

湾口部にシルが形成された湾における海水交換の考え方

広島大学大学院 工学研究科 学生会員 ○竹内 健太郎

広島大学大学院 工学研究科 正会員 日比野 忠史

1. はじめに

海水交換とは、相接する2つの海域の海水が境界を通過する残差流、潮流、乱流などの海水運動に伴って相互に入れ換わることである²⁾。一般に海水交換は残差流による場合と潮流による場合に大別され¹⁾、交換の様式は地形的条件により異なる。湾口部にシルが形成され、湾内部が深い湾は、成層期において、重い外海水が湾内の等密度層に貫入し、湾内表層の低密度水塊が流出する海水交換が起こる。また、潮汐がシルを越える程大きくなると、シルによる内部波の発生と碎波による海水交換が卓越する。しかし、湾内外の密度は海流、気象擾乱によって大きく変化するため、湾外が湾内に比べ、密度が低くなる場合がある。この場合の海水交換機構については説明がなされていない。

大船渡湾(三陸沿岸, 39°N, 141.75°E)は湾口部に高さ約20mの捨石マウンドが設置されており、湾内外が分離された形状にあり、湾外水の高密度水塊が湾内低層に密度貫入、下げ潮に伴って湾内低層の排出する海水交換が起こることによって湾内低層水は停滞せず、成層期においても低層水は交換されている³⁾。本研究では、これまで得られた観測結果をもとに、湾内外の密度変化に伴う湾口にシルの形成された湾における海水交換の考え方についての検討を行なう。

3. 大船渡湾における海水交換

海水交換の評価は湾口での流速プロファイルおよび湾内、湾口、湾外での水温と塩分プロファイルの経時変化を検討することで行われた。検討対象としたのは、1999年7月19日～10月27日である。

図1には、湾外の密度状態の異なる期間(a,b)における潮汐の経時変化、湾口マウンド上の上層(0～8m)、下層(8～16m)の流出入量および湾内・湾口マウンド上・湾外の16mにおける密度の経時変化、図2には、図1に示した各期間の(a-①8月9日12:00 上げ潮, a-②8月10日8:00 干潮, a-③8月11日6:00 下げ潮, b-①9月26日16:00 満潮, b-②9月26日18:00 下げ潮, b-③9月27日2:00 満潮)に観測された湾内・湾口マウンド上・湾外間の密度分布およびマウンド上の流速プロファイルが示されている。

図1から沖側から湾外に低密度水塊が浸入し、湾外密度が低下した(a)の期間では、潮汐による海水交換が卓越、沖側から湾外に高密度水塊が浸入した(b)の期間では、密度流が支配的であることがわかる。図2(a)の等密度線から判断すると、a-①では湾外低層(25m以浅)の水塊が湾内上層(15m以浅)に流入していること、a-②では湾外低層(22～27m)の水塊がシルを超えて湾内低層(17～21m)に流入していること、a-③では下げ潮に伴って湾

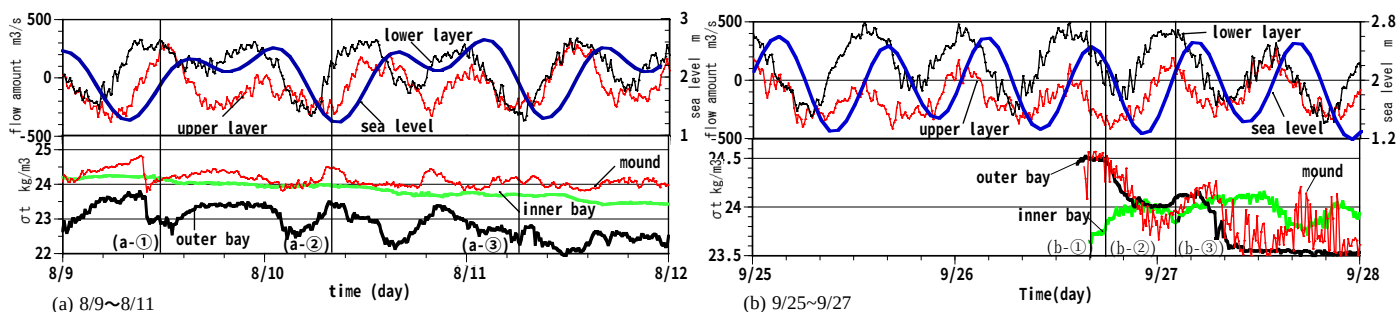
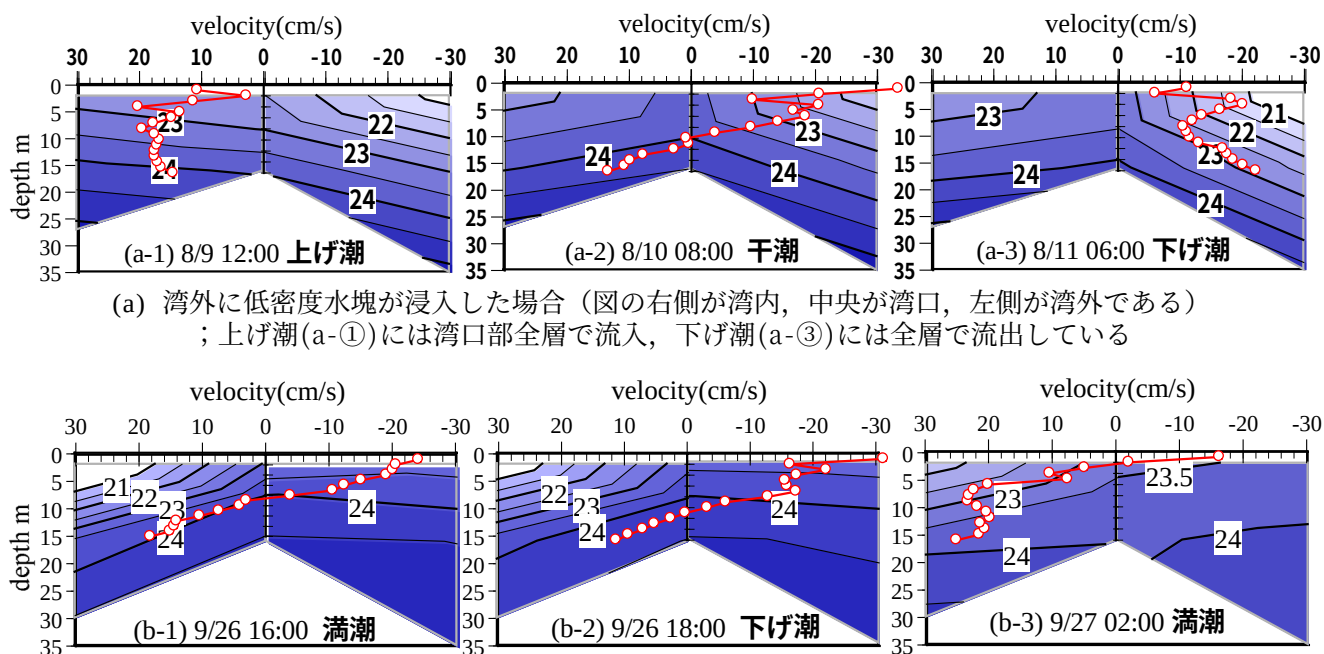


図1 湾口上下層での流出入量、潮位および湾内・湾口・湾外16m(マウンド直上レベル)における密度の経時変化

キーワード 海水交換、津波防波堤、湾内外の密度差、密度貫入、下げ潮に伴う湾内低層水の排出

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市西条鏡山1-4-1

広島大学大学院 工学研究科 社会環境システム専攻 海岸工学研究室 TEL 0824-24-7818



(a) 湾外に低密度水塊が浸入した場合（図の右側が湾内，中央が湾口，左側が湾外である）
；上げ潮(a-①)には湾口部全層で流入，下げ潮(a-③)には全層で流出している

(b) 湾外に高密度水塊が浸入した場合；湾口部上層で流出，下層で流入している

図2 マウンド上の流速分布と湾内・湾口部・湾外での密度分布((a-①)~(b-③)の期間は図1の期間に対応)

内低層(13~23m)の水塊が連行されて湾外下層(27m以深)に排出されていることがわかる。これらのことから、(a)の期間においては潮汐に伴って湾内外のマウンドより深い層(16m以深)の水塊が連行される海水交換が起こっていることが推測される。図2(b)の等密度線から、b-①,b-②では湾外中層(10~16m)の水塊が湾口下層(8~16m)から等密度層である湾内低層(湾内20m以下)に貫入していること、湾内に流入した河川水や湾内上層の水塊が湾口上層(0~8m)から流出していることがわかる。これらのことから、(b)の期間において湾外中層(10~16m)の高密度水塊が湾口下層(8~16m)を通して湾内低層(湾内20m以下)に密度貫入し、湾内上層・河川水が湾口上層(0~8m)を通して流出する海水交換がなされていることが推測される。

4. おわりに

一般的にシルの形成された湾において、密度成層期には湾内低層の水塊が停滞し、シルより浅い層の海水交換がなされている。大船渡湾においては海流、気象擾乱に伴う湾内外の密度変化によって、湾内低層の海水交換がなされていることが今回の観測結果からわかった。沖側から湾外に高密度水塊が浸入した9月26日頃は湾外上層の高密度水塊が湾内低層に湾口部下層から密度貫入し、湾内上層・河川水が湾内上層から流出する海水交換がなされていることが推測される。また海水交換機構の説明がされていなかった沖側から湾外に低密度水塊が浸入した8月9日頃は潮汐に伴って湾内外の低層水が連行される海水交換がなされていることが推測される。今後は湾内外が等密度である場合や潮差による違い、気象擾乱前後の海水交換についても検討していきたい。

参考文献

- ・ 1) 武岡英隆：沿岸海域の海水交換，沿岸ノート 20，pp.169-182，1984.
- ・ 2) 宇野木早苗；沿岸の海洋物理学，東海大学出版会，pp.527-529，1993.
- ・ 3) 日比野 忠史，竹内 健太郎：(2003) 大船渡湾における海水交換の定量評価，水工学論文集第47巻，pp1153-1158