

潮の干満を利用した河川流域の環境修復に関する調査研究

北九州市立大学 国際環境工学部 エネルギー循環化学科

吉 塚 和 治

## 研究支援事業実績報告書

北九州市立大学  
吉塚和治・上田直子・西浜章平

### 研究目的

我々の研究グループでは、北九州を流れる“遠賀川”の河口と“洞海湾”をつなぐ“江川”の水環境について調査研究を進めている（図 1）。江川は、その両端が玄界灘に注ぐ遠賀川河口と洞海湾に繋がっているため、河川全区間で潮汐の影響を大きく受ける全国でも珍しい感潮河川であり、潮の干満による流量の変化や海水成分の流入と流出が極めて大きいことが明らかとなった。加えて、“頓田貯水池”から支流“坂井川”を経て淡水が流入することによって、汽水域が河川全区間に及ぶ時間が現れることも明らかにした。加えて、数々の支流や田畑の用水路などがあり、それらは農業用水としても利用されており、河川の水質が農作物の収穫量にも影響を与える可能性があることが示唆された。

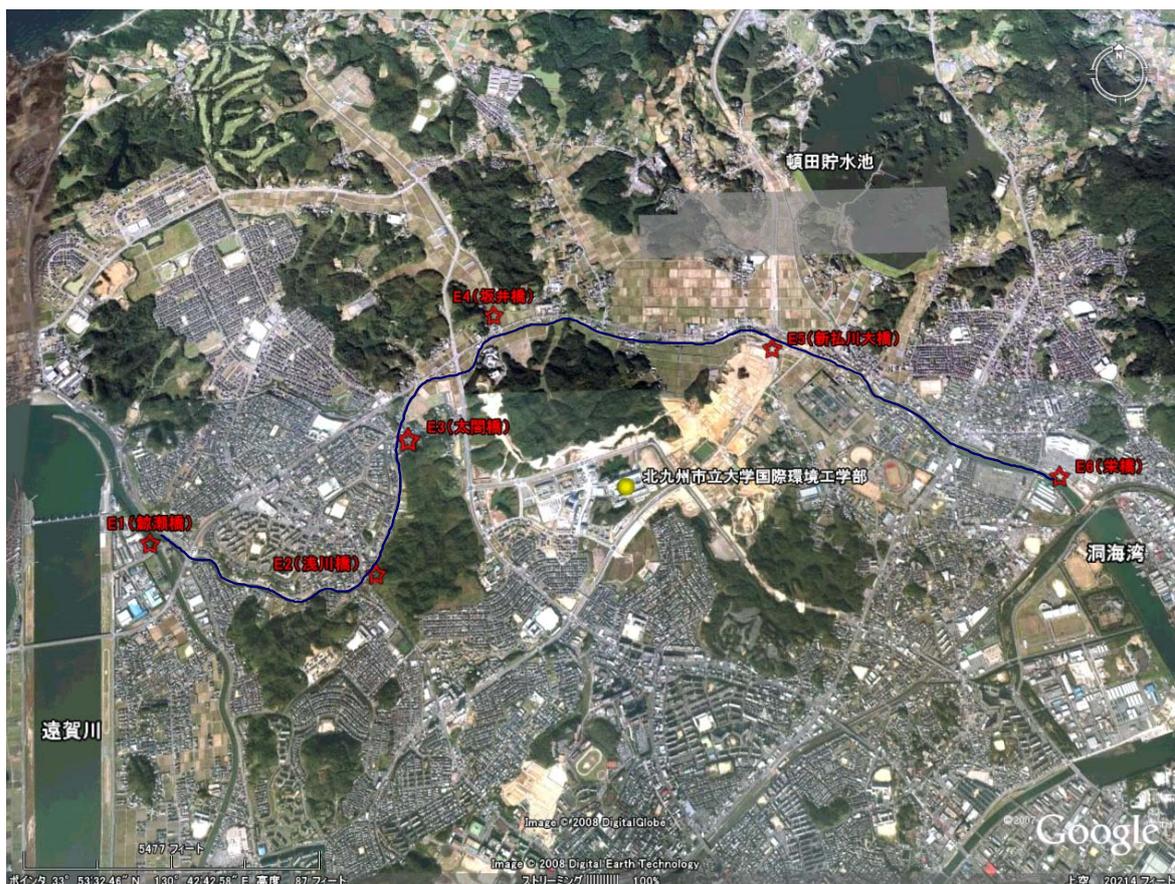


図 1 江川周辺の地図とサンプリングポイント（E1～E6）

このような感潮河川特有の汽水環境下では、個性豊かな汽水生物相の発現により水環境の修復作用が活性化されることが知られている。このような感潮河川の水環境修復を考える場合、潮汐による海水の流入の影響を考慮する必要があるが、潮の干満により河川の流量や汽水域の広がりが大きく変化することを踏まえれば、逆に潮汐を積極的に利用することで河川流域の水環境修復が可能であると考えられる。

そこで本研究では、このような潮汐作用と汽水作用を積極的に利用する河川流域の水環境修復技術を提案することを目的として、感潮河川の化学的および生物学・生態学的な調査を行うとともに、潮汐が河川水環境に及ぼす影響を研究した。

## Web-EGIS の開発

河川流域の水環境は、土地本来の性質、上流部における森林やダムによる水量のコントロール、農村部における農薬や家畜の糞尿の流入、都市部における工場排水、あるいは生活排水など多岐にわたる項目の影響を受けるため、調査項目も化学的分析から生物化学的分析にいたるまで幅広く行われる。これらの調査は河川の上流から下流にいたる位置変化や、月ごとあるいは季節ごとの経時変化を伴うため、得られた分析・計測データは極めて膨大であり、流域全体にわたっての汚染状況の推移や各調査点での汚染状況の季節変動を瞬時に判断できるようなデータ可視化および解析が困難である。一方で、既存の河川水等の水環境調査のデータ解析方法の中で、特に有効なものの一つにステップダイアグラム法やトリリニアダイアグラム法と呼ばれる手法がある。この手法は、ダイアグラム図に各種イオンの濃度や、化学的酸素要求量 (COD) や全窒素量 (TN) などの水環境指標成分濃度を図示し、水質評価を行うグラフ理論であり、すでに日本地下水学会等では、このダイアグラム法による名水や河川水の水質評価・分類が行われている。

我々は、位置変化および時間変化を伴う河川流域の水環境情報を可視化し、その状況を即座に把握するため、電子地図をデータベースとして各種の地理条件と共に様々なデータを組み込み、情報を統合的に表示し分析することが可能な地理情報システム (Geographic Information System; 以下 GIS という) を応用した、水環境地理情報システム (Web-EGIS) を開発している。本 Web-EGIS は、①水環境情報データの位置変化を視覚的に表示可能、②各調査点の水環境情報データの時間変化のグラフ表示が可能、③水質評価機能の表示が可能、④流域全体の土地利用図の同時表示が可能といった特徴を有する。ログイン画面を図 2 に示す。このように、Web-EGIS はインターネットに接続されているコンピューターから Web ブラウザーを通して使用することが可能である。

この Web-EGIS 中に河川の水化学環境の調査結果を全て入力し、データの季節変動や時間変動および生物の写真等をサンプリングポイント毎に可視化することに成功した。



図 2 Web-EGIS のログイン画面

### 江川の水化学環境

江川の水化学環境を図 3 に示すポイントにおいて、pH、重金属類 (Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Pb)、主要なカチオンおよびアニオン類 ( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ )、全有機炭素 (TOC)、全窒素 (TN) を調査し、Web-EGIS によってその解析を行った。

上述の通り、江川は感潮河川であるため、潮の干満に大きく影響されており、干潮時に江川へ淡水が流れ込みにより河川水の pH は中性付近 (6.27) に低下し、一方、満潮時には、洞海湾あるいは遠賀川河口から海水が流れ込み、河川水がアルカリ性 (8.81) に傾くことが明らかになった。

図 4 に高水位時および低水位時での各サンプリングポイントでのトリリニアダイアグラムを示す。高水位時においては、海水の流入の影響が大きいいため、すべてのサンプリングポイントでほぼ同様の水質を示したのに対して、低水位時では海水の影響がポイントによって異なるため、特にカチオン類の濃度が異なる結果となった。

図 5 に各サンプリングポイントの Na 濃度および Cl 濃度を示す。江川両端からの海水の流入のために、E4 (坂井橋) において極小値を示すプロファイルであった。またこの傾向は他の無機イオンにおいても同様であった。

図 6 に TOC および TN の濃度プロファイルを示す。これらの傾向は無機イオンとは異なり、TN はほぼ一定の値を示し、TOC は E4 (坂井橋) 周辺で最大値を示した。こ

これらの結果から、汚染物質は江川の中程に滞留し、河川両端から流入してくる海水によって希釈されるものと推測される。したがって、江川の汚染状況に潮の干満による海水の流出入が大きく関与していることが明らかになった。

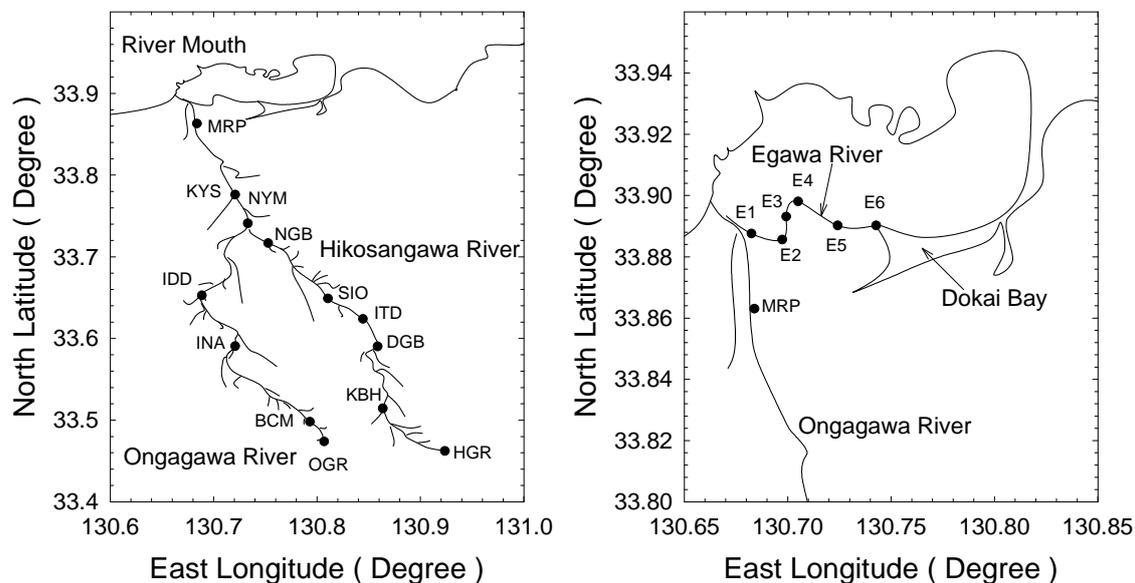


図3 江川の調査ポイント

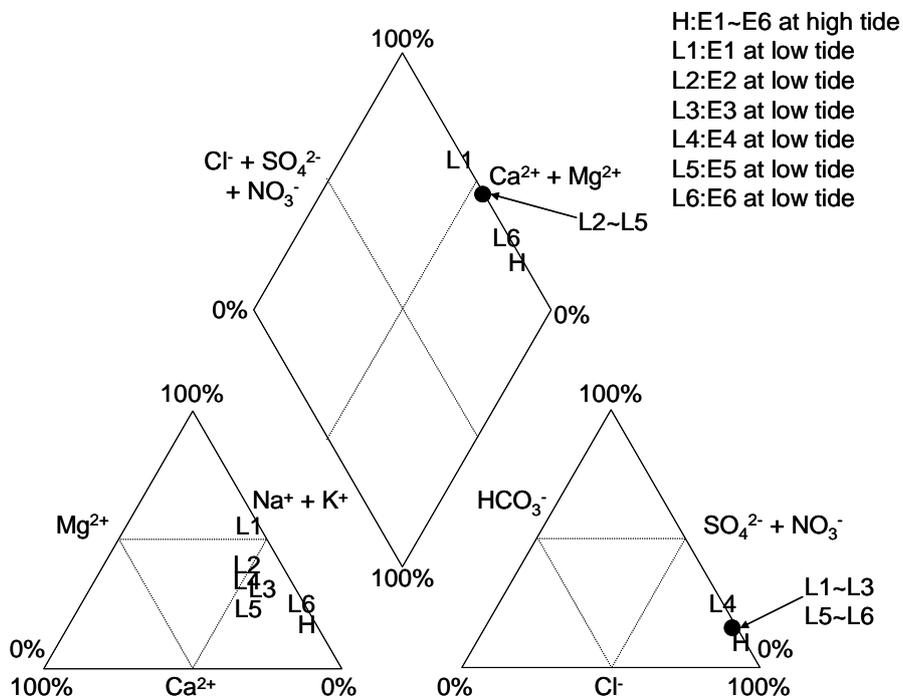


図4 高水位時および低水位時における各サンプリングポイントのトリリニアダイアグラム

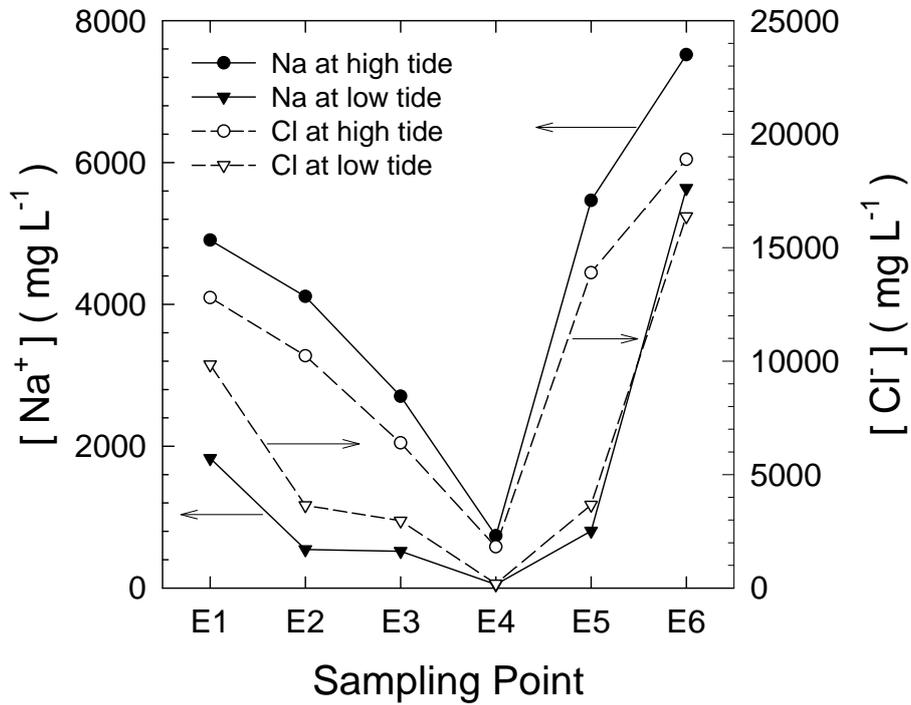


図5 NaおよびClの濃度プロファイル

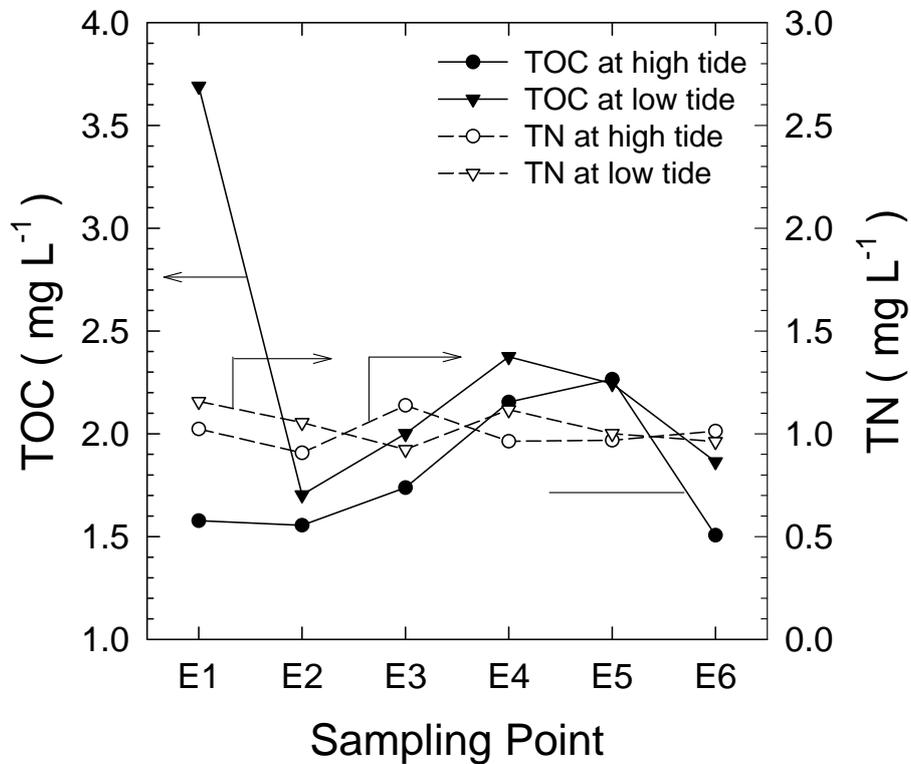


図6 TOCおよびTNのプロファイル

## ま と め

感潮河川である江川においては、海水が両方の河口から流入するため、河川中程に汚染物質が滞留する傾向があることが明らかになった。また、滞留した汚染物質は海水の流出入によって希釈され、流し出されていることも示唆された。このような海水の流出入のメカニズムをさらに詳細に検討することで、潮汐を積極的に利用した江川流域の環境修復技術を確立することもできるものと考えられる。

以上の結果は、*J. Environ. Eng. Manage.*, **17**(6), 421-425 (2008) に印刷中である（添付資料参照）。