

愛知式不耕起乾田直播栽培における 水稻出芽期の推定方法

愛知県農業総合試験場 作物研究所 吉田朋史

1. はじめに

愛知県では“愛知式”水稻不耕起乾田直播栽培が現場へ普及して数年が経過した。面積は年々拡大しており、平成13年の普及面積は400haに達している（図-1）。この直播栽培法は愛知県農業総合試験場（愛知農総試）が独自に開発した播種機（愛知式不耕起播種機；平成9年から市販化）を用いている（図-2）。その機構は、つば付きのそろばん玉状の作溝輪を回転させて深さ5cm、開口部2cmのV字型の播種溝を作り、そこに播種施肥を行うものであり、極めてシンプルな機構の播種機である（図-3）。この播種機を用いた栽培法について、当初は完全不耕起播種を目標としたが、①前作残さや刈り株によ

る播種精度の低下、②前作収穫時のコンバイン旋回跡による播種精度の低下、③不陸による播種溝深度の不安定性、④覆土が困難であること、鳥害の発生等々、多くの困難な問題が残された。これを解決したのが、冬季に代かきをし田面を乾燥させた後、この播種機で播種作業を行う「冬季代かき不耕起乾田直播栽培法」の開発であった。代かきにより整地された乾田に播種することで播種精度及び出芽精度が飛躍的に向上し、上記の問題も一斉に解決できた（図-4）。また、本栽培法では移植栽培以上に倒伏に強くなることから、コシヒカリでも移植以上の安定栽培が可能で、かつ、収量は移植同等であることや、専用肥料を使用した全量基肥栽培である

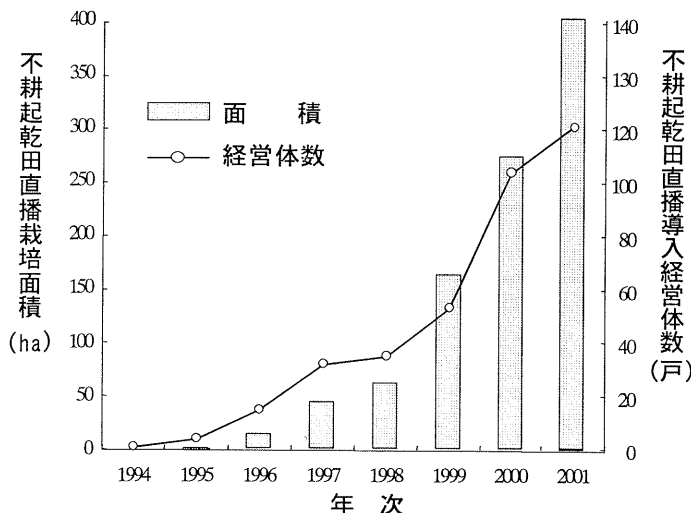


図-1 愛知式不耕起乾田直播栽培面積の推移

こと、高能率な播種作業が可能なこと、田面が固く栽培期間中の管理作業が容易なこと、種子消毒法の開発により播種期の大幅な前進化を可能にしたことなどが普及面積の拡大に結びついている。このように完成の域に達した直播技術の中であって、栽培の重要なポイントとなるのが雑草防除の成否である。

2. 除草剤適期散布の必要性

従来、水稻作では技術のマニュ

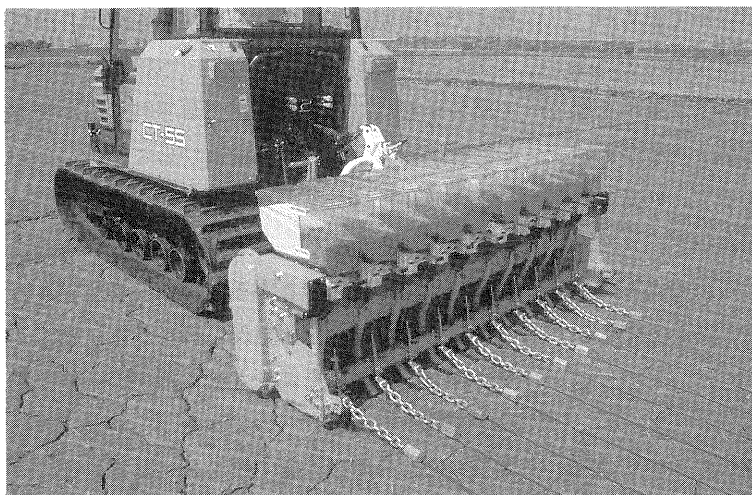


図-2 愛知式不耕起播種機

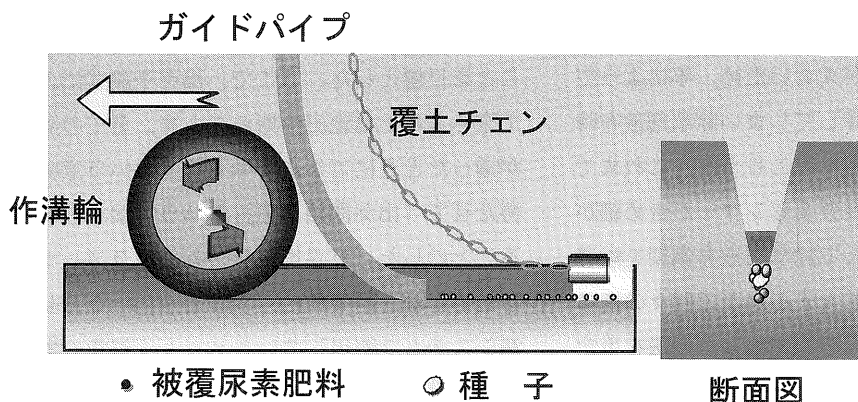


図-3 愛知式不耕起播種機の施肥播種様式



図-4 愛知式不耕起乾田直播栽培における出芽揃期

アル化が確立しており各種の技術指針や稲作暦として農家の計画的作業に役立っている。一方、愛知式不耕起乾田直播栽培では、除草剤散布適期の「暦化」が難しく農家の勘に頼ってきたところがあり、この改善が望まれていた。

この直播栽培における除草体系は、播種後・水稻出芽前にグリホサート剤、水稻出芽後・入水前にシハロ

ホップブチル剤、

入水後に初中期一発除草剤を散布する体系が一般的な体系となっている。

これらのいずれの除草剤も適期散布の判断が大変重要であるが、この中

で、グリホサート

剤は、散布時期が

遅れれば、水稻が出芽し散布期を失する。逆に、散布時期が早すぎ

れば体系処理による雑草管理を困難にする。

愛知式不耕起乾田直播栽培の現場では面積拡大と作業分散のために播種期が前進傾向にある。前述のように種子

消毒による出芽の安定

性から、2月播種、3月播種が可能であるが、その場合にはグリホサート剤の散布適期を把握することがさらに難しくなる。種子を掘り上げて観察することが最も確実な方法であるが面積拡大には対応不可能である。そこで、確実に水稻出芽前に散布するための指標として、また、その後の栽培管理全般を計画するためにも出芽期を推定することが現場から強く要望された。

3. 出芽予測式の策定

図-5に平成7年から平成12年の6年間の試験ほ場及び現地ほ場における出芽期（観察による実測値78点）を示した。いくら早く播種しても出芽期は4月下旬から5月上旬となる。しかし、年次による変動が大きいため、年によっては予想以上に早く出芽してしまい除草剤散布時期を失ってしまう場合も起こりうる。これまでは試験場及び農業改良普及センターがきめ細かな現地指導を行うことで除草剤散布適期を指導してきたが、面積が拡大するなかで個々の指導は困難となっている。そこで出芽予測法を策定することにより、グリホサート剤の散布適期をいつでも誰でも予測できることを目標に、図-5に示した全てのデータについて播種から出芽

期までの期間と気象条件との関連を調べ、出芽予測式を作成した。

出芽予測式はパラメータに日平均気温を使用し、有効積算気温の概念に基づいて作成した。種子の発芽には地温と土壤水分が直接のパラメータと考えられるが、いずれも現場での観測には特別な装置を必要とする。また、実際の栽培の現場では降雨、土壤条件、播種深度、覆土の厚さ等々、出芽期を前後させる様々な条件の変動が存在する。それらの条件を全て考慮に入れて正確に出芽期を予測することは非常に困難である。そこで、気象以外の諸条件が全て出芽にとって好適条件であった場合に、出芽期が気象条件によってどこまで早くなるのかを説明することを目標とした。ここで、出芽予測式によって求められた推定出芽期のことを、全ての条件が揃ったときにここまで早くなるという意味を持たせて「出芽開始早限」という言葉で表現することにした。日平均気温のみをパラメータとしたことは、結果的に、本県の水稲生育診断予測システムで使用しているメッシュ気象値で地点別に出芽予測ができることにもつながった。

出芽期と気象の関係を解析するにあたって、愛知農総試の場内試験ほ場の出芽データの解析

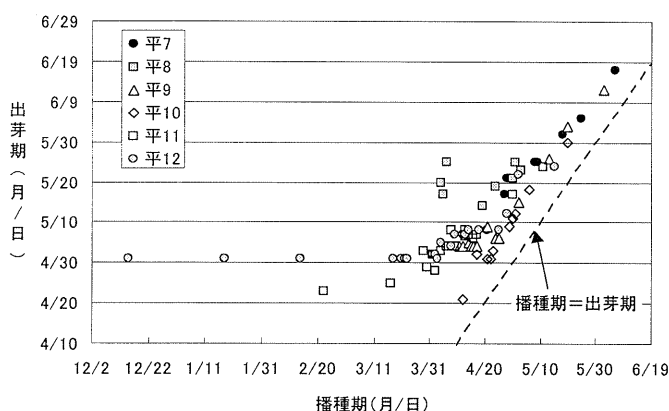


図-5 過去6カ年の実測出芽期

には場内（愛知郡長久手町）の気象観測データを用いた。安城農業技術センターの場内試験ほ場及び西三河地域の現地ほ場における出芽データの解析には安城農業技術センター内（安城市）の気象観測データを適用した。

有効気温の決定のための基本的な考え方として、①解析に用いる気象データが同じであるのに播種期が同じで出芽期が異なる場合には、出芽

$$E = \sum T_n \geq 50$$

$$T_n = t_n - 11.5 \geq 0$$

E : 有効積算気温(℃) T : 有効気温(℃) t : 日平均気温(℃)

図-6 出芽開始早限の推定式 (注: 日平均気温は毎正時の観測気温の平均値)

が遅れる要因は前述のように気象条件以外(土壌水分条件等)にあると考え、最も早い出芽期のみを気象解析の対象とした。②播種期が異なるのに出芽期が同じであった場合には、前の播種期から後の播種期までの気象条件の中に出芽の生理反応を進めるために有効な条件は無いものとした。したがってその間に出現した日平均気温は全て無効気温とした。③播種期が

異なり出芽期が異なる場合には、前の播種期から後の播種期までの気象条件の中に出芽の生理反応を進めるために有効な条件が存在するものとした。その結果、日平均気温11℃~12℃の間に芽反応に対する有効気温と無効気温の境界があると考えられた。

最適な有効気温と有効積算気温の組み合わせを求めるため、有効気温を11℃、11.5℃、12℃の0.5℃刻みで仮に設定し、実測出芽期が推定出芽期よりも早くなる場合がないように、出芽開始早限の推定値となる有効積算気温の目標値を5℃刻みで設定すると、それぞれ有効気温を11℃とした場合には有効積算気温は60℃、以下同様に有効気温11.5℃には50℃、有効気温12℃には40℃が適当な有効積算気温であった。これらの組み合わせの中では有効気温11.5℃、有効積算気温50℃の組み合わせが最も適当と考えられた。この式を図-6に示した。実際の計算は、

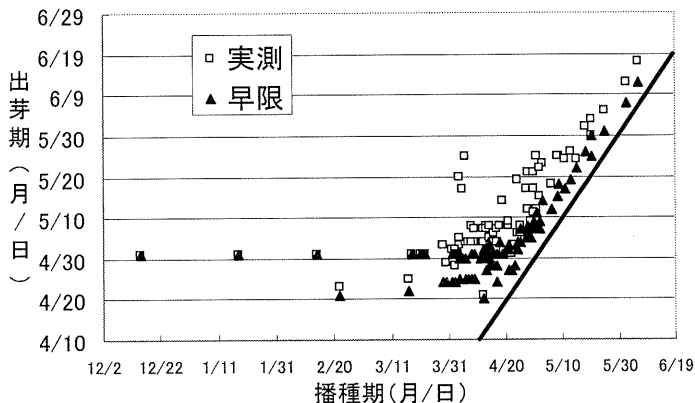


図-7 有効積算気温による出芽開始早限の推定値と実測値との差 (平7~平12)

日平均気温から11.5℃を減じた値を播種日の翌日から毎日積算していき、その値が50℃に達した日を出芽開始早限とする。日平均気温が11.5℃に満たない日は0℃を積算する。この推定式による出芽開始早限を平成7年から平成12年の実測出芽期と比較すると、実測値が推定値より早まらないように作成されていることが確認できる(図-7)。

4. 予測式を用いた出芽開始早限の推定

この推定式に日平均気温の平年値を適用し、平年の出芽開始早限を求めた(図-8)。愛知農総試(愛知郡長久手町)における気象観測値を用いて計算すると、4月9日までの播種ではいずれも出芽開始早限が4月27日となり、4月10日以降の播種では出芽期は順次遅くなっていく。このように、その地域の平年気温を用いて出芽開始早限の推定を行うことで、その地域に

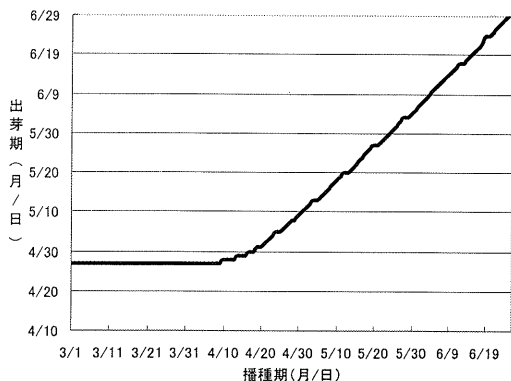


図-8 長久手における平年の出芽開始早限の推定
(注 平年気温は昭和60年から平成11年の平均値)

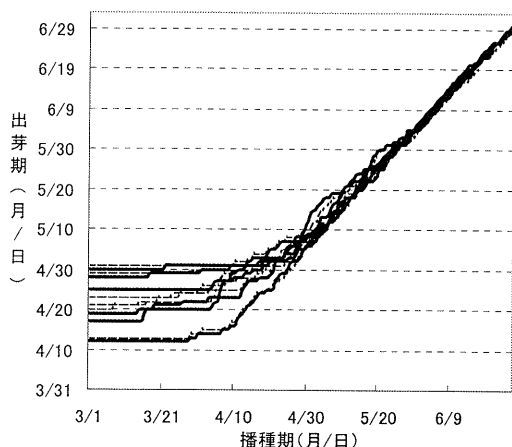


図-9 年次による出芽期の推定値の変動
(平7～12, 太実線: 長久手, 細点線: 安城)

た作業計画の指標ができると考えられる。

一方、愛知農総試（愛知郡長久手町）および安城農業技術センター（安城市）の気象観測値を用いて、各年次ごとに「出芽開始早限」を推定すると、年次による変動は大きく、特に早期播種ほど気象の影響を受けて「出芽開始早限」が年によって大きく異なることが明らかとなった（図-9）。

そこで、3月1日播種について、愛知農総試（愛知郡長久手町）における過去16年間（昭和60年～平成12年）の気象観測値を用いて、各年次ごとに「出芽開始早限」を推定し、「出芽開始早限」の変動の大きさ及び平年気温から求めた「出芽開

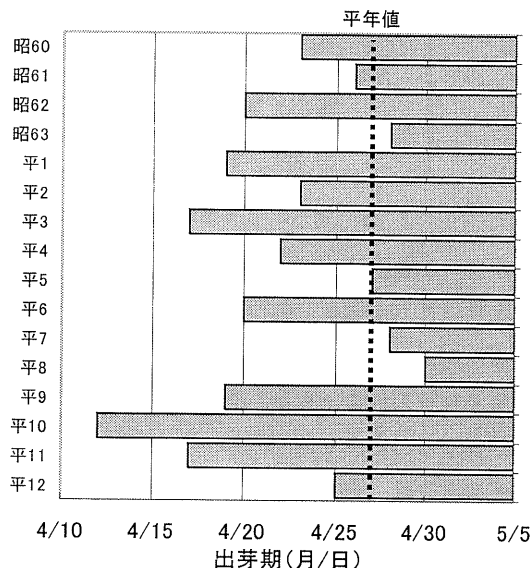


図-10 長久手における3月1日播種の出芽期
(注 気象観測値からの推定値；平年値は昭和60年から平成11年の気温の平均値から推定)

始早限との差を比較した（図-10）。その結果最も早い「出芽開始早限」は平成10年の4月12日、最も遅いのは平成8年の4月30日であり、その差は実に18日であった。平年値は4月27日であり、平年値よりも早く出芽すると推定される年が多いことから、平年値による推定はあくまでもそのシーズンが始まるまでの指標であり、実際に播種を終えてしまえば、その年の気象を用いて計算するリアルタイム出芽予測が必要であることが明らかである。この「出芽開始早限」推定法は「日平均気温」のみを用いた単純な計算によってできているため、いつでも、どこでも、誰でも推定が可能であり、臨機応変な対応が求められる「雑草防除の適期作業」を強力に支援するものと考えている。

5. おわりに

以上述べたように、愛知式不耕起乾田直播栽培における「水稻」の「出芽開始早限」は、有効温度を「日平均気温11.5℃以上、有効積算気温を50℃と

して推定できる。ここで策定した式による出芽予測は、①推定日より早く出芽することはないこと、②年次による出芽期の変動が説明できること、③リアルタイムでの出芽開始早限の予測が可能であることなどの特徴を有している。したがって、この出芽予測はグリホサート剤を確実に水稻出芽前に散布するための指標となりうる。ただし、開発にあたって、現場で簡易に使用できることを目標の一つとしたため、出芽予測のパラメータに土壤水分条件等を加えていない。このため、播種後、降雨がなく籾が吸水できない場合には、出芽期は推定日より遅れる場合もあるが除草剤散布時期の指標として大きな支障とはならない。この出芽予測式は「コシヒカリ」のデータをもとに作成したが、本県で

不耕起乾田直播栽培に使用されている「あいちのかおり」、「祭り晴」にも適用可能と考えられる。

本県では、平成13年の作付けから、各農業改良普及センターを通じてこの出芽開始早限推定式を用いた出芽期予測情報を発信し、愛知式不耕起乾田直播栽培に取り組む農家の支援に役立てている。農家、農業改良普及センター、試験場が一体となった技術の積み上げにより、愛知式不耕起乾田直播栽培は「絶対に失敗しない直播栽培法」として認められ、定着し、普及拡大している。今後も省力化、低コスト化をさらに進めるための技術開発を行い、急激な面積拡大にも耐えうる支援体制をとり、愛知県の土地利用型農業の士気を高めていきたい。

ご 案 内

国際稲研究所 (IRRI) は、International Rice Congress を4年おきに開催し、イネの研究、生産、流通、加工、消費ならびに生産農家および米消費者の生活に関わる問題を広く扱うこととなりました。2002年に開かれる最初の IRC 2002 は、中国農業科学院および中国工学院と共催で、“Innovation, Impact, and Livelihood” をテーマに、9月16～20日に北京で開催される運びとなりました。

IRC 2002 の内容は、イネの生物学、遺伝育種、遺伝情報、総合防除、生産管理、作付け体系、機械化、収穫後処理、栄養・食品化学、加工、食糧安全保障、経済・政策、貧困対策、情報技術の利用等の研究会議、米の通商に関する会議と並んで生産技術および農業・加工機械の展示会、多数のサテライト会議、ツアー・見学会も開かれる予定で、事務局は、Dr. T. W. Mew, IRRI, DAPO 7777, Metro Manila, Philippines, t.mew@cgiar.org です。

問い合わせ：

国際稲研究所 (IRRI) 事務所

日比野啓行

〒305-8686 つくば市大わし1-2 国際農林水産業研究センター「気付」

0298-38-6637, hibino@jircas.affrc.go.jp