

平成 27 年度

小笠原国立公園ネズミ対策における
属島海域環境リスク検証業務報告書

平成 28 年 3 月

一般財団法人 日本環境衛生センター

目 次

1. ネズミ対策検証委員会委員長総括	1
1. 1 検証委員会設置の目的と経緯、限界	1
(1) 目的	1
(2) 経緯	1
(3) 検証委員会の限界	2
1. 2 検証委員会の実施事項	2
1. 3 検証の方法	3
1. 4 検証により明らかになったこと	3
(1) 実施体制への不信感	6
(2) コミュニケーション・島民参加手続きの不足	6
(3) 環境影響評価に対する不信感	9
(4) 小笠原諸島及びネズミ対策の特性への配慮	11
1. 5 残された課題	13
1. 6 今後への提言	13
(1) コミュニケーションの充実、島民参加手続きに向けての新たなプロセスの提言	13
(2) ネズミ対策の検討・実施の枠組み	14
(3) ネズミ対策を実施する上での配慮（チェックリストの作成）	14
(4) 継続的検証の必要性	19
1. 7 おわりに	20
1. 8 ネズミ対策検証委員会 委員長総括 概要	21
2. 検証の方法	23
2. 1 検証委員会の設置	23
2. 2 検証の方法	23
(1) 検証の項目	23
(2) 検証の手順	23
2. 3 検証の工程	25
3. 過去のネズミ対策事業の実施方法と意思決定プロセスの検証	27
3. 1 過年度の外来ネズミ類対策事業の実施経緯	27
(1) 対策事業の概要	27
(2) 対策事業における環境配慮の実績	33
(3) 事業者の決定過程	33
(4) 対策事業の中止に至る経緯	34
3. 2 意思決定過程における課題	34
(1) 殺鼠剤空中散布事業への地域住民の不安と懸念	35

(2) 事業決定過程における地域への説明責任	35
(3) 殺鼠剤の選定	37
(4) 殺鼠剤の散布方法	41
(5) 殺鼠剤の洋上流出への対応	44
(6) 小笠原諸島におけるネズミ対策の難しさ	44
(7) 総合的対策の必要性	45
(8) 対策検討の枠組みに係る問題	47
(9) 有人島のネズミ対策	47
4. 殺鼠剤の環境影響等に係る検証	48
4. 1 実証試験の目的	48
4. 2 環境中への流出・残留性	50
(1) 実験室内人工降雨装置を用いた土壌・水中残留性分析	50
(2) 水中への溶出分析	50
(3) 平成 27 年度兄島ベイトステーション設置時の土壌分析	51
(4) スローパック散布農場（沖縄県糸満市・宮古島市）における土壌・地下水分析	51
(5) スローパック分包紙の劣化分析	51
4. 3 ネズミに対する効果・体内残留性	54
(2) ワルファリン抵抗性遺伝子の有無	54
(3) 致死個体の肝臓・筋肉中のダイファシノン残留状況	55
(4) ラットへの単回投与による体内蓄積	55
4. 4 非標的生物への影響	57
(1) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のオカヤドカリに対する影響試験	57
(2) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のミスジマイマイ（陸生貝類）に対する影響試験	57
(3) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のサカマキガイ（水生貝類）に対する影響試験	58
(4) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のオカダンゴムシに対する影響試験	58
(5) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のヤマトヌマエビに対する影響試験	59
(6) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のアカイエカに対する影響試験	59
(7) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のチャバネゴキブリに対する影響試験	60
(8) 無毒スローパックおよび無毒粒剤に対するオガサワラオオコウモリの反応試験	60
(9) カワラバト（ドバト）に対する毒性試験	61
(10) アカガシラカラスバトの喫食性評価試験	62
(11) ダイファシノン製剤（ヤソデオン）のフナ（金魚）に対する試験	62

(12) ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のアカハタ・ロクセンスズメダイに対する試験.....	63
(13) 沿岸魚類の無毒粒剤および無毒スローパックの喫食性.....	63
(14) ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のクサガメに対する試験.....	64
(15) ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のミシシippアカミミガメに対する試験.....	64
4. 5 実証試験結果を踏まえた環境リスク評価.....	70
(1) 粒剤の土壌・水中への溶出.....	70
(2) クマネズミの捕食による猛禽類への二次毒性.....	70
(3) 非標的生物への影響.....	71
(4) 海産哺乳動物への殺鼠剤による直接的影響.....	73
5. 今後への提言.....	78
5. 1 コミュニケーションの充実・島民参加手続きに向けての新たなプロセスの提言.....	78
(1) 現状把握.....	78
(2) ネズミ対策の必要性評価・保全目標の設定.....	78
(3) 対策手法の選択.....	79
(4) 計画立案～決定.....	80
(5) 対策実行.....	80
(6) 事後モニタリング.....	80
(7) 対策効果・環境影響の評価.....	81
5. 2 残された課題.....	83
5. 3 地域住民との合意形成.....	83
(1) 情報提供方法の再考.....	83
(2) 住民参加による総合的ロードマップの策定.....	84
(3) 有人島のネズミ対策の推進.....	84
5. 4 ネズミ対策を実施する上での配慮（チェックリストの作成）.....	84
6. 参考文献.....	90

1. ネズミ対策検証委員会委員長総括

小笠原ネズミ対策検証委員会委員長

織 朱實

1. 1 検証委員会設置の目的と経緯、限界

(1) 目的

本検証委員会は、まずは①平成 21 年度に実施した殺鼠剤散布事業の環境影響、②平成 26 年度に予定した兄島の殺鼠剤空中散布事業の中止に至る経緯を検証することにより、行政が実施したネズミ対策事業への島民の不信感を払拭し、環境への適切な配慮をしたネズミ対策のあり方を提言することで、陸産貝類をはじめとする保全対象（以下、保全対象）の保全を目的とするものである。

(2) 経緯

近年、兄島の陸産貝類に対するクマネズミ（外来種）の食害が顕著になっており、危機遺産へと転じる危険性が高まってきたことが小笠原諸島世界自然遺産地域科学委員会（以下、科学委員会）より指摘されるようになってきた。平成 21 年度に実施された殺鼠剤の空中散布は、無人島からのネズミの根絶を目的としたことから、散布面積が広く、海岸部まで散布域としたものであった。また、面積当たりの散布量が通常の 1 回当たりの農薬使用量より多く散布されたことから、特に有人島に近接した無人島での実施にあたっては、ネズミだけでなく他の生物への影響を含め自然環境や人の健康への影響を考慮する必要があった。しかし、当該事業実施に至る経緯、環境への影響等検討事項について住民にも分かりやすい説明がなされることがなく、合意形成が十分でない中で、事業が進められてきた。また、殺鼠剤の空中散布によるネズミの駆除は、大きな環境リスクを背負う一方で、ネズミが殺鼠剤に暴露される確率によってその効果は大きく左右されることから、科学的不確実性の高い事業であるといえる。それにもかかわらず、平成 21 年度の空中散布事業は、海外事例を参照して、環境影響の事前・事後調査や影響緩和策が十分でないままに実施された。また、根絶をすれば再侵入はないという前提で計画が策定され、ネズミ対策の難しさや保全対象を守る目的が十分に整理されない中で、島民説明会において空中散布によりネズミを根絶する計画として説明された後、駆除が行われた。こうした中、駆除島嶼でネズミが再確認された後、生態系被害が再発し、平成 26 年度に再びネズミ駆除の計画が持ち上がった。この時点でネズミの再侵入の可能性が指摘されながらも、根絶か緊急対応かの対応策が明確に示されないまま、殺鼠剤の空中散布事業を実施しようとしたため、事業の実施体制に対する住民の不信感が高まった。その最中に過去の説明資料中の毒性に関連する数値に不備を確認したことが契機となり、環境省が自ら平成 26 年度に予定されていた兄島における殺鼠剤の空中散布事業の中止と事業

の見直しを決めるに至った。数値ミスは本来あってはならないことだが、このミスが判明していなければ事業は従前通りに実施された可能性があり、この事業中止と見直しの議論がきっかけとなって、事業の意思決定プロセスや環境影響評価に対する科学的な検証の必要性があらためて認識された。

本委員会は、こうした経緯の下で、設置されたものである（詳細な経緯については、報告書で詳述する）。

（3）検証委員会の限界

検証委員会の検証過程において、実施した実証試験は、検体入手が不可能なため実験がかなわなかったものがある（例えば、アカガシラカラスバトを使用しての影響実験等）、また、具体的な施策にむけての提言を行っていく組織ではないこと等から限界があるものでもある。この点については、検証委員会開催中、数度にわたり傍聴者、委員、助言者等から具体性がかけると批判を受けたが、当委員会の設置目的が平成21年度に実施した殺鼠剤散布事業の検証、平成26年度事業中止経緯の検証を行うことにより環境配慮を含めた今後の事業の進め方の提言を行うものであることから、実証試験の内容には不足があることを承知した上で、得られた知見を最大限活用したものであり、そうした観点から提言作成においても一定の限界を有するものである。本委員会は、最終的にはネズミ対策事業への島民の不信感を払拭することを期待するものであるが、それらの作業には長く継続的なコミュニケーションが必要であり、本検証をもって直ちに払拭するには至らないものの、不信感払拭に向けての体制を構築し、まずはその第一歩としたい。

1. 2 検証委員会の実施事項

平成27年2月に設置された検証委員会は、合計6回の委員会を開催した。そこで、以下の事項の検証を行ってきた。

①過去の事業の検証

住民がネズミ対策事業について、何を不安に思っているのか、どこに不信の原因があるのか、どんな情報が必要とされているのか、こうした事項を明らかにするために、検証委員会ではさまざまなかたちで住民から意見をきき、問題を明らかにしようと試みた。平成27年3月に第1回検証委員会が開催され、平成28年3月まで6回の会議が公開の場で開かれ、論点整理、課題抽出、今後の事業への提言を行った。また、環境省では複数回にわたる関係者へのヒアリング、ネズミ対策の必要性を理解してもらうための兄島現地視察会や意見交換会、検証委員会の議論の経緯についての住民説明会等を開催した。さらに、小笠原の世界遺産を守る枠組みとして小笠原諸島世界自然遺産地域連絡会議（以下、地域連絡会議）や科学委員会が重要な役割を有していることから、検証にあたってはこれらの枠組みとの連携をとりながら、問題点の抽出を行った。

②非標的種への影響および環境への影響の実証試験

土壌・水等への流出試験および各種の非標的種（海水魚類、淡水生物、オカヤドカリ、淡水性カメ、数種節足動物類等）へのダイファシノンの直接的影響の確認、および体内蓄積量の分析等の実証試験を実施し、さらに捕食者に対する二次的影響に対する考察を行った。

③ベイトステーション再開に向けての要請

平成 21 年度のネズミ対策事業が、こうした検討や環境配慮が十分でないまま実施されてきたことが大きな問題であることが明らかになってきたものの、一方で陸産貝類の危機は予断を許さないものであるという「科学委員会」からの指摘を受けて、環境省によって、ベイトステーションによる駆除再開に向けての検討を行うために、これまでの「ネズミ対策検討会」を発展的に解消し、新たに地域連絡会議の構成員と専門家の参画による「兄島陸産貝類保全プロジェクト会議」が設置された。本来であれば検証が終了してから事業が再開されるべきではあるが、事業中止による陸産貝類等へのネズミ食害の被害が見過ごせないレベルに達していることから、検証委員会は、環境省に対し、平成 27 年年 8 月にベイトステーションを用いた西島での対策を参考にした緊急対応実施を要請し、兄島の一部の重要保全エリアで緊急対応として、ネズミによる陸産貝類の食害に対するベイトステーションの使用による低減策が実施された。

1. 3 検証の方法

1. 2①過去の事業の検証で述べたように、検証委員会、住民説明会、個別のヒアリング等で出された意見等のキーワード分析を行い、問題点の抽出を行った（表 1）。

1. 4 検証により明らかになったこと

詳細は本報告書で分析を行っているが、島民の代表的な疑問としては、「なぜ数値のミスが生じたか」、「なぜダイファシノンが選択されたのか」、「なぜ空中散布という手法なのか」、「実施に向けての手続きが、島民不在で進められているのではないか」、「一回限りでネズミは根絶されると理解していたのに、実際には根絶が難しく、継続して行われる事業であった」、「ネズミ対策事業の実施体制が、適切でない(入っているべき専門家が不在)」、「殺鼠剤散布による環境への影響について十分な検討が行われていない」、「殺鼠剤散布による、十分なリスク低減手法の検討が行われていないまま事業が実施されている」、「効果判定方法や前提条件が整備されていないまま進められている」等が挙げられた。これらの疑問、不信を大きく以下の要因に分類し、検証委員会開催過程において、応えられるべきものについては情報を整理し、提示をするという対応を行ってきた。その内容は、図 1「ネズミ対策事業に関わる不安・関心事項と対応のあり方」に示すように、実施体制の不信感、コミュニケーション・島民参加手続きの不足、島民の疑問や不安に対する科学的な回答がないことなどの環境影響評価に

対する不信任感、小笠原諸島及びネズミ対策の特性への考慮等があることが明らかになった。

表1 検証プロセスで明らかになったキーワード

事業意思決定のプロセス(科学的側面)	過去のネズミ対策事業による環境影響	説明責任・合意形成	ネズミ対策の実施方法等	ネズミ対策の体制等
殺鼠剤毒性の説明	結果の報告のみで住民意見を取り入れない	手法のメリット・デメリットの整理	ミスの原因究明・再発防止	
農取法の範囲外	説明の不足、情報公開の不足	洋上回収体制の強化		
海外情報が少なかった	毒性に関する説明の不足	洋上発見情報収集体制の構築	中長期計画、ビジョンが不明	
小笠原の独自性を踏まえた手法の適用	住民との目的の共有	技術開発のアイデア、ブレークスルー	根絶かコントロールか	
手法のメリット・デメリットの整理	説明会の参加者数が少ない、限られる	空中散布の最新技術の導入	根絶=2年間発見されないこと	
目的設定のあり方	住民参加の企画	手法のメリット・デメリットの整理		
公共事業の進め方に問題がある	説明が学術的すぎる	第2世代抗凝結性殺鼠剤の導入	優先順位付けに関わる科学者の怠慢	
対策手法の改善が不十分	わかりやすい情報提供を	適材適所で手法の組み合わせの提案	委員会等メンバーの専門家・多様性の必要性	
殺鼠剤の毒性に関する考え方の相違	丁寧な説明・手順	兄島陸産貝類対策の緊急性	環境省の行政的な判断の必要性	
広く住民の知見を取り入れるべき	住民の意見を取り入れなかった	有人島を含めた対策	環境省の冷静な判断の必要性	
陸産貝類の重要性とともに安全性も	企業の説明責任が果たされていない			
	合意形成プロセスの海外事例	住民参加による事業推進プロセス		
環境影響試験の必要性	意思決定プロセスへ住民との情報共有・意見聴取の機会を導入	情報提供ツール		
衰弱個体監視体制の強化	指定保護地域に関する情報共有	住民参加によるワークショップ		
リスクを個体群の概念で捉える	住民参加による事業の推進	ネズミ駆除事業への住民参加		
生物個別の殺鼠剤の影響に関する試験を望む	現地視察の有効性			
事前事後のモニタリングの必要性	農家の人の知恵			

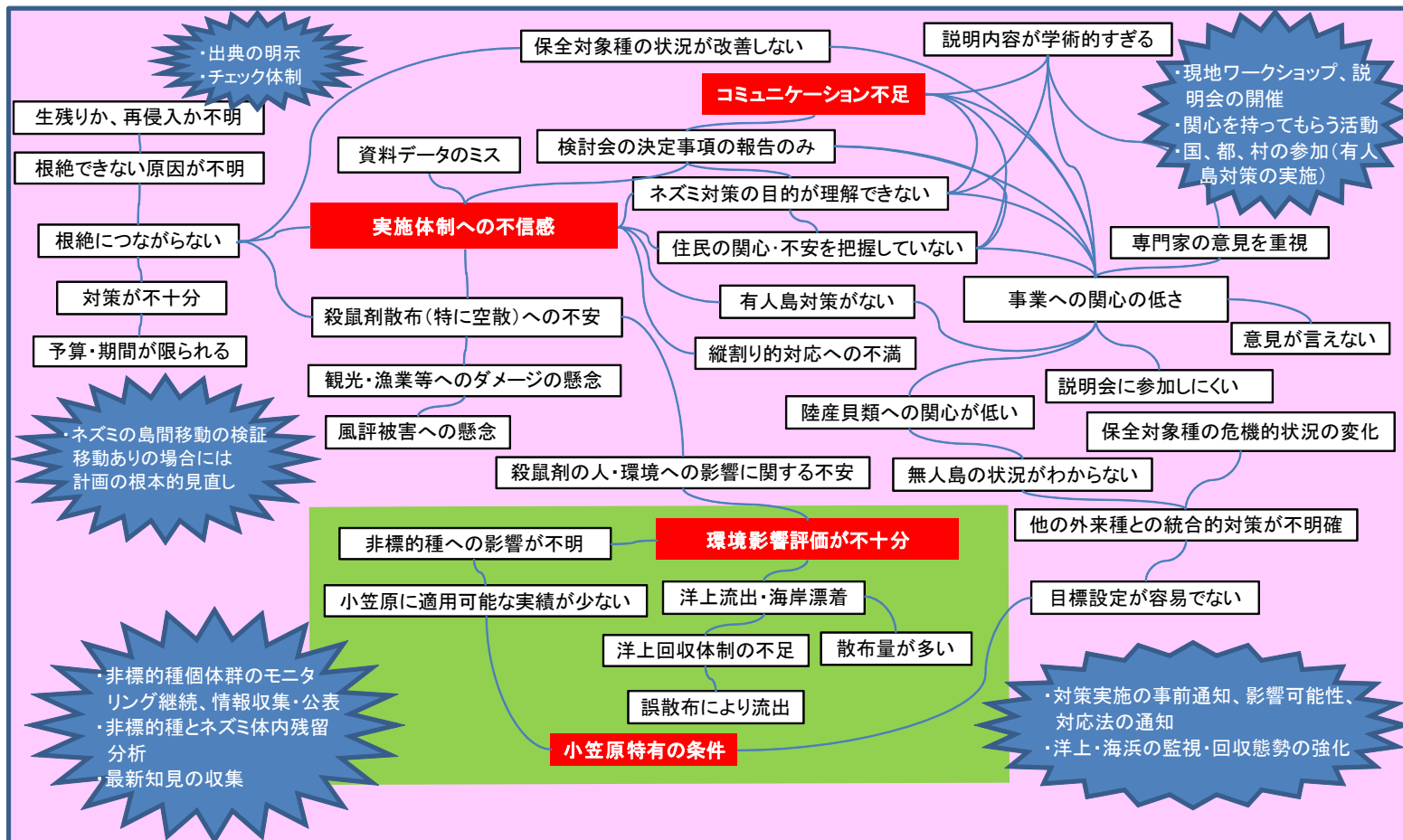


図1 ネズミ対策事業に係る不安・関心事項と対応のあり方

(1) 実施体制への不信感

殺鼠剤によるリスクを被る住民の疑問に対する回答がきちんと行われず、事業者の予算、計画等事業者主体の都合で検討が進められてきた点（予算や事業者の選定方法を含めた公共事業自体への不信感も含まれている）、再侵入・生残への対処法が明示されていなかった点、非標的種のリスク、環境リスクに関する専門家が不在のまま実施計画が策定された点など、実施体制の問題があった。殺鼠剤の毒性に関する誤った数値が何年間も使用されていたことは毒性学の専門家が欠けた体制であった結果ともいえる。検討体制を含めた全体像の策定が必要であり、具体的には、無人島におけるネズミ対策の目的の明確化、有人島・無人島を含めた小笠原諸島全体のネズミの総合的対策の実施、さらにはネズミ対策にとどまらない外来生物対策全体のロードマップの策定の必要性が挙げられた。

具体的には、以下の項目がある。

①小笠原諸島の世界遺産登録保持におけるネズミ対策の位置づけ

これはグリーンアノールの問題の次に、ネズミ問題が浮上するなど、モグラたたき的に見える対応に住民が困惑している状況があるため、全体像及び中長期的なロードマップを示し、目的・目標を共有すること。

②有人島・無人島におけるネズミ問題の整理

科学的知見、技術的な対策、リスクとリスク回避策、住民の不安等の整理を行い、各主体がどのような対応をとることができるかを明確にすること。ネズミが移動する可能性があることから、無人島だけでなく有人島における対策も包括し、公衆衛生的観点と保全対象保護の取組みを融合し、実施可能な対策を整理すること。

③再侵入・生残個体への対処法の準備と説明

駆除対策の限界を認識し、対策実施後のネズミの再侵入や生残があり得ることを理解し、その時の対処法（リカバリープラン）を、事前に予測・準備し、住民との合意形成を図ること。

④リスクを低減しうる実施・検討体制の構築

非標的種及び環境へのリスクを低減するためには、各分野の専門家から、計画に関してアドバイスをもらえる体制を構築すること。

⑤事業実施体制構築の透明化

事業実施には迅速性が求められる一方で、住民など地域の不信感を払拭するためには丁寧に説明されなければならない。そのために、業者選定プロセス、実施プロセス等における透明化、経過報告等の情報提供手続きを組込むこと。

(2) コミュニケーション・島民参加手続きの不足

いくつもの情報不足や島民とのコミュニケーション不足、島民参加手続きの不十分さが指摘された。検討会では、そうした疑問に可能な範囲で情報を整理し、回答および情報を提供

するように努めた。詳細は、報告書に詳述するが、例えば以下の項目であった。

①殺鼠剤選定

散布殺鼠剤としてダイファシノン製剤が選択されたことについて、検討自体は行われていたものの、十分な説明が行われていなかったことについて、当時の資料等で説明不足が明らかになった。

②散布方法

不信感の大きな要因に、空中散布手法の選択過程の不透明性があった。ネズミ対策は、それぞれのエリアに合致した手法の組み合わせで選択される必要があることから、その前提として、手撒き、ベイトステーション、空中散布の各手法のメリット・デメリットの整理を表2のとおり行った。

③情報提供、参加プロセスの再考

リスクコミュニケーションにおいては、住民の関心、不安に対応した情報が提供される必要があり、そのためには対象者(例えば、農業漁業従事者、観光業者、商工関係者、等々、年齢・性別)に応じたきめ細やかな情報提供、参加の機会の確保が必要であると改めて確認された。なお、個別のコミュニケーションの前提として、そもそも陸産貝類の保全への関心が低い層への情報提供のあり方についても議論され、対応の第一歩として島民を対象とした兄島視察会を行い、ネズミ対策一般の勉強会等も開催した。

表2 小笠原諸島で実施する時のネズミ対策各手法における一般的特性

	トラップ (かご罠等)	殺鼠剤(ベイトステーション)	殺鼠剤(手まき)	殺鼠剤(空中散布)
適用範囲	狭い 最大でも 30ha 程度。人が到達できる場所に限定。	←	→	広い 広範囲で地形を問わず実施可能。
特徴	根絶は難しいが、狭い範囲での低密度化には短期的に有効。頻繁に行き来できる場所に限定される。	局所的な設置が可能で、殺鼠剤の暴露期間が長くとれるため、範囲を限定した長期的対策に有効。	散布精度は空中散布よりも高く、局所的散布が可能。ベイトステーションに比べて暴露期間が短く、他の手法との組合せた短期的対策には有効。	小面積から大面積の島嶼における根絶を目指した駆除に有効である。殺鼠剤の暴露期間が短い一方で、散布精度が低く、散布にバラツキが生じやすい。
対策効果	根絶を目指した駆除は困難だが、生息モニタリングや捕獲固体の分析が可能。	小面積の島嶼での根絶を目指した駆除には有効のほか、一定のエリアでの低密度管理の手法としても有効。	大面積、地形的な制約のある島嶼での根絶を目指した駆除には向かない。空中散布の精度や、ベイトステーションの有効範囲外を補完する手法として有効。	広大な範囲をカバーできるが、殺鼠剤の暴露期間が短く、短期集中的な対策となる一方で、様々な環境影響に配慮が必要となる。
環境影響	鳥類やオカヤドカリ類などの非標的生物の誤獲リスクがあり、頻繁にメンテナンスが必要。踏圧による周辺植物へのリスクもある。殺鼠剤を使用しないため、毒物による影響の心配がない。	定点散布のため、直接環境下に暴露される殺鼠剤は直接散布より少なく、誤食等のリスクは、比較的低い。非標的生物への影響緩和策が必要。定期的な管理のための踏圧や長期間継続することのリスクへの考慮が必要。	直接散布は定点散布と比較して、殺鼠剤が直接暴露されるため、散布時期や非標的生物への影響緩和策を十分に考慮する必要がある。	直接散布のため、リスクは手まきと同様だが、散布範囲は広範囲な一方で精度が落ちるため、環境影響リスクは最も高い。特に、海岸部に散布する場合、殺鼠剤の洋上流出等により、生活・産業への影響が及ぶ可能性がある。
メンテナンス	設置と頻度の高い見回り・回収。誤獲個体の放逐のためには日常的な対応が必要。	設置と喫食状況の定期的な確認・殺鼠剤の補充（ある程度、臨機応変の対応は可能）。	喫食状況が確認できないため、効果が確認されるまで定期的な散布を行う必要がある。	空中散布後は海岸線に散布した場合、海上への流亡監視と流出した殺鼠剤の回収が必要。
単位面積当たりコスト	トラップの運搬と捕獲個体の処理、日常的な見回りの回数に応じて人件費が必要で、面積当たりのコストは高い。	ベイトステーション及び殺鼠剤の運搬と定期的な見回り、補充で、面積当たりのコストはトラップより少ない。	殺鼠剤の運搬と散布による人件費のみで面積当たりのコストはトラップ、ベイトステーションより少ない。	ヘリコプターと大量の殺鼠剤を使用するため単回コストは大きい。面積当たりのコストは他の手法と比較して少ない。

(3) 環境影響評価に対する不信感

殺鼠剤散布によるネズミ以外の非標的種への影響、特に希少動物への影響、また、環境への影響について十分な科学的検証が行われていなかったこと、また、事前事後の環境影響モニタリングが不十分である、他の生物への影響緩和策や、洋上への殺鼠剤の落下については十分な検討が行われていなかったとの指摘があった。これらの指摘を受け、文献のみでは評価できない環境影響の重要な項目を抽出し、実証試験を行った。その結果、今までの事業実施においては影響がないと考えられていた希少鳥獣に対する影響がある可能性があることも明らかになった。具体的には、アカガシラカラスバトと近縁であるカワラバト（ドバト）がダイファシノンに対して、従来想定されていたよりも高い感受性を示し、粒剤の喫食による中毒のリスクがあること、オガサワラノスリに対しても殺鼠剤を摂取したネズミによる二次中毒の懸念が示されることとなった（図2）。また、魚類やカメ類が洋上流出したスローパックや粒剤を喫食する可能性があることも示されるなど、殺鼠剤によるいくつかの懸念すべき事項が明らかになった。また、実証試験の結果、ネズミ対策を実施する上で以下に示す1)―①～⑧の点を考慮して2)の対応策を講じる必要があることが明らかになった。

1) 考慮すべき点

- ① 土壌表面の粒剤からの土壌・水へのダイファシノン溶出は、短時間の降雨では少ないが、止水域に多量の粒剤が混入した場合には水中濃度が上昇する可能性がある。
- ② 小笠原産クマネズミのダイファシノン感受性は高く、今のところ、抵抗性は認められない。
- ③ カワラバトのダイファシノン感受性が高いことが判明した。
- ④ アカガシラカラスバトは粒剤に対する嗜好性が高く、スローパックの食い破りも確認された。
- ⑤ オカヤドカリ類、海水魚、カメ類は粒剤に対する嗜好性が高い可能性が示された。
- ⑥ クマネズミへのダイファシノン体内蓄積状況から、オガサワラノスリへの二次毒性の懸念が示された。
- ⑦ 粒剤を直接摂餌した生物のうち、淡水魚、淡水性のカメ類においてダイファシノンの体内残留が確認された。殺鼠剤の海洋流出による魚介類への影響は海水魚においては確認できなかったが、ウミガメ類への影響は未解明で、慎重な扱いが望まれる。また、粒剤摂餌量と蓄積濃度の点で、クジラ、イルカ類への影響は少ないと考えられた。
- ⑧ 淡水の水生物に対しては有効成分そのものよりも、粒剤由来の有機物による汚濁の影響が考えられた。

2) 対応策

- ① 殺鼠剤散布によるネズミ・環境影響の事前・事後モニタリングを確実に実施する。
- ② 殺鼠剤散布に対して、自然環境・非標的生物・生活環境への影響緩和策等を講じる。
- ③ 散布時期をリスクと効果のバランスの観点から見直す。
- ④ 影響緩和のための手法の組み合わせの検討や技術改良を進める。
- ⑤ 海洋への流出は可能な限り防ぐとともに、食用生物への影響をさらに調査する。



図2 殺鼠剤の各種生物に対する影響模式図
(上:空中散布時、下:ベイトステーション使用時)

(4) 小笠原諸島及びネズミ対策の特性への配慮

検証プロセスにおいて、従来の対策においては小笠原諸島およびネズミ対策の特殊性に十分に配慮がなされていなかったことが明らかになった。例えば、地理的に周辺島嶼からの再侵入のリスクがあること、天敵や競合種がほとんどいない小笠原では数が減らせても、生残個体によってその後短時間で回復する可能性があること、世界自然遺産として保全すべき対象種と駆除すべき外来種の種間相互作用を考慮して実施する必要があることなどが挙げられる。一部では具体的な配慮が検討されていたが、毒性学やリスクコミュニケーションを含めて様々な専門家を交えた検討が必要であった。小笠原諸島におけるネズミ対策には地理的、生物的、社会的要因の面で特徴があり、それらについて「考慮すべき点」として表3にまとめた。

また、今後ネズミ対策を実施する上で必要な点として以下の項目が挙げられた。

- ①小笠原諸島の特性を踏まえた現状把握および将来予測の必要性
- ②ネズミ対策の難しさを踏まえた対策策定

表3 小笠原諸島におけるネズミ対策の主な特徴

小笠原諸島における特徴		対策の課題
地理的要因	対象面積が広大	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大面積であるほど、散布漏れが生じる確率も高まることから、広域を網羅しつつ、きめ細かな管理が必要である。 ・ 作業量、殺鼠剤散布量、必要資材の量が膨大で、海上運搬等準備を含め作業に多大な時間を要する。 ・ ネズミの生息状況や散布時点での密度推定が難しく、他事例を参考にした計画検討に頼らざるを得ない。 ・ ネズミの根絶確認範囲が広大で、取り逃しが合った場合の速やかな対処や根絶状態の維持には多大な労力を要する。
	無人島の複雑な地形	<ul style="list-style-type: none"> ・ 船の接岸場所、作業道が限定され、気象条件による作業が限定される。 ・ 空中散布の場合、対地高度が一定でなく、谷や海岸部では高高度からの散布となるため散布漏れが生じやすい。 ・ 空中散布の場合、急傾斜地では殺鼠剤が定着しない場所が生じやすく、洋上流出やまき漏れが生じやすい。
	有人島等のネズミが生息する島が近い (0.3～1.6km)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 父島属島などでは島嶼間で相互に再侵入の可能性がある。
生物的要因	小笠原クマネズミの特異な生態や食性 (動物食の性質)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市部のクマネズミに比べ、比較的警戒心は薄い。一般的には植物食であるが、小笠原のクマネズミは動物性の餌を好み、陸産貝類や小型海鳥等に深刻なダメージを与えている。 ・ 島によっては固有植物への影響も大きい。 ・ 特異な生態系の中で、ネズミと競合する生物がほとんどいないため、一旦数を減らせても、短期間で回復するなど、個体数変動が大きい可能性がある。
	外来種対策と保全対象種の種間相互作用	<ul style="list-style-type: none"> ・ ある外来種を駆除することで他の外来種を増加させたり、別の保全対象種へマイナスな影響を及ぼすことがあり、種間相互作用を踏まえた順応的管理が必要。
社会的要因	生態系回復を目的とした殺鼠剤の使用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本での殺鼠剤は用途によって、法的に用法用量が制限され、殺鼠剤選択肢が少ない。 ・ 生態系回復のための使用の規定がない。
	観光・漁業等の産業への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ 殺鼠剤散布による風評被害など、社会的影響を考慮する必要がある。 ・ 産業に影響の無い散布時期の選定が求められる。
	主に属島を対象に専門的な議論のもとで実施されたこと	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保全対象種や外来種対策等の専門知識を持った多数の専門家の参画による検討が必要である。 ・ 一方で状況が地域住民に伝わりにくく、対策への理解や関心が低くなりがち。
	実績のない対策手法の導入の困難さ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内では前例のない対策手法である中で、海外で実績があっても環境リスクが大きい手法を小笠原のネズミ対策で導入することに抵抗があり、海外事例を参考としつつも、スタンダードな手法から選定される傾向にある。

1. 5 残された課題

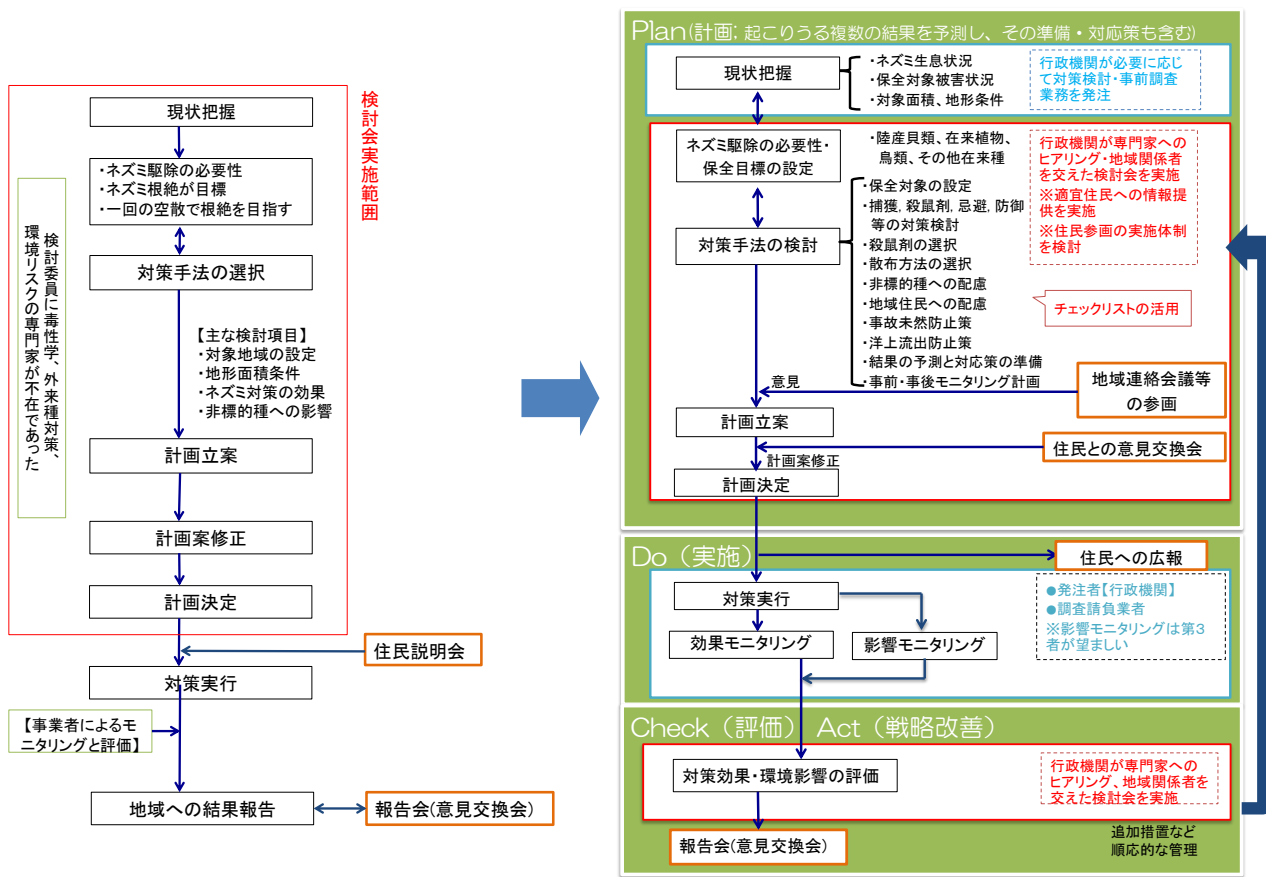
- ①試料が現時点で入手不可能なため影響実証試験が直接実施できていない種として、アオウミガメ、オガサワラノスリ、アカガシラカラスバト、小笠原産のオカヤドカリがある。
- ②ネズミについては、根絶後の再侵入か、根絶されない残存個体かの明確な区別ができないため、対策の評価に限界がある。遺伝子解析の結果、暫定的に兄島の分析個体は残存個体である可能性が高いことが判明したが、再侵入の可能性を否定する結果とはなっていない。
- ③今回の検証ではダイファシノン製剤に抵抗性を示す個体は見つからなかったが、より広い範囲で網羅的・継続的な監視調査が必要である。

これらの残された課題は、現時点での議論によるものであり、今後も議論を継続しつつ、取り残している課題がないか、継続して検証を行い、必要な対策を迅速かつ丁寧に実施していくための体制作り、情報公開、手続きがなによりも重要となる。

1. 6 今後への提言

(1) コミュニケーションの充実、島民参加手続きに向けての新たなプロセスの提言

過去の事業体制の整理により、今後の進め方を考えると、図3のとおりに要約された。なお、ここでいう「計画」には、対策後の様々な結果を予測した上でのそれぞれに対する対応策の準備も含まれる。すなわち、個々の対策戦術が不調に終わることも想定し、その時の対応計画の検討も組み込まれている。



これまでのプロセス

新たなプロセス

図3 ネズミ対策の計画立案と事業の進め方の比較

(2) ネズミ対策の検討・実施の枠組み

過去の事業検討では、計画から評価・戦略改善までが「小笠原諸島外来ネズミ類対策検討会」で行われ、適正な戦略改善が行われなかったことが課題として浮かび上がってきた。

今後の小笠原諸島におけるネズミ対策を検討、実施する枠組みとしては、各種の専門家や地域関係者の協力のもとで設定された「兄島陸産貝類保全プロジェクト会議」を参考に、科学委員会下部WGや既存検討会の助言を得て、評価や戦略改善を担う仕組みが考えられる。今後、これらの枠組みをうまく活用し、PDCAサイクルによる順応的管理を行うことが理想である(図3)。

(3) ネズミ対策を実施する上での配慮(チェックリストの作成)

ネズミ対策の計画立案と事業実施の進め方(図3)の各プロセスにおいて必要なチェックリストを、下記のとおり、項目毎に整理した。このチェックリストは暫定的に考えられるものであり、実際の運用時には、必要に応じて追加・修正されるべきものである。

① 現状把握

	項目	判定基準	主な手法	課題
<input type="checkbox"/>	外来ネズミの生息調査	生息有無 個体数変動 繁殖状況・生活史 再侵入確認	痕跡トラップ かご罠、センサーカメラ 捕獲個体の生殖状況 捕獲個体の遺伝子分析	検出精度 の向上
<input type="checkbox"/>	保全対象の被害状況調査	食害有無・範囲 生息・生育状況	現地調査、情報収集	被害の迅速な把握
<input type="checkbox"/>	対象面積・地形条件把握	面積の大小 地形の複雑さ	情報整理・現地調査	
<input type="checkbox"/>	その他必要な事項	必要に応じて追加		

② ネズミ駆除の必要性と保全目標の設定

	項目	主な影響	駆除効果	論拠	類似影響 外来種※
<input type="checkbox"/>	陸産貝類	食害による激減 絶滅危機	絶滅回避・生息数の回復・個体数維持	H22～24 兄島の事例	(ゴフナリア)
<input type="checkbox"/>	在来植物	食害による衰退 更新阻害 生育状況の悪化	種子の生産 稚樹の増加 生育環境の改善	H18～26 西島の事例	(ノヤギ)
<input type="checkbox"/>	小型海鳥	食害による激減 繁殖地の消滅	絶滅回避 繁殖地の回復・繁殖成功	H19～ 東島の事例	(ノネコ) (ノヤギ)
<input type="checkbox"/>	陸生鳥類	食害による激減 繁殖失敗	絶滅回避 繁殖成功・個体数回復	母島属島の事例	
<input type="checkbox"/>	昆虫・その他在来種	個体数減少	生息数の増加	影響は不明	グリーンアノール
<input type="checkbox"/>	その他必要な事項	他島嶼からの再侵入等	再侵入防止等 必要に応じて追加		

※類似影響の外来種のうち、平成27年度現在、有人島の上に生息する種はカッコ書き

③ 対策手法の選択

項目	検討内容	主な対象と効果	リスク・影響
<input type="checkbox"/> 対策コストと工程	対策予算の確保 準備にかかる日数等	手法選択の前提条件	
<input type="checkbox"/> 捕獲 ※駆除効果小	カゴ罠による捕獲	小面積の低密度管理	非標的種の誤獲 踏圧の影響
<input type="checkbox"/> 殺鼠剤 ※駆除効果大	殺鼠剤の地上散布 (直接散布・定点散布)	小～中面積の対策	踏圧の影響 長期間の暴露
	殺鼠剤の空中散布(無人)	小面積・急傾斜地の対策	技術開発
	殺鼠剤の空中散布(有人)	大面積の対策 根絶状態の維持	非標的種へ影響大 誤散布のリスク
<input type="checkbox"/> 忌避・防御	柵の設置による物理的防 御	小面積のエリア防除	整備維持の負担増
<input type="checkbox"/> その他必要な事項	必要に応じて追加		

④ 殺鼠剤の選択

項目	検討内容	効果や確認事項
<input type="checkbox"/> 殺鼠剤区分	農薬・動物用医薬品・医薬部外品	法規制の確認
<input type="checkbox"/> 殺鼠剤種類	亜急性、急性、第1・第2世代	駆除効果・抵抗性
<input type="checkbox"/> 有効成分	ワルファリン・ダイアシンノン・その他	駆除効果・抵抗性
<input type="checkbox"/> 殺鼠剤剤形	粒剤・スローパック・固形剤・粉剤	駆除効果・影響緩和
<input type="checkbox"/> 殺鼠剤散布量	1回当たり散布量	駆除効果
	総散布量	法規制上の用量
<input type="checkbox"/> 殺鼠剤暴露期間	散布時期・散布期間	駆除効果・抵抗性
<input type="checkbox"/> その他必要な事項	必要に応じて追加	

⑤ 殺鼠剤の散布方法

項目	検討内容	リスク	対処方法
<input type="checkbox"/> 地上散布	人力散布	作業員の確保と手間 作業上の安全管理 不完全な散布 資材運搬等の負担	作業範囲の限定化 クレーン等の起用 機械の併用 ヘリ等の活用
	機械散布(背負い散布)	資材運搬等の負担	技術開発
	バイトステーション	定点散布による長期暴露	影響緩和策の検討
<input type="checkbox"/> 空中散布	無人ヘリ・ドローンの散布	オペレーター確保 散布量の制限	GPSナビの設置 技術開発
	有人ヘリの散布	ドリフトによる洋上流出 散布精度のムラ 誤散布による影響大	島中央部に限定 散布器の改良 誤散布防止の検討
<input type="checkbox"/> その他必要な事項	新たな手法の追加		

⑥ 対策における非標的種への配慮

	種/生物群	現状	対策方針
<input type="checkbox"/>	オガサワラ ノスリ	殺鼠剤の感受性は高い可能性 ネズミが主な餌資源である 中毒ネズミの二次毒性を懸念	環境影響緩和策の検討 生態系モニタリングによる評価 傷病対応の体制窓口整備
<input type="checkbox"/>	オガサワラ オオコウモリ	殺鼠剤の感受性は高いが、嗜好性は低い 飛来する時期に季節性がある 喫食の場合の影響は大きい	スローパックの使用による喫食回避 餌資源を踏まえた対策時期検討 傷病対応の体制窓口整備
<input type="checkbox"/>	アカガシラ カラスバト	殺鼠剤の感受性は高く嗜好性も高い 飛来する時期に季節性がある 特に粒剤はリスクが高い	環境影響緩和策の検討 餌資源を踏まえた対策時期検討 スローパックの使用による喫食低減
<input type="checkbox"/>	陸生鳥類	飛来する可能性の有無で判断 喫食によるリスクは不明	スローパックの使用による喫食回避 傷病対応の体制窓口整備
<input type="checkbox"/>	水生昆虫	有機質の汚濁による影響が考えられる	止水域では散布時に覆いを設置
<input type="checkbox"/>	オガサワラ ハンミョウ	殺鼠剤が巣穴を閉塞する可能性がある	巣穴に落下した殺鼠剤の回収
<input type="checkbox"/>	海洋生物	魚類の残留性は低い、人の食料となり得るため、社会的影響に配慮が必要 ウミガメ類はリスクが不明で、人の食料となり得るため、魚類と同様 海洋ほ乳類は重大な問題は知られていないが、洋上流出に配慮が必要	洋上流出防止策の実施
<input type="checkbox"/>	土壌残留	昆虫、陸産貝類等土壌動物への影響は軽微と 考えられる 土壌の残留性は低い、影響把握は必要	複数箇所の土壌モニタリングによるサ ンプル保存と残留性の評価を実施
<input type="checkbox"/>	止水域	トンゴ等水生生物の生息地となっている 人の利用はほとんど想定されない	殺鼠剤の排除と水のサンプリングを実 施
<input type="checkbox"/>	海域	降雨による崖からの海洋流出、河川を通じて の海洋流出が起こる恐れ	集中豪雨の発生する季節はなるべく避 け、天候の安定した時期を選ぶ。 流出のモニタリングを行う
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加	

⑦対策にあたる地域住民への配慮事項

	項目	検討内容	主な配慮事項	手段
<input type="checkbox"/>	計画検討 意見聴取	検討段階の情報提供	説明会の夜間、複数実施 チラシ・広報での周知 個別の意見聴取	会場の確保 広報・村内放送 チラシ全戸配付
		対策検討の地域参加	地域協力による理解	現地作業部会等
<input type="checkbox"/>	対策実行	対策目的の明示	ネズミの生態・保全対象 種の説明と理解	住民説明会 講演会・現場視察会
		殺鼠剤散布の注意喚起	騒音対策 殺鼠剤漂着時の対応	チラシや広報 通報窓口の明記
		作業工程の周知	作業時間の限定 対策場所の通知	村内放送
		影響緩和策の明示	海洋流出の防止 誤散布の防止	海岸部を地上散布 監視回収体制整備
<input type="checkbox"/>	報告	散布状況の報告		説明会・意見交換会
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

⑧対策不調時の対応策の検討

	項目	予測される可能性	準備すべき一次対応策	
<input type="checkbox"/>	ネズミが減 らない	ネズミ側 の要因	殺鼠剤喫食性低下	ネズミ生存地域における喫食状況評価 ：喫食の改善、他の手法(殺鼠剤変更を含む) の導入
			抵抗性発現	ネズミ捕獲による抵抗性評価 ・他の手法(殺鼠剤変更を含む)の導入
			生残・再侵入	生残・再侵入箇所・経路の推定や予測 ・予測箇所の定点散布、保全対象の隔離
		ネズミ以 外の要因	殺鼠剤不足 殺鼠剤散布の不調 生息状況評価法が不適切	散布状況、喫食状況の確認 ・追加散布 評価法の検討
<input type="checkbox"/>	非標的種へ の悪影響	・コウモリ、陸生鳥類（ハト）個体群へ の影響出現	個体の緊急避難と隔離・散布中止 傷病対応体制の強化	
		・海鳥類やノスリ個体群へ の影響出現	個体の緊急避難と隔離・散布中止 傷病対応体制の強化	
		・ネズミ増殖による悪影響（殺鼠剤非散 布時の保全対象の食害等）	・緊急的な捕獲わな設置と殺鼠剤散布 ・保全対象の一時的隔離など	
<input type="checkbox"/>	環境への悪 影響	・スローパックの洋上流出、海岸漂着	・洋上回収、海岸漂着時の回収 住民への注意喚起	
<input type="checkbox"/>	住民への配 慮	合意形成不足	説明会の開催・現場視察会 事業内容の見直し	
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

⑨対策における事故の未然防止

	項目	検討内容	主な配慮事項	手段
<input type="checkbox"/>	計画検討	作業における安全確保	安全マニュアル作成	事業者が策定
		傷病対応体制の整備	対応マニュアルの作成 人員確保と体制整備	事業検討会 希少種検討会等
<input type="checkbox"/>	対策実行	安全管理の実施	作業工程の確認と通知	緊急連絡体制整備
		誤散布の防止	気象条件、海況の確認	連絡窓口の設置
		傷病対応	獣医師等の配置と常備薬 (ビタミンK)の準備 搬送体制の準備	連絡窓口の設置
<input type="checkbox"/>	報告	事故発生時の速やかな報告		広報・村内放送等
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

⑩ネズミ対策の順応的な管理

	項目	検討内容	主な配慮事項	備考
<input type="checkbox"/>	計画検討 意見聴取	PDCA サイクルによる検討	各専門分野の計画検討 外部機関による影響評価	
		再侵入リスクの検討	ネズミが生息する島からの距離を考慮	
		事前・事後モニタリング計画検討	非標的種への環境影響	
<input type="checkbox"/>	対策実行	非標的種への影響緩和措置	散布時期の見直し	
		洋上流出防止対策	技術開発の再検討 新技術の情報収集	
		個体群への影響評価	対象種の継続調査	
		事前・事後モニタリング	サンプルの保存・分析	
<input type="checkbox"/>	将来予測	ネズミの生息モニタリング 保全対象種の情報収集 複数の対応シナリオの検討	ネズミの検出技術の向上 保全対象種の継続調査	
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

(4) 継続的検証の必要性

今回の検証委員会の検証は、1. 2③でも述べたように、対策が緊急に必要とされる中で、可能な限り非標的種・環境へのリスクを低減しながら陸産貝類の保全を図るために行ったもので、もちろんこれで終了するものではない。検証委員会の報告書が公表されることにより、新たな課題、検討事項も様々な関係者から指摘されることとなるだろう。継続的にこうした意見を吸い上げるための体制を今回の報告書では示しながら、具体的に対策プロジェクトを実施するうえでのチェックリストについては、継続的に多くの関係者の知見を集積しながら改善していくものとする。

1. 7 おわりに

日本を含め世界各国の島嶼において、固有の自然を保全するために人がもたらした外来種と常に戦ってきた。その中でもネズミは根絶が難しく、殺鼠剤やかご罠等いろいろな手法が試みられてきた。これらの手法は、一長一短があり、その手法の選択、また、その選択に関する住民の理解を得るのは容易ではない。ネズミ対策をはじめとする外来種対策においては、従来の行政対応は自然科学的アプローチによる各対策の実効性確保が重視され、実際に殺鼠剤等のリスクにさらされる住民とのリスクコミュニケーション、意思決定プロセスへの住民参加について十分配慮されてこなかった。

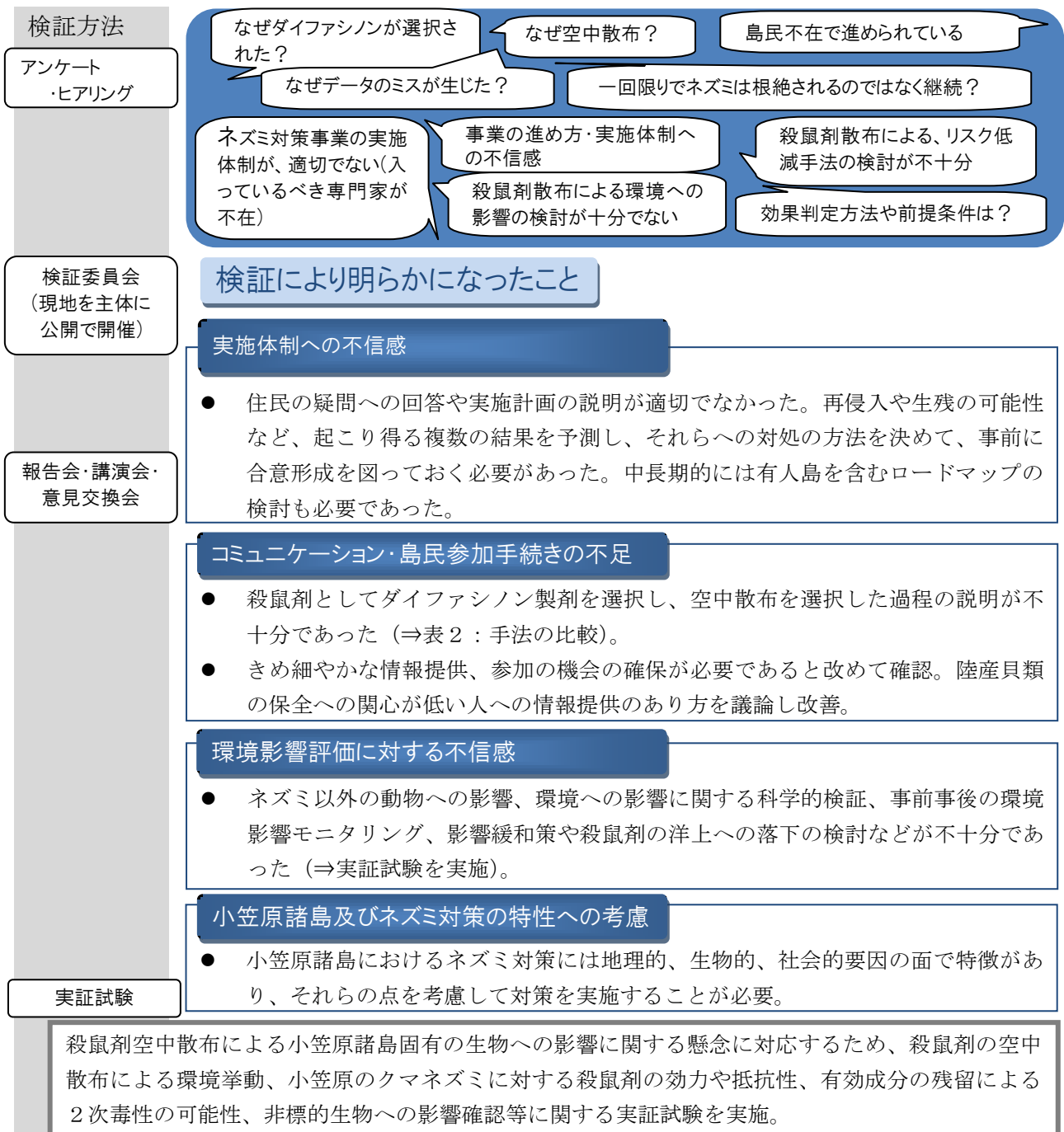
小笠原諸島が現在直面している「世界遺産から危機遺産へ」の危険を回避するためには、当面、重要保全エリア内のネズミの低密度化により食害を低減し、長期的には陸産貝類等自然遺産の絶滅回避のために、小笠原諸島全体にわたる外来種対策と固有種保全にむけての戦略立案が必要になってくるが、実施における実効性を確保するためには、対策実施による環境影響をモニタリング等で把握した上で、可能な限りの影響緩和策を確実に実施し、地域住民とリスクコミュニケーションをとって進めて行くことが求められる。また、対策は継続的に実施されていかなければならず、そのためには住民の理解と継続に対する参加をプロセスに組み込むことが不可欠である（例えば、根絶が成功したニュージーランドではその後の再侵入を防止するための住民との協働事業が行われている）。

日本では小笠原諸島だけでなく、自然遺産として知床、白神山地、屋久島があり、小笠原諸島で発生したのと同様、住民とのリスクコミュニケーション、継続的な保護対策における住民協力のありかたは今後議論していかなければならない課題であることから、本検証委員会で検証された事項をベースとして発信される小笠原のネズミ対策のありかたは、こうした他の世界遺産保全と住民とのリスクコミュニケーション、住民参加のあり方へも示唆を与えていくものであろう。長きにわたり検証に協力してくださった住民の皆さん、関係者各位に改めて御礼を申し上げたい。

1. 8 ネズミ対策検証委員会 委員長総括 概要

目的と経緯

兄島の陸産貝類に対するクマネズミ（外来種）の食害が顕著になっており、危機遺産へと転じる危険性が高まってきた。ネズミ駆除のために、平成 21 年度に殺鼠剤の空中散布が行われたが、事業実施に至る経緯、環境への影響等検討事項について住民にも分かりやすい説明がなされることがなく、合意形成が十分でなかった。また、環境影響の事前・事後調査や影響緩和策が十分でなかったことや住民への説明資料の毒性に関連する数値に不備があったことが契機となり、平成 26 年度に予定されていた兄島における殺鼠剤の空中散布事業が中止された。これらのことから、①平成 21 年度に実施した殺鼠剤散布事業の環境影響、②平成 26 年度に予定した兄島の殺鼠剤空中散布事業の中止に至る経緯を検証することにより、島民のネズミ対策事業への不信感を払拭し、環境への適切な配慮をしたネズミ対策を実施、もって陸産貝類をはじめとする保全対象の保全を目的として検証を行った。



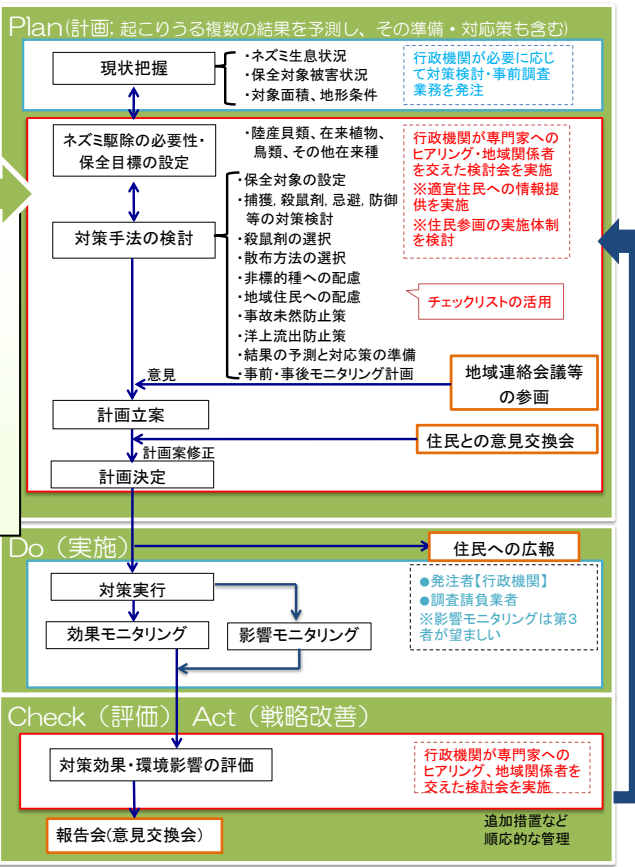


殺鼠剤を用いたネズミ対策を実施する上では
1)-①~⑧の点を考慮して2)の対応策を講じる

- 1) 考慮すべき点
- ① 土壌・水への殺鼠剤成分（ダイファシノン）の溶出は短時間の降雨では少ないが、止水に多量混入する場合、溶出量増加の可能性。
 - ② 小笠原産クマネズミに、今のところ、抵抗性は認められない。
 - ③ カワラバトのダイファシノン感受性が高い。
 - ④ アカガシラカラスバトの嗜好性が高い。
 - ⑤ オカヤドカリ類、海水魚、カメ類の嗜好性が高い可能性。
 - ⑥ オガサワラノスリへの二次毒性の懸念。
 - ⑦ 淡水魚とカメ類で粒剤摂餌による体内残留が確認され、アオウミガメ類への影響を今後要確認。クジラ、イルカ類への影響は少ない。
 - ⑧ 淡水水生生物への粒剤由来の汚濁の影響。

- 2) 対応策
- ① 殺鼠剤散布によるネズミ・環境影響の事前・事後モニタリングを確実に実施。
 - ② 殺鼠剤散布による自然環境・非標的生物・生活環境影響緩和策等を実施。
 - ③ 散布時期をリスクと効果のバランスの観点から見直す。
 - ④ 影響緩和のための手法の組み合わせの検討や技術改良。
 - ⑤ 海洋流出を可能な限り防ぎ、食用生物への影響をさらに調査。

今後のネズミ対策の計画立案と事業の進め方
住民参加の仕組みを取り入れ、専門家や地域関係者の協力により、予測による複数の対応を検討して立案し、PDCAサイクルによる順応的管理を行う。



2. 検証の方法

2. 1 検証委員会の設置

①委員構成

委員長 織 朱實	上智大学大学院 地球環境学研究科 教授
委員 大河内 勇	一般社団法人日本森林技術協会 業務執行理事
委員 白石 寛明	国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク研究センター フェロー
委員 渡邊 裕純	国立大学法人東京農工大学 農学研究院 教授

②設置期間

平成 27 年 3 月～ 平成 28 年 3 月

③事務局

関東地方環境事務所／一般財団法人日本環境衛生センター

④助言者等

小笠原諸島世界自然遺産地域連絡会議
ネズミ対策検討会
小笠原諸島世界自然遺産地域管理機関

2. 2 検証の方法

(1) 検証の項目

平成 26 年度ネズミ対策事業における殺鼠剤の空中散布の中止に至る要因となった下記の項目とした。

①意思決定プロセスと事業実施方法の検証（3. に詳述）

平成 18 年度から実施されてきたネズミ対策事業の中のネズミ対策事業の目標設定、対策手法、環境配慮、住民とのコミュニケーション方法を対象とした。

②殺鼠剤の環境影響の検証（4. に詳述）

これまでに対策に用いられてきた殺鼠剤に関して、ネズミへの効力の確認の他、非標的生物や環境への影響を対象とした。

(2) 検証の手順

①過去の事業の実施内容及び検討過程の整理と分析

過去の小笠原諸島における外来ネズミ類対策事業の実施内容及び検討過程について、当時の事業者等から資料を収集し、整理・分析を行った。

②殺鼠剤の環境影響等に関する実証試験

殺鼠剤による小笠原諸島の固有種への影響等について、科学的知見が十分でなかったことから、住民等の要望を踏まえて、対象生物、試験方法を検討し、実証試験を行い、対策事業を進めるにあたって配慮すべき事項を提案した。

③住民や関係団体との意見交換

住民等へのヒアリング調査、座談会の開催等、できるだけ多くの住民や関係団体の意見を聴く機会を設け、異なる立場によってどのような関心事項、懸念事項を有しているか把握・整理を行った。また、過去の外来ネズミ類対策事業における問題点を抽出した。

④住民への検証経過の報告

検証委員会は公開で開催し、関係資料を公表するとともに、その経過や成果を住民に説明する場を設け、意見交換を行った。

なお、ネズミ対策事業が中止されている間にも陸産貝類等へのネズミ食害の被害が見逃せないレベルに達していたことから、兄島の一部の重要保全エリアにおける緊急対応として、平成 27 年 8 月にベイトステーションを用いた対策の実施を環境省へ要請することも行った。

2. 3 検証の工程

表4 平成26年度から平成27年度にかけての検証委員会及び関連する会議・イベント

時期	会議名・イベント名	概要
平成27年 2～3月	●地域関係者向け事前アンケート	検証を進めるための地域関係者からの意見聴取
3月5日～ 10日	●父島・母島の主な団体等への意見聴取 (上記アンケート票を利用)	地域の12団体等から検証事業の進め方、関心事項、指摘事項の意見聴取
3月5日	○小笠原諸島世界自然遺産地域連絡会議	検証委員会の概要説明、地域代表者から意見聴取
3月11日	●ネズミ類対策検証業務第1回住民説明会	検証の進め方についての地域への事前説明
3月12日	●第1回小笠原諸島ネズミ対策検証委員会	検証委員会立上げ経緯の共有、進め方の検討
3月16日	○小笠原諸島世界自然遺産地域科学委員会	検証委員会の概要説明、兄島の陸産貝類の危機的状況の共有
4月8日	○地域連絡会議向けの兄島視察	地域関係者への兄島陸産貝類の危機的状況、保全対策の現状の共有、意見交換
5月6日～ 5月9日	□一般村民向けの兄島視察会 □一般村民向けの母島陸産貝類観察会	保全対象への理解を深めるための地域住民向けの普及啓発
5月7日	●第2回小笠原諸島ネズミ対策検証委員会	現地ヒアリングを踏まえた検証項目の確認 実証試験項目の検討、緊急対応としてのベイトステーション使用再開の提言
5月下旬～ 6月上旬	○地域と連携したベイトステーションによる対策実施計画立案のための試行	検証委員会の提言をふまえた兄島の陸産貝類保全対策実施計画の立案
6月25日	○第1回兄島陸産貝類保全プロジェクト会議	
6月30日	●○兄島の陸産貝類保全・ネズミ対策に関する住民説明会	兄島の陸産貝類の危機、ネズミ対策の進捗、検証委員や殺鼠剤の環境影響に関する実証試験の進捗状況について説明、意見交換
7月5日	□一般村民向けの兄島視察会	同上
7月17日	○小笠原諸島世界自然遺産地域連絡会議	兄島の陸産貝類保全の現状について説明、意見交換

時期	会議名・イベント名	概要
8月27日	●ネズミ対策経緯検証のための座談会	過去のネズミ対策事業の意思決定プロセスや事業の進め方の問題点を洗い出すための意見交換
8月28日～ 9月1日	●講演会「父／母島のネズミ対策を考える」	内地のネズミ駆除経験を基にした住民向け住宅、農地のネズミ対策 実証試験の途中経過の報告
9月4日	●第3回小笠原諸島ネズミ対策検証委員会	検証内容の確認と整理 補足調査・ヒアリングの実施
10月15日	○第2回兄島陸産貝類保全プロジェクト会議	ベイトステーションによる対策効果、 環境影響の評価
12月6日	□一般村民向けの兄島視察会	保全対象への理解を深めるための地域 住民向けの普及啓発
12月17日	●第4回小笠原諸島ネズミ対策検証委員会	検証結果案の確認
12月20日～ 12月22日	●検証結果の報告、意見交換会 (母島／父島)	住民への検証結果の報告、意見交換
平成28年 1月31日	□一般村民向けの兄島視察会 (小笠原村主催)	保全対象への理解を深めるための地域 住民向けの普及啓発
3月4日	●第5回小笠原諸島ネズミ対策検証委員会	検証結果のとりまとめ
3月15日	○第3回兄島陸産貝類保全プロジェクト会議	兄島の陸産貝類保全対策実施計画の総 括と来年度の計画検討
3月18日	●第6回小笠原諸島ネズミ対策検証委員会	検証結果のとりまとめ
3月28日	○兄島のマイマイ保全・ネズミ対策 に関する住民説明会	兄島の陸産貝類の価値と状況、検証結 果の報告、陸産貝類保全計画案の概要 説明等

●検証作業、○陸産貝類保全・ネズミ対策に関する関係会議、□普及啓発

3. 過去のネズミ対策事業の実施方法と意思決定プロセスの検証

3. 1 過年度の外来ネズミ類対策事業の実施経緯

(1) 対策事業の概要

小笠原固有の動植物に対するネズミによる食害を防ぐために実施されたネズミ対策事業における手法の検討、殺鼠剤の空中散布の実績、ネズミ対策事業の成果を以下にまとめた。

①ネズミ駆除の必要性の検討

環境省及び同省から事業を請け負った一般財団法人自然環境研究センター（以下、自然研）は平成 17 年度より小笠原の固有生態系へ悪影響を及ぼしているクマネズミ対策の必要性を検討してきた。平成 17 年度はクマネズミの生態系影響に関する事例と、研究者によって予想される生態系影響に関して、国内外の情報を収集し、包括的な課題整理を行った。その後、平成 18 年度には、研究者を中心としたプロジェクトチームにより、西島における殺鼠剤を用いた外来ネズミ類対策の試験計画が立てられた。対策の目標は、ネズミ駆除対策において、少しでもネズミが残ると、繁殖力が大きいネズミは短期間で回復し、基本的には根絶を目指した対策を行わなければ効果が持続しないことから、根絶に成功した海外事例をもとに、「個体数の減少（低密度管理）」ではなく、「根絶」を目指した完全駆除を目指すものであった。

②対策手法の検討

平成 17 年度の情報収集では、かご罠による捕獲のみでは根絶事例がないことから、殺鼠剤散布の必要性が提起された。殺鼠剤散布の手法としては、空中散布、人力散布、ベイトステーションによる処理、の 3 つの手法が挙げられており、面積や地形、保全対象種の状況等に応じて、それぞれの長所・短所が検討された。その結果、島嶼面積が 50ha 程度の西島においては、地上採餌性鳥類、オカヤドカリ類、沿岸性魚類、甲殻類への影響の可能性に配慮して、ベイトステーションを用いた処理手法が選定された。また、ベイトステーションの形状についても検証することとした。使用する殺鼠剤については、国内農薬登録状況、喫食性、非標的生物への毒性等を考慮して、第一世代抗凝血剤のダイファシノン製剤（製品名：ヤソヂオン）が選定された。なおこの時点で、急性毒剤や第二世代抗凝血剤は、環境影響リスクが大きく、使用できないと判断されていた。

③殺鼠剤の空中散布の再検討

平成 18～19 年度の環境省事業では、西島での国立研究開発法人森林総合研究所の平成 18 年度試験対策実施を踏まえ、空中散布が再度検討された。海外事例における根絶達成面積では、空中散布が他の手法を大きく上回っており、非標的生物へのリスクはあるものの、単位面積当たりのコストと崖地作業時の作業者の危険性を低減する点で、空中散布の有効性が認識されるようになった。平成 18 年の時点では沖縄県宮古島のサトウキビ畑でのダイファシノン粒剤スローパック（0.005%粒剤の 5 g 分包

品)の空中散布事例が知られており、その際に宮古島住民から寄せられた反対意見等も検討された。その上で、聳島および東島での空中散布実施の経費等に関してベイトステーションとの比較がなされ、平成19年度に空中散布による外来ネズミ類対策事業の実施計画が策定された。農薬取締法で定められた用法として、空中散布に使用できる殺鼠剤はリン化亜鉛かダイファシノン粒剤であったが、環境影響が比較的緩和であることと、粒剤のままでは散布後の水や直射日光による分解が早いこと等により、ダイファシノン粒剤のスローパックが選定された。

なお、殺鼠剤の散布量は、ネズミの根絶を目標とした過去の試行結果や殺鼠剤の空中散布の海外事例を参考に11kg/haとし、農薬取締法に定められた用量(3kg/ha・回)を超える量が必要とされた。

④殺鼠剤の空中散布による試験的駆除の実施

環境省は外来ネズミ類対策事業として、東島と聳島、隣接する属島の鳥島で平成20年8月に初めて空中散布による試験的駆除を実施した。処理薬剤はダイファシノン粒剤のスローパックで、薬量は11kg/haの1回みの散布とした。海上への殺鼠剤の散逸を最小限に抑えるため、海岸から30mの範囲を散布しないこととした。なお、鳥島においては翌年3月にネズミが再確認されたため、緊急的に鳥島および聳島北部においてスローパックの人力による地上散布が追加で実施された。

⑤殺鼠剤の空中散布によるネズミ類対策の本格実施

平成19年度の環境省による兄島の事前調査の結果、外来ネズミ類の食害で陸産貝類の個体数が長期的減少傾向にあることが示唆された。平成18年度に試験的駆除を行った西島においては平成21年8月にネズミが再発見され、平成20年8月に実施した聳島・東島での試験的駆除においても平成21年3月にネズミが再発見されるなど、駆除手法を改善する必要性が生じた。そこで、父島列島、聳島列島の属島(無人島)において、これまでの試験的駆除の結果を踏まえた駆除事業計画が策定された。そこでは、過去の試行結果や海外の専門家からの意見を参考に30kg/ha(10kg/ha×3回程度)を基本とし、根絶達成を目標に海岸部にも散布を実施することとした。

平成22年1～3月に、聳島、鳥島、針之岩及び父島属島の兄島、弟島、孫島、瓢箪島、人丸島、西島、東島、巽島の合計11島嶼並びにその周辺の離岩礁において、空中散布による対策が実施された。殺鼠剤はダイファシノン粒剤スローパックで、散布量は30～35kg/ha(10kg/ha×3回、乾性低木林では1回目に15kg/ha)とした。散布の飛行間隔は15m、飛行高度は20～30m、飛行速度は50km/hで散布は行われ、海岸部及び急斜面では散布量が不足しがちなため、補正散布を実施した。その際、駆除後の効果を把握するためのネズミの生息状況や保全対象種の陸産貝類のモニタリングの他、オガサワラノスリの生息状況モニタリングが事前・事後に行われた。

⑥平成26年度までの成果

島ごとの対策実施時期とネズミの再発見状況は図4、図5のとおりであった。

平成 22 年 3 月に弟島、平成 24 年 9 月に兄島でネズミの生存が確認された。その他の島では、平成 24 年度調査までにネズミ類の生息は確認されていなかったが、平成 25 年度調査において、新たに人丸島、瓢箪島、西島においてネズミの生息が確認された。

なお、兄島ではネズミ駆除から 2 年 8 ヶ月後にネズミが再確認され、その後、爆発的に増加した。その原因は、隣の父島や弟島からの再侵入が可能性の一つとして示唆されている。ただし、その時点までの、兄島と父島で捕獲されたネズミ DNA 解析の結果（平成 26 年度環境省報告書）からは、遺伝子交流の明確な根拠は示されていない。

ネズミ対策の成果としては、ノヤギ駆除との相乗的な効果により、ネズミ駆除のみによる効果がわかりにくい面もあるが、検討会委員等専門家からのヒアリングでは 34 ページの枠囲いに示すような情報が得られた。

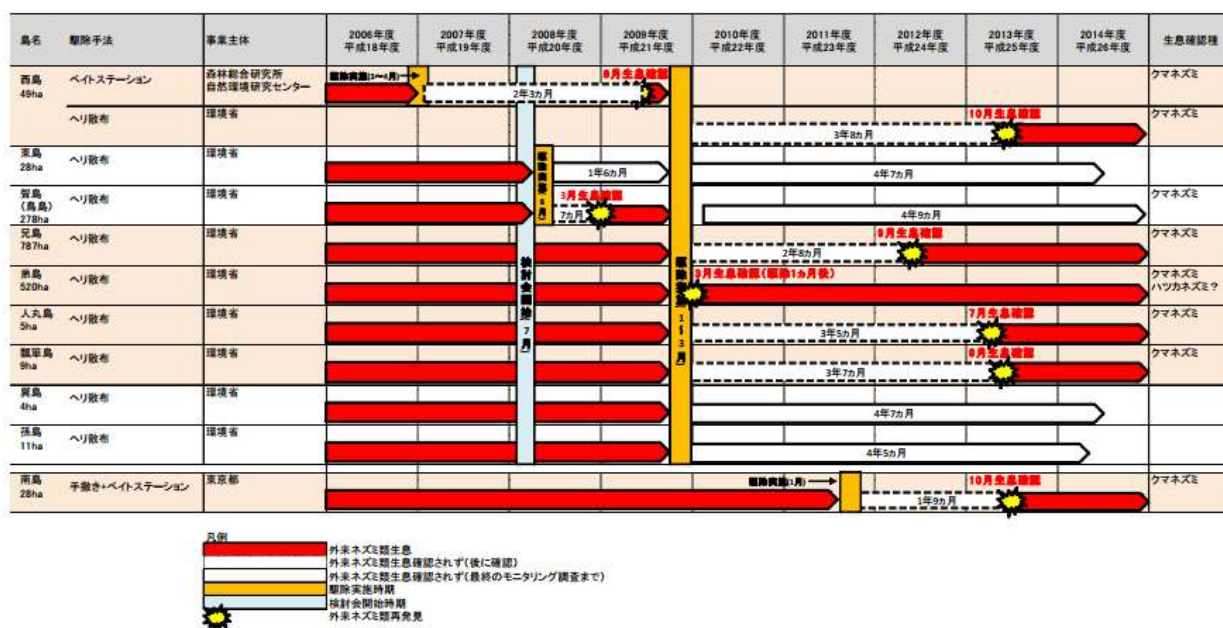


図 4 島ごとの対策実施時期とネズミの発見状況（平成 26 年度環境省報告書より）

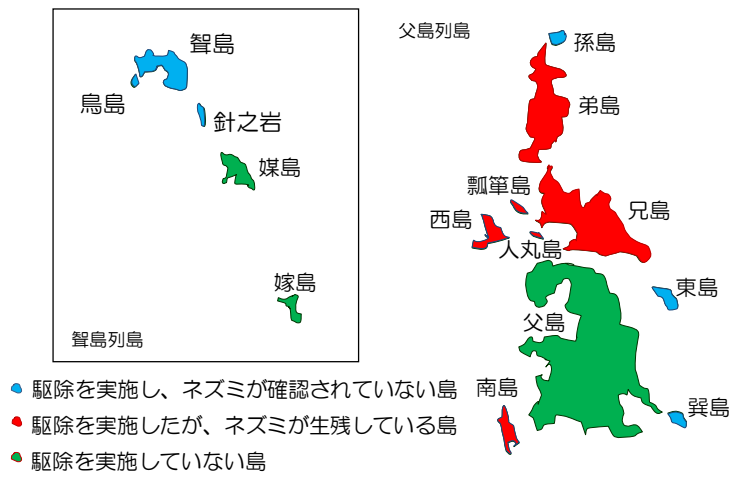


図5 駆除実施島嶼におけるネズミ類の再発生状況（平成26年度環境省報告書より）

- 平成 24 年度に実施された兄島における陸産貝類のモニタリング調査により、駆除後に全島にわたり多くの種で生息密度の増加が確認された。特に、カタマイマイ属、オガサワラヤマキサゴ属、エンザガイ属等、ネズミによる食害を受けていた分類群で顕著な増加が確認されている。また、幼貝も頻繁に確認され、駆除後にも再生産が行われていることを確認した。また、捕食痕のある新鮮な貝殻も激減した（検討会委員ヒアリングによる）。
- 聳島列島では平成 16 年までにノヤギは根絶された。聳島のネズミが平成 21 年度に駆除された後、ネズミは根絶状態にあり、平成 22 年 7 月にアナドリの繁殖が確認された（第 5 回検証委員会議事録）。
- 東島ではオガサワラヒメミズナギドリはネズミに捕食されていたが、ネズミ駆除後の平成 27 年にこの島で世界初の営巣が見つかった。ネズミ駆除により絶滅が回避されたと考えられる（検討会委員ヒアリングによる）。
- 西島では、ネズミ駆除によりハシナガウグイスが定着し繁殖を始めた。これは強い捕食圧がなくなったためと考えられる。また、タコノキやオオバシロテツなど在来樹種の稚樹の回復が見られた（検討会委員ヒアリングによる）。
- 東島にはノヤギは昭和 46 年に根絶された。一方、東島では平成 20 年度にネズミ駆除実施後、根絶状態となり、アナドリの繁殖個体群が回復した。これらはネズミの駆除との因果関係は高いと考えられる（第 5 回検証委員会議事録）。また、東島に生育するオオハマギキョウは、平成 21 年 8 月に実施されたネズミ類駆除前には、ネズミ類の食害によって、開花株が全く見られず、わずかな実生も食害を受けている状態にあった。ネズミ類駆除後には徐々に回復し、平成 23 年 9 月には分布域が拡大して合計 70 株程度、平成 25 年 2 月には合計 170 株程度が確認された。特に、南部及び北西部の群落では、50 株を超える群落が確認されており、開花株も各群落内で確認されている（平成 24 年度環境省報告書）。

⑦平成 25 年度以降のネズミ対策の経過

ネズミの生息が確認されて、陸産貝類の危機的状況が続く兄島やその周辺島嶼では、陸産貝類の絶滅回避を主目的とした緊急対応として、平成 25 年度には再度のネズミ駆除計画が検討されていた。しかし、平成 25 年 3 月に兄島でグリーンアノールが確認されたことを受けて、ネズミとグリーンアノールの種間相互作用として、ネズミを駆除することによってグリーンアノールが増えることの懸念や、グリーンアノール駆除への集中投資という観点から、ネズミ駆除計画については、環境省により延期が決定された。平成 26 年度には種間相互作用について十分検討した上で、陸産貝類保全を優先し、再度の空中散布によるネズミ駆除計画が策定されたが、過去に実施されたネズミ駆除事業に関する不信感や、不信や不安に対する改善策が十分にとられなかったこと、その結果住民との合意形成が不十分であったことなどにより、空中散布による対策は中止となった（3. 1（4）参照）。しかしながら、兄島においては陸産貝類がネズミの顕著な食害により絶滅する可能性が専門家より強く指摘されるように

なったことから、平成 27 年 2 月に兄島内に陸産貝類の重要保全エリアを設定し、かご罾による捕獲を開始した。環境省は平成 27 年度に「兄島陸産貝類保全プロジェクト会議」を立ち上げて検討を進め、平成 27 年 8 月より兄島の保全エリア内で緊急的にベイトステーションによる殺鼠剤を用いた対策が実施された。その結果、一部の保全エリアでは、年度当初に予想された陸産貝類の絶滅が回避され、一定の効果があった。その一方で、保全エリア外では、陸産貝類の減少傾向がさらに進み、絶滅に近い状況が確認された。

⑧今後の外来ネズミ類対策事業計画

平成 26 年度環境省報告書では、平成 27 年度以降の対策事業計画が以下のとおり示されていた。ただし、本計画は、兄島の空中散布が実施された前提での将来的な対策箇所の優先度をまとめたものである。

表 5 平成 27 年度以降の対策事業計画（平成 26 年度環境省報告書より作成）

計画年度	対象島嶼	対策
平成 27 年度	嫁・媒 (妹・姪)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 嫁・媒島で繁殖する鳥類によるバードストライク回避の目途が立てば、両島を優先して空中散布による駆除を行う ・ 第二世代抗凝血剤の導入の検討
平成 28 年度	妹・姪 (嫁・媒)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 27 年度に実施しなかった島を対象に駆除を実施（現行手法に、新たな技術の適用も考慮）
随時	緊急対応が必要な島	<ul style="list-style-type: none"> ・ 手法は平成 28 年度に同じ

(2) 対策事業における環境配慮の実績

過去の殺鼠剤を使用したネズミ駆除にあたっては、非標的種への影響や環境影響に配慮して以下のような取組が講じられた。

- ・非標的生物への致死量摂取の回避、鳥類低毒性、難水溶性などの点からダイファシノン製剤が選定された。
- ・鳥類の誤食防止のため鳥が認識しにくい緑色に染色したスローパックを採用した。
- ・ネズミへの効果と非標的種への影響のバランスを考慮し、空中散布の時期を選定した。平成 20 年度は海鳥類の繁殖期を避けて 8 月に実施した。
- ・非標的種の個体に影響があった場合に備え、衰弱個体等を発見した際の臨時の救護体制を構築した。
- ・主要な水系・トンボ人工繁殖池へネット設置（兄島・弟島）、兄島で巣穴閉塞回避のためのオガサワラハンミョウ生息地の巡回を実施した。
- ・洋上に流出した殺鼠剤を兄島沿岸で漁船により回収するとともに父島の主要海岸に漂着した殺鼠剤を回収した。平成 26 年度計画では回収体制の強化を予定していた。
- ・イヌ等のペットの誤食防止のため、住民への広報活動を行った。
- ・平成 21 年度の散布では聳島のアホドリ類への影響緩和として、一部エリアの地上散布やバードストライク回避のため、高高度からの空中散布を組み合わせる実施した。

(3) 事業者の決定過程

外来ネズミ類対策の検討業務を担う事業者の決定は、平成 17 年度から平成 24 年度までは企画競争入札、平成 25 年度以降は一般競争入札（総合評価落札方式）により行った。小笠原諸島で外来ネズミ類対策業務を行う特殊性と国内で事例の少ない外来ネズミ類対策の専門性から、毎年の応札者は 1 社のみで、いずれも一般財団法人自然環境研究センターが落札し、事業の検討や対策実施後のモニタリング調査を行ってきた。外来ネズミ類は種間相互の関係性が広く、事業実施前後には、その効果や影響を計るための生態系モニタリングが継続的に必要なため、その事業費は当初 2 千万円程度から年々増加し、近年は 5～6 千万円程度であった。なお、平成 20 年度の聳島・東島における空中散布の試験的駆除は、請負者の一般財団法人自然環境研究センターが中日本航空株式会社の協力のもとで実施されたが、平成 21 年度の殺鼠剤の空中散布事業に係る請負者は、スローパックの空中散布が可能なバケットと搭載できるヘリコプターの機体を所有する中日本航空株式会社が一般競争入札で落札し、その事業費は約 2 億円であった。また、平成 26 年度に中止された殺鼠剤の空中散布事業についても、一般競争入札により中日本航空株式会社が落札し、その事業費は約 9 千万円であった。

(4) 対策事業の中止に至る経緯

小笠原諸島の世界自然遺産登録において重要な位置づけにある兄島の陸産貝類の生息状況が、再確認されたネズミの食害によってこの数年で急速に悪化し、危機的状況にあること、そのため陸産貝類の保護に必要な対策として、殺鼠剤を使用すること、ネズミの根絶に向けて海外の実績を参考とした殺鼠剤の空中散布手法の選択等は、ネズミ対策検討会で検討され、決定された。

本検証では、父島島民等へのヒアリング及び過去の資料から、属島におけるネズミ駆除の目的や緊急性、空中散布の必要性、殺鼠剤を選定した経緯等について、島民に理解されていなかったことが浮かび上がってきた。また、殺鼠剤の度重なる空中散布に対して島民が不安を感じていたものの、その不安が事業者（環境省及び事業請負者）に十分認識されておらず、その対応に不十分さがあったことがわかった。

平成 21 年度の空中散布の際には、ネズミへの駆除効果を優先して海岸域も散布を行い、回収体制が不十分なまま海況の悪い冬期に実施したことで、洋上へ流出した殺鼠剤の回収と有人島（父島）の海岸に漂着した殺鼠剤の回収対応が十分ではなかったことが判明した。

平成 26 年度の事業に関する地域説明会においては、これまでネズミの「根絶」を目標として駆除を実施しながら、駆除後のネズミの再確認が繰り返されている状況に対して手法の改善策を明確に示さないままに事業を実施しようとしたことや、過去の住民説明において環境影響への配慮が不十分との地域住民等の指摘に十分応えてこなかったことから、地域住民は事業者に対する不信感を募らせてしまった。

また、使用する殺鼠剤は、クマネズミに対する効力、非標的生物や環境への影響等を考慮してダイファシノン製剤（ヤソヂオン）が選定されたが、ダイファシノン製剤のほ乳類や鳥類への危険性に関する説明資料のデータが、既存文献のデータと乖離し、それまでの説明会で使用してきた資料の計算方法に誤りがあることが環境省によって判明した。具体的には、殺鼠剤中の有効成分ダイファシノンの濃度を、正しくは 0.005% のところを 0.0005% として計算し、半数致死量（LD₅₀）に達する動物種別の殺鼠剤の必要摂食量の数値を 10 倍多く見積もった結果、毒性を低く評価して示していた。殺鼠剤の空中散布事業に関する住民への説明の重要な位置づけにある資料に明らかな誤りがあったことが契機となり、環境省は、平成 26 年度に予定していた殺鼠剤散布事業の中止を決断した。数値ミスは本来あってはならないことだが、このミスが判明していなければ事業は従前通りに実施された可能性があり、この事業中止と見直しの議論がきっかけとなって、事業の意思決定プロセスや環境影響評価に対する科学的な検証の必要性についてあらためて認識された。

3. 2 意思決定過程における課題

今回の検証で明らかになった部分のうち、意思決定過程に関する課題を整理した。特

に重要な問題点と考えられる部分にアンダーラインを付した。

(1) 殺鼠剤空中散布事業への地域住民の不安と懸念

本検証では地域住民が事業のどの部分に不安や懸念を持っているかを把握するため、ヒアリングを行い（7. 1 参照）、ネズミ対策事業に関する不安や懸念を抽出した。

人畜毒性のある殺鼠剤が近くの島嶼で空中散布され、海岸に漂着して住民が接触することが想定される状況では、住民が殺鼠剤による影響に不安を抱くことは当然のことといえる。無人島に殺鼠剤を散布する必要性が十分認識されていなかった状況で、空中散布という方法が採用されたことへの懸念もあった。

空中散布後に海岸に漂着した殺鼠剤の回収や、海岸での注意書き設置等の対応はされていたものの、具体的な環境影響への配慮の情報が住民と共有されず、島民が実際に殺鼠剤スローパックの漂着を目撃するに至り、空中散布に対する住民不安は拡大していったものと考えられる。不安の内容としては、毎日食している魚に蓄積され、魚を食することによる人体への影響を懸念する声、さらに幼児や妊婦の健康への影響を懸念する声があった。また、漁業者も魚への影響と風評被害を懸念し、観光業においてもイルカやクジラへの影響、小笠原諸島の貴重な動植物全体に対する影響の懸念は大きかった。

また、空中散布で一旦はネズミが確認されなくなった島でも、数か月～数年後に生息が確認されてしまった例があることで、空中散布の効果を疑問視する声もあった。さらに、殺鼠剤の1回当たりの散布量が、農薬取締法で製剤ごとに規定されている空中散布における用量に比較して多かったことに対する懸念も示された。この散布量は、試験散布結果とネズミの根絶を目標とした海外事例を基に決定されたもので、ネズミの根絶確率を上げるためには農薬登録された殺鼠剤の1回当たりの用量をはるかに超えた量を散布する必要があったことが住民に伝え切れていなかった。自然地域内で生態系保全を目的としたネズミの「根絶」のための殺鼠剤の使用は、農薬取締法の適用範囲ではないため、同法に反した使用方法ではなかったことは第2回検証委員会で確認した。

住民や漁業、観光業、農業等従事者等の様々なステークホルダーの意見から、それぞれの立場で、関心事項や不安の内容が把握できたが、事業者である環境省と請負者の関係が公表されていないことや、全体計画がきちんと示されず、単年度毎に事業が進められることも、住民の不信感を招いた一因と見られた。一方、事業者は、限られた期間内に仕様書どおりに事業を進めることに迫られ、地域住民の関心事項や不安を受け止めて、駆除計画に反映するなど丁寧に応じる姿勢や体制がなかったといえる。

(2) 事業決定過程における地域への説明責任

ネズミ対策事業の決定過程における事業者の地域への説明責任について、上記のように個別の内容ごとの課題を踏まえ、この項では事業の実施前後の対応について、以下のとおり整理した。

①事業実施前

- ・事業者は、住民説明会において何のために属島（無人島）で殺鼠剤を空中散布するかという事業目的や・事業効果・影響緩和策等を住民に理解できるようにわかりやすく説明できていなかった。
- ・説明会の参加者は限定的で、大半の住民は、村の広報により情報を得ていたが、殺鼠剤の空中散布を実施することについての注意喚起に関するお知らせのみであったため、ネズミ対策や陸産貝類保全を目的として空中散布を実施することが、広報の段階においても十分に理解されていなかった。
- ・説明会は殺鼠剤空中散布の実施がすでに決定された段階で開催され、住民に計画内容を報告するのみであり、対策方法の検討段階では十分な説明がなかった。すなわち、住民からの意見を事業内容に反映できる進め方になっていなかった。
- ・外来種対策事業は行政の仕組み上、単年度予算に応じた計画内容で実施されるため、住民にとっては、全体計画が整理されない段階での度重なる緊急対応は計画性のない事業と受け止められた。
- ・上記の事態を繰り返すことで、ネズミ駆除事業への住民の関心が徐々に低下し、説明会への参加住民は固定化する傾向になってきた。

②事業実施中・実施後

- ・環境影響に係る事前・事後モニタリングや非標的種への環境影響緩和策、洋上への殺鼠剤の誤散布防止の対応が、地域住民の不安に答えるための対応としては不十分であった。
- ・洋上に流出した殺鼠剤の回収体制や住民意見のフォローアップが不十分であった。
- ・有人島の海岸線に漂着した殺鼠剤をペットが誤食するリスクを説明する資料に誤りがあり、結果的に島民の不信感をさらに増すことにつながった。

以上のことから、ネズミ対策事業の検討及び決定のプロセスは、以下のように示すことができる。すなわち、検討会における検討結果が、決定事項として住民へ説明され、住民からの意見が反映されにくい仕組みとなっていた。

また、過去の事業検討は、計画から評価・戦略改善までが検討会で行われ、対策実施と事前事後のモニタリングは同じ業者で行われていた。そのため、適正な戦略改善が行われなかったといえる。さらに、検討委員会の中に、毒性学、外来種対策、環境リスク評価の専門家が不在であり、その分野からの検討が不十分であったと考えられる。

検討会においても、検証委員会で議論された環境影響に関する事項について議論があったが、事業予算や実施期間の制約等から実現が難しいと判断され、それ以上の議論が進まないまま曖昧になってしまったという反省も挙げられた（図6）。

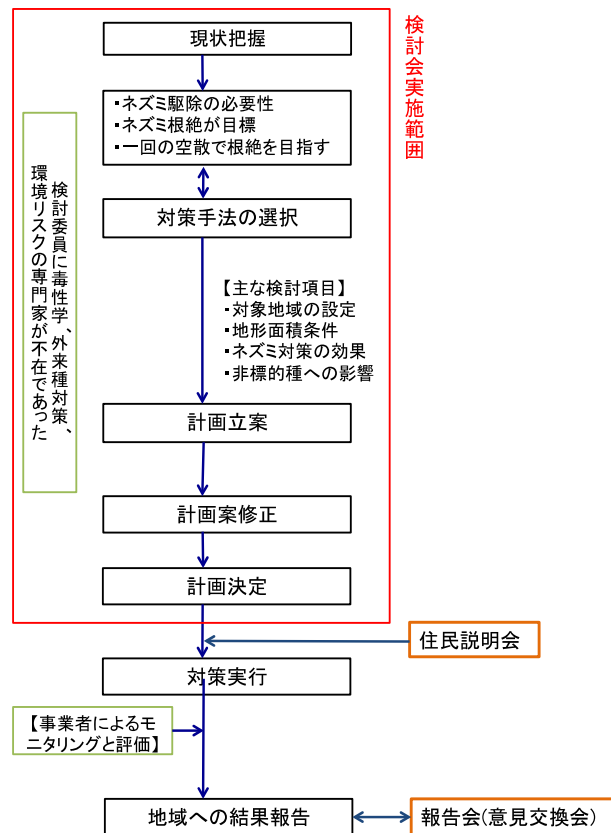


図6 過去のネズミ対策の計画立案と事業の進め方

(3) 殺鼠剤の選定

殺鼠剤として、ダイファシノン製剤が選定された根拠については、①第一世代の殺鼠剤は体内での蓄積性が低く、環境中での分解が早いと考えられること、②クマネズミによる喫食性が優れていること、③製剤の有効成分含有量や有効成分の急性毒性値から考えて、鳥類などに対する毒性がワルファリン製剤に比べてダイファシノン製剤のほうが低いと考えられたこと、④陸産貝類に対する毒性は、室内投与した時の貝類の組織からダイファシノンの蓄積が確認されたが、対照区とともに致死は全く見られなかったというとの情報があったこと、⑤農薬登録された殺鼠剤の使用法として、空中散布に使用できるワルファリン製剤は無いことなどが挙げられ、これらが根拠となってダイファシノン製剤が使用されてきた。

父島ではワルファリン製剤と、ダイファシノン製剤が農協等で購入可能であるが、農地では主にワルファリン製剤が使用されている。ダイファシノン製剤は毒物及び劇物取締法の「医薬用外劇物」に指定され購入に手続きを要するのに対し、ワルファリン製剤は普通物であることも要因の一つと考えられる。ダイファシノンの原体は「毒物」であ

るため、製剤レベルでは、その1ランク下の「劇物」に指定されているが、毒性値は普通物相当のレベル（急性経口毒性 $LD_{50} > 300\text{mg/kg}$ ）の数値である。この点の説明が十分ではなく、劇物であるダイファシノン製剤を選定したことに対する疑問が出ていた。

日本国内で農薬として登録されている第一世代抗凝血性殺鼠剤（毒性と残留性が比較的低く、複数回摂食により効果が出る）を使用した点で、小笠原の固有種生物（非標的種）への影響を考慮したものといえるが、事業者は、ダイファシノン粒剤を選定した根拠、検討過程が地域へ十分に説明できていなかった。

なお、第二世代の殺鼠剤（毒性と残留性が高く、坦懐摂食で効果が出る）は、海外では空中散布に用いられ、島嶼からのネズミの根絶の成功例もあるが、有効成分の残留性が高く、非標的種への食物連鎖を通じた間接的な影響も大きいことが知られている（第2回検証委員会資料3-1）。米国では殺鼠剤の法的規制が日本とは異なるが、非標的種生物保護の観点から、第二世代殺鼠剤（プロディファクム、ブロマジオロン、ジフェチアロール）を含有する全ての殺鼠剤は、2008年より、有資格者のみが購入・使用できるという規制法が施行されている。日本国内では第二世代殺鼠剤としては、医薬部外品としてジフェチアロン製剤が、動物用医薬品としてブロマジオロン製剤のみが承認・販売されており、それぞれ、医薬品医療機器等法（旧薬事法）、および農薬取締法により使用場面が屋内に限定されており（表6；黄色の欄）、これらの点が小笠原での駆除事業での使用に制限を与えている。この他、第二世代殺鼠剤としては表7のような物質が知られているが、前述のとおり、いずれも毒性が第一世代に比べて高く、より環境影響に綿密な配慮が必要となる。しかしながら、今年度のヒアリング等では、第二世代殺鼠剤による駆除効果を期待する住民の声も聞かれた。

表6 日本国内で使用できる殺鼠製剤

a. 農薬登録のある殺鼠製剤

製品名	メーカー名	有効成分	濃度	剤型
水溶性ラテミン錠	大塚薬品工業	ワルファリン	2.0%	水溶剤
固形ラテミン	大塚薬品工業	ワルファリン	0.03%	粒剤
粉末ラテミン	大塚薬品工業	ワルファリン	1.0%	粉末
ラテミンコンク	大塚薬品工業	ワルファリン	0.50%	粉末
強力ローダン	サンケイファ	ワルファリン	0.50%	粉末
メリーネコマリン	大丸合成薬品	ワルファリン	1.0%	粉末
メリーネコ3号	大丸合成薬品	ワルファリン	0.10%	粒剤
固型チューモア1号	タニサケ	ワルファリン	0.10%	粒剤
チューモア「コンク」	タニサケ	ワルファリン	1.0%	粉末
サンケイマリン	琉球産経	ワルファリン	0.10%	粒剤
ヤソール	大塚薬品工業	ワルファリン	0.10%	粒剤
ヤソチオン	大塚薬品工業	ダイファシン	0.0050%	粒剤
コロ粒剤	タニサケ	クロロファシノン	0.010%	粒剤
ネスコ粒剤	琉球産経	クロロファシノン	0.025%	粒剤
強力ラテミン	大塚薬品工業	リン化亜鉛	3.0%	粒剤
ラテミンリン化亜鉛1%	大塚薬品工業	リン化亜鉛	1.0%	粒剤
メリーネコりん化亜鉛	大丸合成薬品	リン化亜鉛	1.0%	粒剤
メリーネコ1号	大丸合成薬品	リン化亜鉛	3.0%	粒剤
Z・P	太洋化学工業	リン化亜鉛	3.0%	粒剤
Z・P1.00	太洋化学工業	リン化亜鉛	1.0%	粒剤
リンカS・1	北海道森林整備公社	リン化亜鉛	1.0%	粒剤
太洋りん化亜鉛1	太洋化学工業	リン化亜鉛	1.0%	粒剤
ホカりん化亜鉛10	ホカサン	リン化亜鉛	1.0%	粒剤

農林水産消費安全技術センターデータベースより改変；H28.1.26.アクセス

b. 動物用医薬品・医薬部外品承認のある殺鼠製剤

製品名	メーカー名	有効成分	濃度	剤型
クマラット	大塚薬品工業	ワルファリン		粒・散
クマラットS	大塚薬品工業	ワルファリン	1.0%	粉
固型ラテミンS	大塚薬品工業	ワルファリン		固
ラテミンコンク	大塚薬品工業	ワルファリン	0.50%	粒・散
動物用ネオメツンF	住化SES*	フマリン原末	0.05g	粒・散
プロマラット	フジタ製薬	プロマジオロン	0.005%	粒・散
プロマラットP	フジタ製薬	プロマジオロン	0.005g	固
エンドキラー	フジタ製薬	プロマジオロン	0.005%	粒・散
エンドキラーP	フジタ製薬	プロマジオロン	0.005%	固
ラニラットF	フマキラー	プロマジオロン	0.005%	粒・散
ダンクローデンGA	大丸合成薬品	リン化亜鉛	1%	固
ラテミン「小袋」	大塚薬品工業	リン化亜鉛		固
動物用ネオメツンR	住化SES	シリロシド原末(シリロシド [®] 20%)	0.25g	固
動物用ネオメツンR2	住化SES	シルムリン1%プレミックス	5.00g	固

*住化エンバイロメンタルサイエンス

農林水産省動物医薬品検査所データベースより改変；H28.1.25.アクセス

c. 医薬品・医薬部外品承認のある殺鼠剤（主要なもののみ）

製品名	製造または販売会社	有効成分	濃度	剤型
ラットライス	山崎帝国堂	ワルファリン	0.1%	粒
クマトロンブロック	タニサケ	ワルファリン	0.1%	粒
粉末コロソA	タニサケ	ワルファリン	0.1%	粉
ネのライス	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	粒
ネのライスN	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	粒
キクラット	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	粒
コーンラット	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	粒
チューマイ	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	パック
テイラット	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	粒
テイラット錠	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	固
ブロックマリン	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	パレット
ラチキラー	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	パック
ラチコーンA	テイコクファルマケア	ワルファリン	0.1%	パック
メリーブロック	大丸合成薬品	ワルファリン	0.1%	パレット
メリーネコPC II	大丸合成薬品	ワルファリン	0.1%	粉
メリーネコ100号	大丸合成薬品	ワルファリン	1.0%	粉
サッチューン	大丸合成薬品	ワルファリン	0.1%	粒
メリーネコ押出し	大丸合成薬品	ワルファリン	0.1%	塊
原末クマリン2号「SES」	住化エンバィロマンタルサイエンス	ワルファリン	1.0%	粉
強力デスマオ	アース製薬	ワルファリン	0.05%	粒
チューココ	レインボー薬品	ワルファリン	0.1%	パック
ネズレスH	レインボー薬品	ワルファリン	0.1%	粒
ネズレスブロック	レインボー薬品	ワルファリン	0.1%	板
ネズレスブロックEX	レインボー薬品	ワルファリン	0.1%	板
エーコープカソキラー	大塚薬品工業	ワルファリン	0.1%	粉
エーコープ固型ラテミンS	大塚薬品工業	ワルファリン	0.1%	粒
強カクマラット1号	大塚薬品工業	ワルファリン	1.0%	粉
エンドキラー	大塚薬品工業	ワルファリン	0.1%	粒
ラットホンA	大木製薬	ワルファリン	0.1%	粒・パック
ネナックス2	三共消毒	ワルファリン	0.1%	粉
イカリネオラッテP	イカリ消毒	ワルファリン	0.05%	パック
CICウルトラバイト	シー・アイ・シー	ワルファリン	0.1%	固
チューモアS	タニサケ	ワルファリン0.1%, 海葱0.05%		粒
チューモアコンク	タニサケ	ワルファリン1.0%, 海葱0.2%		粉
コロソ粒剤	タニサケ	クロロファシノン	0.01%	粒
エンドックス	バイエルクロップサイエンス	クマテトラリル	0.75%	粉
ドラ	フマキラー	クマテトラリル	0.05%	パック
デスマオプロトレイタイプ	アース製薬	ジフェチアロール	0.0025%	粒
デスマオプロ投げ込みタイプ	アース製薬	ジフェチアロール	0.0025%	粒
スーパーデスマオ	アース製薬	ジフェチアロール	0.0025%	粒
スーパーラットホン	大木製薬	シリロシド	0.02%	粒
ラットホンZ	大木製薬	シリロシド	0.03%	粒
デスラット	三共消毒	シリロシド		パック
ダンクローデンG	大丸合成薬品	リン化亜鉛	1.0%	粉
ダンクローデンパウダー	大丸合成薬品	リン化亜鉛	1.0%	粉
メリーネコP	大丸合成薬品	リン化亜鉛	0.8%	ペレット
ネズレスX	レインボー薬品	リン化亜鉛	1.0%	粉
ネオラッテクイックリー	イカリ消毒	リン化亜鉛	1.0%	パック
メリーネコタリウム	大丸合成薬品	硫酸タリウム	0.3%	粒

ねずみ駆除協議会会員メーカーHP情報等により作成

表7 第二世代殺鼠剤と第一世代殺鼠剤（ダイファシノン、ワルファリン）の急性毒性の比較

薬剤名	急性経口 LD ₅₀ 値(mg/kg)		
	マウス	ラット	
第二世代	ディフェナクム	0.8	1.8
	ブロディファクム	0.4-0.86	0.26
	ブロマジオロン	1.75	1.12
	フロクマフェン	0.8-2.4	0.46-0.56
	ジフェチアロール	1.29	0.56
第一世代	ダイファシノン*	28.0-340	1.5-43.3
	ワルファリン	364-750	14.5-60

* : Eisemann and Swift (2006)より。その他は緒方ら(2014)より

(4) 殺鼠剤の散布方法

殺鼠剤の処理については、当初ベイトステーションで実施され、対象面積の広さに応じてヘリコプターによる空中散布が各島嶼で実施されるようになってきた。

これまでの事業の中では手撒きベイトステーション、空中散布のメリット・デメリットが検証され、表8のとおり整理されてきたが、広大な範囲を一気に根絶状態へ持ち込むための効率性や予算上の制約から、空中散布を主体とした計画で進められてきた。空中散布は広域散布に最も優れた散布方法であるが、ネズミ対策の効果と効率を優先するあまり、海岸部までくまなく空中散布することで、次項に示す洋上流出などのネガティブな影響が現れるようになった。この点が住民の不安や不信感の最大の原因になったともいえる。海外の事例では、海岸域での片まき散布機や地上作業との併用による洋上落下への配慮などが行われているが、対象とする島嶼が多いこともあり、洋上落下のリスクより対策効果を優先した結果、地上作業との併用などの検討が十分に行われなかった。一方で、ベイトステーションを中心とした地上散布の方法は、作業員が何度も島に入ること、土壌侵食や植生へのインパクトが懸念されており、実際に平成27年度の対策においても、顕在化し始めている。また、ベイトステーションによる長期的な殺鼠剤の暴露は、ネズミの殺鼠剤抵抗性の出現や非標的種への長期的な影響が懸念される。こうしたことから、ベイトステーションによる対策を長期間続けることも難しい状況になりつつある。

これまでの結論として、効果面と環境影響の面から、小笠原諸島においては、空中散布だけでも、ベイトステーション等による地上からの人海戦術だけでも不十分であることが認識されるようになってきた。

また、殺鼠剤の散布の時期については、ネズミへの効果と非標的種への影響のバランスを考慮し、空中散布の時期を選定する必要がある。平成21年度はオガサワラノスリ

への影響緩和のため、「オガサワラノスリの産卵・抱期にあたる3月初旬から中旬を避けて、1月中旬から2月下旬に散布を実施した」と認識されていたが、当時のオガサワラノスリの繁殖ステージに関する認識が誤っていた。実際は、産卵・抱卵期は1月末から3月中旬までであり、抱卵直前から抱卵期（Chiba&Suzuki 2011）に散布が実施され、オガサワラノスリへの繁殖影響の緩和策としては無効であった。オガサワラノスリに限らず、オガサワラオオコウモリ、アカガシラカラスバト、アオウミガメ等、それぞれの非標的種へのリスクを踏まえ、影響緩和の観点から散布時期を選定する必要があった。

表 8 小笠原諸島で実施する時のネズミ対策各手法における一般的特性 (表 2 再掲)

	トラップ (かご罠等)	殺鼠剤 (ベイトステーション)	殺鼠剤 (手まき)	殺鼠剤 (空中散布)
適用範囲	狭い 最大でも 30ha 程度。人が到達できる場所に限定。	←	→	広い
特徴	根絶は難しいが、狭い範囲での低密度化には短期的に有効。頻繁に行き来できる場所に限定される。	局所的な設置が可能で、殺鼠剤の暴露期間が長くとれるため、範囲を限定した長期的対策に有効。	散布精度は空中散布よりも高く、局所的散布が可能。ベイトステーションに比べて暴露期間が短く、他の手法との組合せた短期的対策には有効。	小面積から大面積の島嶼における根絶を目指した駆除に有効である。殺鼠剤の暴露期間が短い一方で、散布精度が低く、散布にバラツキが生じやすい。
対策効果	根絶を目指した駆除は困難だが、生息モニタリングや捕獲固体の分析が可能。	小面積の島嶼での根絶を目指した駆除には有効のほか、一定のエリアでの低密度管理の手法としても有効。	大面積、地形的な制約のある島嶼での根絶を目指した駆除には向かない。空中散布の精度や、ベイトステーションの有効範囲外を補完する手法として有効。	広大な範囲をカバーできるが、殺鼠剤の暴露期間が短く、短期集中的な対策となる一方で、様々な環境影響に配慮が必要となる。
環境影響	鳥類やオカヤドカリ類などの非標的生物の誤獲リスクがあり、頻繁にメンテナンスが必要。踏圧による周辺植物へのリスクもある。殺鼠剤を使用しないため、毒物による影響の心配がない。	定点散布のため、直接環境下に暴露される殺鼠剤は直接散布より少なく、誤食等のリスクは、比較的低い。非標的生物への影響緩和策が必要。定期的な管理のための踏圧や長期間継続することのリスクへの考慮が必要。	直接散布は定点散布と比較して、殺鼠剤が直接暴露されるため、散布時期や非標的生物への影響緩和策を十分に考慮する必要がある。	直接散布のため、リスクは手まきと同様だが、散布範囲は広範囲な一方で精度が落ちるため、環境影響リスクは最も高い。特に、海岸部に散布する場合、殺鼠剤の洋上流出等により、生活・産業への影響が及ぶ可能性がある。
メンテナンス	設置と頻度の高い見回り・回収。誤獲個体の放逐のためには日常的な対応が必要。	設置と喫食状況の定期的な確認・殺鼠剤の補充 (ある程度、臨機応変の対応は可能)。	喫食状況が確認できないため、効果が確認されるまで定期的な散布を行う必要がある。	空中散布後は海岸線に散布した場合、海上への流亡監視と流出した殺鼠剤の回収が必要。
単位面積当たりコスト	トラップの運搬と捕獲個体の処理、日常的な見回りの回数に応じて人件費が必要で、面積当たりのコストは高い。	ベイトステーション及び殺鼠剤の運搬と定期的な見回り、補充で、面積当たりのコストはトラップより少ない。	殺鼠剤の運搬と散布による人件費のみで面積当たりのコストはトラップ、ベイトステーションより少ない。	ヘリコプターと大量の殺鼠剤を使用するため単回コストは大きい。面積当たりのコストは他の手法と比較して少ない。

(5) 殺鼠剤の洋上流出への対応

スローパック製剤は、風の影響を受けやすい形状であることから、殺鼠剤の洋上への流出はある程度想定されていたため、事業者は回収する体制をとって作業にあたってきたが、その態勢は十分ではなかった（第2回検証委員会資料1-3等）。

平成22年1月25日には、ヘリコプターに搭載された殺鼠剤散布機器の誤操作により10kg程度の殺鼠剤を洲崎付近の海岸・洋上に落下させてしまった。この際には、そのうち約7kgが回収されたが、これらの情報が住民に開示されたのは第3回検証委員会であり、本件に関する報告や周知等が十分ではなかった。

さらに、兄島で空中散布された殺鼠剤（スローパック）が風で飛ばされたり、撒きもらしのないように海岸部にくまなく撒いたことから大量に洋上へ流出し、対岸の父島へ漂着して湾内（宮之浜等）に多数漂着したことがあった。これによって、それまで子どもたちを遊ばせていた海岸へ連れて行くことはできないと感じた住民がいたり、ペットが誤食する懸念もあった（第1回検証委員会資料2-3）。また、潮目に沿って数km漂流していたという漁業関係者の話があった。

海況が悪い冬期に作業が行われたこともあり、少なくない量が有人島（父島）に漂着した事実から、回収が十分にできなかったといえる。回収にあたった作業船も1日1隻しか出ていなかったが、さらに多くの船・人員を投入できたはずとの意見が聞かれた。

また、事業者が洋上へ流出した殺鼠剤を目撃したこれらの住民等の不安を聞き入れて十分な対応を行うことをしなかったことも事業者への不信を招いた要因の一つとなった。スローパック製剤の空中散布によるリスクを想定し、リスク回避策とともに、回収作業など十分な効果が上げられるよう散布時期を含めた影響緩和策を計画し、実施すべきであった。

(6) 小笠原諸島におけるネズミ対策の難しさ

ネズミ対策計画の目標には、「根絶」と「低密度化による被害回避」の考え方があがるが、小笠原諸島のネズミ類対策では、当初はネズミの根絶を目指して実施されてきた。その結果は2.1(1)に示されたとおりで、根絶に成功した島と失敗した島がある。海外事例では、対策実施後2年間、ネズミが発見されなければ「根絶」したとみなしている。小笠原諸島のこれまでの事業からも、駆除後ネズミが2年間発見されない間に、保全対象である在来動植物の飛躍的な回復が確認されており、海外事例にならい、「根絶状態の維持」に一定期間成功したと判断される。一方、平成22年度頃より、島の地形の複雑さ、殺鼠剤や散布方法の問題点、再侵入の可能性が考えられるようになり、小笠原諸島は「根絶状態の維持」が比較的難しい島であることが認識されるようになってきた（平成26年度報告書）。

小笠原諸島においてネズミ対策事業を進める上では、この地域に特有の要因が困難さをもたらしていたことも考えられる。その一部は既述されているが、今回の検証期間で浮き彫りになった主な要因は表9に整理されるとおりであった。

表9 小笠原諸島におけるネズミ対策の特殊性（表3再掲）

小笠原諸島における特徴		対策の課題
地理的要因	対象面積が広大	<ul style="list-style-type: none"> ・大面積であるほど、散布漏れが生じる確率も高まることから、広域を網羅しつつ、きめ細かな管理が必要である。 ・作業量、殺鼠剤散布量、必要資材の量が膨大で、海上運搬等準備を含め作業に多大な時間を要する。 ・ネズミの生息状況や散布時点での密度推定が難しく、他事例を参考にした計画検討に頼らざるを得ない。 ・ネズミの根絶確認範囲が広大で、取り逃しが合った場合の速やかな対処や根絶状態の維持には多大な労力を要する。
	無人島の複雑な地形	<ul style="list-style-type: none"> ・船の接岸場所、作業道が限定され、気象条件による作業が限定される。 ・空中散布の場合、対地高度が一定でなく、谷や海岸部では高高度からの散布となるため散布漏れが生じやすい。 ・空中散布の場合、急傾斜地では殺鼠剤が定着しない場所が生じやすく、洋上流出やまき漏れが生じやすい。
	有人島等のネズミが生息する島が近い（0.3～1.6km）	<ul style="list-style-type: none"> ・父島属島などでは島嶼間で相互に再侵入の可能性がある。
生物的要因	小笠原クマネズミの特異な生態や食性（動物食の性質）	<ul style="list-style-type: none"> ・都市部のクマネズミに比べ、比較的警戒心は薄い。一般的には植物食であるが、小笠原のクマネズミは動物性の餌を好み、陸産貝類や小型海鳥等に深刻なダメージを与えている。 ・島によっては固有植物への影響も大きい ・特異な生態系の中で、ネズミと競合する生物がほとんどいないため、一旦数を減らせても、短期間で回復するなど、個体数変動が大きい可能性がある。
	外来種対策と保全対象種の種間相互作用	<ul style="list-style-type: none"> ・ある外来種を駆除することで他の外来種を増加させたり、別の保全対象種へマイナスな影響を及ぼすことがあり、種間相互作用を踏まえた順応的管理が必要。
社会的要因	生態系回復を目的とした殺鼠剤の使用	<ul style="list-style-type: none"> ・日本での殺鼠剤は用途によって、法的に用法用量が制限され、殺鼠剤選択肢が少ない。 ・生態系回復のための使用の規定がない。
	観光・漁業等の産業への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・殺鼠剤散布による風評被害など、社会的影響を考慮する必要がある。 ・産業に影響の無い散布時期の選定が求められる。
	主に属島を対象に専門的な議論のもとで実施されたこと	<ul style="list-style-type: none"> ・保全対象種や外来種対策等の専門知識を持った多数の専門家の参画による検討が必要である。 ・一方で状況が地域住民に伝わりにくく、対策への理解や関心が低くなりがち。
	実績のない対策手法の導入の困難さ	<ul style="list-style-type: none"> ・国内では前例のない対策手法である中で、海外で実績があっても環境リスクが大きい手法を小笠原のネズミ対策で導入することに抵抗があり、海外事例を参考としつつも、スタンダードな手法から選定される傾向にある。

（7）総合的対策の必要性

①保全対象種を主語にした目標設定

ネズミも含め、全ての外来種対策事業は、「根絶」が最終目標であった。しかし、対策事業が始まったきっかけは陸産貝類や小型鳥類等の固有な動植物種がネズミによって激減し

たことであり、保護対象種の回復状況が、対策の評価をする上では重要な要素である。事業の評価指標がネズミの「根絶」の成否とされたことで、「保全対象を守る」という議論から離れてしまう傾向があり、いわば、保全対象ではなく、ネズミが主語の事業になっていた。ネズミ駆除対策においては、ネズミがわずかでも残ると、繁殖力が大きいネズミは短時間で爆発的に増える要素を持っており、基本的には対策面積が広く複雑な環境を有する島嶼では、「根絶状態の維持」を目指した対策を行わなければ効果が持続しないと考えられる。一方で、平成26年度環境省報告書では、ネズミ個体数が減少すると、食害もある程度減少し、陸産貝類の個体群維持が可能というシミュレーションが示されている。兄島においては、平成27年度のベイトステーションによる保全エリアの限定的な緊急的対策によって、陸産貝類の減少を部分的に抑えることができた。島全体として「根絶」に至らなかった場合でも、「低密度管理」で保全対象の維持を行う考え方も合わせて検討しておくことが必要であった。

②再侵入リスクの検討

密度ゼロが維持されている島に対して、西島、兄島、人丸島、瓢箪島では2～4年程度で生息が確認された。再発見されたネズミが、殺鼠剤使用で駆除しきれなかった生残個体か、他の島から移動してきた再侵入個体かは、まだ最終判断されていないが、地形要因（島間の距離など）からの検討・推測はなされており、クマネズミの個体の遊泳能力や父島列島の属島の島嶼間距離から判断すると、兄島の再侵入リスクは考えられた。また、殺鼠剤の単回散布では生残個体があることも予測されたはずである。しかし、その対処や駆除手法の改善が検討されず、あるいは予測していても対処が明示されないまま、平成26年度に駆除を再開しようとしたことに課題が見出された。

③長期的な対策の実施・検討

行政が進める対策事業は年度を区切って単年度事業で実施されてきた。対策が1年ごとに評価されることは適切なステップであると判断されるが、兄島や弟島のように、島によってはもっと中長期的・連続的な駆除作業が必要と考えられる島もあった。散布後のネズミの再確認により、初期対応として年度計画にない緊急的な地上作業が実施された例（平成21年4月の聳島・鳥島、平成22年3月の弟島）もあった。その一方で、兄島ではネズミの再確認後も迅速な（例えば1、2カ月以内の）対応は行われず、グリーンアノールの確認などにより対策が見送られたこともあり、機動性のある対応が行われなかったと考えられる。

④費用対効果

西島や南島などの比較的面積の小さい島の例では、ベイトステーション+手まきのみで、2年近く生息が確認されなかった時期があることから、このような島では地上作業を主体とした対策も有効であったと考えられた。費用面では平成18年度報告書で、聳島・東島の空中散布とベイトステーションによる対策経費の試算がなされ、想定した条件では空中散布のほうが安価であるとされた。その後、費用対効果の評価は、報告書上は示されていないが、東島、聳島、巽島、孫島では空中散布後、少なくとも4年以上は生息が確認されておらず、「ネズミの根絶状態の維持」が達成されている。また、一定期間、「ネズミの根

絶状態の維持」が続いた後、ネズミが再発見された島嶼においては、陸産貝類や希少植物等の保全対象種の一時的な回復による効果が確認されている。これらの島嶼は、いずれも継続的な地上作業が困難な場所にあるため、地上作業を主体とした対策に比べて空中散布の費用対効果は高かったと判断できる。一方で、散布後すぐにネズミが再発見されたケース（弟島など）については、ネズミ駆除の効果はほとんど認められなかったことから、一定期間の駆除にも失敗した場合の空中散布の費用対効果は非常に低かったと考えられる。

⑤ネズミ生息状況調査の実施手順

都市部のネズミ対策は、ネズミの生息状況を把握し、殺鼠剤の散布区域や散布量を決定し、一般的には対策実施後のネズミの生息密度調査を行うことで、対策方法・事業の成果が評価される。平成19年度から26年度の対策事業においても、かご罠による捕獲数、嚙跡トラップ、足跡トラップ、定点センサーカメラ等によって生息状況が把握されてきた（平成26年度環境省報告書、第1回検証委員会資料2-1の「1. 全体の概要」、「3. これまでのネズミ生息密度の状況」参照）。過去の報告書や委員会資料から読み取れる作業内容、工程、結果、及びその解析の点から、行われるべき項目は網羅されており、基本的な進め方に問題はなかったと判断された。

（8）対策検討の枠組みに係る問題

従前のネズミ対策検討会は、保全対象種の専門家を中心に組織されており、毒性や外来生物対策に係る専門家が不在のまま検討されきた。また、事業は、外来種のネズミの駆除を主体に計画が組み立てられ、いわば、陸産貝類や植物等の保全を第一に考慮した策が採られているとは言えなかった。

（9）有人島のネズミ対策

クマネズミは本来、遊泳できる能力は乏しく、数百mも泳ぐことは難しいが、船舶や漂流物などによって偶発的に侵入する可能性はゼロではなく、兄島等におけるネズミ類対策事業によりネズミを根絶できなかった原因として、他の島からの再侵入の可能性が考えられていた。これまでの環境省事業では再侵入の可能性の検討、漁船・遊漁船等に対するネズミに関する聞き取りなどが実施されてきており、有人島対策の重要性は認識されていたと考えられた。また、農地や住宅地においてネズミによる被害に悩まされており、行政による対策を望む声が以前から多く寄せられており、父島の清瀬川では、河川の環境整備事業を小笠原村が実施し、ネズミを大幅に減らした実績もあった。

しかし、有人島におけるネズミ対策は無人島の対策と切り離されて実施されており、住民にとって、有人島対応は環境省や行政からもおざなりにされていると受け止められ、それが住民の不満につながっていた。

4. 殺鼠剤の環境影響等に係る検証

4. 1 実証試験の目的

殺鼠剤を空中散布する手法は、主に海外事例に基づく知見から検討された。一方、オガサワラノスリやオガサワラオオコウモリ等の固有生物への影響緩和策については、それまでの保護の取組を通じた知見により講じられてきたが、住民説明会や検証委員会等の都度、さらなる検討の必要性が指摘されてきた（第1回検証委員会資料2-3）。

特に空中散布事業については、広域に散布されることで環境影響は多岐に渡る。ネズミ類対策事業では3. 1（2）などに示したような環境配慮が実施されてきたが、環境影響に関する主な懸念項目は平成27年度当初、表10のとおりであった。

過去の殺鼠剤の空中散布による殺鼠剤の環境挙動は、過去のサンプルやモニタリングデータが無いことから、実験室内で同様の環境を再現して、影響を評価する必要があった。本検証においては、「4. 2 環境中への流出・残留性」において、過去の散布事例に照らし合わせて室内試験の結果を基に殺鼠剤の環境挙動を評価するとともに、「4. 3 ネズミに対する効果・体内残留性」において、小笠原のクマネズミの殺鼠剤に対する反応や抵抗性、有効成分の残留による二次二次毒性の可能性について評価した。「4. 4 非標的生物への影響」においては、影響が懸念される代表的な生物を抽出し、殺鼠剤による直接的な影響と体内残留による二次毒性の可能性について評価を行った。そして、今回の実証試験で示された結果をもとに、今後、環境配慮が必要な項目の洗い出しと必要となる環境影響緩和策について検討を行った。

表 10 殺鼠剤空中散布に対する環境影響の懸念項目（平成 27 年度ヒアリングで聴取された内容）

対象	環境影響が懸念された主な内容	取り組みの必要性
オガサワラノスリ	<ul style="list-style-type: none"> ・中毒ネズミ等の捕食による二次中毒 ・ネズミ駆除後の餌不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ネズミやオカヤドカリの体内残留性の評価（※重点課題） ・生息状況調査等による影響の把握
アカガシラカラスバト （その他鳥類も同様）	<ul style="list-style-type: none"> ・毒餌喫食による中毒 	<ul style="list-style-type: none"> ・喫食リスクの低い散布時期選定と影響緩和策の検討 ・生息状況調査等による個体群レベルでの影響把握 ・致死個体の分析
オガサワラオオコウモリ	<ul style="list-style-type: none"> ・毒餌喫食による中毒 	<ul style="list-style-type: none"> ・喫食リスクの低い散布時期選定と影響緩和策の検討 ・生息状況調査 ・致死個体の分析
陸生節足動物類（昆虫類、オカヤドカリ、カニなど）	<ul style="list-style-type: none"> ・毒餌喫食の影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・毒餌キャリアーとしての影響、体内残留性の評価 ・致命的影響
淡水性節足動物類（トンボ、エビなど）	<ul style="list-style-type: none"> ・水質悪化による生息環境の悪化 	<ul style="list-style-type: none"> ・水質悪化（富栄養化・汚濁）による影響評価の散布前後の生息状況調査
海産魚類、ウミガメ類	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋流出スローパックの喫食による中毒（含風評被害） ・毒餌喫食魚類の人体への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中散布後所定期間の洋上・浜辺における監視・回収（※重点課題） ・空中散布後所定期間の魚類等の体内残留性の実地評価（※重点課題） ・海洋流出軽減のための散布法の検討（※重要課題）
イルカ・クジラ類	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋流出スローパックの喫食による中毒 ・毒餌喫食魚類を捕食した時の影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中散布後所定期間の洋上・浜辺における監視・回収（※重点課題） ・魚類の体内残留性の評価（※重点課題）
土壌への流出	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌への成分溶出 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中散布後所定期間の現地モニタリング
河川への流入	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨後の集積と水質悪化 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中散布後所定期間の水域の監視・回収
海洋への流出	<ul style="list-style-type: none"> ・魚類への直接的影響と毒餌喫食魚類の人体への影響 ・浜辺漂着スローパックの人・ペットへの影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・空中散布後所定期間の洋上・浜辺における監視・回収（※重点課題） ・散布情報の住民周知 ・散布後の沿岸魚類の分析

※重点課題：地域へのヒアリングの結果、特に、不安・懸念が大きかった事項を重点課題として設定

4. 2 環境中への流出・残留性

下記に試験項目ごとに、目的、方法および結果を記載し、主な数値データは表 11 に示した。

(1) 実験室内人工降雨装置を用いた土壌・水中残留性分析 (試験報告書 7. 2 (4))

【目的】

過去の空中散布による影響を把握するため人工環境下で再現実験を行い、過去の事業により殺鼠剤の有効成分の環境中への流出・残留状況について推定する。

【方法】

人工降雨装置の下に設置した充填土壌流出試験装置 (48 cm×33 cm×20 cm) に 2 cm 厚の兄島産土壌を充填し、殺鼠剤を散布して降雨流出試験を行った。

ダイファシノン粒剤 1.2 g (12 粒) を兄島産土壌 (48 cm×33 cm×2 cm) の表面に直接配置し、時間雨量 50mm の想定で 60 分間の降雨流出試験を行った。試験面積に対する薬剤の分散の均一性を確保するため、当時 (平成 21 年度) の散布再現量 [24610kg (3 回分)/787ha=31kg/ha を 35kg/ha に設定した] の 2 倍の処理量 (70kg/ha) で試験を行った。降雨流出水は 10 分ごとに約 800mL 採取し、ガラス繊維ろ紙及び遠心分離機により、降雨流出水 (降雨流出水①～⑥、3 反復実施) と流出土壌 (流出土壌①～⑥、3 反復実施) に分離して採取した。試験水採取後に、配置粒剤間の土壌、直径 5 cm×深さ 2 cm を各々採取した (土壌①、3 反復実施)。また、同じ条件で、充填土壌なしで、傾斜 5 % のステンレス板にダイファシノン粒剤 1.2 g (12 粒) に置いた条件での降雨流出水も同様に分析した (降雨流出水①～⑥、3 反復実施)。

【結果】

試験サンプルを分析した結果、最初の 10 分の降雨流出水試料のうち 1 検体から 0.43μg/L のダイファシノンが検出されたが、それ以外いずれの検体についても、ダイファシノンは検出限界以下 (検出限界 (MDL) =0.4μg/L) であった。また、土壌への残留も確認されなかった。

(2) 水中への溶出分析 (試験報告書 7. 2 (6))

【目的】

殺鼠剤が水系に落下することで、水中に落下したヤソヂオンスローパックへの水の浸入状況について確認するとともに、水域環境への殺鼠剤の有効成分溶出の影響可能性について把握する。

【方法】

脱塩素水または人工海水 3 L をガラスビーカーに入れて、ヤソヂオンスローパック 10 袋 (粒剤 5 g 入り×10 袋) または、ダイファシノン粒剤を直接 50 g 入れ、日数経過に伴う各水中への有効成分溶出状況を分析した。

【結果】

スローパックは、5 日後の時点で一部の袋内部への明らかな水の侵入が認められ (海水区 35%、淡水区 20%)、4 週間には海水区で全ての袋に、淡水区では 80% の袋で水の滲入が確認された。また、2 週間以降、淡水区、海水区共にスローパックの沈降が確認された。

水中への成分溶出については、スローパック区については、1 日後は定量下限値 (MDL=7 μg/L=0.007ppm) 以下であったが、1 週間以降水中濃度が徐々に増加し、4 週間には淡水で

は平均 149 $\mu\text{g/L}$ 、海水では平均 221 $\mu\text{g/L}$ （検出上限を超えているため参考値）を示した。1 週間程度であれば溶出しにくいことが分かった。

一方、粒剤区については、1 日後に淡水が平均 116 $\mu\text{g/L}$ 、海水が 91.0 $\mu\text{g/L}$ で、淡水では、1 週以降は 1,000 $\mu\text{g/L}$ （参考値）以上を示した。海水は最大で 800 $\mu\text{g/L}$ （参考値）程度であった。時間の経過とともに、殺鼠剤の有効成分が水に溶出すること、粒剤はスローパックより有効成分が溶出しやすいことが確認された。

（3）平成 27 年度兄島ベイトステーション設置時の土壌分析

【目的】

兄島のベイトステーションを用いた地上散布（3 kg/ha）の緊急対応において、土壌への影響可能性について把握する。

【方法】

兄島尖山エリア（2 地域：見返山、乾沢）でベイトステーションを設置した際の、配置 1 カ月後（見返山エリア：平成 27 年 9 月 25 日、乾沢エリア：平成 27 年 9 月 28 日採取）のベイトステーション周辺の土壌、陸水、浜辺の海水を 2 サンプルずつ採取し、有効成分の残留分析を行った。

【結果】

分析結果では、全てのサンプルにおいて、成分濃度は定量下限値以下（MDL=水：40ng/L、土：20ng/g）であった。ベイトステーションを設置した方法では、殺鼠剤の有効成分が土壌に残留する可能性は極めて低いことが確認された。

（4）スローパック散布農場（沖縄県糸満市・宮古島市）における土壌・地下水分析

【目的】

反復して散布が実施されてきた農園の土壌・地下水への残留状況について把握する。

【方法】

ネズミ対策のために、毎年、ヤソデオンスローパックが反復して散布されてきた沖縄県内 2 カ所（糸満市、宮古島市）のサトウキビ農園の協力を得て、散布地の土壌と地下水への残留状況を分析した。なお、糸満市の農園では平成 27 年 10 月中旬頃に最大 3 kg/ha の薬量で手撒き散布され、その散布 1 カ月後（11 月 18 日）の土壌を採取して残留状況を分析した。宮古島市においては、前年の平成 26 年までダイファシノン製剤が散布されており、平成 27 年 12 月 11 日に、その地下水を採取・分析した。

【結果】

全てのサンプルにおいて、成分濃度は検出限界以下（MDL=水：7 $\mu\text{g/L}$ 、土：20ng/g）であり、農薬取締法に則った散布を繰り返し行ったサトウキビ農場においては、殺鼠剤の有効成分の土壌および地下水への残留は認められなかった。

（5）スローパック分包紙の劣化分析（試験報告書 7. 2（5））

【目的】

殺鼠剤のスローパックの劣化状況から、野外環境下における殺鼠剤の防水性や有効性について評価する。

【方法】

ヤソヂオンスローパックを兄島の屋外地面（倒木上）に、1および2カ月放置した後回収し、スローパックの分包紙そのものの強度と、そのシール部分の強度の変化について分析した。

【結果】

分包紙の強度は、無処理紙と比較して、1カ月配置で約50%、2カ月配置で約30~40%に低下した。野外環境においては、スローパックの防水性や有効性は数カ月程度であることが確認された。なお、シール部分の劣化は明らかではなかった。

表 11 ダイファシノン製剤(ヤソヂオン)から環境中への流出残留性確認試験結果要約

内 容	結 果
人工降雨装置による土壌・流出水中の残留性評価	条件：ダイファシノン粒剤 1.2 g 処理、50 mm/h 降雨 土壌中濃度：全サンプル定量下限値以下 流出水中濃度：1 サンプルのみ 0.43 μg/L 他は定量下限値以下
水中溶出（水中成分濃度の経日的推移）	スローパック区（2 反復の平均値） ①淡水 1 日後 < MDL、1 週後 = 12.8 μg/L、2 週後 = 35.9 μg/L、4 週後 = 149 μg/L（参考値） ②海水 1 日後 < MDL、1 週後 = 33.9 μg/L、2 週後 = 93.8 μg/L、4 週後 = 221 μg/L（参考値） 粒剤区（2 反復の平均値） ①淡水 1 日後 = 116 μg/L、1 週後 > 1,130 μg/L、2 週後 = 2,860 μg/L、4 週後 = 6,680 μg/L（1 週後以降は参考値） ②海水 1 日後 = 91.0 μg/L、1 週後 = 648 μg/L、2 週後 = 802 μg/L、4 週後 = 684 μg/L（1 週後以降は参考値）
散布地（兄島・沖縄糸満・宮古島）土壌・水分析	兄島見返山、乾沢エリア 2 地域におけるベイトステーション配置 1 カ月後の BS 周辺土壌、陸水、海水：全て定量下限値以下 これまでにダイファシノン粒剤が反復散布されてきた沖縄県内 2 カ所の農場（糸満市、宮古島市）における土壌、地下水：全て定量下限値以下
スローパック分包紙の劣化	兄島屋外地面にスローパックを 1、2 カ月配置した後の強度を測定：無処理に比べ 1 カ月に約 50%、2 カ月後に約 30~40%に低下。

写真1 環境中への流出・残留性に関する試験



①人工降雨装置を用いた試験



②水中への溶出試験（1日後）



③水中への溶出試験（2週間後）



④水中への溶出試験（1カ月後）

4. 3ネズミに対する効果・体内残留性（試験報告書7. 2（1）①、②）

下記に試験項目ごとに、目的、方法および結果を記載し、主な数値データは表12に示した。

（1）兄島産、父島産クマネズミを用いた喫食性評価

【目的】

ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）の小笠原のクマネズミへの喫食性及び感受性を評価する。

【方法】

かご罫により父島の農地（扇浦）で捕獲したクマネズミ15頭と、兄島において捕獲されたクマネズミ7頭にダイファシノン粒剤のみを7日間連続摂取させ、喫食性と効果を調べた。7日間連続摂取以降は、無毒粒剤に切り替え、その後の喫食量や致死状況を観察した。なお、7日間連続摂取後、無毒粒剤に切り替え、1カ月以上生存した個体については、再度、ダイファシノン製剤を与えた試験を行い、致死するまでダイファシノン粒剤を与える再試験を実施した。

【結果】

小笠原産クマネズミに対するダイファシノン粒剤の任意喫食試験の結果、7日間の継続喫食試験では、兄島産、父島産共に、ダイファシノン粒剤に対して高い喫食性を示した。ただし、兄島産については7頭中1頭が、父島産は15頭中5頭が7日間の投与期間中には致死しなかった。このため生き残った個体について再試験した結果も平均すると、致死個体の有効成分摂取量（平均値）は父島産15頭が14.1mg/kgで、兄島産7頭は15.1mg/kgを示した。毒餌配置後の平均致死日数は父島産が7.3日、兄島8.9日で、致死までの喫食量や期間に有意差は認められなかった。これまでに報告されているワルファリン抵抗性クマネズミの状況（谷川、1994）に比べて、致死日数の長期化や大量摂取後の生存などの現象は認められず、今回の供試個体においては喫食性に問題はなく、ダイファシノン製剤の感受性が高いと判断された。

（2）ワルファリン抵抗性遺伝子の有無

【目的】

第一世代抗凝血製剤の継続使用により懸念されるワルファリン抵抗性の有無を把握する。

【方法】

喫食試験の致死個体（父島15頭、兄島7頭）の内臓を用いて、ダイファシノンと交差性のあると考えられるワルファリン抵抗性遺伝子（VKORC1）変異の有無について遺伝子解析を行った。

【結果】

どの個体からも抵抗性遺伝子の変異は検出されず、生理的な抵抗性が疑われる個体は認められなかった。

供試数が少ないものの、現状では喫食性は良好であり、ダイファシノンへの高い感受性を有しているものと考えられた。上記結果と併せて、父島と兄島の間で感受性の相違も認められず、ダイファシノン製剤のクマネズミに対する有効性は高いものと判断された。

(3) 致死個体の肝臓・筋肉中のダイファシノン残留状況

【目的】

ネズミの捕食者（オガサワラノスリ等）への影響を評価するため、殺鼠剤の喫食による致死個体の体内残留・蓄積量を把握する。

【方法】

喫食試験の致死個体（父島 15 頭、兄島 7 頭）の肝臓と腹筋中のダイファシノン濃度を分析した。

【結果】

致死個体の肝臓からは平均 1.47mg/kg（肝臓）（最小 0.00258～最大 4.48mg/kg）でダイファシノンが検出された。摂取量に対する肝臓中ダイファシノン蓄積量の割合を算出すると、最も高い個体で 5.9%にとどまった。なお、筋肉では、平均 0.246mg/kg（筋肉）（最小 0.00217～最大 0.978mg/kg）であった。

(4) ラットへの単回投与による体内蓄積

【目的】

比較的条件が同一なラットを用いて、同一条件下でのダイファシノン製剤の体内残留・蓄積量の経過を把握する。

【方法】

実験動物として供試されているラット（ドブネズミ：6頭）にダイファシノン粒剤を 2g 単回投与し、1日後、3日後、7日後に2頭ずつ解剖して、内臓と腹筋中のダイファシノン濃度を分析した。

【結果】

ラットに対してダイファシノン粒剤を単回喫食させた後の肝臓、腸、筋肉への経日的な蓄積状況をみた結果、粒剤 2g（有効成分量 0.1mg）を喫食させた1日後は、肝臓から 0.638～1.47mg/kg、腸から 0.107～0.765mg/kg、筋肉から 0.0580～0.119mg/kg でダイファシノンが検出されたのに対して、7日後にはそれぞれ、0.186～0.370mg/kg、0.050mg/kg および 0.0099～0.013mg/kg まで減少し、日数が経過すると体内の代謝作用等により、ダイファシノン濃度が減少することが確認された。

表 12 クマネズミ・ラットに関する実証試験結果要約

内 容	結 果
兄島・父島産クマネズミの喫食性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・致死までの有効成分平均摂取量 父島 (n=15) 14.1mg/kg、兄島 (n=7) 15.1mg/kg ・致死までの平均日数 父島 7.3 日、兄島 8.9 日
クマネズミのワルファリン抵抗性遺伝子変異の有無	兄島 (n=7)、父島 (n=15) とともに確認されなかった
致死個体の肝臓・筋肉中ダイファシノン濃度	肝臓平均 1.47mg/kg (最小 0.00258～最大 4.48mg/kg) 筋肉平均 0.246mg/kg (最小 0.00217～最大 0.978mg/kg)
ラット単回喫食による肝臓中濃度の経日推移	1 日後 : 0.638～1.47mg/kg、3 日後 : 0.320～0.528mg/kg、 7 日後 : 0.186～0.370mg/kg (全て肝臓 1 kg 当たりの値)

写真 2 クマネズミに関する実証試験

	
①小笠原クマネズミの喫食性試験 (ならし飼育)	②小笠原クマネズミの喫食性試験 (ダイファシノン粒剤を喫食中)

4. 4 非標的生物への影響（試験報告書7. 2（2）～（3））

下記に試験項目ごとに、目的、方法および結果を記載し、主な数値データは表 13-1、13-2 に示した。

（1）ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のオカヤドカリに対する影響試験

【目的】

過去の殺鼠剤の空中散布によるオカヤドカリへの直接的影響と捕食者への二次的な影響について把握する。

【方法】

沖縄県産オカヤドカリ 12 匹に対してダイファシノン粒剤、無毒粒剤、飼育餌をそれぞれ 0.5g を他の餌・水と共に 76 日間に渡って与え、その影響を観察した [ダイファシノン粒剤区、無毒粒剤区、飼育餌区（いずれも 1 反復当たり 1 匹、各区 4 反復実施）]。また、上記試験とは別に、オカヤドカリを容器内に集団飼育 [ダイファシノン粒剤区、無毒粒剤区、飼育餌区（いずれも 1 反復当たり 7～11 匹、各区 1 反復実施）] し、ダイファシノン粒剤、無毒粒剤、飼育餌をそれぞれ 5g（50 粒、スローパック 1 袋相当）を他の餌・水と共に 35 日間飼育し、その後、粒剤を回収し、1、3 および 7 日後のオカヤドカリ全体（ホールボディ；殻なし）のダイファシノン量を分析した。

【結果】

76 日間の連続投与の結果、試験期間中の観察では、ダイファシノン粒剤がすべて喫食されることはなかったが、回収時に粒が欠けていたり丸みを帯びていたことから、少量ではあるが、喫食されたと判断された。なお、試験開始から 56 日目にヤソヂオン粒剤処理区の 1 個体が致死した。原因は不明であるが、同区における他の反復は、76 日後まで健全に活動しており致死個体が見られないため、自然死であった可能性もある。

35 日間の連続投与後のダイファシノン濃度の分析結果では、1 日後の 2 個体から、0.179mg/kg および 0.0284mg/kg、3 日後の 2 個体から 0.405mg/kg および 0.350mg/kg、7 日後の個体から 0.797mg/kg のダイファシノンが検出された。喫食が少量で個体別の消費量が測定できないことや喫食する際に粒剤に触れ、オカヤドカリの体表にもダイファシノンが付着しているなどの原因から、個体によるばらつきがあるため、日数経過によるダイファシノン量の減少は確認できなかったが、比較的高い残留性が確認された。

さらに、オカヤドカリ飼育容器内にスローパックを配置して、経日変化を観察した結果、配置翌日からスローパックに切れ込みや穴が観察され、最終的にはスローパックの大きさが約半分程度になって中の粒剤がまき散らされる状況が観察された（ダイファシノン粒剤区のみ実施、1 反復当たり 15 匹、1 反復実施）。オカヤドカリがスローパックをまき散らしたり容易に食い破ることが確認された。

（2）ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のミスジマイマイ（陸生貝類）に対する影響試験

【目的】

地上性の陸産貝類へ一定期間殺鼠剤を投与し、喫食状況と直接的な影響を把握する。

【方法】

ミスジマイマイ 18 匹を用いて、ダイファシノン粒剤、無毒粒剤、ワルファリン粒剤のみをそれぞれ継続して給餌した際の 155 日間の影響を観察した [ダイファシノン粒剤区、無毒粒剤区、ワルファリン粒剤区 (いずれも 1 反復当たり 1 匹、各区 6 反復実施)]。

【結果】

試験直後よりいずれの試験区でも全個体において各粒剤の喫食が確認された。観察日によっては、供試した粒剤がすべて喫食された区や、乾燥を防ぐため、仮死状態になり一時的に喫食を休止している区も見られた。一方で 2 ヶ月以上の連続投与においても各区において致死個体は観察されなかったことから、陸産貝類が喫食する可能性があるが、直接的な影響はほとんどないか、または小さいことが確認された。

(3) ダイファシノン製剤 (ヤソヂオン) のサカマキガイ (水生貝類) に対する影響試験

【目的】

水生貝類へ一定期間殺鼠剤を投与し、喫食状況と直接的な影響ならびに水質汚濁の影響について把握する。

【方法】

野外から採集したサカマキガイ (75 匹) に対して 0.1~5.0g のダイファシノン粒剤、無毒粒剤、ワルファリン粒剤を与え、水を交換せずに試験を行った [ダイファシノン粒剤 0.1g、1.0g、2.5g、5.0g 処理区、無毒粒剤区 0.1g、1.0g、2.5g、5.0g 処理区、ワルファリン粒剤 0.1g、1.0g、2.5g、5.0g 処理区 (いずれも 1 反復当たり 5 匹、各区 1 反復実施、水のみの方は 1 反復当たり 5 匹、3 反復実施)]。

【結果】

1.0g 以上与えたすべての区では 4 日以内に 100% の致死が確認された。また、0.1g 処理の 18 日後の致死率は、ダイファシノン粒剤、無毒粒剤、ワルファリン粒剤の順に、60.0%、40.0%、60.0% であり、水のみの方は、13.3% であった。なお、いずれの試験区でも、各粒剤に群がっていることが確認された。

さらに、上記と同様の試験で、サカマキガイ (90 匹) に対して各粒剤の供試量を 0.1g にし、毎日餌および水交換した試験を実施したところ、試験開始から 18 日後で無毒粒剤でも 40.0% の致死があり、全ての区で同じレベルの致死率が観察され [ダイファシノン粒剤 0.1g 処理区、無毒粒剤 0.1g 処理区、ワルファリン粒剤 0.1g 処理区 (いずれも 1 反復当たり 10 匹、各区 3 反復実施)]、水生貝類に対しては、有効成分よりも水質汚濁に起因する影響が大きいことが確認された。

(4) ダイファシノン製剤 (ヤソヂオン) のオカダンゴムシに対する影響試験

【目的】

土壌動物 (陸生甲殻類) に一定期間殺鼠剤を投与し、喫食状況と直接的な影響を把握する。

【方法】

野外から採集したオカダンゴムシ (160 匹) にダイファシノン粒剤、無毒粒剤、ワルファリン粒剤および飼育餌をそれぞれ 0.3g 与え、16 日間試験を実施した結果および、オカダン

ゴムシ（45匹）にダイファシノン粒剤、無毒粒剤および飼育餌をそれぞれ0.1g与え、68日間試験を実施した〔ダイファシノン粒剤0.3g処理区、無毒粒剤0.3g処理区、ワルファリン粒剤0.3g処理区、飼育餌0.3g処理区（いずれも1反復当たり10匹、各区4反復実施）、ダイファシノン粒剤0.1g処理区、無毒粒剤0.1g処理区、飼育餌0.1g処理区（いずれも1反復当たり5匹、各区3反復実施）〕。

【結果】

各種粒剤を3個与えた試験では、すべての区において、供試材料の喫食が確認されたが、粒剤を1個以上食べた区はなかった。なお、致死については、6日後にダイファシノン粒剤区の1匹が脱皮不全のために致死したのみであった。各種粒剤を1個与えた試験についても、同様に喫食が確認された。68日後の致死率は、ダイファシノン粒剤、無毒粒剤および飼育餌の順に、13.3%、20.0%、33.3%であり、オカダンゴムシへの直接的な影響は認められなかった。

（5）ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のヤマトヌマエビに対する影響試験

【目的】

水生甲殻類に一定期間殺鼠剤を投与し、喫食状況と直接的な影響を把握する。

【方法】

ヤマトヌマエビ30匹にダイファシノン粒剤および無毒粒剤をほぼ毎日（9時～17時の間）、0.1gずつ与え、30日間観察した〔ダイファシノン粒剤0.1g処理区、無毒粒剤0.1g処理区（いずれも1反復当たり10匹、ダイファシノン粒剤0.1g処理区のみ2反復、無毒粒剤0.1g処理区1反復実施）〕。

【結果】

いずれの区でも良好な喫食が確認されたが、致死個体は認められず、いずれの区でも半数程度の個体は正常に脱皮し、水生甲殻類は殺鼠剤を喫食する可能性があるが、ヤマトヌマエビへの喫食による直接的な影響は認められなかった。

（6）ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のアカイエカに対する影響試験

【目的】

水生昆虫に一定期間殺鼠剤を投与し、喫食状況と直接的な影響を把握する。

【方法】

アカイエカ幼虫（360匹）（孵化後1日齢、6日齢）にダイファシノン粒剤および無毒粒剤を1個与えた際の影響を観察した〔ダイファシノン粒剤0.1g処理1日齢区、同6日齢区、無毒粒剤0.1g1日齢区、同6日齢区（いずれも1反復当たり15匹、各区6反復実施）〕。

【結果】

発育のための餌が他にない状況で、ほぼすべての幼虫が17日後には、成虫となり、腐植食性等の水生昆虫は、殺鼠剤を喫食する可能性があるが、アカイエカへの喫食による直接的な影響は認められなかった。

(7) ダイファシノン製剤（ヤソチオン）のチャバネゴキブリに対する影響試験

【目的】

昆虫に一定期間殺鼠剤を投与し、喫食状況と致死性や繁殖への直接的な影響を把握する。

【方法】

チャバネゴキブリ雄雌成虫（120 匹）にダイファシノン粒剤、無毒粒剤、ワルファリン粒剤および飼育餌をそれぞれ 4 g（飼育餌は 6 g）与えた際の影響を観察した [ダイファシノン粒剤区、無毒粒剤区、ワルファリン粒剤区、飼育餌区（いずれも 1 反復当たり雄 5、雌 5 匹、各区 3 反復実施)]。

【結果】

直接的な致死性は認められなかった。131 日間の増殖性については、通常の飼育餌を与えた対照区が最も高かったが、各種粒剤区においても、試験開始時の匹数から 12～19 倍の数に増えているため、チャバネゴキブリの繁殖への影響はないものと判断された。

(8) 無毒スローパックおよび無毒粒剤に対するオガサワラオオコウモリの反応試験

①ベイトステーション内のスローパックに対する挙動確認試験

【目的】

唯一の在来ほ乳類であるオガサワラオオコウモリへの影響緩和策としてベイトステーションの有効性を把握する。

【方法】

兄島で使用しているベイトステーション（ローデントベイター）内に無毒粒剤が入ったスローパックを配置し、オガサワラオオコウモリの挙動を 5 日間観察した。

【結果】

観察期間中、ベイトステーションに興味を示す行動が確認されたが、中のスローパックを取り出すことはなかった。

②スローパックに対する挙動確認試験

【目的】

唯一の在来ほ乳類であるオガサワラオオコウモリへの影響緩和策としてスローパックの有効性を把握する。

【方法】

スローパックの食い破りに関する試験を無毒粒剤が入ったスローパックをオガサワラオオコウモリに与え、5 日間（5 晩）行った。

【結果】

スローパックに接触はするが、持ち運びや食い破りは確認されなかった。オガサワラオオコウモリにスローパックによる影響緩和策は有効であることが確認された。

③粒剤の喫食性確認試験

【目的】

オガサワラオオコウモリが粒剤を喫食する可能性があるか把握する。

【方法】

オガサワラオオコウモリの飼育ケージに無毒粒剤を通常餌と併置し、その喫食性を5日間（5晩）確認した。

【結果】

6頭供試したうちの1頭が1回のみ粒剤を口に入れる状況が確認されたが、ペレットは形成されず、ほとんど咀嚼せずに吐き出したものと推定された。

（9）カワラバト（ドバト）に対する毒性試験

【目的】

父島や兄島において、確認数が増えているアカガシラカラスバトへの殺鼠剤の直接的な影響を把握する。

【方法】

アカガシラカラスバトと比較的近縁種であるカワラバトの供試個体3羽を用いて連日ダイファシノン製剤を喫食させ、死亡までの日数と摂取量、残留量について分析した。

【結果】

試験で供試したカワラバトは、粒剤をそのままの状態を与えると喫食しなかったことから、試験は粉状にしたダイファシノン粒剤または無毒粒剤（プラセボ）を、コーン油を用いて飼育餌にまぶした（重量比で10%）状態で実施した。しかし、別の試験で無毒粒剤のみを与えた場合、最初は喫食せずに口に入れても吐き出す行動が続いたが、2時間後には喫食が確認された。

殺鼠剤を含む飼育餌の連続投与後、いずれの個体も7～9日の摂取で出血等により死亡し、その平均致死薬量はダイファシノンとして1.70mg/kg（死亡時の平均体重348gに基づいて算出した場合）であった。この致死薬量はラットの5日間連続投与での100%致死薬量である2.0～2.8mg/kgとほぼ同じ値であったが、今回の小笠原産クマネズミを使って得られた致死個体の平均摂取薬量（14.1～15.1mg/kg）と比べると、概ね10倍近く高い感受性であった。

上記の結果が得られたことから、喫食を中断した場合の影響についても評価した。2羽に対して殺鼠剤を含む飼育餌を3日間投与して（ダイファシノン量として1.00mg/kgに調整）、その後は飼育餌に戻した場合、一時的に呼吸音の異常、体重減少、摂取餌量の減少が認められたが、これらは2～7日で回復した。ただし、これらの回復個体もその後の剖検で胸骨内の変色、胸腔気嚢内血餅貯留、肺の変色が確認された。

上記の個体について体内のダイファシノン残留量を測定したところ、致死個体では1.58～1.97mg/kgのダイファシノン摂取量に対して、筋肉（胸筋）からは<0.06（定量下限値以下）～0.375mg/kg、肝臓からは0.891～1.64mg/kgが検出され、ダイファシノン摂取で死亡したクマネズミとほぼ同じ値を示した。また、致死量以下のダイファシノンを取り込み8日経過した個体では、0.90および1.03mg/kgの摂取量に対し、筋肉からはそれぞれ<0.06（定量下限値以下）および0.173mgが検出されたが、肝臓ではいずれも<0.6mg（定量下限値以下）であった。

(10) アカガシラカラスバトの喫食性評価試験

【目的】

カワラバトではダイファシノンが強い毒性を示すことが明らかになったが、嗜好性が低いと考えられたことから、アカガシラカラスバトの喫食性について把握する。

【方法】

上野動物園のアカガシラカラスバト飼育個体（9～10羽）に無毒粒剤 40g（1日当たり）および飼育餌 40g（1日当たり）を併置して、その喫食性を2日間観察した（うち1日は9羽供試）。また、同飼育個体を空腹状態にし、無毒スローパックを3袋与える分包紙の食い破りについて試験を実施した。

【結果】

アカガシラカラスバトは無毒粒剤（40g）と飼育餌（40g）を6時間で全て喫食し、嗜好性も高いことが明らかとなった。また、分包紙の食い破りについては、試験開始15分後には、食い破りを確認し、採食している個体が確認された。

(11) ダイファシノン製剤（ヤソヂオン）のフナ（金魚）に対する試験

【目的】

淡水魚に一定期間殺鼠剤を投与し、喫食状況と直接的な影響、体内残留性を把握する。

【方法】

体長3cm前後、体重3g前後の個体20匹に対し、2週間にわたりダイファシノン粒剤を細かい粒状に砕いて与え（2g/日）、その影響を観察した〔ダイファシノン粒剤区、無毒粒剤区（いずれも1反復当たり20匹、各区1反復実施）〕。上記のフナに対する毒性試験終了後、砕いたダイファシノン粒剤2gの代わりに、市販の飼育餌を与えて飼育を継続した。

【結果】

供試魚は旺盛な喫食を示したが、2週間での死亡個体は観察されなかった。また、ダイファシノン粒剤区でも無毒粒剤区と同様に、開始時に比べて2週間経過時の体重は10匹の平均で0.7g増加した。

なお、市販の飼育餌を与えて飼育を継続した供試魚は終了時（投与開始2週間後）の体重を基に算出すると、1カ月で平均17.9mg/kgのダイファシノンを摂取したことになるが、それらの個体について、ダイファシノン粒剤給餌終了の2、7および14日目の供試魚全体（ホールボディ：各1匹）の蓄積量を分析したところ、2日後の個体から0.0302 mg/kg、7日後の個体から0.0260 mg/kgのダイファシノンが検出された。なお、14日後の個体は、ダイファシノン量が定量下限値以下であった。また、ダイファシノン粒剤2gを14日間与えた供試魚の一部について、7日後に元の飼育容器に戻さず、清水に移し換え、市販餌で飼育し、7日後の蓄積量を分析した個体についても、ダイファシノン量は定量下限値以下であった。これらの結果から、体内で代謝により分解または排泄されていることが示唆された。

(12) ダイファシノン製剤（ヤソチオン）のアカハタ・ロクセンスズメダイに対する試験

【目的】

過去に実施した殺鼠剤の散布において、洋上に落下した殺鼠剤（粒剤及びスローパック）の海水魚の喫食性や直接的な影響、体内残留性について把握するとともに、海水魚を捕食する海生ほ乳類や海産物として摂取することによる人体への影響について検証する。

【方法】

小笠原海域で捕獲された上記2種を飼育し、ダイファシノン粒剤を2週間にわたり連日与えてその影響やスローパックに対する反応を観察した〔ダイファシノン粒剤区、無毒粒剤区（いずれも1反復当たり5～6匹のアカハタ、4～5匹のロクセンスズメダイ、各区1反復実施）〕。毒性試験終了後、ダイファシノン粒剤の代わりに市販の飼育餌を与えて飼育を継続し、飼育餌投与開始後1、7および14日目のアカハタ、ロクセンスズメダイ（それぞれ1個体）の筋肉および肝臓または内臓内のダイファシノン量を分析した。

【結果】

2週間与え続けてもアカハタ（6匹）は死亡せず、餌の喫食も旺盛であった。ロクセンスズメダイ（4匹）は10日後に1匹死亡したが、この個体はもともと餌の喫食が悪い個体であり、出血等も認められず、粒剤摂取との関連は明確でなかった。なお、アカハタの粒剤喫食性には個体差があり、4～164粒/匹と幅があった。また、ダイファシノン粒剤の取り込み量は最も多い個体で7.3mg/kg、次いで5.5mg/kgであった。

スローパックに対する反応はロクセンスズメダイは興味を示さず、餌として認識していないように思われたが、アカハタが水中に沈めたパック2個を丸呑みした（7個体中1個体のみが2個を丸呑みし、他の個体は一時的にくわえても吐き出すか、興味を示さなかった）。なお、飲み込まれたパックは中の粒剤が消化された状態で7および8日後に排泄された。

ダイファシノン粒剤を14日間与え、アカハタおよびロクセンスズメダイのダイファシノン総摂取量が平均5.67 mg/kg および3.85 mg/kg であったが、それぞれの筋肉および内臓のダイファシノン量は、いずれも検出下限値（筋肉：0.06 mg/kg、肝臓または内臓：0.6 mg/kg）であったことから、体内で代謝により分解または排泄されていることが示唆された。

(13) 沿岸魚類の無毒粒剤および無毒スローパックの喫食性

【目的】

洋上に落下した殺鼠剤（粒剤及びスローパック）の海水魚の喫食性について把握する。

【方法】

父島の宮之浜で、無毒粒剤と無毒スローパックの沿岸魚類の喫食性をシュノーケリングにより確認した。

【結果】

沿岸に生息する魚類の多くは粒剤を喫食することが確認された。喫食が確認された魚種は、イスズミ、スズメダイ類、ブダイ・ベラ類、オジサン、カンモンハタ、アカハタなどであった。

スローパックについては水面に浮遊している場合は興味を示す魚種は認められなかったが、

水を含ませて沈めるとカンモンハタが丸呑みした。

(14) ダイファシノン製剤（ヤソチオン）のクサガメに対する試験

【目的】

洋上に落下した殺鼠剤のウミガメへの直接的な影響や体内残留性について推定する。

【方法】

体重 300～400 g 前後のクサガメ（5匹）に対し、1日おきにダイファシノン粒剤を5粒（0.5 g）ずつ、1ヵ月間与え、喫食性を確認した。さらに2週間の無投与期間を置いて（この間は飼育餌を与えて飼育）、その後、ほぼ連日5粒ずつ与えたあと、外見から異常の有無を確認するとともに、毒性試験終了後、ダイファシノン粒剤の代わりに市販の飼育餌を与え飼育を継続し、3および7日目のクサガメ（それぞれ1個体）の肝臓のダイファシノン量を分析した。

【結果】

1ヶ月の連続摂取では死亡個体、体重の減少等の異常は認められず、餌の喫食も良好であった。その後、ほぼ連日5粒ずつ与えた場合でも、外見的な異常は認められず、ほとんどの個体で体重は増加した。後半の試験では、気温の低下により喫食性が低下した個体もあったが、連日喫食した個体のダイファシノンの摂取量は最大 3.13mg/kg であった（ダイファシノン粒剤区5匹、無毒粒剤区2匹供試）。

なお、肝臓のダイファシノン量を分析した結果、3日後の個体から 1.35 mg/kg、7日後の個体から 0.677 mg/kg のダイファシノンが検出された。

(15) ダイファシノン製剤（ヤソチオン）のミシシippアカミミガメに対する試験

【目的】

洋上に落下した殺鼠剤のウミガメへの直接的な影響や体内残留性について推定する。

【方法】

体重 730 g のミシシippアカミミガメ（1匹）に対し、ほぼ連日 50 粒（5 g）のダイファシノン粒剤を1ヵ月間与え、喫食性や摂取量、スローパックの食い破りについて確認した。また、毒性試験終了後、ダイファシノン粒剤の代わりに市販の飼育餌を与え飼育を継続し、7日目のミシシippアカミミガメ（1個体）の肝臓のダイファシノン量を分析した

【結果】

1ヵ月の連続投与の結果、死亡せず、出血などの異常も認められなかった。また、体重は 70 g 増加した。試験の後半は気温の低下により喫食量が減少したが、1ヵ月間で 1000 粒を超えるダイファシノン粒剤を喫食し、この個体のダイファシノン摂取量は 6.41mg/kg であった（ダイファシノン粒剤区、1反復当たり1匹、1反復実施）。

本個体はスローパックを餌として認識し、丸呑みするか、口にくわえて爪で破り喫食した。爪で破った場合でも、中の粒剤だけでなく、分包紙も喫食した。なお、喫食した分包紙は 11 日および 17 日後に排泄された。

ミシシippアカミミガメ（1個体）の肝臓のダイファシノン量を分析した結果、2.20 mg/kg

のダイファシノンが検出された。

表 13-1 非標的生物（無脊椎動物）への影響に関する実証試験結果要約

内 容	結 果
オカヤドカリに対する致死的影响、残留性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=1 (4 反復) ; 計 12 匹供試]。 ダイファシノン粒剤給餌 56 日目に 1 個体致死のみ。 ・任意に 35 日間喫食させた個体からダイファシノンが検出された。 回収後 1 日目=0.179mg/kg、0.0284mg/kg 回収後 3 日目=0.405mg/kg、0.350mg/kg 回収後 7 日目=0.797mg/kg ・スローパックは 1 日で破られ、中の粒剤が散在していた。
ミスジマイマイに対する致死的影响	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=1 (6 反復) ; 計 18 匹供試]。 ダイファシノン粒剤給餌 155 日間の致死はなし。
サカマキガイに対する致死的影响	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=10 (3 反復) ; 計 90 匹供試]。 ダイファシノン粒剤 0.1g 給餌 18 日後の致死率=46.7% 無毒粒剤 0.1g 給餌 18 日後の致死率=40.0% ワルファリン粒剤 0.1g 給餌 18 日後の致死率=43.3% ・有機物による水質汚濁による影響が見られた [n=5 (1 反復) ; 計 75 匹供試)、水のみ区は 3 反復]。 ダイファシノン粒剤 5g 給餌 2 日後の致死率=100% 無毒粒剤 5g 給餌 2 日後の致死率=100% ワルファリン粒剤 5g 給餌 2 日後の致死率=100% 水のみ 18 日後の致死率=13.3%
オカダンゴムシに対する致死的影响	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=5 (3 反復) ; 計 45 匹供試]。 ダイファシノン粒剤 0.1g 給餌 68 日後の致死率=13.3% 無毒粒剤 0.1g 給餌 68 日後の致死率=20.0%
ヤマトヌマエビに対する致死的影响	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=10 (試験区 2 反復) ; 計 30 匹供試]。 ダイファシノン粒剤 0.1g/日給餌 30 日間の致死はなし。
アカイエカに対する致死的影响	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=15 (6 反復) ; 計 360 匹供試]。 ダイファシノン粒剤 0.1g 給餌 17 日後の羽化率=98.9% (1 日齢) 無毒粒剤 0.1g 給餌 17 日後の羽化率=93.1% (1 日齢)
チャバネゴキブリに対する致死的影响	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=10 (3 反復) ; 計 120 匹供試]。 ダイファシノン粒剤 4g 給餌 131 日後の虫数=573 匹 (開始時 30 匹) 無毒粒剤 4g 給餌 131 日後の虫数=427 匹 (開始時 30 匹) ワルファリン粒剤 4g 給餌 131 日後の虫数=370 匹 (開始時 30 匹)

写真3 非標的生物（無脊椎動物）への影響に関する実証試験

	
<p>①沖縄産オカヤドカリに対する影響試験</p>	<p>②スローパック破り試験（処理日）</p>
	
<p>③スローパック破り試験（3日目）</p>	<p>④ミスジマイマイに対する影響試験</p>
	
<p>⑤サカマキガイに対する影響試験（処理日）</p>	<p>⑥サカマキガイに対する影響試験（2日目）</p>
	
<p>⑦ヤマトヌマエビに対する影響試験（水槽）</p>	<p>⑧ヤマトヌマエビに対する影響試験</p>

表 13-2 非標的生物（脊椎動物）への影響に関する実証試験結果要約

内容	結 果
オガサワラオオコウモリに対する喫食性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ベイトステーション中のスローパックを取りだすことはなかった。 ・スローパックを直接配置した場合、持ち運びや食い破りはみられなかった。 ・通常餌と無毒粒剤を併置した場合、1頭が1回のみ口に入れた。
カワラバト（ドバト）に対する喫食性、致死的影响、残留性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・3頭に与えた結果、7～9日で致死した（n=3）。 ・平均摂取量は1.70mg/kg ・致死個体の肝臓中濃度は0.891～1.64mg/kg
アカガシラカラスバトの対する喫食性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・無毒粒剤に対して高い嗜好性が見られた。 ・無毒スローパックを与えると通常餌と同様に食い破って中身を喫食した（n=9～10）。
フナ（金魚）に対する喫食性、致死的影响評価	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=20（1反復）；計40匹供試]。 ・任意に喫食（2g/日を14日間）させた個体からダイファシノンが検出された。 2日後=0.0302mg/kg 7日後=0.0260mg/kg 14日後<MDL(0.0200mg/kg)
アカハタ・ロクセンスズメダイに対する喫食性、致死的影响評価	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [アカハタ n=5～6、ロクセンスズメダイ n=4～5（1反復）]。 ・任意に喫食 [アカハタ：88～164g/匹ダイファシノン粒剤（スローパックとして18～33袋）/14日、ロクセンスズメダイ 4.74g/匹/14日（推定値）] させた個体からは、給餌終了1日後の個体の蓄積量は定量下限値以下であった。 MDL：（筋肉；0.06mg/kg、肝臓または内臓；0.6mg/kg）
沿岸の魚類に対する喫食性評価	<p>多くの種類の沿岸魚が粒剤を喫食し、大型のハタはスローパックを丸呑みした。</p>
クサガメに対する喫食性、致死的影响評価	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=5（試験区5、対照区2）；計7匹供試]。 ・任意に喫食 [170～233g ダイファシノン粒剤（スローパックとして34～47袋）/2カ月] させた個体の肝臓からダイファシノンが検出された。 3日後=1.35mg/kg 7日後=0.677mg/kg
ミシシippアカミミガメに対する喫食性、致死的影响評価	<ul style="list-style-type: none"> ・致死的な毒性は認められなかった [n=1（1反復）；計1匹供試]。 ・任意に喫食 [102.5g ダイファシノン粒剤（スローパックとして21袋）/1カ月] させた個体の肝臓からダイファシノンが検出された。 7日後=2.20mg/kg

写真4 非標的生物（脊椎動物）への影響に関する実証試験

	
<p>①カワラバトに対する影響試験</p>	<p>②フナに対する影響試験</p>
	
<p>③アカハタ・ロクセスズメダイに対する影響試験</p>	<p>④沿岸魚類の無毒粒剤の喫食性確認</p>
	
<p>⑤ミシシippアカミミガメに対する影響試験</p>	<p>⑥ミシシippアカミミガメに対する影響試験 (11日後に排出)</p>

4. 5 実証試験結果を踏まえた環境リスク評価

本実証試験結果を踏まえ、環境影響について、以下のとおりリスク評価を行った。評価に当たっては、ダイファシノンの人への影響については食品中への農薬残留基準が示されていないため、「人の健康をそこなう恐れのない量」の一律基準である 0.01ppm (\equiv 0.01mg/kg) を指標とした。

(1) 粒剤の土壌・水中への溶出

直接地面にばらまかれた粒剤からの降雨による成分溶出については、試験結果によると短時間の降雨では土壌や水の中に成分が高濃度に残留する可能性は低いと考えられた。閉鎖的な陸水の小水域に大量の粒剤が流入して 1 カ月程度滞留するという状況が存在する場合には、溶解度を超える高い水中濃度になることが予想される。しかし、散布エリアが無人島で、地表水を人が飲む恐れがないため、人へのリスクは極めて少ないと判断される。

また、ダイファシノンの水への溶解度は 0.3ppm (Tomlin, 2003; 上杉ら, 1997) であり、鳥類がこうした高濃度の陸水を直接飲むことを想定すると、後述のカワラバトと同じ感受性 (致死個体の平均摂取薬量 1.70mg/kg) の鳥 (体重 100g) では、567mL の摂取が必要であり、溶出した成分の陸水経由での摂取による致死の可能性は低いと考えられる。

なお、大量の粒剤が小水域に滞留する場合には、有効成分以外の有機汚濁による水生生物への影響の懸念がある。

(2) クマネズミの捕食による猛禽類への二次毒性

今回の実証試験での致死クマネズミにおける肝臓中ダイファシノン濃度は Eisemann et al. (2006) などの既存文献によって示された駆除現場で得られた死亡クマネズミの濃度 (最大で 12.0ppm) に概ね一致した。また、ラットを用いた分析結果では、摂取停止 3 日程度で肝臓中濃度は概ね半減するが、停止 1 日後では肝臓と同等のレベルで腸管内にも存在することが示唆された。

米国での猛禽類を用いた実験では、従来、供試されていたマガモ ($LD_{50}=3,160\text{mg/kg}$; Erickson and Urban, 2004) やコリンウズラ ($LD_{50}; 400\sim 2,000\text{mg/kg}$; Campbell et al. 1991) に比べて猛禽類のダイファシノンに対する感受性が高い傾向にあること (ヒガシアメリカオオコノハズクの一週間連続摂食による LLD (最小致死薬量) $=0.82\text{mg(ai) /kg owl/ 日}$ (Rattner et al. 2012); アメリカチョウゲンボウの $LD_{50}=97\text{mg/kg}$ (Rattner et al. 2010)) が示されている。

小笠原諸島における主要な猛禽類としてはオガサワラノスリが挙げられるが、クマネズミがその餌として最も多く利用されていることが知られている (Kato and Suzuki, 2005)。このオガサワラノスリの体重を 0.5~1.0kg と仮定し、ヒガシアメリカオオコノハズクの $LLD=0.82\text{mg/kg}$ (鳥体重) /日を当てはめると、ノスリ 1 羽当たりのダイファシノンの最小致死成分量は 0.41~0.82mg/日となる。一方、クマネズミの死亡個体の体重を 150g/頭、肝臓重量を 7.5g/頭、肝臓中ダイファシノン濃度を Eisemann et al. (2006) が用いている 12.0mg/kg、肝臓以外のダイファシノン濃度を、今回、筋肉から検出された値 (0.246mg/kg) と同程度と仮定した場合、中毒クマネズミ 1 匹から摂取されるダイファシノン量は約 0.13mg となる。よ

って、安全係数は考慮せずに単純計算で当てはめた場合に、一週間連続で1日当たり 3.2～6.3頭の殺鼠剤中毒ネズミを捕食すると、最小致死量に達する。

また、中毒ネズミの生存期間もノスリの二次中毒に影響すると考えられる。千葉・千葉(2014)はベイトステーション設置開始4日目から、ネズミが毒餌を喫食開始し、11日目まで生存するので、この期間をリスク期間としている。今回のラットにおける体内蓄積の経日的変化では1日後に比べて7日後では、体内蓄積量が約20%に減少している。ベイトステーション等の毒餌喫食が停止しない状況ではノスリへのリスク期間は長期化すると判断され、ベイトステーション内の毒餌(粒剤)の消費状況の把握が必要である。

(3) 非標的生物への影響

① オカヤドカリに対する影響とノスリ等捕食者への二次毒性

実証試験結果からはオカヤドカリ自身が殺鼠剤の喫食で致死する可能性は少ないが、長期間の殺鼠剤の摂食で残留した有効成分による二次毒性の可能性について評価した。

オカヤドカリ類の小笠原における天敵としては、鳥類やノネコが考えられる。Kato and Suzuki(2005)の観察によれば、オガサワラノスリがオカヤドカリ類を捕獲している例は示されていないが、甲殻類が餌資源になりうる可能性が指摘されている。

供試したオカヤドカリ(殻なし)の平均体重3.8gに、検出された最も高い有効成分残留量である0.797mg/kgをあてはめると、オカヤドカリ1匹当たり0.003mgのダイファシノンが残留する。これを前記ヒガシアメリカオオコノハズクのLLD=0.82mg(ai)/kg owl/日の値を用いて、オガサワラノスリの体重を0.5～1.0kgとすると、1週間連続で1日当たり137～273匹のオカヤドカリを喫食しないとオガサワラノスリの最小致死量に達しない。

一方で、小笠原諸島のオカヤドカリ類はこれまでの委員会資料等(第3回委員会参考資料1-2、第4回委員会資料2等)から、今回試験に用いた飼育系統よりも粒剤に対する嗜好性が高い可能性があり、その場合には体内蓄積や体への付着量などが、今回の実証試験よりも高まる可能性がある。このため、殺鼠剤の暴露期間が長期にわたり、オカヤドカリの高い嗜好性が確認された場合には、ベイトステーション等に集合する現地産オカヤドカリ類のダイファシノン蓄積状況について、分析する必要がある。

② 陸産貝類に対する影響

ミスジマイマイの試験からは、粒剤の喫食が見られたが、致命的な影響は認められなかった。海外先行研究(Johnston et al., 2004)では、別の陸産貝類やナメクジ類に対するダイファシノン製剤の影響は最小であることが示されているが、今回の試験結果もそれを支持するものであり、万が一、陸産貝類が粒剤を食べても直接的な影響は少ないと考えられる。

③ 陸水水生生物(魚類以外)に対する影響

サカマキガイを用いた実証試験では、無毒粒剤でも比較的高い致死率が認められた一方で、水のみで維持した区では、13.3%にとどまったことから、粒剤が崩壊する際の有機物による水質汚濁に起因する死亡であることが示唆された。こうした現象は、過去のヤマトヌマエビやテナガエビに対する試験でも、認められていた(第1回小笠原諸島ネズミ対策

検証委員会資料 2-2-③; 粒剤 50 粒/3.5L を与え、1 日後には水質汚濁により全て致死)。これに対して、アカイエカ幼虫では、致死個体が認められなかったが、アカイエカ幼虫は本来の生息環境が下水溝や浄化槽内汚水等の有機汚濁の著しい箇所では浮遊生活を行い、呼吸も水面から直接、呼吸管によって行うため、水中の汚濁の影響は受けづらいと見られる。

以上のことから、陸水水生生物に関しては、有効成分による直接的な個体への影響は少ないと考えられるが、止水域で粒剤が滞留した際の有機汚濁による影響は懸念されるため、できるだけ止水域に殺鼠剤が散布されたり、長期間留まることがないように配慮が必要である。

④陸産節足動物に対する影響

オカダンゴムシおよびチャバネゴキブリの試験結果から、粒剤を喫食することが認められたが、致死的な影響は少ないと判断される。

⑤オガサワラオオコウモリに対する影響

粒剤に対する嗜好性は今回の試験では低いと判断され、直接的に殺鼠剤を多量に喫食することは考えにくい。ただし、野外個体群では、季節による餌資源の変化や嗜好性の変化が考えられ、当該粒剤はネズミと同じ哺乳動物に対して強い毒性を発揮すると考えられることから、餌資源の豊富な時期における散布等の散布時期の選択や地上に落下した殺鼠剤の喫食を防ぐ措置が望まれる。

⑥アカガシラカラスバトに対する影響

カワラバト（ドバト）に対する殺鼠剤有効成分（ダイファシノン）の感受性は小笠原産クマネズミよりも高く、ラット並みに高いことが確認された。野生鳥類の感受性は不明であるが、カワラバトと同じハト目ハト科であるアカガシラカラスバトへの毒性影響は特に注意が必要である。カワラバトの粒剤に対する喫食性は低い結果であったが、アカガシラカラスバトの飼育個体群では旺盛ともいえる喫食嗜好性も認められ、野生個体でも兄島のベイトステーションによる駆除の際に、殺鼠剤を喫食する様子が確認されている。ハトの行動には季節性があることから、ハトの少ない時期を選択した殺鼠剤の散布や直接的な摂餌防止等の影響緩和措置の検討が必要である。また、アカガシラカラスバトによる殺鼠剤有効成分の感受性評価も課題であろう。

⑦淡水魚に対する影響とヒトへの二次毒性

フナ（金魚）の試験結果からは、粒剤に対する旺盛な喫食が懸念されるが、致死的な影響は認められなかった。また、体内への比較的少量の残留は見られたが、摂取後の経過日数と共に減少する傾向にあった。小笠原の殺鼠剤散布エリアで、ヒトが淡水魚を採捕して食べる可能性自体がほとんどないと考えられるため、ヒトへの二次的影響はほとんどないと判断される。

⑧海水魚に対する影響とヒトへの二次毒性

フナと同様に、粒剤に対する旺盛な喫食が懸念されるが、魚自体への致死的な影響は少ないと考えられる。また、本試験で供試した殺鼠剤を連続摂取したアカハタやロクセンスズメダイのダイファシノン摂取量はいずれも検出の下限値以下（肝臓で 0.6mg/kg 以下、筋肉で 0.06mg/kg 以下）であり、ヒトへの二次毒性は少ないと考えられる。しかしながら、

今回の分析における定量下限値が前述の食品中の残留基準(0.01ppm)よりも高いことから、今後、より精度の高い蓄積量の分析や、必要に応じて殺鼠剤散布後の沿岸魚類への残留量の分析をする必要がある。

⑨ウミガメ類に対する影響とヒトへの二次毒性

今回の試験においては、ダイファシノン粒剤のみをほぼ連日摂取させ、停止後3～7日に、クサガメでは2.13～3.13mg/kg(n=2)、ミシシippアカミミガメは6.41mg/kg(n=1)のダイファシノンが肝臓から検出され、この値は前述の残留基準(0.01ppm)よりも高いものであった。体内蓄積性については、給餌停止後の日数経過で蓄積量の減少傾向が見られたことから、体内で分解されたり、排泄されていることが示唆され、淡水性カメ類による実証試験からは、スローパックに対するカメ類の旺盛な喫食が懸念されたが、致命的な影響は小さいと考えられた。

一方、アオウミガメと試験に用いた淡水性カメ類との体重に100倍程度の差があることや、ウミガメでは嗜好性や代謝が異なる可能性があり得る。また、実証試験はダイファシノン粒剤のみをほぼ連日摂取させたものであり、平成21年度の事業で同じ状況が起こったとは考えにくい。しかし、今回はアオウミガメを直接調べることはできなかったため、カメ類の結果は限定的に考えるべきであり、今後はウミガメでの実証試験が必要である。

今回得られた結果より、水中への流出や二次毒性等の環境リスクの予測について、表14-1および表14-2にまとめた。実証試験結果は少ないサンプル数による主に室内試験によって得られたことから、野生生物への直接的・間接的影響などの、環境リスクを評価するにはデータの蓄積が必要である。今後、非標的生物の生息状況や個体群動態の監視を実施すると共に、野外における追加調査(具体的には殺鼠剤散布後2カ月間程度のネズミ(捕獲個体と死骸)およびコウモリ類、鳥類等の死骸の回収と、それぞれの体内におけるダイファシノン残留性の確認、ベイトステーション直下や殺鼠剤散布後の土壌や水および回収粒剤中の成分残存量の分析等)によってデータを蓄積し、影響評価を行うことが強く求められる。

(4) 海産哺乳動物への殺鼠剤による直接的影響

クジラ・イルカなどの海産哺乳動物について、文献調査を行ったところ、重金属や有機塩素の生物濃縮の評価がなされているが、殺鼠成分による影響評価は具体的な数値が見当たらなかった。また今回の評価対象であるダイファシノンはラットや魚類体内で比較的速やかに代謝されている可能性が示唆されているものの、クジラ・イルカにおける代謝や感受性は他の哺乳動物と異なる可能性も否定できない。

哺乳動物への影響としてはEisemann and Swift(2006)がレビューし、ラットが連続摂取した時の母体毒性に基づいたダイファシノンの最小影響量(LOEL)として、0.01mg/kg/dayという値を用いている。この値を基準にした場合、体重10tの子クジラが、洋上流出したスローパックを直接飲み込んだ場合、約400袋(粒剤2kg)の連日摂取で、影響が出る可能性がある結果となるが、クジラの食性や行動からは、こうした事態は考えにくい。

また、イルカ類については、クジラと食性や採餌行動が異なるが、粒剤を喫食した魚類を

食べた場合でもダイファシノン取込み量は少ないと予想され、直接スローパックや粒剤を大量に飲み込まない限り、影響は小さいと考えられる。

以上の実証試験の結果を踏まえて、殺鼠剤散布による非標的生物や環境影響を、概念的に捉えると図7のように示される。この図は、小笠原の生態系において代表的な種を対象に概念的に示した図であり、今回の実証試験で明らかにできなかった部分や、実験室と小笠原の環境の違いを考慮しなければならない部分に注釈を付けたり、生物や矢印の色を変えて、影響の可能を示唆的に表現したものである。

表 14-1 実証試験結果から考えられる殺鼠剤による環境リスク①

環境影響	実験	結果	リスク評価
土壌・水中への溶出	人工降雨装置による土壌・水中への溶出	過去の散布時の35kg/haの2倍量で粒剤をむき出しで配置し、60分間降雨時の流出水を分析。 最初の10分間の1サンプルのみ成分が0.43µg/Lで検出され、他の流出水、土壌サンプルは不検出。	降雨による高濃度の溶出や土壌へ残留する可能性は低い。
	ヤソデオン散布地（兄島、沖縄）土壌、水分析	散布地における土壌、陸水、地下水、海水の全てのサンプルで不検出。	農業取締法に則った使用条件では、複数回の空散でも溶出による影響は小さい。
	ビーカー内での多量粒剤からの溶出	3Lの水中に50g粒剤が滞留した場合、1週間には1,000ng/mLを超えた。	<ul style="list-style-type: none"> 散布地域においては陸水を人が飲む機会はないと判断されるため、人へのリスクは少ない。 鳥類も比較的多量の摂取を連日摂取する可能性は低く、リスクは少ない。

表 14-2 実証試験結果から考えられる殺鼠剤による環境リスク②

非標的生物への影響	実験	結果	環境リスク評価
中毒ネズミからノスリへの二次毒性	小笠原産クマネズミの死亡直後の有効成分の肝臓内残留	海外既報告に近似した値。肝臓中の平均濃度は1.47mg/kg(最小0.00258~最大4.48mg/kg)。海外文献は12mg/kg。	殺鼠剤中毒したネズミを連日捕食する場合、致死が見られる可能性がある。
	ラットの体内残留の経日的変化	摂取後7日間の範囲では徐々に減少。摂取停止3日程度で肝臓中濃度は半減。	毒餌喫食直後のネズミほど、ノスリへの影響は大きい。
オカヤドカリからノスリへの二次毒性	オカヤドカリの喫食性試験と体内残留	<ul style="list-style-type: none"> 致死性は認められなかった。 任意に喫食させた個体(殻を除くホールボディ)から有効成分が検出された。 	<ul style="list-style-type: none"> オカヤドカリに対する直接的影響は小さい。 ノスリがオカヤドカリを捕食する可能性は低い。暴露期間やオカヤドカリの嗜好性によって注意が必要。
保全対象陸産貝類への影響	ミスジマイマイに対する喫食性試験	致死性は認められなかった。	陸産貝類に対する直接的影響は小さい。
陸水水生生物(魚類を除く)への影響	陸水水生生物に対する影響	サカマキガイ・ヤマトヌマエビ・アカイエカ幼虫のいずれの種に対しても毒性は見られなかったが、サカマキガイとヤマトヌマエビに対しては、有機物による水質汚濁による影響が見られた。	有効成分の毒性よりも有機汚濁による影響が考えられる。特に停滞水ではその影響が大きくなると考えられる。
陸産節足動物への影響	オカダンゴムシ・チャバネゴキブリ	致死性は認められなかった。	地上性節足動物に対する直接的影響は小さい。スローパックによる巣穴閉塞による影響の可能性はある。
オガサワラオオコウモリへの影響	オガサワラオオコウモリの毒餌に対する挙動確認	<ul style="list-style-type: none"> 粒剤に興味を示す個体はあったが、好んで喫食する様子は認められなかった。 スローパックによる影響緩和策は有効である。 	嗜好性は低いため、直接的影響は小さいと判断される。しかし、嗜好性が変化して喫食する場合には、直接的影響の可能性はある。
アカガシラカラスバトへの影響	カワラバト(ドバト)に対する毒性	連続喫食により7-9日で死亡し、平均致死薬量は有効成分濃度で1.70mg/kg。	アカガシラカラスバトへの直接採餌による影響が懸念される。特に粒剤に対する嗜好性が現れた場合には影響が大きい。
	アカガシラカラスバトに対する喫食性	スローパック(プラセボ)を与えた場合、飼育餌と同様に喫食し、嗜好性が高かった。	
淡水魚への影響	フナ(金魚)	致死性は認められなかった。	淡水魚類に対する直接的な影響は小さい。
海水魚への影響とヒトへの二次毒性	アカハタ・ロクセンスズメダイ	致死性は見られず、アカハタはスローパックを丸呑みした。	<ul style="list-style-type: none"> 海水魚への直接的影響は小さい。 食用の海水魚の蓄積性を、分析感度をあげて更に調査する。
	その他沿岸の魚類	スローパックを丸呑みしたが、毒性は見られなかった。	
ウミガメ類への影響とヒトへの二次毒性	クサガメ	<ul style="list-style-type: none"> 致死性は認められなかった。 3匹中2匹の肝臓で0.677、1.35mg/kg(肝臓)のダイファシノンを検出。 	<ul style="list-style-type: none"> カメ類に、殺鼠剤のみを連日多量に摂食させた場合、ダイファシノンの残留が認められた。 ウミガメ類に対する影響は未解明で、慎重な扱いが望まれる。 ウミガメ類への蓄積性や排泄性を更に調査する。
	ミシシippアカミミガメ	<ul style="list-style-type: none"> 致死性は認められなかった。 肝臓から2.20mg/kgのダイファシノンを検出。 	



図7 殺鼠剤の各種生物に対する影響模式図 (図2再掲)
 (上:空中散布時、下:バイトステーション使用時)

5. 今後への提言

過去のネズミ類対策事業に関して、3. では、意思決定プロセス及び事業実施方法の課題の検証を、4. では環境影響の検証を行ってきた。これらの検証結果を踏まえた提言として、今後、小笠原諸島における世界自然遺産保全管理のためのネズミ対策事業に取り組むにあたっての事業実施のプロセスや、あるべき対策事業の実施の枠組みをとりまとめる。

5. 1 コミュニケーションの充実・島民参加手続きに向けての新たなプロセスの提言

(1) 現状把握

ネズミ対策事業の必要性の検討や、保全目標を設定するに当たっては、守るべき対象、対策の対象であるネズミ類の現状把握や、将来予測を行うことが必要不可欠である。

＜現状把握、将来予測の中で整理すべき事項＞

◎保全対象の情報収集

- ・保全対象の生息状況、被害実態の把握
- ・保全対象の価値（何を守るべきか）

◎ネズミ類の生物学的特性・生息状況の把握

- ・生活史、繁殖特性、行動様式の把握
- ・遺伝的特性（抵抗性の確認）
- ・生息状況の把握（センサーカメラ、無毒餌の喫食状況等による）

◎将来予測

- ・事業を実施しなかった場合に失われる価値の検証

(2) ネズミ対策の必要性評価・保全目標の設定

保全目標を設定するに当たっては、以下の点を整理すべきである。

＜保全目標を設定するに当たっての留意点＞

- ・保全対象を主語にした目標設定がなされているか。
- ・ネズミ対策を行うことで、保全目標を達成することが期待できるか。
- ・ネズミ対策は、陸産貝類の保全のみならず、鳥類、植生等様々なものにプラスの効果を与えることにも留意する。
- ・中長期的なビジョンは示されているか。
- ・特に、ネズミが既に侵入している島嶼に近い無人島を対象とした駆除を実施する場合には、隣島から再侵入する可能性を想定した目標設定となっているか。

(3) 対策手法の選択

対策手法の検討に当たっては、以下の留意点について検討した上で、最適な手法を選択する必要がある。

<p>＜対策手法を検討するに当たっての留意点＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・保全対象種の設定や目標密度等が設定されているか。 ・保全目標を達成する上で、必要不可欠な手法（組合せ含む）が選択されているか。 ・選択した手法のメリットの整理、デメリットの改善策の検討（非標的種や環境に対する影響緩和策としては表 13 のような内容が考えられる）。 ・無人島において島内からの根絶を目標に設定する場合の、隣島から再侵入と生き残り個体への対処方法の整理。 ・起こりうる様々な結果を予測した上での、それらに対する対応策の検討。 ・殺鼠剤を使用する場合の洋上流出防止策の検討。 ・地域住民への情報伝達法の検討。

表 15 非標的種に対する影響評価とネズミ対策手法における環境影響緩和策

対象種	環境影響評価	影響緩和策の要否		
		空中散布	手撒き	BS
オガサワラノスリ	殺鼠剤中毒のネズミを介し、オガサワラノスリへ二次毒性が及ぶ可能性はあると評価される。したがって、環境影響緩和策の検討、もしくは個体群に対する影響評価が必要。	○	○	○
オカヤドカリ	直接的に影響する可能性は低く、ヤドカリを介し、オガサワラノスリへの二次毒性が及ぶ可能性は低いが、殺鼠剤の暴露期間やヤドカリの嗜好性によっては注意が必要。			○
陸産貝類	直接的に影響する可能性は低い。			
陸水水生生物（魚類も含む）	有効成分の毒性よりも有機汚濁による影響が考えられる。特に停滞水ではその影響が大きくなると考えられるので、止水域では殺鼠剤の散布時に配慮が必要。	○	○	
陸生節足動物	直接的に影響する可能性は低い。	(※)		
オガサワラオコウモリ	嗜好性の変化がなければ、影響は少ないが、喫食した場合は直接的な影響が予想される。餌資源量の変化によって、嗜好性が変化する可能性を考慮する必要がある。	○	○	
アカガシラカラスバト	直接的な影響が懸念される。特に粒剤に対する嗜好性が現れた場合には影響が大きい。	○	○	○
海水魚	直接的に影響する可能性は低い。ヒトへの二次毒性が及ぶ可能性は低いが、人間が食べ物として利用していることから、社会的な影響には配慮する必要がある。	○		
ウミガメ類	ウミガメに対する影響は未解明で慎重な対応が望まれる。人間が食べ物として利用していることから、社会的な影響にも配慮する必要がある。	○		
イルカ・クジラ	情報がなく、正確には評価不能であるが、洋上流出に配慮すべきである。	○		

○：環境影響緩和策が特に必要なもの

(※)：希少昆虫のオガサワラハンミョウについては、スローパックが巣穴を閉塞する懸念から、前回の事業において、環境配慮策が実施されている。今後の計画においても、この環境配慮が継続されることを推奨する。

(4) 計画立案～決定

それまでに検討してきた内容は地域連絡会議等からの意見も集約して決定されるが、計画案は住民に提示して、必要に応じて修正を計り、最終計画を確定する。実施体制を構築する場合には、以下の点に留意する。

- ・資料データのミス等の防止のための事業者のチェック体制の整備
- ・PDCA サイクル構築による順応的管理の体制の整備
- ・(殺鼠剤を扱う場合の) 環境リスクに関する有識者の参画
- ・環境影響モニタリングは、第三者機関が望ましい
- ・地域住民とのコミュニケーションを図る体制の整備

(5) 対策実行

対策実行の際には、事前に作成された事故防止策に基づいて、作業員等の安全を確保して、計画とおりに実施する。

(6) 事後モニタリング

対策実行後には、対策効果と環境影響の評価のための事後モニタリングが必要である。モニタリング項目については、例えば以下が挙げられるが、影響モニタリングや分析は第三者機関が実施するのが望ましい。

<事後モニタリング項目の例>

①効果モニタリング

- ・保全対象の生息・生育の回復状況の把握
- ・(空中散布による対策の場合) 特に、高木樹林帯の林床や、急傾斜地において殺鼠剤を均一に散布できたかの把握
- ・(BSによる対策の場合) 殺鼠剤消費量、かご罠によるネズミの捕獲効率、センサーカメラによるネズミの撮影頻度等からの効果測定
- ・隣島からのネズミの再侵入の監視
- ・隣島からのネズミの再侵入有無を検証するための、捕獲個体のサンプル収集と解析

②非標的生物・環境影響に関するモニタリング

- ・(BSによる対策の場合) 捕獲個体や回収された死鼠については、殺鼠剤成分の残留状況の評価(二次毒性の影響検証)
- ・オガサワラノスリについては、餌としてのネズミの密度によって、繁殖数や飛来数に影響する可能性も高く、繁殖数の減少が、ただちに殺鼠剤散布の二次中毒による影響とは言えないため、生息数・繁殖つがい数や飛来数の変化を把握
- ・アカガシラカラスバトの嗜好性が高いことや、オガサワラオオコウモリの殺鼠剤に対する選好性が発現した場合には、直接的な粒剤採餌による急性影響が十分に考えられることから、環境影響緩和策とは別に、衰弱・死亡個体等が生じていないかを

把握する。鳥類の遺体を野外で入手するのは容易ではないが、そのような機会があれば有効成分の体内蓄積状況を解析

- ・ベイトステーション内や、洋上流出のスローパック中の成分残留状況の把握による、通常使用状態での半減期等の確認
- ・対象地域における主な保全対象種の餌資源の質的・量的な季節変化の把握

③環境残留に関するモニタリング

- ・土壌、淡水、海水への有効成分の残留濃度の把握

(7) 対策効果・環境影響の評価

事後モニタリングによって得られたデータから、専門家、地域関係者等からの意見も踏まえて、対策効果を評価する。また、住民に対しては対策効果を報告会等により知らせ、意見交換を計る。予測できなかった対策結果によっては、追加措置や緊急的な保全策などを検討して、新しい計画を立案することもある。

以上の流れを図示すると、図8のとおりに要約される。

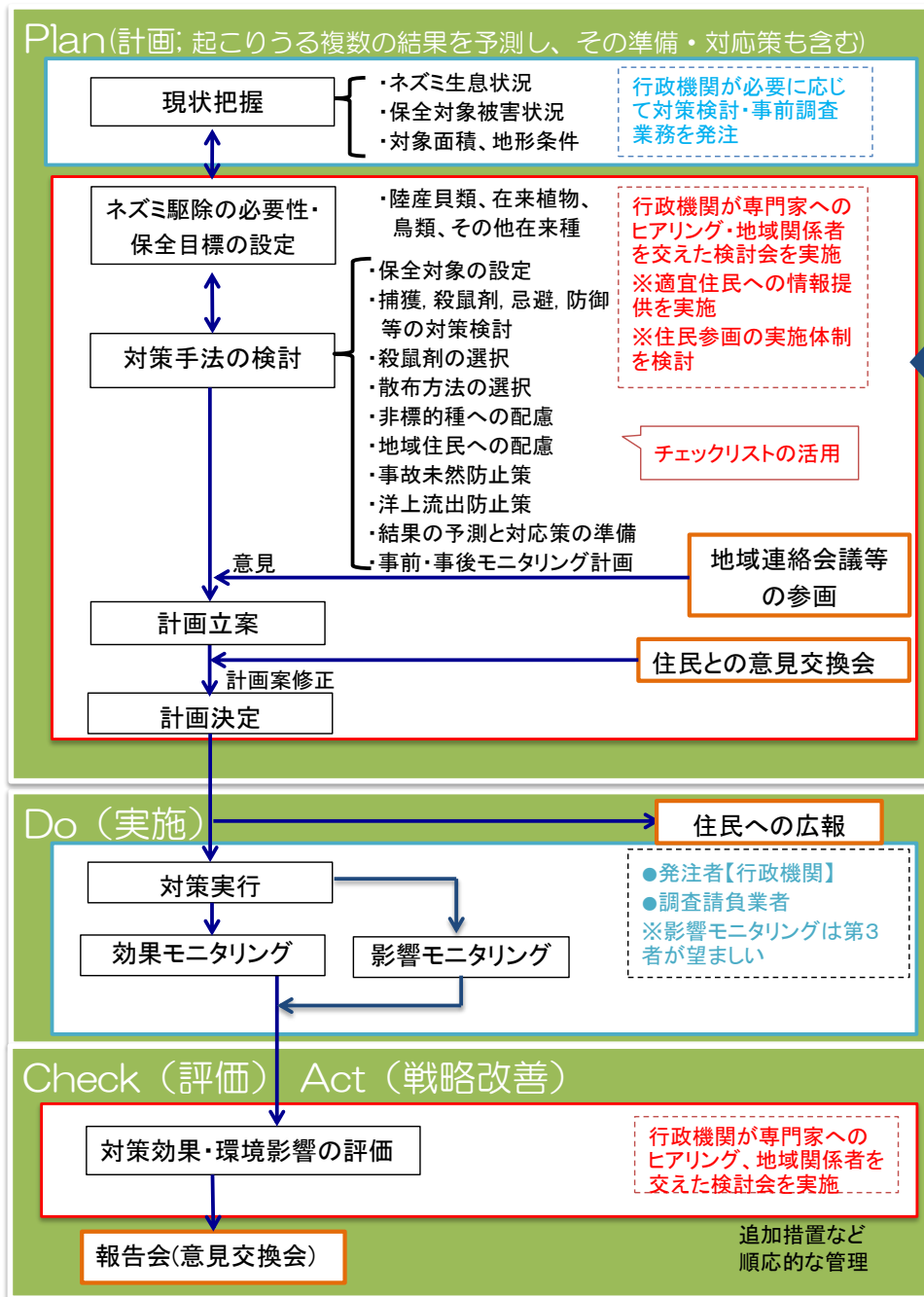


図8 ネズミ対策の計画立案と事業の進め方

5. 2 残された課題

これまでの実証試験では、地域へのヒアリングや検証委員会等で、不安、懸念の大きかった事項の中で、優先度と実施可能性を吟味して、実証試験を行ってきたが、試験材料の入手の困難さ、試験設備等の制約、時間的制約の点で不安解消に至らなかった部分もある。不安材料は検証期間中にも次々と提起され、その対応にも限界があるため、今後、別の枠組み・体制において検討されるべき事項は主に以下の内容が挙げられる。

①非標的種への影響

試料が現時点で入手不可能であり、試験を行うために必要な施設・装置がないために、影響評価が直接実施できていない種として、アオウミガメ、オガサワラノスリ、アカガシラカラスバト、小笠原産のオカヤドカリがある。

②ネズミの再侵入

ネズミについては、根絶後の再侵入か根絶されない残存個体かの区別ができないため、対策の評価に限界がある。遺伝子解析の結果、暫定的には兄島の分析結果からは残存個体の可能性が高いと評価されたが、人丸島、瓢箪島、西島等との遺伝的な交流が確認されており、他島からの再侵入を否定する結果とはなっていない。

③ネズミの抵抗性獲得状況

今回の検証ではワルファリン抵抗性個体は見つからなかったが、より広い範囲で網羅的・継続的な監視調査が必要である。

これらの残された課題は、現時点での議論によるものであり、今後も議論を継続しつつ、取り残している課題がないか、継続して検証を行い、必要な対策を迅速かつ丁寧に実施していくための体制作り、情報公開、手続きが重要となる。

5. 3 地域住民との合意形成

5.1の留意事項を踏まえた事業計画の立案と合わせて、地域住民の理解を得た上で、計画を実施していく必要がある。そのためのポイントを、以下に整理した。

(1) 情報提供方法の再考

殺鼠剤を用いたネズミ対策事業は、特に有人島に近接した無人島での実施にあたっては、ネズミだけでなく他の生物への影響を含めた自然環境や、人の健康・生活・産業への影響を考慮する必要がある。したがって、その検討過程から、住民に対してきちんと情報を提供すべきである。小笠原諸島の世界遺産管理の問題はネズミの増減に伴ってめまぐるしく変化しているが、その都度、現在どのような状況にあり、どのようなリスクがあるか、地域にわかりやすく情報提供しなければならない。また、その情報提供の手法についても検討する必要がある。特にこれまで陸産貝類等の保全やネズミ駆除事業への関心が低かった住民に対しては、現地視察やワークショップの開催、学校での環境教育など、様々なコミュニケーション手法を活用して行い、より多くの住民の参加の機会

の確保を工夫した上で、住民意見に対する回答の仕方も検討する必要がある。保全活動に住民が広く関与していくよう、現地視察やボランティアとして同行するなど、ネズミ駆除事業の中のモニタリングや、殺鼠剤・トラップの設置・回収などに参加できる方法がないか検討することも望まれる。

(2) 住民参加による総合的ロードマップの策定

ネズミ対策はそれぞれのエリアに合致した手法の組み合わせが選択される必要がある。同じ小笠原諸島内でも地理的条件、生物学的条件等によりネズミの生息状況が異なり、島ごとの駆除戦略が求められる。様々なネズミ対策手法を比較検討して、リスク低減策の選択肢にはどのようなものがあるかなど、客観的、科学的な情報を住民に提供し、そこで、住民の不安や関心の内容を把握することが必要である。過去の事業ではこの時点で、行政・専門家と住民の意識が乖離してしまったので、専門家はわかりやすい説明と共に、事業に反映すべき意見がないかを検証し、目標を明確にして住民と共有しなければならない。その上で、単年度の事業のゴール以外に、より長期に渡る総合的なロードマップを策定することが必要である。多様なステークホルダーを交えた検討は、一般的に長時間を要し、合理的でないと思われがちであるが、事業プロセス全体を鑑みると必ずしも遠回りではなく、円滑に結論が導かれることを認識すべきであり、計画の立案、事業実施の各段階において住民との合意形成を図る必要がある。

(3) 有人島のネズミ対策の推進

住民の間では生活環境のネズミ対策を望む声が圧倒的に強い。平成 27 年度には、各島のネズミの移動に関する調査結果が示されているが、有人島から周辺島嶼への拡散の可能性は否定されていない。有人島では農地を中心にネズミ対策が個別に実施されているが、生活圏、船舶での対応も含めて、行政等関係機関は所管を越えて連携した政策のあり方を検討すべきである。対策の連携は住民や事業主体の事業継続のモチベーションの維持にもつながるため、住民の不安等の整理を行い、生活環境のネズミ対策が提起されることが望まれる。

5. 4 ネズミ対策を実施する上での配慮（チェックリストの作成）

ネズミ対策を進める上では、様々な配慮事項が必要であることがわかってきたので、各プロセスにおいて必要と考えられる事項を、下記の通り、チェックリストとして整理した。ただし、このチェックリストは現時点で暫定的に考えられるものであり、実際の運用時には、必要に応じて追加・修正されなければならない。

① 現状把握

	項目	判定基準	主な手法	課題
<input type="checkbox"/>	外来ネズミの生息調査	生息有無 個体数変動 繁殖状況・生活史 再侵入確認	痕跡トラップ かご罠、センサーカメラ 捕獲個体の生殖状況 捕獲個体の遺伝子分析	検出精度 の向上
<input type="checkbox"/>	保全対象の被害状況調査	食害有無・範囲 生息・生育状況	現地調査、情報収集	被害の迅速な把握
<input type="checkbox"/>	対象面積・地形条件把握	面積の大小 地形の複雑さ	情報整理・現地調査	
<input type="checkbox"/>	その他必要な事項	必要に応じて追加		

② ネズミ駆除の必要性と保全目標の設定

	項目	主な影響	駆除効果	論拠	類似影響 外来種※
<input type="checkbox"/>	陸産貝類	食害による激減 絶滅危機	絶滅回避・生息数の回復・個体数維持	H22～24 兄島の事例	(フナリア)
<input type="checkbox"/>	在来植物	食害による衰退 更新阻害 生育状況の悪化	種子の生産 稚樹の増加 生育環境の改善	H18～26 西島の事例	(ノヤギ)
<input type="checkbox"/>	小型海鳥	食害による激減 繁殖地の消滅	絶滅回避 繁殖地の回復・繁殖成功	H19～ 東島の事例	(ノネコ) (ノヤギ)
<input type="checkbox"/>	陸生鳥類	食害による激減 繁殖失敗	絶滅回避 繁殖成功・個体数回復	母島属島の事例	
<input type="checkbox"/>	昆虫・その他在来種	個体数減少	生息数の増加	影響は不明	グリーンアノール
<input type="checkbox"/>	その他必要な事項	他島しょからの再侵入等	再侵入防止等 必要に応じて追加		

※類似影響の外来種のうち、H27 現在、有人島のみで生息する種はカッコ書き

③ 対策手法の選択

	項目	検討内容	主な対象と効果	リスク・影響
<input type="checkbox"/>	対策コストと工程	対策予算の確保 準備にかかる日数等	手法選択の前提条件	
<input type="checkbox"/>	捕獲 ※駆除効果小	カゴ罠による捕獲	小面積の低密度管理	非標的種の誤捕獲 踏圧の影響
<input type="checkbox"/>	殺鼠剤 ※駆除効果大	殺鼠剤の地上散布 (直接散布・定点散布)	小～中面積の対策	踏圧の影響 長期間の暴露
		殺鼠剤の空中散布(無人)	小面積・急傾斜地の対策	技術開発
		殺鼠剤の空中散布(有人)	大面積の対策 根絶状態の維持	非標的種へ影響大 誤散布のリスク
<input type="checkbox"/>	忌避・防御	柵の設置による物理的防御	小面積のエリア防除	整備維持の負担増
<input type="checkbox"/>	その他必要な事項	必要に応じて追加		

④ 殺鼠剤の選択

	項目	検討内容	効果や確認事項
<input type="checkbox"/>	殺鼠剤区分	農薬・動物用医薬品・医薬部外品	法規制の確認
<input type="checkbox"/>	殺鼠剤種類	亜急性、急性、第1・第2世代	駆除効果・抵抗性
<input type="checkbox"/>	有効成分	ワルファリン・タリファシリン・その他	駆除効果・抵抗性
<input type="checkbox"/>	殺鼠剤剤形	粒剤・スローパック・固形剤・粉剤	駆除効果・影響緩和
<input type="checkbox"/>	殺鼠剤散布量	1回当たり散布量 総散布量	駆除効果 法規制上の用量
<input type="checkbox"/>	殺鼠剤暴露期間	散布時期・散布期間	駆除効果・抵抗性
<input type="checkbox"/>	その他必要な事項	必要に応じて追加	

⑤ 殺鼠剤の散布方法

	項目	検討内容	リスク	対処方法
<input type="checkbox"/>	地上散布	人力散布	作業員の確保と手間 作業上の安全管理 不完全な散布 資材運搬等の負担	作業範囲の限定化 クレーン等の起用 機械の併用 ヘリ等の活用
		機械散布（背負い散布）	資材運搬等の負担	技術開発
		ベイトステーション	定点散布による長期暴露	影響緩和策の検討
<input type="checkbox"/>	空中散布	無人ヘリ・ドローンの散布	オペレーターの確保 散布量の制限	GPSナビの設置 技術開発
		有人ヘリの散布	ドリフトによる洋上流出 散布精度のムラ 誤散布による影響大	島中央部に限定 散布器の改良 誤散布防止の検討
<input type="checkbox"/>	その他必要な事項	新たな手法の追加		

⑥ 対策における非標的種への配慮

	種/生物群	現状	対策方針
<input type="checkbox"/>	オガサワラ ノスリ	殺鼠剤の感受性は高い可能性 ネズミが主な餌資源である 中毒ネズミの二次毒性を懸念	環境影響緩和策の検討 生態系モニタリングによる評価 傷病対応の体制窓口整備
<input type="checkbox"/>	オガサワラ オオコウモリ	殺鼠剤の感受性は高いが、嗜好性は低い 飛来する時期に季節性がある 喫食の場合の影響は大きい	スローパックの使用による喫食回避 餌資源を踏まえた対策時期検討 傷病対応の体制窓口整備
<input type="checkbox"/>	アカガシラ カラスバト	殺鼠剤の感受性は高く嗜好性も高い 飛来する時期に季節性がある 特に粒剤はリスクが高い	環境影響緩和策の検討 餌資源を踏まえた対策時期検討 スローパックの使用による喫食低減
<input type="checkbox"/>	陸生鳥類	飛来する可能性の有無で判断。喫食による リスクは不明	スローパックの使用による喫食回避 傷病対応の体制窓口整備
<input type="checkbox"/>	水生昆虫	有機質の汚濁による影響が考えられる	止水域では散布時に覆いを設置
<input type="checkbox"/>	オガサワラ ハンミョウ	殺鼠剤が巣穴を閉塞する可能性がある	巣穴に落下した殺鼠剤の回収
<input type="checkbox"/>	海洋生物	魚類の残留性は低い、人の食料となり得るため、社会的影響に配慮が必要 ウミガメ類はリスクが不明で、人の食料となり得るため、魚類と同様 海洋ほ乳類は重大な問題は知られていないが、洋上流出に配慮が必要	洋上流出防止策の実施
<input type="checkbox"/>	土壌残留	昆虫、陸産貝類等土壌動物への影響は軽微と 考えられる 土壌の残留性は低い、影響把握は必要。	複数箇所の土壌モニタリングによる サンプル保存と残留性の評価を実施
<input type="checkbox"/>	止水域	トンボ等水生生物の生息地となっている 人の利用はほとんど想定されない	殺鼠剤の排除と水のサンプリングを 実施
<input type="checkbox"/>	海域	降雨による崖からの海洋流出、河川を通じ ての海洋流出が起こる恐れ	集中豪雨の発生する季節はなるべく 避け、天候の安定した時期を選ぶ。 流出のモニタリングを行う。
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加	

⑦対策にあたる地域住民への配慮事項

	項目	検討内容	主な配慮事項	手段
<input type="checkbox"/>	計画検討 意見聴取	検討段階の情報提供	説明会の夜間、複数実施 チラシ・広報での周知 個別の意見聴取	会場の確保 広報・村内放送 チラシ全戸配付
		対策検討の地域参加	地域協力による理解	現地作業部会等
<input type="checkbox"/>	対策実行	対策目的の明示	ネズミの生態・保全対象 種の説明と理解	住民説明会 講演会・現場視察 会
		殺鼠剤散布の注意喚起	騒音対策 殺鼠剤漂着時の対応	チラシや広報 通報窓口の明記
		作業工程の周知	作業時間の限定 対策場所の通知	村内放送
		影響緩和策の明示	海洋流出の防止 誤散布の防止	海岸部を地上散布 監視回収体制整備
<input type="checkbox"/>	報告	散布状況の報告		説明会・意見交換 会
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

⑧対策不調時の対応策の検討

	項目	予測される可能性	準備すべき一次対応策	
<input type="checkbox"/>	ネズミが 減らない	ネズミ側 の要因	殺鼠剤喫食性低下	ネズミ生存地域における喫食状況評価 ：喫食の改善、他の手法(殺鼠剤変更を含む)の導入
			抵抗性発現	ネズミ捕獲による抵抗性評価 ・他の手法(殺鼠剤変更を含む)の導入
			生残・再侵入	生残・再侵入箇所・経路の推定や予測 ・予測箇所の定点散布、保全対象の隔離
		ネズミ以 外の要因	殺鼠剤不足 殺鼠剤散布の不調 生息状況評価法が不適切	散布状況、喫食状況の確認 ・追加散布 評価法の検討
<input type="checkbox"/>	非標的種 への悪影 響	・コウモリ、陸生鳥類（ハト）個体群 への影響出現	個体の緊急避難と隔離・散布中止 傷病対応体制の強化	
		・海鳥類やノスリ個体群への影響出現	個体の緊急避難と隔離・散布中止 傷病対応体制の強化	
		・ネズミ増殖による悪影響（殺鼠剤非 散布時の保全対象の食害等）	・緊急的な捕獲わな設置と殺鼠剤散布 ・保全対象の一時的隔離など	
<input type="checkbox"/>	環境への 悪影響	・スローパックの洋上流出、海岸漂着	・洋上回収、海岸漂着時の回収 住民への注意喚起	
<input type="checkbox"/>	住民への 配慮	合意形成不足	説明会の開催・現場視察会 事業内容の見直し	
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

⑨対策における事故の未然防止

	項目	検討内容	主な配慮事項	手段
<input type="checkbox"/>	計画検討	作業における安全確保	安全マニュアル作成	事業者が策定
		傷病対応体制の整備	対応マニュアルの作成 人員確保と体制整備	事業検討会 希少種検討会等
<input type="checkbox"/>	対策実行	安全管理の実施	作業工程の確認と通知	緊急連絡体制整備
		誤散布の防止	気象条件、海況の確認	連絡窓口の設置
		傷病対応	獣医師等の配置と常備薬 (ビタミンK)の準備 搬送体制の準備	連絡窓口の設置
<input type="checkbox"/>	報告	事故発生時の速やかな報告		広報・村内放送等
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

⑩ネズミ対策の順応的な管理

	項目	検討内容	主な配慮事項	備考
<input type="checkbox"/>	計画検討 意見聴取	PDCA サイクルによる検討	各専門分野の計画検討 外部機関による影響評価	
		再侵入リスクの検討	ネズミが生息する島からの 距離を考慮	
		事前・事後モニタリング計画検討	非標的種への環境影響	
<input type="checkbox"/>	対策実行	非標的種への影響緩和措置	散布時期の見直し	
		洋上流出防止対策	技術開発の再検討 新技術の情報収集	
		個体群への影響評価	対象種の継続調査	
		事前・事後モニタリング	サンプルの保存・分析	
<input type="checkbox"/>	将来予測	ネズミの生息モニタリング 保全対象種の情報収集 複数の対応シナリオの検討	ネズミの検出技術の向上 保全対象種の継続調査	
<input type="checkbox"/>	その他	必要に応じて追加		

6. 参考文献

- Buckle, A. and Prescott, C. (2012) The current status of anticoagulant resistance in rats and mice in the UK. A report to Health and Safety Executive from the Rodenticide Resistance Action Group. 35pp.
- Calabrese, E. J. (1982) Principles of animal extrapolation. (「動物種差と外挿」監訳：松岡理、小林定喜 (ソフトサイエンス社) 481pp.)
- Campbell, S., Hoxter, K. and Smith, G. (1991) An acute oral toxicity study with the northern bobwhite. Unpubl. Report. Lab Project Number 284-103, Wildlife International, Easton, MD. 24pp. Results summarized in: US EPA (1998)
- Eisemann, J. D. and Swift, C. E. (2006) Ecological and human health hazards from broadcast application of 0.005% diphacinone rodenticide baits in native Hawaiian ecosystems. Proc. 22th Vertebr. Pest Conf.: 413-433.
- EPA (2004) Potential risks of nine rodenticides to birds and nontarget mammals: a comparative approach. 352pp.
- EPA (2008) Risk mitigation decision for ten rodenticides. May 28, 2008. (revised June 24, 2008). 37pp with Attachment A, B, C.
- Fisher, P., O'Conner, C., Wright, G. and Eason, C. T. (2003) Persistence of four anticoagulant rodenticides in the livers of laboratory rats. Doc Science International Series 139. 19pp
- Johnston, J. J., Pitt, W. C., Sugihara, R. T., Eisemann, J. D., Primus, T. M., Holmes, M. J., Crocker, J. and Hats, A. (2005) Probabilistic risk assessment for snails, slugs, and endangered honeycreepers in diphacinone rodenticide baited areas on Hawaii, USA. Env. Toxic. Chem. 24(6):1557-1567.
- Kato, Y. and Suxuki, T. (2005) Introduced animals in the diets of the Ogasawara buzzard, an endemic insular raptor in the Pacific Ocean. J. Raptor Res. 39(2):173-179.
- Kusano, T. (1974) The toxicity of diphacinone (2-diphenylacetyl-1,3-indandione) to laboratory rats and mice. Jap. J. Sanit. Zool. 24(3):207-213.
- Meehan, A. P. (1984) Rats and Mice. Their biology and control. The Rentokil Library. 383pp
- Pitt, W. C. and Higashi, M. (2008) The effects of cooking on diphacinone residues in feral pig tissue. Final report QA-1506. USDA, APHIS, WS, National Wildlife Research Center. Hilo, Hawaii, 18pp.
- Primus, T. M., Kohler, D. J. and Johnston, J. J. (2006) Determination of diphacinone residues in Hawaiian invertebrates. J. Chromatograph. Sci. 44:1-5.
- Rattner, B. A., Horak, K. E., Warner, S. E., Daniel, D. D. and Johnston, J. J. (2010)

- Comparative toxicity of diphacinone to northern bobwhite (*Colinus virginianus*) and American kestrels (*Falco sparverius*). Proc. 24th Vertebr. Pest. Conf. :146-152.
- Rattner, B. A., Lazarus, R. S., Eisenreich, K. M., Horak, K. E., Volker, S. F., Campton, C. M., Eisemann, J. D., Meteyer, C. U., and Johnston, J. J. (2012) Comparative risk assessment of the first-generation anticoagulant rodenticide diphacinone to raptors. Proc. 25th Vertebr. Pest. Conf. :124-130.
- Rattner, B. A., Horak, K. E., Lazarus, R. S., Eisenreich, K. M., Meteyer, C. U., Volker, S. F., Campton, C. M., Eisemann, J. D. and Johnston, J. J. (2012) Assessment of toxicity and potential risk of the anticoagulant rodenticide diphacinone using eastern screech-owls (*Megascops asio*). Ecotoxicology 21: 832-846.
- Rattner, B. A., Horak, K. E., Lazarus, R. S., Goldade, D. A. and Johnston, J. J. (2013) Toxicokinetics and coagulopathy threshold of the rodenticide diphacinone in eastern screech-owls (*Megascops asio*). Env. Toxic. Chem. 33(1):74-81.
- Russell, J. C., Towns, D. R. and Clout, M. N. (2008) Review of rat invasion biology. Implications for island biosecurity. *Science for Conservation 286*. Department of Conservation, Wellington. 53pp.
- Spurr, E. B., Foote, D., Lindsey, G. D. and Perry, C. F. (2013) Efficacy of hand-broadcast application of diphacinone bait for rodent control in Hawaiian montane forests. Hawaii Cooperative Studies Unit. Univ. Hawaii at Hilo. Tech. rep. HCSU-043.
- Stone, W. B., Okoniewski, J. S. and Stedelin, J. R. (1999) Poisoning of wildlife with anticoagulant rodenticide in New York. J. Wildlife Disease 35(2): 187-193.
- Watanabe, K. P., Saengtienchai, A., Tanaka, K. D., Ikenaka, Y. and Ishizuka, M. (2010) Comparison of warfarin sensitivity between rat and bird species. Comparative Biochem. Physiol. Part C 152:114-119.
- Yabe, T. and Matsumoto, T. (1982) A survey on the murine rodents on Chichijima and Hahajima, the Ogasawara islands. Murine J. Mammal. Soc. Jap. 9(1):14-19.
- Yabe, T., Hashimoto, T., Takiguchi, M., Aoki, M. and Fujita, M. (2010) Twig cutting by the black rats, *Rattus rattus* (Rodentia: Muridae) on the Ogasawara (Bonin) Island. Pacific Science 64(1):93-97.
- Yabe, T. (1979) The relation of food habits to the ecological distributions of the Norway rat (*Rattus norvegicus*) and the black rat (*R. rattus*). Jpn. J. Ecol. 29:235-244.
- Yabe, T., Hashimoto, T., Takiguchi, M. and Kawakami, K. (2009) Seabirds in the stomach contents of black rats *Rattus Rattus* on Higashijima, the Ogasawara

- (Bonin) Islands, Japan. *Marine Ornithology* 37:293-295.
- 稲葉慎、高槻成紀、上田恵介、杉田典正、藤井章(2004)父島のオガサワラオオコウモリの保全生態学的研究. *プロ・ナトゥーラ・ファン* 13:17-24.
- 岩本龍彦(2012)アメリカにおける殺鼠剤の用法規制再改訂一周辺 100 フィートまで使用可に。 *ねずみ情報* 66:6-11.
- 岩本龍彦(2011)殺鼠剤を専門家の手に取り戻せ. *ねずみ情報* 65:3-7.
- 大塚薬品工業株式会社開発研究部(1992)ダイファシノンの毒性試験の概要. *日農薬* 17:319-321.
- 大塚薬品工業株式会社開発研究部(1993)ワルファリンの毒性試験の概要. *日農薬* 18:163-166.
- 緒方一喜、田中生男、栗原毅、篠永哲、新庄五朗、橋本知幸、武藤敦彦(2013)住環境の害虫獣対策 (改訂版). 日本環境衛生センター. 497pp.
- 川越和四(2014) 東京湾中央防波堤内側埋立地(生ゴミ処分)ネズミ駆除作戦の思い出(1). *ねずみ情報* 70:1-5.
- 川越和四(2015)東京湾中央防波堤内側埋立地(生ゴミ処分)ネズミ駆除作戦の思い出(2). *ねずみ情報* 71:21-27.
- 環境省水・大気環境局(2013)鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル. 96pp. [https://www.env.go.jp/water/dojo/noyaku/ecol_risk/man_avian/full.pdf] (2015. 11. 22. アクセス)
- 草野忠治(2004)ネズミ防除の諸問題(35)抗凝血系殺鼠剤による中毒事故(1). *ねずみ情報* 55:1-10.
- 草野忠治(2005)ネズミ防除の諸問題(35)抗凝血系殺鼠剤による中毒事故(2). *ねずみ情報* 56:1-10.
- 草野忠治(2006)ネズミ防除の諸問題(35) 抗凝血系殺鼠剤による中毒事故(2). *ねずみ情報* 57:1-19.
- 厚生労働省(2006)食品に残留する農薬等に関する新しい制度 (ポジティブリスト制度) について. [<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/zanryu2/dl/060516-1.pdf>] (2016. 3. 7. アクセス)
- 高橋久、川原奈苗、三浦淳男(2008)河北潟干拓地におけるノスリ越冬個体の個体数および分布パターン. *河北潟総合研究* 11:7-11.
- 竹内正彦、藤本竜輔(2014)地域で実践可能な対策と、関係機関の連携方法. 「予防的鳥獣被害対策マニュアル(東北農業センター) 第2章」 pp17-24. [http://www.maff.go.jp/tohoku/seisan/tyozyu/bousisaku/yobou/pdf/yobou_manual_h261107.pdf] (2015. 7. 31. アクセス)
- 田中生男、伊藤靖忠、重田寿子 (1976)殺鼠剤の効力に関する基礎的研究. *衛生動物*

27(4):347-353.

- 田中生男 (1992) ネズミとその駆除 (改訂版). 日本環境衛生センター. 115pp
- 谷川力(1992)本邦産ワルファリン抵抗性クマネズミと感受性. クマネズミの各種交配による遺伝的解析. 衛生動物 43(4):323-329.
- 谷川力(1994)ワルファリンおよびダイファシノン毒餌のワルファリン抵抗性クマネズミ *Rattus rattus* に対する効力. 衛生動物 45(2):129-132.
- 千葉夕佳、千葉勇人(2014)殺鼠剤散布期間におけるオガサワラノスリによる小笠原島の利用. 首都大学東京小笠原研究年報 37:67-79.
- 千葉夕佳(2014)オガサワラノスリによるグリーンアノール拡散リスク. 首都大学東京小笠原研究年報 37:59-65.
- 日本自然保護協会(2010)生態学から見た野生生物の保護と法律. 講談社. 266pp.
- 芳賀良一、高安智彦(1976)殺鼠剤(毒餌)の大きさおよび色に対する鳥類の嗜好. 帯広畜産大学学術研究報告. 第I部 7:381-400.
- 橋本琢磨(2009)小笠原におけるネズミ類の根絶とその生態系に与える影響. 地球環境 14(1):93-101.
- 林秀樹(2006)新有効成分「ジフェチアロール」配合殺鼠剤の開発. ねずみ情報 57:20-26.
- 矢部辰男(2004)家鼠の採餌行動と加害機構. 衛生動物 55(4):259-268.
- 矢部辰男(2006)小笠原の「水鼠」. 首都大学東京小笠原研究年報 29:19-22.
- 矢部辰男(2007)ダイファシノンに関する覚え書き. ねずみ情報 58:62-65.
- 渡辺研右(2014)化学物質に対する生体防御機構としての鳥類の異物代謝酵素シトクロム P450. 北海道大学大学院獣医学研究科学学位論文. [http://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/58178/1/Kensuke_Watanabe.pdf] (2015. 9. 31. アクセス)