

市民参加型生物多様性調査の一例 -ピットフォールトラップによるオサムシ科甲虫捕獲調査-

森林総合研究所北海道支所 上田 明良

はじめに

2010年は国際生物多様性年であり、世界中で生物多様性への関心が高まっている。日本では、2010年10月11～29日に、名古屋市において生物多様性条約第10回締約国会議(CBD-COP10)が開催され、開催国として生物多様性へ関心が高まり、生物多様性をキーワードとしたシンポジウムや現地検討会が様々な場所で毎日のように行われてきた。しかし、生物多様性が重要なものとして高い関心を維持していく必要がある。そのためには、一般市民に生物多様性の調査に参加してもらい、今後も自主的にその調査が継続されるような市民参加型の多様性調査手法の開発が必要であろう。

市民参加型の多様性調査に必要な条件とは、1)誰にでもできる簡単かつ安全な方法であること(調査の持続性)、2)費用がかからないこと(安く購入可能な市販品の活用)、3)多様性を実感できること(やっけておもしろい)、4)科学的データとして活用できること(高レベルのアウトプットによる達成感)、が考えられる。これらの条件が整った調査は、継続されやすく、モニタリングデータとして貴重な情報を提供するものとなる。

ところで、4つの条件のうちの3番目、「多様性を実感」するためには、環境への指標性が高い分類群を調査対象に選ばなければならない。すなわち、環境の異質性や時間的変化に敏感な分類群を材料にする必要がある。たとえば、植物なら下層植生調査が考えられる(9)。下層植生なら、樹木がないような畑地、草原から巨木が林立する原生林に至るまで様々な種類がみられ、それぞれの植生タイプを代表する指標種が存在する。下層植生の様々な場所での比較調査や、同じ場所の継続調査を行うことで、環境の違い・変化と多様性の関係を把握できる。しかし、下層植生は様々な分類群にまたがった多種多様な植物で構成されていて、同定には熟練を要する。動物では、鳥類が比較的種類が多く、指標性も高い(3)が、観察と同定に熟練を要するうえに、小面積伐採地のような小さな調査地には対応できない。昆虫は、環境指標性が高いと考えられるが、種数がきわめて多く、出現する全分類群を同定するのは不可能である。分類群を限った調査では、チョウ類調査が広く行われていて(4)、指標性が高くかつ分類も比較的容易である。但し、原生林のような高木層が発達した森林では、林冠に生息する種は採集困難で、林床では個体数が少ないため、多様性評価が困難となる。また、調査はライントランセクト法が主で、調査地間の定量

的比較が困難である。温帯域の森林では、ピットフォールトラップを用いたオサムシ科甲虫の捕獲調査が頻繁に行われている。オサムシ科甲虫は、森林・草原・農耕地・都市環境のいずれにも生息し、種ごとに生息環境が細かく分かれるため、指標性も高いことが知られている(6)。また、トラップ調査は、定量的調査に優れている。そこで、札幌市奥定山溪において、一般市民と小・中学生に参加してもらいながらオサムシ科甲虫捕獲調査を行った。そして、先に述べた市民参加型生物多様性調査の4つの条件にオサムシ科甲虫捕獲調査が適合するかを考察した。

なお、本研究は、林野庁北海道森林管理局石狩地域森林環境保全ふれあいセンターが主催する森林教室「森林といきものを学ぶ」のなかの一部として行われた。協力していただいた同センターの松本 誠氏ほか職員の方々、みずもり会議、NPO法人水と湯の里、定山溪地区連合町内会、定山溪観光協会、札幌市立定山溪小学校、同定山溪中学校およびその他団体の諸氏・先生・生徒に深謝する。また、同定標本の確認をしていただいた北海道開拓記念館の堀 繁久氏に深謝する。

調査地と方法

調査は、石狩森林管理署管内「水源の森」2121林班ほ小班内の参照林(以下無施業林と呼ぶ)と2115林班ほ小班内の「もりづくり予定地」(以下無立木地と呼ぶ)で行った。前者は少なくともこの30年択伐履歴のない約2haの針広混交林で地表は主にササで覆われている。後者は周辺の広葉樹天然林択伐の際、2009年9～10月に土場として使用された無立木地で、広さは約0.25ha、地表は一部裸地であるが大部分は草本で覆われている。

2010年6月24日にピットフォールトラップの設置を、一般市民4名と関係者9名の参加のもとで行った。トラップには、プラスチック製飲料用透明カップ(口径8cm、高さ12cm)を用い、移植ごてで飲み口が地表面と同じ高さになるように埋めた。カップには、捕獲昆虫保存用にプロピレングリコールを約70ml注いだ。トラップの上には雨よけとして、発泡スチロール製ラーメン用白色ボウル(口径16cm、高さ6cm)をかぶせ、木切れ等で重しをした。ボウルの側面には、昆虫の侵入用の窓(直径約6.5cmの半円)を4カ所設けた。トラップはそれぞれの場所で直線上に5m間隔で10個設置した。各トラップの横には、目印として長さ80cmの園芸用パイプを立て、カラーテープをくくった。

Akira UEDA (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Sapporo 062-8516)

An example of public involvement-type biological diversity investigation -Investigation of carabid beetle capture using pitfall traps-

2010年7月5日に一般市民53名、関係者17名の参加のもと、1回目の捕獲虫回収を行った。カップを取り出し、内容物をトレーに移し、割り箸で捕獲虫をつまんで、脱脂綿を敷いた透明プラスチックケース（イクラケース）に移した。イクラケースは、1トラップに対し、1箱用いた。最後にカップを戻し、プロピレングリコールを入れ、ボウルをかぶせた。2010年7月15日は、小学3～6年生29名、中学1年生44名、市民5名、関係者10名、新聞社2名参加のもと、1回目と同じ方法で2回目の捕獲虫回収を行い、その後トラップを撤収した。いずれの作業も、主に一般市民または生徒が行い、関係者は説明あるいはアドバイスをするとどめた。

持ち帰った標本は、筆者が同定した。その後、種ごとに2～10個体をランダムに抽出し、70℃下で3日間乾燥し、1個体あたりの平均乾燥体重を算出した。各トラップで捕獲されたオサムシ科甲虫の種別個体数と平均乾燥体重の積を合算して、トラップあたりのオサムシ科甲虫捕獲バイオマスを求めた。

オサムシ科甲虫のトラップあたりの捕獲数・バイオマス・群集構造および、各調査地全体の種数を無立木地と無施業林の間で比較した。群集構造比較には非計量的多次元尺度構成法（NMDS）によって序列化した各トラップの座標点を用いた。解析には、StatView (7), Estimate S (1), および PC-ORD (2)を用いた。

結果

全体で10種409個体のオサムシ科甲虫が捕獲された（表-1）。また、採集した甲虫の約8割はオサムシ科であった。オサムシ科甲虫全体の捕獲数は無施業林で有意に多かった（表-1）。バイオマスと捕獲虫の個体重量も無施業林で高かった（図-1）。しかし、種数は無立木地の方が多いと推察された（図-2）。また、逆シンプソン多様度指数（1/D）は無施業林が1.83、無立木地が3.80で、無立木地の方が高かった。種別にみると、アカガネオサムシ（*Carabus granulatus*）、ヒメクロオサムシ（*Leptocarabus opaculus*）、ツンベルグナガゴミムシ（*Pterostichus thunbergii*）、ダイセツモリヒラタゴミムシ（*Colpodes daisetsuzanus*）が有意に無施業林で多かった（表-1）。逆に、セボシヒラタゴミムシ（*Platynus impressus*）は無立木地で有意に多かった（表-1）。また、有意差はなかったが、キンナガゴミムシ（*Pterostichus planicollis*）、マルガタナガゴミムシ（*Pterostichus subovatus*）とヒメゴミムシ（*Anisodactylus tricuspoidatus*）も無立木地で多い傾向がみられた（表-1）。いずれの種も、どちらかの場所に明確に多い傾向があったことから（表-1）、各トラップで採集されたオサムシ科甲虫の群集構造は、無施業林と無立木地の間で、大きく異なっていた（図-3）。

考察

市民参加型の多様性調査に必要な条件のひとつ「誰にでもできる簡単かつ安全な方法であること（調査の持続性）」について、今回、昆虫多様性調査の経験がない一般市民および小・中学生に作業を行っていただいたが、いずれの作業もとどこおりなく1時間以内で無事終了

した（表-2）。経験や年齢に関係なく誰にでもでき、かつ人数が集まれば短時間で終了できたことから、本方法は市民参加型の持続的調査に向いているといえる。ただし、採集したオサムシ科甲虫の種同定作業には、昆虫に対する知識が必要であることから、今回、筆者が行った。種同定については、今後、見分け方のマニュアル作成が必要である。また、市民による同定が可能となっても、専門家による最終的なチェックも必要である。

次に、「費用がかからないこと（安く購入可能な市販品の活用）」であるが、今回用いた材料のうち、プラスチックカップ、発泡スチロール製ボウル、割り箸、脱脂綿、園芸用パイプ、移植ごては、ホームセンターで購入できた。プロピレングリコールは、化学薬品業者から購入したが、家庭用の食塩を用いた飽和食塩水に界面活性剤として食器用洗剤を溶かしたもの（食塩水1Lに対し食塩約380gと食器用洗剤数滴：1cc）で代用でき、これをペットボトルに入れて持ち運べばよい。イクラケースは、食品梱包材業者から購入したが、容器と蓋が別になっている縦横10×15cm程度の使い捨て弁当容器で充分である。カラーテープは、林業テープを用いたが、一般のビニールテープで代用できる。表-3に、1トラップあたりにかかる費用を概算した。食塩と食器用洗剤は使い回しできない。また、標本は、資料として保存しておく必要があるため、脱脂綿と弁当容器も使い回しができない。これら以外は使い回しが可能なため、それぞれの材料の推定耐用回数を加味して算出した1回あたりの費用は、1トラップあたり71円となった。71円のうち47円は標本用の費用であるが、単に標本を保存するだけなら、脱脂綿2gに標本をのせ、これを紙で包むだけで充分であり、その場合、1回の費用は29円ですむ。1カ所に10トラップ設置した場合、1回300円程度必要となるが、仮に1年間に6カ所、各場所で3回収を行った場合でも5,400円ですむ。この程度の費用なら、特別な予算を計上しなくても対応できるであろう。これらのことから、本方法は費用がかからないといえる。なお、表-3に示した材料のうち、食塩（スーパーマーケットで購入可能）以外は、すべてホームセンターで購入可能である。

今回、採集した甲虫を透明の容器に並べたのは、「多様性を実感できること（やっけておもしろい）」をねらったものである。無施業林では捕獲数が多く、かつアカガネオサムシやヒメクロオサムシといった大型種も多かったことから、無立木地と無施業林の両方で回収作業を行うことで、参加者全員が、無施業林の方がオサムシ科甲虫の個体数が多く、かつ大型種が多いことと、バイオマスが高いことを実感できた（表-1、図-1）。これについては、無施業林内の方が、オサムシ科甲虫の餌になるような小動物も豊富であることが示唆されることを作業後のまとめの会において説明できた。また、無施業林では大型種、無立木地ではセボシヒラタゴミムシやキンナガゴミムシといった銅色の光沢をもつ種が多かったことから、無施業林と無立木地の間で、優占的に採れている種が異なることも、容器を見比べることで実感できた。このように、今回の方法は、多様性をその場で実感することができる点で優れているといえる。

最後に「科学的データとして活用できること（高レベルのアウトプットによる達成感）」であるが、今回のデ

一タは無施業林と無立木地それぞれ1カ所ずつの単年度データであるため、科学的データとしての価値は低い。複数の場所(最低4カ所ずつ)で同じ調査を行うことで、森林の有無がオサムシ科甲虫群集に与える影響を信頼性の高いレベルで明確にできるであろう。今回の結果から、1)無施業林は無立木地よりもオサムシ科甲虫の個体数、特に大型種の個体数が多く、バイオマスが高い(表-1, 図-1), 2)オサムシ科甲虫のほとんどが無施業林と無立木地のどちらかの環境に極端に多く、無施業林と無立木地の群集は明確に異なる(表-1, 図-3), という2つの仮説を提唱できる。また、今回の場所で、連続していなくても10年以上同じ調査を継続して行うことで、無立木地が森林へ変化していく過程でオサムシ科甲虫群集がどのように変化していくかを明らかにできるであろう。今回の結果では、無立木地の方が種数が多く(図-2), 多様性指数が高かったが、これは森林性の種のいくつかは、少ないながらも無立木地で採集されたためである(表-1)。林齢に伴うオサムシ科甲虫の種数変化は、齢が進むにつれて減少し、高齢化すると上昇に転じるU字型をたどることが知られている(5)。しかし、今回の結果からは、3)無立木地の森林化が進むにつれ、森林性の種の増加と、開放地性の種の減少が生じ、ある時点で最も多様性が高くなるという仮説を提唱できる。今回の方法は、野外作業は誰にでもでき、かつ費用と時間がかからないことから、市民が多地点で継続して調査するのに適している。そして、その結果を専門家のアドバイスのもと、高レベルの科学的データとしてアウトプットすることが可能である。

以上のように、ピットフォールトラップによるオサムシ科甲虫捕獲調査は、市民参加型生物多様性調査として優れていると考えられ、今後、さまざまな環境下での多様性調査への導入が望まれる。

引用文献

(1) Colwell, R. K. (2009) Estimate S. ver. 8.2.0. Univ. Connecticut, Mansfield.
 (2) McCune, B. and Mefford, M. J. (2006) PC-ORD. Ver. 5. MJM Software, Gleneden Beach.
 (3) 村井英紀・樋口広芳(1988) 森林性鳥類の多様性に影響する諸要因. *Strix* 7: 83-100.
 (4) 尾崎研一・福山研二・佐山勝彦・加藤哲哉・下村通誉・伊藤哲也・吉田尚生(2004) 北海道中央部における森林とオープンランドの蝶類群集の比較にもとづく蝶類各種の生息環境分類. *日林誌*86: 251-257.
 (5) Paquin, P. (2007) Carabid beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in the black spruce succession of eastern Canada. *Biol. Conserv.* 141: 261-275.
 (6) Rainio, J. and Niemelä, J. (2003) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiv. Conserv.* 12: 487-506.
 (7) SAS Institute (1998) StatView. Ver. 5.0, Cary.
 (8) 上野俊一・黒澤良彦・佐藤正孝(1985) 原色日本甲虫図鑑 (II), 保育社, 大阪, 514pp.
 (9) 八坂通泰(1998) 人工林の間伐と下層植生の多様性. *光珠内季報*112: 5-8.

表-1 各オサムシ科甲虫の平均個体重量, 捕獲数および無施業林と無立木地間の捕獲数の比較

多かった場所	種名	1頭の乾重(g)	捕獲数			U検定
			無施業林	無立木地	計	
無施業林	アカガネオサムシ <i>Carabus granulatus</i>	0.1673	24	1	25	$U=7.5, P=0.0005$
	ヒメクロオサムシ <i>Leptocarabus opaculus</i>	0.1093	56	1	57	$U=5.5, P=0.0003$
	マイマイカブリ <i>Damaster blaptoides</i>	0.5106	2	0	2	ns
	ツンベルグナガゴミムシ <i>Pterostichus thunbergii</i>	0.0453	254	11	265	$U=0.5, P=0.0002$
	アトマルナガゴミムシ <i>Pterostichus orientalis</i>	0.0568	2	0	2	ns
	ダイセツモリヒラタゴミムシ <i>Colpodes daisetsuzanus</i>	0.0148	11	0	11	$U=15.0, P=0.0018$
無立木地	キンナガゴミムシ <i>Pterostichus planicollis</i>	0.0298	0	3	3	ns
	マルガタナガゴミムシ <i>Pterostichus subovatus</i>	0.0316	5	20	25	ns
	セボシヒラタゴミムシ <i>Platymus impressus</i>	0.0117	0	16	16	$U=25.0, P=0.0128$
	ヒメゴミムシ <i>Anisodactylus tricuspispidatus</i>	0.0336	0	3	3	ns
計			354	55	409	$U=2.5, P=0.0003$

学名と和名は、上野ほか(8)を参照した。今後、ツンベルグナガゴミムシとダイセツモリヒラタゴミムシは、産地によっていくつかの種に別けられ、別の未記載種になる可能性がある(堀 繁久, 北海道開拓記念館私信)。

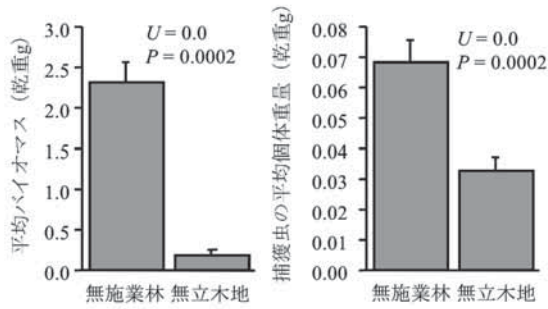


図-1 トラップあたりの平均バイオマス (左図) と捕獲虫平均個体重量 (右図)。バーは SE を示す。

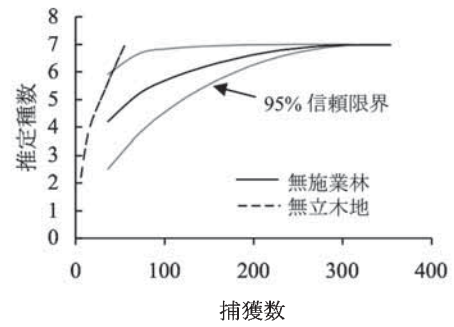


図-2 捕獲数と推定累積種数の関係

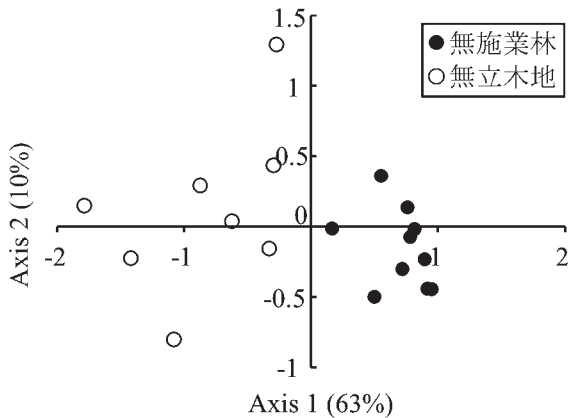


図-3 非計量的多次元尺度構成法 (NMDS) による各トラップの捕獲虫群集の座標づけ (final stress = 7.17)。無立木地の1トラップは、捕獲数がゼロであったので、解析から除外した。

表-2 各作業にかかった時間と参加人数

作業	時間 (分)	参加者			
		一般市民	生徒		関係者
			小3-6	中2	
設置	60	4	-	-	9
捕獲虫回収	50	53	-	-	17
回収と撤去	40	5	29	44	10

表-3 トラップ1個の設置・サンプル処理にかかる費用

品目	必要量	価格 (円)	推定耐用回数	1回の価格 (円)
プラスチックカップ	1 個	14.8	5	3.0
発砲スチロール製ボウル	1 個	15.6	2	7.8
割り箸	1 膳	1.5	10	0.2
園芸用パイプ	1 本	30.0	10	3.0
ビニールテープ	10 cm	0.5	5	0.1
移植ごて	1 個	128.0	20	6.4
食塩	38 g	3.8	1	3.8
食器用洗剤	0.1 cc	0.0	1	0.0
使い捨て弁当容器	1 個	29.7	1*	29.7
脱脂綿	8 g	17.3	1*	17.3
計		241.1		71.1**

*証拠のために標本を保管する必要があるため、使い回しができない。

**うち47円は標本保存に必要な分で、トラップに必要なのは24.1円。