

ハリエンジュとヤナギ類の分布に及ぼす河川環境と生理生態的要因

平山こころ（新潟大学農学部生産環境科学科）
崎尾均（新潟大学佐渡自然共生科学センター）

I. はじめに

荒廃地緑化などのために導入された外来種ハリエンジュは分布を拡大し、河川域において自然の河畔林の群落構造や、景観、生物多様性に大きな影響を与えている。福島県伊南川本流でも緑化のためハリエンジュが導入され河畔林に分布を拡大しているが、只見町より上流ではハリエンジュ林が多い一方で只見町内ではハリエンジュの林分の形成は確認できず、シロヤナギとユビソヤナギが優占する自然の河畔林が維持されている。本研究では、福島県伊南川においてなぜこのようなハリエンジュとヤナギ類の分布特性が生じるのかを明らかにするため、1) ハリエンジュ母樹の流域分布、2) 各樹種の実生の分布と生残、3) 各樹種の耐水性、を調査した。

II. 調査地と調査方法

1. 伊南川本流のハリエンジュ母樹の分布

伊南川本流において開花最盛期にハリエンジュ母樹の位置情報を記録した。また、河川幅や地形から下流域・中流域・上流域に区分し、ハリエンジュの分布との関係を検討した。

2. ハリエンジュとヤナギ類の実生の分布

伊南川下流域の約 1.6ha の中洲で、2018 年と 2019 年に樹種、樹高、土壌環境、位置座標を測定した。2019 年には 5cm 以下の実生の個体も測定した。

3. ハリエンジュとヤナギ類の耐水性

ハリエンジュとヤナギ類の当年生実生を直径 18cm、深さ 13cm の川砂を入れたビニールポットに定植、10 個体ずつ頂部まで水に付ける冠水処理を行い、処理後の生育状況を比較した。冠水期間はそれぞれ 2 日、4 日、6 日、8 日、10 日である。1 年生実生も同様に

実験を行った。

また、当年生実生を直径 10.5cm、深さ 9cm の川砂を入れたビニールポットに定植、10 個体ずつ土壌表面まで水に浸ける滞水処理を行い、樹高、地際直径、SPAD 値（葉緑素含量値）を 2 週間ごとに計測した。また、実験終了後に地下部のサイズ、器官別の乾燥重量を測定した。1 年生実生も同様に実験を行った。

III. 結果

1. 伊南川本流のハリエンジュ母樹の分布

ハリエンジュは伊南川本流全域で分布し、合計 1344 本が確認された。中洲と河畔に分布したものに限ると上流域で 2 本、中流域で 177 本、下流域で 26 本分布していた（図 1）。

2. ハリエンジュとヤナギ類の実生の分布

中洲において、ユビソヤナギとシロヤナギの実生が多く、ハリエンジュは少なかった（図 2）。また、2018 年から定着している個体のうち、2019 年にはシロヤナギとユビソヤナギは 80%以上の個体が生残していたのに対し、ハリエンジュは 42%の個体しか生残していなかった。また、実生高の増加量はハリエンジュが最大で、ハリエンジュは、160cm から 390cm に成長していた個体もあった（図 2）。

また、2019 年 10 月の台風 19 号の増水により各樹種の個体数が減少した。当年生の実生は全て流出した。ヤナギ類は樹高 0.5m 以下でも生残している個体があったが、ハリエンジュは樹高 2m 以下の個体が全て消失した。

3. ハリエンジュとヤナギ類の耐水性

冠水処理による当年生実生の生存率はヤナギ類の方がハリエンジュより高かった。1 年生実生では、両種の間に冠水処理による生存率に大きな差は見られなかったが、地上部重

量、地下部重量、幹の伸長量、SPAD 値、根の長さ、根塊サイズ、根粒重量についてハリエンジュは減少したが、ヤナギ類では変化は確認されなかった（図 3）。

IV. 考察

1. 伊南川本流のハリエンジュ母樹の分布

中洲と河畔で確認されたハリエンジュは、伊南川上流域に植栽されたハリエンジュの種子が流水散布によって中流域まで分布を広げ、根萌芽によって増殖したものと考えられる。また、下流域の中洲と河畔においてハリエンジュが確認されなかったのは、河川幅の平均が、中流域 104m、下流域 156m と、下流域は中流域より河川幅が約 50m 広く、流路変動が生じやすいことから、ハリエンジュの定着・成長が阻害されていると考えられる。

2. ハリエンジュとヤナギ類の実生の分布

下流域ではヤナギ類の実生に比べハリエンジュは少なかった。また、洪水によりハリエンジュはヤナギ類より流出しやすかった。2019 年 10 月台風 11 号の際は日合計降水量が 100mm を超え、日平均水位が約 2m まで上昇した。2000 年から 2019 年の気象データでは同様の現象が数年に 1 回起きている。以上より、数年に 1 回は中洲と河畔の実生は流出すること、ハリエンジュはヤナギ類よりも流出しやすいことが示唆された。

3. ハリエンジュとヤナギ類の耐水性

冠水処理によるハリエンジュの生存率がヤナギ類よりも低かったのは、土壌中の酸素不足による窒素固定菌（根粒菌）の減少が大きな要因であると考えられる。ただし、1 年生実生において、両種の生存率に差が見られなかったことから、ハリエンジュの耐水性は 1 年で大きく増加することが考えられる。

また、ハリエンジュにおいて滞水処理による地上部重量、地下部重量、幹の伸長量、SPAD 値、根の長さ、根塊サイズ、根粒重量が減少したが、ヤナギ類において滞水処理に

よる大きな変化はないことから、滞水ストレスはハリエンジュの成長には大きな影響を与えるが、ヤナギ類にはほとんど影響を与えないことが示唆された。

まとめ

伊南川におけるハリエンジュの分布は河川の水環境と攪乱体制に関係しており、下流域において、自然河川の動態がハリエンジュの更新を抑制し、ヤナギ類の優占する自然林が維持されていると考えられる。

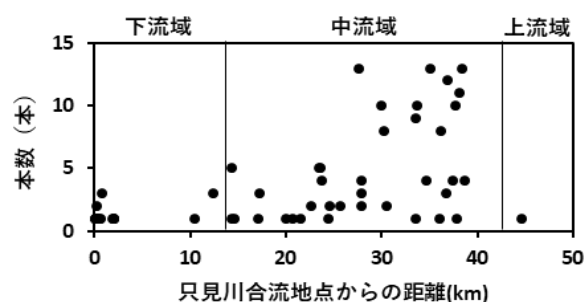


図 1 中洲・河畔におけるハリエンジュの分布

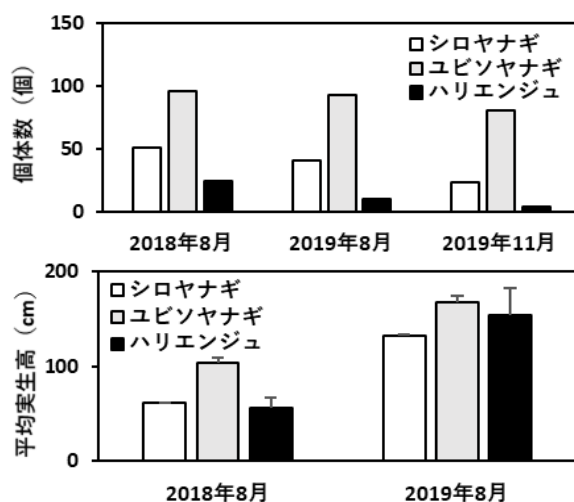


図 2 中洲に分布するハリエンジュとヤナギ類の個体数と平均実生高の変化

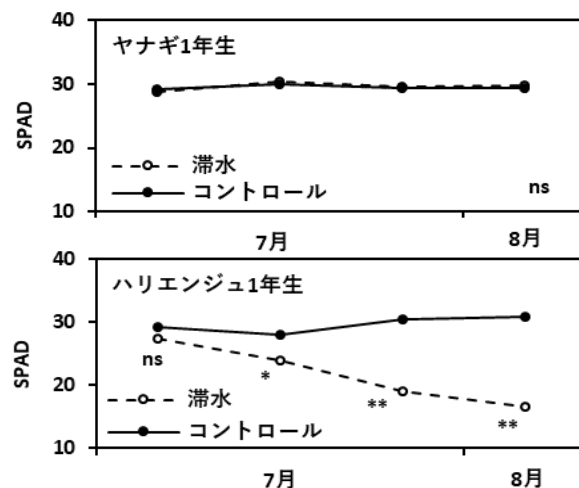


図 3 滞水処理による SPAD 値の変化

実験下におけるヤマアカガエル幼生とクロサンショウウオ幼生の

誘導防御および誘導攻撃に関する表現型可塑性

清水 宏一郎（新潟大学農学部生産環境科学科）

後藤 俊矢（新潟大学農学部生産環境科学科）

阿部 晴恵（新潟大学佐渡自然共生科学センター）

I. はじめに

生物が外敵に捕食されないように防御手段として形質を変化させる「誘導防御」と呼ばれる戦略を行う生物がいる。一方で誘導防御を発現する被食者を優位に捕食するために形質を変化させる「誘導攻撃」と呼ばれる戦略を行う生物がいる。このように環境の変化に応じて表現型を変化させていく能力を表現型可塑性と呼ぶ。表現型可塑性は生物が環境の変化に対して示す適応的反応であり、理論的にも適応進化できることが報告されている (Michimae and Wakahara 2007)。このような表現型可塑性に関する研究は、進化学的に重要なテーマとなっている。

北海道のエゾサンショウウオとエゾアカガエル幼生の関係は、表現型可塑性を示すもののひとつである。エゾサンショウウオは、エゾアカガエル幼生がいる環境で育つ、またエゾサンショウウオ同士の共食いが起こる環境で、顎を大型化する大顎化、エゾアカガエル幼生は池の中で同所的に生息するエゾサンショウウオに対して、捕食されにくくするために膨満化を発現することが明らかになっている (Kishida and Nishimura 2004)。この先行研究は、実験下もしくは野外での飼育下における北海道でのみ生息する個体を使用した結果である。そのため、この結果が北海道に生息する種固有の性質によるものなのか、他種に共通して発現し得るものなのか、それを明らかにする確かな研究は行われていない。

このため本研究では、本州に生息するクロサンシ

ョウウオにおいても、オタマジャクシの捕食、幼生同士の共食いによって大顎化を発現する可能性があると仮定し、実験下においてクロサンショウウオ幼生の誘導攻撃形態を計測、さらに集団間で形態に差があるのかどうかを比較することで、クロサンショウウオの誘導攻撃の発現を明らかにすることを目的とした。

II. 調査地と調査方法

調査地は佐渡島の小佐渡地域と大佐渡地域、また福島県只見町を設定した。それぞれの調査地でクロサンショウウオの卵塊を5卵塊ずつ採取し、卵塊から孵化した個体を実験に使用した。

実験方法は、まずクロサンショウウオ幼生の密度の違いによる共食い実験として、孵化した個体を、1匹、5匹、20匹と個体密度を変えて、水槽

(380×230×250mm)に2Lのカルキ抜きをした水道水を入れ飼育し、3週間後の個体の体長、顎幅を計測した。次にヤマアカガエル幼生の捕食に対するクロサンショウウオ幼生の大顎化実験として、1匹の大顎化サンショウウオ個体に対し、ヤマアカガエル幼生50匹を5Lのカルキ抜きをした水道水を入れた水槽(380×230×250mm)に入れ飼育し、3週間後の個体の体長、顎幅を計測した。またコントロールとして共食いを行わなかったクロサンショウウオ1個体と50匹のヤマアカガエル幼生とで同様の実験を行った。

Ⅲ. 結果

クロサンショウウオ幼生の密度の違いによる共食い実験

三週間後の計測時に生き残った個体の生存率を表 1 に、その中で大顎表現型の出現率を表 2 にそれぞれまとめた。実験後に生き残った全個体 (N=263) の計測データを集計し、縦軸に体長、横軸に大顎表現型の指標である HWE/LHW をとって散布図を、そこから大顎表現型個体 (N=8) を選択した散布図をそれぞれ図 1 に示した。大顎表現型のみ選択した散布図で回帰分析を行った結果、体長 HWE/LHW に有意差はなかった ($p=0.31$)。また、「1 匹」(N=15)、「5 匹」(N=75)、「20 匹」(N=300) のデータから、HWE/LHW が大顎の基準を満たしたもの出現頻度をそれぞれ求め、図 2 に示した。大顎化個体出現頻度の処理区間差は、1 匹と 5 匹では有意差はなく ($p<0.05$)、1 匹と 20 匹、5 匹と 20 匹でそれぞれ有意差が見られた ($p=0.04$)。

表 1. クロサンショウウオ幼生の密度の違いによる共食い実験後の各水槽の生存率

	1匹水槽(%)	5匹水槽(%)	20匹水槽(%)
小佐渡①(採取地: a)	100	100	100
小佐渡②(採取地: a)	100	100	100
小佐渡③(採取地: b)	100	40	100
小佐渡④(採取地: c)	100	100	10
小佐渡⑤(採取地: c)	100	100	35
大佐渡①(採取地: d)	100	100	5
大佐渡②(採取地: e)	100	100	100
大佐渡③(採取地: e)	100	100	100
大佐渡④(採取地: f)	100	100	100
大佐渡⑤(採取地: f)	100	100	100
只見①(採取地: g)	100	100	10
只見②(採取地: h)	100	100	45
只見③(採取地: h)	100	100	70
只見④(採取地: h)	100	100	5
只見⑤(採取地: h)	100	100	10

表 2. クロサンショウウオ幼生の密度の違いによる共食い実験後の各水槽の大顎表現型出現率

	1匹水槽(%)	5匹水槽(%)	20匹水槽(%)
小佐渡①(採取地: a)	0	0	0
小佐渡②(採取地: a)	0	0	0
小佐渡③(採取地: b)	0	0	0
小佐渡④(採取地: c)	0	0	10
小佐渡⑤(採取地: c)	0	0	5
大佐渡①(採取地: d)	0	0	5
大佐渡②(採取地: e)	0	0	100
大佐渡③(採取地: e)	0	0	100
大佐渡④(採取地: f)	0	0	100
大佐渡⑤(採取地: f)	0	0	100
只見①(採取地: g)	0	0	10
只見②(採取地: h)	0	0	0
只見③(採取地: h)	0	0	0
只見④(採取地: h)	0	0	10
只見⑤(採取地: h)	0	0	5

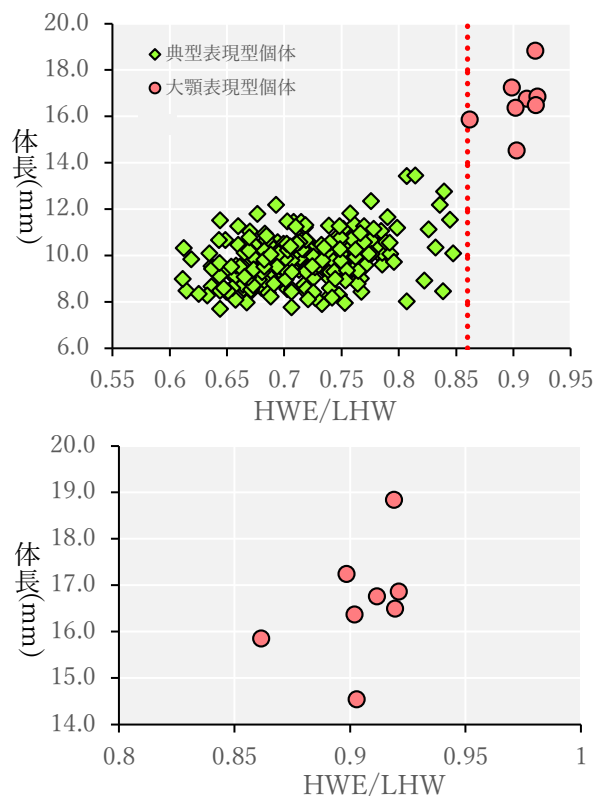


図 1. 生存個体に関する体長、大顎化率の散布図
緑ひし形は HWE/LHW が表現型基準である 0.86 以下の典型表現型個体 (N=255) を、赤丸は HWE/LHW が表現型基準である 0.86 以上の大顎表現型個体を表す (N=8)。点線は表現型基準である HWE/LHW が 0.86 を示している。

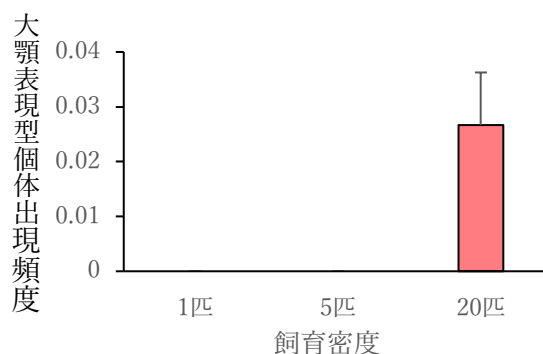


図 2. 飼育密度で変わる大顎表現型個体の出現頻度
実験処理区としては 1 匹、5 匹、20 匹を設定した。大顎表現型の出現頻度は、各水槽の実験前の個体数と実験後の大顎表現型の個体数との比で求め、その平均値をそれぞれグラフにしている。

ヤマアカガエル幼生の捕食に対するクロサンショウウオ幼生の大顎化実験

実験前後の大顎化個体 (N=8) の目の高さでの頭幅、体長を集計し、それぞれの変化を図3に示した。体長に関しては実験前 ($16.27 \pm 0.85SD$) より実験後 ($16.69 \pm 1.05SD$) のほうが大きくなり、目の高さでの頭幅に関しても実験前 ($9.48 \pm 0.49SD$) のより実験後 ($10.32 \pm 0.31SD$) のほうが大きくなる結果となった。



図3. ヤマアカガエル幼生の捕食に対するクロサンショウウオ幼生の大顎化実験における実験前後の目の高さでの頭幅、体長の変異
上グラフは実験前後の目の高さでの頭幅の変化、下グラフは実験前後の体長の変化を表している。赤グラフが実験前の測定数値、青グラフが実験後の測定数値を示す。

IV. 考察

密度変化に伴う大顎化の発現

クロサンショウウオ幼生の密度の違いによる共食い実験で「1匹」「5匹」「20匹」と密度を変えてその大顎化の定義を満たす個体の出現率を比較した結果、「1匹」「5匹」間には有意差が見られなかったが、「1匹」「20匹」、「5匹」「20匹」で有意差が見られた。これは大顎化の発現には個体密度が大きいかかわり、個体密度が高いほうが多くの共食いを行うことで大顎化は発現されていくことが言える。これはエゾサンショウウオにおいても同じであり (Kishida et al. 2015)、密度効果によって大顎化が変化していくことはエゾサンショウウオ、クロサンショウウオ共に見られる結果であることが示された。

他種の捕食における大顎の加速

ヤマアカガエル幼生の捕食に対するクロサンショウウオ幼生の大顎化実験の結果を見ると (図3)、下記グラフから大顎表現型個体 (N=8) はいずれもヤマアカガエル幼生の捕食によって目の高さでの頭幅、体長のどちらも増加している。これはエゾサンショウウオと同じ表現方法であり (Kishida and Nishimura 2004)、共食いを行った個体は他種の捕食によってさらに頭幅の増幅を加速していると考えられる。この結果は表現型可塑性のそれであり、誘導攻撃が必要な環境、共食い時では大顎化が行われ、さらに他種の捕食ではこの形質が加速していくのだと考えることができる。

クロサンショウウオの共食いにおける大顎化

今回の研究ではクロサンショウウオが Kishida and Nishimura (2004) で行われているエゾサンショウウオの例と同様に同種間の共食いや誘導攻撃の結果として大顎化を発現するのかを研究してきたが、クロサンショウウオでも共食いの結果、大顎化が発現と言える。共食いについては、表1のクロサンショウウオ幼生の密度の違いによる共食い実験後

の各卵塊の生存率を見ると 5 匹水槽の中で 1 つ、20 匹水槽の中で 7 つの水槽で変異が起こっている。これは共食いが行われたことによる個体数の減少と考えられ、このことがクロサンショウウオの共食いを行うことを裏付けている。死亡したことによって生存数に変異が起こったのではないかという考え方もできるが、今回の実験において死亡した個体は確認されておらず、そのため生存数の減少のすべてが共食いによって起こったものであることが言える。大顎化に関しては、エゾサンショウウオの実験で用いられている大顎表現型の定義を満たす個体がクロサンショウウオにも現れている。また、それらの個体は体長と大顎化率の相関は見られず ($p=0.31$)、成長によって顎が大きくなっているのではなく表現型可塑性として顎を大きくしているのだとすることができる。これらの結果は先行研究で行われているエゾサンショウウオの共食い、大顎化と同じである (Kishida and Nishimura 2004)。しかし、共食いを行うことで発現する大顎表現型の頻度としてみるとクロサンショウウオ 40 匹に 1 匹の割合で大顎表現型まで共食いを起こし成長するのに対し、エゾサンショウウオは 10 匹に 1 匹の割合で大顎表現型になる (Michimae and Wakahara 2007)。これはエゾサンショウウオがクロサンショウウオよりも獰猛であり、より共食いを行うためだと考えることができる。これはエゾサンショウウオが生息する北海道の環境が大きく関係すると思われる。北海道は亜寒帯に属し、餌となる生物の種数は限られてくる。そのため同種の共食いや同じ生息地にすむエゾアカガエルの捕食を軸にして成長し、結果として大顎化の発現が多いのではないかと考える。一方クロサンショウウオが生息する本土並びに佐渡島は餌となる生物の種数が多く、大顎化を行わなければオタマジャクシを捕食し餌を確保することができないという環境ではないため、大顎化の発現がエゾサンショウウオに比べ少なくなるのではないかと考える。

今回の実験ではクロサンショウウオの表現型可塑性が明らかになった反面、その発現量の違いに疑問

を残す結果になった。この違いが本当に地域差によるものなのか、それとも生活空間によって異なってくるのか、今後の研究では実験下だけではなく環境下でもこれらの違いを検証していきたいと考えている。

ブナの開葉日はなぜ異なる？ —ブナ林内・個体内の葉群高および光環境との関係

西坂 志帆(横浜国立大学大学院・環境情報学府), 酒井 暁子(横浜国立大学大学院・環境情報研究院)

I. はじめに

開葉時期は光獲得戦略における重要な要素であり、年間を通じた個体の生産性を高めるように調節される。これまで群落内の同種個体間の開葉日について、下層木は上層からの被陰回避のため早く開葉することや逆に多雪地では開葉が遅れることが報告されている。しかし個体内の開葉時期の変化に着目した研究は少ない。ブナの優占度が高い多雪地のブナ林では、同様な性質を持つ葉群間に競争が生じていると考えられる。そのような環境では、個体間・個体内の葉群高の違いによる開葉時期の変化に適応的意義があることが示唆される。

また、多雪地のブナ林のブナ稚樹の多くは残雪によって開葉が遅れ、さらに1年を通じて被陰下で生育するため光獲得において不利な状況にある。よって、ブナ稚樹は暗い環境に位置する葉群ほど早く開葉することで、個体の光獲得量を増やしていると予想される。

以上をふまえ、本研究では、多雪地のブナ林で、群落内・個体内の相対高と開葉日の関係、稚樹における光環境と開葉日の関係を明らかにすることを目的とした。

II. 調査地と調査方法

1. 調査地

調査は、只見町の下福井ブナ水源林(594.5本/ha)と檜戸ブナ二次林(898.0本/ha)で行った。

2. 調査方法

2-a. 開葉フェノロジー

観察個体数を表1に示す。2017-2019年の4月から5月の開葉時期に観察を行った。休眠状態の冬芽から完全に葉が展開するまでの過程の7段階を開葉ランクとした。各個体を上部・下部に分け、開葉ランクに当てはまるシュートの割合を10%単位で記録した。

各観察個体の上部、下部で「各開葉ランク×シュートの割合」が4に達した日を開葉日とした。また、以下に従い相対高を求めた。各観察個体の樹高、枝下高、樹冠中央高から、上部、下部の中央の高さである上(下)部中央高を算出し、「群落内の相対葉群高=上(下)部中央高/群落高」「群落内の相対樹高=樹高/群落高」, 「個体内の相対葉群高=上(下)部中央高/樹高」の3つの相対高を求めた。開葉日と群落内の相対葉群高について、各年、各調査地で折れ線回帰モデルを用いて閾値を推定

し、樹冠上(下)部中央高<閾値を雪の影響がある葉群、閾値<樹冠上(下)部中央高を雪の影響がない葉群とした。雪の影響の有無それぞれで、調査地ごとに3年間のデータをまとめて解析した。

2-b. 光環境

2019年の春(5/5,6)と夏(9/4,5)に、樹高1m以下の個体の頂部、樹高1-4mの個体の頂部と最下部で照度を測定し、全天環境の照度との相対値として記録した。春の照度を測定したのは全観察個体が開葉を終えた時である。樹冠全体に雪の影響を受けた個体(閾値<樹高)を対象として解析した。

III. 結果

両調査地において2017年と2018年、2018年と2019年の開葉日には有意な正の相関があり、各ブナ林内で概ね同様な順番で開葉していた。

折れ線回帰モデルの閾値は、下福井の2019年、檜戸の2017, 2018, 2019年それぞれで、5.7m, 5.1m, 4.3m, 2.8mであり、この高さで雪の影響の有無を分けた。4m以下の個体を調査対象にしていない下福井の2017, 2018年は全ての観察個体を雪の影響無とした。

1. 開葉日と個体間・個体内の相対葉群高との関係

雪の影響がある葉群において、下福井では樹高と個体内の葉群高の違いによる開葉日の変化はなかった(表2a)。檜戸では、樹高と個体内の葉群高のそれぞれが低いほど開葉が遅れた(図1, 表2c)。また樹高が高い個体ほど、個体内の低い位置の開葉の遅れが顕著だった。

雪の影響がない葉群において、両調査地で樹高が高いほど遅く開葉した(表2b, d)。また、下福井では樹高が低い個体は樹冠上部から、高い個体は樹冠下部から開葉する傾向があった。一方、檜戸では個体内の低い葉群ほど遅く開葉した。

2. 開葉日と照度・葉形質との関係

両調査地で春の相対照度が低い葉群ほど開葉が早かった(表3, 下福井:図2)。しかし、夏の相対照度が低い葉群ほど早く開葉したのは下福井だけであった。

IV. 考察

両調査地で確認された3年間の開葉時期の反復性は、樹冠の上部・下部レベルにおける最適な開葉時期が存

在し、群落内の相対的な開葉順に適応的意義があることを示唆する。

雪の影響を受けない葉群では、先行研究で報告されたように下層個体が上層個体よりも早く開葉した。これにより時間的に上層からの被陰を回避し春における光獲得量を増やしていると考えられる。また、個体内で一斉に開葉し短期間に光獲得のためのスペースを確保する個体がみられた一方で、個体内の開葉日の変化も確認された。樹木密度が低い下福井の高木は、1年を通じて良好な光環境で生育しており、樹冠下部の早い開葉は自己被陰の回避に寄与すると考えられる。一方で、下福井の小さい個体や樹木密度が高い檜戸の個体は、周囲や上層の個体に被陰されやすい。それらは他個体に被陰される前に、個体間・個体内で被陰されにくい樹冠上部で先に光獲得を始めることで、個体全体の光獲得量を増やしていると考えられる。

雪の影響を受ける葉群では、融雪に伴い埋雪された個体のうち大きな個体から立ち上がり、個体の上部から開葉に必要な気温の上昇や光を感知すると考えられるため、樹高と個体内の葉群高が開葉日に影響すると推測される。2019年は雪が少なく、冬から春にかけて温暖であった。下福井の雪の影響がある葉群は2019年の開葉日のみを解析したため、高さの開葉日の関係は有意でなかったと考えられる。

多雪地のブナ稚樹は寡雪地よりも柵状組織の発達に制限があり、葉が薄く、強光阻害を受けやすいと言われている。群落全体でみると上層葉群の開葉後に稚樹が開葉することで、直射日光から稚樹の葉が守られる。そして、雪の影響を受ける稚樹間においては、暗い葉群ほど早く開葉することで春の光獲得量を増やし、夏の光量不足を補っていると考えられる。また、ブナの開葉後も他種や林床の草本植物の開葉により、夏までに群落下層の照度は低下する。さらに開葉直後は、葉は被食などのダメージが少なく、光合成能力が高いと言われている。よって、夏よりも春の照度と開葉日の関係が強いことは、他の植物に先立って開葉する春の光獲得が、ブナ林で生育するブナ稚樹にとって重要であることを示唆する。

表1 観察個体数

	下福井		檜戸	
	2017-2018	2019	2017-2018	2019
高木20m<	38	38	34	34
亜高木4-20m	17	17	43	43
低木Ⅰ1-4m	0	13	22	19
低木Ⅱ<1m	0	18	0	26

表2 開葉日に対する樹高と個体内の葉群高の複合効果
変数が正の場合は高さの増加と共に開葉日が遅く、
負の場合は高さの増加と共に開葉日が早くなる

開葉日	下福井		檜戸	
	a.雪有	b.雪無	c.雪有	d.雪無
Intercept	0.725***	0.850***	1.679***	1.164***
群落内の相対樹高	-1.274 ^{ns}	0.523*	-3.547***	0.556***
個体内の相対葉群高	-0.296 ^{ns}	0.090 ^{ns}	-0.879***	-0.333*
交互作用	-0.864 ^{ns}	1.476*	-6.894***	-0.541 ^{ns}
個体の斜面上の位置	-0.026 ^{ns}	-0.012*	—	—

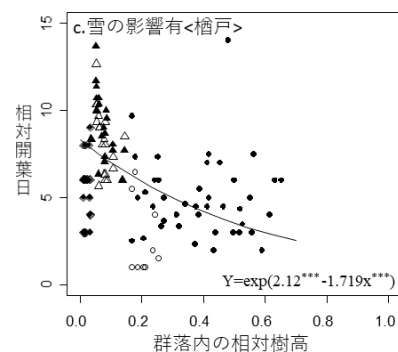


図1 檜戸の樹高と開葉日の関係

相対開葉日は各調査地・各年で最初に開葉した日を0としたものである。3年間の開葉日の平均値をプロットした。

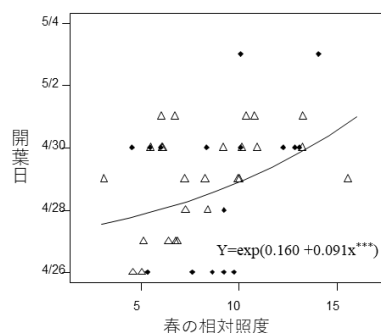
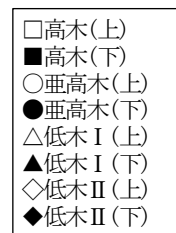
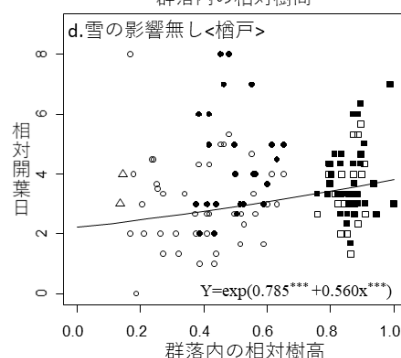


図2 下福井の春の相対照度と開葉日の関係



表3 開葉日に対する照度の影響

変数が正の場合は照度の増加と共に開葉日が遅くなる

開葉日	下福井	檜戸	開葉日	下福井	檜戸
Intercept	0.737*	1.572***	Intercept	1.424***	2.055***
春の相対照度	0.127***	0.035**	夏の相対照度	0.120*	-0.038 ^{ns}
測定高	-0.141 ^{ns}	-0.142***	測定高	-0.189 ^{ns}	-0.059 ^{ns}
個体の斜面上の位置	-0.040**	—	個体の斜面上の位置	-0.041*	—

*** p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, + p<0.1, ns:有意ではない

只見町産植物における機能性（抗酸化活性・消化酵素阻害活性）評価

茨城キリスト教大学 生活科学部食物健康科学科 目黒周作 桑原隆明

I. はじめに

近年、肥満や糖尿病などのいわゆる生活習慣病が増加し続け、社会的な問題となっている。一方で食品中に含有する機能性成分の活用が生活習慣病の予防に期待されている。特に食後の急激な血糖値の上昇抑制には糖質消化酵素阻害物質が有効であるとされており、また、生体内における活性酸素の除去には抗酸化性をもつポリフェノール類の効果が期待されている。

そこで、本研究では只見町産植物において機能性スクリーニングを行った結果、高い α -グルコシダーゼ阻害活性・ α -アミラーゼ阻害活性およびDPPH ラジカル消去活性を示した植物について、その成分の精製・単離を行うことを目的とした。また、培養細胞を用いた抗酸化活性を検討した。

II. 調査方法

1-a 成分抽出と精製

採取したヤマグワ、コチャルメルソウ、フキ（葉部）及びフキ（葉柄）は $-30\sim-80^{\circ}\text{C}$ で予備凍結後、凍結乾燥機にて48～72 h程度乾燥させ、ミルサーにて粉砕した。粉砕物10gに50%エタノールを1 L加え、室温で4日間抽出を行った。その後、ろ過を行い、ロータリエバポレーターで濃縮乾固した。この各種乾固物をDiaion HP-20（長さ400mm $\times$ 50mm, Mitsubishi Chemical Corporation Tokyo, Japan）を用いたカラムクロマトグラフィーに供し、蒸留水6L、次いで各濃度のメタノール（20～100%）6Lで溶出した。その後、アセトン3Lで溶出し、各溶出画分を減圧濃縮し、乾固物を得た。TLCによる分画ではMerck製のSlicagel 60 F₂₅₄1.0554.0001を用い、発色にはDPPH及び硫酸を用いた。また、フキ（葉部）Fr.4画分においては乾固物50mgを60%メタノールに溶解し、Sephadex LH-20（長さ400mm $\times$ 50mm, GE Healthcare, Sweden）を用いたカラムクロマトグラフィーに供し、流速0.5ml/minになるように設定し、フラクションコレクターに5mlずつ回収した。移動相にはメタノールを用いた。

1-b LC/MSによる分析

ヤマグワ抽出物 Fr.1 については活性成分の検討のため、Agilent 1100 シリーズ LC/MS を用いて質量分析を行った。カラムは Wakopak Wakosil 5NH₂（4.0 $\times$ 150mm）を使用した。移動相には、アセトニトリル：H₂O：ギ酸＝65：35：0.1（V：V：V）を使用し、流速は0.6ml/minとした。質量分析機は、イオン化モードAPI-ES、SIMモード、 $m/z=163.2$ において検出した。

1-c 消化酵素阻害活性

消化酵素は豚膵臓パンクレアチン由来アミラーゼ、ラット小腸由来 α -グルコシダーゼを用いて阻害活性試験に供した。消化酵素液、試料抽出液を基質と混合し、反応後はそれぞれ比色法等を用いて測定した。

1-d DPPH ラジカル消去活性

各試料抽出液とDPPH溶液を混合し、分光光度計にて520nmにおける吸光度を測定した。

1- 培養細胞を用いた抗酸化活性の検討

1) 細胞培養

豚心臓大動脈由来血管内皮細胞（VECs）は、100U/ml ペニシリンおよび100 $\mu\text{g/ml}$ ストレプトマイシンが添加された10%FBSを含むDMEMを使用して37 $^{\circ}\text{C}$ 、5%CO₂の条件下で培養した。

2) 抗酸化活性試験

試験には継代回数8～9のVECsを使用した。細胞は24wellプレート（Thermo Fisher Scientific）に細胞数を $5\times 10^4/300\mu\text{l}$ になるように播種し、7時間後に1%FBSでスターベーションした。その17時間後に、終濃度が0.2%になるように、サンプル抽出液を1%FBS培地で希釈し、添加した。24時間後に過酸化水素H₂O₂を添加した。さらに、24時間後細胞を回収し、細胞数をカウントした。

III. 結果

Diaion HP-20 カラムクロマトグラフィーに供した結果、ヤマグワにおいては、Fr.1（20%メタノール画分）に α -グルコシダーゼ阻害活性が認められた（図1）。フキ（葉部）においては、Fr.4（60%メタノール画分）に最も高い α -グルコシダーゼ阻害活性が認められた（図2）。コチャルメルソウについては、Fr.3（40%メタノール画分）及びFr.4（60%メタノール画分）に高いアミラーゼ阻害活性が認められた（図3）。また、DPPHラジカル消去活性においては、Fr.2（20%メタノール画分）、Fr.3（40%メタノール画分）及びFr.4（60%メタノール画分）に高い活性が認められた（図4）。TLCによる分画では、ヤマグワにおいて、1-デオキシノジリマイシン（DNJ）と考えられるスポットにおいて高い α -グルコシダーゼ阻害活性が示され、LC/MSを用いた質量分析の結果、DNJ標準物質とリテンションタイムが一致した。フキ（葉部）Fr.4においてTLCに供した結果、スポットが3点確認された。3点のスポットの表面をはがし取り、抽出を行い、阻害活性試験を行ったところ、Rf値が最も高いスポットに最も高い α -グルコシダーゼ阻害活性が示された。フキ（葉部）Fr.4はLH-20

カラムクロマトグラフィーに供し、溶出液を 280 個のフラクションに分画したところ、前半部分(第 1～50 画分)に、最も高い活性をもつスポットの Rf 値と近似したスポットが確認された。VECs を用いた抗酸化活性試験では、フキ(葉柄)抽出液において抗酸化活性が示された(図 5)。

IV. 考察

ヤマグワについては、Fr. 1(20%メタノール画分)に α -グルコシダーゼ阻害活性が認められ、その後 TLC 及び LC/MS を用いた分析の結果、活性スポットには DNJ が含有していることが示唆された。つまり、ヤマグワの α -グルコシダーゼ阻害活性の主成分は DNJ であることが考えられる。

フキについては、Fr. 4(60%メタノール画分)に最も高い α -グルコシダーゼ阻害活性が認められ、部分的に精製がされた。TLC による分画では、Rf 値が最も高いスポットに、高い α -グルコシダーゼ阻害活性が示され、LH-20 カラムクロマトグラフィーによる分離では、回収したフラクションの前半部分に、Rf 値が最も近似したスポットが確認された。フキについては、フキノール酸等のポリフェノール類について、機能性が報告されており、 α -グルコシダーゼ阻害活性についてもフキノール酸等の関与が考えられる。フキにおける α -グルコシダーゼ阻害活性の報告は初めてであると考えられる。

コチャルメルソウにおいては、Diaion HP-20 カラムクロマトグラフィーにより、抗酸化活性成分は Fr. 2～4 に部分的に精製された。また、アミラーゼ阻害活性成分においては、Fr. 3 及び Fr. 4 に部分的に精製された。コチャルメルソウの活性物質としては、カラムの性質上、共役二重結合を持つポリフェノール類の関与が考えられるが、含有しているポリフェノール類についての既報がないことから、今後、LC-MS 等を用いて、ポリフェノール類の標準物質を使用した分析を行う必要があると考えられる。コチャルメルソウの機能性(抗酸化活性・アミラーゼ阻害活性)については学術的な報告は今回が初めてであると考えられる。

VECs を用いた抗酸化活性試験では、フキ(葉柄)抽出液において、抗酸化酵素の誘導を介した抗酸化活性が示された。今後、どのような抗酸化酵素の発現を上昇させているのか、ウエスタンブロッティング等を用いた生化学的な検討を行う予定である。

各種クロマトグラフィーに供した結果、ヤマグワ、フキ(葉部)、コチャルメルソウにおいて部分的もしくは単一的に分離・精製がされた。また、フキ(葉柄)においては、VECs の抗酸化酵素の発現を介した抗酸化活性が認められた。

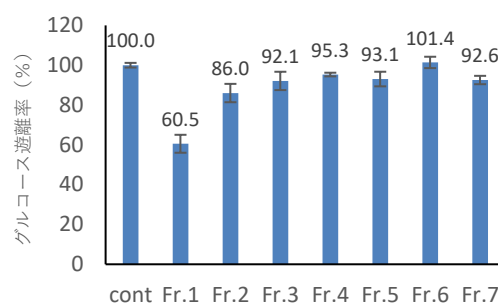


図 1. HP-20 カラムクロマトグラフィーにおけるヤマグワ各溶出画分の α -グルコシダーゼ阻害活性

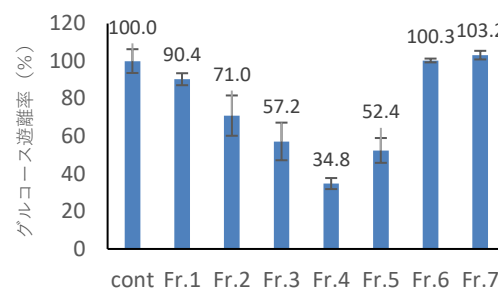


図 2. HP-20 カラムクロマトグラフィーにおけるフキ各溶出画分の α -グルコシダーゼ阻害活性

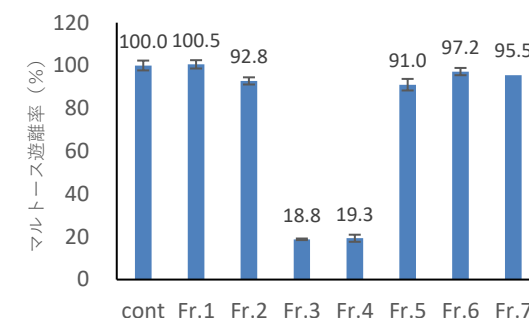


図 3. HP-20 カラムクロマトグラフィーにおけるコチャルメルソウ各溶出画分のアミラーゼ阻害活性

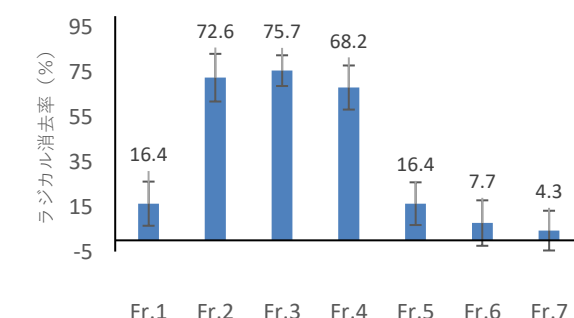


図 4. HP-20 カラムクロマトグラフィーにおけるコチャルメルソウ各溶出画分の DPPH ラジカル消去活性

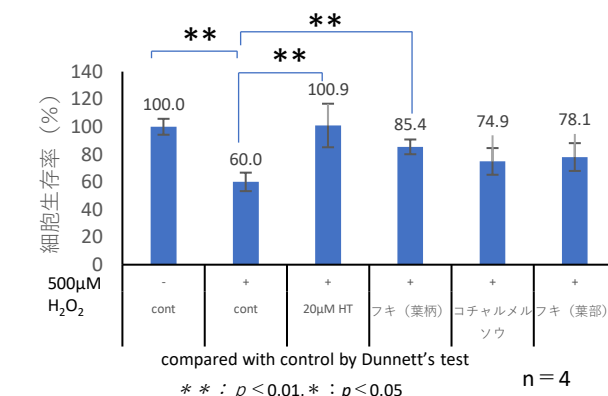


図 5. VECs における各試料抽出液の抗酸化活性

ゲノム分析による只見町ブナ個体群の個体数変化推定

阪口翔太（京都大学大学院 地球環境学堂）

I. はじめに

ブナは日本列島に固有の樹木であり、とくに多雪地帯の冷温帯域ではブナが優勢な森林を形成する。その理由としては稚樹段階での耐陰性が高いことに加えて、雪圧への耐性が強く多雪地帯では他種を圧倒する競争力を持つことにある。歴史的にみればそのことは明らかで、最終氷期の寒冷で乾燥した気候条件下では日本海側のブナ林は衰退し、海岸沿いに小規模に点在する程度の分布しかなかったと考えられている。つまりブナが広域で優占する林分は、第四紀後期の温暖期に多雪環境が形成される時期にだけ見られる景観であるといえる。さらに古い歴史をたどると、日本で現生のブナに続くと考えられる化石は中新世後期より出土してくる。しかしその産出量は少なく、第四紀後期の間氷期にブナ林が発達してくるまでに、ブナの分布量がどのように変化してきたのは明らかでない。

そこで本研究では、たった1個体の生物のゲノム情報から、過去数万年～数千万年間の個体数の増減を推定できる分析手法（PSMC法）に着目し、それを只見町産のブナに適用することでブナの歴史的な個体数変化を明らかにすることを目的とした。

II. 調査地と調査方法

只見町田子倉に自生するブナから1枚の葉を採取し、そこに含まれるDNA塩基配列を網羅的に解読した。同様のゲノムデータを北海道と京都府産のブナについても取得し、さらに比較のためヨーロッパブナのゲノムデータを公開データベースからダウンロードした。収集したゲノムデータは、ヨーロッパブナのゲノム参照配列に基づいて整理を行い、そこから遺伝的多型情報を抽出した。この多型情報をPSMC法で分

析することで、ブナおよびヨーロッパブナの個体数変化の傾向を推定した。

III. 結果

只見町産のブナのゲノム情報から、約50万年～数千万年前の期間におけるブナ個体数の変化を推定することができた。まず第四紀が始まる約200～300万年前をピークに、ブナの個体数（遺伝的な個体数）は約9万個体から6万個体に減少したことが示された。さらに時代を遡ると、500～1000万年前に個体数が一度だけ減少していた。この人口動態パターンは、日本列島の他地域のブナとも一致していた。一方のヨーロッパブナでは、中新世後期より個体数が単調に減少していた。

IV. 考察

生物の遺伝的個体数は、実際に観察される個体数が減少した時期の影響を強く受ける。この原則から考えると、只見町のブナゲノムから推定された最近（約200～300万年前以降）の個体数減少は、第四紀の乾燥した氷河期気候が繰り返し日本列島を襲ったことと関係している可能性がある。一方の500～1000万年前の個体数の減少については、当時のブナ化石の産出量が乏しい事実と符合しており、中新世に祖先種からブナが種分化した後に列島内でブナが細々と生き延びていたことを示しているのかもしれない。

V. 図表

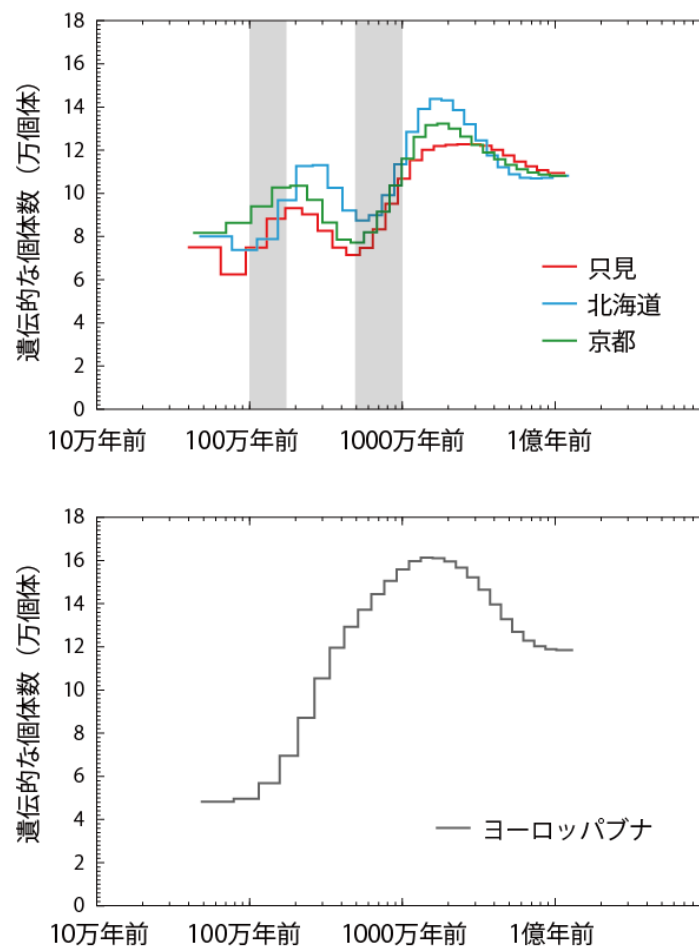


図1. ゲノム分析によって推定したブナ属植物の歴史的な個体数変動パターン. 上段に日本列島のブナ (赤線: 只見町産, 緑線: 北海道産, 青線: 京都府産), 下段にヨーロッパブナの推定結果を示している. ブナの個体数が減少した時期は, 灰色の網掛けで示している.

只見町に伝わる生物資源利用に関する伝統的生態学的知識の保全と活用

小柳知代（東京学芸大学）、松浦俊也、古川拓哉、小山明日香（森林総合研究所）

I. はじめに

自然の恵み（生態系サービス）を持続的に享受するために、農山村の住民は、地域ごとの自然環境と伝統的な生活文化を結びつける生態学的知識（地域知）を培ってきた。しかし、経済発展に伴う生活様式や自然利用の変化、都市部への人口流出などにより、地域知は消失の危機にある。とりわけ高度成長期前の自然資源利用が未だ盛んだった頃に 10 代後半から成人を迎えた戦前・戦中生まれと、それ以降の世代で地域知のギャップは大きく¹⁾、このままでは今後 20 年程度で各地の農山村の地域知が失われる恐れがある。電源開発に伴う一時的な人口増を挟みつつも、昭和 30 年代という比較的早い段階から人口減少が続く只見町も例外ではなく、農地や林地に対する働きかけの消失とともに地域知の多くが失われつつある。

地域知は様々な自然の恵みを引き出す糸口であり、地域知の多様性の保全と活用は将来世代が自然環境の豊かさを享受する際の選択肢の確保や拡大に直結する。そのため、世代間での地域知の消失の実態を明らかにし、その保全と活用に向けた今後の自然環境との関わりのあり方の提案が急務である。

本研究の目的は以下 2 つである。まず、①只見町で蓄積されてきた既存の民俗や生物相の調査成果をもとに生物資源利用の多様性の全体像を捉えるデータベースを構築する。さらに、②只見町内の複数集落での聞き取り調査から地域ごとの生物資源利用の特徴を捉え、その変化を示す年表を作成する。

II. 調査地と調査方法

調査地は、福島県南会津郡只見町とし、1960 年代後半の合併以前の 3 つの旧村に相当する、

明和、朝日、只見の 3 地区それぞれで調査を実施した。

①生物資源利用に関するデータベースの作成

只見町ではこれまで、民俗学や生物学に基づく様々な調査が実施されてきた^{2), 3)}。地域資料（郷土史）の中でも、地域ごとの文化的特徴と併せて、様々な生物資源利用の情報が記されている^{4), 5)}。これら既存の資料や調査結果を網羅的に収集し、地域住民に利用されてきた生物資源（植物、きのこ類、哺乳類等）のデータベースを構築した。データベースでは、対象種ごとに、主な生息地、利用目的と方法、利用部位等の項目に分けて整理・集約した。

②生物資源利用の特徴と変化の把握

各地区でキーインフォーマントとなりうる 60 代後半～80 代後半の年長者の方々（明和、朝日、只見地区でそれぞれ 2、5、3 名）に、集落内での生物資源利用の聞き取り調査を行った。対象とした資源生物は、データベースで抽出されたものを中心に、地域ごとに利用がみられたものを適宜加え、1940 年代以降の利用変化を聞き取った。

III. 結果と考察

①生物資源利用に関するデータベースの作成

各種の既存資料から、只見町で利用のみられた資源植物が計 86 種（山菜 45 種、木の実 28 種、薬草 18 種、重複種を含む）が抽出された。また、山野から得られる野生動物 10 種とキノコ 27 種（+1 分類群）、川から得られる魚類や貝類が 10 種（聞き取り調査で記録した 7 種を含む）記録できた。総計、133 種と 1 分類群にわたる野生生物資源の利用に関する地域知が只見町で整理できた。

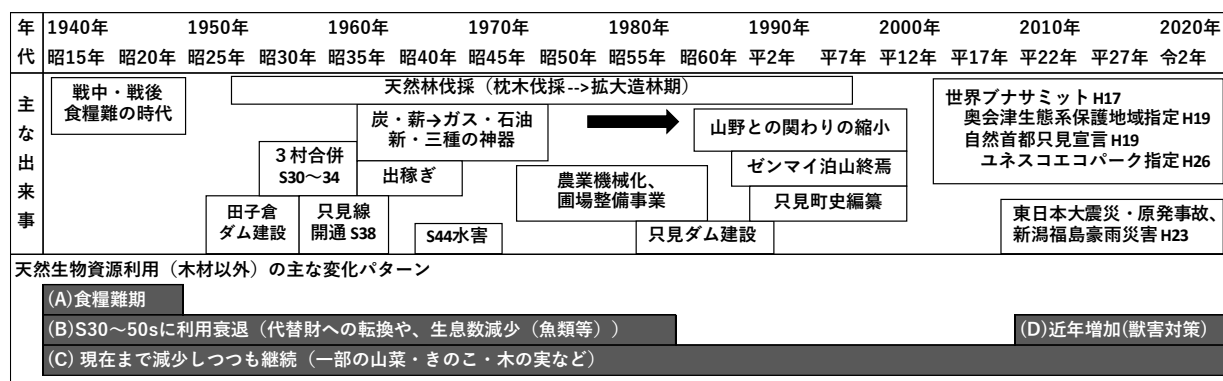


図1 只見町的主要出来事と生物資源利用の主な変化パターン

②生物資源利用の特徴と変化の把握

聞き取り調査結果を踏まえて、1940年代以降の只見町の主な出来事と自然との関わりの変化、および生物資源利用の主な変化パターンを図1にまとめた。主な変化パターンは4つに分けられた（A～D）。資源植物（山菜・木の実）は、主に食糧難の戦中・戦後（1940年代）にのみ利用が見られた種グループ（A）がある一方、自然との関わりが大きく変化した現代まで利用の続く種グループ（C）もみられた。しかし、大半の資源植物が、高度経済成長を経て生活スタイルが大きく変化した1960年代から1980年代に代替財に移行し利用されなくなっていた（B）。魚類や貝類は、1950年代からのダム建設による河川の分断に加え、高度成長期以降の農薬利用や圃場整備により生物種や生息地が失われて利用されなくなっていた（B）。野生動物は、1980年代までは毛皮や熊の胆等の販売目的で猟を行う人がいたが、毛皮の販売不振で利用が大幅に減り、2000年代以降は増大する鳥獣害に対する駆除目的の猟が中心となった（D）。

只見町に伝わる地域知の消失の背景には、以下の3つの主要因が挙げられた。①高度成長期以降の生活スタイル変化で、多くの生物資源の利用が代替財に置き換わった、②ダム建設や圃場整備などの開発行為で、生物の生息地や種分布自体が縮小した、③山野の利用低下で集落周辺の植生遷移が進む一方、山や森との日常的な関わりが薄れていった。その一方で、量を採れ

たり季節の味覚として価値のある山菜・きのこや、かご細工のように、現在まで続く地域知や、かつては食用とされなかったものの他地域から利用法を聞いて広まった地域知もみられた。今後は、こうした知識の継承や、それを支える交流の特徴に着目し、失われゆく地域知の現代的な価値の再発見や、年中行事や教育現場での継承の可能性を具体的に検討していきたい。

謝辞：

本研究は、令和元年度「自然首都・只見」学術調査研究助成による支援のもとで実施されました。聞き取り調査にご協力いただいた只見町の皆さま、特に調査対象者を紹介いただき様々な場面でご尽力いただいた渡部和子氏に、心より御礼申し上げます。

引用文献：

- 1) 小柳知代・米澤健一（2015）伝統知に基づく多様な生物資源利用とその変遷—新潟県十日町市に位置する中山間集落を事例に—。環境教育学研究 24, 3-14
- 2) 只見町（1997）只見町史資料集第4集「会津只見の自然・植物編」。只見町史編さん委員会編，pp.174
- 3) 松浦俊也ほか（2013）山菜・キノコ採りがもたらす生態系サービスの評価：福島県只見町を事例に。森林計画学会誌 47(2), 55-81
- 4) 只見町（1992）只見町史第3巻「民俗編」。只見町史編さん委員会編，pp.1049
- 5) 只見町（2002）只見町史資料集第5集「会津只見の方言」。只見町史編さん委員会編，pp.280

只見町に自生するトキソウの遺伝的多様性の評価と保全

長尾賢治・南山泰宏（京都教育大学）

I. はじめに

トキソウは東アジアの日当たりのよい酸性湿地帯に生息するラン科トキソウ属の多年草であり、只見町では町指定の保護種に指定されている。只見町の天然記念物に指定されている大曾根湿原は多くの希少な湿生植物の生息場所となっており（菊地ら, 2019）、トキソウも自生しているが、湿地環境の変化や盗採等により現在は絶滅に近い状態になっている。一般的に一度個体数が減少した個体群では、その後に埋土種子や栄養繁殖器官から再生したとしても、ボトルネック効果により遺伝的多様性が低下し、絶滅リスクが高まっている可能性がある。赤尾・南山（2018）は、近畿地方の湧水湿地において、遺伝的多様性が大きく低下したトキソウの集団を報告しており、そのような湿地に自生するトキソウの保全においては、湿地の環境を整備するとともに、残存する個体の遺伝的特性に基づいた再生が望まれる。

本研究では、赤尾ら（2018）が開発した 遺伝子マーカー（以下、SSR マーカーとする）を用いて、只見町内の複数の湿地に自生するトキソウの集団について、遺伝的多様性を評価し、近畿地方や北海道の湿地に自生するトキソウ集団と比較を行うことで、保全の緊急性を検討した。さらに、個体数の減少がみられる大曾根湿原のトキソウについては、自然受粉したさく果を採取し、無菌播種法による系統の維持について検討した。

II. 調査地と調査方法

植物材料

2019 年 7 月 6、7 日に大谷地、ごんざえもん谷地（仮称）およびスサキ沼の湿地に自生する

トキソウの葉（葉先 3 cm 程度）を採取した。採取した葉は 1 試料ずつポリエチレン袋に入れ、DNA の抽出を行うまで -85°C の低温フリーザーで冷凍保存した。大曾根湿原については、8 月 28 日に葉の採取と合わせ自然受粉により着果したさく果を採取し、DNA 解析と無菌播種に供試した。

トキソウの DNA 解析

採取した葉を液体窒素で凍結・粉碎し、CTAB 法により DNA を抽出した。DNA 解析には、赤尾ら（2018）が開発した SSR マーカーのうち特に有効性の高い 8 マーカーを用いて、シーケンサーにより遺伝子型を判定した。8 マーカーの有効対立遺伝子数(N_e)、ヘテロ接合度の観察値(H_o)および期待値(H_e)は、解析ソフト GenAlEx6.5 (Peakall and Smouse, 2012) を用いて算出した。さらに、集団間での遺伝的分化の程度を明らかにするため、全ジェネットの遺伝距離 (Nei *et al.*, 1983) に基づいて主座標分析を行った。

トキソウの無菌播種

無菌播種には、基本培地を無機塩類とビタミン類の濃度を 1/2 にした MS 培地とし、ショ糖 $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ とゲルライト $4\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ を添加し、 $\text{pH}5.8$ に調整した培地を用いた。トキソウのさく果を 70%のエタノールに浸漬し、火炎殺菌した後、滅菌シャーレ内で切断し、綿棒を用いて種子を培地上に置床した。無菌播種した培地は、温度 25°C 、光量子束密度 $35\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ （白色蛍光灯）、16 時間日長の恒温室内に静置した。

III. 結果および考察

遺伝的多様性の評価

大谷地とごんざえもん谷地（仮称）では、小規模の湿地にもかかわらず 100 個体以上の花が

開花していたが、スサキ沼と大曾根湿原では花を持たない葉のみの個体も含めて十数個体程度しかトキソウを観察できなかった。また、大曾根湿原のトキソウは、調査日には開花の最盛期を過ぎており、さく果を付けた個体も認められた。葉の採取は、同一地下茎からの採取を避けるため、2 m 以上離れた個体から行い、4 カ所の湿地から計 84 試料を供試して、8 種類の SSR マーカーの遺伝子型を判定した。その結果、供試した試料のうち、大曾根湿原から採取した 11 試料は全て異なるジェネットとして判別されたが、その他の湿地から採取した試料については、約 30% 程度で同じジェネットが含まれていた(表)。

只見町の各湿地の集団内で検出された 8 マーカーの有効対立遺伝子数 (Ne) は、スサキ沼で 2.003 と最も低くかったが、その他の 3 カ所の湿地では 3.052 から 3.509 と、北海道の大規模な湿原の 5.946 には至らないものの、近畿地方の湧水湿地の 3.465 と同程度であった。また、ヘテロ接合度の期待値 (He) も、スサキ沼を除く只見町の 3 カ所の湿地の値は、北海道の湿原の 0.785 より低い値であったが、近畿地方の湧水湿地の 0.686 と同程度であった。最も低かったスサキ沼においても、近畿地方で遺伝的多様性が低かった湿地の 0.333 より高い値となった。以上のことから、スサキ沼のような極めて小面積の集団を除けば、個体数の減少が見られた大曾根湿原も含めて只見町の湿地に自生するトキソウの遺伝的多様性のレベルは中程度と考えられた。

他方、只見町の 4 カ所の湿地に自生するトキソウ集団間の遺伝的な分化の程度を調べるため、全 61 ジェネットを用いて遺伝距離に基づく主座標分析を行った。その結果、各集団のジェネットはまとまったクラスターを形成し、特に湿地間の距離が離れた大谷地とごんざえもん谷地(仮称)の集団間で遺伝的に分化している様子が認められた。しかし、同程度距離が離れた大曾根湿原とごんざえもん谷地(仮称)の集団間では明瞭な遺伝的分化は示されなかった。今後は適応的な形質に遺伝的な違いがないか検討する必要がある。

大曾根湿原のさく果の無菌播種

自然受粉した 4 個のさく果を無菌播種に供試したところ、2 個のさく果から種子が発芽したが、プロトコームの形成にまで至らずに生育を停止した。トキソウの未熟種子を用いた無菌播種では、受粉からさく果採取までの期間によって発芽率が大きく変動し、発芽に適したさく果採取期間が短いことがわかっている。本年度は 5~6 月の気温が高く推移したため、7 月の調査時に既に大曾根湿原のトキソウでは開花盛期を過ぎていたことから、採取したさく果は発芽適期からやや外れていた可能性もある。大曾根湿原に自生するトキソウの個体数は少ないが、遺伝的多様性のレベルは只見町他集団と差異がないことから、湿原環境を改善するとともに、発芽適期のさく果を用いた自生個体の増殖と植え戻しにより、遺伝的多様性に配慮した再生も可能と考えられた。

表 只見町の湿地に自生するトキソウ集団の遺伝的多様性

採取地	N	J	Ne	Ho	He	F
大曾根湿原	11	11	3.377	0.657	0.650	-0.013
大谷地	31	21	3.052	0.589	0.590	0.054
ごんざえもん谷地 (仮称)	33	23	3.509	0.483	0.684	0.297
スサキ沼	9	6	2.003	0.563	0.461	-0.308
全集団	84	61	2.985	0.573	0.582	0.027

N: 採取試料数, J: ジェネット数, Ne: 有効対立遺伝子数, Ho: ヘテロ接合度の観察値, He: ヘテロ接合度の期待値, F: 近交係数

I. はじめに

アシナガバエ科は双翅目に属する昆虫で、水辺に生息し、幼虫成虫ともに小さな節足動物などを捕食している（図1）。アシナガバエ科は双翅類の中でも種類数の多いグループであり、世界から約250属7,000種、日本からは23属96種が記録されている（榎永, 2014）。このうちHydrophorinae 亜科のなかには、淡水域から海岸の海水域環境にまで生活域を広げること成功した極めて稀な一群もある。アシナガバエは幼生期には水生生活を行うため、年間を通して水の涸れない安定した水域が必要であり、さらに環境により生息する種類が異なる。これらの生態学的特徴により、水辺環境の多様性を評価するためには適した生物である。只見町の水域は、ブナ林から発する豊かな淡水域が存在する貴重な環境である。本研究では、只見町の水域においてアシナガバエの分布調査を行い、本地域の生物学的な重要性を示す基礎資料を作成することにより、只見町の淡水域の社会的意義の理解と価値の向上に資するものである。

II. 調査地と調査方法

只見町に生息するアシナガバエの現生種について徹底した現地調査を行うため、アシナガバエの最盛期である2019年6月から8月にかけて3回、10地点（塩沢、蒲生川、真奈川、黒沢、伊南川、楢戸沢、黒谷川（下流）、黒谷川（上流）、大曾根湿原、布沢川（恵みの森））において現地調査を実施した（図2）。調査はブナ林内の林床や溪畔林、湿原、河川敷などの異なる水辺環境で行われた（図3）。昆虫網を用いたスィーピング法により網に入ったものを吸虫管で採集した。また溪流中の岩上にいる種については

吸虫管で直接採集した。得られた昆虫は三角紙に入れて持ち帰り、乾燥後にマウントされた。一部の標本は将来のDNA解析のために、採集直後にエタノールで保存し液浸標本とした。

III. 結果

現在、標本作成が終わったところで分類作業を進めている。そのなかで特筆されるべきグループについて報告する。Dolichopodinae 亜科では林床の濡れた落ち葉や水たまり周辺にいる *Dolichopus* 属（図4）、河原の砂地に生息する *Tachytrechus* 属、溪流内の岩の側面にいる *Hercostomus* 属が、Hydrophorinae 亜科では溪流や岩清水の周辺にいる *Diostracus* 属、溪流の水辺では *Liancalus* 属が見られた。またブナの林床では Rhabdiinae 亜科の *Rhaphium* 属、Sympycninae 亜科の *Syntormon* 属などを採集することができた。

これらの中では比較的国内分布がよく調べられている *Diostracus* 属は、5種が見つかり、そのうち日本固有種の *Diostracus yukawai* は国内分布の最北端であることが判明した（図5）。

IV. 考察

只見町の森林はニホンジカによる食害がみられず、林床には下草が豊富にあり、そこを生息環境とする *Dolichopus* 属や *Hercostomus* 属が種数とともに個体数も多く生息していた。本州や九州の森林には下草がなく、都市公園のような森林が増えてきており、只見町の森の健全性が守られていることが示唆された。また自然度の高い溪流に生息する *Hercostomus zhenzhuristi* や *Diostracus tarsalis* など確認され、自然が良好な溪畔林であることが示さ

れた。

さらに本研究の分布調査により未記載種(新種)である可能性もあるものが複数種見つかった。現在、解剖して詳細な形態観察を行っており、確認を進めている。また今回は標高 1,000m 以上の地点での調査は行われなかったが、将来、標高 1,000m を超える地域で調査が行われることにより、さらなる未知の種が発見されると思われる。

本調査で得られた成果は様々な機会を利用して、積極的に只見町の生物相の希少性や重要性について発信していきたいと考えている。



図3 アシナガバエの生息環境



図1 *Paraculius japonensis* がユスリカの幼虫を捕食している



図4 *Dolichopus* 属の一種

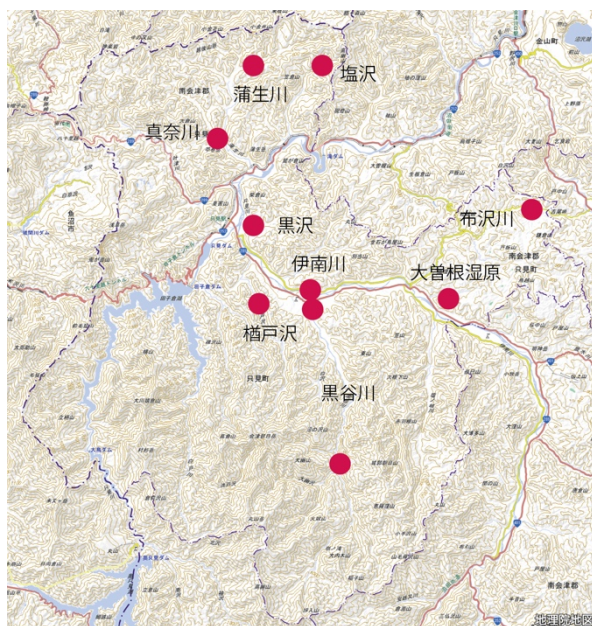


図2 調査地点



図5 *Diostracus yukawai*