

自然科学系プロジェクト報告書

サブプロジェクト名称

「海洋の恵み・神秘・驚異を科学する」

1 総括表

1-1 組織

氏名		部門
代表	田部井隆雄	理学部門
分担	宇田 幸司	理学部門
	遠藤 広光	理学部門
	佐々木邦夫	理学部門
	砂 長 毅	理学部門
	松岡 裕美	理学部門
	村田 文絵	理学部門

1-2 研究経費

総額 903 千円（うち年度計画実施経費 783 千円）

1-3 活動総表

事項		件数等	金額（千円）	
研究活動	学術論文	13 編	/	
	著書	2 編		
	紀要	なし		
	報告書	1 編		
	学会発表	23 件		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	なし		
地域貢献		南海地震と防災に関する講演 16 件, 教員免許更新講習講師 3 件, 審議会等の委員 13 件, その他 1 件		
外部資金	/	科研費	5 件	5,525 千円
		共同研究	1 件	3,341 千円
		受託研究	1 件	410 千円
		奨学寄付金	なし	
		その他	1 件	660 千円
		合計		9,936 千円
特許等	該当なし			

その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2010 年以降に新種記載した魚類 11 種が、子供向け魚類図鑑において、「日本で最近発見された新種」として紹介された（遠藤広光） ◆ 津波堆積物と過去の地震活動履歴の研究が、平成 28 年度中学 1 年生理科教科書（啓林館）に掲載された（松岡裕美） ◆ 共同通信の連載「伝える教訓を未来へ」において津波堆積物の研究と減災への取り組みが紹介され、河北新報（4 月 14 日）と高知新聞（5 月 8 日）に掲載された（松岡裕美）
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2 研究概要

2-1 研究目的

高知県の風土・産業・自然環境を特徴づける多くの要因が太平洋に起源を持つ。太平洋の海洋環境や、そこに存在する多様な生物の生態と進化、海洋物質の生成過程、さらには海洋環境が陸上生活に及ぼす影響を科学的に解明することは、海洋立県高知に位置する大学の自然科学系分野にとって、きわめて重要な研究課題である。海洋は我々の生活に恵みをもたらしてくれると同時に、それ自身が未だ多くの謎を秘めており、また、ときには自然災害となって人間生活に大きな被害を及ぼす。このような認識に基づき、マクロ・ミクロ両面における海洋生物の生態と進化、海溝型巨大地震の活動履歴とメカニズム、海洋と大気の関係等の解明を目指す。

2-2 研究成果

平成 28 年 2 月 29 日（月）10:00 より 12:00 まで、理学部 1 号館 101 号室において平成 27 年度研究成果報告会（非公開）を開催した。今年度の個々の具体的な研究成果は各研究者ごとに後述するが、概略は以下のとおりである。

「海洋の神秘」関連

- ・ 宇田幸司／海洋無脊椎生物に存在する D-アミノ酸合成酵素の構造及び機能の進化
- ・ 砂長毅／群体ホヤにおける生殖細胞形成機構の解明

両名とも細胞、遺伝子、アミノ酸といったミクロな面から、海洋生物の生殖や機能物質の解明を目指した研究を行っている。宇田は、海洋無脊椎動物から単離したアミノ酸（セリンラセマーゼ及びアスパラギン酸ラセマーゼ）の構造と機能の進化を分子系統解析より明らかにした。砂長は、ミダレキクイタボヤ群体における生殖細胞形成に関わる遺伝子群をスクリーニングし、生殖腺および生殖細胞形成に対する影響を明らかにした。

「海洋の恵み」関連

- ・ 遠藤広光／高知県の魚類相の解明および魚類の分類学的研究
- ・ 佐々木邦夫／分類学的形質としての側線系の再評価

高知県沿岸にはきわめて多種類の魚類が生息する。遠藤は、高知県を中心とした魚類標本の分類学的

検討を継続して行い、今年度は10種以上の未記載種と3種の日本初記録を確認した。佐々木は、分類学的形質として魚類の側線神経系に注目し、今年度はカラシン目カラシン科の側線系と神経支配を明らかにした。

「海洋の脅威」関連

- ・田部井隆雄／フィリピン海プレート北端部の運動モデルの構築
- ・松岡裕美／津波堆積物からみた南海地震の履歴　－津波堆積物試料の保存の試み－
- ・村田文絵／インド北東部メガラヤ州にある世界最多雨地域の多雨の原因と予測可能性

田部井は、フィリピン海プレートの沈み込み過程を解明する目的で、複数の海域でGPS観測を実施している。今年度は豊後水道スロースリップを対象にした観測網を展開した。松岡は、南海トラフ沿岸域で採取された津波堆積物を解析し、長期間の活動履歴を解明するとともに、効果的な試料の長期保存方法を検討した。村田は、世界最多雨地域であるインド北東部を対象に、長期間の日降水量データを解析して多雨をもたらす気象場の解明を試みた。

今年度の研究活動、地域貢献、外部資金の具体的数値は **1-3 活動総表** に示したとおりである。

2-3 特筆すべき事項

- ◆ 松岡が行っている津波堆積物と過去の地震活動履歴の研究が、平成28年度中学1年生用の理科教科書（啓林館）に掲載された。
- ◆ 同じく、松岡による津波堆積物研究と地域減災への取り組みが、共同通信が配信する連載「伝える教訓を未来へ」に紹介され、河北新報（4月14日）、高知新聞（5月8日）などの地方紙に掲載された。
- ◆ 遠藤が2010年以降に新種記載した魚類11種が、子供向けの「学研の図鑑ライブ 魚」（学研教育出版）において紹介された。

3 第Ⅱ期総括

3-1 研究成果概要

本サブプロジェクトに3つのメインテーマを設定した。すなわち、(1)海洋無脊椎動物を対象に細胞、遺伝子、酵素、アミノ酸といったミクロな面から「海洋の神秘」を解き明かす（宇田幸司，砂長毅），(2)おもに高知県の水域を対象に魚類相の多様性を系統立てて整理する分類学的研究を行い「海洋の恵み」を明らかにする（遠藤広光，佐々木邦夫），(3)南海トラフにおけるプレート間巨大地震やベンガル湾に起因する熱帯降水システムがもたらす「海洋の脅威」を解明する（田部井隆雄，松岡裕美，村田文絵），である。「海洋」というキーワードを軸にしているものの，所属コースや研究分野が全く異なる研究者の集まりである。3つのメインテーマの下にそれぞれが独自の研究課題を設定し，次項に挙げるような成果を達成した。

それぞれのテーマ内で分野の近い研究者間である程度の連携が得られたが，テーマを超えて異分野間の連携を図るには至らなかった。「海洋」をキーワードにしたものの対象とする範囲が非常に広がったことと，各個人に余裕がなく自身の研究の枠から抜け出せなかったことによる。

3-2 具体的な成果（年度別）

平成 22 年度

- ◆ 海洋無脊椎動物のエネルギー代謝酵素フォスファゲンキナーゼ（PK）に着目し，PK 遺伝子を単離して構造の解析を行った。（宇田）
- ◆ 群体ホヤの生殖細胞の分化機構の解明を通じて，動物における生殖細胞形成機構の普遍性と種特異性を明らかにする。そのため，生殖系列幹細胞の分化制御，生殖細胞形成に関わる候補遺伝子を4つ単離し，その発現を調べた。（砂長）
- ◆ 高知県で採集された膨大な魚類標本を中心に，未記載種や未記録種に関する分類学的研究を行った。本年度は潜水による魚類採集を行うとともに，現地の協力を得て標本を入手し，初記録種，北限記録種，未記載種などを多数採集した。（遠藤）
- ◆ 魚類の分類学的形質としての側線神経系に注目し，生体蛍光染色法を導入して，多数の分類群で側線系とその神経支配を観察した。今年度は真骨魚類 28 目 96 科 123 種，カレイ目魚類 2 亜目 9 科 46 種，フグ目 10 科と外群 5 分類群，ハゼ亜目などを対象とした。（佐々木）
- ◆ フィリピン海プレートの沈み込み過程を理解するため，伊豆諸島北部の銭洲岩礁において GPS 観測を実施している。銭洲の経年変動の解析より，伊豆半島を含めた新たなモデル化が必要であるとの認識に達した。（田部井）
- ◆ 南海トラフ巨大地震の発生によって引き起こされた津波による堆積物を採取し，歴史記録以前の活動履歴を解明する研究を行っている。今年度は宿毛市西片島で調査を行ったが，津波の痕跡と見なせる証拠は得られなかった。（松岡）

- ◆ 世界でも最多雨地域であるバングラデシュの降水システムの解明に取り組み、今年度はプレモンスーン期にゾンデ等を用いた集中観測を実施した。その結果、高度 1-5 km の大規模な沈降流や、地形に依存した気流構造が存在することを明らかにした。(村田)

平成 23 年度

- ◆ 前年度に続き別の動物からの PK の単離にも成功し、海洋無脊椎動物の PK 遺伝子の分布とその構造と機能の進化について多くの知見を得た。(宇田)
- ◆ 次世代シーケンス技術を用いた EST 解析を実施し、データベースを作成した。また、胚発生過程における生殖系列の分離過程をマーカーの発現を目印に記載した。減数分裂マーカーの探索とその発現検出系を確立した。(砂長)
- ◆ ウミヘビ科クロウミヘビの再記載、ウミヘビ科の 3 新種、ニギス科ニギス属の 1 新種およびソコダラ科ネズミダラ属の 1 新種の論文出版を行った。ウミヘビ科 3 新種とニギス属 1 新種は、国立科学博物館の新種記載プロジェクト論文集に掲載された。(遠藤)
- ◆ カラシン科、ボラ科、スズキ科、アジ科、ヒイラギ科、ネズヅポ科、イソギンポ科、ヘビギンポ科、テンジクダイ科およびハゼ科の分類群の側線系とその神経支配を観察した。全てにおいて表在感丘の存在を確認するなど、従来の教科書的イメージを崩す発見をした。(佐々木)
- ◆ 相次ぐ台風接近により今年度予定した伊豆諸島北部での観測を実施できなかった。そこでプレートに沈み込まれる側の西南日本内陸部に目を転じ、中央構造線と燧灘付近の地殻変動場の理解の重要性を論じた。(田部井)
- ◆ 徳島県の 2 ケ所の湖沼でコア試料を採取したが、津波堆積物と断定できる結果は得られなかった。津波堆積物が記録として残されるためには、静かに欠損なく堆積する環境が必要であり、今回はそうした環境が過去 400 年間程度に限られていた。(松岡)
- ◆ バングラデシュの降水システムの解明のため、今年度は田部井の協力を得て精密 GPS 観測による可降水量測定を実施した。これはバングラデシュの気象観測に GPS を導入した先駆的研究であり、サブプロジェクトメンバー間の研究協力を促進する上でも大きな貢献をした。(村田)

平成 24 年度

- ◆ 従来は動物体内に存在しないと考えられていた D-アミノ酸の検出系を構築し、海洋無脊椎動物の体内の D-アミノ酸の存在と分布を確認する研究を開始した。(宇田)
- ◆ 群体ホヤの有性生殖期および無性生殖期の各サンプルを材料とし、サブトラクション法により生殖細胞形成に関与する遺伝子群の大規模スクリーニングを実施した。得られた遺伝子の全長 cDNA 単離と発現を調べた。(砂長)
- ◆ 宿毛市沖の島周辺で潜水による魚類採集を行うとともに、標本に基づき出現記録を調査した。ソコダラ科、ダルマガレイ科、ハタ科、アマゴダイ科、ハリゴチ科などの新種を報告し、その他の未記載種の整理を進めた。また、タイプ標本と写真情報のデータベースの入力を進めた。(遠藤)
- ◆ カラシン科、ナマズ目の数科、コイ科、ボラ科、トウゴロウイワシ系の数科、ヨウジウオ科、アカ

メ科およびハゼ亜目の数科の分類群の側線系とその神経支配を観察した。これらすべてに生体染色を施し、表在感丘の存在を確認した。(佐々木)

- ◆ 銭洲 GPS 観測の結果と全国 GPS 連続観測成果を活用し、伊豆半島がフィリピン海プレートから分離して独立した地殻ブロックを形成しているとのモデルを提唱した。伊豆半島内のひずみ分布を算出し、ブロック境界の位置と形状を議論した。(田部井)
- ◆ 四国東端にあたる徳島県蒲生田大池で9本のコア試料を採取し、分析を行った。試料には過去6500年間の堆積物記録が保持されている。この池は現在の津波高想定において浸水域に入っていないが、2000-2300年前に浜堤を越えて海砂が流入したイベントが確認された。(松岡)
- ◆ バングラデシュ気象局によるドップラーレーダーデータを解析し、インドモンスーン地域の降水メカニズムを調査した。モンスーン気流による強風の水平シアによって渦状降水システムが発達していることを確認した。(村田)

平成 25 年度

- ◆ 海洋無脊椎動物の体内に存在する遊離 D-アミノ酸が異性化酵素 (アミノ酸ラセマーゼ) により合成されることから、アミノ酸ラセマーゼホモログ遺伝子を単離し、その発現系を構築した。(宇田)
- ◆ 群体ホヤの生殖細胞形成に関わる遺伝子である Vasa に注目し、その発現調節機構を調べた。Electrophoretic Mobility Shift Assay (EMSA) によって、Piwi タンパク質が Vasa の mRNA に結合することを明らかにした。(砂長)
- ◆ 宿毛市沖の島周辺で潜水による魚類採集を行うとともに、標本に基づきトビウオ科、アジ科、セミホウボウ科、ソトオリイワシ科、クサウオ科、ソコダラ科、ニギス科などの分類学的研究を進めた。また、魚類標本と写真のデータベースをほぼ完成に近づけた。(遠藤)
- ◆ カラシン科、ナマズ目数科、コイ科、ハゼ亜目数科およびアンコウ目カエルアンコウ科の分類群の側線系とその神経支配を観察した。これらすべてに生体染色を施し、表在感丘の存在を確認した。(佐々木)
- ◆ 2年ぶりに銭洲 GPS 観測を実施した。NHK 取材班が同行した。これまでの連続観測成果を合わせ、フィリピン海プレートに対する伊豆ブロックの相対運動、境界の位置と形状を推定した。(田部井)
- ◆ 徳島県海陽町穴喰浦の池で5本のコア試料を採取し、比較的長い (1.9-2.5 m) の2本の試料について分析を行った。とくに津波の痕跡と考えられる顕著な砂層などは確認できなかった。(松岡)
- ◆ GPS 連続観測と気象ゾンデ観測から算出した可降水量変動を用い、インドモンスーン地域に属するバングラデシュの降水システムの形成を議論した。(村田)

平成 26 年度

- ◆ 前年度に引き続き生殖細胞形成に関わる遺伝子 Vasa に注目し、その発現調節機構を調べた。EMSA を用いて、Vasa の mRNA における Piwi タンパク質の結合部位を明らかにした。さらに遺伝子機能阻害実験により、Vasa タンパク質の合成量が Piwi によって抑制されていることが分かった。(砂長)

- ◆ クロタチカマス科やフサカサゴ科の新種を発表するとともに、いくつかの日本初記録種や未記載種を発見した。高知大学において公開シンポジウムを開催した。(遠藤)
 - ◆ ボラ目ボラ科ボラとダツ目コモチサヨリ科コモチサヨリの側線系とその神経支配を調べた。(佐々木)
 - ◆ フィリピン海プレートに沈み込まれる側の西南日本弧の内部に発達した中央構造線の深部形状と現在の活動を検討し、北傾斜した断層面と上部の固着、シアーズーンの形成を提唱した。(田部井)
 - ◆ 津波堆積物のコア試料の保存方法を検討した。文化財の保存に用いられている剥ぎ取りと RP-A 剤を用いた乾燥保管と、RP-K 剤を用いた冷蔵保存の 2 方法を実行した。(松岡)
 - ◆ 前年度に引き続き、GPS 可降水量変動を用いてバングラデシュの降水システムを議論した。各観測地点の日変化に関して調和解析を行い、夜間に多雨となる現象を確認した。(村田)
- (宇田は 1 年間の海外留学のため、本年度は研究分担者から外れた)

平成 27 年度

- ◆ 海洋無脊椎動物から単離したセリンラセマーゼおよびアスパラギン酸ラセマーゼについて、その構造と機能の進化について調査した。分子系統解析より、これらが同じ祖先型遺伝子から進化していることを明らかにした。(宇田)
- ◆ 平成 24 年度に開始した群体ホヤの生殖細胞形成に関与する遺伝子群のスクリーニングと機能解析を進めた。6 個の遺伝子について、遺伝子の機能を阻害し、生殖腺と生殖細胞形成に対する影響を調べた。その結果、6 個の遺伝子が生殖細胞形成に重要な遺伝子であることが分かった。(砂長)
- ◆ 多数の魚類の標本を調査し、日本産以外の種を含めて、10 種以上の未記載種や日本初記録の 3 種を新たに確認した。2 新種の論文を含む 8 編を出版した。(遠藤)
- ◆ カラシン目カラシン科の側線系とその神経支配を調査した。暗黒環境に生息する地下(洞窟)タイプと地表に生息する地上タイプの両方を対象に、表在感丘の分布の違いを明らかにした。(佐々木)
- ◆ プレート境界型巨大地震の主破壊域の深部延長で発生する間欠的スロースリップの検出を目的に、豊後水道に GPS 連続観測点を展開した。(田部井)
- ◆ 前年度に引き続き、津波堆積物のコア試料の長期保存方法を検討した。実際に作成した保存試料が、和歌山県の特別展で公開された。大分県での展示も計画されている。(松岡)
- ◆ 100 年間以上にわたる長期間の日降水量データを用いて、インド北東部メガラヤ州に世界最多雨をもたらす気象場を調査した。(村田)

3-3 今後の研究展望(課題別)

課題 A:「海洋の神秘」関連

これまでに得られた研究データや知見に基づき、引き続き海洋生物の生命現象の解明を進めていく。まず、これまでの研究によって、D 型のアミノ酸を合成可能なアミノ酸ラセマーゼ遺伝子が単離された各種海洋生物について、生体内の D-アミノ酸の定性分析を行い、D-アミノ酸が実際に合成されている

かどうかを確認する。さらに、海洋生物における D-アミノ酸の生理機能の解明も進める。また、多様な海洋生物の一種である群体ホヤがみせるユニークな生殖細胞形成機構に引き続きスポットライトを当て、生殖細胞を生み出し続けるための細胞システムとそこではたたく分子機構を明らかにする。具体的には、本プロジェクトによって整備が進んだ、生殖細胞形成関連遺伝子のカタログをもとに個々の遺伝子の機能を丹念に明らかにしていく。

課題 B:「海洋の恵み」関連

本プロジェクトでは魚類の種多様性と系統進化の解明に向けて、分類学および比較形態学的手法により多くの新知見を蓄積してきた。今後、分類学分野では、すでに判明した多くの海産底生性魚類の未記載種や初記録種を報告するとともに、再検討が必要な分類群について取り組む。また、高知県を中心とする魚類相調査を継続し、本学魚類標本コレクションの整備と充実に努め、魚類の自然史研究への利用と地域の自然史博物館の役割を担う。比較形態学分野では、魚類の感覚器官のひとつである側線神経系や表在管丘の分布パターンについて、とくにハゼ亜目の近縁群とされるテンジクダイ科魚類を中心に、多様な環境に生息する分類群を扱い、魚類の系統や形態の進化解明のための知見をさらに蓄積することを目指す。

課題 C:「海洋の脅威」関連

本プロジェクトでは「海洋の脅威」の解明をめざし、南海トラフにおけるプレート間巨大地震やベンガル湾に起因する熱帯降水システムの研究を進めてきた。これから、その発生がより切迫してゆく南海トラフ地震に向けて、フィリピン海プレートの沈み込み過程を明らかにすることを目的とした、周辺地域における地殻変動の観測とプレート運動の解析を進めていく。また、過去の南海トラフ地震による津波の履歴を明らかにするとともに、その成果を今後の減災にどのようにつなげるのかを考えたい。さらに、近年より突発的で局地的になっていると言われている豪雨も、今後より大きな「脅威」となることが予想される。世界最多雨地域であるベンガル湾沿岸地域の降水メカニズムを解明するとともに、土佐湾沿岸地域である高知における豪雨システムの理解をめざしたい。

海洋無脊椎生物に存在するD-アミノ酸合成酵素の構造及び機能の進化

● 宇田 幸司（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

アミノ酸には、L体とD体の二種類の鏡像異性体が存在しているが、動物の生体内にはL体のアミノ酸のみ存在し、D体のアミノ酸(D-アミノ酸)は生体内には存在しない非生体型のアミノ酸であると考えられてきた。

しかし、1980年代以降、光学分割技術の発達により、動物の生体内にも遊離のD-アミノ酸が存在することが明らかになり、その存在と、生理的な役割の解明に多くの研究者が取り組むようになった。

特に、海洋性の軟体動物や節足動物では遊離のD-アラニンやD-アスパラギン酸が浸透圧調整物質等として機能する事が報告されている。また、我々は海洋性環形動物のケヤリにD-アルギニンが存在すること、ATPのリン酸基をD-アルギニンに転移し、D-アルギニンリン酸を合成することのできる特殊なアルギニンキナーゼが存在することを明らかにした。そして、動物界において、初めてD-アルギニンが存在すること、その生理的機能がATPのリン酸基の貯蔵であることを報告している。

さらに、これらの遊離D-アミノ酸は対応するL-アミノ酸から異性化酵素（アミノ酸ラセマーゼ）により生合成されることも明らかとなり、アラニンラセマーゼが軟体、節足動物から、アスパラギン酸ラセマーゼが軟体、節足、脊椎動物から、セリンラセマーゼが節足、脊椎動物から報告されている。しかしながら、これまでのD-アミノ酸及びその代謝酵素に関する研究は一部の動物種についてのみ行われ、動物界全体における広範囲な解析は行われていないのが現状である。

本研究では、海洋に生息する無脊椎動物を中心に様々な生物からのアミノ酸ラセマーゼ遺伝子の単離とその機能解析を行った。

2. 研究結果

(1) 成果

本年度は、海洋無脊椎動物である刺胞動物門ハイマツミドリイシ、軟体動物門マガキ、節足動物門ウシエビから単離したセリンラセマーゼ及びアスパラギン酸ラセマーゼについて、その構造と機能の進化について研究を進めた。その結果、これらの生物から単離されたセリンラセマーゼ及びアスパラギン酸ラセマーゼは同じ祖先型遺伝子から進化しており、セリン/アスパラギン酸ラセマーゼファミリーを形成することが分子系統解析から明らかとなった。

また、アミノ酸配列アライメント解析と、アミノ酸置換変異体を用いた解析によって、セリンラセマーゼとアスパラギン酸ラセマーゼのそれぞれの基質認識に150-152番目のアミノ酸残基が密接に関与することが明らかとなった。

(2) 問題点等

本研究では、様々な海洋無脊椎動物において、セリンラセマーゼ及びアスパラギン酸ラセマーゼ遺伝子が存在することを明らかにした。しかし、これらの遺伝子が見つかった生物の生体内で実際にラセマーゼ遺伝子が機能し、D-アミノ酸が合成されているかどうかは確認されておらず、遺伝子発現の確認及びD-アミノ酸の有無の確認を行う必要がある。

3. 今後の展望

今後は、セリンラセマーゼ及びアスパラギン酸ラセマーゼ遺伝子が単離されたマガキ、ハイマツミドリイシ、ウシエビの各生物種について、生体内D-アミノ酸の有無を確認したい。また、D-アミノ酸が確認できた場合には、その生理機能についても明らかにしていく予定である。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Uda K, Abe K, Dehara Y, Mizobata K, Sogawa N, Akagi Y, Saigan M, Radkov AD, Moe LA. (2015) Distribution and evolution of the serine/aspartate racemase family in invertebrates. *Amino Acids*, in press.

Chouno K, Yano D, Uda K, Fujita T, Iwasaki N, Suzuki T. (2015) Arginine kinases from the marine feather star *Tropiometra afra* macrodiscus: The first finding of a prenylation signal sequence in metazoan phosphagen kinases. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol*. 187:55-61.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

溝端キリコ, 出原陽子, 安部啓太, 宇田幸司, マガキ・アスパラギン酸ラセマーゼ及びセリンラセマーゼの基質特異性の改変, 第11回D-アミノ酸学会学術講演会, 2015年8月25日, 長岡市

宇田幸司, 石塚直樹, セリン /アスパラギン酸ラセマーゼ遺伝子の分布と進化, 第11回D-アミノ酸学会学術講演会, 2015年8月25日, 長岡市

出原陽子, 溝端キリコ, 安部啓太, 宇田幸司, セリンラセマーゼ及びアスパラギン酸ラセマーゼの基質特異性に関するアミノ酸残基, BMB2015 (第38回日本分子生物学会年会、第88回日本生化学会大会合同大会), 2015年12月1日, 神戸市

溝端キリコ, 宇田幸司, マガキ(*Crassostrea gigas*)に存在するD-アミノ酸代謝酵素, 第108回土佐生物学会, 2015年12月12日, 高知市

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

「平成28年度科学研究費補助金」基盤研究(C)
代表 1820千円 (直接経費: 1400千円, 間接経費: 420千円)

(8) その他

群体ホヤにおける生殖細胞形成機構の解明

● 砂長 毅 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

生殖細胞(卵,精子)はあらゆる動物に共通して種の維持に必須の細胞である。一方で,生殖細胞をつくりだす過程は,種ごとの生殖戦略を反映し,精巧に修飾されている。海産無脊椎動物の「群体ホヤ」は,生殖細胞を必要としない無性生殖による増殖も可能であり,それ故に,有性生殖のみで増殖するマウスやショウジョウバエといったモデル生物とは異なるユニークな生殖細胞形成様式をみせる。

私は,群体ホヤにおける生殖細胞の発生・分化機構を明らかにし,そこから,動物の生殖細胞形成機構における普遍性と多様性を議論したい。そのために,本研究では,群体ホヤの生殖細胞形成に関わる遺伝子の単離とその発現および機能を調べることを目的とした。

2. 研究結果

(1) 成果

過年度,本プロジェクトから一部支援をうけて,ミダレキクイタボヤ群体における生殖細胞形成に関与する遺伝子群のスクリーニングを実施した。本年度は,そのスクリーニングで見つかった6個の遺伝子(*Sjoegren syndrome nuclear autoantigen 1*, *Ribophorin II*, *Bre1a*, *GF22784*, *Y box protein 1/2/3*, *5' nucleotidase 3A*)に注目し,siRNAを用いて,それぞれの遺伝子の機能を阻害し,生殖腺および生殖細胞形成に対する影響を調べた。

その結果,*Sjoegren syndrome nuclear autoantigen 1(SSNA1)*, *Ribophorin II*, *GF22784*, *5' nucleotidase 3A*の機能を阻害した群体で,生殖細胞形成に影響が見られた。*SSNA1*を阻害すると,一個虫あたりに形成される精巣の数がコントロール群体の半分以下になり,芽体をもつ卵母細胞の数および大きさが大幅に減少した。*Ribophorin II*を阻害した群体では,精巣の形成が観察されず,卵母細胞の数および大きさは共にコントロールの3分の1

程度であった。*GF22784*の阻害により,ほとんどの個虫で精巣が形成されなかった。芽体をもつ卵母細胞の数はコントロールの3分の2に減少し,その大きさは半分以下であった。*5' nucleotidase 3A*を阻害した群体では,一個虫あたりに形成される精巣の数が4分の1に減少した。卵母細胞の数を比較すると差はなかったが,その大きさは小さいものが半数を占めていた。これらの結果から,機能阻害による大きな影響が見られた4個の遺伝子は,ミダレキクイタボヤの生殖細胞形成に必須であることが示唆される。

*SSNA1*のHedgehogシグナリングへの関与を推測し,*hedgehog*の下流遺伝子である*Gli3*の発現量の変化をqRT-PCRによって調べた。*SSNA1*をノックダウンすると,*Gli3*の発現量が約1割低下し,*Gli3*の標的遺伝子である*myc*の発現量が1.4倍に上昇した。また生殖系列幹細胞マーカーである*nanos*, *piwi*の発現量はコントロール群体の約半分に減少していた。アポトーシス遺伝子である*caspase-8*, *caspase-9*, *BAX*の発現量はいずれも上昇していなかった。これらの結果から,*SSNA1*の機能阻害による表現型は,*nanos*, *piwi*の発現量の大幅な低下により引き起こされたことが示唆される。

*Ribophorin II*は糖転移酵素複合体の構成因子である。*Ribophorin II*のノックダウンにより,生殖系列幹細胞マーカーの発現量は減少しなかったのに対し,アポトーシスマーカーの発現量が上昇した。このことから,*Ribophorin II*の機能阻害は生殖系列幹細胞の分化および維持には影響せず,生殖系列前駆細胞以降の分化過程において,生殖細胞の生存に関わる重要な役割をもつことが示唆される。

*BRE1A*は,ヒストンH2Bのモノユビキチン化を実行するBRE1複合体の構成因子である。生殖系列幹細胞における*myc*の発現は,BRE1複合体によってエピジェネティックに制御されていると仮説を立て,クロマチン免疫沈降法を用いて検

証した。その結果、ヒストン H2B モノユビキチン化の影響を受ける遺伝子に *myc* が存在することが明らかになった。また、*Brel* の機能阻害により *myc* の発現量がわずかに上昇した。以上より、*Brel* はミダレキクイタボヤの生殖細胞の分化制御機構の一端を担っている可能性がある。

(2) 問題点等

遺伝子の機能阻害をした結果、精巣形成に大きな影響が現れた。しかし、阻害した遺伝子の mRNA がもともと精巣で観察されない例があった。遺伝子機能阻害がどのようなメカニズムで精巣形成の異常につながったか、さらに詳細な解析が必要である。

3. 今後の展望

生殖細胞形成に関与する遺伝子群のスクリーニングが終了し、本年度から本格的に、個々の遺伝子の発現および機能解析が進んでいる。これにより、生殖細胞形成の分子メカニズムについて種を超えた普遍的なルールおよび群体ホヤ独特の分子機構が具体的に明らかになるものと期待できる。

4. 業績リスト

- (1) 学術論文
- (2) 紀要
- (3) 報告書
- (4) 学会発表

大月恵・川村和夫・砂長毅, 群体ホヤにおける生殖細胞形成関連遺伝群の発現・機能解析, 日本動物学会 86 回大会, 新潟市, 2015

川村和夫・湯浅創・砂長毅, ヒストンメチル化はなぜホヤミトコンドリアを活性化できるのか, 日本動物学会 86 回大会, 新潟市, 2015

白江(倉林)麻貴・砂長毅・澤田均, 腸性目の単体ホヤと群体ホヤにおける生殖細胞形成の比較解析, 日本動物学会 86 回大会, 新潟市, 2015

大月恵・川村和夫・砂長毅, 群体ホヤにおける生殖細胞形成関連遺伝群の発現・機能解析, 土佐生物学会例会, 高知市, 2015

- (5) セミナー等の開催
- (6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

日本科学財団平成 27 年度笹川科学研究助成
大月恵(大学院生) 砂長指導学生 660 千円

(8) その他

高知県の魚類相の解明および魚類の分類学的研究

- 遠藤 広光 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

分類学的手法により、高知県を中心として沿岸から深海まで、日本の魚類相と世界の魚類の種多様性解明に貢献することを目的とする。

2. 研究結果

(1) 成果

今年度出版した論文は、タラ目ソコダラ科の新種のオグロスジダラ、日本初記録のクロボウズダラ、ネズミダラ属の1種 (*Nezumia infranudis*) の再記載とインド洋からの初記録、トウジン属のミヤコヒゲとズナガソコダラのシノニムに関する論文の計4編、エイ目2科の記録と識別形質に関する2編、アシロ科の稀種クロソデアシロの日本初記録、そしてスズキ目アカタチ科の新種オオソコアマダイである。また、分担執筆したインド洋南西部海山の魚類図鑑が年度内に刊行予定となった。現在投稿中の新種(ソコダラ科ホカケダラ属)と日本初記録(セキトリイワシ科 *Conocara*, ホカケダラ属, トラギス属, ミナミイカナゴ属)に関する計4編があり、ワニギス属2種の日本初記録や高知県沖の島の魚類リスト、イトギンボ属の新種は準備中である。今年度の研究では、日本産以外の種を含めて、未記載種と思われる10種以上や日本初記録3種を新たに確認した。

(2) 問題点等

標本コレクションの維持管理、標本棚の地震対策、データベース整備に関しての予算がないため、今後獲得する必要がある。しかし、地震対策は研究費からの支出が難しい。

3. 今後の展望

本年度も学生や大学院生、他の研究者との共同研究により、多くの海産魚の分類に関する新知見が得られた。野外での魚類採集や標本コレクションの整備とともに、継続して成果を論文化し、南

日本の魚類相と魚類の種多様性の解明に貢献したい。申請中の科学研究費補助金のプロジェクトや他のプロジェクト研究へも参加予定である。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- Endo, H., Y.-C. Liao and K. Matsuura. 2015. *Owstonia kamoharai* (Perciformes: Cepolidae), a new bandfish from Japan. *Ichthyological Research*, (2016) 63: 31–38. DOI 10.1007/s10228-015-0468-5 (online 2015/04/18)
- 三澤 遼・遠藤広光・甲斐嘉晃. 2015. 若狭湾におけるアカエイ科カラスエイ *Pteroplatytrygon violacea* の記録. 日本生物地理学会会報. 70:231–237.
- Nakayama, N., H. Endo and W. Schwarzhans. 2015a. A new grenadier of the genus *Hymenocephalus* from Tosa Bay, southern Japan (Actinopterygii: Gadiformes: Macrouridae). *Ichthyological Research*, 62: 504–511. DOI 10.1007/s10228-015-0464-9 (online 2015/03/22)
- Nakayama, N. and H. Endo. 2015. Redescription of *Nezumia infranudis* (Gilbert & Hubbs, 1920), with the first record of the species from the Eastern Indian Ocean. *Marine Biology Research*. DOI 10.1080/17451000.2015.1064962 (online 2015/09/30)
- Nakayama, N., M. Matsunuma and H. Endo. 2015b. Redescription of *Coelorinchus tokiensis* (Steindachner and Döderlein, 1887) (Actinopterygii: Gadiformes: Macrouridae), with comments on its synonymy. *Ichthyological Research*. DOI 10.1007/s10228-015-0493-4 (online 2015/10/01)
- Nakayama, N., H. Endo and K. Uchikawa. 2015c. First record of the midwater grenadier, *Odontomacrus murrayi* (Actinopterygii: Gadiformes: Macrouridae) from the northwestern

Pacific off Japan. Species Diversity, 20: 135–139.

Ohashi, S. and H. Endo. 2015. First record of a rare cusk eel, *Epetriodus freddyi*, from the Northern Hemisphere (Actinopterygii: Ophidiiformes: Ophidiidae). Species Diversity, 20: 23–27.

(2) 紀要

(3) 報告書

三澤 遼・遠藤広光. 2015. 日本産ガンギエイ科 テングエイ属 3 種の識別形質. 板鰓類研究会報, (51): 10–16.

(4) 学会発表

内藤大河・遠藤広光. 南シナ海から採集されたウシノシタ科イヌノシタ属の 1 未記載種 (2015 年度, 第 48 回) 日本魚類学会年会, 奈良市 (近畿大学農学部, 9/6-7) *ポスター

三澤 遼・遠藤広光. ガンギエイ科コモンカスベにみられる色彩と外部形態の差異 (2015 年度, 第 48 回) 日本魚類学会年会, 奈良市 (近畿大学農学部, 9/6-7) *ポスター

松浦啓一・瀬能 宏・本村浩之・遠藤広光・栗岩 薫・千葉 悟. 南日本の沿岸性魚類の戦略的調査と魚類データベースが展望する動物地理学の新たな地平 (2015 年度 (第 48 回) 日本魚類学会年会, 奈良市 (近畿大学農学部, 9/6-7)

*口頭発表

水町海斗・遠藤広光・Martin van Oijen. 日本産アシロ科イタチウオ属魚類の分類学的研究 (2015 年度 (第 48 回) 日本魚類学会年会, 奈良市 (近畿大学農学部, 9/6-7) *口頭発表

森智奈美・遠藤広光. 日本産イシヨウジ (*Corythoichthys haematopterus*) の分類学的再検討. 第 108 回土佐生物学会, 2015 年 12 月 12 日, 理学部情報科学棟 1 階共通講義室 4, 口頭発表

山本祥代・遠藤広光. 日本産ソコイワシ科魚類の分類学的研究. 第 108 回土佐生物学会, 2015 年 12 月 12 日, 理学部情報科学棟 1 階共通講義室 4, 口頭発表

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

- 1) 日本魚類学会評議委員, 編集委員, 学会賞選考委員, 50 周年記念事業実行委員会委員
- 2) 高知県レッドデータブック (動物編) 改訂委員会, 汽水・淡水産魚類分科会委員 (高知県)
- 3) インド洋西南部公海海山域の魚類図鑑編集委員 (水産総合研究センター開発調査センター)

4) 新足摺海洋館基本計画アドバイザー一会議委員 (高知県)

(7) 外部資金

(8) その他

1) 著書

遠藤広光. 2016. ソコダラ科, カクレウオ科, フサアンコウ科. 松浦啓一・星野浩一 (編), pp.38–41, 44–47. インド洋南西部公海海山域の魚類 (Fishes collected from submarine ridges in the western South Indian Ocean). 国立研究開発法人水産総合研究センター開発調査センター, 横浜. xiv+128 pp.(和文・英文併記) *2016年3月出版

2) 一般向け図鑑での分類学的成果紹介

下記の子供向けの魚類図鑑*において, 2010 年以降に新種記載した魚類 11 種が「日本で最近発見された新種 (p. 12–15)」として紹介された: ツマグロミミズアナゴ, マチダウミヘビ, シシガシラウミヘビ, ツマリニギス, コタカニギス, シノハラヒゲ, アカマダラフサカサゴ, ミマセハリゴチ, クレナイトゲメギス, ヤイトアゴアマダイ, エラブスミヤキ (紹介された 67 種のうちの 11 種).

*本村浩之, 監. 2015. 学研の図鑑ライブ 魚. 学研教育出版, 東京. (2015 年 7 月 10 日出版)

分類学的形質としての側線系の再評価

● 佐々木邦夫（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

魚類の分類学的研究において、水流などの機械的刺激を受容する器官である側線系は古くから観察され、分類学的形質として利用されてきた。しかし、その観察は外部形態に留まり、各分類群における神経支配の様式は不明である。私は側線系を支配する神経系（側線神経系）を観察し、分類群間における側線系構成要素の相同性を明らかにするとともに、側線系の分類学的形質としての有効性を再評価する目的で研究をしている。観察の対象とする分類群には軟骨魚類と硬骨魚類全般を含む。発生生物学の分野で使用されてきた生体蛍光染色法を改良し、様々な分類群で表在感丘の存在を確認し、その分布パターンを明らかにするとともに、その神経支配についての知見を集積しつつある。高知県は多様な陸水および海洋の魚類相を誇り、標本の入手には絶好で、地の利を活かした取り組みである。

2. 研究結果

(1) 成果

本年度はカラシン目カラシン科 *Astyanax mexicanus* の側線系とその神経支配に関する論文(Sumi et al. 2015)を発表した。以下に概要を記す（図参照）。

Astyanax mexicanus には暗黒環境に生息する地下（洞窟）タイプと地表に生息する地上タイプが含まれる。前者では眼が退化しているが、後者では眼が発達する。両タイプ間で側線系とその神経支配を比較した。両タイプにおいて表在感丘が

体の全域と尾鰭に出現した。頭部と尾鰭では表在感丘が地下タイプではそれぞれ831個と511個であるのに対し、地上タイプではそれぞれ531個と251個であり、前者が多かった。一方、躯幹部においては前者では1305個、後者では2125個であり、逆の関係であった。地下タイプでは表在感丘が頬と下顎に密に分布し、それらを支配する下顎神経枝も顕著に分岐し、地上タイプにはない主要な枝が追加されていた。両タイプともに、躯幹部の表在感丘は中央側線神経から発した多数（おおむね側線鱗数と合致）の背側枝と腹側枝によって支配されていた。両タイプにおいて、眼下管と躯幹部側線管の管器感丘は表在感丘を伴わない神経枝によって支配されていた。したがって、各側線鱗は1個の管器感丘をおさめるのみであった。この側線鱗の特徴はカラシン科魚類に共通すると考

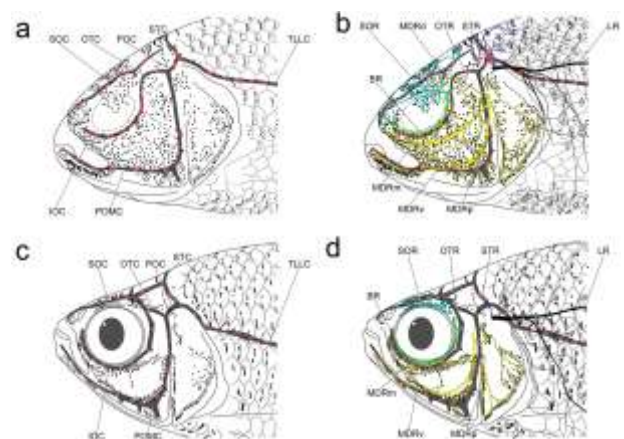


図 *Astyanax mexicanus* の地下タイプ(a, b)と地上タイプ(c, d)。赤点は管器感丘、黒点は表在感丘。bとdは神経支配。地下タイプは「ブラインドケーブフィッシュ」として市販。地上タイプから地下タイプへの移行は数回にわたり平行して生じたい。図はSumi et al. (2015)による。

えられ、同様に骨鰾類に含まれるコイ科魚類とは明確な対比をなした（後者では各側線鱗に1列の表在感丘がある）。

（2）問題点等

国外国外に分布する種を生きたまま入手するため、水族館などとの連携を現在以上に強化する必要がある。

3. 今後の展望

ハゼ亜目（スズキ目）4科23属の側線神経系を細部にわたって観察したモノグラフの原稿はほぼ完成し、英文の校閲も終了した。近く投稿の予定である。ハゼ亜目魚類の姉妹群とされるテンジクダイ科魚類の観察もすでに開始しており、2種についてはすでにデータが得られている。表層で餌をとる魚類（いわゆるsurface feeders）についても、適応形態の観点から検討したい。さらに、カレイ目を含むより多くの分類群で観察を進め、側線系の分類学的形質としての有効性をさらに明らかにするとともに、魚類の系統進化の解明に役立てたい。

4. 業績リスト

（1）学術論文

Sumi K., Asaoka R., Nakae M. & Sasaki K. (2015)

Innervation of the lateral line system in *Astyanax mexicanus* (Characidae) and comparisons with the eyed surface-dwelling form. *Ichthyol. Res.*, 62(4): 420–430.

（2）紀要

（3）報告書

（4）学会発表

フィリピン海プレート北端部の運動モデルの構築

● 田部井 隆雄（自然科学系理学部門）

1. 研究目的

西南日本および中部日本の下には南海・駿河トラフを境としてフィリピン海プレート(PH)が沈み込み、周期的に南海、東南海などの巨大地震を発生させている。次の地震の準備過程を把握することは、地震災害軽減にとって必須の作業である。それには本州弧に対するPHの相対運動を直接計測し運動モデルを構築することが最重要であるが、PHの大部分は海底下にあり、プレート境界よりはるか遠方の陸側データから推定するしかない。PH沈み込みに関連する特異な現象が進行していると推定されるにも関わらず、海域の存在により国土地理院全国GNSS*連続観測点の分布が不十分な地域が存在する。その中から以下の地域を選択して集中的なGPS観測を実施し、PH北端部の運動モデルを構築する作業を行っている。それらの地域とは、図1に示す(A)銭洲海嶺に沿って新たな沈み込み境界が形成されつつある銭洲・神津島地域、(B)上盤プレート内に発達した横ずれ断層である中央構造線の北傾斜延長部にあたる燧灘、(C)巨大地震発生域の深部延長で間欠的に非地震性スロースリップが発生している豊後水道、である。

(*GNSS/Global Navigation Satellite System : GPSを含む全球測位衛星システムの総称)

2. 研究結果

(1) 成果

(A)地域での反復臨時GPS観測を1995年より実施している。神津島を基点に、備船により南西に約40km離れた銭洲岩礁に上陸し、岩礁位置の経年変化を追跡している。銭洲岩礁の変位はPH本体部の運動より有意に偏向しており、伊豆半島のブロック運動にほぼ一致する。他の地球物理観測結果も合わせると、銭洲の南側に新たなプレート沈み込み境界が形成されつつあることを示唆している(平成22年度、24年度、25年度報告書)。

(B)地域での観測は2010年に開始された。燧灘

上の伊吹島と魚島、および今治の3点においてGPS連続を実施している。中央構造線をはさんで年間5-10mmの広域の相対ブロック運動が確認できるが、北傾斜した断層面上部が深さ15km程度まで強く固着していることから、断層の北側に幅10-20kmのシアゾーンが形成されている(平成23年度、26年度報告書)。

(C)地域の豊後水道の下では、沈み込んだPHの境界面は深さ25-35kmに達する。南海地震の主破壊域は深さ25kmより浅部で、深さ40km以深では定常すべりが進行してひずみが蓄積されないと考えられるため、豊後水道はプレート沈み込みの遷移帯に相当する。ここでは6-7年間隔で、約1年間をかけてスロースリップが発生することが知られており、次の発生は2016年頃と予想されている。スロースリップ活動は主破壊域の固着状態を反映する鏡として、巨大地震の監視対象地域として注目を集めている。そこで九州大学、京都大学、神戸大学と共同で2014年に観測を開始した。豊後水道を挟んで四国側の1点、九州側の2点、海上の日振島と水ノ子島の計5点で連続GPS観測を実施している。一例として、日振島における2014年8月以降の座標時系列を図2に示す。西北西方向へ年間約23mmの速度で変位しているが、四国から九州へ至る変位速度と変位方向の変化パターンと非常によく一致する。

過去に発生したスロースリップは、約1年をかけて地表の観測点を通常とは逆向きに数cm変位させた。現在の観測体制は、これを確実に検出できる精度を有している。

陸上の稠密GPSデータから南海トラフの主破壊域の固着状態を直接推定する作業は継続して実施しており、(A)-(C)の地域の重点観測を合わせて、PH沈み込み過程の全貌を明らかにしたい。

(2) 問題点等

一概にPH北端部といっても、図1に示すように研究対象地域は複数かつ遠隔地に位置してい

る。加えて、変動の時間的進行が一定ではなく、つねに監視を継続する必要がある。時間、経費、マンパワーをいかに確保するかが重要である。

3. 今後の展望

プレート沈み込み過程の理解にスロースリップのメカニズム解明は非常に重要であり、科研費・新学術領域研究「スロー地震学」の申請に参加するに至った。計画が実現すれば、(C)地域の観測は大幅に拡充される予定である(2月末時点でヒアリング対象まで決定)。 (B)地域の観測は今後も独自に継続可能である。一方、(A)地域の観測には多額の備船費と十分な待機時間が必要であり、近年は観測実施が困難になっている。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Tabei, T., Kimata, F., Ito, T., Gunawan, E., Tsutsumi, H., Ohta, Y., Yamashina, T., Soeda, Y., Ismail, N., Nurdin, I., Sugiyanto, D., Meliano, I., Geodetic and geomorphic evaluations of earthquake potential of the northern Sumatran fault, Indonesia, International Association of Geodesy Symposia, Vol.145, 1-8, doi:10.1007/1345_2015_200, 2015.

三宅寿英, 田部井隆雄, 加藤照之, 寺田幸博, GPS 単独精密変動検出法 PVD の実用化研究, 測地学会誌, 64 巻 2 号, 57-67, 2015.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

塩見雅彦, 田部井隆雄, 大倉敬宏, 木股文昭, 伊藤武男, フィリピン・ミンダナオ島におけるプレート収束過程と地殻ブロック運動, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 5/25/2015, 千葉市.

堤 浩之, 副田宜男, Ismail, N., 田部井隆雄, スマトラ断層北端部の変位地形・活動履歴・クリープ変位, 日本地質学会第 122 年学術大会, 9/12/2015, 長野市.

塩見雅彦, 田部井隆雄, 大久保慎人, 伊藤武男, 西南日本におけるプレート間固着, ブロック運動, 中央構造線の固着分布の同時推定, 日本地震学会 2015 年度秋季大会, 10/26/2015, 神戸市.

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

日本測地学会評議員・海外渡航旅費助成審査委員会委員長, 日本地震学会代議員, 東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会委員, 京都大学防災研究所地震予知研究センター運営協議会委員, 国土交通省国土地理院研究評価委員会委員

南海地震と防災に関する講演 7 件 (6/9, 宿毛市 2 件; 6/23, 四万十市; 7/9, 四万十町; 8/3, 高知市; 10/24, 黒潮町; 1/15, 高知市)

(7) 外部資金

「平成 27 年度科学研究費助成事業」基盤研究(B)

代表 1,400 千円(直接経費) 420 千円(間接経費)

「受託研究」災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画

分担 410 千円(直接経費のみ)

(8) その他

著書

田部井隆雄, プレート沈み込み領域の地殻変動, 日本地質学会編「日本地方地質誌 7. 四国地方」, 朝倉書店, 580-586, 2016.

(ISBN978-4-254-16787-0 C3344)

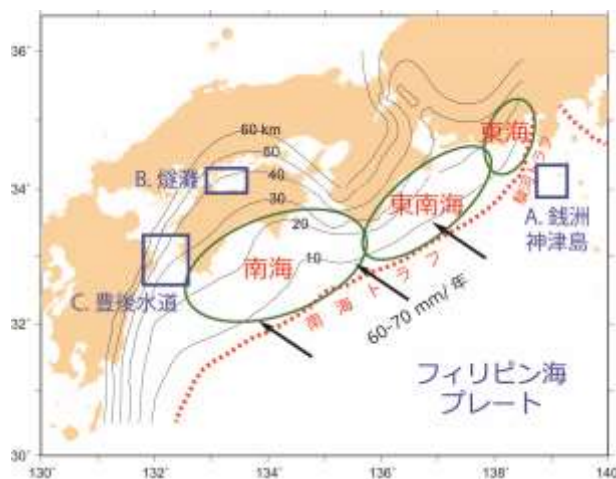


図1. 本州弧に沈み込むフィリピン海プレート。図中の数字はプレートの進行速度 (mm/年), 沈み込んだプレートの上面の深度 (km) を表す。

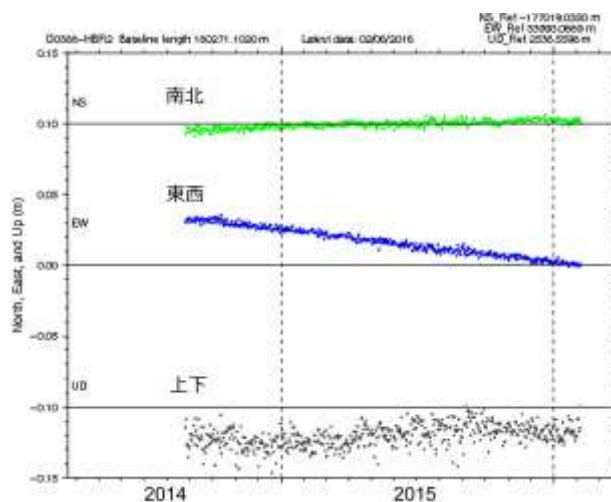


図2. 2014年8月以降の日振島(豊後水道)における観測点変位。

津波堆積物からみた南海地震の履歴 ー 津波堆積物試料の保存の試みー

● 松岡 裕美 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

地震は同じような場所で繰り返し発生するが、その繰り返しは数十年から数百年といわれており、人類の持つ観測データに比べて非常に長い。そこで、地震を知るためには、現在の情報だけでなく過去の情報を得ることが重要になる。私たちは過去数千年程度の地震履歴を明らかにするために、南海トラフ沿岸域の湖沼に残された津波の痕跡を調査し解読することを試みてきた。本プロジェクトではこれまでに高知県宿毛市の西片島貯水池、徳島県阿南市針町の池、徳島県海陽町穴喰の池などで調査を行ってきた。しかしながら、良好な過去の津波記録を発見することはできなかつた。あらたな地点で津波堆積物の調査を行うことは予算的に困難であることから、津波堆積物の調査と同時に、これまでに得られた試料の有効保存も試みた。

私たちは採取した試料は、一部を除いて研究のための保存はしない。冷蔵、冷凍、いずれの場合も分析に必要な状態で試料を保存することは難しく、またいずれも膨大な電気と場所と管理のための手間を必要とする。必要な時にまた採取した方が低コストで精度の高い研究が可能である。しかしながら、近年ではマスコミや博物館などの要望に答えるために、ある程度の試料を保存する必要がでてきた。津波堆積物の研究は、研究そのものだけでなく、その成果の広報活動も不可欠である。これまで各種マスコミをはじめ、三重県立熊野古道センター、徳島県立博物館における津波堆積物の特別展示などに協力してきた。今後の防災や各種講座等において、実際に目で見ることのできる津波堆積物は需要があり、試料の有効な保存方法を検討することが必要である。

2. 研究結果

(1) 成果

堆積物試料の保存方法としては、(1) 剥ぎ取りと RP-A 剤を用いた乾燥保管、(2) RP-K 剤を用いた冷蔵保存 の 2 種類の方法を使用している。いずれも文化財の保存のために開発された手法をコア堆積物試料に応用したものであり、RP 剤と呼ばれる脱酸素剤を利用して無酸

素状態で保管するものである。南海トラフ沿岸の主要な池について、各々数本の試料の冷蔵保存と剥ぎ取り保存を順次進め、またその管理を行っている。

今年度、保存試料は和歌山県立紀伊風土記の丘において 9 月から 11 月に開催された特別展「紀伊の地、大いに震う～考古学から南海地震を追う～」で使用された(図 1)。現在、大分県佐伯市の米水津龍神池において市教育委員会による小規模な資料館の整備が計画されており、そこでの展示も準備中である。

また、津波堆積物の研究成果が H28 年度の啓林館中学校 1 年生理科教科書において紹介され、冷蔵保存中の試料の写真が掲載されることになった。これは出版社からの、「津波堆積物を指し示している写真が欲しい」という要望に応じて新たに撮影したもので、保存試料がその役割を果たした。

さらに、津波堆積物の試料に加え、田沢湖で採取した湖底試料も保存及び公開を試みている。秋田県仙北市に位置する田沢湖は、水深 423m の日本で一番深い湖である。田沢湖にクニマスが再び生息できる環境を目指す秋田県と仙北市のプロジェクトの一環として、27～28 年度の予定で仙北市や秋田大学などと共同研究を行っている。この研究では古環境の変遷を明らかにすることを目的に湖底から堆積物を採取したが、この湖底試料を仙北市が計画している田沢湖の博物館に展示するため、剥ぎ取り試料を作製した。

(2) 問題点等

長期保管を目指しているが、実際にどの程度の期間保管可能なのか、明らかではない。今後メンテナンスを継続しながら、経過を観察したい。

3. 今後の展望

南海トラフ沿いの湖沼における津波堆積物の研究は、四国周辺の主要な部分についてはひとまず完了しつつある。しかしながら、研究成果の広報ということについては、これから次の南海地震までが「本番」であり、これらの成果物を有効に使用したい。

4. 業績リスト

- (1) 学術論文
- (2) 紀要
- (3) 報告書
- (4) 学会発表

岡村眞, 松岡裕美, 都築充雄, 虎谷健司, 紀伊半島東岸の芦浜池と座佐池における堆積物からみた津波履歴, 地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉.

佐藤善輝, 松岡裕美, 岡村眞, 鹿島薫, 浜名湖湖底堆積物の珪藻化石群集から推定された完新世後期の湖水環境変遷, 地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉.

Okamura, M., Matsuoka, H., Toraya, K. and Tsuzuki, M., Large Nankai Trough earthquake and tsunami found in lacustrine deposits through late Holocene-time along the western coast of Kii Peninsula, southwestern Japan, AGU 2015 Fall Meeting, Dec., 2015, San Francisco.

(5) セミナー等の開催

(6) 地域貢献活動

南海地震に関する講演 9 件 (5/29, 土佐市; 6/24, 禰原町; 6/29, 高知市; 7/13, 土佐清水市; 7/21, 安芸市; 10/19, 四万十市; 10/26, 土佐市; 11/29, 高知市; 2/26, 高知市)
教員免許更新講習講師 3 件 (8/24; 8/27; 11/7)

高知県関係審議会出席 3 件

JICA「総合防災行政」コース講師 1 件

(7) 外部資金

「平成 27 年度科学研究費助成事業」基盤研究 B、分担、500 千円 (直接経費) 150 千円 (間接経費)

「平成 27 年度科学研究費助成事業」基盤研究 C、分担、150 千円 (直接経費) 45 千円 (間接経費)

共同研究 (秋田県仙北市) 3,038 千円 (直接経費) 303 千円 (間接経費)

(8) その他

共同通信が配信した「伝える教訓を未来へ」という連載で津波堆積物の研究と減災への取り組みが紹介され、河北新報 (4月14日) 高知新聞 (5月8日) など各地の新聞に掲載された。



図 1.紀伊風土記の丘において展示された津波堆積物の剥ぎ取り標本(写真右端:紀伊風土記の丘ホームページより)。



図 2.教科書に掲載された保存堆積物の写真(中央右下:啓林館、平成 28 年度中学 1 年生理科教科書「未来へひろがるサイエンス」より)



図 3. 田沢湖湖底堆積物の剥ぎ取り試料(長さ 230cm。下部の白い袋が脱酸素剤)。

インド北東部メガラヤ州にある世界最多雨地域の多雨の原因と予測可能性

● 村田 文絵 (自然科学系理学部門)

1. 研究目的

インド北東部・メガラヤ州にあるチェラプンジは、月降水量より長い時間スケールで降水量極値をもつ。この地域の多雨は下流のバングラデシュに大洪水をもたらすという点で社会的影響が大きい。本研究では1902~2005年の日降水量データから活発期を決定し、チェラプンジに多雨をもたらす気象場を理解することを目的とする。

本研究では解析期間の日毎のデータを年毎に平均した値に、15日移動平均を2回かけたものを気候値とする。チェラプンジの活発期は、気候値の1.5倍を超える雨量が観測された日を多雨日と定義し、この多雨日が連続する期間のうち総雨量が500mmを超える期間と定義した。活発期は1902~2005年の中で360事例、循環場の解析を行うことができるJRA55再解析データがある期間1958~2005年の中では149事例あった。またチェラプンジにおける活発期がアジア域にわたってどのような降水分布の特徴をもつか解析するためにAPHRODITE降水量データセットを用いる。

2. 研究結果

(1) 成果

図1は1958~2005年のAPHRODITEデータセットを用いたチェラプンジの活発期における気候値に対する降水量偏差を示す。暖色系がチェラプンジで活発期の時に雨が多い地域、寒色系がチェラプンジで活発期の時に雨が少ない地域を示す。インドでは、チェラプンジ活発期においてインド亜大陸中央部と西岸に沿った西ガーツ山脈で逆に普段より雨が少ない。この逆相関関係は昔から知られている。一方モンスーンアジア域全体をみると、このチェラプンジ活発期に雨が少ない地域は、フィリピン北部からインドシナ半島、インド亜大陸中央部と西ガーツ山脈、パキスタン南部にかけての10-20N帯にわたって分布していることがわかった。これは通常モンスーントラフが位置する地域に相当する。一方降水量が気候値より多い地域はそれらの南北に分布する。活発期の総雨量は年降水量と良い相関があり、活発期の雨量が年降水量の多少を決めている。総雨量の多

くは2000ミリ未満であるが、7-9日続いた活発期の中に3,500~5,000ミリの総雨量を観測した事例が3例あった。活発期の長さは3-14日、毎年あたりの活発期の数は1-9回である。図2に活発期の長さが3日と7日の、活発期第1日目における850hPaの流線関数と風の気候値からの偏差に対するコンポジットを示す。事例数は3日が21例、7日が9例あった。チェラプンジ活発期は流線関数の正の偏差、つまり高気圧偏差がベンガル湾上に位置した時に始まる。より多くの雨をもたらされる7日間続く活発期は、3日間で終わる活発期に比べて、ベンガル湾より西の南シナ海からフィリピンの東海上にわたって深い流線関数の正の偏差(高気圧偏差)がみられることがわかった。

以上の結果はチェラプンジに多雨をもたらす気象場が、10-20°N帯を西太平洋から西進する赤道ロスビー波による高気圧偏差によってモンスーントラフが弱化したことによって生じることを示す。また活発期が始まるタイミングは、この高気圧偏差がベンガル湾に到達する時であり、活発期が長引いて多雨をもたらす時は、高気圧偏差がベンガル湾だけでなく南シナ海から西太平洋にかけて広く分布する時である。

(2) 問題点等

以上の結果は、インド亜大陸北東部とバングラデシュの大洪水の予測ができる可能性を示す。しかし本研究は活発期のみ統計解析のため、予測可能性のさらなる調査のためには活発期以外も含めた解析や、個々の事例を吟味する必要がある。

3. 今後の展望

本研究の結果は、南シナ海から西太平洋にかけて高気圧偏差が形成されることがチェラプンジの多雨をもたらすことを示している。一方で、エルニーニョが発生してその後終息に向かう年の夏は南シナ海から西太平洋にかけて高気圧偏差が形成されるという研究がある(例えば Xie et al. 2016)。今年はその年に当たるため、春から夏にかけてこの地域の気象場の動向に注目していきたい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Endo, N., J. Matsumoto, T. Hayashi, T. Terao, F. Murata, M. Kiguchi, Y. Yamane and Md. S. Alam, 2015: Trends in precipitation characteristics in Bangladesh from 1950 to 2008, SOLA, 11, 113-117.

(2) 紀要

(3) 報告書

(4) 学会発表

村田文絵, 林泰一, 寺尾徹, 浅田晴久, H. J. Syiemlieh, S. A. Choudhury, 田部井隆雄, Rainfall variability at Cherrapunji, the extreme rainfall in the northeast India and floods in Bangladesh, AOGS, シンガポール, 2015年8月5日, 口頭発表.

村田文絵, 寺尾徹, 林泰一, 浅田晴久, 松本淳, H. J. Syiemlieh, 2015: インド・チェラプンジの雨の長期データ解析, 気象学会秋季大会(京都, 2015年10月28日), ポスター発表.

村田文絵, 寺尾徹, 藤波初木, 浅田晴久, 林泰一, 松本淳, H.J. Syiemlieh, 2016: Characteristics of active periods at Cherrapunji, the wettest place in the northeast India from 100 years data analysis, MAHASRI 国際会議(八王子, 2016年3月2日), ポスター発表.

(5) セミナー等の開催

GPS 講習会を開いた。

(6) 地域貢献活動

(7) 外部資金

(8)

「平成 26 年度科学研究費補助金」 基盤研究 S 分担 800 千円 (直接経費) 240 千円 (間接経費)

(9) その他

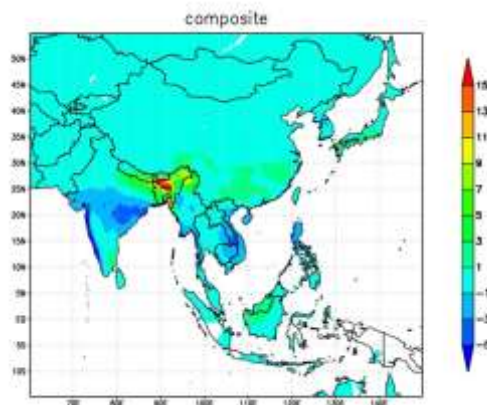


図1: APHRODITE降水量データセット (Yatagai et al. 2012) を用いたチェラプンジ活発期における気候値に対する降水量偏差。暖色系がチェラプンジ活発期に雨量が多くなる場所、寒色系がチェラプンジ活発期に雨量が減る場所を示す。最も赤い部分がチェラプンジのあるメガラヤ丘陵南部である。

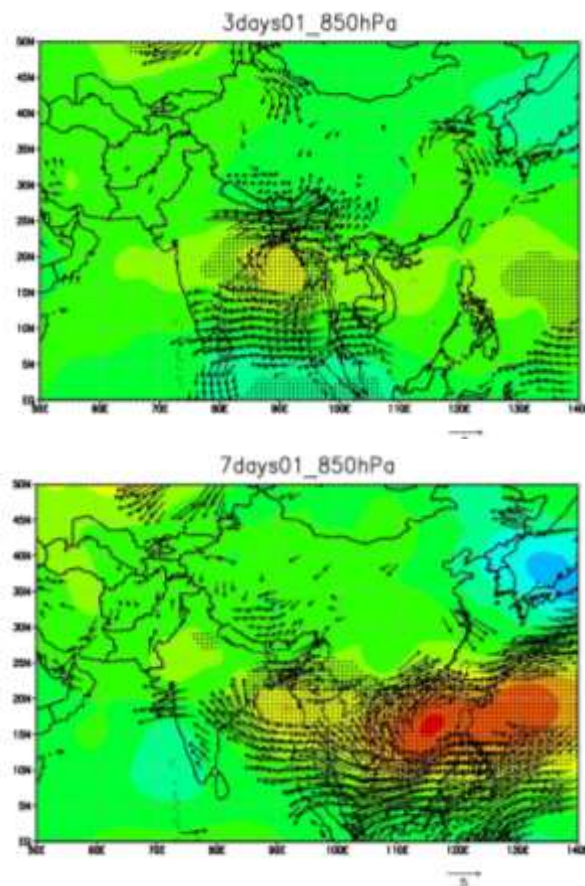


図2. JRA55再解析データセットを用いた850hPa面におけるチェラプンジ活発期第1日目の流線関数(暖色が高気圧循環, 寒色が低気圧循環)と風の偏差のコンポジット。(上)活発期の長さが3日, (下)活発期の長さが7日を示す。ハッチは有意水準5%で気候値に比べて流線関数に差がある地域を示す。

