

[資料]

武庫川上流域における窒素, 燐及びCODの濃度変動

松林 雅之¹ 宮崎 一¹ 吉田 光方子² 藤森 一男¹

¹ 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)

² 公益財団法人地球環境戦略研究機関 関西研究センター(〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1-5-2)

Concentration fluctuations of Nitrogen, Phosphorus and COD in the upper basin of Muko River

Masayuki MATSUBAYASHI¹, Hajime MIYAZAKI¹, Mihoko YOSHIDA² and Kazuo FUJIMORI¹

¹ Water Environmental Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,
3-1-18, Yukihiro-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan

² Kansai Research Centre, Institute for Global Environmental Strategies,
1-5-2, Wakinohama Kaigan Dori, Chuo-ku, Kobe, Hyogo 651-0073, Japan

兵庫県東部に位置する武庫川の上流域を流れる羽束川及び波豆川流域において、季節ごとの水質の変動、各流域支川の水質や流量の特性、雨天時の水質の挙動を把握するために、2013年6月から2014年1月にかけて、窒素、燐及びCOD等について、調査、分析及び解析を行った。その結果、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がわかった。さらに、羽束川流域における降雨時調査により、降雨時は懸濁物質や有機物の濃度が高くなるとともに、燐濃度も上昇することが示唆された。

I はじめに

武庫川は、兵庫県東部に位置し、丹波から阪神間の都市部を経て大阪湾に注ぐ流域面積約 540km²、流路長約 65km の二級河川である。上流域には、多目的ダムである青野ダムのほか、千苺ダムをはじめとする5つの利水専用ダムがあり、中流の溪谷部はJR廃線跡を利用したハイキングコースとして活用され、下流域では広大な河川敷を都市公園とするなど、流域に暮らす 140 万人に親しまれている¹⁾。

また、水質を評価する指標となる環境基準について、武庫川においては、河川の環境基準点が3地点(上流：大橋、中流：百間樋、下流：甲武橋)に設定されているが、2012年度の常時監視結果²⁾をみると、いずれにおいても、健康項目、生活環境項目ともに環境基準を達成している。

一方で、武庫川上流域に位置し、湖沼の環境基準

対象水域である千苺貯水池においては、利水目的を勘案し、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、2012年度の常時監視結果³⁾については、いずれも環境基準非達成である。なお、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²⁾。

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の時期的変動を把握すること並びに環境基準判定を行う水質安定時(比較的晴天の続く平水時に採水をする)以外の非安定時の水質の挙動を把握することは、武庫川流域全体の水質の保全を検討する上で非常に重要である³⁾。

そこで本研究では、武庫川上流域の千苺貯水池に流入する河川である、羽束川及び波豆川において、雨天時を含めた水質の現況について、調査及び分析を行ったので、その結果を報告する。

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地点において、2013年6月から2014年1月にかけて計8回採水を行った。また、同時に現地において流量を流量計により測定した。

採水日の降水量をTable 1に示す。降雨が認められた日は11月25日であったが、採水途中からの降雨であったため、特に水質に対する影響があると考えられるのは後半に採水した羽束川流域の調査地点である。

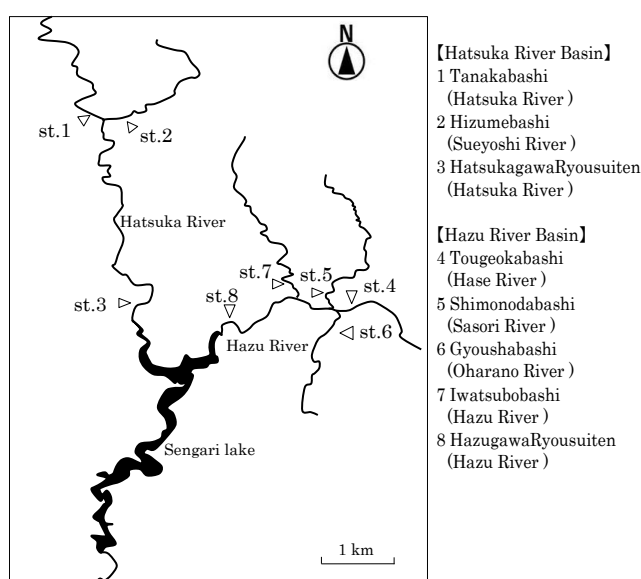


Fig. 1 Location of sampling points in the upper basin of Muko River

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(TN)、全燐(TP)、溶存態燐(DTP)、燐酸態燐(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, TN, TP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、TPと同様の方法で分析した。

なお、態別燐については、TP濃度からDTP濃度を差引いた値を粒状態燐(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燐(DOP)濃度として算出したものを、また、 PO_4 -P濃度はそのまま溶存無機態燐(DIP)濃度として、以降に示すこととする。

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住居及び田が広がっており、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⁴⁾。

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。

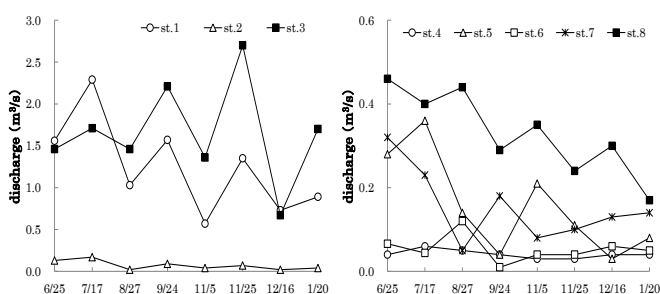


Fig. 2 Trends of measured values of discharge

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流量が大きく、降雨の影響があると考えられる11月25日を除くと、羽束川の流量が波豆川の流量の約2~10倍程度であった。

羽束川(st. 3 羽束川量水点)においては、その流量に対し、本流(st. 1 田中橋)が大きく寄与し、支流の末吉川(st. 2 樋詰橋)の寄与は非常に小さかった。

また、波豆川(st. 8 波豆川量水点)においては、その流量に対し、本流(st. 7 岩坪橋)及び佐曾利川(st. 5 下野田橋)の流量の寄与が比較的大きく、他支流の寄与は比較的小さかった。

各地点における夏季から冬季(6月から1月)にか

Table 1 Daily precipitation of sampling day

| | 6/25 | 7/17 | 8/27 | 9/24 | 11/5 | 11/25 | 12/16 | 1/20 |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Precipitation (mm/d) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18.5 | 0 | 3 |

けての変動については、横ばい又は減少の傾向がみられた。(ただし、降雨の影響が考えられる羽束川流域の11月25日の結果を除く。以下、特に記述のない場合は同結果を除く。)

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TPに限る.)について、濃度の経時的な変動をFig. 3に示す。

両流域とも共通して、SS, COD及びTPの濃度は、夏季から冬季にかけて減少の傾向を示した。一方で、TNの濃度については、一時的に高濃度となることがあるものの、概ね横ばいの傾向であった。

これらのことから、SS, COD及びTPの濃度については、各流域において、特に、冬季に比べて夏季を中心に濃度が上昇する要因があることが示唆されたが、現状で原因の究明には至っていない。

さらに、千苺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)と、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)のCOD濃度を比較すると、羽束川量水点が0.6~2.8mg/L、波豆川量水点が2.0~6.6mg/Lであり、波豆川量水点のCOD濃度が特に夏季から秋季(6月から11月初旬)にかけて環境基準値以上となっていた。

また、千苺貯水池に適用される全燐の環境基準湖沼Ⅱ類型(0.1mg/L以下)と羽束川量水点及び波豆川量水点のTP濃度を比較すると、羽束川量水点が0.019~0.072mg/L、波豆川量水点が0.025~

0.190mg/Lであり、波豆川量水点のTP濃度が特に夏季(6月から8月)に環境基準値以上となっていた。

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)の各項目の濃度を比較すると、概ね波豆川の方が高く、羽束川に比べて、SSが0.9~3.3倍、CODが1.8~5.8倍、TNが0.4~2.1倍、TPが1.3~2.8倍であった。

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、各項目について、羽束川量水点(st.3)に比べて各支川の濃度は同程度であった。一方で、波豆川流域支川(st.4~7)では、波豆川量水点(st.8)に比べ、各項目について、特に佐曾利川(st.5下野田橋)及び大原野川(st.6行者橋)の濃度が高い傾向であった。

なお、羽束川の流量は、前述のとおり波豆川の約2~10倍であるため、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0.7~3.9倍であった。

一方で、TP負荷量では、羽束川量水点(st.3)が波豆川量水点(st.8)の1.7~7.9倍であり、COD負荷量と比較すると、波豆川からの寄与が大きかった。

羽束川は波豆川に比べ、濃度は低いものの、流量が大きいことから、負荷量としての寄与は大きくなった。羽束川の支川である末吉川の流量は本流に比べて非常に小さく、濃度も大きく変わらな

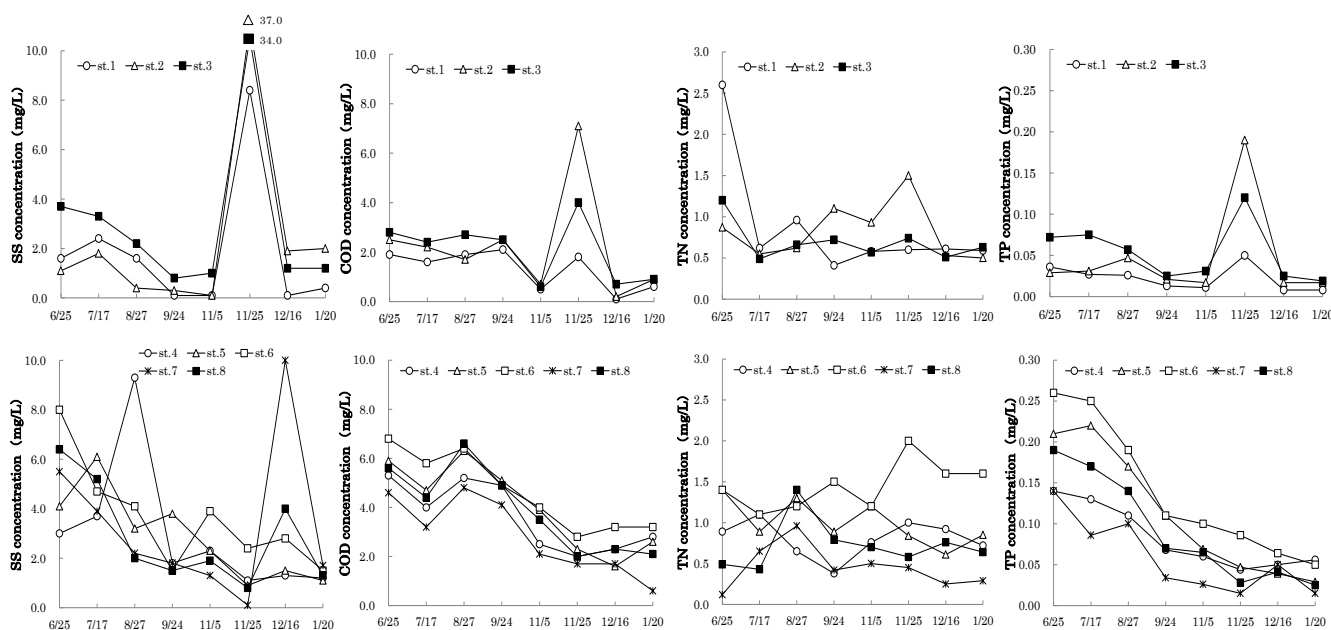


Fig. 3 Trends of measured values of SS, COD, TN and TP concentrations

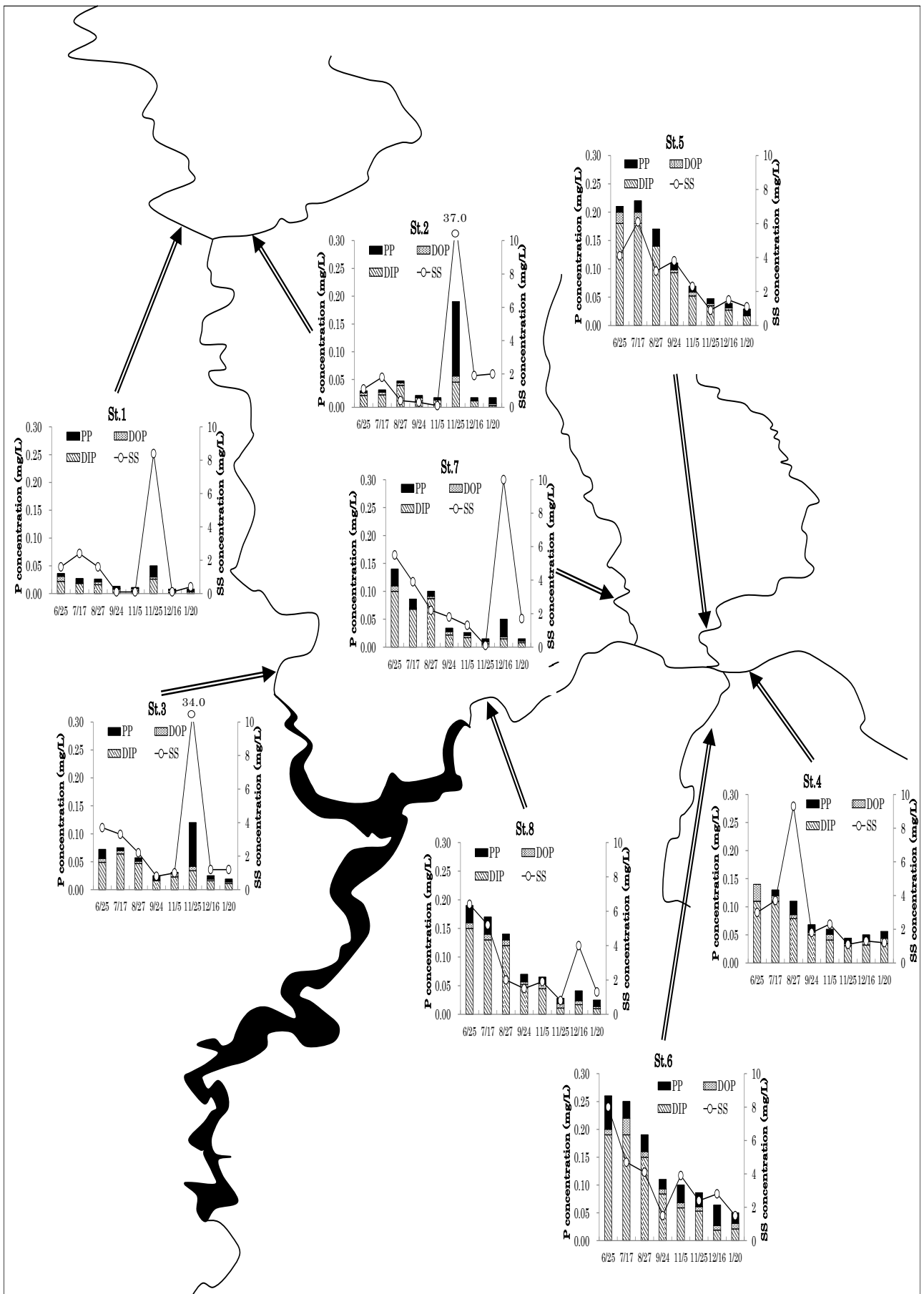


Fig.4 Trends of measured values of SS, PP, DOP, DIP concentrations

ったことから、羽東川では、本流域での負荷源について検討することが有効であると考えられた。

一方、波豆川へは、長谷川、佐曾利川、大原野川が支流として流入するが、流量は本流に対して佐曾利川で比較的大きく、各項目の濃度も本流に比べて佐曾利川及び大原野川において比較的高かったことなどから、支川ごとに水質を形成する要因が異なり、それぞれの支川流域周辺や後背地などの環境条件を基に負荷源について検討する必要があると考えられた。

5. 降雨時の濃度及び負荷量

羽東川流域の11月25日の結果は、降雨の影響により、特に、SS、COD及びTPの項目で水質安定時に採取した他の分析結果と比べると、大きく濃度が上昇していた。一方で、TN濃度は比較的影響を受けなかった。また、11月25日の羽東川量水点におけるCOD濃度が4.0mg/L、TP濃度が0.12mg/Lであり、水質安定時に羽東川流域ではみられなかった、環境基準値以上の濃度にまで上昇した。

これらのことは、降雨時に土壌粒子の流出や底質の巻き上げなどが起こり、水質安定時とは異なる挙動を示し、特に有機物、粒子状物質及び磷の水質に影響を与えることが示唆される。

6. 態別磷とSS濃度の比較

各調査地点におけるSS濃度及び態別磷の変動をFig.4に示す。

全ての地点をみると、概ね、TP濃度に対するDIP濃度の割合が高かった。また、夏季から冬季にかけて、TP濃度の減少とともに、DIP濃度も減少傾向であった。

SS濃度と態別磷の濃度を比較すると、特にSS濃度が高い時にPP濃度が高くなる傾向がみられた。11月25日の降水時にSS濃度が大きく上昇した際も、PP濃度の割合が大きくなり、同様の傾向が認められた。

この傾向を踏まえて、全ての調査対象試料のSS濃度とPP濃度の関係をプロットした結果を、Fig.5に示す。この相関図から、概ねSS濃度とPP濃度の間に相関関係があることが示唆された。

このことから、羽東川流域及び波豆川流域においては、磷と粒子状物質の濃度に相関関係があり、粒子と磷は同様の挙動を示すことが考えられる。

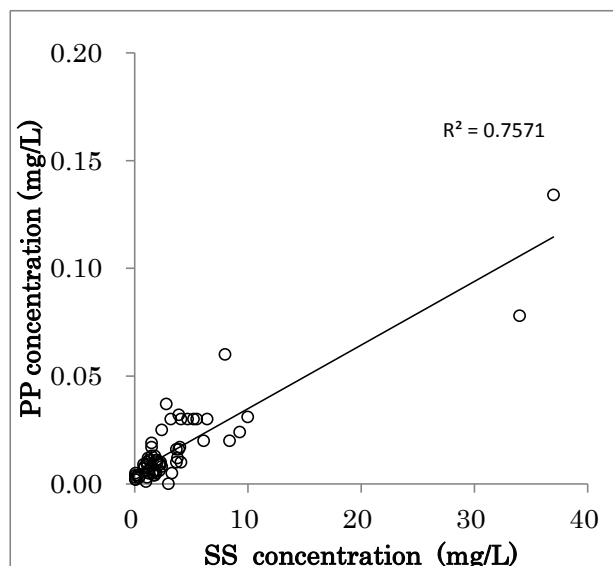


Fig.5 Correlation between PP and SS concentration measured values

IV 結論

本研究では、武庫川上流域に位置する千苺貯水池に流入する羽東川、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、羽東川及び波豆川に寄与する支川の水質や流量の特性、雨天時の水質の挙動を把握するために、6月から1月に計8回採水し、窒素、磷及びCOD等について、調査、分析及び解析を行った。

結果、羽東川及び波豆川流域においては、夏季に磷及びCODの濃度が高く、冬季に向かうにつれて濃度が低下すること、窒素については時期ごとに大きな変動はなかった。

また、羽東川は流量が多く水質濃度は低い、波豆川は流量が少なく水質濃度が高いこと、波豆川においては、支川ごとに水質の違いがあった。

さらに、羽東川流域における降雨時調査により、降雨時は、懸濁物質や有機物の濃度が高くなるとともに、磷濃度も上昇することが示唆された。

武庫川上流域の水質等の動態について、基礎的な知見を得ることができた。今後は、この結果から、濃度上昇に寄与する発生源の把握に向けた調査を進めることが必要である。

文献

- 1) 村岡浩爾, 田村博美, 佐々木礼子: ダムに頼らない武庫川の川づくりとまちづくり, 環境技術, 40, 11, 690-694 (2011)

- 2) 兵庫県：環境白書（平成 25 年度版），平成 25 年 12 月
<http://www.kankyo.pref.hyogo.jp/JPN/apr/hakusho/index.html>（参照 2014. 3. 1）
(2013)
- 3) 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（参照 2014. 3. 1）(2005)
- 4) 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)