

子実用トウモロコシを中心とする自給飼料の生産利用拡大に向けた新技術

飼料用耐湿性トウモロコシの品種育成の現状

農研機構 畜産研究部門 畜産飼料作研究領域
飼料作物育種グループ

間野吉郎

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

【背景】



Mano & Omori (2007) Plant Root

水田転換畑は水はけが悪くしばしば水浸しになるが、転換畑でトウモロコシを栽培することができれば飼料自給率および水田利用率の向上につながる。

- 1. 畜産研における耐湿性育種の取り組み
 - 1-1 近縁種テオシントの利用
 - 1-2 関与する形質の遺伝解析
 - 1-3 優良自殖系統への耐湿性遺伝子の導入
- 2. 耐湿性トウモロコシの品種育成
 - 2-1 サイレージ用
 - 2-2 子実用

「農研機構」は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

1-1 近縁種テオシントの利用 遺伝資源テオシント



栽培化

栽培化の過程でストレス耐性

など一部の重要な形質が脱落



テオシント（野生のトウモロコシ）
人の手が加えられていない

耐湿性

トウモロコシ（栽培種）
たくさん種がとれるなど人の手が加わったもの

1-1 近縁種テオシントの利用 水田における耐湿性



トウモロコシ テオシント
対照区



トウモロコシ (完全に枯死) テオシント
湛水処理区

テオシントは耐湿性が強い

耐湿性が強い理由がわかれば、その遺伝的要因をトウモロコシに導入することで耐湿性品種の育成が可能

2010年（作物研 谷和原水田）
5月中旬 播種
7月20日 地表より上5cmの湛水処理
8月8日撮影（19日目）

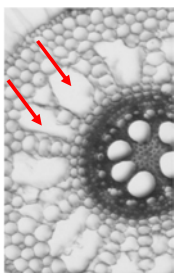
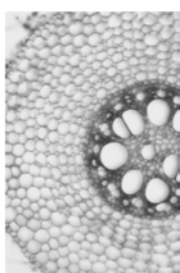
Photo: courtesy of Dr. Kawaguchi, Dr. Oyanagi and Dr. Abe (NARO)

1-2 関与する形質の遺伝解析 テオシントの4つの特性

トウモロコシ

テオシント

(1) 低酸素となった根端へ酸素を供給するために根の皮層に通気組織と呼ばれる空洞を形成する
“通気組織形成能”



(2) 根の基部から中央部にかけて根外への酸素漏出を防ぐ
“酸素漏出バリア形成能”
(写真：名古屋大学 中園幹生教授提供)



トウモロコシ

テオシント



(3) 過剰な土壌水分によって還元状態になることで生じる有害物質に対する耐性を示す
“湛水・還元耐性”

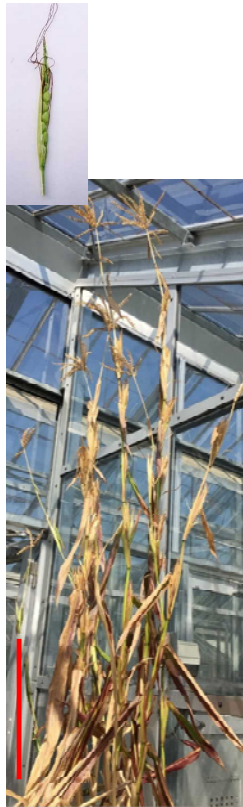


(4) 酸素が多い地表へ不定根を形成する
“地表根形成能”

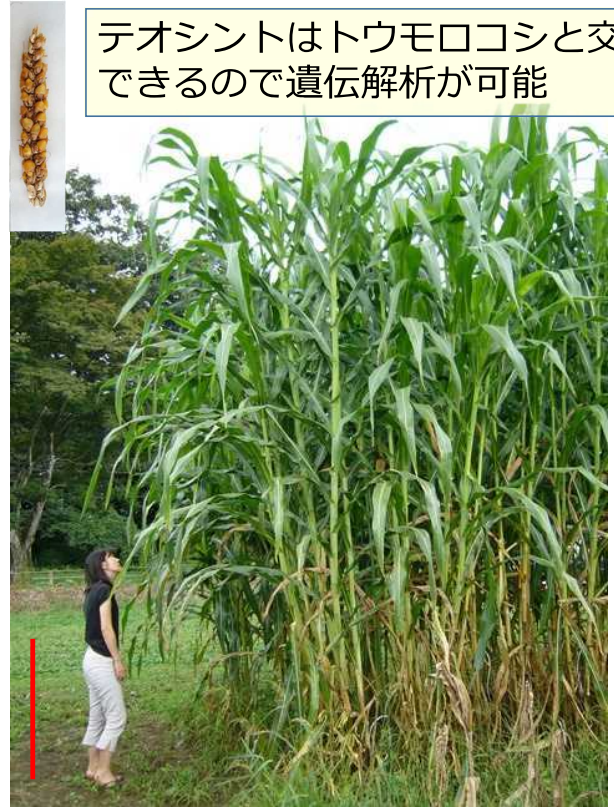
テオシントは湿害を回避するための4つの特性を持つ



トウモロコシ



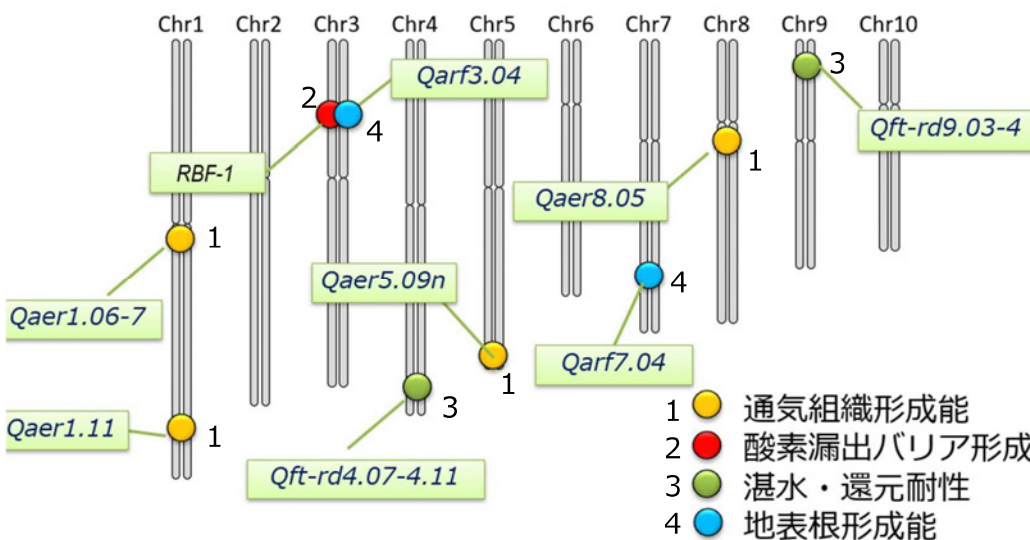
テオシント



F1 (トウモロコシ×テオシント)

テオシントはトウモロコシと交配
できるので遺伝解析が可能

1-2 関与する形質の遺伝解析 遺伝子のマッピング



テオシントの4つの形質を支配する遺伝子 (QTL) の染色体上の位置を特定

これらの遺伝子を戻し交雑によってトウモロコシ自殖系統に導入する ⇒ 育種素材

1-3 優良自殖系統への耐湿性遺伝子の導入 畜産研が作出した耐湿性系統

形質	系統名	導入したQTL	染色体	位置	遺伝背景	供与親
通気組織形成能	IL-AE91	<i>Qaer1.06-1.07</i>	1	1.06-1.07	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
		<i>Qaer1.11</i>	1	1.11		
		<i>Qaer5.09n</i>	5	5.09		
		<i>Qaer8.05</i>	8	8.05		
酸素漏出バリア形成能	IL#11	<i>(RBF1)</i>	3	3.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	#468-3	<i>(RBF1)</i>	3	3.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
湛水・還元耐性	IL#18a, IL#18b	<i>Qft-rd4.07-4.11</i>	4	4.07-4.11	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	Mi47- <i>Qft-rd4.07-4.11</i>	<i>Qft-rd4.07-4.11</i>	4	4.07-4.11	Mi47	<i>Z. nicaraguensis</i>
	Na50- <i>Qft-rd4.07-4.11</i>	<i>Qft-rd4.07-4.11</i>	4	4.07-4.11	Na50	<i>Z. nicaraguensis</i>
	IL#39	-	-	-	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
地表根形成能	#468-4	<i>Qarf3.04</i>	3	3.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	IL#32	<i>Qarf7.04</i>	7	7.04	Mi29	<i>Z. nicaraguensis</i>
	Na110	<i>Qarf5.03</i> <i>Qarf8.05</i>	5 8	5.03 8.05	Mi29	<i>Z. mays</i> subsp. <i>huehuetenangensis</i>

Na113



令和3年度品種出願

Na110

品種出願済

Mano & Nakazono (2021) Breed Sci を改変

2. 耐湿性トウモロコシの品種育成



弱いトウモロコシ



耐湿性遺伝子の付与



強いトウモロコシ



耐湿性検定

畜産研が作出した耐湿性自殖系統を片親にして優れた交雑組み合わせを選んでF1品種の育成を進めている。

2-1 サイレージ用 【これまでの成果】

近縁野生種由来の耐湿性遺伝子を持つトウモロコシ新親自殖系統「Na110」

要約

「Na110」は、トウモロコシの近縁野生種テオシントが持つ耐湿性の関連形質“地表根形成能”を優良デント親自殖系統「Mi29」へ導入した新親自殖系統である。水田転換畑など湿害が発生しやすい条件での生育が良好なF1品種の親系統育成に利用できる。

- ・キーワード:SSRマーカー、耐湿性、地表根形成能、テオシント、トウモロコシ
- ・担当:自給飼料生産・利用・飼料作物品種開発
- ・代表連絡先:電話029-838-8647
- ・研究所名:畜産草地研究所・飼料作物研究領域 https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2015/nilgs15_s02.html
- ・分類:研究成果情報

【これまでの成果】

「Mi29」に地表根形成能を導入

親系統：「Na110」

F1品種：「那交907号」

(Na110 × Mi47)

共に出願済

近縁野生種由来の耐湿性を持つトウモロコシ新品種「那交907号」

要約

「那交907号」はトウモロコシの近縁野生種テオシント由来の耐湿性の関連形質“地表根形成能”を導入した親自殖系統「Na110」を種子親に持つ中生品種である。既存品種に比べて湿害が発生しやすい条件での生育が良好である。

- ・キーワード:耐湿性、地表根形成能、テオシント、トウモロコシ、飼料作物育種
- ・担当:自給飼料生産・利用・飼料作物品種開発
- ・代表連絡先:電話029-838-8647
- ・研究所名:畜産草地研究所・飼料作物研究領域 https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2015/nilgs15_s01.html
- ・分類:研究成果情報

中生品種

既存品種に比べて湿害が発生しやすい条件での生育が良好

2-1 サイレージ用 【これまでの成果】

トウモロコシ
(Mi29)

Na110
(Mi29 + chr 5,8)

ゆめちから
(Mi29 × Mi47)

那交907号
(Na110 × Mi47)



3葉期の植物体に14日間の湛水処理（ポット試験）



圃場における耐湿性試験 14日間の湛水処理直後

地表根形成遺伝子の導入により圃場での湛水栽培で顕著な浅根化

2-1 サイレージ用 育成中のF1品種の圃場試験

2021.6.22 (0 d)



2021.7.24 (32 d)



【育成中の系統】
「Na50」に還元耐性を導入
親系統：「Na113」
(令和3年度出願済)
F1品種 (中生)：育成中

2021.7.6 (14 d)



2021.8.31 (70 d)



圃場で14日間の湛水処理後、通常栽培を行い
品種登録のための農業
形質を調査中

2-1 サイレージ用

育成中の耐湿性F1品種 (中生品種)

還元耐性を導入した「Na113」を片親にしたF1

耐湿性品種候補
(優良自殖系統×Na113)



湛水圃場で収量が普及品種
よりも10%高い (品種候補
として提案予定)



耐湿性品種候補 普及品種

普及品種

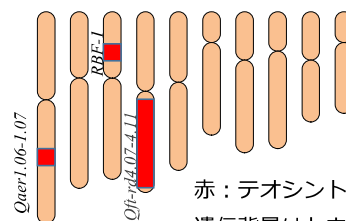


写真：畜産研 玉置宏之氏提供

2-2 子実用耐湿性トウモロコシの品種育成

自殖系統 (早生)
+3QTLs (BC5F1)

自殖系統 (早生)



赤：テオシントの染色体断片
遺伝背景はトウモロコシ自殖
系統 (早生)

自殖系統 (早生) に戻し交雑と
DNAマーカー選抜により3つの遺
伝子 (QTL) を集積中

今後は

- ・優れたF1組み合わせの選定
- ・湛水圃場での評価

さらに

- ・極早生系統への遺伝子集積

飼料用耐湿性トウモロコシの品種育成の現状

子実用トウモロコシを中心とする自給飼料の生産利用拡大に向けた新技術

【新技術開発に向けて】

- 近縁種テオシントを遺伝資源として用いて、トウモロコシの耐湿性を向上させるという育種戦略が実用段階に近づいている。
- 「複数の耐湿性遺伝子を集積した自殖系統」と「DNAマーカー情報」をセットとして育種現場でも耐湿性品種の開発を可能とするシステムを構築する。簡易なアガロースゲル電気泳動でも確実に遺伝子型を識別できる高精度DNAマーカーを開発する。

「2. 耐湿性トウモロコシの品種育成」担当者

畜産研：玉置宏之・三ツ橋昇平

北農研・九沖農研：トウモロコシ育種関係者

本研究は主に、農林水産省委託プロジェクト研究「栄養収量の高い国産飼料の低コスト生産・利用技術の開発」の補助を受けて行った。

令和3年度 自給飼料利用研究会 資料

編集・発行 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門
研究推進部研究推進室

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松768

Tel. 0287-36-0111 Fax. 0287-36-6629

Web問い合わせフォーム

<https://www.naro.go.jp/inquiry/index.html>

発行日：令和3年12月

本資料より転載・複製する場合は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構の許可を得て下さい。