

VII-268

サンゴを考慮した水質変化予測モデルの開発

大成建設(株)技術研究所 正員 ○上野 成三
同上 正員 勝井 秀博

1. はじめに

港湾・埋立などの開発計画の環境影響評価として、数値計算による水質予測検討が行われる。通常使用される水質モデルは、富栄養化モデルと呼ばれるもので、赤潮や貧酸素化などの水中の水質変化を主体とし、海底の影響は酸素消費や栄養塩溶出などを境界条件として考慮するのが一般的である。一方、サンゴ礁海域では海底に生育するサンゴが生態系にとって重要な役割を果たす。特に、サンゴに共生する植物プランクトンの褐虫藻は、サンゴ礁海域の一次生産の基礎を担っている。よって、サンゴ礁海域の水質予測に対して、通常の富栄養化モデルによる検討では不十分であり、サンゴを中心とした海底での物質循環を主体とした水質モデルを新たに構築する必要がある。そこで、褐虫藻とサンゴの共生関係を考慮したサンゴ共生体モデルを開発し、低次生態系モデルに組み込んで、サンゴを考慮した水質モデルの構築を試みた。

2. サンゴ共生体モデルの概要

本モデルの概要を図-1に示す。サンゴと褐虫藻の物質循環の基本プロセスとして、褐虫藻の光合成、褐虫藻からサンゴへの有機物供給、サンゴから水中への有機物放出、褐虫藻・サンゴの死滅を考慮した。各プロセスのモデル化、諸係数の設定は、ハナヤサイサンゴ科のサンゴの物質循環の実験結果^{1),2)}を参考にした。本モデルを低次生態系モデルに組み込み、水中の植物プランクトン、溶存酸素、栄養塩、有機物などと連立計算を行うモデルを構築した。

3. サンゴ共生体モデルの検証計算

本モデルの信頼性を検証するために、サンゴ飼育実験結果³⁾の再現計算を行った。この実験は、サンゴの石灰化と二酸化炭素の固定能力を調べるために、水槽(B2m×L4m×H1m、水深0.5m)にキクメイシ科のサンゴを飼育し海水の水質変化を調べたものである。実験期間中の日射量と、溶存酸素DOの実験値と計算値を図-2に示す。実験で得られたDOの変化の特徴としてDOが夜間で減少し昼間で増大することが上げられる。これは、日射量がゼロとなる夜間はサンゴの呼吸作用が卓越し水中の酸素が消費され、日射量が増大する昼間は褐虫藻の光合成が卓越し水中へ酸素を供給するためである。本モデルによる計算値はこの傾向を良好に再現した。ただし、本実験は約40時間という短期間であるため、本検証結果から本モデルは短期的な水質変化の再現は妥当と言えるが、長期的な生物量変化の再現性は保証されない。この点は今後の課題である。

4. 実海域を想定した数値実験

実海域を想定した数値実験を行い、にぎり、日射などの環境条件によるサンゴ、褐虫藻の変化と水質へ与える影響を検討する。モデル海域は、リーフ海岸を想定した

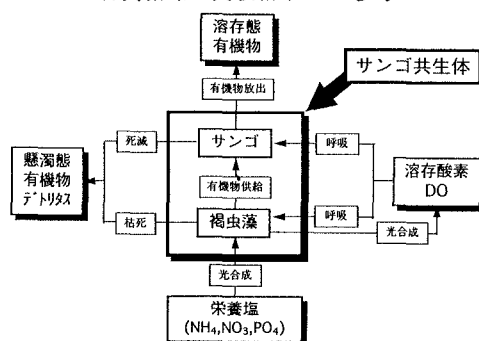
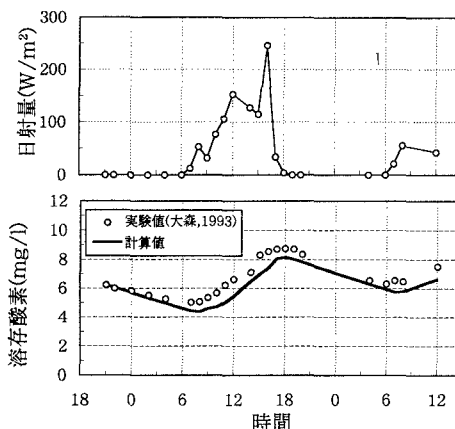


図-1 サンゴ共生体モデルの基本プロセス

図-2 サンゴ飼育実験³⁾の再現計算

キーワード：サンゴ、褐虫藻、生態系モデル、環境影響評価、リーフ海岸

〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 TEL 045-814-7234, FAX 045-814-7253, E-mail seizo.ueno@sakura.taisei.co.jp

浅い海域(4.5km×3km、一様水深2m)とし、潮流（流速振幅0.3m/s、周期12.4hr）を作用させた。水質・底質の諸条件は亜熱帯海域の条件を参考に設定した。また、サンゴの被度は一律30%とした。計算ケースを表-1に示す。赤土流出で海中のにごりが増大する場合(ケース2)、海域の一部（計算領域の中央約100ha）で日射が遮蔽される場合(ケース3)、対照ケース(ケース1)の3ケースである。なお、計算時間は水質がほぼ定常となる約5日間とした。

サンゴ・褐虫藻の生物量の経時変化を図-3に示す。計算領域の中央位置での各生物量を初期値で無次元化した。対照ケースに比べて、ケース2、3ともサンゴ・褐虫藻の生物量が減少する。これは、水中照度の減少により褐虫藻の一次生産が低下し、褐虫藻自身とサンゴへの有機物供給が減少したためである。これより、健全なサンゴ生態系を維持するには水中照度の確保が重要なことが分かる。次に、サンゴ・褐虫藻の生物量変化が水質へ及ぼす影響として、植物プランクトン、溶存酸素DOの変化（計算領域の中央位置）を比較する（図-4）。植物プランクトン・DOともに、ケース1に比べて、ケース2、3で減少する。この理由は、水中照度の減少により、水中の植物プランクトンの増殖が減少すること、および、褐虫藻の光合成によるDO供給が減少することが上げられる。着目すべき点として、植物プランクトン・DOの減少幅はケース2よりケース3の方が小さいことが上げられる。これは、海中照度が減少する領域の違いにより説明できる。ケース2の場合、水中照度は海域全体で減少するので植物プランクトン・DOの減少も海域全体で生じる。これに対して、ケース3の場合、水中照度の減少は海域の一部であることから、植物プランクトン・DOが減少する領域が限定される。さらに、潮流による活発な海水交換によりその影響が低減される。以上より、潮流による活発な海水交換は環境影響の軽減に重要であることが示された。

5. まとめ

サンゴと褐虫藻の共生関係を考慮した水質モデルを構築した。本モデルはサンゴ飼育実験結果³⁾を良好に再現するとともに、海域のにごりや日射の影響を合理的に予測できることが示された。今後の課題として、栄養塩の制限条件や、サンゴ礁海域の生態系に重要な藻場・砂地の付着藻類⁴⁾のモデル化が上げられる。

<参考文献>

- 1)McCloskey, L.R. et al.(1984):Production and respiration in the Red Sea coral *Stylophra pistillata* as a function of depth, Proc. R. Soc. Lond., B222, pp.215-230.
- 2)Muscantine, L. et al.(1984):Fate pf photosynthetic fixed carbon in light- and shade-adapted coloniew of the symbiotic coral *Stylophra pistillata*, Proc. R. Soc. Lond., B222, pp.181-202.
- 3)大森保(1993):サンゴの石灰化と二酸化炭素の固定-サンゴ飼育水槽実験-, 地質ニュース, 465号, pp.26-31.
- 4)Yamamuro, M. and Kayanne, H.(1997):Dissolved organic nitrogen flux from coral colonies and calcareous sandy sediment, Galaxea, 13, pp.197-205.

表-1 計算ケースの一覧

計算ケース	SS(mg/l)	日射量(W/m ²)	備考
ケース1	0.5	225	対照ケース
ケース2	3	225	赤土でにごりが増大した場合
ケース3	0.5	日影部:0,他:225	海域の一部で日射を遮蔽した場合

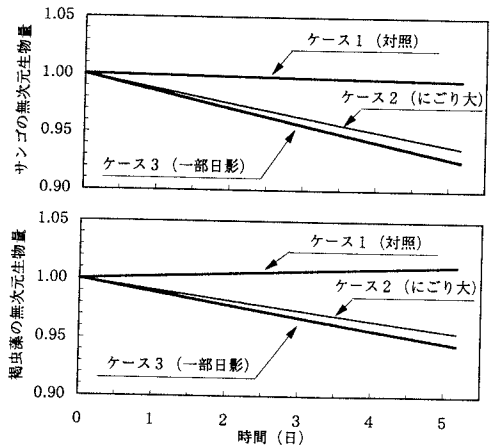


図-3 サンゴと褐虫藻の生物量の経時変化

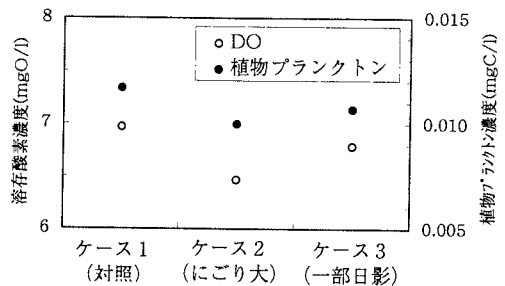


図-4 各ケースの水質の比較