

コーティング肥料の環境負荷軽減効果について

新潟大学 農学部

教授 金野 隆光

1 はじめに

現在、世界的な流れとして、農業生産が生産性と増産に主力が置かれていた農法から、環境保全という軸に重点を移した新たな農業のシステム、いわゆる「環境保全型農業」への道が探られるようになった。

わが国では、平成4年6月に発表された新政策(新しい食料・農業・農村政策の方向)の中で、環境保全型農業の確立を目指す政策を打ち出した。この環境保全型農業の基本的な概念を農作物の栽培技術の面からいえば、『有機物の土壌還元等による土づくりと合理的作付体系とを基礎として、化学肥料、農薬等の効率的利用によりこれら資材への依存を減らすこと等を通じて環境保全と生産性向上等との調和のもとに、幅広く実践が可能な農業』を目指すこととなった¹⁾。

この政策に基づいて、日本農業研究所は、平成4年度から平成8年度までの5カ年計画で、農林水産省からの補助事業として、低投入・高品質農業生産実験実証事業を実施した。この事業は「農業の生産性及び品質を維持しつつ従来の農法を転換し化学肥料や農薬の施用量を大幅に削減することによりこれら資材による環境への負荷の軽減と農業の持続的発展を可能とする新しい農法を確立

する」ことを目的とした。この事業の成果が報告書として本年3月にまとめられた^{2, 3)}。

報告書には、コーティング肥料による施肥削減と環境負荷軽減効果に関する内容が含まれている。本稿では、これらを整理して紹介する。

2 本事業で検討された施肥技術

本事業では、化学肥料の依存度を下げて、有機物施用による土づくりを基本とした施肥技術の検討が実施された。

窒素施肥技術のポイントは、過剰施肥を避けることによる環境負荷の低減、肥料の利用効率を高めることによる肥料削減、有機物による地力窒素の増強、土壌診断による窒素供給パターンの予測に基づいた適正施肥、作物の生育特性および吸収特性に合わせた適正な養分供給などである。また同時に生産性向上と組み合わせた技術が探られた。

本稿では、コーティング窒素肥料の特性を利用した各種の実証技術例について紹介する。

3 コーティング窒素肥料の特徴

コーティング窒素肥料は溶出特性から二種類に大別され、一つは施肥直後から溶出するタイプと、もう一つは一定期間は溶出せず、その期間を過ぎると急速に溶出するシグモイドタイプといわ

本号の内容

§ コーティング肥料の環境負荷軽減効果について.....	1
------------------------------	---

新潟大学 農学部

教授 金野 隆光

§ 生命にとって塩とは何か.....	6
--------------------	---

—生物と塩との関係史—7

京都大学名誉教授

近畿大学農学部教授

高橋 英一

§ 施設栽培下の果菜類連作における肥料の成分形態、.....	8
--------------------------------	---

随伴イオンが土壌、作物体へ及ぼす影響 (1)

J A全農営農・技術センター肥料研究部

部長 羽生 友治

れるものがある。

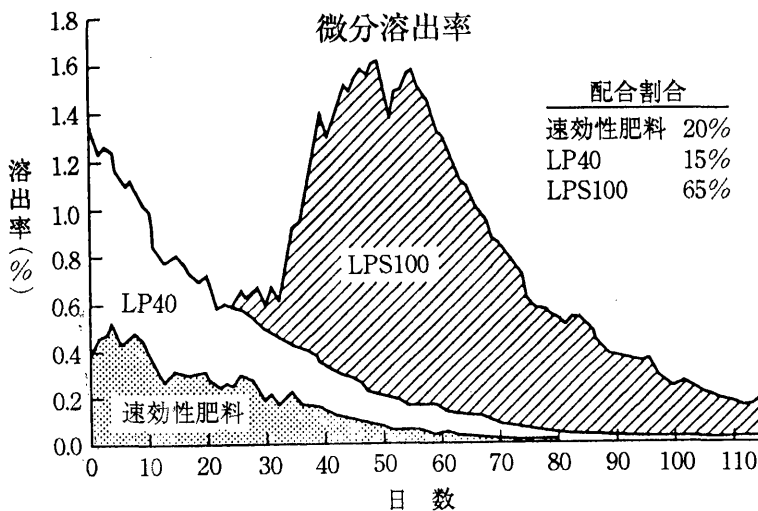
全農ではコーティング肥料の溶出推定プログラム〔JA-COAT〕を作成し、速効性肥料とコーティング肥料を配合施用した場合の溶出量の時間推移を作図できるようにした⁴⁾。

図1は作図例である。3種の肥料(速効性肥料—20%, LP40—50%, LPS100—65%)を配合施用した場合の窒素の微分溶出率が示されている。LP40では施肥直後から溶出するのに対して、LPS100では施肥後40日間は溶出せず、その後溶出する特性が示されている。

この溶出推定法は、地温データとコーティング肥料の溶出特性値から計算するものである。

寒冷地と温暖地とでは地温に大きな差があるの

図1 3種の肥料を配合施用した場合の微分溶出率(コーティング肥料の溶出推定プログラム〔JA-COAT〕を用いた推定図)



で、それぞれの地域で、各種の肥料について溶出推定をして、適切な肥料を選択する必要がある。地域に適した肥料を選択するうえで、この溶出推定プログラムは有効である。

4 水稻におけるコーティング肥料の環境保全効果

1) 緩効性肥料(コーティング肥料)を利用した省力・省資材型低投入不耕起移植肥培管理技術(田畑輪換ほ場, 連年不耕起栽培ほ場: 山形県鶴岡市)²⁾

不耕起移植栽培技術において、コーティング肥料(溶出コントロール肥料のシグモイド100日タイプ)を用い、接触施肥を本田期においても続け

る施肥法(基肥育苗箱用法)を行った場合、肥料の利用率は著しく向上し、投入分量を削減(21%)できた。本技術は強稈で登熟に優れた稲型となるため、安定した収量を得ることができる。収量は不耕起慣行並かやや低い傾向であるが、生産費が少なく、純益性が高いことが明らかとなった。

2) 側条施肥田植機および緩効性肥料(コーティング肥料)を利用した水稻の低投入施肥管理技術(茨城県県南)²⁾

緩効性肥料と側条施肥の組み合わせで、化成肥料を使用した慣行施肥に比べ、約35%の肥料窒素が削減でき、収量は4年間の平均で1%の増収となった。その要点は次の通りである。

側条施肥田植機によって肥料を水稻根の近傍に施用することにより、肥料の利用率が高まり、窒素肥料を削減することができ、かつ施肥の行程を省略できる。加えて緩効性肥料を利用することにより、追肥が省略できる。緩効性肥料は水稻の生育に合わせて肥料が溶出するので利用率が高い。これらにより窒素成分で30~40%程度削減して水稻の生産を行い肥料成分の田面水への流出を極力抑制し、環境への負荷を軽減できることを明らかにした。

3) 基肥窒素の田面水への影響—1 茨城県県南では、コーティング肥料を側条施肥したときの田面水影響が調べられた²⁾。

転換田における田面水および土壌溶液中の無機態窒素濃度の推移を調査し、化成肥料の慣行施肥を対照ほ場とし、窒素施肥量を3割削減したコーティング肥料を側条施肥した実証ほ場とを対比して、水質影響が検討された。

その結果を表1に示した。田面水の無機態窒素濃度の推移をみると、対照ほ場では、基肥施用後の窒素濃度は高いレベルで推移し、1週間で消失した。一方、窒素施肥量を3割削減したコーティング肥料を側条施肥した実証ほ場では、移植後から漸増するが、濃度は対照ほ場より低く、約2週間で消失した。

表1 側条施肥における無機態窒素の濃度推移

(mg/ℓ)

田植後 日 数	田 面 水				土壌溶液 (深さ5cm)				土壌溶液 (深さ25cm)			
	実証ほ場		対照ほ場		実証ほ場		対照ほ場		実証ほ場		対照ほ場	
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
－4	0.2	0.0	5.6	3.8	0.0	0.7	0.6	5.9	2.3	0.8	5.7	1.4
－2	0.0	0.0	4.5	2.2	0.0	1.3	0.0	9.3	1.9	0.0	5.3	0.0
0	1.3	0.0	2.4	0.0	0.1	1.1	0.0	6.9	1.6	0.5	5.1	0.2
2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	6.2	0.1	0.5	1.5	1.6
7	1.9	2.2	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.4	0.0	0.5	1.6	0.9
14	0.3	0.0	0.6	0.0	0.0	3.0	0.0	8.5	0.0	0.3	0.1	1.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	13.7	0.0	0.0	0.0	4.6
34	0.1	0.0	0.1	0.6	0.0	3.1	0.0	11.7	0.0	0.7	0.0	3.8
66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注 実証ほ場は側条施肥田植機でコーティング肥料を施用，対照ほ場は農家慣行
対照ほ場は4月24日に基肥施用，4月26日代かき，4月30日移植，実証ほ場は4月26日代かき，4月30日に
基肥施用及び移植。
土壌溶液は水田土壌用のポラスカップで採水し，採水後，メンブランフィルターでろ過し，イオン交換ク
ロマトグラフ法により分析した。

作土5cmの土壌溶液中の無機態窒素濃度の推移をみると，硝酸態窒素は殆どみられず，アンモニ
ア態窒素では，対照ほ場で高いレベルで推移するのに対し，実証ほ場では移植後7日に高くなるの
みで，低レベルで推移した。

深さ25cmの土壌溶液中の無機態窒素をみると，
作土と異なり，硝酸態窒素がみられた。これは土
壌由来の窒素と考えられる。この場合でも，実証
ほ場の窒素濃度は対照ほ場より少なかった。

以上のことから，田面水の無機態窒素濃度の推
移は，肥料および施肥法を反映している。
すなわち，化成肥料を慣行施肥した対照ほ場で

は，施肥・代かき直後に田面水中窒素濃度が著し
く高まるのに対して，窒素施肥量を3割削減した
コーティング肥料を側条施肥した実証ほ場では，
移植後1週間後に高まるが，その濃度は対照ほ場
より低レベルである。土壌溶液中の窒素濃度につ
いても同様の傾向がみられる。

要するに，コーティング肥料を側条施肥した場
合は化成肥料の慣行施肥よりも，田面水影響およ
び地下水影響が少ないと考えられる。

4) 基肥窒素の田面水への影響—2

福岡県高田町においては，コーティング肥料を
側条施肥し，追肥を省略した場合の田面水影響が

表2 水質調査結果 (平成8年：福岡県高田町)

圃場区分	6月21日				6月26日				8月20日			
	pH	EC μ	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	pH	EC μ	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	pH	EC μ	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l
実証圃1・2 取水口	6.9	305	9.0	1.0	8.2	216	2.8	0.5	7.1	764	6.0	1.3
	6.6	198	12.1	1.4	8.2	194	5.6	0.6	7.1	487	7.4	0.5
実証圃3・4 取水口	7.0	297	6.0	1.6	7.7	186	2.9	0.6	7.5	669	7.3	0.5
	7.0	179	7.6	2.7	7.0	250	3.8	0.6	7.1	354	5.7	0.4
対照圃 取水口	5.9	690	26.7	13.0	6.4	182	—	1.7	6.3	869	7.7	0.6
	5.9	527	19.4	10.0	6.6	135	3.9	1.2	7.1	991	11.6	2.7
灌漑水	—	—	—	—	8.7	713	3.3	0.4	8.0	660	6.3	0.4

注) 対照圃：6月21日に基肥，代かき，6月23日に移植，追肥2回(8月13, 19日)

対照圃は速効性肥料の全層施肥

実証圃はコーティング肥料の側条施肥(実証圃1・2は6月23日，実証圃3・4は25日)，実証圃は追肥をしていない。

調べられた。

表2は平成8年の水田の取水口および落水口の水質調査結果である³⁾。6月21日では、速効性肥料を全層施用した対照圃の水田団地において、電気伝導度(EC)、全窒素(T-N)およびアンモニア態窒素濃度が高いレベルになっている。一方、実証圃の水田団地では低レベルを維持している。実証圃で側条施肥したあとの6月26日の実証圃では水質の大きな変化がみられない。すなわち、慣行施肥(速効性肥料の全層施肥)では田面水の水質影響が非常に大きいものに対して、コーティング肥料の側条施肥は影響が小さいと考えられる。

さらに、8月20日のデータをみると、8月13日および8月19日に追肥した対照圃では、EC、T-N、NH₄-Nともに灌水より高く、河川への窒素負荷が認められる。これに対して、追肥を実施していない実証圃では、このような窒素負荷

が認められない。

このようにコーティング肥料の側条施肥は追肥作業の省略のみならず、環境(河川)への窒素負荷を軽減している。

5 茶栽培におけるコーティング肥料の環境保全効果

1) 施肥法と地下水への影響—1

福岡県筑後市では、対照圃の窒素施用量108kg/10aに対し、実証圃では80kgとし、その30%をコーティング肥料(LPSS100)で3月27日に施用し、7~8月の土壌窒素濃度レベルを一定に維持することをはかった²⁾。

表3に示したように、根量調査結果では、表層(0~20cm)および下層(20~40cm)ともに実証圃の根量が多かった。また、簡易ライシメータによる浸透水の測定結果では、平成7年7月以降の実証圃の硝酸態窒素濃度、硫酸イオン濃度が対照

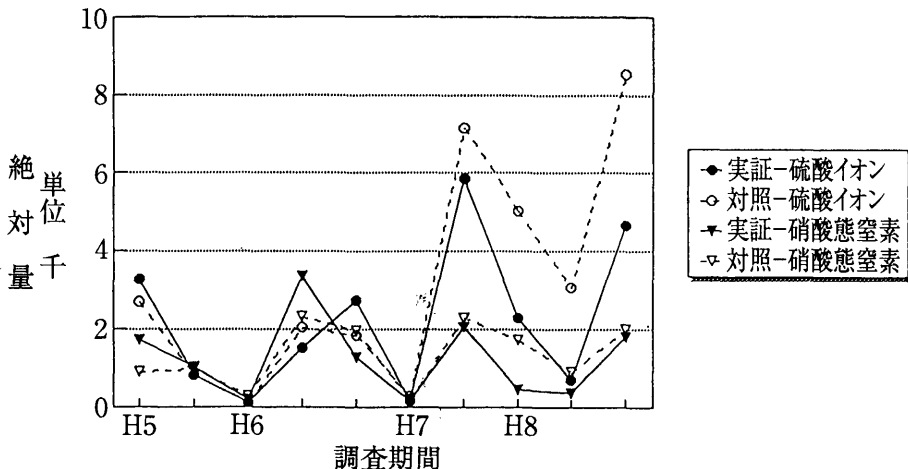
表3 根量調査結果

ほ場区分	土 層	表 層 0~20cm (容積510cm ³ ×6か所)	下 層 20~40cm (容積510cm ³ ×6か所)
実証ほ場	生根重	—	14.98
	乾物根重	2.02	2.62
外照ほ場	生根重	—	8.99
	乾物根重	0.18	1.47

注) ① 単位はg

② 測定にあたっては茶園用採土器(円筒形 内径5.7cm)を使用し、測定する茶樹の両畦をそれぞれ50cm間隔に3カ所、計6点を1サンプルとした。

図2 茶園の水質調査結果(福岡県筑後市)



注 ① 絶対量は測定値(mg/L)に採水量で乗じた数値を示した。

② 調査期間内の採水調査間隔は任意で行ったため、この表で調査地期間ごとの比較はできない。

圃より低く推移した(図2)。また、浸透水中のアルミニウム、EC値が対照圃より低く推移した。

実証圃、対照圃および周辺慣行について、施用肥料中の硫黄の量を比較すると(表4)、実証圃は対照圃の65%であり、周辺慣行の83~55%である。このように実証圃では硫黄の施用量が少ない施肥設計となっている。このことが実証圃の浸透水中の硫酸イオン濃度、ECおよびアルミニウムイオン濃度を低下させ、ひいては、根の生育を健全にしたものと考えられる。

2) 施肥法と地下水への影響—2

鹿児島県茶業試験場では、実証圃の施用窒素の約1/2を肥効調節型(コーティング肥料)とし、茶の株元施用とうね間施用を組み

表4 施用肥料中の硫黄の量 (単位: kg)

	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	SO ₄ -S
実証ほ	53.1	17.6
対照ほ	82.2	27.1
周辺慣行	67.6~96.7	21.1~31.9

注) ①実証ほの施肥実績 硫安40kg, 硫マグ40kg
 ②対照ほの施肥実績 硫安80kg, 硫マグ40kg
 ③周辺慣行の施肥実績 硫安60~100kg, 硫マグ40kgとした。

合わせることで、年間の施肥回数を12回から7回に減らし、年間窒素施用量を103 kg/10 a から73 kgに30%減らした。株元施肥はコーティング尿素100を10kg/10 a 施用した。株元施肥とうね間施肥を組み合わせるのは、慣行施肥ではうね間のみの施用で、うね間の肥料濃度が非常に高くなり、利用効率が低いと考えられるからである。株元の根を活用し、そこから吸収させ、肥料の利用効率向上をはかったものである。

その結果、実証圃の1~3番茶の収量、煎茶品

表5 暗渠排水中の硝酸態窒素濃度および硫酸態硫黄濃度(平成8年: 鹿児島県茶業試験場)

	圃場区分	月/日				
		4/5	4/23	6/14	7/2	8/15
硝酸態窒素	実証圃	7.6	16.6	26.9	20.5	26.6
	対照圃	12.2	23.2	26.2	31.4	46.6
硫酸態硫黄	実証圃	21.8	24.0	19.5	19.2	20.1
	対照圃	23.7	27.5	23.0	26.2	28.8

質および新芽の窒素含有量は対照圃と殆ど変わらなかった。

うね間(施肥位置)の深さ60cmに設置した暗渠排水中の硝酸態窒素濃度および硫酸イオン濃度を調査した結果を表5に示した。夏季において暗渠排水中の硝酸態窒素濃度が30~40%低下した。また、実証圃の硫酸イオン濃度は対照圃よりも低く経過した。

要するに、コーティング肥料の株元施用とうね間施用の組み合わせにより、収量・品質に影響することなく、窒素施用量を30%削減でき、夏季における暗渠排水中の硝酸濃度を30~40%低下させ、硫酸イオン濃度も低下させることができた。

以上要するに、茶の多肥栽培において、コーティング肥料は土壤中窒素濃度を維持するのに役立つのみでなく、EC低下による根の健全化、さら

にコーティング肥料が硫酸根を含まないので土壤中の硫酸イオン、アルミニウム溶出を抑え、土壤の健全化に寄与しているものと考えられる。

6 まとめ

1) コーティング窒素肥料は溶出特性から2種類に大別され、全農の溶出推定プログラム〔JA-COAT〕を用いることによって、各種肥料の配合施用した場合の溶出推定が可能となった。

2) 水稲におけるコーティング窒素肥料の環境保全効果

① コーティング窒素肥料の基肥育苗箱施用法、側条施肥などの技術が開発され、窒素の利用率が著しく向上した。

② コーティング窒素肥料の利用により、地域によっては、追肥作業を省略できるようになった。

③ コーティング窒素肥料の利用により、田面水、地下水への窒素負荷を低減(環境負荷低減)できるようになった。

3) 茶の多肥栽培におけるコーティング窒素肥料の環境保全効果

① コーティング窒素肥料の利用により、窒素供給を調節でき、20~30%の施用量削減ができるようになった。

② コーティング窒素肥料の施用は、硫酸根の施用量を減少させ、EC低下による根健全化、硫酸イオン、アルミイオン溶出量の低下による土壤の健全化に寄与していると考えられる。

③ これらの総合効果として、環境保全効果があると考えられる。

引用文献

- 1) 農林水産省農蚕園芸局農蚕課環境保全祁農業対策室; 環境保全型農業の推進について, 1993.9
- 2) 低投入型農業 その可能性の実証, 一低投入・高品質農業生産実験実証事業の成果一, 日本農業研究所, 1997.3
- 3) 平成8年度, 低投入・高品質農業生産実験実証事業, 関係資料集, 日本農業研究盾, 1997.3
- 4) 被覆肥料溶出推定ソフト, JA-COAT操作法, JA全農, 営農・技術センター肥料研究部, 1997.4