

作物育種の効率化を目指した 沖縄県の取り組み

沖縄県農業研究センター

沖縄県で栽培される園芸作物



「沖縄の農林水産業」より引用

沖縄県は冬春期の作物供給基地 (沖縄県農業の特徴)

 : 出荷

	生産量	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ニガウリ	全国1位												
サヤインゲン	全国5位												
トウガン	全国1位												
オクラ	全国3位												
カボチャ	全国9位												
ラッキョウ	全国5位												
レタス													
ピーマン													
ニンジン													
小ギク	全国1位												

沖縄県の作物を取り巻く状況

作物名	全国順位（H26年産）	シェア（%） （県／全国）	備考
ニガウリ	1位	36.5	2位 鹿児島県 3位 宮崎県
マンゴー	1位	50.7	2位 宮崎県 3位 鹿児島県
パイナップル	1位	4.3	沖縄県の収穫量（H27）7,660トン 輸入量（H25）180,000トン

他県産地の台頭

→差別化が急務、しかし育種には長期間が必要

ニガウリ育種の効率化を目指して

ニガウリの特徴

- ウリ科
- 雌雄同体異花（混性型）植物
- 遺伝資源には、雌性型も存在

アバシー（混性型）
（雌性花率3-5%）



OHB61-5（雌性型）
（雌性花率100%）



ニガウリの育種

雌性型ニガウリ
OHB61-5
（雌性花率100%）

混性型ニガウリ
OHB61-2
（雌性花率40%）

群星（F1品種）
（雌性花率60%）



＊ 雌性花率が単位面積当たりの収量を左右する。

バラエティーに富んだニガウリの品種を育成には？

雌性型ニガウリは1系統のみ（母親）

OHB61-5（中長）・・・既存

他にも、雌性型ニガウリがあれば・・・

果実が短太な雌性型ニガウリ

苦みの弱い雌性型ニガウリ

うどんこ病に強い雌性型ニガウリ

父親

F1品種



＊複数の雌性型ニガウリ（母親）を育成する必要がある。

短太果実で雌性型の二ガウリを選抜する方法（従来法）



- ①短太二ガウリ（混性型）と中長二ガウリ（雌性型）の孫世代（F2）をハウスに30株定植する。
- ②雌性型形質は潜性（劣性）なので、**7-8**株が雌性型である。
- ③さらに、雌性型二ガウリで短太を探すと、**1-2**株程度となる。運が悪いと**0**の場合も・・・。



潜性（劣性）形質をターゲットにすると、非常に育種効率が悪い



苗の段階で、雌性型であるかを判定できれば、育種が効率化できる。（DNAマーカーの利用）

DNAマーカー（目印）とは

形態マーカー（三毛猫は雌）



DNAマーカー



品種A

AGGCTGATTG**C**CACATTTGA



品種B

AGGCTGATTG**A**CACATTTGA

塩基配列の違いが
マーカー（目印）と
なる。

*DNAのマーカー（目印）を作物の育種や権利保護（品種識別）に活用できる。

ニガウリの全ゲノム解読を完了 (DNAマーカー開発のための基盤整備)

背景

- 沖縄農作物のゲノム配列情報は乏しい。
- ゲノム配列があると、DNAマーカーの開発が容易になる。

ニガウリゲノムの概要

- 全ゲノムは約2億8千6百万塩基の長さ
- 約4万6千個の遺伝子が存在
- 耐病性や機能性成分の生合成などに関する遺伝子候補が存在
- キュウリ、メロン、スイカの中でスイカのゲノムに類似



ゲノム情報を活用して、雌性型ニガウリの判別マーカーを開発できる

DNAマーカーの開発方法（ニガウリを例に）

雌性型と混性型の交配により得た
性型分離集団（F2：孫世代）



雌性型個体のDNA、混性型個体のDNA



次世代シーケンサーによる解析
（大量のDNA配列の取得）

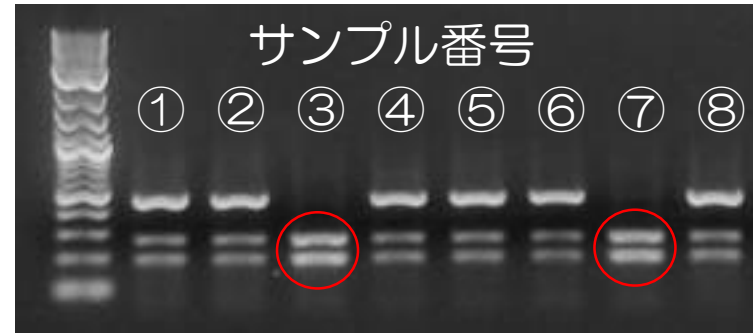


コンピュータ解析（全ゲノム配列を活用）

DNA配列の比較による
雌性型に特徴的な配列（DNAマーカー）
の取得

短太果実で雌性型のニガウリを選抜する方法（DNAマーカー選抜法）

①苗からDNAを抽出し、雌性型判別DNAマーカーを調べる。



サンプル③と⑦は
雌性型と判定

②DNAマーカー選抜した雌性型ニガウリのみ30個体をハウスへ定植



③短太の果実形質を示す個体（約7-8個体）を詳細に調査する（選抜）。

＊育種が7-8倍効率化される（より良いものを選ぶチャンスが増える）。

ニガウリのオンデマンド育種（将来像）



苗（系統BとDの子供達）の段階で要望の形質を持つニガウリをDNAマーカー選抜

育種の効率化を目指したDNAマーカーの開発（活用）状況

作物名	DNAマーカーで判別できる形質	◎：開発済み（活用中） ○：検証中 △：開発中
ニガウリ	雌性型	◎
	うどんこ病抵抗性	○
ヘチマ	加熱後の果肉色	◎
パパイア	性型（雄・雌・両性）	◎
パインアップル	葉縁のトゲ型	◎
	果肉色	◎
	糖度	○
マンゴー	自殖・他殖個体	◎
	果皮色	△
パッションフルーツ	自家和合性・不和合性	◎
キク	ハモグリバエ抵抗性	○

謝辞

関係者の皆様に、厚くお礼申し上げます。

（研究予算）

- 沖縄県・岩手県かけはし交流事業
- 地域先端技術共同研究開発促進事業
- イノベーション創出基礎的研究推進事業
- 沖縄県産業振興重点研究推進事業
- 次世代沖縄ブランド作物特産化推進事業（沖縄振興特別推進交付金）
- うちなー島ヤサイ商品化支援技術開発事業（同上）

（協力関係）

- 公財） 岩手生物工学研究センター
- 京都大学 寺内良平 教授
- 信州大学 松村英生 准教授
- 農研機構 果樹茶業研究部門
- 日本大学 奈島 賢児 助教

参考資料

沖縄の農林水産業（平成29年3月）

<http://www.pref.okinawa.jp/site/norin/norinkikaku/kenkyu/h29nourinnsuisanngyou.html>

N. Urasaki • M. Tokumoto • K. Tarora • Y. Ban • T. Kayano • H. Tanaka • H. Oku • I. Chinen • R. Terauchi (2002) A male and hermaphrodite specific RAPD marker for papaya (*Carica papaya* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 104:2-3 • 281-285.

Naoya Urasaki, Kazuhiko Tarora, Tsukasa Uehara, Isao Chinen, Ryohei Terauchi and Masakazu Tokumoto (2002) Rapid and Highly Reliable Sex Diagnostic PCR Assay for Papaya (*Carica papaya* L.). *Breeding Science* 52(4): 333-335.

Moriyuki Shoda, Naoya Urasaki, Sumisu Sakiyama, Shingo Terakami, Fumiko Hosaka, Narumi Shigeta, Chikako Nishitani and Toshiya Yamamoto (2012) DNA profiling of pineapple cultivars in Japan discriminated by SSR markers. *Breeding Science* 62: 352-359.

Ayano Shudo • Kazuhiko Tarora • Yuko Makishi • Ryotaro Ichi • Ken Takahashi • Masato Matsumura • Sayaka Shimabuku • Noboru Matsuda • Satoshi Nakasone • Naoya Urasaki (2013) Development of CAPS markers and their application in breeding for mango, *Mangifera indica* L. *Euphytica* 190:345-355.

Hideo Matsumura, Norimichi Miyagi, Naoki Taniai, Mai Fukushima, Kazuhiko Tarora, Ayano Shudo, Naoya Urasaki (2014) Mapping of the Gynoecy in Bitter Gourd (*Momordica charantia*) Using RAD-Seq Analysis. *PLoS ONE* 9(1): e87138.

K. Nashima, S. Terakami, C. Nishitani, M. Kuniyama, M. Shoda, M. Takeuchi, N. Urasaki, K. Tarora, T. Yamamoto & H. Katayama Complete chloroplast genome sequence of pineapple (*Ananas comosus*). (2015) *Tree Genetics & Genomes* 11:60.

Hiroki Ueno, Naoya Urasaki, Satoshi Natsume, Kentaro Yoshida, Kazuhiko Tarora, Ayano Shudo, Ryohei Terauchi, Hideo Matsumura (2015) Genome sequence comparison reveals a candidate gene involved in male-hermaphrodite differentiation in papaya (*Carica papaya*) trees. 290: 661-670.

Naoya Urasaki, Satoko Goeku, Risa Kaneshima, Tomonori Takamine, Kazuhiko Tarora, Makoto Takeuchi, Chie Moromizato, Kaname Yonamine, Fumiko Hosaka, Shingo Terakami, Hideo Matsumura, Toshiya Yamamoto and Moriyuki Shoda (2015) Leaf margin phenotype-specific restriction-site-associated DNA-derived markers for pineapple (*Ananas comosus* L.). *Breeding Science* 65: 276-284.

Tatsushi Ogata, Shinsuke Yamanaka, Moriyuki Shoda, Naoya Urasaki, Toshiya Yamamoto (2016) Current status of tropical fruit breeding and genetics for three tropical fruit species cultivated in Japan: pineapple, mango, and papaya. *Breeding Science* 66: 69-81.

Naoya Urasaki, Hiroki Takagi, Satoshi Natsume, Aiko Uemura, Naoki Taniai, Norimichi Miyagi, Mai Fukushima, Shouta Suzuki, Kazuhiko Tarora, Moritoshi Tamaki, Moriaki, Sakamoto, Ryohei Terauchi, Hideo Matsumura (2017) Draft genome sequence of bitter melon (*Momordica charantia*), a vegetable and medicinal plant in tropical and subtropical regions. *DNA Research* 24: 51-58.

奈島賢児・浦崎直也・太郎良和彦・正田守幸・竹内誠人・諸見里知絵・大嶺悠太・菅原晃美・西場洋一・寺上伸吾・西谷千佳子・國久美由紀・山本俊哉 (2017) パインアップルにおけるカロテノイド関連遺伝子の多型解析. *DNA多型* 25: 62-67.

Kenji Nashima, Shingo Terakami, Miyuki Kuniyama, Chikako Nishitani, Moriyuki Shoda, Masato Matsumura, Yuko Onoue-Makishi, Naoya Urasaki, Kazuhiko Tarora, Tatsushi Ogata, Toshiya Yamamoto (2017) Retrotransposon-based insertion polymorphism markers in mango. *Tree Genetics & Genomes* 13: 110.

棚原尚哉ら (2016) ヘチマの加熱調理後果肉色に特異的なRAD由来マーカー. *園芸学研究* 15(別冊2): 434.

浦崎直也ら (2017) パッションフルーツの自家（不）和合性特異的なRAD由来マーカー. *園芸学研究* 16(別冊1): 300