

兵庫県における畝立成形同時施肥技術の普及

兵庫県立農林水産技術総合センター
企画調整・経営支援部

専門技術員 岡 本 直 樹

1. はじめに

2004年から起こった石油価格の高騰による肥料、生産資材等の高騰は、県下の約65%の野菜を生産する淡路地域の農家の経営を圧迫し問題となった。大規模農家は省力化技術としてライムソフワによる施肥作業に取り組んでいたが、この技術では施肥量の削減にはつながらなかった。

畝立成形同時施肥技術（以下：畝立同時施肥）は、トラクターや歩行型管理機に畝立成形機と施肥機を取り付け、施肥・耕耘・畝立て作業を一行程でできる省力化技術である（写真1）。さらにマルチャーを取り付けると、マルチ張り作業も同時に行える。



写真1. 畝立同時施肥作業の様子

肥料は全て畝の内部に施用され、谷溝や畝の肩部分に施用しないため作物に効率よく吸収、利用される他、①高い施肥精度、②肥料の施用量を削減、③施肥、畝立作業等の一連の作業を省力化、④比較的低コストで装備が可能等の理由により着実に普及している。

2. 施肥方法の比較

施肥位置により、①畝全体に施肥する「畝内全層施肥」と、②根圏（幅15cm、深さ5～15cm）に作条施肥する「畝内局所施肥」、③株際の表層に作条施肥する「畝内表層作条施肥」に分かれる。

①畝内全層施肥（図1）

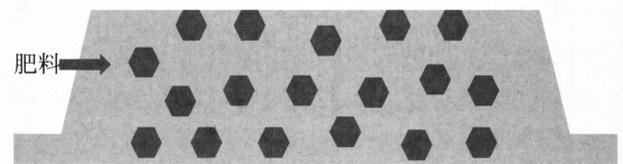


図1. 畝内全層施肥の肥料分布イメージ

- ・ロータリーの前方に施肥する。
- ・畝肩や谷溝に施肥せず、施肥量が削減できる。
- ・畝内全体に施肥するので、肥料の種類は問わない。
- ・導入した農家の多くがこの施肥方法を採用している。

②畝内局所施肥（図2）

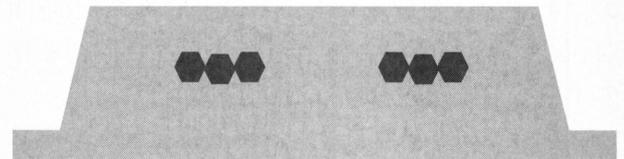


図2. 畝内局所施肥の肥料分布イメージ

- ・ロータリー後方の畝立成形機に取り付けた専用の肥料噴出管から土壤中に施肥する。
- ・根圏に施肥するため、畝内全層施肥より肥効が優れ、施肥量の削減率が高まる。
- ・速効性肥料を使うと濃度障害による根傷みを起

こしやすいので緩効性肥料を使用する。

- ・畝立成形機に肥料噴出管の取付が必要となりコストがかかる。

③畝内表層作条施肥 (図3)

(兵庫県淡路農業技術センターが開発)

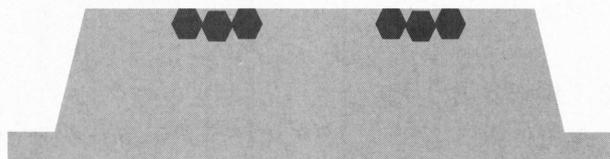


図3. 畝内表層作条施肥の肥料分布イメージ

- ・ロータリー直後の畝立成形機の開孔部に肥料を投下し、表層に作条施肥する。
- ・表層に局所施肥するため、畝内全層施肥より肥効が優れ、施肥量の削減率が高まる。
- ・速効性肥料を使うと濃度障害による根傷みを起こしやすいので緩効性肥料を使用する。

3. 試験研究による作業機の開発

兵庫県における畝立同時施肥技術の取組は、2003～2004年度に環境にやさしい施肥技術の確立を目的に県立農林水産技術総合センターとY社が共同研究で行った研究成果「キャベツの有機質肥料栽培のための畝立て同時畝内作条局所施肥機」に始まる。

この研究では、キャベツに2条で有機質肥料を局所施肥すると濃度障害を起こしたため、畝内に4条の局所施肥ができる作業機を試作し、畝内のより広い範囲に施肥した。その結果、化学肥料の標準的な施肥量を施用するのと同等の1.2時間/10aで有機質肥料の施用が可能となり、初冬作のキャベツに適応できることがわかった。

2005～2007年度には、淡路農業技術センターが「畝内表層作条施肥同時畝立て成形マルチャーを用いたレタス施肥の減量・省力化技術」を開発し、マルチ被覆と同時に畝内の表層に効率的に肥料を散布することにより、施肥の減量化と省力化を可能にした。

これらの研究を通じて当時は、肥料コストの低減や環境負荷の軽減を目的とした減肥栽培技術に加え、経営面積の拡大に伴う省力化技術として畝

立同時施肥への期待が大いに高まった。

4. 普及組織による畝立同時施肥の普及

(1) 全国農業システム化研究会実証事業

このように試験研究で確立した技術をより現地へ普及するため、南淡路農業改良普及センター(以下：普及センター)は、2008～2009年度に全国農業システム化研究会の実証事業を活用し、レタス栽培における畝立成形同時施肥・マルチ技術を実証調査した。

この実証事業では、速度連動型施肥システムと既存のダイヤル調整式施肥機の比較、及び畝内全層施肥と畝内表層局所施肥の2種類の施用方法の比較を行った。速度連動型施肥システムは、近畿中国四国農業研究センターが研究・開発したマルチの引き出し速度に連動し施肥機が作動するシステムである。

その結果、畝立成形同時施肥作業によって、施肥作業が省力化されるとともに、畝内のみ施肥をするため肥料削減ができることが実証できた。また、設定した施肥量に対し大きな散布誤差はなく、正確な施肥が可能であることがわかった。

(2) 地域への普及活動

普及センターは、全国農業システム化研究会実

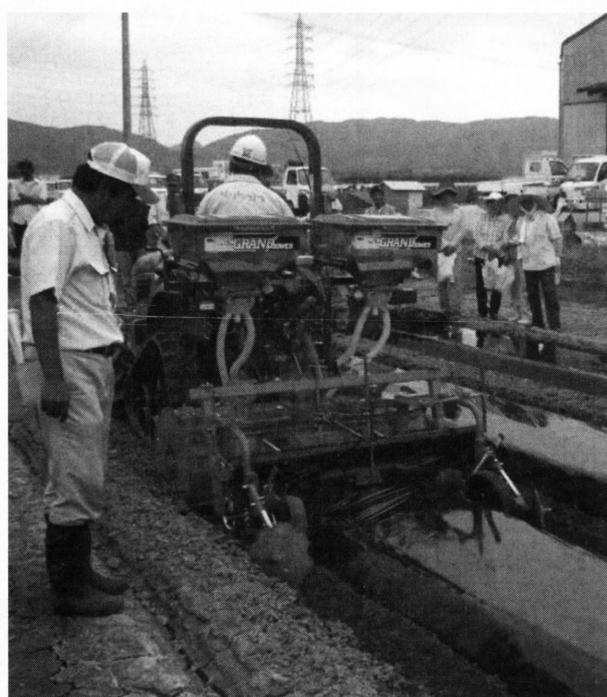


写真2. 畝立同時成形作業機での実証調査の様子

証事業の実証調査結果をもとに大規模野菜農家の研究グループや地区の認定農業者協議会を対象に、淡路地域の基幹作物であるたまねぎ、レタス、キャベツ、はくさいに対する実演会を開催するとともに実証ほを設置し、畝立同時施肥の普及をすすめた(写真2)。

2010年度には、周辺地域の認定農業者協議会へと対象を広げ、技術の普及を試みた。また、各地区の研修会や講習会、ケーブルテレビ等で本技術のPR活動を展開し普及を呼びかけた。

その結果、2009年度は18台であったが、2014年3月には当普及センター管内で300台の施肥機が導入され(表1)、農家からは、①肥料が節約できた、②肥料の散布作業が楽になった、③肥料の散布ムラが無く生育がそろった、④谷溝や畝の肩に施肥しないので、雑草の生育が抑えられた等の声が聞かれ、好評を得ている(写真3、4)。

(3) その他基幹品目への技術の確立

普及センターは、試験研究と協力し、その他の基幹作物についても畝立同時施肥が活用できるかどうかを実証調査した。

その結果、たまねぎでは、基肥の基準量を畝内全層施肥すると、慣行栽培とほぼ同等の収量・品質が得られた。

しかし、追肥量が多い作物であるため、施肥量の削減効果はみられなかった。また、栽培期間が長期にわたるため、局所施肥をすると施肥位置に根が集中し、畝内の根張りが悪くなった(表2)。

レタスやキャベツでは基肥を20%削減して畝内全層施肥すると、収量・品質が良く、揃いもよくなった。反面、畝内局所施肥においてキャベ

ツとレタスの一部で、生育初期に肥料の濃度障害による生育抑制が認められた。畝内局所施肥は根域周辺に施肥するため、肥効の速い化成肥料を使うと根が障害を受けるものと考えられる。

はくさいでは、基肥を20%削減して畝内全層施肥すると、収量・品質共に慣行と同等で、石灰欠乏症も発生しなかった。

表1. 年次別、タイプ別の施肥機導入台数(単位:台)

装着機械	2009年度	2010年度	2011年度	2014年度
トラクタータイプ	18	42	74	234
管理機タイプ		22	34	66
合計	18	64	108	300

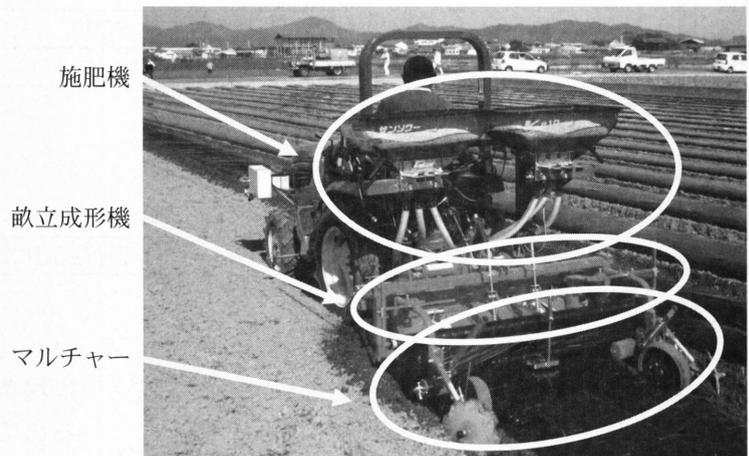


写真3. トラクター装着型の畝内成形同時施肥機

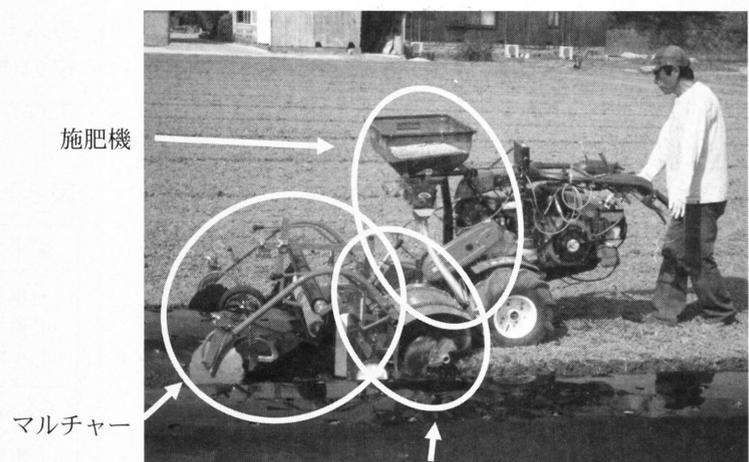


写真4. 管理機装着型の畝内成形同時施肥機

表2. 品目別畝立成形同時施肥技術の結果

品目	品種	肥料名(基肥)	施肥内容	評価	備考	
レタス	スマイリー(マルチなし)	グリーン 400	全層	20%削減	○	
				40%削減	△	結球肥大遅い
			局所	20%削減	△	初期生育抑制
				40%削減	△	結球肥大遅い
	マリオン	スーパーIB890	全層	20%削減	○	
				40%削減	△	後半肥料切れ
			局所	20%削減	○	
				40%削減	△	後半肥料切れ
	1作目 レボリューション 2作目 コンスタント	スーパーIB890 (追肥 あわじ島化成細粒 S500)	全層	20%削減	○	
			全層	削減なし	○	
1作目 サントス2号 2作目 TE-236	スーパーエムコート S066 (追肥無施用)	全層	20%削減	○~△	やや過繁茂	
		全層	40%削減	△	過繁茂	
キャベツ	金春	あわじ島化成細粒 S500	全層	20%削減	○	
			局所	20%削減	△	初期生育抑制
	松波	スーパーIB890	全層	20%削減	○	
		あわじ島化成細粒 S500	全層	20%削減	○	
はくさい	ひろ黄	スーパーIB890	全層	20%削減	○	
たまねぎ	ターザン	スーパーIB890	全層	削減なし	○	
				25%削減	△	小玉傾向
			局所	削減なし	△	小玉傾向
				25%削減	△	小玉傾向

○：慣行施肥と同等, 又はそれ以上の収量, 品質 △：慣行施肥に劣る 全層：畝内全層施肥 局所：畝内局所施肥

作業時間については、作物ごとに基肥の施肥量は異なるが、10a当たり1.8時間を要し、慣行に比べ0.8時間の削減ができるとともに、軽労化が図られた。

5. 施肥精度の向上

(GPSを活用した畝立同時施肥の普及)

(1) 困難な施肥量の調整

従来の速度連動型施肥システムを採用している施肥機は施肥量の調整精度をいかに高めるかが課題であった。

当初、トラクタータイプではエンジン回転数を2,500回転程度になるようアクセルを調整した。歩行型管理機タイプでは、1速、または、2速でアクセルを全開にし、できる限り速度を一定に保つことがポイントとなった。

しかし、設定した車速より速くなると10a当たりの施肥量は減少し、遅くなると施肥量が増加してしまった。さらに土壌水分や稲ワラの有無等の

ほ場条件やアクセル開度によっても車速は変動するので、10a当たりの施肥量を適正にコントロールし、誤差を5%以下にするのは難しかった。

また、淡路地域のような三毛作地帯では、作物や作型による施肥量の調整も必要であり、機械を導入した農家は機械の調整が煩わしいために、特定の作物に限定して使用し、本技術の汎用化が進まなかった。

表3. GPS制御による施肥量の制御

従来の施肥機
<ul style="list-style-type: none"> ・車速により施肥量が増減 ・車速が速い→施肥量が減少 ・車速が遅い→施肥量が増加
GPS制御システム
<ul style="list-style-type: none"> ・車速が変動しても施肥量は一定 ・車速が速い→施肥機のモーターの回転も速くなる。 ・車速が遅い→施肥機のモーターの回転も遅くなる。

(2) GPS制御の施肥コントローラーによる車速連動式畝立同時施肥の導入

GPS制御の施肥コントローラーは、表3のように車速が変動しても10a当たりの施肥量が自動的に設定した量に調整される。そこで2010年秋から県立農林水産技術総合センターと神戸大学が協力して本システムの開発に着手し、GPSによる車速に連動した施肥量コントロールシステムを完成させた(写真5)。



写真5. GPS制御の施肥コントローラー

普及センターは、2010年度はたまねぎ、2011年度はレタスでGPS制御の施肥コントローラーを装着したトラクターで施肥作業の精度を調査した(写真6)。

その結果、GPS制御システムにより施肥量の誤差が従来の5%以上から2%へと減少した。また、レタスでは施肥量を20%削減しても生育や収量への影響はなかった。



写真6. 管理機タイプでGPS制御システムの実演会

面倒であった施肥量の調整も簡素化され、レタス栽培の他、はくさい、キャベツにも本技術の使用が拡大して汎用化が進んだ。これらの結果により、トラクタータイプでのGPS制御の車速連動型施肥技術は実用段階に達した。

しかし、歩行型管理機では、管理機の振動等が影響し、施肥作業の精度が従来と変わらなかったため、普及拡大に至らなかった。

(3) さらなる可能性(キルパーの同時散布)

淡路地域ではレタスのビッグベイン病が増加するにつれ、キルパーの散布機が普及している。このため、現場では施肥機、畝立成形機、マルチャーに加え、キルパー散布機を搭載したシステムを使い、施肥、畝立、マルチ被覆、キルパー散布作業を同時に行う農家が増えつつある。

現在、普及センターは、被害程度の大きいほ場では畝内施肥とキルパーの同時散布を推奨している。

6. 県下の他地域への拡大

畝立同時施肥は、低コスト・省力化技術として優れており、トラクターや管理機に畝立成形機を装着していれば、施肥機を装着することにより、本技術を導入することができる。

淡路地域以外の野菜産地でも施肥改善に有効な技術であり、本技術が2014年度に約2ha導入された。

特にキャベツは、国・県の野菜指定産地として産地育成を推進している品目であるが、生産面積は減少しており、多収・低コスト栽培技術の確立や加工・業務用向け契約取引等による生産・販売の拡大を推進している。

キャベツは施肥した肥料の吸収利用率が高く、特に秋冬期の栽培時期が肥料吸収が緩慢になる低温期に向かう作型では、化学肥料の低減が難しい作物である。そこで、2014~2015年度、産地ブランド発掘事業を利用し、畝立同時施肥を現地実証し、施肥量の低減と省力化を図る技術を確立するとともに、実需者とのニーズに応える生産体制の構築をめざしている。

7. さらなる技術開発

2013年度、淡路農業技術センターは畝内施肥によるキャベツの施肥量低減技術として、表層作

条施肥の作条数を多くした場合、通常の化成肥料でも作条数が少ない場合に比べて、濃度障害等による生育停滞が起こりにくく、基肥の50%削減が可能なことを報告した。この報告を活用し、2014年度に畝上の極表層の部分に带状に施用する技術を現地実証した結果、基肥の20～30%削減が可能となった。

2015年度は、新しい取組としてスターターとして最小限の化成肥料の表層作条施肥と同時に地力窒素のように働く有機質肥料の畝内全層施肥を一工程で行う複合施肥技術を現地実証している(写真7)。



※中央の施肥機で表層施肥を行い、両側の施肥機で畝内全層施肥を行っている。

写真7. 表層作条施肥と畝内全層施肥の複合作業

この仕組みは、施肥機を3基装着し、左右の施肥機で有機質肥料をロータリーの前に畝内全層施肥し、同時に中央の施肥機でロータリーの後方に表層施肥する方式で、一工程で違う種類の肥料を違う位置に施肥するものである。

8. 畝立同時施肥が普及できた要因

淡路地域における畝立同時施肥機は、平成26年度には300台が導入され、レタスを中心に露地野菜における施肥の省力化と低コスト化を実現している。また、GPS内蔵の施肥量コントロールシステムの導入は、2012年度は14台であったものが、2014年には74台にまで普及した。

このように技術が普及した要因は、開発メー



写真8. 多くの農業者が見守る中での現地研修会

カーと研究、普及が連携し、作業機の開発、現地実証、研修会等での普及が効果的に行われた結果である(写真8)。また、GPS機能の導入のように農業者からのフィードバックに対応し、改善を加えていったことも大きい。このような体制を各地で構築し、本技術の更なる普及を目指し活動を展開していきたい。

引 用

「キャベツの有機質肥料栽培のための畝立て同時畝内作条局所施肥機」

2003～2004年度 兵庫農総セ・農技・経営機械部

「環境に優しいレタス生産体系の確立」

2006年度 兵庫農総セ・淡路農技・農業部

「キャベツの施肥量低減技術」

2013, 2014年度 兵庫農総セ・淡路農技・農業部

「施肥量の削減と省力化を実現した畝立成形同時施肥技術」

2011年度 ひょうごの農林水産技術 No.172
南淡路農業改良普及センター

「畝立成形同時施肥で省力化とコスト低減」

2013年度 南淡路農業改良普及センター
野菜チーム

写真提供 1～6, 8 南淡路農業改良普及センター