

長野県鍋倉山におけるナベクラザゼンソウのサイズ構造と 2018年の開花結実、被食率およびそれらの空間分布様式

高野（竹中）宏平¹・尾関雅章¹・佐藤光彦²・三宅 崇³・片桐千仞⁴

ナベクラザゼンソウは2002年に新種記載され、環境省と長野県のレッドリストで共に絶滅危惧Ⅱ類にランクされている。先行研究によって本種の系統関係、開花・展葉フェノロジー、発熱現象などが明らかになっているが、年毎の生存率や成長量といった生育過程、繁殖開始サイズなどの生活史は不明である。2018年6月と7月に長野県鍋倉山の生育地において個体のサイズと葉数、開花・非開花、被食率および位置を記録した。開花個体の割合は8/128個体(6.3%)だった。さらに追跡個体のすべてが、9月上旬までにおそらくネズミによる果実序の被食を受け、成熟種子を観察することはできなかった。また、春先には多くの個体がおそらく哺乳類による葉の被食を受けており、成長期の光合成に大きく影響する可能性が考えられた。本種の保全のためには、長寿命と考えられる本種の種子繁殖が、どのように、どのような頻度で起きるのかなどを継続的に確認する必要があるだろう。

キーワード： *Symplocarpus nabekuraensis*, サトイモ科, 生活史, 長野県, 希少種

1 はじめに

サトイモ科ザゼンソウ属のナベクラザゼンソウ (*Symplocarpus nabekuraensis*) は長野県北部の飯山市鍋倉山で発見され、2002年に新種記載された¹⁾。本種は岩手県から福井県の日本海側のやや標高の高い多雪な地域にのみ分布し、環境省と長野県のレッドリストで共に絶滅危惧Ⅱ類にランクされている²⁾。

一連の先行研究によって、ナベクラザゼンソウの生育環境は灌木林下の湿地であること³⁾、ヒメザゼンソウ (*S. nipponicus* Schott Makino) よりもザゼンソウ (*S. renifolius* Schott ex Tzvelev) に近縁であること⁴⁾、開花と展葉が同時に進行すること⁵⁾、花序が発熱すること⁶⁾などが明らかになっている。一方で、保全のための基礎情報、特に生存や繁殖に関する知見が不足している。ザゼンソウは自家不和合性で、イエバエやハネカクシ、蚊などが送粉する^{7,8)}。また、ザゼンソウの花序は雌性期に約23℃の恒温性を示し⁹⁾、この温度帯が花粉管伸長に最適である

ことが報告されている¹⁰⁾。しかし、ナベクラザゼンソウの送粉者、発熱過程とその生態的意義は不明で、サトイモ科植物の送粉特性の多様性¹¹⁾をもたらした進化的背景¹²⁾を考える上で興味深い。また、希少植物の保全のためには、こうした生態的特性や生活史戦略と、それらの帰結としての個体群動態に関する情報が必要である¹³⁾。

我々は2018年度から繁殖生態と生活史、個体群動態の調査を開始した。個体を経年的に追跡するために、トランセクト内で各個体の位置を記録すると、小さな個体や被食個体が集中する箇所があった。そこで本稿では、調査1年目のデータを元に、(1) 個体密度と開花率、(2) 個体サイズと葉数、開花有無、被食率の関係、(3) 個体及び個体属性(地際断面積、葉数)、被食率の空間分布様式(集中度)について報告する。

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野県長野市北郷 2054-120

2 九州大学大学院 医学研究院 〒812-8582 福岡県福岡市東区馬出 3-1-1

3 岐阜大学教育学部 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

4 数理設計研究所 〒371-0865 群馬県前橋市上佐鳥町 54-2

2 材料と方法

2.1 調査地及び野外調査

調査地は、飯山市鍋倉山（海拔高度約 1100m）の谷筋である（文献 3）の図 1 で地点 D に相当）。ナベクラザゼンソウは、雪解け直後に急激に葉を伸長させ、開花もほぼ同時に起こる⁵⁾。2018 年 6 月 1 日から 5 日に開花調査を行い、葉の伸長が停止する時期⁵⁾である 6 月 29 日と 7 月 2 日に、開花個体を多く含むように 3 本のトランセクトを配置した。個々のトランセクトは 20m × 3m の大きさで、中央部が谷底になるように、谷を垂直に横切る方向に設置した（図 1, 図 2）。個体の死亡・生存や成長（個体サイズや葉数といった生育段階）、生活史段階（非



図 1 調査地風景（2018 年 6 月 5 日の開花調査）。谷筋の融雪傾度に沿って開花が進む

繁殖個体か繁殖個体か）を経年的に追跡し、生活史や個体群動態を把握するため、トランセクト内の全個体について、位置、葉の枚数、開花の有無、個々の葉のダメージの面積率（便宜的に被食率と呼ぶ）を記録した。地際の長径と短径から偽莖（真の莖とそれを取り囲む葉鞘）の地際断面積を求め、個体サイズの指標とした。被食率は、葉の残存部の大きさと形状から大まかに推測し、1 個体に複数の葉があるときは、個々の葉の被食率の平均を個体の被食率とした。

2.2 空間分布様式（集中度）の解析

上記の調査において、小さな個体や被食個体が集中する箇所が観察されたため、個体サイズの空間構造を明らかにする解析を行った。植物の空間分布は点過程（point process）と考えることができる¹⁴⁾。Ripley の K 関数 ($K(r)$)¹⁵⁾ は、ある距離において点

が集中的に分布しているのか、それともランダムに分布しているのか、あるいは排他的に分布しているのかを示すことができる解析法である¹⁶⁾。K 関数に密度をかけて $\lambda K(r)$ とすると、これは任意に選ばれた個体から半径 r 内に存在する他個体の数の期待値と一致する¹⁴⁾。分布がランダムな時、半径 r 内（面積 πr^2 ）に存在する個体の数の期待値は $\lambda \pi r^2$ であるため、 $K(r)$ のグラフは放物線を描く。それを見やすくするために、 $\sqrt{(K(r)/\pi) - r} = 0$ が基準となる様に変換したものが Ripley の H 関数 ($H(r)$) である¹⁷⁾。

個体の位置情報に加え、何らかの個体の属性を付随させて空間構造を明らかにするため、マーク付点過程（marked point process）¹⁶⁾ を用いた解析を行った。これにより、ナベクラザゼンソウが密集している所は小サイズ個体の集団なのか、それとも特にそういった傾向はないのかといった状況を表すことができる¹⁴⁾。個体の属性を示す「マーク」は本研究では地際断面積、葉数、被食率を用いた。距離 r 隔てた 2 点 X, Y の周りの小さな 2 円（面積 dX, dY ）に対して、どちらか一方でもナベクラザゼンソウを含んでいなければ 0、両方とも含んでいればそのマークの積 $m(X) \times m(Y)$ を対応させ、その期待値を $\rho m(r)dXdY$ と表す。マークの平均 m の平方で割って正規化したものを mark correlation ($Kmm(r)$) という。2 つの個体の離れ具合と個体のサイズの間に関連がなければ（マークが個体の配置と独立なら）ある 2 個体のマークの積の期待値はそれぞれのマークの期待値の積に等しいから、 $Kmm(r) \equiv 1$ となる。もし小さい r に対して $Kmm(r) < 1$ なら、近接している個体は共に小サイズである状況を示す（詳しくは¹⁴⁾を参照）。

$K(r)$ と $Kmm(r)$ の推定には、R version 3.5.2 (R core team, 2019) の spatstat パッケージ version 1.58-218) の *kest* 関数及び *markcorr* 関数を利用した。計算する距離の上限はプロットの短辺の 4 分の 1 程度までが推奨されているが¹⁶⁾、本調査の幅 3m のトランセクトでは、推定範囲が極端に狭まってしまう。そこで

Ripley's isotropic correction¹⁸⁾ の方法で edge correction¹⁴⁾ を行い、10m までを対象に K 関数と mark correlation を推定した。個体をトランセクト内にランダムに分布させ、Ripley の K 関数と mark correlation を求めるモンテカルロ・シミュレーションを 999 回行い、計算された値の上下それぞれ 25

番目の値を95%信頼区間とした。この信頼区間推定には同パッケージの *envelope* 関数を用いた。

3 結果

3.1 個体密度と開花率

それぞれのトランセクト内の個体数は52, 30, 46で、個体密度は 0.71 ± 0.19 (平均±標準偏差) /m²だった(図2)。全体の開花個体は128個体中8個体で、開花率は6.3%だった。

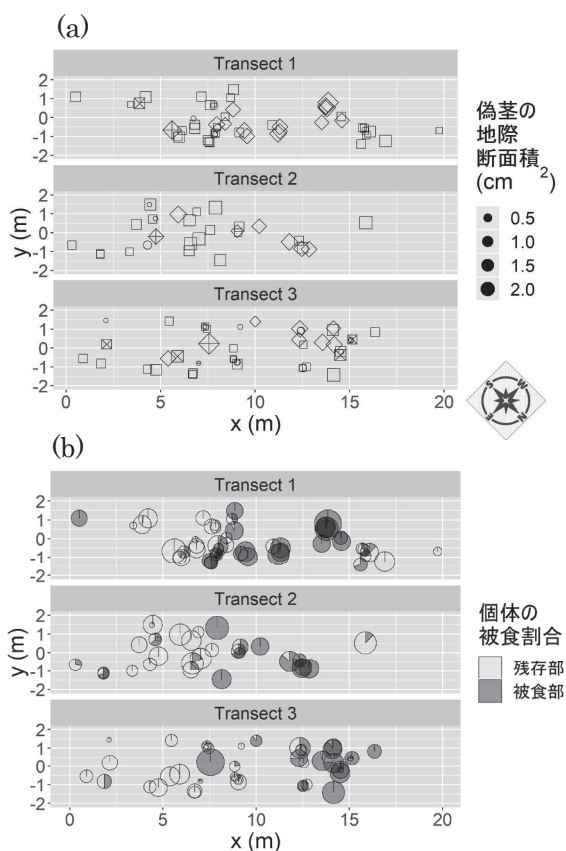


図2 (a) 各トランセクト内の個体分布
○, □, ◇はそれぞれ葉数が1, 2, 3枚の個体を, 記号内の十字が開花個体を表している。

(b) 被食率の空間分布
葉の被食率を灰色で, 残存率を透明で塗り分けたパイチャートで表している。(a), (b)ともに各記号の大きさは個体の地際断面面積サイズを反映している。トランセクトは谷筋を横断する形で並行に位置し, 互いに10m程度離れている。x=10mが谷筋に位置し, $0 < x < 10$ が南東側(北西向き斜面), $10 < x < 20$ が北西側(南東向き斜面)。

3.2 個体サイズと葉数、開花有無の関係

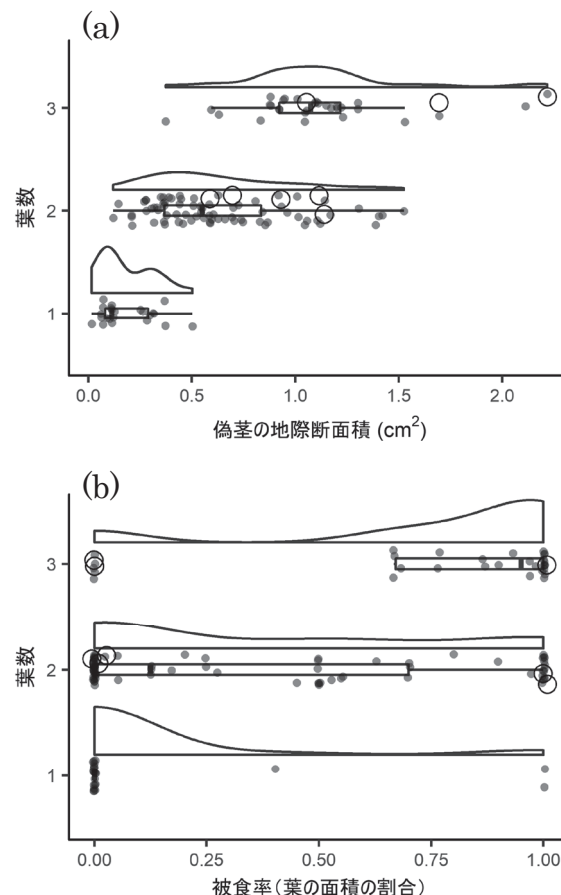


図3 (a) 個体サイズ(偽茎の地際断面面積)と葉数、開花有無の関係

(b) 被食率と葉数、開花有無の関係
大きな○は開花個体を, 灰色の小さな●点は非開花個体を示す。点は各個体が重ならないように示してある。ボックス内の太線は中央値を, ボックスの左端と右端はそれぞれ第2四分位(25パーセンタイル)と第3四分位(75パーセンタイル)を, ヒゲ棒の左端と右端はそれぞれ中央値から四分位範囲の1.58倍/ \sqrt{n} (サンプル数)を超えない範囲(大まかには95%信頼区間に相当)における最小値と最大値を示す。ヒストグラム様の半パイオリンプロットはRのggplot2パッケージのgeom_flat_violin関数で作成した

個体サイズ(偽茎の地際断面面積)の大きな個体ほど1枚から3枚へと葉が増える傾向があった(図3a)。1個体だけ葉が4枚あったが, 被食後に出た小さい葉であったため, 図3では葉数3の中に描画してある。葉が2枚以上になり, 地際断面面積が0.58cm²を超えると開花する個体が現れたが, 地際断面面積や葉数が大きくても非開花の個体が多数あった。地際断面面積階別個体数分布では, 多峰性がみられた(図4)。全体的な傾向としては, $0 \sim 0.3\text{cm}^2$ の階級の本数が若干少ないが, それ以上の階級では, なんだか減少する形状を示した。

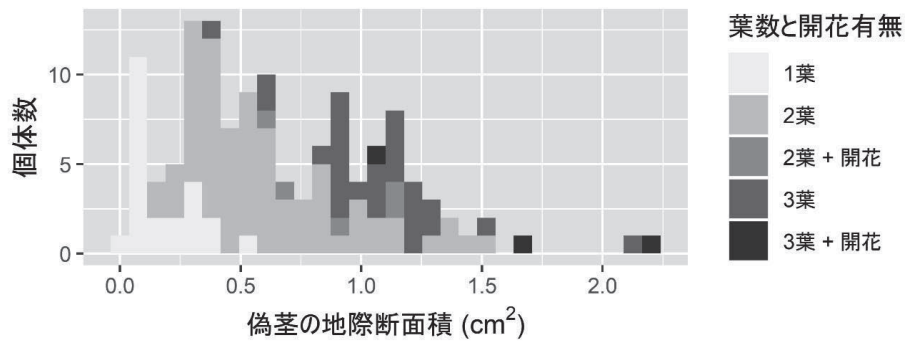


図4 地際断面積階別個体数分布. 色は各個体の葉数と開花有無を示す

3.3 葉と果実序の被食率

葉の被食率は葉数が増えるほど高くなる傾向があり、特に葉が3枚の個体では非常に高かった(図3b). さらにトランセクト内外で開花期から成熟を

追跡した14個の果実序すべてが、9月上旬までにおそらくネズミによる¹⁹⁾果実序の被食を受け、成熟種子を観察することはできなかった。

3.4 個体分布の集中度

RipleyのH関数 $H(r)$ は、トランセクト1では、 $0 < r < 4$ および $8 < r < 10$ の範囲で有意に大きく、トランセクト2では、 $0 < r < 7$ の範囲でおおよそ信頼区間を越えていた(図5). トランセクト3では、その範囲はおおよそ $0 < r < 0.5$, $2 < r < 4$, $7 < r < 9.5$ だった(図5).

3.5 個体属性と被食率の集中度

個体の属性(地際断面積, 葉数)の分布様式を表すmark correlation($Kmm(r)$)は、トランセクト1の地際断面積と葉数では、 $r = 0.5$ の付近で極小値を、 $r = 3$, $r = 5$ の周辺で極大値を取った(図6). トランセクト2の地際断面積では $Kmm(r)$ は $r = 10$ で最大値をとり、トランセクト3の地際断面積と葉数では $r = 9$ 付近で最大値をとった. 被食率では、全てのトランセクトで距離の増加と共に減少する傾向を示した. 被食率の空間分布をプロットすると、いずれのトランセクト内でも、被食率の高い個体は $7 < x < 17$ (m)の範囲に集中していた(図2b).

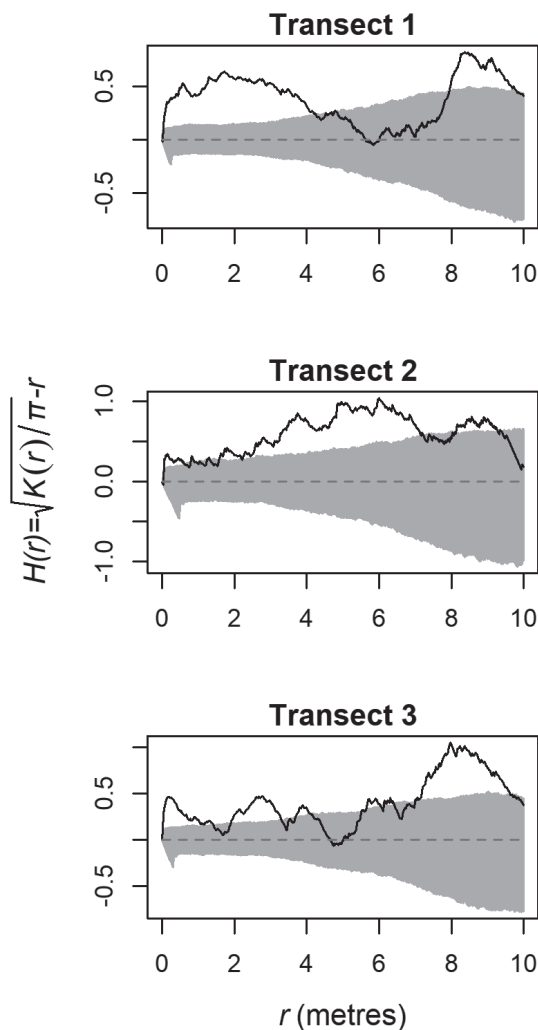


図5 個体の分布様式を示す RipleyのH関数
実線は観測値を、破線はランダム分布の理論値を、グレーの部分は95%信頼区間を示す. 観測値が理論値より大きければ集中分布, 小さければ一様分布を示す. 詳細は本文を参照

4 考察

4.1 ナベクラザゼンソウのサイズ構造と生活史, 繁殖成功

ナベクラザゼンソウが実生から成長し繁殖を開始するまでの期間と、その後の寿命は未だ不明である. 成熟種子の生産までにヒメザゼンソウ(*Symplocarpus nipponicus*)の場合は少なくとも6年²⁰⁾, メランチウム科のエンレイソウ(*Trillium*

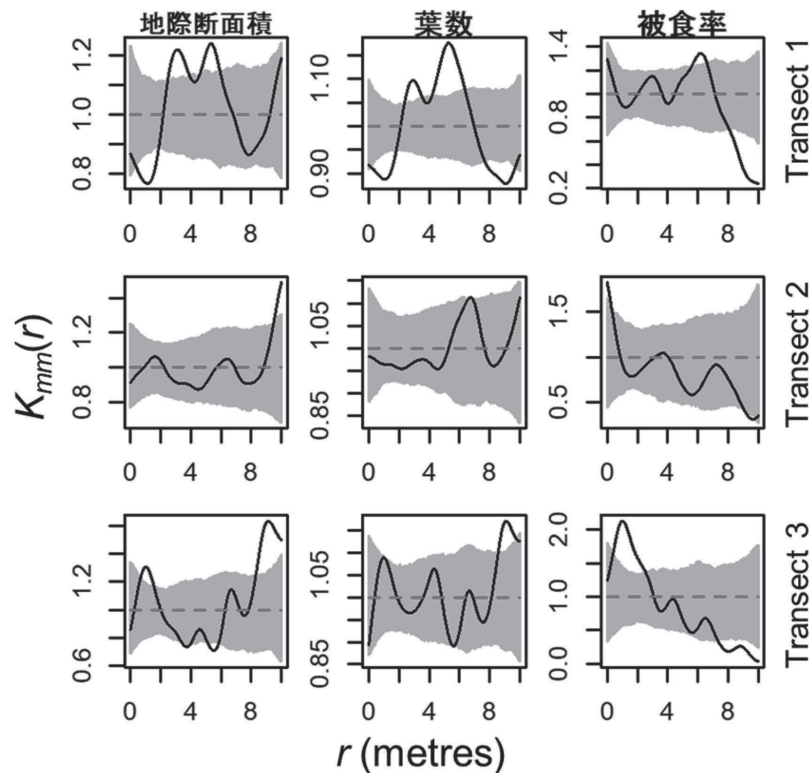


図6. 個体属性の分布様式を示す mark correlation

3行×3列のプロットは、行が各トランセクトに、各列が地際断面積、葉数、被食率に対応する。プロット内の実線は観測値を、横破線 ($K_{mm}(r)=1$) は期待値を、グレーの部分は95%信頼区間を示す。例えば、トランセクト3の被食率では、距離 r が小さい (0.5 ~ 2.5m) ときに個体間のマークの積 $K_{mm}(r)$ が大きく、被食率の大きな個体が集中分布していると解釈される

apetaron) では10年掛かり、エンレイソウではその後30年以上も開花し続けている例が報告されている¹³⁾。積雪が多いため成長できる期間が短い高標高地に生育するナベクラザゼンソウも、同様に長い時間を掛けて生活史段階が進むと思われる。本調査地では、2018年のナベクラザゼンソウの開花率は6.3%だった。個体サイズ(地際断面積)の増加に伴って葉数も1枚から3枚へと増え、地際断面積が0.58cm²を超えると葉が2枚の個体でも開花がみられた。しかし、そのサイズを超えても開花しない個体が多く存在し、地際断面積や葉の数だけで繁殖開始サイズを特定することは難しいことが明らかになった。エンレイソウでは、被食や折損した開花個体は、翌年は非開花個体へと生育段階が戻る(stage-backする)¹³⁾。毎年、限られた期間(エンレイソウは春¹³⁾、ナベクラザゼンソウは6月から秋⁵⁾)の光合成により、地下の根茎に貯蔵物質を蓄えるため、前年の同化産物の稼ぎは、その後の成長、繁殖に大きな影響を与えていると考えられる¹³⁾。葉が3枚の個体の被食率の高さを考慮すると、ナベクラ

ザゼンソウでも、こうしたstage-backが頻繁に起こり、資源制限が強まり、個体の繁殖スケジュールや、ひいては集団全体の繁殖イベントに影響している可能性がある。

さらに、観察した果実序すべてが被食により失われ、種子繁殖に成功した個体はなかった。本調査地近傍を含む2002年の調査でも、ナベクラザゼンソウ、ザゼンソウ、ヒメザゼンソウいずれの種の果実序も成熟前にほぼ全てがアカネズミ、ヒメネズミ、ハタネズミによって被食されたと報告されている¹⁹⁾。本調査の観察でも、果実序の果実が部分的に食べられる、あるいは柄が斜めに鋭く切断されて丸ごと持ち去られており、野ネズミによる被食の可能性が高い。大塚ら¹⁹⁾は野ネズミの個体数は一般に大きく変動することから、ネズミの数が少ない年には被食を逃れて成熟する種子があるのかも知れないと考察している。本研究で観察された個体サイズ(地際断面積)の多峰分布(図3aおよび図4)は、過去にそうしたイベントがあったことを示唆している。仮にナベクラザゼンソウの寿命を50年とし

て、図4のサイズ構造に6つのコホート(同齡集団)を認めるとすれば、8~9年に一度程度の間隔でそうしたイベントが起きているのかもしれない。

4.2 ナベクラザゼンソウ個体群の空間構造

ナベクラザゼンソウは全体として集中分布する傾向を示した(図5)。トランセクト1の葉数の mark correlation ($Kmm(r)$) の推定値は、葉が1枚の個体が0.5m程度の近距離に集中し、葉数が2や3の個体は3mまたは5m程度の間隔で分布していたことを示唆する(図6)。トランセクト2と3の地際断面面積の mark correlation からは、大きな個体は8m以上の間隔で分布していたといえる。こうした空間構造は、種子散布パターンとその後の死亡パターンによってもたらされると考えられる。ナベクラザゼンソウの果実は赤くないので鳥散布のシンドロームには合致しない。大塚ら¹⁹⁾は野ネズミとツキノワグマによるナベクラザゼンソウ果実の被食を報告しているが、効果的な種子散布者が存在するのかわからない。仮にナベクラザゼンソウの種子散布距離が短く、寿命は長いと想定すると、大きく成長した小数の母個体がある程度の間隔で分布し、その周りに長い期間を掛けて複数世代の子孫が定着を続けることで現在の個体分布(図2)が形成されているのかもしれない。

被食率の mark correlation からは、トランセクト2と3では近距離に被食率が高い個体が集中し、逆にトランセクト1と3では、被食率の小さい個体同士は遠い距離に分布していることが示唆された(図6)。調査地の状況をみると、被食が集中していたのは、谷筋と南東向き斜面である(図2b)。谷筋は最後まで雪が残り、降雨時には水が流れるため、植物が少なく歩きやすいので獣道にもなっている。暫定的に設置した赤外線センサーカメラによる調査では、野ネズミ類、ノウサギ、タヌキ、ハクビシン、アナグマ、カモシカ、ツキノワグマなど多くのほ乳類が撮影されていた。今回の調査では、ナベクラザゼンソウは茎から被食されたケースが多く、食痕の高さが地表から10cm程度であり、斜めに鋭利に切り取られた形状である場合が多かった。そのため、展葉期にノウサギが獣道沿いの葉を葉柄から食べていることが疑われた。また、ナベクラザゼンソウは、他の餌資源が少ない融雪直後に展葉と開花を始めるため⁵⁾、草食動物にとって貴重な食物となり得る。融雪が早い南向き斜面の個体は集団内での展葉

と開花も早く、このことが被食率を高めた可能性もある。今回調査した谷筋では、トランセクト内外で、北西向き斜面の方が開花個体が多かった。雪解けが遅く、直射日光が当たりづらいために土壌水分も保たれやすいと考えられる北斜面は、灌木林下の湿地を生育適地とするナベクラザゼンソウにとって、成長と被食の両面から、より良いマイクロハビタットといえるのかもしれない。今後の調査ではこうした点も確認したい。

4.3 今後の展開

生活史や個体群動態に加えて、繁殖成功の年変動をもたらす環境要因も興味深い。例えば、夏の気候に恵まれて光合成による同化産物が多く、秋にはブナが凶作で野ネズミの個体群が激減し、冬の雪が多く、春の融雪が遅れて被食率が下がるようなことが重なっていくと、ナベクラザゼンソウの種子繁殖成功率が上がるのかもしれない。本種を取り巻く生物群集や気象のデータを合わせた解析を行うことで、こうした予測を確認したい。

謝 辞

本研究は、京大大学生態学研究センター共同研究a(採択番号:2018jurc-cer07「ナベクラザゼンソウを始めとするサトイモ科植物の送粉生態の解明」)の助成を受けました。国有林内での調査には北信森林管理署から高山植物等採取許可(30北管第217号)を受けました。調査に当たり、特に大塚孝一氏と堀田昌伸氏に様々なアドバイスを頂きました。感謝申し上げます。

文 献

- 1) Otsuka Koichi・Watanabe Ryuichi・Inoue Ken. (2002) A new species of *Symplocarpus* (Araceae) from Nagano Prefecture, Central Japan. The Journal of Japanese Botany. 77: 96-100.
- 2) 大塚孝一(2002)日本産ザゼンソウ属の分布—特にナベクラザゼンソウについて.長野県自然保護研究所紀要.5:1-8.
- 3) 大塚孝一(2003)長野県北部鍋倉山におけるナベクラザゼンソウの生育環境.長野県自然保護研究所紀要.6:23-28.
- 4) 北野聡・大塚孝一・上杉龍士(2005)葉緑体

- DNAの塩基配列変異に基づく日本産ザゼンソウ属3種の系統関係. 植物研究雑誌. 80 (6) : 334-339.
- 5) 大塚孝一 (2007) ザゼンソウ及びナベクラザゼンソウの展葉と開花パターン. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績. 44: 7-10.
- 6) 大塚孝一・浜田崇・植田邦彦 (2011) 日本産ザゼンソウ属植物の発熱現象. 植物研究雑誌. 86 (4) : 224-229.
- 7) Uemura Shigeru, et al. (1993) Heat-production and cross-pollination of the Asian skunk cabbage *Symplocarpus renifolius* (Araceae). American Journal of Botany. 80 (6) : 635-640.
- 8) Pyo Hong Seog・Cheon Son Jae (2003) Pollination of *Symplocarpus renifolius* Schott ex Miquel (Araceae) in Korea. Korean Journal of Plant Taxonomy. 33 (2) : 165-179.
- 9) Ito-Inaba Yasuko, et al. (2009) Developmental changes and organelle biogenesis in the reproductive organs of thermogenic skunk cabbage (*Symplocarpus renifolius*). Journal of Experimental Botany. 60 (13) : 3909-3922.
- 10) Seymour Roger S., et al. (2009) Effects of floral thermogenesis on pollen function in Asian skunk cabbage *Symplocarpus renifolius*. Biology Letters. 5 (4) : 568-570.
- 11) Gibernau Marc (2003) Pollinator and visitors of aroid inflorescences. Aroideana. 26 (11) : 73-91.
- 12) Chartier Marion・Gibernau Marc・Renner Susanne S. (2014) The evolution of pollinator-plant interaction types in the Araceae. Evolution. 68 (5) : 1533-1543.
- 13) 大原雅 (2010) 植物の生活史と繁殖生態学. 海游舎, 東京. xiv, 192p.
- 14) 島谷健一郎 (2001) 点過程による樹木分布地図の解析とモデリング. 日本生態学会誌. 51(2): 87-106.
- 15) Ripley Brian D. (1976) The Second-Order Analysis of Stationary Point Processes. Journal of Applied Probability. 13 (2) : 255-266.
- 16) 長谷川成明・藤部拓己 (2015) ダケカンバ二次林における下層ササの除去が樹木の空間分布に与える影響. 低温科学. 73: 73-80.
- 17) Kiskowski Maria A.・Hancock John F.・Kenworthy Anne K. (2009) On the use of Ripley's K-function and its derivatives to analyze domain size. Biophysical journal. 97 (4) : 1095-1103.
- 18) Baddeley Adrian・Rubak Ege・Turner Rolf (2015) Spatial point patterns: Methodology and applications with R. Chapman and Hall/CRC Press, London. URL <http://www.crcpress.com/Spatial-Point-Patterns-Methodology-and-Applications-with-R/Baddeley-Rubak-Turner/9781482210200/>.
- 19) 大塚孝一・北野聡 (2003) 野ネズミによるザゼンソウ属3種の果実及び花序の捕食. 長野県自然保護研究所紀要. 6: 29-34.
- 20) Takeda Seiji, et al. (2018) Life cycle and genetic diversity of *Symplocarpus nipponicus* (Araceae), an endangered species in Japan. Plants (Basel, Switzerland). 7 (3) : 73.

Size structure, flowering, fruiting, browsing rate and their spatial patterns of *Symplocarpus nabekuraensis* (Araceae) in 2018 at Mt. Nabekura, Shinshu, central Japan

Kohei T. TAKANO¹, Masaaki OZEKI¹, Mitsuhiro P. SATO², Takashi MIYAKE³ and Chihiro KATAGIRI⁴

- 1 Natural Environment Division, Nagano Environmental Conservation Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan
- 2 Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, 3-1-1, Maidashi, Higashi-ku, Fukuoka 812-8582, Japan
- 3 Faculty of Education, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu 501-1193, Japan
- 4 Mathematical Assist Design Laboratory, 54-2 Kamisadori-machi, Maebashi 371-0865, Japan

Symplocarpus nabekuraensis Otsuka et K.Inoue (Araceae) was described as a new species in 2002. It is an endangered plant species classified as Vulnerable (VU) in both Nagano Prefecture and Japan. Previous studies have described its phylogenetic relationship, phenology and thermogenesis. However, its life history is poorly known. We investigated individual size, the number of leaf/leaves, flowering and fruiting in its type locality in June and July 2018. The ratio of flowering individuals was 6.3% (8 out of 128 individuals). All the infructescences observed were disappeared or eaten before maturation by early September, presumably by wild mice and voles. Moreover, leaves of large-sized individuals were often eaten by late June presumably by larger mammals, and photosynthesis of the growing season could be severely deteriorated for those damaged individuals. To conserve this endangered species, follow-up survey is necessary to confirm how and how often seed reproduction occurs in their long life time (potentially over 50 years).