

[ 成果情報名 ] *DREB1C* 遺伝子の発現による陸稲ネリカの乾燥抵抗性の向上

[ 要約 ] シロイヌナズナ由来の転写因子 *DREB1C* を発現させた陸稲ネリカ (NERICA1) は、乾燥条件下における生存性、地上乾物重、穎花数および稔実数が向上する。

[ キーワード ] *DREB1*、陸稲、ネリカ、乾燥抵抗性、遺伝子組換え

[ 所属 ] 国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点

[ 分類 ] 研究 A

[ 背景・ねらい ]

近年、アフリカにおけるコメ生産増進に大きな期待を集め、広く普及しつつあるのがネリカ (NERICA; New Rice for Africa) と呼ばれるイネの品種群である。天水依存度の高いアフリカの稲作においては、乾燥抵抗性が付与すべき重要形質とされる。本研究では、乾燥耐性候補遺伝子 *DREB1C* を陸稲ネリカに導入し、その発現が確認された形質転換体の乾燥抵抗性向上を明らかにする。

[ 成果の内容・特徴 ]

1. 陸稲ネリカである NERICA1 に導入したのは、シロイヌナズナ由来の *DREB1C* 遺伝子をイネ由来のストレス誘導性 *lip9* プロモーターの制御下に置いたコンストラクト (*lip9::DREB1C*) である。このコンストラクトを導入した形質転換体においては、*DREB1C* 遺伝子がストレス条件下において発現し、その遺伝子産物が多数の乾燥耐性関連遺伝子の発現を活性化することが期待される。
2. 形質を評価したのは、1 コピーの導入遺伝子をホモ化した形質転換系統の T3 植物である。
3. 形質転換体の乾燥抵抗性を評価するために用いた手法は以下の通りである。1) 底に穴を開けた 50 mL チューブに培養土を詰めて播種し、十分量の水に浸した。3 週間後、植物をチューブごと水から引き上げ、無灌水で 10 日間放置した (急速な乾燥)。その後、植物をチューブごと水に戻して 1 週間栽培し、新しい葉を展開した植物を生存個体とみなした。2) 十分量の水を含む培養土を詰めた 4 L ポットに、播種後 2 週間の形質転換体および非形質転換体 (NERICA1) を 2 個体ずつ各ポットに植えた。蒸発散により土から徐々に水分を除去し、土壌水分含量が 15% (体積含水率) になるまで乾燥させ、以後この値を保つように適宜灌水した (緩慢な乾燥)。栄養生長後期 (播種後 2 か月) の各個体の地上乾物重を測定した。非形質転換体よりも地上乾物重が有意に大きな系統を再度同様の条件で育成し、表 2 に示した農業形質を測定・評価した。
4. 形質転換系統は同条件で育成した非形質転換体に比して以下の傾向がある。1) 急速な乾燥条件下における生存率が高い (表 1)。2) 緩慢な乾燥条件下における栄養生長後期の地上乾物重が大きい (+6 ~ +39%; 図 1)。3) 到穂日数が短い (緩慢な乾燥条件下においては -4.8 ~ -7.3 日; 表 2)。4) 稈長が短い (緩慢な乾燥条件下においては -10 ~ -15%; 表 2)。5) 穎花数が多い (緩慢な乾燥条件下においては +10 ~ +50%; 表 2)。6) 稔実数が多い (緩慢な乾燥条件下においては +18 ~ +37%; 表 2)。7) 湛水条件下における藁の乾物重が小さい (-19 ~ -34%; 表 2)。

[ 成果の活用面・留意点 ]

1. 地上乾物重、穎花数および稔実数の向上は湛水条件下においても見られる。
2. 乾燥抵抗性向上の程度は系統間で異なるので、複数系統から優良系統を選抜する必要がある。
3. 圃場で栽培試験を行い、形質転換系統のパフォーマンス向上を実証する必要がある。

## [ 具体的データ ]

表 1 lip9::DREB1C を導入した NERICA1 の急速な乾燥条件下における生存率 .

系統 <sup>z</sup>	試験した植物体の数 (A)	生存した植物体の数 (B)	生存率 (B/A; %) <sup>y</sup>
408	67	52	77.6 <sup>b</sup>
465	61	48	78.7 <sup>b</sup>
466	53	25	47.2 <sup>a</sup>
482	42	35	83.3 <sup>b</sup>
713	58	48	82.8 <sup>b</sup>
724	58	52	89.7 <sup>b</sup>
749	65	56	86.2 <sup>b</sup>
非形質転換体	58	16	27.6 <sup>a</sup>

<sup>z</sup> 408 ~ 749 は lip9::DREB1C を導入した形質転換系統 .

<sup>y</sup> 異なる英字は Tukey 検定により有意差 ( $P < 0.05$ ) が検出されたことを示す .

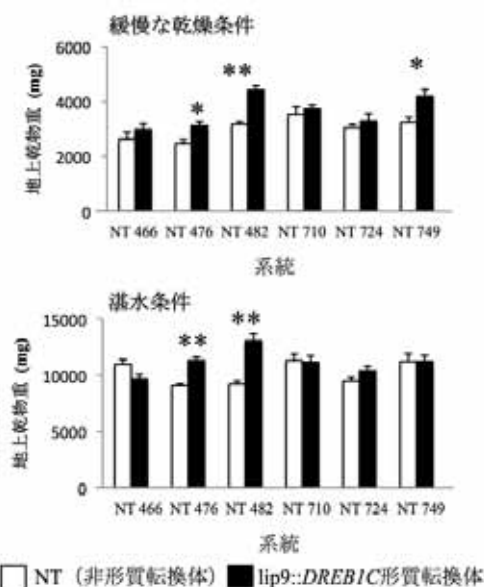


図 1 lip9::DREB1C を導入した形質転換 NERICA1 の地上乾物重 .  
アスタリスクは  $t$  検定による  $P$  値が 0.05 以下 (\*) または 0.01 以下 (\*\*) であることを示す . バーは標準誤差 ( $n = 5$ ) .

表 2 lip9::DREB1C を導入した NERICA1 の緩慢な乾燥および湛水条件下における農業形質 <sup>z</sup> .

生育条件	系統	到達日数	稈長 (cm) <sup>y</sup>	穎花数/植物体 <sup>y</sup>	穂実数/植物体 <sup>y</sup>	茎の乾物重 (mg) <sup>y</sup>
乾燥	476	60.7 ± 0.4	67.7 ± 2.0	112.3 ± 9.0	72.0 ± 4.4	2565 ± 205
	非形質転換体	65.5 ± 0.7	80.1 ± 2.3	94.0 ± 5.9	58.1 ± 5.4	2446 ± 171
	$P$ 値 <sup>x</sup>	<0.01	<0.01	0.13	0.08	0.67
	482	59.6 ± 0.6	67.6 ± 3.1	122.4 ± 4.6	71.3 ± 3.9	2734 ± 70
	非形質転換体	66.9 ± 0.5	77.5 ± 1.1	81.4 ± 6.4	52.2 ± 4.6	2349 ± 151
	$P$ 値	<0.01	0.02	<0.01	0.01	0.05
湛水	749	60.9 ± 0.4	71.3 ± 1.9	97.0 ± 5.2	62.5 ± 3.5	2280 ± 214
	非形質転換体	65.7 ± 0.7	78.9 ± 3.3	88.4 ± 3.7	52.9 ± 4.0	2507 ± 185
	$P$ 値	<0.01	0.08	0.21	0.11	0.44
	476	63.3 ± 1.0	87.3 ± 0.5	308.1 ± 8.2	170.8 ± 4.9	5312 ± 135
	非形質転換体	71.1 ± 0.2	97.8 ± 0.5	178 ± 9.4	143.7 ± 8.6	6004 ± 230
	$P$ 値	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.03
	482	61.7 ± 1.0	84.1 ± 0.6	298.1 ± 2.1	165.5 ± 3.2	5342 ± 121
	非形質転換体	69.8 ± 0.5	98.0 ± 0.9	232.6 ± 14.9	170.9 ± 8.1	6901 ± 190
	$P$ 値	<0.01	<0.01	<0.01	0.55	<0.01
	749	62.3 ± 0.4	87.5 ± 1.9	312.1 ± 8.6	198.8 ± 7.4	5633 ± 115
非形質転換体	69.7 ± 0.3	97.7 ± 1.3	239.1 ± 3.4	173.7 ± 4.0	6940 ± 217	
$P$ 値	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	

<sup>z</sup> 値は平均値 ± 標準誤差 ( $n = 5$ ) .

<sup>y</sup> 出穂 1 か月後に測定 .

<sup>x</sup>  $t$  検定により算出 . 有意差有り ( $P < 0.05$ ) を赤字で示した .

## [ その他 ]

研究課題：アフリカ稲作振興

I アフリカ向け水稻・陸稲遺伝資源の評価と生産安定化に向けた技術開発

プログラム名：熱帯等の不安定環境下における農作物等の生産性向上・安定生産技術の開発

予算区分：交付金〔アフリカ稲作振興 I〕・新農業展開ゲノム〔DREB〕

研究期間：2012 年度 (2011 ~ 2015 年度)

研究担当者：石崎琢磨・圓山恭之進・小原実広・福谷朱代・篠崎和子・伊藤裕介・神代 隆

発表論文等：Ishizaki et al. (2013) Molecular Breeding 31: 255-264