

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22710005

研究課題名（和文） 濃度・安定同位体比測定による沿岸水圏生態系の水質ベースの総生産・呼吸量評価

研究課題名（英文） Re-evaluation of gross primary production and respiration in coastal aquatic ecosystems based on water quality measurements of concentrations and stable isotopes

研究代表者

渡邊 敦（WATANABE ATSUSHI）

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・助教

研究者番号：00378001

研究成果の概要（和文）：亜熱帯・熱帯沿岸域を特徴付けるサンゴ礁、アマモ場、マングローブ林において夏期、冬期の水中における呼吸量や総生産量を従来の炭酸系や溶存酸素の濃度測定による手法と三種酸素同位体比を用いた手法とを用いて測定し、比較を行った。得られた結果から、明条件では暗条件よりも有意に高い呼吸（数 10%～2 倍程度）が認められた。この事は、従来の炭酸系や溶存酸素から算出される総生産量、総呼吸量が過小評価だったことを示している。ただし、三種酸素同位体のアノマリーを用いて総生産量を計算する際に使用する「光合成由来のアノマリー値」は不確かな部分があることも判明し、より正確な呼吸量や総生産量測定のために今後の更なる研究が必要であることも明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：I measured respiration and gross primary productivity in the water during summer and winter period using conventional carbon dioxide system (CO<sub>2</sub> system) parameters and dissolved oxygen (DO) measurements as well as triple oxygen isotope technique in a coral reef, seagrass meadow, and mangrove forest which characterize subtropical and tropical coastal zones. From the results obtained, I revealed that the respiration rate was higher by tens of percent to two-fold in the light compared with in the dark. This indicates that the gross primary production and gross respiration calculated based on CO<sub>2</sub> system and/or DO methods give underestimations on these parameters. The respiration was also higher during summer than winter. But it was revealed that the “photosynthetic anomaly” which is used as a basis for calculating gross primary productivity can be incorrect or variable, and that we should further investigate this parameter to be able to calculate the respiration and gross primary production more accurately.

交付決定額

（金額単位：円）

|        | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2010年度 | 1,800,000 | 540,000 | 2,340,000 |
| 2011年度 | 500,000   | 150,000 | 650,000   |
| 年度     |           |         |           |
| 年度     |           |         |           |
| 年度     |           |         |           |
| 総計     | 2,300,000 | 690,000 | 2,990,000 |

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：物質循環

### 1. 研究開始当初の背景

沿岸水圏生態系は非常に高い生産性を持つが、全ての生産の基礎となる一次生産については夜間の呼吸量を一定と仮定して算出するのが慣例となっている。しかし、近年昼間の呼吸量は夜間より数倍大きい可能性が指摘されており、この仮定は日積算の総呼吸量や総生産量に大きな誤差を及ぼす可能性が指摘されていた。

### 2. 研究の目的

主要な沿岸生態系（亜熱帯のサンゴ礁、アマモ場、マングローブ林および温帯の干潟）において、総生産量と総呼吸量を再評価する事が本研究の目的である。従来の測定法は前述した様な仮定の下、総生産量や呼吸量を求めているが、近年開発された溶存酸素の三種酸素同位体比測定を用いると今まで困難だった明条件での呼吸量が正確に求められる。この明条件での呼吸量の測定をもとに算出される総生産量や総呼吸量を、従来の炭酸系や溶存酸素を用いる方法から求められる総生産量や総呼吸量と比較し妥当性を検証するとともに、正確に求められた総生産量や総呼吸量を規定する物理的・生物学的要因を解明するのが本研究の目的である。

### 3. 研究の方法

従来の生産量測定法は呼吸は終日一定であるとの仮定の下、総生産量や呼吸量を求めているが、近年開発された溶存酸素の三種酸素同位体比測定を用いると今まで困難だった明呼吸量が正確に求められる。この明呼吸量の測定をもとに算出される総生産量や総呼吸量を、従来の炭酸系や酸素を用いる方法から求められる総生産量や総呼吸量と比較し妥当性を検証するとともに、正確に求められた総生産量や総呼吸量を規定する物理的・生物学的要因を解明する。

具体的には図1に示す流れで研究を実施した。水質に関して炭酸系（全炭酸、全アルカリ度、pH、 $pCO_2$ ）を精密に測定し、炭酸系の動態把握を行った。また溶存酸素については溶存酸素濃度（DO）および溶存酸素の三種酸素同位体比（ $\delta^{17}O$  および  $\delta^{18}O$ ）を測定し、溶存酸素およびその同位体比の動態を把握した。これに濃度に大きな影響を及ぼす移流を把握するための流動観測、およびガス交換に影響する風向・風速や水温・塩分を計測し、総生産量や呼吸量の算出に必要なパラメータを揃えた。また一次生産や呼吸を駆動する要因として、光量子フラックスと水温、栄養塩濃度、有機物濃度を測定した。

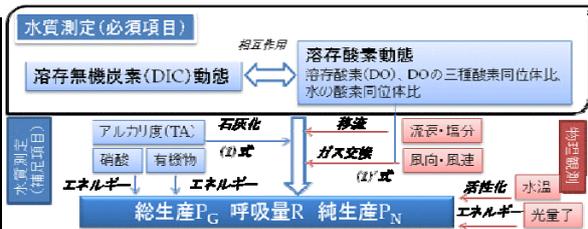


図1. 研究の流れ

### 4. 研究成果

沖縄県石垣島のサンゴ礁、アマモ場、マングローブ林において夏期、冬期の試料採取に成功し、各化学量の分析を行った。得られた結果から呼吸速度を算出したところ、明条件での呼吸速度は  $30 - 50 \text{ mmol m}^{-2} \text{ hr}^{-1}$  であったのに対し、暗条件での呼吸速度は  $0 - 40 \text{ mmol m}^{-2} \text{ hr}^{-1}$  となり、明条件では暗条件よりも有意に高い呼吸（数10%～2倍程度）が認められた。この事は、従来の炭酸系や溶存酸素から算出される総生産量、総呼吸量が過小評価だったことを示している。また呼吸量は夏季の方が冬季よりも大きい傾向が認められた。ただしデータ数が未だ限られているため、光環境および水温以外のパラメータ（特に呼吸の基盤となる水中の有機物濃度や、拡散を律速する流速）と呼吸速度の関係性を明らかにすることは現時点では困難であり、引き続き研究が必要である。また、三種酸素同位体のアノマリーを用いて総生産量を計算する際に使用する「光合成由来のアノマリー値」は不確かな部分があり、今後の研究が必要であることも明らかとなった。

### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計1件)

Shoji Yamamoto, Hajime Kayanne, Makoto Terai, Atsushi Watanabe, Ken Kato, Akira Negishi, Ken Nozaki: Threshold of carbonate saturation state determined by  $CO_2$  control experiment. Biogeosciences.2012. 1441-1450: 10.5194/bg-9-1441-2012

〔学会発表〕(計11件)

中村隆志・灘岡和夫・渡邊敦：

Trans-calcification メカニズムを組み込んだ造礁サンゴの光合成・石灰化の内部モデル. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会、千葉県千葉市(幕張メッセ) 2012 年 5 月 25 日

灘岡和夫, 中村隆志, 渡邊 敦, 中野義勝, 山本将史, 宮島利宏, 鈴木 款, B.E. Casareto, 茅根 創: 流動付加制御機構付き新型チャンバーシステムの開発と応用. 第 14 回日本サンゴ礁学会、沖縄県那覇市(沖縄県男女共同参画センター ているる) 2011 年 11 月 5 日(ポスター)

中村隆志, 渡邊敦, 灘岡和夫, 中野義勝, 山本将史, 山本高大, 宮島利宏: サンゴ礁生態系モデルの構築にむけて. 第 14 回日本サンゴ礁学会、沖縄県那覇市(沖縄県男女共同参画センター ているる) 2011 年 11 月 5 日

山本将史, 茅根創, 所立樹, 桑江朝比呂, 中村隆志, 渡邊敦, 灘岡和夫: 石垣島白保サンゴ礁砂地における流動環境を考慮した Mg-Calcite の溶解メカニズム. 第 14 回日本サンゴ礁学会、沖縄県那覇市(沖縄県男女共同参画センター ているる) 2011 年 11 月 5 日

山本高大・渡邊敦・中村隆志・灘岡和夫・宮島利宏・田中泰章・鈴木款・B.E. Casareto・Ariel C. Blanco: 裾礁型サンゴ礁域を対象とした 3 次元物質循環・低次生態系モデルの開発と溶存有機物動態特性の解析. 第 14 回日本サンゴ礁学会、沖縄県那覇市(沖縄県男女共同参画センター ているる) 2011 年 11 月 4 日(ポスター)

中村隆志・渡邊 敦・渡邊 剛・灘岡和夫 (2010): サンゴ礁生物群集の帯状分布パターンの解析と環境応答モデルの構築. 日本サンゴ礁学会第 13 回大会、茨城県つくば市、2010 年 12 月 4 日

山本将史・茅根 創・本郷宙軌・渡邊 敦・灘岡和夫: 石垣島白保サンゴ礁砂地における Mg-Calcite 溶解の影響評価~現場実験と観測、室内実験の比較~。日本サンゴ礁学会第 13 回大会、茨城県つくば市、2010 年 12 月 4 日

渡邊 敦・山本高大・灘岡和夫・前田勇司・宮島利宏・田中泰章: 新たに開発した炭酸系動態モデルを用いた裾礁型サンゴ礁での二酸化炭素フラックスの時間変動特性解析. 日本サンゴ礁学会第 13 回大会、茨城県つくば市、2010 年 12 月 4 日

山本 将史, 茅根 創, 渡邊 敦, 加藤健, 根岸 明, 野崎 健 (2010): CO2 コントロールによる炭酸塩溶解実験. 日本地球惑星科学連合 2010 年大会. 2010 年 5 月 26 日. 幕張メッセ(千葉)

山本 高大, 渡邊 敦, 田中 泰章, 灘岡和夫, 宮島 利宏, 前田 勇司 (2010): サンゴ礁海域における栄養塩動態モデルの開発. 日本地球惑星科学連合 2010 年大会. 2010 年 5 月 26 日. 幕張メッセ(千葉)

渡邊 敦, 灘岡 和夫, 前田 勇司, 山本 高大, 宮島 利宏, 田中泰章 (2010): サンゴ礁における炭酸系動態モデルに

よる CO2 吸収量評価. 日本地球惑星科学  
連合 2010 年大会. 2010 年 5 月 26 日.  
幕張メッセ (千葉)

[ 図書 ] (計 0 件)

[ 産業財産権 ]  
出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

[ その他 ]  
ホームページ等

## 6 . 研究組織

### (1) 研究代表者

渡邊 敦 (WATANABE ATSUSHI)

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・

助教

研究者番号 : 00378001

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号 :

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号 :