

## 集水域環境を異にする大川，七北田川の水質変化(投稿論文，研究報告)

著者	国井 大輔，三枝 正彦，伊藤 豊彰，鈴木 和美
雑誌名	複合生態フィールド教育研究センター報告 = Bulletin of Integrated Field Science Center
巻	20
ページ	1-4
発行年	2004-12-27
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/30888">http://hdl.handle.net/10097/30888</a>

# 集水域環境を異にする大川，七北田川の水質変化

国井 大輔<sup>1</sup>・三枝 正彦<sup>1</sup>・伊藤 豊彰<sup>1</sup>・鈴木 和美<sup>2</sup>

Change of water quality in Ohkawa River and Nanakitagawa River with reference to their watershed environment

Daisuke KUNII, Masahiko SAIGUSA, Toyoaki ITO and Kazumi SUZUKI

キーワード：河川，ケイ素，水質変化，集水域環境，栄養塩，鉄

## 緒言

森が海の生産性に大きな影響を及ぼしているといわれており<sup>1)</sup>，近年それに関する報告が多数なされている<sup>1)~6)</sup>。特に注目されているのが鉄についてである。鉄は酸化条件下では三価の状態であり，溶解度が非常に低く，海水中ではさらに低くなる。そのために海水中では植物プランクトンにとって可給態の鉄が極微量である。それゆえ森林から流出する可給態のフルボ酸鉄は，植物プランクトンにとって極めて重要である<sup>1) 6)</sup>。また，本報告において調査した大川の源流域では，海のパロ生産性を高めるために豊かな森を作ろうという植林活動が展開されている<sup>7) 8)</sup>。

海洋では，植物プランクトンや海藻などの植物体を構成し，それらの増殖の制限因子となっているもののうち，ケイ素・リン・窒素の無機塩類を総称して栄養塩という<sup>9)</sup>。とくに，ケイ素は海の第一次生産者である珪藻にとって必須元素である。海の栄養塩はそのバランスが重要であり，窒素とリンが多くてもケイ素が十分量存在すれば珪藻類が卓越する。しかし，ケイ素が不足し窒素とリンが過剰になると赤潮を引き起こす鞭毛藻類が卓越することが知られている<sup>9) 10)</sup>。このように，河川から供給されるケイ素は海のパロ生産性にとって重要な役割を果たす。集水域の地質が火山岩である河川はケイ酸塩濃度が高いことが知られている<sup>12)</sup>。さらに河川は農地や都市からの排水も集水し海へ流出している。それゆえ，森が海に及ぼす影響を検討するうえではその集水域環境を考慮する必要がある。

そこで，本研究では森が海に及ぼす影響の一端を明らかにするため集水域環境の異なる大川，七北田川の水質を調査した。

## 材料と方法

### 1. 調査地の概要

調査地の概要は，地形図（国土地理院 5 万分の 1），土壌図（国土交通省 土壌図），表層地質図（国土交通省 表層地質図）をもとに作成した土地利用図，土壌図，表層地

質図を用いて示した。

図 1 に大川集水域の土地利用図を，図 2 に大川上流域の表層地質図と土壌図を示した。大川は岩手県南部の室根村にある砥石山から，宮城県北部の気仙沼湾に注ぐ本流約 25km の二級河川である。採水地点は大川本流の o-1 ~ o-6 と，大川の支流で室根山を集水域に含む田茂木川上流部 m-1, m-2, 大川上流部にある支流 y-1 の合計 9 ヶ所である。集水域の多くには森林が分布しており，河川周辺は主に水田，畑に利用されている。下流域では気仙沼市内を経て，気仙沼湾に注いでいる。また，室根山には室根山高原牧場が広がっている。大川上流域の表層地質は深成岩に属する花崗岩が主体である。大川集水域の上流域にある矢越山と砥石山の土壌は淡色黒ボク土が主体である。

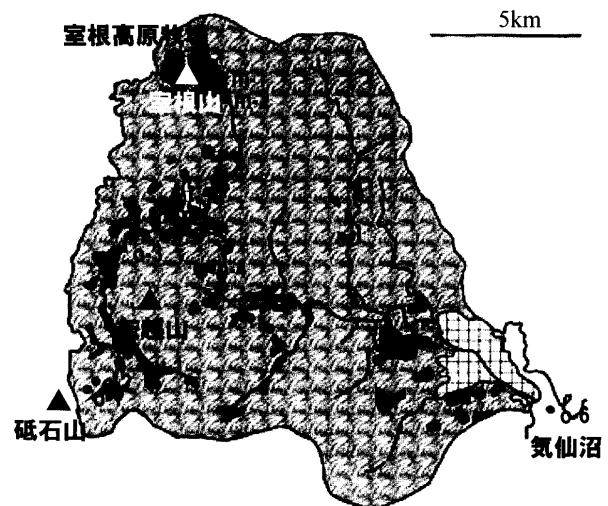


図 1 大川集水域の土地利用



<sup>1</sup> 東北大学大学院農学研究科植物栽培環境科学分野

<sup>2</sup> 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター

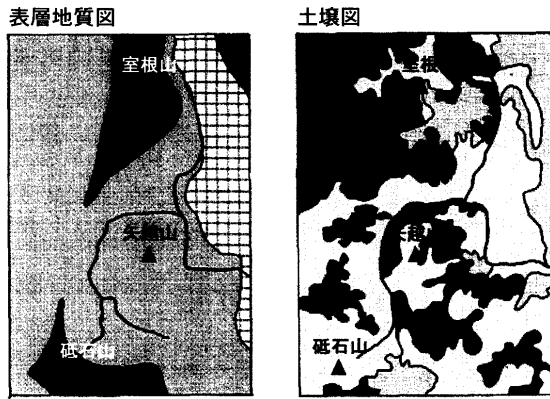


図 2 大川上流域の表層地質と土壌の分布



図 3 には七北田川集水域の土地利用図、図 4 に七北田川上流域の表層地質図と土壌図を示した。七北田川は宮城県仙台市の泉ヶ岳周辺を水源とし、仙台湾に注ぐ本流約 40km の二級河川である。採水地点は n-1 ~ n-7 の 7ヶ所である。上流から中流域までは主に森林が分布しており、中流から下流域までは大都市である仙台市の市街地が広がっている。上流域の表層地質は火山岩である安山岩と玄武岩、火山噴出物が凝固した凝灰角礫岩である。土壌は黒ボク土、淡色黒ボク土、褐色森林土、ポトゾルであるが、いずれの母材も火山灰に由来するものである。

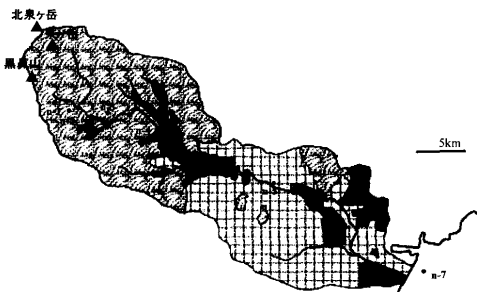


図 3 七北田川集水域の土地利用図

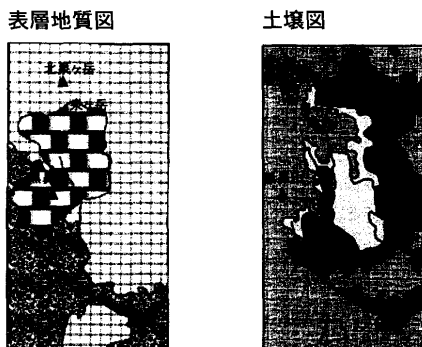
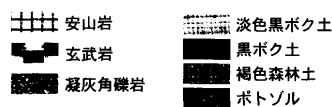


図 4 七北田川上流域の表層地質と土壌の分布



## 2. 調査項目と調査法

一般的な水質として pH, EC, ケイ素, アンモニア態窒素, 硝酸態窒素, リン, 鉄, マグネシウム, カルシウム, カリウム, ナトリウム, 塩素, 硫酸を測定したが, 今回は海の栄養塩であるケイ素, アンモニア態窒素, 硝酸態窒素, リン, そして海と森をつなぐ物質として注目されている鉄について報告する。ケイ素, アンモニア態窒素, 硝酸態窒素, リンは溶存態を, 鉄は酸可溶性鉄を測定した。

河川水は各採水地点でポリビンに直接採水した。ポリビンは 1L と 250ml のものを用いた。1L ポリビンは採水後直ちにクーラーボックスで保存し, 採水当日中に孔径  $0.45 \mu\text{m}$  のフィルターで吸引ろ過し, ろ液を冷蔵保存した。ろ液はケイ素, アンモニア態窒素, 硝酸態窒素, リンの測定に用いた。250ml ポリビンは, 金属イオンの沈殿を防止するために, 採水後すぐに 10% となるように濃硝酸を加え, 冷蔵保存し鉄の測定に用いた。

ケイ素はモリブデン青法, アンモニア態窒素はインドフェノール青法, 硝酸態窒素はイオンクロマトグラフ法, リンはモリブデン青法, 鉄は 1, 10-フェナントロリン法にて測定した<sup>13)</sup>。また, アンモニア態窒素については採水当日, リンについては採水翌日に測定を行い, その他の元素については採水日からおよそ 1 週間以内に測定を行った。また採水は 2003 年 6 月から 2004 年 1 月に行った。

## 結果と考察

### 1) 水源からの距離および季節的な変動

水源からの距離および季節的な変動を図 5 に示した。ここでは便宜的に河川本流の水源付近にある砥石山および、泉ヶ岳の山頂を原点とした。横軸は各河川の試料採取地点の水源からの距離, 縦軸は各元素の濃度を示している。

ケイ素は各月において距離的, 季節的な変動は少ないが, 上流から下流にかけて減少する傾向にあった。大川のアンモニア態窒素は濃度が低く (平均  $0.02\text{mgL}^{-1}$ ), 距離, 季節ともに変動が見られなかった。七北田川では, 上流部で季節的な変動は示さないが ( $0.00 \sim 0.04\text{mgL}^{-1}$ ), 下流に向かい濃度が上昇し季節的な変動も大きくなった ( $0.06 \sim 1.48\text{mgL}^{-1}$ )。硝酸態窒素は, 大川では距離的な変動が小さく, 6 月以外は大きな差は見られなかった。これに対して, 七北田川は上流域で低濃度 ( $0.07 \sim 0.29\text{mgL}^{-1}$ ) であったが, 下流に向かい濃度が上昇し変動も大きくなった ( $0.15 \sim 1.14\text{mgL}^{-1}$ )。リンは距離的な変動に一定の傾向は見られないが, 季節により著しい変動を示し, 大川, 七北田川ともに 6 月, 7 月の濃度がその他の月に比べると高い傾向にあった。酸可溶性鉄の濃度は両河川で傾向が異なり, 著しく距離的, 季節的な変動が大きかった。

河川中の濃度の変動が大きいことは, その河川が外部から何らかの負荷を受けていると考えられる。その影響としては天候, 農地からの排水, 生活排水, 工場排水, 河川工

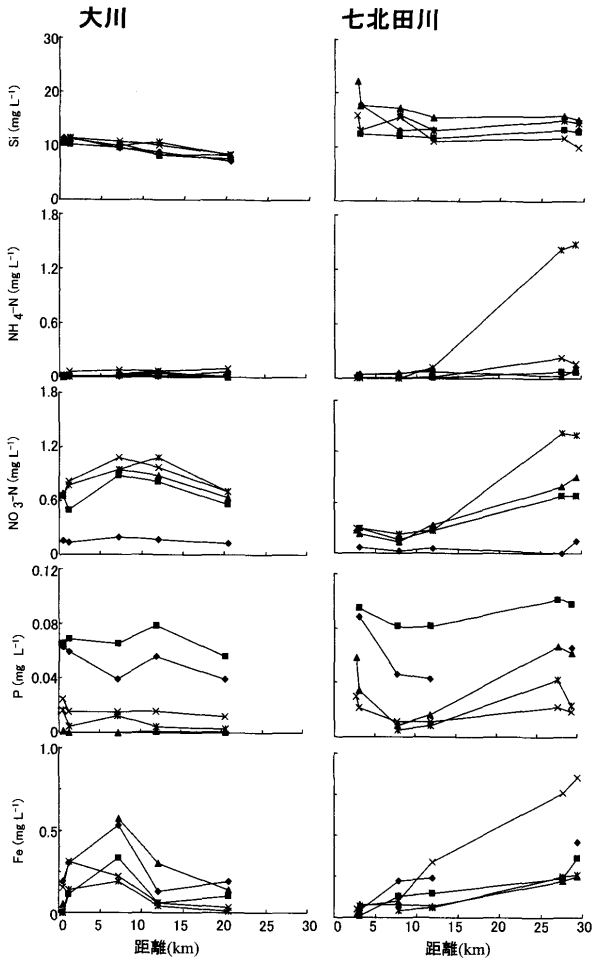
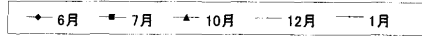


図5 水源からの距離および季節的な変動



事などが考えられる。今回のサンプリングにおいて雨天の日もあったが、それらの降雨、降雪量は極めて少ないものであった(0~13mlday<sup>-1</sup>)。それゆえ、支流の流入による影響を無視するならば、今回の距離的、季節的な濃度変動の多くは人為的な土地利用の影響によるものと考えられる。

2) 水源域と河口域地点の栄養塩の濃度

人為の影響を受けていない上流の自然環境の影響を検討するために、水源にもっとも近い地点(o-1, n-2)の栄養塩濃度を図6に示した。

ケイ素は大川で平均10mgL<sup>-1</sup>であるのに対して、七北田川は平均15mgL<sup>-1</sup>であった。七北田川上流域の地質は火山岩や火山放出物に由来する岩石であり、土壌も火山灰の影響が強い。これに対して、大川上流域の地質は深成岩が主体である。火山の影響を強く受けている河川ではケイ素の濃度が高くなるのが知られており<sup>12)</sup>、七北田川で相対的にケイ酸濃度が大川より高くなったものと思われる。

両河川とも、アンモニア態窒素濃度は0.00~0.04mgL<sup>-1</sup>と少ない値であった。硝酸態窒素濃度は七北田川(平均0.22mgL<sup>-1</sup>)よりも大川(平均0.56mgL<sup>-1</sup>)の方が高い濃度

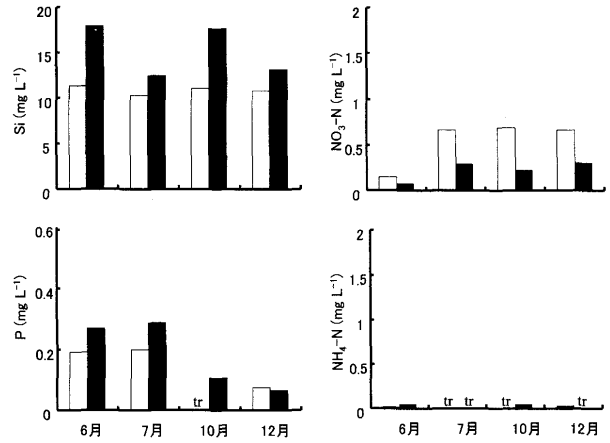
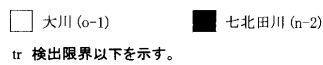


図6 水源域の地点の栄養塩の濃度



であった。またリン濃度は、季節的変動が大きい(0.00~0.09mgL<sup>-1</sup>)が、両河川とも6,7月より10,12月で少なかった。

次に海への影響が大きい河口に最も近い地点(o-5, n-6)の栄養塩の濃度を図7に示した。

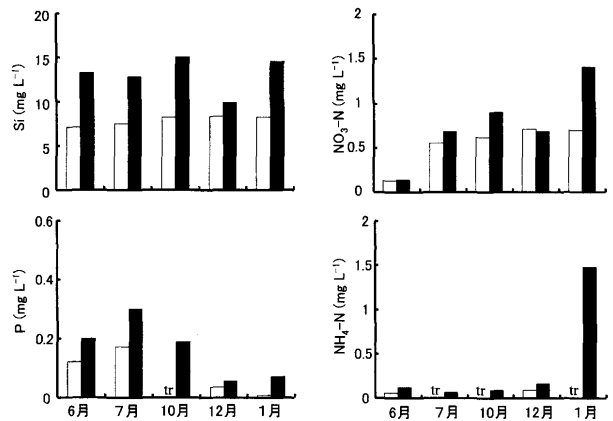


図7 最も河口に近い地点の栄養塩の濃度



ケイ素は上流と同様に大川(平均7.0mgL<sup>-1</sup>)よりも七北田川(平均13.1mgL<sup>-1</sup>)で濃度が高かった。硝酸態窒素は水源域とは反対に大川(平均0.54mgL<sup>-1</sup>)よりも七北田川(平均0.77mgL<sup>-1</sup>)が高い濃度であった。また、上流域では一定の傾向が見られなかったアンモニア態窒素濃度と、リン濃度は、いずれの月も大川よりも七北田川で高い濃度であった。

ケイ素濃度は上流と下流で同じ傾向を示したが、水源域よりも河口付近のほうで低下した。これは流域中で起こる小河川水や排水の流入による希釈効果や珪藻などによるケイ素の消費が考えられる。また、上流と下流で同じ傾向を

示すことから、ケイ素は上流環境の影響をより強く受けているといえる。その他の元素については、水源域に比べて河口付近での濃度が大きく上昇しており、河川中下流域の土地利用の影響をより強く受けている。またその濃度上昇の割合は七北田川のほうが大きく、中流域に広がる大都市（仙台市）の影響を強く受けていることが指摘される。

### 3) 水源域と河口域における酸可溶性鉄濃度。

近年森が海に及ぼす影響のひとつの要因として注目されている鉄について、酸可溶性の鉄から検討した。水源域と河口に最も近い地点（それぞれ  $n=1$ ,  $n=2$ ;  $n=5$ ,  $n=6$ ）の酸可溶性鉄の濃度を図 8 に示した。

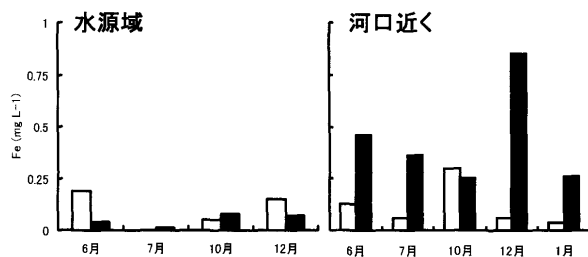


図 8 水源域地点と最も河口に近い地点の全鉄濃度

□ 大川( $n=1, n=5$ )    ■ 七北田川( $n=2, n=6$ )

水源近くにおいては、酸可溶性鉄は大川で平均  $0.08\text{mgL}^{-1}$ 、七北田川で平均  $0.05\text{mgL}^{-1}$  であったが、河口近くではそれぞれ平均  $0.12\text{mgL}^{-1}$ 、 $0.44\text{mgL}^{-1}$  と下流域において増加する傾向が見られた。この増加傾向は大都市を通過する七北田川で顕著であった。また、図 9 に示すように室根山の牧場下の酸可溶性鉄濃度は、上流域であるにもかかわらず  $1.8 \sim 4.5\text{mgL}^{-1}$  と大川本流あるいは七北田川の上流域に比べて  $10 \sim 20$  倍も高濃度であった。この河川の河床には酸化鉄と思われる赤色沈殿物が大量に蓄積していた。牧場からの糞尿に含まれる水溶性有機物が土壌を還元し、土壌中の鉄が  $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$  となり、地下水とともに河川に流れ、その 2 価鉄が河川水中では酸化され河床に酸化鉄が沈殿したと推測される。このことは、アンモニア態窒素濃度がこの河川で著しく高い ( $0.15 \sim 0.44\text{mgL}^{-1}$ ) ことから示唆される (図 9)。

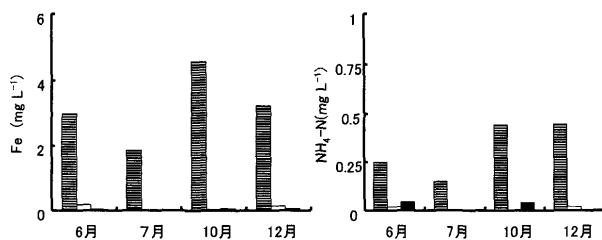


図 9 室根高原牧場付近の河川の全鉄と  $\text{NH}_4\text{-N}$

■ 大川(室根高原牧場;  $m=1$ )    □ 大川( $n=1$ )    ■ 七北田川( $n=2$ )

以上のように、酸可溶性鉄は仙台市を通過する七北田川で濃度が著しく上昇し、大川では牧場の影響で濃度が上昇したと考えられた。このため、酸可溶性鉄は水源域の環境よりも流域の土地利用の影響が大きいものと考えられる。森と海の関係における鉄の役割については酸可溶性鉄からは不明であり、今後はフルボ酸鉄について検討する予定である。

### 要約

本研究では集水域環境を異にする大川および七北田川の水質について 2003 年 6 月から 2004 年 1 月に調査した。

水源域の水質は火山の影響の大きい七北田川でケイ素濃度が高かったが、硝酸態窒素濃度は大川で高かった。アンモニア態窒素、リン、鉄の濃度は季節的変動が大きく両河川で大きな差は見られなかった。ケイ素濃度は上流から下流にかけて減少する傾向であったが、その他の栄養塩については逆に増加する傾向があった。河口に近い地点ではすべての元素が七北田川で高かった。これは七北田川が大都市、仙台市を通過するためと考えられた。

以上より、ケイ素は水源域の環境から強く影響を受けるのに対し、その他のアンモニア態窒素、硝酸態窒素、リン、酸可溶性鉄は中～下流域の土地利用の影響をより多く受けるものと考えられた。

### 参考文献

- 1) 松永勝彦 (1993) 森が消えれば海も死ぬ—陸と海を結ぶ生態学—ブルーバックス。
- 2) 松永勝彦 (2002) 日本海学会誌, 56 : 425-431.
- 3) 松永勝彦 (2003) 水環境学会誌, 26 (10) : 2-8.
- 4) Matsunaga K., K. Igarashi and S. Fukase (1982) Jap. J. Limnol. 43 (3) : 182-188.
- 5) Matsunaga K., G. Nigi, Y. Suzuki, H. Yasui and G. Deen (1998) 日本海学会誌, 52 (5) : 315-318.
- 6) Matsunaga K., J. Nishioka, K. Kuma, K. Toma and Y. Suzuki (1998) Wat. Res. 32 (11) : 3436-3442.
- 7) 畠山重篤 (2003) 水環境学会誌, 26 (10) : 18-21.
- 8) 畠山重篤 (1994) 森は海の恋人 北斗出版。
- 9) 海洋辞典 (1987) 東京堂出版。
- 10) 原島省 (2003) 水環境学会誌, 26 (10) : 9-13.
- 11) Tsunogai S. and Y. Watanabe (1983) J. Oceanogr. Soc. Jap., 39 : 213-239.
- 12) 小林純 (1961) 農学研究, 48 : 63-106.
- 13) 水の分析 第 4 版 (1994) 科学同人。