

### 3. 1 はじめに

我々の人間活動に伴って様々な化学物質が環境中に放出されていくが、その多くは海に到達し、懸濁物などに吸着して最終的に海底に堆積する。特に人口密集域の都市部近郊沿岸域底質には多種多様な物質が残留する傾向が強く、物質によっては高濃度で残留している地点が点在する。これまでも底質中化学物質の濃度分布調査は数多く行われているが、これらが実環境で生物にどのような影響を及ぼしているか、明らかにした研究は少ない。現在、底質中化学物質の生物リスク評価は、単一化学物質の水暴露試験データをもとに行われることが多い。しかしエラ取り込みを想定したそのデータを底質毒性評価に流用できるのか、あるいは、化学物質が複合的に残留している底質の影響評価に本法が最適か、などの検証はあまり行われていない。一方、海外のグループを中心に様々な底質影響評価法が試みられているが、確固たる手法は確立されていない。

我々は飼育水を用いず、間隙水を僅かに含んだ底質上でヒメダカあるいは海産魚のジャワメダカの胚が孵化直前まで発生が進むことを確認した。この飼育法を応用して、東京湾や大阪湾など、それぞれ数地点から底質を採取し、本法により各底質の影響評価を行ったところ、胚発生途中で死亡したり、発生や孵化の遅延、奇形仔魚の孵化を誘発する地点があることを見出した。

これまでの我々が行った調査から考えると、日本沿岸域では生物影響リスクがある底質が各所に点在している可能性が高いが、その深刻度はほぼ明らかになっていない。そのため、日本沿岸域で網羅的に底質影響評価を行うことは火急の課題であるといえる。

本研究では、まだ底質影響リスクの実態がほとんど知られていない瀬戸内海を調査対象地域として選び、1) 工場密集域、2) 人口密集域、3) 港湾地域、など幾つかの観点から化学物質汚染が比較的に進んでいることが予測される沿岸域を優先的に選び、底質を採取して鹿児島大学に持ち帰り、実験室内でこれら底質についてジャワメダカ胚による影響評価を行って、瀬戸内海底質の生物影響リスクの現状を調査することを目的とした。底泥は愛媛大学沿岸環境科学研究センターの調査実習船・勇魚により現場海域でスミス・マッキンタイヤーにて採泥を行った。採取した底質は直ちに凍結して、鹿児島大学水産学部へ送付した。平成30年度は今治、西条、新居浜市に接した沿岸域で底質を採取した(図1)。本底質の影響試験

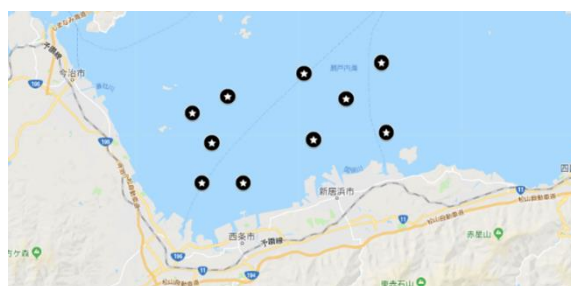


図 1. 平成 30 年度におけるサンプリング地点



図 2 . 平成 29 年度のサンプリング地点

は現在進行中である。ここでは 29 年度に採取した広島湾底質（図 2）の影響試験について、30 年度内に結果がえられたので、これについて述べる。

### 3. 2 方法

底質は 1 mm 径のふるいで振るって、石や貝殻、その他の異物を取り除いた。ふるいを通った底質を室温で乾燥した後、人工海水で静かに洗った。洗浄後、遠心分離して、底質中で余分な水分が取り除か僅かな間隙水を含んだ状態にした。この底質をガラスシャーレに敷き、その上に魚胚を半分程度埋まる位の深さで 1 シャーレに 10 個ずつ設置した（ $n=3$ ）。シャーレを密閉して、 $27^{\circ}\text{C}$  のインキュベータ内で発生させる。底質の上には水を敷かないまま、底質暴露を行った。12 日間底質上で飼育して胚の死亡や異常などを観察した。その後、48 穴マイクロプレートの各穴に人工海水を入れ、底質上の胚を 1 つずつプレートの 1 穴に入れた。個々の胚を孵化後数日まで飼育し、孵化日数等を調べると共に、孵化仔魚の奇形誘発率なども調べ、広島湾における底質影響を評価した。

### 3. 3 結果と考察

29 年度に底質を採取した地域は、大竹市側の工業地帯付近でも底質を採取したものの、それぞれのサンプリング地点の環境負荷は、広島市側に比べると人口も少ないために限定的であろうと予測された。影響試験の結果を表 1 に示す。暴露試験の結果、廿日市市に近い St. 11 で 37% の胚が死亡した。しかし、死亡率に関してコントロールと比べて有意差があったのは St. 11 のみであり、St. 4、6、7、10 などは死亡率が平均で 20% 以上観察されたものの、多少シャー

レ間でばらつきもあったことから、コントロールと比べて有意差は観察されなかった。しかし、これらの地点は宮島周辺の散在しており、水の流れの関係上、島周辺に一定の汚染物質が対流する地形になっている可能性はある。

孵化日数に関しては、St. 1～3などはコントロールよりも1日程度早くなる傾向が見られたが、一方で、St. 4、5、6、8、10、11などはコントロールよりも2日から3日程度、孵化が遅れる傾向を示した。魚胚の孵化遅延は、影響と見なさないとする研究者もいるが、野外環境を考えると、孵化までの日数が長くなると他生物からの捕食や疾病罹患のリスクが高くなると考えられるため、ここでは胚に取っては深刻な影響としてとらえ、掲げた。St. 1～3は工業地域に隣接した部分であり、この3地点が早期孵化の傾向を示したことは、工業地域の排水などが大いに関係しているのかもしれない。

奇形率に関してはそれぞれの地点のシャーレ間で群内差が大きく、有意差は見られなかったが、全ての地点でいくつかの奇形死魚が孵化したため、今後さらなる検証が必要だと思われる。本研究ではSt. 1などで片目が全く形成されない奇形個体が散見された。我々がこれまで行ってきた底質調査において、このような奇形を発現させるような底質は採取されたことはなく、何かこの地域で特異的な化学物質が海底質中に残留している可能性がある。

表 1 広島湾底質暴露によるジャワメダカ胚の影響

地点	孵化率 (%)	孵化日数 (日)	死亡率 (%)	未孵化率 (%)	奇形率 (%)
Control	93.3±5.8	15.0±1.0	6.7±5.8	0	0
St.1	86.7±5.8	14.3±0.4	13.3±5.8	0	26.9±16.7
St.2	66.7±5.8	13.7±0.2	33.3±5.8	0	10.3±9.0
St.3	83.3±20.8	14.3±0.6	16.7±20.8	0	14.4±17.1
St.4	80.0±10.0	17.0±31.5*	20.0±10.0	0	21.0±14.4
St.5	83.3±5.8	17.3±1.0*	16.7±5.8	0	15.7±5.6
St.6	73.3±5.8	18.0±0.8*	26.7±5.8	0	9.3±8.5
St.7	76.7±15.3	16.7±0.8	23.3±15.3	0	22.7±10.4
St.8	83.3±20.8	17.7±1.8*	16.7±20.8	0	8.9±8.4
St.9	83.3±15.8	16.7±0.5	16.7±15.8	0	8.1±7.3
St.10	76.7±5.8	18.3±2.0*	23.3±5.8	0	13.7±14.3
St.11	63.3±5.8*	18.3±21.2*	36.7±5.8*	0	14.3±24.7

孵化率は胚 30 個の平均±標準偏差、その他は 1 シャーレの結果を繰り返し 3 (n=3) の平均値±標準偏差を掲げた。

#### 4. まとめ

平成 30 年度は今治市、新居浜市、西条市に接する沿岸域で底質を採取した。ここで採取した底質影響の結果は得られ次第報告する。さらに、平成 29 年度に採取した広島湾底質について影響を調べた。その結果、廿日市近郊沿岸域で採取された底質で、37%のジャワメダカ胚の死亡が観察された。この地点付近の海岸線は交通量の多い国道 2 号線に接するものの、それ以外の汚染源が付近にあるように見えない。もしかすると広島市側から流れる海流があり、人口密集域から汚染物質が運ばれるような地形的な構造があるのかもしれない。また、孵化日数は大竹市に接する地点では早期孵化が見られ、その他では孵化遅延が見られた。このような影響が散見されたものの、我々が過去に行った他地域における調査結果とも比較して考えると広島湾の底質汚染はそれほど深刻ではない。しかし、フェリーの往来が激しいために、広島市側でのサンプリングが難しいこと、また、海岸線に近いほど、底質毒性は強くなる傾向が一般的にあるため、陸寄りのサンプリングなども行ってより詳細な調査を今後も継続的に行う必要がある。