

水稲の育苗箱全量施肥法

金 和裕・金田 吉弘

1. はじめに

近年、世界的に環境問題が大きく取り上げられ、農業と環境汚染の関係が明らかにされつつある。施肥窒素の動態に着目すると、農地に施用された窒素肥料の一部は作物に利用されず、大気中に亜酸化窒素 (N_2O) となって拡散し、地球温暖化やオゾン層破壊の原因物質となる。また、一部は硝酸化し、流亡して地下水汚染の原因物質となっている¹⁾。しかし、今後世界人口のさらなる増加を支えるためには、窒素肥料による作物収量の維持、向上が不可欠である。その反面、肥料を増施することによって、これまで以上に環境汚染を引き起こすことが懸念される。こうした問題の解決には、施肥窒素の利用効率を高めることが最良の方策と考えられ、最大効率最小汚染農業 (MEMPA: Maximum Efficiency Minimum Pollution Agriculture) が提案されている。育苗箱全量施肥は施肥窒素の利用率が極めて高く、こうしたニーズにマッチした新しい施肥法と言えよう。秋田農試では、これまで育苗箱全量施肥を不耕起移植栽培の施肥法として検討してきたが²⁾、その省力性、生産性の高さから、通常の代かき移植栽培でも試験を行っている。平成9年度大潟村において育苗箱全量施肥による水稲栽培面積は約1000haを超え、今後さらに増加していくものと考えられる。

2. 育苗箱全量施肥の特徴

育苗箱全量施肥とは、水稲の一生に必要な肥料窒素分の全量を、あらかじめ育苗箱の中に入れておき、肥料を種籾と直接接触させて育苗し、苗と同時に本田に施用する施肥法³⁾である。従来の速効性肥料の全層施肥 (慣行施肥) に比べ以下の特徴がある。

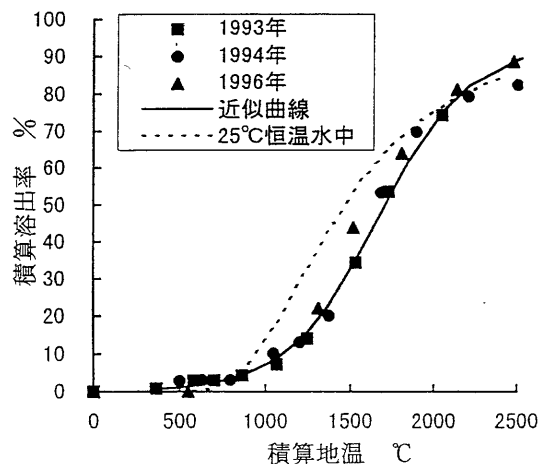
- 1) 本田施肥窒素の利用率が極めて高い。
- 2) 本田での生育ムラが少ない。
- 3) 育苗期間中や本田での窒素追肥が不要のため省力的である。

第1表 1992年-1996年の生育時期別積算地温の平均値(°C)

	播種期	移植期	幼穂形成期	減数分裂期	穂揃い期	成熟期
月 日	4 / 11	5 / 17	7 / 14	7 / 28	8 / 13	9 / 22
積算地温	0	616	1798	2141	2528	3408
標準偏差		44	87	59	86	138
平均地温		17	20	25	24	22

3. 使用する肥効調節型肥料の特徴

育苗箱全量施肥に使用する肥効調節型肥料は肥料成分として窒素40%を含む被覆尿素である。その溶出は土壌中の水蒸気圧と温度に依存するが、水田土壌中の水蒸気圧は常に100%であることから、肥料窒素の溶出は地温によって制限される⁴⁾。肥料窒素の溶出速度の温度依存性 (Q_{10} : 温度が10°C上昇したときの溶出速度の促進割合) は約2である。すなわち、地温が10°C上昇すると溶出速度は2倍となり、10°C低下すると溶出速度は1/2となる。これは、植物の生理活性の Q_{10} と一致しているため、水稲の窒素吸収パターンによく適合する。25°C恒温水中における肥効調節型肥料 (LPS100、製品名; 苗箱まかせ) の肥料窒素溶出量は、30日間 (積算温度750°C) で約3%溶出し、その後70日間 (積算温度2500°C) で80%溶出する。圃場での実際の溶出特性は25°C恒温水中の溶出特性と異なり、積算地温1000°C付近から溶出が多くなり、2500°C付近で80%の積算溶出率となる (第1図)。これは平均地温が育苗期で17°C、移植期~幼穂形成期の平均地温が20°Cで (第1表)、前述の温度依存性によって25°C恒温水中よりも溶出速度が遅いためと考えられる。



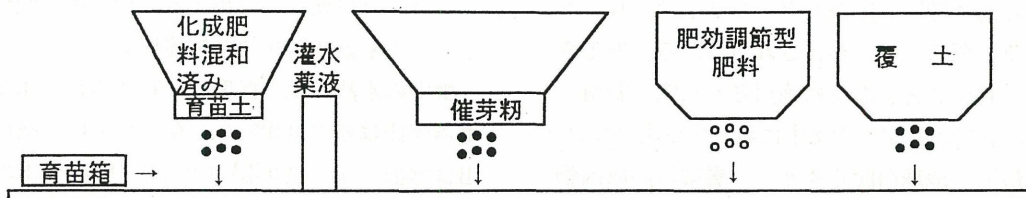
第1図 肥効調節型肥料 (シグモイドタイプ) の窒素溶出特性

4. 育苗箱全量施肥の実際

(1) 施肥の方法

肥効調節型肥料の他、育苗用の肥料として従来の育苗用化成肥料を用い、箱あたり窒素1g、リン酸1.6

g、カリ1g程度を床土に施肥する。箱当たりの施肥量が少ないのは、育苗期間中に肥効調節型肥料から約3%肥料窒素が溶出するためである。1箱当たりの床土量は肥効調節型肥料の体積分だけ減らす。



第2図 育苗箱全量施肥における層状施肥の播種作業手順

肥効調節型肥料の作業手順の一例を第2図に示す。従来の播種機の種用ホッパーの前、または後に施肥用のホッパーを取り付けることによって、肥料を種粒の上、または下に層状に施肥（層状施肥、写真1）することができる（大潟村では農家が播種機を改良し層状施肥していたが、現在では数社の播種機メーカーがこの方式の播種機を販売している）。この方法では品種に応じて施肥量を簡単に調節できるとともに水稻根に接触する肥料の割合も高まる⁹⁾。また、床土に肥効調節型肥料を混和し箱に詰める方法（混和施肥、写真2）もある。

(3) 施肥量の決め方

育苗箱全量施肥は施肥窒素利用率が高いので（第2表）、施肥量は本田慣行栽培施肥量（基肥+追肥の合計窒素量）の6割程度を目安とする。箱当たりの施肥量は、10a当たりの使用箱数を考慮して決定する。第3表に、肥効調節型肥料の本田持ち込み量の換算表を示す。

第2表 肥料形態と施肥方法が基肥窒素利用率に及ぼす影響(移植水稻)

肥料	全層施肥	育苗箱全量施肥	備考
硫酸被覆尿素	23~33%	—	文献 ^{3),5),7),9),10)}
	61~67%	72~82%	

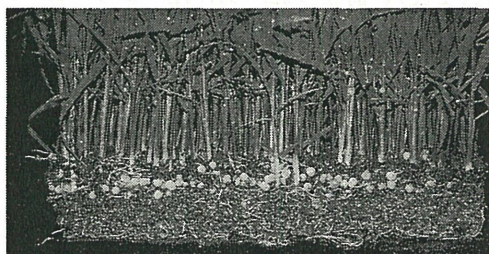


写真1 育苗箱への層状施肥状況
(白いのが被覆尿素)

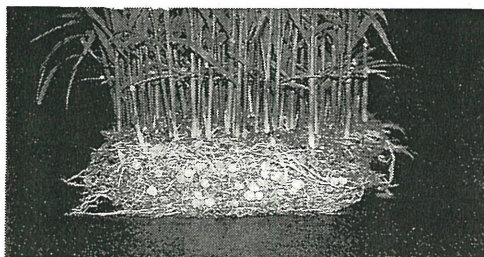


写真2 育苗箱への混和施肥状況
(白いのが被覆尿素)

第3表 1箱当たりの肥料現物量(g/箱)

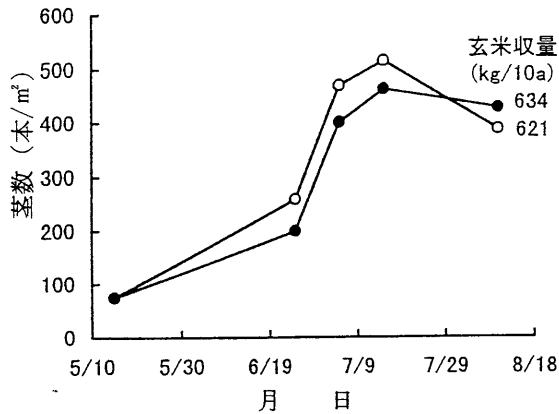
10a当たり窒素量(kg)	10a当たり使用箱数			
	20	25	30	35
3.0	375	300	250	214
3.5	438	350	292	250
4.0	500	400	333	286
4.5	563	450	375	321
5.0	625	500	417	357
5.5	688	550	458	393
6.0	750	600	500	429
6.5	813	650	542	464
7.0	875	700	583	500
7.5	938	750	625	536
8.0	1000	800	667	571
8.5	1063	850	708	607

(2) 育苗管理

育苗管理は慣行栽培と同じであるが、肥効調節型肥料は育苗期間中に約3%溶出するため窒素の追肥は不要である。

(4) 本田での生育の特徴と収量

肥効調節型肥料は、分けつ期である6月中の窒素溶出が少ないので、慣行施肥に比べて茎数は少なく推移する（第3図）。しかし、幼穂形成期以降窒素溶出量が多いため有効茎歩合が高まり、穂数は慣行施肥とほぼ同等となり収量も同程度となる。

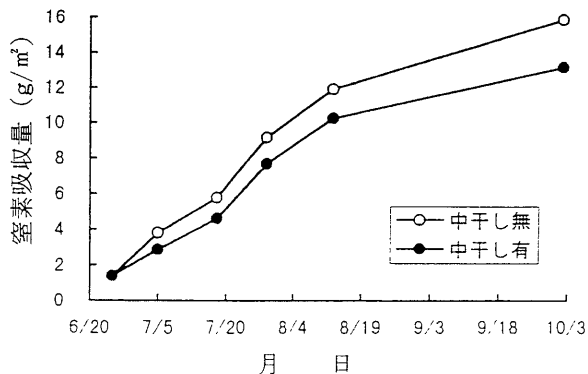


	基肥窒素 (kg/10a)	窒素追肥 (kg/10a)	
		幼穂形成期	減数分裂期
○慣行施肥	5	2	2
●育苗箱全量施肥	5.2(持ち込み)	0	0

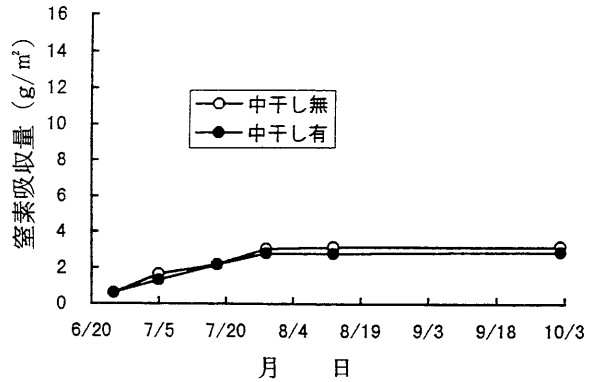
第3図 慣行施肥と育苗箱全量施肥による茎数の推移と収量(品種：あきたこまち、1993年)

慣行施肥の場合、本田において基肥が不均一に散布されることによる生育ムラが見られるが、育苗箱全量施肥は散布ムラが無いので、生育ムラはほとんど見られない。

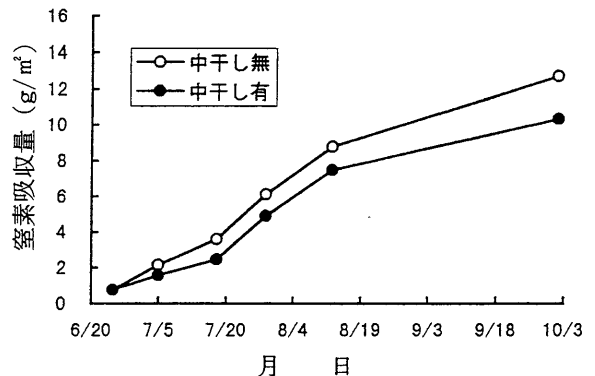
第4、5、6図に、育苗箱全量施肥による水稻の窒素吸収に及ぼす中干しの影響について、施肥由来窒素と土壌由来窒素に分けて示した。品種はあきたこまち、施肥量は窒素5 kg/10aである。中干しは、6月25日から7月17日まで行った。圃場は深さ1～2 cmの亀裂が入る程度に乾燥した。中干しによって、水稻の全窒素吸収量は抑制されたが(第4図)、施肥由来の窒素吸収量はほとんど変わらなかった(第5図)。一方、土壌由来の窒素吸収量は中干しにより減少した(第6図)。したがって育苗箱全量施肥においても中干しは水稻の全窒素吸収抑制に効果的であり、それは主として土壌窒素の吸収が減少するためである。



第4図 中干しが水稻の窒素吸収に及ぼす影響(品種：あきたこまち、1996年)



第5図 中干しが施肥由来窒素吸収に及ぼす影響(品種：あきたこまち、1996年)



第6図 中干しが土壌由来窒素吸収に及ぼす影響(品種：あきたこまち、1996年)

(5) 育苗箱全量施肥を用いた場合の留意点

1) 肥効調節型肥料取り扱いの留意点

①肥料を床土に混和して使用する場合、混和した時点から肥料窒素の溶出が開始するため、混和してから播種するまでの期間は2週間以内とする。

②肥料を混和した床土は残っても、次年度は肥料窒素が100%近く溶出しているため、床土として使用しない。

③肥料は空気中에서도吸湿し溶出を開始する可能性があるため、いったん封を切った肥料は次年度使用しない。

④播種機の覆土用ホッパーを用いて層状に施肥する場合、一部の覆土ホッパーでは施肥時に下のベルトと上の金属の押さえに挟まれ肥料の皮膜に傷がつき肥料窒素が溶出してしまう場合があるので、できれば市販の施肥専用ホッパーを使用する。

⑤肥料混和時や、播種機での作業時にコンクリート床に落ちた肥料は、足で踏まれることによって肥料の皮膜に傷がつき肥料窒素が溶出してしまう場合があるので拾って育苗箱にもどさない。

2) 育苗時、本田での留意点

①肥料は原則として中苗育苗(35日～40日育苗)で使用する。稚苗(20～25日育苗)、乳苗(7～8日育苗)

では育苗期間が短く積算地温が少ないため、本田での肥料窒素溶出が遅れる可能性がある。また、成苗（45日～50日育苗）では育苗期間が長く積算地温が多いため、温度管理を誤ると苗に濃度障害が発生する可能性がある。

②肥料はリン酸、カリ成分を含まないため、リン酸、カリの天然供給量が明らかに少ない土壌では本田で慣行量を施肥する。

③土壌中のリン酸、カリ含量が基準値以上であれば、概ね窒素の育苗箱全量施肥のみで良い⁸⁾。

④稲わらを全量圃場に還元している場合、土壌診断によって土壌養分量が基準値以上であれば、3年間はリン酸、カリの無施用でも水稻栽培に支障は無い²⁾。

⑤慣行施肥に比べ本田での初期生育が劣る場合でも、肥料窒素溶出の多くなる6月下旬以降の窒素追肥はしない。

5. 経済性

肥料の価格は化成肥料に比べて高いが、育苗時の窒素追肥と本田での追肥が省略できる他、施肥量が慣行施肥の約6割ですむため肥料費総額で慣行施肥に比べ約40%節減になる（第4表）。また、この他、育苗時の追肥、本田での基肥散布や追肥の散布に要する燃料費や労力が節約できる。これも金額に換算すればさらにコスト節減できる。

第4表 水稻の育苗箱全量施肥による肥料費の低減効果(試算)

(円/10a：25箱使用)

	化成肥料区	育苗箱全量施肥区
育苗基肥(化成肥料)	73円(N1.5g/箱)	49円(N1.0g/箱)
育苗追肥(硫安)	6円(N2.0g/箱)	
本田基肥(化成肥料)	3075円(N5.0kg/10a)	2388円(N200g/箱)
本田基肥(被覆尿素)		
本田追肥(硫安)	513円(N4.0kg/10a)	
計	3667円(100)	2437円(66)

6. おわりに

肥効調節型肥料を用いた接触施肥法は、その省力性、利用効率の高さから水稻以外の野菜、果樹等様々な分野での利用が試みられている。そこで多く用いられるのは地温に対して直線的に溶出するタイプの肥効調節

型肥料であり、その種類は数多く市販されている。しかし、シグモイドタイプの溶出特性を持つ市販の肥料の種類はまだ少ない。今後、育苗箱全量施肥を広く普及していくためにも、様々な溶出特性を持つシグモイドタイプの肥効調節型肥料の開発が必要であると考え

引用文献

- 1) 藤田利雄：ポリオレフィン系樹脂被覆肥料，新農法への挑戦，93-103，博友社，東京(1995)
- 2) 福岡尊央・加納英子・佐藤福男：水稻育苗箱全量施肥に対するリン酸・カリの施用方法，実用化できる試験研究成果（平成8年度試験研究成果），31-32，秋田県農業技術開発推進会議
- 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不耕起移植栽培，土肥誌，65，385-391(1994)
- 4) 金田吉弘・栗崎弘利・村井 隆：肥効調節型肥料による育苗箱全量施肥法（第1報）肥効調節型肥料の層状施肥，東北農業研究，47，115-116(1994)
- 5) 今野陽一・熊谷勝巳・神保恵志郎・上野正夫：育苗箱施肥による水稻の窒素全量基肥栽培，土肥講要集，41，297(1995)
- 6) 陽 捷行：大気環境，新農法への挑戦，25-40，博友社，東京(1995)
- 7) 小野剛志・高橋政夫・佐藤 健：寒冷地における緩効性窒素肥料の利用に関する研究(第11報)重窒素利用による吸収特性把握，東北農業研究，44，73-74(1991)
- 8) 水稻栽培における窒素肥料とりん酸・加里肥料との分離施用に関する試験，JA全農・肥料農薬部肥料技術普及部，東京，(1996)
- 9) 高橋政夫・小野剛志・佐藤 健：寒冷地における水稻移植及び湛水直播栽培の窒素吸収特性，日作東北支部報，34，89-90 (1991)
- 10) 上野正夫・熊谷勝巳・富樫政博・田中伸幸：土壌窒素と緩効性被覆肥料を利用した全量基肥施肥技術，土肥誌，62，647-653(1991)