

The Application of pH and $p\text{CO}_2$ Monitoring to Estimating the Rates of Coral Reef Community Metabolism

pHと二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) の連続測定のスーゴ礁群集代謝見積もりへの適用性

Hiroshi HATA 秦 浩司^{*1}・Setsuko KUDO 工藤節子^{*2}・Akiko MURAMOTO 村本明子^{*2}・Ken NOZAKI 野崎 健^{*3}
 Ken KATO 加藤 健^{*3}・Akira NEGISHI 根岸 明^{*3}・Hiroshi SAITO 斎藤紘史^{*3}・Hiroya YAMANO 山野博哉^{*4}
 Atsushi WATANABE 渡邊 敦^{*5}・Hajime KAYANNE 茅根 創^{*2,5}

要 旨

pHと二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) の連続測定をスーゴ礁の群集代謝の見積もり適用することを検討した。pHと $p\text{CO}_2$ は、炭素系の4つの測定可能パラメータ(pH, $p\text{CO}_2$, 全アルカリ度(TA), 全炭酸(TIC))のうち、連続測定が可能である。

pHと $p\text{CO}_2$ の測定から算出されるTAとTICは直接測定と比べて誤差が大きい。連続測定から得られる高時間分解データを最小二乗法で処理することにより、炭酸系成分の変化率を精度よく算出することが可能である。無機炭素生産速度(石灰化・溶解)の見積もりはTAの初期値を用いた新しい計算式を用いることにより、また、有機炭素生産速度(光合成・呼吸)の見積もりは計算式の単純化により、誤差が減少することが示された。シミュレーションによる検討では、pH(測定速度 ± 0.005 unit)と $p\text{CO}_2$ (± 2 μatm)を1分間隔で1時間計測すれば、石灰化速度と光合成速度の見積もり誤差は海水1kg、1時間あたり5 μmol 以下となり、計測初期・終了時にTA(± 4 $\mu\text{mol kg}^{-1}$)とTIC(± 2 $\mu\text{mol kg}^{-1}$)を直接測定して得られる見積もりの誤差とほぼ同等になる。

実際に石垣島白保スーゴの群集生産をpHと $p\text{CO}_2$ の連続測定から見積もったところ、TAとTICの直接測定からの見積もりと良く一致することが確認された。

これらの理論と実践から、pHと $p\text{CO}_2$ の連続測定法が、スーゴ礁の群集代謝の見積もり適用可能であることが示された。

キーワード: スーゴ礁, 群集代謝, 二酸化炭素分圧, pH

Summary

In the present study, the applicability of the continuous monitoring of pH and partial pressure of CO_2 ($p\text{CO}_2$) to the investigations of coral reef community metabolism was examined of the four measurable parameters of the aquatic carbonate system, pH, $p\text{CO}_2$, total alkalinity (TA), and total inorganic carbon (TIC), only pH and $p\text{CO}_2$ could be continuously monitoring. Although the values of TA and TIC calculated from the pH and $p\text{CO}_2$ data were not more precise than direct measurements, the continuous monitoring data with high time-resolution were shown to provide good estimations of the changes in CO_2 -related variables using the least-squares method. A new equation for estimating inorganic carbon metabolism (precipitation and dissolution of CaCO_3 : g) with an initial value of TA and a simplified equation for estimating organic carbon metabolism (photosynthesis and respiration: p) also helped to minimize the uncertainty. A simulation analysis showed that the standard errors for the calculations of the rates of g and p were less than $\pm 5 \mu\text{mol kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ when pH (± 0.005 unit) and $p\text{CO}_2$ (± 2 μatm) were monitored at 1-min intervals for 1 h; this error is comparable to that of the calculations made using direct measurements of TA (± 4 $\mu\text{mol kg}^{-1}$) and TIC (± 2 $\mu\text{mol kg}^{-1}$) at the start and end of monitoring. The pH and $p\text{CO}_2$ monitoring, tested in the present study at the Shiraho coral reef (Ishigaki Island, Japan), resulted in estimates for g and p that were equivalent to those calculated from TA-TIC direct measurements. The continuous monitoring of pH and $p\text{CO}_2$ has been shown both theoretically and experimentally to be adequate for the estimation of coral reef community metabolism.

*1 環境修復事業部

*2 科学技術振興事業団

*3 産業技術総合研究所

*4 国立環境研究所

*5 東京大学

本論文は、「日本スーゴ礁学会 No. 6, pp. 21-42, 2004. 11」より転載したものである。