

調 査 報 告

出光興産(株)愛知製油所グリーンベルトにおける哺乳類相予備調査

川本宏和¹⁾, 田崎里実¹⁾, 石澤祐介²⁾, 白子智康²⁾, 上野薫¹⁾, 南基泰¹⁾, 橋本良樹³⁾¹⁾中部大学応用生物学部環境生物科学科, ²⁾中部大学大学院応用生物学研究科,³⁾出光興産(株)愛知製油所

要 旨

2011年12月から2013年1月まで出光興産(株)愛知製油所のグリーンベルト(28ha)において、哺乳類相の生息調査を行った。小型哺乳類については、グリーンベルト内に9調査区を設けて、各調査区共に生け捕り罠であるシャーマントラップを10台ずつ(のべ360トラップ)設置し、捕獲調査をした。その結果、ネズミ科2種(アカネズミ *Apodemus speciosus*: 8個体, ハツカネズミ *Mus musculus*: 1個体)とトガリネズミ科1種(ニホンジネズミ *Crocidura dsinezumi*: 1個体)が捕獲され、特に8個体捕獲されたアカネズミについてはミトコンドリアDNAのD-loop領域を用いて遺伝的多様性評価を行った。その結果、PCR増幅された299bpに8ヶ所の塩基置換が認められ、3ハプロタイプが決定できた。またアカネズミのグリーンベルト内での餌資源を評価するために、糞中植物残渣から葉緑体DNAの*rbcl*領域をPCR増幅し、塩基配列を決定した。BLAST検索の結果、アケビ *Akebia quinata*, クスノキ *Cinnamomum camphora*, トキワサンザシ *Pyracantha coccinea*, フラサバソウ *Veronica hederifolia* と カキノキ属 *Diospyros* sp. の4種及び1属が餌資源として推定された。このことからDNAバーコーディング法はアカネズミの糞中植物種推定に有効であることが示唆された。

中型哺乳類については、グリーンベルト内に合計14台の自動撮影カメラを設置し、カメラトラップ法を用いて生息確認をした。累計カメラ稼働日数4,750日の内、有効撮影枚数は3,853枚となった。その結果、中型哺乳類4種(タヌキ *Nyctereutes procyonoides*, ニホンノウサギ *Lepus brachyurus*, イエネコ *Felis catus*, ハクビシン *Paguma larvata*)と1属(イタチ属 *Mustela* sp.)が撮影された。最も多く撮影されたのはタヌキ(有効撮影枚数:18.5枚/のべ100日間)で、次にニホンノウサギ(7.6)となり、これら2種は樹林エッジもしくは草地植生で多く撮影された。企業活動と野生動物の活動は同じ地点で確認されたが、活動時間において企業活動は日中、野生生物の活動は夜間(PM6:00~AM6:00)とすみわけが起きていることが明らかとなった。

これらの結果から本調査法は企業緑地の哺乳類相評価及びグリーンベルト内での野生動物の管理に有効な手法であることが示唆された。

1. 緒論

「21世紀環境立国戦略」(環境省, 2007)では、「低炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」の実現が提唱された。特に生物多様性は自然共生社会実現のための根幹をなし、生態系サービスを通じて持続可能な社会のための担保となっている。このような背景から近年都市の生態系や生物

多様性にとって企業が有する緑地が果たす役割が注目されている(三輪, 2011)。企業緑地は本来、騒音や災害を軽減するための緩衝緑地としての役割を担っているが(三輪, 2011)、近年、比較的広い面積を持つ企業緑地は地域の生物多様性保全に有効であるとして注目されている(三輪, 2011)。しかし、企業緑地の生物多様性への貢献

度評価や企業緑地に生息する野生生物の企業緑地内のハビタット嗜好性などについてはほとんど報告がない。特に都市の沿岸部に位置する工業地帯は、広大な緑地を持ち相互に隣接しているため、人為的に創造されたものであるが、ひとつの生態系として捉えることができ、様々な生物の生息地として期待されている（三輪，2011）。

愛知県知多半島の東海市・知多市工業地帯では、隣接する企業を緑地でつないだグリーンベルトが形成されている。本調査研究では東海市・知多市工業地帯でも最大級の敷地面積，グリーンベルト面積を有する出光興産（株）愛知製油所グリーンベルト（以下，グリーンベルト）内に生息する哺乳類相を調査した。これまでグリーンベルト内の動物相は，目撃（タヌキ，ニホンノウサギ），痕跡（タヌキの溜め糞，ニホンノウサギの糞）によって確認されたのみで，各種のハビタット利用状況や出没頻度は不明である。また，知多半島で生息確認されている動物相の大半は夜行性動物であることから（宮尾ら，1984；阿部ら，2008），直接観察法での生息確認は容易ではないため，夜行性動物などについては調査されていない。

一般に，哺乳類相やその分布を把握する方法には直接観察や捕獲などによる直接法と痕跡や聞き取りなどによる間接法がある。しかし，2つの調査法には一長一短があり，直接法は経験的な技術を要し，一方，間接法は季節やその情報源によって大きな偏りを示すという欠点がある（松林ら，2009）。しかし，間接法の一つであるカメラトラップ法は，捕獲することが難しい中大型哺乳類については調査にかかる時間や経費を少なくできるため効果が高く，罠による捕獲調査に比べて野生動物への損傷も少ない。また，痕跡調査と比べて季節による影響を受けにくく，一年を通じて適用でき（塚田ら，2006），連続的な撮影が可能のため従来の直接観察法に比べて情報の偏りが少ない。更に，カメラトラップ法では撮影頻度という形でデータが得られるので，各種動物のカメラ

設置場所におけるハビタット利用頻度となると考えられる。そこで，設置，データ回収及びバッテリーのチェックだけで，人的にも時間的にも省力化でき，かつ調査対象生物種の確認が容易なカメラトラップ法（三宅と佐々木，2011；福田ら，2008）を用いてグリーンベルト内の哺乳類相調査を行うこととした。

しかし，コウモリ類，食虫類，ネズミ類などの小型哺乳類については，カメラトラップ法では確認できない可能性が高く，捕獲などの手段が必要との報告がある（三宅と佐々木，2011；福田ら，2008）そこで本研究ではネズミ類などの小型哺乳類調査には，シャーマントラップによる捕獲調査を実施した。シャーマントラップによる捕獲調査は生け捕りであるため，パンチュートラップなどによる捕殺に比べて捕獲対象種への損傷や殺傷などが避けられることから調査対象集団の個体数を維持できるという利点がある。これらのことから本調査研究では，グリーンベルトにおいて中型哺乳類をターゲットとしたカメラトラップ法と併用して，小型哺乳類についてはシャーマントラップによる捕獲調査を行った。

哺乳類相調査の際には，個体の有無や個体数だけでなく，現在の遺伝的構造や，そのような遺伝的構造になった要因と考えられる移動分散や定着に伴う遺伝的交流の状況を俯瞰的かつ包括的に解析することが理想である。例えば，東京でのアカネズミの遺伝的多様性評価報告では，多摩川や道路で分断されている集団では遺伝的多様性が低いことが報告されている（Hirota et al., 2004）。これらの報告から企業緑地の哺乳類相の遺伝的構造に直接影響する移動の制限要因が存在するかを検討する必要がある。このような背景から，本調査研究では捕獲が可能な小型哺乳類については，遺伝的多様性まで考慮した評価を試みた。特に，グリーンベルト内には，雑食性のタヌキの生息が確認されていることから，その餌資源として有用な小型哺乳類の遺伝的構造を検討し

た．特にネズミ類は林業，農業に食害を及ぼすことから，古くから防除のための研究がされてきた（太田，1984；渡辺，1962）．しかし，1992年の地球サミット（リオデジャネイロ）で森林性のネズミ類を含む小型哺乳類が森林の健康状態の指標となると報告されたことや，森林の更新に寄与する種子散布に貢献していること（北畠ら，2000），また食物連鎖のピラミッドの下層に位置することから，上位動物相の餌資源（鈴木ら，1977）となるため動物相の生物多様性の指標となると考えられ始めている．さらに個体数が多く繁殖力も高いことから，捕獲調査による集団への負荷が他の哺乳類に比べて小さく，環境指標動物として適している．そこで本研究ではグリーンベルト内で捕獲できた小型哺乳類（ネズミ科，トガリネズミ科）の遺伝的多様性評価についても実施した．その際，遺伝的多様性解析領域にはミトコンドリア DNA の D-loop 領域を使用した．D-loop 領域はミトコンドリア DNA のコントロール領域であり（吉澤ら，2004），この領域は母系遺伝するため（Richard Frankham et al., 2007），母系集団や系統関係の予測をすることが可能である．また機能を有しない領域なので自然選択によって排除されない（Hirota et al., 2004）．さらにミトコンドリア DNA D-loop 領域の進化速度は速く，変異が多く蓄積するため，動物種では同一種内の遺伝的多様性評価に汎用されている（武田ら，1997；Hirota et al., 2004）．

更に，捕獲された哺乳類中最も捕獲個体数が多かったアカネズミ *Apodemus speciosus* については個体数維持に必要な餌資源についても DNA バーコーディング法を用いて検討した．従来の餌資源評価は胃内容物や糞の直接観察によって餌資源の同定が行われてきたが，粉碎，消化されて形状の変化した餌資源の種同定は困難であり胃内容物を分析する場合には捕獲個体を殺傷する必要がある（立川と村上，1976）．そこで本研究の餌資源評価では，グリーンベルト内の植生調査と併用

することによって餌資源が推定しやすい植物性餌資源に注目し，調査個体を殺傷しない餌資源推定法として，捕獲時に採取された糞より全 DNA を抽出し，葉緑体 DNA *rbcL* 領域を使用して糞中植物残渣から餌資源となっている植物種を推定する DNA バーコーディング法を用いた（松木，2008）．

著者らは，企業緑地は，その性格上積極的に野生生物を誘引するべきものではないと考えている．そこで，本研究では企業緑地に新たに野生動物を誘引するのではなく，すでに生息している動物相を把握するため，捕獲法とカメラトラップ法を併用し，両法の有用性について検討した．その上で得られた調査結果から各種野生動物のハビタットとしての利用頻度の高い場所を確認し，獣害を及ぼさず，愛玩性の高い，すでに生息している野生生物のハビタットに配慮したグリーンベルトの整備法及び管理法を提言した．

2. 調査地概要

出光興産（株）愛知製油所（以下，製油所）（愛知県知多市南浜町 11 番地）は西側が伊勢湾に面した愛知県知多半島臨海部埋立地に位置し，東海市・知多市工業地帯に属している．製油所は総面積 207ha を有し，そのうち企業緑地は運動施設などを合わせると敷地の 23.6%（49ha）で，大部分はグリーンベルト（13.6%，28ha）によって占められている．製油所のグリーンベルトは南北に全長 2km，幅 100m で，西側に製油施設，東側に西知多産業道路がある．グリーンベルトは操業時の 1975 年におよそ 45 万本の樹木が植樹され，現在では照葉樹林と落葉樹林の混合林となっており（附-1），特にクスノキ *Cinnamomum camphora*，ホルトノキ *Elaeocarpus zollingeri* var. *zollingeri*，ネズミモチ *Ligustrum japonicum* var. *japonicum*，トウネズミモチ *L. lucidum*，トベラ *Pittosporum tobira* などが優占し，一部草地や竹林などで構成されている．また，グリーンベルト内部には作業や自然観察会のための遊歩道

(幅 2~5m) が整備されており、一部はグリーンベルト内の間伐材をウッドチップにしたものが敷かれている。

グリーンベルト内では年に数回、地域住民を対象として「グリーンベルト体験〜出光興産(株)

愛知製油所の森探検隊〜」,「命をつなぐプロジェクト〜グリーンベルトに鳥の巣箱を設置〜」などの自然観察会が開催されており、更にグリーンベルト内の施設点検のための見回り、芝生整備、間伐などが日常的な作業として行われている。



図-1. 出光興産(株)愛知製油所(愛知県知多市南浜町11番地, 北緯:34度58分, 東経:136度50分, 標高10m)
右図黄枠内が本調査地となったグリーンベルト(全長2km, 幅100m)。

3. 調査法

3.1 動物相捕獲調査

3.1.1 シャーマントラップによる小型哺乳類捕獲調査

捕獲調査は2012年5月~2012年11月の期間, 2ヵ月に一度の計4回行った。捕獲調査は1日目の午後に罠を仕掛けて, 3日目の午後に捕獲確認を行った。捕獲罠はシャーマントラップ(6.5×5.5×16.0cm, H.B. SHERMAN社)を用い, 餌には押し麦とクルミの混合したもの(質量比1:0.07)を使用した。全長2kmのグリーンベルト内に200~320m間隔で9調査区(図-2)を設け, 各調査区共, ライン・トランセクト法(約40m)を用いて約10m間隔で5ヶ所, ライン両側に1台ずつ, 各調査区に10台(合計90台)を設置した。

小型哺乳類を対象とした本調査ではネズミ科2種(アカネズミ *Apodemus speciosus*, ハツカネズミ *Mus musculus*) トガリネズミ科1種(ニホンジネズミ *Crocidura dsinezumi*) の3種の小型哺乳類が捕獲された。捕獲個体は, 北原(1986)に従い外部形態(尾長, 耳長, 後足長, 体重, 性別,

性成熟度合い)を観察, 計測した。記号放逐法(林, 1997)に準じて個体識別を行った後, 捕獲地点にて放獣した。背面毛を遺伝的多様性評価のための全DNA抽出サンプルとして, またシャーマントラップ内の糞はDNAバーコーディング法による植物性餌資源推定用として採取した。いずれのサンプルも全DNA抽出まで冷凍保存(-20度)した。

3.1.2 小型哺乳類のミトコンドリアDNA D-loop領域解析及び遺伝的多様性評価

捕獲されたアカネズミ(8個体), ハツカネズミ(1個体)及びニホンジネズミ(1個体)のミトコンドリアDNA D-loop領域のDNA配列を以下の手順で解読した。

捕獲された個体の背面毛からDNeasy Blood&Tissue Kit (QIAGEN)を用いて全DNA抽出後, GENE CLEAN SPIN Kit (MP-Biomedicals)で全DNAを精製した。精製した全DNAを鋳型として, KOD-Plus-DNA Polymerase (TOYOBO)のプロトコールに従って, ミトコンドリアDNA D-loop領域の増幅を試みた。PCR反応液は20μMのD-loopプ



図-2. 出光興産（株）愛知製油所グリーンベルト内小型哺乳類捕獲調査区（No. 1～9）及び海水変電室

各調査区共、ライン・トランセクト法（約 40m）を用いて約 10m 間隔で 5 ヶ所、ライン両側にシャーマントラップ（6.5 × 5.5 × 16.0cm, H. B. SHERMAN 社）を 1 台ずつ、各調査区に 10 台（合計 90 台）を設置した。

ライマー（Forward: 5' -TCCCCACCATCAGCACCCAAAG C-3' 及び Revers: 5' -TGGGCGGGTTGTTGGTTTCACGG -3'）（Hirota et al., 2004）を含む 50 μ l を調整した。PCR 増幅は、DNA サーマルサイクラー（Gene Amp PCR System 9700, Applied Biosystem）を用い、熱変性 94°C 2 分間 1 サイクル後、熱変性 94°C 15 秒間、アニーリング 63°C 30 秒間、伸長反応 68°C 90 秒間を 1 サイクルとして 30 サイクル行い、最後に伸長反応 68°C 7 分間 1 サイクルの条件で行った。PCR 増幅後、4.0 × 10⁻³% エチジウムブロマイドを含有する 2.0% アガロースゲル電気泳動（100V, 20 分, 1 × TBE）で PCR 産物が単一バンドであることを確認した。PCR 産物を QIA quick PCR Purification Kit（QIAGEN）で精製した後、マルチキャピラリー DNA 解析システム（CEQ2000XL, BECKMAN COULTER）付属のプロトコールに従い、CEQ DTCS Quick Start Kit（BECKMAN COULTER）を用いて、Dye Terminator Cycle Sequence 法で塩基配列を決定した。

更に、複数個体（8 個体）が捕獲できたアカネズミのみ、MEGA5.05（Tamura et al., 2011）を用いて、全捕獲個体の D-loop 領域のアライメントを行い、DNA 多型を確認し、ハプロタイプを決定した。

3.1.3 DNA バーコーディング法による糞中植物種推定

複数個体（8 個体）捕獲できたアカネズミのみ、糞サンプルが十分に採取できたので、DNA バーコーディング法による糞中植物種推定を以下の手順で試みた。

採取された糞をアルミバス（MG-2100, EYELA）で乾燥後（60°C, オーバーナイト）、DNeasy Plant Mini Kit（QIAGEN）を用いて全 DNA 抽出し、GENECLEAN SPIN Kit（MP-Biomedicals）を用いて精製した。精製した DNA を鋳型として、Ex Taq（TaKaRa）を用いて葉緑体 DNA *rbcl* 領域の増幅を試みた。PCR 反応液は 0.2 μ M の *rbcl* プライマー（Forward: 5' -TATCTTGGCAGCATTCGAGTAACT CC-3' 及び Reverse: 5' -GATTCGAGATCCTCCAGACGTAGAGC-3'）（松木ら, 2003）を含む 50 μ l を調整した。PCR 増幅は、DNA サーマルサイクラー（Gene Amp PCR System 9700, Applied Biosystem）を用い、熱変性 94°C 2 分間 1 サイクル後、熱変性 94°C 15 秒間、アニーリング 63°C 30 秒間、伸長反応 68°C 90 秒間を 1 サイクルとして 30 サイクル行い、最後に伸長反応 68°C 7 分間 1 サイクルの条件で行った。PCR 増幅後、4.0 × 10⁻³% エチジウムブロマイドを含有する 1.5% アガロースゲル電気泳動（100V, 25 分間, 1 × TBE）で PCR 産物の単一バ

ンドの増幅を確認した。PCR 増幅産物を pGEM-T Easy Vector System I (Promega) を用いて pGEM-T Easy Vector に組み込み、コンピテントセル JM109 (TOYOBO) に形質転換した後 100mg/L アンピシリンを含む LB 寒天培地で一晚培養した。LB 寒天培地から形質転換コロニーを無作為に最大 30 コロニーピックアップし、インサートチェックのためのコロニーダイレクト PCR を以下の手順で行った。EX Taq (TaKaRa) を用い、PCR 反応液の組成及び濃度は付属のプロトールに従い、0.05 μ M のインサートチェック用プライマー (P7:5' -CGCCAGGGTTTCCAGTCACGAC-3' 及び P8:5' -AGCGGATAACAATTTACACAGGAAAC-3') を含む 10 μ l を調整し、コロニーをピックアップして浸漬した。PCR 増幅は、DNA サーマルサイクラー (Gene Amp PCR System 9700, Applied Biosystem) を用い、熱変性 98°C2 分間 1 サイクル後、熱変性 98°C10 秒間、アニーリング 55°C30 秒間、伸長反応 72°C60 秒間 1 サイクルとして 40 サイクル行い、最後に伸長反応 72°C7 分間 1 サイクルの条件で行った。PCR 産物の増幅確認と同一条件でアガロースゲル電気泳動によるインサートチェックを行い、インサートの確認できたコロニーについては液体培養 (37°C, 190rpm, オーバーナイト) の後、NucleoSpin Plasmid QuickPure (MACHEREY-NAGEL) を用いてプラスミド抽出を行った。プラスミド抽出後マルチキャピラリー DNA 解析システム (CEQ2000XL, BECKMAN COULTER) 付属のプロトコールに従い、CEQ DTCS Quick Start Kit (BECKMANCOULTER) を用いて、Dye Terminator Cycle Sequence 法を行い、塩基配列を決定した。決定された塩基配列は、DNA Data Bank of Japan (DDBJ) で BLAST 検索し、植物種を推定した。

3.2 動物相カメラトラップ調査

3.2.1 カメラトラップ法による動物相生息調査

カメラトラップ法による動物相生息調査を、

2011 年 12 月～2012 年 12 月までの 1 年間行った。本調査で用いたセンサーカメラ (ATTACK, Cuddeback 社、以下カメラ) は、モーションヒートセンサーが搭載されており、熱源と動作を感知すると撮影する仕組みとなっている。モーションヒートセンサーの反応距離は 11.2m で、赤外線を放出する小・中・大型動物を感知して自動的にシャッターを切る。また、夜間や自然露光不足の場合には自動でフラッシュ撮影に切り替わり、夜間でもカラー撮影ができる。さらにカメラには動画撮影モードも搭載されており、昼間などの露光が十分な場合のみ写真撮影後に 30 秒間カラー動画も撮影される。

カメラは全長 2km のグリーンベルト内のフィールドサインや目撃情報などを参考にして 70～300m 間隔で、地上から高さ 50～100cm にベルト固定して、計 13 台設置した (ただし、カメラ設置地点 No. 6 のみグリーンベルト外であるが、目撃情報や糞などが確認されたため設置した) (図-3)。撮影は生息調査期間を通して連続的に行い、同一個体が複数回撮影されないようにシャッターが切れてから次のシャッターが切れるまでのインターバルは 15 秒 (夜間は 60 秒) に設定した。カメラ調査によって得られた写真データを用いて種同定を行い、動画データについては写真データのみで種同定などが困難な場合にのみ補完的に使用した。

本生息調査で撮影できたのは地上性中型哺乳類と鳥類のみで捕獲調査で確認されているアカネズミ、ハツカネズミ、ニホンジネズミについてはカメラトラップ法では確認できなかった。また、当初哺乳類のみ調査対象としていたが、鳥類についても多数撮影されていたので、調査対象とした。さらにグリーンベルト内に生息する動物の出現時期、時間、場所と企業活動の関係についても解析対象とするため、人、車両についても評価対象とした。



図-3. 出光興産（株）愛知製油所グリーンベルト内カメラトラップ設置地点

地上から高さ 50～100cm で、70～300m 間隔、計 14 台設置した。

（No. 6 のみグリーンベルト外であるが、目撃情報や糞などが確認されたため設置した。）

3.2.2 カメラデータ解析

カメラトラップ法による動物相の撮影頻度については以下のように集計した。

本調査研究では、2 ヶ月に 1 度データ回収、バッテリーチェックを実施した。通常カメラを設置した日からデータ回収までをカメラ稼働日数とするが、本調査研究ではバッテリー切れ、メモリー容量オーバーなどによりデータ回収時以前に撮影が終了しているケースがあった。このような場合は福田ら（2008）の報告に従い、カメラを設置した日から最後に撮影された日までをカメラ稼働日とした。

撮影画像に動物及び人、車両が確認できた枚数を有効撮影枚数として以下の方法でカウントした。撮影された動物の多くは個体識別が困難であり、撮影枚数をそのまま比較に用いると同一個体の重複カウントの影響が無視できなくなる（塚田ら、2006；松林ら、2009）。塚田ら（2006）や松林ら（2009）は、同一個体の重複カウントを避けるため、30 分以内に同一種が複数枚撮影されても 1 枚としてカウントしている。本調査研究では、10 分以内に同一個体と思われる撮影画像が複数枚撮影される場合が多かったことから、10 分以内に同一種が複数枚撮影されても 1

枚としてカウントした。また、一つのフレームに複数個体（人、車両）撮影されても 1 枚として、それぞれ有効撮影枚数としてカウントした。これらのデータを元にのべ 100 日間あたりの撮影頻度（枚/100 日）（=有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）（以降、撮影頻度）を算出した。

4. 結果及び考察

4.1 小型哺乳類

4.1.1 小型哺乳類捕獲状況

本生息調査期間中に、シャーマントラップで捕獲できた小型哺乳類はアカネズミ 8 個体（シャーマントラップ設置地点 No. 4, 6, 7, 9, 以降同様）、ハツカネズミ 1 個体（No. 1）、ニホンジネズミ 1 個体（No. 6）であった（図-2, 表-1-1）。アカネズミ、ニホンジネズミは本調査地であるグリーンベルトのような森林、草原を主な生息地としていると報告されている（阿部ら、2008）。また、ハツカネズミについては主な生息地は家屋（阿部ら、2008）となっているが、グリーンベルト内にも生息していることが確認できた。更に、ハツカネズミについては、出光興産（株）が別途実施した製油所内のネズミ類駆除業務によって最臨海部に位置する海水変電室（図-2）

表-1.出光興産(株)愛知製油所で生息確認された動物相・鳥類及び企業活動(人,車両)確認地点
(1).シャーマントラップで捕獲された小型哺乳類

動物	科名	学名	和名	シャーマントラップ設置地点 (No.) ^{1,2)}									捕獲個体数
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Muridae(ネズミ科)	<i>Apodemus speciosus</i>	アカネズミ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
		<i>Mus musculus</i>	ハツカネズミ	○	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	Soricidae(トガリネズミ科)	<i>Crocidura dsinezumi</i>	ニホンジネズミ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

1)○:捕獲, —:未捕獲

2)シャーマントラップ設置地点については図-2参照.

(2).カメラトラップ法で確認された中型哺乳類相, 鳥類及び企業活動(人, 車両)確認地点

	科名	学名	和名	カメラトラップ設置地点 (No.) ^{1,2)}														撮影頻度 ³⁾ (枚/100日)	有効撮影比率(%) ⁴⁾	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		在来種・外来種間	在来種・外来種・鳥類
動物	在来種	Canidae(イヌ科)	Nyctereutes procyonoides	タヌキ	○	○	○	—	○	—	○	○	—	—	○	18.5	94.9	70.8		
		Leporidae(ウサギ科)	Lepus brachyurus	ニホンノウサギ	○	○	○	—	○	○	○	○	—	—	○	7.6		29.2		
	外来種	Felidae(ネコ科)	Felis catus	イエネコ	○	○	○	—	○	—	○	—	—	—	○	1.3	5.1	92.5		
		Mustelidae(イタチ科)	Mustela sp.	イタチ属	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	0.1		3.0		
		Viverridae(ジャコウネコ科)	Paguma larvata	ハクビシン	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<0.1	4.5			
鳥類		Charadriidae(チドリ科)	Vanellus cinereus	ケリ	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	0.1	—	3.3		
		Columbidae(ハト科)		ハト科	—	—	○	—	—	—	—	—	—	○	—	0.1	—	3.3		
		Corvidae(カラス科)	Corvus sp.	カラス属	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○	○	1.5	—	78.9		
		Paridae(シジュウカラ科)	Parus varius	ヤマガラ	—	—	○	—	—	—	—	—	—	○	—	0.1	—	3.3		
			P. minor	シジュウカラ	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	○	<0.1	—	2.2		
		Phasianidae(キジ科)	Phasianus versicolor	キジ	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	○	0.1	—	4.4		
		Sturmidae(ムクドリ科)	Stumus cinereus	ムクドリ	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	<0.1	—	2.2		
		判別不可		判別不可	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	<0.1	—	2.2		
	人				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	29.5				
	車両				○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○	22.3				

1)○:確認, —:未確認

2)カメラトラップ設置地点については図-3参照.

3)撮影頻度は100日間あたりの撮影頻度(=有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100).

4)各有効撮影枚数に対する各種の有効撮影枚数の比率.

においても 6 個体が捕獲されている．このことから，グリーンベルトと海水変電室との間に，本種が利用可能なコリドーが存在している可能性が示唆された．

また，本捕獲調査では，これまでに知多半島で生息が確認されている小型哺乳類で(表-2)，シャーメントラップで捕獲可能なネズミ科のドブネズミ *Rattus norvegicus*，クマネズミ *R. rattus*，ハタネズミ *Microtus montebelli*，

カヤネズミ *Micromys minutus* (宮尾ら，1984) は捕獲されなかった．また知多半島で生息が確認されているアズマモグラ *Mogera imaizumii*，コウベモグラ *M. wogura* (宮尾ら，1984) については，本捕獲調査で使用したのが地上性の小型哺乳類を捕獲対象としているシャーメントラップであったために捕獲できなかったと推測された．従って今後は，これらについても生息確認していく予定である．

表-2. 知多半島で生息が確認されている動物相と本調査研究で生息が確認された動物相

	生息域	動物名	本研究で確認された動物相 ¹⁾	
			捕獲調査	カメラトラップ法
生知多 島が半 島で確 認さ えて い る 動 物 相	住宅地	イエコウモリ	—	—
		ドブネズミ	—	—
		クマネズミ	—	—
		ハツカネズミ	○	—
	住宅地・森林	イタチ・チョウセンイタチ ³⁾	—	○
		タヌキ	—	○
	森林	アカネズミ	○	—
		ジネズミ	○	—
	森林・草原	ノウサギ	—	○
		アズマモグラ	—	—
		コウベモグラ	—	—
	草原	ハタネズミ	—	—
		カヤネズミ	—	—
新規		イエネコ	—	○
		ハクビシン	—	○

1)○:確認, —:未確認

2)知多半島で生息が確認されている動物相は宮尾ら(1984)より引用.

3)愛知の動物(1984)には, イタチとチョウセンイタチについては両種を区別せずに記載されている.

4.1.2 アカネズミの遺伝的多様性評価

複数個体 (8 個体) が捕獲されたアカネズミのミトコンドリア DNA D-loop 領域のハプロタイプを決定した結果, 3 つのハプロタイプが決定できた．このことから最低でも 3 つの異なる母系集団がグリーンベルト内に生息していることが明らかとなった．最も捕獲数が多かったハプロタイプ 3 は 6 個体捕獲されたが, グリーンベルト内で同

一の母系集団が継続的に繁殖しているかについては, 今後複数年に渡って継続的に調査していく予定である．また, この母系集団は, シャーメントラップ設置地点 No. 6 (2 個体), No. 9 (4 個体) で捕獲されたことから, 最低でも捕獲できた両シャーメントラップ設置地点間の直線距離 750m 内を同一母系集団がハビタットとして利用していることが示唆された．また, ハプロタイプ 2 (

シャーマントラップ設置地点：No. 7, 以降同様）とハプロタイプ 5 (No. 4) (図-2)はいずれも 1 個体ずつの捕獲であった。そのためグリーンベルト内での繁殖個体なのか、他企業のグリーンベルトや周辺地域からの移入個体なのかは推測できなかった。ハプロタイプ 5 (No. 4) は、ハプロタイプ 2 (No. 7), 3 (No. 6, 9) が捕獲されたグリーンベルト南側と正門通路で分断されたグリーンベルト北側で捕獲された。本捕獲調査では通用門通路などの道路幅が約 10m 未満の道路で分断されたシャーマントラップ設置地点 No. 6 と No. 9 では共通のハプロタイプ（ハプロタイプ 3）を持つ個体が捕獲されたが、正門通路などの道路幅が約 30m の道路で分断されたグリーンベルト間では共通のハプロタイプを持つ個体は捕獲されなかった。今後はこれら通路が小型哺乳類の移動に対して障害となっているかについても検討していく予定である。

これらの問題点を明らかにしていくためには、今後は本グリーンベルトと隣接する他企業のグリーンベルト内や周辺地域で捕獲調査を行い、D-loop 領域を解析することによって、グリーンベルト内での繁殖の有無、餌場としてのハビタット適性やコリドーとしてのポテンシャル評価、移動における障害物の有無についても検討していく予定である。

4.1.3 DNA バーコーディング法による糞中植物種推定

アカネズミの糞中 DNA より増幅された葉緑体 DNA *rbcl* 領域の BLAST 検索の結果推定された、トキワサンザシ *Pyracantha coccinea* (バラ科) (相溶性：100%, E value：e-144) (DDBJ アクセッション番号：JF943805, 以降同様), クスノキ *Cinnamomum camphora* (クスノキ科) (99%, e-140) (HQ427259) の 2 種については、グリーンベルト内の植生調査でも生育が確認されている。また BLAST 検索結果から相溶性が両種共に高かったことから、これら 2 種については採食しているものと推定された。一方, *Diospyros scalariformis*

(カキノキ科) (99%, e-144) (GU471702) は熱帯原産であることから、同属のカキノキ *D. kaki* の可能性が示唆された。更に, アケビ *Akebia quinata* (アケビ科) (100%, e-144) (GQ436540) (和田, 1984), フラサバソウ *Veronica hederifolia* (オオバコ科) (99%, e-139) (JN891678) (愛知県環境部 2013 年 4 月 2 日確認) についても, グリーンベルト内の植生調査で確認されていないが, 両種ともに知多半島での自生は確認されているためグリーンベルト内に自生し, 採食された可能性が示唆された。

一方で, *Meconopsis horridula* (ケシ科) (99%, e-142) (JQ933402) のように, ヒマラヤ, チベット高原にのみ生育する植物 (吉田, 2005) が高い相同性を示したケースもあり, 明らかに採食された可能性のない植物が検索されるケースもあった。このようなケースはグリーンベルト内に生育する他のケシ科植物を採食していた可能性が示唆される。そのため, 今後はグリーンベルト及びその周辺部に生育する草本性植物についても精査する必要がある, DNA バーコーディング法による糞中植物種推定の精度向上のためには, グリーンベルト内の植物種の完全な DNA データバンク構築が必須である。

以上の結果から, DNA バーコーディング法はアカネズミの餌資源となる植物種推定に有益なツールとなり, PCR の鋳型として十分な DNA を糞中より抽出できるのであれば, その他の小型哺乳類にも応用可能である。しかし, DNA バーコーディング法による植物種推定の精度を高めるためには, グリーンベルト及びその周辺部に生育する植物の *rbcl* 領域の DNA 配列を網羅的に解析していく必要がある。また, 本調査研究では実施しなかったが, ミトコンドリア DNA の COI 領域を増幅することによって餌資源となった動物種推定も可能となる (石澤ら, 2011) ので今後検討していく予定である。

4.2 中型哺乳類相

4.2.1 カメラトラップ法によって生息が確認された動物相

調査研究期間の累計カメラ稼働日数は4,750日となり、全撮影枚数は11,059枚、その内訳は動物及び人、車両が確認できた枚数が4,837枚で、そのうち有効撮影枚数は3,853枚であった。中型哺乳類で撮影が確認されたものは撮影頻度が高い順にタヌキ *Nyctereutes procyonoides* (撮影頻度 18.5, 有効撮影枚数 878枚、以降同様)、ニホンノウサギ *Lepus brachyurus* (7.6, 362枚)、イエネコ *Felis catus* (1.3, 62枚)、イタチ属 *Mustela* sp. (0.1, 3枚) (知多半島には在来種ニホンイタチ *Mustela itatsi* と外来種チョウセンイタチ *M. sibirica* の2種のイタチの生息が報告されている。撮影された映像から両種の同定は困難なため、本報告ではイタチ属とした。) (宮尾ら, 1984) (表-2)、ハクビシン *Paguma larvata* (<0.1, 2枚) となり、哺乳類4種及び1属がカメラトラップによって確認された(表-1-2)。また鳥類(1.8, 86枚)についても6種(未同定1種含む)、1属及び1科が確認された(表-1-2)。以降、各種の撮影地点、時間及び月別撮影頻度については在来種、外来種、鳥類に分けて記載する。

在来種: 動物の全有効撮影枚数における在来種の有効撮影枚数比率は、在来種(タヌキ、ニホンノウサギ)合計が94.9%(有効撮影枚数合計1,240枚)となった。在来種の全有効撮影枚数に対する各在来種の有効撮影枚数比率(表-1-2)ではタヌキ(有効撮影枚数比率 70.8%, 撮影頻度 18.5, 以降同様)、ニホンノウサギ(29.2%, 7.6)と他の外来種に比べて非常に高くなったことから、これら2種がグリーンベルト内の優占種と考えられた。特にタヌキにおいては、通常5月頃に出産し8月頃まで子育てを行うとの報告があり(Ikeda, 1986)、グリーンベルト内のタヌキにおいても6月下旬以降に2頭の幼獣が撮影され始めたことから、グリーンベルト内において繁殖が行われて

いる可能性が示唆された。

各カメラトラップ設置地点の撮影頻度について χ^2 検定($p < 0.05$)した結果、各カメラトラップ設置地点間で有意な差があった。特にカメラトラップ設置地点No.3(撮影頻度 2.5, 以降同様)、No.6(3.0), No.9(2.8), No.14(16.7)(図-4)で撮影頻度が高くなった。芝生地に設置したカメラ設置地点No.6を除く3地点(No.3, 9, 14)に共通していたのはいずれも樹林エッジもしくはオープンスペース、草地性の植生で腐葉土層が良く発達していた(図-5)。タヌキの撮影頻度が高かったNo.3(2.3), No.9(1.2), No.14(13.6)では土壌表面に多くの採食痕が認められ、またカメラデータからも採食行動が確認できた。タヌキは鳥類、ネズミ類などの小型動物、昆虫、果実類などを採食し、特にキツネやイタチ類に比べ、甲虫の幼虫、ミミズなどの土壌動物の採食量が多いと報告されている(阿部ら, 2008)。このことから、タヌキは餌となる土壌生物の多い腐葉土層の発達したNo.3, No.9, No.14を餌場として利用していたと考えられた。また、ニホンノウサギにおいてはNo.6(2.1), No.9(1.6), No.14(3.0)に多く出没した。ニホンノウサギは草食性であることから(阿部, 2008)、タヌキのように土壌生物は採食対象としていない。従って、これら3地点が草地植生であることから草本性植物の採食のために多く利用されたと推測された。

活動時間については、各在来種の全有効撮影枚数に対する夜間(18時~翌6時)の有効撮影比率はタヌキが97.8%, ニホンノウサギが85.1%と、両種共に夜間(18時~翌6時)に活動が集中し、日中(6時~18時)においてはほとんど活動が認められなかった(図-6)。活動時期については、タヌキ、ニホンノウサギ共に撮影月間での撮影頻度に有意な差($p > 0.05$, χ^2 検定)はなかったため、活動に季節的傾向はなく、年間を通して活動していることが明らかとなった。(図-7)。

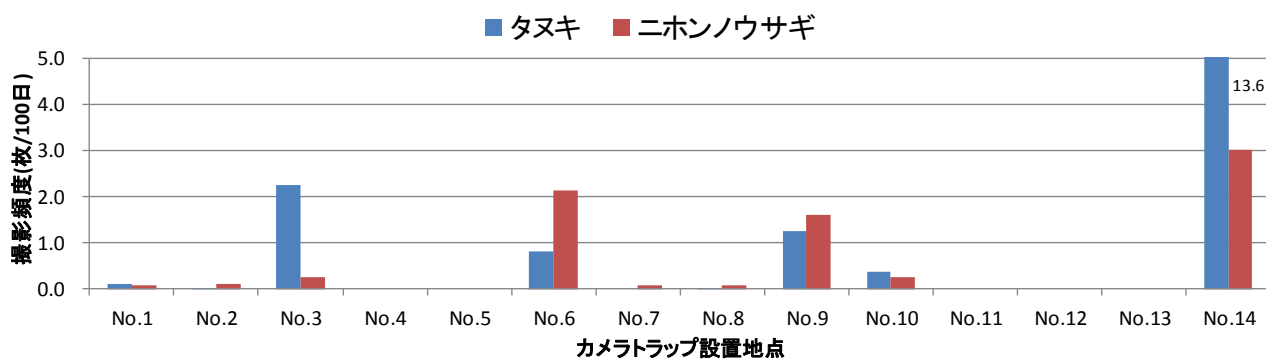


図-4. 在来種の各カメラ設置地点別撮影頻度

撮影頻度はのべ 100 日間あたりの撮影頻度（有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）とした。

カメラトラップ設置期間(2011. 12. 27～2012. 12. 27), 累計カメラ稼働日数：4, 750 日, 有効撮影枚数：3, 853 枚

カメラトラップ設置地点については図-3 参照.



カメラトラップ設置地点No.3(2011.12.27撮影)
撮影頻度(枚/100日):タヌキ(2.3), ニホンノウサギ(0.3), 両種合計(2.5)



カメラトラップ設置地点No.6(2011.12.27撮影)
撮影頻度(枚/100日):タヌキ(0.8), ニホンノウサギ(2.1), 両種合計(3.0)



カメラトラップ設置地点No.9(2011.12.27撮影)
撮影頻度(枚/100日):タヌキ(1.2), ニホンノウサギ(1.6), 両種合計(2.8)



カメラトラップ設置地点No.14(2011.12.27撮影)
撮影頻度(枚/100日):タヌキ(13.6), ニホンノウサギ(3.0), 両種合計(16.7)

図-5. タヌキ及びニホンノウサギの撮影頻度が高かった地点

撮影頻度はのべ 100 日間あたりの撮影頻度（有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）とした。

カメラトラップ設置地点については図-3 参照.

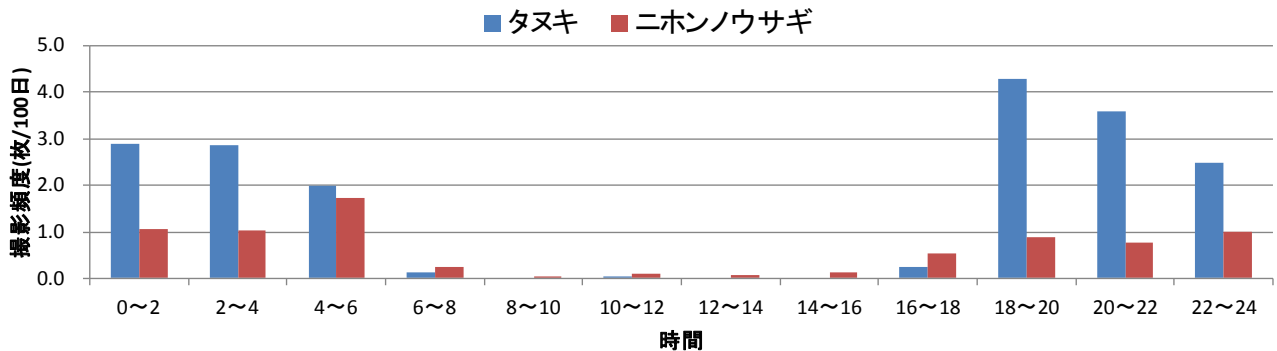


図-6. 在来種の撮影時間別撮影頻度（1日を2時間毎に区切った際の全カメラトラップ設置地点撮影頻度の合計）

撮影頻度はのべ100日間あたりの撮影頻度（有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）とした。

カメラトラップ設置期間(2011. 12. 27～2012. 12. 27)，累計カメラ稼働日数：4,750日，有効撮影枚数：3,853枚

カメラトラップ設置地点については図-3参照。

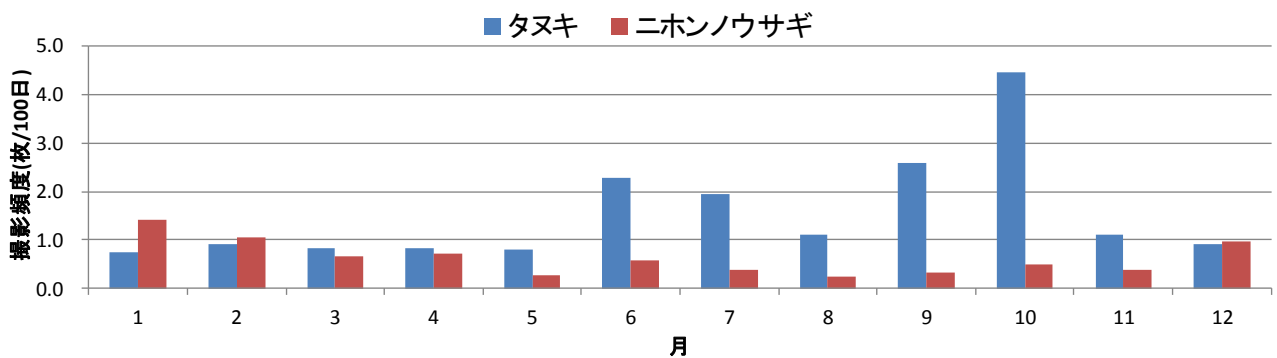


図-7. 在来種の撮影月別撮影頻度（各月の全カメラトラップ設置地点撮影頻度の合計）

撮影頻度はのべ100日間あたりの撮影頻度（有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）とした。

カメラトラップ設置期間(2011. 12. 27～2012. 12. 27)，累計カメラ稼働日数：4,750日，有効撮影枚数：3,853枚

カメラトラップ設置地点については図-3参照。

外来種: 外来種の全有効撮影枚数に対する各外来種の有効撮影枚数比率はイエネコ（有効撮影枚数比率 92.9%，撮影頻度 1.3，以降同様），イタチ属（4.3%，0.1），ハクビシン（2.8%，<0.1）であった。これら3種について撮影地点別（図-8），撮影時間別（図-9），撮影月別（図-10）の比較を行ったが在来種のような種特異的な傾向は認められなかった。また，人工的に造成された緑地や孤立林が在来種よりも環境適応性の高い外来種（哺乳類）の生息地となっている可能性が示唆されたが，グリーンベルト内で確認できた外来種（イエネコ，イタチ属，ハクビシン）の有効撮影

枚数比率の合計は全有効撮影枚数の5.1%（有効撮影枚数合計 67枚）と，在来種に比べてはるかに少なくなった。

最も有効撮影枚数比率が高くなったイエネコが撮影されたNo. 10を除くNo. 1～3，No. 6はいずれも知多半島道路からの通用路沿いで，No. 14については隣接する（株）テクノ中部知多LNG事業所との境界にある敷地内通用路であった。このことから，イエネコはグリーンベルトのエッジや通用路を移動経路としてグリーンベルト内に侵入している可能性が示唆された。

また，イタチ属の行動圏が，シベリアイタチ

M. sibirica で約 0.06-0.08 頭/ha, ニホンイタチでは約 0.05-0.06 頭/ha であると報告されている(渡辺, 2005). そのためグリーンベルト内では少なくとも 1 頭(グリーンベルト面積 28ha: シベリアイタチ 1.68-2.24 頭, ニホンイタチ 1.40-1.68 頭)の行動圏となっていると考えられるが, 撮影頻度が著しく低いことからグリーンベルト内のイタチ属は定住ではなく移動経路などの一時的な利用であると推測された.

ハクビシンについては定住性と移動性の両習性があり, 移動性個体の 1 頭の行動圏は 30-40ha 程度で, 数週間を単位に行動圏を変えると報告されている(藤沢と糸長, 2008). グリーンベルト内のハクビシンについてもイタチ属と同様に撮影頻度が著しく低いことから, 定住ではなく移動経路などの一時的な利用であると推測された.

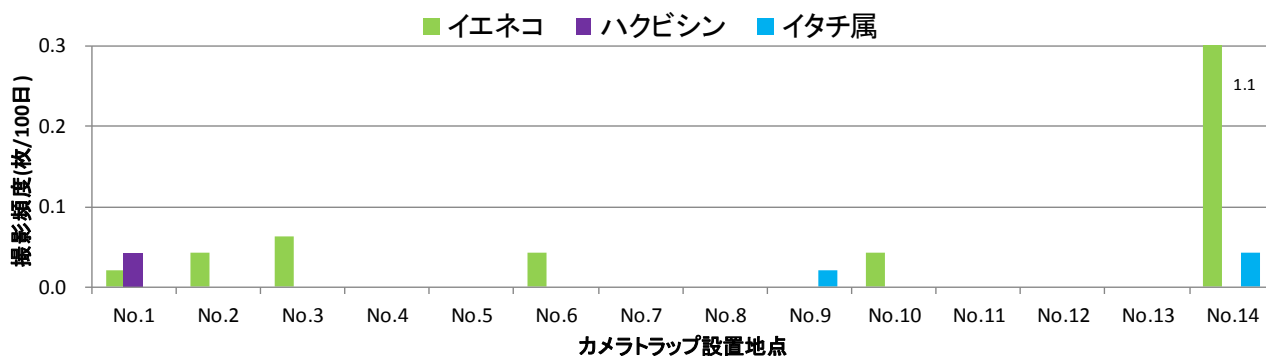


図-8. 外来種の各カメラトラップ設置地点別撮影頻度

撮影頻度はのべ 100 日間あたりの撮影頻度 (有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100) とした.

カメラトラップ設置期間 (2011. 12. 27~2012. 12. 27), 累計カメラ稼働日数: 4, 750 日, 有効撮影枚数: 3, 853 枚

カメラトラップ設置地点については図-3 参照.

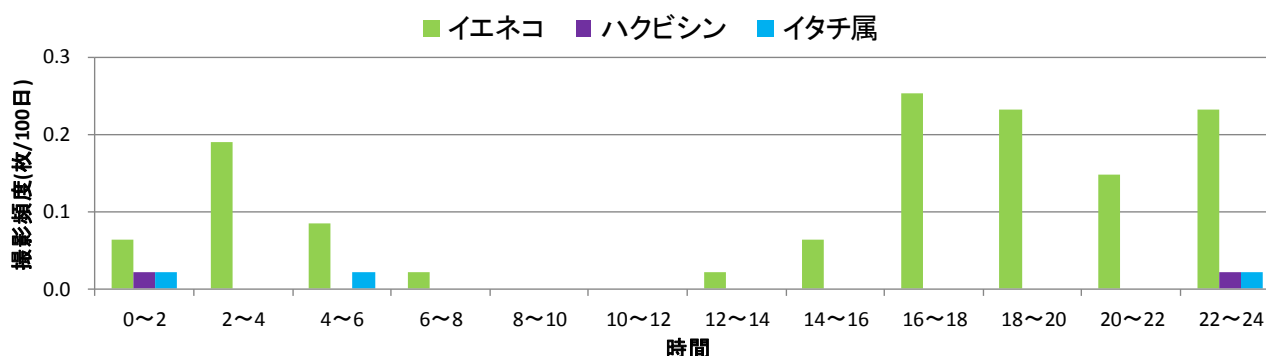


図-9. 外来種の撮影時間別撮影頻度 (1 日を 2 時間毎に区切った際の全カメラトラップ設置地点撮影頻度の合計)

撮影頻度はのべ 100 日間あたりの撮影頻度 (有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100) とした.

カメラトラップ設置期間 (2011. 12. 27~2012. 12. 27), 累計カメラ稼働日数: 4, 750 日, 有効撮影枚数: 3, 853 枚

カメラトラップ設置地点については図-3 参照.

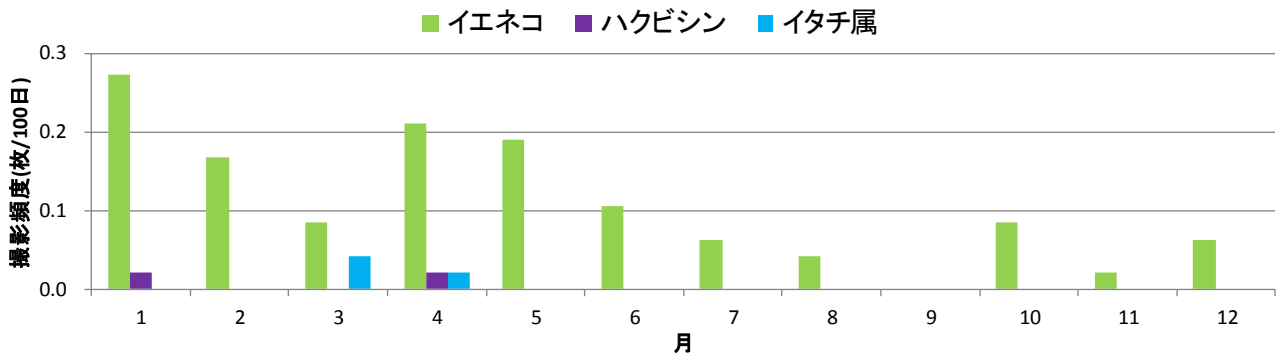


図-10. 外来種の撮影月別撮影頻度（各月の全カメラトラップ設置地点撮影頻度の合計）

撮影頻度はのべ 100 日間あたりの撮影頻度（有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）とした。

カメラトラップ設置期間(2011. 12. 27～2012. 12. 27)，累計カメラ稼働日数：4, 750 日，有効撮影枚数：3, 853 枚

カメラトラップ設置地点については図-3 参照。

鳥類：鳥類ではカラス属 *Corvus* sp.（撮影頻度 1.5，以降同様）（撮影された画像からはハシブトガラス *C. macrorhynchos* とハシボソガラス *C. corone* の識別が困難なため，本研究ではカラス属とした.），キジ *Phasianus versicolor* (0.1)，ハト科 (0.1)（撮影された画像からはカワラバト *Columba livia* とキジバト *Streptopelia orientalis* の識別が困難なため，本研究ではハト科とした.），ケリ *Vanellus cinereus* (0.1)，ヤマガラ *Parus varius* (0.1)，シジュウカラ *P. minor* (<0.1)，ムクドリ *Stumus cineraceus* (<0.1) の鳥類 7 種が撮影された（表-1-2）。鳥類の全有効撮影枚数に対する各種の有効撮影枚数ではカラス (78.9%) が最も多く撮影されていた。一般に，鳥類調査は目視によるラインセンサス法で行われるが，前迫(2009)の報告同様，カメラトラップ法でも林床を利用する鳥類相の一部については限定的ではあるが生息確認が可能であることが明らかとなった。

5. 中型哺乳類と企業活動との関連

グリーンベルト内では，日常的な点検などの整備活動，車両の乗り入れなどが伴う間伐作業や，その他にも不定期的にだが年に数回，地域住民を対

象として自然観察会「グリーンベルト体験～出光興産（株）愛知製油所の森探検隊～」，「命をつなぐプロジェクト～グリーンベルトに鳥の巣箱を設置～」などの活動（以降，企業活動）が行われている。このような企業活動頻度と，中型哺乳類の活動場所及び時間の重複について検討した。その結果，撮影地点別においては企業活動と中型哺乳類（在来種と外来種を含む，以降同様）の活動は重複していることが明らかとなり（図-11），特にカメラ設置地点 No.3（企業活動の撮影頻度：8.4，中型哺乳類の撮影頻度：2.6）と No.14（企業活動の撮影頻度：7.6，中型哺乳類の撮影頻度：17.8）では企業活動の撮影頻度が高いにも関わらず中型哺乳類の撮影頻度も高くなった。しかし，撮影時間別に比較した場合は（図-12），日中（6 時～18 時）に集中している企業活動に対して（人+車両の全有効撮影枚数に対する日中の人+車両の有効撮影枚数の比率：99.5%），在来種の全有効撮影枚数に対する夜間の有効撮影枚数比率は 94.1%，同様に外来種では 74.6%となり，中型哺乳類の活動は夜間（18 時～翌 6 時）に集中していることが明らかとなった。このことから動物も人も同じ場所で活動しているが，時間によるすみわけが起こっていることが明らかとなった。

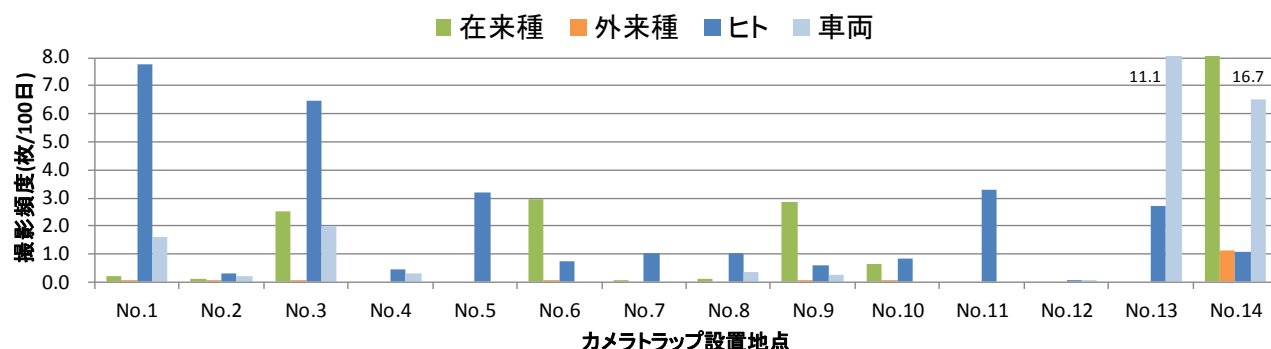


図-11. 中型哺乳類（在来種及び外来種）と企業活動（人及び車両）の各カメラ設置地点別撮影頻度の比較

撮影頻度はのべ100日間あたりの撮影頻度（有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）とした。

カメラトラップ設置期間(2011. 12. 27～2012. 12. 27), 累計カメラ稼働日数: 4, 750 日, 有効撮影枚数: 3, 853 枚

カメラトラップ設置地点については図-3 参照。

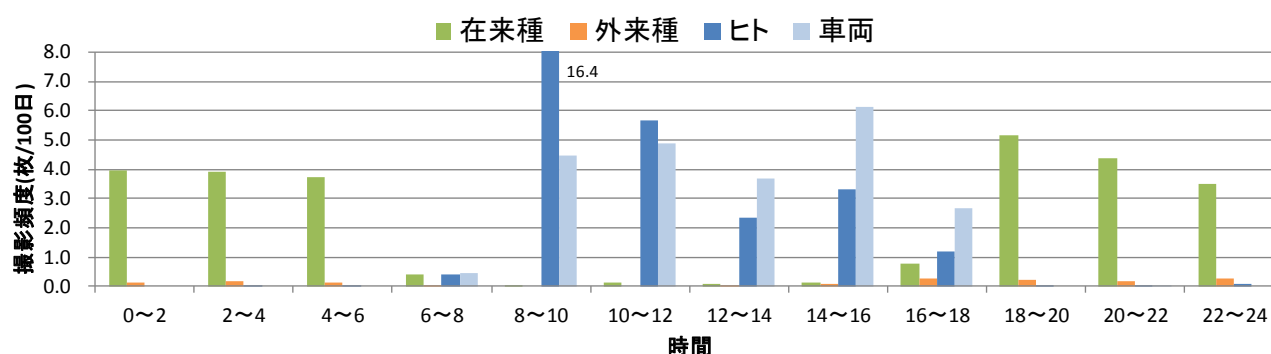


図-12. 中型哺乳類（在来種及び外来種）と企業活動（人及び車両）の撮影時間別撮影頻度の比較

（1日を2時間毎に区切った際の全カメラトラップ設置地点撮影頻度の合計）

撮影頻度はのべ100日間あたりの撮影頻度（有効撮影枚数/カメラ稼働日数×100）とした。

カメラトラップ設置期間(2011. 12. 27～2012. 12. 27), 累計カメラ稼働日数: 4, 750 日, 有効撮影枚数: 3, 853 枚

カメラトラップ設置地点については図-3 参照。

6. 生物多様性評価の際の問題点

カメラトラップ法による生息種確認: カメラトラップ法による哺乳類相調査の際に問題となるのは、調査努力量と累積確認種数であると報告されている（塚田ら，2006）。本研究ではグリーンベルト内に生息する各哺乳類，特に中型哺乳類のハビタット嗜好性や利用頻度，活動時間を調査することを目的としたため，全長2kmのグリーンベルトに14台のカメラを設置した。しかし実用的な観点から，知多半島臨海工業地帯にある各企業のグリーンベルトでの哺乳類相調査を実施する際に

は，調査に必要な期間や費用対効果の観点からも最小限のカメラ稼働日数と台数の算出が必要となってくる。

また本調査で用いたカメラトラップ法では，撮影された哺乳類の個体識別は困難であり，得られた結果はハビタット利用頻度となった。小金澤(2004)は，赤外線センサーカメラによる個体数推定には，人為的に耳標などをつけるか，毛皮の紋様などから判別する方法を提案している。しかし，本調査研究で確認されたタヌキ，ニホンノウサギなどには小金澤(2004)の提案は適用できなかった。

た．そのため、生息密度や生息個体数が必要となる場合は他の調査手法と併用して行う必要がある．例えばニホンノウサギにおいては糞粒法、INTGEP 法によって生息密度の推定が可能と報告されている（矢竹ら，2003）．しかし，他の調査手法を併用して行うということは，その分調査にかかる人材やコストも増えることとなる．どのくらいの精度，どのくらいの情報が必要かによってこれらの調査手法の選択や併用を検討することが重要であると考えられる．

シャーメントラップによる生息種確認：カメラトラップ法では，小型哺乳類や地中性哺乳類について生息確認はできなかった．そこで，シャーメントラップによる捕獲調査を並行して実施することによって，カメラトラップ法で生息確認できなかった小型哺乳類3種（アカネズミ，ハツカネズミ，ニホンジネズミ）の生息が確認できた．しかし，このような野生の小型哺乳類の捕獲調査には，各自治体への捕獲許可申請が必要で，また罠見回りに大きな労力を要する．また，地中性哺乳類はシャーメントラップでは捕獲ができないため，他の捕獲罠の設置が必要となる．本調査研究で生息が確認されたタヌキは小型哺乳類を採食していることから（阿部ら，2008；酒向ら，2008），ネズミ目や食虫目などの小型哺乳類は中型哺乳類の生息地ポテンシャル評価の際の重要な指標生物となる．従って，これら小型哺乳類の簡便な生息確認調査法の確立が必要となる．

企業緑地整備指針作成のための各種哺乳類のハビタット利用目的：哺乳類に配慮した企業緑地整備のためには各動物種のハビタット利用目的の把握が必要である．その方法のひとつとして動画から各哺乳類の行動目的を推測する方法がある．しかし，実際には採食などの行動は夜間に集中していたため，本調査で用いたカメラでは動画撮影はされなかった．また，塚田ら（2006）は栃木県内の放牧地の哺乳類相調査の際にカメラトラップ法と痕跡調査の比較を行った結果，両調査法にお

ける確認種数の一致度は低く，両法は相補的關係にあると報告している．そのためハビタット利用目的の把握にはカメラトラップ法と併せて食痕跡調査や糞分析による餌資源推定の併用が必要であると考えられた．

いきもの共生事業所[®]推進ツールとの比較：企業が事業所の敷地でどのように生物多様性保全に貢献できるのかを示した「いきもの共生事業所[®]推進ガイドライン」，事業所の土地利用の生物多様性配慮度を評価する「土地利用通信簿[®]」，「生物のモニタリングシート」の3つを使って企業敷地内の生物多様性保全への貢献度を評価，管理に役立てる「いきもの共生事業所ツール[®]」が開発された（三輪，2011）．これらはいずれも社員参加型で，調査シートを用いて企業緑地内で生物を観察し，シートの記載（シルエット，大きさなど）に従って大まかに生物分類する簡便なものである．本研究で行ったカメラトラップ法，シャーメントラップによる捕獲調査は上述のツールに比べて，人材，コスト，時間を要するという欠点がある．しかしカメラトラップ法では24時間撮影できることから，就業時間以外の動物相の行動観察，企業緑地内でのより精査されたハビタット嗜好性，また捕獲調査では捕獲個体を遺伝子解析することによって遺伝的多様性までも網羅した生物多様性評価が可能となるなど大きな利点がある．

今後は，広く普及し始めている「いきもの共生事業所ツール[®]」と本研究で用いた評価ツールで得られるデータの質，量を比較検討していく予定である．

7. 企業緑地における生物多様性保全のための提言

園田ら（2004）は，嗜好性の類型により，住民の多くは，有害性が低く，愛玩性や認知度の高い哺乳類に対して共存を望む傾向が認められたと報告している．グリーンベルトについても同様の傾向があるといえ，企業活動に対し獣害がこれまで報告されておらず，愛玩性が高く，認知度が高い

タヌキとニホンノウサギについては企業活動に支障のない範囲で保全対象となると考えられた。具体的にはタヌキについては土壌動物や昆虫類を餌資源として多く利用していることから（阿部ら，2010），間伐材を利用したウッドチップを敷いて土壌生物が生息しやすい腐葉土層が発達した土壌環境を形成することが有効と考えられた。本調査でウッドチップが敷かれた遊歩道に採食痕が多く確認できたことから，今後遊歩道を整備する際にはウッドチップを敷くことによって，車両作業をとまなう企業活動の利便性を確保しながらタヌキにも採食しやすい土壌環境が形成できると考えられた。また，ニホンノウサギの保全には，餌資源や隠れ家となる樹林地に隣接する草地やオープンスペースを餌場として維持することが有効と考えられた。日本の哺乳類の多くは森林性であるが，伐採跡地などの開けた環境も好んで利用し，草地的環境が重要なハビタットとなる動物種が少なからず存在する（高槻，2001）。そのため，グリーンベルト本来の機能である緩衝機能を維持するためグリーンベルト内の樹林地は維持し，製油所側には草地植生を確保することが有効と考えられた。

一方，ハツカネズミは製油所施設内の海水変電室へ侵入し，機器類への被害が報告されている。福島第一原子力発電所では，ネズミによる配電盤のショートによる停電事故が報告されている（日本経済新聞電子版，2013年3月25日確認）。従って製油所施設へのネズミ類の侵入は深刻な被害へとつながる可能性がある。そのため，今後はグリーンベルト内に生息するネズミ類のコンビナート施設への移動を遮断する方法を検討していく必要がある。

企業緑地内で動物相の保全を考える場合には動物の企業活動への影響を考慮して，まず保全対象生物と害獣を区別し，企業活動に支障のない範囲での保全対象生物保全のための緑地整備，また害獣の侵入，定着を防ぐ緑地配置や除去が必要と

考えられた。またハツカネズミについては獣害が明らかとなっているが，今後他の哺乳類についても獣害が発生する可能性は皆無ではない。従って，すでに生息している獣害の報告のない哺乳類については，生息に配慮した企業緑地整備を提言するが，新たな生物種を積極的に誘引するための企業緑地間のコリドー創出や安易な個体数増加を促すような方策などは慎重に検討していく必要があると考えられた。

謝辞

本研究の一部は，平成24年度あいち森と緑づくり環境活動・学習推進事業及び平成24年度中部大学チャレンジサイトの助成を受けて実施された。記して謝意を表します。

引用文献

- 愛知県環境部(2012)．あいちの外来種 移入対策ハンドブック，<http://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizen-ka/shizen/gairai/search/>
- 阿部永(2008)．「日本の哺乳類改訂2版」，東海大学出版会，神奈川
- 阿部聖哉・松木吏弓・竹内亨・梨本真・平田智隆・上野智利・田崎耕一(2010) タヌキ・アナグマの餌資源としての土壌動物の定量的評価，環境アセスメント学会誌，8：40-49.
- 藤沢直樹・糸長浩司(2008)．神奈川県下におけるハクビシン保護地点の空間的特性把握，日本建築学会関東支部研究報告集，Ⅱ：93-96
- 福田秀志・高山元・井口雅史・柴田叡弐(2008)．カメラトラップ法で明らかにされた大台ヶ原の哺乳類相とその特徴，保全生態学研究，13：265-274.
- 林知己夫(1997)．記号放逐法，「フィールド必携 森林野生動物の調査—生息数推定法と環境解析—」，共立出版株式会社，東京，pp.114-121.
- Ikeda, H. (1986)．Old dogs, new treks. Natural History, 95：38-45

- 石澤祐介・白子智康・味岡ゆい・上野薫・Do Tan Hoa・Tran Van Thanh・山田祐彰・南基泰(2011). ヴェトナム・カッティエン国立公園で捕獲されたネズミ科のDNAバーコーディング法を用いた種同定及び餌資源予備調査, 生物機能開発研究所紀要, 12 : 33-54.
- 環境省 (2007). 21 世紀環境立国戦略, 環境省
- 北原正宣 (1986) 「ネズミ」, 自由国民社, 東京, pp. 30-34.
- 北畠琢郎・梶幹夫 (2000) . ブナ・ミズナラ移植実生の生残過程における捕食者ネズミ類の生息地選択の影響, 日林誌, 82 : 57-61.
- 小金澤正昭(2004). 赤外線センサーカメラを用いた中大型哺乳類の個体数推定, 哺乳類科学, 44 : 107-111.
- 前迫ゆり (2010). カメラトラップ法による春日山照葉樹林の哺乳類と鳥類, 大阪産業大学人間環境論集, 9 : 79-96
- 松林尚志・石坂真吾・中川徹・中村幸人 (2009) . 多摩川源流域の中大型哺乳類相—食害予防のためのセンサーカメラによる事前調査—, 東京農大農学集報, 54 : 110-115.
- 松木吏弓・島野光司・阿部聖哉・矢竹一穂・竹内亨・白木彩子・石井孝・梨本真 (2003) . イヌワシを頂点とする生態系の解明—DNA 解析による野生動物の糞内容物からの餌植物同定—, 電力中央研究所報告, U03008.
- 松木吏弓・阿部聖哉・島野光司・竹内亨・梨本真 (2008) . 植物 *rbcl* 遺伝子データベースの構築と植食性動物の食性解析への適用, 日本生態学会誌, 58 : 105-112.
- 三輪隆(2011). 企業緑地の生物多様性評価と防災, 日緑工誌, 37 : 286-287.
- 三宅隆・佐々木彰央 (2011). 自動撮影カメラを用いた静岡市中山間地の哺乳類の確認とその有効性について, 東海自然史 (静岡県自然史研究報告), 4 : 15-24.
- 宮尾嶽雄・花村肇・高田靖司・酒井英一 (1984). 哺乳類. 「愛知の動物 愛知文化シリーズ 3」, 佐藤正孝・安藤尚 (1984). 株式会社愛知県郷土資料刊行会, 名古屋, pp. 318.
- 日本経済新聞電子版, 2013 年 3 月 25 日掲載, http://www.nikkei.com/article/DGXNASDG2504L_V20C13A3CR8000/
- 太田嘉四夫 (1984) . 「北海道産野ネズミ類の研究」, 北海道大学図書刊行会, 札幌, pp. 257.
- Richard Frankham・Jonahand. Ballou&DaVida. Briscoe (2007) . 「保全遺伝学入門」(西田睦訳), 株式会社文一総合出版, 東京, pp. 46-65, 72-76.
- 酒向貴子・川田伸一郎・手塚牧人・上杉哲郎・明仁 (2008). 皇居におけるタヌキの食性とその季節変動, Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series A, Zoology, 34 : 63-75.
- 園田陽一・倉本宣(2004). 都市域における野生哺乳類との共存と生息環境の創出に対する住民の意識, 日本造園学会全国大会研究発表論文集, 22 : 779-784.
- 鈴木茂忠・宮尾嶽雄・西沢寿晃・高田靖司 (1977) . 木曾駒ヶ岳の哺乳動物に関する研究 第Ⅲ報 木曾駒ヶ岳東斜面低山帯上部及び亜高山帯におけるホンドテンの食性, 信州大学農学部紀要, 14 : 147-176.
- Hirota, T., Hirohata, T., Mashima, M. Satoh, T., Obara, Y. (2004) . Population structure of the large Japanese field mouse, *Apodemus speciosus* (Rodentia:Muridae), in suburban landscape, based on mitochondrial D-loop sequences, Molecular Ecology, 13, 3275-3282.
- 武田久美子・大西彰・高橋清也・小島敏之・花田博文 (1997) . 黒毛和種・褐毛和種・ホルスタイン種における, ウシミトコンドリア DNA・D-loop 領域内変異, 日本畜産学会報, 68 : 1161-1165.
- 高槻成紀 (2001). シカと牧草—保全生態学的な意味について—, 保全生態学研究, 6 : 45-54

立川賢一・村上興正(1976). アカネズミの食物利用について, 生理生態, 17: 133-144

Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, D., Nei, M., Kumar, S. (2011). MEGA 5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28, 2731-2739.

塚田英晴・深澤充・小迫孝実・須藤まどか・井村毅・平川浩文(2006). 放牧地の哺乳類相調査への自動撮影装置の応用, 哺乳類科学, 46: 5-19.

和田基巳(1984). 「武豊町の植生」, 愛知県武豊町, 愛知, pp. 121

渡辺菊治(1962). 作物保護学的見地よりみたネズミの分類及び生態に関する研究, 宮城県立農業試験場報告, 31.

渡辺茂樹. 都市のイタチ, 田舎のイタチ. 「いのちの森 生物親和都市の理論と実践」, 森本幸裕・夏原由博(2005). 京都大学学術出版会, 京都, pp. 270-299

矢竹一穂・梨本真・松木吏弓・竹内亨・阿部聖哉・島野光司・白木彩子・石井孝(2003). 秋田駒ヶ岳山麓における糞粒法と INTGEP 法によるノウサギの生息密度の推定, 哺乳類科学, 43: 99-111.

米倉浩司(2012). 「日本維管束植物目録」, 北隆館, 東京.

吉田外司夫(2005). 「ヒマラヤ植物大図鑑」, 山と溪谷社, 東京, pp. 558-559.

吉澤賢治・道越祐一・本間久英(2004). トウキョウサンショウウオのミトコンドリア DNA 遺伝子解析, 東京学芸大学紀要 4 部門, 56: 97-100.

Title : Preliminary notes on Mammal Fauna Evaluation at Green Belt in Aichi Refinery of Idemitsu Kosan Co., Ltd., Aichi Prefecture, Japan

Authors : Hirokazu Kawamoto¹⁾, Satomi Tasaki¹⁾, Yusuke Ishizawa²⁾, Tomoyasu Shirako²⁾, Kaoru Ueno¹⁾, Motoyasu Minami¹⁾, Yoshiki Hashimoto³⁾

Addresses : ¹⁾ Chubu University, College of Bioscience and Biotechnology, ²⁾ Chubu University, Graduate school of Bioscience and Biotechnology, ³⁾ Aichi Refinery, Idemitsu Kosan Co., Ltd.

Keywords : Camera trap, Green belt, Biodiversity, *Nyctereutes procyonoides*, *Lepus brachyurus*, Idemitsu Kosan Co., Ltd.

附-1. 出光興産(株)愛知製油所グリーンベルト内で生育が確認された種子植物

科名	学名	和名
Adoxaceae(レンブクソウ科)	<i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>	サンゴジュ
Anacardiaceae(ウルシ科)	<i>Toxicodendron succedaneum</i>	ハゼノキ
Apocynaceae(キョウチクトウ科)	<i>Nerium oleander indicum</i>	キョウチクトウ
Aquifoliaceae(モチノキ科)	<i>Ilex aquifolium</i>	セイヨウヒイラギ
	<i>I. rotunda</i>	クロガネモチ
Araliaceae(ウコギ科)	<i>Fatsia japonica</i>	ヤツデ
Asteraceae(キク科)	<i>Erigeron annuus</i>	ヒメジョオン
Caprifoliaceae(スイカズラ科)	<i>Abelia spathulata</i> var. <i>spathulata</i>	ツクバネウツギ
Commelinaceae(ツユクサ科)	<i>Tradescantia flumiensis</i> 'Viridis'	ミドリハカタカラクサ
	<i>Pollia japonica</i>	ヤブミョウガ
Daphniphyllaceaeユズリハ科	<i>Daphniphyllum teijsmannii</i> var. <i>teijsmannii</i>	ヒメユズリハ
Elaeagnaceae(グミ科)	<i>Elaeagnus pungens</i>	ナワシログミ
Elaeocarpaceae(ホルトノキ科)	<i>Elaeocarpus zollingeri</i> var. <i>zollingeri</i>	ホルトノキ
Euphorbiaceae(トウダイグサ科)	<i>Mallotus japonicus</i>	アカメガシワ
Fabaceae(マメ科)	<i>Robinia pseudoacacia</i>	ハリエンジュ
Fagaceae(ブナ科)	<i>Lithocarpus edulis</i>	マテバシイ
	<i>Quercus acuta</i>	アカガシ
Geraniaceae(フウロソウ科)	<i>Pelargonium</i> sp.	テンジクアオイ属
Hamamelidaceae(マンサク科)	<i>Distylium racemosum</i>	イスノキ
Juglandaceae(クルミ科)	<i>Pterocarya stenoptera</i>	シナサワグルミ
Lauraceae(クスノキ科)	<i>Cinnamomum camphora</i>	クスノキ
	<i>C. yabunikkei</i>	ヤブニツケイ
Moraceae(クワ科)	<i>Ficus sieboldii</i>	ホソバスイビワ
	<i>F. erecta</i> var. <i>erecta</i>	イヌビワ
Oleaceae(モクセイ科)	<i>Fraxinus griffithii</i>	シマトネリコ
	<i>Ligustrum japonicum</i> var. <i>japonicum</i>	ネズミモチ
	<i>L. lucidum</i>	トウネズミモチ
	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	ヒイラギ
Pentaphylacaceae(サカキ科)	<i>Eurya emarginata</i> var. <i>emarginata</i>	ハマヒサカキ
Pittosporaceae(トベラ科)	<i>Pittosporum tobira</i>	トベラ
Rosaceae(バラ科)	<i>Rubus hirsutus</i>	クサイチゴ
	<i>R. parvifolius</i>	ナワシロイチゴ
	<i>R. buergeri</i>	フユイチゴ
	<i>Pyracantha coccinea</i>	トキワサンザシ
Rubiaceae(アカネ科)	<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i>	ヤエムグラ
Schisandraceae(マツブサ科)	<i>Kadsura japonica</i>	サネカズラ
Ulmaceae(ニレ科)	<i>Zelkova serrata</i>	ケヤキ
Vitaceae(ブドウ科)	<i>Vitis</i> sp.	ブドウ属

生育調査期間: 2011年12月28日~2013年1月15日, 分類及び学名は日本維管束植物目録(米倉, 2012)に従った。

附-2. 出光興産（株）愛知製油所グリーンベルト内で撮影された哺乳類相



タヌキ(*Nyctereutes procyonoides*)
(カメラNo.6 2012.07.18 撮影)



ニホンノウサギ(*Lepus brachyurus*)
(カメラNo.6 2012.02.13 撮影)



イエネコ(*Felis catus*)
(カメラNo.3 2012.06.22 撮影)



ハクビシン(*Paguma larvata*)
(カメラNo.1 2012.04.20 撮影)



イタチ属(*Mustela* sp.)
(カメラNo.14 2012.03.23 撮影)

Summary

Preliminary notes on Mammal Fauna Evaluation at Green Belt in Aichi Refinery of Idemitsu Kosan Co., Ltd., Aichi Prefecture, Japan

Hirokazu Kawamoto¹⁾, Satomi Tasaki¹⁾, Yusuke Ishizawa²⁾, Tomoyasu Shirako²⁾, Kaoru Ueno¹⁾, Motoyasu Minami¹⁾, Yoshiki Hashimoto³⁾

1) Chubu University, College of Bioscience and Biotechnology

2) Chubu University, Graduate school of Bioscience and Biotechnology

3) Aichi Refinery, Idemitsu Kosan Co., Ltd.

A preliminary field survey of mammal fauna at the green belt (28 ha) in Aichi Refinery of Idemitsu Kosan Co., Ltd., Aichi Prefecture, Japan was conducted from December, 2011 to January, 2013.

For capture of small-size mammal species, nine trapping stations were established and ten Sherman live traps were set up at each station in the green belt, totaling 360 traps for entire survey. By this trapping method, two Muridae (eight *Apodemus speciosus* and one *Mus musculus*) and one Soricidae (one *Crocidura dsinezumi*) were captured and identified. Specifically, eight *A. speciosus* were assayed the genetic diversity of populations based on sequence variation in the mitochondrial D-loop region. Of the 3 haplotypes identified from the 299 mitochondrial D-loops sequenced, 8 sites consisted of base substitutions. In order to estimate plant food resources available to *A. speciosus* within this green belt, chloroplastic *rbcL* within extracted feces contents were amplified by PCR. Homology search using BLAST indicated that genetic material from four species and one genus, *Akebia quinata*, *Cinnamomum camphora*, *Pyracantha coccinea*, *Veronica hederifolia* and *Diospyros* sp. were present. DNA barcoding methods were able to provide valuable information that assisted in the identification of plant food resources in *A. speciosus*.

For confirmation of medium-size mammal habitation, we set up a total of 14 automatic digital cameras in this green belt. In 4,750 camera days, we obtained the 3,853 effective photographs. At the result, four species (*Nyctereutes procyonoides*, *Lepus brachyurus*, *Felis catus* and *Paguma larvata*) and one genus (*Mustela* sp.) have been photo-captured. The most frequently photographed was *Nyctereutes procyonoides* (Relative abundance index: 18.5 photographs / 100 camera-days) and followed by *Lepus brachyurus* (7.6). These two species showed the frequent photography in the edge of forest and glass land. The work activity by the company and the wild animal activity were same sites, but temporal living apart of both activities were happened; the work activities concentrated at noon whereas the animal activities were night (PM6:00 to AM6:00).

The methodology used in the present survey could be applied to the evaluation of mammal fauna and management of mammal conservation within green belt environments.