

# 忘れられた作物「えどどころ」の起原

## —ゲノム解析が明らかにする青森県三八上北地域に残る栽培イモの歴史—

### 概要

ヤマノイモのなかまに、オニドコロ(*Dioscorea tokoro*)という植物があります。オニドコロのイモはショウガのような形で苦い味がします。オニドコロは、古来「ところ」と呼ばれ、山野から採集されたり、特産品として各地で栽培されていたことが古文書に記録されており、平安時代の源氏物語や室町時代の狂言にも登場する人の生活と関わりの深い植物です。1686年の黒川道祐著「雍州府志」には、「ところ」の一種に、イモが大きく、味が良い「えどどころ」があることが記されています。植物学者の牧野富太郎の記述では、青森県八戸で「えどどころ」が栽培されており、そのイモを取り寄せて育てると、ヒメドコロ(*Dioscorea tenuipes*)という野生植物が生えてきたことから、自身の日本植物図鑑では、「えどどころ」をヒメドコロの別名であるとしています。しかしながら、それ以降、「えどどころ」の報告は途絶えていました。

今回私たちは、八戸市の市場で“ところ”という名称でイモが売られていることを知りました。この“ところ”は、オニドコロのイモと形状が異なり、苦みはあるものの風味がよくおいしいイモです。さらに、青森県東北町の4軒の農家が“ところ”を生産していることがわかりました。そこで、京都大学大学院農学研究科の寺内良平教授と、公益財団法人 岩手生物工学研究センターの夏目俊、阿部陽らの共同研究グループは、このイモをもらって育て、形状を観察すると、オニドコロとヒメドコロの中間の性質を示しました。そこで“ところ”の全ゲノム配列を解読し、その起原を遺伝学的に調べたところ、オニドコロとヒメドコロが一回交雑して雑種個体ができ、これに再度オニドコロが交雑して“ところ”ができたことが判明しました。この作物は、記録の途絶えた「えどどころ」だと考えられます。「えどどころ」は、江戸時代におそらく江戸近辺で起原した後に地方へと広がり、現在は青森県三八上北地域にのみ残っている貴重な文化遺産です。本研究結果が今後の生産拡大と品種改良に貢献することが期待されます。

本成果は、2022年7月26日に国際学術誌「Plant and Cell Physiology」にオンライン掲載されました。



図 エドドコロのイモと栽培(左)、トコロの仲間の3種類の植物(中)、エドドコロの起原の説明(右)

## 1. 背景

人類は、その摂取カロリーの90%を30種類の作物に依存しており、50%をコムギ、イネ、トウモロコシの3種の穀物でまかっています(FAO, 1997)。限られた作物種の限られた品種への過度な依存は、環境の急変や病害発生により、大量の食料源が一度に被害を受けるため、食料安全上危険です。したがって多種の作物の遺伝的多様性を維持し、将来に継承することは重要な社会的課題です。私たちの研究グループでは、多様な作物の起原と進化、保全の研究に取り組んでいます。その一環として、世界全体での生産量は小さいものの地域的に重要なヤマノイモの仲間の作物(ヤム)の研究を進めており、これまでに、世界で最も生産量の多いアフリカのヤムである、ギニアヤムのゲノム解読と起原の解明に成功しました(Tamiru ら、BMC Biology 2017; 杉原ら、PNAS 2020)。現在は、日本のヤマノイモ研究にも着手しています。

日本のヤマノイモのなかまに、オニドコロ(*Dioscorea tokoro*)という植物があります。私たちは、オニドコロをヤマノイモ属植物のモデル種として、そのゲノム解析、性決定機構解明や集団遺伝学解析などの研究に取り組んでいます。オニドコロは、古来「ところ」と呼ばれ、その塊茎が山野から採集されたり、特産品として各地で栽培されていたことが古文書に記録されており、平安時代の源氏物語(第三十七帖「横笛」)や室町時代の狂言(『狂言歌謡』「黄精」)などにも登場する人の生活と関わりの深い植物です。現在でも東北地方の各地でオニドコロの塊茎が珍味として食用されます。1686年の黒川道祐著「雍州府志」には、「ところ」の一種に、大きく味が良い「えどどころ」があることが記されています。植物学者の牧野富太郎は、青森県八戸で「えどどころ」が栽培されており、そのイモを取り寄せて育てたところ、ヒメドコロ(*Dioscorea tenuipes*)という野生植物が生えてきたことから、自身の日本植物図鑑では、「えどどころ」をヒメドコロの別名であると記述しています。以降「えどどころ」の報告は途絶えていました。

## 2. 研究手法・成果

筆頭著者の夏目俊が、青森県八戸市の市場で、通常のおニドコロと形状の異なる塊茎が、「ところ」という名称で販売されていることを見出しました。この作物は、現在青森県東北町の4軒の農家のみが生産栽培していることもわかりました。代々イモを植え継ぐことにより継承されてきたそうです。「ところ」のイモは、秋に収穫後、一冬かけてひげ根をとり、釜でゆでて八戸に出荷され、春に販売されます。



図1 青森県東北町のエドドコロ栽培と八戸市での販売の様子

このイモ(系統“ハチ 1”と命名)を入手して栽培してみると、オニドコロと近縁種のヒメドコロの中間の性質を示しました。

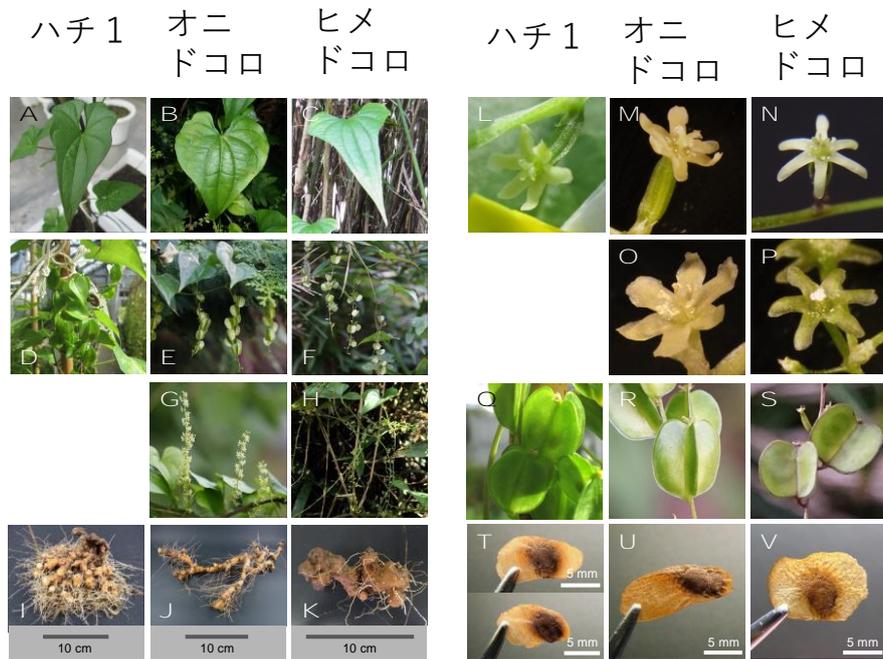


図2 ハチ1系統(雌)、オニドコロ、ヒメドコロの形態の比較  
 左上から下に向かって、葉、雌花序、雄花序、塊茎  
 右上から下に向かって、雌の花、雄の花、さく果、種子

そこで、“ハチ1”の全ゲノム解析をおこない、オニドコロとヒメドコロのゲノム配列と比較しました。その結果、“ハチ1”のゲノム配列が、オニドコロとヒメドコロの2種のゲノムの両方を含んでいることがわかりました(図3)。

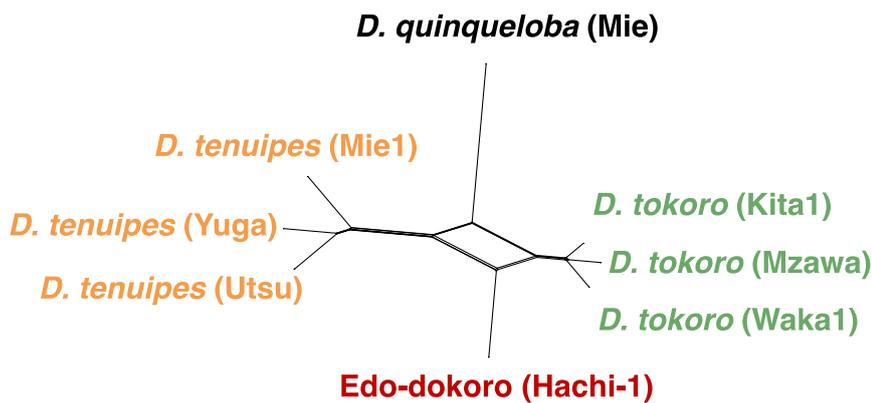


図3. ゲノム全体で作成した系統ネットワーク。“ハチ1”(赤色)は、ヒメドコロ(*D. tenuipes*: 橙色)とオニドコロ(*D. tokoro*: 緑色)の中間に位置する。

詳しく調べてみると、ゲノムの約半分がオニドコロとヒメドコロの塩基のヘテロ接合状態<sup>\*1</sup>で、残りの半分がオニドコロの塩基のホモ接合状態<sup>\*1</sup>であることがわかりました(図4)。この結果から、“ハチ1”は、オニドコロとヒメドコロの雑種第一代に、さらにオニドコロが交雑してできた個体であると推定されます。

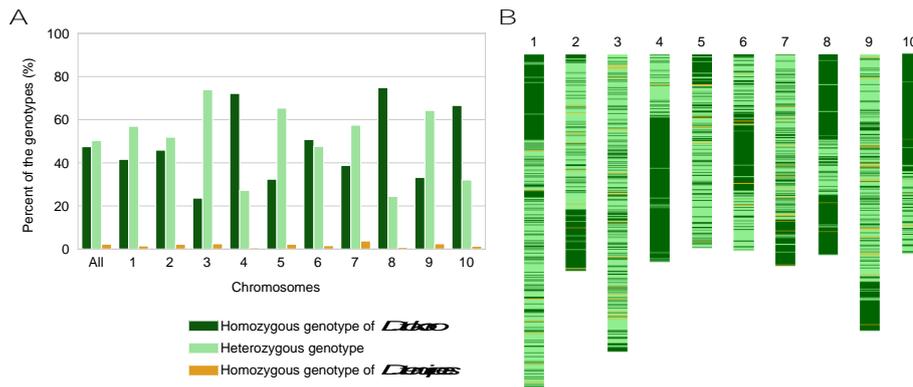
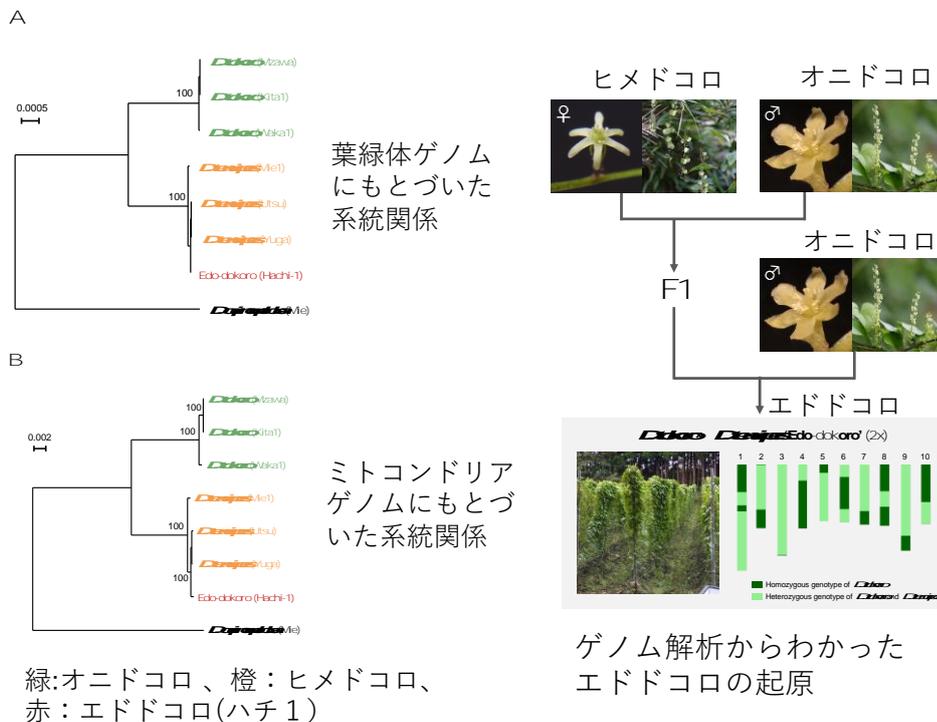


図4 “ハチ1”系統のゲノム構成。染色体1-10を別々に表示。ゲノムの状態は3タイプに区分される。濃緑：オニドコロの塩基がホモ結合、薄緑：オニドコロとヒメドコロの塩基のヘテロ結合。橙色：ヒメドコロの塩基のホモ結合。A：各タイプの染色体毎の頻度分布、B：各タイプの染色体上での分布。

さらに“ハチ1”の葉緑体ゲノム<sup>\*2</sup>とミトコンドリアゲノム<sup>\*3</sup>を解読すると、これらがヒメドコロのものと同じ、オニドコロのものとは一致しないこともわかりました。被子植物では、葉緑体ゲノムとミトコンドリアゲノムは、母方からのみ遺伝することが知られているので、“ハチ1”は、ヒメドコロの雌個体にオニドコロの雄個体が交配でできた雌の雑種個体にさらにオニドコロの花粉がかかってできたことが示されました。

これらの結果から、青森県東北町で“ところ”の名称で栽培されている“ハチ1”系統は、「えどどころ」であると考えられます。オニドコロは日本全国に、ヒメドコロは関東以西に分布しています。このことから、おそらく「えどどころ」は、江戸時代に江戸でつくられて起原し、各地に拡がり、現在では青森県三八上北地域でのみ栽培が残っていると考えられます。



緑:オニドコロ、橙:ヒメドコロ、赤:エドドコロ(ハチ1)

ゲノム解析からわかったエドドコロの起原

図5 (A) 葉緑体ゲノムにもとづいた系統関係 (B) ミトコンドリアゲノムに基づいた系統関係 (C) ゲノム解析からわかったエドドコロの起原

### 3. 波及効果、今後の予定

八戸では、“ところ”(えどどころ)はローカルフードとして珍重されています。この栽培をさらに拡大して特産品とすることが期待されます。さらにオニドコロやヒメドコロはサポニン類<sup>※4</sup>を含み、健康機能性をもつことも期待されます。交配育種により、有効成分を多く含み、より苦味の少ない品種育成も可能です。

### 4. 研究プロジェクトについて

本研究は、(公財)岩手生物工学研究センター、京都大学農学研究科、総合研究大学院大学の共同研究による成果です。本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費奨励研究(A)「オニドコロ自然集団における種内変異と地理的分化に関する分子集団遺伝学的研究」(05740521)などの助成を受けて実施しました。

#### <用語解説>

※1 **ヘテロ結合状態、ホモ結合状態**：二倍体の生物では、一つの遺伝子座に二つの対立遺伝子(アレル)がのっている。これらの対立遺伝子が異なるときにヘテロ接合状態、同じときにホモ接合状態と呼ぶ。

※2 **葉緑体ゲノム**：植物は、核ゲノム以外に葉緑体内にDNAをもっており、葉緑体ゲノムと呼ばれる。100-150 キロベースの大きさで、被子植物では母方からのみ子に遺伝する。

※3 **ミトコンドリアゲノム**：真核生物は、核ゲノム以外にミトコンドリアにDNAをもっており、ミトコンドリアゲノムと呼ばれる。植物では、約500 キロベースの大きさで、被子植物では母方からのみ子に遺伝する。

※4 **サポニン類**：高分子化合物で糖とサポゲニンの複合体、界面活性作用をもつ。漢方薬などの生薬に多く含まれる。

#### <研究者のコメント>

おそらく300年以上にわたって代々エドドコロを絶やさず継承してきた農家の人々に心より敬意を表します。エドドコロのような忘れられた作物がまだ日本、世界各地に残っていると考えられます。これらの遺産が途絶えてしまう前に、それらを調査して記録するとともに、遺伝子資源の保全をはかり、栽培の振興を図ることが重要です。少数の要素が世界を独占する時代は終わりです。これからの世界を支えるのは、生物、文化、社会の多様性です。(京都大学大学院農学研究科 寺内良平)

江戸～京都～八戸～東北町と、連綿と繋がってきた命と偶然にも出会うことができ、最新のバイオ・インフォマティクスを用いてその歴史の一端を明らかにできたことは大きな喜びです。栽培から販売までの苦労を農家の皆さんから直接聞いたのも刺激になりました。これを機にところいもの生産、流通、消費がより活発になればと思います。(岩手生物工学研究センター 夏目俊)

#### <論文タイトルと著者>

タイトル：**Genome analysis revives a forgotten hybrid crop Edo-dokoro in the genus *Dioscorea*** (忘れられた作物エドドコロのゲノム解析)

著者：夏目俊、杉原優、工藤葵、及川香梨、清水元樹、石川裕子、西原昌宏、阿部陽、印南秀樹、寺内良平

掲載誌：*Plant and Cell Physiology* DOI：<https://doi.org/10.1093/pcp/pcac109>