

水中への CO2 取り込みに対するエアレーション効果

岩手大学 学生会員 ○朴燕子, 正会員 小笠原敏記, 正会員 堺茂樹

1. はじめに

IPCC(International Panel on Climate Change)第四次評価報告書(2007)によると, 近年の気候変化の直接的観測結果において, 気候システムの温暖化には疑う余地がないと明言され, 気候変動の理解と原因の特定において, 人為的起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因とほぼ断定された. 温暖化を抑制するためには, 二酸化炭素(以下, CO₂)の排出量を地球レベルで削減して行くことが要求される.

そこで, 水塊が水面へ突入するときに発生するエアレーションに着目し, その作用が大気中の CO₂ の水中への取り込みにどれほど寄与しているのかを明らかにする. しかしながら, 具体的な観測項目およびその方法は構築されておらず, 観測データも皆無と言って良い. 本研究では, 現地観測および室内実験を行い, CO₂ 濃度データの取得, 計測項目の検討, および水中への CO₂ 取り込みに対するエアレーション効果を明らかにする.

2. 現地観測および実験の概要

観測場所は, 1 級河川北上川上流に位置する中津川とし, 写真-1 に示すようなエアレーションの発生する地点 1・2(Loc1 および Loc2), 発生しない地点 3(Loc3), および陸上の地点 4(Loc4)の 4 ヶ所で観測を行った. 期間は, 2008 年 9 月から 12 月までの 4 ヶ月とし, 月 1 回の定期観測を行った. 内容は, 地点ごとの CO₂ 濃度(VAISALA 製ハンディタイプ CO₂ 計), 水深, 流速(KENEK 製流速計による一点法), 水温および気温などを計測した. CO₂ の計測は, 水面から 10cm 上空の位置で, 30 秒間を 10 回連続計測し, 平均値をその地点の CO₂ 濃度値とした. 表-1 に各観測日の気象条件を示す. 3 回目の観測日以外は晴天であった. 気温は最高と最低で約 20℃, 水温は約 13℃の差が見られた.

室内実験は, 写真-2 に示すような上面に噴流の流
エアレーション, 二酸化炭素, 地球温暖化

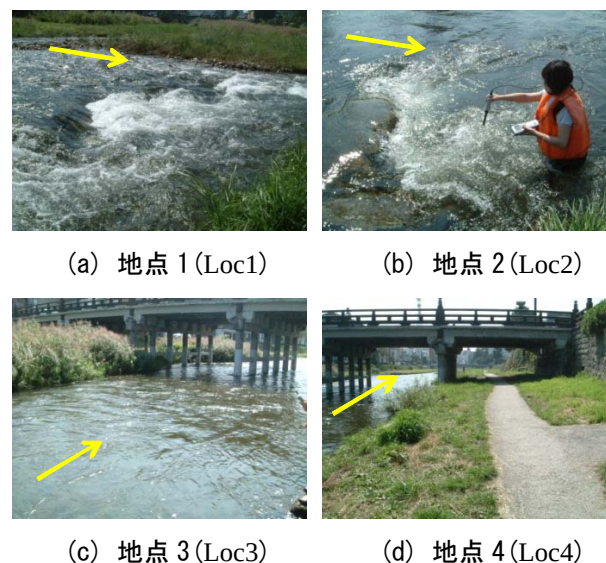


写真-1 中津川観測地点の様子

表-1 観測日と気象条件

観測日 項目	9/17 (1 回目)	10/16 (2 回目)	11/20 (3 回目)	12/20 (4 回目)
天気	晴れ	晴れ	雪/晴れ	晴れ
気温 [℃]	26	21	5.5	12.5
水温 [℃]	17	14	5.7	4.1
湿度 [%]	—	—	61.5	42.3



写真-2 室内実験に用いた検査体

入口, 側面に水位を一定に保つための流出口を取り付けたアクリル製の検査体(L³⁰×H³⁰×W³⁰cm)を用いた. 流入口から噴流を落下させ, エアレーションを発生させることによって, 検査体内の CO₂ 濃度の時

間的变化, 気温および湿度の計測を行った。

3. 現地観測による CO2 濃度について

図-1 は, 各観測日における各地点の CO2 濃度を示す。CO2 濃度の値は, 9 月とそれ以外の月で傾向が大きく異なっている。9 月の場合, エアレーションの発生しない Loc3 および Loc4 と比較すると, それが発生する Loc1 および Loc2 で CO2 濃度が低下しているため, エアレーション効果によるものと期待した。しかし, 10~12 月の場合, 地点による変化はあまり見られず, エアレーションのない地点の方がむしろ低い結果を示す。

図-2 は, 河川の諸量によるフルード数 $Fr(=v \cdot (gh)^{-0.5})$ と CO2 濃度の関係をエアレーションありとなしで比較したものである。CO2 濃度は, エアレーションの有無に関わらず, フルード数に全く依存していないことがわかる。そこで, 季節的な影響について比較したものが図-3 であり, 水温と CO2 濃度の関係を示す。なお, 白抜きのドットは各水温での CO2 濃度の平均値を表している。CO2 濃度は, 水温の上昇に伴い減少することから, 気候の影響を受けるものと考えられる。

4. 室内実験による CO2 濃度について

ここでは, より単純な環境下でエアレーションを発生させたときの CO2 濃度の変化を観測する。そこで検査体内を空気のみ, 空気と水, エアレーション発生, およびエアレーション終了状態に変化させて, CO2 濃度の時間的な変化を調べる。検査体は密閉し, 外気との接触のない状態で計測を行った。その結果を示したものが図-4 である。最初の 30 分間が空気の状態であり, CO2 濃度は 500ppm 程度で推移している。水を入れて水深を 10cm とした状態では, 若干上昇するものの一定値を保つ。エアレーションを発生させると, その値は徐々に増加し, 約 800ppm まで達して, その発生を終了させると減少する。エアレーション発生時の CO2 濃度の増加の原因として, 噴流に含まれる CO2 が水を介して大気中に放出されたためと考えられる。CO2 は比較的水に溶けやすく H_2CO_3 (炭酸) となるが, 噴流による攪拌作用がその結合の破壊を引き起こし, CO2 の増大を引き起こした

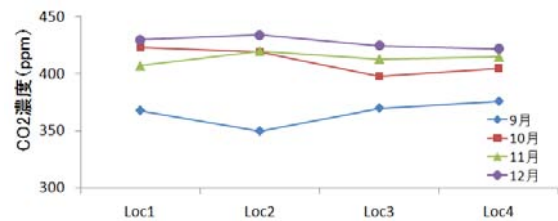


図-1 各観測日における各地点の CO2 濃度

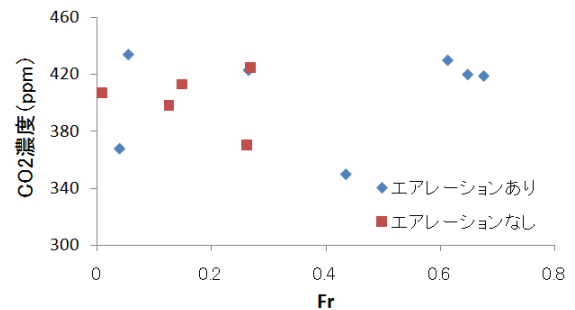


図-2 フルード数 Fr と CO2 濃度の関係

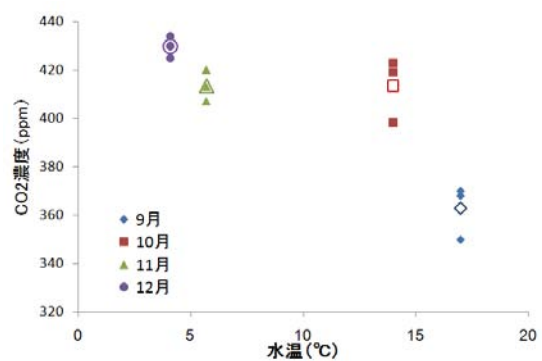


図-3 水温と CO2 濃度の関係

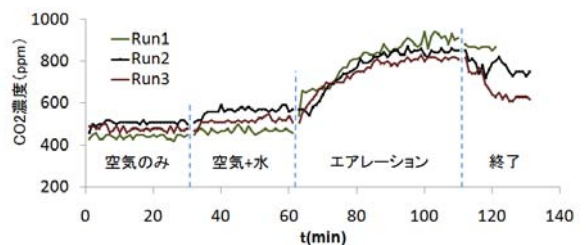


図-4 検査体内の状態変化に伴う

CO2 濃度の時間的な変化

のではないかと考察される。

以上より, 現地観測における CO2 濃度は, 河床形状や流速に依らず, 気候変動に伴う水温に影響を受けることが明らかになった。また, 理想環境下での室内実験では, エアレーション作用が空気中の CO2 の増加を引き起こすことが判明した。今後, さらにデータを蓄積し, エアレーションと CO2 の関係のモデル化を図りたいと考える。

参考文献

Climate Change 2007 Synthesis Report, pp.36-41.