

諫早湾における低酸素水塊の形成特性

九州大学総合理工学府

学生会員 李 騫

九州大学総合理工学研究院

正会員 李 洪源, フェロー会員 松永信博

1. 緒言

李・松永らは、「諫早湾潮受け堤防開門以前の環境特性を明らかにすることは極めて重要で、来る開門調査に向けて必要不可欠である」との視点から、諫早湾内の水質・底質環境に関する現況調査研究を行ってきた¹⁾²⁾。

本研究の目的は、農林水産省九州農政局が提供している2004年から2010年の6月～9月の間で測得された海底面付近の溶存酸素(DO)濃度を解析することにより、諫早湾内の低酸素水塊の形成特性を明らかにすることにある。

2. 観測概要

農林水産省九州農政局は、2003年10月から諫早湾内の6地点において毎正時に鉛直方向に0.5m間隔で水質観測を行っている。図-1にその6地点(S1, S6, B3, B4, B5, B6)を丸印で示す。諫早湾内の低酸素水塊の形成特性を明らかにするために、各地点で測得された2004年～2010年の6月～9月の海底面付近のDOデータを抽出し、解析した。各地点における解析データ個数は13,344個であった。本論文では、DOが4mg/l以下の水塊を低酸素水塊と定義している。

3. 解析結果

図-2(a)～(f)に、各地点で測得された海底面に最も近い測点(海底面上0.5m以内)のDO値がプロットされている。図中の実線は、1:1勾配の関係を示しており、破線は低酸素水塊の上限値(DO=4mg/l)を示す。Rは相関係数である。図中のパーセントは、破線で区分される4ケースの事象が発生する確率を示している。

図-2(a)にB3とB4地点におけるDOの関係を示す。データは1:1勾配の実線の周りに集中しており、両者の間には高い相関があることがわかる。このことは、B3地点が高酸素状態にある場合、B4地点も高酸素状態にあるケース(発生確率49.4%)とB3地点が低酸素状態にある場合、B4地点も低酸素状態にあるケース(発生確率37.9%)が卓越していることを意味している。B3地点が低酸素水塊に覆われる確率は45.7%、B4地点が覆われる確率は42.8%であり、B3とB4地点はほぼ同じ確率で低酸素水塊に覆われることがわかる。

図-2(b)は、B3とB6地点におけるDOの関係を示している。B3地点が低酸素水塊で覆われる確率(45.7%)に対し、B6地点が低酸素水塊で覆われる確率(41.1%)は、若干小さいことがわかる。

図-2(c)は、B5とB6地点におけるDOの関係を示している。DO(B6)>4mg/lでDO(B5)≤4mg/lとなる確率は、1.3%と非常に小さい。一方、DO(B5)>4mg/lでDO(B6)≤4mg/lとなる確率は、19.3%と大きい。つまり、B6地点が低酸素水塊で覆われる確率が、B5地点が低酸素水塊で覆われる確率よりも大きいことを意味している。島原半島に沿っては、比較的強い潮流が生じることが知

られており³⁾、流れによって引き起こされる強い鉛直混合がB5地点における低酸素水塊の発生を抑制している可能性が示唆される。

図-2(d)は、B3とS1地点におけるDOの関係を示している。DO(B3)>4mg/lでDO(S1)≤4mg/lとなる確率は、4.5%と非常に小さい。一方、DO(S1)>4mg/lでDO(B3)≤4mg/lとなる確率は、24.9%と大きい。つまり、B3地点が低酸素水塊で覆われる確率が、S1地点が低酸素水塊で覆われる確率よりも多いことを意味している。

図-2(e)は、B3とS6地点におけるDOの関係を示している。DO(B3)>4mg/lでDO(S6)≤4mg/lとなる確率は、4.3%と非常に小さい。一方、DO(S6)>4mg/lでDO(B3)≤4mg/lとなる確率は、24.6%と大きい。つまり、B3地点が低酸素水塊で覆われる確率が、S6地点が低酸素水塊で覆われる確率よりも大きいことを意味している。

図-2(f)は、S1とS6地点におけるDOの関係を示している。データのばらつきはあるものの、1:1勾配のラインに対し対象に分布していることがわかる。DO(S1)>4mg/lでDO(S6)≤4mg/lとなる確率は8.8%、DO(S6)>4mg/lでDO(S1)≤4mg/lとなる確率は8.7%で、ほぼ同じ値を取る。また、両地点が同時に高酸素水塊で覆われる確率は65.9%で、低酸素水塊で覆われる確率は16.6%である。

表-1に、各地点で測得された13,344個のデータのうち、低酸素水塊に覆われた確率を示す。低酸素水塊に覆われる確率はB3地点が最も大きく、45.7%の値を取り、B4、B6の順でその割合は低下する。S1、S6、B5地点が低酸素水塊に覆われる確率はほぼ等しく、約25%である。この確率は、他の3地点よりも小さいことがわかる。このことから、諫早湾の低酸素水塊はB3地点付近(小長井沖)で最も頻繁に発生し、湾奥(潮受け堤防付近)と島原半島(瑞穂、国見)に向かってその発生確率は減少することがわかる。

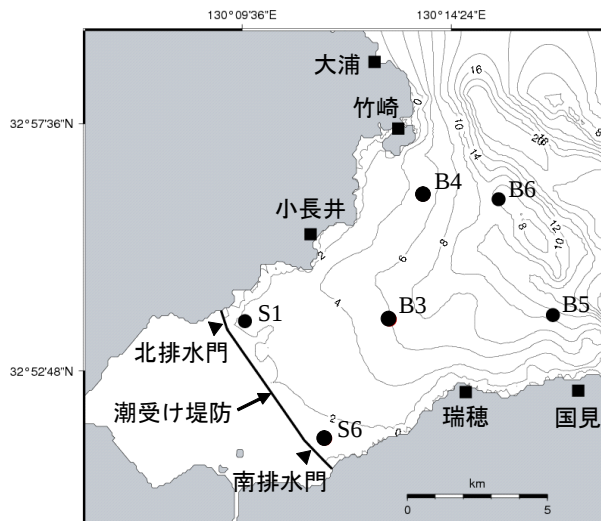


図-1 諫早湾における九州農政局の観測地点

表-2 は、B3 地点が高酸素状態にある場合に、各地点が高酸素状態となる条件付き確率を示したものである。B3 地点が高酸素状態にある場合、残りの各観測地点は約 90%の確率で高酸素状態にあることがわかる。B3 地点が高酸素状態にある場合、5 地点すべてが同時に高酸素状態になる確率は 73.4%とかなり高い値を取ることがわかった。

表-3 は、S1 と S6 の両地点が低酸素状態にある場合に、各地点が低酸素状態となる条件付き確率を示したものである。S1 と S6 の両地点が低酸素状態にある場合、B5 地点を除く 3 地点において約 80%の確率で低酸素状態となることがわかる。B5 地点が低酸素状態になりにくい理由は、前述したように島原半島に沿った強い局所的な流れに起因しているものと推測される。S1 と S6 の両地点が低酸素状態にある場合に、B5 を除いた地点が同時に低酸素状態になる確率は、74.1%であった。

4. 結言

農林水産省九州農政局が提供している 2004 年から 2010 年の 6～9 月における諫早湾の DO データを解析し、諫早湾内に形成される低酸素水塊の形成特性を調べた。データ解析の結果、小長井沖が高酸素状態にある場合、73.4%の確率で諫早湾全域が高酸素状態にあること、諫早湾奥部が低酸素状態にある時、74.1%の確率で諫早湾全域が低酸素状態にあることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 李 洪源, 松永信博：諫早湾の底泥環境特性, 土木学会論文集 B, Vol.66, No.4, pp.321-334, 2010.
- 2) 李 洪源, 松永信博：諫早湾における筑後川起源水の風応答特性, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.67, No.2, pp.86-91, 2011.
- 3) 有明海プロジェクト研究チーム(代表小松利光)：有明プロジェクト中間報告書(その1), pp.1-160, 2002.

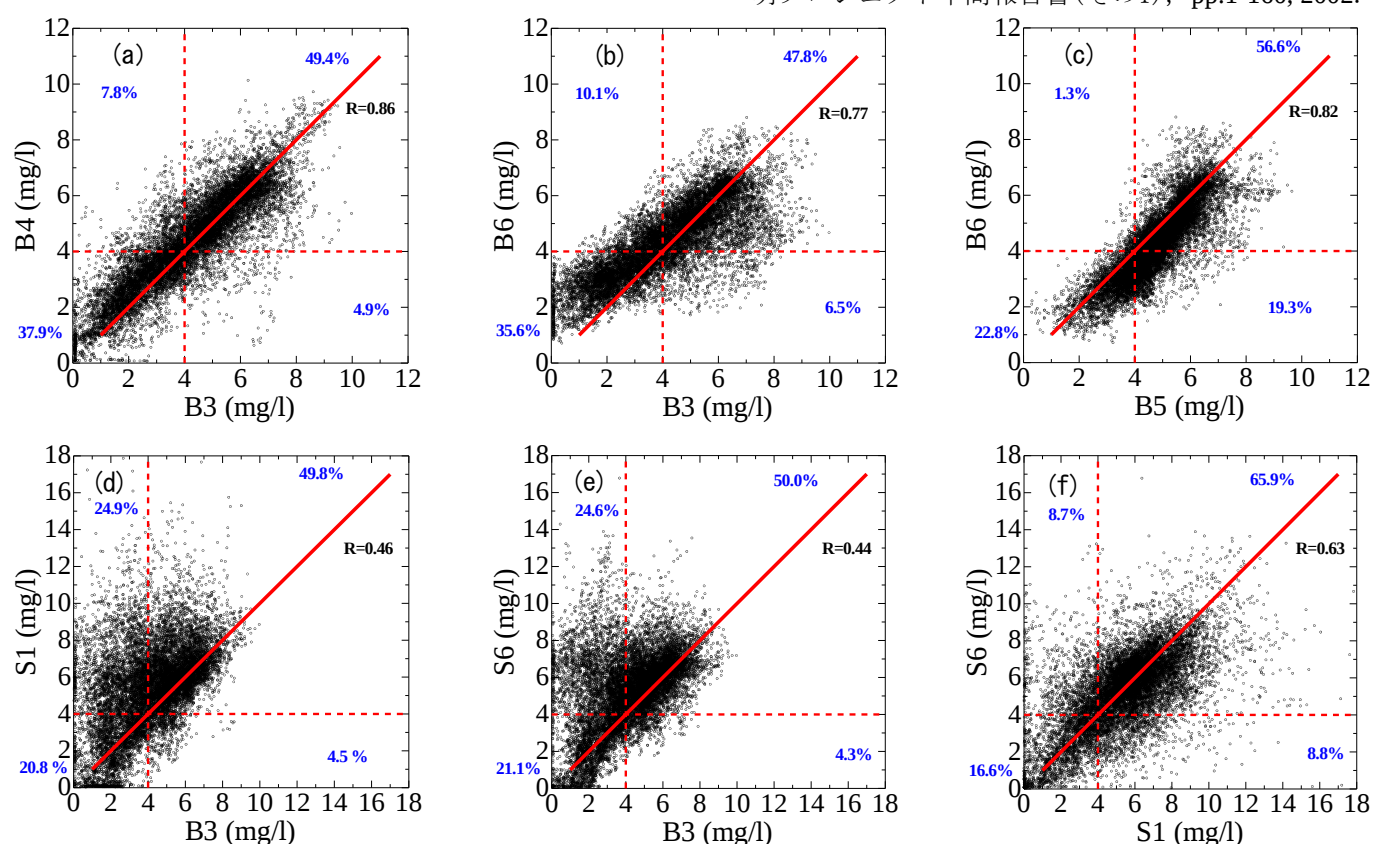


図-2 各地点間における底層 DO の相関

(a) B3 と B4 地点, (b) B3 と B6 地点, (c) B5 と B6 地点, (d) B3 と S1 地点, (e) B3 と S6 地点, (f) S1 と S6 地点

表-1 各地点が低酸素状態になる確率

S1	S6	B3	B4	B5	B6
25.3 %	25.4 %	45.7 %	42.8 %	24.1 %	42.1 %

表-2 B3 地点が高酸素状態の時、各地点が高酸素状態になる確率

	S1	S6	B4	B5	B6
B3>4.0mg/l	91.7 %	92.1 %	91.0 %	97.2 %	88.1 %

表-3 S1 と S6 地点が低酸素状態の時、各地点が低酸素状態になる確率

	B3	B4	B5	B6
S1≤4.0mg/l, S6≤4.0mg/l	91.4 %	86.0 %	58.3 %	79.4 %