

不耕起V溝直播栽培での施肥管理法

愛知県農業総合試験場 企画普及部 経営情報G

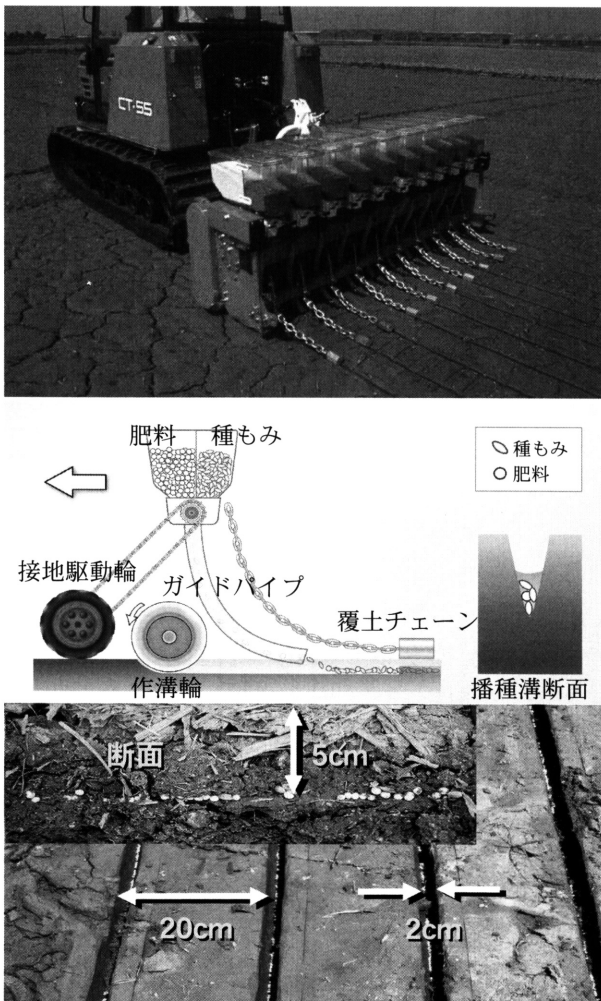
主任研究員 池田 彰 弘

はじめに

愛知県における水稲直播栽培への取り組みは、1970年代から行われてきた。しかし、①気象条件により播種作業が左右され易い、②出芽が不安定で安定した苗立が得られない、③倒伏による収量低下が移植栽培より甚だしい、④移植栽培に比べ施肥体系が煩雑になる等の多くの問題が指摘され、普及することはなかった。

その後、ガット・ウルグアイラウンド合意、新食糧法の施行などを受けて、米価の低迷・下落が急速に進み、経営規模の拡大や省力化による収益増が見込める安定した直播栽培体系が大規模な営農組織や専業農家から一層望まれるようになった。そこで、当試験場ではこれら要望に応える新しい水稲栽培技術として、不耕起V溝直播栽培(以下V溝直播)の開発に取り組んだ。1989年にはV溝直播機が完成し、栽培の安定化に向けた検討を進めた後、1994年より現地実証試験を開始した。現地で起こる様々な問題に対応しつつ、技術に磨きをかけ、播種溝施肥による全量基肥技術の開発(1995年)、播種機及び専用全量基肥肥料の市販化(1998~1999年)等をへて、完成度を高めてきた。

図1. V溝直播機の施肥・播種方式



本稿では、V溝直播技術の概略を説明するとともに、その施肥管理法を紹介する。

1. 播種・施肥機構

開発したV溝直播機は図1のようにロータリーの耕うん軸を、作溝輪(鋸付きのそばん玉状の円盤)を20cm間隔に配置した軸と付け替え、さらに種子及び肥料の繰り出し装置を搭載した非常に簡単な構造になっている。施肥方式は、作溝輪によって開けられたV溝内に種もみと同時に肥料を施用する播種溝条施方式である。

覆土は播種溝を覆土用の分銅付き鎖が追従しながら播種溝上縁部を削り取って行すが、土壤水分が高い場合、不十分になることがある。

本栽培は10~2月に代かき等による整地を行い、十分な土壤硬度を持ったほ場を用いるため、約6 km/hの高速で播種・施肥作業ができる。なお、用水確保が難しく冬季代かきができない場合には、浅耕鎮圧等による整地作業で代替が可能である。しかし、播種時に十分な土壤硬度を確保で

きていないと、綺麗なV溝ができないため、播種精度が劣り、鳥害を受けることになる。

2. 生育の特徴

V溝直播では播種深度が5cmと深く、また土壌が硬く維持されるため、土壌による株支持力が大きく、コシヒカリでも倒伏し難い。播種適期の早限は品種に関わらず4月上旬であるが、播種量をやや増やすことにより2月下旬まで前進できる。一方、晩限は品種で異なり、極早生品種(コシヒカリなど)では5月上旬、早生品種(祭り晴など)では5月中旬、中生品種(あいちのかおりなど)では5月下旬で、4月下旬播種の場合、15日程度で出芽する。茎数増加は緩慢で、秋まさり的な生育経過をたどるため、肥効の中断をさせず持続的に窒素を供給し、有効茎歩合を高める施肥管理が収量安定に有効である。

3. 使用する肥料

生育に必要な窒素全量をV溝内に施用するので、種子は多量の肥料と接触する。このため、硫酸など速効性肥料を用いると出芽障害が発生するが、LP肥料に代表される被覆尿素肥料を用いれば問題はない。しかし、初期生育確保などを優先させて溶出抑制期間のないリニアタイプ肥料を多く使用すると、タイプによっては希に出芽率の低下が認められる場合がある。

愛知県の場合、品種毎の吸収特性、栽培時期の地温動向及び肥料の溶出パターン等を考慮して配合比を決定した後、現場での実証評価を受けた3銘柄が専用肥料として市販されている。なお、専

用肥料はLP肥料のみのブレンド肥料であり、基肥・追肥を想定したりニアタイプ(LP70, LP100, LP140)と穂肥に相当するシグモイドタイプ(LPS80, LPSS100)を品種に応じ、40:60~50:50%で配合している。

コシヒカリ用肥料(商品名:乾田直播くん早生用)の場合、図2に示したように、入水頃から窒素溶出量が増加し、幼穂形成期頃で約40~50%程度、出穂期で約80%程度、成熟期で約95%程度が供給される。なお、2月下旬の播種での肥効は若干前倒しとなるが、生育を大きく乱すほどの大きな違いは認められない。

供給パターンは水稻の生育相に合致するため、肥料の窒素利用率は非常に高く、V溝直播以前に本県で指導されてきた乾田直播栽培における表層

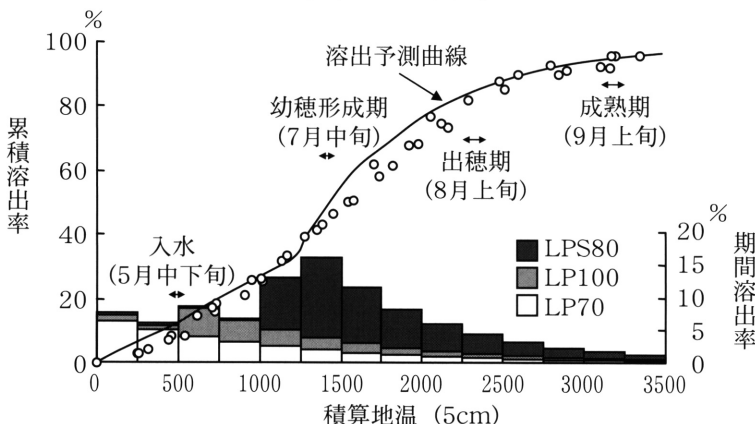
表1. V溝直播での施肥法が収量に与える影響

年度	試験区(施肥量)	精玄米重 kg/10a	窒素 吸収量 kg/10a	施肥窒素 利用率 %
1996	分施(11kgN/10a)	445	10.8	56
	播種溝施肥(8kgN/10a)	469	11.4	85
	無肥料	191	4.7	-
1997	分施(13kgN/10a)	442	10.0	36
	播種溝施肥(8kgN/10a)	557	12.9	95
	無肥料	293	5.3	-
1998	分施(11kgN/10a)	448	9.6	32
	播種溝施肥(8kgN/10a)	578	11.3	68
	無肥料	348	6.1	-

注) 施肥窒素利用率は、無肥料の吸収量との差を施用量で除した。

図2. LP配合肥料からの窒素供給

注) 播種・施肥は3月下旬から4月中旬。



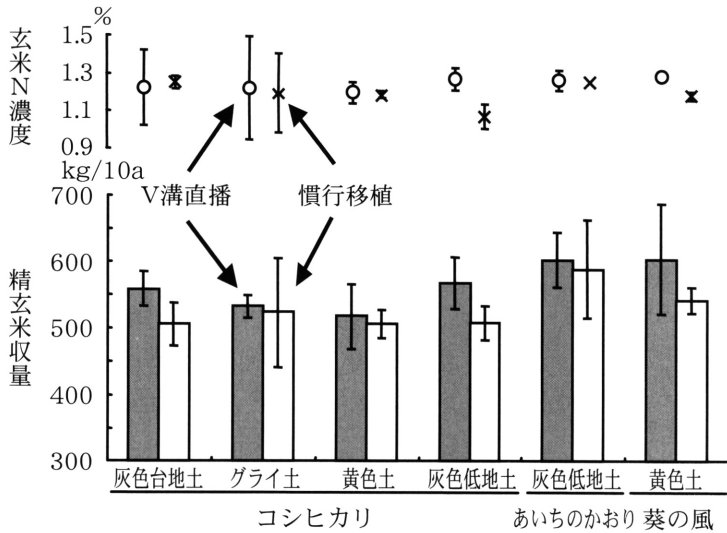
分施体系に比較し、少ない施用量で安定した収量を確保できた(表1)。

本施肥法は、LP肥料の単独施用を前提としている。現在までのところ、連作したほ場でも問題は起こっていないが、定期的に土壌診断を実施し、不足したりん酸および加里成分の補給をすることが栽培の安定度を高めるうえで重要である。

4. 施肥量の決定

実証当初に県内各地で施肥量試験を行ったが、いずれの土壌タイプとも

図3. V溝直播での収量性 (1997~98)



8~10kgN/10aの施肥量で、倒伏することなく、近接した移植田と同等以上の収量・品質が確保できた(図3)。

しかし、より合理的な施肥を実現させるには、土壌から供給される窒素発現量を正確に把握して施肥量を決定することが重要となる。

そこで、冬季代かき田での土壌窒素発現パターンを住田らによって提示された「未攪乱土壌培養法」を用い、主要導入は場について検討した。

培養試験結果を反応速度論的モデルにより解析したところ、土壌タイプに関わらず $E_a = 28790 \text{ cal/mol}$, $K = 1.67 \times 10^{-3} \text{ day}^{-1}$ を定数とする単純型反応モデル式で、窒素発現推定量を予測することができた(図4)。

また、得られたモデル式から予測される土壌発現窒素量は、図5に示したように無肥料栽培したV溝直播水稻の窒素吸収量とほぼ近似した。さらに、V溝施肥体系でも配合肥料との窒素供給量の和が吸収量と概ね等しくなり、未攪乱土壌培養法が、V溝直播での施肥診断法になり得ることが明らかとなった。

ところで、本県の移植栽培では土壌の発現窒素予測に基づく施肥診断プログラムが実用化されており、現場での

施肥指導に広く用いられている。本手法は、土壌の全窒素及び湛水静置培養法による培養窒素含量を変数とした反応速度式により導き出される発現窒素から吸収量を推定し、その値と目標収量を得るための最適窒素吸収量との差を施肥窒素として供給する考え方に基づいている。

この手法は、前述した未攪乱培養法に基づく評価より簡便であるため、V溝直播に応用できるか否かを検討したところ、無肥料栽培したV溝直播水稻の窒素吸収量は、この手法により推定された値より20~40%小さくなる傾向が認められた。

不耕起栽培で土壌発現窒素が少なくなることは既に多くの報告があり、実測値が推定値に比較して小さくなった原因は、V溝直播田においても土壌からの窒素供給量が移植田に比べ少なくなることに起因すると推察した。

図4. 冬季代かき田の窒素無機化特性

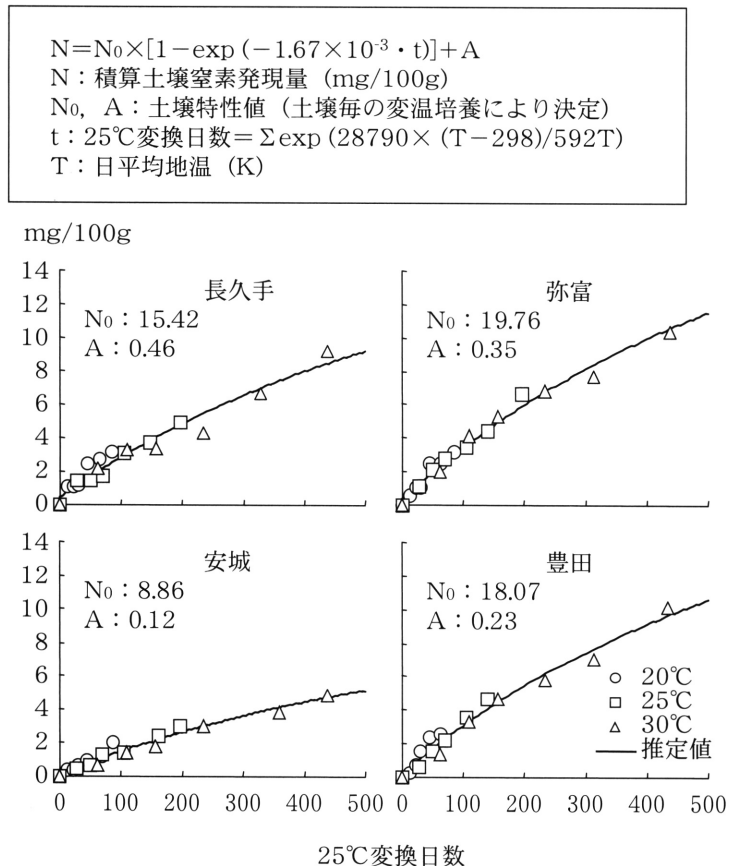
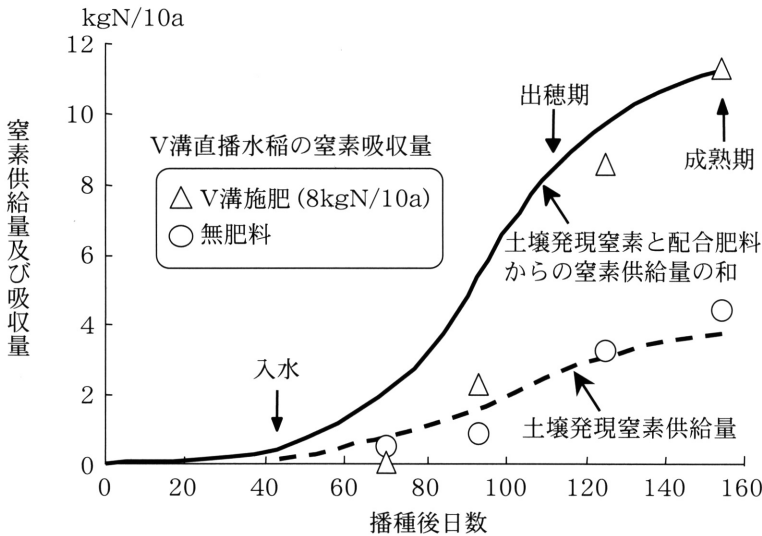


図5. 土壌発現窒素推定式の適応性



そこで、これらの試験結果を基に移植用施肥診断プログラムを修正し、地力の異なる現地コシヒカリV溝直播ほ場の適正な施肥量を診断し、適応性を検討することにした。診断値を基に実証試験を行ったが、診断量が1kgNを下回ったAほ場では、穂肥時期の窒素供給量不足が懸念された

ため、増肥することにした。

収穫時の調査では、表2に示したように全ての実証田において目標収量540kg/10a、玄米窒素1.3%以下の水準を概ね達成するとともに実測した窒素吸収量が予測値とほぼ一致した。

診断に必要な全窒素及び培養窒素含量は、現場で比較的頻繁に分析されている土壌診断項目であり、本手法は未攪乱培養法に比べて簡易な施肥診断法として適応できることが示された。

現在、現地での施肥量決定をより容易にするために、品種毎の標準的な特性値を加味した施肥早見表を作成し、施肥指導を行っている。表3にコシヒカリの早見表を示したが、全窒素含量0.12%、培養窒素含量3mg/100gの土壌の場合、8kgN/10aが適切な施肥量となる。

施肥診断量が極端に少なくなる場合、穂肥肥効が不足し、登熟不良による収量低下が起こる可能

表2. 施肥診断による土壌発現推定量及び施肥診断量と投入窒素量

ほ場	土壌分析値		施肥窒素量 (/10a)		精玄米重	玄米窒素	千粒重	窒素吸収量 (/10a)			
	全窒素	培養窒素	診断量	投入量				わら	もみ	合計	予測量
	%	mg/100g	kgN	kgN	kg/10a	dry%	g	kgN	kgN	kgN	kgN
A	0.254	6.81	0.7	4.3	527	1.20	21.8	5.6	7.2	12.8	12.8
B	0.145	5.79	4.2	4.3	555	1.09	22.2	4.8	6.1	10.9	10.1
C	0.157	4.38	5.1	6.1	581	1.16	22.1	4.9	6.7	11.6	10.8
D	0.137	4.03	5.9	6.1	521	1.04	22.3	3.8	5.8	9.7	10.2
E	0.103	3.33	7.2	7.7	524	1.07	22.2	4.9	5.9	10.8	10.3

図6. V溝直播での生育推移 (Bほ場)

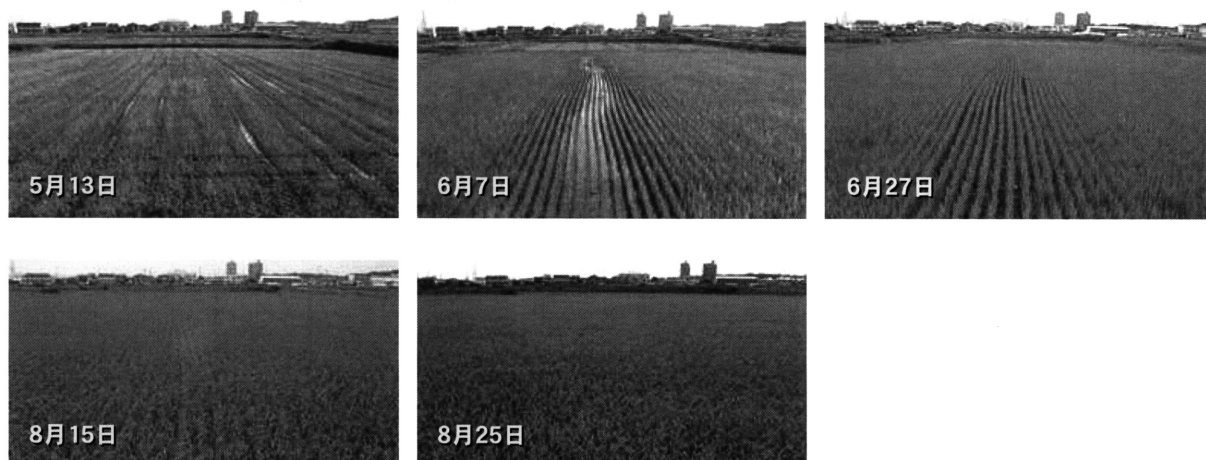


表 3. V溝直播での施肥早見表 (コシヒカリ)

全窒素 培養窒素	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20 %
mg/100g							
1.0	10	10	9	9	8	8	7
2.0	9	9	8	8	7	7	6
3.0	8	8	8	7	7	6	6
4.0	8	7	7	6	6	5	5
5.0	7	6	6	5	5	5	5
6.0	6	5	5	5	5	5	5

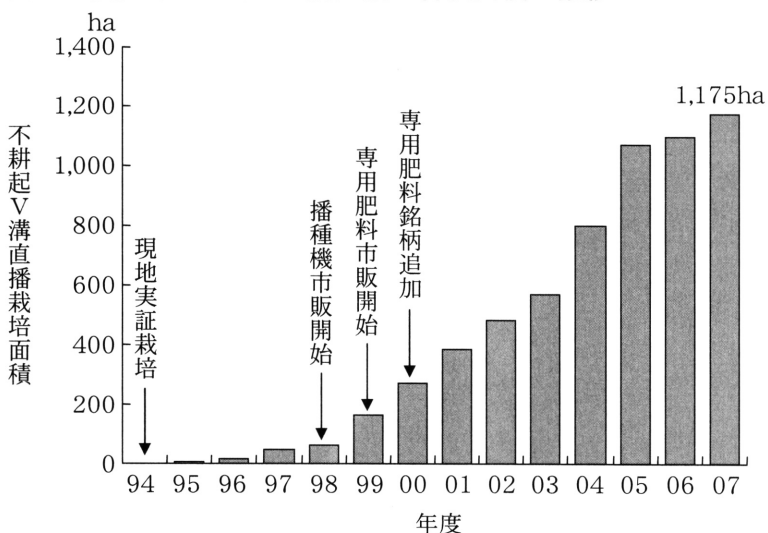
注) 施肥量は10aあたりの窒素kgを表す。
培養窒素: 湿土30℃・4週間湛水培養により発現する窒素量

性がある。そのため、早見用では土壌からの窒素発現パターン及びシグモイドタイプLP肥料の配合率等を勘案し、登熟に必要な窒素供給を行える施肥下限を5kgN/10aと設定している。

おわりに

本技術は、①播種・施肥が高速で行えること、②田面が堅く維持されるため入水以降の管理作業も楽であること、③倒伏し易く直播栽培に不向き

図 7. 愛知県におけるV溝直播の普及面積の推移



とされてきた「コシヒカリ」栽培が可能で、移植栽培に匹敵する収量が得られること、さらに、④整地作業が行われ十分に固結したほ場では、直播水稻で大きな問題となっていた鳥害を著しく軽減できること等が農家に受け入れられ、2007年作

で1,175haの栽培面積まで急速に普及拡大してきている (図7)。

本技術がここまでの技術になった陰には、試験場・普及課職員はもとより、実証試験を行うにあたり、積極的に協力して頂いた農家の方々を始め関係JA、肥料配合・供給に協力を頂いた愛知経済連、さらに農機及び肥料メーカーの連携体制 (現場解決型研究) があったことも大きな要因である。

現在、V溝直播機の麦作への応用技術の開発も進んできており、今後、水田営農を支える核となる技術になっていくことを期待したい。

参 考 文 献

愛知県農業試験場 (2003) 不耕起直播V溝直播の手引き, 農業の新技术 74-4, 71pp
池田彰弘ら (1999) 水稻不耕起直播における全量基肥施肥, 中部土壤肥料研究 88, 48~49
池田彰弘 (1999) 冬季代かき直播イネにピッタリ, 品種別・LP配合全量元肥肥料を開発, 現代農業 78, 第10号, 318~319
池田彰弘ら (2001) 水稻「コシヒカリ」を対象とした不耕起乾田直播栽培での全量基肥施肥法, 愛知農総試研報 33, 57~64
今井克彦ら (1993) 肥効調節型肥料の溶出パターンの推定と水稻の全量基肥施肥法への適応性, 愛知農総試研報 25, 51~60
住田弘一ら (1995) 水稻不耕起栽培導入のための未攪乱土壌の窒素発現予測手法, 研究成果情報, 生産環境 (関東東海農業), 131~132

濱田千裕ら (2007) 水稻における不耕起V溝直播栽培の開発—「冬季代かき」による栽培の安定化—, 日本作物学会紀事 76 (4), 508~518