

実施報告書

実施年度	令和4年度
研究テーマ	隠岐島後カルデラの形成史：陥没から隆起まで
団体名（所属）	室蘭工業大学
代表者名（氏名）	後藤芳彦
要約 (1,300字程度)	<p>本研究の課題は「隠岐島後カルデラの形成史」である。前年度まで隠岐ジオパーク学術研究奨励事業の研究課題「隠岐島前のカルデラの形成史」を行っており、隠岐島前と隠岐島後の違いを対比させながら、隠岐島後の調査・研究を行った。本年度の野外地質調査は、隠岐島後の全域で行い、それぞれの地質ユニットに関する記載と解釈を行った。</p> <p>＜調査の詳細＞ 調査の詳細は以下の通りである。</p> <p>大満字山・大峯山では、玄武岩溶岩の調査を行った。これらの溶岩はカルデラフロアーの隆起後の火山活動で形成された可能性が高い。溶岩の分布域は北西—南東方向に配列しており、現在のプレートの圧縮方向に配列している可能性が高い。カルデラフロアーの隆起との関連性はまだ考察中である。</p> <p>白島周辺地域では、流紋岩および粗面岩の調査を行った。白島は海底の未固結堆積物中に貫入した潜在ドームあるいは海底で噴出した水中の溶岩ドームであると考えられる。白島ではドームの断面がよく露出しており、学術的に非常に貴重である。</p> <p>鷲ヶ峰とその周辺地域の調査では、柱状節理の発達した溶結凝灰岩が分布することが明らかになった。山内ほか（2010）の5万分の1地質図幅では、この地域は非溶結の火砕流堆積物からなると記載されていたが、今回の調査により、溶結した火砕流堆積物であることが判明した。また鷲ヶ峰の下部に位置する布施の中谷には、この溶結凝灰岩がさらに強溶結した溶結凝灰岩が露出することが判明した。この強溶結の溶結凝灰岩は、山内ほか（2010）により「火道角礫岩」と記載されていたものである。今回の調査により、これはフィアミ組織の発達した強溶結の溶結凝灰岩であることが明らかになった。この鷲ヶ峰周辺地域の溶結凝灰岩は、カルデラフィルが隆起したものであると考えられる。</p> <p>岳山では向ヶ丘層に関する調査を行った。岳山の向ヶ丘層はカルデラ内の堆積物である可能性が高い。ただし、山内ほか（2010）の向ヶ丘層は、様々な成因の堆積物が混在して記載されている可能性が高く、全てがカルデラ内堆積物とは考えにくい。</p> <p>中村川では時張山層の安山岩の調査を行った。この安山岩はガラス質で、緑色に変質している。この安山岩はカルデラ形成前の噴出物であるが、極めて広い分布域をもち、一様に広がっている。このような安山岩がなぜ存在するのか不思議であり、解釈はまだできていない。</p> <p>伊賀湖では片麻岩の調査を行なった。西郷では西郷玄武岩の調査を行なった。歌木と都万では堆積岩の調査を行なった。この堆積岩はカルデラ形成以前のものであると考えられる。</p> <p>よろい岩周辺および代では、溶岩やフィーダー岩脈などの火山岩の産状に関する調査を行なった。これらは海底における火山活動で形成されたと考えられる。</p> <p>＜調査結果のまとめ＞ 今回の地質調査により、以下の9点が判明した。</p> <p>(1) 隠岐島後はリサージェントカルデラである可能性が極めて高い。鷲ヶ峰とその周辺地域には隆起したカルデラフィルの火砕流堆積物があり、カルデラであることは明白である。</p> <p>(2) 隠岐島後のカルデラリムの位置は、松本（1984）が提唱した「島後カルデラ」のカルデラリムの位置と同じである。ただし、松本（1984）が提唱したカ</p>

ルデラ形成史は、カルデラ形成の概念が現在のカルデラ形成モデルと大きく異なっており、受け入れることは困難である。

(3) 隠岐島後のリサージェントカルデラの位置は、山内ほか(2010)の5万分の1地質図幅の「葛尾コールドロン」とは一致しない。「葛尾コールドロン」は非常に理解しにくい解釈であり、受け入れることは困難である。

(4) 隠岐島後のリサージェントカルデラの「リサージェントドーム」は、ドームというよりも、「リサージェントブロック」というべきものである。リサージェントブロックは世界的に珍しく、日本ではこれまでに報告されていない。

(5) 隠岐島後は、「リサージェントブロック」を有するカルデラという点で、イタリアのイスキア火山に似ている。

(6) 隠岐島後と隠岐島前は、どちらもリサージェントカルデラであるが、比較すると、隠岐島後は隠岐島前よりも隆起量が大きい。このため、隠岐島後は隠岐島前と比べて海底火山噴出物が多く露出する。

(7) 隠岐島後と隠岐島前の隆起量の違いは、岩質の違いである可能性が高い。隠岐島後は流紋岩質であるのに対し、隠岐島前は玄武岩質である。流紋岩質のマグマだまりは大きく、隆起する力が大きいのであろう。

(8) 隠岐島後は、流紋岩質のリサージェントカルデラであるという点で、アメリカのカルデラに似ている。アメリカのリサージェントカルデラのほとんどは流紋岩質である。

(9) 隠岐島後は、日本の一般的なカルデラ火山とは大きく異なり、海外(アメリカやイタリア)のリサージェントカルデラと似ている。隠岐の地質は、日本の地質と大きく異なる。隠岐島後の地質は非常にユニークであり、世界ジオパークとしてふさわしいものである。

実施報告書

実施年度	令和 4 年
研究テーマ	隠岐諸島島後に生育するヒメコマツの現状と球果および種子の特性
団体名（所属）	島根大学大学院・自然科学研究科・環境システム科学専攻・環境共生科学コース
代表者名（氏名）	武井 郁也
要約 (1,300 字程度)	<p>1. はじめに ヒメコマツ (<i>Pinus parviflora</i> var. <i>parviflora</i>) は日本の暖温帯から冷温帯の山地に分布する五葉松の一種であり、地域によっては絶滅が危惧されている。隠岐 諸島の島後島では標高 180—560 m の暖温帯でヒメコマツが分布している。隠岐諸島ではヒメコマツの生育地が複数確認されているが（宇都宮 2020）、新しく島後島の元屋地区で最大規模のヒメコマツの個体群を発見した。そこで、元屋におけるヒメコマツの個体群構造を調べ、さらに次世代の更新の可能性として球果および種子の 状況を調べた。</p> <p>2. 調査地と調査方法 島後島の元屋地区のヒメコマツが優占する林分は標高 242—265 m、傾斜は 33—50° の南北に走る岩尾根にある。代表的な場所で樹高 1 m 以上の個体を対象に GPS の位置情報、胸高直径、球果の有無、生育地の土質を調べた。球果が成熟する 2022 年 8 月下旬に、18 個体から球果 78 個を採取し、島根大学で約半月間乾燥させた。球果ごとに種子を取り出し、球果と種子の状態を調べた。種子は水沈処理を行い、発芽実験に備え湿った砂を用いて冷温湿層処理（約 4-6 °C）で保存した。</p> <p>3. 結果と考察 3-1. 元屋におけるヒメコマツ個体群の特徴 調査対象とした範囲の岩尾根で樹高 1 m 以上のヒメコマツは 130 個体確認された。最大胸高直径は 45 cm であり、胸高直径 20 cm 未満が 75% を占め、他の生育地で確認されるような大径木は少なかった。さらに 94 個体で球果が確認され、球果を着けていた最小の胸高直径は 4 cm で、20 cm 以上は全て着けていた。ヒメコマツの生育している土質は、露出した岩と土壌が混在する場所が多かった。</p> <p>3-2. 球果の状況 合計 12 個体から 81 個の球果を採取して乾燥させた結果、鱗片が閉じた球果（以下、閉じ球果）51 個と開いた球果（以下、開き球果）30 個となった。閉じ球果は 51 個の中から無作為に 15 個選び、開き球果 30 個全てを対象とし、球果の状態を調べた結果、閉じ球果の 93%、開き球果の 93% で虫による食害が確認された。特に、閉じ球果ではゾウムシ科の昆虫が多く確認され、開き球果ではハマキガ科が多くみられた。このことから、球果の開閉の違いは、球果に被害を与える虫により左右されるものと考えられる。</p> <p>3-3. 水沈種子率 水沈処理を実施した結果、閉じ球果の平均沈種子率は約 21%、開き球果では約 12% と、開いた球果より閉じた球果の値が大きかった。ただし、開き球果の球果あたりの種子数は閉じ球果より多かった。個体による沈種子率の違いの要因を調べるため、閉じ球果および開き球果の個体番号を GPS 位置情報から調べると、沈種子率 0-20% と低い球果は 50% 以上をヒメコマツ個体 1499 番の球果が占めていた。開き球果でも 0-20% の低い値の球果は 67% が 1499 番の球果であった。1499 番は球果を最も多く採取した個体で、採取可能な個体では最も多く球果を着けていたが、採取された球果のほとんどに虫害が確認された。このため、開き球果の方が種子数は多いが、虫害を受けた閉じ球果でも充実している種子を含み、また、球果の開閉は虫害の影響を受けるが、ヒメコマツの個体差による可能性が示唆された。</p>

実施報告書

実施年度	2022 年度
研究テーマ	隠岐諸島のツヤヒラタゴミムシ属における系統進化・形質進化プロセス
団体名（所属）	東京大学大学院 農学生命科学研究科 森林科学専攻 森林動物学研究室
代表者名（氏名）	清水 隆史
要約 (1,300 字程度)	<p>隠岐諸島は約 1 万年前に本州と切り離されて離島となり，独自の生態系が成立したことが知られる。隠岐諸島で多様化した昆虫のグループにオサムシ科 Carabidae の甲虫が挙げられ，一部は固有種・固有亜種として記録されている。これらの昆虫では，地理的隔離によって祖先種からの遺伝的分化，形質進化が進行したと考えられる。このような現象は他のオサムシ科甲虫でも生じている可能性があるが，検討した例はほとんど存在しない。</p> <p>さらに隠岐諸島では，本州では高標高帯に生息する昆虫が，低標高帯に取り残されるような形で分布している例が報告されており，このような島嶼に取り残された山地性の遺存種は，保全生物学的観点から見て重要な存在であり，多くの知見を蓄積し，実際の保全活動に反映していく必要がある。</p> <p>本研究では，オサムシ科の甲虫であるツヤヒラタゴミムシ属 <i>Synuchus</i> について，野外調査・形質解析・分子系統解析を実施し，隠岐諸島を中心としたツヤヒラタゴミムシ属の種多様性，系統進化プロセス，形質進化プロセスを検討した。</p> <p>2022 年 9 月に行った野外調査の結果，隠岐諸島からはオオクロツヤヒラタゴミムシ，クロツヤヒラタゴミムシ，ヒメツヤヒラタゴミムシ，コクロツヤヒラタゴミムシ，マルガタツヤヒラタゴミムシの 5 種が確認された。特に，マルガタツヤヒラタゴミムシは西ノ島，道後島の 2 島から見出され，本種は隠岐諸島からの初記録種であると考えられる。また，コクロツヤヒラタゴミムシは通常，標高 1000m 以上の山地帯に生息するのに対し，島後島の大満寺山では，標高 400m 前後の照葉樹林に生息していた。このことから，本種は本来，冷温帯広葉樹林に好適ニッチを持つにもかかわらず，島後島の個体群は，隠岐諸島の形成過程で本州側の個体群と切り離された山地性の遺存種であると考えられた。</p> <p>また，飛翔能力に関わる形態形質として後翅に着目し，解剖を行っ</p>

て発達状態を確認したところ、隠岐諸島に生息する5種は、ほぼ全ての個体が無翅型であるコクロツヤヒラタゴミムシと、ほぼ全ての個体が長翅型である残りの4種に大別され、飛翔能力の退化段階に差異がある複数種が生息していることが示された。

さらに分子系統解析結果から、隠岐諸島に生息する種のうち、長翅型が優占する3種では、他地域と共通のハプロタイプが見出され、島嶼化による遺伝的分化が進行していないと考えられるのに対して、無翅型が優占するコクロツヤヒラタゴミムシは、島後島の個体群は独自のハプロタイプを持ち、飛翔能力の退化や島嶼化によって地理的な種内分化が進行したと考えられた。また、形質進化プロセスの推定結果から、隠岐諸島に生息する5種は、隠岐諸島が成立する1万年前までに種分化や飛翔能力に関する形態形質の進化は完了していた可能性が高いことが示された。

上記の成果は、隠岐ユネスコ世界ジオパークにおける独自の生態系の形成過程や、貴重な生物の保全を考える上で有用であると考えられ、学術団体や自治体を介した成果発表や、標本の寄贈などを通して、隠岐諸島における学術振興や、市民の生物多様性に対する関心の向上などといった効果が期待できる。

(1281文字)

実施報告書

実施年度	令和 4 年度
研究テーマ	島嶼環境が駆動する隠岐溪流の両生類 3 種の遺伝的多様性を紐解く
団体名 (所属)	島根大学
代表者名 (氏名)	高原輝彦
要約 (1,300 字程度)	<p>申請者らはこれまでの野外調査によって、隠岐の溪流付近には両生類 3 種が同所的に生息していることを明らかにしてきた。それらのうち、隠岐固有両生類の絶滅危惧種オキサンショウウオ (<i>Hynobius okiensis</i>) は島後のみに生息しており、準絶滅危惧種オキタゴガエル (<i>Rana tagoi okiensis</i>) は島後と島前の隠岐諸島のみに生息する。一方で、普通種ツチガエル (<i>Glandirana rugosa</i>) は隠岐に加えて本土にも広く分布する。このように、海によって隔てられた島嶼という閉鎖的環境で世代を繰り返した個体群、そして、島後・島前間や隠岐・本土間にそれぞれ生息する個体群など、カエル種ごとに分布領域が異なるという興味深い特徴をもつ。そこで本研究では、集団内の遺伝的多様度や集団間の遺伝的距離を調べるのに有効なマイクロサテライトマーカー (プライマー) を開発して、上記両生類 3 種の遺伝的多様性を明らかにすることを目的とした。</p> <p>これまでに、マイクロサテライト遺伝子座を対象とした遺伝的多型解析に用いるプライマーに関して、オキサンショウウオでは 21 セット、オキタゴガエルでは 18 セット、ツチガエルでは 17 セットを開発した。つぎに、それらのプライマーを用いた遺伝的多型解析の結果、島後にのみ生息するオキサンショウウオでは、檀鏡地域 (N=14)、有木地域 (N=20)、中村地域 (N=14)、すべての地域個体群の h_E は 0.5 以上であり、十分な遺伝的多様性が維持されていると考えられた。また、島後と島前に生息するオキタゴガエルにおいても、島後の檀鏡地域 (N=15)、有木地域 (N=10)、中村地域 (N=17)、島前の美田地域 (N=3)、すべての地域個体群の h_E は 0.5 以上であり、遺伝的多様性の低下は起きていないものと考えられた。また、オキサンショウウオの各地域個体群間の遺伝距離 (F_{ST}) の結果から島後の調査地域間で遺伝的な分化は起こっていないと考えられた。一方で、オキタゴガエルの各地域個体群間の F_{ST} の結果より、島前の美田地域の個体群と島後の 3 地域の個体群の遺伝距離はそれぞれ 0.1 を超えており、島前と島後間で遺伝的な分化が起きていることが示唆された。また、ツチガエルでは、島後の有木 (N=24) に加えて、本土の松江市上本庄町 (N=29) と秋鹿町 (N=31)、そして、群馬県前橋市富士見町赤城山小沼 (N=22) で採集されたツチガエルの遺伝的多様性について調べた。その結果、すべての地域個体群の h_E は 0.5 以上であり、十分な遺伝的多様性が維持されていると考えられた。さらに、海で隔てられている隠岐と本土 (松江) のツチガエル地域個体群間の F_{ST} は 0.2 以上であり、遺伝的に明瞭な差異があることが示唆された。また、松江と約 800 km 離れた赤城との F_{ST} についても 0.2 以上であったことから、先行研究によって関東のツチガエル個体群は別種であるとされているものの、限りなく遺伝的に近い別種であると考えられた。</p> <p>今後、各種の採集地点やサンプル数を増やして、更なる詳細な解析を実施していきたいと考えている。</p>

実施報告書

実施年度	令和4年度
研究テーマ	隠岐諸島島後における変形菌相の研究
団体名（所属）	室蘭工業大学
代表者名（氏名）	矢島 由佳
要約 (1,300字程度)	<p>本研究では、隠岐諸島の島後に着目し、海から陸まで様々な環境の変形菌を野外調査・培養実験の両方で探索し、隠岐諸島島後の変形菌相を明らかとすることを目的とした。変形菌は一般に、森林の分解者である細菌や菌類を捕食し、「森の調整屋」のような働きをしていると考えられている。このような生態的特徴から、ある地域の変形菌相は植生と関係性を持つとされ、またその植生に影響を与える気温もまた、変形菌相を特徴づけるとされている。独特の生態系をもつ隠岐諸島で、どのような変形菌が、いつ、どのような環境で見られるのかは不明である。また、変形体と子実体の形成能が本当に変形菌の高次分類学的形質として適切なのかを議論するには、まずこれらの形成可否に関与していると推定される「塩」を含む水分の供給される環境に生息する変形菌を調査する必要がある。</p> <p>そこで本研究では、島後での夏、秋の2季の野外調査と、本学での培養実験ならびに種同定を行なった。夏には高田山、自然回帰の森、金峯山、奥津戸付近、そして秋には高田山、自然回帰の森、金峯山、奥津戸付近、白島展望台の遊歩道・登山道沿いに子実体の調査を行なった。また各調査地にてリターも採取し、温室培養を実施した。その結果、本研究全体では子実体として52標本が得られ、その内訳は15属21種3変種であった。この結果を18属66種6変種1品種が報告されている島根県大田市三瓶山と比較すると、確認された属の数は大差ないが、種数が約1/3程度となっていた。三瓶山の調査は7月に行われており、また本州では一般に梅雨明け直後の初夏が最も落葉生の種類が確認されていることから、島後でも6-7月の調査を行うことにより、確認される落葉生の種類が増加することが予想される。倒木上の変形菌も、三瓶山に比べると種数は少ない。しかし興味深いことに、隠岐では変形菌のコロニーが巨大となっていることが夏も秋もよく観察され、高田山では平地で普通種とされる種類とその変種、さらに同属の高山性の稀産種とされる種が1つの倒木上に同所的に確認された。さらに、特に熱帯地域で多く見られる種も大型のコロニーが高田山と金峯山で多数確認された。隠岐諸島の植物は暖温帯から亜高山帯の種が共存し、かつ垂直的にも分布が圧縮されているとされるが、変形菌でも類似の現象が起こっている可能性がある。</p> <p>一方で、落葉を含むリターを用い温室培養を行なった結果、変形菌の子実体および変形体、菌核（休眠体）、変形体の遺跡が確認されたのは6シャーレであった。これらはすべて夏に採取したリターを淡水を模擬した水を接種したものであり、含塩水を接種したシャーレからは変形菌は確認されなかった。また海水および海砂を用いた寒天培養法では、アメーバまたはシストが確認されたのは夏で25シャーレ、秋で31シャーレであった。残念ながら機器の故障により、未だ塩基配列が得られておらず、このうちどれくらいのアメーバが変形菌かは未確認である。培養温度では、アメーバの確認が多かったのは夏、秋どちらも10℃であり、培地条件でアメーバの確認が最も多かったのは夏、秋どちらも汽水模擬条件であった。すべてのアメーバは現在まで、アメーバまたはシストの状態であり、変形体や子実体は確認されていない。上記の温室培養の結果も踏まえると、含塩条件は変形菌の生活環の一巡に影響を与えるファクターである可能性が示唆される。</p>

実施報告書

実施年度	令和4年度
研究テーマ	変花崗岩類と変成岩類による2億5000万年以前の地史の解明
団体名(所属)	島根大学自然科学研究科
代表者名(氏名)	平井智望
要約 (1,300字程度)	<p>花崗岩分野では、変花崗岩の成因解明と火成活動時期の特定を目的に研究を行った。昨年度に引き続いて調査地域を拡大し変花崗岩類の分布・産状・規模の確認、薄片観察による岩石記載を行った。また、変花崗岩類の主・微量成分を用いた地球化学的な解析を実施した。これらより、変花崗岩はマグマ固結時に平衡結晶作用により露頭規模で集積岩と分化マグマに分離していた。モデル計算の結果、主に長石類の結晶化が岩石組成のバリエーションに大きな影響を及ぼしていた。さらにこのマグマ成因の解析結果と地球化学的判別図とを組み合わせた総合解析によると、マグマは火山弧的な特徴を持つ起源物質に由来することが示唆された。一方、火成活動時期の特定に関してはジルコンのU-Pb年代測定を実施した。その結果、ミグマタイト質の変花崗岩類は約21~19億年前の産物と解釈された。また、比較的に塊状で明瞭な貫入境界を示す花崗岩は約2.4~2.0億年前の産物であった。今後は、このマグマ活動のテクトニクス背景の解明のため、さらにSr/Nd同位体分析による起源物質の議論を進める必要がある。</p> <p>変成岩分野では、昨年度と同様野外調査による産状調査とサンプル採取、薄片による記載、EPMA 鉱物化学分析、そして新たにXRFによる全岩化学分析をおこなった。また、これまでの調査地に加え、高尾暖地性濶葉樹林一帯の大山隠岐国立公園特別地域についても試料採取の許可申請を行い、野外調査を進めた。本年度前期は、昨年度までに明らかになっていた苦鉄質変成岩の変成条件についてさらに温度圧力を制限するため、苦鉄質グラニュライト、ザクロ石角閃岩を用いて全岩化学分析をおこなった。その結果を用いて鉱物組合せの安定領域を計算した結果、推定した温度圧力と矛盾しない結果を得た。本年度後期では、特別地域および布施地域での野外調査をおこない、布施地域の地質図を作成するとともに、グラノプラスティック組織を残す角閃岩(角閃岩化したグラニュライト)を見出した。また、苦鉄質変成岩(苦鉄質グラニュライト、角閃岩化したグラニュライト、ザクロ石角閃岩)について再度詳細な鉱物化学分析をおこなった。その結果、昨年度までの解釈(低圧グラニュライト相⇒角閃岩相の等圧冷却)に代わり、低圧グラニュライト相から温度圧力ともに下がる後退変成の後、角閃岩相でザクロ石形成を伴う時計回りの昇温変成作用を経験したことが明らかになった。これらは前者が古原生代、後者はペルム-三畳紀の地殻変動に伴う変成作用であると考えるのが妥当であるが、年代測定による確認が必要である。</p>