



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A study on the latitude of a western boundary current extension jet [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	陶, 泰典
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	乙第6948号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59339
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yasunori_Sue_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 陶 泰典

審査委員	主査	教 授	久保川 厚
	副査	教 授	三寺 史夫
	副査	准教授	堀之内 武
	副査	助 教	水田 元太
	副査	主任研究官	中野 英之 (気象庁気象研究所)

学 位 論 文 題 名

A study on the latitude of a western boundary current extension jet
(西岸境界流続流ジェットの形成緯度に関する研究)

海洋は気候システムの主要な構成要素の一つであり、特に、黒潮や湾流に代表される亜熱帯循環の西岸境界流は、低緯度から高緯度へ多量の熱を運ぶことが知られている。これらの海流は、亜熱帯循環の北端まで行くことなく、ある緯度で離岸し、東向きジェットの形成する。この東向きジェットの西岸境界流続流ジェットと呼ぶ。また、亜熱帯循環の北端まで行かず離岸する現象を早期離岸と呼ぶ。西岸境界流により低緯度から運ばれてきた熱がどこまで行くかという問題は、西岸境界流がどの緯度で離岸し、東に転ずるかによって決まる。それ故、この続流ジェットの緯度は気候に大きく影響する。しかし、この続流ジェットの緯度は90年代までは海洋大循環モデルにおいてなかなか再現出来ず、海洋物理学上の大きな問題となっていた。近年、モデルの分解能が上がることにより、モデル内での続流ジェットの緯度の再現は可能となったものの、その緯度がどのようにして決まっているかは、依然はっきりとはしないままである。

本研究は、海洋物理学上重要であるにもかかわらず、明確な答えの得られていない西岸境界流続流ジェットの緯度の決定に関して、数値モデル実験により、その各種パラメータ依存性や亜熱帯循環を駆動する海面風応力の南北分布に対する依存性を調べ、主要な決定要因を論じたものである。モデルとしては、シンプルな矩形領域の2層準地衡流モデルを用い、それを亜熱帯域に対応する負のエクマンパンピング(海面風応力カール)を東側半分にのみで与えて駆動し、亜熱帯循環のような高気圧性循環を再現して行った。パラメータは、粘性境界層幅、慣性境界層幅、層厚比、底摩擦係数、西岸の境界条件(partial-slip係数)、そしてエクマンパンピングの南北分布である。

申請者は、まず、エクマンパンピングの南北分布をサイン型で与え、西岸境界条件をno-slipとした場合のパラメータ依存性を調べた。その結果、亜熱帯循環の北の端に東向きジェットを作る「循環境界型ジェット」と、循環境界の手前で離岸する「早期離岸型ジェット」を伴う2つの異なる循環場の解が得られた。早期離岸型ジェットはエクマンパンピングのある東側領域に侵入すると急激に減衰し、その領域を支配する線形海洋循環の解であるスベルドラッ

プの流れに接続する。早期離岸型ジェットと循環境界型ジェットの何れになるかは初期条件にも依存し、どちらを初期に与えるかにより、広いパラメータ領域で両方の解が安定に存在する。この解の多重性は、亜熱帯循環の北側で強制を与えない場合には早期離岸型ジェットのみになることから、南北対称性に由来すると示唆された。西側境界条件、層厚比、底摩擦についてもパラメータの値によって2つの異なる解が得られたが、早期離岸型の場合の続流ジェットの緯度には、パラメータによる違いはほとんど見られないことが示された。

次に「早期離岸型ジェット」となるパラメータ領域において、駆動力となるエクマンポンピングの南北分布として、循環中心の緯度が変わるもの、スベルドラップ流線の南北分布が三角形型になるものやカスプ型になるもの等を与えた。その結果、ジェットの緯度は外力の分布の違いに非常に敏感であることが示された。早期離岸型のジェットの中心の流線関数の値はどの実験でも概ねスベルドラップ流線関数の最大値の半分の値をとっており、ジェットの緯度は、おおよそ、ジェットの中心の流線値とスベルドラップ流線値が一致する緯度になっていることが明らかになった。さらに詳細に調べると、エクマンポンピングとしてサイン型の南北分布を与えた場合、実際のジェットの中心の緯度は、上で求まるものより、若干南に位置することが示された。申請者は、その理由を、ポテンシャル渦度方程式を東西南北に積分することから得られる、続流ジェットの存在する西方での流線の南北積分とスベルドラップ流線の関係を表す積分条件を用いて、説明している。

この研究により得られた結果は、続流ジェットの緯度は、西岸境界条件や内部パラメータの詳細によらず、概ね海面風応力分により決まることを示している。さらに、海面水温は海流分布に大きく依存し、風応力分布が海面水温場に強く影響されることを考えると、続流ジェットの緯度は大気海洋相互作用の結果定まることが示唆され、気候変動を考える上においても大変興味深い。審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、この研究を遂行した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。