

サンゴ近傍の海水運動の評価(1) －積算型流速センサーの試作－

古島 靖夫*¹ 岡本 峰雄*² 小黒 至*²
栢 孝雄*² 松田 龍典*²

サンゴ近傍の流れは、サンゴの成長や海洋生物にとって重要な環境要因の一つである。このような海域における流れは、石膏球による時間平均流の強さを計測することによって評価される。しかし、現在の石膏球では、2日～3日程度のみの計測が可能で、長期的(1週間から10日前後、あるいは1ヶ月程度)には計測出来ない。そこで、本研究では、長期的に計測が可能な積算型流速センサーを試作し、石西礁湖(沖縄県石垣島)のパッチリーフにおいて溶解率の計測を行った。その結果、積算型流速センサーの母体である石膏にセメントを混合したセンサーは、約1週間程度の計測が可能であることが推測された。

キーワード：石膏球，積算型流速センサー，海水運動，パッチリーフ

Evaluation of water movement in the neighborhood of coral reef (1) - Manufacture of the integrative current velocity sensor -

Yasuo FURUSHIMA*³ Mineo OKAMOTO*⁴ Itaru OGURO*⁴
Takao KAYA*⁴ Tatsunori MATSUDA*⁴

The flow of the coral vicinity is one of the environmental factors, which are important for growth, and marine organism of the coral. The flow in such sea area is evaluated by measuring the intensity of the time average flow by the plaster balls. However, the plaster ball is possible to measure for 2-3 days. Then, in this study, the integrative current velocity sensor in which the measurement was possible long-term was produced experimentally, and dissolution rate was measured in patch reef in the Sekisei lagoon. As the result, it was indicated that the measurement of about one-week was possible for the sensor, which mixed the cement in the plaster.

Key Words : plaster ball, patch reef, water movement, integrative current velocity sensor

* 1 海洋生態・環境研究部 第1研究グループ
* 2 海洋生態・環境研究部 第3研究グループ
* 3 Marine Ecosystems Research Department 1G
* 4 Marine Ecosystems Research Department 3G

1. はじめに

サンゴ礁生態系変動のメカニズムを把握するためには、その生息域における生物学的変動のみならず、物理環境を把握することも重要である。その中で、サンゴ礁(パッチリーフ)近傍の微小な流れを把握することは、サンゴの成長過程や産卵、動物プランクトンなどのすみ場環境などを知る上で重要である。特に、サンゴの成長・繁殖は、サンゴに存在する褐虫藻の光合成や、動物プランクトンを捕食することによって促進される他、光や海水の運動といった環境要因にも大きく依存すると言われている¹⁾。また、動物プランクトンは、礁縁の他、パッチリーフ周辺にも多く分布し、サンゴの分布が見られない所(砂地など)ではあまり存在せず、サンゴの分布と強い相関関係があると想定することができる。この原因は、パッチリーフでは光合成が行なわれやすく、近傍の基礎生産力が高いのに加え、一旦生産されたプランクトンは、パッチリーフを覆う複雑な形状のサンゴ群集によって、周囲の海水流動の影響を受けることなく、高密度で保留され続けるといった形態的機能を有するためであると推測される。したがって、パッチリーフで流れの評価を試みる場合、パッチリーフ内のサンゴ近傍や隙間など多数の点で時系列的に計測する必要がある。

通常、流れの計測には、流速計(プロペラ式流速計や電磁流速計など)を用いた係留観測が行われる。しかし、パッチリーフなどの極めて小規模な範囲での流れの計測には、機器そのものの大きさ、コスト面などから考えてこれらは適さない(多数の点に設置はできない)²⁾。また、サンゴのように固着して生活する生物にとっては、生息

域での平均的な流れが生活の場の流動環境を支配すると考えられるので、時々刻々の流向・流速の変化は必ずしも必要とされない。

したがって、このようなごく小規模で、海洋生物に重要な環境下(パッチリーフのみならず、藻場や養殖場など)における流れの評価には、石膏球を用いて時間平均流の強さ計測する技術^{2) 3)}が有効であると言える。

しかし、石膏球による流れの計測は、2日~3日程度しか行えないという欠点がある。そこで、本研究では、ごく小規模の運動評価を行うための測器として、1週間から10日前後、1ヶ月程度の積算流速が把握できる積算型流速センサー(以下、流速センサー)の試作を試みた。

2. 方法

2.1 積算型流速センサーの試作

石膏球は、直径約5cmの美術用石膏の球に、長さ約30cm、軸径6mmのネジ棒を取り付けたものである(写真1)。本研究では、この美術用石膏の素材を改良、あるいは、それにセメントを配合することにより、長期的に計測が可能な積算型流速センサーの試作を行い、基礎データを取得することを試みた。なお、石膏球の製作手法に関しては、Komatsu T. and H.Kawai(1992)の論文に委ねる。

本研究では、石膏に水性ペンキ、生分解性ポリマー、アドファ(歯科用石膏の一種)、セメントを混合させた流速センサー、および歯科用硬石膏、歯科用超硬石膏で試作した流速センサー、通常の石膏球をそれぞれ用いて計測を行った。各種の配合量は表1に示した。

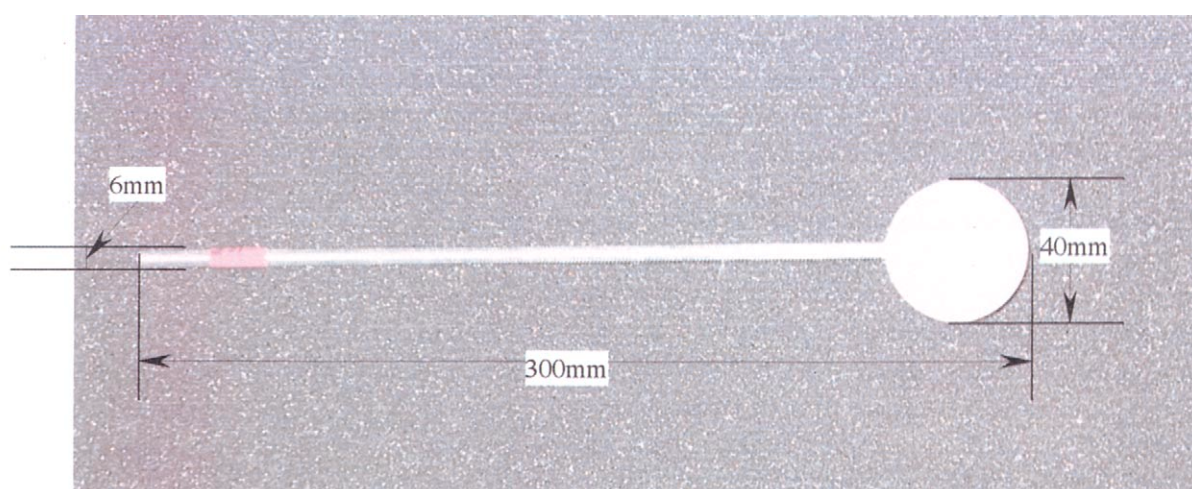


写真1 石膏球の概観

Photo 1 Schematic view of the plaster ball.

表1 各流速センサーの概要
Table 1 Outline of velocity sensors.

	蒸留水 (ml)	石膏 (g)	硬石膏 (g)	超硬石膏 (g)	ポリマー (ml)	アドファ (g)	セメント (g)	水性ペンキ (ml)
標準型	140	200	—	—	—	—	—	—
硬石膏型	60	—	200	—	—	—	—	—
超硬石膏型	60	—	—	200	—	—	—	—
ポリマー型	140	200	—	—	1.4	—	—	—
アドファ型	175	175	—	—	—	50	—	—
セメント型	140	200	—	—	—	—	40	—
ペンキ型	140	200	—	—	—	—	—	20

2.2 実海域実験

下記の期間、石西礁湖(沖縄県石垣島)におけるパッチリーフ(St.C)で50時間の溶解試験を行った(図1)。

第1回目：1999年3月13日10時50分(設置)～
3月15日12時50分(回収)

第2回目：1999年5月17日10時00分(設置)～
5月19日12時00分(回収)

石膏球は、図2のように物干し台を改良しパッチリーフ近傍にダイバーによって設置された。また、同時に電磁流速計による流向・流速、水温・塩分の計測を行った。

2.3 流速センサーの計測方法

設置1時間前に、各種流速センサーを海水(石垣港岸壁より採水)に浸し、湿重量、センサーの大きさ(外径など)を計測した。その後、ダイバーによって設置した。

回収作業も、ダイバーによって行われた。回収時に、流速センサーに北向きのマークを記入してもらい、海中でビニル袋に入れ、陸上で湿重量を計測した。

3. 結果および考察

3.1 1999年3月の実海域実験

1999年3月13日から3月15日の実海域実験の結果を表2に示した。5種類の試作流速センサーを各2個ずつ(計10個)設置したが、ここでは、一方の結果のみを示した。

この実験期間中の平均流速は、約5.3cm/secで、流向は南向き(約180°方向)の流れが卓越していた。また、平均水温は24.2℃、塩分は34.58psuであった。

50時間後の溶解率を見ると、標準型とアドファ型が約40%、硬石膏型とポリマー型が約30%となった。また、もっとも溶解率が低かったのはペンキ型であった。硬石膏で試作したセンサーの溶解率は、標準型に比べ石膏の密度が高いため溶解率が10%ほど低下したと見られる。したがって、標準型のセンサーが2日から3日間計測可能であるとするならば、硬石膏型は約4日から5日間程度の

積算流速の計測が可能であると考えられる。

一方、ポリマーを配合したポリマー型は、硬石膏型とほぼ同様の計測が可能であると見られるが、センサー試作時に気泡が入ってしまう、硬化が早まりやすい、など製作過程で問題が生じた。

また、水性ペンキを配合したペンキ型は、溶解率が最も低く(7%)、長期設置に非常に有力であろう結果が示された。しかしながら、ペンキの特性により、表面が剥離しながら減少していく傾向が見られた。すなわち、標準型センサーなどのように、流れによって溶解するという点では問題があると考えられた。

3.2 1999年5月の実海域実験

1999年5月17日から5月19日の実海域実験の結果を表3に示した。5種類の試作流速センサーを各4個ずつ(計20個)設置したが、ここでは、各種4個のセンサーの中で、溶解率の低かったセンサーの結果を示した。

この実験期間中の平均流速は、約8.8cm/sec、流向は東南向きの流れが卓越していた。また、平均水温は24.4℃、塩分は34.59psuであった。1999年3月の時と比べ、流速はやや強くなったが、水温・塩分に関してはほぼ同様であった。

50時間後の溶解率を見ると、標準型が55%、硬石膏型37%、超硬石膏型36%、ポリマー型が40%となった。標準型と硬石膏型、超硬石膏型との間に約20%の溶解率の差が生じた。溶解率が、3月の結果に比べやや上昇しているのは、この期間の流速が強かったことが反映されていると考えられる。また、計測可能期間については、3月の結果とほぼ同様であることが推測できた。

もっとも溶解率が低かったのは、セメントを石膏に混ぜて試作したセメント型であった。50時間後の溶解率は、6%と非常に低かった。3月の実験では、ペンキ型がほぼ同値の溶解率を示したが、表面が剥離しながら溶けていく問題点があった。しかしながら、このセメント型では

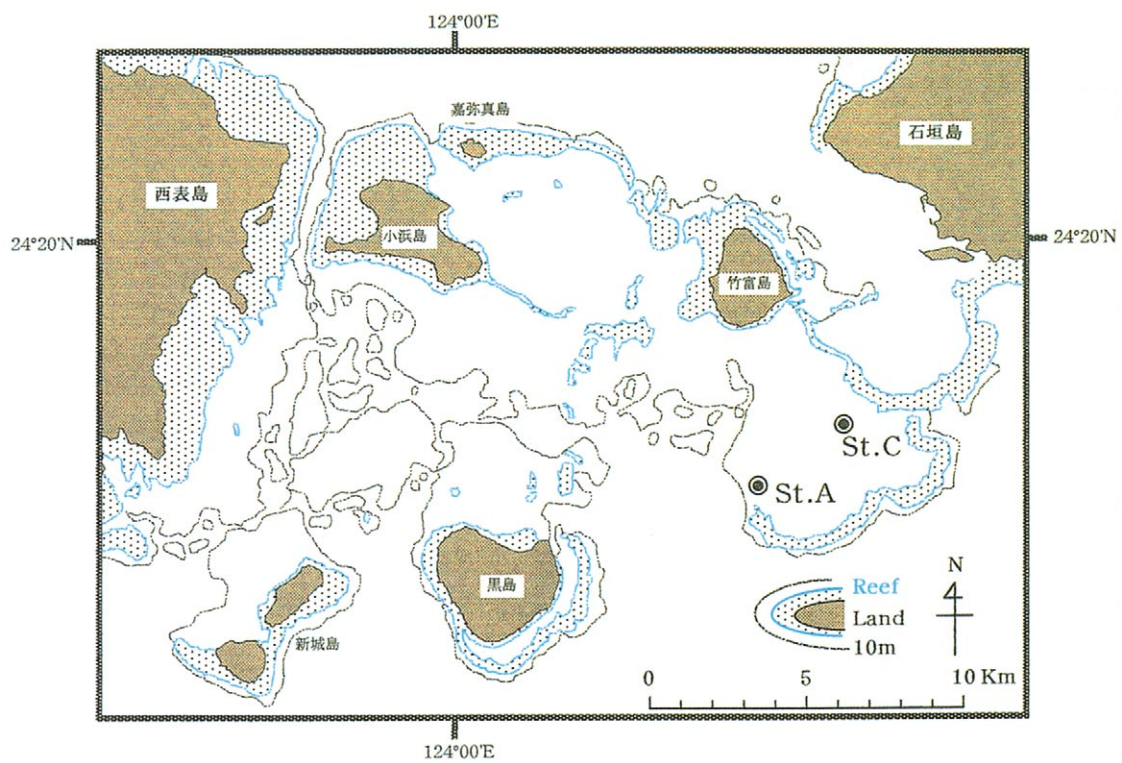


図1 石西礁湖における積算型流速センサー設置地点
Fig. 1 Observation point of velocity sensor in Sekisei lagoon.

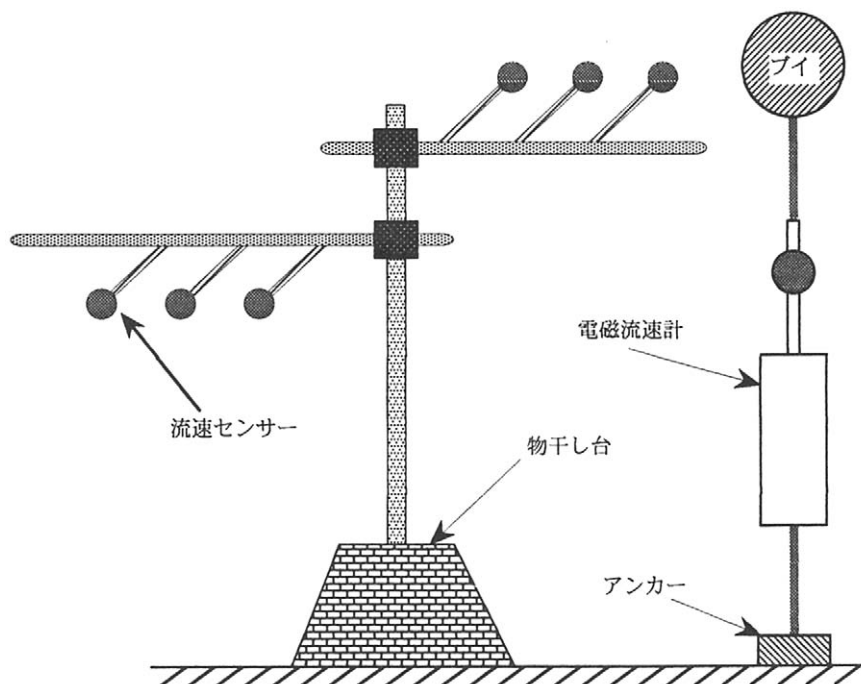


図2 試作流速センサーの設置方法概略図
Fig. 2 Schematic view of velocity sensor system.

表2 各種流速センサーの計測結果(1999年3月)

Table 2 Result of dissolution rate for each velocity sensors in March 1992.

	標準型	硬石膏型	ペンキ型	ポリマー型	アドファ型
総重量(g)	112.7	141.1	110.0	113.9	106.9
軸重量(g)	49.8	49.6	49.7	50.1	50.1
センサー重量(g)	62.9	91.5	60.3	63.8	56.7
湿重量(0時間)(g)	132.3	152.8	132.3	131.8	124.2
湿重量(50時間後)(g)	96.3	120.5	126.3	110.8	93.0
減少量(g)	36.0	32.3	6.1	21.1	31.2
50時間後の溶解率(%)	44	31	7	26	42
重量0g 到達時間(hour)	115	160	681	194	119
重量0g 到達日数(day)	5	7	28	8	5
平均流速(cm/sec)	5.3				
平均流向(°)	179				
平均水温(°C)	24.2				
平均塩分	34.58				

表3 各種流速センサーの計測結果(1999年5月)

Table 3 Same as Table2 except for during May 1992.

	標準型	硬石膏型	超硬石膏型	ポリマー型	セメント型
総重量(g)	110.9	150.3	150.6	112.3	116.9
軸重量(g)	49.6	49.9	49.7	49.8	49.8
センサー重量(g)	61.4	100.5	100.9	62.5	67.1
湿重量(0時間)(g)	130.7	159.5	158.8	129.6	133.6
湿重量(50時間後)(g)	86.4	119.0	119.6	98.0	128.8
減少量(g)	44.3	40.5	39.3	31.6	4.8
50時間後の溶解率(%)	55	37	36	40	6
重量0g 到達時間(hour)	92	135	139	126	873
重量0g 到達日数(day)	4	6	6	5	36
平均流速(cm/sec)	8.8				
平均流向	106				
平均水温(°C)	24.6				
平均塩分	34.59				

そのような現象は見られず、標準型とほぼ同様の溶解をしていくことが、回収したセンサーから推測された。したがって、セメントを配合したセンサーは、約1週間から10日前後の積算流速の計測に非常に有効であるという結果が得られた。また、製作過程においても、標準型とほぼ同様に作製できた。

ここで使用したセメントは、比較的粒子の細かいものを用いたが、これよりもさらに微粒子のセメントがある(しゅくい、ホワイトセメントなど)。硬石膏型、超硬石

膏型の実験結果でも分かるように、センサーそのものの密度を高めることにより、10～20%程度溶解率を低下させることができる。したがって、セメントを混合させ、その密度を大きくすれば、2週間あるいは約1ヶ月程度の計測可能なセンサーが試作できると考えられた。

本報告では、試作センサーの溶解率のみに着目してきたが、今後は、水温・塩分変動を加味した実際の流向・流速の推定を実海域実験と室内水槽実験を通して明確にしていく。

4. まとめ

- 1) 歯科用石膏を用いた流速センサーは、密度が高いため普通の石膏球より1日から2日程度長く計測が可能である。
- 2) 石膏にセメントを混合した流速センサーは、約1週間計測が可能であることが推測された。
- 3) セメントの混合比、種類の違いによる検討が必要である。
- 4) 実際の流速との関係、水温・塩分の違いによる評価が今後は必要である。

参考文献

- 1) 山里清, サンゴの生物学, 東京大学出版会 (1991).
- 2) 小松輝久, 石膏球による時間平均流の強さ測定方法の改良と観測例, 月刊海洋, Vol.24, No.8 (1992).
- 3) Komatsu T. and H.Kawai, Measurements of Time-Averaged Intensity of Water Motion with Plaster Balls, J.Oceanog., Vol.48, pp.353-365 (1992).

(原稿受理: 2000年 1 月27日)