

河川改修工事にともなうホンダタヌキの 行動変化に関する研究

岩本俊孝・傳田正利¹⁾・三輪準二¹⁾・竹下毅²⁾・白石幸嗣³⁾

**Research on the Impact of River Construction Works on the Behavior
of Raccoon Dogs, *Nictereutus procyonoides*.**

**Toshitaka IWAMOTO, Masatoshi DENDA, Junji MIWA,
Tsuyoshi TAKESHITA and Kouji SHIRAISHI**

要 旨

宮崎県延岡市北川町の野地区で行われた大規模な河川敷掘削工事の機会（工事施工前の1998年から工事施工後の2002年）を利用し、マルチテレメトリシステム（MTS）を用いて、工事の実施にともなうホンダタヌキ（*Nictereutus procyonoides*；以下、タヌキ）の行動変化に関する研究を行った。MTSにより得られた方探データのうち、信頼性が高いと思われる4頭のタヌキ追跡データについて土地類型（植生型＋土地利用型）選択性の変化と、そのうち1頭のタヌキについての工事施工中の行動変化を分析した。

タヌキの目線における各植生型の透視可能距離の分析において、本研究で追跡した5個体のタヌキは基本的に透視距離が10m以下の植生をより高い割合で利用していたことが明らかになった。また、河川敷の半分が伐採・掘削された第一期工事での工事前後で、それぞれ2頭ずつの土地利用を比較したところ、工事前では利用度が低かった植生（下層にノイバラが繁茂）を、工事後には頻繁に使うようになった。これは、工事前に選好していたマダケ・メダケ・ヨシの植生が、工事により減少したことによるものと推測された。

また、河川敷の全域が伐採・掘削された第二期工事前後にわたる1頭のタヌキの行動追跡より、第一期工事前から一貫して低かった農耕地の利用度が上がったことが観察された。さらに、このタヌキの追跡データより、工事開始直後には工事の影響の及ばない山中に避難して河川敷には出てこなくなるが、数日後から徐々に元の河川敷に出没し始め、約2週間ではぼ元の河川敷利用状態に戻ることが明らかになった。これらの研究結果は、タヌキの新たな環境改変に面しての注意深さと同時に、彼らの自分の行動域への執着の強さ及び新たな環境への高い順応性を示していると言える。

本研究は、日本における中型ほ乳類の工事への反応についての最初の報告である。このような工事に伴うタヌキの行動変化に関する知見に基づき、野生動物の行動に配慮した河川改修工事を行う際にどう役立てることができるかについて議論した。

¹⁾ 独立行政法人土木研究所水環境研究グループ 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6

²⁾ 小諸市経済部農林課 〒384-8501 長野県小諸市相生町三丁目3番3号

³⁾ 社団法人東京都信用金庫協会 〒104-0031 東京都中央区京橋3-8-1

Abstract : We studied impacts of river construction works operated twice at the Kita River, Miyazaki Pref. in 2002 on the ranging behaviors of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) using a newly developed automatic radio telemetry system (Multi Telemetry System : MTS). We tracked 2 animals before the 1st construction work and 2 different animals after the work, and compared the land-use patterns between two periods. Employing Ivlev's selectivity index, we showed that tracking points of raccoon dogs in the natural condition (before the work) tends to drop in the vegetations that are not too open/vista and also not too dense. In fact, raccoon dogs preferred to two types of bamboo bush vegetations before the construction work, but changed to use open/vista vegetations and dense wild rose bush vegetation, that were less preferred before the work, more frequently after the work responding to the substantial reduction of bamboo bushes in their home range by destruction.

We tracked another raccoon dog continuously from the stage prior to the 2nd construction work to the end stage of it. Facing to the large scale destruction of the former habitat, the animal largely shifted the range to more open cultivated areas and human settlements. It also never visited the destructed area for a week. However, it gradually habituated to the new environment and started to use regularly a few feeding site remained close to the bare land after 2 weeks from the onset of work. The results suggest a strong stickiness of raccoon dogs to the original range and high adaptability to the new situation as well as the carefulness faced to a habitat change.

This is the first report on the behavioral change of middle sized mammals facing to the construction works in Japan. Based on our results, we proposed some advices for the planning policy of construction works in order to keep mammal lives healthy around the target area of construction.

はじめに

他の動物に比べ大型であるため生態系の中で重要な役割を担っている定住性哺乳類は、生息域の変更が困難で、建設工事施工等による環境変化の影響を受け易いと考えられる。このような定住性哺乳類の保全までも考慮に入れ、工事後にも自然状態に近い生物群集の成立を目指すためには、工事前後の生息環境の選択性や移動パターンの変化についての知見を深めることが必要である。

しかし、ほ乳類を対象に、河川改修工事の進行に伴う行動変化の研究が行われたという報告はまだ無い。当然、タヌキについてのこれまでの研究の多くも (Ikeda, 1982 ; 山本, 1993 ; 山本他, 1994 ; 金城他, 2000 ; 岩本他, 2002) 自然状態かそれに近い環境下でのものが主であり、工事等により急激に環境の改変が行われた場合の、タヌキの行動圏の変化や、移動様式・土地利用様式の変化に関する研究はまだほとんどない。最近、田頭ら (2010) が、ダム建設予定地におけるタヌキの行動研究、及びそれに基づいたダム建設による影響予測の研究結果を報告している。工事による影響評価という先進的な研究であるが、今後その行動予測を実際に検

証する研究の蓄積が必要であると思われる。

本研究では、工事の実施に伴う行動変化について実際に追跡した結果を報告する。宮崎県東臼杵郡北川町（現延岡市北川町）を南北に流れる北川流域は、1997年9月に九州地方を縦断した台風19号により甚大な浸水被害を被った。この出水により、北川地区は「河川激甚災害対策特別事業」に指定され、河川敷の大幅な改修工事が実施された。その工事の一つに、北川町的野地区河川敷の掘削・築堤工事がある。本研究は、この工事の前後で、ほ乳動物が行動様式をどう変化させるかを調べる目的で実施された。そのため、複数の動物の位置をリアルタイムに自動的に方探できるマルチテレメトリシステム（MTS：傳田他，2001）を開発し、運用した（岩本他，2002）。本報告では、このMTSによるタヌキの追跡結果を用いて、工事前後の土地利用タイプの利用様式おける変化、及び工事中の移動様式や土地利用様式についての分析を行う。また、それらの結果を基にして、今後河川改修工事を行う際に、動物との共存を図るためにはどのような工事施行上の配慮が必要かについて考察する。

材料と方法

1) 調査地と土地環境



図1 調査地（宮崎県延岡市北川町の野地区）周辺の地図。

地形図は国土地理院 1/25000を変更。斜線部は北川激甚災害対策特別緊急事業による河床掘削域を示す。

調査地は宮崎県北川町の野地区（東経131度41分38秒，北緯32度39分04秒：東京座標Ⅱ系）の河川敷周辺である。調査地の北川は北から南に向かって流れており，その右岸沿いを国道10号線が通っている。調査地の河川敷は左岸に位置し，その面積は2002年1月の河川掘削工事前には，隣接部の放棄畑も含めると約15 haあった。河川敷の東には畑が広がり，さらに数軒の民家を挟んで山林へとつながる（図1）。山林には主にスギ（*Cryptomeria japonica* L.f.），ヒノキ（*Camaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc.）が植樹されているが，一部には雑木林も残っている。掘削前の河川敷周辺には主として，マダケ（*Phyllostachys bambusoides* Sieb.）群落，メダケ（*Pleioblastus simonii* Nakai）群落，モウソウチク（*Phyllostachys heterocycla* Mitf.）群落，ノイバラ（*Rosa multiflora* Thunb.）およびツル科植物に覆われたヤブ，エノキ（*Celtis sinensis* Persoon）及びジャヤナギ（*Salix Pierotti* Miquel）林などがパッチ状に存在していた。樹林は所により樹高が20 mほどのエノキもあったが，基本的には10 m以下のエノキやヤナギの林だった。この調査エリアは数年に一度，洪水により冠水する。大規模な洪水でも植生がはぎ取られることはなかったが，植生内に大量の枯れ木や草本類の枯死体（デブリ）が堆積することがあった。

2) 工事進行状況

調査区域の野地区河川敷の河川敷掘削工事は，大きく2期に分けられる。2002年1月初旬から始まった第一期工事と，2002年10月下旬から始まった第二期工事である。2002年の工事の進行状況を表1にまとめている。いずれも植生の伐開，重機での除根・掘削・土砂や植生の運搬，整地の順に進んだ。

第一期工事は，2002年1月から2002年3月下旬まで行われた（河川生態学学術研究会北川グループ，2004）。工事は，まず1月7日の3ヶ所の築堤工事に関わる伐開から始まり，次いで1月18日より河川敷内掘削工事のための伐開が開始され，続いて掘削が行われた。これにより，3月末までに河川敷南側の約半分は砂利河原になった。工事は，その後一時中断されたが，2002年10月中旬に第二期工事が再開され，2002年12月まで続いた。この工事により，河川敷と畑の部分を隔てる新築堤防の残りの部分すべてが完成した。また，第一期工事で残されていた北半分の河川敷植生部分が伐開・掘削され，野河川敷のほぼ全域が砂利河原となった。

表1 野地区における2002年の工事進行状況。

ブロックについては図2参照。矢印の左側の数値は伐開工事開始日を示す。また，ブロック3における築堤工事は6区画に分けて発注されたため，1月から施工された区画と10月以降に施工された区画がある。工事は区画の面積にもよるが，4日～約2週間の伐開作業後，除根へと進み，その後整地あるいは掘削と続く。

2002年	1月			2月			3月			10月			11月			12月													
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬											
ブロック1																													
ブロック2																													
ブロック3	7	→																											
ブロック4										18	→																		
ブロック5		18	→																										
ブロック6												31	→																

3) 捕獲と追跡

哺乳類の捕獲にあたっては、大型木製両側開閉式トラップ（180×45×45 cm）や金網製片側開閉式トラップ（トマホーク社製踏み板式、45×45×120 cm）、また2000年調査以降には20×20 mの遠隔操作型落とし扉式柵ワナを使用した。捕獲個体については、塩酸ケタミンを用いて麻酔し、生体測定及び発信機を装着した後、麻酔から完全に覚醒してから捕獲地点に放獣した。

MTS用発信器本体のサイズは約2×2×2 cmで発信器自体の重量は約20 gであった。発信器の電源としてはリチウム単三型乾電池（1.5 V）3個を使用した。電池及び首輪等を含んだ重量は約120 gで、2.5 kgの動物では体重の4.8%となる。電池寿命は、電池を3個並列につないだ場合、30分の方探間隔で約20日間であった。

MTSの詳細は、傳田他（2001）、岩本他（2002）によってすでに報告されている。MTSでは、研究基地の制御用パソコンから方探命令を出したときに動物に取り付けた発信機が覚醒して電波を発信する。その電波を研究フィールド内に設置した数カ所のアンテナ基地が受信し、それを研究基地の制御用パソコンに送る。制御用パソコンは受信した電波の角度と各アンテナ基地に届いた時間から座標を計算し動物の位置を知る。方探は最短およそ3分間隔で可能であるが、電池寿命を考慮して第一期工事期間中の追跡ではほぼ30分間隔で、第二期工事中では2-3時間間隔で、方探を行うよう設定した。

4) データの解析

(1) 工事前と工事後の土地利用の変化

本研究でテレメトリ追跡データの分析を行ったタヌキは5個体であった（表2）。5個体の方探点は総計748であった。タヌキの行動圏推定にあたっては、各個体の測定点のうち、残りの全方探点との平均距離が、小さい方から95%の範囲内に存在する方探点のみを対象とした。また、2001年12月より柵ワナに定期的に餌を撒いたが、得られた方探点密度を柵罠からの距離に対してプロットしたところ、柵ワナから40~50 m離れた所からプロット数が急に減少していることがわかった。それ故、柵罠から50 m範囲内のデータは給餌による影響が強いと判断し、この位置は分析から除外した。従って、分析に利用した方探点数は総計588となった。これらの方探点を個体ごとに最外郭法によって直線で結び行動圏を描いて、その面積を算出した。

行動圏内の環境解析にあたっては、まず調査区域内に存在する土地類型（植生型+土地利用型）の決定を行った。そのため、代表的な植生タイプを表すと思われる地域に10×10 mの植生調査用方形区を15カ所設定し、各植物構成種の被度及び植物高を記録した。この調査によって得られた被度・植生高を利用し、代表的植生型を抽出した。その植生型に土地利用についての情報を加え、次のような29の土地類型を得た。エノキ群落、エノキ・マダケ群集、エノキ・メダケ群集、エノキ・ノイバラ群集、ジャヤナギ群落、ジャヤナギ・マダケ群集、ジャヤナギ・メダケ群集、ジャヤナギ・ノイバラ群集、自然林、スギ林、ヒノキ林、クヌギ林、スギ幼樹林、クワ畑、モウソウチク群落、マダケ群落、メダケ群落、ノイバラ群落、アレチハナガサ群落、草本類、放棄畑、畑、ヨシ群集、柵ワナ、道路、工事現場、民家、河原、水場である。また踏査と航空写真により各土地類型の範囲を求め、GIS（地理情報システムソフトウェア：SuperMap DeskPro及びArcGIS）を利用し土地類型図を作成した。

表2 分析に使ったタヌキ各個体の生体計測及びテレメトリデータの概要

		性別	体重	放逐日	方探開始	方探終了	行動圏面積	ポイント数
工事前	タヌキ 5	メス	2.9	2000/11/23	2000/12/2	2000/12/20	15.9 ha	82
	タヌキ 10	オス	3.8	2001/9/26	2001/9/26	2001/9/30	44.8 ha	151
一期工事	タヌキ 7	オス	2.9	2002/3/24	2002/3/24	2002/4/15	13.4 ha	103
	タヌキ 13	メス	3.0	2002/2/24	2002/2/24	2002/3/24	11.9 ha	232
二期工事	タヌキ 14	メス	3.8	2002/10/18	2002/10/18	2002/12/24	38.3 ha	164

行動圏内に存在していた各土地類型の面積と、動物の方探点が落ちた土地類型の数との比較から利用嗜好性を判断するために、Ivlevの選択指数 (Ivlev, 1955) を採用した。なお、どのタヌキの行動圏内でも面積比率が1%未満である土地類型については、図表から除外した。

さらに、各土地類型の選択性の違いについてうっ蔽度の観点から分析を行った。この測定では土地類型毎に地表から30 cmの高さに半径15 cmの白い円を立て、地表から30 cmの高さから円を見た場合に円がほぼ見えなくなるまでの距離 (透視距離) を測定した。一つの土地類型内で方角を変え20回測定を繰り返し、その平均をとってその土地類型の透視距離を設定した。その透視距離を10 m未満, 10 m以上~20 m未満, 20 m以上の3階級に分類し、タヌキがこれらの透視距離階級の植生をどのように利用しているかについて分析を行った。

(2) 工事中の行動パターンの変化

第一期工事における工事前と工事後のタヌキの土地利用の比較については、工事前の追跡で2頭 (2000年11~12月及び2001年9月), 工事後の追跡で2頭 (2002年2月下旬~3月) のデータを使用した。工事前と工事後の追跡個体は別個体であるため、1個体についての比較ではなく、生息している複数個体の傾向についての比較となる。

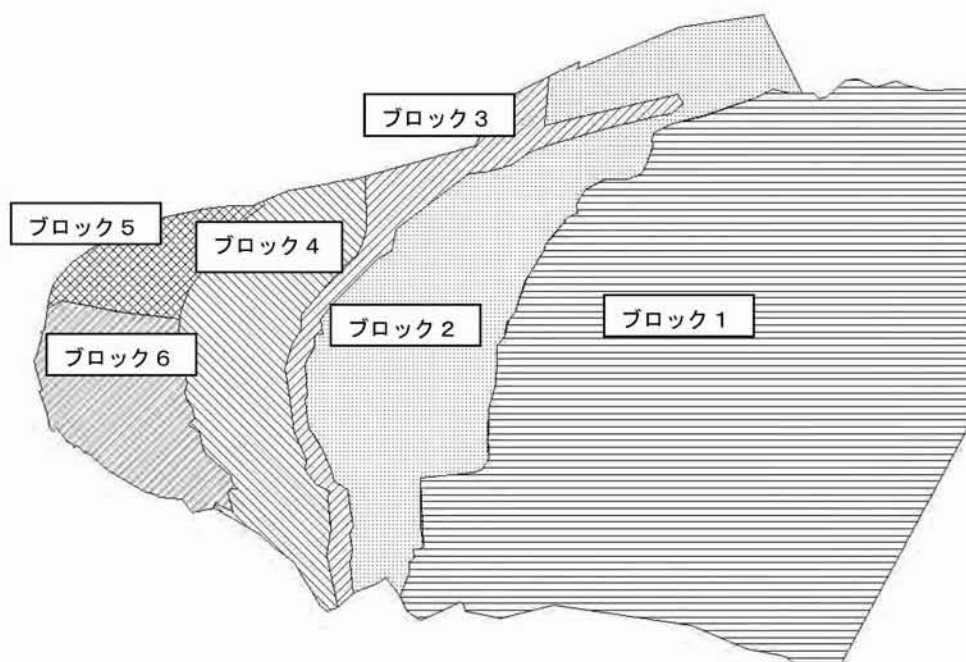


図2 土地利用・工事内容により分割した調査地のブロック位置図。

第二期工事の進行に応じたタヌキの行動パターンの変化については、10月30日に始まった河川敷の伐開及びその後の河川敷の掘削・運搬作業への反応が主な分析対象となる。この時期の追跡個体は1頭であるので、その個体の行動変化のみを分析の対象とした。

第二期工事中の行動パターンでは、調査地で行われた工事の種類、土地類型などを考慮して、調査地内を図2に示すように6つのブロックに区画分けし、工事中のタヌキ14（メス）の土地利用様式を調べた。ブロック1は東の山城、ブロック2は畑、ブロック3は築堤工事部分、ブロック4は今回工事が全く行われないヤブ、ブロック5は第二期工事区、ブロック6は既に掘削が終了していた河川敷の南半分の第一期工事区（2002年1月～7月）とした。なお、調査期間中の2002年10月30日までは、河川敷の東側での築堤工事（ブロック3）しか作業は行われておらず、一部測量者以外には、河川敷部分（ブロック5）への人の立ち入りは基本的に少なかったと思われる。この野河川敷の北半分の部分に残されていた植生（ブロック5）は、10月31日に開始された第二期工事により大規模に伐開され、消失した。その後、このブロック5の場所は約2週間かけて重機により川面とほぼ同じ高さまで、掘削された。

第二期工事期間中に得られた方探点のデータを、その日の午前6時から翌日の午前6時までに区切り、1日分のデータとみなした。さらに、方探点数をほぼ同数にするため、また工事の進行度合い、テレメトリシステムの運用状況等も考慮して、調査期間を6つの期に分けた。すなわち、2002年10月18日～2002年10月30日（工事前、I期）、2002年10月31日～2002年11月13日（工事直後、II期）、2002年11月14日～2002年12月1日（III期）、2002年12月2日～2002年12月13日（IV期）、2002年12月14日～2002年12月24日（V期）をそれぞれ1つのデータセットとした。

このタヌキ14の個体は電池の交換などのため10月18日午前6時頃、10月28日午後11時頃、11月28日午後7時頃に3回捕獲され、その後10月19日午前2時頃、10月30日午後6時頃、12月2日午前0時頃に、それぞれ捕獲後の放逐が行なわれた。

また、システムの事故やそのメンテナンスのために、11月12、13日と11月25～28日夕方まで方探作業が行われなかった。

結 果

1) 第一期の工事前と工事後の土地利用の変化

図3は、本研究で分析に使ったタヌキ5個体の行動圏内の各土地類型を、透視距離により3階級（20 m以上、10～20 m、10 m以下）に分類したものを、Ivlevの選択指数により計算された数値によってグラフにしたものである。透視距離による階級のうち、全個体で、透視距離が長い（タヌキの背丈から遠くまで見通せる）土地類型は避けており、透視距離が中程度や短い土地類型を好んで利用していることがわかる。すなわちタヌキは透視距離の長い土地類型を避け、中距離以下の土地類型をよく利用するという結果を得た。なお、透視距離の平均値±SDの範囲が10～20 mの階級に入るのは、メダケ（ 9.9 ± 1.8 m）、マダケ（ 16.5 ± 2.3 m）を含む植生型であった。各個体は追跡された時期、すなわち自然状態であるか、工事期後であるかに関わらず、ほぼ同様な傾向を見せたと言える。

第一期工事開始前に80以上の方探点を得られたタヌキ2個体（タヌキ5、タヌキ10）について、両個体の行動域が含まれる範囲内における、各土地類型内での方探点数分布を得た。この

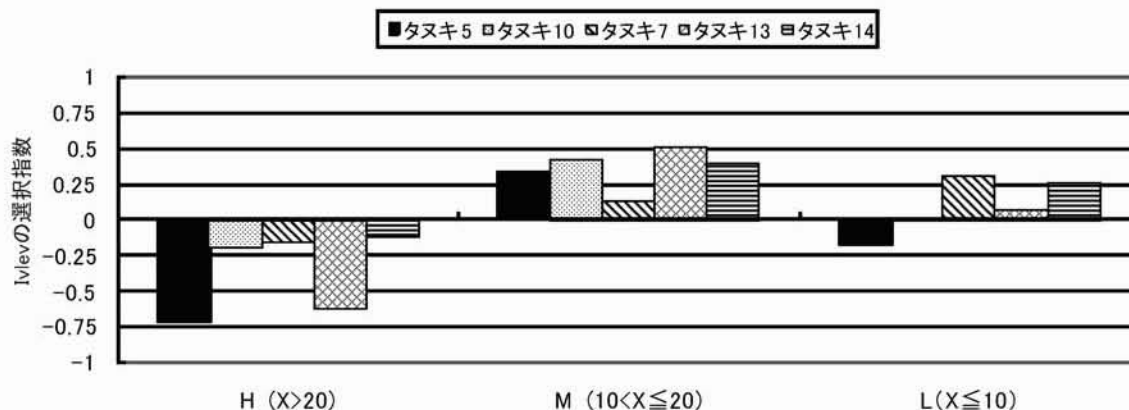


図3 タヌキ5個体の行動圏内の透視距離を3つの階級に分類し、それぞれに対してIvlevの選択指数を計算。

縦軸はIvlevの選択指数。横軸Hは透視距離20 mを超える階級，Mは透視距離20 m以下10 mを超える階級，Lは10 m以下の階級を示す。

際、1%未満の割合しか含まない土地類型は外した。この方探点分布と、行動圏内のランダムな土地利用を仮定したポイント数分布との間で比較を行った所、いずれの個体でも有意な差が見られた (χ^2 検定, $P < 0.001$)。これは、タヌキが土地類型の利用で選択性を示したことを意味している。次に、両個体の土地類型の選択性を、Ivlevの選択指数により計算した(図4 a)。2頭とも正の選択性を示したのは、エノキ・メダケ群集、自然林、メダケ群落、ヨシ群落であった。両方とも負の選択性を示したのは、エノキ・ノイバラ群集、ジャヤナギ・ノイバラ群集、モウソウチク群落、放棄畑、畑、河原である。タヌキは下層がメダケやメダケをもつ植生を好む傾向があり、反対に、河原や畑地等の開けた土地や、下層がノイバラである植生は避けて活動する傾向のあることがわかる。

図4 bは、河川改修工事が始まった後に方探を行った個体2頭(タヌキ7:オス, タヌキ13:メス)についての、土地類型に対する選択指数を示したものである。これを見ると1年生群落、畑、ヨシ群落は両個体とも負の選択性を示し、エノキ・メダケ群集、エノキ・メダケ群集、メダケ群落、ノイバラ群落は両個体とも正の選択性を示した。

以上により工事施工前のタヌキと施工後のタヌキでは、共通して下層がメダケやメダケである土地類型の選択性が高いという結果が得られたといえる。また、畑やヤナギ群落、水場ほどの個体も選択性が低い結果が得られた。しかし施工後には、施工前には選択性が低かった下層がノイバラである土地の選択性が高くなっているという結果が得られた。

2) 第二期工事開始前後の土地利用変化

(1) 土地利用様式とタヌキの行動パターンとの関係

次に、タヌキ14について、第二期工事前と工事後の土地利用を比較する。柵ワナによる餌付けを続けていたので、これについても前述のように、柵ワナ周辺の半径50 mの範囲内の方探点は除いて、第二期工事開始前と開始後との間の土地類型の選択性についてIvlevの選択指数による比較を行った(図5)。なお、比較の対象とした土地はI~V期の全期間に利用した全行動圏とした。

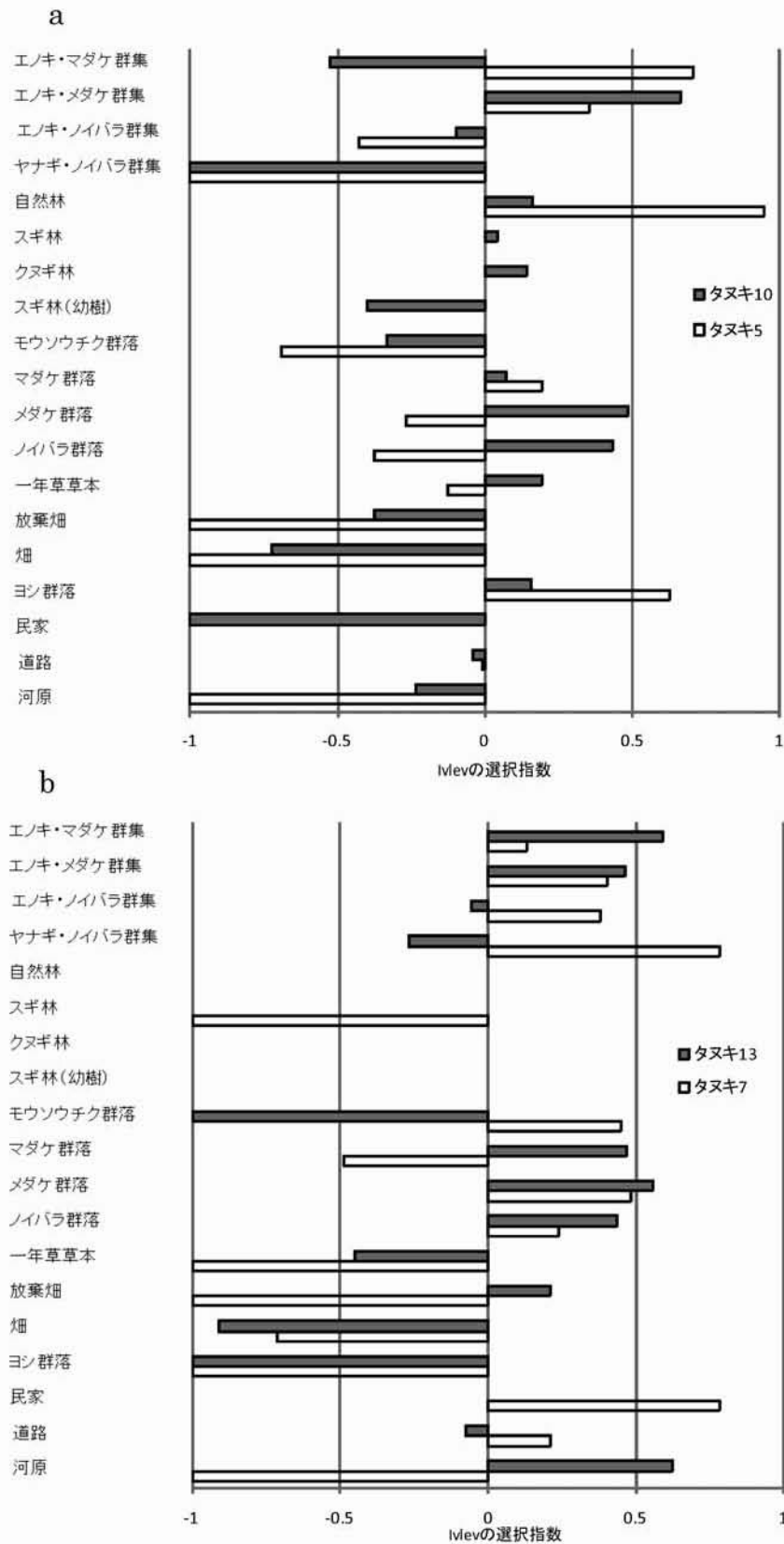


図4 第一期工事開始前(a)と工事開始後(b)におけるタヌキ2個体ずつの土地類型選択性

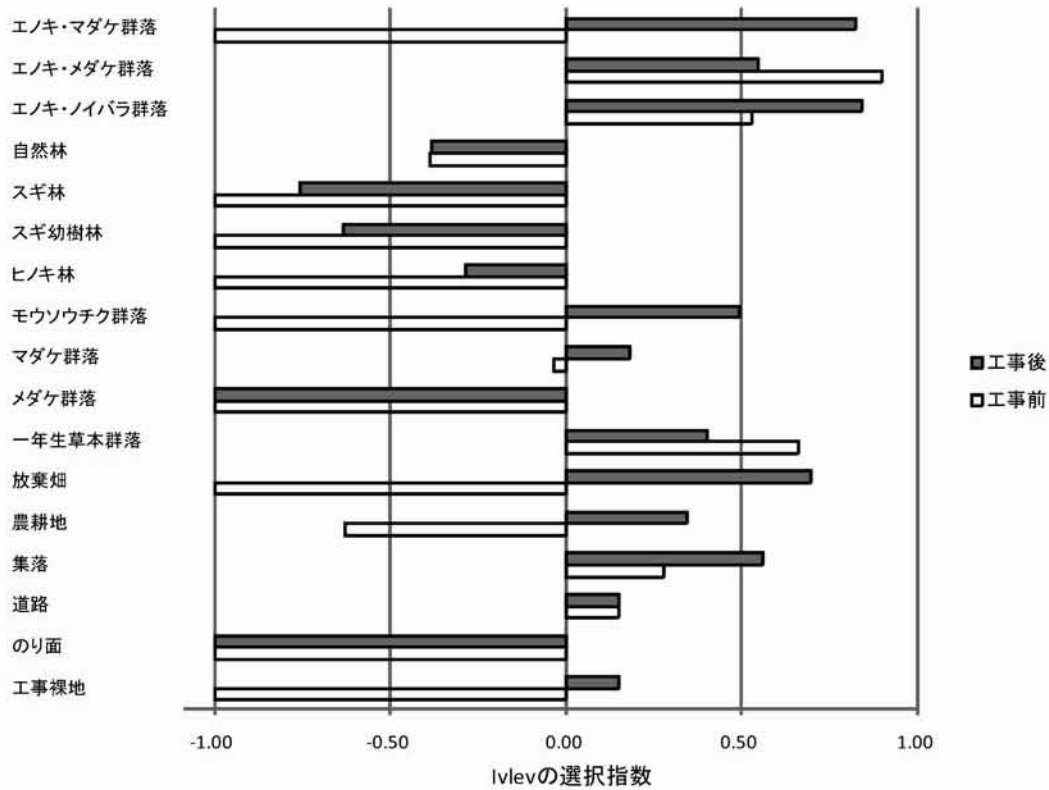


図5 第二期工事の工事前（I期）と工事後（III～V期）の間における、タヌキ14による土地類型の選択性比較

その結果、第二期工事前が負で、工事後に正の選択性を示した土地類型は、エノキ・マダケ群落、モウソウチク群落、農耕地、工事裸地となった。第一期工事前から一貫して選択性が低かった農耕地の値が上がっていることが特徴である。

以上、第二期工事を通して生活を続けていたタヌキ14の土地利用の変化は、掘削により広い範囲の植生がなくなった河川敷から、農耕地・集落側周辺へと活動中心を移したことによるものと、判断される。もし、タヌキの主要な餌場が河川敷のヤブ内ではなく、水辺であるならば、このような集落側への行動域の移動という明確な変化は生じなかったと考えられる。

(2) 捕獲・放逐の影響の評価

第二期工事の開始後、10月31日（II期のはじめ）に伐採作業が始まったが、10月28日に再捕獲した追跡対象のタヌキ14を、発信器の電池を交換した後、10月30日の午後6時頃に放逐している。すなわち、10月30日からの行動は、工事の開始と捕獲・放逐の両方の影響を受けている可能性がある。そこで、同様な捕獲後の放逐が行われた10月19日午前2時以降、12月1日午前0時以降の行動と比較し、捕獲・放逐の影響を評価する。

まず、II期の放逐後、10月31日の昼間を挟んでブロック4での方探点が最初に得られたのは、31日早朝であった。それまでは、河川敷近くには出てこなかったことになる。また、I期の10月19日の放逐以降、2日間くらいは昼間の泊まり場が山中に位置し、ブロック5には出てきていない。その後は、夜間になると河川敷周辺へ頻りに現れているし、河川敷のブロック5に泊

表3 第二期工事前後の方探点の取得状況.

枠内の番号は方探点が位置するブロック番号を示す. また, 濃い影のセルはテレメトリシステムの停止期間を, 薄い影のセルは個体が一時的に捕獲され, ケージに飼育中であることをそれぞれ示す.

日付	時刻 (時)																				1日の方探点数	泊まり場ブロック番号				
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1			2	3	4	5
021018																										
021019																					1	1				
021020	1							1						4	4		4			4				6	1	
021021												2	2							2		6		5	5	1
021022	5		5		5		5		5		5				4		1						2		9	5
021023		1											2		4						4				4	1
021024			5		5									5	4		4		4		4				4	1
021025			5		5											4		4							4	5
021026																	4		4						2	1
021027				5								5	5					4		4					5	5
021028																					2					
021029																										
021030																										
021031	1											1		1		4		4				4		2	1	
021101																					1	1				
021102																					2	1				
021103																					1	1				
021104																					1	1				
021105																					0	1				
021106				1													5							2	1	
021107																					2	1				
021108																					1	1				
021109																					0	1				
021110																					1	1				
021111																					2	1				
021112																										
021113																										
021114																					7	1				
021115																					1	1				
021116																					2	1				
021117																					2	1				
021118																					2	1				
021119																					0	1				
021120																					3	1				
021121																					3	1				
021122																					4	1				
021123																					2	1				
021124																					3	1				
021125																										
021126																										
021127																										
021128																										
021129																										
021130																										
021201																					2	1				
021202																					5	1				
021203																					1	1				
021204																					3	1				
021205																					4	1				
021206	1													5	2		4		4			3	1	4	1	
021207																					4	1				
021208																					3	1				
021209																					3	1				
021210																					3	1				
021211																					2	1				
021212																										
021213																										
021214																					6	1				
021215																					2	1				
021216																					2	1				
021217																					3	1				
021218																					3	1				
021219																					4	1				
021220																					5	1				
021221																					4	1				
021222																					2	1				
021223																					3	1				
021224																										

まるようにもなっている。12月1日（Ⅳ期）の放逐以降、翌日にはブロック4にも出てきているが、その後は、翌々日の12月2日の明け方になってはじめてブロック4にて方探点が落ちている。すなわち、2日目くらいまでは警戒をしている傾向が共通して認められる。そして、放逐後3日目以降は、Ⅱ期とは異なって、毎日のようにブロック4を訪れるようになっており、捕獲・放逐の影響が長期に渡ったとは考えにくい。

このように、捕獲・放逐が行動に及ぼす影響は2日くらい続くようであるが、その後はほとんど通常の行動パターンに戻ると考えられる。その意味で、Ⅱ期の10日あまり続いた河川敷・農耕地周辺の回避現象（表3）のうち、最初の2日間くらいの行動には捕獲・放逐の影響があったとしても、その後は主として工事の影響によるものと結論される。

(3) 方探点の位置に基づく行動パターン変化の分析

本MTSは、複数のアンテナから囲まれた土地（本研究では河川敷及び農耕地内：ブロック3, 4, 5；図2）にタヌキがいる場合、ほぼ確実にその位置を特定してくれる。しかし、集落の北側及び東側の山中（ブロック1, 2；図2）に滞在している場合、あるいはシステムが電波を感知できる範囲外を動き回っている時には方探に失敗する。従って、山中の巣穴内に昼間滞在している場合（ブロック1）にはまれにしか方探点が取れない。

第二期工事（10月18日）以降に得られたタヌキ14の方探結果をまとめたものを、図6および表3に示す。Ⅰ期での放逐（10月19日午前2時）後、方探点は翌日の昼間から次に捕獲される10月28日まで、順調に取れ続けた。方探点が昼間に取れていない21, 23, 24, 26, 28日の昼間には、山中の巣穴の中で過ごしていたと思われる（表3）。また、工事の影響がなかったこの時期には、このタヌキ14は山中と河川敷内の昼間の泊まり場を交互に使っていたことになる。夜間になると、河川敷周辺を動き回るので、およそ2時間おきに方探点が得られている。時々、方探点の取得に失敗しているが、この場合、電波の届きにくい地形内にいるか、このシステムが感知できる範囲より外側まで出ているためだと思われる。そして、Ⅰ期の間はほぼ毎夜ブロック4を訪れている。

Ⅱ期の10月31日に工事が始まって、河川敷の植生が完全に破壊された後、昼間の泊まり場として、河川敷周辺（ブロック4～6）を全く使わなくなっている（表3, 図6）。もう一つの変化は夜間における方探点数の少なさである。ブロック3～5に滞在している場合には方探点はほぼ確実に得られるので、このⅡ期の方探点の少なさは、山側及びシステムの電波検知範囲外で行動していたため生じたものだと考えられる。すなわちこの時期、工事の影響により、河川敷での滞在を回避していた可能性が高い。工事開始後1週間以上経ってやっと、10月7日にブロック5（2002年4月掘削工事終了地域）に、また10月8日にはブロック6（第二期工事掘削地域）で方探点が取れるようになっていく。このことから、約1週間近く過ぎると、完全に掘削・破壊された土地にも偵察に訪れるようになるのではないかと考えられる。

Ⅲ～Ⅴ期（10月14日以降）になると、河川敷周辺で昼間を過ごすことがない状況はⅢ期と変わらないが、夜間における河川敷周辺（特にブロック4）での方探点の取得数が多くなっている。

なお、第二期工事の調査期間では、Ⅰ・Ⅳ・Ⅴ期ではほぼ2時間おき、Ⅱ・Ⅲ期ではほぼ3時間おきと、工事期間中の時期によって方探間隔が異なった。そのため、河川敷への滞在状況（アンテナ伝播感知範囲内での、あるいは河川敷周辺での滞在時間の長さの指標ともなる）を各期の間で比較するため、「単位方探回数当たりの方探成功回数」（方探成功率）を計算して、

各期の間で互いに比較してみた。この方探成功率は、各期の中で夕方6時～午前6時までの12時間中に得られた方探成功回数を、方探試行回数で割ったものとして計算した(図7)。Ⅱ期の方探成功率は相対的に低いこと、すなわち電波検知範囲にタヌキがいることが少ない傾向のあることが示唆される。そこで、各期間の間で方探成功率の差を統計的に比較してみたところ、

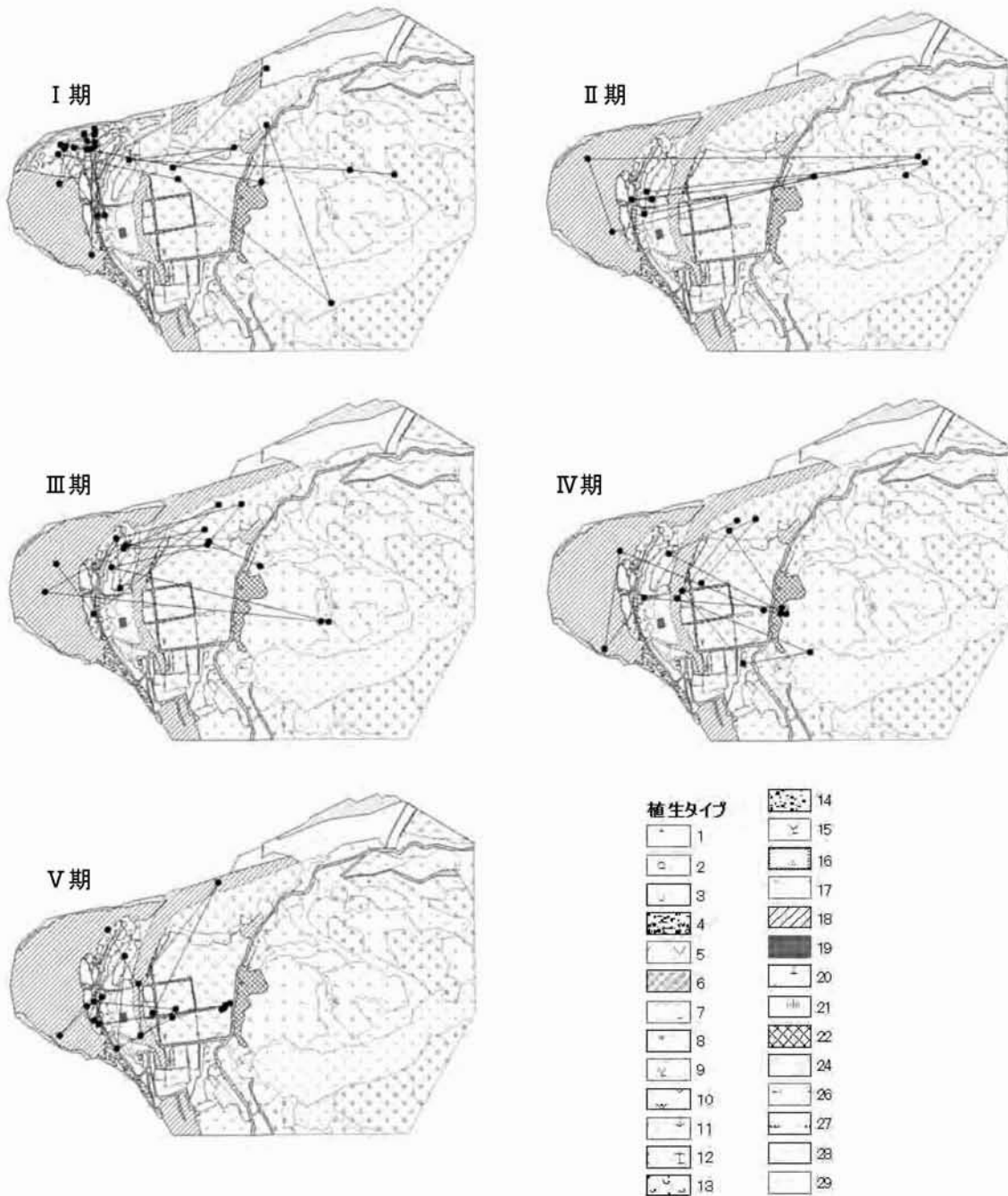


図6 第二期工事前後のタヌキの移動ルート。

1～29の土地類型タイプはそれぞれ、スギ幼樹。

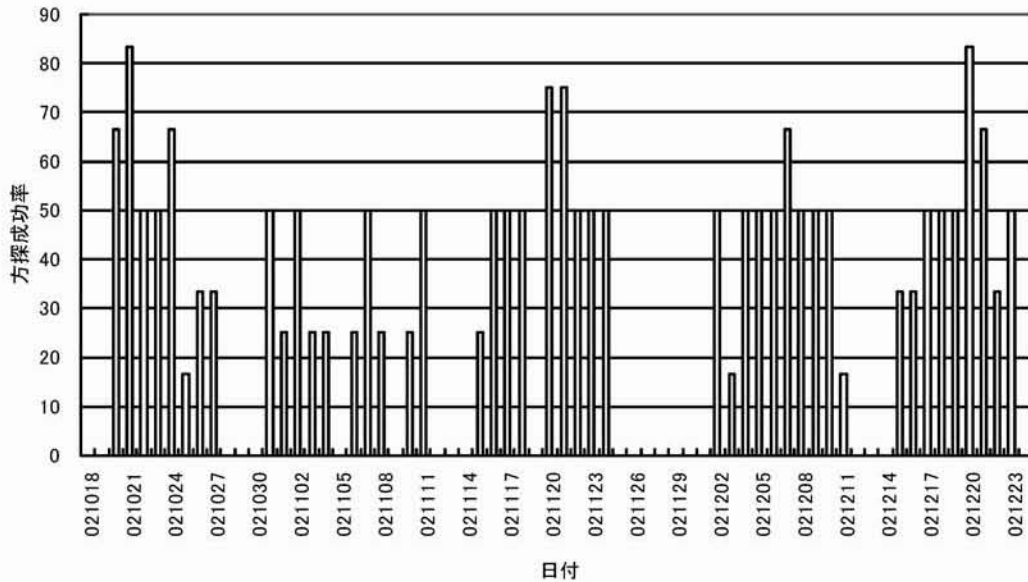


図7 第二期工事期間中の方探成功率（方探点数／方探回数）の日変化.

方探成功率が表示されていない期間は、テレメトリシステムのメンテナンス、あるいはケージ内で一時的に飼育中であることを示す。

Ⅱ期とⅤ期の間で5%レベルの、またⅠとⅡ期、第ⅡとⅣ期の間では10%レベルの統計的有意差（*t*-検定，両側）であった。いずれの比較でも、Ⅱ期の低さが顕著であることを示す結果となった。

考 察

1) タヌキの行動圏の広さと土地類型選好性

ラジオテレメトリー法を用いたタヌキの行動圏面積に関する従来の研究においては、九州松浦島 (Ikeda, 1982) で10.3 ha、九州えびの高原 (Ikeda, 1982) で26.3 ha、神奈川県川崎市 (山本, 1993) で30.7 ha、千葉市 (金城他, 2000) で42.3 ha等が報告されているが、本研究の行動圏面積 (11.9 ha~44.8 ha) は概ねこれらの数値に近い結果であった。しかし、長野県入笠山 (山本, 1994) で報告されている609.5 haに比べ本研究の行動圏面積はかなり狭い。Ikeda (1982) はタヌキの行動圏面積が食物資源量や分布に関連していると報告しているが、九州および関東の平地における狭い行動圏は、餌条件の良さを反映しているものと推測される。

また、これまでの研究によると、タヌキの主要な食物は昆虫類と果実が中心であるが、他に多足類、甲殻類、魚類、両生類、爬虫類、鳥類、小型哺乳類等も食べると報告されている (Ikeda *et al.*, 1979; Kauhara *et al.*, 1993; Sasaki and Kawabata, 1994)。本研究のように河川敷を中心に生活するタヌキは、上記の研究等から、河原でカニやカエル類を多く採食するのではないかと当初予想されたが、結果的にはそのような傾向は明確に出なかった。本調査においてタヌキの移動経路及び滞在地としては基本的に草木によって覆われていない場所を避ける傾向のあることがわかったが、北川の場合、河原の露出性はその利用を制限している可能性がある。

タヌキの生息環境については樹林地率が10%以下になると生息率が大きく低下することが報告されている(池田・小野, 1980)。このことは、タヌキが基本的に樹林棲の動物であることを示している。また、樹林地率の低い都市周辺部などでも、タヌキの行動圏内に休息場所、繁殖の場所としての巣穴と自然の食物が確保できる樹林地と、給餌物や残飯など人為的食物の採食場所である住宅地の双方が必要であり、さらに2箇所場所をつなぐ獣道となる側溝等も必要であることが報告されている(金城他, 2000)。本研究においては、昼間の泊まり場としては、河川敷内の人が近寄れないヤブ、および河川敷から数百メートル離れた場所に位置している山地内の杉林もしくは二次林内の地点を利用していた。後者の場合、夜間になると植生に覆われている決まったルートを行動して河川敷内に出向いて来ることが多いことが明らかになった。また、タヌキは自然状態では、基本的に林床が透けている樹林は避ける傾向のあることが明確に示された。他方、茨があり、あまりに密生しすぎているノイバラ群落は避けていた。本研究により、タヌキの、ある程度見通しの悪い場所、すなわち適度に密な植生への選好性が改めて確認されることとなった。田頭ら(2010)の生息適地判別分析によると、植生の密な森林及び低木林面積の指標がプラスの、逆に草地・自然裸地、耕作地、開放水域の指標がマイナスの係数を与えており、タヌキの密な植生への選好性が示されている。この報告は本研究の結果とよく合致している。

2) 掘削工事によるタヌキの土地利用及び行動への影響

建設工事実施に伴う動物の行動への影響については、環境影響評価の評価項目に盛り込まれている(環境庁企画調整局, 2000)にも関わらず、その研究例はまだ極めて少ない。希少猛禽類への騒音の影響予測については、松永他(2006)による騒音・振動シミュレーター開発の研究があるが、哺乳動物への行動への工事の影響についての研究は、工事前の段階での工事の影響評価の研究(田頭ら, 2010)以外にまだない。これは、ちょうど工事を行う時期に動物の行動を追うための捕獲及びテレメトリ調査を行うことが、難しいためである。本研究では、MTSの開発により、工事中のタヌキの行動追跡が連続的にかつ精度高く行われ、工事の行動への影響を分析することができた。

テレメトリ調査の結果は次のように要約できる。まず、タヌキは基本的にヤブを好む傾向があり、タヌキの眼の高さで開けている土地(林床の開けた森林や草原・耕作地)は敬遠する。次に、生息環境が小規模に破壊された場合には、破壊のため消失した好適な環境を補う形で、二番目に好適な環境を利用するようになる。今回の結果では、第一次工事の後にIvlev値が高くなったノイバラ群落の利用がそれに当たる。さらに大きく生息地が消失した場合には、行動圏そのもののシフトを余儀なくされる。実際に、第二期工事後には、工事が行われなかった区域に広がる草本群落、耕作地、集落周辺等のIvlev値が高くなった。このように、タヌキの工事への反応は工事による生息地の破壊の規模により異なっている。別の見方をすれば、極端に大きな環境の変化がない限り、できるだけ元の生息地に近い所で生活を維持しようとしているように見える。タヌキは、都会の環境でも生活できる高い適応性を備えていることが最近分かってきているが(池田, 1987; 山本, 1993; 金城他, 2000)、工事施工下の環境でも本研究のタヌキはこのように高い適応性を見せた。

3) 動物の行動に配慮した工事の在り方

今回、北川の野の河川敷掘削工事は1年間かけ、二期に分けて行われた。工事前に、15 ha程度の広さの河川敷を中心とする行動圏を構えていたタヌキにとって、工事による河川敷植生の消失は大きな環境変化であったと思われる。幸いなことに二期に分けた工事であったため、急激な追い払いは生じず、第一期工事後は、そこの北半分の河川敷に残った植生を昼間の休息場および夜間の採食場として頻繁に使っていた。タヌキにとっては、工事に対する馴れの時期を通過して、第二期工事で生じた大幅な環境改変に対処できたと考えられる。

もう一つの重要な点は、河川敷掘削という大がかりな環境改変が与えられた時、その掘削地に接して、待避地となる山林のハビタットが残っていたという状況である。これにより、工事直後は一時的に山林に回避したものの、この地のタヌキは生息地を完全に失うということではなく、1週間もすれば元の河川敷周辺に戻れる程度の影響で済んだと考えられる。

タヌキは基本的に開けた土地、見通しのよい林内を避ける性質をもつ。図3で示されたような、畑、一年生草本、道路などの回避傾向は、この性質で説明される。従って、彼らの生息環境を保証するためには、行動域内に、ストレスなく移動・休息できるための竹ヤブ、ないしツル等で覆われたヤブが必要であると言える。

岩本他(2010)、Denda *et al.* (準備中)は、工事進行による騒音、振動、植生の残存状況から、タヌキの昼間の滞在地はかなりの確率で予測できると報告している。この時、高い確率で滞在するのは、騒音、振動の少ないヤブとなる。

以上より、工事施工時に推奨される配慮は次のようになる。①急激な生息環境の全面破壊は避け、段階的な破壊に努めること、②残存植生中にヤブ環境を残すこと、③後背地の山地と河川敷の連絡を確保すること、④できるだけ、改変地の周囲(できれば改変地の中)に好適環境を残すこと、等となる。タヌキは適応力の高い動物であり、かつ好奇心が強い動物である。いったん工事場所から逃避したとしても、元の場所に1週間程度で偵察に訪れるようになるため、好適な環境さえ残っていれば、彼らの将来的な回帰を保証できる。同様な配慮が、野生動物各種について行われれば、哺乳動物相に対する改変による影響を最小限に止めることができると思われる。

謝 辞

本研究は、一貫して、河川生態学術研究会北川グループのプロジェクトの下で実施されたものである。この研究を通してお世話になった北川グループ座長の小野勇一博士(当時、北九州市立いのちのたび博物館館長)、杉尾哲博士(当時、宮崎大学工学部教授)、及びMTSの開発を開始した島谷幸宏教授(九州大学大学院工学研究院)、吉富崇晴・久木田重蔵氏(NTT-AT)に心よりお礼申し上げます。また、本研究の現地調査やデータ解析は、宮崎大学教育文化学部学生諸氏及び独立行政法人土木研究所水環境研究グループの研究者の方々に支えられて可能となったものである。この場をお借りしてお礼申し上げます。最後に、本研究の動物捕獲では、北川町在住の横山光男氏に大変お世話になった。氏は研究の途中、病気のため逝去された。感謝の意と共に、謹んで哀悼の意を申し上げます。

引用文献

- 傳田正利, 島谷幸宏, 岩本俊孝, 吉富崇晴, 久木田重蔵 (2001) 野生生物調査のためのマルチテレメトリシステムの開発と応用. 日本生態学会誌 51 : 215-222.
- Ikeda, H. (1982) Socio-ecological study on the raccoon dog, *Nyctereutes procyonoides viverrinus*, with reference to the habitat utilization pattern. Doctoral Thesis. Kyushu University. pp.1-76.
- Ikeda, H., Eguchi, K. and Ono, Y. (1979) Home range utilization of a raccoon dog, *Nyctereutes procyonoides viverrinus*, TEMMINCK, in a small islet in western Kyushu, Japan. Japanese Journal of Ecology 29 : 35-48.
- 池田啓, 小野勇一 (1980) キツネ・タヌキ・アナグマの分布. 第2回自然環境保全基礎調査動物分布調査の報告書(哺乳類)全国版, pp.121-158, (財)日本野生生物研究センター, 東京.
- 池田啓 (1987) タヌキが街にやってきた. 自然保護 305 : 8.
- Ivlev, V.S. (1955) Experimental Ecology of the Feeding of Fishes. Yale Univ. Press.
- 岩本俊孝, 竹下毅, 島谷幸宏, 傳田正利, 吉富崇晴, 久木田重蔵, 中村修, 那須哲夫, 中園敏之 (2002) マルチテレメトリシステムの方探精度と哺乳類の生態調査における実用性の評価. 日本生態学会誌 52 : 265-271.
- 岩本俊孝, 傳田正利, 三輪準二 (2010) 工事による騒音・振動が哺乳類の行動に与える影響について. 河川 772 (2010. 11) : 33-39.
- 環境庁企画調整局 (1999) 自然環境のアセスメント技術(I) -生態系・自然とのふれあい分野のスコアリングの進め方. 環境庁環境影響評価技術検討会中間報告書, pp.1-358, 東京.
- Kauhara, K., Kaunisto, M. and Helle, E. (1993) Diet of the raccoon dog, *Nyctereutes procyonoides*, in Finland. Z. Säugetierkunde 58 : 129-136.
- 金城芳典, 落合啓二, 浅田正彦, 松本宗之 (2000) 千葉市の都市公園におけるタヌキの生息地利用. 千葉市中央博自然誌研究報告 6(1) : 77-86.
- 松永忠久, 宮川健, 遠藤和志, 檜枝俊輔 (2006) 建設事業による希少猛禽類への騒音影響予測システム(国総研版騒音・振動シミュレーター)の開発. こうえいフォーラム, 第14号 : 51-57.
- 奥田重俊 (1988) 河川の自然保護. 自然保護ハンドブック(沼田眞編), pp.502-515, 朝倉書店, 東京.
- Sasaki, H. and Kawabata, M. (1994) Food habits of the Raccoon dog *Nyctereutes procyonoides viverrinus* in a mountain area of Japan. Journal of Mammalogical Society of Japan 19 : 1-8.
- 田頭直樹, 佐伯緑, 園田陽一, 千田庸哉, 松江正彦 (2010) 栃木県北部におけるホンダタヌキの生息適地予測とダム建設の影響評価. 応用生態工学 13(1) : 49-60.
- 山本祐治 (1993) 川崎市におけるホンダタヌキ *Nyctereutes procyonoides viverrinus* の行動圏と日周期活動. 川崎市青少年科学館紀要 4 : 7-12.
- 山本祐治, 寺尾晃二, 堀口忠恭, 森田美由紀, 谷地森秀二 (1994) 長野県入笠山におけるホンダタヌキの行動圏と分散. 自然環境と科学研究 7 : 53-61.

(2011年9月30日受理)