

## 野菜に対する樹脂系被覆肥料の効果的な利用技術

### その2 樹脂系被覆肥料を用いた局所施肥の効果と今後の課題

ジェイカムアグリ株式会社 九州支店

技術顧問 郡司掛 則 昭

#### 1. はじめに

本誌（2015年3月号）で紹介したように、樹脂系被覆肥料の機能を最も活かせる施肥法は局所施肥であると考えられるが、実際に現場の技術として定着したのは水稻である。基肥と追肥の慣行施肥体系から暑い夏場の重労働とされていた追肥作業を省略した全量基肥施肥法をいち早く開発し、その後各メーカーによって農業機械や樹脂系被覆肥料の機能強化が進められるとともに、側条施肥や二段施肥などの局所施肥による省力栽培を実現している。さらに、樹脂系被覆肥料の「苗箱まかせ」の登場によって超省力施肥技術である育苗箱全量基肥施肥法の普及へと発展している。

こうした水稻における局所施肥技術の変遷は、野菜、花、果樹や茶など他の作物にも見られるが、中でも特にインパクトが大きいのは野菜と考えられる。なぜならば、野菜は品目が多い、生育期間も30日から300日くらいまでと幅広い、同一品目でも作型や栽培法、あるいは土壤タイプによって養分吸収特性が異なる、硝酸態窒素を好むものやアンモニア態窒素を好むものがある。さらには栽培法もマルチ栽培や施設栽培、施設では加温栽培等々、バラエティに富んだ特色がみられ、局所施肥もそれぞれにしっかりと対応できる技術でなければならない。このためには、樹脂系被覆肥料がもつ①最短で20日、最長で360日以上と肥効の幅が広く、栽培期間の異なるあらゆる野菜に適応できる、②リニア型やシグモイド型など野菜の吸収パターンや気温（地温）変化に応じた肥料の選択ができる、③根域に一度にしかも局所的に施肥しても塩類障害などを引き起こすことなく栽培することができるなどの特徴を存分に活かした施肥法にする必要がある。

ここでは、野菜に対する樹脂系被覆肥料の局所

施肥の効果について言及するとともに、普及の現状と普及を進めていく上での課題について述べたい。

#### 2. 野菜栽培における局所施肥のメリット

樹脂系被覆肥料による施肥法を選択する理由は、①収量水準は慣行施肥と同等以上、②利用率向上によって減肥が可能、③施肥回数削減、④環境負荷低減の効果発現を期待してのことであるが樹脂系被覆肥料の施用がこれらの効果をもたらしているのかどうかを検討するために、これまでに実施された樹脂系被覆肥料を用いた野菜施肥試験の中からいくつかの事例を選択し慣行施肥と比較した収量指数および窒素利用率の関係を図1に示した。ここで窒素利用率は無窒素区との差し引き法、あるいは重窒素トレーサー法によって求められている。

図1において樹脂系被覆肥料の施肥によって窒素利用率が向上し収量が増加しているのは育苗ポット内に施肥したイチゴ、ネギおよびキュウリ、育苗セル内に施肥したレタス、畝内条施肥したハクサイなどである。これに対してスイカに対する育苗ポット施肥、カボチャに対するマルチ内施肥では慣行施肥よりも肥料窒素の利用率は高くなるが収量は減少する傾向がみられる。一方、キャベツやダイコンに対する全面全層施肥では収量ならびに窒素利用率は慣行施肥と比べ同等かそれ以下であり、また同じ品目でも変動が見られるなど樹脂系被覆肥料の施用効果は判然としない。

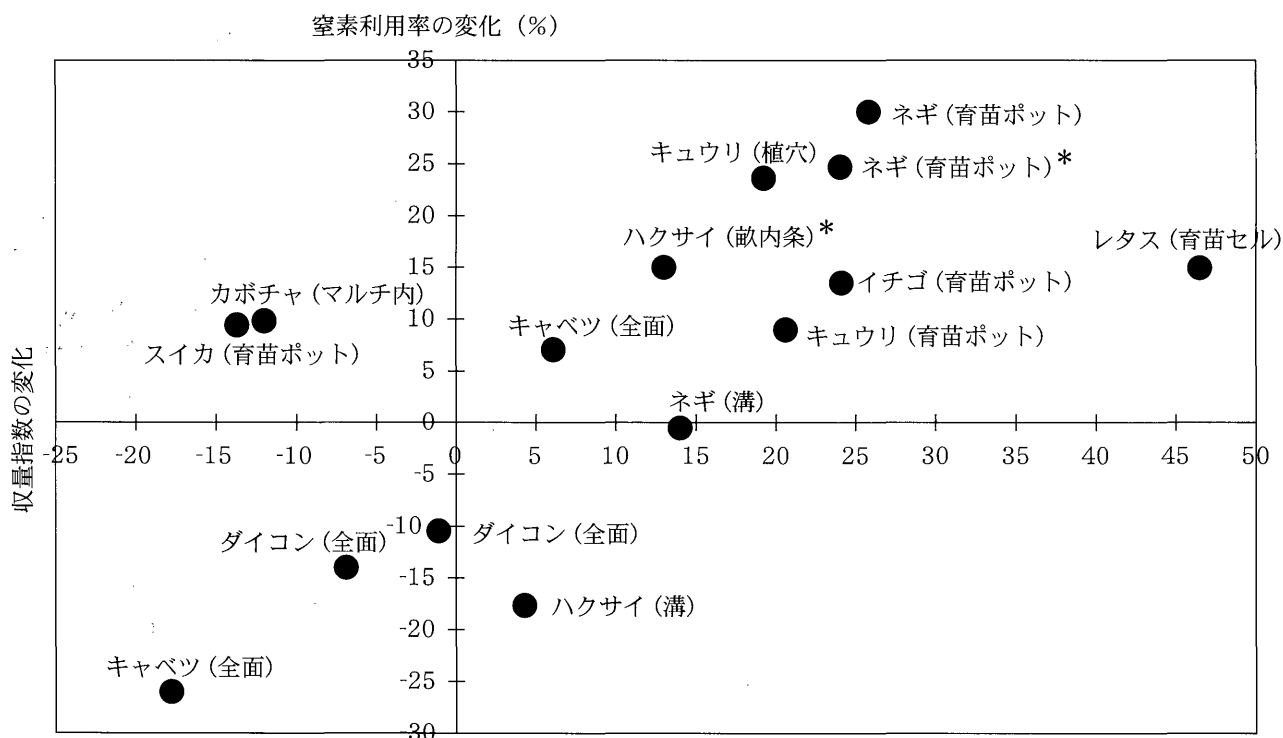
この結果は、野菜の種類や施肥位置によって施用効果の違いは見られるが、概して局所施肥は収量水準を維持し肥料窒素の利用率が高いため減肥や施肥回数削減が可能であり環境負荷軽減に繋がる施肥法であることを示唆している。中でも育苗ポットや育苗セルなどの接触施肥は樹脂系被覆肥

料の能力を発揮できる施肥位置と考えられる。

### 3. 野菜栽培における局所施肥の実践優良事例

局所施肥は樹脂系被覆肥料がもつ様々な機能を引き出せることは前述のとおりであるが、野菜に対する樹脂系被覆肥料のフル活用技術として今後普及していくためには作業の省力性、作業性がプラスされていることが極めて重要である。図1に

示したイチゴやレタスに対する育苗ポット施肥やキュウリの植穴施肥などは収量性も窒素利用率も高く減肥できる優れた局所施肥法であることは確かではあるが、施肥作業や定植作業を手作業でやらなければならない点は省力技術としては不十分である。これに対して、表1に示した事例は樹脂系被覆肥料を用いた全量基肥施肥を機械化し、省



注1) 変化は各局所施肥と慣行施肥の差を示す

注2) 図中の\*印は表2のネギおよびハクサイの事例をプロットした。イチゴの育苗ポット施肥は小菅ら(2001)他のプロットは全農肥料委託試験成績書(1998~2012年)から抜粋し作図した

図1. ポリオレフィン系被覆肥料の施肥位置が窒素利用率および収量指数の変化に及ぼす影響

表1. 普及が期待される局所施肥の施肥事例

品目	作型	土壌	施肥法				定植方法	備考
			施肥位置	肥料形態	窒素減肥率%	追肥回数		
ハウレンソウ	春夏秋連続	灰色低地土	条	リニア型被覆尿素30タイプ	>60%	0	シードテープ専用播種機	松本美枝子, 2001
ネギ	夏採り	表層腐植質黒ボク土	育苗ポット	シグモイド型被覆燐硝安100タイプ	34	4	チェーンポット専用定植機	山本二美, 2009
ハクサイ	秋冬	表層腐植質黒ボク土	畝内条	被覆燐硝安加里40タイプ	35	1	畝内条施肥機	池羽正晴, 2006

力技術として完成させたものである。以下、それぞれの概要について紹介する。

#### (1) ハクサイに対する畝内条施肥 (池羽, 2006)

これは、畝立てと施肥が同時にできる専用施肥機を開発し樹脂系被覆肥料による局所施肥の軽作業化を実現している点とハクサイやキャベツなど比較的多肥で栽培される他の野菜の全量基肥施肥に対して機械施肥が適用できることを示した点が評価される。

畝内条施肥は生育一生に必要な肥料量を畝部にしかも作物根に近い部分へすじ条に施肥して肥料の利用効率を高める施肥法で、畝を作って栽培する野菜に対して有効な局所施肥法である。茨城県で行われた被覆燐硝安加里40タイプを用いて畝内条施肥機によって実施した畝内条施肥では、基肥窒素量 $15\text{g}\text{m}^{-2}$  (減肥率35%に相当)とした場合のハクサイの収量は慣行施肥よりも12%高くなることが実証されている。さらに重窒素トレーサー法によって栽培終了後の土壌残存窒素量が畝内条施肥で大きく減少することを認め、省力で環境保全型施肥が可能な施肥技術であることが実証され、ハクサイのほかキャベツやレタス、あるいはセロリーなどの品目についても普及されてきている。

#### (2) ホウレンソウに対するシートテープ封入施肥 (松本, 2001)

畝内条施肥が専用施肥機を開発しそれを利用した局所施肥技術であるのに対して、日常的に行われている栽培法を応用したのがシートテープ封入施肥である。これはホウレンソウの播種作業の省力技術として利用されている水溶性のシートテープに種子を封入し播種する栽培技術を利用して、種子とリニア型被覆尿素肥料30タイプを交互に封入して、そのまま催芽して専用播種機で施肥同時播種を可能にしている。これによりホウレンソウの収量は速効性肥料を用いる慣行施肥と同等以上であるが、溶出窒素の利用率は70~100% (無肥料区との差し引き法) と大きく上回り、施肥量は慣行施肥の1/3~1/4と大幅削減が可能となることが認められている。

この施肥技術の特徴は、被覆肥料による条施肥とホウレンソウ栽培で慣行として実施されている

シートテープ播種技術を上手に融合させて省力的な施肥技術に作り変えている点にあり、特別な施肥機を必要としないコスト的なメリットがある。現在ホウレンソウ生産農家で普及されている技術であり、ホウレンソウ以外に播種を伴うニンジンやダイコンなど根菜類栽培への応用が期待されている。

#### (3) チェーンポット内施肥 (山本, 2009)

チェーンポット内施肥法はテープシーダー封入施肥と同様に既存の栽培技術を応用した局所施肥法である。これはネギの定植作業を省力、軽作業化するために開発されたチェーンポット (連結紙筒) で育苗し、そのまま専用機で移植する省力移植技術に樹脂系被覆肥料の局所施肥を組み合わせた接触施肥法である。チェーンポット育苗は千葉県では80%程度のネギ生産農家が採用している育苗法で、チェーン状に連結したペーパーポットに育苗箱に敷いてこれに培土を詰めて播種し育苗する方法である。定植は専用の定植機で引っ張るだけで簡単に等間隔に定植できる作業性が高いメリットがある。

たとえばチェーンポット内に育苗箱当たり600gの施用量に相当するシグモイド型被覆燐硝安140タイプを窒素施肥量 $12\text{g}\text{m}^{-2}$  (減肥率34%に相当) で全量基肥施肥した夏採りネギの収量は慣行施肥に比べて21%増収し、施肥窒素利用率も22%上昇することが認められている。

#### (4) 野菜に対する局所施肥の効果と普及上の留意点

以上のように、樹脂系被覆肥料をうまく活用するには野菜の種類や栽培法に応じて適切な施肥法を選択することが大切であり、局所施肥は最も機能を発揮できる施肥法であると考えられる。特に畝内条施肥やチェーンポット内施肥のような接触施肥は利用率向上による施肥量削減、収量性向上や環境負荷軽減の効果だけでなく省力技術としても優れており、今後野菜全般への普及が期待できる施肥法である。ただし、畝内条施肥では施肥機の価格や汎用性、チェーンポット内施肥では培土や肥料の充填が手作業であるなどの問題も指摘されており、今後普及を加速していくためには改善する余地が残されていると思われる。

#### 4. 局所施肥技術の普及状況

肥効調節型肥料を利用した施肥法の中で、局所施肥は樹脂系被覆肥料の機能を存分に活かし減化学肥料栽培を確実に生産現場において実践できる施肥技術であるが、現在の普及状況はどうなっているのだろうか。

持続的生産環境に関する農家アンケート調査(2002, 農林水産省)によれば、化学肥料低減では、露地野菜で56.5%, 施設野菜で66.2%が「有機質肥料の施用」と回答しているのに対して「肥効調節型肥料の施用」はそれぞれ24.8%, 28.5%と低い結果となっている(表2)。局所施肥は稲作部門が16.0%と高いが、露地野菜は5.3%, 施設野菜は5.0%と低いレベルであった。

翌年度の調査(2003, 農林水産省)では、局所

施肥実施農家の割合はそれぞれ20.3%, 25.9%と局所施肥を実践する野菜農家数は増加傾向にあることが認められたが、局所施肥実施農家において被覆肥料を使用した農家の割合は露地野菜で5.9%, 施設野菜で15.7%とごくわずかであった(表3)。この実施農家割合が低い原因は、調査実施時期が1999年の持続農業法制定から2, 3年しか経っておらず局所施肥技術がまだ周知されていないことの影響が大きいと推察される。

最近の樹脂系被覆肥料による局所施肥実施農家の実態は把握できていないが、持続農業法制定から15年が経過しエコファーマー認定農家数が大幅に伸びてきている状況(図2, 農林水産省)を考慮すれば、局所施肥を実施している農家は増加していると推測される。これは被覆肥料の年間生産量が2001~2002年の68千トン~72千トンに比べて2011年では90千トンと1.8倍程度に増加していることから支持されよう。

#### 5. 今後の普及拡大に当たっての技術的課題

今後、樹脂系被覆肥料を用いた施肥技術を更に普及していくために重要と考えられる技術的な課題は以下のように整理される。

##### 1) 安定した溶出特性をもつ樹脂系被覆肥料の提供

現在多くの野菜の品目、品種、作型などにきめ細かく対応できるように多数の樹脂系被覆肥料が提供されており、生産者は幅広い品揃えの中から適当な肥料を選択し安心して施肥する環境が整備されている。これを担保するのは被覆肥料が常に安定した溶出特性を示す製品であることが必須条件であり、肥料メーカーによる厳しい品質管理の継続が必須である。

表2. 化学肥料低減技術の実施農家の作物別割合

作物	局所施肥	肥効調節型肥料の施用	有機質肥料の施用	その他
水稻	16.0	27.4	41.9	16.7
麦類	6.9	24.2	31.6	12.4
豆類	5.0	21.3	34.4	13.2
いも類	5.5	26.4	40.2	12.0
露地野菜	5.3	24.8	56.5	17.3
施設野菜	5.0	28.5	66.2	13.7
露地果樹	2.4	19.3	65.0	25.3
施設果樹	6.9	20.3	62.2	17.1
工芸作物	4.9	23.7	49.1	8.3
その他	2.2	18.5	25.7	22.1

注) 調査年2001年, 回答農家数10,583戸(複数回答)  
農林水産省統計情報部 2002年

表3. 野菜生産農家の局所施肥および肥効調節型肥料使用実績

作物	局所施肥	肥効調節型肥料の施用	有機質肥料の施用	その他
露地野菜	5.3	24.8	56.5	17.3
施設野菜	5.0	28.5	66.2	13.7

注) 調査年2002年, 回答農家数7,189戸(複数回答)  
農林水産省統計情報部 2003年

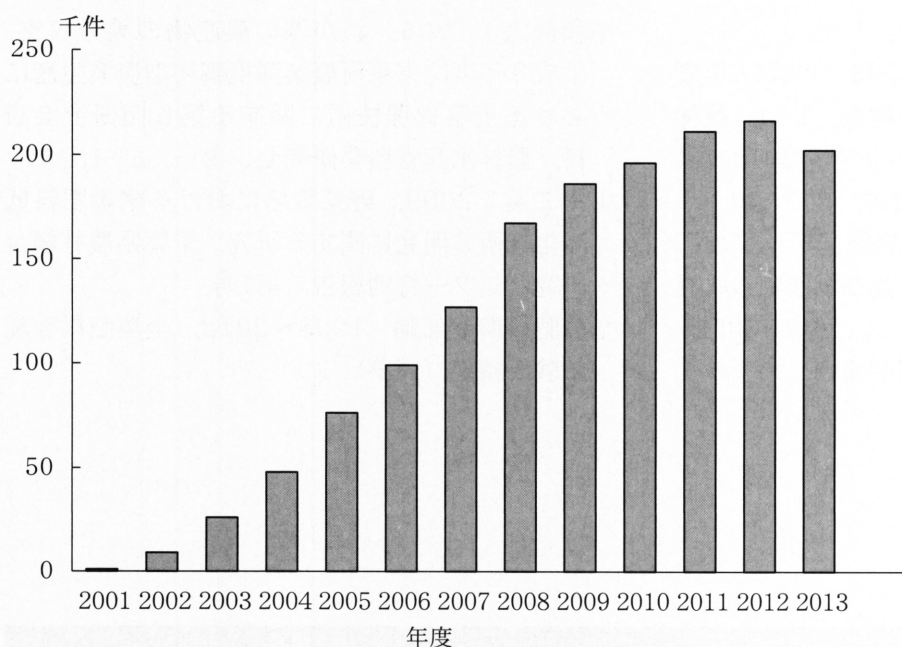


図2. エコファーマーの認定件数の年度別推移  
(平成25年度食料・農業・農村白書, 農林水産省)

## 2) 接触施肥における育苗管理マニュアルの作成

育苗ポット施肥などの接触施肥では、比較的小さい育苗容器に育苗培土と被覆肥料を充填するため苗の生育に必要な培土の水分量を保持しにくい、容器毎に施肥量の変動しやすい、高温期には被覆肥料から成分の溶出が安定しないなど苗質(生育の揃い、根鉢形成)への影響が懸念される。このため接触施肥における適正な温度管理、水管理が簡単に行えるような健苗育苗のための管理マニュアルを作成する必要がある。また培土や肥料の充填法の精度向上や効率化も課題である。育苗時の成分の溶出については、厳密に溶出制御された接触施肥専用肥料が現在開発されており育苗トラブルは減少傾向にある。

## 3) 温度や養分吸収に関するデータベースの整備

樹脂系被覆肥料は温度の変化によって肥料成分の溶出を予測できるので、作物の養分吸収特性が把握できれば最適な肥料形態や組合せはシミュレーションによって決定できる。温度データについては、マルチ栽培や施設栽培されることが多い野菜ではアメダス温度データで代替できない場合もある。栽培条件(品目、作型、栽培様式、土壌タイプなど)に応じた温度(地温)に関するデー

タベースを整備する必要がある。また、養分吸収に関しては尾和(1996)や金沢(2009)のデータベースがあるが、野菜は品種や作型、作付け体系の変遷が激しくそれに応じて養分吸収特性値も変動している。最新の品目や作型に応じた養分吸収データベースの更新が望まれる。

## 4) 被膜の環境負荷軽減対応

樹脂系被覆肥料は原料肥料を分解性の低い樹脂で被覆しているため肥料成分の溶出が終

わると、被膜殻が土壌中に残存し、場合によっては圃場外へ流出する恐れがある。樹脂系被覆肥料のうち、アルキド系など熱硬化性樹脂は植物油脂由来脂肪酸をエステル結合させており自然界において加水分解をうけ崩壊する性質がある。一方、ポリオレフィン系など熱可塑性樹脂ではそのままでは分解性が低いため、現在では光崩壊触媒を利用することで被膜の崩壊性を高めた技術が実用化されている。最近、生分解性資材を利用して被膜の圃場外流出を抑制した被覆肥料が開発され、くみあい被覆窒素肥料「Jコート」として販売が予定されている。

## 引用文献

- 池羽正晴 2006. 畝内条施肥機を利用した秋冬ハクサイの施肥改善, 圃場と土壌, 10・11月号, 47-51.
- 小菅佐代子・山田ゆき・東隆夫・三枝正彦 2001. 肥効調節型肥料を利用したイチゴの育苗ポット全量施肥栽培, 土肥誌, 72, 88-91.
- 松本美枝子 2001. 施設ハウレンソウ(テープ封入肥料による合理的施肥), 農業技術大系追録第12号 第6-①巻, 技術242の2-7.
- 農林水産省統計情報部 2002. 平成13年度持続

的生産環境に関する実態調査, 1-6.  
 農林水産省大臣官房統計部 2003. 平成14年度  
 持続的生産環境に関する実態調査, 1-4. 農林  
 水産省大臣官房政策課情報分析室 2014. 平  
 成25年度食料・農業・農村白書, 147-50.  
 金澤健二 2009. 都道府県の施肥基準及び堆肥  
 の施用基準値のデータベース並びに作物の収穫  
 物の養分含有率のデータベースとその利用法,  
 中央農業総合研究センター研究報告, 12.

尾和尚人 1996. わが国の農産物の養分収支,  
 平成8年度関東東海農業環境調和型農業生産に  
 おける土壌管理技術に関する第6回研究会資  
 料, 農林水産省農業研究センター, 1-15.  
 山本二美 2009. 野菜栽培における窒素肥料低  
 減化技術の開発に関する研究, 千葉県農林総合  
 研究センター特別報告, 第1号.  
 全農肥料農業部編 1998~2012. 全農肥料委託  
 試験成績書(野菜).

# ジェイカムアグリの肥料で豊かな実り。

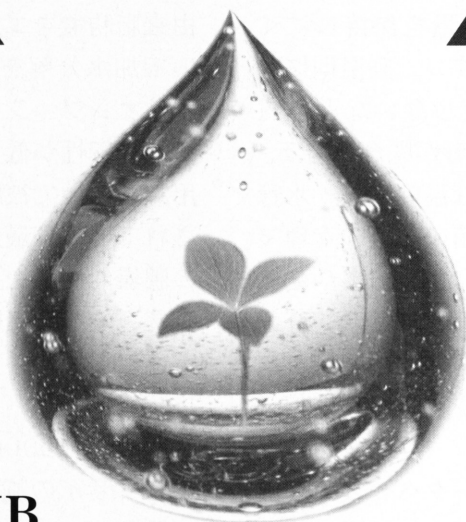
地球にやさしく、作物にちから強く。

## コーティング肥料

LPコート® エムコート®  
 エコロング®  
 苗箱まかせ®

## 緩効性肥料

CDU®  
 ハイパーCDU®  
 IB®(アイビー®)  
 スーパーIB® グッドIB



## 化成肥料

燐硝安加里® 硝燐加安  
 硫加燐安 燐加安

## 培土

園芸用育苗培土  
 与作®  
 苗箱りん田®  
 水稻用育苗培土