

標本種子と生育予測モデリングを用いた地域絶滅種の復元

0808 神奈川県立横須賀高等学校 河野 隼佑 長谷川 渉晴

概要

本研究では、植物標本に付随する種子(以下、標本種子)に着目し、発芽・生育可能性の検証と新たな生育適地の推定を行った。その結果、一部の標本種子で初期生育が確認された。また、モデリング及び現地調査によって地域絶滅種であるウラギクの新たな生育適地を推定できた。**以上より、本手法は他種にも応用可能な、地域絶滅種の野生復元の新たな手法として活用できる可能性が示された。**

研究動機

現在、日本では3割以上の植物種が絶滅の危機に瀕しており、地域の生物多様性は深刻な局面にある。そこで、生物多様性を復元する新たな手法として植物標本に付随する種子(標本種子)が利用できると考え、本研究を行った。

目的と仮説

目的：地域絶滅種の野生復元

仮説：標本種子には長期間経過後も生存している個体が存在する。
標本種子は地域絶滅種の野生復元及び
地域の生物多様性保全に活用可能である。

研究手法

実験

1

テトラゾリウム染色試験

種子を**テトラゾリウム溶液**に浸し、呼吸活性の有無を判定する試験。発芽能力のある種子の胚は反応により**赤くなる**。(図1)
使用した種子は薬品処理などにより**以降の実験に使用できない**。

実験

2

発芽試験

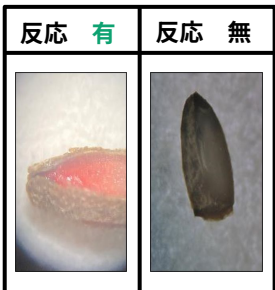
テトラゾリウム染色試験で**発芽能力が確認された植物種**を植え付けた。
以降、毎日朝と夜の**2回**記録し、1日1回水やりを行った。(図3)

実験

3

生育試験

発芽試験後生育が停滞したため、標本種子が発芽後生育するか、改めて試験を行った。
(図5)(参考文献【2】)
気温：20~28℃ 光周期：12時間
光量：4000lux程度



【図1：染色の様子】



【図2：テトラゾリウム染色試験 手順】



【図3：環境】



【図5：統制された環境】

結果

実験

1

テトラゾリウム染色試験

標本種子から染色された個体を確認。

数十年保存されていても発芽する可能性がある！

一方、先行研究(参考文献【1】)と比べ、染色率は劣った。(44%に対し**26.8%**)
原因
・保存されていた環境 例.温度・湿度など
・乾燥処理や消毒処理の有無

実験

2

発芽試験

試験に用いた植物種の**一部は発芽**。

標本種子も発芽可能！

一方、染色率と比べ発芽率は劣った。
(26.8%に対し**20.5%**)
原因
・確率的に、**発芽能力のない種子のみが**
用いられた可能性
・**より好適な環境が必要** 例.気温・光量

実験

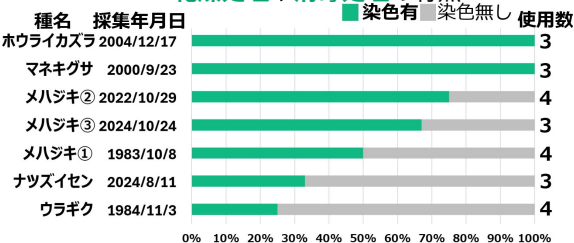
3

生育試験

発芽した4個体のうち3個体から**生育を確認**。

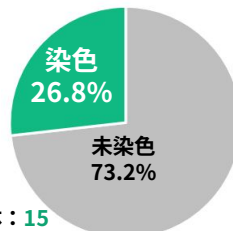
標本種子も生育可能！

一方、最後に発芽した個体IVは枯死。
原因
・根の張りが弱く、**養分の吸収が困難**であった可能性

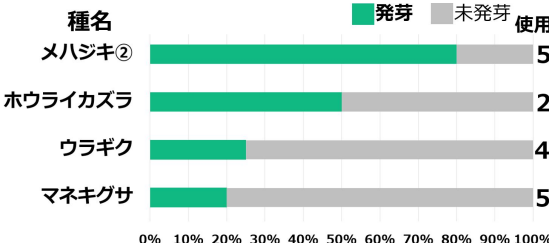


【グラフ1：染色試験 結果】

(重要部抜粋)

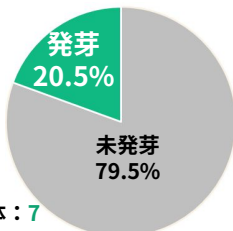


【グラフ2：染色率の割合】

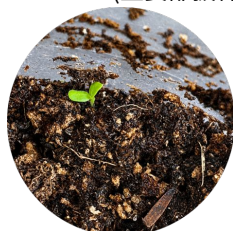


【グラフ3：発芽試験 結果】

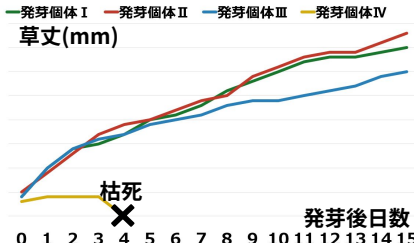
(重要部抜粋)



【グラフ4：発芽率の割合】



【図4：発芽個体】



【グラフ5：発芽個体 草丈】



【図6：本葉の形成】

実験
4

生育予測モデリング

地域絶滅により再導入先が不明瞭な
ウラギクを対象に、新たな生育適地の
推定を試みた。

- ・過去の分布情報(在データ)
 - ・気温や河川の位置等(環境データ)
- を用いて生育適地を推定する**Maxent**を使用。
(参考文献【3】)

ウラギクについて

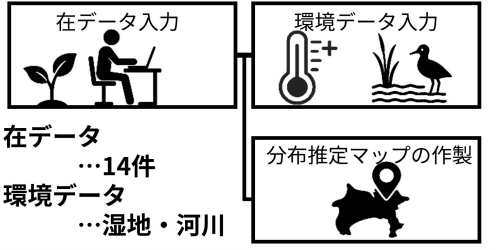
キク科 シオン属

学名: *Tripolium pannonicum*

塩性湿地などの**塩分環境**を好む。
かつては三浦半島に生息していたが、
宅地開発により**現地絶滅**した。



図7
ウラギク



【図8：Maxent 推定方法】

実験
5

生育適地の土壌特性評価

1.適地または生育していた土地 2.砂地 3.実験許可が下りた海岸

以上の条件を満たす5つの海岸で計測を行った。また、各海岸における詳細な傾向を把握するため、海岸ごとに3つ程度、調査地点を設定して採取を行った。各項目は単位が異なるため、平均が0、分散が1になるようにデータを標準化。その後はユークリッド距離を用いて自生地(参考文献【4】)と比較した。

調査項目と選定理由

pH/EC...ウラギク生育に必要(参考文献【5】)

EC(単位:μS/cm): 土壌中の塩分濃度の指標

粒度(mm)...根の張りやすさを評価

植生...再導入後の駆逐リスクを評価



【図10：三浦半島 調査地点】

ユークリッド距離とは？

空間内の2点間の直線距離のこと。

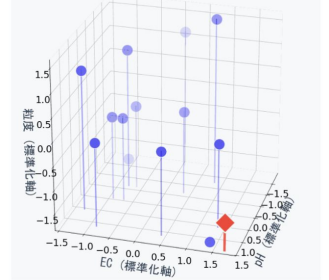
今回の実験では、

自生地と各測定地点の直線距離を比較。

3次元での計算式

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

赤...自生地 青...測定地点



【グラフ6：pH/EC/粒度の可視化】

結果

実験
4

生育予測モデリング

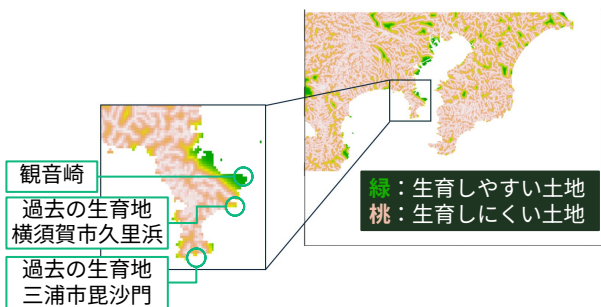
三浦半島内で**生育適地が確認された**。
過去の生育地である
久里浜、毘沙門でも反応が見られた。

**三浦半島内に「生育適地」
が存在すると示唆された！**

一方、**開発された地域**も適地となった。

原因

- ・在データの少なさ・環境データの少なさ



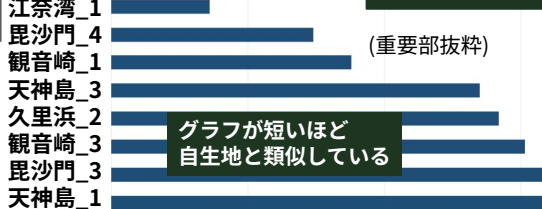
【図9：生育予測モデリング 結果】

実験
5

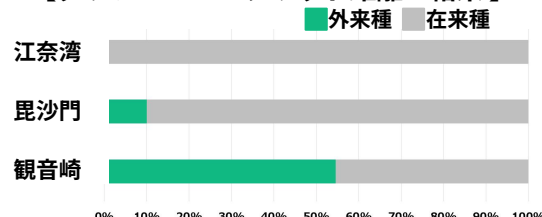
生育適地の土壌特性評価

江奈湾・毘沙門湾・観音崎の一部地点が、自生地と類似していると示された。
外来種の割合に着目すると、江奈湾と毘沙門が適していると判明した。

三浦半島内に生育適地は存在する！



ユークリッド距離による土壌類似度 (単位なし)
【グラフ7：ユークリッド距離 結果】



【グラフ8：各地点の外来種の割合】

【表1：候補地の分析結果】
(重要部抜粋)

地点名	pH	EC	粒度
自生地	7.7	338	0.20
毘沙門_3	6.0	62	0.20
毘沙門_4	7.0	300	0.30
江奈湾_1	7.5	300	0.10
天神島_1	6.5	47	0.30
天神島_3	6.0	188	0.30
観音崎_1	7.5	195	0.30
観音崎_3	6.5	71	0.30
久里浜_2	7.5	52	0.30

結論

1. 標本種子は生きており、生育可能である。
2. モデリング及び土壌環境調査により生育適地を推定可能。

本手法を他種にも応用できれば、地域絶滅種の野生復元に
向けた有効なアプローチとなることが示唆された。

今後の展望

- ・遺伝子解析：標本種子と現存個体との遺伝情報の差異を調べ、
遺伝的攪乱を回避した安全な再導入を行う。
- ・正確な土壌評価：継続的な土壌測定を実施し、在来種も含めた影響
を考慮することで、生育適地を正確に評価する。

謝辞/出典・引用・参考文献

本研究を進めるにあたり、横須賀市自然・人文博物館山本 薫様から貴重なご助言をいただきました。また、ウラギクの在データをGBIFおよび神奈川県立生命の星・地球博物館の標本データから、環境データを国土交通省「国土数値情報」から引用いたしました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

【1】平澤優輝・港 翼・長谷川昌弘・志賀 隆 (2022) 標本種子の発芽可能性の評価と標本作製および管理方法の種子寿命への影響。分類, 16(1).

https://www.jstage.jst.go.jp/article/bunrui/16/1/16_KJ00010238510/pdf-char/ja

【2】熊谷健夫 (2016) 薬用植物の種子交換と発芽試験。特産種苗情報誌, 16号。 https://www.tokusanishubyo.or.jp/pdf/jouhoushi16/23_pdfsam_johoushi_16.pdf

【3】American Museum of Natural History Maxent. https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/

【4】山本一潔 (1986) 相生市鉄砲山海岸の植生とシバナ群落。兵庫教育大学研究紀要 第3分冊, 6: 27-40. <https://hyogo-u.repo.nii.ac.jp/records/5734>

【5】佐藤健一・田中美穂 (1998) NaClストレス下におけるキク科花き植物の種子発芽および初期生育。園芸学会雑誌, 67(4).

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jshs1925/67/4/67_4_626/pdf-char/ja

図7/ウラギク(ハマシオン)/引用: <https://www.pharm.kumamoto-u.ac.jp/yakusodb/detail/005780.php>