

伊勢湾シミュレーターの再現状況について

日次
 1. 伊勢湾シミュレーターの開発の現状と漁業影響評価での利用にあたっての検討課題......
 2. 伊勢湾シミュレーターの再現状況......
 3. 伊勢湾シミュレーターを用いたマコガレイの産卵場の推定......

平成 27 年 12 月

• •	•••	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		1	3	

1. 伊勢湾シミュレーターの開発の現状と漁業影響評価での利用にあたっての検討課題

流れ、水質、浮遊幼生の漂流状況等の変化を予測する「伊勢湾シミュレーター」は、別途ワーキングにて再現性 の検証が進められている。現在のところ、伊勢湾シミュレーターは表 1.1 に示す再現性が確保されている。

本漁業影響調査においては、とくに候補地周辺での動物プランクトンや栄養塩濃度、貧酸素水塊の発生、二枚 貝類の浮遊幼生といった水産資源量の変化に深く関わる項目について、予測の手法ならびに再現状況について検 討を行っている。

表 1.1 現状の伊勢湾シミュレーターの再現性に関する評価と本漁業影響調査での再現性の確認内容

検討項目	再現状況および検証内容
潮流、流れの再現	 再現性は十分な精度である。
水温の再現	 再現性は十分な精度である。
塩分の再現	 再現性は十分な精度である。
	 出水後の伊勢湾奥での淡水の挙動の再現性向上について検討中である。
動・植物プランクトンの再現	 再現性は十分な精度である。
	 冬季に突発的に発生する珪藻類の再現性向上について検討中である。
	・ 本評価にあたり候補地周辺の動物プランクトンに着目し再現性を検証して
	いる。
有機物、栄養塩の再現	 再現性は十分な精度である。
	・ 本評価にあたり候補地周辺での栄養塩濃度の再現状況を検証している。
溶存酸素の再現	 再現性は十分な精度である。
	・ 本評価にあたり候補地周辺の貧酸素化の発生メカニズムの解明とその再現に
	ついて検証している。
二枚貝類の浮遊幼生	 本評価にあたりアサリ・タイラギ・バカガイ・ハマグリの浮遊幼生の挙動
	の再現性について検証している。

青字 : 本資料での検討内容

2. 伊勢湾シミュレーターの再現状況

2.1 候補地周辺の栄養塩の再現状況

伊勢湾シミュレーターでの栄養塩の再現状況について、知多ノリ研究会よ り候補地周辺で観測されている栄養塩データの提供を受け、それら観測値と の比較・検証を行った。

図 2.1 に観測値と計算値の比較結果を示す。観測値で得られているアン モニア態窒素および硝酸態窒素・亜硝酸態窒素、リン酸態リンそれぞれの濃 度レベル、ならびに時間変化の傾向、空間的な濃度分布の傾向を計算値は 良く再現しており、栄養塩の再現性は良好である。



図 2.1 候補地周辺の栄養塩濃度の再現状況 (●:観測値、--計算値)



2.2 候補地周辺の動物プランクトンの再現状況

伊勢湾シミュレーターでモデル化している動物プランクトンに係る物質循環について図 2.2 に示す。ここで捕食 速度は観測値を基に、式(1)に示すように夏季に増加するよう表現している。また動物プランクトンの自然死亡と魚類 への転送については、両者を合わせて死亡・転送速度として式(2)に示すように動物プランクトンの現存量の2乗に 比例させたモデル式を適用している。また貧酸素化に伴う死亡についても考慮している。

捕食速度
$$(gC/m^3/day) = 0.10 \times \exp(0.0588 \times T) \times ZOO$$
 [T < 23°C]
= 0.10 × exp(0.0588 × T) × {1.0+0.3 × (T-23)} × ZOO [T \ge 23°C] 式(1)

式(2)



ここで T は水温(℃)、ZOO は動物プランクトン現存量(mgC/l)、DO は溶存酸素濃度(mg/l)である。



図 2.2 モデル化している動物プランクトンに係る物質循環

伊勢湾シミュレーターによる動物プランクトンの再現状況について図 2.3 に示す。観測値に見られた濃度レベル や季節変化の傾向、空間的な分布傾向を計算値は概ね再現している。



図 2.4 には計算で推定された植物プランクトンの純生産量と動物プランクトン の植物プランクトンの捕食量を示す。運輸省第五港湾建設局(1997)は、伊勢湾・ 三河湾において、1976年から1977年にかけて明暗瓶を用いた溶存酸素法によ って一次生産量を測定し、伊勢湾北部で 0.4~3.5gC/m²/day、南部で 0.5~ 2.0gC/m²/day、三河湾で 0.7~2.1gC/m²/day 程度の値を得ており、本計算結果 と概ね整合するものであった。また動物プランクトンの捕食圧は地点 6 の候補地 周辺でピークを持つ推定結果となった。この要因は地点 6 が貧酸素化の影響を 受けないこと、湾奥部で生産された植物プランクトンは湾奥部ではあまり捕食され ず余剰したものが候補地周辺で捕食されていることなどが考えられる。



図 2.5 は動物プランクトンの植物プランクトン捕食量と動物プランクトンの死亡・転送量を比較したものである。 計算値では動物プランクトンの捕食に比例して死亡・転送が追従しており、植物プランクトンを捕食(動物プランクト ンは懸濁熊有機物も捕食している)し増加した動物プランクトンは、直ちに死亡・転送に移行するといった物質循環 が速い形で図 2.3 の現存量が再現されている。死亡・転送量のうち何割が魚類への転送量であるかといった内訳 については現在 10%を設定しているが(10%が系外に除去される)、観測値を参考に今後は変更を検討する予定で ある。



図 2.5 動物プランクトンの植物プランクトンの捕食量と死亡・転送量の比較(計算値)

本検討において捕食速度および死亡・転送速度の設定にあたって、計算値が観測値に整合するようモデ ル式を作成した。また候補地周辺での動物プランクトンの生産量が多い点もそのメカニズムが十分に解明 されていない。今後、現地調査データを蓄積しモデル式の検証等を行う予定である。



2.3 候補地周辺の貧酸素化の特徴とその再現状況

2.3.1 伊勢湾広域での貧酸素化の再現性について

2014 年を例に湾奥モニタリングブイでの水深別の溶存酸素の観測値と計算値の比較を図 2.6 に示すが、伊勢湾広域の視点での貧酸素水塊の発生に関する再現性は良好である。一方で、空港島北側の鬼崎地先では水深が約 5m と浅いにも関わらず、夏季に貧酸素水が発生していることが昨年の観測で明らかとなった。本資料では、とくに**候補地周辺で発生する貧酸素水塊の発生メカニズムの解明とその再現に着目した検討**を行った。



2.3.2 候補地周辺で発生する貧酸素化のメカニズム

1) 昨年度の観測で明らかとなったメカニズム

昨年度は候補地周辺での貧酸素水塊の挙動を把握することを目的に、水温・塩分・溶存酸素を7~9月の90日間連続して観測した。観測では右上図に示すN4~N7の計4地点において溶存酸素・水温・塩分の連続観測を実施した。 図 2.7 には観測結果で得られた各地点の溶存酸素(DO)の経時変化を示している。観測結果より候補地周辺では右下表に示すような2種類の貧酸素化のメカニズムが存在することが明らかとなった。



図 2.7 候補地周辺で観測された溶存酸素の経時変化



■観測された候補地北側での貧酸素化の特徴

①窪地化した N7 での貧酸素化と浅海域 N4 への湧昇

・ 窪地化している N7 では他の地点に比べ、貧酸素水塊 の発生頻度が高い。

・ N7 で発生した貧酸素水塊は高頻度に**窪地から湧昇**し ていることが分かった。この湧昇により N4 の溶存酸 素が低下するなど周辺の浅海域へ影響を与えている。

②外洋水の侵入に伴う貧酸素水塊の湧昇

・ 上記①とは別に N4 で貧酸素化が生じる時期があり、 同時に湾奥ブイでも貧酸素化が水深 5m 程度の浅い水 深まで及んでいた。

この時期は湾奥に高密度の外洋水が侵入した時期と
 一致しており、湾内に存在した貧酸素水塊が外洋水により湾奥に押し込められた結果、浅い水深層でも貧酸素化が発生し、その影響が候補地周辺に影響が及んだものと推測される。

2) 本年度の観測の概要と得られた知見

(1) 昨年度の観測では明らかとなっていない事項

昨年度の観測で得られた下記の貧酸素化の発生メカニズムについては発生要因が明らかであるため、伊勢 湾シミュレーターでも十分に再現が見込める。

① 外洋水の進入等に伴い、伊勢湾奥で貧酸素水塊が浅い水深層に持ち上がる時期

② 近接する窪地内(N7)で発生した貧酸素水塊が湧昇する時期

2014年におけるN4での底層溶存酸素の再現性を図 2.8に示す。概ね計算値は観測値を再現しているが、7 月20日頃および8月15日頃の再現はできていない。この時期は図2.7において溶存酸素が一定速度で単調 減少する時期と一致しており、候補地北側で海水の滞留している可能性が考えられるが、この濃度変化のメカニ ズムは不明であった。





図 2.9 地形から推測される上げ潮時の主な流れと止水域

(3)本年度の観測の概要

仮説の検証にあたって、本年度実施した候補地北側での集中的な観測の概要を表 2.1 に示す。とくに海 水の滞留性を把握するため、複数地点での流向・流速の観測を実施した。

(2) 本年度の観測で検証する仮説

本年度の観測は下記の仮説を検証することを目的に実施した。

仮説 : 候補地北側浅海域は海水の交換性が悪く(とくに上げ潮時)、貧酸素水塊が発生しやすく、 かつ発生後は解消が遅れる。

図 2.9 には候補地周辺の海底地形図を示す。海水が水深の深い場所を通って交換していると仮定すると、候 補地北側・鬼崎地先は海水の通り道にはならず、かつ前島の存在により渦が形成されるなどして止水域となる可 能性が考えられる。

表 2.1 候補地周辺での集中的な観測概要





·流速	水温	·塩分	DO					
下層	上層	下層	上層	下層				
\bigcirc	0	0		0				
\bigcirc		0						
\bigcirc		0		0				
\bigcirc		\bigcirc						
\bigcirc		\bigcirc						
0	0	0		0				

(4) 観測結果

a) 小潮期に単調減少する底層溶存酸素

2015年にN4およびBで観測された溶存酸素の経時変化を図 2.10 に 示す。2014年と同様に小潮期に溶存酸素が低下する傾向が観測された。 とくに 8月19日~8月22日には溶存酸素が単調に減少し、2mg/lを下回 った。これは前述した 2014 年に観測された現象と類似したものであった。 本検討ではとくに8月19日~8月22日の期間に着目し、この溶存酸素の 低下のメカニズムを検討した。

この期間における N4 の底上 0.5m での水質変化を図 2.11 に示す。溶 存酸素の単調減少時に水温は低下し、塩分は上昇するといった傾向があ った。すなわちこの時期に伊勢湾の底層の高密度水が湧昇している可能 性が考えられる。



図 2.10 候補地周辺での溶存酸素の観測結果





図 2.11 N4の底上 0.5m での水質変化

b) 運ばれた高密度水そのものが貧酸素化の原因か

この高密度水がどこから運ばれてきたかを把 握するため、図 2.12 に示すように候補地周辺 と湾奥ブイにおける海水の密度を比較した。湾 奥ブイの海水の密度と比較により、水深約 5m の N4 地点に存在した高密度水は伊勢湾奥の 水深約 10m 付近の海水が運ばれてきたものと 推測される。



図には示していないが水深約7~8mの地点 A,D でも同時期に高密度水が運ばれていた。

この時期の高密度水塊の分布を模式的に表すと右図のようになる。





湾奥ブイにおいて水深別に溶存酸素と海水の密度の関係性を整理し図 2.13 に示す。伊勢湾奥の水深 10m 付近の高密度水が運ばれて候補地周辺で貧酸素化が発生していたとすると、両図の散布図は類似した 形になるはずであるが両図に類似性はみられず、伊勢湾奥の高密度水が運ばれたことが候補地北側で発生 した貧酸素化の直接的な原因でないことがわかる。





図 2.14 候補地北側での小潮期の流況(底上 0.5m)

c) 浅海域で溶存酸素が減少するメカニズムの推定

この期間に候補地北側で観測された底層流速を図 2.14に示す。上げ潮時に地点Dでは北向きの流れが 生じているが、このとき地点D~C~B~N4にかけて流向が時計回りに回転しており、候補地北側で上げ潮 時に渦が形成されていることがわかった(この現象は大潮でも確認された)。また8月19日~22日の3日間 におけるN4での流向・流速から推測した流跡図を図 2.15に示すが、底層水の移動範囲は3日間で候補地 北側の範囲に留まっていることがわかる。すなわち前述した仮説のとおり、候補地北側では小潮期において ①高密水が運ばれることで成層が強まること、②小潮期の流速が小さいこと、③上げ潮時に時計回り渦が形 成されることで、底層水の海水交換量をその場の酸素消費量が上回り貧酸素化が発生しているものと推測さ れる。

8月19日~22日の3日間で溶存酸素は3.5mg/1と単調に減少したが、貧酸素化した層厚が全水深5m に対して 1~2m であると仮定すると、この濃度低下を引き起こすために必要な酸素消費速度は約 1.2~ 2.3g/m²/day である。この酸素消費速度は英虞湾干潟域での観測・推定された速度¹と比較して同程度であっ た。





図 2.15 候補地北側での貧酸素化に関する考察

2014年・2015年の観測で明らかとなった候補地北側の貧酸素水塊の発生メカニズムは下記の3つである。今後、 伊勢湾シミュレーターで下記の再現を試みる。

【候補地北側の貧酸素水化の発生メカニズム】
① 外洋水の進入等に伴い、伊勢湾奥で貧酸素水塊な
② 近接する窪地内(N7)で発生した貧酸素水塊が運
③ 小潮期に滞留性が強まることによりその場が発生

て、約1.2~2.3g/m²/day 程度必要である。

が運ばれる 軍ばれる 生する

¹ 国分秀樹(2009):英虞湾干潟域の生物生息機能・物質循環機能の定量評価と生態系再生手法に関する研究、三 重水研報 第18号

2.4 二枚貝類の浮遊幼生の挙動の再現状況

アサリ、タイラギ、バガガイ、ハマグリといった二枚貝類(以降これらをまとめて二枚貝類と呼ぶ)を対象に、土砂処 分場設置が及ぼす浮遊幼生の供給量や伊勢湾での供給ネットワークの変化を定量的に予測・評価することを目的 とし、幼生に見立てた粒子の漂流・追跡シミュレーション(以降、浮遊幼生シミュレーションと呼ぶ)を用いた検討を 進めている。

これまでの検討では、アサリを対象に図 2.16 に示すような手順で検討を進めてきた。本資料ではアサリと同様の スキームを新たに、タイラギ、バカガイ、ハマグリの3種類に適用可能か検証することを目的として、浮遊幼生シミュ レーションの再現性の検証を行った。



図 2.16 検討手順

(1) 浮游幼生シミュレーションの条件設定

浮遊幼生シミュレーションは伊勢湾シミュレーターで計算された流れ場に、浮遊幼生に見立てた粒子が流 れによって輸送される様子を追跡する解析手法である。シミュレーションを行うには、図 2.17 に示す条件設 定のもと計算を行っている。





図 2.17 浮游幼生の漂流計算に条件設定の一覧

図内の赤字で示す4つの 条件を、観測データおよ び既往の知見を用いて設 定する必要がある。

(2) 浮遊幼生の時空間分布の再現性

二枚貝類の浮遊幼生の浮遊量の再現状況について、種別に図 2.18 に整理した。

【タイラギ】

- ▶ 湾奥部で浮遊量が多くなる傾向は概ね再現できているが、地点毎にみると過大評価(名古屋港内の地点45)、過小評価(地点46)となっている。
- ▶ 候補地北側(地点46、47、48、49)では8月のみ浮遊幼生量が顕著に増加するが、計算結果は6月から 8月にかけて浮遊幼生の量が多くなっている状況である。
- 割測結果として浮遊幼生の分布は母貝の生息域と重なる傾向が強く、その点を計算値は十分に再現で きていない。





<u>タイラギ:</u> 浮遊幼生の浮遊量の再現状況



【バカガイ】

▶ 計算値は観測値の浮遊幼生の発生時期やその分布を概ね再現できている。





[

9

【ハマグリ】

▶ 湾奥部で浮遊幼生の突発的な出現が8月に見られる点、湾奥部ほど浮遊幼生量が多くなる傾向がある 点を計算値は概ね再現できている。





【アサリ】※アサリのみ2カ年分の結果を整理している

- ▶ 2014年の春・夏産卵、2015年の春産卵の湾全体の浮遊幼生の増減、季節変動を概ね再現できている。
- ▶ 空間的に浮遊幼生量の多い場所、少ない場所の傾向も概ね再現できている。
- 湾口付近(地点 16, 18, 19)では、計算結果が過大になっているが、この計算結果は、三河湾由来の幼 生の供給によるものであり、漁獲量から推定した三河湾の母貝の分布を過大評価していることが原因と 考えられる。





アサリ: 浮遊幼生の浮遊量の再現状況

2.4.2 再現状況改善に向けた取組み方針

二枚貝類の種類ごとの再現状況改善に向けた取組み方針を表 2.2 に整理した。バカガイ、ハマグリについては、アサリと同様のスキームで浮遊幼生の分布状況の再現できると考えられる。一方でタイラギについては、浮遊 幼生の観測値が母貝の生息域に留まる傾向が強く、計算値はその点を再現できていない</u>といった課題が残る結果となった。

種類	再現状況	課題
		・ 名古屋港内~候補地北部(地点 45、46)で浮遊量が
		高くなる状況を再現できない。
		・ 他の種よりも浮遊期間が約2倍長いことで、予測にあた
タイラギ		って誤差が大きくなる可能性がある。
		・ 浮遊幼生の観測結果は、サイズ別に取得されているた
		め、サイズ別の空間的な分布状況を含めて再現性検
		証を精査していく必要がある。
バカガイ		・ 本手法により良好な再現性が得られる
ハマグリ	0	
アサリ		
凡例 〇:再	現性良好、▲:再現が困難	

表 2.2 二枚貝類の種類ごとの再現状況

3. 伊勢湾シミュレーターを用いたマコガレイの産卵場の推定

ここではマコガレイの仔魚の観測結果と「逆解析シミュレーション」と呼ばれる手法を用いて、マコガレイの産卵場 の推定を検討した。本検討の流れを図 3.1 に示す。



図 3.1 検討の全体の流れ

【逆解析シミュレーションを行う際の留意点】 設定条件を正しく設定することが重要であるとともに、逆解析の期間が長くなるほど推定精度は低下するため、推 定精度の確認も重要な留意点となる。

3.1 逆解析シミュレーションに用いるデータと知見について (1) 逆解析シミュレーションに用いるマコガレイ仔稚魚の観測データ マコガレイの仔稚魚の調査は昨年度には3回実施されている(2015年1月6日、2015年2月4日、2015 年2月20日)。逆解析シミュレーションでは逆解析の期間は短いほど精度の高い結果が得られる。本検討で は平成27年1月6日の観測データ(104個体)を対象とし、さらにその中でも孵化後の経過日数が短いと考

(2) 逆解析シミュレーションで対象とした仔魚 40 個体の位置づけについて

全長 3.5mm 未満のサイズの仔魚は、図 3.2 に示すマコガレイの初期生活史に当てはめると、ステージ B・ C が混在している可能性もあるが、大部分の個体がステージ A の卵黄あり・ロがまだ開いていない状況の前 期仔魚に属している。

ステージA(B・C も多少混在)では、サイズも小さく、捕食のための能動的な泳動も不要(ほとんどの個体が ロが開いていない)であると考えられ、シミュレーションにあたって能動的な移動は無視できると仮定した。





逆解析の推定精度が十分に確保できるのが1週間程度の期間の逆解析であることを事前に検討しており、この観点から、孵化直後から約1週間未満の稚仔 魚を対象とする意味で全長 3.5mm 未満を解析の対象とすることとした

えられる全長が3.5mm 未満²の個体(40 個体)のみを対象に逆解析シミュレーションを適用することとした。

	特徴
6.0	後期仔魚 体長 7.60mm
Co	後期仔魚 体長 7.65mm
	後期仔魚 体長 8.20mm
	 稚魚期 体長 9.90mm ※稚魚になると能動的な遊泳 の影響が分布に影響するとす る文献もみられる(函館湾事例 等)

³ 南卓志(1981):マコガレイの初期生活史, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 47(11), 1411-1419

3.2 逆解析シミュレーションの設定条件について

逆解析シミュレーションでは、図 3.3 に示すように「浮遊期間」と「浮遊中の挙動」に関する情報が得られれば、産卵 場を推定することができる。

(1) 逆解析シミュレーションの設定条件

逆解析シミュレーションに用いている基本的な設定条件を表 3.1 に、計算結果の具体的な整理方法を表 3.2 に整理した。



図 3.3 逆追跡の計算に必要な情報

設定条件	
粒子の配置について	仔魚1尾について粒子 <u>100個</u> を
逆解析での拡散条件	拡散なし (逆解析では、移流の
浮遊中の挙動	観測場所の海水の密度を計算料
浮遊している期間	水温に依存して全長をさかのほ 計算を終了する。

表 3.2 産卵場の推定方法と結果の整理方法

整理内容	整理方法
産卵場の判定方法	産卵場の判定は、粒子のサイズが 2.5~3.0mmの範囲になった場所として判定
	40尾×100個/尾の粒子を配置し逆解析を行い、湾全体で4000個の粒子が存在している。任意の時刻の産卵場の分布は、以下のように評価した。
産卵場の推定結果の 整理方法	任意の格子の粒子数の割合[%]=任意の格子の粒子数[個] 湾全体の格子数[個]
	2.5~3.0mmの範囲の産卵場マップは、計算期間全ての平均値として整理している。



表 3.1 逆解析シミュレーションにおける基本的な設定条件

⁴今回の逆解析の期間(6日程度)の範囲では、比重による鉛直移動の感度は小さいことを事前に確認している ⁵睦谷一馬:人工飼育におけるマコガレイ仔稚魚の成長と変態について,水産増殖 36(1), 27-32, (1988) ※観測結果との整合も確認している

3.3 産卵場推定結果

3.3.1 産卵場の推定結果

逆解析シミュレーションによって推定されたマコガレイの産卵場を図 3.4 に示す。



図 3.4 逆解析シミュレーションによって推定されたマコガレイの産卵場

3.3.2 推定結果の妥当性

産卵場の推定結果を、①産卵時の底質依存性と、②親魚の空間的な分布状況の 2 つの視点から検証し た。伊勢湾の粒度組成の空間分布と、標本船におけるマコガレイの親魚の分布状況を図 3.5 に示す。

推定された産卵場は、泥質を避けて砂・礫質付近に集中することが知られており、産卵場の推定結果は、 既存の知見と整合する結果であった。また産卵場は12月に親魚がみられた場所付近か、その沖合に存在し ていることからも産卵場の推定結果は妥当であると考えられる。

【参考: マコガレイの産卵に関する知見】

- 卵(沈性粘着卵)を砂質と泥質の境界の砂質側に産み付けることが知られている。
- ▶ 産卵親魚は、餌を確保するため浅い場所を生息場とするが、産卵時期は沖合に移動し産卵を終えてか ら、やせた状態で浅瀬に戻ってくる習性(もどりガレイとも)が釣り師の間で知られている。



注) :3.5mm 未満の仔魚が観測された観測地点である。また→で仔魚の移動経路を示している。 なおカラーコンターは図 3.4 と同じである。

図 3.6 マコガレイの産卵場からの仔魚の浮遊の実態

【底質の粒径区分】

【標本船調査での親魚の分布状況(12月)】

3.4.2 推定結果の精度の確認

推定結果の推定精度、とくに推定結果はどの程度の解像度まで信頼できるかを把握するため、推定結果の粒 子の配置状況から順方向に時間を進めて(以降、順解析シミュレーション)、観測時点(2015年1月6日)のマコ ガレイ仔稚魚の空間的な分布を再現できるかどうかを検証した(図 3.7)。

今回の産卵場の推定結果から放出された仔稚魚は、1月6日に本来観測されなかった箇所で確認されるなど、 全ての仔魚の観測結果を再現できるものではなかった。逆解析シミュレーションの産卵場の推定結果の中には、 推定精度の低い結果も含まれていることがわかる。

推定精度が高い粒子は『逆解析でさかのぼった場所から、1月6日まで順方向に追跡しなおして、もとの位置 の周辺まで戻ってこられた粒子』として定義し、図 3.8 に示す考え方で推定精度の定量的な把握を行った。 具体的には図 3.8 の水色の円で示す範囲に粒子が元の位置に戻ってくるか否かで推定精度を定量的に判 断した。ここでは水色の円は大きさを段階的に4km~24kmに設定した。円の大きさが小さい場合にも元の位置に 戻ってくる粒子は推定精度が高いと見なせる。



図 3.7 順解析シミュレーションによる1月6日観測日の仔魚の空間分布の再現状況

図 3.8 に示した円の大きさごとに産卵場を色分けした結果を図 3.9 に示す。推定された産卵場の分布のうち、 湾奥部と知多半島沿いの産卵場は推定精度が高いと言える。それに比較すると三重県津・松坂沖が産卵場であ る可能性は推定精度が劣る結果であった。



【凡例】 空間解像度のレベル別の 産卵場の分布

■:レベル2(半径8km) ■:レベル3(半径16km) :レベル4(半径 24km)

図中の●は逆解析シミュレーシ ョンに用いた仔魚が観測された 地点である。

3.4.3 今後の課題

マコガレイの産卵場推定に関する課題は以下のとおりである。

【逆解析シミュレーションを用いた産卵場の推定に関する課題】

- ▶ 新たに実施する本年度の観測データおよび既往のデータ(空間解像度の高い底質データなど)を用 いた本手法の再現性・信頼性の向上
- 数か所確認された産卵場毎の規模の評価(候補地周辺の産卵場の湾内での寄与) 産卵期の標本船調査結果等の観測データを用いて推定を行うとともに、それらを補足する資料として 伊勢湾シミュレーターを用いた解析では下記のような感度解析が有効であると考えられる。

感度解析①:各産卵場に任意に粒子を配置し、観測される仔魚分布をもっとも適切に再現する粒子 の配置パターンを見出すことで、各産卵場の規模(≒配置する粒子個数)を推定する。

感度解析②:各産卵場に一定個数の粒子を配置し、産卵場毎に配置した粒子が湾内に留まる確率 を整理する。その結果をもとに各産卵場の生産に対する寄与率を推定する。

図 3.9 産卵場の推定精度に関する検討結果 (空解像度のレベル別の表示、推定精度が高い地点ほど暖色系になる)

【産卵場の推定精度について】

- ▶ 今回推定された産卵場の分布のうち、湾奥部と知多半島沿いに産卵場がある点は推定精度が高いと言え る。それに比較すると三重県津・松坂沖が産卵場である可能性は推定精度が劣る結果であった。
- ▶ 推定精度が高いと判断している場所でも半径 4km 内程度の幅を持たせた結果であり、本手法により産卵場 は湾内に複数存在し、候補地周辺もその一つであるという点は判断できるが、候補地周辺内において数キ ロの精度で産卵場を特定するまでには至らない。