

## 北海道における保持伐と小面積皆伐がベッコウバエ科とアカバトガリオオズハネカクシに与える影響

森林総合研究所北海道支所 上田 明良  
森林総合研究所 末吉 昌宏  
森林総合研究所四国支所 佐藤 重徳

### はじめに

1960 から 80 年代に盛んに造成された針葉樹人工林が伐採適期を迎えていることから、木材生産量は 2002 年を境に増加に転じ、今後さらに増加すると予測されている<sup>(12)</sup>。増加する伐採量に対し、従来の大面積皆伐では森林環境への負のインパクト、例えば土砂災害、水質汚濁、生物多様性の劣化が懸念されている<sup>(9 など)</sup>。これら負のインパクトを軽減するため、保持伐施業 (retention forestry : 「主伐時に生立木や枯死木、森林パッチ等を維持することで伐採の影響を緩和し、木材生産と生物多様性保全の両立をめざす森林管理法<sup>(10)</sup>」) が欧米と豪州を中心に導入され、そこを試験地とした調査が行われてきた<sup>(3 など)</sup>。実際、保持伐施業は、森林性種への負のインパクトの軽減と非森林性種へのハビタット提供の両方に機能することが明らかにされている<sup>(2)</sup>。しかし、我が国では保持伐施業を取り入れた試験地はなかった。もうひとつの負のインパクトを軽減する方法として、伐採面積を小さくする小面積皆伐がある。そのひとつの方法として、残林帯を残しながら 20~40m 幅の伐採を縞状に行う帯状伐採が我が国で導入されていて<sup>(24)</sup>、帯状伐採地は皆伐地と比べて下層植生や腐肉食性甲虫類 (シデムシ科と糞虫類) の森林性種保全に寄与することが知られている<sup>(5, 23)</sup>。しかし、我が国において小面積皆伐による負のインパクトの軽減については情報量が少ない。そこで、北海道のイルムケツ山麓に広がる北海道有林内のトドマツ (*Abies sachalinensis*) 人工林を伐採する際に、人工林内に侵入していた広葉樹を 3 つの密度で全体的に残す広葉樹単木保持伐と伐採地中央に非伐採パッチを残す群状保持伐および、約 1ha の小面積皆伐と 6ha 以上の全面皆伐を行う試験地が、2013 年に設定された (試験地名 : REFRESH)<sup>(1, 10, 29)</sup>。この試験地ではこれまでに、オサムシ科甲虫群集については単木あるいは単木と群状の両保持施業に<sup>(24, 28)</sup>、腐肉食性甲虫群集では単木保持施業と小面積皆伐に<sup>(22)</sup>、森林性種への伐採による負のインパクト軽減効果が認められている。しかし、これら以外の昆虫群集についての報告はない。

ベッコウバエ科 (Dryomyzidae) は森林への依存性が高く、森林の指標種群となる可能性が示唆されている<sup>(16, 21)</sup>。札幌市においても、ベッコウバエ科の 3 種のうちもっとも多かったベッコウバエ (*Dryomyza formosa*) が、中齢以上の閉鎖林環境の指標になるとされている<sup>(20)</sup>。なお、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<sup>(7)</sup>。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<sup>(7)</sup>。我が国では 10 種、北海道からは 7 種が記録されている<sup>(15)</sup>。

ハネカクシ科 (Staphylinidae) 甲虫群集は環境指標性が高いことが知られている<sup>(11 など)</sup>、しかし、我が国のハネカクシ科甲虫は 2,260 種と非常に種数が多く<sup>(14)</sup>、かつ微かなものが多いため、種同定が困難なことから、これまで森林環境とハネカクシ科甲虫の関係を解析した例はなかった。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 (*Platydacus brevicornis* : 以下アカバ) (注 : 保育社の甲虫図鑑(II)<sup>(25)</sup>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<sup>(27)</sup>、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<sup>(17)</sup>。札幌市でも調査が行われ、中齢以上の閉鎖林環境の指標種になることが示唆されている<sup>(20)</sup>。

そこで、REFRESH 試験地において、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、捕獲数から保持伐施業と小面積皆伐がベッコウバエ科とアカバに対して、伐採インパクトを軽減する効果があるかどうかを検討した。

なお、北海道水産林務部森林環境局道有林課、北海道空知総合振興局森林室の皆様、北海道立総合研究機構林業試験場道北支場の明石信廣博士、および森林総合研究所北海道支所の尾崎研一博士には研究遂行への助力を、同北海道支所の山中聡博士と九州支所の佐山勝彦博士には野外調査に助力をいただいた。ここに深謝する。本研究は三井物産環境基金研究助成 R15-0025 と JSPS 科研費 JP25252030 と 18H04154 の助成を受けた。

### 調査地と方法

調査地 : 北海道イルムケツ山 (標高 864m) の東および南斜面の芦別市、赤平市、深川市にまたがる北海道有林空知管理区内の約 5~8ha の林分を調査地とした。シナノキ (*Tilia japonica*) やミズナラ (*Quercus crispula*) 等の広葉樹天然林 (非伐採広葉樹天然林区 : 以下 NC) 3 林分と 50 年生以上のトドマツ人工林 20 林分を用いた<sup>(1, 29)</sup>。各林分の林縁から他の林分林縁までは、それぞれ 150 m 以上離れていた<sup>(1, 29)</sup>。トドマツ人工林のうち 17 林分には以下に示す 6 種類の伐採が各種毎年 1 林分で行われた (表-

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

Masahiro SUEYOSHI (Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687)

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

Effects of retention and small-sized cutting on dryomyzid flies and a rove beetle, *Platydacus brevicornis*, in Hokkaido

1) : 1)単木大量保持区 (以下 SL) : トドマツ人工林内に侵入していた広葉樹のうち約 100 本/ha を残す伐採林分, 2)単木中量保持区 (以下 SM) : 同広葉樹を約 50 本/ha 残す伐採林分, 3)単木小量保持区 (以下 SS) : 同広葉樹を約 10 本/ha 残す伐採林分, 4) 群状保持伐区 (以下 GR) : 林分中央付近に 60×60 m の非伐採保持パッチを残す皆伐林分, 5) 小面積皆伐区 (以下 SC) : 林分内の 2 ないし 3 カ所で行う約 100m 四方 (約 1 ha) の皆伐地, 6) 全面皆伐区 (以下 : CC) : 全面皆伐林分<sup>(1,29)</sup> (表-1)。トドマツ人工林の残る 3 林分は非伐採トドマツ人工林区 (以下 PC) とした (表-1)。各調査地の設立は 2013, 14, 15 年に行われ, それぞれに REFRESH 試験地共通の調査地番号 1, 2, 3 が割り振られた。また, 伐採試験地での伐採は各設立年の翌年, すなわち 2014, 15, 16 年に行われた。SC は 2 林分内の計 5 区 (SC 2-1, 2, 3 と SC 3-1, 2) が設定された (表-1)。各 SC の境はそれぞれ 10 m 以上離れていた。GR については, 保持パッチ内 (保残区 : 以下 GRR) と保持パッチ外の皆伐地 (伐採区 : 以下 GRC) に分けて取り扱った (表-1)。

**捕獲調査 :** Ueda et al. (22) と上田ら (24) が腐肉食性甲虫およびオサムシ科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 13~15 日に魚肉をベイトとしたピットフォールトラップを, 各調査地の境界から 50m 以上内側に入り, かつそれぞれ 50m 以上離れた 2 カ所に 1 基ずつ設置した。但し, GRR と SC についてはそれぞれの中央に 1 基のみ設置した。約 1 ヶ月毎に捕獲虫の回収とベイトの交換を行い, 10 月 2~3 日の 4 回目の回収で終了した。トラップは本誌北方森林研究での上田・佐藤<sup>(18, 19)</sup>の報告に記したとおりなので, 省略する。

**樹木胸高断面積計 (以下 BA) データ :** 胸高直径 (以下 DBH) > 5cm の樹木の調査を行った明石ら<sup>(1)</sup>のデータを一部改変して用いた。但し, GRR3 については, 調査開始前に風倒が生じたため, 明石ら<sup>(1)</sup>のデータと異なる状況になっていた。そこで, トラップを中心とした 10×10m 四方内の DBH > 5cm の樹木の毎木調査を 2017 年 8 月 28 日に行い, BA を算出した。

**解析 :** トラップ数が 2 基の調査地については, 捕獲数データの平均値を解析に用いた。単木保持の効果については, SL, SM, SS と CC の捕獲数と BA の相関解析 (Pearson

表-1 各調査地の処理区名, 略称と樹木胸高断面積計 (BA)

設定時の森林	処理区	処理区略称	調査地番号	BA <sup>a</sup> (m <sup>2</sup> /ha)
広葉樹天然林	非伐採広葉樹天然林区	NC	1, 2, 3	51.7, 36.8, 28.5
	非伐採トドマツ人工林区	PC	1, 2, 3	39.9, 41.7, 35.9
約50年生トドマツ人工林	単木保持施業			
	大量保持区 (1haあたり広葉樹約100本)	SL	1, 2, 3	5.8, 7.5, 7.4
	中量保持区 (1haあたり広葉樹約50本)	SM	1, 2, 3	3.8, 2.2, 4.3
	小量保持区 (1haあたり広葉樹約10本)	SS	1, 2, 3	0.6, 0.8, 0.5
	群状保持伐区 (GR) 内			
	保残区 (60m四方の非伐採保持パッチ内)	GRR	1, 2, 3	49.2, 48.9, 1.2 <sup>b</sup>
	伐採区 (保持パッチ外の皆伐地)	GRC	1, 2, 3	0, 0, 0
	小面積皆伐区 (約100m四方(1ha)の皆伐地)	SC	2-1, 2, 3 3-1, 2	0, 0, 0 0, 0
	全面皆伐区	CC	1, 2, 3	0, 0, 0

<sup>a</sup> 明石ら (2017) を改変 (風倒が生じたGRR3を除く)。

<sup>b</sup> 2017年8月28日に行ったトラップサイトを中心とした10m四方内の調査結果。

表-2 各回収日における捕獲数

目・科・種名	回収日 (2017年)				計
	7/10-13	8/8-10	9/1-4	10/2-3	
ハエ目ベッコウバエ科 Diptera: Dryomyzidae					
ベッコウバエ <i>Dryomyza formosa</i>	0	0	68	1,279	3,347
ワタナベベッコウバエ <i>Dryomyza ecalcarata</i>	0	0	0	227	227
ベッコウバエ属の1種 <i>Dryomyza</i> sp.	0	0	1	29	30
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>	243	111	36	50	440

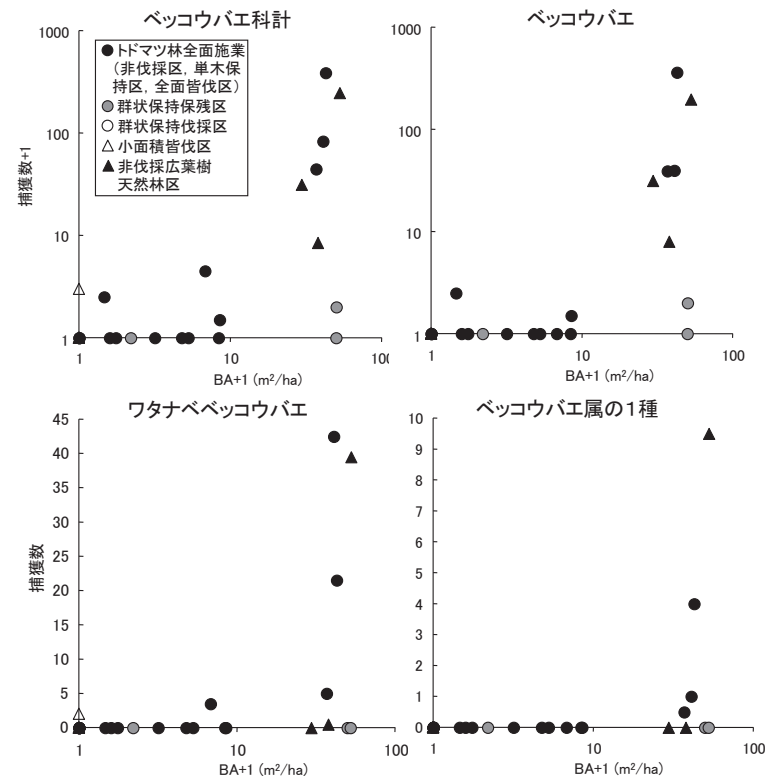


図-1 ベッコウバエ科捕獲数と樹木胸高断面積計 (BA) の関係

の相関係数) を行った。解析には Microsoft Excel for Mac ver. 16.51<sup>(8)</sup>を用いた。群状保持の効果については施業区数が少なく有意性検定が不可能であった。そのため GRR と GRC での捕獲数を図示して効果を検討した。小面積皆

伐の効果については SC と CC の捕獲数の差を Kruskal-Wallis 検定で比較した。解析には JMP 8<sup>(13)</sup>を用いた。

**結果と考察**

SM3 と GRC2 では、設置した 2 基のトラップのうち 1 基が動物に荒らされたため、これらのトラップの捕獲数データを解析から除外した。

**ベッコウバエ科**：トラップ全体でベッコウバエ属 (*Dryomyza*) の 3 種 3,604 個体が捕獲された (表-2)。捕獲は 10 月 2~3 日回収分に集中していて、8 月 8~10 日までの捕獲数はゼロであった (表-2)。もっとも多かったベッコウバエ (表-2) の捕獲は、いずれも非伐採の広葉樹天然林 (NC) とトドマツ人工林 (PC) に集中していた (図-1)。捕獲数の少なかった他の 2 種 (表-2) も、ほとんどの個体が非伐採林で捕獲された (図-1)。そのため、ベッコウバエ科全体の捕獲も非伐採林に集中していた (図-1)。単木保持各区と全面皆伐区ではベッコウバエが SL1 で 1 個体、SS3 で 3 個体、ワタナベベッコウバエ (*Dryomyza ecalcarata*) が SL1 で 7 個体捕獲されただけ (図-1: 但し図中の値は平均値) であり、他はゼロであった。そのため、BA と捕獲数に有意な関係はなく (表-3)、単木保持施業によるベッコウバエ科の保全効果は検出できなかった。群状保持の効果についても、GRR1 でベッコウバエが 1 個体捕獲されただけで、保残区と伐採区の違いはなく (図-2)、明確な保全効果はみられなかった。小面積皆伐と全面皆伐の比較では、SC2-1 でワタナベベッコウバエが 2 個体捕獲されただけで、小面積皆伐区と全面皆伐区間に有意差はなく (図-3)、小面積皆伐による保全効果は検出できなかった。単木保持と小面積皆伐に明確な保全効果が見られなかったのは、ベッコウバエ科が伐採地では生息できないことに起因すると考えられる。熊本県のスギ・ヒノキ林において、伐採前年に多数捕獲されたベッコウバエが、伐採幅 40m の帯状伐採後には林縁を含む伐採地内で全く捕獲されなかった<sup>(16)</sup>。この研究と本研究の結果から、ベッコウバエ科は森林依存性が高く、多少の単木保持木があっても、また伐採面積が小さくても林外では活動しないと考えられる。また、先の帯状伐採施業地内の幅 40~60m の残林帯においてもベッコウバエは全く捕獲されなかった<sup>(16)</sup>。これは、本研究の群状保

**表-3 単木保持各区と全面皆伐区での捕獲数と樹木胸高断面積計 (BA) の相関解析 (Pearson の相関係数) の結果**

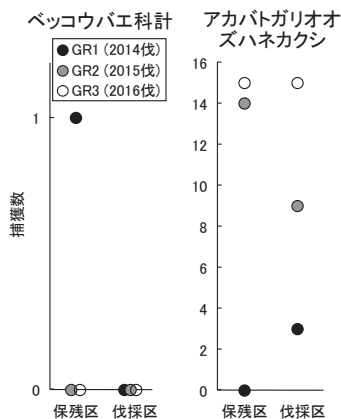
種名	r	P
ベッコウバエ	-0.07	0.828
ワタナベベッコウバエ	0.33	0.292
ベッコウバエ属計	0.29	0.364
アカバトガリオオズハネカクシ	0.40	0.201

持保残区での結果と一致する。小面積の保持パッチや幅の狭い保持帯は、ベッコウバエ科の生息地として機能しないと考えられる。

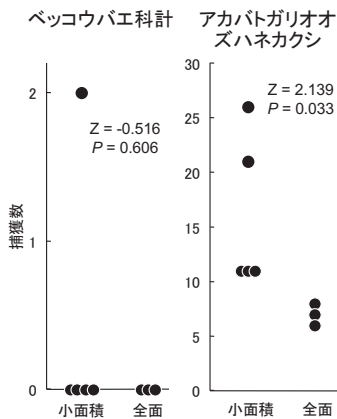
本研究におけるベッコウバエ科捕獲数の季節的变化は、晩秋になるほど多くなることを予想させる (表-1)。これは、札幌市においても同じであった<sup>(20)</sup>。奈良県の標高 950m 以上の場所でのワタナベベッコウバエの捕獲データのほとんどは 11 月で、12 月 6 日の捕獲記録もあった<sup>(4)</sup>。このことからベッコウバエ科については積雪直前までの調査が必要とされている<sup>(20)</sup>。今後、本調査地においても積雪直前までの調査を行い、ベッコウバエ科と伐採施業との関係をより精密に明らかにしていく必要がある。

**アカバトガリオオズハネカクシ**：全体で 440 個体が捕獲され、7 月 10~13 日の回収でもっとも多く、8 月 8~10 日の回収でも比較的多かったことから、初夏から夏に多い種と考えられる (表-1)。これは夏に多いという札幌市での捕獲<sup>(20)</sup>とほぼ一致していた。なお本種の九州での捕獲消長は、5 月と 8 月下旬に多い 2 山型になることが知られている<sup>(17)</sup>。場所別にみるとベッコウバエ科とは異なり、非伐採林に多いという傾向はなく、伐採地でも非伐採林と同様の捕獲がみられた (図-4)。これは、中齢以上の林内に本種が多いことから、本種が森林性であるとした札幌市での結果<sup>(20)</sup>と明確に異なっていた。単木保持各区と全面皆伐区における BA と捕獲数間に有意な関係はなく (表-3)、単木保持施業による本種の保全効果は検出できなかった。群状保持の効果についても、保残区の方が伐採区よりも多かったのは GR2 だけで (図-2)、明確な保全効果はみられなかった。これに対し、全ての小面積皆伐区での捕獲数は全ての全面皆伐区よりも多く、有意差が認められた (図-3)。

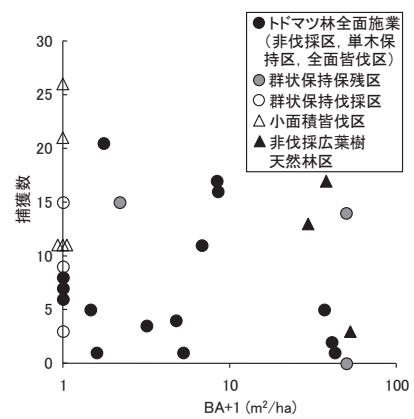
伐採前のオサムシ科甲虫群集が伐採後も数年間維持さ



**図-2 群状保持区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捕獲**



**図-3 小面積皆伐区と全面皆伐区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捕獲数**



**図-4 アカバトガリオオズハネカクシ捕獲数と樹木胸高断面積計 (BA) の関係**

れることが北米での調査で認められている<sup>(6,26 など)</sup>。ハネカクシ科甲虫において伐採前後の群集変化についての報告はこれまでにない。今回の調査地は、伐採後1~3年目であることから、北米の森林性オサムシ科甲虫のように、伐採後年数を経ることで本種の減少が生じた可能性がある。しかし、札幌市の調査地には伐採後2年目と3年目の新植地が含まれていたが、そこでの本種の捕獲数は少なかった<sup>(20)</sup>。札幌市の結果と本研究の結果が異なっていた要因を明らかにするには、本調査地での継続調査や他の場所での捕獲調査の結果から検討する必要がある。今回、小面積皆伐区で全面皆伐区よりも捕獲数が多かったことについても、伐採前の個体数が反映されているのか、小面積皆伐地を選好するするのか、あるいはそれ以外の要因が関与するのかは不明である。これについても今後の継続調査と他の場所での捕獲調査が必要と考えられる。

### 引用文献

- (1) 明石信廣ほか19名 (2017) トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験 (REFRESH) における実験区の伐採前の林分組成. 北海道林試研報**5**: 31-45.
- (2) Fedrowitz K and 12 co-authors (2014) Can retention forestry help conserve biodiversity? A meta-analysis. *J Appl Ecol* **51**: 1669-1679.
- (3) Gustafsson L and 15 co-authors (2012) Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *Bioscience* **62**: 633-645.
- (4) 春澤圭太郎 (2018) 奈良県のベッコウバエ科. はなあぶ**46**: 78-79.
- (5) Ito S, Ishigamo S, Mizoue N, Buckley GP (2006) Maintaining plant species composition and diversity of understory vegetation under strip-clearcutting forestry in conifer plantations in Kyushu, southern Japan. *For Ecol Manage.* **231**: 234-241.
- (6) Koivula M (2002) Alternative harvesting methods and boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *For Ecol Manage* **167**: 103-121.
- (7) Mathis WN and Sueyoshi M (2011) World catalog and conspectus on the Family Dryomyzidae (Diptera: Schizophora). *MYIA* **12**: 207-233.
- (8) Microsoft (2019) Microsoft Excel for Mac ver. 16.51.
- (9) 中野秀章 (1971) 森林伐採および伐跡地の植被変化が流出に及ぼす影響. 林試研報**240**: 1-251.
- (10) 尾崎研一ほか8名 (2018) 木材生産と生物多様性保全に配慮した保残伐施業による森林管理—保残伐施業の概要と日本への適用—. *日本生態学会誌***68**: 101-123.
- (11) 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.
- (12) 林野庁 (2022) 令和3年度森林・林業白書. <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r3hakusyo/zenbun.html> (参照2022-10-13) .
- (13) SAS Institute (2009) JMP 8 ver 8.0.1.
- (14) 柴田泰利ほか9名 (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.
- (15) Sueyoshi M (2019) New records and localities of Japanese Dryomyzidae. *Makunagi/ Acta Dipterologica* **30**: 15-24.
- (16) 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.
- (17) 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.
- (18) 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デムシ・糞虫群集の初歩的研究. 北森研**68**: 11-15.
- (19) 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.
- (20) 上田明良・佐藤重穂 (2022) 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. 北森研**70**: 57-60.
- (21) 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.
- (22) Ueda A, Itô H, Sato S (2022a) Effects of dispersed and aggregated retention-cuttings and differently sized clear-cuttings in conifer plantations on necrophagous silphid and dung beetle assemblages. *J Insect Conserv* **26**: 283-298.
- (23) Ueda A, Itô H, Kanetani S (2022b) Influence of clear-cutting, strip cutting, and logging to construct strip roads on necrophagous silphid and dung beetle assemblages in a conifer plantation. *J For Res* doi.org/10.1080/13416979.2022.2062814 (10pp.).
- (24) 上田明良・伊東宏樹・佐藤重穂 (2022) オサムシ科甲虫群集への針葉樹人工林の単木・群状保残伐および小面積皆伐の効果. 日森誌**104**: 309-320.
- (25) 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.
- (26) Work T, Jacobs JM, Spence JR, Volney WJ (2010) High levels of green-tree retention are required to preserve ground beetle biodiversity in boreal mixedwood forests. *Ecol Appl* **20**: 741-751.
- (27) 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.
- (28) Yamanaka S, Yamaura Y, Sayama K, Sato S, Ozaki K (2021) Effects of dispersed broadleaved and aggregated conifer tree retention on ground beetles in conifer plantations. *For Ecol Manage* **489**: 119073 (10pp.).
- (29) Yamaura Y and 6 co-authors (2018) Retention experiment for plantation forestry in Sorachi, Hokkaido (REFRESH): a large-scale experiment for retaining broad-leaved trees in conifer plantations. *Bull For Forest Prod Res Inst* **17**: 91-109.