

Title	停滞成層水域内の鉛直混合機構と水温構造の解析に関する研究
Author(s)	道奥, 康治
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35450">https://hdl.handle.net/11094/35450</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	道 奥 康 治
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 4 4 3 号
学位授与の日付	昭 和 61 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	停滞成層水域内の鉛直混合機構と水温構造の解析に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 室 田 明 教 授 内 藤 和 夫 教 授 榎 木 亨

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、停滞成層水域内の鉛直混合機構を実測と実験によって解明し、それにもとづいて水温構造の解析を行ったものであり、本文 6 章と序章、終章から構成されている。

本論文の内容は三つに大別される。すなわち、その第 1 は第 1 章から第 4 章までの鉛直混合に関する研究、第 2 は第 5 章で扱っている放流に伴う水平移流過程の研究であり、第 3 は第 6 章で提案する実証モデルの研究である。

第 1 章では、水温と濁度物質により構成される二重成層の安定・不安定問題を取り上げ、対流性擾乱に対する成層場の安定臨界条件を一般解の形で誘導している。さらに対流発生後の混合過程における内部変動特性や熱輸送量について検討し、熱塩対流機構の基礎を解明している。

第 2 章では、物質連行量の定量化を図り、熱対流場に連行概念を導入することの妥当性を示している。また安定性の解析と連行則を組み合わせて熱塩成層場の鉛直混合現象を再現する数値モデルを開発し、熱的擾乱による物質輸送過程のシミュレーションを行っている。

第 3 章では、水温成層場に作用する熱対流と風応力の複合因擾乱を模型実験で再現し、躍層部での内部変動特性および乱れ熱輸送量を様々な角度から解析して混合機構を検討している。

第 4 章では、複合因擾乱による鉛直混合量を、新たに定義した連行係数とリチャードソン数の関数関係で整理し、連行則に基づいて成層場の変遷を説明する理論解を誘導している。さらに二種の擾乱強度をパラメーターにして混合形態の類型化を図り、実験モデルと実水域の対応関係を示している。

第 5 章では、鉛直輸送に加え、貯水池における他の重要な要素である放流に伴う水平方向移流に関し実験と解析を行ったところを示している。積分モデルを設定するための成層期の水温構造を三層モデル

とし、取水理論に基づく内部流動解析を提示し、これを実験により検証している。さらにこの理論の応用例として濁水中間層の最適配水操作についての基本的考え方を提案している。

第6章では、鉛直混合と水平流動に関する基礎研究の成果をサブルーチン化し、貯水池水温解析のための積分成層モデルを定式化している。予測結果を研究対象貯水池における実測値と比較したところ、本手法の精度と実用性が満足すべきものであることを確かめている。

終章では、本研究全般のとりまとめを行い、今後の貯水池密度流問題の動向を示している。

## 論文の審査結果の要旨

水資源開発の重要な施策として自然湖沼の利用はもとより、ダム貯水池のような人工貯水施設の造成が推進されているが、最近では水量のみならずその水質についても厳しい要請が相次いでいるのは周知の通りである。湖沼、ダム貯水池、あるいは海域でも湾といった停滞水域においては日照による水面加熱、あるいは放熱のため、その水域ではしばしば温度躍層が発達し、季節によっては消滅するということを繰り返している。こうした成層状態は水質の鉛直混合の停止の結果であるので、成層の形式、消滅は停滞水域の水質問題の最も重要な課題である。

本論文は、このような安定成層が、日射、放熱による熱対流や、水表面に作用する風の摩擦力といった外的擾乱によってどのように変遷するかという鉛直混合の機構、あるいはダムからの放流によって人為的に形成される多重成層状態、なかでも中間層内の水平移流の挙動等について、研究対象実貯水池における長時間の実測をふまえ、水温構造を予測するための理論とモデルを開発し、これを実験によって検証したところを述べたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 熱塩成層が熱対流により破壊される限界条件を線型安定性理論から求めているが、これは鉛直方向の任意の密度分布形に対しても適用可能な汎用的なもので、かつ模型実験の結果とも良く一致する。さらに鉛直方向の熱輸送量を移流と拡散に分離して評価し、鉛直混合機構の定量化に成功している。
- (2) 熱塩成層場の混合量を、連行係数とチャードソン数の関係で定式化し、前記の安定限界条件とこの連行則を組み合わせて混合過程を予測するための数値解析モデルを開発し、その成果は二層系のみならず連続成層系を対象とした模型実験結果をも良く説明しうることを示している。
- (3) 熱対流のみならず、水面に作用する風のせん断力も複合的に作用する場合について、底層加熱と振動格子で置換した模型により詳細な実験を行い、密度界面の変動特性について、混合量に支配的な時間と長さのスケールを特定し、水温変動強度と平均水理量の関数にそれ等を適確に導入している。このようにして熱的・機械的擾乱の強度比と界面混合量の相関が明らかにされ、その結果は複合因擾乱の模型実験で検証され良好なものとしている。
- (4) 取・放水を繰り返す揚水発電所の上池では、そのために中間層が形成され、その内での水平方向移流、あるいは上、下層との間の連行が重要な特性として付加される。このような水平流動中間層を含む三層成層状態の水域について長期にわたる実測を重ね、このような特異な貯水池における鉛直混合

の実態を明らかにし、前記の数値シミュレーション手法を拡張してこの場合にも適用しうるものとしている。

以上のように本論文は湖沼・ダム貯水池のような停滞域内の水温構造を予測するため、実貯水池における詳細な実測にもとづいて、成層変遷のモデルを設定し、熱的・機械的擾乱の効果については理論と実験によって定式化し、これらによって水温予測の数値解析手法を確立し、それが十分実用に耐えるものであることを実証している。その成果は環境水理学に寄与するところが多い。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。