

## [資料]

## 武庫川上流域における窒素、燐及びCODの濃度変動 (2)

松林 雅之<sup>1</sup> 宮崎 一<sup>1</sup> 藤森 一男<sup>1</sup> 前川 真徳<sup>2</sup><sup>1</sup> 兵庫県環境研究センター 水環境科 (〒654-0037 神戸市須磨区行平町3-1-18)<sup>2</sup> 兵庫県但馬県民局 地域政策室環境課 (〒668-0013 兵庫県豊岡市中陰376-14)Concentration fluctuations of Nitrogen, Phosphorus and COD  
in the upper basin of Muko River (2)Masayuki MATSUBAYASHI<sup>1</sup>, Hajime MIYAZAKI<sup>1</sup>,  
Kazuo FUJIMORI<sup>1</sup> and Masanori MAEKAWA<sup>2</sup><sup>1</sup> Water Environmental Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,  
3-1-18, Yukihiro-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan<sup>2</sup> Environmental Division, Hyogo Prefectural Tajima District Administration Office,  
14-376, Nakakage, Toyooka, Hyogo 668-0013, Japan

兵庫県南東部に位置する武庫川の上流域に流れる羽束川及び波豆川流域において、前年度に引続き2014年4月から2015年1月にかけて、季節ごとの流量、窒素、燐及びCOD等の水質の変動の調査、分析及び解析を実施した。また、本調査では、前年度の結果を踏まえ、夏季に重点を置いて調査回数を増加するとともに、特に濃度の高かった一部の支川の源流付近を合わせて調査した。その結果、前年度と同様に、両流域において、夏季に燐及びCODの濃度が高いことが示された。また、支川の源流から末端にかけて、特に、夏季の燐について、濃度が上昇した。

## I はじめに

武庫川は、兵庫県の南東部を流れ、丹波から阪神間の都市部まで、全長約65kmの二級河川であり、流域圏に暮らす約100万人に親しまれている。支流には、多目的ダムである青野ダムのほか、千苺ダムなど5つの利水専用ダムがある。武庫川は都心近くに残された貴重な自然環境であり、峡谷部は、廃線敷を生かしたハイキングコースとして親しまれ、また、下流は広大な川幅の高水敷が都市公園などに利用されている<sup>1)</sup>。

また、武庫川水系の水質については、2013年度の常時監視結果<sup>2)</sup>をみると、河川に設定されている環境基準点3地点では、いずれにおいても、有機汚濁の指標となるBODの環境基準を達成している。

一方で、湖沼の環境基準対象水域である武庫川上流域の千苺貯水池においては、環境基準の湖沼A類型(COD)及びII類型(全燐)が設定されているが、2013年度の常時監視結果<sup>2)</sup>では、いずれも環境

基準非達成である。特に、全燐については、その水質状況から、環境基準(0.01mg/L)の達成に向け、暫定目標(0.019mg/L)が2015年を目標年度として設定されている<sup>2)</sup>がこれも非達成である。

これらの状況から、千苺貯水池に流入する河川の水質濃度や季節変動等を把握することが重要であり、前年度に実施した調査結果からは、羽束川及び波豆川流域においては、夏季から冬季にかけて、SS、燐及びCODの濃度が減少傾向であること、波豆川においては、支川ごとに水質の違いがあること等がわかった。

そこで、本研究では、前年度に引続き同様の地点で水質濃度の季節変動等を把握するとともに、特に前年度にCOD及び燐濃度が高かった夏季に重点を置いて、これまでのデータの精度を増すために、7月に調査を3回実施した。また、波豆川流域で前年度にCOD及び燐濃度が高かった支川の源流を調査地点に加え、支川流域での濃度変動を調査したので、これらの結果を報告する。

## II 方法

### 1. 試料採取

Fig. 1に示す武庫川上流域の羽束川及び波豆川並びにそれらの支川の各末端計8地点(st. 1~8)において、2014年4月から2015年1月にかけて計7回採水を行った。合わせて、支川源流2地点(st. 5-2, 6-2)において、計5回採水を行った。採水時に流速計により流速を測定し、流量を算定した。

採水日とその日の降水量をTable 1に示す。降雨が認められた日は11月17日であった。

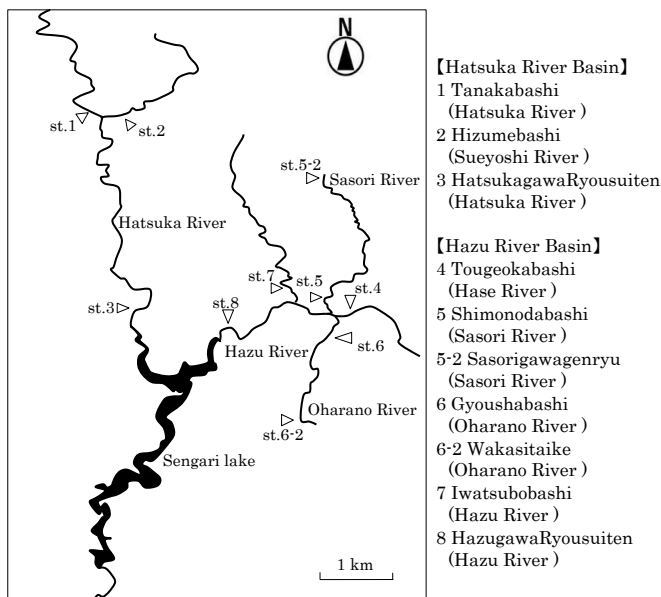


Fig.1 Location of sampling stations in the upper basin of Muko River

### 2. 分析項目及び分析方法

分析項目は、浮遊物質(SS), 化学的酸素要求量(COD), 全窒素(T-N), 全リン(T-P), 溶存態リン(DTP), 磷酸態リン( $PO_4$ -P)の計6項目とした。

SSについては「水質汚濁に係る環境基準について(昭和46年環境庁告示第59号)」, COD, T-N, T-P及び $PO_4$ -Pについては「日本工業規格K0102」に定める方法に基づき分析を実施した。DTPについては、ろ過試料を用いて、T-Pと同様の方法で分析した。

なお、態別リンについては、T-P濃度からDTP濃度を差引いた値を粒状態リン(PP)濃度、DTP濃度から $PO_4$ -P濃度を差引いた値を溶存有機態リン(DOP)濃度、また、 $PO_4$ -P濃度を溶存無機態リン(DIP)濃度として、以降に示す。

Table 1 Daily precipitation of each sampling days

	4/22	7/1	7/9	7/15	11/11	11/17	1/13
Precipitation (mm/d)	0	0	0	0	0	1	0

## III 結果及び考察

### 1. 各流域の周辺状況

羽束川流域及び波豆川流域の周辺の状況をみると、後背地である山地は主に針葉樹が占めている。また、各流域に沿って一様に田畑が広がっており、農業などの利水目的と考えられるため池も散在している<sup>3)</sup>。

### 2. 流量

羽束川流域及び波豆川流域における流量の測定結果をFig. 2に示す。

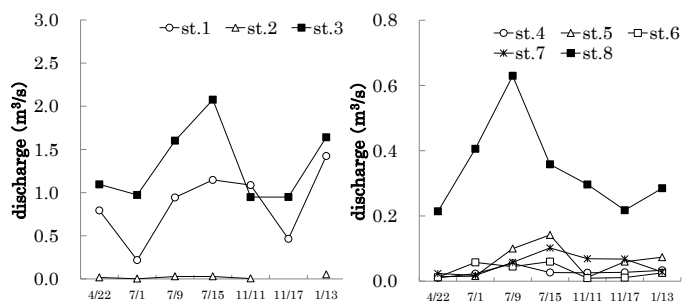


Fig.2 Trends of measured values of discharge

羽束川(st. 3 羽束川量水点)と波豆川(st. 8 波豆川量水点)において流量を比較すると、期間を通して羽束川が波豆川よりも流量が大きく、約2~6倍程度であった。なお、降雨開始直後に採水した11月17日の流量は同時期の11月11日に対してほとんど変わらず、降雨の影響は小さかったと考えられる。羽束川においては、量水点(st. 3 羽束川量水点)の流量に対し、本流(st. 1 田中橋)が大きく寄与し、支川の末吉川(st. 2 樋詰橋)はほとんど寄与していなかった。なお、11月17日の末吉川(st. 2 樋詰橋)は流水がなく、河川は枯れていた。また、波豆川においては、量水点(st. 8 波豆川量水点)の流量に対し、本流(st. 7 岩坪橋)及び佐曾利川(st. 5 下野田橋)の流量が若干多く寄与していたが、全ての支川で同程度の流量であった。なお、両流域で、量水点の流量は、支川流量の合計に対し羽束川で最大0.90m<sup>3</sup>/s、波豆川で最大0.37m<sup>3</sup>/s増加しており、量水点までに面源からの流入があることが示唆された。

3. 濃度等の経時的変動

羽束川流域及び波豆川流域における各分析項目(燐についてはT-Pに限る.)について、濃度の分析結果をFig. 3に示す。

両流域とも共通して、COD, T-P の濃度は夏季(7月)が他の時季に比べて高くなる傾向が見られた。一方で、T-N の濃度については、概ね横ばいの傾向であった。SS については、羽束川では夏季から冬季にかけて濃度は減少傾向が見られたが、波豆川流域では顕著な傾向が見られなかった。なお、1月13日の岩坪橋でSS濃度が16.6mg/Lと高かったが、上流域で河川工事を行っていたため、その影響を受けたと考えられる。

さらに、COD濃度を比較すると、羽束川量水点(st. 3)が1.2~4.4mg/L、波豆川量水点(st. 8)が2.9~6.0mg/Lであり、流入河川である羽束川(st. 3 羽束川量水点)及び波豆川(st. 8波豆川量水点)で千苧貯水池に適用されるCODの環境基準である湖沼A類型(3mg/L以下)を超える濃度となっていた日は、羽束川量水点で7月1日、7月15日であり、波豆川量水点で11月17日を除く全ての日であった。

また、T-P 濃度を比較すると、羽束川量水点(st. 3)が0.010~0.110mg/L、波豆川量水点(st. 8)が0.040~0.208mg/Lであり、流入河川である羽束川(st. 3 羽束川量水点)及び波豆川(st. 8 波豆川量水点)で千苧貯水池に適用される全燐の環境基準湖沼Ⅱ類型(0.01mg/L以下)を超える濃度となっていた日は、羽束川量水点で11月17日を除く全ての日であり、波豆川量水点では全ての日であった。

4. 各流域及び支川の水質比較

羽束川(st. 3 羽束川量水点)と波豆川(st. 8波豆川量水点)の濃度を比較すると、波豆/羽束として、SSが0.5~3.2倍、CODが1.3~2.5倍、T-Nが0.9~2.4倍、T-Pが1.0~4.0倍であった。羽束川量水点に比べると、波豆川量水点の濃度が概ね高かったが、SS濃度については河川間で顕著な傾向は見られなかった。

また、流域別の支川濃度の比較をすると、羽束川流域支川(st. 1~2)では、羽束川量水点(st. 3)に比べてCOD及びT-N濃度は同程度であった。一方で、SS, T-P濃度は、年間を通じて量水点の濃度が高く、特に夏季(7月)に各支川の濃度より量水点の濃度が高い傾向が見られた。波豆川流域支川(st. 4~7)では、COD, T-N, T-P濃度が、波豆川量水点(st. 8)に比べ、大原野川(st. 6行者橋)が特に高かった。また、佐曾利川(st. 5下野田橋)のT-P濃度がやや高かった。

なお、羽束川の流量は、前述のとおり波豆川の約2~6倍であったため、CODの負荷量では、羽束川量水点(st. 3)が波豆川量水点(st. 8)の1.7~2.3倍であり、T-P負荷量では、羽束川量水点(st. 3)が波豆川量水点(st. 8)の1.1~3.2倍であった。

昨年度調査結果と同様に、羽束川は支流よりも本流からの流量による負荷が大きく、波豆川は支流の大原野川及び佐曾利川からの濃度による負荷が大きい傾向があった。今回は7月に3回調査を行ったが、特に夏季の負荷が多いことが確認された。なお、波豆川支流の源流調査については後述する。

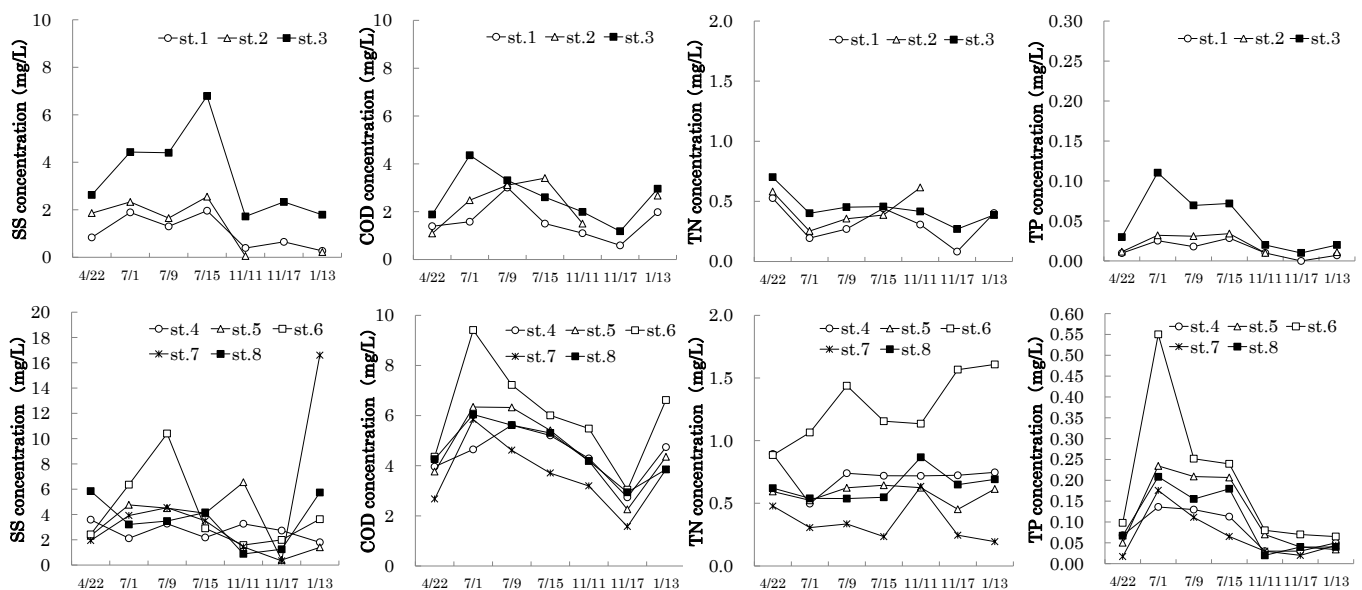


Fig. 3 Trends of measured values of SS, COD, T-N and T-P concentrations

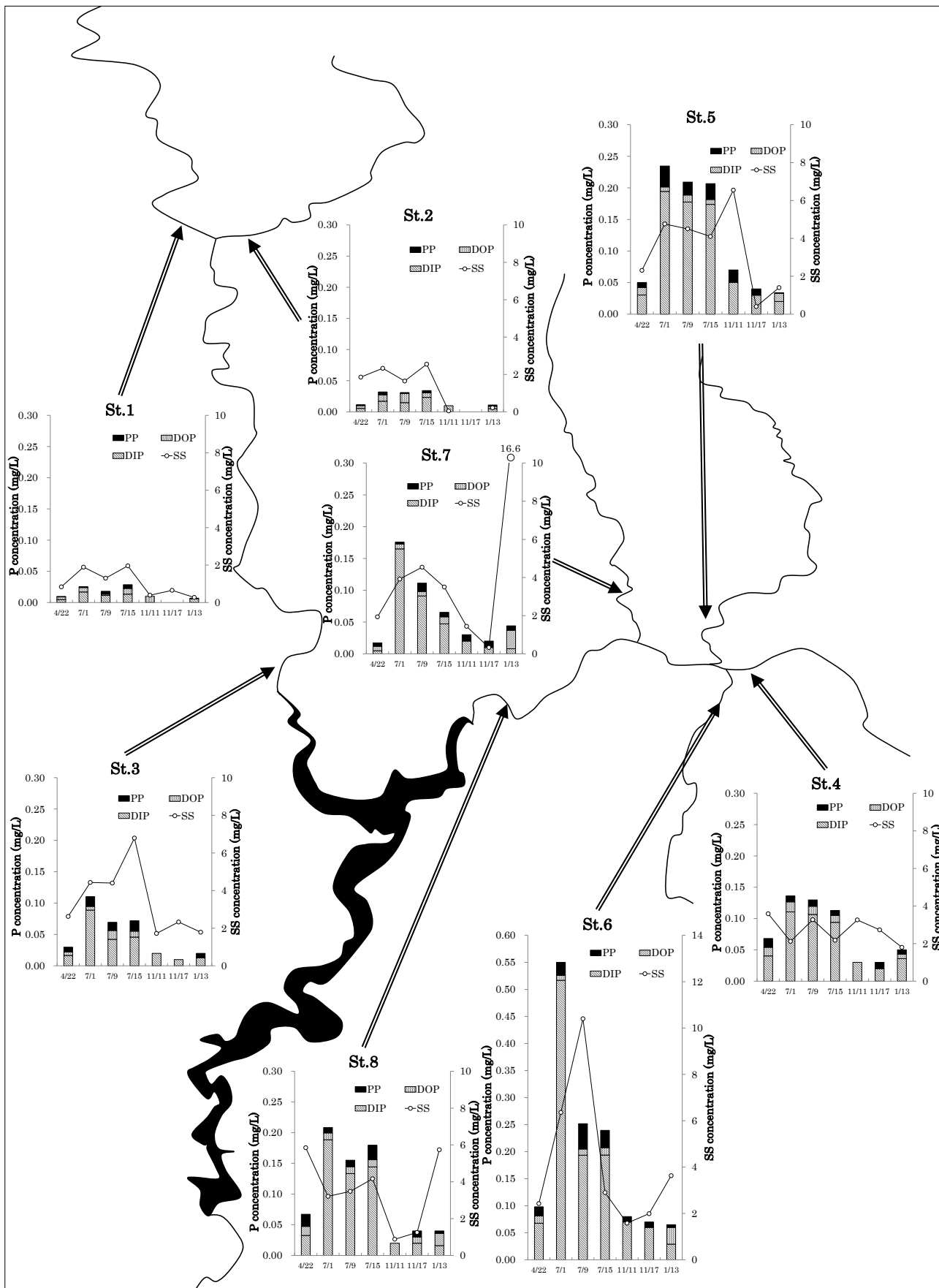


Fig.4 Trends of measured values of SS, PP, DOP, DIP concentrations

5. 態別燐とSS濃度の比較

各調査地点におけるSS濃度及び態別燐の変動をFig.4に示す。

全ての地点において、全リン(PP+DOP+DIP)に対して溶存無機態リン(DIP)の割合が高かった。このため、河川水中のリン成分の大部分が生物に利用されやすい溶存無機態リンの形として存在していることがわかった。また、夏季から冬季にかけて、T-P濃度の減少とともに、DIP濃度も減少傾向であった。

また、SS濃度と態別燐の濃度を比較すると、SS濃度が他の時季に比べて高くなる時期に、粒状態リン(PP)の濃度も高くなる傾向が見られた。なお、1月13日の岩坪橋(st.7)でSS濃度が16.6mg/Lと高く、上流域で河川工事の影響があったと見られるが、当日の粒状態リン(PP)濃度は他の河川と比較しても大きく変わらなかった。

6. 源流調査

前回調査までに特に濃度が高かった支川である佐曾利川及び大原野川について、源流に近い上流域を調査し、同時期の支川の末端と比較した。

支川の源流及び末端における各項目(SS, COD, T-N, T-P)の変動をFig.5に示す。

佐曾利川流域において、T-N, T-P濃度は、源流(st.5-2佐曾利川源流)に対して支川末端(st.5下野田橋)で濃度が上昇した。特に、7月のT-P濃度は大きく上昇した。一方で、SS, COD濃度は、ほぼ同程度であった。なお、1月13日の佐曾利川源流でSSが10.7mg/Lと高い濃度を示したが、ため池からの越流水を採水したため、ため池の出口付近に滞留していた物質を合わせて採水したことが考えられる。

大原野川流域において、COD, T-N, T-P濃度は、源流(st.6-2若下池)に対して支川末端(st.6行者橋)で濃度が上昇し、SS濃度はほぼ同程度であった。特に、7月1日のSS, COD, T-P濃度は、源流と比較して支川末端で大きく濃度が上昇したが、これらについては、何らかの面源等からの影響が示唆された。

IV 結論

本研究では、前年度に引続いて、武庫川上流域に位置する千苺貯水池に流入する羽束川、波豆川及びそれらの各支川の末端において、季節ごとの水質の変動、羽束川及び波豆川に寄与する支川の水質や流量を把握するとともに、前年度の結果を踏まえて、夏季の調査回数を増やし、特に燐等の濃度の高かった支川の源流を合わせて調査、分析及び解析を行った。

結果、前年度と同様に、羽束川及び波豆川流域においては、夏季に燐及びCODの濃度が高く、夏季から冬季に向けて濃度が低下すること、窒素については時期ごとの大きな変動はなかったことが認められた。また、7月の調査回数を増やした結果、夏季において特に燐が高くなる結果が得られた。

また、支川を絞って源流の調査をした結果、源流から末端にかけて、季節ごとの濃度変動が、項目により異なることがわかった。特に、夏季の燐について、末端にかけて大幅に濃度が上昇したため、流域の中で発生源があることが示唆された。

今後は、更に、千苺貯水池への流入河川の濃度上昇に寄与する発生源を把握するため、新たな調査項目の検討や、土地利用調査など、さまざまな切り口からの調査を進めることが必要である。

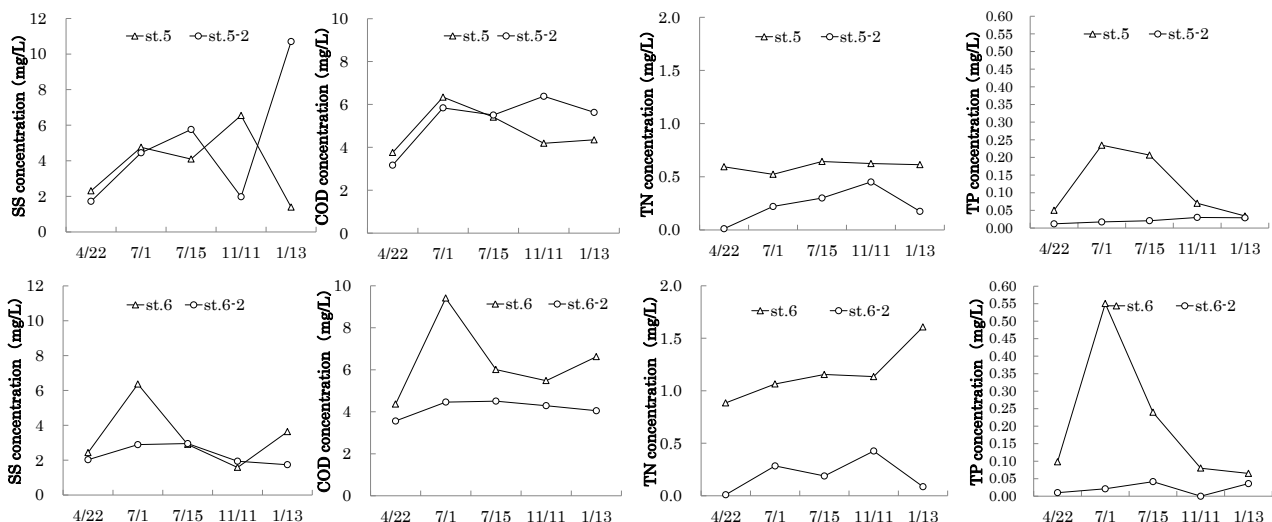


Fig.5 Trends of measured values of SS, COD, T-N and T-P concentrations

## 文 献

- 1) 武庫川流域委員会：武庫川の総合治水へむけて 提言書, 平成 18 年 8 月 30 日  
[http://web.pref.hyogo.jp/hn04/hn04\\_1\\_00000070.html](http://web.pref.hyogo.jp/hn04/hn04_1_00000070.html) (参照 2014. 3. 1) (2005)
- 2) 兵庫県：環境白書-平成 26 年度版-, (2015. 3)  
<http://www.kankyo.pref.hyogo.jp/JPN/apr/hakusho/index.html> (参照 2015. 4. 1)
- 3) 国土交通省国土地理院：地理院地図 (電子国土 Web)  
<http://www.gsi.go.jp/kikaku/kihon-joho-1.html> (参照 2014. 3. 1) (2014)