

苗箱施肥における本田生育の特徴と留意点

ジェイカムアグリ株式会社 東北支店

技術顧問 上野正夫

はじめに

育苗箱全量基肥施肥技術（以下、苗箱施肥という）は、初期の肥料溶出を極力抑制した「苗箱まかせ（N400，NK301）」を育苗箱に施肥することで、窒素濃度の高い苗に仕上がり、それを本田に移植することで、本田への施肥を一切やらずに収穫期を迎えられる省力的かつ低コストの施肥方式ということで脚光を浴びています。

そこで、ここでは、「苗箱まかせ」の本田での溶出特性を把握し、水田の窒素的地力（特に乾土効果由来の土壤窒素無機化量）との相互関係を明らかにすることで、苗箱施肥での本田における水稲生育の特徴と留意点について述べることにします。また、苗箱施肥の導入方向についても触れたいと思います。

した上で、それに導くための「土壤窒素無機化量の把握と吸収」「苗箱まかせ由来の窒素溶出と吸収」との窒素収支を中心とした相互関係を研究してきたことに他なりません。この解明こそが水稲施肥技術の基本と考えます。

2. 稲作栽培の改善方策と苗箱施肥への期待

稲作の基本は、健苗育成による初期生育（初期茎数）の早期確保とされてきました。すなわち、健苗による初期茎数の早期確保を図りながら、目標茎数が確保され次第、中干しに入り、下位節間の伸長を抑制し、根を酸化的な状態に保ちながら秋の収穫期にそなえ、土壤硬度を高めるとともに、中期生育の葉色を低下させ（V字型稲作）、一穂粒数を制限し、適正な穂肥対応で登熟歩合を安定的に確保する栽培法を確立してきました。このことを否定する気は毛頭なく、地域の稲作技術の平準化に大きく寄与してきたことはいうまでもありません。

しかし、研究熱心な農家は常に現状を打破し、良質安定多収を目指した改善策を摸索しているものです。たとえば、表1に示したように、初期茎

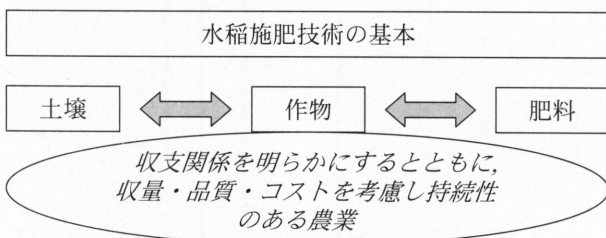


図1. 水稲の窒素吸収に関する相互関係（水稲施肥技術の基本）

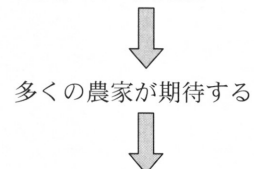
1. 水稲施肥技術の基本

水稲の施肥技術にとって、著者が常に心がけてきたことは、図1に示したように、「土壌」「作物（水稲）」「肥料」をめぐる窒素収支について明らかにすることでした。具体的には、「作物（水稲）の理想的な養分吸収特性（ここでは窒素にしばり、目標収量に応じた窒素吸収パターン）を明らかに

表1. 稲作栽培の改善策と苗箱施肥への期待感

つねに改善策を心がけている → 良質安定多収
最高茎数の山を従来より抑える

有効茎歩合を高め、穂重感のある稲姿
初期の活着の良さは生かす
後期栄養の維持、登熟歩合の安定化



苗箱施肥（後期栄養の維持）で達成されるかも
苗箱施肥アピール（省力・低コスト）

表2. 単純平行型モデルによる無機化パラメータ (置賜分場)

	土壌窒素無機化パラメータ (25°C変換)							
	k1	k2	Ea1	Ea2	Noq	Nos	B (切片)	V (分散)
1987年 春先圃場乾燥が強い年	0.178	0.0076	15,000	18,000	6.07	13.60	1.51	14.8
1989年 春先圃場乾燥が弱い年	0.115	0.0076	2,300	18,000	2.36	12.85	1.10	22.5

単純平行型モデル: $N = Noq[1 - \exp(-k_1 \times t_1)] + Nos[1 - \exp(k_2 \times t_2)] + B$

k1: 乾土効果総量に対する無機化速度定数, k2: 地温上昇効果総量に対する無機化速度定数

Ea1: 活性化エネルギー (k1に対する係数), Ea2: 活性化エネルギー (k2に対する係数)

Noq: 乾土効果総量としてのポテンシャル (分解の速い画分)

Nos: 地温上昇効果総量としてのポテンシャル (分解の遅い画分)

B: 切片 (定数)

数の早期確保が重要といっても、最高茎数が過大になりすぎ、有効茎歩合が低下しては、細稈化するとともに、一穂粒数が減少し、思わぬ低収につながりかねません。そのため、目標穂数を前提にしながら、最高茎数をセーブし、有効茎歩合を高め、従来より中期葉色を極端におとさず (への字稲作) 穂重感を充実し、後期栄養を確保することで、登熟歩合が向上し、良質安定多収につながることを実感するようになりました。このことが「苗箱まかせ」を用いた稲作技術への期待感に直結していると著者は考えています。

3. 水田土壌窒素の無機化予測技術

施肥技術にとって肥料と土壌窒素との関係を把握することが最重要課題と考えます。水田の土壌窒素無機化技術では、土壌窒素無機化量の根元が土壌の全窒素の10%程度存在する可分解性有機態窒素 (No) であり、その中身として乾土効果由来 (Noq) と地温上昇効果由来 (Nos) を考えてきました。つまり、可分解性有機態窒素 (No) = 乾土効果由来 (Noq) + 地温上昇効果由来 (Nos) の関係が成立します。ここでは、例として、山形県置賜分場の水田土壌を供試し、反応速度論的解析によって得ら

れた無機化パラメータ (表2) とそのパラメータを用いて、春先の乾土効果由来の土壌窒素無機化量が多かった1987年と乾燥程度が弱かった1989年の土壌窒素無機化量を図2に示しました。

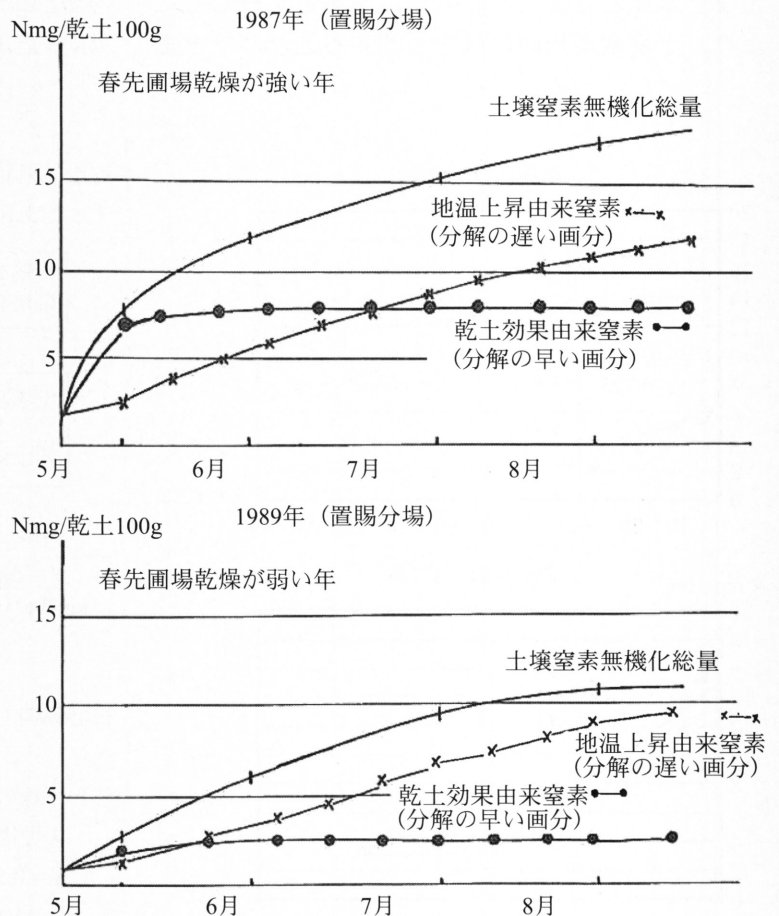


図2. 土壌窒素無機化総量 (内訳として乾土効果由来窒素と地温上昇効果由来窒素)

それによると、1987年は、1989より明らかに土壌窒素無機化量が多く、その内訳として、乾土効果由来の土壌窒素無機化量が大きく影響していることがわかります（1987年：6mgN/100g, 1989年：2mgN/100g）。

4. 春先の圃場乾燥程度によって影響される乾土効果由来の土壌窒素無機化予測技術

前述したように、土壌窒素無機化量は乾土効果由来と地温上昇効果由来の合計量とされており、水稻の初期生育に大きく影響する土壌窒素は乾土効果由来の土壌窒素ということになります。

乾土効果由来の土壌窒素無機化量を予測するためには、同誌（2014年2月号）に掲載したように、各水田土壌ごとに、土壌含水比と土壌窒素無機化量の関係（乾土効果回帰式）を作成しておきます。例として、乾土効果発現量の多い山形県置賜分場と少ない本場の乾土効果回帰式を図3に示しました。実際に春先の圃場乾燥実態（乾燥土塊の土壌含水比と乾燥土塊混入率）を測定することにより、土壌窒素無機化量を予測することができま

す。しかも、この量は5月末までに無機化される窒素量で、水稻の初期生育に極めて敏感に反応します。つまり、乾土効果発現量の多い「置賜分場」では、春先の圃場乾燥実態に応じて土壌窒素無機化量が変動しますが、乾土効果発現量の少ない「本場」では乾土効果発現量の根源である（Noq）がもともと少ないため、土壌乾燥程度に関係なく、土壌窒素無機化量は毎年低水準で経過することになります。そのため、乾土効果発現量の根源である（Noq）の多い土壌ほど、春先の圃場乾燥実態を重視する必要があります。ちなみに、2014年は乾土効果発現量が極大の年といえます。

5. 「苗箱まかせ」の本田での窒素溶出特性

苗箱まかせの窒素溶出は苗代期間に極力溶出を抑制する（最大のセールスポイント）ことで苗作りが可能になりました。そして、それを移植することになりますが、苗が苗箱まかせを包み込む状態にあるため、本田活着が優ることになります。ただし、本田での苗箱まかせの窒素溶出は図4に示したように、生育初期は少なく、幼穂形成期頃

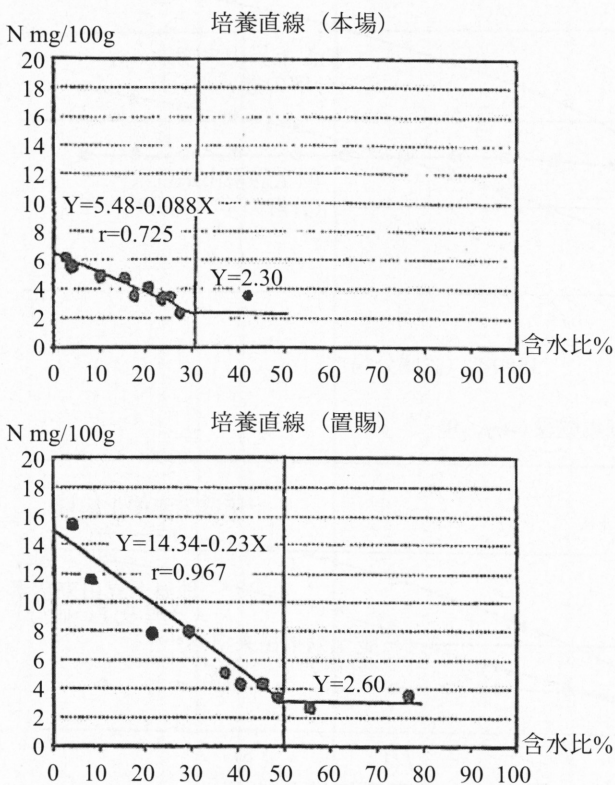
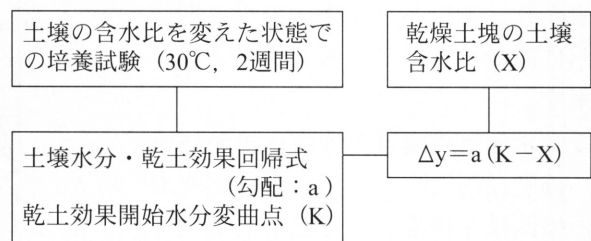


図3. 乾土効果回帰式

乾土効果発現量の予測法について

ア) 乾土100g当たりの乾土効果発現量 (Δy) の予測手順



イ) 面積 (10a) 当たりの乾土効果発現量 (Y) の予測式

$$Y = \frac{\Delta y}{100} \times \frac{\text{作土深}}{\text{(cm)}} \times \frac{\text{作土仮比重}}{\text{(g/cm}^3\text{)}} \times \frac{\text{作土中の乾燥土塊混入率}}{\text{(\%)}} \div 100 \times 10^{-6} \times 10^7 \text{ (kg/mg) (cm}^2\text{/10a)}$$

※計算例：K=22%, X=10%, a=0.5, 作土深=15cm, 作土容積重=1.0, 乾燥土塊混入率=35%

注) 下線の測定項目の変動が乾土効果発現量の年次変動の要因となる。

$$Y = 0.5 \times (22 - 10) \div 100 \times 15 \times 1.0 \times 35 \div 100 \times 10 = 3.15 \text{ (kg/10a)}$$

(7月中旬頃)に最大になります。つまり、6月上旬時点に限定して考えれば、苗箱まかせの肥効は、慣行施肥の肥効に比較して明らかに低く経過します。ただし、苗箱まかせは、その後肥効が増大していくのに対して、慣行施肥は肥効が発現し終わるので、図4で見られるほどの影響はないでしょうが、初期生育は慣行施肥が勝ることになります。

量に土壤窒素量（乾土効果）が加味されて、スムーズに初期茎数が確保され、2014年のように乾土効果による土壤窒素が極大の年は、深水管理等で一茎を太らせ、最高茎数を抑制しながら穂重感のある稲作が約束されるものと思われます。一方、窒素的地力の低い土壤では、慣行施肥に比較して苗箱まかせだけでは、どうしても初期生育が

劣ることになります。その場合は、全層施肥（10aあたり化成肥料を20kg程度散布しておく）とか側条施肥を組み合わせたり、活着時追肥等の対応策が必要になります。まずは、自分の圃場で苗箱まかせだけで十分に稲作期間の窒素量が賄えるかを確認することが必要と思われます（表3）。

自分の経験では、大部分の圃場で、苗箱まかせのみで目標収量は確保されると考えます。窒素的地力の低い圃場では、前述したような対応策を講じれば目標収量は安定して確保されることが苗箱施肥の特徴といえます。なお、品種による影響も考慮する必要があります（穂重タイプは初期生育

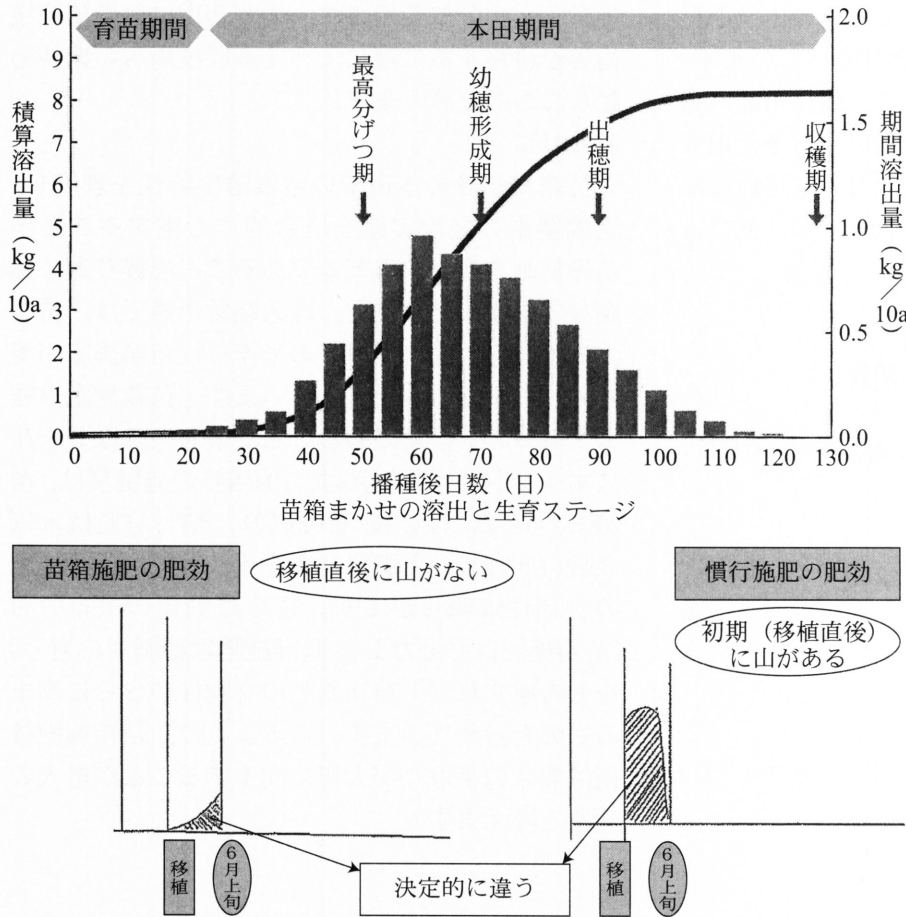


図4. 施肥窒素の肥効（生育初期）

前段で述べてきたことは、あくまでも施肥に限ったことで、土壤窒素は加味されておりません。繰り返し述べますが、水稻の生育は、施肥窒素と土壤窒素の含量に影響されることになります。

したがって、苗箱まかせによる稲作は、移植する本田の窒素肥沃度（特に乾土効果由来の窒素無機化量）を把握した上で上手に利用することが何よりも重要になります。つまり、窒素的地力の高い水田では、苗箱まかせの本田での初期窒素溶出

表3. 地力窒素（乾土効果）の影響

地力の高い水田

- 1 移植直後の山が地力でカバーされる
- 2 初期茎数も確保され、スムーズに苗箱施肥が受け入れられる。

地力の低い水田

- 1 初期生育が確保できない（慣行施肥に比較して）



全層施肥、側条施肥、弁当肥等の対応が必要
品種間差異を重視（コシヒカリ、はえぬぎで違い）

が重要、コシヒカリや穂数タイプの品種は苗箱まかせのみで対応可能)。

6. 苗箱施肥を導入しうる経営形態

苗箱施肥が受け入れられる経営形態を表4にまとめました。一つは、特別栽培米への導入が考えられます。この特裁は化学肥料が慣行栽培の半分量とされており。この場合、化学肥料の利用率はほぼ40%程度ですが、苗箱施肥での利用率は60~70%が期待できます。使ってもいい化学肥料の利用効率は明らかに苗箱施肥が優っています。ただ、生育初期の肥効は低いので、使用可能な有機質肥料として、初期の肥効が高い資材を使用すれば、苗箱施肥は特別栽培米に十分対応可能なはず。次に大規模経営への導入ですが、低コス

ト、省力技術として苗箱施肥は大いに期待できます。最近1ha規模の圃場整備が進行する中で、生育が揃い、本田への施肥がいらぬ苗箱施肥は正にもってこの技術として受け入れられるものと確信しています。また、複合経営農家への対応ですが、苗箱施肥の特徴である省力性が大いに受け入れられる技術と考えています。さらに、苗箱育苗技術を完全にマスターすれば、苗箱まかせの後期栄養が十分に活用され、生育初期に側条施肥技術等を併用することによって多収技術への期待も膨らむものと考えます。

おわりに

苗箱まかせの本田での窒素溶出特性を理解し、土壌窒素の発現実態を総合的に考慮することが苗箱施肥を導入する基本であることを繰り返し強調してきました。また、導入経営形態では、特に大規模経営と複合経営での米作りに苗箱施肥が受け入れられるものと考えています。苗箱施肥は省力・低コスト技術であることが最も大きなセールスポイントです。例えば、10a当りの施肥量は、苗箱まかせはほぼ2袋(10kg袋)、慣行施肥はほぼ3袋(20kg袋)と肥料経費を比較しても苗箱施肥の有利性は明らかです。さらに肥料の散布労力(苗箱施肥は必要なし、慣行施肥は穂肥対応有り)をも考慮すれば、苗箱施肥の有利性がさらに高まるものと考えています。このように、苗箱施肥技術は農家の手取りが大幅に向上することが最大の武器と考えます。

表4. 育苗箱全量基肥施肥技術
(経営形態別推進方向の明確化)

- 1 特別栽培農産物栽培への対応
化学肥料半量に制限、苗箱施肥の施肥効率、有機質肥料との組み合わせ
- 2 大規模経営農家への対応
肥料コスト、大規模圃場での生育の安定化、系統農協とのつながり
- 3 複合経営農家への対応
省力低コスト
- 4 多収栽培志向農家への対応
全層施肥や側条施肥との組み合わせ、シグモイド肥料=後期地力窒素上乘効果