

水稲の不耕起直播栽培とその生産システムについて

鳥取県東部とオーストラリア・リートンにおける事例

樋口英夫*・小林 一*・松村一善*・伊東正一*

平成9年6月27日受付

*鳥取大学農学部情報科学

Studies on Non-tillage and Direct Seeding System of Rice Production

Cases in the Eastern Part of Tottori Prefecture and Leeton in Australia

Hideo Higuchi*, Hajime Kobayashi*, Ichizen Matsumura* and Shoichi Ito*

*Department of Agricultural Information Science, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori 680, Japan

The prices of agricultural products such as rice in Japan are very high relative to the international standard. Retail rice prices in Japan range from 5 to 20 times as high as the U.S., Australia, China and Thailand. One of the reasons of such expensive prices in Japan is deeply related to small farm sizes, and the labor time for raising and transplanting of seedling is quite large in Japan. To improve productivity of rice production and to make the rice prices cheaper, it is indispensable to create large farm and make each stage of the production process more labor-efficient. So, we tried to introduce the non-tillage direct seeding system on rice production. The main results obtained were as follows: A lot of labour time was cut and production cost was reduced by using the non-tillage direct seeding system. The growth of rice plant on non-tillage direct seeding system was nearly equal to those on the tillage rice planting system. There were much weeds on the field of the non-tillage direct seeding system in comparison with the tillage rice planting system. The grain yields on non-tillage direct seeding system were a little bit less than those on tillage rice planting system.

(Received 27 June 1997)

Key words: direct seeding system, growth of rice plant, low cost rice production, non tillage, production system

結 言

わが国の農業は他の国と比較して零細であるため、労働生産性が低く、農業後継者は激減し、また、地域社会は高齢化し、あるいは耕作放棄が増加している。一方、消費者のコメ離れが進む中で、わが国のコメ価格は国際的に非常に高く、コメの部分的自由化は行われているが、他のコメ生産国から大幅な市場開放が求められている。

また、わが国では近年、豊作が続き、コメ余り現象が生じ、農家は減反(コメ生産の縮小化)を強いられ、あるいは1995年の新食糧法の施行によって生産・販売の市場化に対して苦難を強いられている。

世界的には現在、北朝鮮、アフリカ、ロシアなどの国々で食糧不足が生じている。また、10年、あるいは20年後の世界人口は大幅な増加が予測され、地球規模では多量の食糧不足が生ずると言われている。

国内及び国際のこのような社会状況下において、わが国の農業、特に、コメ作りは生産性の大幅な改善が迫られている。すなわち、コメ生産における労働・土地生産性の改善等を行い、国際化に対応した低コスト生産、あるいは生産システムの再構築を行わなければならないと思われる[1-3]。

したがって本報告においては、コメの低コスト生産化の手段として不耕起直播栽培[4]を行った場合における水稻の生育、病害虫の発生、稈の倒伏抵抗性、労働時間、収量、生産費について調査・測定し、鳥取県東部とオーストラリア・ニューサウスウェールズ州・リートンで行った場合について、現在わが国で慣行的に多く行われている田植栽培の場合と比較検討した。

供試圃場及び気象条件

供試圃場は鳥取大学農学部附属農場の圃場と鳥取県岩

供試機械

鳥取県東部(鳥取大学及び岩美町)において供試した

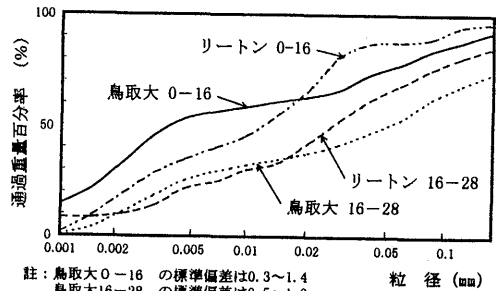
第1表 供試土壌の物理性

試料名	項目	真比重 (g/100cc)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	陽イオン交換容量 (me/100g)
鳥取大 (0-16)	平均	.243	40.58	27.52	17.2
	標準偏差	4.5	1.33	0.33	0.2
鳥取大 (16-28)	平均	257	46.48	26.52	9.0
	標準偏差	4.6	1.51	0.30	0.1
リートン (0-16)	平均	264	48.21	28.25	26.2
	標準偏差	4.6	1.50	0.40	0.3
リートン (16-28)	平均	253	45.56	30.36	23.5
	標準偏差	4.3	1.42	0.41	0.3

註：測定数；20

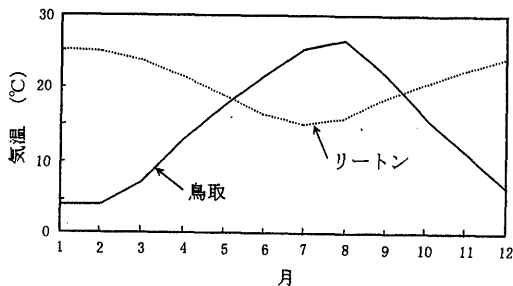
調査年度；1992年度10月

美郡岩美町の一農家の圃場及びオーストラリア・ニューサウスウェールズ州・リートンの稲作農家の圃場を用いた。第1表は供試圃場土壌の物理性、第1図は供試圃場土壌の粒径加積曲線を示したものである。なお、鳥取大学0-16及びリートン0-16は鳥取大学及びリートン圃場の土壌表面から深さ16cmまでの土壌を示したものであり、鳥取大16-28及びリートン16-28は鳥取大及びリートン圃場の土壌表面からの深さ16cmから28cmまでの土壌を示したものである。また、鳥取大学と岩見町の圃場の土壌はよく類似していたので、鳥取大学の土壌だけを示した。第2図は鳥取及びオーストラリア・リー

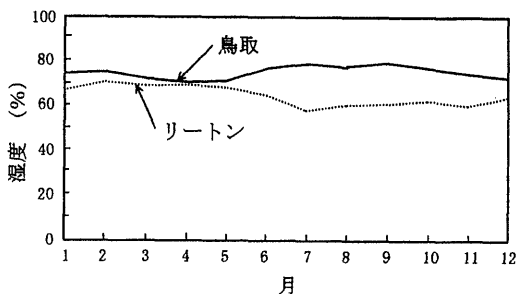


第1図 供試圃場土壌の粒径加積曲線

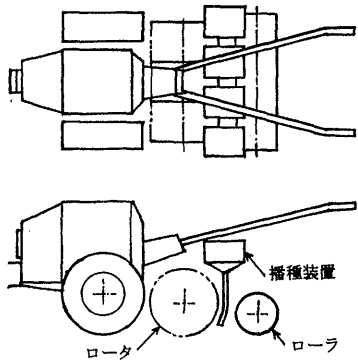
トンにおける1992年の年間平均気温、第3図は年間平均湿度を示したものである[7,8]。すなわち、鳥取とリートンの気象はよく類似しているが、北半球と南半球に位置しているため、日本の夏がオーストラリアの冬であり、日本の冬がオーストラリアの夏の気象である。



第2図 鳥取及びリートンの平均気温



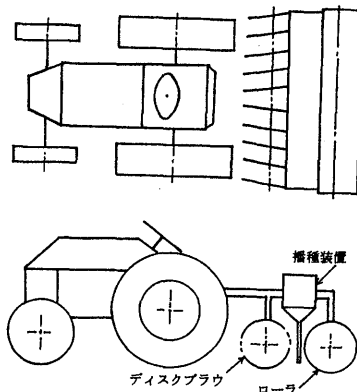
第3図 鳥取及びリートンの平均湿度



第4図 供試耕うん機用不耕起直播装置

不耕起直播装置は第4図に示すように、耕うん機後部の耕うん軸の4カ所(25 cm間隔)にそれぞれ4本の耕うん爪をセットし、爪をアッパーカット方式で回転(100~150 rpm)させて土壌を5 cm深さ、4 cm幅、25 cm間隔に同時に4条耕うんさせ、さらに耕うん部の後部に4本の播種装置(3~5 cm深さ、進行方向に15 cm間隔に3粒ずつ4条播種)をセットし、予措を行った種籾を播種し、最後にローラをセットして耕うん、播種を行った土壌を転圧・覆土する機構の耕うん機である。

オーストラリア・リートンで供試した大型の不耕起直

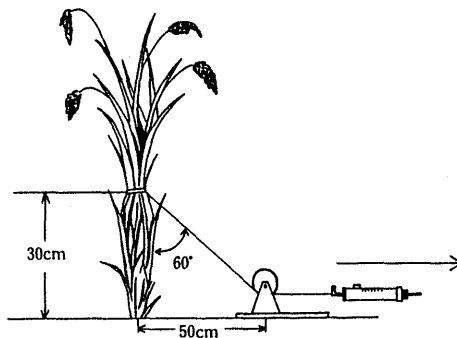


第5図 供試トラクタ用不耕起直播装置

播装置は第5図に示すように、トラクターの後部にまず、28 cm径のディスクプラウを25 cm間隔に、進行方向に対して15°ずつ傾けて左右対称に5ヶずつ合計10ヶセットし、次に、ディスクプラウで土壌を切削(5 cm深さ)し、切削によって盛り上げられて口明けした土壌表面の条状の溝に種子を播種する10本の播種装置(3~5 cm深さで進行方向に15 cm間隔に3粒ずつ10条播種)をセットし、最後にローラをセットしてディスクプラウで盛り上げられた土壌を転圧・覆土する機構のトラクタである。

調査方法

供試圃場において不耕起直播を行った時の播種状態、直播を行った後の水稻の発芽状態、生育状態、雑草の発生状態、病害虫の発生状態、稈の倒伏抵抗性、収量、労



第6図 稈の倒伏抵抗性の測定方法

働時間、生産費を調査し、現在わが国で慣行的に多く行われている田植機による水稻栽培（慣行田植栽培）の場合と比較した。

(1) 水稻の生育

種籾を播種した数と発芽した数を調査し、発芽率を算出した。また、草丈、茎数、葉色を経時的に調査するとともに病害虫の種類、発生量及び発生時期を調査した。なお、使用した種籾の品種はコシヒカリであった。

(2) 稈の倒伏抵抗性

稈の倒伏性は第6図に示すように地面から30cm高さの位置で1株全体、あるいは主稈1茎をひもで結び、ひもの他端においてバネ秤を側方に引っ張り、稲株、あるいは主稈が屈折した時の値を読みとって稈の倒伏抵抗性の値とし、稈の倒伏性の指標とした。なお、調査は茎数、栽培密度がほぼ同等のサンプルについて行った。

(3) 雑草の発生状況

不耕起直播栽培の場合は播種60日後、慣行田植栽培の場合は田植え40日後の1㎡面積内における雑草の発生量と種類を調査し、栽培方法の相違による雑草の発生量を比較した。

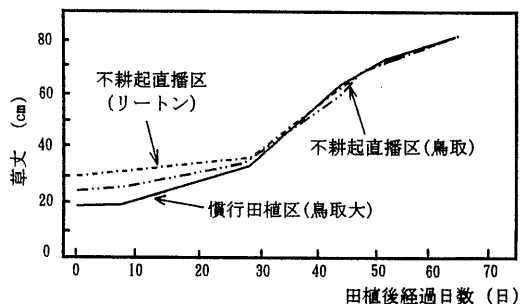
4) 収量

収量は単位面積当たりの収穫量の重さ（kg/10a）で表わした。また、1穂粒数（粒）、1株粒数（粒）、1㎡

当たり株数（本）、1㎡当たり粒数（粒）、登熟歩合（%）、1,000粒重（g）の収量構成要素も調査した。

(5) 労働時間及び生産費

10a当たりの作業労働時間及び生産費を慣行田植栽培を行った場合と比較した。なお、生産費は（a）機械購入費、あるいはその償却費と燃料費、（b）肥料及び農薬費、（c）労働費、（d）その他（水利費、税金、材料費等）の4区分に分類し、集計した。



註：慣行田植区(鳥取大) の信頼限界値は1.29~1.71
不耕起直播区(鳥取大) の信頼限界値は1.30~1.57
不耕起直播区(リートン)の信頼限界値は1.29~1.70

第7図 草丈の経時的变化

第2表 発芽率の調査結果

供試圃場	栽培方法	播種量 (粒/㎡)	発芽率 (%)	苗立ち数 (数)	苗立ち率 (%)	
鳥取大学	不耕起直播区	平均	54	85.2	40	73.1
		信頼限界値	1.73	1.95	1.15	1.68
リートン	不耕起直播区	平均	54	89.8	49	89.2
		信頼限界値	2.10	1.80	1.31	1.65

註：鳥取大学 播種日；1992年5月13日、調査日；1992年5月26日

条間；30cm, 1株当り粒数；3粒

リートン 播種日；1992年10月10日、調査日；1992年10月24日

条間；30cm, 1株当り粒数；3粒

第3表 鳥取大学附属農場における水稻の初期生育

供試圃場	栽培方法	項目	草丈 (cm)	葉数 (枚)	根長 (cm)	根数 (本)	乾物重 (g/100本)	
							地上部	地下部
鳥取大学	慣行田植区	平均	24.1	4.8	10.9	21.2	7.65	1.82
		信頼限界値	0.10	0.02	0.71	0.92	0.08	0.01
	不耕起直播区	平均	27.4	4.8	11.2	22.6	7.22	2.21
		信頼限界値	0.08	0.02	0.69	0.91	0.08	0.01
リートン	不耕起直播区	平均	29.1	4.9	11.6	22.7	7.89	2.54
		信頼限界値	0.08	0.02	0.70	0.90	0.08	0.01

註：鳥取大学 調査日；1992年6月24日、調査個体数；25株

リートン 調査日；1992年11月20日、調査個体数；25株

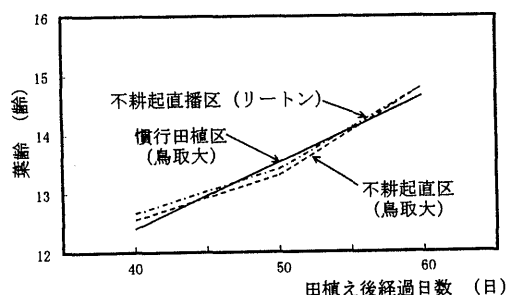
結果及び考察

(1) 水稻の生育

第2表は鳥取大学の圃場とオーストラリア・リートンの圃場で不耕起直播栽培を行った場合における播種13日目の発芽率及び苗立ち率を示したものである。発芽率、苗立ち率は鳥取大学の場合と比較してリートンの場合が良好であった。

第3表は鳥取大学の圃場及びリートンの圃場における田植2週間後（慣行田植区）と播種44日後（不耕起直播区）の水稻の初期生育を示したものである。リートンの圃場における稲の地上部及び地下部の生育が良好であった。

第7図は田植及び播種後の草丈、第8図は葉齢の成育過程を示したものである。鳥取大学圃場の初期生育における草丈は慣行田植区に比べて良好であったが、生育中期以降は田植区及び不耕起播種区ともほぼ同一の生育を示した。リートンの圃場における草丈は生育初期においては良好（長く）に推移したが、生育中期以降は鳥取大学圃場の場合とほぼ同一に推移した。リートンにおける



註：慣行田植区(鳥取大) の信頼限界値は0.12~0.16
不耕起直播区(鳥取大) の信頼限界値は0.12~0.17
不耕起直播区(リートン)の信頼限界値は0.13~0.16

第8図 葉齢の経時的変化

第4表 水稻の倒伏抵抗性

供試圃場	栽培方法 (穂数/m ²)	1株の強度		1茎の強度	
		平均	信頼限界値	(g)	(g)
鳥取大学	慣行田植区 (441)	平均		725	31.5
		信頼限界値		7.54	1.46
	不耕起直播区 (328)	平均		810	39.2
		信頼限界値		6.95	1.21
リートン	不耕起直播区 (379)	平均		802	37.6
		信頼限界値		7.01	1.05

註：稲の株または1茎が屈折した時の値
測定数；20

葉齢は鳥取大学圃場の場合より幾分早く推移したが、鳥取大学圃場の不耕起直播と慣行田植区はほぼ同じであった。また、栽培方法の相違による病害虫の発生の差はほとんど認められなかった。

(2) 稈の倒伏抵抗性

第4表は田植75日後（慣行田植区）及び播種105日目（鳥取大学不耕起直播区）の稈の倒伏抵抗性を示したものである。不耕起直播区の倒伏抵抗性は慣行田植区に比べて約12%大きな値を示した。なお、リートンの圃場における水稻の倒伏抵抗性の値は鳥取大学圃場の値とほぼ同一の値を示した。

(3) 雑草の発生状態

第5表は田植40日後及び播種70日後（鳥取大学不耕起直播区）の雑草の種類と発生量を示したものである。不耕起田植区は慣行田植区に比べて約10%多かった。特に、コナギ、ミズガヤツリ等の水生雑草の他に、ハコベなどの乾生雑草が目立った。なお、移植区は田植後5日目にザークD剤を10a当り3kg（粒剤）散布した。直播区は播種7日前にプリグロックス剤を10a当たり1l（液剤）、播種10日後と20日後にスタム剤をそれぞれ10a当たり0.7lずつ合計2回散布した。リートンの不耕起栽培は鳥取の場合とほぼ同様に、播種約1週間前にザークD剤を、播種約10日後に1回だけスタム剤を鳥取の場合と同程度の薬剤を散布した。ただし、リートンにおける薬剤投与は、日本の場合のように散粒機、あるいは噴霧機のような機械によるのではなく、かんがい水の取水口に薬剤容器を設置し、容器より自然落下現象を利用して点滴的に薬剤を落下させ、かんがい水に混入させ、圃場内に薬剤を投入させる方法である。非常に簡便で、省力的で、効果的に行われている。

(4) 収量及び収量構成要素

第6表は各供試圃場における収量及び収量構成要素を示したものである。

不耕起直播区の収量は慣行田植区よりもやや少なかった。収量構成要素の大半は不耕起直播区及び慣行田植区ともほぼ同じであったが、不耕起直播区における1m²当たり

第5表 雑草の発生状況

雑草種類	(単位：g/m ²)				
	宿根	乾生	湿生	水生	合計
試験区分					
慣行田植区	5.9 (1.4)	0.0	29.7 (2.3)	278.3 (54.2)	313.9 (57.9)
不耕起直播区	62.1 (5.4)	120.0 (8.0)	76.1 (6.2)	280.6 (750.1)	538.8 (769.7)

註：生体重
(個体数)

第6表 収量構成要素及び収量

供試圃場 栽培方法	鳥取大学圃場		リートン
	慣行田植区	不耕起直播区	不耕起直播区
稈長 (cm)	80	80	81
穂長 (cm)	17.1	17.5	17.8
穂数 (本)	21	20	23
一穂粒数 (粒)	80	79	80
一株粒数 (粒)	1680	1580	1840
1㎡当り株数 (本)	17.6	16.4	16.5
1㎡当り粒数 (粒)	29568	25912	30360
登熟歩合 (%)	81.1	83.1	78.4
千粒重 (g)	21.1	22.1	20.2
収量 (kg/10a)	505.9	475.9	480.8
比較指数 (%)	100.0	94.1	95.0

註：稈長は田植105日（播種135日）後、穂長、穂数、一穂粒数、一株粒数、登熟歩合、千粒重は田植112日（播種142日）後の値である。

粒数及び1株粒数はやや少なかった。また、鳥取大学圃場とリートンとは1株粒数及び1㎡当り粒数以外の項目はほぼ同一の値を示した。なお、第6表における比較指数は慣行田植区を100とした場合の不耕起直播区の割合を示したものである。

(5)労働時間及び生産費

第7表は日本全国及び鳥取県における1991年度の慣行田植による水稲栽培の労働時間〔9〕と著者らが調査した慣行田植栽培（岩美町）と鳥取大学及びリートンにおける不耕起直播栽培の労働時間を示したものである。鳥取県は中山間地が多いため慣行田植栽培における鳥取県の平均値（56.1h）は全国平均値（43.1h）より約3割も多いことを示している。しかし、著者らが行った岩見町における値（20.1h）は全国値の1/2以下であった。一方、現在、慣行的に行われている田植栽培を不耕起直播栽培に移行すれば耕起・整地、苗作り及び田植の一部の時間が省かれ、稲作労働の合計時間が約10時間短縮されることを示した。オーストラリア・リートンにおける場合のように1区画の面積が大きい圃場（約2ha）において、しかも、大型の農業機械〔5〕を使用して農作業を行えば単位面積当りの労働時間は非常に短縮されることを示した。

第8表は1991年度の全国、鳥取県及び本研究における慣行田植栽培と不耕起直播栽培による10a当りの水稲の生産費の試算を示したものである〔6〕。不耕起直

第7表 10a当りの稲作労働時間

(単位：h)

栽培法・地域	作業項目 種子 予借	苗作り 一切	耕起 整地	基肥	直播	田植	追肥	除草	灌排水 管理	防除	稲刈り 脱穀	籾乾燥 すり管理	生産労働時間 計		
													1.1	1.1	
全国	0.5	5.2	5.4	1.6	0.0	6.1	1.1	2.2	7.8	1.5	8.2	2.4	1.1	43.1	
慣行田植	鳥取県	0.5	4.9	5.6	2.8	0.3	5.9	1.3	2.7	10.0	1.1	17.0	2.3	2.1	56.5
	岩美町	0.5	2.8	5.4	0.8	0.3	1.2	0.5	0.7	3.0	1.0	1.2	2.0	1.0	20.4
不耕起直播	岩美町	0.5	0.0	0.5	0.8	0.8	0.0	0.5	1.1	3.0	1.0	1.2	2.0	1.0	12.4
	鳥取大学	0.5	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.4	0.5	2.0	1.0	0.3	2.0	1.0	8.5
	リートン	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.1	0.3	1.0	0.2	2.9

第8表 10a当りの米生産費

(単位：円)

栽培法・場所	項目	種苗費	肥料費	農薬費	光熱費	その他の 諸材料費	土地改良 ・水利費	賃貸料 ・料金	建物費	農機具費	労働費	費用
												合計
全国		2,737	8,996	7,579	3,297	2,426	8,277	9,946	3,891	27,417	56,628	134,142
慣行田植	鳥取県	2,549	13,022	8,410	3,065	3,201	7,540	11,976	3,146	25,061	66,576	147,707
	岩美町	2,549	13,022	8,410	3,065	3,201	7,540	11,976	3,146	25,061	23,819	101,789
不耕起直播	岩美町	2,549	13,822	11,065	1,765	3,201	7,540	11,976	3,146	1,356	17,656	76,625
	鳥取大学	2,549	13,822	11,065	1,765	3,201	7,540	11,976	3,146	1,356	10,073	66,493
	リートン	2,549	13,822	8,852	1,765	3,201	7,540	11,976	3,146	3,582	3,437	59,870

播の場合の生産費は慣行田植の場合の約 40-60%の価格であり、非常に生産費が安くなることを示した。特に、リートンの場合のように大規模農業経営の場合には安くなることを示した。なお、オーストラリア・リートンと日本・鳥取県との物価等は異なるが、種苗費、肥料費、薬剤費等は鳥取県の価格と同等として試算した。労働費は時間当たり 1,185 円(全国は 1,314 円)として試算した。また、不耕起直播栽培による生産費の主な軽減要因は①田植機の不要、②耕耘・代播き作業労働の不要、③管理作業時間の短縮、すなわち、表面土壌の硬度が硬くなり、管理作業、収穫作業が容易になり、作業時間が短縮される。一方、不耕起直播栽培による増加要因は①播種直前における稲藁の撤去及び除草作業時間の増加、②播種直前時における圃場の凹凸の整地、③播種前における除草の除草剤費の増加と除草剤散布作業時間の増加、④播種機購入費の増加などがあげられる。

結 語

不耕起直播栽培を行った場合における水稻の生育、作業時間、収量、生産費などを慣行田植栽培を行った場合と比較した。同時に、不耕起直播栽培の実用性を検討した。その結果、次の事項が明らかになった。

①不耕起直播栽培における水稻の生育は慣行田植栽培の場合とほとんど差が認められなかった。特に水稻の倒伏抵抗性は不耕起直播の場合が良好であった。

②不耕起直播栽培を行うことにより作業労働時間の大幅な削減が行われた。

③不耕起直播栽培における収量は慣行田植栽培に比べてやや劣ったが、大きな差異は認められなかった。

④不耕起直播栽培の場合には播種の直前、あるいは直後に薬剤による除草処理が必要である。

⑤不耕起直播栽培を行うことにより田植機の購入費の不要、労働時間の大幅な短縮により生産費の大幅な縮小化が計られる。

謝 辞

本研究の遂行に当って文献[1, 2]の著者、とりわけ 泉 孝治、オーストラリア・メルボルン大学農業工学部 Ph. D. Graham A. Moore に一方ならぬお世話になった。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 樋口英夫・泉 孝治・木下 収・土井俊典：水稻の不耕起田植栽培に関する研究(1), 農作業研究, 29 (2) 103-108 (1994)
- 2) 樋口英夫・泉 孝治・木下 収・土井俊典：水稻の不耕起田植栽培に関する研究(2), 農作業研究, 30 (1) 1-7 (1995)
- 3) Higuchi, H., Ito, S. and Kobayashi, H.: Effective working efficiency of Japonica rice production in Japan, China and the U. S., J. Fac. Agric., Tottori Univ., 31 21-35 (1995)
- 4) 木本英照・岡武三郎・富久保男：乾田不耕起直播栽培, 農山漁村文化協会, 東京(1995) pp. 18-36
- 5) 岸田義典：農業機械年鑑 '93, 新農林社, 東京(1992) pp. 62-80
- 6) 農林水産省経済局統計情報部：平成6年度農産物生産費調査報告, 農林統計協会, 東京(1996) pp. 150-153, 430-463
- 7) 鈴木信夫：理科年表平成7年, 国立天文台編, 丸善, 東京(1994) pp. 194-371
- 8) 鈴木信夫：理科年表平成9年, 国立天文台編, 丸善, 東京(1996) pp. 194-371
- 9) 鳥取農林統計協会：第40次鳥取農林水産統計年報 鳥取(1993) pp. 68-73