



ロードキルで生じた野生動物の死体を疫学研究に応用する

A mini-review on epidemiological applications used with road-killed wild animals

浅川満彦

Mitsuhiko ASAKAWA

酪農学園大学 獣医学群 獣医学類 感染・病理学分野 医動物学ユニット/
同大・野生動物医学センターWAMC
Division of Pathobiology (Parasitology and Zoology), Wild Animal Medical
Center (WAMC) / School of Veterinary Medicine, Rakuno Gakuen
University
〒069-8501 北海道江別市文京台緑町582番地
TEL: 011-388-4758 (医動物学研究室: ダイレクトイン)
TEL: 011-386-1111 (野生動物医学センターWAMC内線4090から4092)
FAX: 011-387-5890 (獣医学群事務室)
E-mail: askam@rakuno.ac.jp

1. はじめに

走行車両にぶつかる、あるいは轢かれるなど路上の事故で死亡する現象をロードキルと称されるが、これにより生ずる野生動物の死体は、2次的な交通事故の原因となる危険性があるため、速やかに路上から排除される。一方、著者のような感染症を専門とする者は、これら死体を何らかの病原体が詰まった「袋」と見なしている（たとえば、浅川, 2021a）。したがって、もし、作業される方への感染防止が完全で、死体が適切に保存・運搬された場合、これらは感染症の疫学研究の好適な材料となる場合が多い。

そこで、世界がCOVID-19に席卷された今、このような死体が、次の感染症を防ぐための資源であるという視点を持って頂くため本拙稿を用意した。実例としては、これまで、著者が運営する酪農学園大学野生動物医学センター（以下、WAMC）で経験し、本誌上でその一端を披歴したものに加え（浅川, 2009, 2010; 太田ら, 2021）、国内外におけるその他の先行・類似研究事例を紹介したい。

なお、本稿は、現在、東京大学出版会で企画された（塚田英晴・園田陽一 編著）『野生動物のロードキル（仮題）』のうち、著者が担当する章の内容を精査する目的で文献調査した内容も、一部、包含されるので、興味をお持ちの方は、そちらも参照して欲しい。

2. 変性した死体はどの程度使用に耐えられるのか

著者は感染症を専門とすると前述したが、もう少し詳しく紹介すると、野生動物の寄生虫病を研究テーマとしている。そして、ロードキル個体を研究材料とした刊行した論文は、1985年夏、マレーシアの一般道上で回収されたジャコウネコ類 *Viverra zibetha* であった。赤道直下に近い熱帯地帯の高温で腐敗し、腹部は腐敗により生じたガスで膨満状態であったが、この肺から新属となる寄生線虫類を発見、記載出来た（以上、Asakawa et al., 1986）。

これは、一般の方が、誰でも顔をしかめるような腐敗死体であっても、研究者にとっては宝の山であることを伝えるエピソードである。しかし、これは独り善がりの趣味学問ではなく、このような情報が蓄積され、ヒトや動物の寄生虫性呼吸器疾患の予防面でも重要な知見を提供するのである。

ところで、寄生虫含め多くの感染症の病原体が生き物であり（註：たとえば、ウイルスは生物学的に生き物とは定義されないなど）、宿主が死ねば、そのまま死んで腐っていく。もちろん、死体は路上でどんどん変性していくが（図-1）、病原体検査ではどの程度まで使用を許容するのであろうか。



図-1 WAMCへ搬入されたロードキルによるものとされたシカ。新鮮な死体（上）と（おそらく、肉食獣やカラス類などに摂食され）骨・皮のみとなった死体（下；2021年12月16日）

ロードキルに限らず、野外で見つかる野生動物の死体は、まず、高温時では腐敗（先程のジャコウネコ類のように）、低温時では凍結による変性が免れない（注：凍結は組織病理検査がほぼ不可）。たとえ、これを免れても他動物により餌資源として利用され、病原体検査で必要な内臓・消化管などを欠く場合もある（図-1下）。

Dierauf and Gulland (2001) は海獣類での死後経過別に検討可能な試料と死因解析との関係を4つのカテゴリーに分類した。ここでは、それを抜粋・改変・追記して、以下に列挙した。

- ① 食材として利用できる程 (edible) 新鮮な死体：組織病理含め生体とほぼ同程度の死因解析が可能で、もちろん、病原体検査にも適切。だが、現実的には少ない。

なお、本稿は死体がメインであったが、救護個体（生体）として運び込まれ、予後不良と判断されたり農業被害などを起こす危険性があるとされた場合などは安楽死される。このような死体は、もっとも上質な試料を提供

- ② やや (moderate) 変性：肉眼的な病理学的検査と一部の組織病理学的検査がある程度可能で、病原体検査もほぼ可能
- ③ かなり (advanced) 変性：ごく一部の肉眼的な病理学的検査は可能であるが、法獣医学的な対象となることが多い。詳細は浅川 (2021b) を参照。また、病原体試料もある程度得られるであろうが、死後変化による悪影響はほぼ不可避
- ④ 著しく (severe) 変性：結核菌のように骨に特徴的な病変形成を残す、あるいは、骨髄が存在する程度に新しい場合を除き（後述）、病原体の検査はほぼ不可能

後述するように、対象となる病原体によっても、また、手法によっても異なるであろうが、以上の区分けは陸棲の哺乳類や爬虫類・鳥類の死体搬入時の目安になる。

3. 結局は個々研究者の要望に応じた対応

しかし、これはあくまでも、カウンターパートである研究者の標的がどこにあるかで異なる。したがって、もし、その研究者が切実に試料を集めたいと望むのなら、個々の死体を直接確認した方が、断然、望ましい。

この場合の病原体別とはウイルス、細菌、真菌、寄生虫などであるが、牛海綿状脳症BSEやシカ慢性消耗性疾患CWDの病原プリオン蛋白質、または、最近、一部感染症の病原体として認識されたアミロイド（糖蛋白）などは、ある程度古い骨であっても検査は可能である。また、寄生虫であっても外骨格が残っている場合は、形態学的な検査を許容することもあるし、図-1下のような状態では、肉食獣やカラス類などにより激しく摂食され、筋肉はおろか体幹部の内臓・消化管まで消失した状態ではあっても、頭部はかろうじて形状を留めており、脳からの採材が可能な場合もあろう。

解析方法にしても、これまで病原体を形態あるいは分子生物学的な直接的な手法を述べたが、狙いとなる病原体が当該宿主に感染した経歴を証明する間接的な手法も

ある。この場合、骨髄含む血液や眼房水などに含まれる抗体や特徴的な病変などから探るのである。繰り返すが、研究者によって事情は異なるのである。

4. 国内外における研究事例

ロードキルで得られる轢死体を感染症の疫学調査・研究に活用した事例は、学術捕獲などにより集める材料に比べると、次のように、どうしても、場当たりの印象がある。すなわち、轢死体は、前述したように質の問題もある上、いつ運ばれてくるのかの予想が出来ないという受け入れ体制の問題がある。しかし、これは研究者あるいはその研究者が所属する機関の問題あり、努力を望みたい。一方、体系的な疫学では学術捕獲という手段もあるが、まず、申請が煩雑である。首尾良く許可をされても、実際の作業では、捕獲技術・労力自体が実施不可能であったり、対象種が希少であれば保全、捕殺・安楽死が伴うなら動物福祉といった面などで悩まされるなどが想定される。

こういった面を避け、欧米における最新論文では、ロードキル個体を積極的に活用する事例が増えたように感じる。たとえば、ナミハリネズミ、ヨーロッパオオヤマネコ、アルマジロ類などを対象にした細菌や真菌の保有状況が相次いで公表されたが (Majerová et al., 2020; Nájera et al., 2021; Navas-Suárez et al., 2021)、いずれも現地における公衆衛生の向上や家畜の疾病管理などの面で貢献している。

また、著者自身のエピソードを披歴したように、内部寄生虫では有益な材料となることはご理解頂けたであろうが、ダニ類のような外部寄生虫に関しても注目されている。実際、瀬戸ら (2020) のようなマダニ類の保有状況を緊急調査した論文があるが、これは、確実にSFTSのようなマダニ媒介性ウイルス性疾患がクローズアップされたことが追い風となっている。研究者が背負わなければならない厄介な問題が無い交通事故の死体は、今後の疫学面でますます利用されることになろう。

5. おわりに

最後に、いくつか注意事項を述べて、かつ、お願いをして本稿を閉じる。

路上にある死体は、一般に、ロードキルとして見なさ

れることが多いので、著者が死体を頂く際、その死因解析を依頼されることはあまりなかった。しかし、路上にある死体が須らく交通事故で死んだとの思い込みは危険である (太田ら, 2021; 浅川, 2021bなど)。可能な限り、獣医病理学あるいは法獣医学的な解析で結論を下し、死因を明確にすることが望ましい。

また、既に何度か述べたが、野生動物の死体は病原体の「袋」と比喩される危険物でもある。そのようなことから、その扱いはWAMCのような独立建屋で行い、剖検・サンプリング作業をする学生・院生・教員の感染事故を回避している。

このような個体をジビエや装飾用剥製などに供するのは望ましくはないのは、当然である。一方、感染症の知識が十分ではない一部動物愛好家・研究者が、こういった死体を拾ってきて、不適切な場所で剥製や骨標本作製することがあるという。自然史や環境面での教育・啓発効果はあるかもしれないが、バイオリスク上、非常に危険な行為でもある。今後、関係者が集まり、論議が必要になろう。当面は、ロードキルに関わる皆さんが、このようなことを見聞きした場合、やんわりと注意されることをお願いしたい。

引用文献

- 1) 浅川満彦. 2009. 野生動物医学センターWAMCにおける野生動物交通事故死体などへの対応—施設概要と感染症対策の紹介. 第8回「野生生物と交通」研究発表会論文集: 19-23.
- 2) 浅川満彦. 2010. 野生中大型獣類3種の交通事故死体から感染するおそれのある病原体について (概要紹介). 第9回「野生生物と交通」研究発表会論文集: 5-9.
- 3) 浅川満彦. 2021a. 野生動物医学への挑戦—寄生虫・感染症・ワンヘルス, 東京大学出版会, 東京: 196 pp.
- 4) 浅川満彦, 2021b. 野生動物の法獣医学—もの言わぬ死体の叫び, 地人書館, 東京: 254 pp.
- 5) Asakawa, M., Ohbayashi, M. and Ow-Yang, C. K. 1986. Studies on the parasite fauna of Malaysia. I. A redescription of *Strongylus brauni* Linstow, 1897, and the establishment of a new genus, *Viverrostrongylus*. Jpn. J. Vet. Res., 34: 195-201.

- 6) Dierauf, L. A. and Gulland, F. M. D. (eds.) (2001) CRC Handbook of Marine Mammal Medicine, 2nd ed. CRC Press, USA: 1063 pp.
- 7) Majerová, K., Václav Hönig, V., Houda, M., Papežik, P., Fonville, M., Sprong, H., Rudenko, N., Golovchenko, M., Bolfíková, B. Č., Hulva, P., Růžek, D., Hofmannová, L., Votýpka, J. and Modrý, D. 2020. Hedgehogs, squirrels, and blackbirds as sentinel hosts for active surveillance of *Borrelia miyamotoi* and *Borrelia burgdorferi* complex in urban and rural environments. *Microorganisms* 2020, 8 (12), 1908;doi.org/10.3390/microorganisms8121908
- 8) Nájera, F., Grande-Gómez, R., Peña, J., Vázquez, A., Palacios, M. J., Rueda, C., Corona-Bravo, A. I., Zorrilla, I., Revuelta, L., Gil-Molino, M. and Jiménez, J. 2021. Disease surveillance during the reintroduction of the Iberian Lynx (*Lynx pardinus*) in Southwestern Spain. *Animals (Basel)* 19;11 (2) :547;doi: 10.3390/ani11020547.
- 9) Navas-Suárez, P. E., Sacristán, C., Díaz-Delgado, J., Yogui, D. R., Alves, M. H., Fuentes-Castillo, D., Ospina-Pinto, C., Zamana, R. R., Desbiez, A. L. J. and Catão-Dias, J. L. 2021. Pulmonary adiaspiromycosis in armadillos killed by motor vehicle collisions in Brazil. *Scientific Reports*, 11: 12442;doi: 10.1038/s41598-021-91343-8.
- 10) 太田素良・中本篤武・岡田東彦・吉野智生・浅川満彦. 2021. 道路から離れた場所の野生動物死体でも死因が交通事故と推定された事例—そこから提起される法獣医学的諸課題. 第20回「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, エコ・ネットワーク, 札幌: 25-28.
- 11) 瀬戸順次・東英生・田中静佳・小城伸晃・中村夢奈・池田辰也・水田克巳. 2020. 山形県内マダニのマダニ媒介感染症病原体調査. *日本獣医師会雑誌*, 73: 517-524.