

資 料

陸水現象や淡水生物の観察の工夫その1. 水底の影を見る；
アメンボの泳法とカルマン渦

村上哲生¹⁾

**Expedients for observation of limnological phenomena and aquatic biota
in rivers and lakes Part 1. Looking at shadow in the bottom of stream;
Case studies on swimming method of water strider and Karman's vortex**

Tetuo MURAKAMI¹⁾

(2013年9月21日受付；2014年1月12日受理)

はじめに

我国の環境教育が、中学校社会科の公害教育を中核として始まり、自然史的な視点を欠いてきたことは、既に、1970年代に、沼田 (1982) が指摘している。対象とする生物や環境の様相の観察は初歩の理科教育へ、人への影響と社会的な背景説明は環境教育へと分離させることは、望ましいとは思えない。同様に、陸水学の意義の説明として、身近な生活や社会と関連させて、水や淡水生物の保全の重要性を説くことはもちろん大事ではあるが、社会的な価値判断とは独立した、陸水環境の観察の楽しさを体験するための新たな教材の提案もまた必要であろう。

既刊の「陸の水」誌に掲載された環境教育をキー・ワードとした論文は、いずれも水の汚染や (野崎, 2012; 紀平ほか, 2012), それによる淡水生物への影響 (河崎・村上, 2011) を扱ったものであった。それらに加え、陸水学とその面白さの理解のために、川や湖で見られる様々な現象や生物の生活を、現場で特別な装置や技術が無くても実見できる観察方法を提案しようと思う。本稿では、水底に映る影の観察で知ることができる現象や生物の行動の事例を紹介する。

事例1. アメンボの泳法の観察

アメンボは、最も身近な淡水生物の1種で、昆虫の体制、行動、生活史などを学ぶ教材として適している。また、その遊泳行動から、表面張力などの水面の作用を知ることができ

る (乾, 2000)。水面を移動するアメンボが、極く短い前肢と後肢で体を支え、最も長い中肢を浮かして水を掻く様子 (図1a) は、高速度カメラの映像や、模型による再現などにより、良く知られている (Hu *et al.*, 2003; 菊池・下山田, 2004)。

しかし、教科書などの記述では、泳法を誤解させるような図がしばしば見られる。肢先にできる水面の窪みの大きさは、重さのかかり方によって変わり、それを輪櫓 (わかんじき) のような同心円の大きさを表した挿絵が多い。それらの中には、体重を支える前肢と後肢の先の輪が大きくなるのではなく、浮かせた中肢のみに大きな輪がつけられていたり (大日本図書編集部, 2000)、機能の異なる中・後肢に同様な輪が描かれていたりするような絵もある (乾, 2000)。名古屋市民ならば、だれでも目にしたことのある下水道のマンホールに描かれた図も、前・中肢に輪が付いている (図1b)。

これらの誤りが、思い込みと不注意な観察によることはもちろんであるが、水面の窪みが、実際には僅かで、水面の反射などにより絵に描かれる程はつきりと見えないためでもある。窪みは、むしろ、水底に映る影として大きく、明瞭に認めることができる。図1aは、重さのかかる前肢、後肢が作る窪みが大きな影として、また浮かせた中肢のそれが小さな影として映る様子を示している。日射の角度や水面と水底の距離によって、影の大きさは変化するが、各肢の作る影の相対的な比率は、ほぼ一定である。

影ができる機構としては、水面の窪みでの光の屈折と説明されている (乾, 2000)。重さがかかる、つまり水面が深く窪む程、屈折の角度は大きくなり、影の面積は大きくなる。

¹⁾ 〒467-8610 名古屋市瑞穂区汐路町3-40 名古屋女子大学, Nagoya Women's University, 3-40, Shioji-cho, Mizuho-ku, Nagoya, 467-8610, Japan (E-mail: murakami@nagoya-wu.ac.jp)

影の外縁が明るく光るのも屈折した光が外に集まるためであろう。さらに、窪みの内側の水面の傾きにより、その部分の光の反射率が高くなることも、濃い影を作るのに寄与しているものと思われる。窪みによって生じる影の濃さは、水面に浮かぶ小さなゴミなどによる影と比べても、はるかに濃く、観察は容易である。

アメンボの肢が作る影は、アメンボの行動により、異なった配置になる。例えば、中肢と後肢をこすり合わせる行動をとっている場合には、前肢と片方の後肢のみの3つの影が目立つし、雌が雄を背負っている場合は、中肢にも重さがかかっているらしく、6つの肢先の位置に同じような大きさの影が映っている写真もある(菅野, 1978)。

事例2. カルマン渦の観察

水に限らず、流れの中に置かれた障害物を作る渦は、カルマン渦として知られており、流れに差し込んだ棒などが激しく左右に振れる現象や、風があたる電線が出す音などで体験でき、また美しい画像の写真もあるが(Schwenk, 1986; Ball, 2011)、川の現場で、目でその現象が確認できる機会は少ないように思われる。実験室内では、墨流しなどの工夫で見られることもできるが、水を張っただけでは、風や壁面からの波の反射などで、墨の作る規則的な模様は、直ぐ壊れてしまう。石井は、牛乳を混ぜた水に垂らした墨汁で見事なカルマン渦ができることを示している(www.p.s.osakafu-u.ac.jp/~ishii/jikkensitu/karman/, 2013年9月9日閲覧)。この方法だと墨汁が容

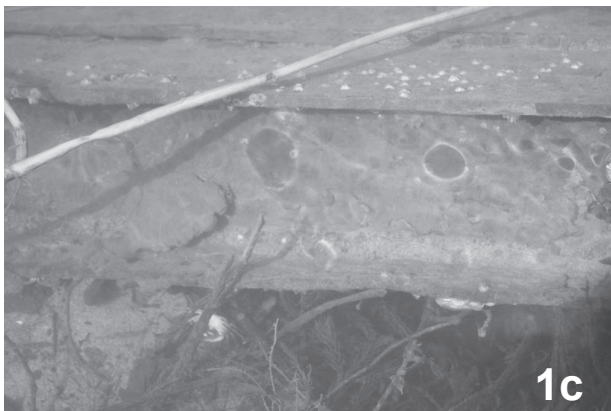
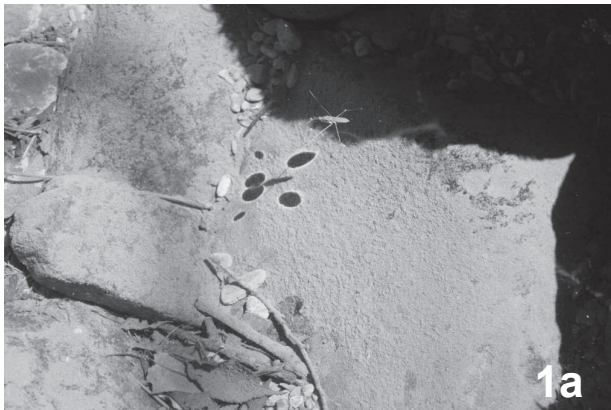


図1. アメンボの泳法とカルマン渦

a; アメンボと水底に映る肢先の影

水面の窪みが大きく拡大され、影として水底に映る。前後肢の影が大きいのに対し、中肢のそれが小さいことに注意(宮城県;水戸部川)。

b; 名古屋市の下水道のマンホール蓋の図案

現実のアメンボの各肢の比率、機能を誤解させるデザインとなっている。

c; 流れを遮ることにより発生したカルマン渦

渦が発生し、川下に流れる様子を、水底の丸い影として見る事ができる(宮城県;西舞根川)。

d; 石井の方法でできたカルマン渦

牛乳液に垂らした墨汁の中で、障害物を移動させると、その跡として、時計廻り、反時計廻りの渦ができる。

器の底と表面に散ることもなく、できた渦の寿命も長い(図1d)。

現場では、アメンボの肢が作る水面の窪みが濃い影を水底に映すように、渦も影として見ることができる。図1cは、小川の中に置かれた流れを遮る障害物により、連続的に形成される渦の影を示している。障害物を置く場所や形を変えたりして、渦の発生の有無を観察することができる。

おわりに

陸水学の基礎的な知識であっても、川や湖の現場で、特殊な機器無しで、五感、特に視覚を通じた体験として伝達する工夫は意外に難しい。また、現象の一部が見えたとしても、その意味することを陸水学の初学者が理解することもできないであろう。専門の研究者が見慣れた、当たり前のことだと思っていることも、専門外の市民や学童にとっては、非常に新鮮な知識となるかもしれない。本稿を切っ掛けとして、会員各自の現場体験に沿って、面白い現象が可視化できる事例をご紹介していただければ幸いである。

引用文献

- Ball, P. (2011) : 流れ ; 自然が創り出す美しいパターン (塩原通緒訳). 早川書房, 東京.
- 大日本図書編集部 (編) (2000) : 新訂たのしいせいかつ 1年 教師用指導書 (指導編). 大日本図書, 東京.
- Hu, D. L., Chan, B. and Bush, J. W. M. (2003) : The hydrodynamics of water strider locomotion.. *Nature*, **424** : 663-666.
- 乾實 (2000) : アメンボのふしぎ. トンボ出版, 大阪.
- 菅野徹 (1978) : 川・池の生物. 小学館, 東京.
- 河崎典夫・村上哲生 (2011) : 学童による河川生物調査に基づく水質判定の試みー2000年からの可児市(岐阜県)での事例ー. 陸の水, **48** : 27-29.
- 紀平征希・太田ともえ・稲盛玲子・山本好男 (2012) : 高校生(三重県立上野高等学校)を対象とした水環境教育の実践. 陸の水, **54** : 27-34.
- 菊池吉郎・下山田力 (2004) : アメンボの動作に関する研究. 小山工業高等専門学校研究紀要, **36** : 45-52.
- 野崎健太郎 (2012) : 人文社会系の大学生を対象とした陸水環境教育の実践ー講義科目への利き水、水質分析およびBOD試験の導入とその評価ー. 陸の水, **54** : 11-18.
- 沼田真 (1982) : 環境教育論. 東海大学出版会, 東京 (初出 沼田 (1975) : 「小学生のための理科教育」初等理科教育, **9**(11)).
- Schwenk, T. (1986) : カオスの自然学 (赤井敏夫訳). 工作社, 東京.

(担当編集委員 : 野崎健太郎, 椋山女学園大学教育学部)

