

令和 6 年 10 月 21 日

横輪町活性化委員会会長 上田 和夫 様

京都大学大学院農学研究科
栽培植物起原学分野
修士課程学生 美濃地弘樹
教授 寺内良平

伊勢市横輪町特産物「横輪いも」に関する調査報告

調査概要・目的

「横輪いも」は三重県伊勢市横輪町で特産物として生産されるヤマノイモ類である。本産品は九州地方（佐賀県）から当地へ持ち込まれたと伝承されている。しかし、その植物学上の分類と起源について、十分な科学調査は行われていない。そこで本調査では、植物分類学および遺伝学的見地から、「横輪いも」と他のヤマノイモ類との類縁関係を評価することを目的とする。

調査結果概要

1. 「横輪いも」はヤマノイモ科ヤマノイモ属に属する栽培種ダイジョ（別名ダイショ、学名 *Dioscorea alata* L.）に分類される（調査 1）。
2. 日本国内のダイジョとの類縁関係については、「横輪いも」は沖縄および東京の在来品種よりも、鹿児島（奄美）の在来品種と遺伝的に類似していた。そのため、「横輪いも」は九州地方で栽培されていたダイジョ系統から分かれた可能性が高い（調査 2）。

所見

ダイジョは世界各地の熱帯地方を中心に栽培され¹、日本での栽培は主として南九州から南西諸島を中心としてきた^{2,3}。特に南西諸島での多様な品種の存在が記録されている⁴。しかし、九州や南西諸島でも栽培はもっぱら家庭菜園規模である^{2,5}。加えて、これらの地域でも都市化や食生活の画一化による在来品種の喪失が危惧され、事実近年栽培は減少傾向である^{3,6}。

三重県伊勢市横輪町で栽培される「横輪いも」は、伝承によれば九州地方のダイジョを持ち帰り栽培を始めたものであって、本調査でも九州地方のダイジョ系統との高い類縁性が示された。この導入時期は詳らかでないものの、およそ昭和初期とされる。一般に地方品種の存続には、戦後の食糧難と 1970 年代の都市への安定供給を目指した品種画一化による喪失という 2 つの壁があった⁷。しかし「横輪いも」はこれらの障壁を乗り越えて存続した。加えて、イモ類は毎年栽培を継続しない限り系統保存できないことも加味すると、「横輪いも」栽培が今なお続いていることの意義は大きい。

最後に、関係者の努力により「横輪いも」栽培が組織化され、新たな地域資源へと開発されている現状も注目に値する。地方品種を地域資源として経済的に成り立たせるには、生産と同時に需要の拡大が必要である。生産上の課題については、現地の生産組合が対処にあっている。一方、需要拡大についても、大手小売事業者や地元の教育機関との連携がなされている。このような取り組みは、遺伝資源として地方品種を保存するだけでなく、地域の利益を増大することをも見据えている。「横輪いも」の組織的な開発体制が確立しつつある状況は、遺伝資源を地域のために活用する点から見ても、優れた事例といえる。

調査結果詳細

調査 1: 「横輪いも」の植物分類学上の位置づけ

「横輪いも」は地下に塊茎を形成するつる性多年草で、植物体全体にわたって無毛、つるは右巻きであった（図 1a）。葉は対生ないし互生し、葉身は卵形で基部は矢じり形に陥入した（図 1b）。つるおよび葉柄には四稜の翼が発達した（図 1c）。これら形態上の特徴から、「横輪いも」はヤマノイモ科ヤマノイモ属に属する栽培種ダイジョ（別名ダイショ、学名 *Dioscorea alata* L.）と同定できた^{8,9}。

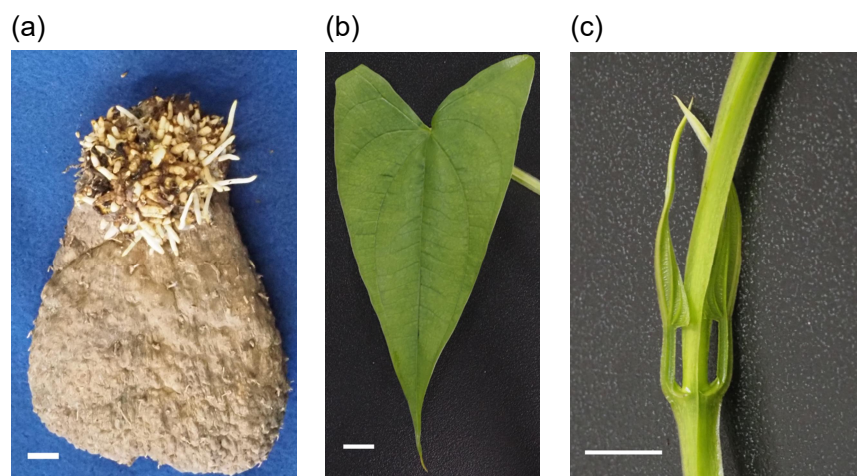


図 1: 「横輪いも」の形態的特徴。(a) 塊茎。(b) 葉身。(c) つる及び節部。スケールバーは 1cm。

調査 2:「横輪いも」と日本国内のダイジョ品種との類縁関係

「横輪いも」と国内の在来 7 品種（表 1）との類縁関係を、各品種のもつ遺伝情報の差異に基づき評価した。まず、MIG-seq^{*10} とよばれる手法を用いて、各品種の植物体から遺伝情報の一部を取得した。次に、各品種の遺伝情報の差異を一塩基多型（SNP）^{*}という指標によって検出した。これら検出した SNP を用いて、品種間の遺伝的な類似度を可視化する手法である主成分分析（PCA）^{*}を行った。

その結果、「横輪いも」は鹿児島（奄美）の品種と遺伝的に最も類似していることが判明した（図 2a）。主成分分析では遺伝的に類似した系統は互いに近傍に位置し、遺伝的に離れた系統は互いに離れてプロットされる。今回の結果では、「横輪いも」を含む国内の在来品種は、それぞれ遺伝的に類似した系統からなる 3 つのグループに分類できた（図 2a）。鹿児島（奄美）の在来 4 品種と横輪いも 2 個体を含むグループ、沖縄と東京の在来品種各 1 系統を含むグループ、および沖縄の在来品種 1 系統である。「横輪いも」は鹿児島（奄美）の 4 品種を含むグループに含まれたため、これら 4 品種と最も近縁であると解釈できる。

さらに、これら品種が祖先的な系統から枝分かれした進化上の経路を明らかにするため、系統解析を行った。本解析では、より遠縁と考えられるダイジョおよびヤマノイモ属別種の DNA 配列情報を追加した。これらの DNA 配列情報から SNP を検出し、サンプルが進化的に枝分かれした経路を推定する系統解析^{*}を行った。

その結果、「横輪いも」は鹿児島（奄美）産のダイジョ 4 品種とともに、他のダイジョ品種から枝分かれしたと推定された（図 2b）。本解析に用いたダイジョ系統は、ヤマノイモ属別種のジネンジョおよびギニアヤムから枝分かれしたのち、信頼度の高い 2 つのクレード^{*}を形成すると推定された。一方のクレードはナイジェリアのダイジョ育成系統および沖縄および東京のダイジョ 3 系統からなり、もう一方には「横輪いも」2 系統および鹿児島（奄美）の 4 系統が含まれた。つまり、本解析に用いたサンプル中では、「横輪いも」は鹿児島（奄美）の 4 品種と最後に祖先を共有していると推定された。このため、「横輪いも」は鹿児島（奄美）の 4 品種に近縁な系統から生じたと考えられる。

表 1: 供試したダイジョ品種とその産地

サンプル番号	系統名	種	産地
Mc161	ナガイモ（丸系）	ダイジョ	東京
Mc162	扇イモ	ダイジョ	沖縄
Mc163	白こうしゃまん 1 ¹¹	ダイジョ	鹿児島（奄美）
Mc164	石垣在来	ダイジョ	沖縄
Mc165	白こうしゃまん 3 ¹¹	ダイジョ	鹿児島（奄美）
Mc166	やまとまこうしゃ ¹¹	ダイジョ	鹿児島（奄美）
Mc168	にっちゃこうしゃ ¹¹	ダイジョ	鹿児島（奄美）
Mc172	横輪いも	ダイジョ	三重県伊勢市横輪町
Mc173	横輪いも	ダイジョ	三重県伊勢市横輪町

表 2: 系統解析に追加したサンプル

系統名	種	産地	データ入手元
TDa95/00328	ダイジョ	ナイジェリア（育成系統）	Bredeson et al. (2022) ¹²
TDr96_F1	ギニアヤム	ナイジェリア（育成系統）	Tamiru et al. (2017) ¹³
IWK1	ジネンジョ	京都市	本調査

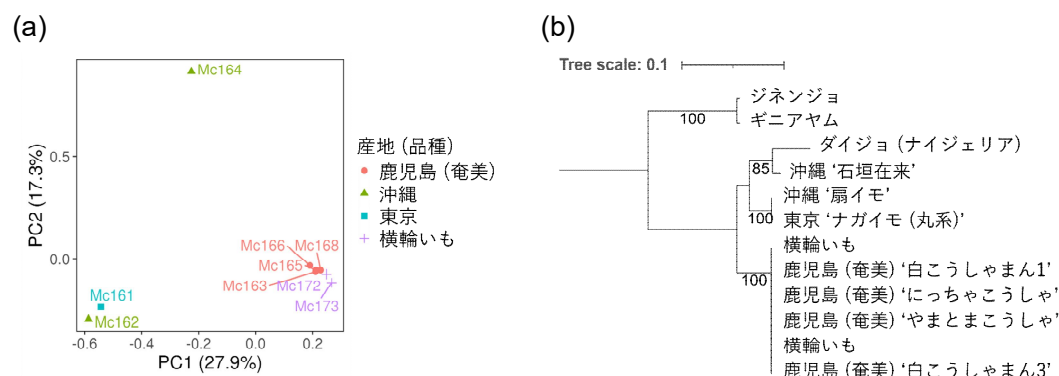


図 2: 日本国内のダイジョ品種の類縁関係。(a) MIG-seq で得られた SNP (464 個) を用いた主成分分析の結果。「横輪いも」は鹿児島（奄美）の品種と同じクラスターに属した。括弧中の数字は寄与率を示す。(b) MIG-seq で得られた SNP (171 個) を用いて構築した最尤系統樹。ダイジョのサンプルは、ナイジェリアのダイジョ育成系統と沖縄および東京の系統を含むクレードと、「横輪いも」および鹿児島（奄美）の品種を含むクレードに分かれた。1000 反復の bootstrap*を行い、70%以上となった bootstrap 確率を枝上に示す。

用語解説

- * **MIG-seq** : DNA の配列を高速かつ大量に決定する次世代シーケンサーを用いて、ゲノム（全遺伝情報）の一部を読み取る手法のひとつ。2015 年に Suyama & Matsuki によって発表された¹⁰。一般にゲノム全体の解読には大きなコストがかかるため、その一部のみを取得する手法が開発された。ゲノム DNA 上には、ランダムに単純反復配列（SSR）とよばれる配列が存在する。MIG-seq は SSR の周辺領域を次世代シーケンサーにより読み取ることで、ゲノムの一部領域のみを解析に用いる。
- * **一塩基多型（SNP）** : 生物のゲノム上にみられる多型の一種。生物の遺伝情報を担う DNA は、それぞれ異なる塩基をもつ 4 種類のヌクレオチドという単位が連なった配列である。その配列には個体ごとに差異が存在し、個体間で DNA 上の特定の 1 塩基が置き換わっている場合、その差異は一塩基多型と呼ばれる。ゲノム上に大量に存在し、次世代シーケンサーを用いた検出が容易なため、種々の生物の研究で用いられる。
- * **主成分分析（PCA）** : サンプルを特徴づける多数の変数を、その分散を説明する少数の変数へ変換する統計的な手法（次元削減法）のひとつ。多数の変数で特徴づけられた

サンプル間の類似性を視覚化することができる。今回は多数の SNP で特徴づけられたダイジョ品種間の遺伝的な類似性を視覚化するために用いた。

- * 系統解析：生物の複数の系統が祖先から枝分かれした過程を推定し、再構築する解析。かつてはもっぱら生物の目に見える特徴（形質）に基づいて行われたが、近年は生物のもつ遺伝情報そのものを利用する分子系統解析が中心となっている。
- * クレード：特定の祖先を共有する生物すべてを含む群。系統樹においては、一本の枝から枝分かれしたすべての葉を含むグループをいう。
- * **Bootstrap**：系統解析においては、系統樹の信頼性を評価するために用いられる統計的な手法。系統樹中のある枝の bootstrap 確率が高いほど、その枝は信頼できるといえる。特定の回数だけ全 SNP を復元抽出し、そのたびに系統樹の構築を繰り返す。ある枝に示された bootstrap 確率は、全反復回数のうち、その枝が生じた割合を示す。

参考文献

1. Sharif BM, Burgarella C, Cormier F, Mournet P, Causse S et al. Genome-wide genotyping elucidates the geographical diversification and dispersal of the polyploid and clonally propagated yam (*Dioscorea alata*). *Annals of Botany*. 2020, vol. 126, no. 6, p. 1029 – 1038.
2. 志和地弘信, 遠城道雄, 林満. ダイジョ (*D. alata* L.) とナガイモ (*D. opposita* Thunb.) およびジネンジョ (*D. japonica* Thunb.) における諸形質の比較. *熱帯農業*. 1999, vol. 43, no. 3, p. 149 – 156.
3. 遠城道雄, 一谷勝之, 富永茂人, 日高哲史. 島嶼域におけるヤムイモ栽培とその品種保存: 南西諸島におけるヤムイモ類. *南太平洋海域調査研究報告*. 2005, vol. 42, p. 131 – 135.
4. 安溪遊地. “ヤマノイモ類の伝統的栽培法と利用法”. *西表島の農耕文化: 海上の道の発見*. 安溪遊地. 2007, p. 239 – 263.
5. 遠城道雄. 鹿児島から南西諸島におけるヤムイモ栽培. *奄美ニューズレター*. 2004, vol. 11, p. 1 – 7.
6. 花田俊雄, 沖村誠, 古谷茂貴, 中野寛, 杉本明ほか. 宮古・八重山諸島の亜熱帯地域植物遺伝資源の収集. *植物遺伝資源探索導入調査報告書*. 1991, vol. 7, p. 57 – 72.
7. 芦澤正和. “地方野菜の復権”. *都道府県別地方野菜大全*. タキイ種苗株式会社 出版部 ほか. 農山漁村文化協会, 2002, p. 11 – 16.
8. Ting C, Gilbert M. “Dioscoreaceae”. *Flora of China*. 2020, vol. 24, p. 276 – 296.
9. Wilkin P, Thapayai C. “Dioscoreaceae”. *Flora of Thailand*. Santisuk T, Larsen K (Eds.). 2009, vol. 10, no. 1, p. 1 – 140.
10. Suyama Y, Matsuki Y. MIG-seq: an effective PCR-based method for genome-wide single-nucleotide polymorphism genotyping using the next-generation sequencing platform. *Scientific Reports*. 2015, vol. 5, 16963.

11. 農業生物資源研究所. 国内探索収集の現地記録 (昭和 59 年度). 植物遺伝資源探索導入調査報告書. 1985, vol. 1, p. 1 – 79.
12. Bredeson JV, Lyons JB, Oniyinde IO, Okerere NR, Kolade O et al. Chromosome evolution and the genetic basis of agronomically important traits in greater yam. *Nature Communications*. 2022, vol. 13, 2001.
13. Tamiru M, Natsume S, Takagi H, White B, Yaegashi H et al. Genome sequencing of the staple food crop white Guinea yam enables the development of a molecular marker for sex determination. *BMC Biology*. 2017, vol. 15, 86.