

## 暖地稲作における被覆肥料の利用技術と 施肥診断システム

滋賀県農業試験場 環境部

主 査 柴 原 藤 善

### はじめに

近年、水稻の生産安定、高品質化および省力化を図りつつ、環境への負荷軽減に寄与できる省肥料環境保全技術に対して要請が強まっている。滋賀県でも、琵琶湖の水質保全を図るため、肥料成分の流出負荷を軽減する技術がより一層求められている。

このような中で、肥効調節が可能な緩効性肥料、とくに被覆肥料の利用技術が期待されている。また、水質汚濁防止効果の高い技術として施肥田植機の導入を本県では積極的に進めているが、西南暖地の早植栽培では側条施肥によって初期の過繁茂と中後期の栄養凋落を招きやすく、それを改善するためにも被覆肥料の利用技術が重要となっている。

ここでは、本県における被覆肥料の利用試験結果を報告するとともに、地域の土壌条件や気象変動にも対応できるように開発した施肥診断システムの適用例を紹介する。

### 1. 被覆肥料利用による施肥効率向上

現在、本県に普及している緩効性肥料は被覆肥料が中心であるが、その利用法に関する試験は1982年に開始された。同年は、折しも県の施肥基

準が従来の基肥重点施肥法から追肥重点施肥法に転換した時期でもあり、追肥重点施肥法が安定増収技術として打ち出されたことから、被覆肥料の利用法は分けつ期追肥の省略あるいは全量基肥の可能性に向けて省力化をねらった技術として位置づけられた。

本県での被覆肥料利用試験は日本晴を供試した全層施肥が多く、表1には、1984～88年に実施された結果<sup>1)</sup>を平均値で示した。被覆肥料には主にLPコートを用いており、被覆肥料による基肥一穂肥体系あるいは全量基肥体系では施肥窒素の水稲利用率が高くなり、わら出来となりやすかったが、収量は総じて基肥一穂肥体系が多収となり、慣行の分施肥に比べて7%増収した。全量基肥体系では初期過繁茂の傾向が強いのにに対して、基肥一穂肥体系では中期栄養が良好に保たれており、耐倒伏性のある品種の省力施肥法として普及に移した。

また、安定同位体元素である重窒素 ( $^{15}\text{N}$ ) で肥料を標識し、施肥窒素の水稲利用率を解析した<sup>2)</sup>。 $^{15}\text{N}$  標識被覆尿素肥料には、LPコート100日タイプ (以下LP100とする) を用いた。基肥に施用したLP100の水稲利用率は、成熟期に

表1 水稻に対する被覆肥料の全層施肥試験結果 (1984～88年)

施肥法	施肥量 (kgN/10a)				わら重	籾重 kg/10a	精玄米重	収量比	屑米重 kg/10a	千粒重 g	施肥窒素利用率 (%)***
	基肥	追肥	穂肥	計							
対 照	3	3	4	10	721	735	606	100	3.7	22.5	47.0
基肥一穂肥	6～8*	0	2～4	10	810	782	646	107	3.6	22.4	55.3
全量基肥	10**	0	0	10	829	754	623	103	3.9	22.1	56.6

注：1) 1984～88年の平均値 (n=6)。土壌条件：中粗粒グライ土 (上兵庫統)。移植時期：5月上旬。

2) \*LPコート：70, 100, 140日タイプ。S社 Mタイプ。

3) \*\*LPコート：100, 140日タイプ。S社 Lタイプ。

4) \*\*\*無窒素区との差引き法による。

表 2 施肥改善による水稻の施肥窒素利用率の向上

施 肥 法	基肥の施肥位置	施肥量 (kgN/10a)				計	施肥窒素 利用率(%)*
		基肥	追肥	穂肥	実肥		
基肥重点 (従来法)	全層	6	2	2	2	12	28~29
追肥重点 (新施肥法)	全層	3	3	4	—	10	38~43
側条施肥	苗横5cm、深さ5cm	4	—	4	—	8	46
隔条中央施肥	苗横15cm、深さ5cm	4	—	4	—	8	50
被覆肥料の基肥施用	全層	6**	—	4	—	10	57

注：1) \*圃場枠試験による重窒素標識肥料の水稻利用率。土壤条件：中粗粒グライ土。品種：日本晴。

2) \*\*LPコート100日タイプ。その他は硫安。

57%となり、穂肥（速効性肥料）の利用率とほぼ同水準にまで向上した。これに対し、速効性肥料（硫安）による分施肥体系では、基肥、追肥および穂肥の合計の利用率（加重平均）は40%にとどまった。また、成熟期における施肥窒素の体内分布をみると、LP100を基肥に全量施用するよりも、穂肥（速効性肥料）と組み合わせて基肥—穂肥体系にした方が、上位葉における施肥窒素の分布割合が高まり、このことが光合成能を高め、籾の生産効率の向上に寄与したと考えられた。

表2には、滋賀農試で実施した重窒素利用試験の成果をとりまとめ、施肥改善による水稻の施肥窒素利用率の向上効果を示した<sup>2)</sup>。被覆肥料の利用は、速効性肥料による追肥重点施肥や側条施肥と比較して、水稻への施肥効率を大きく向上させていることがこの表からもよく理解できよう。

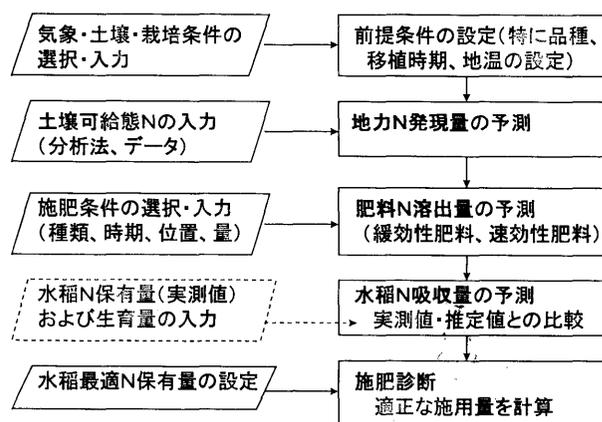
LP100の水稻利用率については、寒地でも同様の結果（上野<sup>7)</sup>、62%）が得られている。また、肥料のタイプや施肥位置を品種の早晚性や作期にうまく合致させれば、LPコートの水稻利用率を70%程度にまで高めることができる。上野<sup>6)</sup>は、暖地での普通植栽培において、LPコート140日タイプの水稲利用率が72%ときわめて高く、その一方で脱窒割合が低下することを明らかにしている。筆者ら<sup>3)</sup>は、側条施肥したLP100の動態についても検討し、現在とりまとめ中ではあるが、水稻利用率が72%にまで高まることを認めている。なお、これら施肥窒素の水稻利用率に関するデータは、後述する施肥診断システムにおいて、予測モデル式のパラメータとして重要なものである。

## 2. 水稻施肥診断システムの開発

水稻の省肥料環境保全技術を生産現場に普及させるためには、土壤条件、栽培条件の差異や気象条件の変化にも対応できる施肥診断システムが必要と考えられる。そこで、パソコンを使って、適正な施肥量が診断できるシステムを開発した<sup>4)</sup>。

システムのフローは、図1に示したとおり、①前提条件の設定、②地力窒素の発現量予測、③肥料窒素の溶出量予測、④水稻の窒素吸収量予測、⑤施肥診断（適正な施肥量の決定）で構成される。予測式は、いずれも移植後の日平均地温（深さ5cm）の積算値を変数とし、土壤タイプ、品種および肥料の種類に適合したパラメータを予め設定した。なお、地温は平年値（農試本場）が予め登録してあるが、当該年の値なども追加登録できるようにした。

図 1 水稻施肥診断システムのフロー



地力窒素の発現量は、可給態窒素含量（湿潤土の湛水培養法によるアンモニア化量）、作土深およびその仮比重を入力して予測する。また、肥

料の窒素溶出量は、肥料の種類や施肥時期および施肥位置（基肥の場合、全層か側条）を選択して予測する。

水稻窒素吸収量は、地力窒素と肥料窒素とを区別して予測でき、実測値（分析値）や推定値（生育・栄養診断による）とも対比して、最適窒素保有量（収量水準を600~650kg/10aとして設定）に必要な施肥量が診断できるようにした。

施肥診断システムの適用例として、滋賀農試本場（中粗粒グライ土、作土の土性が砂壤土）で日本晴を供試した結果を図2に示す。施肥法は、基肥にLP複合D80（LPコート100日タイプ80%、速効性部分20%）を全層施用し、穂肥に速効性肥料を組み合わせた体系（基肥6—穂肥4kgN/10a）とした。水稻の窒素利用率は、<sup>15</sup>N利用試験結果（表2参照）から、速効性肥料の場合には、基肥

図2 水稻施肥診断システムの適用例（被覆肥料の全層施用区、1995年）

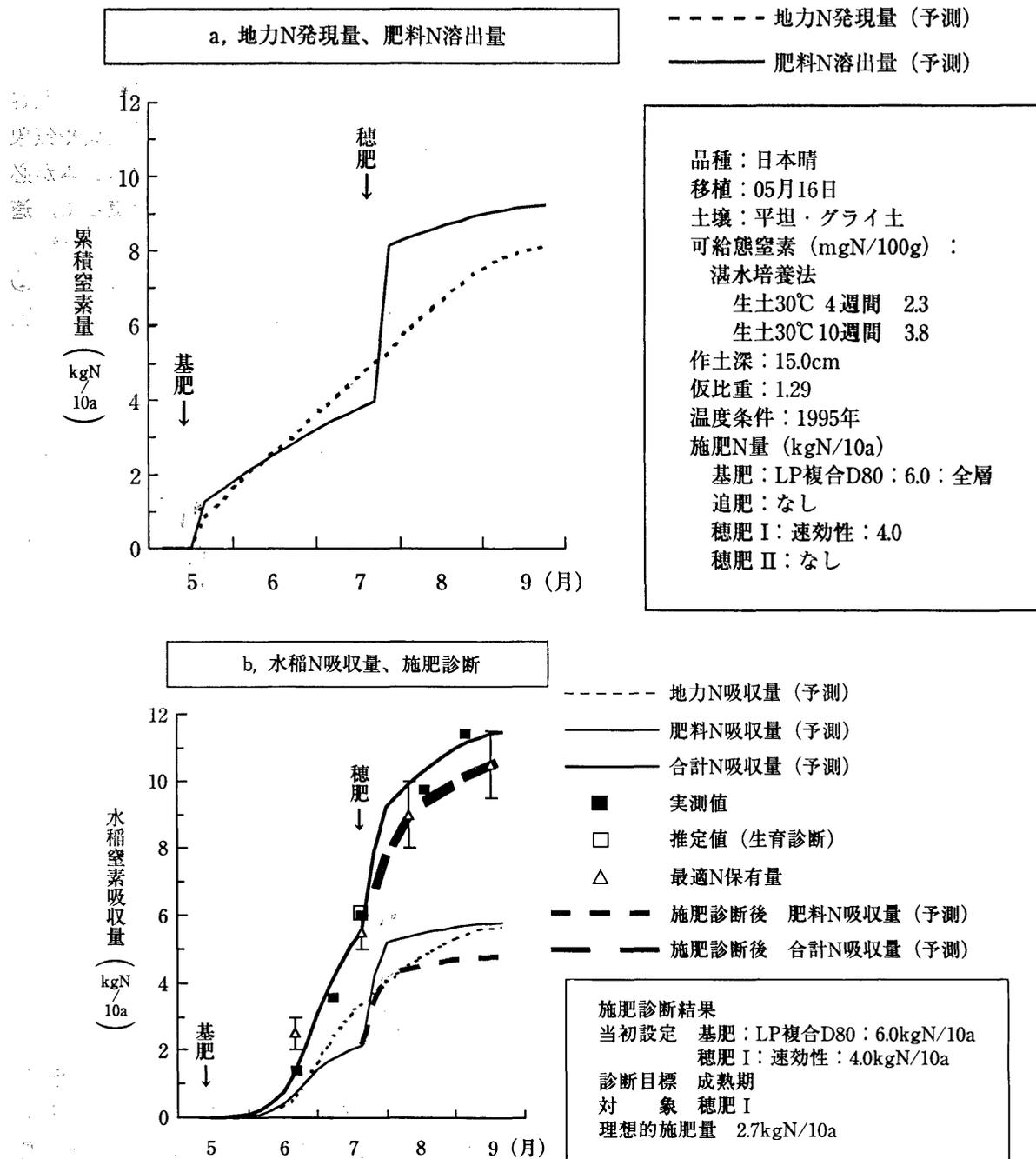


表 3 水稲施肥診断システムを活用した被覆肥料の基肥重点施用例 (1996年)

施 肥 法	基肥 施用 位置	施肥N量 (kgN/10a)				わら 重 ——	精玄 米重 kg/10a	N吸 収量 ——	玄米N 含量 %
		基肥	追肥	穂肥	計				
速効性肥料分施 被覆肥料の全層施用	全層	3	3	4	10	779	655	10.7	1.23
	全層	6*	—	3	9	799	650	10.8	1.18
速効性肥料分施 被覆肥料の側条施用	側条	4	—	4	8	701	590	9.4	1.23
	側条	5*	—	3	8	737	648	10.4	1.23
参考 (無窒素)	—	—	—	—	—	565	381	5.9	1.13

注：1) 土壌：中粗粒グライ土 (図2、図3と同一圃場)。品種：日本晴。移植：5月1日。

2) \*LP複合D80 (LPコート100日タイプ80%)、その他は速効性肥料。側条：施肥深5cm。

3) 精玄米重は水分14.5%換算値。玄米のN含有は乾物値。

30%，追肥40%，穂肥70%に，またLPコート100日タイプについては基肥65%にそれぞれ収れんするようにパラメータを設定した。地力窒素については70%とした。

施肥診断については，まず幼穂形成期の水稲窒素吸収量の予測値が最適窒素保有量とほぼ一致するので，基肥は当初に設定した施用量でよいと診断された。つぎに，成熟期の最適窒素保有量と一致するように穂肥を診断した結果，理想的施肥量は2.7kgN/10aと計算され，1.3kgN/10aの減肥が可能であった。

この診断例を翌年に検証した結果を表3に示す。被覆肥料の基肥全層施肥区は穂肥施用量を前年より1kgN/10a少なくしても，速効性肥料分施肥区とほぼ同等の収量(650kg/10a)が得られ，本システムの有効性が認められた。

また，玄米の窒素含量は1.23% (乾物値) 以下で，被覆肥料利用による増加を認めなかった。良食味の観点から，玄米の窒素含量は，適値が1.3%以下，最適値が1.2%以下と考えられており<sup>1)</sup>，いずれの施肥体系も適正な範囲内であった。

したがって，本システムを活用した被覆肥料の基肥重点施用方法は，水稲の生産安定と肥料節減が可能で，食味にも配慮した省肥料環境保全技術の普及に寄与できると考えられた。

### 3. システムを活用した側条施肥法

次に，側条施肥法についても，本システムの適用を検討した。前と同じ滋賀農試本場圃場において，同一品種で，基肥—穂肥の体系とし，基肥には

速効性肥料と被覆肥料とを比較した。図3には，水稲窒素吸収量の予測値を土壌(地力窒素)由来と肥料由来とに区別しながら示しているが，予測値は実測値とよく一致した。そして，速効性肥料分施肥区(基肥4—穂肥4kgN/10a)では初期生育が旺盛なものの秋落ち傾向にあること，一方，被覆肥料の基肥側条施用区(基肥5—穂肥3kgN/10a)では秋優り型の生育相となることがそれぞれよくわかる。これまで，基肥に速効性肥料を用いると，穂首分化期につなぎ肥を必要とする場合が多かったが，被覆肥料の利用によって生育中後期の栄養改善を図ることができた。その結果，被覆肥料の基肥側条施用区では，わら出来とならず，10%増収効果(収量648kg/10a)が認められ，玄米の窒素含量も高まることはなかった(表3中段)。

このように，水稲施肥診断システムを活用することによって被覆肥料の利用技術がより確実なものとなると考えられる。本システムは，「滋賀県農耕地土壌管理システム」のサブシステムとして開発したもので，県内各地域農業改良普及センターでの普及指導に限定して利活用を考えている。今後は，他の土壌条件，品種，肥料についても検討し，システムを充実・発展させる計画である。

### おわりに

現在，米の産地間競争が激化し，良食味米づくりが強く求められている。地域の土壌条件，気象条件および栽培条件(品種，作期)に合致したBB被覆肥料の銘柄化が望まれるところである。

