

肥効調節型肥料を用いた硬質小麦「ゆめあかり」の省力施肥技術の開発

伊藤 真¹⁾・黒野綾子¹⁾・伴 佳典²⁾・船生岳人¹⁾・遠山孝通¹⁾・森崎耕平¹⁾
・浅野智也¹⁾・山下有希³⁾・尾賀俊哉¹⁾・池田彰弘⁴⁾・都築宏明⁵⁾・伊藤 晃¹⁾

摘要：愛知県育成の硬質小麦品種「ゆめあかり」の目標収量(全刈 420 kg/10a)と目標子実タンパク質含有率(12.5%~14.0%)を確保できる省力施肥技術を検討した。基肥に供試した肥効調節型肥料(「ゆめあかり専用肥料」)を 16 kgN/10a 施用し、追肥Ⅰ(分けつ期)と追肥Ⅱ(茎立期)をそれぞれ 4 kgN/10 a 施用することで、「ゆめあかり」の目標収量と目標子実タンパク質含有率を省力的に確保できると考えられた。

キーワード：硬質小麦、ゆめあかり、被覆尿素配合肥料、省力施肥技術、子実タンパク質含有率

緒 言

「ゆめあかり」は、愛知県農業総合試験場で開発されたパン・中華めん用の硬質小麦である¹⁾。愛知県では2016年に県の奨励品種に採用され2018年産より本格栽培が開始された。「ゆめあかり」の生産においては民間流通に対応した高い品質と安定生産を確保することが求められている。小麦の品質の中で子実タンパク質含有率(以下「タンパク含有率」)は小麦粉の生地物性に関係する最も重要な要素である。パンや中華めんへの良好な加工適性を得るため、「ゆめあかり」においては実需者からタンパク含有率12.5%以上の子実の安定供給が要求される。また経営所得安定対策では品質基準値が11.5~14.0%、許容値が10.0~15.5%となっており、生産者の所得向上のため基準値を満たす栽培が必要である。

「ゆめあかり」の栽培では追肥を3回(分けつ期、茎立期、穂揃期)行う分施肥体系か肥効調節型肥料を基肥に用い穂揃期追肥を行う追肥1回体系が標準である。しかし穂揃期追肥は水稻春作業と競合し実施が困難な場合があり、生産者からは穂揃期追肥を省略した施肥体系への要望がある。最も省力の施肥法は全量基肥体系であるが、高いタンパク含有率が要求され窒素施用量の多い硬質小麦で追肥分の窒素全量に被覆尿素を充てると基肥実施用量が多くなり作業性低下を招き、被覆尿素配合率増加に伴うコスト上昇も懸念され現実的ではない。また追肥による肥効調節型肥料の施用は表層施肥による肥効の不安定性が懸念される。従って穂揃期追肥の肥効分を基肥の肥効調節型肥料に含有し、分けつ期追肥(以下「追肥

Ⅰ)及び茎立期追肥(以下「追肥Ⅱ」)を施用することで穂揃期追肥を省略する施肥体系が有効と考えられた。

以上を踏まえ本研究では、「ゆめあかり」について肥効調節型肥料を基肥に用い追肥Ⅰと追肥Ⅱの施用により穂揃期追肥を省略しかつタンパク含有率目標値(12.5~14.0%)と収量目標(従来の県内主要品種「農林61号」と部分刈で同等以上の525 kg/10 a(全刈で420 kg/10 aに相当))を確保できる省力施肥技術を検討した。

材料及び方法

1 施肥体系の検討

(1) 場内試験(2017年産)

供試した基肥肥料は生育後期重点型の肥効調節型肥料「ゆめあかり専用肥料」(愛知経済連)である(表1)。黒野ら²⁾や愛知県施肥基準³⁾が推奨する穂揃期追肥は4 kgN/10 aであるから、供試肥料による穂揃期~成熟期の肥効4 kgN/10 aを確保するため、供試肥料の被覆尿素配合比率を考慮し、基肥施用量は16 kgN/10 aとした。

追肥体系を検討するため、追肥Ⅰと追肥Ⅱについて各0、4、6 kgN/10 aの3水準、計9水準の試験区を設置した(表1)。試験区は各2反復設けた。愛知県の小麦栽培では「ゆめあかり」の播種は11月下旬~となるため、11月下旬播種(以下「11月下旬播」)と12月中旬播種(以下「12月中旬播」)の2播種期で実施した。試験は愛知農総試作物研究部内水田利用研究室水田ほ場(安城市)(以下「場内」)において行った。以上より外の耕種概要は表2に示した。

本研究の一部は日本作物学会東海支部第150回講演会(2019年10月)において発表した。

本研究は愛知県経済農業協同組合連合会との共同研究「被覆尿素配合肥料を用いた硬質小麦品種「ゆめあかり」の省力施肥技術の開発」により実施した。

¹⁾作物研究部 ²⁾作物研究部(現園芸農産課) ³⁾作物研究部(現尾張農林水産事務所) ⁴⁾作物研究部(現愛知県経済農業協同組合連合会) ⁵⁾愛知県経済農業協同組合連合会 (2019.10.10受理)

(2) 現地試験(2018年産)

(1) で選定した施肥体系による栽培における収量性や品質を評価するため、安城市、刈谷市、西尾市、豊川市の4地域6地点で現地試験を行い、生育、収量、品質を調査した。

2 調査方法

(1) 生育調査

調査区は1条2 mとした。調査項目は、茎立期の草丈、茎数、葉色、成熟期の稈長、穂長、穂数とした。草丈、葉色、稈長、穂長、穂数は区内10株を調査した。葉色は葉緑素計(コニカミノルタジャパン、東京)で計測した。

(2) 収量、品質調査

調査区は3条2 mとした。調査項目は、精麦重、千粒重、容積重、タンパク含有率、成熟期窒素吸収量とした。容積重はプラウエル穀粒計により測定した。タンパク含有率は、精麦粒をサイクロンミル(Cyclotec1093、Tecotor、スウェーデン)で粉砕し乾式燃焼法により測定した窒素濃度に蛋白換算係数5.83を乗じて求めた。乾式燃焼法には元素分析装置JM1000CN(ジェイ・サイエンス

・ラボ、京都)を用いた。

(3) 窒素溶出量調査

供試した肥効調節型肥料の窒素溶出パターンを調べるため、配合されている被覆尿素肥料を2.5 gずつ不織布製の袋に詰め、地中約5 cmの深さで、場内ほ場に2反復で埋設した。埋設時期は11月下旬と12月中旬で、2017年産は場内試験の播種日同日に行った。回収は分けつ始期、茎立期、穂揃期、成熟期に行い、水洗後、肥料粒をケルダール法により分解し、蒸留法により残存窒素量を測定し、生育ステージ別窒素溶出量を算出した。蒸留法には、全自動窒素分析装置(FOSSジャパン、東京)を用いた。調査は2017年産、2018年産の2年次行った。

結果及び考察

1 基肥肥効調節型肥料からの窒素溶出量

供試基肥肥料からの生育ステージ別の窒素溶出量を図1に示した。分けつ期～茎立期までの溶出は1～2 kg/10 a、茎立期～穂揃期の溶出量は約3.5 kg/10 a、穂揃期～成熟期の溶出量は4.5～5.4 kg/10 aであった。

表1 場内試験における中間追肥試験の試験区

試験区	供試基肥肥料 ¹⁾ (kg/10a)				窒素施用量(kg/10a)			
	速効性		被覆尿素		基肥	分けつ始期 (追肥 I ²⁾)	茎立期 (追肥 II ²⁾)	合計
	N	N	P	K				
0-0						0	16	
0-4						0	20	
0-6						6	22	
4-0						0	20	
4-4	4.8	11.2	4.0	4.0	16	4	24	
4-6						6	26	
6-0						0	22	
6-4						6	26	
6-6						6	28	

1) ゆめあかり専用肥料(愛知経済連)

2) 追肥には硫安(N=21%)を使用。

表2 場内試験耕種概要

年産	播種期	条間	播種量	播種日	基肥	出芽期	追肥 I	追肥 II	出穂期	穂揃期	成熟期
		cm	g/m ²	月/日	月/日	月/日	月/日	月/日	月/日	月/日	月/日
2017	11月下旬	25	10	11/30	11/30	12/18	1/31	3/23	4/22	4/27	6/6
	12月中旬	25	14	12/16	12/16	1/8	2/27	3/31	4/26	5/2	6/8

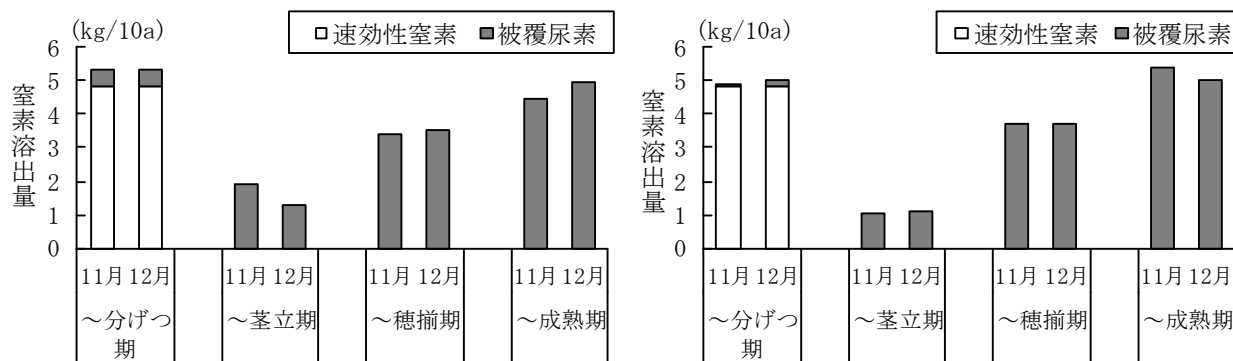


図1 生育ステージ別の窒素溶出量(左:2017年産、右:2018年産)

2 施肥体系の選定(2017年産、場内)

表3に場内試験における各施肥区の生育・収量・品質調査結果を示した。

11月下旬播及び12月中旬播の両方で目標収量以上かつ目標タンパク含有率となったのは、「4-4区」と「4-0区」であった。2区の比較ではタンパク含有率及び精麦重は「4-4区」が高かった。

追肥Ⅰ及び追肥Ⅱが収量関連形質に及ぼす影響を調べたところ、穂数は追肥Ⅰ及び追肥Ⅱにより有意に増加し、有効茎歩合は追肥Ⅱにより上昇した。精麦重は追肥Ⅰにより増加し、タンパク含有率は追肥Ⅱが多い程高く

なった。12月中旬播の場合、追肥Ⅱを6 kg/10 a施用した区はすべてタンパク含有率が14%を超過した。千粒重と容積重に有意差は無かった。

以上の結果を踏まえ、追肥Ⅰによる収量向上と追肥Ⅱによるタンパク含有率向上を図りかつ収量及びタンパク含有率が目標に収まった「4-4区」を施肥体系として選定した。

3 現地試験(2018年産)

場内試験で選定した「4-4区」について、2018年に現地試験を行った調査結果を表4に示した。「4-4区」は、

表 3 場内試験の生育・収量・品質調査結果

播種期	試験区	茎立期 草丈	茎立期 茎数	茎立期 葉色	穂揃期 葉色	稈長	穂長	穂数	有効茎 歩合	精麦 重 ¹⁾	タンパク質 含有率 ²⁾	千粒 重 ¹⁾	容積 重
		cm	本/m ²	SPAD	SPAD	cm	cm	本/m ²	%	kg/10a	%	g	g/L
11月下旬 播	0-0	20.9	448	47.2	48.3	64	9.2	312	70	510	12.7	40.7	900
	0-4	20.5	444	46.3	51.5	67	9.8	376	85	679	12.5	40.7	893
	0-6	21.1	450	46.2	52.9	67	10.0	399	89	660	13.1	40.7	897
	4-0	25.3	542	54.9	50.9	69	10.1	385	71	786	12.5	41.0	896
	4-4	25.4	559	53.7	52.7	71	10.3	443	79	814	12.9	39.9	902
	4-6	25.4	538	54.3	54.8	71	10.7	433	80	764	13.0	39.8	900
	6-0	26.4	636	53.2	52.1	72	9.8	496	78	851	12.8	41.0	893
	6-4	25.7	649	52.4	52.3	73	10.3	534	82	842	13.0	39.7	895
	6-6	25.6	598	53.5	53.0	73	10.3	521	87	841	13.5	39.6	892
12月中旬 播	0-0	21.8	461	48.9	44.5	57	8.6	261	57	345	14.1	39.7	900
	0-4	21.7	456	49.4	47.4	62	8.9	356	78	515	14.1	40.8	902
	0-6	21.6	467	49.1	49.6	63	9.2	367	79	510	15.0	40.1	892
	4-0	23.8	503	55.4	46.2	65	8.9	337	67	568	12.8	41.2	901
	4-4	24.2	522	55.6	48.5	68	9.0	391	75	658	13.5	41.1	900
	4-6	24.0	510	55.7	48.6	69	8.9	420	82	659	15.4	40.9	897
	6-0	24.7	545	57.6	48.1	65	9.1	383	70	699	12.4	41.0	909
	6-4	24.6	516	57.0	48.5	66	9.1	416	81	727	14.0	40.3	893
	6-6	24.6	546	55.2	50.3	67	9.5	416	76	674	14.9	39.6	897
平均	0-0	21.8	461	48.9	44.5	61	8.9	287	63	428	13.4	40.2	900
	0-4	21.7	456	49.4	47.4	65	9.3	366	81	597	13.3	40.7	898
	0-6	21.6	467	49.1	49.6	65	9.6	383	84	585	14.0	40.4	894
	4-0	23.8	503	55.4	46.2	67	9.5	361	69	677	12.7	41.1	899
	4-4	24.2	522	55.6	48.5	69	9.7	417	77	736	13.2	40.5	901
	4-6	24.0	510	55.7	48.6	70	9.8	427	81	712	14.2	40.3	898
	6-0	24.7	545	57.6	48.1	68	9.5	440	74	775	12.6	41.0	901
	6-4	24.6	516	57.0	48.5	69	9.7	475	81	784	13.5	40.0	894
	6-6	24.6	546	55.2	50.3	70	9.9	469	82	757	14.2	39.6	895
追肥Ⅰ施 用量	0	21.2	454	47.8	49.0	63	9.3	345	76	537	13.6	40.4	897
	4	24.7	529	54.9	50.3	69	9.7	402	76	708	13.4	40.6	899
	6	25.2	582	54.8	50.7	69	9.7	461	79	772	13.4	40.2	896
追肥Ⅱ施 用量	0	23.8	523	52.8	48.3	65	9.3	362	69	626	12.9	40.8	900
	4	23.7	524	52.4	50.1	68	9.6	419	80	706	13.3	40.4	897
	6	23.7	518	52.3	51.5	68	9.8	426	82	685	14.1	40.1	896
分散分析 ³⁾													
	追肥Ⅰ	ns	ns	***	ns	***	ns	***	ns	***	ns	ns	ns
	追肥Ⅱ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	***	ns	*	ns	ns
	播種期	***	***	***	***	***	***	*	*	***	***	ns	ns

1) 精麦重、千粒重は、篩目 2.4 mm で調整後計測した。水分 12.5%換算値で示す。

2) 蛋白含量は水分 13.5%換算値で示す。

3) **、*はそれぞれ 0.1%、0.5%、5%水準で有意であること、ns は 5%水準で有意差が無いことを示す。

4) 色塗箇所は、目標収量(525 kg/10 a)、目標蛋白含量(12.5~14.0%)を満たしていることを示す。

表4 現地試験の生育、収量、品質調査結果

ほ場	地域	試験区	播種期	追肥 I	追肥 II	穂揃期	成熟期			精麦重 ¹⁾	蛋白含量 ²⁾	千粒重 ¹⁾	容積重	成熟期窒素吸収量
						葉色	稈長	穂長	穂数					
			月/日	月/日	月/日	SPAD	cm	cm	本/m ²	kg/10a	%	g	g/L	kg/10a
A	安城市	4-4	11/20	2/13	3/19	50.0	78	9.7	485	695	12.9	39.7	876	17.0
		6-0			-	50.4	76	10.2	464	615	13.1	39.4	872	15.8
B	安城市	4-4	12/12	2/19	3/28	52.5	70	9.4	507	639	13.3	36.7	874	17.1
		6-0			-	49.8	73	9.6	431	606	12.9	39.1	886	14.9
C	安城市	4-4	11/25	2/13	3/19	51.8	75	10.0	464	673	12.9	40.2	879	15.9
		6-0			-	52.3	74	10.0	423	653	12.9	42.0	881	15.3
D	刈谷市	4-4	12/3	2/13	3/28	51.5	75	10.4	520	611	13.9	37.9	870	16.2
		6-0			-	48.4	74	10.3	475	607	12.9	39.1	860	14.3
E	豊川市	4-4	11/28	1/30	3/26	51.7	73	10.4	417	566	13.0	40.0	871	13.5
		6-0			-	50.8	76	10.1	408	619	11.4	40.4	874	12.6
F	西尾市	4-4	12/13	2/26	3/26	51.1	74	10.4	501	855	12.9	38.4	880	20.3
		6-0			-	49.1	72	9.9	443	715	11.7	39.3	880	14.7
平均			4-4			51.4	74	10.0	482	673	13.2	38.8	875	16.7
			6-0			50.1	74	10.0	441	636	12.5	39.9	876	14.6

1) 精麦重、千粒重は、篩目 2.4 mm で調整後計測した。水分 12.5%換算値で示す。

2) 蛋白含量は水分 13.5%換算値で示す。

3) 色塗箇所は、目標収量(525 kg/10 a)、目標蛋白含量(12.5~14.0%)を満たしていることを示す。

すべてのほ場で目標収量以上である673 kg/10 a(部分刈収量)となり、タンパク含有率もすべてのほ場で目標値である12.5~14.0%となった。また、基肥肥料からの窒素溶出量が茎立期~穂揃期に約3.5 kgN/10 aあるため、要望のある1回追肥体系として追肥 II を省略する「6-0区」の試験も行ったところ、2ほ場でタンパク含有率が目標値に満たず平均値でも目標下限値となったことから追肥 II の施用は省略すべきでないと考えられた。

本試験では基肥を16 kgN/10 a施用し追肥 I と追肥 II を各4 kgN/10 a施用することで目標収量とタンパク含有率を確保することができた。一方で小麦は栽培期間が長期にわたり気象条件等によるタンパク含有率の変動が大きく、被覆尿素の窒素溶出量も年次で変動がある。目標タンパク含有率を年次や播種期にかかわらず安定して確保するためには、よりタンパク含有率を制御する技術の検討が望まれる。

本試験肥料では、実肥成分を基肥施肥時に配合しているため、窒素追肥によりタンパク含有率を制御するためには、茎立期の追肥 II を調整することが考えられる。場内試験では、追肥 II の施用量を増減させることでタンパク含有率が有意に変化したことから、追肥 II の追肥量によりタンパク含有率を制御することが可能であると推察される(表3)。「きぬあかり」においては、茎立期の生育に応じて追肥量を調整し、収量とタンパク含有率を

制御する方法が考案されている⁴⁾。「ゆめあかり」においても茎立期の生育診断による追肥 II の調整等タンパク含有率を精密に制御する技術の開発が望まれる。

謝辞：本研究では、現地試験の実施にあたり各農業改良普及課及び担当農家に多大なるご協力をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

引用文献

1. 伊藤幸司, 吉田朋史, 藤井潔, 辻 孝子, 野々山利博, 橋詰一, 久野智香子, 中嶋泰則, 加藤満. パン・中華めん用硬質コムギ新品種「ゆめあかり」の育成. 愛知農総試研報48, 29-38(2016)
2. 黒野綾子, 船生岳人, 林元樹, 奥野綾子, 平岩確, 井手康人, 加藤満. 硬質コムギ品種「ゆめあかり」省力施肥技術の開発. 愛知農総試研報. 48, 49-55(2016)
3. 愛知県. 農作物の施肥基準. 愛知県農林水産部農業経営課. p. 64(2016)
4. 愛知県農業総合試験場. 小麦新品種「きぬあかり」の生育に応じた施肥法. 農業の新技术. No. 112 (2017)