

## ミヤマハタザオの低標高3集団における有毛・無毛個体の適応度追跡： 高標高から低標高への移住荷重はあるのか？

關 岳陽（筑波大学 生物学類） 指導教員：田中 健太（筑波大学 生命環境系）

### 【導入】

異なる環境に適応している個体・遺伝子の流入によって集団の適応度が減少することを移住荷重という。移住荷重は生物の分布を制限する要因の重要な仮説のひとつである。しかし、移住先の集団の適応度の減少および、移住の存在双方に着目して野外で実証した研究は少なく、寄主-植食者系という局所性の高い事例 (Nosil 2007) に限られている。

ミヤマハタザオ *Arabidopsis kamchatica* ssp. *kamchatica* (アブラナ科) は河岸や崩落地などの砂地・礫地に生息する草本植物で、0~3000 m という幅広い標高に生息している。標高に沿って生態学的形質が分化する (Kenta et al. 2011) 局所適応が生じており、移住荷重を実証する好材料である。標高間で遺伝的に分化している形質の一つに葉・茎の毛がある。高標高集団では全ての個体が有毛なのに対し、低標高集団では無毛・有毛個体が混在している。標高間の毛形質の分化指標 ( $Q_{ST}$ ) は遺伝的分化指標 ( $F_{ST}$ ) を上回り、毛を支配する *GL1* 遺伝子の  $F_{ST}$  は中立遺伝子座の  $F_{ST}$  よりも大きいことから、高標高では有毛型が、低標高では無毛型が有利になる分断化淘汰が働いていると考えられる (金井 2014)。

にもかかわらず低標高集団で有毛個体が混在することから、高標高からの有毛個体の移住によるもので、これらの移住個体は適応度が低い、つまり移住荷重が生じている可能性がある。そこで本研究では、1) 低標高集団の有毛個体は高標高からの移住由来なのか、2) 低標高集団では有毛個体の方が無毛個体よりも適応度が低いのかを、遺伝解析と野外追跡調査によって明らかにすることで、移住荷重の検証に取り組んだ。

### 【方法】

調査場所として南・中央・北アルプスから高・低標高集団の両方を含む流域を一つずつ選んだ。各集団 30 個体のマイクロサテライト 8 座の遺伝子データ (金井 2014) を用い、標高間の遺伝子分化係数 ( $F_{ST}$  の補正值である  $F_{ST}^i$ 、統計ソフト R の *diveRsity* パッケージによる) と近年の移住率 (遺伝解析ソフト *BayesAss* のアサインメントテストによる) を求めた。また、各流域の低標高集団を 2018 年春・夏・秋に訪れてミヤマハタザオ各 100~200 個体の生存・花茎数・果実数・毛有無を追跡した。

### 【結果と考察】

遺伝子解析の結果、3 流域のいずれでも、低標高集団の有毛個体の群と高標高集団との  $F_{ST}^i$  は、低標高集団の無毛個体の群と高標高集団との  $F_{ST}^i$  よりも小さかったが有意ではなかった (北ア:  $p = 0.19$ 、南ア:  $p = 0.27$ 、中ア:  $p = 0.17$ 、個体のリサンプリングによるブートストラップ検定)。また、高標高集団から低標高集団という方向の移住率の方が反対方向の移住率よりも高くなる傾向があった (北ア:  $p = 0.097$ 、南ア:  $p = 0.43$ 、中ア:  $p = 0.20$ 、正規分布を仮定した母比率の差の検定)。これらの結果から、低標高集団の有毛個体は高標高集団からの移住由来である可

能性があるという仮説と矛盾しないものの、さらなる検証が必要である。

低標高集団の野外追跡調査の結果、南アルプス ( $p = 0.36$ ,  $\chi^2$  検定) と中央アルプス ( $p = 0.17$ ) では有毛個体が生存率が高かったが有意ではなく、北アルプスでは有毛個体の生存率が有意に低かった ( $p < 0.01$ )。3 流域のいずれでも、総果実数には茎数、毛有無、および両者の交互作用が効いていた (identity リンクによるポアソン回帰モデルを AICc によってモデル選択、図)。交互作用項は 3 流域いずれでも尤度比検定によっても支持され、茎数が増えたときの果実数の増加が無毛個体で著しかった (図)。このことから低標高の有毛個体は、成長に伴う繁殖量増加の効率が悪いことが分かった。これは、毛に対する資源配分コストや、蒸散・光合成等の生理活動に対する毛の干渉で説明できる可能性がある。

以上より、1) 低標高集団の有毛個体は高標高集団からの移住由来である可能性があった。2) 低標高では有毛個体は無毛個体よりも一貫して繁殖効率が低く適応度が低いことが示された。したがって、ミヤマハタザオの低標高集団では高標高集団からの移住荷重に晒されている可能性がある。今後、追加的な遺伝解析、秋から春にかけての個体群動態調査、より詳細な繁殖成功度評価、集団レベルの適応度評価によって、移住荷重をより厳密に実証したい。

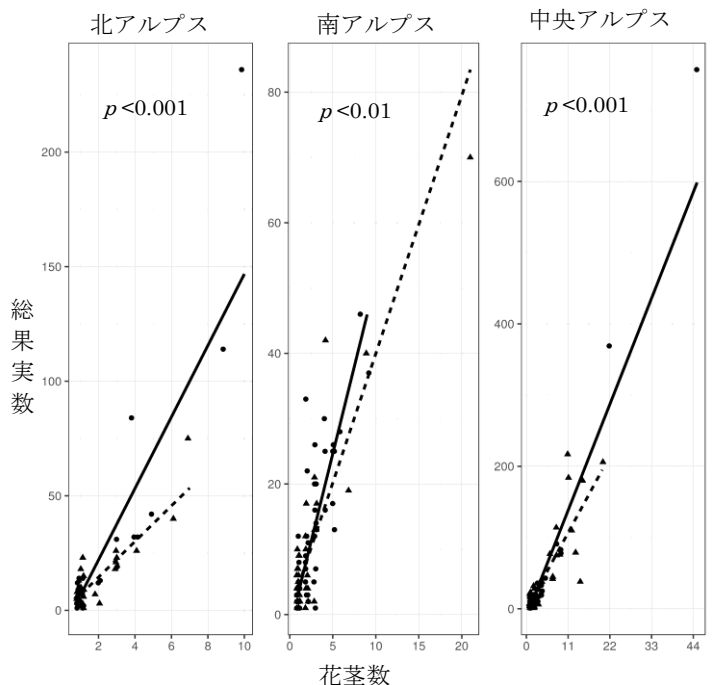


図 各調査地における有毛・無毛個体の茎数と総果実数との関係。ポアソン回帰 (リンク関数は identity) による回帰線と、毛×茎数交互作用項の尤度比検定の結果を示す。実線と●は無毛個体、破線と▲は有毛個体を表す。