

岩手県における育苗箱全量施肥法の普及に向けた試験研究

岩手県農業研究センター 環境部

鈴木 良 則

1. はじめに

育苗箱全量施肥法はシグモイド型の溶出特性を持つ被覆尿素を使って水稻の施肥窒素全量を育苗箱に施用し、本田の窒素施肥作業を省略する栽培法で、極めて省力的な施肥および窒素の利用率の向上による施肥量低減技術と位置づけられている。しかし、「稲作における施肥の現状と課題(2009年4月農林水産省)」によると、全国稲作主要県の2008年におけるこの技術の普及率は青森県、秋田県で10%、新潟県で若干という状況で、新しい技術であることからほとんど普及していないとされている。

本県においても、1997年度に岩手県農業研究センター(以下「岩手農研」)試験研究成果として、それまでの4年間の試験結果から本技術の特徴や留意点をとりまとめて公表したが、2009年に行った県内農家を対象としたアンケート調査では、調査対象約70戸のうち、この技術を取り入れていた農家数はA町の3戸のみで、普及状況は限定的であった。また、この3戸のうち本田への施肥を省略していたのは1戸だけで、あとの2戸は側条施肥や単肥の全面全層施肥を併用していた(以上データ省略)。

一方、急激な肥料価格の上昇により稲作経営では一層の省力・低コスト化が求められたことから、改めて本技術が有効な省力化方策の一つであると考え、農家に技術の特徴を最大限に活かしてもらうため、補足的な試験や既存データの再整理に取り組むこととした。その観点として、①専用肥料では施用できないか施用量が限られるリン酸と加里の施用法、②土壌の蓄積養分を積極的に活用した文字通り育苗箱全量施肥の実証と施肥コスト削減効果の明示、③専用肥料の溶出型の違いが水稻の収量・品質に及ぼす影響、の3点を考えた。具体的には、①については県内で豊富に生産

され一層の有効活用が求められている家畜ふん堆肥をリン酸、加里の補給資材として利用することを狙いとした。②は本県が先駆的に明らかにしてきたリン酸および加里の無施用栽培が可能となる土壌中の可給態リン酸および交換性加里レベルの基準(岩手農研2001, 高橋ら2003)に即した専用肥料「苗箱まかせ」のみでの栽培実証と、既に報告のあるコスト削減効果(高橋2009)を参考にした肥料費の試算である。③では、秋田県で検討されてきた専用肥料の溶出型による収量等の影響(千葉ら2002, 進藤2007)を本県で確認するとともに栽培地域による違いもできるだけ明らかにしようとした。

2. 試験方法

1) 家畜ふん堆肥との組合せ

2007, 2008年に北上市の岩手農研圃場(細粒グライ台地土)で表1の試験区を設けた。専用肥料は60日型(苗箱まかせN400-60)を用い、豚ふん堆肥(現物の全量成分は窒素4.1, リン酸4.2, 加里1.4%)は有効成分割合を窒素60%, その他は100%と仮定して、窒素成分量が半々になるようにそれぞれの施用量を設定した。対照区では速効性の化学肥料を使った。供試品種は「ひとめぼれ」とした。

2) 土壌蓄積養分の活用

2009年に花巻市石鳥谷の現地圃場(褐色低地土)で100日型(苗箱まかせN400-100)を用いて行った。施肥窒素(4.9kgN/10a)は「苗箱まかせ」のみとし、圃場を2分して一方にリン酸と加里を単肥でそれぞれ7.0, 8.0kg/10a全面施肥した。作付け前の作土の分析値は可給態リン酸(トルオーグ法), 交換性加里が各35, 40mg/100gとリン酸, 加里の無施用栽培可能な条件(それぞれ30, 40mg/100g以上)を満たしていた(表3)。

3) 溶出型の違い

1994～1997年に旧岩手農試本場（滝沢＝県中部，多湿黒ボク土），同県北分場（軽米＝県北部，灰色低地土），同県南分場（江刺＝県南部，褐色低地土）の3カ所で行われた肥料委託試験のデータを用いて溶出経過や収量等を比較した。品種はそれぞれ「かけはし」，「あきたこまち」，「ひとめぼれ」である。また，2009年に花巻市石鳥谷の現地圃場（同前）で「苗箱まかせN400-60」および「同100」をいずれも5.8kgN/10a施用して栽培試験をおこなった。品種は「ひとめぼれ」，移植日は5月17日であった。

3. 試験結果

1) 家畜ふん堆肥との組合せ

豚ふん堆肥の有効窒素（全窒素の6割と仮定）と「苗箱まかせN400-60」の窒素が半々になるようにして対照区の基肥+追肥の窒素量を施用した結果，2カ年とも収量は対照区並みで玄米のタンパク質含量は低くなった。この施肥法では，豚ふん堆肥由来のリン酸は対照区とほぼ等しくなったが，同じく加里は概ね対照区の追肥に相当する量にとどまった。しかし，試験圃場（2008年作

付け前）の交換性加里含量が57mg/100gと加里無施用の基準を超えていたのでそのまま栽培を行ったが，成熟期頃の稲体のリン酸，加里吸収量は対照区と差がなかった。（以上，表1）

また，この施肥法での肥料費の試算値は，対照区（基肥，追肥とも配合肥料で計算）で6,149円/10aに対し，「苗箱まかせ」と豚ふん堆肥の組合せの区（苗箱まかせの施肥機，堆肥散布機の費用を含む）で5,921円/10aとほぼ同程度であった（表2）。ただし，豚ふん堆肥は1t単位の購入で計算してあり15kg袋では割高になる。なお，この施肥法は特別栽培農産物への対応が可能である。更に，豚ふん堆肥の有効活用という観点では，窒素の不足分を「苗箱まかせ」で補うため，堆肥の施用量が過大にならず，リン酸成分の過剰施用を回避することができる。

2) 土壌蓄積養分の活用

作土の可給態リン酸と交換性加里含量が，ともに無施肥可能なレベルまで蓄積している圃場では，「苗箱まかせ」のみで栽培しても，リン酸と加里を全面全層施肥で併用した場合に比べて収量および収量構成要素には差がなく，検査等級や玄米

表1. 豚ふん堆肥との組合せ試験の施肥量及び収量等

年次 項目 試験区	2007, 2008年の平均				2007年		2008年				
	施肥成分及び堆肥施用量 (kg/10a)				収量 (kg/10a)	タンパク 質 (%)	収量 (kg/10a)	タンパク 質 (%)	養分吸収量 (g/m ²)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	堆肥					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
対照	6.0+2.0	7.0	10.0+2.0	0	495	6.2	568	5.7	10.2	5.9	18.9
苗箱+堆肥	8.1 (4.0)	(6.0)	(1.9)	165	515	5.8	576	5.3	10.5	6.0	18.8

施肥量の数字は基肥+追肥。()内の数字は豚ふん堆肥由来の成分。両年とも苗箱まかせN400-60を使用した。2007年は前年秋に稲わらすき込み，2008年は有機物無施用。品種「ひとめぼれ」，試験場所は農業研究センター内（グライ台地土）。タンパク質は穀粒水分15%の玄米粗タンパク質含量（以下の表も同様）。2008年作付け前作土の可給態リン酸，交換性加里はそれぞれ20，57mg/100gであった。2008年養分吸収量は9月19日の値。

表2. 豚ふん堆肥との組合せの施肥コスト（円/10a）

項目	基肥	追肥	堆肥	堆肥散布機	苗箱施肥機	合計	内訳
対照	5,040	1,109	0	0	0	6,149	高度配合(基肥):40kg, 同(追肥):12kg
苗箱+堆肥	2,688	0	510	2,429	294	5,921	苗箱肥料:10kg, 豚ふん堆肥:170kg, 苗箱施肥機1台, 堆肥散布機1台

想定した施肥窒素成分量 (kg/10a) は表1のとおり。肥料価格は基肥用高度配合（オール15号）2,520円/20kg，追肥用配合（NKC17号）1,848円/20kg，育苗箱施肥専用肥料（苗箱まかせN400-60）2,688円/10kg，豚ふん堆肥3,000円/1t。堆肥散布機（タカキタ・コンボスプレッタ）850,000円，苗箱施肥機（ホクエツ・おまかせくんNH-402A）98,000円は7年償却，水稲5ha規模とした。原本では2008年11月の価格によったが，今回2009年11月の価格で再計算した。

表3. リン酸, 加里無施用栽培での収量, 品質等

リン酸・カリ 施肥	6/29茎数 - (本 m ²) -	穂数	総粒数 (千粒/m ²)	登熟 歩合(%)	千粒重 (g)	精玄米重 (kg/10a)	検査 等級	玄米タン パク質(%)
あり	366	444	32.3	81.6	22.6	582	1中	5.6
なし	375	450	32.1	82.4	23.0	588	1中	5.6

品種「ひとめぼれ」, 試験年次2009年, 試験場所(土壌)花巻市石鳥谷町(褐色低地土CL), 作付前の作土の可給態リン酸35, 交換性加里40mg/100g。施肥量(kg/10a)は窒素4.9(苗箱まかせ), リン酸7.0, 加里8.0。稲わら秋すき込み。

タンパク質含量も同等であった(表3)。

また, 生育期間中の稲体のリン酸濃度には差がなく, 初期生育に必要なレベル(分けつ盛期で0.6%(農林水産省農産園芸局1979))を満たしているとみられた。加里濃度については, すべての調査日においてリン酸・加里無施用区でわずかに低く推移したが, 茎葉に必要とされる濃度すなわち最高分けつ期3.1, 幼穂形成期3.0, 出穂期2.0,

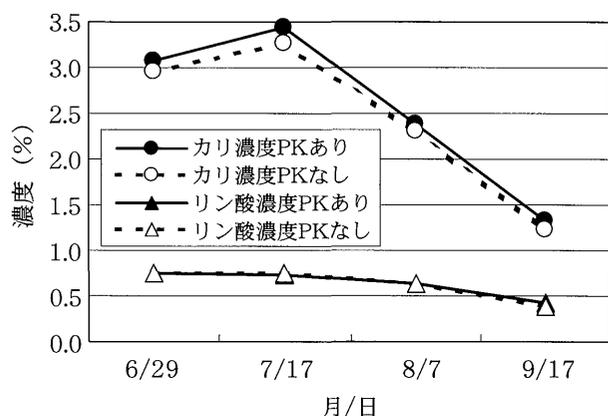


図1. 稲体リン酸, 加里濃度に対する施肥の有無の影響

成熟期2.0%(長谷川ら1987)を超えていた(図1)。

10アール当たりの施肥コストを試算した結果, 全面全層施肥ではリン酸, 加里を全く減肥しない場合及び低リン酸, 加里肥料を使用した場合

でそれぞれ5,287円と4,657円であったが, 苗箱まかせで窒素のみの施用(窒素成分量は全面全層施肥・追肥体系の75%)とした場合は3,822円となり, 施肥コストはそれぞれ72%と82%程度に低下した。また, 3年間窒素のみの施用とし4年目にリン酸, 加里を施用した場合でも施肥コストの4年間の平均は4,688円でリン酸, 加里を全く減肥しない場合の89%低下した。(以上表4, 岩手農研2010)。ここでは比較の基準を三成分が15%の水平型の基肥用配合肥料にして試算したが, 実際に使用場面が多い山型や上り平型の肥料ではコスト削減の効果はさらに大きくなる。

平成16年から20年にかけての県内水田土壌の養分実態調査(2004~2008)によると, 無施肥可能なレベル以上に蓄積している圃場の割合は, リン酸, 加里ともに全体の1/3に上っており, 両方が無施肥可能な圃場も8%存在する(表5)。同じ調査では稲わら施用農家の割合は65%に達しており, 稲わら施用により窒素や加里の供給力が維持され, 育苗箱全量施肥が継続可能(秋田農

表4. リン酸, 加里無施用栽培の施肥コスト

施肥法 項目	育苗箱全量		全面全層(比較)		施肥コスト(合計)の比較		
	PKなし	PKなし3年 PKあり1年	PK減肥なし	低PK肥料	①/③	①/④	②/③
基肥	3,528	4,394	4,200	3,570			
追肥	0	0	1,087	1,087			
苗箱施肥機	294	294	0	0			
合計	3,822(①)	4,688(②)	5,287(③)	4,657(④)	72%	82%	89%

想定した施肥成分量(N-P₂O₅-K₂Okg/10a)は次のとおり。①:5.3-0-0, ②:(5.3-0-0)×3年→(5.3-5.0-5.0)×1年, ③:5.0+2.0-5.0-5.0+2.0, ④:5.0+2.0-3.3-3.3+2.0。肥料価格については①, ②(苗箱まかせ), ③(基肥, 追肥の配合肥料)及び④(追肥の配合肥料)は表2に同じ。②の4年目(PKマグ40号)2,772円/20kg, ④(いなむぎ(15-10-10))2,142円/20kg。苗箱施肥機も表2に同じ。

表5. 岩手県内の水田土壌のリン酸, 加里含量の分布割合 (%)

項目 土壌	可給態リン酸 (mg/100g)			交換性加里 (mg/100g)			リン酸 \geq 30 かつ加里 \geq 40
	6未満	6~30	30以上	20未満	20~40	40以上	
黒ボク土	0	50.0	50.0	3.8	76.9	19.2	11.5
台地土	0	66.6	33.3	23.8	38.1	38.1	4.8
低地土	3.8	76.9	19.2	3.8	50.0	46.2	7.7
全体	1.4	26.0	34.2	9.6	56.2	34.2	8.2

可給態リン酸の6 mg及び交換性加里の20mgは改良目標値。同じくそれぞれ30mg, 40mg以上は無施用栽培可能な水準。可給態リン酸はトルオーグ法。平成20年度岩手県農業研究センター試験研究成果書「県内水田土壌の施肥管理と化学性的変化」から作成。

試 1999) なことから、この技術の適用場面は少なくないものと考えられる。

3) 溶出型の違い

1995年の試験事例から県中央部の滝沢および県北部の軽米における60日型および100日型の積算溶出率をみると、60日型では幼穂形成期頃70%台、出穂期頃90%台、成熟期頃ほぼ100%、同様に100日型ではそれぞれ50%台、約80%、約90%と60日型が10~20%高く推移した。一方、県南部の江刺では100日型でそれぞれ73%、84%、90%と幼穂形成期頃では他所の60日型並の溶出を示した(表6)。また、収量構成要素等における両者の違いを1994~1997年の栽培試験結果の平均値と比較すると、100日型に対して60日型は稈長が約3 cm長く、穂数・総粒数は約10%多かったが、登

表6. 窒素の累積溶出率 (%) の推移 (1995年)

溶出型	試験場所	6月下旬	幼穂形成期頃	出穂期頃	成熟期頃
60日型	軽米	28	71	93	98
	滝沢	31	76	96	98
100日型	軽米	21	58	77	89
	滝沢	26	55	78	89
	江刺	37	73	84	90

圃場埋設による。移植日は軽米5/19, 滝沢5/18, 江刺5/18

表7. 100日型に対する60日型の収量等の比, 差

収量 (指数)	稈長差 (cm)	穂数 (指数)	総粒数 (指数)	登熟歩合 差 (%)	千粒重 差 (g)
102	+3.2	110	110	-3.9	-0.6

1994~1997年の平均。

熟歩合と千粒重がやや低下し、収量は同程度であった(表7)。これを地域別にみると軽米、滝沢では60日型での穂数増が明瞭であったが、江刺ではわずかに減少した(図2)。

さらに、「苗箱まかせ」を用いて2009年に花巻市(県中南部)で行った栽培試験では上述の過年次と類似した結果が得られた(表8)が、幼穂形成期以降の60日型の溶出率は10%あまりにとどまり(図3)、出穂期以降の水稲の窒素吸収量が少なかった(データ省略)。

以上から、県北、中央部では穂数増による収量増加の可能性があるが、県南部ではこのような効果は少なく、む

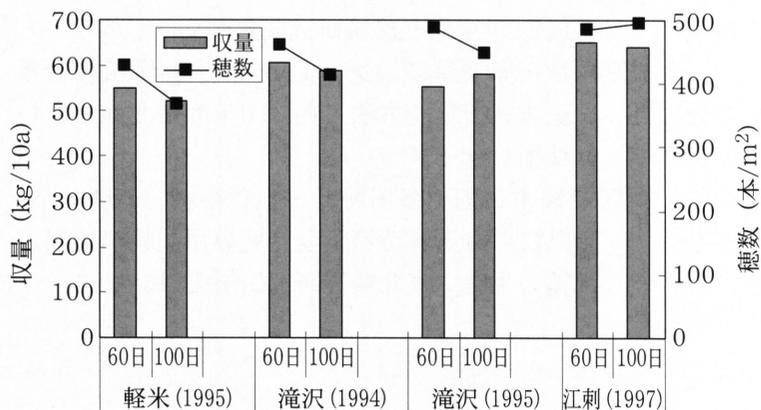


図2. 溶出型のちがいが穂数, 収量に及ぼす影響

表8. 溶出型による収量等の違い (2009年)

項目 溶出型	収量 (kg/10a)	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	総粒数 (千粒)	登熟 歩合(%)	千粒重 (g)	タンパク 質(%)
60日型	575	81.8	413	28.0	94.4	22.9	5.1
100日型	571	78.1	381	27.2	94.3	23.2	5.5

を最大限に活かすことが今後の普及のポイントになると考える。

引用文献

1) 岩手県農業研究センター (2001) 土壌蓄積

リン酸に対応した寒冷地水田のリン酸低投入施肥管理, 平成10年度東北地域新しい技術シリーズ

2) 高橋良学・島輝夫・高橋好範・高橋正樹・小野剛志 (2003) 水稲無カリ栽培が可能となる土壌中カリ蓄積水準, 岩手農研セ研報3: 49-56

3) 高橋行継 (2009) 水稲育苗箱全量基肥専用肥料「苗箱まかせ」による低コスト栽培の実証(その2), 農業と科学4: 7-9

4) 千葉和夫・田代卓 (2002) 八郎潟干拓地における水稲の育苗箱全量施肥栽培—60日型と100日型の被覆尿素肥料の比較—, 日作東北支部報45: 35-38

5) 進藤勇人 (2007) 育苗箱全量施肥に用いる肥料の溶出パターンと水稲生育・玄米品質の特徴, 農業と科学1: 2-5

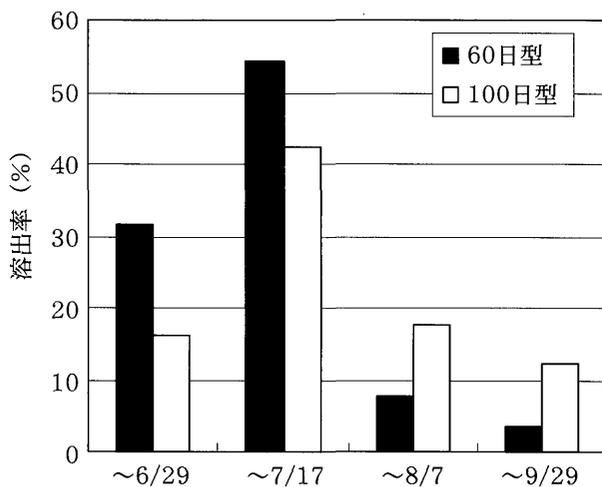
6) 農林水産省農産園芸局 (1979) 日本の耕地土壌の実態と対策: 98-100

7) 長谷川栄一・斉藤公夫・安井孝臣・久末勉・塩島光洲 (1987) 水稲のカリウム及びナトリウム吸収, 宮城県農業研究センター研究報告 55: 19-34

8) 岩手県農業研究センター (2010) 育苗箱全量施肥による水稲のリン酸・カリ無施用栽培, 平成21年度東北農業研究成果情報

9) 秋田県農業試験場 (1999) 水稲育苗箱全量施肥方式の継続方法, 平成10年度東北地域新しい技術シリーズ

10) 鈴木良則・多田勝郎・小菅裕明 (2010) 岩手県における育苗箱全量施肥専用肥料の溶出と水稲の生育, 東北農業研究63投稿中



栽培試験に伴う埋設試験による。7/17は幼穂形成期頃, 8/7は出穂期頃。

図3. 窒素の期間溶出率 (2009年)

しろ生育後期の栄養不足に留意する必要があると考えられた (鈴木ら 2010)。

4. おわりに

水稲の育苗箱全量施肥は本田施肥作業の省略による省力効果が高いことはこれまでもよく知られていたが, 今回, 堆肥との組合せや土壌蓄積養分の活用によりリン酸や加里の補給を合理的に行うことにより施肥コストの削減も可能であることを示した。また, 県中北部で収量を確保するためには穂数がとれやすい60日型の専用肥料が有利であることを示唆した。

本県では昨年, 土壌養分を簡易に測定できる分析システムを開発し, 製品化されている。このような機器を活用するなどして土壌診断を効率的に行うとともに, 圃場の立地条件にあった溶出型を選択して, できるだけ専用肥料の育苗箱施用のみで栽培することにより育苗箱全量施肥のメリット