

水稻の全量基肥施用法における施肥診断

愛知県農業総合試験場作物研究所

技 師 今 井 克 彦

はじめに

前報（農業と科学，1月号，1994年）では，愛知県における全量基肥施用法について，開発までの歩みと特徴について紹介した。

その後，全量基肥栽培が急速に普及し，全量基肥用肥料の出荷量からの試算では，市販2年目（1994年）にして本県の水稲作付面積の約14%を占めるに至っている。

現在，全量基肥栽培が普及しつつある現地では，研修や指導会が多数開催され，熱心な意見交換がなされている。著者の参加した研修会も本栽培法に対する農業者の関心は高く，予定時間を超過するほど質問が殺到した。なかでも，初めて導入するに当たり施肥量をどうするかという，施肥量診断に対する要望が最も強かった。

そこで，本報では平成6年度に弥富農技センター主催の研修会で著者が講演した内容のなかから，施肥量診断法に関する部分をご紹介したい。

施肥窒素量診断の方法

水稻の施肥診断は次の式で行う。

$$\text{施肥窒素量} = (\text{最適窒素吸収量} - \text{地力窒素量}) / \text{利用率}$$

第1表 生育時期別最適窒素吸収量

品 種	目標収量 kg/10a	最適窒素吸収量		
		幼穂形成期	出穂期	成熟期
コシヒカリ	600	5.5±1	9±1	12±1
	540	5±1		10±1
あいちのかおり	600	6±1	11±1	14±1
葵の風	600	5.5±1	12±1	14±1

最適窒素吸収量は品種によって異なり，本県では第1表に示した数値を使用している。地力窒素量は次式で行うが，詳細は北村ら²⁾の報告を参照されたい。

$$Y = A [1 - \exp(-k_A \cdot t)] + B [1 - \exp(-k_B \cdot t)]$$

Y：積算土壌窒素発現量 (mg/100g)

A：湿土30℃ 4週間培養窒素量 (mg/100g)

B：全窒素の50% (黒ボク土10%) (mg/100g)

k_A, k_B：溶出速度定数 (d⁻¹)

t：時間 (day)

ただし，

$$t = \sum \exp(E_a(T - T_s) / RTT_s)$$

E_a：活性化エネルギー (cal · mol⁻¹)

R：気体常数 (1.988 cal · deg⁻¹ · mol⁻¹)

T：日平均地温 (K)

T_s：標準温度 (K)

全量基肥栽培の場合，肥効調節型肥料（被覆尿素）から溶出する窒素量の推定が必要であるが，この場合も地力窒素と同じ手法により次式で行っている¹⁾。使用する被覆尿素は，リニアタイプとシグモイドタイプがあり，前者は第1項のみの式を使用する。

$$N = N_1 [1 - \exp(-k_1 \cdot t)] + N_2 [1 - \exp(-k_2 \cdot t)]$$

N：窒素溶出率 (%)

N₁：リニア部分最大窒素溶出率 (%)

N₂：シグモイド部分最大窒素溶出率 (%)

k₁, k₂：溶出速度定数 (d⁻¹)

第2表には，土壌窒素発現量を推定するためのパラメータを，第3表には被覆尿素から溶出する窒素量を推定するパラメータを示した。第1図には現地で実測した被覆尿素からの窒素溶出率と推

第2表 土壤窒素発現量を推定するためのパラメータ

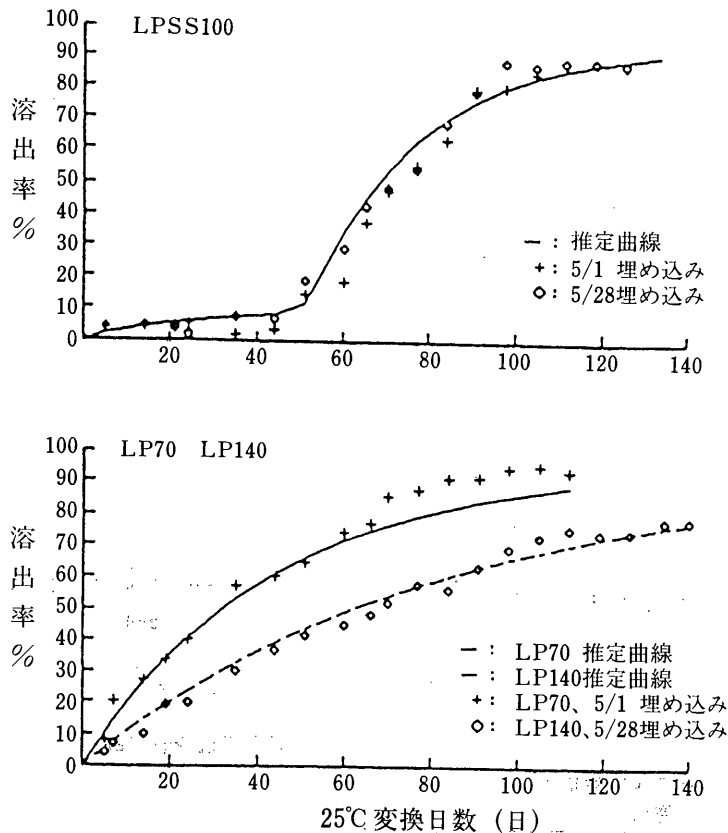
kA (25°C)	kB (25°C)	Ea
day ⁻¹	day ⁻¹	cal·mol ⁻¹
0.04	0.00028	21,000

第3表 肥効調節型肥料からの窒素溶出率を推定するためのパラメータ

肥料名	N1	N2	k1 (25°C)	k2 (25°C)	Ea1	Ea2	lag-time
	%	%	day ⁻¹	day ⁻¹	cal·mol ⁻¹	cal·mol ⁻¹	day
LP40*)	95	—	0.030	—	12,000	—	—
LP70	95	—	0.023	—	12,000	—	—
LP140	95	—	0.012	—	12,000	—	—
LPS80*)	10	85	0.030	0.030	12,000	12,000	40
LPSS100	10	85	0.032	0.037	12,000	12,000	50

*) 理論値であり、現在検討中。

第1図 被覆尿素肥料からの窒素溶出率の実測値と推定曲線



定式の適合性を示した。

実際には、土壤の分析データと各品種を栽培した場合の地温データを入力すれば、施肥窒素量が算出できる。すでに、施肥診断プログラムは開発されているが、いつでもどこでもできる訳ではないので、土壤分析値で簡易に施肥量が読み取れる

簡易診断表を作成した。前報でも記載したが、平成7年度よりコシヒカリ用の肥料について窒素成分の種類と配合割合の内容を次のように変更したので、改訂版を第4表に示した。

従来版

L P S S 100 : L P 70 :
速効性窒素 = 6 : 3 : 1

改訂版

L P S 80 : L P 40 : 速効
性肥料 = 5 : 3 : 2

コシヒカリでは、倒伏を懸念して、幼穂形成期での最適窒素吸収量を基準に施肥診断を行っていたが、今回は10 a 当たりの目標収量を600 kgから540 kgに変更し、他の品種と同様に成熟期における最適窒素吸収量で計算した。第5表は、コシヒカリについて実施した試験展示ほの土壤分析値の平均値、最大値及び最小値である。それぞれの数値に対応する施肥窒素量を試算したところ、10 a 当たりの施用窒素量は、最小値の0 kgから最大値の10.6 kgで、平均値では7 kgであった。このように、ほ場による窒素肥沃度に大きな開きがあることは、施肥診断の必要性を改めて示している。

第4表 現地展示ほの土壌分析結果と診断施肥量

	全窒素	培養窒素量*)	施肥窒素量
	%	mg/100g	kg/10a
コシヒカリ (n=36)			
平均値	0.130	2.83	7.0
最大値	0.230	8.02	0
最小値	0.060	1.36	10.6

*) 湿土30℃ 4週間流水静置培養法。

現場における診断法

ア. 施肥量と収量から判断する

土壌の分析値があれば、前述したように精度よく施肥診断が行えるが、全量基肥が急速に普及している現場では到底対応しきれない。しかし、全量基肥は、分施肥のように、経験により施肥量を加減してきた施肥法と違って、一度施肥すれば少なくとも減肥修正ができない。しかし、これまでの結果をみても、慣行と変わらない収量性を得ている。そこで、まず全量基肥栽培1年目はじっと我慢して追肥は一切実施しない。これによって、

第5表 土壌分析値による施肥量診断 (全層施用)

培養窒素量	あいちのかおり、葵の風							コシヒカリ						
	土壌の全窒素含量(%)													
	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
mg/100g	現物kg/10a													
1.0	70	70	70	70	70	65	60	50	50	50	50	50	50	50
2.0	70	70	70	70	60	55	50	50	50	50	50	50	50	45
3.0	70	70	70	60	50	45	40	50	50	50	45	40	35	30
4.0	70	65	60	50	45	40	40	45	45	40	35	30	30	—
5.0	65	55	50	40	40	40	40	35	35	30	25	25	20	—
6.0	55	45	40	40	40	40	40	25	25	20	20	—	—	—

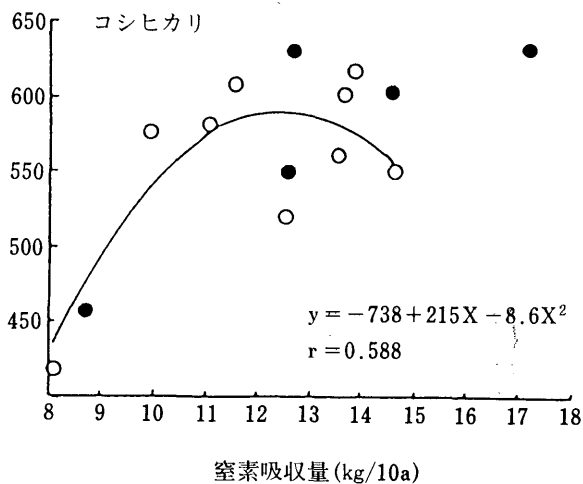
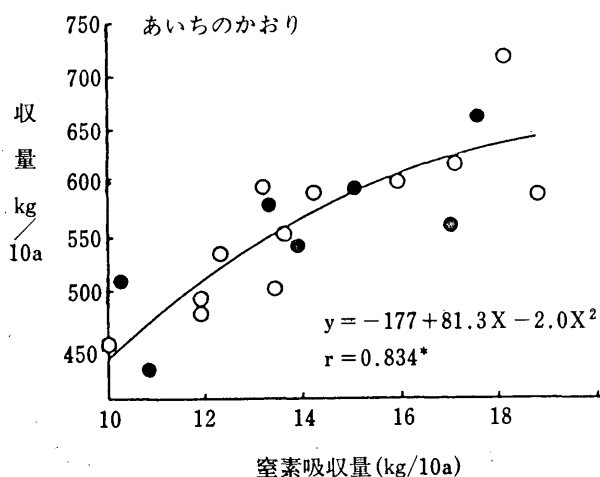
注) 1 肥料の配合;

あいちのかおり、葵の風: LPSS100:LP140:NH₄=5:3:2

コシヒカリ: LPS80:LP40:NH₄=5:3:2

いずれも成分はN:P₂O₅:K₂O=14:10:14(%)

第2図 成熟期における窒素吸収量と精玄米収量の関係



○: 全量基肥施用法
●: 分施肥

回帰式は、全量基肥施用法について表示。

第6表 実際の施肥量と得られた収量から水田の窒素肥沃度及び適正施肥量を読みとる早見表

①あいちのかおり・葵の風

収 量 (kg/10a)	施肥量*) (現物kg/10a)					
	10	20	30	40	50	60
360	7.5**)	6.4	5.4	4.3	3.3	2.3
	50	60	70	—	—	—
420	8.5	7.4	6.4	5.3	4.3	3.3
	40	50	60	70	—	—
480	10.0	8.9	7.9	6.8	5.8	4.8
	30	40	50	60	70	—
540	12.0	10.9	9.9	8.8	7.8	6.8
	10	20	30	40	50	60
600	14.5	13.4	12.4	11.3	10.3	9.3
	—	—	—	—	—	—

②コシヒカリ

収 量 (kg/10a)	施肥量*) (現物kg/10a)					
	10	20	30	40	50	60
360	5.9	4.8	3.7	2.6	1.5	0.4
	40	50	—	—	—	—
420	6.9	5.8	4.7	3.6	2.5	1.4
	30	40	50	—	—	—
480	7.9	6.8	5.7	4.6	3.5	2.4
	20	30	40	50	—	—
540	8.9	7.8	6.7	5.6	4.5	3.4
	10	20	30	40	50	—
600	10.9	9.8	8.7	7.6	6.5	5.4
	—	—	—	—	—	—

*) 施肥量は、現物量で表示した。使用した肥料は、第5表と同じ。

***) 上段 窒素肥沃度の推定値(発現窒素量、kg/10a)

下段 診断施肥量(目標収量540kg/10aとした場合の施肥現物量、kg/10a)

施肥量と収量性から栽培ほ場の窒素肥沃度が把握でき、翌年の施肥設計はある程度精度よく行える。つまり、栽培しながら施肥診断を行おうというのが、ここで紹介する方法である。

精玄米収量と水稻の窒素吸収量との間には品種によって密接な関係がある。そこで、施肥窒素量と得られた収量から水田の窒素肥沃度を判断する。第2図に平成3年～4年の試験展示の結果から得た成熟期における窒素吸収量と収量の関係を示した。この結果を利用し、施肥量と収量から水田の窒素肥沃度を診断し、目標収量を10a当たり540kgとした場合の施肥量を診断できる表を第6

表に示した。昨年は異常な低温年であった。低温年は通常窒素吸収を少なくした方が生産能率が上がる事が知られており、図中の放物線が下に移動する。したがって、昨年の数字は診断表に使用していない。

なお、同じ収量でも窒素不足と過剰の場合があるが、これはほ場をみれば簡単に判断できる。

イ. 慣行の施肥量から判断

話の順序が逆になるが、土壌分析値も無く施肥量の診断ができない場合は、取りあえずこれまでの施肥量を基準に施肥量を決定する。一応の目安として慣行法の10%減とする。例えば、基肥に穂

肥を加えた窒素量が10 a 当たり10kgであれば、9 kgとする。ただし、健全な生育をさせるには、あいちのかおり・葵の風では5～9 kg、コシヒカリでは3～7 kgの範囲とする。

おわりに

1993、1994年と両極端の異常気象が続いた。両年度の現場での収量性を施肥法で比較すると、低温多雨年であった1993年は慣行区より全量基肥が、高温多照年の1994年は慣行区が収量が多かったようである。しかしながら、全量基肥は平年並みの収量が得られた。このことは、全量基肥栽培の安定した収量性を示している。

一方、これまで行ってきた数多くの試験及び普及展示では全て土壌分析による施肥診断を行い、できる限りのバックアップをしてきた。今後は、各稲作農業者自らが水田の窒素肥沃度を把握し、

施肥設計を立てる番である。そして、全量基肥栽培を通じ、土壌を再度見直す契機にしてもらいたい。

これからの魅力ある豊かな水田農業をめざして、省力化につながる全量基肥施肥は、今後ますます増加していくと予想される。われわれもこの状況に対応して、生育診断情報、土壌窒素肥沃度のより迅速な診断法等の周辺技術の開発を行っていく予定である。

1. 今井克彦・日置雅之、鈴木智香子、澤田守男 肥効調節型肥料の溶出パターンの推定と水稻の全量基肥施用法への適応性・愛知農総試研報、25, 51～60 (1993)。
2. 北村秀教、関 稔、今泉諒俊。土壌窒素発現量に基づいた水稻窒素施肥プログラムの開発。愛知農総試研報、21, 47～61 (1989)。