HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	中国寧夏におけるツヤハダゴマダラカミキリの生態と気象に関する基礎的研究
Author(s)	石郷岡, 康史; 浦野, 慎一; 岡田, 啓嗣; 武田, 知己; 王, 秀峰; 町村, 尚; 堀口, 郁夫
Citation	北海道大学大学院農学研究科邦文紀要, 23(4), 309-317
Issue Date	2001-03-23
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/12194
Type	bulletin (article)
File Information	23(4)_p309-317.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大農邦文紀要 23(4)：309～317，2001

中国寧夏におけるツヤハダゴマダラカミキリの生態と気象に関する基礎的研究

*石郷岡康史・**浦野　慎一・**岡田　啓嗣・**武田　知己
王　　秀峰・*町村　　尚・*****堀口　郁夫
*農業環境技術研究所・環境資源部・気象管理科・気候資源研究室
**北海道大学大学院・農学研究科・環境資源学専攻・地域環境学講座・農業物理学分野
***北海道大学大学院・農学研究科・環境資源学専攻・地域環境学講座・農地環境情報学分野
****大阪大学大学院・工学研究科・地球総合工学専攻・地球循環共生工学領域
*****日本気象協会・北海道支社

Basic Study on the Ecology of *Anoplophora glabripennis* and Meteorology in Ningxia, China.

*Yasushi ISHIGOOKA, **Shin-ichi URANO, **Keiji OKADA, **Tomomi TAKEDA, ***Xiufeng WANG, ****Takashi MACHIMURA, *****Ikuo HORIGUCHI
*Laboratory of Climate Resources, National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki, 305-8604, Japan
**Agricultural Physics, Regional Environment, Division of Environmental Resources, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060-8589, Japan
***Environmental Information of Land, Regional Environment, Division of Environmental Resources, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060-8589, Japan
****Recycle and Symbiotic Engineering, Department of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka, 565-0871, Japan
*****Hokkaido Branch of Japan Weather Association, Sapporo, 064-8555, Japan

I．はじめに

中国は森林被覆率が低く，世界の中でも沙漠化の進行が著しい地域の１つである。砂漠化の進行は特に降水量の少ない西北地域において顕著であり，このため西北地域では，農地保護や農民の生活環境の改善，土壌流亡の防止等を目的として，近年になって三北防護林建設計画に代表される大規模な植林事業が行われてきた（遠田・山崎，1995）[1]。しかし植林が進行するにつれて，樹木の成長に関する様々な問題が表面化してきた。その一つが，虫害の発生である。特に西北地区ではカミキリムシによる被害が甚大であり，植栽された樹木に壊滅的な被害を与えている。本研究で対象とした寧夏（Ningxia）回族自治区の北部はその典型的な地域の１つであり，内蒙古から侵入したツヤハダゴマダラカミキリ（*Anoplophora glabripennis*）による被害に悩まされている（王，1995）[2]。

現在中国では，効果的なカミキリムシ類の防除法を確立するための基礎として，その生態学的特徴の研究が進められている。ツヤハダゴマダラカミキリ（以下，本種）については，李ほか（1984）[3]が室内実験により生態・行動と温度環境の関係について詳細に言及している。また趙ほか（1996）[4]は，1995年に同じ銀川市の苗木試験場の合作楊林において脱出孔，産卵痕の野外調査を行い，発生，産卵消長と気象要素との関係について報告したが，野外における自然個体群の生態・行動に関してはなお未解明な部分が多い。本種以外に関しても，昆虫の生態・行動と気象環境に関する研究が多数行われているが（例

えば，Adachi, 1988; Shibata, 1989; Kawamoto et al., 1989)[5)6)7)]，そのほとんどは室内実験を基礎とした研究であり，自然個体群を対象とした研究はわずかである。

以上の観点から著者らは，本種の自然個体群の生態的特徴を野外調査で明らかにすること，またその生態的特長と気象要素との関連を把握することを目的に，寧夏北部の樹林地を対象に気象観測，生態調査を実施した。これらの調査結果から，本種の野外における生態的特徴を時間的，空間的に評価し，産卵活動の時期的変化と気象環境の関係について考察した。なお現地調査は1996年および1997年に行った。

II．材料および方法

A．研究対象地域

調査は，中国寧夏回族自治区銀川市の郊外にある黄河護岸林（干柳樹林地）に生息する本種，ツヤハダゴマダラカミキリの自然個体群を対象とした。黄河護岸林は，河岸の強化・固定を目的として1970年代に造成された人工林である。しかし近年になって本種による食害により，多くの樹木が枯死し，存続の危機に瀕している。

調査区は，黄河護岸林の中で樹木が比較的揃っている林分の60 m×20 mの範囲とした（図1）。調査区を含む地域は，樹種，樹齢が均質で本種を取り巻く生態系が比較的単純であるという特徴をもっている。調査区内の樹木本数は115本，樹齢は約15年（1997年現在）で，平均樹高は492±78 cm，平均胸高直径は8.5±1.6 cmであった。

B．脱出孔，産卵痕の調査

野外で個体を連続的に追跡するのが困難であるため，本種が樹幹に残した脱出孔，排糞孔，および産卵痕を調査した。脱出孔および産卵痕の調査は，調査区内における115本の樹木全てを対象に実施した。調査方法は三富ほか(1990)[8)]のゴマダラカミキリ脱出孔の調査手順を参考にした。先ず96年の羽化開始以前の5月下旬から6月中旬にかけて，旧脱出孔(1995年以前に出現したもの)，旧産卵痕，排糞孔（量と大きさにより小排糞孔と大排糞孔に分類）を対象樹木毎に目視観察により調査し，それぞれの数と併せて方角（北，東，南，西の4方向）および地表からの高さ（0－50，50－100，100－150，150－200，200－250 (cm) の5段階）を記録した。記録済みのものには，以後調査するものと混同が生じないように，色クレヨンでマーキングを施した。また同様な方法で，新脱出孔および新産卵痕（調査年に出現したもの）の調査を，1996年は6月6日から10月9日まで，1997年は6月14日から8月8日まで行った。調査は原則として1～3日間隔とした。寧夏北部における本種は2年1世代（王，1995)[2)]であるため，各々は世代的に，最初が旧脱出孔（調査年

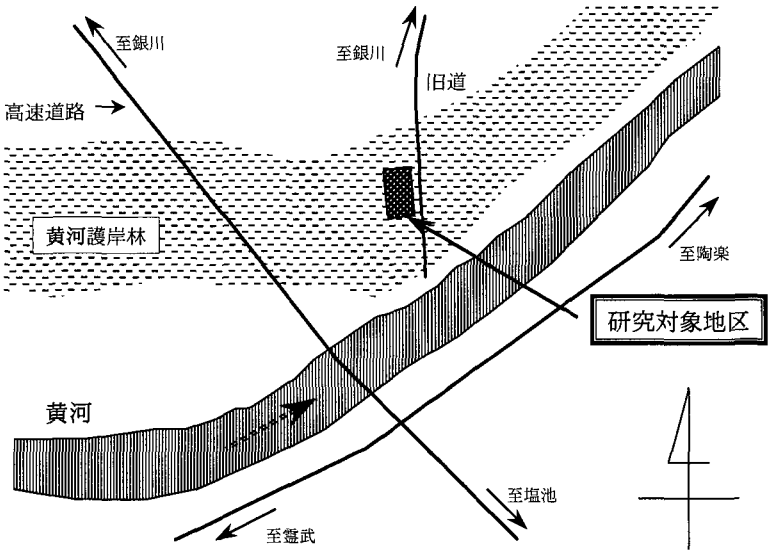

図1　調査対象地域の概略図
Fig. 1　Outline map of study area.

以前に脱出)，次が大排糞孔および新脱出孔(調査年に脱出)，次が小排糞孔（1年後に脱出)，最後が新産卵痕（2年後に脱出)，という順になる。

C．成虫数の調査

前項の産卵痕数の調査は，時期による成虫の産卵活動の活性と気象の関係を検討するためであるが，調査地区内の成虫個体数は時期により異なる。産卵痕数は成虫数に支配されるので，異なる時期における個体群の産卵活動の活性を比較するためには，一定成虫数当たりの産卵痕数を指標にする必要がある。そこで，調査区内の時期による成虫数の相対的変化を把握するため，毎回の産卵痕，脱出孔の調査時に各々の樹木の樹幹を目視観察し，発見した成虫数を記録した。調査地区内の全樹木において発見できた合計虫数を各調査日の観察成虫数とした。観察成虫数は調査地区内の全成虫数とは相違するが，この数値を基に一定成虫数当たりの産卵痕数の相対的変化を把握することが可能である。

D．気温，日射量の測定

成虫の活動と気象の関係を調べるため，調査期間中に気温と日射量の観測を行った。気温は，調査区内に設置した百葉箱内に置いたサーミスタ自記温度計で測定した。日射量は使用測器の管理上の問題から，調査区から北西に約15 km離れている寧夏森林保護研究センター屋上で熱電堆式自記日射計により測定した。測定期間は，1996年は5月24日～10月10日，1997年は6月13日～9月19日とした。ただし，1997年の気温については，事故のため7月10日以後のデータは得られなかった。この期間については，寧夏森林保護研究センターの観測露場において観測している気温データを補正して使用した。

III．結果と考察

A．個体群の空間的分布特性

96，97年における脱出孔，産卵痕等の調査結果を表1に示す。

全脱出数は96年が330個体であったが，97年は調査期間が短く，8月上旬までであったにもかかわらず770個体で，96年の倍以上であった。さらに95年以前の脱出数（旧脱出孔数）が101個体であることを考慮すれば，本種はこの3年間で急激に増加したといえる。全産卵痕数は，96年が6673個であり，雌雄比が1：1であると仮定すれば1雌の産卵痕数は40.4個となる。産卵痕を作っても産卵しないケースも予想されるため，実際の産卵数はこれより少ないと考えられる。張(1994)[9]の報告では1雌当たりの産卵数は平均32個であり，妥当な調査結果といえる。一方97年は，8月上旬までで4476個であり96年の同時期までの産卵数（約4800個）よりやや少なかった。脱出数は96年と比較して倍増しているが，1雌当たりの産卵数は11.6個で96年より大幅に減少したことになるが，この原因については不明である。

次に個体群の面的分布の特徴をLloid (1967)[10]が提唱したm^*/m値により評価する。m^*/m値は分布の形態を表す指標であり，分布形態が集中型であれば$m^*/m>1$，離散型では$m^*/m<1$，完全にランダムであれば$m^*/m=1$となる。ここでmは平均密度，m^*は平均密集度（便宜的にこう呼ぶ）である。m^*は以下の式で算出される。

$$m^*=\sum\{x_i(x_i-1)\}/\sum x_i$$

x_iは各樹木における個体数である。

表1より，m^*/m値は全て1以上であり，本種個体群の分布形態は集中型，すなわち本種は特定の樹木へ集中して寄生する傾向を持つといえる。各項目別にみると，m^*/m値が最も高いのは旧脱出孔で4.70，次いで大排糞孔が2.90，新脱出孔（期間合計値）が2.85であった。一方，低いのは小排糞孔の1.62，新産卵痕（期間合計値）の1.50であった。いずれも値は1以上であるが，集中の程度は産卵痕より脱出孔が高い。すなわち産卵は比較的多くの樹木に分散して行われるが，脱出は特定の樹木に集中するといえる。したがって，本種の発育過程における生存率は樹木によって一様ではないと推察される。

一方，新旧産卵痕のm^*/m値は相対的に低いとはいえ1以上であり，分布形態は〝集中分布型〟である。そこで成虫がどのような樹木に好んで産卵する

表1　調査結果の一覧
Table 1　Results of the reserch.

	総数	樹木当り平均	m^*/m	平均高度(cm)
旧脱出孔	101	0.9	4.7	177.5
小排糞孔	1551	14.4	1.6	131.1
大排糞孔	180	1.7	2.9	146.4
新脱出孔(96年)	330	3.1	2.8	155.9
新産卵痕(96年)	6673	61.8	1.5	123.6
新脱出孔(97年)	770	7.1	2.3	148.0
新産卵痕(97年)	4476	41.4	1.7	114.6

注：m^*/mは分布の形態を表す指標であり，$m^*/m>1$で集中型，$m^*/m<1$で離散型

かを明らかにするために，Iwao (1977)[11] が提唱した空間相関指数（ω 指数）を使用して，各樹木の過去の被害程度と新産卵痕数の関係を調べた。ω 指数は $-1 \leqq \omega \leqq 1$ の範囲で変動し，$\omega=1$ で両者の空間分布が完全一致，$\omega=-1$ で完全不一致，$\omega=0$ で互いに無関係と評価できる。ω 指数は，以下の式で算出される。

$$\omega_{(+)}=(\gamma-\gamma_{(ind)})/(1-\gamma_{(ind)}) \quad (\gamma \geqq \gamma_{(ind)})$$

$$\omega_{(-)}=(\gamma-\gamma_{(ind)})/\gamma_{(ind)} \quad (\gamma < \gamma_{(ind)})$$

$$\gamma=[(m_{xy}{}^*(m_{yx}{}^*)/\{(m_x{}^*+1)\ (m_y{}^*+1)\}]^{\frac{1}{2}}$$

$$\gamma_{(ind)}=[(m_x\ m_y)/\{(m_x{}^*+1)\ (m_y{}^*+1)\}]^{\frac{1}{2}}$$

ここでは，m_x，$m_x{}^*$ は第一項目の平均密度，平均密集度，m_y，$m_y{}^*$ は第二項目の平均密度，平均密集度とする。また，$m_{xy}{}^*$ および $m_{yx}{}^*$ は以下のように求められる。

$$m_{xy}{}^*=\sum(x_{xi}\ x_{yi})/\sum x_{xi}$$

$$m_{yx}{}^*=\sum(x_{xi}\ x_{yi})/\sum x_{yi}$$

x_{xi}，x_{yi} は各樹木における個体数とする。

96年に出現した新産卵痕と旧脱出孔，大排糞孔，小排糞孔との ω 指数を算出した結果，相関が高い順に，小排糞孔（0.52），大排糞孔（0.24），旧脱出孔（−0.05）となった。小排糞孔との相関は比較的高いが，旧脱出孔や大排糞孔との相関は明瞭ではない。旧脱出孔数が多い樹木は既に多くの食害を受けているといえ，樹木の被害程度としては最も重い。大排糞孔は当年に脱出するものと考えられるため，これが多い樹木は相当な食害を受けていると考えられる。小排糞孔が多い樹木は，現在食害を受け衰弱する過程にあるといえる。この結果から，本種成虫は中程度に被害を受けた樹木に特に好んで寄生すると推測できる。李ほか (1984)[3] の報告によれば，発育が旺盛で樹幹内が湿潤な環境である樹木において，本種の卵や幼虫の死亡率が高い。そのため，水分の豊富な華北の樹林地に分布する本種は，健全木では生存のためには水分過多であるため主に衰弱木に好んで寄生し，水分条件に乏しい寧夏北部では健全木にも寄生する（王，1995)[2]。このような，成虫は発育環境の適した樹木を寄生対象として選択しているとする報告は，今回の調査結果を裏付けている。

次に，本種の垂直方向の分布特性について考察する。表1に示した旧脱出孔，小排糞孔，大排糞孔および両年の新脱出孔，新産卵痕の平均高度を見ると，旧脱出孔が最も高く，以下新脱出孔(両年)，大排糞孔，小排糞孔となり，両年の新産卵痕が最も低い部位に分布している。各々の世代の新旧を考慮すれば，新しい世代ほど相対的に低い部位に寄生する傾向が認められる。この調査結果に関して，本種は樹木下枝の基部に好んで寄生するという報告（遠田・山崎，1995)[1] を併せて考えると，本種は先ず比較的高い部位に寄生し，その部位が食害を受けるに従い寄生に適した部位が下方に移動したと推測できる。

表2　新産卵痕の各時期毎のω指数（1996年）
Table 2　ω-index of scars among each seasons (1996).

	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	9月前半
7月後半	0.50				
8月前半	0.52	0.59			
8月後半	0.22	0.40	0.47		
9月前半	0.22	0.36	0.44	0.45	
9月後半	0.22	0.20	0.13	0.22	0.39

注：ω指数は2要素の空間的一致度を表す指標である。
ω指数は$-1 \leqq \omega \leqq 1$の範囲で変動し，
$\omega=1$で両者が完全一致，$\omega=-1$で完全不一致，$\omega=0$で互いに無関係。

脱出後の成虫に関して，時期毎の分布挙動を明らかにするために，96年における新産卵痕における時期毎の ω 指数の一覧を表2に示す。各時期間の ω 指数をみると，ある時期とその直後の時期間の値が高い(0.39〜0.59)。そのため，半月程度の期間では成虫の分布は大きくは変化しないといえる。一方，時期が離れるほど ω 指数の値は低くなる（0.2前後）ことから，分布は時期とともに徐々に変化することを示す。以上より，本種成虫は林内においては移動性が乏しく，同一樹木に比較的長期間留まる傾向を持つといえる。

B．成虫の脱出，産卵消長

96年および97年の調査期間における脱出孔数および産卵痕数の推移を，日平均気温の推移と併せて図2に示す。調査日の間隔が一定でないため，脱出孔数と産卵痕数は1日当たりに換算した。

96年の脱出開始日は6月19日であり，また終息日は9月25日であった。その間約3ヶ月にわたって脱出が認められたが，脱出の最盛期は開始直後の6月下旬であり，その後7月上旬にかけて大きく減少し，7月中旬にやや増加，7月下旬以降は終息まで減少傾向を示した。また同年の産卵開始日は6月28日であり，終息日は10月4日であった。産卵痕数の推移は時期による変動が大きいが，最盛期は7月5日頃から8月6日頃までの1ヶ月間と推察される。

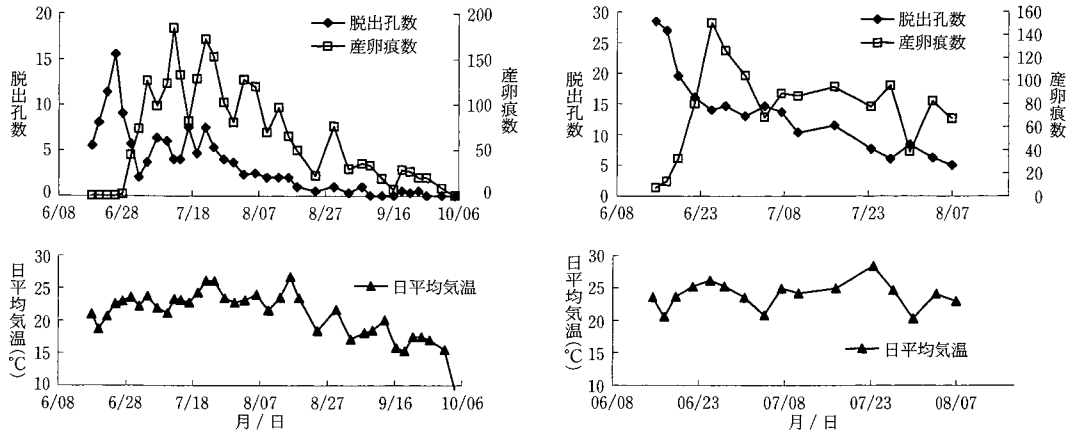

図2　脱出孔数，産卵痕数および平均気温の推移（左：96年；右：97年）

Fig. 2　Seasonal changes of holes, scars and daily mean temperature (1996, 1997).

97年は調査開始時にすでに脱出が開始しており，また調査地水害のため早期に調査終了となったため，脱出開始，終息日および産卵終息日は不明である。脱出孔数は初期に最も多く，以後調査終了まで減少傾向がみられた。そのため，第1回目の調査時に既に脱出が最盛期となっていたか，あるいは最盛期を過ぎていたと考えられる。産卵開始日は6月16日であり，96年より12日早い。産卵痕数は，産卵開始以後急激に増加し，6月25日にピークに達し，7月4日にかけて大きく減少した後，調査終了まで変動しながら推移した。

以上のように，両年とも脱出開始から短期間で脱出孔数がピークになり，その後大きく減少するという特徴は一致している。またこれに対応して，産卵痕数も比較的早い時期に多くなる傾向を示している。

C．産卵痕数の変動と気象要素

図2において，産卵痕数と平均気温の変動をみると，両年とも高温時に産卵痕数が多く低温時に少ないという関係が見られる。そこで，異なる時期間の産卵活動とその時期の気温の関係について検討した。時期により成虫数が異なるため，産卵痕数により個体群の産卵活動の活性を評価するには個体当たりの産卵痕数を知る必要がある。本調査においては調査地区内の全成虫数を知ることができなかったため，一定成虫数当たりの産卵痕数（以後，補正産卵痕数）を算出し，気象要素との関係を評価した。

a．成虫数の推移と補正産卵痕数の算出

96年，97年の毎回の調査で観察できた成虫数を図3に示した。96年の成虫数が最も多い時期は7月上

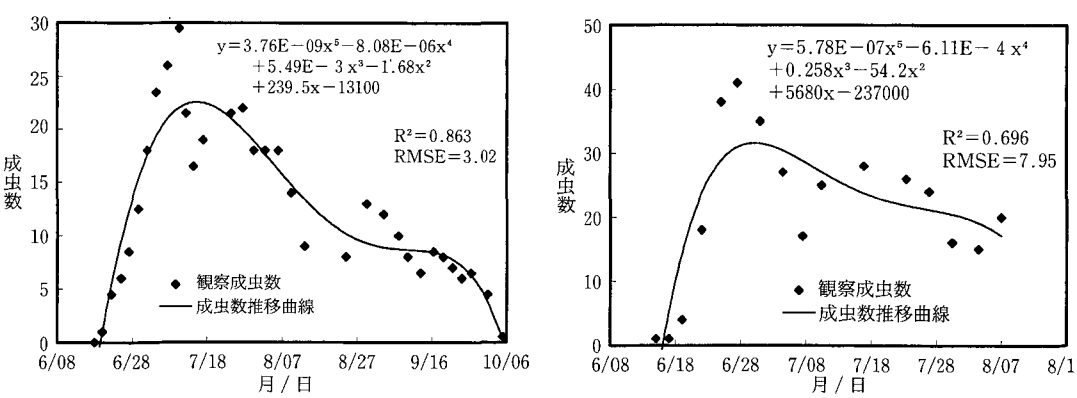

図3　観察成虫数とその推移（左：96年；右：97年）

Fig. 3　Seasonal changes of numbers of observed adults (1996, 1997).

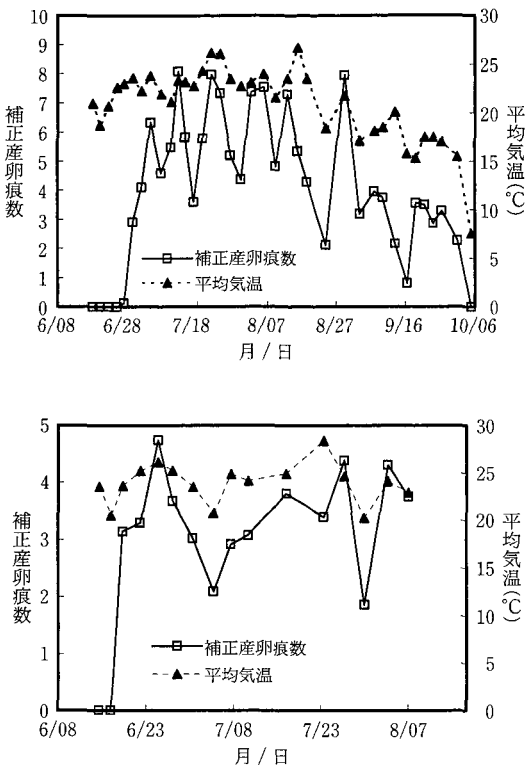

図4　補正産卵痕数と平均気温の推移（上：96年；下：97年）

Fig. 4　Seasonal changes of corrected numbers of scars and mean daily temperature (1996, 1997).

旬から中旬にかけてであり，産卵痕数が最も多い時期とほぼ一致する。その後8月上旬にかけて急激に減少するが，以後9月中旬までは緩やかに減少，その後急激に減少し，10月上旬に成虫消滅となる。97年も同様な傾向を示し，成虫数のピークは産卵痕数のピークと同じ6月下旬から7月上旬にかけてである。その後は大きく減少し，調査終了まで緩やかな減少傾向が続いた。

図中の曲線は，最小自乗法により求めた5次曲線であり（96年：$r^2=0.86$, 97年：$r^2=0.70$），調査期間中の相対的な成虫数の推移を示している。調査地区内の実際の成虫数を大きく変動させる要因（例えば地区外からの大量の移入や人工的な防除）はなく，雌雄比は常に一定であると仮定すれば，補正産卵痕数は，各時期の産卵痕数を図中の曲線で表される相対的な成虫数で除することにより算出できる。

b．補正産卵痕数と気象要素の関係

96年，97年の補正産卵痕数と平均気温の推移を，図4に示す。これらの図から明らかなように，産卵開始直後の早い時期を除いた期間において，補正産卵痕数と平均気温の推移に顕著な対応が認められた。この対応が明らかになるのは，96年は7月中旬以降であるが，早期については多くの個体の繁殖能力が未熟であるためとも考えられる。以上を考慮し，両年において脱出のピークから10日前後を経た時期以降を対象として，補正産卵痕数と平均気温の関係を調べた（図5）。両者には明瞭な正の相関が認められ（$r^2=0.59$；1996, $r^2=0.39$；1997），本種成虫の産卵活動は，高温時に活発，低温時に不活発になるといえる。しかし，昆虫に限らず生物は一般に，ある一定温度以下の範囲においては温度が高いほど活動が活発であるが，それを超過すると静息状態となる。李ほか（1993）[3]は，本種の近隣種であるキイロ

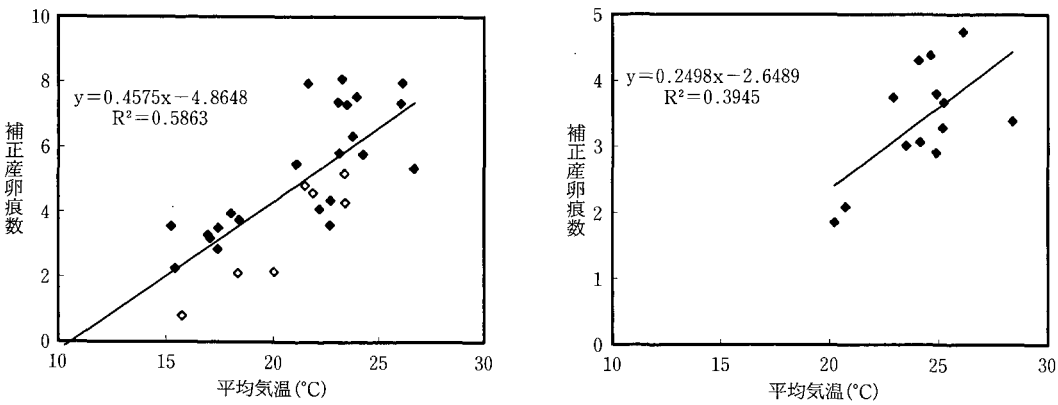

図5　補正産卵痕数と平均気温の関係（左：96年；右：97年）

Fig. 5　Relationships between corrected numbers of scars and mean daily temperature (1996, 1997).

ゴマダラカミキリは30°C付近で活動が最も活発となり，それ以上の温度環境では活動が不活発になると報告している。本種においても同様な特徴を持つと推察されるが，寧夏北部においては最も高温となる時期（主に7月）でも日最高気温が30～33°C程度であり，本種成虫の活動が抑制される程の高温の出現が殆どないと考えられるため，温度と産卵活動に単純な線形関係が認められたと推察される。

次に，産卵活動と日照環境との関係について検討する。図5左の96年の結果に関して，天候が悪く日射量が比較的少ない時期（図中では白抜きで表されている）の補正産卵痕数は，気温に対して過少となる傾向が認められる。そのため，産卵活動は気温のみではなく，日照環境によっても影響されている可能性が示唆される。そこで気温と日照の両方が反映される気象指標として，ある基準値以上の日射量が存在する時間における気温の積算値（以下，有効日照時積算気温と称す）を考える。有効日照時積算気温は日毎に以下のように求められる。

$$AT^* = \sum T_h (Sr_h \geqq Sr^*)$$

但し，AT^*：有効日照時積算気温(degree・hours)，T_h：気温時別値(°C)，Sr_h：全天日射量時別値(MJ/m²/hour)，Sr^*：基準日射量(MJ/m²/hour)である。気温の平均値ではなく積算値を使用していることにより，季節による日長の違いも反映される。基準日射量を変化させながら，有効日照時積算気温と補正産卵痕数との相関を調べた。ここでは比較検討対象である補正産卵痕数が1日あたりであるため，有効日照時積算気温は各調査日間の1日あたりの平均値を使用した。図6は基準日射量を0.47 MJ/m²/hourとしたときの両者の関係を示したものであり，この時に相関が最も高くなっている($r^2=0.71$)。この値は，先に示した平均気温との関係($r^2=0.59$)と比較すると明らかに高い。この1つの理由として，昼行性である本種成虫の活動に直接影響しない夜間の気温が除外されたことが考えられる。しかし，両者の相関を最も高くする基準値は0.47 MJ/m²/hour（1時間平均で130.6 W/m²）であり，これは日照の有無のしきい値に近い値である。すなわち本種成虫は，日中でも悪天候で日照の無い時には産卵活動が不活発になり，日照のある時に主に産卵活動を行うと推察される。したがって，半乾燥地であり日照に比較的恵まれているという寧夏の気候的特徴は，本種の繁殖にとって有利な条件となり得ると考えられる。

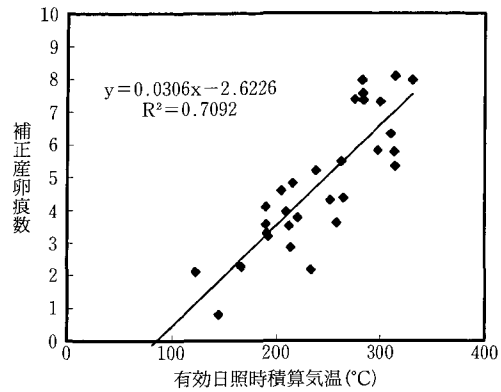

図6　補正産卵痕数と有効日照時積算気温の関係（日射量≧0.47 MJ/m²/hour）

Fig. 6　Relationships between corrected numbers of scars and accumulated temperature within the term of effective sunshine (solar radiation ≧ 0. 47 MJ/m2/hour).

但し97年は，有効日照時積算気温との関係でこのような特徴が認められなかったが，これは調査期間が短くデータ数が十分でなかったためとも考えられる。

IV. ま と め

本種自然個体群について，時間的空間的分布の特徴と産卵活動に及ぼす気象の影響を調べるため，2年間にわたり脱出孔や排糞孔，産卵痕の調査，および気象観測を行った。その結果，以下のような知見が得られた。

① 旧脱出孔数および両年の新脱出孔数の調査結果から，脱出個体数は数年で大きく増加していることが認められた。

② 脱出孔や排糞孔，産卵痕は空間的に集中分布する傾向が認められたが，集中の程度は産卵痕より脱出孔が高かった。したがって，本種の発育過程における生存率は樹木により異なると考えられた。

③ 産卵痕と排糞孔は空間的に一致する傾向が見られたが，脱出孔はこれらと空間的一致が明確ではなかった。また本種は樹木下枝基部に好んで産卵するが，その部位の食害が多くなるにつれて産卵部位は下方にシフトする傾向が認められた。成虫は発育環境の適した樹木および部位を寄生対象として選択している可能性が示唆された。

④ 産卵痕数の時期変化と平均気温の推移には比較的明瞭な対応が認められ，また補正産卵痕数と平均気温には有意な正の相関が認められた（$r^2=0.59$；1996，$r^2=0.39$；1997）。すなわち，本種成虫の産卵活動は高温時に活発になると考えられた。

⑤ 気温と日照の両方が反映される気象指標として有効日照時積算気温を考え，補正産卵痕数との関係を調べたところ，日射量の基準値を0.47 MJ/m²/hourとしたときに両者の相関が最も高くなった（$r^2=0.71$）。この結果から，産卵は主に晴天時に行われると考えられた。

謝　辞

本研究を行うにあたり，寧夏森林保護研究プロジェクトリーダーの前田満，古本忠両氏，業務調整員および専門家の方々，中国側カウンターパートの方々には，現地調査の際に格別の便宜を図って頂いた。また，蘇賀蘭主任ほか寧夏回族自治区科学技術委員会の関係者の方々，および楊桂清教授ほか寧夏農学院の関係者の方々には，現地滞在中の生活等に関して多大なる支援を頂いた。この場を借りて，厚く御礼を申し上げる。

引用文献

1）遠田暢男・山崎三郎，1995：中国ポプラ植栽林「緑の万里の長城」のゴマダラカミキリ被害．林業と薬剤，131，13-21.

2）王希蒙：寧夏地区森林害虫発生現状及対策．寧夏森林保護研究，1，1-5，1995.

3）李文傑他主編：楊樹天牛総合管理．中国林業出版社，290 pp，1993.

4）趙暁明・孫普・劉益寧・宝山・山崎三郎：楊樹天牛種群消長規律研究．寧夏森林保護研究，2，14-21，1996.

5）Adachi, I.: Reproductive biology of the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* THOMSON (Coleoptera: Cerambycidae), in citrus trees. Appl. Ent. Zool. 23(3), 256-264, 1988.

6）Shibata,E.: The influence of temperature upon the adult sugi bark borer, *Semanotus japonicus* LACORDAIRE (Coleoptera: Cerambycidae). Appl. Ent. Zool. 24(4), 321-325, 1989.

7）Kawamoto, H.: Effect of temperature on adult survival and potential fecundity of the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus*. Appl. Ent. Zool. 24(4), 418-423, 1989.

8）三富誠・黒田栄治・岡本秀俊：ゴマダラカミキリの生態に関する研究　I．香川県下のカンキツ園におけるゴマダラカミキリ成虫の脱出孔の調査．応動昆，34(1)，7-13，1990.

9）張世権主編，1994：華北天牛及其防治．中国林業出版社，290 pp，1994.

10）Lloid, M.: Mean crowding. J. Anim. Ecol. 36, 1-30, 1967.

11）Iwao, S.: Analysis of spatial association between two species based on the interspecies mean crowding. Res. Popul. Ecol. 18, 243-260, 1977.

Summary

Spatial patterns and relations between seasonal breeding activity and meteorological conditions regarding *Anoplophora glabripennis* (which attacks the trunks of trees and causes serious damage) were revealed as a result of daily field survey concerning oviposition scars, larval excrete holes and adult emergence holes in an artificial forest in Ningxia, China.

The horizontal spatial distribution of holes showed heavier concentrations than did scars. This is caused by the difference of survival rate among the trees during the larval stage.

The spatial correlation index of scars with larval excretes was obviously higher than that with holes; that is, as sites for their ovipositions, females tend to select trees that are only slightly injured.

Seasonal variation of the number of scars in the mid-summer season was synchronized with that of the mean daily temperature. Moreover, the numbers of scars were clearly correlated with accumulated temperature readings within the term of effective sunshine (solar radiation >= 0.47MJ/m^2/hour). These results indicate that dry climate conditions, like Ningxia, were suitable for the breeding activities of adults.