

サンゴ礁における大気 海水間二酸化炭素交換速度の測定と規定要因の解析

Measurement of air-water carbon dioxide transfer velocity and analysis of its regulating factors

所立樹 [1]

Tatsuki Tokoro[1]

[1] 東大・理・地惑

[1] EPS, Univ of Tokyo.

序文

海洋は、化石燃料消費などにより大気中に放出された CO₂ ガスの 1/2 から 1/3 程度を吸収していることが予想されており、将来の地球温暖化に対するカウンターファクターとして期待されている。一方、沿岸域は面積が小さいことや、その規定要因が不明であることから、CO₂ ガスの吸収・放出量(フラックス)は十分な正確さで見積もられていない。しかし、沿岸域は生物活動による溶存 CO₂ 濃度の変化が激しく、特にサンゴ礁では光合成・石灰化といった活動が全沿岸域の中でも極めて盛んであるため、単位面積あたりの CO₂ フラックスは大きなものになることが予想される。

CO₂ のような水中にわずかに溶存する気体の大気 水圏間フラックスは、大気と水中の間のガス分圧差と、交換速度(以下、k)と呼ばれる主に水表面付近の乱流によって決定されるパラメータによって規定されている。前者のサンゴ礁のガス分圧差に関しては、これまでに長期的なモニタリングが複数のサンゴ礁で行われており、光合成・石灰化の影響による変動が報告されている。しかし、後者の k に関しては、沿岸域における実測例が極めて限られており、解析がほとんど進んでいない。そこで本研究では、サンゴ礁における CO₂ フラックスを定量的に評価するために、k とその規定要因の解析を行った。

チャンパー法による k 測定

サンゴ礁のような沿岸域では環境条件の変動が外洋と比べて大きいと、k の規定要因の解析のためには、時間・空間分解能が高い測定手法が必要となる。本研究では、既存の測定手法の中でも高い分解能・精度を持つフローティングチャンパー法を用いてサンゴ礁における k の測定を行った。この手法にたいする既存の批判(装置内部の温度・気圧変化、装置による水面のかく乱)に関しては、装置に改良を施すことで無視できるレベルまで抑えることができたのを確認した。また、規定要因の解析のために、k と同時に ADV による 3 次元流速の測定を行い、水表面付近の乱流条件の定量化を行った。

測定は、沖縄県石垣島の白保サンゴ礁と吹通サンゴ礁で、2003-2006 年間に断続的に行った。これらのサンゴ礁では、比較的狭い範囲内に様々な地形・群集(海草藻葉・サンゴ礁)が存在している。これらのサイト間の測定結果の比較から、サンゴ礁における普遍的な規定要因の評価を行った。

結果と考察

測定した k は、既存の経験的なパラメータ(風速・流速・水深)と相関が無く、経験式の結果よりも有意に高い値であった。これはサンゴ礁における k が、これら経験的なパラメータ以外のファクターによって規定されていることを示している。一方、乱流パラメータとの比較では、k はエネルギー散逸率と高い相関関係を示していた。この結果は先行研究の結果(Zappa et al., 2003)と整合的であり、エネルギー散逸率が河川やサンゴ礁を含む沿岸域全般における k の直接的な規定要因であることを示している。

サンゴ礁におけるエネルギー散逸率は河川と比べて有意に高い値であり、値が測定水域間ごとに異なる傾向が確認された。Moog and Jirka (1999) と Colbo (2006) では、水底上の macro-scale elements や潮汐と地形との相互作用によって高い乱流が発生することが示唆されており、これらのような沿岸域特有の地形効果によってエネルギー散逸率が増加したことが予想される。レイノルズ応力を用いた解析の結果、サンゴや海草藻場の直上では鉛直方向に強い運動量供給が行われており、エネルギー散逸率の最大値を計測した水域では水平方向に強い運動量供給が行われていたことが確認された。

まとめ

本研究では、サンゴ礁における k が既存の経験式の結果よりも高いこと、また水底上の macro-scale elements(サンゴ、海草藻葉) や潮汐との相互作用の影響を受けていることを明らかにした。この結果はサンゴ礁における大気中との CO₂ フラックスが、これまでの見積もりよりも大きなものであり、今後の地球温暖化に対する寄与がより大きなものであることを示している。