

熱帯太平洋における海洋炭酸系の分布と変動について

Temporal and spatial variations in oceanic carbonate system in the central and western equatorial Pacific

石井 雅男[1], 斉藤 秀[1], 時枝 隆之[2], 吉川 久幸[1], 河野 健[3], 松本 和彦[4], 村田 昌彦[5]
Masao Ishii[1], Shu Saito[1], Takayuki Tokieda[2], Hisayuki Yoshikawa[3], Takeshi Kawano[4], Kazuhiko Matsumoto[5], Akihiko Murata[6]

[1] 気象研・地球化学, [2] 気象研, [3] 海洋科学技術センター海洋観測研究部, [4] 海洋科学技術センター, [5] 海洋センター

[1] Geochem., MRI-JMA, [2] Meteorological Research Institute, [3] Geochem. Res. Dept., Met. Res. Inst., [4] Ocean Res. Dept., JAMSTEC, [5] JAMSTEC, [6] Ocean Obs. & Res. Dept., JAMSTEC

<http://www.mri-jma.go.jp/>

はじめに

大気中の二酸化炭素増加率は、1ヶ月～数年程度の時間スケールで大気・海洋間及び大気・陸上植生間の二酸化炭素交換の変動が生じていることを示している。熱帯太平洋は通常であれば、自然界で最も大きな大気への二酸化炭素放出源である。これは赤道湧昇の影響を受けた海洋二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2\text{w}$) の高い水が東部及び中部熱帯太平洋の表面を被っているためである。しかし、この経度分布は、エル・ニーニョやラ・ニーニャに伴い大きく変動し、結果として大気・海洋間二酸化炭素交換フラックスの大きな影響を及ぼすことが明らかになってきた。ここでは、科学技術振興調整費「海洋表層における炭素フラックスと一次生産に関する研究」において1999年1月以降に海洋地球研究船「みらい」(海洋科学技術センター)を用いて行なった観測を基に中部及び西部熱帯太平洋における海洋炭酸系の分布と変動について考察した結果を報告する。

海洋炭酸系の観測

1999年1月以降、海洋地球研究船「みらい」の航海では、海洋無機炭酸系を規定する4ヶのパラメータの内、少なくとも3ヶ、すなわち $p\text{CO}_2\text{w}$ 、溶存無機炭素、水素イオン濃度 (pH) の海洋観測を実施している。この内、 $p\text{CO}_2\text{w}$ と溶存無機炭素については、気象研究所で開発した機器をもとに観測を実施した。水素イオン濃度については、日本では実用化されていない色素分光光度法による高精度 pH 連続測定装置を開発し、船上観測を実施している。これらの pH 観測では、同一海水試料での pH 測定の標準偏差はおおよそ 0.001 程度、異なる航海間では 0.004 程度の不確かさがあると評価した。

結果

中部及び西部熱帯太平洋は、大きく見ると東西にふたつの海域に分けることができる。西には西太平洋暖水塊と呼ばれる高温・低塩分・低栄養塩の海域があり、その東側には赤道湧昇の影響を受けたいわゆる equatorial cold tongue と呼ばれる海域がある。これらの海域の $p\text{CO}_2\text{w}$ ・栄養塩・塩分・pH 分布などはまったく異なっている。これまでの観測ではエル・ニーニョは発生しておらず、1999年1月と12月、2001年1月はラ・ニーニャ的な状況下で観測が行なわれ、2002年1月は、南方振動指数や表面水温アノマリを見る限りでは、気候値に近い状況であった。2001年1月「みらい」で観測した赤道上の大気及び表面海水中の $p\text{CO}_2\text{w}$ 測定結果を見ると equatorial cold tongue 内東側で $p\text{CO}_2\text{w}$ は高く、西に向かって減少し、西太平洋暖水塊の東端 (148°E) で大気より僅かに高い値に減少している。通常、この西太平洋暖水塊内で $p\text{CO}_2\text{w}$ は、ほぼ一定である。全炭酸は基本的に $p\text{CO}_2\text{w}$ と同様な経度分布を示し、pH は equatorial cold tongue 内東側で低く西に向かって増加し、西太平洋暖水塊内ではほぼ一定の値を示す。一方2002年1月の結果は、西太平洋暖水塊の東端は 175°E 付近にあり、1999年1月、1999年12月、2001年1月の結果と比べて 20°か、もしくはそれ以上東に位置していた。この結果から2002年1月は、中部及び西部熱帯太平洋における大気への二酸化炭素放出は、大きく減少していたことが分かる。

表面海水の $p\text{CO}_2\text{w}$ は、溶存無機炭素濃度、アルカリ度、塩分がそれぞれ一定の条件下で温度1度の上昇に対して約4%増加する。しかし、赤道湧昇域ではその逆で、東側の低温の海域ほど高い値が観測された。観測で得た溶存無機炭素と(溶存無機炭素とpHから計算した)全アルカリ度の東西濃度断面は赤道湧昇水の起源が比較的浅い層であることを示している。しかし、赤道湧昇により供給される溶存無機炭素の濃度は十分高く、主に生物活動による溶存無機炭素減少の効果が、温度上昇による分圧増加の効果を上回るため見かけ上 $p\text{CO}_2\text{w}$ と水温は負の相関が存在する。

さて、equatorial cold tongue 内では西に向かっての表層溶存無機炭素濃度の減少と硝酸+亜硝酸塩濃度の減少の比は、海洋の平均的な生物群集の体を構成する炭素と窒素の比であるレッドフィールド比の6.6を大きく上回る9以上の値が100mよりも浅い層で観測された。一方、200-350mではレッドフィールド比に近い比が観測さ

れている。珪酸と硝酸 + 亜硝酸濃度の比は、100m よりも浅い層で 0.28 と小さく珪藻類の正味の溶存無機炭素消費に果たす役割は小さく、Prochlorococcus がこの海域で重要な役割を果たしているかもしれないことも示された。