

調整池における溶存酸素濃度の鉛直一次元モデル Vertical one-dimensional model of the dissolved oxygen concentration in the balancing reservoir

○岩田浩幸*、乃田啓吾**、伊藤健吾**、千家正照**

Hiroyuki IWATA, Keigo NODA, Kengo ITO, Masateru SENGE

1. はじめに

調整池とは、上流の水源から下流の受益地へ用水を安定的に供給することを目的とする中間貯留池である。調整池の水質の悪化は、直接的に水利用に大きな影響を与え、また地域住民の関心事項でもあることから重要な問題となる。本研究で対象とする豊川用水万場調整池は、容量5百万 m³の自流域を持たない調整池であり、上水道および農業用水に利用されている。また、万場調整池は豊川用水幹線との送取水が可能である。

万場調整池では、下層部の溶存酸素(DO)濃度の低下が観測されており、特に夏季には供給する農業用水からの悪臭が問題となっている。本報では、万場調整池を対象地として、貯留水中のDO濃度の変化を推測する鉛直一次元モデルを作成し、下層部の溶存酸素濃度の季節変動の再現を目的とした。

2. 方法

本研究では鉛直一次元モデルを作成した。万場調整池を水深方向に常時満水位(EL. 40.5m)と最低水位(EL. 20.0m)を基準とし、厚さ4.1mの5層に分割した。Fig. 1に作成したモデルにおける水収支の概念図を示す。水収支は、降水、上水取水、農水取水、幹線送水、幹線流入および蒸発を考慮した。幹線流入量は貯水位変化から求めた。蒸発量は、伊良湖特別地域気象観測所の気温、湿度、風速、日照時間の気象データからペンマン式を用いて求めた。蒸発は第1層から流出し、幹線流入および降水は第1層に供給されるとした。また、上水取水は第4層から、農水取水と幹線送水はともに第5層の底部から取水するとした。調整池内での水移動については、上層から下層への移動の移流のみとし、水温分布で生じる対流は考慮しないものとした。

次にDOの導入を行った。DOの動態では、水移動とともに生じる移流および、生化学的反応によって生じる消費を組み込んだ。幹線流入および降水に含まれるDOは、その日の日平均気温における飽和濃度とした。上水取水、農水取水および幹線送水によって、その日の第4または5層のDO濃度を含む水が持ち出されるとした。

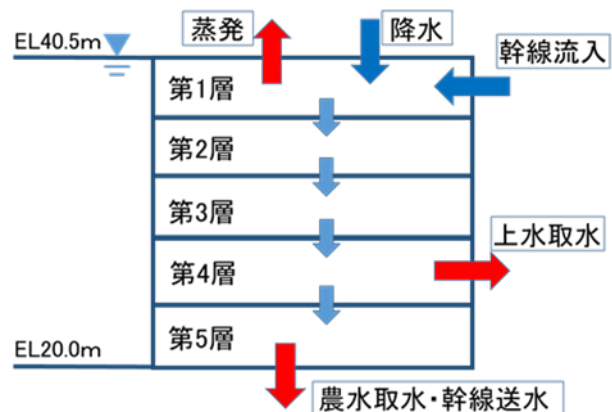


Fig. 1 Schematic diagram of the model

*岐阜大学大学院自然科学技術研究科/Graduate School of Natural Science and Technology, Gifu Univ.

**岐阜大学応用生物科学部/Faculty of Applied Biological Science, Gifu Univ.

キーワード: 灌漑施設、水質制御、用水管理

D0 の拡散の影響は考慮せず移流のみとした。また初期値は、実測値を使用した。D0 の消費速度は、D0 濃度に比例すると仮定し、第 2 および 3 層の D0 濃度の計算値と調整池の実測平均濃度の誤差が最小となるよう消費速度定数を同定した。同定期間は 2015 年とし、月毎に消費速度定数を求めた。2016 年のデータを用いて、作成したモデルの検証を行った。検証に当たっては、毎月の消費速度定数をそのまま用いる方法と、消費速度定数を水温から推定する方法の 2 つ適用した。

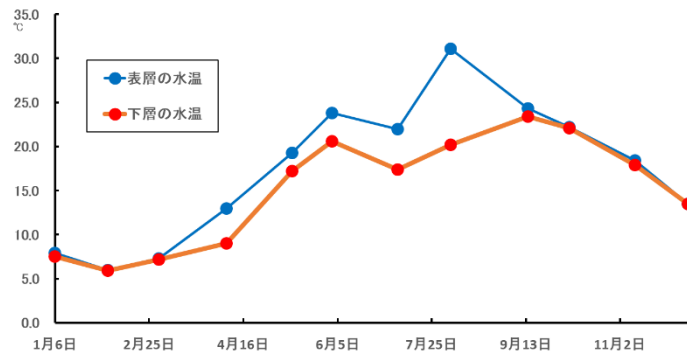


Fig. 2 Water temperature of surface layer and lower layer in 2015

3. 結果

同定期間 (2015 年) の第 1 層では、計算値の方が実測値より高くなる傾向が見られた。本モデルでは、幹線流入が日平均気温の飽和状態で第 1 層に供給されると仮定したが、実際には幹線流入水の水温と同程度の水温の層に流入するため、第 1 層の D0 濃度が過大評価されたと思われる。下層部の第 4 層、第 5 層では D0 濃度の季節変動、特に夏季の D0 濃度低下が再現できた。ただし、夏季では計算値が実測値より高く、それ以降では計算値が実測値より低くなる傾向が見られた。これは、本研究では、考慮しなかった対流や拡散、流入水の水質、水温成層の影響と考えられる。

2016 年のデータで検証した結果、2015 年の毎月の消費速度定数を適用した場合、D0 濃度の季節変動を再現することはできたものの、下層部の第 4、5 層ではともに夏季に計算値の方が高くなり、秋以降では実測値の方が高くなる傾向があった。消費速度定数を水温から推定した場合、D0 濃度のモデル出力値が直線的になり、季節変動、特に夏季の大幅な濃度低下を再現することができなかった。

まとめ

本研究で作成した鉛直一次元モデルは、季節変動を概ね再現することはできた。2016 年のデータによる検証結果、2015 年と 2016 年の水温の季節変化には大きな違いが見られないのにも関わらず、D0 消費速度定数を水温から推定するよりも、毎月の消費速度定数をそのまま適用した方が季節変動の再現性が向上したことから、季節ごとの幹線流入の水源の違いが影響すると考えられた。また D0 動態解析から、第 5 層では夏季の流入酸素量と流出酸素量の差が小さく、D0 消費が卓越している可能性が示唆された。

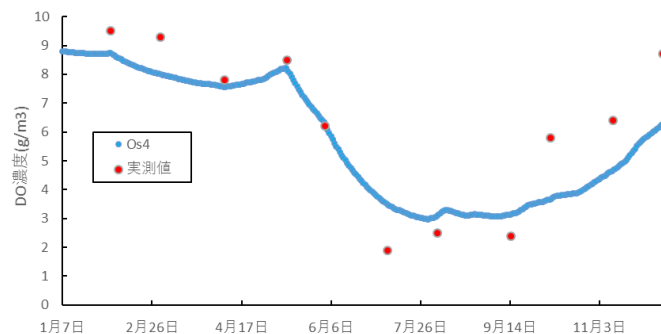


Fig. 3 Seasonal variation of D0 concentration in the fourth layer in 2015. Solid line: simulation output, dot: observation.