緩効性肥料を用いた水稲栽培に関する研究②

新潟大学農学部附属農場
塚野治夫・荒木　肇

1．目的

当新通農場では、省力技術による低コストの安定稲作と環境型農業をめざしている。なかでも、肥培管理においては、肥効調節型の被覆肥料の利用を考えてきた。被覆肥料は窒素成分の溶出が地温に比例して緩やかに持続することから、濃度障害も出にくいとされている。そこで、稲作において、「追肥省略」型の施肥様式を考えた。本試験は各種ＬＰコートを苗箱に全量施肥する育苗法を用いることにより、移植後の栽培管理で追肥作業は省略可能と考え、稲作を基幹産業とする北陸地域において緩効性肥料の利用の可能性を検討する。

2．試験材料及び方法

試験は本学附属農場の灰色低地（埴土）の水田で行った。供試品種はコシヒカリを用いた。苗箱に用いたＬＰ肥料はLP100･LPS100、およびLPSS100で、それぞれ１箱当り521.7gを、慣行元肥に準じた10a当りN-4.8kgで23箱に均一混和した。播種は４月５日に行い、無加温育苗方式の34日苗とした。

移植方法は乗用田植え機(ヤンマー5条植え)を用いて、５月９日に行った。

試験区はLP100区・LPS100区・LPSS100区・硫安区・無肥料区・慣行区を設けた。（表-1参照）

表－１

施　肥	元肥量(kg/10a)ﾁｯｿ	穂肥量(kg/10a)ﾁｯｿ	全ﾁｯｿ量(kg/10a)
ＬＰ 100	育苗箱施用(23箱) 4.8	0	4.8
LPS 100	〃 4.8	0	4.8
LPSS100	〃 4.8	0	4.8
硫　安	圃場散布 4.8	0	4.8
無肥料	0	0	0
慣　行	燐加苦土安(12%) 4.8	穂肥特2号(15%) 2.5	7.3

施肥法は各種ＬＰ肥料区が元肥全量育苗箱施用で行ったのに対して硫安区は水田耕起前（移植前15日）に10a当りＮ－4.8kgを散布し、追肥は一切行わなかった。慣行区は元肥として燐加苦土安(12-18-16)をN4.8kg、穂肥として穂肥特２号(15-0-15)を７月23日と30日に分施法で2.5kgを施用した。

調査は１区10株・３反復で草丈と茎数の生育調査を行い、葉色はｸﾛﾛﾌｨﾙﾀｰ(ﾐﾉﾙﾀSPAD-502)で測定した。さらに、試験圃場の地温測定も期間中において行った。

収穫は９月25日に行い、収量調査は粒数計算法と坪刈り法で10a当り収量を求めた。

3．結果

(1)緩効肥料のＮ溶出

図-１に本学農学部土壌学教室の解析による、各種LPコートの窒素溶出パターンの予測値を示した。

新通における地温データーを元に作成されており、本試験の成績に大きな係わりを持つと考えている。

播種は４月５日で、地温測定は４月13日より行ったその結果、 LP100タイプの予測値は４月13日に溶出率1.3%の肥効発現を示した。以降、26日後の移植時で27.3%、78日後の最高分げつ期で55.5%、出穂18日前に当る100日後で66.5%、 収穫時期に近い９月11日は152日目に当り、予測溶出率は87.9%であった。LPSSはLP100に比べて肥効発現は90日ほど遅く７月11日より始まったと予測される。しかし、その後の溶出速度は早く、肥効発現後30日でおよそ50%の予測溶出率で、生育時期は出穂期であった。そして、収穫期の９月11日までの63日後で71.3%の予測溶出率であった。LP100は地温20℃前後でも溶出するのに対して LPSSは25℃前後で溶出が進むことが伺える。LPS100は基礎的データーの不足から参考値ながら図に示したものであるが、肥効発現は６月10日前後と予想され、９月11日ではLP100に近い数値を示した。

(2)苗質及び生育草丈の推移

移植時の苗質調査結果を表－２に示した。慣行苗は11.2cm、葉数3.5で稚苗としては葉令が進んでいた。ＬＰ肥料を育苗箱に施用した区ではLPSS100苗が草丈、14cm、葉数4.7と中苗以上に生育した。LP100苗とLPS100苗は草丈が10cmに満たなかったが移植作業に支障はなく、また、葉数も４前後で良質苗に生育した。

生育草丈は表－３と図－２に示したが、移植後21日の５月30日では無肥料区がやや低く、生育後期まで低く推移した。

無肥料区以外の区では生育期全般において大きな差はなく、最大草丈110cm以内でコシヒカリの草丈としては健全な立毛状態で収穫期に至った。

(3)茎数の推移

茎数の推移を表－４と図３に示したが、最高分げつ期の６月下旬では慣行区で33.9本とやや多目であったのに対してLPSS区とLP100区では27.1～28.4本で試験区全体のなかでは平均的であった。最も少ないのが、無肥料区で24.4本であった。

表-2　　移植時の苗質調査

	慣行苗	LP100苗	LPS100苗	LPSS100苗
草丈(cm)	11.2	9.6	9.5	14.0
葉数	3.5	3.8	4.2	4.7

有効茎歩合は無肥料区が82.4%でLP100区も82%と高かった。つづいてLPSS100区＞硫安区＞慣行区の順であった。

表-3　水稲草丈の推移

月日	LP100区	LPS100区	LPSS100区	硫安区	無肥料区	慣行区
5/30	20.6 ±0.7	20.0 ±1.1	22.1 ±1.1	19.1 ±0.4	18.5 ±0.5	21.1 ±0.5
6/24	42.9 ±0.3	42.9 ±0.4	42.6 ±0.7	43.9 ±0.8	40.3 ±0.7	45.9 ±0.8
7/22	71.6 ±1.1	70.9 ±0.6	70.5 ±1.2	71.0 ±1.0	64.8 ±0.9	72.5 ±1.5
8/20	108.2 ±1.6	104.0 ±1.3	106.1 ±0.1	112.0 ±1.2	104.2 ±1.2	111.3 ±0.4
収穫時	108.8 ±1.6	103.4 ±1.5	103.8 ±1.3	109.9 ±1.3	102.3 ±1.3	108.7 ±0.5

表-4　水稲茎数の推移

月日	LP100区	LPS100区	LPSS100区	硫安区	無肥料区	慣行区
5/30	4.8 ±0.1	5.3 ±0.4	5.6 ±0.2	5.1 ±0.1	4.8 ±0.2	4.8 ±0.4
6/24	28.4 ±0.2	29.8 ±2.6	27.1 ±0.3	29.9 ±0.9	24.4 ±1.4	33.9 ±1.4
7/22	27.1 ±0.7	27.4 ±1.0	25.7 ±0.3	28.2 ±0.5	23.3 ±0.5	30.6 ±0.6
8/20	23.5 ±0.3	22.6 ±0.6	21.1 ±0.5	22.3 ±0.6	19.5 ±0.1	22.0 ±0.4
収穫時	23.4 ±0.3	22.7 ±0.7	21.3 ±0.6	22.3 ±0.6	20.1 ±0.4	21.8 ±0.4
有効茎歩合(%)	82.0	76.2	78.6	74.6	82.4	64.3

(表-5)　水稲葉色の推移

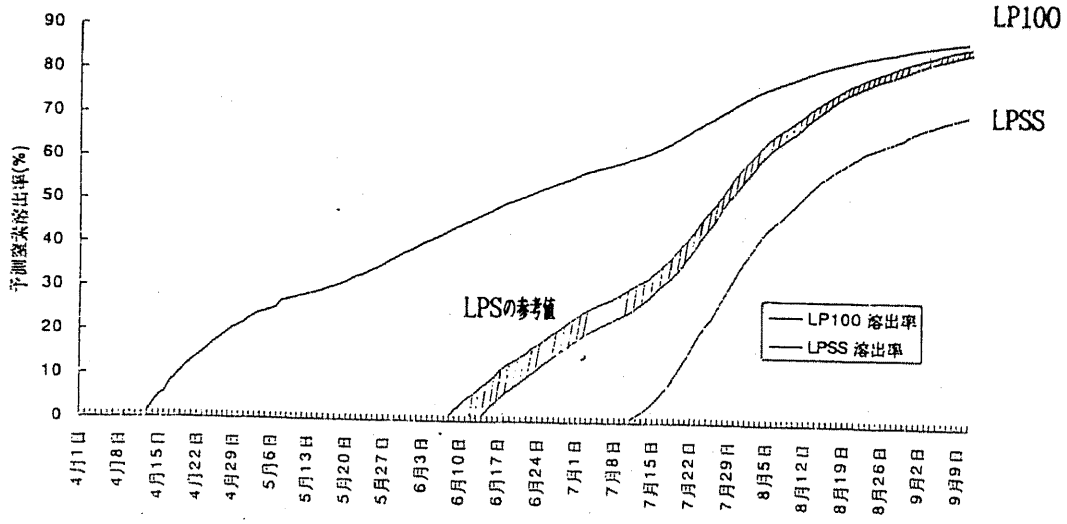
生育相的時期	月日	LP100区	LPS100区	LPSS100区	硫安区	無肥料区	慣行区
生育初期(田植え後21日)	5/30	34.6 ±0.6	33.1 ±0.6	33.8 ±0.8	33.1 ±0.3	32.1 ±0.3	
最高分げつ期	6/24	37.8 ±0.8	38.8 ±0.5	38.0 ±0.2	40.1 ±0.7	37.4 ±0.1	39.0 ±0.3
穂肥時期(出穂18日前)	7/22	30.0 ±0.5	29.3 ±0.4	28.0 ±0.2	28.0 ±0.2	25.8 ±0.4	28.1 ±0.5
穂揃い期(出穂12日)	8/20	30.1 ±0.4	29.1 ±0.3	29.7 ±0.2	35.8 ±0.7	34.3 ±0.7	30.0 ±0.2

葉緑素計はMINOLTA-SPAD-502を用いた

(4)葉色の推移

表－５と図４に葉色の推移を示した。それによると生育初期では各区ともほぼ同様な値であった。移植後46日目にあたる最高分げつ期では硫安区が最も濃かった。その他の区においても生育期間中で一番濃い値を示した。移植後73日目の穂肥時期では無肥料区が極めて淡かった。移植後102日目の穂揃い期では硫安区と無肥料区で特に濃かったがLP肥料の各区は慣行区とほぼ同様な濃さであった。

新通農場における各種被覆肥料の予測窒素溶出率



表－6　　収量及び収量構成要素

試験区	穂数／株（本）	籾数／穂（粒）	稔実歩合（%）	登熟歩合（%）	籾ワラ比	千粒重（g）	玄米収量（kg/10a）	坪刈による玄米収量（kg/10a）
LP 100区	23.7a	70.3ab	92.1a	86.2a	1.08b	22.9c	636.6acb	638.1 a
LPS 100区	22.3a	71.4ab	91.6a	86.2a	1.04bc	22.6c	597.9ace	549.3 bc
LPSS100区	21.7ab	69.5a	91.2a	85.5a	1.08b	22.7c	565.4ace	595.3 ab
硫安区	21.3ab	73.8a	91.5a	87.4a	1.12ab	24.5a	665.8ab	539.0 bc
無肥料区	19.3b	73.2a	92.7a	89.2a	1.19a	24.6a	602.9a	625.7 a
慣行区	21.0ab	63.6b	91.1a	86.2a	1.11ab	23.5b	577.6ac	586.8 ab

※栽植密度：1㎡当り19.43株　　※調査：区当り10株3反復　　※表中のアルファベットはダンカン検定(5%)による

(5)収量と収量構成要素

収量および収量構成要素の調査結果を表－6に示した。10a当り収量は粒数計算法と坪刈法により求めたが、硫安区の収量は粒数計算法で665.8kgと最も多収であったが坪刈法との間で見ると大きな差が生じた。LP100区ではいずれの計算法でもおよそ637kgと多収であった。つづいて無肥料区でも600kg以上の成績を残した。その他の区では549kg～597.9kgとコシヒカリの収量としては安定していた。

LP100区の多収要因としては穂数確保が考えられ、硫安区と無肥料区では登熟歩合と千粒重の成績が起因したものと思われる。

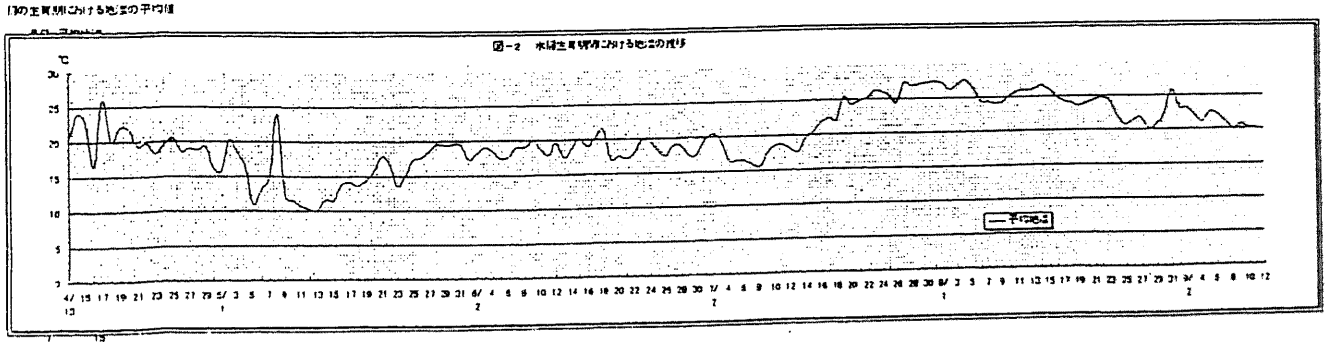
1穂籾数では慣行区が63.6粒にとどまり一番少なかった。稔実歩合は全試験区で90%以上、登熟歩合も85%以上と高かった。籾ワラ比は硫安区と無肥料区で健全な数値を示した。

坪刈による10aあたり玄米収量はLP100区が638.1kg続いて無肥料区；625.7kg ＞LPSS区；595.3kg ＞慣行区：586.8kg ＞LPS100区；549.3kg ＞硫安区;539.0kgであった。

4．考察

新通農場における地温測定の結果を図－2に示したが、それによると、4月の育苗期間では被覆材による保温効果のため地温は比較的安定していたことが伺える。5月の移植時期は低温傾向にあり、中旬まで続いた。地温は7月の中旬でようやく20℃以上になり、安定してきた。7月下旬から8月中旬にかけては25℃前後で推移した。このような気候条件のなかで各種のLPコートの窒素溶出が水稲コシヒカリにどのように影響するのか、土壌学教室より窒素溶出率を予測値として調べて頂いた。その結果、LP100は4月13日の肥効発現後100日で66.5%、生育期間5ヶ月間で87.9%であった。これに対してLPSSは肥効発現が90日遅くなり、7月11日であった。しかし、発現後は30日目で50.0%63日後で71.3%のの予測溶出率になり、溶出速度の性質に大きな違いがあった。葉色の濃淡は窒素濃度や窒素溶出速度との関連性が極めて深いことから、栽培技術のうえで大きな目安になっている。コシヒカリの慣行栽培では出穂20日前でｽﾊﾟｯﾄ測定値31が安定的であると言われていることから、本試験における成績のなかではLP100区の葉色と窒素溶出予測が最も望ましいと考える。水稲にとっての好気象条件は地域や品種によって違いがあると考えるが、当附属農場の土性のもとでのコシヒカリ栽培には1996年の気象条件が、LP100肥料の窒素溶出に適当であったと言える。

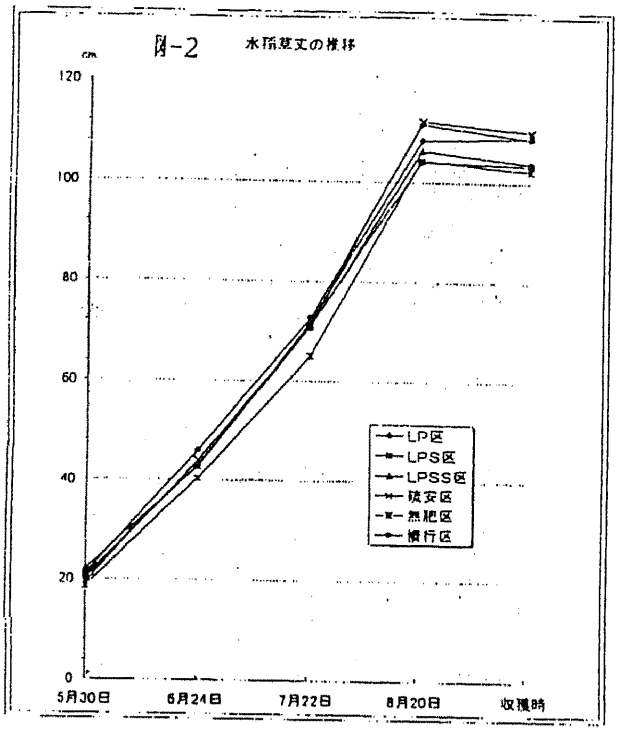
以上のことから、LP肥料を育苗箱中に全量元肥として施肥する方法は減肥効果があり、環境に優しい農業として、ひとつの考え方を示唆している。しかし、実際に連年施用を続けた場合には地力減退も懸念されることから、1997年度において更に、複数品種を用い、実規模面積で地力試験を行ってみたい。



水稲茎丈の推移

単位：cm

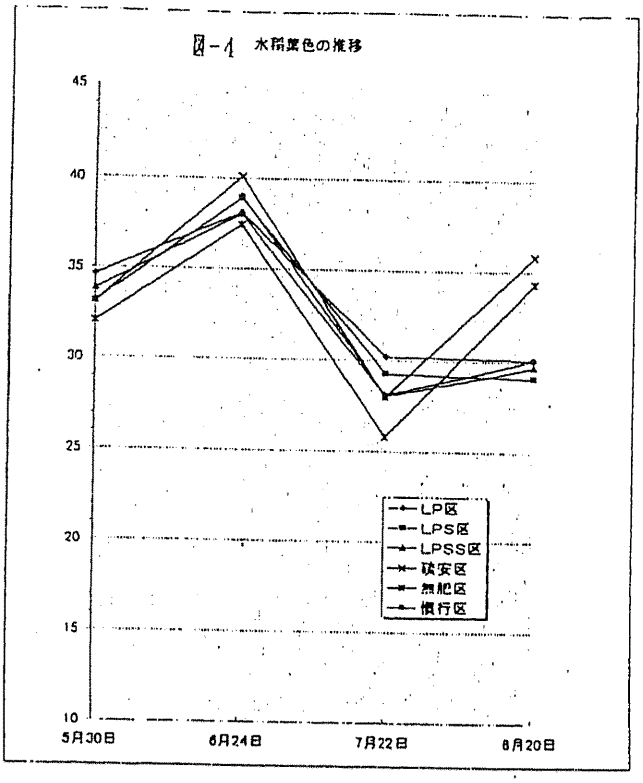
	LP区	LPS区	LPSS区	硫安区	無肥区	慣行区
5月30日	20.6	20	22.1	19.1	18.5	21.1
6月24日	42.9	42.9	42.6	43.9	40.3	45.9
7月22日	71.6	70.9	70.5	71	64.8	72.5
8月20日	106.2	104	106.1	112	104.2	111.3
収穫時	100.8	103.4	103.8	109.9	102.3	108.5



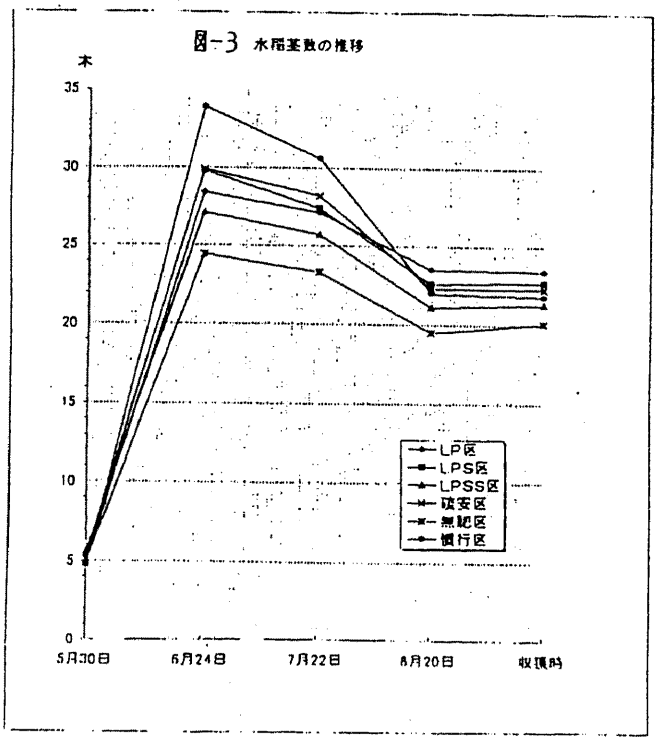
水稲葉色の推移

単位：cm

	LP区	LPS区	LPSS区	硫安区	無肥区	慣行区
5月30日	34.6	33.1	33.8	33.1	32	
6月24日	38.1	38.9	38	40.1	37.4	39
7月22日	30.2	29.3	28	28	25.8	28.1
8月20日	30.1	29.1	29.7	35.6	34.3	30.1



水稲茎数の推移

単位：本

	LP区	LPS区	LPSS区	硫安区	無肥区	慣行区
5月30日	4.8	5.3	5.6	5.1	4.8	4.8
6月24日	28.4	29.8	27.1	29.9	24.4	33.9
7月22日	27.1	27.4	25.7	28.2	23.3	30.6
8月20日	23.5	22.6	21.1	22.3	19.5	22
収穫時	23.4	22.7	21.3	22.3	20.1	21.8