

大阪湾の環境と生物相

第 13 期自然環境市民大学修了式・公開記念講演会

2016年3月9日

山西 良平

(西宮市貝類館顧問・大阪湾見守りネット代表)

大阪近郊の都市圏で生活する人々にとって、地元の海である大阪湾のイメージはまだまだ“汚い色”に塗りつぶされているようです。本稿では大阪湾が日本の内湾の中でもたぐいまれな“環境と生物の多様性”に恵まれた海域であることをご紹介します。

日本の内湾

内湾とは半ば陸地に囲まれた海です。湾外と比べると波は穏やかで水は停滞しやすく、流入河川があればその影響で塩分が低下し、水質は富栄養になります。湾外とのつながりの程度については、閉鎖度という指標が用いられています。

$$\text{閉鎖度指標} = (S^{1/2}/W) \times (D1/D2)$$

※ S：面積 (km²)

W：湾口幅 (km)

D1：湾内最大水深 (m)

D2：湾口最大水深 (m)

湾口の幅が相対的に狭く、湾口の水深が湾の最大水深と比べて小さい内湾ほどこの指標値は高くなり、海水交換が悪く富栄養化のおそれがあるとされています。水質汚濁防止法では、この値が1以上である海域を排水規制対象としています。

代表的な国内の内湾を表1に紹介します。沖合のトラフが進入している駿河湾、富山湾やカルデラ起源の鹿児島湾を除けば、多くは沖積平野の延長上にあり、水深は浅くなっています。広大な干潟をもつことで知られる有明海は、閉鎖度がとび抜けて高い内湾です。ともに背後に人口密集地域を抱えた東京湾、伊勢湾、大阪湾は地形が閉鎖的で、平均水深も20m前後と浅く、見かけは互いによく似ています。

大阪湾の地形と環境

1. ふたつの湾口と潮汐流

大阪湾は瀬戸内海の東端に位置し、明石市から和歌山市に至る北東方向に湾入した本州側の海岸と、湾口を塞ぐかのように位置する淡路島と友ヶ島によって囲まれた、見かけは閉鎖的な内湾です。全体の輪郭は、北東－南西方向に長軸をもつ長円形で、長径約60km、短径約32km、

面積は約 1450km²あります。湾内の平均水深は 28m、約 44km³の海水をたたえています。

大阪湾の地形上の最大の特徴は、明石海峡と紀淡海峡の 2 か所でそれぞれ外側の海（播磨灘と紀伊水道）とつながっていることです。表 1 で大阪湾の湾口幅を 3.6+11.0（km）と記して

表-1 日本の代表的な内湾の大きさと閉鎖度指標

	面積 (km ²)	湾口幅 (km)	平均水深 (m)	湾内最大 水深(m)	湾口最大 水深(m)	閉鎖度 指標	備考
噴火湾	2,485	30.2	57	107	93	1.90	
陸奥湾	1,668	14.0	38	75	75	2.92	
東京湾(広義)	1,380	20.9	40	700	700	1.78	浦賀水道を含む
東京湾(狭義)	922	7.0	17	70	70	4.34	浦賀水道を除く
富山湾	2,120	66.7	610	1,250	1250	0.69	富山トラフから連続
駿河湾	2,300	56.0	500	2,245	2245	0.86	駿河トラフから連続
伊勢湾・三河湾	2,130	34.7	20	49	43	1.52	
大阪湾	1,450	3.6 + 11.0	28	100	100	(2.61)	
有明海	1,700	4.5	20	165	117	12.89	
鹿児島湾	1,040	11.0	117	237	111	6.26	始良カルデラ起源

（公財）国際エメックスセンターによる「日本の閉鎖性海域(<http://www.emecs.or.jp/encsea/japan>)」から引用。
東京湾(狭義)、富山湾、駿河湾、大阪湾の閉鎖度指標については独自に算出。

いますが、前者が明石海峡の、後者が紀淡海峡の幅です。仮にこれらの合算値を大阪湾の湾口幅として計算すると、閉鎖度指標は 2.61 とかなり高くなります。しかし、これは湾口が 1 か所だけでその幅が 14.6km とした場合の値ですから、このような方法で大阪湾の閉鎖度を判定することはできません。しかも両海峡は遠く離れた所に位置していて、潮の干満に伴う潮汐流が淡路島沿いに北上と南下を繰り返し、そのたびに海峡を通り抜けていきます。このため両海峡周辺での潮汐流ははげしく、海底はえぐられて岩盤が露出し、水深が 100m に達する所もあります。このように、ふたつの湾口のあることが大阪湾の海水の交換を大きく促すとともに、海底の地形にも影響を与えています。この点で、大阪湾の環境構造はユニークで、東京湾や伊勢湾とは大きく異なっていると言えるでしょう。

2. 河川水と外海系水せめぎ合い

大阪湾には周辺の合計 36 本の河川から平均毎秒約 300m³という大量の水が流入し、海水を薄めるとともに有機物や栄養塩類その他の物質を湾内に流し込んでいます（図 1）。しかも、おもな流入河川は湾奥に集中していて、淀川水系と大和川・武庫川だけで何と全体の流入量の 97%以上を占めているのです。このためにこれらの河口周辺は汽水域の様相を呈しています。一方、紀淡海峡は紀伊水道と直接つながっています。潮汐流によってここから湾内に流入する外海系水は塩分が高く貧栄養で、河川水の性質とは正反対です。このように、大阪湾には汽水域である湾奥と紀伊水道に接している紀淡海峡という両極があり、それらを結ぶ軸に沿って

大きな環境の勾配が生まれ、湾全体が河川水と外海系水のせめぎあいとなっています。これが大阪湾の第2の大きな特徴です。河川水の影響をもっとも端的に示す塩分の分布によって環境勾配を確認しましょう(図2)。

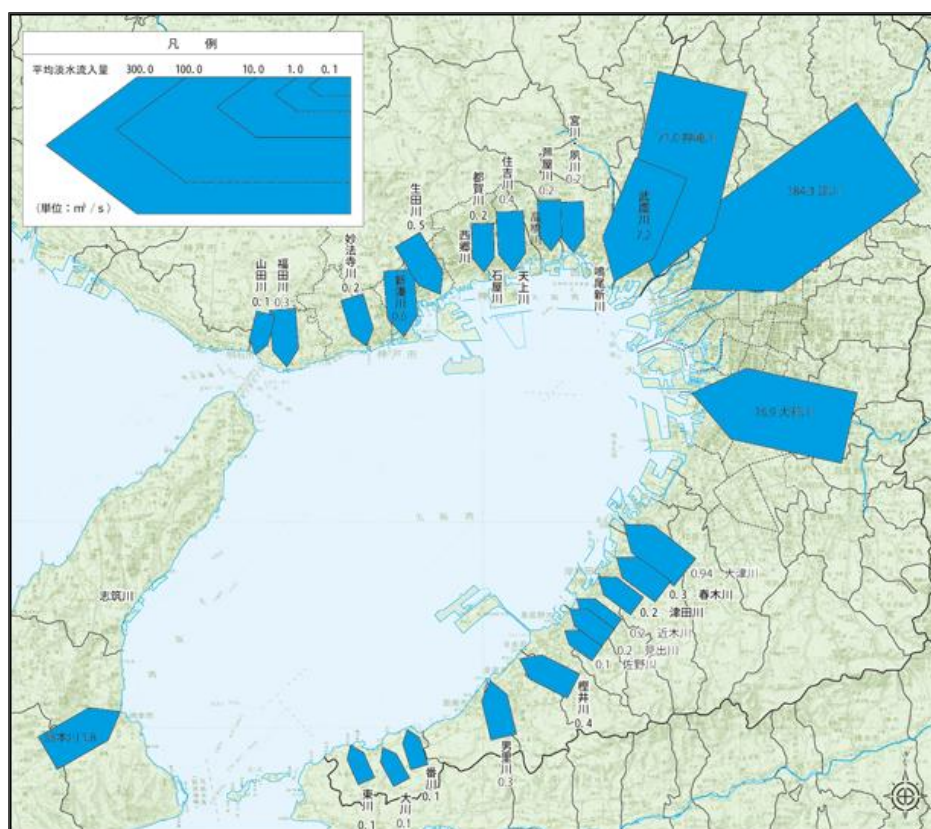


図-1 大阪湾に流入する河川とその流量(2007-2009 年度)。
大阪湾環境データベース(国土交通省、<http://kouwan.pa.kkr.mlit.go.jp/kankyo-db/>)から転載。

3. 巨視的な水の動き

往復する潮汐流を差し引きしても、水は完全に元の位置に戻るのではなく、海底地形や河川水、卓越風などの影響で少しずつずれて移動します。そのようなずれをまとめた巨視的な水の動きを恒流と呼びます。大ざっぱに言えば大阪湾の水は時計回りの方向に動いています(図3)。

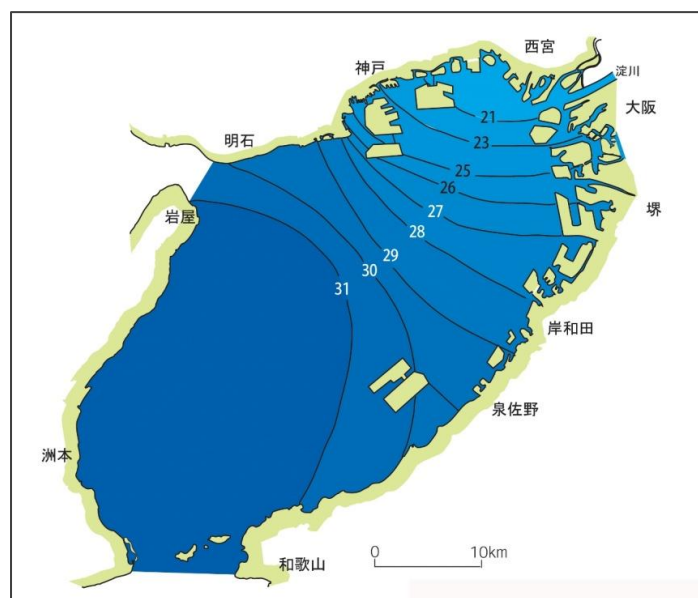


図2をよく見ると塩分の等濃度線が両極を結ぶ軸に対して必ずしも対称になっているわけではなく、湾奥からの河川水の影響は大阪府側で、紀淡海峡からの外海系水の影響は淡路島側で、それぞれより強くなっていることがわかります。このような現象にも湾内における恒流が関わっています。

4. 海底のようす

図-2 大阪湾の夏季の塩分
(2007-2009 年、6-8 月平均値)。
大阪府環境農林水産総合研究所
「事業資料集」(平成 19-21 年度)
から作図。

大阪湾の平均水深は 28mですが、決して平坦な海底ではありません（図4）。

湾奥の河川から運び込まれる大量の堆積物のために湾の東北側は水深が 20mよりも浅く、また水の動きが少ないために泥がたまりやすい海底になっています。海岸には砂浜や干潟、遠浅の海底がつらなって海を囲んでいました。残念ながら水深 10m 以浅の浅場のほとんどは埋め立てや浚渫によって失われてしまいました。

これに対して淡路島側は両海峡を抜ける潮汐流の通りみちと

なっているために細かな粒子はたまりにくく、水深は 30～70mあります。沖の瀬還流の中心部には砂が堆積した浅瀬ができています。海峡部では海底がさらに深く掘り刻まれて大部分は

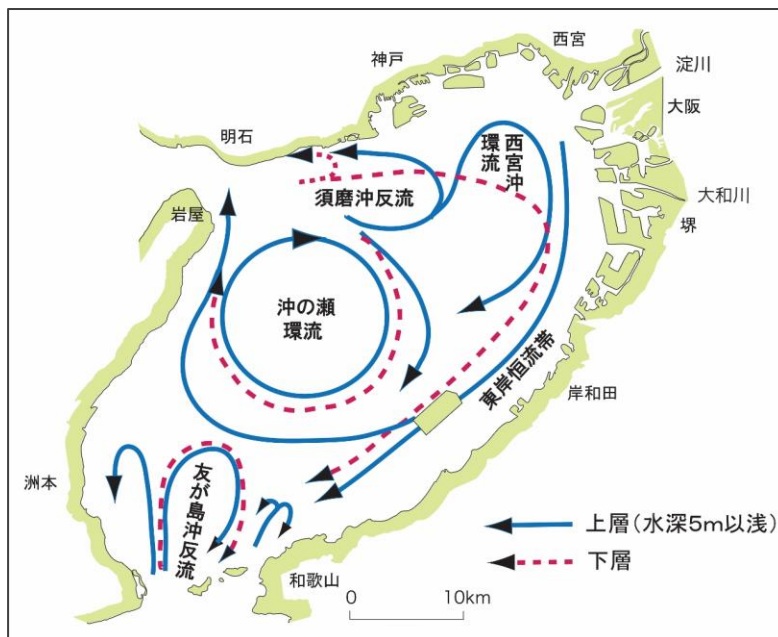


図-3 大阪湾の恒流。藤原ほか(1989)から転写。

砂礫質となり、海岸には岩礁や転石帯もあちこちにみられます。このようにふたつの海峡を通り抜ける強い潮汐流と、湾奥からの大量の河川水の流入という大阪湾に固有の環境特性によって、海底の地形は変化に富んだものになっています。

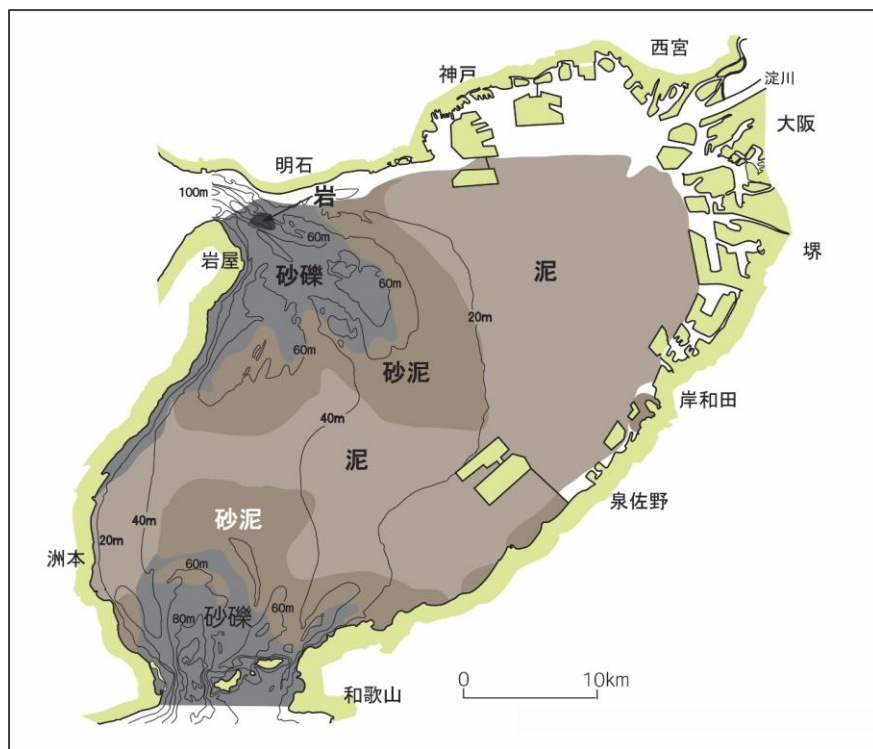


図-4 大阪湾の水深と底質。出典：運輸省第三港湾局資料(昭和 56 年)。大阪湾環境データベースから転写。

大阪湾の生物相

1. 大阪湾の生い立ち

大阪湾の元になる凹地ができはじめたのは約 300 万年前ですが、そこに海が入ってくるのは約 120 万年前です。この時期はすでに氷河時代です。それ以降、氷期・間氷期が繰り返されるごとに、この地は海になったり陸になったりしていました。約 2 万年前の最終氷期の最盛期には海面は今より約 120m も低く、大阪湾だけでなく瀬戸内海もすべて陸地になっていました。その後、気候が暖かくなって海面が上昇し、陸地となっていた瀬戸内地域にも太平洋側の外海から豊後水道あるいは紀伊水道を通じて海が北上してきました。現在の大阪湾はこのような過程を経て形成されたものです。縄文時代の 5500~6000 年前には海面が今より 2~3m 高くなり、大阪平野の奥深くまで海が広がりました。その後、海面の低下や川からの土砂に埋積により陸地が広がり、現在の地形ができあがりました。

2. 暖海性・外洋性生物の進入

日本の南岸が面している太平洋は黒潮が流れる暖かい海ですから、大阪湾を含む現在の瀬戸内海ができたときに進入してきた生物たちは、基本的に暖海性・外洋性の種類であったと考えられます。現在大阪湾に分布している生物の多くも紀伊水道あるいは太平洋沿岸との共通種です。しかし浅くて閉鎖的な内湾では冬季の水温が外海と比べるとずいぶん低くなります。真冬でも太平洋の表面海水温は 20° C 以上ありますが、紀伊水道を北上するにつれて低下し、大阪湾の湾口である紀淡海峡付近では 12° C 前後に、さらに湾奥では約 10° C となります。このためにたとえば魚類の中でもアジやサバ、タチウオやブリなどは、冬になると紀伊水道に出ていくことが知られています（近年の温暖化でこのパターンは崩れつつあるようですが）。このように冬季の低水温が暖海性の生物にとっての重要なバリアになっています。したがって暖海性のすべての生物が大阪湾に進入できているわけではなく、とくに遊泳能力の乏しい生物においてはこれに耐えることのできるものだけが定着していると考えなければなりません。海岸の生物についてみると、紀伊水道では普通種であるにもかかわらず大阪湾では記録のないという多数の例がさまざまな生物群においてみられます。このような生物種の淘汰は瀬戸内海全体の生物相について以前から指摘されています。たとえば稲葉（1963）は瀬戸内海を備前海域・水島灘・備後灘・燧灘から成る“内区”と、それらをさむ東西の“外区”とに分け、軟体動物の種数が“内区”において相対的に少ないことを明らかにし、外海系水の影響の差によるものと論じました。もちろん冬季の水温低下だけではなく、塩分の低下や貧酸素など他の要因も加味して考える必要があります。

3. 湾奥や河口域の生物相

最終氷期の本州太平洋岸においては、寒冷な気候に適応した冷水性の生物たちが支配的であったと考えられます。その後の温暖化と海面上昇の過程において暖海性の生物が優勢となり、冷水性の生物たちは撤退を余儀なくさせられました。しかし、中には海進にともなうてできた

新しい海である瀬戸内海や各地の内湾の奥に入り込み、暖海性の生物が苦手な低水温、低塩分の環境を居場所としたものもいると考えられます。このようなタイプは“内湾性”と呼んでもよいでしょう。耐寒性だけでなく幅広い塩分のもとで生きていけるように広塩性も獲得しているものたちです。現在は外来種が幅を利かせていますが、湾奥や河口域を中心に分布している在来種の多くは、このような由来のものであったと考えています。

4. 大阪湾における海岸生物の分布

大阪湾内の海岸に生息する生物の分布を調べると、次の3型に類別できるのではないかと筆者は考えました。その実例を図5に紹介します。

(1) 湾口型：紀淡海峡を中心に分布。オオアカフジツボのように海峡周辺のみ分布するものからクロフジツボのように湾の内部に分布が及ぶものまで、湾内への進入の程度はさまざまである。湾内では多くの種がこれに属す。

(2) 内湾型：マガキ、アサリ、タテジマフジツボのように湾奥を中心とした閉鎖的な海域に広く分布し、紀淡海峡付近では出現しても稀なもの。

(3) 河口型：ヤマトシジミ、ドロフジツボ、ケフサイソガニ類のように河川水の影響を直接受ける河口などに限定的に分布するもの。

これまでに述べてきたことから、多数派の湾口型は大阪湾の形成にともなって太平洋沿岸から北上してきた暖海性・外洋性の生物群であり、これに対して内湾型・河口型はその際に湾奥や河口域に逃げ込んだ冷水性・内湾性の生物群（および近年侵入してきた同じような性格の外来種）ではないかと考えることができます。大阪湾にこのような由来と性格を異にする生物群が入り込んでいて、しかもそれぞれが外海系水と河川水のせめぎ合いの両極である紀淡海峡と淀川河口付近とを拠点として分布しているのは興味深いことです。というのは大阪湾では水環境だけでなく生物相についても、両極に挟まれたせめぎ合いの場が形成されていることを意味するからです。そ



図-5 大阪湾におけるオオアカフジツボ(湾口型)クロフジツボ(湾口型)、タテジマフジツボ(内湾型)ドロフジツボ(河口型)の分布。沿岸の消波ブロック上の付着生物調査結果(山西、1986)から作図。



図-6 ケガキ(左)とマガキ(右)

れはたとえば図 5 で紹介したクロフジツボとタテジマフジツボの分布が拮抗していることや、同じく潮間帯を代表する固着生物であるケガキ（湾口型）とマガキ（内湾型）の湾内での勢力範囲が年とともに変化していること（石田他、2012）などにみとることができます。

大阪湾の魅力

大阪湾は、南北の両極を挟んで河川水と外海系水がつくりだした環境勾配に沿って、暖海性・外洋性 vs 冷水性・内湾性という性格を異にする生物たちがみずからの分布域広げようとせめぎあっているダイナミックな海です。また、ふたつの海峡をつうじて紀伊水道、瀬戸内海とつながっている開かれた海です。近年の人為による浅場の喪失や水質の悪化によって大阪湾から姿を消した生物も少なくありませんが、環境さえ整えてやれば、生物たちが戻ってきてくれることでしょう。大阪湾はそのような高いポテンシャルを今も持ち続けています。

南から黒潮の影響を受け、湾奥から大量の川の水が流れ込み、紀淡海峡と明石海峡というふたつの出入り口をもつ大阪湾。日本にこのようなタイプの内湾は他にありません。

引用文献

- 石田惣・山西良平・大阪湾海岸生物研究会（2012）大阪湾の岩礁における長期間の生物調査でわかること． *Nature Study* 58(2): 14-17.
- 稲葉明彦編（1963）瀬戸内海の生物相． 352pp., 6pls. 広島大学理学部付属向島臨海実験所.
- 藤原建紀・肥後竹彦・高杉由夫（1989）大阪湾の恒流と潮流・渦． *海岸工学論文集* 36: 209-213.
- 山西良平（1986）大阪湾の消波ブロック上の付着動物について—1985 年 5～7 月の調査結果—（1）． *Nature Study* 32(2): 16-19.