

## 南湖の連続観測データを用いた水・物質収支の試算

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○小林 智也  
 日本大学工学部土木工学科 非会員 小林 雅弥  
 日本大学工学部土木工学科 正会員 手塚 公裕

### 1. はじめに

現在、福島県白河市の南湖では富栄養化が進行し、水質悪化が問題視されている。南湖のような閉鎖性水域の水質を改善するためには、水・物質収支を把握し、適切な水環境管理を行うことが重要である。そこで本研究では、南湖の流入・流出水路の水質、流量、負荷量調査に加え、連続的な流入・流出流量と負荷量を推定し、水・物質収支を試算した。

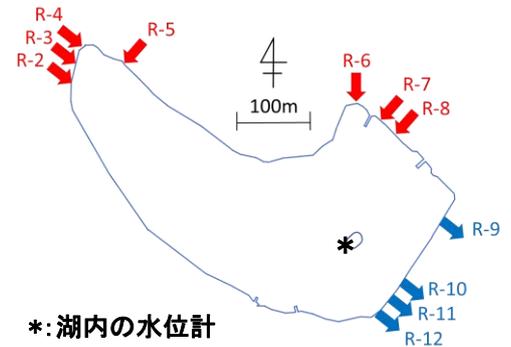
### 2. 研究方法

南湖の調査地点を図-1 に示す。流入水路 7 地点、流出水路 4 地点の合計 11 地点を対象に、H28～R1 において月 1、2 回の流量観測と水質調査を行った。また、別途 H-Q 曲線を作成するための調査も実施した。これらの調査結果から H-Q 曲線、L-Q 式を作成した。水質分析は COD、窒素、リン等の項目を河川水質方法(案)等に準じた。

R1 の 8 月から、南湖の連続的な負荷量を推定するため、主要な流入・流出水路(流入:R-2, 3, 4, 6, 8, 流出:R-9, 10, 12)に水位計(CO-U20、HOBO)を設置し、1 時間間隔で水位を観測した。連続観測した水位データと H-Q 曲線、L-Q 式から連続的な流入・流出流量と負荷量を推定した。さらに、降雨、蒸発散、底泥からの溶出を考慮し、南湖の水・物質収支を試算した。本論では、データの揃っている夏(8 月上旬)、秋(9 月下旬)、冬(12 月下旬)を対象に検討した。湖面降水量は白河観測所(気象庁)の降水量から算出した。降水負荷量は田淵<sup>1)</sup>の降水濃度と湖面降水量の積とした。ただし、降水の COD 濃度のデータがなかったため、降水 COD 負荷量は除外して検討した。蒸発散量は白河観測所(気象庁)の気温を用いたソーンスウエイト法より算出した。底泥からの溶出負荷量は高橋ら<sup>2)</sup>が室内実験で求めた値を用いた。R1 の南湖底層の DO を考慮して、夏は嫌気、秋は好気の値を採用した。冬は池干しをしており湖面積が著しく減少したため、溶出負荷はないものとした。

### 3. 結果および考察

南湖の水収支を図-2 に示す。全ての季節で流入水量は R-3、流出水量は R-9 が大部分を占めていた。全流入水量に対する R-3 の割合は、夏が 53.0%、秋が 55.8%、冬が 62.0%であり、全流出水量に対する R-9 の割合は、夏が 72.7%、秋が 65.9%、冬が 71.4%であった。また、流入・流出水量は夏、秋、冬の順で多かった。南湖の降水量と水深を図-3 に示す。南湖の湖面積は 177,000m<sup>2</sup>、期間中の水深変動は夏では+0.29m、秋では-



\*: 湖内の水位計

図-1 南湖の調査地点

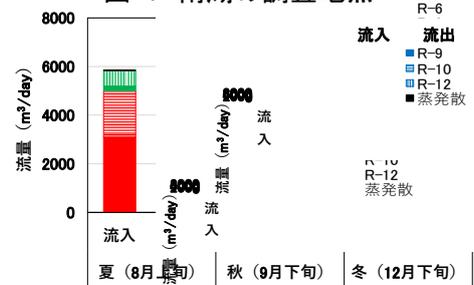


図-2 南湖の水収支

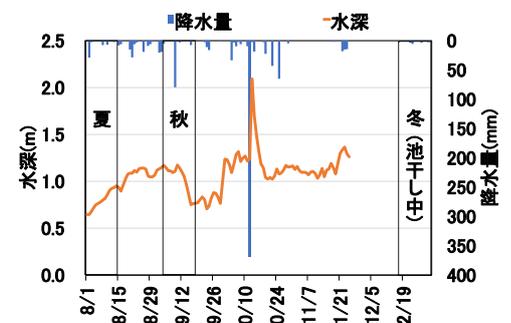


図-3 南湖の降水量と水深

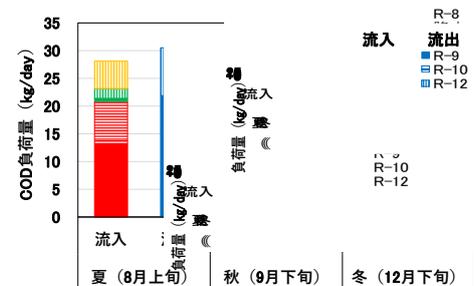


図-4 南湖の COD 負荷量収支

キーワード:南湖、水・物質収支、H-Q 曲線、L-Q 式、連続観測、現地調査

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部水環境システム研究室 TEL:024-956-8724

0.29m であったことから、期間中の貯水量の変動は夏では+51,330m<sup>3</sup>、秋では-51,330m<sup>3</sup>と試算される。一方、試算した水収支の流入から流出を引くと、夏では+10,860m<sup>3</sup>、秋は-4,710m<sup>3</sup>であった。これらの水収支の傾向は一致するが、差があるため今後 H-Q 曲線の見直しや他の流入流出地点の追加を検討する必要がある。なお、冬は池干しにより湖水位は低下しており、流入水は湖内の滞筋を流下して流出していたため、流入と流出の流量は同程度と推測される。池干し時にのみ流出する R-10 には水位計を設置していなかったため冬の流量は流入よりも流出で低い値を示したと考えられる。

南湖の降水量と水深には明確な関係はみられないが、台風 19 号 (R1/10/13) の際には降雨に伴う水深の上昇が顕著であった。南湖では主要な流入と流出に樋門等があり通常は人為的に流量調整が行われているが、大規模出水の際には制御できないと考えられる。湖内の水位観測箇所の水深変動が南湖の平均水深と等しいと仮定した場合、各期間の平均貯水量は、夏で 14.3 万 m<sup>3</sup>、秋で 16.5 万 m<sup>3</sup>となる。一方、試算した流入水量は、夏で 5,800 m<sup>3</sup>/day、秋で 3,900 m<sup>3</sup>/day であり、各期間の滞留時間(貯水量/流入水量)は、夏で約 25 日、秋で約 42 日となる。一般に植物プランクトンの増殖には 10 日程度の滞留時間が必要と言われている。南湖では夏にアオコの発生が確認されており、滞留時間の管理も検討する必要がある。

南湖の COD 負荷量収支を図-4、T-N 負荷量収支を図-5、T-P 負荷量収支を図-6 に示す。流入負荷量は全ての項目で夏、秋、冬の順に高い値を示しており、流量と同様の変動を示した。全項目で流入負荷量は谷津田川由来の R2、3、4 が大部分を占めていた。また、溶出負荷量は夏と秋の COD と秋の T-N で高かった。南湖の水質を改善するためには谷津田川由来の流入負荷の削減と夏、秋における底泥からの溶出対策が重要と考えられる。

また、全ての季節で、COD 負荷量は流入よりも流出で高く、T-N 負荷量は流入よりも流出で低かった。T-P 負荷量は夏と秋では流入よりも流出で低く、冬では流入よりも流出で高かった。夏と秋において南湖を経ることにより COD 負荷量が増加した要因は、湖内に発生している水生植物や植物プランクトンの増殖が考えられる。夏と秋に T-N、T-P 負荷量が減少した要因は、湖内における懸濁物質の沈降や水生植物による吸収等が考えられる。冬の COD、T-P 負荷量が増加した要因は、池干し中であつたことから湖内を流下する過程で底泥が巻き上がり、その懸濁物質に由来する COD と T-P が影響したと推測される。

#### 4. まとめ

- 1) 全ての季節で流入水量は R-3、流出水量は R-9 が大部分を占めていた。また、流入・流出水量は夏、秋、冬の順で多かった。各期間の滞留時間は、夏で約 25 日、秋で約 42 日と植物プランクトンの増殖に十分な条件となっており、アオコ対策として滞留時間の管理も検討する必要がある。
- 2) 流入負荷量は全ての項目で夏、秋、冬の順に高い値を示しており、流量と同様の変動を示した。全項目で流入負荷量は谷津田川由来の R2、3、4 が大部分を占めていた。また、溶出負荷量は夏と秋の COD と秋の T-N で高かった。南湖の水質を改善するためには谷津田川由来の流入負荷の削減と夏、秋における底泥からの溶出対策が重要と考えられる。

**謝辞** 本研究は白河市との共同研究として実施しており、白河市文化財課の土田真守氏と(有)水月の皆様のご協力を頂きました。ここに記し謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 田淵俊雄 (1985) 降水中の窒素とリン, 水質汚濁研究, Vol.8, No8, pp.486-490.
- 2) 勢力力也・高橋祐 (2018) 南湖における水質の季節変動に及ぼす底泥からの栄養塩溶出の影響, 土木学会東北支部技術研究発表会, VII-32.

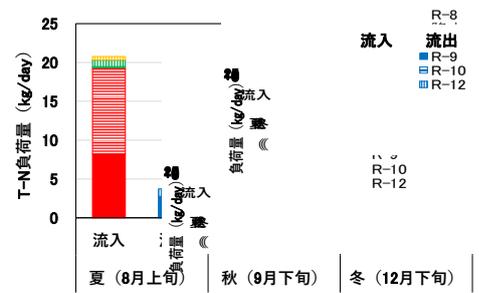


図-5 南湖の T-N 負荷量収支

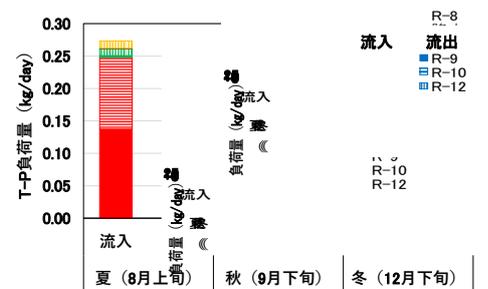


図-6 南湖の T-P 負荷量収支