



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Cross-shelf overturning in geostrophic-stress-dominant coastal fronts [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Yuan, Nan
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15264号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/89599">https://hdl.handle.net/2115/89599</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Yuan_Nan_review.pdf, 審査の要旨



# 学位論文審査の要旨

博士 (環境科学)

氏名 Yuan Nan

審査委員	主査	教授	三寺史夫
	副査	特任教授	久保川厚
	副査	教授	大島慶一郎
	副査	講師	中村知裕
	副査	教授	吉川裕 (京都大学大学院理学研究科)

## 学位論文題名

### Cross-shelf overturning in geostrophic-stress-dominant coastal fronts

(地衡流シアー応力が卓越する沿岸フロントにおける陸棚上の鉛直循環)

申請者が進めてきた本研究は、大陸棚を横切る鉛直循環とそれに伴う深い混合層の形成過程を解明したものである。沿岸域としては比較的深い大陸棚端において、なぜ深い混合層が発達するか、という問題は解明されてこなかった。深い混合が生じることにより、例えば陸棚上に沈積している鉄などの栄養物質が海水中に巻き上げられ、植物プランクトン大発生の要因となる。申請者は、このような深い混合層形成が大陸棚上の鉛直循環によるものであることを、数値モデルと理論的考察から見出した。

海洋表層では地球自転のため、通常、風に対して右手に海水は流れることが知られており、Ekman輸送と呼ばれている。一方、大陸棚では河川からの淡水によって塩分前線が形成されるが、申請者は、このような前線域では地衡流の鉛直シアーがもたらす海水中の応力（地衡流シアー応力）によってEkman流が大きく変形され、サハリン沖の条件では反転さえすることを見出した。このため、冬季サハリン沖においては北西季節風によって、外洋で通常の岸向きEkman流、大陸棚上の塩分前線では反転した沖向きEkman流が生じ、陸棚端で両者がぶつかって下降流が生じることで、混合層が厚くなる。この「陸棚端での混合層深化プロセス」は申請者の研究で初めて見出されたものである。

申請者はさらに、サハリン沖においてアムール川からの流出水と他の川からの流出水が大陸棚の塩分前線と鉛直循環に及ぼす影響を調査した。これは、数値モデルを用い河川からの流出をON/OFFする実験により調べたものである。その結果、大陸棚端に塩分前線ができるのはアムール川以外の河川をONにしたケースであり、この場合は、大陸棚端に深い混合層が形成された。一方で、アムール川だけのケースや河川水を全てOFFにしたケースでは、鉛直下降流は岸のごく近くに現れ、そこでは海底が浅いため、混合層は発達に結び付かないことを示した。以上より、サハリン大陸棚上における前線帯での鉛直循環には、アムール川以外の川からの淡水供給も重要であることが示唆された。

次に、地衡流シアー応力によるEkman輸送への寄与がどの海域にあるか、風応力と水中の

地衡流シア一応力を比較することで議論した。地衡流シア一応力推定のために、過去の研究を参考に、3次多項式で鉛直粘性係数を近似した。その結果、世界の沿岸前線域の多くで地衡流応力が風応力を上回ること、すなわちEkman輸送が通常のものとは逆向きとなることを示した。

最後に、上記の研究でEkman輸送の逆転が示唆されたアラスカ湾での鉛直循環を、高解像度海洋数値モデル (OFES2) を用いて具体的に調査した。その結果、アラスカ沿岸流は河川からの淡水を運んでおり周辺の海水やアラスカストリームによる高塩水との間に塩分前線を形成すること、その前線で地衡流シア一応力が大きくなり、鉛直循環を大きく変えることが明らかとなった。

以上の通り、地衡流シア一応力は大陸棚上での風成の鉛直循環や混合層形成に大きな影響を与えることが示された。

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十分な資格を有するものと判定した。