

表層代かき同時移植栽培における水稲の 生育特性と好適な基肥窒素施用量

在原 克之 ・ 斉藤 幸一 ・ 駒塚 富男

キーワード：表層代かき、水稲、生育特性、基肥窒素、土壤還元

I 緒 言

水稲移植栽培において、山崎 (1959)、高城 (1966)、熊野ら (1985) は、土壌からの無機態窒素の発現には適度な土壌の還元化が必要であると、土壌の還元化を促すうえで代かきの意義は大きいとしている。すなわち、代かきによって土壌中の3価鉄が2価鉄に変化する際に、アンモニア態窒素が発現し (本村、1969; 浅見、1970)、水稲の生育、収量を促すとするものであり、出井・吉野 (1972)、小山 (1975) によれば水稲の窒素吸収量の約65%をまかなうとされている。これに加えて、山岸・橋爪 (1972) は水稲生育中に発生する雑草を防除するうえで、代かきによる耕種の雑草防除効果を報告しており、水稲の移植栽培において代かきは優れた管理手法であると考えられる。

一方、近年、米を取り巻く情勢は厳しく、水稲栽培の低コスト化が求められており、圃場の拡大や栽培面積の拡大が図られている。しかし、温暖地において水稲の早期栽培が行われている千葉県では、荒代かき、代かきならびに移植作業が4月に集中する。このため、水稲の栽培面積を拡大しようとする農家や集団にとっては作業量が増加するとともにさらなる集中を招き、また、複合経営農家では他部門との労力競争を生じるなど、生産の上で制限要因の一つとなっている。したがって、4月の耕耘、代かき作業を省力、あるいは簡略化した移植栽培法の確立は重要であると考えられる。

代かきを省略、あるいは簡略した移植法については、柴田 (1999) は①未耕耘圃場に専用機を用いて移植する不耕耘移植、②耕耘した圃場に入水し、代かきを省略して移植する方法、③未耕耘圃場に入水し、ドライブハロ等によって浅転して泥状化させて移植する方法等に区分した。しかし、いずれの移植法も、慣行代かき移植とは異なった土壌条件となるため、水稲の生育量確保の視点

から、栽培法に対応した施肥管理技術が必要となっている。

本論文で報告する表層代かき同時移植栽培 (農業改良資金協会、1997) は、ロータリ耕された圃場へ入水し、小型ハロを装着した専用移植機で表層3~4cmを代かきしながら側条施肥し、同時に移植するものである。すなわち、慣行移植栽培で行われている荒代かきや施肥、植代かきならびに移植作業を一行程で行う方法である。

この移植法は、慣行代かき移植の耕耘・耕耘体系とは異なり、代かきする土層が極く表層に限られることから、これまで代かきの意義として考えられてきた水の降下浸透の抑制、土壌の還元化やアンモニア態窒素の発現といった土壌の理化学性に起因する効果は慣行代かきと異なると考えられる。

表層代かき同時移植栽培における、ロータリによる耕耘時期や耕耘後に発生する冬雑草が、水稲の移植精度や生育に及ぼす影響については、別報で報告したが (在原・小山、2002)、水稲の表層代かき同時移植栽培における土壌の理化学性の変化と水稲の生育、収量を関連づけた報告はみあたらない。

そこで、温暖地の水稲早期栽培において、表層代かき同時移植栽培における水稲の生育相を慣行代かき移植栽培と比較し、本移植法で慣行並収量を得るための好適な基肥窒素量を明らかにしたので報告する。

本研究を進めるにあたり、千葉県農業試験場元水田作研究室長深山政治博士 (現、千葉県農業総合研究センター技監)、農林水産省農業研究センター (現、独立行政法人中央農業総合研究センター) 長野間 宏プロジェクトチーム長 (現、秋田県農業試験場長) には適切なお助言をいただいた。

本論文のとりまとめにあたり、千葉県農業総合研究センター水田作研究室長小山 豊博士にご助言をいただいた。また、専用機での移植に際しては、三菱農機株式会社に多大なお協力をいただいた。ここに記して厚くお礼を申し上げる。

II 試験方法

1. 試験区の構成

試験は1993年と1994年の2か年、千葉県農業総合研究センター内の中粗粒強グライ土水田で、1圃場(面積7a)を2分割し、代かき法と基肥窒素量を組合せた試験区を設けた。

代かき法として、ロータリ耕し、入水した圃場へ、専用機(三菱農機社製乗用型6条ハロ田植機)で深さ約5cmの表層を代かきしながら移植する表層代かき同時移植区(以下、表層代かき区)と慣行代かき区を設けた。

基肥の施用は両代かき法とも有機入り尿素高度液状複合肥料(10-16-12)を用いた。1993年は窒素成分として2.5kg/10aの基肥標準区のみとし、移植時に側条施肥した。1994年は、側条施肥での窒素成分2.5kg/10aを基肥標準区とし、これに基肥窒素量を3.5/10aとする基肥増施肥区、基肥窒素を2.5kg/10aとし移植後40日に窒素成分1.0kg/10aを塩安(N成分25%)で追肥する中間追肥区を設けた。また、両年とも、土壌から発現する無機態窒素の影響を明らかにするために、両代かき法について無肥料区を設けた。

2. 耕種概要

表層代かき同時移植栽培におけるロータリ耕は、1993年が4月11日、1994年は3月25日に行い、移植前7日に入水し専用機で移植した。一方、慣行代かきの耕耘体系は、1993年は4月11日にロータリ耕して同日入水した後、4月13日に荒代かきを、4月19日に植代かきを行った。1994年は、3月12日にロータリ耕して4月12日に入水した後、4月13日に荒代かきを、4月17日に植代かきを行った。なお、両年とも秋耕は行わず、稲わらは無施用で試験した。

両年とも3月31日に「コシヒカリ」を播種し、1993年は4月23日、1994年は4月22日に稚苗を栽植密度18.5株/m²、3~5本/株で移植した。なお、慣行代かき区については専用機の代かき用ハロを停止し移植した。

穂肥は、両年、両代かき法ともに出穂20~18日前(主茎の幼穂長1mm)に、NK化成(17-0-17)を用いて窒素と加里を成分で各3.0kg/10aを表層施用した。

水稻栽培期間中、有効茎を確保するまでは常時湛水し、約2週間中干しをした後に再度入水し、以降は間断かんがいた。

3. 調査方法

代かき法の違いが土壌の理化学性に及ぼす影響を明らかにするため、1994年に、移植後の下げ振り貫入深を定法(農作業試験法編集委員会, 1987)により、分けつ期

における日減水深を2機づつ設置したN式減水深計により5月22日から25日に測定した。また、土壌の酸化還元電位は白金電極法により、深さ4cmの電位を各試験区3地点で、1994年5月2日から7月8日まで4~9日の間隔で測定した。

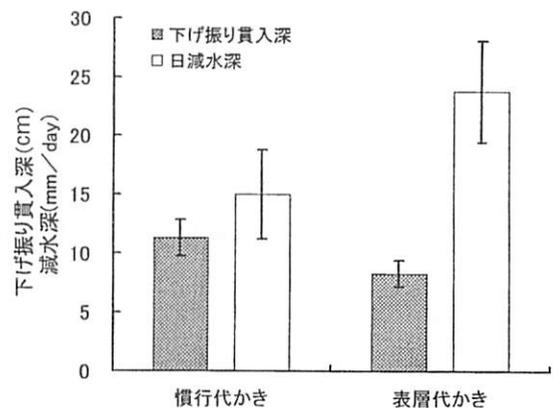
水稻の生育量は、両年とも各試験区2地点でそれぞれ15株について草丈、茎数、稈長、穂長ならびに穂数を調査した。また、幼穂形成期の葉色は、葉緑素計(ミノルタSPAD502)により、各試験区2地点でそれぞれ15株について展開第2葉を測定した。収穫物は1箇所3.3m²単位で各試験区2地点で刈り取りを行い、収量と収量構成要素を計測した。

1994年の幼穂形成期と成熟期に、それぞれ生育が中庸な4株を各試験区から採取し、乾燥、粉碎した後にケルダール法で窒素含有率を測定し、稲体の窒素保有量を算出した。なお、機械移植による不良植付けの影響を避けるために、生育、収量を調査する部分については補植した。さらに、雑草害を避けるために、移植7日後に残存した冬雑草を手取り除草した。

III 試験結果

1. 表層代かきにおける土壌の理化学的特性

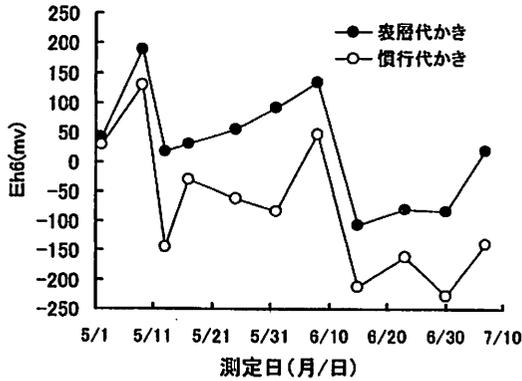
慣行代かきと表層代かきによる、移植後の下げ振り貫入深と分けつ期における日減水深を第1図に示した。



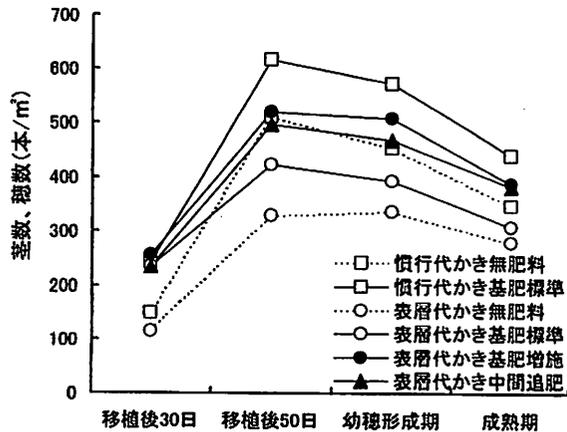
第1図 移植後の土壌硬度と減水深
注) 図中の線は、標準偏差の幅を示す。

慣行代かき区の下げ振り貫入深は約12cmで、この深さはロータリ耕による耕深に相当するとともに、千葉県における作土深(千葉県農業試験場, 2001)と同等であった。これに対して、表層代かき区の下げ振り貫入深は約8cmと浅かった。これは、移植時に専用機で代かきされた表層4~5cm以深には、ロータリ耕で砕土された際の土塊が依然として存在していることを示していた。

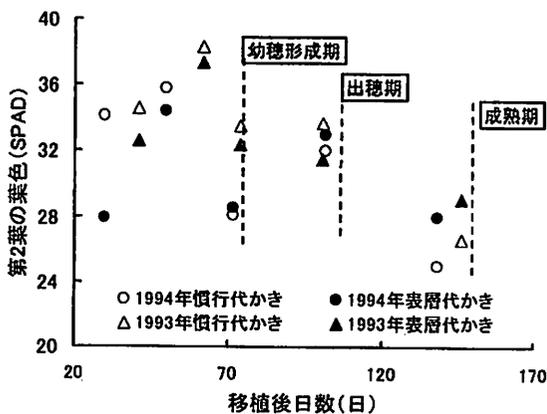
移植後約30日を経過した時点での慣行代かき区の日減水深は約14mmであったが、表層代かき区では約23mmで慣行代かき区に比べて減水深が大きかった。このため、移植期から移植後30日間の給水間隔は、慣行代かき区で3.5日であったのに比べて、表層代かき区ではほぼ2日と短かった。



第2図 代かき法別の酸化還元電位の変化(1994年)
注) Ehの値は3地点の平均



第3図 移植法別の茎数、穂数の推移(1994年)
注) 成熟期の値は穂数。



第4図 両代かき法無肥料区における葉色の推移(1993,1994年)

移植7日後から水稻が幼穂形成期を迎えた7月上旬までの、両代かき区における土壤の酸化還元電位を第2図に示した。両区の酸化還元電位は、ある程度の上下変動はあるものの、50~150mVの差を保ちながら次第に低下する傾向を示した。両区の酸化還元電位は水稻が最高分けつ期を迎えた6月中旬に最も低くなり、慣行代かき区で約-200mV、表層代かき区では約-100mVであり、移植期から「コシヒカリ」が有効茎を確保するまでの約50日間の表層代かき区の酸化還元電位は、慣行代かき区に比べて高く、土壤の還元程度は弱かった。

2. 代かき法と基肥窒素量の違いが水稻の生育、収量に及ぼす影響

1994年の茎数、穂数の推移を第3図に示した。両代かきの無肥料区の茎数、穂数の推移をみると、移植後30日では茎数の差はほとんど認められなかったが、最高分けつ期となった移植後50日では顕著な差が認められ、表層代かき区の茎数は慣行代かき区に比べて約40%少なかった。その後、表層代かき無肥料区では、茎数、穂数の減少は極く僅かであったが、慣行代かき無肥料区では茎数が減少し有効茎歩合は約70%となった。

基肥標準区の茎数を比較すると、無肥料区と同様に慣行代かきに比べて表層代かきの方が少なく、両代かき区の間には最高分けつ期の茎数で約300本/m²、穂数で約130本/m²の差が認められた。しかし、有効茎歩合は両代かき区とも75%前後で、差は認められなかった。

表層代かきで基肥窒素を増施すると、基肥標準区に比べて最高分けつ期の茎数で約100本/m²、穂数では80本/m²増加し、各調査期における茎数は慣行代かき基肥標準区と表層代かき基肥標準区の中間に位置した。また、表層代かき基肥標準量、中間追肥区では、移植後50日と幼穂形成期の茎数は基肥増施区に比べてやや少ないものの、穂数は基肥増施区並みであった。

1993年と1994年における慣行代かきと表層代かきの無肥料での葉色値の推移を第4図に示した。表層代かきの葉色は、移植30日後から65日後までは慣行代かきに比べて淡く推移したが、出穂期にあたる移植105日後では代かき法による差はなく、成熟期では慣行代かきに比べて濃かった。

代かき法別、基肥窒素量別の生育、収量ならびに収量構成要素の調査結果を第1表に示した。

代かき法の違いが穂数に及ぼす影響を比較すると、1993年は、無肥料区では代かきによる差はほとんど認められなかったが、基肥標準区では表層代かきの方が12%少なかった。1994年は、同一施肥窒素水準で比較すると、表層代かきで穂数が20~30%少なかった。表層代かきに

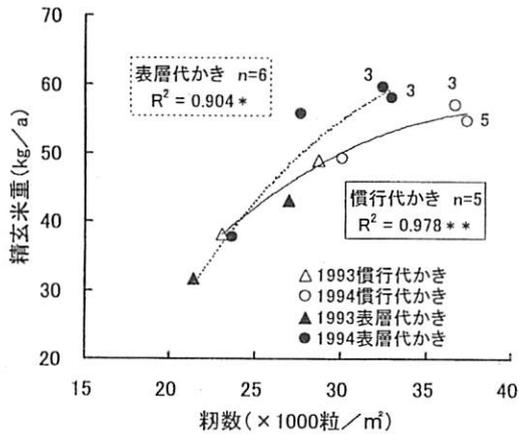
第1表 移植法別、施肥法別の水稻の生育、収量ならびに収量構成要素

年度	移植法	施肥法	幼穂形成期		成熟期		倒伏程度 ¹⁾	収量			穂数		登熟歩合(%)	千粒重(g)
			茎数(本/㎡)	葉色(SPAD)	穂数(本/㎡)	稈長(cm)		全重(kg/a)	精玄米重 ²⁾ (kg/a)	指数	1穂(粒)	㎡当たり(×千粒)		
1993	慣行代かき移植	無肥料	292	33.5	257	78	0	105	38.1	78	90.0	23.1	80.0	19.6
		基肥標準	392	31.9	351	85	1	135	48.9	100	81.8	28.7	76.3	19.5
	表層代かき同時移植	無肥料	331	32.4	249	73	0	90	31.7	65	85.8	21.4	78.1	19.7
		基肥標準	392	28.8	311	80	1	111	43.0	88	86.8	27.0	73.9	19.7
1994	慣行代かき移植	無肥料	454bcd	28.1	346bc	86b	1	124	49.3	86	87.0	30.1	80.7	21.5
		基肥標準	572e	27.8	439cd	94cd	3	151	57.2	100	83.6	36.7	70.6	21.8
		基肥増施	637e	28.1	465d	97d	5	161	54.8	96	80.3	37.4	68.5	21.8
	表層代かき同時移植	無肥料	336a	28.6	278a	80a	0	105	37.7	66	85.3	23.7	83.6	21.3
		基肥標準	393ab	27.6	306ab	86b	2	136	55.9	98	90.5	27.7	82.0	22.2
		基肥増施	508cd	28.5	387c	90bc	3	149	59.8	105	84.0	32.5	78.8	21.6
	中間追肥	467bcd	28.5	383c	90bc	3	151	58.2	102	86.2	33.0	75.5	22.4	

注1) 倒伏程度は0(無)～5(甚)で示した。

2) 粒厚1.8mm以上を精玄米とし、精玄米重の指数は各試験年度の慣行代かき基肥標準区を100とした。

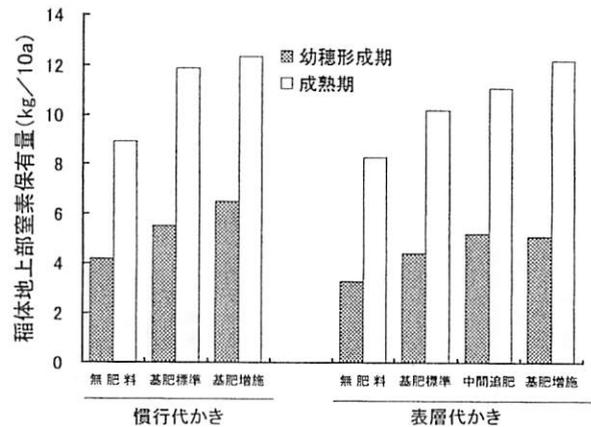
3) 1994年度の同一文字を付した値の間には5%水準で有意差のないことを示す(Scheffeの多重検定による)。



第5図 代かき法別の㎡当たり穂数と収量の関係

注1) 図中の数値は倒伏程度を示す。

2) *, **はそれぞれ5%、1%水準で有意を示す。



第6図 代かき法、基肥窒素量別、水稻の窒素保有量の比較(1994年)

において、基肥窒素量を増施するかあるいは分けつ期中間追肥することにより、基肥標準区に比べて幼穂形成期の茎数は15～20%、穂数は約25%増加し、千葉県における「コシヒカリ」の好適穂数400本/㎡(千葉県、千葉県農林技術会議、2001)の範囲にあったが、慣行代かき基肥標準区と比較すると12%少なかった。

稈長をそれぞれ同一の基肥窒素水準で比較すると、慣行代かきに比べて表層代かきでは4～8cm短かった。また、倒伏程度は慣行代かき基肥標準区で3(中)程度を示したのに対して、表層代かき基肥標準区の倒伏は軽度で、増施区と中間追肥区で中(3)程度を示した。

収量構成要素のうち1穂穂数は、無肥料区では慣行代かきの方が、基肥標準区と基肥増施区では表層代かきの方がやや多い傾向が認められた。

この結果、穂数と1穂穂数の積である㎡当たり穂数を同一の基肥窒素水準で比較すると、慣行代かきに比べて表層代かきで少なく、特に、1994年においては20%前後

少なかった。1994年の表層代かき基肥標準区の穂数は、27,700粒/㎡で慣行代かき基肥標準区に比べて25%少なかったが、増施区と中間追肥区では穂数の増加により、㎡当たり穂数が「コシヒカリ」の倒伏限界とされる32,000粒/㎡に達した。

登熟期間の気象が冷温寡照であった1993年は、代かき法の違いによる千粒重の差はほとんどなく、登熟歩合は慣行代かきで高い傾向であった。これに対して、登熟期間が高温多照であった1994年は、千粒重、登熟歩合とも表層代かきで高かった。

精玄米重を慣行代かき基肥標準区を指数100としてみると、1993年は表層代かき無肥料区で65、基肥標準区で88であった。また、無肥料区だけで比較してみても、表層代かきでは慣行代かきに比べて17%減収した。1994年は、慣行代かき無肥料区では86となったが、表層代かき無肥料区では66で、無肥料区だけで比較すると表層代かきでは24%減収した。しかし、表層代かき基肥標準区の

収量指数は98で慣行代かき基肥標準区並であり、表層代かき基肥増施肥区と中間追肥区ではやや増収した。

代かき法別に㎡当たり籾数と精玄米重の関係を第5図に示した。両代かき区とも㎡当たり籾数が32,000粒を超えると中(3)程度以上の倒伏となった。しかし、籾数24,000~32,000粒/㎡の範囲でみると、㎡当たり籾数の増加に伴う精玄米重の増加は慣行代かきに比べて表層代かきで大きく、表層代かきでは登熟歩合と千粒重が収量維持の要素となっていた。

3. 代かき法の違いによる水稻の窒素吸収量の比較

幼穂形成期と成熟期における稲体地上部の窒素保有量を、代かき法別、基肥窒素量別に第6図に示した。慣行代かきでは、基肥窒素施用の増加に伴って窒素保有量は増加した。成熟期では無肥料区の窒素保有量約9kg/10aに対して、基肥標準区は約12kg/10aまで増加した。しかし、基肥標準区と基肥増施肥区を比較した場合、成熟期では両区の差は僅かであった。

表層代かき無肥料区の窒素保有量は、慣行代かき無肥料区に比べて幼穂形成期、成熟期ともに約1kg/10a少なく、表層代かき基肥標準区の幼穂形成期と成熟期の窒素保有量は、慣行代かき基肥標準区に比べてともに1.5kg/10a前後少なかった。

しかし、表層代かき基肥増施肥区の幼穂形成期、成熟期の窒素保有量は、慣行代かき基肥標準区並となった。表層代かきでの中間追肥は幼穂形成期の窒素保有量を増加させたが、成熟期の保有量は、慣行代かき基肥標準区ならびに表層代かき基肥増施肥区に比べて約1kg/10a少なかった。

IV 考 察

1. 表層代かき同時移植水稻の生育特性

1993年の幼穂形成期の茎数ならびに穂数は、1994年に比べて少ない傾向にあった。これは、1994年は水稻分けつ期における平均気温が平年に比べてやや高く、日照時間も長かった(千葉県農林部、1995)のに対して、1993年は分けつ期前半と最高分けつ期ごろの気象が冷温寡照(千葉県農林部、1994)であり、両年の気象条件の差が生育に反映したためと考えられた。

すなわち、表層代かき同時移植水稻の生育相は、基肥窒素水準が同じだと、慣行代かきに比べて分けつが少なくなるために穂数が不足し、これに伴って㎡当たり籾数が不足する。このような状態であっても、出穂期以降の気象条件が1994年のように良好であれば、㎡当たり籾数の不足は登熟歩合と千粒重の向上によって補われ、これ

により収量は慣行代かき並まで補償されると推察された。しかし、1993年のように、出穂期以降の気象が冷温寡照となった場合には、㎡当たり籾数の不足を登熟歩合と千粒重によって補償することができず、減収するものと考えられた。

2. 表層代かき同時移植水稻の窒素吸収を決定する土壌の理化学性

代かき法の違いによる窒素吸収の違いは、土壌からの無機態窒素の発現パターンの違いを示している。つまり、無機態窒素の発現の違いは、以下に述べる代かき後の土壌理化学性によると考えられた。

慣行代かきでは、荒代かきや植代かきによって土壌を泥状化することで土壌孔隙に残った空気を追い出すとともに、耕盤層の亀裂や根成孔隙に泥土が入り込み水の降下浸透を抑制する。しかし、表層代かきでは、移植後も土塊が残存するため(在原・小山、2002)、土塊内には空気が封入され、耕盤層にある亀裂の閉塞が不十分となって水の降下浸透量が多くなったと推察された。

代かき後は、まず微生物によって酸素が消費され、その後土壌中の3価鉄が2価鉄に変化する際、土壌有機物が電子の供与体として働き、無機態窒素が発現する(本村、1969; 浅見、1970)とされ、一連の反応とともに土壌の酸化還元電位は低下し、土壌はグライ化することになる。この場合、土壌の還元程度と無機態窒素の発現は、3価鉄に電子を供与する土壌有機物の含量によって異なる(在原・渡辺、1988)。しかし、本試験は同一圃場での試験であり土壌有機物含量の差はなく、代かき法の違いが無機態窒素の発現を左右したと判断された。すなわち、表層代かきでは、耕盤層の透水性が高いために、かんがい水による空気の流入で酸化還元電位の低下が抑制され、水稻の分けつ期における無機態窒素の発現量が減少したと考えられた。しかし、地上部の生育とともに根の伸長が旺盛となる最高分けつ期頃には、耕盤層にあった亀裂や根成孔隙は伸長した根によって塞がれて減水深が低下し(石橋、1998)、この後は無機態窒素の発現量が増加したと推察された。

以上のように、慣行代かきに比べて表層代かきでは、碎土率が低いことと水の降下浸透量が多いために土壌の還元化が遅れ、これにより水稻の分けつ期における土壌からの無機態窒素の発現量が少なくなり、茎数と穂数が減少したと考えられた。

3. 表層代かき同時移植における好適基肥窒素量の算出

試験を行った中粗粒強グライ土における慣行代かき全面全層施肥での「コシヒカリ」の好適な基肥窒素量は3

kg/10aとされている(千葉県, 1994)。これに対して、慣行代かきで側条施肥した場合には、局所施用による利用率の向上で全面全層施肥に対して20~30%減収が可能とされており(中島・八楨, 1984)、これに基づいて本試験における慣行代かきでの基肥窒素量を2.5kg/10aとした。深山(1988)は、千葉県における「コシヒカリ」の収量水準560kg/10aにおける好適な窒素保有量を幼穂形成期で5~5.5kg/10a、成熟期で11~12kg/10aとしており、本試験における慣行代かき基肥標準区の窒素保有量は、ほぼ好適な範囲にあったと判断された。一方、表層代かきでは、土壌からの無機態窒素の発現量が少なく、慣行代かき並の基肥窒素量2.5kg/10aでは穂数は不足する状況であった。しかし、穂数の不足により好適な㎡当たり籾数33,000粒(深山, 1988)を下回っても、1994年の結果にみられるように、高温多照の気象条件であれば登熟歩合と千粒重の向上によって収量は補償される。これに対して、1993年にみられた低温寡照条件では登熟歩合と千粒重による補償作用は期待できず、基肥窒素量2.5kg/10aでは減収する危険性が高いと考えられた。したがって、表層代かき同時移植栽培では、穂数の確保を前提とした基肥窒素の増施が必要と考えられる。

幼穂形成期における無肥料区の窒素保有量は慣行代かきで4.1kg/10a、表層代かきで3.3kg/10aであり、基肥標準との窒素保有量の差はそれぞれ約1.3kg/10a、約1.1kg/10aであった(第6図)。これから基肥窒素の利用率を算出すると、慣行代かきでは52%、表層代かきでは44%であった。この表層代かきでの基肥窒素の利用率は、駒塚・太田が(1995)砂質土で算出した慣行代かき側条施肥の利用率と同程度であったが、慣行代かきに比べると低く、水の降下浸透が多いために施肥窒素が下層へ移動して利用率が低下したと推察された。

前述の考察をもとに、表層代かき同時移植で「コシヒカリ」を栽培する際の好適な基肥窒素施用量を以下のように算出した。

「コシヒカリ」の目標収量を560kg/10aとした幼穂形成期の好適な窒素保有量を5kg/10a(深山, 1988)とすると、表層代かきでは3.3kg/10aを土壌から発現する無機態窒素により、残る1.7kg/10aを基肥窒素で補うことになる。この場合、施用する基肥窒素の利用率44%を考慮すると、基肥窒素量は4kg/10a程度と推定された。よって、表層代かき同時移植での「コシヒカリ」栽培では、慣行代かき全面全層施肥の基肥窒素量より3kg/10aよりも30%程度を増施することで、好適な生育量の確保が可能と考えられた。

以上のように、表層代かき同時移植では、土壌からの

無機態窒素の発現量が少なく、分けつの発生が抑制され、穂数が不足して減収する。したがって、「コシヒカリ」では、慣行代かき全面全層施肥に比べて基肥窒素量を約30%増施する必要がある。

「コシヒカリ」への穂肥施用については、芥藤ら(1992)の報告する幼穂形成期の茎数、草丈ならびに葉色値からなる診断値に基づき、時期や窒素量が決められており、表層代かき同時移植栽培への適用は可能と考えられる。しかし、表層代かきでは、無肥料区の稲体窒素保有量(第6図)からみて、土壌からの無機態窒素の発現が幼穂形成期以降多くなる傾向がうかがえることから、前述の生育診断と無機態窒素発現量の推定とを組合わせた穂肥施用を検討する必要がある。

V 摘 要

表層代かきにおける、土壌からの無機態窒素の発現と水稻の生育、収量との関係を解析し、「コシヒカリ」の好適な基肥窒素量を明らかにした。

1. 表層代かきでは、慣行代かきに比べて移植後の土壌の還元程度が弱く、分けつ期における土壌からの無機態窒素の発現量が少なかった。
2. 土壌からの無機態窒素の発現量が少ないために表層代かき同時移植水稻は、慣行代かき移植に比べて茎数と穂数が少なくなり、㎡当たり籾数も少なくなるが、登熟期間の天候が良好な条件であれば登熟歩合と千粒重の向上により、慣行代かき移植並の収量水準となった。しかし、天候が不良の場合には、登熟歩合と千粒重の向上による補償作用は認められなかった。
3. 表層代かき同時移植で、水稻の生育量と収量を慣行代かき移植並とするには、慣行代かき全面全層施肥の基肥窒素量3kg/10aよりも30%程度増施し、土壌由来の無機態窒素の不足を補う必要があった。

VI 引用文献

- 在原克之・渡辺春朗(1988). 客土造成水田の水田土壌化について. 土肥誌. 59. 607-613.
- 在原克之・小山 豊(2002). 水稻の表層代かき同時移植栽培における冬雑草の防除法. 千葉県農業総合研究センター報告. 1. 55-62
- 浅見輝男(1970). 水田土壌中における遊離鉄の行動に関する研究. 土肥誌. 41. 7-11
- 千葉県(1994). 主要農作物等施肥基準. 61.
- 千葉県・千葉県農林技術会議(2001). 稲作標準技術体

- 系, 211.
- 千葉県農林部 (1994). 平成5年の異常気象と水稻の作柄—長期にわたる冷温と寡照の影響—. 1-16.
- 千葉県農林部 (1995). 平成6年度水稻作柄安定対策調査ほ設置事業実績書. 14-16.
- 千葉県農業試験場 (2001). 千葉県耕地土壌の実態と変化. 土壌環境基礎調査総合とりまとめ報告書. 20.
- 出井嘉光・吉野 喬 (1972). 水田研究における重窒素の利用. 農技研. 昭和47年度土壌肥料関係専門別検討会資料. 2. 1-16.
- 石橋英二 (1998). 不耕起乾田直播栽培の継続が土壌ち密度並びに減水深に及ぼす影響. 土壌の物理性. 79. 11-21.
- 駒塚富男・太田恒男 (1995). 砂質水田における側条二段施肥水稻の生育および窒素吸収特性. 千葉農試研報. 36. 23-30
- 小山雄生 (1975). 15N利用による水田土壌肥沃度測定の実際と生産力. 土肥誌. 46. 260-269.
- 熊野誠一・関 寛三・金 忠男 (1985). 水稻の機械移植栽培における代掻きに関する研究. 東北農試報. 72. 1-53.
- 深山政治 (1988). 水稻の最適窒素保有量に基づく新しい施肥基準策定法に関する研究. 千葉農試特別報告. 15. 1-92.
- 本村 悟 (1969). 水田土壌中における2価鉄の行動とその役割について. 農技研報. B. 21. 1-114.
- 中島啓亜・八楨 敦 (1984). 施肥田植機の利用法. 昭和59年度試験研究成果発表会資料—新しい農業技術—千葉県・千葉県農林技術会議. 28-34.
- 農作業試験方法編集委員会 (1987). 農作業試験法. 60-64. 農業技術協会. 東京.
- 農業改良資金協会 (1997). 稲作省力技術移植編. 38-34. 東京.
- 斉藤研二・深山政治・山本淳一・勝木田博人 (1992). 葉緑素計によるコシヒカリの窒素栄養診断. 千葉農試研報. 33. 27-35.
- 柴田義彦 (1999). 代かき無用のイネづくり. 62-113. 農文協. 東京.
- 山岸 淳・橋爪 厚 (1972). 水田多年生雑草防除に関する研究 第V報 耕起・代かきがミスガヤツリ越冬器官の生存・出芽に及ぼす影響. 千葉農試研報. 12. 43-50.
- 山崎不二夫 (1959). 代かきの研究. 165-470. 金原出版. 東京.

Studies on the growth characteristics and appropriated application amount of basal nitrogen of the paddy rice transplanted together with surface puddling transplanting machine.

Katsuyuki ARIHARA, Kouichi SAITO, and Tomio KOMAZUKA

Key words : surface puddling, paddy rice, growth characteristics, basal nitrogen, soil reduction.

Summary

This work sets out to show the characteristics of the growth and yield of rice (Koshihikari) transplanted to paddy fields with surface puddling in the temperate warm area in the early season culture, and to give the suitable rate of basal nitrogen fertilizer application, which bring as much growth and yield as the standard puddling. The result is as followed.

1. In the plot with the standard puddling, compared with in the plot with surface puddling, the oxidation-reduction potential of paddy soil was lower, and mineralized nitrogen didn't increase with decomposition of the soil organic, therefore the amount of nitrogen absorbed by the rice was lower than the standard puddling.
2. Compared with in the plot of the standard puddling, the panicles number and number of grains of rice transplanted together with surface puddling were less. However little the growth revel, it was possible to make the yield increase, better percentage of ripened grain and thousand-kernel-weight, with fine weather during the ripening period, would bring better yield that ranked with in the plot of the standard puddling. On the other hand, the percentage of ripened grain and thousand-kernelweight didn't improve when the weather was bad, thereby the yield fell to the standard.
3. For the reason stated above, to raise the yield of rice transplanted together with surface puddling to equal to in the plot of standard puddling, it was necessary to make up for the shortage of mineralized nitrogen with decomposition of the soil organic, and to add about 30% more the standard basal amount (3kg/10a) than fertilizer incorporation to plow layer that was put in the plot of the standard puddling.