

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_{I*} 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。

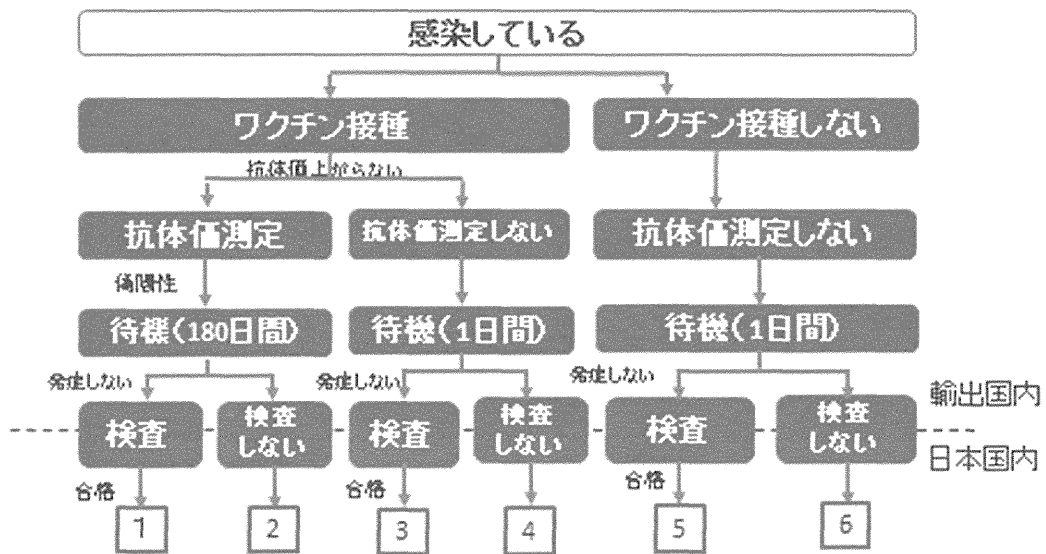


図 1 Pathways for rabies entry to Japan through AQS starting with selection of an infected dog/cat

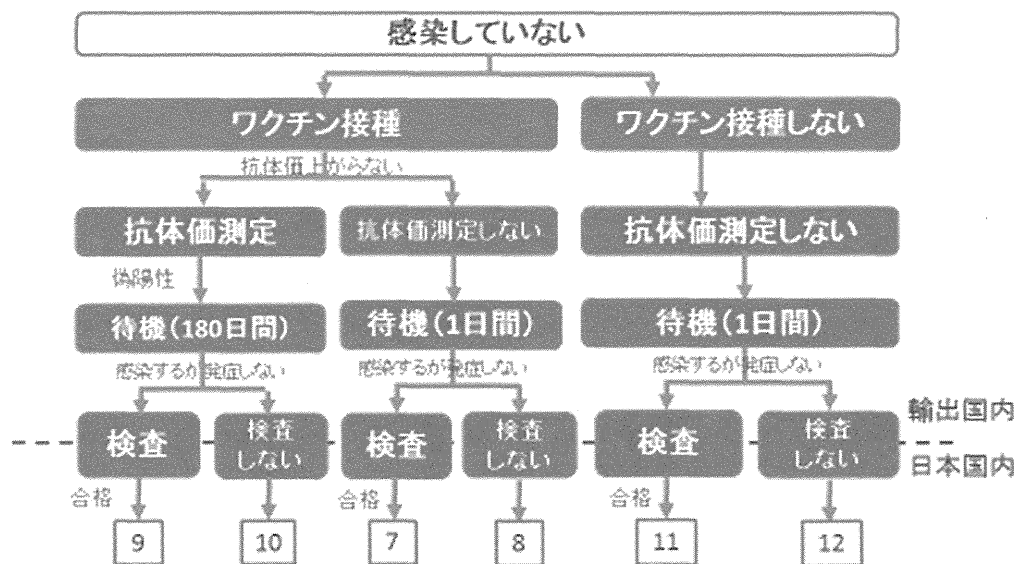


図 2 Pathways for rabies entry to Japan through AQS starting with selection of a dog/cat not infected

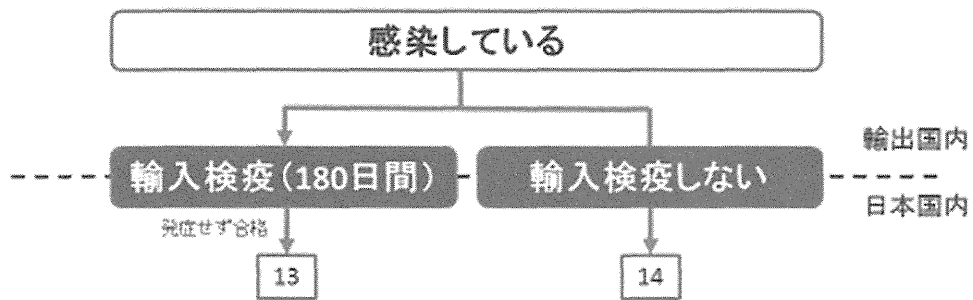


図 3 Pathways for rabies entry to Japan through US Force

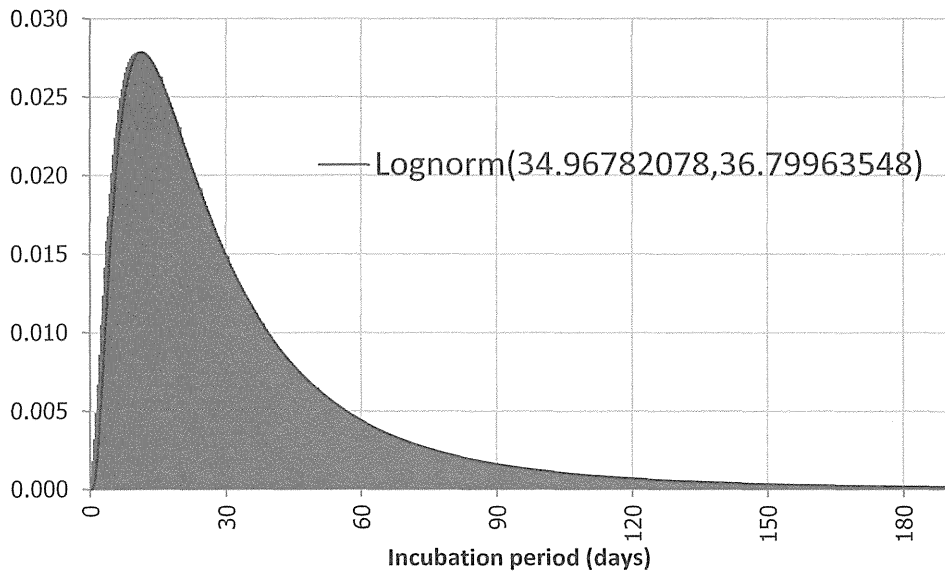


图 4 Probability distribution of incubation period of rabies

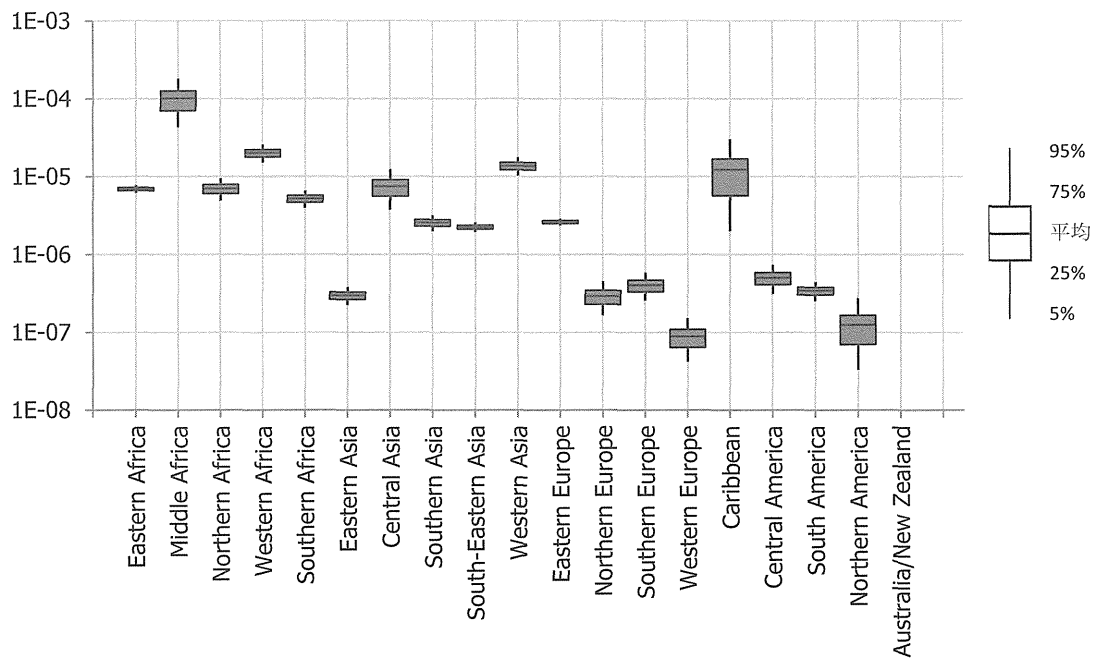
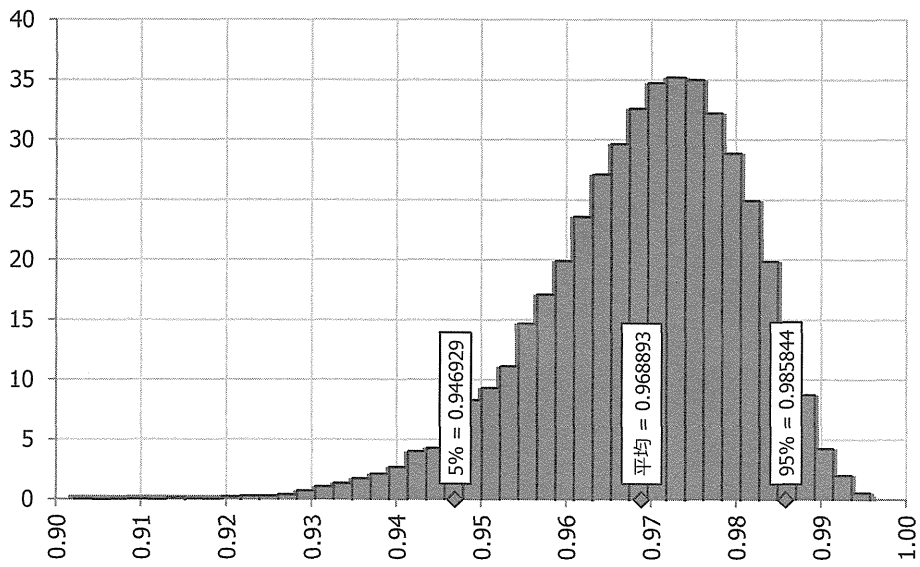
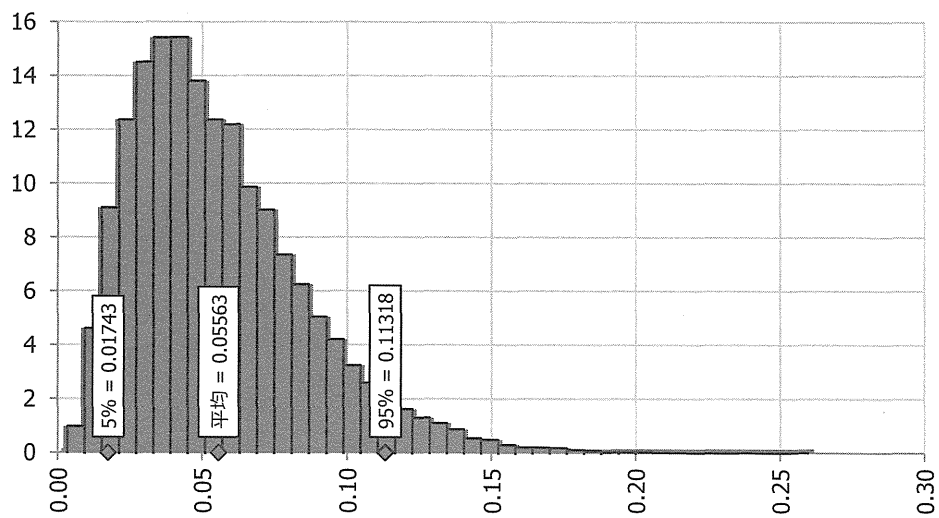


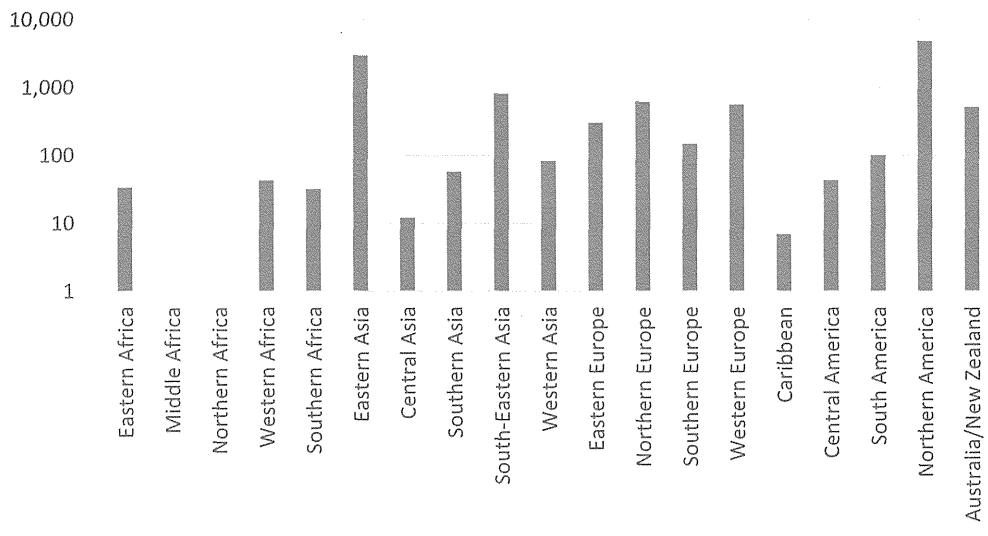
图 5 Box plots indicating the probability of dog/cat from different sub-regions is infected ($P_{s,l}$)



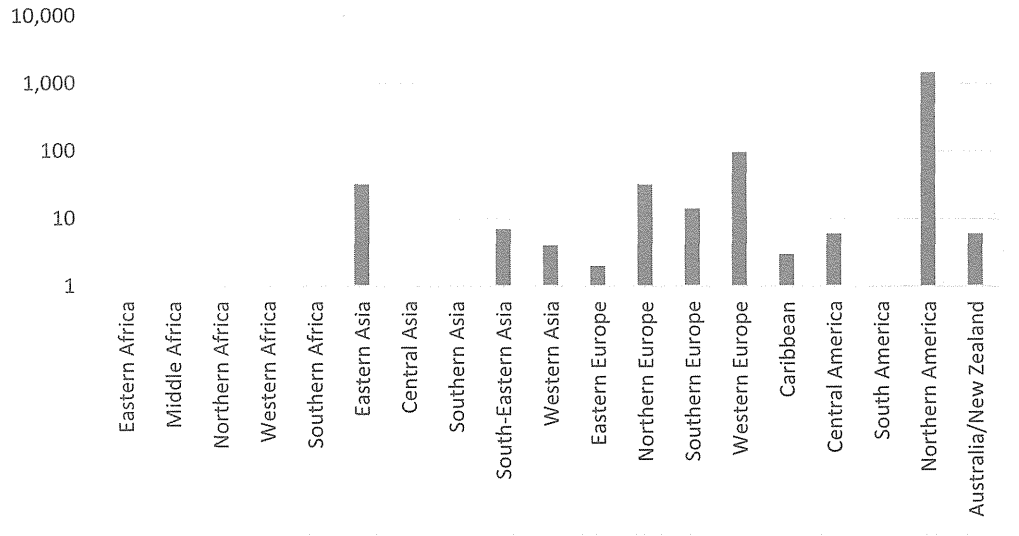
☒ 6 Probability that an unprotected animal passes the serological test (P_{ST+})



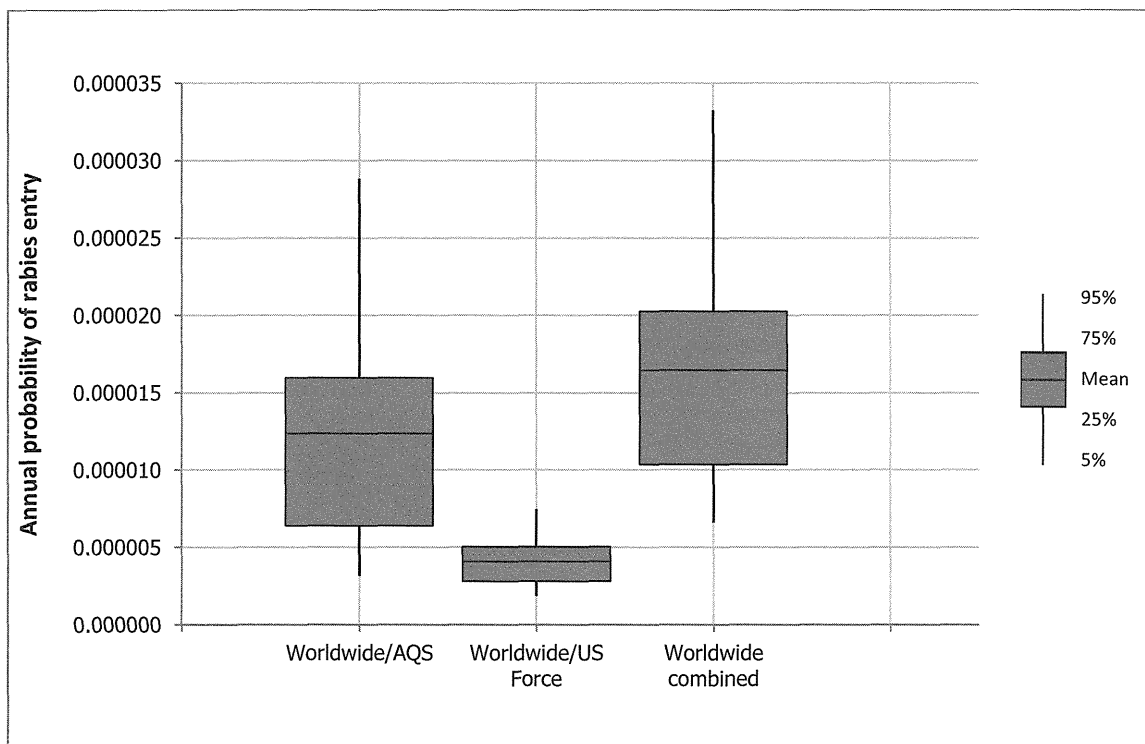
☒ 7 Probability that a dog or cat is not protected after vaccinated twice



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

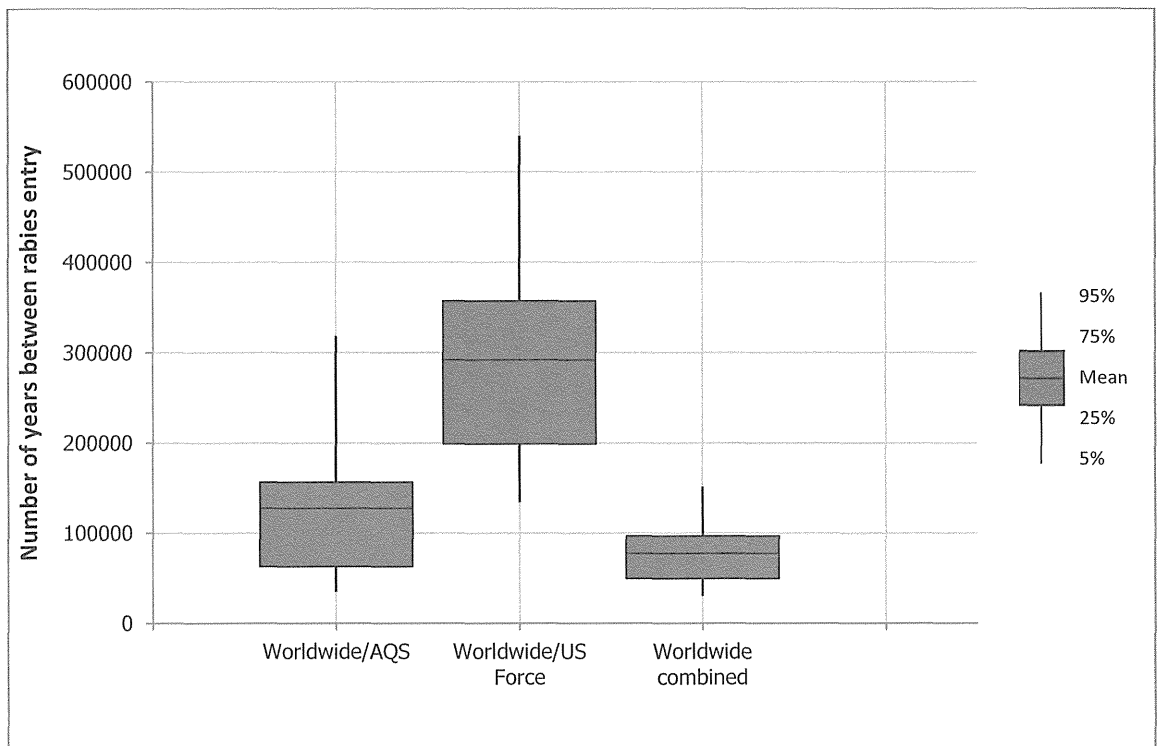


☒ 9 Maximum number of dogs and cats imported to Japan per year by US Force during 2010-2103



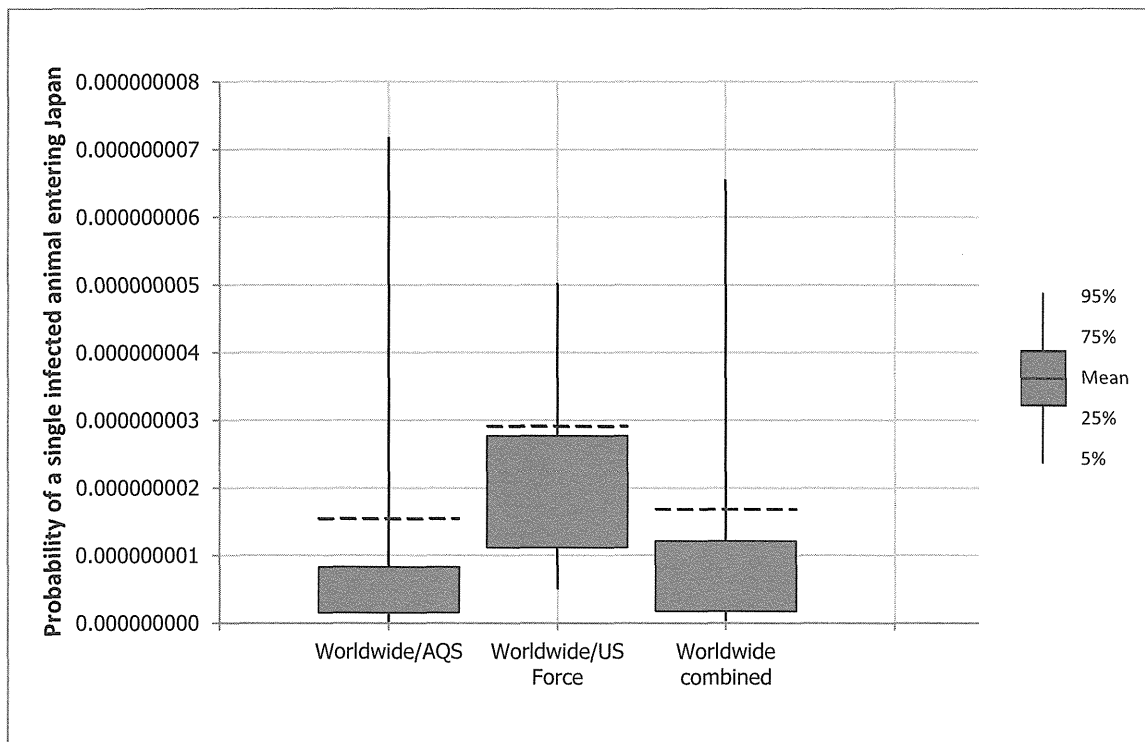
☒ 10 Box plots comparing the annual risk of rabies entry to Japan through AQS and US Force and both combined

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



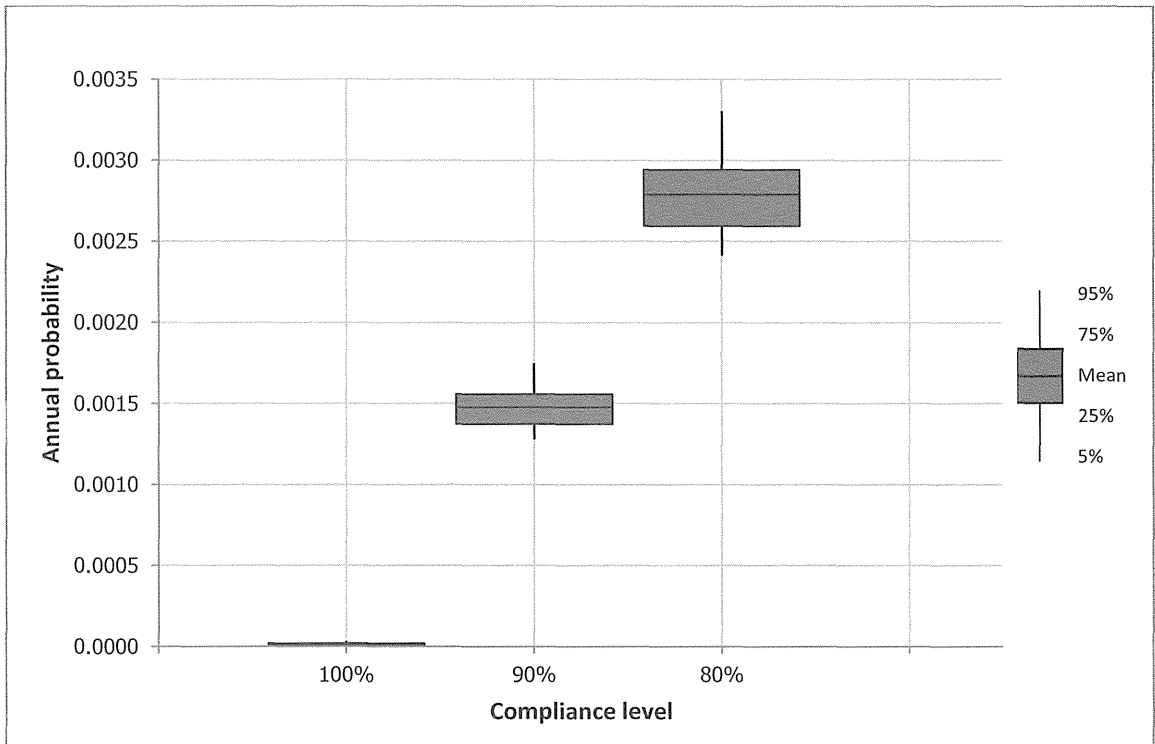
☒ 11 Box plots comparing the number of years between rabies entry to Japan through AQS and US Force and both combined

	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



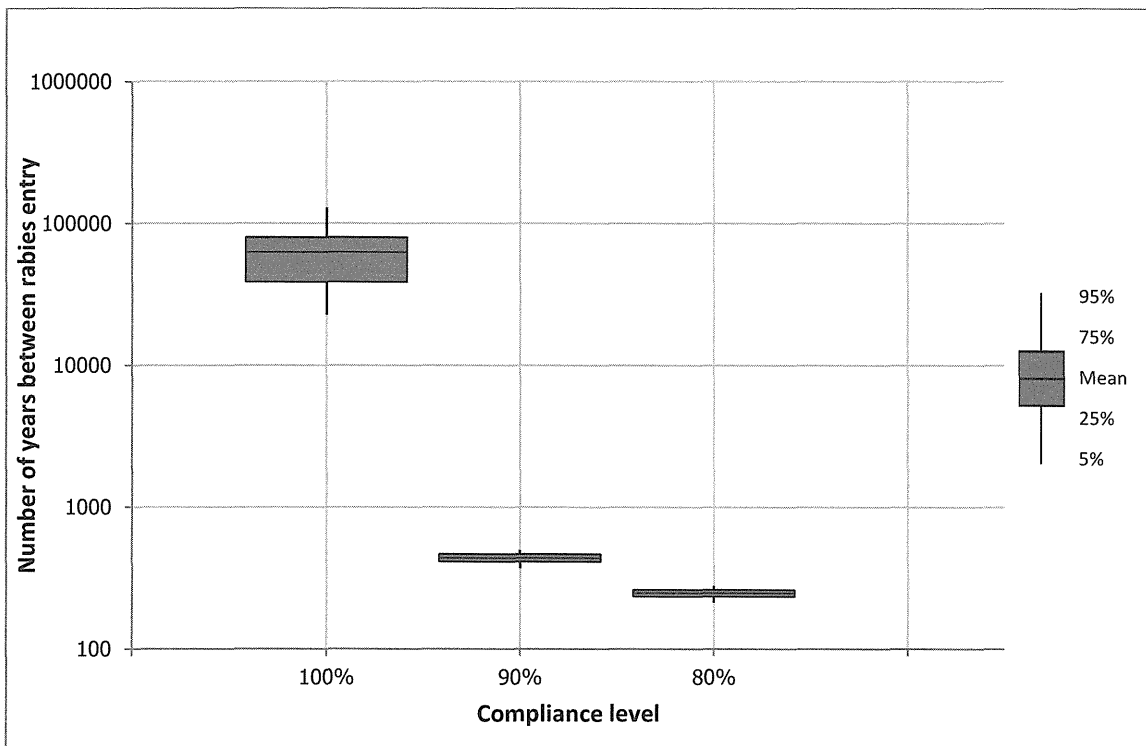
☒ 12 Box plots comparing the probability of a single infected dog or cat entering Japan

	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)		
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:

表 2 Probability of dog/cat from different sub-regions is infected (Ps,l)

Region	Sub-region	Mean probability (5 th and 95 th percentiles)		
Africa	Eastern Africa	9.33E-06	(8.13E-06, 1.06E-05)	
	Middle Africa	1.16E-04	(4.31E-05, 2.21E-04)	
	Northern Africa	9.46E-06	6.30E-06	1.33E-05
	Western Africa	2.54E-05	1.84E-05	3.35E-05
	Southern Africa	7.15E-06	5.25E-06	9.33E-06
Asia	Eastern Asia	4.74E-07	3.39E-07	6.33E-07
	Central Asia	1.00E-05	4.58E-06	1.76E-05
	Southern Asia	3.66E-06	2.74E-06	4.71E-06
	South-Eastern Asia	3.24E-06	2.74E-06	3.77E-06
	Western Asia	1.77E-05	1.28E-05	2.35E-05
Europe	Eastern Europe	3.73E-06	3.30E-06	4.19E-06
	Northern Europe	4.66E-07	2.41E-07	7.74E-07
	Southern Europe	6.36E-07	3.73E-07	9.73E-07
	Western Europe	1.45E-07	5.56E-08	2.72E-07
Latin America and Caribbean	Caribbean	1.60E-05	1.98E-06	4.39E-05
	Central America	7.84E-07	4.53E-07	1.21E-06
	South America	5.44E-07	3.84E-07	7.32E-07
North America	Northern America	2.05E-07	3.78E-08	5.10E-07
Oceania	Australia/New Zealand	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 3 Annual number of dogs and cats checked by AQS those shipped back or died during quarantine during 2010-2013

	Number checked		Number shipped back or died during quarantine	
	dog	cat	dog	cat
2010	7213	1761	14	6
2011	7269	1672	32	5
2012	7311	1806	6	1
2013	7160	1644	10	1

Note: Animals that were not shipped back or did not die during quarantine were all accompanied by vaccination and serological test certificates.

表 4 Total and maximum annual number of dog and cat entries to Japan through AQS between 2010 and 2013

Region	Sub-region	Total import	Max import
Africa	Eastern Africa	62	34
	Middle Africa	5	0
	Northern Africa	60	0
	Western Africa	43	43
	Southern Africa	32	32
Asia	Eastern Asia	9601	2979
	Central Asia	22	12
	Southern Asia	171	58
	South-Eastern Asia	2739	814
	Western Asia	187	83
Europe	Eastern Europe	889	303
	Northern Europe	964	621
	Southern Europe	426	148
	Western Europe	1985	563
Latin America and Caribbean	Caribbean	13	7
	Central America	124	43
	South America	281	101
North America	Northern America	16096	4846
Oceania	Australia/New Zealand	1614	512
	Melanesia	8	6
	Micronesia	162	64
	Polynesia	6	5
	Melanesia	8	6
Total		35490	11274

Source: Animal Quarantine Service

表 5 Total and maximum annual number of dog and cat entries to Japan through US Force between 2010 and 2013

Region	Sub-region	Total import	Max import
Africa	Eastern Africa	0	0
	Middle Africa	0	0
	Northern Africa	0	0
	Western Africa	0	0
	Southern Africa	1	1
Asia	Eastern Asia	91	32
	Central Asia	0	0
	Southern Asia	0	0
	South-Eastern Asia	21	7
	Western Asia	10	4
Europe	Eastern Europe	2	2
	Northern Europe	39	32
	Southern Europe	35	14
	Western Europe	86	96
Latin America and Caribbean	Caribbean	1	3
	Central America	7	6
	South America	0	0
North America	Northern America	4707	1462
Oceania	Australia/New Zealand	12	6
	Melanesia	0	0
	Micronesia	86	29
	Polynesia	0	0
Total		5098	1694

Source: Animal Quarantine Service

表 6. Annual probability of at least one infected dog/cat entering Japan, assuming 100% compliance

Region	Sub-region	Annual probability (5 th and 95 th percentiles)												
		5 th	95 th	5 th	95 th	5 th	95 th	5 th	95 th	5 th	95 th	5 th	95 th	
AQS	Africa	Eastern Africa	5.80E-07	1.45E-07	1.36E-06	3.00E-06	7.51E-07	7.02E-06	1.24E-05	3.14E-06	2.88E-05	1.65E-05	6.60E-06	3.33E-05
		Middle Africa*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
		Northern Africa*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
		Western Africa	2.00E-06	4.97E-07	4.66E-06									
		Southern Africa	4.27E-07	1.06E-07	1.00E-06									
	Asia	Eastern Asia	2.51E-06	6.29E-07	5.89E-06	5.45E-06	1.36E-06	1.28E-05						
		Central Asia	2.08E-07	5.16E-08	4.90E-07									
		Southern Asia	3.76E-07	9.45E-08	8.81E-07									
		South-Eastern Asia	4.87E-06	1.21E-06	1.14E-05									
		Western Asia	2.39E-06	6.07E-07	5.55E-06									
	Europe	Eastern Europe	2.08E-06	5.21E-07	4.88E-06	2.41E-06	6.23E-07	5.60E-06						
		Northern Europe	1.80E-07	5.46E-08	3.98E-07									
		Southern Europe	1.23E-07	3.24E-08	2.85E-07									
		Western Europe	2.73E-08	8.79E-09	5.83E-08									
	Latin America and Caribbean	Caribbean	2.97E-08	5.73E-09	7.47E-08	1.74E-07	4.91E-08	3.91E-07						
		Central America	5.73E-08	1.44E-08	1.34E-07									
		South America	8.72E-08	2.23E-08	2.04E-07									
North America	Northern America	1.32E-06	3.19E-07	3.16E-06	1.32E-06	3.19E-07	3.16E-06							
Oceania	Australia/New Zealand**	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
US Force	Africa	Eastern Africa*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.85E-08	5.29E-08	8.57E-08	4.09E-06	1.85E-06	7.47E-06			
		Middle Africa*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
		Northern Africa*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
		Western Africa*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
		Southern Africa	6.85E-08	5.29E-08	8.57E-08									
	Asia	Eastern Asia	1.45E-07	1.10E-07	1.85E-07	2.17E-07	1.89E-07	2.47E-07						
		Central Asia*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
		Southern Asia*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
		South-Eastern Asia	2.17E-07	1.89E-07	2.47E-07									
		Western Asia	6.80E-07	5.19E-07	8.60E-07									
	Europe	Eastern Europe	7.15E-08	6.45E-08	7.89E-08	4.33E-07	3.28E-07	5.55E-07						
		Northern Europe	1.43E-07	8.26E-08	2.17E-07									
		Southern Europe	8.54E-08	5.43E-08	1.22E-07									
		Western Europe	1.33E-07	6.02E-08	2.29E-07									
	Latin America and Caribbean	Caribbean	4.60E-07	8.19E-08	1.10E-06	5.05E-07	1.26E-07	1.14E-06						
		Central America	4.51E-08	2.84E-08	6.48E-08									
		South America*	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00									
	North America	Northern America	2.87E-06	7.16E-07	6.19E-06	2.87E-06	7.16E-07	6.19E-06						
	Oceania	Australia/New Zealand**	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00						

*: There was no import of dogs or cats from these countries. **: Rabies prevalence was assumed to be zero for these countries.

表 7 Predicted number of years between rabies entry to Japan, assuming 100% compliance

	Region	Sub-region	Number of years between rabies entry (5 th and 95 th percentiles)											
AQS	Africa	Eastern Africa	2.73E+06	7.36E+05	6.89E+06	5.29E+05	1.43E+05	1.33E+06	1.27E+05	3.47E+04	3.18E+05	7.73E+04	3.01E+04	1.51E+05
		Middle Africa*	#N/A	#N/A	#N/A									
		Northern Africa*	#N/A	#N/A	#N/A									
		Western Africa	7.97E+05	2.14E+05	2.01E+06									
		Southern Africa	3.73E+06	9.98E+05	9.41E+06									
	Asia	Eastern Asia	6.32E+05	1.70E+05	1.59E+06	2.91E+05	7.83E+04	7.35E+05						
		Central Asia	7.67E+06	2.04E+06	1.94E+07									
		Southern Asia	4.21E+06	1.13E+06	1.06E+07									
		South-Eastern Asia	3.26E+05	8.76E+04	8.23E+05									
		Western Asia	6.60E+05	1.80E+05	1.65E+06									
	Europe	Eastern Europe	7.62E+05	2.05E+05	1.92E+06	6.46E+05	1.79E+05	1.60E+06						
		Northern Europe	7.99E+06	2.51E+06	1.83E+07									
		Southern Europe	1.26E+07	3.51E+06	3.09E+07									
		Western Europe	5.10E+07	1.71E+07	1.14E+08									
	Latin America and Caribbean	Caribbean	6.31E+07	1.34E+07	1.75E+08	8.57E+06	2.56E+06	2.04E+07						
		Central America	2.77E+07	7.48E+06	6.96E+07									
		South America	1.80E+07	4.91E+06	4.49E+07									
	North America	Northern America	1.23E+06	3.16E+05	3.14E+06	1.23E+06	3.16E+05	3.14E+06						
	Oceania	Australia/New Zealand**	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A						
US Force	Africa	Eastern Africa*	#N/A	#N/A	#N/A	1.49E+07	1.17E+07	1.89E+07	2.92E+05	1.34E+05	5.40E+05			
		Middle Africa*	#N/A	#N/A	#N/A									
		Northern Africa*	#N/A	#N/A	#N/A									
		Western Africa*	#N/A	#N/A	#N/A									
		Southern Africa	1.49E+07	1.17E+07	1.89E+07									
	Asia	Eastern Asia	7.05E+06	5.40E+06	9.12E+06	4.63E+06	4.05E+06	5.28E+06						
		Central Asia*	#N/A	#N/A	#N/A									
		Southern Asia*	#N/A	#N/A	#N/A									
		South-Eastern Asia	4.63E+06	4.05E+06	5.28E+06									
		Western Asia	1.51E+06	1.16E+06	1.93E+06									
	Europe	Eastern Europe	1.40E+07	1.27E+07	1.55E+07	2.37E+06	1.80E+06	3.05E+06						
		Northern Europe	7.63E+06	4.62E+06	1.21E+07									
		Southern Europe	1.24E+07	8.22E+06	1.84E+07									
		Western Europe	8.89E+06	4.37E+06	1.66E+07									
	Latin America and Caribbean	Caribbean	4.35E+06	9.12E+05	1.22E+07	3.08E+06	8.76E+05	7.91E+06						
		Central America	2.36E+07	1.54E+07	3.52E+07									
		South America*	#N/A	#N/A	#N/A									
	North America	Northern America	5.50E+05	1.61E+05	1.40E+06	5.50E+05	1.61E+05	1.40E+06						
	Oceania	Australia/New Zealand**	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A						

* :There was no import of dogs or cats from these countries. ** : Rabies prevalence was assumed to be zero for these countries.