

# 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

在原 克之・小山 豊

キーワード：表層代かき、水稻、冬雑草、移植精度、耕耘

## I 緒 言

千葉県における水稻の稚苗機械移植栽培は、昭和40年代末から普及し（千葉県農業試験場、1995）、早期栽培水稻の生産性向上に寄与してきた。その後、田植機の移植精度や作業能率は向上したものの、秋期と冬から春期にかけて行われる耕耘作業、入水後の荒代かきや植代かき（以下、荒代かきと植代かきを総じて代かきとする）などの作業体系に大きな変化はみられない。

しかし、米の生産過剰が続き、省力、低コスト生産が求められている今日、慣行的に行われる春耕や代かき等の圃場作業は、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の増加となり、複合経営農家にとっては労力競争を生じる原因と考えられる。さらに、本県では早期栽培が主流であり、代かき作業はかんがい用水の取水が開始される4月上旬に始まり、4月末に移植期のピークを迎えるまでの約20日間に集中している。したがって、代かき作業の省力化や簡易移植技術を確立することの意義は大きい。

代かきの意義については山崎（1959）による詳細な調査報告のほか、代かきによる土壌環境の変化や根に関する報告（泉ら、1961：原田ら、1964：石原、1967：出井、1967：飯田ら、1970：熊野ら、1985）がある。さらに、代かきにより雑草を埋没し枯死させる効果も期待できる（山岸・橋爪、1972：熊野ら、1985）。

代かきを行わない移植栽培の簡略化について柴田（1999）は、①未耕耘の圃場に専用機を用いて移植する不耕起移植、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未耕耘の圃場に入水し、ドライブハロ等により浅転して泥状化させ移植する方法等に区分した。しかし、何れの移植法も、施肥法、圃場の選定ならびに漏水防止等の補足技術が必要である。特に、前述した栽培法は積雪量の多い北海道、東北地方で開発されたため、前年の収穫後から移植時までには発生する冬雑草が

水稻に及ぼす影響や防除法については未検討である。

本論文で報告する表層代かき同時移植（農業改良資金協会、1997）は、ロータリで耕耘した圃場へ入水後、荒代かきを省略して、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、慣行の作業体系で行われている施肥、代かき、移植を一体化した方法である。

本移植法は省力的である反面、代かきを行わないため、土壌からの無機態窒素の発現量が少なく、このため水稻の生育量を確保するために必要な基肥窒素量は慣行代かきとは異なる（在原ら、2002）。また、表層代かき同時移植において、特に温暖地では冬雑草の発生量が多くなり、移植精度や水稻の生育、収量に及ぼす影響は大きいと考えられる。

ここでは、温暖地における表層代かき同時移植において、冬雑草が水稻の移植精度、生育ならびに収量に及ぼす影響を明らかにするとともに、防除法について調査・検討したので報告する。

なお、専用機での移植に際しては、三菱農機株式会社に多大なご協力いただいた。ここに記して厚くお礼を申し上げる。

## II 試験方法

### 1. 耕耘時期が冬雑草の発生、水稻の移植精度ならびに生育・収量に及ぼす影響

収穫後から移植時までには発生する冬雑草が水稻の移植精度、生育・収量に及ぼす影響を明らかにするため、1995年に表層代かき同時移植栽培における好適な耕耘時期を、中粗粒強グライ土水田において検討した。

ロータリ耕の時期として、1月17日（以下、1月耕耘区）、2月20日（以下2月耕耘区）、3月20日（以下3月耕耘区）にそれぞれ1回耕耘する試験区を、さらに1月17日と3月20日に2回耕耘する試験区（以下、1、3月2回耕耘区）を設けた。慣行代かき区の体系は1月17日にロータリ耕、4月10日荒代かき、4月14日植代かきとした。なお、各試験区の入水は4月7日とし、1区当たり面積100㎡で反復は

なしとした。

供試品種は「コシヒカリ」とし、1995年3月27日に播種した。4月19日に専用機（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稚苗を18.5株/㎡、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て移植した。

基肥は、有機入り尿素高度液状複合肥料（10-16-12）を用い、窒素成分として3.1kg/10aを移植と同時に側条施肥した。穂肥は、NK化成（17-0-17）を用い、窒素と加里を各成分3.0kg/10aとして出穂20~18日前に施用した。

移植時における冬雑草量については、圃場2か所に縦横50cmの定型木枠を設置して雑草を採取し、その後70℃で約3週間乾燥し乾物重を測定した。

移植時の20mm以上の土塊率については、深さ12cm、面積0.25㎡の土壌を各試験区2地点から採取し、網目20mmの篩に広げた後に流速約6ℓ/minの水で3分間洗浄し、採取した土壌全重量（絶乾状態）に対する粒径20mm以上の土塊重量（絶乾状態）割合とした。

各試験区における苗の植付け姿勢、植付け深ならびに下げ振り貫入深については定法（農作業試験法編集委員会、1987）で測定した。また、水稻の生育量は各試験区2地点の15株について草丈、茎数、葉色値、稈長、穂長ならびに穂数を、収穫物は1箇所3.3㎡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。

また、移植精度を調査した後、生育、収量調査を行う地点の苗を手作業によって移植をし直し、移植精度の低下による水稻生育への影響を排除した。

## 2. 圃場の湛水や耕耘法ならびに茎葉処理除草剤による冬雑草の防除

### (1) 湛水処理の開始時期が冬雑草の発生に及ぼす影響

収穫後の未耕耘圃場において、1995年11月7日（以下、11月上旬区）、1996年1月5日（以下、1月上旬区）ならびに1996年4月8日（以下、4月上旬区）に水深2cmの湛水処理を開始し、4月19日に冬雑草の発生量を調査した。試験は、1区当たり面積100㎡とした。

### (2) 秋耕方法の違いが冬雑草の発生に及ぼす影響

水稻収穫後の1999年10月12日に、ロータリ（以下、ロータリ耕区）とプラウ（以下、プラウ耕区）で耕起・耕耘し、2000年2月17日に冬雑草を調査した。ロータリ耕は13HPホイールトラクタによりロータリ回転半径18cmで耕深15cm、プラウ耕は40HPクローラトラクタにより6連ボトムプラウで耕深18cmとし、1区当たり面積250㎡で試験した。

### (3) 茎葉処理除草剤の処理時期が冬雑草の発生に及ぼす

## 影響

収穫後の未耕耘圃場において、処理区として1995年10月17日（以下、秋防除区）と1996年4月4日（以下、春防除区）に、グリホサートイソプロピルアミン塩（41%）液剤（以下、グリホサート液剤）を200倍に希釈して㎡当たり100mlを茎葉処理した。試験は1区当たり面積100㎡で行い、4月19日に冬雑草の発生量を調査した。

なお、いずれの試験も中粗粒強グライ土水田で行い、雑草量は試験1と同様に調査した。

## III 結 果

### 1. 耕耘時期が冬雑草の発生、水稻の移植精度ならびに生育・収量に及ぼす影響

#### (1) 移植時の雑草量、圃場の状態と移植精度

移植時における冬雑草の発生量を第1表に示した。

慣行代かき区の冬雑草は、ロータリ耕、荒代かきならびに植代かきによって完全に土中に埋没し、移植後も再生は認められなかった。しかし、表層代かきと同時に移植した各試験区では、スズメノテッポウを主とする冬雑草の発生が認められた。各ロータリ耕区における冬雑草の発生量は、耕耘時期が早く、耕耘から移植期までの期間が長くなるほど多くなり、最も耕耘時期の早い1月耕耘区では約100g/㎡の発生が認められた。また、優占草種であるスズメノテッポウの草丈は約30cmであった。これに対して、2月耕耘区では1月耕耘区の約1/2に、3月耕耘区では約1/5に低下し、1、3月2回耕耘区の発生量は約1/10の9g/㎡であった。また、スズメノテッポウの草丈も、耕耘から移植までの期間が短くなるほど低

第1表 耕耘時期の違いが移植時の土壌硬度、砕土率に及ぼす影響

試験区名	土 壌 の 状 態	
	下げ振り貫入深 (cm)	20mm以上の土塊比率 <sup>(1)</sup> (%)
慣行代かき	12.2±2.0	12.7±2.5
1月耕耘	6.8±1.2	70.1±8.3
2月耕耘	7.1±1.6	65.6±7.1
3月耕耘	8.6±1.6	56.3±4.7
1、3月2回耕耘	8.1±2.1	41.9±4.0

注) 20mm以上の土塊比率：深さ12cmまでの土壌を20mmの篩上で3分間洗浄し、残った土塊重量の割合。

第2表 耕耘時期の違いが移植時の冬雑草の発生に及ぼす影響

試験区名	移 植 時 の 雑 草			
	スズメノテッポウ 草 丈 (cm)	乾物重 <sup>(1)</sup> (g/㎡)	その他の <sup>(1,2)</sup> 雑草乾物重 (g/㎡)	乾物重合計 <sup>(1)</sup> (g/㎡)
慣行代かき	-	t	t	t
1月耕耘	29.7	87.8	11.3	99.1
2月耕耘	25.6	48.1	4.7	52.8
3月耕耘	15.2	20.5	0.9	21.4
1、3月2回耕耘	18.3	9.0	t	9.0

注1) 雑草乾物重：tは0.1g/㎡以下を示す。

い傾向であった。

移植時の土壌の物理性を下げ振り貫入深と深さ12cmまでの20mm以上の土塊重量比で表し、第2表に示した。

慣行代かき区の下げ振り貫入深は12.2cmで、20mm以上の土塊重量比は約13%であった。これに対して、表層代かき同時移植した各試験区の下げ振り貫入深は7~9cmと浅く、耕耘時期が早く、耕耘から移植までの期間が長くなるほど浅くなる傾向が認められた。表層代かき同時移植した各試験区の移植前における20mm以上の土塊重量比は40~70%と高いものの、1、3月2回耕耘区では約40%と低かった。ロータリ耕1回では、20mm以上の土塊重量比は1月耕耘区で約70%、2月耕耘区で約65%、3月耕耘区で約55%と耕耘時期が遅くなるほど低下した。

第3表 耕耘時期が移植精度に及ぼす影響

試験区名		苗の植付け状態(%)				植付け深 (cm)
		正常	浮苗	倒伏	埋没	
移植方法	耕耘時期・方法					
慣行代かき移植 <sup>1)</sup>		91.0	1.3	1.3		4.8±0.8
表層代かき同時移植	1月耕耘	77.1	6.7	6.7	9.7	2.6±0.9
	2月耕耘	76.0	1.4	5.3	12.3	4.4±0.5
	3月耕耘	79.6	4.0	2.7	13.7	4.8±0.9
	1、3月2回耕耘	81.3	0.0	6.7	12.0	4.5±0.5

注) 慣行代かき移植：1月耕耘+荒代かき+植代かき+移植

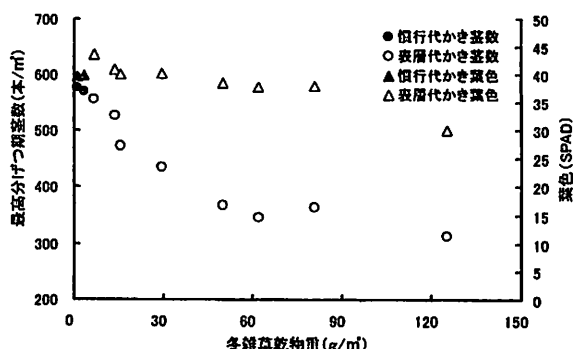
移植後の各区の苗の植付け状態と植付け深を第3表に示した。

表層代かき同時移植の2月耕耘区、3月耕耘区ならびに1、3月2回耕耘区の植付け深は約4.5cmで、慣行代かき区との差は認められなかった。しかし、1月耕耘区では2.6cmと、慣行代かき区に比べて約2cm浅かった。

慣行代かき区の正常植付け率は91%であったが、表層代かき同時移植では80%前後に低下した。また、表層代かき同時移植における植付け不良の内訳をみると、2月耕耘区、3月耕耘区ならびに1、3月2回耕耘区の3試験区では苗の埋没が約13%と高く、1月耕耘区では苗の埋没が約10%、浮苗が約7%発生した。

(2) 耕耘時期が水稲の生育、収量に及ぼす影響

慣行代かき区の冬雑草は完全に土中に埋没し、移植後の再生は認められなかった。しかし、表層代かき同時移



第1図 移植時の冬雑草量が最高分けつ期の茎数および葉色に及ぼす影響

植区の発生雑草は専用機の小型ハロにより倒伏したが、土中への埋没は不十分で、移植7日後にはスズメノテッポウ等が再生した。

表層代かき同時移植区において移植時に残った冬雑草の乾物重と最高分けつ期に相当する移植後50日の水稲の茎数、葉色値の関係を第1図に示した。

茎数は、移植時に残存した冬雑草が多くなると減少する傾向が認められた。冬雑草の乾物重で30 g/m²以上の残草が認められた地点の茎数は、残草が殆ど認められなかった慣行代かき区に比べて100~200本/m²少なかった。葉色値は雑草の乾物重が増加するほど淡くなり、90 g/m²以上では葉色値が著しく低下し、窒素不足の状態となった。

耕耘時期が水稲の生育、収量ならびに収量構成要素に及ぼす影響を第4表に示した。

慣行代かき区の幼穂形成期の茎数は533本/m²、穂数は384本/m²であり千葉県における「コシヒカリ」の好適な生育量の(深山・岡部、1984)範囲にあった。表層代かき同時移植の3月耕耘区と1、3月2回耕耘区の穂数は約400~430本/m²であり、慣行代かき区並かやや多い傾向にあった。これに対して、1月耕耘区と2月耕耘区の幼穂形成期の茎数は400本/m²以下で、穂数は慣行代かき区に比べて1月耕耘区では23%、2月耕耘区では5%少なかった。また、第2図に示したように、各区の穂数は最高分けつ期の茎数に概ね比例し、特に、移植後に再生した冬雑草の乾物重が50 g/m²以上では最高分けつ期の茎

第4表 耕耘時期が水稲の生育・収量に及ぼす影響

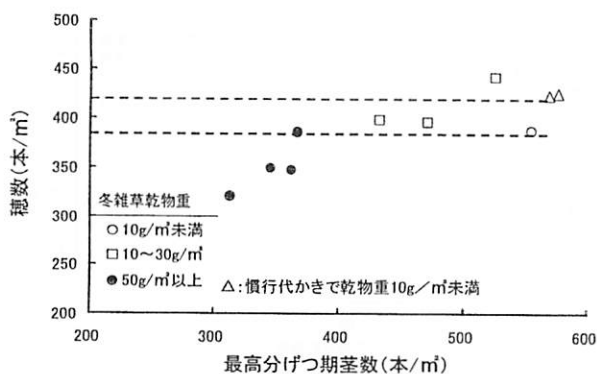
試験区名		生育					収量構成要素								
		幼穂形成期		成熟期		倒伏 <sup>2)</sup> 程度	収量			1穂				千粒重 (g)	
		茎数 (本/m²)	葉色 (SPAD)	穂数 (本/m²)	稈長 (cm)		全重 (kg/a)	精玄米重 <sup>3)</sup> (kg/a)	指数 <sup>4)</sup>	1穂 (粒)	㎡当たり (×千粒)	登熟 歩合 (%)			
移植方法	耕耘時期・方法														
慣行移植		慣行代かき <sup>1)</sup>	533	34.9	384	92	3	147	57.4	100	90.0	35.1	74.6	20.2	
表層代かき同時移植	1月耕耘		374	32.6	335	83	1	119	47.2	82	71.4	23.9	83.6	21.4	
	2月耕耘		398	32.8	366	85	1	120	49.4	86	81.2	30.6	82.2	21.9	
	3月耕耘		497	34.6	396	91	2	140	56.4	98	82.9	32.7	78.2	21.4	
	1、3月2回耕耘		578	35.3	433	91	3	150	57.3	100	83.0	36.1	79.0	20.8	

注1) 慣行代かき：1月耕耘+荒代かき+植代かき。

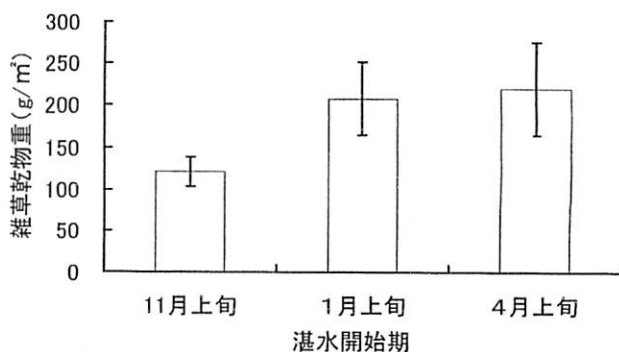
注2) 倒伏程度は0(無)~5(甚)で示した。

注3) 粒厚1.8mm以上を精玄米とした。

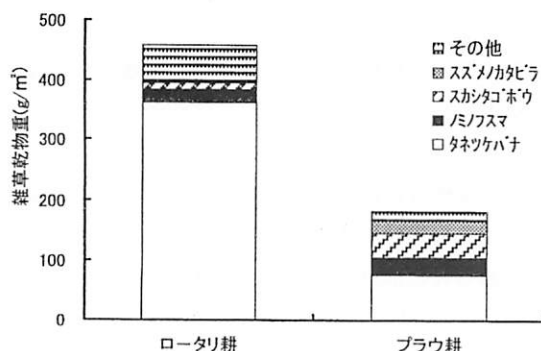
注4) 精玄米重の指数は、慣行代かき区を100とした。



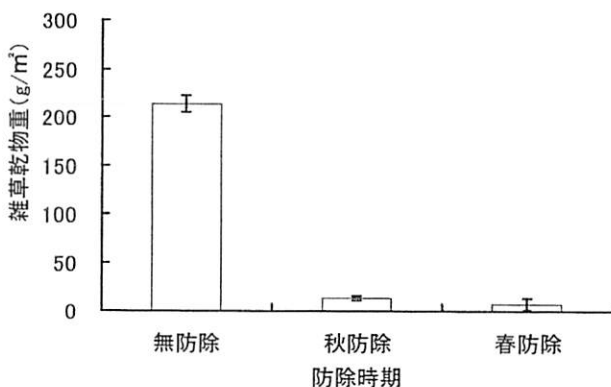
第2図 移植時の冬雑草量別の最高分げつ期茎数と穂数の関係  
注) 図中の点線は好適穂数の幅を示す。



第3図 湛水処理の開始時期が冬雑草の発生に及ぼす影響  
注1) 図中の太線は標準偏差の幅を示す。  
2) 雑草調査：1996年4月19日



第4図 秋耕方法の違いが冬雑草の発生に及ぼす影響  
注1) 耕耘：1999年10月12日 2) 雑草調査：2000年2月17日  
3) その他の主要雑草は、ハコベ、オオアレギク



第5図 茎葉処理剤(グリホサート)による処理時期別の冬雑草の防除効果  
注1) 図中の太線は標準偏差の幅を示す。  
2) 雑草調査：1996年4月19日  
3) 主要雑草：スズメノテッポウ、スズメノカタビラ、タネツケバナ

数が少なく、穂数も不足した。

穂数と同様に、収量を支配する全粒数の構成要素である1穂粒数は、慣行代かき区では90粒で、このため $m^2$ 当たり粒数が35,000粒以上となり中程度(倒伏程度3)に倒伏した。表層代かき同時移植した各試験区の1穂粒数は全般に慣行代かき区に比べて少なく、耕耘時期が早いほど少なかった。この結果、穂数と1穂粒数の積である $m^2$ 当たり粒数は、1、3月2回耕耘区では慣行代かき区よりやや多く、倒伏も中程度であった。2月耕耘区と3月耕耘区の $m^2$ 当たり粒数は30,000~33,000粒で、倒伏を考慮した好適な粒数(深山・岡部、1984)の範囲にあった。しかし、1月耕耘区の $m^2$ 当たり粒数は約24,000粒で、2、3月耕耘区に比べて約25%少なかった。

慣行代かき区では $m^2$ 当たり粒数が好適な数値を超え、他区に比べて登熟歩合と千粒重は低下したが、精玄米重は57.4kg/aであった。3月耕耘区と1、3月2回耕耘区の精玄米重は慣行代かき区並の約57kg/aであったが、1月耕耘区と2月耕耘区では慣行代かき区に比べて約15%減収した。

## 2. 圃場の湛水や耕耘法ならびに茎葉処理除草剤による冬雑草の防除

### (1) 湛水処理の開始時期が冬雑草の発生に及ぼす影響

11月上旬における優占草種はスズメノテッポウとスズメノカタビラであり、スズメノテッポウの草丈は2~4cmであった。そのため、試験区内の冬雑草の多くは、深さ2cmの湛水により葉身の先が僅かに水面上に露出したものの殆どの株は水没した。しかし、1月上旬湛水開始時は、スズメノテッポウの草丈は約8cmに伸長しており、2cmの湛水深では水没しなかった。また、この時期には、前述した2種類の冬雑草に加えてタネツケバナの発生も認められた。さらに4月上旬湛水開始時には、スズメノテッポウは草丈25cm程度まで生長していた。

湛水開始時期が冬雑草の発生に及ぼす影響を第3図に示した。

11月上旬区の乾物重は約120g/ $m^2$ で、スズメテッポウが主体であった。しかし、1月上旬区と4月上旬区の乾物重は、11月上旬区の約2倍の220g/ $m^2$ であった。なお、1月上旬区と4月上旬区のスズメノテッポウの草丈は11月上旬区に比べて高く、発生本数も多かった。

## (2) 秋耕方法の違いが冬雑草の発生に及ぼす影響

雑草調査を行った2月の主な発生雑草は、タネツケバナ、ノミノフスマならびにスカシタゴボウで、スズメノテッポウは極わずかであった。

秋期のロータリ耕およびプラウ耕処理4か月後の冬雑草の乾物重を第4図に示した。

プラウ耕区における冬雑草は、耕起により反転された土塊と土塊の間隙から発生し、土塊からの発生は極僅かであった。しかし、ロータリ耕区での冬雑草は、耕耘・砕土された部分の全面から発生した。さらに、ロータリ耕区の雑草の発生時期は11月10日で、プラウ耕区に比べて2週間程度早かった。

プラウ耕区の雑草乾物量は約180 g/m<sup>2</sup>で、草種は多種類であったが、ロータリ耕区の乾物重はプラウ耕区の約2.5倍に相当する約460 g/m<sup>2</sup>と多く、その約75%がタネツケバナであった。

## (3) 茎葉処理除草剤の処理時期が冬雑草の発生に及ぼす影響

除草剤の処理時期が冬雑草の発生に及ぼす影響を第5図に示した。無防除区では、冬雑草の乾物重が約210 g/m<sup>2</sup>であったが、グリホサート液剤を処理した秋防除区、春防除区の乾物重は無防除区の約10%と少なく、両防除区とも防除効果が高かった。なお、処理時期による差は認められなかった。

無防除区で発生した主な冬雑草はスズメノテッポウで、調査時の草丈は20～30cmであった。なお、タネツケバナ、スズメノカタビラの発生は僅かであった。

## IV 考 察

### 1. 移植時の雑草が移植精度に及ぼす影響

水稲の正常植付け率は、慣行代かき区の91%に対して、表層代かき同時移植ではいずれの耕耘時期も80%程度に留まった。これは、表層代かきによって土壌が液状化し、移植機の走行によって液状化した泥土が流動したため、苗が埋没したと考えられた。

さらに、植付け不良としては倒伏や根が露出した浮苗の発生があげられる。浮苗は、移植後の入水や風の影響を受けて流失し、欠株となる可能性が高い。伊藤・神谷(1988)は浮苗の発生を防ぐには2.5cm以上の植付け深が必要としており、表層代かき同時移植栽培では植付け深を深くする必要がある。また、土壌の「いつき」などによって土壌の硬度が高まると浮苗の発生が多くなる(伊藤・神谷1988)ことから、表層代かきは不十分な砕土による土塊の抵抗を受けて浮苗が発生したと推定された。さらに、残った20mm以上の土塊は、倒伏苗の発生も助長

したと考えられた。つまり、深さ4cm程度の植付けでも、土塊が多いために土粒子と根との密着が不良となり、根の支持力が低下するとともに液状化した泥土の影響を受けたものと考えられた。

以上のことから、倒伏苗や浮苗の発生には、移植時の土壌硬度と20mm以上の土塊比率が関与していると推察された。また、1月耕耘区では冬雑草の発生量も多いことから、耕耘から移植までの間に生じた冬雑草が土壌硬度に影響していると推察された。

つまり、スズメノテッポウやスズメノカタビラ等の冬雑草は、収穫の終わった10月上旬頃から発生し始め(千坂、1965：二瓶、1976)、土壌が乾燥し始める11月～2月の耕耘で雑草は土中に埋没される。そして、耕耘後に再度発生をみる。冬雑草は、2月以降、気温の上昇に伴って生育が旺盛となり、耕耘時期が早くなるほど移植時の発生量が多くなる(久津那、1967)。さらに、雑草の生育に伴って発達した根圏による脱水(金子、1977)と冬期の乾燥によって土壌が乾燥・硬化し、専用機による表層部の代かきだけでは砕土率が低下し、植付け深が浅くなり苗の支持力が低下すると考えられた。これと同時に、専用機の小型ハロによって田面になぎ倒された雑草の茎葉が物理的な障害となり、移植精度の低下を引き起こしたと考えられた。

### 2. 冬雑草の残草が水稲の生育、収量に及ぼす影響

表層代かき同時移植した試験区では、移植後約1週間ですズメノテッポウ等の再生が認められ、雑草量が多いほど水稲の茎数、穂数は減少し、葉色値は低下した。

慣行代かき区も含めて、移植後に発生するノビエ等の夏雑草については慣行法に準じた除草剤施用によって防除されたことから、前述した生育量の減少は冬雑草による雑草害と判断された。

千坂(1966)は、夏雑草による水稲の減収に最も強く関わる構成要素は穂数であり、1穂数や登熟歩合なども生育後期に決定される構成要素も、雑草の草種によっては影響を受けるとしている。

表層代かき同時移植区の慣行代かき区に対する精玄米重の指数は、1月耕耘区と2月耕耘区で低く、3月耕耘区と1、3月2回耕耘区では慣行並の収量であった。

減収程度の大きい1月耕耘区と2月耕耘区では、穂数と1穂数が慣行代かき区に比べて少ないが、登熟歩合と千粒重は高い傾向にあった。したがって、1月耕耘区と2月耕耘区の低収要因は以下のように考察される。

表層代かき同時移植区において移植後に再生したスズメノテッポウは7月上旬に枯死しており、これ以降に決定される収量構成要素への影響は考えられない。むしろ、

この時期までに決定している、あるいはこの時点の稲体の栄養状態が、減収の原因と考えるべきであろう。

つまり、「コシヒカリ」は7月上旬に穂となる茎数が決定するが、1月耕耘区と2月耕耘区では、冬雑草の残草量が多く穂肥も未施用であるため、雑草との間で窒素の競合が生じて茎数が不足したと考えられた。さらに、表層代かきでは土壌からの無機態窒素の発現量が慣行代かきに比べて少ない(在原ら、2002)のために、雑草との窒素競合が生じて幼穂形成期の葉色値が低下し(第4表)、1穂数減少して、減収したものと考えられた。

一方、3月耕耘区と1、3月2回耕耘区では、冬雑草の残草量が少ないため競合程度が低く、茎数、穂数が確保されて、登熟歩合と千粒重の向上により慣行代かき並の収量に達したと考えられた。

### 3. 冬雑草の防除

前述したように、表層代かき同時移植栽培では、耕耘時期を3月に1回あるいは1月と3月2回耕耘することで、冬雑草による雑草害を防ぐことができ、水稻の生育、収量は慣行代かき並となることが明らかになった。さらに本研究では、湛水処理、耕耘・耕耘方法ならびに茎葉処理除草剤による防除についても検討した。

11月上旬からの湛水開始により、1月上旬や4月上旬の湛水開始に比べてスズメノテッポウを主とする冬雑草の乾物重は半減した。これは、11月上旬湛水開始時、スズメノテッポウは既に出芽していたが、湛水により地上部の生育が抑制されたためと考えられた。また、タネツケバナは発生時期がスズメノテッポウに比べて遅く(荒井ら、1954)、湛水によって生存種子数が減少する草種(荒井ら、1961)であることから、11月上旬湛水開始でも発芽抑制効果が高まったと推察された。

スズメノテッポウの種子は夏季の高温によって一次休眠が覚醒し、低酸素、低温条件で二次休眠に入る(荒井・千坂、1961; 千坂、1965)ことから、種子を二次休眠に誘導するためには、水稻収穫後、できるだけ早期に湛水する必要があると推察された。

次いで耕耘・耕耘法と冬雑草の関係であるが、供試圃場の主要雑草はタネツケバナであり、スズメノテッポウの発生は認められなかった。

タネツケバナを主とした冬雑草の発生量は、プラウ耕に比べてロータリ耕で多く、耕耘・耕耘による埋没種子の移動と土壌の物理性の違いが関与したと考えられた。つまり、ロータリ耕では土層の攪拌により表層の種子が作土層に残存したのに対して、プラウ耕では、土層の反転によって表層の種子が下層へと埋没したため、種子の深度が深くなり出芽が抑制(千坂、1965)されたと考え

られた。次に、千坂(1965)が述べているように、冬雑草の発生に及ぼす土壌環境要因を比較すると、ロータリ耕はプラウ耕に比べて碎土率が高く、得られた孔隙によって発芽に必要な適度な土壌水分と通気性が維持されるとともに、土壌硬度が低下して根の伸長が容易になり、地上部の生育量を増加させたと考えられた。一方、プラウ耕では耕耘後の土塊がロータリ耕に比べて大きく、湛水条件下で形成されたために孔隙量の少ない構造が維持され、雑草の出芽や生育が抑制されたと考えられた。

グリホサート液剤による防除効果は、10月上旬の秋防除、4月上旬の春防除とも高かった。春防除は、スズメノテッポウ等の冬雑草の生育が旺盛な時期であり、雑草の茎葉に除草剤がよく付着したため、処理効果が明確に現れた。一方、秋防除では、スズメノテッポウは既に一次休眠から覚醒し、出芽していたため効果が高かったと考えられた。10月上旬は、ミズガヤツリ、クログワイ等の多年生雑草が繁殖器官を形成する終期であり、この時期までのグリホサート液剤による防除効果は高い(千葉県農業試験場、1987)。したがって、秋防除は、夏生の多年生雑草の防除だけでなく、出芽した冬雑草防除のうえでも適切な処理時期と考えられた。

以上のことから、スズメノテッポウは、概ね10月上旬には出芽しており、この時期に多年生雑草の防除を兼ねてグリホサート液剤を処理することで、移植期における雑草量を抑えることができ、この後、ロータリ耕を3月中、下旬に1回行うことで表層代かき同時移植が可能と考えられる。

湛水処理によりスズメノテッポウの生育抑制ならびにタネツケバナの出芽は抑制されることが確認された。しかし、コンバインによる収穫では稲わらの施用が慣行化しており、稲わらの分解を促し(安西ら、1989)、冬期間の土壌の乾燥により多年生雑草の越冬器官の死滅(山岸・橋爪、1972; 小山、1998)を図るうえで、湛水処理を管理方法に組み入れることは難しいと考えられる。

稲わらの分解促進や多年生雑草の耕種的防除を図るには秋耕の効果は高いが、秋耕により冬雑草の発生は促され(久津那ら、1967)、表層代かき同時移植の際に冬雑草による問題を生じることになる。したがって、秋耕した場合には春耕も必要となり、秋期と春期の2回耕耘体系の場合には、ロータリよりもプラウによる秋耕の方が、冬雑草の発生抑制効果は高いと考えられた。

## V 摘 要

温暖地における水稻の表層代かき同時移植で、冬雑草の発生による水稻の移植精度、生育量ならびに収量の低

下について、問題の発生機構を明らかにするとともに、耕耘の時期、方法ならびに茎葉処理除草剤による防除法を明らかにした。

1. 水稲の表層代かき同時移植における移植精度の低下は、苗の埋没と倒伏、浮苗によるものであった。苗の埋没は表層代かきによる液状化した泥土によって発生した。一方、倒伏と浮苗の発生率は、移植時の冬雑草の発生量が多く、碎土率が低いことにより高くなった。

2. 移植時に残ったスズメノテッポウ等の冬雑草は水稲の分けつを抑制し、移植時の残草量が50 g/m<sup>2</sup>以上では穂数が不足して減収した。

3. 1月から2月のロータリ耕では、冬雑草が発生し、移植精度、水稲の生育ならびに収量に影響を及ぼした。一方、3月中、下旬のロータリ耕により移植時の冬雑草は減少し、表層代かき同時移植栽培の移植精度、生育量、収量の低下は防げた。

4. プラウ耕による秋耕は、ロータリ耕よりも冬雑草の発生を抑えるが、この場合には、碎土と整地を兼ねた春耕が必要であった。

5. グリホサート液剤による冬雑草の防除は、10月上旬でも4月上旬でも効果が認められた。

6. 湛水処理は1月、4月に開始するよりも11月上旬に開始する方が、冬雑草の発生を抑制する効果が高かった。

7. 以上のことから、ロータリ耕を3月中、下旬に1回行う、あるいはプラウ耕による秋耕とロータリ耕による春耕で冬雑草の発生を抑え、表層代かき同時移植栽培の移植精度、生育量ならびに収量の低下を防ぐ管理法を明らかにした。

## VI 引用文献

安西徹郎・金子文宜・松本直治 (1989). グライ土水田の水稲に対する有機物の連用効果 第1報 水稲の生育収量からみた有機物の連用効果. 千葉農試研報. 30. 71-80.

荒井正雄・宮原益次・横森秀文 (1954). 耕地雑草の生態に関する研究 第Ⅲ報 耕地雑草の発生期による分類型について. 関東東山農試研報. 8. 47-55.

荒井正雄・千坂英雄・植木邦和 (1961). 水田裏作主要雑草の生態的特性の比較. 日作紀. 30. 39-42.

荒井正雄・千坂英雄 (1961). 水田裏作雑草スズメノテッポウの生態研究 第9報 二次休眠について. 日作紀. 30. 43-46.

在原克之・斉藤幸一・駒塚富男 (2002). 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. 千葉県農業総合研究センター報告. 1.

63-70.

千葉県農業試験場 (1987). 水田雑草の生態と防除. 3-5.

千葉県農業試験場 (1995). 試験研究と技術開発-85年の歩み-. 55-58.

千坂英雄 (1965). スズメノテッポウの個生態. 雑草研究. 4. 20-27.

千坂英雄 (1966). 水稲と雑草の競争. 雑草研究. 5. 16-22.

出井嘉光 (1967). 水田作土の構造と水稲生育. 土壌の物理性. 16. 27-32.

原田登五郎・林 龍三・近本明雄 (1964). 土壌の機械的処理と有機態窒素の無機化促進効果. 土肥誌. 35. 21-24.

泉 清一・姫田正美・及川俊昭・野本俊雄 (1961). 水田における耕耘の栽培技術的研究 第3報 耕耘法の差異が水稲の生育に及ぼす研究. 日作紀. 29. 353-355.

石原 邦 (1967). 透水と水稲の生育について. 土壌の物理性. 16. 22-26.

伊藤俊一・神谷清之進 (1988). 水田の無代かき整地移植作業法 第1報 耕耘整地作業法及び移植精度. 東北農業研究. 41. 63-64.

飯田周治・新村善男・上村 晃・久津那浩三 (1970). 代かき方法と土壌の理化学性. 富山農試報. 4. 23-29.

金子淳一 (1977). 八郎潟干拓地ヘドロにおける機械化適応性の向上と耕地化過程に関する研究. 秋田農試報. 22. 63-148.

熊野誠一・関 寛三・金 忠男 (1985). 水稲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.

小山 豊 (1998). 温暖地の水稲早期栽培におけるオモダカ、コウキヤガラの生態的特性と防除法に関する研究. 千葉農試特別報告. 33. 1-72.

久津那浩三・上森 晃・新村善男・飯田周治 (1967). 耕耘方法と碎土効率に関する研究. 富山農試報. 2. 33-47.

深山政治・岡部達雄 (1984). 水稲品種の特性と最適窒素保有量. 土肥誌. 55. 1-8.

二瓶信男 (1976). 水田におけるスズメノカタビラの生態と防除法. 雑草研究. 21. 25-26.

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.

柴田義彦 (1999). 代かき無用のイネつくり. 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・代かきがミズガヤツリ越冬

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.

## A control method on winter weed that hinder paddy rice transplanted with surface puddling transplanting machine.

Katsuyuki ARIHARA, Yutaka KOYAMA

Key words : surface puddling, paddy rice, winter weed, planting preciseness, tillage.

### Summary

The purpose of this paper is to show the cause of decline of planting preciseness and of the growth and yield of rice transplanted together with surface puddling in the early season culture in the temperate warm area. Then we would like to suggest that tillage and to make a foular treatment chemical weeding (glyphosate) on winter weed that hinder paddy rice. The result is as followed.

1. The rate of planting preciseness together with surface puddling was lower than that of standard puddling. The surface puddling caused failure of transplanting, and the soil hardness and winter weed caused lodging and floating seedlings.
2. On the paddy fields with winter weed (above dry weight 50g/m<sup>2</sup>), tillering of paddy rice transplanted together with surface puddling was checked, thereby the panicle numbers decreased, and the yield fell lower than costume puddling.
3. On the field plowed with rotary between January and February winter weed grew much, which had a bad effect on the growth and yield. On the other field plowed in the middle /latter of March, winter weed grew less, and the planting preciseness of seedlings and the growth and yields were better.
4. Winter weed grew less on the field plowed with rotary together with the harvest of rice, but in the plowed plots had to be harrowed before the transplanting with surface puddling.
5. The effect of the foular treatment with herbicide (glyphosate) was good in both the early October and the early April. The growth of winter weed in plots that were flooded irrigation in the early November, compared with in the early April, decreased to 50%. For the reasons stated above, it is concluded that the growth of winter weed can be controlled by either the fields being plowed with rotary between the middle and latter March, or combining the plowing after the harvest with the harrowing before the transplanting. Thereby, the growth and yield of rice transplanted together with surface puddling were the same as the standard puddling.