

## 中華めん用小麦「ラー麦」における 穂揃期追肥の省力化の可能性

福岡県農林業総合試験場 豊前分場

石丸 知道

### 1. はじめに

福岡県で育成された中華めん用小麦「ちくしW2号(登録商標名:ラー麦)」は、ラーメン適性が良好であることから、実需者から生産拡大が望まれ、2014年播の作付面積は1,250ha(福岡県内の小麦作付面積の8%)と2008年に一般栽培が始まってから徐々に面積が増加している。その一方で、良好なラーメン適性を保つため、子実タンパク質含有率12%以上を有する「ラー麦」の安定生産と供給が実需者から強く求められている。子実タンパク質含有率12%以上を確保するために、福岡県では穂揃期に、窒素成分で5kg/10aを追肥する新たな基準を設けた。しかし、穂揃期の追肥は生産者にとって重労働であるため、省力化が望まれている。ここでは、穂揃期後の追肥時期が子実タンパク質含有率に及ぼす影響を明らかにすることで、緩効性肥料を用いた穂揃期追肥の省力化の可能性について知見を得たので、紹介する。

### 2. 方法

#### 1) 穂揃期後の窒素追肥時期と子実タンパク質含有率

「ラー麦」を供試し、2010~2011年の2ヵ年(播種年、以下同じ)に福岡県農業総合試験場豊前分場(福岡県行橋市)の灰色低地土、埴壤土の水田圃場(水稻後作)において試験を実施した。2010年は11月24日、2011年は11月28日に目標出芽本数を150本/m<sup>2</sup>とし、1区8.3m<sup>2</sup>に播種した。播種方法は畦幅150cmの4条の条播で、施肥は両年とも、基肥は化成肥料を窒素、リン酸、カリの成分でそれぞれ5, 5, 5kg/10a、追肥は化成肥料を1追(1回目追肥, 1月下旬施肥)4, 0, 4kg/10a, 2追(2回目追肥, 3月上旬施肥)2, 0, 2kg/10aとした。穂揃期後の追肥時期は、穂

揃期、穂揃期後7日、14日、21日、28日の5時期とし、窒素成分で5kg/10aを粒状の硫酸で追肥した。踏圧および土入れは両年ともに1月~3月にそれぞれ2回行った。各試験区ともそれぞれの成熟期頃に収穫し、乾燥、脱穀後に2.2mmの縦目篩いで選別した子実を供試して、収量構成要素および子実タンパク質含有率を測定した。作物体の窒素含有率はセミ・ミクロケルダール法、子実タンパク質含有率は近赤外多成分分析装置(FOSS社製、インフラテック1241)で測定し、水分含有率13.5%の換算値として示した。

#### 2) 穂揃期後の窒素追肥時期の違いによる麦体中の窒素動態の比較

供試品種、試験実施場所、栽培法は1)と同様とし、2011年11月28日に1区0.15m<sup>2</sup>に播種した。窒素肥料は基肥以下2追までは<sup>15</sup>N非標識硫酸(以下、硫酸)とし、施肥量は1)と同様とした。穂揃期後の追肥には<sup>15</sup>N標識硫酸を用いて、穂揃期、穂揃期後7日、14日、21日、28日の5時期に窒素成分で5kg/10aを追肥した。なお、各追肥日とも対照として同量の硫酸を処理する区を設けた。また、各区ともに基肥時にリン酸、カリを成分量で5kg/10a施肥した。成熟期に試験区の全株を抜き取り、根を切除後、穂と茎葉の部分に分けて窒素分析に供した。作物体の窒素含有率はセミ・ミクロケルダール法によって測定した。<sup>15</sup>N濃度(atom% excess)は安定同位体質量分析計(Integra CN, Sercon)により測定した<sup>15</sup>N存在比(atom%)より自然存在比0.366を減じることで算出した。追肥窒素寄与率は、算出された試料の<sup>15</sup>N濃度(atom% excess)を<sup>15</sup>N標識硫酸から自然存在比を減じた値で除し、100を乗じて算出した。

### 3. 結果

#### 1) 穂揃期後の窒素追肥時期と子実タンパク質含有率

穂揃期後の窒素追肥時期が「ラー麦」の生育、収量および品質に及ぼす影響を表1に示した。成熟期は、穂揃期追肥に比べて、穂揃期後7日で同日～1日遅く、穂揃期後14日では1日遅く、穂揃期後21日および28日では1～2日早まった。稈長、穂長、穂数、容積重および収量に、追肥時期の違いによる差はみられなかった。千粒重は追肥時期と栽培年次の違いで異なり、穂揃期～穂揃期後14日追肥で重く、穂揃期後21日以降の追肥では軽かった。

子実窒素含有率および子実タンパク質含有率に年次間差があり、2011年播では子実窒素含有率が低く、子実タンパク質含有率が12%以下であった。各播種年で穂揃期追肥の影響をみると、2010年播では、穂揃期と比べて穂揃期後21日および28日では子実の窒素含有率および子実タンパク質含有率が低かった。一方、穂揃期後7日および14日では子実の窒素含有率および子実タンパク質含有率に差はなく、子実タンパク質含有率は13%以上と高かった。2011年播では、穂揃期と比べて穂揃期後14日の子実窒素含有率が低い傾向があり、穂揃期後21日および28日では低く、3時期ともに子実タンパク質含有率は12%以下で

表1. 穂揃期後の窒素追肥時期が「ラー麦」の生育、収量および品質に及ぼす影響

播種年	追肥時期	成熟期 月日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	倒伏 程度	千粒重 g	容積重 g/L	子実重 kg/10a	検査 等級
2010年	穂揃期	6.6	90	9.1	490	2.8	40.4a	811	508	1.0
	穂揃期7日後	6.6	91	9.1	466	3.5	39.6a	806	515	1.0
	穂揃期14日後	6.7	90	9.1	504	3.0	40.0a	809	506	1.0
	穂揃期21日後	6.5	91	8.9	503	3.0	38.8a	806	509	1.0
	穂揃期28日後	6.5	92	9.2	470	3.5	38.7a	802	532	1.0
2011年	穂揃期	6.1	85	8.8	325	0	47.1c	821	426	1.0
	穂揃期7日後	6.2	85	8.8	316	0	47.0c	823	412	1.0
	穂揃期14日後	6.2	84	8.7	303	0	45.2b	824	422	1.0
	穂揃期21日後	6.1	84	8.6	319	0	43.5a	821	388	1.0
	穂揃期28日後	5.3.1	84	8.9	306	0	43.2a	817	387	2.0
	追肥時期	—	ns	ns	ns	—	**	ns	ns	—
	年次	—	**	**	**	—	**	**	**	—
	交互作用	—	ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	—

穂揃期は、2010年播が4月25日、2011年播が4月19日。

倒伏程度は、0(無)、1(微)、2(小)、3(中)、4(多)、5(甚)の6段階で示した。

検査等級は、1(1等上)～6(2等下)、7(規格外)で示した。

一元配置の分散分析、\*\*は1%水準で有意差あり。

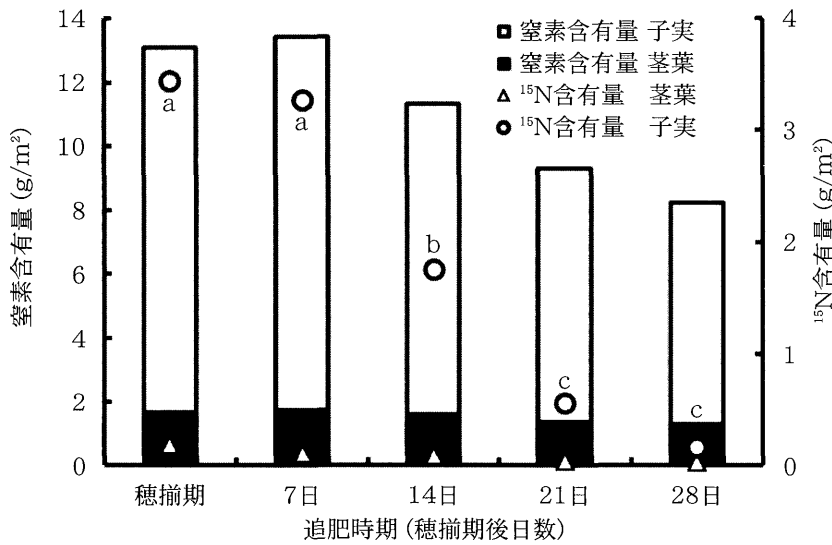
Tukeyの多重比較、各播種年で異英字間に5%水準で有意差あり。

次に、穂揃期後の窒素追肥時期が成熟期の子実タンパク質含有率と茎葉および子実の窒素含有率に及ぼす影響を表2に示した。穂揃期および穂揃期後7日の追肥では、2ヵ年ともに子実窒素含有率が2.4%前後で、子実タンパク質含有率が13%以上と高かった。穂揃期後14～28日の追肥では、

あった。しかし、穂揃期後7日では2010年播と同様に、子実の窒素含有率および子実タンパク質含有率には、穂揃期追肥との間に差はなかった。

#### 2) 穂揃期後の窒素追肥時期の違いによる麦体中の窒素動態比較

穂揃期後の追肥時期が成熟期における子実およ



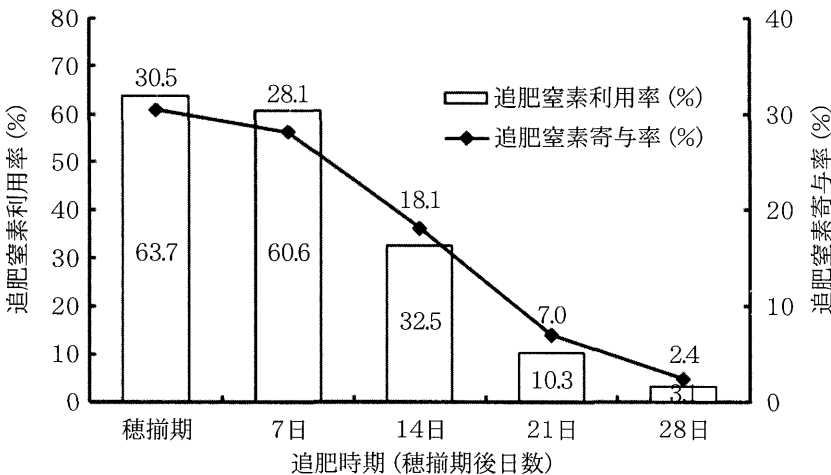
1) Tukeyの多重比較により、異英字間に5%水準で有意差あり

図1. 穂揃期後の追肥時期が成熟期の子実および茎葉の窒素含有量に及ぼす影響 (2011年播)

び茎葉の窒素含有量に及ぼす影響を図1に示した。子実の窒素含有量は、穂揃期追肥で11.4g/m<sup>2</sup>であったのに対し、穂揃期後14日では9.8g/m<sup>2</sup>、穂揃期後21日および28日では7.9、6.9g/m<sup>2</sup>と少なかったが、穂揃期後7日では11.7g/m<sup>2</sup>と同程度であった。一方、茎葉の窒素含有量には、追肥時期による差はみられなかった。穂揃期後に追肥した窒素の吸収量 (<sup>15</sup>N含有量) は、穂揃期追肥が3.4g/m<sup>2</sup>であったのに対し、穂揃期後14日では

1.8g/m<sup>2</sup>、穂揃期後21、28日では0.6g/m<sup>2</sup>以下と少なかったが、穂揃期後7日では3.3g/m<sup>2</sup>と穂揃期追肥と同等であった。茎葉においては穂揃期後に追肥した窒素の吸収量は、いずれの追肥時期においても差はなかった。

次に、穂揃期後の追肥時期と子実における追肥窒素の利用率および寄与率を図2に示した。穂揃期後に追肥した窒素の大部分は子実へ転流されるため、ここでは茎葉を含めず子実の窒素含有量のみから追肥窒素利用率を算出した。その結果、追肥窒素利用率は穂揃期後および穂揃期後7日の追肥で60%以上と高く、穂揃期後14日では32.5%と低下し、穂揃期後21日および28日ではそれぞれ10.3、3.1%と著しく低下した。穂揃期後の追肥時期と追肥窒素利用率との間には負の関係が認められた ( $r=-0.971^{**}$ )。同様に、成熟期の子実窒素含有量に占める穂揃期後追肥由来の窒素含有量の割合を示す追肥窒素寄与率は、穂揃期および穂揃期後7日では30%程度と高く、穂揃期後14日以降については窒素追肥が遅れるほど低下し、穂揃期後の追肥時期と追肥窒素寄与率との間において負の相関が認められた ( $r=-0.964^{**}$ )。



1) 図中の数値は、上段：施肥窒素寄与率、下段：追肥窒素利用率を示す

図2. 穂揃期後の追肥時期と子実窒素含有量における追肥窒素の利用率および寄与率 (2011年播)

#### 4. 考察

子実タンパク質含有率について、本試験で供試した「ラー麦」のラーメン適性が良好となる子実タンパク質含有率は12%以上 (古庄ら 2013) であることから、12%以上を窒素追肥時期の適否として判断する。試験を実施した2カ年ともに子

表 2. 穂揃期後の窒素追肥時期が成熟期の子実タンパク質含有率と茎葉および子実の窒素含有率に及ぼす影響

播種年	追肥時期	子実タンパク質含有率 %	窒素含有率		子実窒素含有比 %
			茎葉 %	子実 %	
2010年	穂揃期	13.4b	0.33a	2.37bc	84
	穂揃期7日後	13.2b	0.34a	2.43c	84
	穂揃期14日後	13.1b	0.34a	2.38c	85
	穂揃期21日後	11.9a	0.33a	2.25ab	84
	穂揃期28日後	12.0a	0.35a	2.23a	83
2011年	穂揃期	13.2c	0.29a	2.47b	87
	穂揃期7日後	13.4c	0.27a	2.36b	87
	穂揃期14日後	11.7b	0.27a	2.13ab	86
	穂揃期21日後	10.3a	0.25a	1.89a	85
	穂揃期28日後	9.9a	0.26a	1.86a	84
	追肥時期	**	ns	**	—
	年次	**	**	**	—
	交互作用	**	ns	**	—

穂揃期は、2010年播が4月25日、2011年播が4月19日。

茎葉、子実の窒素含有率はセミ・ミクロケルダール法による測定で乾物換算。

子実窒素含有比は、子実窒素含有量/(子実+茎葉の窒素含有量)\*100。

一元配置の分散分析、\*\*は1%水準で有意差あり。

Tukeyの多重比較、各播種年で異英字間に5%水準で有意差あり。

実タンパク質含有率が目標とする12%を上回った穂揃期後の追肥時期は、穂揃期と穂揃期後7日で、いずれの年においても13%以上が確保された(表2)。<sup>15</sup>N標識硫安を用いて穂揃期後に追肥した窒素の吸収動態を2011年播でみると、穂揃期および穂揃期後7日の追肥では、窒素利用率が60%

吸収動態をみると、成熟期における<sup>15</sup>N標識硫安由来の子実窒素含有量が穂揃期および穂揃期後7日の追肥と比べて50%程度と少なかった(図1)。また、追肥窒素利用率は33%で、追肥窒素寄与率も18%と低かった(図2)。このことから、穂揃期後14日追肥では、麦体の窒素の吸収量が少なく、追肥窒素利用率が低下したことがうかがえる。この年次による違いは、追肥後の降雨の影響が考えられる。本試験において穂揃期後14日追肥の後に1mm以上の降雨があったのは、2010年播は追肥した翌日であったのに対し、2011年播は追肥後11日(穂揃期後25日)を要した(図3)。このため、2011年播の穂揃期後14日追肥で子実タンパク質含有率が低かった理由と

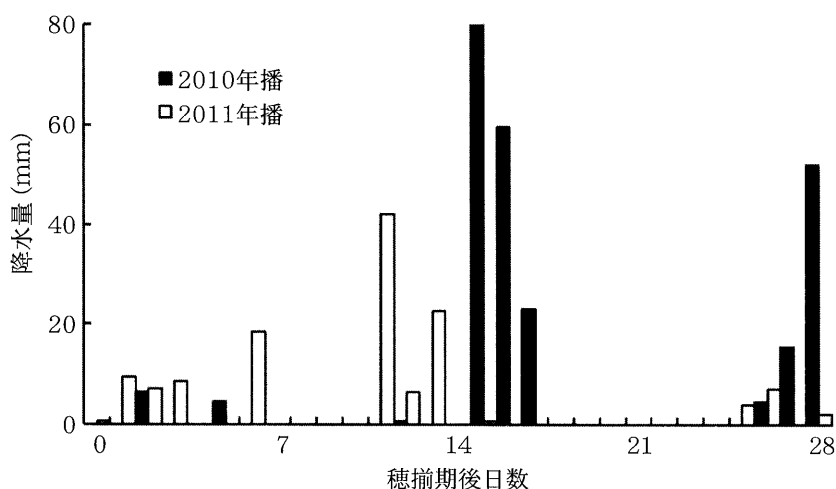


図 3. 穂揃期追肥後の日降水量 (行橋アメダス)

以上と高く、<sup>15</sup>N標識硫安由来の子実窒素含有量が約3.4g/m<sup>2</sup>と多かった。また、追肥窒素寄与率は両追肥時期ともに30%程度と高かった(図1, 図2)。以上のことから、穂揃期と穂揃期後7日の追肥で安定的に12%以上を確保できた理由としては、穂揃期後に追肥した窒素の吸収量が多かったことがあげられる。したがって、子実タンパク質含有率が12%以上となるための有効な追肥時期は、穂揃期から穂揃期後7日である。

穂揃期後14日の窒素追肥では、子実タンパク質含有率は、2010年播では12%以上であったが、2011年播では12%以下であった。

2011年播の<sup>15</sup>N標識硫安の吸収動態をみると、成熟期における<sup>15</sup>N標識硫安由来の子実窒素含有量が穂揃期および穂揃期後7日の追肥と比べて50%程度と少なかった(図1)。また、追肥窒素利用率は33%で、追肥窒素寄与率も18%と低かった(図2)。このことから、穂揃期後14日追肥では、麦体の窒素の吸収量が少なく、追肥窒素利用率が低下したことがうかがえる。この年次による違いは、追肥後の降雨の影響が考えられる。本試験において穂揃期後14日追肥の後に1mm以上の降雨があったのは、2010年播は追肥した翌日であったのに対し、2011年播は追肥後11日(穂揃期後25日)を要した(図3)。このため、2011年播の穂揃期後14日追肥で子実タンパク質含有率が低かった理由と

して、追肥した硫安の溶解が遅れたことによる麦体の窒素吸収の減少にともなう追肥窒素利用率の低下に起因すると考えられる。穂揃期後21日および28日の窒素追肥では、穂揃期施用と比べて2カ年ともに子実タンパク質含有率が低く、特に2011年播では約10%で、目標値である12%には到達することはできなかった(表2)。これは、追肥窒素利用率が著しく低く、子実窒素含有量が極端に少なくなったためである(図1, 2)。また、穂揃期後14日以前の施用と比べて千粒重が軽かったことから、穂揃期後の追肥効果(高山ら 2004, 山下ら 2005)が低いことが示唆され、コムギの窒素吸収能は穂揃期後21日以降では低下していることが推察される。したがって、子実タンパク質含有率向上からみた穂揃期後21日および28日の窒素追肥は、時期が不適と判断される。

福岡県では実需者の要望に応えるために、穂揃期追肥を前提とした「ラー麦」、「ミナミノカオリ」等の中華めん・パン用品種の作付拡大を誘導している。しかし、現行の施肥体系で必須となっている穂揃期追肥は生産者にとって重労働であることから、省力化の要望が多い(田中ら 2008)。このため、出穂後にも十分な窒素吸収を促進させるための省力施肥技術の確立が重要である。北部九州においては、省力施肥技術として日本めん用品種で緩効性肥料の活用が実用化されているが(田中ら 2008)、中華めん・パン用品種では子実タンパク質含有率の目標値が日本めん用品種よりも

さらに2~3%高い水準であるため、未だ実用化されていない。本試験において、子実タンパク質含有率を安定的かつ効率的に高める追肥時期は穂揃期~穂揃期後7日であったが、穂揃期後14日でも追肥後の降雨により速やかに硫安が溶解した場合、穂揃期追肥と同等の効果を期待できることが示唆された。つまり、緩効性肥料を利用した省力施肥体系を構築していくにあたっては、緩効性肥料の性質上、窒素の溶出期間を要するため、穂揃期~穂揃期後14日の間に、追肥窒素利用率が60%以上となるような溶出タイプのものを選定していくことで、実用化が可能と考える。

### 参 考 文 献

- 古庄雅彦・馬場孝秀・宮崎真行・石丸知道・大野礼成・高田衣子・浜地勇次 2013. 日本初のラーメン用小麦品種「ちくしW2号」の開発と高品質生産技術の確立. 日作紀81(別号1): 518-521.
- 高山敏之・長嶺敬・石川直幸・田谷省三 2004. コムギにおける出穂10日後追肥の効果. 日作紀 73: 157-162.
- 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.
- 山下幸恵・西岡廣泰・横尾浩明 2005. パン用コムギ品種「ニシノカオリ」の子実タンパク質含有率に及ぼす穂揃期追肥の効果. 日作九支報 71: 20-22.