気候変動に伴う気温・河川水温・海水温の変化が有明海の密度成層構造と貧酸素水塊の消長に与える影響の評価

九州大学大学院　学生会員　○田所壮也・中村潤幸・秦培植
九州大学大学院　フェロー　矢野真一郎

１．目的

近年，気候変動による環境異変が疑われる現象が数多く見られている．例えば，公共用水域の多くで水温の上昇傾向が確認されている．地球温暖化の進行に伴い，気温・河川水温・海水温の上昇が懸念されるが，それに伴う沿岸域の密度成層構造の変化や貧酸素水塊の消長への影響に着目した研究はほとんどない. 有明海は半閉鎖性の内湾であり，筑後川をはじめとする多数の河川が流入するため河川水の影響を受けやすい．しかし基礎データとなる河川水温の連続データは筑後川の一地点でしか計測されておらず, 流れなどの数値計算を行う際は，筑後川以外は仮定した水温が与えられていた．本研究では，温暖化が沿岸域の水環境へ与える影響評価を目的として, 疑似温暖化実験による河川水温変動が有明海の密度成層構造と溶存酸素分布に与える影響の評価を試みる．その際に，河川水温変化が与える影響の評価を精緻に行うために，流入する一級河川において水温の長期連続観測を行い，取得された河川水温データをベースにしたシミュレーションを試みる．

２．内容

１）河川水温のモニタリングと気温との相関式の作成：2015 年 8 月以降に小型メモリ式水温計による長期モニタリングを実施した．対象はモニタリングデータがある筑後川を除く，六角川・嘉瀬川・矢部川・菊池川・白川・緑川の 6 つの一級河川である（**図-1**）．測定地点は国交省管理の流量観測所のうち，感潮域を除いて河口に最も近い場所を選定した．測定後，直近のアメダス観測所の気温データとの相関を調べ，河川毎に相関式を作成した．一例として白川の場合を**図-2** に示す.

２）流動シミュレーション：数値モデル Delft3D を用いた有明海・八代海結合モデルを用いた．ここでは，①現在気候，②将来気候（気温＋2℃），③将来気候（気温＋4℃）の状態を想定したケースを設定して計算を行った．その際，河川水温は１）で得られた相関式から一様に上昇させた気温から算定した．また，海水温（開境界に設定する海水温）は必ずしも気温と一対一で対応しないと考えられるが，(A)河川水温の上昇分の平均値を用いて一様に上昇させる場合と(B)現在の海水温を与える場合を想定した（**表-1**）.

３）DO シミュレーション：熱成層の計算結果を用いて，溶存酸素 DO の鉛直 1 次元計算を行い，熱成層構造の変化が DO 分布に与える物理的な影響の評価を試みた．DO の計算には鉛直 1 次元拡散方程式を用いた．水面で大気からの曝気，海底で一定の酸素消費速度（諫早湾の実測値）を境界条件として与えた.

４）結果と考察：各ケースにおける現在気候（Case①）からの DO の減少率を求めた．**図-3** に Case①の水温と DO の B6 地点（夏場に常態的に貧酸素の発生が見られる）におけるイソプレットを水温成層が発達する 8 月下旬について示す. 同様に, **図-4**, **5** に Case③(B)と Case③(A)について, 水温と DO の Case①との差を示す. 気候変動下においては，現在気候より全体的に酸素濃度が減少している．特に 8 月 22 日から 25 日にかけて底層で両ケースの DO が大きく減少している．Case③(A)に比べ Case③(B)の減少率が大きいのは，計算条件である河川水温と海水温の差が大きいため，水温成層が強いことが影響している．よって，温暖化により河川水温が上昇すると海水温の上昇の有無にかかわらず水温成層が強化され, 鉛直混合が抑制されて貧酸素化が促進する可能性があることが分かった.

３．結論

キーワード：気候変動影響評価，河川水温，海水温，密度成層，溶存酸素
連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学 W2 号館 1013 号室 TEL：092-802-3412

表-1　各河川の水温変動

Case	気温(℃)	河川水温 (℃)	海水温 (℃)
①	0	0	0
②(A)	+2	+2a	+2<a>
②(B)	+2	+2a	0
③(A)	+4	+4a	+4<a>
③(A‘)	+4	+4a	+2<a>
③(B)	+4	+4a	0

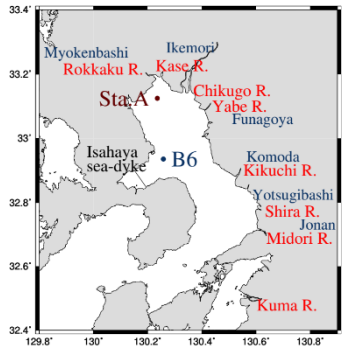

図-1　河川水温の測定位置，評価地点

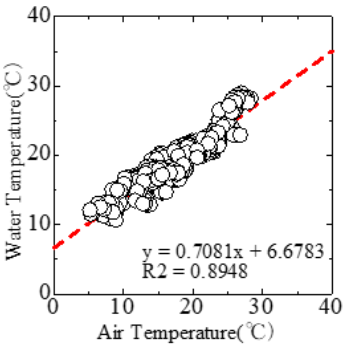

図-2a)　河川水温と気温との相関
（白川（代継橋），1～4 時）

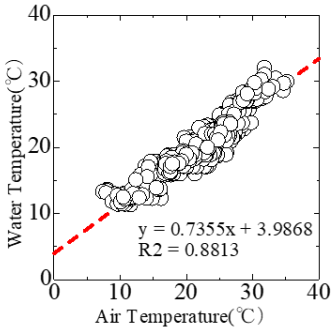

図-2b)　河川水温と気温との相関
（白川（代継橋），17～20 時）

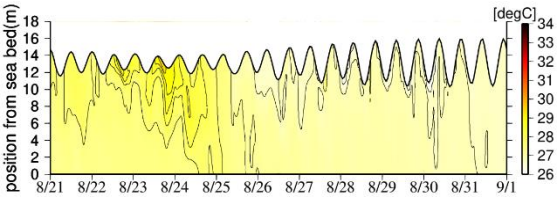

図-3a)　水温のイソプレット
[Case①，8/21～8/31]

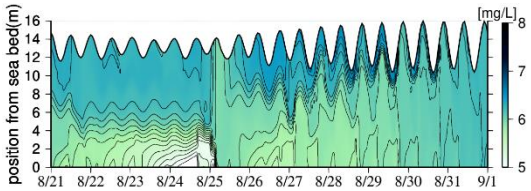

図-3b)　DO のイソプレット
[Case①，8/21～8/31]

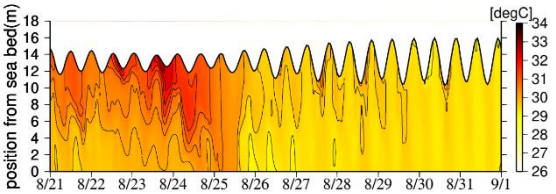

図-4a)　水温のイソプレット
[Case③(B)，8/21～8/31]

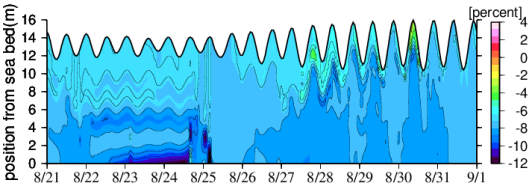

図-4b)　DO 差のイソプレット
[Case③(B)—Case①，8/21～8/31]

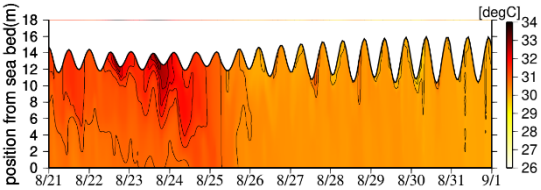

図-5a)　水温のイソプレット
[Case③(A)，8/21～8/31]

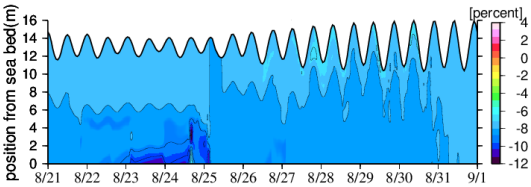

図-5b)　DO 差のイソプレット
[Case③(A)—Case①，8/21～8/31]

連続河川水温データをベースにしたシミュレーションを行うことで，温暖化が有明海の成層構造に与える影響を検討した．また，温暖化により河川水温が上昇した場合，成層が強化され貧酸素水塊の発達を助長することが分かった．