

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	石丸 知道
論文題目	地力および施肥に由来する窒素の吸収動態の解明に基づいた省力施肥法による高品質麦類生産に関する栽培学的研究		
(論文内容の要旨)			
<p>食糧自給率向上のために麦類の作付面積拡大による増産が求められている。現在の麦類の生産においては、生産者の減少にともない1戸当たりの作付面積が大幅に拡大していることから生産現場から栽培の省力化技術の開発が要望されている。一方、実需者からは各麦類の用途別品質評価基準に対応した高品質な生産物の安定生産が求められている。これらを背景として、本研究では硬質コムギ品種および食糧用オオムギ品種の高品質麦類生産に的確に対応しうる省力追肥手法の開発を目指し、地力および施肥に由来する窒素吸収動態の解明を行った。さらに得られた知見に基づき、加工用途に応じた高品質麦類生産を前提としつつ追肥の作業負担を低減できる省力施肥体系の開発を行った。</p> <p>第1章では、緒言として、上記の麦類生産の現状と問題点および研究開始時点における既往の知見についてとりまとめた。</p> <p>第2章では、中華めん用コムギ品種「ちくしW2号」を供試し、<sup>15</sup>N標識硫酸を用いて分施体系における地力および施肥に由来する窒素の寄与率と利用率に関する解析を実施した。その結果、子実における窒素寄与率は、施用窒素が51～59%であったのに対して地力が41～49%と高いこと、また、各施肥の窒素利用率は、基肥が15～20%と最も低く、分けつ肥が37～56%、穂肥および穂揃期追肥が67～74%と高いことが判明した。これらことから、窒素供給における地力の重要性および施肥窒素利用率の低い基肥削減の必要性が明らかとなった。また、登熟初期のコムギ植物体中の窒素含有量が多い年次は、少ない年次と比べて多収で子実タンパク質含有率が高く、高品質小麦の生産のためには、登熟初期のコムギ植物体中の窒素含有量を高めることが効率的であると結論づけられた。</p> <p>第3章では、実需者が要望する子実タンパク質含有率12%以上を安定的に確保するために重要な窒素追肥時期を特定するための解析を行った。第2章に記述した実験方法と同様に<sup>15</sup>N標識硫酸を用いた施肥窒素の動態解析の結果、子実タンパク質含有率を確保するためには、穂揃期追肥として穂揃期～穂揃期後7日が有効であり、施肥窒素利用率および施肥窒素寄与率は穂揃期後14日以降の追肥で低下することが明らかとなった。このことから、省力施肥体系は、穂揃期～穂揃期後7日に窒素が溶出する肥効調節型肥料を選定することによって構築可能であると考えられた。</p> <p>第4章では、第2章と第3章で得られた知見を基に、分けつ肥施用時に速効性肥料と肥効調節型肥料の配合肥料を施用し、慣行の分けつ肥＋穂肥＋穂揃期追肥の追肥3回施用を、分けつ期の1回施用とする省力施肥体系を考案し、その有効性について検討した。まず、コムギの生育期間中の施肥窒素利用率を明らかにするために、穂肥（茎立期）と穂揃期追肥（穂揃期）の中間の時期である止葉抽出期の施肥窒素利用率を調査した。その結果、止葉抽出期の施肥窒素利用率は65%程度で、茎立期および穂揃期の窒素施用と同程度であり、茎立期～穂揃期の施肥窒素利用率は70%程度と考えられた。この結果を踏まえ、肥効調節型肥料の候補として温度依存型の被覆尿素シグモイド型20日（S20）を選定し、圃場条件下におけるS20の窒素溶出量を調査した。S20の窒素溶出量は、止葉抽出期頃から増加し、穂揃期以降ではさらに増加したことから、生育期および穂揃期における窒素供給効果が高いと判断された。そこで、S20と速効性肥料の配合肥料およびS20と速効性肥料に加水分解型のイソブチルアルデヒド縮合尿素（IB）を加えた配合肥料の2種類を開発し、それぞれの施肥効果を検証した。その結果、S20および速効性肥料とIBの配合肥料が、分施施肥した場合と同等の生育、収量が得られ、子実タンパク質含有率12%以上も確保できた。したがって、本研究で考案した施肥体系は、慣行の3回の追肥回数を2回に省力化できる高品質麦類</p>			

生産技術として実用化できることが実証された。

第5章では、大麦生産における省力化を検討するために、オオムギ品種「はるか二条」を供試して、第2章、第3章で示した解析と同様の手法で地力および施肥に由来する窒素の寄与率と利用率を明らかにした。その結果、コムギの場合と同様に、子実における窒素寄与率は地力が40～45%、施肥窒素が55～60%であり地力の寄与率が高いこと、また、各施肥の窒素利用率は、基肥が30～36%と低く、分けつ肥と穂肥は65～81%と高いことが判明した。これらのことから、地力の重要性が明らかとなり、施肥窒素利用率の低い基肥量の削減の必要性が示唆された。成熟期における子実窒素含有量に占める施肥由来の窒素含有比は50%程度であり、追肥由来の窒素含有比をさらに高めることが多収につながると考えられた。

第6章では、第5章の知見を踏まえ、食糧用二条大麦生産において、慣行の分けつ肥+穂肥の2回施用を、分けつ期のみでの1回施用とする体系を考案し、その効果を検討した。食糧用大麦は子実タンパク質含有率が高まると精麦適性が低下するため、省力化施肥体系においては、肥効調節型肥料の窒素溶出量を出穂期以前に多く出穂期以降は少なくするように設計する必要がある。そのため、リニア型の溶出パターンでの肥効調節型肥料を選定し、20日タイプ（LP20）と30日タイプ（LP30）を候補として施肥窒素の動態を解析したところ、穂揃期における施肥窒素利用率は、LP30と比べてLP20の方が高くLP20が省力施肥体系に適すると判断された。これらの結果を基に、LP20と速効性肥料およびIBの配合肥料を開発し、施用効果について分施体系と比較したところ、成熟期は1日遅かったが、倒伏程度、精麦適性、外観品質および収量は同程度であり、追肥2回を1回に省力できる本研究で開発した追肥体系は実用可能な高品質麦生産省力施肥体系であることが実証された。

第7章では、省力施肥法による高品質麦生産技術の開発に至った本研究結果を総括した。すなわち、本研究の結果から明らかとなった硬質コムギおよび食糧用オオムギの植物体中における地力および施肥に由来する窒素の吸収動態やそれらの知見を根拠とすることによって構築できた高品質省力施肥体系を踏まえて、近年の麦類生産の状況下における今後の最適施肥体系の開発に関して考察した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

日本における麦類生産においては、近年の1戸当たりの作付面積の急激な拡大により追肥作業の省力化が課題となっている。一方で、実需者からは加工用途に対応した高品質麦類生産が求められる。これらを背景として、本研究では硬質コムギおよび食糧用オオムギの栽培における省力追肥手法の開発を目指し、地力および施肥に由来する窒素吸収動態の解明を行った。さらに、得られた知見に基づいて、新規に省力施肥体系を構築した上でその効果を実証した。評価すべき点は以下のとおりである。

1. 硬質コムギおよび食糧用オオムギの栽培における慣行の施肥体系における各分施肥料の窒素寄与率および窒素利用率、地力の寄与率を明らかにし、窒素吸収動態を明確化した。
2. 硬質コムギ栽培において、タンパク質含有率12%以上を確保できる穂揃期追肥の施用時期が穂揃期～穂揃期後7日であることを明らかにして、シグモイド型20日タイプ肥料、速効性肥料およびイソブチルアルデヒド縮合尿素の配合肥料を考案・開発し、その利用による高品質安定生産を前提とした省力施肥体系を構築した。さらに、その有効性を実証した。
3. 食糧用オオムギ栽培における高品質安定生産を前提とした省力施肥体系を構築するために、窒素吸収動態を基に、リニア型20日タイプ肥効調節型肥料、速効性肥料とイソブチルアルデヒド縮合尿素との配合肥料を開発した。開発した配合肥料を使用する分施肥体系が実用的な省力施肥体系であることを実証した。

以上のように、本研究では、これまで明確にされていなかった麦類生産における施肥に由来する窒素の吸収動態を明確化したうえで、その知見を高品質生産を前提とした省力施肥体系の開発に結び付け、その有効性を実証した。この成果は、コムギおよびオオムギの施肥反応を理論的に把握するための基盤情報となるものであるとともに、進展するリモートセンシングの活用等の農業のスマート化の技術開発にも資する知見を提供するものであり、作物学、栽培システム学、作物育種学、作物生理学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和6年1月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)