

【要旨】 駿河湾東部海域における収束発散場に関する研究

2007年3月 自然環境学専攻 46868 石神健二

指導教員 助教授 道田豊

キーワード：駿河湾，浮子拡散実験，収束発散，流れ藻

1. はじめに

流れ藻とは海面に浮かんでいる海藻や海草の総称で，水産資源上非常に重要であると同時に，栄養塩や炭素を外洋と深海へ移送していることから，炭素循環においても重要な役割を担っていると考えられる．しかし，これらの重要性を認識されながらも，流れ藻の海洋における集積場所や沈降場所に関する情報は乏しく，それらに関する研究は困難であった．ところが，近年駿河湾東部海域に流れ藻が大量に堆積・分布している海域があることが確認された（三上ほか（2005），日下ほか（未発表））．そこで，本研究では，流れ藻が集中して堆積している駿河湾奥東部海域においては，表層を漂流する流れ藻が集積するメカニズムがあるという仮説に基づき，流れ藻など浮遊物質の集積に本質的に重要な役割を果たすと考えられる収束発散場を，駿河湾東部海域において浮子拡散実験により明らかにすることを目的とした．

2. 実験・解析方法および結果

駿河湾において収束発散を求めるために GPS 搭載漂流ブイを用いた浮子拡散実験を2005年2月から2006年10月まで合計17回行った．収束発散 $Q(t)$ を始めとする二次元変形率を求める方法としては，Okubo and Ebbesmeyer（1976）と川合（1976）の方法を用いた．この方法による収束発散の推定精度は，浮子群がばらばらに分布しているときは非常に高かったが，浮子群が一行にならび，面積の値が小さくなった時，つまり強い収束を示した時には悪くなった．

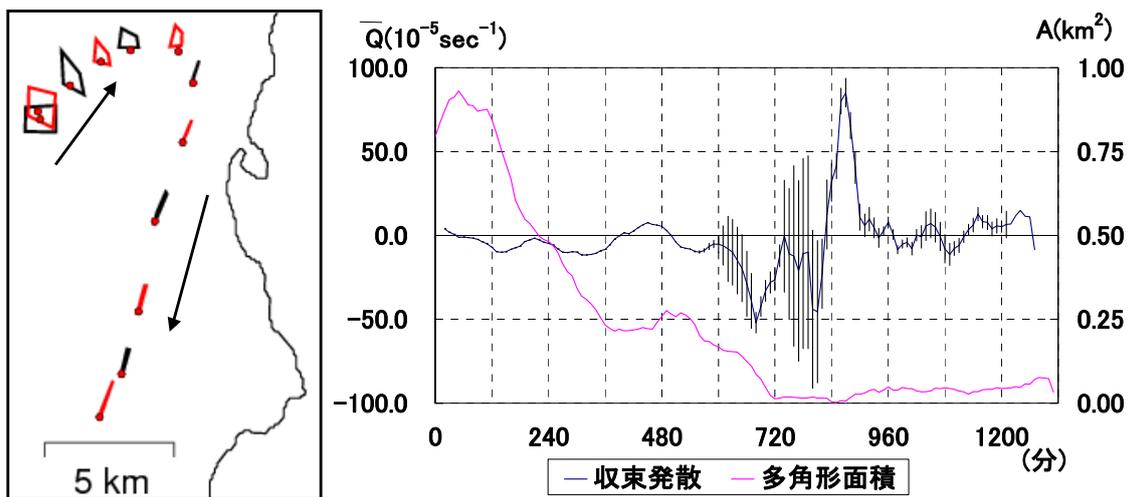
結果の一例として2006年5月31日-6月1日のブイ群の軌跡を図1に，一時間移動平均収束発散と面積の時系列変化を図2に示す．図1，図2から分かるようにブイ群は放流開始後10時間かけて北上しながら伊豆半島西岸へ近づき収束していったが，その後は流れの向きを南へ変えるとともに5つのブイは収束し一行に並び，その後約10時間一行に並んだまま流れ続け，面積変化はほとんど無くなった．これは12時間経過時点で強い収束場に捉われ，その後はそのまま収束場に捉われつづけながら流れていったためであると考えられる．収束発散の平均値は $-2.51 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ であった．面積は放流開始時には $794,102 \text{m}^2$ であったが最も面積の小さくなった14時間20分経過時点では $2,785 \text{m}^2$ であり，開始時面積の約0.35%の面積となっていることから強く収束したことが分かる．また，2005年5月，2006年5月にも駿河湾東部海域において強い収束場が観測されたが，2006年5月の実験を含めて，これら強い収束場が観測された際には駿河湾東部海域において多数の流れ藻が目視された（日下ほか（未発表））．

3. まとめ

駿河湾で行った浮子拡散実験では、沿岸海域に強く収束場が観測され、流れ藻を始めとする浮遊物質が集積することが示唆された。また流れ藻の目視調査により駿河湾東部海域に流れ藻が多く目視されたときの浮子拡散実験では、いずれも沿岸域に収束場が見られた。

収束もしくは発散する方向を記述する際、これまで伸び変形率とずれ変形率で記述していたが、伸び変形率最大値とその時の変形方向 θ で記述することにより、今まで二つの方向への二つの大きさの変形を考えていたものを、ある一つの方向 θ への一つの大きさの変形のみで考えることができ、収束発散しながらブイ群が変形していく方向や大きさをより分かり易く記述することが可能となった。

今後の課題としては、大きなスケールによる浮遊物質の集積過程を調査することや収束発散が起こるメカニズムを定量的に解明することが必要となってくる。



左：図1. ブイ群の軌跡（2時間毎にプロットしたもので赤丸は中心のブイを表す）

右：図2. 収束発散の1時間移動平均値及び面積の時系列変化

引用文献

川合英夫 (1976) : 収束・発散と海の粒々物理学, 海洋物理学II(寺本編), 東京大学出版会, pp103-152.

日下崇, 小松輝久 (2007) : 未発表

三上温子, 高井則之, 小松輝久 (2005) : 駿河湾海底より採集された大型渦藻類, 第29回水産海洋学会研究発表会.

Okubo, A. and C. C. Ebbesmeyer (1976) : Determination of vorticity, divergence, and deformation rates from analysis of drogue observations. *Deep-Sea Res.*, **23**, 349-352.

[Summary] Divergence and Convergence in Suruga Bay

March, 2007 Department of Natural Environmental Studies 46868 Ishigami Kenji

Supervisor ; Associate professor Michida Yutaka

Keywords :

Suruga Bay, GPS drifter experiments, divergence and convergence, Drifting seaweeds

1. INTRODUCTION

Drifting seaweeds are extremely important from the perspective of fisheries sciences and carbon circulation. However, their accumulation process and settlement mechanism are not clearly understood. Considering a recent report that seaweeds pile up on the sea bottom in the eastern area of Suruga Bay (Mikami et al. (2005)), we make a hypothesis that there should be an accumulation mechanism of the drifting seaweeds in the surface layers, such as a convergence field. To clarify the convergence/divergence field in the surface layers in Suruga Bay, we conducted field surveys using drifting buoys equipped with GPS-logging cell-phone.

2. EXPERIMENTS, METHOD and RESULT

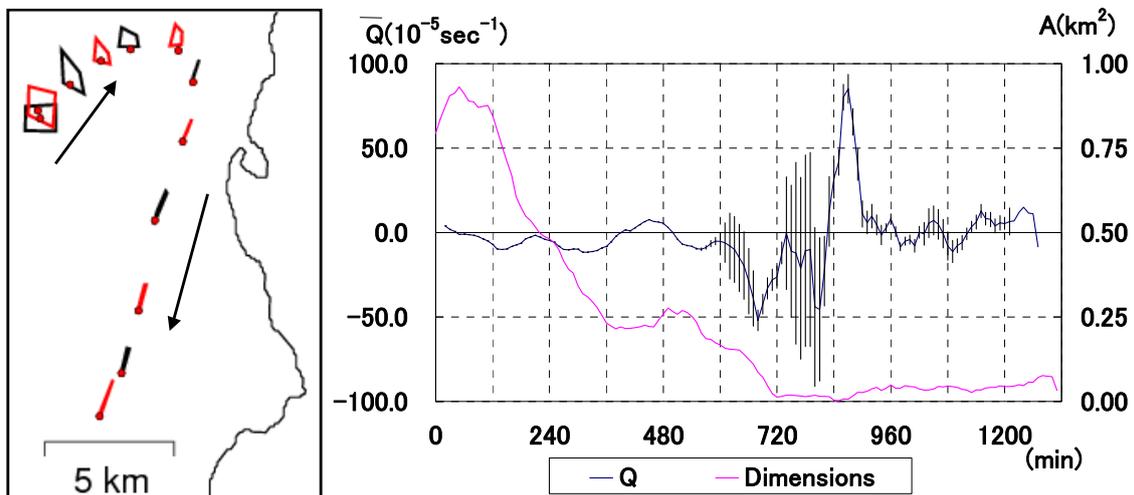
Experiments with drifting buoys equipped with GPS-logging cell-phone were carried out seventeen times in 2005 and 2006. By analyzing the location data of these drifters, we estimate the divergence/convergence: $Q(t)$ in the experimental fields based on the method presented by Okubo and Ebbesmeyer (1976) and Kawai (1976). The estimation error of divergence/convergence is negligibly small when a group of buoys is distributed separately. However, when it exhibits strong convergence, the error is unable to disregard.

For example, we introduce the result in May 31st and June 1st, 2006. Fig.1 shows trajectory of buoys and Fig.2 shows time series variation of Divergence/Convergence and Dimensions of quadrangle. Fig.1 indicates that buoys come closer to the coast of West Side of Izu Peninsula and dimensions of quadrangle become smaller at first 720 minutes. Subsequently buoys keep their dimensions small. It means strong convergence there and Fig.2 also indicates convergence. In addition, visual observations of drifting seaweeds conducted at the same time (Kusaka et al. (unpublished)) showed that they distributed in the same area of Suruga Bay. In May, 2005 and June, 2005, the result also showed convergence in the West Side of Ize Peninsula is association with the distribution of drifting seaweeds reported by visual observations.

3. CONCLUSION

The result of the experiment showed strong convergence in the coast of West Side of Izu Peninsula. In addition, visual observations of drifting seaweeds conducted at the same time showed that they distributed in the same area of Suruga Bay. It indicates that floating solids like drifting seaweeds gather and bundle there.

Stretching deformation rate: $\alpha(t)$ and Shearing deformation rate: $h(t)$ depend on the definition of X-Y coordinate and they do not give unique values. Then we introduce maximum Stretching deformation rate and the angle giving the maximum deformation rate so that Shearing deformation rate can be ignored, and it provides clearer information on the major direction and magnitude of deformation of a group of drifting particles on the sea surface.



Left : Fig1. Trajectory of Buoys. (Their locations are plotted every two hours.)

Right : Fig2. Time series variation of Divergence/Convergence and Dimensions of quadrangle.

REFERENCES

- Kawai, H. (1976) 'Convergence. Divergence and the physical oceanography of particles' in Physical Oceanography II, Ed. T.Teramoto, Tokyo University Press, 103 – 155.
- Kusaka, T. and Komatsu Teruhisa (2007) : Unpublished
- Mikami, A., Takai, N., Komatsu, T. (2005), Seaweeds collected from the bottom of the sea of Suruga Bay. The 29th Annual Meeting. The Japanese Society of Phycology.
- Okubo, A. and C. C. Ebbesmeyer (1976) : Determination of vorticity, divergence, and deformation rates from analysis of drogoue observations. *Deep-Sea Res.* , **23**, 349-352.