

ある。 P_{NCS} は、待機期間中に発症しない確率である。 P_C は、輸入検査を受ける確率である。 P_{C+} は、輸入検査に合格する確率である。

同様に侵入経路 2～14 により狂犬病が侵入する確率 $R_{s,2} \sim R_{s,14}$ は、次式によりそれぞれ計算できる。

$$R_{s,2} = P_{s,I} \times P_V \times P_{NP} \times P_{ST} \times P_{ST+} \times P_{NCS} \times (1 - P_C)$$

$$R_{s,3} = P_{s,I} \times P_V \times P_{NP} \times (1 - P_{ST}) \times P_{NCS} \times P_C \times P_{C+}$$

$$R_{s,4} = P_{s,I} \times P_V \times P_{NP} \times (1 - P_{ST}) \times P_{NCS} \times (1 - P_C)$$

$$R_{s,5} = P_{s,I} \times (1 - P_V) \times (1 - P_{ST}) \times P_{NCS} \times P_C \times P_{C+}$$

$$R_{s,6} = P_{s,I} \times (1 - P_V) \times (1 - P_{ST}) \times P_{NCS} \times (1 - P_C) P_{C+}$$

$$R_{s,7} = (1 - P_{s,I}) \times P_V \times P_{NP} \times (1 - P_{ST}) \times P_{I*} \times P_{NCS} \times P_C \times P_{C+}$$

$$R_{s,8} = (1 - P_{s,I}) \times P_V \times P_{NP} \times (1 - P_{ST}) \times P_{I*} \times P_{NCS} \times (1 - P_C)$$

$$R_{s,9} = (1 - P_{s,I}) \times P_V \times P_{NP} \times P_{ST} \times P_{ST+} \times P_{I*} \times P_{NCS} \times P_C \times P_{C+}$$

$$R_{s,10} = (1 - P_{s,I}) \times P_V \times P_{NP} \times P_{ST} \times P_{ST+} \times P_{I*} \times P_{NCS} \times (1 - P_C)$$

$$R_{s,11} = (1 - P_{s,I}) \times (1 - P_V) \times (1 - P_{ST}) \times P_{I*} \times P_{NCS} \times P_C \times P_{C+}$$

$$R_{s,12} = (1 - P_{s,I}) \times (1 - P_V) \times (1 - P_{ST}) \times P_{I*} \times P_{NCS} \times (1 - P_C)$$

$$R_{s,13} = P_{s,I} \times P_{NCS} \times P_C \times P_{C+}$$

$$R_{s,14} = P_{s,I} \times (1 - P_C)$$

B 1. 2. 2. 動物検疫所を通じた犬および猫の輸入に伴う侵入リスク

B 1. 2. 2. 1. 1 頭の犬又は猫の輸入により狂犬病が侵入する確率

各サブ地域から犬又は猫 1 頭を輸入した場合の狂犬病が侵入する確率 $R_{aqs,s}$ は、次式により計算できる。

$$R_{aqs,s} = \sum_{i=1}^{12} R_{s,i}$$

ただし、 $R_{s,i}$ はサブ地域 s から犬又は猫を 1 頭輸入した場合に経路 i により狂犬病が侵入する確率である。

B 1. 2. 2. 2. 狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率

各サブ地域から狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率 $P_{aqs,s}$ は次式により計算される。

$$P_{aqs,s} = 1 - (1 - R_{aqs,s})^{N_{aqs,s}}$$

ただし、 $N_{aqs,s}$ は米軍以外によるサブ地域 s からの犬および猫の年間輸入頭数である。

次に各地域から狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率 $P_{aqs,r}$ は次式により計算される。

$$P_{aqs,r} = 1 - \prod_s (1 - P_{aqs,s})$$

ただし、 s は地域 r に属するサブ地域である。

世界から狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率 $P_{aqs,worldwide}$ は次式により計算される。

$$P_{aqs,worldwide} = 1 - \prod_r (1 - P_{aqs,r})$$

ただし、 r は 6 つの地域である。

B 1. 2. 2. 3. 狂犬病の侵入間隔

各サブ地域、地域および世界から犬および猫の輸入により何年に 1 回狂犬病が侵入するか（狂犬病の侵入間隔）は、 $P_{aqs,s}$ 、 $P_{aqs,r}$ および $P_{aqs,worldwide}$ の逆数をとることにより計算される。すなわち、サブ地域 s からの犬および猫の輸入に世狂犬病の侵入間隔 $Y_{aqs,s}$ は、 $1/P_{aqs,s}$ により計算される。地域 r からの犬および猫の輸入に世狂犬病の侵入間隔 $Y_{aqs,r}$ は、 $1/P_{aqs,r}$ により計算される。世界からの犬および猫の輸入に世狂犬病の侵入間隔 $Y_{aqs,worldwide}$ は、 $1/P_{aqs,worldwide}$ により計算される。

B 1. 2. 3. 米軍による輸入に伴う侵入リスク

B 2. 3. 1. 1頭の犬又は猫の輸入により狂犬病が侵入する確率

各サブ地域から犬又は猫 1 頭を輸入した場合の狂犬病が侵入する確率 $R_{usforce,s}$ は、次式により計算できる。

$$R_{usforce,s} = \sum_{i=13}^{14} R_{s,i}$$

B 1. 2. 3. 2. 狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率

各サブ地域から狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率 $P_{usforce,s}$ は次式により計算される。

$$P_{usforce,s} = 1 - (1 - R_{usforce,s})^{N_{usforce,s}}$$

ただし、 $N_{usforce,s}$ は米軍によるサブ地域 s からの犬および猫の年間輸入頭数である。

次に各地域から狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率 $P_{usforce,r}$ は次式により計算される。

$$P_{usforce,r} = 1 - \prod_s (1 - P_{usforce,s})$$

世界から狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率 $P_{usforce,worldwide}$ は次式により計算される。

$$P_{usforce,worldwide} = 1 - \prod_r (1 - P_{usforce,r})$$

B 1. 2. 4. 米軍および米軍以外による輸入に伴う侵入リスク

B 1. 2. 4. 1. 狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率

米軍および米軍以外による輸入に伴い世界から狂犬病にかかった犬又は猫が 1 年間に少なくとも 1 頭輸入される確率 $P_{worldwide}$ は次式により計算される。

$$P_{worldwide} = 1 - (1 - P_{aqs,worldwide})(1 - P_{usforce,worldwide})$$

B 1. 2. 4. 2. 狂犬病の侵入間隔

世界から犬および猫の輸入により何年に 1 回狂犬病が侵入するか（狂犬病の侵入間隔）は、 $P_{worldwide}$ の逆数をとることにより計算される。すなわち、世界からの犬および猫の輸入による狂犬病の侵入間隔 $Y_{worldwide}$ は、 $1/P_{worldwide}$ により計算される。

B 2. パラメータの推定

B 2. 1. 狂犬病の潜伏期間 (図 4)

輸出国での待機期間中や日本国内での検査中に発症する確率の推定のもととなる潜伏期間の確率分布については、英国獣医研究所 (AHVLA) が英国への狂犬病の侵入リスク評価を行う際に用いた平均 35 日、標準偏差 36.8 日の対数正規分布を用いた (AHVLA, 2010)。この分布を用いると潜伏期間は 6 か月以上となることもあり、したがって、180 日の検査を行っても侵入するリスクは残る。

B 2. 2. サブ地域 s からの犬又は猫が狂犬病に感染している確率 (有病率) ($P_{s,1}$) (表 2、図 5)

あるサブ地域からの犬又は猫が感染している確率は、そのサブ地域において狂犬病の発生頭数と犬および猫の飼養頭数の両方のデータが入手可能な国のデータに基づき推定した。表 3.1

各国における 2008 年～2013 年の各年の犬及び猫の狂犬病の発生報告頭数 ($I_j^{(2010)}$, $I_j^{(2011)}$, $I_j^{(2012)}$, $I_j^{(2013)}$) のうち最大値 $I_j^{(max)}$ をサブ地域別に合計し、そのサブ地域の発生頭数として用いた。最大値を用いたのは、①最悪の事態を想定したのと、②未報告の発生がある発生頭数が過小評価されている可能性を考慮したためである。

$$I_j^{(max)} = \max(I_j^{(2010)}, I_j^{(2011)}, I_j^{(2012)}, I_j^{(2013)})$$
$$I_s = \sum_j I_j^{(max)}$$

ここで、 j はサブ地域 s を構成する国である。

あるサブ地域 s における犬および猫の感染頭数 λ_s は、狂犬病の発生頭数 I_s に潜伏期間を乗じて推定し、さらにその不確実性については、 λ_s がポアソン過程に従うと仮定

し、ベイズ定理により λ_s の事後分布を次式により推定した。

$$\lambda_s = \text{Gamma} \left(\left(I_s \times \frac{\overline{IP}}{365} \right) + 1, 1 \right)$$

ここで、IP は平均潜伏期間 (35 日) である。狂犬病の発生の報告がない場合には、発生頭数の確率分布は $\text{Gamma}(1, 1)$ となる。あるサブ地域からの犬又は猫が感染している確率 P_{Is} は、 λ_s をそのサブ地域の犬および猫の飼養頭数で割ることにより求めた。犬及び猫の飼養頭数は、世界動物保護協会 (World Society for the Protection of Animals, WSPA)、国際獣疫事務局 (OIE) の世界動物衛生情報データベース (WAHID)、ペットフード業界のデータをもとに推定した。なお、わが国が清浄国 (地域) として指定している国・地域 (豪州、ニュージーランド、ハワイ、フィジー) については、 $P_{Is}=0$ と仮定した。

B 2. 3. ワクチン 2 回接種後抗体価が上昇しない確率 (P_{NP})

狂犬病ワクチンの防御効果は 100%ではなく、ワクチンを接種しても一部の動物は狂犬病ウイルスの感染を防ぐだけの十分な免疫を獲得しない。現在の OIE の基準では、抗体価が 0.5IU/ml 超のときに防御効果があると仮定しているが、抗体価 0.1～0.5IU/ml でも十分な (90%以上の) 防御効果がある (Aubert, 1992) ことを考えると、0.5IU/ml は保守的な閾値であると言える。今回のリスク評価では、英国獣医研究所 (AHVLA, 2010) と同様、最悪の場合を想定して、抗体価 0.5IU/ml 超の場合には防御効果があり、それ以下の場合にはないと仮定した。

英国獣医研究所が推定した 3 つのメーカーの狂犬病ワクチン Rabisin、Madivak および Nobivak の防御確率 $P_{Vr,Rb}$, $P_{Vr,Md}$, $P_{Vr,Nb}$ を

もとの、ワクチン 2 回接種後抗体価が上昇しない確率を次式により推定した。

$$P_{NP} = \frac{(1 - P_{V+,Rb})^2 + (1 - P_{V+,Md})^2 + (1 - P_{V+,Nb})^2}{3}$$

B 2. 4. 抗体価が上昇していなくても抗体検査の結果陽性と判定される確率 (P_{ST+})

狂犬病のワクチン接種を受けた犬又は猫は、血清学的検査により中和抗体価が 0.5IU/ml 超となったとき防御効果があったと仮定した。動物検疫所は、蛍光抗体ウイルス中和法 (FAVN) と迅速蛍光焦点抑制法 (RFFIT) の 2 つの血清学的検査法を抗体価測定に認めている。これらの検査法はいずれも特異度は 100%ではなく、一部の動物は抗体価が 0.5IU を下回っていても陽性の結果がでることがある。

今回のリスク評価では、英国獣医研究所 (AHVLA, 2010) と同様、Cliquet ら (1998) による①ワクチン接種犬 30 頭と未接種犬 20 頭に対して MNT と FAVN を適用した結果および②ワクチン接種犬 77 頭と未接種犬 78 頭に対して FRRIT と FAVN を適用した結果に基づきベイズモデルにより推定した FAVN および RFFIT の特異度 (それぞれ $Sp_{FAVN} = \text{Beta}(124.8, 1.1248)$ および $Sp_{RFFIT} = \text{Beta}(92.97, 5.132)$) を用いて次式により、抗体価が上昇していなくても抗体検査の結果陽性と判定される確率 (P_{ST+}) を推定した。

$$P_{ST+} = 1 - \frac{Sp_{FAVN} + Sp_{RFFIT}}{2}$$

B 2. 5. 待機期間中に感染を受ける確率 (P_{I*})

今回のリスク評価においては、あるサブ地域における犬又は猫が狂犬病に感染する確率はどの犬又は猫においても同一であると仮定し、サブ地域 s において免疫を持たない犬又は猫が待機期間中に感染する確率 (P_{I*}) は、そのサブ地域における狂犬病の発生頭数をもとに推定した。まず、サブ地域 s における発生頭数の不確実性を Gamma 分布を用いて推定し、それを同地域における犬及び猫の飼養頭数 N_s と 365 日で除することにより、一日当たりの感染確率 $P_{I',s}$ を推定した。

$$P_{I',s} = \frac{\text{Gamma}(I_s; +1, 1)}{N_s \times 365}$$

サブ地域 s において免疫を持たない犬又は猫が待機期間中に感染する確率 P_{I*} は、次式により推定した。

$$P_{I*,s} = 1 - (1 - P_{I',s})^T$$

ここで T は待機期間である。待機期間は、実際には抗体価測定のための採血後 180 日以上ワクチン有効期間であるが、最悪の場合を想定して、180 日間と仮定した。

B 2. 6. 待機期間中に発症しない確率 (P_{NCS})

狂犬病に感染した犬又は猫は、輸入検査時までには発症しない場合に限り、日本国内に侵入する。狂犬病の臨床症状を表している犬又は猫は輸入検査までに必ず摘発されると仮定した。待機期間中に犬又は猫が発症しない確率は、感染してから日本到着までの日数 t と潜伏期間との関係で決まるとの考えに基づき、英国獣医研究所 (AHVLA, 2010) と同じ方法で推定した。

すなわち、ワクチン接種の前に感染した犬又は猫については、最悪の事態を想定し、ワクチン接種直前に感染すると仮定し、 t は 212 日と仮定した。潜伏期間の方が待機期間

を上回る確率 P_{NCS} は、潜伏期間の確率分布 $\text{Lognormal}(\mu, \sigma)$ の累積確率量をもとに計算した。

$$P_{NCS} = P(IP > T)$$

ここで、 $T=212$ とすると、 $P_{NCS}=0.0059$ が得られた。

待機期間中に感染する犬又は猫が発症しない確率については、待機期間のどの日も感染する確率が同一であるとの前提で各日に感染した場合の発症しない確率の平均として計算した。

$$P_{NCS} = \frac{\sum_{t=1}^T P(IP > t)}{T}$$

ここで $T=212$ とすると、 $P_{NCS}=0.164$ が得られた。

B 2. 7. 輸入検査に合格する確率 (P_C)

2010 年～2013 年の 4 年間で計 35836 頭の犬及び猫が動物検疫所による検査を受け、そのうち 75 頭が狂犬病関係の書類の不備で返送されるか、検疫中に衰弱死した (表 3)。

動物検疫所から入手した情報によれば、狂犬病以外の理由で不合格となった事例 (たとえば、家畜伝染病予防法に基づき求められているレプトスピラ病に関する証明書の不備など) はなかったとのことから、狂犬病に関する書類が整備され、狂犬病の症状が認められない場合に合格する確率は 100% ($P_C=1$) とした。

B 2. 8. コンプライアンス・パラメータ

B 2. 8. 1. ワクチン接種を受ける確率 (P_V)

現行制度の下で輸入時に係留検査の免除を受けるためには、輸出国においてワクチン接種を受ける必要がある。動物検疫所から入手したデータによれば、2010 年から 2013 年の 4 年間に輸入された犬及び猫 35490 頭全頭がワクチン接種を受けたことを示す証明書が添付されていた (表 3.2)。したがって、ベースラインモデルでは、日本に動物検疫所を通じて輸入されるすべての犬/猫がワクチン接種を受ける ($P_V=1$) と仮定した。

B 2. 8. 2. 血液検査 (抗体検査) を受ける確率 (P_{ST})

現行制度の下で輸入時に係留検査の免除を受けるためには、輸出国においてワクチン接種とともに、抗体検査を受ける必要がある。動物検疫所から入手したデータによれば、2010 年から 2013 年の 4 年間に輸入された犬及び猫 35490 頭全頭が抗体検査を受けたことを示す証明書が添付されていた (表 3.2)。したがって、ベースラインモデルでは、日本に動物検疫所を通じて輸入されるすべての犬/猫が抗体検査を受ける ($P_{ST}=1$) と仮定した。

B 2. 8. 3. 輸入検査を受ける確率 (P_C)

日本に輸入される犬・猫は、輸入時に動物検疫所又は米軍による検査を受けることが義務づけられている。旅行者が犬・猫をかばんやポケットに隠したり、国際カーフェリーで車両に隠して輸入検査を受けずに持ち込むことは、訓練された税関職員などの監視の下、起こりにくいと見え、ベースラインモデルでは、日本に輸入されるすべての犬/猫が動物検疫所又は米軍の検査を受ける ($P_C=1$) と仮定した。

B 2. 9. 犬及び猫の年間輸入頭数 ($N_{aqs, s}$, $N_{usforce, s}$)

米軍以外による日本への犬・猫の輸入頭数 (2010 年～2013 年) のデータについては、動物検疫所統計から入手した。米軍による輸入頭数 (2010 年～2013 年) については、米軍獣医部から動物検疫所に報告のあった輸入頭数のデータを動物検疫所を通じて入手した。各サブ地域 s からの輸入頭数 ($N_{aqs, s}$, $N_{usforce, s}$) については、最悪の場合を想定し、4 年間のうち最も輸入頭数が多かった年の輸入頭数をサブ地域別に集計して推定した (表 4、5 および図 8、9)。

B 2. 10. コンプライアンスの水準

輸入されるすべての犬・猫がワクチン接種および抗体検査を受けているか否かについては、書類上でしか確認できない。実際には受けていなくても偽造された証明書が添付され輸入される可能性もある。また、すべての犬・猫が輸入検査を受けているか否かについては確認しようがない。このため、ベースラインモデルでは、これらのコンプライアンスを 100%としたが、十分に遵守されない場合も想定し、遵守率が 100%未満の場合 (90%および 80%の場合) に侵入リスクがどの程度上昇するかについても検討した。

B 2. 11. 不確実性の分析

モデルに含まれるパラメータの不確実性を反映させるため、ソフトウェア@Risk (Palisade, Ithaca, New York) Version 6.3 をアドオンした表計算ソフト Microsoft Excel Version 2013 を用いて、50000 回繰り返し計算し、結果の確率分布を求めた。

C. 研究結果

C. 1. 1 年間に少なくとも 1 頭の感染動物が侵入する確率 (P)

表 6 に各サブ地域、各地域、世界全体からの犬及び猫の輸入により 1 年間に少なくとも 1 頭の感染動物が侵入する確率 (年間侵入確率) を示した。図 10 に世界全体からの輸入による年間侵入確率を動物検疫所と米軍別に示した。動物検疫所を通じた輸入に伴う年間侵入確率は、0.0000124 (5 パーセントイル 0.00000314, 95 パーセントイル 0.0000288) であり、米軍による年間侵入確率は、0.00000409 (0.00000185, 0.00000747) であり、全体では 0.0000165 (0.0000066, 0.0000333) であった。

C. 2. 狂犬病の侵入間隔 (I)

表 7 に各サブ地域、各地域、世界全体からの犬及び猫の輸入により何年に 1 回狂犬病が侵入するか (侵入間隔) を示した。図 11 に世界全体からの輸入による侵入間隔を動物検疫所と米軍別に示した。狂犬病の侵入間隔は、動物検疫所を通じて 127360 (5 パーセントイル 34669, 95 パーセントイル 318452) 年に 1 回、米軍による輸入を通じて 291823 (133876, 540031) 年に 1 回、全体では 77254 (30059, 151431) 年に 1 回であった。

C. 3. 1 頭の犬又は猫を輸入した場合の感染している確率 (R)

表 8 に各サブ地域、各地域、世界全体から 1 頭の犬及び猫の輸入により狂犬病が侵入する確率を示した。図 12 に世界のいずれかの国から 1 頭輸入した場合の侵入確率を動物検疫所と米軍別に示した。1 頭の犬又は猫の輸入による狂犬病の侵入確率は、動物検疫所を通じた場合、 1.53×10^{-9} (5 パーセントイル 1.79×10^{-11} , 95 パーセントイル 6.95×10^{-9}) であり、米軍により輸入された場合、 2.98×10^{-9} (4.96×10^{-10} , 5.01×10^{-9}) であり、全体では 1.76×10^{-9} (2.54×10^{-11} , 6.54×10^{-9}) であった。

C. 4. コンプライアンスの水準が侵入リスクに与える影響

コンプライアンスの水準が 100%から 90% および 80%に下がった場合の狂犬病の年間侵入確率、侵入間隔をそれぞれ図 13 および 14 に示した。コンプライアンスの水準が下がると、年間侵入確率は大幅に上昇し、侵入間隔は大幅に短縮する。100%から 90%に下がると年間侵入確率は 90 倍になる。80%に下がると 169 倍になる。侵入間隔は 77254 年から 683 年、362 年と 113 分の 1、213 分の 1 になる。これは、規則が順守されない場合には待機期間が 1 日となり、感染し潜伏期間にある動物はほとんどが発症することなく日本に到着することが主な原因である。

D. 考察

D. 1. 英国獣医研究所 (AHVLA, 2010) による侵入リスク評価との比較

今回のリスク評価を行うにあたっては、英国獣医研究所が 2010 年に英国への犬又は猫の輸入に伴う狂犬病の侵入リスクを行うのに開発したモデルを入手し、日本の状況に合うように一部モデルを変更し、リパラメタライズしてリスク評価に使用した。主な相違点は以下のとおりである。

- リスク評価の起点となる有病率 P_{t*} の計算にあたって英国のモデルでは、EU 加盟国、第三国リスト掲載国および非掲載国の 3 地域に分け、さらに各地域を清浄国、年間発生頭数が 5 頭以下の国および 5 頭超の国に分け、最終的に世界の国々を 9 グループわけて、有病率を計算した。わが国の輸入制度では、第三国リストに相当するものはなく、指定地域とその他の地域に分けている。我々のモデルでは、世界を地理的観点から 5 地域 19 サブ地域に分けて、有病率を計算した。

- 有病率を推定するために用いた各国における狂犬病の発生頭数のデータについては、英国のモデルでは 2007~2009 年の 3 年間のデータが用いられたが、我々のモデルでは 2010 年~2013 年のデータを用いた。
- 英国の PETS 制度は輸出国におけるワクチン接種回数を 1 回だけ要求しており、リスク評価モデルもワクチン接種 1 回を前提に構築されていた。わが国現行制度ではワクチン接種が 2 回求められている。このため、パラメータ P_{NP} をわが国制度を反映させリパラメタライズした。
- 年間侵入リスク、侵入間隔を推定するために用いた犬及び猫の輸入頭数のデータについては、当然のことながら、英国モデルでは英国への輸入頭数が用いられたが、我々のモデルでは日本への輸入頭数を用いた。

英国のリスク評価では PETS 制度の下での侵入間隔は平均 13272 年であるが、わが国では 77253 年であり、侵入リスクは英国の約 6 分の 1 との結果が得られたが、その主な原因は日本は英国に比べ輸入頭数が約 4 分の 1 であること、ワクチン接種が 1 回多くワクチンによる防御効果が高いことである。

D. 2. 鎌川ら (2009) による侵入リスク評価との比較

鎌川ら (2009 年) は、米国からの犬及び猫の輸入に伴う狂犬病の侵入間隔を 4932 (90%信頼区間 1812~13412) 年と推定した。我々の評価では北米からの犬及び猫の輸入による侵入間隔は 127360 年であり、リスクは数字上 250 分の 1 となった。この主な原因は、抗体検査の特異度などのパラメータが最近の知見を踏まえ改善されたこと及び待機期間中の感染確率の推定方法をより合理的な方法に変更したことである。

D. 3. 動物検疫所を通じた輸入と米軍による輸入との比較

今回のリスク評価では、米軍獣医部による検疫の実態に関する情報を入手できなかったことから、米軍により輸入されている犬及び猫全頭に対して輸入後 180 日間検疫（ワクチン接種 2 回＋抗体測定＋180 日間待機よりリスク低減効果が小さい）が適用されていると想定した。その結果、米軍の輸入による侵入リスクは、動物検疫所を通じた輸入による侵入リスクの 3 分の 1（全体のリスクの 4 分の 1）であり、無視できないことが判明した。米軍により輸入される犬及び猫に対しては、日米地位協定に基づき動物検疫所による検疫と同等の検疫を実施することとされているが、実際にどのような検疫が実施されているのか、コンプライアンスの状況も含めて情報収集を行い、正確なリスク評価を行う必要がある。

D. 4. コンプライアンスの水準が下がった場合の影響

コンプライアンスの水準が 100%から 90%、80%に下がると、侵入リスクが大幅に増大することが判明した。これは、規則が順守されない場合には待機期間が 1 日となり、感染し潜伏期間にある動物はほとんどが発症することなく日本に到着することが主な原因である。輸入される犬又は猫にワクチン接種および抗体検査がなされたことを証明した真正の証明書が添付されていることを確保することが極めて重要であることを示している。また、輸入される犬および猫が動物検疫所や米軍獣医部による輸入検査を免れることがないようにすることも重要である。

D. 5. シナリオアナリシスの必要性

コンプライアンスの水準が下がった場合に侵入リスクに与える影響については、検討したが、他のパラメータを変化させた場合の影響についても検討する必要がある。

D. 5. 1. 輸入頭数

2005 年以降わが国への犬及び猫の輸入頭数（米軍による輸入を除く）は毎年 10000 頭前後で推移している。しかしながら、輸入頭数は将来増加することも考えられることから、輸入頭数が増加した場合に侵入リスクがどの程度上昇するか検討する必要がある。

D. 5. 2. ワクチンの防御効果

今回のリスク評価では、ワクチンの防御効果を推定するのに、先進国のワクチンメーカー 3 社のデータを用いて 2 回接種による防御効果が平均 94.5%という高い値を用いた。しかしながら、途上国では獣医サービスが不十分であり、コスト削減のために高価な輸入ワクチンではなく自国産の低品質のワクチンが使用される可能性がある。途上国における自国産ワクチンを使った免疫実験で抗体陽転率が 10%だったという報告がある（Hu ら, 2008）。ワクチンの防御効果が下がった場合に侵入リスクがどの程度上昇するか検討する必要がある。

D. 5. 3. 潜伏期間

今回のリスク評価でパラメータの 1 つである PNCS を推定するのに用いた狂犬病の潜伏期間の根拠となったのは、実験感染の症例および自然感染の症例であるが、これらの症例はいずれも潜伏期間の正確な推定には不十分であった。このため、これらのデータセットを結合してその平均をもって潜伏期間の確率分布を推定した。実験感染の症例のデータセット又は自然感染のデータセットをそれぞれ単独に用いて推定した潜伏期間の確率分布を使った場合に侵入リスクがどう変化するか検討する必要がある。

D. 5. 4. 輸出国の有病率

今回のリスク評価でパラメータの1つである各サブ地域における狂犬病の有病率については、各国における発生頭数をもとに推定した。しかしながら、これらの発生頭数には未報告のものがあるなど実際の発生頭数より少なく、その結果表有病率が過小評価されている可能性がある。このような過小評価の可能性および将来の世界的な狂犬病の状況の悪化に対応するために、有病率を増加させた場合に侵入リスクがどう変化するか検討する必要がある。

D. 5. 5. その他

現行の輸入制度においては輸出国における抗体検査と長期間の待機が輸入者にとって大きな負担となっている。そこで抗体検査を廃止した場合、待機期間を短縮した場合に侵入リスクに与える影響について検討する必要がある。

E. 結論

わが国への犬および猫の輸入による狂犬病の侵入リスクは、現在の輸入規則の下で1年間に少なくとも1頭の感染動物が侵入する確率（年間侵入確率）は、0.0000165（90%信頼区間：0.0000066～0.0000333）であり、侵入間隔は、77,254年（30059～151431年）に1回とリスクは極めて低かった。しかしながら、この低いリスクは、規則が順守されていることに大きく依存しており、コンプライアンスの水準が下がるとリスクは大幅に増大することが判明した。

F. 健康危機情報

なし。

G. 研究発表

なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし。

2. 実用新案登録

なし。

3. その他

なし。

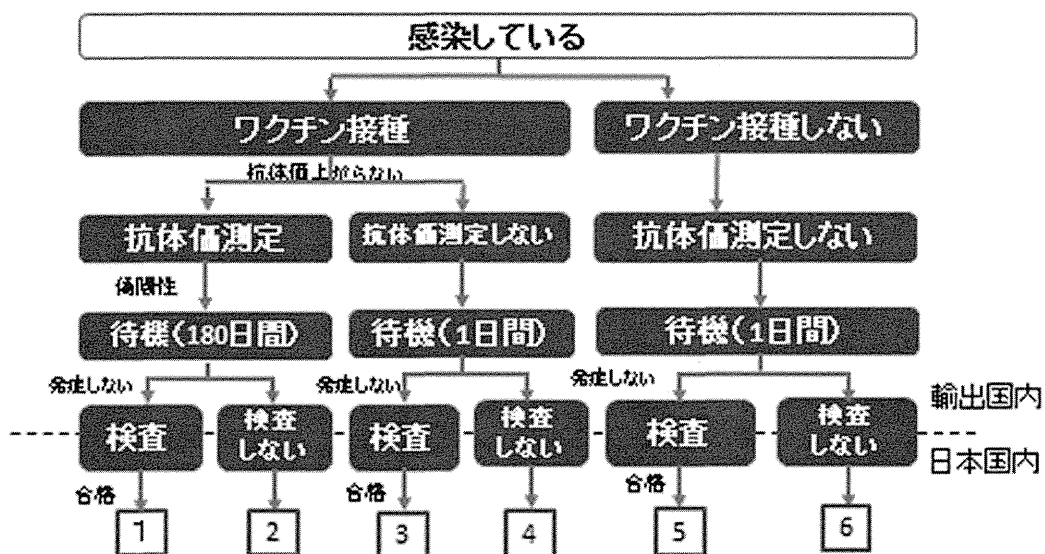


図 1 Pathways for rabies entry to Japan through AQS starting with selection of an infected dog/cat

2

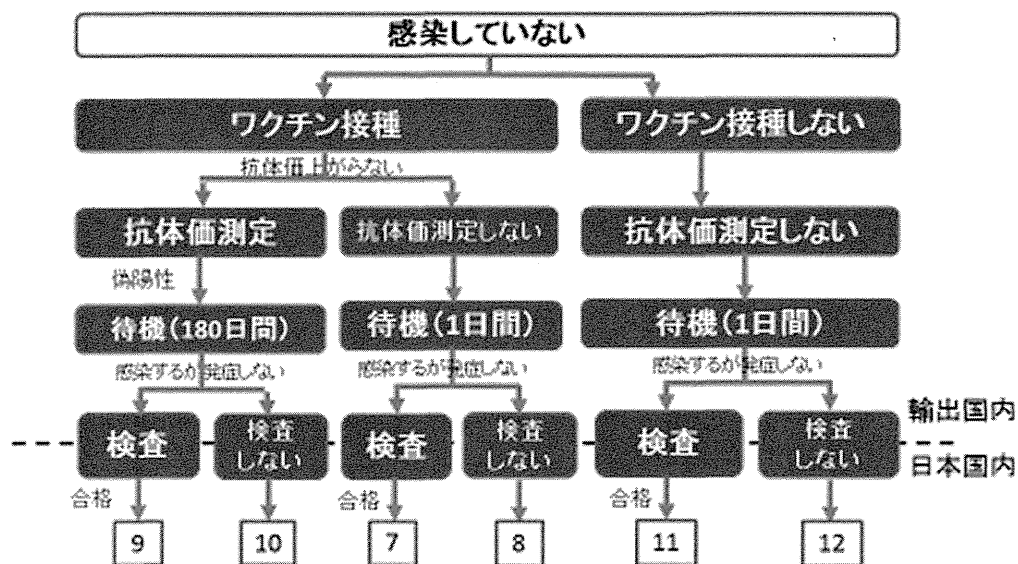


図 2 Pathways for rabies entry to Japan through AQS starting with selection of a dog/cat not infected

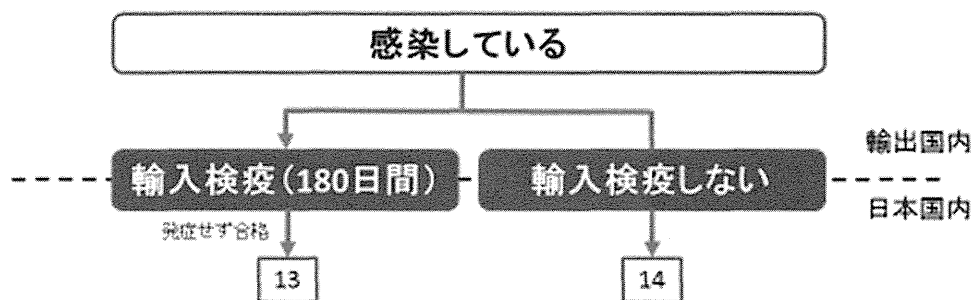


図 3 Pathways for rabies entry to Japan through US Force

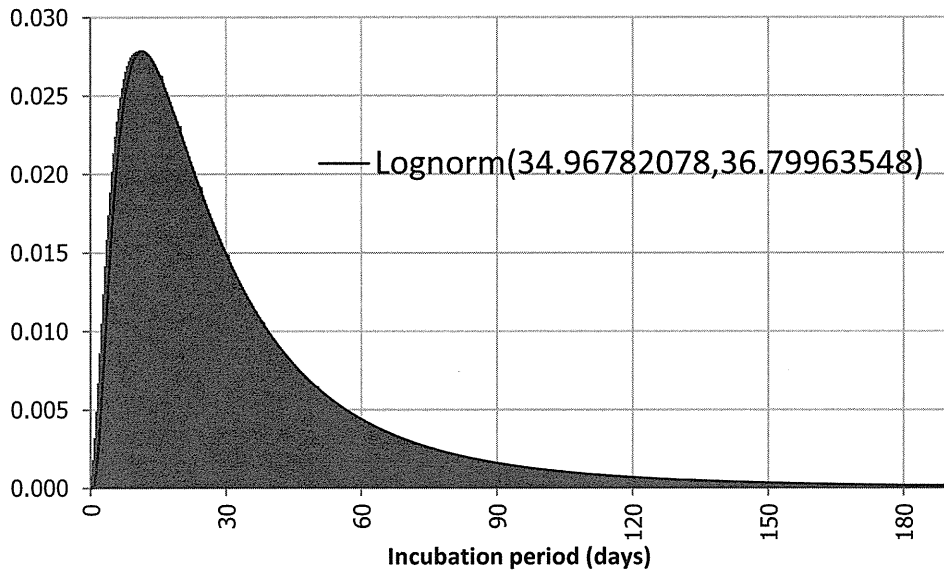


图 4 狂犬病潜伏期的概率分布

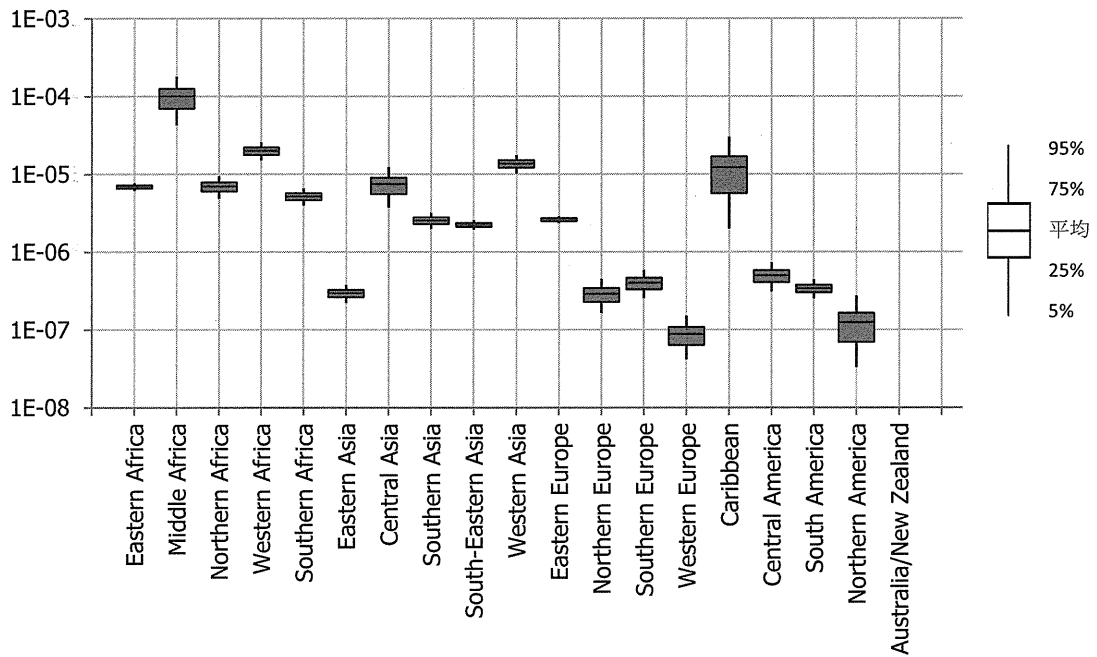


图 5 不同子区域狗/猫被感染的概率 (Ps,I) 的箱线图

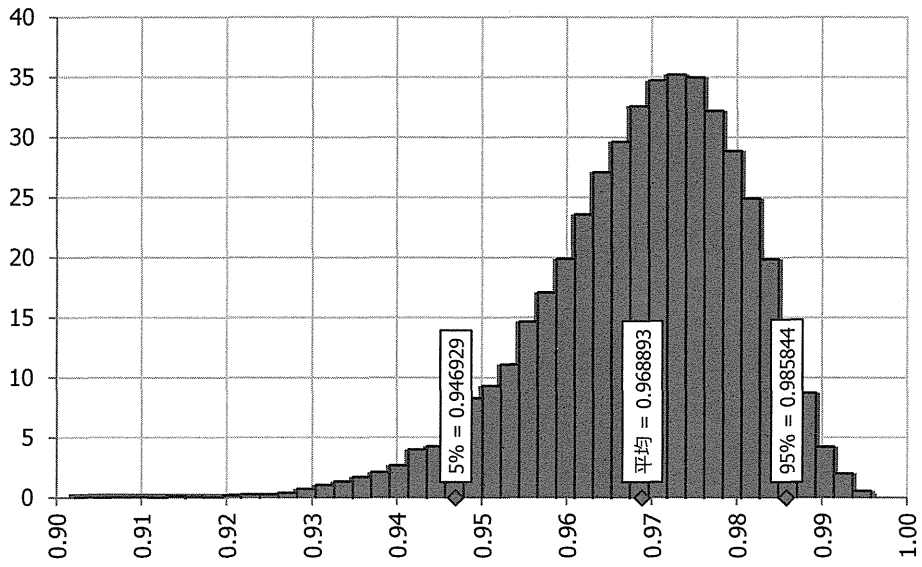


图 6 Probability that an unprotected animal passes the serological test (P_{ST+})

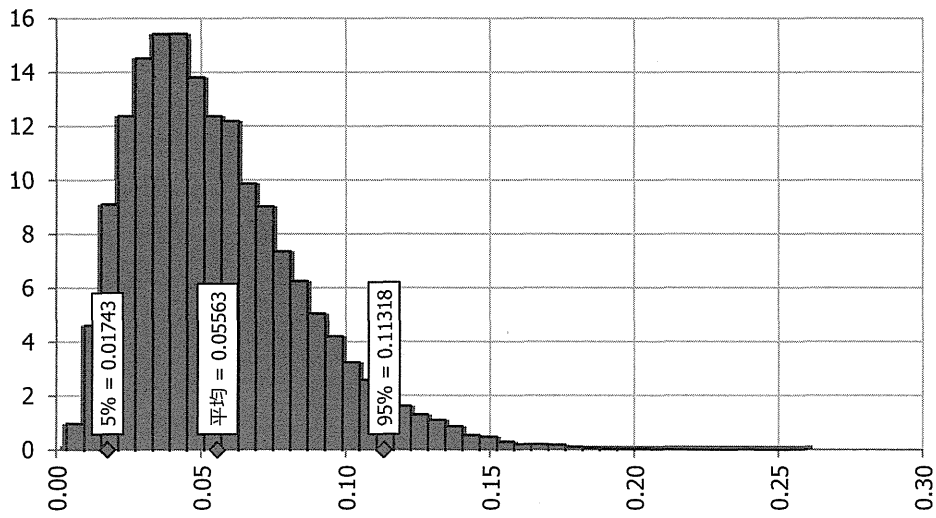
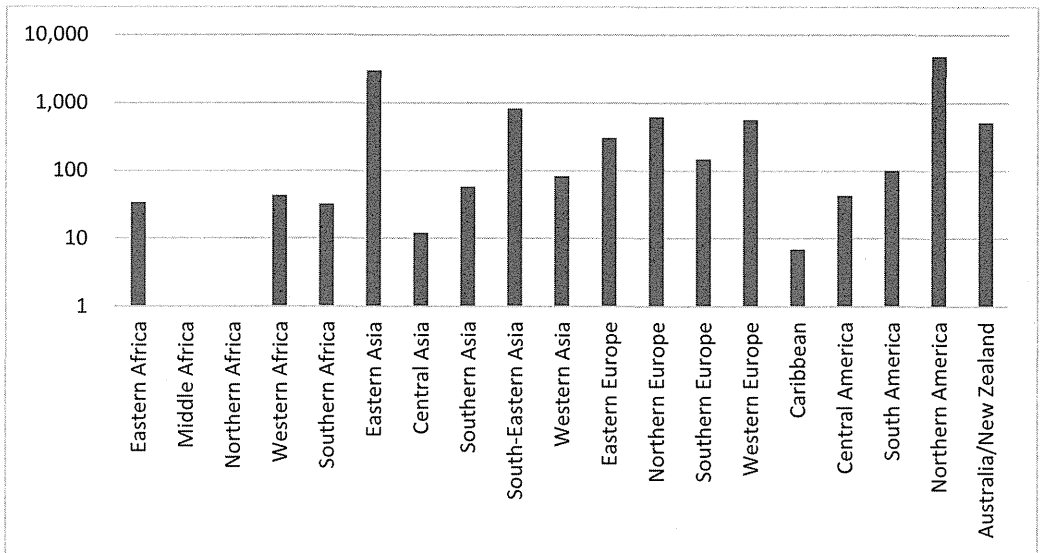
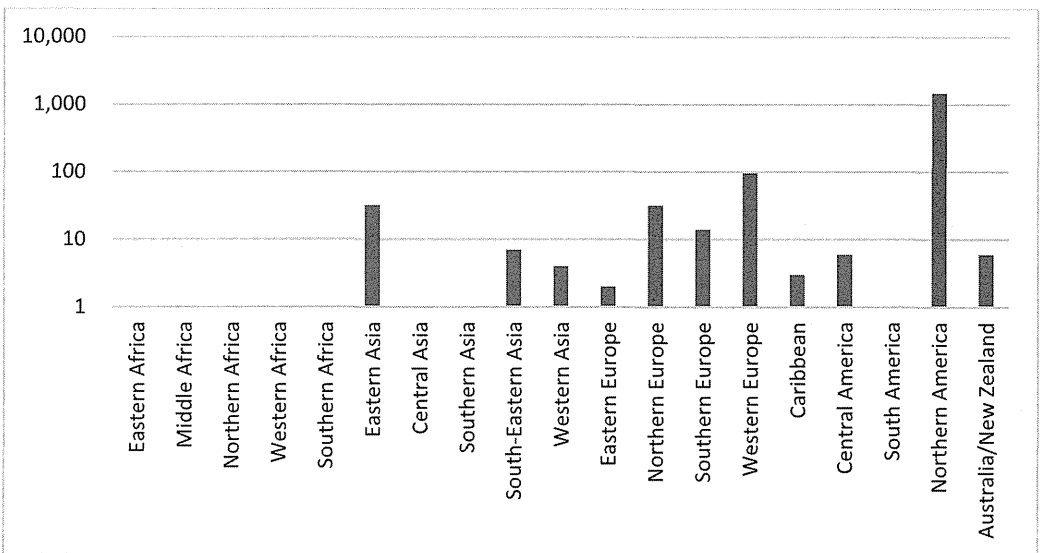


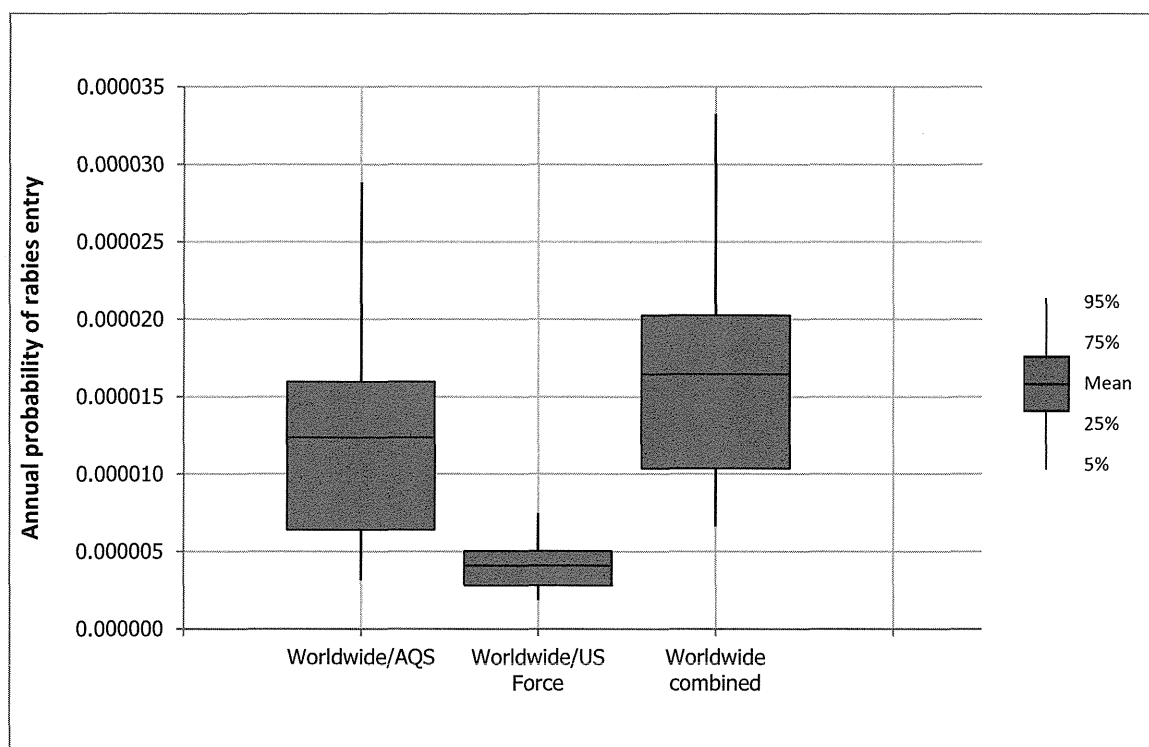
图 7 Probability that a dog or cat is not protected after vaccinated twice



☒ 8 Maximum number of dogs and cats imported to Japan per year through AQJ during 2010-2103

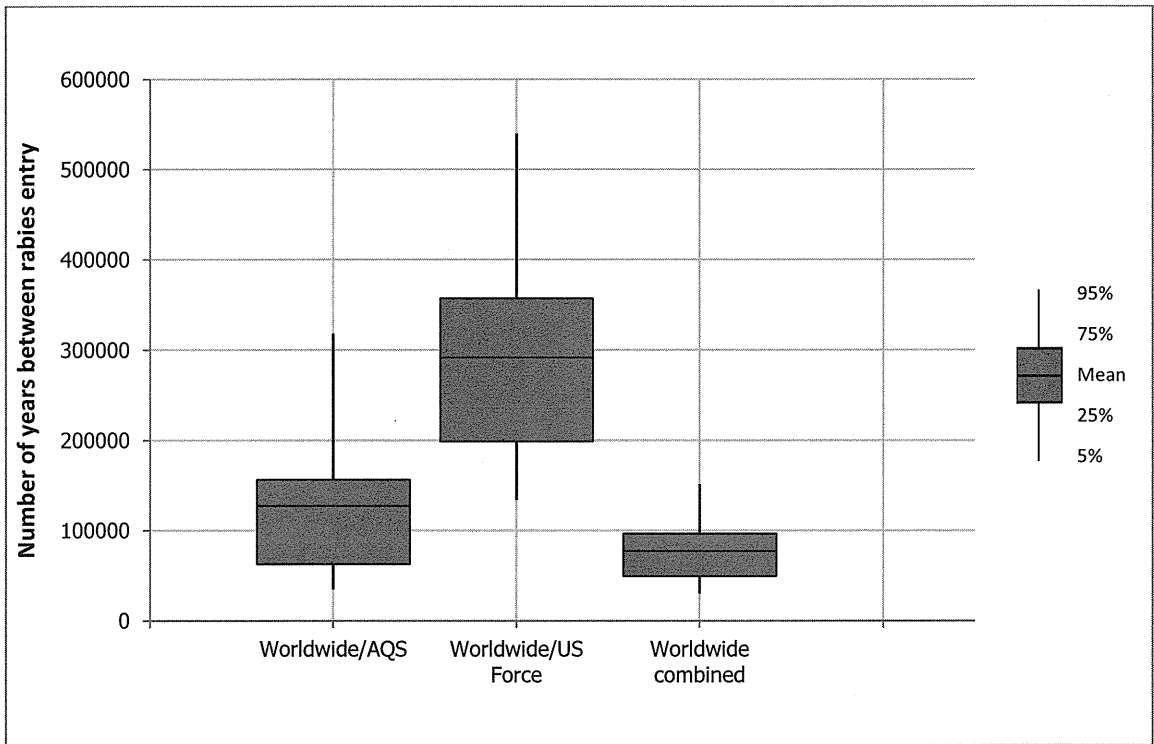


☒ 9 Maximum number of dogs and cats imported to Japan per year by US Force during 2010-2103



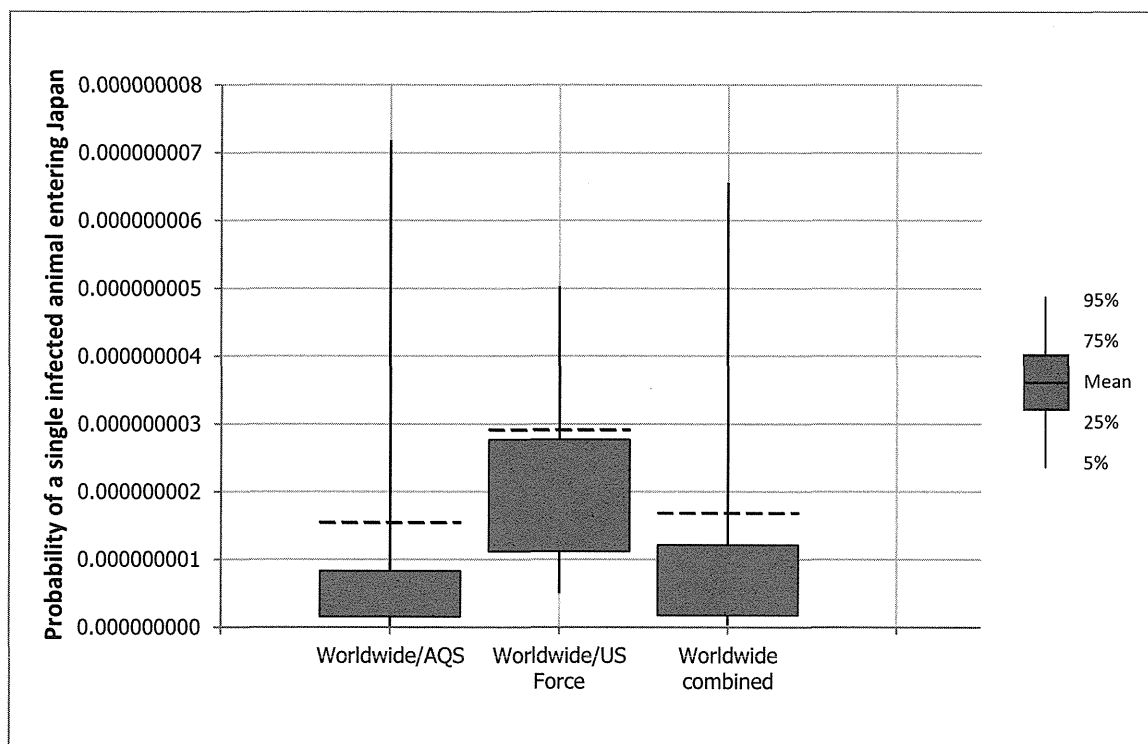
☒ 10 Box plots comparing the annual risk of rabies entry to Japan through AQS and US Force and both combined

	Annual probability of rabies entry (5th and 95th percentiles)		
	5th	Mean	95th
Worldwide/AQS	1.23628E-05	2.88439E-05	3.1398E-06
Worldwide/US Force	4.09387E-06	7.46848E-06	1.8517E-06
Worldwide combined	1.64566E-05	3.32659E-05	6.60147E-06



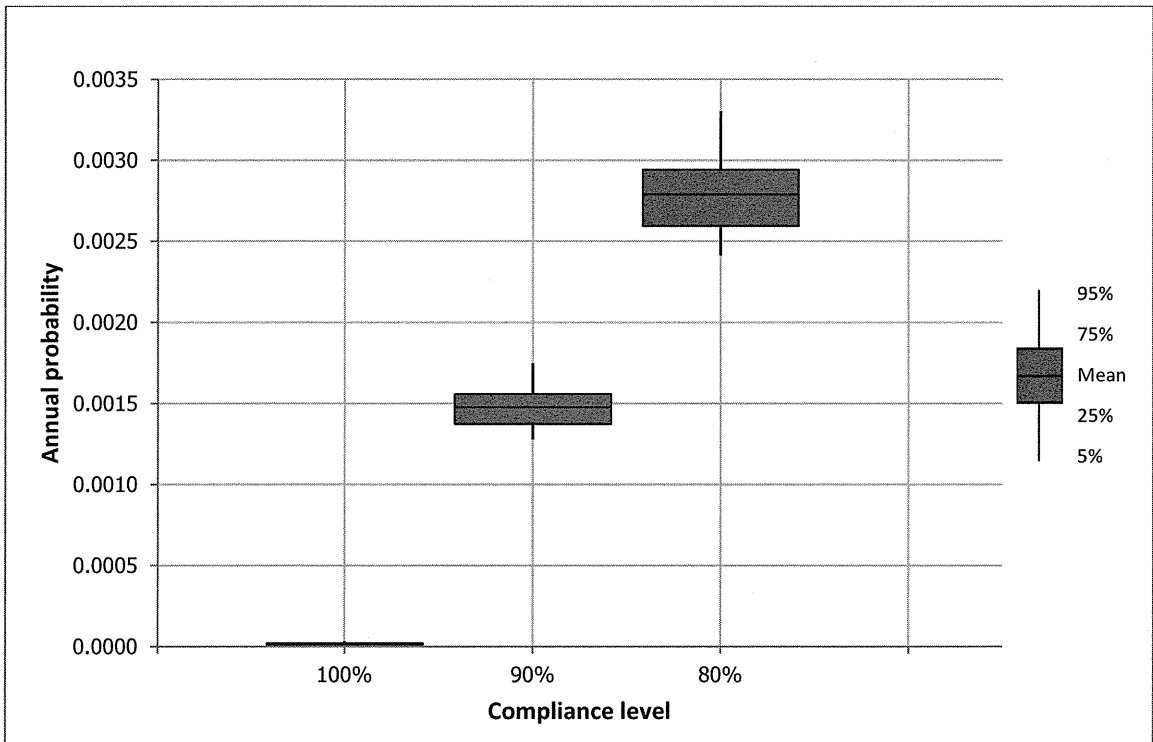
☒ 11 Box plots comparing the number of years between rabies entry to Japan through AQS and US Force and both combined

	Number of years between rabies entry (5th and 95th percentiles)		
Worldwide/AQS	127360	34669	318452
Worldwide/US Force	291824	133876	540032
Worldwide combined	77254	30059	151431



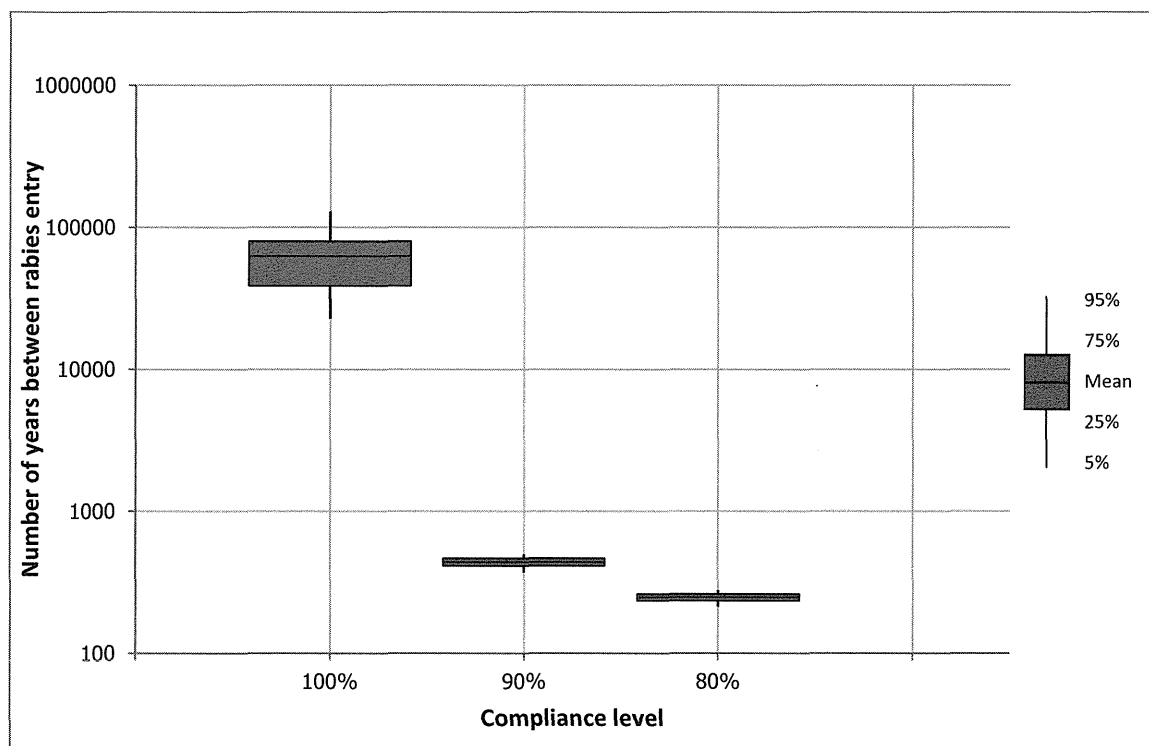
☒ 12 Box plots comparing the probability of a single infected dog or cat entering Japan

	Probability of a single dog or cat entering Japan being infected (5th and 95th percentiles)		
Worldwide/AQS	1.54E-09	1.83E-11	7.19E-09
Worldwide/US Force	2.90E-09	4.97E-10	5.03E-09
Worldwide combined	1.68E-09	2.68E-11	6.56E-09



☒ 13 The change in the annual probability of rabies entry to Japan, with varying compliance levels

Compliance level	Annual probability of rabies entry (5th and 9th5 percentiles)		
100%	1.65E-05	6.61E-06	3.33E-05
90%	1.48E-03	1.28E-03	1.75E-03
80%	2.79E-03	2.41E-03	3.30E-03



☒ 14 The change in the number of years between rabies entry to Japan, with varying compliance levels

Compliance level	Number of years between rabies entry (5th and 9th5 percentiles)		
	5th	Mean	95th
100%	77254	30059	151431
90%	683	571	783
80%	362	302	415

表 1 Regions and sub-regions

Region	Sub-regions	Country
Africa	Eastern Africa	
	Middle Africa	
	Northern Africa	
	Western Africa	
	Southern Africa	
Asia	Eastern Asia	
	Central Asia	
	Southern Asia	
	South-Eastern Asia	
	Western Asia	
Europe	Eastern Europe	
	Northern Europe	
	Southern Europe	
	Western Europe	
Latin America and Caribbean	Caribbean	
	Central America	
	South America	
North America	Northern America	
Oceania	Australia/New Zealand	

Source: