

河川感潮域における干潟環境と淡水量の収支

広島大学 学生会員

○花畑成志

広島大学 正会員

駒井克昭

日比野忠史

中央大学 フェロー会員

福岡捷二

中国地方整備局太田川河川事務所 正会員

水野雅光

1. はじめに 汽水域に棲むベントスにとって干潟地盤内の塩分濃度は重要な制限要因であり、河川表流水に着目したフラッシング時間や滞留時間の把握のみならず、沿岸帯水層からの地下水流¹⁾を含めた水循環の解明が汽水環境の形成機構を知る上で重要である。河川感潮域に流入する淡水量の推定法の一つとして塩分をトレーサーとしたボックスモデルに様々な改良が加えられている^{2), 3)}が、太田川感潮域のように潮差が4mにも達する場合には、既往のボックスモデルによって淡水流入量を推定するのは難しい。本研究では潮差の大きい感潮域に適用可能な新しいボックスモデルと水位・塩分モニタリング手法の提案、ならびに解析結果を用いた河川感潮域における汽水環境の形成機構の解明を目的としている。

2. 干潟地盤内における塩分環境調査 2004年8月から10月にかけて図-1に示すSt.1~3において河川水塩分(センサ設置高さ:表-1)、St.2の低水路干潟地盤内において地下水塩分を毎時連続モニタリングした。また、同時期に河川水位(RWL)、および地下水位(GWL)も連続モニタリングされており(国交

省)、干潟地盤内の塩分変動と地下水位の比較を行った。

3. ボックスモデルによる淡水量推定法 2003年10月、12月の大潮・小潮期に断面塩分分布、2007年2月には大潮期の断面流速・塩分分布を一潮汐間にわたって観測した(図-2)。St.1~3で測定された塩分・水位の連続データを用いて太田川放水路(図-1の破線枠)を対象区間とした解析を行った。ボックス境界(上・下流端)からの流出入量は連続式(1)と塩分保存式(2)を連立して解くことで求められる。

$$\frac{\partial}{\partial t} L \int_{b(z)} \eta dy + Q_1 - Q_3 = 0 \quad (1)$$

$$L \frac{\partial}{\partial t} \int_{-D}^{\eta(t)} \int_{b(z)} C dy dz + \bar{C}_1 Q_1 - \bar{C}_3 Q_3 = 0 \quad (2)$$

$$\bar{C} = \frac{1}{A} \int_{-D}^{\eta(t)} \int_{b(z)} C dy dz \quad (3)$$

ここに、 t : 時間、 y : 横断方向、 z : 鉛直方向、 L : ボックスの長さ、 D : 水深、 $b(z)$: 水路幅、 $\eta(t)$: 水位、 Q_1 , Q_3 : 上流・下流端での通過流量、 C : 塩分濃度、 A : 断面積である。各 St.で1つの塩分センサのデータから

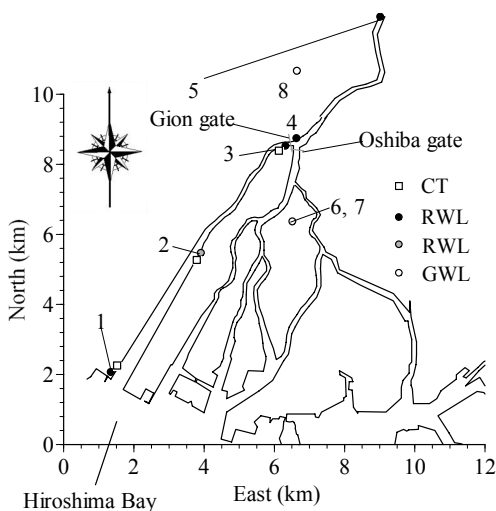


図-1 太田川感潮域での観測位置。河川水位(RWL, ●)、地下水位(GWL, ○)は国交省による測定。破線枠はボックスモデルの対象区間。

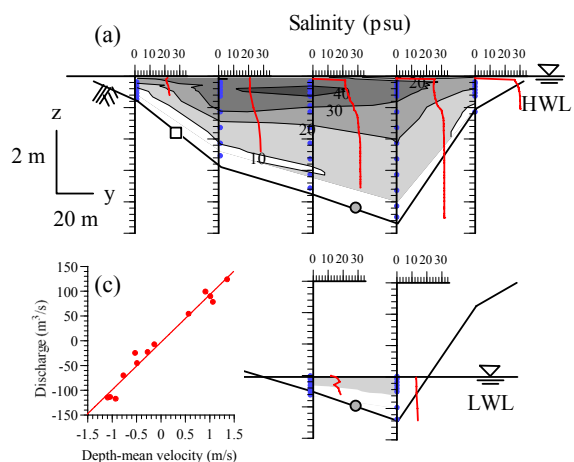


図-2 St. 2における (a)最大流速発生時(上図)と(b)大潮干潮時(下図)の流下方向の断面流速(cm/s)コンターと塩分プロファイル。○: 水深計, □: 塩分計(2007年2月3日)。 (c)滞筋水深平均流速と断面流量の関係

キーワード 河川感潮域, 干潟環境, 地下水, 塩分, ボックスモデル

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 TEL:082-424-7818

プロファイルを求めるため、大潮干潮時に干出する高さ(図-2 参照)に塩分計を設置し、潮差を利用してプロファイルを求める。このとき、高塩分水は低塩分水を持ち上げるように成層を保ったまま下層から貫入・流出すると仮定し、上げ潮・下げ潮で1つのプロファイルを求める(図-3 参照)。比較のため、ボックス上流端の水門(スルースゲート)を通過する流量を堰の上流側(St.3)と下流側(St.4)の水位に応じて種々の堰の公式⁴⁾を適用することで推定する。

4. 結果と考察

(1)干潟地盤内における塩分環境 図-4(a)出水時に図-4(b)低水路零筋の塩分が低下した場合でも干潟地盤内の塩分は10psu前後で保たれている。9月下旬以降、図-4(c)St.6の被圧地下水位とSt.8での地下水位(GWL)が上昇しており、低水路零筋水位に比べて干潟地盤内の地下水位(WL dif.)が約20cm上昇していることから、帯水層を流れる地下水が干潟地盤の地下水位や塩分と関係していることが示唆された。

(2)ボックスモデルによる淡水量推定 河道横断方向の塩分変化は小さく、零筋部での流速は断面流量を代表している($R^2=0.97$, 図-2(b))。塩分プロファイルが緩～強混合まで変化すること、潮汐に伴うボックス容積の変化が著しいこと、流下方向に塩分が変化すること等から、河道断面形・縦断形を潮位の関数としてモデルに取り込むことで潮位毎に塩分プロファイルの積分範囲を適宜変化させることで、淡水流入量が連続的に推定された。なお、河川流量が極端に多い出水時にはボックス内の塩分変化がないため適用範囲外である。

(3)河岸帯水層からの塩分供給の可能性 ボックス区間での中途からの表流水はわずかにもかわらず、図-3(d)ボックスモデルによる推定淡水流量と水門通過流量の差($Q_{\text{dif.}}$)は平時でも $20\text{m}^3/\text{s}$ 程度ある。これは、上流からの淡水(表流水)の供給が増えてもボックス

区間内の塩分が高く保たれているためであり、干潟地盤内も高塩分を保たれていることから、河床面を通じて河岸の帯水層に蓄えられた塩分を含む伏流水が河道に流入していることが考えられる。

参考文献

- 1) Taniguchi M. (2002). *Geophys. Res. Lett.* 29, 10.1029/2002GL014987.
- 2) Hagy, J. D., Sanford, L. P., and Boynton, W. R. (2000). *Estuaries*, Vol. 23, No. 3, pp. 328-340.
- 3) Sheldon, J. E. and Alber, M. (2002). *Estuaries*, Vol. 25, No. 6B, pp. 1304-1317.
- 4) 土木学会 (1999): 水理公式集 [平成11年版]

表-1 塩分センサーの設置高さ

	T.P.上の高さ	最深部河床高(T.P.)
St.1	-0.93 m	-5.92 m
St.2	-0.82 m	-3.64 m
St.3	-0.4 m	-1.5 m

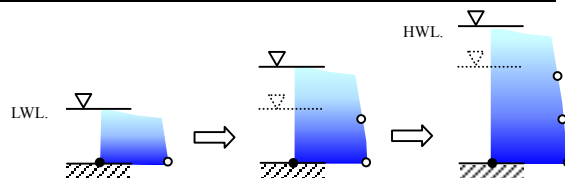


図-3 固定設置センサーのデータによる塩分プロファイルの推定原理（●：センサー位置，○：塩分データ）

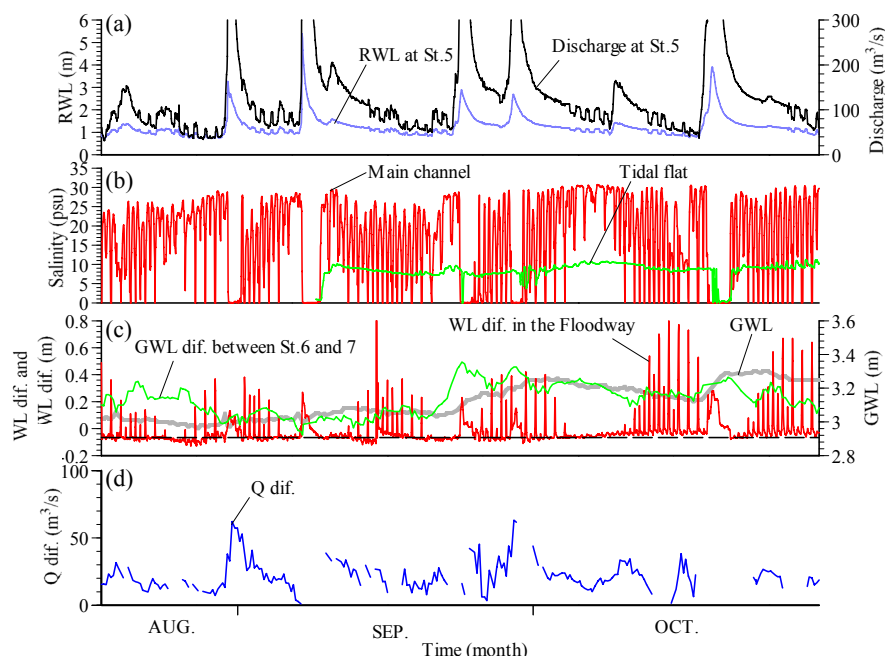


図-4 2004年8月～10月における(a)河川水位と推定流量(St.5, 非感潮域), (b)塩分(St.2, 低水路と干潟地盤内), (c)地下水位差(St.6: 被圧帯水層, St.7: 不圧帯水層), 水位差(St.2, 低水路と干潟地盤内), 地下水位(St.8), および(d)水門通過流量 Q_{gate} とボックスモデルから推定された淡水流入量 Q_{box} の差($Q_{\text{dif.}}$)の経時変化。(c)中の破線は8月下旬の低水路と干潟地盤内の水位差(WL dif.)を示している。