

武庫川市民学会誌 Vol.2, No.2, pp.67-70 (2014)

〔研究・観察レポート〕

## 層別採水器具の製作と塩分濃度を指標とした性能の評価

吉田博昭\*

### 要 旨

市民が手軽に利用できることを目的として簡易型の層別採水器を自主製作した。簡易採水器の採水精度について、塩分濃度を指標として武庫川下流部で調査したところ、淡水と遡上海水が混じりあう中層での場合や塩分濃度が低い試水の場合には採水誤差が認められた。しかし、水環境状況が安定した場合には、屈折計で測定した塩分濃度は総合水質計による測定値とよく一致した。これらの結果から、本採水器は市民による環境調査などの目的に十分利用可能と判断された。

**キーワード**：簡易層別採水器，自主製作，塩分濃度，武庫川下流部

### 1. はじめに

武庫川では、現在、最下流部に存在する潮止め堰が海と川の領域の境界となり、海から汽水域に生息する生物と淡水域に住む生物が、横断構造物である潮止め堰により生息域を区切られている。

潮止め堰より河口側の汽水域で魚釣りをする人によれば、ここは二枚潮の海で、底を狙うと大きなチヌが釣れるという。「二枚潮」とは、表層と底層の潮の流れが逆になることを指す釣り用語である。一方、堰直上の淡水域では1メートル級の鯉を狙って釣り人が集まってくる。

このことでもわかるように、水質は魚類を含む水生生物の生育環境を規定する最も重要な要因の一つである。そのため、水質モニタリングは河川の生態系を考える上で非常に重要である。

本レポートでは、河川の下流部や汽水域の水質モニタリングで重要な項目となる塩分濃度を対象とし、一般市民が簡単に行える塩分濃度の測定法を検討した。そして、水深方向の塩分変化を測定するための層別採水の手段として、市民が手軽に利用できる層別採水器具を作成した。その結果について報告する。

### 2. 採水性能の検討法

自作した簡易層別採水器の採水性能を検討するために、武庫川下流部において塩分濃度測定調査を行った。

同じく自作した吸引式採水器との比較調査は、2013年9月10日午後(14:30)に下流部の南武橋約100m上流左岸において実施した。調査時は落 - 干潮時で採水地点の水深は2.5mであった。

直読式総合水質計((JFE アドバンティック製

AAQ-RINCO))による測定結果との比較調査は、武庫川市民学会と武庫川づくりと流域連携を進める会が共同で実施した第2回武庫川下流部塩水遡上調査<sup>1)</sup>の一環として、2013年10月6日に阪神鉄橋および南武橋で実施した(図1)。横断方向の採水は阪神鉄橋8点、南武橋5点で行った。

阪神鉄橋(川幅108m, 河口4.0km上流)は潮止め堰直上流の淡水域に位置する。調査時(12:10~12:50)



図1 採水性能検討地点

\*武庫川づくりと流域連携を進める会

の水深は1.0～1.9mであった。南武橋（川幅131m，河口3.2km上流）では干潮時（13:30），干 - 漲潮時（15:00），漲潮時（16:30）の3回採水を行った，調査時の水深は0.9～1.9mであった。

簡易層別採水器および吸引式採水器で採取した試水の塩分濃度測定には，後述の検討結果に従い，海水濃度屈折計（アタゴ社製 MASTER-S/Mi11M）を用いた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 塩分測定法の検討

環境水の塩分測定法としては，センサーを水中に直接沈めて測定する直読法と，採取した試料水について塩分測定機器を用いて測定する方式の二種類がある。市民が河川水を簡単にサンプリングできる場所は橋上であるので，橋上から直接測定が可能な直読式水質計は有用である。しかし，直読式水質計は非常に高価（例えば，JFEアドバンティック製総合水質計：100万円以上）で大がかりなものであることから，市民が手軽に採用できる方法とはいえない。

一方，採取試水の塩分を測定するための安価な器具として，観賞海水魚用ボーメ計（海水塩分濃度測定用比重計）がある。しかし，比重計は試水量が比較的多量に必要であり，測定精度も劣る。

比重計よりも試水量が少なく精度が高い塩分測定器具として，イオン電極法を原理とするデジタル塩分計と屈折を原理とする屈折計がある。ここでは，より安価な手持式屈折計について検討した。

使用した海水濃度屈折計を図2に示す。この製品の仕様<sup>2)</sup>は，測定範囲：0～100‰，最少目盛：1‰，測定精度：±2‰，自動温度補正付である。

屈折計は，塩分が異なる水が光に対して異なる屈折率を示すことを利用したもので，図2に示す屈折計左側のプラスチック製蓋板を開け，プリズム面に試水を1～2滴たらし，蓋板を閉じて明るい方向を向き接眼鏡を覗いて濃度目盛を読み取る。使用に当たっては，市販の食卓塩（塩化ナトリウム99%以上）および水道水を用いて5‰，10‰，20‰，30‰の食塩水を調整し，屈折計が調整濃度通りの目盛を示すことを確認した。



図2 海水濃度屈折計  
右図は接眼鏡内の目盛

#### 3.2 層別採水器の製作

水深方向の層別採水が可能な採水器具として，以下の①～④が市販されている。任意の水深でロープやワイヤーに沿ってメッセージャーを投下すると，①採水筒の上下がゴム吸着盤で閉じるバンドーン採水器，②掛け金を外して採水筒を閉じる北原式採水器，③上部のクランプが外れ，採水器全体が転倒して上下のコックを閉じるナンセン転倒採水器，④ガラス瓶の活栓に結び付けられた鎖を任意の水深で引いて栓を開け，採水するハイロート採水器（水中の細菌の調査研究で利用されることが多い）など，色々な種類が市販されている。

しかし，ハイロート採水器を除くと，水深が深い水域で比較的多量の試水を採取する目的に使用される器具であり，また高価であることから，市民調査での使用には適していない。それらに比べてハイロート採水器は比較的手軽に使用できるが，価格は2万円以上で



図3 簡易層別採水器

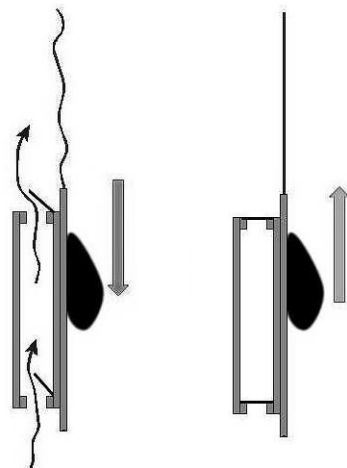


図4 層別採水器の原理  
左図：採水筒降下時 右図：採水筒上昇時

安価とは言えない。

そこで、市販採水器を参考に簡易型の層別採水器を作成した。自作の簡易層別採水器を図3に示す。採水筒は直径25mmの塩ビ管(採水容量約30mL)で、その両端に灯油ポンプから転用した弁を逆流防止弁(逆止弁)として取り付けた。採水筒は適当な重さの錘とともに釣糸に結び、距離計付リールを装備した釣竿で採水操作を行った。

層別採水器の原理を図4に示す。採水筒を下降させた場合には弁が開いた状態になり、水流は採水筒内を通過する。しかし、採水対象層で採水筒の下降を止め、リールを巻いて採水筒を引き上げ始めると、水の抵抗で上下の逆止弁が閉じ採水筒内に対象層の水を採取することができる。採水量は約30mLと少ないが、屈折計での塩分測定や、簡易水質測定キットでCODや栄養塩類を測定する目的には対応できる採水量である。

なお、今回用いた距離計は釣り用の簡易なものであるため、水深の表示には誤差を伴った(試みに検討したところ、10mで約10%過大に表示された)。したがって、距離計による水深の測定結果は目安としての利用にとどめた。

### 3.3 簡易層別採水器の性能

前述した簡易採水器の採水性能を検討するために、さらに図5に示す吸引式採水器を作成した。吸引式のため深い水深には対応できないが、ビニールホース先端の採水口を対象層まで正確に下ろすことにより、精度よく採水することができる。ただし、採水ポットやチューブ内を吸引水で洗浄するのに5分程度を要すること、圧力の関係で橋など高いところからの吸引ができない等の検討すべき点もある。

簡易採水器(以下「簡易」と吸引式採水器(以下「吸引式」)を同時に用い、同じ層の試水を採取した場合における塩分濃度の測定結果を表1に示す。「簡易」では採水を5回繰り返した。水深1m層については、「吸引

式」では24%であるのに対し、「簡易」では12~18%となり、両方の測定値にかなりの相違がみられた。また、「簡易」に関しても、平均値および標準偏差は $14.0 \pm 2.4$  (n=5)でバラつきが認められた。一方、水深2m層については、「吸引式」が30%であるのに対し「簡易」も28~30%であり、よく一致した。

水深1m層に関しては、両方の測定結果に違いが生じ、「簡易」の繰り返し測定結果についてもバラつきが生じた。この測定地点は水深2.5mの汽水域で、水深1m層は中層に相当する。調査時は落-干潮時であったことから、表層を流下する淡水と底層に残る海水の境界域となった中層において流れの乱れが生じ、水深1mにおける「簡易」の測定結果をバラつかせたのではないかと推測された。ただし、「吸引式」の測定も1回であることから、測定値の比較において留意する必要がある。

次に、京都大学農学部の笠井亮秀准教授の協力により直読式総合水質計を利用する機会を得たので、簡易採水器-海水濃度屈折計で測定した結果と、総合水質計による測定値とを比較した。

表層、底層(河川底直上)の測定値を合わせ比較した結果を表2に、両測定値の相関関係を散布図として図6にそれぞれ示す。図6に示されるように、塩分濃度が低くほとんど淡水である阪神鉄橋では、両測定値の間に有意な相関関係が認められなかった。一方、汽水域の南武橋では、相関係数 $r=0.777^{**}$  (n=28)で高度に有意な正の相関性が認められた(\*\*:有意水準99%で高度に有意な相関関係を表す)。

阪神鉄橋で相関が認められなかった原因の詳細は明らかでないが、総合水質計による塩分の鉛直分布の結果から、橋上測定点の一部で底層に5~10%の塩水が残っていることが明らかになった。したがって、その原因として、簡易採水器により残存塩水塊を十分採水できなかったことや、低塩分領域における屈折計目盛読み取り誤差などが影響していると考えられる。

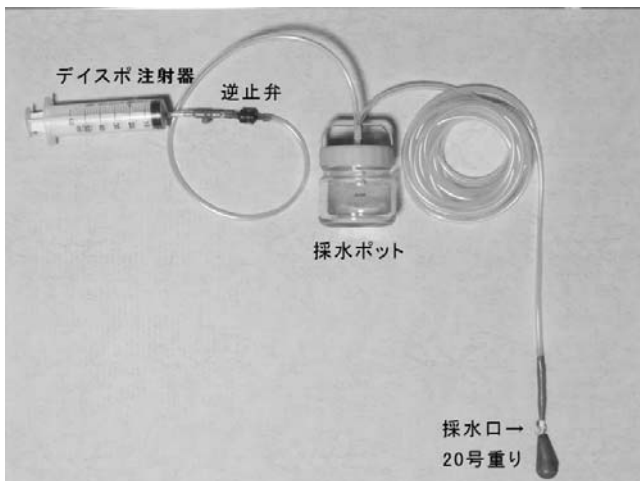


図5 吸引式採水器

表1 簡易採水器と吸引式採水器で採水した場合の塩分濃度の比較

試料水	採水器	塩分濃度(‰)				
水深1m層	吸引式採水器	24				
	簡易層別採水器	14	14	12	12	18
水深2m層	吸引式採水器	30				
	簡易層別採水器	30	28	28	28	28

表2 簡易採水器で採水した場合と総合水質計で直読した場合の塩分濃度の比較  
水深は総合水質計の測定値

阪神鉄橋 調査点		1	2	3	4	5	6	7	8	
水深(m)		1.9	1.3	1.0	1.3	1.8	1.6	1.8	1.3	
塩分濃度(‰)	表層	総合水質計	0.28	0.28	0.31	0.32	0.34	0.33	0.33	0.33
		簡易採水器	0	0	0	2	2	6	3	0
	底層	総合水質計	6.8	0.37	0.33	0.36	3.6	2.8	3.1	0.36
		簡易採水器	3	0	0	2	5	2	5	2

南武橋(干潮時) 調査点		1	2	3	4	5	
水深(m)		1.4	1.1	1.0	0.9	1.4	
塩分濃度(‰)	表層	総合水質計	25.2	26.6	28.1	28.8	29.9
		簡易採水器	30		28	30	35
	底層	総合水質計	30.9	30.9	31.0	31.0	31.1
		簡易採水器	28		30	34	35

南武橋(干-漲潮時) 調査点		1	2	3	4	5	
水深(m)		1.7	1.4	1.2	1.2	1.6	
塩分濃度(‰)	表層	総合水質計	20.2	20.0	23.9	22.3	27.4
		簡易採水器	25	25	22	26	28
	底層	総合水質計	31.0	31.1	31.0	31.0	31.2
		簡易採水器	30	28	30	34	30

南武橋(漲潮時) 調査点		1	2	3	4	5	
水深(m)		1.9	1.6	1.5	1.4	1.9	
塩分濃度(‰)	表層	総合水質計	19.6	21.3	23.5	24.9	26.6
		簡易採水器	26	24	24	28	30
	底層	総合水質計	31.0	30.9	30.9	30.8	31.0
		簡易採水器	34	34	34	36	36

今回開発した簡易層別採水器は、採水器を水中でゆっくり降下させれば採水管内の水が十分置換し、任意の深さの試料水を精度よく採取できることを前提としている。図6の場合の流況ではこの前提は概ね妥当と考えられるが、表1の場合のような定常でない状況の場合には、採水の正確性が十分保証されているとはいえない。これは図4に示される弁の動作の信頼性に関係すると思われる。フィールドでの検証をさらに進める必要がある。

以上の結果より、本簡易層別採水器は、採水精度的には劣る点があるが、河川などの水環境状況が安定している場合には、市民による環境調査などでの利用に十分耐えうると判断される。

#### 4. おわりに

武庫川は、魚釣りや散歩、野球、サッカーなどのスポーツのほか、トランペットを練習する人、川の流れをじっと見入っている人等々、人にとっても生物にとっても貴重な自然空間である。

その武庫川において、河川改修事業に伴い潮止め堰の撤去が計画されている。このような状況の中で、潮

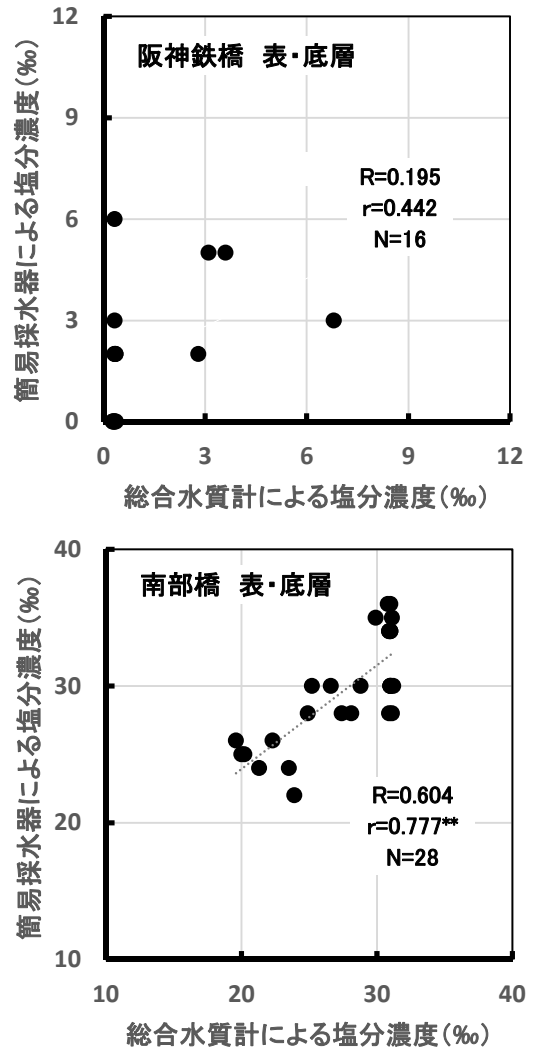


図6 簡易採水器で採水した場合と総合水質計で直読した場合の塩分濃度の相関関係

止め堰撤去により武庫川下流部の自然環境がどのように変化するかをモニタリングすることや、塩分、COD、色度、透視度、生物など、市民でも調査、観察可能な指標を用いて河川改修の影響を追跡調査することは非常に重要である。

市民による水質モニタリングや環境調査において、本レポートで報告した簡易層別採水器は強力な調査ツールになると考えられる。最後に、本採水器の製作および野外調査にあたりご指導、ご協力をいただいた、武庫づくりと流域連携を進める会の村岡浩爾先生、古武家善成先生はじめ会員の皆様、および京都大学農学部 笠井亮秀先生に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 古武家善成 (2013) 武庫川下流部塩水遡上調査報告, 第2回武庫川市民学会研究発表会講演集, 7-8.
- 2) アタゴ社ホームページ

[http://www.atago.net/product/?l=ja&f=products\\_hsr.html#AHG57490](http://www.atago.net/product/?l=ja&f=products_hsr.html#AHG57490)