



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	CMIP5 multi-model analyses of projected oceanic response to global warming : North Pacific sea-level rise and equatorial upwelling reduction [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	寺田, 美緒
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第13572号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74366
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Mio_Terada_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 寺田 美緒

学 位 論 文 題 名

CMIP5 multi-model analyses of projected oceanic response to global warming:
North Pacific sea-level rise and equatorial upwelling reduction
(海洋の地球温暖化応答に関する CMIP5 モデルの解析：
北太平洋の海面水位上昇と赤道湧昇弱化)

本研究では、地球温暖化に伴って海洋で生じる重要な問題である、北太平洋の海面水位上昇と赤道域の湧昇流弱化のメカニズムを海洋内部の三次元的な構造変化の観点から調査し、重要な知見を得た。海面水位の上昇は沿岸地域に深刻な影響を与えることから、近年ではその地域的な偏りが注目されている。海面高度変化の全球平均値からのずれの成分は **Dynamic Sea Level (DSL)** と呼ばれ、北太平洋西部で特に大きく上昇することから、この海域での **DSL** 変化のメカニズムを理解することは重要である。赤道域の湧昇流は、栄養塩の供給を担い海洋の生物生産に強く影響し、直上の海面水温に影響するため、大気循環、さらにはエル・ニーニョなどの気候の経年変動にも重要な役割をもつ。よって赤道域の湧昇流の将来変化とそのメカニズムを理解することは海洋生態系や世界の気候の変化を理解する上でも重要である。海面水位および湧昇流を含んだ海洋や気候の将来予測のデータには、気候変動に関する政府間パネル第五次評価報告書に対応して準備された **Coupled Model Intercomparison Project phase 5 (CMIP5)** に参加した気候モデルの実験結果を使用した。海面水位および湧昇流のどちらの将来変化も、海洋内部の三次元的な密度構造や循環の変化に強く関係する。本研究は複数の **CMIP5** モデルの実験結果を用い、北太平洋西部の海面水位上昇と赤道域の湧昇流弱化について海洋内部変化との関係を初めて調査した。また、温室効果ガスの増加に対する気候場の応答は使用する気候モデルによって異なるため、本研究では複数モデル間で平均したデータの解析に加え、モデル間の応答のばらつきを評価した。

北太平洋の 2100 年までと 2300 年までの **DSL** 将来変化に関して、30 を超える気候モデルの最高排出シナリオ (**Representative Concentration Pathway, RCP8.5**) および中位排出シナリオ (**RCP4.5**) の出力を解析した。北太平洋の **DSL** は、2100 年までは両シナリオにおいて亜熱帯循環域西部で上昇する。2100 年以降は **RCP8.5** において日本東方沖で大きく上昇する一方、2100 年以降 **CO₂** 排出量が増えない **RCP4.5** では **DSL** はほとんど変化しない。海洋内部の密度変化および海洋循環の調査から、2100 年までの **DSL** 変化は両シナリオで亜熱帯循環西部に分布する亜熱帯モード水の大きな密度減少と、黒潮の房総半島以東の流れである黒潮続流の北上に伴う流軸付近の密度減少によって生じることが明らかになった。2100 年以降の **RCP8.5** における日本東方沖の大きな **DSL** 上昇は、黒潮続流の北上に伴う流軸付近での大きな密度減少に起因していることが明らかになった。これらの密度減少をもたらす外力変化として、熱フラックスと風応力を調査した。太平洋は風成循環が卓越しており、風による駆動が主であることに加え、黒潮続流の流軸緯度は東西風応力場の南北移動に線形的に応答することから、黒潮続流の流軸周辺での密度減少をもたらす黒潮続流の北上は、風応力場の北上によって説明されることを示した。一方、亜熱帯モード水域で密度が大きく減少するモデルでは、黒潮続流の南側で下向き熱フラックスが増加することが示され

た．これら北太平洋の DSL 上昇をもたらす一連のメカニズムである，亜熱帯モード水の熱吸収と黒潮続流の北上は，複数モデル間で平均した結果だけでなく，DSL 変化に関するモデル間のばらつきも説明できることを示した．

湧昇流が将来減少する海域である，熱帯太平洋および熱帯大西洋における 2100 年までの湧昇流変化に関して，24 の CMIP5 モデルの RCP8.5 シナリオの出力を解析した．熱帯太平洋では，湧昇流は表層付近の水深 50-75m の海盆中央部と，75-200m の亜表層の海盆東部で有意に大きく減少する．海盆中央部の表層付近では湧昇流の減少が 7 割のモデルで生じる一方，75-200m 深での東部熱帯太平洋では全モデルで湧昇流が減少する．熱帯大西洋では，中央から西部の水深 50-150m 付近で 8 割のモデルが湧昇流の減少を示すが，その振幅は熱帯太平洋の 1/3 程度である．このような湧昇流変化のメカニズムを詳しく調査するために，海洋内部の三次元的な循環場および密度構造に基づいて，湧昇流変化を等密度面に並行する成分と，等密度面に直交する成分とに分けて解析を行った．特に，大きな湧昇流の減少を示す熱帯太平洋に注目した．その結果，熱帯太平洋の表層約 50m 深における湧昇流の減少は，貿易風の弱まりに伴うエクマン発散の弱まりで生じる等密度面直交な湧昇流変化成分の減少により生じることを明らかにした．また東太平洋 75-200m における湧昇流の減少は，東太平洋の局所的な貿易風の弱化によって熱帯太平洋亜表層を東西に流れる赤道潜流が平坦化し，密度面平行な湧昇流成分が減少することで説明できることを明らかにした．このように赤道潜流の平坦化が東部熱帯太平洋亜表層で湧昇流を減少させることを明確に示したのは本研究が初めてである．またこれらメカニズムは複数モデル間で平均した結果だけでなく，熱帯太平洋の湧昇流変化に関するモデル間のばらつきも説明できることを示した．