

課題名	F-3 侵入種生態リスクの評価手法と対策に関する研究		
課題代表者名	五箇公一（独立行政法人国立環境研究所環境リスク研究センター）		
研究期間	平成16-18年度	合計予算額	178,276千円（うち18年度 62,060千円）
研究体制	<p>研究体制</p> <p>(1) 侵入種生態リスク評価手法の開発に関する研究</p> <p>①外来植物の侵略性および分布拡大の予測・評価手法の検討（東京大学）</p> <p>②侵入哺乳類の生態リスク評価に関する研究（北海道大学）</p> <p>③外来性爬虫類・両生類の在来生物相への影響の様式や程度とその生物学的特性との関係に関する研究（琉球大学）</p> <p>④淡水魚類の主要外来種の生息域・生息環境と生態的影響（滋賀県琵琶湖博物館）</p> <p>⑤外来昆虫の生態リスク評価手法の開発に関する研究（東北大学）</p> <p>⑥輸入クワガタムシの生態リスク評価に関する研究（独立行政法人国立環境研究所）</p> <p>⑦生物学的侵入のコンピュータシミュレーションに関する研究（独立行政法人国立環境研究所）</p> <p>(2) 随伴侵入生物の生態影響に関する研究</p> <p>①輸入爬虫類に由来する感染症のリスク評価に関する研究（麻布大学）</p> <p>②輸入昆虫類に寄生するダニ類の生態リスク評価（独立行政法人国立環境研究所）</p> <p>(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</p> <p>①マングースの生態影響評価（独立行政法人森林総合研究所）</p> <p>②マングースの有効防除手法の開発（環境省やんばる野生生物保護センター）</p> <p>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（財団法人世界自然保護基金）</p>		
研究概要	<p>研究概要</p> <p>1. 序（研究背景等）</p> <p>本来の生息地を離れ、生物種が人為的要因によって運ばれて新天地において分布拡大する生物学的侵入は、生物多様性を脅かす要因として国際的に問題視されている。侵入生物は一度定着すると生態系に不可逆的な変化をもたらす、回復を困難にする。国際市場の自由化の拡大は侵入種問題をより広範で複雑なものへと押し進めている。この世界的な侵入種の脅威に対して、1992年の地球サミットで締結された生物多様性条約の中でその問題点が指摘され、国際自然保護連合IUCNが2000年に「生物学的侵入による生物多様性減少を阻止するためのガイドライン」を策定するなど、国際的な取り組みが進められている。</p> <p>貿易大国である我が国では、侵入種の影響が深刻なものとなっていることが多くの学者から指摘されながら、長らくこの問題に対して具体的取り組みが進んでいなかったが、2003年に中央環境審議会移入種対策小委員会が設置されて外来種に関する法律案の準備が進められ、2005年6月「特定外来生物被害防止法」の施行が開始されるに至った。今後、生物を輸入する際には生態系への影響の有無や程度が判定され、その判定結果に基づき、輸入が規制もしくは管理されることとなる。従って、法律の具体的実行にあたってリスク評価手法の確立が急務となる。化学物質などの人工物質とは異なり生物はそれ自体増殖し、進化する特性を持っており、そのリスク評価には生態学的・進化的視点からの将来予測が必要となる。また人為的環境開発などに伴うハビタットの攪乱や物流システムの発達による人為移送の拡大など、経済学的・社会的要因も侵入種の分布拡大に大きく影響する。</p> <p>一方、法案において、あるいはこれまでの議論において、侵入生物そのものが在来生物種にもたらす影響に多くの注目が集まっているが、侵入種の最も深刻な生態リスクは外来病害寄生生物の随伴侵入である。しかし、我が国では人畜共通感染症あるいは家畜伝染病をもたらす哺乳類・鳥類以外の輸入生物種に対する検疫はほとんど行われていない。様々なペット用生物や魚の餌生物など無数の生物が大量輸入される中、それらに寄生する生物の実態把握と影響評価が急がれる。</p> <p>また、本法案が検討された過程で中央環境審議会では特に生物相の固有性が高い地域の重点的管理の必要性が指摘されており、それらの地域における侵入種対策は緊急課題と考えられる。</p>		

## 2. 研究目的

本研究では法律対応としての侵入種リスク評価手法の開発・検討を行うとともに、「寄生生物等の随伴侵入」という問題を重点的に調査研究し、その対策を検討する。また特に侵入種から在来生態系を守る必要性が高い「重要管理地域」の一つと考えられる沖縄地方の侵入種問題に対して、侵入種駆除および防止のためのシステム構築を検討し、迅速な対応を目指すとともに、侵入種対策の具体的方針をうち立てる（図1）。

まずサブテーマ（1）侵入種生態リスク評価手法の開発に関する研究では、分類群毎に重要侵入種をリストアップし、それらの生態学的特性を詳細に分析する。それらの種の分布拡大状況、餌資源の実態、繁殖実態、生態系に対する影響実態などの情報を収集し、分類群あるいは種ごとに必要となるリスク評価項目を検討する。同時に進化や分化などの進化生物学的要因も考慮し、侵入種の防除と在来種の保全という視点から侵入種生態リスク評価手法の開発を試みる。

次にサブテーマ（2）随伴侵入生物の生態影響に関する研究においては、爬虫類、両生類、昆虫類などの輸入生物種あるいは野生化侵入種における寄生生物のサンプル採集を行い、それらの寄生生物の種を特定するとともに生態的・病理学的特性に関する情報を収集してデータベース化する。さらに、採集された寄生生物について感染実験により在来種に対する影響評価を行う。また、宿主-寄生生物間の共進化関係を明らかにして、宿主-寄生生物間相互作用系の進化的重要単位を明らかにする。

サブテーマ（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では、沖縄・奄美地方のマングースについて現在の分布状況・個体群密度・生物多様性影響実態を調べる。マングースの特異的捕獲技術を確立するとともに、駆除を推進するための社会的システムについて考察する。さらに沖縄・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・遺棄の実態調査を行い、普及・啓発教材の開発とモデル授業を実施して、地域住民と行政が一体となった侵入種管理体制を検討する。これら生物学的・社会学的データに基づき侵入種防除のためのシステム構築を行うモデル地域とすることを目指す。

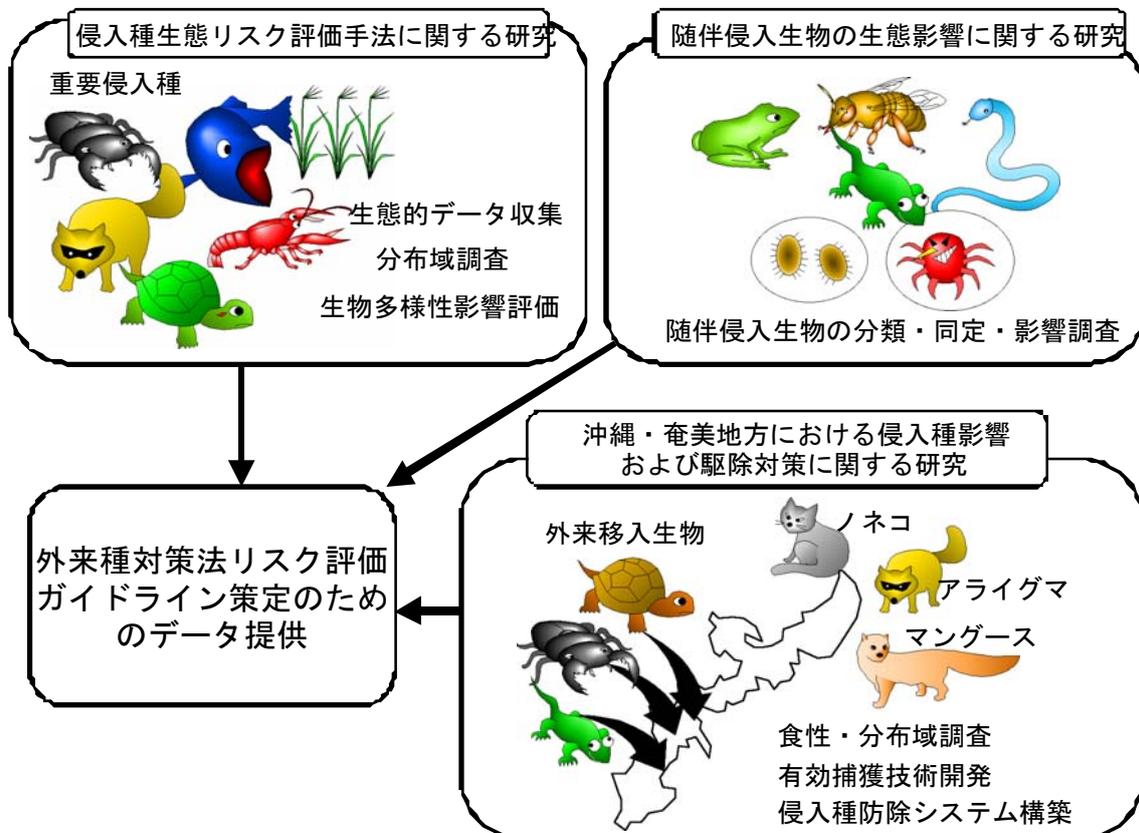


図1. 本研究の全体概要

### 3. 研究の方法および結果

#### (1) 侵入種生態リスク評価手法の開発に関する研究

特に多くの種類が侵入種となっている植物類については、まず、網羅的に生態的特性を捉え、その中から重要侵入種を選定することを試みた。全国の一級河川の群落面積に基づき外来植物の侵略性を定量的に評価した結果、侵略性が特に高い18種が特定された。この18種を含む、優占群落を形成した外来種を侵略的外来種として、侵略性と関係する属性について解析を行った結果、利用形態（農耕地雑草と緑化種）、生活形、原産地、分類群（科）と密接な関係を持つことが明らかになった。これらの結果を踏まえて、侵略的外来種を総合的に判定する「危険度予測チャート」のためのモデルを作成した。「移入経路モデル」、「種特性モデル」、「移入経路+種特性モデル」の3つのモデルを比較した結果、「移入経路+種特性モデル」の判定率をもっとも高く実用上有用性が高いモデルであることが分かった。次に、外来植物の侵入・分布拡大において重要な生活史段階である種子の休眠・発芽特性を種子の休眠・発芽特性をスクリーニングによって調査し、外来植物の29種の時間的分散特性を把握した。4つの発芽特性タイプが把握され、侵略的外来種はいずれのタイプにおいても見出された。さらに、外来種の管理計画侵入・分布拡大過程を明らかにするために、河川の重要侵入雑草であるシナダレスズメガヤの分布特性を個体群レベルおよびメソスケールで調査し、比高、基質、植生などに関わる侵入特性を明らかにした。DCAおよび重回帰分析の結果では、シナダレスズメガヤは半安定帯および砂質において特に高い侵入確率を示すことが明らかにされた。そのような侵入可能域はカワラハハコ、カワラノギクなどの河原固有植物の生育適地と重複しており、1996年および2000-2002年の植生の比較では、河原固有植物が優占する植生が、シナダレスズメガヤが優占する群落に置き換わっていることが示された。また、外来植物のデータベース構築を目指して、文献情報の整理および侵略性に関する情報を収集し、合計15種の外来植物に関する情報のデータベース化を行い、侵略性評価および外来植物管理・対策に必要な情報を整理した。

侵入哺乳類の生態リスク研究として、侵入哺乳類の生態リスク研究として、侵入哺乳類のなかでも特に広域に分布を拡大し、様々な被害をもたらしているアライグマについて、生態的特性、分布拡大状況および影響実態の調査を進めた結果、在来種への捕食や競合関係が明らかとなり、レプトスピラ菌の感染や筋肉トリヒナの症例が発見され、疥癬病媒介の危険性も明らかとなり、新しい生態リスクの実態解明が進んだ。また、モデル地域における継続的捕獲によって、2000ha程度の広さの森林地域から8~9割程度のアライグマ成獣を除去できたと推定されたが、外部より個体の移入があることも示唆され、個体移動の管理が課題と考えられた。捕獲データに基づく生息環境分析からは人家周辺を中心に、湿性草本植生・池・湿地・畜舎周辺が好まれることが明らかとなった。また、特定外来生物ではあるが対策が取られておらず、現状も不明なアメリカミンクについては、影響評価のために糞分析による食性調査を実施したが、まずは他のイタチ科動物等の糞とアメリカミンクの糞を区別するために、糞のDNAに分析によって種の判定を行った。その結果、アメリカミンクでは両生類・甲殻類・魚類が多く検出され、水辺の在来生物への影響が危惧された。さらに海外事例から、マスカラット拡大の危険性を指摘し、新たに特定外来生物に指定されることとなった。

両生類・爬虫類の生態リスク評価については、いくつかの種・地域個体群を対象に、分布拡大・捕食・遺伝子浸透の実態把握とそれにもとづくリスクの評価を進めた。そのうちのひとつは北陸地方に見られる淡水棲ガメ集団が対象で、在来種クサガメ（イシガメ科バタゲールガメ亜科）に外来種ミナミイシガメ（同イシガメ亜科）から遺伝浸透が生じている可能性を、形態形質、アロザイム、ミトコンドリアDNA、核DNAを指標とした分析により検討した。その結果、実際にこの野外集団においてこのような遺伝浸透が生じた証拠が示された。また沖縄島の野外に、すでに繁殖集団として広く定着している外来種スッポンを対象に、その食性について胃内容物を中心に調査を行った。その結果スッポンは、現在定着している環境に生息する様々な小動物を餌として利用していること、しかもその食性は雌雄の間で大きく異なっており、このことが個体群全体として利用する餌資源の幅を広げているらしいことが示された。いっぽう外来種として沖縄諸島や宮古諸島での定着とその在来種への影響が懸念されるシロアゴガエルについてはまずとりわけ情報の少なかった宮古諸島や久米島への分布拡大状況を調査するとともに、特に宮古集団を中心に、内部寄生虫の保有状況についても調査を進めた。その結果このシロアゴガエルは、宮古諸島のほとんどの島や久米島にすでに侵入しており、しかも久米島や、宮古島と石垣島との間に位置する多良間島を含む多くの島それぞれで、すでに島内の複数の場所に高い密度で生息していることが明らかになった。さらに特に宮古諸島の集団において寄生虫の保有率がきわめて高いことも明らかになった。さらには、強い皮膚毒をもつ侵略的外来種オオヒキガエルについて、潜在的捕食者である琉球列島や周辺地域の両生類食へび類への毒の影響を、野外観察と実験から予測した。特にこうした毒の影響の程度と、それぞれのへびの分布地におけるヒキガエル類の自然分布の履歴との関係について、詳細に検討した。その結果、こうした履歴における差異が、きわめて明瞭にそこにすむへび類のヒキガエル毒に対する抵抗力の差異と対応することが示された。最後にその自然分布地の気候から、従来、たとえ人為的に

放逐されても定着は困難と予想されていた琉球列島（亜熱帯域）産オキナワキノボリトカゲの日本本土（温帯域）での定着、ならびに中南米（熱帯域）産イグアナの琉球列島での定着それぞれについて、未確認ながらその可能性を示唆する情報のあった場所で、生息状況に関する初歩的な現地調査を行った。その結果、上記2例のいずれについても、少なくとも10年前後にわたる移入先での繁殖集団の存続を強く示唆する結果が得られた。

魚類の生態リスク評価については、外来種のなかでも最も顕著な生態的影響が知られ、分布拡大傾向が目立つサンフィッシュ科魚類（ブラックバス2種とブルーギル）を対象として、遺伝的アプローチによって外来魚種によるリスクが現実には拡大する様相を明らかにするとともに、リスクを受ける側である在来生物に対する影響に関してデータ収集を行うことで、想定すべき在来種に対する生態リスクの程度を解明した。遺伝的アプローチとしては、アイソザイム分析の手法を用い、琵琶湖のオオクチバス集団に別亜種フロリダバスの遺伝子が高頻度で浸透していることを明らかにし、大規模な意図的放流が最近になっても行われていることを推測した。また、オオクチバスよりも遅れて1990年代から国内の生息域を拡大し始めたコクチバスを対象に、mtDNA分析の手法を用い、全国の主要な生息水域（宮城県から滋賀県まで）から収集した試料を分析した結果、コクチバスが最も初期に持ち込まれた福島県を中心とする関東・東北地方と長野県以西の地方とで、ハプロタイプの出現様式が異なることが判明し、それをもとに本種の人為的拡散を推測した。サンフィッシュ科魚類3種の生態的影響に関しては、全国の研究者等からアンケート調査により具体的知見を収集した結果、絶滅危惧動物を含む多岐にわたる水生生物への影響が明らかになった。また、環境省レッドデータブックと各都道府県のレッドデータブックの記述をもとに、サンフィッシュ科魚類が全国各地の絶滅危惧魚種に及ぼす影響を分析した結果、定着したブラックバス・ブルーギルとの遭遇可能性のある淡水魚類のうち、それらの影響が指摘される種が約半数に上ることが明らかになった。

昆虫類の生態リスク評価として、従来より重要視されてきたセイヨウオオマルハナバチと外国産クワガタムシについて、分布拡大および生態影響実態の把握を進めるとともに、分布規定要因について検討を進めた。セイヨウオオマルハナバチについては野生化が確実な北海道において、定着域と定着環境を把握するための基礎情報として、在来マルハナバチ類を含めた分布状況の調査を行った結果、在来マルハナバチの優占種3種を特定した。セイヨウオオマルハナバチが観察された調査地点の割合は、2004年度は28.3%であったが2006年度には46.0%に増加した。観察数全体に対するセイヨウオオマルハナバチの割合も、2004年度は9%であったのに対し、2006年度には13.8%に上昇していることが明らかとなった。在来種との競合に関しては、生息環境および利用する植物種の類似から、エゾオオマルハナバチおよびニセハイイロマルハナバチが競合の可能性のある種と判断された。特に前者は、その他の生態的特性も類似しており、特に強い競合関係にある判断された。また、本研究で初めて野外での女王の越冬状況についての調査を行い、地中での越冬実態を明らかにした。さらに、分布規定要因を明らかにするために生息環境の解析を行った。その結果、営巣や採餌に重要な農耕地が広域を占める環境が生息環境として選好されていることが明らかとなった。一方、落葉樹林下で越冬する性質をもつため、農耕地に隣接して落葉樹林が存在するような複合的な環境が、本種の定着に必要であることが示唆された。さらに、分布拡大の状況から自然状態で開放環境となる海岸草地などでも野生化が確認され、今後はこのような環境も中止していく必要があることを示した。

外国産クワガタムシについては、まず輸入量の大きいヒラタクワガタ種群およびオオクワガタ種群について、日本産個体群の分布域を、採集情報を収集することにより明らかにし、さらに外来種導入ソースとしてクワガタムシ販売店の地図情報も収集した。さらに外国産クワガタムシの飼育条件より、分布規定温度域を算定して、温度地理情報より、日本における分布定着可能域を推定して在来種の分布域およびクワガタショップの分布との重なりを検討した結果、特に南西諸島域が要注意地域と考えられた。これら従来の分布推定に加えて、クワガタムシのDNA系統解析に基づく進化的重要単位（ESU）の地理的分布も評価項目に入れて検討した結果、貴重な固有系統が生息する南西諸島域諸島域におけるクワガタムシ販売には厳重な管理が必要と結論された。次に遺伝的浸透リスク評価としてアジア地域におけるヒラタクワガタの進化的重要単位を設定することを目的として、これまで未調査であった東南アジアの島嶼域個体群について、ミトコンドリアDNA分析を行い、アジア地域全体のヒラタクワガタの種分化プロセスを明らかにした。さらにヒラタクワガタ東南アジア産系統と、日本産系統間の交雑和合性を調べるとともに、これら東南アジア産系統同志の交雑和合性、および日本産系統間の交雑和合性についても調べた。その結果、東南アジア産-日本産系統間の交雑和合性はいずれも高く、F1雑種の成虫が多数得られた。一方、東南アジア産系統間、および日本産系統間の交雑和合性は低く、交尾後雌の産卵数、幼虫生存率ともに東南アジア産-日本産系統間の交雑よりも低かった。このことから、遺伝的距離と子雑和合性に負の相関が存在することが示唆され、交尾後生殖隔離機構の進化に関する新しい事例が示された。

外来生物の侵略性や影響地域を推定するためのシミュレーションモデルの開発も試みた。侵入生

物に対する生態系の脆弱性を解析するため、2種類のコンピュータシミュレーションを行った。その結果、侵入を受けずに進化した生態系は、少数かつ少量の植物種が多くの動物種を支える不安定な構造を持つため、植物種が侵入して、生態系を支える既存の植物種を攪乱すると、規模の大きな絶滅が起こりやすいことが明らかとなった。海洋島生態系の実際の報告例もこの結論を支持した。次に、進化時間との関係を見ると、進化時間の短い生態系は、限られた種類の餌に依存する動物と増殖率の低い植物で構成されており、また捕食に対する抵抗力が低いため、強力な雑食動物の侵入に対して脆弱であった。しかし、植物の侵入に対しては頑健であった。一方、進化時間の長い生態系は動物種数の増加、少数植物種が動物多種を支える不安定な構造を示すため、植物種侵入により規模の大きな絶滅が起きる。つまり、生態系進化にともない侵入に対する脆弱性も変化することが示された。

また、国立環境研ウェブサイトで公開されている侵入生物データベースに侵入種の定着適地図を掲載するために、適地図の開発を行なった。ここではアライグマを対象として、国内における生息確認地点と生息条件をあらゆる環境要因とを地理情報システムを用いてデジタル化し、その資料を元にアライグマの定着適地を多変量解析により推定した。

## (2) 随伴侵入生物の生態影響に関する研究

輸入爬虫類の寄生生物に関する研究として、輸入爬虫類・両生類に寄生するウイルス、真菌、細菌、原虫類を検出し、その病原性について検討した。そのうち、特に病原性の高い輸入トカゲ類の *Cryptosporidium* 保有状況および在来種への病原性の調査を行った。Cryptosporidiosisは国内飼育下トカゲ類（外来種）5種28例の死因に関連していることが明らかとなった。国内浸淫調査では、展示施設で平均11.0%、個人飼育個体の66.7%に感染がみられ、国内野生下トカゲ類の保有率は非常に低かった。感染実験では多くの在来種が *Cryptosporidium* に感受性で、オビトカゲモドキでは致死性であることが示された。さらに、*Cryptosporidium* がヘビにも感染することを証明した。また、沖縄県で捕獲されたヤモリにおける *Cryptosporidium* の浸淫状況を調査したところ、3%（1/33）の感染個体が確認された。そして国内初の感染症として、1）輸入されたエメラルドツリーモニターとコバルトツリーモニターに致死性ヘルペスウイルス感染症、2）リクガメの核内コクシジウム症が発見された。

さらに世界中で両生類個体群の減少を招いているとされるカエルツボカビ症病原菌を、本邦初、すなわちアジアで初めて確認した。ペット用に輸入されている外来種カエル類から病理学的検査およびPCR診断により感染が確認され、発病・死亡にいたる真性カエルツボカビ症も検出された。これらの結果を受けて本課題では緊急モニタリング・防除のための検査体制を国立環境研究所および麻布大学を中心として構築した。

輸入爬虫類より吸血性マダニ類を検出し、形態分類の結果、キララマダニおよび *Aponoma* 属マダニと同定された。DNA分析の結果、これらマダニは新型の遺伝子型系統であることが判明した。さらにマダニ体内の病原微生物を検査した結果、ボレリア細菌が検出され、DNA分析の結果、未知の新型ボレリアであることが示された。

輸入昆虫類の寄生生物に関する研究では、2004年度に様々な地域から輸入されているペット用甲虫類からダニ類を採集して、分類・同定を行った結果、未知種も含めて様々な寄生性ダニ類が検出された。これらのダニのうち、広域分布種であるクワガタナカセ *Coleopterophagus berleseii* について宿主クワガタムシとの共種分化関係を調査した。2004年度に国内外の様々な地域からクワガタムシおよびクワガタナカセを採集し、DNA分析を行い、クワガタムシおよびクワガタナカセ地域個体群の系統関係を調べた結果、クワガタナカセにも宿主であるクワガタムシと同様に多様な遺伝的系統が存在し、宿主特異的種分化も示唆され、クワガタムシとの共種分化関係はおおよそ500万年以上の歴史を経て形成されたことが推定された。2005年度はさらにサンプルを増やし、より詳細にDNA変異を調査するとともに、クワガタナカセの形態的変異も精査した結果、クワガタナカセには大きく4つの遺伝的系統が存在し、それぞれ形態学的にも分化していることが示されたことからクワガタナカセの分類学的再考を行い、今回確認された4つの遺伝的系統を *Canestrinia spectanda*、*Coleopterophagus berleseii*、*Sandrophera amarae*、および *Noemiphora izabelae* の4別種として再記載することとした。2005年度にはさらにクワガタナカセの生態学的特性の実験的調査を実施した結果、外国産クワガタナカセは日本産クワガタナカセよりも増殖力が高いこと、および宿主適応範囲が広いことが示唆された。

## (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

緊急に対策が必要な外来種として、奄美大島におけるマングースの効率的防除手法を開発するための生態学的情報の収集を開始した。過去から現在に至る分布域データを精査した結果、マングースの分布拡大に伴いアマミノクロウサギが減少している実態が明らかとなった。食性分析により、

マングースは季節的に応じて昆虫類や鳥類などの様々な餌生物を利用していることが明らかとなった。餌生物種の個体群変動とマングースの利用パターンを比較した結果、マングースは在来脊椎動物がすでに絶滅した地域でも渡り鳥などを捕食することで個体群を維持していることが示された。

これまでの捕獲数量データに基づき、捕獲によるマングース個体群密度の推移をシミュレートするモデルを構築した結果、現在の捕獲レベルは、マングースの根絶を目指した場合、最低限の数字であることが示唆された。捕獲努力量を変量としてマングースの個体群密度推移を推定した結果、現在予想されるマングース生息数に対しては捕獲努力量に関わらず、根絶までには10年以上の時間がかかることが示された。

マングースの分布拡大を防ぐためのフェンスの開発も行った。様々な形状のフェンスを試作し、実際にマングースを用いて効果を実験的に検証した。その結果、人間活動に影響を及ぼさず、かつマングースの脱出を阻止する効果の高い形状を絞り込んだ。さらにマングースと並んで近年生態影響が重要視されているノネコの防除効果も検証し、マングースとノネコの両種を効果的に防除するフェンスの開発を行った。さらに沖縄本島においてフェンスを展開する候補地の具体的選定を行った。

トラップによる捕獲駆除以外の方法として、ベイトステーション（毒餌給餌器、餌としてドックフード、ソーセージ、塩ブタなど使用）の試験を行った。このベイトステーションはニュージーランドで実用化されており、構造的には蓋を動物が開けて内部の餌を採食する方法である。標的種以外の在来種が餌を採らないような構造をしている。野外実験の結果、標的の外来種（マングースやクマネズミ）が高頻度で誘引され、非標的種（鳥類とイノシシ）は低頻度で誘引されることが明らかになった。また、飼育下におけるベイトステーション試験では、マングースが給餌器の蓋を開けて内部の餌を採食したと観察された。

マングースによる感染症の媒介リスクの検証も行った。捕獲マングースの血清検査を行った結果、日本脳炎ウイルスそのものは発見されなかったが、日本脳炎ウイルスに対する抗体が一部個体に確認されたことから、本種は日本脳炎の媒介能力があるおそれがあることが示された。また、マングース体内より蟻虫類を検出した。

南西諸島における外来種防除の社会的基盤の構築を目的として、奄美大島および沖縄島をモデル地域として住民の生物多様性および外来種問題に対する意識実態および飼育生物の逸脱・遺棄の実態についてアンケート調査を行った。アンケートを実施するにあたって、アンケートの方式と内容を十分に検討し、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用紙を作成して、自治体および教育機関を通じて協力依頼を行った。奄美大島18,993名に対してアンケート調査を行い、9,657件（回収率、50.85%）の回答を得た。アンケートの結果から、多くの住民が外来種について高い問題意識はもち、対策は、国や自治体が行うべきであると考えている一方、1,000円程度の寄付をしても良いと考えていることから、コスト意識はある程度保たれており、十分に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により有効な侵入種対策を講じることが出来ると考えられた。続いて沖縄島12,214名に対してアンケート調査を行い、得られた回答4641件（回収率38%）を分析した結果、島民の外来種問題には地域差があり、また全般に行政担当の意識が低いことが示唆された。両島共に、学校教育の現場では、外来種に関する指導もカリキュラムも乏しいと考えられた。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。その結果、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。奄美大島および沖縄島において各1校で、モデル授業を実施した。

#### 4. 考察

一度定着に成功し、分布拡大を果たした侵入種の完全な除去は極めて困難であり、侵入種対策の基本は未然予防にある。これまでも地球環境研究総合推進費課題では侵入種の情報整備を目指してデータベースを構築し、広く公衆に情報を公開することにより、侵入種問題への理解および対策の発展に寄与してきたが、2005年6月に新しい法律「特定外来生物被害防止法」が施行されたことにより、より具体的な侵入種リスク評価のための科学的根拠が求められるようになった。近年、生態系保全に関するリスク評価は化学物質の世界でも重要視され、化学物質審査法や農薬取締法などの規制法が改正され、あらたに生態影響評価項目が追加された。これらの法律では、生態影響を評価するための毒性試験手法すなわちテストガイドラインが定められており、全ての化学物質がこのガイドラインに沿って毒性試験がなされ、基準値によってリスクが評価される。しかし、侵入種の生態リスクの場合、人工化学物質とは異なり、侵入種という多様な生物自体に統一規格があるわけではなく、また増殖や進化という生物学的要因がそのリスクを変動させるため、従来の濃度-死亡率曲線のような低次のリスク評価理論が通用しない。生物の場合、種や系統といった分類群毎にリス

クのパターンや程度が異なるだけでなく、同じ種でも時間的・空間的変動によりリスクが変化する点を十分に認識した高次元のリスク評価が必要である。即ち、生物全体を見渡して、侵入種となりやすい生態的傾向の平均値を捉えることも重要であるが、同時に、環境変動や生物進化による予測不可能なはずれ値を示す「例外的」侵入種の存在も予測しなくてはならない。

サブテーマ(1)では、侵入種の平均値予測およびはずれ値予測を行うための生態学的評価手法の確立を目指して、実証データの収集と検討を進めている。我が国では、1500種を超える外来植物が確認され、かつそれらの外来植物の利用形態や種生態特性は多様となっている。外来植物の効率的な管理・対策を行うためには、1つのアプローチだけで対応するのではなく、複数のアプローチを組み合わせた手法が有効となると考えられる。本研究では、河川域で既に定着・分布拡大が認められている外来植物を対象として、実用性の高い危険度予測モデルを構築した。まだ侵入していない外来種への本モデルの適用可能性を検討することが今後の課題である。一方、種子の休眠・発芽特性というメルクマールは侵略的外来種によって種間で異なるタイプを示したことから、侵略性の指標ではなく個々の外来種の管理計画の立案において十分に考慮すべき特性といえる。河川の生物多様性・生態系に著しい影響を及ぼしているシナダレスズメガヤは、河原固有植物と生育適地が重なっていることが示され、今後も置き換わりが進行する可能性が明らかになった。河原固有植物の生育する場を含めた生態系の保全のためには、シナダレスズメガヤの選択的除去および種子供給源の制御が根本的な対策として考えられる。外来植物のデータベースの作成においては、以上のような情報を含めて、定着や侵入の状況、被害の事例や要因、既に対策事例が行われているときはそれらの情報も加えて、具体的かつ詳細に記載することが有用と考えられる。

アライグマでは、在来種との競合関係がより明らかになるとともに、寄生虫・感染症という面でも在来生物や人間に対して高いリスクを有していることが明らかとなった。さらに、生息環境分析から、人家周辺等の選好される環境が明らかとなり、こうした環境要素を有する地域では、現在はアライグマが低密度であっても、将来的には個体数の増加を危惧すべきと考える。アメリカミンクに関しては、水辺の在来生物への影響が明らかとなったが、糞のDNA分析による種判別が可能となったため、エゾクロテン等の在来イタチ類との種間関係調査が今後の課題と考える。

カメ類については飼育下で異種間や異属間で比較的容易にF1が生じることがすでに知られており、外来種と在来種のF1と思われる個体の野外での発見例も少数ながら報じられている。今回の北陸集団の解析結果は、現行の分類体系で異なる亜科に属するとされている種の間でさえ、組み合わせによっては野外で交雑が生じ、遺伝浸透まで生じる場合のあること、したがって外来種のリスク評価を行う際、少なくとも在来種と亜科レベルで異なることを理由に遺伝的攪乱の可能性を否定することの危うさを示している。スッポンの食性に関する研究結果からは、外来種について特に捕食を通じた在来生物への影響を予想する際、性別の違いに伴う食性の変異を十分考慮し、雌雄いずれかの側の食性データだけからリスクを予測するのが危険なことを示している。シロアゴガエルに関する研究からは、従来、宮古諸島のように地表水の少ない場所ではなかなか定着しないとされている両生類の中にも、到達してしまえばきわめて急速に定着し高密度に達してしまう種がいること、したがって上記のような前提でリスク評価を行うのが危険なことを強く示唆している。また今回調べたシロアゴガエルから高率で寄生虫が検出されたことは、外来種の持ち込みに対するリスク評価を行う場合、現行の特定外来生物法では規制の対象となっていない寄生虫の有無も注視すべきであることを示唆している。オオヒキガエル毒の捕食者(ヘビ類)に対する効果の程度と、捕食者の現産地におけるヒキガエル類の分布履歴との関係に関する研究の結果は、少なくともオオヒキガエルのような、在来種に対し“毒餌”となり得るもののリスク評価を行う際には、それぞれの地域におけるヒキガエル類の分布履歴を十分考慮すべきであることを示している。たとえば中琉球のように、化石種も含めヒキガエル類が1度も到達したことがない場所が検討対象である場合、潜在的捕食者への影響を考えるならばきわめて厳しいリスク評価が望まれる。オキナワキノボリトカゲの九州への定着、イグアナの石垣島への定着事例は、単純に原産地の気候にもとづいて定着のリスク予測を行うことの危うさを端的に表わしている。

侵略的影響の著しいわが国の外来生物のうち、サンフィッシュ科魚類のブラックバス類とブルーギルは、在来生物の局所的絶滅を招く等、生態的な影響が際立っているうえに、それらが野外に生息する状況を積極的に利用者しそこから受益する者が存在する点で、きわめて特異である。それはまた、生態的影響が指摘されながら、望まれる魚種として、これらの外来魚種が意図的な導入によって生息域を拡大する傾向のある背景にもなっている。また、利用者・受益者側からは外来魚の生態的影響に関して、さまざまな形で矮小化する働きかけが強いのも特徴である。そこで、本研究では、自然科学の方法と論理を用いて、意図的導入が実際に行われたことを、その時期や過程を推測しながら示すとともに、全国各地の淡水環境に関わる研究者の情報を集約して、影響の範囲と程度を具体的に明らかにした。後者の結果は、強い抵抗があったオオクチバスを特定外来生物に指定するうえで、大きな後ろ盾となった。前者に関しては、とくに亜熱帯を原産とする亜種・フロリダバスに関して、冬季に水温が相当に低下する琵琶湖においても、既存の亜種と大規模に交雑が進むほ

ど、定着に成功することが明らかとなり、少なくとも生理的耐性よりも地理的障壁により生息域が限定される傾向が強い淡水魚に関しては、リスク評価に際して、自然分布域の生息環境条件をその種の生理的耐性の限界とみなしがちな点に注意喚起を促す結果となった。

セイヨウオオマルハナバチは農業用の送粉昆虫として継続的に利用されており、特定外来生物の指定を受けたため今後の野外への放逐は食い止められたものの、それまでの利用状況から特に北海道各地での定着状況は深刻で、分布範囲は拡大の一途をたどっている。本研究から本種の北海道内での分布拡大の状況が詳細に明らかとなり、新たに確認された野生化地点の中には、周辺にセイヨウオオマルハナバチの利用実績がないか、あるいは極めて乏しい地点も含まれている。このことは、本種の繁殖個体が分散する際、少なくとも一部は長距離移動を行った可能性を示している。本研究によって、生活史の全ステージを通しての環境選好性から野生化が進行しやすい環境が特定できたため、今後はそれらをあらかじめリストアップすることで、野生化のリスクの高い地域を特定して重点的に監視することが可能である。また、在来種の分布状況もあわせて明らかにしたことから、環境選好性の観点から、在来種との競合の可能性について検討することが可能である。セイヨウオオマルハナバチの野生化によって競合の影響を強く受ける在来種が分布している地域は、特に重点的にモニタリングを行う必要がある。

クワガタムシでは、今回の調査結果から外来種ソースとも言うべき販売店が北海道から沖縄・奄美まで、ほぼ全国に点在しており、在来クワガタムシの分布域の大部分とオーバーラップしているという極めて高リスクな状況が浮き彫りとなった。さらに外来種定着可能温度域および在来種個体群のESUの分布を重ね合わせた結果、南西諸島域が「重要監視地域」と指定されると考えられたが、この結果は、日本列島における南西諸島域の生物地理学的特殊性を支持する事例のひとつと言えよう。また、外国産および日本産クワガタムシの交雑実験の結果からは、交尾後生殖隔離機構が遺伝的距離とは無関係に進化しており、分化の進んだ系統間での交雑和合性が高いという、新しい「例外」事例が示された。この知見そのものは進化生態学的にも興味深い現象であるが、同時に、侵入昆虫により交雑リスクの予測不能性を例示している。

一方、冒頭でも述べた侵入種となりやすい生態的傾向の平均値をとらえることを目的として、モデルシミュレーションも検討した。その結果、侵入種そのものの食性幅あるいは適応幅が侵入プロセスに大きく作用するが、同時に、侵入される側の生態系システムも侵入種の生態影響の大きさを規定する要素であることも示された。ただし、これらの結果はこれまでの生態学的知見からも概念的に予測可能な範囲の現象であり、今後はむしろ、こうした「既成概念」を破る侵入が起こる条件の洗い出しに注力すべきと考える。このことは、分布拡大予測マップにも当てはまるであろう。即ち、本来の生息環境を越えた侵入（上に挙げたオキナワノボリトカゲの例など）が起きるケースをどのように予測するかが今後の重要なテーマとなる。ただし、それに先駆けて、まず、地図情報に基づく生物の分布規定要因の抽出作業と情報処理手法の確立が急務となる。そのためにこの研究では以下の2点について留意した。

1) 侵入種は侵入地域において分布拡大の途上にあるため、定着が確認されていない地点にも生息に適する環境が存在する。したがって、定着が確認されていない地点と確認されている地点とを対比することによって定着適地を推定することは不可能である。そこで、定着が確認された地点の情報だけを用いて適地を推定する手法を用いる。

2) 定着を左右する環境要因は種々想定されるが、GISにもとづいた情報として利用できる種類は限られる。迅速性・正確性のためにはGIS技術を用いることは必須であるため、利用する環境要因もGISで利用しやすいものに限定する。そのため衛星観測にもとづく情報を重視する。以上の点を踏まえれば、侵入種の定着適地を効率化してリスク評価に役立てられるものと考えられる。

サブテーマ（2）では、侵入種の生態リスクの中でも重大事項の一つでありながら、特定外来生物被害防止法においてもその影響が十分に考慮されていない随伴寄生生物の侵入に関する研究を進めている。本課題では特に厚生省の感染症対策の観点からすらノーチェックとなっている輸入爬虫類および昆虫類に寄生して侵入してくる生物群についてその侵入実態および影響実態について調査を行った。それぞれ輸入種の寄生生物の実態調査例は乏しく、今回の調査で得られた寄生生物リストは極めて貴重なデータベースとなる。

特に輸入爬虫類からは在来固有希少種に対して重篤な影響をもたらす寄生生物類が発見されており、さらに、遺伝子分析によりその多くが「新型」であることが示唆された。このことは、寄生生物にも遺伝的多様性が存在しており、かつ、それに対する我々の既存情報は極めて乏しいことを示している。特に最終年度に至って、輸入カエル商品から世界最悪の野生生物感染症と唱われるカエルツボカビ症病原菌が当研究課題によってアジアで初めて発見され、緊急検査体制の構築を発見からわずか1ヶ月で実施した。本種はIUCNの外来種ワースト100にも指定されている重要対象種であり、我が国における侵入は極めて深刻な事態と受け止めるべきである。こうした事態に迅速な対応が図られたのも、本研究課題において培われた研究機関間および研究者間のネットワークの賜であると考える。

一方、クワガタムシと寄生性ダニの間の長い歴史的共種分化関係が遺伝子分析により明らかにされ、宿主-寄生物の関係自体にもESUが存在することが示された。外来寄生物による感染症などの病害が爆発的に拡大する背景にはこうした共種分化関係の人為的攪乱が存在すると考えられ、この事例から、寄生物の「多様性」保全という観点から寄生物との共存を図る上でも重要であることが示唆された。サブテーマ（1）および（3）においても、調査過程で様々な分類群の侵入種から新しい生態リスクとして寄生物の発見が報告されている。侵入寄生物の実態把握と生物学的情報の収集、さらにその防除手法の検討は今後の侵入種対策においても重要なテーマとなると考えられる。

サブテーマ（3）では、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。

ジャワマングースは雑食性で極めて高い環境適応力や繁殖力をもつ食肉類で、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、マング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、地表性動物をことごとく絶滅させ、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。南西諸島のような亜熱帯地域に侵入したマングースにとっては、その雑食性の食性と、冬鳥など外部の生態系からの食物の流入によって、在来希少種がすでに消失した環境でも、季節的に豊富にある餌を捕食し個体群を維持することが可能と考えられる。このような特異な採食様式と、奄美大島の在来種が捕食性哺乳類との共進化を経ていないという歴史が相乗的に関わって、マングースの生息地で希少在来種がほとんど姿を消してしまうという結果に至っていると考えられる。

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。本研究で得られた沖縄本島および奄美大島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。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性=Locality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と多様性が高く、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重要課題と捉えるべきである。今後は、マングースの駆除技術を開発するとともに、その他の侵入種のリストアップとリスク評価を進めていく必要があるであろう。特にサブテーマ（2）で発見されたカエルツボカビ症は、南西諸島の固有両生類にとっては脅威であり、現在、国立環境研究所および麻布大学が中心となって、沖縄本島の全島調査を進めており、既に感染事例も発見している。こうしたネットワークも、様々な分野を横断して構成されている本研究課題の功績と考えている。

以上、本研究では、侵入種の有効管理体制の実現を目指して、生態リスク評価手法の開発、寄生物のリスクの解明、そして南西諸島におけるケーススタディの実践を推進してきた。一連の研究からは侵入種そのものにも生物多様性が存在するがゆえに評価や管理の困難さが伴うことも浮き彫りとなり、分布・遺伝子・生物間相互作用の地域固有性の保全こそが侵入種管理と多様性保全の究極理論とも言えるだろう。本研究の成果は科学的意義のみならず、生物多様性保全という地球環境政策においても、大きく貢献してきたと考える。

## 5. 本研究により得られた成果

### （1）科学的意義

我が国の外来植物において、総合的な侵略性の定量的評価を行った。この結果に基づいて、河川域に侵入した外来植物の侵略性を判定するための「危険度予測チャート」のためのモデルを作成し、有効性の高いモデルを得ることができた。シナダレスズメガヤについては、侵入した場所の環境要因（比高および基質）と植生から影響評価を行い、有効な管理方法を提案した。以上の情報を含めた外来植物のデータベースを提案した。種数の極めて多い外来植物の侵略性評価や効率的な管理・対策において複数のアプローチを組み合わせた手法の有効性が示された。

アライグマでは、捕獲個体を寄生虫・感染症調査に用い、さらに捕獲データから生息環境分析等を実施したが、こうした手法は外来種防除を進めながら影響評価に関する科学的データを収集することとなり、防除と科学的調査を両立させる有効な手法と考える。また、アメリカミンク調査で確立した糞のDNA分析による種判別法は、従来糞による判別が不可能とされてきたイタチ科の種判別を可能にするだけでなく、在来の食肉動物を含む11種が現在判定可能となっているため、食性の種間比較も可能となり、今後より詳細な影響評価が可能になるものと考えている。

カメ類の遺伝子浸透に関する研究では、核DNAのマーカーとしてアロザイムのほかにSINEマーカー、すなわち核DNAの特定の位置へのトランスポゾン挿入の有無を併用した。従来SINE法は、たとえば哺乳類全体の中におけるクジラ類の系統的な位置づけといった大系統の研究課題に適用されてきたが、今回の研究は上記のような大系統の解析での前提に反し、個々の部位へのトランスポゾン挿入の有無に種内変異があることが示された。またその一方で、この手法が集団遺伝学的な解析にも応用できることを示した点でも科学的に意義深い。またカメ類において従来行われてきた形態形質にもとづく系統推定が分子系統の結果と著しく異なること、したがってこうした形態形質には従来考えられていたよりもはるかに多くの収斂が生じていることも示された。スッポンの雌雄間における餌項目の顕著な差異は、北米産の種についてすでに報じられている。この種は雌雄間で体サイズに極端な“雌>雄”の性的二型が知られており、そのため従来、こうした餌項目における性差は、このような体サイズの差異をそのまま反映したものと考えられていた。今回、雌雄間で体サイズまったく差異のない日本産のスッポンでも餌において顕著な性差が確認されたことは、上述のような従来の学説に疑問を投げかけるものであり、科学的にきわめて興味深い。シロアゴガエルから発見された寄生虫は未記載種である可能性が高く、今後さらに検討していく予定である。ヒキガエル毒に対する両生類食へビ類の抵抗性とその分布履歴との関係に関する今回の解析からは、両者間での共進化の全貌が具体的に示された。これは従来の理論予測を実証するものであり、きわめて高い学術的意義を有する。

オオクチバスに関する研究では、亜種間交雑により生じた雑種が雑種強勢によって分布域を拡大するという現象を分子遺伝学的に捉え、種間交雑による生態リスクを実証するとともに、放流の時期や経緯についての追跡を行うことが出来た。

セイヨウオオマルハナバチの野生化状況の詳細およびその分布拡大過程が明らかとなり、野生化地点周辺の環境特性についても明瞭な傾向があることが示された。野生化の初期の段階からこのような追跡調査が行われている外来昆虫の事例は少なく、本研究は外来昆虫の分布拡大とその生態的メカニズムを明らかにするための基礎的なデータを整えることができたことは、生物の分布拡大および種間競合という生態学の基本的な問題の解決に資することが期待される点において重要である。

クワガタムシの研究では地域個体群を外來個体群から保全する根拠として、DNAデータに基づき進化的重要性を定量的に評価することを試みた。生物の形質として、形態形質や適応形質なども考慮に入れる必要があるが、再現性のある分子遺伝学的解析は今後生物個体群の進化的重要単位的一次評価には極めて有効と考える。また、ヒラタクワガタの交雑リスク評価の結果は、侵入生物にも多様性があり、一元的リスク評価が困難であることを科学的に示した貴重な事例である。

数理モデルによるコンピューターシミュレーションは侵入種の定着可能性と影響を評価する上で有効な手法である。本研究では進化場所・時間を考慮して生物学的にかなり現実的な生態系を構築することに成功し、その生態系に対して侵入実験を行なうことによって侵入リスク評価を行なうことを可能にした。また、生物の生息適地推定には一般的に分布が確認された地点と確認されなかった地点の地理情報が用いられるが、侵入生物の場合は分布が拡大中であると考えられるため、この手法は使えない。そこで、分布確認地点情報だけを用いて推定せざるを得ないが、本研究ではこの手法によって信頼できる推定を行なえることが示された。

爬虫類・両生類の感染症リスク評価研究において、*Cryptosporidium*、ツリーモニターのヘルペスウイルス、核内コクシジウム、カエルツボカビ *Batrachochytrium dendrobatidis* は、いずれも国内初の検出となり、ツリーモニターのヘルペスウイルスは、今まで爬虫類で確認されたことのない遺伝子配列を有している新種のヘルペスウイルスの可能性があった。さらに、輸入された爬虫類より分離された *Cryptosporidium* が、へビにも感染し、希少在来種であるオビトカゲモドキを、他の爬虫類より、短期間に致死的に冒すことを明らかにした。今回、検出されたボレリアはこれまで知られていない、新種のボレリア属細菌であり、今後、病原性や感染性の有無などを検討していく必要がある。

輸入昆虫に寄生するダニ類の調査では、形態分類学的手法と分子遺伝学的手法を融合させ、ひとつのダニの種類から新たに4種の新種を発見するに至った。また宿主-寄生性ダニ間の共種分化プロセスを時空間的にトレースすることにも成功した。これらの知見は、寄生生物という目に見えない微小生物における多様性と固有性の存在を指し示すものであると同時に、共進化関係の崩壊という侵入寄生生物のリスク管理の必要性を示唆するものでもある。

沖縄・奄美地域におけるマングースの生態影響評価および防除手法開発においては、生息密度の違いやワナ配置方法の違いによるマングース捕獲の効率性を明らかにし、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。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ことは意義が大きい。

沖縄奄美地域における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

国土交通省関連の外来種影響・対策研究会（事務局：財団法人リバーフロント整備センター、座長：鷺谷いづみ）において、シナダレスズメガヤの生態学的知見を提示し、その対策に関する議論に役立てた。また、国土交通省および財団法人リバーフロント整備センターが運営する「鬼怒川河道再生検討委員会」において、シナダレスズメガヤの生態学的知見を提示し、それを考慮した、自然環境と調和のとれた河道再生の計画立案に貢献した。

環境省の特定外来生物等分類群専門家グループ（哺乳類・鳥類）における第一次・第二次特定外来生物種選定作業において、本研究の成果を含めたアライグマの現状と影響に関する資料及びミンク、マスカラットに関する資料を提供し、特定外来生物種の選定に貢献した。

環境省の特定外来種専門科グループ会合における爬虫類・両生類の第一次特定外来種指定において、本研究によって収集された食性、分布拡大能力、在来種との交雑能力等に関するデータが大きな科学的根拠を提供した。

環境省の「外来生物対策オオクチバス小グループ」の委員として、本研究の成果であるフロリダバスの侵入問題や各地の外来魚問題の現状に基づいた意見を述べ、オオクチバスの特定外来生物指定の是非を判断するための情報を提供した。

環境省の特定外来生物等分類群専門家グループ会議におけるセイヨウオオマルハナバチの特定外来生物指定是非の検討において、本研究成果であるセイヨウオオマルハナバチの北海道における野生化状況のデータを提示し、分類群専門家グループ会議の答申作成に貢献した。

環境省の特定外来生物等分類群専門家グループ会議における外国産クワガタムシの要注外来生物指定において、本研究成果であるクワガタムシの生態リスクに関する研究データを提示し、分類群専門家グループ会議の答申作成に貢献した。

カエルツボカビ症の早期発見と緊急検査体制構築に貢献し、収集された感染状況データを環境省に提出するとともに、普及啓発事業に積極的に乗り出した。

「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. 研究者略歴

課題代表者：五箇公一

1965年生まれ、京都大学大学院農学研究科修了、農学博士、  
宇部興産株式会社農薬研究部研究員、  
現在、国立環境研究所研究所環境リスク研究センター 主席研究員

主要参画研究者

(1) 高村健二

1953年生まれ、京都大学理学部博士課程修了、理学博士  
理学博士、九州大学理学部助手、名古屋大学農学部助手、  
国立公害研究所主任研究員、  
現在、独立行政法人国立環境研究所生物圏環境研究領域  
個体群生態研究室研究室長

(2) 五箇公一 (同上)

(3) 山田文雄

1953年生まれ、九州大学大学院農学研究科修了、農学博士、  
森林総合研究所関西支所研究員、  
現在、森林総合研究所関西支所 研究調整監

7. 成果発表状況 (本研究課題に係る論文発表状況。査読のあるものに限る。投稿中は除く。)

- 1) S. Miyawaki and I. Washitani: *Global Environmental Research*, 8, 1-11 (2004) "Invasive alien plant species in riparian areas of Japan: the contribution of agricultural weeds, revegetation species and aquacultural species"
- 2) N. Nakayama, J. Nishihiro, Y. Kayaba, T. Muranaka, I. Washitani: *Ecol. Res.*, in press (2007) "Seed deposition of *Eragrostis curvula*, an invasive alien plant on a river floodplain"
- 3) M.N. Inoue, J. Yokoyama, I. Washitani: *Journal of Insect Conservation*, in press (2007) "Displacement of Japanese native bumblebees by the recently introduced *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae)"
- 4) T. Ikeda, M. Asano, Y. Matoba and G. Abe : *Global Environmental Research*, 8(2), 125-131 (2004) "Present Status of Invasive Alien Raccoon and its Impact in Japan."
- 5) H. Ota: *Current Herpetology*, 23, 37-41 (2004) "Notes on reproduction and variation in the blue-tailed lizard, *Eumeces elegans* (Reptilia: Scincidae), on Kita-kojima Island of the Senkaku Group, Ryukyu Archipelago"
- 6) H. Ota: *Current Herpetology*, 23, 73-80 (2004) "Field observations on a highly endangered snake, *Opisthotropis kikuzatoi* (Squamata: Colubridae), endemic to Kumejima Island, Japan"
- 7) H. Ota, Mi. Toda, G. Masunaga, A. Kikukawa, and M. Toda: *Global Environmental Research*, 8, 133-143 (2004) "Feral populations of amphibians and reptiles in the Ryukyu Archipelago, Japan"
- 8) Y. L. Werner, H. Takahashi, W. J. Mautz, and H. Ota: *Journal of Thermal Biology*, 30, 247-254 (2005) "Behavior of the terrestrial nocturnal lizards, *Goniurosaurus kuroiwa* and *Eublepharis macularius* (Reptilia: Eublepharidae) in a thigmothermal gradient"
- 9) H. Ota: *Herpetological Review*, 36, 212-219 (2005) "Review: Guide to the Amphibians and Reptiles of Japan"
- 10) M. Matsui, H. Ito, T. Shimada, H. Ota, S. K. Saidapur, W. Khonsue, T. Tanaka-Ueno, and G.-F. Wu: *Zoological Science*, 22, 489-495 (2005) "Taxonomic relationships within the pan-Oriental narrow-mouth toad *Microhyla ornata* as revealed by mtDNA analysis (Amphibia, Anura, Microhylidae)"
- 11) M. Matsui, T. Shimada, H. Ota, and T. Tanaka-Ueno: *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37, 733-742 (2005) "Multiple invasions of the Ryukyu Archipelago by Oriental frogs of the subgenus *Odorrana* with phylogenetic reassessment of the related subgenera of the genus *Rana*"
- 12) S. Yamashiro and H. Ota: *Current Herpetology*, 24, 95-98 (2005) "On the clone type of

- Lepidodactylus lugubris* (Dumeril & Bibron, 1836) corresponding to *Gehyra variegata ogasawarasimae* Okada, 1930 (Reptilia: Gekkonidae)”
- 13) H. Ota: Current Herpetology, 25, 29-34 (2006) “Colonization by the subtropical lizard, *Japalura polygonata polygonata* (Squamata: Agamidae), in southeastern Kyushu, Japan.
  - 14) Y. Yamamoto and H. Ota: Current Herpetology, 25, 39-40 (2006) “Long-term functional sperm storage by a female common house gecko, *Hemidactylus frenatus*, from the Ryukyu Archipelago, Japan”
  - 15) K. Yokogawa, K. Nakai, and K. Fujita: Aquaculture Science, 53, 145-155 (2005) “Mass introduction of Florida bass *Micropterus floridanus* into Lake Biwa, Japan, suggested by recent dramatic genomic change.”
  - 16) 中尾博行・藤田建太郎・川端健人・中井克樹・沢田裕一: 魚類学雑誌, 53 (1). 「琵琶湖北湖におけるブルーギル *Lepomis macrochirus* の繁殖生態」 (印刷中)
  - 17) K. Goka, H. Kojima and K. Okabe: Global Environmental Research 8:67-74. (2004)  
“Biological invasion caused by commercialization of stag beetles in Japan.”
  - 18) F. Yamada and K. Sugimura: Global Environmental Research, 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.”

