

研究資料 (Research material)

森林昆虫のモニタリングに必要な経費 —カミキリムシ類によるモデルケース—

井上 大成^{1)*}・大河内 勇²⁾・佐山 勝彦³⁾

Costs of monitoring forest longicorn beetles

INOUE Takenari^{1)*}, OKOCHI Isamu²⁾
and SAYAMA Katsuhiko³⁾

Abstract

We estimated the costs of monitoring forest insects based on an actual field study on longicorn beetle assemblages (Sayama et al., 2005). This field research was conducted in the northern part of Ibaraki Prefecture using 16 collision traps baited with chemical attractants. A total of 1,334 specimens of longicorn beetle were collected during the study. The total cost of monitoring was estimated at approximately ¥2,080,000. The subtotals of costs of travel, field work, materials, sorting, identification and long-term storage of specimens accounted for 14.9, 11.0, 15.5, 49.6, 2.4 and 6.6 % of the grand total, respectively. The sum of labor costs accounted for approximately 66 % of the grand total.

Key words : monitoring, forest insect, longicorn beetle, collision trap, chemical attractant, cost

要旨

森林昆虫をモニタリングするための費用を、実際に行われたカミキリムシ群集に関する野外調査(佐山ら, 2005)に基づいて試算した。野外調査は茨城県北部において16個の誘引トラップを用いて行われ、合計1,334個体のカミキリムシが採集された。採集から標本の長期保存までにかかる費用の全額は約208万円と見積もられ、交通費、野外作業費、材料費、ソーティング費、標本同定費、標本の長期保存費の各々が合計額に占める割合は、14.9%、11.0%、15.5%、49.6%、2.4%、6.6%であった。合計額のうちの約66%に当たる138万円あまりが人件費によって占められた。

キーワード：モニタリング、森林昆虫、カミキリムシ、誘引トラップ、誘引剤、費用

緒言

昆虫を指標生物として用いてその環境が現在おかれている状況を把握しようとする試みは、最近日本でも非常に盛んになってきた(日本環境動物昆虫学会, 1998; 井上・前藤, 2002a, b)。扱われる昆虫のグループとしては、チョウ類、カミキリムシ類、地表歩行性コウチュウ類、アリ類、借坑性(管住性)ハチ類などが多いと思われる。定量調査の方法として、チョウでは目視観察によるトランセクト(ルートセンサス)法、アリでは見取りによる単位時間調査法が普及しているが、その他の多くの昆虫では、種組成などの定量的調査には各種のトラップが用いられている(井上・前藤, 2002a)。例えば、カミキ

リムシ類ではマレーズトラップや衝突式トラップ、地表歩行性コウチュウ類ではピットフォールトラップ(落とし穴トラップ)、借坑性ハチ類では竹筒などを用いた営巣トラップが主に使われている。見取り調査にかかる費用は、野外調査者の人件費を除けば非常に少額であると思われるが、トラップ調査では、まずトラップそのものに費用がかかり、採集された昆虫のソーティング(回収されたサンプルからの標本の取り出し)にも目視・見取り調査より多額の人件費が必要になる。しかし、この費用がどれほどかかるのかということについて、詳細に示された報告は見あたらない。今後、地方自治体の環境調査などの対象として、昆虫が扱われる機会はますます多く

原稿受付：平成15年8月11日 Received Aug. 11, 2003 原稿受理：平成15年9月1日 Accepted Sep. 1, 2003

* 森林総合研究所森林昆虫研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: taisei@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所森林昆虫研究領域 Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) 元森林総合研究所森林昆虫研究領域 ex-Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

(現所属) 森林総合研究所企画調整部 Research Planning and Coordination Division, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

3) 森林総合研究所北海道支所 Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

なっていくと思われる。このため本報では、実際に行われた野外調査をもとに、森林昆虫をモニタリングするための費用を計算した結果を示した。各費用の単価は変動するものの、必要となる量や人員数、必要な時間等はそれほど大きくは変動しないことから、今後の調査計画をたてる際の参考になるものと思われる。

標本同定に要する時間については、森林総合研究所の楨原寛チーム長に、ソーティングや標本作製作業に要する時間については、森林総合研究所森林昆虫研究領域の非常勤職員の高野恵子氏に参考意見をいただいた。また、Abstract と付表の英語表記については Queensland Forestry Research Institute の Simon Lawson 博士にチェックしていただいた。本文に先立ち、これらの方々にお礼を申し上げる。本報は森林総合研究所の特定研究「持続可能な森林経営の指標及び評価」における成果の一部である。

方法

1. モデルケースの内容

茨城県北茨城市で 1997 年に行われたカミキリムシ類のモニタリング調査 (佐山ら, 2005) をモデルケースとした。この調査は、実際には森林総合研究所の研究者によって行われたが、本報では野外作業を含むあらゆる作業を、常勤研究員以外が行うことを前提とした。その内容は以下のとおりである。

茨城県北茨城市の小川学術参考林付近で、誘引剤として市販の酢酸メチルフェニルの固形剤とエチルアルコール (トラップ 1 個につき、30ml 入りのフィルムケース 2 個に満たした状態) をセットした衝突式トラップ (サンケイ化学 (株) 製のバケツ型の誘引トラップ) によるカミキリムシ類の調査を行う。8 か所の林分に黄色と白色のトラップを 1 個ずつ、すなわち合計 16 個設置する (Photo 1)。調査期間は 4 月～10 月で、各月 2 回、トラップに捕獲された昆虫を回収する。野外作業回数は 16 回 (予備調査、初回のトラップ設置、14 回のサンプル回収) で、1 回に 16 サンプル (1 サンプルはトラップ 1 個分) が回収されるため、年間 224 サンプルが得られることになる。野外作業、ソーティング、標本作製、同定にあたる者は、茨城県つくば市にある森林総合研究所で雇用する。野外作業は圃場管理 (軽作業) にあたる非常勤職員、ソーティングと長期保存用標本の作製作業は高度な研究補助を行う非常勤職員、同定はカミキリムシ類の分類に精通した非常勤研究員が行う。非常勤職員は、つくば市付近の通勤距離 10～15Km の範囲から雇い入



Photo1. 誘引衝突式トラップの設置状況

Collision traps baited with chemical attractants.

れる。野外作業以外は、すべて森林総合研究所の研究室で行われる。

2. 費用の種類

モニタリングに必要な費用として、交通費、野外作業費 (人件費)、トラップ設置・サンプル回収・簡易標本作製に必要な材料費、ソーティング費 (人件費)、標本同定費 (人件費)、標本の長期保存費 (物品費・人件費の両方を含む) を計算した。人件費や物品の単価については、森林総合研究所で当該職員に支払われている給与・契約単価、つくば市付近の市場価格、森林総合研究所が通常物品を購入している各社の製品カタログに掲載された価格等 (2003 年現在) を調べて計算に用いた。

本報の目的は、地方自治体などが、なるべく経費を抑えて調査をする際の参考とすることである。このため、調査を委託された者の利益は考慮せず、また民間の環境調査会社等に対して調査費用を見積もらせて比較することは行わなかった。

結果および考察

佐山ら (2005) の調査によって、8 林分から 1,334 個体のカミキリムシが採集された。このうち、一般に 10mm 以上の体長をもつカミキリムシ (以下便宜上、大型カミキリムシとする) が 270～300 個体程度で、残りが体長 10mm 未満のカミキリムシ (以下、小型カミキリムシ) だった。捕獲個体数が最も多かったトゲヒゲトラカミキリは小型、2 番目に多かったヨツスジハナカミキリは大型とした。以下のソーティング、同定、標本保存等にかかる費用は、この値に基づいて計算された。計算の結果を Table 1 に示した。以下に、補足が必要と思われる事

Table 1. 衝突式トラップを用いたカミキリムシ類のモニタリングに必要な経費

Costs of monitoring longicorn beetles using collision traps baited with chemical attractants.

Items 項目	Costs (¥) 費用	Bases of the estimation 計算の根拠
Costs of collecting, sorting and identifying 採集から同定までに要する費用		
Travel 交通費		
gasoline ガソリン	63,921	120.9 × (297.4 Km / 9) L × 16 times
expressway tolls 高速道路通行料	89,600	¥ 5,600 × 16 times; Joban expressway (Sakuratsuchiura - Kitaibaraki, both way)
rental car レンタカー	157,920	¥ 9,870 × 16 times (including tax); CORONA class (1.8 L)
subtotal of travel 交通費の合計	311,441	
Field work 野外調査	228,512	daily allowances; ¥ 854 × 8 h × 2 persons × 16 times traveling expenses; ¥ 309 × 2 persons × 16 times
Materials 材料費		
collision traps 衝突式トラップ	108,800	¥ 6,800 × 16 sets
attractants 誘引剤	105,600	¥ 2,200 × 16 sets × 3
rope ロープ	850	¥ 850 × 1 roll
sorbic acid ソルビン酸	6,800	¥ 3,400 × 2 bottles (500 g / 1 bottle)
surface active agent 界面活性剤	260	¥ 130 × 2 bottles (neutral detergent for kitchen)
draining bags 水切り袋	2,040	¥ 170 × 12 sets (20 bags / set)
plastic bags ビニール袋	1,120	¥ 5 × 224
portable tanks for waste water 廃液回収容器	5,000	¥ 2,500 × 2
plastic cases for temporary storage イクラケース	38,800	¥ 97 × 400 (size; 84 × 168 × 20 mm)
absorbent cotton 脱脂綿	4,400	¥ 220 × 20 bales (100 g / 1 bale)
photographic film 写真撮影用フィルム	343	¥ 343 × 1 roll (ISO100, 24EX, negative color)
development 現像	360	¥ 360 × 1 roll
photographic printing 焼き付け	624	¥ 26 × 24
ball pens ボールペン	600	¥ 100 × 6
pencils 鉛筆	120	¥ 60 × 2
field books 野帳	1,050	¥ 350 × 3
first-aid kit 救急薬品	1,300	¥ 1,300 × 1 set (adhesive plaster, bandage, insect bite treatment, disinfectant, etc.)
repellents 虫除けスプレー	1,200	¥ 600 × 2 sprays
insecticide for hornets ハチ用殺虫剤	3,600	¥ 1,800 × 2 sprays (portable type)
insect poison remover 虫刺され時の毒ぬき器具	1,000	¥ 1,000 × 1set
consumption tax (5 %) 消費税	14,193	
ethyl alcohol (tax-free) 免税エタノール	26,000	¥ 5,200 × 5 cans (18 L / can)
subtotal of materials 材料費の合計	324,060	
Sorting ソーティング費	1,033,648	daily allowances; ¥ 1,115 × 8 h × 112 days traveling expenses; ¥ 309 × 112 days
Identifying 同定費	50,400	daily allowances; ¥ 4,200 × 6 h × 2 days
Total of collecting, sorting and identifying 採集から同定までに要する費用の合計	1,948,061	
Costs of long-term storage of specimens 標本の長期保存費		
Equipment 材料費		
storage drawers for large beetles 深型標本箱	28,500	¥ 9,500 × 3
storage drawers for small beetles 大型標本箱	24,000	¥ 8,000 × 3
pins (No.3) 昆虫針	3,220	¥ 230 × 14 bundles (100 / bundle)
card points 台紙	4,400	¥ 200 × 22 bundles (50 / bundle, triangle type)
adhesive 接着剤	400	¥ 400 × 1 bottle
data labels ラベル	3,350	¥ 50 × 67 bundles (20 / bundle)
mothballs 防虫剤	380	¥ 380 × 1 case
consumption tax (5 %) 消費税	3,213	
subtotal of equipment 材料費合計	67,463	
Preparing 標本作製費	69,372	daily allowances; ¥ 1,115 × 8 h × 7.5 days traveling expenses; ¥ 309 × 8 days
Total of long-term storage of specimens 長期保存費の合計	136,835	
Grand total 総合計	2,084,896	

項を中心に内訳について述べる。

交通費の合計は 311,441 円で、野外作業費(日当と通勤手当)は 228,512 円であった。ガソリン代については、調査地までの往復の距離を 297.4Km で、燃費を 9Km /リットルとして計算した。野外におけるサンプルの回収作業は、手馴れた者ならば 1 名でも可能であるが、1 回の自動車運行距離が約 300Km と長いことや、山間部なので 1 名での作業は危険であると考え、毎回 2 名で作業するものとした。しかし、調査林分が予め決まっても、その林分の中で詳しいトラップの設置場所を決定するためには予備調査が必要である。これをトラップの設置と同時にすることは困難であると考え、その費用としてさらに 1 日(2 名)分を計上した。このため、野外作業の回数は 16 回となった。なお、佐山ら(2005)の調査の際には、毎回 2 名または 3 名が作業にあたった。

トラップ設置、サンプル回収、簡易標本作製に必要な材料費の合計は 324,060 円であった。この金額には免税アルコールの代金が含まれる。佐山ら(2005)の調査時には、誘引剤として酢酸ベンジルを用いたが、本報では調査当時普通に市販されていた酢酸メチルフェニルの固形剤(商品名=アカネコール;アカネコールは失効したため現在は市販されていない)の価格で計算した。また誘引剤の交換頻度は、剤の蒸散速度が場所や季節などの状況によって異なるため一概には決められないが、本報では調査期間中に 2 回交換する(すなわち 1 トラップあたり 3 個必要になる)ものとした。トラップ設置の際に使うロープは 1 林分(トラップ 2 個分)に対して 10 m 必要になるとした。また、トラップの捕獲用バケツには毎回約 1.5 リットルの水を入れたが、回収時には雨水によって満水(約 3 リットル)に近い状態になることもある。このため、廃液回収容器を 2 個(40 リットル分)用意するものとした。佐山ら(2005)の実際の調査時にも、20 リットル入り容器 2 個がほぼ一杯になることが多かった。ソーティング作業時にはカミキリムシ類のみでなく、一旦すべての昆虫をサンプルから取り出し、脱脂綿が敷かれた標本簡易保存用の薄型スチロールケース(通称イクラケース;プラタウと呼ばれることもある)に並べるものとして、ケースの必要数を約 400 個とした(Photo 2)。これは、実際の研究時(佐山ら, 2005)に使用された数を概算したものである。脱脂綿は 100g でケース約 20 個に敷けるものとした。使用するアルコール量は、誘引剤として使用する分量、ソーティングまでの一時保存に使用する分量、ソーティング作業時に洗い流すなどして使用する分量を合計して算出した。誘引剤と



Photo 2. 標本の一時保存に用いられたイクラケース
Plastic cases ("ikura-case") for temporary storage of specimens.

しては、トラップあたり 60ml(× 16 個× 14 回)が使用される。一時保存には調査回あたり 1000ml(× 14 回)、1 サンプルを整理するには 250ml(× 224 サンプル)を要するとした。一時保存やソーティングには、より低濃度のアルコール(80%程度)が使用されることも多いが、捕獲個体数が非常に多いときには数倍量を要する場合もある。このため、希釈して使用することは考慮せず、そのまま調査回数またはサンプル数を乗じて使用量とした。この結果、年間 83 リットルあまりが必要になると概算された。これらの消耗品やアルコールの分量は、実際の作業から経験的に導き出された。

ソーティングに要する人件費は 1,033,648 円、同定費は 50,400 円であった。佐山ら(2005)によって採集されたサンプルを実際に非常勤職員にソーティングさせた際には、当該職員はこの作業だけを行っていたわけではなく、ソーティングはその他の作業と併行して行われた。このためソーティングのみに要した時間を厳密に算出することはできなかった。本報では、その所要時間は、現在森林総合研究所の昆虫関係研究室で実際に雇用している非常勤職員の処理能力を参考に、1 日当たり 2 サンプルとして計算した。したがって、224 サンプルを処理するには 112 日間を要する。また、1,300 匹あまりの日本産カミキリムシ標本を同定するのに必要な時間は、カミキリムシの分類に精通した研究員の能力であれば、1 日ないし 2 日と考えられたため、ここでは 2 日を要するものとした。なお、非常勤職員には 1 日あたり 6 時間までの勤務が認められており、通勤手当は支給されない。

以上の計算の結果、採集（予備調査等を含む）から、簡易標本を作製して同定するまでにかかる費用は1,948,061円となった。標本を長期間保存する必要がない場合には、この金額が、モニタリングにかかる全費用となる。この場合、交通費、野外作業費、材料費、ソーティング費、標本同定費の各々が合計額に占める割合は、16.0%、11.7%、16.6%、53.1%、2.6%であった。人件費（通勤手当を含む）は、合計額の67%を占めた。

標本の長期保存に要する物品費は、67,463円だった。ドイツ型標本箱1箱について、大型カミキリムシが約100個体、小型カミキリムシが約400個体入るものとした。その結果、大型カミキリムシ用に深型標本箱が3箱、小型カミキリムシ用に大型標本箱が3箱必要となった。長期保存用標本の作製に要する人件費は、69,372円だった。大型カミキリムシは直接針刺し標本とし、小型カミキリムシは台紙に貼り付けた後に台紙を針刺しするものとした。ソーティングと同じ理由で、これらの作業のみに要した時間を厳密に算出することはできなかった。このため同様に森林総合研究所の昆虫関係研究室で実際に雇用している非常勤職員の処理能力を参考にして、針刺しは1日当たり100個体、マウントは1日当たり300個体処理できるとし、さらに各個体に標本ラベルをつけるのに約1日を要するものとして、これらの標本作製作業には約7.5日を要するものと考えた。この結果、長期保存費は136,835円となった。

以上の計算によって、採集から標本の長期保存までにかかる費用の全額は、2,084,896円となった。交通費、野外作業費、材料費、ソーティング費、標本同定費、標本の長期保存費の各々が合計額に占める割合は、14.9%、11.0%、15.5%、49.6%、2.4%、6.6%であった。合計額のうちの約66%に当たる138万円あまりが人件費によって占められ、その人件費のうちの大半はソーティングの費用であった。

勿論、標本箱についてはより安価な製品もあるし、個々の消耗品の単価については数年分をまとめて購入するなどしてより低額に抑えることが可能だろう。また調査を計画した者（ここでは森林総合研究所、以下、計画者）が保有する自動車を利用できる場合には、レンタカー代は不要になる。しかし、調査林分を決定し、各種の作業を行う者を手配し、作業者に手順を指示することは、計画者が行うと考えたため、そのための費用はこの計算には含まれない。また、標本作製や同定作業は計画者の施設で行われるものとしたため、水道・光熱費も含まれない。さらに実際には上記以外に、現場写真を撮影するた

めのカメラや同定に必要な図鑑類・顕微鏡等の貸与費用、ソーティングや標本作成作業に使うバット・ピンセット類、平均台等の非消耗品の購入費、標本ラベルの印刷費、作業服などの被服費も必要である。これらも計画者側に常備されているものとして加算しなかった。佐山ら(2005)の調査で用いられたトラップからの廃液には、中性洗剤とソルビン酸という危険性がそれほど高くない物質が少量使用されただけなので、廃液処理費は考慮しなかった。また、トラップ設置に用いたロープや、サンプル回収時に使用した袋等も通常の事業所ごみとして処分できる程度の量であると判断し、それらの処分費用も加えなかった。しかし、トラップの種類や設置数によってはこれらを考慮する必要が生じる。さらに作業場所の状況によっては、安全確保のためのヘルメットの貸与や、野外作業のために短期保険をかける事も必要になるかもしれない。標本を長期保存するための防虫剤については、定期的な補充（作業費用も含む）が必要であるし、長期間モニタリングを続けたり、調査か所数を増やしたりすることによって標本数（標本箱数）が増加した場合には、標本保管庫も必要となる。さらに、全経費のうちの約半分を占めたソーティングの人件費は非常勤職員の日当から計算されたため、本報ではかなり低額に抑えられていると思われる。したがって、本報で算出された金額は、必要最小限の金額に近いと考えるべきである。

わが国にはアマチュアの昆虫研究者が非常に多く(Ishii, 1996)、各都道府県などに存在する主な昆虫同好会の数は90団体以上にのぼるとされる(日本環境動物昆虫学会, 1998; 馬場・平嶋, 2000)。実際に、地方自治体がこのような昆虫同好会もしくは個人に委託して、その地域の昆虫相を調査している場合も多いと思われる。そのような場合には、単価の高いトラップを多数使用した調査ではなく、見つけ採り、スウィーピング、ビーティングなどの一般採集(馬場・平嶋, 2000)によってほとんどの調査が行われていると考えられる。一般採集による調査結果は、トラップ採集に比べて調査者の経験や能力によって左右されやすい。また、多くの昆虫同好会で会員の年齢層は高齢化しているため、トレーニングを積んだ者の確保は今後困難になっていくと思われる(井上・前藤, 2002a)。したがって、今後は昆虫を用いたある地域の環境評価に、トラップが使用される機会は多くなっていくと思われる。

本報で対象とした衝突式トラップでは、カミキリムシ類のみでなく、その他多くの甲虫類が誘引・捕獲される(例えば、岩田・楨原, 1994; 溝田・今坂, 1997)。この

場合、標本の同定費と長期保存費用を考慮することによって、同時に複数の昆虫グループをモニタリングする場合の経費が計算できる。また同型のトラップを用いた調査法にはいくつかのバリエーションが示されている(岩田・楨原, 1994)が、そのような場合でも本報の結果に若干の変更を加えることで、経費計算が可能となる。しかし、衝突式トラップでは採集されないグループの昆虫も多いため、調査の目的によってはさらに別の種類のトラップが必要になる。例えば、飛翔昆虫の調査に多用されるマレーズトラップや、蛍光灯・水銀灯を利用した夜間採集装置は、1セット当たり5万円程度と、本報で扱われた衝突式トラップよりもずっと高価である。また、通常マレーズトラップでは、衝突式トラップよりもはるかに多くの個体が捕獲されるため、ソーティング費用が増大することは確実である。今後、森林昆虫を調査する場合、調査方法に応じて経費を計算しておく必要があるが、本報の結果は、類似のモニタリングを計画する段階での基礎として利用できると思われる。

引用文献

- 馬場金太郎・平嶋義宏(編)(2000)新版昆虫採集学,九州大学出版会,福岡,812p.
- 井上大成・前藤薫(2002a)コレクションだけがトラップ
採集の目的ではない!!,昆虫と自然 **37**(4), 2-7.
- 井上大成・前藤薫(2002b)昆虫,“地球環境調査計測辞典第1巻陸域編①”,竹内均監修,フジ・テクノシステムズ,東京,832-840. .
- Ishii, M. (1996) Decline and conservation of butterflies in Japan. In “Decline and Conservation of Butterflies in Japan III” (Ae, S.A., Hirowatari, T., Ishii, M. and Brower L.P. eds.), The Lepidopterological Society of Japan, Osaka, 157-167.
- 岩田隆太郎・楨原寛(1994)林業害虫用市販昆虫誘引器・誘引剤による昆虫採集法,月刊むし,(281), 18-23.
- 溝田浩二・今坂正一(1997)紀伊半島南部における訪花性甲虫群集の自然林・人工林間の比較ーベンジルアセテートトラップの利用ー,北海道大学農学部演習林研究報告, **54**, 299-326.
- 日本環境動物昆虫学会(1998)チョウの調べ方,文教出版,大阪,288p.
- 佐山勝彦・楨原寛・井上大成・大河内勇(2005)誘引衝突式トラップを用いたカミキリムシ相のモニタリング調査,森林総合研究所研究報告, **4**-(3), 189-200