

# 追肥重点施肥が関東地域で栽培した六条オオムギ「シュンライ」および「カシマゴール」の生育、収量、タンパク質含有率および硝子率に及ぼす影響

岡村夏海・澤田寛子・松山宏美・渡邊和洋

(農研機構中日本農業研究センター)

**要旨：**ムギ類において、基肥を減らして追肥を増やす施肥体系はいくつかの地域において増収効果が認められているが、関東地域のオオムギについての報告はない。本研究はオオムギの多収栽培技術の開発を目標に、六条オオムギ「シュンライ」と「カシマゴール」に対して追肥重点型施肥の効果を検討した。試験は、茨城県つくば市の水田転換畑圃場において、2016/2017年と2017/2018年の2カ年にわたり行った。施肥処理区は、基肥－分げつ期追肥－茎立期追肥が窒素成分で6-0-3 g m<sup>-2</sup>を施用した標準区(6-0-3区)に対して、3-0-6 g m<sup>-2</sup>を施用した追肥重点区(3-0-6区)、6-0-6 g m<sup>-2</sup>を施用した追肥増量区(6-0-6区)、3-3-6 g m<sup>-2</sup>を施用した追肥重点分施肥区(3-3-6区)を設けた。「カシマゴール」では、6-0-6区と3-3-6区のみ設けた。「シュンライ」では3-3-6区では6-0-3区と比べ、穂数および収量が多い傾向がみられた。硝子率は3-3-6区では6-0-3区より高く、精麦用としての品質は追肥重点型施肥により低下した。「カシマゴール」では収量は3-3-6区で6-0-3区と比べ2カ年とも多い傾向であり、原麦タンパク質含有率に差はなかった。本研究により関東地域の六条オオムギにおいて追肥重点分施肥3-3-6区の施肥体系は収量を高める可能性が示唆され、特に粒の硝子率が問題とならない麦茶用オオムギに適性があると考えられた。

**キーワード：**オオムギ、カシマゴール、硝子率、多収栽培、タンパク質含有率、追肥重点施肥、麦茶。

麦類の多収化において、窒素施肥は大きな役割を担っている。基肥の量を抑えて追肥を増加する施肥法は、基肥重点施肥と比較して施肥の吸収率が高く(水落 1988)、東海、中国地域のコムギ、カワムギ、ハダカムギ、北陸地域の六条オオムギ、関東地域のコムギにおいて増収効果が報告されている施肥技術である(鎌田ら 2014、広島県 2015、2016、渡邊ら 2016、水田ら 2017、島崎・関 2020)。しかし、関東地域におけるオオムギへの効果は確認されていない。

ところで六条オオムギはその用途によって求められる品質項目が異なり、精麦用オオムギの品質ランク区分(滋賀県 2012)において小粒オオムギ(六条カワムギ)の硝子率は基準値が40%以下、許容値が50%以下と定められている。硝子率は子実のタンパク質含有率と正の相関があり(早乙女ら 1991、水上・小林 1993、塔野岡ら 2010、山口ら 2015、沖山ら 2021)、減数分裂期や穂揃期といった茎立期以降の追肥では高まると報告されている(柳原ら 1991)。したがって、精麦用のオオムギの高品質多収化のためには、生育後期の追肥を制限するなど、子実の窒素吸収量を抑えつつ収量が向上する施肥法を開発する必要がある。一方で麦茶用のオオムギにおいては、焙煎抽出後の色や香りの点で原麦タンパク質含有率が高い方が好ましいとされており、生育後期の多肥と相性が良いと考えられる。

そこで本研究では、関東地域において高品質多収の施肥法を開発することを目的とし、基肥の量を抑えて追肥を増加する施肥法(本論文では追肥重点施肥に統一して記載する)が「シュンライ」(1990年品種登録)および「カシマゴール」(2012年品種登録)の生育、収量、硝子率および原麦タンパク質含

有率に及ぼす影響を明らかにするために試験を行った。

## 材料と方法

### 1. 栽培の概要

試験は、茨城県つくば市にある農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター(現 中日本農業研究センター)の観音台試験圃場(水田転換畑、灰色低地土)において2016/2017年、2017/2018年の2作期に行った。以降の表記は、収穫年で年次を表すものとする。供試品種は、精麦および麦茶用品種「シュンライ」および麦茶用品種「カシマゴール」とした。処理区は、基肥－分げつ期追肥－茎立期追肥の窒素施用量(g m<sup>-2</sup>)を「シュンライ」では6-0-3(標準)区、3-0-6(追肥重点)区、6-0-6(追肥増)区、3-3-6(追肥重点分施肥)区の4処理区、「カシマゴール」では6-0-6区、3-3-6区の2処理区を設けた。それぞれの品種について3反復乱塊法で配置した。各区の面積は9.6 m<sup>2</sup>とした。

播種は2016年11月8日と2017年11月7日に行った。設定播種量は7 g m<sup>-2</sup>とし、条間20 cmで8条播きのドライブハローシーダーで行った。基肥には14-14-14化成肥料(N: 14%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 14%, K<sub>2</sub>O: 14%)を用い、播種直前に全区一律で窒素、リン酸およびカリウムがいずれも3 g m<sup>-2</sup>となるよう施用した。基肥の窒素施用量が6 g m<sup>-2</sup>の区については、残り3 g m<sup>-2</sup>分を硫酸(N: 21%)で播種前に表面施用した。追肥には硫酸を用いた。分げつ期追肥は4葉期を目安に行ったところ、Zadoksら(1974)の成長スケールにあるGS21～23であった。分げつ期追肥は2017年では

第1表 施肥体系が「シュンライ」の収量、収量構成要素、有効茎歩合および品質に与える影響。

年次	総窒素施用量 g m <sup>-2</sup>	処理名	収量 g m <sup>-2</sup>	穂数 本 m <sup>-2</sup>	有効茎歩合	一穂粒数 粒	総粒数 粒 m <sup>-2</sup>	千粒重 g	硝子率 %	原麦タンパク質含有率 %	容積重 g L <sup>-1</sup>
2017	9	6-0-3	625	425	0.32	41.2	17401	35.9	19.3	8.7	663
		3-0-6	670	412	0.34	42.9	17614	38.0	42.0	9.9	668
	12	6-0-6	690	462	0.34	41.6	19202	36.0	47.8	9.8	663
		3-3-6	731	513	0.39	40.3	20634	35.4	53.0	10.7	662
	分散分析	P 値	0.04	0.07	0.59	0.60	0.03	<0.01	0.04	<0.01	0.75
2018	9	6-0-3	332	224	0.40	37.8	8478	41.1	46.2	9.0	740
		3-0-6	393	250	0.49	37.8	10277	43.5	58.8	10.4	747
	12	6-0-6	415	272	0.41	37.5	9910	42.4	56.0	10.1	746
		3-3-6	399	258	0.50	38.0	9467	42.8	62.5	10.8	733
	分散分析	P 値	0.59	0.22	0.52	1.00	0.73	0.08	0.04	0.11	0.18
平均値	9	6-0-3	479	324	0.36	39.5	12940	38.5	32.7	8.8	702
		3-0-6	531	331	0.41	40.3	13945	40.7	50.4	10.2	708
	12	6-0-6	552	367	0.38	39.6	14556	39.2	51.9	10.0	705
		3-3-6	565	386	0.45	39.2	15050	39.1	57.8	10.8	698

収量、一穂粒数、総粒数、千粒重は縦目2.2mm篩選した結果。

収量、千粒重および原麦タンパク質含有率は水分含有率12.5%換算の値。

処理名は、基肥、分けつ期追肥、茎立期追肥に施用した窒素量(g m<sup>-2</sup>)。

両品種とも1月12日、2018年では「カシマゴール」は1月15日、「シュンライ」は1月26日に実施した。茎立期追肥は2017年において「カシマゴール」は3月8日、「シュンライ」は3月17日、2018年においては両品種とも3月15日に行った。

## 2. 生育調査

生育中の植物体を12月または1月から4月の間、約1か月毎に0.12 m<sup>2</sup>の範囲から抜き取り、茎数、葉色および乾物重を調査した。茎数は、抜き取ったすべての個体の茎数を測定した。葉色は、中庸な5個体の完全展開葉の1枚下の葉を葉緑素計 (SPAD-502Plus, KONICA MINOLTA) で測定した。乾物重は、採取した植物体を根部から切りはなし、地上部を80℃で3日間通風乾燥し測定した。窒素含有率は、乾燥したサンプルを粉碎後、元素分析装置 (JM3000N/CN, ジェイ・サイエンス・ラボ) で測定した。窒素吸収量は、乾物重に窒素含有率を乗じて算出した。有効茎歩合は、各区に設置した0.1 m<sup>2</sup>の定点調査区について1～2週間毎に茎数を調査し、収穫時の穂数を最高茎数で除して算出した。なお有効茎歩合の調査は「カシマゴール」では2018年のみ行った。葉面積指数 (LAI) は、2017年は4月24日、2018年は4月27日にプラントキャノピーアナライザー (LAI-2200C, LI-COR) を用いて測定した。なお LAI の測定は、「カシマゴール」においては2018年のみで行った。

## 3. 収量および品質調査

収量調査は、2017年は各区1.44 m<sup>2</sup>、2018年では各区1.2 m<sup>2</sup>の範囲を成熟期に地際で刈り取り行った。収量、収量構成要素はカワムギ・裸麦 (非醸造用二条オオムギ) 調査

基準 (農業研究センター1986) を基に調査した。容積重および水分含有率は穀類水分計 (PM-830-2, ケット科学研究所) で測定した。千粒重は25 g量り取った子実の粒数を測定し求めた。原麦タンパク質含有率は、近赤外成分分析機 (インフラテック 1241 グレイシアアナライザー, FOSS) を用いて測定した。硝子率は、塔野岡ら (2010) の方法に従い、50粒の横断面の硝子質面積を目視で判断し、硝子質面積が70%以上を硝子粒、30%以上70%未満を半硝子粒、30%未満を粉状質粒とし、次の式を用いて算出した。硝子率 (%) = (硝子粒数 + 半硝子粒 × 0.5) / 50 × 100。硝子率はサンプル毎に2回測定した。

## 4. 統計解析

統計解析には、統計解析ソフト (JMP11.0, SAS Institute Inc) を用いた。「シュンライ」については年次毎に、分散分析を行った。「カシマゴール」は、年次毎にt検定を行った。硝子率、原麦タンパク質含有率、有効茎歩合はアークサイン変換を行ってから統計処理を行った。

## 結 果

### 1. 「シュンライ」への施肥効果

収量、収量構成要素および有効茎歩合は第1表に示した。収量は、2017年において5%水準で有意な処理間差があり、6-0-3区に比べて3-3-6区で多かった。収量は全体的に低収となった2018年においては有意差が見られなかったが6-0-3区で少なく、6-0-6区で多い傾向があった。穂数は、2017年において10%水準ではあるが有意な処理間差があり、6-0-3区に比べて3-3-6区で多い傾向があった。穂数は2018年において10%水準で有意差はなかったが、6-0-6区で多い傾向があった。有効茎歩合は、2017年は低く、2018

第2表 施肥体系が「シュンライ」の生育および登熟初期のLAIに与える影響.

年次	総窒素施用量 g m <sup>-2</sup>	処理名	出穂期	成熟期	全乾物重 g m <sup>-2</sup>	稈長 cm	穂長 cm	LAI cm <sup>2</sup> cm <sup>-2</sup>
2017	9	6-0-3	4/15	5/25	1215	95.7	4.6	4.44
		3-0-6	4/15	5/25	1401	91.4	4.7	3.83
	12	6-0-6	4/15	5/25	1433	98.6	4.8	4.89
		3-3-6	4/15	5/25	1106	96.7	4.8	4.64
	分散分析	P 値	—	—	0.39	<0.01	0.40	—
2018	9	6-0-3	4/13	5/20	860	70.1	4.9	1.84
		3-0-6	4/13	5/20	931	69.4	5.1	1.86
	12	6-0-6	4/12	5/19	958	72.4	5.1	1.97
		3-3-6	4/14	5/20	951	70.0	5.2	1.72
	分散分析	P 値	—	—	0.98	0.83	0.34	—
平均値	9	6-0-3	—	—	1038	82.9	4.8	3.14
		3-0-6	—	—	1166	80.4	4.9	2.84
	12	6-0-6	—	—	1196	85.5	4.9	3.43
		3-3-6	—	—	1028	83.3	5.0	3.18

全乾物重は成熟期の値.

処理名は、基肥、分けつ期追肥、茎立期追肥に施用した窒素量 (g m<sup>-2</sup>) を表す.

年は高く、どちらも有意差はなかったが、3-3-6区で6-0-3区に比べて高い傾向があった。一穂粒数は、2017年、2018年ともに処理間の有意差はなかったが、総粒数は、2017年には有意な処理間差が認められ、6-0-3区に比べて3-3-6区で多かった。千粒重は2017年においては3-0-6区で3-3-6区に比べ有意に重かったが、2018年では10%水準ではあるが有意な処理間差がみられ、3-0-6区で重かった。

出穂期、成熟期、全乾物重、稈長、穂長および登熟初期のLAIを第2表に示した。成熟期の全乾物重に有意差は認められなかった。稈長は、5%水準で有意な処理間差があり、3-0-6区では他の3区と比べて低かったが、2018年では有意差はなかった。穂長は、2017年、2018年ともに有意差はなかった。出穂期は、2018年では3-3-6区で6-0-3区より1日程度遅れる傾向が見られたが、成熟期の遅れはみられなかった。LAIは、2017年では3-0-6区で他の区よりやや低い傾向があったが、2018年にはそのような傾向はみられなかった。なお、全ての処理区で倒伏はみられなかった。

硝子率、原麦タンパク質含有率および容積重は第1表に示した。硝子率は全体に2017年が低く、2018年が高かった。硝子率は、2017年、2018年ともに、5%水準で有意な処理間差が認められ、茎立期の窒素追肥量が3 g m<sup>-2</sup>である6-0-3区に比べ茎立期の窒素追肥量を6 g m<sup>-2</sup>とした3つの区で高い傾向がみられた。原麦タンパク質含有率は2017年において5%水準で処理間差が認められ、茎立期の窒素施用量が6 g m<sup>-2</sup>の区で高い傾向で、特に3-3-6区で6-0-3区に比べ高い傾向がみられた。2018年においても、同様に茎立期の窒素施用量が6 g m<sup>-2</sup>の区で高い傾向がみられた。容積重に有意差は認められなかった。

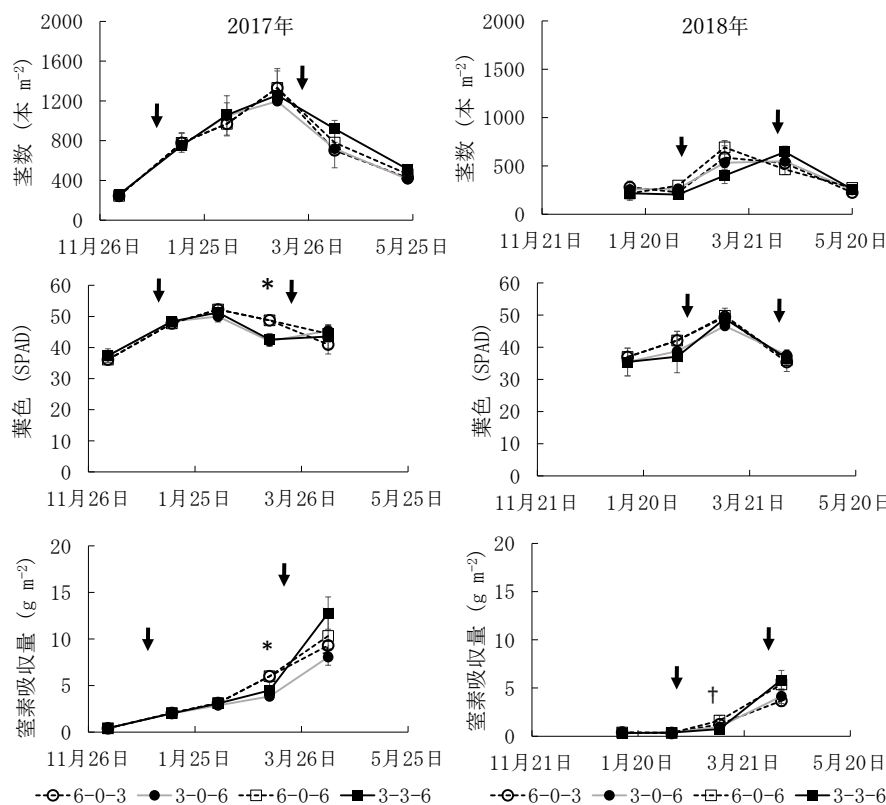
施肥体系の違いが「シュンライ」の茎数、葉色および窒素吸収量の推移に及ぼす影響を第1図に示した。茎数は年次によらずすべての調査時点で有意な処理間差は認められ

なかったが、4月時点において3-3-6区で他の3区に比べ多い傾向があった。葉色は、2017年では3月時点で、基肥窒素施用量が6 g m<sup>-2</sup>の区で、基肥窒素施用量が3 g m<sup>-2</sup>の区と比べて高かったが、2018年においては処理間差が小さく、いずれの調査時点においても有意差はみられなかった。窒素吸収量は、2017年では3月時点で、基肥窒素施用量が6 g m<sup>-2</sup>の区で、基肥窒素施用量が3 g m<sup>-2</sup>の区と比べて高い傾向がみられた。2018年においては、2月時点において、10%水準ではあるが処理間の有意差が認められ、基肥窒素施用量が6 g m<sup>-2</sup>の区では、基肥窒素施用量が3 g m<sup>-2</sup>の区と比べて多い傾向だった。

## 2. 「カシマゴール」への施肥効果

収量、収量構成要素および原麦タンパク質含有率を第3表に示した。収量、穂数、総粒数は有意差がみられなかったが、両年次を通じて3-3-6区が6-0-6区と同等か若干多い傾向がみられた。原麦タンパク質含有率には処理間に差はなかった。一穂粒数には有意な差がみられなかった。千粒重は、3-3-6区において軽い傾向がみられた。出穂期、成熟期、全乾物重、稈長、穂長およびLAIを第4表に示した。稈長は6-0-6区に比べ3-3-6区において5%水準で有意に短かったが、2018年には有意な差はみられなかった。出穂期および成熟期は、両年次とも差はみられなかった。なお、全ての処理区で倒伏はみられなかった。

施肥体系の違いが「カシマゴール」の茎数、葉色および窒素吸収量の推移に及ぼす影響を第2図に示した。茎数は、2017年においては、2～3月までは6-0-6区で3-3-6区より多く推移し、3月時点では5%水準で有意な処理間差があったが、4月時点では3-3-6区で6-0-6区より5%水準で有意に多かった。2018年においては、茎数はすべての調査時点で処理間差はみられなかった。葉色は、2017年において、



第1図 施肥体系の違いが「シュンライ」の茎数、葉色および窒素吸収量の推移に及ぼす影響。

茎数の5月のデータは収穫時の穂数。

葉色は、完全展開葉の1枚下の葉で測定。

図中の矢印は追肥を行った時期。

\*:  $P < 0.05$  で有意差有り, †:  $P < 0.1$  で有意差有り (分散分析)。

エラーバーは標準偏差。

凡例に示した処理名は、基肥、分けつ期追肥、茎立期追肥に施用した窒素量 ( $\text{g m}^{-2}$ )。

第3表 施肥体系が「カシマゴール」の収量、収量構成要素、有効茎歩合および原麦タンパク質含有率に与える影響。

年次	処理名	収量 $\text{g m}^{-2}$	穂数 $\text{本 m}^{-2}$	有効茎 歩合	一穂粒数 粒	総粒数 $\text{粒 m}^{-2}$	千粒重 g	原麦タンパク質含有率 %
2017	6-0-6	587	551	—	31.6	17446	33.6	10.4
	3-3-6	605	550	—	33.1	18125	33.4	10.4
t検定	P値	0.65	0.97		0.64	0.59	0.30	0.90
2018	6-0-6	332	238	0.26	40.6	9667	35.6	10.6
	3-3-6	346	255	0.37	40.0	10288	35.0	10.6
t検定	P値	0.86	0.68	0.31	0.81	0.78	0.15	0.98
平均値	6-0-6	460	395	—	36.1	13556	34.6	10.5
	3-3-6	475	403	—	36.5	14207	34.2	10.5

収量、一穂粒数、総粒数、千粒重は縦目2.2mmで篩選した結果。

収量、千粒重および原麦タンパク質含有率は水分含有率12.5%換算の値。

2017年の有効茎歩合のデータはなし。

処理名は、基肥、分けつ期追肥、茎立期追肥に施用した窒素量 ( $\text{g m}^{-2}$ )。

2月と3月時点で、6-0-6区で3-3-6区より5%水準で有意に高かったが、4月時点では処理間差はなくなった。2018年においては、葉色はすべての調査時点における有意差はなかった。窒素吸収量は、2017年において、2月と3月時点では6-0-6区で3-3-6区より5%水準で有意に多かったが、

4月時点では3-3-6区で5%水準で有意に多かった。窒素吸収量は、2018年において、1月時点で6-0-6区において10%水準ではあるが有意に多かったが、その後有意差はみられなかった。

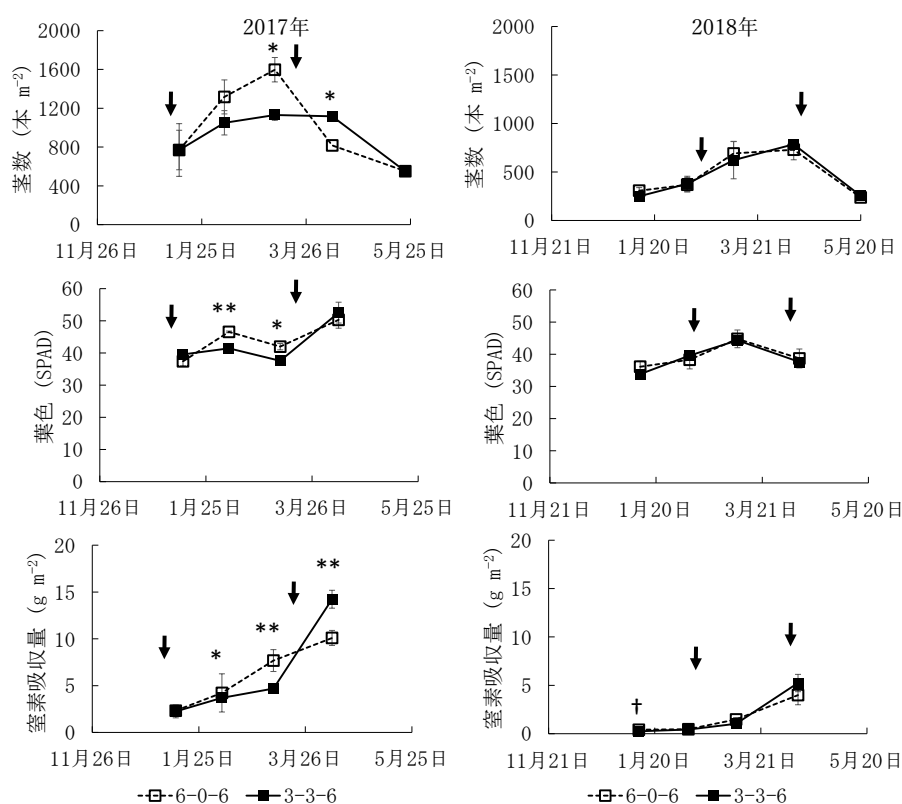


第4表 施肥体系が「カシマゴール」の生育および登熟初期の LAI に与える影響.

年次	処理名	出穂期	成熟期	全乾物重 $\text{g m}^{-2}$	稈長 cm	穂長 cm	LAI $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$
2017	6-0-6	4/10	5/20	1332	86.2	4.1	-
	3-3-6	4/10	5/20	1621	79.0	3.9	-
t 検定	P 値	-	-	0.26	0.03	0.43	-
2018	6-0-6	4/10	5/17	683	53.4	4.4	1.73
	3-3-6	4/10	5/17	764	52.6	4.3	1.60
t 検定	P 値	-	-	0.75	0.81	0.23	-
平均値	6-0-6	-	-	1008	69.8	4.2	-
	3-3-6	-	-	1193	65.8	4.1	-

全乾物重は成熟期の値.

処理名は、基肥、分けつ期追肥、茎立期追肥に施用した窒素量 ( $\text{g m}^{-2}$ ).



第2図 施肥体系の違いが「カシマゴール」の茎数、葉色および窒素吸収量の推移に及ぼす影響.

茎数の5月のデータは収穫時の穂数.

葉色は、完全展開葉の1枚下の葉で測定.

図中の矢印は追肥を行った時期.

\*\* :  $P < 0.01$  で有意差有り, \* :  $P < 0.05$  で有意差有り, † :  $P < 0.1$  で有意差有り (t 検定).

エラーバーは標準偏差.

凡例に示した処理名は、基肥、分けつ期追肥、茎立期追肥に施用した窒素量 ( $\text{g m}^{-2}$ ).

## 考 察

2018年は、両品種とも全処理区で2017年より穂数が少なく、収量（整粒重）は2017年（625～731  $\text{g m}^{-2}$ ）と比較して顕著な低収（332～415  $\text{g m}^{-2}$ ）となった（第1表、第3表）。2017年は日平均気温が平年並みに推移したのに対し、2018年は11月～2月にかけて平年に比べ低く推移した結

果、3月上旬頃までの窒素吸収量は2018年の約20%、茎数は約50%と少なくなり、3月以降は平年より高温に推移したものの、十分に生育が回復するまでに至らなかったことが2018年に低収となった主要因と考えられる。また、登熟期中盤の5月上旬には最高気温が27.5℃となる日があったことで成熟が進んで、登熟期間が3日短くなったことも影響したと考えられた。

本試験において「シュンライ」の収量は、2017 年において総窒素施用量が多い区で多く、同じ総窒素施肥量の中では基肥の量が少ない追肥重点施肥を行った区で多い傾向となった。2 作期の平均収量は追肥重点かつ分施を行った 3-3-6 区で最も多い傾向となり（第 1 表）、標準施肥の 6-0-3 区に対し約 18% 収量が増加する傾向を示した。「シュンライ」において 3-3-6 区では 6-0-3 区より穂数および総粒数が多い傾向であり、その結果増収傾向を示したものと考えられる。鎌田ら（2014）もハダカムギで同様に、追肥重点施肥により穂数と収量が増加することを報告している。本試験の「シュンライ」の穂数増加の要因として、両年次とも基肥窒素施用量が少なかった  $3 \text{ g m}^{-2}$  の区の有効茎歩合が高い傾向を示した（第 1 表）ことが挙げられる。生育初期に与える窒素施肥の割合が高いと分げつの発生を促進するが、その多くは有効化しない（Baethgen ら 1995）。渡邊ら（2016）は、コムギについて止葉抽出期の追肥を含む後期重点施肥では有効茎歩合が高まることを報告している。本試験でも渡邊ら（2016）と同様に 2017 年の「シュンライ」の基肥窒素施用量が  $3 \text{ g m}^{-2}$  の区では  $6 \text{ g m}^{-2}$  の区と比べ 3 月時点で茎数が少ない傾向だったが、3 月以降の減少程度が 3-3-6 区では少なかった（第 1 図）ため最終的に穂数が多く、その結果、収量が多くなったと考えられた。冬季が低温だった 2018 年においては、基肥  $6 \text{ g m}^{-2}$  の区においても生育初期の分げつの発生が抑えられて最高茎数が少なくなった結果、有効茎歩合が 2017 年に比べ高かったため（第 1 表）、処理の影響は小さくなり、収量が有意に増加しなかったものと考えられる。一方、渡邊ら（2016）はコムギで、島崎・関（2020）はもち性オオムギで、止葉抽出期の追肥を含む後期重点施肥により、一穂粒数が増加したことを報告しているが、本試験では有意差が見られなかった（第 1 表）。これは作物種や品種の違いの他に、渡邊ら（2016）、島崎・関（2020）の施肥試験では止葉抽出期の追肥を実施しており、生育後期まで葉色が維持されて、子実の充実が進んだことで整粒歩合が高まったことも、一穂粒数の増加に寄与したと考えられたのに対し、本試験では止葉抽出期追肥を実施しなかったことも一因であると考えられる。本試験の「シュンライ」では 4 月時点の葉色（第 1 図）や LAI（第 2 表）に差がなく、成熟期にも差がなかった（第 2 表）ことから、追肥重点施肥の効果が穂数の増加のみに現れたものと推察された。

一方で「カシマゴール」においては、稈長を除いたすべての項目で処理間に有意差はみられなかった。しかし、収量と総粒数の年次平均値は両年次とも、3-3-6 区において 6-0-6 区より多い値を示した（第 3 表）。今後、止葉期追肥などを組み合わせることで、「シュンライ」と同様に増収の見込みがあると考えられた。

次に追肥重点施肥がオオムギの品質面に及ぼす影響について考察を行う。「シュンライ」において、原麦タンパク質含有率と硝子率は茎立期追肥窒素施用量が  $6 \text{ g m}^{-2}$  の区

で  $3 \text{ g m}^{-2}$  の区より高くなり、精麦用オオムギの品質ランク区分の上限値を超過した。硝子率と子実のタンパク質含有率には正の相関があり（早乙女ら 1991、水上・小林 1993、塔野岡ら 2010、山口ら 2015、沖山ら 2021）、特に、窒素施肥量が多いほど高く（服部ら 2007、箕田ら 2010）、また施肥時期が遅いと高くなる（柳原ら 1991）ことが報告されている。本試験でも硝子率は 2017 年において原麦タンパク質含有率が高い区ほど高かった。本研究により、うるち性オオムギでは茎立期の多肥で精麦用としての品質を損なう可能性があるため追肥重点施肥栽培は適さないと考えられた。

一方で麦茶用のオオムギはタンパク質含量が高いほど、風味および香りが強いという報告があり（松岡ら 2010）、ランク区分（滋賀県 2012）では原麦タンパク質含有率 10.5% 以上が A ランク獲得の基準値のひとつとして定められている。本試験において原麦タンパク質含有率は、「カシマゴール」では 6-0-6 区に対し 3-3-6 区で同程度（10.4%～10.6%）であり（第 3 表）、「シュンライ」では 3-3-6 区において原麦タンパク質含有率の年次平均値は 10.8% と他の区より高かった（第 1 表）。従って、追肥重点分施肥は麦茶用のオオムギにおいては品質を維持する、または高める可能性が示唆された。また本試験の施肥体系よりさらに追肥量（止葉期など）を増やすことで、タンパク質含有率を高め、高品質かつ多収の施肥体系となる可能性が考えられた。

以上を総合すると、基肥を減らし追肥を増やす追肥重点型の施肥は、供試した 2 品種において収量を増加させる傾向にあることから、関東地方におけるオオムギにおいても多収化に向けて有効な施肥法であると考えられた。さらに「シュンライ」においては分げつ期の追肥も施用することで、その効果が高まりさらに多収となる可能性が示された。しかしながら、うるち性のオオムギでは追肥重点施肥によって硝子率が高まり、精麦用としての品質を損なう恐れがあるため、現段階では本施肥法を精麦用のオオムギに適用することは困難であるとの結論に至った。ただし、北陸地方において、もち性品種であれば追肥重点施肥でも硝子率が基準値を超えることなく多収になることが示されているように（島崎・関 2020、農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点 2020）、関東でももち性品種であれば精麦用のオオムギでも、本施肥法によって高品質かつ多収が得られる可能性があると考えられる。一方で麦茶用オオムギでは、追肥重点施肥により多収化と高品質化を同時に達成できる可能性が高い。「カシマゴール」は茨城県における六条オオムギの作付け面積の 67% で栽培されている（関東農政局生産部生産振興課 2022）。また「シュンライ」は、長野県（注：長野県農政部技術課 2022）や栃木県（栃木県 2018）では麦茶用としても作付されており、麦茶用として栽培するには「カシマゴール」と同様に本施肥法が適用可能と考えられる。今後最も効果の高い総施肥量および施

肥配分を明らかにすることで、関東地方における麦茶用オムギの高品質・多収技術が確立されることを期待したい。

### 引用文献

- Baethgen, W. E., Christianson, C. B. and Lamothe, A. G. 1995. Nitrogen fertilizer effects on growth, grain yield, and yield components of malting barley. *Field Crops Res.* 43: 87-99.
- 服部誠・佐藤徹・田村隆夫・市川岳史・田村良浩 2007. 越冬後追肥が大麦「ファイバースノウ」の品質及び収量に与える影響. 北陸作報 42: 93-96.
- 広島県 2015. 平成 27 年度広島県立総合技術研究所農業技術センター研究成果情報集 I 普及に移し得る成果. 3-4. <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/182479.pdf> (2022/6/22 閲覧).
- 広島県 2016. 平成 28 年度広島県立総合技術研究所農業技術センター研究成果情報集 II 技術指導に参考となる成果. 13-14. <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/210572.pdf> (2022/6/22 閲覧).
- 鎌田英一郎・池尻明彦・高橋肇・前岡庸介・内山亜希・金子和彦・中司裕典・金岡夏美・荒木英樹・丹野研一 2014. 裸麦の収量および登熟生理に及ぼす穂肥窒素による後期重点施肥の影響. 日作紀 83: 1-8.
- 関東農政局生産部生産振興課 2022. 関東の麦をめぐる事情について 令和 3 年 10 月. <https://www.maff.go.jp/kanto/seisan/nousan/mugi/attach/pdf/index-7.pdf> (2022/6/22 閲覧).
- 松岡翼・鮎澤信昌・小林敏樹 2010. 原料大麦の麦茶適性の簡易識別法の検討. 日作紀 79: 357-362.
- 箕田豊尚・九重松統・柳澤貴司・長嶺敬・戸倉一泰・加藤徹 2010. 二条裸麦新品種「ユメサキボシ」に適する播種時期, 播種量, 施肥量および踏圧回数. 埼玉農総研報 10: 37-47.
- 水上ゆかり・小林恭一 1993. 大麦の精麦加工適性と原麦の性状(硝子質割合, 粒厚)との関係. 北陸作報 28: 66-68.
- 水落勁美 1988. 北海道におけるコムギ多収技術開発の可能性. 農業技術 43: 337-342.
- 水田圭祐・荒木英樹・中村和弘・松中仁・丹野研一・高橋肇 2017. パン用コムギ品種「ミナミノカオリ」における穂肥重点施肥が収量や子実タンパク質含有率におよぼす影響. 日作紀 86: 319-328.
- 農業研究センター 1986. 皮麦・裸麦(非醸造用二条大麦)調査基準第 1 版. 農業研究センター, 茨城. 1-69.
- 農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点 2020. もち性大麦「はねうもち」栽培マニュアル. 1-11. [https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130016.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130016.html) (2022 年 3 月 9 日閲覧).
- 沖山毅・柳澤貴司・長嶺敬・大山亮・関和孝博・加藤常夫 2021. 食用オムギ品種シュンライにおける硝子率と  $\beta$ -グルカン含有率の変動要因解析と施肥法による両品質の制御. 日作紀 90: 194-205.
- 早乙女和彦・星川清親・伊藤浩・宮川三郎 1991. 醸造用二条オムギの硬質粒に関する研究. 栃木農試研報 38: 37-58.
- 滋賀県 2012. 売れる麦・大豆作りに向けての指針. 50-59. [https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen\\_type/h\\_sehi\\_kizyun/attach/pdf/sig03-12.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/attach/pdf/sig03-12.pdf) (2022/5/16 閲覧).
- 島崎由美・関昌子 2020. 後期重点施肥が新潟県で栽培したもち性オムギの収量, 品質に及ぼす影響. 日作紀 89: 245-251.
- 栃木県 2018. 麦類生産振興方針. とちぎ米麦改良 115: 2-5.
- 塔野岡卓司・河田尚之・吉岡藤治・乙部千雅子 2010. 黒ボク土がオムギの精麦品質に及ぼす影響-灰色低地土水田と黒ボク土畑におけるオムギ精麦品質の差異-. 日作紀 79: 296-307.
- 渡邊和洋・中園江・中村大輔・西谷友寛・西村奈月・松島弘明・谷尾昌彦・江原宏 2016. 生育後期重点施肥がコムギの生育と収量に及ぼす影響. 日作紀 85: 373-384.
- 柳原元一・星川清親・飯沼千史 1991. 六條オムギのガラス質粒発生におよぼす追肥量および追肥時期の影響. 日作東北支部報 34: 45-46.
- 山口憲一・辻田泉・木村浩・水口聡・兼頭明宏・池田達哉・長嶺敬 2015. ハダカムギ「マンネンボシ」の硝子率に対する種子比重の寄与. 日作紀 84: 271-278.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.

### Effects of Higher Top to Basal Nitrogen Dressing Ratio on Growth, Yield, Protein Content and Glassy Grain Rate in Six-rowed Barley 'Shunrai' and 'Kashimagoal' Grown in the Kanto Region

Natsumi OKAMURA, Hiroko SAWADA, Hiromi MATSUYAMA and Kazuhiro WATANABE (*Central Region Agricultural Reserch Center, NARO, 1-2-1, Inada, Joetsu, Niigata 943-0193, Japan*)

**Abstract:** Reduced basal fertilizer and increased additional fertilizer application have been reported to increase barley yield in some regions, but not in the Kanto region. We conducted a two-year trial to clarify the effects of this fertilization system in the Kanto region. Fertilizer was added at different growth stages to the six-row barley cultivars 'Shunrai' (a pearling and barley tea variety) and 'Kashimagoal' (a barley tea variety) and the amount of N ( $\text{g m}^{-2}$ ) was 6 (as basal fertilizer) -0 (at tillering stage) -3 (at jointing stage), 3-0-6, 6-0-6, and 3-3-6 in 'Shunrai', 6-0-6 and 3-3-6 in 'Kashimagoal'. Compared to the 6-0-3, the 3-3-6 tended to be higher number of ears and yield in 'Shunrai'. Furthermore, the protein content and glassy grain rate of the grain were higher in the plot with more N in the jointing fertilization, indicating the possibility of quality problems for pearling. The number of grains and yield of 'Kashimagoal' tended to be higher in the 3-3-6 system, than in the 6-0-6 system, and there was no difference in the protein content of grains. This study indicated that the 3-3-6 fertilizer system with a high ratio of additional fertilizer to basal fertilizer in the Kanto region increases the yield of six-row barley cultivars and is particularly suitable for barley tea.

**Key words:** Barley, Barley tea, Glassy grain rate, Higher top to basal nitrogen dressing ratio, High-yielding culture, Kashimagoal, Protein content.