

東讃・中讃地域における河川水中の溶存態ケイ素濃度 実態調査について

Survey of Dissolved Silicate Concentration in the River Water in the Tosan and Tyusan Area

香西 敬子 植田 晶子 松野 宏治* 土取 みゆき** 堤 響子
Keiko KOZAI Akiko UEDA Koji MATSUNO Miyuki TSUCHITORI Kyoko TSUTSUMI

要 旨

平成23年度から25年度にかけて香川県内の東讃地域7河川12地点、中讃地域7河川16地点の溶存態ケイ素濃度について調査した。3か年の調査結果の平均値は6.2 mg/Lで、年間の変動は、春から上昇し、夏から秋まで高く、冬から春に低下する傾向だった。溶存態ケイ素濃度と河川流域の地質との関係では、調査河川中で最も高濃度であった青海川は、上流域に新第三紀火山岩類が分布していることが影響していると示唆された。津田川と鴨部川で、溶存態ケイ素濃度の相関が他項目に比べて特に高かったのは、上流域の地質が同じ領家花崗岩類であることに加え、流域からの人為的影響が極めて少なかったことによるものと推察された。

キーワード：溶存態ケイ素 河川水 地質 火山岩

I はじめに

ケイ素は地殻の主要成分で、酸素に次いで多い元素であり、岩石中では主にSiO₂として存在している。珪藻類は、ケイ酸質の殻を有するためケイ素を必須とする藻類で、重要な一次生産者として、淡水から海水まで広く分布する¹⁾。珪藻にとってケイ素は窒素やリンと同様に重要な栄養素である。

河川経由で海に補給されるケイ素の量は、自然流域の地質や岩石の種類、水との接触時間、気候など様々な要因に依存するが¹⁾、近年、河川における停滞水域の増加など種々の要因で、海域へ流入するケイ素の比率が減少し、植物プランクトンの構成に影響しているといわれている²⁾。

一方、瀬戸内海をはじめとする内湾海域では、低水温期に大型珪藻の大量発生による栄養塩の大量消費が問題となっている³⁾。

ケイ素の河川水中への供給はそのほとんどが化学的風化によるものであり⁴⁾、人為的な発生源からの影響はあるものの⁵⁾、その影響は自然由来に比べて少ないと考えられている¹⁾。

このような中で、海洋では栄養塩であるケイ素の調査はされているが、河川においては水質監視の対象ではないため、一部の研究を除いては溶存態ケイ素のデータは少ない。このことから、香川県内の河川の現状を把握するために、東讃・中讃地域における河川水の溶存態ケイ素の実態調査を実施したので報告する。

* 農政水産部農業試験場

** 香川県立中央病院

II 方法

1 分析項目及び方法

溶存態ケイ素は、採水試料を0.45μmメンブランフィルターでろ過し、ろ液をICP発光分光分析法で測定した。あわせて、硝酸態窒素および亜硝酸態窒素、リン酸態リンについて、ろ液をオートアナライザーによる流れ分析法で測定した。

2 調査地点および調査期間

香川県内の東讃地域7河川12地点(うち環境基準点、7地点、補足地点5地点)、中讃地域7河川16地点(うち環境基準点8地点、補足地点8地点)について調査した。調査地点を図1に示す。

調査期間は2011年4月6日～2014年3月6日で、環境基準点は毎月、補足地点は隔月(偶数月)に採水し、分析を行った。

III 結果および考察

1 各地点の溶存態ケイ素濃度

東讃地域と中讃地域の14河川28地点の調査結果を表1に示す。

河川水中の溶存態ケイ素濃度は、最小値0.9mg/L、最大値13.6mg/Lで、3か年の全平均値が6.2mg/Lだった。地点ごとの平均値で最も高かったのが青海川青海橋で11.1mg/L、低かったのが西汐入川塩屋橋で3.9mg/Lだった。

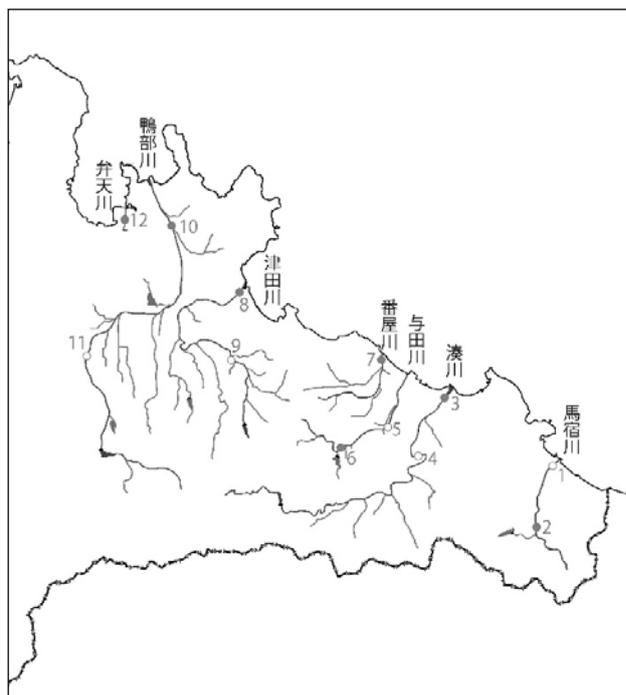
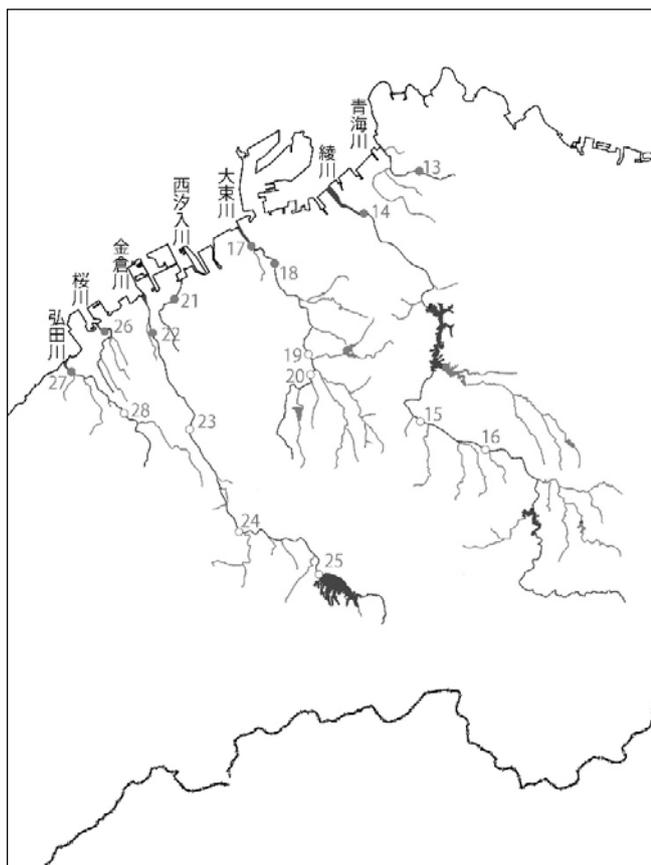


図1 調査地点(中讃地域・東讃地域)

表1 採水地点と溶存態ケイ素濃度 (mg/L)

	採水地点	平均値 mg/L	標準偏差 mg/L	最大値 mg/L	最小値 mg/L
東 讃 地 域	1 馬宿川 河口潮止上	6.3	0.9	7.8	4.6
	2 川測橋 *	7.3	1.3	9.4	3.6
	3 湊川 湊川橋 *	6.5	1.2	9.1	4.6
	4 藤井橋	6.3	1.3	8.5	4.4
	5 与田川 中央橋	7.8	1.3	10.2	5.7
	6 三本松橋下 *	7.5	1.4	10.1	4.4
	7 番屋川 番屋川大橋 *	6.5	1.8	10.7	2.7
	8 津田川 河口潮止上 *	5.6	1.8	8.9	2.4
	9 松尾橋	6.9	1.4	8.7	4.3
	10 鴨部川 鴨部川橋 *	5.2	1.6	8.1	1.7
	11 井戸橋	5.0	1.2	7.2	3.1
	12 弁天川 弁天橋 *	8.7	2.6	13.4	3.9
中 讃 地 域	13 青海川 青海橋	11.1	1.8	13.6	6.0
	14 綾川 雲井橋	4.9	1.7	7.3	1.7
	15 下川原水道取水口	6.3	1.4	8.5	3.2
	16 長田橋	6.3	1.5	8.8	3.6
	17 大東川 新町橋 *	5.6	1.3	8.1	1.7
	18 富士見橋 *	5.5	1.7	8.2	0.9
	19 台目川合流点後	6.4	1.2	8.1	4.0
	20 次郎橋	5.2	1.3	7.6	3.0
	21 西汐入川 塩屋橋 *	3.9	1.6	8.9	1.0
	22 金倉川 水門橋 *	4.4	1.3	6.5	1.6
	23 与北橋	5.6	1.3	8.9	3.3
	24 琴平町水道取水口	6.5	1.0	8.1	4.0
	25 満濃池放水口	5.7	0.8	8.3	4.3
	26 桜川 金比羅橋 *	4.9	1.5	7.3	1.1
	27 弘田川 潮止水門上 *	5.6	1.4	7.6	2.0
	28 国道11号線交差点	6.6	1.2	8.3	4.5
	平均値	6.2	1.4	8.8	3.3

*印は環境基準点、それ以外は補足地点

過去に小林(1961)が全国225河川の水質分析を行っており、これはケイ酸濃度を全国的に調査した数少ない報告である⁶⁾。小林の報告と今回の調査結果を比較すると、平均値 6.2mg/L は全国平均 19.0mg-SiO₂/L (8.9mg-Si/L) より低く、四国地方19河川の平均9.8mg-SiO₂/L (4.6mg-Si/L) より高い。県内では綾川 滝宮橋下の 19.1mg-SiO₂/L (8.9mg-Si/L) が報告されており、今回調査した綾川 下川原水道取水口の平均値 6.3 mg/L は、それより低い値となった。

2 溶存態ケイ素濃度の年間の変動

化学的風化作用を支配する重要な因子として、流出量、降水量、気温が重要であると言われていることから⁴⁾、溶存態ケイ素濃度の3年間の変動と月平均気温を図2に、降水量(月合計)を図3に示した。

溶存態ケイ素濃度の年間の変動は、調査した3か年で時期が若干前後するものの、春から上昇し、夏から秋まで高い濃度で推移し、冬から春にかけて低下する傾向であった。気温との関係では、溶存態ケイ素濃度が気温の上昇・下降と少し遅れて同様の動きが見られた。降水量と溶存態ケイ素濃度との関係は、今回の1か月間隔の採水では明確に見いだせなかった。

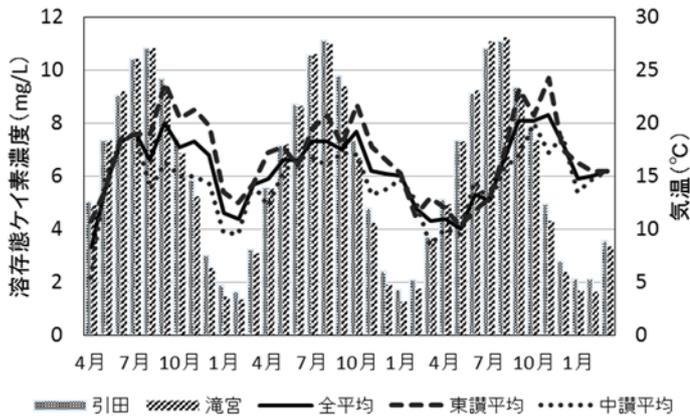


図2 溶存態ケイ素濃度の年間の変動と気温

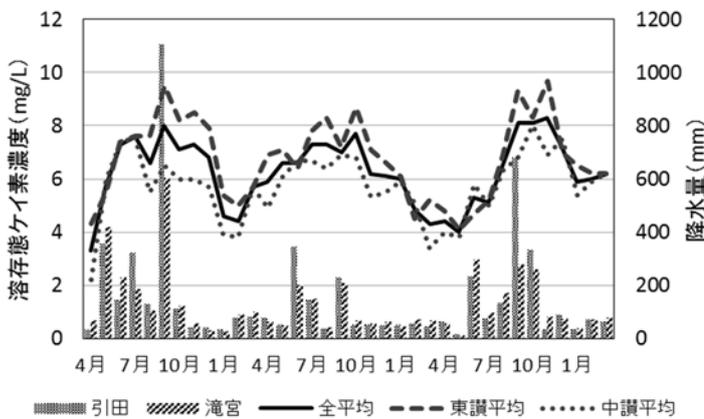


図3 溶存態ケイ素濃度の年間の変動と降水量

3 溶存態ケイ素濃度と河川流域の地質

(1) 河川間の濃度比較

今回の調査河川の中で青海川は常に高濃度で推移した(最大値 13.6mg/L、最小値 6.0mg/L)。(図4)

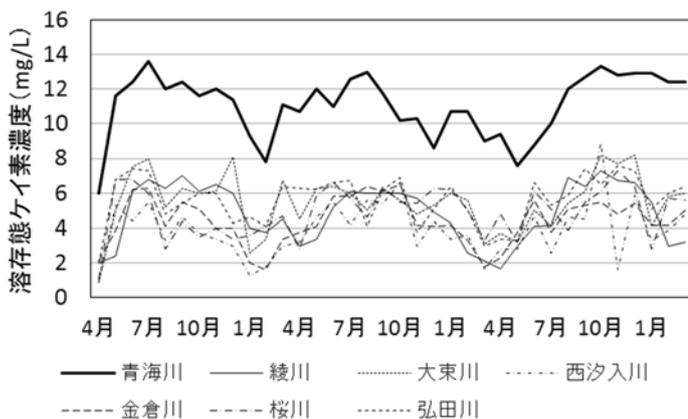


図4 青海川と中讃地域6河川の溶存態ケイ素濃度の推移

溶存態ケイ素濃度の大小は流域からの流出条件に左右されることが多く、流域の地質を構成する岩石あるいは堆積物の種類は中でも特に重要な要因であり¹⁾⁷⁾、地質年代の若い火山系地質を貫流する河川はケイ素濃度が高いとされている⁶⁾⁸⁾。

東讃地域、中讃地域の地質概要を図5に示す^{9)~13)}。

青海川の採水地点から上流域には、県内では比較的地質年代の若い火山系地質である新第三紀火山岩類の讃岐岩(サヌカイト)、讃岐岩石安山岩(サヌカイト類)等が分布しており、本県でも上流域の地質が河川水中の溶存態ケイ素濃度に影響していることが示唆された。

(2) 同一河川での濃度の変動

同一河川で上流から下流で溶存態ケイ素濃度を比較すると、ほとんどが下流のほうが低濃度もしくは同程度の濃度であった。流下過程にダム湖などの停滞水域があると、発生する珪藻類によってケイ素が消費され、溶存態ケイ素濃度が低下すると考えられている^{14) 15)}。今回の調査でも、綾川水系の府中湖を挟んで上流(下川原水道取水口)と下流(雲井橋)の地点を比較すると、報告と同じく下流のほうが溶存態ケイ素濃度が低くなっていた。

一方、大東川の台目川合流点後では、上流と比較して高濃度となったが、この地点のすぐ上流側に火山岩類の分布地帯から流れ込む支流があることから、これが濃度を高めた要因と考えられた。

(3) 2河川間の濃度の相関

今回、鴨部川鴨部川橋と津田川河口潮止口の溶存態ケイ素濃度が調査期間を通じてほぼ同様に推移し、濃度の相関は、 $r=0.93$ と、硝酸体窒素および亜硝酸体窒素の $r=0.64$ やリン酸態リンの $r=0.80$ と比較して特に高かった。(図6)

この2河川は隣接しているため流域の気候条件が大きく変わらなかったと考えられ、また、上流域が同様に領家花崗岩類であり、地質の条件も似通っていること、加えて、溶存態ケイ素に関して流域からの人為的影響がほとんどなかったことが関係していると推測された。

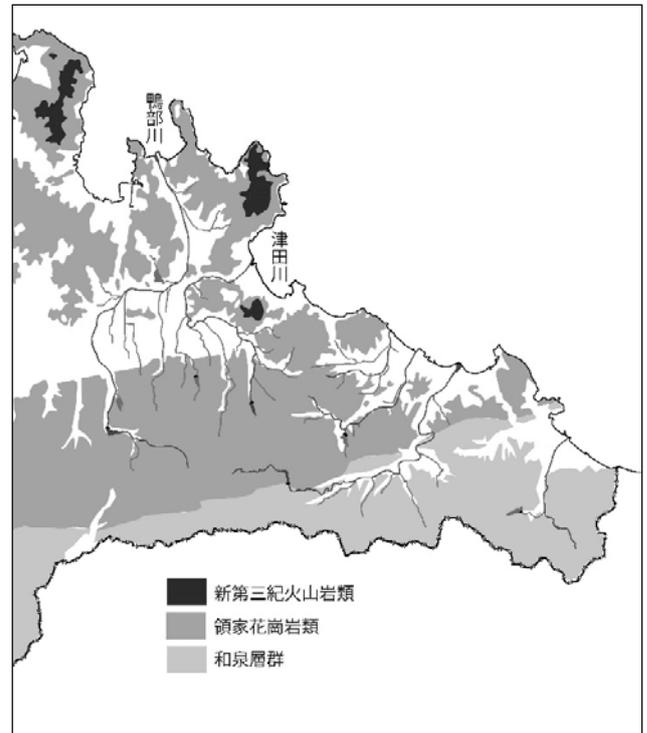
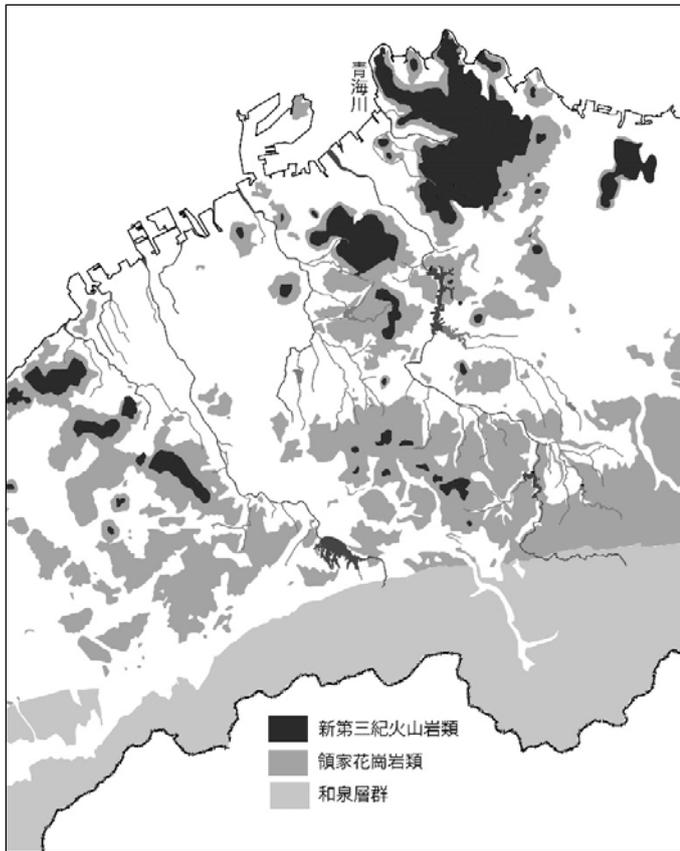


図5 地質概要(中讃地域・東讃地域)

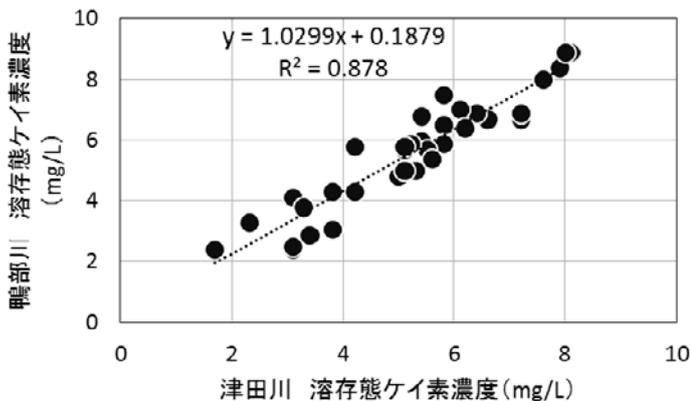


図6 鴨部川と津田川の溶存態ケイ素濃度の相関

IV まとめ

平成23～25年度に、県下の東讃地域7河川12地点、中讃地域7河川16地点について、河川水の溶存態ケイ素濃度の調査を行った。3か年の調査結果は、最小値0.9mg/L、最大値13.6mg/L、平均値は6.2mg/Lだった。季節変動は、春から上昇し、夏から秋まで高い濃度で推移、冬から春にかけて低下する傾向だった。このことには気温が関係していることが示唆された。

河川によつての溶存態ケイ素濃度の違いを河川流域の地質との関係でみると、本県でも比較的地質年代の若い火山岩が影響していると考えられた。

今回の調査で、上流域の岩石や気象条件の似ている河川で、溶存態ケイ素濃度の相関が他の項目と比較して特に高かったことから、河川水中の溶存態ケイ素濃度は、岩石由来など自然要因の影響が大きく、流域の人為的要因による影響が少なかったことが推察された。

文献

- 1) 古米弘明, 山本晃一, 佐藤和明: ケイ酸—その由来と行方, 技報堂出版, (2012)
- 2) 原島省: 陸水域におけるシリカ欠損と海域生態系の変質, 水環境学会誌, 26, 621-625, (2003)
- 3) 多田邦尚: 大型珪藻の栄養塩導体における役割, 日本海洋学会秋季大会シンポジウム 講演要旨集, 23, (2008)
- 4) 鹿園直建: 化学的風化作用の河川水水質—特に溶存シリカ濃度に与える影響, 地学雑誌, 111(1), 55-65, (2002)
- 5) 熊谷博史, 田中義人, 石橋融子, 松尾 宏: 特定施設排水中の溶存態ケイ素の実態調査, 水環境学会誌, Vol. 34, No. 1, 11-17, (2011)
- 6) 小林純: 日本の河川の平均水質とその特徴に関する研究, 農学研究, 48号, (1961)

- 7) 石塚正秀, 紺野雅代, 井伊博行, 平田健正: 溶存ケイ素に着目した紀ノ川流域における水質特性, 水工学論文集, 第48巻, 1483-1488, (2004)
- 8) 熊谷博史, 田中義人, 白川ゆかり, 松尾宏, 金並和重: 有明海北東部流入河川の溶存態ケイ素濃度の予測, 水環境学会誌, Vol. 33, No. 3, 17-23, (2010)
- 9) 久城育夫, 荒牧重雄, 青木謙一郎: 日本の火成岩, 岩波書店, (1989)
- 10) 日本の地質『四国地方』編集委員会: 日本の地質8 四国地方, 共立出版, (1991)
- 11) 社団法人地盤工学会四国支部 香川県地盤工学研究会: 香川の地盤 香川県の地形と地質, 長谷川修一, 社団法人地盤工学会四国支部 香川県地盤工学研究会, (2007)
- 12) 国土交通省 1/200,000 土地保全基本調査(表層地質図-平面的分類図)「香川県」, (1973)
- 13) 独立行政法人産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 地質図Navi 20万分の1日本シームレス地質図
- 14) 樋口輝男, 紀本岳志: ダム湖におけるシリカシンクとNOWPAP 海域への流入負荷に関する研究, 地球環境研究総合推進費平成14年度研究成果報告書, 246-254, (2003)
- 15) 井上直也, 赤木右: 多摩川におけるケイ素収支にあたるダムおよび下水処理場の影響, 地球化学 40, 137-145, (2006)