

大区画圃場における乳苗の無代かき機械移植

— 耕うん・整地作業法および施肥法 —

鎌田 易尾

1. はじめに 無代かき移植は、耕起は行いが代かきを行わないで田植をする方法である。これにより春作業の一部が省略され、省力・低コスト化が図られる。また、排水不良田の透水改善と、翌年の土壌物理性の改良効果も大きく、田畑輪換技術としても期待される^{4,7)}。

秋田県農試では1984年から中苗を用いて無代かき整地移植栽培の試験に取り組み、省力・低コスト技術として有望であることを示している^{1,2)}。

ここでは一層の省力・低コストと労働ピークの緩和を図るため、農業試験場の大区画圃場において、無代かき移植栽培に乳苗を組み合わせる試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 試験結果

その1：耕うん・整地作業法と移植精度

(1) 耕うん・整地作業法：①ロータリ ②ロータリ十代かき専用ロータリ ③二軸ロータリ

注) ①は代かき移植。 ②③は無代かき移植。

(2) 圃場規模：49m×108m=53a

(3) 土壌条件：灰色低地土（常万統）

(4) 圃場条件：前年水稲

(5) 品 種：あきたこまち

(6) 施 肥 量：①基肥窒素 7 kg/10a ②追肥窒素 2 kg/10a

(7) 移 植 日：5月19日（乗用6条・側条施肥田植機：均平板付改良田植機使用）

(8) 試験年次：1994年

その2：施肥法と本田生育

(1) 施肥量・法（肥料の内容）

肥料は次の3種類とし、施肥窒素量はいずれの区ともに7 kg/10a施用した。

①化成肥料区：(N-P₂O₅-K₂O：13-17-12)

②緩効性区（I B 緩効性60%）：(N-P₂O₅-K₂O：15-18-15)

③被覆尿素区（緩効性70日タイプ60%）：(N-P₂O₅-K₂O：15-15-15)

④代かき区：（化成肥料 N-P₂O₅-K₂O：13-17-12）

(2) 耕うん整地作業法

①無代かき田：ロータリ耕起後に代かき専用ロータリで碎土。

②代かき田：ロータリ耕起後に灌水し代かき専用ロータリで代かきを行った。

(3) 移 植 日：5月18日

(4) 品種などは試験その-1に同じ。

(5) 経 年 次：1995年

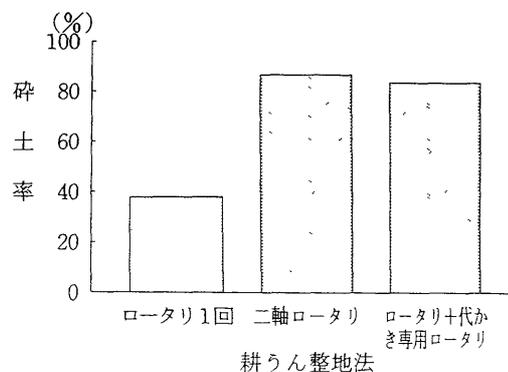
3. 試験結果及び考察

(1) 耕うん整地作業法

無代かき圃場は碎土が粗かったり、圃場の均平が悪かったりすると植付精度が低下しやすい傾向にある。中苗に比較して草丈の短い乳苗はなおさら植付精度が低下しやすいと想定された。そこで植付精度に影響する碎土率（20mm以下土塊率）を耕うん・整地作業法別に検討した。その結果を図1に示した。

一般のロータリ耕1回のみでは碎土率が38%と低く、このままの状態では乳苗による無代かき移植栽培は無理とみられた。

二軸ロータリ（ロータリが二連セットされている作業機で、前の一連のロータリがダウンカットの普通ロータリで、もう一つの後連のロータリは、ロータリ爪が短く、爪回転の小さいアップカットロータリとなっている）耕による碎土率は1回の耕起のみでは86%と高く、目標の70%を上回った。特に表層の碎土率が高く、生ワラなどの土中へのすき込みも良く、圃場の均平も良かった。ただし、作業時間は10a当たり（以下全て同じ）1.47時間で、一般のロータリ耕の2.8倍多くかかった（図1、表1）。



第1図 耕うん整地法と碎土率（1994年）

第1表 春作業時間の比較 (h/10a)

	代かき	無代かき①	無代かき②
堆肥・土改材散布	0.38	0.38	0.38
肥料散布	0.68	0	0
耕うん整地	ロータリ耕	0.51	0
	代かきロータリ砕土	0	0.83
	二軸ロータリ耕	0	1.47
	代かきロータリ代かき	1.32	0
	小計	1.84	1.34
田植(乗用6条)	0.97	1.11	1.11
合計	3.87	2.83	2.96

注) ①無代かき：ロータリ耕+代かき専用ロータリ砕土
②無代かき：二軸ロータリ耕

二軸ロータリ耕は高砕土率が得られるものの、作業時間を多く費やすことから一般水田農家への普及は少ない。そこで水田農家が所有している一般ロータリと代かき専用ロータリの2作業機で耕起・整地作業を行った。ロータリで1回耕起した後に代かき専用ロータリで砕土整地を行うことにより、砕土率は83%まで高まり、作業時間は1.34時間で一般のロータリ耕よりは多くかかるものの二軸ロータリ耕よりは10%程度短縮できた(第1図、第1表)。

(2) 移植精度

無代かき移植の植付精度は代かき移植に比較して、浮苗欠株および埋没欠株等が多く、正常植株率がやや低下する。これは砕土率が低く土塊の結びつきが悪い(土壤の粘りが低い)ことと、植付深の大きいことが影響していると思われる。ただし、95%程度の正常植株率は確保できた(第2表)。

第2表 圃場整地条件と乳苗の植付精度(1994年)

	正常植株率(%)	欠株率(%)				植付深(cm)
		機械	埋没	乳苗	小計	
無代かき	94.5	3.3	0	2.2	5.5	3.3
ロータリ+代かき専用ロータリ	97.8	0	2.2	0	2.2	3.5
代かき	98.6	0.7	0	0.7	1.4	2.7

圃場の高低と植付精度を観察してみると、高い箇所よりも低い箇所での精度低下が認められたので、低下程度の大きい枕地部と比較してみた。この部分は水深が深くなるために植付深が確保されにくいことと、土塊の結びつきが悪いため浮苗欠株が多くなり植付精度が大きく低下する(第3表)。一般に圃場区画が大きくなると均平確保が困難となるため、大区画圃場での無代かき移植は、砕土率もさることながら圃場均平の良否が植付精度に大きく影響するとみられる。

第3表 無代かき圃場の均平と乳苗の植付精度(1995年)

	正常植株率(%)	欠株率(%)					植付本数(本/株)	植付深(cm)
		機械	埋没	乳苗	損傷	小計		
均平良	93.3	1.7	2.8	2.2	0	6.7	7.7	3.4
均平不良	70.0	0	0	30.0	0	30.0	6.5	1.8

注) ①耕起・整地法はロータリ+代かき専用ロータリ
②均平不良地点は良地点より田面約5cm低い

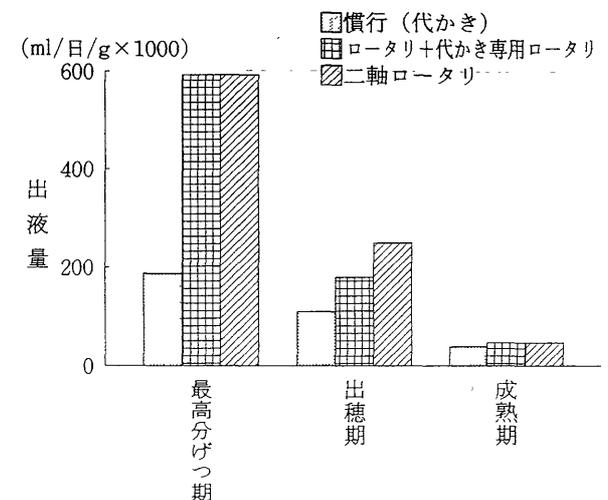
植付深は代かき移植に比較して無代かき移植(ロータリ+代かき専用ロータリ耕および二軸ロータリ耕、以下同じ)がやや深くなり、草丈の短い乳苗は中苗などの草丈の長い苗に比べてさらに砕土率、圃場の均平向上が要求されるものとみられる。

(3) 耕うん整地作業法と本田の生育及び収量

無代かき移植は代かき移植に比較して分けつ初期から茎数が少なく経過し、有効茎歩合は高いものの穂数も少ない。草丈、稈長は茎数と同様に代かき移植に比較して短い。但し、葉色は濃く経過し、出穂期以降も葉色値(上位3葉)が高く、下葉の枯れ上がりが少ない生育となる(第4表)。

無代かき移植栽培の生育特性として、根の活力が高く「秋まさり型」生育を指摘する報告がみられる。本試験でも生育後半まで葉色が濃く、下葉の枯れ上がりが少ない生育を示したので、最高分けつ期から成熟期までの出液量を調査した。その結果、いずれの時期とも代かき移植に比較して無代かき移植が勝り、根の活力の高いことが推察された(第2図、第4表)。

無代かき移植の玄米重はロータリ+代かき専用ロータリ耕が10a当たり602kg、二軸ロータリ耕が614kgで代かき移植の615kgと同等程度であった(第4表)。



第2図 生育時期別出液量(1994年)

第4表 圃場整地条件と生育及び収量

(1994年)

	茎数 (本/㎡)			穂数 (本/㎡)	葉色値 (SPAD-502)			収量 (kg/10a)
	移植後20日	有効茎決定期	最高分げつ期		止葉	2葉	3葉	
代かき	485	857	997	594	30.6	33.0	31.3	615
無代かき①	249	559	635	462	35.5	37.3	34.7	602
無代かき②	216	545	647	466	34.7	37.6	30.6	614

注) ①無代かき：ロータリ耕+代かき専用ロータリ碎土
②無代かき：二軸ロータリ耕

(4) 施肥法と本田生育

無代かき移植は代かき移植に比べて収量構成要素の中で登熟形質は勝るものの、初期茎数の確保が劣り穂数減になり易い。したがって初期生育の向上が増収に結びつくものとみられたので、本田の施肥法と生育について検討した。

初期茎数は代かき区>化成区>被覆尿素区>緩効性区の順に多く、代かき移植（代かき区、以下同じ）に比較して無代かき移植（化成区、被覆尿素区、緩効性区、以下同じ）が少ない傾向にある。また、無代かき移植では化成区が被覆尿素区及び緩効性区よりも多い（第5表）。

最高分げつ期の茎数は代かき区>被覆尿素区>化成

区>緩効性区の順に多く、依然として代かき移植に比較して無代かき移植が少ない傾向にある。ただし、無代かき移植の中では化成区にかわり被覆尿素区が多くなる（第5表）。

穂数は被覆尿素区≥代かき区>緩効性区>化成区の順に多い（第5表）。これは被覆尿素区の場合は最高分げつ期の茎数が比較的多く、しかも代かき区に比較して有効茎歩合が高かったためとみられる。一方、化成区は代かき区に比較して有効茎歩合の大幅な向上がみられないこと、緩効性区は有効茎歩合は高いものの最高分げつ期に茎数が不足することから、化成区及び緩効性区のいずれも代かき区を下回った（第5表）。

第5表 施肥法と生育経過

(1995年)

	草丈 (cm)				茎数 (本/㎡)				葉緑素計値 (SPAD-502)				成熟期						
	6/12	6/19	6/26	7/10	6/12	6/19	6/26	7/10	6/26	7/10	止葉	2葉	3葉	稈長	穂長	穂数	有効茎歩合	出穂期	
代かき区	18.8	20.9	30.6	56.7	170	315	481	837	43.6	46.9	34.9	35.7	35.1	86.3	16.8	491	58.7	8/12	
無代かき	化成区	17.6	21.3	29.4	51.8	149	285	390	631	42.4	45.8	31.1	35.0	32.5	80.0	16.1	402	63.7	8/13
	被覆尿素区	16.6	20.2	28.9	52.7	147	276	350	655	41.1	46.4	34.0	37.7	37.7	85.3	17.0	494	75.4	8/14
	緩効性区	15.8	19.4	26.8	51.2	133	232	317	544	42.5	45.1	31.9	36.4	33.0	84.6	16.9	408	75.0	8/14

注) ①葉緑素計値の止葉、2葉、3葉は出穂後20日目
②単位：稈長、穂長はcm、有効茎歩合は%、出穂期は月日

草丈は生育全期間を通して代かき移植に比較して無代かき移植が短い。無代かき移植の中では有効分げつ決定期頃までは化成区>被覆尿素区>緩効性区の順に長い傾向にあるが、最高分げつ期頃になると被覆尿素区>化成区≥緩効性区の順に長い。稈長も草丈と同じく代かき移植に比較して無代かき移植が短い傾向にある。特に、化成区が短い（第5表）。

葉緑素計値は代かき田に比較して被覆尿素区は最高分げつ期頃から代かき移植並に高まり、出穂期から成熟期にかけては代かき区よりやや勝るようになる。ただし、化成区および緩効性区はやや低い値で経過している（第5表）。これは、当該年の気象が長期間にわたる日照不足などによる異常気象年であったこと。また、被覆尿素区が代かき区を勝る生育を示したことなどから、気象と合わせ肥料の種類などとの関係からも

更に検討が必要に思われる。

一穂粒数は被覆尿素区>緩効性区>代かき区>化成区の順となり、穂長の長い区が粒数も多い傾向にある。また、無代かき移植は化成区を除くと、代かき移植に比較して一穂粒数が多い傾向にある（第6表）。

登熟歩合は化成区>緩効性区>被覆尿素区>代かき区の順に高く、代かき移植に比較して無代かき移植が勝る（第6表）。

千粒重は被覆尿素区≥化成区≥緩効性区>代かき区の順に大きく、代かき移植に比較して無代かき移植が勝る（第6表）。

品質（検査等級）は化成区>被覆尿素区=緩効性区>代かき区の順に高く、代かき移植に比較して無代かき移植が勝る（第6表）。

第6表 施肥法と収量及び収量構成要素 (1995年)

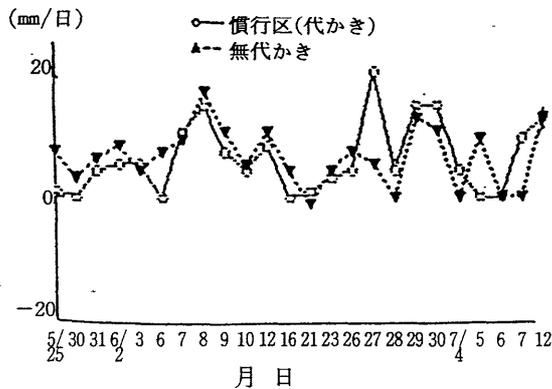
	穂数 (本/㎡)	一穂 粒数 (粒)	登熟 歩合 (%)	千粒 重 (g)	玄米 重 (kg/a)	同左 比 (%)	玄米 品質
代かき区	491	67.0	79.8	20.3	49.8	100	3.0
無代かき 化成区	402	63.8	91.0	20.6	46.0	92	2.3
被覆尿素区	494	75.7	83.4	20.7	54.2	109	2.7
緩効性区	408	69.8	87.6	20.5	48.9	98	2.7

注) ①玄米品質は等級を表す。(1等上: 1、1等中: 2、1等下: 3、2等上: 4、~3等下: 9)

玄米収量は被覆尿素区542kg/10a、代かき区498kg/10a、緩効性区489kg/10a、化成区460kg/10aとなり無代かき移植では被覆尿素区が代かき移植を上回った(第6表)。これは被覆尿素区が他の区に比較して穂数、一穂粒数及び玄米千粒重が勝ったことと登熟歩合の低下が比較的少なかったためとみられる。また、無代かき移植の化成区及び緩効性区が代かき移植に比較して低収だったのは、穂数不足による単位面積当たり粒数の低下が大きな原因と思われる。

(5) 減水深の経過および圃場の変化

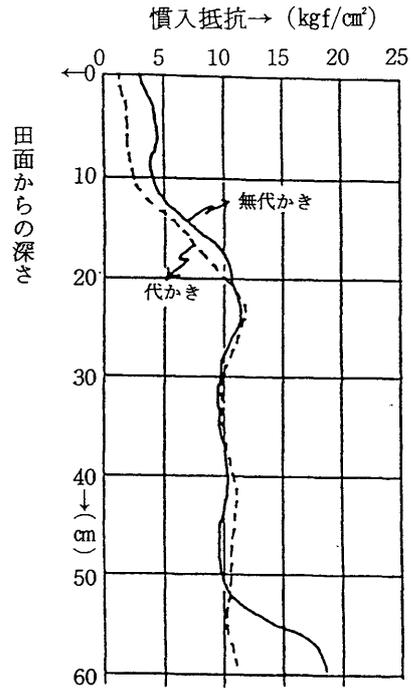
無代かき圃場の減水深は代かき圃場田に比較して生育前半は大きい、生育後半になると調査日によるブレがやや大きいものの同程度になる(第3図)。これ



第3図 減水深の経過 (1995年)

は、生育前半は代かきをしないために透水性が大きく、その後圃場への灌水が繰り返されることにより、特に表層土塊の崩壊が進み表土が締まってくることから生育後半は透水性が低下するためと思われる。この初期の減水深の大きいことが肥料の流亡などにつながる原因とみられる。また、土塊の大きいことが減水深の大きいことに繋がり、これが土壌の還元化の遅れと地力窒素発現の遅れの一要因になるとと思われる。

水稻収穫時の土壌硬度を貫入抵抗値でみると、代かき移植に比較して無代かき移植の表層から20cmまでが大きい(第4図)。このことは収穫時のコンバイン走



第4図 刈取り時の土壌硬度 (1995年)

行が容易になり、収穫作業の能率向上及び燃料費の低減などに結びつくことになると思われる。また、翌春の耕起作業での碎土率向上などが期待され、これが排水不良などで水稻後への野菜・畑作物がすぐに導入できなかった水田でも早い段階で容易になるなど、営農上のメリットとしても評価されることになる^{4,7)}。

4. まとめ

乳苗無代かき整地移植栽培での耕うん整地作業法として、二軸ロータリの碎土・均平整地作業精度の高ことがうかがわれたが、作業に多くの時間がかかる。この二軸ロータリ耕に代わる作業として、一般ロータリ1回掛けした後に代かき専用ロータリで碎土整地作業を行う方法をとった。これにより短時間で高碎土率作業を行うことが可能となった。また、植付精度は正常植株率が95%以上確保され、根の活力が高く生育後半まで葉色が濃く、収量も代かき移植並に確保された。

乳苗は中苗に比較して出穂・成熟期が7~10日遅れるため、秋作業の労力分散を可能とする。また、育苗関係のコスト低下³⁾とあわせると乳苗無代かきの大きなメリットが期待できる。ただし、無代かき移植栽培では碎土率とともに圃場の均平が大切となる。乳苗のように草丈の短い苗は、圃場の高い部分での移植精度などへの影響よりも、低い部分での影響が大きい。すなわち、圃場の低い部分は移植時に苗がしっかり土壌に固定されず、浮苗欠株などの発生が多くなることで

ある。たとえ、うまく植え付けられても移植後に長期間冠水状態が続くと枯死株が発生するなど、圃場均平の良否が移植後の生育にも影響する^{5,6)}。このことは大区画圃場ほど注意が必要になる。

施肥法としては被覆尿素区が無代かき水稻の特徴である生育後半まで葉色が濃く収量の多い「秋まさり型」の生育特性を示した。しかし、緩効性区と化成区は通常気象年にみられるような無代かき水稻の長所で生育・収量をカバーすることができなかった。したがって、施肥法については気象条件、土壌条件、水管理法、病害虫防除法などと併せて今後さらに検討が必要である。

5. 普及上の注意

- (1) 土壌としては、灰色低地土の他グライ土、黒泥土、泥炭土など広く適用できるが土壌条件によっては、透水過多により水管理に手間がかかること、肥料の流亡や除草剤の効果低減等の問題があるので、畦畔漏水の対策をしっかりと行うとともに漏水田への導入はさける。
- (2) 一般に市販されている全ての田植機で移植可能であるが、田植機フロートの両サイドに均平板を取り付けた改良田植機が最も適している。また、肥料の利用

効率の高い側条施肥が適する。

- (3) 碎土率は70%程度、大区画圃場では特に圃場の均平が大切になる。
- (4) 畑雑草の多い圃場は耕起前に茎葉処理剤の散布が必要である。
- (5) 移植後数日間は湛水をひかえ、植え付けられた苗が土壌の締まりによってしっかり圃場に固定されてから湛水する。

5. 引用文献

- 1) 伊藤俊一ら (1989) : 秋田農試研究時報, 25, 34-39
- 2) 伊藤俊一ら (1992) : 秋田農試研究時報, 30, 11-16
- 3) J A全農 施設・資材部 (1994) : 乳苗のてびき
- 4) 鎌田易尾 (1995) : 機械化農業, 2, 17-20
- 5) 鎌田易尾 (1987) : 東北農業研究, 40, 33-34
- 6) 鎌田易尾 (1989) : 秋田農試研究時報, 25, 7-11
- 7) 高屋武彦 (1995) : 北海道農試研究資料, 53, 4-10