

生態系の視点から見たワンヘルスの進展と課題

岡部貴美子（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 生物多様性研究拠点 拠点長）

Progress and Challenges of One Health from an Ecological Perspective

Kimiko Okabe

Director, Forest Research and Management Organization Forestry and Forest Products Research Institute Center of Biodiversity

【要旨】 COVID-19 は感染症が社会の重大な脅威であることを改めて知らしめた。人の歴史には感染症が深く関わっており、予防を含めた包括的な対策を目指して One medicine さらに One health といった統合的なアプローチが提案され、進展してきた。しかしながら人獣共通感染症対策の視点による適切な生物多様性保全や生態系管理については、科学、政策の両面からの取り組みが遅れている。宿主と寄生生物の共進化の歴史から、感染症ゼロリスクは不可能と予想されるため、我々は感染リスクを正しく認識し低減する適切な生態系とのかかわりを検討すべきである。一方で、今後も低コスト低リスクを目的とした医学、獣医学、薬学等の連携による技術開発が必須である。学際的取り組みによって生物および生態系のメカニズムを解明し正しく理解することにより、感染症低リスク社会を追求することが望まれる。

【キーワード】 エコヘルス 生物多様性 人獣共通感染症 プラネタリーヘルス 野生動物管理

【Abstract】 COVID-19 has reminded us that infectious diseases are a serious threat to society. Infectious diseases have been deeply involved in human history, and integrated approaches such as One Medicine and One Health have been proposed and developed for comprehensive countermeasures including prevention. However, both scientific and policy approaches to appropriate biodiversity conservation and ecosystem management from the perspective of zoonosis control have lagged behind. Since the history of co-evolution of host and parasite suggests that zero risk of infectious diseases in a human society is impossible, we should consider appropriate ecosystem interactions to correctly recognize and reduce the risk of infectious diseases. At the same time, it is essential to continue to develop technologies through collaboration among medicine, veterinary medicine, pharmacy, etc., for the purpose of lowering costs and risks. It is desirable to pursue a low-risk society for infectious diseases by clarifying and correctly understanding the mechanisms of living organisms and ecosystems as a community of them through interdisciplinary efforts.

【Keywords】 Biodiversity EcoHealth Planetary health wildlife management zoonoses

1. 初めに

COVID-19 は瞬く間に広がる感染に対する恐怖だけでなく、感染拡大防止のための様々な社会活動の規制などと相まって、感染症が社会の大きな脅威であることを知らしめた。この新たな感染症は、社会の発展を象徴する都市化や、人の移動や物流の高速

化や大規模化などによって、比較的短い間にパンデミックを起こした。生物の長い歴史の中で、新興感染症の発生はさほど目新しい脅威ではない。すべての野生生物にとって、病原体を始めとする寄生生物との共生が進化の原動力でもあり、生活史特性を生み出す原動力でもあった。しかしながら人にとってパンデミックは見過ごせるものではなく、公衆衛生の発達や治療法の開発など様々な対策が進められて

きた。その結果現代の新興感染症は、症状や致死率といった医学的な側面だけでなく、経済や社会基盤などに関連する社会的 well-being への影響やその空間スケールの大きさなどによって特徴づけられるのかもしれない。

今後も野生動物に由来する新たな人獣共通感染症は、出現し続けるだろう。対策としてはこれまで同様、治療に重点が置かれることは間違いなく、医療機器や新薬の開発、遺伝子を利用した予防／治療法など新たな進歩が予想される。一方で感染症ゼロリスクは不可能であることから、新たな感染症の発生対策には、病原体だけでなく自然生態系を含めた統合的なアプローチの促進が期待されている。本稿ではリスク低減に有効な、衛生に重点を置いたアプローチとして注目されるワンヘルスについて、歴史や関連するアプローチを含めて概説し、課題について議論する。

2. 人獣共通感染症の新興化要因

人の祖先が誕生した熱帯地方、特に熱帯雨林は、当時から生物多様性が高く、寄生生物も豊富であったと予想される。しかし強毒性と呼ばれる、宿主のほとんどすべてを死に至らしめる病原体はやがて宿主を失い自らも絶滅してしまうため、進化的には弱毒性や無毒性の寄生生物が選択され、安定が保たれていたはずである。また宿主動物の種分化にあっては、重要な免疫機能や新たな病原体に対抗しうる腸内細菌層などの有用なメカニズムが失われたとは考えにくい。したがってヒト科の祖先が熱帯の樹上生活から地上に降りて草原に進出し、さらに分布を拡大し種分化する過程でも、もともと獲得していた重要な対病原体戦略は維持したことだろう。ヒト科動物は新たな環境に進出すると、病原体になるかもしれない新たな寄生生物に出会ったに違いない。寄生生物が新たな宿主に寄生するためには、宿主の対病原体戦略にさらに対抗できるように変異しなければならない。ところが宿主の密度が低かったり、集団が隔離されたりしていると、病原体にとっては宿主と出会う機会が少なすぎて変異が進まない。感染可能な宿主個体群密度が十分に確保できるという点か

ら、群居性の動物は人獣共通感染症の病原体保有動物（自然宿主）になりやすいと考えられている。したがって高密度が維持できるようになって初めて、人は感染拡大という状況に遭遇したと考えられる。

ある病原体を保有する自然宿主個体群から、他種個体群に病原体が受け渡されることを病原体の spill-over と呼ぶ。Spill-over によって人への感染が始まり、最近（過去数十年以内程度）感染拡大したと考えられる、または近い将来感染が拡大すると予想されるものを、新興感染症と呼ぶ（CDC 2018）。1940-2004 年に知られる新興感染症の約 60% は人獣共通の感染症であり、そのうちのおよそ 70% は野生動物に由来する（Jones, Patel, Levy, Storeygard, Balk, Gittleman, and Daszak 2008）。新興感染症およびそのパンデミックにかかる最も重要な要因の一つは、人口密度および人の移動であると予想されている（表 1）。人口増加に大きく寄与したのは農耕と定住という社会変化であり、文献等は十分に残っていないものの農耕の発展とともに人の感染症も増加、拡大したと認識されている（McNeill 1998）。とはいえ農耕の開始だけで、野生動物から人への spill-over の機会が激増したとは考えにくい。そこで予想されるのは野生動物から家畜動物、そして人へという感染経路であり、家畜動物に感染可能になった病原体がさらに人への感染が可能なタイプへと変異したというイベントが、何度も起こってきたと考えられる。最近の研究では、様々なウイルスが野生動物間で共有されており、その中でも最も多種多様なウイルスを保持するのは家畜、霊長類、コウモリであることが示された（Johnson, Hitchens, Pandit, Rushmore, Evans, Young, and Doyle 2020）。この研究では人と近縁の霊長類だけでなく、人がもともと利用してきた動物が spill-over に強く関与している可能性が、定量的に示された。

3. ワンヘルスとその他のヘルスアプローチ

疫病発生を物語る最古の資料としては、紀元前 3000 年頃のものとして推測されるギルガメシュ抒情詩が知られる。またペストは古くからよく知られる人

表 1 野生動物に由来する主な人獣共通感染症の新興化とそのメカニズム

直接的な要因	感染経路	メカニズム	感染症の例
接触機会の増加	野生動物→ヒト	野生動物生息地の減少、分断化 生物多様性の減少、劣化 特定の野生動物の密度増加 農地（放牧地を含む）の拡大 野生動物の食肉利用	ライム病 ライム病、マラリア ライム病、アライグマ回虫、狂犬病 キャサナル森林病、熱帯熱マラリア E型肝炎、食中毒、野兔病
	野生動物→家畜	上記に加え、自然生態系内への 飼育地の設置	バベシア症、アルゼンチン出血熱
	野生動物→ペット	上記に加え、野外での飼養や放飼	ヒト果粒球アナプラズマ症、ライム病、 SFTS
媒介生物の増加	媒介生物→動物	宿主動物密度の増加 生息地の増加	ライム病、バベシア症、SFTS ライム病、ロッキー山紅斑熱
新たな病原体	病原体→動物・媒介生物	ホストスイッチ	後天性免疫不全症候群（ヒト免疫不全 ウイルスによる HIV/AIDS）、 重症急性呼吸器症候群（SARS）
感染しやすい健康状態	病原体→動物	生理的变化、免疫機能の低下等	

出典：Patz et al. (2004) Environ. Health Pers. 112: 1092-1098,
国立感染症研究所ホームページ (<https://www.niid.go.jp/niid/ja/>)

獣共通感染症の一つである。当時から感染拡大には、侵略戦争やそれに伴う難民など人や物資の移動が重要な役割を果たしてきたと考えられている。このような感染症に対して、17世紀頃からは現代にも通じる様々な発見、治療法の開発などがみられるようになってきた。パスツールやコッホらによる主要な生物感染メカニズム等の解明、抗生物質の発見と世界大戦時における実用化、戦後の普及による細菌性感染症対策が急速に進んだことなどにより、感染症克服への期待が高まった。実際に1960-80年代のアメリカでは、医療の中心が感染症対策からがん対策へとシフトしていった（Lederberg 2000）。しかし21世紀になってからの分析では、必ずしも20世紀後半に人が感染症対策において勝利を宣言できる状況ではなかったことがわかる。感染症の脅威は1940-1990年の間には、報告努力の向上のみならず実際に新興感染症発生が増加したことが確認されており、特に人獣共通感染症の明らかな増加が報告されている（Jones et al. 2008）。1976年にはスーダンでエボラ出血熱が初めて確認され、致死率は53%に達した。その後現在に至るまで、主にアフリカで30回を超える地域的なアウトブレイクが記録されている。また1980年代の新興感染症のピークは、HIV/AIDSのパンデミックに関連するものである。21世紀に入っては、SARS、MERSといった、コロ

ナウイルスに由来する高病原性新興人獣共通感染症が発生している。

この間、人獣共通感染症に対する理解や新たな対策アプローチも、徐々に進んでいた。19世紀には人以外の動物から人への感染プロセスが知られるようになり、ドイツでは医者であり病理学者でもあったウィルヒョウによって、人獣共通感染症（zoonosis）という用語が生み出されていた。その後ウィルヒョウの門下生らによって人と人以外の動物の疾病にかかる共通性という概念が受け継がれ、1947年には米国疾病予防管理センター（Centers for Disease Control and Prevention: CD）に獣医公衆衛生部門が設置されるなど、具体的な動きがいくつかの国々に広まっていった。そして人と家畜の公衆衛生で協働することの必要性、すなわち“One Medicine”の概念が、1966年に出版されたカリフォルニア大学のシュワーベ博士の著書の中で明確にされた。人以外の動物については、飼育動物だけでなく野生動物にも目が向けられるようになり、野生動物が生息する生態系の健全性についても重要性が認識されるようになった。このような一連の流れが、病気の治療という従来の対処よりも健康増進や予防の観点を強調する、ワンヘルスの提案につながったと認識されている。一方で1900年代には、生態系の健全性、保全医学、地球環境の変化と人の健康の3つの新規

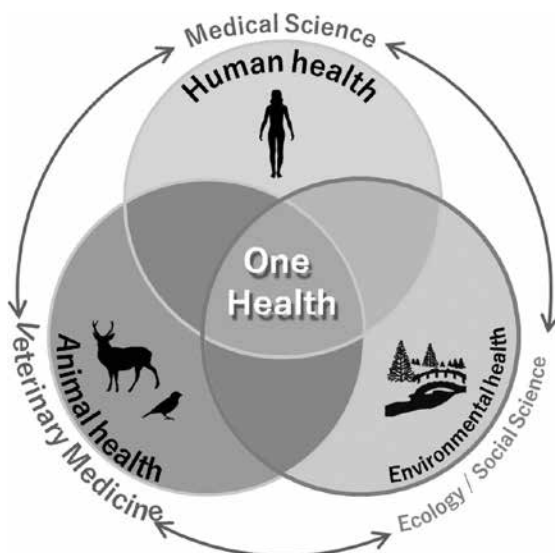
分野を包括するエコヘルス（EcoHealth）が出現した（マレー 2014）。特に生態系の攪乱や生物多様性の劣化および減少、汚染や気候変動などの地球環境の大きな変化が及ぼす人の健康への負の影響について、重要な研究アプローチが進められ、新興感染症が環境および社会変化と密接な関係にあることが明らかとなった（表 1）。2004 年にはロックフェラー大学において、野生動物保護協会（Wildlife Conservation Society : WCS）が主催する「ワンワールド、ワンヘルス」をテーマとした、学際を目指すシンポジウムが開催された。ワンヘルスと呼ばれるアプローチは、シンポジウムの成果であるマンハッタン原則に基づいている。マンハッタン原則は 12 の項目からなり、その 1 番目で「人、飼育動物、野生動物の衛生にかかる基本的な関連性」について述べている。さらに原則 2 で「土地や水の利用、生態系のレジリエンスの変化などが病気の発生パターンに関わる」とし、生態系の重要性をも指摘している。これらのことから今日ワンヘルスとは、人、動物、環境の衛生に包括的に取り組むアプローチであると理解されている（図 1）。この原則の内容からも、ワンヘルスとエコヘルスは極めて近い関係にあると理解される。

近年提案された類似するヘルスアプローチには、エコヘルス（EcoHealth）、ワンヘルス（One Health）、

プラネタリーヘルス（Planetary Health）の 3 つがある。これらの中で、One Medicine の流れをくむワンヘルスは、人と人以外の動物のリンクに最も強くフォーカスしたアプローチである（Lerner and Berg 2017）。わが国では主に獣医学分野の学協会が、ワンヘルスの推進を表明している。また、厚生労働省、環境省、農林水産省が主に薬剤耐性（Antimicrobial Resistance : AMR）菌対策に取り組んでいる。地方自治体では福岡県がいち早く取り組みを開始し、2021 年 1 月にワンヘルス推進基本条例を制定した（福岡県 2021）。ワンヘルスと比較するとエコヘルスはより生態系に焦点を当て、新興感染症だけでなく、生態系の健全性を目的とした保全や生態系管理を目指している。国内では総合地球環境学研究所が、研究プロジェクトを推進してきた。最も新しいプラネタリーヘルスは、ロックフェラー財団とランセット・コミッションが 2015 年に共同発信した概念に基づくアプローチである。ワンヘルスと比較して、より人の健康と人がもたらす環境影響に焦点を当てている。これまでに 240 の大学、非政府組織（NGO）、研究機関、政府機関などが連合に加盟しており、日本では熊本大学や長崎大学がメンバーとなっている（Planetary Health Alliance 2021）。

4. 国際機関等によるワンヘルスの推進

図 1 ワンヘルスの概念



国際連合食糧農業機関（FAO）、国際獣疫事務局（OIE）および WHO の三機関は、人—動物—生態系の接点における健康上の脅威がもたらす、公衆衛生、動物の健康、世界的な健康安全保障に対するリスクに対処するため、2010 年に三者間協力を構築した（FAO, OIE and WHO 2010）。2015 年には WHO がワンヘルスの一環として国際的なアクションプラン（Global Action Plan : GAP）を策定し、三者間協力に基づき、抗菌薬等の不適切な使用により増加する AMR 対策に取り組んでいる。AMR への対処については、国連の組織間連携委員会（Interagency Coordination Group : IACG）が設立され、国連環境計画（United Nations Environment Programme : UNEP）、経済協力開発機構（Organisation for Economic Cooperation and Development : OECD）、世界銀行（World

Bank) などもそのメンバーとなっている。UNEP は 2017 年に AMR の環境影響について取りまとめ、養殖漁業や家畜生産等で使用される抗生物質を評価し、環境中に残存する抗生物質に対する懸念を指摘した (UNEP 2017)。

COVID-19 に対しては、UNEP は国際家畜研究所 (International Livestock Research Institute: ILRI) と共同で、次のパンデミックを防ぐために何をすべきかについて検討し、ワンヘルスなどの学際的な取り組みの重要性などを指摘した (UNEP and ILRI 2020)。また世界銀行は人—動物—環境の接点における健康の向上に向けた運用枠組みを設定し、AMR や潜在的なパンデミックへの対処や、それらからの回復に対しての投資におけるガイダンスを示した (Berthe, Bouley, Karesh, Le Gall, Machalaba, Plante, and Seifman 2019)。

生物多様性条約 (CBD) は WHO 等と協力し、健康における生物多様性の重要性について取りまとめ、ワンヘルスやエコヘルスなどのヘルスアプローチによって人以外の種や生態系と人の健康とのリンクをつくることの必要性を示した (WHO, UNEP and CBD 2015)。この中では生物多様性や生態系とリンクする健康について well-being にも言及し、ジェンダーバランス等について述べており、2030 年を目標達成年とする持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDG) と共通する点が複数認められる。人獣共通感染症に対する気候変動の影響については様々な議論があり、プロセスも含めた科学的に検証可能な予測は今のところ多くはない。しかし気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) は、年齢や性別、社会的な立場など影響を受けやすいグループがあること、水に由来する感染症などは特に気候との関連が強いこと、気候変動により感染症発生の季節性や地域性が変化する可能性などを指摘した (UNFCCC 2017)。また 2018 年に WHO, UNEP, 世界気象機関 (World Meteorological Organization: WMO) が、大気汚染などの環境リスクによる死亡数減少を目指し、連立を始動した。

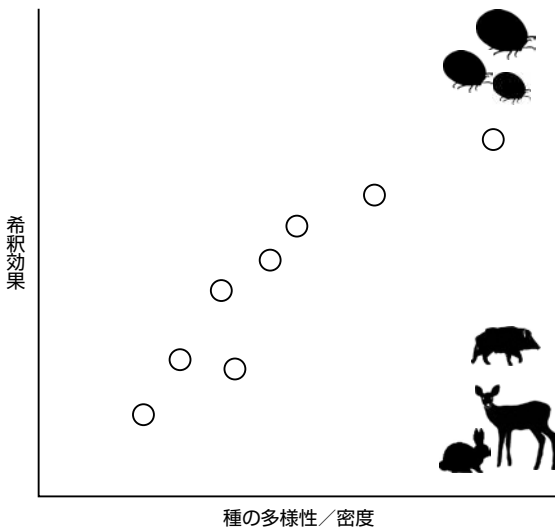
5. ワンヘルスの成果と問題点

ワンヘルス・アプローチの特に具体的な取り組みの一つが、薬剤耐性菌への対処である。薬剤耐性は農業分野における殺虫剤耐性の発現が良く知られており、環境汚染等を含めた問題の顕在化によって、天敵利用を促進するきっかけとなった。ワンヘルスにおける AMR は殺虫剤耐性と同様に、同一の薬剤の連続使用によって病原菌がその薬剤に対して耐性を持つようになり、従来の濃度では効果が現れなくなったり、全く効果がなくなったりする危険性に基づくものである。人に感染するバクテリアの中には、既にスーパー耐性菌が見つかっており、特に体力や免疫力が低下している状況下での危険性が高い。また畜産業では家畜の治療のためだけでなく、効率的な生産を目的とする抗生剤の使用が AMR 上重要な問題である。人や物資の移動、食肉の輸出入がグローバル化する今日では、国際連携が必須であり、WHO 他の機関の主導により、連携が強化されつつある。一方で AMR 以外の視点、すなわち人獣共通感染症の対策においては、十分に科学的なアプローチや国際連携が進められているとはいえない。

環境の衛生 (生態系の健全性) については、生態系サービスとしての病原体の貯蔵 (封じ込め) や新興化 (spill-over) 防止について、分析研究が進められつつある。しかしながら、生物多様性の人獣共通感染症リスク低下への具体的な貢献については、そのプロセスの解明が不十分である。野生動物の種多様性が高いことが感染症リスクを低減させることは、ライム病などをモデルに希釈効果という仮説によって説明されている (Ostfeld and Keesing 2000)。希釈効果とは、病原体や媒介生物の増殖率は宿主によって異なることから、宿主の種多様性が増せば相対的に好適な宿主の割合が減ってゆくため、病原体あるいは媒介生物の密度が低下するという仮説である (図 2)。しかし野生動物密度や多様性には季節や年による大きな変動があること、新興感染症発生のどの時点まで希釈効果によって説明できるかの検討が不十分であること、対応する景観スケールが明らかでないことなどから、必ずしもすべての新興人

獣共通感染症に関して希釈効果で説明できてはいない。これとは別に生態系の健全性に関する生態学的な議論は、1990年代後半から2000年代初頭にかけて盛んであったが、健全性に対して統一された定義がなく、また生態系を人になぞらえるアナロジーが批判を受けることもあった。健全性を評価する指標

図2 希釈効果

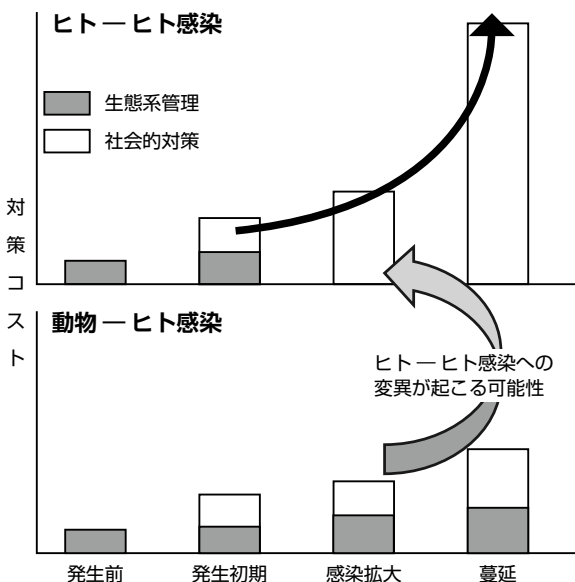


野生動物・マダニの種多様性や密度と感染症との関係
(希釈効果は保菌率の逆数に当たる)

などの研究が進められたが、人の健康の観点からのあるべき生態系の姿や、そのための具体的な管理(保護や保全を含む)などについては、既に1990年代後半に検討の不足が指摘されている(Rapport, Costanza, and McMichael 1998 ほか)ものの、これまで十分な科学研究が進められていない。

生物多様性が高い熱帯雨林地域は、潜在的な病原体であるウイルスや微生物、媒介生物も豊富であると予想される。生態系の攪乱やその他の人への暴露機会の増加は、これらのウイルスや微生物の病原体への移行、すなわち人への spill-over を促進することが予想される(表1)。このことから、潜在的な病原体の宿主保全を含めた重要生態系の保全、および当該地域に生活する人々への対策が重要である。しかしすべてを国際的に対処すべきか、ローカルな対応として何が必要かなど、資金、体制、ガバナンスなどが十分に議論されていない。生態学的に適切な管理スケールは地域の野生動物群集や生態系の複雑さ等に依存すると予想されるが、これらと行政単位などの管理に適したスケールとの一致・不一致、共通性等についても科学的な検討が必要である。またCOVID-19の感染拡大と蔓延によって、対策が必要なのは spill-over が懸念される地帯だけではないことも明らかになってきた。今日健康に欠かせない、そして対策アプローチの成否において無視できない

図3 感染症のタイプとコストの概念図



ヒトーヒト感染タイプの特徴

- 新興化リスク対策以外は、医療等の社会的コストに頼る対策のみ可能
- 感染拡大が早く、コストが急激に膨大になる傾向

動物ーヒト感染タイプの特徴

- 常に生態系管理が有効または必要
- 緩やかに感染拡大するが、ヒトーヒト感染タイプに変化することがある

社会的、経済的な視点が不足している。ワンヘルスのように生態系管理を含めたアプローチは、生態系から病原体が逸脱してくるものの防止について、コスト抑制の面からも期待が大きい（図3）。

しかし定量的評価は十分ではない。現代社会は様々なセクターが複雑に関連しあっていることが、分析を困難にさせる一因といえる。リスク低減のために経済を含めた社会システムをどのように変える必要があるのかは、十分に分析されているとは言えず、社会の健全性を含めた well-being の議論が必要である。このような観点から SDG は感染症対策との親和性が高いと期待できることから、どの様にリンクさせてゆくべきかを早急に検討すべきである。

6. 終わりに

日本から新たな人獣共通感染症が発生するリスクは比較的低いと予想されているものの、特に中山間地で加速する人口減少や高齢化によって大型野生動物の急速な密度増加が懸念されており、このことによる新興人獣共通感染症や野生動物一家畜間の感染症の感染拡大が予測されている。このことから日本学術会議では環境省自然環境局の依頼に基づき、平成30年より「人口縮小社会における野生動物管理のあり方の検討に関する審議」を行ってきた。そして、統合的管理のための省庁間の施策連携、自治体の組織力強化、科学データの蓄積の必要性などについて回答した（日本学術会議2019）。回答にもあるように、野生動物の保護と獣害対策としての密度管理の適切なバランスについては、担当行政機関の守備範囲に基づき、対策地（農地、人工林など）や面積（市町村単位など）を決めざるを得ないことが、大きな障壁の一つとなっている。また諸外国では狂犬病対策としての野生動物管理などがマニュアル化されているが、感染拡大防止に有効な対策としての野生動物管理に十分に適用可能な法制度が整備されていないことも、日本における問題点の一つである（岡部・亘・矢野・前田・五箇2019）。

媒介生物が関与するタイプの人獣共通感染症対策では、媒介生物管理も視野に入れる必要がある。たとえばマラリアやデング熱のような蚊媒介の感染症

では、ボウフラ対策としての淡水生態系の管理や成虫が生息する草地の管理などが実施されるが、適切な薬剤の使用を欠かすことはできない。マダニ媒介感染症では、ライム病対策のためにマダニの増殖抑制を目的に、野生ジカの餌に農薬を混入させる方法が試みられている（Gear, Koethe, Hoskins, Hillger, Dapsis, and Pongsiri 2014）。また議論はあるものの、遺伝子改変されたネズミを放飼することも提案されている。病原体、媒介生物、宿主動物それぞれに適切、かつ人や生態系にとって安全な薬剤の開発および効果的な施用技術の開発が必要である。また One Medicine が目標としてきた人と人以外の動物の共通性に基づく感染症対策だけでなく、不顕性感染のメカニズムの解明や効果的な検出技術の開発も待たれる。人を含めた動物が持つ免疫機能についても更なる解明とその応用が望まれており、分子生物学的アプローチへの期待が大きい。

たとえ人と自然の間に柵や壁を作っても、人獣共通感染症リスクはゼロにはできない。人が自然とのかかわりをなくすことによって、自然に対する負の感情が強まる可能性が示唆されていることなどから（Soga, Evans, Yamanoi, Fukano, Tsuchiya, Koyanagi, and Kanai 2020）、むしろ壁を取り払ってより深く自然を知り関わることで、自然共生のあるべき姿を探る必要がある。今後ワンヘルスを含めたヘルスアプローチにおいては、WHO の健康の定義における「身体的、精神的健康のみならず社会的な wellbeing」の、wellbeing とはなにか、Quality of Life とは何かについての科学的なアプローチを追加してゆくべきである。

【謝辞】本研究は、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20204005）および人間文化研究機構総合地球環境学研究所の予備研究（プロジェクト等番号14200158）によって実施された。

参考文献

- CDC (Centers for Disease Control and Prevention) (2018) "Emerging infectious diseases" (<https://www.cdc.gov/niosh/topics/emerginfectdiseases/default.html>, 2021 年 4 月 7 日最終閲覧)。
- FAO (Food and Agriculture Organization), OIE (World Organization for Animal Health), WHO (World Health Organization) (2010) The FAO-OIE-WHO Collaboration (https://www.who.int/foodsafety/areas_work/zoonoise/concept-note/en/, 2021 年 4 月 24 日最終閲覧)

- 福岡県 (2021) 「福岡県ワンヘルス推進基本条例 (令和3年1月5日 福岡県条例第一号)」 (<http://www.gikai.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/pdf/onehealth.pdf>, 2021年4月24日最終閲覧)。
- Berthe, F.C.J., Bouley, T., Karesh, W.B., Le Gall, F.G., Machalaba, C.C., Plante, C.A., and Seifman, R.M. (2018) "Operational framework for strengthening human, animal and environmental public health systems at their interface", Washington D.C.: World Bank Group.
- Grear, J.S., Koethe, R., Hoskins, B., Hillger, R., Dapsis, L., and Pongsiri, M. (2014) "The effectiveness of permethrin-treated deer stations for control of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* on Cape Cod and the islands: a five-year experiment," *Parasites & Vectors*, Vol. 7, p. 292.
- Johnson, C.K., Hitchens, P.L., Pandit, P.S., Rushmore, J., Evans, T.S., Young, C.C.W., and Doyle, M.M. (2020) "Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk", *Proceedings of the Royal Society B*, 287: 20192736.
- Jones, K.E., Patel, N.G., Levy, M.A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J.L., and Daszak, P. (2008) "Global trends in emerging infectious diseases", *Nature*, Vol. 451, pp. 990-995.
- Lederberg, J. (2000) "Infectious history", *Science*, Vol. 288, pp. 287-293.
- Lerner, H., and Berg, C. (2017) "A comparison of three holistic approaches to health: One Health, EcoHealth, and Planetary Health", *Frontiers in Veterinary Science*, Vol. 4, p. 163.
- McNeil WH (1998) "Plagues and Peoples Updated ed", *Hamburg: Anchor* (佐々木昭夫訳『疫病と世界史』中公文庫, 2007年)。
- マレー ハイン (2014) 「エコヘルスをめぐる世界の動向」『医学のあゆみ』第249巻, pp. 184-189.
- 日本学術会議 (2019) 「人口縮小社会における野生動物管理のあり方」 (<http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kanji/pdf24/siryo280-5-3.pdf>, 2021年5月11日最終閲覧)。
- 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』第24巻, pp. 109-124.
- Ostfeld, R.S., and Keesing, F. (2000) "Biodiversity and disease risk: The case of Lyme disease", *Conservation Biology*, Vol. 14, pp. 722-728.
- Planetary Health Alliance (2021) Planetary Health Alliance. (<https://www.planetaryhealthalliance.org/>, 2021年4月21日最終閲覧)。
- Rapport, D.J., Costanza, R., McMichael, A.J. (1998) "Assessing ecosystem health", *Trends of Ecology & Evolution*, Vol. 13, pp. 397-402.
- Soga, M., Evans, M., Yamanoi, T., Fukano, Y., Tsuchiya, K., Koyanagi, T.F., and Kanai, T. (2020) "How can we mitigate against increasing biophobia among children during the extinction of experience?", *Biological Conservation*, 242: 108420.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2017) "Frontiers 2017, emerging issues of environmental concern", Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNEP and ILRI (International Livestock Research Institute) (2020) "Preventing the next pandemic: zoonotic diseases and how to break the chain of transmission", Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2017) "Climate change impacts human health" (<https://unfccc.int/news/climate-change-impacts-human-health>, 2021年4月24日最終閲覧)。
- WHO, UNEP, and CBD (Convention on Biological Diversity) (2015) "Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review" (<https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf>, 2021年4月21日最終閲覧)。