

森林総合研究所北海道支所

研究レポート

No. 43

かわいい子には旅をさせろ —稚樹の分布に与える、母樹の影響—

福山 研二

はじめに

北海道の天然林は、ミズナラやイタヤカエデ、シナノキなどの広葉樹にエゾマツやトドマツなどの針葉樹が入り交じり、秋の紅葉の時期には、黄色や赤の広葉樹に常緑の針葉樹が彩りを添え、独特の美しい複雑な景観を作っています。ところで、このような樹木の分布はどのようにして決まっていくのでしょうか。そんなものは、自然にでたらめに生えているからそうなったんですよ。という声が聞こえてきますが、はたしてそうでしょうか。

皆様はすでにご存じと思いますが、差し渡し(直径) 1mを超えるようなミズナラの巨木も、出発はたった一粒の種子であり、それから芽生えた稚樹が成長してできたものです。今は少々のことではびくともしないような巨木でも、産まれたばかりの赤ちゃん(稚樹)は、まことに弱く、ちょっとしたことで枯れてしまうのです。実際多くの稚樹が病気や虫・ネズミなどによる食害で枯れていることがわかってきています(写真-1)。そのため、樹木は子孫を確実に

に残すために、大量の種子をばらまきます。

しかし、樹木は自分で種子を遠くにばらまることが出来ないため、ポプラやシラカンバなどの風で遠くまで飛ばすための特殊な種子を持った樹木以外のものでは、ほとんどの種子は母親

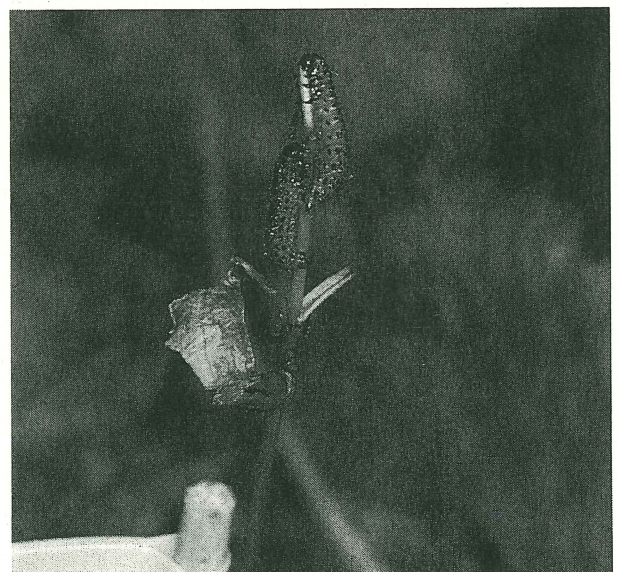


写真-1 イタヤハムシに食害されたイタヤカエデの芽生え (撮影：前藤)

の近くに落ちてしまいます (図-1a) (HOWE and SMALLWOOD, 1982; 小池, 1988)。そのため、もしもすべての稚樹が平等に育ったとしたら、当然、母親の近くに沢山の子供たちが育つことになります。その結果、母親を中心とした同じ種類の樹木の集団ができてしまいます (図-1b)。これが何回も繰り返されると、他の樹木よりも強い樹木は、どんどんとその集団を拡大していき、最後には、すべて同じ種類の樹木で構成される森林になってしまう可能性があります (図-1c)。そこまでいかななくても、少なくとも母親の近くに同種の集団ができるはずですが、しかし、実際にはそのような現象はほとんど見ることができません (向出・中村1984)。

JANZEN というひとは、熱帯の森林がなぜ複雑なのかを説明するために、以下のような考え方を提案しました (JANZEN1970)。

1) 母樹に近いほど種子の供給は多い。

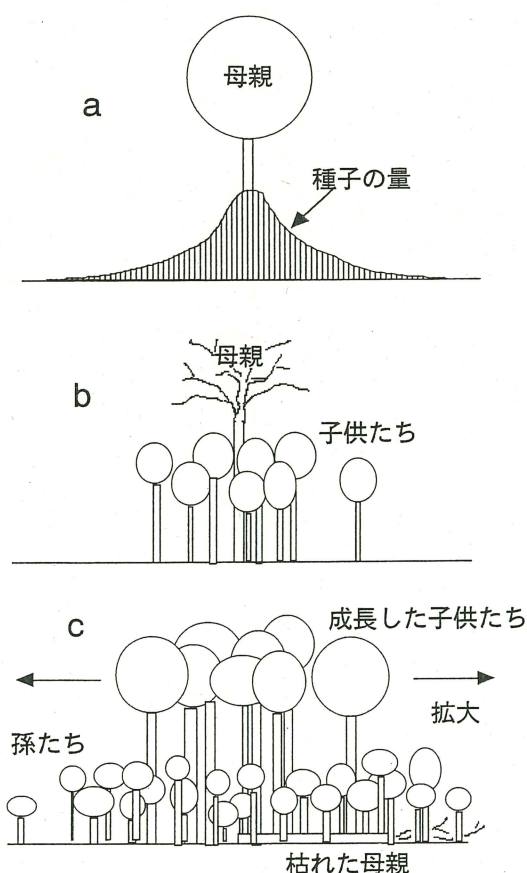


図-1 母樹の位置に関係なく稚樹が成長した場合の稚樹の分布の変遷モデル

2) 母樹の近くでは母樹由来の捕食者や病気などにより、種子や稚樹の死亡率が高くなる。

3) その結果、次の世代の分布は母樹からある程度離れた場所に分布し、親木の近くには更新しない (図-2)。

以上の仮説に基づくモデルによれば

4) その母樹の近くには別の種の樹木が侵入することができるため、多様性が維持される。

この考え方は基本的には温帯や亜寒帯にも適用できるはずですが、JANZEN (1970) は温帯や亜寒帯地域では熱帯にくらべ捕食者の働きに年による変動があるため、いわゆる母樹効果は不十分であるとし、これまでは主に熱帯林において実証研究が行われてきました (JANZEN, 1971; CONDIT et al, 1992; CLARK and CLARK 1984)。しかし、温帯や亜寒帯の森林においてもアブラムシなどの吸汁性の昆虫は食葉性の昆虫に比べて個体数が安定しているといわれています (山

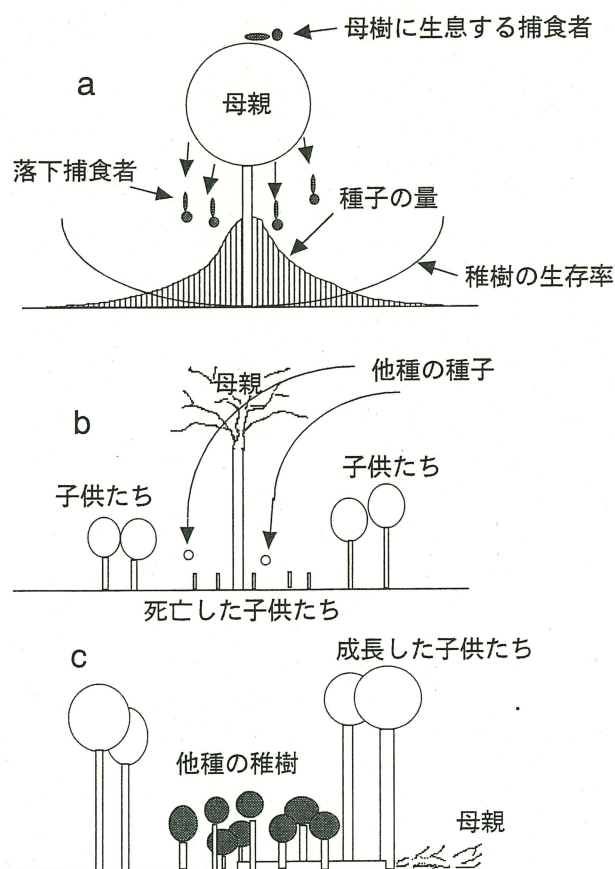


図-2 Janzenのモデル (母樹に近いほど死亡率が高い場合)

口, 1971; 古田, 1976; 古田, 1981)。このことから、これらの昆虫が種子、稚樹の主要な死亡要因となっている場合には JANZEN の仮説が適用できる可能性があるわけです。亜寒帯地域に関して言えば1) の仮説については多くの研究結果が支持をしています (HOWE and SMALLWOOD, 1982; 原田ほか, 1940; 中西, 1994) が、2) の仮説については、支持している結果と支持していない結果が報告されており、必ずしもはっきりした結論がでていません (CLARK and CLARK 1984)。

トドノネオオワタムシ (アブラムシの一種) (写真-3) はヤチダモやアオダモなどトネリコ属の樹木を1次寄主、トドマツを2次寄主とする吸汁性 (植物に口針を刺して、樹液や組織液を吸う) の昆虫です (河野, 1961; 河野, 1977; 尾崎, 1994)。本種は元々はトドマツの根の害虫として注目されていましたが、ヤチダモなどの1次寄主については、新葉が縮んで変形してしまうものの、樹体にはほとんど影響がないと思われていました。しかし、最近、天然更新をしたヤチダモの稚樹が、本種の加害によ

り枯死することが観察された (福山, 未発表) (写真-2) ことから、稚樹の段階では、重要な死亡要因になりうることを示されました。

ヤチダモなどのトネリコ属の樹木は翼を持った種子を生産する風散布植物ですが、通常種子の飛散距離は樹高の1.5倍程度といわれており、風散布植物の中ではカエデ類とともに比較的母樹の近くに多くの種子が散布されます (HOWE and SMALLWOOD, 1982; 小池, 1988)。そのため、仮説の1) の要因は満たしていることとなります。

さらに、アオダモは、樹高20cm以下の稚樹の分布は集中する傾向を示すのに対して、樹高が高くなると集中度は低くなることから、母樹の近くで死亡率が高まっている可能性が示唆されており (向出・中村1984)、JANZEN の仮説2) および3) が関与している可能性があります。

そこで果たして、母親の存在は子供たちに悪い影響を与えているのかを検証をするため、加害者としてトドノネオオワタムシ、樹種としてヤチダモとアオダモを対象として、母樹の存在が周辺の稚樹上のアブラムシの寄生分布にどのような影響を与えるかを調査してみました。

材料と方法

1. トドノネオオワタムシの生活史

トドノネオオワタムシはヤチダモなどの高木の枝や樹皮の隙間において卵で冬を越します。春にふ化した幼虫はすべて雌であり、新芽付近

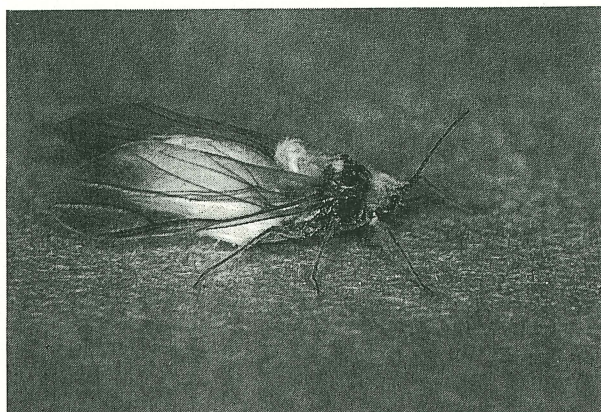


写真-2 トドノネオオワタムシの加害により枯死したヤチダモの稚樹



写真-3 トドノネオオワタムシの加害によって形成されたヤチダモの虫えい

に移動して口針を差し込んで吸汁加害し、羽根のない成虫（幹母）になります。幹母とふ化した幼虫の吸汁加害により、展開途中の新葉は萎縮して虫えい（むしこぶ）となります（写真－3）。幹母から産まれた第1世代幼虫は虫えいにおいて成長し、羽根がある成虫となり、飛翔してトドマツの根に移動します。トドマツの根において数世代を経過し、秋に羽根のある成虫が出現してヤチダモに移動します。この成虫は体に白い綿のような分泌物をつけているため、飛んでいるとき白く目立ち、まるで雪が舞っているように見えるため、「ゆきむし」と呼ばれることもあります（写真－4）。ヤチダモの高木の枝に集まった成虫は、すでに成熟している雄と雌を産みます。ですから産まれた成虫は体



写真－4 トドネオオワタムシの有翅成虫（ユキムシ）

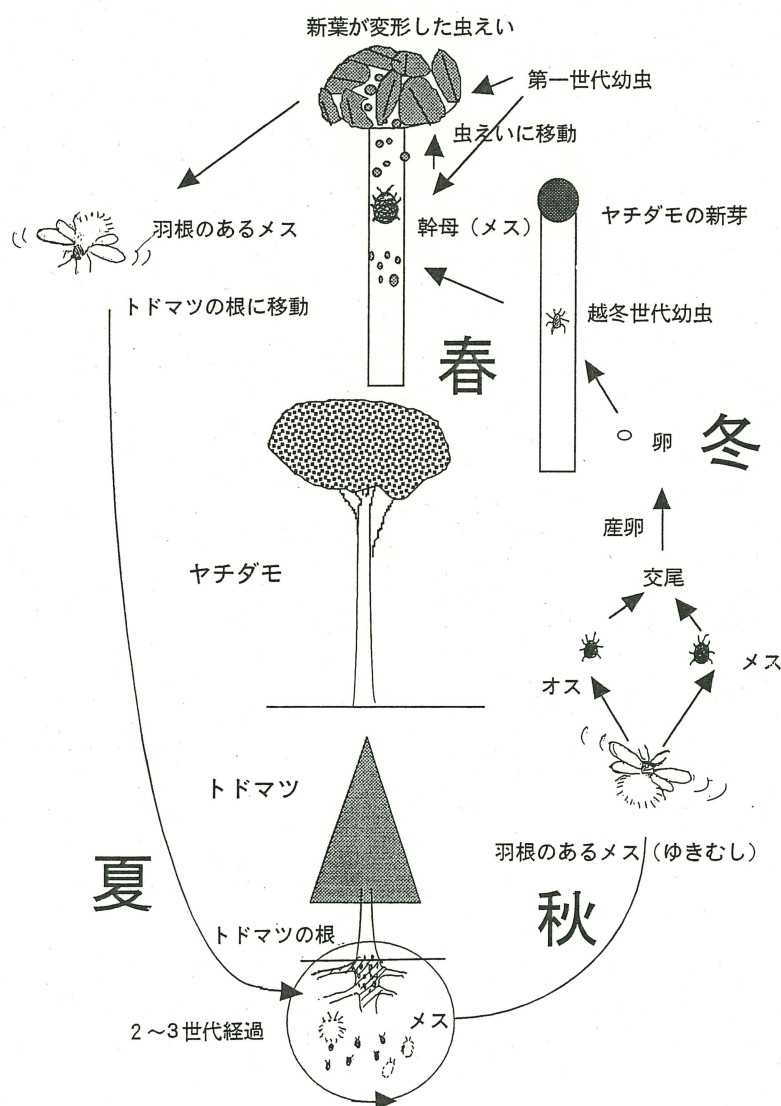
が小さく、雌は卵を1つしか持っていません。これら雄と雌は産まれてすぐに交尾をして樹皮

のすきまや割れ目に潜り込み、1個の卵を産みつけるとそのまま死んでしまいます（図－3）。

2. 調査地と調査方法

調査地は札幌市豊平区羊ヶ丘の森林総合研究所北海道支所構内のアオダモ植栽地で、面積は0.18haで2m間隔の格子状に234本の苗木が植栽されています（図－4）。調査地に人工林を選んだのは、稚樹の密度や植栽間隔が一定であることと、高木などが少ないため、母樹との距離の関係が解析しやすいからです。調査地の北側に3本のヤチダモの高木があり、それぞれ胸高直径40, 20, 20cmであり樹高は約14mで互いに4～4.5m間隔に配置しています。また、東側には胸高直径30cmで樹高約13mのハルニレの高木が1本あります。

この調査地のアオダモの稚樹234本すべてについて、虫えい形成が終了する頃である1993年6月17日にトドネオオワタムシによる虫えいの有無を調査しました。調査時点での調査木の樹高は平均で約40cmでした。



図－3 トドネオオワタムシの生活史概念図

結果と考察

調査木のうち16本に虫えいが形成されており、トドノネオオワタムシの加害が認められました(図-4)。被害木の分布を高木からの距離ごとに集計すると、8 m以内では12.3%の稚樹に虫えいが形成されていたのに対し8～16mでは7.3%と半減し、16m以上離れると2.8%になり、ヤチダモの高木からの距離(X)と寄生率(Y)の間には有意な負の関係が認められました(図-5)。なお、ヤチダモ高木にはいずれもトドノネオオワタムシによる虫えいが多数認められました。

トドノネオオワタムシは秋にトドマツの根からヤチダモなどに移動して有性虫を産みますが、この有性世代は産まれるとすぐに交尾して越冬卵を産みつけます。私の観察によると、樹高1 m以下の稚樹にはほとんど産卵せず、高木に集中的に産卵するようでした。本調査地では稚樹はほとんどが50cm以下であるため、直接産卵対象とはならなかったと思われます。それでは、なぜアブラムシに加害されたのかというと、恐らく、沢山の個体が寄生していた高木から落ちてきたためと考えられます。つまり、今回の被害の高木周辺への集中化は、高木に産卵されたものが孵化後に新芽付近に移動する際に落下し、風で運ばれて、近辺の稚樹に付いたものと考えられるわけです。このように、稚樹を加害する昆虫は、ほとんどの場合、直接稚樹に産卵されたりすることはなく、上空にある同種の高木から落下してきたものによることが多いようです。例えばイタヤカエデの場合ではイタヤハムシという甲虫の幼虫が稚樹を加害して枯らしてしまいましたが、本種は高木の枝にしか産卵しないため、落下した幼虫による加害であることは明らかです。そのため、イタヤカエデにおいても、母樹の樹冠の下では、イタヤハムシの芽を食べる昆虫の食害を多く受けることが分かっています(前藤・福山未発表)。

トドノネオオワタムシの寄生がヤチダモ高木に近いところで多くなった原因としては、このほかに、高木の下では日陰になった影響がでたことが考えられます。しかし、日陰になるとア

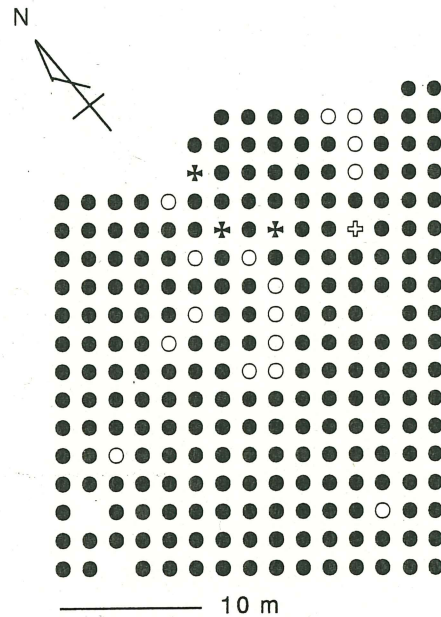


図-4 調査地の樹木配置とトドノネオオワタムシによる被害木の分布

黒丸：健全アオダモ稚樹
白丸：アオダモ被害稚樹
黒十字：ヤチダモ高木
白十字：ハルニレ高木

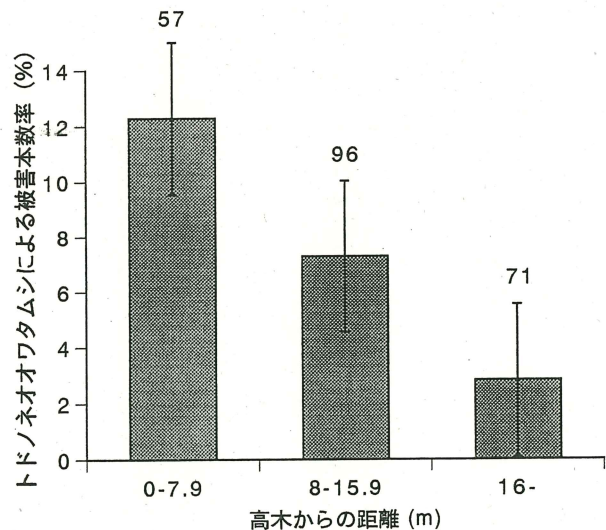


図-5 高木からの距離とアブラムシによる被害本数率の関係(福山1997)

縦線：標準誤差
数字：サンプル本数

ブラムシの加害が増加したという報告はないし、被害が集中しているのはどちらかといえば、高木の南西に位置しており、光の条件としてはほ

とんど高木の影響を受けない場所であったことから、被陰の影響ではないと思われました。さらに、調査地内にあったハルニレと被害木について同じく回帰分析してみると有意な関係は認められないことから、単に高木の存在だけでは集中化は起こらないといえます。

これらのことから、少なくともトネリコ属の樹木とトドノネオオワタムシの間では JANZEN の仮説の 2) を支持する結果が得られたことになります。

おわりに

樹木の分布というものは光や水、土の条件、地形、温度などの無生物的な環境条件によって、決定されているといわれていましたが、今回の調査により昆虫や微生物などが重要な役割を果たしている場合もあることが、明らかになったわけです。その意味で、これまでは単なる森の居候とか消費者と呼ばれていた昆虫達にも森の多様性を高めるという重要な役割があることが示唆されたことになります。

母親のそばにぐずぐずしている子供はどうしてもひ弱になってしまうのは、いずれの世界でも一緒なのではないでしょうか。かわいい子には旅をさせろ、とばかりに、樹木達は風に寄せたり、鳥や獣に種子を運んでもらい、できるだけ遠くへ旅立たせているわけです。

なお、このような研究はまだ始まったばかりであり、トドノネオオワタムシの寄生によってどの程度の稚樹が枯死し、最終的な次世代の分布にどのように影響し、それが森林の樹木の多様性にどの程度関わるかという JANZEN のモデル全体については、今後さらに他の種類も含めて検証していく必要があります。

なお、この研究は、大型別枠研究「生態秩序」BCP-97-B-04によって行ったものです。

引用文献

- (1) CLARK A.C. and CLARK D. (1984) *American Naturalist* 124 : 769-788.
- (2) CONDIT R., HUBBELL S.P. and FOSTER R.B. (1992) *American Naturalist* 140 : 261-286.
- (3) 福山研二 (1997) 応動昆 41 : 105-107.
- (4) 古田公人 (1976) 林試研報 279 : 1-85.
- (5) 古田公人 (1981) 森林防疫 30 (6) : 90-94.
- (6) HOWE. H.F. and SMALLWOOD, J. (1982) *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13 : 201-228.
- (7) JANZEN. D.H. (1970) *American Naturalist* 104 : 501-528.
- (8) JANZEN, D.H. (1971) *American Naturalist* 105 : 97-112.
- (9) 河野廣道 (1961) 雪虫, 札幌: ぶらや新書刊行会, pp.61.
- (10) 河野廣道 (1977) 森の昆虫記 1, 札幌: 北海道出版企画センター, pp.180.
- (11) 小池孝良 (1988) 天然林施業Q&A, 札幌: 北方林業会, pp.11-14.
- (12) 向出弘正・中村和子 (1984) 天然林における樹群構造と更新の解析 (第4報), 北海道営林局, pp.35-71.
- (13) 中西弘樹 (1994) 種子はひろがる, 東京: 平凡社, pp.21-54.
- (14) 尾崎研一 (1994) 森林昆虫 (小林一三・竹谷昭彦編), 東京: 養賢堂, pp.401-403.
- (15) 山口博昭 (1973) 総合防除 (桐谷圭治・深谷昌次編), 東京: 講談社, pp.359-402.

研究レポート No. 43

平成9年8月15日発行

編集 森林総合研究所北海道支所

〒062 札幌市豊平区羊ヶ丘7

電話 (011)851-4131