

## 日本海沿岸の砂浜の立地環境と 汀線域の二枚貝の分布

高田宜武（資源生産部生産環境グループ）  
梶原直人（瀬戸内海区水産研究所生産環境部藻場・干潟グループ）

### 【はじめに】

本州日本海沿岸は、山口県彦島から青森県龍飛崎まで直線距離にして1,165km、北緯33.9度から41.3度までの広大な領域を占める。海岸線には砂浜と岩礁が交互に連続し、河口や港等の人工構造物が点在している。これらの砂浜の沿岸域は、植物プランクトン等の光合成による有機物生産が活発であり、種々の稚魚や渡り鳥の重要な索餌場として機能する一方で、水産業・観光・防災等の様々な人間活動が活発に営まれている。こうした多面的な機能を持つ砂浜沿岸域を総合的かつ効果的に管理するためには、沿岸生物に関する現場での生息状況のデータが不可欠である。当研究所のある新潟市にも大小いくつかの砂浜があるが、近くの砂浜でも波打ち際（汀線域）の生物相が異なることがある。その理由は何なのか、砂浜の環境との関連性を考えたのが研究のきっかけの一つである。

### 【日本海沿岸環境の特徴】

本州日本海沿岸には800余りの砂浜海岸がある。それぞれの砂浜の環境と生息する生物の組成には、全体的に共通する特徴もあれば砂浜ごとに少しずつ異なる側面もある。

まず、共通する環境として日本海の気象・海流・潮汐の特徴が挙げられる（長沼，2000）。日本海沿岸の気象は、静穏な夏期と対照的に荒れる冬期という特徴をもつ。そのため、冬期は沖合から吹き寄せる季節風による強い波浪の影響を受け、沿岸の浅い海では海底の砂が波の影響で大きく攪拌される。沖合を北上する対馬海流が暖流なので、冬期に降雪が多く、春には雪解け水のため

に沿岸海水の塩分濃度が低下する。世界的には、欧州大西洋岸やアフリカ南部東岸など沖合を暖流が流れる地域はたくさんあるが、冬期に沖から岸に向けて強い風が吹くというのが日本海の特徴の一つである。

次に、日本海では潮汐による日々の潮位差が非常に小さく、しかも季節による潮位変動が日々の変動よりも大きい。月平均潮位は春に低いため、冬期に岩礁や人工護岸の汀線上部に繁茂した石灰藻が、春期には海水に浸る頻度が減って干上がる。やがて白化し帯状に枯死するために磯焼けと間違われることもあるのだが、この現象は程度の差があるものの例年見られることである。ただし、砂浜汀線域の生物は潮位の変動に合わせて生息場所を移動させているので、平均潮位の季節変動が生息に大きな影響を与えるとは考えられない。日々の潮位差は日本海側では0.3mしかなく、太平洋側では平均して1.5m程度もある。この違いのため日本海側には干潟が存在せず、太平洋側の海岸とは大きな構造上の相違をもたらす。砂質の海岸で潮位差が大きいと、砂と波の物理作用によって満潮線と干潮線の間傾斜の緩やかな地形ができる。これが干潟である。しかし、日本海側では、海岸線に砂が堆積すると砂浜は形成されるが、潮位差が小さいため干潟が形成されない。

さらに潮流が弱く、河口域や内湾域での海水交換が弱いという特徴もある。世界的には潮位差の少ない海岸は珍しくなく、地中海、黒海、バルト海といった欧州、カリブ海とメキシコ湾、オーストラリア南西岸などがそうである。しかし、気象・海流・潮汐の条件を考慮にいと、日本海沿岸の環境はかなり特徴的であるといえる。

日本海沿岸に共通する特徴を概観したので、次は地域的な特徴を考えてみる。対馬海流は南西部の対馬海峡から日本海に流入し高緯度方向に流れるので、暖流の影響は日本海沿岸の北部ほど弱くなり、北部ほど沿岸の海水温が低下する傾向があると考えられる。

また、太平洋岸と日本海岸の海岸線を比べた場合、太平洋岸の海岸線は凸凹と入り組んでいるのに対し、日本海側は直線的に見える。海岸線がどの程度入り組んでいるか直線的かというのを数値で表すために、ボックスカウント法によるフラクタル次元を計算してみた。直線だとフラクタル次元の値は1となり、海岸線に湾や岬が増えて入り組むと値が増加し、極限まで入り組んで平面全体を埋め尽くすようなごちゃごちゃの線になると2に近づく。計算の結果は、最大が京都府の1.17で次が福井県、最小が佐渡島を除いた新潟県の0.99となった(図1)。理論的には1が最低値のはずなので、ボックスカウント法という計算方法の特性で、やや小さな値が推定されたようだ。ともあれ、新潟県の海岸線は直線的であり、小さな内湾が多い若狭湾沿岸の京都府と福井県は凸凹しているといえる。石川県以西の西部日本海各県では、鳥取県の1.01を除くと、1.09から1.17の比較的高い範囲におさまり、富山県以北の北部日本海各県が示す1.05より低い範囲とは重ならない。このように、鳥取県を除く西部日本海の海岸線は比較的複雑で、北部日本海各県の海岸線は平坦であるという地域差が、数値の上でも確かめられた。ちなみに、山口県瀬戸内側は1.19となり、日本海側のどの数値よりも高い値を示した。

さて、次は砂浜ごとの特徴的な環境を考えてみたい。現実的に野外で手軽に測定できる砂浜の環境変数は少なく、水温や塩分等の海水環境条件、波高等の海況条件と底質の粒度組成や浜の傾斜角度等の底質環境条件が主に利用されてきた。

そこで、砂浜の立地条件を環境変数

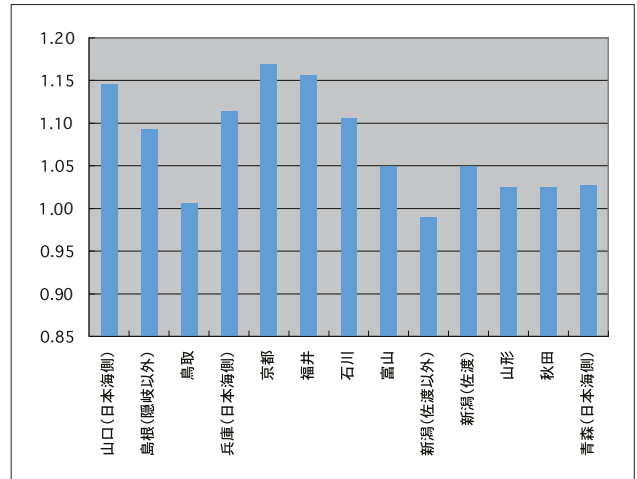


図1 日本海沿岸各県の海岸線のフラクタル次元ボックスカウント法による。数値が高いほど海岸線が複雑に入り組んでいることを表す。

として利用できないかと考えた。立地条件とは、砂浜に離岸堤や突堤のような人口構造物があるかどうか、後背地の土地利用はどうか、砂浜沖合の海底が遠浅か急深かどうか、といった地形的な条件である。近年整備の進んだGIS(地理情報システム)データのおかげで、このような変数が広範囲に利用可能となった。「砂浜の長さ」は地形的な立地条件を示す環境変数の一つだと考えられる(図2)。砂浜の長さで色分けして地図上に図示すると、長い砂浜は北部日本海沿岸に多く、西部では石川県と鳥取県に多い傾向が見てとれる。地域

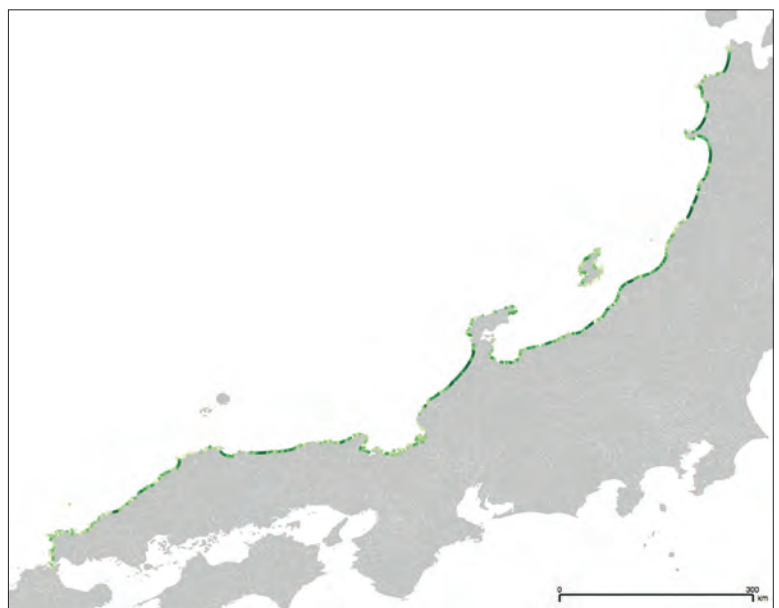


図2 日本海沿岸に分布する砂浜を、その長さによって色分けしたものの緑色の濃い部分が長い砂浜、薄い部分が短い砂浜。

的に大きな傾向としては先のフラクタル次元の傾向と似ているが、北部日本海沿岸にも短い砂浜は存在するので、砂浜ごとの特徴をとらえるには、フラクタル次元よりも砂浜の長さが適しているかもしれない。

もう一つ、地形から導出できる重要な環境変数として、平均吹送距離がある (Burrows et al., 2008)。これは、海岸に寄せる風波の強さは風が海面を長く吹けば吹くほど強くなるという考えが基になっていて、沿岸生物の生息条件として重要だと考えられる波当たりの強さの指標となると考えられている。具体的には、海岸線上の一点から16方位に200kmまで直線を伸ばし、その直線が対岸の海岸線と交差したらその交点までの距離、交差しなければ200kmそのままの値の、16方位の平均値を求めるのである (図3)。湾奥の砂浜だと、短距離で直線が海岸線と交差するため、平均吹送距離が短くなるのである。このようにして、砂浜を特徴づける変数を求めてみた。

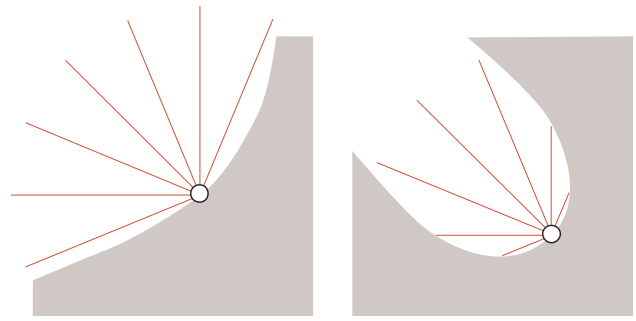


図3 平均吹送距離の求め方  
砂浜から16方位に直線を伸ばし、200km以内で海岸線に当たるまでの距離を平均する。開放的な海岸 (左) より湾奥 (右) の方が平均吹送距離の値が小さくなる。

### 【砂浜汀線域の二枚貝類の分布】

生物の分布と環境要因の関係を解析した例として、二枚貝を取り上げる。本州日本海沿岸の59の砂浜の汀線域において、2009年から2012年までの夏期に二枚貝類の分布調査を行った。各砂浜において、寄せ波によって漂着物が堆積した打上げ帯から、水面下で引き波が砂を巻き上げてステップ

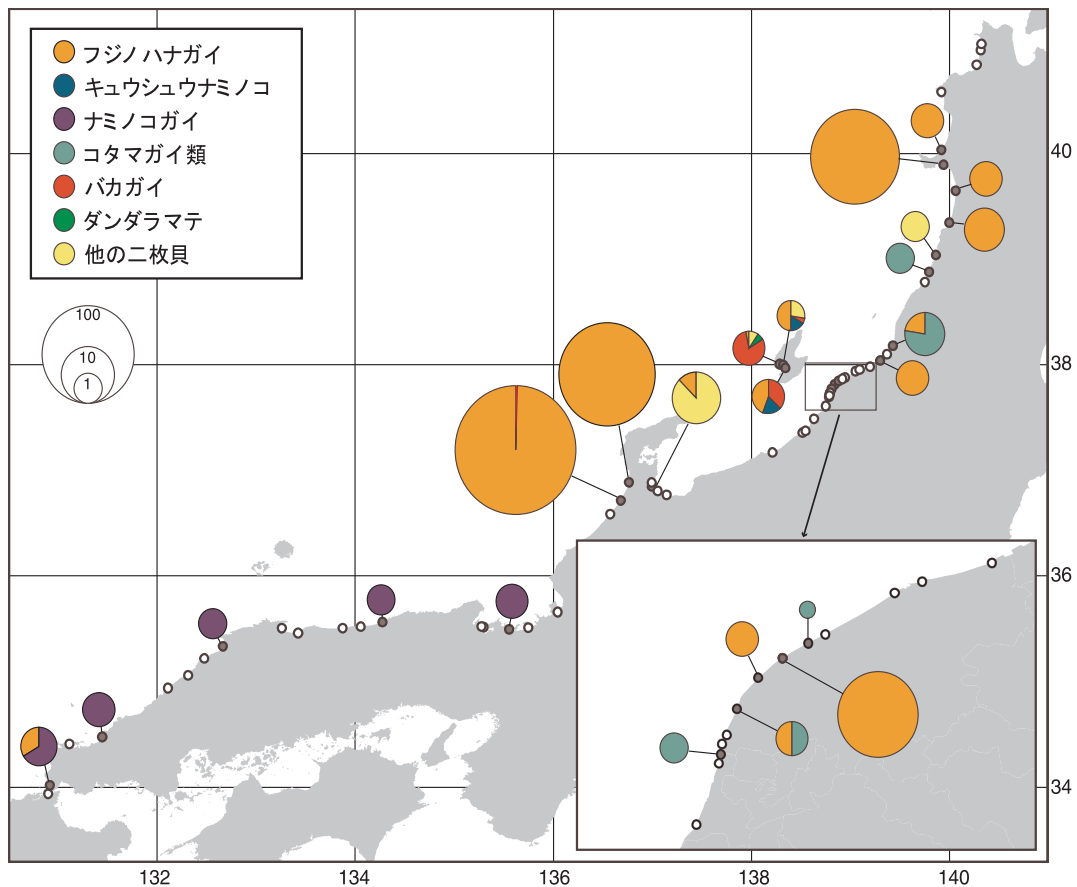


図4 砂浜の調査地点と各地点における二枚貝の出現種 (円の大きさは調査回数当たりの採集個体数) Takada et al., (2015) の原図を改変。

と呼ばれる海底の段差を形成する場所までの区域を汀線域とし、その区域で1 m間隔に直径10cmのコアサンプラーで深さ10cmまでの底質を採集、底質中に含まれる二枚貝類を同定し計数した。調査の結果、24地点より二枚貝が採集され、うち16地点でフジノハナガイが出現した(図4, 5)。得られた12種、664個体の二枚貝のうち、フジノハナガイが86.6%を占め最優占種であった。そこで、採集されたフジノハナガイの数と環境との間に関係が見られるかどうかを多変量の回帰分析をおこなって検討した。

その結果、本調査の範囲でフジノハナガイが数多く出現する浜は、汀線域および沖合の傾斜が緩く砂浜が長く海水の塩分濃度がやや低い浜という特徴があった。フジノハナガイの出現は北部に偏っており、海岸線の形状の違いから、平均吹送距離が重要な要因として選択されると期待したが、より単純に砂浜の地形を表す「砂浜の長さ」の影響が大きいという結果となった。「傾斜が緩い」浜とは、いわゆる遠浅の砂浜であり、良い海水浴場の立地条件でもある。また、「塩分濃度が低い」のは砂浜の近くに河口があり、流入してくる淡水によって沿岸海水の塩分濃度が少し薄められているためだと考えられる。河口部には人口の集中した市街地が形成されやすいことから、フジノハナガイが数多く出現する浜は、人間の目から見ると雄大で気持ちよく海水浴に行きやすい浜だといえるのかもしれない。

### 【おわりに】

砂浜汀線域の生物の生息状況は、砂浜の立地環境と関連が深いことがわかった。沿岸域の環境を規定する要因は複数あると考えられるので、多変量の解析となる。今回の例では砂浜単位という小さな地理的スケールの要因が貝の分布に影響を与



図5 フジノハナガイ

えているという結果となったが、水温やクロロフィル量のように大きな地域的スケールで変化する環境要因もある。回帰分析では、因果関係を直接証明することはできないが、本研究例のように検討すべき環境要因を抽出することができる。今後は因果関係の解明に向けて、時系列に沿ったデータの集積が必要であると考えられる。

なお本稿の一部は、Takada et al., (2015) にて発表された共同研究の成果の一部分である。

### 【引用文献】

- Burrows M. T., Harvey R., Robb L. 2008: Wave exposure indices from digital coastlines and the prediction of rocky shore community structure. *Marine Ecology Progress Series*, 353, 1-12.
- 長沼光亮 2000: 生物の生息環境としての日本海. *日水研報告*, 50, 1-42.
- Takada Y., Kajihara N., Abe S., Iseki T., Yagi Y., Sawada H., Saito H., Mochizuki S., Murakami T. 2015: Distribution of *Donax semigranosus* and other bivalves on sandy shore swash zones along the Japan Sea coast of Honshu. *Venus*, 73, 51-64.