

—講演紹介—

今年開催される第14回国際土壌科学会議のサテライト・シンポジウムとして昨年9月に開催された“肥料に関するシンポジウム”「肥料の現状と将来」において、当社は下記テーマで講演を致しました。本記事はその講演から一部抜粋したものです。

“肥料に関するシンポジウム”「肥料の現状と将来」

1989年9月25～26日

<共催> 社団法人 日本土壌肥科学会

日本学術会議

土壌・肥料・植物栄養学研究連絡委員会

第14回 国際土壌科学会議 組織委員会

被覆肥料に関する開発

藤田 利雄 チッソ(株)肥料研究所

前田正太郎 旭化成工業(株)富士肥料工場

柴田 勝 チッソ旭肥料(株)技術部

高橋 知剛

1. 被覆肥料の歴史と現状

1) 速効性肥料を水に溶けない膜材で覆って成分の溶出を制御することにより肥効の持続化を計る試みは古く、1950年代の後半に始められ、我国でも1960年代から研究が始められている。主被覆材の種類は硫黄と樹脂に大別

第1表 被覆肥料の開発経過

種類	会社名	年代	内 容	
硫黄被覆肥料	TVA(米)	1961	被覆尿素 ベンチスケール試作	
		1968	被覆尿素 パイロットプラント試作	
		1978	被覆尿素 デモンストレーションプラント	
	Lesco Inc.(米)	1978	被覆尿素 被覆化成 生産	
	ICI(英)	1972	被覆尿素 販売	
	CIL(加)	1975	被覆尿素 ICIより引き継ぐ	
	三井東圧	1975	被尿化成 登録	
		1982	被覆尿素 登録	
		O.M.SCOTT(米)	1981	被覆尿素 被覆加里 パイロット
			1983	被覆尿素 被覆硫加 本格生産
樹脂被覆肥料	ADM(米)	1964	被覆化成 試作	
		SCC(米)	1967	被覆化成 生産
	昭和電工	1970	被覆化成 仮登録	
		1984	被覆化成 登録	
	昭和化成	1988	被覆化成 登録	
		セントラル硝子	1979	被覆化成 仮登録
	SAG(西独)	1988	被覆尿素 被覆化成 登録	
		1982	被覆化成	
	熱可塑性樹脂	旭化成	1976	被覆化成 登録
		チッソ	1980	被覆尿素 登録
日産化学		1984	被覆化成 登録	
(住友化学)		1989	被覆尿素 登録	
(協和発酵)		1989	被覆化成 登録	

され更に後者は熱硬化性樹脂と熱可塑樹脂に分けられる。硫黄被覆肥料はTVA(Tennessee Valley Authority)において始められた。(第1表)熱硬化性樹脂被覆肥料はADM(Archer Daniels Midland)、次いでSierra-Chemicalにおいてスチレン化アルキッド樹脂とフェノール樹脂による多層被覆法及びシクロペンタジエンとグリセロール縮合物による被覆法が、更に昭和電工のフェノール樹脂による被覆方法が先行技術として知られている。熱可塑性樹脂被覆肥料はチッソ旭肥料において開発されたポリオレフィン等による被覆技術がよく知られている。

2) 硫黄被覆肥料はTVAで1961年にはベンチ規模が、更に1971年には1トン/時間のパイロットが建設され、1976年には1,000トンの生産が行われている。我国では、1975年に肥料取締法で新たに公定規格が設定され、三井東圧より被覆複合肥料が登録された。

3) 熱硬化性樹脂肥料はADM社から1964年に市場に出された。この技術は1967年にSirra Chemical社に引き継がれ、膜材の変更を経ながら同社はアメリカ合衆国とオランダで生産する海外で唯一の樹脂被覆肥料のメーカーとして現在に至っている。我国では1970年に昭和電工からフェノールホルマリン樹脂とタルクで被覆した肥料が仮登録され、1971年に家庭園芸用に売り出された。その後1988年に昭和化成肥料より被覆化成が登録販売されている。1979年にセントラル硝子から被覆化成が登録されたが、現在の長油性フタル酸樹脂を主体とした製品は1988年に登録および上市がされた。

4) 熱可塑性樹脂被覆肥料はチッソ旭肥料で開発された高分子量のオレフィン樹脂を主とした被覆技術により、1976年に旭化成工業から被覆燐硝安加里系肥料“ロング”、“ハイコントロール”、“NUTRICOTE”、1980年にチッソから被覆尿素“LPコート”、“MEISTER”が登録され市場に出された。

5) この結果、現在主なものとしては、硫黄被覆肥料はCIL(カナダ)、Lesco Inc.(米)、O.M. SCOTT(米)、Parker(米)、及び三井東圧(日本)で、樹脂被覆肥料はSierra Chemical(米、オランダ)の“Osmocote”、旭化成の“ロング”、“ハイコントロール”、NUTRICOTE”チッソの“LPコート”“MEISTER”、が生産されるようになった。

6) 1987年の世界の被覆肥料推定需要は硫黄被覆肥料114.6千トン(メトリックトン)、樹脂被覆肥料50.6千トンであり、合計165.2千トンに

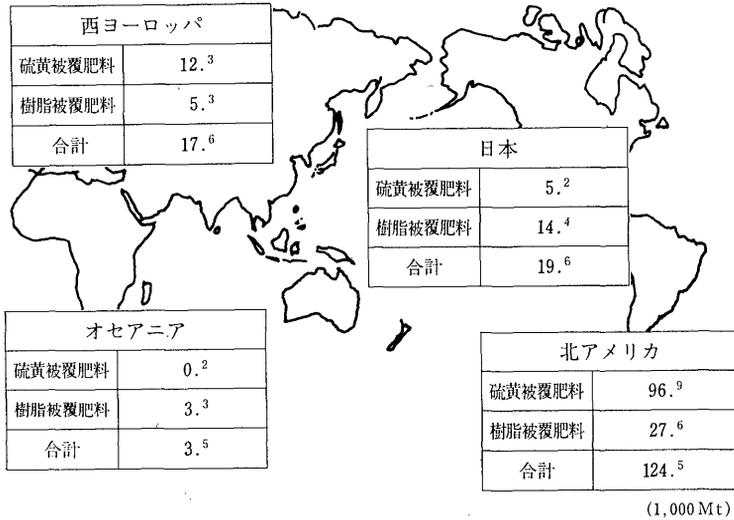
なる。(第1図)

2. 当社の被覆技術の概要

1) 開発の狙いと研究開発の経過

30年来、肥料成分の溶出を意のままにコントロールして、基肥だけの施用で作物の要求する時期に過不足なく、必要なだけ吸収させることができないかと、種々の緩効性肥料の研究がなされてきた。有機合成緩効性窒素

第1図 世界における被覆肥料の推定需要量 (1987年)



肥料は土壌の水分、pH、微生物活性等の影響を受け肥料の持続性のコントロールは必ずしも満足し得るものではなかった。筆者らは、土質や圃場の条件の影響が小さく、植物に利用される形態で、放出速度が意のままに、精度よくコントロールされ、コスト、生産性が肥料として対応できるものとのコンセプトにより研究開発を行い、ポリオレフィン系樹脂を使用した被覆技術と溶出コントロール技術を発明し、更に生産技術を確立した。

2) 溶出を抑える技術

被覆材料としては透湿性が少なく、強靱で柔軟性に富むことが必要と考え、熱可塑性樹脂のポリオレフィン系樹脂やポリ塩化ビニリデン系樹脂に狙いを定めた。(第2表) これらの樹脂により被覆した場合どの程度溶出が

第2表 プラスチックフィルムの透湿度

プラスチック	透湿度 (g/m ² /24hr)	プラスチック	透湿度 (g/m ² /24hr)
セロファン	普通	ポリ塩化ビニル	軟質 25~90
塩酸ゴム	防湿 10~80	ポリ塩化ビニリデン	無可塑 25~40
ポリプロピレン	15~25	ポリビニルアルコール	1~2
ポリエチレン	8~12	ポリエステル	100~400
チレン	低密度 16~22	ポリカーボネート	22~30
酢酸繊維素	高密度 5~10	ポリアミド	40~50
	400~800		120~150

プラスチック用語辞典 (株)プラスチック・エージ発行

抑えられるかを透湿 (水侵入) により持ち出される溶出量として推算し、第3表に示した。そして完全に被覆すれば薄い被覆でも長期にわたって溶出を抑える事を実験により確認した。

3) 溶出速度をコントロールする技術

被膜にピンホールがあれば水や水蒸気が、また水蒸気透過性の高い被覆の場合は、水蒸気が内部に侵入して肥料を溶解し外部に溶出する。水蒸気透過性の小さい被膜で完全に被覆した場合はほとんど溶出しないが、あらかじめこの膜に何らかの仕掛けを施して微細なピンホールを生成させたり、大きい水蒸気透過性を与える事ができれば、その程度によって溶出速度がコントロールできるはずと考えた。これらの考えに基づき、溶出コントロールの為に物質を溶解または分散させたポリオレフィン系等の溶液を用いて被覆して、溶出速度のコントロールが可能であることを確認し、一連のコントロール技術を発明した。第4表に透過性の大きい

樹脂をブレンドした例を紹介した。実際の“LPコート”や“ロング”等の溶出コントロールにはこれら複数

第3表 透湿水持ち出し溶出量 (試算) 尿素25℃ 一材料の評価一

No	材料 (30μ)	透湿度 (g/m ² /24hr)	溶出量 (g/100g・U)				評価
			10日	50日	100日	500日	
1	低密度ポリエチレン	16	1	6	12	(60)	Good
2	ポリ塩化ビニリデン	2	0.04	0.2	0.4	2	Very Good
3	ポリスチレン	129	17	(85)			No used
4	低密度ポリエチレン + ポリスチレン	(80)	10	49	(97)		Control法

第4表 溶出期間のコントロール 透湿性の大きい樹脂 (EVA) を Blend した場合

被膜組成		尿素80%を溶出するに要した日数	備考
PE	EVA		
50	50	98	PE : 低密度ポリエチレン (MI 20) EVA : エチレン-酢酸ビニール共重合体 (酢酸ビニール 30重合%)
60	40	135	
65	35	187	
70	30	260	
80	20	330	
90	10	410	
100	0	1300	

のコントロール技術を組み合わせ、更に安全性を高めている。

4) 温度依存性をコントロールする技術

樹脂被覆肥料の溶出は温度の影響を強く受ける。影響度が大きすぎると、温度が上昇した時に溶出が必要以上に促進され、過剰吸収や濃度障害の心配がある。逆に温度が下がると溶出量が少なくなりすぎて生育不良となる。温度の影響度が小さすぎると低温になって植物の吸収量が減少してもそれ相応に溶出量が減少せず、養分が蓄積したり必要以上に吸収し過剰障害の心配がある。このように、被覆肥料の溶出コントロールは(基準状態における)溶出カーブと溶出の温度依存性の両方のコントロールが必要であり且つ重要である。

大抵の被覆肥料の場合、温度依存性が大きすぎるのでこれをどの程度まで小さくして、問題のない範囲におさえ得るかが、技術的課題であった。溶出の温度依存性に関する主要な因子は、水蒸気圧差、フィルムの透湿係数および肥料溶液の拡散定数であり、このうちコントロールできるのは水蒸気透過性に係わる被膜材質の選択や被膜構造に係わる部分であると考え、できるだけ透湿係数の温度依存性の小さい材料を探索したが、適合する材料は見つかりできなかった。

筆者らはこれらの技術的課題をポリオレフィン系樹脂と鉱物質粉体よりなる被膜構造で溶出の温度依存性をコントロールする技術を発明して、当社の被覆技術を完成させた。(第5表)

植物の生理活性に関する研究で $Q_{10}^{\circ}\text{C}$ が約2前後の報告がされている事からこの技術は有用であろうと思われる。

6) まとめ

イ. ポリオレフィン等の水蒸気透過性の小さい熱可塑性樹脂を用いることにより、薄い被覆でほとんど溶出し

ない粒子の被覆技術を開発した。

ロ. この樹脂に水蒸気透過性の大きい樹脂などをブレンドすること等により、自由に溶出速度をコントロールできる技術を確認した。

ハ. さらに鉱物質粉体を被膜中に分散することにより溶出速度の温度依存性もコントロールできるように改善し、被覆肥料の機能を高めた。

ニ. 溶出しないカプセルに添加物を加えて、溶出を管理する方法は、得られた製品のコントロール範囲や溶出の再現性、安定性が優れており、溶出タイプにより膜の厚みが変わらない(成分含量が一定)特徴がある。

ホ. 被覆肥料表面に持続性のある親水性機能を付与する技術を開発した。

ヘ. これらの基礎技術に基いて工業生産技術を開発

第6表 「ロング®」, 「LPコート®」の銘柄と保証成分

「ロング®」

保証成分 (%)						銘柄 (溶出タイプ、N基準)							
TN	AN	NN	WP	WK		40日	70日	100日	140日	180日	270日	360日	
14	7.0	7.0	12	14		○	○	○	○	○	○	○	
20	10.0	10.0		13			○	○	○	○		○	
13	5.5	7.5	3	11				○	○	○	○	○	
20	9.3	10.7	5	10		○	○	○	○				

「LPコート®」

保証成分 (%)		銘 柄							
T-N	(UN)	30号	40号	50号	70号	100号	140号	180号	
40	(40)	○	○	○	○	○	○	○	○

し、国内外に特許を申請のうえ、商業生産に入った。

3. 当社被覆肥料の銘柄と販売量

硝酸系化成肥料を被覆した“ロング”は原肥の成分と溶出期間別に21銘柄がある。因に、銘柄の数字は25℃畑状態で80%が溶出する日数に相当する。また尿素を被覆した“LPコート”は溶出期間別に7銘柄がある。

“ロング”系では園芸分野(施設果菜、茶、ナーサリー用)や法面緑化などに販売量は、国内外に12,000トンを越える。

“LPコート”系では水稻、野菜を対象に10,000トンを越えた。(いずれも63年実績)多くは配合原料に使われており配合肥料としては、5~6万トンに相当する。

(以下省略)

第5表 ガルク混合率と温度依存性 ($Q_{10}^{\circ}\text{C}$)

No	タルク率 (weight %)	$Q_{10}^{\circ}\text{C}$
1	0	2.5 ⁵
2	10	2.5 ⁴
3	20	2.5 ⁵
4	30	2.5 ⁰
5	40	2.3 ²
6	50	2.1 ⁵
7	60	1.9 ⁰
8	70	1.9 ⁰
9	80	1.8 ⁴
10	90	1.8 ⁰