

育苗箱施肥を利用した水稻の減化学肥料栽培*

笛木 伸彦** 今野 一男*** 田中 英彦****

水稻の減化学肥料栽培の確立を目的とし、被覆尿素肥料を用いた育苗箱施肥の問題点とその改善方法を検討した。育苗箱施用に最適な被覆尿素肥料は、苗の生育に障害を与えなかったことと、本田移植後の窒素溶出が早かったことから、LPS60(水温25℃条件下で30日間の窒素溶出量が極小で、その後30日間で80%が溶出するよう製造された)であった。LPS60による全量育苗箱施肥区の成熟期窒素吸収量は、窒素減肥条件でも全層施肥区とほぼ同程度であったが、生育初期～中期の窒素吸収量は劣る傾向にあった。一方、育苗箱施肥と側条施肥を組み合わせた区(以下、箱+側条施肥と略記)では、幼穂形成期～出穂期までの窒素吸収量が窒素減肥条件でも全層施肥区と同程度以上であった。箱+側条施肥区の窒素減肥率と収量指数の間には、1%水準で有意な負の相関があり、収量指数が100となる窒素減肥率は23%と推定され、また約20%の窒素減肥率では、白米中蛋白含有率は全層施肥区のそれを下回る傾向が認められた。

以上のことから、北海道のような寒地において育苗箱施肥を導入する場合、生育初期の窒素不足を補うために側条施肥と組み合わせることが合理的であり、この組み合わせによる窒素減肥率は20%程度が適切であった。

1. 結 言

北海道における水稻の施肥法は耕起後に肥料を散布し、さらに砕土・入水・代かきの手順を踏む全層施肥が基本とされてきた。全層施肥は窒素の利用率が表層施肥より高いものの、生育初期の養分吸収が劣るため生育は遅延し、冷害時の不稔発生を助長しやすい^{1, 2)}。また代かきや田植え時の落水に伴って肥料成分が系外へ流出することも指摘されている⁷⁾。一方、全層施肥に表層施肥を組み合わせた施肥法は、主に初期生育の改善を目的として1959年に開発されたが³⁾、表層施肥は脱窒等により窒素の利用率が低いことや、肥料成分が田面水に溶出しやすいこと⁴⁾などから、この技術は現在ほとんど普及されていない。

その後、機械移植時に苗横3cm、深さ3～5cmの作条に施肥する側条施肥技術が開発され^{5, 6)}、初期生育の安

定化に顕著な効果を挙げた。側条施肥は生育初期の肥効が高く、窒素、リン酸の減肥が可能とされ、また水質保全効果も高く、積極的な導入が求められているが、窒素肥沃度の低い水田では生育中期以降に肥料切れが生じる場合がある¹⁾。近年、初期の窒素溶出量がごく少ないシグモイド型溶出を示す被覆尿素肥料を播種時に育苗箱内に施用する育苗箱施肥法が開発された⁸⁾。この全量育苗箱施肥は全層施肥と追肥が省略でき⁹⁾、施肥窒素利用率がきわめて高く減肥が可能であり¹⁰⁾、これに伴う水質保全効果も期待される。しかし本技術は道内でほとんど実用化されていない。

現在、道内における施肥法は全量全層施肥、あるいは全層と側条の組み合わせ施肥が一般的であるが、さらに施肥効率がよく、環境負荷の少ない施肥技術の確立が求められている。このような観点から、本研究では新たな施肥体系を確立するために、育苗箱施肥を利用した水稻の減化学肥料栽培について検討し、収量性と産米品質を損なわない減化学肥料栽培が可能なることを明らかにした。

2. 試験方法

1) 育苗試験

試験は1996年から1998年の3カ年実施した。品種は「きらら397」、育苗培土は市販の人工培土(北海三共製粒状培土LL)を供試した。育苗箱施肥にはシグモイドタイプの窒素溶出特性をもつ被覆尿素肥料(窒素含有率

2000年7月31日受理

*本報の一部は、2000年度日本土壌肥料学会東京大会(2000-4)で発表した。

**北海道立中央農業試験場稲作部(現、北海道立十勝農業試験場, 082-0071 河西郡芽室町)

***同上(現、北海道立北見農業試験場, 099-1496 常呂郡訓子府町)

****同上(現、北海道立中央農業試験場岩見沢試験地, 069-0365 岩見沢市上幌向町)

40%)のうち、LPS40, LPS50, LPS60を用いた。本被覆尿素肥料は水温25℃条件下でそれぞれ20, 25, 30日間の溶出量が極小で、その後それぞれ20, 25, 30日間で80%が溶出するよう製造された。育苗方式は箱マット中苗(内径58×28×3 cm)とし、被覆尿素肥料を播種時に種籾の上または下に層状に施用した。育苗培土と被覆尿素肥料を混和する場合には、混和作業を播種直前に行った。被覆尿素肥料の施用量は箱当たり600g(窒素240g)、箱当たりの播種量は催芽籾で200mLとした。播種後はビニールハウス内において無加温で出芽させ、4月中旬～5月下旬まで33～37日間育苗した。灌水などの育苗管理は慣行と同様に行ったが、育苗期間中の追肥のうち、1.5葉期頃の追肥のみ(硫酸で箱当たり1 gN)を行い、2.5葉期頃の追肥は省略した。

2) 本田栽培試験

北海道立中央農業試験場稲作部の圃場で試験を実施した。稲わらは連年圃場から搬出されている。土壌は細粒質斑鉄型グライ低地土であり、作土の可給態窒素⁴⁾は100～120mgkg⁻¹である。試験圃場は慣行代かき条件とした。移植は6条乗用型施肥田植機を用いて5月下旬に実施した。栽植密度は25.5～28.9株m⁻²(条間33cm, 株間10.5～11.9cm)であった。

施肥処理はLPS60を用いた全量育苗箱施肥区、箱+側条施肥区(育苗箱施肥と側条施肥を組み合わせた区)、対照区(全量全層施肥区)および無窒素区を設定した。箱+側条施肥区の側条施肥には、1996年～1998年はペースト肥料(窒素, リン酸, カリとも含有率12%)を、1999年は粒状肥料(窒素, リン酸, カリとも含有率14%)を供試した。対照区の全層施肥には粒状化成肥料(窒素, リン酸, カリとも含有率14%)を供試した。第1表には本田における窒素施肥量を示した。

3) 調査・分析方法

(1) 被覆尿素肥料の窒素溶出率測定

被覆尿素肥料(LPS60)の現物10gをネットで包み、育苗期間中は育苗箱内に埋設した。このネットを育苗終了後に回収し、深さ5 cmの作土層に埋設して、経時的に回収後、ケルダール法により残存窒素量を測定して、埋設開始時の窒素量との対比から溶出率を算出した。

(2) 窒素吸収量の測定

水稻試料採取は各生育時期(幼穂形成期, 出穂期, 成熟期)に行い、乾物重を測定後窒素分析に供した。全窒素の定量は、ケルダール法により行った。なお、施肥窒素の利用率は以下に示すように差し引き法で求めた。

$$\text{利用率(\%)} = \frac{\text{窒素施用区の窒素吸収量} - \text{無窒素区の窒素吸収量}}{\text{窒素施肥量}} \times 100$$

(3) 育苗培土のpH(H₂O)とECの測定

育苗終了時の育苗培土を採取し、生土のまま測定した。pH(H₂O)は土:水比1:2.5, ECは土:水比1:5の割合とし、1時間振とう後にpHメータ, ECメータで測定した。

(4) 精玄米収量と玄米成分・玄米品質の測定

収量調査は成熟期に各試験区から50～60株刈り取り、はさ掛け後に脱穀・調整した。精玄米重は1.95mmの篩いで屑米を除いた玄米で、水分15%に補正して示した。白米中蛋白含有率は白米を粉碎した試料をインフラライザー(InfraAlyzer2000, BRAN+LUEBBE製)によって測定した。良質粒歩合は精玄米試料を品質判定機(RS-1000, 静岡製機製)を用いて測定した。

第1表 本田における窒素施肥量

年次	処理区	窒素施肥量*(kg ha ⁻¹)
1996年	対照区(全量全層施肥区)	80, 100
	全量育苗箱施肥区	68
	箱+側条施肥区	35+40=80, 33+29=62, 50+29=79
1997年	対照区(全量全層施肥区)	80, 100
	全量育苗箱施肥区	65
	箱+側条施肥区	20+23=43, 32+23=55, 30+43=73, 44+43=87
1998年	対照区(全量全層施肥区)	90
	全量育苗箱施肥区	60
	箱+側条施肥区	36+37=73, 25+37=62
1999年	対照区(全量全層施肥区)	90
	箱+側条施肥区	16+52=68, 27+52=79, 41+52=93

*側条施肥に用いた肥料は1996～1998年はペースト肥料, 1999年は粒状肥料

3. 試験結果

1) 被覆尿素肥料の種類と苗の生育障害の有無

第2表には被覆尿素肥料の種類、育苗終了時の被覆尿素肥料からの窒素溶出率、育苗終了時の苗の生育障害及び枯死状況を示した。LPS40及びLPS50を施用した場合は、苗の大部分が生育障害を受け、枯死した。これはLPS40及びLPS50からの窒素溶出率が育苗終了時でそれぞれ14.9%、17.9%と、LPS60の2.2~4.9%と比較して過剰であり、溶出した尿素がアンモニアに分解され、育苗培土のpH及びECが高まったためと推察された(第3表)。LPS60を施用した苗には生育障害は認められなかった。

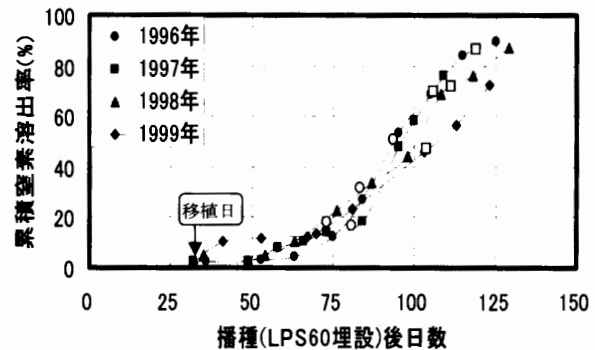
2) 被覆尿素肥料(LPS60)の施用位置が苗の生育及び移植後の窒素吸収量に与える影響

第4表にLPS60の育苗箱への施用位置の違いが苗の生育及び本田移植後の窒素吸収量に与える影響を示した。LPS60を種籾の上または下に層状に施用した場合は苗の生育に支障はなかった。しかし、育苗培土と混和して施用した場合は、苗の葉先がやや枯れる現象が認められた。成熟期の窒素吸収量は種籾の上に層状に施用した場合と、下に施用した場合とでは大差なかった。ただし、幼穂形

成期及び出穂期までの窒素吸収量は種籾の下に施用した場合はやや優った。育苗培土と混和した場合では、前二者と比較し生育期間全体を通じて窒素吸収量が劣った。

3) 被覆尿素肥料(LPS60)の窒素溶出パターン

第1図には育苗期間中および本田移植後のLPS60からの累積窒素溶出率を示した。4カ年の結果を概観すると、累積窒素溶出率は育苗期間で約2~5%とごく少なく、幼穂形成期までで約20~50%、出穂期までで約50~90%であった。



第1図 被覆尿素肥料(LPS60)からの累積窒素溶出率の推移
○；幼穂形成期 □；出穂期

第2表 被覆尿素肥料の種類と育苗終了時の苗の生育障害

年次	供試肥料*	施用位置	培土地温の 日平均積算値 (°C)	被覆尿素肥料 からの 窒素溶出率(%)	苗の生育障害 及び枯死
1996年	LPS40区	種籾の上	540	14.9	大部分に発生
	LPS60区	種籾の上	540	2.2	なし
1997年	LPS60区	種籾の下	571	2.7	なし
1998年	LPS50区	種籾の下	683	17.9	大部分に発生
	LPS60区	種籾の下	683	4.9	なし

*被覆尿素肥料の施用量は箱当たり現物600g (窒素換算240g)

第3表 育苗終了時の育苗培土のpHとEC(1998)

処理区*	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)
LPS50区	9.1	0.73
LPS60区	5.3	0.25

*被覆尿素肥料の施用量は箱当たり現物600g (窒素換算240g)

第4表 LPS60の施用位置と育苗終了後の苗の生育障害及び移植後の窒素吸収量(1997)

施用位置*	育苗終了後の 苗の生育障害	窒素施肥量** (kg ha ⁻¹)	窒素吸収量(kg ha ⁻¹)		
			幼穂形成期	出穂期	成熟期
種籾の上	なし	68	16	80	110
種籾の下	なし	65	18	82	109
培土と混和	葉先やや枯れ	70	13	75	102

*被覆尿素肥料の施用量は箱当たり現物600g (窒素換算240g)

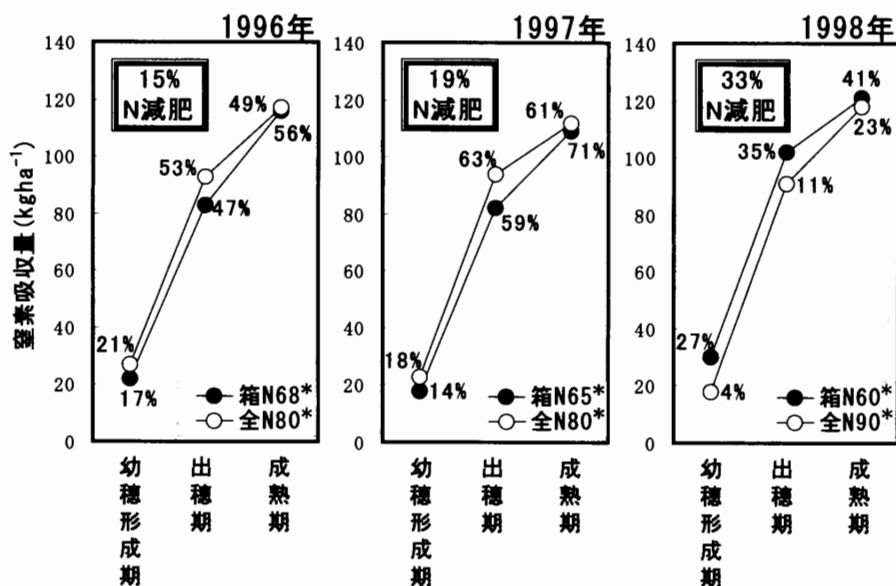
**育苗箱からの持ち込み (全量育苗箱施肥)

4) 全量育苗箱施肥区および箱+側条施肥区の窒素吸収量

第2図はLPS60の全量育苗箱施肥区と対照区における窒素吸収量の推移を示した。全量育苗箱施肥区は対照区に対して15~33%の窒素減肥条件であるにもかかわらず、成熟期までの窒素吸収量が3カ年を通じて対照区とほぼ同程度であり、施肥窒素利用率が高かった。しかし、幼穂形成期~出穂期までの窒素吸収量についてみると、1996年と1997年は全量育苗箱施肥区が対照区よりも低かった。このように、全量育苗箱施肥の生育初期~中期にお

ける窒素の利用率は年次によって異なるが、平均すると対照区よりも劣った。

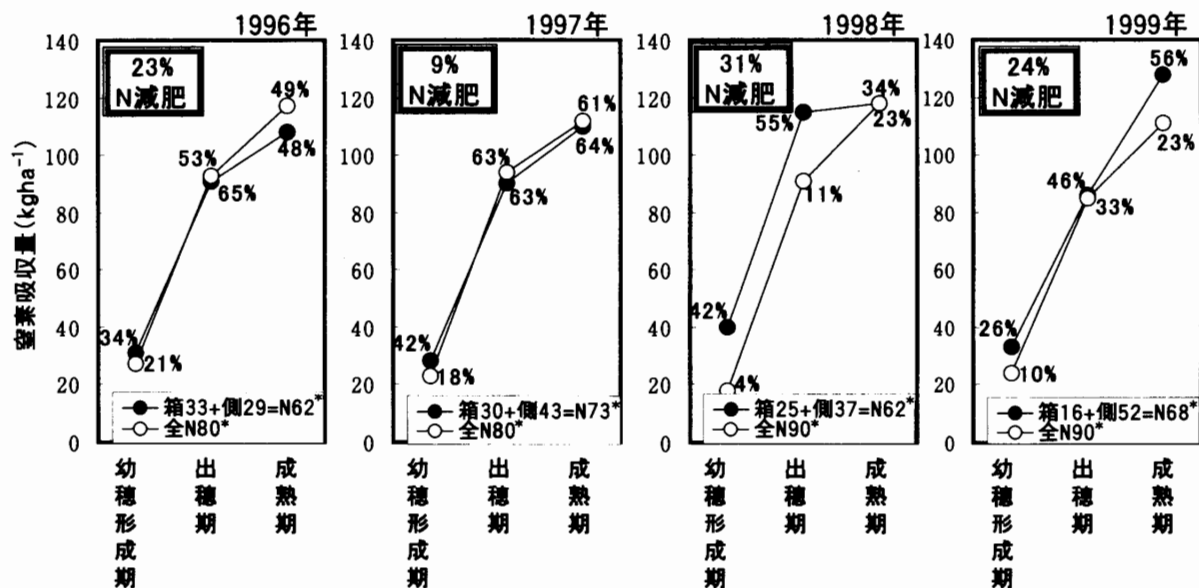
第3図は箱+側条施肥区と対照区の窒素吸収量の推移を示した。箱+側条施肥区は対照区に対して9~31%の窒素減肥条件であるにもかかわらず、4カ年を通じて幼穂形成期および出穂期までの窒素吸収量が同程度以上であった。成熟期までの窒素吸収量は対照区と比較して、1996年ではやや劣り、1997年と1998年では同程度、1999年では優った。



第2図 全量育苗箱施肥区の窒素吸収量の推移 (添え数字は施肥窒素利用率)

*箱N68は、育苗箱の窒素施肥量が68kg/haであることの略記、

*全N80は、全層の窒素施肥量が80kg/haであることの略記



第3図 箱+側条施肥区の窒素吸収量の推移 (添え数字は施肥窒素利用率)

*箱33+側29=N62は、窒素施肥量が育苗箱33kg/ha、側条29kg/ha、合計62kg/haであることの略記、

*全N80は、全層の窒素施肥量が80kg/haであることの略記

5) 窒素減肥条件での全量育苗箱施肥区および箱+側条施肥区の収量と玄米品質

第5表はLPS60を供試した全量育苗箱施肥および箱+側条施肥による窒素減肥区と対照区の収量, 玄米品質を示した。全量育苗箱施肥区は, 1998年の収量指数が104と対照区に優れたものの, 1996年および1997年で92と劣った。また, 白米中蛋白含有率(以下, 蛋白と略記)については対照区よりも3~7 gkg⁻¹高かった。良質粒歩合は1996年と1998年には対照区よりも5~9%高かったが, 1997年には5%低かった。

箱+側条施肥区の4カ年の収量指数は99~111であり, 9~31%の窒素減肥条件であるにもかかわらず対照区と同程度以上の収量であった。蛋白は対照区に対し1996年と1997年で同程度以下, 1998年と1999年では同程度かやや高かった。良質粒歩合は4カ年を通じて対照区よりも1~10%高かった。

6) 箱+側条施肥区における可能な窒素減肥率の推定

第4図は対照区に対する箱+側条施肥区の窒素減肥率と収量指数の関係を示した。窒素減肥率と収量指数の間には1%水準で有意な負の相関があり, この一次回帰式から箱+側条施肥区の収量指数が100となる窒素減肥率は23%と推定した。

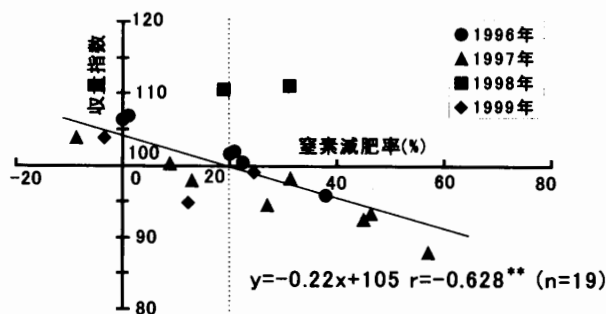
第5図は箱+側条施肥区の窒素減肥率と蛋白の差(箱+側条施肥区と対照区の蛋白の差し引き)の関係を示した。窒素減肥率と蛋白の差の間には5%水準で有意な負の相関があり, この一次回帰式から箱+側条施肥区の蛋白が対照区と同等になる窒素減肥率は14%と推定した。

第5表 全量育苗箱施肥及び箱+側条施肥による窒素減肥区の収量と玄米品質

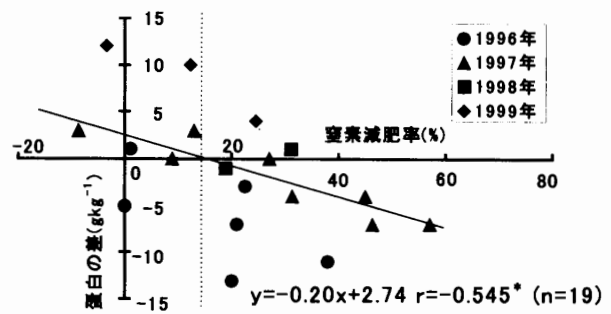
年次	処理区	窒素施肥量(kgha ⁻¹)			窒素 減肥率* (%)	収量(kgha ⁻¹)		蛋白** (gkg ⁻¹)	良質粒 歩合 (%)
		全層 施肥	育苗箱 施肥	側条 施肥		精玄米重	指数		
1996年	対照区	80				4390	100	77	70
	全量育苗箱施肥区		68		15	4050	92	82	79
	箱+側条施肥区		33	29	23	4410	100	74	80
1997年	対照区	80				3900	100	79	45
	全量育苗箱施肥区		65		19	3590	92	86	40
	箱+側条施肥区		30	43	9	3910	100	79	48
1998年	対照区	90				4530	100	88	85
	全量育苗箱施肥区		60		33	4720	104	91	90
	箱+側条施肥区		25	37	31	5030	111	89	86
1999年	対照区	90				4720	100	72	91
	箱+側条施肥区		16	52	24	4680	99	76	92

*対照区に対する窒素減肥率

**白米中蛋白含有率



第4図 箱+側条施肥による窒素減肥率と収量指数の関係



第5図 箱+側条施肥による窒素減肥率と蛋白の差(箱+側条施肥区の蛋白-対照区の蛋白)の関係

4. 考 察

育苗箱施肥法は佐藤・渋谷⁸⁾によって開発され、ついで金田ら¹¹⁾によって秋田県大潟村での不耕起移植のための実用技術として完成されたものである。この施肥法は①大規模経営にとって受け入れやすい安定技術であること、②根ぐされや地力ムラが軽減され、生育が均一になること、③窒素施肥量を慣行の50%まで節減できること、④田植え前後の繁忙期に、本田での施肥作業が不要となり、心理的にもかなりのゆとりができること等の利点から、大潟村の生産現場では1999年で約30%の普及率であり、数年後には50%に達するであろうと報告されている¹⁴⁾。

一方、育苗箱施肥法は被覆尿素肥料からの初期窒素の溶出を抑制しているために生育初期の窒素肥効が劣りやすいとの報告^{9, 15)}があり、またこの方法によって慣行栽培以上の収量が得られた例は稲わらすき込み湿田¹³⁾や不耕起移植水稻¹¹⁾などに限定されている。

北海道のような寒地では生育初期に窒素の肥効を高め、初期生育を向上することが、収量確保のみならず低蛋白米生産の観点からも重要である⁴⁾。したがって、育苗箱施肥の導入に際しては、苗の生育に支障がなく、できるだけ窒素の溶出が早い被覆尿素肥料を用いる必要がある。本報告における育苗試験の結果、育苗期間中に苗の生育障害が発生しなかったのはLPS60のみであり、これより溶出の早いタイプのLPS40、LPS50では苗が障害を受けた(第2表)。このことから、育苗箱施肥にはLPS60が苗の生育に支障がなく、かつ最も窒素溶出の早い被覆尿素肥料であることが明らかとなった。なおLPS60はLPS100、LPSS100など、いくつかの既往の報告^{10-13, 15)}で用いているものよりも窒素の溶出が早いタイプである。

被覆尿素肥料の苗箱への施用位置は、本試験の結果(第4表)が示すように、種籾の下に層状に施用するのが苗の生育および本田移植後の窒素吸収の両面からみて最も適していた。同様なことは熊谷¹⁵⁾も認めている。

LPS60を用いた全量育苗箱施肥区の試験結果は、全層施肥区と比較して窒素施肥量が15~33%少ない条件でも成熟期における窒素吸収量は同程度であった。これは育苗箱施肥が株元への接触施肥であることから、窒素の利用率が高いためと考えられ、類似したことがLPSS100を用いた愛知県の細粒質灰色台地土での試験結果¹⁰⁾やLPS100を用いた大潟村の細粒質強グライ土での試験結果¹¹⁻¹³⁾においても認められている。しかし、これらの報告¹⁰⁻¹³⁾より窒素溶出の早いLPS60を使用したにもかかわらず、生育初~中期における窒素の肥効が劣り(第2図)、加えて収量が低下し蛋白が高くなること(第5表)も、本試験において明らかとなった。前述のように、北海道

のような寒地では初期生育の促進がきわめて重要であるため、全量育苗箱施肥による減化学肥料栽培の確立は困難と考えられた。

一方、育苗箱施肥に側条施肥を組み合わせた箱+側条施肥区では、全層施肥区に対し窒素施肥量を9~31%減らしても、幼穂形成期~出穂期の窒素吸収量は全層施肥区と同程度以上であった(第3図)。これは幼穂形成期までの窒素供給が主に側条施肥によって確保されたこと、さらに出穂期までの窒素供給が主に被覆尿素肥料によって維持されたことによるものと考えられた。なお、成熟期の窒素吸収量は、全層施肥区よりも1996年にはやや劣り、1997、1998年は同程度、1999年には優った。出穂期から成熟期までの窒素吸収量(第3図)は、LPS60からの累積窒素溶出率(第1図)とほぼ対応していた。

箱+側条施肥区の精玄米収量は4カ年を通じて全層施肥区と同程度以上の結果が得られた(第5表)。今野ら¹⁶⁾は、精玄米収量が各窒素施肥法とも成熟期よりも出穂期の窒素吸収量と密接な関係を示すことから、出穂期の窒素吸収量が精玄米収量を左右する要因として重要であることを認めている。本試験における箱+側条施肥区は、窒素減肥条件でも出穂期までの窒素吸収量が全層施肥区と同程度以上であったため、収量が同程度以上になったものと考えられる。以上のことから、箱+側条施肥は全層施肥と同程度の収量を確保しつつ約20%の窒素減肥が可能であり、第4図はこれを裏付けるものであった。

稲津¹⁷⁾は登熟期間中の窒素吸収は蛋白を高めるとしており、本試験においても出穂期から成熟期までの窒素吸収量の大小と蛋白はほぼ対応することが認められた(第3図、第5表)。第5表に示すように、箱+側条施肥区の蛋白は全層施肥区に対し必ずしも低くなかったが、本試験における4カ年の結果(第5図)を総合的に判断すると、約20%の窒素減肥条件での箱+側条施肥における蛋白は全層施肥よりも下回る傾向にあるといえる。また箱+側条施肥による窒素減肥は、全層施肥よりも良質粒歩合が向上し(第5表)、不稔歩合が低下した¹⁸⁾。

以上のことから、北海道のような寒地において育苗箱施肥を用いて減化学肥料栽培を行う場合、生育初期の窒素不足を補うために側条施肥と組み合わせることが合理的であり、この組み合わせによる窒素減肥率は20%程度が適切と考えられた。なお、本試験の窒素施肥配分は側条の窒素施肥量を30~50kg ha^{-1} 程度とし残りを育苗箱施肥とした場合が良好であったように、側条施肥の割合を多くすることが重要である。ただし、生育後半の肥切れが起きやすい条件下では、側条の窒素施肥量を20~30kg ha^{-1} にとどめて育苗箱施肥の割合を増やすことが合理的である。

今後検討すべき事項として、育苗箱施肥窒素の土壤中

での拡散と分布，土壤窒素の無機化に及ぼす影響の解明が必要である。これまで，施肥した速効性肥料窒素は水稻に吸収利用されるほか，一部は有機化されて土壤に残留し，その後再無機化することが知られている¹⁹⁾。このことから，育苗箱施肥を長期にわたり継続したときの土壤窒素肥沃度の変動を追跡することが必要と思われる。

謝 辞：本研究を進めるにあたり，チッソ旭肥料株式会社には肥料を提供いただき，北海道三菱農機販売株式会社には側条施肥田植機を利用させていただいた。

本稿の執筆にあたり，中央農業試験場農業環境部能代昌雄部長，同農業環境部山神正弘副部長，同作物開発部佐々木忠雄副部長，および十勝農業試験場梶野洋一場長，同技術普及部稲津脩次長，同生産研究部栽培環境科東田修司科長には懇切な御校閲をいただいた。以上の各位に心から謝意を表する。

文 献

- 1) 北農会編．“北農・新耕種法シリーズ1 水稻”．北海道協同組合通信社．1993．p.67-71.
- 2) 石塚喜明，星野達三．“北海道の稲作”．北農会．1994．p.256-321.
- 3) 北海道農業試験場農芸化学部．“水稻の施肥法について”．農業技術普及資料，2(7)．1959．p.91-92.
- 4) 北海道農政部，北海道立農業試験場．“低蛋白米生産をめざした水田土壤窒素診断の手引き”．1998．p.5-19.
- 5) 北海道立上川農業試験場，北海道立中央農業試験場，北海道農業試験場，農業改良課．“施肥田植機による液体複合肥料の局所施肥に関する試験”昭和55年普及奨励ならびに指導参考事項．北海道農務部編．1980．p.353-364.
- 6) 北海道立中央農業試験場，北海道立上川農業試験場．“水稻に対する粒状化成の側条施肥効果”昭和59年普及奨励ならびに指導参考事項．北海道農務部編．1984．p.323-327.
- 7) 陽 捷行．“環境保全と農林業”．朝倉書店．1998．p.178-179.
- 8) 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．34，15-16(1991).
- 9) 工藤 篤．“苗箱全量基肥施肥栽培”．農業と科学．3月号，1-4(1998).
- 10) 池田彰弘，今井克彦，日置雅之．“愛知県における水稻の育苗箱全量基肥栽培の適応性”．愛知農総試研報．27，77-84(1995).
- 11) 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”．日土肥誌．65，385-391(1994).
- 12) 金田吉弘，土屋一成．“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率と気象変動の関係”．日土肥誌．68，112-115(1997).
- 13) 金田吉弘，土屋一成．“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”．日土肥誌．68，185-188(1997).
- 14) 庄子貞雄．“資材革命と農法革新”．農業と科学．1月号，14-17(2000).
- 15) 熊谷勝巳．“育苗箱内全量施肥法による水稻栽培”．農業と科学．4月号，1-6(1998).
- 16) 今野一男，宮森康雄．“異なる移植方式における水稻側条施肥の窒素肥効”．北海道立農試集報．72，1-9(1997).
- 17) 稲津 脩．“多様な水稻栽培方式における水田土壤肥料研究の現状と方向 6. 食味と土壤，施肥管理”．日土肥誌．69，88-92(1998).
- 18) 北海道立中央農業試験場，北海道立上川農業試験場．“育苗箱施肥による水稻の減化学肥料栽培”平成11年度北海道農業試験会議資料，p.18(2000).
- 19) 吉野 喬，出井嘉光．“水田土壤における施肥窒素の行方および窒素肥料の土壤無機化に及ぼす影響”農事試験報．28，91-113(1978).

Improvement of nitrogen recovery rate using Application of Fertilizer in Nursery Box on Rice Culture in Hokkaido

Nobuhiko FUEKI*, Kazuo KONNO** and Hidehiko TANAKA***

Summary

The objective of this study is to develop the efficient nitrogen-fertilizing method for rice culture in Hokkaido. The merits and demerits of Application of Fertilizer in Nursery Box with coated urea(AFNB) were investigated, and the experiments to improve on the flaws were conducted.

LPS60 is the most suitable one in three types of coated urea(LPS40, LPS50, LPS60) because it did not damage nurseries. Since the release rate of the other two types was too quick for nurseries to be injured.

Although the amount of nitrogen was decreased, nitrogen uptakes of rice plants at AFNB plot was almost equal to control plot where fertilizer was mixed in upper 0-15cm layer. That showed the high efficiency of the fertilizing method. However, nitrogen uptakes at ear premordia stage were tend to be less than control plot.

At AFNB+SD plot which was combined AFNB and Side-Dressing (AFNB+SD) for promotion of nitrogen uptakes at early growth stage, although the amount of nitrogen was reduced, nitrogen uptakes at ear premordia stage and heading stage, were almost equal or more to control plot.

There was a negative correlation between the rate of the amount of nitrogen decreased at AFNB+SD plot and the relative yield rate ($r=-0.628$, $n=19$, $p<0.01$). From this relationship, when the rate of the amount of nitrogen decreased at AFNB+SD plot was 23%, the yield was almost equal to control plot. And if the amount of nitrogen decreased by about 20%, the rice protein content at AFNB+SD plot tended to be lower than control plot.

As the result of this experiment, the combined Application of Fertilizer in Nursery Box and Side-Dressing was judged to be a useful method of nitrogen fertilizing method. If the fertilizing method was conducted, both decrease of the amount of nitrogen and decline of rice protein content could be possible. The most suitable rate of the amount of nitrogen decreased was estimated at about 20%.

*Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Iwamizawa, Hokkaido, 069-0365

Japan(present; Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082-0071 Japan)

**ibid(present; Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-1496 Japan)

***ibid(present; Hokkaido Prefectural Central Agricultural Experiment Station Iwamizawa Branch, Iwamizawa, Hokkaido, 069-0365 Japan)