

瑞梅寺川周辺の地下水水質とその水質変換過程の定性的評価

九州大学 工学部 学生会員 丸山翔太

九州大学大学院 工学研究院 正会員 広城吉成 九州大学大学院 工学府 非会員 真有祥太

1. 研究の背景および目的

近年、陸域から海域への栄養塩類の増加に伴う富栄養化等の影響で閉鎖性水域の生物生息環境は悪化の一途をたどっている。今まで海域への栄養塩類流出は、主として河川などの表流水経由のみが考えられてきた。しかし、最近では地下水経由の栄養塩類の供給が河川経由のそれと並び、植物プランクトン等の一次生産に重要な役割を果たしているとの認識がなされるようになってきた。一方、現在でも栄養塩類の輸送過程は未解明な部分が多く、その実態把握が不可欠である。

また本研究で調査対象とした瑞梅寺川の河口にある今津干潟では、水質の悪化や砂浜の縮小によりカブトガニをはじめとする生物の数が減少しており、特にこの水質悪化の原因の一つとして栄養塩類の過剰な供給が考えられる。

そこで本研究では、瑞梅寺川流域の地下水に着目し、その水質変換および輸送過程を調べ、今津湾へ地下水経由で流出する栄養塩類の負荷量の算出が可能な一次元の物質輸送モデルの構築を行い、生物環境に与える影響を定性的に評価する。



図 1 調査対象地点

2. 調査対象地域の概要

瑞梅寺川は、福岡市西部に位置しその源を背振山地の井原山に発し、川原川、赤崎川、汐井川の支川を合わせ北流し、福岡市西区で今津湾に注ぐ流域面積 52.6 平方キロメートル、幹線延長 13.2 キロメートルの二級河川である。

瑞梅寺川上流には農耕地が広がり、地下水を飲料水や生活用水として使用している民家が多い。下流には農地と宅地が混在している。地質は上流で古生代の苦鉄質片岩、中流で中生代の糸島花崗閃緑岩が分布しており、地下水の酸化還元反応を考える上で重要な有機物は少ないと考えられる。今回は図 1 の地点 1~3 において地下水を採取し地点 4 は福岡市新西部水処理センターの測定結果を用いた。

3. 水質測定項目

現地調査は、2010 年 11 月 4 日に行い、現地では水温、電気伝導度(EC)、pH、溶存酸素(DO)、酸化還元電位(ORP)を測定した。採水した地下水の水質分析項目は主要陽イオン(K, Na, Ca, Mg, T-Mn, T-Fe)、主要陰イオン(SO_4^{2-} , Cl^-)、栄養塩類として、アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、を分析した。

4. 分析結果

地下水の水質分析結果を表 1 に示す。まず地下水の塩水化について考察すると、地点 4 は他の地点に比べて EC, Na^+ , Cl^- 濃度が急激に高くなっていることから地下水が塩水化していると考えられる。次に地下水の酸化還元状況について考察すると、地点 1~3 において DO, ORP の値が大きく、T-Mn, T-Fe の値が小さいことから酸化的状況にあると言える。また地点 4 においては、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が非常に小さく、脱窒が生じており、また河口部には干潟が広がっていることから海域に近いところでは還元的状況になっていることが推察される。

表 1 採水した地下水の測定項目分析結果 (ND: 定量限界値以下)

項目	水温	pH	EC	DO	ORP	T-Fe	T-Mn	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N
単位	℃	—	ms/m	mg/l	mV	μg/l	μg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
地点 1	17	7.11	13.3	7.8	432	1.31	0.28	12.14	20.01	14.42	5.49		6.83	19.88	ND	2.13
地点 2	18.2	7.34	19.7	8.6	365	0.47	4.96	16.89	19.36	19.46	8.38		10.16	18.68	ND	2.43
地点 3	20.5	6.87	25	7.6	360	5.56	14.12	16.05	17.25	22.89	7.97		28.47	23.42	ND	3.33
地点 4			435					720	35	24	24	570	12	1000		0.05

5. モデルの概要

本研究の水質変換モデルでは図 2 に示すように液相、生物相、マトリクス相の三つの相を考えており、微生物による還元反応は生物相でのみ起こると仮定している。本モデルで考慮しているのは、各相間での濃度差による濃度交換反応、微生物による還元反応、硫化鉄としての鉄の沈殿反応の三つである。基礎式としては一次元移流分散方程式を用いた。また、このモデルでは現地の地質条件を再現するために、解析領域 10km のうち有機物の量を上流から 8km は少なく、下流の 2km を多く設定している。

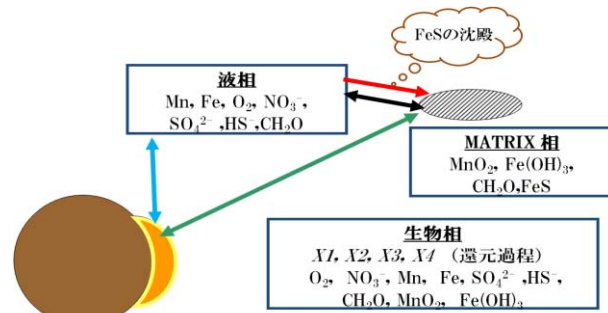


図 2 モデル概念図

6. 解析結果

図 3 と図 4 はそれぞれ上流から 4km と 9km 地点での液相中の各化学種濃度の経時変化である。図 3 ではどの物質濃度も初期値からほとんど変化はなく、特に T-Mn、T-Fe、HS⁻濃度はほぼ 0 であり、この地点は酸化的状況であることが分かる。図 4 では、まず脱窒反応、次いで T-Mn、T-Fe の酸化物の還元反応、最後に硫酸の還元反応が進んでいることが分かる。これは地下水中の酸化還元反応が進行する過程と同じであり、この地点は還元的状況にあると言える。

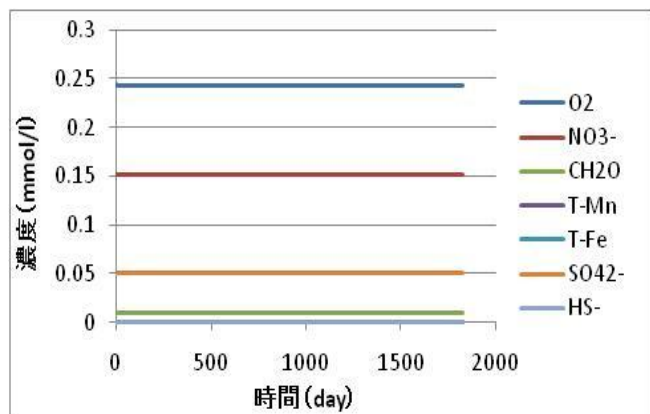


図 3 液相中の各化学種濃度の経時変化
(上流から 4km 地点)

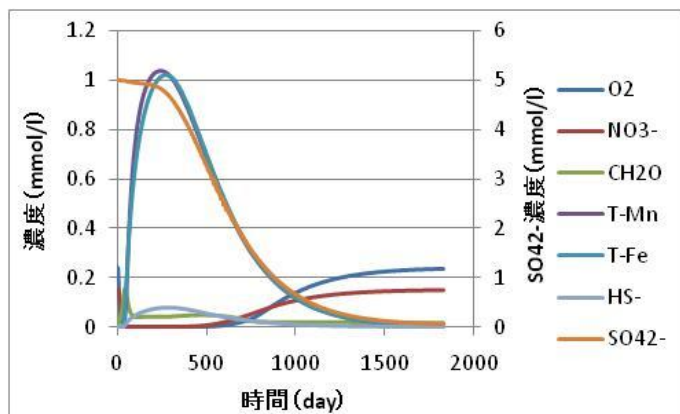


図 4 液相中の各化学種濃度の経時変化
(上流から 9km 地点)

7. 結論

今回の調査により瑞梅寺川上流の地下水は酸化的な状況にあり、下流の地下水は還元的状況にあることが分かった。モデルによる数値計算では地下水中で実際に生じる還元反応の様子、また空間的に違う現地の地質条件（有機物量の違い等）による還元反応の進行度合いの違いを定性的ではあるが再現可能であることを示した。今後は現地のサンプリング数を増やして定量的な面でも現地の地下水水質の様子を再現できるモデルの構築を目指したい。