

NEWS RELEASE

水稲に秘められた未知の能力を解き明かす

巨大根系に含まれる豊富な養分が持続的コメ生産の鍵に！！

- 飼料用水稲が巨大根系を形成し、多量のデンプンと窒素を蓄積することを発見。
- 土壌と灌漑水の障壁によりバールに含まれていた水稲根系の機能を初めて明らかに。
- 飼料用水稲は巨大な茎葉が飼料となり、巨大根系と蓄積養分が堆肥となる可能性も。
- 価格が高騰する飼料と化学肥料を代替し持続的コメ生産に貢献することが期待される。

【概要】

三重大学大学院生物資源学研究科の関谷信人教授と近藤誠准教授の研究グループは、子実が少なく茎葉の多い飼料用の水稲品種が巨大な根(根系)を形成し、そこへ多量のデンプンや窒素成分を蓄積することを発見しました。日本の水田の一部では、牛の飼料として使われる水稲が栽培されています。これは国内産の飼料の供給とともに水田の有効活用につながっています。しかし、この特徴的な水稲に関する科学的な研究は限定的で、特に灌漑水と土壌に覆われた器官である水稲根系の調査は非常に煩雑で多大な労力を要するため、根系の特徴は不明なままでした。研究グループは、この飼料用水稲が通常の品種の2倍以上の根系を発達させることを明らかにし、さらにデンプンや窒素成分が蓄積することを世界で初めて突き止めました。巨大根系の構造を構成するセルロースや、そこに蓄積した多量のデンプンは土壌微生物の餌となり、窒素成分は翌年に栽培される水稲の重要な養分となります。すなわち、飼料用水稲を栽培することは、茎葉部を乳牛の飼料として供給できるだけでなく、養分が蓄積した巨大根系により堆肥を施したような効果も発揮され、これからの持続的コメ生産に重要な働きをすることが期待されます。本研究の成果は2024年7月1日に国際学術誌「Field Crops Research」にオンライン掲載されました。

【背景】

現在、水稲生産の大規模化が進行していますが、化学肥料や原油の価格高騰が大規模生産農家に大きな負担になっています。こうした状況に対しては、畜産から排出される糞尿を堆肥として水田へ投入する方法(耕畜連携)が一つの解決策になります。しかし、排出される糞尿を誰が堆肥化し運搬するのかという大きな問題がのしかかり、耕畜連携はなかなか前へ進まないのが現実です。

一方で、飼料価格の高騰が畜産農家にも大きな負担を強いています。飼料用水稲は補助金ありきの一過性の技術だと揶揄されることもあります。しかし、飼料用水稲の根系に堆肥投入と同様な効果が見いだされれば、化学肥料や原油の価格高騰に苦しむ耕種農家(水稲農家)と飼料



の価格高騰に苦しむ畜産農家の両者にとって、飼料用水稲が一つの大きな解決策となり、耕畜連携による循環型農業の推進に大きく貢献する可能性があります。

植物の根系は「Hidden half(隠れた半身)」と称されています。根系が植物生育に重要な機能を果たしていることは明白ですが、土壌の障壁は自然環境下での根系調査を大きく阻害し、葉・茎・穂に比べて根系の機能解明は未だに大きく進展していません。生育期間全体にわたって水に浸かってしまう水田では、畑作物や自然植生に比べて土壌の障壁がはるかに高く、水稻根系の機能については人工環境下で得られた知見にほぼ限定され、自然条件下で実際に何が起きているのか、厚いベールに包まれたような状態が続いてきました。

【研究内容】

研究グループは、飼料用水稲品種「たちすずか」と「たちあやか」、および比較対照としてクサノホシとホシアオバを用いて、2 年間にわたる栽培試験を実施しました。これらの品種を異なる条件(窒素施肥法、移植時期、栽植密度)で栽培し、出穂後 0 日、28 日、56 日、84~100 日目に根系を採取して分析を行いました。主な発見は以下の通りです：

- ① 根系の巨大化: 「たちすずか」と「たちあやか」は、通常の品種と比較して 2 倍以上の根系重量を示しました。これは、コシヒカリ茎葉部の重量を上回る値です。
- ② デンプンの蓄積: 両品種の根系は出穂後にデンプンを蓄積し、最大で乾物重の 20~25% に達しました。これは通常品種の 5 倍以上の値です。
- ③ 窒素の蓄積: 根系に含まれる窒素量は、通常の基肥施用量に匹敵する 7~8 g/m² に達しました。
- ④ 栽培条件の影響: 異なる栽培条件下でも、これらの特徴は一貫して観察されました。このことは、観察された現象が遺伝的に制御されている可能性を示唆しています。
- ⑤ シンク・ソース関係の再考: 従来、イネの穂が出穂後の主要なシンク(養分の蓄積場所)と考えられてきましたが、本研究は根系もまた重要なシンクとして機能することを示しました。

これらの発見は、飼料用水稲品種が持つ潜在的な土壌改良効果を示唆しています。根系に蓄積されたデンプンと窒素は、収穫後に土壌中で分解され、土壌微生物の活性化と後作への養分供給に寄与する可能性があります。これは、化学肥料への依存を減らしつつ土壌の肥沃度を維持する新たな方策となり得ます。本研究は、水稻の「Hidden function(隠れた機能)」を明らかにし、持続可能な農業システムの開発に新たな視点を提供しています。

【今後の展望】

本研究成果を踏まえ、今後は以下のような研究展開が期待されます：

- ① 根系の養分蓄積メカニズムの解明: 遺伝子レベルでの制御機構を明らかにし、この特性を他の品種に導入する可能性を探求。
- ② 長期的な土壌への影響評価: 飼料用水稲の連作が土壌の物理性、化学性、生物性に与える影響を複数年にわたって調査。
- ③ 後作による養分利用効率の定量化: 根系に蓄積された養分が次作の水稻にどの程度利用されるか、精密に評価。
- ④ 環境負荷低減効果の検証: 化学肥料削減の可能性と、それに伴う環境負荷軽減効果を定量的に評価。
- ⑤ 耕畜連携システムの最適化: 飼料用水稲栽培と畜産を組み合わせた循環型農業システムのモデル構築。

これらの研究を通じて、飼料用水稲の多面的機能を最大限に活用した持続可能な農業システムの確立を目指します。今後は、この特性の遺伝的基盤の解明や、農家水田での長期的な効果の検証が期待されます。

本研究は、JSPS 科研費(JP17K08168、JP20H03115)の助成を受けて実施されました。

【論文情報】

掲載誌: Field Crops Research

掲載日: 2024 年 7 月 1 日

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109478>

論文タイトル: Post-heading accumulation of nonstructural carbohydrates and nitrogen in rice (*Oryza sativa* L.) roots

著者: Kazuaki Onoda, Reina Ohta, Mchuno Alfred Peter, Raphael Edifor, Masaru Hamajima, Ayaka Mae, Asaka Murai, Makoto Kondo, Nobuhito Sekiya

<本件に関するお問合せ>

三重大学大学院生物資源学研究科 関谷信人

TEL:059-231-9495 E-mail:sekiya@bio.mie-u.ac.jp