

大阪市立大学工学部都市学科

学生員

○宮脇 康平

大阪市立大学大学院工学研究科

正会員

遠藤 徹

岩手大学地域防災研究センター

正会員

柳川 竜一

1. 研究背景・目的

大阪市の南端を流れる都市河川大和川は、高度成長期に水質が悪化し生物生息環境が著しく劣化した。しかし近年、下水道整備等により水質は改善傾向にあり、2004 年には天然アユの生息が確認された。アユは河川生態系の多様性を評価するための指標種であり、産官学が連携して大和川のアユの生態調査が行われている。

アユは川と海を行き来する両側回遊魚であり、生活史は成長段階に応じて以下の 4 段階に分類される。

- ①仔魚期 (秋から冬) : 河川下流域で卵から孵化した仔アユが海へと流下し、海域で生活する
- ②稚魚期 (春) : 海から遡上し河川下流域で生活する
- ③成魚期 (夏) : 河川上流域へ移動し成長する
- ④産卵期 (秋) : 河川下流域で産卵し一生を終える

これまで現地調査や室内実験により、大和川におけるアユの、②稚魚期、③成魚期、④産卵期に関する生態は明らかになってきた。しかし、アユの遡上数を増やすためには海域での生態の把握が重要であるにも関わらず、現地調査で体長 1cm 未満の仔アユを採集することが困難であるなどの理由から、①仔魚期については検討されていない。そこで本研究では、大和川から流下した仔アユの分布エリアを推定するため、大阪湾の流動の再現計算を実施し、その後、流動の計算結果を基に大和川で孵化した仔アユの追跡計算を実施した。

2. 方法

仔アユの分布エリアの推定は、図-1 の手順で実施した。ここで、流下仔アユの追跡計算において、孵化した仔アユの遊泳能力が弱い¹⁾ことから、孵化後 10 日間は仔アユの挙動が流れに対して受動的であると仮定した。まず、(1)中電 CTI が開発した沿岸流動モデル：CENSIS を使用して大阪湾の流動を計算した。本モデルの基礎方程式は、静水圧近似を仮定した運動方程式、連続の式、水温および塩分の輸送方程式で構成されている。計算領域は大阪湾全域として、南北 60km×東

表-1 大阪湾の流動計算の計算条件

条件	地点	項目	データ元
初期条件	13 地点	水温・塩分	大阪湾水質定点自動観測データ
		潮位	気象庁：江井観測所
境界条件	明石海峡	水温・塩分	大阪湾水質定点自動観測データ：明石
		潮位	気象庁：和歌山観測所
河川条件	紀淡海峡	水温・塩分	大阪湾水質定点自動観測データ：和歌山
		流量	水文水質データ：枚方観測所
	淀川	水温・塩分	大阪湾水質定点自動観測データ：淀川河口
		流量	水文水質データ：柏原観測所
	大和川	水温・塩分	大阪湾水質定点自動観測データ：堺浜
		流量	大阪湾環境データベース
気象条件	神戸	風向風速・湿度・降水量・気温・雲量・日射量	気象庁：大阪管区気象台
			気象庁：神戸管区気象台
	洲本		気象庁：大阪管区気象台
			気象庁：洲本管区気象台

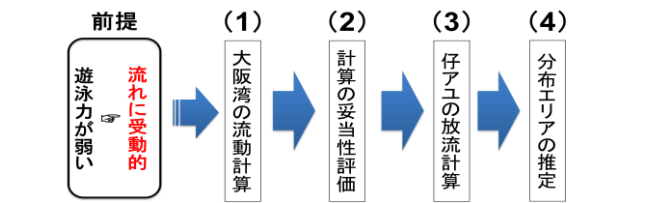


図-1 仔アユの分布推定のプロセス

西 65km、解像度は水平方向に 1km メッシュ、鉛直方向に 8 層とした。計算条件は表-1 に示すように、初期条件は大阪湾 13 地点に水温と塩分を、境界条件は明石海峡と紀淡海峡に潮位変動と水温と塩分を、河川条件は淀川・大和川・神崎川・武庫川の流量と水温と塩分を、気象条件は神戸・大阪・洲本管区気象台の気象データをそれぞれ与えた。計算期間は、仔アユの流下が確認された 2011 年 10 月 1 日から 2011 年 12 月 31 日の 3 か月間とした。その後、(2)流動計算の妥当性を恒流と水温と塩分から評価を行い、(3)流動計算の流速を用いて仔アユの放流計算を実施した。放流計算は、式(1)、(2)により仔アユの位置座標の時間変化を計算した。

$$x^{t+\Delta t} = x^t + [v(t) \cdot e^{i\theta} + v_p(t)] \cdot \Delta t \tag{1}$$

$$z^{t+\Delta t} = z^t + [w(t) + w_p(t)] \cdot \Delta t \tag{2}$$

ここで、 t : 時刻、 Δt : タイムステップ、 $x^t = (x^t, y^t, z^t)$: 時刻 t における仔アユの座標、 $v = (u, v, w)$: 流速成分、 θ : 乱流輸送を考慮するためのドリフト角である。放流期間は 10 日間とし、放流日は 10 月～12 月の 1 日・

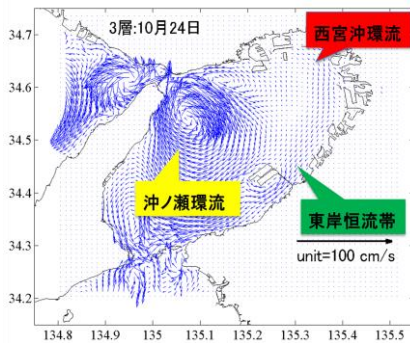


図-2 流動計算結果を基に作成した大阪湾の恒流

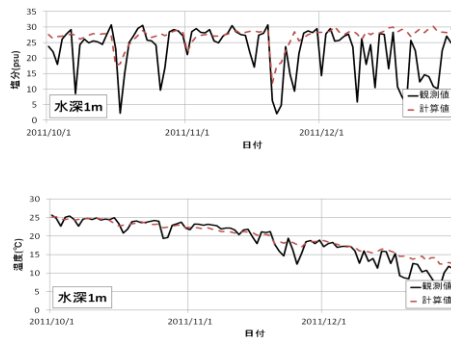


図-3 大和川河口の塩分（上図）と水温（下図）の時間変化

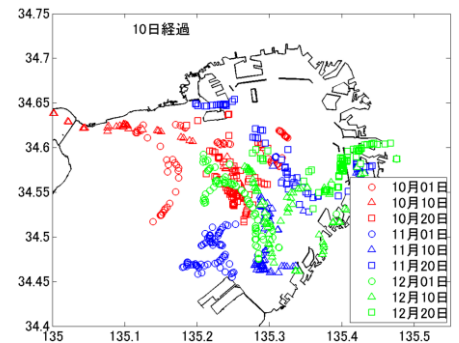


図-4 大和川流下仔アユの分布エリアの計算結果

10日・20日とした。また、放流地点は、大和川下流域とし、放流数は100個体とした。最後に、(4)放流計算の結果から、仔アユの分布エリアの推定を実施した。

3. 結果・考察

3-1. 大阪湾の流動計算

図-2に10月24日における水深5mの恒流（水平流速の25時間平均値）の分布を示す。湾西部には時計回りの沖ノ瀬環流や湾奥部には西宮沖環流、湾東部沿岸では東岸恒流帯が見られ、本計算で大阪湾の代表的な恒流が再現できた。

次に、図-3に大和川河口における塩分と水温の計算結果と大阪湾水質定点自動観測データの観測値を示す。塩分（図-3上図）の計算結果は、概ね実測値の傾向を再現できているが、実測値で見られる変動が再現できていない。これは、出水時の大和川河口では水深1m付近に塩分躍層が形成されるが、本モデルでは鉛直1層目の層厚を2mとしているため、成層構造を再現できていない事が原因と考えられる。水温（図-3下図）については、冬季にかけて水温が低下する傾向が再現できている。以上より、計算結果は観測値と概ね一致しており、計算結果の妥当性が確認できた。

3-2. 仔アユの放流計算

図-4に大和川から放流した仔アユの10日後における分布エリアの計算結果を示す。仔アユは大阪湾へと流下後、西宮沖環流や沖ノ瀬環流の影響により輸送される傾向が見られるが、放流時期によって分布エリアが異なることが確認できる。そこで、仔アユの分布割合を放流して10日後の到達距離（大和川河口からの距離）別に整理したものを図-5に示す。10月に放流した仔アユは広範囲に輸送されるが、12月になると分布範囲は小さくなる傾向が見られた。一方、月別平均流量を確認すると、10月が最も多く12月にかけて少なく

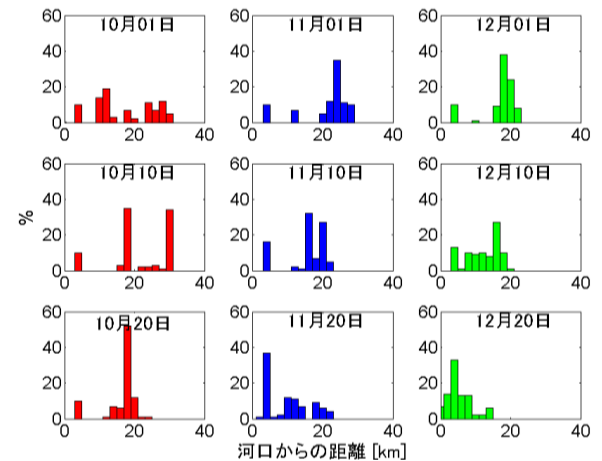


図-5 仔アユの10日後の到達距離別分布範囲割合

なる傾向があり、流量は仔アユの分布エリアと関係があると考えられた。また、仔アユは沿岸浮遊期後、浅場へと移動する。しかし、本研究で推定された大和川産の仔アユの分布エリア付近の大和川から泉佐野までの汀線は、ほとんどが直立護岸で覆われており、海域で生存するのが困難な環境であると考えられる。つまり、大和川におけるアユの遡上数を増やすには、仔アユが分布しやすい大和川から泉佐野にかけて浅場を整備する必要があると言える。

4. まとめ

本研究により明らかとなった結果を以下に示す。

1. 仔アユの分布エリアは孵化する時期によって異なることが明らかとなり、この分布傾向は大和川の河川流量が影響していると考えられた。
2. 大和川から流下する仔アユの分布エリア付近の環境は、仔アユにとっては生存しにくい条件であり、今後、大和川にアユの遡上数を増やすには浅場の造成が必要であるといえる。

<参考文献>

- 1) 大竹二雄（2006）：海域におけるアユ仔稚魚の生態特性の解明，水研センター研究報告，pp.179-185。