

## 資材革命と農法革新

東北大学名誉教授

庄子貞雄

### ○ はじめに

新資材の開発は、時には科学や技術の進歩と大きな起爆的役割を果たすことは、良く知られていることである。近年我が国で開発された高機能の肥効調節型肥料も我が国の農法の革新に注目すべき貢献を果たしているようにみられる。

さて、化学肥料が大量に使用され、農業生産の向上に大きな貢献を果たすようになったのは、1950年代以降である。しかしながら化学肥料のなかでも、作物の生産にもっとも大きく貢献し、かつ大量に使用されるN肥料については、さまざまな欠点、一肥効期間が短く、作物による利用率が高くないこと、溶脱、脱窒、アンモニア揮散などによる損失が多いといったことが、大量消費時代に入って間もなく広く認められるようになった。そして1960年代に入るとこれらの速効性N肥料の欠点を解決するために、IBDU、CDUなどの緩効性肥料の生産が開始された。しかしこれらの有機合成窒素化合物の分解・有効化は、種々の土壌条件に複雑に影響され、N成分の正確な供給予測が出来ず、合理的な施肥計画を作成するのが困難であった。

1960年後半から研究開発された藤田ら<sup>1) 2)</sup>のポリオレフィンコート肥料は、このような有機合成窒素化合物の欠点を基本的解決した。彼らの特許によって、1976年にはロングが1980年にはLPコートがそれぞれ旭化成工業(株)とチッソ(株)によって登録された。これらの肥料は、世界的にみて最もすぐれた肥効調節型肥料(Controlled release fertilizer, CRFと略記)であり、英名ではControlled availability fertilizer, Programmed fertilizer, Intelligent fertilizerなども使用されることがある。その特性は、理想の肥料の要件をかなり充足するもので、未来の肥料を先導するものとみられている。

### ○ 肥効調節型肥料と農法革新

CRFを活用した農法革新には、いろいろのケースがあるが、紙面の都合で、筆者が最近調査したLPコートに関する3つの事例に限定することとした。

LPコートを活用したもっとも先駆的な革新的稲作技術は、岡山県の西大寺の篤農家横山鹿男らによる民間技術であった。LPコートがチッソ(株)によって登録されるや、その試作品であるリニアタイプのLPコート<sup>(註1)</sup>を農協指導で直播水稻の全量基肥を現地圃場で実施した。その成果によって、1982年から1984年までの3ヶ年で実に水稻作付面積の80%にこの新技術が普及したといわれる。この伝統は、横山鹿男の後継者横山雅二の住む水門町で、引き継がれ、今日水稻作付面積のほぼ100%が、LPコートを使用する全量基肥施肥の乾田不耕起栽培であるといわれる。

さてこのような新技術の展開には、いくつかの要因が考えられるが、就中、次の要因が特に重要と判断された。1)本地区では、田植期のかんがい水が不足することが多いので、水稻の適期栽培には、移植栽培よりも、乾田直播栽培が向いていたこと、2)農業労働力が農家の主婦に多く依存していることから、省力的稲作が必要であったこと、3)新技術は、慣行栽培に比

べて、1～2割の増収となったこと。

その後リニアタイプのLPコートの水稲への全量基肥施肥試験が、多くの試験機関で実施され、かなりの成果が認められた。しかしながらリニアタイプのNの供給パターンが水稲のN要求に充分マッチしないという批判も見られた。この批判に見事に応えたのは、1989年に開発された、極めてユニークなシグモイドタイプLPコート<sup>(註2)</sup>であった。そしてその翌年からこの新肥料についての利用研究が、いくつかの県農試で開始された。

そのなかで、山形県の上野ら<sup>4)</sup>による移植水稲のための全量基肥施肥技術とそれを充実した愛知県の北村ら<sup>5)</sup>の成果が注目される。愛知県では1992年に初めてシグモイドタイプが全量基肥用肥料のブレンドに使用された。その基本となるブレンド肥料の構成は、初期生育のための速効性肥料と溶出期間の短いリニアタイプ、中期生育のための溶出抑制期間の長いシグモイドタイプよりなる。そしてこのブレンド肥料は「ひとまきくん」と命名された。これと併せて水稲の品種特性、Nの天然供給量、生育期間の気象条件なども、新技術の利用に必要な情報となっている。

愛知県での全量基肥施肥技術は、1993年頃より急速に普及し、1999年に水稲作付面積の40%をこえたものとみられている。このような急速技術普及には、1) 県農試による新技術の完成、2) 正確な溶出特性を示すシグモイドタイプLPコートの利用、3) 流通関係、とくに愛知県経済連の積極的な取り組み、4) 専門技術員、県農試、県経済連のメンバーよりなる施肥改善協議会の活躍、5) 県の農業事情（慣行栽培の省力化の必要性、オペレーション農業の拡大、農家の進取な対応など）などが、密接に関係あるいは寄与したものとみられる。

育苗箱全量基肥施肥は、海外の多くの研究者にも大きな衝撃を与えた革新的技術である。厚い肥料層の直上あるいは直下に種籾を播種しても（接触施肥・co-situs placement）正常に発芽し生育できるとは、彼らには容易に信じ難いことであった。

この施肥法は、初めて佐藤、渋谷<sup>6)</sup>によって研究され、次で、金田ら<sup>7)</sup>によって秋田県の大潟村での大規模稲作のための実用技術として完成されたものである。多量の培土とLPコートを均一に混合することの難しさと混合作業中にLPコートの被膜を破壊することの危険性をさけるために開発された層状施肥法<sup>8)</sup>、大規模農家の育苗作業を容易なものとした。

育苗箱全量施肥法の確立と普及には、1) 金田らの秋田農試大潟支場の技術開発、2) 篤農家集団であるO-LISA研究会（大潟村低投入持続型農業研究会）の積極的参加、3) 農試、大学、O-LISA研究会、農協、メーカーの密接な交流、4) シグモイドタイプLPコートの発展的商品である「苗箱まかせ」の開発とメーカーからの情報提供などが大きく貢献したとみられる。大潟村での普及状況を見ると、1993年に始めて少数の農家によって試みられたものが、この数年急速に広がり、1999年には30%近い普及率となっている。そして数年後には、50%に達するものとみられている。

この画期的な施肥法を導入した農家は、1) この施肥法は、大規模経営にとって受入れ易い安定技術であること、2) 根ぐされや地力ムラの影響が軽減され、生育が均一となること、3) Nの施肥量を慣行の50%まで節減できること、4) 田植前後の繁忙期に、本田での施肥作業が不要となり、心理的にもかなりのゆとりができることといった意味ある経験談を述べている。

さらに金田ら<sup>7)</sup>は、大潟村の低湿重粘土の稲作のために、育苗箱全量施肥技術と不耕起移植栽培とを結合した新技術をも創り出している。そしてこの新技術に不可欠の移植機がO-LISA研究会の山崎らによって試作され、最近ようやくメーカーによって本格的な移植機が製作される至っている。これを契機に育苗箱全量施肥・不耕起移植栽培が急速に普及することが期待される。

以上の外に、岡山県や愛知県で開発された全量基肥施肥の不耕起直播栽培法、熊本県で開発

されたセル苗を利用するハウスホウレンソウやレタスの1回施肥多作栽培法(8~10回の連続栽培も可能)、一方このような生育期間の長い作物への育苗ポット全量基肥栽培法など、種々の興味ある新農法が、CRFの特性を生かして開発されている。

以上から肥効調節型肥料の急速な普及は、普通肥料の単なる代替的役割ではなく、本肥料の特性を効果的に活用した革新的技術の開発によることが明らかであろう。筆者が海外出張で多くの研究者から受ける肥効調節型肥料についての最初の質問は、大抵普通肥料と比較した価格問題である。その時には、いつも肥効調節型肥料による農法革新のメリットを含めた全体を経営学的並びに社会学的視点から、そして今後は、これらに加えて環境経済学的視点からも、論議して欲しいと繰り返して述べることにしている。

### ○ 新しい挑戦

農業は、今日さまざまな重要な課題を抱えているが、そのなかで農業環境問題、農産物の品質・安全性と単収の向上に対する今後のCRFの貢献について簡単にふれてみたい。

過去数十年間、世界の多くの国では、農業生産を高めるために、化学肥料、特にN肥料の多投が行われ、それが深刻な農業環境問題を引き起こす重要な原因の1つとなってきた。そのため世界の各国で、これを解決するために、農業環境政策が打出されている。

筆者は、N肥料の多投による環境問題では、作物による肥料Nの吸収利用を最大にし、目標収量を得るための施肥基準を慣行基準より低減することが、最良の対策と考えている。そのためには、高機能のCRFを活用する革新的農法がもっとも有効な方法の1つとなる。

すでに述べたように、秋田の大潟村では、金田ら<sup>7)</sup>によって、育苗箱全量施肥のLPコート<sup>8)</sup>のNの利用率が約80%、そして農家によるNの減肥率50%が達成されていることから、水稻によるNの利用率を50%向上し、施肥レベルを50%減少することは、さほど困難ではないであろう。もしこのような施肥条件で慣行並の収量が得られるならば、N肥料による環境負荷は慣行施肥の数分の1まで低減することができる。

集約農業の農産物の品質の安全性には農薬だけでなく、化学肥料の多投も大きく関係している。たとえば野菜のNO<sub>3</sub>集積問題は、N肥料の多投が関係し、今日大きな問題となっている。所でN栄養としてのNO<sub>3</sub>とNH<sub>4</sub>は、長い間植物栄養生理学の研究対象であったが、その成果は、栽培作物の施肥法とは、ほとんど無縁な存在であった。しかしながら農産物の品質の安全性の向上のために必要なNの形態とその供給パターンが明らかであれば、今日圃場条件でもCRFを活用することによって、ある程度その目的を達成することができよう。たとえば、葉菜類の初期・中期の生育には、NO<sub>3</sub>を、そして品質・安全性の面から収穫期前にNH<sub>4</sub>を供給できるCRFのブレンド肥料の施肥が有効である。事実、建部ら<sup>9)</sup>は、ホウレンソウを用いて、CRF施肥によって人間の健康に有害な硝酸やシュウ酸を減少し、有用なアスコルビン酸や糖を増加できることを明らかにしている。また超多肥で知られている茶樹は、好アンモニウム植物であることから、アンモニウムを継続的に供給できるLPコート<sup>8)</sup>の施肥は、葉の品質向上と減肥に大きく貢献できることとなる。

今日我が国では、作物の多収問題は農業研究のテーマとしては、重要視されていないが、世界の人口と食糧問題を考えれば、単収向上は、最重要課題である。大崎ら<sup>10)</sup>の研究でも明らかなように、作物のN要求にマッチするCRFからのN供給パターンは、多収に効果的である。一方、適期のN施肥困難な低生産土壌、例えばアジアに広く分布する天水低地田での全量基肥施肥技術は、水稻生産性を著しく高めることになる。

### ○ おわりに

今日のわが国の農業では、望ましい新技術であっても、導入困難なことが多い。このような

状況のなかにあつて1999年7月28日に公布された持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律（農林水産省令）は、21世紀の日本の農業を大きく方向づける画期的なものとなろう。この省令の中で、普通肥料の施用を減少させる効果の高いものとして、局所施肥技術、肥効調節型肥料施用技術（水稻作の育苗への施用も含む）と有機質肥料施用技術を定め、普通肥料の施用量を少なくとも2～3割減少することが期待されている。筆者は、このような積極的かつ具体的な技術誘導は、未だ諸外国の農業環境政策ではなされていないとみている。これを契機にさらなる高機能の肥効調節型肥料の開発とその農業利用に関する技術革新が進み、それが新しい農業の発展に貢献できることを願うものである。

（註1）水中あるいは飽和湿度の条件で、その溶出が直線的なLPコート製品。本稿では、便宜上リニアタイプと呼ぶことにする。

（註2）水中あるいは飽和湿度の条件で、その溶出がS字型のLPコート製品。本稿では、便宜上シグモイドタイプと呼ぶことにする。

上記の内容は、一部、秋田農試とO-LISA研究会のメンバーによる

#### 参 考 文 献

- 1) Fujita, T.,etal.: Method of producing coated fertilizers. US patent 4,019,890 (1977)
- 2) Fujita, T.,etal.: Coated granular fertilizer capable of controlling the effects of the temperature upon dissolution-out rate. US patent 4,369,055 (1983)
- 3) Shoji, S. and A.T. Gandeza : Controlled release fertilizers with polyolefin resin coating. Konno Printing, Sendai (1992)
- 4) 上野正夫他：土壌窒素と緩効性被覆肥料を利用した全量基肥技術，土肥誌 62（6）647—663（1991）
- 5) 北村秀教・今井克彦：肥効調節型肥料による施肥技術の展開1．水稻の全量基肥施肥技術．土肥誌 66（1）71—79（1995）
- 6) 佐藤徳雄・渋谷暁一．全量床土施肥による水稻の省力施肥栽培について，日作東北支部報 34，15—16（1991）
- 7) 金田吉弘他：肥効調節型肥料を用いた育苗箱全量施肥による水稻不耕起移植栽培，土肥誌 65 385—391（1994）
- 8) 金田吉弘他：肥効調節型肥料による育苗箱全量施肥法1．肥効調節型肥料の層状施肥，東北農業研究，47，115—116（1994）
- 9) 建部雅子他：緩効性窒素肥料の施用がハウレンソウのシュウ酸，アスコルビン酸，糖，硝酸含有率に与える影響，土肥誌 67，147—154（1996）
- 10) Osaki, M.,etal: Productivity of high-yielding crops 1. Comparison of growth and productivity among high-yielding crops ,Soil Sci. Plant Nutr., 37, 331—339 (1991)