

## 「ふ系PL4」が持つ耐冷性、高度いもち病抵抗性及び胚乳タンパク質変異性の後代への遺伝

神田伸一郎・梶田 啓・若本由加里・上村豊和・前田一春

(青森県産業技術センター農林総合研究所)

Inheritance of cold tolerance, high resistance to blast and endosperm protein variability which derives from rice parental line 'Fuhei PL4'

Shinichiro KANDA, Kei KAJITA, Yukari WAKAMOTO, Toyokazu UEMURA and Kazuharu MAEDA

(Agriculture Research Institute, Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center)

### 1 はじめに

「ふ系PL4」(旧系統名: 中母59)は、高度耐冷性の水稻中間母本で、その系譜にはインドネシアのジャワ型品種「Silewah」が存在する(図1)。「Silewah」は穂ばらみ期耐冷性遺伝子*Ctb1*を保有し<sup>4)</sup>、また、その遺伝子近傍にいもち病抵抗性遺伝子が存在することが報告されている<sup>2)</sup>。さらに、「Silewah」は胚乳タンパク質の組成が一般米と異なり、グルテリンの割合が少なく、その前駆体であるプログルテリンの割合が高い<sup>1)</sup>。「ふ系PL4」は、これらすべての遺伝子、形質を保有し、その後代系統は、*Ctb1*を保有する系統は耐冷性「強」以上、いもち病抵抗性遺伝子を保有する系統は圃場抵抗性が「極強」となるほか、タンパク質変異を有する系統も出現し、これらは母本として利用されている(表1)。本研究では、「ふ系PL4」が持つ特性を効率的に取り込むため、後代への遺伝様式と耐冷性による選抜が他の形質に及ぼす影響について調査を行った。

### 2 試験方法

#### (1) 供試材料

多収系統「11TD111」と「黒2365」(「ふ系PL4」を祖母に持ち、*Ctb1*、高度いもち病抵抗性、胚乳タンパク質変異性を持つ)の交配後代で、無選抜のF<sub>4</sub>集団と、耐冷性検定ほ場にて幼穂形成期～開花終了時まで水温19.2℃、水深30cmで掛け流し処理を行い、耐冷性「強」の基準より不稔歩合が低い個体を選抜したF<sub>5</sub>集団、各94個体を供試した。

#### (2) 方法

##### 1) 遺伝子型解析

各個体の玄米より簡易抽出法によりDNAを抽出し、*Ctb1*については連鎖マーカーPNK7を用い、高度いもち病抵抗性については連鎖マーカーRM3836を用いて、94℃1分→55℃1分→72℃1分を35サイクルのPCRを行った。3%アガロースゲルにて電気泳動後、染色・視覚化し遺伝子型を調査した。

##### 2) 胚乳タンパク質組成調査

各個体の白米よりタンパク質を抽出し、バイオアナライザProtein80キット(アジレント・テクノロジー社)を用い変性・サンプル調製後、アジレント2100バイオアナライザを用いてタンパク質を分析・視覚化し、タンパク質組成を調査した。

#### 3) 解析方法

全個体について、各遺伝子の遺伝子型、タンパク質変異の有無を調査し、集団別に出現パターンを調査し、後代への遺伝様式と耐冷性による選抜が他の形質に及ぼす影響について解析を行った。また遺伝的距離の計算にはMapMaker/EXPを用いた。

### 3 試験結果及び考察

#### (1) 後代集団における遺伝子、形質の出現パターンと連鎖関係

*Ctb1*、高度いもち病抵抗性遺伝子の遺伝子型調査の結果、*Ctb1*のみ保有個体、高度いもち病抵抗性遺伝子のみ保有個体は両集団ともほとんど出現しなかった。一方、*Ctb1*と高度いもち病抵抗性遺伝子保有個体、*Ctb1*と高度いもち病抵抗性遺伝子と胚乳タンパク質変異性保有個体を合計した出現割合は無選抜集団では41.5%、耐冷性選抜集団では57.4%と高い割合を示した(表2)。MapMaker/EXPによる連鎖解析の結果、2つの遺伝子の遺伝的距離は1.7cMであった。これらの結果から、*Ctb1*と高度いもち病抵抗性遺伝子は強く連鎖していることが示唆された。

胚乳タンパク質変異性については、*Ctb1*、高度いもち病抵抗性遺伝子とともに出現している個体の割合が無選抜集団では29.8%、耐冷性選抜集団では40.4%と一定割合見られるものの、胚乳タンパク質変異性のみを有する個体も両集団で20%程度出現していた(表2)。胚乳タンパク質変異性が1遺伝子に支配されていると仮定し、MapMaker/EXPによる連鎖解析を行ったところ、*Ctb1*、高度いもち病抵抗性遺伝子との遺伝的距離は45.8cMとなり、2つの遺伝子と異なる連鎖群に分類された。これらの結果から、胚乳タンパク質変異性に関与する遺伝子は*Ctb1*、高度いもち病抵抗性遺伝子とは独立して遺伝することが示唆された。

#### (2) 耐冷性選抜の効果と他の形質に及ぼす影響

無選抜集団と耐冷性選抜集団を比較すると、耐冷性選抜集団で*Ctb1*の保有率が18%増加しており、高度いもち病抵抗性遺伝子の保有率も13.8%増加していた。胚乳タンパク質変異性については大きな変化は見られなかった。また、すべて非保有の個体は耐冷性選抜集団で10%程度減少した(表2)。これらの結果から、「ふ系PL4」を交配親に用いた後代の選抜において、F<sub>5</sub>程度の比較的早い世代に耐冷性による選

抜を行うことが、いもち病抵抗性強化にも有効であることが明らかになった。

4 まとめ

「ふ系PL4」の後代集団において、耐冷性遺伝子 *Ctb1* と高度いもち病抵抗性遺伝子を同時に保有する個体の割合が高く、遺伝的距離も近いことから、2つの遺伝子は強く連鎖していることが示唆された。また、F5世代で耐冷性選抜を行うことにより *Ctb1*、高度いもち病抵抗性遺伝子ともに保有率が増加したことから、比較的早い世代で耐冷性選抜を行うことがいもち病抵抗性の強化にも有効であることが明らかになった。一方、胚乳タンパク質変異性については、単独で出現する個体の割合が高く、遺伝的距離も離れていることから、*Ctb1*、高度いもち病抵抗性遺伝子とは独立して遺伝することが示唆された。今後、胚乳タンパク質変異性に関与する遺伝子を明らかにし、*Ctb1*、高度いもち病抵抗性遺伝子との染色体上の位置関係をより詳細にしていくことが重要である。

引用文献

- 1) 神田伸一郎, 前田一春, 上村豊和, 若本由加里, 須藤充. 2016. 胚乳タンパク質が一般米と異なる酒造好適米品種「華さやか」の育成. 育種学研究 18別1 : 42.
- 2) 三浦清之, 齊藤浩二, 加藤明, 永野邦明, 荒木均. 1996. 水稻中間母本農8号の耐冷性遺伝子近傍に位置する農業形質のQTLについて. 育種学研究 46別1 : 81.
- 3) 中込弘二, 片岡知守, 須藤充, 神田伸一郎, 中野央子, 田村和彦, 阿部陽, 永野邦明, 佐々木都彦, 遠藤貴司, 我妻謙介, 川本朋彦, 後藤元, 水戸部昌樹, 大谷裕行, 木田義信, 山口誠之. 2009. 東北地域における水稻耐冷性“強”以上の基準品種選定. 東北農業研究 62:1-2.
- 4) Saito, K.; Hayano-Saito, Y.; Maruyama-Funatsuki, W.; Sato, Y.; Kato, A. 2004. Physical mapping and putative candidate gene identification of a quantitative trait locus *Ctb1* for cold tolerance at the booting stage of rice. Theor. Appl. Genet. 109:515-522.

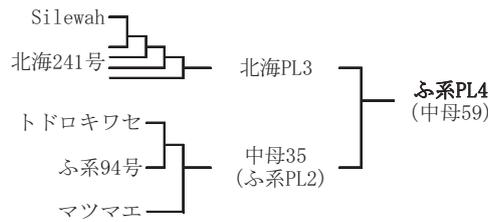


図1 「ふ系PL4」の系譜

表1 「ふ系PL4」とその後代の特性

品種・系統名	組合せ	耐冷性遺伝子 <i>Ctb1</i>	高度いもち病 抵抗性遺伝子	胚乳 タンパク質 変異性	いもち病圃場抵抗性		耐冷性
					葉	穂	
ふ系PL4 (中母59)	北海PL3/中母35	○	○	○	極強	極強	極強10
ふ系PL5 (中母65)	中母59/東北155号	○	×	○	強	強	極強11
黒2554	べこあおば/中母59	○	×	×	中	中	極強10
黒母6	黒1900/青系136号	○	○	×	極強	極強	極強
華さやか	黒1900/吟ぎんが	○	○	○	極強	極強	強

注1) 黒1900 : 中母59 (ふ系PL4) /山形40号、*Ctb1*、高度いもち病抵抗性、胚乳タンパク質変異性保有

注2) いもち病圃場抵抗性は極弱・弱・やや弱・中・やや強・強・極強の7段階評価。

耐冷性は上に加え、極強より1ランク強くなるごとに極強9・極強10・極強11と評価した<sup>3)</sup>。

表2 11TD111/黒2365 (ふ系PL4後代系統) の各集団における遺伝子、形質の出現パターンと出現割合

出現パターン	個体出現割合 (%)	
	無選抜集団 (F4)	耐冷性選抜集団 (F5)
<i>Ctb1</i> のみ	0.0	2.1
いもち病抵抗性のみ	0.0	0.0
タンパク質変異のみ	26.6	20.2
<i>Ctb1</i> +いもち病抵抗性	11.7	17.0
<i>Ctb1</i> +タンパク質変異	0.0	0.0
いもち病抵抗性+タンパク質変異	2.1	1.1
<i>Ctb1</i> +いもち病抵抗性+タンパク質変異	29.8	40.4
すべて非保有	29.8	19.1
<i>Ctb1</i> 保有個体	41.5	59.5
合計	43.6	58.5
いもち病抵抗性遺伝子保有個体内、 <i>Ctb1</i> 、いもち病抵抗性とも保有個体	41.5	57.4
タンパク質変異個体	58.5	61.7

注) 遺伝子型がヘテロの個体は保有するものとしてカウントした。