

適正子実タンパク質含有率からみた中華めん用コムギ品種 「ちくしW2号」の穂揃期後の窒素追肥時期

石丸知道¹⁾・荒木雅登²⁾・荒木卓哉³⁾・山本富三⁴⁾

(¹⁾ 福岡県農林業総合試験場豊前分場, ²⁾ 福岡県農林業総合試験場, ³⁾ 愛媛大学農学部, ⁴⁾ 元福岡県農業総合試験場豊前分場)

要旨：中華めん用コムギ品種「ちくしW2号」において、子実タンパク質含有率が12%以上となる穂揃期後の窒素追肥時期について重窒素標識硫酸（以下、¹⁵N 標識硫酸）を用いて明らかにした。穂揃期および穂揃期後7日の追肥では、生産年の違いに関係なく、安定的に子実タンパク質含有率が12%以上と高かった。また、成熟期における追肥窒素利用率および追肥窒素寄与率（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）と穂揃期追肥時期との間には、有意な負の相関関係が認められた。穂揃期および穂揃期後7日の追肥では、子実における追肥窒素利用率が概ね60%で、子実窒素含有量に占める穂揃期後追肥の寄与率が30%と高かった。穂揃期後14日の追肥では、施肥後の降雨の有無によりコムギの窒素吸収が影響を受け、穂揃期後21日および28日の追肥では、追肥窒素利用率が低く、寄与率も低かったことから成熟期の子実窒素含有量が少なく、子実タンパク質含有率は安定して12%以上を確保できなかった。これらのことから、硫酸を施肥する場合、穂揃期後の追肥によって子実タンパク質含有率が安定して12%以上となる追肥時期は、追肥窒素利用率が60%、追肥窒素寄与率が30%程度以上となる穂揃期および穂揃期後7日の間と判断された。

キーワード：子実タンパク質含有率、重窒素標識硫酸、窒素吸収、中華めん用コムギ、穂揃期追肥時期。

福岡県における水田農業は、稲・麦の二毛作に大豆を組み込んだ輪作体系を中心に展開されており、コムギは重要な土地利用型作物として位置づけられている。コムギの作付面積は概ね15000 haで、水田作コムギの作付面積としては全国1位である。しかし、そのほとんどが日本めん用品種であるため、めん用品種としての需要は近年飽和状態になっていた。そのような中、コムギの需要拡大を図るため、福岡県では全国初のラーメン用コムギ品種「ちくしW2号」（古庄ら2009）を開発した。「ちくしW2号」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、作付面積は2011年播では880 haと増加している。その一方で、中華めん用として良好なラーメン適性を保つため、子実タンパク質含有率が12%以上を有するコムギの安定生産と供給が、実需者から強く求められている。

これまで、中華めん・パン用コムギにおいて、子実タンパク質含有率を高めるための窒素施肥法については多くの報告（Cassmanら1992、佐藤ら1999、浦野・長嶺2001、山下ら2005、竹内ら2006、Nakanoら2008、佐藤ら2009、岩渕ら2013、島崎ら2013、2014）があり、その大部分は穂揃期頃の追肥窒素量あるいは畑作コムギに関するもので、水田作コムギでの穂揃期後の追肥時期については未検討である。また、穂揃期後の追肥作業は多大な労力がかかるため、栃木県では実用化されている緩効性肥料を用いた省力施肥法について、北部九州の中華めん・パン用コムギにおいても課題（田中ら2008）となっている。このように、北部九州において水田作コムギの中華めん用品種として適正子実タンパク質含有率12%以上を安定的に確保し、かつ、

追肥作業の労力の低減を前提とした窒素追肥技術を検討した報告はない。

そこで、水田圃場において¹⁵N 標識硫酸を用い、生産年の違いに関係なく、安定的に子実タンパク質含有率12%以上を確保するための「ちくしW2号」の穂揃期後の窒素追肥時期を明らかにするとともに、穂揃期後の省力施肥法の開発を検討した。

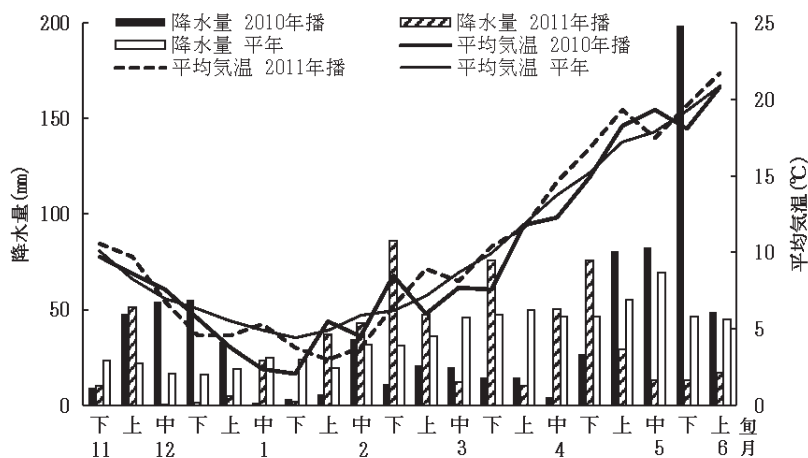
材料と方法

1. 気象概況

麦作期間中の気象は、行橋アメダス（当场で観測）のデータをを用いて、旬ごとに解析した。

2. 穂揃期後の窒素追肥時期が品質、収量および子実タンパク質含有率に及ぼす影響

「ちくしW2号」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・埴壌土の水田圃場（水稻後作、全窒素含有率 0.17%、全炭素含有率 1.87%）において試験を実施した。2010年播は11月24日、2011年播は11月28日に目標出芽本数を150本m²とし、1区8.3m²に播種し、2010年播は2反復、2011年播は3反復とした。播種方法は畦幅150cmの4条の条播で、施肥は両年ともに、基肥は化成肥料（16-16-16）をN、P₂O₅、K₂Oの成分でそれぞれ5、5、5gm²、追肥は化成肥料（16-0-16）を1追（1回目追肥、1月下旬施肥）4、0、4gm²、2追（2回目追肥、3月上旬施肥）2、0、2gm²とした。穂揃期後の追肥



第1図 生育期間中の気象概況 (行橋アメダス)。

量は窒素成分で 5 gm^2 、粒状の硫酸で追肥し、追肥時期は、穂揃期、穂揃期後7日、14日、21日、28日の5時期とした。踏圧および土入れは兩年ともに1月～3月にそれぞれ2回行った。各試験区ともにそれぞれの成熟期頃(福岡県農林水産部 2010)に 3 m^2 を収穫し、収穫後は天日乾燥舎で自然乾燥し、小型脱穀機(木屋製作所製 TS 型 EATO190)により脱穀した。千粒重、収量、容積重、子実タンパク質含有率の測定には、 2.2 mm の縦目篩いにより選別した整粒子実を供試した。容積重の測定はブラウエル穀粒計(藤原製作所製)で行い、作物体の窒素含有率はセミ・マイクロケルダール法、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。検査等級の格付けを日本穀物検定協会九州支部へ依頼し、1等上(1)～2等下(6)、規格外(7)の7段階で評価した。

3. 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

「ちくしW2号」を供試し、2011年(播種年、以下同じ)に福岡県農業総合試験場豊前分場の水田圃場(水稻後作、全窒素含有率 0.17% 、全炭素含有率 1.87%)において試験を実施した。播種方法は畦幅 150 cm の4条の条播で、目標出芽本数を 150 本 m^{-2} とした。試験の規模は1区 0.15 m^2 、2反復で11月28日に播種した。窒素肥料は基肥以下2追までは ^{15}N 非標識硫酸(以下、硫酸)とし、施肥量は窒素成分で基肥(播種時) 5 gm^2 、1追(1月24日) 4 gm^2 、2追(3月8日) 2 gm^2 とした。穂揃期後の追肥には ^{15}N 標識硫酸(5atom%)を用いて、穂揃期、穂揃期後7日、14日、21日、28日の5時期に 5 gm^2 を追肥した。なお、各追肥日ともに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 P_2O_5 、 K_2O を成分量で 5 gm^2 施肥した。踏圧および土入れは1月～3月にそれぞれ2回行った。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 105°C で24時間通風乾燥し、窒素分析

に供した。作物体の窒素含有率はセミ・マイクロケルダール法によって測定した。 ^{15}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 ^{15}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 ^{15}N 濃度(atom% excess)を ^{15}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。

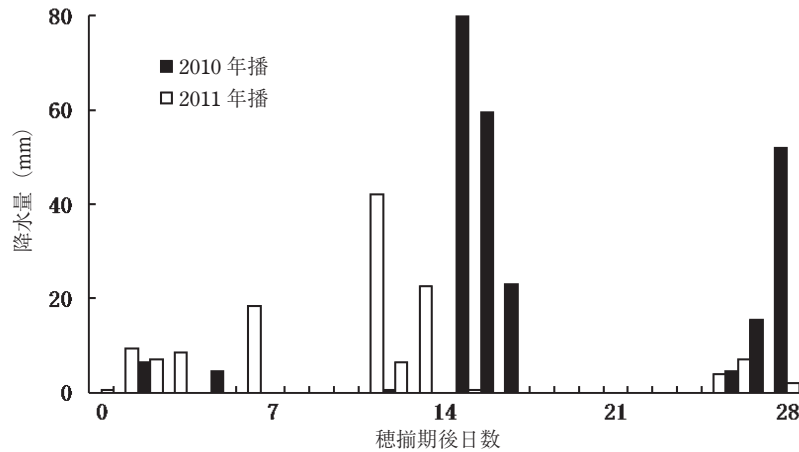
結 果

1. 麦作期間中の各年の気象概況

平均気温を平年と比べると、2010年播では概ね12月下旬～4月下旬は低温、5月上旬～中旬は高温で経過した。2011年播は概ね12月中旬～2月中旬は低温、2月下旬～4月上旬は平年並、4月中旬～成熟期は高温で経過した(第1図)。降水量を平年と比べると、2010年播では1月中旬～4月下旬で少雨であったが、5月上旬～成熟期で多雨となり、2011年播では2月上旬～4月下旬は多雨であったが、5月上旬～成熟期は少雨であった(第1図)。また、穂揃期後の窒素追肥日からその後の 1 mm 以上の降雨日までの日数は、穂揃期後7日の追肥では2011年播は追肥後4日であったが、2010年播は追肥後8日と遅く、穂揃期後14日の追肥では2010年播は翌日であったが、2011年播は追肥後11日と非常に遅く日数を要した。一方、穂揃期および穂揃期後21、28日では、兩年ともに追肥当日～追肥後5日の間に 1 mm 以上の降雨があった(第2図)。

2. 穂揃期後の窒素追肥時期が品質、収量および子実タンパク質含有率に及ぼす影響

穂揃期後の窒素追肥時期が「ちくしW2号」の生育、収量および品質に及ぼす影響を第1表に示した。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



第2図 穂揃期追肥後の日降水量(2010～2011年播 行橋アメダス)。
穂揃期は、2010年播が4月25日、2011年播が4月19日。

第1表 穂揃期後の窒素追肥時期が「ちくしW2号」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 ⁻²) | 倒伏 程度 | 千粒重 (g) | 容積重 (g/L) | 子実重 (gm ⁻²) | 検査 等級 |
|-------|----------|-------------|------------|------------|----------------------------|----------|------------|--------------|----------------------------|----------|
| 2010年 | 穂揃期 | 6.6 | 90 | 9.1 | 490 | 2.8 | 40.4 a | 811 | 508 | 1.0 |
| | 穂揃期 7日後 | 6.6 | 91 | 9.1 | 466 | 3.5 | 39.6 a | 806 | 515 | 1.0 |
| | 穂揃期 14日後 | 6.7 | 90 | 9.1 | 504 | 3.0 | 40.0 a | 809 | 506 | 1.0 |
| | 穂揃期 21日後 | 6.5 | 91 | 8.9 | 503 | 3.0 | 38.8 a | 806 | 509 | 1.0 |
| | 穂揃期 28日後 | 6.5 | 92 | 9.2 | 470 | 3.5 | 38.7 a | 802 | 532 | 1.0 |
| 2011年 | 穂揃期 | 6.1 | 85 | 8.8 | 325 | 0 | 47.1 c | 821 | 426 | 1.0 |
| | 穂揃期 7日後 | 6.2 | 85 | 8.8 | 316 | 0 | 47.0 c | 823 | 412 | 1.0 |
| | 穂揃期 14日後 | 6.2 | 84 | 8.7 | 303 | 0 | 45.2 b | 824 | 422 | 1.0 |
| | 穂揃期 21日後 | 6.1 | 84 | 8.6 | 319 | 0 | 43.5 a | 821 | 388 | 1.0 |
| | 穂揃期 28日後 | 5.31 | 84 | 8.9 | 306 | 0 | 43.2 a | 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。

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

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。

量は、追肥時期の違いによる差は認められなかったが、年次間差が認められ、2010年播は2011年播と比べて稈長、穂長が長く、穂数が多く、容積重は軽く、収量は優れた。千粒重は追肥時期と生産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。生産年次では、2011年播の方が重かった。検査等級は、両年いずれの追肥時期も1.0～2.0で1等に格付けされ良好であった。

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第2表に示した。穂揃期および穂揃期後7日の追肥では、2カ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、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が低く、子実タンパク質含有率が有意に低かった。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有意な差は認められず、子実タンパク質含有率は13%以上と高い水準であった。2011年播では、穂揃期と比べて穂揃期後14日では子実窒素含有率が低い傾向が認められ、穂揃期後21日および28日では有意に低く、3処理時期ともに子実タンパク質含有率は12%以下であり、12%以上確保するという目標に到達できなかった。しかし、穂揃

第2表 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 | 施肥時期 | 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 | 13.4 b | 0.33 a | 2.37 bc | 84 |
| | 穂揃期後 7 日 | 13.2 b | 0.34 a | 2.43 c | 84 |
| | 穂揃期後 14 日 | 13.1 b | 0.34 a | 2.38 c | 85 |
| | 穂揃期後 21 日 | 11.9 a | 0.33 a | 2.25 ab | 84 |
| | 穂揃期後 28 日 | 12.0 a | 0.35 a | 2.23 a | 83 |
| 2011 年 | 穂揃期 | 13.2 c | 0.29 a | 2.47 b | 87 |
| | 穂揃期後 7 日 | 13.4 c | 0.27 a | 2.36 b | 87 |
| | 穂揃期後 14 日 | 11.7 b | 0.27 a | 2.13 ab | 86 |
| | 穂揃期後 21 日 | 10.3 a | 0.25 a | 1.89 a | 85 |
| | 穂揃期後 28 日 | 9.9 a | 0.26 a | 1.86 a | 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・マイ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.

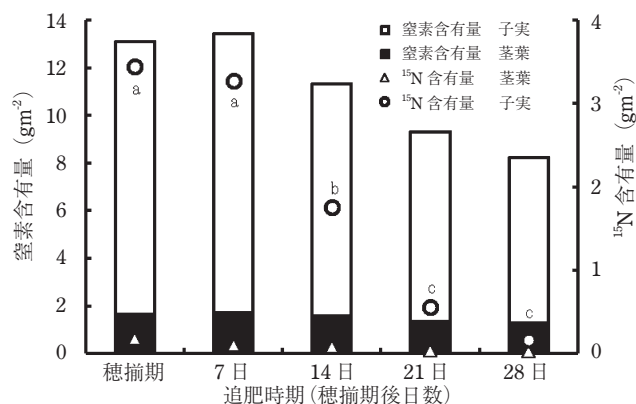
Tukey の多重比較, 各播種年で異英字間に 5% 水準で有意差あり.

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認められなかった. 茎葉の窒素含有率には、年次間差が認められたが、追肥時期による差は認められなかった. 子実窒素含有比は、いずれの窒素追肥時期においても 80% 以上と高く、吸収された窒素は茎葉から子実へ転流されることが示された.

3. 穂揃期後の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び茎葉の窒素含有量に及ぼす影響を第 3 図に示した. 子実の窒素含有量は、穂揃期追肥で 11.4 gm^{-2} であったのに対し、穂揃期後 14 日では 9.8 gm^{-2} 、穂揃期後 21 日および 28 日では 7.9 , 6.9 gm^{-2} と有意に少なかったが、穂揃期後 7 日では 11.7 gm^{-2} 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認められなかった. 穂揃期後に追肥した窒素の吸収量 (^{15}N 含有量) は、穂揃期追肥が 3.4 gm^{-2} であったのに対し、穂揃期後 14 日では 1.8 gm^{-2} 、穂揃期後 21, 28 日では 0.6 gm^{-2} 以下と有意に少なかったが、穂揃期後 7 日では 3.3 gm^{-2} 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認められなかった.

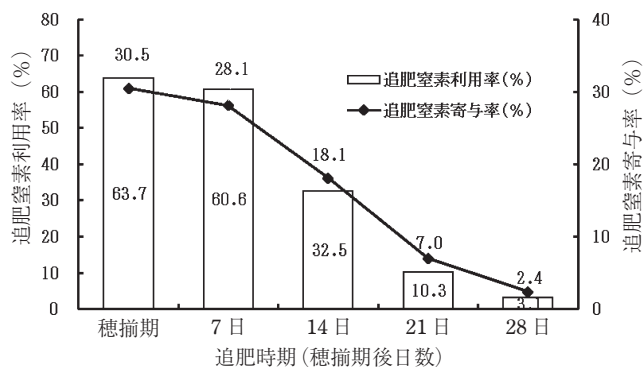
次に、穂揃期後の追肥時期と子実における追肥窒素の利用率および寄与率を第 4 図に示した. 穂揃期後に追肥した窒素の大部分は子実へ転流されるため、ここでは茎葉を含



第3図 穂揃期後の窒素追肥時期が成熟期における子実および茎葉の窒素含有量に及ぼす影響 (2011 年播).

Tukey の多重比較により、異英字間に 5% 水準で有意差あり.

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有意な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有意



第4図 穂揃期後の窒素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 (2011年播).

図中の数値は、上段：施肥窒素寄与率、下段：施肥窒素利用率を示す。

な負の相関が認められた ($r = -0.964^{**}$).

考 察

試験を実施した2ヵ年で稈長、穂長、穂数、千粒重、容積重、収量に年次間差が認められた (第1表). これは、生育期間中の両年の降雨時期の影響を受けたためと考えられる. 2010年播では生育初期～出穂期頃は少雨で、出穂期以降は多雨であったが、2011年播では逆に生育初期～出穂期頃は多雨で、出穂期以降は少雨であった (第1図). 2010年播は生育初期～出穂期頃まで少雨であったことから穂数は確保されたが、出穂期以降の多雨により千粒重および容積重が軽く、2011年播は生育初期～出穂期頃の多雨により穂数は減少したが、出穂期以降の少雨により千粒重、容積重が重かったと推察される. 収量は、穂数が確保された2010年播で多かった.

子実タンパク質含有率について、本試験で供試した「ちくしW2号」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ヵ年ともに子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日の区であり、いずれの年においても13%以上が確保された (第2表). ^{15}N 標識硫酸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%以上と高く、 ^{15}N 標識硫酸由来の子実窒素含有量が約 3.4 gm^{-2} 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 (第3図、第4図).

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. この結果は、穂揃期後の追肥により子実タンパク質含有率が高まる

とした高山ら (2004) の出穂後10日追肥、山下ら (2005)、竹内ら (2006) の穂揃期追肥の報告を支持するものである. なお、一般にコムギの子実タンパク質含有率と収量との間には負の相関関係があり、収量が増加するにしたがい子実タンパク質含有率は低下することが広く知られている (江口ら1969, 佐藤1991, 谷口ら1999). また、子実タンパク質含有率と千粒重の間には負の相関関係があることが認められている (岩渕ら2011). しかし、本試験においては、2010年播と2011年播の収量に差が認められたにも関わらず、両年ともに子実タンパク質含有率が13%程度と同程度であった. この要因としては、2010年播は収量が多かったものの千粒重が40g程度と軽く、2011年播は逆に収量が少なかったものの千粒重が47gと重かったこと (第1表) によって、収量の多少および千粒重の軽重に相殺されたためと考える.

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 ^{15}N 標識硫酸の吸収動態をみると、成熟期における ^{15}N 標識硫酸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 (第3図). 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 (第4図). このことから、穂揃期後14日追肥では、追肥窒素利用率の低下に起因する麦体の窒素の吸収量が少なかったことがうかがえる. この年次による違いの要因としては、追肥後の降雨の影響が考えられる. 佐藤ら (2009) は、春播コムギの開花期の硫酸追肥では、追肥後の降雨量の違いにより子実タンパク質含有率が影響を受けることを報告している. 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 (第2図). 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は、追肥した硫酸の溶解が遅れたことによる麦体の窒素吸収の遅れにともなう追肥窒素利用率の低下によるものと考えられる.

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ヵ年ともに子実タンパク質含有率が有意に低く、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 (第2表). 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 (第3図、第4図). このことは、岩渕ら (2013) の報告と同様の結果となった. 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 (Cassman 1992, 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「ちくしW2号」,「ミナミノカオリ」(藤田ら2009)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(土屋ら2007, 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の水準が日本めん用品種よりもさらに2~3%高いため、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。すなわち、今後、緩効性肥料を利用した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必要がある。

謝辞: 本論文をまとめるにあたり、九州大学大学院農学研究の松江勇次教授に懇切なご指導をいただき、福岡県農林業総合試験場副場長の矢羽田二郎博士には Abstract をご校閲していただきました。研究の遂行に際し、福岡県農林業総合試験場豊前分場の野菜水田作チームの各位には多大なご協力を頂きました。ここに記して深く感謝の意を表します。

引用文献

- Cassman, K.G., Bryant, D.C., Fulton, A.E. and Jackson, L.F. 1992. Nitrogen supply effects on partitioning of dry matter and nitrogen to grain of dry matter and nitrogen to grain of irrigated wheat. *Crop Sci.* 32: 1251-1258.
- 江口久夫・平野寿助・吉田博哉 1969. 暖地におけるコムギの良質化栽培に関する研究(第2報) 3要素施用量および窒素の施用時期・施用法と品質との関係. *中国農試研報* 17: 81-111.
- 藤田雅也・河田尚之・関昌子・八田浩一・波多野哲也・田谷省三・佐々木昭博・氏原和人・谷口義則・平将人・塔野岡卓司・堤忠宏・坂智広 2009. 製パン適性の良い硬質小麦新品種「ミナミノカオリ」の育成. *九州農研セ報* 51: 41-64.
- 福岡県農林水産部 2010. 福岡県麦栽培技術指針, 福岡. 1-127.
- 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.
- 古庄雅彦・塚崎守啓・松江勇次・内村要介・山口修・馬場孝秀・高田衣子・宮崎真行・浜地勇次 2009. ラーメン用小麦新品種「ちくしW2号」の育成. *福岡農総試研報* 28: 39-44.
- 岩渕哲也・松江勇次・松中仁 2011. パン用コムギ品種「ミナミノカオリ」の子実タンパク質含有率の変動要因. *日作紀* 80: 403-407.
- 岩渕哲也・松江勇次・松中仁 2013. 出穂期前後の窒素追肥時期や尿素葉面散布がパン用コムギ品種「ミナミノカオリ」の生地物性に及ぼす影響. *日作紀* 82: 135-140.
- Nakano, H., Morita S. and Kusuda O. 2008. Effect of nitrogen application rate and timing on grain yield and protein content of the bread wheat cultivar 'Minaminokaori' in southwestern Japan. *Plant Prod. Sci.* 11: 151-157.
- 佐藤暁子 1991. 小麦のタンパク質含量安定化技術の開発. *農及園* 66: 567-574.
- 佐藤暁子・小綿美環子・中村信吾・渡辺満 1999. コムギの製パン適性に及ぼす窒素追肥時期の影響. *日作紀* 68: 217-223.
- 佐藤三佳子・五十嵐俊成・櫻井道彦・鈴木和織・柳原哲司・奥村正敏 2009. 北海道北部地域における春まきコムギ「春よ恋」に対する開花期以降の尿素葉面散布が子実タンパク質含有率と収量に及ぼす効果およびその変動要因. *日作紀* 78: 9-16.
- 島崎由美・近藤始彦・渡邊好昭・松山宏美・平沢正 2013. 開花期の前と後に追肥した¹⁵Nのコムギ体内での分布. *日作紀* 82(別1): 278-279.
- 島崎由美・渡邊好昭・松山宏美・平沢正 2014. 窒素追肥の時期がコムギ品種「ユメシホウ」の収量および子実タンパク質含有率に及ぼす影響. *日作紀* 83: 25-31.
- 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.
- 竹内実・近乗偉夫・吉良知彦 2006. 醤油醸造用硬質コムギの高タンパク質化へ向けた施肥法について. *日作九支報* 72: 25-28.
- 谷口義則・藤田雅也・佐々木昭博・氏原和人・大西昌子 1999. 九州地域におけるコムギの粗タンパク質含有率に及ぼす穂孕み期追肥の効果. *日作紀* 68: 48-53.
- 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・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. *日作紀九支報* 73: 16-20.
- 浦野光一郎・長嶺敬 2001. 出穂後窒素追肥によるパン用小麦の製パン適性の向上. *日作中支集録* 42: 30-31.
- 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.

Nitrogen Topdressing Timing After Full Heading Time for Appropriate Grain Protein Content of the Wheat Cultivar for Chinese Noodles ‘ChikushiW2gou’ : Tomomichi ISHIMARU¹⁾, Masato ARAKI²⁾, Takuya ARAKI³⁾ and Tomizo YAMAMOTO⁴⁾ (¹⁾*Buzen Br., Fukuoka Agric. and Forestry Res. Cent., Nishiizumi, Yukuhashi, Fukuoka, 824-0038 Japan*)

Abstract : We examined the nitrogen topdressing timing ¹⁵N labeled ammonium sulfate for increasing grain protein content above 12% in the wheat cultivar for Chinese noodles ‘ChikushiW2gou’. The topdressing at the full heading and 7 days later stably increased grain protein content above 12% regardless of the year. Also the number of days from full heading to topdressing correlated negatively with the ratio of nitrogen content of ripe grain derived from topdressing to topdressing nitrogen amount (nitrogen availability) and total nitrogen contents in ripe grain (nitrogen contribution ratio). Topdressing at full heading or 7 days later resulted in almost 60% of the nitrogen availability and 30% of nitrogen contribution ratio. The nitrogen availability in topdressing at 14 days after full heading time was affected by the rain after the topdressing. Topdressing at 21 or 28 days after heading hardly contributed to protein accumulation, resulting in a protein content of ripe grain of less than 12%. In this study, we concluded that the appropriate time of nitrogen topdressing for increasing grain protein content above 12% in “ChikushiW2gou” is from full heading to 7 days later, where the availability of topdressed nitrogen is more than 60% and the contribution ratio of topdressed nitrogen to grain protein is above 30%.

Key words : Chinese Noodle Wheat, Grain protein content, Nitrogen absorption, ¹⁵N labeled ammonium sulfate, Topdressing time after full heading time.
