

将来の環境変化が国内の貯水池水質に与える影響の予測と評価

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○桑原 亮
東北大学大学院工学研究科 正会員 梅田 信

1. はじめに

ダム湖は非常に重要な水資源である一方、閉鎖的な環境であるため水質汚濁や富栄養化が進行しやすい。将来にわたり水を安定的に供給していくには、ダム湖の水質変化を予測することが重視すべき課題である。将来のダム湖の水質を変化させると考えられる環境条件は、地球温暖化などの自然的要因と、流域での人間活動の変化といった社会的要因の2つに大別される。これらの貯水池に対する影響は地域差があると考えられるため、全国規模での適応策の支援には、多数のダムを対象とした検討が必要である。

本研究では、国内の多数の貯水池を対象に、温暖化および流域環境変化がダム湖水質に及ぼす影響の予測手法の構築を目指す。また、水質解析モデルにより将来の水質変化を予測し評価する。

2. ダム湖の水質解析手法の構築

2.1. 解析手法と対象ダム

本研究では、全国的なダム湖において水温分布の再現性が確認されている水温解析モデル¹⁾に、植物プランクトンの消長を表現する生態系モデルを加え、鉛直一次元の水質解析を行った。再現計算に必要な観測データが入手できた御所ダム、三春ダム、一庫ダム、温井ダムの4つを対象とした。解析対象期間は2008～2010年の3年間である。ダム湖の平均的な水質の予測を目的とすること、藻類は水面付近で増殖しやすいことから、ダム湖表層の年平均を比較して再現性を検証した。

2.2. 入力条件

気象条件は近隣の気象台での観測値を、流入量・放流量は、ダム諸量データベースから日観測データ入手した。流入水温は梅田ら¹⁾に従い設定した。河川から流入する栄養塩(IP, IN, OP, ON)濃度は、水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>) で配布されている過去

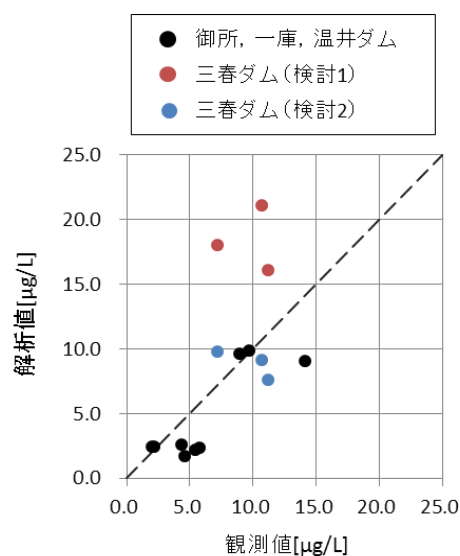
数年分の流量と栄養塩濃度の実測値から、ダムごとにCQ式を作成し、設定した。

$$C = aQ^n \quad (1)$$

ここで、Cは栄養塩濃度(mg/L)、Qは流量(m³/s)、aおよびnは定数である。ただし三春ダムは、管理所が作成したLQ式による推定(検討1)と、観測値の年平均を一律に流入させる条件(検討2)の2通りを行い、結果を比較した。鉛直方向の格子間隔は0.5m、計算時間ステップは60sとした。

2.3. 結果と考察

4ダムにおける年平均表層Chl-a濃度の観測値と計算値を図-1で比較する。三春ダムについては、年平均流入負荷を与えた検討2の方が、相関係数が0.81を示すなど良好に再現できていることがわかる。検討1では出水時に多くの栄養塩が流入し、藻類が増殖したため、過大評価となった。このことから、平水時のような平均水質を推定する場合、出水を考慮しない、年一定の栄養塩の流入負荷条件でも再現できることを示した。



3. 将来の水質変化の予測

3.1. 検討の概要

温暖化に伴う水温上昇により、藻類の増殖が予測されている¹⁾。一方、流域人口の減少が流入負荷を抑制し、水質の改善が示唆されたダム湖もある。本研究では、それら2つの影響を考慮した予測を行った。

国土交通省および水資源機構が管理する多目的ダムのうち、37のダム湖を対象とした。解析期間は1981年～2000年、2031年～2050年、2081年～2100年の3期間である。

将来の環境変化は、温暖化による水温上昇と、流域背景の変化による流入栄養塩負荷の変動の2つを想定した。まず将来の気象条件には、MIROC8.5の出力結果のうち気温と日射量のデータを用いた。その他の気象条件は、ダム湖にもっとも近い気象台の各日ごとの20年分の平均値を使用した。次に、栄養塩の流入負荷は、桑原ら²⁾の作成した回帰式から総リン、総窒素濃度を推定し、それらに無機態比率の平均値²⁾を掛けることで算出した。ただし、説明変数である流域人口は、花崎ら³⁾の人口シナリオデータから求めた各将来期間における平均である。ダムごとに推定した栄養塩濃度を、流入負荷として年一律に与えた。毎日の流入量、放流量は、過去数年から数十年の観測データのうち、平均流入量が中央値である年のデータを用いた。放流は全て表層放流とした。1年分の助走計算を実施し、1月1日における初期条件を得た。計算期間は1年である。

3.2. 結果と考察

現在期間の年平均表層Chl-a濃度に対する将来変化を図-2に示す。今世紀半ばでは、Chl-a濃度が増加す

るダム数13に対し、減少を示したダム数は20であった。今世紀末の解析結果によると、14ダムで増加、19ダムで減少と、ダム数での変化は見られない。しかしながら、Chl-a濃度の増加を示すダムは北日本と沖縄に分布するといった地域傾向が確認できた。流域人口の減少は全国のダム湖で進行しているが、温暖化による水温上昇が特に北日本で大きくなるため、水質悪化が顕在化すると考えられる。

4. おわりに

国内の多数のダム湖を対象に、GCMの出力結果および統計分析により求めた栄養塩流入負荷の推定値を用いて、3期間の年平均表層Chl-a濃度の計算を行った。その結果、今世紀末には北日本において水質悪化が進行しやすい傾向があることを示した。

謝辞:本研究は、環境省の環境研究総合推進費(S-8-1(3))の支援により実施された。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 梅田信, 落合雄太: 気候変動による国内ダム湖水質への影響評価, 土木学会論文集G(環境), Vol. 68, pp. I_127 - I_135, 2012.
- 2) 桑原亮, 梅田信: 流域背景に基づくダム湖流入河川の栄養塩濃度および負荷量の統計的解析, 水工学論文集, Vol.59, 2015, 掲載予定.
- 3) 花崎直太, 高橋潔, 肱岡靖明, 日下博幸, 飯泉仁之直, 有賀敏典, 松橋啓介, 三村信男: 日本の温暖化影響・適応策評価のための気候・人口・土地利用シナリオ(第2版), 環境科学会誌, 27(6), pp.362-373, 2014.

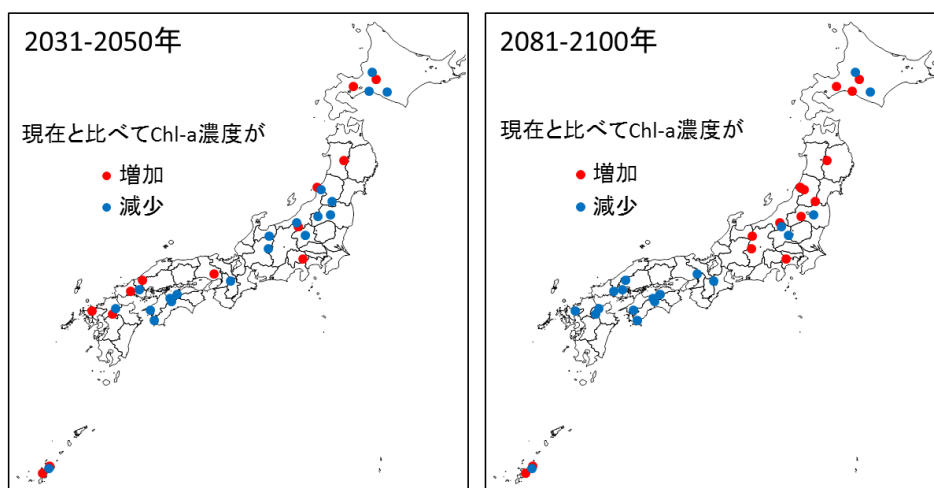


図-2 ダム湖の年平均Chl-a濃度の将来変化