

南湖における流入・流出汚濁負荷特性の調査

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○高橋 智史

日本大学工学部土木工学科 正会員 手塚 公裕

1. 研究背景と目的

近年、福島県白河市の南湖では上流域の都市化が進み、平成 27 年度の湖内調査によるとアオコの浮遊が確認されており、水質悪化が懸念されている¹⁾。そのため、歴史的・景観的に価値のある南湖を保全することが市民から強く望まれている。閉鎖性水域において、抜本的な水質保全対策を行うには、流入する栄養塩等の負荷(外部負荷)と底泥から溶出する負荷(内部負荷)を正確に把握し、適切に削減する必要がある。南湖では、平成 16 年度において、流入流出負荷解析が行われていたが、調査地点が流入 3 河川、流出 3 河川のみであり、全ての外部負荷は把握されていない²⁾。本研究では、南湖における全ての流入流出河川を対象とした流量観測と水質調査により全河川の汚濁負荷の特性を把握することを目的とする。

2. 調査方法

流量観測と水質調査は、平成 28 年 6 月 13 日～12 月 19 日に 2 週間に 1 回の頻度で計 14 回行った。調査地点は、南湖の全ての流入流出河川・水路(流入部 8 ヶ所・流出部 4 ヶ所)を対象とした(図-1)。流速は、デジタル流速計(UC-204・タマヤ計測システム)で計測した。また、水温、pH、DO の現地観測は、直読式総合水質計(AAQ-RINKO, JFE アドバンテック)を用いた。採取した水の COD、SS、T-N、T-P 等の項目を河川水質試験方法(案)に準じて分析した。流量観測と水質調査の結果から負荷量を算出した。

3. 結果および考察

流入水量の経日変化を図-2、流出流量の経日変化を図-3 に示す。平成 16 年の流量観測結果²⁾では、灌漑期(4～8 月)で $0.1\text{m}^3/\text{s}$ 、非灌漑期で $0.04\text{m}^3/\text{s}$ であった。平成 28 年の全流入水量は、灌漑期(調査期間中では 6～8 月)で $0.01\sim0.50\text{m}^3/\text{s}$ (平均 $0.20\text{m}^3/\text{s}$)、非灌漑期で $0.01\sim0.09\text{m}^3/\text{s}$ (平均 $0.02\text{m}^3/\text{s}$)、全流出水量は灌漑期で $0.02\sim0.55\text{m}^3/\text{s}$ (平均 $0.17\text{m}^3/\text{s}$)、非灌漑期で $0.01\sim0.17\text{m}^3/\text{s}$ (平均 $0.04\text{m}^3/\text{s}$) であった。平均値は、非灌漑期よりも灌漑期で高く、流入水量で 10 倍、流出水量で 4 倍であった。平成 16 年と平成 28 年では同様な傾向がみられた。また、流入水量は R-2、R-3、流出水量は R-9、R-12 で多かった。

COD、SS、T-N、T-P 濃度を図-4、各濃度の平均値、最大値、最小値を表-1 に示す。12 月 5 日の R-8 では公園内の除染作業の濁水の流入、12 月 19 日の R-9 では池干しによる南湖底質の流出により全項目で高濃度を示した。平常時の水質を把握するため、これらを除いた平均値を併記した。流入水の平均濃度(外れ値以外)は、COD では灌漑期で 6.92mg/L 、非灌漑期で 3.67mg/L 、SS では灌漑期で 9.54mg/L 、非灌漑期で 3.16mg/L 、T-N では灌漑期で 2.50mg/L 、非灌漑期で 2.20mg/L 、T-P では灌漑期で 0.07mg/L 、非灌漑期で 0.01mg/L となっており、全ての項目で非灌漑期よりも灌漑期で高濃度であった。流入水の COD 濃度は灌漑期の R-6、SS、T-N、T-P 濃度は灌漑期の R-2、3 で高い傾向がみられた。R-6 には周辺の商業施設からの排水、R-2 には上流域の灌漑に利用された農業用水が流入しており、これらの影響を受けたと考えられる。流出水の濃度は、全項目ではほぼ一定の値で推移した。ただし、12 月 19 日の R-9 では池干しによる南湖底質の流出により全項目で高濃度を示した。

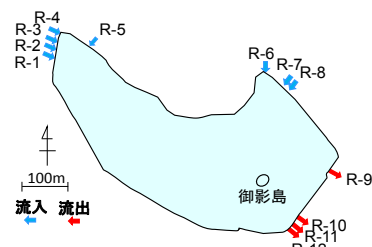


図-1 調査地点

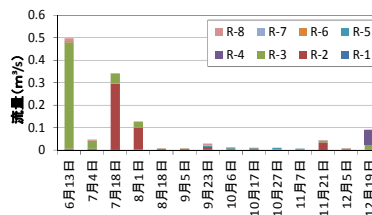


図-2 流入水量の経日変化

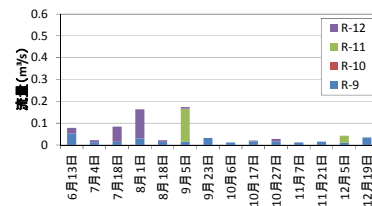


図-3 流出水量の経日変化

キーワード 南湖, 流入, 流出, 流量, 汚濁負荷量, 水質

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

COD, SS, T-N, T-P の負荷量を図-5 に示す。全流入 COD 負荷量は、灌漑期で 39.6～5094mg/s（平均 1501mg/s）、非灌漑期で 12.9～6953mg/s（平均 862mg/s）であった。全流入 SS 負荷量は、灌漑期で 50.6～6724mg/s（平均 2445mg/s）、非灌漑期で 12.6～33116mg/s（平均 3749mg/s）であった。全流入 T-N 負荷量は、灌漑期で 19.0～1676mg/s（平均 725mg/s）、非灌漑期で 9.2～2024mg/s（平均 295mg/s）であった。全流入 T-P 負荷量は、灌漑期で 0.39～76.4mg/s（平均 37.0mg/s）、非灌漑期で 0.10～84.4mg/s（平均 10.2mg/s）であった。全流入負荷量の平均値は、COD, T-N, T-P では非灌漑期よりも灌漑期で高く、COD で 1.7 倍、T-N で 2.5 倍、T-P で 3.6 倍であった。SS では灌漑期よりも非灌漑期で高く 1.5 倍であった。なお、非灌漑期の 12 月 5 日では公園内の除染作業に伴う濁水の流入があり、SS 負荷量が著しく増加した。また、灌漑期の流入負荷量は、全ての項目で R-2, 3 において高い傾向がみられた。これは上流域で灌漑に利用された水が多量に流入したためと推測される。

全流出負荷量は、8 月～9 月に高い傾向がみられた。灌漑期では全流入負荷量よりも全流出負荷量が少なかったため、湖内に負荷が蓄積しているものと推測される。非灌漑期では全流入負荷量よりも全流出負荷量が多いことがあり、内部生産による負荷の増加が懸念された。

4.まとめ

(1) 流入・流出水量の平均値は、非灌漑期よりも灌漑期で高く、流入水量で 10 倍、流出水量で 4 倍であった。また、流入水量は R-2, R-3, 流出水量は R-9, R-12 で多かった。

(2) 流入水の平均濃度（外れ値以外）は、全ての項目で非灌漑期よりも灌漑期で高濃度であった。流入水の COD 濃度は灌漑期の R-6, SS, T-N, T-P 濃度は灌漑期の R-2, 3 で高い傾向がみられた。流出水の濃度は、全項目でほぼ一定の値で推移した。

(3) 全流入負荷量の平均値は、COD, T-N, T-P では非灌漑期よりも灌漑期で高く、COD で 1.7 倍、T-N で 2.5 倍、T-P で 3.6 倍であった。また灌漑期の流入負荷量は、全ての項目で R-2, 3 において高い傾向がみられた。全流出負荷量は、8 月～9 月に高い傾向がみられた。

参考文献 1) 手塚公裕(2016)南湖の水質保全と親水性向上のためのヒシ刈り取りの効果評価、共同研究報告書, pp.60. 2) 長林久夫(2005)南湖水質調査業務委託報告書, pp.122

謝辞 本研究は白河市との共同研究として実施しており、産業部観光課の鈴木穰氏、片山俊氏のご協力を頂きました。また、現地調査では、白河市と(有)水月の竹内政美氏のご協力を頂きました。ここに記し謝意を表します。

表-1 各濃度の平均値, 最大値, 最小値

		平均値		平均値		最大値		最小値	
		流入	流出	流入	流出	流入	流出	流入	流出
COD	灌漑期	6.92	7.27	6.92	7.27	19.16	8.32	1.13	5.85
	非灌漑期	102	11.39	3.67	8.45	4221	49.65	0.00	6.13
SS	灌漑期	9.54	4.86	9.54	4.86	43.14	7.67	0.00	2.91
	非灌漑期	483	50.06	3.16	11.04	20157	557.33	0.00	4.80
T-N	灌漑期	2.50	0.61	2.50	0.61	10.12	1.00	0.59	0.24
	非灌漑期	31.35	1.61	2.20	1.08	1227	8.55	0.48	0.75
T-P	灌漑期	0.07	0.02	0.07	0.02	0.30	0.03	0.00	0.01
	非灌漑期	1.24	0.10	0.01	0.05	51.40	0.82	0.00	0.00

※灌漑期: 6月～8月, 非灌漑期: 9月～12月

※外れ値: 12/5のR-8(除染作業の濁水流入), 12/19のR-9(池干しによる南湖底質の流出)

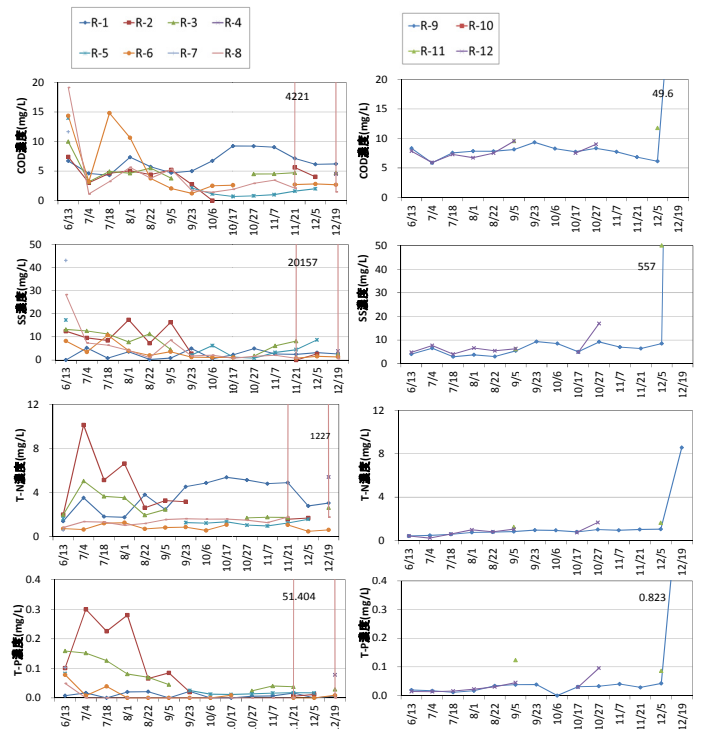


図-4 COD, SS, T-N, T-P の濃度

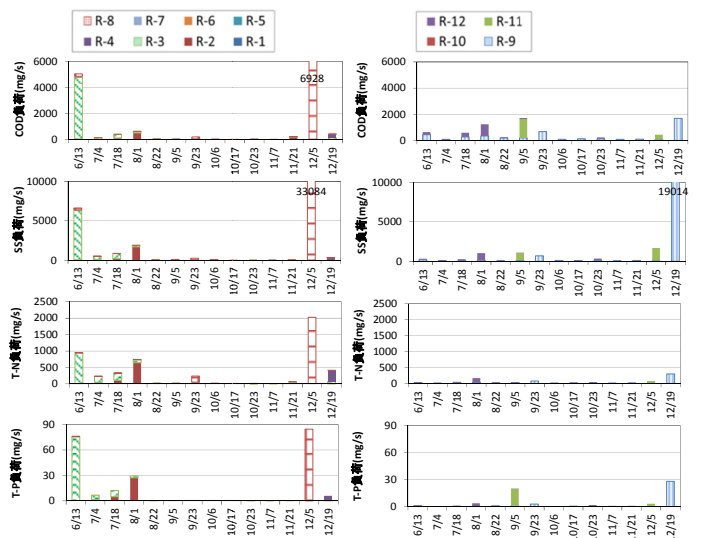


図-5 COD, SS, T-N, T-P の負荷量