Environment Research and Technology Development Fund

環境研究総合推進費　終了研究成果報告書

4-2005　SFTSに代表される人獣共通感染症対策における生態学的アプローチ
(JPMEERF20204005)

令和２年度～令和４年度

An ecological approach to zoonotic disease control represented by SFTS

〈研究代表機関〉
国立研究開発法人森林研究・整備森林総合研究所

〈研究分担機関〉
国立研究開発法人国立環境研究所
国立感染症研究所

〈研究協力機関〉
山形大学、岐阜大学、アース製薬株式会社

○図表番号の付番方法について
「Ⅰ．成果の概要」の図表番号は「０．通し番号」としております。なお、「Ⅱ．成果の詳細」にて使用した図表を転用する場合には、転用元と同じ番号を付番しております。
「Ⅱ．成果の詳細」の図表番号は「サブテーマ番号．通し番号」としております。なお、異なるサブテーマから図表を転用する場合は、転用元と同じ図表番号としております。

令和５年５月

目次

Ⅰ．成果の概要　・・・・・・・・　1
１．はじめに（研究背景等）
２．研究開発目的
３．研究目標
４．研究開発内容
５．研究成果
５－１．成果の概要
５－２．環境政策等への貢献
５－３．研究目標の達成状況
６．研究成果の発表状況
６－１．査読付き論文
６－２．知的財産権
６－３．その他発表件数
７．国際共同研究等の状況
８．研究者略歴

Ⅱ．成果の詳細
Ⅱ－１　宿主動物の分布拡大防止対策に関する研究　・・・・・・・・　１２
（国立研究開発法人森林総合研究所）
要旨
１．研究開発目的
２．研究目標
３．研究開発内容
４．結果及び考察
５．研究目標の達成状況
６．引用文献

Ⅱ－２　マダニの密度管理に関する研究　・・・・・・・・　２４
（国立研究開発法人国立環境研究所）
要旨
１．研究開発目的
２．研究目標
３．研究開発内容
４．結果及び考察
５．研究目標の達成状況
６．引用文献

Ⅱ－３　病原体の感染メカニズムに関する研究　・・・・・・・・　３４
（国立感染症研究所）
要旨

７．研究開発目的
８．研究目標
９．研究開発内容
１０．　　結果及び考察
１１．　　研究目標の達成状況
１２．　　引用文献

Ⅲ．研究成果の発表状況の詳細　・・・・・・・・　４６

Ⅳ．英文Abstract　・・・・・・・・　６０

Ⅰ．成果の概要

課題名　　4-2005　SFTSに代表される人獣共通感染症対策における生態学的アプローチ

課題代表者名 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・気候変動研究拠点　研究専門員）

重点課題　　主：重点課題⑬】生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究

行政要請研究テーマ（行政ニーズ）
非該当

研究実施期間　令和２年度～令和４年度

研究経費
69,617千円
（令和2年度：24,863千円、令和3年度22,377千円、令和4年度：22,377千円）

研究体制
（サブテーマ１）宿主動物の分布拡大防止対策に関する研究（国立研究開発法人森林総合研究所）
（サブテーマ２）マダニの密度管理に関する研究（国立研究開発法人国立環境研究所）
（サブテーマ３）病原体の感染メカニズムに関する研究（国立感染症研究所）

研究協力機関
山形大学、岐阜大学、アース製薬株式会社

本研究のキーワード　野生動物管理、人獣共通感染症、マルチタスクアプローチ、感染症リスク管理、感染症拡大予測

１．はじめに（研究背景等）

新興感染症の75％は人獣共通感染症であり、動物が持つ病原体に由来する。新型コロナ感染症のパンデミックによって、新興感染症の出現を抑制する生態系の対策が注目され、さらに2021年のG7ではワンヘルス・アプローチの強化が議論され、国際人獣共通感染症専門家コミュニティ（International Zoonoses Community of Experts: IZCE）の新設が提案されたほか、世界保健機関（WHO）、食糧農業機関（FAO）、国際獣疫事務局（WOAH）、国連環境計画（UNEP）によるワンヘルス四機関連合を中心とした生態系の対策強化が進められている（GOV.UK 2021; UNEP 2022; N4H 2022）。人獣共通感染症にかかる地球規模の分析では、熱帯雨林の伐採、人口密度、農業、気候変動などが新興感染症発生の主要因と特定され、現在では新興感染症は環境問題の一つと認識されている。またポスト2020生物多様性枠組み（Global Biodiversity Framework）においては、目標4で「ヒトと野生生物との軋轢を避けもしくは減らすための人と野生生物とのかかわりあいを効果的に管理する」ことが明示され、野生動物に由来する感染症を介した軋轢に対して、適切な対応が求められている。

こうした感染症には蚊などの節足動物が媒介するものが含まれ、温帯域ではライム病や重症熱性血小板減少症候群（SFTS:日本では約100件／年、死亡率30%前後）など、マダニ媒介感染症の拡大が懸念されている。一般に蚊が媒介する感染症は、蚊が病原体を感染者から非感染者へと伝播するた

め人以外の動物を介さない感染環が成立する。これに対してマダニ媒介感染症は、マダニの生活環の中で人以外の動物への寄生が必須のため、媒介マダニだけでなく病原体保有動物、すなわち野生動物の対策を合わせて実施しなければならない。ライム病では主な病原体保有動物のネズミの対策を含めた迅速な対処の遅れから、現在年間約3万人が感染し、直接的な死亡率は低いものの慢性萎縮性肢端や髄膜炎、心筋炎を発症することがあり、年間の経済損失は10億ドルにも上るとされている（Hook et al. 2022）。そのためニューヨーク州で4年間にわたる徹底的なマダニ防除を実施したが、結果的に感染数を減らすことはできなかった（Keesing et al. 2022）。SFTSは中国、韓国、ベトナムおよび日本で感染が確認され、現在感染拡大しているウイルス性の人獣共通感染症である。大陸ではウシやヒツジなどの家畜が主なウイルス増幅動物だが、日本では野生動物が主なウイルス保有動物と考えられている（Wang et al. 2021）ことから、国内の野生動物の対策が必須である。SFTSは60歳以上の死亡率が高いことが知られるが、日本における野生動物捕獲や農業の中心的な担い手はまさにこの年代である。またSFTSが知られるにつれ子供の野外活動などへも懸念が広がっていることから、マダニ媒介感染症は生物多様性主流化の障害になりつつあり、本感染症に対する早急な対策が必要である。

２．研究開発目的

本研究は、生態系保全や農林業などの野外活動を阻害しつつあるSFTS をモデルに、人獣共通感染症のリスク低減を目的として、実施すべき野生動物や媒介生物管理の重点地域や対策のタイミングを明らかにすることを目標とした。そのため研究対象とする生物を①ウイルスを媒介するマダニ、②ウイルスやマダニの宿主動物、③病原体ウイルスの3 種に大別し、それぞれをサブテーマとする実態解明研究の後、適切な管理法を取りまとめることとした。そこでまず、SFTS 多発地帯、未発の境界地帯における現状を把握するために、マダニでは密度と宿主動物との関係のほか、感染症多発地帯と未発地帯の相同を明らかにすることとした。動物ではウイルス媒介マダニを里地へ、あるいは遠隔地に運ぶ宿主動物を明らかにする計画とした。また病理学的研究によって、病原体を増殖させるマダニや宿主動物を種レベルで予測し、加えて感染による死亡率等を明らかにすることとした。これらに基づき広域の分布拡大に関与する野生動物、多発地帯で感染に強く関与する宿主動物や指標動物などを解明して重点的密度管理対策地域や景観を明示し、密度管理開始のタイミングと効果的手法を明らかにすることを目標とした。マダニでは重要種の生息適地を明らかにし、化学的防除等による適切な管理手法を開発し、病原体ウイルスの感染拡大プロセスの予測により、既存の動物密度管理との親和性と効率化を議論することとした。

３．研究目標

全体目標	西日本から徐々に北上東進する人獣共通感染症SFTS をモデルとし、その感染リスクの低減を目的とする。動物とマダニの生息状況やウイルスの感染メカニズム等に関する研究により、感染症が定着した多発地域や未発の境界地域といった地域の実状に合わせ、農林業被害対策等と親和性の高い野生動物管理に、マダニ対策を加えた総合的感染症対策を提案することを最終目標とする。そのためにSFTS 患者発生状況が異なる地域でマダニと宿主野生動物の動態を明らかにし、広域の感染拡大の過程を予測して、各サブテーマと共同で重要野生動物の適切な管理対策を提案する。 また野外におけるマダニのミクロスケールにおける分布を明らかにし、他の生物の生息に配慮したマダニ個体群管理手法を開発する。さらにSFTSにおける重要野生動物を明らかにし、SFTS ウイルスの環境中での動態や感染メカニズム解明に取り組み、適切なマダニおよび動物管理対策に資す

	る。

サブテーマ１	宿主動物の分布拡大防止対策に関する研究
サブテーマリーダー/所属機関	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
目標	SFTS 患者発生状況が異なる地域でマダニと宿主野生動物の動態を明らかにし、感染拡大の過程を予測することにより、発生多発地や境界地などの異なる地域における重要野生動物の適切な管理対策を提案する。
令和２年度	（研究内容） SFTS 多発地帯の野生動物管理担当者らと共同で、自動撮影装置等によって動物密度や分布を推定し、主要動物と関係性が強いマダニ種やその生息状況を明らかにする。様々な景観において旗ずり法等でマダニを調査し、地域スケールにおける動物とマダニの動態を予測する。
令和３年度	（研究内容） SFTS 発生境界域の野生動物管理担当者らと共同で、自動撮影装置等によってシカ個体群の密度の推定、マップ化を開始する。また旗ずり法や宿主動物からの分離によって主要マダニ種を明らかにするとともに、密度を推定する。サブテーマ3 と共同で、シカやマダニ密度と抗体陽性率の関係を解明し、重点的に対策をとるべきエリアを特定する手法開発を開始する。
令和４年度	（研究内容） 移動分散能力の高いシカとマダニのマクロスケールの動態予測、里地で重要な動物と主要なマダニ種の動態予測を行い、それぞれに有効な重点的個体群管理地域を特定する。これらとサブテーマ2、3 の結果を合わせて、野生動物、マダニ、感染症それぞれのモニタリングや密度管理開始のタイミング、適切な野生動物管理手法を明らかにし、地域担当者と意見交換しながら、実状に合わせた動物管理について対策フローとして取りまとめる。

サブテーマ２	マダニの密度管理に関する研究
サブテーマリーダー/所属機関	五箇公一／国立研究開発法人国立環境研究所
目標	野外におけるマダニのミクロスケールにおける分布を明らかにし、化学防除を含めた適切なマダニ防除手法を評価することにより、他の生物の生息に配慮したマダニ個体群管理手法を開発する
令和２年度	（研究内容） 野生動物生息状況が異なる地域におけるマダニの種多様性と密度情報を収集し、データベース化する。国立環境研究所内においてマダニ防除用薬剤の個体レベル急性毒性試験を行い、選定薬剤による野外防除試験の試験地および試験法の設定を行う。また長期スケール・ミクロスケールのマダニ密度管理手法として、シカ柵等の野生動物排除手法の有効性を検証する。
令和３年度	（研究内容） マダニデータに基づくミクロスケールの寄生のリスクマップ作成を進め、

	対象地域の市民対話を通したマダニ感染症リスクの普及啓発活動を実施する。サブテーマ1と連携して、草地エリアにおける防除適期を検討し、薬剤によるマダニの野外防除試験を開始する。住民参加型マダニ管理システムの一環として、DNA技術を駆使したマダニ同定キット開発に着手する。
令和４年度	（研究内容） ミクロスケールのマダニ寄生リスクマップを完成させ、これに基づくSFTS媒介マダニ分布拡大プロセスシナリオを推測する。マダニの薬剤防除手法の有効性を検証し、防除適期、有効薬剤および有効薬量を決定する。マダニ同定キットを実用化する。現地自治体・市民と協働して感染症防除策を検討するとともに、マダニ薬剤防除マニュアルを作成する。

サブテーマ３	病原体の感染メカニズムに関する研究
サブテーマリーダー/所属機関	前田健／国立感染症研究所
目標	SFTS における重要野生動物を明らかにし、SFTS ウイルスの環境中での動態や感染メカニズム解明に取り組み、適切なマダニおよび動物管理対策の基盤をつくる。
令和２年度	（研究内容） SFTS 発生および発生警戒地域において、有害鳥獣駆除個体やサブテーマ１，２などによって得られた血液サンプルを分析し、野生動物の抗体陽性率と遺伝子検出率（感染率）を推定する。特にSFTS 多発地帯における重要宿主動物を明らかにし、病原体の動態を予測する。SFTS 感染拡大にかかる情報収集を開始する。
令和３年度	（研究内容） 動物の抗体陽性率と感染率を明らかにし、重要な宿主動物を確認する。また培養細胞を利用したSFTS ウイルスの性状を明らかにする実験を試みて、感染プロセスに関する知見を得る。サブテーマ1 とシカ密度が異なる地域でシカの抗体陽性率を明らかにし、野生動物の密度が病原体拡大に及ぼす影響とそのメカニズムについて考察する。
令和４年度	（研究内容） 野生動物におけるSFTS ウイルスの感染メカニズムにかかるウイルスの性状を網羅的に明らかにする。また国内外の感染拡大の状況とその特性について取りまとめ、病原体拡散防止のために病理学的観点から緊急性の高い実施項目を抽出して、有効な対策を提示する。

４．研究開発内容

【サブテーマ１】宿主動物の分布拡大防止対策に関する研究

SFTS 多発地帯の野生動物管理担当者らと共同で、自動撮影装置等によって動物密度や分布を推定し、主要動物と関係性が強いマダニ種やその生息状況を明らかにした。またSFTS発生境界地域である岐阜県および栃木・茨城県においても同様の調査と分析を行い、地域スケールにおける動物とマダニの動態を予測した。移動分散能力の高いシカとマダニのマクロスケールの動態予測、里地で重要な動物と主要なマダニ種の動態予測に基づき、それぞれに有効な重点的個体群管理地域を特定した。これらとサブテーマ2、3 の結果を合わせて、野生動物、マダニ、感染症それぞれのモニタリングや密度管理開始のタイミング、適切な野生動物管理手法を明らかにし、実状に合わせた動物管理について取りまとめた。

【サブテーマ２】マダニの密度管理に関する研究

各種マダニの分布データベースを構築し、国立環境研究所・侵入生物データベース上で公開する

こととした。マダニ分子同定技術開発の基盤として、日本各地から採集されたマダニ標本を用いてミトコンドリアDNA分析を行い、各種マダニの生物地理系統情報を整備した。

これまでにマダニ採集を実施した異なる景観エリアにおけるマダニ高密度ポイントのミクロスケール環境情報を整理し、得られた情報とシカおよびアライグマの出現頻度マップと照合して、野生動物→人へのマダニ寄生ハイリスクポイントを地図化した。

フタトゲチマダニ飼育系統を使用して殺虫・殺ダニ剤12剤の急性毒性試験を行い、各薬剤のLD50を算出した。薬効データ及び環境安全性・物理化学性状を総合的に評価してE剤を選定した。本剤を用いて赤穂市のアース製薬研究所内敷地のマダニ発生エリアにおいて野外防除試験を行った。その結果、E剤100ppm散布エリアでは散布後1ヶ月以上マダニの密度を抑制する効果が示された。

【サブテーマ３】病原体の感染メカニズムに関する研究

SFTS 発生および発生警戒地域において、有害鳥獣駆除個体やサブテーマ１，２などによって得られた血液サンプルを分析し、野生動物の抗体陽性率と遺伝子検出率（感染率）を推定した。特にSFTS 多発地帯における重要宿主動物を明らかにし、病原体の動態を予測ことを目的に、SFTS 感染拡大にかかる情報収集を行った。

動物の抗体陽性率と感染率を明らかにし、重要な宿主動物を確認した。また培養細胞を利用したSFTS ウイルスの性状を明らかにする実験を試みて、感染プロセスに関する知見を得た。サブテーマ1 とシカ密度が異なる地域でシカの抗体陽性率を明らかにし、野生動物の密度が病原体拡大に及ぼす影響とそのメカニズムについて考察した。

野生動物におけるSFTS ウイルスの感染メカニズムにかかるウイルスの性状を網羅的に明らかにした。また国内外の感染拡大の状況とその特性について取りまとめ、病原体拡散防止のために病理学的観点から緊急性の高い実施項目を抽出して、有効な対策を提示した。

５．研究成果

５－１．成果の概要

生態系保全や農林業などの野外活動を阻害しつつあるSFTS をモデルに、人獣共通感染症のリスク低減を目的として、実施すべき野生動物や媒介生物管理の重点地域や効果的な対策手法、対策のタイミングを明らかにすることを目標とした。マダニ媒介感染症SFTSの多発地域と発生境界地域で、マダニ類と野生動物との関係を調査、解析した結果、マダニ密度が高い森林地帯ではニホンジカやイノシシなどの大型哺乳類密度が高く、これらの大型哺乳類がマダニを増やす主要な宿主であることを明らかにした。またSFTSウイルス遺伝子検査によって、本ウイルスの増幅動物は主にアライグマ、アナグマ、タヌキ、ハクビシンなどの食肉目であることを明らかにした。これらの動物はSFTS多発地域の里山周辺に生息していることが確認され、SFTSウイルスの媒介者と考えられるフタトゲチマダニやキチマダニが同所的に生息していたことから、SFTSウイルス感染上の重要な役割を果たしていることが示唆された。またシカ、イノシシ、アライグマのSFTSウイルスに対する抗体保有率の上昇と人への感染発生との間には、強い関係性が認められた。これらのことから、野生動物で感染拡大が起こり、動物の持つウイルスをマダニが人に感染させるというプロセスが明らかになった。しかし野生動物密度管理にはコストと時間を要することから、多発地帯や境界地の特にリスクが懸念されるエリアで緊急避難的に実施可能な、マダニの対策についても検討した。ウイルス感染が確認され、人に対する嗜好性が高いことでも知られるフタトゲチマダニを対象に、飼育系統を使用して殺虫・殺ダニ剤12剤の急性毒性試験を行い、各薬剤のLD50を算出した。薬効データ及び環境安全性・物理化学性状を総合的に評価してE剤を選定し、野外防除試験を行った。その結果、E剤100ppm散布エリアでは散布後1ヶ月以上マダニの密度を抑制する効果が示された。またマダニの生息地をミクロスケールで調査したところ、シカの多い森林地帯においても、下層植生が少なく土壌が露出するような林道上では、同一エリアの林内や林縁よりも有意にマダニ密度が低かった。これらのことから多発地域の人里やその周辺では、まず増幅動物の密度管理対策が必要である。野外活動に際しては、マダニの密度が高いエリアや発生時期には、E剤散布や一時的な植生除去によるリスク管理が可能と考えられた。またいずれの地域でも、森林地帯ではシカやイノシシの低密度管理が重要である。周辺地域でSFTSが毎年発生するような境界地域では、シカやイノ

シシの分布や密度をモニタリングしながら、SFTSウイルス抗体検査をすることによって、感染リスクを予測・評価することができることを明らかにした。

これらに加えて絶滅危惧種であるツシマヤマネコへの感染を証明し、ネコ科動物ではSFTSウイルス高感受性が知られることから、高リスクが懸念されるツシマヤマネコへの早急な対策の必要性を示した。加えて対馬ではニホンジカの密度が極めて高いことから、シカとマダニの関係性を調査分析した結果、シカがウイルス媒介上重要なフタトゲチマダニを増やした可能性を明らかにし、野生動物対策の緊急性を指摘した。このほか、千葉県でのイノシシとシカの調査結果に基づき人への感染リスクを示し、このことが2017年の過去の患者の発見へと結びついた。さらにイヌ、ネコから分離されたSFTSウイルスの遺伝子解析により、中国や韓国とのウイルスの伝播を示唆した。タイでの疫学調査では、タイでも中国と近縁のウイルスが蔓延していることを明らかにし、東～東南アジアにおける感染拡大の現状を示した。また新規マダニ媒介ウイルスであるOzウイルスやKabuto Mountainウイルスなどの人への感染も証明した。これらマダニ媒介感染症における対策の重要性に鑑み、各種マダニの国内分布データベースを構築し、国立環境研究所・侵入生物データベース上で公開する準備を整えた。

５－２．環境政策等への貢献

＜行政等が既に活用した成果＞

「野生鳥獣に関する感染症対策事業（令和3-5年度）」において・ニホンジカ、イノシシ、アライグマ、ハクビシン等を対象とした、人や他の野生鳥獣への感染可能性や野生鳥獣の利用実態等に基づく対策の優先度等に関するスクリーニングおよび獣医学や生態学、公衆衛生分野の関係機関等とサーベイランス、情報共有等に関する基盤体制の構築に専門家として協力した。

環境省の「野生鳥獣に関する感染症対策としての鳥獣保護管理方針検討会」において検討され、開始されたモデル事業「ツシマヤマネコ保全のための感染症対策」において、野生ツシマヤマネコの保護個体からSFTSウイルス抗体陽性を検出し、環境省のプレスリリースに貢献した、また同事業ではツシマヤマネコに対するSFTSのリスクを分析するとともに、保護飼育施設周辺におけるマダニ薬剤防除手法として本推進費で開発されたE剤の施用を提言した。

＜行政等が活用することが見込まれる成果＞

SFTSの感染地域の特に人里に近いエリアでは、ウイルス増幅動物であるアライグマやハクビシンなどの外来哺乳類の密度管理が最も重要であることを明らかにしたことから、人や野生鳥獣への感染に関する対策の優先順位として利用可能である。またマダニによる刺咬症が懸念されるエリアでは、一時的な植生の除去や殺虫剤の利用が有効であることを明らかにしたことから、レクレーションや保全などの野外活動を行う場合のマダニ緊急避難的対策として利用可能である。

シカやイノシシなどがマダニ密度を増加させる主要宿主であることを明らかにしたことから、SFTS感染の境界地域（周辺の県等では発生がみられるが、当該県内では未発生など）や多発地の森林地帯では、大型哺乳類の密度モニタリングと適切な密度管理を強化の必要性を示した。またシカやアライグマのSFTSウイルス抗体陽性率が上昇した時期に人への感染が発生していることから、未発生地域では抗体陽性のモニタリングが有効であることを明らかにした。

マダニ野外個体群防除剤は、今後、人間の生活圏（公園や校庭、家庭の庭など）、家畜飼育現場、およびツシマヤマネコなど希少動物飼育施設におけるマダニ発生時の緊急防除剤として実用できる。

生物多様性新国家戦略で目標に掲げられている30by30戦略において、野生動物と人間社会のゾーニングの重要性と管理のあり方について、感染症予防という観点からの具体な提言の基盤を示した。またポスト2020生物多様性枠組み（Global Biodiversity Framework）においては、目標4について野生動物に由来する感染症を介した軋轢に対する対策の必要性にかかる提言を可能にした。

５－３．研究目標の達成状況

全体目標	目標の達成状況
西日本から徐々に北上東進する人獣共通感染症SFTS をモデルとし、その感染リスクの低減を目的とする。動物とマダニの生息状況やウイルスの感染メカニズム等に関する研究により、感染症が定着した多発地域や未発の境界地域といった地域の実状に合わせ、農林業被害対策等と親和性の高い野生動物管理に、マダニ対策を加えた総合的感染症対策を提案することを最終目標とする。 　そのためにSFTS 患者発生状況が異なる地域でマダニと宿主野生動物の動態を明らかにし、広域の感染拡大の過程を予測して、各サブテーマと共同で重要野生動物の適切な管理対策を提案する。また野外におけるマダニのミクロスケールにおける分布を明らかにし、他の生物の生息に配慮したマダニ個体群管理手法を開発する。さらにSFTSにおける重要野生動物を明らかにし、SFTS ウイルスの環境中での動態や感染メカニズム解明に取り組み、適切なマダニおよび動物管理対策に資する。	目標を上回る成果をあげた。 SFTSをモデルとしたリスク低減策として、森林地帯ではマダニの重要な宿主であるシカやイノシシなどの大型哺乳類の低密度管理が必要であり、中山間地や市街地など里地や周辺では、ウイルスを増幅するアライグマ、ハクビシンなどの対策が重要であることを示した。したがってSFTS多発地域では、まず里地周辺でウイルス増幅動物の対策を優先的に行うこと、多発地域でも境界地域でも人里に近い森林地帯を中心にシカやイノシシの低密度管理によって媒介マダニを増やさない対策が必要であることを明らかにし、これらの野生動物密度管理は農林業被害対策と連携可能であることから、目標通りに地域の実情に合わせた対策を提言できた。また緊急避難的なマダニ対策として、ミクロスケールでは適切な薬剤とその使用法および下層植生除去の有効性を明らかにし、目標を達成した。 　さらに千葉県でのイノシシとシカでの調査は、2017年の過去の患者の発見へと結びついた。またアドバイザリーボード会合における指摘に基づき、対馬ではツシマヤマネコへのSFTSウイルス感染を証明し、媒介マダニとして重要なフタトゲチマダニとシカ被害度との間の相関を明らかにした。これらに加えて、SFTSウイルスの性状について弱毒タイプの存在や、アジアにおける現状把握の研究も実施し、新規のマダニ媒介ウイルスについてもリスクを明らかにしたことから、目標を上回る成果を上げた。

サブテーマ１目標	目標の達成状況
SFTS 患者発生状況が異なる地域でマダニと宿主野生動物の動態を明らかにし、感染拡大の過程を予測することにより、発生多発地域や境界地域などの異なる地域における重要野生動物の適切な管理対策を提案する。	目標を上回る成果をあげた。 境界地域では森林地帯でシカやイノシシがマダニ増加にかかる主要宿主であることを明らかにした。また多発地域では森林地帯のウイルス媒介マダニの主要な宿主はシカであることを明らかにし、感染が発生しやすい里地および周辺では、ウイルス媒介マダニ種とウイルス増幅動物が同所的に生息することを明らかにした。これらのことからシカやイノシシに伴ってマダニが里地周辺に分

	布拡大し、ウイルス増幅動物から病原体ウイルスを得て人に感染するという感染拡大過程が予想された。したがって優先的に対策をとるべきエリアは多発地域の里地周辺であり、サブテーマ3と共同で、まず最もリスクの高いウイルス増幅動物のアライグマやタヌキなどの密度管理に取り組むことを提案した。また境界地域でも多発地域でも森林地帯におけるシカの低密度管理を提案した。これらのことから、目標を達成した。 　これらに加え、シカが生息しない茨城県と隣接する栃木県内の野生動物とマダニの密度を比較することにより、シカの生息によって密度が10倍になる可能性を示し、シカによる影響をより明確にすることができた。またアドバイザリーボード会合における指摘に基づき、SFTSによる致死率が高いネコ科動物の一種ツシマヤマネコが生息する対馬で、シカによる森林被害度とウイルス媒介上の重要種フタトゲチマダニの密度との相関を明らかにし、現地のシカ対策の重要性を示しプレスリリースしたことから、目標を上回る成果を上げた。

サブテーマ２目標	目標の達成状況
野外におけるマダニのミクロスケールにおける分布を明らかにし、化学防除を含めた適切なマダニ防除手法を評価することにより、他の生物の生息に配慮したマダニ個体群管理手法を開発する。	目標どおりの成果をあげた。 世界で初のマダニの室内急性毒性試験法を確立し、各種薬剤に対する定量的感受性（LD50）データを整備することができた。さらに防除用有効薬剤を選定して、その効果を野外レベルで定量的に評価できた。これらの成果により、世界初のマダニ野外集団緊急防除剤が開発された。

サブテーマ３目標	目標の達成状況
SFTS における重要野生動物を明らかにし、SFTS ウイルスの環境中での動態や感染メカニズム解明に取り組み、適切なマダニおよび動物管理対策の基盤をつくる。	目標を上回る成果をあげた。 SFTSウイルス増幅において重要な野生動物としてアライグマ、アナグマ、タヌキ、ハクビシンなどの食肉目が重要であることを示した。一方で、シカやイノシシ、アライグマが生息する地域では、それぞれの野生動物の抗体保有率がヒトへの感染リスクと相関していることを再確認した。これらのことから、サブテーマ1の結果と合わせて、シカやイノシシに伴ってマダニが里地周辺に分布拡大し、ウイルス増幅動物から病原体ウイルスを得て人に感染するという感染拡大過程を予測した。

	これらをもとに、サブテーマ1、２と共同で野生動物管理対策を提案し、目標を達成した。 　さらに千葉県でイノシシとシカの密度増加が報告されていたことから調査を追加し、ヒトへの感染リスクを示したことが2017年の過去の患者の発見へと結びついた。またアドバイザリーボード会合における指摘に基づき、対馬の絶滅危惧種であるツシマヤマネコへの感染を証明し、サブテーマ1と共同で現地調査を行った。これらに加えてイヌとネコから分離されたSFTSVの遺伝子解析により、中国や韓国とのウイルスの伝播を示した。この中では、国内で分離された株の一部は病原性が低い可能性が示された。またタイでSFTSが発生したことから疫学調査を実施し、タイでもウイルスが蔓延していること、遺伝子解析の結果から、中国のウイルスと近縁であることを示した。また最近のマダニ媒介感染症の動向調査を実施し、新規マダニ媒介ウイルスであるOzウイルスやKabuto Mountainウイルスなどのヒトへの感染を証明した。これらの追加の成果は、今後のSFTSVを含むマダニ媒介感染症の対策に重要な知見を与える研究成果であり、目標を上回るものである。

６．研究成果の発表状況

６－１．査読付き論文

＜件数＞

31件

＜主な査読付き論文＞

1) 岡部貴美子、五箇公一、飯島勇人、亘悠哉、山内健生：日本ダニ学会誌, 31, 49-65 (2022), ダニ媒介人獣共通感染症対策における統合的管理の課題.
2) K.K. SUZUKI, K. DOI, K. MORISHIMA, H. YAMAGAWA, T. MORI, Y. WATARI, K. OKABE：J. Acarol. Soc. Jpn, 31, 67-73 (2022), Preliminary research on the relationship between tick and deer abundance on Tsushima Islands, western Japan.
3) H. IIJIMA, Y. WATARI, T. FURUKAWA, K. OKABE：J. Med. Entomol., 59, 2110-2119 (2022), Importance of host abundance and microhabitat in tick abundance.　(IF:2.435)
4) 五箇公一：Med. Entomol. Zool.　71：161-170 (2020)，人獣共通感染症の生態学的アプローチ～生物多様性の観点から感染症リスクを考える.　(IF: 0.5)
5) MATSUU, K. DOI, K. ISHIJIMA, K. TATEMOTO, Y. KOSHIDA, A. YOSHIDA, K. KINAME, A. IWASHITA, S.-I. HAYAMA, K. MAEDA: Viruses. 14(12), 2631 (2022) Increased risk of infection with Severe Fever with Thrombocytopenia virus among animal populations on Tsushima Island, Japan, Including an Endangered Species, Tsushima Leopard Cats. (IF: 5.818)
6) K. ISHIJIMA, K. TATEMOTO, E. PARE, M. KIMURA, O. FUJITA, M. TAIRA, Y. KURODA, M.V. MENDOZA, Y. INOUE Y, M. HARADA, A. MATSUU, H. SHIMODA, R. KUWATA, S. MORIKAWA, K.

MAEDA: Viruses, 14(9), 1963 (2022) Lethal disease in dogs naturally infected with Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome virus. (IF: 5.818)
7) K. TATEMOTO, K. ISHIJIMA, Y. KURODA Y, M.V. MENDOZA, Y. INOUE, E. PARK E, H. SHIMODA, Y. SATO, T. SUZUKI, K. SUZUKI, S. MORIKAWA, K. MAEDA: J Vet Med Sci. 202284(7):982-991 (2022) Roles of raccoons in the transmission cycle of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus. (IF:1.105)
8) K. TATEMOTO, M.V. MENDOZA, K. ISHIJIMA, Y. KURODA Y, Y. INOUE, M. TAIRA, R. KUWATA, A. TAKANO, S. MORIKAWA, H. SHIMODA: J Vet Med Sci, 84(8), 1142-1145 (2022) Risk assessment of infection with severe fever with thrombocytopenia syndrome virus based on a 10-year serosurveillance in Yamaguchi Prefecture. (IF:1.105)
9) Y. SAKAI, Y. KUWABARA, K. ISHIJIMA, S. KAGIMOTO, S. MURA, K. TATEMOTO, R. KUWATA, K. YONEMITSU, S. MINAMI, Y. KURODA, K. BABA, M. OKUDA, H. SHIMODA, M. SAKURAI, M. MORIMOTO, K. MAEDA: Emerg Infect Dis, 27(4), 1068-1076 (2022) Histopathological characterization of cases of spontaneous fatal feline Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome, Japan. (IF: 16.126)
10) E.S. PARK, O. FUJITA, M. KIMURA, A. HOTTA, K. IMAOKA, M. SHIMOJIMA, M. SAIJO, K. MAEDA, S. MORIKAWA: PLoS One, 16(1), e0238671 (2021) Diagnostic system for the detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus RNA from suspected infected animals. (IF: 3.752)

６－２．知的財産権

特に記載すべき事項はない。

６－３．その他発表件数

査読付き論文に準ずる成果発表	0件
その他誌上発表（査読なし）	23件
口頭発表（学会等）	75件
「国民との科学・技術対話」の実施	114件
マスコミ等への公表・報道等	12件
本研究費の研究成果による受賞	0件
その他の成果発表	0件

７．国際共同研究等の状況

サブテーマ2において2021年度より国立環境研究所・生物多様性領域・生態リスク評価対策研究室がOIE国際獣疫事務局（2022年度よりWOAH に名称変更）のアジア地域Sub-Focal pointに指定され、SFTSを含む野生動物感染症情報の提供および対策に関する協議を行っている。また、2023年度から国立環境研究所と韓国環境部国立野生動物疾病管理院（NIWDC）の間で共同研究契約が結ばれ、SFTSについても共同研究がめられる。

サブテーマ3において、カセサート大学と「協力案件名：タイにおける動物由来感染症の疫学調査」につき部局間連携（カウンターパート：Dr. Thanmaporn Phichitraslip、カセサート大学獣医科学部、タイ）を実施した。本件は研究分担者が山口大学所属時代から継続している国際共同研究（国立感染症研究所でもMOU締結）であり、職員及び学生間の研究連携。タイにおける動物由来感染症の感染状況の解明を行うことを目的とした。

８．研究者略歴

研究代表者

岡部　貴美子

千葉大学園芸学部卒業、博士（学術）、現在、（国研）森林総合研究所研究専門員

研究分担者

1）亘悠哉

東京大学大学院農学生命科学研究科修了、一般社団法人日本森林技術協会リーダー、現在、（国研）森林総合研究所野生動物研究領域主任研究員

2）飯島勇人

北海道大学大学院農学研究科修了、山梨県森林総合研究所研究員、現在、（国研）森林総合研究所野生動物研究領域主任研究員

3）五箇　公一

京都大学大学院農学研究科修了、宇部興産（株）農薬研究部研究員、現在、国立環境研究所室長

4）坂本　佳子

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科卒業、現在、国立環境研究所主任研究員

5）池上　真木彦

ユトレヒト大学PhD修了、リンカーン大学博士研究員、現在、国立環境研究所研究員

6）前田健

東京大学 農学部卒業 獣医学博士、山口大学 共同獣医学部 教授 、現在、国立感染症研究所獣医科学部 部長

Ⅱ．成果の詳細

Ⅱ－１　宿主動物の分布拡大防止対策に関する研究

国立研究開発法人森林総合研究所
　生物多様性・気候変動研究拠点　　岡部　貴美子
　野生動物研究領域　　鳥獣生態研究室　　亘　悠哉
　　飯島勇人
＜研究協力者＞
国立研究開発法人森林総合研究所
　生物多様性・気候変動研究拠点　生物多様性研究室　　古川　拓哉
　野生動物研究領域　　鳥獣生態研究室　　永田　純子
　　森嶋　佳織（令和3～令和4年度）
　九州支所　　鈴木圭（令和4年度）
山形大学農学部　大学院農学研究科　　小峰　浩隆

［要旨］
生態系保全や農林業などの野外活動を阻害しつつあるSFTS をモデルに、人獣共通感染症のリスク低減を目的として、実施すべき野生動物や媒介生物管理の重点地域や対策のタイミングを明らかにすることを目標とした。マダニ媒介感染症SFTSの多発地域と発生境界地域で、マダニ類と野生動物との関係を調査、解析した結果、マダニ密度が高い森林地帯ではニホンジカやイノシシなどの大型哺乳類密度が高いことを明らかにした。一方で大型哺乳類ではなくアライグマやハクビシンなどがウイルスを増幅していることから、多発地域の人里やその周辺ではまず増幅動物対策が必要であることを明らかにした。さらに多発地域では、人里周辺でのマダニを増殖させる大型野生動物の密度管理も必要である。また境界地域では、大型哺乳類の分布や密度をモニタリングしながら、低密度管理を実施すべきである。またシカのSFTSウイルス抗体検査は、人の感染リスクを評価するうえで有効である。これらに加えて感染履歴を持つツシマヤマネコ野生個体が発見された対馬では、シカがウイルス媒介上重要なマダニを増やした可能性を明らかにして、野生動物対策の緊急性を指摘した。

１．研究開発目的

生態系保全や農林業などの野外活動を阻害しつつあるSFTS をモデルに、人獣共通感染症のリスク低減を目的として、実施すべき野生動物や媒介生物管理の重点地域や対策のタイミングを明らかにする。そのため研究対象とする生物を①ウイルスを媒介するマダニ、②ウイルスやマダニの宿主動物、③病原体ウイルスの3 種に大別し、サブテーマ1ではウイルスやマダニの宿主動物の野外における実態を解明し、適切な管理法を取りまとめる。そのためにSFTS 多発地域、未発の境界地域における現状を把握し、ウイルス媒介マダニを里地へ、あるいは遠隔地に運ぶ宿主動物を明らかにする。サブテーマ２，３と共同で広域の分布拡大に関与する野生動物、多発地帯で感染に強く関与する宿主動物や指標動物などを解明して重点的密度管理対策地域や景観を明示し、密度管理のタイミングと効果的手法を明らかにする。

２．研究目標

SFTS 患者発生状況が異なる地域でマダニと宿主野生動物の動態を明らかにし、感染拡大の過程を予測することにより、発生多発地や境界地などの異なる地域における重要野生動物の適切な管理対策を提案する。

３．研究開発内容

SFTS 多発地域（和歌山県田辺市）の野生動物管理担当者らと共同で、森林景観、農地景観、市街地景観がそれぞれ異なる割合で優占する15地点を選択して、2018年4月-2019年4月に自動撮影装置による野生動物調査を行ったデータを入手し、本研究で解析を実施した。また2020年9月-2021年8月に同じ15地点で、マダニの密度調査を実施した。これらによって主要動物と関係性が強いマダニ種やその生息状況、季節消長、野生動物各種との景観利用の相違を明らかにした。またSFTS発生境界地域として、栃木県や茨城県内の森林が優占し野生動物生息状況が異なるエリアで、野生動物およびマダニ密度データを収集し、地域スケールにおける動物とマダニの動態を予測した。全国で唯一、現在シカが生息していない茨城県では2019年頃からシカの目撃情報が増加したこと、隣接する千葉県では2017年にSFTS患者が発生していたことが明らかになったことなどから、シカ定着とそれに伴うマダニ密度増加の時系列的解析と、隣接する栃木県との違いを明確化することを目的に調査を開始した。また栃木県では、各サイトで林内、林縁、林道に平行した3本のトランセクトを設置しマダニ調査を行ったことから、微環境とマダニ類との関係についても解析した。さらに石川県、滋賀県、愛知県、静岡県等周囲でSFTSが発生している岐阜県においてシカ密度分布マップを入手し、密度の異なる国有林、民有林10か所を選んで、2021年4月-12月に自動撮影装置等による野生動物調査および旗ずり法によるマダニ調査を実施した。マダニについては発育ステージごとに種を同定し、SFTSウイルス媒介が確認されている種の生息状況を確認した。これらに基づきサブテーマ3 と共同で、シカやマダニ密度と抗体陽性率の関係を解明し、重点的に対策をとるべきエリアを検討した。移動分散能力の高いシカとマダニの地域スケールの動態予測、里地で重要な動物と主要なマダニ種の動態予測を行い、それぞれにとっての重点的個体群管理を検討した。これらとサブテーマ2、3 の結果を合わせて、野生動物、マダニ、感染症それぞれのモニタリングや密度管理開始のタイミング、適切な野生動物管理手法を明らかにし、実状に合わせた動物管理について取りまとめた。

2018年頃には、対馬において現サブテーマ2の担当者らにツシマジカ（ニホンジカ亜種）の密度増加に関する相談が寄せられ、予備調査によって港湾周辺でマダニ密度が高いことが推測されていた。また初年度からアドバイザリーボード会合でアドバイザーの先生方から、ツシマヤマネコに対するリスク評価の重要性を指摘されていた。さらに、島内では既にSFTS患者2名が発生していたほか、2021年には絶滅危惧種のツシマヤマネコにSFTSウイルス抗体陽性個体が発見された。これらのことから研究計画書には記載しなかったものの、対馬におけるシカとマダニの予備的な調査を実施した。

４．結果及び考察

（１）SFTS多発地帯における野生動物とマダニの関係解明

2020年までのSFTS発生件数が全国10位の和歌山県において、これまで野生動物のSFTSウイルス抗体陽性情報が蓄積されている田辺市で15地点を選び（図-1.1）、2018年4月-2019年4月の1年間に自動撮影装置による野生動物調査を実施した。このデータを解析するとともに、同じ15地点で100mのトランセクトを設置し、2020年9月-2021年8月にかけて旗ずり法（トランセクト上で幅70cm長さ約150cmの白ネル生地を引きながらゆっくり歩き、植物体上などで宿主探索をしているマダニを布で捉える方法）によるマダニの密度調査を実施した。野生動物の撮影頻度を密度指数として景観（半径500m）との関係を解析した結果、森林景観が優占する調査地ではニホンジカ、イノシシなどの大型哺乳類密度が高く、市街地景観ではアナグマなどの中型哺乳類が高いことが定量的に明らかとなった（図-1.1）。さらに野生動物各種と景観の関係を冗長分析を用いて解析したところ、農地率が高い景観はウサギ、サルなどが利用することも明らかとなり、各動物の生活史特性から利用する景観の特徴を説明可能であることがわかった。

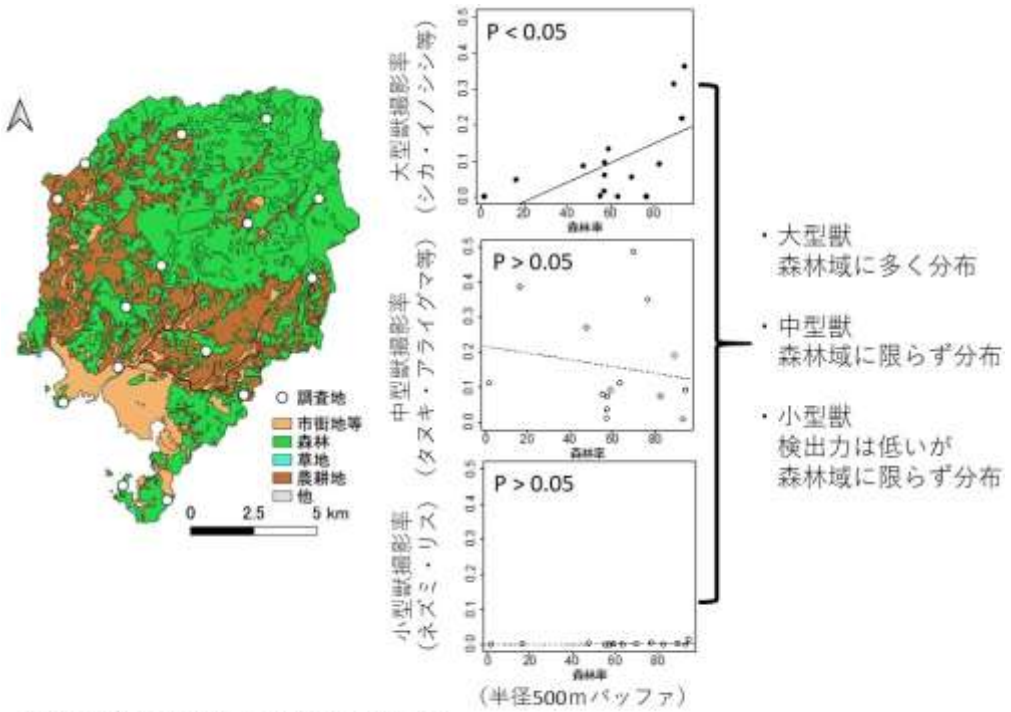


図-1.1 野生動物相と景観との関係

田辺市の15地点では、2020年9月から2021年8月までに11種のマダニを採集した。調査地点全体では、成虫、若虫ともにキチマダニとタカサゴチマダニが優占し、フタトゲチマダニも比較的密度が高かった（図-1.2）。SFTSウイルスが検出されたことから注意喚起されるタカサゴキララマダニ、フタトゲチマダニ、キチマダニ[1)]がすべて生息していたことから、当該地域の高いリスクが予想された。したがってそれぞれの種のより局所的なスケールにおける生息密度や生息地特性について、継続調査とモニタリングが必要であることも明らかとなった。

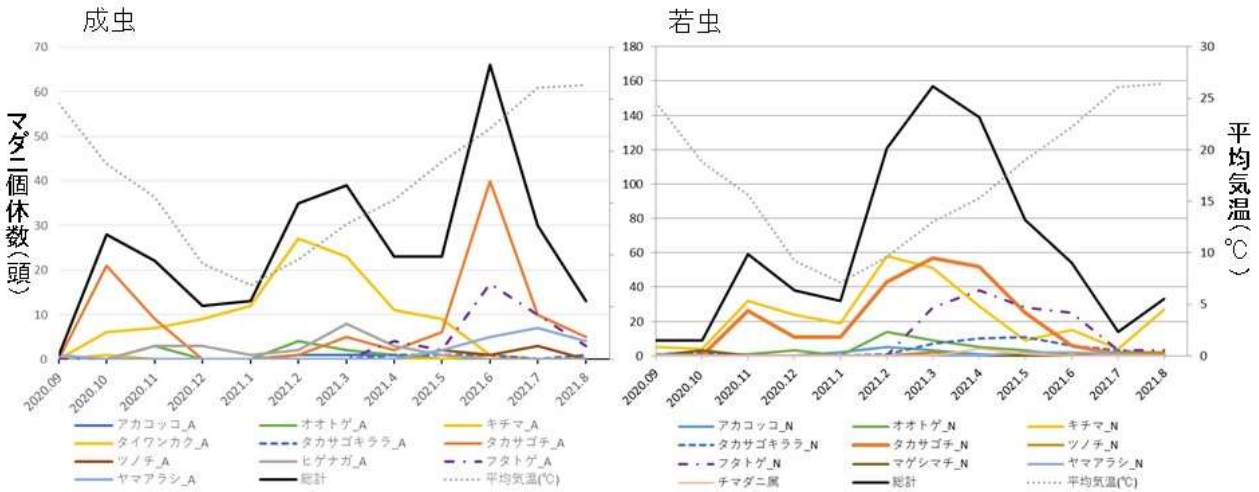


図-1.2 田辺市におけるマダニ発生状況．15地点を合計し、季節消長を示した。

また本研究による2020-2021年のマダニ種構成は、サブテーマ3が事前（2014-2018年）に調査・蓄積した結果（未発表）とも齟齬がなかった。このことから、和歌山県では2014年からSFTS患者が発生しているものの、当時から調査時点までの間、マダニ種構成には大きな変化が生じていないと判断し、これら重要種を含めたすべてのマダニについて、野生動物密度との関係を発育ステージごとに冗長分析によって解析し（図-1.3）結果を考察した。マダニは幼虫、若虫、成虫という各発育ステージで1回十分に宿主から吸血（飽血）してからいったん宿主を離れ、土中などで消化・脱皮後に地表面で宿主を探索

する。旗ずり調査では宿主探索中のマダニを採集していることから、採集されたマダニの直前のステージが宿主から飽血後に採集サイト内で離脱したと考えられる。すなわち採集時の直前のステージと宿主動物が、同じ景観を利用していたと判断すべきである。このことを念頭に自動撮影装置で確認された野生動物の出現地点と、旗ずりで採集されたマダニ種およびそれぞれの発育ステージの分析結果を考察すると、タカサゴキララマダニでは幼虫、若虫ともにシカやイノシシを含む様々な森林性の野生動物密度との相関が示唆された。またフタトゲチマダニやキチマダニ若虫はアライグマやハクビシンとの相関が示唆されたが、キチマダニ幼虫はタカサゴキララマダニと同様のエリアでの生息密度が高いと考えられた。フタトゲチマダニ幼虫には特定の野生動物群との関係は認められなかった。これらのことから、マダニの若虫や幼虫は中～小型哺乳類を宿主とし、成虫は大型哺乳類を宿主とするという傾向はどの種にも当てはまるわけではないものの、ステージごとに異なる宿主のそれぞれの移動に伴って、同一種のマダニでもステージ間ではやや離れた場所に分布する可能性が、国内のマダニについて始めて定量的に示された。

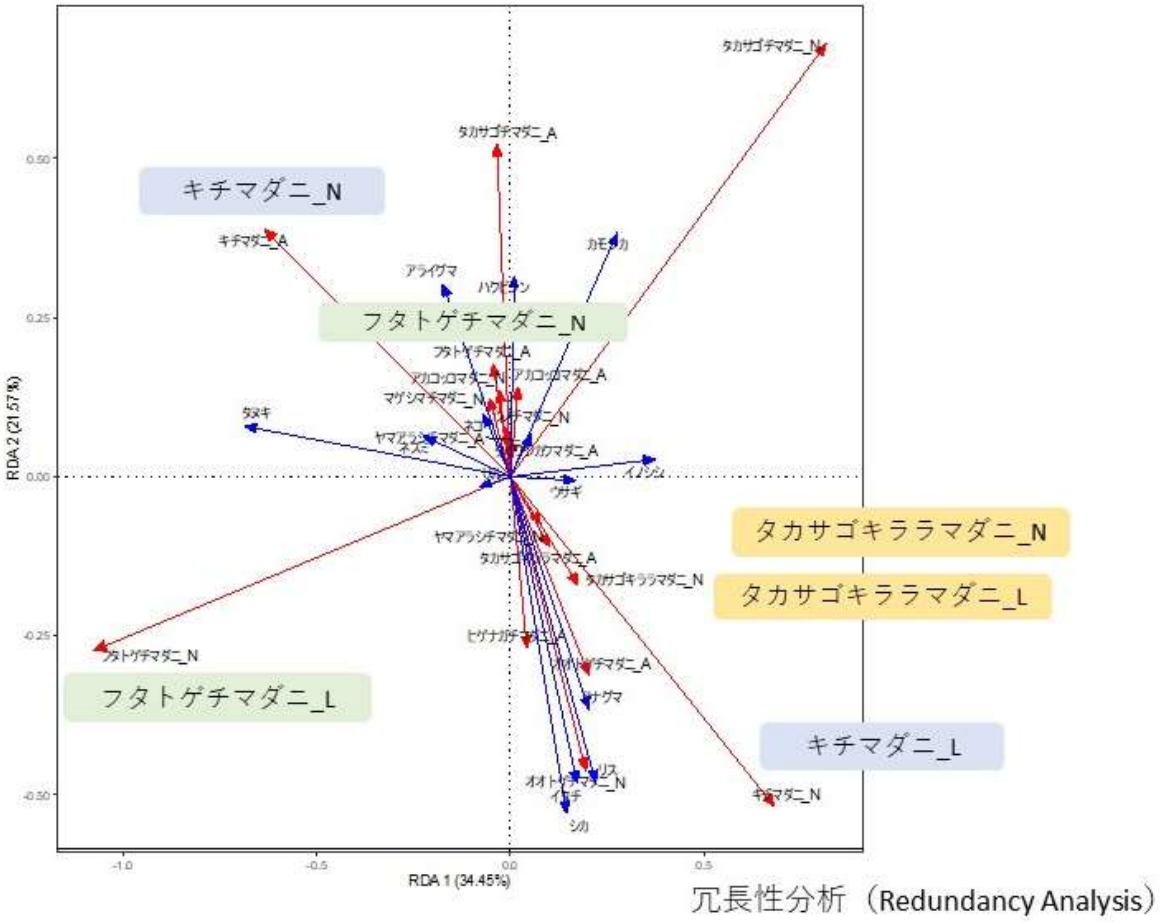


図-1.3 宿主動物とマダニ各ステージとの関係
図中の枠無しのステージは採集時、色付き枠で示したステージは、宿主を利用したステージを示す。A:成虫、N:若虫、L：幼虫

また田辺市ではアライグマの抗体陽性率の上昇と、SFTS患者発生の間の関係性が認められている[2)]。本研究により、SFTSウイルスを媒介するキチマダニやフタトゲチマダニ若虫とアライグマの分布との間には正の関係が認められること（図-1.3）、サブテーマ3によってアライグマはSFTSウイルスを増幅する可能性が明らかになったことおよび、マダニ刺咬の発生地点は特定されていないものの、シカなど大型哺乳類密度の高い森林地帯よりも里地の方が人の利用頻度が高くマダニ刺咬が発生する可能性が高い

ことから、里地でSFTSウイルスを媒介するマダニ対策として、アライグマの防除の重要性が示された。しかしウイルスを媒介するタカサゴキララマダニ幼、若虫の分布はシカ等の森林動物との関係性が強いことから、当該地域では森林景観が優占する地域でのシカやイノシシの密度管理の重要性も示唆された。

さらに特にリスクが高い景観の有無を明らかにするために、マダニと景観との関係性を冗長分析によって解析した（図-1.4）。その結果、タカサゴキララマダニが森林景観、フタトゲチマダニが住宅地のようなオープンランド景観により依存する可能性が示された。一方でキチマダニと景観との関係はさほど明確ではなかった。これらのことから、タカサゴキララマダニについては、生息地景観（森林）と野生動物分布（シカ、イノシシ）が一致し、中山間地の森林が優占する景観で密度上昇の可能性が示唆された。一方フタトゲチマダニは、里地でアライグマ等を宿主とする可能性が示唆された。またキチマダニは、宿主にも生息景観にも特異性が低いと考えられた。しかし下記（３）で述べるように、マダニ密度は局所スケールの植被率に依存する可能性があること[3)]にも留意すべきである。

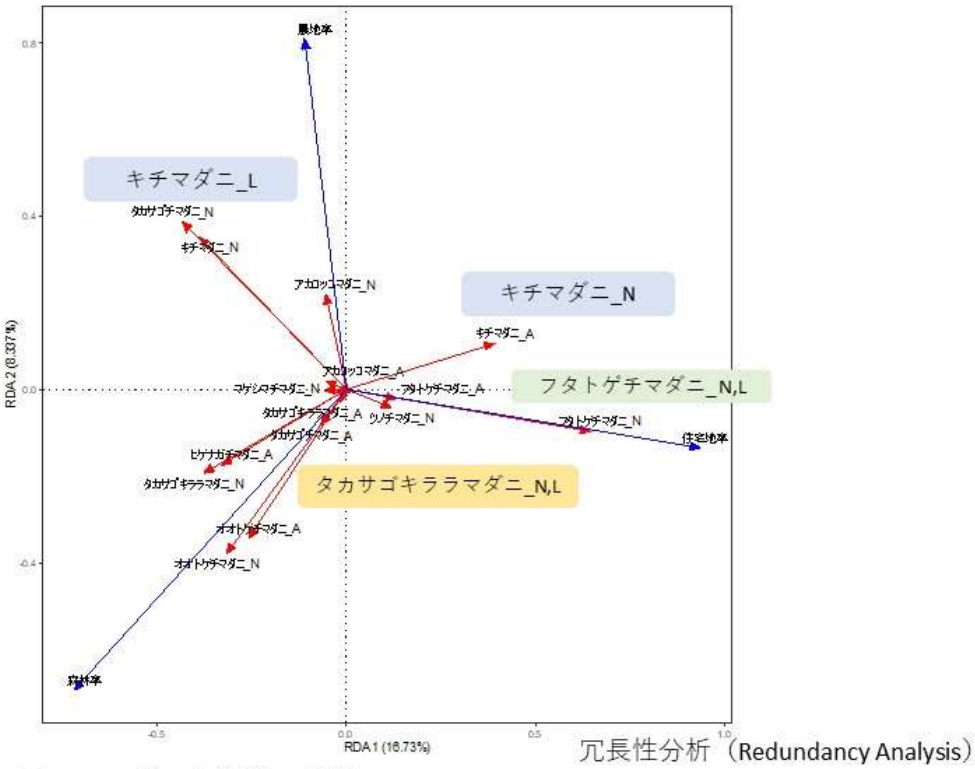


図-1.4 マダニと景観の関係
図中の枠無しのステージは採集時、色付き枠で示したステージは、宿主から離脱したステージを示す。A:成虫、N:若虫、L：幼虫

（２）SFTSウイルス抗体保有率における景観要因の解明

SFTS多発地域に位置する山口県でサブテーマ3が事前に収集したシカ抗体保有率について、景観との関係を解析した。全国的には体重30kg以上のシカでウイルス抗体陽性率が高いことが明らかとなっているが、山口県のシカでも体重増加に伴い抗体保有率が上昇していた。またシカ密度の上昇と抗体保有率には正の相関が認められ、宅地面積と抗体保有率には負の相関が検出された（図-1.5）。本結果はELSAのカットオフ値を仮に0.5として求めたものであるが、シカ間のマダニを介したウイルス授受の可能性が初めて示された。

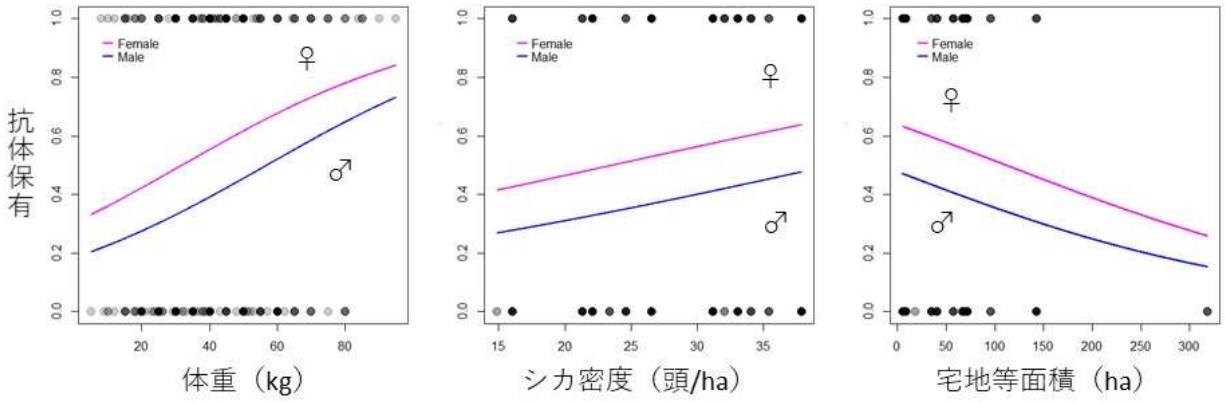


図-1.5 シカのSFTSV抗体保有率における個体属性と景観

（３）SFTS未発生の発生境界地域における野生動物とマダニの関係解明

2018年にSFTS未発生の栃木県の森林優占地域で、シカ密度情報を地図化して密度の異なる12調査サイトを設定し（図-1.6）、林内に自動撮影装置を設置して野生動物の出現を記録するとともに、4-11月にかけて毎月1回旗ずり法によってマダニの密度調査を行った。2021年にSFTS未発生の境界地域の岐阜県で調査を開始するにあたり、野生動物やマダニの種構成が田辺市（西日本）とは異なる可能性が高いことから、中部～関東地域の状況を把握するためにデータの分析を行った（2017-2019年の科研費17H00807による採集データを本課題で分析）。栃木県の調査ではシカ低密度地域のデータが重要であることが明らかになったことから、2019年前後からシカの目撃情報が増えてきたものの当時シカ未生息地の茨城県で、栃木県、福島県に接する県北地域で野生動物とマダニ調査を開始した（2019年は2017-2019年の科研費研究で実施）。

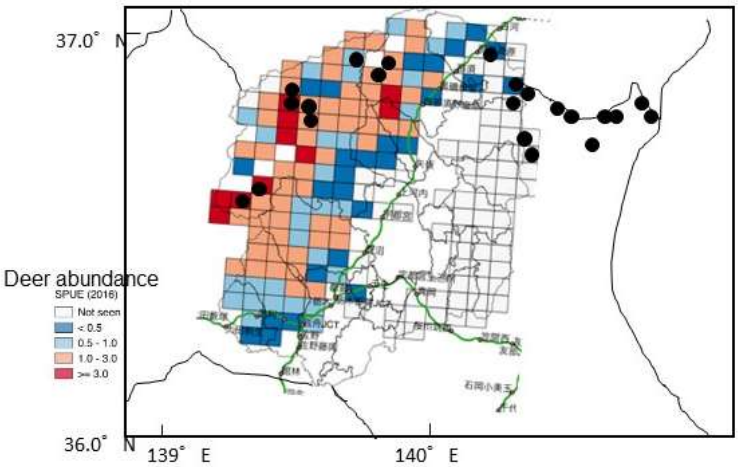


図-1.6 栃木県および茨城県の試験地．茨城県は調査時点でシカが生息していなかった。

その結果、茨城県内では2019-2022年にかけてマダニの種組成や密度にほとんど変化がなかったことから、2018年の栃木県の結果と2019年の茨城県の結果を図-1.7に示す。栃木県内（青棒）では宿主としてシカを選好するオオトゲチマダニ、ヒゲナガチマダニ、イノシシを好むキチマダニが優占したが、シカがほとんど生息しない茨城県内（赤棒）では、ヤマトマダニとキチマダニの発生が多かったものの、全マダニの採集数には栃木県内と約10倍の開きがあった。茨城県は現在日本で唯一のシカが生息しない県であることから、本研究によって、広範囲のシカ未生息地の情報を得ることができた。このことから国内のシカが生息する地域では、シカによるマダニ密度への影響が極めて高いこと、シカがいない地域ではイノシシ密度が高いと人嗜好性が高い（人への刺咬例が多く報告されている）ヤマトマダニ

や、キチマダニが増加することが示唆された。この結果は、SFTSの北上東進における高リスク地域の予測に寄与するものである。

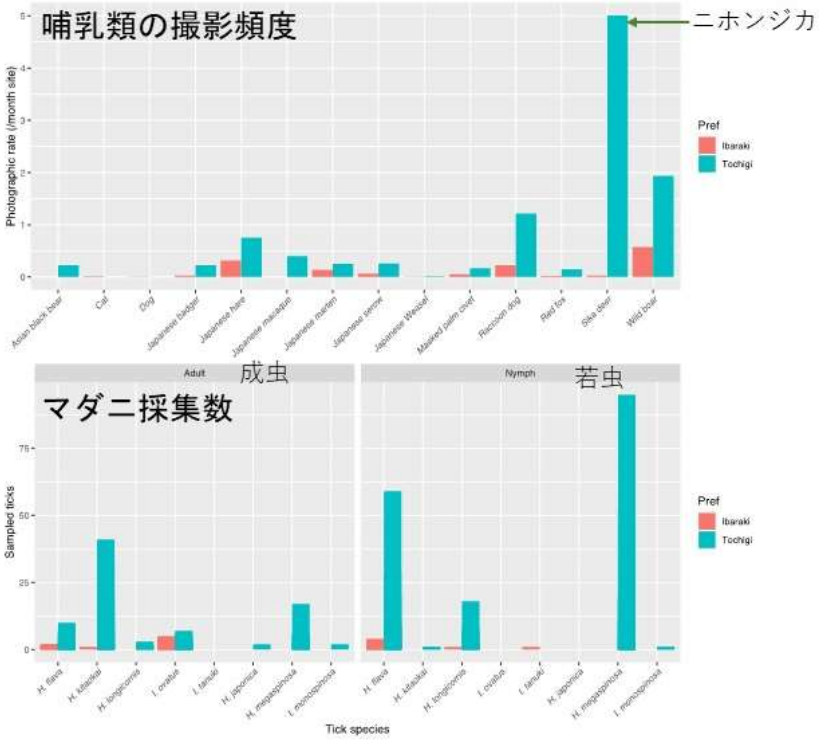


図-1.7 茨城県（赤）と栃木県（青）の調査サイトにおける野生動物撮影頻度（上）とマダニ採集数。栃木県は2018年4-11月に、茨城県では2019年4-11月に調査を実施した。

栃木県では十分なマダニ数が得られたこと、後方視的調査研究によって2017年には千葉県でSFTS患者が発生したことが明らかになったことから、栃木県も発生境界地域と考え、特にシカに着目して野生動物とマダニ密度の関係をさらに解析した。その結果、シカの撮影頻度とすべてのマダニ種（8種）の採集個体数との間には、マダニ成虫でも若虫でも正の相関が認められた。またマダニ密度増加は直線的ではなく、指数関数的であったことから、シカの中密度エリアでマダニの指数関数的密度増加が起こることが示唆された（図-1.8）[3)]。

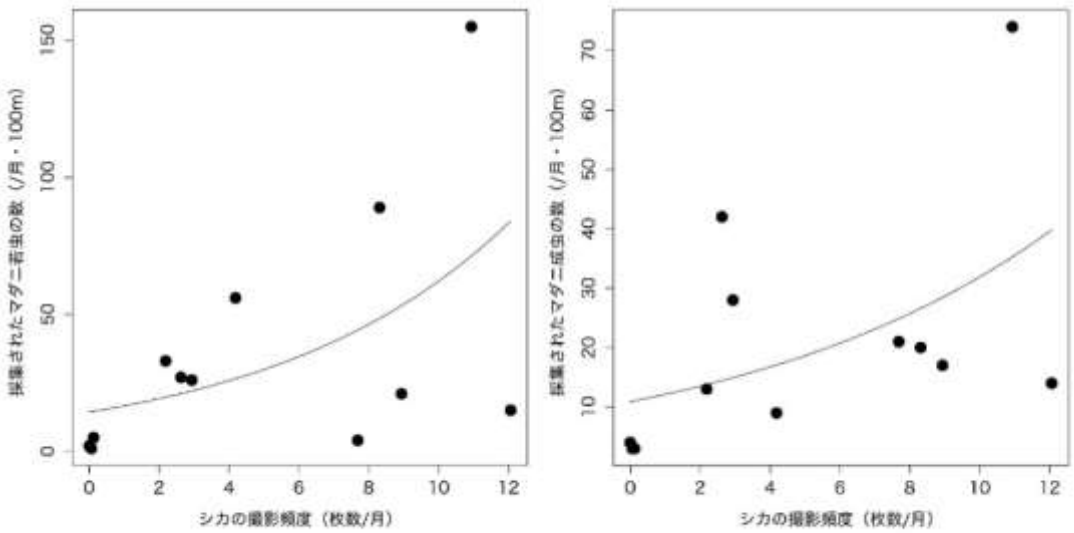


図-1.8 茨城県の12サイトにおけるシカ撮影頻度とマダニ類の採集数.

また8種のマダニの中では、キチマダニ、ヒゲナガチマダニ、オオトゲチマダニが優占していた。GLM解析によってこれらの3種のマダニ密度には、ニホンジカ、イノシシおよび本2種を含めた大型哺乳類（本県では、ツキノワグマ、ニホンカモシカが含まれる）、タヌキとの相関が認められ、若虫、成虫共にニホンジカとの相関が認められた（表-1.1）。

表-1.1 栃木県日光～那須・塩原で優占したマダニ類と野生動物の関係，GLMによる解析

相関が検出されたマダニ	相関が検出された野生動物		
キチマダニ成虫	ニホンジカ	大型哺乳類	タヌキ
若虫	ニホンジカ	大型哺乳類	タヌキ
ﾋｹﾞﾅｶﾞﾁﾏﾀﾞﾆ成虫	ニホンジカ	イノシシ	大型哺乳類
若虫	ニホンジカ	中型哺乳類	大型哺乳類
ｵｵﾄｹﾞﾁﾏﾀﾞﾆ成虫	タヌキ	ニホンジカ	大型哺乳類
若虫	ニホンジカ	大型哺乳類	タヌキ

出現動物：イノシシ、ニホンジカ、ニホンザル、タヌキ、ニホンカモシカ、テン、ニホンアナグマ、ツキノワグマ、ハクビシン、ニホンイタチ、アカギツネ
マダニ:ほかにヤマトマダニ、フタトゲチマダニ、ヤマトチマダニ、ヒトツトゲマダニ、タネガタマダニ

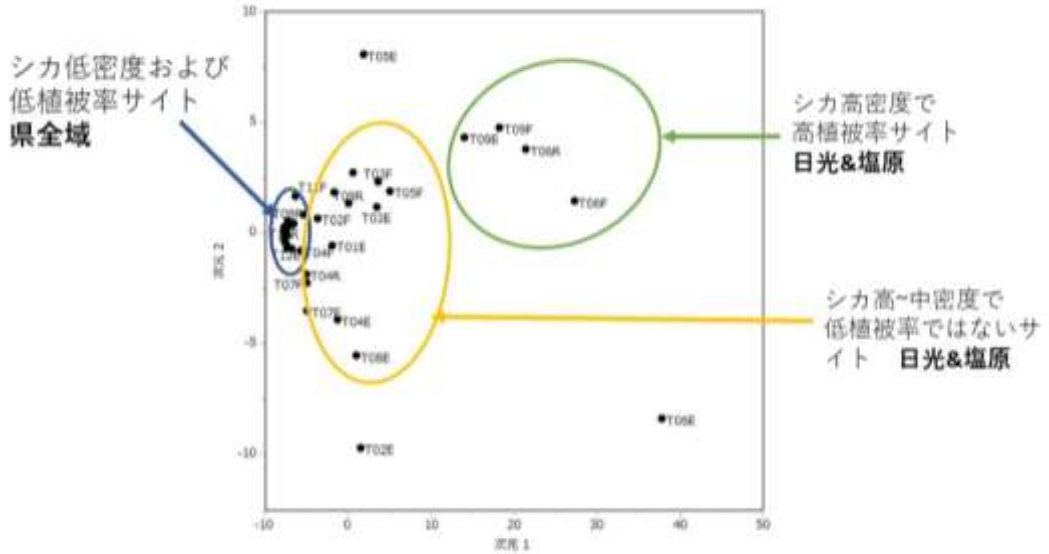


図-1.9 栃木県内のシカ密度が異なる12サイトにおけるマダニ群集構造，NMDSによって解析した。

更にサイトごとの種組成を多変量解析（NMDS）を用いて比較したところ、シカ密度と調査地点（トランセクト上）の植被率が、マダニの群集構造に強い影響を与える可能性が示唆された（図-1.9）。栃木県の各調査サイトでは、森林内（林縁から15m以上森林内部に入ったエリア）、林縁（森林と林道が接する部分で、林冠と下層植生のみがあるエリア）および林道（未舗装の主に人が歩くための林道）の各トランセクト（100m）でマダニを採集し、目視によりトランセクト上の植被率を判定した結果、高さ約50cmまでの下層植生の植被率は、林縁で最も高かった。またマダニ密度も林縁で高い傾向が認

められ、特に成虫では顕著だった（図-1.10）[3)]。したがって栃木県内では、サイト間の地理的な距離よりも、サイト周辺を含めたそのエリアのシカ密度と、下層植生とがマダニの出現種及びその密度に大きく影響していることが明らかとなった。

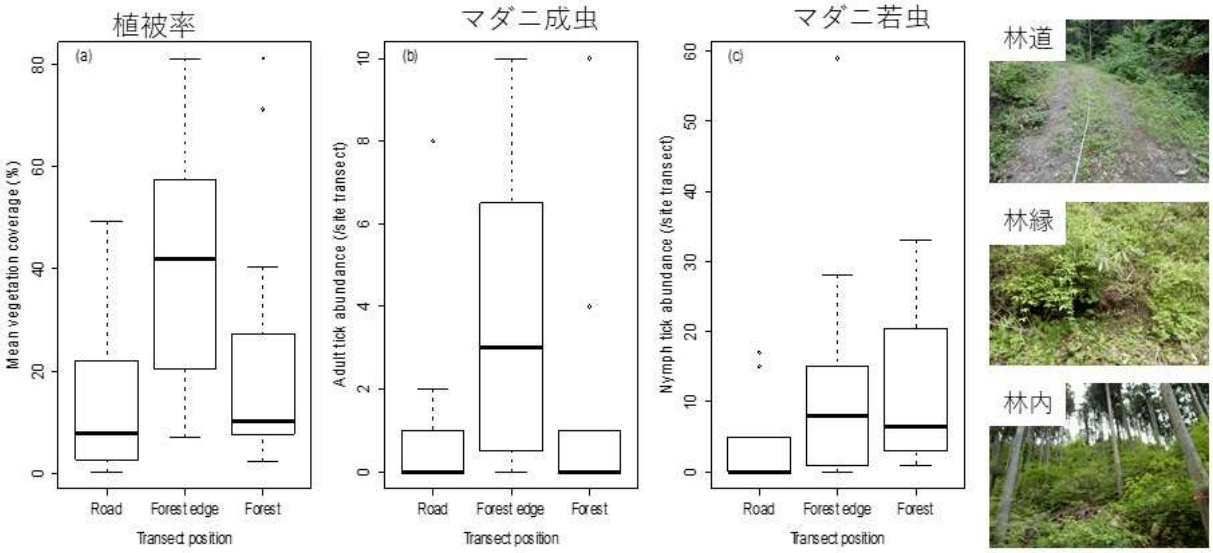


図-1.10 栃木県の12サイトにおける植被率およびマダニ採集数.
各サイトに林道上、林縁、林内の3本のトランセクトを設置してマダニ類を採集し、比較した。

未発生の境界地域である岐阜県内下呂市の国有林および民有林に調査サイトを設定し、2021年4月-12月に自動撮影装置を用いて野生動物調査を行うとともに、同サイトで毎月1回、旗ずり法によるマダニ調査を実施した（図-1.11）。

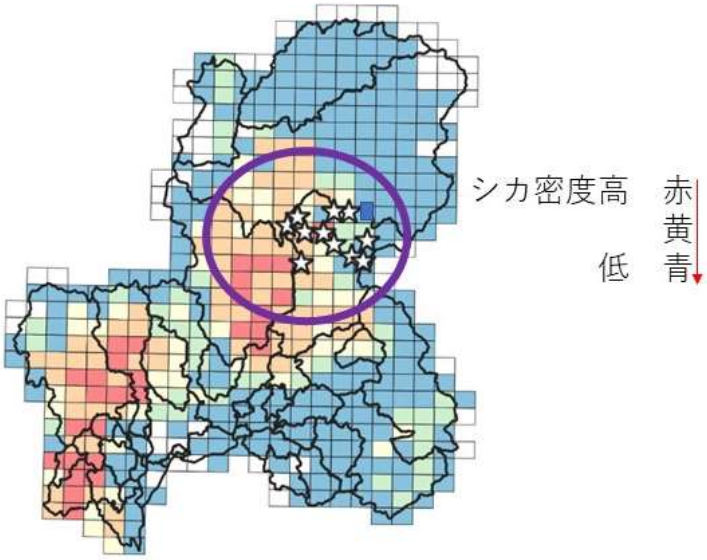


図-1.11 岐阜県におけるシカおよびマダニ調査サイト（下呂市周辺国有林内）

その結果、9種類のマダニが採集された（表-1.2）。岐阜県で採集された種には、和歌山県田辺市を含む西日本のSFTS発生地域で発生している種も含まれていたが、カモシカマダニのように稀な種も含まれており、種組成はやや異なっていた。またフタトゲチマダニを除き、SFTSウイルス媒介上重要なマダニの生息が確認された。フタトゲチマダニは栃木県の調査サイトでも稀であったことから、中部～関東地方の森林地帯では本種の顕著な密度増加が起こっていない可能性がある。一方で、これまで南方系種とされていたタカサゴキララマダニの生息が確認された。当該種は人の刺咬害報告が多く、SFTS

ウイルス媒介が知られることから、さらなる分布範囲や生息密度に関する調査が必要である。

マダニ優占種の密度は、生息が確認された野生動物のうちシカの頻度（生息密度との相関を確認済み）との相関が認められた（表-1.2）。マダニ全種のシカ撮影頻度との関係は、栃木県の結果と類似しており、シカの撮影頻度が増加するとマダニ全種の密度は指数関数的に増加した（図-1.12）。マダニ密度が低かったのは、シカ低密度サイト（図-1.11参照）であり、月平均撮影頻度も低かった。したがって栃木県同様に、シカ中密度エリアで指数関数的なマダニの密度増加が起こっていると考えられた。岐阜県の調査エリアでは、シカはスギ人工林で撮影頻度が高い傾向が認められた（表-1.2）が、本研究は比較的限られたエリアで実施されたことなどから、シカと森林植生の関係については更なる検討が必要である。また日本のマダニ種における植生の選好性はほとんど明らかになっていないことから、シカ密度が高い森林地帯で下層植生が発達している場所では、森林作業者が忌避剤を使用するなどマダニを避ける対策が必要である。

表-1.2 岐阜県下呂市および周辺の国有林で優占したマダニ種と関連する環境要因. GLM解析 N：若虫，A：成虫，負の影響：－，正の影響：＋，$p<0.05$

マダニ種	成長段階	説明変数			
		人工林常針	農地	標高	シカ
オオトゲチマダニ	ステージを分けない	＋	＋		＋
	N	＋	＋	＋	
	A	＋			＋
キチマダニ	ステージを分けない	＋	＋	＋	
	N	＋			＋
	A				
ヒゲナガチマダニ	A		－	－	＋
ヤマトマダニ	A				＋

出現動物：ニホンザル、リス科、ネズミ科、ニホンノウサギ、ハクビシン、タヌキ、アカギツネ、ツキノワグマ、テン、ニホンアナグマ、ニホンイタチ、イノシシ、ニホンジカ、ニホンカモシカ
マダニ：上記のほかにタカサゴキララマダニ、ヤマトチマダニ、カモシカマダニ、ヒトツトゲマダニ、タヌキマダニ

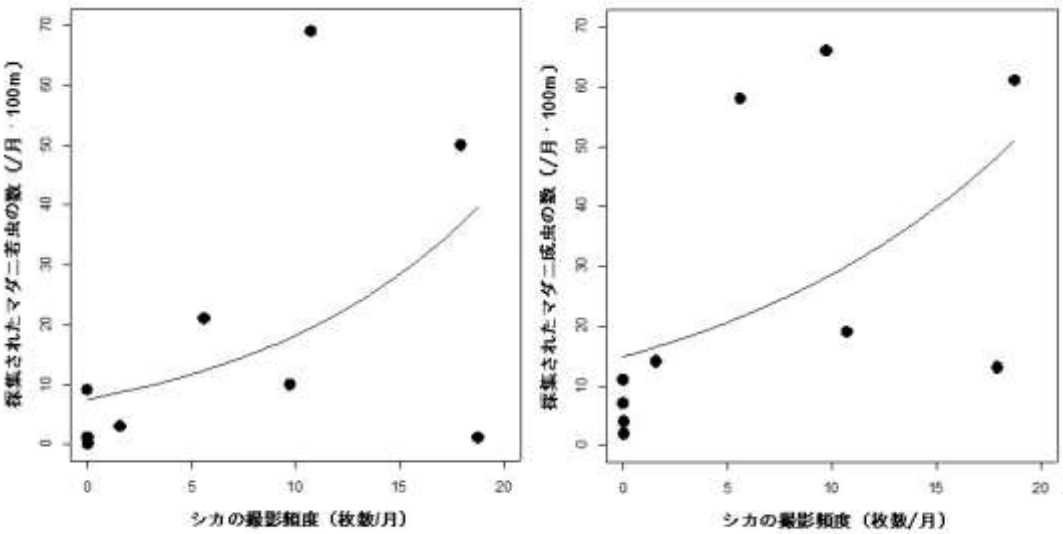


図-1.12 岐阜県の12サイトにおけるシカ撮影頻度とマダニ類の採集数.

（４）対馬におけるシカ被害程度とマダニ密度との関係解明

ツシマヤマネコ野生個体の生息が知られる北部の上島を中心に、森林地帯5地点に調査地を設定し、2022年5月にマダニ密度とシカによる樹木被害度の調査を行った。その結果、被害度指数[4]とマダニ密度の間には有意な相関が認められた[5]。また採集したマダニはすべてフタトゲチマダニだったことから、和歌山県田辺市とは異なり、人嗜好性が高くウイルス媒介者でもあるマダニ種の増加の主要因がシカである可能性が示唆された。このことから特にシカの低密度管理を急ぐ必要がある。また予備的に、南部下島ノツシマヤマネコ馴化センター周辺でマダニの調査を行ったところ、施設周辺にはマダニが生息していることが明らかとなったことから、（３）で述べた植生とマダニ密度の関係に関する結果を利用し、植生管理を行うなどの対策をすべきである。今後はネコ科動物の高感受性（人以外の動物では高死亡率とほぼ同等）が知られていることから、ツシマヤマネコの感受性試験が求められる。

（５）地域の実情に合わせた野生動物管理対策の提案

SFTS多発地域と境界地域に分け、さらに人による生態系の利用頻度が高い里地及び周辺と、人の利用は少ない森林地帯に細分して、それぞれの主要野生動物とマダニ、それらに対する対策を取りまとめた（表-1.3）。SFTS感染は現在、北上東進していることから、今後境界地域に移動してゆくと予想されるが、その場合は境界地域、多発地域の順に対策の重点ポイントを変えるフローの考え方が必要である。SFTSウイルスに対する野生動物の感受性はほとんど明らかになっていないことから、現時点でネコ科動物以外の野生動物リスクに言及することはできない。したがって現時点での対策の対象は、人のレクレーションや保全活動などの野外活動における安全性の確保である。野生動物種保全に関しては、今後の検討が必要であるが、主な生息地である森林地帯ではシカやイノシシの密度管理がマダニ密度管理につながることから、予防策として機能すると期待される。これまでのシカやアライグマの密度管理の実状から、中密度以上になって以降の密度管理は困難と予想されることから、野生動物の対策では低密度管理が重要なカギになると考えられる。

表-1.3 地域の実情に合わせた対策

		里地及び周辺	森林地帯*
多発地域	重要野生動物	アライグマ、ハクビシンなどのウイルス増幅・伝播動物。人嗜好性の高いマダニと関係性が強いイノシシ。	シカ、イノシシなどのマダニ増殖にかかる主要な宿主。
	注意すべきマダニ種	人刺咬害が知られる種（フタトゲチマダニ、タカサゴキララマダニ、キチマダニ、ヤマトマダニなど）。	SFTSウイルスを媒介する種。
	対策	増幅・伝播動物の密度管理。飼育動物の適性飼育。地域住民への普及啓発。マダニ刺咬を避ける忌避剤の利用、服装など。状況に応じて薬剤防除、一時的な植生除去を検討。	里山付近での大型哺乳類の低密度管理。森林管理・作業従事者への普及啓発。
境界地域	重要野生動物	アライグマ、ハクビシンなどのウイルス増幅・伝播動物。人嗜好性の高いマダニと関係性が強いイノシシ。	シカ、イノシシなどのマダニ増殖にかかる主要な宿主。
	注意すべきマダニ種	人嗜好性の高い種（フタトゲチマダニなど）。	SFTSウイルスを媒介する種。
	対策	増幅・伝播動物の密度モニタリングと管理。飼育動物の適性飼育。行政及び医療関係者への普及啓発。	大型哺乳類の分布や密度のモニタリング。シカなどのSFTSウイルス抗体陽性検査。森林管理・作業従事者への普及啓発。

*：人の利用頻度が低い森林。森林景観にあっても農地、住宅地など人の利用頻度が比較的高いエリアは、里地及び周辺に含む。

５．研究目標の達成状況

境界地ではシカやイノシシがマダニ増加に関与すること、多発地で患者が発生しやすい郊外や中山間地では、ウイルス媒介マダニ種とウイルス増幅動物が同所的に生息することを明らかにし、それぞれで重点的に管理すべき動物とエリアを提案してフローとして利用することを可能にしたことから目標を達成した。これらに加え、シカが生息しない茨城県と隣接する栃木県内の野生動物とマダニの密度を比較することにより、シカによる影響をより明確に示すことができた。SFTSによる致死率が高いネコ科動物の一種ツシマヤマネコが生息する対馬で、シカによる森林被害度とウイルス媒介上の重要種フタトゲチマダニ密度との相関を明らかにし、現地のシカ対策の重要性を示しプレスリリースしたことから、目標を上回る成果を上げた。

６．引用文献

1) 森川茂、宇田晶彦、加来義浩ら：IASR, 34,303-304 (2013). 重症熱性血小板減少症候群 (SFTS) ウイルスの国内分布調査結果（第一報）.

2) K. TATEMOTO, K. ISHIJIMA, Y. KURODA, M.V. MENDOZA, Y. INOUE, E. PARK, H. SHIMODA, Y. SATO, T. SUZUKI, K. SUZUKI, S. MORIKAWA, K. MAEDA: Vet. Med. Sci., 84, 982-991 (2022). Roles of raccoons in the transmission cycle of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus.

3) H. IIJIMA, Y. WATARI, T. FURUKAWA, K. OKABE: J. Med. Entomol., 59, 2110-2119. (2022). Importance of host abundance and microhabitat in tick abundance.

4) H. YAMAGAWA, F. KITAHARA, T. OTANI, R. YONEDA, K. SUZUKI, H. NOMIYA: J. For. Res., online first (https://doi.org/10.1080/13416979.2022.2148862)(2022). Assessing the damage caused by deer on young trees in a Sugi (*Cryptomeria japonica*) plantation based on field signs.

5) K.K. SUZUKI, K. DOI, K. MORISHIMA, H. YAMAGAWA, T. MORI, Y. WATARI, K. OKABE：J. Acarol. Soc. Jpn, 31, 67-73 (2022). Preliminary research on the relationship between tick and deer abundance on Tsushima Islands, western Japan.

Ⅱ－２　マダニの密度管理に関する研究

国立研究開発法人国立環境研究所
　生物多様性領域　　生態リスク評価・対策研究室　　五箇公一
　　坂本佳子
　　池上真木彦
　〈研究協力者〉
国立研究開発法人国立環境研究所
　生物多様性領域　　生態リスク評価・対策研究室　　大沼学

　アース製薬株式会社
　研究開発本部　研究部　　松原晶
　　原田惠理
　　倉島勇気

［要旨］
各種マダニの分布データベースを構築し、国立環境研究所・侵入生物データベース上で公開することとした。マダニ分子同定技術開発の基盤として、日本各地から採集されたマダニ標本を用いてミトコンドリアDNA分析を行い、各種マダニの生物地理系統情報を整備した。
　これまでにマダニ採集を実施した異なる景観エリアにおけるマダニ高密度ポイントのミクロスケール環境情報を整理し、得られた情報とシカおよびアライグマの出現頻度マップと照合して、野生動物→人へのマダニ寄生ハイリスクポイントを地図化した。
　フタトゲチマダニ飼育系統を使用して殺虫・殺ダニ剤12剤の急性毒性試験を行い、各薬剤のLD50を算出した。薬効データ及び環境安全性・物理化学性状を総合的に評価してE剤を選定した。本剤を用いて赤穂市のアース製薬研究所内敷地のマダニ発生エリアにおいて野外防除試験を行った。その結果、E剤100ppm散布エリアでは散布後1ヶ月以上マダニの密度を抑制する効果が示された。

１．研究開発目的

マダニ類が人間の生活・活動圏（公園、校庭、市街地・圃場周辺の緑地など）にまで、その生息域を拡大していることや、SFTSがネコ科動物に対して、高病原性を示すことなどから、マダニの発生リスク環境を可視化し、普及啓発に活用するとともに、マダニが多発した際の緊急防除のための技術を開発する。

２．研究目標

野外におけるマダニのミクロスケールにおける分布を明らかにし、化学防除を含めた適切なマダニ防除手法を評価することにより、他の生物の生息に配慮したマダニ個体群管理手法を開発する。

３．研究開発内容

マダニ分布データベースの整備：
　森林総合研究所、国立環境研究所および国立感染症研究所においてこれまで収集されたマダニの採集・分布情報を整理してデータベース用の基盤を整理した。それらの情報を可視化して、インターネットで公開するためのシステムおよびフォーマットを検討した。

また、マダニ分子同定技術開発の基盤として、日本各地から採集されたマダニ272個体からDNAを抽出し、ミトコンドリアDNAのCOI領域と16S領域の配列決定を行った。得られた配列データをDNAデータベースの登録データと照合し、種同定を行い、形態分析結果と比較した。また系統樹を作成して、地理的分化を分析した。

マダニ防除用薬剤の選定：

・**試験薬剤**：殺虫・殺ダニ活性が報告されている各系統殺虫剤から速効性薬剤12剤、脱皮阻害剤（IGR剤）1剤の合計13剤を選定した（表-2.1）。各薬剤の濃度0.0001、 0.001、0.01、 0.1、1μg/0.2μLアセトン溶液を調整して試験に供した。

・**試験生物**：フタトゲチマダニ飼育系統（九州大学系統、飼育条件：約23℃、100%RH、L:D＝14:10）の幼ダニ約50匹をマウスに放飼し、約4日～1週間（6日）で飽血離脱した幼虫を採取し1日毎に飼育瓶に保管した。約2～3週間後に脱皮した新若虫を4日毎に飼育瓶に保管して、吸血前毒性試験に供した。また、別途、上記得られた若虫約50頭をマウスに放飼し、約3日～8日で飽血離脱した若虫を採取し1週間毎に飼育瓶に保管して、吸血後毒性試験に供した。速効性殺虫剤12剤には吸血前毒性試験を実施し、脱皮阻害剤（IGR剤）のM剤には吸血後毒性試験を実施した（図-2.1）。

・**薬剤処理**：薬剤処理は経皮処理（急性経皮毒性試験）を採用した。採集・飼育した若ダニの背面に0.2μLの薬剤アセトン溶液をマイクロシリンジによって滴下した。アセトンを揮散させた後、5頭ずつガラス管に入れた（図-2.1）。24時間後、48時間後の致死を確認した。生死判断が難しい場合は温度刺激・機械的刺激を与えて確認した。M剤処理区は、約30日後の成ダニ数（脱皮有無）を確認した。試験は全て３連で行った。

・**薬効評価**：得られた死虫率に基づき、Probit法（Robertson et al. 2017）によってLD50値を算出した。

表-2.1 試験薬剤一覧

試験薬剤			吸血前 若ダニ	吸血後 若ダニ
ピレスロイド系	1	A剤	●	—
	2	B剤	●	—
	3	C剤	●	—
	4	D剤	●	—
ピレスロイド様	5	E剤	●	●
有機リン系	6	F剤	●	—
	7	G剤	●	—
	8	H剤	●	—
	9	I剤	●	—
ネオニコチノイド系	10	J剤	●	—
フェニルピラゾール系	11	K剤	●	—
オキサジアゾール系	12	L剤	●	—
IGR	13	M剤	—	●

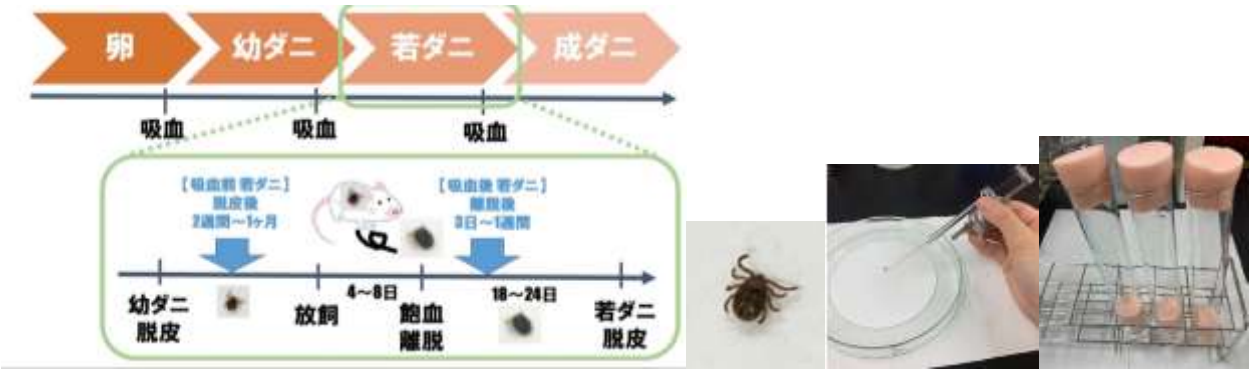


図-2.1 室内毒性試験のマダニ・ステージと急性経皮毒性試験のイメージ画像

野外防除試験：アース製薬株式会社研究開発本部（兵庫県赤穂市）の敷地内緑地エリアにおいて旗ずり法によりマダニの高密度分布エリアの調査を行い、試験地の選定を行い、以下の方法で野外防除効果試験を行った。試験期間は、2021年10月22日～11月23日、および2022年8月8日～9月20日の2シーズンである。

1. 一定以上のマダニが発生している区域(約 25m^2)にて白いフランネル布を用いて、旗ずり法（※）により処理前のマダニ密度を調査する。このとき、できるだけマダニが複数種自然発生している区域を試験区として設定する（N=2）。捕集・計数後はマダニを試験区画内に戻す。一部は DNA 分析によって種を同定する。

このマダニ密度調査により試験フィールドAおよびBの2エリア、それぞれに試験区2区画、無処理区2区画を設定した（図-2.2）。

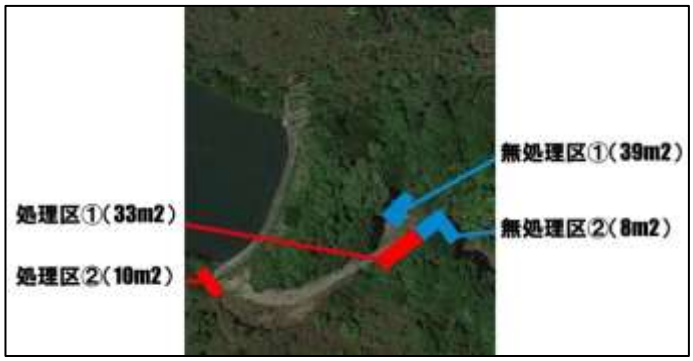
※ 幅 70 cm、長さ 100 cm の白いフランネル布に柄をつけ、布面を約 5 秒/m の速さで草むらなどで引きずり、約 1 m ごとに布面に付着したマダニ数をカウントし、試験区のマダニ数を調査する方法

2. 100ppm 水溶液に調製した試験検体を、散布器を用いて一区画あたり 5L(200mL/m 、20mg ai/m2)処理する。尚、薬剤を処理しない無処理区（N=2）を設ける。

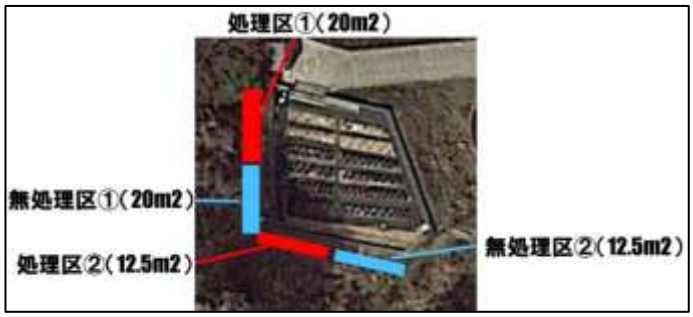
3. 散布してから1日後、3日後、1週間後、2週間後、3週間後、1ヶ月後に処理前と同様の方法でマダニを捕集し、下記式より駆除率※を算出する。また、試験中は試験区内に出没した動物種をビデオ撮影にて記録する。

※ 駆除率(%)=[1-{(処理区 N 日後マダニ数)/(処理区処理前マダニ数)/(無処理区 N 日後マダニ数) /(無処理区処理前マダニ数)}]×100

4. 定点カメラを設置して、試験エリア周辺で活動する動物を観察し、マダニの宿主を推定した。



試験エリアA



試験エリアB

図-2.2.マダニ野外薬剤防除試験エリアおよび試験区

長期スケール・ミクロスケールのマダニ密度管理手法の有効性検証：マダニおよび野生鳥獣管理に関する国内外の文献を収集・分析し、マダニ防除あるいは野生動物分布管理がマダニ密度およびダニ媒介感染症発症率に及ぼす影響を評価した。また、今後のマダニ咬傷リスク予測を目的として、宿主動物の分布予測を地図情報化した。サブ1で得られたマダニ媒介の高リスク哺乳類の分布データを収集し、種分布モデルを作成するための土地利用データや気候データの収集整備を行い、これらのデータを用いて人がマダニに寄生されるリスクが高いエリアを統計的に推計し、地図化した。

４．結果及び考察

マダニ分布データベースの整備：

2019年～2020年にかけて北海道から沖縄まで日本全国で採集された398のマダニ・データを整備した。さらに、過去の文献データを検索し、4720のマダニ分布情報を収集した。その結果、*Haemaphysalis*属12種（キチマダニ、タカサゴチマダニ、ヒゲナガチマダニ、フタトゲチマダニ、ツノチマダニ、ヤマアラシチマダニ、オオトゲチマダニ、ヤマトトマダニ、イスカチマダニ、ツリガネチマダニ、ウェリントンチマダニ、マゲシマチマダニ）、*Amblyomma*属2種（タカサゴキララマダニ、カメキララマダニ）、*Ixodes*属6種（シュルツェマダニ、ヤマトマダニ、タヌキマダニ、ヒトツトゲマダニ、ハシブトマダニ、タネガタマダニ）、および*Dermacentor*属１種（タイワンカクマダニ）の標本サンプルと採集データが得られた。得られたデータの公開用データベース・デザインとして、都道府県レベルでの分布データを地図情報として整備し、国立環境研究所の侵入生物データベース上にリンクを掲載することで普及効果を高めることとした（図-2.3）。

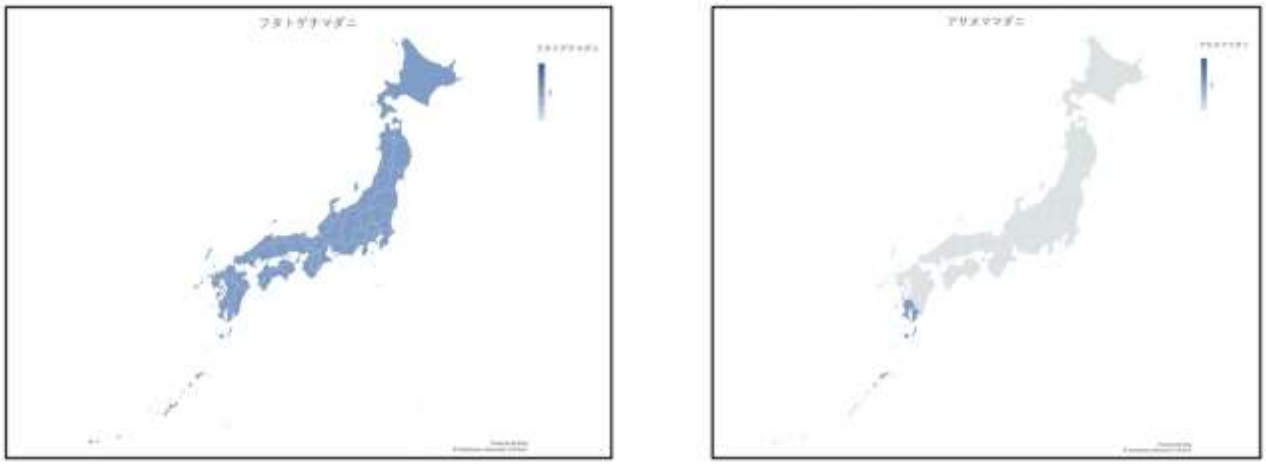


図-2.3 マダニ分布データーベースのイメージ図

DNA分析の結果、全てのサンプルからミトコンドリアDNA-CO1領域の断片（fragment）が増幅され

た。DNA塩基配列をもとに構築したマダニの系統関係を図-2.4に示す。DNA塩基配列に基づく種同定結果は、形態同定とほとんど乖離はなかったものの、一致しない例が見られ、その場合の多くは、未成熟個体の形態同定が困難であることに起因した。しかし、ヤマトチマダニとオオトゲチマダニに関しては、成ダニにおいてもミトコンドリアDNAによる区別が難しく、核DNAによる再検討が必要と判断された。

また、フタトゲチマダニ、キチマダニ、ヤマトマダニの3種に対象を絞り、種内の遺伝的変異の詳細を調査したところ、いずれの種でも多数の遺伝子型が見られたが、地理的な分布を完全には反映していなかった。このことから、マダニの地理的分布には、人為的な移動が関与していることが示唆され、今後のダニ媒介感染症の分布拡大プロセスにおいて人為的移送＝外来ダニの問題も調査・議論する必要があると考えられた。

これらのDNAデータを活用して、マダニ分子同定用のLAMPプライマーキットの開発も可能となるが、上記の通り、まだ形態データおよび生物地理的分布データとDNAデータの整合性がとれないサンプルもあり、マダニの分子系統進化についてはさらに詳細に研究していく必要がある。国立環境研究所では引き続き、中国や韓国を含む海外のDNAデータ情報も収集し、日本列島全域のマダニ分子解析を進める。

マダニ防除用薬剤の選定：

吸血前若虫に対する急性経皮毒性試験の48時間後死虫率からLD50値を計算した結果、速効性薬剤12剤のうち、もっとも値が低かった剤はピレスロイド様殺虫剤E剤（LD50(48h)=0.002μg）であった（表-2.2）。吸血後若虫に対するLD50はIGR剤M剤でおよそ0.001μgと算出され（表-2.3）、E剤では0.292μgと吸血前LD50値よりも大幅に値が上昇した（表-2.3）。

咬傷リスクが高い吸血前の飢餓状態にあるマダニは緑地と道路の境界上の草むらなどで、人間を待ち構えており、これらの個体を速やかに駆除する上では、速効性の高いE剤が有効と判断される。一方、

吸血後のマダニに対してはE剤の効果は低下することが示されている。抱卵ステージで感受性が低下するメカニズムは不明であるが、このステージにはIGR剤であるE剤を暴露させれば次世代（子ダニ）の孵化を抑制できることが毒性試験から示されている。従って吸血後の抱卵ステージのマダニ発生時にはIGR系M剤の散布が効果的とも考えられる。一方、生まれた幼ダニはE剤に対する感受性が極めて高いことから、結果的には、E剤散布区では、吸血後マダニが産卵した後も、孵化した幼ダニが残留農薬によって抑制されると考えられることから、総合的効果及び環境負荷低減を考慮して、防除剤はE剤が最適であると結論される。

表-2.2 吸血前若虫に対する急性経皮毒性LD50値

試験薬剤			LD_{50}（μg a.i.）
ピレスロイド系	1	A剤	0.017
	2	B剤	0.048
	3	C剤	0.005
	4	D剤	0.362
ピレスロイド様	5	E剤	0.002
有機リン系	6	F剤	0.1-1.0
	7	G剤	0.039
	8	H剤	0.096
	9	I剤	＞3
ネオニコチノイド系	10	J剤	＞3
フェニルピラゾール系	11	K剤	0.011
オキサジアゾール系	12	L剤	0.03-1.0

表-2.3 吸血後若虫に対するIGR剤M剤およびE剤のLD50値

試験薬剤			LD50（μg a.i.）
IGR	13	M剤	0.001-0.01

試験薬剤				LD50（μg a.i.）
ピレスロイド様	5	E剤	吸血後	0.292
			吸血前（参考）	0.002

野外防除試験：2021年夏の試験では、試験エリアAからタカサゴキララマダニおよびフタトゲチマダニが採集された。また試験期間中はエリア内にシカ、イノシシおよびキツネが定常的に侵入していることが確認された。これらの動物がマダニの媒介者であると推定された。

無処理区では、試験期間中、マダニ個体が高密度で推移したが、薬剤処理区では、薬剤散布後に速やかにマダニ密度が低下し、さらにその後1ヶ月間マダニの密度は回復しないまま推移した（図-2.5）。防除効率はいずれの試験区とも95%以上と計算された。薬剤処理区では、薬剤散布後も動物の侵入は繰り返されており、マダニ個体の新規加入は継続していたものと推定され、それでもマダニ密度が回復しなかったことから、本剤はマダニに対して長期残効を発揮するものと結論された。

2022年夏の試験では試験エリアAに加えて試験エリアBでも調査を実施した。両エリアともオオトゲ（orヤマト）チマダニ・フタトゲチマダニ・タカサゴチマダニ・キチマダニという多様なマダニ類が採捕された。またまた試験期間中はエリア内にシカ、イノシシおよびハクビシンが定常的に侵入していることが確認された。

試験エリアAでは、2021年と比較して10倍以上の高密度（1区画あたり300～600個体）でマダニが発生したが、薬剤処理によって、マダニ密度は速やかに低下し、1区画あたり10個体以下の低密度状態が6週間持続した（図-2.6）。同様に試験エリアBでも1区画あたり50個体という水準でマダニの生息が確認されたが、薬剤処理によって低密度状態を維持することができた（図-2.7）。両試験エリアとも防除効率は95%以上と計算された。

無処理区では、定常的に幼ダニから成虫に至る全ステージのマダニが発生していたことから、試験区に出入りしていた動物類がマダニの供給源となっていたと考えられる。常にマダニの加入が起こっていたにも関わらず、薬剤処理区では、1ヶ月から最大１.5ヶ月にわたって、マダニ密度をほぼ完全に抑制していたことから、E剤はマダニの全ステージに対して、極めて高い残効性を示すことが明らかとなった。これらの結果から、E剤は極めて有効な野生マダニ防除剤であると結論された。本試験で実施した薬剤処理法が野外における防除方法の基準となる。

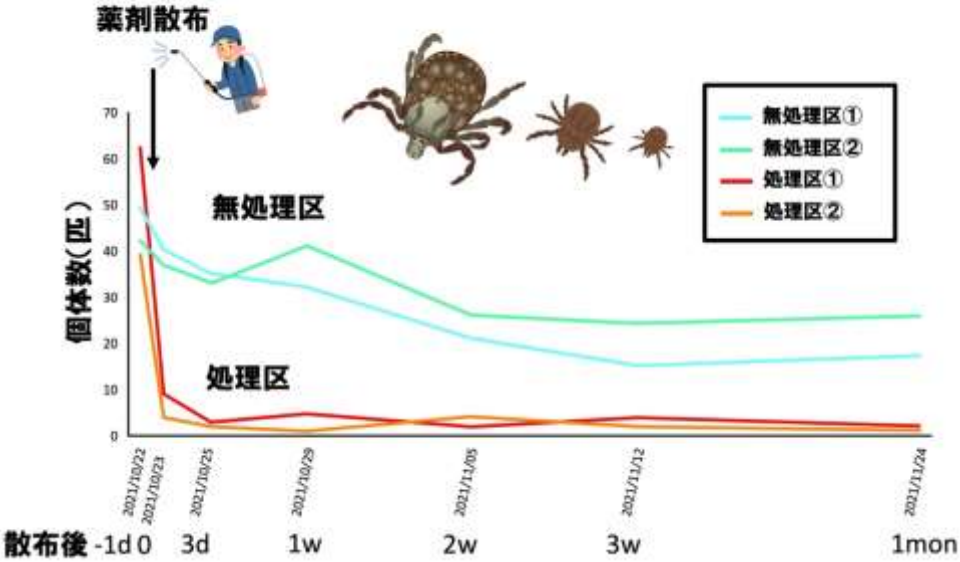


図-2.5 2021年夏の試験エリアAにおけるマダニ個体数推移

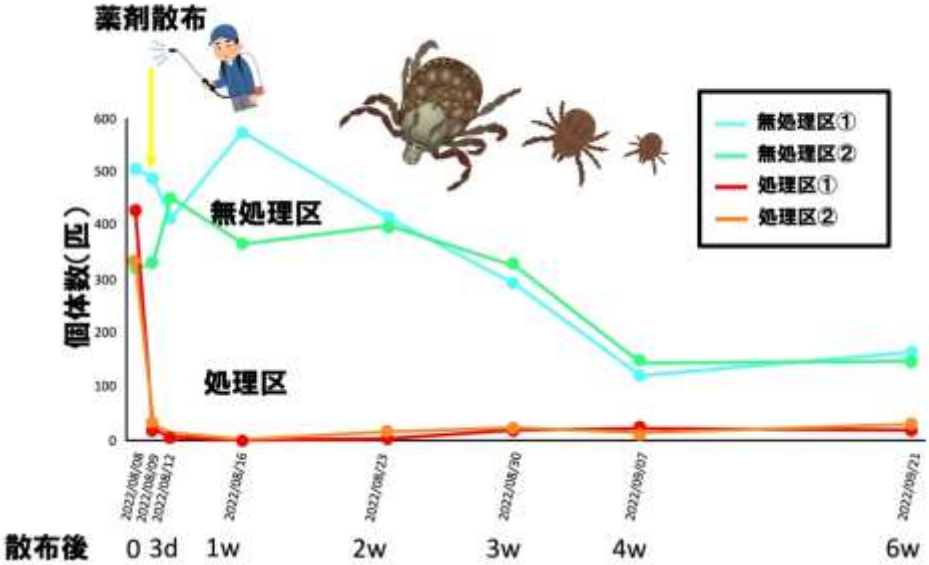


図-2.6 2022年夏の試験エリアAにおけるマダニ個体数推移

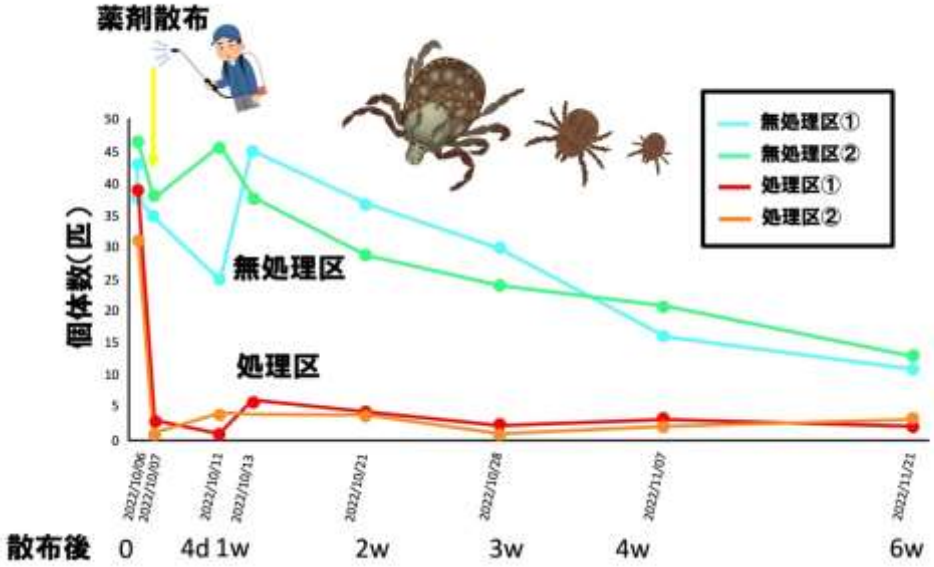


図-2.7 2022年夏の試験エリアBにおけるマダニ個体数推移

薬剤生態リスク評価：薬剤防除を野外で実施するにあたって懸念されるの健康影響および環境影響である。通常、国内外で家畜・ペットのマダニ防除剤として使用されているフィプロニルとE剤の哺乳類毒性・環境毒性データを収集し、比較を行った結果、E剤は従来剤と比較しても人畜毒性および環境リスクも大幅に低いことが示された。ただし、昆虫類を含む節足動物類には高い薬効があることから、今後は非標的節足動物群集に対する影響評価も併せて実施して、安全な使用方法を確立する必要がある。参考として、定量的データとしては取られていないが、今回の防除試験エリアにおいて、バッタ類の減少は目視では確認されてない。

長期スケール・ミクロスケールのマダニ密度管理手法の有効性検証：
マダニの防除および宿主動物の密度・分布管理によるマダニ密度抑制効果・感染症抑制効果に関する30の論文を収集し分析を行った（表-2.4）。その結果を統括すると以下のようにまとめられた。
・シカ個体群密度とマダニ個体群密度には正の相関があるが、増加速度の相関はおそらく無い。
・シカ密度減少に伴いマダニ密度も減少する場合が多いがシカ以外の野生動物の生息状況による、またその速度も条件依存。
・シカの個体群密度の低下とマダニ媒介感染症の発生現象との間には相関がないが、媒介マダニが減ることをもって“リスク低下”と表現される
・マダニ媒介感染症、特にライム病のコントロールでは、シカ対策、ネズミ対策に加えて、適宜マダニ密度制御対策がとられるが、最も推奨されるのは人がマダニ刺咬を予防することとされる。またすべてを実施すべきとの結論が一般的。

表-2.4 感染症対策としてのマダニ防除および野生動物密度管理の効果に関する文献データ一覧

管理手法	管理対象	具体的手法	正の効果	効果がないまたは失敗事例
マダニ管理				
化学的防除	マダニ個体群	家畜、野生動物、植生への散布、忌避剤	通常、薬剤抵抗性の出現までは有効(1,2)、特に宿主探索中のマダニに有効(3)、人には忌避剤が最も有効と推測(3)	宿主範囲が広いマダニ種の場合、ウシだけの散布は無効(4)、薬剤抵抗性(1)、マダニ密度が低下しても(マダニの病原体保有率が高いなどのため)感染症発生が減少しない(3,5)
ワクチン	マダニまたは病原体	予防接種	対マダニワクチンではマダニの吸血量、寄生数および増殖率が激減(6)	開発コストが高すぎる(8)、即効性がないまたは十分な減少率ではない(6,7,23)、人のワクチンでは施用回数と効果、副作用、他の感染症を促進する可能性が問題(24,25)
生物的防除	マダニ個体群	天敵利用	室内実験または小規模の野外実験では通常、効果が高い(9,10)	効果が一定でない、継続しない、(微生物薬剤開発～製造の)コストが高い(9,10)、有効な天敵種が少ない(9,10)
植生管理	マダニ個体群、マダニが宿主探索する植生	野焼き、草刈り	伝統的に野焼きでマダニ管理をしている地域がある(低コスト)(11)	残った植生にマダニが集中する"場"を提供(12)、効果は一定しない(13,14)
野生動物管理				
間引き(密度管理)	シカ(ライム病) ウサギ(Louping-ill virus) アナグマ(狂犬病)	ランダムなあるいは選択的密度管理	ヒツジの密度管理と合わせて行うノウサギの管理により感染減少が可能だった(15)	定量的評価ができない(16,18)、閾値という数値は存在せず、目標設定が困難(26)、すぐに元の密度に戻る(31)、ライチョウの感染症ウイルスは、ノウサギで増加するがシカで減少するものの、適切なシカ密度は媒介マダニ維持に寄与するため感染症が持続する(28,29)、個体群管理によってアナグマの密度分布や分布の範囲が変化し、目標地域の密度管理が達成できなかった(27)
移動	シカ(ライム病・島しょ部)		顕著なマダニ密度の減少(17)	島によるマダニの持ち込みと再増加(18)
柵	シカ(ライム病)	シカ柵	小面積では3年以内にマダニが減少(19)、柵内のシカ密度が低下し若虫密度も低下(20,32)、柵の設置で若虫は88%、成虫は32%減少した(柵外では、シカ密度とマダニ密度の相関はなく、シカのあるなしが重要)(30)	シカ柵内の若虫減少に寄与するが、小型動物が柵内外を往来して病原体を保持したマダニを運ぶため、ヒトが陽性の成虫マダニに出会う確率は低下しない(21)、メタ解析によると小面積(2.5ha未満)ではマダニ密度の増加がみられた(22)、(ライム病ボレリアを増加させない)シカの小面積排除(1ha未満)は(ボレリアを増やす)ネズミへのマダニの集中を促した(22)

マダニ咬傷リスク予測の地図化は、箱根エリアをモデルケースとして行った。サブテーマ１および3でマダニ媒介の高リスク動物と解明されたシカおよびアライグマを対象として、分布予測を行った。対馬（離島）、丹沢（本土山林）、つくば市（本土市街地）など、これまでにマダニ採集を実施した異なる景観エリアにおけるマダニ高密度ポイントのミクロスケール環境情報を整理し、得られた情報と上記のシカおよびアライグマの出現頻度マップと照合して、野生動物→人へのマダニ寄生ハイリスクポイントを地図化した。その結果、クリアに山林・緑地エリアのエッジ部分が特定され、野生動物の生息環境と人間活動圏の境界線部分が最もリスク管理を要することが示された（図-2.8）。これらのラインについて定期的にマダニの密度調査を行い、高密度発生時には速やかに薬剤による緊急防除を検討するなどの対策をとることが感染リスク管理として考えられる。

図-2.8　ミクロスケールのマダニ高頻度発生環境と媒介動物の分布の重なりからみた人寄生・感染リスク・ライン（赤色のベルト地帯）

５．研究目標の達成状況

マダニの種同定および分布予測に必要となるDNA情報の収集・整備がほぼ完成した。ただし、LAMPキットのような簡易同定手法を開発するには、さらなるDNA情報と形態・系統解析が必要とされる。

マダニ緊急防除手法として世界初といえるマダニ防除剤の開発に至った。

ミクロスケールでのマダニ密度管理の優先エリアの特定手法が開発された。

６．引用文献

1)　Robertson, J. L., M. M. Jones, E. Olguin and B. Alberts (2017) Bioassays With Arthropods, 3rd edn., CRC Press, Boca Raton, FL.

Ⅱ－３　病原体の感染メカニズムに関する研究

国立感染症研究所
　獣医科学部　　前田　健

＜研究協力者＞
国立感染症研究所
　獣医科学部　　松鵜　彩
　　朴　ウンシル
　　石嶋　慧多
　　立本　完吾
　　平良　雅克

［要旨］

SFTSにおける重要な野生動物としてアライグマ、アナグマ、タヌキ、ハクビシンなどの食肉目が重要であり、食肉目への感染を防ぐことがより効率的にSFTSVの蔓延を阻止できると考えられた。しかし、シカやイノシシでの抗体保有率がヒトへの感染リスクと相関していることから、シカやイノシシへの感染を防ぐことが、ヒトへの感染リスクを低減することにつながる可能性もある。また、千葉県でのイノシシとシカでの調査はヒトへの感染リスクを示すことができ、更には、2017年の過去の患者の発見へと結びついた。更に、対馬では、最近のリスクの高まりを明らかにすることができ、更には、絶滅危惧種であるツシマヤマネコへの感染を証明することができ、SFTSVに高感受性である可能性が高いツシマヤマネコへの早急な対策の必要性が示された。犬と猫から分離されたSFTSVの遺伝子解析により、中国や韓国とのウイルスの伝播が示された。このことは、国内でも容易にSFTSVが感染拡大する可能性があることを示している。国内で分離された株の一部が病原性が低い可能性が示された。高病原性といわれてきたSFTSVにおいて病原性の低い可能性があるウイルスが存在している可能性もあり、ヒトや動物での症状の違いなどをより詳細に解析する必要が示された。また、タイでの疫学調査により、タイでもウイルスが蔓延していること、遺伝子解析の結果から、中国のウイルスと近縁であることが示された。東アジアのみならず、東南アジアにおいても感染拡大がおこっていることが示された。更に、新規マダニ媒介ウイルスであるOzウイルスやKabuto Mountainウイルスなどのヒトへの感染も証明されており、SFTSVのみならず他のマダニ媒介ウイルス感染症に対する総合対策が必要であることが改めて示された。以上の結果は、マダニ媒介感染症に対するOne Healthアプローチによる早急な総合対策の必要性を示している。

１．研究開発目的

生態系保全や農林業などの野外活動を阻害しつつあるSFTS をモデルに、人獣共通感染症のリスク低減を目的として、実施すべき野生動物や媒介生物管理の重点地域や対策のタイミングを明らかにすることを目標とする。そのため研究対象とする生物を①ウイルスを媒介するマダニ、②ウイルスやマダニの宿主動物、③病原体ウイルスの3 種に大別し、それぞれをサブテーマとする実態解明研究の後、適切な管理法を取りまとめる。そのためまず、サブテーマ３では動物ではウイルス媒介マダニを里地へあるいは遠隔地に運ぶ宿主動物を明らかにする。また病理学的研究によって、病原体を増殖させるマダニや宿主動物を種レベルで予測し、また感染による死亡率等を明らかにする。

２．研究目標

SFTS における重要野生動物を明らかにし、SFTS ウイルスの環境中での動態や感染メカニズム解明に取り組み、適切なマダニおよび動物管理対策の基盤をつくる。

３．研究開発内容

以下の年度目標をもとに研究を実施した。

令和2年度はSFTS 発生および発生警戒地域において、有害鳥獣駆除個体やサブテーマ１，２などによって得られた血液サンプルを分析し、野生動物の抗体陽性率と遺伝子検出率（感染率）を推定する。特にSFTS 多発地帯における重要宿主動物を明らかにし、病原体の動態を予測する。SFTS 感染拡大にかかる情報収集を開始する。

令和3年度は動物の抗体陽性率と感染率を明らかにし、重要な宿主動物を確認する。また培養細胞を利用したSFTS ウイルスの性状を明らかにする実験を試みて、感染プロセスに関する知見を得る。サブ

テーマ1 とシカ密度が異なる地域でシカの抗体陽性率を明らかにし、野生動物の密度が病原体拡大に及ぼす影響とそのメカニズムについて考察する。

令和4年度は野生動物におけるSFTS ウイルスの感染メカニズムにかかるウイルスの性状を網羅的に明らかにする。また国内外の感染拡大の状況とその特性について取りまとめ、病原体拡散防止のために病理学的観点から緊急性の高い実施項目を抽出して、有効な対策を提示する。

４．結果及び考察

（１）SFTS蔓延に関する重要な動物種の探索

SFTSはマダニが媒介する感染症で多くの哺乳動物が感染することが知られている。しかし、動物により感受性が大きく異なることが知られている。チーターや猫のように感染すれば致死的な症状を呈する動物もいれば、牛や羊などの動物は感染しても不顕性感染していると考えられる。犬はその中間に位置しており、多くが不顕性感染するが、一部は発症し、致死的な感染症となる。一方でウイルスの媒介者はマダニであり、SFTSVの蔓延はマダニが、体内でウイルスが増えて血流に侵入し全身を移動する状態を指すウイルス血症（Viraemia）になった動物から吸血・感染することによって生じる。１頭の動物には通常多数のマダニが寄生することから、ウイルス血症になった動物が1頭でもいれば、多数のマダニがSFTSVに感染することになる（図-3.1）。

図-3.1 SFTSの感染間で重要な野生動物は？

動物におけるウイルス血症を比較する際には、同一地域で捕獲された各種動物で比較することが重要である。我々は、和歌山県の田辺市で鈴木和男先生のご協力を得て、有害鳥獣として捕獲、交通事故死した動物、狩猟される動物の血清を2007年から調査してきた。最も有害鳥獣として捕獲されるアライグマにおける抗SFTSV抗体保有率を調査した（図-3.2）[1)]。その結果、2009年3月までは陽性個体がいなかったが、2009年4月から2013年3月（侵入期）までは抗体保有率は10％以下であった。しかし、2014年4月から急激に抗体保有アライグマの割合が増加した（拡大期）。その結果、2014年6月にこの地域でSFTS患者が発生した。地域の野生動物での蔓延が、ヒトでのリスクとなることの証明となった。2015年4月以降は約半数のアライグマが抗体保有し、その後、その陽性率はほぼ一定となっている（流行期）。ちなみに2歳以上のアライグマは約80％が陽性となり、一度マダニの活動が活性化する春を経験することにより多くのアライグマがマダニからSFTSVに感染していることになる。そこで、SFTSVが蔓延し流行期である2017年4月以降のこの地域における各種動物の抗SFTSV抗体保有率とウイルス遺伝子検出率に関して比較した。

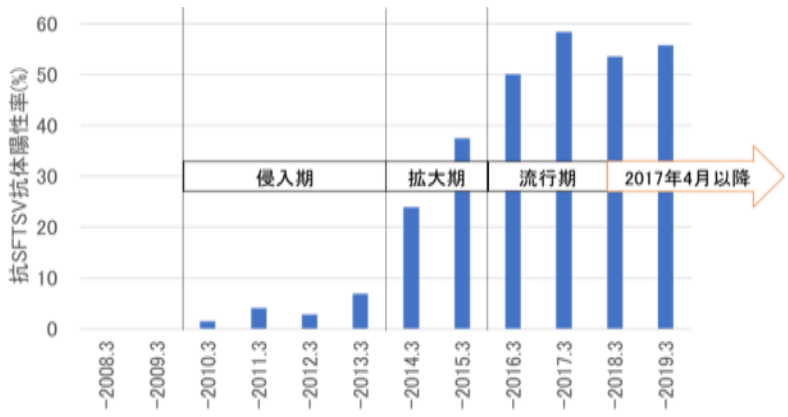


図-3.2 和歌山県田辺地域のアライグマにおける
抗体陽性率の推移(2007.6-2019-3)(年度別)

アライグマ（抗体2021年261頭、遺伝子2017年-2018年、2021年606頭）、タヌキ（2017年-2021年、105頭）、アナグマ（2017年-2021年、241頭）、ハクビシン（2017年-2021年、190頭）、サル（2017年-2021年、98頭）、シカ（2020年-2021年、抗体340頭、遺伝子330頭）、イノシシ（2020年-2021年、抗体348頭、遺伝子420頭）の中和抗体保有率と遺伝子検出率を比較した（表-3.1）。その結果、アライグマにおいては中和抗体保有率32.6%、遺伝子保有率1.8%、タヌキは41.0%と2.9%、アナグマは51.0%と1.2%、ハクビシンは46.3%と2.1%、サルは22%と1%、シカは57.4%と0%、イノシシは56.9%と0.2%であることが明らかとなった。

表―3.1　同一地域で動物間の感染率の比較

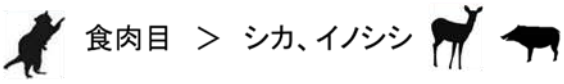
	アライグマ		タヌキ		アナグマ		ハクビシン		サル		シカ		イノシシ	
	中和抗体陽性率	遺伝子陽性率	中和抗体陽性率	遺伝子陽性率	中和抗体陽性率	遺伝子陽性率	中和抗体陽性率	遺伝子陽性率	中和抗体陽性率	遺伝子陽性率	中和抗体陽性率	遺伝子陽性率	中和抗体陽性率	遺伝子陽性率
2017.4-	-	4/174 (2.3%)	6/16 (38%)	0/16 (0%)	14/30 (47%)	1/30 (3%)	13/18 (72%)	2/18 (11%)	2/22 (9%)	1/22 (5%)	-	-	-	-
2018.4-	-	5/171 (2.9%)	8/18 (44%)	0/18 (0%)	13/15 (87%)	0/15 (0%)	13/30 (43%)	0/30 (0%)	5/19 (26%)	0/19 (0%)	-	-	-	-
2019.4-	-	-	13/26 (50%)	2/26 (8%)	14/32 (44%)	1/32 (3%)	26/51 (51%)	0/51 (0%)	6/13 (46%)	0/13 (0%)	-	-	-	-
2020.4-	-	-	10/21 (48%)	1/21 (6%)	68/124 (54.8%)	1/124 (0.8%)	18/51 (35%)	1/51 (2%)	8/33 (24%)	0/33 (0%)	95/149 (63.8%)	0/149 (0%)	128/234 (46.7%)	1/241 (0.4%)
2021.4-	85/261 (32.6%)	2/261 (0.8%)	6/24 (25%)	0/24 (0%)	14/40 (35%)	0/40 (0%)	18/40 (45%)	1/40 (3%)	1/11 (9%)	0/11 (0%)	100/191 (52.4%)	0/181 (0%)	69/107(64.5%)	0/179 (0%)
合計	85/261 (32.6%)	11/606 (1.8%)	43/105 (41.0%)	3/105 (2.9%)	123/241 (51.0%)	3/241 (1.2%)	88/190 (46.3%)	4/190 (2.1%)	22/98 (22%)	1/98 (1%)	195/340 (57.4%)	0/330 (0%)	198/348 (56.9%)	1/420 (0.2%)

和歌山県田辺市における各種動物の抗SFTSV抗体保有率とSFTSV遺伝子検出率をまとめた（表-3.2）。その結果、抗SFTSV抗体保有率はすべての動物で高いのに対して、SFTSV遺伝子検出率はアライグマ、タヌキ、アナグマ、ハクビシンでは1%以上であったのに対して、シカとイノシシは非常に低いことが明らかとなった。このことは、中国で報告されているような羊、山羊、牛などの反芻獣などよりも、日本では食肉目の動物がSFTSVに感染してウイルス血症になり、吸血したマダニにウイルスを感染させる宿主となっていることが示された。しかし、シカやイノシシはほとんどウイルス血症になっていないが、マダニに吸血させマダニを増やすための吸血源、あるいはマダニを体表につけてマダニを拡散させる動物としては重要であると考えている。

表-3.2　同一地域で動物種間の感染率のまとめ

	抗体陽性率	遺伝子陽性率
アライグマ	32.6%	1.8%
タヌキ	41.0%	2.9%
アナグマ	51.0%	1.2%
ハクビシン	46.3%	2.1%
サル	22%	1%
シカ	56.9%	0%
イノシシ	54.7%	0.2%

ウイルスを保有するマダニを増やす役割



しかし、マダニの吸血源としてはシカ、イノシシも重要

以上の結果をまとめると、自然界においてウイルスに感染したマダニを増やす動物としてはアライグマ、タヌキ、アナグマ、ハクビシンなどの食肉目の動物が重要であることが明らかとなった（図-3.3）。猫や犬など発症して死亡する食肉目の動物もいることから、これら野生の食肉目も病気になっている可能性は否定できない。更に、食肉目の動物は争いにより咬傷なども受けやすいと考えられるため、感染した動物からマダニを介さない感染も起こしている可能性も考えられる。一方、国内の家畜の牛は、流行地であってもそれほど抗SFTSV抗体保有率が高くないことが明らかとなっている（我々の別の研究費による研究）。中国とは異なる感染環があることを理解して、日本国内の発生状況を今後も調査する必要がある。

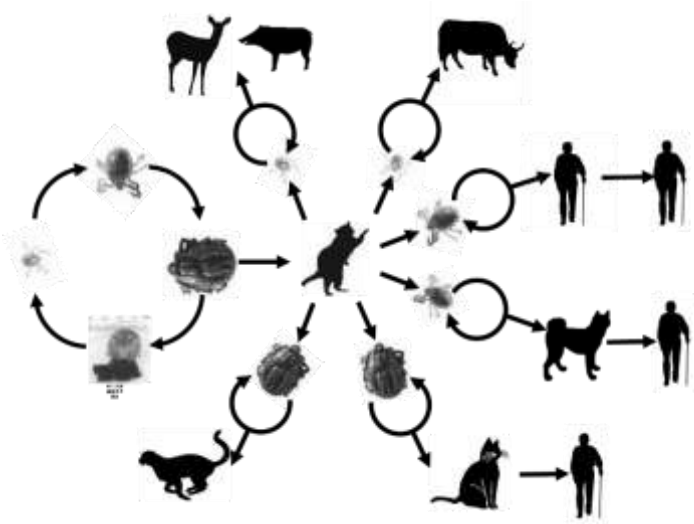


図-3.3　SFTSの感染間で重要な野生動物は食肉目

（２）関東におけるSFTSV感染状況の調査とリスクの上昇

我々は関東の千葉県で、千葉県畜産協会の協力を得て、イノシシとシカの抗SFTSV抗体保有率の調査を2014年から2019年にかけて実施した。更に、2021年には平良らが独自に回収したイノシシとシカに加えてそれ以外の動物、キョン、サル、アライグマ、ハクビシン、タヌキにおける中和抗体保有状況の調査を実施した（図-3.4）。その結果、2014年にはイノシシとシカにおいて抗SFTSV抗体保有動物は存在していなかったが、2015年にシカが、2017年にはイノシシにおいて抗体保有動物が発見された。驚くべきことに2021年に平良らは2017年に千葉県でSFTS患者が発生していたことを報告している[2)]。それと一致するようにシカとイノシシの抗体保有率は上昇している。野生動物での蔓延が、ヒトへの感染リスクの上昇と一致していることを再度証明する結果となった。2021年における千葉県の動物での抗体保有率は、シカ、アライグマ、イノシシ、サル、キョンの順で抗体保有率が高いことが判明した。千葉県では、まず最初にシカでの感染が広がっていき、イノシシでの感染へと続いたことがわかる。山口県でも、同様の結果が認められている[3)]。少なくとも千葉県ではシカはイノシシに比べてSFTSVに感染す

る可能性が高いことが明らかとなった。これは、SFTSVを保有するマダニ種による可能性もある。また、シカが存在しない熊本県の天草でもSFTSVが蔓延していることから、地域によって感染拡大の機序は異なる可能性が考えられる。今後も地域別の調査が重要であると考える。

動物種	検体数	陽性数	陽性率
シカ	107	19	17.8%
イノシシ	61	6	9.8%
キョン	86	3	3.5%
アライグマ	8	1	12.5%
サル	17	1	5.9%
ハクビシン	11	0	0.0%
タヌキ	10	0	0.0%
合計	300	18	6.0%

図-3.4　千葉県における2017年の患者発生

（３）対馬でのSFTSV感染状況の調査

対馬におけるSFTSVの感染状況を調査する共同研究を日本獣医生命科学大学の羽山先生と開始した[4)]。宮崎大学で保存されていた対馬のイノシシとシカの血清を吉田先生より分与いただき、抗SFTSV抗体保有状況の調査を行った。その結果、シカ71頭からは抗体は検出されなかったが、イノシシ50頭中1頭から抗SFTSV中和抗体が検出された（表-3.3）。更に、ツシマヤマネコのSFTSV感染に関する検査をする機会があった。その結果、6頭中1頭のツシマヤマネコが抗SFTSV抗体を保有していることが判明した。そこで、対馬の動物病院に来院した犬・猫の調査へと拡大した。その結果、犬は84頭中2頭、猫は322頭中7頭が陽性となった。陽性となった動物を年代順に解析すると、2013年の猫から1頭陽性個体がいたが、その後陽性個体が見つかったのは犬で2019年以降2頭、猫で2020年6頭、イノシシで2020年1頭、ツシマヤマネコで2022年1頭であった。このことにより、対馬では2019年以降SFTSVの感染が拡大していることが示唆された。

表―3.3　対馬の動物における抗体保有状況の調査

年	陽性数 / 検査数 （%）				
	犬	猫	猪	鹿	ツシマヤマネコ
2013	―	1/13 (7.7)	―	―	―
2014	0/10 (0)	0/39 (0)	―	―	―
2015	0/6 (0)	0/35 (0)	0/1 (0)	―	―
2016	0/2 (0)	0/20 (0)	―	―	―
2017	―	0/7 (0)	―	―	―
2018	0/5 (0)	0/13 (0)	―	0/2 (0)	―
2019	1/15 (6.7)	0/46 (0)	―	0/63 (0)	―
2020	0/29 (0)	6/83 (7.2)	1/49 (2)	0/6 (0)	―
2021	1/16 (6.3)	0/61 (0)	―	―	0/4 (0)
2022	0/1 (0)	0/5 (0)	―	―	1/2 (50)
計	2/84 (2.4)	7/322 (2.2)	1/50 (2.0)	0/71 (0)	1/6 (16.7)

動物種別に採材した地域と陽性が認められた地域を図-3.5に示した。各種動物とも全島から採材しているにもかかわらず陽性の動物は下島に限られていた。今回、SFTS陽性となったツシマヤマネコも下島で捕獲されていた。上島ではまだSFTSVの蔓延は起こっていないものと推測された。ツシマヤマネコは上島に多く生息していることから、ツシマヤマネコへの感染のリスクは低いものと考えられた。

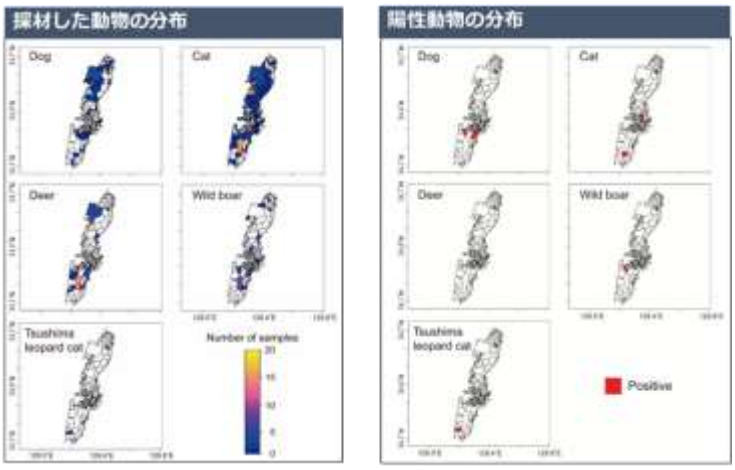


図-3.5　SFTS要請動物は下島に限定

以上より、対馬では他の流行地で認められるイノシシやシカでの高陽性率は認められないことから、いまだ**SFTSのリスクは低い**ものと推測される。一方、SFTSV陽性動物が散発していることから、リスクが全くないわけでなく、近年陽性動物が増加していることから、**対馬におけるSFTSVのリスクは上昇しつつある**と考える。

絶滅危惧種であるツシマヤマネコに関して考察すると、ツシマヤマネコは上島に多く生息することから、下島でのみ陽性が認められている現状ではリスクは高くないのかもしれない。しかし、飼育猫はSFTSV感染により致死率が60-70％であることを考慮すると、同じネコ科であるツシマヤマネコへのSFTSの感染は警戒すべきであり、**今回の少数の調査では上島の陽性動物が否定されたわけではなく、また下島でSFTSVが蔓延しつつある傾向を考慮すると今後も警戒が必要**である。

（4）全国のシカとイノシシの感染状況

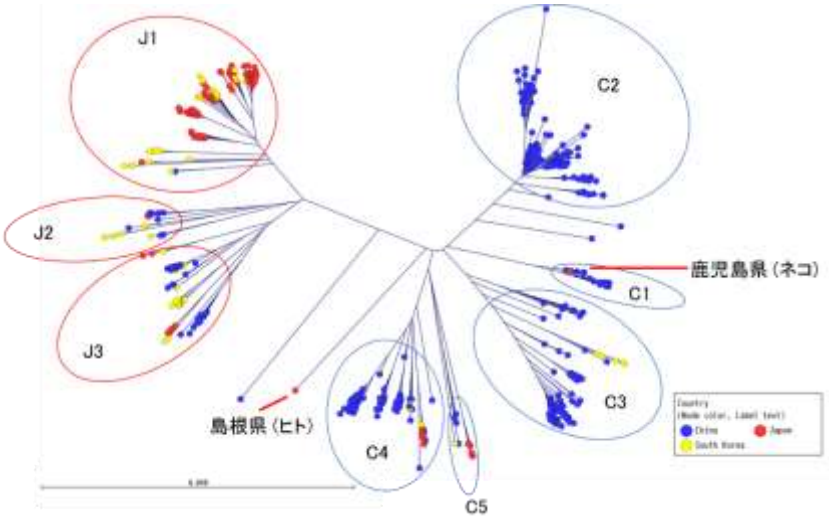
本研究費をはじめ、畜産協会や日本全国の狩猟者の協力を得て全国のシカとイノシシにおける抗SFTSV抗体保有率の調査を行っている（表-3.4）。都道府県名や年代の詳細を示していないが、50％以上の陽性率を赤色、20％以上の陽性率を橙色で示した。近畿以西で、抗SFTSV抗体保有率が高いことがわかる。重要な点では、シカのいない九州のE地域で捕獲されたイノシシで非常に高い抗体保有率が検出されていることである。シカがSFTSのリスク分析に有用であることはこれまでの結果からも示されているが、**シカがいない地域でも他の動物により感染が拡大**することである。シカは全国的に生息し、有害鳥獣あるいは狩猟鳥獣として定期的に血液を回収できるため、SFTSのリスク分析に利用することができるが、シカだけがSFTSVを蔓延させている動物であるとは限らない。

表―3.4　全国のシカとイノシシにおける抗体保有状況

		シカ（Cut-off値＝0.390）			イノシシ（Cut-off値＝0.160）		
		検査頭数	陽性頭数	陽性率(%)	検査頭数	陽性頭数	陽性率(%)
北海道		25	0	0			
東北	A	53	1	2	8	0	0
	B	66	0	0			
	C	135	21	15.6			
	D	4	0	0			
関東	A	81	0	0	170	2	1.2
	B	189	0	0	46	0	0
	C	107	24	22.4	75	5	7
	D	37	2	5			
中部	A	171	15	8.8			
	B	200	4	2.0			
	C	513	7	1.4	144	4	2.8
	D	138	15	10.9			
	E				182	16	8.8
近畿	A	104	13	12.5			
	B	141	17	12.1			
	C	96	18	19	2	0	0
	D	155	40	25.8			
	E	668	261	39.1	824	459	55.7
中国	A	42	6	14			
	B	75	47	63			
	C	37	24	65			
	D	892	488	54.7	787	313	39.8
四国	A	75	1	1	136	52	38.2
	B	73	18	25	311	111	35.7
	C	36	8	22			
九州	A	36	3	8	46	14	30
	B	30	22	73			
	C	156	7	4.5	47	3	6
	D	64	11	17	5	3	60
	E				182	130	71.4
	F				97	5	5
	計	4399	1073	24.4	3062	1117	36.5

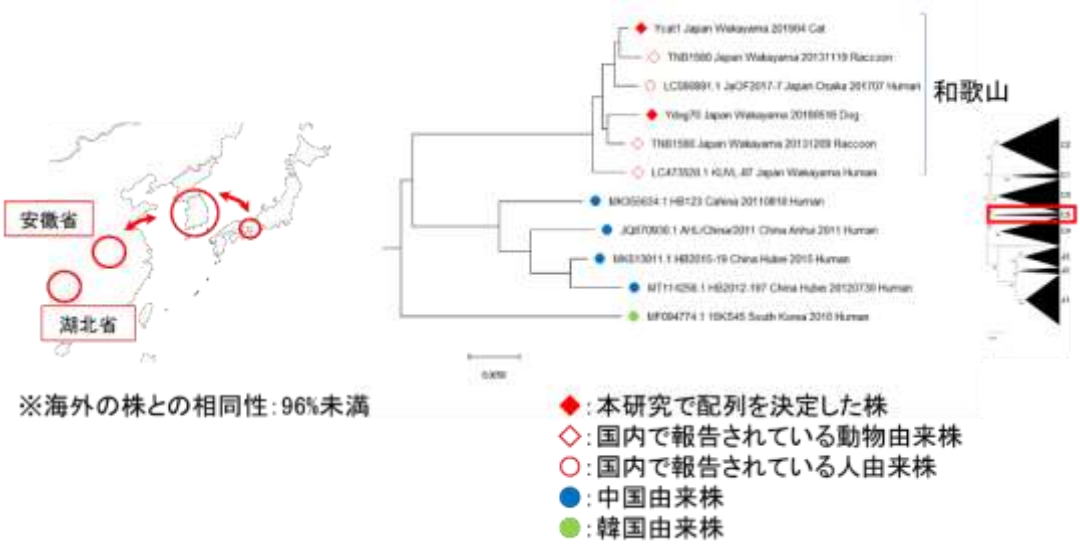
（５）SFTSVの遺伝子解析

前述したようにSFTSVは西日本で蔓延し、徐々に感染が拡大している。また、離島である対馬での感染拡大傾向が懸念されている。今後もSFTSVの感染拡大は続くと思われる。しかし、最近の国内流行株に関しては遺伝子情報がほとんどない。そこで、SFTS発症猫と犬より検出された遺伝子の系統解析を実施した。猫由来80株、犬由来6株の全ゲノムを解析した。その結果、猫67株と犬4株がJ1型、猫6株がJ3型、猫1株はC１型、猫4株と犬1株がJ4型、猫2株と犬1株がC5型に分類された(図-3.6)。国内の多くの動物がJ1型に感染していることが明らかとなった。



図―3.6　分離株を用いた系統解析

更に詳細に解析すると、C1型は鹿児島の猫、C4型は佐賀県と鹿児島県の猫、C5型は和歌山県の猫、犬、ヒト、アライグマからの分離株であった（図-3.7）。和歌山県では、ヒト、野生動物、伴侶動物から同じウイルスが検出されており、地域で同じウイルスが流行していることが明らかとなった。また、C5型を例に見ても中国の安徽省、湖北省から検出されているウイルスと近縁であり、その外側には韓国の株が存在していることから、日本、中国、韓国でのウイルスの伝播が考えられた。C5型だけではなくすべての遺伝子型において、中国や韓国の株と近縁な株が存在しており、**国内と大陸との間で高頻度にウイルスの伝播が起こっている**ことが推測された。おそらく、渡り鳥によるウイルス保有マダニが伝搬されたものと考えている。国内でも鳥が移動することを考えると、SFTSが未発生地域でも突然に感染が起こる可能性を示唆している。



図―3.7　C5型のウイルスが和歌山県にのみ存在

重要な点は、中国や韓国で伴侶動物での感染がほとんど報告されていない点である。我々は、中国や韓国のウイルスと国内のウイルスには病原性に差があると考えた。表-3.5は以前我々が実施した研究の成果、国内に存在するJ1型とC5型のウイルスの病原性をまとめたものである。J1型のヒト由来SPL010株とC5型の猫由来Cat#1株の猫での感染実験の結果、、SPL010株は致死率67％であったのに対し、Cat#1株は致死率が0％であった。少なくともCat#1株は弱毒株であることが証明されている。また強毒株(SPL010株、Ydog70株)は免疫を低下させたIFNAR1-/-マウスに10^3FFU接種すると100％致死を引き起こすが、弱毒株(Cat#1株、TNB1580株)では100％の致死には至らない。

表-3.5　C5型のウイルスの一部は弱毒

	SPL010	Cat#1
発熱、体重減少	有	無
リンパ球、血小板減少など	有	無～軽度
致死率	67%（6頭中4頭死亡）	0%（6頭生存）
ウイルス血症	重度	無～軽度
抗体誘導	誘導される前に死亡～200倍（10dpi）	最終的に2560倍

	SPL010	Ydog70	Cat#1	TNB1580
ヒト	死亡	-	-	-
猫/犬/アライグマ	67-100%	発症犬死亡	発症猫回復 感染実験猫0%	アライグマ 無症状
IFNAR1-/-マウス	100%	100%	0%	0%
遺伝子型	J1	C5	C5	C5
病原性	強毒	強毒	弱毒	弱毒

さらに、各種動物由来株をSFTSVに高感受性のIFNAR1ノックアウトマウスに感染させ、その病原性を比較した（図-3.8）。J1型のYdog59株、C5型のYdog50株は50％致死容量(LD_{50})が1 $TCID_{50}$以下であるのに対し、C5型のTNB1580株はLD_{50}が1000 $TCID_{50}$以上であった。C4型のYcat23株のLD_{50}は中間の8 $TCID_{50}$であった。このことから、我々は、SPL080, Ydog70, Ydog59＞Ycat23＞Cat#1, TNB1580の順で病原性が弱くなることを明らかにした。<u>SFTSVの病原性は株毎に異なること、特にC5型は病原性が低い</u>可能性があることが明らかとなった。

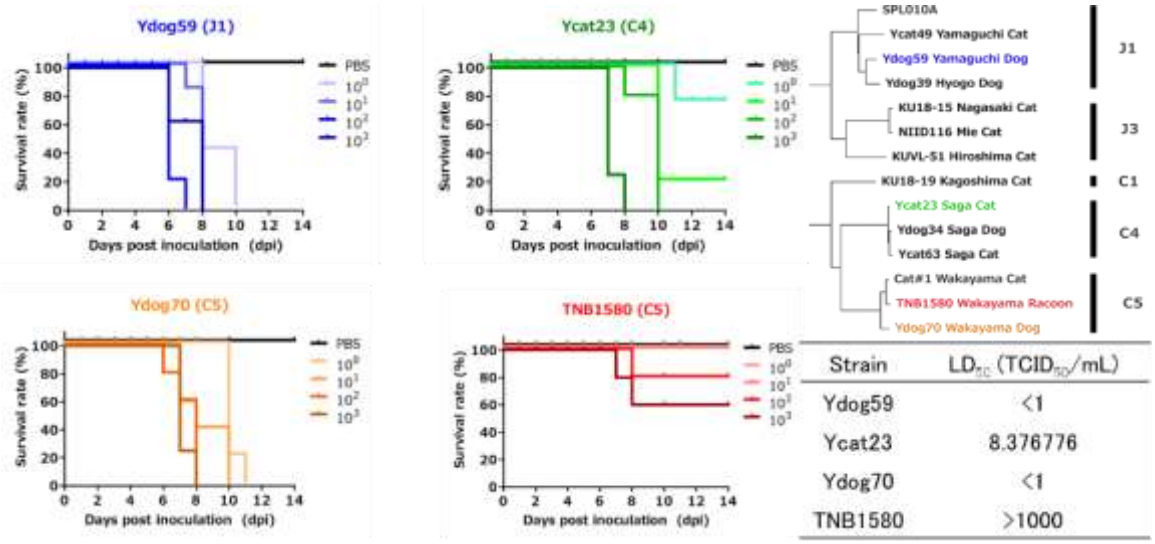


図-3.8　SFTS株間の病原性の違い

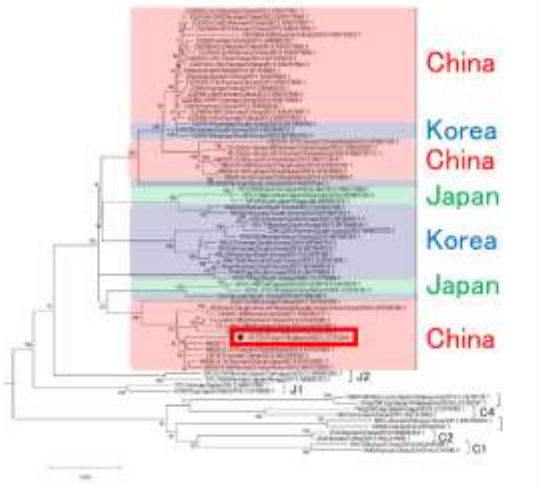
（6）国外でのSFTSV感染状況の調査

これまで台湾でのSFTSV感染状況の調査に協力し、SFTSV感染動物の発見に成功してきた[5)6)]。今回、タイの犬でのSFTSV中和抗体保有状況の調査を実施した（表-3.6）。6県の458頭の犬で実施した結果、Prachinburiを除くすべての県で中和抗体を保有する犬が見つかった。抗体保有率は16.6％と非常に高いことが明らかとなった。Chonburi県での陽性率が高いことから、さらに詳細に解析した結果、Sattahipでの陽性率は52.6％であった。Sattahipでは2回サンプリングをしており、そのうちの一回のサンプリング行ったShelterの犬がほとんど陽性であることが判明した。

表―3.6　タイのイヌで非常に高い交SFTSV抗体陽性率

Province	District	ELISA(OD>0.129)		FRNT$_{50}$(≧1:10)		Minimum positive ratio
		No. of examined dogs	No. of positive dogs	No. of examined dogs	No. of positive dogs	
Prachinburi		17	1	1	0	0.0%
Bangkok		143	12	12	6	4.2%
Chachoengsao		18	2	2	2	11.1%
Samutprakan		81	19	16	10	12.3%
Rayong		14	2	2	1	7.1%
Chonburi	Muang Chonburi	27	6	6	3	11.1%
	Banglamung	56	5	5	3	5.4%
	Sattahip	95	56	52	50	52.6%
	Pattaya city	7	3	2	1	14.3%
Total		458	106	98	76	16.6%

そこでこのShelterで回収された61頭の血清からRT-PCRを実施した結果、1頭で遺伝子が陽性であることは確認された。全ゲノムを解析し、系統解析した結果、遺伝子型J3型であり、中国の株と最も近縁であることが判明した（図-3.9）。タイの犬でSFTSVが広く蔓延しており、中国からの侵入が考えられた。



図―3.9　タイの犬から検出されたウイルスは中国由来？

タイの猫774頭でELISAを実施したが、1頭が強陽性。2頭が偽陽性であった。それ以外はすべて陰性であり、タイの猫での感染は非常にまれであることが判明した。仮説としては、１）日本と同じようにSFTSVは猫に対して強毒であり、感染した猫は死亡した可能性、２）東南アジアの犬はクリイロコイタマダニ*Rhipicephalus sanguineus*に寄生されていることが多く、このマダニにより感染した可能性、３）一頭の陽性犬が存在し、Shelter内の犬で喧嘩などの濃厚接触により感染した可能性、などが考えられる。しかし、SFTSVは東アジアの感染症ではなく、東アジアと東南アジアの感染症であることが改めて証明され、感染拡大が危惧される。

（７）SFTSV以外のマダニ感染症

国内に存在する人に病気を引き起こすウイルス感染症としては、SFTSV以外にダニ媒介性脳炎が存在する。しかし、近年、国内で新たなマダニ由来のウイルスが発見されている。Ozウイルスは愛媛県のタカサゴキララマダニから分離されたウイルスである[7]。このウイルスを用いてウイルス中和抗体保有率の調査をした結果、ヒト、サル、イノシシ、シカで抗体保有が観察された（表-3.7）[8]。サルで高率に感染していること、24名中2名の人が抗体を保有していることから、**人を含む霊長類に感染しやすいウイルス**であると推測され、今後、人での発症を監視する必要があると考えられた。

更に、Kabuto Mountainウイルスが兵庫県のキチマダニより分離された[9]。このウイルスのヒトおよび動物での感染状況を調査した結果、イノシシで高い陽性率が認められるとともに、5名のヒト（20.8%）が抗体を保有していることが判明した。別の調査でも、ヒトで抗体保有者がいることか

ら、**症状は不明であるがヒトでの感染が起こっている**ことは間違いない。今後、人での発症を監視する必要があると考えられた

表―3.7　SFTSウイルス以外のマダニ媒介感染症

Ozウイルス

種	年	中和抗体価							計	陽性率(%)
		<1:10	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	>1:160		
Human	2015	22	0	0	1	1	0	0	24	4.2
Monkey	2018-2019	21	0	2	3	3	6	5	40	47.5
	2012-2018	70	0	2	2	1	3	2	80	12.5
Wild boar	2013-2015	49	2	12	10	15	20	16	124	68.5
Sika deer	2014-2015	20	5	8	11	12	13	7	76	73.7

Kabuto Mountainウイルス

種	年	計	中和抗体価						陽性率(%)
			<1:10	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	
Human	2015	24	19	3	2	0	0	0	20.8
Monkey	2018-2019	59	57	1	1	0	0	0	3.4
Wild boar	2013-2016	173	115	10	16	17	12	3	33.5
Sika deer	2013-2015	233	222	2	6	2	1	0	4.7
Bear	2013-2017	7	7	0	0	0	0	0	0
Nutria	2015-2017	27	27	0	0	0	0	0	0

以上のように、SFTSV以外の新規マダニ媒介ウイルス感染症が発見されている。**マダニ媒介感染症に対する総合的な対策の必要性**が改めて示唆される。

５．研究目標の達成状況

「SFTS における重要野生動物を明らかにし、SFTS ウイルスの環境中での動態や感染メカニズム解明に取り組み、適切なマダニおよび動物管理対策の基盤をつくる。」という達成目標に対し、十分な成果を得るとともに、ツシマヤマネコでの感染、タイでの犬での蔓延、弱毒SFTSVの存在、新規マダニ媒介ウイルス感染症の人への感染など、予想以上の成果が得られた。今後のSFTSVを含むマダニ媒介感染症の対策に重要な知見を与える研究成果だと自負している。

６．引用文献

1) Tatemoto K, Ishijima K, Kuroda Y, Mendoza MV, Inoue Y, Park E, Shimoda H, Sato Y, Suzuki T, Suzuki K, Morikawa S, Maeda K. Roles of raccoons in the transmission cycle of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus. J Vet Med Sci. 2022 Jul 10;84(7):982-991.
2) 平良雅克、追立のり子、西嶋陽奈、太田茉里、佐藤重紀、髙松由基、吉河智城、黒須剛、下島昌幸、西條政幸、立本完吾、石嶋慧多、前田健「関東地方で初めて感染が確認された重症熱性血小板減少症候群の１例」病原微生物検出情報(IASR)(速報掲載日　2021/6/22)
3) Tatemoto K, Virhuez Mendoza M, Ishijima K, Kuroda Y, Inoue Y, Taira M, Kuwata R, Takano A, Morikawa S, Shimoda H. Risk assessment of infection with severe fever with thrombocytopenia syndrome virus based on a 10-year serosurveillance in Yamaguchi Prefecture. J Vet Med Sci. 2022 Aug 19;84(8):1142-1145.
4) Matsuu A, Doi K, Ishijima K, Tatemoto K, Koshida Y, Yoshida A, Kiname K, Iwashita A, Hayama S-i, Maeda K. Increased Risk of Infection with Severe Fever with Thrombocytopenia Virus among Animal Populations on Tsushima Island, Japan, Including an Endangered Species, Tsushima Leopard Cats. Viruses. 2022; 14(12):2631.
5) Lin TL, Ou SC, Maeda K, Shimoda H, Chan JP, Tu WC, Hsu WL, Chou CC. The first discovery of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in Taiwan. Emerg Microbes Infect. 2020 Jan 10;9(1):148-151.
6) Kuan CY, Lin TL, Ou SC, Chuang ST, Chan JP, Maeda K, Mizutani T, Wu MP, Lee F, Chan FT, Chang CC, Liang RL, Yang SF, Liu TC, Tu WC, Tzeng HY, Lee CJ, Lin CF, Lee HH, Wu

JH, Lo HC, Tseng KC, Hsu WL, Chou CC. The First Nationwide Surveillance of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome in Ruminants and Wildlife in Taiwan. Viruses. 2023 Feb 5;15(2):441.

7) Ejiri H, Lim CK, Isawa H, Fujita R, Murota K, Sato T, Kobayashi D, Kan M, Hattori M, Kimura T, Yamaguchi Y, Takayama-Ito M, Horiya M, Posadas-Herrera G, Minami S, Kuwata R, Shimoda H, Maeda K, Katayama Y, Mizutani T, Saijo M, Kaku K, Shinomiya H, Sawabe K. Characterization of a novel thogotovirus isolated from *Amblyomma testudinarium* ticks in Ehime, Japan: A significant phylogenetic relationship to Bourbon virus. Virus Res. 2018 Apr 2;249:57-65.

8) Tran NTB, Shimoda H, Ishijima K, Yonemitsu K, Minami S; Supriyono, Kuroda Y, Tatemoto K, Mendoza MV, Kuwata R, Takano A, Muto M, Sawabe K, Isawa H, Hayasaka D, Maeda K. Zoonotic Infection with Oz Virus, a Novel Thogotovirus. Emerg Infect Dis. 2022 Feb;28(2):436-439.

9) Ejiri H, Lim CK, Isawa H, Yamaguchi Y, Fujita R, Takayama-Ito M, Kuwata R, Kobayashi D, Horiya M, Posadas-Herrera G, Iizuka-Shiota I, Kakiuchi S, Katayama Y, Hayashi T, Sasaki T, Kobayashi M, Morikawa S, Maeda K, Mizutani T, Kaku K, Saijo M, Sawabe K. Isolation and characterization of Kabuto Mountain virus, a new tick-borne phlebovirus from *Haemaphysalis flava* ticks in Japan. Virus Res. 2018 Jan 15;244:252-261.

10) Tran NTB, Shimoda H, Mizuno J, Ishijima K, Yonemitsu K, Minami S, Supriyono, Kuroda Y, Tatemoto K, Mendoza MV, Takano A, Muto M, Isawa H, Sawabe K, Hayasaka D, Maeda K. Epidemiological study of Kabuto Mountain virus, a novel uukuvirus, in Japan. J Vet Med Sci. 2022 Jan 7;84(1):82-89.

Ⅲ．研究成果の発表状況の詳細

（1）誌上発表

＜査読付き論文＞

【サブテーマ１】

1) K. OKABE, T. SHIMADA, S. MAKINO: J. Arachnol., 48, 155-160 (2020) Preliminary life history observations of the pseudoscorpion *Megachernes ryugadensis* (Pseudoscorpiones: Chernetidae) phoretic on wood mice in Japan. (IF:1.384)
2) 岡部貴美子、亘悠哉、飯島勇人、古川拓哉：衛生動物, 71, 157-160 (2020), 人獣共通感染症と関連野生動物の“今”について考える.
3) 岡部貴美子：日本知財学会誌. 18, 1, 16-23 (2021) , 生態系の視点から見たワンヘルスの進展と課題.
4) 三條場千寿、 亘悠哉、松本芳嗣、宮下直：衛生動物, 72, 1-8(2021)トキソプラズマ症 - 身近な人獣共通感染症の伝播サイクルとワンヘルスに基づいた対策の道筋.
5) K. DOI, T. MIKUNI, K. MORISHIMA, K. KOGI, Y. WATARI: Mammal Study, 47, 275-282 (2022), Differential tick-infestation rate between *Rattus norvegicus* and *R. rattus*, with the first records of the ixodid tick *Ixodes granulatus* and its infestation in rodents, free-ranging cats, and humans from Mikura- Shima Island, Japan. (IF:0.723)
6) H. IIJIMA, Y. WATARI, T. FURUKAWA, K. OKABE：J. Med. Entomol., 59, 2110-2119 (2022), Importance of host abundance and microhabitat in tick abundance. (IF:2.435)
7) Y. WATARI, K. MORISHIMA, K. DOI, J. NAGATA, K. SUZUKI: J. Acarol. Soc. Jpn, 31, 89-92 (2022), First tick fauna investigation on Akune-Oshima Island, Kagoshima Prefecture, Japan, with a record of *Haemaphysalis longicornis*.
8) 岡部貴美子、五箇公一、飯島勇人、亘悠哉、山内健生：日本ダニ学会誌, 31, 49-65 (2022), ダニ媒介人獣共通感染症対策における統合的管理の課題.
9) K.K. SUZUKI, K. DOI, K. MORISHIMA, H. YAMAGAWA, T. MORI, Y. WATARI, K. OKABE：J. Acarol. Soc. Jpn, 31, 67-73 (2022), Preliminary research on the relationship between tick and deer abundance on Tsushima Islands, western Japan.
10) 森嶋佳織、亘悠哉、飯島勇人：哺乳類科学、63、2 (2023) , 房総半島で撮影された特定外来生物キョンMuntiacus reevesiのマウンティング行動.

【サブテーマ２】

1) 五箇公一：Med. Entomol. Zool. 71, 161-170 (2020) , 人獣共通感染症の生態学的アプローチ～生物多様性の観点から感染症リスクを考える. (IF: 0.5)

【サブテーマ３】

1) Park ES, Fujita O, Kimura M, Hotta A, Imaoka K, Shimojima M, Saijo M, Maeda K, Morikawa S.: PLoS One, 16(1), e0238671(2021) Diagnostic system for the detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus RNA from suspected infected animals. (IF: 3.752)
2) Tsuru M, Suzuki T, Murakami T, Matsui K, Maeda Y, Yoshikawa T, Kurosu T, Shimojima M, Shimada T, Hasegawa H, Maeda K, Morikawa S, Saijo M.: Viruses, 13(2), 204 (2021) Pathological Characteristics of a Patient with Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS) Infected with SFTS Virus through a Sick Cat's Bite. (IF: 5.818)
3) Kirino Y, Ishijima K, Miura M, Nomachi T, Mazimpaka E, Sudaryatma PE, Yamanaka A,

Maeda K, Sugimoto T, Saito A, Mekata H, Okabayashi T.: Viruses, 13(2),229(2021) Seroprevalence of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome Virus in Small-Animal Veterinarians and Nurses in the Japanese Prefecture with the Highest Case Load. (IF: 5.818)

4) Sakai Y, Kuwabara Y, Ishijima K, Kagimoto S, Mura S, Tatemoto K, Kuwata R, Yonemitsu K, Minami S, Kuroda Y, Baba K, Okuda M, Shimoda H, Sakurai M, Morimoto M, Maeda K.: Emerg Infect Dis, 27(4),1068-1076(2021) Histopathological Characterization of Cases of Spontaneous Fatal Feline Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome, Japan. (IF: 16.126)

5) Kodama F, Yamaguchi H, Park E, Tatemoto K, Sashika M, Nakao R, Terauchi Y, Mizuma K, Orba Y, Kariwa H, Hagiwara K, Okazaki K, Goto A, Komagome R, Miyoshi M, Ito T, Yamano K, Yoshii K, Funaki C, Ishizuka M, Shigeno A, Itakura Y, Bell-Sakyi L, Edagawa S, Nagasaka A, Sakoda Y, Sawa H, Maeda K, Saijo M, Matsuno K.: Nat Commun, 12(1),5539(2021) A novel nairovirus associated with acute febrile illness in Hokkaido, Japan. (IF: 17.694)

6) Nouda R, Minami S, Kanai Y, Kawagishi T, Nurdin JA, Yamasaki M, Kuwata R, Shimoda H, Maeda K, Kobayashi T.: Proc Natl Acad Sci U S A, 118(42), e2105334118(2021) Development of an entirely plasmid-based reverse genetics system for 12-segmented double-stranded RNA viruses. (IF: 12.779)

7) Kobayashi D, Kuwata R, Kimura T, Shimoda H, Fujita R, Faizah AN, Kai I, Matsumura R, Kuroda Y, Watanabe S, Kuniyoshi S, Yamauchi T, Watanabe M, Higa Y, Hayashi T, Shinomiya H, Maeda K, Kasai S, Sawabe K, Isawa H.: Viruses, 13(12), 2547(2021) Detection of Jingmenviruses in Japan with Evidence of Vertical Transmission in Ticks. (IF: 5.818)

8) Tran NTB, Shimoda H, Mizuno J, Ishijima K, Yonemitsu K, Minami S, Supriyono, Kuroda Y, Tatemoto K, Mendoza MV, Takano A, Muto M, Isawa H, Sawabe K, Hayasaka D, Maeda K.: J Vet Med Sci, 84(1), 82-89(2022) Epidemiological study of Kabuto Mountain virus, a novel uukuvirus, in Japan. (IF:1.105)

9) Tran NTB, Shimoda H, Ishijima K, Yonemitsu K, Minami S; Supriyono, Kuroda Y, Tatemoto K, Mendoza MV, Kuwata R, Takano A, Muto M, Sawabe K, Isawa H, Hayasaka D, Maeda K.: Emerg Infect Dis, 28(2), 436-439(2022) Zoonotic Infection with Oz Virus, a Novel Thogotovirus. (IF: 16.126)

10) Kirino Y, Yamanaka A, Ishijima K, Tatemoto K, Maeda K, Okabayashi T.: J Infect Chemother, 28(6), 753-756(2022) Retrospective study on the possibility of an SFTS outbreak associated with undiagnosed febrile illness in veterinary professionals and a family with sick dogs in 2003. (IF: 2.065)

11) Miyauchi A, Sada KE, Yamamoto H, Iriyoshi H, Touyama Y, Hashimoto D, Nojima S, Yamanaka S, Ishijima K, Maeda K, Kawamura M.: Viruses,14(2), 223(2022) Suspected Transmission of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome Virus from a Cat to a Veterinarian by a Single Contact: A Case Report. (IF: 5.818)

12) Oshima H, Okumura H, Maeda K, Ishijima K, Yoshikawa T, Kurosu T, Fukushi S, Shimojima M, Saijo M.: Jpn J Infect Dis, 75(4), 423-426(2022) A Patient with Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS) Infected from a Sick Dog with SFTS Virus Infection. (IF: 2.541)

13) Irie M, Miyoshi T, Hiramoto A, Hirata M, Takanosu M, Park ES, Maeda K.: J Vet Med Sci, 84(5), 675-679(2022) Diagnosis of severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) in a cat with clinical findings resembling lymphoma. (IF:1.105)

14) Tatemoto K, Virhuez Mendoza M, Ishijima K, Kuroda Y, Inoue Y, Taira M, Kuwata R, Takano A, Morikawa S, Shimoda H.: J Vet Med Sci, 84(8), 1142-1145(2022) Risk assessment of infection with severe fever with thrombocytopenia syndrome virus based on a 10-year serosurveillance in Yamaguchi Prefecture. (IF:1.105)

15) Tatemoto K, Ishijima K, Kuroda Y, Mendoza MV, Inoue Y, Park E, Shimoda H, Sato Y, Suzuki T, Suzuki K, Morikawa S, Maeda K.: J Vet Med Sci, 84(7), 982-991(2022) Roles of raccoons in the transmission cycle of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus. (IF:1.105)

16) Mendoza MV, Yonemitsu K, Ishijima K, Kuroda Y, Tatemoto K, Inoue Y, Shimoda H, Kuwata R, Takano A, Suzuki K, Maeda K.: J Vet Med Sci, 84(7), 992-1000(2022) Nationwide survey of hepatitis E virus infection among wildlife in Japan. (IF:1.105)
17) Ishijima K, Tatemoto K, Park E, Kimura M, Fujita O, Taira M, Kuroda Y, Mendoza MV, Inoue Y, Harada M, Matsuu A, Shimoda H, Kuwata R, Morikawa S, Maeda K.: Viruses, 14(9), 1963(2022) Lethal Disease in Dogs Naturally Infected with Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (IF: 5.818)
18) Matsuu A, Doi K, Ishijima K, Tatemoto K, Koshida Y, Yoshida A, Kiname K, Iwashita A, Hayama S-i, Maeda K.: Viruses, 14(12), 2631 (2022) Increased Risk of Infection with Severe Fever with Thrombocytopenia Virus among Animal Populations on Tsushima Island, Japan, Including an Endangered Species, Tsushima Leopard Cats. (IF: 5.818)
19) Ishijima K, Yokono K, Park E, Taira M, Tatemoto K, Kuroda Y, Mendoza MV, Inoue Y, Harada M, Matsuu A, Morikawa S, Fukushi S, Maeda K.: Simple and rapid detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in cats by reverse transcription-loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP) assay using a dried reagent. J Vet Med Sci. 2023 Jan 18. (IF:1.105)
20) Kuan CY, Lin TL, Ou SC, Chuang ST, Chan JP, Maeda K, Mizutani T, Wu MP, Lee F, Chan FT, Chang CC, Liang RL, Yang SF, Liu TC, Tu WC, Tzeng HY, Lee CJ, Lin CF, Lee HH, Wu JH, Lo HC, Tseng KC, Hsu WL, Chou CC: Viruses, 15(2), 441 (2023) The First Nationwide Surveillance of Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome in Ruminants and Wildlife in Taiwan. (IF: 5.818)

＜その他誌上発表（査読なし）＞

【サブテーマ１】

1) 岡部貴美子：森林科学. 92, 12-15 (2021)
「あなたの知らないマダニの世界」
2) 岡部貴美子：日本獣医師会雑誌, 75, 232-236 (2022)
「森林生態系の減少、劣化と野生動物由来感染症」
3) 飯島勇人：農業および園芸. 97, 1, 19-22 (2022)
「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」
4) 岡部貴美子：大阪保健医雑誌. 2, 5-7 (2022)
「森林生態系と新興人獣共通感染症との関係」
5) 亘悠哉：生物の科学遺伝 77, 124-129 (2023)
「イエネコ問題の本質に迫るーあふれるネコを生み出す人間社会」

【サブテーマ２】

1) 五箇公一：日経ビジネス8月号、122-124 (2021)
マダニが媒介する新興感染症の脅威.
2) 五箇公一：環境報告書2022：37-38 (2022)
国環研自然探索　構内のダニ.

【サブテーマ３】

1) 高野　愛、前田　健「感染を媒介する代表的な節足動物―ダニ」日本医師会雑誌2023年7月号
2) 前田　健「SFTS」月刊「CAP」2023 年４月号特集企画書38巻第4号p28-p33
3) 前田　健「伴侶動物におけるCOVID-19」栄研化学モダンメディア2023. 69
4) 前田　健「重症熱性血小板減少症候群（SFTS）」日本の感染症：明らかにされたこと　残されたこと(菅又昌美編集)（南山堂)2022.10. P237-246
5) 前田　健「過去最悪！マダニに注意」NHK出版「今日の健康」2022.10　p64-67
6) 前田　健「野生鳥獣における病原ウイルスの保有状況に関する研究」食品衛生研究

2022.9. 72 (9) 11-20
7) 倉井華子、田向健一、前田　健「動物と人のSFTS」第3回動物から学ぶ人の医療　J-IDEO 2022. 6(4):571-575
8) 前田　健「One Health： 動物の感染症から考える」特集―ワンヘルスの実践と今後の可能性～動物・人・自然環境（Ⅰ）―日獣会誌　75　242～245 (2022)
9) 前田　健「マダニ媒介性ウイルス」耳鼻咽喉科　2022. 1(1): 89-96
10) 平良雅克、追立のり子、西嶋陽奈、太田茉里、佐藤重紀、髙松由基、吉河智城、黒須剛、下島昌幸、西條政幸、立本完吾、石嶋慧多、前田健「関東地方で初めて感染が確認された重症熱性血小板減少症候群の1例」病原微生物検出情報(IASR)(速報掲載日　2021/6/22)
11) 高野　愛、前田　健「増加するダニ媒介性感染症」ペストコントロール　195号(2021年7月号)27-33
12) 石嶋慧多、前田 健「重症熱性血小板減少症候群の国内の発生現状、小動物領域における課題と展望について」東獣ジャーナル　2021. 60010-15
13) 前田　健「マダニが運ぶ怖い病気」森林科学 2021.92:16-21
14) 前田　健「Globalizationと人獣共通感染症」日本臨牀2021. 79巻2号　124-132
15) 前田　健「人獣共通感染症：動物から学ぶ」実験医学(羊土社)2021. 39 (2) 56-64
16) 石嶋慧多、朴ウンシル、松鵜　彩、早坂大輔、桐野有美、岡林環樹、森川　茂、水谷哲也、松野啓太、前田　健「国内ではこれまで経験のない脅威：SFTS」ヒトと動物の共通感染症研究会ニュースレターNo.19、2020年8月p15-17

（２）口頭発表（学会等）

【サブテーマ１】

1) 小峰浩隆、岡部貴美子：ダニと疾患のインターフェイスに関するセミナー (2021)
「東北地方の離島における南方系マダニ類の確認」
2) K. OKABE: The 9th congress of East Asian Federation of Ecological Societies, Plenary lecture (2021)
“Ecological approaches to emerging infectious diseases originated from wildlife”
3) K. OKABE: The 25th Congress of the Asia-Pacific Respirology (2021) (invited)
“Forest degradation and emerging zoonoses”
4) 岡部貴美子、亘悠哉、飯島勇人、小峰浩隆、五箇公一、坂本佳子、前田健：ダニと疾患のインターフェイスに関するセミナー (2021)
「SFTSをモデルとしたマダニ媒介感染症対策における生態学的アプローチ」
5) 小峰浩隆、岡部貴美子、亘 悠哉、飯島勇人：ダニと疾患のインターフェイスに関するセミナー (2021)
「どこにどんなマダニが多いのか？環境と野生動物との関係」
6) 岡部貴美子、日本哺乳類学会2021大会自由集会 (2021)
「野生動物の関与とワンヘルスアプローチのあり方」
7) 飯島勇人：日本哺乳類学会2021年度大会 (2021)
「人、野生動物と微環境が決めるマダニの数」
8) 亘悠哉：日本哺乳類学会2021年度大会 (2021)
「餌付けが駆動するネコーネズミのトキソプラズマ伝播サイクル」
9) 岡部貴美子：日本哺乳類学会2021年度大会 (2021)
「ワンヘルスが取り組むべき生態系アプローチ」
10) 森嶋佳織、小峰浩隆、岡部貴美子、亘悠哉、飯島勇人：第69回日本生態学会 (2022)
「マダニが好む動物は？ 文献調査からみた種ごとの宿主嗜好性」

11) 小峰浩隆、岡部貴美子、亘悠哉、飯島勇人：第69回日本生態学会（2022）
「いつ、どこに、どんなマダニが多いのか？季節、景観、野生動物との関係
12) 亘悠哉: 第69回日本生態学会（2022）
「外来種問題の盲点：ワンヘルスの観点からの再定義」
13) K.K. SUZUKI, K. DOI, K. MORISHIMA, H. YAMAGAWA, T. MORI, Y. WATARI, K. OKABE: International Congress of Acarology (2022)
"The relationship between *Haemaphysalis longicornis* and sika deer abundance on Tsushima Islands, Japan"
14) K. OKABE, H. IIJIMA, T. FURUKAWA, Y. WATARI, K. MORISHIMA: International Congress of Acarology (2022)
"Tick richness may be correlated with abundance of a specific host"
15) K. DOI, K.K. SUZUKI, K. MORISHIMA, H. YAMAGAWA, T. MORI, Y. WATARI, K. OKABE: Asian Society of Conservation Medicine Conference (2022)
"The relationship between *Haemaphysalis longicornis* and sika deer abundance on Tsushima Islands, Japan"
16) 岡部貴美子、牧野俊一、島田卓哉：日本ダニ学会大会（2022）
「マダニの捕食者オオヤドリカニムシーその天敵としての評価ー」
17) 森嶋佳織、土井寛大、立本完吾、山藤栄一郎、淺野玄、亘悠哉：日本哺乳類学会大会自由集会（2022）
「野生動物とともに拡がるマダニ媒介感染症の脅威とワンヘルスアプローチ」
18) 森嶋佳織、飯島勇人、亘悠哉、岡部貴美子：第70回日本生態学会大会（2023）
「千葉県の野生動物の分布がマダニの種組成に与える影響」
19) 小峰浩隆、岡部貴美子: 第70回日本生態学会大会（2023）
「東北地方の離島における南方系マダニ類の確認」

【サブテーマ２】

1) 五箇公一：第68回日本生態学会（2021）
国立環境研究所における外来生物・農薬・感染症リスク研究最前線
2) 五箇公一：日本昆虫学会（2021）
国立環境研究所における外来生物・農薬・感染症リスク研究最前線
3) 五箇公一：第69回日本生態学会（2022）
シンポジウム：ワンヘルスにおける生態学者のチャレンジ―生態系、動物、ヒトとのつながりを考える―
4) 五箇公一・原田惠理・松原晶：第66回日本応用動物昆虫学会大会（2022）
新興感染症予防としてのマダニ緊急防除手法の開発
5) 五箇公一：第34回日本環境動物昆虫学会年次大会（2022）
シンポジウム「都市と緑と外来生物―増え続ける外来生物に対する適切な管理とは？」外来生物対策のこれまでとこれから～2022年外来生物法改正を迎えて
6) 五箇公一：日本生物地理学会（2022）
シンポジウム「野生動物医学とワンヘルス--生物地理学の観点から」、野生動物感染症の生態リスク研究における生物地理学の重要性
7) 五箇公一：Joint OIE and WWF Workshop (2022)
"Biodiversity as a One Health Shield in Asia and the Pacific" Importance of Biodiversity
8) 五箇公一：日本海洋教育学会設立準備大会シンポジウム（2022）
「地球温暖化に伴う自然災害をどう伝え，どう学ぶか?」、温暖化に伴う外来生物

9）原田惠理・倉島勇気・松原晶・五箇公一：第67回応用動物昆虫学会（2023）
ダニ媒介感染症予防を目的としたマダニ緊急防手法の開発
10）五箇公一：第93回日本衛生学会（2023）
人間社会を脅かす生物学的侵入：ヒアリから新型コロナまで

【サブテーマ３】

1） 前田　健: 第20回人と動物の共通感染症研究会・学術集会令和2年10月24日（金）14:20-14:40（WEB開催）(2020)
「SFTSについて考える」
2） 前田　健: オンライン日本臨床獣医学フォーラム新興感染症シンポジウム令和2年9月 (LIVE配信)(2020)
「伴侶動物と楽しく暮らしながら乗り越えよう」
3） 前田　健: 第94回日本感染症学会学術集会講演会　シンポジウム24「重症熱性血小板減少症候群（SFTS）-明らかになった事実，残された疑問-」2020年8月20日（木）10:20-12:00（グランドニッコー東京　台場）(2020)
「SFTS の病態：マダニ以外の感染経路」
4） 石嶋慧多、宇田晶彦、宇根有美、坂井祐介、山田壮一、角崎英志、 藤井ひかる、立本完吾、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、 井上雄介、原田倫子、下田 宙、高野 愛、福士秀悦、永田良一、 森川 茂、前田 健: 第34回ヘルペスウイルス研究会オンライン開催 2021-06-05～06
「野生ニホンザルにおける Bウイルス感染状況と特異抗体検出系の構築」
5） 立本完吾, 石嶋慧多, 黒田雄大, Milagros Virhuez Mendoza, Eun-sil Park, 鈴木和男, 前田 健: 第72回日本衛生動物学会大会,東京医科歯科大学(東京), 2020年4月17日
「アライグマにおける重症熱性血小板減少症候群ウイルス感染の解析」
6） 下田 宙，南 昌平，立本完吾，井上雄介，水野純子，稲垣佳子，仲村 昇，出口智広，高野 愛，早坂大輔，前田 健: 第73回日本衛生動物学会オンライン開催 2021-04-16～18
「北海道に飛来した渡り鳥におけるマダニの寄生状況」
7） 石嶋慧多，朴ウンシル，立本完吾，黒田雄大，Milagros Virhuez Mendoza，井上雄介，原田倫子，鍬田龍星，高野 愛，下田 宙，松鵜 彩，森川 茂，前田 健: 第73回日本衛生動物学会オンライン開催 2021-04-16～18
「ネコ・イヌ由来 SFTS ウイルスの系統解析及び地理的分布」
8） 立本完吾，石嶋慧多，朴ウンシル，黒田雄大，Milagros Virhuez Mendoza，原田倫子，井上雄介，Ngo thuy bao tran，鍬田龍星，高野 愛，下田 宙，前田 健: 第73回日本衛生動物学会オンライン開催 2021-04-16～18
「野生動物における SFTS の血清疫学調査:ウイルス中和試験の重要性」
9） 石嶋慧多、朴ウンシル、立本完吾、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、井上雄介、原田倫子、鍬田龍星、高野　愛、下田　宙、松鵜　彩、森川　茂、前田　健: 第37回日本衛生動物学会大会 2021/4/16-4/18 Web開催
「ネコ・イヌ由来SFTSウイルスの系統解析及び地理的分布」
10） 立本完吾、石嶋慧多、朴ウンシル、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、原田倫子、井上雄介、Ngo Thuy Bao Tran、鍬田龍星、高野　愛、下田　宙、前田　健: 第37回日本衛生動物学会大会 2021/4/16-4/18 Web開催
11） 前田　健: One Health Research Centerキックオフシンポジウム基調講演、令和3年5月29日（土）13:45-14:15 (Webex)(2021)
「動物から学ぶ感染症」
12） 石嶋慧多、立本完吾、朴ウンシル、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、井上雄介、原田倫子、

森川 茂、前田健: 第３回SFTS 研究会・学術集会オンライン開催　2021-09-17
「イヌにおける重症熱性血小板減少症候群の診断」

13) 立本完吾、石嶋慧多、朴ウンシル、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、原田倫子、井上雄介、Ngo Thuy Bao Tran、下田哲也、河合康洋、鈴木忠樹、前田　健: 第３回SFTS 研究会・学術集会オンライン開催　2021-09-17
「SFTS を発症した妊娠ネコにおける流産・死産」

14) 朴ウンシル、立本完吾、石嶋慧多、下島昌幸、吉河智城、宇田晶彦、西條政幸、森川茂、前田健: 第３回SFTS 研究会・学術集会オンライン開催　2021-09-17
「SFTSV 株間のマウスにおける病原性の比較」

15) 平良雅克、追立のり子、西嶋陽奈、太田茉里、佐藤重紀、髙松由基、吉河智城、黒須剛、下島昌幸、立本完吾、石嶋慧多、前田健、西條政幸: 第３回SFTS 研究会・学術集会オンライン開催 2021-09-17
「関東地方で初めて感染が確認された重症熱性血小板減少症候群の1例」

16) 松野啓太、児玉文宏、山口宏樹、Eunsil Park、立本完吾、前田健、西條政幸: 第３回SFTS 研究会・学術集会オンライン開催　2021-09-17
「エゾウイルス感染症の診断法開発と疫学調査」

17) 立本完吾、朴ウンシル、石嶋慧多、黒田雄大、Virhuez Mendoza Milagros、原田倫子、井上雄介、Tran Ngo Thuy Bao、河合康洋、鈴木忠樹、下田哲也、前田 健: 第164回日本獣医学会学術集会オンライン開催 2021-09-07～13
「SFTSV感染に起因するネコの流産・死産」

18) Mazimpaka Eugene、目堅博久、谷英樹、前田健、石嶋慧多、桐野有美、齊藤暁、岡林環樹: ： 第164回日本獣医学会学術集会オンライン開催 2021-09-07～13
”A high-throughput neutralizing antibody test for SFTS diagnosis”

19) 前田　健: 2021年動物愛護週間中央行事2021どうぶつ愛護オンラインシンポジウム令和3年9月25日(土)　午後（WEBミーティング）(2021)
「適度な距離を！-ペットを守り、自分を守るために-」

20) 前田　健: Infection and Immunity Research Symposium XII令和3年10月8日（金）18:50-20:20（ホテルオークラ福岡）(2021)
「動物由来感染症を知る：SFTSからCOVID-19まで」

21) 前田　健: 令和3年度獣医学術九州地区学会　宮崎県獣医師会企画・三学会共催シンポジウム　令和3年10月 (WEB画配信)(2021)
「SFTS：犬猫と獣医師の病気」

22) 前田　健: 第20回日本バイオセーフティ学会総会・学術集会シンポジウムⅠ「COVID-19のウイルスの起源、ワクチンとバイオセーフティ」2021年11月22日-12月10日（動画配信）(2021)
「SARS-CoV-2の起源を考える」

23) Ken Maeda: 2021/11/5(Fri)13:30-17:30(2021) “One health approach to reduce the risks by zoonoses. ” NARO International Symposium 2021
“Outbreak and control strategy for transboundary animal and zoonotic diseases in Asia”

24) 石嶋慧多、朴ウンシル、立本完吾、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、井上雄介、原田倫子、下田宙、松鵜彩、森川茂、前田健: 第68回日本ウイルス学会兵庫県神戸及びオンライン開催 2021-11-16～18
「国内のネコ及びイヌ由来SFTSウイルスの分離と系統解析」
「野生動物におけるSFTSの血清疫学調査：ウイルス中和試験の重要性」

25) 前田　健: 」＜第２回生科連 生物多様性シンポジウム＞「 気候変動が生物多様性に与える脅威―地球はどのくらい危機的状況かー」2021年12月18日（土）13時～17時頃, オンライン(2021)

「環境変化による感染症発生

26) 前田　健: 第21回分子予防環境医学研究会大会特別シンポジウム「人獣共通感染症」2022 年2月8日（金） 13：00～17:00（オンライン開催）(2022)
「動物由来感染症をもっと知ってください」

27) 夏秋 優、佐藤 梢、前田 健、川端寛樹: 第74回日本衛生動物学会大会、2022年4月8-10（Web）
「マダニ刺症に伴うTick-associated rash illnessにおける抗ライム病ボレリア抗体に関する検討」

28) 立本完吾、石嶋慧多、朴ウンシル、平良雅克、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、原田倫子、井上雄介、Ngo Thuy Bao Tran、西野綾乃、下田 宙、鈴木和男、森川 茂、前田 健: 第74回日本衛生動物学会大会、2022年4月8-10（Web）
「国内の野生動物におけるSFTSVの疫学研究2021」

29) 石嶋慧多、平良雅克、朴ウンシル、立本完吾、木村昌伸、藤田 修、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、井上雄介、原田倫子、森川　茂、前田　健: 第74回日本衛生動物学会大会、2022年4月8-10（Web）
「猫・犬におけるSFTS（初発から 5年間)」

30) 平良雅克、立本完吾、石嶋慧多、朴ウンシル、前田　健: 第74回日本衛生動物学会大会、2022年4月8-10（Web）
「千葉県内の野生動物における重症熱性血小板減少症候群（SFTS）血清疫学調査」

31) 朴ウンシル、立本完吾、石嶋慧多、下島昌幸、吉河智城、宇田晶彦、西條政幸、森川　茂、前田 健: 第74回日本衛生動物学会大会、2022年4月8-10（Web）
「重症熱性血小板減少症候群ウイルス分離株間の病原性の比較」

32) 朴ウンシル、立本完吾、下島昌幸、吉河智城、石嶋慧多、平良雅克、西條政幸、森川　茂、前田 健: 第4回SFTS研究会、山口大学及びWeb、2022年9月10日
「SFTSVの病原性関連遺伝子」

33) 石嶋慧多、横野航太、福士秀悦、朴ウンシル、平良雅克、立本完吾、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、原田倫子、井上雄介、松鵜 彩、森川 茂、前田 健: 第4回SFTS研究会、山口大学及びWeb、2022年9月10日
「RT-LAMP法の獣医臨床現場での応用に向けた検討」

34) 平良雅克、石嶋慧多、立本完吾、朴ウンシル、西嶋陽奈、太田茉里、佐藤重紀、髙松由基、吉河智城、黒須 剛、下島昌幸、西條政幸、前田 健: 第4回SFTS研究会、山口大学及びWeb、2022年9月10日
「千葉県の不明熱患者における重症熱性血小板減少症候群遡及調査とシカでの血清疫学調査」

35) 松鵜 彩、土井寛大、越田雄史、石嶋慧多、立本完吾、吉田彩子、羽山伸一、前田 健: 第4回SFTS研究会、山口大学及びWeb、2022年9月10日
「野生動物における重症熱性血小板減少症候群ウイルスの感染状況の動物種間比較」

36) 立本完吾、石嶋慧多、朴ウンシル、平良雅克、黒田雄大、ミラグロスビルベスメンドーサ、井上雄介、原田倫子、西野綾乃、山本つかさ、鈴木和男、前田　健: 第4回SFTS研究会、山口大学及びWeb、2022年9月10日
「対馬の動物における重症熱性血小板減少症候群（SFTS）ウイルス特異的抗体保有状況調査」

37) 坂井祐介、武良千里南、櫻井 優、森本将弘、鈴木忠樹、前田 健: 第4回SFTS研究会、山口大学及びWeb、2022年9月10日
「SFTS感染ネコのリンパ節における胚中心反応と細胞死の組織学的検索」

38) 西野綾乃、立本完吾、井上雄介、石嶋慧多、黒田雄大、Milagros Virhuez Mendoza、原田倫子、朴ウンシル、下田 宙、高野 愛、仲村 昇、森本 元、松野啓太、前田 健: 第165回日本獣医学会学術集会、神奈川県相模原市・麻布大学、2022年9月6日～8日
「渡り鳥から採集したマダニ中のYezoウイルス遺伝子解析」

39) 平良雅克、石嶋慧太、立本完吾、朴ウンシル、西嶋陽奈、太田茉里、佐藤重紀、高松由基、吉河智城、黒須 剛、下島 昌幸、西條政幸、前田 健: 第165回日本獣医学会学術集会、神奈川県相模原市・麻布大学、2022年9月6日～8日
「千葉県の不明熱患者における重症熱性血小板減少症候群遡及調査とシカでの血清疫学調査」
40) 立本完吾、石嶋慧多、朴ウンシル、平良雅克、黒田雄大、ビルヘスメンドーサ　ミラグロス、井上雄介、原田倫子、西野綾乃、山本つかさ、鈴木和男、森川　茂、前田　健: 第165回日本獣医学会学術集会、神奈川県相模原市・麻布大学、2022年9月6日～8日
「野生動物種における重症熱性血小板減少症候群ウイルスの感染状況の比較」
41) 松鵜　彩、越田雄史、石嶋慧多、平良雅克、立本完吾、前田　健: 第165回日本獣医学会学術集会、神奈川県相模原市・麻布大学、2022年9月6日～8日
「対馬における動物の重症熱性血小板減少症候群（SFTS）ウイルス特異的抗体保有状況の調査」
42) 石嶋慧多、横野航太、福士秀悦、朴ウンシル、平良雅克、立本完吾、黒田雄大、ビルヘスメンドーサ ミラグロス、原田倫子、井上雄介、松鵜 彩、森川 茂、前田 健: 第165回日本獣医学会学術集会、神奈川県相模原市・麻布大学、2022年9月6日～8日
「RT-LAMP法による猫からの簡易・迅速SFTSウイルス遺伝子検出」
43) 朴ウンシル、立本完吾、石嶋慧多、下島昌幸、吉河智城、宇田晶彦、西條政幸、森川　茂、前田健: 第22 回 人と動物の共通感染症研究会学術集会、オンライン、2022年10月29日
「SFTSV 分離株間の病原性の比較」
44) 前田　健: 日本医師会・日本獣医師会・厚生労働省による連携シンポジウム「COVID-19 時代をペットとともに乗り切る－COVID-19　だけじゃない人と動物の感染症－」令和4年11月13日13:00-15:30 (2022)
「マダニが媒介する重症熱性血小板減少症候群(SFTS)」
45) 前田　健: In Asia」Special symposium Part II“One Health Approach from Asia <Zoonosis and One Health>”November 11, (2022)
「Emerging Tick-Borne Viral Infectious Diseases
46) Ken Maeda: The 16th China-Japan-Korea Forum for Communicable Disease Control and Prevention (WEB) December 8, 9:20-18:00 (2022)
“Recent Occurrence of Zoonosis in Japan” Joint symposium: Infectious Disease Control and One Health Approach.

（３）「国民との科学・技術対話」の実施

【サブテーマ１】

1) 岡部貴美子、福岡県ワンヘルス国際フォーラム2021【テーマ：野生動物由来の感染症に対するサーベイランスの現状と課題】座長及びコメント（福岡県主催、2021年1月30日、500人以上視聴）
2) 岡部貴美子、一般公開シンポジウム（福岡県“One Health”国際フォーラム 2022）「新たな時代における　ワンヘルスの実践. 分科会3環境」（福岡県主催、2022年2月12日、福岡アイランドシティフォーラム、オンデマンド配信）における座長および成果に基づくコメント
3) 岡部貴美子、コスモス国際賞受賞記念講演会（主催：国際花と緑の博覧会記念協会、2022年11月13日、東京 大学安田記念講堂、観客約1000名（オンライン含む））にて話題提供として成果紹介

【サブテーマ２】

1) 五箇公一、株式会社HGSTジャパン主催オンラインセミナー、2020、生物多様性異変と新型コロナ
2) 五箇公一、緑の党グリーンズジャパン主催オンラインセミナー、2020、気候危機と新興感染症

3）五箇公一、GEOC主催公開討論会オンライン、2020、感染症とこれからの社会
4）五箇公一、なごや環境大学SDGsオンラインセミナー、2020、生物多様性とサブカルチャーの世界
5）五箇公一、東急建設オンライン講演会、2020、生物多様性異変と新興感染症
6）五箇公一、株式会社メンバーズVision2030オンラインセミナー、ポストコロナの自然共生社会
7）五箇公一、滋賀県勉強会、2020、野生生物との共生と新興感染症
8）五箇公一、みえ森林アカデミー、2020、生物多様性との共生
9）五箇公一、嘉田由紀子参議院議員勉強会、2020、新興感染症対策のあり方
10）五箇公一、大本青年部オンライン講義、2020、ポストコロナの自然共生社会
11）五箇公一、東京エレクトロン環境技術シンポジウム、2020、新興感染症と自然共生
12）五箇公一、九州大学Q-AOSシンポジウム、2020、感染症と生きる：コロナから学ぶ持続可能な社会とは
13）五箇公一、環境共生学会セミナー、2020、獣共通感染症の生態学的アプローチ～生物多様性の観点から感染症リスクを考える
14）五箇公一、小泉環境大臣主催「コロナ後の日本の未来と希望を考える会（五箇勉強会）」、2020、座長メッセージ
15）五箇公一、福岡県ワンヘルスシンポジウム、2020、新興感染症と生態系危機
16）五箇公一、エコライフフェア、2020、「生物多様性って何だっけ？」桝アナ×五箇先生の多様性トーク
17）五箇公一、WWFワンヘルスシンポジウム、2021、生物多様性異変と新興感染症
18）五箇公一、日本獣医師会シンポジウム、2021、新型コロナから学ぶOne Healthの意義と課題
19）五箇公一、アース虫ケアセミナー、2021、グローバル化によって加速する生態系異変
20）五箇公一、日本電気工業会セミナー、2021、気候危機と新興感染症
21）五箇公一、第69回神奈川医真菌研究会、2021、感染症の生態学の意義
22）五箇公一、横浜商科大学セミナー、2021、生物多様性異変と新興感染症
23）五箇公一、多摩市トークリレー、2021、生物多様性異変と新興感染症
24）五箇公一、三重林業アカデミー、2021、ポストコロナの自然共生社会●
25）五箇公一、地球システム・倫理学会、2021、新型コロナから学ぶ自然共生社会の意義と課題
26）五箇公一、読売新聞北陸支社講演会、2021、生物多様性と新興感染症
27）五箇公一、かわさき市民アカデミー、2021、コロナ-これからの時代を生き抜くには
28）五箇公一、枝廣淳子勉強会、2021、これからの時代を生き抜くための生物学入門
29）五箇公一、中央区立環境情報センター講演会、2021、終わりなき外来生物の侵入～生態系・ヒト健康を守るための対策と課題
30）五箇公一、道城エコ道場、2021、生物多様性の本質を知る
31）五箇公一、香川県民文化大学、2021、生物多様性と私たちの生活
32）五箇公一、朝日地球会議、2021、コロナ禍と文明
33）五箇公一、八王子市公立学校副校長会、2021、生物多様性と私たちの生活
34）五箇公一、神戸市六甲アイランド高校生物セミナー、2021、生物多様性異変と私たちの生活
35）五箇公一、厚木市レッドデータブック完成記念講演会、2021、生物の絶滅と新型コロナ
36）五箇公一、次期生物多様性リーダー育成プログラム、2021、生物多様性と外来種
37）五箇公一、対馬グローカル大学、2021、生物多様性、外来種、感染症SFTS
38）五箇公一、富山県立大学環境講演会、2022、生物多様性異変と私たちの生活
39）五箇公一、なごや生物多様性センターオンラインシンポジウム、2022、ワンヘルス ～生物多様性保全と感染症管理～
40）五箇公一、静岡県ふじのくに環境フォーラム、2022、これからの地球と私たちの暮らしのあり方

41）五箇公一、サイエンスキッズフォーラム、2022、地球環境変動と生物多様性
42）五箇公一、宮崎県環境管理研究会主催オンライン講演会、2022、地球環境変動と新型コロナ
43）五箇公一、三井業際研究所講演会、2022、生物多様性と私たちの生活
44）五箇公一、宇部と地球の環境を考えるフォーラム、2022、生物多様性からつながる地方の未来
45）五箇公一、佐賀県アライグマ防除セミナー、2022、生物多様性保全と外来生物防除
46）五箇公一、第６回渥美半島フォーラム、2022、自然共生社会とローカリゼーションのすすめ
46）五箇公一、第97回精神文化講演会、2022、新型コロナと自然共生社会
47）五箇公一、NHK文化センター、2022、人と動物の正しい付き合い方
48）五箇公一、三井住友海上火災保険株式会社、2022、生物多様性と新型コロナ
49）五箇公一、大牟田市動物園、2022、他では聞けない生き物たちとの正しい付き合い方
50）五箇公一、ふじいち会常任幹事会、2022、生物多様性異変と私たちの未来
51）五箇公一、アース虫ケアセミナー、2022、地球環境変動と新興感染症リスクの拡大
52）五箇公一、竹中グループ 環境講演会、2022、生物多様性と新型コロナ
53）五箇公一、広島県民文化大学、2022、地球環境異変と新型コロナ
54）五箇公一、茨城県環境管理協会定時総会、2022、生物多様性保全の課題
55）五箇公一、SEMオンラインサロン、2022、地球環境異変と自然共生社会
56）五箇公一、みえ林業アカデミー、2022、生物多様性保全
57）五箇公一、日本WHO協会第20回 関西グローバルヘルス(KGH)の集いオンラインセミナー、2022、昆虫多様性の危機
58）五箇公一、スカイツリー大昆虫展、2022、危険な昆虫
59）五箇公一、日本環境教育フォーラムメットライフネイチャーアカデミー、2022、足元の自然から考える生物多様性
60）五箇公一、東京いきものフェス、2022、地球環境問題と自然共生
61）五箇公一、埼玉県第 20 回 環境問題の現況と将来を展望するセミナー、2022、生物多様性と感染症
62）五箇公一、日本動物学会市民公開イベント、2022、アフター・コロナと自然共生社会
63）五箇公一、北海道SDGs推進プラットフォーム第7回 SDGs研究会、2022、生物多様性と私たちの生活 ~自然共生社会を目指して~
64）五箇公一、横浜商科大学オンラインセミナー、2022、生物多様性とサブカルチャー
65）五箇公一、五島市・一般財団法人自治総合センターシンポジウム 生物多様性を活かす産業の創出、2022、生物多様性が地域を救う
66）五箇公一、第29回日環協・環境セミナー全国大会、2022、生物多様性異変と新型コロナウイルス ~ 求められる社会変容 ~
67）五箇公一、第25回ふなばし環境フェア記念講演会、2022、外来生物は何が悪いのか、なぜ駆除するのか。
68）五箇公一、水戸市環境フェア2022、2022、地球温暖化と生物多様性等についてのトークショー
69）五箇公一、茨城町ひぬま環境フェア、2022、生物多様性異変と私たちの未来~正しい自然共生のあり方
70）五箇公一、六甲アイランド高校スーパーサイエンスハイスクール、2022、生物多様性はなぜ重要なのか?
71）五箇公一、GTF グリーンチャレンジデー2022、2022、TBS スペシャルステージ「“いのち”はみんなつながっている!THE TOKYO 危険生物 2022」
72）五箇公一、生物多様性と外来種講習会 in 丹波、2022、生物多様性保全と外来生物防除
73）五箇公一、復帰50周年祈念事業おきなわ外来種シンポジウム、2022、終わりなき外来種との

戦い

74）五箇公一、福岡県ワンヘルス国際フォーラム2022、2022、感染症リスク管理における生物多様性保全の意義

75）五箇公一、竹中エンジニアリングセミナー、2022、コロナ危機と生物多様性

76）五箇公一、熊本県九州・山口九県感染症関係連絡会議感染症講演会、2022、生物多様性異変と感染症パンデミック

77）五箇公一、富山県立大学環境講演会、2022、アフターコロナの自然共生社会

78）五箇公一、上智大学環境研究のフロンティア、2022、外来生物対策と感染症

79）五箇公一、第２４回　埼玉県健康福祉研究発表会、2023、One　Health　（ ワンヘルス ）～未来に向け、人・動物・環境の関係をつなぎ直す～

80）五箇公一、第54回全国小中学校環境教育研究大会（東京大会）、2023、地球環境変動と生物多様性

81）五箇公一、毎日共生会議オンライントークイベント、2023、外来生物は地球環境異変の写し鏡

【サブテーマ３】

1) 前田　健「動物由来感染症について」日本ペストコントロール協会　令和2年度防除技術研修会・感染症対策講習会 2020/12/03－13
2) 前田　健「野生動物を介したマダニ媒介感染症の拡大」福岡県”One Health”国際フォーラム 2021. 2021年1月30日(土)18:00から配信開始
3) 前田　健「動物由来感染症」実地疫学専門家養成コース（Field Epidemiology Training Program: FETP）初期導入コース令和3年4月20日（水）11:00-11:50
4) 前田　健「新型コロナだけではない！人獣共通感染症」動物と安心して暮らせる長野県研修会第2弾令和3年5月14日（金）13時30分-15時30分(WEB開催)
5) 前田　健「ダニ媒介性感染症 & SFTS」令和3年度 動物由来感染症レファレンスセンター「近年、国内で患者が報告されている動物由来感染症について」令和 3 年 9 月 6 日(月) 13:30－14:10（WEBミーティング)
6) 前田　健「最近話題の動物由来感染症」2021 年度　国立感染症研究所・医師卒後臨床研修プログラム 2021年10月１４日(木)11:00-11:55 対象者：卒後２年目研修医
7) 前田　健「動物が教えてくれる SFTS のリスク」名古屋市獣医師会　人獣共通感染症調査のセミナー令和3年10月19日13：30～15：00 (WEBEX)
8) 前田　健「アライグマを介した感染症の危険性について」令和3年度第9回獣害対策基礎研修（外来生物）・兵庫県アライグマ・ヌートリア対策連絡会議基調講演　令和 3 年 10 月 21 日(木) 13:35～14:15
9) 前田　健「人獣共通感染症の最新情報」【麻布大学大学院】特別講義　令和3年11月10日17:00-18:30 麻布大学獣医学部棟7階701・702会議室
10) 前田　健「人獣共通感染症について」福岡県講習会　令和3年11月24日14-17-25日9-12（福岡県福岡市)
11) 前田　健「動物由来感染症：発生予測できる日を目指して！」日本大学動物医科学研究センターセミナー令和4年1月11日（火）18：00～19：30（質疑応答含む）日本大学生物資源科学部　121講義室（1号館2階）
12) 前田　健「未知を既知へ」新化学技術推進協会ライフサイエンス技術部会 反応分科会 勉強会「感染症に挑む」2022 年1 月17 日（月） 14：00～14:50
13) Ken Maeda “Current Situation of Tick-Borne Diseases in Japan” PET FAIR SOUTH-EAST ASIA, 17th Frbruary, 2022. 11:00-12:00 (WEB)
14) 前田　健「SFTS から One Health について考える」令和 3 年度高知県公衆衛生獣医師協議会研修会、総合あんしんセンター2回保健所大会議室、令和4年4月16日（土）14：00～16：30（質疑応答含む）
15) 前田　健「人獣共通感染症」FETP Introductory Course 2022 2022/04/26 会場 感染研(飯田橋オフィス)
16) 前田　健「One Health の時代:基礎研究の蓄積と多分野連携へ」第9回筑波大学・東京理科大学合同リトリート 2022 年5月29日（日） 13：00～18:00　東京理科大学　生命医科学研究所2階大

講義室ハイブリッド開催（オンライン開催）
17) 前田　健「日本・アジアにおける動物由来感染症の広がり（経緯や現状の概観）とワンヘルスの観点からの対策・研究にあたっての課題や留意点」第3回 IDE ワンヘルス研究会　2022年6月17日（金）15～18時アジア経済研究所 C21 会議室＋Zoom オンライン
18) 前田　健「SFTS の発生から10年と今後の課題」衛生微生物技術協議会第42回研究会　令和4年6月30日（木）15:10-16:10（質疑応答含む）
19) Ken Maeda“One Health Approach” The 4th international summer course on sustainability of tropical animal production. 8th July, 2022 11:00-12:00(JP) (WEB)
20) 前田　健「人と動物の共通感染症」ワンヘルス　サマーセミナー飯田高原ボスコ: 2022年8月27日（土）15～16時
21) 前田　健「動物由来感染症からペットを守り、自分を守る」獣医学術中国地区学会市民公開講座山口グランドホテル2階孔雀令和4年9月3日14:20-15:30
22) 前田　健「新興感染症の現状とその発生要因：One Health approach の重要性」日本バイオセーフティ学会 設立20周年記念講演 令和4年9月9日（金）11時から14時ホテル プリンセスガーデン
23) 前田　健「動物由来感染症の情報と気を付けるべき対応」ペストコントロールフォーラム　東京都ペストコントロール協会と武蔵野市の共同開催　2022年9月WEB開催
24) 前田　健「感染症対策における One Health アプローチの重要性」第69回日本ウイルス学会学術集会教育セミナー2（共催：アドテック株式会社）令和4年11月14日12:40-13:40
25) 前田　健「動物と楽しく暮らすために知っておきたい動物由来感染症」感染症市民公開講座　知らなかった感染症の「へぇー、そうなんだ！」2023/1/10（火）18:30～20:00　Zoom Webinar によるオンライン
26) 前田　健「マダニ媒介感染症 SFTS の感染拡大」神戸大学大学院医学研究科メディカルトランスフォーメーション研究セ ンター令和5年2月10日（金）10:25-11:55淡路夢舞台国際会議場
27) 前田　健「重症熱性血小板減少症候群（SFTS）の現状について」滋賀県獣医師会令和 4 年度人獣共通感染症研修会令和5年2月1日（水）14:10-15:00　ボストンプラザ草津　6階
28) 前田　健「マダニ媒介感染症：東北でも注意！」山形県公衆衛生学会特別講演　令和5年3月1日（金）13:10-14:30　山形県立保健医療大学
29) 前田　健「動物由来感染症の蔓延：One Health アプローチの重要性」第6回獣医微生物学フォーラム特別講演 2023年3月4日東京大学中島薫一郎記念ホール
30) 前田　健「動物由来感染症を考える：One Health アプローチの重要性」東京理科大学-国立感染症研究所第4回感染症勉強会 2023年3月8日18:00-　Zoom

（4）マスコミ等への公表・報道等

【サブテーマ１】

1)　朝日新聞（2021年10月3日、全国版Globe、11ページ「感染症と生物多様性のかかわり」、10月4日、電子版Globe+、https://globe.asahi.com/article/14451744「マダニ媒介の感染症、全国で拡大中　人の社会にこぼれ出る病原体、「根本治療」の道は」）
2)　産経新聞（2022年10月15日、全国版、7ページ「テクノロジーと人類16　感染症と動物」
3) 森林総合研究所プレスリリース（2022年１１月8日、https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2022/20221108/index.html、「マダニリスクが高い森林の特徴が明らかに-シカの密度と植生が鍵となる-」
4) 森林総合研究所プレスリリース（2023年1月8日、https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2023/20230112/index.html、「シカの増加がツシマヤマネコのマダニ媒介感染症リスクを高める？-シカが多い場所にはマダニが豊富-」
5) 日本経済新聞（2023年2月12日、全国版、2ページ「生態系破壊、感染症リスク」

【サブテーマ２】

1) 毎日新聞（2020年4月23日、全国版、「マダニにも天敵」
2) 毎日新聞（2021年12月23日、全国版、「ウイルスVS宇宙からの侵略者」
3) TOKYO FM（2021年8月24日、BLUE OCEAN、ダニ媒介性感染症リスクについて解説）

4）毎日新聞（2023年1月26日、全国版、「ダニも人間も…　異常な密が病気を呼ぶ」

【サブテーマ３】

1）　Yahoo ニュース「危険性が高い「マダニ感染症」　昨年は過去最多の被害、ペットからの感染も」2020/06/12(金) 18:05 配信

2）　NHKきょうの健康「急増！マダニが媒介する危険な感染症 治療と対処、マダニから身を守る工夫とは」2022年8月5日

3）　日本経済新聞「ダニで高熱、主犯はウイルス：診断遅れで重症化しやすく」2021年7月20日 2:00［有料会員限定］

（５）本研究費の研究成果による受賞

特に記載すべき事項はない。

（６）その他の成果発表

特に記載すべき事項はない。

Ⅳ. 英文Abstract

An ecological approach to zoonotic disease control represented by SFTS

Principal Investigator: Kimiko OKABE
Institution: Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba City, Ibaraki, JAPAN
Tel: +81-29-873-3211 / Fax: +81-29-873-3797
E-mail: kimikook@ffpri.affrc.go.jp
Cooperated by: National Institute for Environmental Studies, National Institute of Infectious Disease, Yamagata University, Gifu University, Earth Corporation

[Abstract]

Key Words: Wildlife management, Zoonoses, Multi-task approach, Infectious disease risk management, Prediction of spread of infection

Using Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS), which is highly related to ecosystem conservation and outdoor activities, as a model, we conducted research aimed at the development of wildlife and vector management and identifying the timing of measures to reduce the risk of zoonoses. We revealed that sika deer and wild boar were primary tick hosts in forests, while major amplifiers of the SFTS virus were mammals of Carnivora including racoon, masked palm civet and racoon dog. Since we confirmed that both vector ticks and those carnivores inhabited the same landscape in the SFTS infection areas, we suggest that increasing ticks by deer and wild boar infected with the virus through the amplifier animals and transmitted the disease to humans. Therefore, the management of amplifier animals has priority around the residential areas, especially in the infected area but in forested areas, either infected or uninfected with the SFTS virus, the management of deer and wild boar is essential. Because wildlife management requires costs and a certain time period, we examined effective pesticides for ticks for emergency situations in high-risk areas. Acute toxicity tests of 12 insecticides and acaricides on a vector tick species showed that etofenprox 100 ppm sprayed areas were effective in tick control for more than one month after spraying. We also found that significantly fewer ticks were questing on forest trails without vegetation cover than in interior forests and forest edges with richer understory vegetation. Therefore, it is possible to manage risk by spraying etofenprox and temporarily removing vegetation in areas of high tick density. On the other hand, although emergency measures may not be necessary in bordering areas where SFTS has not been reported but occurs annually in surrounding areas, the risk assessment of human infection is possible by monitoring the distribution and density of deer and wild boar while conducting SFTS virus antibody tests.

In addition, we suggest the need for immediate countermeasures for the endangered Tsushima leopard cat, which is considered at high risk based on the high susceptibility to SFTS virus in cats by demonstrating the infection of a wild leopard cat. Since the population density of sika deer, which is extremely high in Tsushima Island, is significantly related to tick numbers, deer control must be one of the countermeasures.

Furthermore, epidemiological studies in Thailand under an international collaboration revealed the current status of the spread of infection in East to Southeast Asia.