

# 和歌山県南部沿岸における生物環境と波当たりの関係<sup>\*1</sup>

諏訪 剛<sup>\*2</sup>

## The relationship between benthic assemblies and wave action in the southern coast of Wakayama Prefecture<sup>\*1</sup>

Tsuyoshi SUWA<sup>\*2</sup>

マンタ法は小型船舶で低速曳航した板切れ（マンタボード）にシュノーケリング装備した観察者が掴まりながら海底を広く観察する方法で、これにより地先沿岸域の海底環境を概観することができる（Done *et al.* 1981）。著者は平成15年度から和歌山県各地の地先沿岸域でマンタ法を用いた海底環境調査を実施している（諏訪 2003, 2004）。これまでに実施した調査域は和歌山県の各地に広がるものの、串本町にある和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場に近い本県南部沿岸での調査が比較的多い。特に多くの地先を調査した串本町から那智勝浦町にかけての沿岸ではアントクメ（*Eckloniopsis radicata*）による藻場やタマナシモク（*Sargassum nipponicum*）、トゲモク（*S. micracanthum*）、ヨレモクモドキ（*S. yamamotoi*）、ヤツマタモク（*S.*

*patens*）などによるガラモ場が観察された。また、比井湾よりも南の沿岸では岩肌の露出した岩礁域にガンガゼ（*Diadema setosum*）が優占して大型海藻のほとんど生えない磯焼け域がしばしば観察された（図1）。

和歌山県沿岸は大部分がリアス式海岸で、外海に開いた海岸や大きな湾入域、岬や小さな入り江などが複雑な地形を形成している。このように多様な地形の沿岸における波当たり環境は変化に富むものの、一般的には図2のように理解できる。すなわち、波当たりは外海側では強くて内海側では弱く、岬の先端付近では強くて湾入域では弱いということで、このことは経験的な判断基準で十分に理解できる。

これまで、県下各地で実施してきたマンタ法による調査結果をマップ表示してきたところ、各種藻場や磯

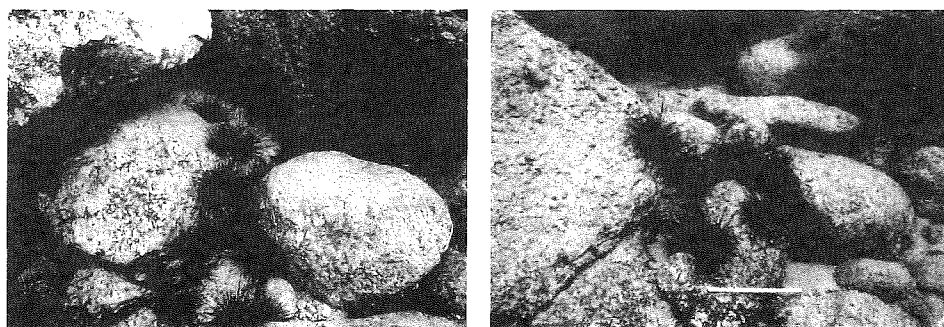


図1 ガンガゼが優占する磯焼け域。岩肌の露出した岩礁域に多数のガンガゼがコロニーを形成している。このようなガンガゼが優占する磯焼け域は比井湾以南の和歌山県沿岸でしばしば観察される。写真は、左が2003年3月12日に比井湾で、右が2004年3月29日に串本町須江で、いずれも水深約5mで撮影した。右の写真に映っている白いスケールバーは30cmである。

\*1 平成16年度中央ブロック資源・海洋研究会（平成16年度9月：高知市）では「和歌山県南部の沿岸環境について」と題して口頭発表した。

\*2 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場 〒649-3503 和歌山県西牟婁郡串本町串本1551-1 e0701092@pref.wakayama.lg.jp  
Marine Fisheries Experimental Station, Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1551-1 Kushimoto, Kushimoto-cho, Nishimuro-gun, Wakayama 649-3503, Japan

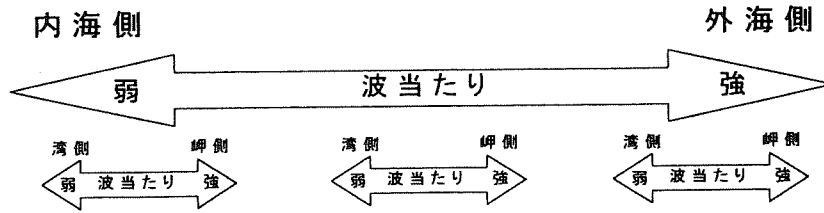


図2 沿岸の地形と波当たりの関係. 波当りは外海側ほど強く, 内海側ほど弱い. また, 外海に面した沿岸においても外洋からの波は岬側ほど直接当たるので強く, 湾側では比較的弱められる. 同様に, 比較的静かな内海においても岬側と湾側では後者の方がより静穏となる.

焼け域の分布パターンは, 図2に示したような地形によって規定される波当たり環境と関係していることが解ってきた. 地先沿岸域における地形, およびその地形のもとでの波当たり環境, 生物環境の関係を把握することは, 地先の環境管理を適切に行うための基礎資料になるとともに, 磯焼けを始めとした沿岸環境の変動機構を理解するうえで有用と考えられる. そこで本報告では, これまでに比較的多くの地先でマンタ法による環境調査を実施してきた和歌山県南部を中心とした沿岸において, アントクメ藻場と各種ガラモ場, ガンガゼが優占する磯焼け域の分布パターンを示すとともに, これらの生物環境と波当たり環境の関係について考察する.

### 試料および方法

マンタ法は水深が概ね3~5mの沿岸域を約2ノット(約1m/s)の速度で曳航しておこなった. 船上の記録者は1分ごとに自船の位置をDGPS(古野電気, GP-37)の緯度経度で記録するとともに, ホイッスルにより水中観察者に合図を送った. 水中観察者は合図を受けると, 合図と合図の合間に観察した海底の様子

を船上の記録者に口頭で報告した. 海底の様子のうち, 藻場の繁茂状況についてはBraun-Blanquetの被度階級を参考にして5段階評価した. 調査結果はマップ表示した. すなわち, 船上の記録者が1分毎に記録した位置(水中観察者が船上の記録者に観察結果を報告した位置)をマップに落とし, そこに観察結果を表示した.

調査地先とその観測日は, 日高町の比井湾(2003年7月17日観測), 串本町有田(2004年6月8日観測), 同町波ノ浦(2004年7月26日観測), 同町須江(2004年2月20日, 同年7月23日観測), 同町橋杭(2003年12月24日観測), 太地町の森浦湾(2004年4月30日観測)である(図3). 比井湾では, 比井湾本体としての大きな湾入域の中に, より小さな湾入部が存在した(図3, 4). 有田では, 有田漁港に続く湾入部と, その両外側にかけてとを調査した(図5). 波ノ浦は全域が外海に直接面していた(図3). 波ノ浦の調査域は両側に岬を有する大きな弧状地形になっていて, これがいわゆる「浦」を形成していた(図6). 須江では, 外海に直接面した沿岸と, 外海からは大島と通夜島および潮岬半島によって隔てられた沿岸とを調査した

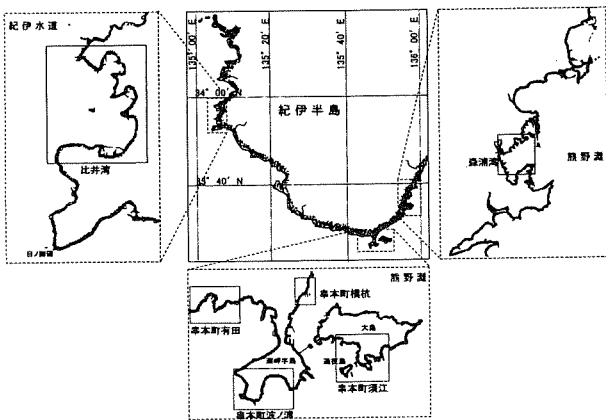


図3 調査域地図. 破線で囲まれた拡大地図の中の, 細線で囲まれた部分がマンタ法による調査地先である.

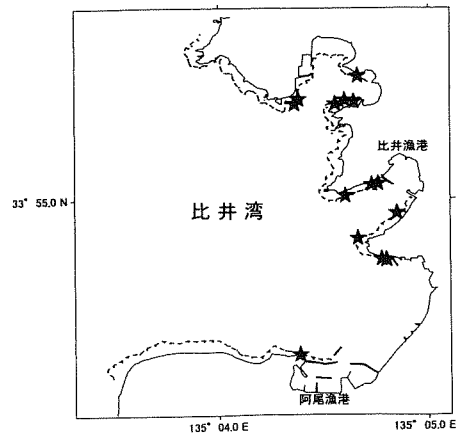


図4 比井湾地先の調査結果(2003年7月17日観測). ★はガンガゼが優占する磯焼け域を, 破線はマンタ法による調査航跡をそれぞれ示す. 大型海藻の分布は示していない.

(図3, 7, 8)。橋杭では橋杭岩の岩列をほぼ中央に挟んでその東側と西側とを調査した(図9)。この岩列の東側は熊野灘に面する外海側、西側は紀伊半島と大島に囲まれた内海側にそれぞれ位置した(図3, 9)。森浦湾の調査域は全域的に外海からやや奥まっていた(図3, 10)。

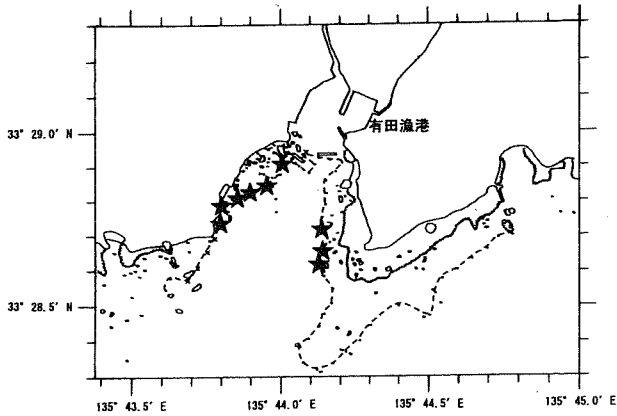
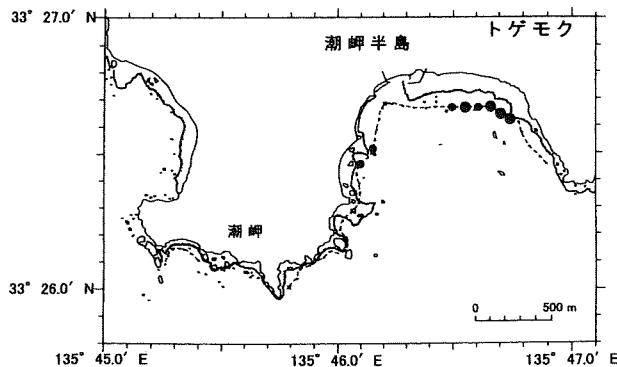
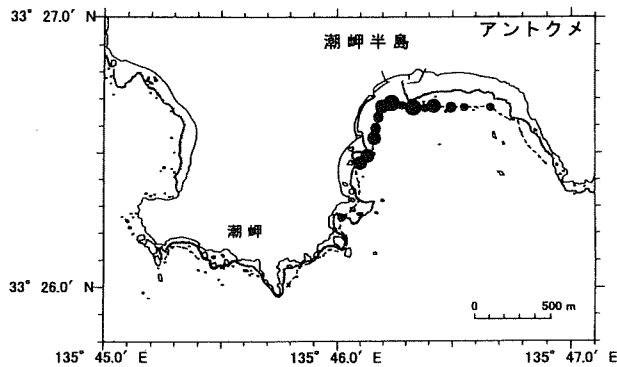


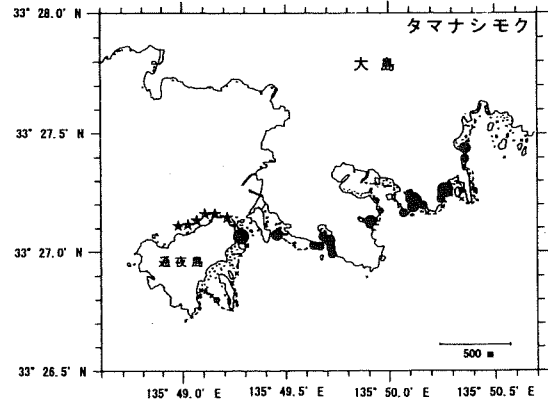
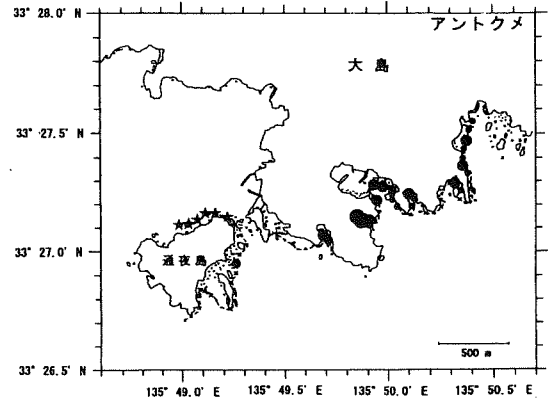
図5 串本町有田地先の調査結果(2004年6月8日観測)。★はガンガゼが優占する磯焼け域を、破線はマンタ法による調査航跡をそれぞれ示す。大型海藻の分布は示していない。



凡例: 被度1 ●, 被度2 ●, 被度3 ●, 被度4 ●, 被度5 ●

図6 串本町波ノ浦地先の調査結果(2004年7月26日観測)。上図はアントクメについて、下図はトゲモクについて、調査結果をそれぞれ示す。ドットの大きさは被度を表す(凡例参照)。破線はマンタ法による調査航跡を示す。

アントクメ藻場と各種ガラモ場については波ノ浦、須江、森浦湾の調査結果を用い、ガンガゼが優占する磯焼け域については比井湾、有田、須江、橋杭の調査結果を用いた。



凡例 被度1 : ●、被度2 : ●、被度3 : ●、被度4 : ●、被度5 : ●

図7 串本町須江地先の調査結果(2004年7月23日観測)。上図はアントクメについて、下図はタマナシモクについて、調査結果をそれぞれ示す。ドットの大きさは被度を表す(凡例参照)。★はガンガゼが優占する磯焼け域を、破線はマンタ法による調査航跡をそれぞれ示す。

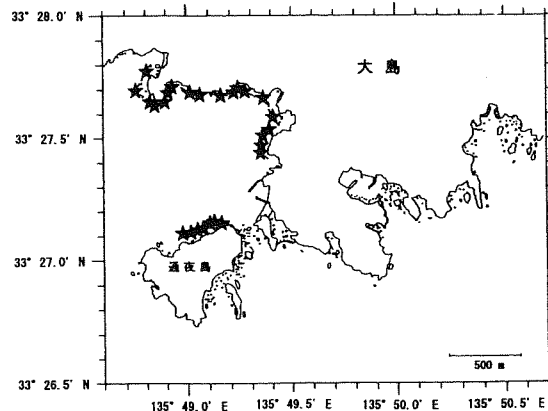


図8 串本町須江地先の調査結果(2004年2月20日観測)。★はガンガゼが優占する磯焼け域を、破線はマンタ法による調査航跡をそれぞれ示す。大型海藻の分布は示していない。

結果

1. 各種藻場

波ノ浦では、「浦」(弧状地形)の奥部にはアントクメが、その両外側(岬寄り側)にはトゲモクがそれぞれ観察され、トゲモク分布域よりもさらに外側(岬の先端近く)には大型海藻はほとんど観察されなかった(図6)。

須江では、外海に直接面した沿岸における小さな湾入部の奥部にはアントクメが、そこよりも外側にはタマシモクがそれぞれ観察され、岬の先端付近には大型海藻はほとんど観察されなかった(図7)。通夜島の北岸は、通夜島と大島、および潮岬半島によって外海から隔てられており、ここには大型海藻はほとんど観察されず、ガンガゼが優占する磯焼け域が観察された。

森浦湾では、湾口周辺における岬の先端付近にはアントクメが観察され、小さな入り江の内部と森浦湾奥部にはヨレモクモドキとヤツマタモクが主体のガラモ場が観察された(図10)。

2. ガンガゼが優占する磯焼け域

比井湾(図4)と有田(図5)では小さな湾入部の入口付近にガンガゼが優占する磯焼け域が観察された。

須江地先における2004年7月23日の調査では、通夜島の北岸にガンガゼが優占する磯焼け域が観察された(図7)。通夜島の北岸は、通夜島と大島、潮岬半島により外海から隔てられている。これに対して、外海に直接面した沿岸にはガンガゼが優占する磯焼け域は観察されなかった。同じく須江地先における2004年2月20日の調査でも、ガンガゼが優占する磯焼け域は大島、通夜島、潮岬半島により外海から隔てられた沿岸には観察され、外海に直接面した沿岸には観察されなかった(図8)。

橋杭の調査域におけるガンガゼが優占する磯焼け域は、橋杭岩岩列の西側に位置する内海側に観察された(図9)。

考察

1. 各種藻場

波ノ浦では「浦」(弧状地形)の奥部にアントクメが、そこよりも岬寄り側にトゲモクが観察された(図6)。また、須江における外海に直接面した沿岸では、小さな湾入部の奥部にアントクメが、そこよりも外側にタ

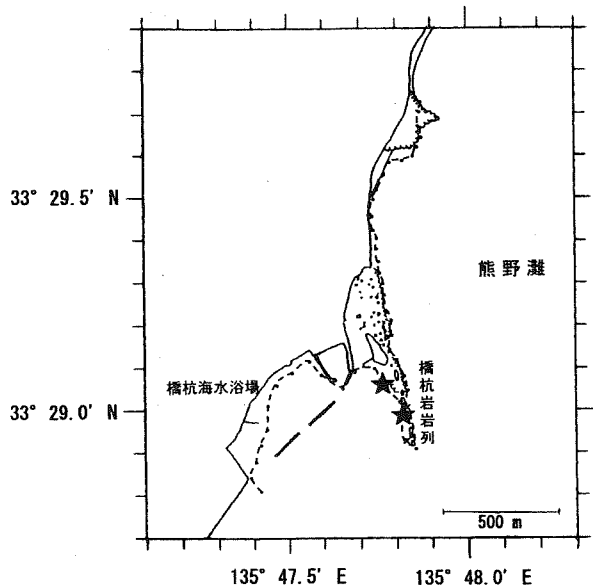
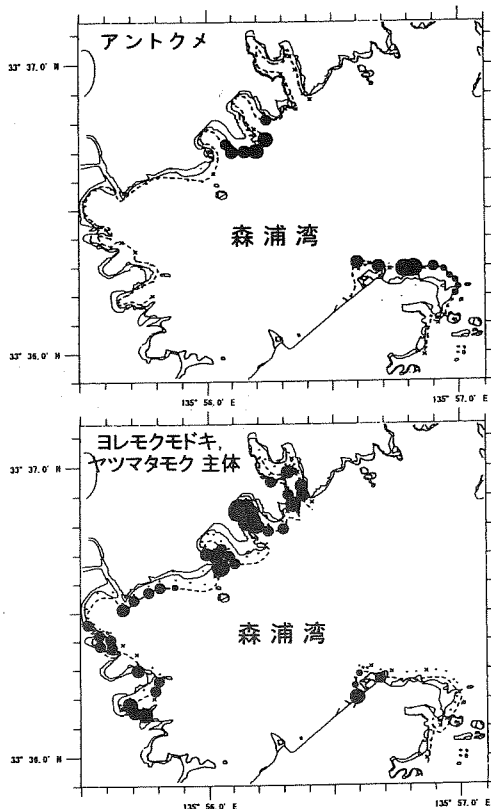


図9 串本町橋杭地先の調査結果(2003年12月24日観測)。★はガンガゼが優占する磯焼け域を、破線はマンタ法による調査航跡をそれぞれ示す。大型海藻の分布は示していない。



凡例:被度1 ●, 被度2 ●, 被度3 ●, 被度4 ●, 被度5 ●

図10 森浦湾地先の調査結果(2004年4月30日観測)。上図はアントクメについて、下図はヨレモクモドキとヤツマタモクが主体のガラモ場について、調査結果をそれぞれ示す。ドットの大きさは被度を表す(凡例参照)。破線はマンタ法による調査航跡を示す。

マナシモクが観察された(図7)。筒井・大野(1993)は高知県須崎湾の湾口域でアントクメが波当たりの比較的強い場所に生育することを報告しており、山内他(2000)も和歌山県すさみ町～串本町西岸でアントクメが外海に面した地先に多く生育すると報告している。また、斉藤(1980)は瀬戸内海およびその周辺海域におけるホンダワラ類の分布を検討した結果、トゲモクとタマナシモクは外洋的性格が強い種であることを指摘している。さらに、大野他(1990)は土佐湾で、トゲモクは波浪の強い外海の岩礁域に濃生することを報告している。このように、アントクメ、タマナシモク、トゲモクは、いずれも外海に面した波当たりの比較的強い場所に生育することが報告されている。ただし、これら3種の中でも、葉状体が大きくて幅広いアントクメは、小型かつ糸状で非常にしなやかな藻体のタマナシモクやトゲモクに比べ、水の抵抗をより大きく受けると推測される。これらのことから、波当たりが比較的強い外海に直接面した沿岸では、小さな湾入部や「浦」の奥部などの波当たりがある程度弱められる場所にはアントクメ藻場が分布し、それよりも少し波当たりが強い場所にはタマナシモクやトゲモクのガラモ場が分布すると考えられた。

森浦湾では湾口周辺における岬の先端付近にアントクメが観察された(図10)。森浦湾の調査域は外海から少し奥まっているため(図3)、波当りは全域的にやや弱められると考えられる。しかし、そのなかでも森浦湾口周辺における岬の先端付近の波当りは比較的強く、須江や波ノ浦における外海に直接面した沿岸の湾入部や「浦」の奥部と同じ程度の波当たり環境に相当すると考えられる。このために、森浦湾のアントクメ藻場は湾口周辺における岬の先端付近に分布すると考えられた。

森浦湾内の小さな入り江や森浦湾奥部には、ヨレモクモドキとヤツマタモクを主体とするガラモ場が観察された(図10)。大野他(1990)は、土佐湾のヨレモクモドキは外海に面しているけれども比較的波の静かなところに繁茂すると報告している。また斉藤(1980)は、ヤツマタモクは内湾的性格と外海的性格の中間的性格であるものの比較的外的性格が強いと報告している。これらの報告から、ヨレモクモドキとヤツマタモクは同じ程度の波当たり環境に分布し、それは外海よりも少し波当たりの弱い環境であると考えられた。ヨレモクモドキやヤツマタモクが観察された森浦湾内

の小さな入り江や森浦湾奥部は、アントクメが観察された森浦湾口周辺における岬の先端付近よりも静穏と考えられる。したがって、アントクメの分布域と、ヨレモクモドキおよびヤツマタモクの分布域は、波当たりの比較的強い場所にアントクメが、波当たりの比較的弱い場所にヨレモクモドキとヤツマタモクが、それぞれ分布するという関係になったと考えられた。

吉田(1998)によると、ヨレモクモドキは2mまたはそれ以上に生長するのに対して、タマナシモクとトゲモクの藻体長は普通は1m以下とされている。また、山田・瀬川(1962)でも、ヤツマタモクは1～2mで、タマナシモクとトゲモクは30cm～1mとされている。これらの報告によると、ヨレモクモドキとヤツマタモクは、タマナシモクやトゲモクの2倍以上の長さにまで生長する。このように、ヨレモクモドキやヤツマタモクはタマナシモクやトゲモクよりも大きな藻体に生長するので水の抵抗を大きく受け、このために波当たりのより弱い場所を好むと推測される。

一口に「波当たり」と言っても、通常の天候時の波当たりと荒天時の波当たりを考えると、前者に比べて後者は格段に強くて破壊的である。例えば、和歌山県南部沿岸では、アントクメ胞子体の生長期である春～夏季における時化の後にはしばしば大量のアントクメが打ち上げられる。このことから、荒天時の激しい波当りは沿岸域における生物分布に大きな影響を及ぼすと考えられる。波ノ浦(図6)と須江(図7)では岬の先端付近には大型海藻は分布しない傾向が認められたのは、外海からの波を弱めるものがほとんど無いため、特に荒天時の強烈な波当たりが海藻を吹き飛ばしてしまった結果である可能性が考えられる。波ノ浦と須江は紀伊半島の最南端に位置していることから、荒天時における外海からの大波の影響は他の海域と比較しても特に強いと推測される。地形的な波当たり環境が生物に及ぼす影響を考える時、通常の天候時における波当たり(年間を通じての平均的な波当たり)と、荒天時の特に激しい波当りは別にして扱う必要性が示唆される。さらに、紀伊半島周辺では冬季には北西の、梅雨期には北東の季節風がそれぞれ吹くので、このような季節風によって生じる卓越した波当たりと生物環境との関係の検討も今後は必要と考えられる。

2. ガンガゼが優占する磯焼け域

須江では、ガンガゼが優占する磯焼け域は、大島と通夜島、潮岬半島による遮蔽のために外海からの波を直接的に受けないと考えられる場所には観察され、外海に面した沿岸には観察されなかった(図7, 8)。また、橋杭では、外海からの波当たりが弱められると考えられる橋杭岩岩列の内海側にはガンガゼが優占する磯焼け域が観察され、外海側には観察されなかった(図9)。波ノ浦は外海に大きく開いているために全域で外海からの波を直接的に受けると考えられる。このような波ノ浦沿岸にはガンガゼが優占する磯焼け域は観察されなかった。

波の働きがウニ類の過剰摂食を制限することは、これまでに多くの研究者により報告されている。例えば、Mann (2000) はニューファンドランドやセントローレンス湾における波当たりの強い沿岸では、波によるウニ類の過剰摂食の制限が主な要因のために低潮線下から数メートルの深さにまではケルプが生い茂り、それよりも深所にはウニ類が優占する磯焼け域が形成されると報告している。また、川俣 (2001) は波動による藻食動物の摂食抑制機構を実験的手法により明らかにし、キタムラサキウニをはじめとするウニ類の摂食限界流速は約0.4 m/s (極浅所では穏やかな波で発生しうる流速) であると報告している。

ウニ類の中でもガンガゼは非常に長い棘を有するために水の抵抗を大きく受けると考えられ、さらにその棘は脆くて折れやすいので、波当たりによる激しい水の動きには特に弱いと推測される。Mokady *et al.* (1996) は紅海のサンゴ礁で礁原 (reef flat) と礁斜面 (reef slope) におけるガンガゼとナガウニ (*Echinometra mathaei*) の分布を調査した結果、ガンガゼは礁原よりも礁斜面に多く分布し、礁原ではガンガゼより

もナガウニの方が優占していることを確認した。礁原でナガウニが優占している理由として、ナガウニは小さくて固着力があるために、波と潮流が強い礁原でも優勢でいられると考察している。Onoda (1936) は日本ではガンガゼが静穏な入り江の浅海域でしばしば多数みられると報告している。Randall *et al.* (1964) はガンガゼに近縁で同じく長い棘を持ったタイセイヨウガンガゼ (*Diadema antillarum*) が、波の打ち寄せるような所にはあまりみられないと報告している。

以上のように、一般にウニ類は波浪により摂食活動が抑制され、中でもガンガゼは特に静穏域を好むと考えられる。須江や橋杭で観察されたガンガゼが優占する磯焼け域は、このような静穏域に相当すると考えられた。

比井湾(図4)と有田(図5)では、小さな湾入部の入口付近にガンガゼが優占する磯焼け域が観察された。これらの小さな湾入部は波が穏やかと考えられる。湾入部の奥部は特に静穏なため、砂浜であったり漁港が建設されていて、岩礁域がほとんど無い。結果として、波当たりが穏やかで、かつ岩礁域であるのは湾入部の入口付近となり、ここにガンガゼが優占する磯焼け域が形成されると考えられた。

3. 生物環境と波当たりの関係

和歌山県南部沿岸でマンタ法により観察された、各種地形と、そこから考えられる波当たり環境、および生物環境について、図11のように整理した。すなわち、波当たりが最も強いと考えられる外海に直接面した岬の先端付近には大型海藻による藻場は形成されない。岬の先端付近より少し湾入域に入ったあたりは、波当たりはやや弱められると考えられ、ここにはタマナシモクヤトゲモクのガラモ場が形成される。さらに波当たりが弱められる湾入域などにはアントクメ藻場が形

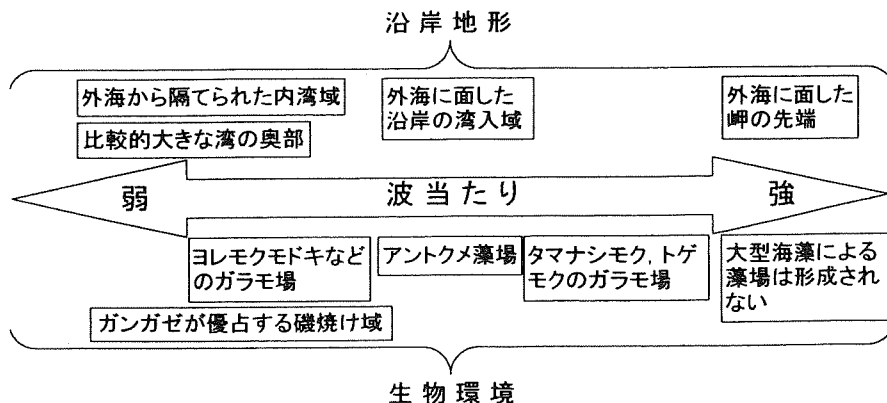


図11 沿岸の地形と波当たり、および生物環境の関係

成される。外海から隔てられた内湾域や比較的大きな湾の奥部は、比較的静穏と考えられ、ここにはヨレモクモドキやヤツマタモクによるガラモ場や、ガンガゼが優占する磯焼け域が形成される。

Kobayashi and Nakamura (1967) によると、ガンガゼはインド洋と太平洋の熱帯から亜熱帯を中心に分布し、南日本沿岸は分布域の北端に位置する。つまり、和歌山県沿岸はガンガゼの分布域のほぼ北限に位置する。また、山内他 (1997), 山内 (2000), 山内他 (2000) によると、和歌山県中部沿岸 (日高町～白浜町) はカジメ類の生育水温上限付近に位置し、本県南部西岸域 (日置川町～串本町西岸) はカジメ類の非生息域となっていて、そこではアントクメやガラモ場が重要な藻場を形成している。これらのことから、和歌山県沿岸は亜熱帯的な海と温帯的な海の境界付近に位置しており、両者の環境に生息する生物の分布域が重なる、特徴的な生物環境を有すると考えられる。本報告では、このような特徴を有する生物環境におけるガンガゼが優占する磯焼け域、アントクメ藻場、各種ガラモ場の分布パターンを、地形的に規定される波当たり環境に基づいて整理した。近年、磯焼け現象が各地で問題となっており (谷口 1998), 和歌山県沿岸でも北部の一部海域を除いて磯焼けが深刻な漁業問題となっている。このような磯焼け問題に対し、ガンガゼが優占する磯焼け域を藻場造成するためには、今回得られたような生物環境に関する知見が有用である。例えば、ガンガゼが優占する磯焼け域は比較的波当たりの穏やかな場所に形成されると考えられた。このような静穏域では、低コストで扱いやすい小型で軽量の藻礁でも波で飛ばされることは少ないと考えられる。藻場造成種としてはアントクメ、ヨレモクモドキ、ヤツマタモクなどが適すると考えられる。

#### 4. 問題点や今後の課題など

マンタ法は地先の環境状態を概観する調査方法であり (Done *et al.* 1981), 本来は地先全体における藻場の繁茂状態や植性の優占種などを把握することを目的としている。しかし、諏訪 (2003) が述べているように、比較的明瞭な海底環境の変化はマンタ法で捉えることができると考えられる。本報告で示したアントクメや各種ガラモ場などの分布パターンも、マップ表示した観測結果 (図 4～10) に示されているように比較的明瞭であった。このような分布パターンを把握するためには、定量性に優れたコドラート法ではかなり多

くの測点を設けない限り難しく、マンタ法の利用が有効と考えられる。ただし、マンタ法は方法論として概観的な情報を得ることを目的としているため、得られたデータはあくまで予備調査的なものである。したがって、第1段階としてマンタ法を用いて生物環境の分布パターンを概観的に把握し、その結果から観測域を絞り込み、第2段階としてコドラート法やライントランセクト法などの定量的手法により結果を確認することが必要と考えられる。

また、今回は波当たりの強弱を地形だけから予測して、「外海に面したこの沿岸は波当たりが強いだろう」「湾入域であるこの沿岸は波当たりが弱いだろう」というように判断した。しかし、例えば同じ外海に面した沿岸でも、水深によって波浪による流動強度は異なり、基本的には浅いほど波の影響は強く、深くなるに従って弱くなると考えられる。さらに、巨岩などの配置によっても流動状況は複雑に変化すると考えられる。地形的に変化に富む沿岸岩礁域において、マンタ法により一定の水深を観察することは不可能であり、実際に観察された海底の水深は概ね 3～5 m である。しかし、マンタ法による調査を各地で実施した結果、岬や湾入域のような地形的な違いによる生物環境の相違は、観測水深の変化 (概ね 3～5 m の違い) や巨岩などの配置による生物環境の相違よりも大きくて顕著である傾向が定性的に観察された。今後は、石膏球などを用いて同一の沿岸における水深による流動強度の違いを確認したり、コドラート法などを用いて水深による生物環境の違いを確認する必要があると考えられる。

#### 謝 辞

海底環境調査にマンタ法を紹介して頂いた (株) 串本海中公園センター学術部の宇井晋介課長に御礼申し上げます。また、調査用具の作成などに御協力頂いた和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場の亀谷弘機関長と、船上の記録者として常に調査に同行して頂いた同試験場の向野幹生副主査研究員に感謝致します。

#### 引用文献

- Done, T. J., R. A. Kenchington, and L. D. Zell, 1981: Rapid, large area, reef resource surveys using a manta board. Proceedings of the Fourth Internation-

- al Coral Reef Symposium, 1, 299-308.
- 川俣 茂, 2001: 北日本沿岸におけるウニおよびアワビの摂食に及ぼす波浪の影響とその評価. 水産総合研究センター研究報告, (1), 59-107.
- Kobayashi N. and Nakamura K., 1967: Spawning periodicity of sea urchins at Seto II. *Diadema setosum*. Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 15 (3), 173-184.
- Mann, K. H., 2000: Ecology of Coastal Waters: With Implications for Management. 2nd Edition. Blackwell Science, Oxford, 406.
- Mokady, O., B. Lazar, and Y. Loya, 1996: Echinoid bioerosion as a major structuring force of Red Sea coral reefs. *Biological Bulletin*, 190, 367-372.
- Onoda, K., 1936: Notes on the development of some Japanese echinoids with special reference to the structure of the larval body. *Japanese journal of zoology*, 6, 637-654.
- 大野正夫・寺脇利信・本多正樹, 1990: 南日本のから藻場の生態と藻場造成. 沿岸海洋研究ノート, 27 (2), 127-135.
- Randall, J. E., R. E. Schroeder, and W. A. Starck, 1964: Notes on the biology of the echinoid *Diadema antiillarum*. *Caribbean journal of science*, 4, 421-433.
- 斉藤雄之助, 1980: 瀬戸内海およびその周辺海域におけるホンダワラ科藻類の分布について. 南西海区水産研究所研究報告, (12), 51-68.
- 諏訪 剛, 2003: マンタ法による藻場環境調査. 平成15年度 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場事業報告 (印刷中)
- 諏訪 剛, 2004: マンタ法による藻場環境調査の試み (要旨). 平成15年度 瀬戸内海ブロック水産業関係試験研究推進会議 生産環境・漁業生産合同部会 議事要録, 82-85.
- 谷口和也, 1998: 磯焼けを海中林へー岩礁生態系の世界ー. 裳華房, 東京, 196.
- 筒井 功・大野正夫, 1993: 高知県須崎湾に生育するワカメ, ヒロメ, アントクメの成長と成熟. 水産増殖, 41 (1), 55-60.
- 山内 信・翠川忠康・小川満也, 1997: 磯根漁場マップ作製調査. 平成7年度和歌山県水産試験場事業報告, 88-103.
- 山内 信, 上出貴士, 堀木信男, 加来靖弘, 小川満也, 翠川忠康, 2000: 第IV章 太平洋中部域のカジメ藻場 (和歌山県). 藻場の変動要因の解明に関する研究 総括報告書, 1-27.
- 山内 信, 2000: 和歌山県沿岸域におけるカジメ類の衰退機構. 平成10年度和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場事業報告, 179-184.
- 山田幸男・瀬川宗吉, 1962: 原色日本海藻図鑑. 保育社, 大阪, 175.
- 吉田忠生, 1998: 新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京, 1222.