

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20760365
 研究課題名（和文） 新たな河川環境管理を目指す林地からの微細有機物の動態および発生メカニズム解析
 研究課題名（英文） Dynamics of Fine Particle Organic Matter at forested watershed - Challenging of New Management of River Environment -
 研究代表者
 松本 嘉孝 (MATSUMOTO YOSHITAKA)
 豊田工業高等専門学校・環境都市工学科・准教授
 研究者番号：40413786

研究成果の概要（和文）：

河川環境とその場に生息する生物の相互作用を仲介する堆積性有機物 BOM の堆積・流出メカニズムの解明は進んでいない。そこで本研究では、BOM 量の基礎的データを蓄積し、出水前後における BOM 量変動の把握とその影響要因の解析を行った。その結果、1) BOM はサイズによりその堆積量が異なり、変動傾向にも違いが現れた。2) 出水前後の BOM 量の変化は、出水始めの水位上昇時には BOM 量が減少し、出水後の水位低下時には BOM 量が増加する傾向が見られた。

研究成果の概要（英文）：

Particle organic matters is an important feature of the conservation and renovation of an aquatic environment, because of providing the food for bacterias and aquatic insects. Fine Benthic Organic Matters (FBOM), which is sedimented forms of fine particle organic matters exported largely in a flood condition. But the examination of the mechanism of FBOM flushing and sedimentating is not known well. The purpose of this study is the analysis of the affected factors on the abundance of FBOM on the flood event. The results at upstream of the weir of hydraulic plant show that 1) the fluctuation of the abundance of FBOM were different from FBOM size distribution, 2) the abundance of FBOM were decreased during the water level increasing period, but mostly the abundance of FBOM were increased during the water level decreasing period at the flood event.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：水質汚濁, FBOM, FPOM, 物質循環, 自然現象観測, ノンポイント汚染

1. 研究開始当初の背景

我が国の水域環境の現状は、河川では良好に改善しているが、湖沼、内湾などの閉鎖性水域では環境基準達成率が依然として低い。その原因としてノンポイント汚染が挙げられるが、この汚染原因が危惧されてから10年以上経ており、対策の遅れが否めない。その理由の一つとしては、これまで溶存態物質についてはその動態や原単位調査が詳細に行われてきたが、懸濁態物質についてはその研究が圧倒的に少なかったことが挙げられる。そのため、懸濁態物質が汚染原因の潜在因子として考えることができ、その研究を行うことが早急の課題であると言える。特に懸濁態物質の一つである堆積性の微細有機物 (FPOM) はその変動、動態という研究がほとんど無い。

2. 研究の目的

河川環境管理という視点から、河床堆積性微細有機物 FBOM (Fine Benthic Organic Matter) の動態把握を目的とした場合、以下の3項目が研究課題として挙げられる。

- ① BOM量の基礎的データを蓄積するため、定期調査の実施
- ② FBOMの存在量に影響を及ぼすと考えられる季節要因との関係解析
- ③ 水文要因である出水に着目したFBOM量変動の把握とその影響要因についての解析

3. 研究の方法

(1) 調査地点

調査を行った神越川の本流である矢作川は、その源を長野県の大川入山に発し、愛知・岐阜県境の山岳地帯を流れた後、濃尾平野の都市域を流れ三河湾に注ぐ、幹川流路延長約117km、流域面積が約1,830km²の一級河川である (図-1)。巴川は矢作川の河口34km付近で合流する河川であり、流路延長は約56.4kmであり、流域面積は約354km²である。

調査は矢作川と巴川とが合流する地点より約30km上流の神越川で行った。調査地の標高は約320mであり、流域面積は27.6km²である。流域の土地利用はその9割以上が森林である。河床は礫と砂質からなり、ところどころに大きな岩が存在する。河川の両河岸は急な傾斜面であり、広葉樹木が斜面を覆っている。調査地点の約60m下流には水力発電に利用するための取水堰が設けられている (図-2)。調査地から約50m上流には小さな滝が連続してあり、その下流は堰に近づくにつれ水深が増し、流速は小さくなる。

(2) 調査方法

a) 採取方法

河床堆積物の採取には、直径30cmのポリ

エチレン製の筒を設置し、筒内の河床を攪拌して柄杓にて試料の採取を行った。試料は河床堆積物が無くなるまで採取した。

採取した試料は孔径1mmのふるいと孔径67 μ mのふるいを重ね、1mmのふるい上にたまった物質をCS (Coarse Sediment)、1mmと67 μ mの間の物質をFS (Fine Sediment)と分画した。さらに、67 μ mのふるいを通過させた最初の3Lを実験室に持ち帰り、それを孔径0.6 μ mのろ紙 (ADVANTEC GS-25) でろ過し、そのろ紙上に残った物質をSFS (Super Fine Sediment)とした。CS、FSおよびSFSは100°Cで乾燥させた後、その重量を測定した。

b) 有機物のC、N分析方法

採取したCS、FSおよびSFSはCN分析装置 (SUMIGRAPH NC-220F) にて有機炭素量および窒素量を測定した。ここで、CN分析装置にて強熱減量したCS内の物質をCBOM (Coarse Benthic Organic Matter)、FS内の物質をFBOM、SFS内の物質をSFBOM (Super Fine Benthic Organic Matter)とした。加えて、灰分として残ったCS内の物質をInOrg. CS (InOrganic Coarse Sdiment)、FS内の物質をInOrg. FS (InOrganic Fine Sediment)、およびSFS内の物質をInOrg. SFS (InOrganic Super Fine



図-1 矢作川流域における調査地位置

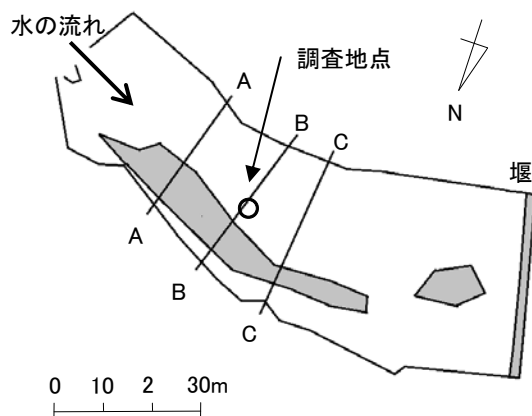


図-2 調査地点周辺 (灰色部は地上部)

Sedimet) とした。

c) 水文調査方法

水深は調査毎に標尺で測定し、流速は浮子を用いて 2m 区間の流下時間より算出した。降雨データは調査地から約 15km の地点にある AMeDAS 阿蔵観測所のデータを用いた。

(3) 調査期間

調査は 2008/08/31 日から開始し、2009/12/16 までの全 34 回行った。調査はほぼ 2 週間に 1 回の頻度で行った。FS の調査は 2008/08/31 日より、CS の調査は 2008/09/17 日より、SFS の調査は 2008/11/19 より開始した。

4. 研究成果

(1) 降水量, 水位, 流速

図-3の1段目は調査期間における降水量, 水位を示している。2008/08/28に84.5(mm/day), 8/30に98.0(mm/day)の非常に激しい降雨量を観測した。これにより、水位は大きな値となった。その後水位は2009/01/28まで低下した。しかし、2009/01/30に39.5(mm/day), 01/31に41.5(mm/day)とまとまった降雨量があり、その両日を境に水位は上昇し、その後2009/08まで高い水位となった。その後水位は低下したが、2009/11/11日に76.5(mm/day), 11/14に47.0(mm/day)の降雨により11/19より水位は再び上昇した。

(2) 堆積性有機物量変動

有機物量およびN, Cの平均値はCBOMが最も大きく、FBOM, SFBOMの順に小さくなった。平均値および最大値では、CBOM量はFBOM量の2から3倍程度、FBOM量はSFBOM量の7から10倍程度であった。しかし、最小値はCBOMとFBOMに差は見られなかった。

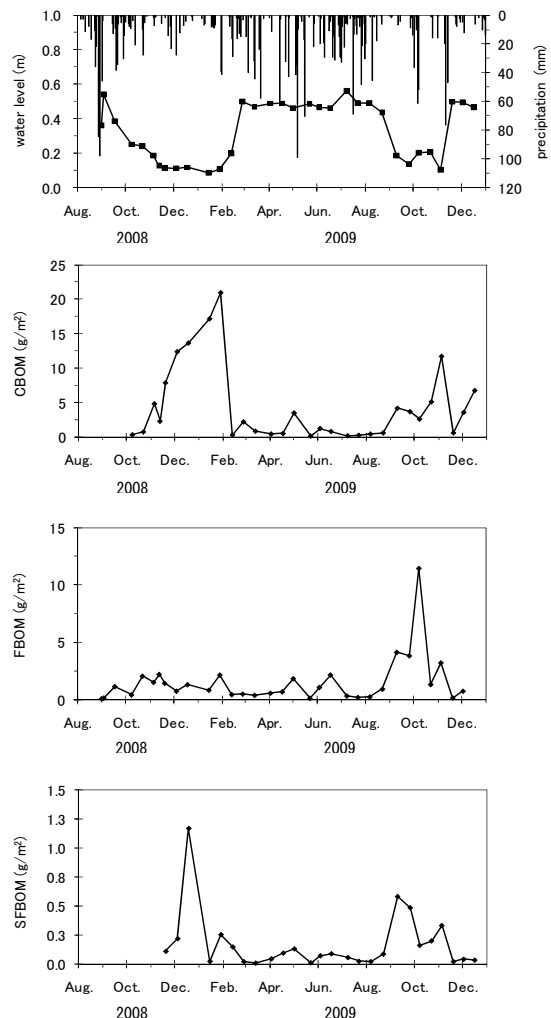
図-3の2段目はCBOM, 3段目はFBOM, 4段目はSFBOMの時系列変動を示している。CBOM量は落葉期にあたる2008/11/05から上昇し、2009/01/28には21.0(g/m²)と最大になった。その後は急激に減少し小さな値となったが、2009/10/22からは再び落葉による増加が見られた。FBOM量は調査開始の08/31に0.1(g/m²)となり、調査を通じて最も小さい値であった。その後、増減を繰り返しながら変動した。2009/08/06からは徐々に増加し2009/10/07に11.4(g/m²)と最大になった。SFBOMは2008/12/18に最大となった後、増減を繰り返しながら変動し、2009/08/22よりFBOMとほぼ同じ時期から増加したが、その後は減少傾向となった。以上の調査結果より堆積性有機物は各サイズによりその変動が異なるといえる。

降水量, 水位の結果と, BOM 量および時系

列変動より, BOM が下流へ流下する量は出水などの影響により大きく異なることが考えられるため, 流域レベルで物質移動を考える際には, 堰上部で堆積している物質が下流側へ与える影響は小さくないと思われる。

(3) 堆積性有機物の変動解析

次に, 堆積性有機物の変動要因の解析を行うため, 各サイズの無機物と有機物との関係を図-4に示す。最もサイズの大きなCSでは, 無機物と有機物との間に相関性は見られるものの, サイズが小さなFS, SFSに比べて顕著ではなかった。FSでは, 無機物と有機物の相関係数が0.94となり, 無機物と有機物とは同じ要因で変動していることが考えられる。SFSでは, 両者の相関係数が0.99と非常に高くなった。このように, サイズが小さくなるに従い, 堆積性の無機物と有機物との間の変動特性が一致してくることが明らかになった。この原因として, サイズの大きなCS



1 段目 : 河川水位および降水量

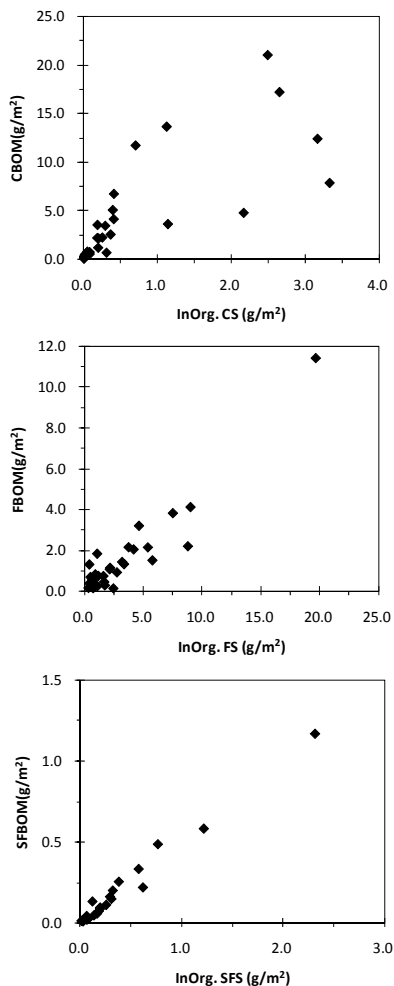
2 段目 : CBOM, 3 段目 : FBOM, 4 段目 : SFBOM

図-3 各調査項目の時系列変動

は落葉などの季節的な要因に左右されることが大きいので、落葉などにはほとんど含まれない無機物との関係が小さくなったと考えられる。

以上の解析から、堆積性有機物は無機物との関連性が強いことが明らかとなったため、河床流砂などの運搬因子である、流速および水位との関係を解析した。流速と各堆積性有機物量とは負の相関を示しているが、どの相関係数も低くなった。次に、水位と堆積性有機物量との相関係数は流速よりも高い値を示し、両者の間にも負の相関を示した。CBOM, FBOM については、p 値が 0.01 以下、SFBOM についても 0.05 以下であったため、水位についてはどの堆積性有機物についても関連性が高いといえる。

このように、流速、水位共に負の相関が得られたことについては、堆積性有機物が出水などによる水位、流速上昇時よりも水位、流速が低下した際に堆積が進むことを示して



上段：InOrg.CS と CBOM
 中段：InOrg.FS と FBOM
 下段：InOrg.SFS と SFBOM

図-4 堆積性有機物量と無機物量との関係

いる。ただ、本調査地は取水堰の直上部であることから、流速と水位との変動が必ずしも一致していない。そのため、両者が共に相関性が高く表れなかったと思われる。

(4) 出水前後における水位とBOMの関係

前項より堆積性有機物との関連性が強く表れた水位について、両者の変動を4期間に分けて図-5（第2期間のみ表示）に示す。第1期間においては、2009/01/28 から 2/12 の間に 89.5mm と 2009/2/12 から 2/26 の間に 97mm の降雨により水位が急激に上昇したのち低下した。CBOM, FBOM は水位の上昇と共に堆積量は減少したが、一旦増加し再び減少した。SFBOM は水位の上昇、低下に関わらず堆積量は減少した。第2期間においては、279mm の降雨により水位が上昇し、その後低下した。CBOM, FBOM, SFBOM 共に水位の上昇と共に堆積量は減少し、水位の低下と共に堆積量は増加した。第3期間においても 245mm の降雨により、第2期間と同様の水位変化を示した。CBOM は第2期間と同様の変動を示したが、FBOM, SFBOM は水位の上昇と共に堆積量は減少したが、水位が上昇しても堆積量は減少した。第4期間では、2009/09/25 から 10/07 の間に 141mm, 2009/10/07 から 10/22 の間に 52mm の降雨により水位は上昇し、その後水位は低下した。CBOM, SFBOM は水位の低下と共に

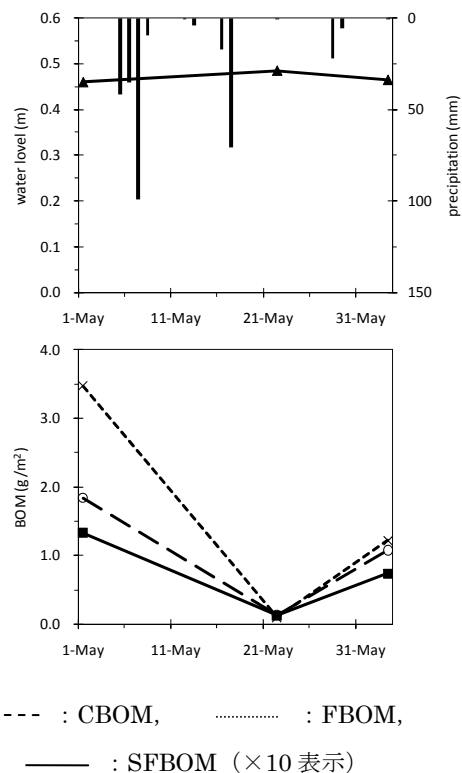


図-5 出水前後における水位と堆積性有機物量の変動（第2期間）

に堆積量は減少したが、その後は増加し続けた。FBOMは水位の上昇と共に堆積量は増加し、水位が微上昇した際には堆積量は減少、水位が低下した際には堆積量が増加した。このように、出水始めの水位が大きく上昇する場合には、ほとんどの期間において有機物堆積量が減少した。出水後の水位が低下する場合には一概に有機物堆積量は増加するといえないが、多くの期間でそのような傾向が現れた。堆積性有機物の源である落葉は直接河川中に投入されることもあるが、その大半が河岸や河道内の陸域に落下すると考えられ、その場で生物分解が進めば有機物のサイズは小さくなる。そして、出水により河川水位が上昇した際、河岸や河道内の陸域に存在する有機物が河川中に流入することが考えられる。そのため、出水時に増加した浮遊性有機物が、出水後に流速の低下する取水堰直上部で堆積したと考えられる。ただ、上流部における発生源の有機物量の多くが流出した際には、出水後であっても堆積量は増加しないと示唆される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ①宮地宏朋, 松本嘉孝 (2010) 矢作川上流域における堆積性有機微細粒子の動態解析, 豊田高専第42号研究紀要, 61-64, 査読無
- ②松本嘉孝, 井上隆信 (2009) 山地河川における堆積微細有機物量に影響を及ぼす要因の抽出, 環境工学研究フォーラム講演集, 46, 78-79, 査読無

[学会発表] (計8件)

- ① 花山泰平 (2010/03) 河畔域における溶存有機炭素の移動モデルの開発, 第44回日本水環境学会年会, 福岡
- ② 宮地宏朋 (2010/03) 矢作川上流域における堆積性有機微細粒子の動態解析, 日本陸水学会東海支部会, 瑞浪市
- ③ Matsumoto Y. (2009/12) Effects of hydrological and biological factors on Fine Benthic Organic Matter at a forested river in Yahagi Basin, Japan, AGU Fall Meeting 2009, USA, San Francisco.
- ④ Matsumoto Y (2009/05) Dynamics of Sedimentary Fine Particle Organic Matter Controlled by Hydrological Conditions in Forested Area, INTERCOH09, Brazil, Rio de Janeiro.
- ⑤ 花山泰平 (2009/03) 河畔域における溶存有機炭素の動態モデルの検討, 第43回日本水環境学会年会, 山口

- ⑥ 宮地宏朋 (2009/03) 山地河川における堆積性有機微細粒子の動態解析, 土木学会中部支部研究発表会, 名古屋
- ⑦ Nishida K. (2008/08) Variation of dissolved organic carbon concentration controlled by hydrological and geographical characteristics in a headwater catchment, WPGM, Australia, Cairns.
- ⑧ Matsumoto Y. (2008/08) The physical and hydrological mechanism of dissolved organic carbon export in a headwater catchment, WPGM, Australia, Cairns.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 嘉孝 (MATSUMOTO YOSHITAKA)

豊田工業高等専門学校・環境都市工学・准教授

研究者番号: 40413786

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし