

F-3 侵入種生態リスクの評価手法と対策に関する研究

(3) 沖縄・奄美地方における侵入種影響および駆除対策に関する研究

独立行政法人森林総合研究所

野生動物研究領域

山田文雄

環境省やんばる野生生物保護センター

三宅雄士

財団法人世界自然保護基金ジャパン

草刈秀紀

<研究協力者>

琉球大学 農学部

小倉 剛

平成16～18年度合計予算額 (予定) 26,066千円

(うち、平成18年度予算額 10,022千円)

[要旨] 日本列島の中でも特異的に生物多様性が高く、同時に急速な開発とともに侵入種の分布拡大による多様性減少が最も危惧されている南西諸島の沖縄・奄美地域における侵入種管理体制の確立を目指している。侵入種のリスク評価および防除管理体制が十分に整えられていない現時点で、まず緊急に対策を要する本地域において、侵入種防除のモデルケースを樹立することは今後の日本の侵入種管理の方向性を打ち出す上でも重要である。沖縄・奄美両島ではすでにマングース駆除の政府事業も進められているが、マングースの南西諸島域における生態や在来種への影響機構については十分な知見が揃っていないため、駆除の達成には至っていない。本研究で得られた科学的最新知見は、従来のマングース生態情報にはなかったものであり、ゾーニングのためのフェンス開発とあわせて、有効駆除手法の開発に大きく貢献するものと期待される。また、本課題では、地域住民と行政が一体となった侵入種管理体制の実現を目指して、本地域における普及啓発モデル事業を推進している。科学的知見を社会に還元し、一般の侵入種問題に対する理解を向上させることは環境研究の重要な役割である。今年度得られた住民の侵入種に対する意識調査結果は地域の特異性を反映するものであり、地域密着型の管理体制を検討する上でも重要な基礎データとなると考えられる。

[キーワード] 沖縄、奄美、マングース、ノネコ、アマミノクロウサギ

1. はじめに

沖縄や奄美をはじめとする南西諸島はその地史的な形成過程において、何度か大陸と地続きになりながら分断・孤立を繰り返し、ヤンバルクイナ、イリオモテヤマネコ、アマミノクロウサギ、ヤンバルテナゴコガネなど島ごとに固有の種が進化してきた、生物地理学的にも極めて特異で貴重な地域である。しかし、同時に急速な開発とともに侵入種の分布拡大による多様性減少が最も危惧されている地域でもある^{1) 2)}。代表的な事例として沖縄・奄美のマングースの導入が挙げられる。本種は在来のハブ駆除目的でインドより導入された外来種であるが、ハブが夜行性であるのに対してマングースは昼行性であり、野外における遭遇確率は極めて低く、マングースはハブ以外の在来希少種を食害している実態が明らかにされている。在来種保護のため駆除事業が2000年度から開始さ

れ、駆除の進展に伴い生息数は減少していると考えられるが、分布はむしろ拡大傾向にあり、希少種に対する脅威は一層高まっている。低密度に分散したマンガースの効率的駆除方法の開発など根絶に向けた対策研究が必要とされる。

沖縄、奄美地域ではマンガース以外にも、近年、道路の整備などによる森林部と都市部のアクセスの向上が、飼いネコやイヌなどの野生化をもたらしていることが大きな生態的脅威となりつつある。また、本土や海外などからペットや生物資材目的で大量の外来小動物が持ち込まれており、それらの野生化も危惧される。特に、南西諸島は地形も気候も本土とは大きく異なり、外来種の野生化および生態リスクについては独自の評価システムが要求される。さらに、狭い島内における侵入種の拡大を予防するには迅速な対応が必要であり、住民の意識向上と地域密着型の監視・防除体制の構築が不可欠となる。そのための普及啓発活動もプログラムとして実行する必要がある。

一般に地球環境問題としての生物多様性減少を考える場合、大規模・広域レベルでの評価が注目され、重要視されるが、生物多様性の構成ユニットは地域固有の生物相であり、地域の生態系保全が地球全体の生物多様性保全につながる。日本列島において特に生物の地域固有性が高く、世界的にも貴重な地域といえる南西諸島の保全は地球レベルの多様性保全のためにも、また、今後の日本の侵入種管理の方向性を打ち出す上でも重要課題と捉えるべきである。

2. 研究目的

①マンガースの生態影響評価

ジャワマンガース *Herpestes javanicus* (以下マンガースとよぶ) は、アラビア、インド、中国南部、東南アジアを原産地とし、雑食性で極めて高い環境適応力や繁殖力をもつ。19世紀後半に西インド諸島、ハワイ、フィジーなどにネズミ駆除のために天敵として導入されたが、マンガースによる農業被害の方がネズミ害よりも大きく、また樹上活動可能な外来クマネズミ *Rattus rattus* への捕食効果は少ない一方、在来種への捕食影響が極めて大きいために、天敵導入としては失敗の烙印が押され、「誤った天敵導入」の代表例としてあげられる³⁾。このため、IUCNは「侵略的外来種ワースト100」にマンガースを指定している。

わが国へは毒蛇ハブ *Trimeresurus flavoviridis* 駆除を期待し、沖縄本島に1910年、奄美大島に1979年ごろに導入された。昼行性のマンガースは夜行性のハブと出会うことはほとんどなく、ハブ駆除には役立たず、むしろ農業被害や家禽被害を多発させた。さらに、奄美大島では希少種の生息する山岳地域にマンガースは侵入し、アマミノクロウサギ *Pentalagus furnessi* などの希少種を襲い、その分布や個体数の減少を起こさせている。また、沖縄本島では1990年ごろ北部のヤンバル地区に侵入し、ヤンバルクイナ *Gallirallus okinawae* などの減少を起こさせている。これらの島嶼には、もともと捕食性哺乳類が存在しないために、在来種はこのような外来捕食者に対して極めて脆弱である。

本来、捕食性哺乳類の存在しない島嶼環境で特異な固有種を進化させた奄美大島や沖縄島において、マンガースは1990年代中ごろから在来種(希少種)への捕食被害を発生させ、生物多様性に重大な影響を与えてきた。このため、環境省のマンガース駆除事業は2000年から2004年の間にモデル事業として実施され、また2005年から外来種対策法によって予算を従来の5倍程度に増やして強化した新体制で開始した。政府レベル主導により、事前調査(1996-1999年)、根絶目標と年度計画の設定、実施体制の整備などの点で、世界的にみても初めてのマンガース対策といえる。

このように、駆除の進展に伴い生息数は減少したが、分布はむしろ拡大傾向にあり、今後の対策や影響把握が必要とされている。このためのマングースの低密度分散個体の効率的駆除、残存個体の復活増加、在来種への影響など根絶に向けた対策研究が必要である。本研究では、罠によって捕獲された個体を詳細に分析してマングースの生態学的特性の把握を目指した。また、沖縄奄美地方における希少種生息域における残存個体の確認を行い、マングースの在来種への影響把握を行った。

② マングースの有効防除手法の開発

やんばる地域においては環境省および沖縄県などが外来生物法に基づくマングースの捕獲を実施している。平成14年度には沖縄県事業において国頭村最北端の奥地区にて1個体、平成15年度には環境省事業において国頭村楚洲地区にて1個体、沖縄県事業において北部訓練場内で53個体ものマングースが捕獲された。平成16年度以降も特に希少野生生物が生息する核心地域周辺での目撃情報が相次いでおり、効率的な捕獲方法を検討するとともに、マングースが生態系や人間活動にもたらす影響を把握し、その動向を把握することが大きな課題となっている。

本研究では、希少な野生生物を保護しやんばる固有の生態系を保全することを目的に、やんばる地域におけるマングースの効果的な捕獲方法の開発を目指した。

③ 沖縄・奄美地方における地域住民の意識調査および普及啓発

南西諸島は、固有種も多く生物多様性を保全上、重要な地域となっている。一方で近年、外来種が固有の生物に深刻な影響を与えており、緊急な対策を講じる必要がある。効果的な防除事業を行うためには、地域住民の理解と協力が不可欠である。そのためには、外来種に対する住民意識の実態を明らかにし、理解と協力をえることが必要である。

南西諸島の外来種に関する広域な住民意識調査は、これまで行われておらず、また、外来種対策が施行される時期に、住民意識調査を行うことは、極めて重要と考える。

住民意識調査結果を踏まえ、普及・啓発教材を作成し対象者に対して、外来種問題に関するモデル授業を行うことにより、今後の防除事業と普及・啓発事業が相乗効果を生むことになると考える。

本研究課題では、1) 沖縄・奄美地方における外来生物種に対する住民意識調査および逸脱・遺棄の実態調査、2) 普及・啓発教材の開発とモデル授業の実施、の二つの課題を実施した。

3. 研究方法

① マングースの生態影響評価

1) 捕獲個体によるマングースの生態学的特性把握

a. マングースの外部形態、年齢構成、繁殖特性

沖縄島北部の名護市、国頭村、東村および大宜味村にて2000年10月から2006年3月に捕獲されたマングースの捕獲結果から捕獲性比（雄の捕獲数/雌の捕獲数）および本研究による剖検によって得た外部形態計測値、歯牙萌出状況による年齢構成（乳歯萌出中、乳歯萌出完了、歯牙交換中、永久歯萌出完了）、繁殖学的特性（雄：精巣重量ほか、雌：胚・胎子・胎盤痕の有無と数ほか）を用い、やんばる地域におけるマングース個体群に関する分析を行った。

b. マングースの食性分析

2004年7月から2005年3月に、沖縄島の米軍北部演習場において捕獲された40頭（雄17頭、雌23頭）と、沖縄県の「マングース対策事業」によって、2005年の3月から2005年11月に捕獲された54頭（雄28頭、雌26頭）について、消化管内容物の分析を行った。

c. マングース消化管の寄生虫

沖縄島北部地域において2004年7月から2005年8月に捕獲されたマングース137頭と2005年2月から2005年8月に沖縄島中南部地域で捕獲したマングース20頭の計157頭を用いて消化管および内容物から寄生虫を検索・同定し、マングースが寄生虫の媒介者もしくは待機宿主として、ヒト、家畜およびその他の野生動物にどのような影響をもたらすのかを推察した。

d. 沖縄島に生息するマングースの日本脳炎ウイルス感染環における役割の検討

2001年から2005年にかけて捕獲されたマングース血清中の日本脳炎ウイルス（JEV）に対する抗体調査とウイルス分離を試みた。2001年から2005年にかけて沖縄島全域で捕獲されたマングース240頭から血清を採取した。また、2004年7月から10月にかけて、琉球大学農場にて3頭の飼育マングースから毎週採血し、定点観察を行った。ウイルス分離を試みるため、上記、各血清をヒトスジシマカ株化細胞C6/36とアフリカミドリザル腎細胞株Veroに接種し、1週間培養後、培養上清をハムスター腎細胞株BHKに接種し、抗JEV抗体を用いた免疫染色で確認した。また、JEV Beijing-1（Laboratory株、genotype 3）、Nakayama（Prototype, genotype 3）、Oki431S（2002年沖縄豚から分離されたJEV株、genotype 1）、Naha Meat 54（1985年沖縄豚から分離されたJEV株、genotype 3）の各JEV株に対するマングース血清中の中和抗体価を測定した。

2) 希少種生息域における残存個体の確認および在来種への影響把握

a. アマミノクロウサギに対する影響評価

マングースによる在来種への影響解明では、奄美大島のアマミノクロウサギ分布域において自動カメラ調査及び糞によるセンサス調査を行い、マングースの個体群密度とアマミノクロウサギの個体群密度の推定を行った。

b. 両生類・爬虫類に対する影響評価

また、沖縄本島において、夜間センサスによる爬虫類・両生類のモニタリングとしてやんばる地域を南北に縦断する大国林道のうち、およそ33.2kmを夜間、車にて時速5～7kmで走行し、路上に確認された爬虫類・両生類の種類と数を記録した。調査は降雨のあった後など、爬虫類・両生類の出現しやすい日を選び、月に1度の頻度で、1日もしくは2日に分けて実施した。調査は2005年10月より2007年3月まで実施したが、解析は2005年10月から2006年9月の1年間に得られたデータをもとに行った。

c. ヤンバルクイナに対する影響評価

沖縄県国頭村内の県道2号線総延長約16kmのうち、約12kmにおいて、およそ1kmに1台の割合で道路沿いの林内に自動撮影装置（カメラ）を設置し、昼夜に撮影される動物の種類、個体数、撮影時刻等の記録を行った。自動撮影装置は、動物等の発する赤外線に反応し、撮影を行うもので、1

回の撮影を終えるとおよそ2分間は次の撮影を行わない。自動撮影装置による撮影は2006年1月中旬から2007年3月末まで実施したが、解析には2006年2月から2007年1月までの結果を利用した。

② マングースの有効防除手法の開発

1) 根絶に向けた個体群分析に基づく駆除シナリオ構築のための数理モデル

マングース個体群動態予測では駆除個体分析に基づく個体群パラメーターによる感度分析モデルを用い、駆除による生息数変化予測を検討した。

2) 分布拡大防止策の開発

分布拡大防止策や分布域の細分化策として、主に3種のフェンスの形状（A. 返しなしフェンス、B. 返しつきフェンス、C. 平面パネルつきフェンス）を飼育下で試験した。

3) 有効な駆除手法の開発

これまでのマングース防除事業で行ってきた林道沿いでのライン状捕獲（林道ルート）と林内でのライン状捕獲（林内ルート）に加え、新たに面的、グリッド状にワナを配置するグリッド捕獲試験を実施し、林道ルート、林内ルート、グリッドの3種類の捕獲方法の比較検討を実施した。グリッド試験は沖縄島北部に位置する大宜味村内において実施し（試験地域名：Ghn）、順化1日と連続13日間の捕獲を2007年2月19日～3月3日の間に行った（図1）。

グリッドのワナは50m間隔でライン状に設置し、そのラインを原則200m間隔で数本設定するものとし、126～150個/ km²となるように設置した。林道ルートはワナを100m間隔で林道沿いに設置し、林内ルートについてはワナを50m間隔で山道沿いに設置した。

捕獲には17×17×47cm（W×L×H）のトリガー式のカゴワナを用い、ワナエサは約4cm×4cmのスルメとした。ワナの見回りは1日1回、9時～16時の間に同時刻となるように行った。本試験の他に、同様の方法でグリッド試験が実施された。環境省那覇自然環境事務所の「平成18年度沖縄島北部地域ジャワマングース等防除事業」および、沖縄県文化環境部自然保護課の「平成18年度沖縄島北部地域生態系保全事業（マングース対策事業）」のデータを引用し、捕獲方法の比較検討材料とした。これらの試験地域名（および実施場所）はそれぞれ、Gyo（国頭村）、Gar（東村）、Gtm（東村）とされている。GyoおよびGarは2007年1月29日～2月10日、Gtmは2007年2月19日～3月3日に実施された。

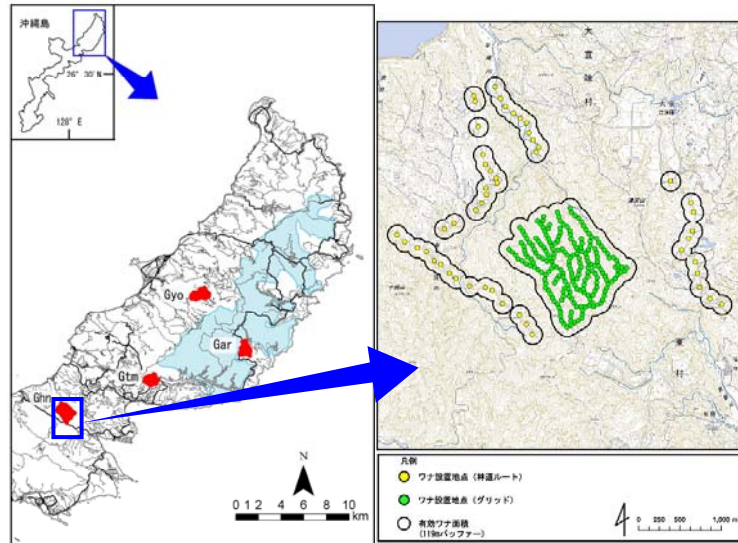
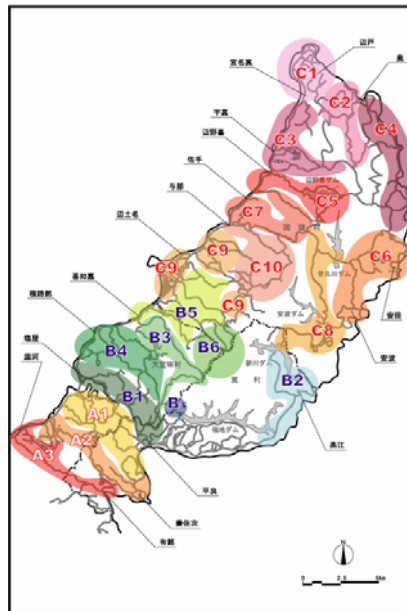


図1 Ghnグリッド試験地およびその他のグリッド試験地。

また、沖縄県における駆除事業開始（2000年10月）から2006年3月までの、6年度（5年半）におけるマングースの捕獲結果を分析した。検討には、環境省・沖縄県によるマングース対策事業によって沖縄島北部の名護市、国頭村、東村および大宜味村にてカゴワナにより捕獲されたジャワマングースおよび捕獲記録を用いた。捕獲の対象地域は沖縄県により便宜的にA地区、B地区およびC地区に区切られている（図2）。カゴワナは主要な道路沿いに100m間隔に設置され、環境省・沖縄県はワナが連続して設置されている道路をラインとして事業管理している。A地区には3ライン（A1～A3）、B地区には8ライン（B1～B6、Btm、Bz）およびC地区には10ライン（C1～C10）が設置されている。



やんばる地域南側からAエリア、Bエリア、Cエリアと区分し、

それらをさらにA1、A2、A3…と細分する。

図2 マングース捕獲地域およびそのエリア区分。

③ 沖縄・奄美地方における地域住民の意識調査および普及啓発

1) 沖縄・奄美地方における外来生物種に対する住民意識調査および逸脱・遺棄の実態調査

奄美大島および沖縄本島において「外来生物に対する住民意識調査および逸脱・遺棄の実態」についてアンケート調査を行った。住民意識調査アンケートを実施するにあたって、a. 環境省の検討会議ならびにサブテーマ実施グループとの研究打ち合わせおよび協議、b. 現地関係機関(自治体、教育機関等)、関係団体、現地在住調査員との打ち合わせと協力依頼、3) 過去に行われた自然環境に関連したアンケート調査方法および内容等の確認、4) 一般、行政職員、小中高の教職員および児童生徒に対するアンケート方法と内容の確認および協力依頼、等を行った。

2) 普及・啓発教材の開発とモデル授業の実施

アンケート結果に基づき、地域住民の外来種に対する知識と意識レベルを解析し、生物多様性保全と外来種防除の理解に役立つ教材の開発を検討した。見て、遊んで覚える教材としてカード形式の遊具を検討し、試作を行った。

4. 結果・考察

① マングースの生態影響評価

1) 捕獲個体によるマングースの生態学的特性把握

a. マングースの外部形態、年齢構成、繁殖特性

外部形態計測値と捕獲性比

体重と頭胴長を地区間で比較すると、雄では生息密度が低く、分布の辺縁にあたるC地区で体サイズが有意に大きいことが明らかになった ($p < 0.01$)。

捕獲性比は、生息密度の低いB地区(特にB2、B5、B6)およびC地区で高いことが示唆され、新たに分布域を拡大するときには体サイズの大きい雄が先駆個体となって分散することが推察された。分布の辺縁では他個体との餌資源などの競合が少ないことが、体サイズの増加の一因として考えられた。

年齢構成

乳歯萌出中である個体がA地区では7月～12月、B地区では6月～1月に捕獲され、生息密度が低いB地区では繁殖期が2ヶ月間程度長いことが推察された。また、乳歯萌出中、乳歯萌出完了、歯牙交換中(以下、下位の年齢区分)に区分される割合は、B地区では8月をピークとしてA地区よりも高い傾向を示した。8月～10月に捕獲効率が增加する傾向は、下位の年齢区分の個体が捕獲されることに影響されていると推察された。

繁殖学的特性

妊娠個体と精巣重量の推移から、雌雄とも繁殖活動は5月、6月をピークに明瞭な年一峰の季節性を示した。胎子、胎盤痕の有無と数より、一腹産子数はAおよびB地区ともに2頭～3頭であったが、生息密度の低いB地区では産子数が増加傾向にあった。

b. マングースの食性分析

消化管内容物分析により同定した餌動物の種名および各餌動物を検出したマングースの個体数を季節別に示した(表1)。

表1. マングースの消化管内容物から同定した動物。

動物種名	個体数					備考 ¹⁾
	春	夏	秋	冬	計	
哺乳類						
クマネズミ属	0	2	1	0	3	
食虫目	1	0	0	0	1	
目以下不明	2	1	1	1	5	
鳥類						
目以下不明	5	0	1	5	11	
爬虫類						
オキナワキノボリトカゲ	0	1	0	1	2	奄美・沖縄諸島固有亜種, 絶滅危惧Ⅱ類
アオカナヘビ	0	2	1	0	3	琉球列島固有亜種
ヘリグロヒメトカゲ	0	0	1	0	1	琉球列島固有亜種
ガラスヒバア	2	0	0	0	2	奄美・沖縄諸島固有亜種
スキネク科	0	2	1	0	3	
トカゲ亜目	2	0	3	0	5	
ヘビ亜目	0	0	3	2	5	
有鱗目	1	1	1	1	4	
両生類						
目以下不明	0	1	1	2	4	
節足動物						
オキナワモリバッタ	0	1	0	2	3	沖縄島固有亜種
マダラコオロギ	0	1	0	0	1	
オオゲジ	0	3	3	0	6	
オオムカデ属の一種	1	2	2	3	8	
コガネムシ科	0	1	0	0	1	
甲虫目	0	0	0	1	1	
直翅目	0	2	1	0	3	
膜翅目	0	2	1	0	3	
双翅目	0	1	0	1	2	
唇脚目	0	1	2	0	3	
目以下不明	12	12	15	12	51	

マングースの餌動物は多岐にわたっていたが、出現頻度は昆虫類が61.7%と最も高く、ついで爬虫類が27.7%、そして昆虫以外の節足動物門が25.5%であった(表2)。

表2. 各餌品目の出現頻度。

	哺乳類	鳥類	爬虫類	両生類	昆虫類	昆虫以外 の 節足動物	植物
雄 (n=45)	8.9	20.0a	26.7	6.7	66.7	26.7	97.8
雌 (n=49)	10.2	4.08b	28.6	2.0	57.1	24.5	98.0
春 (n=18)	16.7	27.8	27.8	0.0	61.1	5.6	94.4
夏 (n=25)	16.0	0.0	32.0	4.0	60.0	40.0	100.0
秋 (n=29)	3.4	3.4	31.0	3.4	58.6	27.6	96.6
冬 (n=22)	4.5	22.7	18.2	9.1	68.2	22.7	100.0
計 (n=94)	9.6	11.7	27.7	4.3	61.7	25.5	97.9

単位は%。雌雄間に示した異符号間には統計学的に有意な差が見られた ($p < 0.05$)。

餌項目の出現頻度は、1年を通して昆虫類が高い頻度を示したことから、連続分布北端に生息するマングースは昆虫類を主要な餌資源の1つとしていると考えられた。このことは、本種の普遍的な食性の特徴である^{4) 5) 6) 7) 8) 9) 10)}。

爬虫類については、他の地域^{4) 5) 7) 9) 10) 11)}においても、マングースによって高い頻度で捕食されていることから、マングースにとって爬虫類は最も捕食しやすい脊椎動物であるといえる。また季節別でみた爬虫類の出現頻度は、春から秋には、高い頻度で推移したが、冬に減少する傾向が見られた。

鳥類は全体で見ると10%程度の出現頻度であったが、雌雄間でみると、雄のほうが有意に高い出現頻度を示していた。マングースには性的2型があり、雄の体サイズが大きくなることが報告されている¹²⁾。身体の大いなる雄は昆虫類など小さな餌動物を多く捕食することよりも、鳥類のような大きな餌動物を少し捕食することのほうが効率的であると考えられる。また、季節別にみると春と冬にはともに高い頻度であったが、夏には検出されず、秋には10%以下の低い頻度であった。鳥類が冬に多く捕食されることは、奄美大島でも報告されており⁶⁾、冬や初春など気温の低い時期にはマングースの主要な餌資源である昆虫類が減少するのでその代わりに捕食された可能性が考えられるが、今回の分析では冬や春でも昆虫類は高い頻度で捕食されていたので、原因は不明であった。

それらのほかにも、連続分布北端に生息するマングースは、哺乳類および両生類を捕食しており、本来の分布地や、多くの導入地と同様に食性は肉食中心で、広食性であった^{8) 9) 13) 14) 5) 4) 7)}。

爬虫類では、捕食された多くがトカゲ亜目であったこと、および海外でマングースの捕食により減少および絶滅した爬虫類の多くが小型のトカゲ亜目であった^{9) 13) 14)}ことから、小型であるが故に通常目撃されることが少なく、減少の過程を把握しにくいトカゲ亜目については、絶滅するまで影響を受けていることに気づかない事態が発生するかも知れない。外来種による影響については、象徴種ともいえるヤンバルクイナへの影響がクローズアップされがちであるが、今回示したトカゲ類のように、いわゆる“地味な種”が多大な影響を受けていることも強く認識すべきである。これらの種への外来種の影響の確認は言うに及ばず、その基礎的情報である固有種の種ごとの生息数と

生息場所の現状把握は急務である。

c. マングース消化管の寄生虫

調査を行ったマングース 157 個体のうち蠕虫類を検出したのは 12 個体で、蠕虫類の検出率は 7.6%であった。検出した蠕虫類の内訳は、線虫類と条虫類で、吸虫類は検出されなかった。線虫類を検出したのは 6 個体で、検出率は 3.8%であった。条虫類を検出したのは 6 個体で、検出率は 3.8%であった（図 3、4、5、6）。

今回の調査により、沖縄島に生息するマングースは線虫類と条虫類を保有していることが確認された。沖縄県では、吸虫相が極めて貧弱であることが指摘されており¹⁵⁾、また、マングースの直腸糞を用いた虫卵検査^{16) 17)}においても消化管寄生性吸虫卵は確認されていない。さらに今回の調査でも吸虫類が検出されなかったことから、沖縄島のマングースは消化管寄生性の吸虫類を保有していない、あるいは保有していても極稀であると推察される。

今回の調査では、沖縄島のマングースにおける蠕虫類の検出率が7.6%と沖縄県の犬の82.7%¹⁵⁾、猫の69.0%¹⁸⁾に比べ非常に低い値を示した。しかし、西インド諸島におけるマングースの消化管寄生蠕虫類の調査¹⁹⁾では、グレナダで4.9%（n=1,117）、トリニダード・トバコで12.5%（n=80）、プエルトリコで0%（n=210）といずれも低い検出率であった。このことから、マングースは消化管寄生蠕虫類を保有しにくい性質をもっているか、あるいは沖縄島に分布する蠕虫類に対して感受性が低いことが推察される。

沖縄島北部地域で捕獲された個体と中南部地域で捕獲された個体の蠕虫類の検出率に有意な差が無かったことから、沖縄島北部地域と中南部地域におけるマングースの蠕虫類の保有率はほぼ等しいと推察される。このことから沖縄島の北部地域および中南部地域においてマングースからヒト、家畜および野生動物への寄生蠕虫類の感染のリスクは等しいものと思われる。

今回の調査により同定できた2種の条虫については、ヒトと動物に共通して感染する人獣共通感染症の原因となる可能性がある。特に Manson 裂頭条虫はヒトに感染すると Manson 孤虫症を引き起こし、寄生部位によっては視覚障害などの重篤な症状を示すことから公衆衛生上重要な種とされている²⁰⁾。

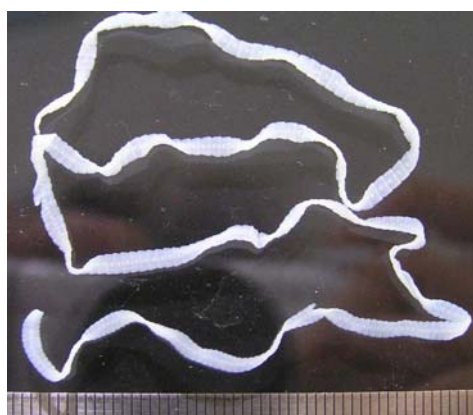


図3

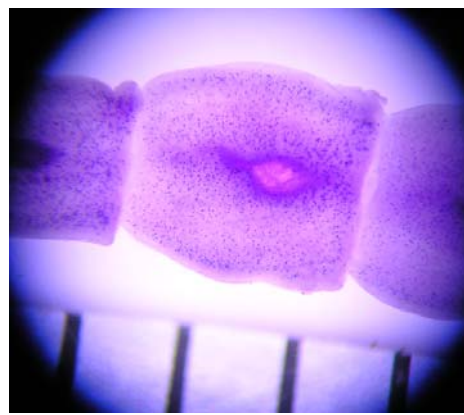


図4

図3. 裂頭条虫 (*Diphyllobothriidae* sp.) 図4. 裂頭条虫 (*Diphyllobothriidae* sp.) の片節 (HE

染色)

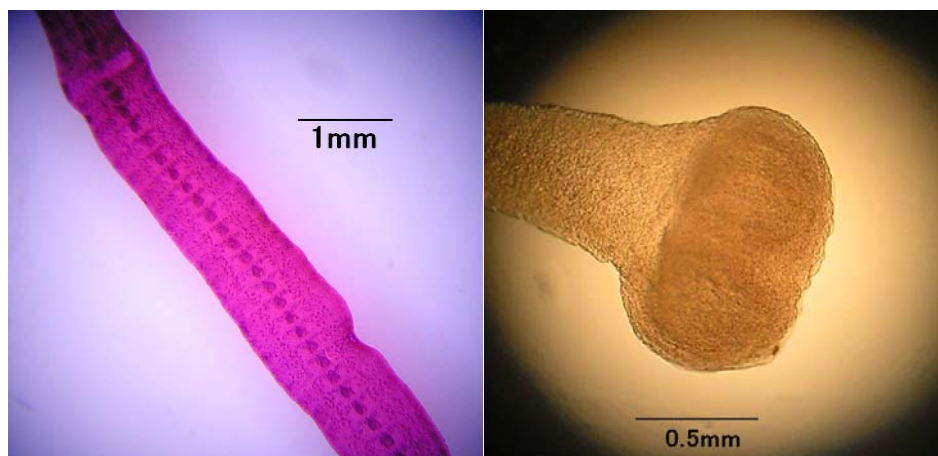


図5

図6

図5. 中擬条虫 (*Mesocestoides* sp.) の頭節 (無染色)

図6. 中擬条虫 (*Mesocestoides* sp.) の片節 (HE染色)

沖縄島のマングースにおける感染症の調査では、レプトスピラ²¹⁾ やサルモネラ²²⁾ の報告があり、さらに今回の調査で裂頭条虫が検出されたことから、家畜、特に家禽へのこれらの感染を防ぐためにマングースの畜舎への侵入を阻止する必要性が公衆衛生学的側面から示唆された。また、沖縄島のマングースにおける糞便中の寄生虫卵の検索^{16) 17)} では、蠕虫卵とともに原虫類の接合子嚢であるオーシストが高率で検出されている。原虫類についても蠕虫類と同様にヒトと動物に共通して感染する人獣共通感染症の原因となるものがあり、組織学的に原虫虫体の有無の確認を行ったところ、3頭のマングースからコクシジウムの *Isospora* sp. のオーシストを検出し、うち2頭から虫体を検出した。この虫体は有性生殖を行う生活環のもので、沖縄島のマングースが *Isospora* sp. の終宿主であることが初めて確認された。 *Isospora* sp. は人獣共通感染症の原因となりうる原虫類で、マングースから人へ感染する可能性も示唆された。現在、沖縄県でのマングース駆除事業は沖縄島北部の塩屋湾と福地ダムを結ぶラインより北で行われているが、駆除が行われていない沖縄島北部および中南部地域でも駆除を行う必要性があると考えられた。

d. 沖縄島に生息するマングースの日本脳炎ウイルス感染環における役割の検討

捕獲マングース、飼育マングースのいずれの血清からもウイルスは分離できなかった。捕獲マングースにおけるJEVに対する中和抗体陽性率はBeijing-1に対し11.3%、Nakayamaに対し28.8%、Oki431Sに対し4.2%、Naha Meat 54 に対し、5.0%であった。飼育マングース1頭でJEV Nakayama に対する中和抗体価に変動が見られた。抗体価に変動が見られたマングースに発熱などの所見は認められなかった。

マングースがJEVに対する中和抗体有すること、定点マングースにおいて中和抗体価の変動が確認されたことから、マングースがJEVに感染することが判明した。しかしながら、ウイルス分離ができなかったことに加え、抗体価が低いことから、マングースのJEVの増幅動物としての役割は低いことが示唆された。

沖縄島において、1992年以前に分離されていた遺伝子型とは異なる新しい遺伝子型のJEVが2002年、2003年に確認されている。このことは、なんらかの機序により、外来性JEVが移入され、分布した事を意味する。現在、厚生労働省はその副反応のため、日本脳炎ワクチンの積極的勧奨を中止している。今後、日本脳炎患者発生の慎重なサーベイランスとともに、外来性JEVの移入経路の特定、増幅機序の解明は、必須であると考ええる。

2) 希少種生息域における残存個体の確認および在来種への影響把握

a. アマミノクロウサギに対する影響評価

マングースが奄美大島（名瀬市）に導入されたのは1979年頃であるが、アマミノクロウサギ（以下、クロウサギという）の主要な生息地の森林に侵入したのは1990年代初期前後と考えられる。マングース侵入後のクロウサギの分布変化やマングース駆除（2000年以降）の効果に関して自動カメラ法と糞粒法で検討した。自動カメラ法（2001-2006年調査）でみると、クロウサギの撮影頻度はマングースの侵入時期の古い高密度地域(A)で低く、マングースの侵入の新しい低密度地域や未侵入地域(B)で高かった。一方、マングースの撮影頻度は、定着年数の長い地域で高く、クロウサギの撮影頻度の高い地域においても低頻度で認められた。糞粒法（2000-2003年調査）においても同様の傾向を示した。今回のクロウサギの糞粒数調査結果をマングース侵入前の1993-1994年の調査結果と比較すると、クロウサギの分布域の東北部、北部、東西部で消失や減少が起き、クロウサギの幼獣糞はマングース侵入後に減少し、特にマングース高密度地域で減少したことが明らかになった。環境省によるこの4年間（2000-2004年）の全島的なマングース駆除事業および特定外来種事業（2005年～）によって、マングースの生息数は全体的には減少してきている。このことを検証するために、引き続きその後も自動カメラ調査を進めた結果、従来のモニタリングサイトで概ねマングースの撮影頻度は低下し、またクロウサギ生息地においても、マングースの発見はほとんど認められなかった（図7）。

調査地	マングース密度	在来種密度	農業活動
A	高い	低い	高い
B	高い	高い	なし
C	低い	高い	なし
D	低い	高い	なし

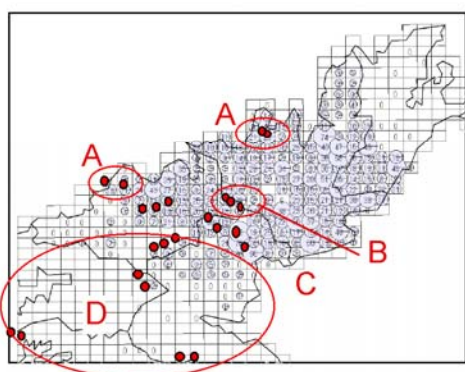


図1. 各調査地の位置 (A~D) と30台の自動カメラの設置場所 (赤丸)。メッシュは1km単位。数値の書いたメッシュはマングースの捕獲割合を表す。

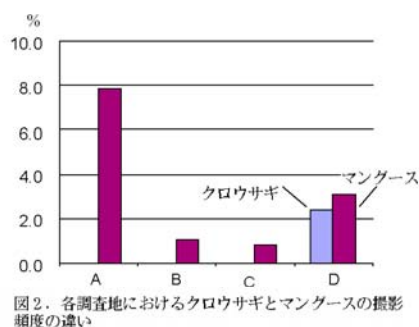


図2. 各調査地におけるクロウサギとマングースの撮影頻度の違い

クロウサギ生息地での 残存マングース

図7. 自動カメラ調査で明らかになったマングースの出現頻度、アマミノクロウサギの生息地で残

存マングースが多くいたが、駆除事業でほとんどいなくなった。

b. 両生類・爬虫類に対する影響評価

2005年10月から2006年9月の1年間に確認されたものは、爬虫類7種134個体、両生類12種3345個体であった(表3)。そのうち、確認個体数の多かった種は、ハナサキガエル (*Rana narina*) 44.9%、リュウキュウカジカガエル (*Buergeria japonica*) 29.6%であった。

表3 大国林道路上で確認された爬虫類・両生類(個体数)

種名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
リュウキュウヤマガメ							1						1
クロイトカゲモドキ				3	8	21	4	4	4	2	1		47
不明ヤモリ科					9	26	5	2	3	1			46
ガラスヒバア		2		1	1	1			1				6
アマミタカチホヘビ		1											1
アカマタ				1	3	2	3	4	1	9	2		25
ヒメハブ		4		2	1					1			8
シリケンイモリ	4	3	2	3	2	1						1	16
イボイモリ	15	11	7	2									35
ヌマガエル				3	3		1		1		1		9
ナミエガエル			1	3	4	2		2					12
ホルストガエル		1	1	4	3	6	3	9					27
イシカワガエル	1	4	1	5	7	2		2					22
ハナサキガエル	116	86	72	88	314	209	216	255	35	43	117	11	1562
リュウキュウアカガエル	47	10	15	10	26	1	2	6	6	4	15	25	167
リュウキュウカジカガエル	26	14	77	190	391	117	116	77	4	2	14	3	1031
シロアゴガエル	1					1	1	2		1	1		7
オキナワアオガエル	45	122	96	39	26	3		3	1	6	2	3	346
ヒメアマガエル	8	7	11	38	17	11	6	5		1	5	2	111
総計	263	265	283	392	815	403	358	371	56	70	158	45	3479

注)2005年10月~2006年9月のデータ

出現状況を大国林道起点(北端)より500mごとに区分して比較したところ、ハナサキガエルは南側およそ7kmの区間(起点より26.5~33.2km; 謝名城林道との分岐以南)にほとんど出現していないことが明らかとなった(図8、9)。

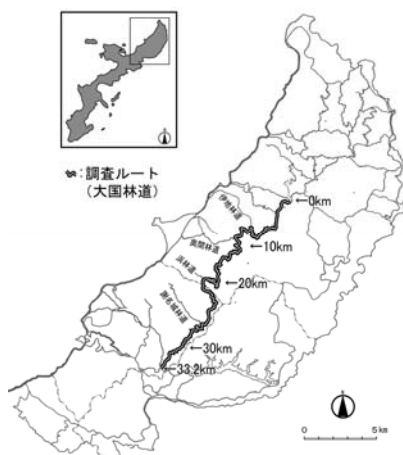


図8(左) 調査実施ルート(大国林道)

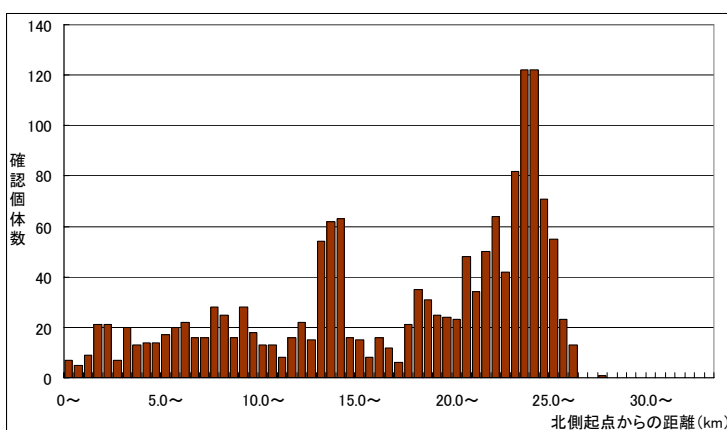


図9(右) ハナサキガエルの区間別出現状況(500m毎出現個体数)

一方、リュウキュウカジカガエルは、およそ路線全域にわたって確認されたが、特にハナサキガ

エルの見られない南側での確認個体数が多かった。また、ヌマガエル (*Fejervarya limnocharis*) やシロアゴガエル (*Polypedates leucomystax*) はそれぞれ、起点より26.5km以南、27.5km以南と南側の地域でのみ確認された。

ハナサキガエルは、南の名護市付近にも生息していたが、分布域の縮小（分布の南限の北上）が指摘されており、その要因としては、産卵場所の劣悪化、マングースによる捕食圧等が挙げられている²³⁾。

マングースは起点より20km付近以南で連続的に捕獲されており²⁴⁾、概して南ほど生息密度が高いと考えられた。ハナサキガエルの分布の偏りは、マングースの影響を受けている可能性があるが、リュウキュウカジカガエルなどは南側でも多く確認されていること、本来、より開けた水田などを好むヌマガエルや外来種であるシロアゴガエルが南側のみで確認されていることを考慮すると、ハナサキガエル産卵環境の変化など、マングース以外の要因が影響していることも考えられた。

今回の調査結果が、マングース侵入とどの程度関係しているかは不明であるが、少なくとも爬虫類・両生類の生息個体数が減少した地域においてはマングースによる影響も無視できないと考えられる。今後のマングース捕獲事業の進展とともにハナサキガエル等の爬虫類・両生類の分布状況がどのように変化するかについて、継続してモニタリングする必要がある。

c. ヤンバルクイナに対する影響評価

自動撮影装置設置地点を図10に示した。



図10 自動撮影装置設置地点

2006年2月から2007年1月までの1年間に、のべ4209枚の撮影結果が得られた。そのなかで、動物（昆虫等を含む）が撮影されたものはのべ1946枚であった。アカヒゲ（のべ855枚）、ヤンバルクイナ（のべ350枚）、クマネズミ (*Rattus rattus*)（のべ40枚）は12地点中12地点で、マングースは2地点（のべ2枚）で撮影された。

これらのうち、自動撮影装置のバッテリー切れ、フィルム切れ等のあった日を除外し、24時間撮影可能であった日（以下、有効撮影日とする）のみを抽出して比較したところ、動物種別撮影状況

は、表4のようになった。

表4 動物種別地点別撮影頻度（10日あたり）

地点名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	総計
ヤンバルクイナ	0.14	0.67	1.08	0.66	4.56	0.51	0.36	1.58	0.43	0.06	0.60	0.38	0.86
アカヒゲ	1.37	0.63	2.71	0.54	3.65	0.24	2.57	4.98	4.69	0.52	3.11	1.40	2.14
ノグチゲラ							0.15	0.03	0.04	0.03		0.11	0.03
ハシブトガラス	0.79	0.04	0.10	0.24		0.03			0.04	0.03	0.09	0.03	0.11
シロハラ	0.83	1.41	1.11	0.27	2.13	0.21	0.39	0.56	0.74	0.06	0.33	0.25	0.64
リュウキュウイノシシ	0.07	0.22			0.04	0.03	0.15	0.06	0.08	0.09	0.30	0.19	0.10
マンゲース										0.03	0.03		0.01
クマネズミ	0.11	0.04	0.10	0.06	0.04	0.03	0.18	0.15	0.04	0.06	0.09	0.08	0.08
ネコ			0.07										0.01
その他動物	1.12	0.37	0.59	0.30	0.49	0.36	0.21	0.53	0.54	0.17	0.69	0.85	0.51
節足動物	0.65	0.41	0.20	0.09	0.11	0.03		0.12	0.04	1.15			0.23
合計	5.07	3.78	5.95	2.17	11.03	1.43	4.00	8.02	6.63	2.18	5.24	3.29	4.72

注)2006年2月～2007年1月の有効日データ

撮影頻度の高かった種の1つであるヤンバルクイナについて、月別に地点別あるいは時間帯別撮影頻度を比較したところ(表5、6)、繁殖期初期といえる3月～5月にかけて撮影地点数が減少しているのが注目され、県道2号線周辺において西端および東端地域では繁殖が行われていない可能性も考えられた。

表5 ヤンバルクイナの月別・地点別撮影頻度（10日あたり）

月	地点名												総計	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
2006年2月					2.7			2.9	0.4					0.5
2006年3月			0.4	1.4	5.2		0.4	2.3						0.9
2006年4月			1.3	8.2	8.0		0.3	2.7	0.3					1.4
2006年5月					0.9		0.6	1.0	0.3					0.2
2006年6月	0.3	0.6		0.7	10.0	1.0	1.7	0.5	0.4			0.3		0.7
2006年7月		1.3	6.7		2.6	1.0	0.6	2.4			5.6			1.7
2006年8月		3.8	1.1	0.3	7.1	0.6	0.3	3.5	1.6	0.3	0.3	2.6		1.9
2006年9月			1.5		8.8	1.0		1.5		0.4	1.2	1.3		1.5
2006年10月	1.0		0.5		4.3	0.4		0.4	-		0.4	0.3		0.5
2006年11月		0.6	1.0	0.3	1.2			0.3	0.7					0.3
2006年12月		1.0			5.3			0.7	0.5					0.4
2007年1月		0.4	0.6		0.9	1.9		0.4						0.3
総計	0.1	0.7	1.1	0.7	4.6	0.5	0.4	1.6	0.4	0.1	0.6	0.4		0.9

注)I地点10月は有効撮影日が0日のため、-とした。

表6 ヤンバルクイナの月別・時間帯別撮影頻度（10日あたり）

月	撮影時間帯(時台)																							総計	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23
2006年2月							0.0	0.1	0.1		0.1	0.0	0.1					0.1	0.0						0.5
2006年3月							0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1			0.0						0.9
2006年4月						0.1	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0					1.4
2006年5月								0.1			0.0	0.0			0.0	0.0	0.0								0.2
2006年6月						0.1	0.2				0.2			0.0	0.1			0.0	0.0						0.7
2006年7月					0.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0					1.7
2006年8月					0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0				1.9
2006年9月						0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1						1.5
2006年10月						0.0	0.1		0.1	0.1		0.0	0.0						0.1						0.5
2006年11月							0.1	0.0	0.1	0.0		0.0						0.0	0.0						0.3
2006年12月						0.0	0.1	0.1			0.1					0.0			0.1						0.4
2007年1月							0.1	0.0	0.0							0.1	0.0	0.1							0.3
総計						0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0					0.9

マンガース、ネコについては、撮影枚数が少なかったものの、マンガースでは東側、米海兵隊北部訓練場付近において、ネコでは西側、与那集落付近において撮影された。環境省および沖縄県によるマンガース捕獲事業は、やんばる地域全体を対象としているが、北部訓練場への立ち入りは、許可制となっており、自由なワナ配置が行えない。やんばる地域におけるマンガース完全排除を考えた際、北部訓練場周辺での捕獲が課題と考えられている。また、近年、マンガース捕獲事業の一環で捕獲されるネコは、主に集落周辺において捕獲されている。マンガース、ネコの撮影地点はこれらの状況を反映したものと考えられ、改めて、北部訓練場周辺（マンガース）、集落周辺（ネコ）での対策の重要性が示唆された。

外来生物法に基づく環境省や沖縄県によるマンガース捕獲事業では、2号線周辺においてこれまで数個体のマンガースが捕獲されている。沖縄島におけるマンガースの連続分布域の北限は、現時点では県道2号線より南であると考えられるが、今後のマンガース生息数の変化によっては2号線周辺においてマンガースが撮影される地点、頻度に変化が表れる可能性がある。ヤンバルクイナは月（季節）によっては撮影されない地点があることが示唆されたが、マンガースやネコの侵入と関係していることも考えられ、今後の変化が注目される。

自動撮影装置を利用した撮影は、装置を設置する位置、植生等環境の違いによるばらつきが大きい。同一地点において長期間設置することにより、撮影状況（地点数、頻度）の比較が可能と考えられる。

②マンガースの有効防除手法の開発

1) 駆除シナリオのための数理モデル

個体群予測では、リターサイズ：2.67、繁殖回数：年2回、メスの繁殖率：1.00、幼獣の生存率：0.55、亜成獣の生存率：0.65、成獣の生存率0.7としたところ、年増加率（ λ ）が1.396以下であれば、すでに根絶されていること、 λ が1.415以上であれば現在の個体数は2万頭を超え、これまでの捕獲レベルでは駆除効果がほとんどないこと、これまでの捕獲レベル（かさらに上乘せ程度）で根絶可能性があるのは λ が1.402～1.406のきわめて狭い範囲に限られることが明らかになった（図11）。石井²⁵⁾は捕獲数データから奄美大島の増加率を1.40と見積もっているが、年齢構成を考慮した今回のモデルでもほぼ同様の結論が得られた。また、自然研による現在の推定個体数（約1800頭）から判断すると、増加率は1.402程度と推定される。もちろん決定論モデルによる試算であるので、

どの程度現実的かどうかは不明であるが、状況はきわめて微妙な段階にあり、マンガースの根絶にはより迅速、かつ大規模で集中的な捕獲努力が期待される。

さらに、マンガースの根絶のための捕獲努力量の算定を行った。既存の繁殖成績と上記の増加数を元に、生息数2000頭に対して年間15万～21万ワナ日、3000頭に対して17万～24万ワナ日および4000頭に対して18～24万ワナ日を設定した。いずれも駆除2年目や4年目に生息数はそれぞれ半減するが、駆除10年目でも生息数は少数とはなるがゼロに達しないことが明らかになった。根絶事業の目標として、このような超低密度の生息段階における根絶方策の早急な確立が必要である。一方、ここ数年の捕獲努力量は22万ワナ日（2004年度）、53万ワナ日（2005年度）及び100万ワナ日（2006年度）に増加している。しかし、捕獲数（毎年2000頭台）が相当あることから見ると、生息数の減少がモデルどおりになっていない理由として、モデル自体や個体群パラメータが未確定な部分があることや生息数の推定法に問題がある可能性が考えられる。さらに、捕獲努力がマンガースの生息範囲で一斉に一定の強度でかけられているわけではなく、地域的ばらつきがあるために、マンガース密度の高い部分と低い部分が存在し、このことによって生息数回復が地域的に起きていることも考えられる。

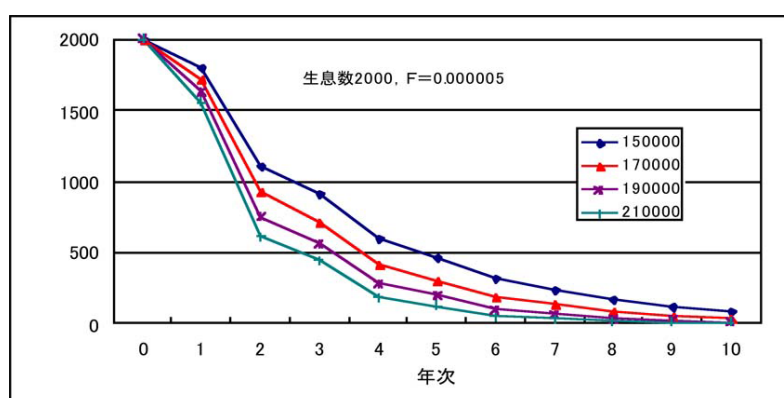


図11. 捕獲努力量とマンガース個体群密度の推移シミュレーション。

2) 分布拡大防止策の開発

物理的バリアとなるフェンスの形状を検討した。返しなしフェンス（A）（高さ100 cm、横棒が40 cmの高さに入っている）では、横棒がマンガースの足場となり脱出し、また縦棒のみではマンガースがフェンスを押し広げて脱出したため不適であった。返しつきフェンス（B）の90°返しつき柵（地上高110cm、返し幅50cm＋垂れ20cm）では脱出する個体はいなかったが、30°返しつき柵（地上高110cm、返し幅20cm＋垂れなし）では、脱出する個体があり、実用化には不適と考えられた。板つき柵（C柵）（地上高120cm、トタン板は柵の90～120cmを覆う）では、柵の地上高が100cm以下ではジャンプまたは柵と板をマンガースが駆け登ることによる脱出を阻止できなかったが、地上高を120cmにすることによって、マンガースの移動をほぼ阻止できることが明らかになった。本年度は、さらにマンガースとノネコの両種の侵入防止柵を検討した。実験ではマンガースおよびネコ各8頭を1頭ずつ試作フェンス内に2時間放して、フェンス内の行動観察と脱出の有無の確認を3タイプのフェンスについて実施した。その結果、マンガースでは、フェンス沿いを移動する、フェンス



図12. 沖縄ヤンバルに設置された平板付きフェンス

を登る、フェンスに噛みつくなどの行動が、ネコでは一箇所でじっとしているという行動が、両種を比較した場合に特徴的であった。マンガースもノネコも行動に雌雄差はなかった。試作フェンス3号では、すべてのマンガースおよびノネコが脱出できず、フェンスの「高さ」、フェンス上部1/3の部分の「定位しづらい金網形態」およびフェンス最上部に設置した「返し」が脱出を防止できた要因となる構造と考えられた。

上記検討により開発されたフェンスは、2007年1月より地元自治体の事業として沖縄S Fラインに設置が開始された（図12）。

3) 有効な駆除手法の開発

a. 捕獲結果

2週間の捕獲を行った結果、Ghnのグリッドで28頭のマンガースが捕獲され、周辺の林道ルートでは76頭のマンガースが捕獲された（表7）。その他の地域については、Garのグリッドで3頭のマンガースが、Gtmの林道ルートで1頭のマンガースが捕獲された。Gyoではマンガースの捕獲がなかった。Garの結果から、従来の林道ルート、林内ルートのみでの捕獲だけでは、マンガースを捕獲しきれていないことが示された一方、Gtmのように全ての林内にマンガースが生息しているわけではない可能性が示された。

Ghnの林道ルートとグリッドの捕獲結果を比較したところ、グリッド状にワナを配置した方が短時間でマンガースを捕獲することができると考えられた（図13）。ワナを50m×200mの間隔でグリッド配置し、マンガースを捕獲する場合、8日間以上ワナを設置する必要があると考えられた。一方、林道ルートにおいてマンガースを捕獲する場合、2週間で有効ワナ面積内の90%以上のマンガースが捕獲することができたが、有効ワナ面積内のマンガースを捕獲し尽くすためのワナ設置期間は2週以上であると推測された。

表7 Ghn の捕獲結果

	林道ルート	林内ルート	グリッド
ワナ設置数 (個)	50	-	211
有効ワナ面積 (km ²)	1.60	-	1.56
ワナ密度 (個/km ²)	31	-	135
のべワナ日数 (ワナ数×設置日数)	600	-	2532
捕獲数 (頭)	76	-	28
捕獲効率 (頭/ワナ日×100)	12.67	-	1.10
備考	設置地点は 既設の地点		設置地点は 新たに開拓した

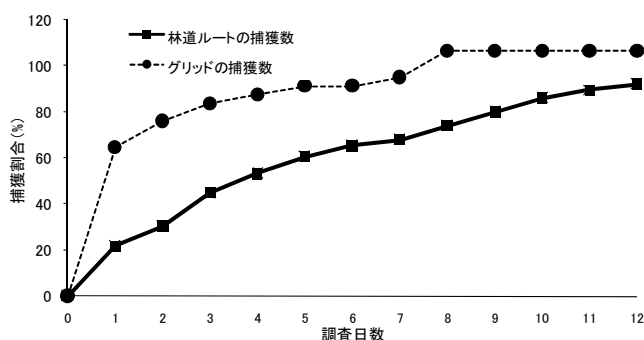


図13 グリッドおよび林道ルートの捕獲割合の推移

b. 個体数の推定

除去法を用いてワナの効果が有効であると考えられる範囲（有効ワナ面積）内におけるマングースの生息個体数を推定したところ、グリッドで19.9頭/km²、林道ルートでは68.2頭/km²と、大きく異なる結果となった（図14、図15）。有効ワナ面積の設定、ワナ配置手法の違いによる個体数推定結果の違いには、今後のマングース防除方針決定にあたり、注意を要する。

奄美大島のマングースの高密度生息地域における生息密度は26頭/km²であり⁶⁾、Ghnの19.2頭/km²にやや近い値を示している。Ghnはこれまで1度も、マングースの捕獲をしていない地域であることから、沖縄島北部地域および奄美大島における、本種の環境収容量に近い値と推測される。

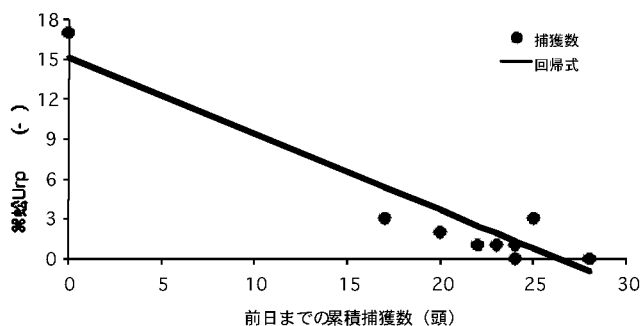


図14 グリッドの個体数推定

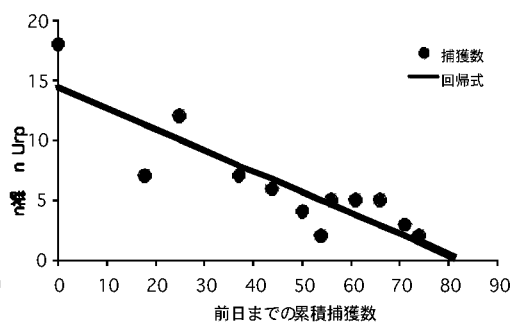


図15 林道ルートの個体数の推定

c. 作業数量

Ghnの14日間のグリッド捕獲の作業に要した数量は、グリッド準備：48.9人日、ワナの搬入：22.4人日、見回り作業：81.6人日、ワナの回収：17.5人日の合計170.4人日であった。グリッドでの作業数量は植生、地形等の環境に大きく左右され、環境も考慮して捕獲方法を選択する必要があると考えられた。

グリッドの人工は、Ghnおよびその他の3つのグリッドの平均値を算出し、また、林道ルートおよび林内ルートの人工はこれまでの防除事業の概算値から算出し、有効ワナ面積1km²あたりの作業数量の比較を行った（表8）。2週間の捕獲を行うとした場合、林道ルートで合計14.8人日、林内ルートで合計51.3人日、グリッドでは合計94.8人日と、林道ルートの作業数量が最も少なく、林内ルートはグリッドの半分程度の作業数量であった。グリッドにおけるワナ設置数は林内ルートの約2倍であることから、ワナ1個を設置するのに要する作業数量はグリッド、林内ルートとも大差はない。

グリッドは短期間で面的にマングースを排除できるが作業数量を要する。林道ルートは周囲のマングースを2週間で90%捕獲することができ、作業数量が少なく作業効率が良いことから、マングースの一定以上の生息密度の地域において、林道ルートでの捕獲は有効であると考えられた。また、生息密度の低い地域では、林内ルートやグリッドによる捕獲を生息密度や作業の環境に応じて捕獲方法を決定していく必要があると考えられた。

西インド諸島にあるFajou島は、2ヶ月間のワナによる捕獲のみで、マングースの根絶に成功している²⁶⁾。ワナは約115haの島全域に30m×60m間隔で配置しており、本試験のグリッドのワナの設置密度の約3.5倍である。しかし、やんばる地域全体においてこれほど高密度にワナを配置することは難しく、今後は、マングースの生息密度、作業地域の環境および作業数量から捕獲方法を選択し、効率的に防除を行う必要性がある。

表8 捕獲方法ごとの有効ワナ面積1 km²あたりに要する作業数量

	林道ルート	林内ルート	グリッド
設置方法	林道沿い100m間隔 ライン状に設置	林内50m間隔 ライン状に設置	林内に50m間隔 ライン状に設置し、ライン を200mずつ離して数本配置
有効ワナ面積 (km ²)	1.02	1.01	1.00
設置地点数 (個)	42	82	166.5
地点開拓に	0.4	4.5	26.3
要する人工 (人×日)		(2.5-6.5)	
ワナの設置に	1.6	7.3	11.4
要する人工 (人×日)		(6.5-8.0)	
14日間の見回りに	11.2	32.2	47.7
要する人工 (人×日)			
ワナの回収に	1.6	7.3	9.4
要する人工 (人×日)		(6.5-8.0)	
合計人工 (人×日)	14.8	51.3	94.8
		(47.8-54.8)	

d. マングース捕獲結果を用いた今後の捕獲方針検討

2000年10月から2006年3月に捕獲されたジャワマングースは4081頭（雄2274頭、雌1807頭）であった。各地区による捕獲数の内訳はA地区1513頭（雄775頭、雌738頭）、B地区2532頭（雄1476頭、雌1056頭）、C地区36頭（雄23頭、雌13頭）であった。地区ごとの捕獲効率（表9）は、いずれの年度ともA地区で最も高く、C地区では最も低い値であった。

A地区

A地区は、対策のコア地域であるやんばる地域の南で、塩屋湾と福地ダムを結ぶライン（通称：SFライン）に隣接し、やんばる地域へのマングースの侵入を防ぐための緩衝地区として位置付けられている。SFラインは沖縄島の地峡部であり、ここが陸生動物の分散には負の要因、マングース対策を行う上では地形的に有利な要因となっている。

A地区のようにマングースが高密度で生息すると推察されている地区、あるいはそれ以南が高密度域である地区では、捕獲を休止すると他地域からマングースが侵入することが考えられ、現状の事業規模では難しいことは理解できるが、あえて言えば、継続的な捕獲が望まれる。SFラインには2006年度にマングース侵入防止柵が設置された。事業規模を踏まえ、やんばる地域内の捕獲を優先させながら、原資に余力がある範囲で緩衝地区での捕獲を実施できれば最善である。

B地区

道路沿いワナライン

B地区では2000年10月に捕獲が開始され、B1、B3およびB4ラインではほぼ継続して捕獲が行われた。B1ラインは侵入防止柵にほぼ沿うラインで、柵の南北にワナが設置されている。柵の北側に位置するB1ラインの捕獲結果の推移は、捕獲事業がこれまで通りの規模と位置で実施されれば、柵の評価の一指標となり、注視が必要である。

Bzラインは福地ダムとSTラインに挟まれた地域に位置する。間欠的に捕獲が行われ、捕獲を行えばB地区で最も捕獲効率が高いB1ラインに近い捕獲効率を示した。A地区の各ラインと同様に、SFライン以南の緩衝地区として位置付けられるワナラインであり、捕獲努力量の投入の優先順位はB地区に比べて低いと考える。Bzラインの北に位置する福地ダムでは、渇水期に干上がったダム東端の湖底面をマングースが横断することを危惧する意見もあることから、渇水期の湖底の状況把握が必要である。

捕獲事業が開始されたあとも、捕獲効率の推移からみれば、マングースの分散は続いている。2000年度から2004年度の推移をみると、B1ラインおよびB3ラインに続いて、SFラインに接して西海岸ではB4ラインが、東海岸ではB2ラインが、島の中央部ではB6ラインが、やんばる地域における捕獲効率の比較的高い地域へと変化し、B地区では最北のB5ラインが低密度であることが把握された。

林内ワナライン

B地区では、2005年度には、B3ライン、B4ライン、B6ライン捕獲効率は低下した。原因のひとつとして考えられることは、2004年度および2005年度に、各道路沿いワナライン付近で実施された林内ワナラインにおける捕獲である。

これらの林内ワナラインにおける捕獲効率²⁴⁾は隣接する林内ワナラインの捕獲効率（表9）を上回っており、まとまった捕獲努力量を投入すれば道路沿いワナライン以上の捕獲効率を林内ワナラインで得ることができ、結果として林内ワナラインに隣接する道路沿いワナラインの捕獲効率が下がる程度にまでマングースを捕獲できることを示唆している。

道路沿いワナラインでの捕獲は、密度の高くなった林内ワナラインからの分散個体を拾う程度に捕獲しているようにも思える。道路沿いワナラインにおける捕獲のみでは、捕獲効率は低値を維持することは2000年度から2004年度の捕獲結果（表9）からも明らかで、林内ワナラインへのまとまった捕獲努力量の投入が望まれる。

沖縄島におけるマングースの平均行動圏面積はグリッド算出法によれば4.46haで、これを円と仮定すると半径は119mである²⁷⁾。この数値は名護市および中南部のワナ・ライン調査によって得られたもので、やんばる地域とは異なる高密度地域でのテレメトリー調査によるものである。やんばる地域のように常時捕獲圧がかかっている低密度地域の行動圏は、これ以上かもしれないが、道路沿いワナラインの捕獲効率が低値であっても行動圏直径以上の距離を隔てた林内には比較的密度の高い個体群が存在している可能性は充分にあり、できる限りワナラインの及ばない地域をなくす捕獲努力が必要である。

とはいえ、道路沿いワナラインと林内ワナラインの双方に十分な捕獲努力量を投入することは限られた事業原資の中では不可能である。道路沿いワナラインと林内ワナラインのどちらに捕獲努力量を投入するのか？

林内ワナラインで捕獲が行われていない高密度の道路沿いワナライン（A地区各ラインおよびBzライン）では、1カ月以上の捕獲休止期間があれば、捕獲効率が上昇するが、A地区各ラインおよびBzラインは緩衝地区であり、あえて林内ワナラインを開設する必要はなく、余力があるときにA1ライン、Bzライン、A2ライン、A3ラインの順の優先度で、これら道路沿いワナラインに捕獲努力量を投入すればよいと考える。現実的には、標的地区であるBおよびC地区でさえ、道路沿いワナラインの捕獲のみでは分散を抑制できず、林内へのワナの展開が期待されていることから、緩衝地区に充当する捕獲努力量は無いものと考えられる。緩衝地区への最低限の原資投入として、2006年度に設置されたSFラインのマングース侵入防止柵の維持に努めるべきである。

C地区

C地区はマングースの連続分布域の北側にあたる、やんばる地域の北半分を占める地域である。2004年度以降、地区全体では捕獲効率が増加した。

2004年度以降に捕獲があったC8、C9およびC10ラインは県道2号線の南に位置する。現在はマングースの分散を止める捕獲技術はない。従って、県道2号線以北をマングースの超低密度地域と位置付け、SFラインにおけるマングース侵入防止柵のような強固な構造物でなくとも、ワナの高密度ラインあるいはソフトネットを利用した誘導ワナ等を設置し、2号線以北に以南からマングースが侵入しない方策を速やかに講じ、以北の林内および道路沿いワナラインにおける完全排除を高い優先度で進めるべきである。

林内ワナラインで捕獲が行われていない超低密度のワナライン（C地区）では、数ヶ月の休止期間があっても捕獲効率は上昇しない。道路沿いワナラインの捕獲効率が低値を維持していることから、試験的に林内ワナラインにかなりの捕獲努力量を投入し、まずC地区の林内の生息（捕獲）状況を把握することが必要ではなかろうか。

表9 各地区、各ラインにおける捕獲効率

年度	A地区			
	A1	A2	A3	計
2000年度	—	—	—	—
2001年度	—	—	—	—
2002年度	2.91	1.87	3.45	2.68
2003年度	0.98	0.96	1.43	1.07
2004年度	0.81	2.06	3.96	1.18
2005年度	0.79	0.00	5.75	2.74

年度	B地区								
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	Btm	Bz	計
2000年度	1.41	0.02	0.68	0.29	0.01	0.00	—	—	0.60
2001年度	0.62	0.01	0.39	0.23	0.00	0.11	—	—	0.35
2002年度	0.71	0.03	0.42	0.38	0.03	0.12	—	0.38	0.40
2003年度	0.56	0.19	0.51	0.73	0.03	0.25	1.53	0.92	0.46
2004年度	0.44	0.17	0.42	1.16	0.06	0.32	0.51	0.82	0.37
2005年度	0.65	0.21	0.23	0.12	0.05	0.19	0.29	0.26	0.26

年度	C地区										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	計
2000年度	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.008
2001年度	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.002
2002年度	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.005
2003年度	0.00	0.00	0.00	0.00	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
2004年度	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	0.06	0.00	0.017
2005年度	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.02	0.03	0.028

—：ワナの設置なし

③沖縄・奄美地方における地域住民の意識調査および普及啓発

1) 沖縄・奄美地方における外来生物種に対する住民意識調査および逸脱・遺棄の実態調査

表10. 奄美大島、アンケート内訳表

配布先	回収枚数	回収率	配布枚数
一般	3,391	32.58	10,407
行政	1,190	81.67	1,457
教育	919	65.27	1,408
生徒	4,157	72.66	5,721
合計	9,657	50.85	18,993

奄美大島におけるアンケートの配布総数は、18,993件、回収総数は、9,657件であり、回収率は、50.85%である。総人口、71,851名に対して、26.43%に対してアンケートを行ったことになる。（表10）

回収枚数は、一般や生徒が多く、回収率は、行政が最も高く、生徒、教育、一般の順となっている。主な内訳は、表10の通りである。

一般住民のアンケート主な結果は、

- 1) 79%の人が外来種という言葉を知っていた。
- 2) 固有種の認識は、アマミノクロウサギ、アカヒゲ、ルリカケス、ハブについては、81%から

- 85%の高い回答率を得たが、一方、モクマオウ、アフリカマイマイ、ヤンバルトサカヤスデなどの外来種を固有種と認識している方が12%から20%の割合で回答していた。
- 3) 83%の人が、外来種によって、アマミノクロウサギ・ルリカケスなどの固有種が絶滅することは問題であると思っていた。
 - 4) 南西諸島では、ノネコが固有種に深刻な影響を与えているが、75%の方が山や集落から離れた県道などでネコを見たことがあると答えた。
 - 5) 86%の人が、マングースが問題であると答えた。
 - 6) 70%の人がマングースはハブの根絶（対策）に効果がないと回答した。
 - 7) ハブを根絶するための対策として、マングース以外に、どのような方法があるか、については、捕獲76.4%、毒殺12.6%の回答の他に「マングース以外の天敵を放す」が8.7%いた。
 - 8) 71%の人が、外来種がいなくなって欲しいと思っていた。
 - 9) 82%の方が、外来種駆除は、国や行政がお金を出してでもやるべきと、回答した。
 - 10) 外来種を駆除すると、61.5%が、生態系が守られると答え、54.5%が、農業被害が減ると答え、24%が、生活が楽になると答えた。
 - 11) 外来種の駆除について寄付する額を聞いたところ、100円が22%、1000円が46%、1万円が4%であった。
 - 12) 71%の人が、外来種駆除が子供達の将来のためになると答えた。

一般に対するアンケートの結果から、多くの住民が外来種についての問題意識は高く、対策は、国や自治体が行うべきと考えている一方、1000円程度の寄付をしても良いと考えていることから、十分な普及啓発を行いつつ地域住民と行政が一体となって防除事業に、協力することが最も有効な方策であることが推察される。今後の教育普及や駆除事業を推進するうえで興味深い結果が得られた。

<小・中・高の生徒に対する意識診断の結果>

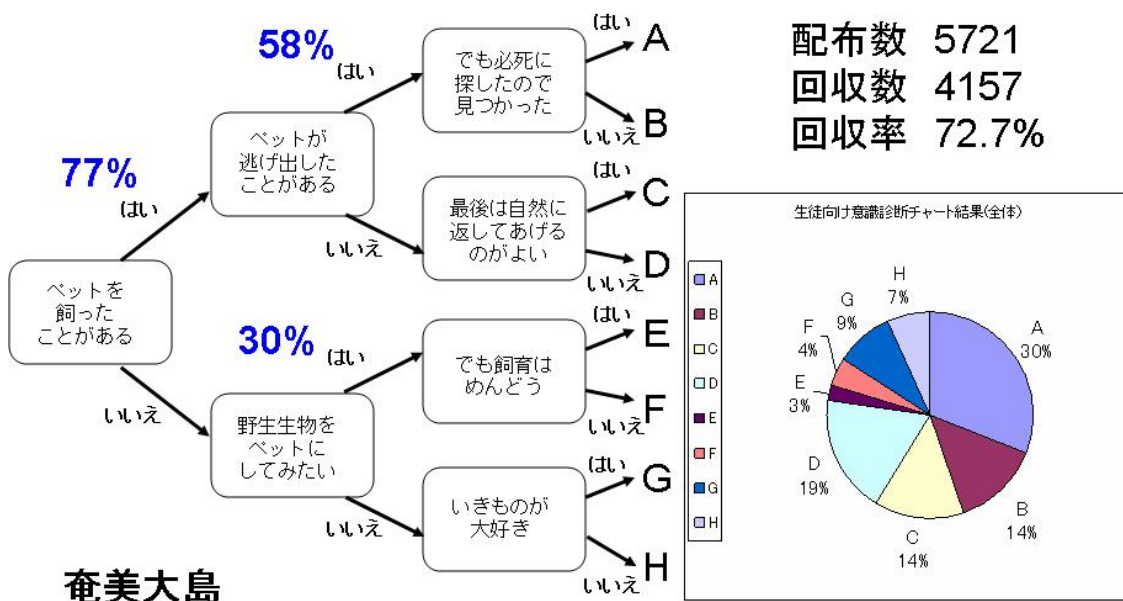


図16. 奄美大島における小・中・高の生徒に対する意識診断の結果

77%の生徒がペットを飼ったことがあると答え、その中でペットを逃がしたことがあると言う生徒が58%であった。また、ペットを飼ったことがないが野生生物をペットにしてみたいと答えた生徒は、わずか30%であった。

逃げたペットが見つからなかったが14%、最後は自然にもどしてあげる方が良いと言う回答が14%であった。

表11. 沖縄島、アンケート内訳表

	回収枚数	回収率	送付枚数
一般	2,649	31.16%	8,500
行政	1,693	45.46%	3,724
教育	585	50.43%	1,160
生徒	5,959	67.58%	8,818
合計	10,886	49.03%	22,202

沖縄本島におけるアンケートの回答数等は、対象地域の人口68,685名(2006年2月現在。那覇市を除く)の内、12,214名(17.78%)に対してアンケート調査を行い、4,641名(回収率、38%)の回答を得た。回収率は、予想を上回り、49%である。主な内訳は、表11の通りである。

各回収枚数は、教育や生徒が多く、回収率は、生徒が最も高く、教育、行政、一般の順となっている。主な内訳は、表11の通りである。

集計結果で全体を見ると、島民の外来種の問題認識は比較的高く在来種(生態系)の保護の必要性の認識も高かった。しかし、在来種と外来種の種名混同が多くあることや、外来種対策の協力経験が非常に低いことなどが明らかになってきた。また、学校における外来種問題の指導については、約60%が指導しておらず、また、74%が外来種問題に関するカリキュラムがないと答えている。児童・生徒に外来種がいなくなりたいかという問いに対して49%が分からないと答えている。今後の普及・教育や駆除事業を推進するうえで興味深い結果が得られた。

<共通項目>

1. 85%の人が外来種という言葉を知っていた。
2. 固有種の認識では、ヤンバルクイナ、リュウキュウイノシシ、ノグチゲラ、ハブについては、82%から93%の高い回答率を得たが、固有種であるケナガネズミについては、20%の回答率であった。一方、外来種であるヤンバルトサカヤスデについては、58%の人が固有種と認識していた。
3. 88%の人が外来種によって、ヤンバルクイナやキノボリトカゲなどの固有種が絶滅することは、問題であると答えた。
4. 南西諸島では、ノネコが固有種に深刻な影響を与えているが、62%の人が山や集落から離れた県道などでネコを見たことがあると答えた。
5. 80%の人が、マングースが問題になっていると答えた。

6. 51%の人が、マングースはハブの根絶（対策）に効果がないと回答した。
7. ハブを根絶するための対策として、マングース以外に、どのような方法があるか、については、捕獲59%、毒殺8%の回答の他に「マングース以外の天敵を放す」が4%いた。
8. 46%の人が、外来種がいなくなると欲しいと思っていた。反面25%の人が、仕方がないと回答した。
9. 89%の人が外来種の駆除事業に協力したことがないと答えた。
10. 46%の方が、外来種駆除は、国や行政がお金を出してでもやるべきと、回答した。
11. 外来種を駆除すると、53%が、生態系が守られると答え、28%が、農業被害が減ると答え、6%が、生活が楽になると答えた。
12. 外来種の駆除について寄付する額を聞いたところ、100円が32%、1000円が44%、1万円が4%であった。
13. 58%の人が、外来種駆除が子供達の将来のためになると答えたが、32%の人は分からないと回答した。

地域住民に対するアンケートの結果から、88%の住民が外来種によって固有種が絶滅することは問題であると意識している。

<個別質問項目>

1. 地域住民に対する個別項目としてどのような生き物を飼育しているか聞いたところ、上位5種の結果は、イヌが最も多く652件、ネコが190件、キンギョ124件、カメ31件、ウサギ24件、ネッタイギョ20件であった。また、入手経路は、知人からもらったが最も多く、559件、ペットショップで購入したが291件、野外で採集、または取得したが192件であった。その生き物が飼育できなかった場合の対応は、知り合いに譲るが607件と最も多かった。次に、その他283件、野外に放す、は64件であった。
2. 外来種対策については、国や自治体が行うべきか聞いたところ46%がやるべき、と答え、40%が分からないと答えた。
3. 外来種駆除についてどの程度寄付をするか聞いたところ、0円が10%、100円が32%、1000円が44%の回答であった。

<地域住民の結果と行政・教育との比較と特色>

地域住民のアンケート結果と行政・教育との比較をした場合、全般的に10%前後回答率で行政・教育の方が高いことが分かった。地域住民よりは、行政職員や教職員の意識が高いことが明らかになった。

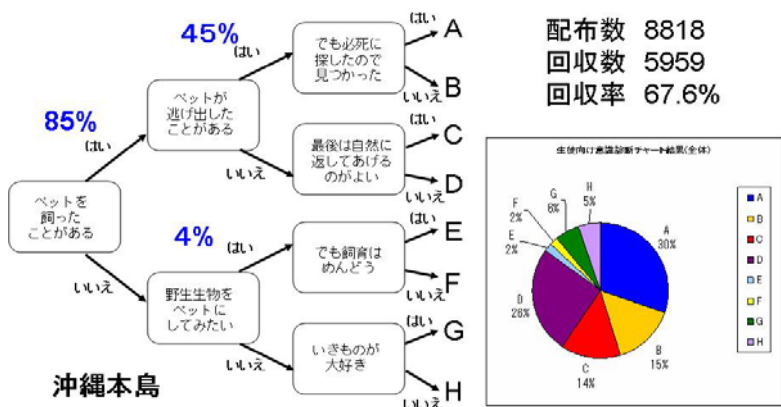


図17. 沖縄本島における小・中・高の生徒に対する意識診断の結果

＜小・中・高の生徒に対する意識診断の結果＞

85%の生徒がペットを飼ったことがあると答え、その中でペットを逃がしたことがあると言う生徒が45%であった。また、ペットを飼ったことがないが野生生物をペットにしてみたいと答えた生徒は、わずか4%であった。

逃げたペットが見つからなかったが15%、最後は自然にもどしてあげる方が良いと言う回答が14%であった。

沖縄全体を見た、アンケート結果から、外来種に関する問題意識は、ある程度高いものの行政担当の意識が低いことが分かった。また、学校教育の現場では、外来種問題に関する指導もカリキュラムも乏しい。外来種対策や普及啓発は、国や自治体が行うべきと考えている一方、寄付等資金的な援助として5割の人が1000円程度の寄付をしても良いと考えていることから、十分な普及啓発を行いつつ地域住民と行政が一体となって防除事業に、協力することが最も有効な方策であることが推察される。今後の教育普及や駆除事業を推進するうえで興味深い結果が得られた。

2) 普及・啓発教材の開発とモデル授業の実施

住民意識調査の結果から、外来種に関する問題意識は両島で高く、外来種対策や普及啓発は国や自治体によって十分な予算の確保のもとに行うべきと高く期待されている一方、学校教育の現場での外来種問題に関する指導やカリキュラムに乏しいことが明らかにされた。

「ピンチくん」の開発

この結果を受けて、モデル授業を行う為に、教材開発では、1) 誰でも手軽に遊べて学習できる、2) 在来種と外来種の関連性が理解できる、3) 多様な遊び方を展開できることなどを重視した。

教材を開発するに当たり、既存の教材を探したが前記の3つの要素を満たす環境教育教材は探せなかった。また、外来種問題を理解できる教材も発掘できなかった。

教材の開発では、カルタやボードゲーム(人生ゲーム的なもの)など候補に上がったが、最終的にカード型のゲームを選択した。第一の誰でも手軽に遊べて学習できるものとして、トランプ型のものであり、スペード、ハート、ダイヤ、クローバーという4パターンの構成を利用し、在来種と外来種の関連性が理解できる要素を落とし込んだ。また、多様な遊び方を展開できることなどを考え、カードには、その生物に関係する様々な情報を掲載することを考えた。

検討の結果、在来種が外来種によって脅威を受け、ピンチな状況にあることを訴えるため「ピンチくん」と命名し、トランプ型の教材を開発した(図18)。カードは、外来種26枚(黒色)と、在来種26枚(絶滅の危険性を示すレッドリストをイメージして赤色)からなる。外来種では南西諸島で特に問題になっている13種と全国的に問題となっている13種とした。在来種では、南西諸島で絶滅の危険性の高い13種とその他の在来種13種を取上げた。取上げた外来種と在来種は、被害や影響を与え、また受ける関係にある種を選んだ。カードには、外来種では形態や生態的特徴、影響、侵入年代など、在来種では生息状況、加害者、被害年代、レッドリストのランクなどを明記した。

開発した「ピンチくん」は、奄美大島および沖縄本島で住民意識調査に協力した全ての自治体および教育機関に郵送した。

カードの説明

	A	生きものの種名		A	生きものの種名
	B	外来種のイメージ / 【原産地 (国)】 【体の大きさ】		B	在来種のイメージ / 【原産地 (国)】 【体の大きさ】
	C	生きものの説明		C	生きものの説明
	D	何に影響するの? *1 この外来種に被害を受ける在来種で、赤のカードの在来種に対応している。		D	何の影響を受けているの? *1 この在来種に被害を受ける在来種で、黒のカードの外来種に対応している。
	E	この外来種が及ぼす実際の影響		E	この在来種が及ぼす実際の影響
	F	上段: 生息環境 *2 下段: 侵入年代 (移入された年代)		F	上段: 生息環境 *2 下段: 被害年代 (被害確認年代)
	G	分類 *3		G	分類 *3
	H	ランク *4		H	レッドリストのカテゴリー *4

●記号について
 クローバー...特に南西諸島で特に問題となっている外来種 スペード...日本全国で問題となっている外来種 ハート...特に南西諸島に生息する在来種 ダイアゲ...日本各地の在来種
 *1 「何に影響するの?」「何の影響を受けるの?」について
 このカードに書かれている、関連性のある生きものは、カードの種から実際に影響があると確認されている、または、調査に基づき影響が予想されているものが選ばれています。影響の有無については、実際に影響があると証明されているものと、また、明らかに影響があるであろうと推測されているものの、両方が明記されています。
 *2 「生息環境」 住宅地 / 農耕地・草地 / 山地森林 / 山地森林 / 河川・湿地 / 湖沼 / 水田
 *3 分類について 哺乳類 鳥 魚類 魚 魚類 爬虫類 両生類 両 両生類 植物 菌 無脊椎動物 貝 貝類 節 節足動物
 *4 「ランク」について
 【外来種】 緊急性 (3段階) A...特定外来生物 B...要注意外来生物 C...国内移動または外来種
 【在来種】 環境省の指定するレッドリストのカテゴリー
 EX...絶滅 ER...野生絶滅 CR...絶滅危惧I類 EN...絶滅危惧II類 VU...絶滅危惧III類 NT...準絶滅危惧 DD...情報不足 ...その他

図18. 開発した普及啓発教材のトランプ型ゲーム「ピンチくん」

左が外来種、右が在来種のカードの例。外来種の生息情報、影響、侵入年代や在来種の生息情報などが理解できる。

モデル授業と効果

南西諸島の高校2校にけるモデル授業（図19）では、「ピンチくん」を使ったゲームの前後にアンケート調査を実施した。「ピンチくん」は極めて好評で、ゲーム後に外来種と在来種の認識が格段に向上することが明らかになった（図20）。また、この「ピンチくん」ゲームを行う前後に、外来種問題の簡単な解説を行った結果、8割以上の生徒が、外来種問題への意識を高めたと回答した。

これらのことから、適切な教材と授業を行うことによって、学校教育の現場において、外来種問題への意識変化の起きることが明らかになった。これらを参考にして、今後は、一層の普及啓発材料や活動などが開発され、外来種問題の正しい理解や協力の進展が期待される。



図19. モデル授業風景

奄美大島（左）と沖縄本島（右）の高校2校で実施。先生がカードの情報を読み生徒が札を取る

カルタゲームと、食う食われる関係の花札ゲームを行ない、外来種問題を遊びながら理解された。

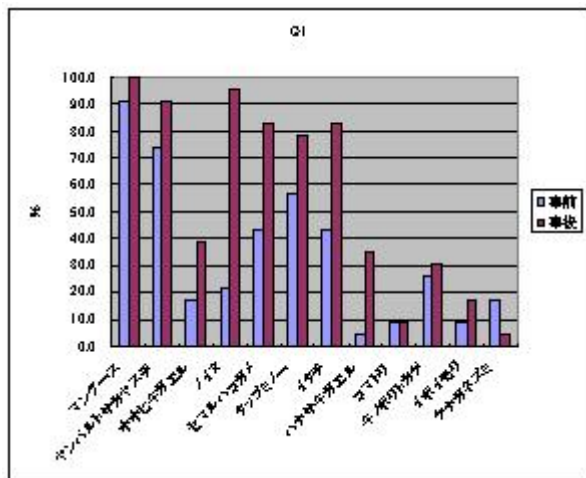


図20. モデル授業の効果

モデル授業の実施後で、外来種や在来種の認識がより正確になり、授業の効果が認められた。ちなみに、この図で外来種はマングースから右へイタチまでの7種が正解。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

マングースの導入された世界の島々では、このような本格的な駆除事業が実施された例はほとんどない²⁸⁾。この意味から、わが国のマングース駆除事業の成り行きは世界的に注目されているといえる。また、国内的に見ると、生物多様性保全や在来種保護を目的に外来種駆除を政府レベルで本格的に取り組む例はこれまでになく、今回のマングース駆除事業は、今後の外来種対策としてのモデルの一つに位置づけられると考える。

これまでにマングースの根絶が達成された事例としては、カリブ海の極めて小さな島の例（面積115haのFajou島²⁶⁾）はあるが、それより大きな島での根絶事例はない。この小島での根絶方法は罾による捕獲によったが、マングース根絶のための技術は確立されておらず、ハワイにおける毒物効果試験²⁹⁾やモーリシャスにおける駆除のための生態研究³⁰⁾がある程度である。

したがって、本地域におけるマングースの防除事業及びこれを支える基礎的・応用的研究は世界的に見ても初めての研究としての先導的で意義がある。

マングース高密度地域といわれるやんばる地域南側の林内におけるマングースの生息密度を明らかにするとともに、ワナ配置方法の違いによる捕獲の効率性を検討した。ワナのグリッド状配置の有効性を明らかにし、今後の捕獲事業に有用な知見を得ることができた。

ワナ配置方法の違いによるマングース捕獲の効率性の違いや、今後のマングース捕獲事業展開の方針について検討を行った。移入されたマングースの根絶成功例は国内外合わせて1例のみであり、根絶に向けたプロセスの検討および今後の経過は、外来種排除事例として意義が大きい。

また、沖縄本島におけるマングース侵入の影響について、在来種の出現状況、消化管内から検出される餌動物・寄生虫、日本脳炎ウイルス抗体の有無等により検討した。

マングースが裂頭条虫の終宿主であること、中擬条虫の宿主であること、日本脳炎ウイルスに感染することなどが初めて確認された。

外来種に対する住民意識調査を行い、意識の実態を把握し、評価することを試みた。対象地域における全ての一般、行政職員、小中高の教職員および児童生徒を対象に意識調査を行うことにより、

関心が高まったと同時に、定量的なデータを得ることができる。住民意識調査は、外来種防除事業と同時に有効な実態把握と考える。また、手軽に遊べて学習でき、在来種と外来種の関連性が理解でき、多様な遊び方を展開できる「ピンチくん」は、外来種問題を理解する貴重な教材である。

(2) 地球環境政策への貢献

「特定外来種法案」審議の参議院環境部会参考人質疑（2005年4月13日）において、「現行事業から見た外来生物の防除の現状と課題」に関して説明し質疑を受け法案制定に寄与した。また、環境省保護増殖検討会、外来種対策検討会などの委員として研究成果を説明し対策に貢献した。

保護上重要な島嶼地域である奄美大島および沖縄島において、住民意識調査および普及啓発教材開発とモデル授業の実施を行った。住民意識調査は広くあまねく配布し、マスコミにも周知徹底したことにより、外来種問題の重要性を知らせ、モデル的な普及・啓発授業を行い保護上重要な島嶼地域における意識変革に貢献した。

6. 引用文献

- 1) 太田英利(2002)：「琉球列島の爬虫・両生類と外来種」外来種ハンドブック（日本生態学会編）、p245-247.
- 2) 立原一憲・徳永桂史・地村佳純(2002)：「沖縄島の外来魚類」外来種ハンドブック（日本生態学会編）、p248-249.
- 3) 山田文雄(2001)：誤算だったマンガースの導入. どうぶつと動物園614:10-13.
- 4) 小倉剛・佐々木健志・当山昌直・嵩原建二・仲地学・石橋治・川島由次・織田銑一(2002)：沖縄島北部に生息するジャワマンガース (*Herpestes javanicus*) の食性と在来種への影響. 哺乳類科学41 : 53-62.
- 5) 阿部慎太郎：マンガースたちは奄美で何を食べているのか？チリモス, 5 : 34-43(1992).
- 6) 環境省・鹿児島県・自然環境研究センター：平成11年度島しょ地域の移入種駆除・制御モデル事業（奄美大島：マンガース）調査報告書. pp115(2000).
- 7) Yamada, F. 2002. Impacts and control of introduced small Indian mongoose on Amami Island, Japan. *In* (Veitch, C. R.; Clout, M. N. eds.) *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species*. pp. 389-392. The World Conservation Union (IUCN), Gland.
- 8) Baldwin, P. H. , C. W. Schwartz and E. R. Schwartz(1952)Life history and economic status of the mongoose in Hawaii. *J. Mamm.* , 33 : 335-356.
- 9) Gorman, M. L. (1975)The diet of feral *Herpestes auropunctatus* (Carnivora: Viverridae) in the Fijian Islands. *J. Zool. Lond.* , 175 : 273-278.
- 10) Pimentel, D. (1955)Biology of the Indian mongoose in Puerto Rico. *J. Mamm.* , 36 : 62-68.
- 11) Vilella, F. J. (1998)Biology of the mongoose (*Herpestes javanicus*) in a rain forest of Puerto Rico. *Biotropica*, 30 : 120-125.
- 12) 小倉剛(2001)：沖縄に移入されたマンガースの管理に関する基礎的研究—特に種の同定, 被害状況, 成長, 繁殖, 駆除方法について—. 名古屋大学農学研究科博士論文
- 13) Nellis, D. W. and C. O. R. Everard(1983)The biology of the mongoose in the Caribbean. *Studies on the fauna of Curacao and Other Caribbean Island*, 195 : 1-162.

- 14) Nellis, D. W. (1989) *Herpestes auropunctatus*. *Mammalian Species*, 342: 1-6.
- 15) 安里龍二, 長谷川英男, 国吉真栄, 比嘉健俊(1985): 沖縄県における犬の寄生蠕虫相. 寄生虫学雑誌. 34(2): 501-506.
- 16) 川端一幸(2002): 沖縄島におけるジャワマングースの消化管内寄生虫. 琉球大学農学部生産環境学科亜熱帯動物学講座卒業論文
- 17) 藤根誠道(2003): ジャワマングースの直腸糞中に認められた寄生虫卵. 琉球大学農学部生産環境学科亜熱帯動物学講座卒業論文
- 18) 安里龍二, 長谷川英男, 国吉真栄, 比嘉健俊(1986): 沖縄本島における猫の寄生蠕虫相. 寄生虫学雑誌. 35(3): 209-214.
- 19) Hunmmelinck, P. W. and Van Der Steen, L. J. (1983) *Studies on The Fauna of Curacao and Other Caribbean Islands*. pp.129-130.
- 20) 佐々学(1986): 標準医動物学. pp.97-112. 医学書院, 東京.
- 21) 福村圭介(1984): 沖縄県のレプトスピラ症の疫学的研究第2報沖縄本島におけるレプトスピラ症およびレプトスピラの血清疫学的研究. 山口医大. 33: 269-277.
- 22) 新田芳樹, 大村修二, 又吉正直, 翁長友里子(2001): 野生鳥獣からのサルモネラ分離と疫学的関連. 家畜保健衛生業績発表会. 28: 33-36.
- 23) 当山昌直(2005): ハナサキガエル. 改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(動物編)-レッドデータおきなわ-. 沖縄県環境保健部自然保護課(編). 沖縄県環境保健部自然保護課. 沖縄. 136-137.
- 24) 環境省那覇自然環境事務所(2006): 平成17年度やんばる地域外来種対策事業および希少野生生物生息地域外来種対策事業報告書. pp112.
- 25) 石井信夫(2003): 奄美大島のマングース駆除事業, とくに生息数野推定と駆除の効果について. 73-82.
- 26) Lorvelec, O., Delloue, X., Pascal, M., and mege, S. 2004. Impacts des mammiferes allochtones sur quelques especes autochtones de l'Isle Fajou (Reserve Naturelle du Grand Cul-de-sac Marin, Guadeloupe), etablis a l'issue d'une tentative d'eradication. *Revue D'Ecologie - La Terre et La Vie* 59(1-2): 293-307.
- 27) 自然環境研究センター(2003): 平成14年度マングース対策事業(沖縄県マングース生息調査)報告書, pp35+付表3頁
- 28) Simberloff, D. 2001. Eradication of island invasives: practical actions and results achieved. *TREND in Ecology & Evolution*, 16(6): 273-274.
- 29) Smith, D. G., J. T. Polhemus and E. A. VanderWerf. 2000. Efficacy of fish-flavored diphacinone bait blocks for controlling small Indian mongoose (*Herpestes auropunctatus*) population in Hawai'i. *'Elepaio*, 60(6): 47-51.
- 30) Roy, S. S., C. G. Jones and S. Harris. 2002. An ecological basis for improving mongoose management on Mauritius. *In* (Veitch, C. R.; Clout, M. N. eds.) *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species*. pp.266-273. The World Conservation Union (IUCN), Gland.

7. 国際共同研究等の状況

2005年6月16日～24日にかけてハワイ島においてWorkshop of control of invasive mongoose in

Hawaii and Japanを開催し、当研究プロジェクトより課題代表の五箇、サブテーマ代表者の山田が出席し、U.S. Fish&Wildlife ServiceのRichard C. Wass、Jim Glynn、およびJim Glynn、U.S. Department of Agriculture HawaiiのWilliam Pitt、U.S. Department of the Interior, National Park ServiceのDarcy Hu、U.S. Geological SurveyのSteven C. Hessらとマングース駆除に関する各国の現状報告と技術交流を図り、駆除事業推進の国際貢献に携わる。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) F. Yamada and K. Sugimura: Global Environmental Reseach, 8(2)117-124. (2004)
 “Negative impact of invasive small Indian mongoose *Herpestes javanicus* on native wildlife species and evaluation of its control project in Amami-Oshima Island and Okinawa Island, Japan.”

<その他誌上発表>

- 1) K. Sugimura and F. Yamada: Acta Zoologica Sinica, 50(4):519-526. (2004)
 “Estimating Population Size of the Amami rabbit (*Pentalagus furnessi*) based on Fecal Pellet Counts on Amami Islands, Japan.”
- 2) F. Yamada and F. A. Cervantes: American Society of Mammalogists, 782:1-5. (2005)
 “*Pentalagus furnessi*. Mammalian Species”
- 3) Y. Watari, F. Yamada, K. Sugimura and S. Takatsuki. Direct and indirect effects of an alien mongoose (*Herpestes javanicus*) on the native animal community on Amami-Oshima Island, southern Japan, as inferred distribution patterns of animals. In Koike, F, M. N. Clout, N. Kawamichi, M. De Poorter and K. Iwatsuki (eds.) Assessment and Control of Biological Invasion Risks. Pp. 122-123. IUCN, Switzerland. (2006)
- 4) S. Abe, F. Yamada, Y. Hanada, Y. Takatsuki, Y. Abe, R. Yamashita and M. Fukuda. Reproductive response of the mongoose (*Herpestes javanicus*) , to control operations on Amami-Oshima Island, Japan. In Koike, F, M. N. Clout, N. Kawamichi, M. De Poorter and K. Iwatsuki (eds.) Assessment and Control of Biological Invasion Risks. Pp. 157-164. IUCN, Switzerland. (2006)
- 5) F. Yamada. A review of the biology and conservation of the Amami rabbit (*Pentalagus furnessi*). In (Paulo C. Alves, Klaus Hackländer and Nuno Ferrand eds.) Lagomorph Biology: Evolution, Ecology and Conservation. Springer. (2006)
- 6) 山田文雄:自然保護478号:4-5. (2004)
 「侵略的外来種・この10種から決着をつけよう！」
- 7) 山田文雄:森林技術No. 759: 28-29. (2005)
 「リレー連載レッドリストの生き物たち アマミノクロウサギ。」
- 8) 山田文雄:Newton26巻: 126-129. (2006)
 「危機にさらされる野生動物 アマミノクロウサギ。」

- 9) 山田文雄：「アミノクロウサギ・シンポジウム報告書」7-11. (2006)
「種の保存法」に指定されたアミノクロウサギの保護の今後」
- 10) 山田文雄：森林総合研究所関西支所研究情報 (2006年11月号) p1. (2006)
「外来種問題と生物多様性保全」
- 11) 村上興正, 石井信夫, 池田透, 常田邦彦, 山田文雄：哺乳類科学 46:69-74. (2006)
「日本と諸外国における外来種問題とその対策--現状と課題」
- 12) 山田文雄：哺乳類科学46:99-102. (2006)
「マングース根絶への課題」
- 13) 林典子・山田文雄・宮本麻子・杉村乾. 森林総合研究所平成16年度研究成果選集6-7, (2005)
「外来生物にいどむー2 外来哺乳類の分布拡大と対策.」
- 14) 山田文雄, 草刈秀紀, 五箇公一：森林総合研究所平成18年度研究成果選集 (印刷中) (2007)
『「ピンチくん」ゲームで学ぶ外来種の驚異』

(2) 口頭発表 (学会)

- 1) F. Yamada, F.: Abstract of the 2nd World Lagomorph Conference, 154. (2004)
“Characteristics of habitat and nocturnal activity of *Pentalagus furnessi* in subtropical temperatures.”
- 2) F. Yamada and K. Sugimura: Proceedings of 19th International Conference of Zoology, 105. (2004)
“Effect of the exotic small Indian mongoose *Herpestes javanicus* on the endangered Amami rabbit *Pentalagus furnessi* investigated by auto camera and fecal pellet census on Amami-Ohshima, Japan.”
- 3) F. Yamada, K. Sugimura and S. Abe: International Conference on Assessment and control of biological invasion risks: 72. (2004)
“Reduction of endangered Amami rabbit *Pentalagus furnessi* caused by invasive small Indian mongoose *Herpestes javanicus* on Amami-Ohshima, Japan.”
- 4) Y. Watari, F. Yamada K. Sugimura and S. Takatsuki: International Conference on Assessment and control of biological invasion risks: 40. (2004)
“Effects of an exotic mongoose (*Herpestes javanicus*) on native animals on Amami Island, southern Japan, inferred from distribution patterns of animals.”
- 5) S. Abe, F. Yamada, Y. Handa, Y. Takatsuki, Y. Abe, R. Yamashita, M. Fukuda: International Conference on Assessment and control of biological invasion risks, 40. (2004)
“Reproductive response of the mongoose to the control operation on Amami-oshima Island, Japan.”
- 6) F. Yamada, K. Sugimura and S. Abe: Program and Abstracts IUFRO International Workshop Landscape Ecology 2004: p37. (2004)
“Spatial distribution change of endangered Amami rabbit *Pentalagus furnessi* after invasion of small Indian mongoose *Herpestes javanicus* on Amami-Ohshima, Japan.”

- 7) 杉村乾・山田文雄：日本林学会大会（2004）
「奄美大島における森林環境の変化と鳥獣類の生息数の変動傾向について」
- 8) 山田文雄：日本哺乳類学会（2004）
「亜熱帯気候に生息するアマミノクロウサギの生息環境と温度適応」
- 9) 山田文雄・杉村 乾・阿部慎太郎：日本生態学会大阪大会講演要旨集（2004）
「マングース侵入後のアマミノクロウサギ分布減少」
- 10) 亘悠哉・前園泰徳・阿部慎太郎・石田健・山田文雄・宮下直：日本生態学会（2004）
「奄美大島におけるマングースを頂点としてシンク食物網」
- 11) H. Kusakari, F. Yamada, K. Goka, and H. Kawaguchi：第9回国際哺乳類学会（2005）
“PUBLIC AWARENESS OF INVASIVE SPECIES ON THE NANSEI ISLANDS”
- 12) 山田文雄．環境省那覇自然環境事務所・鹿児島県講演要旨集：2- 3.（2005）
クロウサギの発見史とその生態「アマミノクロウサギの来た道--国内希少種の過去と現在，そして未来」
- 13) 山田文雄．独立行政法人森林総合研究所主催公開講演会「人は森の生き物になにができるか--攪乱の影響と多様性の保全--」（2005）
「外来マングースに追いつめられるアマミノクロウサギ．」
- 14) 山田文雄．鹿児島県林業試験場・森林総合研究所九州支所合同研究発表会P3,（2005）
「奄美諸島に生き残ったアマミノクロウサギの生活と保護のいま．」
- 15) 林典子・山田文雄・宮本麻子・杉村乾．森林総合研究所平成16年度研究成果選集6- 7,（2005）
「外来生物にいどむー2 外来哺乳類の分布拡大と対策．」
- 16) 山田文雄．平成17年度森林総合研究所九州支所研究発表会，講演要旨集P4（2005）
「奄美諸島に生き残ったアマミノクロウサギの生活と保護のいま．」
- 17) G. Ogura, K. Yamashita, T. Ichise, M. Hamada, Y. Iijima, O. Ishibashi and F. Yamada.
2005 Hawai'i Conservation Conference (July 28 & 29, 2005)（2005）
“DEVELOPMENT AND EVALUATION OF EXCLUSION FENCE FOR MONGOOSE.”
- 18) 山田文雄．第9回国際哺乳類学会議（IMC9）公開フォーラム（2005）
「マングース駆除の問題と課題．」
- 19) F. Yamada, K. Sugimura, and S. Abe. IMC9p10（2005）
“NEGATIVE IMPACT OF MONGOOSE ON AMAMI RABBIT.”
- 20) S. Kobayashi, N. Ohnishi, J. Nagata, F. Yamada, and A. Takayanagi. IMC9p314（2005）
“THE GENETIC DISTANCE OF AMAMI RABBIT (*Pentalagus furnessi*) BETWEEN AMAMI-OHSHIMA AND TOKUNO-SHIMA POPULATIONS.”
- 21) Y. Watari, S. Abe, F. Yamada, S. Takatsuki and T. Miyashita. IMC9p10.（2005）
“The mongoose dominated sink food web and abundance of indigenous species in Amami-Island, Japan.”
- 22) 山田文雄．第53回日本生態学会大会講演要旨集：37,（2006）
「マングース駆除事業の課題．」
- 23) 山田文雄・中井克樹・五箇公一．第53回日本生態学会大会講演要旨集：36-37,（2006）
「外来生物法の現状と課題 特定外来生物の選定と防除をめぐって」

- 24) F. Yamada: 第53回日本生態学会大会講演要旨集:402, (2006)
 “Impacts of invasive mammals and an eradication program of mongoose in a hot spot of biodiversity in Japan”
- 25) Y. Watari, S. Abe, F. Yamada, S. Takatsuki and T. Miyashita. IMC9p10. (2005)
 “The mongoose dominated sink food web and abundance of indigenous species in Amami-Island, Japan.”
- 26) 山田文雄. 第53回日本生態学会大会講演要旨集:37, (2006)
 「マングース駆除事業の課題」
- 27) 山田文雄・中井克樹・五箇公一. 第53回日本生態学会大会講演要旨集:36-37, (2006)
 「外来生物法の現状と課題 特定外来生物の選定と防除をめぐって」
- 28) F. Yamada: 第53回日本生態学会大会講演要旨集:402, (2006)
 “Impacts of invasive mammals and an eradication program of mongoose in a hot spot of biodiversity in Japan”
- 29) Fumio Yamada, Ken Sugimura, Sintaro Abe. Society for Conservation Biology/ 20th Annual Meeting, San Jose, CA, USA. June 24-28, 2006 : 224. (2006)
 “NEGATIVE IMPACT OF INVASIVE MONGOOSE ON AMAMI RABBIT AND ITS CONSERVATION”
- 30) 草刈秀紀、山田文雄、五箇 公一. 第17回環境教育学会大会講演要旨集, 119. (2006)
 「奄美大島・沖縄島の外来種に対する教職員・児童・生徒の意識の現状と課題」
- 31) 山田文雄. 日本哺乳類学会2006年度大会講演要旨集p21. (2006) 「マングースによる希少種への影響」
- 32) 亘悠哉, 阿部慎太郎, 山下亮, 山田文雄, 高槻成紀, 宮下直. 日本哺乳類学会2006年度大会講演要旨集p21. (2006) 「マングースが及ぼす在来生物への影響とモニタリング対象種の検討」
- 33) 草刈秀紀, 山田文雄, 五箇公一. 日本哺乳類学会2006年度大会講演要旨集p22. (2006) 「防除事業地域における住民, 教育者, 行政者の外来種の意識実態と課題」
- 34) 小林聡, 大西尚樹, 永田純子, 山田文雄, 杉村乾. 日本哺乳類学会2006年度大会講演要旨 p60 (2006) 「アマミノクロウサギのあま美大島内に見られる遺伝的構成」
- 35) 山田文雄・五箇公一・草刈秀紀. 第54回日本生態学会講演要旨集p46. (2006) 「特定外来生物防除の最前線--対策と問題点」
- 36) 七里浩志・江藤奈穂子・三宅雄士:野生生物保護学会 (2006) 「自動撮影装置を用いた道路周辺におけるヤンバルクイナ (*Gallirallus okinawae*) ・ジャワマングース (*Herpestes javanicus*) 等のモニタリング」
- 37) 七里浩志・江藤奈穂子・三宅雄士:野生生物保護学会 (2006) 「夜間林道センサスによる爬虫類・両生類の確認とジャワマングース (*Herpestes javanicus*) 侵入による影響の評価」
- 38) 斉藤美加・小倉 剛・西島 拓・山下勝弘・石橋 治:野生生物保護学会 (2006)
 「沖縄県に生息するマングースの日本脳炎ウイルス感染環における役割の検討」
- 39) 草刈秀紀. 第53回日本生態学会大会新潟大会 (2006)
 「奄美大島・沖縄島の外来種に対する 住民意識の現状と課題」
- 40) 草刈秀紀・山田文雄・五箇公一: 第17回環境教育学会大会講演要旨集 119, (2006)

「奄美大島・沖縄島の外来種に対する教職員・児童・生徒の意識の現状と課題」

- 41) 草刈秀紀・山田文雄・五箇公一：日本哺乳類学会（2006）
「防除事業地域における住民, 教育者, 行政者の外来種の意識実態と課題」
- 42) 草刈秀紀・山田文雄・五箇公一：野生生物保護学会第12回(沖縄)大会プログラム・講演要旨集.
141, (2006)
「沖縄島における外来種に関するアンケート調査結果報告」
- 43) 草刈秀紀・長野義春. 第54回日本生態学会大会（2007）
「南西諸島と本州(越前市)の外来種に対する義行き住民意識の比較」
- 44) H. Kusakari, F. Yamada, K. Goka, and H. Kawaguchi. IMC9p277 (2005),
“PUBLIC AWARENESS OF INVASIVE SPECIES ON THE NANSEI ISLANDS.

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) 第9回国際哺乳類学国際会議（IMC9）外来哺乳類の影響に関するシンポジウム（2005年8月札幌）
- 2) 第9回国際哺乳類学国際会議（IMC9）外来哺乳類の防除と管理に関するシンポジウム（2005年8月札幌）
- 3) 日本哺乳類学会2006年度大会外来哺乳類に関するミニシンポ（2006年9月京都）
- 4) 第52回日本生態学会大会特定外来種対策の現状と課題に関する自由集会（2007年3月）

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 西日本新聞（2004年6月10, 11日, 地元紙）
- 2) 大島新聞（2004年6月10, 11日, 地元紙）
- 3) 南海日々新聞（2004年6月10, 11日, 地元紙）
- 4) 南海日日新聞（2004年10月11日、地元紙）
- 5) 大島新聞（2005年1月28日、地元紙）
- 6) 南海日日新聞（2005年1月28日、地元紙）
- 7) 読売新聞（2005年1月28日、地方版）
- 8) 西日本新聞（2005年1月28日、地方版）
- 9) 朝日新聞（2005年4月23日, 全国版）
- 10) 読売新聞（2006年1月12日西日本版）
- 11) TBS「報道特集」（2005年10月30日放映）
- 12) 鹿児島放送（2005年6月10日放映）
- 13) 読売新聞（鹿児島）（2006年09月14日）
- 14) 沖縄タイムス（2006年11月25日, 地元紙）
- 15) 南海日日新聞（2004年10月11日、地元紙）
- 16) 大島新聞（2005年1月28日、地元紙）
- 17) 南海日日新聞（2005年1月28日、地元紙）

- 18) 読売新聞 (2005年1月28日、地方版)
- 19) 西日本新聞 (2005年1月28日、地方版)
- 20) 東京新聞 (2005年6月1日、地方紙)
- 21) 河北新報 (2005年6月2日、地方紙)
- 22) 熊本日日新聞 (2005年6月2日、地方紙)
- 23) 中国新聞 (2005年6月2日、地方紙)
- 24) 北海道新聞 (2005年6月2日、地方紙)
- 25) 京都新聞 (2005年6月2日、地方紙)
- 26) 徳島新聞 (2005年6月2日、地方紙)
- 27) 秋田魁新報 (2005年6月2日、地方紙)
- 28) 山陽新聞 (2005年6月2日、地方紙)
- 29) 東奥日報 (2005年6月2日、地方紙)
- 30) 大分合同新聞 (2005年6月2日、地方紙)
- 31) 岩手日報 (2005年6月2日、地方紙)
- 32) 読売新聞 (2005年6月3日、地域面)
- 33) 毎日新聞 (2005年6月3日、地域面)
- 34) 朝日新聞 (2005年6月4日、地域面)
- 35) 西日本新聞 (2005年6月3日、地元紙)
- 36) 南日本新聞 (2005年6月2日)、地元紙
- 37) 南海日日新聞 (2005年6月2日、地元紙)
- 38) 大島新聞 (2005年6月2日、地元紙)
- 39) 南海日日新聞 (2006年11月8日、地元紙)
- 40) 琉球新報 (2006年11月10日、地元紙)
- 41) 沖縄タイムズ (2006年11月10日、地元紙)
- 42) 南日本新聞 (2006年11月12日、地方版)
- 43) 西日本新聞 (2006年11月21日、地方版)
- 44) 毎日新聞 (2006年11月21日、地方版)
- 45) JAPAN FM NETWORK (2006年11月15日、ローカル局)
- 46) 広報、せとうち (鹿児島県瀬戸内町役場発行)、平成17年8月号、No. 557
- 47) 広報、たつごう (鹿児島県龍郷町役場発行)、2005年6月号、No. 323