



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A study on an interaction between an upper-layer eddy and a bottom topography using a quasi-geostrophic model [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	竹内, 猛晶
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15263号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89543
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Takeuchi_Takaaki_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士 (環境科学)

氏名 竹内 猛晶

学位論文題名

A study on an interaction between an upper-layer eddy
and a bottom topography using a quasi-geostrophic model
(準地衡流モデルを用いた上層の渦と海底地形の相互作用に関する研究)

海洋中規模渦は熱や物質の輸送において重要な役割を担う。渦の活動が活発な西岸域では陸棚や陸棚斜面といった急峻な海底地形が存在するため、渦と海底地形の相互作用を理解することはこの海域での渦の運動を理解するために重要である。これまでに行われた観測では、急峻な海底地形付近で渦が地形に沿う運動、地形から離れる運動が確認されている。f平面準地衡流モデルを用いて点渦と階段型地形の相互作用を調べた先行研究においても、点渦が地形に沿う運動と、点渦が渦対を形成し地形から離れる運動が確認されており、特に、地形に沿う運動はpseudoimageと名付けられ、この運動に対応する線形解が得られている。理想化したモデルを用いた先行研究では、(1) 成層が存在する海洋において重要となる上層の渦と海底地形の相互作用という視点、(2) 現実的な海底地形において浅い場所と深い場所を繋ぐ斜面の存在、(3) 現実海洋において渦の運動に大きく寄与する惑星 β 効果が考慮されていない。本研究では、これらを考慮した上で、上層に存在する渦と海底地形の相互作用の基礎的な理解を得ることを目的とした。

初めに、(1) が渦と海底地形の相互作用に与える影響を調べるため、上層に点渦、下層に階段型地形を持つf平面2層準地衡流モデルを用いて、これらの相互作用を調べた。モデルの定式化にはコンターダイナミクス法を用いており、系の流れ場は点渦と初期に地形に沿って存在する渦位フロントの地形からの変位によって決定される。初めに、点渦が弱い極限において点渦が地形に沿って定常進行する解である2層線形pseudoimage解を解析的に導出し、点渦が弱い有限の強さを持つ状況において2層非線形pseudoimage解を数値的に求めた。得られた非線形解を初期条件として与えた数値実験により、この非線形解が時間とともに崩壊すること、この崩壊過程において系の流れ場に存在するサドルノード点が重要な役割を担うことが示された。次に、点渦が強い場合を含むパラメータ空間全域での運動形態を明らかにするため、様々なパラメータの下で数値実験を行った。この結果、系に存在する運動は点渦が地形に沿うpseudoimage型、点渦が自身と逆符号の循環を持つ下層の渦とheton型渦対を形成し地形から離れるheton型に分類された。また、heton型渦対の形成において、点渦による移流と渦位フロントの自己移流により生じる渦位フロント上のくびれ構造が重要であることが明らかとなった。本研究では、点渦の強さに加えて、

点渦と地形の初期距離もパラメータとして扱い、これらのパラメータ空間における運動形態の分類を行った。この結果、初期に地形から同じ距離だけ深い側に離れている点渦を考えた場合、高気圧性点渦の方が低気圧性点渦より、**heton**型を形成しやすいことが明らかとなった。

先行研究で考慮されていない(2)と(3)の影響を調べるため、上層に渦位分布がガウシアンで与えられる渦と下層に斜面型地形を持つ2層準地衡流モデルによる数値実験を行った。初めにf平面を用いて斜面型地形の影響を調べた。この結果、高気圧性渦は、渦の強さに依らず地形性ロスビー波と逆方向に進行しながら、斜面上の流体を引き出すことで下層に孤立渦を形成し、この渦と対を作ることで**heton**型渦対となり地形から離れること、また、低気圧性渦は、渦の強さに依らず地形性ロスビー波と同じ方向に進行することが確認された。高気圧性渦の場合に関して、渦の強さ、斜面の勾配、渦と地形の初期距離をパラメータとした数値実験により、渦が弱いほど、斜面勾配が急であるほど、初期に渦と地形が離れているほど渦が地形に沿う傾向が強まることが示された。次に(3)の影響を調べるため、 β 平面での数値実験を行った。特に、現実海洋において、渦は惑星 β 効果により西岸域に接近し海底地形と相互作用することが予想されるため、初期に上層の渦を海底地形より東に配置した初期条件で、渦と惑星 β 効果の強さをパラメータとした数値実験を行った。この結果、高気圧性渦は惑星 β 効果により南西に進行しながら地形に接近した後、パラメータの値により、南西方向の進行を継続し地形を乗り越える運動、地形の東側で**heton**型渦対を形成して東進し、最終的に東岸に到達する運動のどちらかとなった。低気圧性渦を用いた数値実験では、パラメータの値に依らず、渦は地形を通過した後、惑星 β 効果で北西に進行する運動となった。低気圧性渦の場合、地形通過直後に上層の渦が**heton**型渦対を作る傾向が見られるが、地形から離れるとともに下層の渦は消滅し**heton**型渦対は形成されなかった。以上の結果から、 β 平面においても上層の渦と海底地形の相互作用により**heton**型渦対が形成可能であること、また特に、高気圧性渦の場合に形成される**heton**型渦対は惑星 β 効果により長距離の東進が可能であることが示された。