

食肉目の糞分析法の検討—簡易面積法の提唱—

信ヶ原佐保¹, 金子 弥生¹, 高槻 成紀²

¹東京農工大学農学部食肉目動物保護学研究室

²麻布大学いのちの博物館

摘 要

日本の食肉目の食性の組成評価法としてはポイント枠法が用いられることが多いが、この方法は時間を要し、分析対象によっては光学顕微鏡が必要なため、改良するのが望ましい。そこで「簡易面積法」を考案し、テン（ホンドテン）*Martes melampus* の糞内容物を、ポイント枠法と簡易面積法で分析し、内容物の占有率（百分率組成）と所要時間を比較した。簡易面積法では内容物を広げて主に肉眼により、一部実体顕微鏡で補完して、各食物カテゴリーの面積を4段階の「占有率スコア」で評価する。占有率スコアは0.1 : <1%, 1 : 1 ~ 10%, 2 : 10 ~ 50%, 5 : >50%とする。このスコアを合計し、各食物カテゴリーの占有率（百分率組成）を得てポイント枠法の結果と比較したところ、占有率の大きい内容物はポイント枠法の結果に近い値となり、組成は75%以上の類似度を示した。しかも所要時間は1サンプルあたり5分程度であり、ポイント枠法で要する20~30分の13~15%に過ぎなかった。これらを総合すると食肉目の糞分析で大量のサンプルが得られた場合、主要内容物の占有率を知るには簡易面積法が有効であることがわかった。

はじめに

哺乳類の食性は生態学的な情報を得るために重要な情報であり、古くから解明努力が行われてきた。日本でも同様であるが、食肉目については分析例が乏しく（高槻ほか2023）、日本列島の生態系の多様性を考えれば、今後多くの分析が行われることが期待される。食肉目の食性分析例が乏しい背景は多様であろうが、分析法が煩雑あるいは時間がかかることもその一因であろう。

食性分析の方法には大きく分けて動物が食べる食物の

定性的リスト、出現頻度法（以下「頻度法」）、食物の組成を量的に評価するもの（以下「組成評価法」）などがある（Ewer 1973）。定性的リストはその動物の食性の基本情報として重要ではあるが、量的なことはわからない。頻度法は数字で表現するという意味では一種の定量的評価といえるものの、組成評価法とは基本的に違う。というのは、頻度法では占有率（各食物カテゴリーが組成全体に占める百分率組成）は問題にせず、胃内容物や糞サンプルへの出現の有無を取り上げるだけだからである（Carss and Parkinson 1996 ; Klare et al. 2011 ; 高槻2011）。例えば、タヌキ *Nyctereutes procyonoides* の場合、食物カテゴリーのうち、哺乳類は一部のサンプルでは占有率が大きい、低頻度であるため、全体占有率が小さいのに対して、葉は高頻度であるがサンプルごとの占有率も全体占有率も小さいことが多い（高槻・釣谷2021 ; Takatsuki and Kobayashi 2023 など）。このように出現頻度と占有率は全く異質なものであり、胃内容物や糞内容物における組成の多寡は組成評価法でなければ表現できない。

組成評価法は大きく直接目撃法と食物内容物分析法に分けられる。目撃法は動物を観察してその食物を量的に評価するもので、観察のしやすさが前提条件であるため、昼行性である霊長類ではよく用いられているが（例えばTsuji 2010）、夜行性の種には適用が困難である（ただしムササビ *Petaurista leucogenys* で Kawamichi 1997）。食物内容物の組成評価法は胃内容物や糞内容物の組成を評価する方法で、評価の仕方には重量、容積、面積などがある。

以上をまとめると次のようになる。

- A1 定性評価
- A2 頻度
- A3 組成評価

- B1 目撃による組成評価
- B2 内容物による組成評価

- C1 胃内容物（重量，容積，面積）

- C2 糞内容物（面積）

本論文ではホンドテン (*Martes melampus melampus*, 以下テン) の糞を取り上げる。一般に糞内容は食物項目によって消化率が違うため、糞組成は食物の組成そのものではない。それでもなお直接観察ができる動物が限定的であること、胃内容物の確保は侵襲的であるという制約を考えれば、サンプルが確保しやすい糞分析の有効性は大きい。重要なのはそのような制約を踏まえた上で糞組成を読み取ることである。

実際に分析法を採用する上では、方法の原理と運用上の問題点を区別して考える必要がある。原理については上述の通り、頻度法と組成評価法は根本的に違う。運用上では以下のような問題がある。重量や容積による評価は内容物の抽出作業に時間がかかり、サンプルが多い場合はなおさらである。この点はポイント枠法を採用すれば問題は小さくなる。ポイント枠法は胃内容物や糞内容物を広げて各食物カテゴリーが占有する面積を評価するために、格子の交点（ポイント）の数で面積を反映させる方法である (Chamrad and Box 1964; 高槻 2011, 2013; 高槻・立脇 2012)。しかし、重量評価や容量評価ほどではないとはいえ、ポイント法も時間を要することは否定できず、方法を改善するのが望ましい。

このような事情から、本論文はテンの糞内容物をポイント枠法よりも簡易な組成評価法の一つとして考案した「簡易面積法」の実用性を検討することを目的とした。

方 法

分析方法を検討する上で、これまで採用された方法を通覧しておくことが望ましいと考え、1990年以降の日本の中型食肉目4種（タヌキ、キツネ、テン [ツシマテン *Martes melampus tsuensis* を含む]、イタチ [ニホンイタチ] *Mustela itatsi*) の食性分析の論文を通覧してどのような方法が採用されているかをみた。

本分析で対象としたテンは、中型食肉目のうち、やや小型種である（体重1～1.5 kg。阿部ほか 2008; Ohdachi et al. 2015）。東京都日の出町大久野およびあきる野市の盆堀で、2021～2022年に沢沿いの斜面に通じる林道を歩いて発見したテンの糞を採取した。持ち帰った糞は冷凍庫でマイナス20°Cで保管し、分析するときに0.5 mm間隔のフルイで水洗してフルイに残った内容物をポイント枠法と簡易面積法で分析した。

食物カテゴリーはできるだけ詳細に類型した上で、以下の10項目にまとめた。

果実、種子、葉、繊維、不明植物、昆虫類、鳥類、哺乳類、人工物、その他

糞試料から春（3, 4月）、夏（7, 8月）、秋（9, 10月）、冬（12, 1月）の各季節10個の試料を取り出して分析した。

ポイント枠法では、1 mm間隔の格子つきのスライドグラス（松浪硝子工業 界線スライドグラス 格子線 枠付水縁磨 S6300）に糞内容物を広げ、光学顕微鏡で検鏡し、カテゴリーごとに覆った格子の交点数を数えて集計し、占有率（百分率組成）を算出した。種子など厚みがある内容物はカバーグラスで覆えないので、スライドグラスに載せた段階で覆った格子数をカウントしてから取り出し、そのカウント数を上記の集計と合わせた上で集計し直した。

簡易面積法では糞内容物をシャーレに広げ、肉眼により内容物を識別し、必要に応じて実体顕微鏡を補助的に用いた。各食物がシャーレ上で占める面積を、植物生態学で被度を推定するのに用いる段階を参考にして、以下の4段階に評価し、これを「占有率スコア」と呼ぶことにする。

- 0.1: その食物カテゴリーはあるが、微量（1%未満）である。
- 1: その食物カテゴリーが面積で10%以下である。
- 2: その食物カテゴリーが面積で10%以上、50%以下である。
- 5: その食物カテゴリーが面積で50%以上を占める。

この数字は占有面積の合計が10になることを想定しており、仮にA, B, C, D, Eの5つの食物カテゴリーの占有率スコアがそれぞれ5, 2, 1, 1, 0.1であれば合計値は9.1となる。これをもとに食物カテゴリーごとに占有率（百分率組成）を求める。上記の例では占有率スコアが5のAの占有率は $5/9.1 \times 100 = 54.9\%$ となる。

またポイント枠法と簡易面積法の占有率からWhittaker (1952) の百分率類似度 (PS: Percent Similarity) を求めた。これは0%から100%までの値をとり、まったく共通していなければ0%、組成が完全に一致すれば100%となる。

ポイント枠法により食物（この場合は糞内容物）の占有率がわかるが、占有率だけの表現には不十分さがあり、例えば同じ占有率でも出現頻度が違うことがある。この点を克服する表現法は占有率と出現頻度とを組み合わせ

た占有率-順位曲線（高槻ほか 2018b）である。この曲線はある食物の試料ごとの占有率を大きい値から小さい値に並べたものである。そして、その形から例えば平均占有率が中程度でも、多くの資料の占有率が中程度である場合と一部の試料の占有率は大きく残りは小さい場合とを区別でき、その意味を考察できる。そこで簡易面積法についてもこの表現法を採用し、ポイント枠法の占有率-順位曲線と比較する。

ポイント枠法と簡易面積法の所要時間を比較するため、1 試料の分析開始時から終了時までの時間を測定した。2つの方法による所要時間は季節ごとにマン・ホイットニー検定で比較した ($\alpha=0.05$)。

結果と考察

1. 既存研究に採用された分析法の傾向

1990 年以降の 4 種の中型食肉目の既往研究を通覧することにより、2010 年までは頻度法が主体であったが、2011 年以降はポイント枠法が増えてきたことがわかった (表 1)。しかし頻度法も依然として多く、この背景としては、頻度法は上記のような問題はあるものの、出現の有無だけを調べればよいという利点があるためと思われる。また重量法・容積法は少なく、これらも手間をとり、時間がかかるため敬遠されがちなためだと考えられる。

2. 占有率の比較

簡易面積法による占有率スコアの合計値の季節ごとの平均は、春、夏、秋、冬の順に 8.4, 6.4, 7.7, 8.0 であった。これに基づく占有率 (百分率組成) は、占有率が 20%以上であった主要カテゴリーではポイント枠法と簡易面積法でよい一致を見せた (図 1)。ただし、占有率が小さかった食物カテゴリーについては違いが認められた。種子と葉は簡易面積法で多く評価され、繊維が少なく評価された (ただし夏には違いがなかった)。

これをもとに双方の方法による組成の類似を Whittaker の百分率類似度 (PS) で求めると、春が 76.5%, 夏が 84.4%, 秋が 86.7%, 冬が 83.6% であった。

3. 占有率-順位曲線の比較

食物カテゴリーのうち平均占有率が 10%以上、または頻度が 25%以上であったものについて占有率-順位曲線 (高槻ほか 2018b) を描いた (図 2)。これによると、果実はポイント枠法でも簡易面積法でも最大値からはほぼ直線的に減少して高頻度であった。これはほとんどのテンが果実を食べることができ、果実が重要な食物であることを示す。昆虫類は、最大値は大きく、急激に減少してやや L 字型となった。これは一部のテンが多く摂取したが、多くのテンは少量しか食べなかったことを意味する。種子はポイント枠法では最大値が 70%で半数のサンプルに含まれていたが、簡易面積法では最大値が

表 1. 中小型食肉目の食性論文の採用手法の 1990 年以降の論文数の推移。数字は論文番号。テンはツシマテンを含む。

分析方法	動物種	年代					
		1990 ~ 2000	2001 ~ 2005	2006 ~ 2010	2011 ~ 2015	2016 ~ 2020	2021 ~
頻度法	キツネ	17, 43	11, 41	24			
	タヌキ	27, 43	14, 39	26		3, 5	15
	テン	16, 17, 38, 43	4, 21, 41	24	40	1, 2	
頻度法, 重量法	キツネ						22
	テン	42				10	22
頻度法, 重量法 / 容積法	イタチ	7	28	12	13, 23, 29		
	タヌキ	44		18		25	8
ポイント枠法	タヌキ			9		30, 33, 37	6, 8, 31, 34, 36
	テン				45	33	
頻度法, ポイント枠法	タヌキ					32	6, 35, 45
	テン					19	20, 45

1. 足立ほか (2016a), 2. 足立ほか (2016b), 3. Akihito et al. (2016), 4. 荒井ほか (2003), 5. Enomoto et al. (2018), 6. 榎本ほか (2022), 7. 藤井ほか (1998), 8. Hasegawa et al. (2021), 9. Hirasawa et al. (2006), 10. Hisano et al. (2017), 11. 金子ほか (2001), 12. Kaneko et al. (2009), 13. Kaneko et al. (2013), 14. 糟谷 (2001), 15. 熊谷・斎藤 (2022), 16. 楠井・楠井 (1995), 17. 桑原・足利 (1997), 18. Matsuo and Ochiai (2009), 19. 箕輪ほか (2017), 20. 宗兼ほか (2021), 21. 中村ほか (2001), 22. Nakane et al. (2022), 23. Okawara et al. (2014), 24. 奥村・北原 (2006), 25. Osaki et al. (2019), 26. 酒向ほか (2008), 27. Sasaki and Kawabata (1994), 28. 関口ほか (2002), 29. 須田ほか (2014), 30. 高槻 (2017), 31. Takatsuki et al. (2021), 32. 高槻ほか (2018a), 33. Takatsuki et al. (2018), 34. Takatsuki and Kobayashi (2023), 35. 高槻・釣谷 (2021), 36. 高槻・谷地森 (2021), 37. 高槻ほか (2020), 38. Tatara and Doi (1994), 39. 手塚・遠藤 (2005), 40. Tsuji et al. (2014), 41. 上馬ほか (2005), 42. 山岸 (1990), 43. 山本 (1994), 44. 山本・木下 (1994), 45. Yasumoto and Takatsuki (2015)

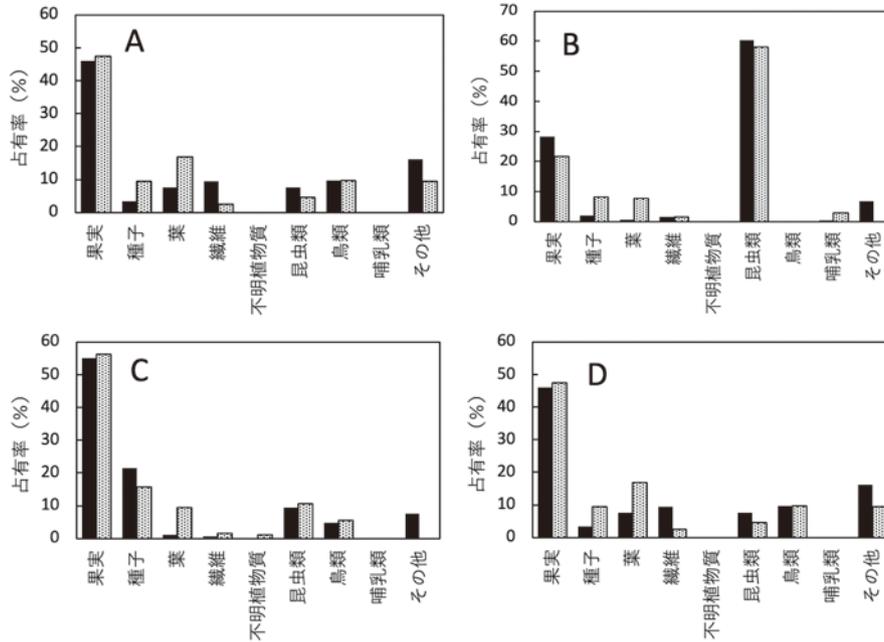


図1. ポイント拵法（黒）と簡易面積法（灰色）による占有率（％）. A：春，B：夏，C：秋，D：冬. Bだけは縦軸の値が違う．

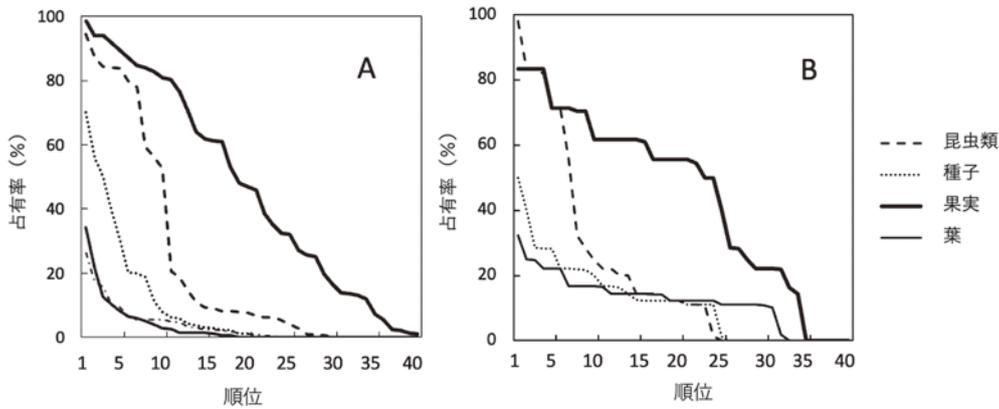


図2. ポイント拵法（A）と簡易面積法（B）の主要食物カテゴリーの占有率－順位曲線．

50%で徐々に減少した。葉もポイント拵法では頻度は50%であったが、簡易面積法では徐々に減少し、高頻度であった。繊維はポイント拵法では低率・中頻度であったが、簡易面積法では平均占有率が0.3%に過ぎず、図示しなかった。

このように占有率－順位曲線は、一部の低率な食物では方法により多少の違いがあったが、主要な食物については、どちらの方法でもほぼ同じパターンが示された。

4. 分析所要時間の比較

1 試料の分析に要した平均時間は、ポイント拵法は春が32分06秒，夏が35分12秒，秋が24分11秒，冬が

28分38秒であった，一方，簡易面積法による所要時間は春が4分46秒，夏が4分30秒，秋が3分29秒，冬が3分58秒とどの季節でも5分以内であり，簡易面積法の方がポイント拵法の13～15%とはるかに短時間で行えることがわかった。いずれの季節でも有意差があった（マン・ホイットニー検定，春： $U=0, Z=3.78, P<0.01$ ，夏： $U=0, Z=3.78, P<0.01$ ，秋： $U=0, Z=3.79, P<0.01$ ，冬： $U=0, Z=3.78, P<0.01$ ）。

5. 簡易面積法と同様の試み

簡易面積法は筆者ら独自のアイデアであるが，同じ発想のものはこれまでもある。古く古屋ほか（1979）の

イタチの食性に関する論文では、「方法」には「乾燥重量を測定した」とあるが、データとしては出現頻度と「量的指標」を用いており、その指標は容積を簡易に4段階に分けて、スコアを4 (>70%), 3 (30~70%), 2 (10~30%), 1 (<10%)としている。そして指数を用いた理由に重量法、容積法は時間がかかりすぎるからだとしている。また八神・水野 (1986) はキツネの食性分析論文で容積を3段階 (ほとんど, 少量, その中間) に分けて評価した。松山ほか (2006) はタヌキの食性論文の中で、量が容積か面積か明記していないが、<10%, 10~50%, >50%の3段階に分けて、数字化はしないで「多い, 少ない」など質的な読み取りをしている。これらから簡易面積法の必要性を感じていることが読み取れるが、定性的な読み取りをするにとどまっていた。この中で山本・木下 (1994) は容積について量指数を提案し、5段階に分けてそれぞれの指数に具体的な百分率値を与えた。これは簡易面積法と似ているが、計算の仕方から合計値は86.1%となっている。これに対して簡易面積法は占有率スコアを合計した上で百分率組成を出す点が違う。

6. 簡易面積法の評価と実用性

ポイント 枠法と簡易面積法の特徴を表2に比較した。いずれの方法も糞内容物を面積で評価する点では共通であり、原理的には整合性がある。所要時間は簡易面積法がポイント 枠法の6分の1程度であり、利点がある。占有率評価では、占有率の大きい内容物ではポイント法による占有率と近い値をとったが、占有率が小さい内容物では違いがあった。そして両者の類似度は75%以上であった。

以下に簡易面積法を利用する上での具体的な留意点などをまとめておきたい。

簡易面積法で占有率スコア5というのは面積50%以上であるから大きな幅がある。このため面積が50%程度であれば占有率と近いが、面積が80%など大きい場合は占有率スコアが過小評価になり、合計値が7, 8にしかならなかった。これについては改良の余地があるだろう。そのような精度の問題はあったものの、ポイント 枠法との百分率類似度は75%以上と高かった。

表2. ポイント 枠法と簡易面積法の特徴の比較

	ポイント 枠法	簡易面積法
所要時間	20~30分	5分以内
組成評価の原理	内容物の占有面積を反映	
占有率の大きい内容物の占有率	よく一致	
占有率の小さい内容物の占有率	不一致あり	

簡易面積法では肉眼的に見て評価し、肉眼的にわかりにくいものを実体顕微鏡で補足したため、微細なもの見逃しがあり、繊維などはポイント 枠法よりも少なく評価された。しかし占有率が大きい食物カテゴリーの見落としではなく、調査目的が主要食物の量的組成であれば有効な方法であろう。

今回の検討により、簡易面積法は、ある動物の食性について、場所や季節を代表する食性を量的に表現するという意味では十分に実用性があることがわかった。ことにサンプルが大量にある場合は、所要時間の短縮は大きな利点であり、サンプル数が多い場合は簡易面積法を、サンプル数が10未満など少ない場合であればポイント 枠法を採用するのがよいであろう。

本稿では中型食肉目について検討したが、簡易面積法はいうまでもなく大型のクマ類や霊長類についても採用は可能である。多様な日本列島の生態系に生息する哺乳類の食性解明は重要な課題であるにもかかわらず特に食肉目では研究例が乏しく、しかもこれまでは頻度法によるものが多かった。その理由の一つに方法上の制約があったが、簡易面積法はこの制約を打開する可能性がある。

糞分析法はあくまで糞の組成解明の方法であり、食物組成の解明のためには消化実験を含め、実証的な研究により糞分析法の限界が打開されることも期待したい (Reynolds and Aebisher 1991 ; Ciucci et al. 1996)。

謝 辞

合同会社東京野生生物研究所の神田剛様には、東京都西部におけるテンについて詳細な情報を提供していただきました。また、本研究室の Xu Jun 氏、高田雄介氏には野外調査の支援をいただきました。University of Oxford の Chris Newman 博士には英語のアドバイスをいただきました。

引 用 文 献

- 阿部 永・石井信夫・伊藤徹魯・金子之史・前田喜四雄・三浦慎悟・米田政明. 2008. 日本の哺乳類 改定2版 (阿部 永, 監修; 自然環境研究センター, 編集制作). 東海大学出版会, 秦野, 206 pp.
- 足立高行・桑原佳子・高槻成紀. 2016a. 福岡県朝倉市北部のテンの食性—シカの増加に着目した長期分析—. 保全生態学研究 21: 203-217.
- 足立高行・植原 彰・桑原佳子・高槻成紀. 2016b. 山梨県乙女高原のテンの食性の季節変化. 哺乳類科学 56: 17-25.

- Akihito, Sako, T., Teduka, M. and Kawada, S. 2016. Long-term trends in food habits of the raccoon dog, *Nyctereutes viverrinus*, in the Imperial Palace, Tokyo. *Bulletin of National Museum, Natural Science, Series A (Zoology)* 42: 143–161.
- 荒井秋晴・足立高行・桑原佳子・吉田希代子. 2003. 久住高原におけるテン *Martes melampus* の食性. *哺乳類科学* 43: 19–28.
- Carss, D. N. and Parkinson, S. G. 1996. Errors associated with otter *Lutra lutra* faecal analysis. I. Assessing general diet from spraints. *Journal of Zoology* 238: 301–317.
- Chamrad, A. D. and Box, T. W. 1964. A point frame for sampling rumen contents. *The Journal of Wildlife Management* 28: 473–477.
- Ciucci, P., Boitani, L., Pelliccioni, E. R., Rocco, M. and Guy, I. 1996. A comparison of scat-analysis methods to assess the diet of the wolf *Canis lupus*. *Wildlife Biology* 2: 37–48.
- Enomoto, T., Saito, M. U., Yoshikawa, M. and Kaneko, Y. 2018. Winter diet of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in urban parks, central Tokyo. *Mammal Study* 43: 275–280.
- 榎本孝晃・鈴木美緒・本田鈴香・渡邊和真・相川詠紀・中根あすみ・斎藤昌幸. 2022. 北海道奥尻島における国内外来種エゾタヌキの初秋の食性. *自然環境科学研究* 35: 19–22.
- Ewer, R. F. 1973. *The Carnivores*. Cornell University Press, New York, 544 pp.
- 藤井 猛・丸山直樹・神崎伸夫. 1998. 多摩川中流域河川敷におけるニホンイタチの食性の季節的变化. *哺乳類科学* 38: 1–8.
- 古屋義男・岸田留美・瀬尾啓子・野口和美・山崎真佐子. 1979. 高知県西熊浜谷におけるイタチの食性の季節变化. *哺乳動物学雑誌* 8: 1–11.
- Hasegawa, A., Goto, Y. and Yamazaki, K. 2021. Are there sexual differences in the autumn food habits of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in suburban area? *Mammal Study* 47: 39–45.
- Hirasawa, M., Kanda, E. and Takatsuki, S. 2006. Seasonal food habits of the raccoon dog at a western suburb of Tokyo. *Mammal Study* 31: 9–14.
- Hisano, M., Hoshino, L., Kamada, S., Masuda, R., Newman, C. and Kaneko, Y. 2017. A comparison of visual and genetic techniques for identifying Japanese marten scats-enabling diet examination in relation to seasonal food availability in a sub-alpine area of Japan. *Zoological Science* 34: 137–146.
- 金子弥生・日置佳之・飯塚康雄・藤原宣夫. 2001. 哺乳類のハビタットネットワーク—食性からみたキツネのハビタットとしての水戸地域. *土木技術資料* 43: 38–43.
- Kaneko, Y., Shibuya, M., Yamaguchi, N., Fujii, T., Okumura, T., Matsubayashi, K. and Hioki, Y. 2009. Diet of Japanese weasels (*Mustela itatsi*) in a sub-urban landscape: implications for year-round persistence of local populations. *Mammal Study* 34: 97–105.
- Kaneko, Y., Yamazaki, K., Watanabe, S., Kanesawa, A. and Sasaki, H. 2013. Notes on stomach contents of Japanese weasels (*Mustela itatsi*) in Ibaraki, Japan. *Mammal Study* 38: 281–285.
- 糟谷大河. 2001. 埼玉県北足立郡伊奈町におけるホンダヌキの食性. *自然環境科学研究* 14: 111–118.
- Kawamichi, T. 1997. Seasonal changes in the diet of Japanese giant flying squirrels in relation to reproduction. *Journal of Mammalogy* 78: 204–212.
- Klare, U., Kamler, J. F. and Macdonald, D. W. 2011. A comparison and critique of different scat-analysis methods for determining carnivore diet: Comparison of scat-analysis methods. *Mammal Review* 41: 294–312.
- 熊谷南望・斎藤昌幸. 2022. 山形県庄内地方の冷温帯林におけるタヌキの食性の季節変化. *東北森林科学会誌* 27: 1–10.
- 楠井晴雄・楠井陽子. 1995. 大和葛城山におけるホンダヌキの食性. *紀伊半島の野生動物* 3: 15–21.
- 桑原一司・足利和英. 1997. 広島県芸北町に生息する哺乳類の糞に関する調査. *高原の自然史* 2: 101–137.
- Matsuo, R. and Ochiai, K. 2009. Dietary overlap among two introduced and one native sympatric carnivore species, the raccoon, the masked palm civet, and the raccoon dog, in Chiba Prefecture, Japan. *Mammal Study* 34: 187–194.
- 松山淳子・畑 邦彦・曾根晃一. 2006. 鹿児島県におけるホンダヌキの食性. *鹿児島大学農学部演習林研究報告* 34: 75–80.
- 箕輪篤志・下岡ゆき子・高槻成紀. 2017. 山梨県東部のテンの食性の季節変化と占有率—順位曲線による表現の試み. *哺乳類科学* 57: 1–8.
- 宗兼明香・南 正人・高槻成紀. 2021. 長野県東部の山地帯のカラマツ林のテンの食性. *哺乳類科学* 61: 39–47.
- 中村俊彦・神崎伸夫・丸山直樹. 2001. 東京都日の出町, あきる野市におけるニホンテンの食性の季節変化. *野生生物保護* 6: 15–24.
- Nakane, A., Enomoto, T. and Saito, M. U. 2022. Utilization of cultivated fruits by Japanese martens and red foxes in a snowy environment: a comparison of feeding habits between rural and forest landscapes. *Journal of Vertebrate Biology* 71: 22028.
- Ohdachi, S. D., Ishibashi, Y., Iwasa, M. A., Fukui, D. and Saitoh, T. 2015. *The Wild Mammals of Japan*, Second edition. Shoukado Book Sellers and the Mammalogical Society of Japan, Kyoto, 506 pp.
- Okawara, Y., Sekiguchi, T., Ikeda, A., Miura, S., Sasaki, H., Fujii, T. and Kaneko, Y. 2014. Food habits of the urban Japanese weasels *Mustela itatsi* revealed by faecal DNA analysis. *Mammal Study* 39: 155–161.
- 奥村忠誠・北原正彦. 2006. 富士北麓に生息するニホンテンとキツネの食性とニホンテンの行動圏 (予報). *ワイルドライフ・フォーラム* 10: 99–100.
- Osaki, A., Sashika, M., Abe, G., Shinjo, K., Fujimoto, A., Nakai, M., Shimozuru, M. and Tsubota, T. 2019. Comparison of feeding habits and habitat use between invasive raccoons and native raccoon dogs in Hokkaido, Japan. *BMC Ecology* 19: 35.
- Reynolds, J. C. and Aebischer, N. J. 1991. Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the fox *Vulpes vulpes*. *Mammal Review* 21: 97–122.
- 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. *国立科学博物館研究報告 A 類 (動物学)* 34: 63–75.
- Sasaki, H. and Kawabata, M. 1994. Food habits of the raccoon dog

- Nyctereutes procyonoides viverrinus* in a mountainous area of Japan. *Journal of the Mammalogical Society of Japan* 19: 1-8.
- 関口恵史・小倉 剛・佐々木健志・永山泰彦・津波滉遵・川島由次. 2002. 座間味島におけるニホンイタチ (*Mustela itatsi*) の夏季および秋季の食性と在来種への影響. *哺乳類科学* 42: 153-160.
- 須田知樹・逸見紀章・管野 恵・鈴木 翔・小林 郁. 2014. 多摩川・荒川および両河川に挟まれた都市部におけるイタチの生息状況. *地球環境研究* 16: 37-43.
- 高槻成紀. 2011. ポイント枠法の評価: コメント. *哺乳類科学* 51: 297-303.
- 高槻成紀. 2013. ポイント枠法の再検討: シカ, タヌキ, ハクビシン, テン試料を用いて. *哺乳類科学* 53: 89-98.
- 高槻成紀. 2017. 東京西部にある津田塾大学小平キャンパスにすむタヌキの食性. *人と自然* 28: 1-9.
- Takatsuki, S., Inaba, M., Hashigoe, K. and Matsui, H. 2021. Opportunistic food habits of the raccoon dog—a case study on Suwazaki Peninsula, Shikoku, western Japan. *Mammal Study* 46: 25-32.
- 高槻成紀・岩田 翠・平泉秀樹・平吹喜彦. 2018a. 仙台の海岸に生息するタヌキの食性—東北地方太平洋沖地震・津波後に復帰し復興事業で生息地が改変された事例—. *保全生態学研究* 23: 155-165.
- Takatsuki, S. and Kobayashi, K. 2023. Seasonal changes in the diet of urban raccoon dogs in Saitama, eastern Japan. *Mammal Study* 48: 203-213.
- Takatsuki, S., Miyaoka, R. and Sugaya, K. 2018. A comparison of food habits between Japanese marten and raccoon dog in western Tokyo with reference to fruit use. *Zoological Science* 35: 68-74.
- 高槻成紀・高橋和弘・高田隼人・遠藤嘉甫・安本 唯・野々村遥・菅谷圭太・宮岡利佐子・箕輪篤志. 2018b. 動物の食物組成を読み取るための占有率—順位曲線の提案—集団の平均化による情報の消失を避ける工夫—. *哺乳類科学* 58: 49-62.
- 高槻成紀・田村典子・中下留美子. 2023. 第18章 群集の中の哺乳類. *日本の哺乳類学 百年のあゆみ* (日本哺乳類学会編), pp. 292-316. 文永堂出版, 東京.
- 高槻成紀・立脇隆文. 2012. 雑食性哺乳類の食性分析のためのポイント枠法の評価: 中型食肉目の事例. *哺乳類科学* 52: 167-177.
- 高槻成紀・釣谷洋輔. 2021. 明治神宮の杜のタヌキの食性. 鎮座百年記念第二次明治神宮境内総合調査報告書 第2報: 91-100.
- 高槻成紀・谷地森秀二. 2021. 高知県とその周辺のタヌキの食性—胃内容物分析—. *哺乳類科学* 61: 13-22.
- 高槻成紀・山崎 勇・白井聰一. 2020. 東京西部の裏高尾のタヌキの食性—人為的影響の少ない場所での事例—. *哺乳類科学* 60: 85-93.
- Tatara, M. and Doi, T. 1994. Comparative analyses on food habits of Japanese marten, Siberian weasel and leopard cat in the Tsushima islands, Japan. *Ecological Research* 9: 99-107.
- 手塚牧人・遠藤秀紀. 2005. 赤坂御用地に生息するタヌキのタメフン場利用と食性について. *国立科学博物館専報* 39: 35-46.
- Tsuji, Y. 2010. Regional, temporal, and interindividual variation in feeding ecology of Japanese macaques. In (N. Nakagawa, M. Nakamichi and H. Sugiura, eds.) *The Japanese Macaques*, pp. 99-127. Springer, Tokyo.
- Tsuji, Y., Yasumoto, Y. and Takatsuki, S. 2014. Multi-annual variation in the diet composition and frugivory of the Japanese marten (*Martes melampus*) in the western Tokyo, central Japan. *Acta Theriologica* 59: 479-483.
- 上馬康生・徳野 力・辻摩子望. 2005. 白山の登山道で採集した糞分析によるキツネ, テン, オコジョの食性. *石川県白山自然保護センター研究報告* 32: 31-36.
- Whittaker, R. H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs* 22: 1-44.
- 八神徳彦・水野昭憲. 1986. 加賀地方のキツネの食性. *石川県白山自然保護センター研究報告* 13: 31-36.
- 山岸 学. 1990. ホンドテンの食性の季節変化. *東京大学農学部演習林報告* 83: 9-18.
- 山本祐治. 1994. 長野県入笠山におけるテン, キツネ, アナグマ, タヌキの食性の比較分析. *自然環境科学研究* 7: 45-52.
- 山本祐治・木下あけみ. 1994. 川崎市におけるホンドタヌキの食物組成. *川崎市青少年科学館紀要* 5: 29-34.
- Yasumoto, Y. and Takatsuki, S. 2015. The Japanese marten favors *Actinidia arguta*, a forest edge liane as a directed seed disperser. *Zoological Science* 32: 255-259.

ABSTRACT

Proposal of the simplified area (SA) method for analyzing carnivore fecal compositionSaho Shigahara¹, Yayoi Kaneko¹ and Seiki Takatsuki^{2,*}

¹ Carnivore Ecology and Conservation Research Group, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Saiwaicho 3-5-8, Fuchu-city, Tokyo 183-8509, Japan

² Life Museum of Azabu University, Azabu University, 1-17-71 Fuchinobe, Chuo-ku, Sagamihara-shi, Kanagawa 252-5201, Japan

*E-mail: takatuki@azabu-u.ac.jp

The point-frame method is commonly employed to assess the dietary composition of carnivorous mammals in Japan. However, due to its time-consuming nature and dependence on microscopy for specific animal targets, there is a need for improvement. In this study, we introduce a novel technique, the ‘Simplified Area (SA) Method,’ and compare its efficacy with the point-frame method in analyzing fecal samples from the Japanese marten (*Martes melampus*). Fecal samples were preserved at -20°C in a freezer. Subsequently, extracted food items were dispersed onto a Petri dish, and the coverage of each food category was visually estimated and assigned scores as follows: 5 = over 50%, 2 = 10–50%, 1 = 1–10%, $0.1 < 1\%$. These SA scores exhibited a high degree of similarity (Whittaker’s percentage similarity (PS) $> 75\%$) to the results obtained via the point-frame method. The key advantage of the SA method lies in its expedited processing time, requiring only approximately 5 minutes per sample, compared to the 20–30 minutes demanded by the point-frame method. Consequently, we advocate for the adoption of the SA method in carnivore fecal analysis, particularly for studies involving large sample sizes.

Key words: carnivore, food habits, point-frame method, simplified area method

受付日：2023年4月14日，受理日：2023年12月11日（責任編集者：斎藤昌幸）

著者：信ヶ原佐保・金子弥生，〒183-8509 東京都府中市幸町3丁目5-8 東京農工大学農学部食肉目動物保護学研究室

高槻成紀，〒252-0206 神奈川県相模原市中央区淵野辺1丁目17-71 麻布大学いのちの博物館 ✉takatuki@azabu-u.ac.jp