

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H04579

研究課題名(和文)ペルー近海における外洋と沿岸の海洋力学リンクに関する学術調査

研究課題名(英文) Research survey on dynamical links between open ocean and the Peruvian coastal water properties.

研究代表者

増田 周平 (Masuda, Shuhei)

国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(海洋観測研究センター)・センター長

研究者番号：30358767

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,700,000円

研究成果の概要(和文)：沿岸海洋と外洋のつながりは、地域によって大きく異なる。外洋の効率的なモニタリングを発展させ、あるいは気候変動における外洋の沿岸への影響を同定するためにはこのつながりを解明する必要がある。本研究では、ペルーの沿岸域と外洋におけるこのつながりを検証するため2017年から2020年にかけて、沿岸部6カ所に水温ロガーを設置した。沿岸水温の変化は、月平均の偏差の値で見ると外洋の海面水温とよく相関しており、主要な変化はENSO現象と関連していることがわかった。より短い時間スケールでは、南緯5度を境に、周期80-120日の変動特性が明確に変化しており、赤道ケルビン波の一部をとらえている可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ペルーの沿岸と外洋のデータを比較し、その変動要素を分解することで、漁業をはじめとする社会活動が活発な沿岸域における気候変動の影響がほぼENSO現象で説明できることが分かり、ENSO予測の充実がペルー沿岸の海況予測に直結していることを明確にした。将来のモニタリングについては、本研究でノウハウを積んだ沿岸ロガー網が安価で効率的であると結論付け、ペルーの研究者に持続的な観測の継続を提案している。得られたペルー沿岸のロガーデータは海洋研究開発機構のサイトより一般に公開済みであり、様々な分野での応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：The link between the coastal ocean and the open sea varies greatly by region. This link needs to be elucidated in order to develop efficient monitoring of the open ocean or to identify the impact of the open ocean on the coastal region in a changing climate. In this study, water temperature loggers were installed at six coastal sites between 2017 and 2020 in Peru's coastal areas. It was found that changes in coastal water temperature, in terms of monthly mean anomalies, correlated well with SSTs in the open ocean, with the main changes associated with ENSO events. On shorter time scales, there was a clear change in the variability characteristics with a period of 80-120 days around 5° S, suggesting that some of the equatorial Kelvin waves may be captured.

研究分野：海洋物理

キーワード：海洋物理・陸水学 国際協力 海洋科学 気候変動

1. 研究開始当初の背景

海洋は数年から数十年規模の気候変動現象に主要な役割を果たしていることが知られている。これは、海洋と大気では貯熱量が大きく異なり、海洋が大気の約 1000 倍の熱を貯えているためであり、海洋の少しの変化が大気の大規模な変化を引き起こすこととなる。(もし海洋全体が 100 分の 1°C だけ冷たくなり、そのとき海洋が放出した熱が大気を温めるのに使われた場合、大気の温度は 10°C 上昇する。) 例えば近年自然災害等に関連してよく取り上げられるエルニーニョ現象では、東部熱帯太平洋域の海面水温が 2-3°C 上昇するだけで、大気の循環が大きく変わり、全球規模の異常気象が発生する。従って海洋の変動を正確に把握することは、農業、水産業をはじめとする社会経済活動にも大きな影響を与えうる中・長期気候変動のメカニズム解明・将来予測のために必要不可欠な要件である。

海洋変動を正確に把握するため、20 世紀終盤からこれまでにさまざまな国際プログラムが立ち上がり、全世界的な協力の下、精力的な海洋観測がなされてきた(例えば世界海洋循環実験: World Ocean Circulation Experiment (WOCE) など)。とくに 1982-83 年のエルニーニョ現象が社会に与えたインパクトは大きく、それ以降 Tropical Atmosphere Ocean (TAO) プロジェクトとして熱帯太平洋域に係留ブイが配置され、後年設置された TRITON ブイなどとともに長期の連続観測を続け、エルニーニョ現象の力学解明に大きく貢献している。

また、今世紀に入ってから全球的に展開されはじめた自動昇降型漂流ブイ (Argo フロート) による観測は海洋中の水温・塩分の広範囲にわたる変化を断続的にモニタリングすることに成功している。これら国際連携の成果として整備されてきた海盆規模の海洋観測網は全球気候変動現象の解明に大きく貢献しており、現在もその維持と発展に大きな努力が払われている。これまでの熱帯気候変動に関する観測研究では、海盆スケールの現象をとらえるため、外洋域に組織化された観測網を配置していた。西経 90 度以東、赤道から南緯 10 度までの範囲は NINO. 1 + 2 海域と名付けられており、エルニーニョ現象の発達に本質的な役割を果たす赤道ケルビン波がたどり着く先である。この海域を含む赤道東岸で赤道波のエネルギーのほとんどが南北アメリカ大陸に沿う沿岸ケルビン波の形態で赤道外に出ていく。そのためエルニーニョ現象の発達・減衰過程にとっては非常に重要な海域の一つである。にもかかわらず、これまで組織的な海洋観測はほとんど行われてこなかった。

2. 研究の目的

深海型自動昇降型漂流ブイとデータロガーを用いて、現在組織的な観測がなされていないペルー近海の外洋部と沿岸部の水温を経年的にモニタリングする。データが取得できれば、それらを用いて、経年的な水温の時系列解析を行い、ここでの海洋波動の動態を明らかにする。それらをもとにエルニーニョ現象と海洋波動との関連性、特に赤道外への伝搬の動態を解明する。2010 年以降、特に多様化が見られるエルニーニョ現象の力学をより精緻に解明し、予報研究に結びつけるには、海盆規模の観測・解析に加え、地域的な観測データの解析から赤道東部での海洋波動の減衰・伝搬過程をさらに詳しく理解することが重要である。

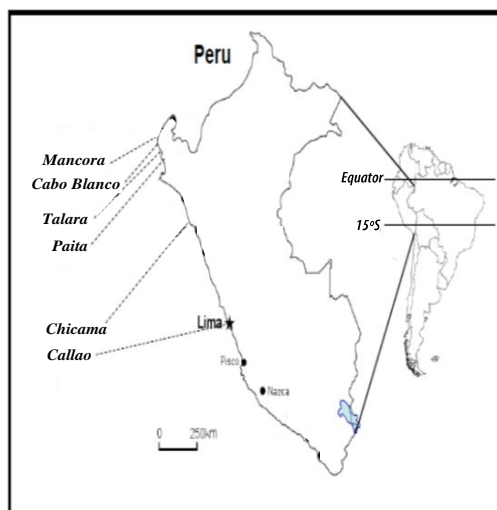


図 1 ペルーにおけるロガー設置地点。

3. 研究の方法

データロガーの設置を年 2 回、ペルーで行った。データロガーは北部沿岸 (Pisco から Acapulco の区間) に設置した(図 1)。設置にあたってはこれまで研究分担者が 10 年にわたりモニタリングを継続してきた地域を中心に、Lima にある La Molina 国立農科大学水産学部の Luis Alfredo Icochea Salas 教授の協力の下、赤道海洋波動の振幅などが特徴的な変化を示す地域を選択した。ロガーはメモリーが少なくなったものから交換し、連続的な時系列データを取得している。これらの手法により、エルニーニョ現象の時間発展に直接的な関係を持つ、沿岸ケルビン波の経年的な変動をとらえることができる。

さらに深海型自動昇降型ブイの投入を実施した。投入にあたっては海洋研究開発機構の R/V みらいを活用した。ブイは 2,000-4,000m 付近の流れが緩慢な深度でパーキング、水温、塩分を計測しながら海面まで浮上させるが、水平位置が大きく変わらないよう昇降のタイミングは 1 ヶ月毎と自動昇

降型ブイとしては比較的長期に設定した。これにより外洋側の海洋環境を把握することができる。得られたデータを含むUK MET Officeが編集しているEN4データセット(図2)を上記沿岸データとの比較に用いた。

解析期間は2017-2020年とし、解析処理としては、月平均値の算出と時空間相関係数の計算、48時間潮汐除去フィルターによる処理後の日平均値算出とスペクトル分解を実施した。

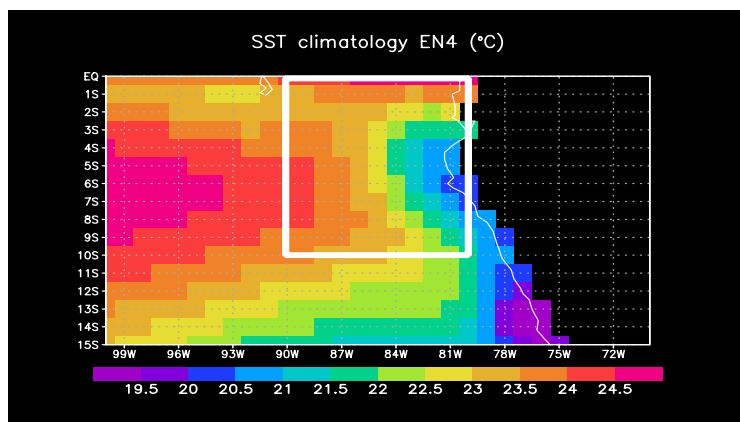


図2 EN4データセットに格納されている海面水温データからペルー周辺の気候値を計算したもの。図1の各地点に該当するグリッドポイントの時系列水温をロガーから得られた値と比較する。白枠はNIN01+2海域を示す。単位は°C。

4. 研究成果

これまでに収集したペルー沿岸域での水温ロガー観測データの集約と外洋域での深海フロートによる垂表層観測の品質管理を実施した。これらに加えて一般に公開されているEN4データセットを外洋の4次元水温場として用い、沿岸と外洋のクロスキャティングな解析を行った。その結果、ペルーの沿岸水温の変化は、月平均の異常値で外洋の海面水温とよく相関していた(図3)。相関係数は0.80~0.92で、1つの観測点(0.26)を除き、99%以上の信頼度で相関が見られた。

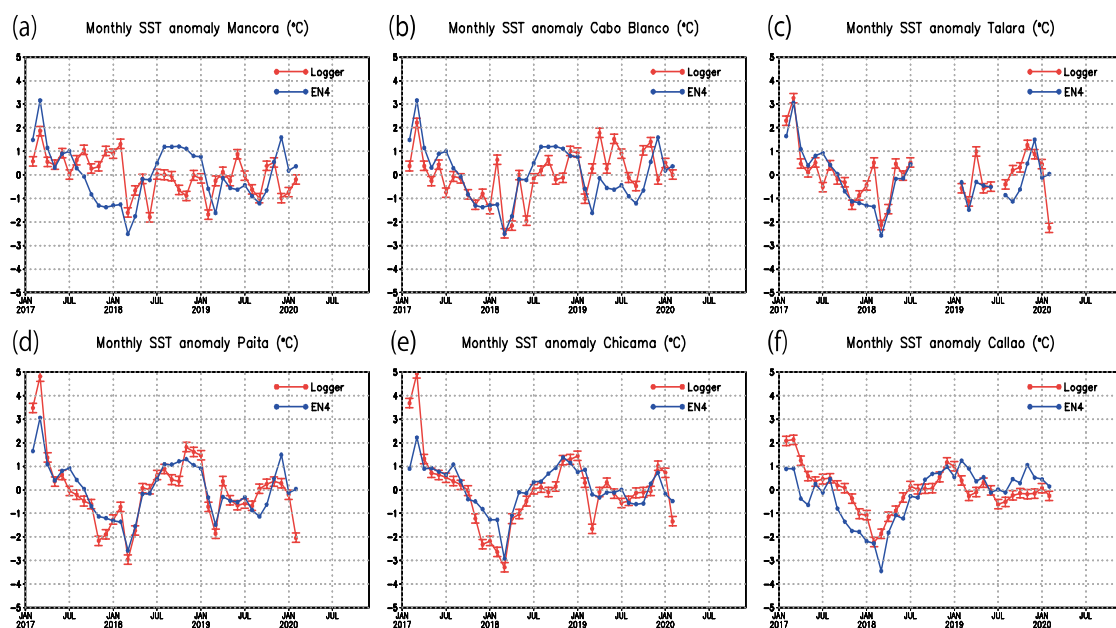


図3 ペルー沿岸における月別海面水温偏差の時系列。(a) Mancora, (b) Cabo Blanco, (c) Talara, (d) Paita, (e) Chicama, および (f) Callao。赤と青の曲線はそれぞれロガーデータ、EN4データセットを示す。単位は°C。

このことは、EN4の基盤となる全球海洋観測システムが、ペルーの沿岸域における信頼性の高い気候(水温)予測に直接貢献することを示唆している。

より短い時間スケールでは、南緯5度以北の80日と120日にロガー由来の水温変化のスペクトルのピークが見られ(図4)、沿岸モニタリングが赤道ケルビン波のサブシーズ的なダイナミクスの側面を捉えることができることが示唆された。一方、南緯5度以南では明確なピークは検

出されず、この時間スケールでは赤道域外への波動エネルギーの漏洩は予想されないことが示唆された。
得られたペルー沿岸のログデータは海洋研究開発機構のサイトより一般に公開済みである。
(https://www.jamstec.go.jp/goorc/data/peru_smasuda)

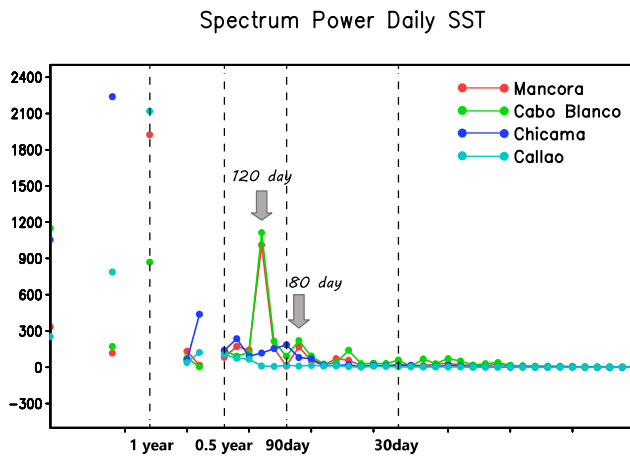


図4 Mancora、Cabo Blanco、Chicama、Callao のログから得られた日毎水温データのスペクトルパワー。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 小林 雅人	4. 巻 54
2. 論文標題 EL Nino 2014-16によってペルー沿岸で起こった異変ー現地調査から明らかになったことー	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 商大論集（横浜商大）	6. 最初と最後の頁 35-49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masuda Shuhei	4. 巻 23
2. 論文標題 Determining subsurface oceanic changes in the Indian sector of the Southern Ocean using Argo float data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100498 ~ 100498
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.polar.2019.100498	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Masuda Shuhei, Osafune Satoshi, Hemmi Tadashi	4. 巻 5
2. 論文標題 Deep-float salinity data synthesis for deep ocean state estimation: method and impact	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40645-018-0247-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 増田 周平
2. 発表標題 全球・海盆規模海洋観測システムの現状、研究成果と将来
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増田 周平
2. 発表標題 Perspective: Global Ocean State Estimation by using BGC Argo Data
3. 学会等名 G7 FS01 Workshop: The Global Biogeochemical Argo Fleet: Knowledge to Action (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shuheii Masuda, Satoshi Osafune, Tadashi Hemmi, Shigeki Hosoda, Toshio Suga
2. 発表標題 Deep ocean state estimation with new float data
3. 学会等名 The Sixth Argo Science Workshop (ASW-6) “The Argo Program in 2020 and beyond: (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shuheii Masuda, Satoshi Osafune, Tadashi Hemmi
2. 発表標題 Long-term sea level changes in an ocean state estimation of ESTOC
3. 学会等名 AOGS 15th Annual Meeting, session: Progress in Ocean Heat Uptake and Sea Level Studies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 TShuheii MASUDA, Satoshi Osafune, Tadashi Hemmi, Sugiura Nozomi, Doi Toshimasa
2. 発表標題 Influence of the Deep NINJA float data on a deep ocean state estimation
3. 学会等名 GODAEOceanView Joint DA-TT/OSEval-TT meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

フロート (DeepNINJA) データ公開サイト http://www.jamstec.go.jp/ARGO/deepninja/ ロガーデータ公開サイト (Peruvian coastal SST&SSS) https://www.jamstec.go.jp/goorc/data/peru_smasuda

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小林 雅人 (Kobayashi Masato) (20195811)	横浜商科大学・商学部・教授 (32712)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------