

海面上昇に伴う河床変動

鳥取大学工学部 正員 道上 正規
 鳥取大学工学部 正員 藤田 正治
 建設省中国地建 正員 ○平野 幹人

1. はじめに 地球の温暖化によって西暦2100年には海面が0.5mから2.0m上昇すると言われている。¹⁾ 本研究では、平衡状態、河床低下傾向および河床上昇傾向にある河川に対して、海面上昇の河床変動に及ぼす影響を拡散型河床変動モデルを用いて検討するものである。

2. 河床変動の拡散モデルの解 図1の座標系において、エネルギー方程式、流砂の連続式およびマンニングの抵抗則を用い、擬似等流を仮定すれば、河床変動が次の拡散方程式によって計算される。

$$\frac{\partial z}{\partial t} = K \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \quad \dots\dots (1)$$

ここに、 z : 河床位の変動量、 t : 時間、 x : 流下距離で、拡散係数 K は掃流砂量式に芦田・道上の式を用いると次式のようになる。

$$K = 17.8 \frac{1}{1-\lambda} \frac{q A_1^3}{s A_0} \left(1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*} \right) \left(1 - \frac{u_{*c}}{u_*} \right) \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 λ : 砂礫の空隙率、 q : 単位幅流量、 s : 水中比重、 τ_{*c} : 無次元限界掃流力、 τ_* : 無次元掃流力、 u_{*c} : 砂礫の移動限界摩擦速度、

$$A_1 = A_0 / (6.0 + 5.75 \log \frac{R}{d(1+\tau_*)}) \quad , \quad A_0 = v/u_* \quad , \quad v :$$

断面平均流速、 R : 径深、 d : 砂粒径である。境界

条件は上流端($x=0$)で、 $\frac{\partial z}{\partial x} = a$ 、下流端($x=1$)で、

$z = At$ とする。ここに、 a : 平衡状態における上流端における河床変動量の x 方向の変化率、 A : 下流端の河床上昇速度である。 A は海面の上昇速度が小さいので、それと等しいものとする。以(m)上の条件から式(1)の解は次のように表される。

$$\begin{aligned} z(x,t) = & a(x-1) + A \left(t + \frac{x^2-1^2}{2!K} \right) \\ & + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{8a1}{(2n+1)^2 \pi^2} + \frac{16A1^2(-1)^n}{K \pi^3 (2n+1)^3} \right) \\ & \cdot \cos \frac{2n+1}{2l} \pi x \cdot \exp \left(- \frac{(2n+1)^2 \pi^2 K t}{4l^2} \right) \quad \dots (3) \end{aligned}$$

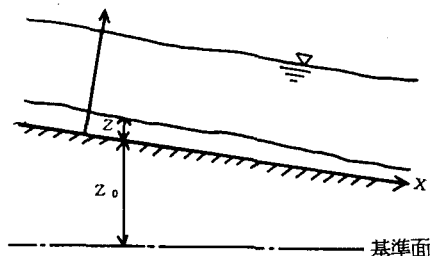


図-1 拡散型モデルに用いる座標系

表-1 計算条件

Case		Q (m³/s)		
		100	30	5
Case E	$a (\times 10^{-4})$	0	0	0
	τ_*/τ_{*c}	8.26	4.03	1.1
Case D	$a (\times 10^{-4})$	3.56	3.53	0.28
	τ_*/τ_{*c}	5.39	2.77	1.09
Case A	$a (\times 10^{-4})$	-6.33	-3.83	-0.23
	τ_*/τ_{*c}	10.99	4.88	1.18

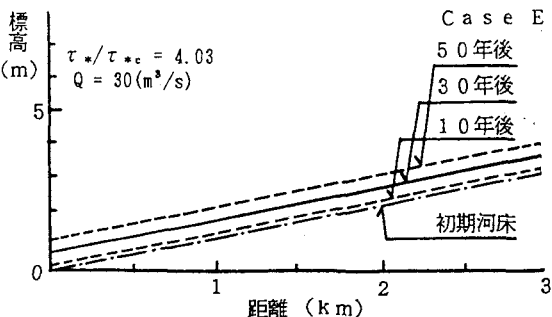


図-2 河床形の時間的变化

3. 計算方法 幅50m、勾配1/1000、河床材料の粒径2mmの河川において、式(3)を用いて、河口から3km上流の区間における海面上昇の河床変動に及ぼす影響を計算する。まず、計算のシナリオは Case Eは河床が平衡状態の場合（平衡流砂量を与える）、Case Dは、ダムの築造などのため、供給土砂量が半分に減少した場合（平衡流砂量の半分の流砂量を与える）、Case A 上流域の生産土砂量の増加のため供給流砂量が2倍になった場合（平衡流砂量の2倍の流砂量を与える）の3つを設定し、3種類の流量100(m³/s)、30(m³/s)、5(m³/s)に対して計算し、給砂条件、掃流力の違いによる河床変動特性の相違を調べる。表-1に計算条件を示す。なお、 $A=2m/10$ 、 0years 、 $\tau_{*c}=0.042$ 、マンニングの粗度係数 $n=0.02$ 、空隙率 $\lambda=0.4$ 、水中比重 $s=1.65$ とし、海面上昇がない場合の平衡状態における水理量から拡散係数を算定した。

4. 計算結果 図2～図4は Case E、Dおよび Aの流量30m³/sのときの河床形の時間変化を表したもので、図5は河口から3km地点の河床上昇速度と海面上昇速度の比と τ_{*}/τ_{*c} との関係を示した図である。

まず、図

5から、Case Eにおいて掃流力大きいとき、図2のように上流部から河口部まで海面上昇速度と同じ速度で河床が一樣に上昇するが、掃流力が小さいとき、上流

部の河床上昇率は海面上昇率より小さく、年数の経過とともに徐々に海面上昇速度に近づくことがわかる。このことから、流砂量が多い河川では、海面の上昇速度と同じ速度で河床が一樣に上昇し、海面上昇の影響が顕著に現れるのに対し、流砂量が少ない河川では上流部の河床上昇が下流部より遅れ、海面上昇の影響が上流部にまで伝わらないことがわかる。ついで、図5のCase D、Aにおいては河床の洗掘、堆砂がまず起こり、河床勾配が平衡値に至った後に河床上昇が生じる。また、河床の上昇過程の特性はCase Eと同様である。このように、海面上昇による河床変動は、給砂条件の変化による河床変動に比べて緩慢である。

参考文献 1) 地球温暖化影響研究会：地球温暖化による社会影響、技報堂出版、PP.100～116、1990。

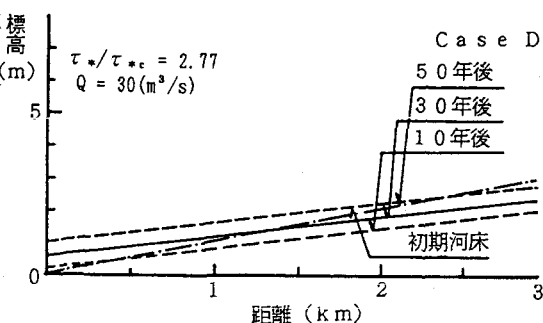


図-3 河床形の時間的変化

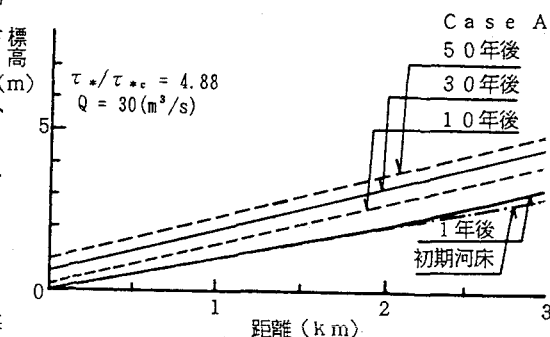


図-4 河床形の時間的変化

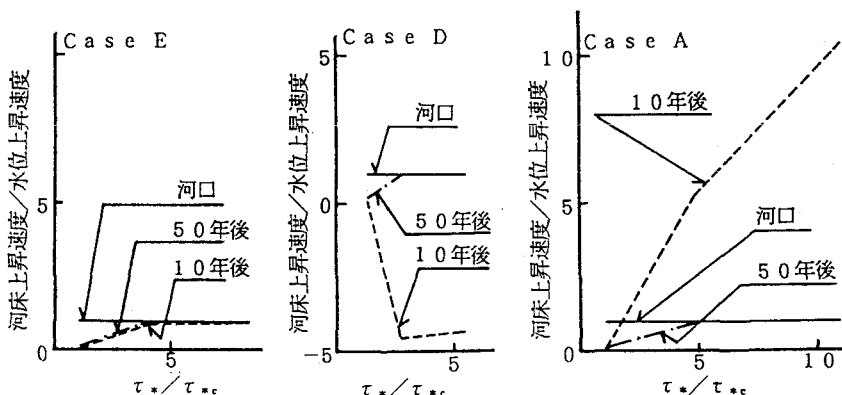


図-5 河口から3kmにおける河床上昇速度と掃流力の関係