

愛知大学名古屋キャンパスにおける中川運河の水質調査

西本 寛、野村一貴

キーワード：中川運河、水質調査、COD、SS、透視度

要 約：愛知大学名古屋キャンパスで開講されている総合演習における活動の一環として、中川運河の水質調査を実施した。調査地点は運河橋と猿子橋とした。橋の上から採水した表層水を試料とし、COD、SS、透視度、pH、水温等の計測を行った。水質調査は2013年10月から開始し、2014年7月現在まで調査を継続中である。ここでは、2014年6月27日までの測定結果を報告する。

はじめに

本学では、共通教育科目担当の教員により、総合演習（ゼミ）という演習科目が開講されている。執筆者のゼミでは、化学実験や天体観測など、学生一人一人に科学的なテーマを与えて活動を行っている。本学は文系総合大学であり、いわゆる理系学部は存在しないが、ゼミでの活動をもとにして科学的な知識や論理的な思考力を養うことを目的としている。ゼミ活動の一環として、2013年度から中川運河の水質調査を開始した。

中川運河とは、1926年に起工され、1932年に完成した名古屋市内を流れる運河である。笹島地区の堀留から名古屋港まで、南北に約8.2kmの全長を持つ。1960年代までは名古屋の貨物輸送の大動脈であったが、鉄道網の発達によって中川運河を往来する船舶は殆どみられないのが現状である。中川運河は水上輸送を目的として人工的に建造されたものであるため、自然な水流は存在しない。水質悪化を防ぐ手だてとして水循環設備が設置されているが、運河内でコノシロの大量死が報告(中

日新聞、2010) されるなど、水質の悪化が予想される。中川運河の水質調査は、名古屋市によって定期的に行われている。調査地点は、東海橋、猿子橋、野立橋、中川橋、松重ポンプ所である。東海橋では、1ヶ月に1回(年間12回)、その他の箇所では2ヶ月に1回(年間6回)の調査が行われている。調査項目としては、水温・気温、pHをはじめとして、CODやDO、SSや透視度など、多彩なデータが測定され、一般公開されている(市内河川の水質調査結果)。しかし、測定頻度は最も多くても東海橋の年間12回であり、1ヶ月程度の時間分解能を持ったデータしか提供できていない。そこで著者らは、本学名古屋キャンパスが中川運河の堀留から徒歩1分の立地(図1)であることを活かし、中川運河の水質測定を1週間毎に行うこととした。

調査地点・実験方法

水質調査の対象とした地点は、中川運河の北支線に所在する運河橋及び猿子橋である。運河橋は中川運河の最北部に架かる橋であ



図 1. 中川運河の猿子橋から望む
愛知大学名古屋キャンパス

り、本学名古屋キャンパスから最も近い橋でもある。猿子橋は、運河橋よりも一つ南に下った場所に位置している。猿子橋については、名古屋市による年間 6 回の水質調査データが公表されている。

本研究における水質の調査項目は、化学的酸素要求量 (COD)、浮遊物質 (SS)、透視度、pH、水温、気温である。COD とは、水中の有機物が還元性を示すことを利用し、酸化還元滴定によって有機物量を見積もることができる水質調査法である。SS は水中に浮遊する不溶性物質の量であり、孔径 $1\ \mu\text{m}$ の濾紙を用いた吸引濾過によってその量を測定する。透視度は水の透明度を表す指標であり、底部に二重十字線が描かれた透明の筒に検水を注ぎ、段階的に検水を抜いていく。底部の十字線を読み取れる水位が透視度であり、透視度が低ければ水が汚濁されていることを示す。

本研究では中川運河の COD を計測したが、中川運河は河川に分類されるため、環境省が定めた基準 (環境省, 1971) によれば COD ではなく生物化学的酸素要求量 (BOD) による水質評価を行うべきである。BOD とは水中の微生物が有機物を分解するために消費した酸素の量を表す指標であり、検水を採取した日の溶存酸素量 (DO) と 20°C で 5 日間放置した後の DO の差から算出することができる。COD と BOD はいずれも水中の有機

物量を見積もることができる指標であるが、河川、湖沼、海域など、調査対象とする水域によって適用する手法が異なっている。水の流れがある河川では BOD が、水の流れが少なく有機物が停滞し易い湖沼、海域では COD が水質調査基準として利用される。中川運河は河川ではあるものの、基本的には流れを持たないため、BOD よりも COD を用いる方が妥当であるとして本研究では COD を測定することとした。

検水のサンプリングには、紐を括り付けたバケツを利用した。これを運河に投げ込み、運河の表層水を採取した。検水を採取後は、すみやかに水温・気温、pH、透視度を計測し、ポリプロピレン製のボトルに封入して持ち帰った。水温・気温の計測にはアルコール式温度計を、pH 計測には HORIBA 製 D-51 を用いた。透視度の計測には底部に二重十字線を描いたポリエチレン製の筒 (直径 2.5cm) を用いた。

持ち帰った検水は、保管中に有機物量が変動しないようにするため、採水時から 2 時間以内に COD を測定した。COD の測定方法は公定法 (工業廃水試験方法 17) に従った。すなわち、酸化剤として過マンガン酸カリウム (KMnO_4)、還元剤としてシュウ酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) を用いた酸化還元滴定法である。公定法では、検水中の塩化物イオンを除去するための試薬として硝酸銀 (AgNO_3) か硫酸銀 (AgSO_4) を加えるとされているが、本研究では AgSO_4 を用いた。

SS の測定手順は以下の通りである。まず、孔径 $1\ \mu\text{m}$ のガラス繊維濾紙を用意し、ここに一定量の蒸留水を加えて吸引濾過を行った。濾過後の濾紙を $105\text{-}110^{\circ}\text{C}$ で 2 時間乾燥させてから重量を測定した。その後、同じ濾紙を用いて蒸留水と同量の検水の吸引濾過を行い、再度 $105\text{-}110^{\circ}\text{C}$ で 2 時間乾燥させ重量を計測した。検水濾過後の重量と蒸留水濾過後の重量の差を求め、検水 1 L あたりの重量

に換算したものを SS (mg/L) とした。

測定結果と考察

2013年10月13日から2014年6月27日までの水質調査結果を表1（運河橋）及び表2（猿子橋）に示した。調査を始めた当初は運河橋のみでサンプリングを行い、2014年4月17日

から猿子橋での調査を追加したため、2つの調査地点における測定数は異なっている。また、一部の項目においてデータが記載されていないが、これは記録ミスもしくは未測定によりデータを確認できないためである。以下、COD と SS、透視度の結果について概説する。

両地点における COD の値を図2に示した。調査期間中に得られた COD の最大値は

表1. 運河橋における水質調査結果

採水日時	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	透視度	COD (mg/L)	SS (mg/L)	
2013年 10月 13日	-	-	-	-	6.8	-	
2013年 10月 28日	13:42	-	18.2	-	6.6	-	
2013年 11月 4日	15:41	-	19.2	-	7.9	-	
2013年 11月 11日	13:03	-	17.1	-	8.5	-	
2013年 11月 18日	12:52	-	16.8	-	8.5	-	
2013年 11月 26日	12:35	-	11.5	-	6.3	-	
2013年 12月 2日	-	-	13.6	-	4.5	-	
2013年 12月 9日	-	-	11.8	-	6.2	-	
2013年 12月 16日	-	-	11.2	-	6.8	-	
2013年 12月 24日	15:27	-	8.9	-	7.9	-	
2014年 1月 7日	15:30	-	7.5	-	10.1	-	
2014年 1月 13日	17:05	-	6.7	-	13.0	-	
2014年 1月 13日	17:20	-	6.8	-	15.9	-	
2014年 2月 7日	10:48	-	6.8	-	10.6	-	
2014年 2月 19日	15:42	7.8	6.2	-	9.3	-	
2014年 2月 24日	15:16	8.6	7.7	-	9.8	-	
2014年 3月 7日	12:30	-	11.0	8.7	>50	4.4	12.0
2014年 3月 12日	14:32	19.1	11.8	8.8	38.7	6.8	18.5
2014年 3月 18日	13:28	-	11.6	8.2	37.0	5.5	16.0
2014年 3月 31日	15:35	13.5	15.0	8.5	39.2	5.3	9.5
2014年 4月 17日	15:05	-	21.5	8.7	25.3	5.8	10.5
2014年 4月 26日	16:37	22.4	22.4	8.8	18.9	8.8	22.0
2014年 5月 3日	18:16	17.8	18.4	8.5	36.5	8.1	12.5
2014年 5月 8日	16:35	24.6	20.7	8.8	21.3	4.4	31.5
2014年 5月 16日	17:46	21.1	20.7	8.7	14.2	7.7	31.0
2014年 5月 22日	15:24	22.8	27.2	8.0	25.3	5.2	73.5
2014年 5月 29日	15:35	33.9	27.4	8.4	20.8	7.3	10.5
2014年 6月 5日	19:50	20.2	23.2	7.5	20.5	6.6	29.5
2014年 6月 12日	16:20	32.0	29.2	7.8	18.2	7.1	86.5
2014年 6月 20日	16:12	27.9	27.9	7.6	23.6	10.3	83.5
2014年 6月 27日	10:50	33.0	27.0	7.7	19.3	7.0	18.5

(4)

愛知大学名古屋キャンパスにおける中川運河の水質調査

表2. 猿子橋における水質調査結果

採水日時	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	透視度	COD (mg/L)	SS (mg/L)
2014年 4月 17日 15:33	-	20.1	8.9	21.5	8.1	36.5
2014年 4月 26日 16:13	22.1	21.5	8.9	16.4	8.2	26.0
2014年 5月 3日 17:42	19.5	18.9	8.5	36.8	6.7	15.0
2014年 5月 8日 15:40	23.9	20.6	9.0	25.3	8.8	32.0
2014年 5月 16日 17:30	22.1	20.2	8.6	15.3	7.6	29.0
2014年 5月 22日 15:00	22.8	28.0	8.2	29.1	5.1	15.5
2014年 5月 29日 15:13	32.0	28.3	8.5	16.8	8.5	34.0
2014年 6月 5日 19:20	20.7	23.0	7.8	13.4	9.2	17.5
2014年 6月 12日 16:00	31.9	29.6	7.9	14.8	6.1	76.5
2014年 6月 20日 15:54	29.9	27.5	7.9	22.9	6.7	76.5
2014年 6月 27日 10:15	31.0	27.1	7.6	21.5	5.5	40.5

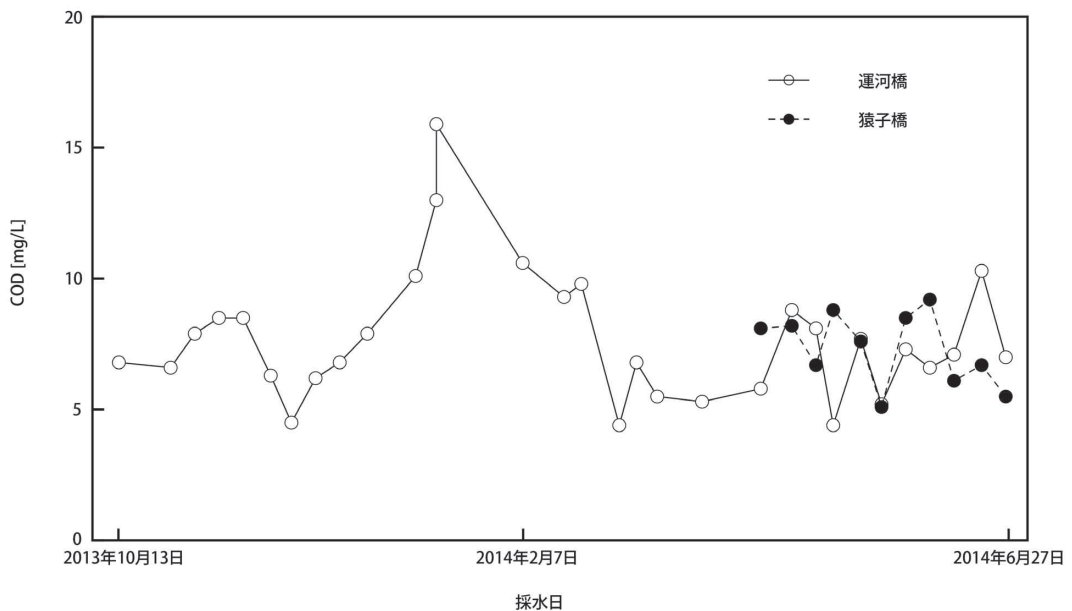


図2. 運河橋と猿子橋におけるCODの比較

15.9mg/L（運河橋）であり、最小値は4.3mg/L（運河橋）であった。運河橋と猿子橋の間では、CODの値の顕著な差はみられなかった。CODを指標とした場合の中川運河の環境基準は工業用水2級に該当し、CODが8mg/L以下と定められている。運河橋では計31回の測定を行っているが、そのうち11の

データにおいて、猿子橋では11回の測定のうち5つのデータにおいて基準値を越える値が確認された。特に、運河橋では2014年の1月から2月にかけては、6つのデータすべてにおいて環境基準を上回る値が得られた。冬期において、著しい水質悪化が生じたことが示唆される。

SSについては、運河橋において15回、猿子橋では11回の測定を行った。最大値は86.5mg/L（運河橋）、最小値は9.5mg/L（運河橋）であった。中川運河のSSの環境基準は数値で明示されているわけではなく、「ごみ等の浮遊が認められないこと」と記載されているのみである。よって、今回の測定結果から環境基準を越えているかどうかの判断を行うことはできないが、水質が良いとは言いがたい結果である。運河橋におけるCODとSSの推移を図3に示した。2014年5月上旬までのCODとSSのデータ間には、同様のトレンドがみとれる。

透視度の測定は、運河橋で15回、猿子橋で11回実施した。最大値は運河橋の39.2cm、最小値は猿子橋の13.4cmであった。CODやSSは値が大きいほど水質が悪化していることを示すが、透視度は値が大きいほど水質が良好なことを示す。運河橋におけるSSと透視度の推移を図4に示した。2014年5月上旬までのデータに着目すると、両者の間には負の相関が生じている。

CODとSSと透視度は、それぞれ有機物量、

浮遊物質量、透明度という異なる尺度で水質を評価する基準であるが、これらの値が互いに相関を持つことは興味深い事実である。SSで計測される浮遊物質の大半が有機物であり、有機物量が増加すると透視度が下がるといった水質汚濁の関係性を示唆するものである。ただし、より正しい水質を把握するためには、本研究で測定していないDOや大腸菌群数など、できるかぎり多くの項目を測定すべきである。また、中川運河のように流速が遅く川幅が広い河川では、水深や左岸右岸などのサンプリング場所によって水質が大きく異なる（日本分析化学会北海道支部、1966）ことが容易に予想できる。本研究はあくまで、中川運河の定常的な水質調査を行うための初期段階であり、今後も調査項目やサンプリング場所を充実させながら、継続的な調査が必要である。

引用文献

中日新聞2010年10月13日朝刊
市内河川の水質調査結果

<http://www.city.nagoya.jp/ryokuseidoboku/>

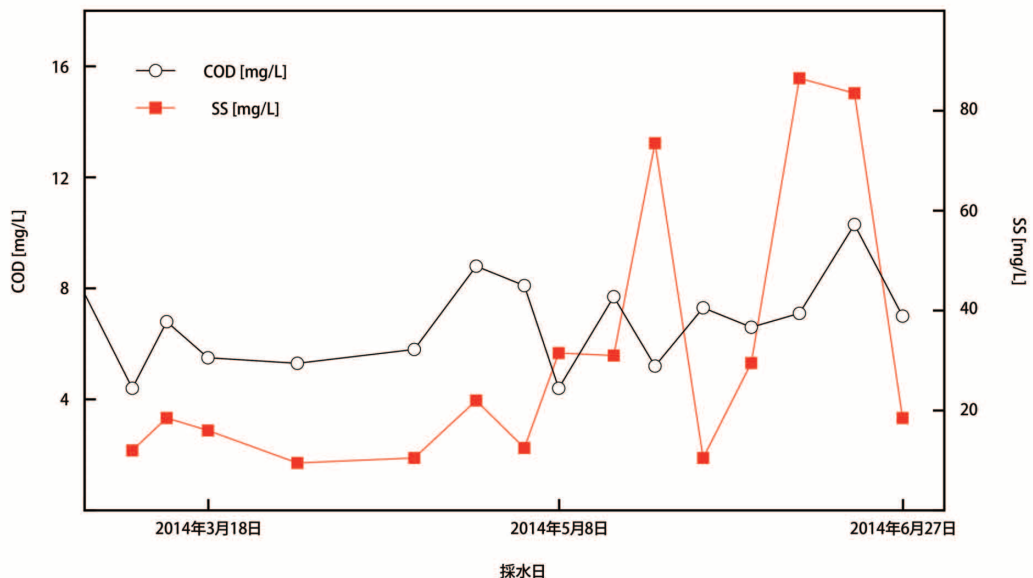


図3. 運河橋におけるCODとSSの比較

(6) 愛知大学名古屋キャンパスにおける中川運河の水質調査

page/0000022367.html

環境省, 水質汚濁に係る環境基準について(昭和46年12月28日環境庁告示第59号)別表2.

JIS K 0102 工業廃水試験方法 17 (2010).

日本分析化学会北海道支部編 (1966) 解説 水の分析, 化学同人.

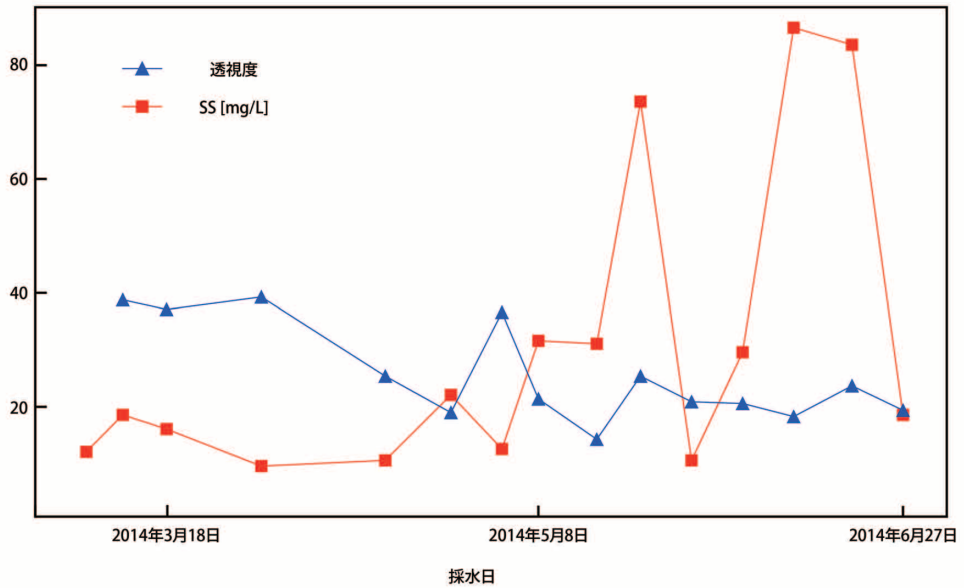


図4. 運河橋におけるSSと透視度の比較