

信濃川における流入土砂量と流量、SS 濃度、濁度の関係

東京都市大学 学生会員 ○山崎 宗彦
東京都市大学 フェロー 村上 和男

1 はじめに

主に河川から輸送された粘土やシルト等の細かい底質が、波や流れにより運ばれ、航路や泊地に堆積し、港湾機能に重大な支障をもたらすシルテーション問題がある。日本海岸の港では古くから冬季風波を避けるため、河口部に造らざるを得なかった。比較的単調な海岸線をなしておりながらも、潮汐が小さく一定の水深を確保するには有利であるが、潮汐により河口を通して出入りする水量が小さいことで、弱混合型の塩水楔を明確に形成し、上流から運ばれた泥土が凝集沈殿作用により著しい堆積を生じることで問題となる。

本調査地点である新潟西港は、信濃川下流域に位置する河口港であり、大型フェリーの入港や国内海上輸送の拠点でありながらシルテーション問題により年間 94 万 m^3 維持浚渫を行っている。

土砂流入量については、浮遊懸濁物量(以後、SS 濃度)と流量によって算出できるが、月に一度の観測であり、出水時の測定も行われていない。そこで、SS 濃度と相関がよく毎時間連続的に観測されている濁度に注目した。しかしながら、土砂輸送量が多いと思われる出水時では、データの欠損値や上限を振り切ってしまうと算出できない。本論文では信濃川における濁度と流量と降水量の関係について検討した。



図1 信濃川下流域図

2 新潟西港

大河津分水路と関屋分水路の位置関係を図1に示す。標高が低い平野部に位置するため、平常時では、本流側の洗堰、水門を開き一定量を本流側へ流し、増水時には洪水にならぬよう人為的に流量を調整している。

2. 1 使用したデータ

降水量は気象庁より日平均降水量を使用し、毎時流量は国土交通省、水文水質データベースより収集した。また、濁度、浮遊懸濁物質量(以後、SS 濃度)については国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所から提供していただいたデータを使用した。

2. 2 研究対象領域・期間

大河津分水路から新潟西港までの信濃川を調査地点とする。分析データの期間は 2005 年 1 月 1 日より 2006 年 12 月 31 日までの 2 年間である。データの観測地点を図2に示す。

流量、濁度は帝石橋において毎時測定されている。濁度は、水質自動監視装置によって測定されている。また、数百メートル離れた新潟大橋では、新潟大橋にて比較的水質が落ち着いている時期(時間帯は 10:00~10:30)において通年一ヶ月毎に SS 濃度が測定されている。

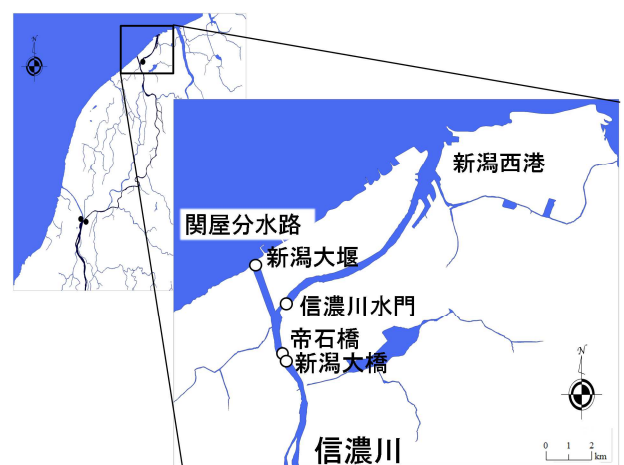


図2 測定機器の位置

キーワード： 新潟西港、信濃川、シルテーション、濁度、SS 濃度

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 Tell:03-5707-0104(内線:3257) mail:g1181717@tcu.ac.jp

3 土砂流入量の算出

3. 1 濁度と SS 濃度の関係

土砂輸送量は、SS (Suspended Solid) 濃度と河川流量から算出できる。しかし、SS 濃度は月に一度の測定であり土砂流入量が多いと思われる出水時のデータ等がない。2004 年 4 月から 2009 年 3 月まで測定された濁度と SS 濃度の関係を図 3 に示す。決定係数 R^2 は、0.85 と高い値を示しており、これより濁度と SS 濃度の関係から毎時 SS-濁度を作成する。

3. 2 ヒステリシスによる濁度の変動

降水によるイベントによって濁度が変化することが、濁度-流量の関係と信濃川下流域地点での雨量データを照らし合わせることによって示唆された。

例として、図 4 に 2005 年 8 月のデータを載せる。本論には載せていないが、10 日に新潟市に最大 30(mm/h)、一日に 79mm の降雨が発生した。これにより、濁度と流量の値は上昇し、濁度は上限に到達し除々に値が減少した。流量と濁度の関係に注目すると、出水時には両者とも増加していくが、減水時には流量はすぐに減少するのに対し、濁度はゆっくりと減少に下がり、再び降水が起きることで上昇した。これより、降雨量の増減が濁度に影響していると考えられる。

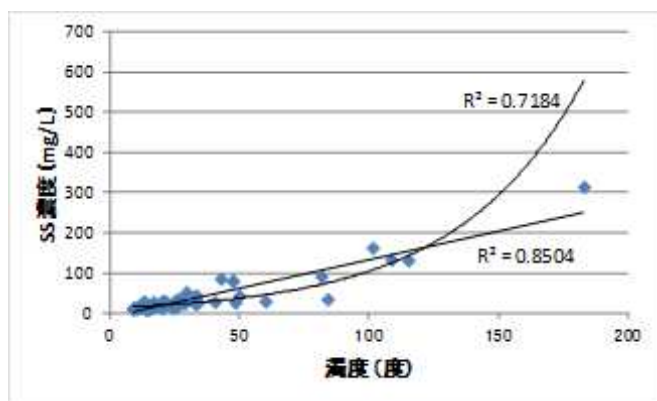


図 3 濁度と SS 濃度の関係

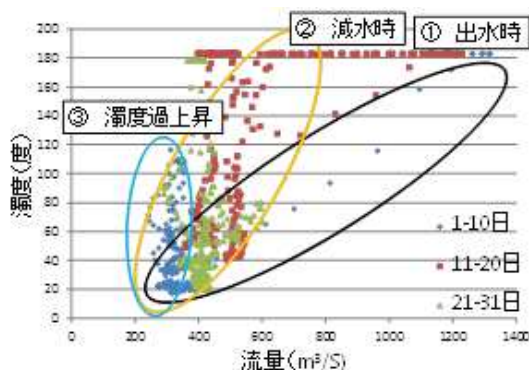


図 4 2005 年 8 月の流量-濁度の時系列データ

しかし、降雨によらず濁度のみが上昇する現象や、同規模の降雨が起きているにもかかわらず、流量が増えずに濁度のみが上昇する現象が示唆された。これを「濁度過上昇」と定義する。2004 年から 6 年間分の流量-濁度の関係について時系列で検討した結果、出水時、減水時、濁度過上昇の 3 つに分類できた。

3. 3 濁度と流量比によるピークของการ作成

増水時に起きる巻き上げの増加や、濁度のみの上昇による変化によって、全体の相関係数が低くなっていることが考えられた。濁度と流量比を見ることで相関を検討する。式(1)に L-Q 式を示す。

$$L = \alpha \cdot Q^\beta \quad (1)$$

L: 負荷量(kg/s), Q: 流量(m³/s) α , β : パラメータ

濁度 1 度とは純粋 1 l 辺りにカオリンが 1mg 含まれる溶液の濁りである。よって、濁度は負荷量を流量で除したものであると考えることができ、濁度を流量で除すことは式(2)のように示すことができる。

$$\gamma = \frac{\alpha}{Q^{2-\beta}} \times 10^{-3} \quad (2)$$

γ : 濁度と流量の関係

γ は、濁度と流量の関係を示す値である。時系列でグラフ化したのが図 5 である。この図から、2005 年では 77.3% が、2006 年については 86.8% が 0~0.1 の範囲内に含まれることがわかった。これよりこの範囲を平常時と設定し、0.1 以上の値をピークと定義した。尚、濁度について 1 以下の値となっている点については信頼性に欠けるため、今回は計算から除外した。通常時とピーク時の平均流量、平均濁度、平均濁度

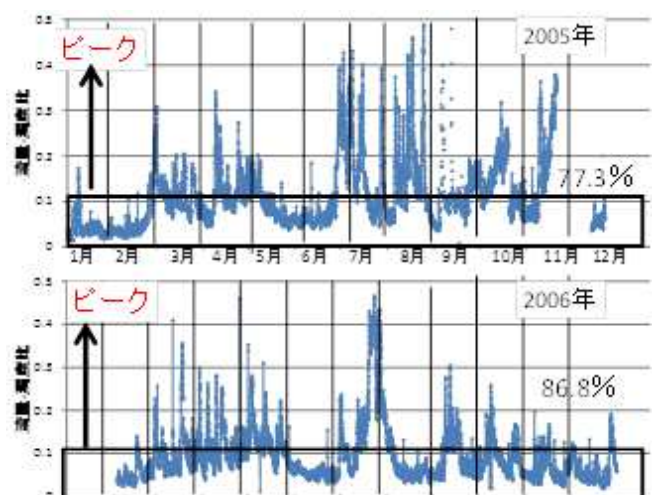


図 5 濁度の変動

図7 仮想支流河川流量の作成フロー

5. 4 支流河川流量との関係

影響が見られたのは、広い流域面積をもち流量の大きな河川であった。ただし、各所に存在する排水ポンプの存在、蒲原大堰の流量調整については考慮できていないため、出水時には過小評価となっている。

降雨とのイベントと見比べると多少遅れて増えていることも見てとれた。大きなピーク検出時には支流流量についても大きな値を示しており、増水時にピークが発生していることがわかった。

5. 5 河川水入れ替え現象

5.1 節から 5.4 節を考慮すると、ピークが検出される時は降雨が大きく影響している点、ほとんどの地点で支流の河川流量が増加していることや、流量調整が行われた時に大きなピークが検出された。これより降雨によって増えた流量が大河津分水路によってカットされるが、その後の支流河川から濁った水が流れ込むことで、河川水の入れ替えが起きていることが示唆された。見かけの河川流量は変化しないものの、通常時よりも支流河川からの流量の割合が多くなったことによって濁度が上昇し、L-Q 式を乱している。

6 まとめ

信濃川河口部に位置する新潟西港の土砂流入量に

ついて検討するため、SS 濃度、濁度、河川流入量と降水量の関係について検討した。出水時における濁度は、欠損値や上限に達してしまうため河川流量によって補間する必要があるが、よい相関が得られなかったため、濁度と流量の比と時系列の関係から調べた。これより、平常時とピーク検出時にわけることで、濁度・流量の関係でのヒステリシスが示唆された。

10mm 以上の降雨や、大河津分水路による流量調整にてピークが発生していることが見てとれ、増水時に流量調整によって中流域以前での本流と、下流域の河川水との交換現象が示唆された。濁度を用いる際に、河川流量を単純に用いるのではなく、周辺の降雨や河川流量の増減について考慮することが重要である。

参考文献

- 1) 信濃川水系河川整備基本方針
平成 20 年 1 月 11 日 国土交通省河川局
- 2) 信濃川水系河川整備計画資料 3
国土交通省 北陸地方整備局
- 3) 国土交通省 水文水質データベース
閲覧日 H24.01.15(<http://www1.river.go.jp/>)
- 4) 気象庁 気象統計情報 閲覧日:H24.01.15
(<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>)

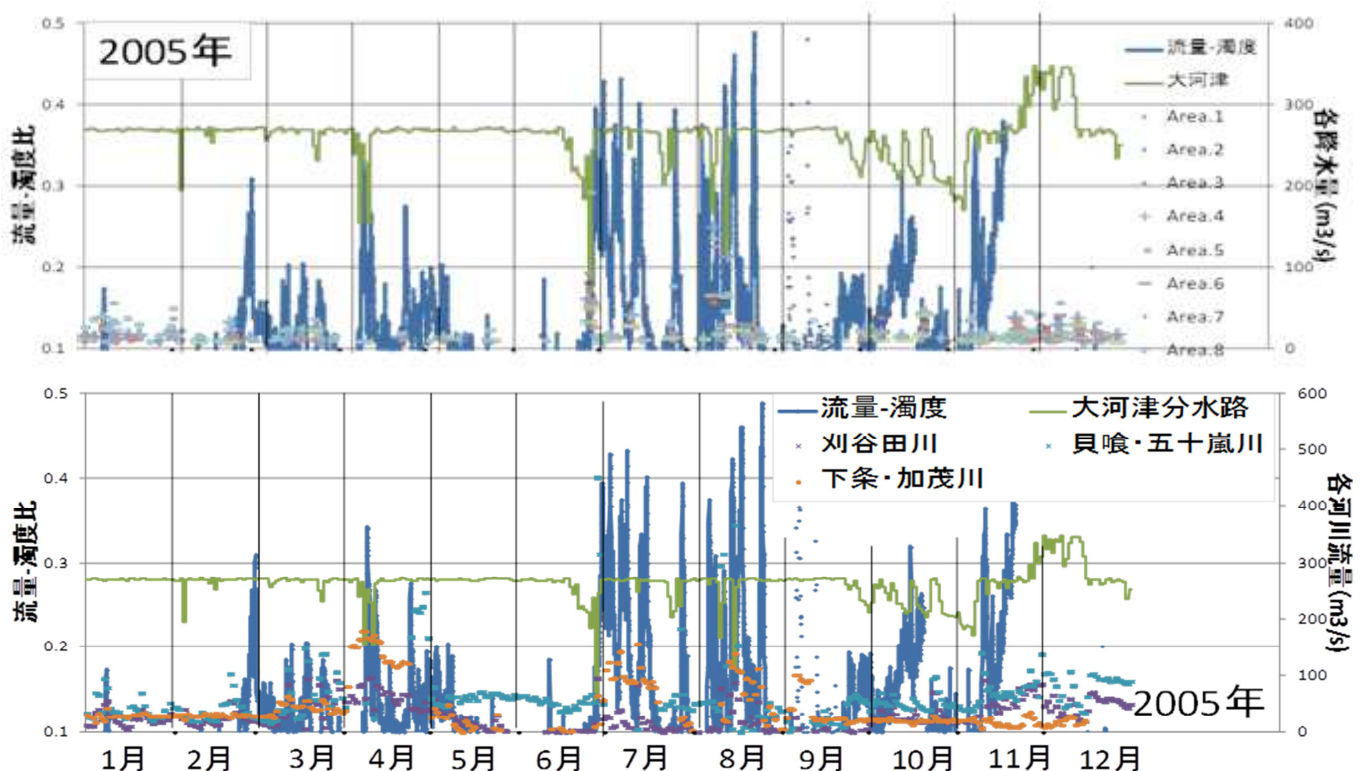


図 8 濁度の変動において、流量調整、降水量、各河川流量の関係