

## 第1節 自然科学的立場からのモニタリング

## 3. メソ視点より一濁水の行方

## 3.8 赤野井地域の河川水の水質の地域的特徴

中野孝教<sup>1)</sup>、井桁明丈<sup>1)</sup>、細野高啓<sup>1)</sup>、今田美穂<sup>2)</sup>、陀安一郎<sup>3)</sup>、  
山田佳裕<sup>4)</sup>、兵藤不二夫<sup>1)</sup>、田中拓弥<sup>1)</sup>、和田英太郎<sup>1)</sup>※、谷内茂雄<sup>1)</sup>

1) 総合地球環境学研究所、2) 国立環境研究所、3) 京大大学生態学研究センター、4) 香川大学農学部  
※ (現所属) 海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター

## 要旨

赤野井湾は、琵琶湖の中でも富栄養化が最も進んでいる水域の一つで、その水質の原因を明らかにするため、流域の99地点において河川水や湧水を採取し、溶存する40元素を分析した。これら元素の分布は大きく5つのグループに分けられる。本地域の東部では南東から北西に向かって野洲川が流れており、同河川からの湧水およびその中流地点で取水した水が、本地域の河川の起源となっている。これら上流域の湧水や河川の水質は、ナトリウムと塩素に富む野洲川と似た特徴を示すが、下流の南東部では両元素のほか、ルビジウム、セシウム、アルミニウム、ガリウム、タリウムなどの元素が特徴的に高い。これに対して、カルシウム、マグネシウム、ストロンチウムなどのアルカリ土類元素は稲作が盛んな下流側、とくに南西部で高濃度である。上流から下流に向かって変化する河川の水質に見られる傾向は、琵琶湖流域の水田地帯の河川の特徴と良い一致を示す。

## 1. 研究の背景と目的

琵琶湖の湖水や流入する河川の水質や生物相は、流域における多種多様な人間活動の影響を受けて大きく変化してきている。赤野井地域では、NPO法人『びわこ豊穡の郷』により1997年以降、富栄養化や汚濁の程度を知る指標として重要な透視度、pH、COD、窒素、リンなどの項目が毎年測定されてきている。

湖沼や河川には様々な元素が溶解しているが、それらと自然環境や人間活動との関係についての検討は必ずしも十分になされていない。総合地球環境学研究所では新たな水質指標の構築を目指し、琵琶湖や流域の河川について、多元素および各種安定同位体を用いた研究を推進している。今回、『びわこ豊穡の郷』の採水地点として定められている99地点の水について40余りの元素分析を

行った。赤野井湾は琵琶湖の中でも予察的ながら、水質の地域的な特徴が明らかになったので報告する。

## 2. 結果

水質の地域的な特徴は、地理情報システム (GIS) を用いて処理し、それらの結果を図1に示す。作成した元素マップ (濃度の単位はppb; 10億分率) は、河川の流域単位で表わされていないこともあり、細部については議論できない。また赤野井湾流域に比べて北部の試料採取地点は散点的であり、解析の対象から除外した。

いっぽう、化学的性質が似ている元素は相関が高く分布パターンも似ているため、一つのグループとして扱える。同地域の河川や湧水の水質には、5つのグループが認められ、それらの組み合わせにより、上流の北東部、南東部と下流の北西部、南西部の大きく4地域に区分できる。

グループ1: 塩素 (Cl)、ナトリウム (Na) で南東部で高い。

グループ2: 周期表 I A族であるアルカリ元素のカリウム (K)、ルビジウム (Rb)、セシウム (Cs)、および III A族のアルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、タリウム (Tl) で、グループ1と似ているが北東部では低濃度である。

グループ3: II A族であるアルカリ土類元素のカルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、ストロンチウム (Sr)、アルカリ度 (重炭酸) で、西部、特に南西部で高濃度である。

グループ4: 硝酸、カドミウムで、北東部で高濃度である。

グループ5: 軽希土類元素 (La, Ce, Pr, Sm, Nd, Gd)、パラジウム (Pd) など南部で高い傾向を示す。

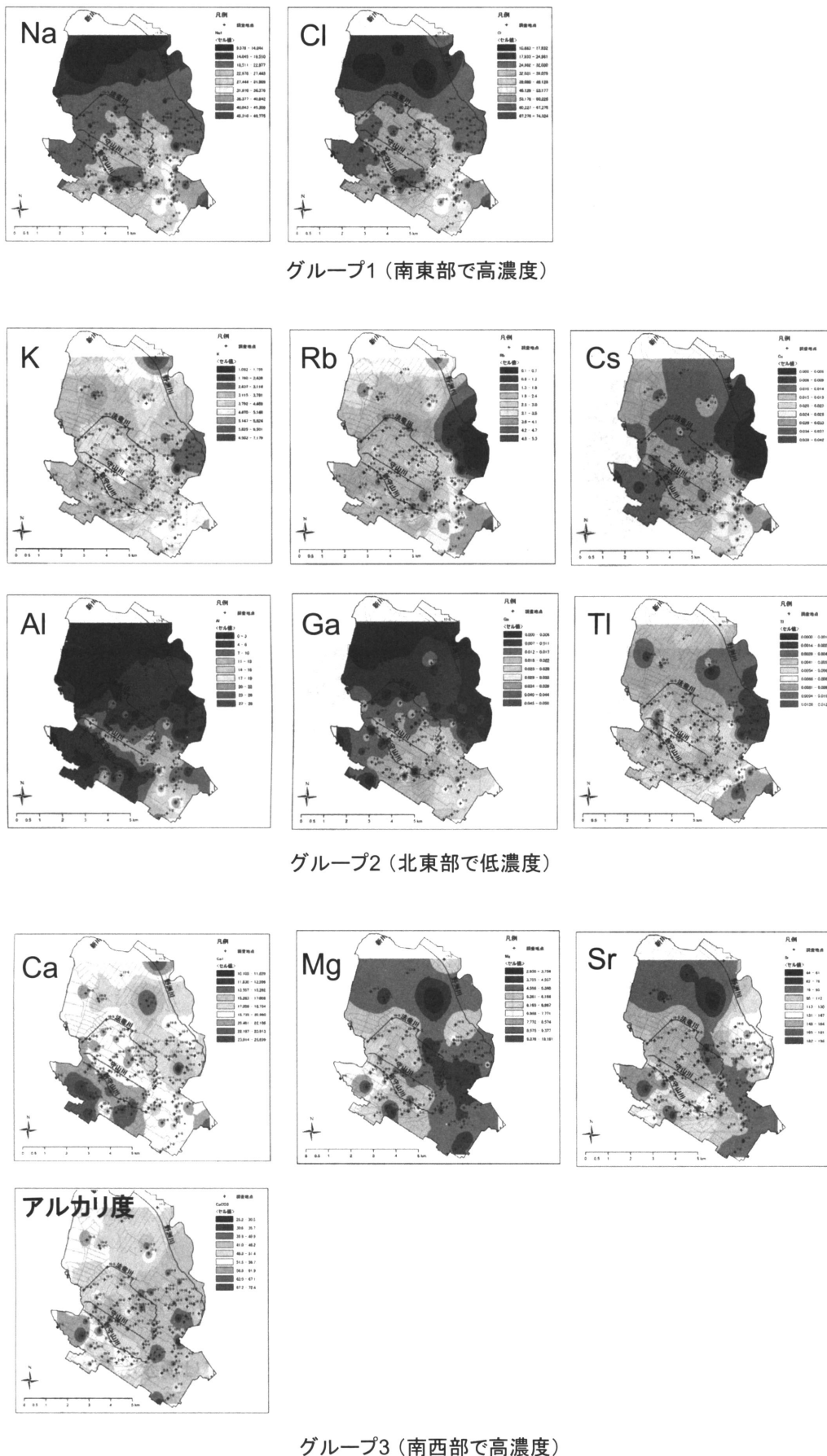
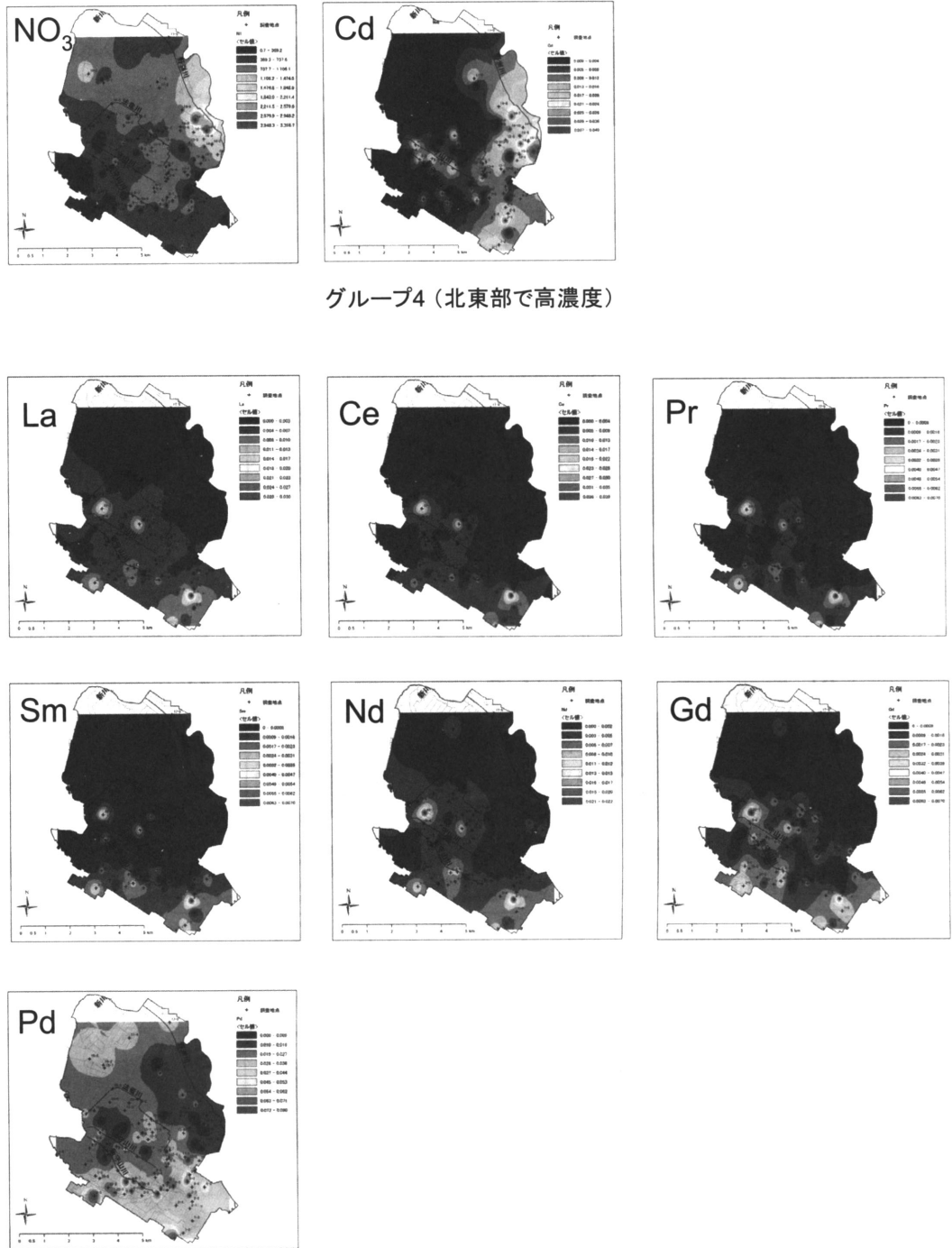


図1 赤野井地域における水の元素組成の地理的分布



グループ4（北東部で高濃度）

グループ5（軽希土類元素など）

図1 つづき

### 3. 考察

赤野井湾流域の河川の流動方向は、基本的に南東から北西である。上流側にある東部地域の河川の水質が北東部と南東部で異なることは、同地域に流入する水には二つのタイプが存在することを示している。琵琶湖流入河川の多くは一般的なCa-HCO<sub>3</sub>型であるが、野洲川やその周辺の河川は

Na-Cl型であり、RbやCsに富むという特徴がある。

同地域の南東部では湧水も分布しているが、野洲川中部にある石部頭首工から取水した人工河川から分岐した河川が主体である。これら河川は、グループ1や2の元素に富むという事実と整合的である。わが国の河床堆積物の解析<sup>1)</sup>によれば、K

はRb、Cs、Tlなどと良い相関があり、河川中のこれら元素は岩石に由来する可能性が高い。本地域の水のAlとGaもこれら元素と似た地域的变化を示すが、野洲川周辺の河川が広域的にAl, Gaに富む傾向はなく、その原因は不明である。

北東地域は湧水あるいは工場などで利用された地下水を起源とする水を主体としている。これら河川の水質は野洲川と似ているものの、野洲川下流部の水質と異なっており、河川水から湧水になる過程で水質に変化があることを示している。一部の地点では、硝酸やCd濃度が高く、人間活動の影響を受けている。

赤野井湾流域の東部、とくに南東部は都市域であるのに対して、北部や西部は水田地帯が広がっている。都市域では下水道が整備され河川への物質負荷は小さいことと考えると、グループ3の元素の濃度が下流域、特に南西部で増加する原因は、水田を主とする農業活動によってもたらされた可能性が高い。グループ3とは多少異なる分布を示すが、pHの他、硫酸(SO<sub>4</sub>)や臭素(Br)も西部の下流域で高い傾向がある。このことは、グループ3の元素が下流域で増加する要因が、CaやMgに富む肥料や有機物の分解によってもたらされた可能性の他、有機物や肥料の分解によって生じた酸が土壌や岩石中のアルカリ土類元素を選択的に溶解した可能性も示唆される<sup>2)</sup>。

赤野井湾湖岸の水質は琵琶湖湖水全体の水質と異なり、同湾に流入する河川の水質の変化傾向と

調和的である。このことは、河川水が同湾に強い影響を与えていること、逆に言えば赤野井湾内の水は湖水と混合しにくいという、従来の見解を支持している。

本地域の河川のほとんどは弱アルカリ性で、酸性水は3地点のみであった。重金属の多くはpHと逆相関し、酸性環境で溶解度が増加するという一般的な傾向と良い一致を示す。最も強い酸性を示す河川は南部の1地点で(pH:5.7)で、重金属元素の多くも高濃度であった。

#### 謝辞

『びわこ豊穡の郷』の方々には水試料を採取して頂きました。また同法人の古川道夫氏には、現地を案内して頂きました。記して感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 産業技術総合研究所地質調査総合センター『日本の地球化学図』(2004) p 209
- 2) Nakano, T., Tayasu, I., Wada, E., Igeta, A., Hyodo, F., and Miura, Y., Sulfur and strontium isotope geochemistry of tributary rivers of Lake Biwa: implications for human impact on the decadal change of lake water quality. *Science of the Total Environment*. 345, Issues 1-3 (2005) 1-12