

令和4年度～令和6年度
厚生労働科学研究費補助金
(新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業)
(分担) 研究報告書

「狂犬病のリスク評価とそれを用いた提言」

研究分担者 西浦 博 (国立大学法人京都大学・大学院医学研究科)

研究要旨：狂犬病予防法が昭和25年に施行され、我が国では60年以上国内におけるヒトでの感染事例はない。狂犬病の予防手段として、犬の狂犬病予防接種割合を70%以上に保つことが推奨されている。日本では飼い犬の狂犬病の予防接種は毎年の義務とされるが、2022年度での達成接種割合は70.9%であった。犬の接種割合は近年減少傾向にあり、未登録犬の存在も考慮すると、犬に対する狂犬病予防接種による免疫保持割合の定量化と都道府県ごとの異質性、免疫保持割合の影響因子の探索は公衆衛生上、重要な課題である。

本研究は狂犬病予防接種体制を推進するための方策を提言することを目標とする。特に、本分担研究においては、昨年度行った日本の狂犬病予防接種と飼い主の特徴との関連解析の実施時に収集した調査データに基づく集団免疫度の評価を実施することで狂犬病予防接種割合に寄与し得る事項や予防接種効果について理解を深化させ、得られた知見を適用し、集団免疫度を47都道府県で定量化したのち、集団免疫度に関連する影響因子の探索を行うべく研究作業に取り組んだ。また、東南アジア地域における地区別の狂犬病リスクマップを作成することを目標とする。次に、狂犬病のリスクが高いノイヌとノライヌの個体群動態を殺処分数、譲渡数、返還数の時系列データを用いて推定することを目標とする。また、飼い犬の脱走に関連する因子を明らかにすることを目標とする。ノイヌやノライヌ、脱走犬など狂犬病の感染拡大において高いリスクを持つ集団の特徴や個体群数を明らかにすべく研究作業に取り組んだ。

1年目となる令和4年度には犬の飼い主に関する特徴と犬の狂犬病の予防接種についての関連を明らかにした。2年目となる令和5年度には、犬個体群内の免疫保持割合と未来の予防接種政策毎に予想される免疫保持割合の変化の予測を可能とした。そして、都道府県ごとの免疫保持犬の割合の定量化とそれに影響を与える影響因子を明らかにした。さらに、東南アジア地域における狂犬病のリスクが高い地域をマップとして作成した。3年目となる令和6年度には、ノイヌとノライヌのそれぞれの集団における繁殖可能な個体と不可能な個体ごとの個体群動態の推定を可能とした。また、ノイヌ・ノライヌの捕獲努力や去勢・不妊手術実施割合が変化した場合の個体群数の変化を予測することを可能とした。また、脱走頻度や脱走しやすい犬やその飼い主、飼育環境を明らかにした。

A. 研究目的

本研究の目的は、横断的疫学調査を通じて、日本における犬への狂犬病予防接種と犬の飼い主の特性との関連を特定すること。また、飼い犬集団内における年齢別の予防接種歴を再構築し、日本における狂犬病に対する免疫を保有する飼い犬の割合を推定し、狂犬病予防接種方針の変更に伴い、免疫保有割合

の変化を定量化することである。また、定量化されたモデルを各都道府県に適用し免疫保有割合を定量化し、それに影響する因子を探索することも目的とした。さらに、ノイヌとノライヌの捕獲データから各年の個体群動態を推定し、捕獲や去勢・不妊手術の実施割合の変化に伴う個体群動態の変化を定量化することである。また、現在飼育されている犬に

おける脱走頻度に関する実態と犬の飼い主の特徴や飼育環境との関連を評価することである。

B. 研究方法

2022年8月31日から9月7日にかけて、日本国内で現在犬を飼っている人を対象に横断調査を実施した。研究参加者は、日本のインターネット調査会社である株式会社メルリンクスの登録ユーザーリストから非ランダムに抽出した。日本全体の年齢と居住地域の割合と比例するようにエリアサンプリング実施した。まず、事前アンケート調査を実施し、回答者が犬を1匹以上所有しているかどうかを確認するために、適格な参加者を選別した。その後、現在犬を1匹以上飼っている人を対象に、本調査を実施した。調査は、(i) 飼い主の属性(年齢、性別、世帯人数、住居形態、最終学歴、世帯収入)、(ii) 医療に関わる教育歴(人や動物の健康に関わる職業歴、犬の狂犬病予防接種義務化に関する知識、集団接種に関する知識、飼い主のCOVID-19やインフルエンザの予防接種歴)、(iii) 動物医療サービスに関連する項目(かかりつけの動物病院の有無、動物病院に行く頻度)、(iv) 犬の特性に関する項目(他の飼い主との交流の有無、犬の入手方法、飼育場所、犬の年齢、狂犬病や狂犬病以外のワクチン接種歴、市区町村への登録の有無)の4セクションから構成された。

主要アウトカムは、過去12ヶ月以内の犬の狂犬病ワクチン接種の有無であり、二項変数として扱った。副次的アウトカムは、自治体への犬の登録、狂犬病以外のワクチンを接種歴とした。

各アウトカムと調査項目との統計的関連は、単変量のフィッシャーの正確検定または χ^2 検定を用いて分析し、アウトカムのオッズ比(OR)を算出した。有意水準は $\alpha=0.05$ とした。95%信頼区間(CI)は、スコア信頼区間を用いて算出した。

代替アウトカムとして、犬の狂犬病予防接種の総回数を犬の年齢で割ったものを調べた。平均値の差は、Welchの分散分析(ANOVA)およびStudentのt-testを用いて分析した。

次に、免疫保持割合を推定するために、犬の登録頭数、登録犬の予防接種率の公表値、社会調査に基づく犬の経時的狂犬病予防接種履歴という3つの観察データを用いた。犬の個体群動態は厚生労働省が公表する衛生行政報告例の中の新規登録申請数と犬の生命表に関する研究論文を用いて再構築した。衛生行政報告例の未公表であった1997年から2004年のデータは、20-29歳の人口数に比例すると仮定し、該当年の欠損を外挿した。なお、この外挿は新規に犬を飼育する主な年齢群は20代であるという日本ペットフード協会が行った調査に基づいて行った。なお、2030年までの新規登録申請数は20代の将来推計人口数に比例すると仮定して算出した。2021年の衛生統計より、予防注射済票交付数を登録犬の予防接種回数として予防接種割合を算出した。都道府県ごとの接種割合も同様に算出した。犬の狂犬病予防接種傾向はこれまでの接種履歴によって大きく異なることがよく知られており、それは前年の犬年齢の関数で記述可能である。ここで、ある年齢 a 歳での予防接種確率は $a-1$ 歳での予防接種歴に依存すると仮定してモデルを構築した。まず、 $a-1$ 歳で予防接種をした場合の a 歳における条件付き予防接種確率 g_a 、 $a-1$ 歳で予防接種をしていないが a 歳で接種する条件付き予防接種確率 h_a を社会調査より得られたデータから算出した。次に条件付き確率 g_a と h_a を用いて、犬の予防接種歴を再構築した。図1は3歳までの予防接種モデルのフローチャートである。 a 歳での予防接種確率は0歳からの全ての接種パターンの確率の合計として記述できると仮定した。あるカレンダー時刻 t 年における0歳の予防接種確率を $q_{0,t}$ とした。したがって、0歳の接種確率は $q_{0,t}$ 、1歳での接種確率は $q_{0,t}g_1 + (1 - q_{0,t})h_1$ 、2歳での接種確率は $q_{0,t}\{g_1g_2 + (1 - g_1)h_2\} + (1 - q_{0,t})\{h_1g_2 + (1 - h_1)h_2\}$ と記述した。3歳以上の場合、式(1)のように一般化した。

$$\begin{aligned} R_{a,t-a} = & \{g_1A_{a-1} + (1 - g_1)B_{a-1}\}q_{0,t-a} \\ & + \\ & \{h_1A_{a-1} + (1 - h_1)B_{a-1}\}(1 - q_{0,t-a}), \quad (1) \\ A_a = & g_1A_{a-1} + (1 - g_1)B_{a-1} \quad (a \geq 3) \\ B_a = & h_1A_{a-1} + (1 - h_1)B_{a-1} \quad (a \geq 3) \end{aligned}$$

式(1)において、年齢に応じて A_a と B_a を更新

することで、全集団の免疫保有割合($R_{a,t-a}$)を再構築した。上述のモデルを調査から得られた年齢別の予防接種割合に適合させ、最尤推定により $q_{0,t}$ を推定した。また、2001年から2021年まで $q_{0,t}$ は一定と仮定した。都道府県ごとの免疫保持割合の算出において、 $q_{0,t}$ は各年毎の予防接種割合の公表値と仮定した。社会調査より得られた条件付き確率 g_a と h_a を用いて、全都道府県の2021年時点での免疫保有割合を算出した。調査における予防接種歴の観察データはベルヌーイサンプリングであるため、 $q_{0,t}$ を推定するための尤度関数は二項分布に従うと仮定した。年齢別のサンプル予防接種割合の95%CIはスコア信頼区間を用いて算出した。 $q_{0,t}$ の推定において、95%CIはパラメトリックブートストラップ法を用いて算出した。なお、本調査は2022年に行ったが、実施時の最新の新規登録申請数は2021年だったため、算出した免疫保有割合は2021年末時点の状況を示している。

免疫保有割合推定のために、ワクチンの効果と減衰率を考慮した。接種回数とウイルスの中和抗体レベルを示す研究より、初回接種と2回目以降の接種でワクチンの効果は大きく異なる。先行研究より初回接種の場合、接種後12か月以内の効果は50%、翌年以降は0%とした。2回以上接種の場合、接種から2年以上経過した場合のデータが限られていたため、閾値(0.5IU/ml)以上のウイルス中和抗体保有割合接種からの経過時間の関数として式(2)のゴンペルツ曲線に適合させ、免疫減衰期間を推定した。

$$p_{(m)} = \exp(-\gamma(\exp(\delta m) - 1)) \quad (2)$$

$p_{(m)}$ は免疫保有割合、 m は最終接種からの経過時間として、 γ と δ を最尤推定により推定した。2回目の接種直後は100%感染から防がれると仮定し、全体の免疫保有割合は以下の順で算出した。まず、0歳の予防接種確率を推定後、式(1)を用いて、年齢ごとの予防接種履歴を再構築した(1歳の犬個体群の場合、以下の集団の割合がそれぞれ算出される。0歳と1歳で接種、0歳では接種かつ1歳では未接種、0歳では未接種かつ1歳では接種、0歳と1歳で未接種)。その後、それぞれの予防接種履歴の集団に、最終接種からの経過時間に伴うワ

クチンの免疫減衰率を掛けることで、免疫保有割合を算出した。

上記の推定で日本の免疫保有割合は算出可能だが、今後の接種政策の変化によってどのように免疫保有割合が変化をするかを理解するために様々な予防接種シナリオに関する分析を実施した。0歳の接種確率が90%から段階的に減少していくシナリオとして、 $q_{0,t}$ を50、70、90%にした場合の免疫保有割合を推定した。次に、3歳から20歳の未接種の犬に対する接種勧奨があった場合に未接種の犬が翌年は接種する確率が増加すると考え、実際の h_a が2倍、3倍になった場合の2021年時点の免疫保有割合を算出した。

他方、国内の狂犬病予防接種の義務は費用便益比の面で考えても今後は任意に移行する可能性が十分にある。そこで、現行の接種プログラムが任意接種に変化した場合のシナリオを検討した。特に、即座に全接種を停止するのではなく減衰させていくシナリオとして義務的な予防接種が毎年の接種から2年ごとの接種へと延長された場合を検討した。つまり、 a 歳で接種した犬は $a+1$ 歳では接種しない。この仮定の下、2つのあり得るシナリオを検討した。楽観的なシナリオでは、飼い主の間で予防接種の遵守傾向は隔年接種プログラムの実施後も維持されると仮定し、 a 歳で接種した犬は $a+2$ 歳で g_a の確率で接種されると仮定した。悲観的なシナリオでは、 $a+2$ 歳の接種確率は h_a の確率に従う。つまり、隔年接種プログラムは飼い主間の行動変容につながり、犬の飼い主は隔年の予防接種サイクルに厳密に従わないと仮定した。2025年に現行の政策が変更された場合の2030年時点の免疫保有割合を推定した。次に、社会調査より得られた条件付き確率 g_a と h_a 、各年の都道府県ごとの予防接種割合を $q_{0,t}$ と仮定して都道府県ごとにも2030年時点での免疫保有割合の推定を悲観的・楽観的シナリオ分析を行った。

また、都道府県毎の免疫保有割合に影響する要因を探索するため、被説明変数を都道府県毎の免疫保有割合、説明変数を2021年時点の都道府県ごとの最終学歴(中学/大学以上の割合)、平均年齢、平均収入(2019)、冬季平均気温(12-2月)、年間降水日数、年間快晴日数、年間雪日数、動物病院数(人口10万人

あたり)、獣医師数(人口 10 万人あたり)、年間犬咬傷数、COVID-19 ワクチン接種割合(2 回目)、インフルエンザ予防接種割合として、ステップワイズによる変数選択を α レベル 0.05、BIC 基準で行った。また、COVID-19 ワクチン接種割合(2 回目)、インフルエンザ予防接種割合は犬の飼い主のヘルスリテラシーが犬の予防接種にも影響を及ぼすと仮定して説明変数に含めた。次に、アウトカムをロジット変換したのち、各変数が 1 単位上昇した場合のアウトカムの上昇のオッズ比を算出した。また、ステップワイズによって残った説明変数について、地理的に近い場所は遠い場所よりも似た特性を持つという従属性を仮定して、GWR (Geographically weighted regression) モデルと MGWR (Multiscale geographically weighted regression) モデルによるモデル比較を行った。GWR モデルでは各観測地点で異なる回帰係数を推定し、地理的な変動を捉えることが可能である。GWR モデルをさらに柔軟なモデリングへと拡張したものが MGWR モデルであり、このモデルでは変数ごとに従属性が影響する範囲を変えることが可能となる。OLS、GWR、MGWR モデルについてモデルの当てはまりの良さを BIC 基準で比較した。

次に、東南アジア地域のブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、シンガポール、東ティモール、タイ、ベトナムにおける各年の地域レベルのヒト狂犬病症例を記録した文献を収集し、レビューを行った。保健省または感染症研究施設の公表資料、査読済み論文、公式会議の資料、ニュース記事からヒト狂犬病症例に関するデータを収集し、人口 10 万人あたりの狂犬病感染リスクを算出した。次に、2022 年時点の地域ごとのヒト狂犬病症例数と 1km 単位での人口密度を重ね合わせることでリスクマップを構築し、狂犬病の空間的なリスクを評価した。また、包括的な狂犬病サーベイランスが行われているタイのサムットプラカーンにおける狂犬病リスクをベースラインとして、東南アジア地域の地域ごとの相対的なリスクを評価した。

次に、ノイヌとノライヌの個体群動態推定において、環境省が公表している動物愛護管

理行政事務提要用いた。2010 年から 2022 年の徳島県における各年の幼齢犬、成熟犬それぞれの捕獲数、殺処分数、返還数のデータを用いて、図 1 のような Hidden Markov モデルを用いて、個体群動態を再構築した。本研究ではノイヌ幼齢集団、ノイヌ成熟集団、ノライヌ幼齢集団、ノライヌ成熟集団の 4 集団の個体群動態を再構築した。生後一年以内の繁殖不可能な犬を幼齢犬と定義し、ノイヌ幼齢犬生存率を 30%、ノライヌ幼齢犬の生存率を 85%、ノイヌ成熟犬生存率を 55%、ノライヌ成熟犬の生存率を 60%とし、各集団の捕獲確率 β 、繁殖力 f 、各年の譲渡割合 p 、殺処分割合 q 、ノライヌのみ考慮する返還割合 r を推定パラメーターとした。次に、4 つの集団の個体群はそれぞれ一定の割合で捕獲され、譲渡・殺処分・返還されるというプロセスをたどるとし、以下の式でモデル化した。

$$\begin{pmatrix} N_{t+1,1} \\ N_{t+1,2} \\ M_{t+1,1} \\ M_{t+1,2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1-\beta_{N,1})s_1 & (1-\beta_{N,2})f_N & 0 & 0 \\ (1-\beta_{N,1})g_1 & (1-\beta_{N,2})s_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (1-\beta_{M,1})s_3 & (1-\beta_{M,2})f_M \\ 0 & 0 & (1-\beta_{M,1})g_2 & (1-\beta_{M,2})s_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_{t,1} \\ N_{t,2} \\ M_{t,1} \\ M_{t,2} \end{pmatrix} \quad (3)$$

各パラメーターの詳細は表 1 に示した。時刻 t における各集団の個体群数は以下の式に従う。

$$\begin{aligned} N_{t+1,1} &= s_{N1}(1-\beta_{N,1})N_{t,1} + (1-\beta_{N,2})f_{N,t}N_{t,2} \\ N_{t+1,2} &= g_N(1-\beta_{N,1})N_{t,1} + s_{N2}(1-\beta_{N,2})N_{t,2} \\ M_{t+1,1} &= s_{M1}(1-\beta_{M,1})M_{t,1} \\ &\quad + (1-\beta_{M,2})f_{M,t}M_{t,2} \\ M_{t+1,2} &= g_M(1-\beta_{M,1})M_{t,1} \\ &\quad + s_{M2}(1-\beta_{M,2})M_{t,2} \end{aligned}$$

また、各年の譲渡数、殺処分数、返還数は以下の式で記述した。

$$\begin{aligned} A_{t,N,1,2} &= p_{t,N,1,2}\beta_{N,1,2}N_{t,1,2} \\ E_{t,N,1,2} &= (1-p_{t,N,1,2})\beta_{N,1,2}N_{t,1,2} \\ A_{t,M,1,2} &= q_{t,M,1,2}\beta_{M,1,2}M_{t,1,2} \\ E_{t,M,1,2} &= (1-q_{t,M,1,2}-r_{t,M,1,2})\beta_{M,1,2}M_{t,1,2} \\ L_{t,M,1,2} &= r_{t,M,1,2}\beta_{M,1,2}M_{t,1,2} \end{aligned}$$

次に、観測可能な捕獲、殺処分、返還割合に最尤推定によって適合させることでパラメーターを推定した。捕獲確率は全期間で一定と、繁殖率、譲渡割合、殺処分割合、返還割合は各年で推定した。また、徳島県の捕獲データからノイヌとノライヌの比を 7:3 と仮定

した。捕獲率や繁殖力、譲渡や殺処分、返還割合が対策によって変化した場合の個体群動態の変化を算出した。また、ノイヌとノライヌの個体群の reproduction number も以下の式で算出した。

$$R_{0,t}^{(N)} = \frac{(1 - \beta_{N,1})g_1(1 - \beta_{N,2})s_2f_{N,t}}{1 - \{(1 - \beta_{N,2})s_2\}}$$

$$R_{0,t}^{(M)} = \frac{(1 - \beta_{M,1})g_2(1 - \beta_{M,4})s_4f_{M,t}}{1 - \{(1 - \beta_{M,2})s_4\}}$$

分析にはR ソフトウェア 4.3.2 を用いた。

次に、飼い犬の脱走頻度と関連要因を定量化するために、2025 年 1 月 11 日から 27 日にかけてインターネット上で社会横断調査を実施した。研究参加者は現在犬を少なくとも一頭飼育している人として、年齢と居住地が日本全体の比率と同程度になるように便宜的なサンプリング(convenient sample)を行った。質問項目は飼い主と犬の人口統計学的特徴、脱走頻度、脱走対策の有無と具体策に関する項目で構成した。また、脱走時のヒトや犬への咬傷回数や散歩時に平均的にすれ違う犬の頭数や放し飼いの頭数も調査した。各アウトカムと調査項目との統計的関連は、単変量のフィッシャーの正確検定または χ^2 検定を用いて分析し、アウトカムのオッズ比(OR)を算出した。有意水準は $\alpha=0.05$ とした。統計ソフトウェアは JMP17.0 を用いた。

(倫理面への配慮)

京都大学大学院医学研究科の医療倫理委員会(R3660、R4849)の承認を得た。研究参加者である犬の飼い主は、アンケート調査に回答する前に同意文書を確認し、ウェブページ上で同意した人のみがアンケートに回答した。調査終了後、株式会社メルリンクスが特定の個人を識別できる記述等(氏名など)を研究用IDに置き換え、匿名加工情報を作成した。

C. 研究結果

合計 534 人の犬の飼い主と 629 匹の犬がこの研究に登録された。過去 12 ヶ月以内の犬の狂犬病予防接種割合は 56.1% (95%CI: 50.9, 61.3) であった。副次的アウトカムについては、89.3% (95%CI: 86.8, 91.9) の犬が登録されており、81.7% (95%CI: 78.4, 85.1) が狂犬病以外のワクチンを少なくとも 1 回受

けていた。アウトカム間の関連は明らかであり、登録(OR = 54.1, $p < 0.001$)および狂犬病以外の病気のワクチン接種(OR = 8.2, $p < 0.001$)は、犬が狂犬病予防接種をしたことと正の関連があった。また、狂犬病以外のワクチン接種歴は、自治体への犬の登録(OR = 5.3, $p < 0.001$)とも正の関連があった。狂犬病予防接種の総接種回数と犬の年齢との比の平均値(標準偏差)は 0.66 (0.48) であった。Welch の ANOVA を用いると、(i) ワクチン接種が法律で義務づけられていることを知っている($p = 0.012$)、(ii) 集団接種が年に 1 回行われていることを知っている($p < 0.001$)、(iii) かかりつけの動物病院がある($p = 0.007$)、(iv) 動物病院を訪れる半年に一度は訪れる($p = 0.005$)という飼い主の特徴に従って犬をグループ化すると、比率の平均に違いがあった。

犬の狂犬病予防接種(すなわち、過去 12 ヶ月以内の接種)と飼い主の特性との単変量で関連があったのは以下に続く項目であった。中学教育まで受けた飼い主と比較して大学教育を受けた飼い主は、犬の狂犬病予防接種と正に関連していた(OR = 2.5, $p = 0.014$)。次に、飼い主の人および動物の健康に関する教育歴の項目において、狂犬病の予防接種が法律で義務づけられていることを知っていること(OR = 2.9, $p < 0.001$)、および毎年各自治体が行っている集団予防接種の機会を知っていること(OR = 2.9, $p < 0.001$)が犬の狂犬病予防接種と関連していた。また、かかりつけの動物病院がある飼い主(OR=2.3, $p < 0.001$)、半年に 1 回以上動物病院を訪れる飼い主(OR=2.0, $p=0.011$)、月に 1 回以上動物病院を訪れる飼い主(OR=2.0, $p=0.009$)、獣医師から犬への狂犬病予防接種を勧められた経験がある人(OR=2.6, $p=0.019$)ほど犬に狂犬病予防接種を行う傾向が強かった。犬の狂犬病予防接種と有意に関連する犬の特性は確認されなかった。

次に、狂犬病以外のワクチン接種に関連する飼い主の特徴について、都市部に居住する飼い主は、狂犬病以外のワクチン接種を行う傾向が強かった(OR = 1.8, $p = 0.005$)。また、飼い主の人および動物の健康に関する教育歴の項目において、医学に関連する教育歴

(OR = 2.3, $p = 0.005$)、犬に関連する職業歴 (OR = 3.9, $p = 0.014$)、COVID-19 接種歴があること (OR = 2.4, $p = 0.001$)、インフルエンザワクチン接種を毎年受けていた (OR = 1.8, $p = 0.027$)、今後インフルエンザワクチン接種を受ける意思がある (OR = 1.7, $p = 0.017$) が狂犬病以外のワクチン接種と関連していた。また、かかりつけの動物病院があること (OR = 3.7, $p < 0.001$)、半年に 1 回以上動物病院を訪れること (OR = 2.1, $p = 0.010$)、月に 1 回以上動物病院を訪れること (OR = 2.4, $p = 0.005$) が、犬の狂犬病以外のワクチン接種に正に関連していた。犬の特性項目において、週に 1 回他の飼い主との交流 (OR = 1.9, $p = 0.008$)、ドッグコミュニティへの参加経験 (OR = 2.2, $p = 0.014$)、犬の飼育場所が室内であること (OR = 3.1, $p < 0.001$)、飼い主が犬を家族の一員と認識していること (OR = 2.7, $p = 0.017$) が、狂犬病以外のワクチン接種と正の関連があった。

飼い主の特性と自治体への犬の登録について、犬の狂犬病予防接種が安価であると考えられる飼い主は、自治体への犬の登録を行う可能性が高かった (OR = 1.9, $p = 0.013$)。次に、飼い主の人および動物の健康に関する教育歴の項目において、犬の狂犬病予防接種が法律で義務づけられていることを知っている (OR = 5.9, $p < 0.001$)、集団接種の機会が毎年あることを知っている (OR = 3.2, $p < 0.001$)、COVID-19 ワクチンは費用がかかっても受けるべきだと思っている (OR = 1.9, $p = 0.025$)、インフルエンザワクチンを毎年受けている (OR = 1.9, $p = 0.047$) が犬の登録と正の関連があった。また、かかりつけの動物病院がある飼い主 (OR = 3.9, $p < 0.001$)、半年に 1 回以上動物病院を訪れる飼い主 (OR = 5.1, $p < 0.001$)、月に 1 回以上動物病院を訪れる飼い主 (OR = 6.4, $p < 0.001$)、獣医師から犬への狂犬病予防接種を勧められた経験がある飼い主 (OR = 2.4, $p = 0.004$) が犬の登録をする傾向が強かった。犬の特性については、6 ヶ月に 1 回以上他の飼い主と交流がある (OR = 2.8, $p = 0.011$)、週に 1 回以上他の飼い主との交流がある (OR = 2.8, $p = 0.003$)、ドッグコミュ

ニティへの参加経験 (OR = 2.8, $p = 0.013$) が犬の登録と正に関連していた。

衛生行政報告例より、2021 年末時点の登録犬の登録頭数は 6,095,250 頭であり、2015 年から登録頭数は毎年 5 万頭から 10 万頭ずつ減少していた。また、各年の登録申請数は 2021 年時点で 480,615 件であり、2017 年までは減少傾向であったが、2018 年以降漸増していた。登録犬の狂犬病予防接種割合は 2021 年時点で 70.9% であり、1997 年より漸減傾向であった。社会調査には 534 人の飼い主と 629 頭の犬が含まれた。12 か月以内の犬の狂犬病予防接種割合は 56.1% (95% CI: 50.9, 61.3) であった。

文献値の中和抗体価に基づく免疫保持割合は 2 回以上接種群で、接種後 0-3 か月経過した群の免疫保有割合は 97.3%、4-6 か月経過群は 97.6%、7-9 か月経過群は 98.0%、13-18 か月経過群は 97.9%、25 か月以上経過群は 78.9% であった。 γ と δ の推定値はそれぞれ 0.005 (95% CI: 0.002, 0.308)、0.13 (95% CI: 0.03, 0.16) であった。推定されたワクチンの有効性は接種後 12 か月以内の群は 99.1%、1 年経過群は 94.1%、2 年経過群は 74.7%、3 年経過群は 33.9%、4 年経過群は 4.1%、5 年以上経過群は 0% だった。

前年度の接種の有無に条件付けされた今年度の接種確率である g_a と h_a について、 g_a は 1、2 歳では約 75% であったが、3 歳以降は約 90% であった。 h_a は 1 歳では 52% であったが、2 歳以降は 10% から 15% 程度であった。灰色の直線は推定する際に用いた階段関数を示した。 g_a と h_a を用いて、推定した年齢ごとの予防接種確率と調査から算出した予防接種割合について、0 歳時の予防接種率は 83.3%

(95% CI: 60.8, 94.2)、1 歳時の接種率は 71.7% (95% CI: 57.5, 82.7)、次いで 3~7 歳時の接種率は約 50% で、10 歳頃から減少傾向にであった。推定された 0 歳時の接種率は 78.8% (95% CI: 58.7, 97.7)、1 歳時は 69.7% (95% CI: 63.6, 75.4)、次いで 2~20 歳では 57% であり、スナップショットデータと全体的によく一致していた。0 歳時のワクチン未接種の割合は 21.2% (95% CI: 2.3, 41.3) で、この割合は犬の年齢が高くなるにつれて減少した。複数回ワクチン接種

を受けた犬の割合は1歳時点で59.1% (95% CI: ,)であり、2歳以降もほぼ一定 (約57%) であった。複数回予防接種を受けたが、最後の予防接種から数年間予防接種を受けていない犬の割合は2歳から増加し、20歳時点での最後の予防接種から5年以上経過した犬の割合は22.8%と算出された。犬の個体数は6,240,623頭と推定され、全体の免疫保有割合は64.3% (95% CI: 54.0, 72.5) と推定された。免疫保有割合は0歳で39.4% (95% CI: 29.4, 48.9)、1歳で63.9% (95% CI: 52.9, 74.2) であった。

0歳の接種確率を50%、70%、90%に変化させた場合の全体の免疫保有割合はそれぞれ59.6%、62.5%、66.2%であった。0歳の接種確率を増加させると、0歳から3歳の免疫保有割合が主に増加し、全体の免疫保有割合はわずかに増加した。同様に、 h_a を2、3倍、0歳接種確率を90%かつ h_a を3倍に増加させた場合、免疫保有割合はそれぞれ74.7%、80.6%、82.1%であった。 h_a を増加させた場合、全体の免疫保有割合は大幅に上昇した。

悲観的なシナリオでは、全体の免疫保有割合は18.9%であり、楽観的なシナリオであっても35.3%であった。悲観的シナリオでは、1歳時点の免疫保有割合は5.2%で、他の年齢層と比較して最も低かった。免疫保有割合は5歳まで上昇したが、6~20歳では20%を下回った。同様に、楽観的シナリオでは、免疫保有割合は1歳で最も低く、5歳まで上昇したが、その後は30%を下回ったままであった。

都道府県毎の2021年末時点の狂犬病に対する免疫保有割合について、東日本と比較して西日本の方が免疫保有割合は低い傾向にあり、岩手県と長野県の免疫保有割合が一番高く、沖縄県が一番低い結果となった。また、狂犬病の R_0 を過去の大阪での狂犬病アウトブレイク時の2.42とした場合に、集団免疫閾値である58.7%を下回っている都道府県は西日本に多く、西日本の6府県が集団免疫閾値を下回っているという結果となった。次に、都道府県毎の免疫保有割合に影響を与える因子として、ステップワイズより、10万人当たりの動物病院数(オッズ比1.004 (95% CI: 1.001, 1.008), $p = 0.013$)と飼い主の

COVID-19 ワクチン2回目の接種割合(オッズ比1.015 (95% CI: 1.011, 1.019), $p < 0.001$)が変数として選択された。動物病院数とCOVID-19 ワクチン2回目接種割合を説明変数として、OLS、GWR、MGWRモデルをあてはめた場合、MGWRモデルがOLS、GWRモデルと比較して当てはまりが良いという結果であった。また、MGWRモデルにおける変数ごとのバンド幅は切片、動物病院数、COVID-19 ワクチン2回目接種割合でそれぞれ11, 45, 45であった。

予防接種政策が隔年接種に移行した場合の2030年時点の都道府県ごとの悲観的なシナリオでは全ての都道府県において、免疫保有割合は16%から20%程度まで低下し、楽観的なシナリオでも31%から35%程度に低下した。楽観的なシナリオでは $R_0=1.2$ のとき、関東地方の一部の県と西日本の多くの県では閾値を下回った。また、 $R_0=1.5$ 以上のとき、全ての都道府県で閾値を下回った。楽観的なシナリオでは、 $R_0=1.2$ のときは全ての都道府県で閾値を上回っており、 $R_0=1.5$ のときは西日本の4県を除いて、閾値を上回った。 $R_0=2.0$ のとき、全ての都道府県で閾値を下回った。

シンガポール、ブルネイ、東ティモールを除く東南アジア地域の8か国において、2014年から2022年まで毎年ヒト狂犬病症例が確認された。年間10万人あたりの狂犬病リスクはミャンマーが最も高く(0.236)、次いでフィリピン(0.216)、ラオス(0.157)であった。2022年の地域ごとのヒト狂犬病症例はフィリピン、ミャンマーではほぼすべての地域でヒト狂犬病症例が確認され、ベトナムとラオスでは北部と南部での症例数が多かった。また、インドネシアは島ごとに症例数が大きく異なり、西カリマンタン、スラウェシ島、スマトラ島北部と南部で症例数が多かった。サムットプラカーン線をベースラインとする相対リスクはカンボジアのプノンペン周辺の3地区、マレーシアのボルネオ島南部、ラオスの首都1地区、フィリピンのregion11と12において10倍以上であった。

ノイヌとノライヌの個体群動態について、幼齢ノイヌの個体数は2022年時点で1186頭(95%信用区間(CrI): 1037-1371)、成熟ノイヌの個体数は315頭(95% CrI: 279-382)、幼

齡ノライヌの個体数は453頭(95% CrI: 370-556)、成熟ノライヌの個体数は429頭(95% CrI: 367-570)であった。全ての集団で個体群は減少傾向であった。ノイヌ幼齡個体の捕獲確率は22.9%(95% CrI: 21.2-24.0)、ノイヌ成熟個体の捕獲確率は66.2%(95% CrI: 54.8-71.3)、ノライヌ幼齡個体の捕獲確率は26.3%(95% CrI: 23.1-27.9)、ノライヌ成熟個体の捕獲確率は46.1%(95% CrI: 34.7-50.0)であり、幼齡個体よりも成熟個体の捕獲確率が低かった。ノイヌの繁殖力の方がノライヌよりも高く、ノライヌは1を下回っていた。捕獲確率が変化しない場合、4つの個体群は全て減少していくが、30%減少するとノイヌ・ノライヌともに2022年の個体数を維持し続け、50%や70%減少すると2022年と比較して増加するという結果になった。とりわけ、ノライヌ集団の増加が顕著であった。ノイヌとノライヌともに reproduction number は1を下回っており、ノライヌと比較してノイヌの reproduction number が大きい結果となった。

次に、飼い犬の脱走頻度調査の結果を示す。合計550人の飼い主が調査に参加した。過去一年以内に1回脱走した犬は550頭の中で112頭(20.4%)、2回以上脱走した犬は41頭(7.5%)、脱走していない犬は397頭(72.2%)であった。脱走した犬の中で、飼育場所に帰ってきた割合は94.1%であった。脱走時にヒトまたは犬に対する咬傷の有無については、犬のみの咬傷が24頭(15.7%)、ヒトのみの咬傷が28頭(18.3%)、犬とヒトの両方の咬傷が21頭(13.7%)、咬傷経験なしが80頭(52.2%)であった。犬とヒトそれぞれで0回が最も多いが、10回以上咬傷している犬は犬に対する咬傷で2頭、ヒトに対する咬傷で1頭であった。散歩時にすれ違う頭数は3頭が最も多く、平均頭数は2.1頭であった。散歩時に見る屋外飼育犬は0頭が多く、平均1.1頭であった。

次に、脱走の有無と住居環境や飼い主特性の関連結果をまとめた。チェーンの有無にかかわらず屋外飼育は屋内飼育に比べ脱走と関連していた。また、脱走した犬の49.7%が家の敷地内から犬が自力で脱走できない対策を取っているが、玄関の扉が開いた際などに脱

走していた。また、家の敷地内から犬が自力で脱走できる環境にある犬が21頭確認された。飼い主が行っている脱走防止策は自力で脱走できる環境の家が8.5%である一方で、室内のフェンスや扉があくときはケージに入れる、家庭内でも首輪やリードをつけている等の対策も取られていた。

D. 考察

本研究により、犬の総数が把握できないため、犬の年間狂犬病予防接種率を推定することは困難であったが、犬の年間狂犬病予防接種率のサンプル推定値を得ることに成功し、狂犬病予防接種回数による接種に関連する犬の特性の違いを明らかにした。

犬の狂犬病予防接種と関連する犬の飼い主の特徴はアジアやアフリカの狂犬病発生国からの得られた知見と乖離することはなかった。さらに、本研究は横断研究であり、因果関係を示すことはできないが、年1回の狂犬病予防接種や集団接種イベントの機会に関する知識の向上が、犬の狂犬病予防接種の増加に寄与する可能性を示唆する結果であった。アフリカやアジアの研究では、飼い主が狂犬病集団予防接種キャンペーンに参加しなかった理由の1つに、予防接種キャンペーンに関する情報不足が挙げられている。本研究では、世帯員数、世帯収入、ワクチン接種費用の認識は、狂犬病ワクチン接種と有意な関連を示さなかったが、アフリカで実施された研究では、これらの因子は有意な関連を示した。アフリカ諸国では、大学院での学習機会において、豊かな人と貧しい人の間に大きなギャップがある。さらに、この格差は、就学率と教育水準や所得などの社会経済的要因との間に強い正の相関があることを示している。さらに、サブサハラ・アフリカでは、中等教育就学率は約45%である。一方、日本では、現在、高校を含む高等学校への就学率は98%に達しており、日本の大学進学率は51%である。また、アフリカ諸国と比較して貧富の差が小さく、さらに日本では衛生環境が高いため、狂犬病に対する危機感が低いと考えられる。したがって、今回の調査結果は、所得格差を反映したものではないと考えられる。

狂犬病以外のワクチン接種はドックパークやペットホテル、ペットの保険などで必要となる場合がある。ペットホテルやカフェは都市部に多いことや、それらの利用機会は犬の飼い主同士の交流やドッグコミュニティへの参加を促進すると考えられる。そのため、都市部への居住やドッグコミュニティへの参加経験、犬を家族の一員と認識していることが狂犬病以外のワクチン接種と正に関連していたと考えられる。犬の市町村への登録は狂犬病予防接種と同時に行われることが多いため、犬の登録と関連していた飼い主の特徴は、狂犬病予防接種と関連する項目とほぼ一致していると考えられる。

本研究では、年齢別の予防接種歴を再構築した。公表されている予防接種効果の推定値を利用することにより、日本における犬個体群の狂犬病に対する免疫保有割合を定量化することに成功した。予防接種確率はカレンダー時刻と年齢の関数としてモデル化し、計算の結果、狂犬病に対する免疫保有割合は2021年時点で64.3%であると推定された。また、予防接種サイクルを仮想的に変化させることで、いくつかの現実的に起こる可能性が高いシナリオを検討した。0歳時の予防接種割合が低くなると、免疫保有割合は僅かに低下すると考えられた。また、未接種犬への予防接種が飛躍的に拡大した場合（例：2倍、3倍の接種割合を達成した場合）、免疫保有割合は80%を超えると考えられた。他方、年1回の予防接種サイクルが2年ごとに延長された場合、免疫保有割合は5年以内に40%以下に低下すると考えられた。

飼い犬の中で狂犬病に対する免疫保有割合を定量化したのは、われわれの知る限り本研究が初めてである。推定された免疫保有割合に関して、狂犬病の基本再生産数(R_0)は、1914年から1933年にかけて大阪で発生した過去の記録に基づいて、2.42（90%信頼区間：1.94、2.91）と推定されている。免疫保有個体が個体群の中にランダムに存在することを仮定すると、集団免疫を達成するための閾値は58.7%（90%信頼区間：48.5、65.6）と計算される。アフリカとアジアでの疫学研究では、野良犬の数の減少に伴い、狂犬病の R_0 は多くの地域で現在2.0を下回っていると

推定されている。これらの事実を考慮すると、現状の日本における免疫保有割合は、狂犬病の大規模流行を防ぐのには十分であると考えられる。個体群レベルの免疫では局地的な集団発生を防ぐことはできないが、本研究の結果から、毎年の狂犬病予防接種プログラムが現在の犬個体群の保護に寄与していることが示された。

また、集団免疫に関して、年1回の接種を2年に1回に緩和することで、免疫保持割合が集団免疫によって流行を防ぐための閾値を下回る可能性があることが示唆された。現在、狂犬病に感染した動物個体が日本に輸入される確率は非常に小さいと推定されている。また、現行の毎年接種政策は、十分な費用便益性が期待できないことで知られる。これらのエビデンスを踏まえ、予防接種の周期を緩和するという将来的なシナリオの可能性を検討した。残念ながら、2年に1回の接種をするという選択肢は十分な集団免疫を維持するには不十分であることが示唆された。もちろん、将来の飼い主の予防接種行動を予測することは困難であるが、楽観的シナリオにおいても悲観的シナリオにおいても、狂犬病に対する免疫を有する犬の総数が大幅に減少することが確認された。また、都道府県毎の隔年接種シナリオ分析では狂犬病の R_0 が2.42よりも小さかった場合でも多くの都道府県においても集団免疫閾値を下回ることが示唆された。

日本における狂犬病に対する集団免疫レベルを向上させるための課題は以下の通りである。第一に、0歳の免疫保有割合が他の年齢層に比べて低いことである。0歳の犬個体群が最も狂犬病に感染しやすいが、モデル内で0歳の接種確率を上昇させても、全体の免疫保有割合を劇的に上昇させることはできなかった。第二に、ある年に未接種の犬はその翌年に接種する可能性が低く、翌年の予防接種確率を上昇させることは、全体の免疫保有割合を上昇させるのに非常に有効である。日本では、犬の出生時平均寿命は約13.7～14.8歳であり、アフリカ諸国（1.1～5.0歳）よりも長い。このことは、過去にワクチン未接種の飼い主を対象とした公衆衛生的アプローチが、最も効率的に免疫個体群数を増加させる

ことを意味する。狂犬病予防接種の毎年義務接種および集団ワクチン接種の機会に関する飼い主の知識を向上させることにより、予防接種割合が向上する可能性がある。このような取り組みは、獣医師または地方自治体を通じて、予防接種歴のない犬の飼い主に焦点を当てることができる。

都道府県毎の免疫保有割合は西日本の方が低い傾向にあり、西日本の飼い主への接種勧奨のアプローチが効率的に日本全体の免疫保有割合を増加させる可能性がある。また、都道府県ごとの免疫保有割合に影響を与える因子としては、動物病院数と飼い主の COVID-19 ワクチン 2 回目接種割合が関連しており、動物病院数の増加やアクセス向上、飼い主のワクチンや医療に関するヘルスリテラシーの向上が免疫保有割合の増加と関連することが示唆された。また、MGWR モデルが免疫保有割合と影響因子の関連を見る際に一番当てはまりが良いモデルであったことから、動物病院数と飼い主の COVID-19 ワクチン 2 回目接種割合は空間的に関連のスケールが異なると考えられる。バンド幅の推定値が 45 であったことから、比較的広い範囲の従属性、空間的自己相関があることを示唆しており、ある都道府県の免疫保有割合は、その都道府県の特性だけでなく、周辺の都道府県の影響を受けている可能性がある。

本研究には 4 つの技術的限界があった。第一に、再構築された犬の個体数に未登録犬を含んでいないため、個体群数を過小評価している。従って、このモデルでは狂犬病に対する感受性群割合の算出は過小評価につながる可能性がある。しかし、野良犬の数は犬の総個体数に比べて非常に少ないが、未登録犬含めた犬個体群は約 700 万頭以上存在すると推定されている。しかし、また、近年の登録頭数や申請件数の減少は 0 歳時点での平均寿命などの長期的な個体群動態への影響は少なく、モデルへの影響は少ないと考えられる本研究では構築した数理モデルを未登録犬も含めた犬個体群の予防接種割合に適合させており、未登録犬も加味した免疫保有割合を推定している。第二に、犬の 0 歳時の予防接種割合は直近 20 年間一定であると仮定した。第三に、本調査は便宜的なサンプリングである

ため、日本の犬の飼い主の全人口を代表しているわけではない。例えば、健康やワクチン接種に関してコミュニケーションを取りたがらず、調査にあまり協力的でない飼い主を抽出していない可能性がある。第四に、犬種を考慮していない。また、全都道府県の飼い主の接種傾向が同一と仮定している。

東南アジアリスクマッピングについて、本研究では東南アジアにおける人狂犬病の地理的分布の地域差を解析し、フィリピン、ミャンマー、ラオス首都圏周辺、西ボルネオ島、北ベトナムなどで症例数が多いこと、さらにタイ・サムットプラカーン県における人口 10 万人あたりリスクをもとに、カンボジア・プノンペン周辺（カンダル、コンボンスプー、コンボンクナン）、マレーシア西サラワク、ラオス・ビエンチャン、フィリピン地域 11・12 など高リスク地域を特定した。

本研究は東南アジアで都道府県・県レベルの高解像度ヒト狂犬病リスクマップを初めて作成し、従来の国別分類を超えて、国際旅行者や在留者が詳細に地域リスクを把握し、事前接種（PrEP）や注意喚起に役立てる手法を示した。リスクマップは PrEP・PEP ワクチンの備蓄を含む医薬資源の最適配分にも有用であり、人口密度が小さい地域であっても高リスク地域には十分な医療アクセスを確保すべきことを示唆している。

リスクの高い地域は低所得国に集中し、経済発展と狂犬病発生率には負の相関が認められる。監視体制の脆弱さ、貧困による PEP 未受診、犬ワクチン接種率の低さが背景にあり、低・中所得国への国際支援が不可欠であると考えられる。

本研究の技術的限界として、(1) サーベイランス・診断体制の不十分による症例報告の過小評価、(2) 症例の詳細な地理情報不足による解像度制限、(3) 一部データの古さによる最新リスクとのズレ、(4) カンボジア地域別データ不足による過大評価の可能性、の四点が挙げられる。

本研究では、徳島県におけるノイヌおよびノライヌの個体群動態を、2010 年から 2022 年の捕獲・譲渡・殺処分・返還データを用いて推定し、捕獲率や譲渡率、殺処分率の変化が個体群に与える影響を定量化した。個体群

のトレンドを可視化し、捕獲率が減少した場合の個体群動態を理論的に記述し、予測することを可能とした。ノイヌ集団では捕獲率が50%減少しても個体群数はほぼ変わらない傾向であったのに対して、ノライヌ集団は捕獲率が50%減少すると個体群数が増加し始めるという予測は自治体がノイヌ・ノライヌの捕獲努力に関する政策を立案・決定する上で重要であると考えられる。捕獲率と繁殖力から算出した reproduction number はいずれも1未満であったが、ノライヌよりノイヌの方が大きいという傾向を算出できるため、各自治体におけるノイヌ・ノライヌ対策の優先順位付けに寄与できると考えられる。

本研究には3つの技術的限界点がある。1点目は生存率を文献値に基づき仮定した点である。ノイヌやノライヌの1年毎の生存確率を調査した研究はほとんど発見できず、インドで行われたノイヌの生命表のみで参照できた。ノライヌについては、日本の飼育犬の生命表を用いたが、どちらも適切に日本の現状を表していない可能性がある。2点目に、捕獲データのノイヌ・ノライヌ比を一律7:3と仮定した点である。仮想データとして分析したが、実際には毛並みなどからノイヌかノライヌかを判別できる可能性は高いと考えられる。3点目は捕獲の努力量を定量化できていないことである。捕獲に関わる人数やわなの設置数、通報回数を組み込むことでより時変パラメーターとして捕獲率をモデル化できると考えられる。今後は、カメラトラップやGPS追跡、ドローンによる個体識別など多様なデータソースの統合により、より詳細な個体群評価が期待される。

2つ目の研究として、本研究では2025年1月に行った飼育犬の脱走頻度調査により、飼い主特性や飼育環境と脱走リスクとの関連を検討した。社会調査では、飼育犬の20%以上が過去一年に少なくとも1回脱走し、複数回脱走する個体も一定割合存在した。脱走時の咬傷リスクは全体の約半数で認められ、脱走犬の32.0%がヒトへの咬傷経験があった。脱走頻度は屋外飼育の有無と関連し、特に屋外放し飼いが脱走リスクを高めることが示された。これらの結果は、飼育犬管理の改善策として、教育的アプローチやフェンス・扉の物

理的対策、散歩時のリード着用の徹底が効果的である可能性を示唆する。

対応策として、第一に飼い主への教育が不可欠である。脱走リスクの高い敷地構造や飼育方法を可視化したポスター配布、地域説明会の開催、オンライン講習の提供により、飼い主自身の管理能力向上を促す。特に、本調査で関連を示した屋外飼育をしている世帯に合わせた啓発を行うことで、脱走頻度の低下に繋がると考えられる。

第二に、二重ゲートやフェンスといった受動的対策に加え、本研究で明らかとなった脱走時の状況や各世帯が行っている脱走防止対策を周知させることで脱走頻度の減少に寄与できると考えられる。

本研究では、2つの技術的限界がある。第一に自記式調査であることに起因するリコールバイアスである。第二、本調査は便宜的なサンプリングであるため、日本の犬の飼い主の全人口を代表しているわけではない。

E. 結論

飼い主への狂犬病予防接種や集団接種に関する普及啓発の継続と獣医師のかかりつけ勧奨および接種勧奨の関与が求められる。

本研究は日本の飼育犬の個体群は集団免疫によって狂犬病の感染機会から守られていることが示された。しかし、都道府県単位では、集団免疫閾値を下回っている県があるなど異質性があり、毎年接種政策を緩和した場合、免疫保有割合の閾値を下回ることが示唆された。動物病院数の増加やアクセス向上、飼い主のヘルスリテラシーの向上、予防接種をさせていない飼い主への接種勧奨が日本における飼育犬の免疫保有割合を増加させ、動物病院数の増加やアクセス向上、飼い主のヘルスリテラシーの向上ことに寄与する。

東南アジアにおけるヒト狂犬病の分布が明確に示され、国別ではラオス・ミャンマー・フィリピンが高リスクであることが明らかになった。また、相対リスクが特に高い地域として、タイ・サムットプラカーン、マレーシア西サラワク、ラオス・ビエンチャン、フィリピンの地域11・12であった。

ノイヌとノライヌの個体群動態を推定する手法を確立し、捕獲や去勢・不妊手術実施割

合などの個体群動態を変動させ得る要素が変化したときの個体群動態の変化を定量化した。本モデルの活用による自治体でのノイヌ・ノライヌ対策に資する情報を提供できると考えられる。また、飼い犬の脱走頻度と飼い主の特性や飼育環境との関連を明らかにした。屋外飼育世帯への普及啓発や世帯内での脱走対策強化が犬の脱走を防止でき、教育・研究・行政が一体となったワンヘルスアプローチで持続可能な安全管理プログラムを構築することが重要である。これにより、脱走・咬傷事故による人獣共通感染症リスクや社会的コストの低減が期待される。

F. 研究発表

1. 論文発表

Amemiya Y, Inoue S, Maeda K, Nishiura H. Epidemiological Associations between Rabies Vaccination and Dog Owner Characteristics. *Vaccines*, 11, 352, 2023.
<https://doi.org/10.3390/vaccines11020352>

2. 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

雨宮優理、井上智、前田健、西浦博. 狂犬病の予防接種と犬の飼い主の特性に関する関連解析研究. 第93回日本衛生学会学術総会. 演題番号: 007-10. 〒144-0035 東京都大田区南蒲田 1-20-20 大田区産業プラザ. 2023年3月. (口頭発表)

雨宮 優理、井上 智、前田 健、西浦 博. 日本における犬個体群の狂犬病に対する免疫保有割合の推定と接種間隔の影響評価. 第82回日本公衆衛生学会総会. 登録番号: P-1206-4. 〒305-0032 茨城県つくば市竹園 2-20-3 つくば国際会議場. 2023年11月. (ポスター発表).

雨宮 優理、西浦 博. 東南アジア地域における狂犬病の空間リスク評価. 第34回日本疫学会学術総会. 演題番号: P02-2-18. 〒520-8520 滋賀県大津市におの浜 4-7-7. 2024年2月. (ポスター発表).

雨宮 優理、井上 智、前田 健、西浦 博. 都道府県別の犬個体群における狂犬病免疫保有割合の推定と影響因子の分析. 第94回日本衛生学会学術総会. 演題番号: 007-01. 〒892-0816 鹿児島市山下町 14-50 かごしま県民交流センター. 2024年3月. (口頭発表).

Yuri Amemiya, Hiroshi Nishiura, Estimation of the population dynamics of feral dogs and stray dogs in Japan, The Joint Meeting of the 40th Annual Meeting of the Society of Population Ecology and the 7th the Taiwan-Japan Ecology Workshop, Okinawa, Japan, 2024.11.15, Domestic.

G. 知的財産権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし