

## 5. 仁淀川河口域における微量金属等の動向調査結果について (2007-2009年度)

大森真貴子\*・山村貞雄

### The survey results of essential micro metals trends about Niyodo River estuary

Oomori Makiko\*・Sadao Yamamura

【要旨】 高知県においては、河川を環境資源ととらえ、流域の保全と振興を図るため、清流保全計画の策定などの対策が進められている。また、全国的にも森の再生事業が進んでいる。

そこで、仁淀川物質輸送と海水の流入状況からの微量金属等の動向を知ることを目的に、仁淀川の河口域で調査を行った。

汽水域では、Fe等の海水には存在しない微量金属類を河川水から補うことにより、豊富な生態系が形成されている。しかし、仁淀川上流からの金属等の輸送は、河口域までには多くは到達しておらず、下流近くの支川からの物質供給が大きく影響している。また、海水の流入状況も大きく影響しており、砂州等による河口の閉鎖状況も関係していることが分かった。

Key word：仁淀川，重金属，河口域，海水流入

#### 1. はじめに

仁淀川は四国の最高峰である石鎚山に源流を有し、愛媛県から高知県へと流れる一級河川で、流域面積1560km<sup>2</sup>流路延長124km<sup>4)</sup>、高知県高知市と土佐市の間を太平洋へと注ぎこんでいる。

仁淀川の河口域は、海と川を移動するアユやウナギの稚魚の成育や、青ノリの生産など水産資源の豊富な場所となっている。

そこで、汽水域独特の生態系が必要としている必須微量金属の動向を知るために、2007年10月から2010年2月まで調査を行ったので報告する。

#### 2. 調査方法

##### 2.1 調査地点

調査地点は図1のとおりで、仁淀川河口の汽水域5地点（地点5は2008年7月から追加）である。

地点1：仁淀川河口大橋（海岸線に架かる橋）より約200m上流の流心

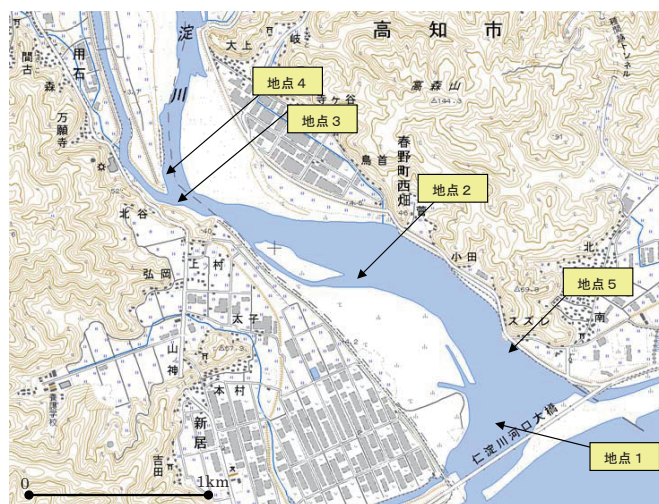


図-1 仁淀川河口域の調査地点  
この地図は国土地理院2万5千分の1の地図を基に作成した

- 地点2：中州下流の右岸側  
仁淀川河口大橋より約1500m上流
- 地点3：波介川合流点下流  
仁淀川河口大橋より約2600m上流
- 地点4：波介川合流点上流  
仁淀川河口大橋より約2700m上流
- 地点5：深さ約6mあり魚の豊富な地点

\* 現高知県医療薬務課

## 2. 2 調査時期

2007年10月から2010年2月まで毎月1回採水し調査した。なお、2007年12月から2008年3月までは、月2回採水し調査した。

## 2. 3 採水方法

2007年10月から2009年4月までは、上層（公共用水域採水法による表層と同じ）のみを採水し、2009年5月から2010年2月まで上層及び底層（底から約30cm上）の採水を行った。

## 2. 4 調査項目

水温、pH、濁度、全有機炭素（TOC）、EC、金属類（Fe、Ni、Sr、Bなど14項目）

## 2. 5 調査方法

水温、pH、ECは現場で、TOCは持ち帰り後直ちに測定した。金属測定については、1%硝酸酸性にし保存後、ICP質量分析法にて測定した。日本工業規格K0102に定める方法でICP質量分析法が規定されていない金属についても、一律ICP質量分析法で行った。また、塩分濃度の高いと考えられる検体は希釈して測定した。

## 2. 6 分析機器

使用した主な分析機器はつぎのとおり。

TOC：全有機炭素測定器 島津-TOCVCPH

重金属類：ICP質量分析装置 Agilent7500ce

## 3. 調査結果及び考察

### 3. 1 水温

水温の経時変化について、図2に示す。調査期間を通し、全測定地点で同様の挙動を示している。

一方、夏場の水温は年度での違いがみられた。2008年では、8月の波介川合流点下流で29.1℃の最高水温を示し、7、8、9月の各地点で約25℃を、その前後の月では20℃以下と言う急激な温度変化がみられた。一方、2009年については25℃を超える地点はなく、6から9月にかけて約23℃を示し、その前後も緩やかな温度変化がみられた。

最低水温については、いずれの年も1、2月頃10℃以下を示し、年度による大きな変化はなかった。

また、2009年5月から2010年2月の間の底層と上層の温度差を図3に示す。多くの場合、底層が上層より高温となっており、特に2009年8月以降その差が大きくなっている。これは、増水により

河口が大きく開いた時期と一致しており、海水の流入による影響と考えられる。（以下「2009年8月以降」を「開放期」という。）

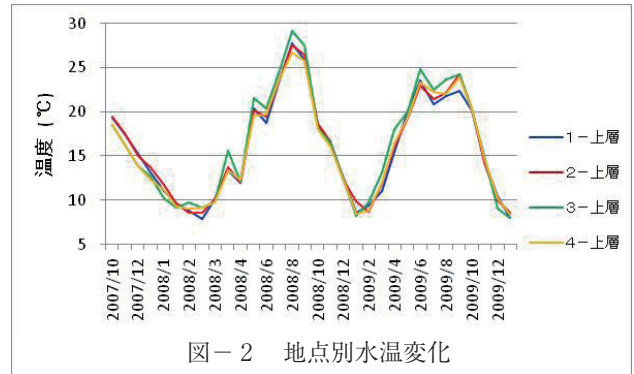


図-2 地点別水温変化

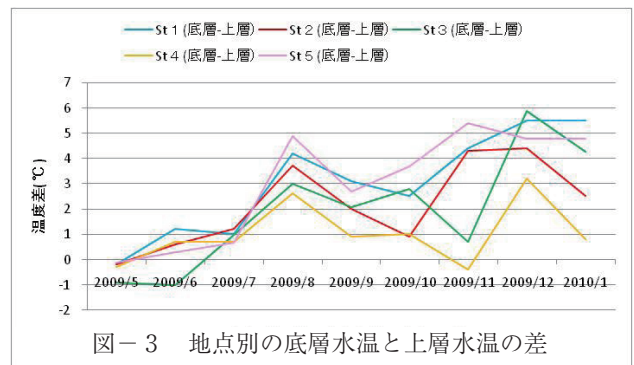


図-3 地点別の底層水温と上層水温の差

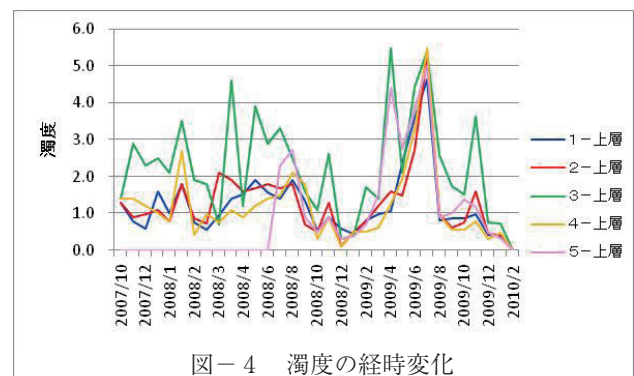


図-4 濁度の経時変化

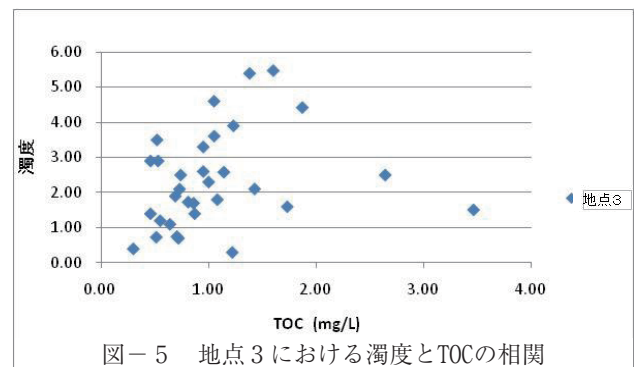


図-5 地点3における濁度とTOCの相関

### 3. 2 濁度

濁度の変化を図4に示す。

地点3の濁度が大きく変動しているが、各地点間の濁度の相関(表1)によれば、下流地点の濁度はどちらかと言えば地点4の仁淀川本川の影響を受けており、地点3の影響は少ない。他の地点では、濁度はおおむね2度以下の値を示した。ただし、2009年6、7月の調査日は前日が大雨のため、各地点で高い値を示していた。また、地点3の濁度とTOCには相関がなく、無機物による濁りが主であると考えられた。(図5)

表-1 各地点間の濁度の相関

	1-上層	2-上層	3-上層	4-上層
1-上層	1			
2-上層	0.889	1		
3-上層	0.634	0.699	1	
4-上層	0.920	0.875	0.656	1

### 3. 3 TOC (全有機炭素)

TOCの変化を図6に示す。2008年8月と2009年10月の地点3で2.64および、3.46mg/Lの値を示したが、その他は全地点で2.0mg/L以下の値であった。有機物についても、波介川から(地点3)の濃度が高いが、他の地点との相関はほとんどなく(表2)、上流からの河川水に希釈され、下流への影響は及んでいないと考えられた。

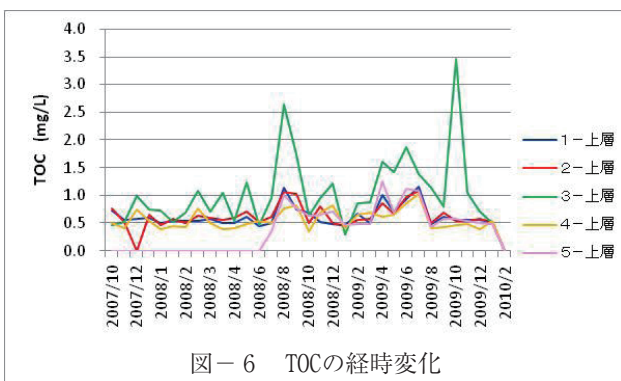


図-6 TOCの経時変化

表-2 各地点間のTOCの相関

	1-上層	2-上層	3-上層	4-上層
1-上層	1			
2-上層	0.861	1		
3-上層	0.494	0.483	1	
4-上層	0.605	0.725	0.398	1

欠測のあった場合は、その回のデータすべてを除いて計算した。

### 3. 4 金属等

主な金属類及びECの推移について図7~図12に示す。

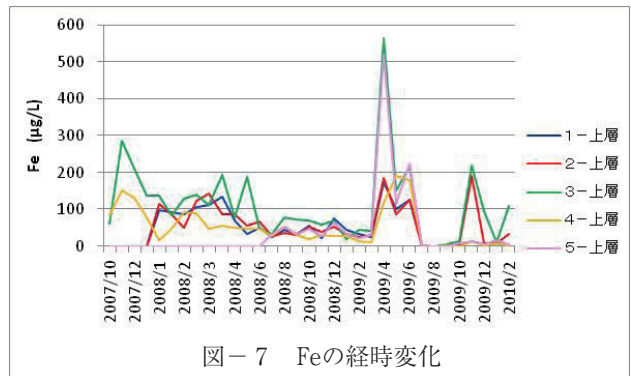


図-7 Feの経時変化

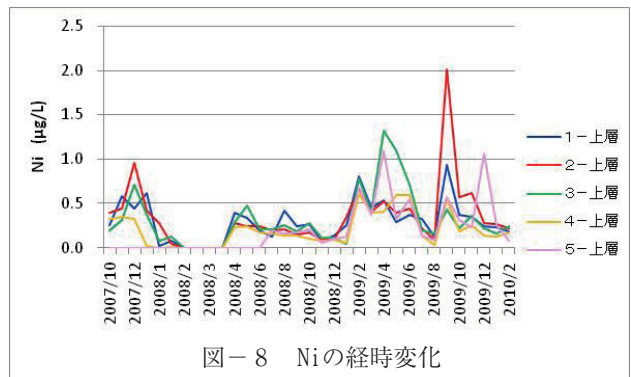


図-8 Niの経時変化

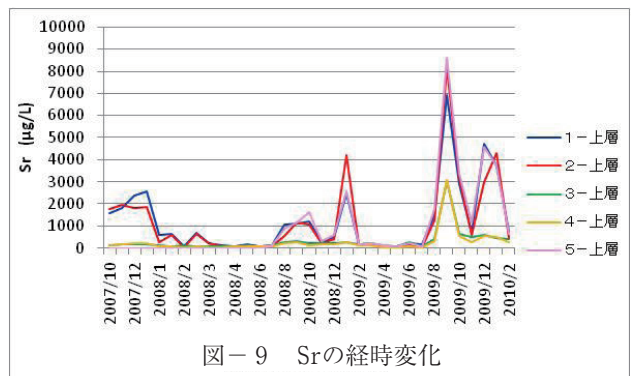


図-9 Srの経時変化

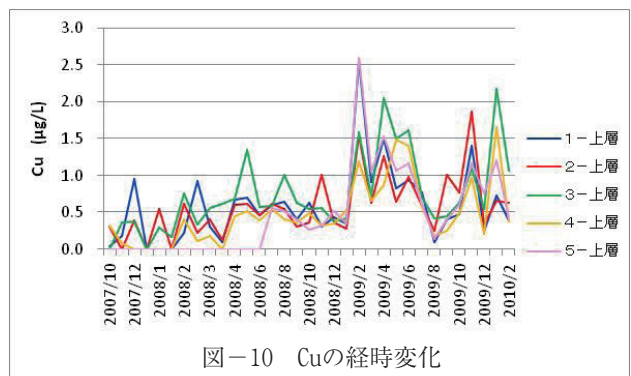


図-10 Cuの経時変化

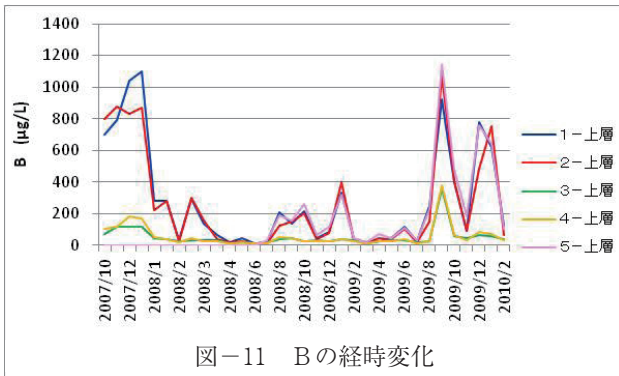


図-11 Bの経時変化

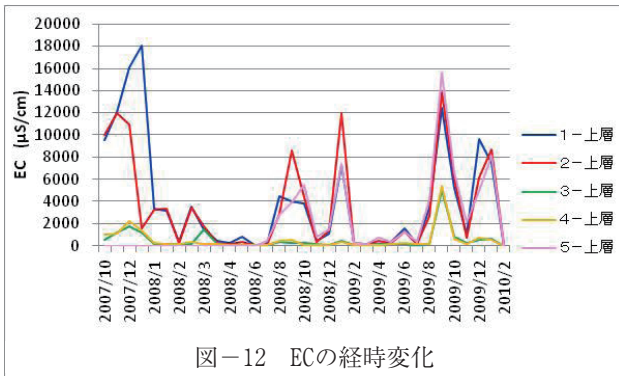


図-12 ECの経時変化

### 3. 4. 1 海水関連金属等

Sr（ストロンチウム）、B（ホウ素）及びEC（電気伝導度）は、比較的上流の地点3においても互いに大変高い相関を示している（表3）。また、河口部が大きく開いた開放期に高い値を示している（図13）。これらの項目は海水中の値が高いことが知られており、海水の流入に影響を受けているものと考えられる。

表-3 地点3におけるSr, B, ECの相関

	Sr	B	EC
Sr	1		
B	0.882	1	
EC	0.862	0.956	1

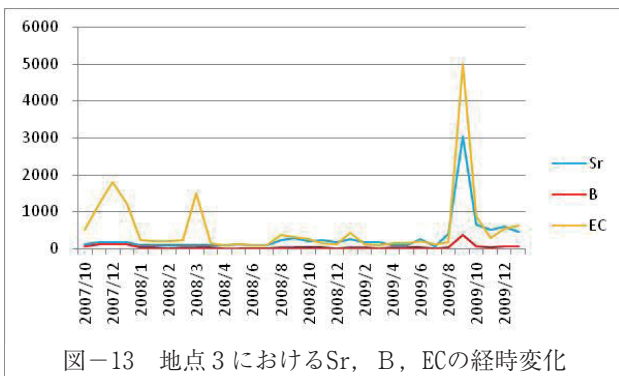


図-13 地点3におけるSr, B, ECの経時変化

海水の流入がこれらの金属等の濃度にどのような影響しているかについて、BとSrの存在比（B/Sr）を基に検討してみた。

地点1におけるBとSrの分布と相関を図14に示す。

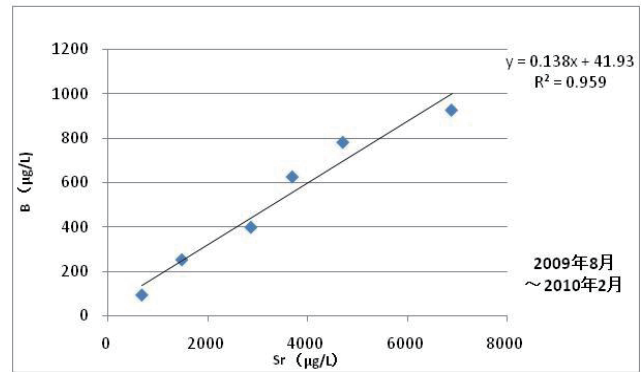
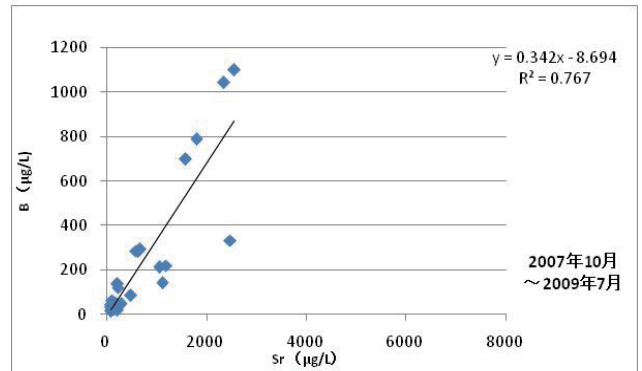
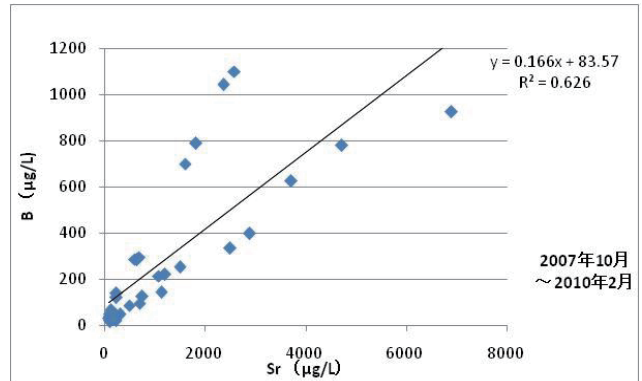


図-14 地点1におけるBとSrの分布と相関

全期間における寄与率は0.626であるが、分布図からは2本の系列が混在しているように見える。開放期の図から、全期間の図の傾きの小さい系列は、開放期のものであることが分かる。また、この期間の寄与率は0.959と大変高い値を示している。

2009年7月以前の分布には何点か開放期の系列と同様な比率を示すものがあり、これらを除いたものが海水の影響を受けていない場合のサンプル

と考えられる。

海水の影響で高濃度となったと考えられる開放期のB/Srは、図14より、約0.14であるが、土佐湾の海水中のB/Srは約0.58であり<sup>5)</sup>、大きく異なる。

この河口域のB/Srが海水に比べて低い状況は、河口域においてBの濃度低下又はSrの濃度上昇のいずれかが生じたことを意味するが、図14のとおりSrの濃度は大きく上昇しているが、それに比べBの濃度の上昇は少ない。

Sr濃度の上昇要因の一つに底質の巻き上げが考えられる。地殻上部のB/Srは約0.04であり、存在比の低下も説明できるが、現地周辺の底質のSr濃度（約120mg/kg）<sup>6)</sup>を前提にすると、単純な巻き上げでは、検水は泥水の状態でなければならなくなり、実態と異なる。

このようなことから、河口域では、海水の流入、海水と河川水の単純混合、底質の巻き上げだけでは説明のつかない作用（成分ごとに異なる沈殿、コロイド化、再溶出等）が関与している可能性が考えられた。

今後は、今回測定できなかった溶存態の金属やその結合状態を調査し、濃度変化の原因を検討したい。

また、その他の金属類に関しても、2009年8月の大雨の影響により、海との境の河口が大きく開き、海水の出入が容易になって以来、濃度の変動が大きくなっている。

これらに関しても海水の影響のみでは説明が難しいものがあり、今後の検討課題である。

### 3. 4. 2 Fe

生態系の必須金属と言われているFeについて、日本工業規格の方法ではないが、他の金属類と併せてICP質量分析法で分析を行った（図15）。

その結果、上流からのFeの供給は比較的少なく、波介川（地点3）からの影響が下流の地点でも確認できた。

河口域では支川からのFe供給が大きなウエイトを占めているが、それも減少傾向にあり、鉄供給における課題は上流のみではなく、下流の支川の対策も必要となってきている。

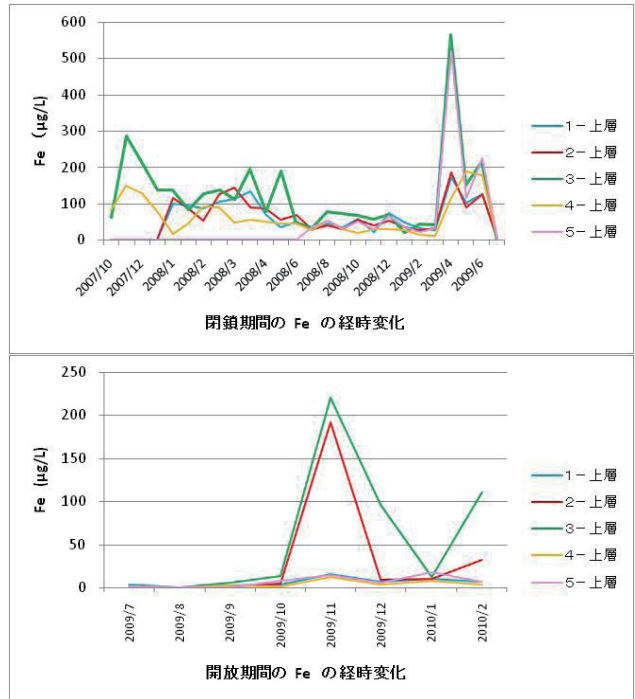


図-15 河口閉鎖期及び開放期における地点別Fe濃度

### 3. 4. 3 上層と底層の差

2009年5月から2010年2月に行った上層と底層との比較結果を図16に示す。

開放期には海水中に多く含まれるBやSrが底層に多いことから、3.1で述べた水温の考察と併せて、上流から流下する河川水の下層を海水が流入していることが確認された。

Feは、図15のとおり、開放期に濃度が低下しているが、地点1における上層と底層の比較では表層より底層に多く存在している。生態系の消費も考えられるが、ほとんどは沈降していると考えられる。

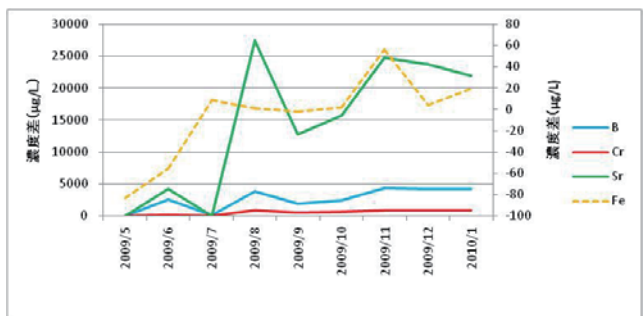


図-16 地点1における底層と上層の温度差（低層-上層）

#### 4. おわりに

仁淀川河口域における調査を行ったところ、次のような知見を得た。

水温については、年によって季節変動に差がみられた。2008年度には夏季の表層水温の急激な上昇が見られ、生態系に影響していることも考えられる。

期間中に河口部の閉鎖状況に大きな変化があり、その前後で金属類を始めとする測定項目で大きな変化が見られた。解析の結果、海水の河川への流入状況が、金属等の輸送に大きく影響していることが分かった。

BやSrなど一部の金属はその動態に不明な点が多く、今後の検討課題である。

波介川からのFeの供給が確認されたが、その量には減少傾向が見られる。

また、上流からの鉄等微量金属等の供給は少なく、河口域への金属等の供給は下流部の支川からの影響が大きいことが分かった。そのため、河口部及び沿岸部への必須金属の供給には、上流域の整備と共に下流部の支川の整備も重要と考えられ

る。また、河口域では、海水流入も多く見られるため、河川流量の確保も必要になってくる。

#### 謝 辞

今回の調査にあたり、ご協力いただいた水産試験場及び仁淀川漁業協同組合、また分析データをご提供いただいた海洋深層水研究所の皆様に感謝いたします。

#### 文献等

- 1) 西岡純：北太平洋における鉄の存在状態と鉄が生物生産におよぼす影響に関する研究，2006
- 2) 宗林由樹：海水中微量金属と生物生産，2007
- 3) 桑尾房子：波介川流域における水田農業の河川流出状況（H19-20年），高知県環境研究センター所報，25，37-48，2008
- 4) 一級河川の河川延長等調：国土交通省
- 5) 海洋深層水研究所分析データより算出
- 6) 日本の地球化学図：産業総合研究所地質調査総合センター