

II-33

全国の河口地形平衡条件

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○佐藤 智昭

東北大学大学院工学研究科 正会員 Totok Suprijo

東北大学大学院工学研究科 正会員 真野 明

1. はじめに

砂浜に開口する河口の砂州は沿岸漂砂からの土砂供給と河川流・潮汐による土砂除去のバランスによって維持されている。このバランスが保たれている状態を河口地形の平衡状態と言う。しかし、このバランスが崩れて流量が低下し土砂の除去量が減ると、沿岸漂砂からの土砂の供給により砂州は発達する。

この河口地形の平衡状態に関して、従来の研究では波浪と河川流、もしくは波浪と潮汐といった2つの外力で考えられていたのに対し、Totok Suprijoは波浪・河川流・潮汐の3つの外力を同時に考える土砂収支式を導き、阿武隈川、インドネシアの河川、アメリカ潟湖入口などに適用して適合性を調べた。

本研究では、このTotok Suprijoの土砂収支式から導かれる河口地形の平衡式を日本国内の河口に当てはめ、改めてこのモデルが正しいものかどうか検証する。

2. 平衡式

砂浜に開口した河口に、沿岸漂砂 Q_w の内効率 e_w の部分が増積し、河川流量 Q_R と、潮汐流量 Q_T の流れが増積土砂を排除するという関係から導かれる。河口平衡地形の関係式は、Suprijo(2003)より、次のように与えられる。

$$B_e^* = f(\phi_R, \phi_T) \quad \dots(1)$$

ここで、

$$\phi_T = \frac{10n^5 g^{3/2} Q_T^5 (\rho_s - \rho_w)}{s^2 h^{59/6} e_w I_d}$$

$$\phi_R = \frac{10n^5 g^{3/2} Q_R^5 (\rho_s - \rho_w)}{s^2 h^{59/6} e_w I_d}$$

$B^* = B/h$ 、 B 、 h は河口幅と河口水深、 n 、 g 、 ρ_s 、 ρ_w はマンニングの粗度係数、重力加速度、堆砂及び海水密度、 $s = \rho_s / \rho_w - 1$ 、 I_d は沿岸漂砂 Q_w を重量換算したもの、 d は砂の粒径である。 ϕ_R と ϕ_T はそれぞれ河川流及び潮汐流による排砂と、沿岸漂砂による堆砂の比を含む無次元パラメータであり、式(1)は図-1に示される。

特に $Q_T=0$ 又は $Q_R=0$ の場合は(1)は簡単になり、それぞれ次式で表される。

$$B_e^* = \sqrt[4]{\phi_R} \quad \dots(2)$$

$$B_e^* = 0.76 \sqrt[4]{\phi_T} \quad \dots(3)$$

3. 研究方法

3.1 研究対象

日本全国から砂浜を持ち砂州の発達がある河口を、ランドサットの衛星画像から選ぶ。一級河川からは39河川、二級河川からは41河川、計80河川をリストアップした。

3.2 データの収集

- ・ 河川流量：流量年表より低水流量を得た。
- ・ 波浪データ：NOWPHASより各河川の潟水期の有義波高(m)、有義波周期(s)、波向を得た。
- ・ 潮汐データ：潮位表から得られるデータを得た。
- ・ 狭窄部横断測量データ：河口狭窄部の水路幅と水深を得るため各河川管理者からデータを収集した。
- ・ 底質の中央粒径：平均粒径として計算に用いるため、各河川管理者からデータを収集した。
- ・ 河口部の航空写真：河口の砂州形成状況を調べるため、各河川管理者からデータを収集した。

3.3 河口砂州形成状況の確認

収集した航空写真で河口の状況を調べた結果、データが得られた一級河川35河口中、18河口が本研究に当てはまり、このうち横断測量データが砂州が発達する時期のものであったのは5河口であった。この5河口について報告することにする。

3.4 各データの計算

1) 河川流量 Q_R の推定

Q_R の算定には、河口部における河川流量データを必要とするが、河口部で観測されていない河川も多いため、次の方法で推定する。流域面積と低水流量の関係を図にプロットすると良い直線関係があり、これを使うと流域面積から低水流量を推定することが出来る。この比例係数を全国26の地域それぞれのブロックで

示し、式(4)より低水流量を推定する。 Q_R は低水流量(m^3/s)、 k は比例係数(m/s)、 x は流域面積(m^2)である。

$$Q_R = kx \quad \cdots(4)$$

2) 沿岸漂砂量 Q_W の計算

沿岸漂砂量 Q_W は沿岸漂砂量公式として、Komar and Inman(1970)から求める。

3) 潮汐による河口部流量 Q_T の算出

式(5)を用いて潮汐による河口部流量 Q_T を求める。

$$Q_T = A_T a \omega \quad \cdots(5)$$

A_T は感潮面積、 a は潮汐の振幅、 ω は $\omega = 2\pi/T$ と表される。 T は横断測量がなされた日以前4日間における潮汐の周期の平均値である。

3.5 計算結果、及び考察

評価時期と計算した Q_R 、 Q_T 、 Q_W を表-1に表す。先ほど述べた通り Q_R は流域面積に比例するため流域面積の大きい河川ほど値が大きい。 Q_T は潮汐の振幅に最も影響を受け、太平洋側に面して潮位差が大きいため仁淀川と阿武隈川は共に大きな値を示しているが、米代川と阿賀野川も共に大きな値を示している。これは、2河川共に下流域の河床勾配が緩やかな上、河口部における水深も深く、感潮面積 A_T の値が非常に大きくなるからである。

表-1 各河口のパラメータ

	評価時期	$Q_R(m^3/s)$	$Q_T(m^3/s)$	$Q_W(m^3/s)$
米代川	1/18~2/18	95.53	45.90	2.24E-02
阿武隈川	1~2月	100.00	145.91	1.01E-03
阿賀野川	2/21~3/21	307.63	74.47	1.05E-02
天神川	7/12~8/12	20.04	1.12	1.27E-02
仁淀川	1/1~3/15	17.78	65.73	7.51E-04

次に、 ϕ_R と ϕ_T と河口地形平衡時の無次元河口幅 B_e^* を各河口ごとに計算し、表-2に表す。

表-2 各河口の無次元パラメータ

	B_e^*	ϕ_R	ϕ_T
米代川	25.11	1.57E+05	4.02E+03
阿武隈川	19.00	1.40E+04	3.20E+05
阿賀野川	16.52	1.73E+04	1.43E+01
天神川	36.14	2.11E+06	9.84E+00
仁淀川	6.87	2.87E+00	1.98E+03

表-2で得られた値を平衡式と比較するため平衡式のグラフにプロットすると図-1のようになる。

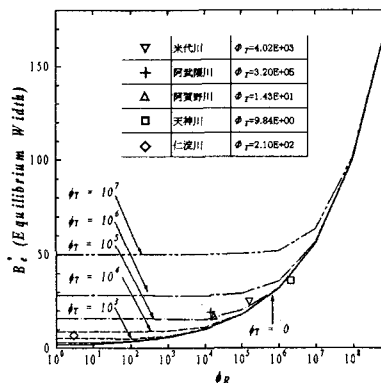


図-1 各河川データと平衡式の比較

図-1のように、平衡式を表す実線と破線は ϕ_R が小さくなるほど B_e^* が一定の値を表している。これは、 ϕ_R が小さくなるほど Q_R は小さくなり、河川流よりも潮汐により除去される土砂の割合が大きくなっていくことを示している。つまり、 ϕ_R の値が小さい仁淀川においては潮汐による土砂除去量の割合が河川流によるよりはるかに大きく、河川流による土砂の除去は無視され無次元河口幅 B_e^* は式(3)のように近似されると言える。また、阿武隈川はほぼ平衡式と等しい位置にプロットされ、他の4河川も近い位置にプロットされた。

4. まとめ

- 日本の5河口のデータから得られた無次元河口幅 B_e^* は平衡式が表す値とほぼ等しい値を示した。よって、現地データにより検証されると言える。

参考文献

- 1) Totok Suprijo(2003): Topographical equilibrium of coastal inlets, 東北大学博士論文
- 2) 真野明, 沢本正樹: 沿岸漂砂量硬式に用いる年平均波, 海洋開発論文集, 第12号, pp.55-59, 1996
- 3) 宇多孝明, 高橋晃, 松田英明: 河口地形特性と河口処理の全国実態, 土木研究所資料第3281号 1994年6月
- 4) 気象庁: 潮位表, 1976-2003
- 5) 運輸省港湾局監修, (財) 沿岸開発技術研究センター: 全国港湾海洋波浪観測資料(NOWPHAS 1999-2001)
- 6) 建設省河川局: 流量年表, 1976-2003