

研究課題名：閉鎖性水域における水環境・生態系への気候変動影響の予測と適応策に関する研究

課題代表者：国立環境研究所地域環境研究センター 東 博紀
 共同研究者：国立環境研究所地域環境研究センター 中田聡史・吉成浩志
 広島大学環境安全センター 西嶋 渉
 大阪大学大学院工学研究科 入江政安
 京都大学フィールド科学教育研究センター 小林志保

実施年度：令和2年度～令和4年度

1. 研究目的

閉鎖性水域では、水温の上昇とそれに伴う生態系の変調が全国各地で報告されており、水環境・生態系への気候変動影響の全容解明とその適応策が求められている。こうした中、我々は先行研究において、陸域淡水・汚濁負荷流出―海域流動・水質・底質モデルを開発するとともに、集水域からの流出変動を考慮した瀬戸内海の水質の将来予測を実施した。本研究では、開発したモデルを展開して全国各地の閉鎖性水域における水環境・生態系の将来予測を進め、水域間に見られる気候変動影響の共通性や相違性を明らかにするとともに、貧酸素水塊などの異常水質の発生やそれに伴う生物多様性・生物生産性への影響などの気候変動リスクを水域ごとに評価する。それを踏まえて、気候変動リスクの軽減・回避に向けた陸域負荷管理など水環境分野の適応策を検討・提示することを目的とする。

2. 研究計画

他の気候シナリオを用いて瀬戸内海の水質の将来予測を拡充するとともに、ここで培った予測手法・モデルを他の水域（東京湾、伊勢湾、七尾湾、琵琶湖など）に展開し、水域ごとの将来水質データベースを構築する。気候変動の感受性が高い脆弱水域を中心として、水質の保全・管理と生物多様性・生物生産性の確保に向けた水環境分野の気候変動適応策を水域ごとに検討し、その効果評価シミュレーションを実施する。得られた結果に基づき、水域間における気候変動影響・適応策の共通性や相違性などを議論する。

3. 進捗状況

我々はこれまでに、瀬戸内海的全集水域を対象に分布型汚濁負荷流出モデルを構築と再現性検証を行ってきた。今年度は、そのモデルを活用して、現況と同じ負荷条件のもと、RCPシナリオに基づく気候変動影響予測シミュレーションを実施した。最も気候変動が大きいRCP8.5の21世紀末における将来気候と20世紀

末における現在気候のそれぞれ20年間の計算結果に基づき、瀬戸内海の各湾灘への淡水と懸濁物質(SS)の流出量の将来変化を評価した。

本研究で用いる分布型汚濁負荷流出モデルは、全河川流域を3次メッシュ（水平解像度約1km）で分解した瀬戸内海的全集水域を対象として構築されている。入力される流域への降水と施設からの点源負荷物質、および降水に伴って土地から流出する面源負荷物質が落水線に沿って流下する構造になっている。入力気象データには、水平解像度20kmの気象研究所地域気候モデルNHRCM（Non-Hydrostatic Regional Climate Model）による地域気候変動予測データ（環境省）を計算格子に空間補間して使用した。本報では、ケース名HPA_m02の現在気候と、HFA_rcp85_c3の将来気候（RCP8.5）のデータを使用した。

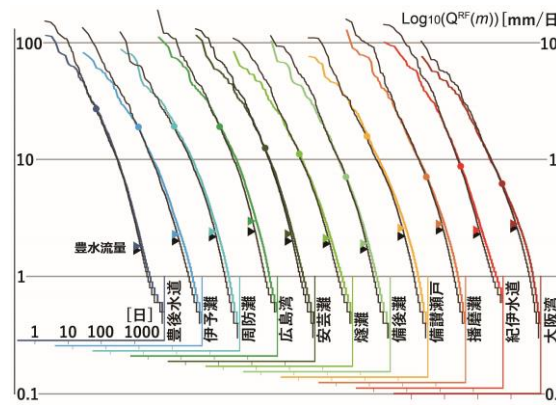


図1. (a)現在気候における一級河川の計算値と観測値の流況曲線。(b)流出先の湾灘別に集計した19年間の流況曲線。色線：現在気候，黒線：将来気候，●：両気候の交点。

図1は、現在気候および将来気候のそれぞれ19年間における湾灘毎の日平均淡水流出量を降順に並べた流況曲線である。なお、同図の横軸は、出水時の流量比較を容易にするため、対数軸となっている。また、同図に示した交点（●印）は、流量の小さい方からみて、両気候の流況曲線が初めて交わる点である。交点

は流況曲線の豊水流量（1年間で多い方から95番目の日流量）に相当する流量（19年間で多い方から1805番目の日流量）よりも多い位置にある。いずれの湾灘においても交点より上側の流量は将来気候が現在気候より多く、下側の流量はその逆になっており、RCP8.5の将来気候では、現在気候よりも豊水流量以上の流量が増加、平水流量以下の流量が減少する傾向が示唆された。地域性をみると、●印が瀬戸内海西部より東部（備讃瀬戸を除く）の方が下側に位置している。これは、将来気候における極端に大きい流量の増大が東側で、一方、平水流量以下における流量の減少が西側で、特に顕著であることを示唆している。

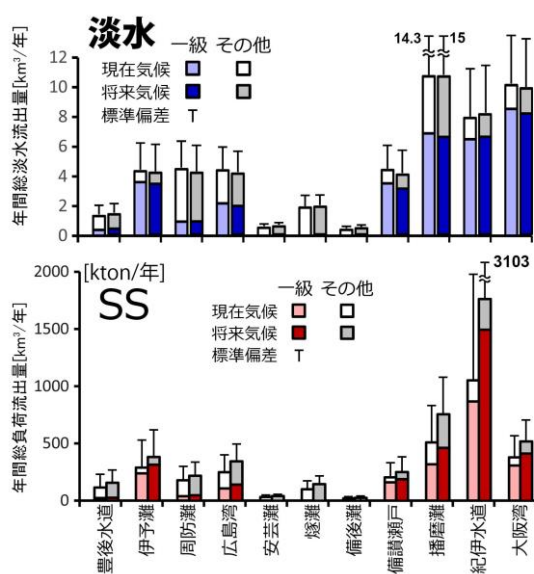


図 2. 湾灘毎に集計した現在気候と将来気候における長期平均淡水と SS の年間流出量。縦バーは標準偏差でありカラーは一級河川、モノクロは一級河川以外の流出量。

淡水流出量（図 2 上段）の地域性に関する内訳は、東部、中部、西部においてそれぞれ 7、2、1 割となり、東部への淡水流出量が卓越している。また、一級河川とその他中小河川の内訳については、東部では一級河川の流出が 6 割以上と高いが、中部や西部においては、伊予灘を除き、概ね 5 割以下と低い。将来気候と現在気候における各湾灘への淡水流出量を比較すると、顕著な差はいずれの湾灘においてもみられなかった。瀬戸内海全体における将来気候の淡水流出量は現在気候に比べて約 3% ほどの微減であった。このように、半分以上の湾灘において流出の将来変化は小さかったが、備讃瀬戸、広島湾、周防灘では 10% 近く流出量が減少していたことがわかった。

図 2 下段は、将来気候と現在気候における湾灘別の長期（19 年間）平均年間 SS 流出量である。SS 流出量の地域性をみると、淡水流出量と同様に、瀬戸内海の東部海域への SS 流出量は全体の約 7 割を占めている。河川別では一級河川からの流出が支配的であり、大阪湾、紀伊水道、備讃瀬戸、伊予灘への SS 流出量は、一級河川からのものが約 9 割を占めている。

将来気候と現在気候の各湾灘への SS 流出量を比較すると、全ての湾灘において将来気候の SS 流出量は現在気候よりも顕著に増加する傾向を示した。将来気候の流出量は現在気候よりも 20~70% の範囲で増加し、瀬戸内海全体では約 50%（1.5 倍）増加した。SS 流出量が最も多い紀伊水道では、約 70%（1.7 倍）の増加を示した。

4. 今後の計画

今回の結果は、使用した地域気候変動予測データの空間分解能に依存している可能性がある。水平解像度 20 km の NHRCM は台風などの数十 km スケール以上の現象の再現性は高いが、梅雨前線や線状降雨帯などの数 km スケール以下の現象の再現性には課題が残されていること、現在気候の降水量の計算値は夏季では過小評価、冬季では過大評価の傾向があることなどの報告があり、本研究の予測結果にもこれらの不確実性が含まれていると考えられる。本モデルの面源負荷流出の再現性については観測データの制約により十分検証できておらず、出水時の結果には不確実性が含まれている。

今後の課題としては、降水のバイアス補正、面源負荷流出の再現性の検証、気候シナリオの空間分解能（水平分解能 20km, 5km, 2km）の違いによる影響評価、複数の気候シナリオを用いたアンサンブル化、将来の発生負荷量の予測などについて検討していく。また、将来気候における洪水時の濁水プリュームの拡大等、閉鎖性海域の水環境への影響評価も必要と考えている。

5. 昨年度終了研究課題名

懸濁粒子の動態および環境負荷物質との相互作用を考慮した沿岸海洋長期環境予測モデルの開発

6. 計算機資源の利用状況（2020 年 4 月 1 日～11 月 30 日）

実行ユーザ数: 6

VE 時間積 v_debug: 122.02 hours, v_normal: 269,167.18 hours, 計: 269,289.20 hours, (全体の VE 時間積に対する占有率: 30.1%)