

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06812

研究課題名(和文) 土壌生態型のサワシロギクをもちいた蛇紋岩適応への付加的な微生物作用の実証

研究課題名(英文) Additional microbial effect of serpentine adaptation of *Aster rugulosus*

研究代表者

西野 貴子 (Nishino, Takako)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：20264822

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：特殊土壌に適応した生態型は種分化の研究例としてよく知られている。サワシロギクには蛇紋岩土壌に生育する集団があり、その集団の個体は過剰に含まれているニッケルへの耐性をもつ。本研究では、そのニッケル耐性に、植物の内生菌が関与することが明らかになり、この内生菌は主に発芽や実生の初期成長に大きな影響を与えることがわかった。また、蛇紋岩に生育する集団ごとに優勢する内生菌の構成が異なっていることも示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

種分化の研究では、分子生物学的な手法を用いて適応的遺伝子探索など、直接的な要因を明らかにしていくことが主流である。こうした植物自体の遺伝的要因以外の可能性を考え、本研究は多くの植物に普通に見られる内生菌の働きに着目した。その結果、内生菌との生物間相互作用によって適応を促進している可能性を明らかにしたことで、新しい環境のために新しい生物間の関係を構築することなく、既存の関係を利用して素早く順応し、特殊環境への適応に生物間相互作用が付加的にはたらくていることを明らかにした。こうした生物間相互作用は世界でも野生植物の研究例が少ないため、本例は貴重である。

研究成果の概要(英文)：Edaphic ecotypes are well-known examples of the studies of adaptive speciation. Generally, *Aster rugulosus* grow in wetland habitats, but there are some populations in dry serpentine soils and the serpentine ecotypes found in the populations have tolerance to excess nickel concentration of serpentine soil. In this study, it was clarified that endophytes of plants are involved in the nickel tolerance and these endophytes mainly had large effects on germination and the stage of initial growth of seedlings. It was also shown that the composition of the dominant endophytic fungi was different among populations growing on the serpentine soils.

研究分野：植物分類学

キーワード：蛇紋岩適応 局所適応 土壌生態型 植物内生菌 生物間相互作用 種分化

## 1. 研究開始当初の背景

新たな環境に進入し適応する植物は、進入先の環境に対して耐性を有している必要がある。そのため蛇紋岩土壌への場合、ニッケルなどの重金属過多や貧栄養といった植物の生育不適な環境への生理的耐性が必要となる。

キク科多年草のサワシロギク *Aster rugulosus* Maxim. は、全国の湿地に生育する集団（湿地型）と東海地方の蛇紋岩地帯に生育する集団（蛇紋岩型）の生態型分化が見られる。さらに、蛇紋岩型の集団間でも蛇紋岩耐性が異なることが、同一蛇紋岩土壌での栽培実験から明らかになっている。その耐性の違いは、土壌中に含まれる重金属のニッケルに対する許容量が反映されると先行研究より考えられている。

また、発芽段階での蛇紋岩耐性には微生物の関与も示唆されている。植物の生育に関与する土壌微生物として、普遍的に存在する AM 菌がよく知られており、植物体に窒素やリンなどの栄養供与をおこなうため、蛇紋岩適応にも関与する可能性が考えられる。また、他の土壌微生物には重金属を無毒化するものもあり、蛇紋岩土壌への生理的な適応に微生物が貢献している可能性は高い。

## 2. 研究の目的

サワシロギクでは、根への AM 菌感染が確認されており、微生物の生理的機能の違いや集団間での感染状況の違いが、サワシロギク集団における蛇紋岩耐性の違いに影響していることが予想される。

よって、本研究では、糸状菌や AM 菌などの共生する微生物がサワシロギクに与える影響を評価し、各集団における蛇紋岩適応との関係を論じる。さらに全国に生育するサワシロギクの遺伝的分化や、蛇紋岩耐性の異なる蛇紋岩型 7 集団の集団動態から、微生物との生物間相互作用が蛇紋岩集団の成立とどのように関わったかを考察する。

## 3. 研究の方法

### (1) 全国のサワシロギク集団の遺伝的分化および蛇紋岩型 7 集団の集団動態

全国に生育するサワシロギク集団の遺伝的分化については、全国の湿地型 22 集団を含む 25 集団の合計 1,282 個体を対象に SSR 解析をおこなった。蛇紋岩型の集団動態については、蛇紋岩型の 7 集団を含む 283 個体を持ちいて、MIG-seq 法により得た SNP をもとに解析をおこなった。その後、集団の遺伝的組成、集団間の遺伝子流動量、分岐シナリオ推定を行った。

### (2) 微生物作用

種子の表面、もしくは種子に内生する糸状菌のうち、ニッケル耐性を有する菌株を選択、単離培養後、さらに金属結合の度合いでコロニーを選別した。さらに、一部の菌種の ITS 領域の塩基配列情報をもとに BLAST 検索により分子同定をおこなった。AM 菌については、自生地の個体から根を採取し、検鏡によって感染率を構造体別に算出した。また、28S rRNA 領域にもとづく菌類の分子系統解析をおこなった。

## 4. 研究成果

### (1) 全国のサワシロギク集団の遺伝的分化

北海道や近畿・東海、宮崎、広島など地理的に遠く隔たった集団では、それぞれ異なる遺伝的

組成を有しており地理的構造を反映していた。しかし、広島県内同士や近畿・東海地方の集団間など地理的距離の小さい集団間においては遺伝的分化が進行していた。またほぼ全ての集団で近交係数が1に近いことから、地下茎による栄養繁殖が盛んなために近親交配が進み、地理的距離の近い集団間であっても分化が進行している可能性が考えられる。

#### (2) 蛇紋岩型7集団の集団動態

分岐シナリオ推定の結果、蛇紋岩型の7集団は4つのグループに分かれ、最も耐性の大きな集団を含むグループは、2回の分岐を経て成立したと推定された。集団間の遺伝子流動量は、大部分の集団間で小さな値だった。2集団間で方向による不均等が見られ、蛇紋岩耐性の違い、もしくは土壌条件の違いにより、見かけの流動量の減少が生じている可能性が考えられる。

#### (3) 微生物作用、および集団動態との関係

AM菌について、蛇紋岩型の集団間で感染率に有意差があった。蛇紋岩型集団では内生菌糸の感染率が比較的高かったことから、普遍的なAM菌が共生関係を強化することで、サワシロギクは蛇紋岩土壌という貧栄養な環境に、より適応している可能性がある。また糸状菌も見つかり、サワシロギクの蛇紋岩適応に関与する可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 西野貴子、林雅貴、阪口翔太、福島慶太郎、石川直子、井鷲裕司、伊藤元己
2. 発表標題 サワシロギクにおける蛇紋岩土壌および湿地の土壌生態型間の遺伝子流動
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林雅貴、阪口翔太、福島慶太郎、石川直子、井鷲裕司、陶山佳久、伊藤元己、西野貴子
2. 発表標題 サワシロギク土壌生態型間の遺伝子流動と集団動態
3. 学会等名 日本植物学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西野貴子、真鍋遼、粕谷英一、福島慶太郎、阪口翔太、石川直子、伊藤元己
2. 発表標題 サワシロギクの蛇紋岩適応に微生物は役に立つのか
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会（名古屋 オンライン）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西野貴子、林雅貴、阪口翔太、福島慶太郎、石川直子、井鷲裕司、伊藤元己
2. 発表標題 サワシロギクにおける蛇紋岩土壌及湿地の土壌生態型間の遺伝子流動
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会（岡山 オンライン）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 真鍋遼、福島慶太郎、石川直子、阪口翔太、伊藤元己、西野貴子
2. 発表標題 サワシロギク生態型の蛇紋岩適応における土壌環境と微生物の相互作用
3. 学会等名 日本植物分類学会第18回大会（八王子）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 真鍋遼、福島慶太郎、阪口翔太、石川直子、伊藤 元己、西野 貴子
2. 発表標題 サワシロギクの蛇紋岩適応には微生物も役に立つ ~根の内生菌は何がいてる？~
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会（神戸）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	加藤 幹男  (Kato Mikio)  (30204499)	大阪府立大学・高等教育推進機構・教授    (24403)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------