

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 16 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22570097

研究課題名(和文) 東アジアで放散的種分化を起こしている植物の系統解析

研究課題名(英文) Phylogenetic analysis of the plants which experienced evolutionary radiation in East Asia

研究代表者

副島 顕子 (Soejima, Akiko)

熊本大学・自然科学研究科・教授

研究者番号：00244674

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円、(間接経費) 1,080,000円

研究成果の概要(和文)：中国のシロヨメナ群は1種11変種に分類されているが、本研究およびこれまでの知見により約3分類群にまとめられることになった。一方、日本のシロヨメナ群には6種4変種が認められ、放散的種分化はむしろ日本で顕著に起こったとみなすことができる。これは大陸では地形が連続的なので遺伝的交流が妨げられない広分布種が存在するのに対し、日本の地形の複雑さが遺伝的交流を妨げて種分化を促進した結果であると考えられる。これらシロヨメナ群の分子系統解析は難航しているが、その理由は各分類群間の遺伝的差異が小さいためであり、そのこと自体が、シロヨメナ群が比較的最近、急速な放散的種分化を遂げた証拠とみなすことができる。

研究成果の概要(英文)：In Flora of China, they recognize one species and eleven varieties in the *Aster ageratoides* complex in China. However, our study proposes to merge them into about three taxa. On the other hand, we recognize six species and four varieties in Japan, which suggests that evolutionary radiation might have occurred rather in Japan. It is possible that the complicated landform of Japan blocked gene flow between populations and accelerated speciation, while continuous landscape in continent permitted more frequent gene flow so that the distribution area of a taxon could be wider in China. Unfortunately, it is difficult to reveal phylogenetic relationship between the taxa of *A. ageratoides* complex because their genetic differentiation is too small to reconstruct a phylogenetic tree. But we consider the small genetic differentiation itself reflects the recent, rapid evolutionary radiation of this group.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生物多様性・分類

キーワード：生物系統地理 倍数体進化 東アジア 放散的種分化

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本を含む日華植物区系は、北半球温帯域の他の地域と比較して種多様性が高く、固有率も高いことが知られている。この地域の固有種の中には、イチヨウやシラネアオイなどのように、近縁種が知られていない遺存固有的なものや、周極要素として知られる東アジア-北米東岸隔離分布種群が含まれるが、シオン属やキク属、トリカブト属など、この地域で比較的新しい時代に放散的に種分化したと考えられる固有の植物群も多数存在している。

(2) 比較的最近、放散的に種分化したと思われる分類群は、北米の姉妹群と比べても多様性が高いことが指摘されており、その原因としては、山脈や海峡のある複雑な地形により氷河期の気候変動時に集団の分断・隔離が起こり、種分化が促進されたと考えられている。

(3) 対象とするキク科シオン属のシロヨメナ群は、東アジアで倍数化を含む多様な種分化を起こしたことが知られる分類群である。約 15 種類がシベリア、中国、韓国、台湾、日本に広くまたがって生育し、日本、韓国、台湾では細胞地理学的解析が進んでいたが、中国大陸においては、その面積の広大さや、採集の困難さのためにまだ調査が不十分であった。

2. 研究の目的

(1) 東アジアで比較的最近に放散的種分化をとげたと考えられるキク科シロヨメナ群について、分類学的・生物地理学的な調査研究を行い、このような植物が東アジアにおける多様な植生の成立にどのように貢献しているのかを考察する。

(2) キク科のシロヨメナ群植物について、分布域全体の細胞地理の概要を明らかにする。また、中国の標本調査も平行して行うことで、その分類学的再検討も行う。一方で、DNA を用いた分子系統解析により系統関係を明らかにし、種分化や日本への渡来などの年代を推定する。

3. 研究の方法

(1) 平成 22 年に中国東北部の陝西省、吉林省で、平成 23 年には中国南部の広東省、広西省での採集を行った。どちらも日本人は代表者と共同研究者の二人が参加し、現地の大学研究者の協力を得て、研究者または大学院生が現地調査に同行して調査採集の便宜を図ってくれた。移動手段は、各地の植物研究所などが所有する車を運転手ごと雇用する形で確保した。

(2) 現地の野外で固定した根端、つぼみを用いて染色体数および核型の観察を行っ

た。

(3) 中国各地の標本庫(北京、広東、桂州)における標本調査と、採集品の形態観察、分布域の比較などにより、分類学的再検討を行った。

(4) マイクロサテライトマーカー、葉緑体 DNA 領域、核 ITS 領域などを用いて、シロヨメナ群内部の系統解析に使えるマーカーの探索を行った。

4. 研究成果

(1) 分類と倍数性：中国における 2 度の野外調査により、合計 57 集団約 250 個体を得ることができた。その形態と染色体数の観察により、日本に分布するシロヨメナと同種とみなすことができるものがこれら全ての地域に広く分布すること、その中に 2 倍体、4 倍体があり、地域によってはモザイク状に入り交じって生育している事がわかった。陝西省西部の 4 倍体は、草丈が 2m に達する大型のものであるが、その他の形態はシロヨメナときわめてよく似ており種内倍数系列とみなすことができる(図 1)。広東・広西省の北部にも広くシロヨメナが分布しているが、4 倍体がやや標高の高い生育地に出現する傾向はあるものの、2 倍体集団とモザイク状の分布をしている事が確認できた(図 2)。また、広東・広西省南部には植物体全体に密毛をもつものが分布しており、シロヨメナとは別種とみなすことができる。これにも 2 倍体と 4 倍体が出現するが、4 倍体の方がやや標高の高い土地に出現する傾向がみられた。これは *Aster lasiocladus* と同定される(図 2)。



図 1 中国北部(陝西省)

: 2 倍体, : 4 倍体, x: 不明

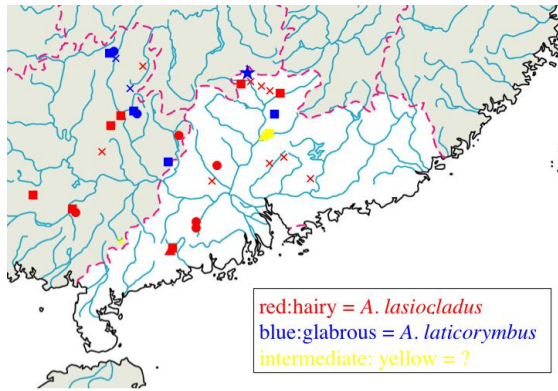


図2 中国南部(広東省・広西省)
 : 2倍体, : 4倍体, : 6倍体 x: 不明

(2) 分類学的再検討: 中国植物誌によると、中国のシロヨメナ群は1種11変種に分類されている。しかし、本研究およびこれまでの知見を合わせて考えると、約3分類群にまとめることができる見込みである。この数の違いは主としてこれまで広分布種の分布と形態変異の連続性が正確に認識されてなかったためと考えられる。一方、日本のシロヨメナ群には6種4変種が認められており、放散的種分化はむしろ日本で顕著に起こったとみなすことができる。これは大陸では地形が連続的なために、広く分布する種の遺伝的交流が妨げられず、種分化が起こりにくいのにに対し、日本では複雑な地形が遺伝的交流を妨げて地理的隔離が起こり、種分化を促進した結果ではないかと考えられる。種内倍数系列が存在するシロヨメナでは2倍体が広い範囲に断続的に出現し、場所によってはその分布を倍数体集団が分断しているようにもみえる。倍数系列の進化において、最初に2倍体レベルでの分布拡大が起こり、その後各地で生じた倍数体が分布を拡大して2倍体の分布を分断、場所によっては2倍体が倍数体に置き換わるという経緯を示しているのであろう。シロヨメナ群の他、ヨメナの仲間も中国では比較的広い分布域をもつ少数の種が知られるのに対して日本では狭い地域に分布が制限される種が複数存在しており、同様の背景を反映しているのではないかと考えられる。

(3) 系統解析: マイクロサテライトマーカー、葉緑体DNA領域、核ITS領域などを用いて、シロヨメナ群内部の系統解析に使えるマーカーの探索を行ったが、系統関係を推測するために必要な変異がほとんどみつからず、解析が難航している。マーカーの候補とし、シロヨメナに近縁であることが知られているヤマジノギクを対象として開発されたプライマー4組と、ヨーロッパに分布する *Aster amellus* を対象に開発

されたプライマー4組を試したが、シロヨメナで安定した増幅がみられたのはヤマジノギク用の3組だけであり、そのうちの2組のみにシロヨメナの種内変異が見られた。しかしながら、これら2つのマイクロサテライトマーカーの対立遺伝子数が少なく、十分な解析に用いる事ができない。さらに、日本のシロヨメナ群の他の分類群でも予備的な解析を行ったが、分類群間の差異は検出されなかった。このことは、日本のシロヨメナ群が比較的最近、急速に種分化したことを示唆するものと考えられ、日華区系の植物のうち、日本における放散的種分化が比較的最近に起きたことを示唆するものだと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 0件)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
 出願状況(計 0件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 取得年月日:
 国内外の別:

〔その他〕

中国北部と南西部におけるシロヨメナ群の形態と染色体数の観察結果についての細胞地理学的な論文を準備中。その後、日本、韓国、台湾、中国を含むシロヨメナ群全体についての分類学的再検討の総合的な論文を執筆する。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

副島 顕子 (SOEJIMA, Akiko)
 熊本大学・大学院自然科学研究科・教授
 研究者番号: 00244674

(2)研究分担者

星 良和 (HOSHI, Yoshikazu)

東海大学・農学部・准教授

研究者番号：70332088

(3)連携研究者

()

研究者番号：