

神戸大学工学部 学生員 ○小碓 大地
 神戸大学大学院工学研究 正会員 内山 雄介

1. はじめに

瀬戸内海には 400 種以上の海洋生物が生息しており、その多くは生活史の一時期に幼稚仔期間を経て着底生活に移行することが知られている。そのため、産卵場から着底場までの広域的な海洋生態系ネットワーク構造を解明することが不可欠である。

コネクティビティは任意の移流時間において粒子がソースパッチからシンクパッチに移動する確率として定義され (Mitarai ら, 2009), このコネクティビティを定量化することは幼稚仔期間における海洋生物の動態を把握する上で重要であると言える。

そこで本研究では、瀬戸内海全域の沿岸部を対象としてコネクティビティを定量化することによって、①瀬戸内海内部を 8 つに分割した海域における海域間のネットワーク構造の解析、②分割した海域のうち播磨灘のマコガレイ幼稚師分散への適用による海域内のネットワーク構造の解析の 2 つを目的とした。

2. 計算方法

外洋のシグナルを考慮した瀬戸内海 ROMS-L2 モデル出力 (内山ら, 2012) を用いて、中立粒子の 3 次元 Lagrangian 追跡を行った。計算期間は 2011 年 12 月 1 日から 2012 年 2 月 28 日 (冬季) の 3 ヶ月を対象とし、粒子の移流時間を 30 日とした。粒子の放出源であるソースパッチは半径 5 km の円形として定義し、その中心は海岸から 5 km の位置に中心間隔 10km で配置する。瀬戸内海内部に設置したパッチは合計 140 個であり、図-1 に示す通りである。また、パッチ番号 1~9 を豊後水道、10~24 を伊予灘、25~44 を周防灘、45~62 を安芸灘、63~87 を燧灘、88~116 を播磨灘、117~127 を大阪湾、128~140 を紀伊水道として分類する。この粒子追跡計算結果を用いて任意の Lagrangian 粒子に関する確率密度関数である Lagrangian PDF およびコネクティビティを算出する。

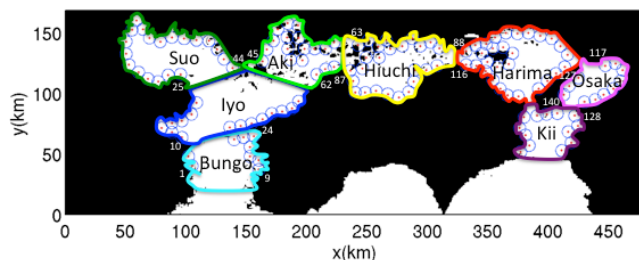


図-1 瀬戸内海内部に設置したパッチの位置およびパッチ番号

3. 計算結果

コネクティビティは各ソースパッチからリリースした粒子の各シンクパッチにおける Lagrangian PDF にパッチの面積を乗じることで確率として定義され、ソースパッチ 140×シンクパッチ 140 のマトリックスで表現される。図-2 は移流時間 30 日経過後におけるコネクティビティをマトリックス形式で表現したものである。移流時間 30 日経過後も依然として 45 度線付近に粒子が多く分布していることから、ソースとなる海域に留まる粒子が大部分を占めており、海域外に流出する粒子も隣接する海域への移動に留まるものが多いことが分かる。

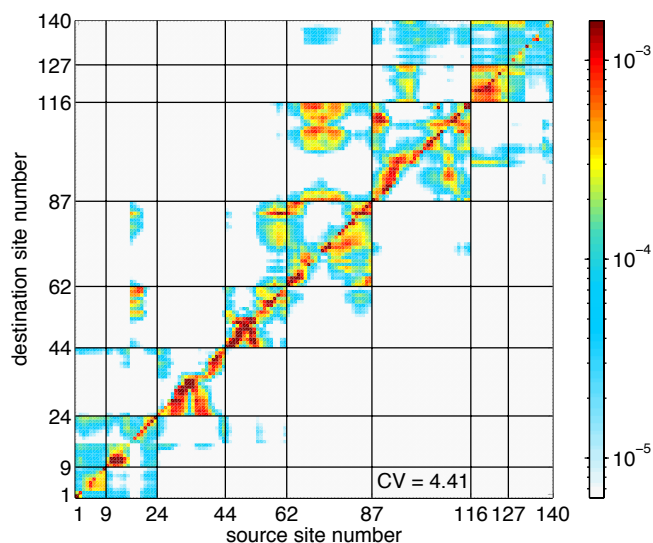


図-2 移流時間 30 日後の connectivity matrix

4. 海域間のネットワーク構造

各海域をソースとする粒子が他の海域に移動する割合を調べた（図-3）．外洋に接続する豊後水道および紀伊水道についてはもとの海域に留まる粒子の割合が小さく，特に紀伊水道においてその傾向が強いことが分かる．また，両水道を除く全ての海域で 50 %以上の粒子がその海域に残留する．全体的に豊後水道から紀伊水道に向かって移動する傾向が強い．各海域間の境界における質量フラックスを評価したところ，豊後水道から紀伊水道方向への流れが卓越していたことから，平均流場と粒子移動傾向が良好に対応していることが確認できた．

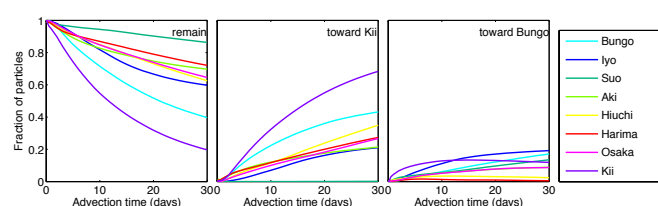


図-3 各海域をソースとする粒子が移流時間 30 日においてその海域に留まる割合（左），紀伊水道方向に移動する割合（中），豊後水道方向に移動する割合（右）

5. 播磨灘内のネットワーク構造

次に，播磨灘におけるマコガレイの幼稚仔分散過程を本モデルにより表現する．マコガレイは産卵時期が 12 月下旬から 2 月中旬，幼稚仔期間が約 30 日として知られている．解析にはコネクティビティのソースパッチに対する和である destination strength およびシンクパッチに対する和である source strength を用いる．destination strength を算出することにより幼稚仔が集中しやすいパッチを，source strength を算出することによりそのパッチに着底した幼稚仔のソースを推定することができる．図-4 にマコガレイの幼稚仔分散における destination strength，図-5 に source strength を示す．図-4 から，各エリアからリリースされた幼稚仔はその周辺に留まる傾向が強く，全体的には小豆島北岸に着底する幼稚仔が多いことが示唆される．また図-5 より，小豆島北岸に着底した幼稚仔のソースは播磨灘西部からのものがほとんどで，距離的に近い播磨灘北岸の東部ではなく，播磨灘南岸の西部をソースとする幼稚仔が確認される．

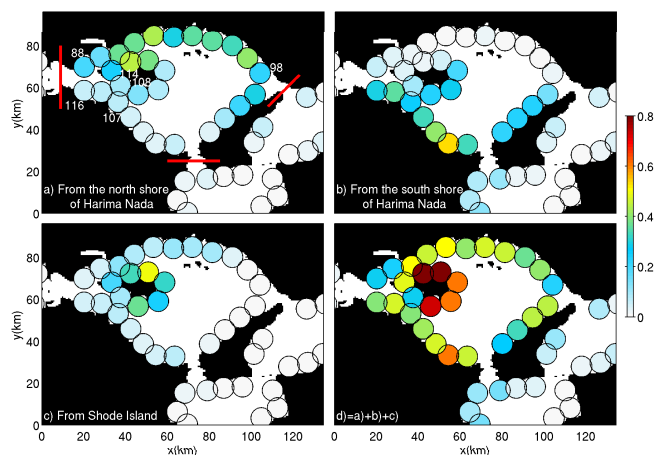


図-4 播磨灘北岸（左上），播磨灘南岸（右上），小豆島（左下），播磨灘全域（右下）をソースとする幼稚仔に対する 30 日経過後の destination strength

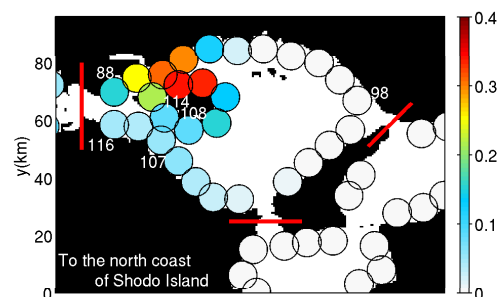


図-5 小豆島北岸に着底した幼稚仔に対する 30 日経過後の source strength

6. 結論

瀬戸内海全域を対象とした Lagrangian 粒子追跡を行い，Lagrangian PDF に基づきコネクティビティを定量化した．各海域からリリースした粒子は豊後水道から紀伊水道に向かう傾向が強く，外洋に接続する両水道を除く全ての海域において 50%以上の粒子がその海域に留まり続ける．また，播磨灘内からリリースした幼稚仔は小豆島北岸に着底することが示唆され，小豆島北岸に着底したマコガレイの幼稚仔は播磨灘西部をソースとするものがほとんどであった．

参考文献

- 1) Mitarai, S., D. Siegel, J. Watson, C. Dong, and J. C. McWilliams (2009) : J. Geophys. Res., Vol. 114, pp.005-166.
- 2) 内山, 栗山, 宮澤 (2012) :土木学会論文集（海岸工学）, Vol.68, No.2, pp. I_441-I_445.