

## 籾の大型化によってイネの窒素利用効率は向上する

籾の大型化に関わる *GS3* 遺伝子をノヒカリに導入して大型化した系統では、窒素利用効率が有意に増加する。*GS3* 遺伝子を用いることで、イネの窒素利用効率が向上し、窒素肥料の使用量を減らすことができると期待される。

キーワード：イネ、収量、大型化、窒素利用効率、*GS3* 遺伝子

### 背景・ねらい

緑の革命は、大量の窒素肥料の投入により作物の増収を可能にしたが、深刻な環境汚染を招いた。また、このような生産体系は、窒素肥料価格の高騰に脆弱である。そのため、持続的な食料生産供給には、大量の窒素肥料に依存した生産体系からの脱却が必要であり、革新的な育種技術の開発が急務となっている。これまでに、大型の日本型イネ品種である秋田63号は、多収であり、吸収窒素量あたりの収量を示す窒素利用効率（PNUE）が高いこと、籾を大型化させる *GS3* 遺伝子を有することを明らかにしている。そこで本研究では、*GS3* 遺伝子を持たない品種ノヒカリに *GS3* 遺伝子を導入して大型化した準同質遺伝子系統（LG-ノヒカリ）を作成し、収量、収量構成要素、施肥窒素肥料あたりの収量を示す窒素利用効率（NUE）およびPNUEをノヒカリと比較することにより、*GS3* 遺伝子を用いた大型化によるNUEとPNUEへの効果を明らかにし、イネの窒素利用効率を向上させる育種技術を開発する。

### 成果の内容・特徴

1. ノヒカリに比較して、LG-ノヒカリの籾は長く、幅も広いことから、*GS3* 遺伝子は *GS3* 遺伝子を持たないノヒカリの籾の長さや幅を大きくする（図1）。これらの *GS3* 遺伝子による大型化は施肥条件によらず認められる。
2. ノヒカリに比較して、LG-ノヒカリの籾収量は、4.8 g N/m<sup>2</sup> 施肥区（1 m<sup>2</sup> 当たりの窒素施肥量が4.8 gの区）で34.9%、9.6 g N/m<sup>2</sup> 施肥区で18.9%有意に高いが、無施肥区では同程度である。収量構成要素の一つである千粒重は、LG-ノヒカリが無施肥区で26.0%、4.8 g N/m<sup>2</sup> 施肥区で14.5%、9.6 g N/m<sup>2</sup> 施肥区で23.8%有意に高い。一方、他の収量構成要素、総籾数と種子稔性はそれぞれの施肥条件において同程度である（表1）。
3. 籾収量は、4.8 g N/m<sup>2</sup> 施肥区のLG-ノヒカリでは456 g/m<sup>2</sup>、9.6 g N/m<sup>2</sup> 施肥区のノヒカリでは450 g/m<sup>2</sup>と同程度である（表1）。

4. ノヒカリに比較して、LG-ノヒカリのNUEは4.8 g N/m<sup>2</sup> 施肥区では146%、9.6 g N/m<sup>2</sup> 施肥区では36.4%有意に高い（図2）。
5. 収穫期の地上部窒素量と玄米収量は、ノヒカリおよびLG-ノヒカリにおいて相関が認められる。平行線検定の結果、ノヒカリとLG-ノヒカリの回帰直線は異なると判定されることから、LG-ノヒカリのPNUEは高い（図3）。

### 成果の活用面・留意点

1. *GS3* 遺伝子を用いた籾の大型化は、イネの窒素利用効率を向上させることから、減窒素を実現するイネ品種の育成に活用できる。
2. 籾の大型化による窒素利用効率の向上効果は、原品種の籾サイズによって異なる可能性がある。
3. 籾の大型化による玄米品質は、原品種の籾サイズや環境等によって低下する可能性がある。

### その他

予算区分：交付金 [B1レジリエント作物（第5期）]、外部資金 [科研費16H06379]  
研究期間：2016～2022年度  
研究担当者：小原実広（生物資源・利用領域）、尹棟敬・石山敬貴・牧野周（東北大学大学院）  
発表論文等：Yoon et al. (2022) *Plant Direct* 6(7): e417. <https://doi.org/10.1002/pld3.417>



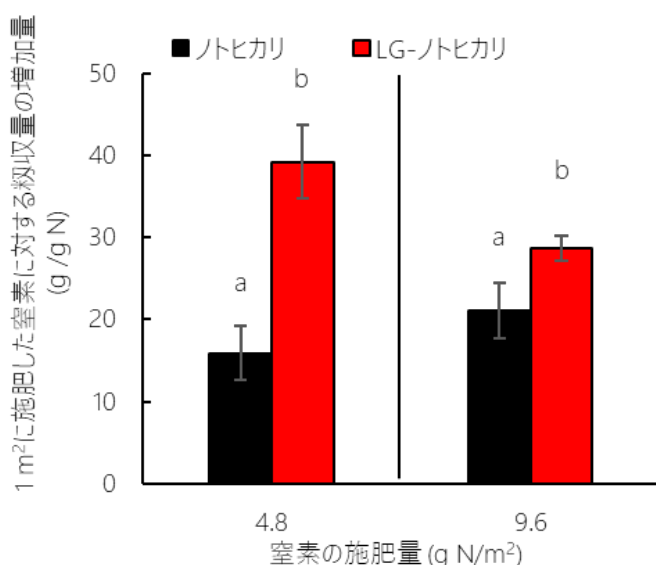
**図1 ノヒカリと大型化遺伝子 *GS3*を導入した LG-ノヒカリの籾**

平均的な籾 10 粒を示す。籾は 2020 年、宮城県青葉山圃場で肥料を与えずに栽培したイネより調整。スケールバーは 1 cm を示す。

**表1 異なる施肥条件で栽培したノヒカリと LG-ノヒカリの収量と収量構成要素**

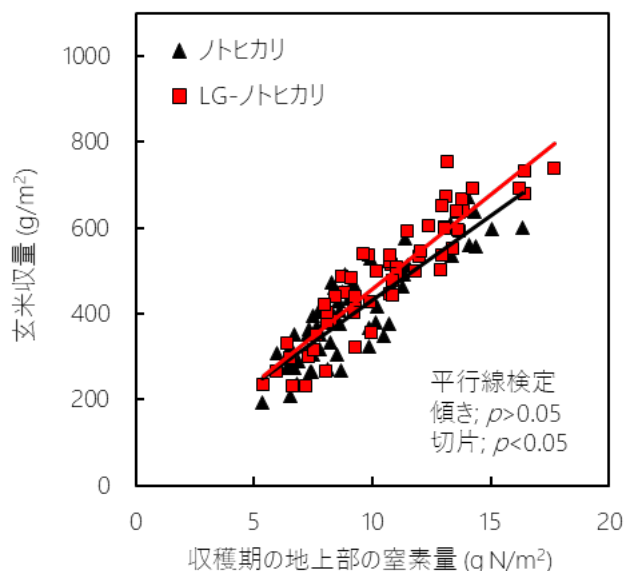
窒素の施肥量 (g N/m <sup>2</sup> )	系統	籾収量 (g/m <sup>2</sup> )	総籾数 (10 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	種子稔性 (%)	千粒重 (g)
0	ノヒカリ	269±4 a	15.0±0.2 a	76.2±1.4 a	24.6±0.5 a
	LG-ノヒカリ	287±9 a	15.0±0.2 a	74.4±1.8 a	31.0±1.5 b
4.8	ノヒカリ	338±17 a	21.0±0.6 a	80.3±1.4 a	25.6±0.4 a
	LG-ノヒカリ	456±26 b	22.0±0.8 a	79.8±1.1 a	29.3±0.6 b
9.6	ノヒカリ	450±31 a	30.1±0.8 a	76.7±1.4 a	23.1±0.6 a
	LG-ノヒカリ	535±21 b	28.3±0.8 a	81.8±1.9 a	28.6±0.5 b

国際農研八幡台圃場（茨城県つくば市）で栽培したイネ系統の各施肥条件における平均値と標準誤差を示す。各施肥条件におけるノヒカリと LG-ノヒカリを *t* 検定 (n=10) し、異なるアルファベットは有意性 ( $P<0.05$ ) を示す。g N/m<sup>2</sup> は、1 m<sup>2</sup> 当たりの窒素施肥量を示す。



**図2 ノヒカリと LG-ノヒカリの与えられた窒素肥料に対する利用効率(NUE)の比較**

国際農研八幡台圃場（茨城県つくば市）で栽培した系統の各施肥条件における平均値と標準誤差を示す。各施肥条件におけるノヒカリと LG-ノヒカリを *t* 検定 (n=10) し、カラム上の異なるアルファベットは有意性 ( $P<0.05$ ) を示す。



**図3 ノヒカリと LG-ノヒカリの収穫期までに吸収した窒素の利用効率 (PNUE)の比較**

東北大学川渡圃場（宮城県大崎市）で栽培したイネの収穫期の地上部窒素量と玄米収量のプロットを示す。

図は Yoon et al. (2022) より引用（転載・改変許諾済）