

宇和海内海湾の転石域における浅海魚類相 —ラインセンサス法による湾内および他地域との比較—

坂井陽一¹・大西信弘¹・奥田昇²・小谷和彦²・宮内正幸³
松本岳久¹・前田研造¹・堂崎正博²

¹〒558 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学理学部生物学科動物社会学研究室

²〒790 松山市文京町 2-5 愛媛大学理学部生物学科生態学講座

³〒722 広島県御調郡向島町 2448-1 広島大学理学部附属向島臨海実験所

Fish Fauna at Coastal Boulder Sites of Uchiumi Bay, Shikoku Island, Japan

Yoichi Sakai,¹ Nobuhiro Ohnishi,¹ Noboru Okuda,² Kazuhiko Kotani,²
Masayuki Miyauchi,³ Takehisa Matsumoto,¹ Kenzo Maeda¹
and Masahiro Dozaki²

¹Laboratory of Animal Sociology, Department of Biology, Faculty of Science,
Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558, Japan

²Laboratory of Ecology, Department of Biology, Faculty of Science, Ehime University,
2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama, Ehime 790, Japan

³Mukaishima Marine Biological Station, Faculty of Science, Hiroshima University,
2448-1 Mukaishima, Hiroshima 722, Japan

(Received February 14, 1994; in revised form June 22, 1994; accepted June 23, 1994)

We surveyed fish fauna at 3 boulder sites in Uchiumi Bay, Shikoku Island, Japan. Numbers of fish species and individuals of each species were recorded along 2 lines (50 and 100 m) at each site, using SCUBA in September 1992. A total of 126 species were recorded; about 66% of them were tropical or subtropical fishes. Number of temperate species was similar among the 3 sites (26–28 spp.). Numbers of tropical or subtropical species (30–60 spp.) was greater at the sites where the coral coverage was higher (4–37%). The location in the bay and the strength of water current in each site are also suggested to affect recruitment and density of tropical fishes transported by the Kuroshio Current. The fish fauna of Uchiumi Bay was compared with those of 16 localities of southern Japan. The number of species common to Uchiumi Bay was relatively high in Kushimoto, Kagoshima Bay and Shirahama; all the 4 localities are situated near the border between the warm temperate region and the subtropical region.

南日本の沿岸域における魚類相の調査は、太平洋側では横須賀（林, 1979）、三浦半島（荻原・長谷川, 1990；工藤・岡部, 1991, 1993；工藤ほか, 1992）、伊豆下田（松岡, 1972；東ほか, 1989；林ほか, 1992）、英虞湾（Kimura and Suzuki, 1980, 1982）、熊野灘（福田, 1979）、串本（福田, 1983；福田・御前, 1992a, b）、南紀白浜（桑村, 1980, 1987；服部, 1993）、徳島県牟岐（藍澤・瀬能, 1991）、高知（Kamohara, 1964）、日本海側では兵庫県香住（瀬戸口ほか, 1991）、筑前沖ノ島（余呂ほか, 1986）、また、瀬戸内海では全域（稻葉, 1988）、伊予灘（清水,

1993）等の地域で行われている。それらのうち、黒潮の強い影響下にある太平洋側の沿岸域では、夏から秋にかけてサンゴ礁魚類が多く加入・定着することが知られている（松岡, 1972；桑村, 1976, 1980；林, 1979；福田, 1979, 1983）。

豊後水道は四国西岸と九州東岸の間に位置し、太平洋から瀬戸内海へと通じる海域であり、友ヶ島水道とともに外海で生じた潮流の進入経路となっている（海上保安庁, 1987）。内海湾は、その豊後水道の四国西南部に面する宇和海の最南部に位置している。宇和海における魚類

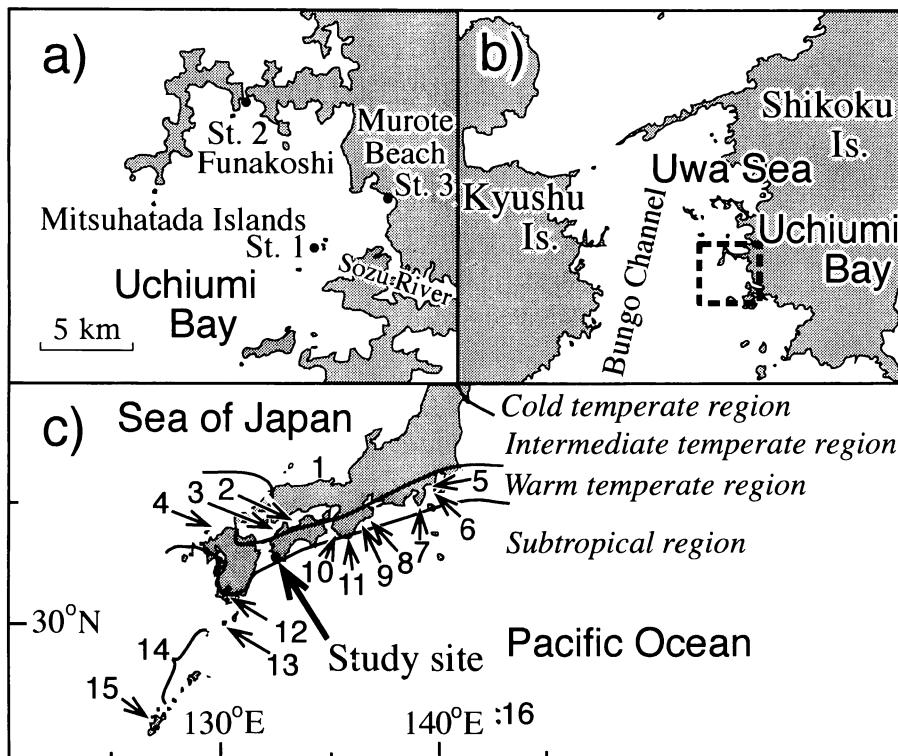


Fig. 1. Map of Uchiumi Bay (a), its location in Uwa Sea (b) and in southern Japan (c). Division of marine biogeographical regions (after Nishimura, 1981) is given in map (c); numerals show localities whose fish faunas are compared with that of Uchiumi Bay in Table 4.

相の調査はこれまで平松 (1985), 辻 (1986), 平松・辻 (1986), 辻・平松 (1987), 平松・石川 (1989) などにより行われておらず、亜熱帯域から温帶域に分布する魚種が混在する海域であること、またその魚類相は、岩礁域、砂質域ともに、9月前後に最も豊かになることが報告されている。しかし、宇和海で最も強く海流の影響を受けていると考えられる内海湾において、魚類相の本格的な調査はほとんど行われておらず、黒潮による影響の程度についても不明である。

目視観察によるラインセンサス法は、調査地に対する攪乱を最小限に抑えながら、短期間に生息魚種とその密度を査定できる調査方法であり (Sale and Sharp, 1983)，この方法を用いた魚類群集の研究がこれまでに数多く行われている (Brock, 1954; Hobson, 1974; Clarke, 1977; Robertson and Lassig, 1980 など)。そこで本研究では、魚種が最も豊かになる9月に内海湾内の3地点において、ラインセンサス法により魚類相の調査を行い、湾内地点間にみられる魚類相の相違の原因について考察を行っ

た。また、南日本諸地域の魚類相との類似性を、西村 (1981) により提唱された海洋生物気候帯区分をふまえて検討し、内海湾の魚類群集の生物地理学的位置付けも試みた。

調査場所と方法

1992年9月20日から9月28日にかけて内海湾内の3地点 (Fig. 1a) で、各6回、のべ18回のラインセンサス法による潜水調査を行った。各調査地点の底質は、St. 1 では水深15m以浅、St. 2, St. 3 では10m以浅が転石域で、それら以深はいずれも、ゆるやかな傾斜をもつ砂地又は砂礫地であった。

各調査地点において岸から沖にむかう 50m のロープラインと、水深5-10mのところでこのラインとほぼ垂直に隣接する100mのラインをそれぞれ1本ずつ設置した。各調査地点の水深は Table 1 に示した。SCUBA を用

いて各ライン上を一方に向かって泳ぎながら（速度、2.3–3.6 m/分）、幅約10mの間で観察できた魚種をその個体数とともに記録した。魚種識別能力の差を少なくするため、観察者は内海湾で、のべ100時間以上の潜水経験をもつ者に限った。観察された魚類は、形態と色彩および体長から幼魚と成魚の区別を行った。50mライン、100mラインそれぞれについて、3人の異なる観察者により計3回のセンサスを行った。

両ラインで観察した各種について、100mあたりの平均個体数を求め、それを4段階(CC, >50尾; C, 11–50尾; R, 5–10尾; RR, <5尾)に区分して出現密度の指標とし、地点間の比較を行った。2地点間の出現種数の共通率(Co)は次のように求めた。

$$Co = \frac{Sc}{S_A + S_B - Sc}$$

ここで、 S_A と S_B は各調査地で観察された種数、 Sc は共通種数であり、2地点間に共通する種がない場合 Co は0、すべてが共通であると1になる。

また、黒潮による南方系魚類の供給について検討するため、中坊(1993)に記載された各種の地理的分布域と、西村(1981)による海洋生物気候帯の区域区分(Fig. 1c)をもとに、湾内で見られた魚種を南方系魚類(St.)と温帶性魚類(Tm.)の2グループに大別した。南方系魚類とは主に亜熱帯区から熱帯区(インド-西太平洋熱帯海域)まで分布する種を、温帶性魚類とは暖温帶区から冷温帶区を中心に分布する種をさすものとする。ただし、種まで同定できなかった4種については分布域は不明であり、またハナハゼとボラは、上記の2区分にまたがる広い分布域を持つため(中坊, 1993)、この6種は地域間比較の際の解析対象から除いた。

各地点の環境要因として、水温、塩分濃度、造礁サンゴ類の被度を測定した(Table 1)。各調査地点の表層、水

深5mおよび10mの水温を測定するとともに、各水深ごとに海水を40cc(10cc×4)ずつ採取し、塩分濃度計(SINAR MEDICAL CO. LTD., NS-3P)を用いて海水塩分濃度を測定した。また、底質を覆う造礁サンゴ類については、各ラインに沿って5m×5m枠ごとにその被度(10%単位)を目視により求めた。さらに海上保安庁(1987)により、各調査地点付近の潮流の平均流速を求めた。

結果

測定した各環境条件を調査地間で比較すると(Table 1)、造礁サンゴの被度はSt. 3が最も低く(平均4%)、他の2地点(30–37%)と有意な差が認められた(St. 1対St. 2, $p > 0.05$; St. 1対St. 3, $p < 0.01$; St. 2対St. 3, $p < 0.01$; Mann-Whitney U検定)。海水塩分濃度は32.4–33.2‰の範囲にあり、各地点間で大きな差は見られなかった。St. 2とSt. 3における水温がSt. 1に比べてやや低かったが、これはSt. 2とSt. 3の調査日が1週間ほど遅れたためと考えられる(St. 2の9月19日の水温は24.4°C, St. 3の9月20日は24.5°C)。潮流の平均速度は、St. 1で最も速くSt. 2, St. 3の順に遅くなっていた(St. 1対St. 2, $p > 0.05$; St. 2対St. 3, $p > 0.05$; St. 1対St. 3, $p < 0.05$; Mann-Whitney U検定)。

3地点で合計126種の魚類が観察された(Table 2)。このうち38種はこれまで宇和海から記録されていなかったものである。各地点で観察された魚類は、St. 1で91種、St. 2で81種、St. 3では他地点より20種以上も少ない59種であった。3地点すべてに共通してみられた魚種は34種で、総出現魚種の27%を占めていた。2地点間の共通率(Co)は、St. 1とSt. 2で0.50(57種)、St. 2とSt. 3で0.49(46種)であったが(St. 1とSt. 2の共通率

Table 1. Environmental conditions of 3 study sites in Uchiumi Bay. Range or $\bar{x} \pm SD$ (n) is given

	St. 1	St. 2	St. 3
Date of census	Sept. 20, 1992	Sept. 27, 1992	Sept. 28, 1992
Time of census	11:16–11:52	11:11–12:21	13:01–13:45
Depth along 50 m line (m)	6.2–16.5	2.1–9.1	4.9–7.2
Depth along 100 m line (m)	8.5–10.6	4.5–7.8	5.6–7.9
Water temperature (°C)	24.8–24.9	21.6–22.6	22.4–22.6
Salinity (‰)	32.4–32.5	33.2	32.9–33.0
Coral coverage (%)	37±17 (30)	30±14 (30)	4±10 (30)
Tidal current* (kn)	0.23±0.11 (12)	0.18±0.08 (12)	0.13±0.08 (12)

* After Maritime Safety Agency (1987).

Table 2. List of fish species and their abundance observed at 3 study sites in Uchiumi Bay. Species names and their arrangement follow Nakabo (1993). Main geographical distribution of each species (after Nakabo, 1993) is shown by 2 categories: St, subtropical or tropical region; Tm, temperate regions (see Fig. 1c). For abundance, CC, >50; C, 11–50; R, 5–10; RR, <5 individuals/100 m line; * only juveniles were observed; + new record to Uwa sea

Species	Geographical distribution	St. 1	St. 2	St. 3
Anguilliformes ウナギ目				
Muraenidae ウツボ科				
1 <i>Muraena pardalis</i> トラウツボ	St	RR		
2 <i>Enchelycore lichenosa</i> コケウツボ	Tm	RR		
3 <i>Gymnothorax kidako</i> ウツボ	Tm	RR		
Clupeiformes ニシン目				
Clupeidae ニシン科				
4 <i>Spratelloides gracilis</i> キビナゴ	St	R	RR	
Siluriformes ナマズ目				
Plotosidae ゴンズイ科				
5 <i>Plotosus lineatus</i> ゴンズイ	St	C	RR	
Aulopiformes ヒメ目				
Synodontidae エソ科				
6 <i>Synodus hoshinonis</i> ホシノエソ +	Tm		RR	
7 <i>Synodus</i> sp.	unknown	R	RR	
Gobiesocoiformes ウバウオ目				
Gobiesocidae ウバウオ科				
8 <i>Diademichthys lineatus</i> ハシナガウバウオ	St	RR	RR	RR
9 <i>Lepadichthys frenatus</i> ミサキウバウオ +	St	RR		
Syngnathiformes ヨウジウオ目				
Aulostomidae ヘラヤガラ科				
10 <i>Aulostomus chinensis</i> ヘラヤガラ	St	RR		
Fistulariidae ヤガラ科				
11 <i>Fistularia commersonii</i> アオヤガラ	St	RR	C	R
Syngnathidae ヨウジウオ科				
12 <i>Corythoichthys haematopterus</i> イショウジ	St		RR	RR
Scorpaeniformes カサゴ目				
Scorpaenidae フサカサゴ科				
13 <i>Dendrochirus zebra</i> キリンミノ +	St	RR	RR	RR
14 <i>Pterois antennata</i> ネッタイミノカサゴ	St		RR	
15 <i>Pterois volitans</i> ハナミノカサゴ	St	RR	RR	
16 <i>Scorpaenopsis</i> sp.	unknown	RR		
17 <i>Scorpaenodes littoralis</i> イソカサゴ	St	RR	RR	RR
18 <i>Sebastiscus marmoratus</i> カサゴ	Tm	C	C	C
19 <i>Sebastes inermis</i> メバル	Tm		RR	R
Perciformes スズキ目				
Serranidae ハタ科				
20 <i>Pseudanthias squamipinnis</i> キンギョハナダイ +	St	CC	RR	
Apogonidae テンジクダイ科				
21 <i>Apogon properuptus</i> キンセンイシモチ	St	R	RR	
22 <i>Apogon doederleini</i> オオスジイシモチ	Tm	RR	C	R
23 <i>Apogon niger</i> クロイシモチ	Tm			RR
24 <i>Apogon cathetogramma</i> ヨコスジイシモチ	Tm			RR
25 <i>Apogon notatus</i> クロホシイシモチ	Tm	CC	CC	CC
Carangidae アジ科				
26 <i>Trachurus japonicus</i> マアジ	Tm		RR	
Gerreidae クロサギ科				
27 <i>Gerres oyena</i> クロサギ	St		RR	R

宇和海内海湾の浅海魚類相

Table 2. (Continued)

Species	Geographical distribution	St. 1	St. 2	St. 3
Haemulidae イサキ科				
28 <i>Diagramma pictum</i> コロダイ	St	RR		
Sparidae タイ科				
29 <i>Pagrus major</i> マダイ	Tm	RR	R	
30 <i>Evyannis japonica</i> チダイ	Tm		RR	
Lethrinidae フエフキダイ科				
31 <i>Lethrinus genivittatus</i> イトフエフキ	St	C		
Mullidae ヒメジ科				
32 <i>Upeneus tragula</i> ヨメヒメジ	St	RR	RR	
33 <i>Mulloidichthys vanicolensis</i> アカヒメジ +	St		RR	
34 <i>Parupeneus multifasciatus</i> オジサン	St	R	RR	
35 <i>Parupeneus barberinus</i> オオスジヒメジ +	St		RR	
36 <i>Parupeneus</i> sp.	unknown		RR	
Pempheridae ハタンボ科				
37 <i>Pempheris japonica</i> ツマグロハタンボ	Tm	CC		
Girellidae メジナ科				
38 <i>Girella punctata</i> メジナ	Tm	C	RR	RR
Kyphosidae イスズミ科				
39 <i>Kyphosus vaigiensis</i> イスズミ	St	RR		
40 <i>Kyphosus cinerascens</i> テンジクイサキ	St	R		
Scorpididae カゴカキダイ科				
41 <i>Microcanthus strigatus</i> カゴカキダイ	St	R	R	R
Chaetodontidae チョウチョウウオ科				
42 <i>Heniochus chrysostomus</i> ミナミハタタテダイ *+	St			RR
43 <i>Heniochus acuminatus</i> ハタタテダイ	St	RR	RR	RR
44 <i>Chaetodon plebeius</i> スミツキトノサマダイ *+	St	RR	RR	
45 <i>Chaetodon auriga</i> トゲチョウウオ *	St	RR	R	R
46 <i>Chaetodon speculum</i> トノサマダイ *	St	RR		
47 <i>Chaetodon trifasciatus</i> ミスジチョウウオ *	St	RR	RR	
48 <i>Chaetodon vagabundus</i> フライチョウウオ *	St		RR	RR
49 <i>Chaetodon lineolatus</i> ニセフライチョウウオ *	St			RR
50 <i>Chaetodon melanotus</i> アケボノチョウウオ *	St		RR	RR
51 <i>Chaetodon auripes</i> チョウウオ	St	C	C	R
52 <i>Chaetodon kleinii</i> ミヅレチョウウオ *	St		RR	
Pomacanthidae キンチャクダイ科				
53 <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i> キンチャクダイ	Tm	C	RR	
54 <i>Centropyge tibicen</i> アブラヤッコ +	St	RR		
Oplegnathidae イシダイ科				
55 <i>Oplegnathus fasciatus</i> イシダイ	Tm	CC	RR	
56 <i>Oplegnathus punctatus</i> イシガキダイ	St	RR		
Pomacentridae スズメダイ科				
57 <i>Amphiprion clarkii</i> クマノミ	St	CC	CC	C
58 <i>Chromis fumea</i> マツバズメダイ	Tm	RR	RR	
59 <i>Chromis notata notata</i> スズメダイ	Tm	CC	CC	CC
60 <i>Chromis margaritifer</i> シコクスズメダイ +	St		RR	
61 <i>Chromis analis</i> コガネスズメダイ	St	R		
62 <i>Dascyllus trimaculatus</i> ミツボシクロスズメダイ *	St	R	R	RR
63 <i>Abudedefduf vaigiensis</i> オヤビッチャ	St	R	RR	
64 <i>Pomacentrus coelestis</i> ソラスズメダイ	St	CC	CC	C
65 <i>Pomacentrus nagasakiensis</i> ナガサキスズメダイ	Tm	CC	CC	CC
66 <i>Stegastes altus</i> セダカスズメダイ +	Tm	RR		
Cheilodactylidae タカノハダイ科				
67 <i>Goniistius zonatus</i> タカノハダイ	Tm	RR	RR	R
68 <i>Goniistius zebra</i> ミギマキ	Tm	RR		

Table 2. (Continued)

Species	Geographical distribution	St. 1	St. 2	St. 3
Mugilidae ボラ科				
69 <i>Mugil cephalus cephalus</i> ボラ	Tm-St			RR
Labridae ベラ科				
70 <i>Anamps meleagrides</i> ホクトベラ +	St	RR		
71 <i>Anamps caeruleopunctatus</i> ブチススキベラ +	St	RR		
72 <i>Gomphosus varius</i> クギベラ *+	St	RR	RR	
73 <i>Labroides dimidiatus</i> ホンソメワケベラ	St	CC	C	RR
74 <i>Pteragogus flagellifer</i> オハグロベラ	Tm			RR
75 <i>Pseudolabrus japonicus</i> ササノハベラ	Tm	R	CC	C
76 <i>Stethojulis interrupta terina</i> カミナリベラ	St	CC	CC	C
77 <i>Thalassoma cupido</i> ニシキベラ	Tm	R	R	RR
78 <i>Thalassoma amblycephalum</i> コガシラベラ *+	St	RR		
79 <i>Thalassoma lunare</i> オトメベラ	St	C	R	RR
80 <i>Thalassoma lutescens</i> ヤマブキベラ +	St	RR		
81 <i>Halichoeres poecilopterus</i> キュウセン	Tm	RR	RR	
82 <i>Halichoeres melanochir</i> ムナテンベラ +	St	R	RR	
83 <i>Halichoeres tenuispinis</i> ホンベラ	Tm	C	C	R
84 <i>Hologymnosus annulatus</i> ナメラベラ +	St	RR		
85 <i>Cirrhilabrus cyanopleura</i> クロヘリイトヒキベラ +	St	RR		
86 <i>Cirrhilabrus temminckii</i> イトヒキベラ	St	R	R	RR
87 <i>Cheilinus bimaculatus</i> タコベラ +	St	RR	RR	
88 <i>Xyrichtys pavo</i> ホシテンス +	St	RR		
Scaridae ブダイ科				
89 <i>Calotomus japonicus</i> ブダイ	Tm	R	C	RR
90 <i>Scarus ovifrons</i> アオブダイ +	St	RR		
91 <i>Scarus ghobban</i> ヒブダイ +	St	RR	RR	
Pinguipedidae トラギス科				
92 <i>Parapercis snyderi</i> コウライトラギス	Tm	C	C	C
Blenniidae イソギンボ科				
93 <i>Petroskirtes breviceps</i> ニジギンボ	St	RR		RR
94 <i>Meiacanthus kamoharai</i> カモハラギンボ +	St	R		
95 <i>Aspidontus dussumieri</i> クロスジギンボ +	St	RR		
96 <i>Aspidontus taeniatus taeniatus</i> ニセクロスジギンボ +	St			RR
97 <i>Plagiotremus rhinorhynchos</i> ミナミギンボ +	St	RR	RR	
98 <i>Plagiotremus tapeinosoma</i> テンクロスジギンボ +	St	RR	RR	
Callionymidae ネズッポ科				
99 <i>Neosynchiropus moyeri</i> ミヤケテグリ +	Tm	RR		
Gobiidae ハゼ科				
100 <i>Callogobius snelli</i> シュンカソハゼ	St	RR		
101 <i>Ptereotris hanae</i> ハナハゼ	Tm-St	RR	R	RR
102 <i>Ptereotris evides</i> クロユリハゼ *	St	RR		
103 <i>Eviota abax</i> イソハゼ	Tm			RR
104 <i>Eviota melasma</i> アカホシイソハゼ +	St	RR		
105 <i>Gnatholepis scapulostigma</i> カタボシオオモンハゼ +	St	RR		
106 <i>Istigobius campbelli</i> クツワハゼ	Tm	RR	RR	RR
107 <i>Istigobius hoshinonis</i> ホシノハゼ	Tm		RR	RR
108 <i>Amblyeleotris japonica</i> ダテハゼ	Tm	R	R	RR
109 <i>Asteripteryx semipunctata</i> ホシハゼ	St		RR	
Zanclidae ツノダシ科				
110 <i>Zanclus cornutus</i> ツノダシ	St	R	R	
Acanthuridae ニザダイ科				
111 <i>Prionurus scalprum</i> ニザダイ	Tm	RR	RR	RR
112 <i>Naso</i> sp. *	unknown		RR	
113 <i>Ctenochaetus striatus</i> サザナミハギ +	St		R	RR

宇和海内海湾の浅海魚類相

Table 2. (Continued)

Species	Geographical distribution	St. 1	St. 2	St. 3
114 <i>Acanthurus nigrofasciatus</i> ナガニザ	St			RR
115 <i>Acanthurus olivaceus</i> モンツキハギ*	St	R	RR	
116 <i>Acanthurus dussumieri</i> ニセカンランハギ	St	C	R	R
117 <i>Acanthurus xanthopterus</i> クロハギ+	St		RR	
Tetraodontiformes フグ目				
Balistidae モンガラカワハギ科				
118 <i>Sufflamen chrysopteru</i> s ツマジロモンガラ *+	St	RR	RR	
Monacanthidae カワハギ科				
119 <i>Rudarius ercodes</i> アミメハギ	Tm	RR		RR
120 <i>Thamnaconus modestus</i> ウマヅラハギ	Tm		C	R
121 <i>Stephanolepis cirrhifer</i> カワハギ	Tm	C	C	C
122 <i>Paramonacanthus japonicus</i> ヨソギ	St		RR	R
Ostraciidae ハコフグ科				
123 <i>Ostracion immaculatus</i> ハコフグ	Tm	R	R	R
Tetraodontidae フグ科				
124 <i>Canthigaster rivulata</i> キタマクラ	St		RR	R
Diodontidae ハリセンボン科				
125 <i>Diodon holocanthus</i> ハリセンボン	St		RR	
126 <i>Chilomycterus reticulatus</i> イシガキフグ	St	RR		

対 St. 2 と St. 3 の共通率, $\chi^2=0.01, p>0.05$, St. 1 と St. 3 では 0.32 (36 種) と有意に低い値であった (St. 1 と St. 3 の共通率対 St. 1 と St. 2 の共通率, $\chi^2=7.7, p<0.01$; St. 1 と St. 3 の共通率対 St. 2 と St. 3 の共通率, $\chi^2=6.5, p<0.05$).

各地点における南方系魚類と温帶性魚類の割合を Table 3 に示した。温帶性魚類はいずれの地点でも 26–28 種とほぼ同数観察された。南方系魚類は St. 1 で 60 種, St. 2 で 50 種が記録されたが, St. 3 では他地点の約半分の 30 種と少なかった。しかし、その全観察魚種 (ただし

方法で述べた 6 種は除く) に対する割合は地点間で有意な差は認められなかった (50–66%; $\chi^2=3.2, p>0.05$).

観察魚種の出現密度 (100 mあたりの平均個体数) をみると、湾内のいずれの調査地点でも、全体の 6 割前後の種は 4 尾以下であった (Table 3)。一方、51 尾以上の高密度を示した魚種について見てみると、St. 1 では 10 種 (うち南方系 5 種), St. 2 では 7 種 (うち南方系 3 種) 存在していたのに対し、St. 3 では半分以下の 3 種 (すべて温帶性種) であったが (Tables 2, 3), これらの全観察種数に対する割合に有意な差は認められなかった ($\chi^2=$

Table 3. Comparison of the fish fauna among 3 sites in Uchiumi Bay. Percentages to the total number of species in each site in parentheses

	St. 1	St. 2	St. 3
Total no. of species	91	81	59
Geographical distribution			
Subtropical or tropical region	60 (66.0)	50 (61.7)	30 (50.8)
Temperate regions	28 (30.8)	28 (34.6)	26 (44.1)
Both regions or unknown	3 (3.2)	3 (3.7)	3 (5.1)
Relative abundance (/100 m line)			
CC (>50)	10 (11.0)	7 (8.6)	3 (5.1)
C (11–50)	10 (11.0)	11 (13.6)	7 (11.9)
R (5–10)	19 (20.9)	12 (14.8)	15 (25.4)
RR (<5)	52 (57.1)	51 (63.0)	34 (57.6)
No. of species peculiar to each site	32 (35.2)	12 (14.8)	11 (18.6)
No. of species without adults	10 (10.1)	11 (13.6)	6 (10.2)

1.6, $p > 0.05$).

1 調査地点のみで観察された魚種は、St. 1 が 32 種と最大で (Table 3), その全観察種数に対する割合は他の 2 地点より有意に大きかった (St. 1 対 St. 2, $\chi^2 = 9.3, p < 0.01$; St. 1 対 St. 3, $\chi^2 = 4.8, p < 0.05$, Table 3)。これらの大部分 (約 9 割) の出現頻度は, 100 m あたり 4 個体以下であった。また, 大部分は南方系魚類であり (St. 1, 78%, 25 種; St. 2, 67%, 8 種; St. 3, 45%, 5 種; Table 2), St. 1 でその割合が高かったが有意な差は認められなかった ($\chi^2 = 4.1, p > 0.05$)。

成魚がまったく見られず, 幼魚および若魚のみが観察されたものは合計 16 種であり, うち 1 未同定種を除くすべてが南方系魚類であった (Table 2)。これらの全種数に対する割合には地点間で有意な差はみられなかった ($\chi^2 = 0.5, p > 0.05$; Table 3)。

考 案

湾内における魚類相の変異と環境要因 今回調査した内海湾内の 3 地点いずれにおいても, 亜熱帯区あるいは熱帯区を分布の中心とする南方系魚類が魚類相の 50% 以上を占めていた。しかし, 調査地点間の魚種共通率は 0.3–0.5 と低く, 地点間で魚類相にかなりの違いがみられた。温帶性魚類の種数は 3 地点でほぼ同じであったが, 総種数の最も多かった St. 1 においては, 他の 2 地点でみられなかった南方系魚類が 25 種も記録された。それに対し, 総魚種数の最も少なかった St. 3 では, 南方系魚類の種数は他地点の約半分であり, また, 100 m あたりに 51 尾以上の高い出現密度を記録した魚種も, 他地点の半数以下の 3 種しかみられなかった。これらの調査地点間の魚類相の違いが, どのような要因によって生じ

Table 4. Comparison of fish fauna between Uchiumi Bay and other localities in southern Japan. Localities and biogeographical regions (Nishimura, 1981) are shown in Figure 1c. For St and Tm, see caption of Table 2

Locality	No. of species recorded	Number of species common to Uchiumi Bay		
		Total	St	Tm
Uchiumi Bay (this study)	126	120*	81	39
Intermediate temperate region				
1 Kasumi	90	26	10	16
2 Seto Inland Sea	430	44	18	26
3 Iyo Nada	98	17	4	13
Warm temperate region				
4 Okinoshima Is.	130	46	21	25
5 Hayama	137	55	27	28
6 Miura	362	87	54	33
7 Shimoda	291	74	42	32
8 Ago Bay	330	62	31	31
9 Nigishima	121	66	41	25
Border of warm temperate and subtropical regions				
10 Shirahama	170	91	60	31
11 Kushimoto	691	104	70	34
12 Kagoshima Bay	338	93	61	32
Subtropical region				
13 Yaku Is.	580	88	71	17
14 Satsunan Is.	530	78	62	16
15 Sesoko Is.	600	73	66	7
16 Ogasawara Is.	228	53	44	9

* 6 species given as "St-Tm" and "unknown" in Table 2 are excluded in this comparison. Data sources: 1 Setoguchi et al., 1991; 2 Inaba, 1988; 3 Shimizu, 1993; 4 Yogo et al., 1986; 5 Hagiwara and Hasegawa, 1990; 6 Kudo and Okabe, 1991, 1993; Kudo et al., 1992; 7 Higashi et al., 1989; Hayashi et al., 1992; 8 Kimura and Suzuki, 1980, 1982; 9 Fukuda, 1979; 10 Kuwamura, 1987; Hattori, 1993; 11 Fukuda and Misaki, 1992a,b; 12 Dewa, S., personal communication; 13 Ichikawa et al., 1992; 14 Yamakawa, 1979 (Okinoerabu Is. to Nakanoshima Is.); 15 Yoshino and Nishijima, 1981; 16 Kuwamura et al., 1983.

ているのかを以下に検討してみる。

南日本の沿岸域においては、南方系魚類の多くが冬の低水温期に消失することが知られている (Araga and Tanase, 1968; 桑村, 1980)。今回記録された南方系魚類 81 種のうち 15 種では成魚が観察されなかったので、これらは内海湾では越冬できない種である可能性が強い。しかし、冬期の最低水温は 3 地点いずれにおいても 15°C を下回ることから (井内・柳, 1985), 南方系魚類の越冬条件に地点間で差があるとは考えにくい。

西村 (1981) は高張な海水環境を好む熱帯性海洋生物の移入と定着が、沿岸水の影響の強い低張な海域で妨げられる可能性を挙げている。内海湾で生息魚種数が最大になるのは 9 月頃であるが (平松・石川, 1989), この時期には豊後水道 (Fig. 1b 参照) の塩分濃度が一年のうちで最も低く (33% 前後) なることが知られている (稻葉, 1988)。今回の各調査地点の塩分濃度は 32.4–33.2‰ と大差なく、豊後水道の塩分濃度と同程度であったことから、地点間の魚類相に塩分濃度条件の及ぼす影響は少ないものと考えられる。ただし、僧都 (そうづ) 川河口に近い St. 1 と St. 3 では、大雨の後に一時的に塩分濃度が低下する可能性が考えられるが、具体的なデータは今のところない。

潮流の速度や流向、また湾外洋からの距離の違いにより、南方系魚類の加入量に差が生じる可能性も考えられる。平均流速は St. 1 が最も速く、次いで St. 2, St. 3 の順に潮通りがよい。また、内海湾内の残差流は、季節に関わりなく St. 1 から St. 3 沖をへて St. 2 沖へと大きく左回りに流れている (水産庁, 1979) ことから、St. 1 が、外洋水の影響を最も強く受けており、南方系魚類の加入条件が 3 地点のうちで最も良いと考えられる。

南方系魚類の多くは、造礁サンゴ類を隠れ家や食物として利用しており (桑村, 1976) サンゴ群体の死滅は、種数と個体数の減少をもたらす (Sano et al., 1984, 1987)。平松・石川 (1989) は、St. 3 において 1986 年から 89 年にかけて行われた工事の影響によるサンゴ群落の破壊に伴って、テンジクダイ類やチョウウワオ類など 13 種が減少または消失したことを報告している。今回の調査でもサンゴの被度が最も低かった St. 3 では、南方系魚類の種数が最も少なく、また高密度を示す魚種数が調査地点中で最少であった。St. 1 と St. 2 は、その潮通りの良さとサンゴの被度の高さによって、多くの南方系魚類を定着させる条件をそろえていると考えられる。

南日本の他地域との比較 西村 (1981) の海洋生物気候帯区分に従うと、宇和海内海湾は暖温帶区と亜熱帶区の境界付近に位置している (Fig. 1c)。実際、すでに述べ

たように内海湾の魚類相は過半数が亜熱帶区あるいは熱帶区を分布の中心とする南方系魚類によって占められ、残りは温帶性の種であり、境界地域としての特徴が認められた。さらに内海湾の浅海魚類相の生物地理学的な位置づけをより明確にするため、南日本の他の地域の魚類相と比較してみる。比較対象としては、近年に秋期の魚類相を反映させた調査が行われた地域に限り、中間温帶区の 3 地点、暖温帶区 6 地点、暖温帶区と亜熱帶区の境界付近 3 地点および亜熱帶区 4 地点を選び、内海湾との共通種数を調べた (Table 4)。

内海湾との共通種数が最も多かったのは、内海湾と同様、暖温帶区と亜熱帶区の境界付近に位置する、串本、鹿児島湾、南紀白浜であり、南方系魚類と温帶性魚類いずれも内海湾でみられた種の 80% 前後が記録されている。南方系魚類のみに限ってみると、先に挙げた 3 地点の他に亜熱帶区の屋久島、薩南諸島、瀬底島で多くの共通種がみられた。一方、亜熱帶区でも小笠原では共通種は少なかったが、これは黒潮の経路を考えると当然の結果である。温帶性魚類については、暖温帶区の 6 地点と中間温帶区にあたる瀬戸内海で串本、鹿児島湾、白浜と同様多くの共通種が記録されている。これらのことから、内海湾の魚類相は亜熱帶区と暖温帶区の要素を合わせ持ち、西村 (1981) の区分通り、両者の境界部付近に位置することが確かめられた。

桑村 (1976) は、南紀白浜において夏から秋にかけて出現する南方系魚類の供給地を、黒潮の流速と幼魚のふ化・成長に要する日数から奄美諸島の周辺海域と推察している。本研究においても、多くの南方系魚類が鹿児島湾以南の地域 (屋久島、薩南諸島、瀬底島) のものと共通していたことから、これらの海域が内海湾への南方系魚類の供給地の 1 つである可能性が考えられる。また、九州-パラオ海嶺に沿った南方系魚種の移入経路も示唆されているが (岡村, 1993), その周辺浅海域での魚類相調査はこれまでほとんど行われておらず、これから調査研究が期待される。

謝 辞

愛媛大学の柳沢康信氏と大阪市立大学の幸田正典氏には調査に関する様々な援助をいただいた。また、両氏ならびに中京大学の桑村哲生氏、大阪市立大学 (現、京都大学) の服部昭尚氏には本研究をまとめるにあたって有益な御意見をいたいただいた。宮内庁技官の岩田明久氏には種名不明魚種の同定に際して御教示をいただき、愛媛大

学理学部生態学講座の森山彰久氏には海水塩分濃度の測定をしていただいた。また、鹿児島大学の出羽慎一氏には未発表の魚類相のデータを提供していただき、芙蓉海洋開発の平松亘氏、高知大学の末友浩一、工藤孝也両氏にも有益な情報を提供していただいた。これらの方々ならびに貴重なコメントをいただいた校閲者の方々に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 藍澤正宏・瀬能 宏. 1991. 徳島県牟岐町大島およびその周辺の浅海性魚類相. 徳島県立博物館研究報告, (1): 73-208.
- Araga, C. and H. Tanase. 1968. Further record of winter fish stranding in the vicinity of Seto. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 16: 207-218.
- Brock, V. E. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. J. Wildl. Manage., 18: 297-308.
- Clarke, R. D. 1977. Habitat distribution and species diversity of chaetodontid and pomacentrid fishes near Bimini, Bahamas. Mar. Biol., 40: 277-289.
- 福田照雄. 1979. 浅海の魚類. 吉野熊野国立公園熊野灘二木島海中公園調査報告書. 海中公園センター調査報告, (68): 117-144.
- 福田照雄. 1983. 串本海中公園海中展望塔から観察された魚類. 南紀生物, 25: 87-94.
- 福田照雄・御前 洋. 1992a. 串本海中公園センターで記録された魚類一覧(1). マリンパビリオン, 21: 26-29.
- 福田照雄・御前 洋. 1992b. 串本海中公園センターで記録された魚類一覧(2). マリンパビリオン, 21: 32-33.
- 萩原清司・長谷川孝一. 1990. 葉山町芝崎周辺の沿岸魚類. 神奈川自然史資料, (11): 103-110.
- 服部昭尚. 1993. 田辺湾口部における魚類の種構成と個体数の変化—6, 7年前および17, 18年前との比較. 関西自然保護機構会報, 15: 25-45.
- 林 公義. 1979. 横須賀市佐島天神島・笠島沿岸の魚類(IV). 魚類相の検討と生活様式について. 横須賀市博物館報, (25): 39-50.
- 林 公義・伊藤 孝・岩崎 洋・林 弘章・萩原清司・足立行彦・長谷川孝一・木村喜芳. 1992. 伊豆半島須崎, 田の浦周辺海域の魚類(追捕). 神奈川自然史資料, (13): 17-27.
- 東 植三・林 公義・長谷川孝一・足立行彦・萩原清司. 1989. 伊豆半島須崎, 田の浦周辺海域の魚類. 日大農獣医研報, (46): 175-185.
- 平松 亘. 1985. 宇和海産魚類目録—I. 南予生物, 1: 10-18.
- 平松 亘・石川 裕. 1989. 宇和海における自然海岸の生物群集保全に関する研究. 公益信託TAKARAハーモニストファンド63年度研究活動報告, pp. 63-74.
- 平松 亘・辻 幸一. 1986. 堂崎海岸の魚類目録. 昭和60年度文部省科学研究費補助金研究報告書. 宇和島地方の自然の教材化(I), pp. 39-45, 72-75.
- Hobson, E. S. 1974. Feeding relationships of teleostean fishes on coral reefs in Kona, Hawaii. Fish. Bull., 72: 915-1031.
- 市川 聰・砂川 聰・松本 純. 1992. 屋久島産魚類の概観. 海中公園情報, (97): 3-11.
- 稻葉昭彦(編). 1988. 増補改訂瀬戸内海の生物相 II. 向島臨海実験所創立50周年記念出版. 広島大学理学部付属向島臨海実験所, 広島. 78 pp.
- 井内美郎・柳 哲雄. 1985. 瀬戸内海 III. 日本海洋学会・沿岸海洋研究部会編. 日本全国沿岸海洋誌, pp. 709-714. 東海大学出版会, 東京.
- 海上保安庁. 1987. 豊後水道及付近潮流図. 海上保安庁, 東京. 14 pp.
- Kamohara, T. 1964. Revised catalogue of fishes of Kochi prefecture, Japan. Rep. Usa Mar. Biol. Sta., 11: 1-99.
- Kimura, S. and K. Suzuki. 1980. Fish fauna of Ago Bay and its adjacent waters, Mie Prefecture, Japan. Rep. Fish. Res. Lab., Mie Univ., (2): 1-58.
- Kimura, S. and K. Suzuki. 1982. Fish fauna of Ago Bay and its adjacent waters, Mie Prefecture, Japan. Supplement—I. Rep. Fish. Res. Lab., Mie Univ., (3): 1-23.
- 工藤孝浩・岡部 久. 1991. 三浦半島南西部沿岸域の魚類. 神奈川自然史資料, (11): 29-38.
- 工藤孝浩・岡部 久. 1993. 三浦半島南西部沿岸域の魚類—I. 神奈川自然史資料, (14): 43-48.
- 工藤孝浩・岡部 久・山田和彦. 1992. 三浦半島南西部沿岸域の魚類—I. 神奈川自然史資料, (13): 39-44.
- 桑村哲生. 1976. 白浜付近の枝状サンゴ(ミドリイシ類)の枝間にみられる魚類の季節的消長. 南紀生物, 18: 15-22.
- 桑村哲生. 1980. 南紀白浜の沿岸岩礁地帯における魚類の出現時期. 魚類学雑誌, 27: 243-248.
- 桑村哲生. 1987. 田辺湾口部の沿岸魚類相—1974・75年と1985・86年の比較. 南紀生物, 29: 113-120.
- Kuwamura, T., R. Fukao, T. Nakabo, M. Nishida, T. Yanagisawa and Y. Yanagisawa. 1983. Inshore fishes of the Ogasawara (Bonin) Islands, Japan. Galaxea, 2: 83-94.
- 松岡玳良. 1972. 伊豆下田白浜竜宮島付近の磯に見られる魚類. 静岡県水産試験場研究報告, (5): 89-111.
- 中坊徹次(編). 1993. 日本産魚類検索—全種の同定. 東海大学出版会, 東京. xxiv+1474 pp.
- 西村三郎. 1981. 地球の海と生命—海洋生物地理学序説. 海鳴社, 東京. 284 pp.
- 岡村 収. 1993. 南日本の魚類相. 高知大学編. 黒潮のめぐみ, pp. 136-140. 高知新聞社, 高知.
- Robertson, D. R. and B. Lassig. 1980. Spatial distribution patterns and coexistence of a group of territorial damselfishes from the Great Barrier Reef. Bull. Mar. Sci., 30: 187-203.
- Sale, P. F. and B. J. Sharp. 1983. Correction for bias in visual transect censuses of coral reef fishes. Coral Reefs, 2: 37-42.
- Sano, M., M. Shimizu and Y. Nose. 1984. Changes in structure of coral reef fish communities by destruction of hermatypic corals: observational and experimental views. Pac. Sci., 38: 51-79.
- Sano, M., M. Shimizu and Y. Nose. 1987. Long-term effects of destruction of hermatypic corals by *Acanthaster planci* infection on reef fish communities at Iriomote Island, Japan. Mar. Ecol. Prog. Ser., 37: 191-199.
- 瀬戸口英樹・中村智昭・信川健一・毛利純也・福永泰崇. 1991. 魚類図鑑. 香住町今子浦の沿岸魚. 兵庫県立香住高等学校, 兵庫. 14 pp.
- 清水孝昭. 1993. 伊予灘の魚類—伊予市沿岸域の魚類相. 南予生物, 7: 1-10.

宇和海内海湾の浅海魚類相

- 水産庁. 1979. 昭和 54 年度 赤潮対策技術開発試験（潮流解析）
報告書—豊後水道. 水産庁, 東京. 26 pp.
- 辻 幸一. 1986. 岩松川感潮域の魚類(2). 愛媛県立宇和島東高等学校研究紀要, 12: 48-59.
- 辻 幸一・平松 亘. 1987. 宇和海産魚類目録—I. 南予生物, 2: 1-15.
- Yamakawa, T. 1979. Studies of the fish fauna around the Nansei Islands, Japan. 1. Check list of fishes collected by Toshiji Kamohara and Takeshi Yamakawa from 1954 to 1971. Rep. Usa Mar. Biol. Inst., (1): 1-47.
- 余吾 豊・桜井誠一・望岡典隆・三郎丸隆. 1986. 沖の島の魚類—I. 沖ノ島産魚類目録の予報. 九州大学農学芸誌, 140: 183-189.
- Yoshino, T. and S. Nishijima. 1981. A list of fishes found around Sesoko Island, Okinawa. Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep., 8: 19-87.