

洪水採水用簡易採水装置の試作とテスト

Trial production and test of new simple equipment for sampling flood water

入江光輝*, 若岡圭子**, 小澤啓明***, 石川忠晴****

by Mitsuteru IRIE, Keiko WAKAOKA,

Hiroaki OZAWA and Tadaharu ISHIKAWA

An equipment for sampling flood water in rivers is devised and produced on a trial. This equipment is a series of bottles. Each bottle has a mouth which can be closed by a small float automatically after the water comes in. The bottles are previously set in a river, left in the flow during a flood and retrieved later. A flume test is done in order to know how well the bottle keeps the sampled water when it is exposed to a flow after the sampling. The result shows that most of the tested bottles can keep more than 90% of the sampled water for several hours. A field experiment is also carried out to confirm the possibility of practical use. The water quality of sampled water is compared with that of the water which is sampled separately by other device. The both results agree with each other fairly well.

Keywords: water sampling device, flood water, trial production

1. はじめに

流域から排出される汚濁負荷量の中で降雨時の負荷量の占める割合が高いことが知られている。¹⁾ したがって、水環境の総体を評価する上で、出水時の水質を把握することは重要であると考えられる。しかし一般に出水は不定期であるから、人員を計画的に投入して採水を行うことは難しい。汚濁負荷は特に出水初期に集中するから、“空振りを覚悟で”待機していないと適切な時間に採水を行えないことが多い。一方、機械による自動採水及び自動分析は、高価で且つ設置のスペースを要することから、限られた地点でしか行えず、流域からの汚濁負荷を多地点観測で面的に把握するには不向きである。

そこで筆者らは、出水時における多地点での採水を無人で行うための簡易採水装置を考案し試作した。本論文では、この装置を実験水路と実河川でテストした結果を報告する。

* 学生会員 東京工業大学大学院 総合理工学研究科修士課程 人間環境システム専攻
(〒227 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259)

** 東京工業大学大学院 総合理工学研究科修士課程 環境物理学専攻
(〒227 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259)

*** 学生会員 東京工業大学大学院 総合理工学研究科修士課程 環境物理学専攻
(〒227 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259)

**** 正会員 工博 東京工業大学教授 総合理工学研究科
(〒227 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259)

2. 装置試作のコンセプトと装置の概要

採水を行う場合、採水者は「採水時刻」というものを気にする。時刻が全くわからなければ分析結果をプロットしようがないからである。しかしそのためには、人間が時計を見ながら採水するか、時間制御された機械を使うしかない。すると序文に述べたような問題がどうしても生じてしまう。

しかし採水時刻が明確でない水質データは全く価値がないものであろうか。例えば、隣接する小流域で、同じ降雨の出水の“ピーク付近のある時点”で採水が行われ、分析の結果、ある水質項目の値が両者で著しく異なっていたとする。このデータは、ふたつの流域の汚濁流出特性を比較論的に論じる上で、全く無価値とは言えないであろう。

そこで頭を切り替え、採水時刻を問題にしない(少なくともだいたいわかっていればよい)ことにすると、話はかなり簡単になる。すなわち「上端に小さな穴の開いたびん」を河川の中にぶら下げておけば、水面が穴の位置に達した時点で水がびんに入る。それを出水後に回収して回れば、洪水の水を多地点において手に入れることができるであろう。そこで筆者らは、試行錯誤のすえ、図-1に示す装置を試作した。

ポリエチレン製の広口びんに、テーパーが付き上端が開いているキャップをとりつける。このキャップの上に、側面に穴の開いた蓋をかぶせる。一方、広口びんの中には発砲スチロールの玉を入れておく。水面が上昇して上端の蓋の穴に達すると水が広口びんに流入する。さらに水位が上昇するとびん全体が水没するが、その時には発砲スチロールの玉が浮力で上昇し、テーパーの部分で口を塞ぐため、いったん入った水は流出しなくなるという仕掛けである。なお、広口びん容量は500mlである。

実際に現地に取り付けける場合には、写真-1に示すように、鋼製アングルの縦長の枠の中に数珠つなぎにして入れておく。その結果、増水期において、洪水ピークの直前まで、水面が一定量上昇する度に採水される。なお、びんの回収は洪水後に行う。

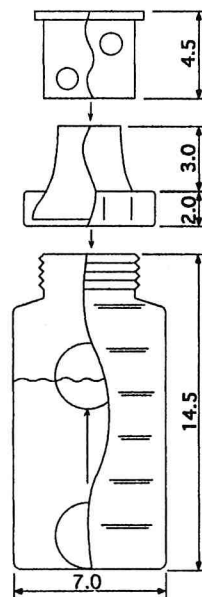


図-1 簡易採水装置

3. 実験水路におけるテスト

本装置を実地に用いる前に、次の点を調べておく必要がある。すなわち、いったん採水された水が、びんが水没している間にどの程度抜けてしまうか(または入れ替わってしまうか)ということである。この点を確かめるために、水路実験を実施した。

実験は、建設省土木研究所河川研究室にある長さ30m、幅60cm、深さ50cmの鋼製可変勾配水路を用いて行われた。蒸留水にオルトリン酸を10ppm添加した水を採水びんに満たし、写真-2に示すように流水中に水没させ、一定時間後に取り出して濃度の変化を調べた。濃度測定には土木研究所下水道研究室にあるイオンクロマトグラフィー(日本ガイネクス(株)社製)を用いた。なお、実験水路に通水する水についてオルトリン酸の濃度をあらかじめ調べたところ、ほぼ完全にゼロであった。

通水条件を表-1に示す。洪水を対象にした装置のテストであるため、水路実験としては流速をかなり大きく設定した。このため、写真-2に示すように水面波が立った過酷な条件となっている。

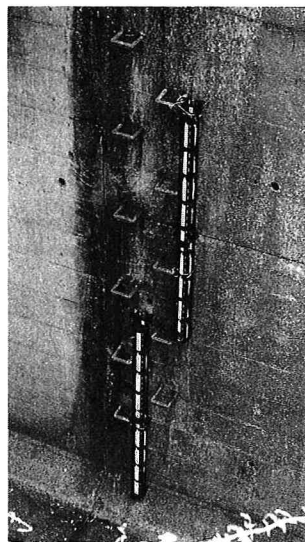


写真-1 簡易採水装置の設置状況
(しらとり川)

表-1 通水条件

	RUN 1	RUN 2
穴の位置	水面付近	水 没
流速(m/s)	0.91	0.64
水深(m)	0.36	0.26
水没時間(h)	1・2・3・6	1・2・3

びんからの水の抜けは、呑み口が水面付近にあって水面波等の影響を受ける場合に甚だしいと考えられる。そこで、びんの設置状態を、穴が水面付近にある状態と完全な水没状態の2ケースとした。なお結果のばらつきをみるために、各水没時間につき2検体ずつテストした。

実験結果を図-2に示す。RUN-1(呑み口を水面付近に設置した状態)では、通水時間3時間でほとんど水が入れ替わってしまった検体がひとつあった。これは発砲スチロール製の栓がうまく機能しなかったためである。また他にも50～60%しか残留しなかった検体がふたつあるが、これらも同様である。(現在のところは栓の部分の工作がひとつひとつ手作りであるため、製品のばらつきが出てしまう。)しかし残り11検体は良好な残留率を示しているので、製作工程を管理すれば実用に供し得るものと考えられる。

4. 現地でのテスト

現地テストを、横浜市青葉区にある「しらとり川」で実施した。しらとり川は流域面積278.43haの都市河川で、写真-3に示すように掘り込みのコンクリート三面張り河道となっている。

テストを実施した断面には、写真-4に示すように、水位計とそれに連動した自動採水装置が設置されている。簡易採水装置の設置状況は写真-1に示したとおりで、両者は近接して設置されている。

簡易採水装置で得られた水と自動採水装置で得られた水を水質分析し比較した。分析項目は濁度、 PO_4-P 、 $T-P$ 及びCODとした。なお、濁度計測にはアレック電子(株)ATU1-Dを用い、その他の項目の分析にはハック社製DR/3000を使用した。

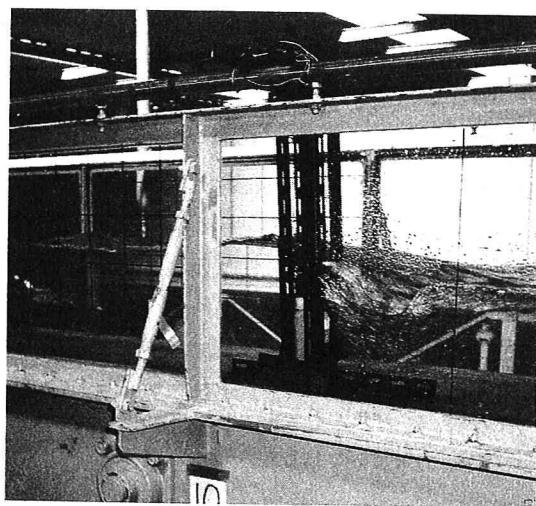


写真-2 実験水路に設置された簡易採水装置

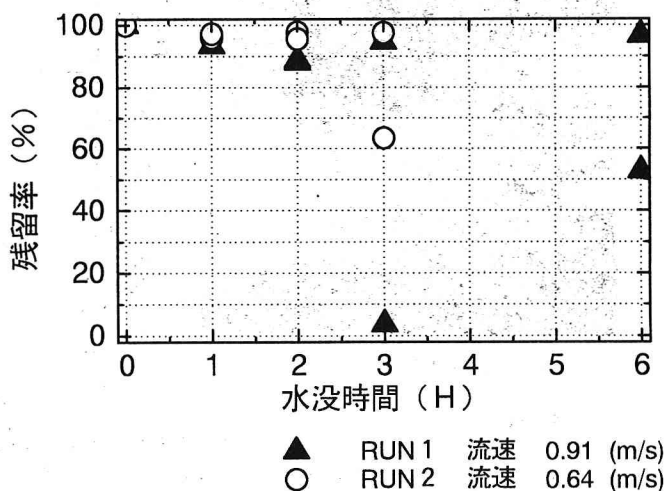


図-2 実験水路における簡易採水装置のテスト結果

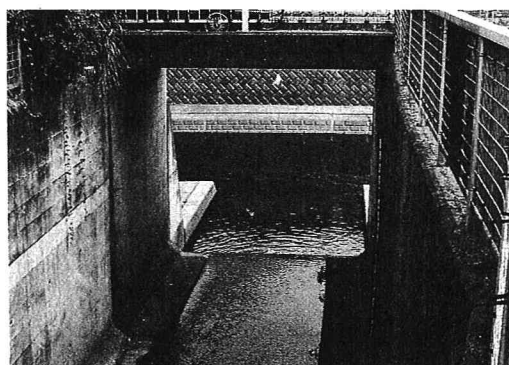


写真-3 しらとり川

図-3に、平成7年10月2日の出水における分析結果を示す。簡易採水装置での採水時刻は、水位が穴の高さに達した時刻であると仮定し水位記録から推定した。

両者の分析結果に若干の違いはあるものの、概ね一致していると言える。自動採水装置のストレーナは河床近くに取り付けられている一方、簡易採水装置は水面付近の水を採取する。したがってもとと採水位置が異なるから両者の水質は必ずしも全く同じではない。このことを考慮すれば上記の一致は満足すべきものであると考えられる。

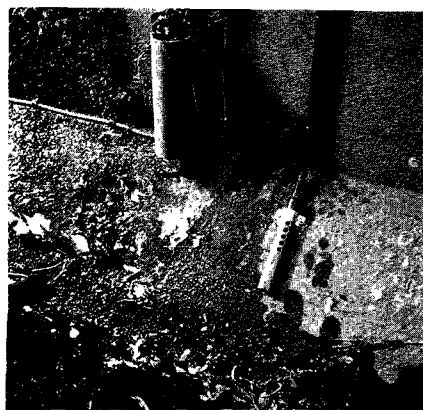


写真-4 自動採水装置採水用ストレーナ

5. おわりに

出水時に無人で簡易に採水できる装置を試作した。本装置は、採水時刻が正確にわからないという欠点を持つ反面、増水期における多地点の水を簡易に採水できるという利点を有している。

この装置の保水性についてのテストを実験水路で行ったところ、いったん採取された水は、その後の水位状態でも容易に抜けにくいことが明らかにされた。したがって、出水後に本装置から回収される水は、洪水水面が呑み口まで上昇した時点に採取された水とみなしてよいと考えられる。ただし、採水終了後に呑み口を塞ぐ栓がうまく機能しなかった場合がいくつかあった。この点について今後改良していきたい。

横浜市のしらとり川で実施した現地テストでは、自動採水器で採取された水と本装置で採取された水の水質分析の結果が概ね一致した。このことから本装置を現場で使用する可能性が示された。

水路実験を行うにあたり、建設省土木研究所河川研究室及び下水道研究室に御協力いただいた。また現地テストを実施するにあたり、横浜市青葉土木事務所にお世話になった。記して謝意を表する。

引用文献

- 1) 例えば、大久保卓也ほか：都市域流出懸濁物質からの栄養塩回帰、水環境学会誌、vol.18、No.3、pp.199-206、1995。

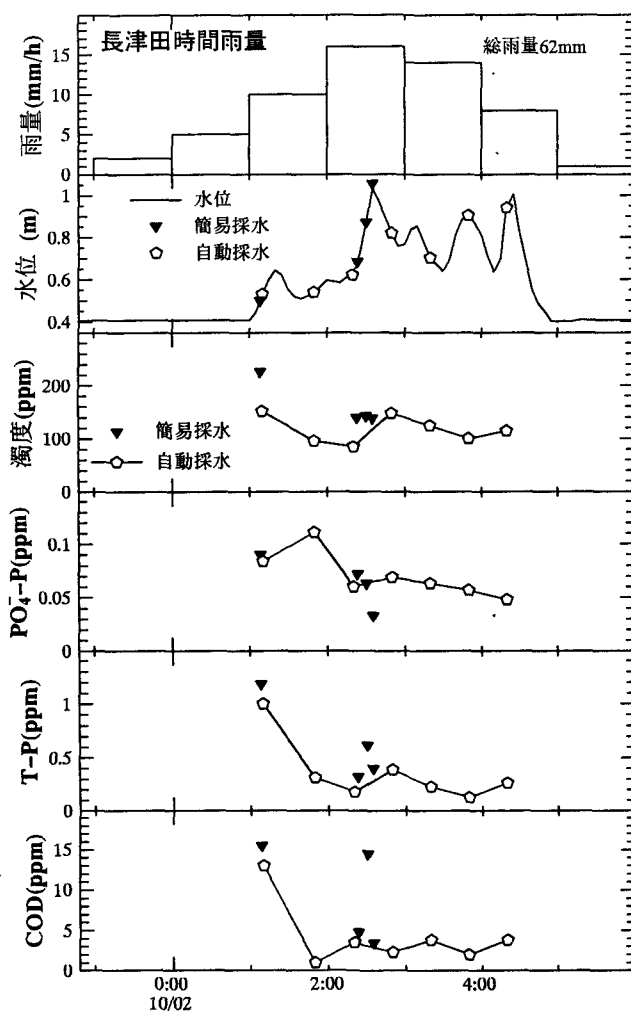


図-3 自動採水装置と簡易採水装置による採水の比較分析（しらとり川）