

造成水田における水稻の生産力の 向上に関する研究

第1報 深層追肥の効果

堀内 悦夫・永井 徳重・井口幸一郎・沢田 清

Studies on the Productivity of Rice Plants in the Reclaimed Paddy Field

I. Effects of Topdressing to Deeper Layer

Etsuo HORIUCHI, Norishige NAGAI, Koichiro INOKUCHI
and Kiyoshi SAWADA

緒 言

愛媛大学農学部附属農場は、瀬戸内海に面した気候温暖な北条市八反地に所在している。

水田は、1979年に混層工法によって造成した有機物の乏しいせき薄な砂質土壤で、水稻の生産力は極めて低い^{2,3)}ところである。したがって、その生産力を向上させることが大きな課題となっている。

水稻の安定・多収栽培に関する深層追肥の増収効果^{4,5,8,9,10,13,14,16,17,20,21)}は数多くみられる。青森県などの寒冷地では多収技術として顕著な効果をあげ高い評価を得ている^{8,16,17,19)}。一方、暖地においても山下ら²²⁾は同様の施肥法を適用して、後期栄養生長期の充実と、過繁茂の抑制によって、a 当り75kgの収量が得られたと報告している。また、奥村ら¹³⁾によると、深層追肥の特徴は、穂ばらみ期から出穂期にかけてのシンクの急増と、登熟期間中はソースを高水準に維持させることにあり、いわゆる、秋優りの生育によって増収をもたらしたと述べている。

しかし、これらは植壤土もしくは壤土の肥沃な一般水田における成績であり、当場の如くせき薄な造成水田での深層追肥についての成果報告はあまり見当たらない。

そこで、本報告は、せき薄な水田土壤において、深層追肥が地上部各部分の生育ならびに玄米収量およびその収量構成要素に及ぼす効果について検討し、今後、このようなせき薄な土壤条件下において、多収穫を目的とする栽培技術の確立を図るための基礎資料を得る目的で以下の実験を行った。

実験材料および方法

供試品種は水稻の日本晴を用い、実験は1982年と1983年の2ヶ年にわたって行った。圃場は、1 m 程度の切土を行って造成した砂質土壌で、減水深は一日当り16~23mmの1号田を用いた。

第1実験(1982年)

表-1 試験区の構成(1982)

区名	処 理	施 肥 量 と 施 肥 法 (kg/10 a)					計		そ の 他	
		成 分	基 肥	7月6日追肥	8月6日追肥	計				
I	化成肥料 表層追肥	N	10.0	* 3.0	* 3.0	16.0	豚ふん 3,000 硅カル 200			
		P ₂ O ₅	10.0	2.4	2.4	14.8				
		K ₂ O	10.0	3.0	3.0	16.0				
II	固型肥料 表層追肥	N	10.0	* 3.0	** 3.0	16.0	豚ふん 3,000 硅カル 200			
		P ₂ O ₅	10.0	2.4	2.4	14.8				
		K ₂ O	10.0	3.0	3.0	16.0				
III	固型肥料 深層追肥	N	10.0	* 3.0	** 3.0	16.0	豚ふん 3,000 硅カル 200			
		P ₂ O ₅	10.0	2.4	2.4	14.8				
		K ₂ O	10.0	3.0	3.0	16.0				

註) *化成肥料(10-8-10), **固型肥料(10-8-10)。

常法により箱育苗した稚苗を用い、6月24日に、22日苗を2条田植機(イセキ式PF200)で移植した。栽植密度は30cm×17cm(19.6株/m²)で1株4~6本植とした。試験区の構成は表-1に示した通りで、1区面積は36m²の1区制とした。施肥は、基肥と第1回目(7月6日)追肥を各区共同様に化成肥料を用いた。第2回目(8月6日)の追肥は、従来の化成肥料の表層追肥(I区)区、固型肥料の深層追肥(II区)区および固型肥料の深層追肥(III区)区を設けた。なお、用いた肥料の三要素成分比は、基肥の高度化成肥料が15-15-15、追肥の化成肥料および固型肥料は10-8-10である。また、固型肥料は泥炭を主原料とした黒褐色で、粒径は平均1.3cm、一粒重は平均1.6gであった。施肥方法は、表層追肥では所定量を全面に均一に散布した。深層追肥は地下12cmの深さを目安に、1条間隔の4株毎に所定量(4粒、5.2g)を条間の中央部に施肥し足で踏込んだ。管理は本県の栽培指針に従って周到な管理を行った。なお、10a当りの施用窒素量16.0kgは当農場の基準施肥量で、平年では倒伏は全く認められない程度の施肥量^{2,3)}である。

第2実験(1983年)

常法により箱育苗した中苗を用い、6月22日に31日苗を2条田植機で移植した。栽植密度および1株当り植付本数は第1実験と同様である。試験区の構成は表-2に示す通りで、I区面積は30m²の2区制とした。施肥は、第1実験と同様、基肥と第1回目(7月4日)追肥は各区共通とし、第2回目

表-2 試験区の構成(1983)

区別	処 理	施 肥 量 と 施 肥 法 (kg/10 a)					
		成 分	基 肥	7月4日追肥	8月3日追肥	計	そ の 他
S	化成肥料	N	10.0	* 2.0	* 3.0	15.0	豚ふん 6,000
	表層追肥	P ₂ O ₅	10.0	1.6	2.4	14.0	珪カル 200
		K ₂ O	10.0	2.0	3.0	15.0	
D ₁	固型肥料	N	10.0	* 2.0	***3.0	15.0	豚ふん 6,000
	深層追肥 N. 3.0 kg	P ₂ O ₅	10.5	1.6	2.4	14.0	珪カル 200
		K ₂ O	10.0	2.0	3.0	15.0	
D ₂	固型肥料	N	8.5 **	* 2.0	***4.5	15.0	豚ふん 6,000
	深層追肥 N. 4.5 kg	P ₂ O ₅	8.5+0.3	1.6	3.6	14.0	珪カル 200
		K ₂ O	8.5	2.0	4.5	15.0	
D ₃	固型肥料	N	7.0 **	* 2.0	***6.0	15.0	豚ふん 6,000
	深層追肥 N. 6.0 kg	P ₂ O ₅	7.0+0.6	1.6	4.8	14.0	珪カル 200
		K ₂ O	7.0	2.0	6.0	15.0	

註) * 化成肥料 (10-8-10), ** 過りん酸石灰 (16.5), *** 固型肥料 (10-8-10).

(8月3日)追肥において施肥法, 施肥量を異にした区を設けた。すなわち, 化成肥料の表層施肥(S)区に固型肥料の深層追肥区として等量施用(D₁)区, 1.5倍施用(D₂)区および2倍施用(D₃)区とした。

生育期間中における抜取調査は, 1区当り生育の均一な7株を選び葉身部, 茎部(葉鞘を含む), 枯死部, および穂部に分別して, 各部の乾物重および葉面積の測定を行った。葉身については, 窒素含有率を定量分析した。乾物重の測定は, 抜取後速やかに器官別に分別し, 90°Cの通風乾燥器(東洋製作所FC-62T)で24時間乾燥した。葉面積は所定量を抽出し, 自動葉面積計(林電工AAM-7型)で測定した後, 乾燥秤量し, 葉面積と乾物重から比葉面積を求め, 全葉身乾物重から単位面積当りの葉面積を算出した。

収量構成要素の調査は, 松島¹¹⁾の方法に準じて行い, 成熟期にランダムに10株抜取り平均穂重に近い3株を用いた。

生育の概況は, 1982年は高温・多照に経過したが, 出穂後に2度の台風に見舞われ, 作柄はやや不良であった。1983年は災害もなく生育は順調で平年並の作柄であった。

なお, 供試した日本晴の出穂期は, 1982年は8月29日, 1983年は8月26日であった。

実験結果および考察

第I実験(1982年): 固型肥料の肥効を検討するため, 表層追肥と深層追肥を行い, 肥料の種類および施肥位置の違いが, 収量関連形質および収量と収量構成要素に及ぼす影響について調査し, 収穫時における結果を表-3に示した。固型肥料の表層追肥区は, 通常の化成肥料の表層追肥区に比べて生育はやや良好で, 収量は5.9%の増収を示した。これは, 固型肥料区の株当り籾数と千粒重が化成区

表-3 収量関連形質と収量および収量構成要素 (1982)

区名	処理	稈長 (cm)	穂数 (本/株)	籾数 (ヶ/株)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米収量 (kg/a)	同左比	全乾物重 (kg/a)
I	化成肥料 表層追肥	72.0	19.6	1,240.0	88.5	21.47	46.18	100.0	100.3
II	固型肥料 表層追肥	74.3	21.1	1,319.4	87.4	21.63	48.89	105.9	106.3
III	固型肥料 深層追肥	75.9	24.0	1,444.9	84.3	21.86	52.19	113.0	113.9

にまさったことがその主要因と考えられた。次に、固型肥料の表層追肥区と深層追肥区を比較してみると、深層追肥区は表層追肥区よりさらに生育がよく、平均1穂籾数はやや少ないが株当たり穂数が多く、したがって1株当たり籾数も多く確保されていた。そのため、登熟歩合はやや低下しているが、千粒重ではわずかに重く、深層追肥によってより充実した玄米が得られ、収量はa当り52.2kgとなり、表層追肥区より多くなった。これを通常の化成表層追肥区と比べると13%の増収となった。

以上の結果から、せき薄な水田における固型肥料の肥効は、化成肥料よりも高く、しかも深層追肥を行うことによって、顕著な効果が認められ増収した。

第2実験(1983年)：前年において、固型肥料の深層への追肥効果が認められたことから、幼穂形成期に固型肥料の追肥量を変えた実験を行った。

1. 生育の経過

草丈の推移は図-1に示した。D₂区、D₃区の生育初期の伸長はやや劣るが、追肥施用後でみると、S区で停滞気味の生育を続けるのに対し、D₂区、D₃区では伸長を続け、出穂期(8月26日)にはS区より高い値を示した。また、茎数(穂数)の推移(図-

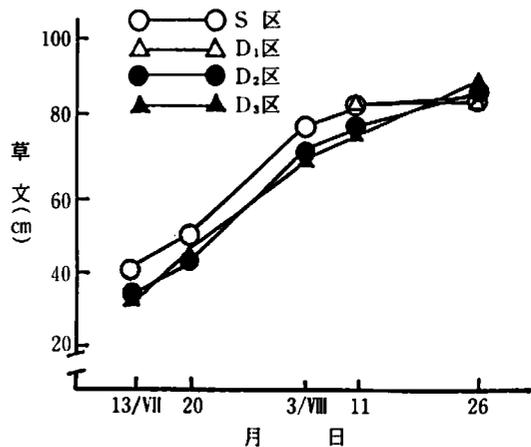


図-1 草丈の推移

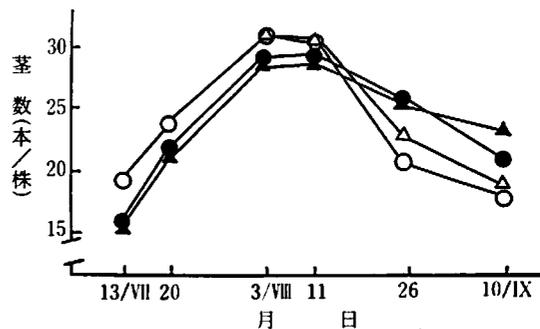


図-2 茎数(穂数)の推移

2) では、S区は最高分けつ期に達した後、急激な低下がみられた。これに対し、D₂区、D₃区では茎数の最高値はやや低いものの、その低下の割合は少なく、両者の有効茎歩合を比較すると、S区の63.5%に対し、D₁区は66.8%でややまきり、D₂区は76.3%、D₃区で83.2%と深層追肥によって穂数が確保されることを示唆した。

このことは、許ら⁴⁾は、深層追肥では土壌の深部に分布する根から養分が吸収され、その根に関係の深い茎にまず養分が移行することであり、その結果、無効分けつ抑制に直接に関係していると指摘している。また、田中^{17,19)}は、深層追肥は表層追肥よりも有効穂数の確保が容易であることを報告しており、本実験でも同様の結果が得られた。

2. 葉面積・葉身乾物重と窒素濃度および枯死葉身重の推移

葉面積指数の推移は図-3に示した。生育前半はS区がD₂区、D₃区よりわずかに大きい状態で推移したが、深層追肥による処理の影響がみられるのは穂ばらみ期以降からであり、出穂期に

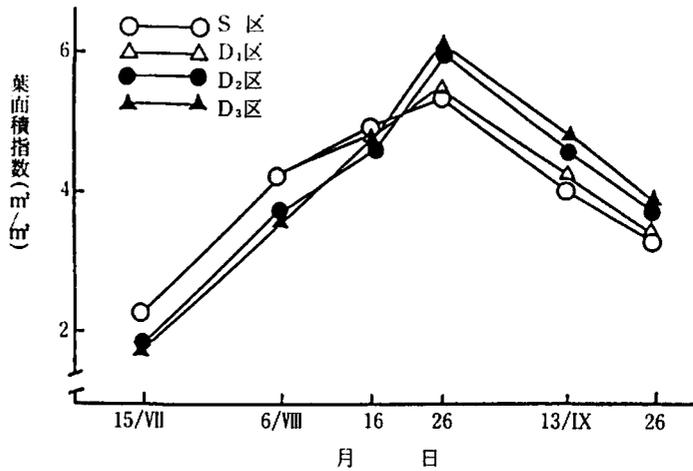


図-3 葉面積指数の推移

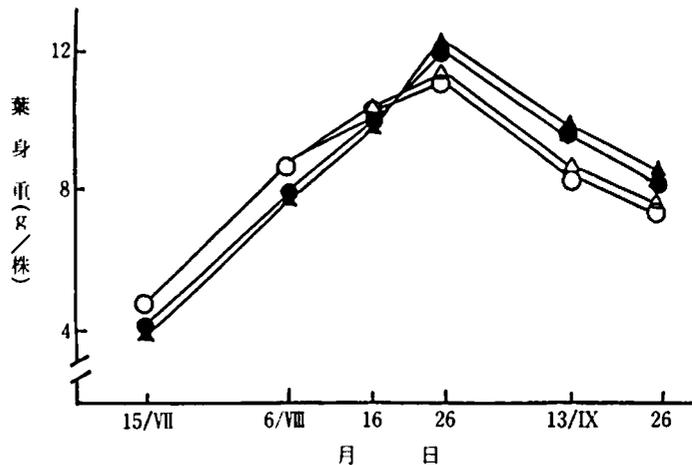


図-4 葉身の乾物重の推移

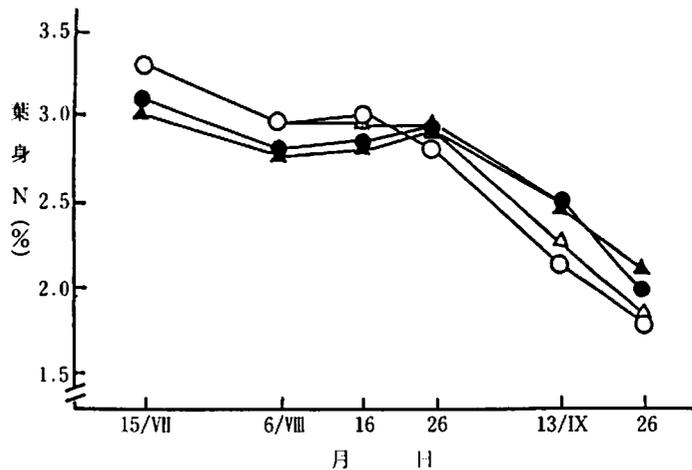


図-5 上位3葉身の窒素濃度

なるとD₂区、D₃区がやや大きかった。出穂期における最大葉面積指数は、D₃区で6.1、S区で5.5となり、その差異は0.6であった。

なお、出穂期以後の葉面積指数は、各区とも低下し、その減少程度は9月13日（登熟初期ころ）ではS区でやや大きく、次いでD₁区であった。9月26日（登熟中期ころ）ではD₃区が3.8、S区は3.4であり深層追肥量の多いD₂区、D₃区が高い値を示した。

1株当たり葉身の乾物重の推移を図-4に示した。各試験区の栽植密度が同じであったため、葉面積指数の推移とほぼ同様な傾向を示した。葉面積指数および株当たり葉身重の推移から、とくに登熟期における葉面積の確保・維持は根の活力とも相俟って光合成量を規制していることが考えられる。また、葉面積指数と光合成量とは比例関係^(6,7,18)が認められており、深層追肥区でのソースの機能は、S区のそれよりも高いことが推察される。

光合成活動の最も旺盛と思われる上位3葉身を採取し、生育に伴う葉身内窒素

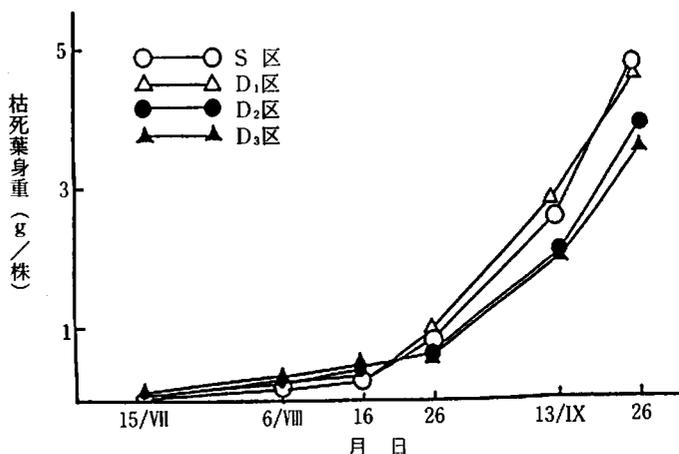


図-6 枯死葉身の乾物重の推移

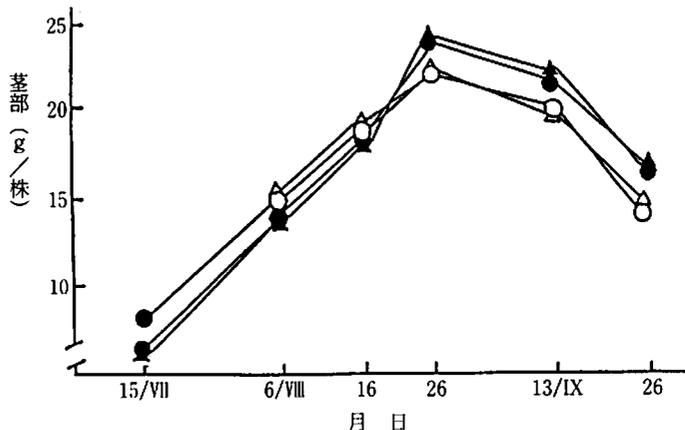


図-7 茎部乾物重の推移

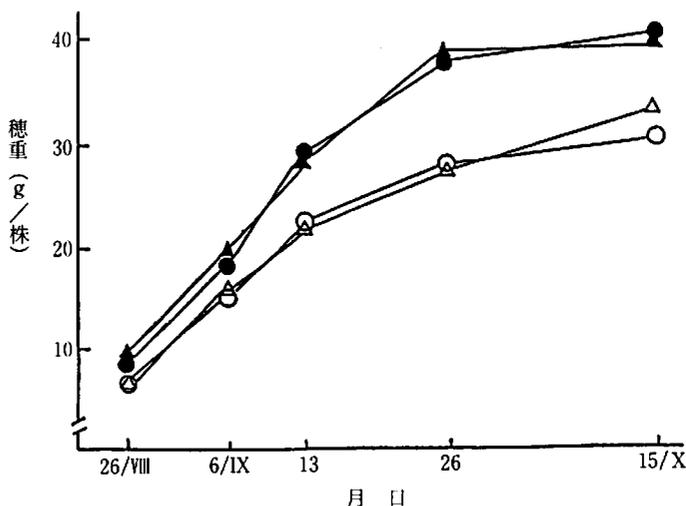


図-8 穂部の乾物重の推移

濃度の推移を図-5に示した。各区とも植物体の増大に伴って窒素濃度は低下するが、追肥を行った8月3日以後はやや増加し、S区では8月16日の穂ばらみ期以後は再び低下した。しかしD₁区、D₂区、D₃区は穂ばらみ期から8月26日の出穂期にかけてわずかに上昇し、以後は低下した。出穂期ではD₁区、D₂区、D₃区の濃度がS区よりやや高くなり、9月13日(登熟初期)では、D₃区とS区との差が0.4%となりその差は増大し、登熟後期までその差を維持した形で低下した。9月26日(登熟中期)では、D₃区の2.3%に対し、S区は1.8%であった。このことから、登熟期における窒素濃度は、窒素追肥量の多い区ほど高く推移した。出穂後、深層追肥区において窒素濃度がS区よりも高く維持・推移したことは、固型肥料を深層に追肥したことにより、窒素が還元層内にあるため肥効が安定し、かつ持続性が高まったためと考えられる。

1株当たり枯死葉身重の推移を図-6に示した。出穂期ころまでは各区ともその差異が小さく、その後、登熟が進むに従ってS区がD₂区、D₃区より多くなり区間差は拡大した。9月26日(登熟中期)での枯死葉身重は、S区とD₁区の差異は殆んどみられないが、D₃区で小さい値を示し、深層追肥量の多い区ほど枯れ上り程度は少なかった。このことは、D₂区、D₃区では登熟期の遅くまで根が健全に維持^{4,13)}され、これが原因となって上位葉の機能の維持を良好にし、下位葉の枯れ上りも抑制して枯死葉の増加をおさえるための効果となったように思われる。

3. 茎部および穂部の乾物重の推移

1株当たり茎部乾物重の推移を図-7に示した。各区とも8月26日(出穂期)まで増大しているのがみられるが、8月16日まではS区、D₁区が、その後はD₂区、D₃区がそれぞれ高い値で推移した。この茎部の推移は、葉身乾物重の推移(図-4)と同様の経過がみられた。

また、出穂期から成熟期までの1株当たり穂部の乾物重の推移を図-8に示した。これによると、出穂期からD₂区、D₃区がS区より重く、登熟が進むにつれてその区間差は拡大した。10月15日(完熟期)では、D₂区がもっとも重く、次いでD₃区でS区は軽かった。これは、収穫物の調査結果(表-4)からもみられるように、深層追肥区は株当たりの穂数・粒数が多く、登熟歩合はやや低いものの千粒重はわずかに重いことなどによるものと考えられた。このことは、図-4、5に示したように、出穂後の深層追肥区は、S区より1株当たり葉身重は重く、上位3葉の窒素濃度も高く保持していたため光合成能もS区より高く維持されていたことが推察され、より充実した粒数の増加につながり、これが最終的にはS区より6.2%~9.8%の増収になったものと思われる。

4. 収量関連形質と収量および収量構成要素の比較

固型肥料を深層に追肥して、その施用量を異にした場合、収量関連形質と収量および収量構成要素がどのように変動するかを、従来の化成肥料を表層に追肥した場合と比較した結果を表-4に示した。

収量関連形質をみると、深層に追肥することにより、表層追肥した区より稈長はD₁区で1cm、D₃区で3cm程度長くなり、m²当りの全乾物重はD₃区で約4%、D₂区で10%の増大を示した。

深層追肥区の収量は、S区に比べて6.2%~9.8%まさり、D₂区が最も高く、次いでD₁区であった。D₃区は一部に倒伏がみられたが6.2%の増収であった。

深層追肥によって増収がみられた要因を収量構成要素から検討すると、1個体当たりの穂数と粒数は

表-4 収量関連形質と収量および収量構成要素 (1983)

区名	項目 処理	稈長 (cm)	穂数 (本/株)	一穂粒数 (ヶ)	籾数 (ヶ/株)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米収量 (kg/a)	同左比	全乾物重 (kg/a)
S	化成肥料 表層追肥	77.7	18.4	83.2	1,531.0	85.1	21.35	54.52	100.0	124.4
D ₁	固型肥料 深層追肥 N. 3.0kg	78.9	19.4	83.4	1,619.9	84.7	21.71	58.38	107.1	130.9
D ₂	固型肥料 深層追肥 N. 4.5kg	79.3	21.2	81.5	1,727.8	80.6	21.93	59.86	109.8	136.2
D ₃	固型肥料 深層追肥 N. 6.0kg	80.5	23.4	79.4	1,857.9	74.7	21.28	57.89	106.2	129.9

いずれも深層追肥区で増大した。とくに籾数はD₁区で約6%、D₂区で13%、D₃区で21%それぞれ多く着粒した。登熟歩合をみると、いずれの区もS区より劣り、籾数の多かったD₃区ではS区の88%にとどまった。しかし、千粒重ではD₁区で1.7%、D₂区は2.7%重く、D₃区ではほぼ同等であった。その結果、追肥を深層に施用することにより、単位面積当りの籾数は穂数によって確保され、それぞれの穂上における穎果の充実がはかられ、籾数の増加に対して、千粒重はS区と同等か、もしくはそれ以上となって収量にあらわれたものと思われる。

前述した1982年、1983年の2ヶ年間における水稻の調査結果から、地上部の生育などにみられた深層追肥による特徴は、S区に比べて出穂後における栄養体の諸形質を比較的大きくし、かつそれを登熟後期まで維持する効果が認められた。すなわち、図-3、4、5、6、7に示した如く、深層追肥区はS区に比べて最大葉面積に達した出穂時では葉身重、茎重ともに比較的大きく、しかも登熟期間中においても高い値を維持した。さらに、出穂後の葉身の窒素濃度もS区より比較的高く維持され、下葉の枯れ上り程度を少なくし、登熟期間中のソースが高水準に維持されたことは、全般的にみればいわゆる秋優り的な生育が図られたものと思われる。このことは、固型肥料を約12cmの深層に追肥したことにより、窒素が還元層内にあるため肥効が安定して持続性も高まり、中・下層根の活力を高めた^{4,13)}と考えられる。これらの結果は、奥村ら¹³⁾の肥沃田における結果と良く一致し、深層追肥において地力差がもたらす生育のちがいはほとんどみられなかった。

次に、収量および収量構成要素にみられた深層追肥による特徴は、本実験での範囲でみると、深層追肥量の多い区ほど有効茎歩合が高まって穂数が増加し、1株当りの籾数は増大した。したがって登熟歩合はやや低下したが、千粒重もわずかではあるが大となって増収への伏線となった。既往の肥沃田における試験結果^{4,8,10,13,14,20)}を通覧すると、深層追肥の増収効果は基肥窒素量を極度に少なくして初期の生育を抑制させ、深層追肥の窒素量を10a当り5~7kgとし、出穂30~40日前に与えている。し

たがって幼穂形成期ごろにおける葉身の窒素濃度は著しく高まりその結果、2次枝梗数が増加¹¹⁾して1穂粒数を著しく増大させ、総粒数を確保したことを報じている。これに対し、本実験はせき薄土壌のため、初期生育の促進を図り、生育前半における生育量の確保が急務と考え、基肥施肥量(表-1, 2)は上述の研究事例^{1, 8, 10, 13, 14, 20)}よりも倍量近く与えた。深層追肥の時期は、倒伏防止、無効分けつの発生を極力回避¹¹⁾するため出穂23日前に施用した。しかし、固型肥料は化成肥料に比べてその肥効が緩慢¹¹⁾なため、幼穂形成期における葉身の窒素濃度(図-5)は表層追肥(化成肥料)区に比べて低く経過し、深層追肥(固型肥料)区は1穂着粒粒数¹¹⁾では表層追肥区より少なくなり、穂数の増加によって単位面積当りの総粒数を確保する形となった。

以上のことから、水稻収量の積極的な増収策は総粒数の増大^{1, 11, 18)}にあると考えられ、深層追肥による単位面積当りの総粒数は、肥沃水田における多くの試験結果は1穂粒数で、せき薄な水田では穂数の増加によってそれぞれ得られたことが確認された。

造成後、3年余を経過した有機物の乏しいせき薄な水田において、深層追肥によりa当り玄米収量が1982年は表層追肥に比べて13%増の52.2kg、1983年は6.2%~9.8%増の57.9kg~59.8kgが得られたことは注目に値する。なお、1983年で得られたD₂区のa当り59.8kgは、農場開設以来の最高の収量である。

以上の結果から、せき薄な造成水田において追肥を深層に施用することは、水稻の生育を良好にし、単位面積当り粒数も多く確保され、千粒重の増大によって充実した玄米が得られ、せき薄な土壌でも表層追肥区に比べて著しく増収することを明らかにした。また、この場合における深層追肥の窒素の適量は、a当り0.45kg付近にあるものと推察された。

謝 辞

本研究において、有益な御助言を賜った本学作物学研究室雨宮昭教授、佐藤亨講師ならびに杉本秀樹助手には深い感謝の意を表します。また、本学付属農場長門屋一臣教授には貴重な御助言を賜った。ここに厚く御礼を申し上げます。

摘 要

造成水田において水稻の潜存生産力を発揮・向上させる目的で、固型肥料の施用量を異にして深層追肥を行い、その生育の様相と玄米収量に及ぼす影響を従来の表層追肥と比較した。結果は次のように要約される。

1. 玄米収量は、深層追肥によって1982年は13%、1983年ではD₁区(N0.3kg/a)9.8%、D₂区(N0.45kg)6.2%、D₃区(N0.6kg)6.2%それぞれ増収した。
2. 深層追肥によって穂数、株当り粒数、千粒重はそれぞれ増大したが、登熟歩合は低下した。
3. 出穂期における葉面積指数の最大値は深層追肥区で6.1、表層追肥区は5.5を示した。

4. 出穂後の深層追肥区における葉身および茎の乾物重の減少は、表層追肥区におけるそれよりも小さかった。

5. 出穂期以後における葉身の窒素濃度は、表層追肥区よりも比較的高く維持され、下葉の枯れ上り程度も少なかった。

引用文献

- 1) 本谷耕一 (1968) 稲作多収の基礎条件。農文協。東京。 16-35.
- 2) 堀内悦夫, 佐藤亨, 杉本秀樹, 川合通資 (1982) 造成水田における作物の生産性に関する研究 第1報 開田初期における水稻の生育収量について。 日作四支会 19:13-14 (要旨)。
- 3) 堀内悦夫, 永井徳重, 田原三男, 沢田清, 村上和夫 (1964) 造成水田における水稻生産力の推移について。愛媛大学農学部農場報告 第5号:1-7。
- 4) 許 輝, 太田保夫 (1969) 深層追肥と間断灌漑が水稻の収量ならびに生理生態的特性におよぼす影響。日作紀 38:501-506。
- 5) 清野馨, 諸岡稔, 本松輝久, 山下鏡一 (1976) 暖地水稻作における深層追肥の効果 第2報 暖地水稻の乾物生産様式に関する栄養生理的研究。九州農試報 18 (2):157-175。
- 6) 村田吉男, 長田明夫 (1959) 水稻の光合成に関する研究 第12報 肥料三要素供給量と光合成能力との関係。日作紀 28:184-187。
- 7) 村田吉男 (1961) 水稻の光合成とその栽培学的意義に関する研究。農技研報 9:1-169。
- 8) 盛正勝, 八木橋六二郎 (1962) 水稻の深層追肥による増収機構。東北農業研究 4:26-28。
- 9) 三本弘乘, 相馬幸徳, 今井繁男 (1965) 水稻の生育各期の深層追肥が収量および収量構成要素に及ぼす影響。青森農試報告 10:129-134。
- 10) 松浦欣哉, 岩田忠寿, 長谷川毅 (1969) 水稻の深層追肥の効果に関する研究 第1報 増収機構について。日作紀 38:215-221。
- 11) 松島省三 (1973) 稲作の改善と技術, 養賢堂, 東京, 1-393。
- 12) 長田明夫, 村田吉男 (1962) 水稻品種の光合成と耐肥性に関する研究 第1報 中生品種の光合成と耐肥性との関係。日作紀 30:220-224。
- 13) 奥村俊勝, 竹内史郎, 長谷川浩 (1982) 水稻に対する窒素の深層追肥効果に関する研究。第2報 追肥位置と地上部の生育・収量との関係。日作紀 51:58-64。
- 14) 奥村俊勝, 竹内史郎, 長谷川浩 (1982) 水稻に対する窒素の深層追肥効果に関する研究 第3報 固型肥料と硫酸の深層追肥効果の差異 近畿大学農場報告 第4号:1-8。
- 15) 武田友四郎, 玖村敦彦 (1959) 水稻における収量成立過程の解析 第3報 窒素と日射の複合条件が水稻の同化呼吸及び物質生産に及ぼす影響。日作紀 28:175-178。
- 16) 田中稔 (1962) 5石取り稲作の構想と実際。農及園 37:25-28, 347-349, 493-498。
- 17) 田中稔 (1966) 青森県における稲作技術。(深層追肥技術) 農業技術 21:301-305。

- 18) 津野幸人 (1970) イネの科学 多収技術の見方考え方。農文協。東京。1 - 212.
- 19) 田中稔 (1971) 稲作の深層追肥に関する研究。青森県農業試験場総合業績第三号。331 - 389.
- 20) 和田定, 工藤哲夫 (1965) 深層追肥による水稻品種の反応に関する研究。1. 収量構成要素について。日作紀 34 : 425 - 430.
- 21) 八柳三郎, 松島正, 佐々木力 (1963) 深層 (固型肥料) 追肥が水稻の生育収量に及ぼす影響について。東北農業研究 5 : 70 - 71.
- 22) 山下鏡一, 岸本章三 (1968) 水田生産力と施肥との関連特に追肥の効果 わが国における土壤肥料学の進歩 日本土壤肥料学会, 127 - 132.

Summary

In order to improve the productivity of rice plants in the reclaimed paddy field, a ball fertilizer was topdressed to deeper layer (plot D) and the plant growth as well as the yield of husked rice was recorded and compared with that of the control plot (plot S) where the fertilizer was broadcasted on the surface soil.

The results obtained were summarized as follows :

1. In 1982, a 0.3 kg/a application of the ball fertilizer to deeper layer increased the yield of husked rice by 13.0%. In 1983, the fertilizers were applied at rates of 0.3, 0.45, and 0.6 kg/a and the percentages of the increased yields were 7.0, 9.8, and 6.2% respectively.
2. In the D plot, numbers of panicle and grain per hill and 1000 kernel weight increased. However, percentage of ripened grains decreased.
3. At the heading stage, maximum leaf area indexes of the D and S plots were 6.1 and 5.5 respectively.
4. After the heading, dry weight of leaf blade and stem in the D plot did not so decreased as those in the S plot. Nitrogen concentration of leaf blade in the D plot was kept higher than that in the S plot. Dying-off of lower leaves in the former plot was not so remarkable as that in the latter plot.