

離岸堤の設置に伴う生態系変化の予測手法

A Predictive Model of Change in Ecosystem Associated with Construction of Detached Breakwater

宇多高明*・伊藤弘之**・小西正純***

Takaaki Uda, Hiroyuki Ito and Masasumi Konishi

A model to predict the change in ecosystem associated with the construction of detached breakwater was developed. Coastal zones in Japan were classified into 41 types with respect to the coastal morphology, wave climate and the characteristics of bottom material. The influences to the coastal environment due to the construction of detached breakwaters were estimated with reference to the formation of void, calm wave zone, nearshore circulation and fine sand zone behind the detached breakwater. In each type a predictive model of change in ecosystem was given.

Keywords: Coastal environment, Ecosystem, Detached Breakwater, Predictive Model.

1. まえがき

我が国各地の海岸には、海岸保全を目的として多数の離岸堤が設置されてきているが、最近、稚仔魚やイシダイ、クロダイなどの岩礁性魚類に対して離岸堤が魚礁効果を持つとの報告（例えば、建設省四国地方建設局，1989）が見られるようになった。このような離岸堤を持つ魚礁効果を検討することは、海岸保全と水産業の協調の点からみて重要である。そこで、本研究では離岸堤の設置に伴う生態系変化を予測する手法の開発を試みた。

海域での生物の行動については、これまでに様々な研究がなされてきているが、離岸堤の設置などによる環境の変化に伴う海域の生態系変化を予測する一般的なモデルは今のところないようである。これは、海域の生態系の多様性と、個々の生物の行動の複雑さに起因する。一方、離岸堤周辺での生物調査によると、離岸堤の設置に伴う生態系変化は、岩礁性生物の移住、離岸堤背後の静穏域への卵やプランクトンの集積、およびそれらを食する魚類の増集など、生物の比較的単純な行動に起因することが示されている。そこで、種々の環境条件のもとで個々の生物の行動と、離岸堤の設置後に形成される環境条件とを比較することにより、離岸堤周辺で生ずる生態系変化を定性的に予測できると考え、モデルの開発を進めた。

2. 離岸堤設置海域の海区区分と底質分類

離岸堤による生態系変化を予測する場合、最も重要なのは離岸堤の設置海域が生態系に対していかなる特性を有するかを調べることである。ここでは海域に生息する生物と最も関係が深いと考えられる自然条件として、海流と表面水温をとりあげた。まず、理科年表（国立天文台、1989）をもとに、我が国周辺海域の海流を図-1に示す。周知のように、暖流には黒潮と対馬暖流があり、寒流には親潮とリマン海流とがある。また、夏期と冬期を比較すると、冬期には親潮とリマン海流の南下が著しい。図-2には沿岸域の平均表面水温（海上保安庁，1985）の変化を示す。海流変動の大きい海域では水温変動も大きくなる。水温変化と海流分布とはかなりよい対応を示す。以上の海流と水温分布をもとに我が国沿岸の海域を9つの海区に分けた。海区の区分図を図-3に示す。海域区分の根拠は表-1に示すとおりである。

離岸堤設置海域の底質状況は、出現する生物種に強い影響を及ぼす。例えば、底質が砂泥の場合には砂泥内に生息する多毛類などを摂餌する生物が、また、海底に露岩がある場合には岩の表面に付着するフジツボなどの付着生物を摂取する生物が多く生息する。このようなことから、離岸堤に

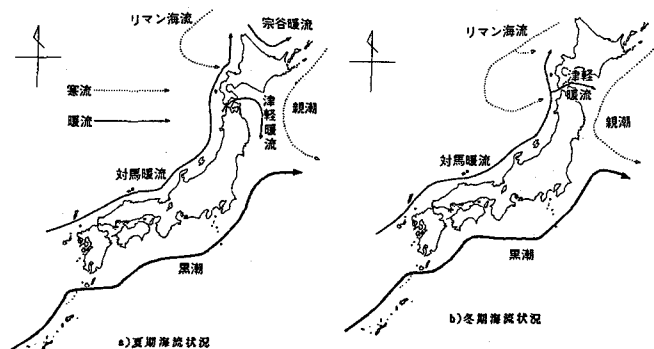


図-1 我が国沿岸の海流

* 正会員 工博 建設省土木研究所河川部海岸研究室長（〒305 茨城県つくば市大字旭1）

** 正会員 建設省土木研究所河川部海岸研究室研究員 ***正会員 建設省土木研究所河川部海岸研究室

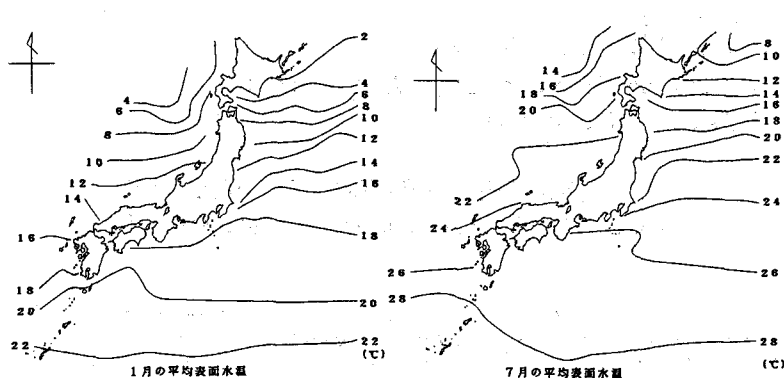


図-2 我が国沿岸の平均表面水温

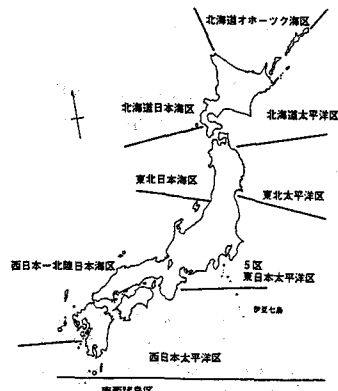


図-3 生態系から見た我が国沿岸の海区分け

よる生態系変化を予測する上で離岸堤設置海域の底質状況は重要な指標となる。ここでは微地形を無視して、生物の分布状況（生物相）に影響するようなマクロな底質状況を類型化する。生物相を主に規定する底質状況としては、岩礁、礫、砂、砂泥およびサンゴ礁の5つの底質状況をあげることができる。

3. 離岸堤と生態系との関係

3.1 離岸堤の構造と生態系との関係

離岸堤は消波ブロックや捨石によって構築されるので、構造物には複雑で大小様々な空隙が形成される。空隙は稚仔魚から成魚までの格好の生息場所となり、産卵場所ともなる。また、コンクリートや自然石の構造部材はアワビ、サザエ、ウニなどの付着生物や海藻の生息場所となる。さらに、離岸堤の堤体に波や流れが衝突することによって発生する音は魚への刺激となるなど、離岸堤は魚が群れを作るためのよい目標（定位目標）になる。表-2には離岸堤と生態系との関係を要約して示した。

3.2 離岸堤の機能と生態系との関係

離岸堤の機能が生態系に及ぼす影響は、消波、海浜循環流の発生、堆砂の各機能によりもたらされる。消波機能によれば静穏域が形成されるから、遊泳能力の低い稚仔魚の生息に適した海域が形成される。海浜循環流（碎波に伴って生ずる循環流れ）が発生すると物質が集積し易くなるので、離岸堤後背域に卵・稚仔魚・プランクトンが集積され、さらには稚仔魚・プランクトンを捕食する魚類の餌場が造られることになる。また、付着生物と底生生物の幼生も集積するようになる。堆砂機能によれば、安定した砂泥域が形成されることから、底生生物の生活空間の形成にとって都合がよい。さらに、底生生物の増加は底生生物を捕食する生物の餌場形成にもつながる。以上に示した離岸堤の機能と生態系との関係は図-4にまとめられる。

4. 離岸堤周辺での生態系変化モデル

4.1 予測対象生物

離岸堤による生態系変化の予測では、対象とする生物をある程度絞っておく必要がある。そこで、予測対象とする生物を魚介類および海藻に限り、

表-1 海区分けの根拠

海 区	区 分 け の 根 拠	
	主に影響する海流	その他の条件
北海道日本海区	主要海流なし	宗谷暖流の影響を受けない。
北海道オホーツク海区	主要海流なし	夏期に宗谷暖流の影響を受ける
北海道太平洋区	親 潮	な し
東北太平洋区	黒潮-親潮混合	な し
東日本太平洋区	黒 潮	黒潮流の北部に位置する。水温変化が比較的大きい。
西日本太平洋区	黒 潮	黒潮流の北部に位置する。水温変化が比較的小さい。
西日本-北陸日本海区	対馬暖流	リマン海流の影響を受けない。
東北日本海区	対馬暖流	冬期リマン海流の影響を受ける
南西諸島区	黒 潮	黒潮流の南部に位置する ¹⁾ 。

¹⁾ 八丈島以南の伊豆諸島は黒潮流の南部に位置するが、水温分布が西日本太平洋区と同様であるため西日本太平洋区とする。

表-2 離岸堤と生態系との関係

機能	要 因	効 果
生息空間	空隙の形成	岩礁性魚類が、住み家として直接利用する。稚仔魚の保護空間となる。
	付着基盤	海藻・付着生物が生息する。
	付着生物	付着生物を餌料とする魚類が集まる。藻場の形成が魚類の産卵・生息空間となる。
定位目標	視覚刺激	回遊魚、群生魚の遊泳・成群目標となる。
	流体・音刺激	
	付着生物発生音	付着生物が発する音により餌場を認知し、魚類が集まる。

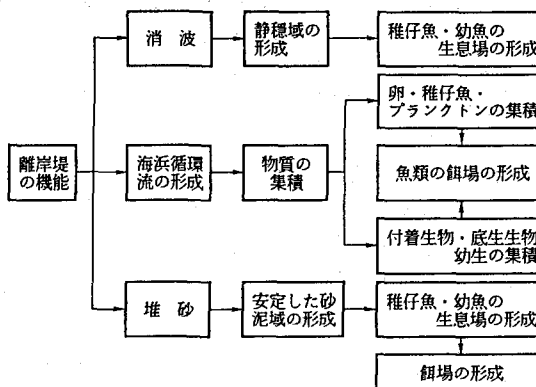


図-4 離岸堤の機能が生態系に及ぼす影響

次のような観点から選定した。

- ・離岸堤周辺に生息し得る水産上有用な生物
- ・釣りなど遊魚の対象となる魚類
- ・沿岸部の離岸堤付近に一般的にみられる生物

4.2 離岸堤による生態系変化のタイプ分類

生物の生息環境より、離岸堤設置海域の底質状況は岩礁、砂礫、砂泥、サンゴ礁に分類される。また、離岸堤の設置に伴う背後への堆砂の有無と、離岸堤の構造のうちで生態系と特に強い関係を有するマウンドの有無を生息環境として考慮すると、離岸堤設置後の環境条件は以下の6タイプに分類できる。①岩礁：堆砂無し、②岩礁：堆砂有り、③礫：堆砂無し、④砂・砂泥：マウンド有り、⑤砂・砂泥：マウンド無し、⑥サンゴ礁。

ここに、礫：堆砂有りの環境条件は砂・砂泥と類似しているので除外した。これらの環境条件と生物活動の関係は表-3に要約される。なお、卵・稚仔魚が集積し、プランクトン食の魚類が蟄集する点は、いずれのタイプでもみられるので表-3には示さなかった。表に示されるように、離岸堤周辺の生物の生息環境はここで示した6タイプによって代表できる。そこで、離岸堤の設置に伴い生ずる生態系変化を表現する連関モデルは、各海区ごとにこれらの6タイプの環境条件について作成した。ただし、南西諸島区以外にはサンゴ礁の底質状況はほとんどないので、この海区のほかは5タイプの環境条件とした。南西諸島区は沿岸のほとんどにサンゴ礁があるので、離岸堤設置後の環境条件はサンゴ礁域の1タイプのみとした。したがって連関モデルは全体で41通りとなる。

4.3 連関モデル

連関モデルでは、予測対象生物の生態と離岸堤の機能・構造との関係をもとにして、生物を以下に示すタイプに分類した。

- ①離岸堤の堤体空隙内に生息する生物
- ②離岸堤の後背域に生息する生物
- ③離岸堤に蟄集する生物
- ④離岸堤に集積される生物
- ⑤離岸堤で産卵を行う生物

さらに、離岸堤に集積される生物（卵・稚仔魚）については、集積後の行動より次のように細分類した。

- ①集積後ただちに外海移動する生物
- ②離岸堤にしばらく生息した後、外海へ移動する生物
- ③背後の砂浜でしばらく生息した後、外海へ移動する生物
- ④離岸堤に定着する生物
- ⑤背後の砂浜に定着する生物

連関モデルでは、これらの分類にもとづいて生物の行動が表現されている。連関モデルに表現されている生物の行動とその意味を表-4に示す。また、集積された卵・稚仔魚の行動については表-5に示す。

表-3 環境条件と生物活動

タイプ	生物との関連
岩礁：堆砂無し	・堤体は既存の岩礁の拡大とみなせる。 ・堆砂は生じない。 ・岩礁性生物の生息域が拡大する。 ・砂浜域に生息する生物は生息できない。 ・餌料底生生物の存在が困難なためベントス食の生物の分布は少ない。
岩礁：堆砂有り	・堤体は既存の岩礁の拡大とみなせる。 ・離岸堤後背域に砂浜が形成される。 ・岩礁性生物の生息域が拡大する。 ・砂・砂泥に生息する生物が出現するが、砂泥域の規模が比較的小さいため、その出現種および個体数は少ない。
礫：堆砂無し	・礫または転石帯の海域に岩礁域が形成される。 ・堆砂は生じない。 ・岩礁性生物が出現する。 ・砂浜域に生息する生物は生息できない。 ・餌料底生生物の存在が困難なためベントス食の生物の分布は少ない。
砂・砂泥：マウンド有り	・砂または砂泥の海域に岩礁域が形成される。 ・砂・砂泥の顕著な堆積が生ずる。 ・岩礁性生物が出現する。 ・砂・砂泥に生息する生物の生息域が拡大する。 ・砂の過剰堆積により堤体後背部には海藻（仮根を有する種）が生息できない。
砂・砂泥：マウンド無し	・砂または砂泥の海域に岩礁域が形成される。 ・砂・砂泥の顕著な堆積が生ずる。 ・岩礁性生物が出現する。 ・砂・砂泥に生息する生物の生息域が拡大する。 ・砂の過剰堆積により堤体底部が埋没し、海藻の生息は不可能となる。
サンゴ礁	・リーフ上に岩礁域が形成される。 ・後背部の砂の海域が拡大する。 ・岩礁性生物の生息域が拡大する。 ・砂・砂泥に生息する生物の生息域が拡大する。

表-4 連関モデルの表現内容の解説(生物行動)

表現内容	解説
周辺の岩礁域より堤体へ移動	堤体の空隙が岩礁性生物の生息場となり、堤体が付着生物の付着基盤となる。付着生物が集まると、堤体はそれらを摂餌する岩礁性生物の格好の住み家となるので、周辺の岩礁域に生息する生物が堤体に移り住む。
周辺より静穏域へ移動	堤体後背域は静穏域となり、海浜循環流の形成により堤体後背域に餌料となる底生生物が集積することから周辺の砂質域に生息する生物が移り住む。
周辺より離岸堤に蟄集	海浜循環流の形成により、餌料生物であるプランクトンの集積が生じ、堤体が付着基盤となるために付着生物が増加する。これらを摂餌するため回遊性魚類が蟄集する。
離岸堤を産卵場として利用	堤体を産卵基盤としたり、堤体に付着した海藻を産卵床とする生物が産卵時期に離岸堤に集まる。
卵・稚仔魚集積	海浜循環流の形成により、遊泳能力を持たない卵や稚仔魚が後背域に集積される。

表-5 連関モデルの表現内容の解説(卵・稚仔魚の集積後の行動)

表現内容	解説
集積後ただちに外海へ移動	遊泳力を持つようになるとただちに離岸堤より離れ外海へ移動する。
離岸堤にしばらく生息後外海へ移動	海浜流によって集積されたプランクトンを摂餌しながらしばらく生息し、未成魚期に外海へ移動する。
離岸堤に定着	海浜流によって集積されたプランクトンや堤体に付着する付着生物を餌料として堤体で生息する。
砂浜でしばらく生息後外海へ移動	静穏域に集積された底生生物を摂餌し、未成魚期に外海へ移動する。
砂浜に定着	静穏域に集積された底生生物を摂餌し、背後の砂浜域に定着する。

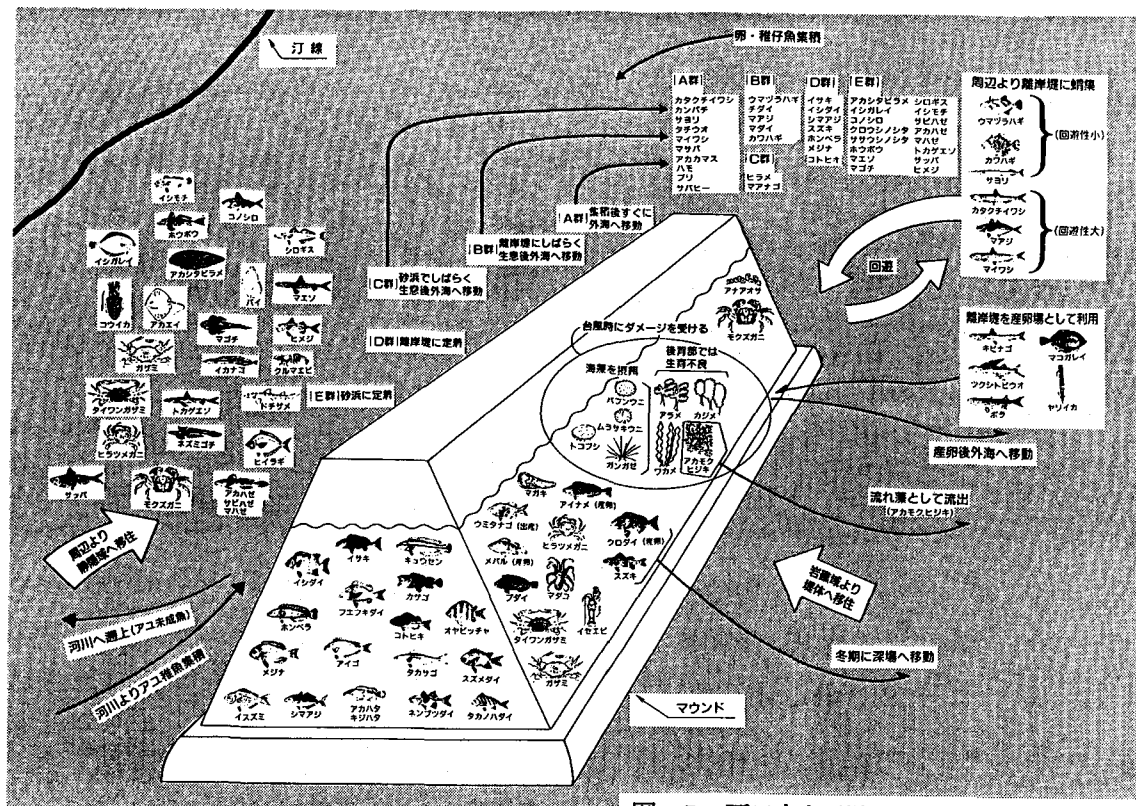


図-5 西日本太平洋区で見られる生態系変化 (砂・砂泥：マウンド有り)

4.4 連関モデルによる生態系変化予測の一例

一例として、西日本太平洋区において、底質が砂および砂泥の地点にマウンドを有する離岸堤が設置された場合の生態系変化を図-5に示す。なお、図中の矢印の意味は表-6に示す通りである。

砂泥域であった海域に離岸堤が設置されるので、堤体にはイシダイ、アイゴなどの岩礁性魚類が他の岩礁域より移住してくる。ただし、クロダイやスズキは冬期の低水温時には堤体を離れて沖合の深場へ移動する。さらに、海草類も堤体を付着基盤として生育するようになるので、堤体の空隙部にそれを餌料とするウニ類が生息する。また、ツクシトビウオ、ボラ、ヤリイカなど、海藻を産卵床にする魚介類が堤体へと産卵しに来る。これらの魚介類は産卵後に外海へ移動する。なお、藻類のうちアカモク、ヒジキは夏期に流れ藻として流出し、海草類やウニ類は高波浪時に被害を受ける。また、堆砂が進み海草類の仮根が埋没すると、海草類は生育不良を起こす。

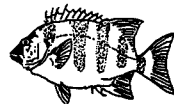
離岸堤背後の静穏域には魚介類の餌料となる底生生物が集積するので、周辺の砂泥域に生息する魚介類が移住するようになり、設置前よりも生育魚介類が増加する。また、ウマズラハギ、マアジなどの回遊性魚類が静穏域に集積するプランクトンなどの餌料生物を摂餌するために離岸堤に蟄集する。さらに、静穏域には集積作用により魚類の浮遊卵や浮遊稚仔魚が集積される。集積された魚類のうちカタクチイワシなど(図中のA群)は成長して自由遊泳ができるようになると外海へ移動する。ウマズラハギなど(B群)は自由遊泳ができるようになってもしばらくは背後にいて、付着生物やプランクトンを摂食し未成魚になってから外海へ移動する。ヒラメなど(C群)は未成魚になるまで背後の静穏域で底生生物を摂食しながら生息し、その後外海へ移動する。イサキなど(D群)はそのまま堤体に定着する。アカシタビラメなど(E群)もそのまま静穏域の海底に定着する。

表-6 連関モデルの記号の意味とその行動が成立するのに必要とされる離岸堤条件

矢印の種類	解 説	離 岸 堤 の 条 件
	魚類の周年回遊行動を示す。	・プランクトン等の餌料生物が集積するための海浜循環流が生ずる。 ・堤体は餌料となる付着生物の基盤となる。 ・堤体が干出ししない。
	他の海域より離岸堤および離岸堤後背域への移住行動を示す。	・堤体に生息可能な空隙が多数存在する。 ・堤体は付着生物(餌料)の基盤となる。 ・堤体が干出ししない。 ・餌料となる底生生物が生息できるよう離岸堤後背域に静穏域が形成される。 ・越波などにより後背域の静穏域が損乱されない。 ・後背域が干出ししない。
	産卵期や冬期の低水温時の移動、あるいは流れ藻としての海藻(ヒジキ、アカモク)の移動など、季節的に変わる生物の移動行動を示す。	・堤体に産卵基盤となる空隙がある。 ・堤体は海藻の付着基盤となる構造を持つ。
	遊泳能力の乏しい卵・稚仔魚が離岸堤の背後に集積され、その後、成長に伴い遊泳するようになる移動行動を示す。	・卵・稚仔魚が集積されるための海浜循環流が生ずる。 ・堤体は餌料となる付着生物の基盤となる。 ・プランクトン等の餌料生物が集積するための海浜循環流が生ずる。 ・餌料となる底生生物が生息できるよう、離岸堤後背域に静穏域が形成される。 ・越波などにより後背域の静穏域が損乱されない。

種 名	イシダイ	科 名	スズキ目イシダイ科
-----	------	-----	-----------

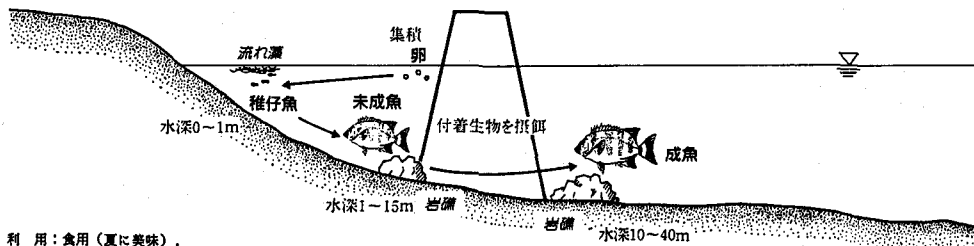
1. 分 布：日本各地



2. 生活史および生息場所

ステージ	出 現 季 節	海 域	地 形・底 質	水 深	備 考	餌 料 等	特 記 事 項
卵	春 夏 秋 冬	外海に面した極浅海域	xx	x	分離浮遊卵 36時間で孵化する。		
稚仔魚		浅海域	xx	0~1m	流れ藻に乗って移動する。	小型甲殻類 (10~30mmの時) 大型甲殻類 (30~100mmの時)	
未成魚		浅海域	岩礁	1~15m		コケムシ、海藻類 (10cm~) ウニ、フジツボ、貝類 (15cm~)	
成 魚		浅海域からやや沖合まで	波の荒い岩礁	10~40m		ウニ、フジツボ、貝類	
産 卵		外海に面した極浅海域	岩礁	x		ウニ、フジツボ、貝類	

3. 離岸堤との関係：卵の集積が生じる。未成魚まで生息域として利用する。成魚の餌場となる。



4. 利 用：食用 (夏に美味)。

5. 出 典：日本産魚類大図鑑 東海大学出版会、新版魚類学 恒星社厚生閣、水産学全集第19号魚類学 (下) 恒星社厚生閣

図-6 イシダイの生態特性

ここに示した連関モデルは生物の生息に適した条件を持つ離岸堤を想定して作成されている。モデル図中に示す生物の行動を説明した表-6には、それらの行動が成立するのに必要と考えられる離岸堤の構造・諸元の条件を併せて示した。検討の対象とする離岸堤の構造・諸元が表中に示される条件と異なり、生態系変化をもたらすのに不十分な条件であれば、モデルに示される生物の行動の種類や量が減少する。例えば、天端高が低く消波効果が低い場合には、静穏域への生物の集積が見られにくくなる。したがって集積された生物を餌料とする魚介類は連関モデルに示されていても出現しにくくなる。このような点は個別モデルにより検討しなければならない。

5. 個別モデル

5.1 個別モデルの概要

個別モデルは、個々の生物のライフサイクル、生息環境、餌料などの生態、およびライフサイクルの中での個々の生物と離岸堤との関係を文献調査により取りまとめたものである。個別モデルの作成対象生物は、連関モデルに登場する予測対象生物103種である。それぞれのモデルは共通の様式に記入されており、これらの図表より、当該生物について以下に示す情報を得ることができる。

①生息海区

②成長段階ごとの出現時期、生息条件 (生息する海域、水深、地形・底質の条件など) および餌料

③各成長段階における離岸堤との関係

④釣り、食用などの利用法

5.2 予測対象生物の個別モデル

個別モデルでは、対象生物の標準和名により検索できるように対応した。ここでは、イシダイを例に取ってみる (図-6 参照)。イシダイは春から夏にかけて極浅海域で産卵し、稚仔魚、

表-7 高知海岸における現地調査の結果と予測結果の比較 (成魚)

出現予測魚種名	現地出現	備 考	出現予測魚種名	現地出現	備 考
アイゴ	○		シマアジ		
アイナメ			シマイサキ		
アカエイ	○		スズキ		
アカシタビラメ			スズメダイ		
アカハゼ	△	77n6, 77n6	タカサゴ		
アカハタ			タカノハダイ	○	
イカナゴ			ツクシトビウオ		
イサキ			トカゲエソ		
イシガレイ			ドチザメ		
イシダイ	○		ネズミゴチ		
イサズミ			ネンブツダイ		
ウマズラハギ	○		ヒメジ	○	
ウミタナゴ			フエフキダイ		
カサゴ	○		ブダイ		
カタクチイワシ	○		ホウボウ		
カワハギ	○		ボラ		
キジハタ			ホンベラ	○	77n6, 77n6
キヌナゴ				○	77n6, 77n6
キウセン	○	77n6, 77n6		○	77n6, 77n6
クロウシノシタ			マアジ		
コトヒキ			マイワシ		
コノシロ			マエソ		
ササウシノシタ			マコガレイ		
サッパ			マゴチ		
サビハゼ	△	シマハゼ	マハゼ	△	77n6, 77n6
サヨリ			メジナ	○	
シロギス	○		メバル	○	メバル属

— 出現予測種以外の調査時出現魚種 —

アオヤガラ*	ギンガメアジ*	ニザダイ*
イソギンポ科*	クサフグ*	ハコフグ*
カゴカキダイ*	クロサギ属*	ハタンボ*
カマス属*	ゴンズイ*	ヨコスジシモチ*
キタクラ*	チョウチョウウオ*	

○：出現

△：近縁種の出現

*：沿岸主要生物に挙げていない

未成魚の時期には浅海域に生息する。その時期の餌料は甲殻類や付着生物、海藻である。成魚になると生息範囲が広がり、ウニなどを食するようになる。したがって、イシダイの主な生息域は岩礁となる。また、離岸堤が設置されると浮遊性であるイシダイの卵が集積される。さらに、浮遊餌料生物も集積するので、イシダイの稚仔魚が堤体の背後に生息できるようになる。堤体は岩礁として機能するので、堤体にイシダイ成魚の餌料生物が生息できるようになれば、成魚も堤体周辺に定着すると予測される。イシダイは食用となるので、釣りや水産面からも有用な魚類である。

6. 高知海岸におけるケーススタディ

1986年と1987年に離岸堤周辺で行われた生態系調査データをもとに、モデルの検証を試みる。連関モデルにおいて、高知海岸は西日本太平洋区に属し、環境条件は砂：マウンド有りに区分される。現地調査の結果と予測結果を表-7、8にまとめて示す。高知海岸の離岸堤には出現が予測された藻場を形成するような大型藻類はカジメ1種のみであり、またその個体は小さいもののみであった。そのため藻場を産卵場や生息の場とする魚類（サヨリ、ウミタナゴなど）はあまり見られなかった。しかしながら海藻を餌料とするウニや貝類は観察された。また、岩礁性の定着魚類、回遊性魚類、卵・稚仔魚は、予測された種の多くがみられた。高知海岸では成魚53種、卵・稚仔魚48種、その他の生物23種の出現が予測されたが、それらのうち確認されたのは成魚17種、卵・稚仔魚28種、その他の生物6種であった。また、予測種以外で観察されたのは成魚14種、卵・稚仔魚18種であった。予測精度は成魚32%、卵・稚仔魚58%、その他の生物26%、全体では41%であった。

7. まとめ

本モデルは、個々の生物の行動と環境条件との関係を、離岸堤の設置後の環境条件に適用することにより作成されている。また、我が国沿岸海域を生物の生息環境条件より9海区に区分し、さらに海岸地形、底質などの条件に応じた細分類を設けることにより、離岸堤周辺における代表的な環境条件を合計41タイプに分類した。そして、41タイプの生態変化のモデルが作成された。これらのモデルは、代表的な環境条件について作成されているので、各海岸特有の自然条件や離岸堤の諸元に応じて予測内容を修正する必要がある。そのために、モデル中の生物の生態特性が「個別モデル」に示されており、離岸堤の設置水深・構造などに応じて予測内容を修正することが可能である。なお、ここで示した以外のタイプの場合については、宇多・小俣(1992)を参照されたい。

表-8 高知海岸における現地調査の結果と予測結果の比較(卵・稚仔魚、魚以外の生物)

出現予測 卵・稚仔魚種名	現地 出現	備 考	出現予測 卵・稚仔魚種名	現地 出現	備 考
アイナメ	○	ウシノシタ科	スズメダイ	○	
アカシタヒラメ	△	イヌノシタ	タチウオ		
アカカマス			チダイ		
イサキ	○	カレイ科	ツクシトビウオ	○	フグ科
イシガレイ	△	メイトガレイ	トラフグ	○	クサフグ
イシダイ	○		トカゲエソ	○	
イシモチ	○	ニベ	ハモ	△	タマガンゾウ
ウマズラハギ	△	370g, 720g	ヒラメ	△	ヒメジ科
ウミタナゴ	○		ブリ	○	ブリ科
カサゴ	○		ホウボウ	○	
カタクチイワシ	○		ボラ	○	ベラ科
カワハギ	△	アミメハギ	ホンベラ	○	
カンパチ	○		マアジ	○	アジ科
キハナゴ	○		マアサギ	○	
クロウシノシタ	△	ウシノシタ科	マイワシ	○	
	△	イヌノシタ	マエソ	○	
コトヒキ	○		マコガレイ	○	カレイ科
コノシロ	○			○	メイトガレイ
ササウシノシタ	△	ウシノシタ科	マゴチ	○	コチ科
	○	イヌノシタ	マサバ	○	
サッパ	○		マダイ	○	
サバヒー	○		マハゼ	△	ハゼ科
サヨリ	○		メジナ		
シロギス	○		メバル		
シマアジ	○				

- 出現予測種以外の調査時出現魚種 -

アカタチ科*	オニハダカ科*	ハナダイ亜科*
アカメ*	カマキリ*	ヒイラギ*
イソギンポ*	サイウオ*	ヘビギンポ*
ウナギ*	タコノハダイ*	マルアジ*
ウルメイワシ*	テンジクダイ属*	ヨコエソ科*
オニカサゴ科*	ネズボ科*	ウニギス*

○：出現
△：近縁種の出現

*：沿岸主要生物に挙げていない

参考文献

- 1) 建設省四国地方建設局(1989)：離岸堤による生態系の変化，123p.
- 2) 宇多高明・小俣 篤(1992)：離岸堤設置に伴う生態変化予測手法に関する調査報告書—離岸堤周辺の生態変化予測マニュアル—，土木研究所資料，第3106号，p. 149.
- 3) 国立天文台(1989)：理科年表机上版，丸善㈱，pp. 686—687.
- 4) 海上保安庁水路部海洋情報課(1985)：海洋情報便覧，日本海洋データセンター編，pp. 127-132.