top/草丈との相関はなかった。（第4～9図）

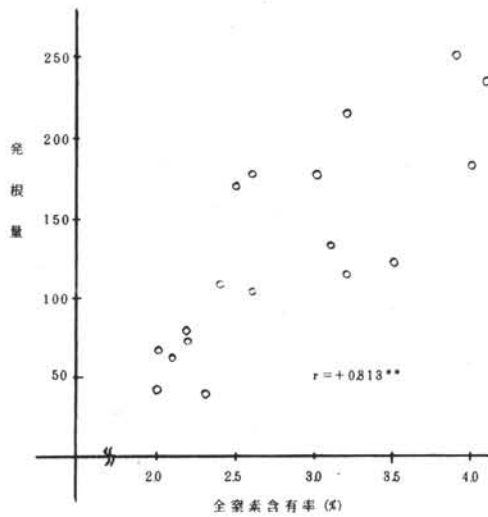
地上部乾物の増加は、蛋白の合成と関連すると思われる。施肥により胚乳貯蔵養分の地上部への転流が促進さ



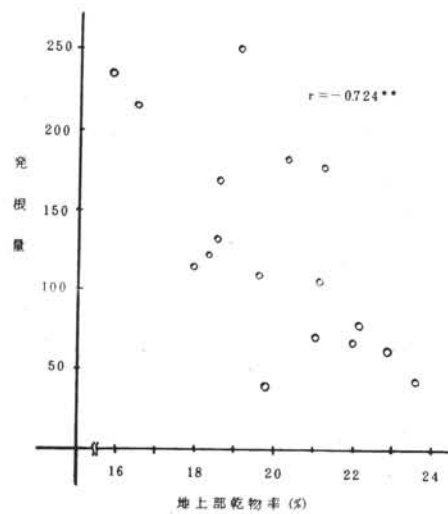
第4図 地上部乾物重と発根量との関係



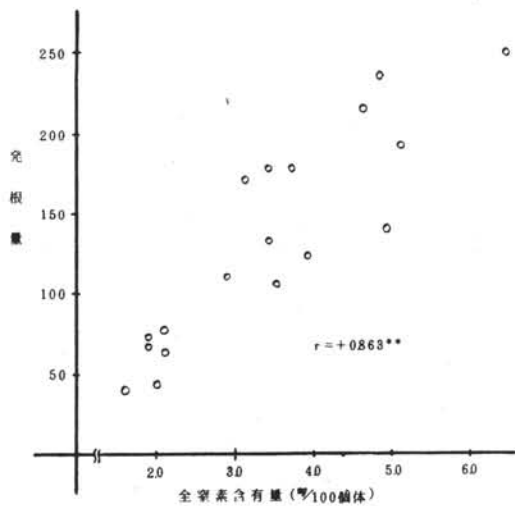
第7図 全糖+澱粉含有率と発根量との関係



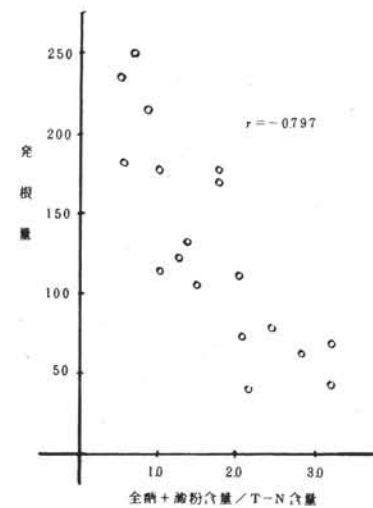
第5図 全窒素含有率と発根量との関係



第8図 地上部乾物率と発根量との関係



第6図 全窒素含有量と発根量との関係



第9図 全糖+澱粉含量/全窒素含量と発根量との関係

第6表 苗の形質と発根力との相関係数

苗形質 発根力	地上部 乾物重	Top/ 草丈	地上部 乾物率	全N %	全N 含量	全糖 %	全糖 含量	澱粉 %	澱粉 含量	全炭水 化物 %	全炭水 化物 含量	C/N
発根量	** +0.67	-0.28	** -0.72	** +0.81	** +0.86	** -0.63	+0.27	** -0.80	** -0.71	** -0.85	** -0.65	** -0.80
発根率	* +0.52	-0.27	** -0.72	** +0.72	** +0.67	** -0.70	+0.00	** -0.70	** -0.58	** -0.77	** -0.56	** -0.76

れ、他方、緑化期以後の光合成産物と共に施肥によって吸収された無機成分と相まって蛋白が合成されるためと考えるが、この地上部乾物重と発根量とは正の相関がみられた（第4図）。このことは、佐藤⁸⁾も報告している。

一方、発根量と窒素との関係についてみると、全窒素含有率、同含有量の多いものほど発根量は多くなり（第5～6図）、山田⁴⁾、本多³⁾の報告と一致した。炭水化物と発根量とは、概して負の相関にあったが、生理的な側面からみると、窒素は活力に関与する物質であるのに対し、炭水化物は呼吸基質として生長に必要なであるが、稚苗においては、貯蔵物質としての炭水化物の蓄積は苗の老化を意味する現象とみてさしつかえないであろう。

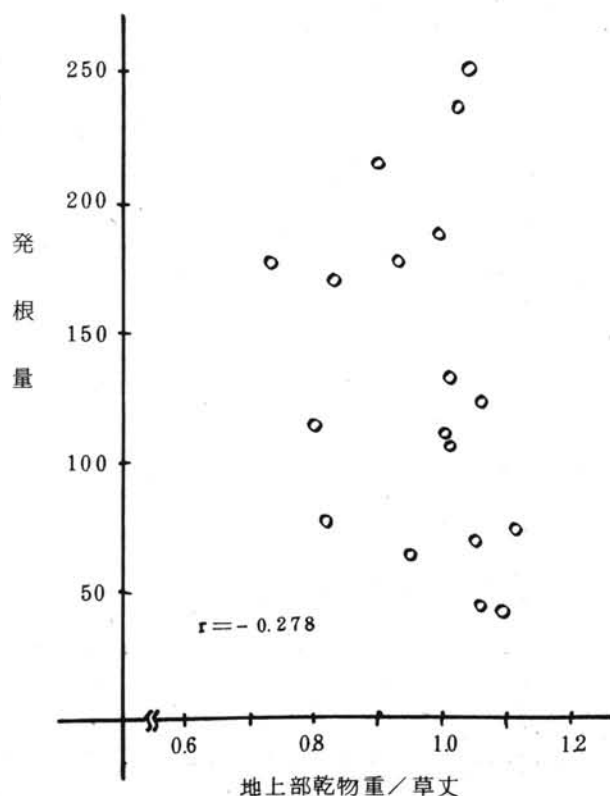
苗の素質と発根力との関係を検討する場合には、量的形質よりも質的な形質によって比較検討するのが妥当であろう。この観点に立って、個体当りの発根力を示す発根量により比較するよりも、単位苗重当りの発根能力を示す発根率の面から発根力を検討すると、地上部乾物重、全窒素含有率、ならびに全窒素含有量とは正の相関がみられ、地上部乾物率、C/N、全糖ならびに澱粉含有率とは負の相関がみられた。しかし、Top/草丈とは相関がみられなかった（第6表）。

以上の結果を総合すれば、発根量ならびに発根率の両面からみて結局窒素が発根力を左右する要因であり、特に苗の質的な面からは窒素の含有率が主要因であると考えられる。

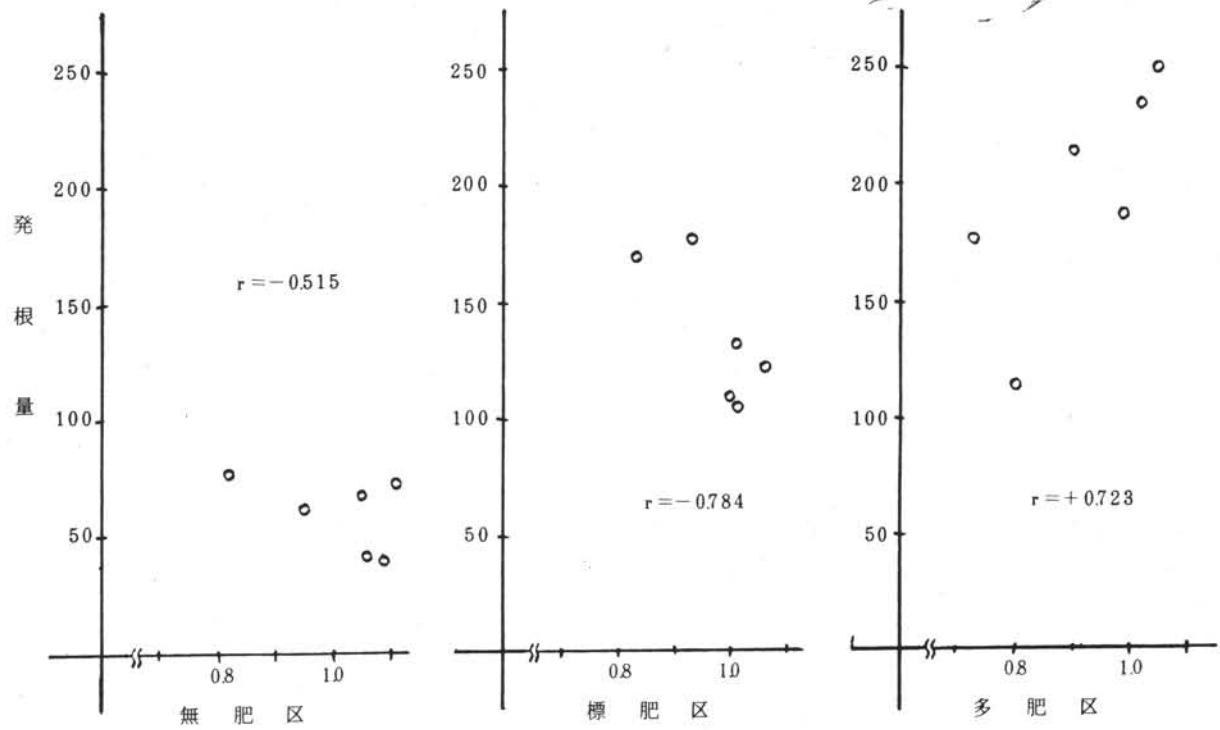
佐藤⁸⁾によれば、苗の発根力は地上部の生育量に支配されるのみならず、組織の充実度と密接な関係があると報告している。苗の充実度を表わす指標としては、乾物率ならびにTop/草丈が用いられている。まずTop/草丈と発根力との関係を見ると、発根量とは-0.28、発根率とは-0.27と一定の関係は認められなかった（第10図）。これをさらに施肥レベルでみると、無肥区および標肥区では発根量と負の傾向を示し、多肥区では正の傾向がうかがわれた（第11図）。また、苗のNレベルでみると全窒素含有率が2.0～2.9%の範囲では負の傾向を示し、3.0～4.1%の範囲では正の傾向がうかがわれた

（第12図）。中村ら⁵⁾は、この指標の大なる苗ほど発根力が大であると報告しているが、それは、この実験の結果から、あるNレベルの範囲内の苗について成り立つものと思われるが、一方、草丈は緑化期の温度により大きく変動する要素を持っていることから、一概にこの形質指標で発根力を云々することは無理があると考ええる。

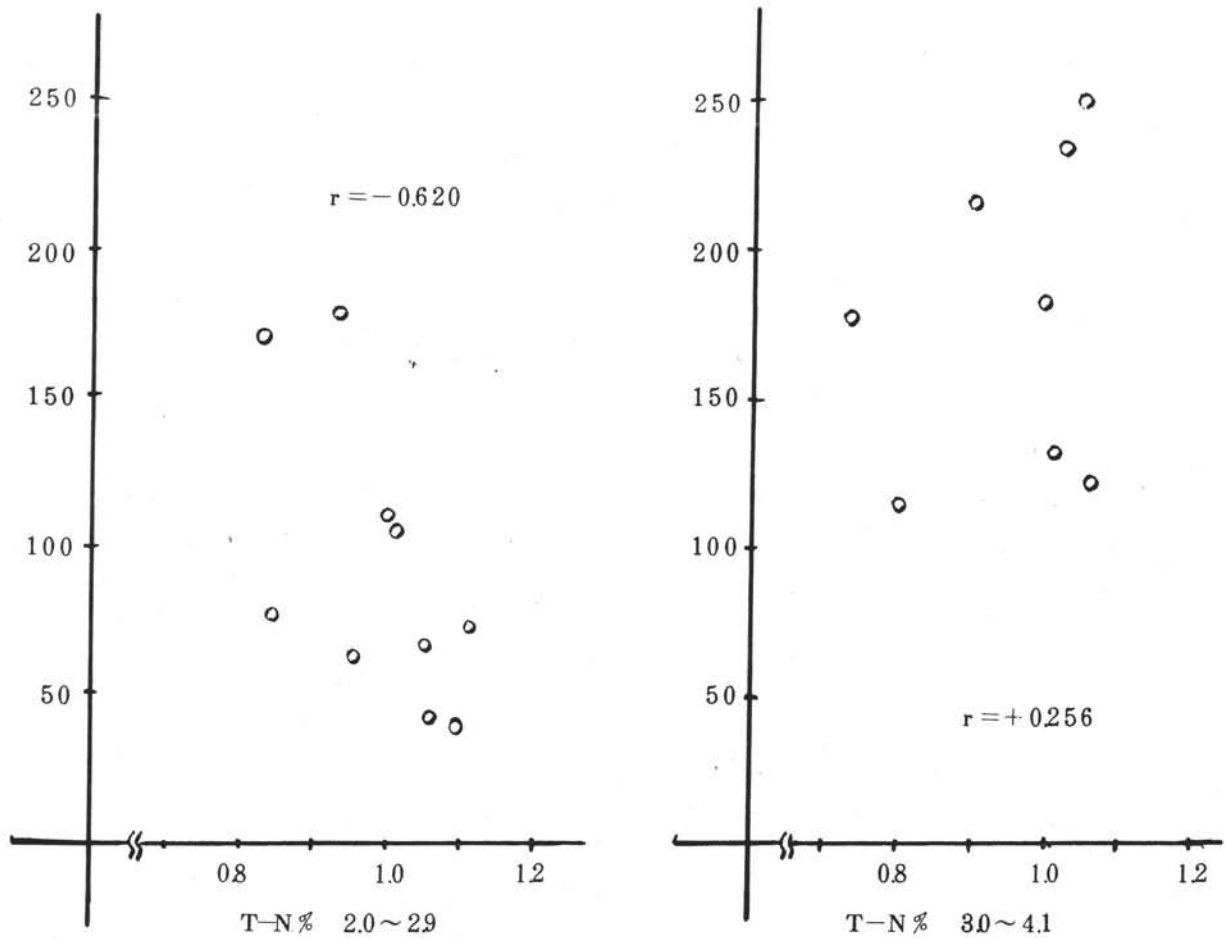
次いで、乾物率と発根力との関係をみると、発根量、発根率とも負の相関がみられた。この関係は、N含有率が低い範囲（2.0～2.9%）では高い（3.0～4.1%）場合より相関が強く表われている（第7表）。また、乾物率と窒素含有率とは負の相関がみられることから、窒素が少ない条件で乾物率が高い場合には発根力は劣り、窒素が充分含まれている場合には、乾物率が発根力に及ぼす影響は少なかった。結局、乾物率は発根力に対して支配的な能力を持たないと思われる。



第10図 地上部乾物重/草丈と発根量との関係



第11図 地上部乾物重/草丈と発根量との関係



第12図 地上部乾物重/草丈と発根量との関係 (Nレベルで分けた場合)

第7表 Nレベルで分けた場合の発根力と苗形質との相関係数

苗形質	Nレベル(%)	発根量	発根率
Top/草丈	2.0~2.9	-0.62	-0.59
	3.0~4.1	+0.26	+0.24
乾物率	2.0~2.9	-0.53	-0.64
	3.0~4.1	-0.25	-0.25

摘 要

- 1) 苗の発根力は地上部乾物重ならびに体内窒素成分に左右され、特に窒素の作用が支配的である。苗の質的な面からは、窒素含有率が最も発根に関与すると思われる。
- 2) 体内の炭水化物は、稚苗においては発根力にほとんど関与しない。
- 3) 地上部乾物重/草丈は、あるNレベルにおいて発根力と関係があるようである(本試験では3%以上)が、この形質指標を用いて発根力の大小を比較するには無理がある。
- 4) 稚苗においては、地上部乾物率は発根力に影響しないと思われる。

参 考 文 献

- 1) 相見霊三・中山治彦(1957):低温と稲苗の活着、第1報 発根の潜在能力、日作記26巻第2号、154~155。
- 2) 壇上勉(1951):禾穀類の発芽における胚乳貯蔵養分消費に関する研究、第1報 水稻の初期生育との関係、日作記19巻第3~4号、251~254。
- 3) 本多靖・白田純雄(1959):水稻苗に関する生理

生態学的研究、1.播種密度を異にする水稻苗の体内成分の消長とその発根力との関係 2.異なる肥料条件のもとに育苗した水稻苗の体内成分とその発根力との関係 日作記27巻第4号、429~431。

- 4) 香山俊秋・寺中吉造・市川儀夫・江口和雄(1958):水稻苗の素質に関する研究(第1報)、日作記26巻第4号、280 abst.
- 5) 中村公則・和田学(1969):箱育苗における水稻苗の生育と素質について、日作記38巻別号2、149~150。
- 6) 太田保夫・山田登(1958):水稻苗の素質に関する研究、第3報、日作記27巻第1号、28~30。
- 7) 佐藤健吉(1950):稲作新説初版 朝倉書店
- 8) // (1962):水稻の発根力に関する研究、農電研究所所報第3号 1~69。
- 9) 戸川義次・武田友四郎・伊藤浩司(1962):水稻苗の初期生育に及ぼす光ならびに肥料の影響、農電研究所所報第3号 75~85。
- 10) 渡部一郎・石川春彦・児玉公希・赤崎俊夫(1961):電熱育苗器による水稻育苗の研究、I 稚苗の仮植に関する実験、農電研究所所報第2号、57~69。
- 11) 渡部一郎(1963):育苗における電熱施設の研究 第3編 電熱施設を利用した水稻育苗の生理・形態的研究、農電研究所所報第4号 97~168。
- 12) 山田登・太田保夫(1957):水稻苗の素質に関する研究 第1報、日作記25巻第3号 165~168。
- 13) 山田登・太田保夫(1957):水稻苗の素質に関する研究 第2報、日作記26巻第2号 78~80。
- 14) 柳沢文正(1959):光電比色計の実用 初版。共立出版株式会社 80~82。