

論文

造成水田における水稻生産力の推移について

堀内 悦夫・永井 徳重・田原 三男

沢田 清・村上 和夫

Changes of Rice Productivity in Reclaimed Paddy Field

Etsuo HORIUCHI, Tokushige NAGAI, Mitsuo TAHARA, Kiyoshi SAWADA
and Kazuo MURAKAMI

緒 言

愛媛大学農学部附属農場における水田は、大型機械の導入を前提に、稲作の近代化・労働生産性の向上を図る目的で、大区画圃場を造成した。

造成水田における水稻の生産性は、土壌の性質、造成の工法などによって地力が異なるため、一概には論じられないが、一般には、通常の水田に比べて生産力が低い。したがってその生産力を向上させることが大きな課題となっている。

当農場でも、造成時の土壌の移動による理化学性の不均一によりもたらされた地力差をはじめ、大型建設機械による過度の土壌踏圧が不透水層を形成し、圃場の排水を悪くするなど、生産性を低下させるいくつかの要因が提起された。そこで、まず、当農場の造成水田における水稻栽培の実態と生産力の推移を検討し、生産性向上のための基礎技術を確立するためにこの調査を行った。

調 査 方 法

調査は'79年から'82年まで4ヶ年間行った。各年次とも、水稻品種は日本晴を用い、供試圃場面積は3ないし72aとした。

耕種概要は表1に示した。稲作初年度の'79年は、人手不足と、基盤整備に多くの日数を要したため、播種適期を失し、やむを得ず、湛水直播の散播とした。播種量は10a当り12kgとし、肥培管理は本県の慣行に従った。

'80年は1・2号田には乾田直播(全面全層播、直播区と呼称)を、また3・4号田には稚苗移植(移植区と呼称)を行った。直播区は10a当り10kgの種子を散播とした。移植区は、2条田植機で、条間30~32cm、株間18~19cm、6~7本植とした。施肥量は本県の施肥基準(10a当りN:11kg, P₂O₅:8kg, K₂O:11kg)を3~4割増しとした。

'81年も前年と同様に直播と移植を行った。施肥量は、'80年よりさらに多くした。

'82年は前年どおりの直播区、移植区のほか、客土区(3号田)を設けた。客土区の施肥量は、他の区よりやや控え目にした。

表-1 耕種概要及び生育状況

年次	区別	項目	栽培様式	播種期 月・日	移植期 月・日	施肥量 kg/10a				分けつ最盛期		出穂期		収穫期	
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O	珪カル	草丈 cm	茎数 本/㎡	草丈 cm	穂数 本/㎡	穂長 cm	穂数 本/㎡
'79	1	号田	湛水直播	7. 3	-	11.7	7.8	11.7	-	43.7	369.2	59.8	318.7	54.2	298.0
	2	"	"	7. 17	-	"	"	"	-	41.6	312.6	56.4	274.3	52.8	202.7
'80	1	"	乾田直播	5. 21	-	14.6	9.6	13.8	200	69.2	581.4	75.3	547.3	72.8	450.3
	2	"	"	5. 25	-	"	"	"	"	67.4	568.5	76.0	548.1	64.4	421.9
	3	"	稚苗移植	6. 4	6. 25	15.0	9.8	15.0	"	60.6	372.0	74.2	351.2	62.0	327.5
	4	"	"	6. 4	6. 27	"	"	"	"	46.3	330.6	63.1	316.2	59.8	277.5
'81	1	"	乾田直播	6. 8	-	16.8	8.8	14.0	"	69.8	756.3	80.0	441.5	74.2	428.4
	2	"	"	6. 10	-	18.0	12.6	15.0	"	69.1	739.7	79.8	462.3	74.4	440.2
	3	"	稚苗移植	6. 5	6. 25	18.4	8.8	14.0	"	69.6	395.9	78.2	307.1	73.1	287.6
	4	"	"	6. 5	6. 25	15.0	9.8	15.0	"	52.8	353.4	71.4	333.0	65.6	240.5
'82	1	"	乾田直播	5. 28	-	17.5	7.6	14.0	"	75.0	578.8	82.3	546.3	77.8	442.1
	2	"	"	5. 21	-	16.4	9.2	16.0	"	71.7	534.0	79.2	518.1	74.2	399.6
	3	"	稚苗移植	6. 8	6. 29	13.4	7.8	13.0	"	72.1	413.2	80.5	379.3	75.3	362.6
	4	"	"	6. 8	6. 28	15.0	9.8	15.0	"	50.2	414.4	70.0	386.7	65.8	355.2

注) 日本晴

生育調査は、直播区では、各区4～7ヶ所に0.2m四方の鉄線ワクを固定し、その中の株について、また、移植区では各区4～6ヶ所に調査地点を設け、10株ずつを単位として生育ステージごとに行った。

収量調査は、各年次とも、各区ごとに全刈調査法によった。コンバインで収穫し、全粒重を秤量した後、一部の試料で水分含量を測定した。粒の乾燥は、循環型通風乾燥機で行い、粒水分を適正値(14.5%)にした。粒すり作業は、精玄米と屑米とに分別して、それぞれ秤量し、収量を算出した。

検査等級は、産米の出荷時における検査官の判定に従った。

調査結果及び考察

1. 水稻の生育

生育調査の結果は表1に示した。'79年における湛水直播の初期生育は、不同沈下部(盛土部に多い)では、深水の被害による苗の腐敗・枯死がかなり多くみられ、さらに凸部(切土部に多い)ではスズメの食害などがあり、苗立ちは極めて不良で、欠株が多くなり生育も十分でなかった。その結果、出穂期における茎数は少なく、穂長も短くなった。さらに、出穂後に地際から倒れる「転び型倒伏」が著しく多かった。コンバインによる収穫では、穂長が短小であることによる未脱穀部の残り穂が多くなった。また、盛土部の軟弱地ではコンバインが埋まり、作業は困難を極めた。

以上のように、造成直後の水稻の湛水直播栽培は作柄面(生産力)及び、作業面(生産性)共に問題点が多かった。

'80年は、前年度における湛水直播の結果に基づき極力生育を良好にする目的で、直播と移

植を行った。その結果、直播区の出芽・苗立ちは良好で補植作業をほとんど必要としなかった。しかし、移植区は代掻き後、土壌が急速に硬化し、田植作業が不可能な箇所もみられる一方、不同沈下部（凹部）では水没による腐敗株が多く発生し、また、凸部では、活着不良による枯死株がみられ、これらの補植のため多くの労力を要した。他方、両区とも分けつ期ごろから最高分けつ期にかけてNの欠乏が顕著となり、生育むらもかなりみられた。そのため、追肥の施用量は多くなり、本県の施肥基準を3～4割上回った。Nの多用による倒伏は、両区とも全くみられなかった。全般的な生育は、各ステージとも直播区が移植区より優り、特に直播区の穂数は、移植区より3割程度多くなった。収穫作業は、盛土部の不同沈下部では前年と同様に困難であった。

'81年は、農閑期に基盤整備を行ったため、前年より地表面の均平化が進み、ほぼ水平状態に達した。従って、用水の管理労力は大幅に低減した。生育状況は前年と同様に、伸長期にかけてNの欠乏が著しく、施肥回数も多くなり多肥施用となった。全般的な生育は、直播区が移植区よりも優った。

'82年も生育の概況は、直播区が移植区より優った。しかし、移植区の客土した区では、N施用を減じたが、生育後期まで下葉の枯れあがり数が少なく、健全な生育の様相を示した。また、出穂後は2度の台風に見舞われた。しかし客土した移植区は、全く倒伏しなかったが、直播区はほとんど倒伏した。これによって、造成後間もない水田への客土は、肥効の持続、根群の発達を促し、地上部の支持力を増すことが立証された。

以上、4か年間の結果をまとめると、造成水田における湛水直播は、苗立ちの不良⁸⁾、収穫作業の困難性など、多くの問題点を生じたが、乾田直播は各年次とも出芽・苗立ちは良好で、安定した生育を示した^{1,2,3)}。一方、稚苗の移植区は、水深差の著しいところでは、植付後の水没による腐敗から、欠株を多く生じた。栽培様式を異にした水稻の生育は、各年次とも1)直播区が移植区より良好で、特に穂数の確保は、移植よりも直播の方が容易であった^{1,2,3)}。

2. 水稻の収量

造成水田における水稻の生育は、同一区画内でも肥沃度、地表面の均一性の問題などから、かなりの「むら」がみられ、その結果、部分刈りによる収量の推計には誤差が大きいと考えられたので、各年次とも全刈によって収量を求めた。

水稻収量の経年比較および精玄米収量の比較は表2、3に示した。'79年の湛水直播栽培は、前述の通り播種期の著しい遅延により、栄養生長期間が短く、生育は不良となり平均玄米収量は10a当り183.7kgで、極めて少なかった。'80年には、直播区の収量は348kgで移植区の238kgに対して約46%の著しい増収となった。'81年も前年と同様に直播区が多くなったが、移植区も収量の増加がみられたので、直播区の増収は18%であった。'82年は、出穂後に台風の影響を受けて直播区は倒伏したため、移植区より9%程度の増収にとどまった。なお、3号田の客土区は、他の区と比較して高い収量が得られているが、これは客土によって生育が良好となり、倒伏もなく、生育後期まで健全な生育^{4,9,10,12)}を示したためと考えられる。

表-2 水稻収量の経年比較

年次	区別	項目	調査面積 a	粗粒重 kg/10a	粗すり歩 合 %	粗玄米重 kg/10a	精玄米重 kg/10a	精玄米歩 合 %	等級別数量 袋/30K		等級割合 1等/全量 %	構成要素		
									1等	2等		穂数/m ²	1穂当り粒数	千粒重g
'79		1号田	72	339.8	74.8	254.2	251.4	98.9				298.0	40.0	21.3
		2 "	60	160.7	73.2	117.6	116.0	99.1	61	21	74.4	202.7	28.9	20.1
'80		1 "	70	501.6	79.8	400.3	389.4	97.3				450.3	39.3	22.6
		2 "	50	392.2	79.6	312.2	305.8	97.9				421.9	32.7	22.6
		3 "	51	330.8	80.9	267.6	263.9	98.6				327.5	37.7	21.7
		4 "	31	285.0	75.2	214.3	211.8	98.8	210	0	100.0	277.5	37.3	20.7
'81		1 "	65	581.6	80.8	469.9	462.0	98.3				428.4	48.5	22.6
		2 "	40	559.8	81.3	455.1	446.3	98.1				440.2	46.2	22.4
		3 "	50	537.5	80.4	432.2	427.5	98.9				287.6	68.6	21.9
		4 "	3	387.1	79.3	348.9	344.5	98.8	290	0	100.0	240.5	58.3	21.9
'82		1 "	60	519.1	79.6	413.2	396.9	96.1				442.1	42.6	23.1
		2 "	45	510.3	79.9	407.7	397.8	97.6				399.6	47.0	22.9
		3 "	50	521.9	82.4	430.1	420.5	97.8				362.6	57.6	21.7
		4 "	3	381.6	81.6	311.4	307.5	98.7	15	251	56	307.0	51.1	20.9

注) 一穂当り粒数: $\frac{\text{粗玄米粒数}(m^2)}{\text{穂数}(m^2)}$

表-3 精玄米収量の比較

年次	区別	項目	精玄米収量 kg/10a	栽培様式別 平均収量 kg/10a	同左移植区 対 比 %	年次別平均 収 量 kg/10a	同左'80年 対 比 %	愛媛県 平均収量 kg/10a	大学収量/ 愛媛県収量 %
'80		1 "	389.4	347.6	146.2				
		2 "	305.8	237.9	100.0	292.7	100.0	386.0	75.8
		3 "	263.9						
		4 "	211.8						
'81		1 "	462.0	454.2	117.7				
		2 "	446.3	386.0	100.0	420.1	143.5	471.0	89.2
		3 "	427.5						
		4 "	344.5						
'82		1 "	396.9	397.4	109.0				
		2 "	397.8	364.0	100.0	380.7	130.1	436.0	87.3
		3 "	420.5						
		4 "	307.5						

注) 愛媛県収量: 愛媛統計情報事務所の資料による。

つぎに、当農場の全水田における生産力の推移をみるために、全収獲量から単位面積当りの収量を算出した。'79年は、前述した諸要因によりその成績は参考にとどめ、'80年の292.7 kgを基準(100)として経年変化をみると、'81年は143.5、'82年は130.1となり、'81年における飛躍的な増収が注目される。また、'82年は、台風の影響による減収が考えられるので、台風災害がなければ、さらに増収していたものと考えられる。

ここで、以上の経年収量を本県の水稲平均収量¹¹⁾と比較すると、'80年は、県の平均収量10a当り386.0kgに対し、当農場の収量はその75.8%に過ぎなかったが、'81、'82年はそれぞれ約89%、87%と上昇し、順次、本県の収量水準に近づいている。

出荷時における生産米の検査等級は、比較的気象条件に恵まれた'80、'81年はすべて1等米で品質は「良」とされたが、'82年は出穂後の2度にわたる台風の被害で品質の低下がみられ、1等米はわずか5.6%と極めて少なかった。

以上の結果から、当農場の造成水田における'79年から4か年間の水稲生産力は、年次の経過とともに増大し、なかでも、直播栽培が移植栽培よりも高い収量^{1,2,3)}が得られた。収量構成要素のうち、穂数並びに千粒重をみると、穂数は、各年次とも移植区は1㎡当り240~360本であったのに対し、直播区は、400~450本で移植区より多く、千粒重は直播区が全般に移植区より大であった。このことから、直播区が移植区より多収であったのは、穂数が多く確保^{1,2,3)}され、籾の充実が良く、千粒重が大となった^{4,9,12)}ことに起因していると考えられる。

水稲の生産力を向上させるには、一般には早植栽培が最も効果的^{4,9,10,12)}と考えられるが、当農場では水利慣行からくる制約のために、現状ではその実施が不可能である。従って、従来の稚苗育苗から中苗育苗による植付方法に転換して、初期生育の促進を図る必要があろう。その意味で'83年における移植栽培は、すべて中苗育苗により試験を行うことにした。一方、本調査の結果からみられるように、直播栽培において好成绩が得られたので、今後は直播栽培を主体とした作付が望ましいと考えられる。

ただ、多くの試験結果^{3,13)}から、連年の乾田直播栽培は、地力の低下を伴うとされているので、今後は、直播-移植-直播という栽培法の改善によって、水稲収量の一層の増加が期待される。

摘 要

造成完了後の'79年から'82年までの4か年にわたる水稲の生産力は、年次の経過とともに生育は良好となり、収量も増加したが、未だに本県の平均収量の約87%に過ぎず、生産力の向上が強く望まれる。

今後の水稲生産力向上の途は、栽培技術面からみると、早植栽培が最も効果的と思われる。現状では、当地方の水利慣行からくる制約のためにそれが不可能である。従って、従来の稚苗育苗から、全面的な中苗育苗による稲作に転換し、栽培技術の改善によって、初期生育の促進を図る必要があろう。一方、直播栽培においては、移植栽培より、各年次とも高い収量が得られたことから、今後は直播栽培を主体とした栽培が望ましいと考える。

つぎに、土壌管理面からみると、当農場の水田はせき薄土壌のため、地力の増強を図ることが当面の最重要課題である。それには、有機物の施用や、マメ科の牧草類を裏作に取り入れたりすることも必要であろう。土壌の理化学性の改善によって地力をつけておくことは、気象条件による変動幅を小さくして安定的な生産性を発揮できることにもつながるであろう。

謝 辞

稲作にあたって、有益な御助言を賜った本学作物学研究室川合通賢教授、佐藤亨講師の両先生に感謝の意を表します。

また、本調査を遂行する上で御協力いただいた技官諸氏に厚く御礼申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 赤松誠一 (1968) 水稻の散播に関する研究 第7報 栽植密度と追肥の多少が収量並びに収量構成要素に及ぼす影響. 日作紀 37:21-24.
- 2) 赤松誠一 (1968) 水稻の散播に関する研究 第8報 施肥量と施肥割合の違いが生育収量に及ぼす影響. 日作紀 37:25-31.
- 3) 泉清一・姫田正美 (1964) 稲の直播栽培. 産業図書, 東京, 1-226.
- 4) 本谷耕一 (1968) 稲作多収の基礎条件. 農文協, 東京, 1-189.
- 5) 橋本秀教 (1977) 有機物施用の理論と応用. 農文協, 東京, 1-208.
- 6) 星川清親 (1978) 稚苗・中苗の生理と技術. 農文協, 東京, 1-241.
- 7) 久津那浩三・上森晃・新村善男・飯田国治 (1972) 水田の基盤整備に関する研究 第2報 土壌硬度の経年変化と機械の走行性. 土肥誌 43, 5:172-178.
- 8) 三石昭三・藤田時雄 (1974) 水稻の湛水直播に関する研究 第4報 湛水土壌表層直播における苗立ち不良について. 日作紀 43:別1 17-18.
- 9) 松島省三 (1980) 稲作の改善と技術. 養賢堂, 東京, 1-390.
- 10) 村山登 (1982) 収穫漸減法則の克服. 養賢堂, 東京, 1-233.
- 11) 農林水産省愛媛食糧事務所 (1983) 愛媛食糧事務所要覧. 1-12.
- 12) 津野幸人 (1970) イネの科学 多収技術の見方考え方. 農文協, 東京, 1-212.
- 13) 上村幸正 (1980) 水稻乾田直播栽培の連続による収量低下に関する栽培学的研究. 農試研報 31:87-135.

Summary

1. Since the paddy field was reclaimed, four years have elapsed. During the period from 1979 to 1982, a steady increase of the yield of rice crop has been observed. But the productivity reached only 87 per cent of the average in Ehime. So further increase in the productivity is required. From the viewpoint of paddy field management, early planting culture proved to be promising in order to increase yields. However, the custom of water use of this area makes the culture impossible. Although it is better to transplant seedlings at an early stage for lessening the labor, the productivity was inferior to the rice crop which was transplanted at the more advanced stage of seedling development. So from our results, transplanting of such older seedling is recommended. In this case, vigorous growth just after the transplanting must be attained by highly improved practices.
2. Every year, cultivation by direct sowing produced more yields compared with cultivation by transplanting. This shows that the former should be the main culture system of rice cropping.
3. The soil of the reclaimed paddy field is usually unfertile and productivity is low. Thus improvement of soil fertility is the first necessity. By improving the physical and chemical properties of the soil, annual change of the yield, which is heavily affected by severe climatic conditions, will become slight and the productivity stable.