

資料 5.

Wildlife Rabies in the United States: Reservoirs, Surveillance and Control

Dennis Slate, Science Advisor on Rabies Management and Richard Chipman, National Rabies Management Coordinator, USDA, APHIS, Wildlife Services, National Rabies Management Program; Kurt Vercauteren, Rabies Research Project Leader, USDA, APHIS, WS, National Wildlife Research Center

米国の野生動物狂犬病：病原体保有生物、監視、抑制について

デニス・スレート Dennis Slate (狂犬病管理の科学アドバイザー)

リチャード・チップマン Richard Chipman (国立狂犬病管理調整官、米国農務省、国際動植物検疫課、野生動物管理局、国立狂犬病管理プログラム)

カート・バーコーテレン Kurt Vercauteren (狂犬病研究プロジェクトリーダー、米国農務省、国際動植物検疫課、野生動物管理局、国立野生動物研究センター)

翻訳 川道武男 (関西野生生物研究所)

Extended Abstract

Over the past century, rabies in the U.S. has undergone dramatic change. Prior to 1960, as dog rabies was brought under control, most cases were reported in domestic animals. Since the 1960's, wildlife has supplanted domestic animals in reported rabies cases and account for 80 percent or greater of all reported cases annually since 1975. However, since the late 1980's, reported cases in wildlife have accounted for greater than 90 percent of animal cases annually reported to CDC. The principal rabies reservoirs today are represented by several species of wild carnivores (Carnivora sp.) and insectivorous bats (Chiroptera sp.). Cats (*Felis catus*) continue to be the most common domestic animal reported with rabies as a result of abundant, unvaccinated or under-vaccinated free roaming cat populations throughout the U.S. that are at an increased risk of exposure to rabies from interactions with raccoons, skunks and bats.

要約

この1世紀、米国の狂犬病には劇的な変化が起きている。イヌの狂犬病が制御されていた1960年以前は、ほとんどのケースが家畜で報告された。1960年代から、報告された狂犬病例は野生動物が家畜にとって代わり、1975年以来、年間の全報告例の80%以上を占めるようになった。しかしながら、1980年代後半から、野生動物の報告例は、毎年米国疾病対策予防センター(CDC)へ報告された例の90%超になった。今日の主要な狂犬病の病原体保有生物は、食肉獣(*Carnivora sp.*)と虫食性コウモリ(*Chiroptera sp.*)の数種によって代表される。ネコ(*Felis catus*)は狂犬病が報告される最もふつうの家畜であり続けている。米国全域にいる野良猫個体群は数が多く、ワクチンを接種していないために、アライグマ、スカンク、コウモリと交流して狂犬病に曝される危険が増している。

Since raccoon (*Procyon lotor*) rabies rapidly spread from the mid-Atlantic epizootic focus beginning in the late 1970's, raccoons have been the most frequently reported species with rabies in the U.S. This epizootic was likely the result of translocation of raccoons incubating rabies or rabid raccoons to western Virginia and West Virginia from Florida, where rabies was first documented in the raccoon in

資料 5.

the U.S. in the 1940's. Raccoon rabies has subsequently spread rapidly and now occupies a range that extends east to the Atlantic Ocean from a line that stretches from southwest Alabama to northeast Ohio. This area is settled by about 70 percent of the U.S. human population, resulting in a burden on public health officials and wildlife managers who respond to encounters that are commonly reported between people and raccoons. In 2010, raccoons accounted for 36 percent (n=2,246) of reported cases to the Centers for Disease Control and Prevention (CDC). For the past several years, rabies in skunks (primarily the striped skunk, *Mephitis mephitis*) has ranked either number two or three, behind bats, followed by rabies reported in foxes (primarily gray fox, *Urocyon cinereoargenteus*) and arctic fox (*Vulpes lagopus*).

アライグマ(*Procyon lotor*)狂犬病は、1970年代後半に始まった中部大西洋岸地域での伝染病の流行により急速に拡大して以来、アライグマは米国では最も頻繁に狂犬病の感染例が報告される種になってきた。この流行は狂犬病を潜伏させてきたアライグマが狂犬病に罹ったアライグマが、1940年代に米国で最初に狂犬病がアライグマに記録されたフロリダ州から、バージニア州西部とウエスト・バージニア州へ移った結果であるらしい。その後、アライグマ狂犬病は急速に拡大し、今やアラバマ州南西部とオハイオ州北東部を結ぶ線から東は大西洋までの範囲を占めている。この地域に米国人口の約70%が居住する。その結果、アライグマと市民の頻繁な遭遇に対応する公衆衛生当局者と野生動物管理官の負担になる。2010年、アライグマは米国疾病対策予防センター(CDC)へ報告された2246例の36%を占めた。過去数年間、スカンク(基本的にシマスカンク *Mephitis mephitis*)の狂犬病は、コウモリより低く、2番目か3番目にランクされていて、次いでキツネ(基本的にハイイロギツネ *Urocyon cinereoargenteus*)とホッキョクギツネ(*Vulpes lagopus*)である。

Human deaths from rabies acquired in the U.S. declined from greater than 100 in the early part of the 20th century to one to two cases annually in the 1990's, and remains at that level today. From 1997-2006, 17 of 19 human cases from rabies acquired in the U.S. were associated with insectivorous bats. In the U.S., human fatalities from rabies occur in people who fail to seek medical assistance often because they were unaware of their exposure.

米国での狂犬病のヒト死亡例は、20世紀初頭の100人超から、1990年代には年1例か2例になり、今日までそのレベルに留まっている。1997—2006年、米国での19例中17例は虫食性コウモリと関連していた。米国での狂犬病によるヒトの死亡は、感染したことをしばしば知らなかったために医学的救援を求めなかった人々に生じた。

Timely administration of post exposure prophylaxis (PEP) has proven nearly 100% successful in preventing rabies. However, the financial cost of living with wildlife rabies in the U.S. is conservatively estimated to exceed \$300 million/year (\$US), CDC estimates of PEP up to 40,000 people/year. Associated impacts such as anxiety, fear, and trauma are difficult to quantify but often manifest with rabies.

狂犬病曝露後予防(PEP)の適切なタイミングの投与により、狂犬病をほぼ100%阻止できることが証明されている。しかしながら、米国で野生動物狂犬病と生活する財政的コストは、控えめでも年3億ドルを超えると算定される。狂犬病曝露後予防(PEP)は年最大4万人と米国疾病対策予防センター(CDC)が算定している。不安、恐怖、トラウマといった付随するインパクトを定量化するのは難しいが、しばしば狂犬病に現れる。

資料 5.

Prior to the proof of concept of oral rabies vaccination (ORV) by the late Dr. George Baer in the 1960's at the CDC, population reduction was the primary method for rabies control in wild carnivores. However, population reduction proved to be labor intensive, generally with only transient effects. Its current niche in rabies control in North America is as a tactic that may be integrated into specific emergency actions to prevent rabies from spreading, such as in "Point Infection Control" first applied in Ontario, Canada in response to an incursion of raccoon rabies from the U.S. in 1999. Use of ORV as the central component of the rabies management strategy has led to rabies control and elimination successes at the landscape scale, with examples in the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in several European countries; the red fox and raccoon in Canada; and, the coyote (*Canis latrans*), gray fox and raccoon in the U.S.

1960年代に米国疾病対策予防センター（CDC）の故ジョージ・バエルによって経口狂犬病ワクチン（ORV）の概念が証明される前は、野生食肉類の狂犬病抑制の基本方法は、個体数を減少させることであった。しかしながら、個体数を減少させることは労働集約的であり、一般的に一時的効果しかない。北米の狂犬病抑制の最新の得意分野は、狂犬病の拡大を防ぐ特定の緊急行動を組み込む戦略である。これには、1999年に米国からアライグマ狂犬病が侵入した事態に対して、カナダ・オンタリオ州で初めて採用された「感染の場所抑制」がある。狂犬病管理戦略の中心的構成要素である経口狂犬病ワクチン（ORV）の使用により、ランドスケープのスケールで狂犬病を抑制・除去に成功に導く。その例として、ヨーロッパ数カ国におけるタヌキ（*Nyctereutes procyonoides*）とアカギツネ（*Vulpes vulpes*）、カナダでのアカギツネとアライグマ、米国でのコヨーテ（*Canis latrans*）、ハイイロギツネ、アライグマがある。

Since the late-1990's, Wildlife Services (WS) has coordinated wildlife rabies management with oral rabies vaccination (ORV) as the central tactic. The need for effective coordination has mandated the establishment of frameworks that bring together multiple jurisdictions and disciplines from municipal, county, state, federal and international agencies; universities; and the private sector to ensure collaborative, science-based approaches to rabies management in wild carnivores. A Rabies Management Team and associated WS Business Plan and U.S National Plan Wildlife Rabies Management (2008-2012) and the formalization of a North American Rabies Management Plan in 2008 with partners in Canada, Mexico, the Navajo Nation, and the U.S. provide national and continental frameworks for the exchange of information; collaboration on surveillance and control; collaborative studies; and training.

1990年代後半から、米国野生生物局（WS）は野生動物の狂犬病管理を、経口狂犬病ワクチン（ORV）を中心戦術に統合してきた。効果的な統合に必要なものは、複数の管轄権と規律を一緒にした体制づくりの確立を義務づけることである。それには、地方自治体、郡、州、連邦、国際機関や、大学、民間機関が、野生食肉類の狂犬病管理に、協力的で科学的なアプローチを保証することである。狂犬病管理チームと、提携する米国野生生物局（WS）ビジネス計画、米国の野生動物狂犬病管理の国家計画（2008-2012年）、2008年の北米狂犬病管理計画をカナダ、メキシコ、ナバホ民族をパートナーとして形式化すること、そして米国が情報交換のための国内および大陸間の体制づくり、監視と抑制に関する協力、協同研究、および訓練を準備する。

Enhanced rabies surveillance has become a critical program component as a complement to public health surveillance conducted by state and federal public health officials, which is based largely on rabies exposure events to human and domestic animals. Enhanced surveillance is designed to increase the geographic scope and intensity of sampling through the collection of specific high value samples

資料 5.

beyond those normally tested to protect human and domestic animal health. Samples often include ill or strange acting animals, where there has been no human or domestic animal exposure, fresh road kills, animals found dead in addition to road kills, animals with injuries or lesions suggestive of aggressive behavior, and animal samples from focal trapping at sites where rabid animals were recently confirmed. From 2005-2011, 66,075 suspect animals were tested from about 24 states within or near ORV zones, with 953 confirmed rabid; of these, 52,208 samples were diagnosed through the direct rapid immunohistochemistry test (dRIT) developed at CDC and applied in the field by WS in collaboration with CDC. Knowledge of the GPS coordinates and rabies virus variant from these additional 953 cases from enhanced surveillance has improved rabies management decision making capability for ORV.

強化された狂犬病監視は、州と連邦の公衆衛生局が実施した公衆衛生監視を補うものとして、計画の重大構成要素になった。これは、人間と家畜の狂犬病の感染事例に主に基づいている。強化された監視は、地理的範囲およびサンプル調査の強度を増やすように計画されている。人間と家畜の健康を守るために、通常のテストを越えた特別に高い価値をもつサンプルを集める。しばしばサンプルは、人間も家畜も感染していない地域での病気個体や変な行動をする動物、新鮮な交通事故死体、死亡個体、攻撃行動を示唆する負傷または病変をもつ動物、それに狂犬病にかかった動物が最近確認された場所で局所的に捕獲した動物のサンプルを含む。2005-2011年に、約24州から経口狂犬病ワクチン（ORV）圏内かその近辺で得た66,075頭の疑わしい動物を検査した。そのうち、953頭が狂犬病と確認された。これらのサンプルのうち、52,208頭は米国疾病対策予防センター（CDC）で発展させ、米国野生生物局（WS）が野外で適用した「ダイレクト迅速免疫組織化学検査」（dRIT）で診断された。GPS座標と953例から得た狂犬病ウィルス変異型の知識は、経口狂犬病ワクチン（ORV）の仕組みのための狂犬病管理の意思決定能力を改良した。

To date, ORV in the U.S. has focused predominantly on canine rabies in coyotes and gray fox rabies in Texas, and raccoon rabies in the eastern U.S. from Alabama to Maine. Currently, only one oral rabies vaccine is licensed for use--a live, recombinant Vaccinia-rabies glycoprotein recombinant, Raboral V-RG® (Merial Limited, Athens, GA, US). Key successes resulting from the integration of ORV into other rabies management strategies include the elimination of canine variant of rabies that had spilled over into coyote populations in south Texas from sources in Mexico. This accomplishment led to the declaration that the U.S. was again canine rabies free in 2007. In addition, a unique variant of gray fox rabies in west-Texas is on the verge of elimination, with no reported cases since 2009. There has also been no appreciable spread of raccoon rabies through the coordinated use of ORV and emergency contingency actions in high risk corridors for rabies spread. However, raccoon rabies has proven more difficult to control than rabies in wild Canidae for a variety of factors including: high raccoon population densities, especially along the suburban interface; access to a wide variety of competing food items when baiting occurs; translocation, and vaccine spillage when they consume ORV baits, as well as others potential factors.

今まで、経口狂犬病ワクチン（ORV）は米国では大部分が食肉類狂犬病に焦点を当ててきた。テキサス州のコヨーテとハイイロギツネの狂犬病と、アラバマ州からメイン州かけての米国東部のアライグマ狂犬病である。現在、唯一の経口狂犬病ワクチンが使用を認可されている。組み換え狂犬病生ワクチン糖タンパク組み換え Raboral V-RG® (Merial Limited, Athens, GA, US)である。経口狂犬病ワクチン（ORV）を他の狂犬病管理戦略に統合することで得た成功の鍵は、メキシコ起源からテキサス州南部のコヨーテ個体群

資料 5.

に広がった食肉類狂犬病の変異型の根絶である。この成果により、2007年、米国は再び食肉類狂犬病の根絶宣言をした。加えて、テキサス州西部のハイイロギツネ狂犬病の特異な変異型は根絶の瀬戸際であり、2009年以來、その症例報告がない。経口狂犬病ワクチン (ORV) の協調的な使用によりアライグマ狂犬病の目立った拡散もないし、狂犬病拡散のリスクをもつコリドーでの偶発的な緊急活動もない。しかしながら、アライグマ狂犬病は他の野生食肉類の狂犬病よりも抑制しにくいことがわかってきた。それにはさまざまな要因が含まれ、①とくに郊外の人間との接点でのアライグマ個体群密度が高いこと、②餌散布時にアライグマがさまざまな競合食物種を利用すること、③移動と経口狂犬病ワクチン (ORV) の餌を摂取する際のワクチンの漏出、その他の潜在的な要因がある。

Given the need to move more aggressively toward raccoon rabies elimination, WS and cooperators initiated a field trial in West Virginia with ONRAB® (human adenovirus 5, Artemis Technologies, Guelph, ON, CA) in 2011 with favorable safety and immunogenicity results (49% seroconversion after the first baiting). Field trials have been expanded in 2012 to determine if there is an increasing role for ONRAB® in raccoon rabies elimination in the U.S. One limitation associated with Raboral V-RG® is a general lack of a rabies virus neutralizing antibody (RVNA) response in skunks under field conditions where ORV baiting occurs for raccoons. This limitation is magnified by high levels of spillover of raccoon rabies virus variant into skunks and a lack of a thorough understanding of the potential role skunks may have in virus maintenance and reinfection of raccoons. However, due to an inadequate sample size of skunk sera, the effect of ONRAB® distributed at similar baits densities (75/km²) and patterns as Raboral V-RG® could not be evaluated in the 2011 field trial.

アライグマ狂犬病の根絶に向けてもっと積極的に行動する必要があるという前提で、米国野生生物局 (WS) とその協力者たちは ONRAB® (ヒト・アデノウイルス 5、Artemis Technologies, Guelph, ON, CA) を用いた野外試行を 2011 年にウエスト・バージニア州で始めた。好ましい安全性と免疫性結果(最初の餌散布後に 49% のセロコンバージョン：ウイルス抗原が陰性となり抗体が陽性になること)を得た。米国のアライグマ狂犬病根絶に ONRAB® のさらなる役割があるかどうかを決定するため、2012 年に野外試行は拡大した。Raboral V-RG® と関わる制約の一つは、アライグマに対する経口ワクチンの餌散布した野外状況で、スカンクに狂犬病ウイルスを中和する抗体 (RVNA) が一般的に欠けることである。スカンクにアライグマ狂犬病ウイルスの変異体が超過剰になり、スカンクがウイルスを維持して、アライグマに再感染するという潜在的な役割について完璧な理解が欠けていたことで、この制約は拡大される。しかしながら、スカンクの血清サンプルが不十分のため、似たような餌密度 (75/km²) で散布した ONRAB® の効果と Raboral V-RG® としてのパターンは、2011 年の野外試行では評価できなかった。

To date about 140 million doses of oral rabies vaccine have been distributed in the U.S., with at least 80 percent applied toward control of raccoon rabies in 15 eastern states. Baits are the single largest cost driver in contemporary wildlife rabies management with ORV. Currently, WS and collaborators are conducting a new, comprehensive economic analysis to reevaluate the benefits: costs of ORV using Regional Economic Modeling (REMI, Regional Economic Models Inc., Amherst, MA, U.S.). Putting costs in the context of benefits is an increasingly critical component for evaluating the merits and sustainability of coordinated government programs such as wildlife rabies management with ORV.

現在まで、1 億 4 千万錠の経口ワクチンが米国内で散布された。そのうち、少なくとも 80% は東部の 15 州でアライグマ狂犬病の抑制に使われた。餌は、経口ワクチンを用いた現在の野生動物狂犬病管理では単一で最大のコスト増加要因である。現在、米国野生生物局 (WS) と協力者たちは、新しい包括的な

資料 5.

経済的分析をしてその利益の再評価にかかっている。すなわち、地域的経済モデル化 (REMI, Regional Economic Models Inc., Amherst, MA, U.S.) を用いた経口ワクチンのコストである。コストを利益のコンテキストに入れることは、経口ワクチンを用いた野生動物狂犬病管理などの組織的な政府計画のメリットと持続可能性を評価することは、ますます重要な要素である。

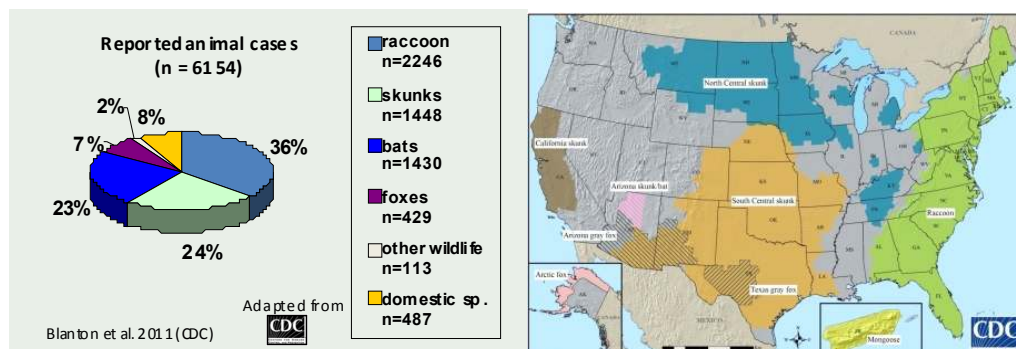
While key wildlife rabies management successes have been realized, several challenges remain. Among these are: finding the most effective, safest and least expensive bait-vaccine to achieve rabies management goals in a timely manner; preparations for the effects of climate change, which could lead to a northward range expansion of the vampire bat (*Desmodus sp.*) from Mexico into the southern U.S. with substantial public and animal health impacts, and the effects on the rabies dynamics between arctic and red foxes in the far north as polar ice coverage diminishes; illegal and unintentional translocation of wildlife rabies reservoir species; addressing rabies in the introduced small Asian mongoose (*Herpestes javanicus*) on Puerto Rico or other islands, and other exotics globally; preventing introductions of canine rabies from developing countries where it remains enzootic in dogs; the role of immunocontraceptives such as GonaCon™ (USDA, APHIS, WS, National Wildlife Research Center, Ft. Collins, CO, U.S) in rabies control strategies; risk modeling for resource allocation to rabies management; and research prioritization to ensure that surveillance and control methods and strategies may be enhanced.

重要な野生動物狂犬病管理の成功を実感する一方、幾つかの挑戦が残っている。①最も効果的で、最も安全で、最も経済的な経口ワクチン餌散布を見い出して、タイミングよく狂犬病管理の目標を達成する。②気候変動の効果により、吸血コウモリ (*Desmodus sp.*) がメキシコから、人と獣の衛生へかなりのインパクトがある米国南部へと北方へ分布拡大しかねないため、その備えをする。③北極の氷が縮小するに連れて、極北のホッキョクギツネとアカギツネの間の狂犬病動態に現れる効果。④狂犬病ウイルスを保有する野生動物種の違法または非意図的移動。⑤プエルトリコや他の諸島でアジア原産の小型マンゲース (*Herpestes javanicus*) や他の地球規模で広がる外来種の狂犬病に対処する。⑥イヌに風土病が残る開発途上国からの食肉類狂犬病の導入を阻止する。⑦GonaCon™ (USDA, APHIS, WS, National Wildlife Research Center, Ft. Collins, CO, U.S) といった免疫避妊法に狂犬病抑制戦略の役割をもたせる。⑧狂犬病管理への資源配分についてのリスク・モデル化。⑨監視と抑制方法と戦略を高めることを確実にする優先順位付けの研究。

図表

Figure 1. Frequency and spatial distribution of rabies cases by species reported to the CDC in the U.S. in 2010

図 1. 2010 年に米国疾病対策予防センター (CDC) に報告された狂犬病症例の種別の頻度 (円グラフ) と分布



資料 5.

Table 1. Summary of enhanced wildlife rabies surveillance and direct rapid immunohistochemistry testing (dRIT) conducted in the U.S. by USDA, Wildlife Services, 2005-2011.

表 1. 2005-2011 年行われた、強化された野生動物狂犬病監視とダイレクト迅速免疫組織化学検査(dRIT) のまとめ

Year	Number of Enhanced Surveillance Samples	Number dRIT Tested	Number Positive by dRIT	Percent Positive by dRIT
2005	7,623	2,738	91	3.3%
2006	7,281	6,400	87	1.4%
2007	10,812	9,037	189	2.1%
2008	11,004	8,790	142	1.6%
2009	12,198	10,533	160	1.5%
2010	9,242	7,324	145	2.0%
2011	7,915	7,386	139	1.9%
Total	66,075	52,208	953	1.8%

Figure 2. Oral Rabies Vaccination zones in the U.S. 2011.

図 2. 2011 年の経口狂犬病ワクチン (ORV) の餌散布地域

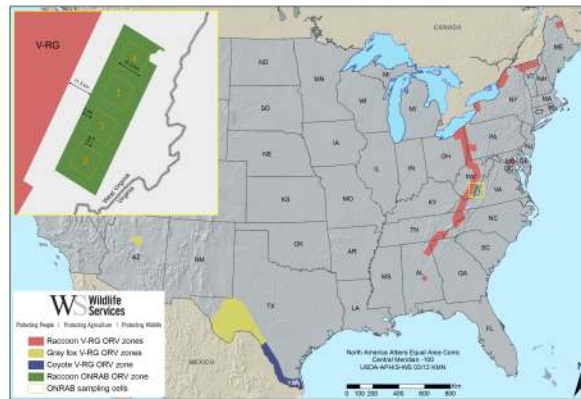
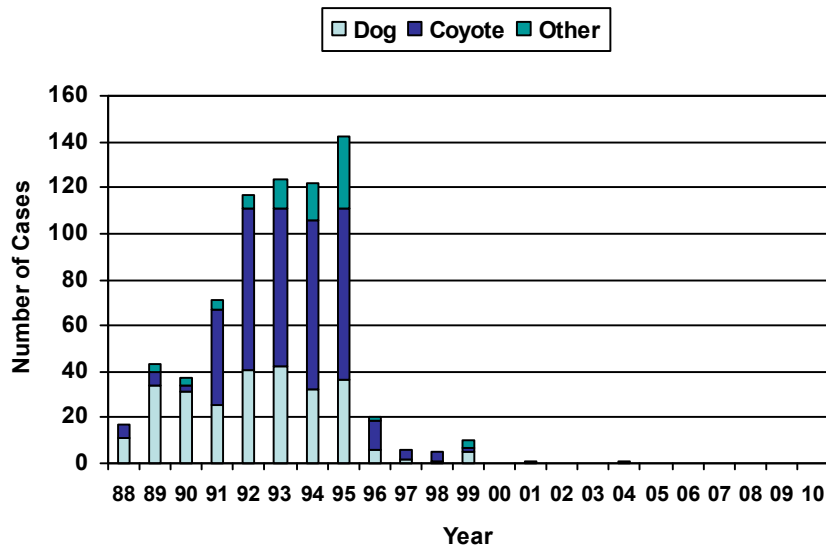


Figure 3. Emergence of canine rabies in south Texas from sources in Mexico and elimination through the integration of ORV into rabies control in 1995.

図 3. メキシコ起源からテキサス州南部に出現した食肉類狂犬病と、1995年に狂犬病抑制に経口狂犬病ワクチン (ORV) を統合したことによる根絶



資料 5.

Figure 4. ORV bait distribution by species since 1992, with larger scale program emerging in 1998.

図 4. 1992 年以来的の経口狂犬病ワクチン (ORV) の種別の餌散布量の分布。1998 年に大規模計画が出現した。

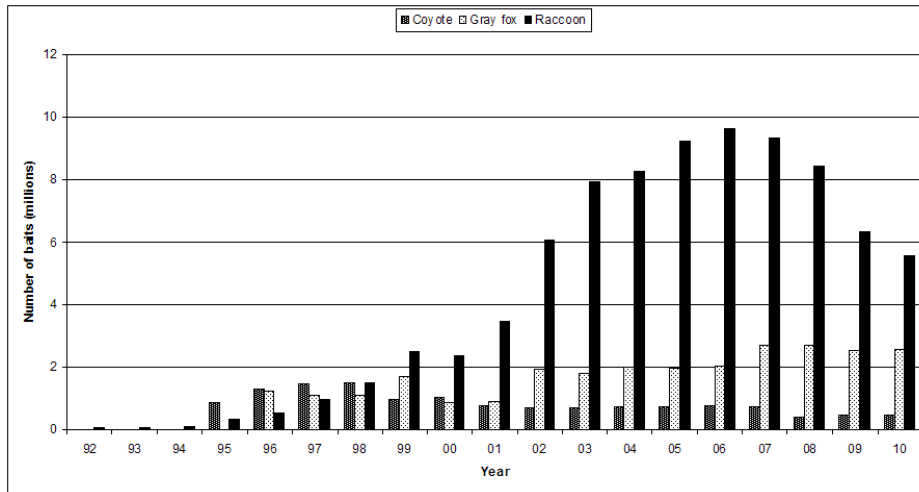


Table 2. Vaccine-bait characteristics of ONRAB® (Artemis Technologies, Guelph, ON, CA) and Raboral V-RG® (Merial Limited, Athens, GA, US).

表 2. ONRAB® (ヒト・アデノウィルス 5) と Raboral V-RG®とのワクチン餌散布の特性

	ONRAB®	Raboral V-RG®
Vaccine Vector	Recombinant – Human adenovirus Type 5	Recombinant - Vaccinia
Bait Matrix	Vegetable fats, wax, vanilla, icing sugar, food-grade dye	Fish oil, fishmeal crumbles, fishmeal shell
Packaging	Ultra-lite – PVC Blister Pack w/polyester lid	CS or FMP – Plastic packet
Cost	\$1.33 each in 2011	\$1.35 each
Bio marker	Yes – tetracycline	Yes – tetracycline in FMPs only

資料 5 .

Figure 5. Raccoon population density index trends near or within ORV zones from the late 1990's to date.

図 5 . 1990 年代後半から現在までの経口ワクチン散布地域付近でのアライグマ個体群密度の傾向

