



生活環境教材研究(III)「川の流れを測る簡便な方法」

メタデータ	言語: jpn 出版者: 宮崎大学教育文化学部 公開日: 2007-11-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 恵下, 斂, 前川, 智, マカラエグ, エマニュエル, 林, 超, 秋山, 博臣, Maekawa, Satoru, Macaraeg, Emmanuel, Lin, Chao メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10458/924

生活環境教材研究 III

「川の流れを測る簡便な方法」

恵下敏 前川智 エマニュエル マカラエグ 林超 秋山博臣

Study on Teaching Materials for Life and Environment, III Simple Methods for Measuring Stream Currents

Osamu EGE, Satoru MAEKAWA, Emmanuel MACARAEG, Chao LIN,
and Hiroomi AKIYAMA

要 旨

生活環境あるいは生物学や地学の野外実習に役立つ物理学的な補助教材の1つとして、安価で簡便な2種類の流速計を製作した。

生物学や地学の野外実習では、川の流れの状態を調べるために流速計あるいは流量計などが用いられることがある。ここでは、精度についてある程度許される場合に使える、手作りの流速計を紹介し、それが流量計として使える可能性がある場合についても検討する。すなわち、① 一つは小規模の川あるいは水面が膝より低く弱い流れに立ち入って流速を測る場合に使用するもので、② もう一つは比較的大きな川に立ち入らないで測る場合のものである。③ 後のものは、川の流れの断面積がわかる場合に、流量計としても使用できる可能性があると思われる。

We made two types of current meter, which are simple and low cost, for teaching materials to support the life and environment education, biology or geology, based on the field of physics.

In field practices of biology and geology, current meters or current volume meters may be often used for researching rivers. Here, we illustrate hand-made current meters without checking their accuracy. ① One is to be used in a small river or in a stream running under knees. ② The other one is for the using without entering streams. ③ The latter seems to be available for a current volume meter in a special case that the area of the cross section of a river is known.

1. はじめに

これまで物理学の分野から、「流れ」をテーマにして、生活環境教育の教材研究にとり組んできた。主なものとしては、対象を宮崎県の河川にしほり自然科学の各分野から学際的アプローチを試みたもの（我々はその中で、「流される-流されない」について考察している）がある[1, 2]。

また、ウィンドファンと整流器を組み合わせる風洞を作製し、空気の定常流を作ってビル風や盆地風などをシミュレーションしたものがある[3]。

今回は、精度的にあまり期待できないが、安価に作れて簡便に使える2種類の流速計を紹介する。①一つは小規模な川で膝より低い流れに立ち入って流速を測る場合に使用するもので、② もう一つは比較的大きな川が対象で、川に立ち入らないで、流速を測るものである。これは三角測量と同じ方法で、川幅も測ることができるので、③ 流れの断面が長方形をしている場合など、流れの全体が単純な形態で表される場合には流量計としても使うことができると考えられる。これらの道具は生物学や地学の野外実習などで、川の流れについての情報を得るための補助的測定用教材として用いられることが期待できると思われる。

2. 方法

(1) 計測法1 <川に立ち入る場合>

図1にあるように、たとえばフィルムケースに1 m程度の負担にならず水にぬれてもよい糸を結びつけ、その他端には輪をこしらえて右手の中指などに固定する。右手にこれを持ち、左手にストップウォッチを持つ。右手から糸ごとフィルムケースを流れに落とし、右手は水面近くで動かさず、ケースが流れて糸が張るまでの時間を測り、平均の流速を出す。そういったところでは、流れはふつうかなり乱れていて、何度か測って平均の流速を求めするのがよいと思われる。糸の長さを1 mにしておけば、流速は単純にかかった時間の逆数となるので使いやすい。フィルムケースはそのままでは軽すぎるので、中に少し水か砂を入れて調整すればよい。

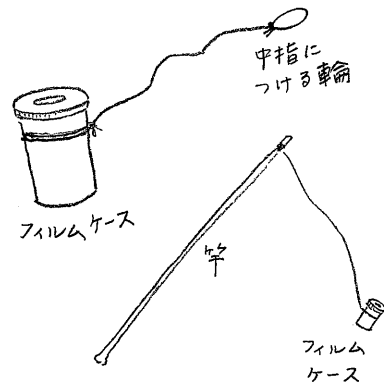


図 1

(2) 計測法2 <川に立ち入らない場合>

多少大きな川で、立ち入ることができないとき、岸から目印になるウキを投げ入れて三角測量と同じ三角形の合同の条件を使って、流速を測る。すなわち図2と図3にあるように、岸の適当なところ(A点とB点)にウキを指す角度 $\alpha_1 \sim \beta_2$ を示すことができる指針板を載せた三脚を置き、AB間の距離Rを測っておく。三脚がない場合にはダンボール箱などなにか台になるものを工夫して使えばよい。

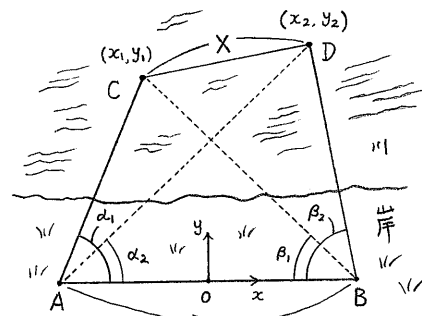


図 2

測りたいところにウキを投入し、C点からD点までの距離Xと時間tを測る。ウキには魚釣り用の飛ばしウキがよいが、実際にはペットボトルに少量の砂や水を入れて飛ばしウキにして用いるのが便利で、それを道糸3号程度のリールがついた魚釣用の竿で投げると、よく飛んで実用的である。

測定には複数の人数が必要であるが、C点で合図とともにストップウォッチを押し、角度 α_1 と β_1 を決定する。しばらく流された後、D点で合図とともにストップウォッチを止めて、CD間の時間tとウキを指す角度 α_2 と β_2 を決定する。

CD間の距離XとCD間の平均の流速Vは三角測量と同じ方法で求めることができる。すなわち、図2のようにAとBの間中点を原点Oとすると、正弦定理と余弦定理を用いて、C、Dの点 (x_1, y_1) と (x_2, y_2) が(1)式のように求まる。

$$\begin{aligned} x_1 &= -\frac{R \sin(\alpha_1 - \beta_1)}{2 \sin(\alpha_1 + \beta_1)}, & y_1 &= R \frac{\sin \alpha_1 \sin \beta_1}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}, \\ x_2 &= -\frac{R \sin(\alpha_2 - \beta_2)}{2 \sin(\alpha_2 + \beta_2)}, & y_2 &= R \frac{\sin \alpha_2 \sin \beta_2}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)}, \end{aligned} \dots (1)$$

それらを使って、CD間の距離Xは

$$\begin{aligned} X &= \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \\ &= R \sqrt{\frac{1}{4} \left(-\frac{\sin(\alpha_2 - \beta_2)}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} + \frac{\sin(\alpha_1 - \beta_1)}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \right)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_2 \sin \beta_2}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} - \frac{\sin \alpha_1 \sin \beta_1}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \right)^2}, \dots (2) \end{aligned}$$

と求められ、CDを流れるのに要した時間tで割ると、平均の速度Vは

$$V = \frac{R}{t} \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{\sin(\alpha_1 - \beta_1)}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} - \frac{\sin(\alpha_2 - \beta_2)}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} \right)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_1 \sin \beta_1}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} - \frac{\sin \alpha_2 \sin \beta_2}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} \right)^2}, \dots (3)$$

のように得られる。

これらの式は、パソコンや電卓にプログラムしておき、データを入れてすぐ出せるようにしておけば便利である。

(3) 流量測定への応用

川の断面積に平均的流速をかけると単位時間当たりの流量が求まるはずである。したがって、流域のどこかに護岸工事などで断面積が長方形になっているところがあれば、あるいは長方形でなくても、流れの断面積Sがわかれば、それに流速測定(3)式で得られたVを掛けてやれば、単位時間あたりの流量VS(水の体積)は計算できるはずである。

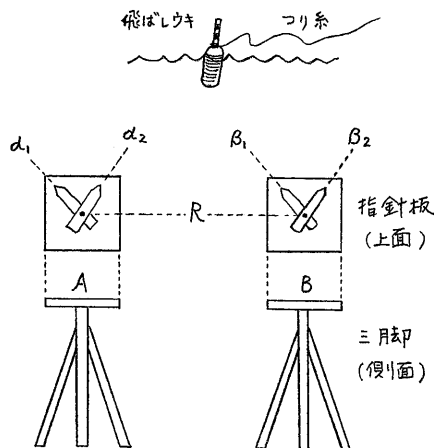


図 3

3. まとめ

この道具は、精度をあまり問題にしないでよい場合に流速計として使うのことができると思われるが、流量計として使う場合には気をつけなければならない多くの問題がある。

定常流の場合には、連続方程式より流量はどこでも同じであり、一カ所の流量が測れたら、必要十分であると思われるが、自然の川には伏流水や支流があつて、流量そのものが場所によって変化する。

この方法で得られるのは川の表面の平均的流速であり、ごく一部の情報しか得られないので、川を横に切った何点かで測って平均をとるなど、測り方には注意が必要である。また、それでも避けられない問題は、川の流れば底に近づくにしたがつて、流速が急速に小さくなるはずであり、岸の近くでも同じようなことが起こる。それをどう補正するかが難しい問題として残る。

物理学の分野から環境関係の教材として、これまではミニチュアでのシミュレーションなどを行ってきたが、この教材は野外で行えるものである。低学年のための生活環境教育は、自然の環境の中で楽しく遊びながら学べるようなものが理想的であり、この種の教材にはそういった一面もあるように思われる。低学年用としては、数式的に難しすぎるきらいがあるが、測定動作としては難しくないで、高学年との混成チームで行えば大丈夫と思われる。この教材の主たる位置付けとしては、高校・大学の生活環境教育の補助的教材ということになるが、実験式を誘導するときに三角関数の公式などを実用的に使うので、生きたかたちで数学や物理学に接することにもなる。そういったことを通じて、それらを身近に感じることもなるので、理論と実験が乖離しない生きた教材となりうるものと思われる。

付 録

```

100 INPUT "R=";R
110 'INPUT "T=";T 'TハCONTノアトテ イレル
120 INPUT "A1=";A1: INPUT "A2=";A2: INPUT "B1=";B1: INPUT "B2=";B2
180 A1=A1*3.14159/180: A2=A2*3.14159/180: B1=B1*3.14159/180: B2=B2*3.14159/180
200 SA1=SIN(A1+B1): SA2=SIN(A2+B2): SD1=SIN(A1-B1): SD2=SIN(A2-B2)
210 SP1=SIN(A1)*SIN(B1): SP2=SIN(A2)*SIN(B2)
220 Y=(SD1/SA1-SD2/SA2)^2+4*(SP1/SA1-SP2/SA2)^2 : 'トチュウノシキ
230 X=(R/2)*SQR(Y)
240 'PRINT "Y=";Y
250 PRINT "CDカンノキョリX=";X
290 PRINT "CONTテケイソク": STOP
300 INPUT "T=";T
310 V=X/T
320 PRINT "ヘイキンソクトV=";V
500 END

```

文 献

- [1] 宮崎大学教育文化学部紀要 自然科学 第1号 1999年9月
- [2] 宮崎科学技術館 青少年のための科学の祭典2000宮崎大会 実験解説集
2000年8月
- [3] 宮崎大学教育文化学部紀要 自然科学 第4号 2001年3月

(2001年9月30日受理)