



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Decadal variability of Antarctic sea ice variability revealed by satellite observation and coupled general circulation model [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	CHEVOORUVALAPPIL, CHANDRAN BAJISH
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11083号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53875
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Chevooruvalappil_review.pdf, 「審査の要旨」



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 Chevooruvallappil Bajish Chandran

審査委員	主査	准教授	青木 茂	
	副査	教 授	三寺 史夫	
	副査	教 授	江淵 直人	
	副査	准教授	牛尾 収輝	(国立極地研究所)

学 位 論 文 題 名

Decadal variability of Antarctic sea ice variability revealed by satellite
observation and coupled general circulation model

(衛星観測と結合大循環モデルにより得られた南極海海氷の十年規模変動)

北半球における海水面積の減少が社会問題化する一方で、南半球における海氷域の変動は特有の傾向を示している。南半球の海氷変動に関しては、経年（数年規模）変動についてはこれまで研究が盛んになされているものの、同じく社会的な影響の大きい十年規模およびより長期的な変動の実態とメカニズムについては研究が不十分である。こうした長周期変動の特徴的なパターンや時間スケール、変動のメカニズムを解明することは、寒冷圏環境システムの理解に貢献するとともに、南極観測基地輸送や観光における安全性・効率性を確保するうえでも極めて重要である。

申請者は、約30年間にわたる人工衛星計測による海氷密接度観測と大気海洋海氷結合数値実験の結果にもとづき、これまでほとんど研究のなされていない南極海における海氷の周極的な十年規模変動について、海洋変動の果たす役割の重要性に着目して研究を行った。数値実験に関しては、海洋の自然変動を重視し、二酸化炭素などの温暖化ガスやオゾンなどの人間活動の影響を与えない条件で駆動した120年間のモデルランの結果を用いた。

はじめに観測資料との比較により、数値実験によって求められた海氷域の時間平均的な分布が概ね現実を反映し、目的とする周極的・環状の変動の記述においては妥当であることを示した。また観測により卓越性が示されている太平洋-南アメリカ(PSA)モードに対応する数年程度の経年海氷変動が、数値実験においても適切な時間スケールにおいて再現されていることを確認した。これらの良好な現実再現性から、経年的な時間スケール以上の長期的なスケールにおいても、数値実験が妥当な応答を示すことが期待される。

次いで、観測資料の利用できる期間は限られているものの、衛星観測の結果から海氷縁位置が周極的に十年規模で変動することを初めて明らかにした。海面水温と環状モードインデックスの観測値から、この変動は海氷縁が張り出しているときは近傍の海面水温が低く、環状モードつまり西風が強いというように、海洋および大気の変動とほぼ同時に生じていることを見出した。これと同様の変動が数値実験の結果においても卓越していることを、経験的直交関数展開などの手法を用いて裏付けた。海氷密接度、海面水温および700hPaのジオポテンシャルハイトの経験的直交関数の第一モードには環状モードが現れ、これらのどの変数に

についても十年規模の周期帯ではこのモードが第二モードであるPSAモードに対して卓越していることを示した。

さらにこの数値実験における混合層水温変動や鉛直流の挙動を解析することで、十年規模変動が生じるメカニズムについての考察を行った。この海域では、高緯度側の海面水温が低く南北温度傾度が強い状態が西風の強い状態へつながり、西風の強化がさらに高緯度からのエクマン冷水移流をまねくことで海面の温度傾度を強化するという正のフィードバックと、西風強化に伴う発散域での湧昇の強化が高温深層水の供給につながり、高緯度海面水温の上昇につながる負のフィードバックとを考えることができる。そのそれぞれが対象海域において十年規模の時間応答を示す可能性について言及し、これまで多くの研究で指摘されてきたような大気による強制だけでなく、海洋と大気の相互作用によって規定される変動が、十年規模の海氷変動において重要であることを定性的に示唆した。

本研究によって得られた成果は、十年規模で変化する南極海気候システムにおいて、海洋変動の果たす役割を理解することの重要性を示すものであり、長期的な観測継続の必要性を要求している。より高緯度の定着水域も含めた領域で詳細に海水の挙動を解析することで、長期的な基地運営・輸送計画策定への貢献なども期待されうる。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また申請者が研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。