

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

誌名	山口県農林総合技術センター研究報告
ISSN	21850437
著者名	中司,祐典 木村,晃司 有吉,真知子
発行元	山口県農林総合技術センター
巻/号	1号
掲載ページ	p. 56-70
発行年月	2010年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」 における施肥の効率化

中司祐典・木村晃司*・有吉真知子

Method of fertilizer application to save labor in wheat cultivar
"Nishinokaori" cultivation

Masamichi NAKATSUKASA, Koji KIMURA and Machiko ARIYOSHI

Abstract. This study was conducted to establish a method of fertilizer application to save labor in wheat cultivar "Nishinokaori" cultivation, using controlled-release fertilizer. The non-split application of controlled-release fertilizer with the same amount of nitrogen of conventional fertilizing resulted in the yield and the grain protein content equal to those obtained by the conventional fertilizing. The yield was increased by the controlled-release fertilizer that released much amount of nitrogen from early March to mid-April. On the other hand, the grain protein content was increased by the controlled-release fertilizer that released much amount of nitrogen from early April to late May. Besides, topdressing at panicle formation stage by the linear type controlled-release fertilizer with total amount of nitrogen similar to conventional topdressing at panicle formation stage and anthesis time resulted in the grain protein content equal to this in the conventional topdressing.

Key Words : Coated urea, controlled-release fertilizer Grain protein content,
Non-split application, Topdressing at the anthesis time

キーワード : 被覆尿素、開花期追肥、緩効性肥料、子実タンパク質含有率、全量基肥

緒 言

パン用小麦「ニシノカオリ」では、収量確保のための穂肥重点施肥の徹底と、加工適性の向上や「たんぱく」基準値達成のための開花期追肥が、栽培上のポイント(木村ら 2008)として指導されている。その一方で、担い手の大規模化などに伴い、施肥についても省力化が強く求められている。特に開花期追肥は従来品種では行っていなかった作業であり、コストはもちろん、精神面も含めた負担感が増し、作付け拡大の阻害要因の一つになっている。「ニシノカオリ」

*現在:農業振興課

は山口県初の硬質品種として需要が着実に伸び、供給量が需要量を満たせない状況が続く中、開花期追肥の省略を含めた施肥の効率化を急ぐ必要が生じている。

そこで、収量と品質が高位安定化する効率的施肥法として、被覆尿素入り複合肥料(以下、緩効性肥料)の基肥や穂肥での利用を検討し、一定の知見を得たので報告する。

なお、本試験については、全国農業協同組合連合会の肥料委託試験として実施し、成績検討会等においてご助言等いただくとともに、試験用肥料については、チッソ旭肥料株式会社(現ジェイカムアグリ株式会社)、セントラル合同肥

料株式会社、宇部興産農材株式会社（現エムシー・ファーティコム株式会社）から御提供いただいた。また、小麦の試験製粉および小麦粉品質調査については、(独)農研機構・近畿中国四国農業研究センター小麦研究グループに依頼した。ここに記して深く感謝の意を表す。

材料および方法

緩効性肥料は、基肥時または穂肥時にタイプの異なるものを施用し、「ニシノカオリ」の生育、収量、子実タンパク質含有率などへの影響を調査するとともに、全量基肥施用では施肥量についても検討した。

1 供試肥料

第1表に示すとおり、25～30日タイプの被覆尿素を主体とし、窒素成分のうち速効性を0～50%含む緩効性肥料を供試した（以下、各試験とも肥料名は第1表による）。供試肥料は試作改良品であるユートップ①改を除き、県内外で市販されているか、市販の製品と構成が類似のものとした。

第1表 供試した緩効性肥料

肥料名(区名)	窒素成分のうち、速効性と被覆尿素的構成割合
LP ①	速効性:LP30=48:52 ^z
LP ②	速効性:LP30:LPS30=40:40:20
LP ③	速効性:LP30:LPS40=40:40:20
LP ④	速効性:LP20=48:52
セラコート①	速効性:R25=40:60
セラコート②	速効性:R25:R30=40:45:15
セラコート③	速効性:R25=0:100
ユートップ①	速効性:U30:U50=50:37:13
ユートップ①改	速効性:U30:U50=35:48:17
ユートップ②	速効性:U30=50:50

^z被覆尿素的溶出パターンは、LP20、LP30、R25がリニア型、その他がシグモイド型で、被覆尿素的名の数字は地温25℃で80%が溶出するまでの日数を表す。
被覆尿素的名のLPはLPコート、RはセラコートR、Uはユートップの略

第2表 供試ほ場の化学性

ほ場	調査の前作	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	CEC (me/100g)	備考
64号田	水稻	0.13	1.3	2.2	9.9	'06年播種前調査
25号田	水稻	0.16	1.7	3.0	11.6	"
"	大豆	0.16	1.5	2.6	10.9	"
48号田	大豆	0.15	1.6	2.7	11.3	'07年播種前調査
(参考)環境基礎調査 ^z		0.22	2.1	3.6	12.9	

^zいずれのほ場も礫質灰色低地土・砂壤土

^y環境基礎調査は'93～'97の平均値(県内200ほ場)

2 緩効性肥料の全量基肥施用(慣行同量施肥)試験

2003～2005年度に、山口県農業試験場(山口市大内御堀、現山口県農林総合技術センター)内の同一圃場(64号田)で小麦品種「ニシノカオリ」を供試(以下、各試験とも「ニシノカオリ」)して試験を行った。供試圃場は化学性がやや劣り(第2表)、3か年とも前作は水稻で、稲わらは全量すき込みとした。播種期とa当り播種量は、2003年度が11月18日で0.5kg、2004年度が11月22日で0.7kg、2005年度が11月25日で0.7kgとした。

播種は耕起後当日または翌日に、トラクタでサイドリッジヤを装着したドリルシーダを牽引して耕うんおよび畦立てと同時にを行った。畦幅は1.5mで1畦4条とし、畦上の条間は2003年度では各25cm、2004年度では25、30、25cm、2005年度では20、40、20cmとした。なお、播種法は以下の各試験とも同様に行い、2006年度以降の畦上条間は2005年度と同様である。

施肥は、播種前日～当日の耕起後播種前に全面に散布して行い、試験区は第3表のとおりとした。慣行区として基肥、分けつ肥(1月下旬)、

穂肥(3月上旬)および開花期追肥(4月下旬～5月上旬:出穂期後7日頃)を速効性肥料で分施し、a当り窒素施肥量を2003年度はそれぞれ0.5、0.2、0.2、0.4の計1.3kg、2004と2005年度は0.4、0.2、0.4、0.2の計1.2kgとした。肥料は基肥では燐加安44号(N、P₂O₅、K₂Oの含有率がそれぞれ14%、17%、13%)、分けつ肥、穂肥では燐加安V550(同15%、5%、20%)、開花期追肥では硫安(2003年度)または尿素(2004、2005年度)を使用した。これに対し、試験区は緩効性肥料の全量基肥施用とし、供試肥料はLP①(2003年度)、LP②、③(2004、2005年度)、セラコー

ト①、②およびユートップ①、②で、施用量は慣行区の窒素総量と同じになるようにした。さらに、慣行区の開花期追肥を省略する分施（なし）区を設けた。P₂O₅とK₂Oは各区の施用量が等しくなるよう、不足分を重焼燐と塩化加里で補正し、以下、緩効性肥料に関する試験は全て同様にした。

生育中の管理としては、2月中旬頃に中耕（畦中央の条間のみ）、出穂期後に本県防除基準に準じて赤かび病の防除を行い、以下の各試験も同様とした。

1区面積は21～29m²で2反復とした。調査は、原則として小麦調査基準（1986. 農業研究センター）に準じて行い、これに抛らない項目は図表の脚注に調査方法などを記した。茎数、穂数調査は生育中庸な同一地点（1.5m²）で行い、収量調査は6m²を刈り取って行った。調査方法は収量調査の刈り取り面積を除き、以下の各試験とも同様とした。

3 緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験

2003～2005年度に、「2）緩効性肥料の全量基肥施用試験」のユートップ②の施用量を、2003年度は23%削減（a 当り窒素施肥量1.0kg）、2004と2005年度は25%削減（同0.9kg）する減肥区を設けた（第4表）。

さらに、2006と2007年度は、水稻跡と大豆跡の

圃場において、試作改良した緩効性肥料を主体に検討した。

2006年度は、当年夏作で1圃場を仕切って水稻と大豆を作付けた場内25号田（2003年度：水稻、2004～2005年度：大豆、第2表）と夏作水稻の64号田で試験を行った。圃場および前作ごとに、a 当り窒素1.2kgを分施する慣行区を設け、25号田ではユートップ①とユートップ①の速効性窒素を減らし、緩効割合を高めた試作改良品ユートップ①改を、64号田ではセラコート①を供試し、それぞれ慣行区の窒素総量と同量の標肥区と25%削減し0.9kgとした減肥区を設けた（第5表）。

2007年度は、水稻跡の64号田と大豆跡の48号田（前年度水稻、第2表）で試験を行った。64号田では、a 当り窒素1.2kgを分施する慣行区に対してユートップ①とユートップ①改を供試し、慣行区の窒素総量と同量を施用する標肥区と、ユートップ①改では25%削減して0.9kgとした減肥区とを設けた。大豆跡の48号田では、慣行区の基肥を半減して、a 当り窒素を1.0kgとした。試験区は、ユートップ①とユートップ①改および被覆尿素100%であるセラコート③を供試し、各肥料とも慣行区の窒素総量と同量の標肥区と、25%削減し0.75kgとした減肥区とを設けた（第6表）。

1区面積は21～49m²で2反復、収量調査の刈り取り面積は6.0～6.8m²とした。

第3表 「緩効性肥料の全量基肥施用（慣行同量施肥）試験」の試験区構成（2003～2005年度）

区名	施肥体系 (窒素施肥量 kg/a)	施肥量計 kg/a
L P ① ('03)	全量基肥施用 (1.2～1.3)	1.2～1.3 (慣行同量)
L P ② ('04, '05)		
L P ③ ('04, '05)		
セラコート ①		
セラコート ②		
ユートップ ①		
ユートップ ②		
分施 (なし)	穂肥まで慣行と同じ(開花期追肥なし)	0.9～1.0
慣行 ('03)	基肥 (0.5) - 分けつ肥 (0.2) - 穂肥 (0.2) - 開花期追肥 (0.4)	1.3
慣行 ('04, '05)	基肥 (0.4) - 分けつ肥 (0.2) - 穂肥 (0.4) - 開花期追肥 (0.2)	1.2

第4表 「緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験」の試験区構成（2003～2005年度）

区名	施肥体系 (窒素施肥量 kg/a)	窒素施肥量 kg/a
ユートップ ②	全量基肥施用	1.2～1.3 (慣行同量)
ユートップ ② 減肥		
分施 (なし)	穂肥まで慣行と同じ(開花期追肥なし)	0.9～1.0
慣行 ('03)	基肥 (0.5) - 分けつ肥 (0.2) - 穂肥 (0.2) - 開花期追肥 (0.4)	1.3
慣行 ('04, '05)	基肥 (0.4) - 分けつ肥 (0.2) - 穂肥 (0.4) - 開花期追肥 (0.2)	1.2

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

第5表 「緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験」の試験区構成(2006年度)

ほ場 NO.	前作	区名 (肥料名) (施肥量)	施肥体系 (窒素施肥量kg/a)	窒素施肥量 kg/a
25	水稲・大豆	ユートップ① 標肥	全量基肥施用	1.2
		ユートップ①改 減肥		0.9
		ユートップ①改 標肥		1.2
		慣行 減肥		0.9
		慣行	基肥(0.4)-分けつ肥(0.2)-穂肥(0.4)-開花期追肥(0.2)	1.2
64	水稲	セラコート① 標肥	全量基肥施用	1.2
		セラコート① 減肥		0.9
		慣行		基肥(0.4)-分けつ肥(0.2)-穂肥(0.4)-開花期追肥(0.2)

第6表 「緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験」の試験区構成(2007年度)

ほ場 NO.	前作	区名 (肥料名) (施肥量)	施肥体系 (窒素施肥量kg/a)	窒素施肥量 kg/a
64	水稲	ユートップ① 標肥	全量基肥施用	1.20
		ユートップ①改 減肥		1.20
		ユートップ①改 標肥		0.90
		慣行 減肥		1.20
		慣行	基肥(0.4)-分けつ肥(0.2)-穂肥(0.4)-開花期追肥(0.2)	1.20
48	大豆	ユートップ① 標肥	全量基肥施用	1.00
		ユートップ① 減肥		0.75
		ユートップ①改 標肥		1.00
		ユートップ①改 減肥		0.75
		セラコート③ 標肥		1.00
		セラコート③ 減肥	0.75	
		慣行	基肥(0.2)-分けつ肥(0.2)-穂肥(0.4)-開花期追肥(0.2)	1.00

第7表 「緩効性肥料の穂肥時施用試験」の試験区構成

試験年度	区名	穂肥 時期	施肥体系(窒素施肥量kg/a)				
			基肥	分けつ肥	穂肥	開花期追肥	計
2003	ユートップ②穂肥	3上	0.5	0.2	0.6	-	1.3
	分施(なし)	3上	0.5	0.2	0.2	-	0.9
	慣行	3上	0.5	0.2	0.2	0.4	1.3
2004	LP①穂肥	3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2
	分施(なし)	3上	0.4	0.2	0.4	-	1.0
	慣行	3上	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2
2005	LP①穂肥	3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2
	セラコート①穂肥	3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2
	分施(なし)	3上	0.4	0.2	0.4	-	1.0
	慣行	3上	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2
2006	LP④穂肥	2中・3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2
	セラコート①穂肥	2中・3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2
	慣行	3上	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2

4 緩効性肥料の穂肥時施用試験

2003～2005年度に、慣行区および分施(なし)区に対して、分けつ肥までを慣行区と同一の施肥とし、3月上旬の穂肥時に慣行区の穂肥と開花期追肥を合わせたa当り0.6kgの窒素量を、緩効性肥料で施用する試験区を設けた。さらに、2006年度には、施用時期を3月上旬(3月2日)と2月中旬(2月15日)の2時期とした。緩効性肥料として、2003年度はユートップ②、2004年度はLP①、2005年度はLP①とセラコート①、2006年度はLP④とセラコート①をそれぞれ供試した(第7表)。

圃場はいずれも水稲跡の64号田を用い、1区面積は21～29㎡で2反復、刈り取り面積は6.0～6.3㎡とした。

5 被覆尿素の溶出試験

上記2～4試験の各年度において、供試した緩効性肥料を構成する被覆尿素を2.5g(ユートップは1g)ずつナイロン製の網袋に入れ、2.0mmの篩を通過した供試圃場の土と混和した後、麦条間の深さ5cm程度の位置に埋設した。埋設圃場は2～4試験と同一で、2圃場供試した2006年度は25号田、2007年度は64号田とした。埋設時期は基肥試験では播種直後、穂肥試験では施肥同日とした。埋設した被覆尿素は1回につき3袋ずつ、成熟期まで適宜掘り出し、ケルダール法により残存窒素量を測定し、埋設前の測定値との差から溶出量を算出した。

結果

1 気象および生育の概況

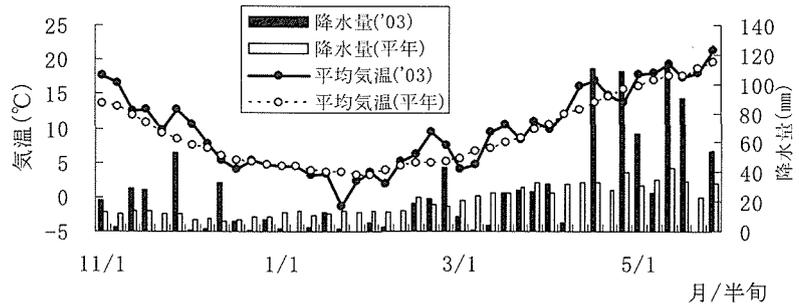
各試験年度における小麦生育期間の気象（山口市）を第1～5図に示した。気象の概況と生育の特徴は次のとおりである。

2003年度は、出芽後2月上旬頃までやや低温・少雨傾向で、初期生育はやや遅れ気味であったが、1月下旬以降の分けつ発生は旺盛であった。出穂期以降の降水量が多く、充実不良により品質が低下した。

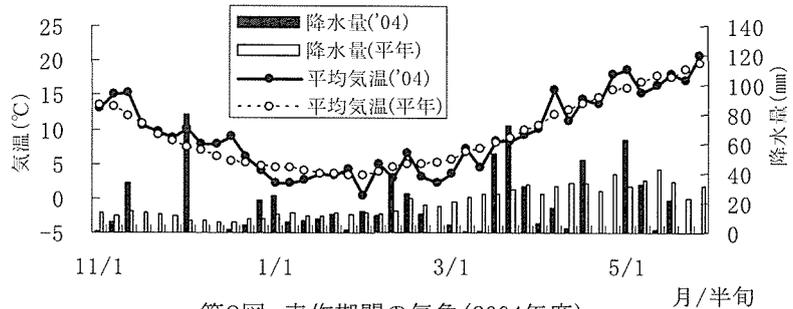
2004年度は、年内が高温に推移し、初期生育は順調であった。12月末から3月は低温で推移し、また、雨や雪の日が多く、一部で湿害が発生した。4月以降は少雨多日照で登熟が優れたが、穂数、1穂粒数とも少なく収量水準はやや低かった。

2005年度は、播種後1月上旬まで極端な低温が続き、出芽や分けつの開始が遅れた。その後3月までの気温は概ね平年並で雨や雪の日が多く、圃場は湿潤な状態が続いた。最高分けつ期は遅く、最高茎数は2004年度並に少なかった。4～5月は多雨寡日照であったが、成熟期前2週間はほとんど降雨がなかった。出穂期、成熟期は試験期間中で最も遅かった。

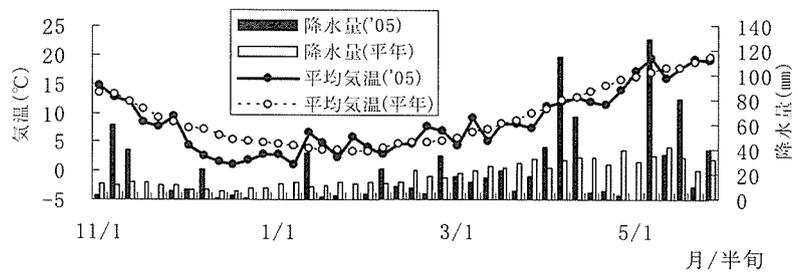
2006年度は、播種後の高温で出芽・初期分けつの発生とも順調であった。年明け後も3月1半旬まで高温で、2月の月平均気温は平年より3℃以上高かった。このため、分けつの発生は旺盛で、2月中旬には最高分けつ期に達した。年明け後成熟期までは少雨多日照傾向で推移したため、湿害は



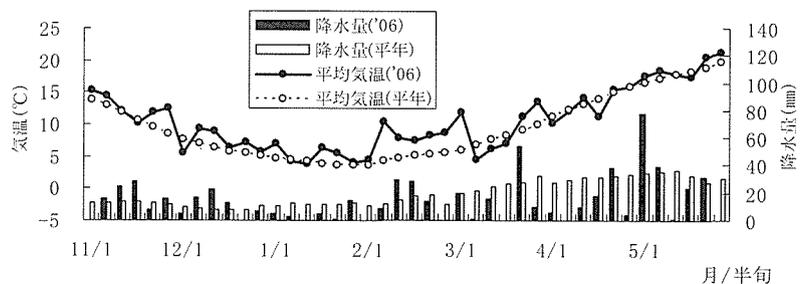
第1図 麦作期間の気象(2003年度)



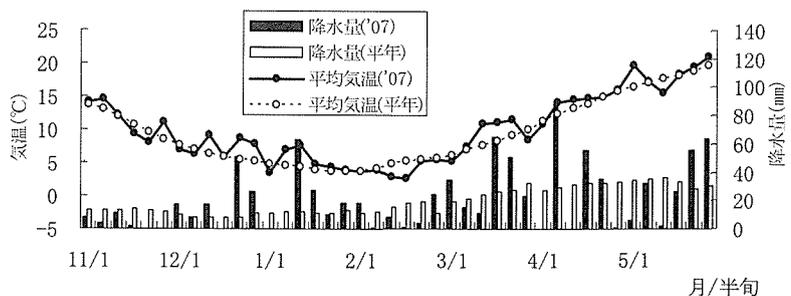
第2図 麦作期間の気象(2004年度)



第3図 麦作期間の気象(2005年度)



第4図 麦作期間の気象(2006年度)



第5図 麦作期間の気象(2007年度)

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

なく登熟も良好であった。

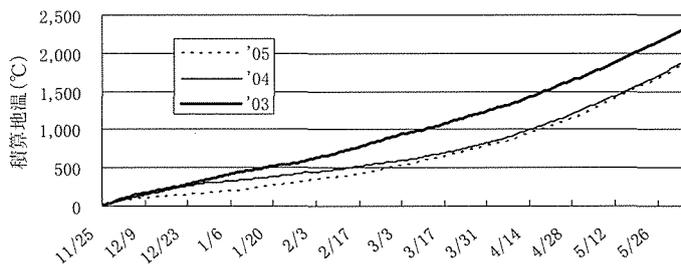
2007年度は、出芽後1月まで降水量が多く、気温は高めに推移した。2月は低温少雨多日照であったが、3月には再び高温多雨となり、湿害気味の生育となった。このため、例年より最高茎数が少なく、特に水稻跡で生育量不足が顕著であった。出穂後は好天に恵まれ、粒の充実が優れ品質は良好であったが、水稻跡では穂数不足から収量水準が低かった。

地温については、2003～2005年度における播種後の積算値を第6図に示した。2003年度は生育期間を通じて高く推移し、2004年度は初期に2003年度並であったが1月以降低くなった。2005年度は初期に低かったが、4月頃には2004年度並となった。

2 緩効性肥料の全量基肥施用

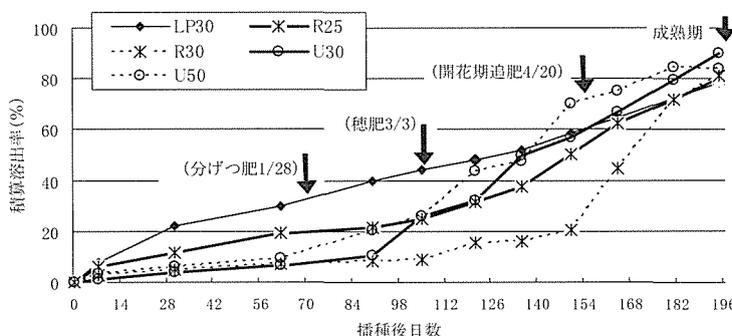
1) 被覆尿素的溶出

2003～2005年度の被覆尿素的溶出は、多少の年次変動はあるものの、分けつ期前半ではともにリニア型である「R25」と「LP30」、穂肥施用時期の3月上旬～4月上旬頃では「U30」、「U50」および「LPS30」、開花期に相当する4月下旬～5月上旬頃では「LPS40」と「R30」で多くなる傾向にあり、播種後高温であった2004年度の「R25」は、年内に50%近くが溶出した。いずれも、成熟期には約80%以上が溶出した(第7～9図)。被覆尿素的の溶出率と施肥量および配合割合から算出した肥料ごとの期間別窒素溶出量は、3月上旬～4月上中旬ではLP②とユートップ①および②で、4月上中旬以降ではLP②、③とセラコート①、②で、それぞれ多くなる傾向にあった(第10図)。

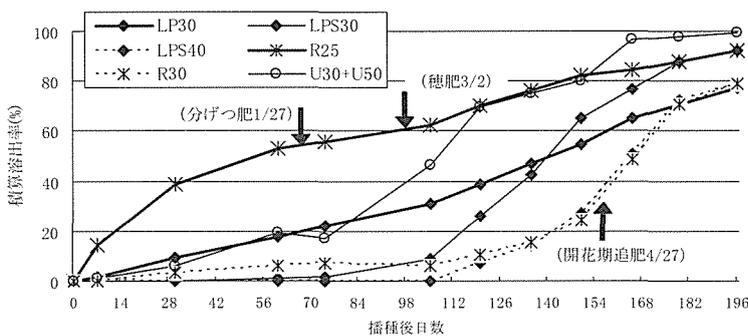


第6図 基肥施用後の積算地温

H社の温度ロガー3650を用いて地下約5cmの地温を1時間おきに測定し、日最高、最低値の平均値を積算した。

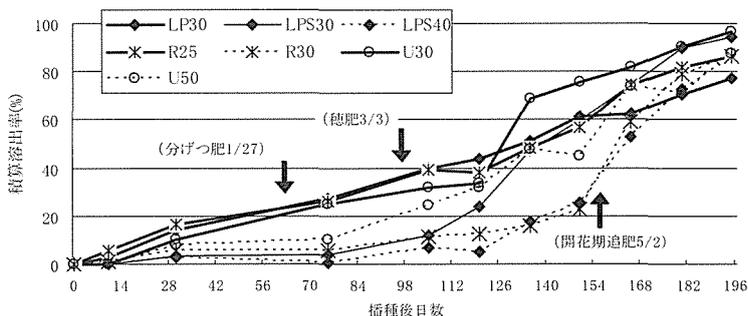


第7図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2003年度)



第8図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2004年度)

U30+U50はユートップ①の構成割合と同じ割合で混合したもの



第9図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2005年度)

2006、2007年度に供試した被覆尿
素の溶出は、2か年ともほぼ同様の
傾向にあったので、2007年度の結
果を第11図に示した。被覆尿素別の特
徴は、「U50」で溶出抑制期間がや
や長くなっているものの、その他は
2003～2005年度の結果と概ね同様で
あった。

肥料ごとの期間別窒素溶出量は、
緩効割合を高めたユートップ①改で
は、分けつ期以降生育期間を通じて
ユートップ①よりやや多く推移した。
セラコート③は速効性成分がないも
のの、2月上旬までの溶出量が
多かった(第12図)。

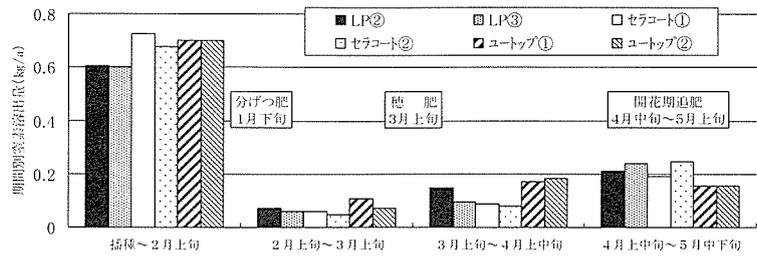
2) 慣行同量を全量基肥施用した 場合の生育および収量・品質 への影響

2003～2005年度の3か年とも、2
月上旬頃までの茎数に肥料の種類に
よる差は認められなかった。最高茎
数は、2003年度では、いずれの緩効
性肥料でも慣行区に比べてかなり多
く、2004年度も慣行区並～やや多か
った。2005年度では、いずれも慣行
区より少なく、緩効性肥料の中では
ユートップ①と②で多かった(第13
～15図)。

葉色は、2003年度では、2月下旬
から緩効性肥料の各区で濃くなり
(達観調査)、3月上旬の地上部窒
素濃度も高かった。2004、2005年度では、3月
月上旬の地上部窒素濃度は緩効性肥料の各区で低
く、葉色も3月中下旬頃から淡くなったが、開
花期頃には慣行区並～やや濃くなった(第8表)。

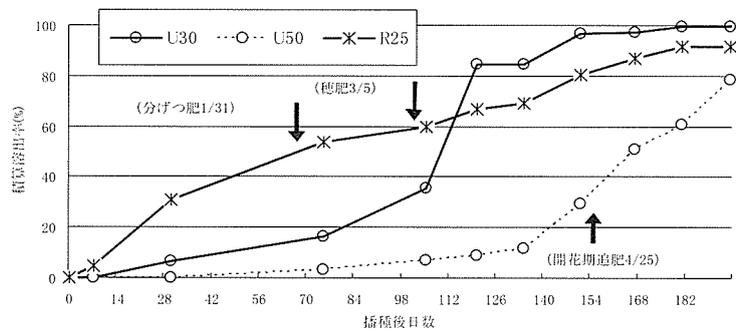
区による出穂期の差はなかったが、2003年度
と2005年度は、いずれの緩効性肥料でも成熟期
が1～2日遅れた。稈長は、2003年度では緩効
性肥料の各区で長い傾向にあったが、他の2年
では慣行区並～やや短かった。緩効性
肥料の中ではユートップ①と②で長かったが、
区による倒伏の差はなかった(第9表)。

収量は各年度とも区間に有意差がないものの、

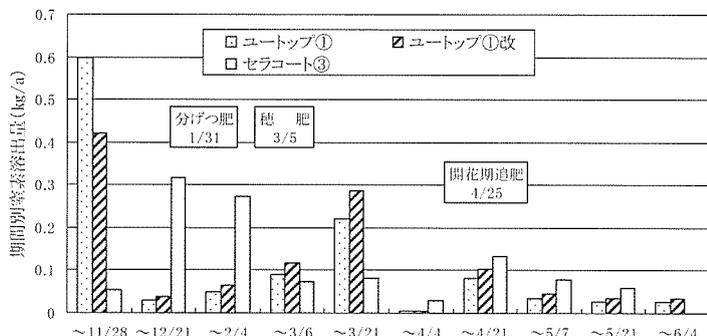


第10図 基肥で施用した肥料ごとの期間別窒素溶出量

'03～'05年の平均値、ただし、LP②③は'03年、ユートップ②は'04年を除くそれぞれ2か年平均
図中の□は慣行施肥体系の追肥時期
「播種～2月上旬」の窒素溶出量には、速効性窒素成分を含む



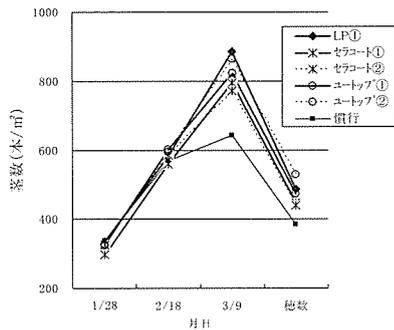
第11図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2007年度)



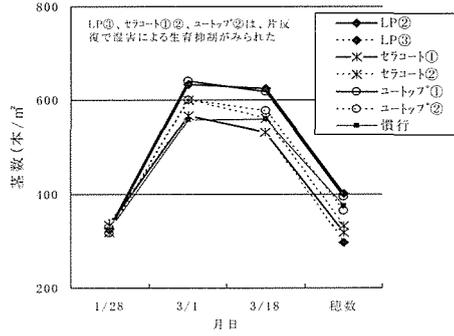
第12図 基肥で施用した肥料ごとの期間別窒素溶出量(2007年度、標肥)

2003年度では、いずれの緩効性肥料も穂数、1
穂粒数とも多く、慣行区より約20%以上多収で
あった。緩効性肥料の中では、穂数、1穂粒数
とも最も多かったユートップ②で最も多収であ
った。2004年度では、部分的な湿害により施肥
の効果が判然としなかったものの、穂数、1穂
粒数が多かったLP②とユートップ①で多収傾
向にあった。2005年度では、LP②とユートッ
プ②で概ね慣行区並であった他は、穂数不足に
より10%程度低収であった(第10表、第16図)。

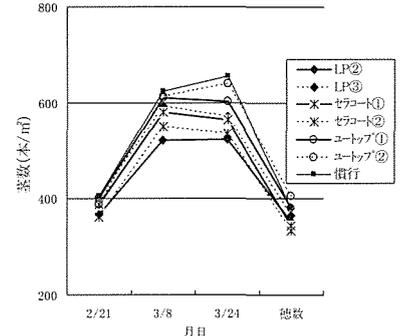
緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化



第13図 緩効性肥料の全量基肥施用における茎数の推移(2003年度)
3月9日茎数に1%水準で有意差あり



第14図 緩効性肥料の全量基肥施用における茎数の推移(2004年度)
3月1日茎数に有意差なし



第15図 緩効性肥料の全量基肥施用における茎数の推移(2005年度)
3月21日茎数に5%水準で有意差あり

第8表 緩効性肥料の全量基肥施用における葉色と窒素濃度の推移

区名	2003年度		2004年度					2005年度				
	窒素濃度(%)		葉色 ^z		窒素濃度(%) ^x			葉色		窒素濃度(%)		
	3/3	4/20 ^y	3/18	4/27	3/7	4/27	成熟期	3/24	5/2	3/3	5/2	成熟期
L P①	4.6	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L P②	—	—	5.8	6.5	3.1	1.0	1.0	5.4	5.0	4.5	1.1	1.3
L P③	—	—	5.3	6.2	3.3	0.9	0.8	5.3	4.9	4.2	1.1	1.1
セラコート①	4.0	1.1	5.3	6.0	3.3	1.0	1.1	4.9	5.0	4.4	1.1	1.2
セラコート②	4.5	1.1	5.5	6.2	3.1	0.9	1.1	5.4	4.7	4.1	1.0	1.3
ユートップ①	4.1	1.1	5.8	6.4	3.9	1.0	0.9	5.1	4.9	4.5	1.2	1.0
ユートップ②	4.6	1.2	5.7	6.2	3.5	0.9	0.9	5.2	5.3	4.5	1.1	1.1
慣行	3.7	1.0	5.7	6.1	3.8	1.0	0.8	5.6	5.0	4.6	0.9	0.9
分散分析結果 ^w	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns

^z葉色は(株)富士平工業製水稻用葉色カラースケールで、展開第2葉(出穂後は止葉)を測定(以下、各表とも同じ)

^y4、5月の調査日は概ね開花期

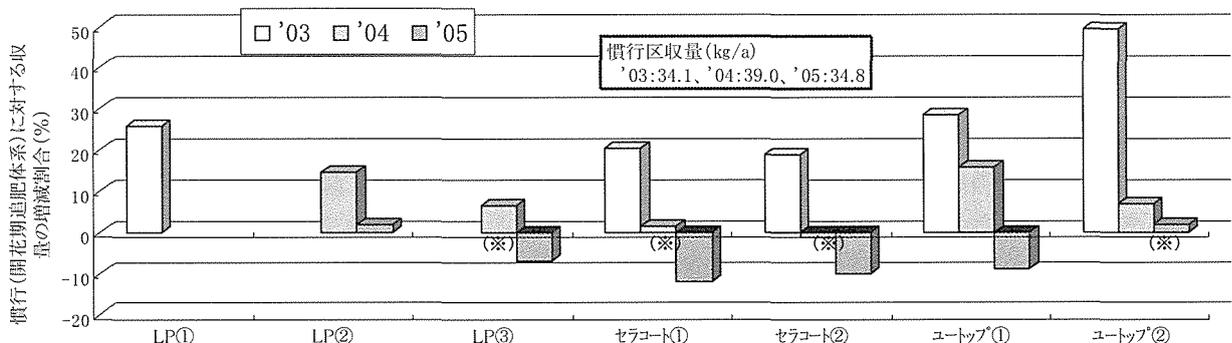
^x窒素濃度は地上部全体をケルダール法で測定

^w分散分析結果の**、*はそれぞれ1%、5%水準で区間に有意差があり、nsはないことを示す(以下、各表とも同じ)

第9表 緩効性肥料の全量基肥施用が成熟期や倒伏等へ及ぼす影響

区名	2003年度					2004年度					2005年度				
	出穂期	成熟期	稈長	穂長	倒伏	出穂期	成熟期	稈長	穂長	倒伏 ^z	出穂期	成熟期	稈長	穂長	倒伏
	(月日)	(月日)	(cm)	(cm)		(月日)	(月日)	(cm)	(cm)		(月日)	(月日)	(cm)	(cm)	
L P①	4/14	6/1	94	8.1	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L P②	—	—	—	—	—	4/20	6/6	90	7.9	1.0	4/26	6/12	85	7.8	1.8
L P③	—	—	—	—	—	4/20	6/5	81	7.7	1.0	4/26	6/12	85	7.6	2.0
セラコート①	4/14	6/1	94	7.9	2.0	4/20	6/6	84	7.6	1.5	4/26	6/12	84	7.7	2.3
セラコート②	4/14	6/1	93	7.9	2.0	4/20	6/6	84	7.6	0.8	4/26	6/13	83	7.8	2.0
ユートップ①	4/14	6/1	96	8.1	2.0	4/20	6/6	90	7.9	1.8	4/26	6/12	87	7.8	2.0
ユートップ②	4/14	6/2	96	8.5	2.3	4/20	6/6	87	7.7	1.5	4/26	6/12	88	8.0	2.0
慣行	4/14	5/31	91	7.6	2.3	4/20	6/6	89	8.0	1.5	4/26	6/11	87	7.7	2.3
分散分析結果	—	—	ns	**	ns	—	—	ns	ns	ns	—	—	ns	ns	ns

^z倒伏は0(無)~5(甚)の6段階で示した(以下、各表とも同じ)。



第16図 緩効性肥料の基肥全量施用が収量に及ぼす影響

収量は2.2mm篩選による
LP①は'03のみ、LP②③は'03なし
棒グラフ下の(*)は片反復で湿害による影響がみられたことを表す
各年度とも区間に有意差なし

第10表 緩効性肥料の全量基肥施用が収量構成要素に及ぼす影響

区名	2003年度				2004年度				2005年度			
	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合	千粒重 ^z (g)	1穂 ^x 粒数	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合	千粒重 (g)	1穂 ^x 粒数	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合	千粒重 (g)	1穂 ^x 粒数
L P①	487	55	38.9	31.2	—	—	—	—	—	—	—	—
L P②	—	—	—	—	402	63	44.9	28.8	353	67	41.7	29.4
L P③	—	—	—	—	297 ^y	52	44.2	26.3	365	61	42.1	31.6
セラコート①	447	56	40.1	30.1	319	56	45.1	25.4	344	59	42.2	29.1
セラコート②	440	57	39.4	31.6	333	55	45.1	26.5	334	61	42.2	30.3
ユートップ①	472	57	38.4	29.3	395	61	44.9	28.0	382	63	40.8	27.4
ユートップ②	529	61	38.8	33.4	364	60	43.7	26.6	406	63	41.5	29.4
慣行	384	60	39.3	28.2	375	67	44.8	27.7	381	58	41.9	26.3
分散分析結果	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z千粒重は2.2mm篩選で得られた精子実で求めた(以下、各表とも同じ)

^y穂数の斜字は片反復で湿害の影響がみられたことを示す

^x1穂粒数は1反復につき生育中庸地点の任意の50穂を調査して求めた(以下、各表とも同じ)

第11表 緩効性肥料の全量基肥施用が品質に及ぼす影響

区名	2003年度			2004年度			2005年度		
	容積重 (g/L)	タンパク ^z (%)	外観 ^y 品質	容積重 (g/L)	タンパク ^z (%)	外観 ^y 品質	容積重 (g/L)	タンパク ^z (%)	外観 ^y 品質
L P①	811	11.0	4.0	—	—	—	—	—	—
L P②	—	—	—	859	13.1	2.3	834	14.1	2.5
L P③	—	—	—	852	13.1	2.3	833	14.6	3.5
セラコート①	812	12.5	4.5	853	14.4	2.5	834	14.9	3.0
セラコート②	811	12.6	4.3	859	14.3	2.0	828	15.8	3.5
ユートップ①	811	10.5	4.3	862	12.3	2.3	830	13.4	3.3
ユートップ②	813	11.5	4.3	853	11.9	2.3	832	14.2	2.8
分施(なし)	799	10.3	4.5	854	10.9	2.0	833	12.7	2.3
慣行	803	13.6	5.0	859	12.4	2.3	838	13.3	2.5
分散分析結果	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	*	**

いずれも2.2mm篩選で得られた精子実による。容積重はブラウエル穀粒容積重計で測定した

^zタンパクは子実のタンパク質含有率で近赤外分光光度計で測定し、水分13.5%に換算した値である

^y外観品質は1(上上)~6(下)の6段階で示し、3が概ね1等の下限となるようにした(以上、各図表とも同じ)

緩効性肥料区における子実タンパク質含有率は、2003年度では、いずれも慣行区より低かったが、分施(なし)区より高かった。2004と2005年度では、いずれも慣行区と同等以上の含有率であった。3か年とも、緩効性肥料の中ではセラコート①と②で高く、ユートップ①と②で低かった。外観品質は、いずれの年度とも、子実タンパク質含有率の高い区で若干劣る傾向にあった(第11表)。

3) 全量基肥施用における施肥量削減

2003~2005年度は、市販品であるユートップ②を供試した。ユートップ②を減肥すると、初期の茎数は減肥しない場合と差がないものの、最高茎数は少なく(データ省略)、穂数は10~20%程度少なかった。このため、収量は概ね慣行区並みであったものの、減肥しない場合と比べて15%程度減収し、子実タンパク質含有率も若干低かった(第12表)。

2006~2007年度は、試作改良品を主体に試験を行った。2006年度の小麦の生育は初期から旺盛で、大豆跡では過繁茂気味の生育となり、倒伏も増加した。圃場および前作に関わらず標肥

第12表 基肥施用量削減が収量等に及ぼす影響

区名	穂数 (本/m ²)	千粒重 (g)	1穂 粒数	収量 (kg/a)	タンパク (%)
ユートップ②	433	41.3	29.8	41.6	12.5
ユートップ②減肥	377	41.1	27.3	35.3	12.1
慣行	380	42.0	27.4	36.0	13.1
分散分析結果	施肥法	*	ns	ns	*
	年次	**	**	*	**
	交互作用	ns	ns	ns	*

2003~2005年度の3カ年平均値

より減肥で、肥料別にはユートップ①よりユートップ①改で、それぞれ最高茎数などの生育は、わずかながら抑制される傾向にあった。慣行区と比べた最高茎数は、大豆跡のユートップ①およびユートップ①改それぞれの減肥区で並であった他は、いずれも多かった(第13表)。

区による収量・品質の有意な差はなかったが、生育過多となった大豆跡では、減肥区の千粒重が標肥区より重く、多収傾向で慣行区並収量が得られた。標肥区では、減肥区と比べて充実が不良で品質が劣った(第13表)。

ユートップ①の試作改良による収量、品質への影響は判然としなかったが、25号田の水稻跡ではユートップ①改で千粒重が重く、やや収量

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

第13表 改良試作品による基肥量削減が収量、品質等に及ぼす影響(2006年度)

ほ場 No.	前作	区名 (肥料名)	最高 茎数 (本/m ²)	成熟期 (月日)	倒伏	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	同左 比	容積重 (g)	千粒重 (g)	タンパク (%)	外観 品質	1穂 粒数	
25	水稻	ユートップ① 標肥	811	6/2	1.8	96	7.0	431	34.3	105	810	40.7	13.9	3.0	22.0	
		ユートップ① 減肥	791	5/31	1.5	96	7.1	436	32.2	99	789	41.0	13.8	3.5	22.1	
		ユートップ①改 標肥	796	6/3	1.8	101	7.5	462	41.1	126	819	41.7	13.9	3.0	24.5	
		ユートップ①改 減肥	732	6/1	1.3	97	7.1	445	34.3	105	804	41.8	13.9	3.0	23.8	
		慣行	552	6/2	1.0	90	7.0	432	32.6	100	802	41.7	13.9	3.0	22.0	
		大豆	ユートップ① 標肥	1,174	6/8	3.5	107	7.9	684	39.6	91	805	37.8	15.0	4.5	23.3
	ユートップ① 減肥	1,006	6/5	3.0	106	7.3	576	45.1	104	811	40.3	14.7	3.0	22.0		
	ユートップ①改 標肥	1,161	6/8	3.3	107	7.8	635	41.1	94	806	38.9	15.4	3.8	22.6		
	ユートップ①改 減肥	1,035	6/5	2.5	106	6.9	561	42.2	97	810	40.4	15.5	3.0	19.1		
	慣行	1,029	6/7	3.5	103	7.7	622	43.6	100	809	39.9	15.2	4.3	21.9		
	64	水稻	セラコート① 標肥	969	6/4	2.5	100	7.2	496	38.6	110	816	41.0	15.1	3.2	21.5
			セラコート① 減肥	904	6/4	1.8	97	7.2	405	31.3	89	819	41.5	14.9	3.5	23.5
慣行			715	6/4	1.5	95	7.3	492	35.0	100	807	41.8	14.9	3.9	21.4	
分散分析結果			前作A	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	ns		
ほ場No. 25			施肥法B	ns	*	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
ほ場No. 64			A×B	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns		
ほ場No. 64				*	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns		

第14表 改良試作品による基肥量削減が収量、品質等に及ぼす影響(2007年度)

前作	区名 (肥料名)	最高 茎数 (本/m ²)	成熟期 (月日)	倒伏	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	同左 比	容積重 (g)	千粒重 (g)	タンパク (%)	外観 品質	1穂 粒数		
64	水稻	ユートップ① 標肥	429	6/5	1.3	82	7.6	281	33.0	105	819	41.9	13.7	2.4	30.8	
		ユートップ① 標肥	320	6/6	0.8	76	7.4	221	24.8	78	826	43.2	15.6	2.8	32.9	
		ユートップ①改 減肥	323	6/5	0.3	76	7.5	223	23.9	76	823	42.6	14.8	2.4	30.0	
	慣行	374	6/5	1.5	85	7.7	287	31.6	100	826	42.2	13.3	2.1	29.6		
	48	大豆	ユートップ① 標肥	648	6/5	1.0	96	7.5	401	39.1	97	824	41.2	12.5	1.8	28.3
			ユートップ① 減肥	569	6/5	0.8	90	7.4	341	34.5	86	817	41.4	12.7	2.5	26.9
ユートップ①改 標肥			578	6/6	1.3	94	7.2	366	40.2	100	822	43.0	14.7	3.4	30.1	
セラコート③ 標肥	481	6/5	0.5	89	7.0	321	33.0	82	823	42.5	14.8	2.6	26.0			
セラコート③ 減肥	650	6/5	1.3	96	7.4	377	40.0	99	825	42.1	13.8	2.3	26.7			
慣行	523	6/5	0.5	96	7.7	377	40.2	100	830	42.5	13.3	2.6	28.6			
分散分析結果			ほ場No. 64	*	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns		
ほ場No. 48			**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	**	ns		

が多くなり、減肥でも慣行区以上であった(第13表)。

大豆跡の子実タンパク質含有率は水稻跡より高かったが、区による差はなかった(第13表)。

2007年度は、水稻跡、大豆跡とも最高茎数はユートップ①においてユートップ①改や慣行区より多かった。水稻跡のユートップ①改では施肥量による差はみられず、大豆跡ではユートップ①、①改とも減肥区で少なかったが、セラコート③では施肥量による差は小さかった(第14表)。

葉色は3月下旬以降、前作に関わらず緩効性肥料区で淡化し、慣行区で濃く推移した(データ省略)。

穂数、収量は茎数と同様の傾向で、水稻跡のユートップ①改では施肥量による差は認められなかったものの、ユートップ①や慣行区より低収であった。大豆跡では、いずれの緩効性肥料でも標肥区では慣行区とほぼ同程度であったが、

減肥すると収量が低下する傾向にあった(第14表)。

子実タンパク質含有率は、ユートップでは水稻跡、大豆跡とも①改が①より高く、千粒重も重かった。大豆跡のセラコート③も慣行区以上であったが、いずれも施肥量による差は判然としなかった(第14表)。

3 緩効性肥料の穂肥時施用

1) 被覆尿素の溶出

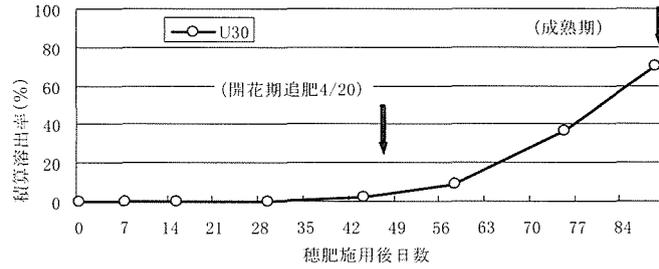
シグモイド型の「U30」では、開花期頃までの溶出量が少なく、成熟期の溶出率も60%程度であった(第17図)。これに対してリニア型では埋設直後から溶出を始め、「LP20」や「R25」では成熟期の溶出率が80%以上であったものの、「LP30」では60%程度にとどまった(第18図、第19図)。

また、施肥時期を2月中旬と3月上旬とすると、4月中旬頃までの溶出経過はほぼ同様で、その後3月上旬施肥したもので溶出が多くなり、成熟期の溶出率に差はなかった(第19図)。

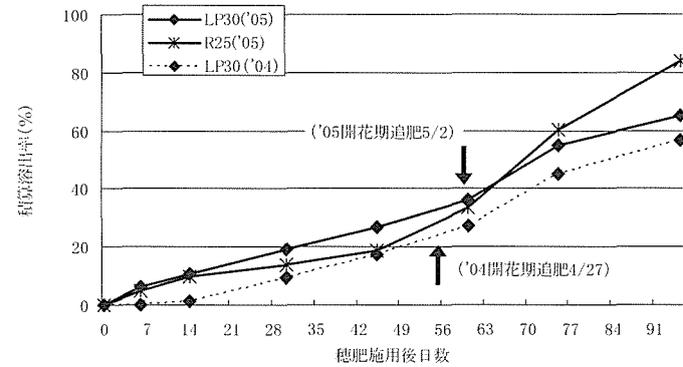
2) 生育および収量・品質への影響

2003年度のユートップ②では、穂数増により増収したものの、分施(なし)区と比べた子実タンパク質含有率の向上はわずかで、慣行区より低かった。2004年度のLP①では、収量が慣行区よりやや劣り、子実タンパク質含有率も分施(なし)区より高いものの、慣行区よりやや低かった。2005年度のLP①、セラコート①ともに慣行区並みの子実タンパク質含有率であったが、セラコート①の収量はやや劣った(第15表)。

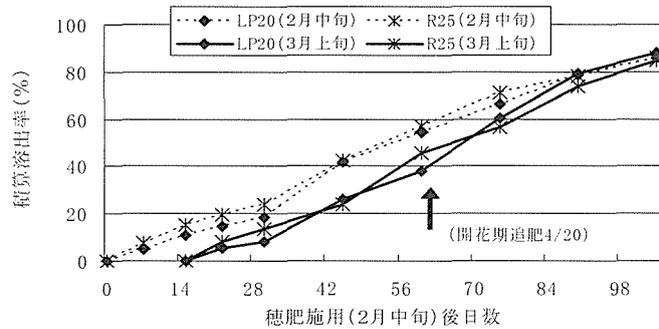
2006年度は、緩効性肥料の種類、施用時期に関わらず慣行区と比べて有効茎歩合が低く、穂数が並~やや少なくなって減収する傾向にあったが、反復によるばらつきが大きく有意な差ではなかった。子実タンパク質含有率にも区による差がなく、概ね慣行区並であった(第16表)。



第17図 穂肥で施用した被覆尿素の溶出率の推移(2003年度)



第18図 穂肥で施用した被覆尿素の溶出率の推移(2004, 2005年度)



第19図 穂肥で施用した被覆尿素の溶出率の推移(2006年度)

第15表 緩効性肥料による穂肥の施用時期が収量、品質等に及ぼす影響(2003~2005年度)

年度	区名	成熟期 (月日)	倒伏	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合 (%)	収量 (kg/a)	同左比	容積重 (g)	千粒重 (g)	子実 タンパク (%)	外観 品質	1穂 粒数
2003	ユートップ②穂肥	6/1	1.8	94	8.0	468	71	42.1	124	820	39.4	10.7	3.5	29.3
	分施(なし)	5/31	1.8	88	7.5	379	61	31.2	91	799	37.4	10.3	4.5	26.4
	慣行	5/31	2.3	91	7.6	384	60	34.1	100	803	39.3	13.6	5.0	28.2
2004	LP①穂肥	6/6	1.3	87	7.6	365	65	37.9	97	855	44.1	11.6	2.0	26.0
	分施(なし)	6/6	1.0	86	7.8	343	67	36.5	94	854	43.0	10.9	2.0	25.7
	慣行	6/6	1.5	89	8.0	375	67	39.0	100	859	44.8	12.4	2.3	27.7
2005	LP①穂肥	6/11	2.0	87	7.7	416	66	36.7	105	837	41.4	13.3	2.8	27.9
	セラコート①穂肥	6/11	2.0	86	7.7	356	62	31.8	91	834	41.8	13.2	2.5	28.1
	分施(なし)	6/11	2.3	87	7.7	388	62	35.3	102	833	41.9	12.7	2.3	26.5
	慣行	6/11	2.3	87	7.7	381	58	34.8	100	838	41.9	13.3	2.5	26.3
分散分析結果														
2003	-	ns	ns	ns	*	ns	ns	-	*	**	**	**	ns	ns
2004	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	*	ns	ns	ns
2005	-	ns	ns	ns	*	*	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

第16表 緩効性肥料による穂肥の施用時期が収量、品質等に及ぼす影響(2006年度)

区名 (肥料名)	成熟期 (施肥時期)	倒伏 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合 (%)	収量 (kg/a)	同左比	容積重 (g)	千粒重 (g)	子実 タンパク 質 (%)	外観 品質	1穂 粒数	
LP④	2月中旬	6/4	1.5	93	7.2	465	65	31.2	89	821	41.5	14.7	2.8	22.5
	3月上旬	6/4	1.5	96	7.4	502	63	32.6	93	823	41.8	14.8	3.0	23.2
セラコート①	2月中旬	6/4	1.5	93	7.2	463	62	32.0	92	815	41.3	14.4	2.8	20.6
	3月上旬	6/3	1.0	93	7.3	452	64	29.4	84	825	41.7	14.6	3.0	21.7
慣行	(3月上旬)	6/4	1.5	95	7.3	492	69	35.0	100	807	41.8	14.9	3.9	21.4
分散分析結果		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns

第17表 緩効性肥料の全量基肥施用が製粉性および小麦粉品質に及ぼす影響(2006年度)

ほ場 No.	前作	区名 (肥料名)	製粉 歩留 (%)	シンク スコア	粉タン パク質 (%)	粉 灰分 (%)	粉の 明度 (L*)	粉の ² 赤色み (a*)	粉の ² 黄色み (b*)	アミログラム ³ 最高粘度 (RVU)	アミログラム ³ ブレイク タウ (RVU)	フェリノグラム 吸水率 (%)	フェリノグラム ハロー メーター バリュウ
25	水稻	ユートップ① 標肥	67.2	79.3	11.1	0.44	88.80	-1.29	12.95	376	96	63.2	50
		ユートップ① 減肥	66.2	77.7	10.8	0.46	88.60	-1.19	12.92	382	94	63.3	51
		慣行	66.5	77.7	10.8	0.46	88.83	-1.25	13.29	367	101	64.7	50
	大豆	ユートップ①改 標肥	66.4	79.0	10.9	0.43	88.77	-1.28	13.59	375	92	64.1	50
		ユートップ①改 減肥	66.6	78.5	11.0	0.44	88.77	-1.31	13.56	374	94	64.1	53
		慣行	66.1	77.7	12.4	0.45	88.32	-1.15	13.62	355	89	66.1	54
64	水稻	ユートップ① 標肥	67.2	79.4	12.0	0.44	88.66	-1.23	13.47	372	94	65.3	53
		ユートップ① 減肥	66.8	77.8	12.2	0.46	88.53	-1.21	13.70	351	85	65.8	54
		慣行	65.7	78.1	11.7	0.44	88.67	-1.26	13.53	367	86	65.4	51
	大豆	セラコート① 標肥	67.2	78.6	12.0	0.45	88.34	-1.23	13.50	354	83	67.0	52
		セラコート① 減肥	67.0	78.9	11.8	0.44	88.41	-1.23	13.65	365	87	65.7	51
		慣行	65.0	76.7	11.7	0.45	88.38	-1.24	13.57	361	85	64.6	53
慣行		66.4	79.0	11.7	0.43	88.38	-1.14	13.44	365	90	64.7	52	

各2反復の精子実を混合し、ビューラーテストミルで製粉した60%粉を供試した

²粉の赤色みは数値が低い(絶対値が大きい)ほどくすみが多く、ハローメーターバリュウは高いほど生地が強力的である

³アミログラムはRapid Visco Analyzerによる(以上、第19、20表同じ)

第18表 緩効性肥料の穂肥時施用が製粉性および小麦粉品質に及ぼす影響(2006年度)

区名 (肥料名)	製粉 歩留 (%)	シンク スコア	粉タン パク質 (%)	粉 灰分 (%)	粉の 明度 (L*)	粉の ² 赤色み (a*)	粉の ² 黄色み (b*)	アミログラム 最高粘度 (RVU)	アミログラム ブレイク タウ (RVU)	フェリノグラム 吸水率 (%)	フェリノグラム ターバリュウ	
LP④	2月中旬	66.9	79.0	11.4	0.44	88.62	-1.30	13.55	382	89	64.4	53
	3月上旬	67.7	80.3	11.6	0.42	88.45	-1.26	13.59	357	80	65.4	54
セラコート①	2月中旬	- ²	-	11.5	0.43	88.47	-1.30	13.65	381	92	64.7	53
	3月上旬	67.2	79.3	11.7	0.43	88.62	-1.18	13.61	375	92	65.6	53
慣行	(3月上旬)	66.4	79.0	11.7	0.43	88.38	-1.14	13.44	365	90	64.7	52

²「セラコート①2月中旬」は製粉機の不調により歩留が低下した

第19表 緩効性肥料の全量基肥施用が製粉性および小麦粉品質に及ぼす影響(2007年度)

前作	区名 (肥料名)	製粉 歩留 (%)	シンク スコア	粉タン パク質 (%)	粉 灰分 (%)	粉の 明度 (L*)	粉の ² 赤色 み	粉の ² 黄色 み	アミログラム 最高粘度 (RVU)	アミログラム ブレイク タウ (RVU)	
64	水稻	ユートップ① 標肥	66.9	78.5	11.3	0.45	88.70	-1.11	13.99	371	84
		ユートップ①改 標肥	67.2	78.0	12.8	0.47	88.27	-0.88	13.67	373	88
	ユートップ①改 減肥	66.7	77.2	12.3	0.48	88.41	-0.97	13.71	375	91	
	慣行	68.3	79.0	10.8	0.47	88.64	-1.21	13.99	361	91	
48	大豆	ユートップ① 標肥	67.6	79.5	10.1	0.45	88.78	-1.29	14.20	367	82
		ユートップ① 減肥	67.5	78.6	10.2	0.46	88.67	-1.26	14.19	373	91
	ユートップ①改 標肥	68.0	79.1	11.6	0.46	88.06	-1.03	13.90	368	89	
	ユートップ①改 減肥	67.6	78.3	11.7	0.47	88.22	-1.06	13.95	366	84	
	セラコート③ 標肥	65.4	77.1	11.0	0.45	88.46	-1.16	14.09	364	89	
	セラコート③ 減肥	66.8	77.5	10.7	0.47	88.55	-1.17	13.96	388	100	
慣行		67.4	78.9	10.6	0.46	88.77	-1.28	14.14	361	92	

4 緩効性肥料の施用が製粉歩留および小麦粉品質に及ぼす影響

2006、2007年度に行った緩効性肥料の基肥、穂肥施用試験の各区について、製粉歩留および

小麦粉品質を調査した。緩効性肥料の種類、施肥量、施肥時期による小麦粉品質などへの影響は認められなかった(第17~19表)。

考 察

1 緩効性肥料の全量基肥施用

小麦における緩効性肥料の全量基肥施用については、既に多くの報告があり、速効性窒素とリニア型、シグモイド型被覆尿素を組み合わせることによって慣行並の収量が確保でき、子実タンパク質含有率が向上するとされているが、多くは「農林61号」などの軟質品種を対象としている（日置ら, 1995; 北浦ら, 2004; 松森ら, 2004; 武井ら, 2004; 土屋ら, 2007）。硬質品種では、青沼ら（2004）が醬油用の「タマイズミ」で高タンパク化が図られることを、土屋ら（1999）が育成中の「ニシノカオリ（西海180号）」で慣行と同等以上の収量確保効果を報告している。しかしながら、収量性の低い「ニシノカオリ」（木村ら, 2004）で一定の収量を確保しつつ、パン用としての子実タンパク質含有率を得るためには、より詳細な検討が必要である。

本試験において、慣行区と窒素同量を基肥で施用すると、収量は、2003年度では肥料の種類に関わらず慣行区に比べ約20%以上増加したが、2004年度からは増収割合が小さく、若干減収する場合もあった。一方、子実タンパク質含有率は、2003年度では慣行区より低かったが、2004年度以降は慣行区と同等以上であった。これは、まず第一に、慣行区の施肥体系を2003年度と2004年度以降で変えたためと考えられる。すなわち、「ニシノカオリ」の特性がまだ十分把握できていなかった2003年度は、穂肥までは従来品種の施肥体系に準じながら、開花期追肥はa当り窒素成分で0.4kg施用したのに対し、2004年度以降には、基肥をやや控えて穂肥を増量する「穂肥重点」型で、目標とする子実タンパク質含有率から開花期追肥をa当り窒素成分で0.2kg施用する、「ニシノカオリ」に適した施肥法（木村ら, 2008）としたことによると考えられる。収量については、2004年度は湿害、2005年度は初期の低温により、それぞれ生育量が不足したことも影響していると考えられるが、このことについては、後で考察する。

肥料の種類別では、LP②やユートップ①、②で収量が多く、LP③やセラコート①、②で子実タンパク質含有率が高まる傾向にあった。

前者は穂肥時期前後～4月上中旬に窒素溶出量が多く、後者は開花期前後以降に窒素溶出量が多い特性を示しており、収量確保に穂肥が重要であるという「ニシノカオリ」の特性や開花期追肥の効果を反映した結果と言える。

本試験の結果から、「ニシノカオリ」における緩効性肥料の全量基肥施用では、肥料の種類により効果発生の特徴が異なるものの、窒素同量であれば、開花期追肥を含む慣行分施肥体系と概ね同等の収量、子実タンパク質含有率が得られるものと判断される。肥料の構成については、前述の緩効性肥料の全量基肥施用に関する報告では、ほとんどが速効性窒素とリニア型およびシグモイド型被覆尿素を組み合わせたものであり、リニア型は分げつ肥、シグモイド型は穂肥と開花期追肥の役割を果たすとしている（武井ら, 2004; 土屋ら, 2007）。「ニシノカオリ」においては、シグモイド型のみユートップ①や②で収量性が比較的優れたことから、収量確保の観点からは、速効性窒素が50%程度あれば、分げつ期の肥効よりも、3月の穂肥時期に肥効が高まることを重視した配合にするのが良いと考えられる。他方、収量水準が高いものの「たんぱく」基準値達成が困難な地域や圃場であれば、4月以降に溶出が多くなるシグモイド型を多めに配合した肥料とするのが良いと考えられる。

その一方で、湿害が生じた2004年度や初期が極低温であった2005年度では、生育が抑制されたまま回復せずに低収となる場合が認められた。武井ら（2004）も、多雨年では収量が低下し、子実タンパク質含有率が向上しない事例を認めており、本試験と同じ全層施肥では、湿害が生じて根域が制限されると深い位置の肥料からの窒素吸収が不良になる可能性を指摘している。現場で多く行われている施肥播種機を使った側条施肥であれば、湿害による影響が少ない可能性もあるが、緩効性肥料の効果を十分発揮させるためには、排水対策の徹底が重要と考えられる。

気温や地温との関係については、リニア型の「R25」では播種後高温年に初期の溶出が多くなり、シグモイド型の被覆尿素では、冬季低温

で溶出の盛んになる時期が若干遅くなる傾向にあるものの、分けつ期間の溶出には明確な年次差が認められなかった。今後、冬季の気温や地温が被覆尿素の溶出と小麦の生育に及ぼす影響について、より詳細な検討を行う必要がある。

また、湿害や低温により生育が抑制された場合、窒素がわずかずつ溶出する緩効性肥料では急激な生育の回復が困難とも考えられ、早めに速効性肥料で追肥することも今後検討を行う必要がある。

次に、緩効性肥料は省力的であるものの単価が高いため、生産コスト抑制の観点から、施肥量削減の可否について並行して試験を行った。2003～2005年度はユートップ②を供試し、慣行区に近い収量や子実タンパク質含有率が得られたものの、同一肥料の減肥しない場合には及ばなかった。そこで、「ニシノカオリ」の特性から初期の肥効を抑え、3月頃以降の肥効を確保するよう、緩効割合を高めれば施肥量の削減が可能ではないかと考え、緩効割合が60～65%と比較的高いセラコート①やユートップ①改、および初期生育が確保しやすいと考えられる大豆跡では緩効割合100%のセラコート③を供試した。生育が旺盛であった2006年度にはユートップ①改の有効性も示唆されたが、2007年度には減肥で収量が低下し、2か年の結果からは減肥が可能という結論までは得られなかった。2007年度は2004年度と同様に湿害で生育が抑制されており、前述のように窒素吸収が不良となって、減肥の影響がより大きく発現したものと考えられる。

一方、大豆跡では水稻跡より窒素施肥量を減らすことが可能であり、このことは古畑ら(2005)、大賀・平野(1989)の報告と同じであったが、2007年度の結果では緩効性肥料を使うことによる更なる減肥は困難で、緩効割合(肥効時期)を変えても同様であった。

従って、慣行施肥量の多い「ニシノカオリ」では、基肥で全量施用する場合、製品としての施用量はかなり必要となる。このため、現地では施肥機の設定可能範囲を超える場合も生じており、窒素含有率がより高い製品の開発が望まれるが、コスト低減の観点も含め、牛糞堆肥

や鶏糞等の活用により、リン酸とカリの施肥を省略していくことも検討すべきであろう。

なお、被覆尿素の多くが成熟期間際でも溶出が続いているためか、緩効性肥料では成熟期が1日程度遅れる傾向にあることから、極端な多肥は避けるべきである。

2 緩効性肥料の穂肥時施用

単価の高い緩効性肥料の使用量を減らしつつ開花期追肥を省略するため、穂肥時に慣行の穂肥と開花期追肥を合せた窒素量と同量を、緩効性肥料で施用した。

2003年度のユートップ②で増収程度が大きかったのは、前述のように慣行区の穂肥窒素量がa当り0.2kgと少ないのに対し、ユートップ②では速効性成分が0.3kgと多かつたためと考えられる。しかしながら、シグモイド型で開花期前後の溶出が少ないため、開花期追肥の代替としては十分な効果が得にくいと思われる。

一方、2004年度以降に供試したリニア型の緩効性肥料では、子実タンパク質含有率は概ね慣行と同等であり、倒伏の増大や成熟期の遅れもないことから、活用方法として有望である。ただし、溶出期間30日タイプでは成熟期の溶出率が低いため、20～25日タイプのものが望ましい。また、速効性の窒素成分量が0.3kg程度となり、慣行の穂肥量0.4kgより少なくなるため、適正施肥量についてはさらに検討が必要である。

施肥時期については、2月中旬と3月中旬とでは収量、品質などに及ぼす影響に差は認められないが、成熟期頃の溶出が多くならないよう、大きく遅れないように施肥する必要がある。

田中ら(2008)は、「チクゴイズミ」の分けつ肥時期に、リニア型配合肥料で分けつ肥と穂肥分の窒素量をまとめて施用、あるいはシグモイド型配合肥料で開花期追肥分までをまとめて施用し、慣行並の収量確保や子実タンパク質含有率向上効果を確認している。穂肥時の施用に比べ、省力的であるが、穂肥の肥効が重要である「ニシノカオリ」では、当面、速効性窒素を確実に効かすことのできる穂肥時の方が、効果は安定するのではないかと考えられる。

摘 要

「ニシノカオリ」の効率的な施肥法を確立するため、緩効性肥料の全量基肥施用や穂肥時での施用が、生育や収量、品質に及ぼす影響について検討を行った。

25～30日タイプ主体の被覆尿素と速効性肥料を50%程度ずつ配合した緩効性肥料を、開花期追肥を行う慣行施肥体系と同量の窒素を全量基肥施用することにより、概ね同等の収量が得られる。同様に子実タンパク質含有率についても、慣行並またはそれ以上が得られる。

肥料の種類別では、窒素の溶出量が3月上旬～4月上中旬に多いタイプで収量が多く、4月上中旬～5月中下旬に多いタイプで子実タンパク質含有率が高まる。成熟期は概ね慣行並であるが、年次によっては1～2日遅れる。倒伏程度や外観品質は慣行並である。

収量確保の観点から窒素施肥量の削減は困難で、前作・肥料タイプに関わらず慣行並の施肥量が必要である。

穂肥時に慣行の穂肥と開花期追肥を合せた窒素量を緩効性肥料で施用することにより、開花期追肥を省略できる。シグモイド型の肥料は、溶出が遅くなるため適さない。

引用文献

- 青沼伸一・池田二郎・伊澤由行・山口正篤・湯澤正明. 2004. 醤油用小麦「タマイズミ」の高タンパク質化安定栽培法. 日本作物学会関東支部会報19: 32-33.
- 古畑昌巳・田坂幸平・山下 浩・森田弘彦. 2005. ダイズ跡における施肥法が点播した早生コムギ「イワイノダイチ」の生育、耐倒伏性と収量に及ぼす影響. 日作九支報71: 13-16.
- 日置雅之・今井克彦・池田彰弘・久野智香子・岩田久史. 1995. 肥効調節型肥料を用いた小麦の全量基肥施肥法. 愛知農総試研報27: 69-76.
- 木村晃司・中司祐典・前岡庸介・小林行高・藤岡正美・岡本賢一・吉永 巧・岩本哲也・

- 池尻明彦・村山英樹. 2005. 小麦品種「ニシノカオリ」の奨励品種採用. 平成16年度近畿中国四国農業研究成果情報: 21-22.
- 木村晃司・中司祐典・前岡庸介. 2008. 小麦「ニシノカオリ」の収量・品質高位安定化栽培法. 平成19年度近畿中国四国農業研究成果情報.
- 北浦裕之・小久保信義・鳥塚 智・吉岡ゆう・忠谷浩司. 2004. 小麦「農林61号」の被覆尿素入り複合肥料を用いた全量基肥施肥技術. 平成15年度近畿中国四国農業研究成果情報: 53-54.
- 松森 信・郡司掛則昭. 2004. 被覆尿素肥料の全量基肥施用による小麦子実タンパク質含有率の向上. 九州沖縄農業研究成果情報19: 567-568.
- 大賀康之・平野幸二. 1989. 大豆後作小麦の栽培法—特に施肥法について—. 福岡農総試研報 A-9: 63-66.
- 武井真理・池田彰弘. 2004. コムギのタンパク質含量適正化のための全量基肥施用技術. 愛知農総試研報36: 1-6.
- 田中浩平・宮崎真行・内川 修. 2008. 肥効調節型肥料を利用したコムギの省力追肥法. 日作九支報74: 36-38.
- 土屋一成・脇本賢三・西田瑞彦. 1999. 用途別高品質小麦の収量・品質に及ぼす穂揃期追肥および緩効性肥料の影響. 九州農業研究61: 47.
- 土屋一成・原 嘉隆・中野恵子・草佳那子. 2007. 早播に適したコムギ「イワイノダイチ」に対する肥効調節型肥料の施用効果. 日作九支報73: 16-20.