

## パン用小麦品種「せときらら」における緩効性肥料を用いた

### 中間追肥の省略

陣内 暉久<sup>\*</sup>・村田 資治・有吉 真知子

Controlled-Release Fertilizer for Bread Wheat at Sowing to Skip Topdressing with Regular Nitrogenous Fertilizers

JINNOUCHI Teruhisa, MURATA Motoharu and ARIYOSHI Machiko

Abstract: In Yamaguchi Prefecture, nitrogenous fertilizers are applied the conventional application consists of one basal dose at sowing and a few topdressing during vegetative period in the bread, wheat cultivar “Setokirara”. This involves heavy labor requirement for the producers. This study was conducted on labor-saving fertilization using controlled-release fertilizer. In Setokirara cultivar, the controlled-release fertilizer consisting of fast-acting nitrogen and linear 20day-type and 25day-type or the controlled-release fertilizer consisting of only sigmoid 20day-type coated urea was applied at sowing and compared with the conventional fertilizer application. Application of controlled-release fertilizer consisting of fast-acting nitrogen and linear-type coated urea resulted in the same yield as the conventional fertilization, but the yield varied from year to year. Application of controlled-release fertilizer consisting of only sigmoid-type coated urea increased yield from 5% to 15% over conventional fertilization. These results indicate that the application of controlled-release fertilizer in the bread wheat cultivar “Setokirara” at sowing can ensure equivalent yields compared to top dressing by conventional fertilization. In addition, it was found that the efficacy of controlled-release fertilizers efficacy consisting of with only sigmoid-type coated urea stably increased yield.

Key Words: Additional nitrogen at later growth stages, Labor saving, Grain protein content

キーワード：後期重点型施肥、省力化、子実タンパク質含有率

### 緒言

パン用小麦品種「せときらら」は農研機構近畿中国四国農業研究センター(現 西日本農業研究センター)において育成され、山口県では2013年度に奨励品種に採用された。その後、全国的な国産硬質小麦需要の高まりを受けて、山口県での作付けが増加している。

これまでの試験結果から「せときらら」は従来のパン用コムギ品種「ニシノカオリ」より収量性や製パン性が優れるが、子実タンパク質含有率が低下しやすいことが報告されている(村田・内山, 2017)。また、小麦粉のタンパク質含有率の増加に伴い、製パン性が向上し(奥村, 2004)、「せときらら」では11%未満になると製パン性が低下することが報告されている(高

<sup>\*</sup>現 岩国農林水産事務所

田, 2017)。そのため、実需者からは子実タンパク質含有率が12%以上であることが求められている。

「せときらら」において、子実タンパク質含有率の向上には開花期の窒素追肥(以下、開花期追肥)が有効である(村田・金子, 2021)。そのため、生産現場では必ず開花期に追肥作業が行われており、「せときらら」を栽培するためには、3回の追肥作業(分けつ肥、穂肥、開花期追肥)が必要となっている。これは生産農家の大きな負担であることから、省力化が求められている。

これまでの研究から開花期追肥省略のための被覆尿素肥料の穂肥同時施用は硫安表面施用による分施と比べて子実タンパク質含有率が低くなることが報告されている(村田ら, 2017)。そのため、開花期追肥の省略は難しく、省略できる可能性があるのは中間追肥(分けつ肥と穂肥)であると考えられる。

そこで本試験では、パン用小麦「せときらら」において、被覆尿素入り複合肥料(以下、緩効性肥料)を全量基肥施用することで中間追肥の省略を図った。

市販されている速効性窒素とリニア型の被覆尿素を組み合わせた緩効性肥料と多収技術として注目される後期重点型施肥(水田ら, 2019、渡邊ら, 2016)に近い肥効になることを期待してシグモイド型の被覆尿素のみの緩効性肥料を供試した。これらの緩効性肥料と慣行の分施体系の収量、子実タンパク質含有率を比較し、「せときらら」の中間追肥省略に適した緩効性肥料を選定したので、報告する。

なお、本試験は、全国農業協同組合連合会の2018年度および2019年度肥料委託試験として実施した。

## 材料および方法

### 1 耕種概要

試験は、2018年/2019年(2019年産)および2019年/2020年(2020年産)の2か年、山口県農林総合

技術センター農業技術部(山口市大内)の水田転換畑(24号田、礫質灰色化低地水田土)で行った。2か年とも同一圃場で前作は水稻であった。2019年産は播種日まで耕起しなかった。2020年産では前作の水稻の中干しが不十分で、土壌水分が高かったため、播種前13日にチゼルプラウ(MSC5FRK、スガノ農機株式会社)で耕起した。2019年産、2020年産とも播種6日前に粒状苦土石灰を100 gm<sup>2</sup>施用した。供試品種はパン用小麦「せときらら」を用いた。播種直前にロータリーで事前耕転を行い、播種はスライドロール式施肥播種機をトラクタでけん引し、耕転および畝立てと同時にいった。2018年11月21日、2019年11月21日に畝幅1.5m、1畝4条で6 gm<sup>2</sup>播種した。除草剤散布は2019年産では播種直後にジフルフェニカン・フルフェナセット水和剤(80ml/10a)とグリホサートカリウム塩液剤(200ml/10a)、播種後70日(1月30日)にチフェンスルフロンメチル水和剤(10g/10a)を散布した。2020年産では播種直後にジフルフェニカン・フルフェナセット水和剤(80ml/10a)、播種後61日(1月21日)にチフェンスルフロンメチル水和剤(10g/10a)、播種後92日(2月27日)にアイオキシニル乳剤(100ml/10a)を散布した。病害虫防除は2019年産、2020年産とも開花期にプロピコナゾール乳剤(1000倍希釈)とMEP乳剤(1000倍希釈)を100L/10a散布した。

### 2 試験区の設定

試験区は分施肥区、速効+リニア区、シグモイド区の3水準を設け、各24 m<sup>2</sup>(8 m×3 m)、4反復乱塊法で配置した。各区の窒素、リン酸、カリウムの施用量は第1表に示したとおりとした。分施肥区の基肥は2019年産、2020年産ともに播種時(11月21日)に施用した。分けつ肥は2019年産では播種後64日(1月24日)、2020年産では播種後61日(1月21日)に表面

第1表 各処理区の窒素、リン酸及びカリウムの施用量

| 年産   | 処理区    | N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O (gm <sup>-2</sup> ) |       |       |       | 総施用量 (gm <sup>-2</sup> ) |
|------|--------|---|-------|-------|-------|--------------------------|
|      |        | 基肥  | 分けつ肥  | 穂肥    | 開花期追肥 |                          |
| 2019 | 速効+リニア | 10 <sup>2</sup> :2:2  | -     | -     | 6:0:0 | 16:2:2                   |
|      | シグモイド  | 10:2:2  | -     | -     | 6:0:0 | 16:2:2                   |
|      | 分施     | 4:3:4   | 2:1:3 | 4:1:5 | 6:0:0 | 16:5:12                  |
| 2020 | 速効+リニア | 10 <sup>2</sup> :2:2  | -     | -     | -     | 10:2:2                   |
|      | シグモイド  | 10:2:2  | -     | -     | -     | 10:2:2                   |
|      | 分施     | 4:3:4   | 2:1:3 | 4:1:5 | -     | 10:5:12                  |

<sup>2</sup>速効+リニア区の窒素成分の内6gm<sup>2</sup>が被覆尿素

施用した。穂肥は2019年産では播種後97日(2月26日)、2020年産では播種後92日(2月21日)に表面施用した。速効+リニア区は2019年産、2020年産ともに播種時(11月21日)に速効性の窒素が38%、リニア型の20日タイプの被覆尿素が31%およびリニア型の25日タイプの被覆尿素が31%含まれる緩効性肥料を施用した。シグモイド区は2019年産、2020年産ともに播種時(11月21日)にシグモイド型の20日タイプの被覆尿素が100%含まれる緩効性肥料とPK化成40号を施用した。2019年産では開花期追肥として播種後149日(4月19日)に表面施用した。2020年産では分施区の穂肥時期までの追肥や緩効性肥料が子実タンパクに与える影響を調査するため、開花期追肥を施用しなかった。また、いずれの区も基肥は播種直前に施用し、播種時に耕起することで、全層施用とした。

### 3 播種前土壌の化学性および被覆尿素肥料の溶出量の調査

播種前に圃場の5か所から作土(地表下0cm~15cm)を採取した。pH、EC、CEC、交換性塩基(CaO、MgO、K<sub>2</sub>O)、可給態リン酸および可給態窒素を測定した。各項目の分析は「土壌環境分析法」(土壌環境分析法編集委員会, 1997)に準じて行った。

被覆尿素的窒素溶出量はリニア型20日タイプおよびリニア型25日タイプ、シグモイド型20日タイプの被覆尿素それぞれ1gをポリエステル製メッシュ袋に入れて、播種と同じ日に地表から深さ2cm~3cmに埋め込んだ。約1か月おきに埋め込んだメッシュ袋を取り出し、回収した肥料を水洗し、セミマイクロケルダール法(土壌標準分析・測定法委員会, 1986)により残存窒素量を求めた。1か月ごとの残存窒素量の差から期間別の窒素溶出量を算出した。

### 4 茎数、SPAD値、収量、穂相、子実タンパク質含有率および植物体の窒素含有率調査

苗立ち数は播種後30日頃(12月中旬)に調査し、茎数は播種後60日頃(1月中旬)から播種後125日頃(3月中旬)まで約30日おきに各反復1.5m<sup>2</sup>(1m×4条)を調査した。

SPAD値の調査は2019年産では播種後96日(2019年2月25日)、播種後124日(2019年3月25日)、播種後145日(2019年4月15日)の3回行った。2020年産では播種後92日(2020年2月21日)、播種後125日(2020年3月25日)、播種後135日

(2020年4月4日)の3回行った。2019年産の播種後96日調査、2020年産の播種後92日調査は完全展開第2葉を測定し、それ以降は止葉を測定した。SPADの値は各区15株測定し、その平均値とした。

収量調査は2019年6月11日、2020年6月5日に各区3m<sup>2</sup>(2m×4条)を刈り取り、「小麦調査基準第1版」(農業研究センター, 1986)に準じて行った。整粒歩合は2.2mmの篩を用い、収量は水分12.5%で換算した。穂相調査は2020年産でのみ行った。収量調査日と同じ日に刈り取り、各反復50本の穂において一穂の小穂数、不稔小穂数、未発達小穂数および粒数を調査した。稔実していない小穂の内、芒があるものを不稔、芒がなく、痕跡だけのものを未発達とした。

子実タンパク質含有率は、成熟期に採取した子実を乾燥、粉碎後にNCアナライザー(SUMIGRAPH NC-22 F, 住化分析センター)による乾式燃焼法で窒素含有率を測定し、タンパク換算係数5.83を乗じて算出した。水分率は13.5%とした。植物体の窒素含有率は成熟期に採取した植物体を乾燥、粉碎した後、NCアナライザー(SUMIGRAPH NC-22 F, 住化分析センター)による乾式燃焼法で測定した。地上部窒素蓄積量は、地上部乾物重に窒素含有率を乗じて算出した。

## 結果

### 1 生育期間中の気象

山口市山口地点の平均気温、積算降水量および積算日照時間を第2表に示した。2018年/2019年(2019年産)の播種後から出穂期(播種後130日頃)までにあたる12月から3月末までは平年に対して、平均気温が1.3°C高く、積算降水量と積算日照時間は平年並みであった。登熟期間にあたる4月から6月上旬までは平年に対して、平均気温が0.9°C高く、積算降水量は15%少なく、積算日照時間は21%長かった。2019年/2020年(2020年産)は12月から3月末までは平年に対して、平均気温が2.0°C高く、積算降水量が39%多く、積算日照時間は平年並であった。特に1月下旬や2月中旬は気温が高く、降水量が多かったことから、小麦は湿害気味であった。4月から6月上旬までは平年に対して、平均気温が0.3°C高く、積算降水量が27%低く、積算日照時間が16%長かった。すなわち、2か年ともに播種後から出穂期までは平年と比べて平均気温が高く、さらに播種後から出穂期までの平均気温は2019年/2020年が2018年/2019年と比べ高かつ

た。

## 2 播種前土壌の化学性及び供試した緩効性肥料の期間窒素溶出量

播種前土壌の化学性を第3表に示した。概ね「主要作物の土壌診断基準」(宮崎県, 1997)の基準値内で、地力中庸な圃場であった。

速効+リニア区、シグモイド区で供試した緩効性肥料の窒素溶出量を第1図に示した。速効+リニア区では速効性の窒素を含むことから播種時の窒素溶出量は分施肥区と同等であった。分けつ肥施用時期に相当する播種後61日～90日の窒素溶出量は2019年産が0.8

gm<sup>2</sup>、2020年産が0.5 gm<sup>2</sup>で分施肥の分けつ肥2.0 gm<sup>2</sup>より少なかった。2019年産では穂肥施用時期に相当する播種後91日～120日に溶出のピークがあったが、2020年産では播種後121日～150日に溶出のピークがあり、年次によって溶出量のピークが異なった。開花期追肥施用時期に相当する播種後180日以降も少量の窒素溶出があった。

シグモイド区では播種時から播種後60日までの窒素溶出量の合計は2019年産が0.7 gm<sup>2</sup>、2020年産が0.9 gm<sup>2</sup>であり、この時期までに施用された分施肥の基肥4.0 gm<sup>2</sup>、分けつ肥2.0 gm<sup>2</sup>に対して非常に少なかった。穂肥施用時期に相当する播種後91日～120日

第2表 山口市山口地点の平均気温、積算降水量および積算日照時間

| 月  | 旬 | 2018/2019年 |                        |                        | 2019/2020年 |                        |                        | 平年 <sup>2</sup> |                        |                        |
|----|---|------------|------------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
|    |   | 平均気温<br>℃  | 降水量 <sup>3</sup><br>mm | 日照時間 <sup>3</sup><br>h | 平均気温<br>℃  | 降水量 <sup>3</sup><br>mm | 日照時間 <sup>3</sup><br>h | 平均気温<br>℃       | 降水量 <sup>3</sup><br>mm | 日照時間 <sup>3</sup><br>h |
| 11 | 上 | 14.1       | 19.0                   | 72.3                   | 13.6       | 0.0                    | 67.1                   | 13.6            | 28.5                   | 53.6                   |
|    | 中 | 11.6       | 2.5                    | 47.3                   | 12.3       | 5.5                    | 50.0                   | 11.3            | 27.0                   | 46.7                   |
|    | 下 | 9.4        | 2.0                    | 45.3                   | 10.9       | 2.5                    | 46.4                   | 9.5             | 26.5                   | 45.8                   |
| 12 | 上 | 10.4       | 33.5                   | 22.2                   | 7.8        | 29.0                   | 34.5                   | 7.4             | 22.7                   | 42.7                   |
|    | 中 | 6.2        | 44.0                   | 24.0                   | 8.6        | 7.5                    | 46.0                   | 6.0             | 16.8                   | 37.4                   |
|    | 下 | 6.1        | 8.5                    | 37.2                   | 7.2        | 42.0                   | 21.4                   | 5.3             | 19.2                   | 41.7                   |
| 1  | 上 | 4.6        | 2.0                    | 44.4                   | 7.2        | 25.0                   | 54.7                   | 4.5             | 21.5                   | 36.4                   |
|    | 中 | 6.1        | 13.0                   | 47.0                   | 5.3        | 6.5                    | 23.9                   | 4.2             | 24.9                   | 35.6                   |
|    | 下 | 4.9        | 42.5                   | 57.7                   | 8.4        | 86.5                   | 25.7                   | 3.6             | 26.0                   | 42.1                   |
| 2  | 上 | 6.3        | 20.5                   | 32.4                   | 5.0        | 0.5                    | 36.6                   | 4.5             | 22.7                   | 41.4                   |
|    | 中 | 6.1        | 47.0                   | 29.6                   | 8.1        | 39.5                   | 40.3                   | 5.6             | 30.7                   | 44.1                   |
|    | 下 | 8.2        | 22.5                   | 40.6                   | 8.9        | 37.0                   | 43.2                   | 6.2             | 31.3                   | 35.3                   |
| 3  | 上 | 8.8        | 102.0                  | 44.2                   | 9.0        | 129.5                  | 35.7                   | 6.8             | 43.8                   | 47.2                   |
|    | 中 | 8.6        | 27.0                   | 64.8                   | 9.3        | 20.0                   | 79.6                   | 8.7             | 51.4                   | 46.9                   |
|    | 下 | 11.5       | 12.5                   | 64.0                   | 12.2       | 92.0                   | 56.1                   | 10.0            | 58.4                   | 52.9                   |
| 4  | 上 | 11.7       | 47.5                   | 78.0                   | 11.5       | 17.0                   | 87.4                   | 12.1            | 58.9                   | 58.0                   |
|    | 中 | 14.0       | 0.5                    | 76.3                   | 12.7       | 99.0                   | 52.8                   | 13.8            | 58.4                   | 60.7                   |
|    | 下 | 16.9       | 115.5                  | 30.9                   | 13.1       | 0.0                    | 90.4                   | 15.5            | 54.8                   | 63.6                   |
| 5  | 上 | 17.4       | 0.5                    | 92.8                   | 19.4       | 73.0                   | 65.6                   | 17.5            | 63.1                   | 60.3                   |
|    | 中 | 20.9       | 37.0                   | 76.2                   | 19.2       | 105.5                  | 61.1                   | 18.1            | 80.0                   | 61.5                   |
|    | 下 | 20.8       | 17.0                   | 97.3                   | 20.4       | 9.5                    | 74.8                   | 19.5            | 57.6                   | 73.1                   |
| 6  | 上 | 22.5       | 143.5                  | 74.0                   | 23.5       | 3.5                    | 70.3                   | 21.4            | 50.3                   | 57.7                   |

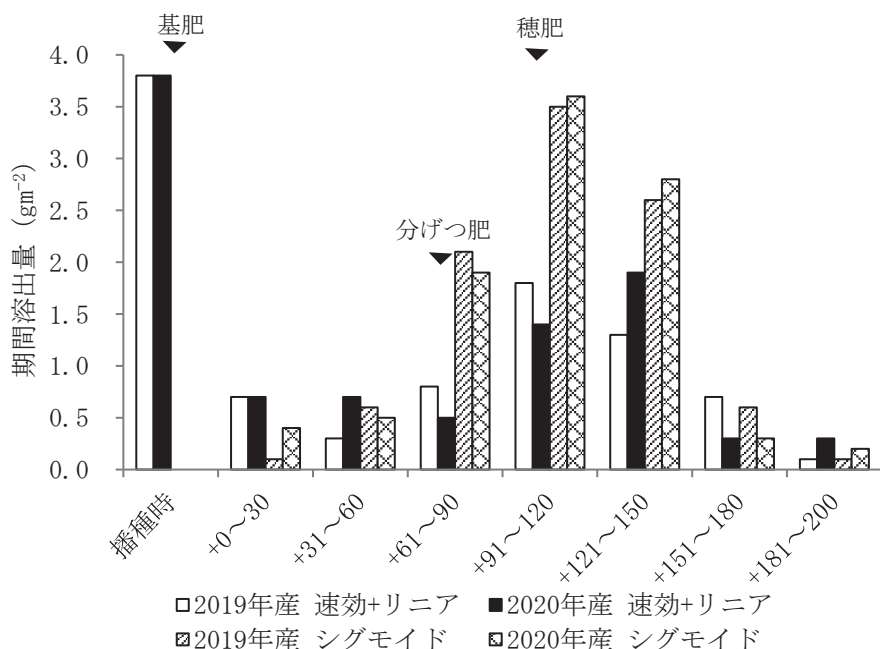
値は山口市山口地点のアメダスデータから算出した

<sup>2</sup>平年の値は1991年～2020年の30年の平均値を示す

<sup>3</sup>降水量と日照時間は各月旬の積算値を示す

第3表 播種前土壌の化学性

| 年産   | pH  | EC    | CEC      | 交換性塩基(mg/100g) |      |                  | 可給態<br>リン酸 | 可給態<br>窒素 |
|------|-----|-------|----------|----------------|------|------------------|------------|-----------|
|      |     |       |          | CaO            | MgO  | K <sub>2</sub> O |            |           |
|      |     | ms/cm | meq/100g |                |      |                  | mg/100g    |           |
| 2019 | 6.0 | 0.07  | 9.1      | 155            | 28.5 | 7.1              | 21.1       | 8.0       |
| 2020 | 5.8 | 0.05  | 8.8      | 113            | 18.9 | 8.2              | 21.1       | 9.6       |



第1図 供試した緩効性肥料の期間窒素溶出量  
速効+リニア区の速効性窒素は施用した時期に計上した  
2019年に施用した開花期追肥は計上しなかった

に窒素溶出のピークがあり、2か年とも同様の傾向であった。開花期追肥施用時期に相当する播種後180日以降も少量の窒素溶出があった。

### 3 緩効性肥料が茎数とSPAD値に及ぼす影響

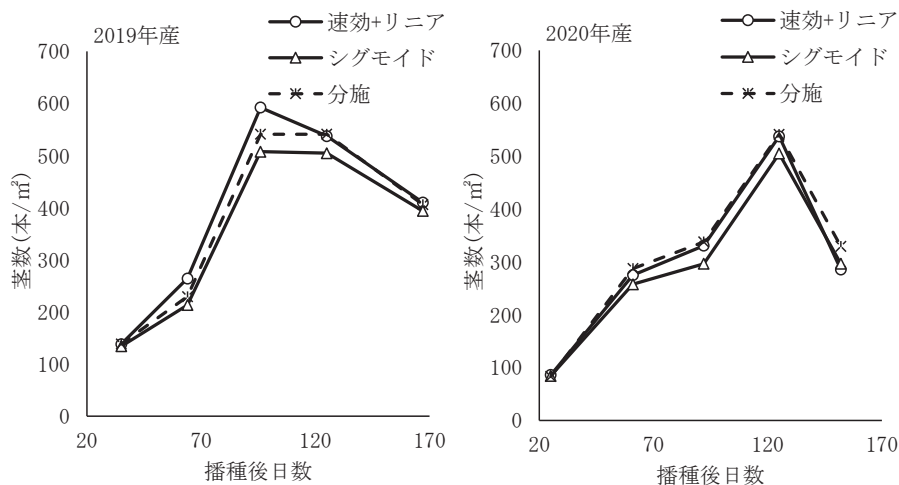
苗立ち数、茎数及び穂数の推移を第2図に示した。2か年とも速効+リニア区の茎数は分施肥区と同等以上に推移し、2019年産の最高茎数は分施肥区よりも多かった。シグモイド区では苗立ち数に差はなかったが、茎数は常に低く推移した。この傾向は2か年とも同様であった。

SPAD値の推移を第3図に示した。2か年とも速効+リニア区では出穂期に相当する播種後125日頃のSPAD値は分施肥区より低かった。播種後日数が経過してもSPAD値が分施肥区より低下しにくかったが、播種後135日~145日のSPAD値は分施肥区と同等以下であった。シグモイド区では出穂期に相当する播種後125日頃のSPAD値は分施肥区より低かったが、播種後それ以降、日数が経過してもSPAD値が分施肥区より低下しにくく、出穂期以降の播種後135日~145日のSPAD値は分施肥区より高かった。この傾向は2か年とも同様であった。

### 4 緩効性肥料が収量および収量構成要素に及ぼす影響

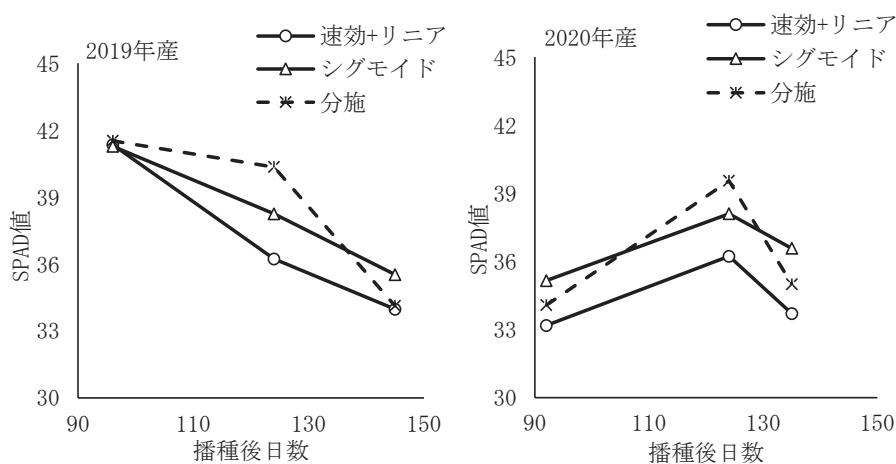
収量および収量構成要素を第4表に示した。2019年産では速効+リニア区は分施肥区と比較して、収量および収量構成要素に差は見られなかった。2020年産では速効+リニア区は分施肥区より千粒重が有意に増加したが、穂数が有意に少なく、8%減収した。2019年産ではシグモイド区は分施肥区と比較して収量および収量構成要素に有意な差はなかったが、穂数が少なく、一穂粒数と千粒重が増加する傾向にあり、5%増収した。2020年産ではシグモイド区は分施肥区より穂数が少ない傾向にあったが、一穂粒数と千粒重が有意に増加し、15%増収した。シグモイド区は2か年とも同様の傾向を示し、分施肥区よりも一穂粒数と千粒重が増加することで増収した。

シグモイド区で一穂粒数が増加した要因を明らかにするため、2020年産において穂相調査を行った(第5表)。シグモイド区は分施肥区と比較して、一穂小穂数に有意な差はなかったが、稔実小穂数が有意に多く、未発達小穂数が有意に少なく、不稔小穂数が少ない傾向にあった。また、一小穂当たりの粒数が多い傾向にあった。すなわち、シグモイド区による一穂粒数の増加



第2図 「せときらら」の茎数の推移

播種後30日頃の値は苗立ち数、播種後125日以降



第3図 「せときらら」のSPAD値の推移

第4表 「せときらら」の収量と収量構成要素

| 年産                | 処理区    | 収量 <sup>z</sup>  | 分施対比       | 穂数               | 有効茎歩合 | 一穂粒数               | 千粒重 <sup>z</sup>   |
|-------------------|--------|------------------|------------|------------------|-------|--------------------|--------------------|
|                   |        | g/m <sup>2</sup> | %          | 本/m <sup>2</sup> | %     | 粒                  | g                  |
| 2019              | 速効+リニア | 541              | 97         | 410              | 70.7  | 29.4               | 44.8               |
|                   | シグモイド  | 583              | 105        | 394              | 77.8  | 33.4               | 45.0               |
|                   | 分施     | 556              | <u>100</u> | 406              | 75.1  | 30.7               | 44.6               |
| 2020              | 速効+リニア | 413              | 92         | 286 <sup>x</sup> | 56.6  | 34.1               | 42.5 <sup>*</sup>  |
|                   | シグモイド  | 512              | 115        | 297              | 59.1  | 40.2 <sup>**</sup> | 43.0 <sup>**</sup> |
|                   | 分施     | 447              | <u>100</u> | 330              | 61.5  | 33.2               | 40.8               |
| 分散分析 <sup>y</sup> | 処理     | **               | -          | ns               | ns    | **                 | **                 |
|                   | 年次     | ***              | -          | ***              | **    | **                 | ***                |
|                   | 交互作用   | ns               | -          | ns               | ns    | ns                 | *                  |

<sup>z</sup>収量と千粒重は水分12.5%換算<sup>y</sup>\*\*\*、\*\*、\*：0.1%、1%、5%水準で有意差あり、ns：有意差なし<sup>x</sup>\*\*\*、\*\*、\*：0.1%、1%、5%水準で分施区と有意差あり(ダネット検定)

パン用小麦品種「せときらら」における緩効性肥料を用いた中間追肥の省略

第5表 2020年産「せときらら」の一穂ごとの稔実小穂数、不稔小穂数、未発達小穂数および一穂粒数

| 処理区               | 一穂小穂数 | 稔実小穂数             | 不稔実小穂数 | 未発達小穂数             | 一穂 <sup>z</sup> 粒数 |
|-------------------|-------|-------------------|--------|--------------------|--------------------|
|                   | 個/穂   | 個/穂               | 個/穂    | 個/穂                | 個/小穂               |
| 速効+リニア            | 14.0  | 12.2              | 0.63   | 1.17 <sup>**</sup> | 2.8                |
| シグモイド             | 14.3  | 13.5 <sup>*</sup> | 0.48   | 0.32 <sup>**</sup> | 3.0                |
| 分施                | 14.2  | 12.6              | 0.84   | 0.83               | 2.7                |
| 分散分析 <sup>y</sup> | ns    | *                 | ns     | ***                | ns                 |

数値は生育中庸な50穂×4反復の平均値

<sup>z</sup>一穂粒数は一穂粒数を稔実小穂数で除して求めた

<sup>y</sup>\*\*\*、\*\*、\*：0.1%、1%、5%水準で有意差あり、ns：有意差なし

<sup>x</sup>\*\*\*、\*\*、\*：0.1%、1%、5%水準で分施区と有意差あり(ダネット検定)

第6表 「せときらら」の生育ステージと成熟期の諸形質

| 年産                | 処理区    | 出穂期  | 成熟期  | 稈長<br>cm | 遅れ <sup>z</sup><br>穂率<br>% | 倒伏<br>程度<br>0-5 |
|-------------------|--------|------|------|----------|----------------------------|-----------------|
|                   |        | 月・日  | 月・日  |          | %                          |                 |
| 2019              | 速効+リニア | 3.30 | 5.27 | 94.4     | 9.4                        | 0.0             |
|                   | シグモイド  | 3.30 | 5.28 | 94.8     | 5.3                        | 1.1             |
|                   | 分施     | 3.30 | 5.27 | 96.1     | 1.8                        | 0.8             |
| 2020              | 速効+リニア | 3.28 | 5.31 | 86.2     | 11.5 <sup>**</sup>         | 0.6             |
|                   | シグモイド  | 3.29 | 5.31 | 91.6     | 7.6                        | 0.8             |
|                   | 分施     | 3.28 | 5.30 | 90.3     | 1.0                        | 0.9             |
| 分散分析 <sup>y</sup> | 処理     | -    | -    | **       | **                         | -               |
|                   | 年次     | -    | -    | ***      | ns                         | -               |
|                   | 交互作用   | -    | -    | *        | ns                         | -               |

<sup>z</sup>遅れ穂率はアーク・サイン変換を行ってから分散分析した

<sup>y</sup>\*\*\*、\*\*、\*：0.1%、1%、5%水準で有意差あり、ns：有意差なし

<sup>x</sup>\*\*\*、\*\*、\*：0.1%、1%、5%水準で分施区と有意差あり(ダネット検定)

は一穂小穂数の増加ではなく、小穂がより多く有効化し、稔実小穂数が増加したことと、一穂当たりの粒数が増加したことが要因であった。

### 5 緩効性肥料が生育ステージと成熟期の諸形質に及ぼす影響

生育ステージ時期と成熟期の諸形質を第6表に示した。出穂期および成熟期はシグモイド区が分施区より1日遅かった。稈長は速効+リニア区が分施区よりも有意に低かった。遅れ穂率は速効+リニア区、シグモイド区が分施区よりも有意に高かった。外観品質は充実不足により速効+リニア区、シグモイド区が分施区より劣った。

### 6 緩効性肥料が成熟期の窒素吸収量および子実タンパク質含有率に及ぼす影響

成熟期の窒素吸収量および子実タンパク質含有率を第7表に示した。開花期追肥を施用しなかった2020年産では成熟期の穂の窒素吸収量は速効+リニア区、シグモイド区が分施区より高い傾向にあり、子実タンパク質含有率は速効+リニア区、シグモイド区が分施区より有意に高かった。開花期追肥を施用した2019年産では成熟期の窒素吸収量や子実タンパク質含有率に有意な差はみられなかった。

## 考 察

第7表 「せときらら」の成熟期の窒素吸収量、子実タンパク質含有率および容積重

| 年産   | 処理区               | 窒素吸収量 |                       |       | 子実タンパク質含有率<br>% | 容積重<br>g/L | 外観品質 <sup>2</sup><br>1-6 |
|------|-------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------|------------|--------------------------|
|      |                   | わら    | 穂<br>gm <sup>-2</sup> | 合計    |                 |            |                          |
| 2019 | 速効+リニア            | 3.34  | 10.57                 | 13.91 | 13.6            | 796        | 2.2                      |
|      | シグモイド             | 3.16  | 10.95                 | 14.11 | 13.2            | 795        | 2.5                      |
|      | 分施                | 2.98  | 10.61                 | 13.59 | 13.3            | 794        | 1.6                      |
|      | 分散分析 <sup>y</sup> | ns    | ns                    | ns    | ns              | ns         | -                        |
| 2020 | 速効+リニア            | 1.18  | 7.84                  | 9.02  | 10.7****        | 812**      | 2.3                      |
|      | シグモイド             | 1.36  | 7.77                  | 9.12  | 9.7*            | 800        | 3.3                      |
|      | 分施                | 1.21  | 6.70                  | 7.92  | 9.3             | 796        | 1.8                      |
|      | 分散分析 <sup>y</sup> | ns    | ns                    | ns    | ***             | **         | -                        |

<sup>2</sup>概ね1~3が検査等級の1等、4~5が2等相当となるようにした

<sup>y</sup>\*\*\*、\*\*、\*:0.1%、1%、5%水準で有意差あり、ns:有意差なし

<sup>x</sup>\*\*\*、\*\*、\*: 0.1% 1%、5%水準で分施区と有意差あり(ダネット検定)

本研究では、「せときらら」において2種類の緩効性肥料を供試し、全量基肥処理することで分けつ肥と穂肥の施用を省略しつつ、慣行施肥体系と同等以上の収量を達成できるかどうかを検討した。

まず、速効性肥料とリニア型の被覆尿素肥料を組み合わせた速効+リニア区について考察する。2019年産において、速効+リニア区の収量および収量構成要素は分施区と同等であった(第4表)。期間別の肥料溶出量を見ると、播種時と幼穂形成期を含む播種後91日~120日にピークがあり、分けつ期に相当する播種後61日~90日の溶出は少なかった。これは播種時の基肥と幼穂形成期の穂肥の施肥量が多い分施区の施肥パターンと類似していた(第1図)。これらのことから、2019年産の「せときらら」では速効+リニア区でも、分施区と同じ時期に肥効があったため、分施区と同等の収量が得られたと考えられた。一方、2020年産では速効+リニア区の収量、穂数および有効茎歩合が分施区よりも少なく、千粒重は重かった(第4表)。期間別の肥料溶出量を見ると、溶出のピークは基肥時と播種後121日~150日であり、2019年産よりも2回目のピークが遅かった(第1図)。すなわち、2020年産では速効+リニア区の肥料溶出パターンは分施区とは異なっていた。小麦の穂数は幼穂形成期ごろの穂肥で高まることが知られている(土谷, 2012)。2020年産の「せときらら」において播種後121日~150日は幼穂形成期を過ぎ、節間伸長~穂前期であった。このことから、2020年産では速効+リニア区の窒素の溶出が遅かったため、穂数が減少し、分施区よりも減収したと考えられた。ただし、2020年産では播種後から出穂期(播種

後130日)までの平均気温は2019年産よりも高かったにもかかわらず(第2表)、窒素の溶出が遅かった理由については明らかではなかった。これらのことから、速効性窒素と20日および25日タイプの被覆尿素を組み合わせた緩効性肥料を基肥施用することで、追肥を省略しつつ、分施と同等の肥効を実現できる可能性は示されたものの、その効果は年次によって変動することが明らかとなった。また、速効性窒素とリニア型20日および25日タイプの被覆尿素を組み合わせた緩効性肥料においても速効性窒素の割合を減らし、被覆尿素の割合を増やすことで播種後121日~150日頃の窒素溶出量を増加させることができ、有効茎歩合の向上によって穂数が増加し、安定して分施と同等の収量が確保できると考えられる。

次にシグモイド型の被覆尿素のみを全量基肥施用したシグモイド区について考察する。渡邊ら(2016)は、小麦「さとのそら」において基肥を減らし、分けつ期以降の追肥を増量することで一穂粒数、千粒重の増加により増収すること、その要因の一つとして登熟後期まで葉色が維持されることを報告している。本研究において、シグモイド区では、2019年産および2020年産ともに分施区と比べて、穂数はやや少ないが一穂粒数が多く千粒重が重く、多収であった(第4表)。シグモイド区の期間別の肥料溶出量を見ると、穂肥施用時期に相当する播種後91日~120日にピークがあった。一方、分施区では播種後60日までに基肥と分けつ肥が施用されたが、シグモイド区ではこれらに相当する播種後0日~60日の溶出量は非常に少なかった(第1図)。さらに、シグモイド区では出穂期前後の



SPAD 値は低下しにくく、播種後 135 日～145 日の SPAD 値は分施肥区よりも高かった(第 3 図)。これらの傾向は 2 か年とも同様であった。これらのことから、本研究のシグモイド区の生育および収量は、渡邊ら(2016)と同様であり、シグモイド型の被覆尿素のみを全量基肥施用することで、渡邊ら(2016)が提示した分施肥による後期重点型施肥と同等の肥効を「せときらら」において実現できると考えられる。島崎・関(2020)はもち性大麦において止葉抽出期の追肥によって登熟後半まで葉色が維持されたことで、下部不稔小穂率が低下したと報告している。本研究においても播種後 135 日～145 日の SPAD 値が高く維持され(第 3 図)、登熟後半まで光合成が維持されたことで、不稔小穂数が減少し(第 5 表)、稔実小穂数が増加したと考えられる。

「せときらら」において、子実タンパク質含有率は収量と負の相関関係にあることが明らかにされている(村田・金子, 2021)。しかし、水田ら(2019)は「せときらら」において基肥を省略した後期重点型施肥を行うことで、基肥を含む慣行分施肥体系と比べて収量は増加しても子実タンパクは低下しないこと、その要因として後期重点型施肥では成熟期の地上部窒素蓄積量が慣行分施肥体系よりも高まることを報告している。本研究においても、後期重点型の肥効が見られたシグモイド区では分施肥区と比べて収量が増加したにもかかわらず(第 4 表)、成熟期の地上部窒素蓄積量が多く子実タンパクは低下しなかった(第 7 表)。シグモイド区では開花期に相当する播種後 151 日以降もわずかに窒素の溶出が認められた(第 1 図)。「せときらら」の子実タンパクは開花期以降の窒素追肥で向上することから(村田・金子, 2021)、シグモイド区では 151 日以降の窒素の溶出が子実タンパクの維持に寄与したと考えられる。

以上のことから、「せときらら」においてシグモイド型の被覆尿素を全量基肥施用することで、追肥作業を省略しつつ、分施肥体系よりも多収を得られることが明らかとなった。速効性肥料とリニア型の被覆尿素を組み合わせた体系は、分施肥体系と同等の肥効を実現できる可能性はあるものの、その効果は年次で変動する可能性があると考えられる。

また、出穂期および成熟期はシグモイド区が分施肥区より 1 日遅かった程度で(第 6 表)、緩効性肥料施用によって分施肥区より出穂期や成熟期が大きく遅れることはなかった。しかし、遅れ穂率は速効+リニア区、シグモイド区が分施肥区よりも有意に高く(第 6 表)、緩効性

肥料施用によって遅れ穂が増加する可能性があった。生産現場において、遅れ穂の増加が外観品質の低下や収穫の遅れにどの程度影響を与えるかは今後検討していく必要がある。

## 摘 要

パン用小麦「せときらら」において、窒素の溶出パターンが異なる 2 種類の緩効性肥料を用いて「せときらら」を栽培し、生育および収量を慣行栽培と比較し、追肥作業の省力化に有効な緩効性肥料を明らかにした。速効性肥料と 20 日および 25 日タイプの被覆尿素を組み合わせた肥料を基肥施用することで、追肥(分けつ肥、穂肥)を省略しつつ、分施肥と同等の肥効を再現することが可能であったが、その効果は年次によって変動した。一方、シグモイド型の被覆尿素のみの緩効性肥料の基肥施用は分施肥よりも穂数が少なくなるが、一穂粒数と千粒重が増加し、5%～15%増収した。緩効性肥料を用いて「せときらら」を栽培する場合、シグモイド型の被覆尿素のみの緩効性肥料を使用する方が分施肥よりも安定的に増収することが明らかになった。

## 引用文献

- 土壤標準分析・測定法委員会 1986. 土壤標準分析・測定法. 土壤標準分析・測定法委員会編. 博友社, 東京. 94-101.
- 宮崎県農政水産部営農指導課. 1997. 主要作物の土壤診断基準:7.
- 水田圭祐・荒木英樹・高橋肇. 2019. 穂肥重点施肥による多収パン用品種「せときらら」の高品質多収化. 日作紀. 88:98-107.
- 村田資治・内山亜希. 2017. 山口県におけるパン用小麦品種「せときらら」の普及と品質向上の取り組みについて. JATAFF ジャーナル 5 (7):12-16.
- 村田資治・金子和彦. 2021. パン用コムギ品種「せときらら」における収量と開花期追肥量に基づく子実タンパク質含有率の推定. 日作記. 90:72-77.
- 農業研究センター. 1986. 収量関係調査. 小麦調査基準第 1 版:36-49.
- 奥村理. 2004. 北海道産春まきコムギの品質と製パン性に及ぼす窒素施肥量と収穫時期の影響. 土肥誌. 75:307-312.
- 島崎由美・関昌子. 2020. 後期重点施肥が新潟県で栽

培したもち性オオムギの収量, 品質に及ぼす影響.

日作紀. 89:245-251.

高田兼則・谷中美貴子・石川直幸・池田達哉・船附雅子. 2017. 製パン性に優れ多収の硬質小麦新品種「せときらら」の育成. 農研機構報告 西日本農研. 17:13-30.

日本土壤肥料学会監修. 土壤環境分析法編集委員会編. 1997. 土壤環境分析法:195-259.

土谷大輔. 2012. 硬質小麦品種「ミナミノカオリ」の収量向上および子実タンパク質含有率制御技術. 長崎農林技セ研報. 3:13-26.

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.