

飛騨地域の「コシヒカリ」における 地力窒素を考慮した適正窒素施肥

可児友哉^{1*}・和田 巽²

¹岐阜県中山間農業研究所 509-4244 飛騨市古川町是重

²岐阜県農業技術センター 501-1152 岐阜市又丸

Appropriate Nitrogen Fertilizer Application for Rice Cultivar 'Koshihikari' in the Hida Region
Considering Nitrogen Mineralization of Paddy Soils.

Tomoya Kani^{1*}, Tatsumi Wada²

¹*Gifu prefectural Research Institute for Agricultural Technology in Hilly and Mountainous Areas,
Furukawa, Hida, Gifu 509-4244*

²*Gifu prefectural Agricultural Technology Center, Matamaru, Gifu, Gifu 501-1152*

摘要

飛騨地域の主食用水稻の主要品種である「コシヒカリ」では、良好な品質と安定生産の両立が求められている。これに向けて、本研究では飛騨地域の水田土壌の地力窒素の実態を把握し、和田ら(2024)により先に構築された地力窒素を考慮した基肥による施肥窒素量(基肥N)および幼穂形成期(幼形期)以降に必要な窒素吸収量に応じた穂肥による施肥窒素量(穂肥N)の算出方法の妥当性を検証した。飛騨地域の水田作土における地力窒素の実態は、風乾土 30℃4週間湛水培養による窒素無機化量(可給態窒素)が高い地点が多いのに対し、水稻栽培期間中に作土から供給される窒素量の指標とした湿潤土 30℃10週間湛水培養による窒素無機化量(湿 10w)は美濃平坦部の水田と大差がなかった。水田作土の湿 10w を考慮した基肥Nの算出方法に基づく基肥施用により、幼形期において概ね理想的な窒素吸収量が得られた。この幼形期の窒素吸収量は生育調査結果や人工衛星画像から取得した植生指数により簡易に推定することが可能であった。さらに、簡易に推定した幼形期以降の窒素吸収量に応じた穂肥Nの算出方法に基づく穂肥施用により、成熟期において概ね理想的な窒素吸収量が得られ、玄米収量や品質の目標値を達成した。これらのことから、適正な基肥Nおよび穂肥Nの算出方法は妥当性が高いと判断され、本手法の活用により良好な品質と安定生産の両立につながると考えられた。

キーワード：幼穂形成期、窒素吸収量、窒素無機化量、基肥、穂肥

緒 言

岐阜県飛騨地域における主食用水稻の主要品種「コシヒカリ」は、近年、米の食味ランキングやコンクールにおいて高い評価を得るなど、そのブランド力が高まっている。これまでに岐阜県中山間農業研究所では、「コシヒカリ」の良食味米の安定生産に向けて、食味値や味度を向上するための手法として遅植え、かけ流し等

の栽培技術を確立し(可児ら, 2019)、生産現場において活用されている。しかしながら、水田農業経営の安定化に向けては収量を安定的に確保する必要があり、良好な品質と安定生産の両立が求められている。実際の生産現場では、玄米タンパク質含有率が乾物当たり7%未満、玄米収量が550 kg/10a程度を目標としており、これには施肥や土壌からの窒素供給量の適正化が重要となるが、これまで適正な窒素供給量に

*Corresponding author. E-mail:kani-tomoya@pref.gifu.lg.jp

関する知見はなく、生産者の経験等に基づき施肥が行われているのが現状であった。

このような中、筆者らは飛騨地域の「コシヒカリ」において良好な品質と安定生産を両立するための理想的な窒素吸収量を見出し、これと水田作土の湿潤土湛水培養による窒素無機化量を考慮した適正な施肥窒素量の算出方法（式1、2）を構築した（和田ら、2024）。この手法では、飛騨地域の「コシヒカリ」における成熟期の理想的な窒素吸収量を8.0～8.5 kg/10aとし、このうち幼穂形成期（以下、幼形期）までに必要な窒素吸収量を5.0 kg/10a、幼形期以降に必要な窒素吸収量を3.0～3.5 kg/10aとしている。そして、これらを実現可能な基肥による施肥窒素量（以下、基肥N）は湿潤土30℃10週間湛水培養による窒素無機化量（以下、湿10w）を考慮して（式1）により算出でき、また、穂肥による施肥窒素量（以下、穂肥N）は、幼形期以降に必要な窒素吸収量に応じて調整し（式2）により算出することとしている。なお、幼形期以降の窒素吸収量は、（式3）により成熟期の理想的な窒素吸収量から幼形期の窒素吸収量を差し引くことで求めている。

$$\begin{aligned} \text{基肥 N (kg/10a)} \\ = 7.21 - 0.37 \times \text{湿 10w (mg/100g)} \quad (\text{式 1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{穂肥 N (kg/10a)} \\ = (\text{幼形期以降の窒素吸収量 (kg/10a)} \\ - 1.78) \div 0.76 \quad (\text{式 2}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{幼形期以降の窒素吸収量 (kg/10a)} \\ = 8.0 \sim 8.5 \text{ (kg/10a)} \\ - \text{幼形期の窒素吸収量 (kg/10a)} \quad (\text{式 3}) \end{aligned}$$

そこで本研究では、適正な基肥Nや穂肥Nの算出方法の生産現場への展開を目的とし、基肥Nの算出に不可欠となる湿10wを含め、飛騨地域の水田作土の地力窒素の実態を調査した。次いで、和田ら（2024）が構築した水田作土の湿10wを考慮した適正な基肥Nの算出方法である（式1）の妥当性の検証を行った。さらに、適正な穂肥Nの算出には幼形期の窒素吸収量を把握する必要があることから、幼形期の窒素吸収量を簡易に推定する手法の検討を行った。そして、これを基に適正な穂肥Nの算出方法である（式2）の妥当性を検証したので、これらについて報告する。

材料および方法

試験1 飛騨地域の水田作土の地力窒素実態調査

2018～2022 年にかけて、飛騨地域の水田から作土を採取した。採取した作土は、2018 および2019 年は 27 点、2020 年は 61 点、2021 年は 30 点、2022 年は 53 点の延べ 198 点であった。土壌タイプは低地水田土やグライ低地土が多く、野外土性は CL の地点が大半を占め、他に L および SL が含まれた。

土壌の採取はハンドサンプラー（株式会社藤原製作所製 HS-30S）により行い、採取時に作土表面からすき床層までの深さを 10 mm 単位で測定し、これを作土深とした。採取した土壌を含む試料円筒を作土深より 10 mm 短い長さで切断し、作土層の土壌のみを採取した。作土層の土壌の仮比重は、農地土壌温室効果ガス排出量算定基礎調査事業の調査マニュアル（農地土壌温室効果ガス排出量算定コンソーシアム、2014）に準じ、試料円筒の径と切断した試料円筒の長さから体積を求め、体積当たりの乾土の重量を算出することで求めた。

地力窒素の評価には 2 種類の湛水培養による窒素無機化量を用いた。一つは風乾土 30℃4 週間湛水培養による窒素無機化量（以下、風 4w）であり、これは「可給態窒素」として定義され、土壌から無機化する窒素の潜在的な量を示すものである。もう一つは湿 10w であり、これは水稻栽培期間中の作土からの窒素供給を量的に評価するものである。湿 10w は岐阜県美濃平田部の「ハツシモ岐阜 SL」栽培地域の水田作土において実態が把握されており（和田・棚橋、2022）、これとの比較を可能とするため、本研究においても培養期間を 10 週間とした湿 10w を用いた。

本研究においては湿 10w を作土からの窒素供給の指標として用いているが、飛騨地域の水田作土では、培養温度 30℃での湿潤土湛水培養による窒素無機化パターンが概ね直線的に増加すること、そして、飛騨地域の「コシヒカリ」の移植から成熟期までの期間は、培養温度 30℃での培養期間として概ね 8 週間に相当することが報告されている（和田ら、2024）。このため、飛騨地域の「コシヒカリ」の栽培期間中に、実際に作土から供給される窒素量を把握する場合には、湿 10w に 0.8 を乗じ、作土の仮比重および作土深により作土量当たり換算することで、作土から供給される窒素量を求めることができる。

試験2 地力窒素を考慮した適正な基肥 N の算出方法の妥当性の検証

水田作土の湿 10w を考慮した適正な基肥 N の算出方法には、和田ら（2024）が構築したものに理想的な幼形期の窒素吸収量 5.0 kg/10a を代入した（式 1）を用いた。

本算出方法の妥当性を検証するため、中山間農業研究所内水田ほ場および飛騨地域内の現地水田ほ場にて栽培試験を行った。試験は 2023 年および 2024 年に行い、2023 年は中山間農業研究所内、高山市丹生川地域、飛騨市神岡地域および下呂市の 4 ほ場、2024 年は中山間農業研究所内および高山市の 2 ほ場に試験区を設けた。試験区を設置したほ場において、試験年次の前年または前々年の秋冬期に水田作土を採取し、湿 10w を調べた。これを（式 1）に適用することでそれぞれの試験区の適正な基肥 N を算出し、算出値と概ね同程度となるよう基肥 N を施用した。2023 年の高山市丹生川地域の水田ほ場には、飛騨地域の「コシヒカリ」における慣行的な基肥 N である 3.0 kg/10a を施用する試験区をあわせて設けた。なお、基肥の肥料にはコシヒカリ化成 022（窒素・リン酸・カリ＝10-12-12）または NK2 号（窒素・リン酸・カリ＝16-0-16）を用い、窒素の保証値により施肥量を決定した。

それぞれの試験区において、幼形期に作物体をサンプリングし、この時点における窒素吸収量を調べた。作物体は 1 試験区当たり 2 か所、1 か所につき条方向に連続した 3 株をサンプリングした。作物体の窒素含量は全炭素窒素同時分析装置（株式会社ジェイ・サイエンス・ラボ製、JM3000CN）により分析した。

試験3 幼形期の窒素吸収量の推定手法の検討

和田ら（2024）が構築した適正な穂肥 N の算出方法である（式 2）を活用するためには、幼形期の窒素吸収量を把握し、（式 3）により幼形期以降に必要な窒素吸収量を算出する必要がある。しかしながら、幼形期の窒素吸収量を生産現場で実測し、これに応じて適正な穂肥 N を瞬時に決定することは現実的には難しい。

そこで、幼形期の窒素吸収量を簡易に推定する手法を検討した。水稻の生育期間中の窒素吸収量は生育調査結果、すなわち、草丈と茎数と SPAD 値との積や正規化植生指数のうち NDVI との関係性が強いことが報告されている（北田ら、1991、浪川ら、2016）。このため、本研究においても生育調査結果と人工衛星画像から取得した植生指数による推定を試みた。

試験は 2020～2022 年に、中山間農業研究所内水田ほ場および飛騨地域内の現地水田ほ場にて行った。肥料の種類や施肥窒素量が異なるほ場あるいは試験区において、分けつ期から出穂期の期間に作物体をサンプリングし、窒素吸収量を調べた。具体的には、2020 年は中山間農業研究所内水田ほ場の 13 試験区、飛騨地域の現地水田ほ場の 33 試験区の計 46 試験区において、出穂期の概ね 18 日前に作物体をサンプリングした。2021 年は中山間農業研究所内水田ほ場の 11 試験区では出穂期の概ね 18 日前、別の 2 試験区では出穂期の概ね 25、18 および 10 日前にそれぞれ作物体を計 17 点サンプリングした。また、飛騨地域の現地水田ほ場の 40 試験区では、出穂期の概ね 25、18 および 10 日前に 1～3 回、計 83 点をサンプリングした。2022 年は中山間農業研究所内水田ほ場の 8 試験区および飛騨地域の現地水田ほ場の 40 試験区において、6 月 22 日、7 月 4 日、7 月 12～13 日、7 月 20～21 日および 7 月 28 日のいずれかの時点に 1～4 回、時期を変えて異なる生育ステージの作物体を計 172 点サンプリングした。なお、各試験区の移植期はいずれの年次も 5 月上旬～6 月上旬であった。

これらのほ場あるいは試験区では、作物体をサンプリングした時点において、生育調査を実施し生育調査値を求めた。調査項目は草丈、茎数および SPAD 値（コニカミノルタ株式会社製、SPAD-502Plus）による葉色とし、下記の（式 4）により生育調査値を算出し、これと生育期間中の窒素吸収量との関係を解析した。解析には 2020 年は 46 点、2021 年は 100 点および 2022 年は 172 点の延べ 318 点の結果を用いた。

生育調査値

$$= \text{草丈 (cm)} \times \text{茎数 (本/m}^2\text{)} \times \text{SPAD 値 (SPAD502)} \times 10^{-6} \quad (\text{式 4})$$

また、サンプリングを実施した時点から前後 3 日間の範囲で人工衛星画像が取得されたほ場では、その画像から試験ほ場における植生指数を取得した。植生指数は株式会社ビジョンテックが提供する「AgriLook（登録商標番号 5547891 号）」で利用可能である、SPOT 衛星により取得した衛星画像（解像度 6 m、以下、SPOT 画像）により取得した。植生指数の指標には NDVI と GNDVI のほ場平均値およびほ場重心値を用いた。NDVI は近赤外領域の反射率（NIR：756～880 nm）および赤色領域の反射率（R：624～694 nm）を用いた下記の（式 5）により、GNDVI は

NIR および緑色領域の反射率（G：527～587 nm）を用いた下記の（式 6）によりそれぞれ算出した。SPOT 画像は解像度が 6 m であることから、NDVI および GNDVI は 6 m メッシュ毎に値を取得可能である。両者のほ場平均値は、対象ほ場内に含まれる全メッシュの値の平均値を示す。また、両者のほ場重心値は、対象ほ場内の重心の 1 メッシュの値を示す。これらの植生指数を取得したほ場は、2021 年が 53 点、2022 年が 35 点の延べ 88 点であり、植生指数とサンプリング時点での窒素吸収量との関係を解析した。

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}) \quad (\text{式 5})$$

$$\text{GNDVI} = (\text{NIR} - \text{G}) / (\text{NIR} + \text{G}) \quad (\text{式 6})$$

試験 4 適正な穂肥 N の算出方法の妥当性の検証

幼形期以降に必要な窒素吸収量に基づく適正な穂肥 N の算出方法には、和田ら（2024）が提案した（式 2）を用いた。

本算出方法の妥当性を検証するため、2024 年に高山市、高山市丹生川地域、高山市国府地域および飛騨市古川地域の現地水田 4 ほ場において栽培試験を行った。試験は幼形期から開始し、それぞれの試験ほ場の基肥 N は生産者の慣行的な施肥量（窒素として 1.2～4.5 kg/10a）によった。出穂期の概ね 18 日前に生育調査を行い、試験 3 の手法により幼形期の窒素吸収量を推定した。なお、いずれの試験実施ほ場も、幼形期の前後 3 日間に曇天が続き SPOT 画像が取得できなかったことか

ら、幼形期の窒素吸収量は生育調査結果のみにより推定した。あわせて作物体をサンプリングし、この時点における実際の窒素吸収量を調べた。

生育調査結果から推定した幼形期の窒素吸収量と飛騨地域の「コシヒカリ」の成熟期における理想的な窒素吸収量（8.0～8.5 kg/10a）を基に、（式 3）により幼形期以降に必要な窒素吸収量を算出し、これらを（式 2）に適用することで、それぞれの試験実施ほ場における穂肥 N の適正範囲を求めた。高山市を除く 3 ほ場では、この適正範囲内となるよう穂肥 N を施用した。高山市の 1 ほ場では、適正範囲をやや上回る穂肥 N を施用した。なお、穂肥の肥料にはマップ 484（窒素・リン酸・カリ＝14・8・14）を用い、窒素の保証値により施肥量を決定した。

それぞれの試験実施ほ場では、成熟期に収量調査を行うとともに、玄米タンパク質含有率を米麦分析計（静岡製機株式会社製、BR-5000）により調査した。また、成熟期における実際の窒素吸収量を調べた。

結果および考察

試験 1 飛騨地域の水田作土の地力窒素実態調査

2018～2022 年に採取した飛騨地域の水田作土 198 点の風 4w は、中央値が 18.5 mg/100g、最小値が 7.9 mg/100g、最大値が 33.4 mg/100g であり、16～20 mg/100g の地点が最も多くを占めた（図 1A）。地力増進基本指針（農林水産省、2008）における改善目標値（8～20 mg/100g）の上限を上回る地点も多く見られ、飛騨地域の水田作土は土壌から無機化する窒素の潜在量が高いことが示唆された。

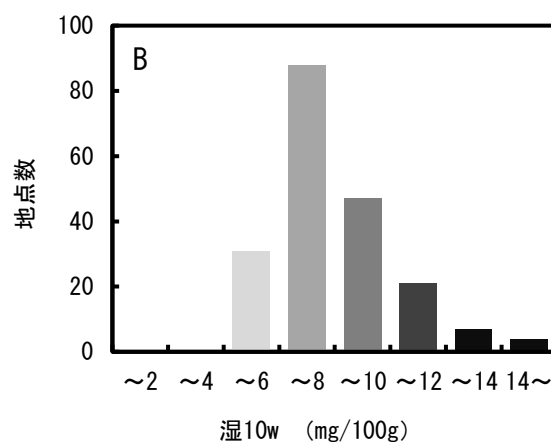
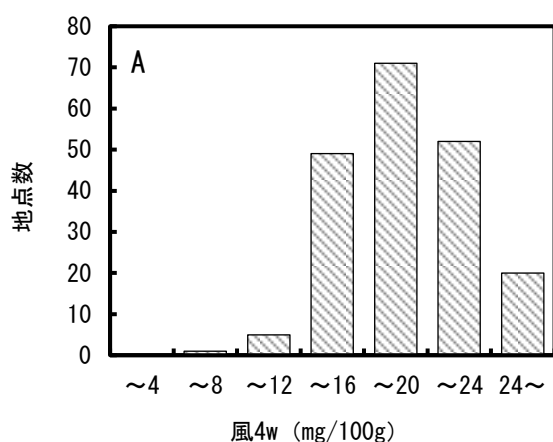


図 1 飛騨地域の水田作土の地力窒素の実態（2018～2022 年、n=198）

A：風乾土 30℃4 週間湛水培養による窒素無機化量（可給態窒素、風 4w）の頻度分布

B：湿潤土 30℃10 週間湛水培養による窒素無機化量（湿 10w）の頻度分布

一方、前述と同じ水田作土を用いて調べた湿 10w は、中央値が 7.5 mg/100g、最小値が 4.1 mg/100g、最大値が 20.8 mg/100g であり、6～8 mg/100g の地点が 44% と多くを占めた（図 1B）。岐阜県美濃平坦部の「ハツシモ岐阜 SL」栽培地域の水田作土における湿 10w の平均値は 8.1 mg/100g（和田・棚橋, 2022）であり、飛騨地域の水田作土は、無機化する窒素の潜在量は高いものの、水稻栽培期間中に作土から供給される窒素量は美濃平坦部の水田作土と大差がないことが伺われた。

筆者らは、飛騨地域の「コシヒカリ」において、水田作土の湿 10w を考慮した適正な基肥 N の算出方法を構築した（和田ら, 2024）が、湿 10w の分析には相当な期間や労力が必要となることから、土壌分析機関等において分析を実施し、その結果を得ることは現実的には難しい。また、飛騨地域の水田作土において、風 4w と湿 10w との間には相関関係が認められず（データ略）、近年整備された風 4w の簡易・迅速評価法（東ら, 2015）により湿 10w を簡易推定することは困難であった（データ略）。そこで、本研究において調べた湿 10w の実態を地図化し、飛騨地域水田作土の湿 10w マップを作成した（図 2）。本マップの活用により、湿 10w の地域的な傾向を把握することが可能である。

試験 2 地力窒素を考慮した適正な基肥 N の算出方法の妥当性の検証

それぞれの試験区の湿 10w は 5.5～8.8 mg/100g の範囲にあり、これらを（式 1）に適用することで求めた基肥 N の算出値は、湿 10w が試験区の中で最も低い高山市丹生川地域では 5.2 kg/10a、最も高い飛騨市神岡地域では 4.0 kg/10a であった。いずれの試験区の基肥 N も、飛騨地域の「コシヒカリ」における慣行的な基肥 N である 3.0 kg/10a に比べて高かった（表 1）。

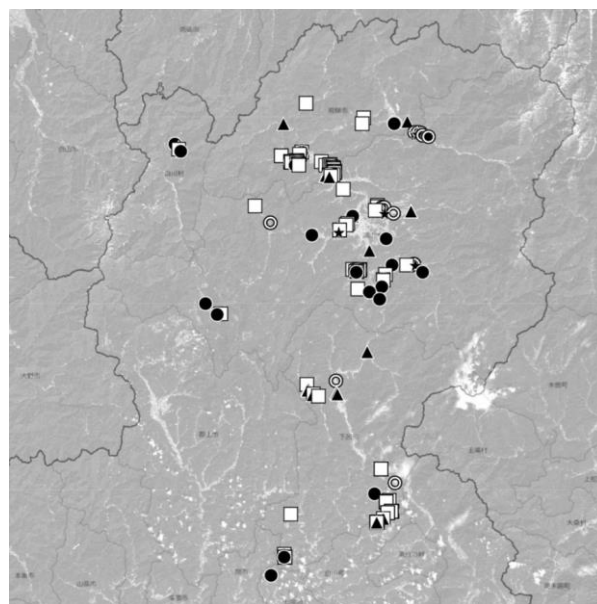


図 2 飛騨地域水田作土の湿潤土 30℃10 週間湛水培養による窒素無機化量（湿 10w）マップ
図中の凡例は、▲が 4～6 mg/100g、□が 6～8 mg/100g、●が 8～10 mg/100g、◎が 10～12 mg/100g、★が 12 mg/100g 以上を示す。

算出値と概ね同程度となるよう基肥 N を施用した結果、幼形期の窒素吸収量はいずれの試験区においても幼形期の理想的な窒素吸収量である 5.0 kg/10a に近い値となった（表 1）。一方、2023 年に慣行的な基肥 N である 3.0 kg/10a を施用した高山市丹生川地域の試験区では、幼形期の窒素吸収量が 3.2 kg/10a であり、幼形期の理想的な窒素吸収量を大きく下回った（表 1）。本試験区では湿 10w が低いことから作土からの窒素供給量が少なく、慣行的な基肥 N では窒素供給が不足したため、幼形期の理想的な窒素吸収量にまで至らなかったと考えられた。

これらのことから、水田作土の湿 10w を考慮した適正な基肥 N の算出方法の妥当性は高いと考えられた。

表1 湿潤土30℃10週間湛水培養による窒素無機化量（湿10w）を考慮した基肥による施肥窒素量（基肥N）の検証結果

試験年次	試験場所	湿10w (mg/100g)	基肥N (kg/10a)		幼形期の窒素吸収量 (kg/10a)
			算出値 ²	実際の施肥量	
2023	高山市丹生川地域	5.5	5.2	3.0	3.2
				5.2	4.6
	下呂市	7.2	4.5	4.6	4.7
	飛騨市古川地域（中農研場内）	8.3	4.1	4.0	4.5
	飛騨市神岡地域	8.8	4.0	4.0	4.3
2024	高山市	7.6	4.5	4.5	5.2
	飛騨市古川地域（中農研場内）	8.3	4.2	4.0	5.1

² それぞれの試験区の湿潤土30℃10週間湛水培養による窒素無機化量（湿10w）を（式1）に適用し算出

試験3 幼形期の窒素吸収量の推定手法の検討

生育調査結果を基に求めた生育調査値と、分けつ期から幼形期までの異なる生育ステージの窒素吸収量との関係を図3に示した。北田ら（1991）の結果と同様に、飛騨地域の「コシヒカリ」においても生育調査値と窒素吸収量との間には強い正の相関が認められ、両者の決定係数は0.81と高かった。2020年から2022年の3か年では、年次による関係性の違いは認められなかった。このため、両者は栽培期間中の気象条件等によらず一定の関係性を示すと考えられ、図3に示した回帰式により、生育調査結果から調査実施時点における窒素吸収量の推定が可能と判断した。

次いで、SPOT画像から取得した植生指数と分けつ期から幼形期までの異なる生育ステージの窒素吸収量との関係は、植生指数にいずれの指標を用いた場合にも決定係数が0.6～0.7となり、一定の関係性が認められた（データ略）。このうち、決定係数が最も高かった植生指数の指標はGNDVIのほ場重心値であり、窒素吸収量との間

には正の相関が認められ、両者の決定係数は0.70であった（図4）。生育調査結果による窒素吸収量の推定の場合と同様に、GNDVIのほ場重心値と窒素吸収量との関係性は年次による違いが認められず、図4に示した回帰式により、SPOT画像から取得したGNDVIを基に、取得時点における窒素吸収量の推定が可能と判断した。

これらのことから、生育調査結果やSPOT画像から取得したGNDVIにより、幼形期の窒素吸収量を簡易に推定することが可能であり、これを成熟期における理想的な窒素吸収量から差し引くことで、幼形期以降に必要な窒素吸収量を求めることが可能と考えられた。

試験4 適正な穂肥Nの算出方法の妥当性の検証

試験を実施した4ほ場において、幼形期に生育調査を行い、生育調査値を求めた。これを図3に示した回帰式に適用して幼形期の窒素吸収量を推定し、窒素吸収量の実測値と比較した。その結果、推定値と実測値の差は0.06～0.23 kg/10aであり

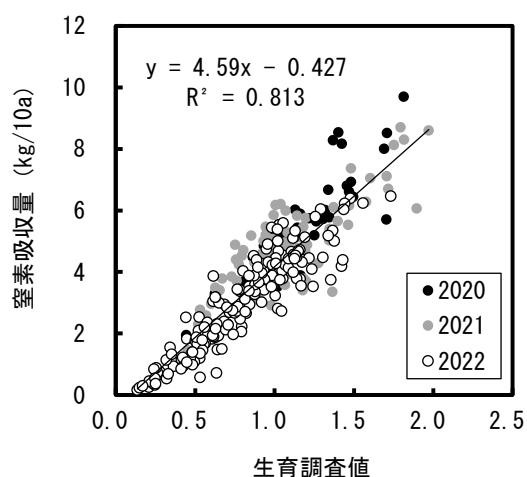


図3 生育調査結果を基に求めた生育調査値と調査実施時点での窒素吸収量との関係
生育調査値は草丈（cm）×茎数（本/m²）×SPAD値（SPAD502）×10⁻⁶により算出。
実線はすべてのプロットによる回帰式を示す。

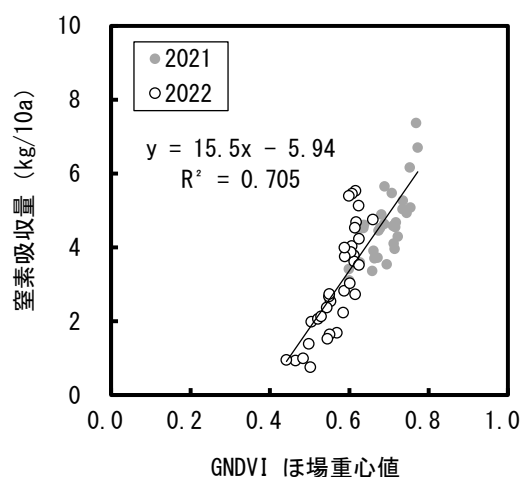


図4 人工衛星画像から取得した植生指数（GNDVIほ場重心値）と植生指数取得日の前後3日間の範囲の時点での窒素吸収量との関係
実線はすべてのプロットによる回帰式を示す。

表2 試験実施ほ場の幼穂形成期（幼形期）における生育調査結果および窒素吸収量

試験場所	草丈 (cm)	茎数 (本/m²)	SPAD値 (SPAD502)	生育調査値 ^z	幼形期の窒素吸収量 (kg/10a)	
					推定値 ^y	実測値
高山市丹生川地域	75.2	405	35.4	1.08	4.52	4.59
高山市国府地域	80.1	392	37.4	1.17	4.96	4.87
高山市	77.0	406	40.8	1.28	5.43	5.19
飛騨市古川地域	86.0	424	34.6	1.26	5.37	5.53

^z 生育調査値は、草丈（cm）×茎数（本/m²）×SPAD値（SPAD502）×10⁻⁶により算出

^y 推定値は図3に示した回帰式に生育調査値を適用することで算出

表3 幼穂形成期（幼形期）以降に必要な窒素吸収量に応じた穂肥による施肥窒素量（穂肥N）の検証結果

試験場所	幼形期の 窒素吸収量 ^z (kg/10a)	穂肥N (kg/10a)		成熟期の 窒素吸収量 (kg/10a)	玄米収量 (kg/10a)	玄米タンパク質 含有率 (%、乾物当たり)	倒伏程度 ^x (0-5)
		適正範囲 ^y	実際の 施肥量				
高山市丹生川地域	4.5	2.2 ～ 2.9	2.5	7.6	582	6.3	2.0
高山市国府地域	5.0	1.7 ～ 2.3	1.9	8.4	595	7.0	2.5
飛騨市古川地域	5.4	1.1 ～ 1.8	1.2	8.7	616	6.7	0.5
高山市	5.4	1.0 ～ 1.7	2.0	8.4	616	6.1	3.0

^z 生育調査結果に基づく推定値^y 成熟期における理想的な窒素吸収量（8.0～8.5 kg/10a）から幼形期の窒素吸収量の推定値を差し引くことで幼形期以降の窒素吸収量を求め、これを（式2）に適用し算出^x 倒伏程度の0-5は無-甚を示す

（表2）、生育調査結果により幼形期の窒素吸収量が精度良く推定可能であることが確認された。

このように推定した幼形期の窒素吸収量を基に幼形期以降に必要な窒素吸収量を算出し、（式2）に適用することでそれぞれのほ場における穂肥Nの適正範囲を求めた。その結果、穂肥Nは1.0～2.9 kg/10aの範囲にあり、飛騨地域の「コシヒカリ」の慣行的な穂肥Nである3.5 kg/10a（基本追肥2.1 kg/10a、むら直し1.4 kg/10aの合計値）を下回った（表3）。適正範囲内となるように穂肥Nを施用した高山市を除く3ほ場では、成熟期の窒素吸収量が理想的な値に近づき、玄米収量（目標値：玄米収量では550 kg/10a程度、坪刈収量では600 kg/10a程度）、玄米タンパク質含有率（目標値：乾物当たり7%未満）は目標値を概ね達成し、倒伏程度も3.0未満であった（表3）。一方、適正範囲をやや上回る穂肥Nとした高山市の1ほ場では、成熟期の窒素吸収量、玄米収量および玄米タンパク質含有率は理想的な値あるいは目標値を達成したものの、倒伏が進み倒伏程度は3.0であった（表3）。

これらのことから、簡易に推定した幼形期の窒素吸収量に応じた適正な穂肥Nの算出方法の妥当性は高いと考えられた。

以上、飛騨地域の「コシヒカリ」において、水田作土の湿10wを考慮した適正な基肥Nの算出方法および幼形期以降に必要な窒素吸収量に応じた適正な穂肥Nの算出方法はいずれも妥当性が高いと判断された。本手法の活用により、良好な品質と安定生産の両立につながることが期待される。

飛騨地域の水田作土における湿10wの中央値は7.5 mg/100gであり、これを適用すると適正な基肥Nは4.4 kg/10aと求められる。また、幼形期において理想的な窒素吸収量である5.0 kg/10a程度が得られた場合には、適正な穂肥Nは1.6～2.3

kg/10aと求められる。これらは現在の飛騨地域の「コシヒカリ」における慣行的な施肥窒素量（基肥N 3.0 kg/10a－穂肥N 3.5 kg/10a）に対し、施肥窒素量の合計は同程度であるものの、基肥Nと穂肥Nの配分が異なる。飛騨地域の「コシヒカリ」では、幼形期以降の窒素吸収量が4.0 kg/10aもしくは穂肥Nが2.5 kg/10aを上回る場合には倒伏程度が高まる場合が多く見られる（和田ら、2024）ことから、倒伏を軽減し、かつ良好な品質と安定生産を両立するためには、慣行的な窒素の施肥体系の基肥Nと穂肥Nを適正な配分に調整することが望ましいと考えられる。

また、湿10wの把握には長期間の湛水培養試験が必要である。本研究ではこれを把握するため、飛騨地域水田作土の湿10wマップ（図2）を作成したが、ほ場への有機物の施用量や施用頻度によっては湿10wが変動することも想定される。このため、湿潤土湛水培養による窒素無機化量を簡易かつ迅速に推定可能な手法の確立が期待される。

引用文献

- 東 英男・上菌一郎・野原茂樹・高橋 茂・加藤直人. 2015. 水田土壌の湛水培養無機化窒素量の特徴とその簡易迅速評価法の開発 第2報 絶乾土水振とう抽出有機態炭素量による水田風乾土可給態窒素の迅速評価. 土肥誌. 86: 188-197.
- 可児友哉・佐藤秀人・山田隆史. 2019. 岐阜県中山間地域における「コシヒカリ」の良食味米生産を可能とする栽培管理技術の開発. 岐阜県中山間農研報. 15: 1-8.
- 北田敬宇・宮川 修・塩口直樹. 1991. 水稻の理想的な窒素吸収パターンと土壌窒素無機化予測によるシステム施肥法. 土肥誌. 62: 585-592.

- 浪川茉莉・西田瑞彦・高橋智紀・金田吉弘. 2016.
携帯型 NDVI 測定機による NDVI 値と水稻
窒素吸収量の関係. 土肥誌. 87: 450-454.
- 農林水産省. 2008. 地力増進基本指針.
https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hoz_en_type/h_dozyo/pdf/chi4.pdf
- 農地土壌温室効果ガス排出量算定コンソーシアム.
2014. 平成 26 年度農地土壌温室効果ガス排
出量算定基礎調査事業 農地管理実態調査の
定点調査および基準点調査における土壌炭素
調査実施方法 (調査マニュアル 2014) .
[https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/atta
ch/pdf/tuti_chyosa-24.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/attach/pdf/tuti_chyosa-24.pdf)
- 和田 巽・可児友哉・棚橋寿彦. 2024. 飛騨地域
の水稻「コシヒカリ」における湿潤土湛水培
養による窒素無機化量を考慮した適正な施肥
窒素量の算出方法. 土肥誌. 95: 376-383.
- 和田 巽・棚橋寿彦. 2022. 水稻「ハツシモ岐阜
SL」における湿潤土湛水培養による窒素無機
化量を加味した適正な施肥窒素量の算出方法.
土肥誌. 93: 176-184.