

II-387

埋設データロガーによる洪水時砂州流出の現地観測

東京大学教養学部広域システム科学科	清野聡子
建設省土木研究所河川部長	宇多高明
東京大学教養学部広域システム科学科	前田耕作
パシフィックコンサルタンツ（株）	山田伸雄
海岸研究室（有）	芹沢真澄

1. まえがき

洪水時の河床変動観測については、昔から様々な手法が試されてきた。例えば、ポールに金属性のリングを取付けて洪水前の河床面に設置し、洪水後にリング位置の変化を調べて河床面の変化をとらえる方法、ホバークラフトに積載した音響測深機により洪水時に河床変動測定を行う方法（木下ら、1991）、あるいは河床面に立てた砂面計により砂面変動をとらえる方法などがある。しかし、洪水時に上流から流れてくる大量のゴミのために、計測器の設置の困難さなどが原因して、未だ十分な成果が上がっていないのが現状である。観測が成功していない理由は、計測器が洪水流中に露出し、強い流れの作用を受けるためと考えられる。そこで本研究では発想を逆にし、下流部河道の砂州の砂面下に計測器を予め埋め込んでおき、それによって計測されたデータから砂州の侵食状況を調べる手法を新たに開発するものである。

2. 観測地の概況と観測方法

観測は大分県八坂川で行った。八坂川は、別府湾北部に位置する面積 5.0km² の小規模な湾である守江湾に流入している。八坂川流域では、1997 年 9 月 16 日、台風 19 号に伴う集中豪雨により大洪水が生じた。この洪水による家屋の被害は床上浸水 118 棟、床下浸水 72 棟、また田畑の冠水は 210ha に及んだ。洪水のピーク流量は、洪水痕跡調査から約 1,500m³/s（河口から 7.2km の出原橋地点）と推定されている。

温度・塩分センサーを内蔵した小型メモリー式連続計測器（データロガー：MDS-CT）による砂州変動観測は、図-1 に示すように八坂川河口部右岸近傍の中州で行った。この中州は幅約 10m、長さ約 200m であって、右岸近傍から斜めに下流側へと延びている。八坂川は河口近くで大きく右回りに湾曲し、低水路は左岸近傍に寄って流れている。データロガーの設置は、T.P. 約 0.8m の高さを持った中州の、河心側斜面の標高約 0.5m の地表面と、地表面下 15cm である。設置地点付近で実施した河床材料調査によれば、河床材料の中央粒径は約 0.5mm の細砂である。データロガーは地中に埋設し、コンクリートブロックにロープで結んで固定した。計測器本体は地中に固定した。観測は、1997 年 7 月から開始し現在も継続中である。データのサンプリング間隔は 20 分である。

3. 砂州中の温度・塩分の観測結果

台風 19 号による八坂川の洪水では、埋設地点において河床材料が流出した。その結果、地表面に設置されたセンサーは下流方向へ移動し、地表面下 15cm にあったセンサーは地表に露出した。しかし計測器の流失や破損は免れた。この間、洪水流の作用による砂州変動の観測が可能となった。図-2 には、1997 年 9 月 1 日から 9 月 20 日までの期間における、地表面下 15cm の温度・塩分の経時変化を示す。9 月 1 日～9 月 3 日および 9 月 9 日～9 月 13 日には周期的な温度変化が生じている。これは日射に伴う温度変化である。一方、9 月 4 日～9 月 8 日、および 9 月 14 日～9 月 16 日には温度がほぼ単調に低下し、それぞれの期間直前の温度変化と著しい違いを示す。これはこの期間に降雨があったことによる。塩分は温度が周期的変化を繰り返している期間には間歇の変動を繰り返していたが、降雨期間中には連続的に高塩分となっている。塩分の間歇変動は潮位変動に起因しており、満潮時には高塩分となるが、干潮時には砂層中の水分がなくなるために、塩分が未検出となって測定値が 0 となる。

図-3 には、洪水時を含む 9 月 14 日～9 月 18 日における、地表面と地表面下 15cm の塩分変化を示す。降雨の継続中、地表面の塩分は 0～20 の間で大きな変動を示したのに対し、地表面下 15cm の塩分は約 23 とほぼ一定値を示し、地表面より地表面下 15cm の方が高塩分である。地下への塩分の侵入は主として地表面からの浸透により生じると考えられるので、地表面より地下の塩分濃度が高くなることは考えにくい。例えば塩水が河川を遡上し、河床面近傍が高濃度となった場合を考えれば、塩分は河床面から地下へと運ばれるので、地表面の塩分濃度が必

ず高くなるはずである。このように考えると、図-3 に観察される現象は、塩分を十分含んだ砂州の表面に降雨があったために雨水が地下に浸透し、これに塩分が溶出した結果であると判断できる。この場合、地表面では降雨強度に依存して表面水の挙動は大きく変化し、それに応じて塩分濃度も変動したと考えられる。

同様に、図-4 には9月14日～9月18日における、地表面と地表面下15cmの温度変化を示す。9月16日15:20～15:40の間、地下15cmでは降雨の影響で徐々に低下していた温度が 1.0°C 急落した。このとき、図-3 に示した塩分変化によれば、表面塩分は5.6減少後、7.9の上昇が見られ、地中塩分も11.6急減した。このような温度、塩分環境の激変は、洪水流によって砂州の流失が起こったことを強く示唆する。少なくともこの時刻以前における地表面下15cmにおける緩やかな温度変化と比較して、ごく短時間における急激な温度低下は、データロガーを埋設していた地中環境が一挙に変化したことを意味する。しかも図-3 によれば、この変化が生じた後両地点の塩分は9月18日0時までほぼ0となったが、このことは、この間八坂川の洪水流が流下していたことと調和的であって、洪水流によって砂州の上層が削り取られ、その後は洪水流が流下したと考えれば理解できる。以上より、この時刻をもって河床材料が急激に流出し、計測器が押し流された時点と考えられる。

4. まとめ

今回測定された洪水前後における河道内堆積物直上の水環境特性は、計測の性質上、従来の河川工学的測定では得られていない貴重なデータと考えられる。従来の観測では、洪水前後に行われた横断測量によって河道内の地形変化量は明らかにできても、洪水に伴う砂州の流出時刻を正確に測定することはできなかったが、本研究では洪水の流量の増大とともに、砂州がフラッシュする過程を明瞭な形で測定することが可能となった。

参考文献

木下良作・志村一夫・山崎文明（1991）：洪水時河床音響調査へのホバークラフトの利用、水工学論文集、第35巻、pp. 691-694.

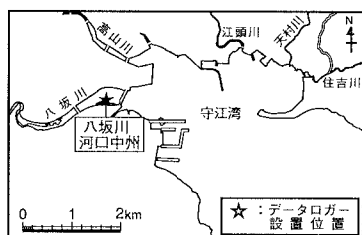


図-1 大分県八坂川河口中州におけるデータロガーの設置地点

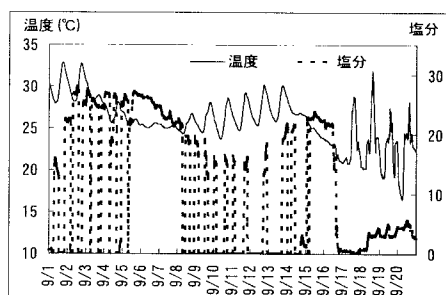


図-2 地表面下15cmにおける温度と塩分の経時変化（1997年9月1日～9月20日）

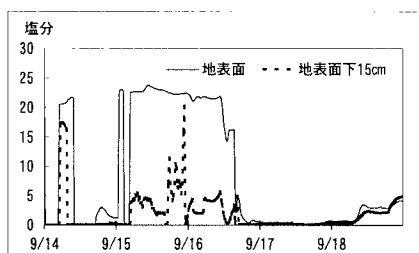


図-3 地表面および地表面下15cmの塩分変化の比較（1997年9月14日～18日）

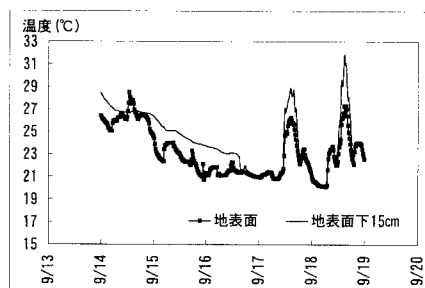


図-4 地表面および地表面下15cmの温度変化の比較（1997年9月14日～18日）

キーワード：観測・計測手法、河床変動、データロガー

住所：東京都目黒区駒場 3-8-1 電話：03-5454-6793 FAX. 03-3485-2904