

研究情報

ダイズ不耕起播種技術の開発と栽培の安定化

—愛知県における試験研究を中心として—

濱 田 千 裕

(愛知県農業総合試験場)

1. はじめに

関東以西におけるダイズの播種適期は、6月中旬から7月上旬の梅雨期に当たる。しかも、輪換畑作では、播種作業が前作であるコムギの収穫作業と競合するため、播種が適期に行えない場合が多い。

従来の「耕起—播種」体系は、比較的高精度の播種が可能である。しかし、耕起後に降雨があると、ほ場内での機械作業が著しく困難となり、播種が遅延することが多い。また、播種ができて、その後の降雨により湿害が発生したり、愛知県に広がる鉾質土壌では、クラストの発生により出芽・苗立ちが著しく不良となる場合も多い。

このような不良条件での作業競合を回避するため、農水省中国農業試験場は、麦収穫同時ダイズ播種技術を開発した²⁾。しかし、愛知県では、作業の複合化によって梅雨期に優先すべき麦の収穫能率が低下することが最大の欠点となり、ダイズの生育収量では良い結果を得たものの、普及には至らなかった。

このようなことから、当场では、麦収穫同時ダイズ播種技術における不耕起播種の優位性を活かし、不良条件においても、高能率に作業できる播種専門の不耕起播種機を開発した。同じ目的で不耕起播種機（又は、部分耕起播種機）が、農水省農業研究センター¹⁰⁾、生研機構農業機械化研究所、三重県農業技術センター¹²⁾を始め関東以西の試験研究機関で精力的に開発された。また、各々の播種機による不耕起播種栽培を安定させるべく、栽培研究も同時に進められている。

愛知県でも、開発した不耕起播種機（以後 愛知式播種機と記す）によるダイズ栽培について、作業技術、栽培の制限要因の解明及び安定化のための改善策について試験を行ってきたので、ここにその概要を紹介する。

2. ダイズ不耕起播種機の開発

当场では、1984年にダイズ不耕起播種機³⁾の開発に着手し、1985年に基本的機構を備えた1条用(1号機)を、1986年には、これをベースに実用的な3条用(2号機)を完成した。そして、2号機を用い、愛

知県内各地で実証試験を行ってきた。

愛知式播種機（第1図）は、以下の動作を1工程で行うことができる。すなわち、①播種部分の麦稈を播種条横に排除する、②コルタ（鉄製の円盤）により土壌を垂直方向に切断する、③切断部上部を算盤玉状の作溝輪で押し開いて播種溝を作る、④播種溝に播種する、⑤排除した麦稈を播種条に戻し被覆する、ことである。

本播種機は、作溝輪が作業速度に合わせて強制駆動されるため、作溝形状が安定していること、また、作溝輪がゲージホイール（深さ調節輪）を兼ねることから土壌硬度、水分に関係なく作溝の深さが安定していること、播種溝の底がコルタにより深さ15 cmまで切断されること、等の特徴を持っている。さらに、覆土方式を検討した試験結果から、覆土機構を廃し、播種条を麦稈被覆する機構を持たせたことは、他の播種機にない特徴である。

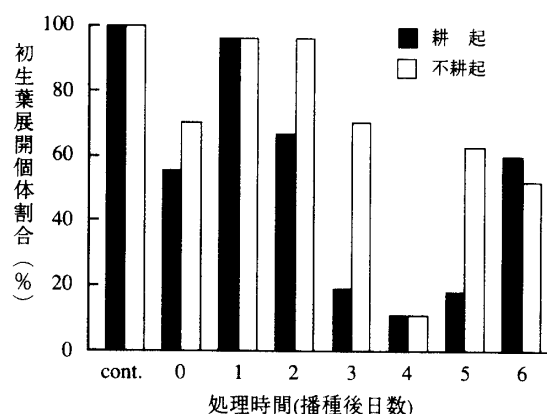
3. 不耕起栽培の安定化技術の開発

(1) 出芽・苗立ちの安定化⁴⁾

不耕起ほ場は、耕起したほ場に比べ、表面の排水性に優れる反面、前作の凹凸が残るため凹部に滞水しやすい。播種翌日から降雨の続いた場合では、冠水箇所は出芽が劣るうえ、出芽個体は胚軸の伸長が停止したり、初生葉が展開しないなど、初期生育が著しく抑制された。この問題を解決するため、前作にコムギを栽培したポットを用いて、フクユタカを



第1図 3条用ダイズ不耕起播種機の概要。



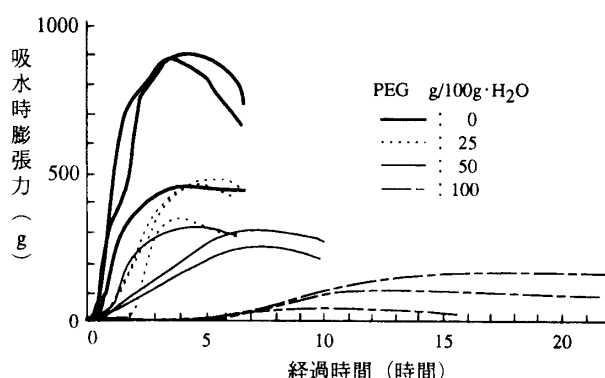
第2図 冠水処理時期と初生葉展開個体発生率の関係 (濱田ら, 1990)。

不耕起播種(不耕起)及び耕起播種(耕起)し、冠水時期及び冠水時間の影響を検討した。

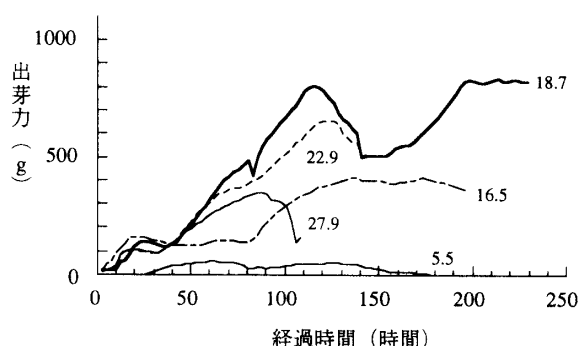
その結果、播種後1, 2日目の冠水は出芽・苗立ちに影響はなかったが、播種当日及び耕起で3日目、不耕起で4日目の冠水では出芽率が劣った。また、3~5日目の下胚軸伸長期の処理は、出芽個体の胚軸伸長を阻害し、初生葉の展開不能が多く発生した(第2図)。

中村¹¹⁾は、農林種子学総論において、マメ類を浸種すると、急激な吸水により子葉や胚軸がひび割れ、種子中養分の流失、酸素不足等により発芽力が低下することを指摘している。また、高浸透圧溶液を用い吸水速度を低下させると、発芽率の低下を抑えられることがPerryら¹²⁾により報告されている。當場でも、フクユタカを用い、ポリエチレングリコール6000 (PEG) 溶液中で、24時間吸水予措し播種したところ、浸透圧が低いほど出芽率が低くなり、出芽個体も子葉がひび割れるなどの異常が多発した。また、PEG溶液中での種子の膨張力を測定した結果、浸透圧が低い場合には大きい膨張力を短時間に発生した(第3図)。これらのことから、ポット試験における、播種当日の冠水による出芽率の低下も、吸水異常が最大の要因と考えられた。

Drewら⁹⁾の方法により、フクユタカの出芽力を計測したところ、その経時変化は、高橋¹⁴⁾の示した吸水パターンと酷似した(第4図)。種子は播種直後に吸水により徐々に膨張した後、10~20時間の安定期を経て、播種後4~5日後に最大の出芽力を示した。この時期は、冠水による出芽障害の多発時期と一致していた。したがって、この時期の出芽障害の直接的要因は、酸素要求量の大きいこの時期に、冠水のため酸素が不足することに起因すると考えられ



第3図 ポリエチレングリコール6000溶液中のダイズ種子膨張力の経時変化 (濱田ら, 1990)。



第4図 ダイズ種子出芽力の経時変化(砂壤土) 数値は土壌含水比 (濱田ら, 1990)。

第1表 冠水時間と出芽率との関係。

種子含水率	無処理	冠水処理時間 hr				
		8	16	24	48	72
%	%	%	%	%	%	%
10.1	87	97	58	65	0	0
15.3	95	100	95	97	20	28

(釋ら, 1987)⁹⁾。

た。

これら冠水による出芽障害を回避し、出芽・苗立ちの安定化を図るため、①種子の異常吸水の回避策と②不耕起ほ場の冠水回避策について検討した。

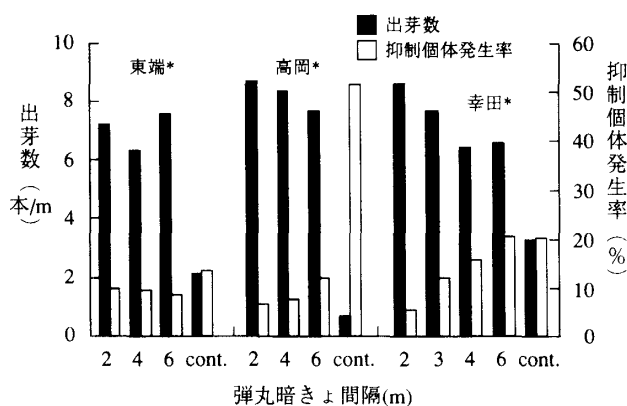
①については、釋ら¹³⁾により種子含水率を高め、15%程度に調湿して播種することによって、24時間以内の冠水であれば、出芽率の低下を抑制できることが明らかとなった(第1表)。現在、大量種子の含水率調整法と併せて、実用化を検討している。

②については、現在、愛知式播種機による播種様式の特徴を活かし、簡易なほ場排水システムの実証試験⁵⁾を続けている。前述のとおり、本播種機には、播種溝底を、深さ約15 cmまで垂直に切断するコル

タが取り付けられている。1990, 1991年に愛知県内3か所の現地ほ場において、コルタによる切断痕と、弾丸暗きょ及び明きょを組み合わせた簡易排水システム（以後、本システムと記す）が、出芽・苗立ちに与える効果を検討した。その結果、3ほ場とも、弾丸暗きょ設置区で出芽率が大きく向上し、出芽抑制個体が減少した（第5図）。また、弾丸暗きょ設置区においても、明きょからの距離が大きくなるほど出芽率が低下し、生育抑制個体が増加し、明きょの効果も弾丸暗きょ以上に大きいことが明らかとなった。以上のことから、明きょの間隔を小さくし、本システムを適用することで、不耕起播種栽培の適用範囲の拡大が可能となると考えられた。

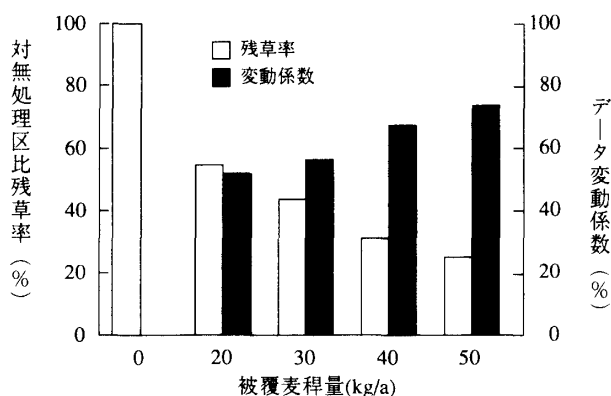
(2) 雑草防除技術⁶⁾

不耕起播種における雑草防除には、次の4点を考慮する必要がある。①播種時に既存雑草が存在する。



第5図 弾丸暗きょ間隔と出芽数及び抑制個体発生率（抑制数/出芽数）の関係。（濱田ら，1991）。

* 試験場所：愛知県安城市東端町。
愛知県豊田市高岡町。
愛知県額田郡幸田町。



第6図 麦稈被覆量と除草効果の関係。（濱田ら，1991）。

したがって、薬剤処理に当たっては、土壌処理と同時に既存雑草に対する接触型除草剤の処理が必要である。②ほ場面に麦稈が散在する。麦稈は除草剤処理の場合には遮蔽物となるが、麦稈被覆により雑草の発生及び生育の抑制に利用できる。③播種された種子が覆土されない。播種後の薬剤処理の際には種子に直接薬剤が付着するおそれがあり、薬害が懸念される。④麦稈被覆は前作コムギの収量の多少により効果が不安定であり、除草剤との組み合わせが必要である。当场では、これらの諸点を合理的に解決する方法について検討した。

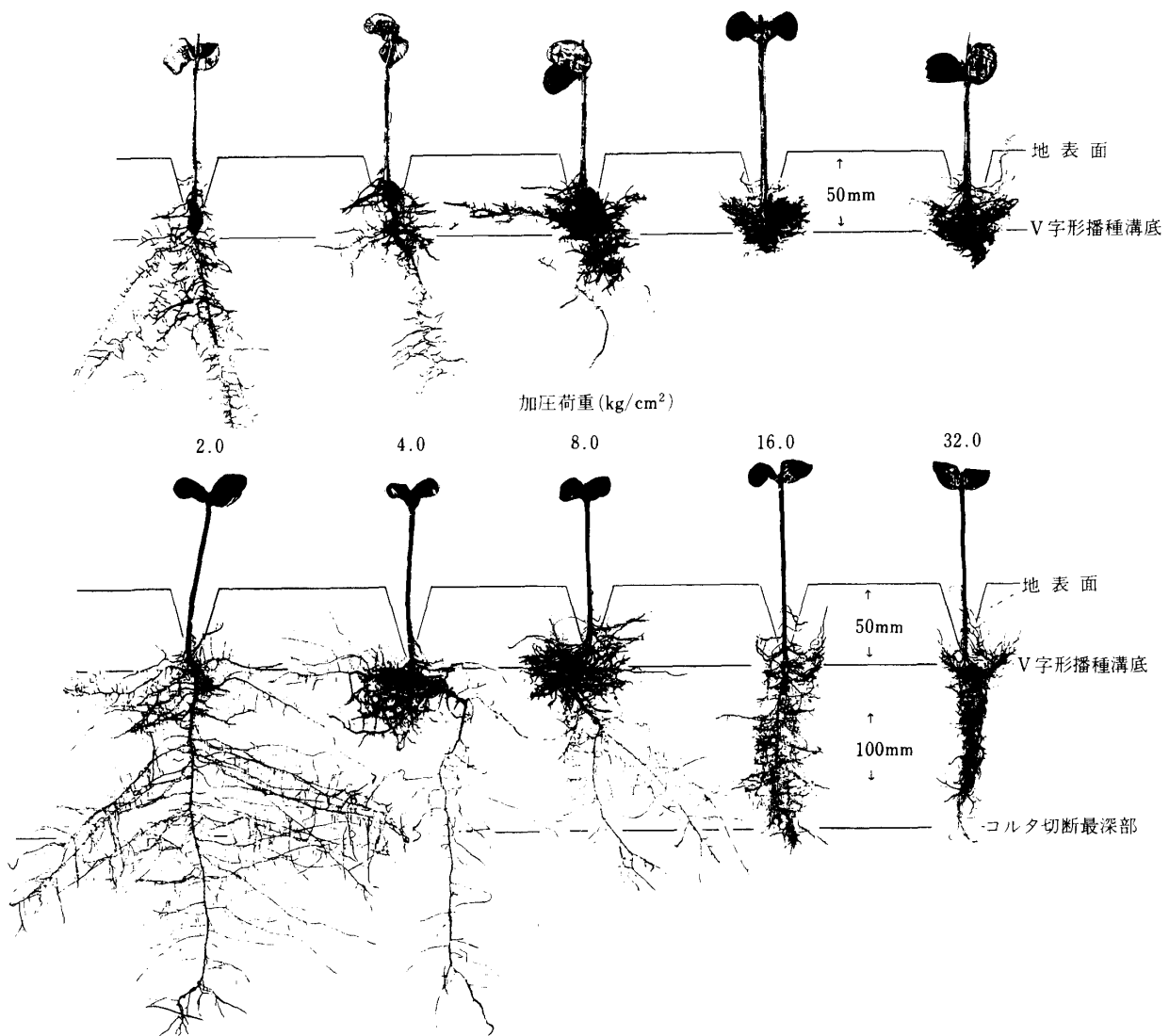
適用除草剤を選定したところ、土壌処理剤としては、慣行の耕起播種で効果の大きいプロメトリン・メトラクロール水和剤、アラクロール乳剤+リニエロン水和剤及びトリフルラリン・プロメトリン乳剤が、それぞれ不耕起播種においても効果が大きかった。接触型除草剤としては、グリホサート液剤、グルホシネート液剤及びジクワット・パラコート液剤の効果が大きかった。愛知式播種機は覆土をしないため、薬剤が種子に付着した場合の薬害の発生程度を確認する必要があった。薬害は、土壌処理剤では比較的小さかったが、接触型剤ではグルホシネート液剤が大きかった。

麦稈被覆による雑草抑制効果は、麦稈量が40 kg/a以上で認められたが、効果は不安定であり、除草剤との組み合わせが必要であった（第6図）。また、麦稈被覆を播種条の上に列状に行った場合には、ダイズ株元の抑制効果が、全面被覆よりも大きく、麦稈量が少ない場合には、除草剤との組み合わせで有効と考えられた。麦稈被覆上から除草剤を散布した場合、麦稈量40 kg/a以上では、被覆を通過する薬液量は、無処理の10%程度に低下すると推察された。

以上の結果から、不耕起播種では、麦稈により播種条を列状に被覆し、この上から土壌処理剤及び接触型剤を混用散布する方法が最適と考えられた。これにより条間における除草剤の効果を向上させ、株元の多量の麦稈によって雑草の生育を抑制でき、さらに薬剤の種子への付着を防ぐことができる。この方法は、愛知式播種機が麦稈の収集装置を有することから、直ちに現場に適用可能である。本方法について、1990, 1991年の両年、愛知県内の7か所で実証試験を行った結果、除草効果は極めて大きく、残効も長く、効果的であることが実証された。

(3) 根系の発達助長方法⁷⁾

不耕起播種における特異的条件として、耕起栽培



第7図 加圧荷重と根系発達の関係（濱田ら，1990）。
上段；コルタ切断無し， 下段；コルタ切断有り。

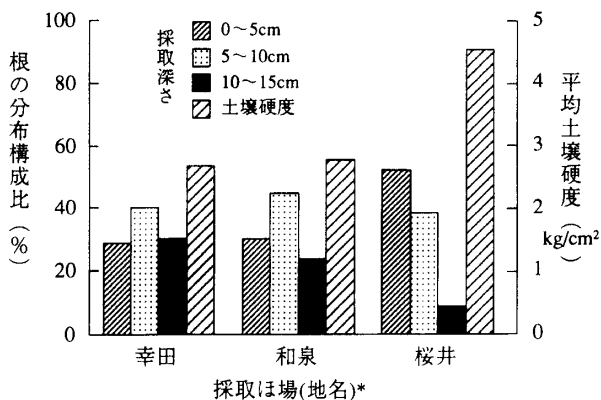
に比較し，土壤硬度が大きいことがあげられる．大きな土壤硬度の下でのダイズ根系の発達に，愛知式播種機のコルタによる播種溝底の垂直切断（コルタ切断）が，有効であることを実験及びほ場試験から明らかにした．

鉄製の根箱を試作し，これに土壤を充填した後，万能圧縮試験機を供試し，試作した加圧板により加圧圧縮した．圧縮成型されたV字型溝にフクユタカを播種し，第3本葉の抽出時まで栽培した後，地下部を採取した．加圧板は，愛知式播種機による播種溝を，根箱に設定できる形状とし，コルタ切断の有無による根系の発達状態を観察した．

コルタ切断の無い場合，直根の下層への伸長は加圧荷重が8 kg/cm²を超えると極端に劣った．しかし，コルタ切断がある場合には加圧荷重が16，ある

いは32 kg/cm²と大きな場合でも，直根はコルタの切断痕に沿って下層まで伸長した（第7図）．加圧荷重が2，あるいは4 kg/cm²と小さい場合にもコルタ切断により根系の発達は良好になった．下胚軸根及び直根の側根の数（発根数）は，加圧荷重が大きいほど少なくなった．発根数は直根の貫入深度と密接に関係し，コルタ切断により貫入深度が深くなったことから，大きな加圧荷重下でも発根数は増加した．

以上のように，加圧荷重すなわち土壤硬度が大きくなると，地下部の初期生育が抑制され，加圧荷重8 kg/cm²（地力増進法にいう臨界硬度，山中式土壤硬度計値24 mmにほぼ等しい）付近を境にして，根系の発達が著しく劣ることが確認された．しかし，コルタ切断によって，土壤硬度が大きい場合には，根の伸長を助長することが可能であり，さらに，小



第8図 不耕起ほ場における土壌硬度と根の分布の関係 (濱田ら, 1990)。

土壌硬度は0~15 cmの平均値, 測定はSR-II土壌硬度計による。

採取は農研センター寺島の方法¹⁵⁾による。

* 幸田: 愛知県額田郡幸田町。

* 和泉: 愛知県安城市和泉町。

* 桜井: 愛知県安城市桜井町。

さい場合には, 側根の発達を促す傾向が認められた。

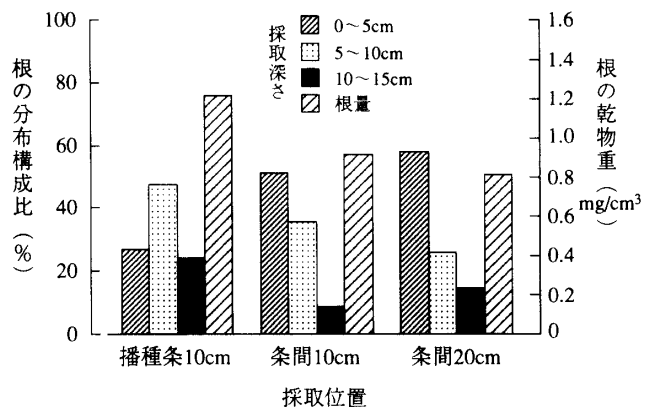
1990年に愛知県内の3か所の不耕起播種のほ場において, 子実肥大期に, 播種条上の株横10 cm, 条間側の株横10及び20 cmの地点で, 層別に根系を採取した。その結果, 土壌硬度の大きなほ場ほど, 根の分布は表層に集まる傾向が認められ, コルタ切断痕のある播種条で根の分布が深く, コルタ切断の効果が, ほ場レベルでも認められた (第8, 9図)。

4. おわりに

愛知県における不耕起播種の試験研究は, 1984~1991年の8年を費やして行われた。その結果, 安定した播種作業技術と, 不安定要因回避のための条件設定については, 一応の完成をみた感がある。この間, 本技術に対する現場農家の期待と要望を肌を感じながら仕事を進めることができた。また, この間は機械導入に対する農家の要望を聞きながら, 農業機械メーカーの決断を待望する日々でもあった。

ようやく, 市販機生産の目途が立ち, いよいよ栽培の安定化から多収・高品質ダイズ作に向けて, 次の段階へ試験研究を進めようとしている現在, やや雲行きが怪しくなっている。

1990・1991年は, 全国的な夏の高温と乾燥で, ダイズ作は大打撃を受けた。愛知県ではハスモンヨトウの大発生がこれに追い打ちをかけ, 両年の作況指数は73及び82と過去に経験しなかった大減収となった。農家の生産意欲の減退が懸念される今年になっているの転作の大幅緩和である。



第9図 不耕起ほ場における根系分布 (濱田ら, 1990)。

播種条10 cm; 播種条の上の株横10 cm。

条間10, 20 cm; 条間側の株横10, 20 cm。

採取は農研センター寺島の方法¹⁵⁾による。

しかし, 水田農家を確立するには, ダイズ作の安定化は欠かすことのできない課題であり, また, 大きなエネルギーを必要としない不耕起播種栽培体系の確立は, 時代の要望に合った課題でもある。さらに, 需要の大きい国産ダイズの安定供給のためにも, 本技術を生産者が「飛びつく」技術に仕上げるよう試験を進めている。

謝辞 本稿をとりまとめるにあたり, 名古屋大学農学部教授河野恭廣博士に有益な助言, ご指導をいただきました。記して謝意を表します。

引用文献

1. Perry D.A. and J.G. Harrlson 1970. J. Exp. Bot. 21: 504-512.
2. 後藤美明ら 1983. 転換畑研究成果集報 (農業研究センター) No. 1: 118-132.
3. 濱田千裕ら 1986. 愛知農総試研報 18: 67-74.
4. ————ら 1990. 日作紀 59 (別1): 40-41.
5. ————ら 1992. 日作東海支部報 113: 7-8.
6. ————ら 1990. 愛知農総試研報 22: 85-92.
7. ————ら 1990. 日作紀 59 (別2): 47-48.
8. ————ら 1988. 農及園 63: 518-524.
9. L.O. Drew et al. 1971. TRANS ASAE 14: 315-318.
10. 長野間宏ら 1989. 転換畑研究成果集報 (農業研究センター) No. 2: 161-168.
11. 中村俊一郎 1985. 農林種子学総論. 養賢堂, 東京. 27.
12. 中西幸峰・横山幸徳 1991. 三重農技研報 19: 21-32.
13. 釋 一郎・荻野 功 1987. 愛知農総試安城農業技術センター採種研究室試験成績書: 6-7.
14. 高橋成人 1960. 日作紀 29: 1-3.
15. 寺島一男ら 1986. 日作紀 (別1): 50-51.