

ダム湖水質に対する気候変動による影響の全国的評価

東北大学 正会員 ○梅田 信
東北大学 学生会員 落合雄太

1. はじめに

気候変動の影響は世界的に顕在化しつつあり、様々な分野への影響が懸念されている。特に水資源に対しては、生活用水や飲料水の供給に対する影響だけでなく、農業、産業、健康などの多くの分野に対しても影響が現れると考えられる。ダム湖は日本における水道水源のほぼ半分を担っているが、閉鎖的な物理環境をもつため、湖内の水質悪化の影響は解消されにくいと考えられる。貯水池に対する気候変動の影響の一つとして水温上昇が予測される。それに伴い、藻類の増殖が増大や藻類種構成や優占種の変化が生じ、アオコ等の水質問題が増加する可能性がある。本研究では、全国的な多数のダム湖を対象として、気候変動による水質変化の予測を行うことを目標としている。この目標を踏まえ、本稿ではダム湖の水温の解析に基づいた植物プランクトン現存量の変化予測と富栄養化度の評価を行った結果を示す。

2. 対象ダム湖の概要

一般的に水温成層は水深10~20m以深で形成されることを考慮すると、一定以上の貯水容量があるダム湖で水温に関する影響が現れやすいと考えられる。国土交通省および水資源機構が管理する多目的ダムは、治水を目的とする性質上、大規模なものが多い。また、ダム湖の水質悪化の影響を受けやすいのは、上水道への利用であると考えられる。そこで本研究では、国土交通省および水資源機構が管理し、利用目的に上水道がある79の多目的ダムから37のダム湖を検討対象とした。図-1に対象ダム湖の地理的な分布を示す。



図-1 検討対象ダムの地理的分布

3. 解析手法

多数のダム湖を対象とすることによる計算負荷の問題を考慮し、本研究では、鉛直一次元の水温解析モデルを用いた。ダム湖の水温成層の形成過程の解析が重要であることを考慮すると、年間を通じた水温鉛直分布の変化過程を概ね再現できる鉛直一次元解析で十分である。

藻類の増殖は、水温環境に高く依存する。アオコの代表種である藍藻類 *Microcystis* 属は、高水温環境で発生する傾向が高く、特に表層水温が20°C以上になると、高濃度に増殖したケースが急激に増加する。また、アオコの発生と維持の機構に、水面近くの密度成層が大きく関与している。この指標に表層水温勾配 K (°C/m) がある。これは水面から水深3~5m程度までの鉛直方向の水温の変化を表わすもので、

$$K = \frac{T_1 - T_z}{z} \quad (1)$$

と定義される。ここで、 T_1 は表層水温 (°C)、 T_z は水深 z (m) における水温 (°C) である。 $K \geq 0.5$ (°C/m) のとき、アオコの発生などにより水質障害が発生する可能性があるという知見がある。

キーワード ダム湖, 水資源, 水温, 水質, 気候変動

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-6 東北大学工学研究科土木工学専攻 Tel.022-795-7452

なお表層水温勾配は、ダム湖の水質が富栄養化限界を越えて藻類の増殖に十分な栄養塩濃度があるという前提に立ってアオコ発生可能性を評価する指標である。したがって、藻類の現存量 (Chl-a 濃度) やアオコ発生に係る評価を行おうとするのであれば、栄養塩濃度レベルについての情報も必要である。本研究では、検討対象としたダム湖について、流入河川の総リン濃度 (実測値) P および年間で表層水温が 20℃ 以上かつ表層水温勾配が 0.5℃/m 以上の日数 (計算値) N からダム湖表層の年平均 Chl-a 濃度 Ca を推定、評価するための経験式を重回帰分析により作成した。すなわち、

$$C_a = aN + bP \quad (7)$$

である。そしてこの式(7)を用いて気候変動による水質悪化の可能性について議論した。

4. 解析条件

用いた GCM の出力結果は MIROC3.2 (hires) の気温と日射量の月別データである。排出シナリオは SRES - A1B である。LARS-WG13) を用いて統計的ダウンスケーリングを行い、日データへと変換した解析対象期間は、1980 年～1999 年、2046 年～2065 年、2080 年～2099 年の 3 期間とした。GCM の出力に無い気象条件はダム湖に最も近い気象台もしくはアメダスの各日ごとの 20 年分の平均値を用いた。毎日の流入量、放流量はダム諸量データベース (<http://www2.river.go.jp/dam/>) からダム湖ごとに過去数年から数十年分を抽出し、各ダムで平均流入量が中央値である年のデータを用いた。

5. 結果と考察

図-2 は、年代別に実施したそれぞれの対象ダム湖における計算結果である。ここで示した結果は、各ダム湖において実施した水温成層計算の結果に基づいて、表層水温が 20℃ を超過しかつ表層水温勾配が 0.5℃/m を超過する年間日数と現況における各ダム湖の流入河川水の総リン濃度から推定されるダム湖の年平均クロロフィル a 濃度である。全国的に年代が進むに連れてクロロフィル a 濃度が上昇する傾向があることがわかる。

表-1 は、図-2 に示したクロロフィル a の年平均濃度について、OECD による富栄養化度の基準から富栄養化湖の数を判定したものである。年平均のクロロフィル a 濃度から判定する富栄養化度の区分は、2.5µg/l 未満で貧栄養湖、2.5µg/l 以上 8.0µg/l 未満で中栄養湖、8.0µg/l 以上で富栄養湖とするものである。この結果によると、現在 37 ダム中 10 ダムが富栄養湖と判定されるのが、2100 年期には 21 ダムと 2 倍以上にまで増加することになる。特に東日本側での増加率が大きい。これは、東日本側としている地域のほうが気温および表層水温の上昇が大きいためであると考えられる。

謝辞：本研究は、環境省の環境研究総合推進費 (S-8-1 (3)) の支援を受けて実施された。

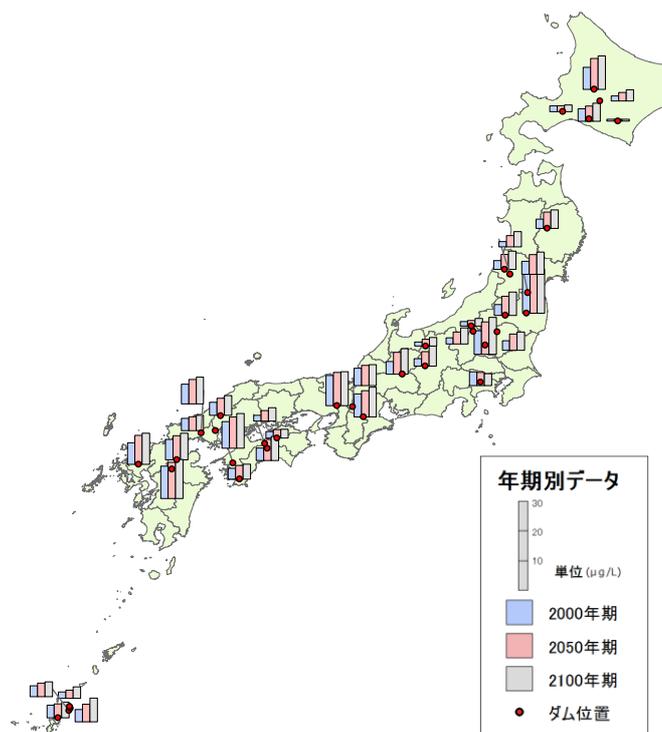


図-2 クロロフィル a の解析結果

表-1 富栄養化度の評価結果

年代区分	地域区分	富栄養湖の数	平均 Chl-a [mg/m ³]
2000	全国	10	5.9
	東日本	3	4.8
	西日本	7	7.0
2050	全国	15	7.8
	東日本	6	7.0
	西日本	9	8.7
2100	全国	21	8.9
	東日本	10	8.1
	西日本	11	9.6