

都市河川における易浮遊性堆積物環境に関する現地調査

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士課程 学生員 丸山 透
東京理科大学工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄

1. 序論

都市河川における水質環境保全・管理を行っていくためには、特定汚染源や非特定汚染源から構成される汚濁負荷発生量やその輸送過程を定量的に評価・検討していくことが重要となる。このうち、非特定汚染源からの汚濁負荷は、主として、市街地や農地、山林、下水管渠、雨水排水路、河川における污泥堆積物が降雨時に流送されることにより発生する。このような非特定汚染源としての污泥堆積物に関しては、これまで数多くのモニタリング研究が存在するものの、場所的・地域毎にデータのばらつきが大きく、非特定汚染源としての堆積物環境の実態については不明な点が多い。特に、河川内では、流速の増加に伴って浮遊してくる堆積物（以下、易浮遊性堆積物と呼ぶ）が降雨時の汚濁負荷量に直接的な影響を与えているものの、都市河川における易浮遊性堆積物量自体やその流速依存性に関する知見は皆無である。

そこで本研究では、易浮遊性堆積物量の流速依存性を現地で直接計測可能な試験装置（以下、巻上げ装置と呼ぶ）を作成し、それを用いて都市河川内の易浮遊性堆積物環境の実態を解明することを試みた。ここでは、手賀沼へ流入する都市河川である千葉県柏市大堀川を対象として、いくつかの地点において易浮遊性堆積物環境の定期的なモニタリングを実施するとともに、易浮遊性堆積物量と流速の関係性について検討する。

2. 調査概要

本研究で開発した巻上げ装置を図-1に示す。この巻上げ装置は大小2つの円筒を同心円状に配置し、攪拌領域を狭めることにより、一つの円筒のみを用いる従来の装置（浮田・関根，1989）と異なり、攪拌領域の流速を一様化とすることを可能としている。このような本装置により、易浮遊性堆積物量の流速依存性を簡易的に計測することが実現し得るものと考えられる。この装置の寸法としては、大小円筒の直径は43cmと29cmであり、その高さは各々56cmと45cmである。この装置を用いて現地直接計測を行う際には、1) 所定の河床位置に巻上げ装置を設置し、2) 30秒間にわたり所定の速度で円筒間を攪拌し、3) その後、水面下約12cmの高さにおいて濁度を計測する。このとき、濁度の測定には、多項目水質計（W-22P，HORIBA（株）製）を用いた。その濁度データをSSに換算し、既存の浮遊砂理論（吉川，1985）を用いて底面からの巻上げフラックスを算出する。ここでは以下に示す Rouse の濃度分布式（式（1））と底面における巻上げ・沈降フラックスの平衡条件（式（2））を用いる。

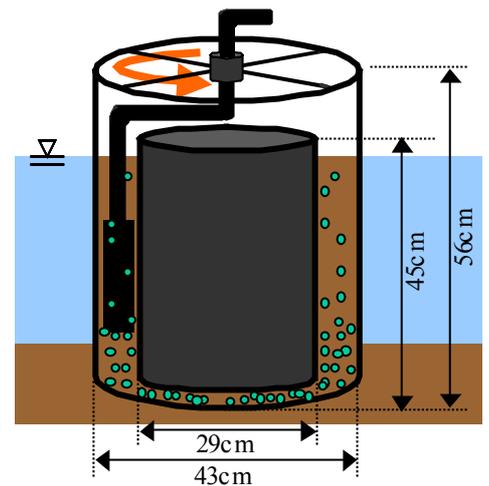


図-1 巻上げ試験装置

$$\frac{C(y)}{C_a} = \left[\frac{a}{h-a} \cdot \frac{h-y}{y} \right]^Z \quad Z = \frac{w_0}{\kappa U_*} \quad (1), \quad \varepsilon_s \frac{\partial C}{\partial y} = w_0 C \quad (2)$$

観測地点は大堀川における4地点（駒木橋、昭和橋、木崎橋、呼塚橋）とする。観測期間は、2002年6月28日から7月26日までであり、1～5日間隔で計測し、特に降雨前後に時間的に密に実施した。円筒内の攪拌速度は、非降雨時及び降雨時の流速を想定し、0.32, 0.48, 0.64, 0.85, 1.28m/sとした。なお、実際に計測を行ったところ、攪拌速度1.28m/sのときには、上述した多項目水質計の濁度測定レンジをオーバーしてしまい、駒木橋、木崎橋のいくつかの濁度データに欠測が生じた。

3. 観測結果と考察

(1) 易浮遊性堆積物量の時空間変動特性

キーワード：都市河川，易浮遊性堆積物，巻上げフラックス，非特定発生源，大堀川

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 TEL：04-7124-1501（内線4072） FAX：04-7123-9766

図-2は易浮遊性堆積物量として、計測値より式(1),(2)を用いて得られた底質の巻上げフラックス P の時間変化を示す。ここでは観測地点のうち、上流部の駒木橋、下流部の呼塚橋の結果を比較しており、巻上げフラックス P は攪拌流速 $0.64, 0.85\text{m/s}$ のときの平均値を図示している。これを見ると、まず、駒木橋における巻上げフラックス P は呼塚橋の値よりも全体的に大きく、駒木橋における易浮遊性堆積物量が相対的に大きいことが分かる。次に、巻上げフラックス P の時間変動特性と図-2に示されている時間雨量と大堀川上流部への浄化用水量の経時変化を比較する。降雨量と巻上げフラックス P の関係としては、台風6号による7月10日の降雨イベントでは、駒木橋・呼塚橋ともに巻上げフラックス P は減少しているものの、7月16日の降雨イベントについては、駒木橋では巻上げフラックス P は減少しているのに対して呼塚橋では増加している。このように、降雨イベントに対して、易浮遊性堆積物量の変化が上・下流で異なることが明らかになった。また、浄化用水が注水されていた7月3日~6日と注水されていない7月12日~15日の巻上げフラックス P を比較すると、浄化用水注水口に近い駒木橋では、注水の行われていない期間の値は注水中の時より多くなるものの、下流の呼塚橋ではそのような変化が見られない。

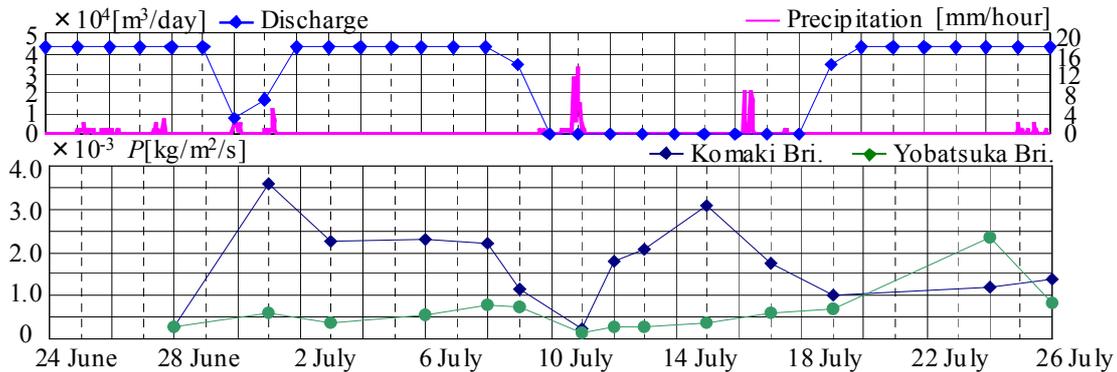


図-2 巻上げフラックス P と浄化用水注水量・降雨量の経時変化

(2) 流速 V と巻上げフラックス P の相関関係

次に、易浮遊性堆積物量の流速依存性を見るために、駒木橋における流速 V と巻上げフラックス P の相関図を図-3に示す。ここでは、台風0206号接近前(7/8)と通過直後(7/11)、通過後(7/13)における結果を示している。これを見ると、巻上げフラックス P は3ケースともに、流速とともに大きくなり、概ね流速の1.5~2.0乗に比例している。他の時点、地点においても P は U の1.0~2.0乗に比例しており、砂礫に対するpick-up rateと流速の関係とは異なっていることが分かる。また、降雨後の直後(7/11)における P は、全ての流速において降雨前(7/8)の値よりも大きいものの、その二日後(7/13)には、降雨前の結果とほぼ同じになっている。これより、この地点では、降雨終了後、2日程度で降雨前の易浮遊性堆積物環境に戻っていることが分かる。

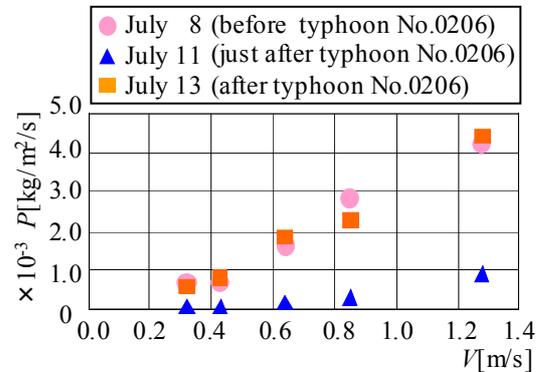


図-3 流速 V と巻上げフラックス P との相関 (駒木橋)

4. 結論

易浮遊性堆積物量の流速依存性を現地で直接計測可能な試験装置を作成し、都市河川内の易浮遊性堆積物環境の調査を実施した。その結果、易浮遊性堆積物が降雨や浄化用水の影響を受けてダイナミックに変動することやその変化の様子が河川上流部と下流部とで異なることが示された。また、底質の巻上げフラックス P と流速 V の関係は、砂礫に関する結果と大きく異なる相関関係であることが確認された。

参考文献

吉川秀夫：流砂の水理学，丸善株式会社，pp.130-141，1985。
 浮田正夫・関根雅彦：河川汚濁のモデル解析（河床堆積物の現存量編），國松孝男・村岡浩爾，技報堂出版，pp.112，1989。