

旭川河川敷湧水池群における 水中のCO₂分圧とO₂分圧の変動

大窪文美・北岡豪一（岡山理大・理）

1.はじめに

中国山地に源をもつ旭川が、山間部から平野部に移る岡山市玉柏地区の河川敷に自然の湧水池が数箇所存在する。それらの池の中で「うぐいす池」(下図)で2000年5月に11°Cという低い値を示した(この時期の旭川の水温は18°C前後であった)。地下水はその地域の年平均気温程度を示す事が多いので(15°C前後), その池の水には何らかの特異な過程を経た水が含まれる可能性が考えられ、この池を含めた周辺の池水や河川水について2000年5月より週1回の定期観測を開始し、現在も継続している。水温、水質データを長期的に見ると池ごとで、また年ごとで違いが見られる。中でも、重炭酸濃度の変動に特徴が見られたので、今回それに注目した。

2. 調査方法

(1) 観測場所

図1に旭川本流と池の観測位置を示す。

(2) 観測項目

現地での測定項目は、水温、水位、電気伝導度(EC)、水素イオン濃度(pH)、溶存酸素(DO)などである。また採水した水を持ち帰り、硫酸滴定法により重炭酸濃度を測定し、またイオンクロマトグラフよりその他の主要イオンを分析した。

(3) 期間

定期観測：2000年5月～2004年12月

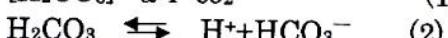
化学分析：2003年1月～2004年12月

3. 結果・考察

図2～図5に、水温、水位、HCO₃⁻、DOの変動を示す。水温の年変動は旭川が最も大きく、池では下流にいくにつれて振幅が小さくなり、位相が遅れる傾向が見られる。DOは水温の高い夏場に低く、水温の低い冬場に高い傾向が見られる。水位は年間を通してほぼ一定であるが、2002年に低下する時期があった。HCO₃⁻は旭川よりも池の方が高い。炭酸成分と酸素は水中の生物活動と関係していると考えられるので、観測データを用いて、CO₂分圧とO₂分圧を計算した。

空気と水中の炭酸物質の平衡関係は

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = \alpha P_{\text{CO}_2} \quad (1)$$



である。反応(2)の平衡定数K₁は、

$$K_1 = [\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3] \quad (3)$$

α、K₁は次式を用いて求めることにする。

$$\ln \alpha = -58.0931 + 90.5069(100T/l) \quad (4)$$

$$+ 22.2940 \ln(T/100) \quad (4)$$

(Edmond and Gieskes, 1970)

$$pK_1 = 3404.71/T + 0.032786 \cdot T + 14.712 \quad (5)$$

(北野, 1990)

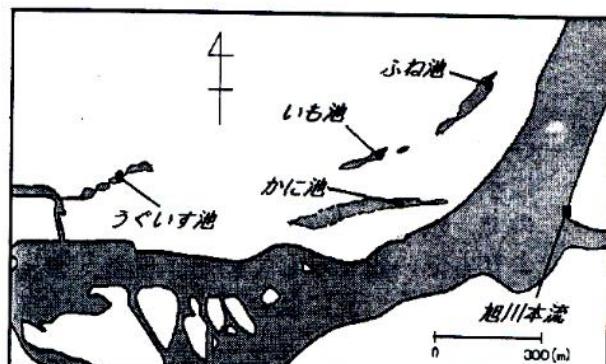


図1 観測場所

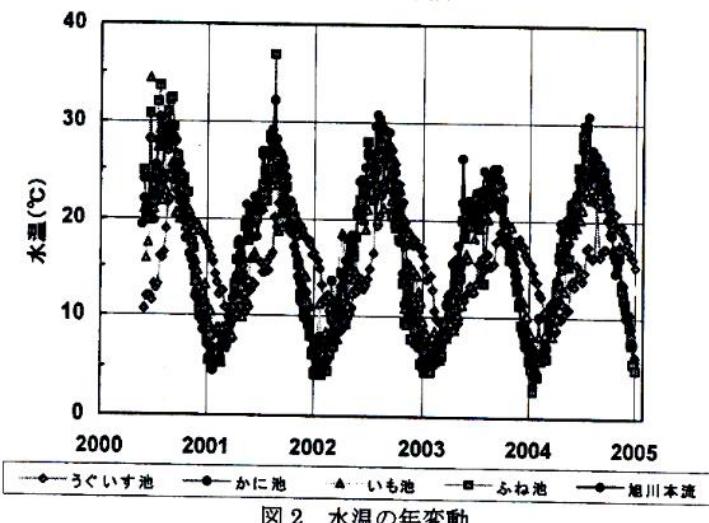


図2 水温の年変動

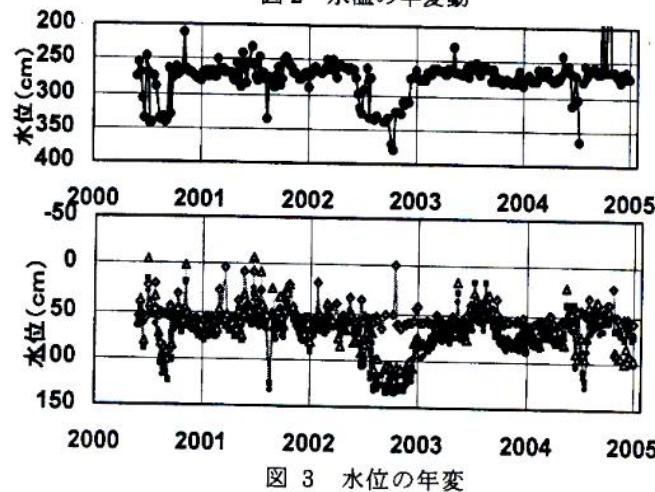


図3 水位の年変

ここに T は絶対温度(K), P_{CO_2} は CO_2 分圧(atm)である。(4), (5)を用いて観測水温に対する K_1 と α を決定し, HCO_3^- 濃度と pH から水中の CO_2 分圧(P_{CO_2})を求めた。図 6 は P_{CO_2} の池ごとの比較を示したものである。空気の P_{CO_2} は 0.00035atm であるので、水中では空气中よりも P_{CO_2} が高くなっている。もっとも高い 2003 年夏の「ふね池」の P_{CO_2} は空気の 140 倍に近い。 P_{CO_2} が大気よりも高いのは水中における生物活動によるものと考えられる。

一方、酸素分圧は大気中の 0.209atm における水中の飽和溶存酸素濃度(半谷・小倉, 1996)を用いて、次式で変化を求めた。

$$(DO) = \beta P_{O_2}$$

$$\beta = 5.90 + 1.955 * 10^6 * e^{-0.0450 * T}$$

ここに(DO)は溶存酸素濃度(mg/l), P_{O_2} は O_2 分圧(atm)である。 P_{O_2} の変動を、図 7 に示す。空気中の P_{O_2} は 0.209 atm であるので、水中の P_{O_2} は年間を通して、空气中よりも低い値を示している。また、 P_{O_2} は冬場に高く、夏に低い傾向がある。

4. 結論

水中の O_2 分圧と CO_2 分圧の値が池によって、また時期によって大きく変動している。特に 2003 年 1 月に P_{O_2} が高くなっているが、水位の下がっている時期である。水深が浅くなつたことで水中の植物による光合成が盛んになったものかもしれない。また、2003 年夏は P_{CO_2} が特異的に高い池がある。これは、プランクトン量は流速に影響しており(中根, 2005), 流れの穏やかな場所で活動が活発になつたのではないかと考えられる。また、 P_{CO_2} が 2004 年に上がらなかつたのは、水位が極端に下がらなかつたことや台風によって何度も洪水にさらされ水没したことで、池水が川水によって置き換えられリセットされたためではないかと考えられる。

参考文献

- ・一国雄己; 無機地球化学, 1977, 培風館
- ・北野 康; 炭酸塩堆積物, 1990, 東海大学出版会
- ・半谷高久, 小倉紀雄; 水質調査法, 1996, 丸善
- ・中根大樹; 「旭川河川敷の湧水池におけるクロロフィルの定量」, 2004 年度卒業論文, 2005

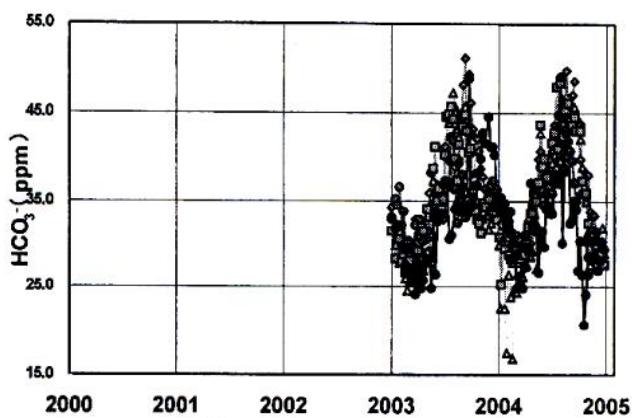


図 4 HCO_3^- の年変動

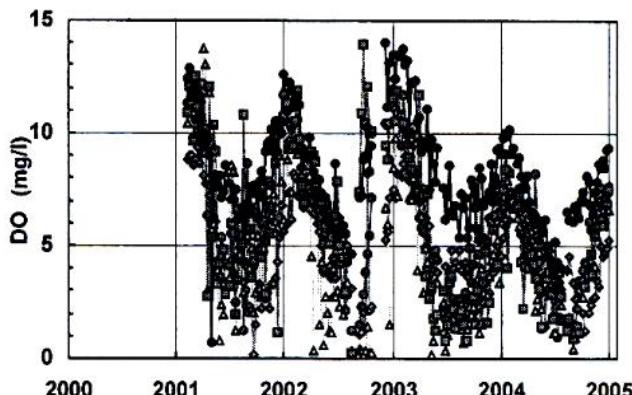
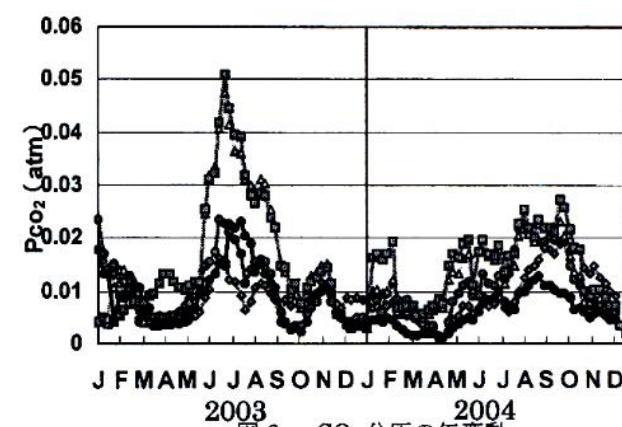
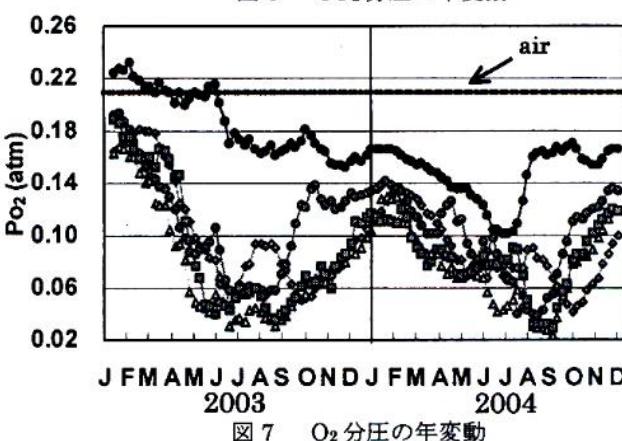


図 5 DO の年変動



J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D
2003 2004
図 6 CO_2 分圧の年変動



J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D
2003 2004
図 7 O_2 分圧の年変動