

遠隔地からの緑化植物の移植が昆虫の地域個体群へ及ぼす影響

The impacts of the long-distance transportation of plant materials
for the revegetation on local populations of insects

中尾史郎 養父志乃夫 中島敦司
Shiro NAKAO Shinobu YABU Astushi NAKASHIMA

ABSTRACT : These days, plant materials for the revegetation have been transported over the long distance in Japan. Because the plant materials have been carried with large quantities of soil and other plants, they must have been accompanied by many living things, including a wide range of insects. In this paper, we demonstrated that the evidence of the genetic divergence among five local populations of the small insect, *Thrips nigropilosus*, living on the one of the plant materials for the revegetation, *Artemisia princeps*; critical daylengths at 18°C for induction of the reproductive diapause and the brachypterous form in females of four populations, Wakkanai, Abashiri, Kyoto and Nagasaki populations, were between 11hrs and 14hrs and different from each other, whereas Naha population dose not show critical daylengths between 8hrs and 15hrs. Inter-population crosses between the local populations probably disturb their genetic constructions. This possibly results in a decrease in the number of individuals in the population, because the diapause and the wing form are life history traits directly affecting the reproductive success. Thus, the transportation of the plant materials may disturb genetic construction of local populations of living things. A general rule for the use of plant materials for the revegetation should be proposed.

KEYWORDS: revegetation, local population, insects, inter-population variability, genetic construction

1. はじめに

近年の地球的規模の環境問題や人口激増への対応から、動植物の遺伝子資源や自然生態系の保全を重視した土木工法の確立が急務の課題となっている。このような社会的背景のなかで、土木や緑化工事では、造成工事等に加え修景や自然環境の回復のために緑化植物の植栽が行われる。これらに使用する植栽材料は、施工地の近傍からだけではなく、現状では全国レベルの生産地から収集される。遠隔地から集められた緑化植物の植栽は、移植対象となる植物だけではなく、土壤中や植物体に生息する多くの生物種の移動を伴う。通常、生物種は、同種であってもこれまでの環境選択等によって地域毎に遺伝的に分化しており、地域個体群として独自の性質を有していることが多い^{1, 2, 3)}。したがって、遠隔地個体群の定着は、移動先に存在しなかった生物の侵入として問題となるほか、移入先の同種個体群の遺伝子構成を攪乱する可能性が高い。

そこで、この影響の具体像を明確にするため、緑化植物としては、芝草として重要で、かつ、張芝や低中高木等緑化樹苗木の根鉢およびコンテナに混生することの多いヨモギを取り上げた。また、生物種としては、ヨモギとこれを含む土壤に依存するクロゲハナアザミウマを取り上げ、

その遠隔地個体群の人為的移動を想定した。

本研究では、クロゲハナアザミウマの稚内から那覇までの5カ所の地域個体群に注目して、それらの個体群の日長に対する反応性を調査、比較し、個体群間の遺伝的な変異に基づく反応の差異の質と程度を明確にした。さらに、これらの結果をもとにヨモギのシュートや地下茎を含む土壌の移動が、本種の地域個体群に与える影響を検討した。

なお、クロゲハナアザミウマは、野外でヨモギを主要な餌にするほか産卵基質や隠れ場所として利用する (Fig. 1)。

特に、木本植生の被度が低い土手や都市部の空き地に繁茂するヨモギに多く生息する。成虫の体長は約1 mmで、卵は葉の組織内に産み込まれ、幼虫と成虫は穿孔吸汁することから、その着生を肉眼で確認することは難しい。また、本種は、幼虫末期に植物体から落下して、主として自生するヨモギの地際付近の表層土壌中で蛹化、羽化するため、ヨモギとこれを含む土壌の移動によって、人為的に移動されやすい生物種である。本種は日本全国に分布しているが、その生息地域を外部形態から特定することはできない。本種雌には十分に発達した翅をもつ長翅型、翅が



Fig. 1. A colony of *Artemisia princeps*, as a habitat of *Thrips nigropilosus*.

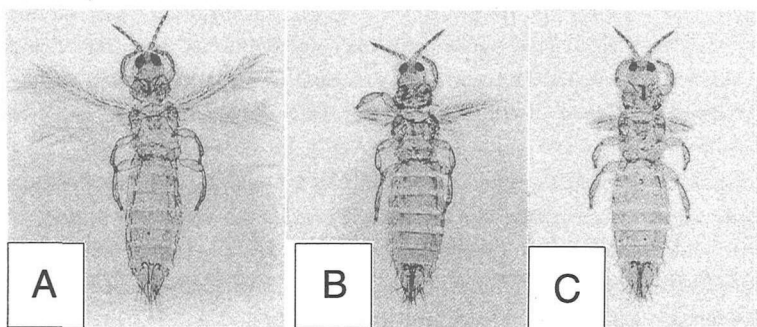


Fig. 2. Wing form of *Thrips nigropilosus* female adults. A: macroptera, B: intermediate, C: brachyptera.

Table 1. Collections of founders of *Thrips nigropilosus* used in this study

Locality	Month and year	No. of founders
Wakkanai	October 1992	22
Abashiri	October 1992	20
Kyoto	March 1990 and 1991	40
Nagasaki	March and August 1994	32
Naha	September 1994	12

極端に短い短翅型、そして翅の長さが長翅型と短翅型の間であつたり、左右の翅の長さが顕著に異なっている中間型の3型が発現する⁴⁾ (Fig. 2)。このうち、長翅型は飛翔できるが、短翅型は飛翔できない。本種は多化性である。近年、秋季から春季にかけての本種の京都における生活環が調査され、越冬雌成虫は生殖休眠することが明らかになった^{5, 6)}。本種は成虫以外の発育段階で休眠することがなく、京都では春季から秋季までの間には産卵するが、冬季には産卵しない。

稚内市、網走市、京都市、長崎市および那覇市の野外に繁茂しているヨモギ群落から採集したクロゲハナアザミウマ雌成虫を起源とする5地域個体群を供試個体群とした (Table 1)。これらの個体群は、18℃、15L-9D (明期15時間、暗期9時間) において Nakao (1993)⁴⁾ と同様の方法によって継代した。飼育装置は、透明な両切りプラスチック円筒管をシーロフィルムで密閉して作成した。幼虫、蛹および成虫の飼育では、

円筒管の底面に葉のみを固定した (Fig. 3)。卵を産み込まれた葉は水で湿らせた木綿で挟み、孵化するまで乾燥を避けた (Fig. 3)。個体群の維持に際しては、餌および産卵基質としてキク (品種: 国華創墨) およびカボチャ (品種: えびす) の葉を与えた。

各地域個体群の長翅型雌を蛹期に個別にして、18℃, 8L-16D~17L-7Dの5日長条件へそれぞれ4~6匹ずつ移して異なる日長条件で羽化させた。羽化後4日以内にそれぞれ同個体群の長翅型雌の子世代雄と交尾させた。その後、雌を飼育容器に1または2匹ずつ収容して1または2日おきに新たな飼育容器に移し替えて飼育した。これらの雌の子虫を羽化後1日以内に新たな飼育容器に個別に収容して引き続き各日長条件下において、羽化するまで葉片の交換を行わずに飼育した。羽化した雌虫に生殖休眠が誘導されているか否かを中尾(1994)⁵⁾と同様の方法で判別した。また、雌虫の翅型をNakao(1993)⁴⁾と同様の方法によって長翅型、短翅型および中間型の3型に類別した。これら供試虫の飼育に際しては、餌および産卵基質としてキク(品種: 国華創曇)の葉を使用した。アザミウマの飼育にキクとカボチャの葉片を使用したのは、これら葉に切れ込みが少なく、飼育容器の一面に隙間なく装着できることから、アザミウマの利用できる葉の面積を統一でき、アザミウマが葉の裏面に潜込むこと抑えることができたためである。

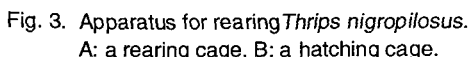


Fig. 3. Apparatus for rearing *Thrips nigropilosus*.
A: a rearing cage. B: a hatching cage.

個体群間差異については、供試種の生殖休眠性と翅型発現性について実験的に明らかにした。

那覇個体群を除くすべての個体群において、一定時間以下の日長が雌の生殖休眠を誘導した (Fig. 4)。生殖休眠誘導の臨界日長は、稚内個体群と網走個体群で13時間から14時間、京都個体群で11.5時間から12時間、長崎個体群で11時間から11.5時間であった (Fig. 4)。ただし、稚内個体群と網走個体群の生殖休眠誘導の臨界日長は異なっており、前者の方が明らかに長かった。すなわち、稚内、網走、京都および長崎個体群の4個体群では、一定日長以下の条件では雌に生殖休眠が誘導されるが、高緯度地域に生息するものほど臨界日長が長いといえる。温帯域に生息する昆虫類の休眠は、生存、繁殖に不適な冬季の環境を時間的に回避するための適応現象と考えられる (例えば、Southwood, 1977)⁷⁾。そして、短日で休眠が誘導される多くの昆虫種において、高緯度地域の個体群ほど、より長い日長条件で休眠誘導を受けることが報告されている。このことは、これらが冬の到来を予測する環境要因として日長を利用していることを示唆する。したがって、本種の稚内、網走、京都および長崎個体群の4個体群で、高緯度地域に生息するものほど臨界日長が長いことの適応的意義は明確である。一方、那覇個体群では休眠が誘導

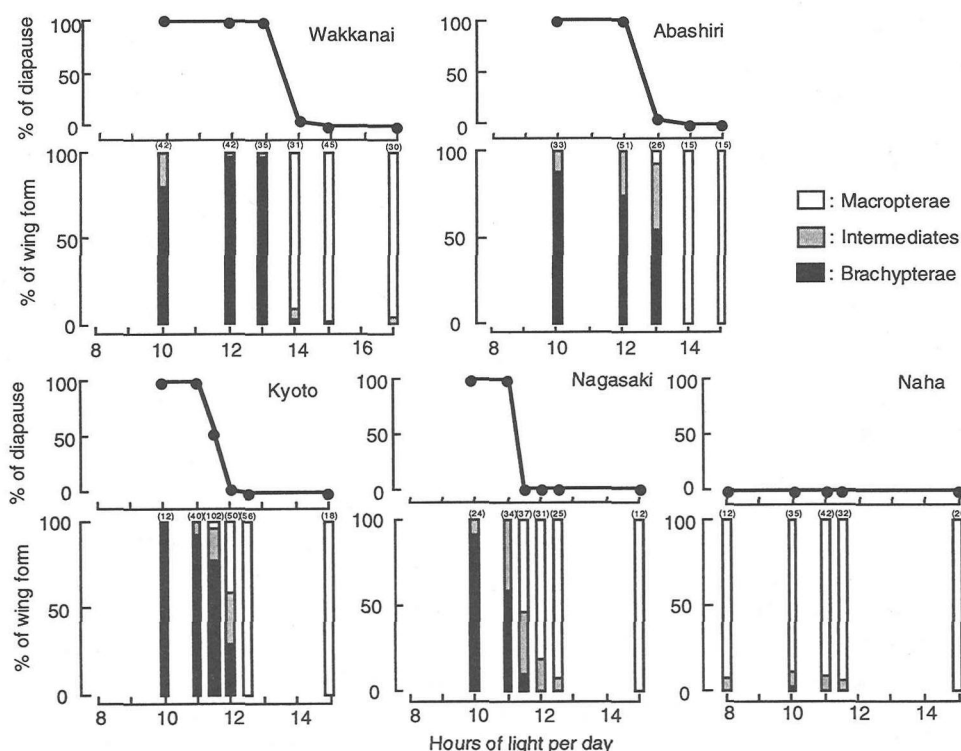


Fig. 4. Effects of photoperiod on wing form determination and diapause induction in females of the 5 local populations of *Thrips nigropilosus* at 18°C. Numbers in parentheses indicate sample sizes.

されなかった。これは、那覇では、冬季でも食草や気温条件が満たされ、これによって本種の繁殖と発育が可能なためと考えられる。那覇個体群で、自然条件で存在しない10時間日長や8時間日長という極端に短い日長条件下でも休眠が誘導されなかったことは、日長の感受から休眠に至るまでの反応を制御する遺伝的性質が、休眠性を有する他の地域の個体群と異なっていることを示している。このように、本種には、休眠性をもち、かつそれに至る臨界日長を異にする地域個体群だけではなく、日長に依存した休眠制御機構をもたない地域個体群が存在した。

3. 2 翅型発現

全供試個体群の雌に長翅型、中間型および短翅型が発現した (Fig. 4) が、各翅型の発現率と日長との関係は個体群間で大きく異なった。異なる日長条件で発育した雌の翅型構成比率から、短翅型誘導の臨界日長は、稚内個体群と網走個体群では13時間から14時間の間、京都個体群では12.5時間から13時間の間、長崎個体群では11時間から11.5時間の間であることが明らかになった。ただし、稚内個体群と網走個体群との短翅型誘導の臨界日長は、ともに13時間から14時間の間であったが、13時間日長では、稚内個体群は、網走個体群に比べ短翅型の発現率が約40%高かった。また、14時間日長では、稚内個体群には短翅型が発現したが、網走個体群には短翅型が発現しなかった。このため、稚内個体群は網走個体群よりも短翅型誘導の臨界日長が長いと考えられた。これらのことから稚内、網走、京都および長崎個体群の4個体群は一定日長以下では高率で雌に短翅型を発現するが、高緯度地域に生息するものほど短翅型誘導の臨界日長が長い傾向があると言えた。これは、短翅型の発現が、休眠誘導の場合と同様に、季節適応現象であることを示唆している。那覇個体群では当地の自然条件に存在しない10時間日長や8時間日長という極端に短い日長においても長翅型が88%以上の高率で発現し、短翅型の発現は、10時間日長において発

育した1匹だけにとどまった。那覇個体群はその他の個体群とは異なり、翅型決定要因としての日長に対する反応性を欠くものと判断される。また、那覇個体群は日長に依存して生殖休眠が誘導されることがないため、冬季であっても新たに繁殖場所を探索して飛翔するものと考えられる。以上のことから、本種雌の翅型が日長によって決定されるか否か、そして、どの程度の短い日長条件下でどの程度の比率で短翅型を発現するかという、日長に対する反応性の違いは、生息場所の環境条件に対する適応として、地域個体群ごとに遺伝的に決定されていると考えられる。

4. 結論

これまでに述べた結果から、クロゲハナアザミウマには、休眠誘導と短翅型誘導に関する臨界日長が異なる個体群、日長の違いを問わず休眠および短翅型が誘導されない個体群が地域を違えて分布していることが明らかとなった。本種が寄生したヨモギを緑化植物として、または張り芝や緑化樹苗木などとともに遠隔地から別の地域に移動することは、ある遺伝的性質をもつ個体群の生息域に、これと異なる遺伝的性質をもつ別地域の個体群を人為的に導入することになる。これによって、2つの大きな問題点が生じる。一つは、ある地域に自然状態で存在しなかった性質をもつ遠隔地個体群がそこに定着する可能性のあること、もう一つは移入先となる地域の個体群の遺伝的構成が、遠隔地個体群との交雑によって攪乱を受けることである。

本研究で供試した5個体群の生殖様式はいずれも産雄性単為生殖であり、異なる地域個体群間に生殖的隔離機構の存在は認められていない。したがって、クロゲハナアザミウマの異なる地域個体が、人為的移動によって同一の生息場所に共存した場合には、移入個体群の遺伝子が移入先個体群の遺伝子プールに侵入する可能性は高い。本種の休眠と短翅型の発現は、生息地域の季節性に対する適応現象と見なされたことから、本種の遠隔地個体群とその移入先に元来存在している個体群との交雑は、元来存在した個体群の適応度を低下させる可能性が高い。

一般に、生物は同一種であって生息地域ごとに遺伝的に分化しており、地域個体群として独自の性質を有している。したがって、クロゲハナアザミウマで示唆された個体群レベルでの遺伝的構成の攪乱は、他の多く生物種においても起こる可能性が高い。本来ある生物種が生息しない場所にその種が移入した場合には、比較的簡単に、視覚によって人為的な移入が起こった可能性を発見できる。しかも、通常、異種生物間の遺伝子交流は低頻度と考えられる。しかし、単一種においては、遺伝的に分化した異なる地域個体群を視覚的に容易に識別できないことが多い。特に、現時点では、これら個体群間に遺伝子交流が生じた場合、個体群が受けた遺伝的攪乱の実態を把握して、本来の遺伝的構成を還元することは不可能である。したがって、土木や緑化工事で使用する植物材料については、その植物の地域個体群はもちろんのこと、着生する生物種の地域個体群の遺伝的差異についても配慮を施すことが重要である。今後、ビオトープの形成など自然の回復を目的とした植栽工事が増加するものと考えられる。このため、植物種に加え、これに依存する生物種の個体群レベルから、植栽材料の使用に関するルールづくりが求められる。

参考文献

- 1) ダニレフスキー, ア・エス: 昆虫の光周性 (日高敏隆・正木進三 訳), 東大出版会, p.293, 1966.
- 2) Beck, S. D.: Insect Photoperiodism, 2nd ed., Academic Press, p.387, 1980.
- 3) ソーネダース, ディ・エス: 昆虫時計 (正木進三 訳), サイエンス社, p.387, 1981.
- 4) Nakao, S.: Effects of temperature and photoperiod on wing form determination and reproduction of *Thrips nigropilosus* Uzel (Thysanoptera: Thripidae), Appl. Entomol. Zool., 28, pp.463-472, 1993.
- 5) 中尾 史郎: クロゲハナアザミウマ雌における翅型および生殖休眠の光周期と温度による制御, 日本応用動物昆虫学会誌, 第38巻, pp.183-189, 1994.
- 6) Nakao, S.: Overwintering and seasonal changes in wing form composition of *Thrips nigropilosus* Uzel (Thysanoptera: Thripidae), Appl. Entomol. Zool., 32, pp.47-53, 1997.
- 7) Southwood, T. R. E.: Habitat, the temple for ecological strategies?, J. Anim. Ecol., 46, pp.337-365, 1977.