

学位申請者：大学院理工学研究科 博士後期課程 環境ソリューション工学専攻

T11D002 太田 真人

学位の種類：博士（工学）

論文題目：蝶翅上捕食痕の生態学的研究

1. 論文内容の要旨

本論文は野外において蝶の翅に付けられたビークマークから捕食-被食関係を評価した研究をまとめたものであり、次の全5章より構成されている。

第1章は序論として、本研究の背景を述べるとともに研究目的を示している。生物が生息する環境には必ず捕食-被食関係が存在する。しかし、陸上生物においてどの生物が何を捕食しているか具体的なものを野外で調査することは難しい。本研究で調査対象とした蝶は捕食-被食関係の中では被食者である。その蝶の翅にはしばしばビークマークと呼ばれる傷が付いている。このビークマークは捕食者から攻撃を受けたが捕食されずに逃げ切ることのできた個体の翅に付いているとされている。つまり、ビークマークは蝶の攻撃回避履歴といえる。そのため、蝶の翅に付けられたビークマークは捕食圧の指標として利用されてきた。しかし、これまでに野外での捕食者とビークマークの関係を検証した報告は少ない。そこで本研究では、ビークマーク率が野外においても捕食圧の指標であるかを評価した。加えて、調査地の樹冠の被度や林床植物の発達の程度など蝶にとっての捕食回避場所の環境とビークマーク率を比較し、それらの環境要因が捕食-被食関係へ与える影響を検証した。

第2章では野外におけるビークマークと捕食圧と題し、ビークマークが野外においても蝶に対する捕食圧の指標であることを検証した。蝶の種組成が類似している滋賀県内の調査地4か所(龍谷の森、一里山、ロクハ公園、河辺いきものの森)を選定し、2010年5月から11月の間にルートセンサスを行なった。合計1216個体の蝶のうち88個体(7.2%)にビークマークが付いていた。蝶の科ごとのビークマークが付いていた割合を比較した結果、アゲハチョウ科とタテハチョウ科ではビークマーク率が高く、シジミチョウ科とシロチョウ科、セセリチョウ科では低かった。次にビークマーク率の高い2科とそれの低い3科に分け、ビークマークの有無に影響する要因を検証した結果、ビークマーク率の高かったグループ(アゲハチョウ科、タテハチョウ科)では捕食圧(=捕食者数密度/蝶個体数密度)がビークマークの有無に有意に影響を与えていた。また、ビークマークの有無との関係は正であり、捕食圧が高いときほどビークマークの付いた個体が増えていた。なお、ビークマーク率の低かったグループ(シジミチョウ科、シロチョウ科、セセリチョウ科)では影響を与えている要因は検出されなかった。これらのことから、アゲハチョウ科とタテハチョウ科のビークマーク率から捕食圧が推定できることが示された。

第3章では生息環境と捕食-被食関係と題し、蝶の生息環境の違いが捕食-被食関係に与える影響について検証した。上述の調査地4か所において2010年5月から11月の間に調査を行った。各調査地の土地利用の特徴は龍谷の森(実習林)、ロクハ公園(多目的緑地公園)、一里山(住宅地)、河辺いきものの森(里山)である。これらの調査地の間では、蝶密度と捕食者密度に有意な差は見られなかった。一方、樹冠の開空率では調査地間において有意な差が見られ、最も開空率が低かったのが河辺いきものの森、次いで龍谷の森、ロクハ公園、一里山という順となった。調査地間での蝶の種組成が最も類似していたのは龍谷の森とロクハ公園であった。しかし、ビークマークの付いていた蝶の種組成はこれら龍谷の森とロクハ公園との間では類似していなかった。つまり、蝶種全体の種組成が類似していることから類似した環境と考えられる場所でも、捕食圧を被っている蝶が異なることが分かった。龍谷の森とロクハ公園との間で有意な差が見られた環境要因は開空率のみであるため、蝶と捕食者の関係に植生構造が影響を与えていると考えられた。

第4章では樹林構造と捕食-被食関係と題し、樹林構造の違いが蝶と捕食者の捕食-被食関係に与える影響を検証した。調査地には龍谷の森とロクハ公園の2か所を選定し2012年5月から10月の間に調査を行い、樹林構造の指標として開空率と林内見通し率を測定した。また、蝶の樹林構造の利用策である逃避利用場所のタイプとして樹冠型、林内型、茂み型、開放空間型の4タイプに蝶種を分け解析を行った。各調査地の樹林構造の特徴を比較した結果、龍谷の森は開空率と林内見通し率との間に正の関係が見られ、ロクハ公園では負の関係であった。次に開空率の高低、林内見通し率の高低で区分けし、これら樹林構造の4グループ間での蝶の種組成類似度を算出した結果、龍谷の森ではいずれの樹林構造のグループでも種組成は類似していたが、ロクハ公園では2群の環境に種組成が分かれた。ロクハ公園の2群において蝶の逃避利用場所タイプのビークマーク率を比較した結果、林内型の蝶のビークマーク率が林内見通し率の高い環境で低い環境よりも有意に高かった。2群間で異なる樹林構造は林内見通し率であることから、林内見通し率が高い環境では林内型の蝶が捕食者により襲われていると推

測され、林内見通し率が林内型の蝶と捕食者の捕食-被食関係に影響を与えていることが示唆された。

第5章では総合考察として本研究での成果についてまとめている。アゲハチョウ科とタテハチョウ科のピークマーク率から捕食圧の推定ができることが分かった。つまり、異なる調査地間で同種のピークマーク率に差があるとき、捕食圧が異なっていると考えられる。また、蝶の群集構造には影響を与えないほどの環境の違いでも捕食-被食関係に影響を与えることが示唆された。その環境の一つとして林内見通し率が挙げられ、林内の見通しの差によって蝶の逃避成功率が影響されると考えられる。つまり、環境指標生物として調査対象となる蝶の調査と同時にピークマークの記録を行うことにより蝶の群集構造のみでは測りえないその環境の捕食-被食関係を類推することができると思われている。

2. 論文審査結果の要旨

以上の論文内容に関して審査した結果は以下の通りである。

これまでの研究では、ピークマーク率が捕食圧の指標であることが数理モデルや蝶の生存率との比較により支持されてきた。しかし実際には、野外における捕食者データとの比較を行った研究はされぬまま、それが指標として利用されてきた。本論文では野外での捕食者データを用いてピークマーク率と捕食圧との関係を初めて実証した研究となった。これにより、陸上生物では困難であった環境ごとの捕食-被食関係を評価できると考えられる。また、先行研究では特定の種に絞って研究が行われてきたが、本論文においては種を絞らずに蝶群集全体のピークマークを用いたことにより、種構成には影響を与えないが捕食-被食関係には影響を与える環境の差が存在することを示した。このことから、環境指標生物として利用される蝶においてピークマークを同時に記録することにより、これまでは生息環境の評価のみであったものが捕食-被食関係の構造も評価できることが期待される。実際に本論文において、蝶の種組成が最も類似していた二つの調査地間で、捕食されている種の組成が異なっていたことが明らかにされている。加えてその捕食-被食関係に影響を与える環境要因として、樹林構造を比較した結果、林内の見通し率が高い環境ほど林内を逃げ場所として利用する種が襲われていることが明らかにされた。樹林構造などの環境の違いが捕食-被食関係に影響を与えることは他の動物や魚類においてすでに知られていることから、これらの結果は妥当と考えられる。この樹林構造が与える蝶類の捕食-被食関係への影響は今後、生態系の保全を考慮する際にとっても重要な要因の一つと考えられる。ただし本研究の問題点は、ピークマークが捕食者から逃避できた蝶のみに見られるものであり、捕食されてしまったもののことが不明であることから、ピークマーク率が真の捕食圧を示しているわけではないことである。もう一つは、本研究がルートセンサスという目視調査によって行われており、各対象生物に対する発見率が異なる場合、調査結果に歪みが生じる可能性があることである。しかしながら本研究では、体サイズや行動様式の異なる蝶種群および環境が異なる場所でのピークマーク率の比較をうまく組み合わせることにより、これらの難点を見事に克服した。このことも、申請者の科学者としての高い能力を示すものである。

以上の審査の結果、本論文は新規性と独自性があり、学術的、社会的にも評価のできることから、博士(工学)の学位を授与されるに相応しいものと認められる。なお、本論文に記載された研究の成果の一部は、2編の査読付き学術論文として受理され、また1件の国際学会発表、4件の国内学会発表として公表されている。

3. 口述試験結果の要旨

2014年2月25日、審査員および口述試験委員出席のもと、学位申請者に対して論文の内容およびこれに関連する事項について試問を行い、合格と判定した。

4. 学位授与の可否

以上の結果、学位申請者 太田真人は、博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。

2014年2月25日

審査員(主査)	理工学部教授	遊磨正秀
審査員(副査)	理工学部教授	宮浦富保
審査員(副査)	理工学部准教授	近藤倫生
口述試験委員	理工学部教授	岸本直之
口述試験委員	理工学部准教授	横田岳人