

平成21年 4月30日現在

研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19760336  
 研究課題名（和文） 流量・流砂量に着目した河床付着藻類一次生産制御手法の開発  
 研究課題名（英文） Development of control methods of primary production of periphyton by river discharge and sediment managements  
 研究代表者  
 戸田 祐嗣 (TODA YUJI)  
 名古屋大学・大学院工学研究科・准教授  
 研究者番号：60301173

研究成果の概要：本研究では、水理特性と河床付着藻類増殖特性の関係を明らかにし、流量・流砂量制御による河床付着藻類一次生産制御手法を開発することを目的として、付着藻類繁茂に関する現地観測、藻類繁茂量予測の数値解析モデルの開発を行った。

研究の結果、河道内の付着藻類一次生産量は、出水インターバルと密接な関係にあり、適度なインターバルで出水が生じた場合、藻類一次生産量がピーク値を示すことが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	0	2,400,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,300,000	270,000	3,570,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：付着藻類，流量・流砂量制御，一次生産，増殖解析，出水，浅水流解析，有機物負荷

## 1. 研究開始当初の背景

河床に繁茂する付着藻類は、光合成活動を通して有機物を生産し、水生生物のエネルギー源として河川生態系を根幹から支えている。付着藻類が河床に生育するためには、光合成に必要な日射が河床まで十分に到達し、かつ河床材料の礫や砂が藻類の着床基盤として流れの中で安定して存在する必要がある。また、河床からの付着藻類の剥離については、洪水時の流れや土砂輸送の影響を受ける。すなわち、河川における付着藻類の繁茂動態は河川流量や流砂量の影響を受け

る。

ダム建設に代表される治水事業や農業・工業用水による河川水の利用は、河川流量や流送土砂特性を変化させる。このような河川流況・流送土砂の変化は、付着藻類の繁茂動態に影響を与えており、例えば、ダム直下流の河道では、ダムによる流況安定化と流送土砂量の低下により、付着藻類群落の剥離・更新頻度が減少し、糸状の体のつくりを持つ糸状藻類の異常繁茂などの事態を招いている。また、下流部の砂河川区間においては、利水による河川流量の低下により、砂の移動頻度が

減少し付着藻類の大量繁茂が生じているといった事例が報告されている。河床付着藻類による一次生産は河川生態系の基盤をなすものであり、流域での人間活動が河川生態系に与える影響を定量的に把握するための第一歩として、付着藻類の繁茂動態を河川流量、流送土砂量といった水理現象との因果関係において明らかにしていく必要がある。

## 2. 研究の目的

以上の背景から、本研究では、流量と流砂量に着目して河床付着藻類の繁茂動態を解明し、流量、流砂量の制御による付着藻類一次生産の制御手法を開発することを目的とする。上記の目的を達するため、研究は(1)年スケールでの付着藻類繁茂動態の現地調査、(2)実河川における付着藻類増殖解析モデルの構築、(3)流量・流砂量の制御シナリオに基づく付着藻類一次生産量変化の数値解析、に分割して進行し、それぞれ以下の事項を明らかにする。

### (1)年スケールでの付着藻類繁茂動態の現地調査

河川流量やそれに伴った流砂量の変化による付着藻類一次生産特性の変化に関する現地調査を実施し、年スケールでの実河川における藻類繁茂動態を実証的に明らかにする。また、現地観測の結果から下記(2)の数値解析モデルの開発の基礎となる、藻類生理特性、剥離機構を解明する。

### (2)実河川における付着藻類増殖解析モデルの構築

既往の藻類増殖解析モデルに、河床材料の違いや流量・流砂量の変化を取り入れ、実河川における年スケールでの藻類増殖予測に適用しうる数値解析モデルを開発する。

### (3)流量・流砂量の制御シナリオに基づく付着藻類一次生産量変化の数値解析

上記の(2)で開発された数値解析モデルを用いて、流量・流砂量が異なる様々な条件下での藻類繁茂動態予測を行い、流量・流砂量の制御による付着藻類一次生産の制御手法を開発する。

## 3. 研究の方法

研究は(1)年スケールでの付着藻類繁茂動態の現地調査、(2)実河川における付着藻類増殖解析モデルの構築、(3)流量・流砂量の制御シナリオに基づく付着藻類一次生産量変化の数値解析、に分割して進行した。

### (1)年スケールでの付着藻類繁茂動態の現地調査

現地観測はこれまでに地形調査、水質調査等についてデータを蓄積してきている矢作川で実施した。対象区間としては明治用水による取水の影響で流量が低下している河口より17km地点で実施する。観測は平成19年度夏季から翌20年の夏季まで継続して実施した。観測日には観測地河床面に繁茂する藻類量、藻類種組成を定期的に計測するとともに、GPSを用いて藻類繁茂域を記録した。

藻類観測地点には、水位計、メモリ式濁度計、メモリ式電磁流速計(現有)を設置し、水理量の長期連続計測を行った。調査日に河川水を採取し、河川水中の栄養塩濃度、懸濁態物質濃度の分析を行い、観測期間中の水質変化を把握した。

### (2)実河川における付着藻類増殖解析モデルの構築

既往の研究により、流砂の影響が無く比較的単純な河床面上での付着藻類増殖解析モデルについては、モデル開発が進んでいる。本研究では、実河川での藻類繁茂予測に適用可能なモデルとするために、砂河川の河床材料の移動性を考慮したモデルを開発した。

### (3)流量・流砂量の制御シナリオに基づく付着藻類一次生産量変化の数値解析

現状から河川流量、流砂量を変化させた計算条件を設定し、(2)で開発されたモデルを用いた数値計算を実施した。計算結果から、各シナリオによって計算対象河川での付着藻類一次生産量がどのように変化するかを明らかにし、流量制御と藻類一次生産量の関係を検討した。

## 4. 研究成果

現地観測結果より、平水時に繁茂した付着藻類が出水時に剥離することにより、下流域への粒子態有機物負荷量を増加させていることが明らかになった。

現地観測結果と既往の藻類生理に関する研究成果に基づいて、砂河川における付着藻類繁茂予測モデルを構築した(図-1)。モデルは河川流の浅水流解析と付着藻類の増殖解析より構成され、河床に作用する掃流力が限界掃流力を上回った場合に付着藻類の剥離が生じ、掃流力が限界掃流力より小さい場合に、付着藻類の増殖が生じるものとしている。構築されたモデルを用いて、現地観測対象期間における付着藻類繁茂域の再現計算を行

ったところ、出水に伴った藻類の剥離 (図-2) や平水時の増殖過程を精度よく再現できることが示された。

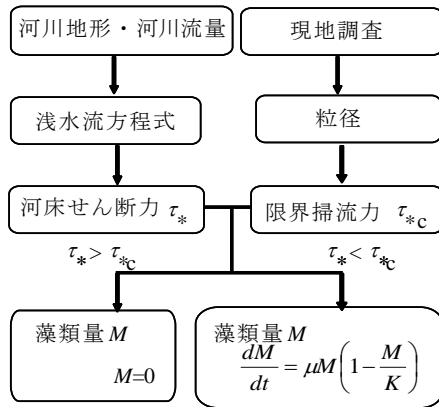


図-1 本数値解析のフローチャート

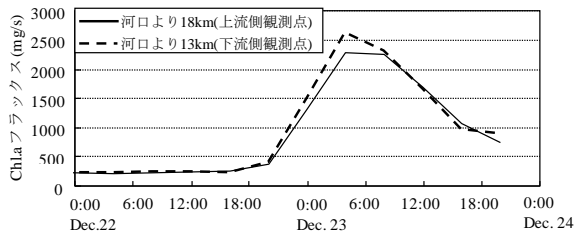


図-2 藻類剥離による Chl.a 量の増加

開発されたモデルを用いて、河川流量を人為的に変化させた場合の、藻類繁茂量の変化に関する数値実験を実施した。流量制御として、実河川流量に対して一定量の流量を増加させた場合と人為的に出水のインターバルを変化させた場合について検討を行った。数値実験の結果、河道内の藻類現存量、一次生産量は、出水インターバルと密接な関係にあり (図-3 に流量増加時の藻類量の変化を、図-4 に出水インターバルと藻類平均現存量の関係を、図-5 に出水インターバルと藻類平均生産量の関係を示す)、適度なインターバルで出水が生じた場合、河床での付着藻類一次生産量がピーク値を示すことが示された。

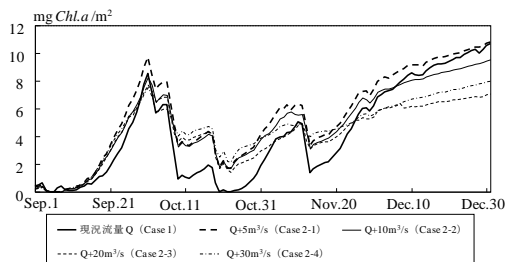


図-3 流量増加時の藻類現存量の変化

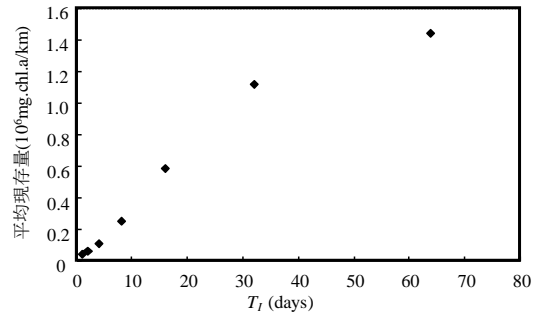


図-4 出水インターバルと平均藻類量

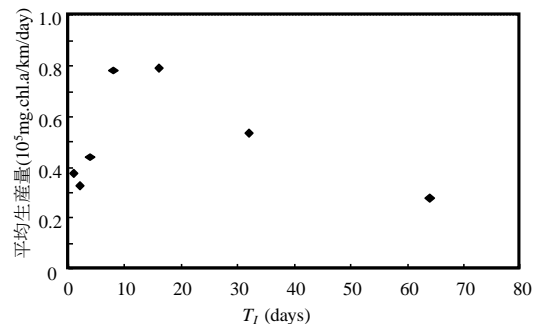


図-5 出水インターバルと平均生産量

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

- ① 戸田祐嗣, 多田隈由紀, 辻本哲郎: 流量変化が砂河川付着藻類の一次生産特性に与える影響, 水工学論文集, 査読有, 第53巻, pp. 1129-1134, 2009.
- ② 戸田祐嗣, 松永絃昌, 辻本哲郎: 矢作川下流域における水温変動と生物一次生産特性, 河川技術論文集, 査読有, 第13巻, pp. 75-80, 2007.
- ③ 戸田祐嗣, 高松伶介, 辻本哲郎: 天竜川下流域における河道地形と植生繁茂の変遷について, 河川技術論文集, 査読有, 第13巻, pp. 201-206, 2007.
- ④ 戸田祐嗣, 多田隈由紀, 辻本哲郎: 砂河川における付着藻類の空間分布に関する研究, 水工学論文集, 査読有, 第51巻, pp. 1213-1218, 2007.

[学会発表] (計2件)

- ① Yuji TODA, Tetsuro TSUJIMOTO: Growth characteristics and primary productivity of periphyton in shallow sand river, Int. Symp. Eco-Hydraulics, 2009.1.14, Chile.
- ② 多田隈由紀, 戸田祐嗣, 辻本哲郎: 砂河川における流量と付着藻類量に関する研究, 土木学会中部支部研究発表会, 2008.3.7, 金沢大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

戸田 祐嗣 (TODA YUJI)

名古屋大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：60301173