

VII-249

干潟における水温および地中温度の数値解析

九州大学総理工 ○学生員 児玉 真史 正員 松永 信博
正員 杉原 裕司 学生員 福田 和代

1. はじめに

干潟は、沿岸水域における水質浄化の場として重要な役割を担っている。干潟では、河川より流れ込んで堆積した有機物が底泥中の様々な微生物によって分解されている。また、貝類、甲殻類およびゴカイ類といった底生生物の中には堆積した有機物を餌としているものも多く、微生物同様に有機物の分解に寄与している。これらの底生生物は同時にそれ自身の活動により底泥を攪拌し、地中の微生物活性を高め、物質の輸送、拡散を促進する役割も担っている。このような微生物や底生生物の活動には環境の温度が大きく影響する。従って、干潟の水質浄化機能を定量化する上でその熱環境特性を明らかにすることは重要である。本研究の目的は干潟における熱収支の観測に基づいてその熱環境特性を明らかにし、干潟の水温および地中温度の予測モデルを構築することである。

2. 観測概要

博多湾東奥部に位置する和白干潟において、熱収支の観測を行い、干潟の熱環境特性の検討、水温および地中温度のシミュレーションを行った。観測は1996年冬期(12月)、1997年夏期(8月)、1997年冬期(12月)の合計3回実施し、風向、風速、気温、比湿、各放射量、水温、地中温度および水位の連続計測を行った。1997年夏期および1997年冬期の観測において観測地点は、潮汐の干満により冠水と干出を繰り返した。また1996年冬期の観測では観測地点は満潮時にも干出した状態であった。

3. 干潟の熱環境特性

1996年冬期、1997年夏期および1997年冬期の3回の観測における入力放射量に対する顕熱輸送量 H 、潜熱輸送量 E および貯熱量 G の占める割合について、日中と夜間、夏期と冬期、干出時と冠水時という三つの観点から比較検討を行った。得られた結果を要約すれば以下の通りである。

1. 干潟表面が冠水している場合、入力放射量のうち顕熱輸送量の占める割合は夏期・冬期いずれも小さく、季節間の差および日中・夜間の差はみられない。
2. 日中干潟表面が干出している場合には顕熱輸送量、潜熱輸送量いずれが占める割合も冠水時よりも大きい。
3. 日中、貯熱量の占める割合は干出時よりも冠水時の方が圧倒的に大きい。

4. 水温および地中温度の数値解析

水温および地中温度の予測を目的とし、観測によって得られた基礎データを用いて、鉛直一次元のモデルにより干潟域の水温および地中温度の数値解析を行った。計算はいずれも冠水時を対象とし、夏期・日中、冬期・日中、夏期・夜間および冬期・夜間の4ケースについて行った。基礎方程式は水温、地中温度いずれも一次元熱伝導方程式を用いた。空間微分には中心差分を用い、オイラーの陰解法によってこれらの方程式を解いた。水表面での境界条件は水表面に入射する熱フラックスの実測値を与えた。地表面では日中は水体を通り抜けて直接地表面に入射する日射量を与え、水温と地表面温度を一致させた。

図1に夏期・日中冠水時における温度分布の解析結果と観測値との比較を示す。計算は8月21日7時10分から同12時40分にかけて行った。地中温度は非常に良く一致しており、初期には鉛直方向にはば一様であったものが、水温の上昇と日射による直接の加熱で地表面付近と下層の温度差が徐々に大きくなる様子が計算でも再現されている。水温も水表面付近で若干ずれが見られるものの、十分に混合されて鉛直方向に一様な分布となっている様子が計算でも再現されている。

冬期・日中冠水時における温度分布の解析結果と観測値との比較を図2に示す。計算は12月15日9時40分から

キーワード：干潟、熱収支、水温、地中温度、数値解析

〒816 福岡県春日市春日公園6-1, Tel.:092-583-7473, Fax.:092-592-8447

同 12 時 40 分にかけて行った。水温は夏期同様鉛直方向に様で、日射の増加にともなって上昇する様子が水深が 20cm 程度と浅い場合でも良く一致している。地中温度については初期に表層以外では負の勾配であったものが徐々に熱フラックスが下層まで伝わる様子が良く再現されている。夏期・夜間冠水時の結果を図 3 に示す。計算は 8 月 21 日 20 時 40 分から 8 月 22 日 1 時 00 分にかけて行った。夜間水深が浅い場合には水表面が冷却されて顕著な鉛直勾配が形成されている。しかしながら上げ潮とともに沖合いから暖かい底層水が移流されて、混合され鉛直方向に様な分布となる。このケースでは初期条件として沖合いの水温とほぼ同じであると思われる満潮時の水温を与えている。このため初期に水表面において差がみられるが、それ以降は水位が低下してからも比較的良く一致している。冬期・夜間冠水時の結果を図 4 に示す。計算は 12 月 15 日 19 時 20 分から同 23 時 00 分にかけて行った。初期の水温の鉛直勾配は夏期夜間に比べて緩やかである。水表面では若干のずれが見られるものの、解析結果と観測値は比較的良く一致している。水表面からの熱フラックスの出入りが卓越する日中は解析結果と観測値はよく一致するが、夜間には水平方向の温度勾配が大きく、移流の効果が無視できないことから、水中の熱の移動を鉛直次元とした本モデルでは夜間の水温の予測に問題を残すが、地中温度および日中の水温に関してはかなり良い精度で予測ができるといえる。

5. おわりに

現地観測および数値シミュレーションによって干潟の熱環境特性について検討した。水温および地中温度のシミュレーションを行った結果、地中温度と日中の水温についてはかなり高い精度で実測値の特性を再現することができた。本研究では境界条件に実測値を用いたが、今後は熱環境特性を定量化し、一般的な予測を行うことが課題である。

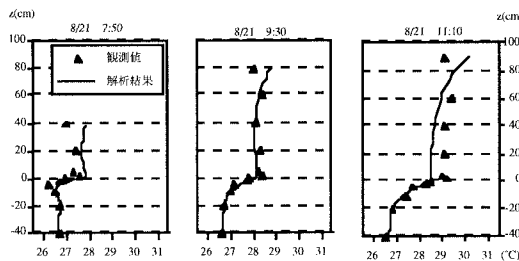


図 1 夏期日中冠水時における解析結果と観測値の比較

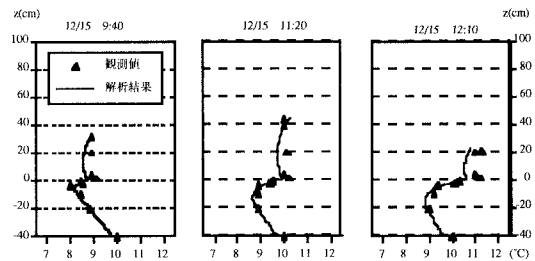


図 2 冬期日中冠水時における解析結果と観測値の比較

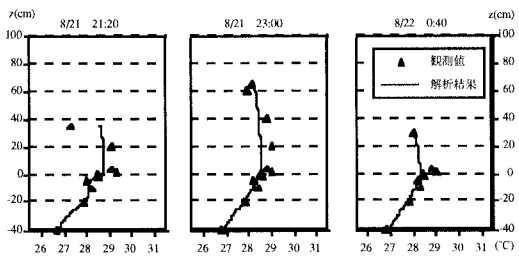


図 3 夏期夜間冠水時における解析結果と観測値の比較

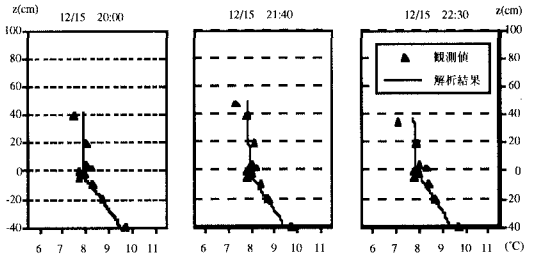


図 4 冬期夜間冠水時における解析結果と観測値の比較

参考文献

- 1) 近藤純正：水環境の気象学，朝倉書店，1994
- 2) 小葉竹重機他：河川水温の形成における光の吸収率の影響，水工学論文集，第 41 巻，599-604，1997