

1. ユウゲショウの分布拡大について

静岡県立磐田南高等学校
理数科 3 年 小野田愛梨 他 4 名

1 序論

課題研究のテーマとして指導の先生から示されたのが、「外来種のユウゲショウという植物が最近増えているようなので、その原因を探ってみよう」というものだった。校内や学校周辺を探してみると、数か所で薄紅色の花を咲かせているユウゲショウを見つけた。文献調査でも、例えば国土交通省発行の資料でユウゲショウの分布が 10 年間で拡大した報告を確認した。

このような分布の拡大は何故起こっているのか、私たちも興味を持った。先ず、アンケート調査により現状の把握を試みた。また、形態や生理、生態などの視点から基礎研究を行った。それらの結果をもとに、分布を広げる原因について考察した。

2 材料と方法

【材料】

日本帰化植物写真図鑑(2001)によれば、ユウゲショウ(*Oenothera rosea* : 図 1)は、熱帯アメリカ原産であるが、明治時代に花卉として輸入され栽培されていたものが野生化したとされる。アカバナ科マツヨイグサ属の多年生草本で、夏から秋にかけて、直径 1.5cm くらいの 4 弁の淡紅色の花を咲かせる。

また、一部の実験で比較のため、イネ科のメヒシバ (*Digitaria ciliaris*) を用いた。メヒシバは、校庭で最もよく見られる一年生草本の一つで、茎が長く地を這い、分枝して高さ 10~50cm になる。



図 1 ユウゲショウ

【方法】

(1) 分布調査

最初に国立環境研究所の侵入生物データベースで調べたところ、福島県、新潟県以北、沖縄県には分布の記録が無かった。私たちはユウゲショウが日本国内で北進をつづけていると予想し、このデータベースに記録の無い県の SSH 指定校に協力を依頼し、アンケートによりユウゲショウの分布を調べた。

(2) 群落の遷移の調査

校内に 2 か所あるユウゲショウの小さな群落の内の 1 か所において、2014 年 10 月から 2015 年の 5 月まで、その変化を調べた。50 cm×50 cm の継続観察用の方形枠を設置し、真上から写真を撮影し、その後その写真をもとに、ユウゲショウの各個体の投影図を作成した。そして面積計算ソフトの Image J を用いて、投影図のユウゲショウ個体の占める面積を測定した。

もう 1 か所では、8 月上旬に群落全体に除草剤が散布された。その後の回復について、ユウゲショウと他の植物とがどう異なるかを主な観点として追跡調査した。

(3) 種子の大きさと重さの測定

大きさの測定にはマイクロメーターを用い、21 個の種子の測定値の平均を算出した。重さは分析用電子天秤 (最小表示 0.01mg) を用い、種子 100 個の平均を算出した。

(4) 走査型電子顕微鏡による種子の観察

静岡理工科大学の協力を得て、JEOL 日本電子 JSM-5610LV を使用し、種子の

表面構造を観察した。種子は水分含量が少ないため、そのまま試料室に入れた。

(5) 雨量と湿度別発芽率の関係

8月に湿らせたろ紙に播いた種子が育たなかったことから、発芽期には水分が途切れずに種子に供給されなければ発芽、成長ができないのではないかと考え、実験を行った。同時に、野外の環境でそのような条件が成り立つには、発芽適期に十分な降水量が必要なのではないかと考え、インターネットで過去40年間の東京の月別平均降水量と過去37年間の磐田の月別平均降水量を調べ、解析した。

(6) 除草剤耐性

直径17 cm、高さ15 cmの素焼の鉢8個を用意し、園芸用の培養土を入れた。それらを2群に分け、一鉢につき、片方にはユウゲショウの種子50個を、もう片方にはメヒシバの種子30個をそれぞれ播き育てた。

散布した除草剤は、校内で使用されているラウンドアップである。実験は、80倍希釈、160倍希釈、320倍希釈の溶液を用いた。小型のスプレーで平均して1鉢につき2.3 gを吹き付け、その後の経過を観察した。

3 結果

(1) 分布調査

アンケートをお送りしたのは、北海道1校、宮城県3校、秋田県1校、山形県1校、福島県1校、新潟県1校である。そのうち回答をくださったのは、5校だったが、いずれも学校周辺などには分布はしていないとのことだった。また『新北海道の花』の著者である梅沢俊さんにもお尋ねしたが、「北海道には分布していない」ということだった。

しかしながら、インターネットでさらに検索した結果、『岩手県野生生物目録』(2001年3月発行)の中に、一か所記録を見つけることができた。

(2) 群落の遷移

校内の一か所の小群落で行った方形枠内のユウゲショウ群落の遷移については、表1のような結果となった。

個体数については、比較的温暖な10月下旬から11月下旬にかけては、新たに発芽してくるものもあり増えていったが、その後厳冬期に入ると、小さな個体は消えていき、最終的に残った個体数は6割ほどだった。

また春には、植被率が低下した。これは、個体の形態がロゼットから、抽苔して根生葉が次第に枯れていき、葉の多くが茎生葉となっていったためである。なお、このような早春の形態の変化は、室内で栽培している個体でも観察できた。

表1 方形枠内のユウゲショウの個体数と植被率の遷移

	個体数	総面積 (cm^2)	植被率 (%)
10月28日	33	185.4	7.4
11月24日	40	387.3	15.5
12月22日	31	650.9	26.0
2月19日	32	573.3	22.9
5月4日	25	453.3	18.1

(3) 種子の大きさと重さの測定

ユウゲショウの種子の長さは平均0.71mm、重さは0.040 mgだった。

(4) 走査型電子顕微鏡による種子の観察

ユウゲショウの種子は小さく軽いので、少し風を当てると遠くに飛ばされるのではないかと思い、図2のようにユウゲショウの種子に風を当て、メヒシバの種子と比較した。しかし、ユウゲショウの種子より大きく思いメヒシバの種子(平均重量0.78mg)の方が遠くに飛び、ユウゲショウはあまり飛ばなかった。そこで、ユウゲショウの種子の表面に何か突起のようなものがあるのではないかと考え、種子の表

面を走査型電子顕微鏡で観察することにした。

すると、図3に示したように、種子表面全体を細かな突起が覆っていることがわかった。突起の長さは $5\sim 10\mu\text{m}$ ほどであった。



図2 ユウゲショウとメヒシバの飛び方の違いを調べる実験：机上の白いラベル沿いに、各種子を一列に並べ、緑のボードで風を送った。

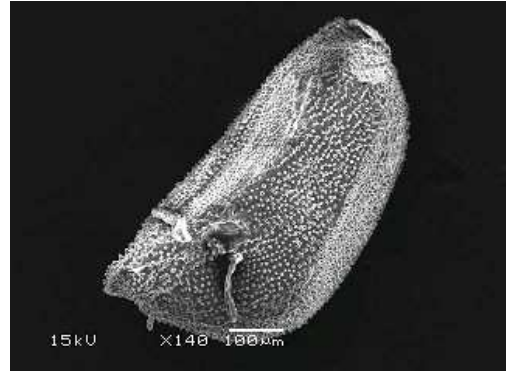


図3 種子の全体
表面全体が長さ約 $7\mu\text{m}$ の突起に覆われていた。

(5) 雨量と発芽率の関係

湿度別発芽実験の結果、最も与える水の量が少ないシャーレ内の種子はしおれた状態が続き、2か月後にはすべてが枯れた。

予備的な栽培では、8月～9月初旬にかけての、暑くすぐに土の表面が乾いてしまう時期は、野外に置いたプランターでは、ユウゲショウの種子は全く発芽してこなかった。一方、冬季は室内で播種した場合、12月でも発芽してくる個体があった。しかしながら、野外では、おそらく発芽してくるのは春季と秋季であると考えられる。

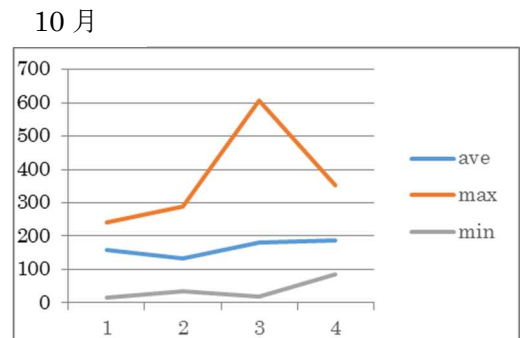
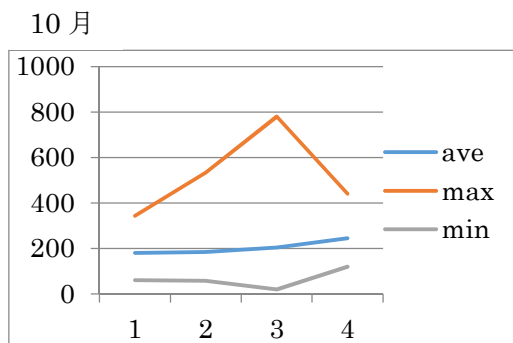
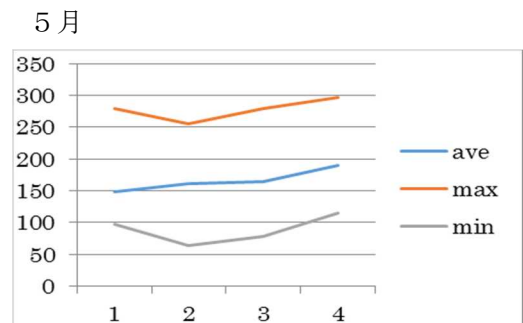
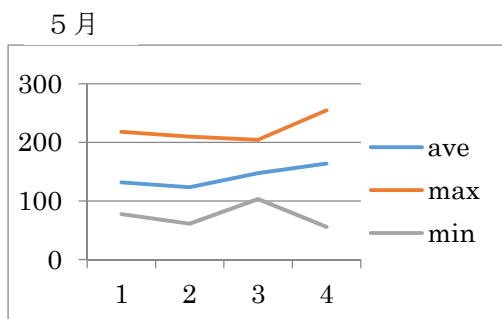


図4 気象データの解析結果（左上：東京，右上：磐田）

横軸 1 1975年-1984年（磐田は1978年から）
2 1985年-1994年
3 1995年-2004年
4 2005年-2014年

縦軸 降水量

ave: 各10年間の月平均降水量の平均(単位:mm)

max: 各10年間の月平均降水量の最大値(単位:mm)

min: 各10年間の月平均降水量の最小値(単位:mm)

そこで、気象庁のホームページのデータから、春季は4月と5月、秋季は9月と10月の各2か月間の月降水量を調べた。観察地点としては、日本の平均的な降水量を示すものとして東京を、もう一つは地元の磐田を選んだ。各10年間の平均では、東京、磐田ともに過去40年間で、降水量が増加している傾向が見られた（図4）。

(6) 除草剤耐性

8月に校内のユウゲショウの小群落内に除草剤が散布された。そこで、ユウゲショウやその他の草本類がどのように復活してくるかを調べた。散布後メヒシバは全て枯れたが、ユウゲショウは枯れた個体と生き延びた個体とが見られた（図5）。10月23日には、ユウゲショウは根生葉を増やすとともに、匍匐茎を伸ばしているものも見られた（図6）。



図5 8月19日 左：全体、右：ユウゲショウの枯れた個体と生き延びた個体



図6 10月23日 全体

表2 除草剤実験の濃度別生存率(%)

	ユウゲショウ	メヒシバ
80 倍希釈	100	100
160 倍希釈	36.7	0
320 倍希釈	52.9	0
対 照	100	100

除草剤耐性実験の結果は表2に示した。160倍希釈、320倍希釈では、メヒシバはすべて枯れてしまったのに対して、ユウゲショウはいくつか生き残っていた。しかしながら、80倍希釈では、ユウゲショウもメヒシバもすべて生き残っていた。

4 考察

アンケートでは分布が無いと回答されたが、インターネットで調べてみると、岩手県まで記録があることがわかった。ユウゲショウは北進を続けていると見なせる。

その分布拡大の要因について探求するため、私たちはまず、種子について調べた。文献調査でわかったことは、ユウゲショウの種子が特別な散布様式を持つことである。果実は、雨に濡れると四裂し平開する。種子は平開時にこぼれたり、雨滴に打たれて飛散したりして散布する。濡れて平開した果実は乾燥すると閉じる（Brodie 1956）。また、種子の重さは約0.04mgであるから、雨滴に弾き飛ばされやすいと考えられる。

走査型電子顕微鏡での観察で明らかになった表面にびっしりと並んだ微細な突起については、中西（1994）が、雨水散布の種子の説明の中で「これらの種子は表面に微細な突起があり、水をはじくことができ、短時間ならば水に浮くこともできる。」

と述べている。つまり Lotus effect である。水に浮かびながら遠くまで流されて、どこかの土の表面にたどり着いたユウゲショウの種子は、飛散実験の結果が示すように、少しの風ではそこから動かず、その場で発芽していくのではないかと考えられる。私たちが学校の周辺で見つけたユウゲショウは、道路とそれより少し高くなった歩道との境の部分、つまり雨が降ったら、そこを雨水が流れていくような場所に生えていた。

このように、種子散布を雨に依存するユウゲショウは、さらにその発芽時にも、雨量の影響を受けているのではないかというのが、私たちの考えた仮説である。8月、暑い中で研究を始めた頃、同じ果実から得られた種子を湿らせたろ紙とティッシュペーパーそれぞれに蒔いたところ、ろ紙ではほとんど発芽してこないことが不思議だった。ろ紙はティッシュペーパーに比べるとすぐに乾いてしまうため、それが原因かもしれないと思い、土に蒔いた種子でも水を切らさないように注意していたら、それまで全く発芽しなかったものが、ぽつりぽつりと発芽してきた。そこで湿度別発芽実験を行うと同時に、ユウゲショウが分布を広げているならば、野外ではその発芽適期に地面の湿度が保たれるのだろう、すなわち、その季節の降水量が増えているのではないかと考え、過去の気象データを調べた。その結果、種子の発芽適期と推定した春と秋の各2か月間で、少しずつではあるが過去40年間に降水量は増えている傾向があることがわかった。つまり、ユウゲショウの分布拡大には適した環境になってきていることが推定される。近年、「これまでに体験したことがない雨」といった報道を度々見聞するが、そのような極端な場合のみならず、全般的な降水量の増加を、ユウゲショウの広がりには示しているのかもしれない。

なお、ユウゲショウの分布拡大に対する気温上昇の影響は、降水量の増加ほどは大きくないのではないかと私たちは考えている。何故なら、暖房のない実験室の窓辺で、12月に発芽してくる個体を確認しており、2月の霜が降りた野外でも、ロゼット葉は枯れずに緑の葉を茂らせて残っていたのを観察しているので、ユウゲショウの耐寒性はかなり高いと思われるからである。

研究を始める当初、一つだけ立てていた仮説が「ユウゲショウは除草剤耐性が強い」というものであった。観察と実験の結果、メヒシバよりユウゲショウの方が除草剤への耐性が強いことが分かったが、さらに実験を重ねる必要がある。

<謝 辞>

静岡理工科大学先端機器分析センターの早川一生先生、北海道室蘭栄高校の内海健一先生、山形県立鶴岡南高校の蛸井朗先生、宮城県仙台第一高校の小松原幸弘先生、福島県立磐城高校の小平裕子先生、新潟県立新潟南高校の笹川通博先生、北海道の植物写真家梅沢俊さん

<引用・参考文献・引用 Web サイト>

○平成14年度河川水辺の国勢調査結果の概要（河川版）p3-22, 3-24. 国土交通省.

○清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七(2002)

『日本帰化植物写真図鑑』p212-p213: 全国農産教育協会

○Harold J. Brodie(1956):

Raindrops as Plant Dispersal Agents

Indiana Academy Science:p65-73.

○中西弘樹（1994）『種子はひろがる』: p39, p57. 平凡社

○国立環境研究所 侵入生物データベース;

<http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/81200.html>

気象庁 過去の気象データ検索

<http://www.data.jma.go.jp/odd/stats/view/monthly>（以下略）