

代かきの精粗と稚苗移植水稻の生育

誌名	九州大學農學部學藝雜誌 = Science bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University
ISSN	03686264
巻/号	351/2
掲載ページ	p. 5-12
発行年月	1981年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



代かきの精粗と稚苗移植水稻の生育

立野 喜代太・菊池 一 幸*

九州大学農学部附属農場
(1980年9月2日受理)

The Number of Puddling and the Growth of Transplanted Rice Seedlings

KIYOTA TATENO and KAZUYUKI KIKUCHI
University Farm, Faculty of Agriculture, Kyushu
University 46-10, Kasuya, Fukuoka 811-23

緒 言

水稻作における水田の耕耘、整地作業は、田植機の普及を契機に多くの変容をもたらした。先ず、田面の均平化を容易にするために、浅耕化が進む一方、代かきをより丹念にし、稚苗ないしは中苗の植付初期における水中埋没による天折を防止しようとする傾向が特に強くなったことがあげられよう。また、雑草防除に際しても、田面の高低差を少なくすることによつて、除草剤の効果を高めることができることから、田面をより均平化しようとする気運が高まったように思われる。他方、昭和30年代における耕耘機の導入、さらに、昭和40年代後半にはじまる乗用トラクターの普及によつて、耕耘時の細土化が極めて容易になったことなどにより、灌水後の代かきはややもすれば、ねりすぎの傾向にあつたように思われる。

西南暖地の稲作では、従前の手植移植の頃から、後期生育時の栄養凋落化にともなう登熟不良の傾向が指摘され、その主な原因は根の活力の低下によるものと考えられてきた。田植機稲作では、前述のような経緯から、灌水後のねりすぎが懸念され、秋落的な様相をさらに深める結果になるのではないかと憂慮される。このような背景を考慮して、代かきの精粗が水稻の生育にどのように影響するかを調査した。

材料および方法

試験は1977、および'78の両年にわたつて実施した。両年の試験設計は次の通りである。

1. 供試品種

レイホウ (晩生, 穂数型)。

2. 処理

代かき回数; 1回, 5回, 圃場は2区制とし, 1区面積約 20 m² (4×5 m)。

3. 耕種

(1) 種籾予措: 3日間浸種後, ペンレートT水和剤400倍, バダグン水溶剤1000倍の混合液に24時間浸漬して消毒を行なつた。選種は塩水選 (比重1.13) によつた。

(2) 育苗: 土マット式稚苗育苗による。播種量は育苗箱 (内径 58×28×3 cm) 1箱当り乾籾換算約 180 g である。両年の播種日, 移植日および育苗日数は Table 1 に示す通りである。

Table 1. Raising of seedling.

Year	Date of sowing	Date of transplanting	Raising days of seedling
1977	June 8	June 28	20
1978	June 5	June 25	20

(3) 圃場: 九州大学農学部附属農場水田 (地層は第3紀層頁岩を主とした重粘土壌で、やや腐植に乏しい) を使用した。トラクターによる2回の春耕 (ロータリー耕) と植付2日前、ロータリーによる処理区ごとの所定回数の代かきを実施した。

(4) 栽植および施肥: 稚苗田植機移植による 29×15.5 cm の並木植 (K田植機を使用) とした。1 m² 当りの栽植密度は約 22.2 株である。本田施肥量は

* 福岡県山門農業改良普及所

Table 2. Amount of manuring.

Fertilizer	Basal dressing	Top dressing	Ear manuring	Total
N	6.4	2.4	2.7	11.5
P ₂ O ₅	6.4	2.4	0	8.8
K ₂ O	6.4	2.4	2.4	11.2
Name of fertilizer	Nyoso ryuka rinan No. 48		NK kasei	

Table 2 に示す通り。

その他の諸管理は田植機移植栽培の慣行に従った。

結 果

1. 田植後の活着

地上部は、処理間の差異が判然とせず、いずれも活着は良好であった。一方、根部における新根の発生状況は、Table 3 に示す通り、代かき回数や育苗条件の違いによつて、新根数の発生に有意差は認められないが、平均値で、代かき5回区の方が1回区より0.3本多く出根している。

Table 3. New root elongation of transplanted rice.

Number of puddling	1		5	
	°C (Emergence time of seedlings)			
Temperature	30	20	30	20
Number of new root elongation	3.4	2.3	2.3	4.5
Average	3.13		3.45	

Note. Observed at July 8, (10 days after transplanting) 1977. Seedlings, sampled 20 individuals per 10 hills at random, were observed.

この表で特に注目されるのは、1回代かき区では出芽時の加温 30°C 処理苗の方が発根数が多いのに対して、5回代かき区では反対に 20°C の処理苗の方が発根数が良好なことであるが、この報告では、育苗条件の違いによる苗質の差異については詳述しない。

2. 草丈および茎数の増加

草丈の伸長は Fig. 1 に示す通り、生育初期より僅かながら代かき5回区の方が1回区よりも優り、途中、分けつ最盛期（7月24日頃）に逆転が認められるものの、その後は再び5回代かき区の伸長が1回区の伸長より優っており、この差は生育後期まで維持される。このように生育前期における草丈の伸長そのものは、代かき回数の多い方が優ることが明らかであ

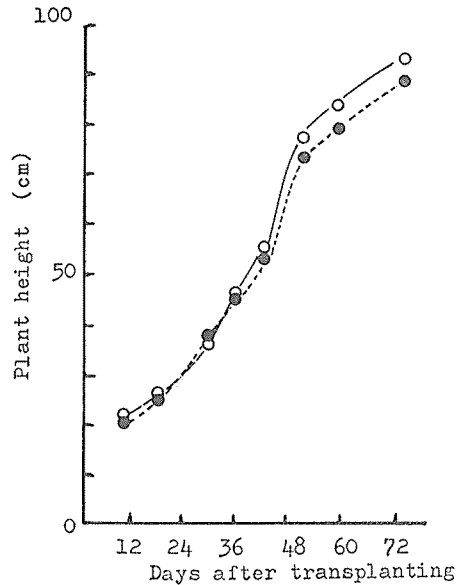


Fig. 1. Elongation of plant height. Number of puddling: ●—● 1 time, ○—○ 5 times

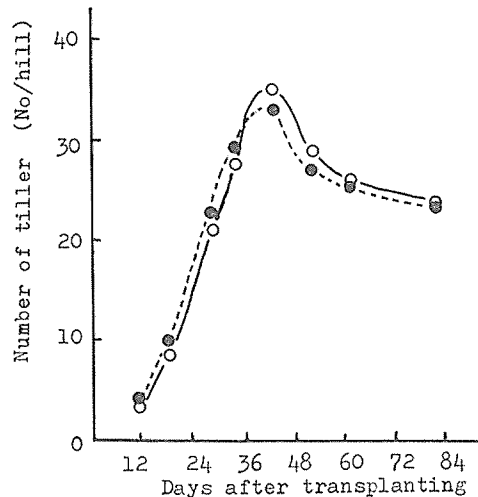


Fig. 2. Transition of the number of tillers. Symbols are the same as in Fig. 1.

る。

茎数は Fig. 2 に示すように、初期分けつに差はみられないが、7月中旬から同月下旬にかけての分けつ最盛期までは、代かき1回区の方が平均値で0.6本程度多くなっている。しかし、最高分けつ期（8月初旬）以降は、代かき5回区の方が多く経過し、収穫時の穂数は結果的に多くなっている。また、最高分けつの時期は1回区の方が5回区より早い。

3. 葉身長

Fig. 3 は、上位第5葉までの葉身長を比較したものである。同図から明らかなように、いずれの葉位においても、代かき5回区の方が1回区より長い。しかも第4葉および第5葉の伸びが著しく、1回区の葉身長との間に5%水準で有意差が認められる。

代かき5回区は、葉身長の伸びが良好である反面、1回区に比して葉身が下垂し、徒長気味の様相を呈した。Fig. 4 は出穂時の相対照度を太陽が南中した時点で条・株間の中央を5か所について測定し、両処理間の違いを比較したものである。この結果からも、代かき5回区は1回区に比して、株相互および株内の遮へいによるうつぺい状態が認められる。

4. 生葉率の推移

Table 4 は、各処理区より代表株3株を採取して、出穂期以降の生葉率を上位5葉について4回にわたって調査したものである。本調査では、葉身の50%以上が枯化、または黄化したものを枯葉として取扱った。同表で明らかなように、出穂直後の9月16日の調査では、下葉の枯上り程度は、代かき回数にかかわらず、あまり大きくないが、乳熟期の9月22日、さらに糊熟期の9月30日になるに従って、下葉の枯上りが進行し、しかも、代かき1回区と5回区との間に差が認められる。すなわち、5回区の枯上りと1回区のそれを9月22日について比較すると、5葉の平均ではそれぞれ84.6%と95.8%を示し、両処理間に11.2%の差異があり、5回区の枯上りが明らかに早いことを示している。

5. 節間長

Fig. 5 は、収穫時の節間長比を示したものである。同図は上位節間より第1、2……とし、各節間の長さを稈長に対する割合で示してある。この図で明らかなように、上位より下位になるにつれて、節間長は短くなっているが、両処理間に短縮化の傾向に違いが認められる。すなわち、1回区は下位節間がつかまっているのに対して、5回区では明らかな伸びがみられ、

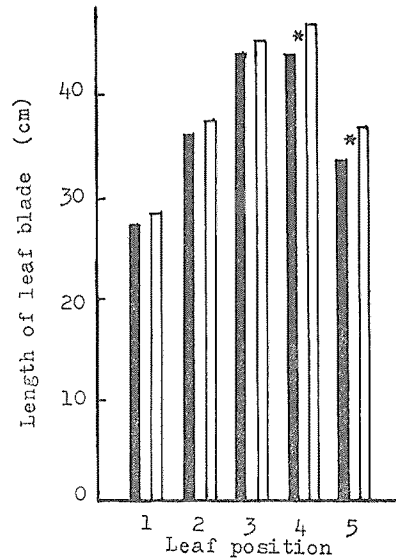


Fig. 3. Length of leaf blade. Number of puddling: ■ 1 time, □ 5 times. *: Significant at 5% level.

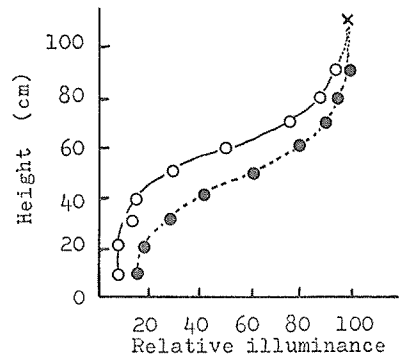


Fig. 4. Transition of relative illuminance at the heading time. Symbols are the same as in Fig. 1.

第4節間における両者間の節間長比には、1%水準での有意差が認められる。一方、上位節間では反対に、一回区の節間の伸びが良いのに対して、5回区は悪

Table 4. Viable leaf blade at pre-ripening stage.

Number of puddling		1 time						5 times					
		1	2	3	4	5	M.	1	2	3	4	5	M.
Sept.	16	100	100	100	98	95	98.6	100	100	100	100	84	96.8
Sept.	22	100	100	100	100	83	95.8	100	100	97	90	36	84.6
Sept.	30	100	100	98	83	33	82.8	100	98	96	80	26	80.0
Oct.	7	100	100	100	82	42	84.8	100	100	97	79	25	80.2

Note. Figures indicated the number of viable leaf blade per total leaves on hill.

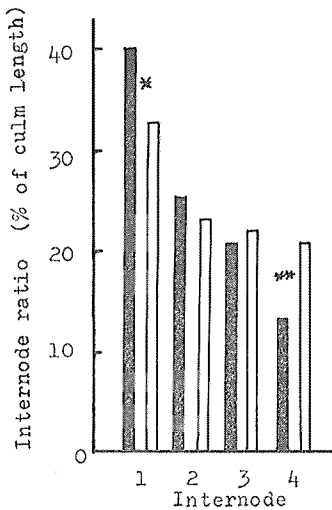


Fig. 5. Internode ratio. Symbols are the same as in Fig. 3.

い。ことに、第1節間では節間長比率間に有意差(5%)が存在する。

6. 本田生育期間の土壌条件の変化

Fig. 6 は、植付後の本田土壌の Eh を測定した結果である。測定は地表下 5 cm の部位で行った。同図で明らかなように、代かき時(図中×で示す)は両処理区とも 230 mV 前後の電位差を示したものが、植付後急速に降下し、しかも、代かき回数の多い 5 回区の降下の度合いが、1 回区に比較して著しい。これを植付後 10 日目についてみると、1 回区が約 160 mV であるのに対して、5 回区は約 120 mV にすぎず、植付後 30 日目では 1 回区が約 120 mV に対して、5 回区は 100 mV 以下の値を示している。

移植後 35~42 日は中干しの期間にはいる。この間、

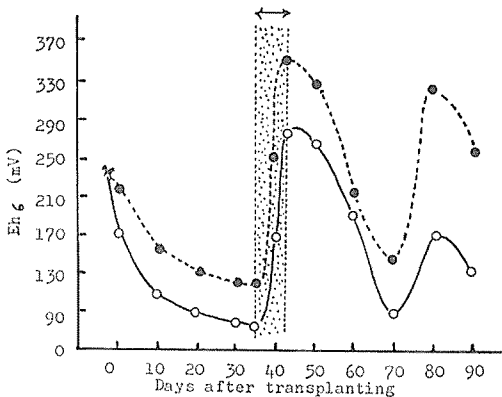


Fig. 6. Transition of Eh_6 on paddy soil. <->: Term of midsummer drainage.

Table 5. Coefficient of permeability (cm/sec.).

Number of puddling	Coefficient of permeability
1	2.30 ± 10^{-3}
5	2.04 ± 10^{-4}

Note. Sampling at 5 days after starting midsummer drainage.

土壌 Eh の値は急激に上昇し、酸化の状態に復する。その様相を中干しが終了した植付 42 日後の測定と比較すると、1 回代かき区は 350 mV を越し明らかに酸化状態にあることを示すが、5 回区は 290 mV で、いまだ還元状態にあるとみることが出来る。最高分けつ後、幼穂分化期にはいと湛水を開始すると同時に、電位差は再度降下を続け植付 70 日後には 1 回区 150 mV、5 回区が 110 mV にまで降下する。その後、間断灌水を続けることによつて、1 回区は酸化状態に復するが、5 回区はもはや 200 mV 以下にとどまり、還元化のまま低迷する。

以上のように、代かき回数が多くなると還元化の進行が速く、中干しや間断灌水などの水管理をほどこしても、酸化状態への回復は、代かき回数の少ない土壌に較べて劣る。

Table 5 は、中干し期間中の土壌の透水係数を両処理間で比較したものである。試料は表土層 5 mm をのこした、直径 5 cm、厚さ 5 cm のコアに採取し、透水計を用いて測定した。透水係数は変水位法により、次式に従つて算出した。

$$K = Ql / A \cdot t \cdot h$$

K: 透水係数 (cm/sec)

Q: 流量 (cm³)

l: 試料の厚さ (cm)

A: 試料の断面積 (cm²)

t: 時間 (sec)

h: 水頭差 (cm)

同表から明らかなように、代かき 1 回区の係数が 10^{-3} の序列を示すのに対して、5 回区は 10^{-4} で、10 cm の水頭差を持つ計器内の水が試料中を流下する時間は、1 回区が約 17 分を要したのに対して、5 回区は 196 分を要している。このように、代かき回数を多くすると透水性が極端に悪くなり、中干しを行なつても容易に水の透過を改善できないことが明らかとなった。

7. 収量形質

1978 年の調査結果を Table 6 に示す。1977 年は、

Table 6. Yield component and other characters.

Number of puddling	1 time			5 times		
	Replication	1	2	Average	1	2
Culm length*	70.7	72.7	71.7 ± 1.4	76.6	75.2	75.9 ± 1.0
Ear length*	19.7	19.2	19.5 ± 0.4	18.1	17.9	18.0 ± 0.1
Number of ear	458	472	465 ± 10	492	454	473 ± 27
W. of unhulled rice (G)*	630	674	652 ± 31	585	596	591 ± 8
W. of straw (S)	663	714	689 ± 36	683	705	694 ± 16
Ratio G & S**	95	94	95 ± 1	86	85	86 ± 1
W. of hulled rice**	50.4	53.4	51.9 ± 2.1	44.1	47.4	45.8 ± 2.8
Ratio of rice screenings**	1.96	2.01	1.99 ± 0.04	2.88	2.58	2.75 ± 0.21

Note. *, **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

Unit: Culm length, ear length; cm. No. of panicle; N./m². Weight of unhulled rice, weight of straw; g/m². Ratio G & S, ratio of rice screenings; %. Weight of hulled rice; Kg/a.

78年とはほぼ同様の結果を示したので省略する。同表で玄米収量が代かき1回区は5回区に優っており、1%水準で有意差が認められたことにまず注目したい。

一方、稈長および穂長については、代かき5回区は1回区に比較して稈長が長いに対し、穂長は短く、両形質ともに有意差が認められた。このことは、節間長比の調査結果からも容易に推測される。穂数は、分けつへの推移から予測されるように、代かき5回区の方が1回区よりも多いが、有意差は認められなかった。

また、籾わら比は両処理間に有意差(1%)が認められ、代かき回数を多くすると、わら出来の傾向を示すことが明らかである。さらに、くず米率(0.7mm間隔の縦線米選機による選別を行なった)は5回区の方が多く、登熟の不良さを示すものとして注目される。

以上の結果、代かき回数を多くすると収量は低下する。すなわち、代かき5回区が主に穂数を決定する生育前期は、ほぼ順調に近い生育経過をたどつたといえるものの、生育後期の登熟期間は凋落傾向が認められ、籾重、籾わら比の違いを生じ、最終的には玄米収量の低下、くず米率の増加としてあらわれている。

考 察

1. 活着および初期生育

代かき回数の違いによつて、稚苗の発根数や活着初期の生育に差が認められないのは、育苗期間の苗素質そのものの発現に帰せられる面が多く、むしろ当然と考えられる。関東東山農試の調査結果(山崎, 1959)では、代かき回数を多くした10回区の方が2回区または0回区に比較して、手植移植苗の発根数および根長が優つていたことを指摘し、初期生育ではかえつて

良好な結果をもたらしたとしている。同様の結果は福井農試(山崎, 1959)その他によつても認められている。

しかし、田植機による稚苗移植時の圃場実態を観察していると、代かき回数を多くしたねりすぎの場合(枕地において特に著しい)は、植付後の苗の直立性が著しく不安定で、フロートの通過時に、泥土が急速におし出されると同時に苗が外側に傾斜し、通過後は反対に内側にむけて泥土が移動し、同時に苗は傾斜する。この傾向は代かき回数が多いほど顕著である。その結果、泥土中に埋没またはおし倒された稚苗は直立が不能となり、欠株を生ずる場合が極めて多い。このような植付時の弊害を少なくするために、代かき後の日数をのばして(普通4~5日、長い場合は7日以上にもなる)、土壌のおちつき、しまり(いつき)を充分につけてから植付けることが多い。この間に、MO剤またはNIP剤などの除草剤を湛水田面に散布して、植付前処理を行なう場合がある。

このため土壌の還元化が進行し、次にのべる草丈の異常伸長をきたす結果となる。また、植付前に処理した除草剤の経過日数が増したことにより、植付時の土壌の乱れなどによつて、稚苗は新しく伸長しはじめた雑草との競合にたち向わねばならない結果ともなる。

2. 草丈および莖数

本試験の結果からすると、草丈は栄養生長の全期間を通して、代かき5回区の方が1回区に比較して伸長気味に経過している。このことは、一見すると5回区の方がより良好な生育環境をもたらしたとも考えられるが、乾物重の経過からしてむしろ徒長的な傾向が認められる。これに対して1回区は伸長が劣るが、着実な生育を示す。5回区の伸長が1回区に優るのは、1

回区の透水性が良く、より多くの肥料が流亡した結果と見る事ができよう。同時に、5回区の土壌がより還元状態におかれているために、アンモニア態窒素の吸着、ないし根の吸収が有効に作用した結果とも考えられる(塩入, 1941; 泉ら, 1957, 1961)。

一方、莖数は代かき1回区の方が、5回区より分けつが旺盛であるにもかかわらず、最高分けつ期では5回区に劣っている。しかし、有効穂数では両者間に有意差が認められないことから、1回区の方はより有効茎歩合が高いことになる。このことは、栄養生長期での分けつの速速が直接的に穂数の増減につながらないとはいえ、有効分けつ終止期を早く迎えた分けつ莖が、それだけ強力な穂を形成することになり(松島, 1959)、その後の生産形質の向上により大きく貢献することになる。

3. 葉身の伸長と生葉率、相対照度

代かき5回区の葉身のうち、第4および5葉の伸長が特に著しい反面、これより上位葉の第1(止葉)、2および3葉の伸長は、1回区との間に有意差のないことを本試験の結果で指摘した。ここで、第5葉の伸長期は有効分けつ終止期に、また、4葉および3葉のそれは無効分けつ期に該当することによつて(嵐・江口, 1954)、代かき5回区は有効分けつ終止期より無効分けつ期にかけて、栄養生長が旺盛であつたものと考えられる。しかるに、第2葉の伸長期は最高分けつ期より後に、第1葉のそれは幼穂形成期ごろよりしばらくの間にくることから、幼穂形成期以後はやや栄養凋落気味に経過したことが推定される。この様相は嵐(1960)が指摘する秋落型水稻の生育相に合致する。ちなみに、最長葉身をもつ葉位は、5回区で第4葉位、1回区では第3葉位であつた。

出穂期以後の上位葉の生葉率は、試験結果が示すように、5回代かき区が低く、上位5葉の平均では約10%前後の差異を示している。しかも、異常伸長した4、5葉の下垂が目立ち、群落としての稲体の草姿がうつべい気味に経過したことも枯葉化を早めたといえる。事実、出穂期の相対照度の測定結果でも明らかのように、例えば1回の代かき区が地上高60cmの層で80%を示したのに対して、5回区は50%にすぎないのである。もちろん、土壌Ehの低下にともなう根の栄養吸収活力が減退し、その結果招来される後期栄養の凋落化傾向が主な要因であることは言うまでもない。

4. 下位節間の伸長

節間長比の差異が示すように、代かき5回区の下位

(3、4)節間の伸長が目立つ。これに対して上位(1、2)節間長の比率は1回区に較べて少ない。第3節間の伸長は幼穂の発育期に相当し、第2節間の伸長する時期は花粉母細胞の減数分裂期に相当することから、5回代かき区は節間伸長期には栄養的な衰えをみせていないことがわかる。これに対し、上位の1、2節間の伸長期には栄養凋落の影響が漸次強くあらわれたものと解することができる。

嵐(1960)は、節位別節間長の変異をもとにした秋落ち診断の方法として、上位節間長と下位節間長との比率をもつてすることが望ましいとして、I+II節間長/III~VIの節間の合計長の比率で示している。この比率に従うと、1回区は1.95であるのに対して、5回区は1.29である。この数値に示された5回区は、嵐のいう秋落II型に属する。

また、稈基部の節間が伸びることは、稈の支持力、特に曲げのモーメントに対して弱くなる要因となり、倒伏をきたす懸念がある(瀬古ら, 1957; 瀬古, 1962)。ことに田植機移植栽培では、手植栽培の水稲に比較して細稈化する(立野・伊藤, 1971)傾向がある上に、浅植されることによつて稈基部の支持力が不安定であることも重なつて、より倒伏を助長する結果となる。本試験の2か年にわたる観察では、代かき処理間に著しい差異は認められなかつたものの、5回区で収穫時の穂の乱れが観察された。

5. 収量形質の劣弱化と収量の減少

収量は、全生育期の栽培環境に対する作物反応の総合結果といえるであろう。本試験で代かき5回区の収量が1回区の85%にとどまつていることから、代かき回数を多くすると減収につながるといえる。これまで考察したように、生育前期はほぼ正常に近い生育経過をたどり、莖数の増加も順調であるが、生育後期の登熟期間は栄養凋落化の傾向が認められ、初重、わら重比の減少をきたし、最終的には玄米収量の低下、くず米率の増加としてあらわれている。ことに、西南暖地の稲作は、品種の成熟期が寒地よりも比較的長期間にわたり、しかもより高温下におかれるために、稲体の消耗がはげしく、葉の枯上りが早く、根腐れを起し易く、米粒の充実が悪いとされている。代かきによるねりすぎは、この傾向をさらに助長させるものとして、田植機移植栽培では特にききたい。

6. 稚苗稲作と代かき

中江(1958)は、代かきの機能について植付前作業の水田土壌におよぼす作用を現象的な面から、次の3項目に要約している。すなわち、①土の踏圧、②土の

攪拌・砕土、および③土の移動である。以下、これらの項目について、稚苗稲作との関係を考察する。

土の砕土および攪拌は、耕耘、代かき用作業機の開発にともなつて、昭和30年代の耕耘機、テラーから、昭和40年代後半以降に乗用トラクターが導入され、現在ではさらにその大型化が進んでいる。その結果、耕耘や湛水代かき時の細土化が極めて容易になつたことにより、耕土が単粒化し、土粒の界面が増大し、肥料の吸着が良くなる反面、透水性が不良となり（中村、1955；富士岡・五十崎、1956）、土壌の還元化が促進される。また、土の攪拌は雑草の発生を抑制し、肥料の全層施用効果のほかに、一時的には土壌の酸素量を増し、微生物の活動を活発にし、土壌有機物の分解を促進する効果を持つ（泉ら、1957、1961）反面、作業機の高性能化によるねりすぎの危険がある。加えて、田植機による稚苗移植栽培では、植付時の精度と能率を高めるために、より斉一な田面の均平化が要求される。このため、作業機による土の移動にともなつて、攪拌と踏圧がくりかえされ、ねりすぎの危険はさらに増大する。土の踏圧は漏水を防止し、用水量を節約し、肥料の流亡を防止する効果がある（下島、1959）反面、土壌の還元化を促進する結果となる。

このように、代かきが水田土壌におよぼす作用には、功罪の二面性を持つている。田植機による稚苗稲作の安定、ないし増収をはかるためには、生育時の土壌条件をより良く維持するための「代かき運減法」がとられなければならない（小沢、1976）。最適土壌条件は、水稻の生育時期により、また地域によつて異なるであろう。例えば、生育初期は土壌がより還元状態におかれる方が肥分の面で好適であつても、生育の後期には還元化が根の活力を極度に減退させ、栄養の凋落化現象を進行させる結果ともなる。西南暖地における稲作では、このような後期の栄養凋落化現象を特に秋落と称して、地域性に由来する一般の傾向として認識されている。本試験の結果が示すように、ねりすぎによる減収効果は、秋落傾向を持つ暖地では相乗的な働きを示すものと考えられる。ことに、粘質で透水性の良くない土壌では減収率が大きいため、福岡県三潴地域にみられるイ草あと地の晩期栽培では、ほとんど代かきを行わず移植することによつて収量の安定をはかつている。田面の均平作業を効果的に行なうバデーローの使用は、西南暖地稲作に対する農業機械の対応として注目されなければならない。

摘 要

代かきの回数を増すことが、田植機稚苗移植水稻の生育にどのような影響を与えるかを明らかにするために試験を行つた。その結果は次に示す通りである。

(1) 田植後の苗の活着には差がない。

(2) 分けつ期の茎数は5回区が1回区に劣る。

(3) 最高分けつ期では5回区が草丈、茎数ともに優つており、葉身長（4、5葉）および下位節間長は、ともに徒長的傾向を示す。透水性の悪化による肥効が長期間持続したためであろう。

(4) 生育の進み方は1回区の方が最高分けつ期、出穂期ともに早い。

(5) 出穂期以後の生葉率は5回区の方が低い。葉身の徒長による相互しやへい、土壌還元化による障害と思われる。

(6) 収量は5回区が1回区に劣る。特に生育後期における登熟の低下が目立つのは、土壌還元の進行にともなう根の活力がおとろえたためと考える。

以上の結果から、代かき回数を最少限にとどめることが、水稻の生育、収量に好結果をもたらすものと考えられる。

文 献

- 嵐 嘉一 1960 水稻の生育と秋落診断——暖地水稻の生育特異性の解明と秋落診断の基礎的研究一。養賢堂、東京
- 嵐 嘉一・江口 広 1954 水稻の葉の発育経過に関する研究（第1報）葉身並びに葉鞘の発育経過。日作紀、23(1)：21-25
- 富士岡義一・五十崎恒 1956 水田状態土壌の還元が浸透量に及ぼす影響について。農土研、23(6)：46-49
- 泉 清一・姫田正美・及川俊昭・野本俊雄 1957 作土内における土塊の大小が水稻の生育に及ぼす影響——動力耕耘機による耕耘の一特性について——。日作紀、26(1)：11-12
- 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 耕耘法の差異が水稻の生育に及ぼす影響。日作紀、29(3)：353-355
- 松島省三 1959 稲作の理論と技術。養賢堂、東京
- 中江克己 1958 代かき（砕土）作業。泉編：水田農作業の理論と実際。農文協、東京、72-101頁
- 中村忠春 1955 土壌の還元が塑性、透水性に及ぼす影響。農土研、23(5)：9-12
- 小沢栄二 1976 水田利用の近代化——透水性の耐与。農業技術、31(6)：246-249
- 瀬古秀生 1962 水稻の倒伏に関する研究。九州農試彙報、7(4)：419-499

- 瀬古秀生・佐木啓智・鈴木嘉一郎 1957 水稻地上部
諸器官の発達過程に関する研究. 日作紀, 24(3):
189-190
- 下島久雄 1959 シロカキの行い方とその効果. 農業
及園芸, 34(4): 623-627
- 塩入松三郎 1941 水田の脱窒現象について. 科学,
11: 24-27
- 立野喜代太・伊藤健次 1971 西南暖地における稚苗
稲作技術に関する研究 第1報 1株植付苗数の
多少が稚苗移植水稻の生育, ならびに収量におよ
ぼす影響. 日作九支報, (35): 1-11
- 山崎不二夫 1959 シロカキの研究. 金原出版, 東京

Summary

The effect of frequent puddling on the growth of rice seedlings was examined, and the results are summarized as follows. The rooting of the seedling after planting was the same regardless of the number of tillings. The number of stems at the tillering stage when tilling was conducted 5 times was less than that when it was conducted once. At the maximum tillering stage, plant height and stem number were greater and the length of the leaves (4-5 leaves) and the internodal length of lower nodes tended to be more elongated when tilling was conducted 5 times than when it was conducted once. This was considered to be due to the fertilizer remaining which was caused by the lowered water penetration. Growth during the tillering and heading stages was faster when tilling was conducted only once than when conducted more frequently. The fresh leaf ratio after the heading stage was lower when tilling was conducted 5 times, which may be attributed to the mutual masking effect caused by elongation of the leaf and to the reduced state of soil. The yield was lower and particularly, ripening during the latter part of the growth period was prominently lower when tilling was conducted 5 times than when conducted only once. This was considered to be due to the lowered activity of the roots which accompany the progress of soil reduction. Therefore, the above results suggest that the fewer the tillings before transplanting, the better the growth and yield of the rice.