

総説

海藻・海草相とその環境条件との関連をより詰めて求める試み

須藤俊造

(186 東京都国立市谷保2686-12)

Suto, S. 1992. A trial to relate marine benthic floras more precisely to their environmental conditions. Jpn. J. Phycol. 40: 289-305.

The author tried to relate marine benthic floras in coastal waters more precisely to their environmental conditions from data in available reports.

In the present study, the 92 species of marine floras were chosen from those which occur commonly in their native waters and are easy to identify, so that more than 20 of them would be found in any open coastal waters. Their distributions in open coastal waters, in the Seto Inland Sea and in four other inland seas fully investigated are shown in 2 Tables. Floras are characterized respectively by the combination of the presence or absence of each of the 92 species. The rate of similarity between two floras is estimated by the similarity ratio, the ratio of the number of species common in these two floras to the number of all species present in them.

Surface water temperatures in February and in August, salinity, grade of water pollution, wave height and slope of the bottom bed were selected as important and numerical environmental factors for marine floras.

Results of cluster analyses using similarity ratios for floras in 44 open coastal waters are shown, connected with water temperatures in February and in August, indicating independent effects of the two temperatures on marine floras.

Ranges of all six environmental factors for the distribution of each species can be obtained by taking the lowest and the highest values of the factors from those in the waters where the species occurs commonly, eliminating some abnormal data.

The information in 5 Tables in this manuscript will make it possible

- 1) to judge rates of similarity of a marine benthic flora observed in a study to those established by similarity ratios between them;
- 2) to estimate values of environmental factors and their changes in coastal waters from species and the changes in them found in the waters;
- 3) to anticipate species and changes in species occurring in a marine flora in coastal waters, from environmental factors and changes in them, as surveyed in the waters.

Key Index Words: environmental factor—geographical distribution—marine benthic flora—marine pollution—marine topography—salinity—species composition—temperature—wave.

Shunzo Suto, Yaho 2686-12, Kunitachi-shi, Tokyo, 186 Japan.

海藻・海草植生と環境について、岡村(1931)は海流との関係を論じ、瀬川(1956)は緑藻と褐藻の種数比と、中原ら(1971)はそれに生活型も加えて、水温との関連を示し、新崎(1976)はコンブ目とヒバマタ目の種数比を海域、その水温条件の指標として提案し、同じく新崎(1984)は大型海藻・海草主体に、動物との生態関係も加えて水温との関係を論じ、谷口(1971)は干潮線付近より上の群落を優越種主体に分けて水温・塩分との対応を報じ、さらに新崎(1975)は伊勢湾・東京湾中心に、Hirose(1978)は大阪湾等で、

海水の汚染と種の消長を報じた。種別にはアマモ、ワカメ、マコンブ、マクサ、オニクサ等がとりあげられ、それらの分布と水温の関係が報告されている。

固着生育する海藻・海草の植生はその海域の既往変化も加えた環境に強く影響され、逆の見方からはその海域環境のよい生物指標と考えられる。この意味から応用面では沿岸工事等の影響判定調査にこの植生が加えられているが、結果はほとんど役立てられていない。原因は植生と環境の関係の情報がこのような目的にはなお不十分なことにあると思われる。

ここでは、大きな地理的隔離がないと考えられる国内沿岸域の中では、植生と環境の間に比較的簡単な関連があることを予想し、集積された既往資料の照合・解析から、植生と環境の関連をよりつめて求めることを試み、上記等の応用面からの要請にもある程度応じられるようにすることを目指した。

方 法

植生を、構成する海藻・海草の種組成で表し、植生と環境の関連を、植生を構成するそれぞれの種の環境反応の総合として捉えようと考えた。種組成をとると、全国にわたって多くの既往資料を活用でき、相互の異同の程度も類似比（後述）で容易に表現できる。Setchell (1920) は海外で年間の最低期および最高期水温が海藻の種別の地理的分布を制約していると報じた。これを拡張して水温に、より局域的であるが影響の大きい数ケの環境要因も加え、海藻・海草各種の水平分布はそれぞれの生育、繁殖への各環境要因要求の上・下限によって制約された結果と考えて、各種の分布と各沿岸域環境の照合から種別に出現域の各環境要因の範囲を求め、植生をその環境で各要因要求がすべて満足される種の集団と考えた。

なお、植生で量の要素も加えるのは、利用できる既往資料がなお少なく、植生相互の異同度の表現も容易でなく、対応する環境要因が増え、さらに種間競争、動物による食害、病害等の影響も大きく加わり、解析が困難なので今回は見送った。

別法として、種組成と環境の関連を各2沿岸域の種組成の類似比（次項参照）と全環境要因の総合距離（差）の関係として捉える方法も考えられるが、全要因総合距離の求め方に問題があり、またその結果からは植生から環境の、また逆に環境から植生の具体的な推定ができないなど、結果の活用も限られると考えたので、種組成類似比と最低月および最高月水温距離の関係から、海外沿岸植生の大体の区分を求めるのに用いるだけにとどめた。

2ケの種組成の異同の程度は千原ら（1970）および、太田（1973）にならない、類似比 similarity ratio（共通種数／総種数、以下Rの略称も使用、%で表示、太田の rate of relationship と同じ）で表すこととした。類似比の長所は直観的にわかりやすいことで、次に述べる対象選定種数の範囲では、 $R \geq 90\%$ で類似、 $\geq 80\%$ で相当似ていると見当づけられる（カイ二乗法による近似検定）。欠点は対象2植生的一方であげら

れた種が他方での検出に漏れた場合にはそのまま類似比低下の誤差となることである。この検出漏れによる誤差を小さくするため、千原らおよび、片田（1975）にならない、大-中型で出現域では普通に現れ、かつ同定に困難が少ない種の中から、外海各域で20種以上検出されることを目標にして92種をとり、この選定種組成を全種組成に代えることとした。また2種組成の類似比を求める時、どちらか一方にでも出現が稀な種、あるいは同定に疑問のある種がある場合には、その種は類似比の算出からは除くことにした。

ここで出現が稀とは、植生資料で稀または少ないと注記されたもの、および一水域の数ケの資料中、1ケ〜ごく少数のものみに記載された種をいい、分布表ではrで表した。また分布表で同定に疑問のある種は?で表した。

上述の種の選定の適否は結果に影響する。目的からは、環境要求の異なる種を均等にとりたいが、今はそれができないので、選定にあたっては、分類上の各部門にわたり、北方種や南方種も適当に含み、量的に大きい大型褐藻類、検出されやすい有用藻類は多く加えるようにした。今回の選定はいわば第一次試案で、目的によりよくあうよう今後の修正の必要も考えられる。

なお種名は海藻は吉田ら（1990）、海草は田中ら（1962）によった。ただし、リシロコンブとホソメコンブは分布と分布域水温の検討から川嶋（1977）を参照してマコンブにあわせた。ナガコンブは別種との意見があるが、一応ミツイシコンブに含めた。資料のホンダワラ属の種名はYoshida (1983) により判定した。アラメは新崎（1985）により2型に分けることが提唱されたが、既往資料との照合が困難で、それぞれの分布域の水温等の範囲が求め難い（後述の水温の項参照）ので、今回は合わせて取り扱った。また既往資料の「ヒトエグサ」について、伊勢湾とその周辺域のものは喜田1966に従いヒロハノヒトエグサとし、その他の内湾域と瀬戸内海のものは?とし、本邦中・南部域海域のものは疑問は残るが一応多くの既往資料にあげられたヒトエグサのままとした。

環境要因としては重要でかつ数値データがえられる水温、塩分、汚染度、波高、海底傾斜度をとりあげた。それぞれの指標値は後記する。上記以外で少数種の分布に局域的に強く影響している潮汐条件等は本文及びTable 5で種別に注記した。光条件、栄養度、また種間競争、動物による食害等は種の水平分布への影響は一般的には小さいと考えて取り上げなかった。

それぞれの選定種の分布域の各環境要因値の範囲

を、分布と各沿岸域の環境要因値を対照して求めた。この際にも、種の出現が稀な場合、および種の同定に疑問がある場合は除外して求めることとした。

結果として、1) 任意の沿岸域の選定種組成は、その各環境要因値が分布域要因値の範囲に入るすべての種で構成され、2) 逆にある選定種組成が見られる沿岸域の各環境要因値はそれぞれ、構成各種の分布域各要因値の範囲の中の共通する部分に入り、3) また検討を省いた環境要因等による乱れは小さいことを期待した。

選定種の分布と水温

選定種の分布と水温との関係は生物、水温の長年の豊富な情報の蓄積がある外海沿岸について求めた。

外海沿岸の単位水域は県などの沿岸域とやや広くとり、波当たり、海底傾斜などが異なる水域を含むようにした。ただし環境差から、青森と鹿児島両県は東西に分け、宗谷支庁管区（以下支庁管区を省略）は東は網走、西は留萌に併せ、渡島の函館以西は檜山に含めた。また南方諸島域では諸島を単位としたが、八丈島は伊豆七島から分けた。

各単位水域での各選定種の出現如何をそれぞれの中地域主体に資料から、必要に応じ現地情報も加えて判定して Table 1 に示した。

次に各域の年間最低および最高月水温 °C（以下2, 8月水温という）を県内沿岸定点観測（九州西・北岸は定点が不足のため浅海定線観測で補足）の長年平均から求めて Table 2 に示し、Fig. 1 にプロットした。図で2, 8月水温は太平洋沿岸ではほぼ一直線上に乗っている。それに対して日本海等（日本海、オホーツク海および東支那海をいう、以下同じ）沿岸では上に外れ、特に新潟～兵庫で著しい。

Table 1 にみられる各2沿岸域の種組成類似比 R は平均的にはその2域の2, 8月水温距離（2, 8月水温差を d_1, d_2 として $(d_1^2 + d_2^2)$ の平方根、図上での2点間の距離）が小さいほど大きく、水温距離 < 1.5 ($d_1, d_2 \leq 1$) では R 平均値は90%と高い。ただし南方諸島間およびそれらと他の沿岸域間の R のみは70%以下と低いが、これはおそらく珊瑚礁の状況、その他沿岸地勢の単純さなどの影響に、多少の地理的隔離、調査不十分も加わった結果と思われる、南方種の選定不適当もあるかもしれない。

各選定種別に Table 1 の分布と Table 2 の各域2, 8月水温を対照し、また Fig. 1 の各域2, 8月水温プ

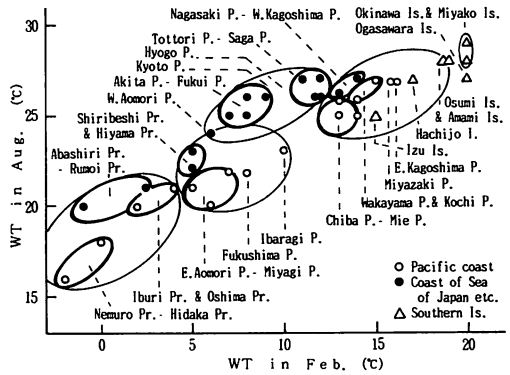


Fig. 1. Results of cluster analyses on species compositions of marine benthic floras in open coastal waters, connected with water temperatures in February and in August. In the figure, waters are plotted by their WT in Feb. and in Aug. Next, plots of waters are enclosed by a contour line, when the floras in the waters are gathered into a cluster by cluster analyses. Thick and fine contour lines show higher and lower similarity levels of clusters, respectively.

ロットにそこでの出現の有無を印して、その種分布域の2および8月水温の範囲を求めた。多くの種では判定が容易（Fig. 2 に *Myagropsis myagroides* の場合を例示）で、

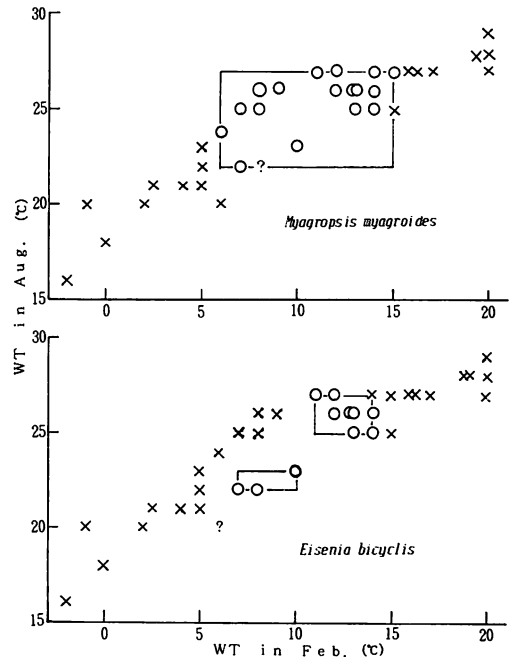


Fig. 2. Ranges of water temperatures in February and in August found in each distribution of *Myagropsis myagroides*, a common pattern, and of *Eisenia bicyclis*, a rare one.

Table 2. Surface water temperatures in February and in August in open coastal waters.

Coastal waters	WT (°C)		Coastal waters	WT (°C)	
	Feb.	Aug.		Feb.	Aug.
PACIFIC COAST			COAST OF SEA OF JAPAN, ETC.		
Nemuro Pr.			W. Kagoshima P.		
-Tokachi Pr.	-2	16	Kumamoto P.	14	27
Hidaka Pr.	0	18	Nagasaki P.	13	26
Iburi Pr.	2	20	Saga P.		
Oshima Pr.	4	21	Fukuoka P.	12	26
E. Aomori P.	5	21	Yamaguchi P.	12	26
Iwate P.	6	20	Shimane P.	12	27
Miyagi P.	7	22	Tottori P.	11	27
Fukushima P.	8	22	Hyogo P.		
Ibaragi P.	10	23	Kyoto P.	9	26
Chiba P. & Kanagawa P.	13	25	Fukui P.		
Pen. Izu	14	25	Ishikawa P.	8	26
Mie P.	13	26	Toyama P.		
Wakayama P.	14	26	Niigata P.	9	26
Kochi P.	15	27	Yamagata P.	8	25
Miyazaki P.	16	27	Akita P.	7	25
E. Kagoshima P.	16	27	W. Aomori P.	6	24
SOUTHERN IS.			Hiyama Pr.	5	23
Osumi Is.	19	28	Shiribeshi Pr.	5	22
Amami Is.	19	28	Rumoi Pr. & W. Soya Pr.	2	21
Okinawa Is.	20	28	E. Soya Pr. & Abashiri Pr.	-1	20
Miyako Is.	20	29			
Izu Is.	15	25			
Hachijo I.	17	27			
Ogasawara Is.	20	27			

P., Pr. and "Coast of Sea of Japan, etc.": see footnotes for Table 1.

WT in Feb. and in Aug.: means of many years' data at one to several stations on each coast.

Table 5 に結果を示した。

しかし、フシスジモク、エゾノネジモクでは 1) 太平洋北部・日本海北部と 2) 日本海中・南部とに分かれた 2 ケの水溫範圍が判定され、いずれも水溫要求の異なる 2 群を含むと考えた方がよいと思われた。またアラメでは宮城～茨城と太平洋・日本海両中・南部とに分かれた 2 ケの水溫範圍が判定された (Fig. 2) が、それらは新崎 (1985) によるアラメの 2 型の分布とは一致しない。以上は Table 5 では一応 1 種として合わせた水溫範圍をあげ、その範囲内で出現のない沿岸域を注記するという表現法で示した。

オオボサ等は日本海沿岸には、反対にツルアラメ等は太平洋沿岸にはみられない。またヒジキ等の潮間帯

種は本州北部の日本海沿岸では潮汐条件から適水溫域でも生育していない。これらについても不出現域を注記した。

なお日本海等沿岸のクロメの分布域中、山口～長崎の資料・情報にカジメが散見されるが、その分布域水溫範圍に太平洋沿岸でのそれと差がみられるなどあってクロメの誤認との疑問を感じ、Table 1 での表示を? とした。またワカメ等少数種では内湾域資料により水溫上、下限値に修正を加えた。

国内では、年間の最低月水溫がウミヒルモ等 (Miki 1934)、マクサ (木下 1942)、ワカメ (新崎 1958)、オニクサ (遠藤ら 1960) などの、最高月水溫がアマモ (Miki 1933, 川崎ら 1990) の分布を制約すると報告さ

れている。2, 8月水温に代えて年平均水温をとると、太平洋、日本海等両沿岸の水温変動の差が表せなくなり、水温差と類似比の関係は乱れが大きくなり、後述する水温と植生のクラスター分析結果との照合も困難になる。海域による水温変動の違いが種の分布、植生の差に現れているので、水温条件としては少なくとも最低期と最高期水温をともにとることが必要と考える。

Table 5 にあげたのは国内の外海域主体での海藻・海草各種の分布域水温値の範囲であり、2月, 8月水温間の相関の影響も加わっているが、国外のより低い・高温域にも分布する種を除いて、多くの場合、それぞれの種の分布を制約する水温値に近いものと思われる。なお上記国内報告での分布域水温上・下限値はTable 5 のそれらの数値とほぼ一致している。

別に、外海各域間の種組成類似比を最長距離法中心に、重心法、メジアン法も併用して、クラスター分析した。結果から Fig. 1 で、種組成が3方法ではほぼ共通して同じクラスターにまとめられた海域の2, 8月水温プロットを、類似レベルが高いほど太い線で囲んだ。これからも一般的には2, 8月水温に近い海域の種組成が似ているのがみられる。沿岸域を種組成の類似度から大きく分けると、1) 根室～日高, 網走～留萌, 胆振・渡島, 2) 後志・檜山, 青森東～宮城, 福島, 茨城, 3) 青森西, 秋田～福井, 兵庫, 京都, 鳥取～佐賀, 4) 千葉～三重, 和歌山・高知, 宮崎, 鹿児島東, 同西, 熊本・長崎, 伊豆七島, 八丈島, 大隅・奄美諸島, 5) 沖縄・宮古諸島, 小笠原諸島となった。類似比からこの結果は岡村(1936), 瀬川(1956), 新崎(1976)らの海藻分布の区分と大差はないが、ただ金華山を境とする差が小さく、代わって犬吠岬での差が大きく出ている。これは両者を境とする沿岸域の水温距離差の反映でむしろ妥当ではないかと思われる。

選定種の分布と塩分, 汚染度, 波高, 海底傾斜度

小沿岸域別に種組成と表記に2月水温も加えた5環境要因値のデータをほぼ共に入手できた大阪湾東岸, 英虞湾, 伊勢湾, 東京湾口の計27小域での選定種組成(Table 3)と5環境要因値(Table 4)を照合して、種別に分布域要因値の範囲を求めた。なお8月の水温はこれらの海域ではほとんどの出現種の分布を制約していないと認めて省いた。

2月水温, 塩分, 汚染度の指標値には浅海定線観測などから植生調査域に近い測点の2月WT °C, 全年

Cl %, 全年COD_{OH} (アルカリ性でのKMnO₄, 100°C, 20 min によるCOD (JIS K 0102), 以下COD という) mg/l の5～20年平均値をとった。波高は域内または至近漁港の設計沖波波高m (以下でH_{1/3}の略称も使用)を指標値とした。ただし、大阪湾内は関西空港環境影響調査の最大有義波高で代え、()をつけて示した。海底傾斜度は海図で水深10m線の距岸距離(湾奥では5m線のその2倍, 埋め立てなどがある時はそれ以前の推定距離)をkm単位で求めて指標値とし、Dで示した。各沿岸域のこれらをTable 4にあげた。ただし一部は推定値により、()を付して示した。

ここで、定線観測は2(または1)ヶ月に1回だけなので、WT, Cl, COD各指標値の精度は高いとはいえないし、Cl値は植生に影響が大きい出水時の低塩分値と、COD値は同じく夏の高COD値と相関はあるが十分とはいえない。設計沖波波高は水深や地形で複雑に変化する生育現場の波高と違出し、最荒天時の有義波高でふだんの波高の数倍にもなる、などの問題があるが、データ入手の制約から今回はこれらの指標値で我慢せざるをえなかった。なお波と流れを合わせた海水流動の指標値として半球形石膏の減重速度が用いられ、小域内で海藻種別分布とのよい対応が見られた(川井ら1982, 太田ら1990)が、その広域的適用は困難と思われ、また流れは資料不十分なので、今回は見送った。海底傾斜度はふつう急であれば岩底, 緩やかであれば砂底と底質の大略の指標でもある。

なお、Clは種別分布域の下限値のみを、CODは上限値のみを求め、Clの上限値, CODの下限値はふつう外海での値なので省いた。H_{1/3}は下限値を求めた。波高がその種の要求する波の強さ以下の所にはその種は分布しないからである。生育域では沖波が水深, 地形により弱められるため、沖波が強くても、波の蔭になる所には弱い波を要求する種も生育しうるので、上限値はデータからは求まらない。なお外海開放域のH_{1/3}はふつう8～11mである。Dは上限値のみを求め、下限値はデータからは求まらなかった。

各選定種別に、その分布域の各環境要因の上・下限値を前記4内湾での分布(Table 3)と各域環境要因指標値(Table 4)を照合して求めてTable 5に示した。4内湾を併せることにより、要因値のより範囲の広い組み合わせが多数得られて上・下限値をよりつめて求められると共に、要因間の相関の影響を著しく低められることを期待した。しかしなお資料数の不足と、要因間にまだ残された相関から、表示の上・下限値は今後

Table 3. Geographical distributions of 52 common species in marine benthic floras in the four inland seas fully investigated and those in the Seto Inland Sea.

Species	Osaka Bay				Ago Bay				Tokyo Bay				Ise Bay				Seto Inland Sea																						
	Kada	Kojima	Tan-no-wa	Ozaki	Kaizuka	Area A, mouth	Area B	Area C	Area D	Area D, bottom	Jo-ga-shima I.	Matsuwa	Kamoi	Hashirimizu	Suga-shima I.	Ise	Matsusaka & Tsu	Yokkaichi	Shin-maiko	Toyohama	Shino-jima I.	Pt. Irago	Saku-shima I.	Ooi	Nishio	Isshiki	Oki-no-shima I.	Kii Channel	Osaka Bay	Sea of Harima	Bisan Channel	Sea of Hnuchi	Sea of Aki	Sea of Suo	Sea of Iyo	Bungo Channel			
<i>Monostroma latissimum</i>	?					c	c	c	c	c	?	?	?		c								c					?	?	?	?	?	?	?	?	?			
<i>Ulva pertusa</i>	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c			
<i>Bryopsis plumosa</i>	c	c	c	c	c						c	c	c	c	c	r	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c			
<i>Caulerpa okamurae</i>						c	c				c	c											c						r	r	r	r	r	c	c	c	c		
<i>Ishige okamurae</i>	c					c	c	c			c	c	c	r	c								c					r	r	r				r	r	c	c		
<i>Nemacystus decipiens</i>											r	r	r		c	c			c	c	r														r	c	c		
<i>Colpomenia sinuosa</i>	c	c	c			c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c		c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	r		
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c			c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	r		
<i>Desmarestia viridis</i>	c	c	c	c	c						c	c	c	c	c	c	c			r							r		c	c	c	c	c	c	c	c	c		
<i>Undaria pinnatifida</i>	c	c	c	c		c					c	c	c	c	c	c	r	c	c	c	c	c	c	c	c		r	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c		
<i>Ecklonia cava</i>	c	?	?			c					c	c	c	r	c												c	?	?		?	?	?	?	?	c			
<i>E. kurome</i>	c	c																										c	c		c	c	c	c	c	c	c		
<i>Eisentia bicyclis</i>		r				c	c				c	c	c	c	c				c	c	c	c	c	c		r	c	r	c	c	c	c	c	c	c	c	c		
<i>Dictyota dichotoma</i>	c					c	c	c	c		c	c	c	c	c						c	c	c	c		r	c	c	c	c	c	c	c	c	c	r			
<i>Padina arborescens</i>	c	c				c	c	c	c		c	c	c	c	c					c							c	c	r		r	r	c	c	c	c	c		
<i>Myagropsis myagroides</i>	c	c	c			c					c	c	c	c	c					c	c	c	c	c		c	c	c	r	r	c	c	c	c	c	c	r		
<i>Hizikia fusiformis</i>	c	c				c	c	c			c	c	c	c	c					c	c	c	c	c		r	c	c	r		c	c	c	c	c	c	c		
<i>Sargassum confusum</i>	c					c					c	c	c														r	r	r	r	r	c	c	c	c	c	c		
<i>S. hemiphyllum</i>	c					c	c				c	c	c	r	c						c	c	c	c		r	c	r	r	c	c	c	c	c	c	c			
<i>S. horneri</i>	c	c	c	c	c	c	c	c	c		c	c	c	c	c	c	c			c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c		
<i>S. macrocarpum</i>	c	c				c					c	c	c	c	c										r			c	c	c	r	c	c	c	c	c	c	c	
<i>S. okamurae</i>						c					c	c			c												r										c	c	
<i>S. patens</i>	c					c	c	c	c	c	c	c	c	r	c						c	c	c	c			c	r	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
<i>S. piluliferum</i>	c					c	c	c	c	c	c	c	c	c	c						c	c	c	c	c	r	c	r	c	r	c	c	c	c	c	c	c	c	
<i>S. ringgoldianum</i>	c					c	c				c	c	c	r	c					r	c						c	r									c	c	
<i>S. siliquastrum</i>	c	c				c	c				c	c	c	r	c						c	c	c	c		r	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
<i>S. thunbergii</i>	c	c	c			c	c	c	c		c	c	c	r	c	c	r			r	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
<i>Galaxaura fastigiata</i>						c	c				c	c		r						r	r					c								r	r	r	r		
<i>Acanthopeltis japonica</i>	c										c	c	r		c												c							r	r	r			
<i>Gelidium elegans</i>	c	c	c			c	c	c	c	r	c	c	c	c	c	c	r				c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
<i>G. japonicum</i>	c					c	c				c	c	c		c												c										r		
<i>G. pacificum</i>											c	c	r		c																							r	
<i>Pterocladia capillacea</i>	c					c	c	c	c	r	c	c	c		c											r	c	r	r	c	c	c	c	c	c	c	r	c	
<i>Amphiroa dilatata</i>	c					c					c	c	r	r	c												c	r	r								c	c	
<i>Corallina pilulifera</i>	c	c				c	c	c			c	c	c	c	c											c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
<i>Gloiopeltis furcata</i>	c	c	c			c	c	c	c		c	c	c	c	c											c	c	c	c	r								c	c
<i>G. tenax</i>	?	?	?	?	?										c												?	?	?	?	?	?						c	c
<i>Grateloupia filicina</i>	c	c	c	c	c	c	c				c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
<i>G. turuturu</i>	c	c	c			c	c				c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	c					c	c				c	c	c	c	c											c	c	r	c									r	
<i>Prionitis angusta</i>	c					c					c	c	r		c												c											c	c
<i>Gigartina intermedia</i>	c					c	c				c	c	c	c	c	c										c	c	c	r	r	c	r	c	r	c	r	c	r	r
<i>Gracilaria asiatica</i>	c	c	c	c	c						c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
<i>Gymnogongrus paradoxus</i>											c	c	c	c	r											r												r	
<i>Plocamium telfairiae</i>	c	c	c			c	c				c	c	c	c	c												c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
<i>Meristotheca papulosa</i>	c										c	c	c		c										r	r												c	r
<i>Solieria pacifica</i>						c					c	c	c	c	r																							r	r
<i>Lomentaria catenata</i>	c	c	c			c	c	c			c	c	c	c	c																							c	c
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>	c					c					c	c	r	r	c																							r	r
<i>Ceramium kondoi</i>											c	c	c	r	c																							c	r
<i>Chondria crassicaulis</i>	c										c	c	c	r	c																							r	r
<i>Zostera marina</i>	c	c	c	c		c	c	c	c	c	c	c	r	c	c	c																							c

Area A to D' in Ago Bay: see Maegawa et al. 1982.

Table 4. Five environmental factors for marine benthic floras in four inland seas fully investigated and those in the Seto Inland Sea.

Coastal waters	WT (°C) in Feb.	Cl (‰)	COD _{OH} (mg/l)	H _{1/3} (m)	D (km)
OSAKA BAY					
Kada	10.5	17.8	1.1	11	0.25
Kojima	9.9	17.6	1.4	(2.1)	0.3
Tan-no-wa	8.8	17.4	1.5	(2.2)	0.9
Ozaki	9.0	17.3	1.9	(2.3)	0.9
Kaizuka	8.7	17.0	2.2	(2.3)	2.2
AGO BAY					
Area A, mouth	13.5	18.0	1.1		0.2
Area B	13.0	17.8	1.2		0.3
Area C	12.3	17.8	1.2	1.4	0.25
Area D	11.1	17.3	1.3	(<1.0)	0.15
Area D', bottom	10.6	16.5	1.3	(<1.0)	0.8
TOKYO BAY					
Jo-ga-shima I.	13.0	18.7	1.0	9	0.25
Matsuwa	13.1	18.5	1.2		0.3
Kamoi	10.6	18.2	1.3		0.4
Hashirimizu	9.8	17.8	1.6		0.4
ISE BAY					
Suga-shima I.	10.2	17.1	0.7	6	0.3
Ise	6.8	15.8	1.6	2.7	1.6
Matsusaka & Tsu	7.1	14.7	2.2	2.8	0.8
Yokkaichi	8.4	13.1	2.0	2.8	1.6
Shin-maiko	8.4	13.1	2.1	2.0	1.2
Toyohama	8.9	16.6	1.1	2.5	0.3
Shino-jima I.	7.3	16.8	1.2	2.6	0.4
Pt. Irago	9.5	17.3	0.8	8	0.2
Saku-shima I.	7.3	16.9	1.2	2.5	0.4
Ooi	(8.0)	16.7	1.7	1.8	0.4
Nishio	(8.0)	15.0	1.8	1.5	1.9
Isshiki	8.0	16.0	1.8	1.7	2.4
Oki-no-shima I.	6.0	16.8	1.7	2.0	0.8
SETO INLAND SEA					
Kii Channel	11	18	0.9	5-6	
Osaka Bay	9	17	1.8	2.5	
Sea of Harima	8.5	17.5	2.1	3	
Bisan Channel	8.5	17.5	1.3	2	
Sea of Hiuchi	8.5	17.5	1.5	3	
Sea of Aki	10	18	1.0	2	
Sea of Suo	8	18	0.9	(3)	
Sea of Iyo	10	18	1.2	3-4	
Bungo Channel				5-6	

Area A to D' in Ago Bay: see Maegawa *et al.* 1982.

WT, Cl and COD_{OH}: means of 5-20 years' data at the nearest station in oceanographical investigations.

COD_{OH}: COD by alkaline KMnO₄, 100°C, 20 min (JAS K 0102, 1986).

H_{1/3}: the max. significant offshore wave height set in planning fishing ports on each coast.

D: offshore distance (km) of the 10 m depth.

Numbers in () are estimated values.

Table 5-1. Ranges of six environmental factors in coastal waters for each distribution of 92 common species in marine benthic floras.

Species	Ranges of environmental factors						Remarks
	WT (°C)		Cl (%) L	COD _{OH} (mg/l) U	H _{1/3} (m) L	D (km) U	
	Feb. L-U	Aug. L-U					
<i>Monostroma latissimum</i>	7- 14		16.5	1.3	(1)	.8	A) in and around Ise Bay
<i>M. nitidum</i>	12- 20	25-29					
<i>Ulva pertusa</i>	-2- 20	16-29	13.1	2.2	(1)	2.4	S) on sandy bed also
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	13- 20	25-29					
<i>Halicoryne wrightii</i>	19- 20	28-28					
<i>Neomeris annulata</i>	16- 20	27-29					
<i>Bryopsis plumosa</i>	0- 19	18-28	13.1	2.2	1.5	2.4	
<i>Caulerpa cupressoides</i>	17- 20	27-28					
<i>C. okamurae</i>	6- 20	24-27	17.3	1.2	(3)	.3	
<i>C. racemosa</i>	14- 20	25-29					
<i>Halimeda opuntia</i>	19- 20	27-29					
<i>Analipus japonicus</i>	-2- 10	16-23			(2)		
<i>Chordaria flagelliformis</i>	2- 3	16-21			(3.5)		
<i>Cladosiphon okamuranus</i>	19- 20	28-29					
<i>Ishige okamurae</i>	7- 19	23-28	16.8	1.3	1.4	.4	T) scarce in IK-AT in JC
<i>Nemacystus decipiens</i>	8- 19	25-28	13.1	2.1	2.0	1.6	S) on sargasso plants
<i>Colpomenia sinuosa</i>	-2- 20	16-29	13.1	2.2	(1)	2.4	
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-2- 20	16-28	13.1	2.2	(1)	2.2	
<i>Desmarestia viridis</i>	-2- 12	16-27	13.1	2.2	2.0	1.2	
<i>Alaria crassifolia</i>	0- 6	18-21			(3.5)		U) not found in JC
<i>A. praelonga</i>	-2- -1	16-20					
<i>Undaria pinnatifida</i>	2- 14	20-27	13.1	2.2	1.8	1.6	
<i>Costaria costata</i>	-2- 7	16-24			(2.5)		
<i>Ecklonia cava</i>	10- 16	23-27	17.1	1.3	6	.4	
<i>E. kurome</i>	8- 14	26-27	17.6	1.4	(2.1)	.3	
<i>E. stolonifera</i>	6- 13	24-27					U) not found in PC
<i>Eckloniopsis radicata</i>	13- 19	25-28					
<i>Eisenia bicyclis</i>	7- 14	22-27	16.6	1.6	2.5	.4	U) missing in KT-AT in JC
<i>Laminaria angustata</i>	-2- 2	16-20					U) not found in JC
<i>L. japonica</i>	-1- 8	20-24			(2.5)		
<i>Dictyota dichotoma</i>	-1- 20	20-29	16.8	1.3	(1)	.4	
<i>Padina arborescens</i>	6- 19	24-28	16.6	1.6	(1)	.4	
<i>P. minor</i>	11- 20	26-29					
<i>Cystoseira hakodatensis</i>	-2- 7	16-24					
<i>Hormophysa cuneiformis</i>	19- 20	28-29					
<i>Myagropsis myagroides</i>	6- 15	22-27	16.6	1.7	2.0	.9	
<i>Fucus distichus</i>	-2- 4	16-21			(1.5)		
<i>Pelvetia wrightii</i>	-2- 6	16-21			(2.5)		
<i>Hizikia fusiformis</i>	5- 20	20-28	16.6	1.6	1.4	.4	T) missing in TY-AM in JC
<i>Sargassum confusum</i>	-1- 13	20-27			(1.8)		U) missing in IG-ME in PC
<i>S. duplicatum</i>	13- 20	25-28					U) missing in KM-NS in JC
<i>S. hemiphyllum</i>	7- 19	25-28	16.6	1.3	2.5	.4	
<i>S. horneri</i>	4- 19	20-28	14.7	2.2	(1)	2.2	
<i>S. macrocarpum</i>	6- 19	24-28	17.1	1.4	(2.1)	.4	
<i>S. okamurae</i>	13- 16	25-27	17.1	1.2	6	.3	U) not found in JC
<i>S. patens</i>	6- 20	24-28	16.5	1.3	(1)	.8	

WT: see footnote for Table 2. Cl, COD_{OH}, H_{1/3}, and D: see footnotes for Table 4. L and U: lower and upper limits. Numerals in (): uncertain values.

A): area where the alga was found by Kida (1966). S): substrata except rocky bed. T): missing locally due to unsuitable tidal conditions. U): missing locally due to indefinite reasons.

Table 5-2. (Continued).

Species	Ranges of environmental factors						Remarks
	WT (°C)		Cl (‰) L	COD _{OH} (mg/l) U	H _{1/3} (m) L	D (km) U	
	Feb. L-U	Aug. L-U					
<i>Sargassum piluliferum</i>	5-16	20-27	16.5	1.3	(1)	.8	
<i>S. ringoldianum</i>	7-16	22-27	17.1	1.3	(4)	.4	
<i>S. sandei</i>	14-20	25-28					U) not found in JC
<i>S. siliquastrum</i>	5-15	20-27	16.8	1.4	(2.1)	.4	
<i>S. thunbergii</i>	-2-20	16-28	15.8	1.7	(1)	1.6	
<i>S. yezoense</i>	2-13	20-27			(2)		U) missing in FS-ME in PC
<i>Turbinaria ornata</i>	19-20	27-29					
<i>Porphyra pseudolinearis</i>	-2-12	16-27			(2.5)		
<i>P. variegata</i>	-2- 5	16-23					
<i>P. yezoensis</i>	-2-13	16-27			(2.5)		
<i>Galaxaura fastigiata</i>	8-20	25-29	17.8	1.2	(4)	.3	
<i>Acanthopeltis japonica</i>	13-19	25-28	17.1	1.2	6	.3	U) not common in JC
<i>Gelidium elegans</i>	2-19	20-28	15.8	1.7	(1)	1.6	
<i>G. japonicum</i>	10-19	23-28	16.8	1.2	2.6	.4	
<i>G. pacificum</i>	13-17	25-27	17.1	1.2	6	.3	U) not found in JC
<i>Pterocladia capillacea</i>	2-19	20-28	16.8	1.3	(1)	.4	
<i>Amphiroa dilatata</i>	6-19	24-28	16.8	1.2	2.6	.4	
<i>Corallina pilulifera</i>	-2-20	16-29	16.6	1.7	1.4	.8	
<i>Constantinea subulifera</i>	-2- 0	16-18					
<i>Neodilsea yendoana</i>	-2-10	16-23			(1)		
<i>Gloiopeltis furcata</i>	-2-19	16-28	15.8	1.7	(1)	1.6	
<i>G. tenax</i>	10-19	25-28	16.8	1.2	2.6	.4	
<i>Grateloupia filicina</i>	2-20	20-28	13.1	2.2	1.4	2.4	
<i>G. turuturu</i>	-1-15	20-27	13.1	2.2	1.7	2.4	
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	5-17	20-27	16.6	1.7	2.0	.8	
<i>Prionitis angusta</i>	13-20	25-28	17.1	1.2	(4)	.3	
<i>Chondrus yendoi</i>	-2- 7	16-24			(2)		
<i>Gigartina intermedia</i>	5-17	20-27	15.8	1.7	2.0	1.6	T) missing in MG-AM in JC
<i>Rhodoglossum japonicum</i>	-2- 7	16-24			(1.5)		
<i>Gracilaria asiatica</i>	-2-19	16-28	13.1	2.2	(1)	2.4	
<i>Gymnogongrus paradoxus</i>	5-20	20-27	16.8	1.6	2.5	.4	U) not found in JC
<i>Plocamium telfairiae</i>	6-20	20-29	16.6	1.6	(2.1)	.9	
<i>Eucheuma denticulatum</i>	19-20	28-29					
<i>Meristotheca papulosa</i>	12-19	25-28	17.1	1.2	(4)	.3	
<i>Solieria pacifica</i>	11-19	25-28	16.8	1.6	2.6	.4	
<i>Turnerella mertensiana</i>	-2- 0	16-18					
<i>Lomentaria catenata</i>	4-19	20-28	15.8	1.6	(1)	1.6	
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>	-1-15	18-27	16.6	1.2	2.5	.4	S) on sargasso plants
<i>Geranium kondoi</i>	-2-16	16-27	16.8	1.3	2.5	.4	
<i>Dasya sessilis</i>	2-12	20-27					
<i>Chondria crassicaulis</i>	2-17	20-27	16.6	1.7	2.0	.8	
<i>Digenea simplex</i>	16-20	27-29					
<i>Neorhodomela aculeata</i>	-2- 8	16-25			(1)		
<i>Thalassia hemprichii</i>	19-20	28-29					S) on coral reef and sand
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	-2-10	16-26					
<i>Zostera marina</i>	-2-16	16-28	13.1	2.2	(1)	2.4	S) on sandy mud

PC: Pacific coast. JC: Coast of Sea of Japan, of Sea of Okhotsk and of East China Sea.

AB: Abashiri Pr., AM: Aomori P., AT: Akita P., FS: Fukushima P., IG: Ibaragi P., IK: Ishikawa P., KM: Kumamoto P., KT: Kyoto P., ME: Mie P., NG: Niigata P., NS: Nagasaki P., TY: Toyama P., (P.: Prefecture, Pr.: Province in Hokkaido).

情報の充足によりある程度修正される可能性を残していると考えられる。なお、上・下限値に Table 4 中の推定値を用いた場合、および他域の情報で補足したフサイワヅタの $H_{1/3}$ などの少数の要因推定値も Table 5 に () を付して加えた。

ヒロハノヒトエグサの要因値は分布が確認された伊勢湾およびその近傍域のみで求めた。また大阪湾内の資料に散見されるマフノリおよびカジメは同定に疑問を感じ、さらにそれらの分布域の 2 月水温、塩分、 $H_{1/3}$ などが、同定が確実な他の分布域でのそれらの範囲から外れると見られたことから、Table 3 での表示を ? とし、Table 5 の要因値はこれらを除いて求めた。

伊勢湾など 4 内湾に分布しない種については情報不足から分布域の 4 要因値の範囲を求められなかった。ただ一部北方種の $H_{1/3}$ の概要だけを次の方法で推定し、() を付して補足した。それは、近くで波の強さのみが異なる 2 小域での種組成を北海道および三陸の資料から抽出し、結果を整理して種を分布域の波の強さで順序付け、その中の $H_{1/3}$ が既知の種と比べて、陸奥湾での $H_{1/3}$ と種の分布の情報も参照して、北方種の $H_{1/3}$ を見当付けるという方法である。

Table 3, 4 に瀬戸内海の灘等別の種の分布と環境要因平均値も付記したが、種の分布域の環境要因値の参考とするにとどめた。

結果と考察および結果の活用

日本の沿岸の中では大きな地理的隔離は見られないので、各沿岸域を通して海藻・海草植生と環境との間に比較的簡単な関連があることを予想し、その関連を、既往情報の再検討から、従来よりつめて求めることを試みた。

各沿岸域の海藻・海草植生の指標として、豊富な分布資料の蓄積があり、検出、同定が容易と思われた 92 の普通種を選定してその種組成をとった。県等の中部域とやや広くとった外海各沿岸域の種組成を Table 1 に、小域別にはほぼ十分な資料が得られた伊勢湾等 4 内湾各小域の種組成に、参考として瀬戸内海の各灘等とやや広域の平均的なそれも付加して、Table 3 に示した。

2-種組成の異同度の判定には両者の類似比を用いた。類似比の算出にあたっては、2-種組成の何れか一方にでも出現が稀、または同定に疑問のある種がある時はその種を除いて行った。

種の分布、従って種組成に関係する重要でかつ数値

データがえられる環境要因として、水温、塩分、汚染度、波高および海底傾斜度を取りあげ、それぞれの指標値として、年間の最低および最高月水温 $^{\circ}\text{C}$ (以下 2, 8 月水温という)、年平均 $\text{Cl}\%$ 、同 COD_{OH} (前章参照、以下 COD という) mg/l 、域内または至近漁港の設計沖波波高 $H_{1/3}$ m、水深 10 m 線の距岸距離 D_{10} m を用い、種組成表示域でのそれらの数値を Table 2, 4 に示した。

各選定種の分布域の 2, 8 月水温の範囲は主として外海沿岸で、他の 4 要因の範囲は伊勢湾等の 4 内湾で、分布と分布域要因値を対照して求め、Table 5 にまとめた。この際、出現が稀な場合、あるいは同定に疑問がある場合は除外して行った。 $\text{Cl}\%$ の上限、 COD の下限は一般に外海での値なので省略した。 $H_{1/3}$ の上限、 D の下限はこの資料からは求まらず、表記できなかった。また 4 内湾に出現しない種の水温以外の 4 要因値は資料が得られず、一部の北方種の $H_{1/3}$ の下限だけを不十分な推定値で加えた以外は空欄として残し、今後の資料の追加による充足に期待することとした。

大多数の種は表示の条件を満足する沿岸域のほとんど全部に出現しているが、少数の種ではその一部、あるいは相当数の沿岸域群に分布しない場合が見られた。外海域での顕著な例として、ツルアラメなどは太平洋沿岸には分布しない、ヒジキなどは潮汐条件から本州北部日本海沿岸では出現しない (斉藤 1972)、アマモは内湾砂泥地がないと生育しない、などが挙げられる。これらとは別に、フシスジモク、エゾノネジモク、アラメなどはおそらく温度要求の異なる 2 (以上) ケの群が含まれていると思われ、それを 1 種としてまとめた水温範囲内の沿岸域では分布しない部分が見られる。こうした少数の例外は Table 5 に種別に注記を加えて示した。

なお資料で九州北岸および大阪湾等のクロメ分布域中に散見される「カジメ」、また大阪湾等の「マフノリ」は同定に疑問を感じ、各環境要因の範囲を求める際にはこれらは除外した。ヒロハノヒトエグサの要因値は分布が確認されている伊勢湾及びその近傍域のみから求めたが、その他の沿岸域に見られる既往資料の「ヒトエグサ」はなお分類上の検討を要するよう思われ、その結果によっては両種の分布、したがって要因値の修正を要することも考えられよう。

Table 5 のチェックもかねて、逆にその種別の 2, 8 月水温範囲と Table 2 の水温を照合し、注記で必要な一部修正をして、外海沿岸各域の種組成を推定し、

それらの Table 1 の種組成の再現度を類似比で試算すると平均で95%と高い。各県等の中部域と沿岸域をやや広く取ると、低塩分、高汚染度の影響はほとんどなく、波の不足もなく、種々の地形が含まれるので海底傾斜度の制約もなく、その種組成は主として水温に左右されていると見られる。例外的に八丈島、小笠原諸島では70%台と低い、その原因としては単調な地形等の影響が、小笠原諸島ではさらに植生の調査不十分も考えられる。

また Table 5 と Table 4 を照合して伊勢湾等4内湾各小域の種組成を推定し、それらの Table 3 の種組成の再現度を類似比で試算したが、平均で86%とやや低かった。主因は湾奥数域で類似比が著しく低いことで、ここで用いた手法の湾奥の局域的な植生・環境の変化への対応不十分が認められた。なお水温以外の4要因を1ヶづつ除いた試算では類似比は何れでもほぼ10%低下し、各要因の寄与が認められた。

これらの結果を一般化して、海藻・海草の各選定種は、各環境要因値が Table 5 に表示した範囲内の沿岸域には、注記した少数の例外を除いて、大多数の場合にはふつうに出現し、範囲を外れた環境の沿岸域には多くの場合出現しないか、出現しても稀であると考えてよいであろう。表示した数値は既往資料から各種が普通に出現すると見られた沿岸域の各環境要因値の上・下限であり、各環境要因間の相関が、2、8月水温では太平洋、日本海等のそれらを併せ、CI等4要因では4内湾の資料を併せるなどで軽減させる努力をしたにも関わらず、なお残って影響している可能性もあるが、国外のより北方、南方域にも分布する種の水温値を除いて、多くの場合にその種の生育、繁殖のための環境要因要求の上・下限値に近いものと思われよう。はじめに植生と環境の間に比較的簡単な関連を予想したが、それは国内沿岸域間では、そこで生育、繁

殖のための各環境要因要求が共通に満足させられる種が共通に出現すると表現できるであろう。

ただし、 $H_{1/3}$ の上限と D の下限は求まらず、Table 5 に表示できなかった。このため地形の単調な小沿岸域では、波が強すぎて、または傾斜が急すぎて生育しない種があることの情報に欠けている。また伊勢湾等の4内湾に分布しない種について、水温以外の要因の分布域上・下限値のほとんどが空欄で残され、これらの要因の制約による不出現の情報も欠けていることになる。

以上とは別の環境と種組成の関連を求める方法として、水温については、外海沿岸域で2域の2、8月水温距離が小さいほど、種組成の類似比が平均的に高いこと、また各域の2、8月水温の分布と各域種組成の類似比によるクラスター分析の結果がよく対応することが見られた。クラスター分析の結果は岡村(1931)、瀬川(1965)、新崎ら(1976)による海藻分布の区分と、金華山を境とする差より犬吠岬でのそれが、両者を境とする沿岸域の水温距離の差を反映してより大きい(Fig. 1)こと以外は、ほぼ類似している。なお各2沿岸域の種組成の差と環境差の関係を、種組成類似比と水温以外の要因も加えた環境要因総合距離(差)との関係として捉えるのは、各要因指標値の合目的な変換が困難であることなどから今はできなかった。

Table 5 の種分布域の各環境要因値の範囲、Table 1 and 3 の各沿岸域の種組成、類似比による種組成の異同度の判定を併せると、植生の、また環境の調査結果から次のような判定、推定等ができる場合が多いと考える。ただし上述した Table 5 の情報不足から一部の不出現種を出現種に加えてしまうなどの誤りが入る可能性が残されている。

a) 調査種組成の位置づけ：調査で得られた種組成を既知の各沿岸域種組成と対比し、大きい類似比を与

Table 6. Two examples of similarity ratios (R%) between species composition of marine benthic flora on a coast surveyed and that in its adjacent waters, established in Tables 1 and 3.

Area searched	Coastal waters with established floras			
	Around the area searched		Neighboring the area searched	
Off Ikata power station, Ehime P.	Sea of Iyo	83	Sea of Aki	56
			Sea of Suo	55
			Bungo Channel	73
Off Kyowa-Tomari power station, Shiribeshi Pr.	Shiribeshi Pr.	64	W. Soya & Rumoi Pr.	61
			Hiyama Pr.	65
			W. Aomori P.	50

P.: Prefecture, Pr.: Province in Hokkaido.

Table 7. Estimations of environmental factors in two coastal waters from marine benthic floras found in them, compared with those observed in surveys.

Area searched		WT (°C)		CL (%)	COD _{OH} (mg/l)	H _{1/3} (m)	D (km)
		Feb.	Aug.				
Off Ikata power station, Ehime P.	Est.	12-13	26-27	≥ 18.2	≤ 1.1	≥ 4	≤ 0.4
	Obs.	12.2	—	18.6	0.8	4	0.1
Off Kyowa-Tomari power station, Shiribeshi Pr.	Est.	4-7	20-25	≥ 16.5	≤ 1.2	≥ 3	≤ 0.4
	Obs.	5.1	21.1	18.5	0.7	(8)	0.3
Off Nanao power station, Ishikawa P.	Est.	8-14	23-28	≥ 16.8	≤ 1.2	≥ 2.5	≤ 0.5
	Obs.	7.2	27.4	17.4	1.0	(≤ 3)	—

P.: Prefecture, Pr.: Province in Hokkaido.

Est. WT, etc.: Ranges of each factor, commonly satisfying demands (cf. Table 5) of all species in the area investigated.

Obs. WT, etc.: in surveys conducted throughout one year.

Numbers in () are uncertain values.

えるそれに近いと位置づけできる。Table 6 に環境影響判定調査の 2 事例をあげた。伊方および共和・泊発電所近辺海域の種組成は周辺の伊予灘および後志・檜山沿岸域の種組成との類似比がそれぞれ83%および64~65%と最も高い。なお泊地先関連の類似比が60%台と低いのは、外海に面した単調な小沿岸域で波陰がないため、一部のホンダワラ類、ツルツルなど相当数の波に弱い種が出現しないことが主因と考えられる。別に七尾発電所の同調査での近辺域（七尾南湾）の種組成は石川県外海域の種組成から H_{1/3} ≥ 3 m と波要求の強い種を除いたものとの類似比が82%と最も高い。

b) 調査種組成から環境の推定：調査域で全出現種に共通な分布域環境要因値の範囲を Table 5 から抽出してその環境要因値を推定できる。種組成と環境要因値がともに求められた 3 調査事例について、種組成からの環境要因推定値に実測値を対比して Table 7 にあげた。

c) 環境からの種組成の推定：環境調査結果と Table 5 を照合してそこでの出現種を推定できる。植生も相当よく調査された上記伊方および七尾発電所周辺海域について、Table 7 の環境値（七尾の H_{1/3} は湾口も含めて < 3 m とした）から種組成を推定し、調査種組成との類似比を求めてそれぞれ83%、82%がえられた。別に淡路島岩屋で浅海定線観測等による環境値（2月 WT: 9.3°C, Cl: 17.6%, COD: 1.1 mg/l, H_{1/3}: 3.1 m, D: 0.3~0.7 km）からの推定種組成と資料（広瀬ら1965）による種組成との類似比は81%であった。何れでも調査結果と推定の違いの主体は一部の出現推定種が調査では検出されていないことにあった。

d) 環境変化による種組成変化の予想：環境要因の変化予測値と表 5 から消失種および新出現種を予想できる。ただし種の新規の出現、繁殖にはある程度の期間を要する場合が少なくないであろう。適切な事後調査事例が見当たらず、この予想の例示とチェックができなかった。

謝 辞

各地の種組成、環境について多くの方々から貴重な御意見、御教示、情報の御提供を頂きましたことを深謝いたします。

参 照 資 料

(海藻・海草分布)

広 域：

新崎盛敏 1985. 海洋科学 17: 760-768.

Miki, S. 1933. 植雑 47: 842-862.

岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃.

瀬川宗吉 1956. 原色日本海藻図鑑. 保育社.

Tanaka, T. 1962. Acta Phytotax. Geobot. 20: 180-183.

谷口森俊 1961. 日本の海藻群落学的研究. 井上書店.

Yoshida, T. 1983. 北大理紀要 (欧文) V 13: 99-246.

北海道：

千原光雄 1972. 科博専報 5: 151-162.

福原英司 1959. 北水試月報 16: 36-42, 同 1959.

同 16: 76-78, 同 1968. 北水研報 34: 40-99.

- 長谷川由雄 1950. 北水試研報 7: 68-75, 同 1951.
北水研報 1: 52-60, 同 1959. 北水試月報 16:
201-206.
- 北大海藻研 1983. p. 52-60. 要覧. 北水海藻研.
稲垣貫一 1933. 北大海藻研報 2: 1-77.
- Iwamoto, K. 1960. 東水大紀要 46: 21-49.
金子 孝ら 1970. 北水試月報 27: 167-178.
名畑進一 1985. 藻類 33: 75-76.
- 川端清策 1959. 北海道学芸大紀要 10: 285-296.
Saito, Y. ら 1970. 北大水産研報 21(2): 37-69, 同
1971. 日生態誌 20: 230-232, 同 1974. 北大水
産研報 24(4): 133-138.
- Sakai, Y. 1986. 北大海藻研欧文報 8: 1-61.
Tokida, J. ら 1959. 北大水産研報 10(3): 173-195.
Yamada, I. 1980. 北大理紀要 V 2: 13-98.
Yamada, Y. ら 1942. 北大海藻研報 3: 47-77.
- 青森(東)～茨城:
- 千原光雄ら 1968. 科博専報 68: 153-160.
川端清策 1939. 植動 7: 1563-1567.
川嶋昭三 1954. 藻類 2(3): 61-66, 同 1955. 同
3(2): 29-35.
黒木宗尚ら 1980. 海洋研臨海センター報 5: 25-
35.
中庭正人 1975. 藻類 23: 99-110.
七尾善麿 1974. 藻類 22: 29-38.
Noda, M. 1964. 新潟大理紀要 II 4: 33-75.
野田光蔵 1964. 藻類 12: 61-71.
Ogawa, H. ら 1970. 東北大農研報 27: 145-154.
Takamatsu, M. 1936a. 斎藤報恩会博報 8: 1-44, 同
1936b. 同 8: 45-70, 同 1938. 同 14: 77-143.
高松正彦 1974. 原色海藻図譜. 北里大水産.
- 千葉～三重:
- 阿部秀直ら 1972. 海中公園センター調査報告 31:
51-71.
千原光雄 1965. p. 4-18. 銚子の自然. 銚子市観光
協会.
千原光雄ら 1960. 千葉大文理紀要 3(2): 163-171.
東道太郎 1935. 水研誌 30(2/3): 1-19.
喜田和四郎 1967. 日本自然保護協会調査報告 31:
105-117, 同 1979. 海中公園センター調査報
告 68: 145-160.
湖城重仁 1963. 三重生物 13: 5-11.
Segawa, S. 1935. 北大海藻研報 1: 59-90.
瀬木紀男 1951. p. 340-352. 三重生物目録. 三重
大水産.
谷口森俊 1966. 日生態誌 16: 22-24.
- 和歌山～鹿児島(東):
- 喜田和四郎 1965. 日本自然保護協会調査報告 14:
5-22.
南西水研 1979. (瀬戸内海参照).
玉井済夫 1977. 日本自然保護協会調査報告 59:
66-71.
田中 剛 1967. 日本自然保護協会調査報告 30:
17-34.
山本虎夫 1966. 日本自然保護協会調査報告 27:
103-108.
吉崎 誠 1981. 藻類 29: 51-52.
- 南西諸島:
- 赤塚伊三武 1973. 藻類 21: 39-42.
Kida, W. 1964. Rep. 三重大水産 5: 217-231.
野沢ユリ子 1972. 鹿児島純心女短大紀要 2: 56-
66.
瀬川宗吉ら 1960. 琉球列島海藻目録. 琉球大.
田中 剛 1956a. 鹿児島大南方産業科研報 1(1):
13-16, 同 1956b. 同 1(3): 13-22.
田中剛ら 1962. 鹿児島大南方産業科研報 3(2):
105-111.
谷口森俊 1979. 三重大環境科学研究紀要 4: 93-
121.
当真 武 1991. 水産増殖 39: 47-54.
当真 武ら 1978. 沖縄水試資料 28: 1-25. 同
1984. 同水試報告, 昭57: 163-180. 同 1990.
同 昭63: 129-137.
- 伊豆諸島～小笠原諸島:
- 新崎盛敏 1974. 海中公園センター調査報告 48:
57-73.
加崎英男ら 1972. p. 71-86. 小笠原諸島生物相調
査報告. 東京都大理.
喜田和四郎 1961. p. 35-52. 式根島調査報告. 鳥羽
水族館.
Okamura, K. 1930. Rec. Ocean. W. Jap. 2: 92-110.
- 九州西・北岸:
- 新崎盛敏 1970. 海中公園センター調査報告 18(1):
35-44, 同 1971. 同 23: 77-86.
千原光雄ら 1970. 科博専報 3: 143-158.
Migita, S. ら 1961. 長崎大水産研報 10: 174-185.
瀬川宗吉ら 1959. 九大農学芸雑誌 17: 83-89.
瀬川宗吉ら 1961. 天草臨海実験所近海の生物相 3.
九大臨海実.
谷口森俊 1960. 日生態誌 10: 137-140.
山田 徹ら 1981. 藻場・干潟分布調査. 佐賀水試.
吉田忠生 1961. 日生態誌 11: 191-194.
- 山口～福井:
- 秋山 優 1971. 海中公園センター調査報告 23:
15-30.
東道太郎 1936. 水研誌 31: 290-298.
広瀬弘幸 1958. 兵庫生物 3: 265-268.
広瀬弘幸ら 1966. p. 45-70. 山陰海岸国立公園調
査報告. 建設工学研.
広瀬弘幸ら 1973. 藻類 21: 33-38.
Ikoma, Y. 1956a. 鳥取大 Liberal Arts J. 7: 22-29, 同
1956b. 同 8: 14-23.
生駒義広 1970. 海中公園センター調査報告 17:
32-53.
今野敏徳ら 1980. 海中公園センター調査報告 69:
23-52.
田島迪生 1970. p. 13-20. 石川増殖研創立記念研
究報告. 石川増殖研.

石川～青森 (西) :

- 舟橋説住 1967. 能登臨海実験所報 7: 15-36.
 金森 武 1965. 藻類 13: 55-65, 同 1971. 同 19: 28-33.
 加藤君雄ら 1963. 藻類 11: 62-70.
 今野 郁 1971. 藻類 19: 44-50, 同 1973a. 同 21: 1-11, 同 1973b. 同 21: 139-143, 同 1973c. 同 21: 144-149.
 Noda, M. 1960. 新潟大理紀要 II 4: 1-6.
 野田光蔵 1963. 藻類 11: 109-113, 同 1970. 同 18: 147-153, 同 1973. 同 21: 150-159.
 野田光蔵ら 1971. 藻類 19: 21-27.
 大島勝太郎 1952. 富山湾海藻誌. 大東出版.
 斉藤 譲 1956. 北大水産研報 7: 96-108, 同 1959. 藻類 7: 58-62.

大阪湾東岸 :

- 大阪湾海岸生物研究会 1981. 大阪市立自然史博物館研報 35: 55-72.
 造力武彦 1973. 大阪成蹊女短大紀要 10: 5-33.

英虞湾 :

- 前川行幸ら 1982. 三重大水産実験所報 3: 55-71.
 谷口森俊 1960. 日生態誌 10: 106-108.

伊勢・三河湾 :

- 愛知水試 1956. p. 92-96. 昭31報. 愛知水試.
 稲垣貫一 1951. 自然と人文 2: 76-88.
 石部 修ら 1957. 三重大研究年報, 自然科学 2(2): 78-86.
 片田 実 1975. (引用文献参照).
 瀬木紀男ら 1957. p. 21-22. 南知多の自然 (中日自然科学調査報). 中日新聞社, 同 1958. p. 13-14. 北知多の自然 (同). 同.
 高嶺昇ら 1950. 植雑 63: 265-269.
 谷口森俊 1963. 医学と生物 66: 210-212.
 寺井正輝 1965. 藻類 13: 97-101.

東京湾口 :

- 新崎盛敏 1975. p. 215-224. 環境と生物指標 2. 共立出版.
 東 禎三 1983. 三浦半島の海藻 (原色). 教育放送出版局.
 高間 浩 1979. p. 105-116. 相模湾資源環境調査報告書, 環境. 神奈川水試.

瀬戸内海 :

- Hirose, H. 1975. 岡山大生物紀要 3: 87-100.
 広瀬弘幸ら 1965. 兵庫生物 5(1): 8-11.
 南西水研 1979. 瀬戸内海藻場分布調査報 (分布). 南西水研.
 八木要一 1964. 愛媛県博物館研究報 4: 1-52.

(環境)

水温 :

- 新崎盛敏 1958a. 水産増殖 5(4): 60-64, 同 1958b. 同 6(2): 27-34.

- 進士福太郎 1964. 沿岸海洋研究ノート 2: 62.
 友定 彰 1982. 東海水研資料集10. 東海水研.

水質 :

- 愛知水試 1982. 研究業績 C23. 愛知水試.
 南西水研 1978. 浅海定線調査 (特殊項目), 昭47-51. 南西水研.
 宇野木早苗ら 1978. p. 439-1444. 伊勢湾における汚染物質の循環機構に関する調査報告書, 産業公害防止協会.
 —その他, 関係県浅海定線観測資料—

波 :

- 水産庁漁港部 1979. 漁港設計沖波諸元の現状. 水産庁漁港部.
 —その他, 関係県漁港担当部課の漁港設計沖波波高資料—

引用文献

- 新崎盛敏 1958. 海藻類の生育と水温 (II). 水産増殖 6(2): 27-33.
 新崎盛敏 1975. 生物指標としての海藻. p. 215-224. 環境と生物指標 2, 水界編. 日本生態学会環境問題専門委員会編. 共立出版, 東京.
 新崎盛敏 1976. p. 1-147. 海洋科学基礎講座 5, 海藻・ベントス. 東海大出版会, 東京.
 新崎盛敏 1984. 日本周辺海藻植生 (大型褐藻を主として). 日本水産資源保護協会, 東京.
 新崎盛敏 1985. アラメ・カジメの分類. 海洋科学 17: 760-768.
 千原光雄・吉崎 誠 1970. 対馬沿岸の海藻相と海藻群落. 国立科博専報 3: 143-158.
 遠藤拓郎・松平康雄 1960. 有用海藻類の地理的分布と水温との関係について. 日水誌 26: 871-876.
 Hirose, H. 1978. Composition of benthic marine algae in relation to pollution in the Seto Inland Sea, Japan. p. 173-179. In A. Jensen and J. R. Stein [ed.] Proc. Intern. Seaweed Symp. 9. Science Press, Princeton.
 片田 実 1975. 潮間帯生物の変動とその指標性に関する研究. p. 362-364. 農林水産生態系における汚染物質の循環と指標生物に関する研究. 農林水産技術会議, 東京.
 川井浩史・丸井 満・黒木宗尚 1982. 半球形石膏による海水流動度合の比較. 藻類 30: 161-162.
 川崎保夫・石川雄介・丸山康樹 1990. アマモ場造成の適地選定法. 沿岸海洋研究ノート 27: 136-144.
 川嶋昭三 1957. 北海道周辺のコブ類. p. 1-9. 北海道周辺のコブ類と最近の増・養殖学的研究. 日本藻類学会, 東京.
 喜田和四郎 1966. 伊勢湾及び近傍産ヒトエグサ属の形態並びに生態に関する研究. 三重大水産紀要 7: 81-164.
 木下虎一郎 1942. テングサの北限を制約する要因. 海洋の科学 2(6): 32-39.
 Miki, S. 1933. On the sea-grasses in Japan (I). Bot.

- Mag. (Tokyo) 47: 842-862.
- Miki, S. 1934. On the sea-grasses in Japan (II). Bot. Mag. (Tokyo) 48: 131-142.
- 中原紘之・増田守夫 1971. 緑藻と褐藻の生活史と水平分布. 海洋科学 3: 768-770.
- 岡村金太郎 1931. 海産植物の地理的分布. p. 1-86. 岩波講座, 生物学. 岩波書店, 東京.
- 太田雅隆・二宮早由子 1990. ホンダワラ属海藻の分布と海水流動の関係. 藻類 38: 179-185.
- 太田達夫 1973. 津軽半島における海藻の分布と海流について. 藻類 21: 12-17.
- 斉藤 譲 1972. 日本海沿岸の海藻と生育環境. 新潟県生物教育研究会誌 8: 1-8.
- 瀬川宗吉 1956. 原色日本海藻図鑑. 保育社, 大阪.
- Setchel, W. A. 1920. Temperature interval in the geographical distribution of marine algae. Science 52(1339): 187-190.
- 田中 剛・野沢治治・野沢ユリ子 1962. 南西諸島に産する Sea-Grass について. 鹿児島大南方産業科研報 3: 105-111.
- 谷口森俊 1971. 海洋植物の分布. 海洋科学 3: 778-784.
- Yoshida, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fucales). J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. V, 13: 99-246.
- 吉田忠生・中島 泰・中田由和 1990. 日本産海藻目録 (1990年改訂版). 藻類 38: 269-320.

