

課題名	D-0801 非意図的な随伴侵入生物の生態リスク評価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主席研究員室）
研究期間	平成20－22年度
累計予算額	累計予算額 151,515千円（うち22年度 50,505千円） 予算額は、間接経費を含む
研究体制	<p>研究体制</p> <p>(1) 非意図的な随伴侵入生物の侵入ルートの解明および防除対策 独立行政法人国立環境研究所 研究協力機関 クィーンズランド州立グリフィス大学、豪州連邦科学産業研究機構、ヴィクトリア州立モナシュ大学、アーカンソー州Game & Fish Commission、アーカンソー州私立リー大学、韓国国立ソウル大学、独立行政法人農業環境技術研究所、山形大学、独立行政法人製品評価技術基盤機構、東京大学、香川大学</p> <p>(2) 輸入資材における随伴侵入生物の生態リスク評価 独立行政法人森林総合研究所 研究協力機関 豊田市矢作川研究所、名城大学</p> <p>(3) 外来の淡水無脊椎動物の生態リスク評価 三重大学 研究協力機関 アルゼンチン・ラプラタ自然博物館、韓国国立インハ大学、中国上海水産大学、独立行政法人農業環境技術研究所、滋賀県立大学</p> <p>(4) 輸入動物に随伴する病原体の生態リスク評価 麻布大学 研究協力機関 兵庫県立大学、神奈川県衛生研究所、独立行政法人製品評価技術基盤機構、慶応義塾大学</p> <p>(5) 輸入動物に随伴するマダニ類の生態リスク評価 国立感染症研究所 研究協力機関 大原総合病院附属研究所、愛知医科大学、山口大学</p>
研究概要	<p>研究概要</p> <p>1. はじめに</p> <p>外来生物法では、規制対象種は「目視で種の判別が可能な種」に限定されており、加えて実質的な規制はペットや生物資材など意図的に導入される種にしか適用されていないため、輸入資材に随伴して侵入してくるアリやダニ等の微小な生物の影響対策が遅れている。天然資源の輸入大国である我が国では、カエルツボカビのような未知なる随伴微生物が大量に侵入して、生態系や人の健康に対して思いもよらない影響を及ぼすことも懸念される。このような目に見えない侵入生物に対する対策として急がれるのは検疫システムの強化および普及啓発による問題意識の高揚である。そのためには「どんな生物が」「どこからどのようにして侵入して」「どのような影響を及ぼすのか」を明らかにするとともに、それらの情報を速やかに発信する必要がある。また、近年の地球環境変動および国際経済の流動化は、物資輸送の流れにも大きく影響しており、特に中国を含む東アジアおよび東南アジア諸国の経済発展と中南米諸国の農業転換など環太平洋地域の国際交易はさらに活発なものとなっており、今後ますます随伴侵入生物の侵入リスクは高まると考えられる。まず非意図的な随伴侵入生物の分類学・生態学・病理学など様々な科学的側面からの早急な実態解明とリスク対策の確立が求められる。さらに、得られた情報の一般への普及啓発と同時に国際レベルの情報交流を図り、検疫・防除の効率化を図る必要がある。</p>

2. 研究目的

本研究課題では、これまで政策的にも、また社会的にも関心を集めることが少なかった潜在的な随伴侵入生物の中で、特に生態系および人間生活に対して重大な影響を及ぼしているもの、あるいは及ぼすおそれのあるものを選定して、それらの侵入実態および生態学的特性を明らかにするとともに、在来生物・生態系および人間生活に対する影響評価を行う。さらに侵入ルートおよび分布拡大プロセスについて生物学的側面のみならず、社会経済学的側面からの解明および予測を図り、検疫・防除手法の具体的検討を行うことを目的とする。また、オーストラリア・アメリカ・韓国・中国・台湾・東南アジア諸国などの研究機関とも連携を図り、アジア地域を中心とした国際的な随伴侵入生物の防除ネットワークの構築を目指す。最終的には、環境省・外来生物法における「非意図的な随伴侵入生物」の管理方針の必要性を示し、科学的提言を行う。

本研究課題では、大量に輸入される資材に紛れて侵入してくる微小生物（昆虫、クモ、センチュウ、ダニ、貝類）と、ペットとして意図的に導入される生物に随伴して侵入してくる寄生生物（カエルツボカビ、マダニ媒介感染症）という随伴侵入生物の主要な2タイプを対象として実証研究を進める。研究体制として、サブテーマ（2）～（5）は随伴侵入生物をそれぞれ分類群ごとに専門的に調査してデータ収集を行うとともに既存情報の収集を行うことを目的とする。また得られたデータに基づき検疫・防除手法の具体的提案を行う。サブテーマ（1）（中核研究機関：国立環境研究所）では随伴侵入生物全般の情報収集を担当するとともに各サブテーマと連携して具体的生物サンプルを収集し、DNA分析により侵入ルートの解明を行うとともに、生物情報・地図情報を統合して分布拡大予測を図る。また各サブテーマから得られたデータ・情報を統合して随伴侵入生物データベースを構築することにより、広く情報の普及と活用を図る（図1）。

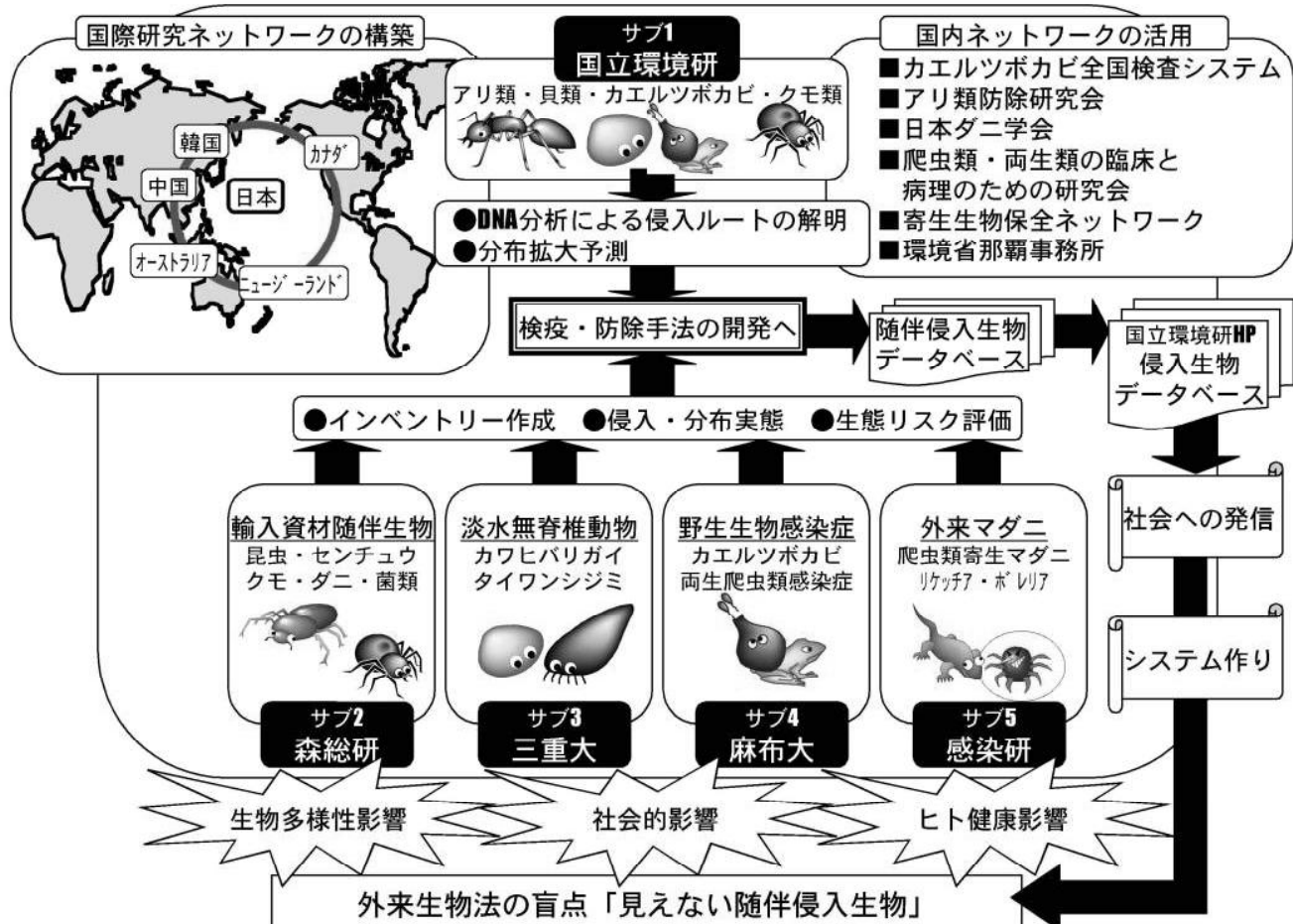


図1 研究体制

3. 研究の方法

(1) 非意図的な随伴侵入生物の侵入ルートの解明および防除対策

本サブテーマでは、各サブテーマからの情報および生物サンプルを集約して、随伴侵入生物の侵

入ルートをDNA分析により明らかにして、国内外における分布拡大プロセスを生物学的要因および人為的要因から解析した。これまでに重点的研究材料として、**アルゼンチンアリ**、**カワヒバリガイ**、および**カエルツボカビ**に注目し、研究を推進した。

アルゼンチンアリの侵入個体群サンプル収集を国内外において行い、DNA変異に基づく侵入経路・分布拡大プロセスの解明を試みた。神戸港で複数スーパーコロニーが近接して生息するエリアを対象として、行動生態・個体群生態学的手法により、スーパーコロニー形成メカニズムを解析した。防除薬剤の各種アリ類に対する室内毒性試験および野外群集影響試験を実施した。

カワヒバリガイについてはサブテーマ(3)と連携して、国内各地の侵入地域からサンプル採集を行い、得られた標本のDNA分析により、本種の侵入回数、分布拡大プロセスを推定した。

カエルツボカビについてはサブテーマ(4)と連携して、国内外の調査ネットワークを構築し、日本国内、および世界全体のカエルツボカビ分布および遺伝的変異に関するモニタリング調査を実施した。感染実験により両生類の感受性を調べた。国内外の感染確認地点の位置情報を用いてリスクマップを作成した。

(2) 輸入資材における随伴侵入生物の生態リスク評価

植物検疫対象外の加工木材の随伴**侵入経路としてのリスク評価**を行うために、ホームセンターなどで販売されている製材や木材チップから糸状菌を分離したほか、近年愛知県および周辺に侵入定着したタイワンタケクマバチおよび随伴ダニの侵入経路を推定し、越冬生態及び分布拡大状況を調べた。また生物資材随伴生物の**生態系および人の健康へのリスクを評価**するため、ニレ立ち枯れ病菌、セイヨウオオマルハナバチ寄生線虫、タイワンタケクマバチ随伴ダニ在来クワガタムシの共生生物を調べた。これらを元に随伴侵入生物のリスク評価手法の開発を行った。

(3) 外来の淡水無脊椎動物の生態リスク評価

2008年度は、これまでに**カワヒバリガイ**の分布が確認されている関東以西の水域、および分布が確認されていない日本海側と九州北部の合計129地点において実態調査を行った。2009年度は昨年度から引き続き、琵琶湖の24地点においてカワヒバリガイと外来シジミ類の分布の実態調査を行った。さらに人工の付着装置の開発を実施した。

(4) 輸入動物に随伴する病原体の生態リスク評価

大量死事例、不審死事例を病理学的、寄生虫学的、微生物学および分子生物学的に検索して、感染症を見出し、それぞれについて、病理像の把握、診断・検出法、除菌・治療法、予防法の確立をめざした。また、各病原体の在来種への病原性を感染実験を用いて検証した。病原体の国内分布を把握し、季節変動の有無、モニタリングに有用な動物や保菌動物を探索した。侵入ルートの解明を行なった。主として、カエルツボカビ、ラナウイルスおよび皮膚メタセルカリア症を対象とした。

(5) 輸入動物に随伴するマダニ類の生態リスク評価

2008年度には海外から輸入された爬虫類および爬虫類寄生マダニについて、2009年度には国内生息の爬虫類寄生マダニについて病原体感染状況を調査するとともに、病原体の生物学的性状を病理学的、分子遺伝学的に解析した。試験に供した輸入爬虫類、および外部寄生マダニはトーゴ、ガーナ、スーダン、ザンビア、マダガスカル、ウズベキスタン、スリナム、ロシア、ヨルダンから輸入されたものを用いた。またこれら以外の検体として、スリランカにて採取されたマダニも用いた。また2010年度には得られた材料をもとに病原体の宿主転換に与る遺伝的因子の探索を行った。検疫等に必要の特異的検出法の作成を行い、その感度、特異性について検証を行った。

4. 結果および考察

(1) 非意図的な随伴侵入生物の侵入ルートの解明および防除対策

アルゼンチンアリについては、分子遺伝学的手法により世界中に単一の巨大なスーパーコロニーが形成される一方、異なる遺伝子型を持つ小規模なスーパーコロニーが局所分布していることが明らかになった。日本は侵入地の中でも最も遺伝的多様性が高く、国際貿易港における多くの物資の移送とともに侵入が生じていることが示された。また、行動生態学的・分子遺伝学的手法により、異なるスーパーコロニー間におけるオスを介した遺伝子流動はごく低頻度でおきており、安定した環境下ではスーパーコロニーの個体群構造が変化しないことが推測された。防除剤の試験の結果、相対的に在来アリ類に対する毒性が低く、残効性も低いことを示した。

研究成果をふまえると、アルゼンチンアリの防除スケジュールは、繁殖虫が出現する5月前の防除

が効果的であり、防除ユニットとしては単一のスーパーコロニーが分布する地域では、侵入地全体の最適薬量を散布、一方複数のスーパーコロニーが分布する地域では、各スーパーコロニー単位での最適薬量を散布する必要があると考えられる。

カワヒバリガイについては国内26地点と海外の侵入地であるアルゼンチン、台湾の各1地点と、原産地の韓国、中国の合計4地点より得られた合計354個体の遺伝解析を行った。その結果、日本集団はその遺伝子構成から、関東平野部の集団と、それ以外の近畿、中部、東海、関東内陸部の地域に分布する集団に分けられ、日本には海外から2度の侵入があったこと、日本とアルゼンチンの個体群は遺伝的な組成が異なり起源が異なること、原産地の中国、韓国の個体群に関東平野部の個体群と共通するハプロタイプがいくつか見られ、遺伝的組成が似ていることが明らかとなった。したがって、関東平野部の侵入個体群は今回調査した中国、韓国の個体群を起源の一部とする可能性が示された。カワヒバリガイは主に輸入シジミ類などに付着して海外から侵入し、国内では利水施設を介した異なる水系の接続により水の流れに沿って分布拡大しているほか、人為的要因により水系を超えて飛び火的に新たな生息地へ侵入していると考えられる。今後の分布拡大を防止するには、利水施設の建設計画段階での影響評価、水産物の検疫強化が不可欠だと考えられる。

カエルツボカビについては、日本国内およびパナマ、オーストラリア、アメリカ合衆国の両生類、合計約6,000検体における感染状況およびカエルツボカビ菌のITS-DNA領域における変異の解析を実施した結果、日本国内の野生両生類にもカエルツボカビの感染が認められること、さらに日本国内で検出されたカエルツボカビには高い遺伝的多様性が存在し、ITS-DNA領域に50のハプロタイプが存在することを明らかにした。特にその多様性が高い宿主は沖縄シリケンイモリであること、および日本固有の希少種オオサンショウウオに古い系統のカエルツボカビが感染していることも示唆された。海外の野生両生類からはこれらのうちのごく一部のタイプのみが検出され、カエルツボカビの遺伝的多様性の中心が日本にあると考えられた。またシリケンイモリのカエルツボカビを海外産両生類に感染させた結果、顕著な病原性が示されたのに対して、在来両生類には抵抗性が認められた。以上の結果から、「カエルツボカビ・アジア起源説」を提唱した。

原産地である日本と侵入地である海外の感染地点情報を用いて気温と降水量よりカエルツボカビの世界分布を予測するリスクマップを作成した。その結果、日本以外でリスクが高かったオーストラリア、中南北米等の地域の多くは、原因不明とされる両生類の減少が報告されている地域と一致した(図2)。

日本(アジア)のカエルツボカビが世界に拡散したプロセスとして、戦後の食用としてのウシガエルの輸出入が関与していることが疑われ、今後、原産地や世界各地のウシガエルの感染状況および両生類の移送記録と照らし合わせて検証する必要がある。また、本菌が、熱帯高地ジャングルで猛威を振っている背景として、森林開発に加えて生態調査やエコツーリズムなどに伴って人為的に奥地に運び込まれた可能性があり、人為活動とカエルツボカビ感染拡大の関係について、社会学的視点からも調査していく必要がある。

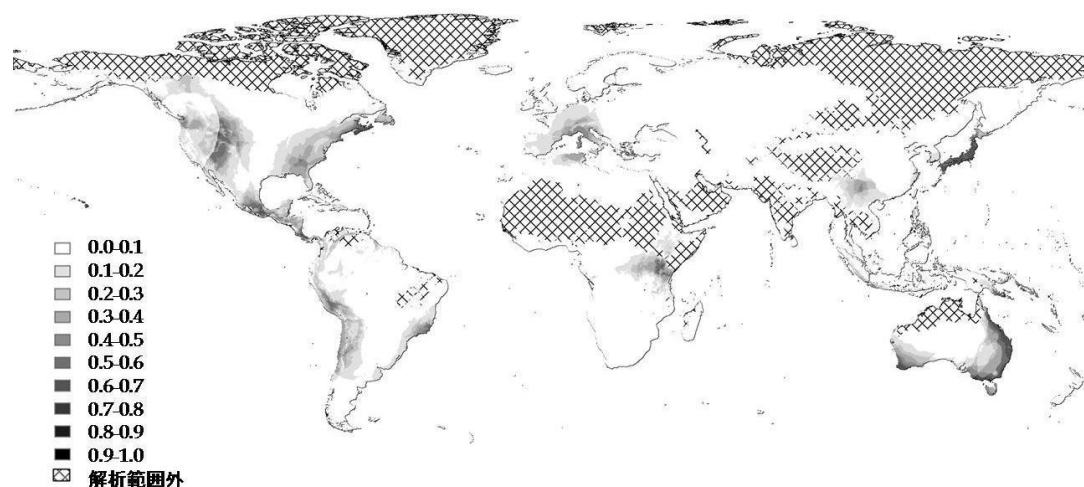


図2. カエルツボカビのグローバル・リスク・マップ

(2) 輸入資材における随伴侵入生物の生態リスク評価

一般に販売されている製材や木材チップから糸状菌が毎年新たに発見され、これらのいくつかは昆虫が媒介することから国内汚染ではなく随伴侵入であることがわかった。タイワンタケクマバチ

が加工竹に伴って侵入したことを発見し、随伴ダニから竹輸出元が主に中国であることが明らかとなった。これらのことから、現在検疫対象外の加工木材の侵入経路リスクは高いと判定した。また発見された随伴生物はいずれも健康被害は小さいが、生態系への影響は無視できないと考えた。タイワンタケクマバチの分布は拡大していたが、越冬巣が集中するため、冬季の駆除が適当と考えた。セイヨウオオマルハナバチが在来マルハナバチに対して不妊化線虫のベクターとなる可能性が明らかとなった。しかしセイヨウ自身も感染し感染率は季節と共に上昇することから、6月以降のセイヨウ防除は不要かもしれないと考えた。

既存の情報を元に、随伴微小生物のリスク評価チャートを開発した。その結果、見えない随伴生物のリスクは高く、とくに輸入生物資材が侵入経路として重要であることがわかった。

(3) 外来の淡水無脊椎動物の生態リスク評価

分布調査により、特定外来種カワヒバリガイと外来淡水二枚貝であるタイワンシジミの国内における分布の拡大傾向が明らかになった。分布調査とその調査で得られた試料を用いてDNA分析を行ったサブテーマ(1)との連携により、カワヒバリガイの起源やプロセスが明らかとなった。特に水利施設を通じた本種の分布拡大が実際に起きていることが集団遺伝学的にも裏付けられた。

カワヒバリガイが侵入してから20年が経過した琵琶湖とその周辺水域について、移入当初から現在までの分布拡大プロセスを明らかにし、分布要因に水域の富栄養化が関連していることが示唆された。

野外付着装置実験により、カワヒバリガイの付着に適した材質や形状の特性を明らかにした。この装置を用いることで野外の新規加入が少ない場合でも高い精度で存在が検出でき、底生個体群の定量調査が難しい水深が深い場所でも使用できる。この成果により今後の分布のモニタリング手法について具体的な提言が可能となった。

2010年度は、琵琶湖におけるタイワンシジミについて、湖岸調査と船を使った水深別調査を行い、本種が琵琶湖全域に分布し、琵琶湖固有種であり水産重要種であるセタシジミの生息域と重複していることを明らかにした。さらにサブテーマ(1)との連携により、両種の交雑の可能性が示唆された。

(4) 輸入動物に随伴する病原体の生態リスク評価

飼育下両生類を対象に全国にツボカビ症を確認し、国内の流通経路が広く汚染されていることを明らかにした。また、全国で不審死、大量死した野生両生類35事例を病性鑑定し、国内では野生下でツボカビ症の流行がないことを確認した。カエルツボカビ遺伝子型Ctypeの培養に成功し、この樹立株を用いて至適培養条件、増殖評価方法を検討した。また、銅イオン濃度5 ppm以上でカエルツボカビの増殖抑制を確認した。

野生ウシガエルの大量死から国内初のラナウイルス感染症(RCV-JP)を発見した。遡及的調査により、2008年6月の飼育下カスミサンショウウオ大量死、2009年9月～10月西日本で報告されたウシガエル大量死3事例をラナウイルス感染症と診断した。2種類のラナウイルスを分離した。これらのウイルスの在来種への影響を在来種13種類を用いた感染実験で検証した。その結果、両ウイルスの広宿主性および高致死性(平均死亡率84.0%)を明らかにした。流行地と非流行地において、ラナウイルス陽性率に季節変動があることを明らかにした。国内でラナウイルス感染症が流行すれば有尾類が絶滅する危険性は極めて高く、厳重な警戒が必要である。

野生トウホクサンショウウオやヒダサンショウウオで皮膚メタセルカリ症の異常発生を確認した。疫学調査を行ったところ、ミンクやアライグマ等外来哺乳類が終宿主として吸虫の異常繁殖をもたらしている可能性が考えられ、今後、これらの外来哺乳類の病原体増幅動物としての意義も検討する必要が認められた。

(5) 輸入動物に随伴するマダニ類の生態リスク評価

輸入爬虫類および寄生マダニから新型ボレリアを、また沖縄県に生息するセマルハコガメ(天然記念物)寄生性マダニからも本ボレリアを分離、検出した。本ボレリアはマウスへの感染性は見出されなかったが、ライム病ボレリアで見出されている病原因子を保有していることから、今後さらなる検討が必要と考えられた。また、検疫などを目的としたDNA検出系を本ボレリアに特異的な遺伝子*glvC*遺伝子配列をもとに作成し、感度は80%、特異性100%であった。

他方、新型ボレリアを加えたボレリア属全般の系統解析および媒介生物における体内動態解析から、回帰熱群ボレリアのいくつかの系統が媒介宿主体内で全身感染できる形質を獲得し、その結果新たな宿主へ適合した(宿主転換)可能性が示唆された。このことは、微生物が新たな形質を獲得しその媒介宿主を変化させてきたこと、また今後、回帰熱群ボレリア以外にも同様の事象が起こる

可能性を示している。そこで本研究では、宿主転換を規定した遺伝的要素の特定が急務と考え、新型ボレリアのゲノム配列決定とこれに基づく比較ゲノム解析を行った。新型ボレリアの代表種 *Borrelia turcica* の基準株はクロモソームDNA(954,496 bp, GC%=29.6%, 推定ORF数=884)と複数のプラスミドDNAを有することが明らかとなるとともに、比較ゲノム解析により複数の宿主転換規定候補遺伝子が見出された。今後それぞれの候補遺伝子の機能解析が必要である。

その他の病原体種についてはガーナ産ボールパイソン全血よりトリパノソーマ原虫を見いだした。本トリパノソーマ国内侵入が確認されたのは、おそらく初めてのことであるが、国内生態系への浸潤、定着、また病原性などについては今後の検討課題であると考えられる。また本試験に供したマダニからリケッチア *Rickettsia africae* に近縁のリケッチアDNAを検出している。*R. africae* は African pox の起原菌であることから、今後、人体へのリスク評価などを進める必要がある。他方、病原性ウイルスの持ち込みを迅速に検知するためのフラビウイルス網羅的検出系の作成を行い、本研究で収集した材料をもとにウイルスゲノム検出を試みたがいずれも検出限界以下であった。また同様にクリミアコンゴ出血熱ウイルスに関しても現在までウイルスゲノムは検出されていない。

以上の研究結果から、非意図的随伴侵入生物の生態リスクおよび健康リスクが実証されるとともに、人間が運ぶ、という要因だけでなく、人間が環境を改変することで、随伴侵入生物は急速に分布を拡大し、影響を及ぼすことも示唆された。侵入生物問題に対しては生態学的調査にとどまらず、社会的・経済的背景にも注目してデータを収集し、総合的リスク評価を図ることが重要と考えられる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

原産地から侵入地域という新しい環境に移送された際に、随伴侵入生物が生態学的特性を急激に進化させる事例をアルゼンチンアリで示した。また、人為移送による宿主-寄生生物の共進化系の崩壊と宿主転換がもたらすリスクを、カエルツボカビや寄生性ダニの調査を通して実証した。本研究で開発したカエルツボカビNested-PCR法、および提唱したカエルツボカビ・アジア起源説は国際誌に掲載され、国際的に大きな反響を呼ぶとともに、国際的な調査ネットワーク構築を推進した。

(2) 地球環境政策への貢献

- 1) アルゼンチンアリおよびカワヒバリガイについての研究成果は、生物多様性条約事務局CBD発行の科学論文特集BIODIVERSITYにおいて、2009年に掲載された。
 - 2) アルゼンチンアリ研究ネットワークを通じて、環境省中国四国地方および中部地方環境事務所が実施しているアルゼンチンアリ防除事業に対して、防除手法およびそのリスク評価について提案を行った。
 - 3) カエルツボカビについての成果は、2009年度にMolecular Ecologyに、2010年度にOIEに掲載され、カエルツボカビの検出法およびDNA変異分析法のグローバルスタンダードを構築した。さらにこの問題を通じて、生態学と獣医学のインターフェースが構築された。
 - 4) IUCN国際自然保護連合主催のAmphibian Arc Project両生類箱船計画の策定に専門家として招聘され貢献した。
 - 5) カワヒバリガイの分布拡大プロセスの解明は、国土交通省が建設を進めている霞ヶ浦導水事業に対して侵入生物（特定外来生物）の分布拡大リスクを提示するとともに、その防除対策について具体的提言につながる。
 - 6) 農林水産省林野庁保護対策室と森林総合研究所の意見交換会において、「ニレ立枯病の日本への侵入」を報告し、対策について協議し、防除事業等の立案検討に貢献した。
 - 7) 国内におけるカエルツボカビ症侵入の緊急事態に対して対策の指針を与えた。
 - 8) 現在法的措置が一切ない輸入爬虫類の病原体モニタリングの重要性を提起した。
- 2010年10月名古屋で開催されたCBD-COP10において成果発表を行い、2011年2月スイス・ジュネーブで開催されたCBD外来種専門家会合に招聘された。

6. 研究者略歴

課題代表者：五箇公一

1965年生まれ、京都大学農学部卒業、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環境リスク研究センター主席研究員

研究参画者

- (1) : 五箇公一 (同上)
: 高村健二
1953生まれ、京都大学理学部卒業、独立行政法人国立環境研究所生物圏環境研究領域
- (2) : 岡部貴美子
1961生まれ、千葉大学園芸部卒業、現在、森林総合研究所森林昆虫研究領域チーム長
: 升屋勇人
1971生まれ、筑波大学大学院農学研究科修了、現在、森林総合研究所森林微生物研究領域主任研究員
- (3) : 木村妙子
1965生まれ、三重大学水産学部卒業、学術博士(生物資源学)、日本学術振興会特別研究員、現在、三重大学大学院生物資源学研究科准教授
- (4) : 宇根有美
1954生まれ、麻布獣医科大学獣医学部卒業、博士(獣医学)、横浜市衛生局技術吏員、現在、麻布大学獣医部教授
- (5) : 川端寛樹
1967生まれ、静岡薬科大学薬学部卒業、博士(薬学)、現在国立感染症研究所 細菌第一部 第四室室長

7. 成果発表状況(本研究課題に係る論文発表状況。)

(1) 査読付き論文

- 1) Une Y, Sakuma A, Matsueda H, Nakai K & Murakami M (2009) *Ranavirus Outbreak in North American Bullfrogs (Rana catesbeiana)*, Japan, 2008. *Infect. Dis.* 15:1146-1147.
- 2) Sato H, Takano A, Kawabata H, Une Y, Watanabe H & Mukhtar M M (2009) *Trypanosoma cf. varani* in an imported ball python (*Python regnus*) from Ghana. *Journal of Parasitology*. (PMID: 19138059, DOI: 10.1645/GE-1816.1)
- 3) Takano A, Muto M, Sakata A, Ogasawara Y, Ando S, Hanaoka N, Tsurumi M, Sato F, Nakamura N, Fujita H, Watanabe H & Kawabata H (2009) Relapsing fever spirochete in seabird tick, Japan. *Emerging Infectious Diseases*. 15: 1528-1530.
- 4) Goka K, Yokoyama ., Une Y, Kuroki T, Suzuki K, Nakahara M, Kobayashi A., Inaba S., Mizutani T., Hyatt A. D. (2009) Amphibian chytridiomycosis in Japan: distribution, haplotypes, and possible route of entry into Japan. *Molecular Ecology* 18(12):4757-4774.
- 5) Inoue MN & Goka K (2009) The invasion of the Argentine ant across continents with special reference to Argentine Ants and Red Imported Fire Ants. *Biodiversity* 10: 67-71.
- 6) Tominaga A., Goka K., Kimura T., Ito K. (2009) Genetic structure of Japanese introduced populations of the golden mussel, *Limporna fortune*, and the estimation of their range expansion process. *Biodiversity* 10: 61-66.
- 7) Masangkay S. J., Une Y. and Yoshikawa Y. (2009) The Silence of the Frog-due to a fungus. *Animal Science*. 9:26-31.
- 8) 升屋勇人(2009) 菌類とキクイムシの関係. 日本森林学会誌 91, 444-456.
- 9) 神崎菜摘、小坂肇(2009) 線虫とキクイムシの関係: キクイムシ関連線虫研究の現状と今後の課題. 日本森林学会誌 91, 446-460.
- 10) 岡部貴美子(2009) キクイムシ関連ダニの系統と生態. 日本森林学会誌 91, 461-468
- 11) Takano A, Goka K, Une Y, Shimada Y, Fujita H, Shino T, Watanabe H & Kawabata H. (2010) Isolation and characterization of a novel *Borrelia* group of tick-borne borreliae from imported reptiles and their associated ticks. *Environmental Microbiology*. 12: 134-146, 2010
- 12) 木村妙子・井上 暁広・木村昭一・佐藤達也 (2011). 琵琶湖およびその周辺水域における特定外来生物カワヒバリガイの分布状況. *Sessile Organisms*, 28(1) : 9-18.
- 13) Tamukai K, Une Y, Tominaga A, Suzuki K & Goka K (2011) .Treatment of spontaneous chytridiomycosis in captive amphibians using itraconazole. *J. Vet. Med. Sci.*, 73 :155-159.
- 14) Sato H, Ihara S, Inaba O & Une Y (2010). Identification of *Euryhelmis costaricensis*

metacercariae in the skin of Tohoku hynobiid salamander (*Hynobius lichenatus*) distributed in the northeastern region of Honshu, Japan. *J. Wildlife Dis.* 46:832-842.

15) 伊原貞雄、宇根有美、佐藤 宏、稲葉 修. 阿武隈山地北部のトウホクサンショウウオにおける皮膚メタセルカリア結節の発生とその増加. *爬虫両生類学会報* 2, 97-102. (2010)

(2) 査読付論文に準ずる成果発表 (社会科学系の課題のみ記載可)

該当せず