

プロジェクト・バイオ

ALA 配合液肥「ペンタキープ」の商品開発

(コスモ石油株式会社 ALA 事業センター) 岩井 一弥

「光合成細菌変異株による 5-アミノレブリン酸 (ALA) の工業的生産」¹⁾で、本学会技術賞を賜ってから早くも 8 年の歳月が過ぎようとしている。この間、ALA の産業分野への応用は着々と進み、ALA は農業分野や医療分野においてますます注目される存在になろうとしている。

生物界に広く存在する ALA は、ウロポルフィリノーゲン III に代謝され、シロヘムやヘム、クロロフィル、シトクロム、ヘモグロビンなど生理的に重要な生化学物質になる。ALA はこれらの唯一の前駆物質であることから、その応用範囲はきわめて広く、肥料、飼料、育毛料、医薬品などへの応用が重要なターゲットとなっている。本稿ではその中でも商業化が先行している肥料への ALA の応用について、ALA 配合液肥「ペンタキープ」の開発を事例としてとりあげ、その歩みを紹介する。

なぜ肥料なのか？

ALA の農業への応用研究の初期段階では光障害型除草剤としての利用を模索したが、ALA の濃度を相当高くしなければ除草効果が得られなかった。むしろ低濃度域では植物成長に促進的に働く効果が見いだされた²⁾ので、研究の方向を 180 度転換した。

ALA を農業分野とりわけ作物栽培に利用する場合に、農薬 (植物成長調節剤) あるいは肥料としての登録を取得しなければならない。結論として我々は肥料登録の道を選んだ。その理由を概すれば以下の二点に絞られる。

- ・ 経済的に許容される低濃度域での ALA の作用には、植物成長調節剤が一般的に備えているような特異的で鋭敏な特性は見られない。
- ・ いくつかの栽培実験から ALA と肥料成分との共力作用が見いだされた³⁾。

また農業分野でのパートナーである株式会社誠和が、生理活性物質を配合した機能性肥料の開発を目指していた状況も一因となった。実際の登録業務は同社が担当したが、ALA の肥料材料としての前例がないために、その経緯は必ずしも順調というわけではなかった。

結局、肥料登録を目指してから足掛け 2 年後に ALA は肥料の効果発現促進材としての登録が認められた⁴⁾。平成 16 年度には「5-アミノレブリン酸の農業利用に関する

技術開発」⁵⁾で植物化学調節学会の技術賞を賜ることもなった。この間、宇都宮大学の竹内安智先生や富山県立大学の葭田隆治先生をはじめとして、多くの先生方のご指導を頂いたことを銘記しなければならない。

カクテル？

カクテル麻酔とかカクテル療法といえば医療用語であるが、肥料の配合設計もまた新しいカクテルを生み出す努力に似ているのかもしれない。

植物に栄養素として与えられる成分を元素で列挙すれば N, P, S, K, Mg, B, Ca, Si, Cl, Mn, Fe, Zn, Cu, Mo となるが、これらの成分間比率には常識的な範囲があり、我々農業技術者はこの常識の範囲で肥料設計を行うのが通例である。

開発当初には ALA と常識的な肥料処方との組み合わせをいくつか試みたが、ALA の効果を安定的に引き出すまでには至らなかった。ALA の代謝経路下流には電子伝達や酸化還元をつかさどるさまざまなコファクターや酵素群が連なっていることから、肥料成分の中でも多価金属とりわけ Mg, Mn, Fe, Zn に狙いを付けて開発を続けた。また配合の違いによるわずかなレスポンスの差異を見逃さないように、植物成長の評価系に工夫を加えたりもした。

結局マグネシウムと鉄の適切な配合が成功の鍵を握っていることに気がつくまでには回り道もしたが、新種カクテルのような所産が、ALA 配合液肥「ペンタキープ」シリーズ誕生の原動力となった。

「ペンタキープ」の誕生

ALA の効果を安定的に引き出す配合は見いだせても、製品の貯蔵安定性や使い勝手、コストなど検討課題は残っていた。とりわけ貯蔵安定性については課題が多かった。ALA が不可逆的に二量体化することなどによる製品中 ALA の減損を防ぐ必要から、pH や配合原料の選択が制限される条件下での処方設計が要求された。

さらには数千倍希釈での使用を商品コンセプトとしたこともあって配合は自ずと高濃度となり、各種溶質間の相互作用は混沌とし、水溶液とは異なる挙動を示した。そのために長期貯蔵中の沈殿や結晶の生成に規則性を見

いだすのは至難の業であった。フィールド試験用に製造した試作品は、その後に控えた商品化には耐えられない設計であった。それでもフィールドテストでのモニターの方々の反応は悪くはなかった。

商品化ステップの課題をすべてクリアした量産設計品は、「ペンタキープV」と命名されて、平成13年に正式発売された。初回の生産はわずか1トンバッチであった。

ペンタキープVは、既存の施肥体系に加えて用いるアドオンタイプであり、発売当初は養液栽培（水耕栽培や人工培地栽培）が用途の大半であるために、マーケットは限られたものであった。それでもユーザーの評判は良く、施設園芸を中心に販売量は上向いていった。

「ペンタキープ」のラインアップ

平成16年には当社と株式会社誠和との合併会社であるコスモ誠和アグリカルチャ株式会社の設立を契機として、海外マーケット進出が図られることになった。前後して家庭園芸マーケットへの展開も決まった。アドオンタイプである「ペンタキープV」は、使用に際して多少なりとも植物栄養に関する知識や経験を要求するプロ志向の商品である。マーケティング戦略上の必要からユーザーフレンドリーな新商品の開発が急務となった。

成分をバランス配合したオールインワンタイプの新商品「ペンタキープEX」と「ペンタガーデン」は、1年足らずで開発を完了した。「ペンタキープV」の開発過程での技術ノウハウの蓄積があったことや当社中央研究所の全面協力が得られたことが開発期間短縮の要因となった。

平成18年には欧州市場に向けた「ペンタキープSuper」の開発が完了した。開発の過程では欧州のディストリビューター企業の試験協力と助言が大いに役立った。また欧州の合理的農業経営ニーズが商品開発に貴重なヒントを与えてくれた。

ユーザーの意見を真摯に取り入れたこの「ペンタキープSuper」は、現在では欧州のみならず日本市場を含む世界市場での主力商品に成長しつつある。「ペンタキープ」シリーズの構成はALA配合割合と肥料成分の違いによる全4品種となった（図1）。本年度のシリーズ合計出荷量は約50トンが見込まれている。

課題と将来

当社では欧州での産学官にわたる研究機関やディストリビューター企業をメンバーとする「ペンタキープセミナー」を主催している。チェコの首都プラハで行われた今年で2回目になるこのセミナーは大変盛況であった。



図1. 「ペンタキープ」のラインアップ

大学をはじめとする研究機関で実施されたペンタキープ利用研究の成果発表やディストリビューター企業や大口ユーザーによる事例発表の件数も多く、昨年のブタペスト大会にもまして内容の充実を参加者全員が実感できた。トマト、イチゴ、パプリカ、メロン、キュウリ、ナス、レタス、ホウレンソウ、ニンジンなどの野菜、ブドウ、リンゴ、オレンジ、キウイフルーツ、アズキ、ブルーベリー、スイートチェリーなどの果樹、ガーベラ、キク、バラなどの花卉、ホップ、ヒマワリ、ソルガム、コムギなどの作物に関して、ほぼ例外なく増収や品質向上の効果が報告された。

これらの報告は信頼性の高い試験プロトコルと統計解析により導き出されており、「ペンタキープ」あるいはALAの実力の一端を理解していただけるのではないだろうか。一方で植物に対するALAの作用メカニズムの解明はあまり進んではいない。営業トークとしては、ALAは光合成色素クロロフィルの素であるからと苦しい説明でお茶を濁すこともあるが、基礎的な研究の必要性を痛感している。作物がストレス環境下にある場合には、ALAの効果は確実に現れることが判明している。ここでいうストレスは、寒冷、酷暑、日照不足などの地上部環境と塩類集積土壌、アルカリ土壌などの地下部環境に起因する。これらの状況証拠がALAの作用メカニズムを明らかにする鍵を握っているように思えてならない。

ALAの産業分野への応用は今後順調に広がっていくと期待されている。医薬などについても有望な案件がいくつかあり、本誌上で紹介させていただく機会があるかもしれない。処方に関する技術情報はノウハウや機密情報に属するため、技術的詳細に欠ける表現に終始したことをお詫びし、稚拙な文章におつき合い頂いたことに感謝申し上げます。

- 1) 上山宏輝ら：生物工学, **78**, 48 (2000).
- 2) 堀田康司ら：植物の化学調節, **34**, 85 (1999).
- 3) 岩井一弥ら：芝草研究, **35**, 99 (2007).
- 4) 腰岡政二ら：植物の生長調節, **40**, 111 (2005).
- 5) 田中 徹ら：植物の生長調節, **40**, 22 (2005).