HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A conceptual model for a vortex-pair-driven western boundary current extension jet : background flow effects on the extension jet and implementation into the real environment [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	大西, 晴夏
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16183号
Issue Date	2024-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/94072
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	ONISHI_Haruka_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名 大西 晴夏

審査委員　主査　教授　谷本　陽一
副査　名誉教授　久保川　厚
副査　教授　三寺　史夫
副査　助教　松田　拓朗
副査　グループリーダー　野中　正見
（国立研究開発法人　海洋研究開発機構）

学 位 論 文 題 名

A conceptual model for a vortex-pair-driven western boundary current extension jet: background flow effects on the extension jet and implementation into the real environment
（渦対強制による西岸境界流続流ジェットの概念モデル：
続流ジェットに対する背景流の効果と現実環境への適用）

理想化した矩形の数値海洋モデルでは、西岸境界流のジェットが循環境界より低緯度側で岸から分離し、東に流れていく。この早期離岸現象は、正の渦度と負の渦度の対によって引き起こされることが示唆されている。本研究では、西岸境界流続流ジェットの形成メカニズムとして、西岸境界での渦対強制を導入した概念モデルを提案した。二層の準地衡流モデルを海上風で駆動した際に早期離岸ジェットが正確に再現されることで、概念モデルの妥当性をまず検証した。

その上で、渦対強制によって再現されるジェットの物理構造を、従来の流入・流出モデルによって再現されるジェットの物理構造と比較した。ジェットにおける擾乱渦の役割を、渦位方程式と擾乱エンストロフィー方程式のバランスに基づいて議論している。ジェット下流域では擾乱渦の効果が卓越し、ジェット軸から遠ざかり再循環に向かう流れが形成されていることを明らかにした。この特徴は流入・流出モデルで再現されるジェットと共通している物理構造である。また本研究では、再循環ジェットの駆動に対する渦の寄与を示す指標としてR_{eddy}を導入した。R_{eddy}の空間分布を調べることで、渦の影響は続流ジェットの上流域で小さく、上流域は強制による渦対の侵入が支配的であることを明らかにした。これは、従来の流入・流出モデルによるジェットには現れなかった特徴である。

大規模な風によって駆動される流れと、渦対によって駆動される続流ジェットを独立に扱うことができるという、本渦対強制モデル独自の機能は、大きな発展性がある。この特性を用いて、背景流がジェットに与える影響を調べた。東向きの背景流はジェット構造を東に伸ばし、南向きの背景流はジェット構造を短くする実験結果を示し、それらの結果を理論的にも検証した。特に、背景流の影響は、東西流よりも南北流の方が顕著であった。

さらに、渦対強制によるジェットの理想化理論から、現実の西岸境界流続流ジェットへの

橋渡しとして、渦解像海洋大循環モデル（OFES）データを用いた解析を行った。ここでは、OFESデータ上で使いやすいように式の形式をアレンジしたR_{eddy}の値を求め、現実の西岸境界流続流ジェットの挙動に実用的で有益な洞察を提供した。黒潮続流において、OFESデータにおける渦位方程式の項は、渦対実験とある程度同様に分布していた。また、メキシコ湾流やブラジル海流域など、他の海洋における西岸境界流続流ジェットも黒潮続流と共通の特徴を持ちつつも、海域ごとにその分布に違いがあることがわかった。

黒潮続流では、続流ジェットに伸長期と縮退期があることが知られている。OFESデータの黒潮続流は、ジェットの強度からこの二つのフェイズに分けられ、他の物理量から伸長期と縮退期の特徴を確認した。ジェットのスナップショットから想定されるように、擾乱渦の影響は縮退期よりも伸長期の方が小さく、続流ジェットの強化には渦対の侵入が不可欠であることが示された。

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、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充分な資格を有するものと判定した。