

# 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 ( $p\text{CO}_2$ ) の連続測定のスゴ礁群集代謝見積もりへの適用性

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

## 要 旨

pHと二酸化炭素分圧 ( $p\text{CO}_2$ ) の連続測定をスゴ礁の群集代謝の見積もりに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が、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 $\pm 0.005$  unit)と $p\text{CO}_2$ ( $\pm 2$   $\mu\text{atm}$ )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1 kg, 1時間あたり5  $\mu\text{mol}$ 以下となり、計測初期・終了時にTA( $\pm 4$   $\mu\text{mol kg}^{-1}$ )とTIC( $\pm 2$   $\mu\text{mol kg}^{-1}$ )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ゴ礁の群集生産を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、スゴ礁の群集代謝の見積もりに適用可能であることが示された。

キーワード: スゴ礁, 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  $\text{CO}_2$  ( $p\text{CO}_2$ ) 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  $\text{CO}_2$ -related variables using the least-squares method. A new equation for estimating inorganic carbon metabolism (precipitation and dissolution of  $\text{CaCO}_3$ :  $g$ ) 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 ( $\pm 0.005$  unit) and  $p\text{CO}_2$  ( $\pm 2$   $\mu\text{atm}$ ) were monitored at 1-min intervals for 1 h; this error is comparable to that of the calculations made using direct measurements of TA ( $\pm 4$   $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) and TIC ( $\pm 2$   $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) 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、「日本スゴ礁学会 No. 6, pp. 21-42, 2004. 11」より転載したものである。