

市街地における生態ネットワーク特性の評価システムに関する調査研究
Study on Evaluation System for Ecological Network Characteristics in Urban Area
Based on Raccoon Dog Locational Distribution.

後藤 忍* 盛岡 通** 藤田 壮***
GOTO Shinobu* MORIOKA Tohru** FUJITA Tsuyoshi***

ABSTRACT: In order to reduce the impacts of development plan to natural environment, it is necessary to evaluate the ecological characteristics of spatial linkage among habitats in city area. The authors proposed in other paper the evaluation model for ecological network characteristics in urban area, based on raccoon dog habitat requirement as an indicator. In this paper, distribution data of raccoon dog are analyzed elementally to clear the modification parts in our model. The two cities in Osaka prefecture, Ikeda and Kawachinagano, were selected as case study area. the collecting points of dead wild animals by road kill were plotted. This showed that average distance between collecting points and woodland as habitat is 320m in Ikeda and 170m in Kawachinagano. In consequence, it was suggested that the movement distance needed to modify and the function of stream as ecological corridor should be put in this model.

KEYWORDS: Ecological Network, Ecological Network Indicator, Raccoon Dog, Road Kill

1. 研究の目的

環境基本計画でも政策目標としてあげられる「環境との共生」を都市域で実現するためには、里山やため池などの農的自然を活用したり開発から保全することによって、地域として得られる生態系への好ましい効果を、定量的に比較評価するプロセスが必要となる。生息地として確保すべき面積や生息地間の距離など、定量的な基準を含む計画指針は実際の生息生物の生態に基づいて設定されるべきものであり、指標種を設定した研究も取り組みもいくつかなされているが（例えば守山¹⁾、日置²⁾、小菅³⁾）、都市の緑地計画に対する指針を提示している研究例はまだ少ないのが現状である。

この点について筆者らは、定量的な基準を設定して、生態ネットワークの特性を評価するシステムの概念を別報にて提示している⁴⁾。そこでは、生態ネットワークの構造モデルを設定するとともに、樹林性生物の指標種としてタヌキを選定し、文献調査から生息に必要な条件設定を行って、関西圏における2地区を対象にケーススタディを行った。その結果、コリドーとしての緑地の機能を定量的に評価できることが示されたが、次の段階として、指標種の分布や行動調査に基づいてその評価プロセスを検証することが必要となる。移動距離の設定や生息環境の分類、移動の季節変動などについて修正することにより、分散や繁殖などライフスタイルの実態により適合するような「移動モデル」を開発することも可能になる。

これらをふまえて本論文では、生態ネットワークの評価に関する構造モデルと指標種の移動モデルに関する考え方を整理するとともに、指標種の生息分布に関する情報を用いた基礎的分析を行って、構造モデルの改善点と移動モデル構築のための視点について明らかにすることを目的とする。

* 大阪大学大学院環境工学専攻 Ph.D. Candidate, Dept. of Environmental Eng., Osaka Univ.

** 大阪大学大学院教授 工学研究科環境工学専攻 Professor, Dept. of Environmental Eng., Osaka Univ.

*** 大阪大学大学院助教授 工学研究科環境工学専攻 Associate Professor, Dept. of Environmental Eng., Osaka Univ.

2. 研究の枠組み

2.1 研究のフロー

生態ネットワークの評価について、構造モデルおよび移動モデルを用いた評価システムの構築までの研究フローを図1に示す。本研究は、1)生態ネットワークの評価に用いる理論の整理、2)モデル構築に用いるデータの収集、3)対象地を選定してのケーススタディ分析、の3つから構成される。すなわち、第一に生態ネットワークの概念とその評価に用いるモデルについて整理する。本論文では、構造モデルと移動モデルの位置づけを行うとともに、移動モデルに関する考察を行う。第二に、モデル構築に必要な、指標種の都市レベルでの分布に関するデータについて検討する。データとしては、ラジオテレメトリー法などによるタヌキの生態調査から得られた数値であるほうが望ましいが、都市レベルでそのようなデータはほとんどとられていないのが現状である。そこで本研究では、生態調査に準ずるデータとして、交通事故などで死亡した動物の回収地点データの利用可能性について検討する。最後にケーススタディとして、大阪府下の自治体に対して調査を行い、実態の把握を行う。構造モデルを用いての分析は、別報での関西圏における大阪府高槻市阿武山団地周辺地区と兵庫県三田市ウディタウンの2地区についての研究を参照されたい。本論文では移動モデルによる分析に向けての基礎的分析として、大阪府の池田市と河内長野市におけるタヌキの個体回収地点分布を対象に行った。

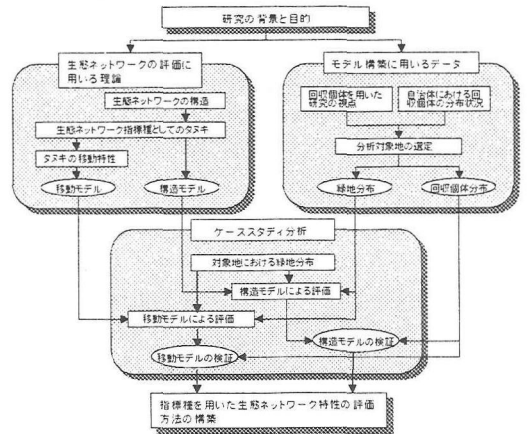


図1 研究のフロー

2.2 構造モデルと移動モデルの関係

別報で設定した生態ネットワークの構造モデルは、メタ個体群の空間構造をあらわす「大陸一島」モデルと「島」モデル⁵⁾を基本とするものである。行動圏に関する知見から生息地となる緑地を規模別に分類し、移動距離を設定してその範囲内に含まれるパッチをネットワークされた緑地と評価することから、構造モデルは指標種の移動可能領域を描き出すモデルと位置づけられる。一方、指標種の移動モデルは、その移動可能領域のなかで実際に移動が行われる場所と個体数を説明するためのモデルである。つまり、前者の構造モデルが指標種の移動可能領域を一様に描き出すのに対し、後者の移動モデルは、移動の起こり易い場所やそこでの移動個体数を描き出すモデルであると位置づけられる(図2)。

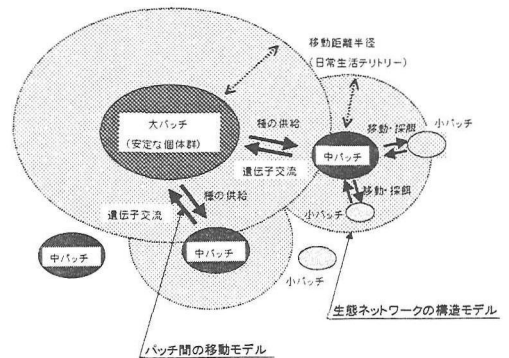


図2 生態ネットワークの構造モデルと移動モデルの位置づけ

2.3 移動モデルに関する考察

年齢や性別、ライフスタイルなどによって異なる行動をとる動物の移動を正確に記述できるモデルを開発することは、パラメータの設定や検証するためのデータ精度などの面から、現実には困難性を伴うが、そのなかで、移動モデルに対応できると考えられるモデルもいくつか考案されている。例えば、行動圏の形成に関する「なわばり形成モデル」や生息地間の移動に関する「空間的相互作用モデル」、生物個体の交流がある個体群全体の動態に関する「メタ個体群モデル」などである(表1)。

「なわばり形成モデル」は、生物のなわばり行動を、領域を守るためのコストと、その領域から得られる利益とのバランスから説明するものであり、なわばりによる空間充填モデルなどがいくつか開発されている⁶⁾。しかし、タヌキは行動する領域はもつものの、お互いの領域は重なりあっており、排他的ななわばりにはなっていないため⁷⁾、空間充填モデルには馴染みにくい。

「空間的相互作用モデル (spatial interaction model)」は、移動するものの数を、出発地の放出性と到着地の吸引力および両者の距離とで説明しようとするモデルであり、重力モデルの流れをくむものである⁸⁾⁹⁾。タヌキの移動も、出発側のパッチがもつ放出性と到着側のパッチがもつ吸引力に比例し、二つのパッチ間の距離とは反比例して起こると捉えれば、このモデルを援用できる。

「メタ個体群モデル」は、個体の移動によって相互に関連しあっている個体群全体の動態を、局所個体群の絶滅と移住のバランスから説明しようとするものであり、現在ではより現実に即したモデルが開発されつつある¹⁰⁾¹¹⁾。その中でも、生息場所のパッチの大きさや空間的な位置の情報を含んだ空間明示モデル (spatially explicit model) は、相対的に重要なパッチや特定のパッチを破壊したときの影響などを示すことができるため¹²⁾、生息地の保全や創造に関してより実用的な施策を提示できるといえる。

3. 野生動物の個体回収地点立地状況

3. 1 個体回収地点分布を用いた研究方法について

事故に遭った動物の個体回収地点分布を用いてその動物の生態を調べる研究手法は「轢死体数調査法」と呼ばれ、「道路上で車その他との衝突によって死亡した鳥獣類の死体から、その地域の種構成、分布などを知ろうとするもの」と説明される。方法自体は歴史の浅いものであるが、そこを移動していたことを確実に示す情報源であるため、動物の行動を分析するための一つの有効な方法である¹³⁾。

交通事故に遭うタヌキについては、樹林地率が低いと事故率が高くなること¹⁴⁾や宅地造成によって緑地が減少した地区の周辺道路で多く起きていること¹⁵⁾、繁殖期や分散期に事故が多発していること¹⁶⁾などが報じられており、個体回収地点の分布によりタヌキの行動を説明することは意義深い。

3. 2 大阪府下の自治体へのアンケート調査

野生生物の個体回収業務の実態を把握し、調査対象地を選定する上での基礎的な情報を得るため、大阪府下各市町村の回収担当部局へアンケート調査を行った。質問項目は、個体回収データの記録方法と保存状況に関する基本的な項目で、作業日誌やその集計データの記載情報、保存期間について問うものである(表 2)。各市町村の回収担当部局の方に連絡して、郵送または FAX で質問表を送り、直接回答を得るという方法で行った。

調査は、大阪府下 44 の自治体のうち、大阪市と東大阪市を除く 42 の自治体について行った。事前に電話等による調査を行っていた 6 市を除く 36 の市町村にアンケートを送付し、31 の自治体から回答を得た。分析の対象とする自治体は、1)回収場所として、丁番号以上の詳しさを特定できる情報があり、2)そのデータがより長期間にわたって保存されている、という二つの条件が少なくともあてはまる必要がある。アンケートの結果、これら二つの条件を満たす

表 1 移動モデルの例

モデル名	モデルの特徴	モデル例	必要となる主な変数
なわばり形成モデル	なわばりの形成を、領域を守るためのコストと得られる利益とのバランスから説明	空間充填モデル	・ なわばりの半径
空間的相互作用モデル	移動するものの数を、出発地の放出性と到着地の吸引力および両者の距離とで説明	重力モデル	・ パッチの面積 ・ パッチ間の距離
メタ個体群モデル	メタ個体群の動態を、局所個体群の絶滅と移住のバランスから説明	空間明示モデル	・ パッチの面積 ・ パッチの位置 ・ パッチの占有状態

表 2 アンケート項目

質問項目	具体的内容
回収業務に関する項目	実際の回収業務を行っている部局とそれを統括している部局の確認、民間業者への回収業務の委託状況など
作業日誌の記載情報	作業日誌に記載している動物分類や回収場所の詳細度、その他に記載している情報(雄雌、体長などの個体の特徴)
作業日誌の保存状況	条例上の保存期間や実際に保存している量、閲覧の可能性など
集計データ	集計するときの動物分類や期間、集計データの保存状況、提供の可能性など
担当者の経験に基づく情報	回収業務を通じて気づいた、交通事故に遭う動物の種類や頻繁に起こる場所などの変化
その他	記載事項の変化など

自治体は 6 つあったが、本論文では、データの保存分が最も多かった池田市と、タヌキの回収数が最も多かった河内長野市の 2 市をケーススタディの場として選定し、分析を行った。

4. 池田市におけるタヌキの個体回収地点の分布

4. 1 池田市での回収状況

大阪府池田市市民生活部における平成元年からの集計データと、平成 6 年度以降の各年度ごとの作業日誌をもとに、タヌキの回収個体数の変化と分布について調査を行った。

集計データからタヌキの回収個体数の経年変化を示したのが図 3 である。この図から、1990 年には 4 件であった回収件数が、年を経るごとに徐々に増加している傾向が見て取れる。回収数は 1993 年に 20 件でピークになったあと、いくぶん減少傾向を見せながら、15 件前後で推移している。

一方、月別の死亡件数を示したのが図 4 である。タヌキの分散期である 9～12 月、および繁殖期である 1～3 月にかけて回収数が増える一方で、出産および子育ての期間である 4～8 月では相対的に回収数が少なくなっている。このように、町田市¹⁷⁾や川崎市¹⁸⁾の例と同様、タヌキの移動が活発になる時期に回収数も増える傾向があることが示された。

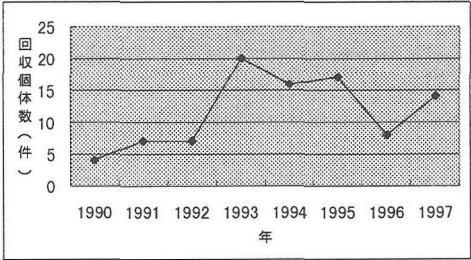


図 3 池田市のタヌキ回収個体数の推移

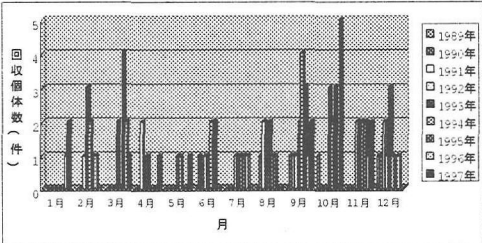


図 4 池田市におけるタヌキの月別回収件数

4. 2 タヌキの個体回収地点の基礎的分析

タヌキ個体の回収地点について、平成 6 年～平成 9 年の 4 年分の作業日誌から個々の場所の情報を抽出し、回収地点のプロットを行った (図 5)。厳密に場所を特定できないものもあり、プロットしたのは 55 件中 39 件 (71%) である。池田市では、五月山公園とそれに連なるまとまった樹林地が保全されているが、市街地にはほとんど樹林地が残されていない。この図から、タヌキの回収地点は、五月山の南側に東西に通る箕面池田線や五月山西の国道 423 号など、樹林地のすぐ近くに通る道路で多く分布していることがわかる。また、谷筋に近い場所で回収されているものも多く、五月山に生息しているタヌキが谷筋に沿って市街地のほうに移動し、道路を横断する途中で事故にあっていると判断される。

これらの回収地点について、構造モデルでも取り扱ったタヌキの移動距離を推定するため、生息地として設定した 3ha 以上の樹林地から回収地点までの距離を、GIS 上で測定した。その度数分布を図 6 に示す。樹林地から 100m 以内の距離で回収されたものは 14 件で、全体の 37% だった。平均距離は 320 m である。このことは、構造モデルで 100m と設定したタヌキの移動距離が、実態よりも厳しい数値である可能性を意味する。

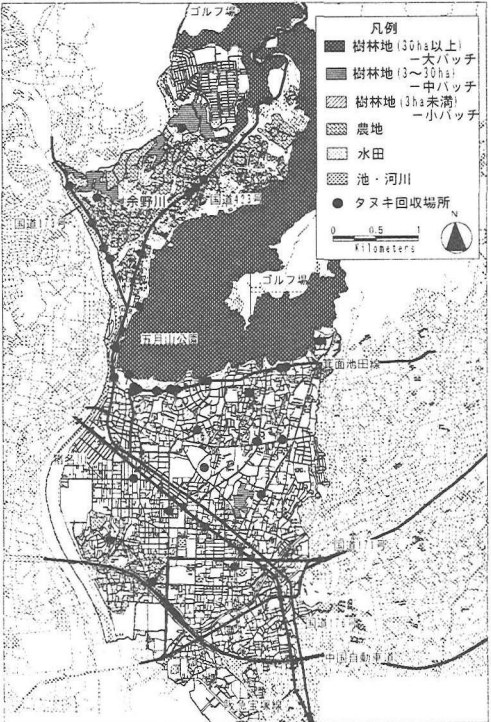


図 5 池田市におけるタヌキの個体回収地点分布

一方、1km 以上離れた回収地点も 3 カ所あった。これらはいずれも市街地の中心部に分布しており、道路や線路など移動障害となるものが多いため、どこを移動したかについて不明な点が多い。このような回収個体を説明する理由としては、河川や水路、側溝などを伝って移動したことや、樹林地以外の草地などを生息場としている個体であるなどの可能性が考えられる。

5. 河内長野市におけるタヌキの個体回収地点の分布

5. 1 河内長野市での回収状況

河内長野市で保存されている平成 9 年度分のデータについて、回収を委託している業者への伝票と作業日誌との照合から、タヌキを回収した日にちと場所に関する情報を抽出した。平成 9 年度の回収個体数は 41 件であり、池田市で最も多かった 1993 年の 20 件と比べても、回収されるタヌキの数は多い。41 件のうち回収場所を特定できたのは、全体の約 30%にあたる 12 件であった。残りは、場所不明のものが 23 件、タヌキかどうか不明のものが 6 件である。「タヌキか不明」の 6 件を除いた 35 件の月別件数は図 7 のようになっている。最も多い月は 11 月で、8 件の回収を行なっている。池田市と同様、9 月～12 月の分散期に件数が増加する傾向がみられる。

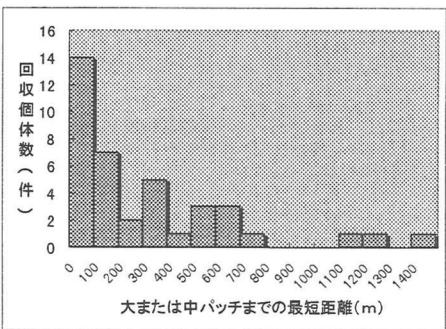


図 6 池田市におけるタヌキ回収地点から樹林地までの距離の分布

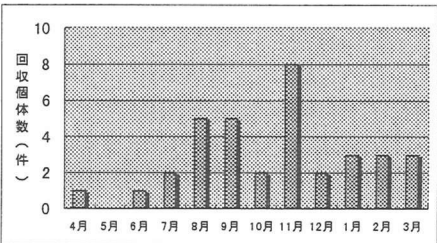


図 7 河内長野市の月別タヌキ回収件数（平成 9 年度）

5. 2 タヌキの個体回収地点の基礎的分析

タヌキの個体回収地点について、平成 9 年分で場所を特定できた 12 件について、池田市と同様に回収地点のプロットを行った（図 8）。河内長野市は池田市と異なり、市街地にも樹林地が点在する地勢条件となっており、回収地点もその樹林地の近くに分布していることがこの図からわかる。また、その樹林地の規模も、タヌキの種の供給源とないうる 30ha 以上の大パッチよりは、規模的に小さい中パッチのまわりに分布している傾向がある。

特定の場所で注目されるのは、環境ふれあい公園事業の対象公園でもあり、タヌキの生息も確認されている烏帽子形公園（22.5ha）と、その南西の樹林地（約 10ha）との間を通る国道 371 号線バイパスで事故が起きていることである。このまま事故が増え続けると、両樹林地間の個体の交流がなくなり、他の樹林地が近くにない烏帽子形公園は孤立するおそれもある。ここに生息するタヌキの地域個体群を長期的に維持するためには、道路に移動用トンネルを設けるなど、両樹林地間の移動路を確保する必要がある。

一方、池田市と同様、生息地として設定した 3ha 以上の樹林地から回収地点までの距離を、GIS 上で測定した。その度数分布を図 9 に示す。樹林地から 100m 以内の距離で回収されたものは 6

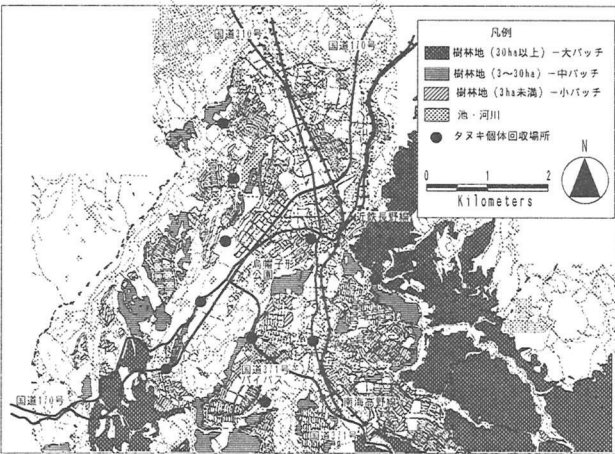


図 8 河内長野におけるタヌキの個体回収地点分布（市街地部分）

件で、全体の半数を占めた。すべての回収地点は 3ha 以上の樹林地から 500m 以内に分布しており、平均距離は約 170m であった。このように、河内長野市では池田市に比べ平均距離で約半分であり、樹林地から近いところに回収地点が分布していることがわかった。一年間の回収個体数も河内長野市のほうが多いことから、市街地に点在する樹林地に生息しているタヌキが、日常の採餌行動や分散などのために、相互の生息地をより頻繁に移動するなかで、交通事故等に遭う確率が高くなっているものと判断される。

6. 研究のまとめ

本研究では、生態ネットワークの評価に関する構造モデルと指標種の移動モデルに関する考え方を整理するとともに、池田市および河内長野市でのタヌキ個体回収地点の分布図を作成して、移動モデル構築へ向けての基礎的分析を行った。その結果、次の点が明らかになった。1) 回収地点は、生息地と考えられる樹林地から平均で 170 ~ 320m の距離に分布していること、2) タヌキにとって河川や水路もコリドーとして機能している可能性があること、3) 環境ふれあい公園と近接する樹林地との間で事故が起っており、公園の個体群を長期的に維持するためには樹林地との生態ネットワークを構築することが必要と考えられること。

また、移動モデル構築に向けての課題として、1) 移動距離を見直すこと、2) コリドーとしての水路や側溝を組み込んだモデルとすること、などの点が明らかになった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、池田市市民生活部総務課および河内長野市環境下水道部清掃課の担当者の方々には、タヌキ個体の回収場所に関するデータ提供の面でお世話になった。また、大阪府下各自治体の清掃担当部局の方々には、アンケート調査においてご協力いただいた。ここに記して感謝したい。

参考文献

- 1 守山弘・原田直国・井手任(1996): 農村環境の生物保持機能に着目したビオトープ結合システム, 農業環境研究成果情報 12, 63-64
- 2 日置佳之・井手佳季子(1997): オランダの3つの生態ネットワーク計画の比較による計画プロセスの研究, ランドスケープ研究 Vol.60, 501-506
- 3 小菅敏裕・大西博文・小根山裕之(1997): 道路を含めたビオトープネットワーク計画の策定手法に関する研究, 土木計画学研究・講演集 No.20(1), 383-386
- 4 盛岡・藤田・後藤・角谷(1998): 郊外の都市開発における緑地の生態ネットワーク特性の評価システムに関する研究, 環境システム研究 Vol.26 掲載予定
- 5 樋口広芳編(1996): 保全生物学, 東京大学出版会, 134-136
- 6 長谷川政美・種村正美(1986): なわばりの生態学—生態のモデルと空間パターン—, 東海大学出版会, 3-29
- 7 今泉忠明(1994): 狐狸学入門, 講談社, 216-218
- 8 石川義孝(1988): 空間的相互作用モデル—その系譜と体系—, 地人書房, 3-27
- 9 R. ヒューゲット著, 藤原健蔵・米田巖訳(1989): 地域システム分析, 古今書院, 174-177
- 10 鷲谷いずみ・矢原徹一(1996): 保全生態学入門—遺伝子から景観まで—, 文一総合出版, 144-146
- 11 チャード B. ブリマック・小堀洋美(1997): 保全生物学のすすめ, 文一総合出版, p.190-192
- 12 樋口広芳編(1996): 前出, 136-139
- 13 林野庁林業演習所(1992): 森林動物の把握と生態, 平成4年度森林土木技術者のための森林生態研修教材
- 14 山本祐治・木下あけみ・東本博之(1995): 川崎市におけるホンダタヌキ *Nyctereutes procyonoides viverrinus* の分布と環境選択, 川崎市青少年科学館紀要 (6), 83-88
- 15 多摩丘陵野外博物館たぬき実行委員会(1995): いまどきの町たぬき, 芳栄印刷, 20-23
- 16 木下あけみ・山本祐治(1993): 川崎市域のホンダタヌキ調査 (II), 川崎市青少年科学館紀要 (4), 45-50
- 17 多摩丘陵野外博物館たぬき実行委員会(1995): 前出, p.25
- 18 木下あけみ・山本祐治(1993): 前出, p.47

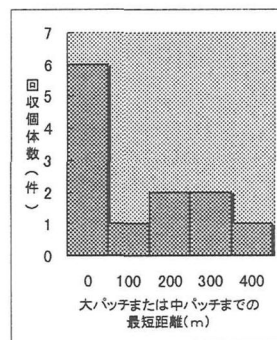


図9 河内長野におけるタヌキ回収地点から樹林地までの距離