紀ノ川流域のケイ素濃度の特徴と４５年前との比較

和歌山大学システム工学部　正会員　石塚　正秀
和歌山大学大学院システム工学専攻　学生員　○紺野　雅代
和歌山大学システム工学部　正会員　井伊　博行
和歌山大学システム工学部　正会員　平田　健正

1. はじめに

角皆（1979）は植物プランクトンの一種であるケイ藻の外郭を形成する元素であるケイ素に着目し，ケイ素濃度の変化が水中の植物プランクトン組成に大きな影響を与える仮説をたてた．有機物を構成する元素の比率(レッドフィールド比)は C:N:P:Si=106:16:1:16 であり，ケイ素は有機物を生成する因子である.しかし，これまで, 富栄養化や赤潮に関与する物質として硝酸塩とリン酸塩, つまり窒素とリンの重要性が考えられてきた.

近年, 海域の植物プランクトン組成が変化している原因として, 河川水のケイ素濃度の減少が報告されている(Ittekkot, 2000).また，原島（2000）は河川からのケイ素供給量減少の原因として，①停滞水域の増加に伴う淡水性ケイ藻による吸収量の増加，②他の物質との共沈現象などを示している．このように，地表水中のケイ素濃度の変化が河川流域や海域の生態系に影響を与えることが認識されつつあるが, その基礎的な特性は明らかとなっていない．そこで，本研究では，1950 年代以降にダムが多く建設されてきた紀ノ川流域における地表水のケイ素濃度の特性を調べ，ダム建設以前と現在とのケイ素濃度の比較を行う.

2. 調査・分析の概要

現地調査は和泉山地南側に位置する千手川流域（3.8km^2）と山地流出水が流れ込む大池，紀ノ川（船戸地点）において実施し，各地点で渓流水・地下湧水，池水，河川水を採取した．また，2001 年･2002 年の 4 月～7 月に紀ノ川流域において広域的に渓流水を採水した(図１参照)．採取した試料は 0.45μm のメンブレンフィルターでろ過し，ICP 発光分光分析装置(セイコーインスツルメンツ社，SPS1700）を用いてケイ素濃度の分析を行った.

図１　調査対象地域

3. 結果と考察

1) 形態別の濃度の違いと時間変化特性

2002 年における池水，渓流水，地下湧水，河川水のケイ素濃度の特徴および時間変化を表１，図 2 にそれぞれ示す．この結果から，地下湧水の値が最も安定し，年間を通じてほぼ一定の値を示すことが分かる．また，池水は濃度変化が大きく，10 月に高い値を示している．渓流水は 6 月～9 月に濃度が上昇する傾向がみられる．また，紀ノ川下流部における河川水は和泉山地流域の渓流, 地下湧水と比べて年間を通じ

表１　和泉山地流域のケイ素濃度の特徴

2002年	池水	渓流水	地下湧水	河川水
平均値	8.06	8.57	8.94	4.46
標準偏差	1.37	1.05	0.51	0.48
最大値	11.91	10.17	10.01	5.28
最小値	6.03	6.56	7.18	3.55
サンプル数	32	32	32	22

unit (mg/l)

キーワード　ケイ素濃度，紀ノ川，富栄養化，時間変化特性，ダム建設
連絡先　〒640-8510　和歌山市栄谷 930 番地　和歌山大学　TEL 073-457-8367

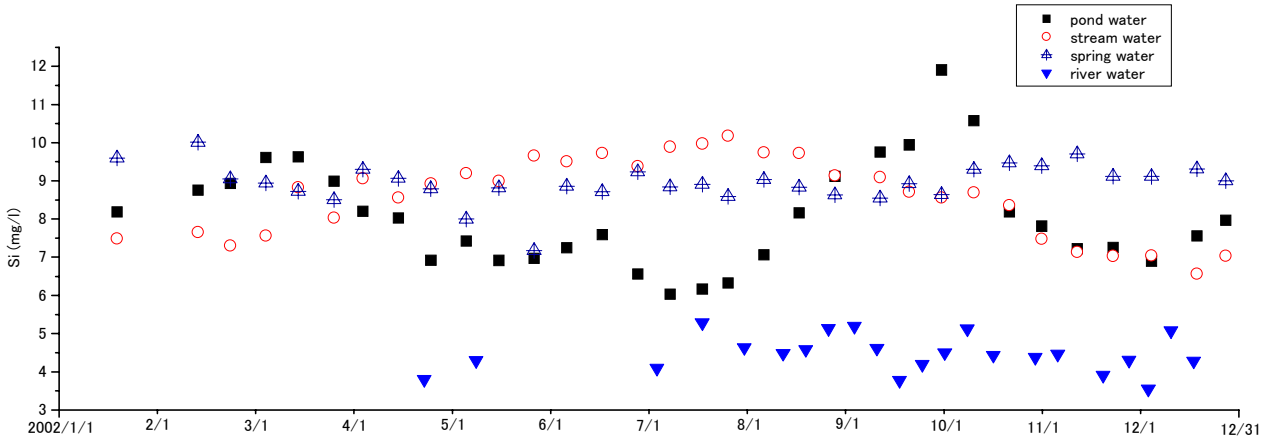

図 2　地表水のケイ素濃度の変化

て低い値を示している．

2）紀ノ川集水域におけるケイ素濃度

紀ノ川集水域の渓流水に含まれるケイ素濃度分布を図 3 に表す. 降水量の多い奈良県大台ケ原地域において 3.6～4.7mg/l と低い値を示しているが，その他の多くの地点では，約 5～9mg/l の値を示している．紀ノ川下流の河川水のケイ素濃度が 4.5mg/l であることから，山地からのケイ素の供給に対して紀ノ川下流のケイ素濃度は低い結果が得られた．

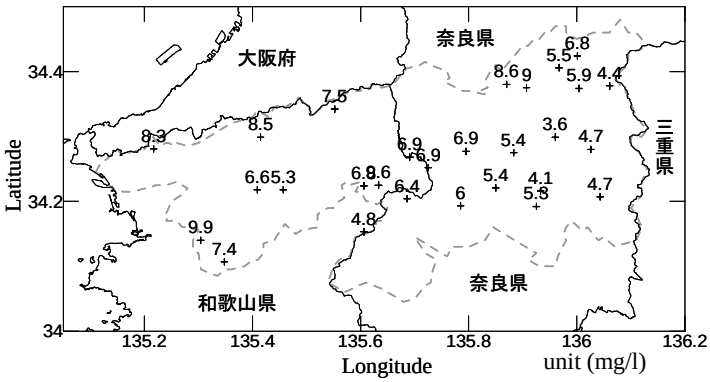

図 3　紀ノ川集水域における渓流水のケイ素濃度分布

3）45 年前の紀ノ川水質との比較

紀ノ川集水域に建設されたダムの一覧を年代順に表 2 に示す（位置は図 1 に示す）．紀ノ川には 1950 年代以降 5 つのダムが建設された．また，表 3 はダムの建設以前の 1956～1957 年に採取された水質調査資料[4]と 2002 年の水質調査結果を示す．その結果，ケイ素濃度だけが減少していることが分かった．一方，硝酸イオンや硫酸イオンは増加しており，農業用に使用されている肥料の影響と考えられる．また，塩化物イオンやナトリウムイオンの増加には生活排水の増加が関係していると考えられる．

表 2　紀ノ川流域のダム建設記録

	完成年	総貯水量(万m^3)	建設期間
猿谷ダム	1957	2350	1950　～1957
津風呂ダム	1961	2565	1954.9　～1961.8
大迫ダム	1973	2775	1963.4　～1973.4
一の木ダム	1995	157	1991　～1995
大滝ダム	1998	8400	1988.12～1998.4

表 3　1950 年代との紀ノ川河川水水質比較

採取場所	①田井ノ瀬橋	②船戸		②-①
採水期間	1956～57年	2002年		
回数	5	22		
	平均値	平均値	標準偏差	
Si	6.26	4.49	0.47	-1.77
Ca^{2+}	11.80	17.36	1.98	5.56
Mg^{2+}	1.90	3.03	0.53	1.13
Na^{+}	5.10	12.1	3.26	7.00
K^{+}	1.02	2.46	0.55	1.44
SO_4^{2-}	9.80	19.86	5.87	10.06
Cl^{-}	4.30	7.17	1.91	2.87
PO_4^{3-}	0.00	0.01	0.06	0.01
NO_3^{-}	1.28	3.63	0.88	2.35

unit (mg/l)

4.おわりに

本研究では，富栄養化に関係する物質としてケイ素に着目し，水の形態別のケイ素濃度の特徴とその時間変化を調べた．その結果，地下湧水は一年を通じて安定した値を示すのに対して，池水，渓流水は季節変化がみられた．また，1950 年代の水質調査資料と 2002 年の水質調査結果を比較し，紀ノ川下流において，ケイ素濃度が減少していることが明らかになった．

参考文献

1)角皆静男，北大水産彙報，30（4），pp.314-322，1979.　2)原島省，地球環境研究センターニュース，10（7），2000.
3) Venugopalan Ittekkot，BioScience，50（9），pp.776-782，2000.　4)小林純，農学研究，48（2），pp.63-106，1961.