

コンピュータによる水稻の追肥診断システム

上野 正夫・中西 政則・佐藤 之信・熊谷 勝己・原田 康信・大竹 俊博

(山形県立農業試験場)

Topdressing Diagnostic System with a Personal Computer Based on Nitrogen Mineralization Patterns of Paddy Soils and Nutritive Diagnosis of Rice Variety "Sasanishiki"

Masao UENO, Masanori NAKANISHI, Yukinobu SATO, Katumi KUMAGAI, Yasunobu HARADA and Toshihiro OTAKE

(Yamagata Prefectural Agricultural Experiment Station)

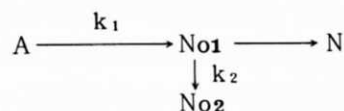
1 はじめに

本報では、速度論的解析法²⁾による土壌窒素の診断予測法について述べるとともに、水稻の栄養診断技術を組み入れた追肥診断システム化の方向について考察した。

2 速度論的解析法による無機化パラメータの求め方と窒素無機化モデル

水田の土壌窒素は、土壌中の有機態窒素が土壌微生物に分解される過程で放出される。したがって、その予測診断法も、微生物の酵素反応を利用したincubation法¹⁾が一般化してきた。いうまでもなく、土壌窒素の発現量は、地温との関数で表されるため、圃場にビニール袋(生土として乾土相当量30gに脱塩水40ccを加えたもの)を地下5cmに埋設し、1週間おきぐらいに無機化量を測定、その無機化パターンをモデル化(非線形モデル)し、それぞれの無機化パラメータを求めておき、その年の地温を代入することで土壌窒素無機化量を推定している。

無機化モデルの反応速度式は、金野らの提唱した単純平行型モデル²⁾にあてはめたが、正の項(無機化量)と負の項(みかけ上有機化量)をもつため、負の項をもつ2項モデルとした。



$$\begin{aligned} dN/dt &= k_1(\text{No1} - N_1) + k_2(\text{No2} - N_2) \\ N &= \text{No1}[1 - \exp(-k_1 t_1)] + \text{No2}[1 - \exp(-k_2 t_2)] \end{aligned}$$

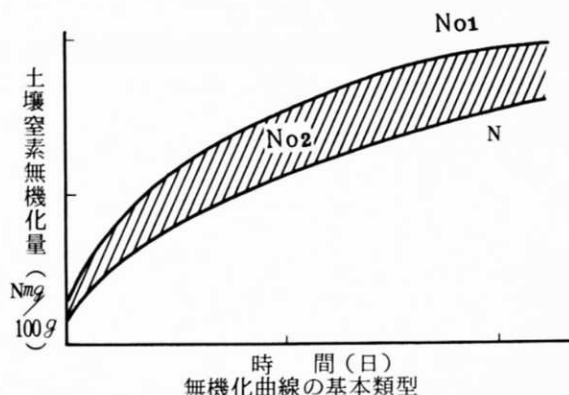


図1 負の項をもつ2項モデル

負の項をもつ2項モデルとしての基本的な考え方は、図1に示したように、有機態窒素Aから無機態窒素No1が生成する項と、みかけ上、有機化あるいは脱窒する項No2の2項モデルであり、無機態窒素量NはNo1-No2になるが、有機化する項No2は、施肥窒素や可分解性炭素源の影響を受け、大きく変わることが考えられるため、ここでは、無機態窒素量としてNo1を主体に考えることにする。

3 速度論的解析法による本支分場の無機化パラメータ

本県農業試験場本支分場における土壌窒素の無機化パラメータを表1に示した。この中で、特に土壌窒素無機化量を規制するパラメータはBとKbである。

B: 可分解性有機態窒素量 (mg/100g 乾土)

土壌の有機態窒素のうち、潜在的に無機化しうる窒素の量である。この値は、作物に対する窒素供給力の大きさを示す指標である。

Kb: 無機化速度定数 (18℃) (day⁻¹)

窒素の無機化速度の大小を表す指標である。無機化速度は温度によって変化するので、基準温度(18℃)における値で示す。実用的には、K*100 という数値は、1日に可分解性有機態窒素量の何%が無機化するかを示す指標である。

表1 負の項をもつ2項モデルの各パラメータ

土壌	Eaa	Eab	Ka	Kb	A	B	C	V
本場	2,000	1,000	0.05	0.024	-6.49	10.09	1.28	11.20
庄内	24,000	19,000	0.02	0.01	-5.78	11.45	0.99	10.61
最北	53,000	17,000	0.02	0.004	-0.79	7.66	0.83	7.59
置賜	18,000	23,000	0.02	0.008	-5.72	11.09	1.00	11.25

注. Eaa: A項(有機化)のtに關与する活性化エネルギー
Eab: B項(無機化)のtに關与する活性化エネルギー
Ka: 有機化速度定数 Kb: 無機化速度定数
A: 定数(有機化量) B: 定数(無機化量)
C: 定数(接点) V: 分散

4 土壌窒素無機化情報を追肥対応に活用

山形県では、土壌窒素無機化量の予測結果を、表2に示したように、基肥窒素が消失する6月末から7月上旬ころに土壌窒素発現予測情報として普及現場につないでいる。

表2 土壌窒素無機化量の推定

{ 実測地温 (移植~6/30) と平均地温 (7/1以降) から算出した無機化量 }

時期	移植~6/30		7/1~9/20					稲作期間 (移植~9/20)
	無機化量 (A) (mg/100g)	無機化 割合 (%)	無機化量 (mg/100g)				無機化 割合 (%)	
項目			7/1~ 7/31	8/1~ 8/31	9/1~ 9/20	計 (B)		総無機化量 (mg/100g) (A+B)
本場	6.85	71	1.73	0.82	0.27	2.82	29	9.67
置賜	3.68	44	2.31	1.76	0.62	4.69	56	8.37
最北	1.34	37	0.93	0.95	0.43	2.31	63	3.65
庄内	5.58	55	2.38	1.67	0.51	4.56	45	10.14

注. 負の項をもつ2項モデル各パラメータは表1に記載

窒素無機化量 (mg/100g) は負の項をもつ2項モデル, $Y = A[1 - \exp(-K_a * t)] + B[1 - \exp(-K_b * t)] + C$ にあてはめた場合のB項 (無機化量) を提示, 平均地温は本支分場58年~60年の平均地温 (地下5cm) を用いた。
なお, 18℃変換日数はそれぞれの活性化エネルギーに基づいて算出した。

すなわち, 移植~6月末までは, 実測地温 (地下5cmの日平均値) を代入することにより無機化量を算出し, 7月以降の予測では, 予測地温として, 過年度の平均地温を代入することにより無機化量を推定し, 追肥対応に活用している。

5 水稻の理想的な窒素吸収パターンと水稻の追肥診断システム

筆者らは, 県内各地域ごとに, 水稻の理想的な窒素吸収パターンとして, 農試本支分場の作況試験の中から, 収量, 品質を考慮し, α 当たりの収量水準が70kg程度と, 60kg程度を想定した窒素吸収パターンを作成した。ここでは, 村山地域の例を示した (図2)。

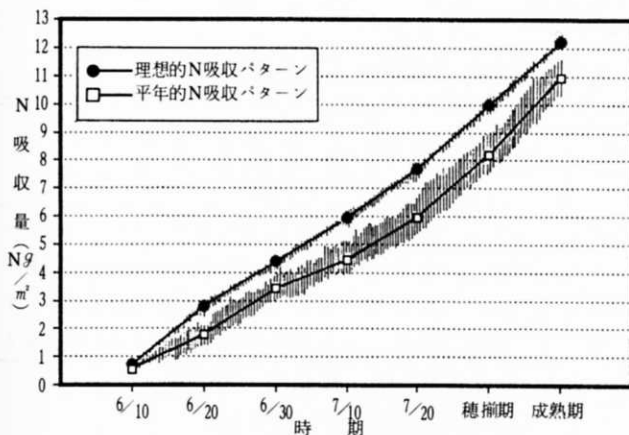


図2 水稻の理想的な窒素吸収パターン (村山地域)

そして, 実際に当該年の窒素吸収パターンの経過を測定, 解析し, また, 7月以降に発現する土壌窒素の予測を検討することで, 目標収量に合わせた追肥窒素量の判定やその年の収量予測, ひいては, 収量水準別の対応技術の策定が十分可能になるものと思われる。

つまり, 追肥診断技術をシステム化する方向としては, 図3に示したように, 地域別に水稻の理想的な窒素吸収パターンを明らかにしておくこと。次に, 土壌窒素の発現量

を予測し, 7月以降に発現する土壌窒素無機化量は, ほぼ, 90%以上の確率で水稻に吸収されるものとし, 両者の差を追肥窒素量 (肥料の利用効率を考慮) とするシステムを考えた。

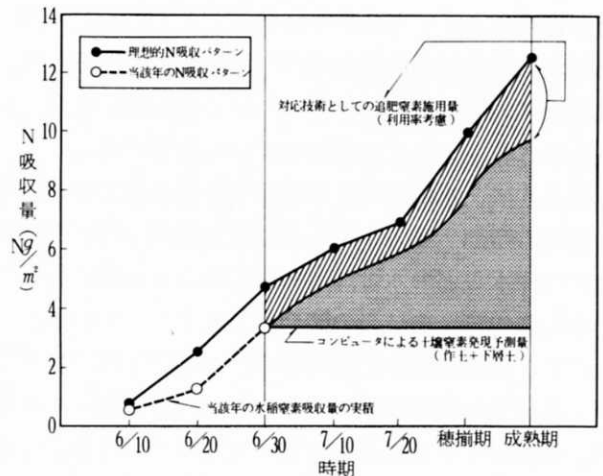


図3 水稻の追肥診断システム

6 おわりに

水稻の追肥診断技術をシステム化するため, 地域別の理想的な窒素吸収パターンと土壌窒素予測法を組み合わせる考え方を示した。

今後は, 土壌窒素発現モデル式に, 春先の圃場の乾きぐあいを考慮した乾土効果の影響や下層土からの窒素供給力の重みづけを加味するとともに, 水稻からみた窒素吸収特性などを考慮し, よりダイナミックな追肥診断システムを構築していく考えである。

引用文献

- 1) 原田登五郎. 1959. 水田土壌の有機態窒素の無機化とその機構に関する研究. 農技研報 B9: 123-199.
- 2) 杉原 進, 金野隆光, 石井和夫. 1986. 土壌中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農環研報 1: 127-166.