

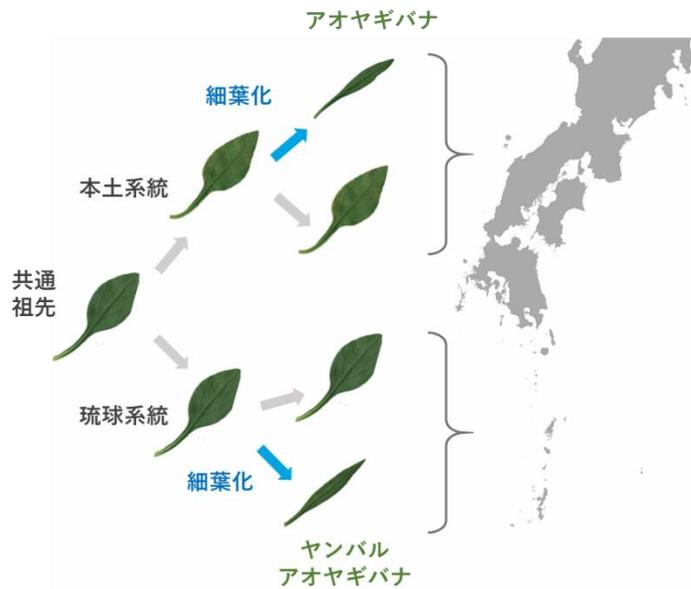
沖縄島北部で洪水に適応した新種の固有植物を発見

和名「ヤンバルアオヤギバナ」と命名

概要

山地の溪流は大雨の後に増水し植生に被害を与えます。しかし洪水に対する耐性をもつ植物（溪流沿い植物）にとっては、その被害にもあわず、競合相手もいないため生育に適した環境といえます。雨の多い沖縄島はとくに溪流沿い植物が豊富です。島の溪流には細長い葉で激流を受け流すキク科植物が分布しますが、これまでこの植物は本土に分布する種と同種と考えられてきました。しかし、京都大学地球環境学堂・阪口翔太助教らが遺伝分析を行った結果、島と本土の溪流種は直接の血縁関係がなく、島の溪流種は沖縄の海岸に生える別種に近いことが分かりました。さらに島と本土の溪流種の形態は様々な点で異なり、花が咲く時期も別です。そのため沖縄島の溪流種を島に固有の新種（ヤンバルアオヤギバナ）として記載しました。ヤンバルアオヤギバナの祖先は幅広い葉を持ち、それが溪流に適応する過程で細い葉に変化したと考えられます。同様の形態変化は本土の溪流種でも起きているため、この植物群では陸上型の共通祖先から細い葉をもつ種が独立に誕生したと推定されます。こうした「繰り返し進化」は進化学的にも珍しく興味深い事例となりました。

（本成果は、2021年6月30日に国際学術誌「Acta Phytotaxonomica et Geobotanica」に掲載されました）



ヤンバルアオヤギバナの形態（自生地での生態写真：左）とその進化経路（右）。写真：沖縄美ら島財団 阿部篤志氏撮影。

研究のポイント

- 従来、本州～屋久島に分布するキク科植物「アオヤギバナ」と同種として認識されていた沖縄島の植物が、沖縄島北部（やんばる地域）に固有の別種であることを明らかにし、和名「ヤンバルアオヤギバナ」（学名：*Solidago yambaruensis*）と名付け新種報告をした
- ヤンバルアオヤギバナとアオヤギバナの両種はともに河川の洪水環境に適応した「溪流沿い植物」であるが、その進化起源は別であり、陸上型の共通祖先から独立に進化した（平行進化した）ことを示した
- ヤンバルアオヤギバナの種としての独立性が明らかとなったことで本種の保全上の重要性が示された

1. 背景

河川水位において洪水時と常時の間にあたる領域は「溪流帯」と呼ばれ（図 1）、洪水による攪乱に弱い大半の植物は溪流帯よりも上の水流を避けられる位置にしか生育できません。しかし一部の植物は洪水に対する適応を遂げて、競争相手の少ない溪流帯を新天地として繁栄してきました。こうした一群の特殊植物は「溪流沿い植物」と呼ばれ日本では約 25 種が知られています。溪流沿い植物に共通する特徴として、（1）水流を受け流すための細い葉をもつ、（2）岩の隙間に固着するために根をよく発達させるといったものがあり、多様な植物の系統（科や属など）を超えて同様の性質が生まれてきています。

溪流沿い植物が誕生する背景としては、もともと川から離れた環境に分布していた祖先種が洪水にともなう自然選択を受け、次第に形や性質を変化させて溪流沿い植物に進化したと考えられています。植物は光合成によって自活する生物のため、洪水がない環境では幅広い葉をつけた方が光を多く受け取り、生き残るうえで有利になるはずですが。しかししばしば洪水に見舞われる溪流帯で幅広い葉をもっていたらどうなるのでしょうか？きつと強い水の抵抗を受けて葉は引きちぎられて、植物は大きなダメージを受けてしまうことでしょうか。このように溪流帯環境では、幅広い葉をもつ個体よりも水流を受け流せる細い葉をもつ個体が有利となり、時間経過とともに溪流沿い植物として祖先種から独立していくものと考えられます。



図 1. 河川断面における溪流帯の位置（左）と沖縄島やんばる地域に形成された溪流帯の植生（右）。

世界自然遺産登録が決定した沖縄島北部のやんばる地域は年間 2000mm 以上の雨が降る多雨地域です。沖縄島の川の河川勾配は急で川幅も狭いため、ひとたび大雨が降ると河川流量が一気に増加します。やんばる地

域の溪流帯には、溪流沿い植物が豊富にみられます。そのなかには、本州から屋久島に分布するキク科植物・アオヤギバナ (*Solidago yokusaiana*) と同種と考えられてきた草本植物が分布します (図 2 左)。このアオヤギバナは「青柳花」と漢字表記されるように柳のように細い葉をもつキク科植物で、日本各地の溪流帯に分かれて分布 (隔離分布) しています。沖縄島は本土から海で隔てられていますが、アオヤギバナの果実はタンポポと同じく冠毛 (綿毛) をもちますので、風に乗った種子が本土から沖縄島に飛来し、それがやんばる地域の溪流帯に定着したものと考えられてきました。

2. 研究手法・成果

ところが、本研究で沖縄島に分布する個体群を栽培試験に基づいて詳しく調べると、本土のアオヤギバナとは果実の形態 (本土：有毛 vs 沖縄島：無毛) や葉や茎の特徴 (沖縄島の個体群はいずれの形質においても高密度性を示す)、開花時期 (本土：9-10 月 vs 沖縄島：11 月) など、多くの点で異なっていることが分かりました。さらに遺伝子を調べて沖縄島の個体群の進化経路を明らかにした結果、沖縄島と屋久島以北のアオヤギバナは直接の血縁関係にないことが分かりました。むしろ沖縄島の溪流帯に見られる個体群は、琉球列島の海岸に分布するシマコガネグクと呼ばれる種から沖縄島内で独自に進化した可能性が示されたのです (図 2 右)。

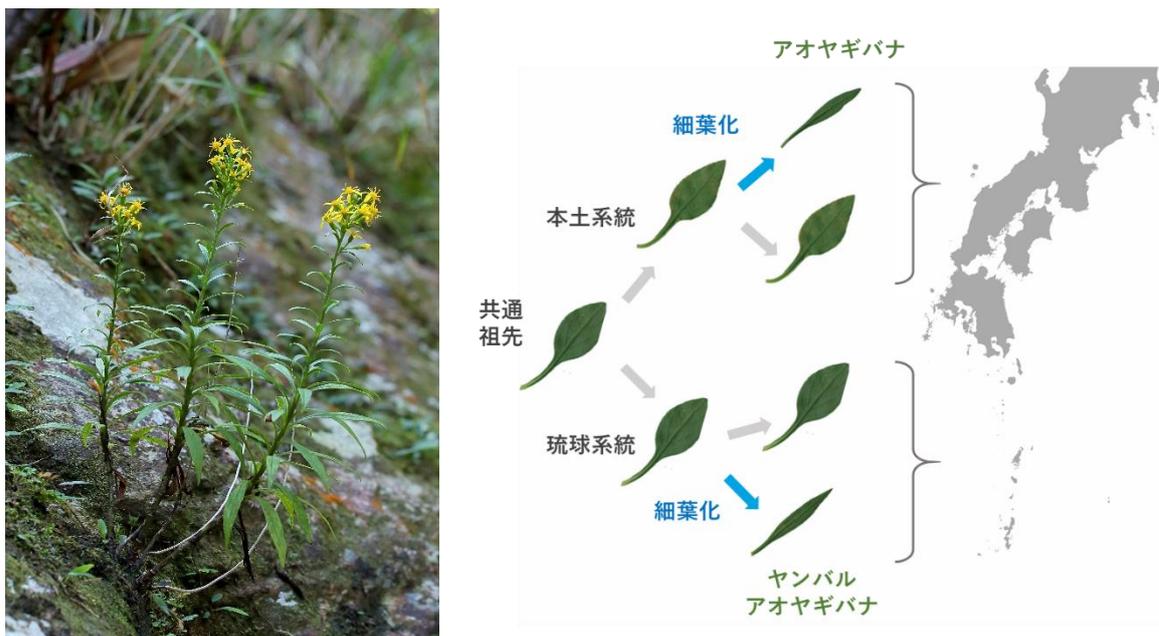


図 2. ヤンバルアオヤギバナの形態 (自生地での生態写真：左) とその進化経路 (右). 写真：沖縄美ら島財団 阿部篤志氏撮影.

こうした結果から沖縄島やんばる地域に分布する個体群を新種の固有植物「ヤンバルアオヤギバナ (*Solidago yambaruensis*)」として記載しました。ヤンバルアオヤギバナとアオヤギバナは見た目が似ていますが、その理由は別々の地域に分布しながらも溪流帯という共通の環境で自然選択圧を受け、適応を遂げたためだと考えられます。このような特別な進化は「平行進化」と呼ばれ、異なる系統から他人の空似で似た形

の生物が進化する現象として知られます。今回、海で隔離された沖縄島が進化の舞台となったことで、本土とは独立に溪流帯への適応が生じ平行進化につながったと考えられます。

3. 波及効果、今後の展望

このやんばる地域の固有種・ヤンバルアオヤギバナは、沖縄島内でも限られた河川にしか分布していません。過去にはダム建設のために自生地が水没し個体群が壊滅した事例もあり、沖縄県では絶滅危惧 IA 類（野生個体群が残る種のなかでは最も危機的な状況にある種）に指定される希少種となっています。しかしこれまでは本土のアオヤギバナと同種だと考えられてきたため、国レベルでの絶滅危惧種には指定されていない状況にあります。本研究によりヤンバルアオヤギバナの独立性が明らかになったことから、今後は本種の希少性評価を再検討する必要があると考えられます。本種はやんばる地域の多雨環境と急峻地形が生み出した貴重な自然遺産として、当地の溪流帯の環境とともに大切に守っていくべき生物です（図3）。



図3. 一般財団法人 沖縄美ら島財団で生息域外の圃場で保全栽培されているヤンバルアオヤギバナ。

4. 研究プロジェクトについて

本研究では京都大学地球環境学堂・一般財団法人 沖縄美ら島財団・東北大学生命科学研究科および農学研究科・大阪府立大学理学系研究科・大阪市立大学附属植物園・東京大学総合文化研究科が合同で調査・分析を行いました。この研究プロジェクトは公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団（東京都）の国内研究助成を受け遂行されました。

<研究者のコメント>

沖縄島のヤンバルアオヤギバナが永らく本土の溪流種と混同されてきた理由は、溪流帯の環境で両種があま

りにも似た形に変化したためでした。このような両種の違いを示すためには、丁寧な栽培試験や多数の遺伝子をターゲットにした遺伝分析を併用する必要がありその点で苦勞がありました。

<論文タイトルと著者>

タイトル : Functional Traits Divergence in Parallely Evolved Rheophytic Populations of *Solidago virgaurea* L. Complex (Asteraceae) in Japan (日本列島で平行進化したアキノキリンソウ溪流型集団における機能形質の分化)

著者 : Shota Sakaguchi、 Atsushi Abe、 Koki Nagasawa、 Daiki Takahashi、 Hiroaki Setoguchi、 Masayuki Maki、 Ryuta Kyan、 Takako Nishino、 Naoko Ishikawa、 Shun K. Hirota、 Yoshihisa Suyama、 Motomi Ito

掲載誌: Acta Phytotaxonomica et Geobotanica (APG) DOI : <https://doi.org/10.18942/apg.202012>