

河川のデトリタスが生物に及ぼす影響に関する研究

徳永嵩都 (2年) ・久後地平 (顧問)
(兵庫県立香寺高等学校 自然科学部)

はじめに

本校自然科学部が3年前に恒屋川の底生生物が少ないことと河床礫のデトリタスに覆われた部分が黒く変色していることを見出している。この発見に興味を持ち、黒い付着物の正体を突き止めて、デトリタスが河川の生物に及ぼす影響を解明することを目的として研究を行った。

仮説

- ① デトリタスが底層の溶存酸素を消費し低下させる。
- ② 黒い付着物は、低酸素状態で微生物が有機物を分解した生成物である。

仮説を検証するために以下の研究を行った。

- 1 河川における溶存酸素濃度の日周変化を調べる。
- 2 デトリタスに生息する微生物の正体を調べる。
- 3 黒い付着物に含まれる物質を調べる。

調査地点

調査は姫路市香寺町土師の恒屋川で行った(図1)。



図1. 調査地点

1 河川における溶存酸素濃度の日周変化を調べる。

調査方法

2019年8月6日午前9時から7日午前8時まで、1時間おきにデトリタスのあるトロ(水深30cm)と堆積しない平瀬(水深5cm)で底層・中層・表層の溶存酸素と水面の照度を測定した(図2)。



図2 調査地点とトロに堆積したデトリタス

調査結果

測定の結果を図3、図4に示す。日中は底層と中層の溶存酸素濃度が表層を上回っている。夜は、平瀬では各層で大きな違いはないがトロでは20時に照度計が0 luxを示したとき底層の溶存酸素濃度は2.5ppmに激減した。その後底層で徐々に減少し翌朝4時に0.6ppmを記録した。

考察

日中底層の溶存酸素濃度が高くなる要因は、デトリタスに生息する微生物が行う光合成によるものと考えられる。夜間、トロ底層の溶存酸素濃度が激減した要因は、デトリタスに生息する微生物の呼吸によるものと考えられる。平瀬で夜間、各層の溶存酸素濃度に大きな差がなかった要因は、デトリタスの堆積がほとんどないことと、速い流れが水を攪拌したからだろう。

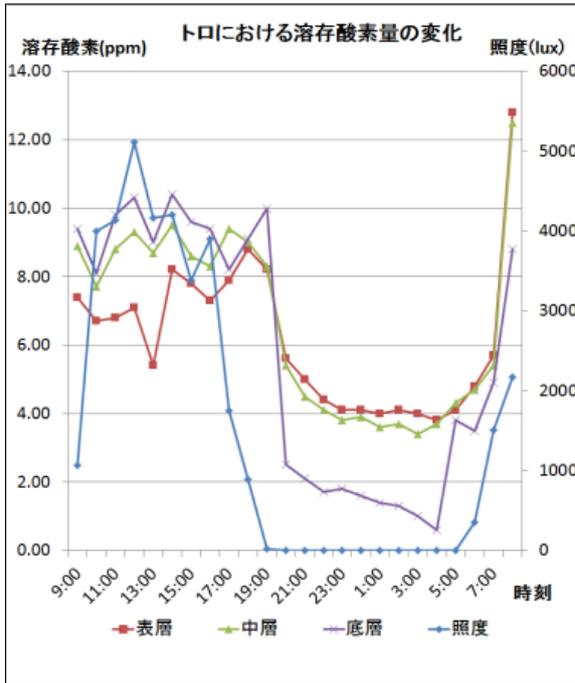


図3 トロでの測定結果

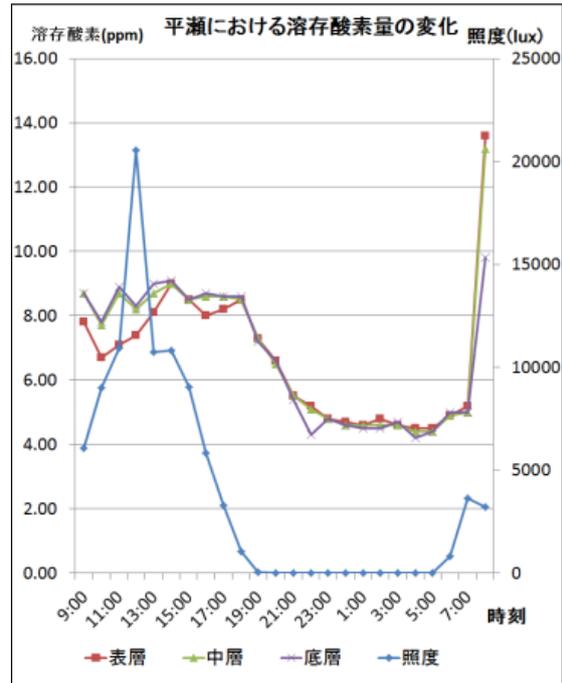


図4 平瀬での測定結果

2 デトリタスに生息する微生物の正体を調べる。

調査方法

9月8日、恒屋川の河床礫からデトリタスを5×5cm採取し、水を加えて10mlの容器に収容した(図5)。攪拌した液をマイクロピペットを用いて0.1ml採取し、スライドガラス上に広げて検鏡し、そこに含まれる微生物を全て確認して計数した。



図5 採取したデトリタス

結果

10種345個体の珪藻を確認した(表1)(図6)。

考察

検鏡したデトリタスの乾燥重量は0.001167g、河床礫面の5×5cmから採取したデトリタスの乾燥重量は0.1041gであった。換算すると5cm四方の礫面に堆積したデトリタスに30775個体の珪藻が生息していることになる。他にも検出できなかった微小な細菌類などが数多くいると考える。

表1 出現した珪藻と個体数

写真番号	和名	学名	体長(?)	個体数
1	コバンケイソウ属の一種	<i>Surirella</i> sp.	96	3
2	エスガタケイソウ属の一種	<i>Gyrosugna</i> sp.	84	4
3	フナガタケイソウ属の一種	<i>Navicula</i> sp.1	24~36	252
4	フナガタケイソウ属の一種	<i>Navicula</i> sp.2	48~72	9
5	フナガタケイソウ属の一種	<i>Navicula</i> sp.3	132	2
6	ハリケイソウ属の一種	<i>Synedra</i> sp.1	180	43
7	ハリケイソウ属の一種	<i>Synedra</i> sp.2	48	6
8	ハリケイソウ属の一種	<i>Synedra</i> sp.3	144	21
9	イタケイソウ属の一種	<i>Diatoma</i> sp.	120~140	3
10	ヒシガタケイソウ属の一種	<i>Frustulia</i> sp.	36	2
			計	345



図 6 出現した珪藻類

3 黒い付着物に含まれる物質を調べる。

デトリタスに覆われた河床礫の黒い付着物について、大学の先生に質問をして、① 硫化物、② マンガンである、とする見解をいただいた。これらの検出を目的として次の実験をおこなった。

(1) 付着物に含まれる硫黄の検出実験 1

準備物

黒い付着物の粉末 1.5 g、水 30ml、30%過酸化水素水 30ml、飽和水酸化バリウム水溶液 30ml、ガスこん炉、調理用お玉、集気瓶

A: 調理用お玉をガスこん炉で熱し黒い付着物の粉末 1.5 g を入れて燃焼する。

B: 発生した煙を上方置換法で集気びんに集める。

C: 集気瓶の中にすばやく水 30ml を入れて攪拌する。

D: 集気瓶の中に過酸化水素水 30ml を入れる。

E: 集気瓶の中に水酸化バリウム水溶液 30ml を入れる。

結果

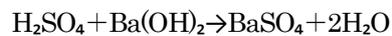
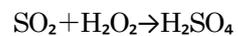
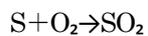
白い沈殿ができた(図7)。



図 7 BaSO₄沈殿

考察

下記反応式が示す硫酸バリウムが沈殿したと考える。よって、黒い付着物に硫化物が含まれることが示唆された。



(2) 付着物に含まれる硫黄の検出実験 2

準備物

黒い河床礫、35%塩酸、大型シャーレ

A: 大型シャーレに河床礫を入れて、黒い付着物に 35%塩酸をかける。

結果

黒い付着物はきれいに落ちて、シャーレに黒い液がたまった(図8)。液は、2時間くらい放置すると黄色に変色した(図9)。液が蒸発した後に針状の結晶が析出した(図10)。

考察

硫化水素の匂いは確認できなかったが、結晶の析出が硫黄の存在を示唆している。黄色は酸化鉄の生成を示唆している。



図8 黒い液



図9 黄色に変色



図10 黄色の結晶

(3) マンガンの検出実験

準備物

- 黒い付着物の粉末 1.5 g、黒い河床礫、30%過酸化水素水 30 ml、試験管、ピペット、ライター、線香
- A: 黒い付着物の粉末 1.5g を試験管に入れ、30%過酸化水素水を数滴入れる。
- B: 試験管の中に火のついた線香を入れる。
- C: 河床礫の黒い付着物の上に30%過酸化水素水数滴を落とす。
- D: 同じ河床礫の黒い付着物がない部分に30%過酸化水素水数滴を落とす。

結果

実験Aで激しく気体が発生し、実験Bの結果、線香は激しく燃えた(図11)。実験Cでも気体が発生し、線香の火が明るくなった(図12)。実験Dはほとんど気体が発生しなかった(図13)。

考察

発生した気体は、下記の反応によって発生した酸素であると考えられる。



この時、黒い付着物に含まれる MnO_2 が触媒として働いたと考える。よって、黒い付着物にマンガンが含まれることが示唆された。



図11 線香が燃焼



図12 気体発生



図13 気体出ず

まとめ

流れの緩いデトリタスが堆積する河床では、夜間、水の溶存酸素が 0.6ppm にまで減少することを確認した。水がせき止められてデトリタスが堆積する河川では、夜間、河床の水はデッドウォーターになるため、酸素呼吸をする生物は生存できなくなるのだ。デトリタスに覆われた礫に付着した黒い物質から硫黄とマンガンが検出されたことから、黒い付着物は嫌気的条件下におけるデトリタスに含まれる有機物の分解産物であることが示唆された。この研究結果は、デトリタスおよび黒い付着物のある礫の存在が、デッドウォーターであることの指標と成り得ることを示したと考えている。