OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	琵琶湖の成層構造に対して気象変化が与える影響に関する研究
Author(s)	公江, 仁一
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70766
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　公　江　仁　一　）	
論文題名	琵琶湖の成層構造に対して気象変化が与える影響に関する研究

論文内容の要旨

本論文では、琵琶湖における物質循環の変動を詳細に把握するため、物質循環を抑制する成層構造を解析するための３次元の琵琶湖流動場モデルを構築した。観測結果を用いてモデルの妥当性を確認したのち、シミュレーションにより気温、風速、降水量の各気象要素が成層構造に与える影響を評価した。また、台風などの強風が成層構造に与える影響を解析した。

第１章では、まず世界の湖沼における環境問題を概観した。また、国内においては琵琶湖を始めとする湖沼における富栄養化による環境問題は重要な課題であったが、近年の琵琶湖では、富栄養化に代わり底層の貧酸素化が新たな環境問題と指摘されていること、その詳細な支配要因が解明されていないことを指摘した。これらの環境問題と関連して、湖沼の環境は気候変動による気温・水温上昇、風速変化、降水特性の変化による河川流量の変化等の様々な影響を受けているが、琵琶湖の物質循環が気候変動によりどのように変化しているかを詳細に解析している研究は少ないことを示した。したがって、気候変動による気温、風速、降水量の変化が成層構造の季節変動に与える影響を調べるという本研究の目的が、琵琶湖の環境影響評価をする上で重要であることを示した。

第２章では、琵琶湖の成層構造に対する気象要素の感度解析を行うための琵琶湖の３次元流動場モデルについて、その支配方程式、離散化手法、計算条件、ならびに流動場モデルへの入力に用いた気象データ、河川流量データについて示した。

第３章では、琵琶湖流動場モデルを用いて得られた水温鉛直分布、流動場の観測結果の再現性評価について述べた。本研究で構築したモデルを用いて2007年から2012年における琵琶湖流動場の解析を行い、その解析結果の水温鉛直分布、各層における流動場を観測結果と比較を比較することで、構築したモデルが琵琶湖の流動場、成層構造をよく再現できていることを示した。

第４章では、気温、風速、降水量の各気象変化が琵琶湖の成層構造へ及ぼす影響についての感度解析について示した。感度解析の結果、風速の変化が成層構造に与える影響が大きく、気温の変化は、全体的な水温変化があるのみで、降水量の変化に至ってはほぼ水温変化に影響がなく、成層構造に対してほとんど影響を与えていないことが明らかになった。風速変化が成層構造に与える影響に関しては、その影響は大きく、躍層期間に対しても気温、降水量の変化による影響に比べ、大きかった。風速が増加すれば、渦拡散係数が増大し、鉛直混合が促進される。さらに、表層の温かい水塊が下方へ輸送され、表層より低温の水温躍層付近の水塊が上方へ輸送されることを示した。また、逆に風速が減少すれば、水塊の移動が少なくなり、より薄く堅固な成層が形成されることを示した。

第５章では、第４章の結果を踏まえ、成層構造への影響がより顕著である風速について、強風による成層構造への影響に注目して解析を行った。風の強度や風向によっても、成層の破壊状態や、底層への影響に違いが生じた。琵琶湖側面の斜面の勾配と湖底の地形により、同程度の風速でも西風がより成層構造に影響を与えることを明らかにした。また、一度、成層が崩れ、底層で鉛直混合が生じると、底層水温は直上層の水温と同温になり、翌年の全層混合による水温変動まで、底層では成層ができないこと、強風の維持期間も成層の崩壊に影響を与えることを明らかにした。

第６章では、以上の内容を要約し、今後の課題とその解決のための改善方法について述べた。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　公江　仁一　）	
論文審査担当者	（職）　氏　名 主 査　教授　近藤　明 副 査　教授　東海　明宏 副 査　教授　池　道彦

論文審査の結果の要旨

本論文では、琵琶湖における物質循環の変動を詳細に把握するため、物質循環を抑制する成層構造の変動をモデルで再現し、成層構造の季節変動解析を目的に３次元琵琶湖流動場モデルを構築し、観測結果の再現性評価を行い、気温、風速、降水量の各気象要素が成層構造に与える影響を評価し、さらに、強風が底層にまで影響を及ぼすかどうかを示している。

琵琶湖における環境問題が、富栄養化に代わり成層構造の変化に伴う底層の貧酸素化へと変化しているが、その支配要因を詳細に解明できていないことを示し、近年の気候変動により気温・水温の上昇、風速の変化、降水特性の変化による河川流量の変化等様々な影響が出ているが、琵琶湖の成層構造がこれらの気候変動によりどのように変化しているかを詳細に解析している研究は少ないことを示し、これらの影響を明らかとする本研究の目的とその重要性を示している。

この研究で用いる３次元琵琶湖流動場モデルの支配方程式、境界条件、気象条件、河川条件を示し、開発したモデルを用いて 2007 年から 2011 年の 5 年間の琵琶湖流動の計算を実施し、計算値と今津沖の観測値を比較した結果、モデルが水温鉛直分布の季節変動を適切に再現することを示し、またモデルが琵琶湖表層に形成される渦構造も観測の特徴を再現することを示し、開発したモデルが十分な精度を持つことを明らかにしている。

次に、3 次元琵琶湖流動場モデルを用いて、気温、風速、降水量の気象変動が琵琶湖の成層構造へ及ぼす影響についての感度解析を実施し、風速変動は成層構造に与える影響が大きく、気温変動は水温変化を起こすが成層構造に与える影響は少なく、降水量変動はほとんど成層構造に与える影響をほとんどないことを明らかにしている、風速の増加は、渦拡散係数を増大させ、表層の温かい水塊を下方に輸送し、表層より低温の水温躍層付近の水塊を上方に輸送することにより鉛直混合が促進され、逆に風速の減は、水塊の上下輸送が少なくなり、より薄く堅固な成層が形成されることを明らかにしている。

最後に、3 次元琵琶湖流動場モデルを用いて、強風による成層構造への影響についての感度解析を実施し、西向きの強風は、琵琶湖側面斜面勾配と湖底の地形により低層の成層構造まで強い影響を及ぼすことを明らかにしている。成層構造が崩れ、底層で鉛直混合が底層水温を上昇させ、翌年の全層混合による水温変動まで底層では成層ができなくなることを明らかにしている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に環境科学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。