

野生動物の生態に関する知識は野生動物由来感染症の対策に役立つ

飯島 勇人*

〔キーワード〕：ニホンジカ，人獣共通感染症，ワンヘルス，野生動物，マダニ

1. 新興感染症の影響と対策

COVID-19 (Millán-Oñate et al. 2020) に代表される新興感染症 (Cutler et al. 2010) は，人間社会に深刻な影響をもたらしてきた。感染症対策は，これまで主にヒトに対する医療が中心となって進められてきた。病原体を特定し，ワクチンなどを開発する医療は，ヒトに対する感染症のリスクを直接低減できる。そのため，感染症に関する研究も，ヒトや家畜などの経済的に重要な動物に集中する傾向がある (Daszak et al. 2007)。その一方で，このような医療は，ヒトに感染が広がった段階で実施されるため，莫大な予算と時間が必要となる。人類が未だ把握していない新興感染症が自然界に存在する可能性は十分にあり，全ての新興感染症に医療を適用する予算と時間が確保できる保証はない。また，新興感染症の 75% は人獣共通感染症であり (Taylor et al. 2001)，未知の病原体は主に野生動物に保有されている。そのため，医療による対策のみでは，新興感染症対策として十分とは言えない (岡部ほか 2020)。

このような認識が広がり，感染症対策としてヒトー動物ー環境という系全体を考慮した対策，ワンヘルスアプローチという考え方が提唱された (Feldmann 2011)。ワンヘルスアプローチには，病原体を保有する野生動物の個体数や行動に関する研究成果などを活用し，未知の感染症がヒト社会に侵入することを予防したり，野生動物からヒトへの感染リスクを低減する対策も含まれる。野生動物と近い空間をヒトが利用する際の感染リスク低減策を明らかにすることは，ヒトが里地で農業を営んだり，奥山で林業や有害鳥獣の捕獲，レジャーなどの活動を安全に行うために重要である。

2. 広がるニホンジカ

奥山や里地といった景観に応じて，様々な野生動物が分布している (Saito and Koike 2013)。野生動物は，古くからヒトと様々な関わりを持ってきた。近年，世界各地で様々な野生動物の個体数が増加，あるいは減少し，人間社会に様々な影響を与えている。日本の在来種であるニホンジカ (以下，シカ) は，かつては日本各地に分布していたが (Tsuji et al. 2010)，江戸時代における伐採度に伴う生息地の劣化や明治時代以降の乱獲によって，個体数は著しく減少した。そのため，狩猟禁止などの保護政策が長くとられてきた。その結果，シカの個体数は 1980 年代から増加し，2000 年代には増加したシカによる農林業被害や，生態系の改変などが深刻化した。このようなシカによる影響を低減するため，農学に含まれる研究分野において，シカの生態や影響が生じる過程に関する研究が数多く行われるようになった。このような研究成果に基づいたシカの個体数管理やシカによる被害管理が，日本各地で実施されている (飯島 2018)。

3. マダニ密度と野生動物の関係

シカには，マダニ類が寄生している (Yamauchi 2009)。人獣共通感染症の 22% は媒介生物が関与する感染症であり (Taylor et al. 2001)，媒介生物の中でもマダニ類は温帯において感染症の主要な媒介生物である (Lane 2009)。日本ではマダニ媒介感染症として，日本紅斑熱 (Mahara 1997)，重症熱性血小板減少症候群 (Severe fever with thrombocytopenia syndrome ; SFTS ; Yun et al. 2014) など様々な病気が知られている。そのため，シカが分布する場所で活動するヒトはマダニを介して感染症に罹患するリスクがある。マダニ媒介感染症の感染リスクを低減するためには，ワンヘルスアプローチに基づきマダニに刺咬されるリスクが高い条件を明らかにす

* (国研) 森林総合研究所 (Hayato Iijima)

ることが有効であると考えられる。マダニ類は幼虫、若虫を経て成虫になるが (Randolph 2004), 各ステージで一宿主動物から吸血して離脱し, 脱皮してから新たな宿主を探す。また, マダニ類自身の移動分散能力は非常に低い。シカは日本に生息する哺乳類の中で比較的体サイズが大きく, 近年分布を拡大しているため, 感染症を媒介するマダニ類の増加に寄与している可能性が考えられる。もしシカがマダニ類を増やしているとすれば, 農林業被害の低減などの目的で行われているシカの捕獲は, マダニ媒介感染症の対策としても有効かも知れない。

マダニ類の数はシカの数に影響を受けると予想されるが, マダニ類は乾燥に弱いので (Rodgers et al. 2007) 宿主動物が多くても植被が全くない所では, 密度が低いかもしれない。つまり, 局所的な植物の被度もマダニ数に影響している可能性が考えられる。この仮説を検証するため, 私たちは 2018 年に複数の森林で野生動物の種類や数, 局所的な植物の被度, マダニの種類や密度を調査し, これらの関係を検討した。野生動物は, 自動撮影カメラで把握した。また林道の中央, 林縁, 林縁から 10m の林内という 3 つの微環境を選定し 100m のトランセクトを設定して, 植物の被度を調査した。4 月から 11 月まで毎月 1 回, トランセクト上で旗ざり法 (幅 70cm 長さ 150cm の白布を引きずり, 植生や土壌表面のマダニを採集する標準的な方法) によるマダニ類の採集を行った。旗に付着したマダニ類の確認は 10m ごとに行った。採集したマダニ類は種と発育ス

テージ (幼虫, 若虫, 成虫) を確認し, 計数した。調査の結果, 自動撮影カメラには 14 種類の哺乳類が撮影された。ニホンジカ, イノシシ, タヌキが多かった (図 1)。マダニ類は 8 種が採集された。成虫はヒゲナガチマダニ, オオトゲチマダニ, 若虫はオオトゲチマダニ, キチマダニの順に個体数が多かった (図 2)。

マダニの数を決定する要因を一般化線形混合モデルで検討した。撮影された哺乳類種の中で最も説明力が高かったのは, 成虫に対しても若虫でも, シカであった。すなわち成虫も若虫も, シカの撮影枚数が多い調査サイトほど, 多くのマダニが採集された。また, 微環境間で比較すると, 成虫密度は林縁で最も高く, 若虫密度は林縁と林内が林道の中央より高かった。植物の被度は, 林縁が最も高く, 次いで林内であり, 林道の中央が最も低かった。調査地の標高や, 調査地の半径 1km 内の森林の割合, 農地の割合は, マダニ採取数に影響していなかった。これらの結果から, 当初の予想通り, 植被はマダニ密度に大きな影響を与えることが明らかとなった。したがってマダニに刺咬されないためには, 植物の被度が高い藪などに立ち入らないことが有効であり, そもそもマダニを増やさないシカの密度管理が重要であることが示唆された。

4. 野生動物管理は感染症対策に有効である

本研究は, マダニ数の多寡を決定する要因として, 宿主の中でもシカが重要であること, 局所的な植物

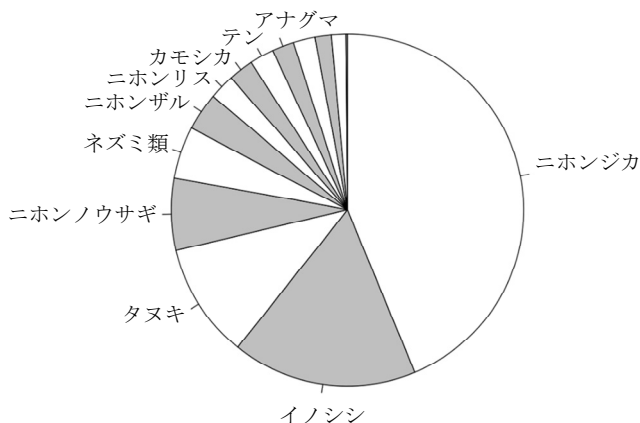


図 1 撮影された哺乳類種の割合
自動撮影カメラの画像ではネズミ類の種同定は困難であるため, ネズミ類として合計した。

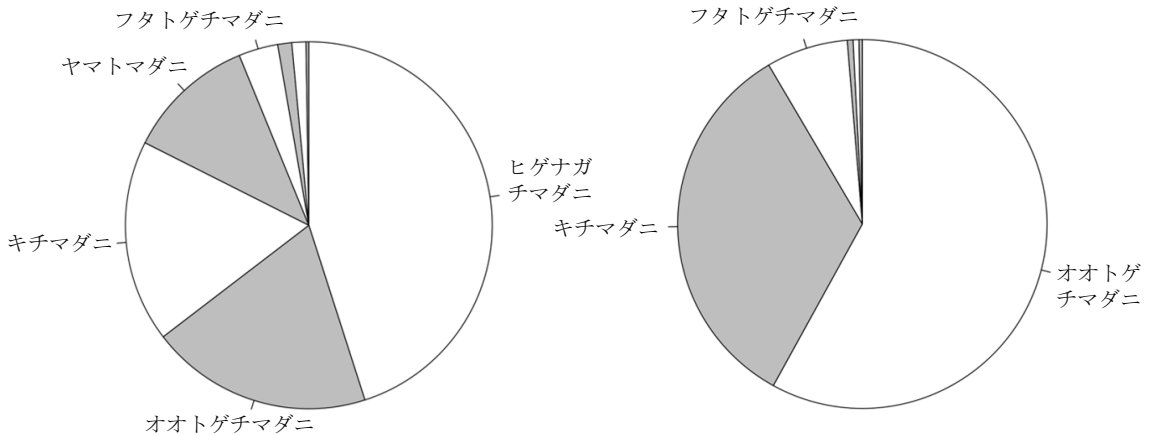


図2 採集された成虫（左図）と若虫（右図）のマダニ数の割合

の被度が重要であることを示した。シカの数が多い地域ほど、日本紅斑熱の患者数が多いことが示唆されている (Matsuyama et al. 2020)。しかし、シカやマダニがすでに多い地域で、シカを減少させたときにマダニ数が減るかかどうかについては、明らかとなっていない。北米の長期研究によって、ライム病を媒介するマダニの数は、シカだけでなくネズミ類やネズミの捕食者を含む複数の動物の密度や、気候の影響を受けることが明らかにされている (Ostfeld et al. 2018) ことから、食物網を通した媒介生物および病原体の発生、増加のメカニズム解明が必要である。マダニ類は発育ステージごとに異なる宿主を利用し、マダニ種によって宿主特異性も異なる。そのため、単一の宿主種を減少させるだけでは、すでに増加したマダニ類を減少させることは困難である可能性が高い。すでにマダニ密度が高い場合は、上記のように植物の被度が高い草むらや藪を避けたり、局所的な薬剤散布を行うことで、マダニに刺咬されるリスク低減を図るべきだろう。海外の他のマダニ媒介感染症の対策においても、マダニに刺咬されるリスクを低減するヒトの行動が感染症の予防として重要であることが示唆されている (Burthe et al. 2021)。そのようなリスク低減行動を取りつつ、マダニにとって重要な複数の宿主の個体数管理が必要となるかも知れない (岡部ほか 2019)。

さらにマダニ媒介感染症だけでなく、広範な人獣共通感染症のウイルスの種多様性を調べた結果、ネズミ類、コウモリ類、シカ類など様々な哺乳類種とのリンクが明らかにされている (Johnson et al. 2020)。

そこでは家畜の重要性が際立っていた。そのため、獣医学などと協働することで、より広範な宿主と病原体そのものの関係を明らかにする研究が、今後必要になると考えられる。また、野生動物の個体数管理は、ヒトの居住空間からある程度離れていて、銃器を利用しやすい森林を中心に行われてきた。しかし近年、アーバンワイルドライフと呼ばれる都市に出没する野生動物の存在が報告されている。都市に野生動物が出没し、滞在時間が長くなれば、マダニ媒介感染症を保有するマダニ類がヒトの居住エリアに直接的に持ち込まれる可能性がある。都市に出没する野生動物は、森林内の個体密度が増加したことで都市に出没するのではなく、探索的 (大胆) な性格を持った個体が出没すると言われている (Honda et al. 2018)。このため、森林における野生動物の個体密度にかかわらず、都市の周縁部での野生動物の個体数管理を優先して行うことが、人獣共通感染症の感染リスクを低減することにつながる可能性が考えられる。

農学と感染症対策は遠い関係に思われるかも知れないが、病原体－生態系－野生動物－家畜－ヒトという感染過程に含まれる動物を研究分野として含んでおり、感染症対策に貢献できる。

謝辞

本研究は科研費 (17H00807, 20H0065) および環境研究総合推進費 (JPMEERF20204005) の援助を受けた。記してお礼申し上げる。また、本原稿に有益なコメントをして下さった岡部貴美子博士、亘悠

哉博士に感謝したい。

引用文献

- Burthe SJ, Schäfer SM, Asaaga FA, Balakrishnan N, Chanda MM, Darshan N, Hoti SL, Kiran SK, Seshadri T, Srinivas PN (2021) Reviewing the ecological evidence base for management of emerging tropical zoonoses: Kyasanur Forest Disease in India as a case study. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 15: e0009243.
- Cutler SJ, Fooks AR, Van der Poel WHM (2010) Public health threat of new, reemerging, and neglected zoonoses in the industrialized world. *Emerging Infectious Diseases* 16: 1-7.
- Daszak P, Epstein JH, Kilpatrick AM, Aguirre AA, Karesh WB, Cunningham AA (2007) Collaborative research approaches to the role of wildlife in zoonotic disease emergence, in: *Wildlife and Emerging Zoonotic Diseases: The Biology, Circumstances and Consequences of Cross-Species Transmission*. Springer. pp.463-475.
- Feldmann H (2011) Truly emerging-a new disease caused by a novel virus. *The New England Journal of Medicine* 364: 1561-1563.
- Honda T, Iijima H, Tsuboi J, Uchida K (2018) A review of urban wildlife management from the animal personality perspective: The case of urban deer. *Science of the Total Environment* 644: 576-582.
- 飯島 勇人 (2018) 特定鳥獣管理計画に基づく各都道府県のニホンジカ個体群管理：現状と課題. *保全生態学研究* 23 : 19-28.
- Johnson CK, Hitchens PL, Pandit PS, Rushmore J, Evans TS, Young CCW, Doyle MM (2020) Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk. *Proceedings of the Royal Society B* 287: 20192736.
- Lane RS (2009) Zoonotic agents, arthropod-borne, in: *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, Boston. pp.1065-1068.
- Mahara F (1997) Japanese spotted fever: report of 31 cases and review of the literature. *Emerging Infectious Diseases* 3: 105-111.
- Matsuyama H, Taira, M, Suzuki M, Sando E (2020) Associations between Japanese spotted fever (JSF) cases and wildlife distribution on the Boso Peninsula, Central Japan (2006-2017). *Journal of Veterinary Medical Science* 20-0377.
- Millán-Oñate J, Rodríguez-Morales AJ, Camacho-Moreno G, Mendoza-Ramírez H, Rodríguez-Sabogal, IA, Álvarez-Moreno C (2020) A new emerging zoonotic virus of concern: the 2019 novel Coronavirus (COVID-19). *Infectio* 24: 187-192.
- 岡部貴美子・亘悠哉・飯島 勇人・古川拓哉 (2020) 人獣共通感染症と関連野生動物の“今”について考える. *衛生動物* 71 : 157-160.
- 岡部貴美子・亘悠哉・矢野泰弘・前田健・五箇公一 (2019) マダニが媒介する動物由来新興感染症対策のための野生動物管理. *保全生態学研究* 24 : 109-124.
- Ostfeld RS, Levi T, Keesing F, Oggenfuss K, Canham CD (2018) Tick-borne disease risk in a forest food web. *Ecology* 99: 1562-1573.
- Randolph SE (2004) Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors. *Parasitology* 129: S37-S65.
- Rodgers SE, Zolnik CP, Mather TN (2007) Duration of exposure to suboptimal atmospheric moisture affects nymphal blacklegged tick survival. *Journal of Medical Entomology* 44: 372-375.
- Saito M, Koike F (2013) Distribution of wild mammal assemblages along an urban-rural-forest landscape gradient in warm-temperate East Asia. *PLoS ONE* 8: e65464.
- Taylor LH, Latham SM, Woolhouse ME (2001) Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 356: 983-989.
- Tsujino R, Ishimaru E, Yumoto T (2010) Distribution patterns of five mammals in the Jomon period, middle Edo period, and the present, in the Japanese Archipelago. *Mammal Study* 35: 179-189.
- Yamauchi T, Tabara K, Kanamori H, Kawabata H, Arai S, Takayama T, Fujita H, Yano Y, Takada N, Itagaki A (2009) Tick fauna associated with sika deer density in the Shimane Peninsula, Honshu, Japan. *Medical Entomology and Zoology* 60: 297-304.
- Yun SM, Lee WG, Ryou J, Yang SC, Park SW, Roh JY, Lee YJ, Park C, Han MG (2014) Severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in ticks collected from humans, South Korea, 2013. *Emerging Infectious Diseases* 20: 1358-1361.