

札幌市におけるベッコウバエ科とアカバトガリオオズハネカクシの 生息地選好性に関する初歩的研究

森林総合研究所北海道支所 上田 明良
森林総合研究所四国支所 佐藤 重穂

はじめに

森林環境の評価に、森林率、林齢、樹種、樹木サイズや密度、下層植生、リター層量、伐採や風倒の強度等の森林をとりまく環境に反応する昆虫群集を指標として用いる研究は、チョウ類やオサムシ科甲虫を材料としたものが多く(4,12など)、北海道においても行われてきた(3,15など)。昆虫類は非常に多様であるが、我が国ではこれら以外の昆虫群集を指標にした研究例は少なく、より多くの分類群での調査が期待されている(13)。北海道では腐肉に誘引される腐肉食性甲虫(シデムシ科と糞虫類)群集と森林環境との関係を調査した例が多くある(5,14など)。これらの研究は比較的大面積の森林や開放地のパッチを対象に行われてきた。これに対し、九州では小面積パッチでの調査で、林齢への腐肉食性甲虫の反応が明らかにされている(23)。森林面積と生物群集の関係を明らかにすることは、その生物の生息環境の維持に必要な森林施業の指針となるが、北海道において小面積パッチでの研究例はこれまでなかった。そこで筆者らは、北海道における小面積パッチへの昆虫群集の反応を調べる目的で、札幌市の森林総合研究所北海道支所(以下支所)実験林内の様々な森林環境に腐肉を誘引餌(ベイト)としたピットフォール(落とし穴)トラップを設置し、これに捕獲されたオサムシ科甲虫と腐肉食性甲虫のいくつかの種が、林齢、樹種、開空度等に反応することを明らかにしてきた(25,26)。このトラップにはこれら以外にも様々な昆虫が捕獲される。特に多いのはハエ類とハネカクシ科甲虫である。

腐肉に誘引されるハエ類を森林環境の指標として用いる研究は、ブラジルで行われていて、調査にかかるコストは低いが、環境に対する指標性が低いことが知られている(1)。その後のアマゾンにおける調査でも、ハエ類に原生林指標種はなく、原生林と二次林の指標種が1種だけであった(8)。但し、指標性への言及はないが、ブラジルのひとつの州内の降雨林、ヤシ林、マングローブ林、サバンナ、沼地およびそれらの開発地の間で、ハエ類の群集構造が明確に異なることが知られている(19)。我が国では、九州において、腐肉をベイトにした衝突板トラップで捕獲した体長5mm以上の大型ハエ類全体の捕獲数が、広葉樹林でもっとも多く、次に林道沿いの開放地で多く、スギ・ヒノキ人工林でもっとも少なかった(27)。このことから、ハエ類全体の捕獲数を林齢、樹種といった森林環境の指標に用いることは困難と考えられた(27)。しかし、ベッコウバエ科(Dryomyzidae)のベッコウバエ(*Dryomyza formosa*)は広葉樹林でもっとも多く、林道沿いでほとんど捕獲されなかったことから、本種が森林環

境の指標に利用できる可能性が示唆された(27)。その後、九州のスギ・ヒノキ人工林の帯状伐採前後に腐肉ベイトのピットフォールトラップを設置し、ベッコウバエを捕獲したところ、伐採前には森林全体で捕獲されたが、伐採後は140m幅の保残林内でのみ捕獲され、40-60m幅の保残林内や伐採地とその林縁では全く捕獲されなかったことから、本種が比較的大きな森林に依存することが示された(22)。この調査では、ヒロクチバエ科マダラヒロクチバエ属(*Platystomatidae: Euprosopia*)の2種が、幅に関係なく保残林内で捕獲され、伐採地とその林縁では全く捕獲されなかったことも報告されている(21)。しかし、これらは施業との関係を示しただけであり、我が国において、腐肉に誘引されるハエ類群集と様々な森林環境との関係を明確に示した例はこれまでにない。

ベッコウバエ科は世界で6属22種が知られ、全て北半球に生息する(7)。うち海浜に生息する捕食性の1属3種以外は、全て腐食性(動植物の遺骸食)または糞食性で、多くの種が森林環境を好むとされている(7)。我が国では海浜性の1種を含む全10種が知られていて、北海道からは海浜性を含む7種が記録されている(20)。

一方、ハネカクシ科甲虫群集は環境指標性が高いことが知られていて(16,29など)、近年、群集生態に関する論文数が全世界で大きく増加している(9)。これに対し、我が国では九州のスギ・ヒノキ林と二次林でシカ糞ベイトのピットフォールトラップに捕獲されたハネカクシ科甲虫の季節消長と種別捕獲数を示した報告があるだけで(30)、林齢、樹種といった森林環境とハネカクシ科甲虫の関係を解析した例はない。報告例が少ないのは、我が国では2,260種と非常に種数が多く(18)、かつ微小なものも多いため、種同定が困難なことが要因と思われる。

ハネカクシ科甲虫のうちアカバトガリオオズハネカクシ(*Platydracus brevicornis*: 以下アカバ)(注: 保育社の甲虫図鑑(II)(28)ではアカバハネカクシ(*Staphylinus paganus*)と掲載されている)は、大型(体長15-19mm)の捕食者で(30)、頭部と前胸背に金属光沢と密な点刻があり、かつ上翅が赤褐色、小楯板が黒いことで、他の種から容易に区別できる。九州では林内に設置した腐肉ベイトのピットフォールトラップで多数捕獲され、開放地では捕獲されないことが知られている(24)が、北海道では生息地選好性が異なる可能性がある。

そこで、支所実験林内で、腐肉ベイトのピットフォールトラップによるベッコウバエ科とアカバの捕獲調査を行い、森林環境への反応、すなわち生息地選好性について検討した。なお、ベッコウバエ科の種同定と研究情報

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

Shigeo SATO (Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Kochi 780-8077)

Preliminary study of habitat preferences of dryomyzid flies and a rove beetle, *Platydracus brevicornis*, in Sapporo, Hokkaido, Japan

収集について森林総合研究所生物多様性・気候変動研究拠点の末吉昌宏博士の助力いただいた。ここに深謝する。

調査地と方法

調査地：調査は、支所実験林内の1～6林班のなかの21カ所で行った(表-1:配置図は上田・佐藤⁽²⁶⁾の図-1を参照)。支所の北と西に住宅街、東にさっぽろ羊ヶ丘展望台と農研機構北海道農業研究センターがあり、開けているが、南は広大な森林と連続している。各調査地は、異なる林小班あるいは施業区に設けた。このうち、調査地BY(若齢広葉樹二次林)はカラマツ不成績造林地で、林齢は樹木サイズからの推定値である。NPA(エゾマツ新植地)はCMA2を含む5.8haの43年生針葉樹人工林内にある。この調査地は、これまでの上田・佐藤の報告^(25,26)では40×40mのアカエゾマツ新植地としていたが、正しくは30×30mのエゾマツ新植地であった。ここにお詫びするとともに、表-2に示した正誤表に沿った訂正をお願いする。同じ壮齢広葉樹二次林のBN2とBN3は隣接する林小班にあったが、優占樹種が異なるうえに250m離れていた。各調査地は、小さな林小班と施業区ではその中央に、大きな林小班では境界から20m以上林内に入った場所に設定した。トラップ間の干渉を防ぐために、糞ペイトのトラップにおける結果に基づき、調査地間はそれぞれ50m以上離れた⁽⁶⁾。林齢と樹種はベッコウバエ科群集とアカバに影響すると考えられることから、それぞれの調査地を、壮齢広葉樹二次林(BN)、中齢広葉樹人工林(BM)、中齢針葉樹人工林(CM)、若齢広葉樹林(BY)、開放地(OP)の5植生カテゴリーに分けた(表-1)。

捕獲調査：上田・佐藤⁽²⁵⁾が腐肉食性甲虫について報告したものと同一サンプルからベッコウバエ科とアカバを抽出した。2017年6月12日に各調査地で、魚肉をペイトとしたピットフォールトラップを1基設置し、9月28日の4回目の回収で終了した。トラップは上田・佐藤⁽²⁵⁾に記したとおりなので、省略する。

林況調査：各調査地の環境情報を得るために、2017年8月26日に林況調査を行った。詳細は上田・佐藤⁽²⁵⁾に記したとおりなので、省略する。なお、林況調査結果は上田・佐藤⁽²⁶⁾の表-2のとおりで、胸高直径(DBH)3cm以上の樹木の平均DBHと最大DBHは壮齢広葉樹二次林で、胸高断面積計と樹木密度は中齢針葉樹人工林で、開空度と下層植生の被度は開放地で高い傾向がみられた。

解析：科および種別捕獲数の植生カテゴリー間の差を比較するため、Kruskal-Wallis検定を行った。この解析にはJMP8⁽⁷⁾を用いた。林齢や林況データのうち、どれが科および種別捕獲数に有意な影響を与えているかを検討するため、捕獲数を応答変数、林齢または林況データを説明

表-1 各調査地の植生、林齢と面積(上田・佐藤⁽²⁶⁾を改変)

調査地名	植生	植生カテゴリー	林齢	小班or施業面積(ha)	備考(優占樹種等)
BN1	壮齢広葉樹二次林	BN	184	0.92	シラカンバ, ヤチダモ
BN2	壮齢広葉樹二次林	BN	104	3.26	シラカンバ, ミズナラ
BN3	壮齢広葉樹二次林	BN	104	8.74	ドロノキ, ハリギリ
BMV1	中齢広葉多樹種人工林	BM	43	0.62	クリ, サクラ類
BMV2	中齢広葉多樹種人工林	BM	43	0.9	ハリギリ, ヤマモミジ
BMV3	中齢広葉多樹種人工林	BM	34	1.02	ケヤマハンノキ, ハルニレ
BMU	中齢ウダイカンバ人工林	BM	43	0.94	
BMM	中齢ミズナラ人工林	BM	43	0.95	
BMK	中齢カツラ人工林	BM	40	1.00	
BMD	中齢ドロノキ人工林	BM	31	0.45	
CMT1	中齢トドマツ人工林	CM	43	1.24	
CMT2	中齢トドマツ人工林	CM	43	1.11	
CMT3	中齢トドマツ人工林	CM	43	0.94	
CMA1	中齢アカエゾマツ人工林	CM	43	0.25	
CMA2	中齢アカエゾマツ人工林	CM	43	0.17	
BY	若齢広葉樹二次林	BY	10?	0.97	オニグルミ, ケヤマハンノキ
BYM	若齢ミズナラ人工林	BY	17	0.25	
NPK	カラマツ新植地	OP	3	0.50	100×50mの新植地
NPA	エゾマツ新植地	OP	2	0.09	人工林内の30×30m新植地
GR1	草地	OP	0	約0.10	車庫横。定期的な草刈あり
GR2	草地	OP	0	0.11	伐採後放置無立木地

表-2 北方森林研究68, 69の上田・佐藤^(25,26)内の正誤表

訂正箇所	誤	正
北方森林研究68(2020)		
p12右12行目	アカエゾマツ	エゾマツ
p12表-1内のNPK行	アカエゾマツ新植地 40×40m	エゾマツ新植地 30×30m
P14左6行目	アカエゾマツ新植地 40m	エゾマツ新植地 30m
P14右6行目	40m	30m
北方森林研究69(2021)		
p11右13行目	40×40m	30×30m
p12表-1内のNPK行	アカエゾマツ新植地 40×40m	エゾマツ新植地 30×30m
図-2図題3行目	40×40m アカエゾマツ新植地	30×30m エゾマツ新植地
p14左9行目	40×40m	30×30m
p15左9行目	40m	30m

変数としたPearsonの相関係数解析(線形単回帰分析)を行った。但し、DBHが3cm以上の立木がなかった調査地の平均DBHおよび最大DBHにゼロを代入した。この解析にはMicrosoft Excel for Mac ver. 16.51⁽¹⁰⁾を用いた。

結果と考察

ベッコウバエ科：全体で3種50個体が捕獲された(表-3)。捕獲は9月28日回収分に集中していて、7月末までの捕獲数はゼロであった(表-3)。植生カテゴリー別にみると、ベッコウバエ科の全期間の合計捕獲数に植生カテ

表-3 各回収日における捕獲数

目・科・種名	回収日(2017年)				計
	7/11,14	7/31	8/26	9/28	
ハエ目ベッコウバエ科 Diptera: Dryomyzidae					
ベッコウバエ <i>Dryomyza formosa</i>	0	0	1	38	39
ワタナベベッコウバエ <i>Dryomyza ecalcarata</i>	0	0	0	10	10
ハクサンベッコウバエ <i>Dryomyza anilis</i>	0	0	1	0	1
甲虫目ハネカクシ科 Coleoptera: Staphylinidae					
アカバトガリオオズハネカクシ <i>Platydacus brevicornis</i>	205	341	109	35	690

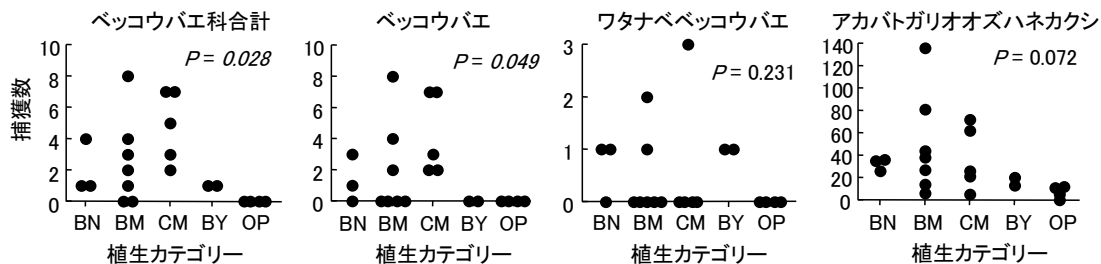


図-1 各調査地でのベッコウバエ科とアカバトガリオオズハネカクシの捕獲数

Kruskal-Wallis 検定結果を図中に示した。

表-4 各調査地における林齢および林況データと各捕獲数との Pearson の相関係数解析の結果

	ベッコウバエ科合計		ベッコウバエ		ワタナベベッコウバエ		アカバトガリオオズハネカクシ	
	r	P	r	P	r	P	r	P
林齢	0.13	0.396	0.07	0.620	0.20	0.169	0.13	0.396
平均胸高直径	0.47	0.001	0.40	0.005	0.20	0.163	0.47	0.001
最大胸高直径	0.35	0.015	0.31	0.032	0.11	0.460	0.41	0.004
胸高断面積計	0.46	0.001	0.39	0.006	0.17	0.243	0.13	0.386
樹木密度	0.27	0.065	0.17	0.205	0.17	0.256	0.25	0.085
開空度	-0.51	0.000	-0.42	0.003	-0.22	0.129	-0.44	0.002
下層植生被度	-0.70	0.000	-0.61	0.000	-0.25	0.087	-0.22	0.130

ゴリー間で有意な違いがあった(図-1)。開放地での捕獲数はゼロで、中齢以上の森林に多い傾向がみられた(図-1)。しかし、中齢以上の森林の広葉樹林と針葉樹林といった樹種の違いや林齢との明確な関係はみられなかった(図-1)。種別にみると、もっとも多かったベッコウバエは、全期間の合計捕獲数に植生カテゴリー間で有意な違いがあった(図-1)。若齢林と開放地での捕獲数はゼロで、中齢以上の林内でのみ捕獲された(図-1)。しかし、中齢以上の森林の樹種や林齢との明確な関係はみられなかった(図-1)。ワタナベベッコウバエ (*Dryomyza ecalcarata*) は、全期間の合計捕獲数に植生カテゴリー間の有意差はなかった(図-1)。開放地での捕獲はなかったが、若齢以上の林齢の違いや樹種の違いは明確ではなかった(図-1)。

林況データとの関係を見ると、ベッコウバエ科全体とベッコウバエの捕獲数は林齢と樹木密度以外の項目と有意な相関がみられ(表-4)、樹木サイズが大きくかつ林冠の閉鎖した下層植生が少ない森林に多い傾向があると考えられた。これらのことから、ベッコウバエ科とベッコウバエ捕獲数は、中齢以上の閉鎖林環境の指標にはなるが、林齢や樹種への反応は明確でないと考えられた。

ワタナベベッコウバエ捕獲数は全ての林況データと有意な関係がなかった。これは、今回の捕獲数が少ないことが要因のひとつと考えられる。ワタナベベッコウバエの奈良県の標高 950m 以上の場所での捕獲データを見ると、ほとんどが 11 月に捕獲され、12 月 6 日の捕獲記録もあった⁽²⁾。今後、北海道においても積雪の直前まで捕獲を継続することで、捕獲数が増し、樹種や樹木サイズといった森林環境への明確な反応が検出される可能性がある。
アカバトガリオオズハネカクシ: 全体で 690 個体が捕獲され、7 月 31 日の回収でもっとも多かったことから、夏に多い種と考えられる(表-3)。本種の九州での捕獲消長は、5 月と 8 月下旬に多い 2 山型であった⁽²⁴⁾。腐肉食性のヨツボシモンシデムシ (*Nicrophorus quadripunctatus*) は九州と関東では初夏と秋にピークがある 2 山型だが^(11,24)、

北海道では主に夏にピークがある 1 山型となる^(5,14)。本種もヨツボシモンシデムシと同様に温暖地では初夏と秋の 2 山型、寒冷地では夏の 1 山型になると考えられる。

植生カテゴリー別の捕獲数では中齢以上の森林に多く、開放地で少ない傾向がみられたが、全期間の合計捕獲数に植生カテゴリー間の有意差はなかった(図-1)。また、林齢や樹種との明確な関係はなかった(図-1)。林況データとの関係では、平均胸高直径、最大胸高直径、開空度と有意な相関がみられ、樹木サイズが大きい閉鎖林に多い傾向があると考えられた(表-3)。これは、本種が林内に多いという九州の結果⁽²⁴⁾とほぼ同じであった。以上のことから、アカバ捕獲数は、中齢以上の閉鎖林環境の指標になる可能性はあるが、林齢や樹種への反応は明確でないと考えられた。

まとめ

昆虫群集を森林環境評価の指標として用いる研究は多数あるが、腐肉に誘引されるハエ類とハネカクシ科を扱った研究は、我が国ではこれまでになかった。そこで、草地および様々な林齢と樹種からなる林分と施業区が小面積で存在する札幌市の森林総合研究所北海道支所実験林内で、腐肉ベイトのピットフォールトラップによるベッコウバエ科とアカバトガリオオズハネカクシ(アカバ)の初歩的な捕獲調査を行った。ベッコウバエ科は 3 種 50 個体が、アカバは 690 個体捕獲された。ベッコウバエ科全体と中でもっとも多く捕獲されたベッコウバエが、中齢以上の森林に多く、樹木密度以外の林況データと捕獲数が有意に相関したことから、中齢以上の閉鎖林環境の指標になると考えられた。しかし、林齢や広葉樹林と針葉樹林といった樹種の違いへの反応は明確ではなかった。また、2 番目に多かったワタナベベッコウバエは、本研究の捕獲期間以降に多数捕獲されると予測されることから、今後、積雪の直前まで捕獲を継続する調査を行い、本種と森林環境の関係をみる必要があると考えられた。

アカバは中齢以上の森林に多い傾向があり、平均胸高直径、最大胸高直径、開空度と有意な相関がみられたことから、中齢以上の閉鎖林環境の指標種になる可能性があると考えられた。しかし、林齢や樹種への反応は明確ではなかった。今回の初歩的な調査では、ベッコウバエ科とアカバが森林環境に多いことは明らかになったが、林齢や樹種といった細かな環境への反応は検出できなかった。今後、より本格的な調査をとおした、細かな森林環境の違いに対する反応についての研究が期待される。

引用文献

- (1) Gardner TA and 23 co-authors (2008) The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecol. Lett.* **11**: 139-150.
- (2) 春澤圭太郎 (2018) 奈良県のベッコウバエ科. はなあぶ **46**: 78-79.
- (3) 堀 繁久 (2012) オサムシ科甲虫群集を利用した森林環境モニタリング. 北海道開拓記念館研究紀要 **40**: 1-20.
- (4) 石谷正宇 (2010) 地表性甲虫類を指標とした環境影響評価の現状. 環動昆 **21(2)**: 73-83.
- (5) Katakura H and Ueno R (1985) A preliminary study on the faunal make-up and spatio-temporal distribution of carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) on the Ishikari coast, northern Japan. *Jap. J. Ecol.* **35**: 461-468.
- (6) Larsen TH and Forsyth A (2005) Trap spacing and transect design for dung beetle biodiversity studies. *Biotropica* **37**: 322-325.
- (7) Mathis WN and Sueyoshi M (2011) World catalog and conspectus on the Family Dryomyzidae (Diptera: Schizophora). *MYIA* **12**: 207-233.
- (8) Mendes TP, Esposito MC, Carvalho-Filho FS, Juen L, Alvarado ST and Sousa JRP (2021) Necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) as indicators of the conservation or anthropization of environments in eastern Amazonia, Brazil. *J. Insect Conserv.* **25**: 719-732.
- (9) Méndez-Rojas DM, Cultid-Medina C and Escobar F (2021) Influence of land use change on rove beetle diversity: A systematic review and global meta-analysis of a mega-diverse insect group. *Ecol. Indic.* **122**: 107239 (13 pages).
- (10) Microsoft (2019) Microsoft Excel for Mac ver. 16.51.
- (11) Nagano M and Suzuki S (2003) Phenology and habitat use among Nicrophorine beetles of the genus *Nicrophorus* and *Ptomascopus* (Coleoptera: Silphidae). *Edaphologia* **73**: 1-9.
- (12) 中村寛志 (2010) チョウ類を指標種とした環境評価手法と環境アセスメント. 環動昆 **21(2)**: 85-91.
- (13) 日本自然保護協会 (1994) 指標生物自然をみるものさし. 平凡社, 東京, 360pp.
- (14) Ohkawara K, Suzuki S and Katakura H (1998) Competitive interaction and niche differentiation among burying beetles (Silphidae, *Nicrophorus*) in northern Japan. *Entomol. Sci.* **1**: 551-559.
- (15) 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.
- (16) Pohl GR, Langor DW and Spence JR (2007) Rove beetles and ground beetles (Coleoptera: Staphylinidae, Carabidae) as indicators of harvest and regeneration practices in western Canadian foothills forests. *Biol. Conserv.* **137**: 294-307.
- (17) SAS Institute (2009) JMP 8 ver 8.0.1.
- (18) 柴田泰利・丸山宗利・保科英人・岸本年郎・直海俊一郎・野村周平・Puthz V・島田 孝・渡辺泰明・山本周平 (2013) 日本産ハネカクシ科総目録 (昆虫綱: 甲虫目). 九大総研博物館研報 **11**: 69-218.
- (19) Sousa JRP, Mendes TP, Carvalho-Filho FS, Juen L and Esposito MC (2021) Diversity of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae, and Sarcophagidae) in anthropogenic and preserved environments of five different phytophysiognomies in northeastern Brazil. *Neotropical Entomol.* **50**: 537-550.
- (20) Sueyoshi M (2019) New records and localities of Japanese Dryomyzidae. *Makunagi/ Acta Dipterologica* **30**: 15-24.
- (21) 末吉昌宏・上田明良 (2014) 森林伐採によるマダラヒロクチバエ (双翅目ヒロクチバエ科) の減少. 森林総研九州年報 **26**: 19.
- (22) 末吉昌宏・上田明良 (2015) 森林伐採がベッコウバエ (双翅目ベッコウバエ科) 個体群に及ぼす影響. 森林総研九州年報 **27**: 20.
- (23) 上田明良 (2016) 林齢の異なる小面積林分からなる森林における腐肉食性甲虫 (腐肉食性シテムシとコガネムシ上科糞虫) 群集の反応. 日林誌 **98**: 207-213.
- (24) 上田明良・大原昌宏 (2018) 熊本市での腐肉を誘引餌としたトラップによる甲虫類群集の季節消長. 九森研 **71**: 19-22.
- (25) 上田明良・佐藤重穂 (2020) 札幌市の林齢・樹種の異なる小面積林分における腐肉食性シテムシ・糞虫群集の初歩的研究. 北森研 **68**: 11-15.
- (26) 上田明良・佐藤重穂 (2021) 札幌市の林齢・樹種の異なる小面積林分におけるオサムシ科甲虫群集の初歩的研究. 北森研 **69**: 11-15.
- (27) 上田明良・末吉昌宏 (2014) ベッコウバエの森林環境指標種としての可能性. 森林総研九州年報 **24**: 8.
- (28) 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, 514pp.
- (29) Weithmann S, Kuppler J, Degasperis G, Steiger S, Ayasse M and von Hoermann C (2020) Local and landscape effects on carrion-associated rove beetle (Coleoptera: Staphylinidae) communities in German forests. *Insects* **11**: 11120828 (16 pages).
- (30) Yamamoto S, Ikeda K and Kamitani S (2014) Species diversity and community structure of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) attracted to dung of sika deer in coniferous forests of southwest Japan. *Entomol. Sci.* **17**: 52-58.