

地下水流動および海陸風を考慮したウトナイ湖の水質拡散予測

株式会社ドーコン 正会員 ○ 長谷川裕史
株式会社ドーコン 正会員 工修 長谷川覚也
株式会社ドーコン 正会員 竹村 健
室蘭工業大学工学部 建設システム工学科 フェロー会員 工博 藤間 聡

1. はじめに

ウトナイ湖を含む湿原地域は、図-1 に示す北海道苫小牧市東部に位置し、ラムサール条約に登録(1991 年)された自然保護区域である。しかしながら、近年美々川やウトナイ湖周辺では、住宅地、農地開発、ゴルフ場に代表されるリゾート開発、新空港建設など高度に土地利用が進み、栄養塩や微細土砂の流入による生態系への影響が懸念されている。(図-2)

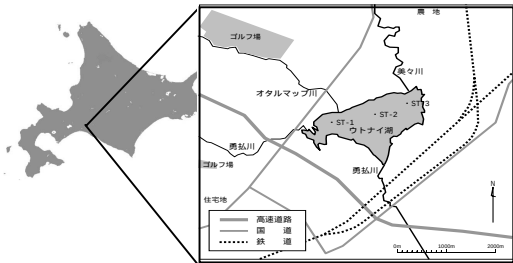


図-1 ウトナイ湖の位置

本研究は、ウトナイ湖における環境保全対策の客観的評価法の確立を目的に物質移動の定量表現を可能とする地下水流動を取り込んだ精度の高い水質拡散モデルの構築を行った。本モデルの活用法としては、水質悪化要因の分析及び汚濁源対策等による負荷軽減効果量の把握が可能になると考えている。本論文は、従来の湖のみを扱うモデルに対し湖岸境界部での地下水流の影響を取り込んだ長谷川¹⁾らの解析モデルを基礎とした再現計算結果を踏まえ、水質拡散シミュレーション結果を取り纏めたものである。

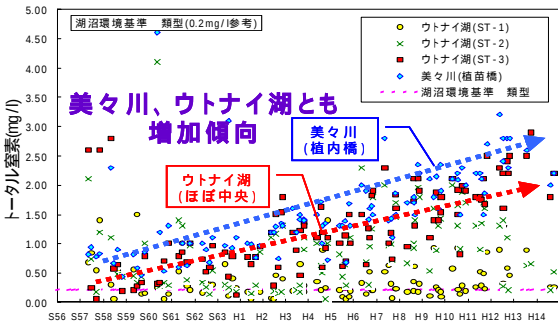


図-2 T-N 経年変化

2. 地下水流動解析

ウトナイ湖および美々川の涵養は地下水位（TP2m～10m）が主であり、地下水の流入流出が湖流に影響を与えていると推定し、当該区域の水質拡散の精度を高めるには地下水の影響を考慮する必要があると考えた。本研究では、ウトナイ湖近傍域の地下水流量ベクトルとウトナイ湖への平均的な地下水流入・流出量を把握するため、ウトナイ湖及びその周辺域を対象とした地下水流動解析を実施した。解析諸元を表-1 に示す。解析結果（図-3）は、推定地下水位と観測地下水位が概ね一致した結果となった。また、地下水流量ベクトルは、推定地下水位コンターに対して直交し、北東および北西方向から美々川およびウトナイ湖に流入する結果となった。

表-1 地下水流動解析諸元

項目	使用データ
平均地下水位 m	平成 8 年 1 月 1 日～12 月 31 日
地下水位 h	平成 8 年 8 月 1 日～ 8 月 31 日
解析領域	12km×12km(144km ²)
観測井数 n	27 地点

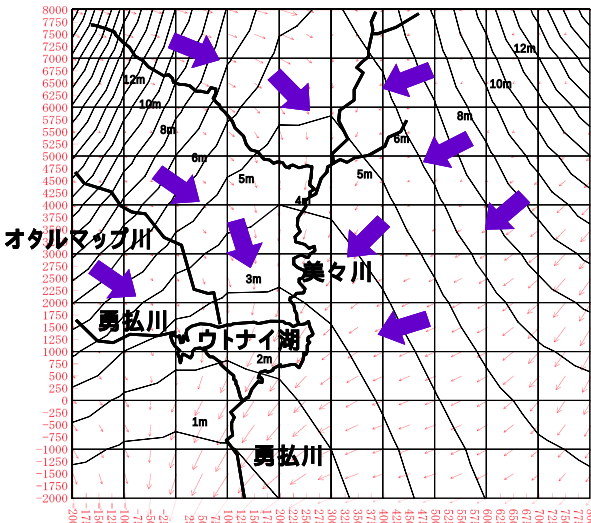


図-3 推定地下水位と地下水流量フラックスの比較

3. ウトナイ湖の水質拡散シミュレーション

汚染物質の滞留・拡散特性を捉えるため、地下水流入及び海陸風を外的条件とした水質拡散シミュレーションを実施した。海陸風は、近隣の苫小牧測候所における毎正時の最多風向を30日間繰り返し与える条件とした。

ウトナイ湖における水質拡散シミュレーション結果（図-4,5）は、美々川の流入部から投入したトレーサがゆっくりと南下し、湖南側の勇払川へ流出する傾向にあるが、風の変化に伴い湖流も流動するため、一部が湖の中央部で発生する環流に捉えられ滞留し、濃度が高くなる結果となった。

表-2 予測計算条件

項目	計算条件
計算期間	30日間
Δt	4sec
流入河川	勇払川 $0.08\text{m}^2/\text{s}$ 美々川 $0.14\text{m}^2/\text{s}$ オタルマップ川 $0.01\text{m}^2/\text{s}$
流出河川	勇払川 $0.22\text{m}^2/\text{s}$
地下水	流入流出を考慮
風	毎正時の卓越風向30日間繰り返し
平均水位	2.04m
トレーサ	美々川流入部に連続注入
拡散係数	$0.1\text{m}^2/\text{s}$

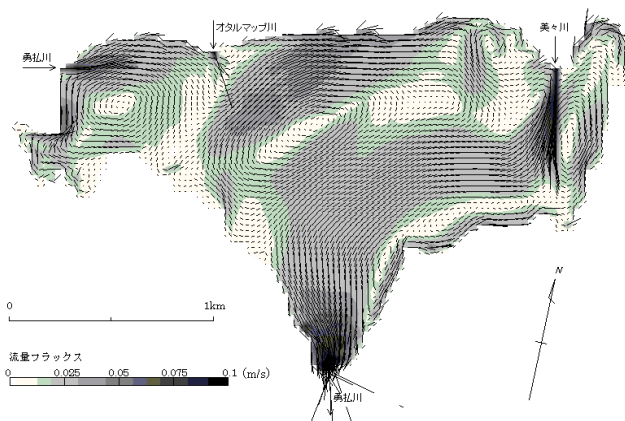


図-4 流向流速結果 30日目 18時時点

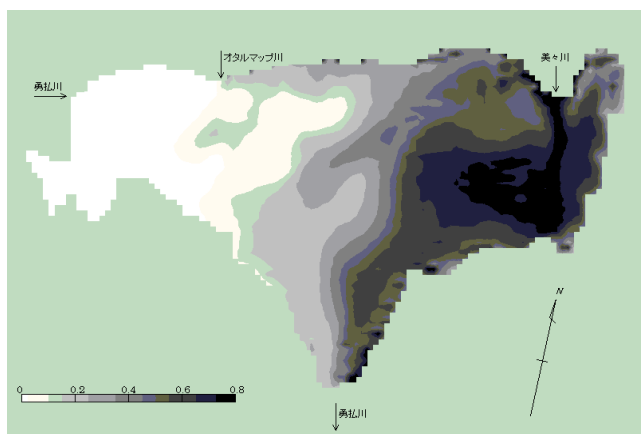


図-5 トレーサ濃度(注入 30日目 18時時点)

4. おわりに

本研究は、地下水流動を境界条件に取り入れた水質拡散モデルにより、浅水湖の水質拡散予測精度の向上を図り、水質改善対策等の定量評価の一助とするために行った。解析上重要な要因となる地下水流動解析結果は、パリオグラム理論の適用を図り、推定透水係数と実測値がほぼ一致した。また、この地下水流動解析結果を取り込んだ湖流解析では、実測の平均流速と比べ概ね良好な結果となった。

水質拡散現象については、湖北側に位置する美々川からトレーサを注入し、その濃度分布域を確認したが、湖東側に南下する流れに伴われ高濃度を有する部分が発生する結果となった。さらに湖中央部には風向変化に伴い環流が生じ、トレーサがこの環流に補足され比較的高濃度の部分が湖中央部へ達した。これらは、観測結果による濃度の平面分布とも比較的一致する結果となった。今後の課題について、以下に整理すると

流域全体における汚染物質拡散過程の解明

水質と水生植物等の関連メカニズムの解明

懸濁物質による湖内環境予測・評価

となり、本モデルの展望としては、モニタリングツールとしての活用や水質改善対策の客観的評価手法の確立が上げられる。

謝辞：本研究を行うにあたり、ウトナイ湖周辺の地下水位データを提供して頂いた国土交通省北海道開発局石狩川開発建設部千歳川河川事務所の関係各位に対し、ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 長谷川覚也，長谷川裕史，藤間聡：地下水流動解析を含むウトナイ湖水拡散モデルについて，水工学論文集，第47号，pp.1207-1212，2003.
- 2) 竹村健，長谷川覚也，長谷川裕史，藤間聡：地下水流動および海陸風を考慮したウトナイ湖の水質拡散特性について，水工学論文集，第48号(2)，pp.1417-1422，2004
- 3) 千歳川放水路地下水工法調査委員会報告書，pp.21，2001.
- 4) 和田麻衣子，藤間聡：不均質帯水層における地下水パラメータの推定に関する研究，土木学会北海道支部論文報告集，pp.254-259，2000.