

野菜用水耕システムを利用した水稻のマット水耕育苗における 培養液の窒素組成の違いが苗の生長に及ぼす影響

江原宏^{*1)}・森田脩¹⁾・森本智恵¹⁾・川嶋みず恵¹⁾・末松優²⁾

(¹⁾三重大大学, ²⁾太洋興業)

要旨: 野菜用水耕システムを利用した水稻のマット水耕育苗において、培養液の窒素組成の違いが苗の生長に及ぼす影響について調査した。木村氏 B 液をベースとして窒素源に $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ を 28%:72%, 44%:56%, 72%:28%, 100%:0% の比率で施用した結果、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が高いほど草丈、最長根長、根乾物重が大きくなる傾向が認められた。しかし、土耕苗と同程度の草丈が確保された $\text{NO}_3\text{-N}$ リッチの窒素組成では、根長が従来の育苗箱を用いた土耕苗よりも明らかに長かったことから、ルートマットが厚くなりすぎて機械移植に用いた場合には支障をきたすことが危惧された。そこで、育苗初期には培養液を施さず、育苗中期に $\text{NO}_3\text{-N}$ リッチの培養液 ($\text{NH}_4\text{-N}:\text{NO}_3\text{-N}=28\%:72\%$) を施用し、育苗後期には窒素源を $\text{NH}_4\text{-N}$ のみとし、このような培養液の施用が苗の草姿に及ぼす影響を検討した。その結果、十分な草丈を持ちながらも、比較的根長が短い特徴を有する苗が得られ、移植後の初期生長は土耕苗と同様の経過を示した。

キーワード: アンモニア態窒素, イネ, 硝酸態窒素, 水耕栽培, 草姿, 窒素形態, マット育苗。

水稻の育苗・移植作業においては、苗箱の移動や運搬における労働負担が大きく、作業の効率化や作付規模拡大のネックとなっている (田坂 1997)。このような背景から、近年、省力型稲作を指向した技術として、ロングマット水耕法による育苗が開発されている。これは、長さ 6 m、幅 28 cm のマット苗を水耕法で育苗し、その苗 (ロングマット水耕苗) をロール状に巻き取って田植機に載せ、苗を巻き戻しながら田植えを行うものである (田坂 1996, 1997, 田坂ら 1996, 1997)。ロングマット水耕苗の利用は、苗の軽量化による育苗・移植の作業労働の軽減と、移植作業の効率化につながると期待されるが、水耕装置を利用することからイニシャルコストが高価となる。そこで著者らは、野菜用の水耕システムを水稻の育苗に応用し、装置の有効利用を図ることを検討している (長岡ら 1998)。

ところで、水稻の水耕育苗用の肥料は、現在のところ市販されているものはなく、検討が必要とされている (田坂 1997)。本研究では、野菜用水耕システムを利用したロングマット水耕による水稻育苗技術を確立するため、まず、培養液の窒素組成の違いが苗の生長に及ぼす影響について調査検討した。

材料と方法

実験は、三重大学生物資源学部実験圃場内の両側面と両間口を開放としたビニールハウスにおいて実施した。コシヒカリを供試し、種子消毒 (ベンレート T 水和剤 200 倍液 24 時間) の後、20 °C で吸水させてハトムネ状態にまで催芽した種子を用いた。葉菜類用水耕システム (ナッパランド, 太洋興業) を基に、全長 100 cm、全幅 120 cm (28 cm 幅レーン×4) とした育苗ベッドに不織布 (綿 100%, 目付け 30 g/m², 日清紡) を敷き、そこへ催芽種子を播種し、30 L タンク (1 チャンネル) から送液、循環

した。播種量はベッド当たり乾籾にして 667 g (1 レーンに 167 g: 育苗箱当り 100 g に相当) とした。

実験 1.

木村氏 B 液 (馬場・高橋 1958) をベースに、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) と硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) の割合のみが異なる 4 区を設け (第 1 表), 育苗開始日に基準濃度液 (23 ppm N: 水道水に 500 倍 保存液 60 mL を投入, pH 5.5) を調製し、1998 年 6 月 23 日に播種して育苗を開始した。毎日溶液の減水量を水道水で補充し、3 日目に保存液 60 mL を添加, 7 日目に培養液全量を交換, 9~13 日には毎日水道水を補充する他に保存液 60 mL を添加した。培養液の pH は、1 N 水酸化ナトリウムと 1 N 塩酸を用いて毎日 pH 5.5 に調整した。また、比較のために水稻用粒状培土を用いて箱育苗 (播種量: 乾籾 100 g, 施肥量: 窒素 1 g, リン酸 2 g, カリ 1 g) を行った。15 日後に育苗を終え、サンプリング調査を行った。サンプリングは各区 12 個体 (水耕栽培は各ベットの 4 レーンから 3 個体ずつサンプリング) とし、葉齢、草丈、根数、最長根長、SPAD 値、部位別乾物重を測定した。また、これらの試料とは別に各区 100 個体をサンプリングし、通風乾燥後、部位別に分けて粉碎混合してセミ・ミクロケルダール法により窒素含有率を測定した。なお、育苗期間中に苗 1 個体に供給される窒素、リン酸、カリの分量は、水耕栽培と箱育苗でほぼ同程度になるよう設定した。

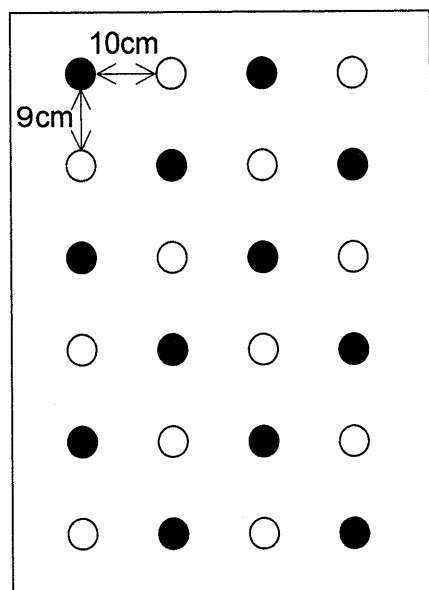
実験 2.

水道水、 $\text{NO}_3\text{-N}$ リッチの培養液 ($\text{NH}_4\text{-N}:\text{NO}_3\text{-N}=28\%:72\%$)、窒素源を $\text{NH}_4\text{-N}$ のみとした培養液を組み合わせた 4 試験区を設け (第 2 表), 1998 年 9 月 9 日から 15 日間育苗した。培養液は基準の 3 倍濃度 (pH 5.5) に

第1表 実験1における培養液の窒素組成.

試験区	培養液	NH ₄ -N : NO ₃ -N	
		(%)	(ppm)
1区	I	28:72	6:17
2区	II	44:56	10:13
3区	III	72:28	17:6
4区	IV	100:0	23:0

培養液 II が木村氏 B 液の標準窒素組成. 窒素以外の無機養分は, 何れの試験区も木村氏 B 液基準濃度とした.



第1図 実験3における栽植様式.

移植後10日目に●で示した12個体を, 20日目に○で示した残りの12個体をサンプリングした.

調製した. 減水量は, 毎日水道水あるいは調製した各培養液で補充し, 5日目, 10日目には培養液全量を交換した. 育苗終了後, 各区12個体(各ベットの4レーンから3個体ずつ)をサンプリングし, 葉齢, 草丈, 根数, 最長根長, SPAD値, 部位別乾物重を測定した. また, これらの試料とは別に各区100個体をサンプリングし, 通風乾燥後, 部位別に分けて粉碎混合してセミ・ミクロケルダール法により窒素含有率を測定した.

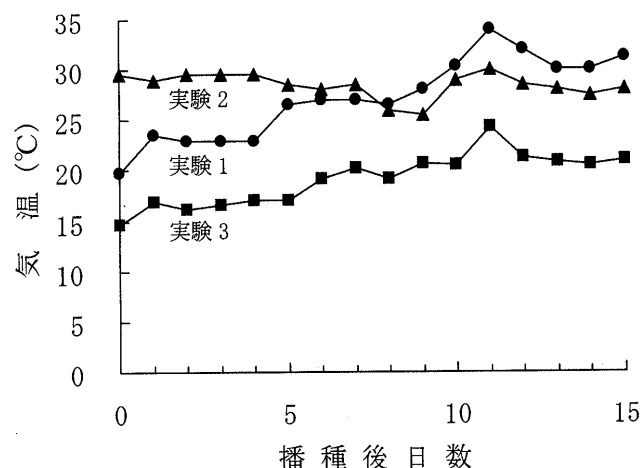
実験3.

2000年4月28日に播種し, 実験2のB区, D区(第2表)および実験1の箱育苗と同じ方法で育苗した. これらの苗を5月12日に, 黄色土を充填したコンテナ(40L, 施肥量: 窒素, リン酸, カリ各1.1g)に24株ずつ手植えた(栽植間隔: 10cm×9cm, 1株1本植え)(第1図). 移植は各区2反復とした. 育苗終了時に12個体(水耕栽培は各ベットの4レーンから3個体ずつ), 移植後10日目と20日目には各コンテナから12個体ずつサンプリングし, 葉面積, 部位別乾物重を測定して生長解析を行った. 統計解析はNCSS 6.0 (Bitz Per Second)により行った.

第2表 実験2における試験区の設定.

試験区	育苗期間		
	1-5日	6-10日	11-15日
A区	培養液 I	培養液 I	培養液 I
B区	水道水	培養液 I	培養液 I
C区	培養液 I	培養液 I	培養液 IV
D区	水道水	培養液 I	培養液 IV

培養液 I および IV の NH₄-N と NO₃-N の比率は実験1(第1表)と同じ.



第2図 育苗期間中の日平均気温の推移.

結果と考察

1. 窒素組成の違いが苗の生長に及ぼす影響

第2図に, 育苗期間中のビニールハウス内における日平均気温を示した. 実験1の期間中の平均気温は19~34°Cの範囲で推移していた.

マット水耕法による4試験区と箱育苗による苗の形質を第3表に示した. 葉齢, 草丈, 最長根長, 根数, SPAD値, 根乾物重において, マット育苗の4試験区間に有意な差異が認められた. 葉齢は1区が3.8であったのに対して, 他の3試験区および土耕区では4.0と僅かに大きかった. 草丈, 最長根長, 根乾物重は1区, 2区, 3区, 4区の順であり, 培養液のNO₃-Nの比率が高いほどそれぞれ長く, 重い傾向にあった. 根数とSPAD値は4区が1区, 2区, 3区よりそれぞれ多く, 大きい傾向にあった. 土耕区と比べると, 草丈は1区, 2区では土耕区と同程度であったが, 3区と4区では有意に短かった. 最長根長は1区, 2区, 3区では, 土耕区よりも有意に長く, 4区では極端に短かった. また, マット水耕苗の根数, SPAD値と根乾物重は土耕区と同程度か, それ以上であった. なお, 土耕区の草丈は15.6cm, マット育苗の1区と2区では約15cmとやや徒長ぎみであった. 田坂ら(1996)によれば, ロングマット水耕苗の草丈は最低水温と相関が高い. 本実験は6月下旬に実施しており, 気温および水温は成り行きであったため, 育苗期間としては高温となり, 草

第3表 実験1における苗の形質比較.

試験区	葉 齢	草 丈 (cm)	最長根長 (cm)	根 数	SPAD 値
1 区	3.8b B	14.9a A	12.1a A	7.4b B	24.1b B
2 区	4.0a A	14.8a A	11.7a A	6.8b C	24.7ab AB
3 区	4.0a A	12.7b B	7.5b B	6.7b C	23.5b B
4 区	4.0a A	11.3b C	1.9c D	8.4a A	26.6a A
土耕区	4.0 A	15.6 A	5.0 C	6.3 C	23.2 B

試験区	乾 物 重 (mg)					T/R 比
	葉身	葉鞘+茎	根	地上部	個体 ¹⁾	
1 区	6.2a B	4.3a B	6.0a A	10.5a B	16.5a A	1.75bc BC
2 区	6.5a B	5.0a B	4.7b B	11.4a B	16.1a A	2.66b BC
3 区	5.8a B	4.6a B	4.2bc B	10.4a B	14.6a A	2.57b BC
4 区	6.0a B	5.4a B	3.1c C	11.4a B	14.4a A	3.98a B
土耕区	7.6 A	7.1 A	2.5 C	14.7 A	17.2 A	5.09 A

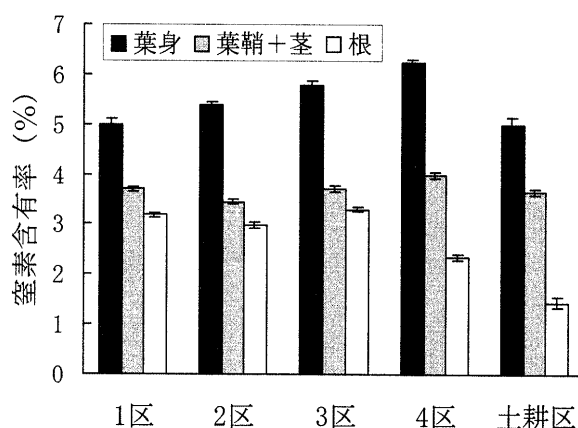
1) 種子重を除く. 数値は12個体の平均値. 異なる英小文字はマット育苗4試験区間に, 異なる英大文字は土耕区も含めた5試験区間に, ダンカンの多重検定による5%水準の有意差があることを示す.

丈が伸長し易く徒長傾向を示したものと考えられる.

次に, 葉身乾物重, 葉鞘+茎乾物重, 地上部乾物重, 個体全乾物重についてみると, マット育苗4試験区の間には有意な差異は認められなかった. また, これらの形質のうち, 葉身乾物重, 葉鞘+茎乾物重, 地上部乾物重は土耕区よりも有意に小さかった. しかし, 根乾物重はマット育苗4試験区が土耕区よりも大きい傾向にあった. そのため, 個体全乾物重は土耕区で最も大きい傾向にあり, マット育苗の4試験区の中では $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が高いほど大きいという傾向がみられたものの, 5試験区の間には有意な全乾物重の差は検出されなかった.

イネは $\text{NH}_4\text{-N}$ を良好な窒素源とする好アンモニウム性植物であり(池田 1987), 川崎・森次(1996)によれば, 硝酸培地よりもアンモニア培地で生育が良好であるという. また, 植物種によっては, 等しい窒素濃度で比較した時に, $\text{NO}_3\text{-N}$ または $\text{NH}_4\text{-N}$ がそれぞれ単独の培地よりも, 両者が混在している培地において植物生育が優る場合があり, 高濃度では生育抑制を生じさせるおそれのある $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度が添加 $\text{NO}_3\text{-N}$ の分だけ低くなるので, 両窒素源の混在の方が良い場合があるとされる(池田 1987). 本実験では, 培養液中の $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が高い方が, $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率が高い場合や $\text{NH}_4\text{-N}$ 単独の場合に比べて草丈や根長の伸長生長が優り, 根乾物重も大きい結果であった. ここでは, $\text{NO}_3\text{-N}$ 単独施用を行っておらず, また, 培養液中の各無機養分の濃度も木村氏B液の基準濃度であり高くないことから, 従来の報告と直接比較することはできないが, 好アンモニウム性植物と考えられているイネにおいても, $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ が混在する場合に伸長生長が盛んであったことは, 極めて興味深い結果である.

田坂(1996)は硝酸態窒素を窒素源とする市販の園芸作



第3図 窒素組成が異なる培養液を用いたマット水耕苗および土耕苗の部位別窒素含有率.

各データは100個体分の試料の一部を3連で分析した平均値±SD.

物用の液肥を用いた結果, 水稻苗の葉色が薄くなりやすかったと報告している. 今回の実験のSPAD値をみると, 窒素源を $\text{NH}_4\text{-N}$ のみとした4区が $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の混在する1区, 2区, 3区より高い傾向にあったが, 何れの区も土耕区と同程度かそれ以上であった(第3表). 一方, $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が低く, $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率が高いほど葉身窒素含有率が高く, 葉鞘+茎の窒素含有率は1区から4区で顕著な差異はみられず, 根窒素含有率は窒素源が $\text{NH}_4\text{-N}$ のみである4区で低かった(第3図). しかし, 各区の窒素含有率は何れの部位とも土耕区と同程度かそれ以上であった. また, 個体当たり窒素含有量はマット育苗4試験区では0.64~0.66mgの範囲にあり, 土耕区では0.67mgと, 育苗様式, 培養液の窒素組成の別にかかわらず明確な差異は認められなかった. 従って, マット育苗においても, 窒素源として $\text{NO}_3\text{-N}$ だけでなく $\text{NH}_4\text{-N}$ を加

えることにより、窒素吸収量、葉色とも土耕苗と比べて遜色ない苗を養成できるものと考えられた。

ところで、溶液栽培では、窒素源として $\text{NH}_4\text{-N}$ を用いると pH は低下し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を用いると pH は上昇する (川崎・森次 1996)。本実験においても、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が高いほど、培養液の pH が高くなり、逆に $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率が高い場合、および $\text{NH}_4\text{-N}$ のみの場合には pH は低くなる傾向が認められ、1 区では実験期間中の培養液 pH は 5.5~6.5 で推移し、4 区では pH 5.5~2.6 で推移していた。しかし、本実験では毎日 pH を 5.5 に調整していたこと、また、イネは耐酸性が強いために $\text{NH}_4\text{-N}$ 培地で $\text{NO}_3\text{-N}$ 培地より優れた生育をとげること (森次ら 1980) などを考え合わせると、本実験で認められたような苗の生長の差異に対する pH 変化の影響は比較的小さく、主には培養液の窒素組成の違いに起因していたと判断される。なお、マット育苗の 4 試験区の結果を比較すると、草丈の変異が 13% であったのに対して、最長根長の変異は 57% であったことから、窒素組成の違いは地上部よりも地下部の伸長に大きく影響するものと考えられた。

以上のように、マット水耕法による育苗では、培養液の $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率が低く、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の比率が高いほど地上部、根部とも伸長生長が促されること、また、個体全乾物重からみた苗の大きさは、従来の箱育苗による土耕苗とほぼ同程度の大きさが確保できることが明らかになった。しかしながら、土耕苗と草丈が同程度であった 1 区と 2 区では最長根長が土耕苗のそれよりも明らかに長かった。田植機による移植ではある程度の大きさの苗が必要とされ、田坂 (1996) はロングマット水耕育苗における目標を草丈 10~12 cm 以上としている。しかし一方で、根が長すぎることは、移植時に根がより長く切断されることによって植え傷みのストレスが増すと考えられる。本実験において土耕苗と同程度の草丈が確保された $\text{NO}_3\text{-N}$ リッチの窒素組成 (1 区、2 区) では、根長が土耕苗に比べて長かったことから、ルートマットが厚くなりすぎて機械移植に支障をきたすことが危惧される。

ところで一般に、地上部乾物重と草丈の比を以って苗の充実度を表すことがあるが (田坂ら 1996)、各区の地上部乾物重/草丈の値をみると、マット育苗では 4 区が有意に大きかった (第 4 表)。マット育苗の 4 試験区間には地上部乾物重の有意差は認められなかったことから、地上部乾物重/草丈の差異は草丈の違いによるものといえる。また、土耕区は草丈が同程度であった 1 区と 2 区、および 3 区よりも明らかに地上部乾物重/草丈が大きかった。これは土耕区で地上部乾物重が大きかったためであり、個体全乾物重に有意差がみられなかったことを考え合わせると、土耕区では地上部/地下部比 (T/R 比) が大きかったこと、すなわち地上部への乾物の分配が大きかったことによるものと理解される。従って、充実度の高い苗を得る上でも、マット水耕法による育苗では、十分な草丈を確保しつ

第 4 表 地上部乾物重/草丈 (mg cm^{-1}) の比較。

試験区	実験 1	試験区	実験 2
1 区	0.71b B	A 区	0.59 b
2 区	0.77b B	B 区	0.61 ab
3 区	0.82b B	C 区	0.56 b
4 区	1.01a A	D 区	0.66 a
土耕区	0.94 A		

異なる英小文字はマット育苗 4 試験区間に、異なる英大文字は土耕区も含めた 5 試験区間に、ダンカンの多重検定による 5% 水準の有意差があることを示す。

つも、根長の伸長を抑え、地上部への乾物分配率を高く維持する必要がある。そこで次の実験では、培養液の施用時期と育苗途中における窒素組成の変更が苗の生長に及ぼす影響について調査した。

2. 培養液の施用時期と異なる窒素組成の組み合わせが苗の生長に及ぼす影響

育苗期間中のビニールハウス内における日平均気温は、25~30 °C の範囲で推移していた (第 2 図)。

第 5 表に各区の苗の形質を示した。草丈、最長根長、根乾物重に 4 試験区間で有意差が認められ、草丈は A 区、B 区、C 区に比べて D 区で短かったものの、実験 1 の土耕区とほぼ同程度の草丈が得られた。最長根長は A 区 > B 区 > C 区 > D 区の順であり、D 区で最も短かった。また、根乾物重は A 区と B 区に比べて C 区と D 区で小さかったものの、個体全乾物重には 4 試験区で有意な差異は認められなかった。T/R 比は育苗後期をアンモニア態窒素のみとした C 区と D 区が有意に大きく (第 5 表)、地上部乾物重/草丈の値は D 区で大きかった (第 4 表)。なお、草丈が全体に徒長ぎみであったのは、実験を 9 月上旬に気温、水温とも成り行きの条件で行ったために、育苗期間としてはやや高温であり、草丈が伸長し易く徒長傾向を示したのと考えられる。一方、SPAD 値、部位別窒素含有率とも一定の傾向はみられず、その差異は明確でなかった (第 5 表、第 4 図)。

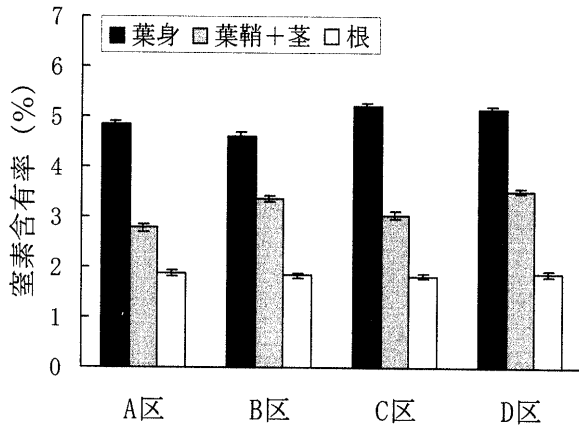
実験 1 では減水量を水道水で補充したのに対して、実験 2 では調整した培養液を減水量の補充に用いたが、これは培養液の pH を毎日調整する作業を省く目的で行ったものである。結果として、pH 調整した培養液を補充することでも十分と考えられ、毎日 pH を調整することは必ずしも必要でないと判断された。

このように本実験の結果から、 $\text{NO}_3\text{-N}$ リッチの培養液の施用時期を遅らせ、育苗途中から $\text{NH}_4\text{-N}$ のみの窒素組成とすることにより、ある程度十分な長さの草丈を持ちながらも、根長が比較的短い特徴を有し、かつ水耕育苗としては充実した苗を養成し得ることが明らかになった。なお、本実験では育苗期間を 5 日ごとの 3 期に分けたが、播種~第 2 葉抽出始が育苗初期、第 2 葉抽出~第 3 葉展開始が育苗中期、第 3 葉展開以降が育苗後期に相当していた。

培養液を施用する時期, ならびに窒素組成を変更するタイミングは, 育苗中の苗の生長経過に注目し, 葉齢の進行や草丈などを指標として決定することが重要であろう。

3. 移植後の生長解析

実験期間中の日平均気温は, 育苗期間は 15~24℃ の範囲で (第 2 図), 移植後は 18~26℃ の範囲で推移してい



第 4 図 培養液の施用時期と窒素組成が異なるマット水耕苗の部位別窒素含有率。

各データは 100 個体分の試料の一部を 3 連で分析した平均値 ± SD。

た。

実験 2 において, 育苗初期は培養液を施用せず, 育苗中期には $\text{NO}_3\text{-N}$ リッチの培養液を施用し, 育苗後期には培養液の窒素組成を $\text{NH}_4\text{-N}$ のみとすることにより, 十分な草丈を確保しつつも, 根長を短く抑え得る可能性が示されたことから, 次に, そのような苗を移植した後の生育について調査した。移植実験には, 実験 2 の B 区, D 区と同様の方法でマット育苗した苗と, 実験 1 の箱育苗と同様に育苗した土耕苗を用いた。

3 方法で葉齢 3.9 まで育苗した苗の草丈は B 区 9.5 cm, D 区 9.3 cm, 土耕区 9.4 cm, 最長根長は B 区 12.8 cm, D 区 9.6 cm, 土耕区 9.8 cm であった。草丈が各区ともやや短く, これは育苗初期の気温が低めであった (第 2 図) ためと考えられるものの, 3 試験区間に明確な差異はみられなかった。また, 根長は育苗中期~後期を $\text{NO}_3\text{-N}$ リッチの培養液で育苗した B 区に比べて, 育苗後期に $\text{NH}_4\text{-N}$ のみとした D 区が土耕区と同程度に短く, 先の実験結果と傾向を同じくしていた。

第 6 表にはそれらの苗を移植した後の 10 日間, さらにその後 10 日間の生長解析の結果を示した。移植後 10 日間の生長解析では, 相対生長率 (RGR) に有意な差異が認められ, B 区が D 区と土耕区より大であったが, その他

第 5 表 実験 2 における苗の形質比較。

試験区	葉 齢	草 丈 (cm)	最長根長 (cm)	根 数	SPAD 値
A 区	4.0 a	17.7 a	13.4 a	7.7 a	26.1 a
B 区	4.0 a	17.1 a	10.5 b	8.5 a	28.9 a
C 区	4.0 a	17.6 a	9.2 c	7.8 a	27.1 a
D 区	4.0 a	15.4 b	6.5 d	7.5 a	28.8 a

試験区	乾 物 重 (mg)					T/R 比
	葉身	葉鞘+茎	根	地上部	個体 ¹⁾	
A 区	6.0 a	4.4 a	6.6 a	10.3 a	16.9 a	1.59b
B 区	6.3 a	4.3 a	6.0 a	10.5 a	16.5 a	1.77b
C 区	5.4 a	4.4 a	4.8 b	9.7 a	14.6 a	2.03a
D 区	5.9 a	4.3 a	4.7 b	10.2 a	14.9 a	2.17a

1) 種子重を除く。数値は 12 個体の平均値。異なる英小文字間にダンカンの多重検定による 5%水準の有意差あり。

第 6 表 実験 3 における移植後の苗の生長形質。

試験区	RGR ($\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$)	NAR ($\text{mg cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)	LAR ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	SLA ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	LWR (g g^{-1})	RLGR ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)
0~10 日						
B 区	0.182 a	3.66 a	50.3 a	136.1 a	0.369 a	0.178 a
D 区	0.148 b	3.00 a	50.3 a	139.5 a	0.361 a	0.167 a
土耕区	0.129 b	3.37 a	42.5 a	122.2 a	0.349 a	0.150 a
10~20 日						
B 区	0.211 a	2.72 a	77.4 a	251.6 a	0.385 a	0.277 a
D 区	0.219 a	2.57 a	85.4 a	219.7 a	0.389 a	0.285 a
土耕区	0.219 a	2.92 a	74.7 a	202.1 a	0.370 a	0.297 a

異なる英文字間にダンカンの多重検定による 5%水準の有意差あり。

の生長形質には有意な差異は認められなかった。そして、その後の10日間では何れの生長形質にも顕著な試験区間差は認められなかった。本実験では、移植から10日間の生長は、土耕区やD区より移植時に根が長い特徴を持つB区において大きかったが、これは手植えにより移植を行ったために、何れの試験区においてもいわゆる植え傷みが小さかったことによるものと理解される。また、移植後10日目以降は各試験区の生長に明確な差異がみられなかったことから、マット水耕により養成した苗であっても、移植にともなうストレスが小さく抑えられるならば、移植後、土耕苗と同様の生長が期待できるものと考えられる。

以上のように、培養液の施用時期と異なる窒素組成の組み合わせにより、野菜用水耕システムを応用したマット育苗において、水稻苗の草姿を制御し、土耕苗に近い特徴を持った苗を養成し得る可能性が示された。今後は、田植機のかき取りによる根の切断を想定し、ルートマットの厚さが異なる苗のマット強度や引張強度と植え傷みの関係等について調査する必要があるものと考えられる。

謝辞: 本研究を実施するに当たり、独立行政法人 農業技術研究機構野菜茶業研究所の長岡正昭博士より種々ご協力を賜った。ここに記して謝意を表する。
(三重大学生態循環学研究室業績 No. 9)。

引用文献

- 馬場越・高橋保夫 1958. 水耕法および砂耕法. 戸荻義次編, 作物試験法. 農業技術協会, 東京. 159—185.
- 池田元輝 1987. 無機窒素の吸収・同化と植物生育. 日本土壤肥料学会編, 植物生産性の生理生化学. 博友社, 東京. 73—106.
- 川崎利夫・森次益三 1996. 培地のアンモニア態窒素および硝酸態窒素と植物の生長. 日本土壤肥料学会編, 養液栽培と植物栄養. 博友社, 東京. 29—53.
- 森次益三・鈴木孝夫・川崎利夫 1980. 作物ならびに無機養分吸収に及ぼす窒素源の影響. 1. 自動 pH 栽培法と従来法の比較. 土肥誌 51: 447—456.
- 長岡正昭・江原宏・末松優 1998. 水稻ロングマット水耕苗の育苗装置を利用した野菜の水耕システムの開発. 園学雑 67(別 2): 339.
- 田坂幸平 1996. 水稻の育苗・移植作業の軽作業化—水稻ロングマット水耕法の誕生と展望—. 農及園 71: 693—698.
- 田坂幸平 1997. ロングマット水耕育苗. 農業技術体系 2①: 技 334 の 86—92.
- 田坂幸平・小倉昭男・唐橋需 1996. 水稻の水耕育苗と移植技術の開発に関する研究 (第 1 報) —育苗方法と苗の巻取り—. 農機誌 58: 89—99.
- 田坂幸平・小倉昭男・唐橋需・新山裕之・名本学・金子辰美 1997. 水稻の水耕育苗と移植技術の開発に関する研究 (第 2 報) —ロングマット水耕苗用田植機の開発と移植試験の概要—. 農機誌 59: 87—98.

Effect of Nitrogen Composition in Culture Solution on the Growth of Rice Seedlings Raised on a Cotton Mat Spread on Hydroponic Apparatus for Vegetables: Hiroshi EHARA^{*,1)}, Osamu MORITA¹⁾, Chie MORIMOTO¹⁾, Mizue KAWASHIMA¹⁾ and Masaru SUEMATSU²⁾ (¹⁾*Fac. of Bioresources, Mie Univ., Tsu 514-8507, Japan*; ²⁾*Taiyo Kogyo*)

Abstract: Effect of the form and composition of nitrogen in a culture solution on the growth of rice seedlings raised on a cotton mat spread on a hydroponic apparatus for vegetables was investigated. The nitrogen composition, $\text{NH}_4\text{-N}:\text{NO}_3\text{-N}$, in the Kimura B solution was modified as follows: 28%:72% (plot 1), 44%:56% (plot 2), 72%:28% (plot 3), 100%:0% (plot 4). Plant length, root length and root dry weight were greatest in plot 1 followed by plot 2, 3 and 4. In plots 1 and 2, the plant length was same level as that in seedlings raised in a box. However, the seedlings in plots 1 and 2 had longer roots than those raised in a box, and were suspected to be injured by transplanting. Thus, nutrient application was modified to change the plant form as follows: the culture solution was not applied during the first seedling-raising period, $\text{NO}_3\text{-N}$ -rich culture solution ($\text{NH}_4\text{-N}:\text{NO}_3\text{-N}=28\%:72\%$) was applied during the second period, and culture solution containing only $\text{NH}_4\text{-N}$ as the nitrogen source was applied during the last period. The seedlings raised by this method had nearly the same plant length and root length as those raised in boxes. Moreover, there was no distinctive difference in growth characteristics after transplanting between the seedlings raised by this method including different nitrogen compositions and raised in box.

Key words: Ammonium nitrogen, Cotton mat, Hydroponics, Nitrate nitrogen, Nitrogen form, Plant form, Rice.