

## 諏訪湖流出入河川水質の昼夜連続観測

豊田政史<sup>1</sup>, 宮原裕一<sup>2</sup>, 宮原一道<sup>3</sup>, 福島麻奈美<sup>4</sup>, 富所五郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信州大学工学部, <sup>2</sup>信州大学山岳科学総合研究所,

<sup>3</sup>大東設計コンサルタント, <sup>4</sup>信州大学大学院工学系研究科

### Daily field Measurement on water quality of outflowing and inflowing rivers in Lake Suwa

M. Toyota<sup>1</sup>, Y. Miyabara<sup>2</sup>, K. Miyahara<sup>3</sup>, M. Fukushima<sup>4</sup> & G. Tomidokoro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Engineering, Shinshu University, <sup>2</sup>Institute of Mountain Science, Shinshu University, <sup>3</sup>Daito Consultants Co., Ltd. & <sup>4</sup>Graduated school, Faculty of Engineering, Shinshu University

キーワード：河川，水質，日変動，現地観測

Keywords: River, Water quality, Daily variation, Field Measurement

#### 1. はじめに

諏訪湖流出入河川における水質観測は、これまで数多く行われてきている<sup>1), 2)</sup>。しかし、その観測頻度は月1回や週1回というものが多く、日変動を検討したものは少ない。そこで本報では、水質の日変動をとらえることを主目的として、諏訪湖の主要流出入河川である上川、宮川、砥川、横河川および天竜川において、水質（水温、溶存酸素濃度、pH、電気伝導度、懸濁物質濃度、浮遊有機物濃度および陰イオン濃度）の昼夜連続観測を行った結果を報告する。

#### 2. 観測概要

現地観測は、2004年10月26日および27日に行った。図-1に諏訪湖の主要流出入河川（上川、宮川、砥川、横河川および天竜川）における水質測定地点および気象の観測地点である諏訪特別地域気象観測所の位置を示す。上川、宮川、砥川、横河川については河口付近の橋上から河川水を、天竜川については釜口水門から放流される水を採水測定した。計測は上川、宮川、天竜川、横河川、砥川の順に行い、上川と砥川の測定時間差は1~1.5時間であった。上川では10月26日の7時から10月27日の11時まで2時間ごとに計15回、宮川・砥川・横河川・天竜川では上述期間中に計7回の測定を行った。測定項目は、水温・溶存酸素濃度(DO)・pH・電気伝導度(COND)・懸濁物質濃度(SS)・浮遊有機物濃度(IL)および塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)・硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)・硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)である。



図-1 a) 水質観測地点（横河川・砥川・天竜川）の位置



図-1 b) 水質観測地点（宮川・上川）および諏訪特別地域気象観測所の位置

水温・DO・pH・CONDの測定には、それぞれ YSI Incorporated 社製 Model 55/50 FT (水温・DO), DKK-TOA 社製 HM-20P (pH), YOKOGAWA 社製 SC82 (COND) を使用した。また、SS は各地点で採水した水をガラス繊維濾紙 (GF/C) で濾過し、110°C で 12 時間以上乾燥させ、濾過前後の質量変化より SS を算出した。IL については SS 測定と同様の手順を行った上、乾燥させた試料を 450°C で 3 時間加熱し、加熱前後の質量変化より IL を算出した。陰イオン ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) の分析には、島津製作所製イオンクロマトグラフ PIA-1000 を使用した。

### 3. 観測結果

観測期間中の気象条件および上川の流量は、表-1 のとおりであった<sup>3)</sup>。26 日の 12 時までには風が弱く、13 時ごろより北西方向からの風が吹き始め、20 時以降の観測期間中は 5~10m/s 程度の強風が連吹していた。また、降水については、観測期間中ほとんどなく、日照については、26 日は全くなかったが、27 日は少しみられた。

観測期間中および 1994 年 4 月から 2000 年 3 月の平均流量を表-2 に示す。宮川では平均流量に近いが、他の 3 河川では平均の 3~5 倍程度の流量である。

図-2 に、a) 水温、b) 溶存酸素濃度 (DO)、c) pH、d) 懸濁物質濃度 (SS)、e) 浮遊有機物濃度 (IL)、f) IL/SS の時間変化を示す。

図-2 の a) から、砥川および横河川の水温は上川および宮川の水温より約 2°C 低いことがわかる。また、流出河川である天竜川の水温は流入河川の水温と比べて日変動が大きくなっている。上川の日変動をみると、26 日はほとんど変動なく、26 日の夜から 27 日の朝にかけて約 2°C 低下していることがわかる。この変動傾向は、気温変動 (表-1 参照) と同じ傾向となっている。

図-2 の b) をみると、砥川および横河川の DO の時間変化は、上川および宮川と比べて小さいといえる。また、天竜川の DO については水温と同様に流入河川と比べて日変動が大きい。全河川において、26 日の 13 時に値が急激に減少しているようすがみられるが、原因は特定できなかった。上川の日変動をみると、前述のとおり、26 日の 13 時に急な減少を示した後は、23 時の急激な上昇以外はほとんど変動がないといえる。

図-2 の c) によると、pH の値は、横河川が他の河川よりも高く、また、天竜川が他の河川よりも低く

なっているが、その差は 0.1~0.2 程度とあまり大きくない。上川の日変動もほとんどみられない。

図-2 の d) から、SS の値は、天竜川・横河川が他の河川よりも大きい傾向にあることがわかる。

図-2 の e) を d) とあわせてみると、変動傾向はほぼ同様であることがわかる。このことから、本観測期間のような平水時における河川からの有機物流入の増減は SS の増減に反映されるといえる。また、SS および IL について、上川において夕方から夜間に少し値が上昇する傾向がみられる。これは、表-1 に示す上川の流量の増加に対応している。

図-2 の f) によると、IL/SS の値は、横河川が他の 4 河川と比べて小さくなっている。このことは、横河川は無機物由来の SS を多く含むことを示唆している。

図-3 に、a) 電気伝導度 (COND)、b) 塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )、c) 硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )、d) 硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) の時間変化を示す。

図-3 の a) から、電気伝導度は、天竜川で一番大きく、次いで宮川・上川、砥川・横河川の順になっているといえる。上川の日変動はほとんどみられない。

図-3 の b)~d) をみると、すべてにおいて、砥川・横河川で小さな値になっていることがわかる。また、図-3 の b)、c) をみると、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  とともに、上川と宮川は近い値であり、天竜川で一番大きな値になっている。一方、図-3 の d) をみると、宮川における  $\text{NO}_3^-$  の値が天竜川を上回っていることがわかる。これらは、信州大学山地水環境教育研究センターが行った 2004 年の定期観測結果<sup>4)</sup>と同じ傾向を示している。

上川における陰イオン濃度の日変動に関しては、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  で 26 日の夕方前後に若干の低下がみられる。これは、表-1 に示す上川の流量の増加に対応しており、水量増加にともなう希釈によるものと思われる。一方、天竜川における陰イオン濃度の日変動に関しては、すべての項目 ( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ ) において、夜間 (26 日 19 時) に大きく低下している。そして、27 日の 7 時には値が少し回復し、9 時には 26 日午前の値とほぼ同じになっている。この原因として、26 日午後から吹きはじめた強風の影響が考えられたが、値が回復した 27 日の 9 時にも依然として強風が吹き続けていたことから、夜間における陰イオン濃度の低下は、強風の影響とは考えにくい。また、天竜川の水質は豊田終末処理場の処理水の影響を受けている可能性があるため、処理水質の日変動を検討したが、その変動はほとんどみられなかった。

本研究では、原因の特定ができなかったが、この観測結果は、天竜川において、夜間に陰イオン濃度が低下している可能性を示しており、今後のさらなる観測が望まれる。

#### 4. おわりに

本研究では、諏訪湖の主要流出入河川における水質の日変動をとらえることを主目的として、水質の昼夜連続観測を行った結果を検討した。得られた主な結果は以下の通りである。

- ・ 水質諸量に関して、顕著な日変動はみられなかった。
- ・ 水温および DO に関しては、天竜川は流入河川と比べて日変動幅が大きかった。
- ・ 天竜川において、夜間に陰イオン濃度が低下している可能性がある。

本観測日は日射がほとんどなかったため、今後は日射がある日に観測を行い、水質の日変動を検討していくことが望ましい。

#### 謝辞

本研究をすすめるにあたり、長野県諏訪建設事務所より河川流量データを、財団法人長野県下水道公社南信管理事務所より下水処理水の水質データを提供していただいた。また、サンプリングならびに水質分析にあたっては、柿澤美紀女史、中田俊也氏に手伝っていただいた。ここに記して謝意を示す。

#### 【参考文献】

- 1) 戸田任重：宮川における栄養塩流下量の推定，信州大学山岳科学総合研究所年報第1号，pp.12-13，2003
- 2) 長野県：水質測定結果（平成6年度～平成11年度）。
- 3) 気象庁ホームページ（気象観測電子閲覧室）：  
<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>。
- 4) 宮原裕一：諏訪湖水質の季節変動調査結果詳細（2004～2005年），信州大学山地水環境教育研究センター研究報告4号，pp.25-56，2005。（一部データ補正）

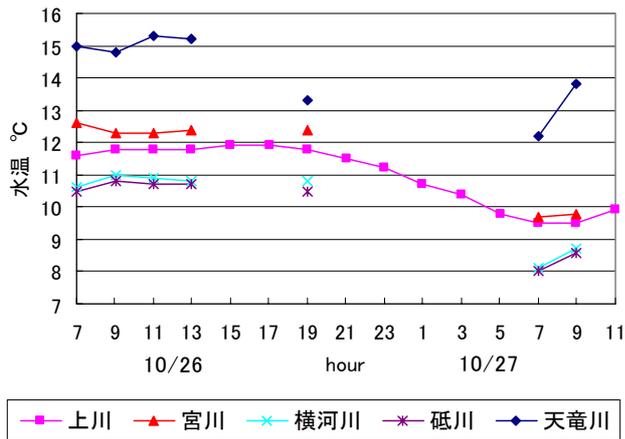
（原稿受付 2007.3.5）

表-1 観測期間中の気象条件（気温・風・降水・日射）および上川の流量

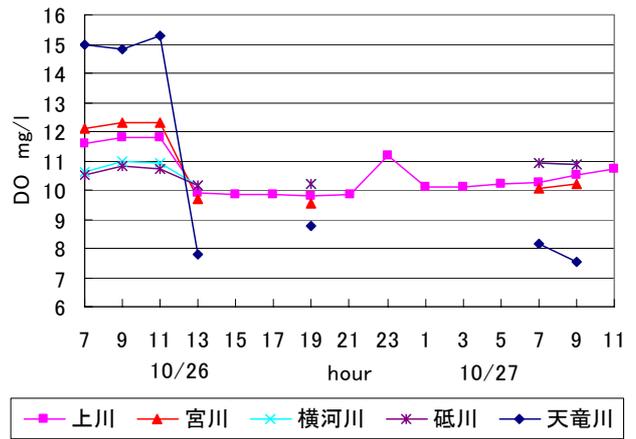
| 日時               | 気温<br>℃ | 風向  | 風速<br>m/s | 降水量<br>mm/h | 日照時間 | 上川流量<br>m <sup>3</sup> /s |
|------------------|---------|-----|-----------|-------------|------|---------------------------|
| 2004/10/26 7:00  | 11.6    | 南西  | 1.0       | 0           | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/26 8:00  | 11.5    | 南   | 1.4       | 0           | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/26 9:00  | 11.7    | 西北西 | 1.2       | 0           | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/26 10:00 | 11.9    | 北西  | 2.4       | 0           | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/26 11:00 | 11.8    | 南西  | 1.8       | 0.5         | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/26 12:00 | 11.2    | 西   | 1.4       | 0.5         | 0    | 16.49                     |
| 2004/10/26 13:00 | 10.8    | 北西  | 2.6       | 0.5         | 0    | 17.27                     |
| 2004/10/26 14:00 | 11      | 北北西 | 3.2       | 0           | 0    | 18.06                     |
| 2004/10/26 15:00 | 11.2    | 北北西 | 3.5       | 0.5         | 0    | 18.06                     |
| 2004/10/26 16:00 | 11.1    | 西北西 | 4.1       | 0.5         | 0    | 18.06                     |
| 2004/10/26 17:00 | 11.2    | 西北西 | 3.1       | 0           | 0    | 18.06                     |
| 2004/10/26 18:00 | 11.7    | 北北西 | 3.3       | 0           | 0    | 17.27                     |
| 2004/10/26 19:00 | 12.1    | 北西  | 3.9       | 0           | 0    | 17.27                     |
| 2004/10/26 20:00 | 9.9     | 西北西 | 10.3      | 0           | 0    | 17.27                     |
| 2004/10/26 21:00 | 9       | 西北西 | 9.7       | 0           | 0    | 17.27                     |
| 2004/10/26 22:00 | 8.7     | 西北西 | 9.8       | 0           | 0    | 16.49                     |
| 2004/10/26 23:00 | 9       | 西北西 | 7.5       | 0           | 0    | 16.49                     |
| 2004/10/27 0:00  | 7.7     | 西北西 | 9.1       | 0           | 0    | 16.49                     |
| 2004/10/27 1:00  | 6.9     | 西北西 | 7.8       | 0           | 0    | 16.49                     |
| 2004/10/27 2:00  | 6.1     | 西北西 | 6.9       | 0           | 0    | 16.49                     |
| 2004/10/27 3:00  | 6.1     | 西北西 | 7.2       | 0           | 0    | 16.49                     |
| 2004/10/27 4:00  | 5.6     | 北西  | 6.4       | 0           | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/27 5:00  | 5.6     | 西北西 | 6.1       | 0           | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/27 6:00  | 5.3     | 西北西 | 7.3       | 0           | 0    | 15.73                     |
| 2004/10/27 7:00  | 5.4     | 西北西 | 5.9       | 0           | 0.4  | 15.73                     |
| 2004/10/27 8:00  | 5.9     | 西北西 | 6.1       | 0           | 0.3  | 15.73                     |
| 2004/10/27 9:00  | 6.5     | 西北西 | 4.2       | 0           | 0.2  | 15.73                     |
| 2004/10/27 10:00 | 7.2     | 西北西 | 9.2       | 0           | 1    | 14.99                     |
| 2004/10/27 11:00 | 8.4     | 西北西 | 9.3       | 0           | 0.9  | 14.99                     |

表-2 観測期間と1994年4月～2000年3月の平均河川流量(m<sup>3</sup>/s)

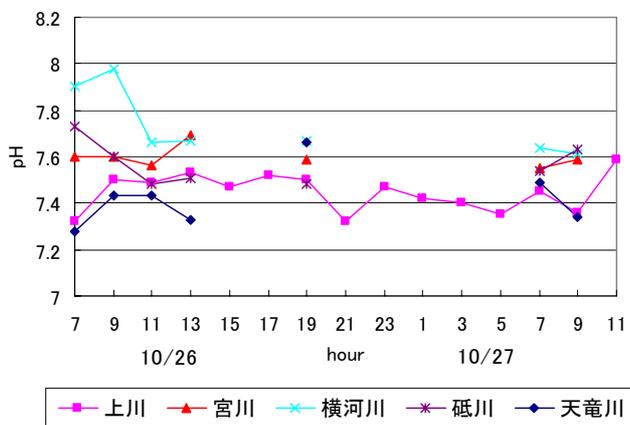
|        | 上川   | 宮川  | 砥川  | 横河川 |
|--------|------|-----|-----|-----|
| 10月26日 | 16.9 | 3.4 | 7.3 | 1.7 |
| 10月27日 | 15.6 | 2.8 | 6.5 | 1.4 |
| 平均値    | 5.6  | 3.0 | 2.4 | 0.3 |



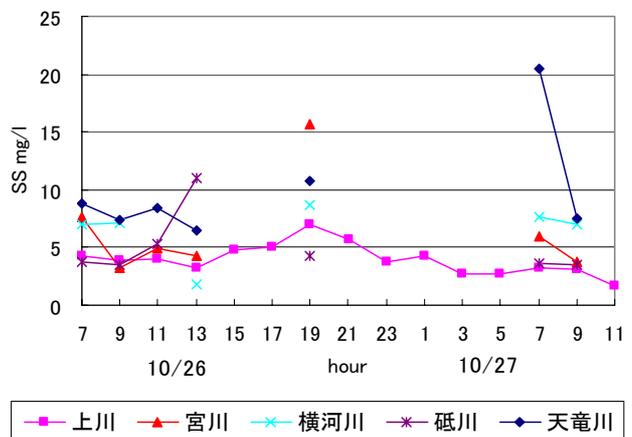
a) 水温



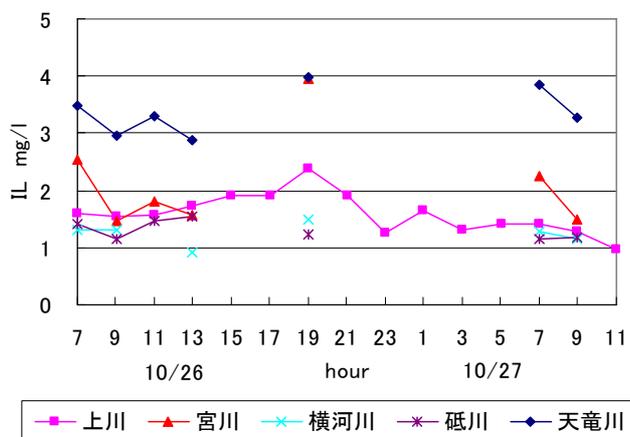
b) DO



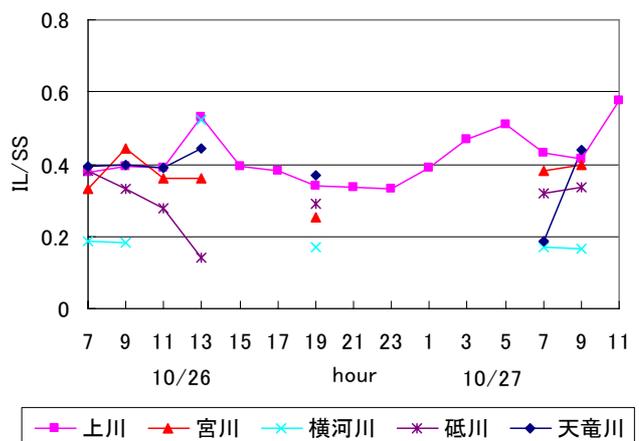
c) pH



d) SS

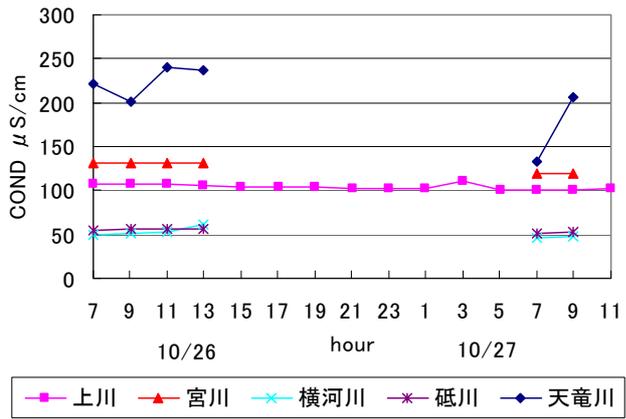


e) IL

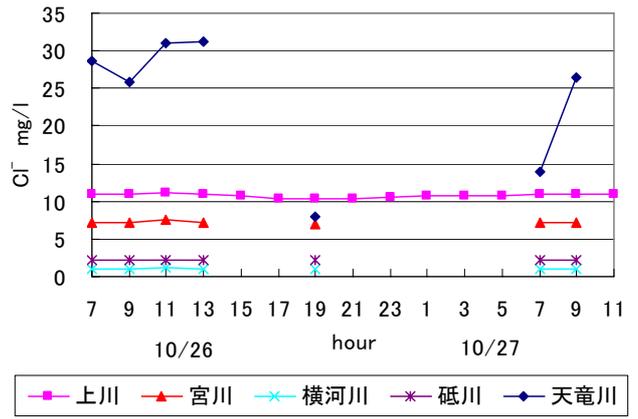


f) IL/SS

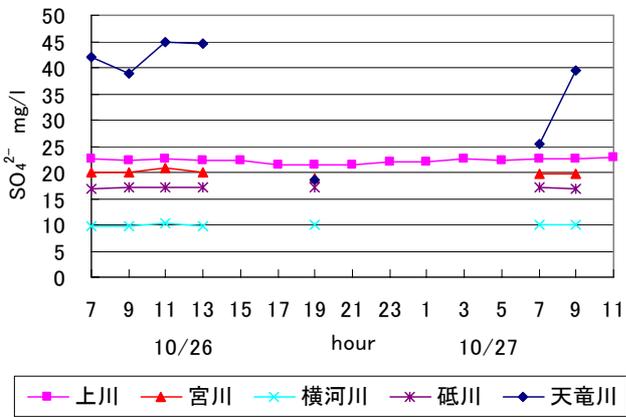
図-2 流出入河川における水質（水温，DO，pH，SS，IL）の日変動



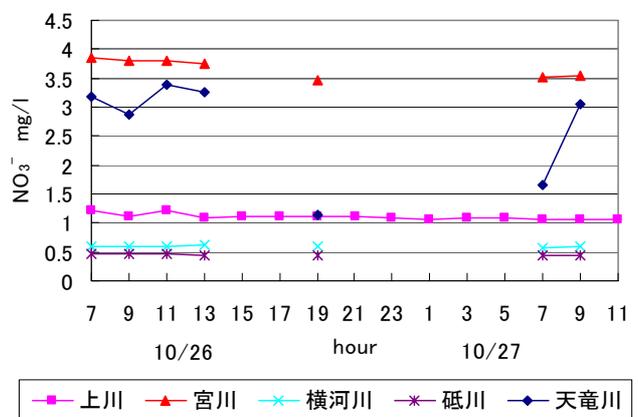
a) 電気伝導度(COND)



b) 塩化物イオン(Cl⁻)



c) 硫酸イオン(SO₄²⁻)



d) 硝酸イオン(NO₃⁻)

図-3 流出入河川における電気伝導度および陰イオン濃度の日変動