

II-130

浅い水深の河床での水温上昇に関する基礎研究

東北大学工学部 学生員 ○松本 浩一
東北大学工学部 正 員 後藤 光亀

1. はじめに

近年、都市河川では、下水道等の整備により河川の中流から下流までの水量が大幅に減少している。また、1994年夏の渇水に見られるように、数年に一度の渇水が頻繁となり、流水の停滞もしばしば生じるようになってきている。

河床に生棲する微生物、小動物や植物群など、河川には水質及び水量により多様な生態系が生じるが、少ない水量時に生じる河川水温が周辺の生態系にどのような影響を与えるのか熱収支的にアプローチをした研究は少ない。本研究では、浅い水深における河川水温が河床の物理形状・材料によってどう変化するのか基礎的な実験を行ったものである。

2. 実験方法

実験装置の概略を図1に示す。河床材として、じゃり（φ25～40mm）、砂（φ0.3～1.2mm）の二種類を用いた。容器側面と底面は硬質ウレタンフォームによって断熱状態にした。温度は水面より深さ0.1, 3, 6cm及び、じゃり・砂上面より深さ0.1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 28cmの計13点を測定した。気象データ（日射量、風速、湿乾球温度）はそれぞれ、日射計、三杯式風速計、通風式湿乾球計を用いて測定した。以上の各測定項目を、PC9801等によって自動計測させた。データは20秒毎に測定し、10分毎に平均値を記録した。測定地点は東北大学工学部土木工学科講義棟屋上であり、遮蔽物のない日当たり良好な場所である。

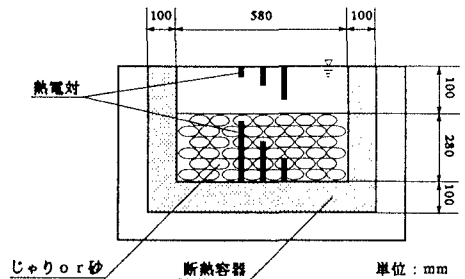


図1 実験装置

3. 結果及び考察

図2～図5に測定値、計算結果を示した。水深はじゃりで9.5cm、砂で7.5cmとなっている。尚、図2～図5において14:10～17:20は欠測である。図2に気象データ、図3に各熱収支要素の変化、図4に貯熱量の変化、図5に実測温度の垂直分布を示す。図2において、SWAVE: (日射量) × (1-アルベド), WIND: 風速, TDRY: 乾球温度, TWET: 湿球温度, TS: 水表面温度を表す。図3の各熱収支項（水表面面向きを正とする）は、水表面において次の式を満たしている。

$$SWAVE + L\downarrow + L\uparrow - 1E - H - G = 0 \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 $L\downarrow$: 大気からの放射, $L\uparrow$: 水面からの長波放射, $1E$: 潜熱, H : 顕熱, G : 式(1)をGについて解いたものを表す。図3において、本実験期間では潜熱、顕熱による熱の出入はたかだか±10W/m²である。大気放射は210～280W/m²、水面からの長波放射は310～350W/m²程度であり、夜間にはこれらの差によって、水面から大気側に向けて100W/m²程度の熱が放出されている。

次に晴天日のじゃりと砂について比較してみる。図5の温度分布より、夜が明けると日射によって水塊部やじゃり、砂上面が暖められる。11時の水と河床材の境界面付近の分布を見ると、じゃりでは深さ方向に温度が単調に減少しているのに対し、砂では砂面から深さ1cmの温度がそれより上の2点（水深3.5cmと砂面から深さ0cm）の温度に比べわずかに高い温度を示している。原因としては、じゃりと砂のアルベドの違い、形状の違いによる光の反射特性の違いが考えられる。14時頃から水塊部は冷えはじめ、ついでじゃり、砂部も冷えていく。

図4のG1, G2はそれぞれ実測温度によって求めた水塊部とじゃり、砂部の貯熱量の変化を表しており、全体の貯熱量の変化であるG1+G2が図3のGにあたる。G1+G2とGは、砂ではG1+G2にばらつきがあるものの平均的にはほぼ一致しており、じゃりでは0時～4時、21時～24時を除いては砂と同様に一致する。G1は日射量の増分の大きい11時頃にピークを生じ、14時頃にマイナスに転じ、(1)式のSWAVEの減少を補うべく上向きに熱放出を始めている。G2は12時頃にピークを生じ、17時頃にはマイナスに転じておりG1と同様に熱放出を始めている。また21時頃からじゃりのG2が更に減少しており、じゃり部

分の水温の低下幅が21時以前に比べ大きくなっていると言える。砂ではこのような現象はみられず、これは河床材の大小による蓄熱のされ方の違いが原因として考えられる。

以上のように浅い水面を持つ河床では水塊部と河床部での熱の分配が明らかにずれて行われる。またじゃりと砂くらの河床材の大きさの差があると、温度分布や貯熱量の変化に差が生ずることが分かった。

