

学位論文の要旨（和文）

論文題目 感潮水域における塩水遡上に関する研究

専攻名 社会基盤工学 専攻 学位の種類 博士（工学）

学籍番号 D16301 氏名 切刀 智

〔要旨〕（3,000 字程度、1 行 40 文字で 75 行）

本研究では現地における感潮水域として青森県の東部に位置する小川原湖と青森県の西北部に位置する十三湖を調査対象水域にしている。小川原湖は湖沼面積 62.12km²、水面の標高は 2014 年平均水位が 0.291m となっている。小川原湖は日本の湖沼では 11 番目の面積規模を有している（汽水湖のなかでは 5 番目）。青森県では、最大の湖である。また、流入河川は七戸川や花切川など 6 主要河川で、流出河川は高瀬川となっている。小川原湖の水質が平成 16 年から平成 26 年にかけて急激に悪化している。水質悪化の原因として進入塩分量の増加や、塩淡水境界面上昇が考えられている。しかし、湖への塩水進入については不明な点が多く、解明が急がれる。そこで、本研究では、湖口における塩水の遡上を調べ、小川原湖に進入する塩水の挙動を明らかにすることを調査研究の目的としている。2016 年および 2017 年には、湖口部の北部湖岸近くに位置する滞筋における遡上塩水塊の挙動を現地観測により調べ検討している。

十三湖は湖沼面積 18.0 km²、水面標高 0.0m、水戸口により日本海へと結ばれている汽水湖でありヤマトシジミが生息しており、日本で有数のシジミの産地である。岩木川を幹川とする流入河川淡水は水戸口より日本海へと流出している。十三湖も小川原湖と同様に塩水の遡上については未解明なところが多く、海水遡上の影響を受けて変化する汽水環境を明らかにすることは非常に重要となっている。本研究は 2013 年から 2017 年の 1 月から 12 月までの塩水進入を明らかにし湖口に遡上した塩水の塩分鉛直分布を明らかにしている。

小川原湖口における塩分遡上特性の解明

現地観測方法

観測は自記式の流向流速計、塩分水温計を用いて、2016 年は 6 月 14 日から 10 月 3 日と 10 月 16 日から 11 月 27 日までの 6 ヶ月間行った。2017 年は 6 月 14 日から 11 月 27 日までの 6 ヶ月間行った。

流速観測の予測

現地観測では限られた期間の流速がわかる。しかし、水位より流速が予測可能なため高瀬川河口と小川原湖の水位を取り寄せ、計算により流速の計算ができる。計算と現地観測結果との照合により流速の予測に必要な流速係数を明らかにしている。

塩水遡上特性

小川原湖に塩分・水温計・流向・流速計を設置し、現地観測を実施し遡上塩分を調べた結果以下のことを明らかにした。

- (1) 湖水位および河口水位より湖口付近の流速の予測が出来るようになった。
- (2) 下層は塩分濃度が高く出ているが上層では低い値になっており強混合の進入形態となっている場合が少ない。
- (3) 湖口内部の奥では塩分濃度が高く出ているところに対応している逆流もあるが、逆流に対応していない塩分上昇がある。底面付近では流れに影響されない塩水塊独自の動きが認められた。

主指導教員 佐々木幹夫 教授

感潮水域における塩水遡上予測理論の検討

汽水域では塩水の遡上が多すぎても少なすぎてもそこで生息する生き物の環境が変化し被害を受ける事になる。汽水域は感潮水域となっており、感潮水域では外海と内水の水位差に応じて順流、逆流が生じており、塩水は逆流に乗り陸側に進入する。塩水の動きを支配しているのは順流と逆流である。塩水がどこまで遡上するのかは逆流の強さと流れの継続時間による。潮汐の影響を受けている河口域や湖口域では逆流や順流により海水が遡上したり流下したりしており移流現象が支配的になっている。本研究では、河口における海水の挙動は移流拡散方程式により表されるものとして海水の遡上現象を Sasaki, Tanaka and Umeda(2009,2012,2015)により示されている基礎方程式から検討を行っている。河口の塩水の動きに関する理論は最初に Sasaki, Tanaka and Umeda(2012)によって示されている。この理論は塩分の垂直分布を明確にするため、湖底から水面までの全水深をいくつかの水層に分割し、水平分割水層の内部で拡散現象をとらえようとしたものであり、この理論は Sasaki, Tanaka and Umeda(2017)によってさらに発展させられている。しかし、分割水層間における垂直方向の物質移動については、少し不合理な表現があり、本研究では、水層間の物質移動に関する項を物理的に表現し理論の改善を試みている。河口における塩水進入の基本式は物質移動の拡散方程式で表され、分割した水平水層内でこの式を成立させたとき、分割水平水層間の物質移動は吹上現象と吸い込み現象であることを見だし、物質移動の合理的な表現を始めて与えた。さらに、本研究では海から湖に逆流が始まる瞬間の境界条件を合理的に与えている。本研究は、河口における海水遡上に関する理論を発展させている。また、本研究では Sasaki, Tanaka and Umeda の理論が感潮水域であれば適用可能であることを示している。Sasaki, Tanaka and Umeda の理論は順流・逆流が強いほど予測精度が良い。しかし、地形の影響の強い水域では予測精度が落ちることを明らかにしている。さらに、Sasaki, Tanaka and Umeda 同様に本研究は塩分観測の値が1つでもあれば、塩分の時間的、空間的变化が予測できることを明らかにしている。

十三湖における塩水遡上特性

本研究により以下のことがあきらかとなった。

- (1) 十三湖に入る塩水の割合は、3月と4月を除く全月で30%に達する。
- (2) 3月と4月には、塩水の割合が数%減少する。4月には新鮮な水がある。4月の淡水は99%に達する。3月と4月には山地からの融雪による小洪水があるため、岩木川の淡水量は春先に多くなる。その後、春から夏にかけて湖に遡上する塩水の割合が増加する。
- (3) 塩水侵入量は7月が最も多い。
- (4) 9月に湖に流れ込む塩水の量が減少する。9月の塩水侵入の減少は、日本の台風シーズンの大量の降雨によるものである。
- (5) 2013年から2017年までの5年間の平均的な塩水侵入量は、3月と4月を除くと毎月50～80 Mm³に達する。塩水は3月に23Mm³に減少し、4月にさらに減少し4Mm³となる。塩水は7月に80 Mm³に達する
- (6) 2017年7月、8月、9月の塩水侵入はほぼ毎日発生しているが、湖底近くの高密度の塩水はほぼ毎日一掃されている。高密度の塩水は、2017年に長期にわたって湖の底に留まらない。
- (7) 十三湖の湖口においては中層および上層で塩分が変化し塩分は低下する。