

これが箱一発だ! 育苗箱内全量施肥法による水稻栽培

山形県農業試験場 化学部
専門研究員 熊谷勝巳

1. はじめに

水稻栽培は、通常、育苗期と本田期に分けることができ、施肥も同様であった。しかし、肥効調節型肥料は根と肥料が接触しても肥料焼けを起こさないことから、同肥料の開発は新しい施肥法(接触施肥¹⁾)を可能にした。これを水稻に適用したのが育苗箱内全量施肥法²⁾であり、その後直播栽培を中心にさまざまな研究³⁾⁴⁾⁵⁾がおこなわれるようになった。

しかし、移植栽培では慣行並の収量が得られる例が限定されること⁶⁾や、窒素以外の施肥をどうするか⁷⁾など解決されていない問題点も多い。ここでは、本県の育苗箱内全量施肥法を紹介すると共に、問題点を整理し、解決の方向を考える。

2. 箱一発の基本

1) 肥料の種類、量と施肥位置

肥効調節型肥料の溶出は大きく2つのタイプがあるが、箱一発で用いるのはシグモイドタイプで

第1表 育苗箱内の施肥量と苗の生育(平成5年) (cm, kg)

N成分量(Ng/箱)		本田持ち込み量(Nkg/a)	苗丈	葉齢	第一葉鞘長	最長根長	マット強度	窒素濃度(%)
普通肥料	N400							
2			12.7	2.4	3.6	3.2	1.8	3.8
1	200(500)	0.46	11.1	2.1	3.5	3.5		3.2
1	300(750)*	0.69	11.6	2.3	3.5	3.6	1.9	3.3
1	400(1000)	0.92	10.9	2.3	3.3	3.1		3.4
1	880(2200)**	2.02	7.1	2.5	2.5	2.5	0.9	5.1

()は現物量 g/箱。本田持ち込み量は23箱/10aで計算した。

普通肥料：育苗専用配合肥料(10-10-10)

N400：被覆尿素シグモイド100タイプ(40-0-0)

*は覆土の除く箱土の30%を、**は100%をN400が占めた。

本号の内容

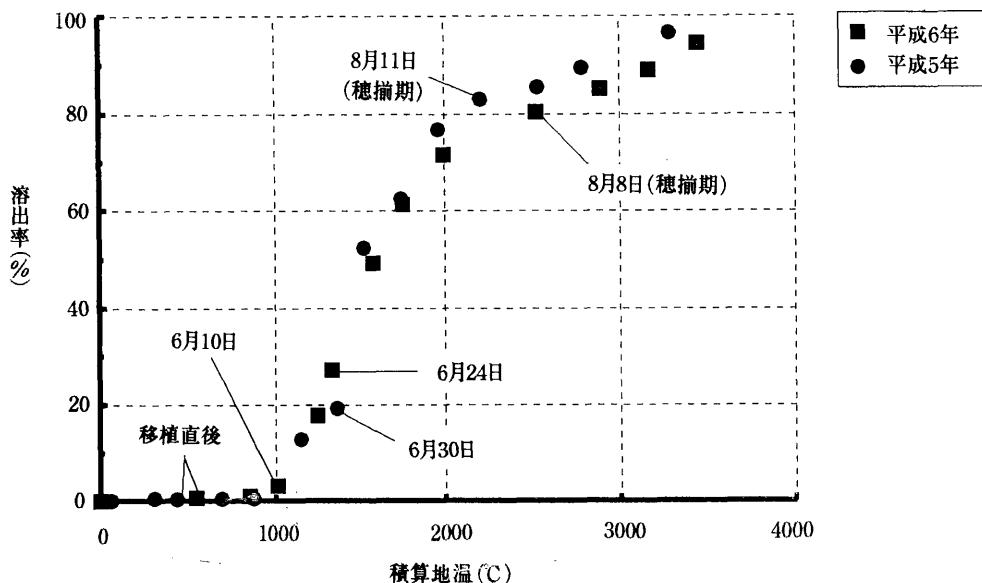
§ これが箱一発だ!
育苗箱内全量施肥法による水稻栽培..... 1

山形県農業試験場 化学部
専門研究員 熊谷勝巳

§ 「土佐ブantan」に対する緩効性肥料の利用 7

山口県萩柑きつ試験場
場長 中村光夫

第1図 水田における箱一発肥料の窒素の溶出（ほ場埋設法，苗箱まかせ N400-100）



第2表 育苗箱内の施肥位置と苗の生育（平成6年）

(cm)

	草丈	葉齢	第一葉鞘長	最長根長	その他、障害等
慣行育苗	12.0	2.6	3.6	3.6	
混合区(箱土混合+種+覆土)	12.5	2.5	3.4	4.2	
層状区(土+肥+種+覆土)	11.9	2.5	3.1	4.2	
〃 区(土+種+肥+覆土)	12.9	2.4	3.5	4.3	覆土の持上がり、生育ムラ
〃 区(肥+土+種+覆土)	12.4	2.9	3.1	4.6	マット形成不良

慣行育苗：育苗専用配合肥料(10-10-10)N成分で2g/箱を使用し、慣行は種した。

混合区：N400 N成分で300g(現物で750g)/箱を土と混合し、育苗箱に詰めは種した。

層状区：N400 同量を層状に施用した。

ある。苗箱まかせN400-100（以下N400）は第1図のように育苗期間はほとんど溶出せず、6月10日から穂揃期にかけて約8割が溶出する。

したがって、第1表に示すように育苗箱の土（以下箱土）をすべてN400に置き換えても肥料焼けの障害は出ない。そこで、①施肥量が多くなると保水力が低下し苗の生育に影響が出ること、②本県の主力品種はえぬきの10a当たりの総窒素施肥量が8kgであること、③肥料の利用率が70(平成6年), 72(平成5年)%と高いことなどを考慮し、窒素成分で1gの速効性肥料に加えて、窒素成分で300gのN400を箱施用することを基本とした。

箱一発肥料を施肥する場合、箱土と混合する方法と層状に施用する方法がある。後者の場合は播

種プラントでの作業となるが、箱土, N400, 種子, 覆土の順に層状に施肥するのがもっとも安定している。(第2表)

2) 本田での生育と収量性

第3表にN400を用いた場合の生育、収量の特徴を示した。数値は平成4年から4カ年の平均値である。それによれば、箱一発区は慣行区に比べて6月15日の草丈が約2割、茎数が約3割少ない。その後徐々に慣行区との差は縮まるものの、稈長は若干短く、穂数は慣行区対比91%である。収量は慣行区の61.8kg/aに対して55.5kg/aであり、箱一発区は1割の減である。N400を用いて箱一発をおこなった場合は、明らかに初期生育が慣行より劣り、穂数不足を招き、収量は慣行より低下

第3表 箱一発の生育と収量

(cm, 本/m², kg/a, 比: %)

	6/15		6/30		7/10		成熟期		出穂期	収量
	草丈	茎数	草丈	茎数	草丈	茎数	稈長	穂数		
箱一発	24.2	231	34.9	423	47.7	524	70.5	480	8/12	55.5
慣行比	79	67	91	73	93	85	98	91	+1	90
慣行	30.5	347	38.1	579	51.5	617	72.0	526	8/11	61.8

箱一発: N400を窒素成分で300g/箱施用(23箱/10a)

慣行: 通常の移植栽培(基肥+追肥=窒素成分で0.6+0.2kg/a)

H4は全層施肥、H5以降は側条施肥

データは4カ年(平成4年~7年)の平均値

する。

しかし、平成5年の大冷害も含む4年間の箱一発区の収量は55.1~58.3kg/aの水準であり、次に述べるような方法により慣行並の収量が十分得られると考える。

3. 収量性の改善

箱一発区の収量を慣行並まで押し上げるには、初期の茎数を増やし、穂数を確保することである。そのためには、①本田に施肥をする、②栽植密度を増やす、③箱一発肥料をもっと早く溶出させることのいずれかが必要である。

第4表に本田に成分で0.2kg/aの窒素を全層施肥、側条施肥した場合の生育を示した。平成6年の箱施肥+全層施肥区は地力的に低いほ場での試

第4表 箱施肥と本田施肥との組合せ

(cm, 本/m², kg/a)

区	施肥(Ng/箱, Nkg/a)		6/30		成熟期		収量
	育苗箱	本田基肥	草丈	茎数	稈長	穂数	
箱+全層	1+220	0.2	41.6	491	72.4	465	61.3
箱+側条	1+220	0.2	43.9	674	74.0	581	69.7

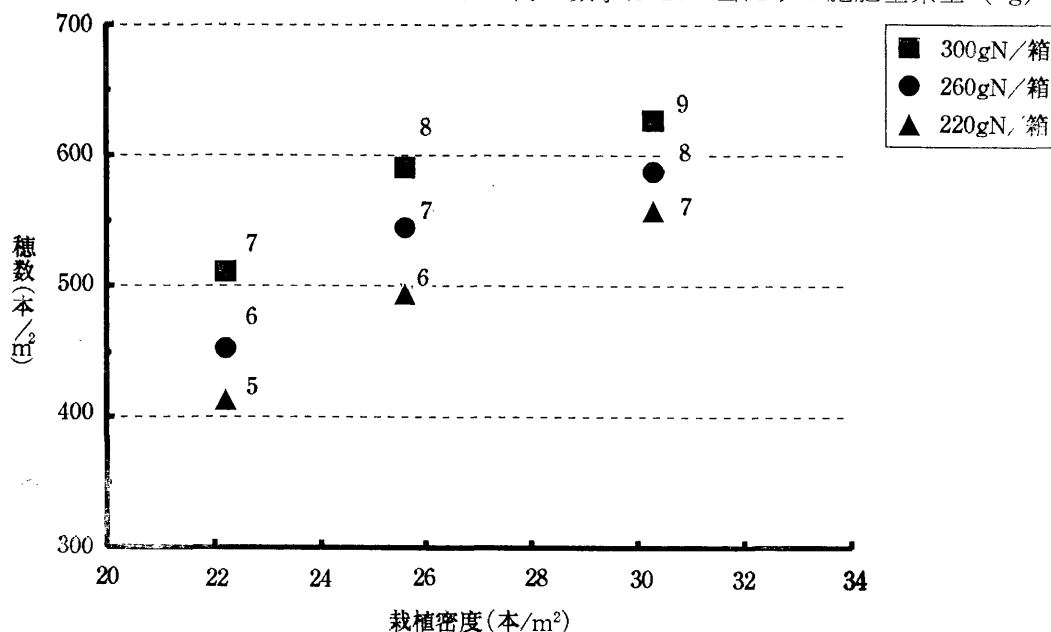
全層は大豆化成(5-15-20)、側条はペースト(6-14-12)

箱+全層は平成6年、箱+側条は平成9年のデータ

験だったので、初期生育、穂数が第3表に示す慣行区の値より低くなったが、収量は慣行並となった。平成9年の箱施肥+側条区は、第3表に示す慣行区並~やや上回る初期生育、穂数、収量であった。

第2図 栽植密度と箱施肥量が穂数に与える影響(平成8年)

グラフ内の数字は10a当たりの施肥窒素量(kg)



本田施肥は磷酸，カリも同時に施肥することができ，また側条施肥の場合は側条による施肥量を減らすのに有効である。ただし，この方法は箱一発ではなくってしまうのが欠点である。

次に箱施肥量と栽植密度の関係を第2図に示した。10a 当たりの施肥窒素量を同じにした場合，適正範囲内で栽植密度を増やすことは，穂数の増加につながった。箱施肥量を減らさず栽植密度を増やした場合も穂数が増加するが，10a 当たりの施肥量が増加し，品質や食味への影響が出る可能性があった。このように栽植密度の増加は効果が認められた。しかし，この方法では必要な育苗箱

写真 箱一発でもこのとおり

(LPSA 3割混合区，H9年成熟期)



数が増加することになり，必ずしも十分な解決方法とは言えない。

収量性の改善には，箱一発の肥料をもっと早く溶出させるのがもっともわかりやすいが，技術的に難しい。稲の生育に最適な溶出パターンを持つ単体の肥料はまだ開発されていないので，肥料の組合せによる肥効の最適化を図った。

平成9年のほ場埋設試験によれば，N400に比べLPSAは溶出が早く，播種後24日後（5月16日）の稚苗育苗終了時までで5.5%，6月20日までで78%溶出する。第5表にN400にLPSAを混合した場合の生育，収量を示した。育苗時における5.5%の窒素溶出量は，十分に肥料焼けを発生させる量である。LPSAを7割，5割混合した場合は，育苗期間の終盤から移植直後にかけて濃度障害と思われる葉焼けが発生し，移植後本田で枯死する株も見られた。しかし，3割のLPSAを混合した区は，苗の窒素濃度が慣行区よりやや高くなったものの，これらの症状は見られなかった。本田移植後も，LPSAを3割混合した区の生育はほぼ慣行区並に経過し，穂数，収量も慣行並であった。

第5表 LPSAを混合した場合の生育（平成9年）

(cm, %, 本/m², kg/a)

区	苗丈		窒素濃度	葉先枯れ	備考
	草丈	茎数			
箱3:7	14.4	5.7	無	葉色やや濃い、枯死株等障害なし	
箱5:5	15.8	6.7	少	本田で枯死株散見	
箱7:3	13.0	7.5	中	本田で枯死株多	
慣行	15.0	5.1	無		

区	6/30		7/10		成熟期		収量
	草丈	茎数	草丈	茎数	稈長	穂数	
箱3:7	46.4	738	60.4	680	75.0	581	65.7
慣行	46.9	716	59.7	681	77.4	570	65.9

箱：箱一発、数字はLPSA:N400の混合割合、施肥量は窒素成分で300g/箱施用(23箱/10a)

慣行：側条施肥による移植栽培(基肥+追肥=0.6+0.2kgN/a)

今後，高温下の育苗での安全性を確認する必要があるが，3割を上限としたLPSAの混合は初期生育の改善と収量性の向上に可能性を示すものである。

4. 完全な箱一発を目指して

ところで，前項で述べた初期生育と収量の改善のほかに，磷酸，カリの施用をどのようにするかという問題がある。本県の稲作指針は，成分で0.6~0.8kg/aの磷酸と0.6kg/aのカリの基肥施肥，幼穂形成期における0.2kg/aのカリの追肥

を施肥基準としている。すなわち、N400の成分は窒素だけであることから、何らかの形で磷酸とカリを補う必要がある。既に述べたように箱施肥と全層基肥、側条施肥を組合せることにより、磷酸、カリを施用することができるが、箱一発は名ばかりとなってしまう。

1) NK タイプの箱一発肥料

ごく最近になって、NKタイプの肥効調節型肥料(シグモイドタイプ)が開発されている。N400とほぼ同じような窒素の溶出パターンを示す、苗箱まかせNK301-100(以下NK301)である。NK301は窒素を30%、カリを10%含むことから、

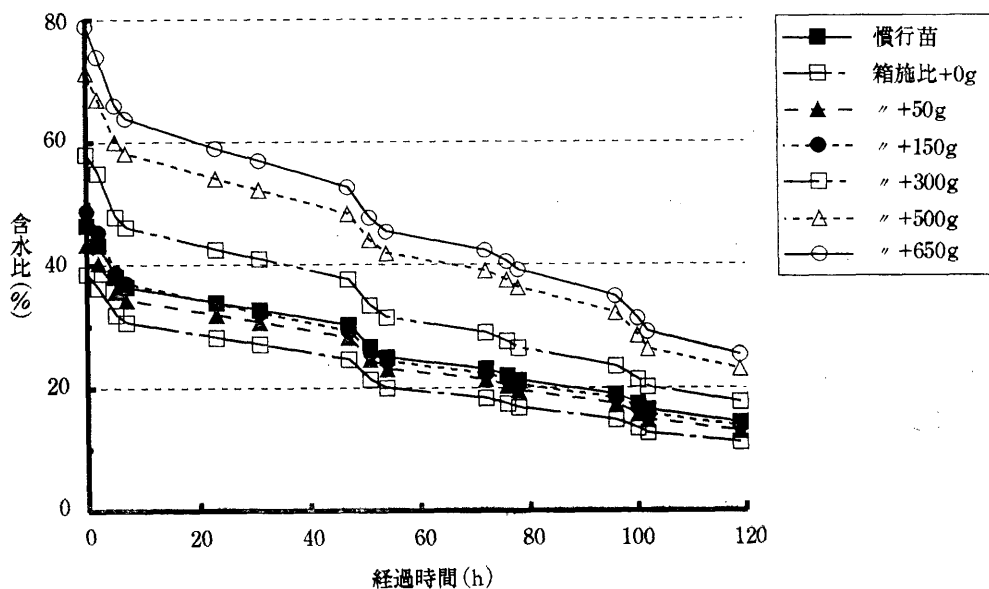
これを用いることによってカリの供給はある程度可能になった。

しかし、窒素成分がN400より低下したことから、箱当たりの現物量が増加した。これは結果として箱土の量をN400を用いた場合よりさらに減らし、第3図に示すように保水力をより低下させた。したがって、保水材を用いて慣行並の含水比にする必要があり、第3図で用いたV床土の場合には箱当たり最低でも150gを混合する必要があった。

NK301を用いた箱一発の生育、収量を第6表に示したが、その特徴はN400と同じである。

第3図 箱一発での保水材の混合と含水比の変化

凡例の数値は保水材(V床土)の混合量(g/箱) 4月22日播種, 5月8日に育苗箱を十分に水漬けし, ハウス内に放置した。



第6表 NK タイプ, 熔磷覆土による箱一発

(cm, 本/m², kg/a, 比: %)

	6/15		6/30		7/10		成熟期		出穂期	収量
	草丈	茎数	草丈	茎数	草丈	茎数	稈長	穂数		
箱一発	22.7	243	35.8	429	47.5	531	71.3	505	8/13	56.1
熔 磷	21.5	244	34.3	432	48.9	526	72.9	505	8/13	55.6
慣 行	30.1	401	43.5	688	54.4	682	71.7	573	8/12	64.8

箱一発: NK301を窒素成分で300g/箱施用(23箱/10a)

熔 磷: NK301の箱一発+熔磷覆土(1.8kg/箱)

慣 行: 通常の移植栽培(側条基肥+追肥=窒素成分で0.6+0.2kg/a)

データは平成7,8年の平均値

2) 熔燐覆土

熔燐はく溶性であることから覆土への利用が昭和50年代前半に試みられた⁹⁾が、育苗箱の重量が重くなること、一部でムレ苗の発生が認められたことから普及はしていない。しかし、箱一発と熔燐覆土を組み合わせることにより健苗の育成と本田での燐酸供給が可能であった。

すなわち、箱当たり1.8kgの砂状の熔燐を覆土に施用するが、箱施肥と組み合わせるために育苗箱の重さは慣行より軽かった。10a 当たり23箱使用すると熔燐の量は約40kgである。育苗期間中の障害は見られず、むしろ珪酸濃度が高い“硬い苗”ができた。本田での生育経過は第6表に示したが、NK301とほぼ同様であった。ただし、7月の葉色はやや濃くなる傾向にあった。

3) 土づくりと土壌供給量

ここまで燐酸とカリの施肥を前提に進めてきたが、必ずしもそれが必要でない場合もある。例えば土づくりを十分におこなったほ場など、土壌供給量が多い場合である。今後、金田ら¹⁰⁾も指摘するように、土壌からの供給量がどの程度あれば箱一発での燐酸、カリの施肥が必要でないのかを知る必要がある。

5. おわりに

育苗箱に肥料を入れておけばそれですべての施肥が終わってしまう。まさに夢の施肥法である。高度な技術に裏付けられた単純な施肥であるだけに、使用に当たっては注文が多い。また、施肥

量、箱数、栽植密度の関係など今までと異なった計算が要求される。とてもめんどろである。しかし、この施肥法にはそれを上回るおもしろさ、新しさ、夢がある。

箱一発の入門編としては、本田施肥と箱施肥の組合せが最適だろう。特に側条施肥との組合せは効果的と思われる。めんどろな注文や計算はいずれ分かりやすく改善されるだろうから、興味のある方は一度試みてはいかがだろうか。

編集部注：文中のLPSAとは、25℃土壌中において溶出抑制期間約20日、溶出期間20日とする試作品。

文献

- 1) 南条正巳・伊藤豊彰・菅野均志：新農法への挑戦 3. 4 新しい施肥法—接触施肥法 庄子貞雄編集，博友社，193-200 (1995)
- 2) 佐藤徳雄・渋谷暁一：全量床土施肥による水稻の省力施肥栽培について，日作東北支部報，34，623-626 (1991)
- 3) 金田吉弘・栗崎弘利・村井 隆：肥効調節型肥料を用いた育苗箱全量施肥による水稻不耕起移植栽培，土肥誌，65，385-391 (1994)
- 4) 金田吉弘・土谷一成：育苗箱全量施肥による水稻不耕起移植栽培における窒素の利用効率と気象変動の関係，土肥誌，68，112-115 (1997)
- 5) 金田吉弘・土谷一成：稲わらすき込み湿田における水稻の生育・窒素吸収に及ぼす育苗箱全量施肥の効果，土肥誌，68，185-188 (1997)
- 6) 熔成燐肥協会：水稻稚苗培地よりりん利用に関する研究 (1979)