

コウモリ類の Bat box 利用に関わる
架設場所の周辺環境

平成 27 年

(2015 年)

帯広畜産大学大学院畜産学研究科

修士課程 畜産生命科学専攻

高田 優

Environmental characteristics of
locations containing Bat boxes selected by bats

2015

Yu TAKATA

Master's Program in

Life Science and Agriculture

Graduate School of Animal Husbandry

Obihiro University of

Agriculture and Veterinary Medicine

<目次>

1	はじめに	1
2	調査地	4
3	調査方法	5
4	結果	8
5	考察	10
6	謝辞	16
7	引用文献	17
8	要約	22
9	Abstract	23

図表

<はじめに>

世界に生息するコウモリ目の半数以上の種はねぐらを植物体に頼っており、特に樹洞やめくれた樹皮の裏などがよく利用される（船越ほか 2007）。日本産の小型コウモリ類に関しても、約半数が森林棲の種で、主に樹洞を日中のねぐらとして利用すると考えられている（柳川・村木 2005, 浅利ほか 2014）。コウモリ類は一生の大部分をねぐら内で過ごすため、ねぐらの特徴や利用形態を理解することはコウモリ類の生態や行動を理解する上で必要不可欠である（オルトリンガム 1998, Fukui et al. 2012）。また、森林棲のコウモリ類の多くは冬眠や出産および哺育の場が樹洞に限られ、利用可能な樹洞の減少がコウモリ類の分布と個体群サイズを制限するため、個体群の長期的な生存に影響を及ぼす（柳川・村木 2005, 赤坂ほか 2007）。そのためこれらのコウモリ類の保全にあたっては、樹洞木の消失を回避もしくは低減することが重要である。しかし、これができない場合には、ねぐらの代替場所として新たなねぐら環境（人工ねぐら）を創出する必要がある（斉藤ほか 2012）。

代表的なコウモリ用人工ねぐらの1つとして、Bat box（コウモリ用巣箱）が挙げられる。これまでに北海道の十勝地方では、Bat boxが湧水池周辺の縮小された樹林やカルバート内に架設され、樹洞営巣性コウモリ類によって利用される例が確認されてきた（立神ほか 2007, 高田ほか 2014）。その他の地域においても、間伐などの維持管理が為されている森林内や若齢林では、潜在的なねぐらとなる樹木の不足を補うために Bat box が有効であることが示唆されている（Chambers et al. 2002, Smith and Agnew 2002, Ciechanowski 2005）。これらのことから幹線道路の造成や森林伐採等の人為的改変があった環境において、Bat box が有効な保全策として機能することが示唆された（高田ほか 2014）。

一方で十勝平野の農耕地では、現在もなお、森林の狭小化や分断化が進んでおり（小野・柳川 2010）、河畔林や防風林では森林管理のための伐採や農地化による急激な土地利用の変化によって、森林内の樹洞の減少が深刻化しうる。そのため、現在は人為的改変がない森林内においても、将来的なねぐら環境の縮小が予想される。したがって、農耕地域内のコウモリ類個体群の維持管理のためには、天然のねぐら場所に関する情報だけでなく、Bat box のような新たなねぐら環境が有効であるかを検証する必要がある（赤坂ほか 2007）。しかし、十勝地方の森林内では Bat box の調査はあまり行なわれておらず、十勝産のコウモリ類にとって、好適な Bat box の架設条件や利用形態などは明らかになっていない。

そこで本研究では、十勝平野の森林内に Bat box を架設し、コウモリ類に利用されるかを確認する調査を行ない、利用種の記録を行なった。さらに本研究では、調査地点の森林を、河畔林また防風林の 2 つのタイプに分類し、それらの森林タイプがコウモリ類の Bat box 利用に影響を与えるかどうかを調べた。Ciechanowski（2005）において、Bat box を架設してから利用されるまでの期間が、針葉樹林の方が広葉樹林よりも短く、また利用された Bat box の数や利用した個体数が針葉樹林の方が多かった。このことから、十勝地方で主に針葉樹で構成される防風林の方が、より早く、より頻繁に利用され、また Bat box の選択にも影響を与えるという仮説を立て、これについて検証を行なう。

また、コウモリ類のねぐら選択に関わる必要条件の地域情報は、効果的な保全計画を作成する上で重要である（Stuemke et al. 2014）。ねぐら選択には、ねぐら内の空間の大きさや温度、樹高、林冠うっ閉度、寄生生物の存在、近隣のねぐらまでの距離など様々な要因が影響を及ぼすと考えられる（Lourenco and Palmeirim 2004, White 2004, Fukui et al. 2010, Stuemke 2014）。本研究では、利用された Bat box の

架設地点の周囲の森林環境に注目しコウモリ類の Bat box 利用に影響を与える環境要因を調査した。周辺環境の特徴は、局所および景観の 2 つのスケールで調査を行ない、コウモリ類の Bat box の利用に関わる森林環境要因を明らかにした。

<調査地>

北海道十勝平野に位置する農耕地域内（帯広市，芽室町，幕別町，および中札内村）に存在する森林内を調査地とした（N42°42'~55'，E143°02'~16'；図 1）。対象とした森林を本研究では，河畔林および防風林の 2 つの森林タイプに分類した。

本研究において河畔林は，一級河川である帯広川，札内川，途別川，売買川，戸蔦別川，およびタロウエモン川の河畔林およびこれらの河川に隣接する残存林とした。十勝平野の河畔林の植生は，ヤナギ類 *Salix* spp.が多く，ハルニレ *Ulmus davidiana* var. *japonica* やケヤマハンノキ *Alnus hirsuta* などが代表的な樹種である。また，ヤマグワ *Morus australis* やシラカンバ *Betula platyphylla* var. *japonica*，ハリエンジュ *Robinia pseudoacacia* なども存在する。

防風林は，農作物や農地を風害から守るため，国や道，市町村が管理する幅の広い防風保安林（幹線防風林）を対象とした。十勝平野の防風林はカシワ *Larix kampeferi* やシラカンバが優占する落葉広葉樹林と，ストロブマツ *Pinus strobes* などのマツ類 *Pinus* spp.やカラマツ *Larix leptolepis* などの針葉樹林が混在した場所が多い（石井ほか 2008，佐々木ほか 2011）。

<調査方法>

1) Bat box の構造

本研究で用いる Bat box は、高田 (2013) で用いられた a-1 タイプの Bat box と同じ構造である (図 2)。この Bat box は木製 (マツ製材) で、箱型スリット状の構造であり、外寸 (縦×横×高さ) は 30×27×7.8cm、木材の厚さは 2.4cm である。また内部の奥行きは 3cm で、内部の背面には 5×5mm メッシュの金網が張ってある。出入口は箱の底部にあり、その下部にはコウモリ類が着地するためのスペース (以下、着地場所) を設けた。着地場所の大きさは 5×27cm である。

Bat box は 2013 年の 4 月上旬に 30 個作製した。これらに高田 (2013) の調査後に回収された a-1 タイプ 10 個を加えた合計 40 個の Bat box を調査に用いた。

2) Bat box の架設

調査地点は、河畔林に 21 地点、防風林に 19 地点の合計 40 地点を設定し、各調査地点に Bat box を 1 個ずつ架設した (図 1)。2013 年 5 月 8 日～31 日、6 月 27 日、および 7 月 11 日に 36 地点 (河畔林: 20 地点、防風林: 16 地点) において、Bat box の架設を行なった。これに加えて、2014 年 6 月 17 日および 18 日に 4 地点 (河畔林: 1 地点、防風林: 3 地点) で Bat box 架設を行なった。河畔林の調査地点数は河川ごとに、帯広川が 5 地点 (O1, O3～O6)、札内川が 7 地点 (S1～S6, N4)、途別川が 3 地点 (T1, T2, T4)、売買川が 4 地点 (U2～U5)、戸蔦別川が 1 地点 (N3)、およびタロウエモン川が 1 地点 (N1) である (図 1)。調査地点間の距離は 1.5km 以上とし、Bat box の架設高は地上 3～4m、架設した方角は日当たりのよい 5 方位 (南西、南南西、南、南南東、南東) のうちの 1 つとした。ただし、架設する樹木の種類や胸

高直径（DBH）は考慮しなかった。

3) 利用確認調査

2013年および2014年の5月～10月に、各調査地点において、原則として月2回の頻度で、日中（日の出後から日没前までの間）に Bat box の利用個体の有無を確認した。個体を確認された場合には捕獲を行ない、種、齢、および性別を記録した。齢に関しては、中手指節関節部の指骨の骨化状態から、成獣と幼獣（当年生まれ）に分類した（コウモリの会 2011）。また前腕長（mm）および体重（g）の計測も行なった。計測後、個体の前腕に標識リング（2.9mm 径および 4.2mm 径、Porzana Ltd.）を装着し、利用していた Bat box 内に放獣した。なおコウモリ類の捕獲に関しては、北海道に捕獲許可を申請した。

また、確認調査の際に個体を確認されなかった場合でも、コウモリ類による利用の有無が確認できるように、着地場所の下方に糞トラップを設置し、利用痕跡を確認した（図3）。痕跡の有無の確認調査は、利用確認調査と同時に行なった。

確認調査の際に Bat box 内を昆虫類等の無脊椎動物が利用していた場合、特にそれらの除去は行なわなかった。

4) 森林環境調査

局所環境調査

調査地点周辺の局所的な森林環境の調査を、2013年または2014年の9月から10月にかけて、利用確認調査と並行して行なった。すべての地点において、架設木を中心とした半径 11.29m の円形プロット（0.04ha ; O'Keefe et al. 2009, 小野 2011）を設定した。各プロット内に存在する樹木のうち、DBH が 5cm 以上ある樹木を計測

し、その DBH と樹種（広葉樹または針葉樹）を記録した。そして測定した DBH の値から、プロット内の胸高断面積合計（ cm^2 ）を算出した。また DBH が 15cm 以上の樹木の本数を立木本数（本）として記録した。

また上記の項目に加え、架設木から林縁までの距離（m）の計測も行なった。

景観構造調査

調査地点周辺の森林景観構造を把握するために、環境省の第 6 回および 7 回の植生図を基に、航空写真から修正した図を用いた。ArcGIS（地理情報システム）を用いて、各調査地点の中心からバッファを発生させ、バッファ内に含まれる森林面積を算出した。バッファのサイズは、Akasaka et al.（2010）を参考に半径 250m、500m および 750m の 3 種類を用いた。

5) データ解析

コウモリ類の Bat box 利用に影響を及ぼすと考えられる要因を明らかにするために、一般化線形モデル（GLM）を用いて解析を行なった。個体または痕跡が確認された地点を「利用有」、確認されなかった地点を「利用無」とし、目的変数は「架設後 1 年目の利用の有無」（ $n=40$ ）または「架設後 2 年目の利用の有無」（ $n=36$ ）とした。説明変数としては、「架設した森林タイプ」「胸高断面積合計」「立木本数」「林縁までの最短距離」「各バッファ内の森林面積」の 5 つの変数を用いた。またこれらの変数の他に、offset 項として架設期間（日）を用いた。架設期間は、地点ごとの架設日から各年の最終確認調査日までの日数とした。解析の結果、得られた複数のモデルのうち、AICc の値が最も小さいモデルをベストモデルとして選択した。

<結果>

1) Bat box の利用

2年間の調査の結果、利用例は35例確認され、このうち個体の確認が17例および痕跡の確認が18例であった(表1)。

個体の確認例数は、2013年に4例、2014年に13例であった(表1)。利用が確認されたのは、ニホンウサギコウモリ *Plecotus sacrimontis*、カグヤコウモリ *Myotis frater*、ヒメホオヒゲコウモリ *M. ikonnikovi*、ドーベントンコウモリ *M. petax*、テングコウモリ *Murina hilgendorfi*、およびコテングコウモリ *M. ussuriensis*の6種の森林棲コウモリ類であった。最も利用例が多かった種はカグヤコウモリおよびコテングコウモリの5例であった。また17例のうち1例は、種の同定はできなかったが *Myotis* 属コウモリ類による利用であった。

利用形態として、単独または2個体による利用が13例、4個体以上の集団での利用が4例であった(表1)。集団での利用のうち、幼獣を含んだ10個体前後の集団による利用が、カグヤコウモリおよびドーベントンコウモリにおいて1例ずつ確認された。

また個体ごとの確認回数は、ほとんどの個体が1回のみであったが、W18のBat boxでは、カグヤコウモリの雌成獣1個体(OU4928)の利用が3回確認された(表2)。

糞トラップ内の痕跡は、2013年に2例、2014年に16例の合計18例確認された(表1)。またこの痕跡調査により、W3のBat boxではヤマコウモリ *Nyctalus aviator* の利用が示唆された(図4)。

森林タイプごとの利用例数は、河畔林が7例、および防風林が28例であり、これについて χ^2 検定を行なった結果、有意な差があった($\chi^2=12.6$, $P<0.01$)。また架設後利用が確認されるまでの平均日数は、河畔林が325.8日、および防風林が213.2

日であり、これについても χ^2 検定を行なった結果、同様に有意な差がみられた ($\chi^2 = 23.6, P < 0.01$).

2) 利用（個体または痕跡）が確認された地点

利用が確認されたのは17地点であった。このうち個体のみ確認されたのが6地点、痕跡のみ確認されたのが4地点、個体および痕跡の両方が確認されたのが7地点であった（図5）。架設後1年目に利用が確認されたのは8地点で、架設後2年目に初めて利用されたのは9地点であった（表1, 表3）。2013年に利用があった5地点は、2014年にも利用が確認された。

また利用された架設地点の森林タイプごとにみると、17地点のうち河畔林が5地点、防風林が12地点であり、個体の確認があった13地点のうち10地点が防風林であった（図6）。架設後1年目に利用が確認されたのは8地点のうち、7地点が防風林であった（表3）。

3) GLM を用いたモデル選択

「1年目の利用の有無」を目的変数とした解析の結果、「胸高断面積合計」「林縁までの距離」および「250m バッファ内の森林面積」を含んだモデルがベストモデルとして選択された（表4）。これに対して、「2年目の利用の有無」を目的変数とした解析では、「胸高断面積合計」および「250m バッファ内の森林面積」を含んだモデルがベストモデルとして選択された（表5）。

<考察>

1) 森林内に設置した Bat box の利用種および利用形態

本研究で Bat box の利用個体が確認された 6 種の小型コウモリ類のうち、コテングコウモリを除く 5 種はこれまで森林内に架設したコウモリ用人工ねぐらの利用が確認されてこなかった種である (斉藤ほか 2012)。また、コテングコウモリについても、道内では、これまでは筒型や布型の人工ねぐらの利用のみの利用であった (斉藤ほか 2012) が、今回初めて箱型スリット状の Bat box の利用が確認された。

利用例が多かったカグヤコウモリは、これまでも十勝地方のカルバートや湧水地の樹木に設置された Bat box を利用し、また繁殖コロニーでの利用も確認されている (柳川ほか 2006, 高田ほか 2014)。柳川ほか (2006) でのカスミ網を用いた調査では本種の飛翔高度が 1.2~2.5m であることが確認された。また, Muller et al. (2013) では森林内のより低い位置 (地上高 1m) ほど *Myotis* 属の活動量が多いことが明らかになった。これらのことから、本種は飛翔高度が低いため、地上 3~4m の高さに架設した Bat box を認識しやすかったことが示唆される。

カグヤコウモリの 5 例の利用例のうち、3 例は同一の雌成獣個体 (OU4928) による利用であった (表 2)。温帯の小型コウモリ類の多くは、一般的に初夏に出産が行なわれ、このとき雌成獣だけから構成される繁殖コロニーを形成する (船越ほか 2007)。OU4928 の利用が初めて確認された 2014 年 7 月 8 日は、性成熟した雌個体であれば繁殖コロニーを形成している時期である。カグヤコウモリは、1 年 3~4 カ月で交尾をし、満 2 歳齢で出産する (阿部ほか 2005) ため、単独利用をしていた OU4928 は性成熟していない 1 歳齢の個体であることが示唆される。一方で、2014 年 8 月 31 日には W20 の Bat box において、幼獣を含んだ 10 個体程度の集団での利用が確認され

た (表 1, 表 2). このうち 6 個体を同定した結果, 全て雌個体で, うち 1 個体は幼獣であった. このことから, この集団は哺育コロニーであったと考えられる.

これに対して, 同じ *Myotis* 属であるドーベントンコウモリが, 2014 年 9 月 14 日に同じ W20 の Bat box を集団で利用していた (表 1, 表 2). この集団には幼獣だけでなく, 雄成獣個体も含まれていたことから, 哺育期間終了後の分散時期の集団であり, また交尾を行なうための集団であったことが示唆される (船越ほか 2007, Hillen et al. 2011).

カグヤコウモリと同様に, 5 例の利用が確認されたコテングコウモリは, 樹洞だけでなく, 枯葉内や樹皮の隙間, 群葉, 落ち葉の下, および人家など様々な場所をめぐら利用し, また冬期には雪中で休眠している例も確認されている (平川 2007, 船越ほか 2009, Fukui et al. 2012). コテングコウモリの利用例のうち, 4 例が 2014 年 5 月中旬, および 1 例が 2014 年 9 月下旬であったことから, 春期および秋期の移動時期にそれぞれ利用したことが示唆される (表 1). 平川 (2007) において, 本種の夏期のねぐらは 15m 以上の樹冠部であることが確認された. また, Fukui et al. (2012) においては, 屋久島に生息する本種の繁殖のねぐらの多くが 5m 以上にあることが示唆された. これらのことから, 本種は夏期には地上 3~4m の高さに架設された Bat box をねぐらとして選択しなかったと考えられる.

個体は確認できなかったが, W3 地点における痕跡調査からヤマコウモリの Bat box 利用が示唆された. この痕跡は, 他の小型コウモリ類のものよりも大型で, 甲虫類の翅などが含まれていた (図 4). ヤマコウモリは日本の小型コウモリ類の中では最大の種であり, これまで人工ねぐらの利用は確認されていない (斉藤ほか 2012). 長谷・藤田 (2004) において, 本種が利用した樹洞の最小の空洞部短径は 7.8cm であった. そのため, 本研究で用いた奥行き 3cm の Bat box では利用に不向きであると考えられ

る。しかし、Bat box の上部には糞は堆積せず、糞トラップ内にのみ糞が存在していたことから、本種が Bat box を利用していたと考えられる。今後さらなる調査を行なうことで、本種の個体の利用が確認されるかもしれない。

2) 森林タイプごとの利用

利用が確認された地点は、防風林の地点が河畔林の地点よりも多かった（表 1, 表 3 ; 図 5, 図 6）。また河畔林と比較して、防風林は利用例数が有意に多く、架設後利用されるまでの期間も有意に短かった。このことから、防風林の方がより早く、より頻繁に利用されるという仮説が実証された。

十勝地方の防風林は平野部に残されたわずかな生息地であり、コウモリ類によって採餌場所やねぐら場所として利用されている（柳川ほか 2006, 石井ほか 2008, 小野・柳川 2010）。その一方で、比較的若齢林で、樹種構成も単純であることから野生生物の生息場所として好的でないと言われてきた（石井ほか 2008）。若齢の林には樹洞木は少なく、またコウモリ類が利用可能な樹洞の生じる大径木になる前に伐採されてしまう場合もある（Smith and Agnew 2002, Ciechanowski 2005）。このような森林内では、人工ねぐらが代替措置としてコウモリ類のねぐら環境を提供できると考えられる。また、人工林である防風保安林は、樹種の配置が直線的であり、飛翔しやすくコウモリ類の重要な移動経路となっている（柳川ほか 2006）。移動経路付近に Bat box が存在することで、コウモリ類に容易に認識され、利用が早くなっているのかもしれない。

十勝地方の河畔林の多くは、構成樹種が広葉樹である。Ciechanowski (2005) によると、広葉樹林に設置した Bat box は利用され始めるのに 13 カ月以上かかることが示された。このことから、今回の 2 年という調査期間では、河畔林の多くの地点で

コウモリ類の Bat box の認識がなされなかったのかもしれない。またカグヤコウモリやドーベントンコウモリは、河畔林内よりもそれに面した河川の水面上で採餌を行なう場合が多い（阿部ほか 2005, コウモリの会 2011）ため、林内の Bat box は認識されにくかったのかもしれない。

一方で、モデル選択の結果、架設地点の森林タイプはベストモデルには選択されなかったことから、コウモリ類の Bat box 選択そのものには、架設した地点の森林タイプは大きく影響していないことが示唆される。

3) 周辺の森林環境要因の影響

モデル選択の結果、2つのベストモデルでともに選択された変数の1つが、胸高断面面積合計であった（表4, 5）。このことから、Bat box が利用される森林は、ある程度 DBH が大きい樹木が存在する成熟した森林であることが示唆される。成熟林は採餌や移動場所の利用可能性を高め（Chambers et.al 2002）、大径木はコウモリ類の本来のねぐらである樹洞や樹皮の剥離が生じやすい。Bat box の利用は、天然のねぐらの存在と負の相関関係にあると考えられている（Ciechanowski 2005）が、今回の結果はこれとは対照的に成熟林に正の相関がある結果となった。この結果に対する説明として、White（2004）では本来のねぐら場所付近に設置した人工ねぐらの方が利用されやすいことが示されている。今後は、事前にコウモリ類の生息確認調査を行ない、実際に天然ねぐらが利用されている森林内に Bat box を設置し、天然ねぐらの存在量が Bat box の利用に与える影響の調査を行なう必要があると考えられる。

景観スケールの変数として、250m バッファ内の森林面積が2つのベストモデルでともに含まれていた（表4, 表5）。このことから、周囲の景観内に森林が多い場所ほど利用されやすいことが示された。十勝管内の農耕地帯の森林は、ねぐら環境だけで

なく、採餌場所やコリドーとして、野生動物の生息や移動に必要な環境を提供している（吉岡・柳川 2008, 浅利ほか 2014）。このことから、コウモリ類と森林は密接な関係にあるため、多くの種が森林内を利用していると考えられる。本調査でも、カグヤコウモリやニホンウサギコウモリ、テングコウモリなど森林内で採餌を行なう種（阿部ほか 2005, コウモリの会 2011）の利用例も多く確認された（表 1, 表 2）。

架設後 1 年目のベストモデルには、上記の 2 つの変数に加えて、林縁からの距離が含まれていた。森林のエッジ部分は餌資源である昆虫量が多く、コウモリ類の活動が活発（Wolcott and Vulinec 2012）であり、また樹木の配置が複雑である森林内を避けて、林縁部を移動経路として利用していると考えられる（Morris et al. 2010）。

しかし、モデル選択の結果は、林縁からの距離が大きい、つまり森林のより内側に架設された Bat box が利用されていることが示された。Morris et al. (2010) では、カグヤコウモリやドーベントンコウモリなどと同じ *Myotis* 属のコウモリ類が、餌資源量が多いエッジ部分よりも、空間構造が複雑な林内で採餌場所として選択することが示唆された。またコウモリ類のうち、薄明るい時間帯に出巢する種は、ねぐらから出た直後に鳥類に最も捕食されやすい（船越ほか 2007）。森林内部は開放地に隣接した林縁部よりも、猛禽類などの捕食者と遭遇しにくく、より安全であると考えられる。

コウモリ類のねぐら選択において、採餌場所までの距離や捕食者回避のしやすさも重要な要因である（White 2004, Fukui et al. 2010）ため、森林内部の Bat box を選択したと考えられる。

架設後 1 年目と 2 年目で利用種を比較すると、架設後 1 年目の利用例はカグヤコウモリやドーベントンコウモリなどの *Myotis* 属が多く、2 年目ではコテングコウモリの利用の確認が多かった（表 1）。このことから、利用種の違いが架設後 2 年目のベストモデルに林縁からの距離が含まれなかったことに影響を与えているのかもしれない。

しかし本調査の結果からは、利用種ごとの比較を行なうには利用地点数が少なく、解析を行なえなかった。今後は利用確認数を増やすためのモニタリング方法を検討する必要があると考える。

4) 今後の課題

今回の調査では、単独個体や2個体での利用が多く、集団での利用が少なかった(表1)。小型コウモリ類の繁殖集団の多くは、夏期のねぐらに高い忠実性を持っている(吉倉ほか 2009, Fukui et al. 2010)。一方で, Flaquer et al. (2006) では, Bat box 設置初年度から4年目にかけて, 利用個体が増加することが示された。この Bat box を利用した集団には若齢の個体が多く, それらの個体が親になって Bat box を繁殖・哺育ねぐらとして利用する。さらに, その仔も Bat box に戻ってきて, 数年で親となり出産するため, 年々個体が増えていくようである。よって, 長期にわたって Bat box を架設し調査を行なえば, 集団による利用および定着が確認されるかもしれない。

また本研究では, 各調査地点に Bat box を1個ずつ架設したが, 地点ごとに複数個の Bat box を架設することで利用率を高めることができるかもしれない。樹洞営巣性コウモリでは, 一定の限られた範囲でねぐらを頻繁に変えながら, 同じねぐらに入ったり, 別のねぐらに分かれたりする「fission-fusion (分裂融合) 型集団」と呼ばれる集団が形成される (Willis and Brigham 2004, 平川 2007)。高田 (2013) では, 湧水池のカルバート内の複数の Bat box をキタクビワコウモリ *Eptesicus nilssonii* の1つの繁殖集団が, 個体の組み合わせを替えながら利用していた。複数の Bat box を架設することで, より早くねぐらとして認識され利用・定着されやすくなるかもしれない。ただし, 人工ねぐらの設置は, コウモリ類の空間分布を乱す可能性もある (赤坂ほか 2007) ため, 調査計画は慎重に行なう必要があると考えられる。

<謝辞>

本研究を行なうにあたり，多大なるご指導をいただきました帯広畜産大学野生動物管理学研究室の柳川久教授に深く感謝するとともに，厚く御礼申し上げます．また研究内容や統計解析の方法についてご指導いただきました野生動物学研究室の押田龍夫教授，保全生態学研究室の赤坂卓美助教，東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態調和農学機構の高田まゆら准教授，そして **Bat box** の作製や架設，調査に協力して下さった一般社団法人北海道開発技術センターの嶋津敦子氏，および野生動物ゼミの学生諸氏に厚く御礼申し上げます．さらに **Bat box** の作製にご協力いただきました丸十木材株式会社様，横田金物店様に心より感謝いたします．

<引用文献>

- 阿部 永・石井信夫・伊藤徹魯・金子之史・前田喜四雄・三浦慎吾・米田政明. 2005. 日本の哺乳類 (改訂版). 東海大学出版会, 神奈川, 206pp.
- Akasaka, T., Akasaka, M., Yanagawa, H. 2010. Relative importance of the environmental factors at site and landscape scales for bats along riparian zone. *Landscape and Ecological Engineering*, 6 : 247-255.
- 赤坂卓美・柳川 久・中村太土. 2007. コウモリ類による日中ねぐらとしての橋梁の利用 - 北海道帯広市の事例 -. 保全生態学研究 (*Japanese Journal of Conservation Ecology*), 12 : 87-93.
- オルトリンガム, D. J. 1998. コウモリー進化・生態・行動. 松村澄子監修, 八坂書房, 東京, 402pp.
- 浅利裕伸・小野香苗・石川博規・郷田智章. 2014. 森林環境におけるコウモリ類のねぐらの特徴と保全対策の提案. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 14:55-60.
- Chambers, C. L., V. Alm, M. S. Siders, and M. J. Rabe. 2002. Use of Artificial Roosts by Forest-Dwelling Bats in Northern Arizona. *Wildlife Society Bulletin*, 30 : 1-7.
- Ciechanowski, M. 2005. Utilization of artificial shelters by bats (Chiroptera) in three different types of forest. *Folia Zool*, 54 (1-2) : 31-37.
- Flaquer, C., Torre, I., and R. Ruiz-Jarillo. 2006. The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological Conservation*, 128 : 223-230.
- Fukui, D., Okazaki, K., Miyazaki, M., and K. Maeda. 2010. The effect of

- roost environment on roost selection by non-reproductive and dispersing Asian parti-coloured bats *Vespertilio sinensis*. *Mammal Study*, 35 : 99-109.
- Fukui, D. , Hill, D. A. , and S. Matsumura. 2012. Maternity roosts and behavior of the Ussurian tube-nosed bat *Murina ussuriensis*. *Acta Chiropterologica*, 14 : 93-104.
- 船越公威・福井 大・河合久仁子・吉行瑞子. 2007. コウモリのふしぎ. 技術評論社, 東京, 239pp.
- 船越公威・長岡研太・竹山光平・犬童まどか. 2009. コテングコウモリ *Murina ussuriensis* におけるアカメガシワトラップのねぐら利用と繁殖生態. *哺乳類科学*, 49 : 245-256.
- 長谷亜由美・藤田 藍. 2004. 樹洞棲コウモリ類による樹洞および Bat box の選択性. 帯広畜産大学卒業論文. 19pp.
- Hillen, J., Kaster., T., Pahle, J., Kiefer, A., Elle, O., Griebeler, E. M. and M. Veith. 2011. Sex-specific habitat selection in an edge habitat specialist, the western barbastelle bat. *Ann. Zool. Fennici*, 48 : 180-190.
- 平川浩文. 2007. コテングコウモリ (*Murina ussuriensis*) の夏期におけるねぐら利用. *東洋蝙蝠研究所紀要*, 第6号 : 1-7.
- 石井健太・柳川 久・中島宏章. 2008. コウモリ類にとっての防風林の有用性について. 第7回「野生生物と交通」研究発表会講演論文集 : 61-66.
- コウモリの会. 2011. コウモリ識別ハンドブック 改訂版. 佐野明・福井大監修, 文一総合出版, 東京, 88pp.
- Lourenco, S. I., and J. M. Palmeirim. 2004. Influence of temperature in roost selection by *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera): relevance for the design of bat

- boxes. *Biological Conservation*, 119 : 237-243.
- Muller, J., Brandl, R., Buchner, J., Pretzsch, H., Seifert, S., Stratz, C., Veith, M., and B. Fenton. 2013. From ground to above canopy-Bat activity in mature forest is driven by vegetation density and height. *Forest Ecology and Management*, 306 : 179-184.
- Morris, A. D., Miller, D. A. and M. C. Kalcounis-Rueppell. 2010. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *Journal of Wildlife Management*, 74 : 26-34.
- O'Keefe, J. M., Loeb, S. C., Lanham, J. D., Hill, and H. S. Jr. 2009. Macrohabitat factors affect day roost selection by eastern red bats and eastern pipistrelles in the southern Appalachian Mountains, USA. *Forest Ecology and Management*, 257 : 1757-1763.
- 小野香苗・柳川 久. 2010. 樹上性小型哺乳類およびコウモリ類による道路横断構造物利用のモニタリング. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 9 : 73-78.
- 小野香苗. 2011. 北海道十勝平野に生息するテングコウモリのねぐらの特徴. 帯広畜産大学大学院修士論文. 21pp.
- 斉藤 久・柳川 久・浅利裕伸. 2012. コウモリ用人工罅の現状及び罅創出の課題. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 11 : 27-34.
- 佐々木康治・佐々木香織・小野香苗・野口貴生・柳川 久. 2011. 樹上性哺乳類およびコウモリ類による道路横断構造物利用のモニタリング (続報). 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 10 : 93-101.
- Smith, G. C. and G. Agnew. 2002. The value of 'bat boxes' for attracting hollow-dependent fauna to farm forestry plantations in southeast Queensland.

- Ecological Management & Restoration, 3 : 37-46.
- Stuemke, L. A., Comer, C. E., Morrison, M. L., Conway, W. C., and R. W. Maxey. 2014. Roost of Rafinesque's big-eared bats and Southeastern myotis in East Texas. *Southeastern Naturalist*, 13 : 159-171.
- 高田 優. 2013. 樹洞営巣性コウモリ類による湧水池周辺に架設された Bat box の利用. 帯広畜産大学卒業論文. 24pp.
- 高田 優・前田敦子・谷崎美由記・柳川 久. 2014. 道路建設に伴うコウモリ類保全対策としてのバットボックスの有用性. 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 13 : 61-68.
- 立神雅宣・瀧本育克・柳川 久・中村 智・佐々木一靖. 2007. 北海道帯広市のコウモリ用カルバートのモニタリング (第2報). 「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 6 : 57-64.
- White, E. P. 2004. Factors affecting bat house occupancy in Colorado. *The Southwestern Naturalist*, 49 : 344-349.
- Willis, C. R. K. and R. M. Brigham. 2004. Roost switching, roost sharing and social cohesion : forest-dwelling big brown bats *Eptesicus fuscus*, conform to the fission-fusion model. *Animal Behaviour*, 68 : 495-505.
- Wolcott, K. A. and K. Vulinec. 2012. Bat activity at woodland/farmland interfaces in Central Delaware. *Northeastern Naturalist*, 19 : 87-98.
- 柳川 久・村木尚子. 2005. 野生動物にとっての樹洞の有用性とその保全例. 「野生動物と交通」研究発表会講演論文集, 4 : 61-66.
- 柳川 久・瀧本育克・立神雅宣・宮西功喜・岩永将史・斎藤 裕. 2006. 北海道帯広市のコウモリ用エコボックスカルバートとそのモニタリング. 「野生生物と交通」

研究発表会講演論文集, 5 : 49-56.

- 吉倉智子・村田浩一・三宅 隆・石原 誠・中川雄三・上條隆志, 2009. ニホンウサギコウモリの出産保育コロニーの構造と繁殖特性. 哺乳類科学, 49 : 225-235.
- 吉岡麻美・柳川 久, 2008. 北海道十勝地方の農耕地域における哺乳類による河畔林と防風林の利用. 帯広畜産大学学術研究報告, 29 : 66-73.

<要約>

小型コウモリ類はねぐらとして樹洞や樹皮下を利用し、林内を移動経路や採餌場所とする種も多いため、森林環境と密接な関係にある哺乳類であるといえる。Bat box（コウモリ用巣箱）は、それらの小型コウモリ類に対する保全対策の1つである。十勝地方においては、道路造成などによって樹木が減少した地域で、Bat box がねぐらの代替場所として機能することが示唆されてきた。その一方で、現存する森林でも、農地化や伐採など急激な土地利用の変化によってねぐらとなる樹木は減少する危険性がある。そこで本研究では、十勝地方の森林内に Bat box を架設し、コウモリ類の利用確認調査を行なった。そして利用された Bat box の架設場所の周辺の環境や景観にどのような特徴があるかを調査し、コウモリ類のねぐら選択に関わる環境要因を明らかにすることを目的とした。河畔林および防風林を中心に、森林内に調査地点を 40 地点設定し、各地点に Bat box を 1 個ずつ架設した。2 年間の利用確認調査の結果、利用および痕跡が合計で 35 例（17 地点）確認された。利用した小型コウモリ類は 6 種であり、このうち 5 種はこれまで森林内の Bat box の利用が確認されていない種であった。また利用された地点の多くが防風林内であった。防風林内は、コウモリ類の移動経路としての側面が大きい。また今回の利用種には森林内で採餌する種も多かったことから、コウモリによる認識が容易であったと考えられる。また周辺の環境の特徴としても、Bat box 周辺の樹木の胸高断面積合計が大きいほど利用されやすいことがわかった。このことから、コウモリ類はある程度樹木が存在する成熟した林内でねぐらをとることが示唆される。

<Abstract>

Small bats are mammals that are in a close relationship with forest environments, because they use tree hollows and under-bark areas as roosts, and many species use forests as migration corridors and foraging sites. Bat boxes (nest boxes of bats) are among the tools used to preserve these species of small bats. In the Tokachi district of central Hokkaido it has been suggested that these Bat boxes function as substitute roosts in areas where the tree cover has been decreased by road building. In existing forests there is also a danger that sudden changes in land use (e.g. by clearing for farmland or logging) will decrease the abundance of tree roosts for bats. Therefore, I installed Bat boxes in forests in the Tokachi district and investigated their use by bats. I then investigated the characteristics of the landscapes surrounding locations where the boxes had been selected by the bats, with the aim of determining which environmental factors influenced roost selection. I set up 40 investigation sites in forests (mainly riparian forest and windbreak forest) and installed one box at each site. Over 2 years, I confirmed a total of 35 cases (17 sites) of use by, or evidence of the presence of, bats. These small bats consisted of 6 species, 5 of which had not previously been confirmed to use boxes in the Tokachi district. Most of the sites used were in windbreak forests, which are important migration corridors for bats. Because there were many species foraging in the forests, my findings suggested that recognition by bats was easy. Bats found it easiest to use boxes in environments in which the total tree DBH was large. This suggests that the bats prefer to roost in mature forests.

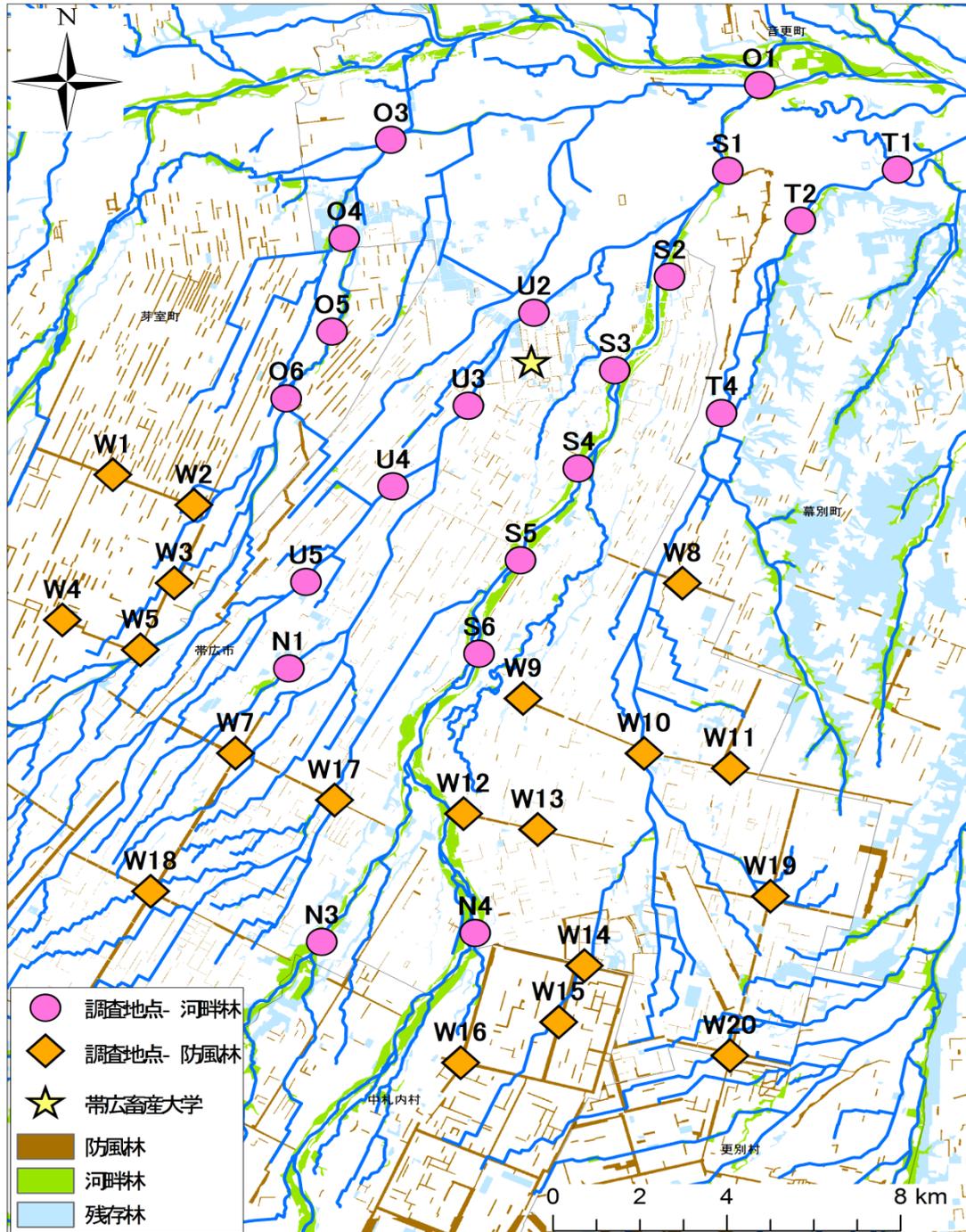


図 1. 調査地および調査地点

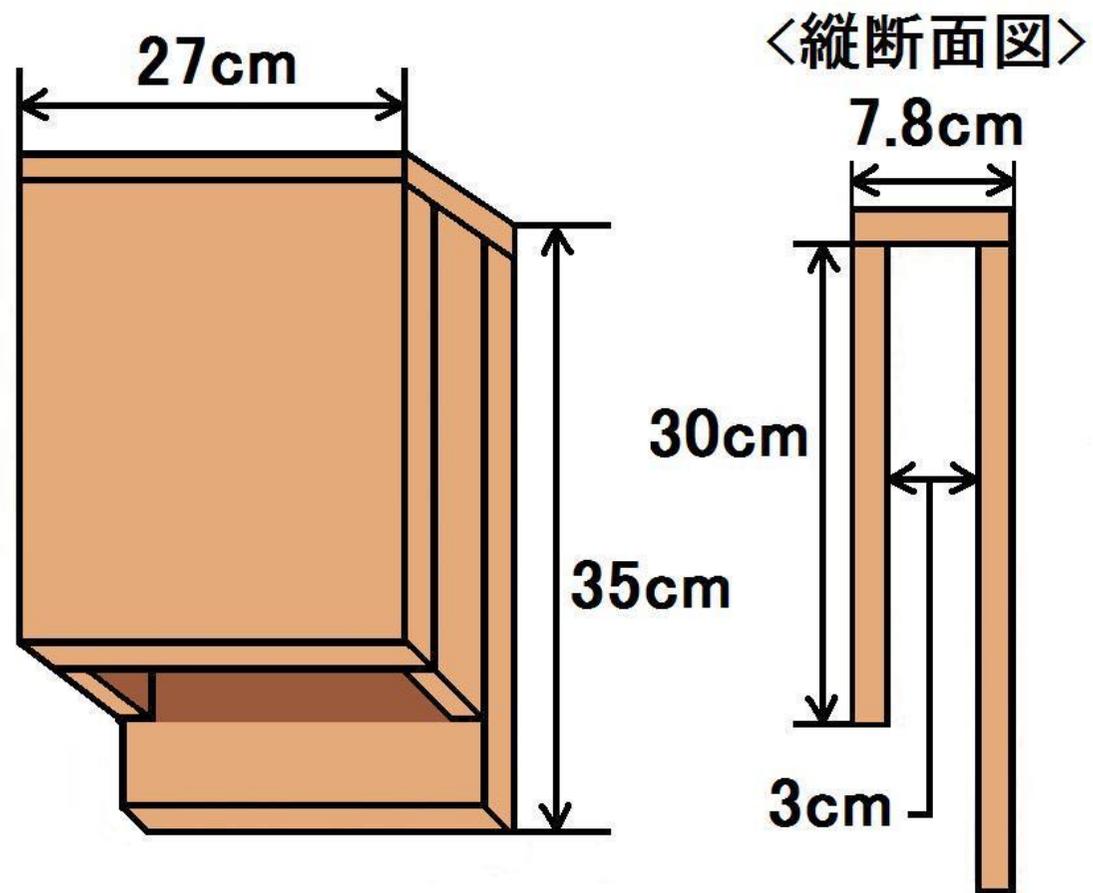


図 2. 調査に用いた Bat box



図 3. 架設した Bat box および糞トラップ (W16)

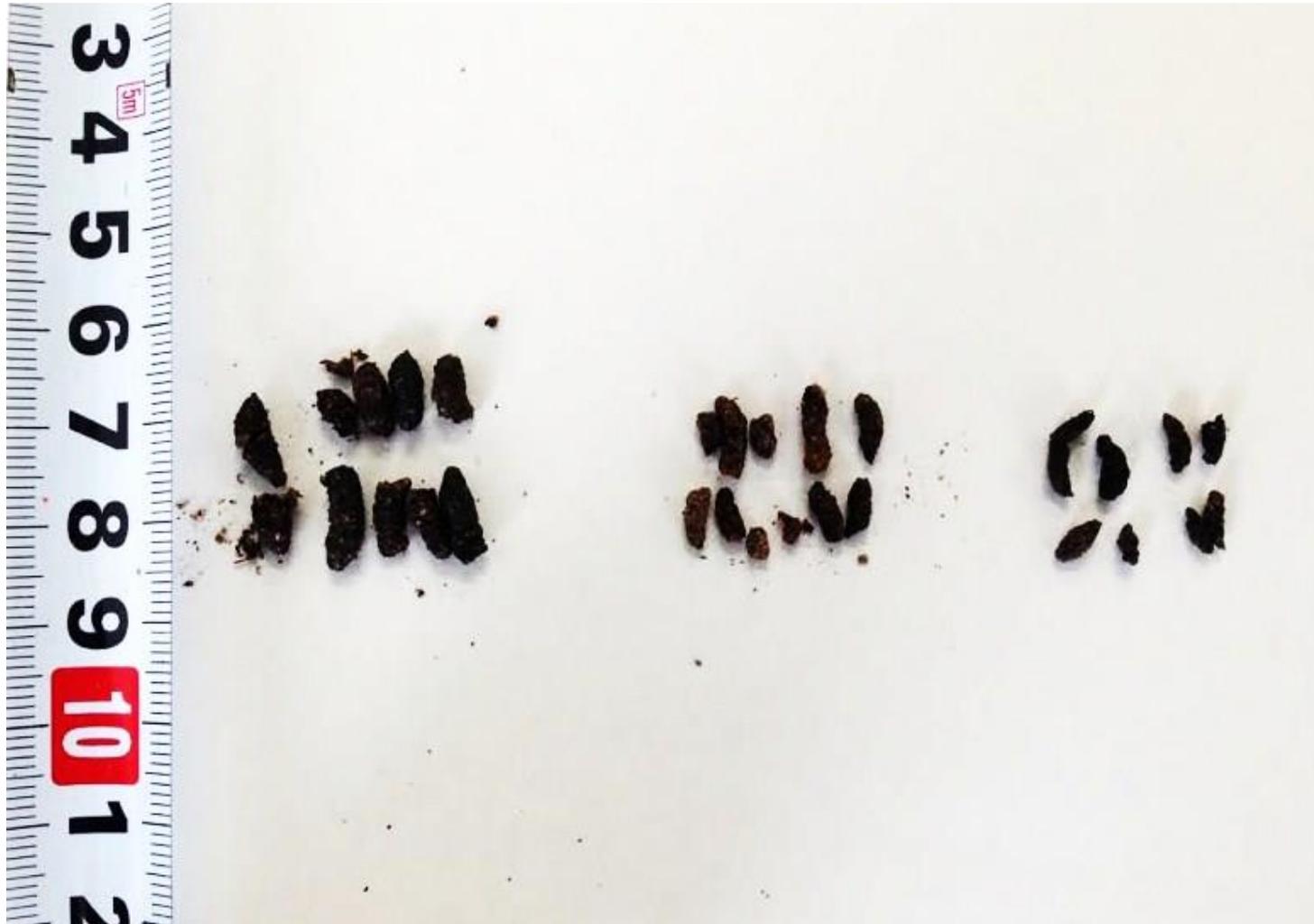


図4. ヤマコウモリの利用痕跡（左からヤマコウモリ，カグヤコウモリ，コテングコウモリの糞）

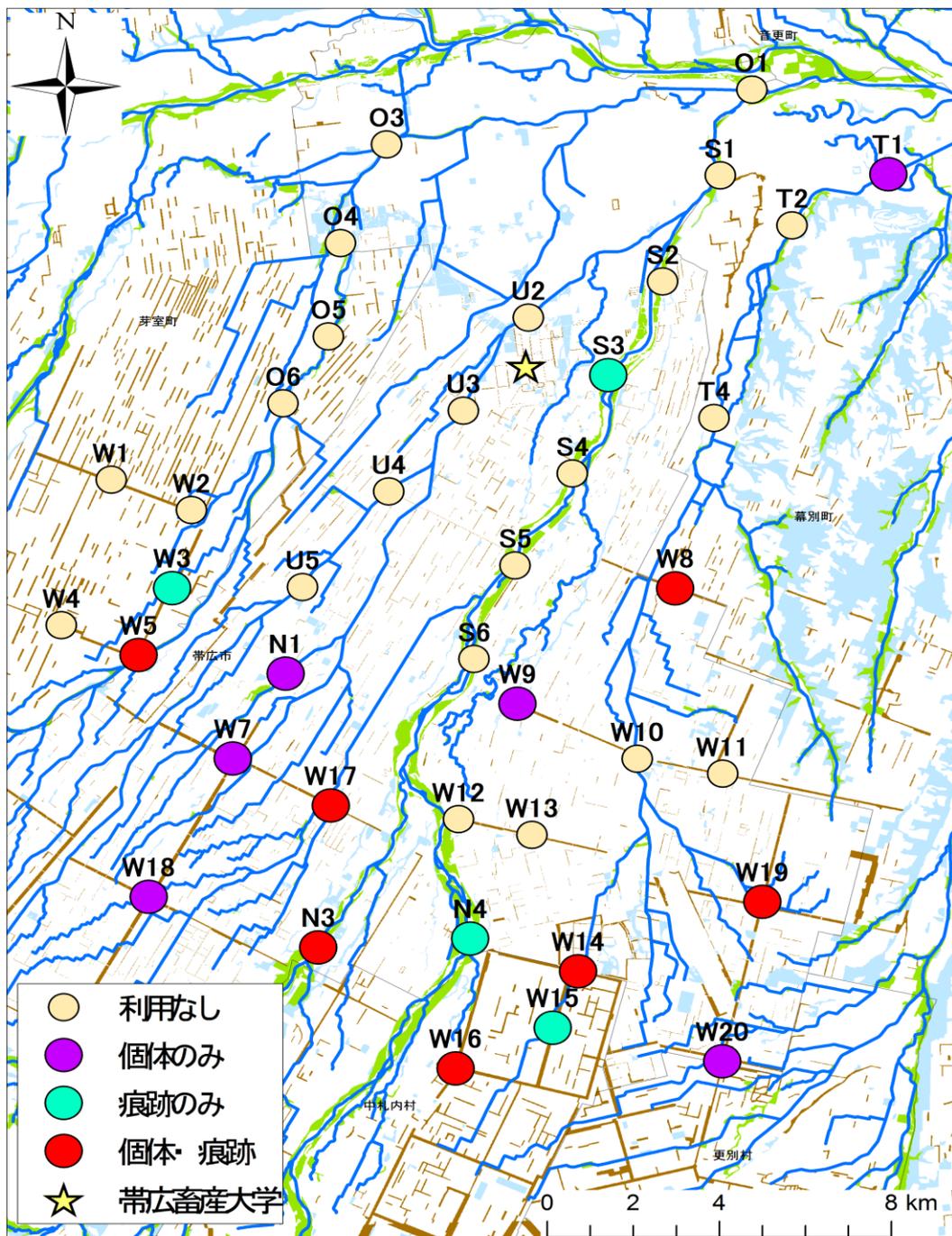


図5. 調査地点ごとの利用の有無

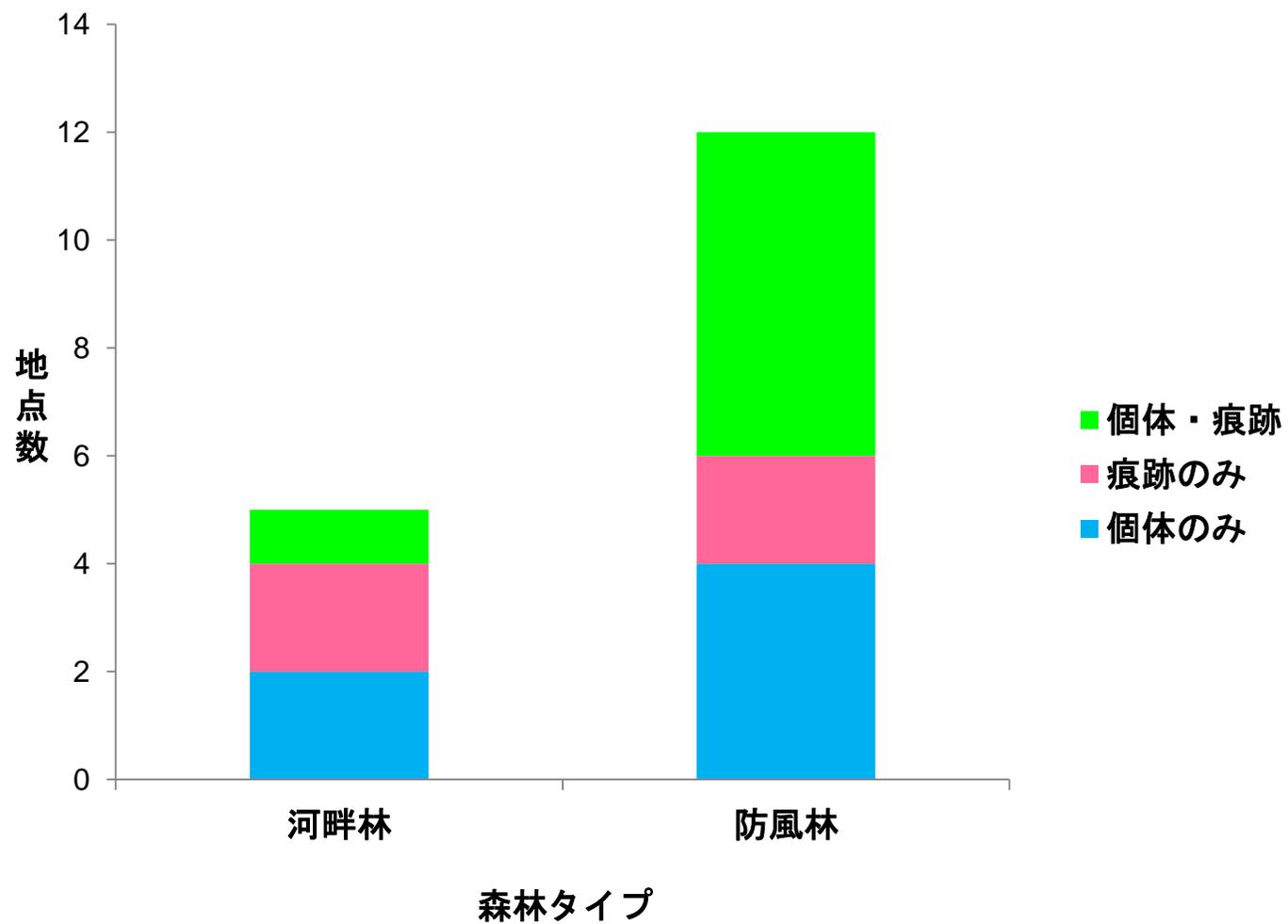


図 6. 架設した森林タイプごとの利用地点数

表 1. 利用された地点と利用種

日付	地点	利用種	痕跡	利用個体数	同定個体数
2013/6/24	W14	テングコウモリ	-	1	1
2013/7/25	N3	カグヤコウモリ	-	1	1
2013/8/20	W5	ドーベントンコウモリ	-	2	1
2013/9/17	W16	ニホンウサギコウモリ	-	1	1
2013/9/20	W5	-	○	-	-
2013/10/3	W17	-	○	-	-
<hr/>					
2014/5/14	T1	コテングコウモリ	-	1	1
	W8	コテングコウモリ	-	5	2
	W14	コテングコウモリ	-	4	1
2014/5/15	N3	-	○	-	-
	W7	コテングコウモリ	-	1	1
2014/6/7	N3	-	○	-	-
	N4	-	○	-	-
	W14	-	○	-	-
	W15	-	○	-	-
2014/6/17	W16	-	○	-	-
2014/7/5	N1	テングコウモリ	-	1	1
	W8	-	○	-	-
2014/7/8	W18	カグヤコウモリ	-	1	1
	W19	-	○	-	-
2014/7/31	W17	-	○	-	-
2014/8/1	W18	カグヤコウモリ	-	2	2
	W19	<i>Myotis</i> spp.	-	2	2
2014/8/15	W3	-	○	-	-
2014/8/16	W5	-	○	-	-
	W17	-	○	-	-
2014/8/30	W18	カグヤコウモリ	-	1	1
2014/8/31	W17	ヒメホオヒゲコウモリ	-	2	2
	W20	カグヤコウモリ	-	10	6
2014/9/9	W3	-	○	-	-
2014/9/14	W20	ドーベントンコウモリ	-	9~10	6
2014/9/26	W17	-	○	-	-
2014/9/29	W5	-	○	-	-
2014/10/19	S3	-	○	-	-
2014/10/29	W9	コテングコウモリ	-	1	1
捕獲例数: 17例			痕跡例数: 18例		

表 2. 同定した個体一覧

日付	地点	標識番号	種	性別	齢	確認回数
2013/6/25	W14	OU4873	テングコウモリ	♂	A	1
2013/7/25	N3	OU4878	カグヤコウモリ	♂	A	1
2013/8/20	W5	OU4892	ドーベントンコウモリ	♂	A	1
2013/9/17	W16	OU4919	ニホンウサギコウモリ	♀	A	1
2014/5/14	T1	OU4924	コテングコウモリ	♂	A	1
	W8	OU4922	コテングコウモリ	♀	A	1
	W8	OU4923	コテングコウモリ	♀	A	1
	W14	OU4921	コテングコウモリ	♀	A	1
2014/5/15	W7	OU4925	コテングコウモリ	♀	A	1
2014/7/5	N1	OU3270	テングコウモリ	♂	A	1
2014/7/8	W18	OU4928	カグヤコウモリ	♀	A	1
2014/8/1	W18	OU4928	カグヤコウモリ	♀	A	2
	W18	-	カグヤコウモリ	♂	A	1
2014/8/1	W19	-	<i>Myotis</i> sp.	♀	A	1
	W19	-	<i>Myotis</i> sp.	♂	A	1
2014/8/30	W18	OU4928	カグヤコウモリ	♀	A	3
2014/8/31	W17	OU4939	ヒメホオヒゲコウモリ	♀	A	1
	W17	OU4940	ヒメホオヒゲコウモリ	♂	A	1
	W20	OU4935	カグヤコウモリ	♀	A	1
	W20	OU4936	カグヤコウモリ	♀	A	1
	W20	OU4938	カグヤコウモリ	♀	A	1
	W20	-	カグヤコウモリ	♀	A	1
	W20	-	カグヤコウモリ	♀	A	1
	W20	-	カグヤコウモリ	♀	Y	1
2014/9/14	W20	OU4943	ドーベントンコウモリ	♂	A	1
	W20	OU4944	ドーベントンコウモリ	♂	A	1
	W20	OU4945	ドーベントンコウモリ	♀	A	1
	W20	OU4946	ドーベントンコウモリ	♀	Y	1
	W20	OU4947	ドーベントンコウモリ	♂	Y	1
	W20	OU4948	ドーベントンコウモリ	♂	Y	1
2014/10/29	W9	OU4952	コテングコウモリ	♀	A	1

*備考

・齢・・・A：成獣，Y：幼獣

表 3. 年ごとの利用の有無

地点	2013年	2014年
S3	-	○
T1	-	○
N1	-	○
N3	○	○
N4	-	○
W3	-	○
W5	○	○
W7	-	○
W8	-	○
W9	-	○
W14	○	○
W15	-	○
W16	○	○
W17	○	○
W18		○
W19		○
W20		○

*備考

・利用・・・あり：○，なし：-

・W18～W20は2014年に架設

表 4. 「架設後 1 年目の利用の有無」を目的変数とした GLM の結果

Intrc	架設地点 タイプ	胸高断面積	立木本数	林縁	250m 森林面積	500m 森林面積	750m 森林面積	AICc
-23.40		3.2080		0.2019	0.3902			23.1
-19.22				0.2099	0.3546			23.2
-20.04			0.0992	0.2006	0.3345			24.1
-15.10	2.5900				0.2485			24.6
-18.51	1.4500			0.1612	0.3220			24.7
-18.44		3.6090			0.2964			24.8
-22.92		2.7260	0.0263	0.2025	0.3759			25.7
-23.25	0.1035	3.1290		0.1985	0.3870			25.7
-17.81	1.7380	2.3010			0.2829			26.0
-14.26			0.1192		0.2140			26.0

*備考

○説明変数

- ・架設地点タイプ : 架設地点の森林タイプ (河畔林または防風林)
- ・胸高断面積 : 胸高断面積合計 (cm²)
- ・立木本数 : DBH > 15cm の樹木の本数 (本)
- ・林縁 : 林縁までの距離 (m)
- ・250m, 500m, 750m : 各バッファサイズ

表 5. 「架設後 2 年目の利用の有無」を目的変数とした GLM の結果

Intrc	架設地点 タイプ	胸高断面積	立木本数	林縁	250m 森林面積	500m 森林面積	750m 森林面積	AICc
-11.61		3.1910			0.0852			40.1
-11.94		4.2490		-0.0931	0.0919			41.1
-11.26		3.2550				0.0863		42.2
-11.80	-0.5752	3.6590			0.0862			42.3
-11.52		2.6020	0.0422		0.0816			42.4
-10.06			0.1567		0.0625			42.6
-9.28		2.6710						42.6
-11.01		3.2490					0.0819	43.0
-8.75			0.1574					43.4
-11.83		3.7970	0.0273	-0.0898	0.0890			43.8

*備考

○説明変数

- ・架設地点タイプ : 架設地点の森林タイプ (河畔林または防風林)
- ・胸高断面積 : 胸高断面積合計 (cm²)
- ・立木本数 : DBH>15cm の樹木の本数 (本)
- ・林縁 : 林縁までの距離 (m)
- ・250m, 500m, 750m : 各バッファサイズ