

## 耕起方法が低湿重粘土汎用水田の 土壌物理性に及ぼす影響

長野間宏\*・児玉 徹\*\*・金田吉弘\*\*・山谷正治\*\*

Effect of tillage method on physical properties of heavy soil of rotational paddy field

Hiroshi NAGANOMA, Tooru KODAMA, Yoshihiro KANETA and Syoji YAMAYA

Akita Prefectural Agricultural Experiment Station

### 1. はじめに

八郎潟干拓地のような低湿重粘土汎用水田では、畑作物の収量が不安定なことが問題である。特に、畑へ輪換した初期の土壌の物理性、すなわち、排水不良、碎土の困難性、有効容水量の不足などは、畑作物の栽培に不適となる。

排水対策を行っても、重粘土水田では畑へ輪換した当初から排水性を向上させることは困難である。中野<sup>12)</sup>は、北陸の重粘土について、暗渠排水、営農排水など排水対策が整った条件下で徐々に下層土の土壌構造が発達して排水性が向上する過程を報告している。排水不良は、直接に畑作物の湿害を引起こす以外にも、播種作業の遅れ、碎土不良による出芽・苗立の低下、機械走行による土壌構造の悪化などに影響し、収量の不安定性を招く。また、輪換初年日では碎土率を高めることが困難で、出芽・苗立率が低下することが多い。排水対策を施した条件下では、土壌が乾燥履歴を受けて、徐々に微細構造が変化し<sup>13)</sup>、これに伴い易耕性が増す。このように、低湿重粘土では畑として好適な物理性の改善に畑転換後数年を要することが大きな問題である。また、田畑輪換を行なう上では、畑期間に改善された物理性が水田を継続すると再びもとの水田土壌の状態に戻ってしまうことが問題である。

このように低湿重粘土水田の汎用化には、特に転換初期の物理性の管理が重要である。このためには、輪換畑期間へ移行する直前の水稲栽培時点から対策を立てる必要がある。この点及び重粘土における機械作業に関して、次ぎのような指摘がある。

①水田での麦作では全面耕起をしない水稲栽培の跡地

\* 農業研究センター 〒305 つくば市観音台3-1-1

\*\* 秋田県農業試験場 〒010-14 秋田市仁井田字小中島111  
土壌の物理性 第62号 p.43~52 (1991)

受理月日 1990年11月6日

で良い結果を上げた<sup>9,16)</sup>、②ダイズの不耕起栽培が慣行栽培と変わらない収量を得た<sup>8,19)</sup>、③重粘土では水分の多い条件で耕起すると粘閉現象が起り、透水性が大きく低下した<sup>15)</sup>、④トラクタの走行回数が増えると第2層で透水性が著しく減少した<sup>4)</sup>、⑤輪換田においては、乾田直播など土壌構造を破壊する程度が小さな栽培方法が土壌の乾燥効果を助長した<sup>11)</sup>。

そこで、筆者らは、八郎潟干拓地において重粘土汎用水田の物理性の管理方法を、耕起方法の面から検討することを目的として、輪換畑及び輪換田において不耕起を中心とした耕起方法が土壌の物理性に及ぼす影響を明らかにした。

### 2. 試験方法

#### 1) 試験圃場と供試土壌

試験圃場は、秋田県農業試験場大潟農場の田畑輪換圃場を用いた。田畑輪換の体系は、ダイズ3年、水稲3年の1サイクル6年のローテーションである。1986年から1989年までの4年間の試験に供試した圃場の作付来歴は表-1のようであった。土壌は、細粒グライ土：幡野統で、作土、下層土の土性は、ともにHCである。

#### 2) 耕起方法と栽培管理

##### (1) 水稲の部分耕移植

1988, 1989年の2年間試験を行なった。小型管理機の爪を外して30 cm 間隔で幅5 cm, 深さ5 cm に部分的に耕起した。耕起後灌水し、水稲の中苗を移植した。1989年には、農業研究センターで開発された部分耕同時移植機も用いた。供試品種は、あきたこまちを用い、基肥窒素を10 a 当り4 kg, 追肥窒素を2 kg 施用した。1989年には、追肥窒素を4 kg に増施した。慣行通りのロータリによる耕起、パディハロによる代かきを行なう慣行区も設けた。さらに、部分耕移植区には側条施肥区も設けた。

表-1 供試圃場の作付来歴

Cropping pattern of experimental fields

圃場	年度	試験内容	作付来歴	前作物
試験場	1988	水稲部分耕	輪換田2年目	水稲
試験場	1989	水稲部分耕	輪換田3及び4年目	水稲
試験場	1986	ダイズ不耕起	輪換畑2年目	ダイズ
試験場	1988	ダイズ不耕起	輪換畑3年目	オオムギ
試験場	1989	ダイズ不耕起	輪換畑4年目	ダイズ
現地	1987	ダイズ不耕起	輪換畑1年目	オオムギ
現地	1988	ダイズ不耕起	輪換畑2年目	オオムギ
現地	1989	ダイズ不耕起	輪換畑1年目	オオムギ

## (2) 水稲跡のコムギの生育の比較

慣行耕起区及び部分耕移植を行なった水稲跡の圃場(輪換田4年目)において、ロータリ耕起を行ない、碎土率を測定した。また、別な輪換3年目の水田において、1989年9月27日にキタカミコムギを水稲立毛間に20 kg/10a播種し、10月3日に、水稲を自脱コンバインで収穫した。施肥は、水稲収穫後に基肥窒素を10a当り5 kg施用し、追肥窒素を10月、11月、3月、4月、5月の5回、2 kgずつ施用した。

## (3) ダイズの不耕起播種

ダイズの不耕起播種試験を1986～1989年の4年間行なった。

## a) 試験区

試験区として、不耕起播種区及び慣行通りにロータリ耕起を行う耕起区を設け、初年度はプラウ耕区も設けた。また、ダイズの前作は、1988年はオオムギで他の年は裸地であった。また、農家圃場において同様の現地試験を行なったが、前作は、1987年が水稲立毛間に不耕起播種したオオムギであり、1988年および、1989年が慣行の耕起播種によるオオムギであった。

## b) 播種及び耕種方法

場内における1986年および1988年の試験の一部では、出刃包丁を用いて幅1.5 cm、深さ7 cmのV字型の溝を切り、人力で播種を行なった。また、1988年および1989年の場内試験では、駆動ディスク型の播種機で作溝のみを行ない、人力で播種した。現地試験では、トラクター装着の4条用の不耕起播種機<sup>14,18)</sup>を用いた。1986年度は条間70 cm、株間20 cmの2本立て、栽植本数は、14,300本/10aとした。1988年および1989年は、条間70 cm、株間15 cmの2本立て、栽植本数は、19,000本/10aとした。現地試験では、条間66 cm、20本/m<sup>2</sup>を目標

にした。場内試験のダイズ品種としては、シロセンナリ(1986年)、晩播適応性を有する系統の東北89号(1988～1989年)を供試し、現地試験では、ライデンとスズユタカを供試した。施肥は、出芽後、株際に3-10-10化成肥料を用いて10a当り窒素3 kg、磷酸10 kg、カリ10 kgを条施した。中耕、培土を各1回行なった。

## 3) 測定項目と方法

## (1) 水稲栽培期間の土壌 Eh の測定

耕起・代かきを行なった慣行区、及び部分耕移植区の土壌を表層の0～3 cmと3～10 cmに分けて採取し、白金電極を挿入して酸化還元電位(Eh)を測定した。

## (2) 排水性の測定および土壌水分の測定

全試験区において、直径約35 cmのステンレス製円筒を深さ10 cm程度打込み、インタークレートを測定して排水性の違いを比較した。耕起された試験圃場では、作土を丁寧に取除いて透水性の小さな耕盤層に円筒を打込んで測定した。測定結果は、60分経過後の浸透速度で表した。インタークレートは輪換田、畑のいずれの試験圃場も作物収穫後に測定した。また、ダイズ作における耕起方法の試験を行なった各処理区の深さ5 cmの土壌水分吸引圧をテンシオメータにより測定した。また、現地試験では、ダイズ播種後の含水比の変化を、100 cc 採土円筒で採土して乾熱法で測定した。

## (3) ダイズ種子の吸水速度

出刃包丁で作溝した溝、及び不耕起播種機の駆動ディスクで作溝した溝、及びロータリ耕起した圃場にダイズ種子10粒ずつを1セットにして播種した。毎日各処理区から1セットずつ取りだし、種子の重量の増加量を測定した。

(4) ダイズの根域調査及びルビジウム (Rb) の深さ別吸収量の測定

黄葉期に深さ50 cm程度の穴を掘り、根域を調査した。また、大きなブロックで土塊を切り取り、土塊を洗い落として根系を調査した。活性のある根の分布を調査する目的で、開花期に深さ別に5%の濃度のRbを塩化Rb溶液として20 ml注入した<sup>10)</sup>。Rb注入の土壌深さは、15, 25, 35, 45 cmの4処理とした。Rbの注入にあたっては、直径1 cmの鉄製のパイプとその中に挿入できる鉄棒を組合せて使用した。すなわち、鉄パイプと鉄棒を挿入した状態で土壌に穴を開け、その後に鉄棒のみを引抜き、この中に細いビニールパイプを挿入し、自動ピペットで塩化Rb溶液を注入した。2週間後にダイズの地上部を切り取り、葉について乾燥、粉碎後に湿式灰化し、原子吸光度計でRbを分析した。

### 3. 結果と考察

#### 1) 低湿重粘土輪換田の耕起方法が輪換畑移行期間の土壌に及ぼす影響と利点

##### (1) 水稲の部分耕移植圃場の酸化還元電位の推移

図-1に示したように部分耕移植区では、表層0~3 cmの酸化還元電位は連作水田と同等に低下するが、前作のわらがすき込まれない作土の3~10 cmは、前作がダイズ作のためにわらが存在しない輪換1年目の水田と同等に高く推移した。減水深が極めて小さい低湿重粘土

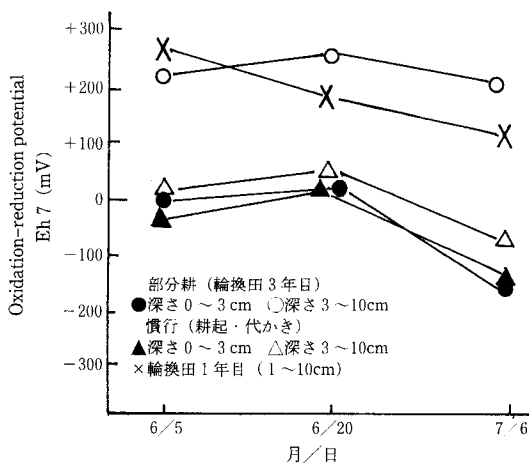


図-1 耕起方法が土壌Ehに及ぼす影響

Effect of tillage method on soil oxidation-reduction potential

では、わらと稲株をすき込むと微生物による分解の過程で土壌が強い還元状態になるので、部分耕移植区と慣行区との作土の酸化還元状態の違いが特に大きくなったと考えられる。

ところで、筆者は乾燥履歴により低下した転換畑土壌の水中沈定容積が、湛水処理だけでは増加しないが、グルコース添加による湛水還元処理を加えると増加し、輪換水田1作後の値に近似することを報告した<sup>13)</sup>。また、川口ら<sup>6)</sup>は、干拓地土壌の構造発達の研究において、粒団の大きさ別に酸化鉄の量を測定し、乾湿の変化が大きな作土では酸化鉄の分布に偏りがあり、分散率が小さいが、常に還元的環境にある下層土ではその分布が均一であり、粒団の安定度が小さいことを報告している。これらは、粘土粒子のセメントの役割を果す酸化鉄の効果は、還元的な環境では弱まる方向に推移していくことを示すと考えられる。従って、低湿重粘土において酸化的な土壌環境が維持できるならば、それは団粒の崩壊、土壌粒子の分散、孔隙の減少、排水性の低下、地耐力低下という土壌物理性の悪化を抑える点で有利であると考えられる。また、水稲収穫後の部分耕移植区のグライ層の位置は41 cmと慣行区よりも10 cm低く、水稲連作によるグライ層の上昇が遅かったことも認められた。

##### (2) 地耐力の推移と三相分布

図-2に示したように部分耕移植区は、湛水後の土壌硬度の低下が少なく、中干し時、落水後のいずれの時期も慣行区よりも土壌硬度が大きかった。水稲の成熟期の

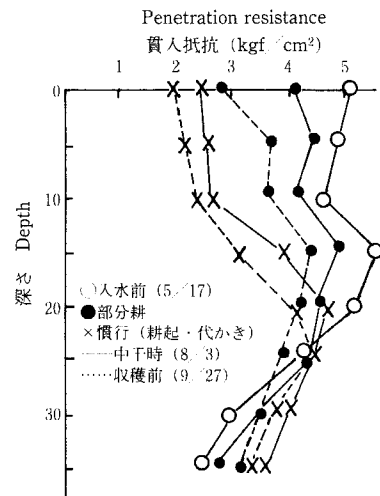


図-2 耕起方法が地耐力に及ぼす影響

Effect of tillage method on penetration resistance

土壌硬度は慣行区ではコンバイン走行が不可能な状態であったが、部分耕移植区では可能であり、深さ35 cmの土層まで3 Kgf/10 cm<sup>2</sup>以上であった。また、三相分布では部分耕移植区の固相率が慣行区よりも大きかった。

八郎潟干拓地では、水稲連作によって収穫時のコンバイン走行が困難になる程度に地耐力が低下する。このため、農家は、8月から間断灌漑を行なって、地耐力の維持を図っている。水稲作跡に麦作を行なう場合、耕起播種、水稲の立毛間への播種の何れの場合でも、この水稲部分耕移植による地耐力維持の効果は大きい。ムギの耕起しての播種を考えると、1日も早く水稲の収穫を終えて、ムギのための耕起・播種作業を行なう必要があるため、この場合は特にその効果が大きい。また、地耐力が大きいままで維持されるということは、水稲の水管理を行なう上でも、地耐力の維持を図るための水管理を優先する必要がなく、登熟向上を優先した選択が行なえる効果をもたらす。

(3) 排水性

水稲収穫後のインタークレートは、表-2のように部分耕移植区が慣行区よりも大きく、特に暗渠上部でその差が大きかった。部分耕移植区では、降雨後の圃場内における滞水の時間が短いという観察結果との一致もみられた。低湿重粘土では、排水の流れは、土壌亀裂→暗渠疎水材→吸水暗渠が主体であるので、作土→下層土→モミガラ層につながる土壌亀裂が部分耕移植区には存在したことになる。慣行区では、耕起、代かきの過程で亀裂を練りつぶしている可能性があるが、亀裂が残った部分耕移植区は水を開けて落水が始まると、排水性の良い、暗渠が良く効いている状態になったと考えられる。

(4) 部分耕移植栽培跡地の碎土性

部分耕移植区では、図-3のように慣行の耕起・代かき跡に比較して、水稲収穫後にロータリ耕起した場合の

5 cm以下の土塊の割合が多く、碎土率が大きかった。慣行耕起・代かき跡は、耕耘時の土壌水分が多く、耕起すると練るような状態になり、碎土ができなかった。また、代かきが、稲株の下にみられる角塊状の構造や春に乾燥を受けて生成した構造の多くを破壊する役割を果たしたと思われる。

能登谷ら<sup>15)</sup>は、循環栽培と名付けた省力的二毛作技術を開発している。そこでは、土壌構造を破壊する代かきを避けることが技術開発の方針の1つとされ、水稲は部分耕起で移植されている。さらに、久保田ら<sup>9)</sup>が、児島潟干拓地で代かきを行なわない成畦栽培を行なったところ、ベタリした壁状の土壌となる慣行区に比較して麦作前の耕起が容易であったことを報告している。田畑輪換でも、水稲跡の麦作から輪換畑期間に移行するこ

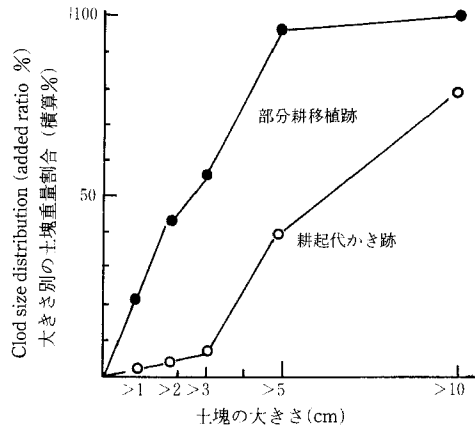


図-3 耕起方法が水稲収穫後の碎土状態に及ぼす影響  
Effect of tillage method before rice transplanting on clod size distribution after rice harvest

表-2 耕起方法がインタークレート及び小麦の初期生育に及ぼす影響  
Effect of tillage method on intake rate and early growth of wheat

耕起方法	測定場所	浸透能			苗立本数 (本/m <sup>2</sup> )	初期生育 (10月31日)		
		C	n	I <sub>60</sub> (mm/hr)		茎数 (本/m <sup>2</sup> )	乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	窒素吸収量 (g/m <sup>2</sup> )
部分耕	暗渠直上	1.50	0.95	69	418	1236	39	1.46
	中間	0.27	0.90	9.7				
慣行	暗渠直上	0.03	0.90	1.1	385	784	28	0.61
	中間	0.06	0.90	2.2				

とが多いので、水稲作のための耕起・代かきを簡略化するねらいは、上述の諸研究と共通しているといえる。

## 2) 部分耕移植が水稲の生育・収量及びこの後作のコムギの生育・収量に及ぼす影響

### (1) 部分耕移植した水稲の生育・収量

無窒素、及び表層施肥した部分耕移植区の水稲の生育は、慣行区に劣ったが、側条施肥することで慣行並みの生育経過をとり、表-3のように同等の収量となった。これは表層施肥の利用率が低いためである<sup>5)</sup>。慣行の耕起、代かきをしない他の水稲移植栽培の試験<sup>2,3)</sup>でも、施肥位置を深くして慣行栽培と同等の収量を得た例がある。登熟歩合、千粒重には各試験区間に違いはなかった。また、部分耕移植区の水稲の根は、後述する不耕起播種ダイズと同様に表層に多く分布したが、亀裂に沿って下層に伸長する根は慣行区よりも多かった。

### (2) 部分耕移植した水稲の後作のコムギの生育・収量

八郎瀧干拓地における水稲後の麦作では、水稲の成熟期が早い場合は耕起播種が行なわれるが、それではムギの播種晩限をすぎてしまうと予想される場合は、水稲の

立毛間にムギの播種が行なわれる。表-2, 4に水稲立毛間に播種されたコムギの生育、収量を示した。苗立及び越冬前に調査したコムギの初期生育、乾物重、窒素吸収量は慣行区よりも部分耕移植区の方がまさった。この傾向は、成熟期まで持続し、収量も慣行区よりも部分耕移植区がまさった。この要因としては、麦作期間の排水がよくて、降雨後の表面湛水期間が短かったことが考えられる。また、排水の悪い慣行区では、麦作期間中の作土表面に還元的な土層が観察されたので、施肥窒素の脱窒が起きた可能性が大きいと考えられる。

## 3) 低湿重粘土輪換畑におけるダイズ不耕起播種が土壌に及ぼす影響と利点

八郎瀧干拓地の土壌は、干陸当初は極めて軟弱で、地耐力が小さい強グライ土が殆どであったが、明渠による表面排水と暗渠排水により土壌の乾燥が促進された。さらに、田畑輪換が導入されると、畑期間の乾燥効果が顕著に現れ、輪換田では水稲の増収、地耐力向上の効果が現れた。しかし、ダイズ播種に際しての碎土率の向上が重粘土であるために困難であった。農家の慣行栽培方法

表-3 耕起方法と水稲の収量

Grain yield of paddy rice transplanted in strip tillage

年次	耕起方法	施肥方法		玄米重 kg/10a	総粉数 ×10 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	登熟歩合%	千粒重 g
		基肥	追肥				
1988	部分耕	無窒素	0	362	19.2	91.5	20.6
		側条N-4	2	651	35.3	88.1	21.2
	慣行	無窒素	0	405	21.0	93.2	20.5
		N-4	2	633	35.9	85.7	21.0
1989	部分耕	無窒素	0	390	19.1	92.3	21.8
		N-4	4	509	23.9	91.2	22.1
		側条N-4	4	597	28.8	91.7	21.9
	慣行	無窒素	0	481	25.0	88.3	22.0
		N-4	4	595	28.2	91.8	21.8

表-4 水稲作における耕起方法が後作のコムギ収量に及ぼす影響

Effect of tillage method before rice transplanting on the yield of following wheat

水稲作の耕起方法	全重 kg/10a	わら重 kg/10a	精麦重 kg/10a	千粒重 g
慣行：耕起代かき	1000	465	365	35.4
部分耕起	1375	688	466	35.1

では、オオムギ収穫→チョッパーによる裁断→わらの焼却→耕起→碎土→碎土→ダイズ播種→除草剤散布→鎮圧と一連の作業が続く。この6月下旬から7月上旬のダイズ播種期間には、降雨量が比較的少なく、乾燥により出芽が遅延し、タネバエの被害が増大する問題もあった。また、上記の一連の作業の途中で降雨があると、重粘土のために上壤の乾燥が遅れ、播種が大幅に遅れる問題も存在した。これらの問題の解決を図るためにダイズ不耕起播種を検討した。

(1) 不耕起播種ダイズの吸水と出芽率

不耕起播種ダイズは、V字型をした播種溝に播種された場合は、図-4のように種子の土壌水分の吸収が早かった。種子の吸水量は、出刃包丁で作った溝の場合が最

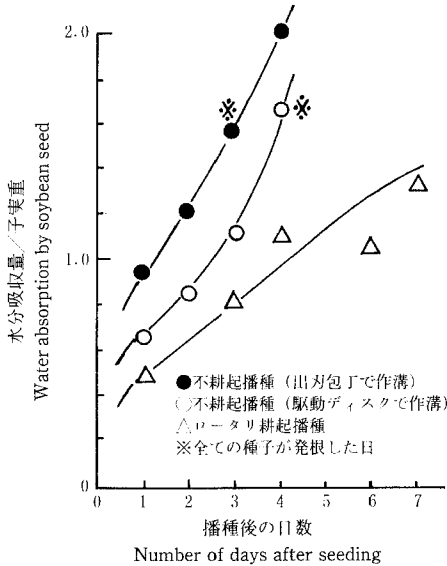


図-4 耕起方法がダイズ種子の吸水速度に及ぼす影響  
Effect of tillage method on water absorption of soybean seed

も大きく、駆動ディスクで作った溝、ロータリ耕起あとの慣行区の順で小さくなった。出刃包丁で作った溝では、幅が1~1.5cmと狭く、種子と土壌の接触が最も良く、種子の吸水量がまきり、出芽も早かった。耕起土壌では土塊が大きくて、種子と土塊、土塊と土塊の接触が悪くなるために、水分の種子への移動は遅かった。1988年の出芽率の推移を表-5に示した。駆動ディスクによる不耕起播種区で出芽揃いが早く、また、出芽率もまきりだった。この傾向は4年間同じであった。特に1986年には、播種(6月4日)後の降雨が少なく、耕起区では出芽揃いに22日かかったが、不耕起播種区は耕起区より1週間早く出芽した。出芽率は70%であった。1989年は、播種直後に雨が降り、両区の差は少なかった。次に、不耕起播種及び耕起播種した現地隣接圃場の播種位置の土壌水分の変化は表-6に示す通りであった。現地圃場の耕起区は、播種位置の土壌水分量が不耕起播種区よりも少なかった。これは、耕起を3回行なったことによる水分の蒸発の促進と、下層からの水の毛管移動の不良によったと考えられる。

4年の試験期間中においては播種後の多雨に遭遇しなかったが、播種後の降雨が長く続いた場合には、播種溝に水が溜り、湿害や、立ち枯れの障害が出るのが想定される。この問題への対応は次の様に考えられる。小林ら<sup>8)</sup>、吉田<sup>9)</sup>は、打抜き穴が排水性を良好にし、梅雨時期の播種でも出芽が安定であったと述べている。ナタネの不耕起播種<sup>7)</sup>では、稲株の近くの高い位置に播種することと、表面排水を良くするための浅い排水溝を作ることが望ましかったとされている。従って、弾丸暗渠と浅い表面排水溝により排水対策が講じられていれば、問題は少ないと考えられる。

(2) 土壌水分の変動と排水性

ダイズの不耕起播種区、プラウ耕起及びロータリ耕起区の上壤水分の変動を図-5に示した。不耕起播種区、ロータリ耕起区、プラウ耕起区の順に降雨後の乾燥の進

表-5 ダイズ出芽率の推移(%) (1988)  
Establishment of soybean seedling

播種後の日数	不耕起区		耕起区	
	前作無し	前作オオムギ	前作無し	前作オオムギ
7	59	5	0	0
13	66	41	18	14
16	84	79	49	41
22			69	69

行が早かった。これは、不耕起播種区は、粗大孔隙が無く、そこに保たれる過剰な水分が少なかったために乾燥の進行が早かったからと考えられる。また、ダイズ栽培圃場のインタークレートの測定結果を表-7に示した。不耕起播種区の耕盤層の方が耕起区の耕盤層よりも浸透が早かった。不耕起播種区では、重粘土輪換畑における

耕起による土壌の練り返し、亀裂の破壊、大型機械走行に伴う圧密などによる透水性低下が少なかったために、排水が良い状態になっていたと考えられる。

(3) 地耐力と三相分布

SR II型で測定した土壌硬度は、ダイズ不耕起播種区が耕起区より大きかった。また、作土の上層で不耕起播種区の固相が大きく、気相が小さかったが、5 cm以下では、碎土のための機械作業により耕起区の固相率が多少大きくなっていて、また、5 cm以下では耕起区の土壌硬度も顕著に大きくなっていて。

(4) ダイズの根の分布

不耕起播種したダイズの根の分布は、図-6に示すように、作土上層に多い一方で、下層土にも伸長した。不耕起播種区では、生育初期に種子根が作土下層に向けて伸びることが、観察された。また、塩化Rbを土層の深さ別に注入して吸収量を調査した結果、図-7のように

表-6 表層 (0 - 5 cm)の土壌含水比の違い  
Effect of tillage method on soil moisture content of seedbed after seeding

試験区	測定 月/日			
	7/4	7/5	7/6	平均
耕起区	23.5	29.2	23.4	25.4
不耕起区	53.0	59.8	62.1	58.3

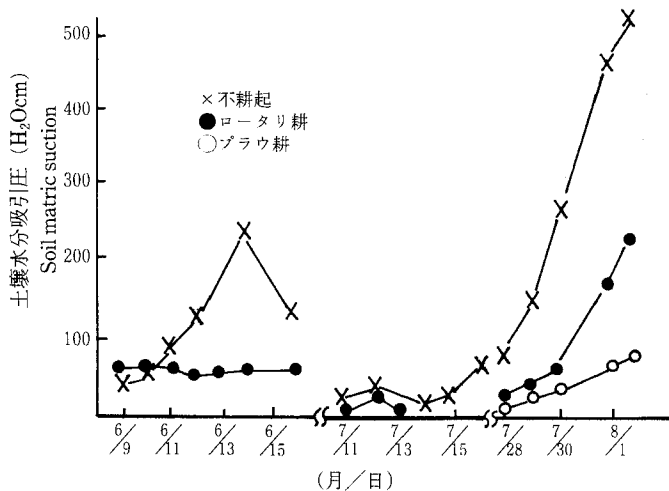


図-5 土壌水分吸引圧の変化 (深さ 5 cm)  
Soil matric suction (5 cm in depth)

表-7 耕起方法によるインタークレートの違い (1988.11)  
Effect of tillage method on intake-rate

耕起方法	前作オオムギの有無		インタークレート定数		I <sub>60</sub> (mm/hr) 60分後の浸入速度
	有	無	c	n	
耕起	無	し	1.7	0.62	12
	有	り	1.0	0.65	92
不耕起	無	し	2.4	0.67	252
	有	り	4.2	0.57	242

不耕起播種区は、下層および表層の吸収が耕起区よりまさり、それらは根の分布と一致した。

不耕起による固相率の増加が、根の伸長を妨げるかどうかは、亀裂の存在と密接に関係すると考えられる。例えば、たまねぎの不耕起栽培では、根は浅く広がるが、亀裂に沿って深く伸びたという報告がある<sup>1)</sup>。不耕起播種区のダイズの根は、これと同様な分布を示した。乾燥により下層土に収縮亀裂が発生する重粘土では、不耕起条件でも根が深く伸長すると考えることができる<sup>17)</sup>。また、根の表層及び下層の分布割合は、その年の降雨条件で変化すると思われる。比較的雨の多かった1987年には、不耕起播種ダイズは表層に健全な根を密生しており、

イゾ収穫時の引抜きに大きな力を要した。

(5) ダイズの生育、収量

4年間の収量を表-8に示した。各年とも不耕起播種区の収量が耕起区よりまさり、4年間の収量の平均値を基にして、耕起区の平均収量に対する不耕起播種区の平均収量の指数を計算すると112であった。ただし、耕起区との収量差と降雨量(図-8)との間に明瞭な傾向は見られなかった。収量構成要素では1986年の試験を除いて、不耕起播種区で莢数の増加がみられ、生育の特徴では、不耕起播種区で莢太、百粒重がまさる年が多かった。

以上のように、低湿重粘土においてはダイズの不耕起播種が大きなメリットを有することが明らかになった。

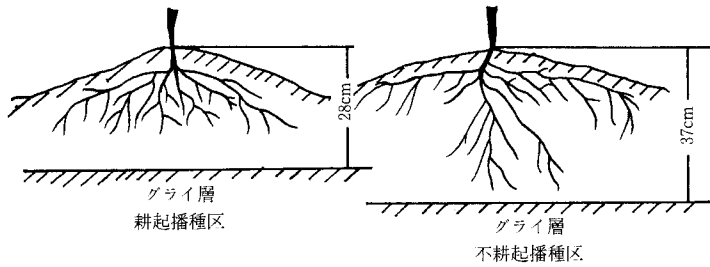


図-6 ダイズの根の分布  
Effect of tillage on the root system of soybean

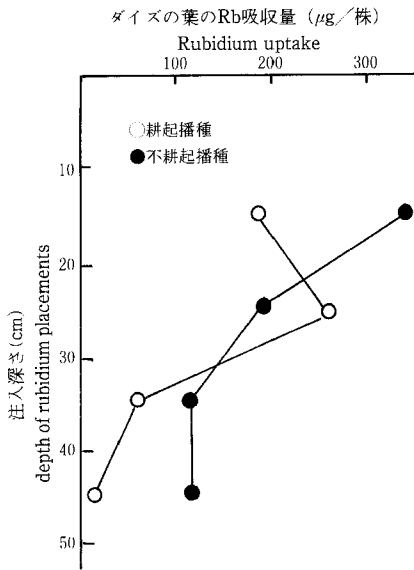


図-7 Rb注入深さとダイズの葉のRbの吸収量  
Rubidium uptake of soybean from various rubidium placement

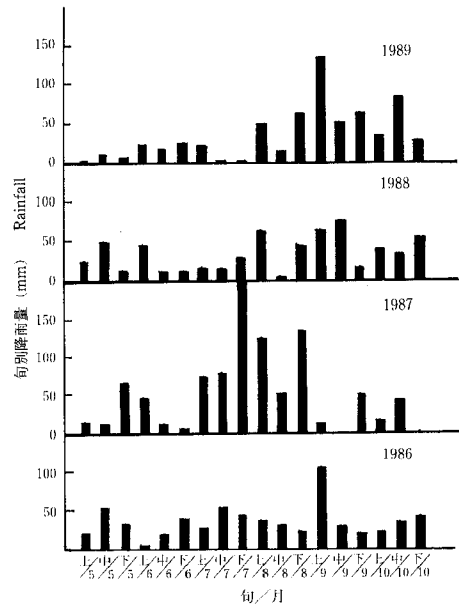


図-8 八郎潟干拓地の旬別降雨量 (1986~1989)  
Rainfall of each ten days of a month at Hachirogata location



表-8 不耕起および耕起播種におけるダイズの収量 (1986-1989)  
Effect of tillage method on soybean yield

圃場	試験年度	播種方法	前作ムギ	播種日と品種	主茎長cm	茎太mm	分枝数	百粒重g	英数個/m <sup>2</sup>	収量kg/10a
場内試験圃場	1986	耕起	無	6/4	58.9	6.4	5.3	21.5	618	239
		不耕起	無	①	58.0	7.2	6.2	25.4	558	272
	1988	耕起	有	6/28	68.2	6.4	4.8	20.5	613	273
		不耕起	有	②	67.4	6.8	4.2	24.8	641	320
	1989	耕起	無	6/28	79.7	7.9	2.9	24.6	428	235
		不耕起	無	②	73.3	8.8	3.6	24.1	486	254
現地試験圃場	1987	耕起	有	6/25	69.2	6.9	4.1	23.5	436	257
		不耕起	有	③	74.9	7.5	3.9	24.2	446	281
	1988	耕起	有	7/2	89.3	7.0	4.9	20.9	588	243
		不耕起	有	④	83.0	7.4	5.0	20.7	645	266
	1989	耕起	有	7/1	96.5	8.2	3.6	23.2	398	183
		不耕起	有	④	83.2	8.4	3.3	23.2	490	239

供試品種：①シロセンナリ②東北89号③ライデン④スズユタカ

#### 4) 低湿重粘土田畑輪換における好敵な耕起体系と今後の課題

1987年度のダイズ不耕起播種試験は、水稻立毛間にコムギを播種した跡の現地農家圃場で行なったものであるが、慣行耕起区よりダイズ収量がまさった。水稻部分耕移植→コムギ→ダイズ不耕起という技術体系が可能であると考えられる。このことから、水稻部分耕移植は水稻栽培期間から畑期間へ移るときの良好な方策として位置付けることができる。これによる物理性の改善効果は、収量の面だけでなく、作物の切替時の機械作業性や適期播種作業にも及ぶ。また、作業工程を省略したダイズ不耕起播種を行なっても収量が低下しないことから、この播種方法は作期の競合緩和に有効で、オオムギーダイズ作の限界地帯である八郎瀧干拓地ではダイズの播種を遅らせないために有効な技術となり得ると期待される。

不耕起栽培の継続性については、水稻作では、不耕起乾田直播、不整地植え<sup>3)</sup>の試験を参考にして考えると、4～5年は収量の大きな低下はないといえる。しかし、長期的な連続不耕起栽培を完成させることよりも、耕起も組入れて大きな面積を対象とする機械装備の軽量化、能率の向上による規模拡大が狙うべき方向であると考えられる。

#### 4. 要 約

低湿重粘土水田の汎用化を図るに当って、耕起方法を輪換田、輪換畑土壌の物理性に及ぼす影響を明らかにし

た。

- 1) 水稻の部分耕移植栽培では、前作の稲わらを作土全体にすぎ込まないので、作土は酸化的な状態に維持された。2年間の収量は、側条施肥と組合せると慣行栽培と同等であった。
- 2) 部分耕移植区的水稻収穫後のインタークレートが、耕起・代かきを行なった慣行区よりも大きく、排水性がまさった。また、慣行区よりも土壌硬度が大きく、刈り取り適期にはコンバインによる収穫作業がいつでも可能な地耐力であった。
- 3) 部分耕移植跡は、慣行の耕起、代かきを行なった試験区よりも碎土率が大きかった。また、そこでは排水性が良く、コムギの生育、収量もまさった。このことから水稻の部分耕移植栽培は、輪換畑期間への移行前に土壌物理性を改善する水稻の栽培方法として有効であった。
- 4) 碎土率の向上が困難な低湿重粘土においては、ダイズ不耕起播種は、土壌が乾燥した条件でもV字型の溝に精度よく播種することで、種子と土壌の接触が良好となり、出芽が早く、苗立率もよかった。
- 5) ダイズを不耕起播種した輪換畑土壌では、作土の固相率が大きく、土壌硬度がまさった。不耕起播種ダイズの根は表層に多く分布したが、亀裂に沿って伸長することで、それは下層にも慣行区よりも多く分布した。土層の深さ別のルビジュウムの吸収からも同じ結果が得られた。
- 6) 4年間のダイズの収量は、不耕起播種区が慣行区を

やや上回った。

7) 低湿重粘土汎用水田において、輪換畑初年日の土壌の物理性を改善し、ムギ、ダイズの安定収量確保を図る上では、耕起方法を簡略化した水稲の部分耕移植、ダイズ不耕起播種が有効であることが明らかとなった。

#### 引用文献

- 1) 秋田史郎：第1報水田裏作におけるたまねぎの部分耕浅耕栽培試験，岡山県農試臨時報告，60，60-76 (1963)
- 2) 泉清一ら：水田の耕起法に関する研究，第1報：二毛作田における簡易耕起法，関東東山農試研報，12，1-12 (1959)
- 3) 泉清一ら：水田の耕起法に関する研究，第2報：水稲の不整地植法について：関東東山農試研報，16，97-116 (1960)
- 4) 金子淳一：八郎潟干拓地へドロにおける機械適応性の向上と耕地化過程に関する研究，秋田農試研究報告，22，63-148 (1977)
- 5) 金田吉弘，長野間宏，山谷正治：部分耕移植栽培における水稲の施肥窒素の吸収と効率の施肥，東北農業研究，43 (印刷中)
- 6) 川口桂三郎・喜田大三：児島湾干拓地水田における耐水性粒団の発達過程—水田土壌中における理化学的組成の局部化作用，土肥誌，28，153-156 (1957)
- 7) 小林甲喜・石田喜久男：菜種多株穴播栽培に関する研究，岡山県農試臨時報告，60，77-109 (1963)
- 8) 小林甲喜：ダイズの不耕起穴播栽培法，岡山農試時報，54，69-74 (1972)
- 9) 久保田收治・大森正：水稲畦型栽培の土壌肥料的検討，岡山県農試臨時報告，56，25-60 (1957)
- 10) Hargrove W. L.; Influence of tillage on nutrient uptake and yield of corn, Agron. J., 77, 763-768 (1985)
- 11) 三浦昌次：八郎潟干拓地土壌の理化学的特性と作物生育に関する研究，秋田農試研究報告，26，85-190 (1984)
- 12) 中野啓三：低湿重粘土水田の畑転換に伴う土壌物理性の推移，北陸農試報，21，63-94 (1978)
- 13) 長野間宏・諸遊英行：土壌の微細構造からみた畑地土壌化指数，転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究；研究成果集報 NO 1, 46-53 (1983)
- 14) 長野間宏・岡崎紘一郎・吉田堯・高橋均：大豆不耕起播種機の開発，転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究；研究成果集報 NO 2, 161-168 (1989)
- 15) 大型機械化に伴う水田基盤整備に関する研究，農林水産技術会議事務局：研究成果40, 359-364 (1969)
- 16) 能登谷智利・江口彰・人見進：稲麦循環機械化栽培及び循環栽培方栽培法の実験的研究，岡山県農試臨時報告，60，1-60 (1963)
- 17) SCOTT, R. R. (田中典幸訳) 作物の根系と土壌，農文協，329-356 (1981)
- 18) 山川秀人ら：大豆不耕起播種機の高精度化，農業技術，43，267-272 (1988)
- 19) 吉田堯・持田秀之・奥田実行：晩播大豆の初期生育促進と不耕起栽培，転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究，成果集報，No 1, 100-107 (1983)

#### Summary

In the rice/non-rice cropping systems on heavy paddy soil, adequate drainage, pulverizability, and trafficability during the non-rice phase are necessary. Effects of tillage method on physical properties of heavy paddy soil were investigated.

In anticipation of conversion of puddled ricefield to non-rice cropping, it is desirable that land preparation for the final rice crop should not destroy all soil structure. One non-puddling land preparation method is to rotovate only those strips of soil along which rice shall be transplanted. The grain yield of rice using this method was equal to that from conventional puddling. After rice harvest, permeability of strip-tilled soil was higher than that of puddled soil and rotovation was relatively easy. Seedling-emergence rate for a succeeding wheat crop and the yield thereof was higher than from soil previously puddled.

In studies of wheat-soybean systems on heavy clay soil, emergence, rooting and yield of soybean were higher with non-tillage than with conventional tillage.

In rice-wheat-soybean sequences on heavy clay soil, the suitable tillage methods gave high production.

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn., 62, 43-52, 1991)