

# 熱帯多雨林の開墾で害虫化した昆虫類の 個体群動態に関する基礎的研究

## Population Biology of the Pest Insects Inhabiting in Disturbed Tropical Forests

○渡辺 守<sup>1</sup>・東 和敬<sup>2</sup>・松良俊明<sup>3</sup>・野間口真太郎<sup>3</sup>・Paitoon Leksawasdi<sup>4</sup>・Mark Deering<sup>5</sup>

○Mamoru Watanabe<sup>1</sup>, Kazunori Higashi<sup>2</sup>, Toshiaki Matsura<sup>3</sup>, Shintaro Nomakuchi<sup>2</sup>,  
Paitoon Leksawasdi<sup>4</sup> & Mark Deering<sup>5</sup>

<sup>1</sup>三重大学教育学部, <sup>2</sup>佐賀大学農学部, <sup>3</sup>京都教育大学, <sup>4</sup>Chiang Mai University,  
<sup>5</sup>The Sophia Sachs Butterfly House and Education Center

<sup>1</sup>Mie University, <sup>2</sup>Saga University, <sup>3</sup>Kyoto University of Education, <sup>4</sup>Chiang Mai University,  
<sup>5</sup>The Sophia Sachs Butterfly House and Education Center

Because Thai Government encouraged cultivation in the mountain minority tribe, agricultural fields are distributed patchily in the tropical rain forests in the northern part of Thailand, Chiang Mai district. Cabbages are dominant species among the crops cultivated, and some of them are harmed by pierid butterflies, which originally inhabited the inside of the forests. The process to be a pest insect may be comparable with that of *Pieris rapae* imported in North America about the first century ago. However, there has been no research on the population biology of the butterfly so far in the Southeast Asia. We focussed on the life history of *Pieris canidia* in the cabbage fields and the related species nearby. The insect fauna in the cabbage fields was also surveyed. *P. canidia* females preferred to deposit eggs on cabbage leaves as well as kale and mustard. Trichogrammatidae was a key mortality factor in the egg stage of *P. canidia*, and *Apanteles* sp. was emerged from the fifth instar larvae. The duration of immature stages of the butterfly was estimated ca. 16 days, which is shorter than that of *P. rapae* in Japan. The mating frequency and the fecundity of 4 sympatric *Eurema* butterflies found in the fields were also clarified. The life history strategy of the insects in the cultivated fields in the tropical rain forests is discussed.

### 1. 研究目的

タイ北部・チェンマイ地方に分布する熱帯林では、政府が山岳少数民族に開墾を奨励したため、林内にパッチ状に農地が作られている。主としてキャベツやレタス、マメ類を生産していたが、熱帯林内に生息し、それまで害虫ではなかったタイワンモンシロチョウをはじめとするシロチョウ類による被害が生じてきたという。丁度、1世紀ほど前の北米で、キャベツとともに侵入したシロチョウ類が害虫化した過程と類似している。しかしこれまで、東南アジアにおいてシロチョウ類の個体群生物学的研究は行なわれていなかった。猛威をふるっている他の病害虫の対策が優先されていたからに違いない。しかし、このような開墾地に飛来し、害虫化しつつある種の生活史戦略を調査し、その過程を解明することは、害虫防除の基礎的な研究にとって重要である。そこで本研究は、渡辺とチェンマイ大学生物学教室のこれまでの共同研究を発展させ、害虫化しつつある蝶類やその捕食者の生活史を解明し、在来の害虫と比較検討して、熱帯多雨林の伐採の影響を彼らの生活史戦略から評価する事を目的とした。

### 2. 研究経過

#### 2.1 タイワンモンシロチョウの生活史

本研究では、2年間にわたって、タイワンモン

シロチョウの雌における産卵寄主選択と産下卵の発育過程、キャベツ畑における卵や幼虫寄生蜂の寄生率を、野外と室内の両方で調査した。

寄主選択実験には、市場で聞き取り調査を行ない、チェンマイ市近郊で普通に栽培されているキャベツとケール(カンラン)、カラシナの3種を用いた。実験のための雌は、野外で捕獲した個体の中から比較的若い個体を選んでいく。

上記実験で産下された卵を室内で飼育し、卵期と幼虫の各齢期、前蛹、蛹の期間を調べた。餌として市場でキャベツを購入し、その外側の葉を与えている。

野外のキャベツから卵や幼虫を採集して室内で飼育し、卵寄生率と幼虫寄生率、幼虫の生存率を測定した。また、幼虫寄生蜂の幼虫あたり脱出数も数えている。一方、寄主選択実験で得た卵を野外のキャベツ葉に接種し、野外における卵死亡率を推定した。

#### 2.2 開墾地を利用して生活する蝶類

2年間にわたり、キャベツ畑へ飛来したり畑の縁に沿って飛翔し、隣接する二次林のギャップや林縁部を生活場所としている蝶類を捕獲した。これらのうち、キチョウ属4種とジャノメチョウ属やシロチョウ属の一部については、雌雄共に捕獲している。捕獲した雌はすべて捕獲当日に解剖し、交尾嚢内の精包と体内に保有していた卵を計

数した。保有卵は、大きさや形によって、成熟卵、亜成熟卵、未熟卵の3種類に分けて数えている。

調査地内外には、ほぼ毎日のようにやってくるスコールの直後に小さな水溜まりが生じている。そこに各種の蝶類が集まって吸水行動を示すので、それらを捕獲し、0.1M - NaCl 溶液又は水を与えて、吸水活性を比較した。

### 2.3 キャベツ畑における地表性昆虫群集

2年間にわたり、ピットホール・トラップ（直径6cm高さ8cmの円筒形）やパン・トラップ（直径6cm深さ5cmのプラスチック皿）をキャベツ畑と草地に設置し2日後に回収するという調査を繰り返した。トラップはできるだけ斜面全体に一樣に分布するようにして埋設している。各トラップには70%メチルアルコールを3cm程度の深さまで入れた。トラップで捕獲された動物はチェンマイ大学に持ち帰り、大まかに分類した後、各分類群の個体数およびその体長を記録した。

### 2.4 開墾地を生活の場とする他の昆虫類

調査地としたキャベツ畑やその近辺、チェンマイ大学構内などにおいて、蜻蛉目昆虫などを捕獲し同定した。また、調査地近くの二次林林縁部において、オオホシカメムシ科のカメムシの繁殖行動を観察している。

### 2.5 チェンマイ近郊における開墾地の状況

1999年のチェンマイ近郊にはほとんどキャベツ畑が存在しなかった。Paitoon Leksawasdi の説明によると、「政府の方針」として、キャベツの作付けは抑制され、トウモロコシとジャガイモへと転換されてしまったという。その理由の第1は、前年にキャベツの病気が大発生して壊滅的打撃を受けたことである。2番目は、前年の雨季と今年の雨季は雨が多く、特にキャベツ畑として利用していた斜面の崩壊が激しかったかららしい。そして最後の理由として、「熱帯林の環境保護」のため、「キャベツ畑という草地」よりも「ライチーの圃場」の方が「景観的に林」に見えるという「理由」で広範囲に作付け転換を行なっているという。なお補足的に、チェンマイの一般家庭の料理の素材にキャベツは使われてこなかったため、キャベツは中流以上の階層の口に入るかバンコクへ出荷されるかする「換金作物」とのことであった。いずれにしても、そのおかげで、1999年のチェンマイにおけるキャベツの価格は暴騰したそうである。調査を予定していた場所（開墾地）は放棄され、二次遷移が進んでいた。したがって、この年の調査地 Mae Jam はチェンマイから100kmも南下しなければならなかったのである。

調査地としたキャベツ畑は広大な斜面の中腹にあり、上部にはマツの植林地が、下部には水田が作られその下に小さな流れがあるという典型的な農地であった。作付け直後の畑から収穫直前の畑まで様々な成長段階のキャベツ畑が存在している。それぞれの畑においてキャベツは順調に成長しているように見えた。しかしそれは間断のない農業散布に依存していたらしい。調査中は必ずといっ

てよいほど農業散布の現場に出くわし、我々の中には農業を浴びてしまった者もいたからである。

2000年の調査地はNhong Hoiに設定した。ここはChiang Maiから北へ約36km、曲がりくねった山道を登った山間の集落である。標高は800～1000m。約2500人が住み、山岳民族のモン族が90%を占め、他にラオ族、リス族、中国系、低地タイ系がいるという。ここは山岳民族定住策のモデル地区となっており、政府の農業関係の出先機関（我が国の農協と農業試験場を併せた機能をもっている）が指導しているらしい。山の斜面は見渡す限り開墾され、各種の野菜の段々畑となっていたが、その中でも「急斜面の畑」がキャベツの栽培畑となっていた。

斜面の一つに作られたキャベツ畑を借りた。ここには約2500～3000株のキャベツが作付けされており、農業は撒かれていなかった。その理由として、

1. 普通、雨季には重大な病害虫が発生しない
  2. 雨季の終了後間もなく（10月中旬までに）収穫する予定だった
  3. 農業を買うにはお金がかかる
- が挙げられている。なお、このキャベツはタイ人の好みと料理の都合により日本のキャベツの1/2～2/3の大ききで収穫されるという。

この斜面にはキャベツだけでなくレタスが作付けられ、対岸の斜面には各種野菜や花が栽培されている。斜面の下は放棄された水田で、台湾モンシロチョウをはじめとする蝶類の吸蜜源となっていた。斜面の反対側には「レッドキャベツ（我が国のムラサキキャベツ）」の畑が何枚もあり、台湾モンシロチョウの卵や1～2齢幼虫が確認できたが、ここには何回か農業を撒くそうである。レッドキャベツの場合、畑に高さ約50cm位の畝を作ってその上に植えてあった。

この地区に自然林はなく、樹高10mを超える二次林が斜面のあちこちに点在していた。林道が走り、間伐が行なわれているため、ギャップ状の空間が林内の至る所に現われている。また、伐採直後で開墾中の場所もあったので、現在でも耕作地の拡大が計られているようであった。

## 3. 研究成果

### 3.1 タイワンモンシロチョウの生活史

キャベツとケール（カンラン）、カラシナの3種ともに雌は産卵した。1999年の実験ではケールが、2000年の実験ではキャベツが最も好まれている。この違いは、前者では市場で購入したキャベツの外側の葉を用い、後者では調査地のキャベツの葉を利用したからかもしれない。しかしいずれにしても、本種の産卵はキャベツに限らないことがわかり、今後他のアブラナ科作物へと被害を拡大する可能性が示唆された。実際、2000年の調査の際、キャベツ畑の隣に作られたダイコン畑へも雌が飛来・産卵しているのを観察している。

表 1. タイワンモンシロチョウの各発育段階の期間 (自然日長, 室温 25 °C, ± SD)

発育段階	期間 (日)	個体数
卵	3.3 ± 0.59	13
1 齢幼虫	1.0 ± 0.00	3
2 齢幼虫	1.3 ± 0.17	42
3 齢幼虫	1.4 ± 0.24	75
4 齢幼虫	1.7 ± 0.29	205
5 齢幼虫	2.9 ± 0.21	214
前蛹	1.1 ± 0.12	12
蛹	2.5 ± 0.27	32

合同調査後、Leksawadi が独自に行なった調査地のキャベツ畑の昆虫群集調査において、得られた種のうち、5%がキャベツを直接食害する昆虫類、75%がアブラムシ類、10%がこれらの害虫の天敵、10%がその他の昆虫類であることがわかった。

タイワンモンシロチョウを室内飼育したところ、各齢期の経過時間は表 1 のようになり、本種は産下後約 16 日で成虫になることがわかった。この値は我が国のモンシロチョウの幼虫期間が少なくとも 20 日以上ある (矢野, 1977) ことと比べ、かなり短期間であるといえよう。本種の蔵卵数は約 300 (安藤・渡辺, 1992) で、モンシロチョウの約 450 (Watanabe & Ando, 1993) より少ないのは、発育期間の短さとそれに伴う小型化が原因かもしれない。

野外で採集した卵や幼虫を飼育したところ、卵期の死亡要因としてタマゴバチ科のハチが、終齢幼虫の死亡要因としてアオムシコマユバチ科のハチが得られた。また、寄生バエも 1 種出現している。これらの死亡要因に生理的な死亡を加えて図 1 に、寄生蜂を死亡要因の主体とした生存曲線を示す。なお、アオムシコマユバチの寄生率はタイワンモンシロチョウ幼虫の密度と共に増加していた。

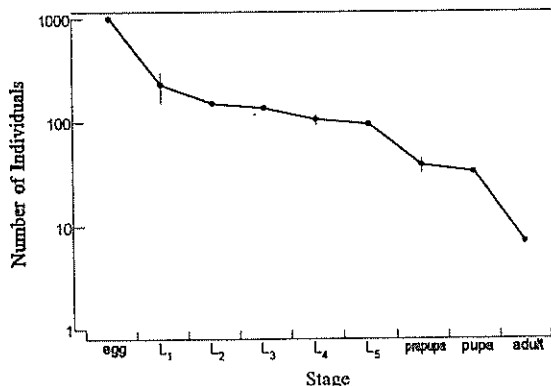


図 1. 寄生蜂を主体としたタイワンモンシロチョウの生存曲線 (± SE)。

### 3.2 開墾地を利用して生活する蝶類

本調査地とその近辺において、キチョウ属は同所的に 4 種生息していることを確認した。すなわち、*Eurema hecabe* と *E. ada*, *E. blanda*, *E. simulatrix* である。そこでこれら 4 種を同様の捕獲努力で採集したところ、*E. hecabe* は平地の開放的な場所に多く、*E. simulatrix* はキャベツ畑の縁や二次林内のギャップで生活していることがわかった。

どの種も、捕獲した雌の交尾嚢内の精包数は、翅の汚損状態より推定した羽化後の日齢段階の進行に伴い増加した (図 2)。

ある種の蝶類は湿った土壤に着陸して水分を摂取することが知られている。熱帯においては特に雨上がりの水溜まりに集まることが多く、彼らは塩化ナトリウムの摂取が目的であると明らかにされてきた。本調査地においても、キチョウ属は開墾された裸地や畑の小さな水溜まりで頻繁に吸水行動を示している。そこで、調査地を飛行中のキチョウ属などのチョウを捕獲し、塩溶液や水を与えたところ、気温約 30 °C, 相対湿度約 64% において、羽化後間もない若いキチョウの雄は塩溶液なら 2.3 μl を、水なら 2.0 μl 摂取した。齢が進んでも塩溶液は 2.2 μl 摂取したが、水は 0.7 μl しか摂取せず、雄のチョウは水よりも塩溶液を好む傾向のあることがわかった。

### 3.3 キャベツ畑における地表性昆虫群集

ピットホール・トラップで捕獲した動物を表 2 に示した。キャベツ畑で比較的目的立っていたのは、体長が 2 mm の微小な甲虫と、数 mm 以下の小形のアリであった。表中の膜翅目とあるのはすべてアリを指している。ただし隣接する草地にはキャベツ畑よりはるかに多くのアリが生息していた。その他に半翅目と直翅目が多く捕獲されている。特にカメムシ類には捕食性の種がいることがわかった。

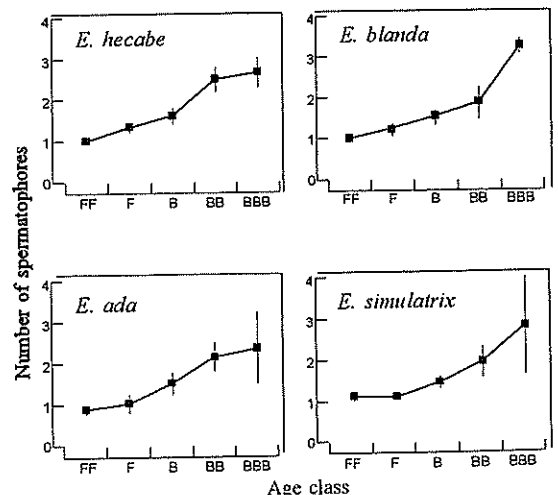


図 2. 同所的に生息するキチョウ属 4 種の雌における保有精包数の経時的変化 (± SE)。

表2. ピットホール・トラップで捕獲した動物の個体数.

Group	No. of ind.	%
INSECTA		
Hymenoptera	1485	59.0
Coleoptera	474	18.8
Diptera	323	12.8
Lepidoptera	7	0.3
Hemiptera	16	0.6
Orthoptera	49	1.9
Dermaptear	1	0.0
Plecoptera	1	0.0
Isoptera	1	0.0
ARACHNOIDEA		
Araneae	98	3.9
Acarinae	55	2.2
Pseudosac	1	0.0
DIPLOPODA	2	0.1
CHILOPODA	1	0.0
OLIGOCHAETA	2	0.1
HIRUDINEA	1	0.0
Total	2517	100

### 3.4 開墾地を生活場とする他の昆虫類

調査地に飛来した蜻蛉目昆虫は32種を数えた。これまでにタイ国内で記録された蜻蛉目は約300種だったので、本調査地にはその約1割が生息していたことになる。

調査中に観察されたオオホシカメムシ科の1種は、極めて顕著な性的二型を有する大型のカメムシであった。野外における本種の配偶行動を中心に様々な観察と調査を行なったところ、野外では雌雄および幼虫共にトウダイグサ科の樹木の落果のみを吸汁していることがわかった。落果上の休止雄は、交尾のために餌資源を防衛するガード雄と考えられたので、本種の配偶システムに寄主植物の落果は重要な意味をもっていたといえよう。

### 3.5 引用文献

安藤信哉・渡辺 守 (1992) 応動昆, 36:200-201.  
Watanabe, M. & S. Ando (1993) Jpn. J. Entomol., 61:691-696.  
矢野幸夫 (1977) 蝶の実験と観察. 東洋館出版社.

## 4. 今後の課題と発展

### 4.1 熱帯多雨林の伐採

調査を開始した1999年はチェンマイ近郊においてキャベツの作付け面積が政府の指導により激減した年であった。その理由として①前年より集中豪雨が頻繁にこの地方を襲い、他の作物と比べて比較的急斜面に作られるキャベツ畑が特に崩壊してしまった。②前年に激しいキャベツの病気が発生した。③熱帯林の伐採が国際世論から批判を受け、急斜面の畑はライチを植栽することで、景観的に森林へと変換できると考えた。とされ、実際、キャベツ畑の面積は少なく、1999年のキャベツの市場価格は暴騰したらしい。しかし翌2000年においてもこの傾向は変わらず、キャベツの作付

け面積は政府によって制限されていたのである。

実は、この2年間に調査地を求めてチェンマイ近郊をくまなく踏査し、我々は至る所で耕作放棄地を発見していた。特に山岳地帯で、明らかに熱帯林を伐採した跡と思われる場所に作られた畑が放棄され、二次遷移が進んでいる。これに対して平地から低山地にかけての熱帯林はほとんどすべて伐採され、広大な農耕地と化してしまった。したがって、タイの農業は山岳地帯を切り捨てたといえ、結果的に、農耕地は一部を除いて熱帯林へと戻ってしまうにちがいない。

### 4.2 山地帯の農耕地の昆虫群集

調査したキャベツ畑のうち、借り上げた畑以外は化学肥料と農薬が徹底的に散布されていた。一度ならずも我々は、調査中に農薬散布の「霧」を浴びている。したがって、畑へ飛来する蝶類の種数は少なかった。農薬散布された畑と隣接する放棄畑の地表性昆虫の群集構造を比較すると、後者の多様性ははるかに高かったのである。また、隣接する二次林の中では、多くの昆虫類が観察され、自然林ではなくとも、多様な群集構造をもっていることを伺わせた。

### 4.3 今後の展望

この2年間各2週間という大変短い期間において、天候等にもたたられながら、多くの種類の調査を行なうことができたのは、現地チェンマイ大学の院生の協力によるところが多い。その結果、今までほとんど顧みられていなかった、畑にやってくる人里昆虫の生活史やそれらの群集構造に初めて光を与えることができたのである。近年、我が国でも、農耕地を含んだ里山の重要性が指摘されるようになってきた。タイのような熱帯において、自然林の生物群集や農耕地の害虫の研究も重要ではあるものの、本研究のように、暮らしている人々と密接に関係した生物の生活史を解明していくことは、現地の文化や歴史を理解する上で重要な方法であるといえよう。

## 5. 発表論文リスト

- [1] K. Higashi, C. E. Lee, H. Kayano & A. Kayano (2001) Korea strait delimiting distribution of distinct karyomorphs of *Crocotthemis servilia* Drury (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 30 (in press).
- [2] 蜂須賀綾子・渡辺 守・片山典子(2002)タイ・チェンマイ郊外において同所的に生息するキチヨウ属4種の交尾頻度と産卵数. 三重大学教育学部研究紀要 (印刷中).
- [3] 蜂須賀綾子・渡辺 守・松岡宏樹(2002)タイ・チェンマイ近郊のキャベツ畑におけるタイワンモンシロチヨウ幼虫の寄生蜂とその寄生率. 三重大学教育学部研究紀要 (印刷中).
- [4] 渡辺 守・片山典子(2002)タイ・チェンマイ近郊の人里に生息する蝶類の雌における交尾頻度と産卵数. 三重大学教育学部研究紀要(印刷中).