

BULLETIN  
OF  
YAMAGUCHI PREFECTURAL FISHERIES RESEARCH CENTER

No. 7  
October, 2009

---

---

山口県水産研究センター研究報告  
第 7 号  
平成 21 年 10 月

---

---

山 口 県 水 産 研 究 セ ン タ ー

外海研究部：〒759-4106 長門市仙崎 2861-3  
内海研究部：〒754-0893 山口市秋穂二島 437-77

Yamaguchi Prefectural Fisheries Research Center  
Japan Sea Research Division: Senzaki, Nagato-city, 759-4106, Japan  
Inland Sea Research Division: Aiofutajima, Yamaguchi-city, 754-0893, Japan

# 目 次

|                                                                         |                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|----|
| 山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の操業実態について .....                                    | 木村 博・中村圭吾           | 1  |
| 山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の経営実態について .....                                    | 木村 博                | 11 |
| 山口県の内水面における魚類及び十脚甲殻類の分布 .....                                           | 畑間俊弘・大橋 裕           | 19 |
| マイクロサテライトDNAマーカーを利用したヒラメの交配試験 .....                                     | 村田 実・松尾圭司           | 63 |
| 周防灘に出現するナルトビエイの生態に関する知見 I — 山陽小野田における出現傾向<br>.....                      | 和西昭仁・小柳隆文           | 69 |
| 錦川で採集されたアユ及びその他の魚類からのPCRによる <i>Edwardsiella ictaluri</i> の検出状況<br>..... | 天社こずえ・畑間俊弘          | 77 |
| フグ類の体内におけるテトロドトキシンの生成・分解過程に関する「仮説」 .....                                | 有菌眞琴                | 83 |
| 〈抄録〉                                                                    |                     |    |
| 定期旅客船による山口県沖合海域の表層水温観測 .....                                            | 渡辺俊輝・千手智晴           | 89 |
| 日本海南西海域におけるクロロフィルの季節・経年変動<br>.....                                      | 渡辺俊輝・中川倫寿・斉藤秀郎・繁永裕司 | 91 |

# 山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の 操業実態について

木村博・中村圭吾<sup>\*1</sup>

On an Outline of Small Trawling in the Seto Inland Sea off Yamaguchi Prefecture

Hiroshi KIMURA and Keigo NAKAMURA

The small trawling which consists of beam trawling and dredge net trawling (excludes demersal trawling) stands in the first rank of both harvest yield and number of fisherman in the Seto Inland Sea off Yamaguchi prefecture. In order to find a way to promote the marine products industry of this area, authors analyzed the present situation of small trawling, and concluded as follows.

- 1) Total number of boat which worked on beam trawling or dredge net trawling in a year is found to have declined from 2,503 to 1,132 (45.2%) between the years of 1986 and 2005.
- 2) The histogram of the boat age which has a peak between 25-years old and 30-years old indicates a 50 percent or farther decline of the small trawler within the next ten years.
- 3) It is necessary to improve the fishing efficiency of the small trawling for sustaining harvest in the context of the declining fishing effort.
- 4) It is an important subject for fishery research to monitor the current status of main fishings and main fishery resources.

**key words :** small trawling, Seto Inland Sea, license, harvest, fishery boat age

山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業は、手繰第一種、手繰第二種および手繰第三種（以下、「小型底びき網1種」、「小型底びき網2種」および「小型底びき網3種」という。）に大きく区分される。これらのうち、小型底びき網2種および3種は、漁業生産量の点から見ても、経営体数の点からみても、主幹漁業である。山口県瀬戸内海の漁業振興を検討する上で必要な資料を得るために、小型底びき網漁業に関する既存資料を整理し、操業実態について解析を行った。この報告においては、特に断らない限り、小型底びき網とは小型底びき網2種および小型底びき網3種を意味する。

## 材料および方法

山口県瀬戸内海全体の漁業生産、漁業経営体数、漁労体数および出漁日数については、山口農林水産統計年報を参考にした。山口農林水産統計における小型底びき網漁業経営体数は、小型底びき網1種、同2種および同3種に対応する区分がなく、それらの小型底びき網漁業を単独もしくは複合して操業する経営体数であった。

小型底びき網漁業の漁場、漁業許可および漁船トン数については、いずれも2007年時点の山口県農林水産部水産振興課の資料、底びき網許可台帳および漁船登録原簿を参考にした。

<sup>\*1</sup> 下関水産振興局

小型底びき網漁業許可は、地方名称（山口県漁業調整規則）として、えびこぎ網、なまここぎ網、けた網、貝けた網およびなまこけた網の 5 種類に区分した。えびこぎ網となまここぎ網は、小型底びき網 2 種に分類され、けた網、貝けた網およびなまこけた網は、小型底びき網 3 種に分類される。えびこぎ網は、操業禁止の一時期を除いて周年操業可能であるのに対し、けた網、貝けた網、なまここぎ網およびなまこけた網は、冬場に限定して操業される。

小型底びき網漁船の出漁回数、海上労働時間、魚種別漁獲量については、標本漁船の操業日誌を参考にした。標本漁船の日誌調査は、出漁毎の操業結果を記載するもので、1989 年から 2006 年までの間における延べ 42,920 回の出漁記録を解析した。標本漁船は、年間、16 ～ 44 隻が操業結果を記録し、順次入れ替わりながら、記載を行った実隻数は 18 年間で 67 隻に上った。

標本漁船の海上労働時間は、1986 年から 1993 年の間については、日誌に記録された平均曳網時間と曳網回数の積に漁場往復時間加えた。漁場往復時間は、伊予灘のえびこぎ網は 5 時間、けた網は 3 時間、周防灘のえびこぎ網は 3 時間、けた網は 2.5 時間を当てた。1998 年から 2006 年については、日誌に出港時刻と帰港時刻を記録したので、この時間差を用いた。1994 年から 1997 年の間は、平均曳網時間と曳網回数の記録がなかったため、前記の方法により求めた海域、漁法別平均値をそれぞれ海域、漁法別に当てはめた。

小型底びき網漁船の主要漁獲対象魚種として、クルマエビ、ガザミ、ぶとえび、赤えび、マコガレイ、イシガレイ、メイタガレイおよびヒラメを選定し、これらの長期的な資源動向と近年の資源水準について、標本漁船 1 回出漁あたり漁獲量 (kg) 平均値の経年変化により検討した。標本漁船の 1 回出漁あたり漁獲量は、資源密度指数となることが期待できるので<sup>1)</sup>、1989 年から 2006 年の間における標本漁船の 1 回出漁あたり漁獲量の西暦年に対する勾配についての回帰係数が勾配 = 0 という帰無仮説に対して有意な正值の魚種は「増加」、有意な負値の魚種は「減少」および有意ではない魚種は「横這い」と判定した<sup>2)</sup>。

資源水準については、1989 年から 2001 年の間における標本漁船の 1 回出漁あたり漁獲量平均値に対して、最近の 5 か年間、すなわち 2002 年から 2006 年の間における標本漁船の 1 回出漁あたり漁獲量平均値が t-検定において有意に大きい魚種は「高位」、有意に小さい魚種は「低位」および有意差のない魚種は「中位」と判定した<sup>3)</sup>。なお、ぶとえびとは、赤えびの一

種であるサルエビの比較的大きな個体を指す銘柄名であり、赤えびとは、主にサルエビ、トラエビ、アカエビおよびキシエビから構成される商品名である。

灘の境界は、漁業調整に関する場合と水産資源研究に関する場合<sup>4)</sup>では若干の相違がある。漁業調整上の周防灘・伊予灘境界と比べると、水産資源研究上の境界は、より西側にあり（図 1）、山口県笠戸島火振崎と大分県旧香々地町・旧国見町境界を結ぶ線である。漁場面積については、漁業調整上の周防灘・伊予灘境界に基づいて計測したが、標本漁船調査における周防灘と伊予灘の区分は、水産資源研究の灘区分に従った。

## 結 果

山口県瀬戸内海における 2005 年の漁業種類別生産量と漁業種類別経営体数は、表 1 に示した。小型底びき網漁業の生産量は 4,646 トンで、瀬戸内海における生産量 11,977 トンの 38.8%を占め、第 1 位であった。第 2 位の船びき網生産量の 2 倍以上の生産量であった。小型底びき網漁業の経営体数は、556 経営体で、瀬戸内海における漁業経営体数 2,325 経営体の 23.9%を占め、第 1 位であった。第 2 位の刺網漁業経営体数は、523 経営体で、小型底びき網漁業経営体数との差は 33 経営体とわずかであった。小型底びき網漁業は、生産量、経営体数とも山口県瀬戸内海漁業の第 1 位に位置し、山口県瀬戸内海の主幹漁業であることが示された。

山口県瀬戸内海における小型底びき網漁業の漁場と操業が禁止されている区域を図 1 に、それらの面積を表 2 に示した。操業禁止区域は、小型底びき網 2 種と同 3 種では若干異なるが、ここでは、小型底びき網 2 種について示した。

漁業調整上の周防灘においては、山口県沿岸域は小型底びき網の操業禁止区域となっており、小型底びき網の漁場は、禁止区域の沖合にある山口県専管海域（図

表 1 山口県瀬戸内海の漁業種類別生産量および漁業種類別経営体数（2005 年農林水産統計）

漁業生産量は、小型底びき網 2 種および同 3 種の合計、経営体数は、小型底びき網 1 種、同 2 種および同 3 種の合計である。

| 順位 | 漁業生産量  |        |       | 経営体数   |       |       |
|----|--------|--------|-------|--------|-------|-------|
|    | 漁業種類   | トン     | %     | 漁業種類   | 経営体   | %     |
| 1  | 小型底びき網 | 4,646  | 38.8  | 小型底びき網 | 556   | 23.9  |
| 2  | 船びき網   | 2,182  | 18.2  | 刺 網    | 523   | 22.5  |
| 3  | その他の刺網 | 1,936  | 16.2  | その他の釣  | 486   | 20.9  |
| 4  | その他の漁業 | 3,213  | 26.8  | その他の漁業 | 760   | 32.7  |
| 合計 |        | 11,977 | 100.0 |        | 2,325 | 100.0 |

1 に示す (A) の海域 985km<sup>2</sup> と周防灘三県共通海域 (図 1 に示す (B) の海域) 718km<sup>2</sup> の合計 1,703km<sup>2</sup> の海域であった。漁業調整上の伊予灘においては、山口県沿岸域および島嶼周辺の小型底びき網操業禁止区域が広く、小型底びき網の漁場は、操業禁止区域沖合の伊予灘専管海域 (図 1 に示す (D) の海域) 340km<sup>2</sup>、さらに沖合の山口・愛媛共通海域 (図 1 に示す (C) の海域) 856km<sup>2</sup> と未協定海域 (図 1 に示す (F) の海域) であった。未協定海域においては、大分県の海岸線から 6,000 ～ 8,000m の大分県専管海域を除いた海域が山口県小型底びき網漁場であった<sup>\*2</sup>。

広島湾内においては、山口県沿岸域および島嶼周辺に小型底びき網操業禁止区域があり、湾の中央部 (図 1 に示す (E) の海域) 230km<sup>2</sup> が山口県専管海域としての小型底びき網漁場であった。

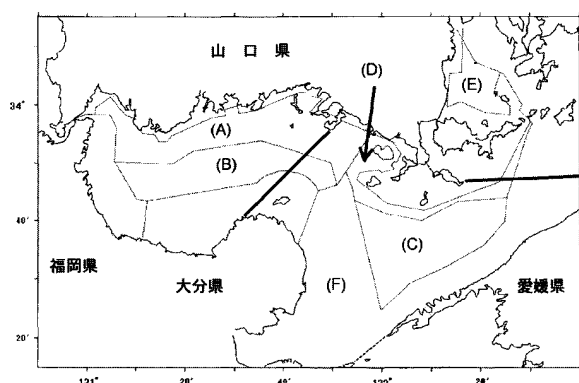


図 1 山口県瀬戸内海における小型底びき網 (2 種) の漁場と操業禁止区域  
太線は、水産資源研究における灘の境界を示す。

表 2 山口県瀬戸内海における小型底びき網 (2 種) の漁場および操業禁止区域面積

| 記号 | 漁場・操業禁止区域   | 漁場面積 (km <sup>2</sup> ) |
|----|-------------|-------------------------|
| A  | 周防灘専管海域     | 985                     |
| B  | 周防灘三県共通海域   | 718                     |
| C  | 山口・愛媛共通海域   | 856                     |
| D  | 伊予灘専管海域     | 340                     |
| E  | 広島湾専管海域     | 230                     |
|    | 山口県沿岸操業禁止区域 | 1,247                   |

表 3 小型底びき網漁業許可の組み合わせ別所有隻数

|         | えびこぎ網<br>桁網 | えびこぎ網 | えびこぎ網<br>けた網 | えびこぎ網<br>なまこぎ網<br>なまこけた網 | なまこぎ網<br>なまこけた網 | なまこぎ網<br>貝けた網 | なまこぎ網 | その他の<br>組合せ | 合 計   |
|---------|-------------|-------|--------------|--------------------------|-----------------|---------------|-------|-------------|-------|
| 隻数      | 266         | 254   | 226          | 49                       | 71              | 48            | 43    | 59          | 1,016 |
| 構成比 (%) | 26.2        | 25.0  | 22.2         | 4.8                      | 7.0             | 4.7           | 4.2   | 5.8         | 100.0 |

山口県瀬戸内海沿岸の小型底びき網操業禁止区域の面積は、図 1 においては 1,247km<sup>2</sup> であるが、さらに小型底びき網漁業許可条件に基づく若干面積の操業禁止区域がある。また、前述のとおり、小型底びき網 3 種に対する操業禁止区域は、同 2 種に対するものと若干異なり、同 2 種に対するものよりも多くの部分で沖合側に設定されており、面積は広い。

小型底びき網漁業の延べ許可隻数は 2,053 隻であった。小型底びき網漁業許可別漁船隻数は、えびこぎ網 841 隻、けた網 496 隻、貝けた網 323 隻、なまこぎ網 259 隻、なまこけた網 134 隻であった。多くの小型底びき網漁船は複数の小型底びき網漁業許可を所有しており、小型底びき網漁業許可所有漁船の実隻数は 1,016 隻であった。所有する小型底びき網漁業許可の組み合わせ別の隻数は、表 3 に示した。えびこぎ網とけた網の許可を所有する組み合わせが 266 隻 (26.2%) と最も多く、次いで、えびこぎ網単独が 254 隻 (25.0%) であった。小型底びき網漁業許可を所有する漁船の 78.2% に相当する 795 隻がえびこぎ網を含む許可を所有しており、えびこぎ網を含まない許可を所有している漁船は、221 隻、21.8% であった。

小型底びき網漁業許可の地理的分布は、山口県漁協支店およびその他の漁協別に許可隻数を集計して、漁協・支店所在地別に図 2 に示した。えびこぎ網の許可隻数は、岩国市から山陽小野田市までの瀬戸内海一円に広く分布していること、および宇部市に隻数の多いことが特徴であった。けた網の許可は、えびこぎ網と類似して、瀬戸内海一円に広く分布し、宇部市の隻数が多いが、山陽小野田市以西には分布しないことが特徴であった。なまこぎ網の許可は、岩国市から宇部市まで広く分布するが、宇部市内の分布は少数であった。なまこけた網許可は、光市から宇部市まで分布し、田布施町・上関町以东と宇部市床波支店以西には分布していなかった。貝けた網の許可は、岩国市から周南市まで分布するが、周南市と下松市の許可隻数は少なく、光市以东に分布の多いことが特徴であった。

小型底びき網漁業許可の種類別に許可を所有する漁船のトン数階層別隻数を図 3 に示した。えびこぎ網、けた網および貝けた網においては、最も隻数が多い階層はいずれも 4 トン以上 5 トン未満の階層で、当該階

\* 2 2008 年 9 月 1 日に伊予灘における漁業に関する協定が発効し、伊予灘漁場面積に関して若干の変更が生じた。

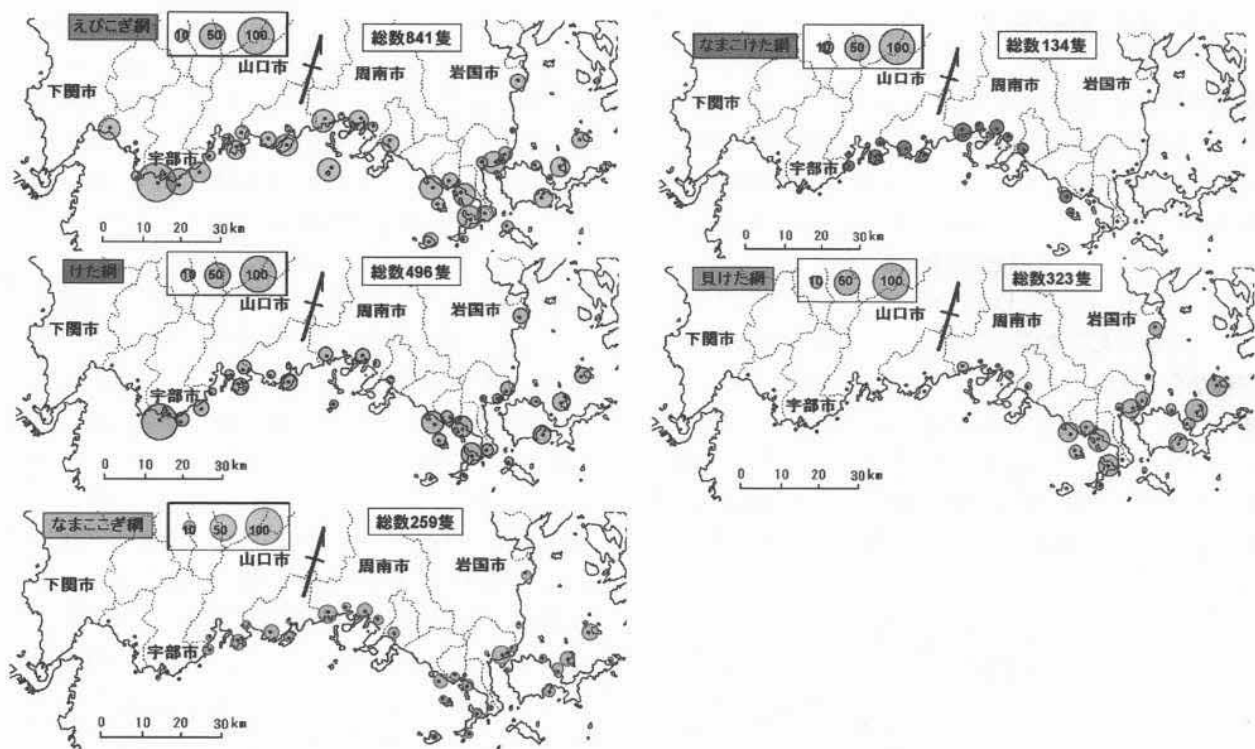


図2 小型底びき網漁業許可の地理的分布

層が許可の種類別全隻数のそれぞれ63%、83%および52%を占めた。なまここぎ網およびなまこけた網においては、最も隻数が多い階層はいずれも2トン以上3トン未満の階層で、当該階層が許可の種類別全隻数のそれぞれ69%および63%を占めた。えびこぎ網、けた網および貝けた網の許可は、山口県漁業調整規則により、5トン未満の漁船に限定されており、なまここ

ぎ網およびなまこけた網の許可は3トン未満の漁船に限定されている。漁業者は漁船のトン数制限の範囲内で大きい漁船ほど漁業経営に有利であると考えていることが窺われた。

何らかの小型底びき網漁業許可を所有する漁船延べ2,053隻について、許可の種類別に船齢分布を図4に示した。いずれの小型底びき網漁業許可所有漁船についても平均船齢はほぼ同じで、えびこぎ網24.3年、けた網24.4年、なまここぎ網24.1年、なまこけた網

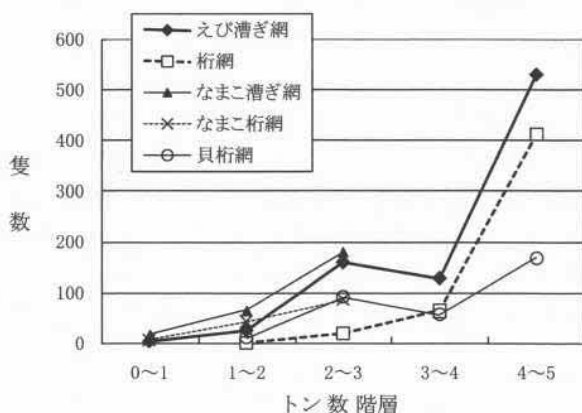


図3 小型底びき網漁業許可を有する漁船のトン数階層別隻数  
複数の底びき網漁業許可を重複して所有する漁船があるため、許可ごとの隻数合計は全底びき網漁船隻数を上回る。

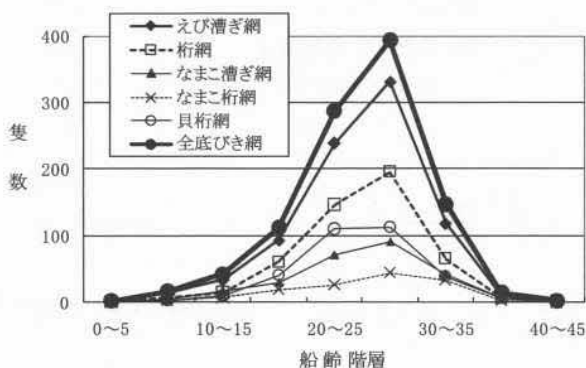


図4 小型底びき網漁業許可を有する漁船の船齢階層別隻数  
複数の底びき網漁業許可を重複して所有する漁船があるため、許可ごとの隻数合計は全底びき網漁船隻数を上回る。

24.7年、貝けた網24.3年、全底びき網漁船については、24.3年であった。全ての種類の小型底びき網漁業許可所有漁船に共通する特徴として、船齢25年以上30年未満階層が最も多いこと、30年以上の階層は隻数が減少し、35年以上の階層はきわめて少ないことが見られた。図4に示す全底びき網許可所有漁船実隻数1,016隻の船齢階層内訳についてみると、船齢35年以上は17隻(1.7%)であり、また、最近10年間に進水した底びき網漁船は18隻(1.8%)に過ぎず、さらに最近5年間については、わずか2隻(0.2%)しかなかった。これらの特性から、全小型底びき網漁業許可所有漁船についての船齢階層別分布隻数ヒストグラムは、船齢25年以上30年未満の階層を最頻値とする単峰形を示し、船齢20年以上35年未満という限られた船齢階層範囲に827隻、全体の81.4%が分布していた。

小型底びき網標本漁船について、月別出漁回数を図5に示した。月別出漁回数の最大値、最小値および平均値を1989年から2006年までの18年間について計算した。ただし、小型底びき網漁業の月間出漁回数が0の漁船は、計算から除外した。月間出漁回数は、8.0から14.8回で、月間出漁回数総平均は11.2回、月間出漁回数平均値の年間合計は134.4回であった。出漁回数が低下する月は、4、5月および9月で、それぞれ8.2回、8.0回および8.1回であった。これらの月には、瀬戸内海における小型底びき網2種の操業禁止期間があり、操業禁止期間の存在が月間出漁回数低下に影響していることが窺われた。出漁回数が増加する月は、12月で17.1回であった。なお、出漁回数と出漁日数は概ね同じといえるが、単純な比例関係でないことに注意する必要がある。これは、周防灘における

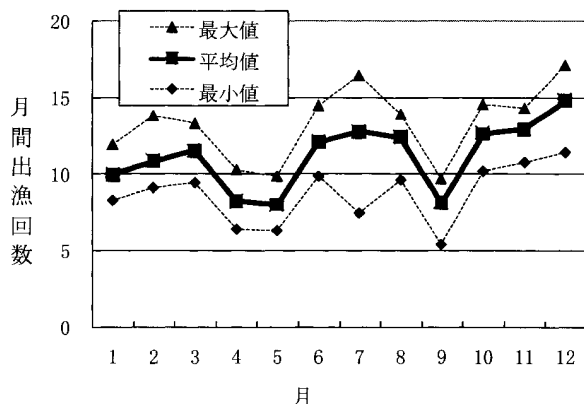


図5 小型底びき網標本漁船の月別出漁回数  
(1986～2006年の月別平均)

当該月に小型底びき網漁業を操業しなかった漁船は除いて平均した。

小型底びき網の操業形態は、前日夕方出漁して翌日早朝に帰港するか、早朝に出漁して、当日夕方に帰港するかの2種類で、いずれも1日の操業と読み替えることが可能であることに対して、伊予灘においては、これらの形態のほかに3日間にわたって操業する形態があるためである。

小型底びき網標本漁船について、年間の出漁回数平均値と標本漁船中の年間最大出漁回数を図6に示した。年間出漁回数平均値は、1989年には146.3回であったが、漸減傾向を示し、2006年には129.6回まで減少した。年間最大出漁回数は、1989年の220回から1998年の140回まで年変動が大きいが、2001年に205回、2006年に202回を記録しており、経年的な減少傾向は示していない。標本漁船は、適宜、調査客体の入れ替えを行っているものの、全体的には高齢化が進行しているので、基本的には標本漁船の出漁回数は減少傾向にあると想定されるが、客体の一部入れ替えにより出漁回数の多い客体に加わることが時々あること、出漁回数の多い客体も一時的に他種漁業へ転換したり、けが・病気休漁などで必ずしも周年底びき網を操業しない場合があることなどが年間最大出漁回数の変動が大きく、特定の傾向を示さない原因として考えられた。

小型底びき網標本漁船の1回出漁あたり年間海上労働時間平均値を1986年から2006年について計算し、表4に示した。18年間の平均値は、伊予灘のえびこぎ網が27.5時間、伊予灘のけた網が11.3時間、周防灘のえびこぎ網が11.4時間、周防灘のけた網が10.0時間で、伊予灘と周防灘を合わせたえびこぎ網標本漁船については、14.5時間、けた網標本漁船については10.2時間であった。また、海上労働時間の年変動については、伊予灘のけた網が、10.3～14.2時間、周

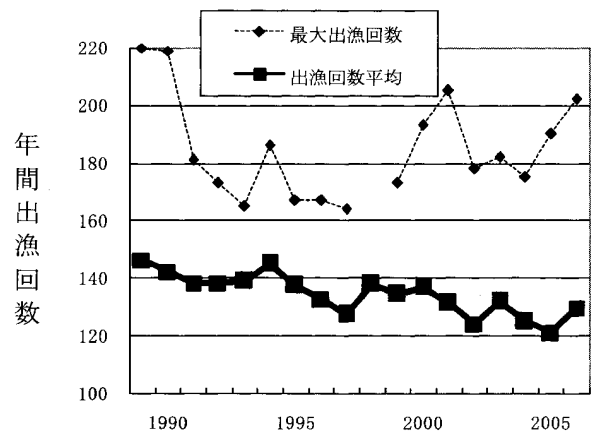


図6 小型底びき網標本漁船の年間出漁回数

表 4 小型底びき網標本漁船の 1 回出漁あたり平均海上労働時間

1994～1997 年は海上労働時間データが欠落のため、灘別漁法別に調査年全体の平均値を当てた。

| 年    | 伊予灘   |      |      | 周防灘   |      |      | 全海域   |      |      |
|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|
|      | えび漕ぎ網 | 桁網   | 全体   | えび漕ぎ網 | 桁網   | 全体   | えび漕ぎ網 | 桁網   | 全体   |
| 1989 | 23.4  | 12.1 | 19.5 | 11.1  | 10.3 | 10.9 | 13.9  | 10.7 | 12.8 |
| 1990 | 25.5  | 11.5 | 20.0 | 11.2  | 10.2 | 10.8 | 15.0  | 10.5 | 13.1 |
| 1991 | 25.8  | 10.3 | 20.3 | 10.8  | 10.1 | 10.6 | 15.1  | 10.2 | 13.4 |
| 1992 | 27.9  | 11.3 | 22.5 | 10.5  | 10.1 | 10.3 | 14.3  | 10.3 | 12.9 |
| 1993 | 25.6  | 11.0 | 20.9 | 10.3  | 10.0 | 10.2 | 14.8  | 10.2 | 13.0 |
| 1994 | 27.5  | 11.3 | 21.5 | 11.4  | 10.0 | 10.8 | 14.5  | 10.2 | 12.8 |
| 1995 |       |      |      |       |      |      |       |      |      |
| 1996 |       |      |      |       |      |      |       |      |      |
| 1997 |       |      |      |       |      |      |       |      |      |
| 1998 | 43.1  | 10.9 | 26.1 | 11.4  | 9.5  | 10.4 | 13.8  | 9.6  | 11.5 |
| 1999 | 29.0  | 11.0 | 23.0 | 11.6  | 9.9  | 10.9 | 14.6  | 10.0 | 12.9 |
| 2000 | 26.9  | 10.6 | 22.6 | 12.1  | 9.9  | 11.3 | 14.3  | 9.9  | 12.7 |
| 2001 | 34.3  | 10.7 | 26.6 | 11.3  | 9.6  | 10.6 | 16.0  | 9.7  | 13.6 |
| 2002 | 28.1  | 14.2 | 23.4 | 12.2  | 10.1 | 11.1 | 15.9  | 10.6 | 13.4 |
| 2003 | 23.7  | 10.5 | 19.2 | 12.3  | 10.0 | 11.3 | 14.7  | 10.1 | 12.7 |
| 2004 | 26.5  | 11.3 | 20.4 | 12.2  | 10.1 | 11.2 | 14.6  | 10.3 | 12.6 |
| 2005 | 25.3  | 11.5 | 20.4 | 11.8  | 10.0 | 11.0 | 13.8  | 10.1 | 12.2 |
| 2006 | 19.2  | 11.4 | 16.7 | 11.3  | 10.1 | 10.8 | 12.8  | 10.2 | 11.8 |

防灘のえびこぎ網が 10.3～12.3 時間、周防灘のけた網が 9.5～10.3 時間と比較的小さく、経年的に増加あるいは減少する傾向は見られなかった。一方、伊予灘のえびこぎ網海上労働時間年変動については、19.2～43.1 時間と著しく大きかった。これは、前述した 3 日間の操業を行う標本漁船の混入割合が毎年大きく変動することにより引き起こされたものであった。

小型底びき網漁業生産量に占める小型えび類生産量について、山口農林水産統計により作図して、図 7 に示した。1986 年から 2005 年までの 20 年間で小型底びき網の生産量は、13,842 トンから 4,646 トンと 33.5%までに減少した。同期間における小型底びき網による小型えび類の生産量は、6,064 トンから 1,253 トンと 20.7%までに減少した。同期間における小型底びき網漁業生産量に占める小型えび類生産量は、47.8%から 27.0%に減少した。小型底びき網漁業は、小型えび類を主要な漁獲対象としていたが、小型底びき網漁業生産量に占める小型えび類生産量の割合

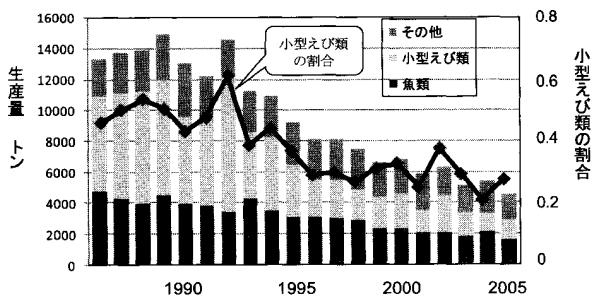


図 7 小型底びき網漁業生産量と生産量に占める小型えび類生産量の割合（山口農林水産統計）

は、1995 年から 1996 年の間に急減し、1996 年以降、小型底びき網漁業は生産量において、小型えび類に対する依存が低下していることが示された。

小型底びき網漁業の出漁日数と経営体数について、山口農林水産統計により作図して、図 8 に示した。1986 年から 2005 年までの 20 年間で小型底びき網の出漁日数は、160,072 日から 72,432 日と 45.2%に減少した。同期間に小型底びき網漁労体数は、2,503 統から 1,132 統と 45.2%に減少した。

クルマエビ、ガザミ、ぶとえび、赤えび、マコガレイ、イシガレイ、メイタガレイおよびヒラメについて、小型底びき網標本漁船の 1 回出漁あたり漁獲量の経年変化を図 9 に示した。西暦年に対する小型底びき網標本漁船の 1 回出漁あたり漁獲量の回帰係数（勾配）が正值を示した魚種、すなわち図 9 中の回帰直線が上向きの魚種は、クルマエビ、ガザミ、イシガレイ、メイタガレイおよびヒラメの 5 魚種であった。回帰係数（勾配）が負値を示した魚種、すなわち図 9 中

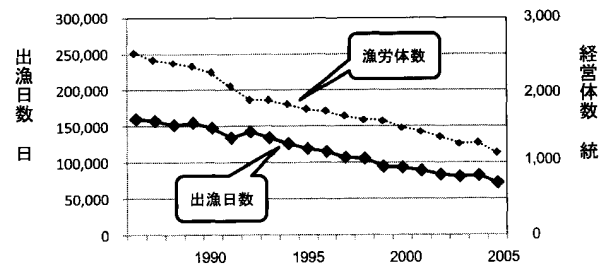


図 8 小型底びき網の出漁日数と漁労体数（山口農林水産統計）

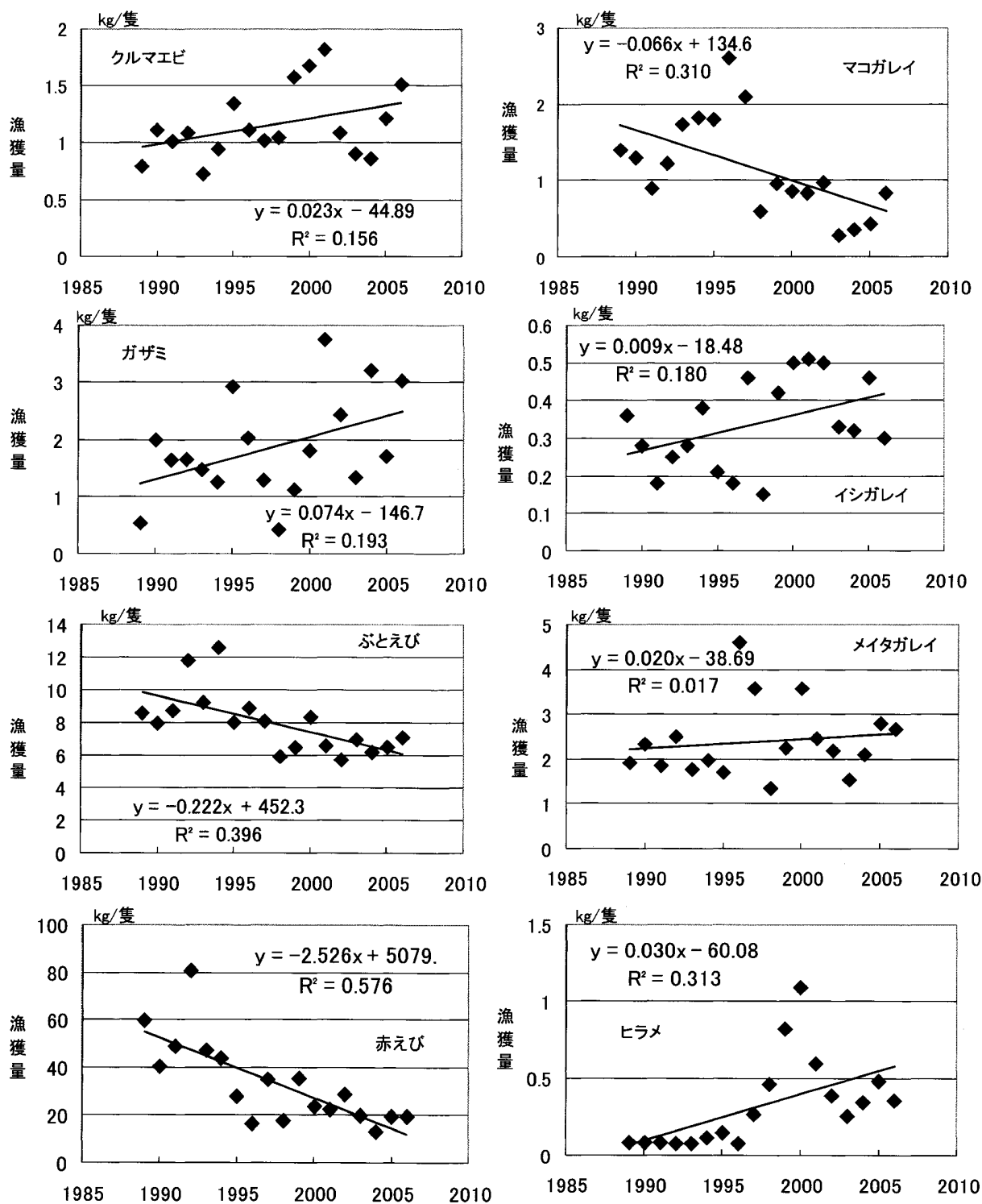


図 9 小型底びき網標本漁船の 1 回出漁あたり魚種別漁獲量の変化

の回帰直線が下向きの魚種は、ぶとえび、赤えびおよびマコガレイの 3 種であった。これらのうち、回帰係数が有意と判定された魚種と判定結果は、ぶとえびが減少 ( $t = 3.243 > t(16, 0.01)$ )、赤えびが減少 ( $t = 4.669 > t(16, 0.001)$ )、マコガレイが減少 ( $t = 2.682 > t(16, 0.05)$ ) およびヒラメが増加 ( $t = 2.706 > t$

(16, 0.05)) であった。

小型底びき網標本漁船の 1 回出漁あたり漁獲量について、2002 年から 2006 年の最近 5 年間における平均値と 1989 年から 2001 年の 13 年間における平均値が有意に異なった魚種と近年の資源水準についての判定結果は、ぶとえびが低位 ( $t = 2.341 > t(16, 0.05)$ )、

表5 小型底びき網標本漁船の1回出漁あたり魚種別漁獲量から判定した主要漁獲対象種の資源水準

|      | クルマエビ | ガザミ | ぶとえび | 赤えび | マコガレイ | イシガレイ | メイトガレイ | ヒラメ |
|------|-------|-----|------|-----|-------|-------|--------|-----|
| 資源水準 | 中位    | 中位  | 低位   | 低位  | 低位    | 中位    | 中位     | 中位  |
| 資源動向 | 横這い   | 横這い | 減少   | 減少  | 減少    | 横這い   | 横這い    | 増加  |

赤えびが低位 ( $t = 2.17 > t(16, 0.05)$ ) およびマコガレイが低位 ( $t = 2.909 > t(16, 0.05)$ ) で、高位と判定された魚種はなかった。小型底びき網標本漁船の1回出漁あたり魚種別漁獲量から判定した主要漁獲対象種の資源水準と資源動向については、表5に示すとおりであった。

## 考 察

山口県瀬戸内海における小型底びき網漁業の漁業生産は、2005年には全漁業生産量の38.8%を占めている。山口県瀬戸内海における水産業振興を図る上で、主幹漁業である小型底びき網の振興は欠かすことができないであろう。しかしながら、小型底びき網漁労体数は、1986年から2005年までの20年間で2,503統から1,132統まで、半分以上の45.2%に減少した。今後の小型底びき網漁労体数の動向は、全小型底びき網漁業許可所有漁船1,016隻の船齢階層別隻数分布(図4)から次のように想定される。現在、船齢20年以上35年未満の階層に全体の81.4%が集中しているが、10年後には、この階層は船齢30年以上45年未満になる。図4に示す船齢階層別隻数分布は、船齢30年以上の漁船は大幅に減少し、船齢35年以上の漁船は、ほとんどなくなるという傾向を示している。船齢と船主年齢は強い相関があると考えられるので、この傾向が普遍的なものであるとすると、現在、底びき

網漁船の81.4%を占める階層は、10年後には激減するであろう。一方、最近の10年間における新船建造隻数は、17隻と全体の1.7%であったので、小型底びき網漁業を取り巻く環境に変化がなければ、今後の新船建造隻数が増加することはないであろう。その結果、10年後の小型底びき網漁船隻数は、現在の半以下に減少することが予想される。

ここで、小型底びき網漁船による曳網面積を推定するため、漁場往復時間、漁場滞在時間に占める曳網時間の割合、網口の幅および曳網速度を表6のとおり仮定すると、小型底びき網の曳網面積は、1989年においては32,722km<sup>2</sup>、2005年においては15,598km<sup>2</sup>と推定される。小型底びき網曳網面積は、1989年から2005年の間に47.7%まで減少したと考えられる。今後、10年以内に小型底びき網漁船隻数は、更に半減すると見込まれるから、山口県瀬戸内海水産業振興を図るには、小型底びき網漁業生産量の維持・増大が急務であろう。経営体数、出漁日数などの努力量を構成する要素は、今後とも減少する見込みの中で、漁業生産量の維持・増大を図るには、努力量構成要素の一つである漁獲効率を高めることが必要であると考え

る。小型底びき網漁業の漁獲効率を高めるにあたっては、小型底びき網漁獲対象資源への影響を考慮する必要がある。ぶとえび、赤えびなど小型えび類は、漁獲量が減少し、標本漁船の1回出漁あたり漁獲量も減少

表6 小型底びき網漁船による年間曳網面積の推定

| 項目                      | 1989年  |        |         | 2005年  |        |        |
|-------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
|                         | 底びき網2種 | 底びき網3種 | 合 計     | 底びき網2種 | 底びき網3種 | 合 計    |
| 海上労働時間                  | 13.9   | 10.7   |         | 13.8   | 10.1   |        |
| 漁場往復時間                  | 4      | 3      |         | 4      | 3      |        |
| 漁場滞在時間                  | 9.9    | 7.7    |         | 9.8    | 7.1    |        |
| 曳網時間割合                  | 0.8    | 0.8    |         | 0.8    | 0.8    |        |
| 曳網時間                    | 7.92   | 6.16   |         | 7.84   | 5.68   |        |
| 網口の幅 (m)                | 10     | 3      |         | 10     | 3      |        |
| 曳網速度 (km/h)             | 3.7    | 5.6    |         | 3.7    | 5.6    |        |
| 出漁日数 *                  | 87,596 | 68,148 | 155,744 | 44,625 | 27,807 | 72,432 |
| 曳網面積 (km <sup>2</sup> ) | 25,669 | 7,053  | 32,722  | 12,945 | 2,653  | 15,598 |

\* 山口農林水産統計年報

して資源が減少したように見える。しかし、底びき網漁業者が高齢化したことにより、魚捕り網の内容物から小型えび類を選り出す作業が困難になったため、小型えび類が漁獲対象から外れつつある実態を漁業者が語るのも、必ずしも漁獲量や単位努力あたり漁獲量が漁獲対象資源の動向を全て反映しているものではない。小型底びき網漁獲対象資源の利用実態を把握しながら、漁獲対象資源について診断を行い、監視を継続することは、瀬戸内海漁業資源研究の重要な、かつ、急を要する課題であると考えらる。

## 文 献

- 1) 田中昌一(1998):水産資源学総論, 恒星社恒星閣, 東京, pp. 35-41.
- 2) 川端幸蔵(1986):回帰と相関. 応用統計ハンドブック(奥野忠一), 養賢堂, 東京, pp. 91-105.
- 3) 鐵 健司(1986):分布と検定・推定. 応用統計ハンドブック(奥野忠一), 養賢堂, 東京, pp. 47-54.
- 4) 水産庁南西海区水産研究所(1982):200カイリ水域内漁業資源総合調査指針(瀬戸内海域). pp. 31-42.

# 山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の 経営実態について

木村 博

## On Cash Flow and Labor Productivity of Trawling in the Seto Inland Sea off Yamaguchi Prefecture

Hiroshi KIMURA

The cash flow information on the trawling was collected from monthly forms which were submitted by fishermen engaged in several kinds of fishing during April 1992 to March 2007. Informations on working hours in a trip and amount of harvest were obtained from diaries submitted by trawlermen during 1989 to 2006.

Both a number of trip and the amount of harvest decreased in relation to aging of fisherman society. Working hours on shipboard at a trip, amount of harvest at a trip, number of trip in a year and the ratio of ordinary income to the amount of harvest were 11.9 hours, 40,201 yen, 101.2 and 0.285 respectively in 2006. With a few assumptions, they were estimated as follows. Ordinary income of trawler was 1,197,040 yen, total working hours on shipboard and on land was 1,432 hours, so per hour labor productivity of trawler was 836 yen in 2006. Comparing the trawler in terms of labor economics with a male company worker who works in a company of scale between ten and ninety nine workers in Yamaguchi prefecture, the working hours was 63.8 %, the annual income was 31.5% and the per hour labor productivity was 49.4% respectively. If the trawler earns the same amount as the company worker including recapture of depreciation, it needs a harvest of 8,883,096 yen a year or 740,258 yen a month, and it was equal to 221 trips or 3,072 hours work a year.

The author concluded that policy actions which aim at increasing fishing effort of the trawling should be adopted in such a way of improving fishing efficiency. It is effective to maintain marine products industry of the region, because the trawling is a main fishing in the Seto Inland Sea off Yamaguchi prefecture.

**key words :** cash flow, labor productivity, trawling, break even point, Seto Inland Sea

山口県瀬戸内海の漁業振興を検討する上で必要な資料を得るため、山口県瀬戸内海における主幹漁業である小型機船底びき網手繰第二種および小型機船底びき網手繰り第三種（以下、それぞれ「小型底びき網2種」および「小型底びき網3種」という。）漁業について、既存資料を整理し、解析を行った。前報<sup>1)</sup>では、小型底びき網漁業の操業実態について解析したので、本報では、経営実態について解析を行った。この報告においては、小型底びき網とは小型底びき網2種および小型底びき網3種を意味する。

## 材料および方法

小型底びき網漁業の主要な漁獲対象魚についての単価、小型底びき網漁船1回出漁あたり水揚げ金額および海上労働時間については、1989年から2006年までの小型底びき網標本漁船調査により把握した。2006年の小型底びき網標本漁船調査結果に基づいて、小型底びき網漁業月別労働と生産に関するモデルを作成した。労働時間を算出するにあたっては、海上労働

時間と陸上労働時間を合算する必要があるが、陸上労働時間については調査していないので、小型底びき網漁業の陸上労働時間の大部分は出荷販売と仮定し、これに要する労働時間を2時間と見積もった。また、漁業所得を計算するにあたっては、後述する小型底びき網漁業経営モデルにおける漁業収入と漁業支出の関係式を用いた。小型底びき網漁業月別労働と生産に関するモデルは、小型底びき網標準漁船調査結果を単純に合算したものであり、伊予灘と周防灘、およびえびこぎ網と桁網に関する資料抽出率等のウェイト付けは行わなかった。小型底びき網標準漁船調査の方法については、前報<sup>1)</sup>に述べたとおりである。

漁業経営調査は、漁業経営者に調査票を配付して、月単位で記入してもらう方法で行った。小型底びき網漁業に関する収支は、経営調査客体が小型底びき網を専業もしくは兼業として操業した月を抽出することで把握した。調査は、1992年4月から2007年3月まで実施した。調査客体は、調査年度により若干の入れ替わりがあったが、協力を得た経営体実数は26経営体であった。1992年度から2004年度の間は、毎年、調査客体数10から21経営体を維持したが、2005年度と2006年度は、それぞれ7経営体、6経営体に減少した。調査票の記入項目は、表1に示すとおり当該月に操業した漁業種類と出漁回数、ならびに漁業収入と漁業支出とした。なお、漁業支出項目のうち、漁具・船具代、修繕費、損害保険料、その他の必要経費および雑費は、月間金額を1年分合計した後、12等分して、各月の支出額に配分した。漁業資産の減価償却費、自家労賃、公租公課および漁業外収入と漁業外支出については、調査対象としなかった。同一の月に小型底びき網漁業とその他の漁業を操業した場合は、出漁回数の最も多い漁業種類を当該月の漁業種類とみなした。小型底びき網漁業を営んだ経営体の収入および支出金額は、月単位で全客体の平均を計算し、その12ヶ月

合計値を年間の漁業収入および漁業支出金額とし、当該年の小型底びき網漁業経営モデルとした。2006年の小型底びき網漁業経営モデルにおける漁業収入と漁業支出から、最小自乗法<sup>2)</sup>により固定経費、流動経費および損益分岐点を求めた。

減価償却費は、経営体ごとの差異が著しく大きく、経営調査客体の漁業資産調査からモデル値を見いだすことが困難であったため、小型底びき網漁業経営モデルにおいては、仮定値として月額80,000円を設定した。

小型底びき網漁業経営モデルにおける小型底びき網漁業者の自家労賃は、賃金構造基本統計調査報告書<sup>3)</sup>により、18歳から64歳までの企業労働者が1年間に受け取る給与および賞与額合計の月平均、言い換えると、企業労働者が18歳から64歳まで47年間に受け取る給与額の564ヶ月(47年×12月)分の1として、次式により見積もった。

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (a_{ij} \times 12 + b_{ij}) / (47 \times 12)$$

$a$  = 給与月額       $b$  = 年間賞与等  
 $i$  = 年齢階層       $j$  = 階層内年数

また、企業労働者の労働時間も上式に準じて見積もった。給与額および労働時間を計算する対象とした統計値は、山口県・産業計・男・企業規模10～99人の統計値とした。この報告において、企業労働者が18歳から64歳までの間に受け取る給与と賞与額の合計および同期間の労働時間をそれぞれ、生涯給与および生涯労働時間ということとする。

小型底びき網2種および小型底びき網3種には、地方名称で呼ばれる複数の漁法が含まれるが、漁法を特定できる場合には、えびこぎ網(小型底びき網2種)、桁網(小型底びき網3種)という地方名称で表記した。

## 結 果

小型底びき網漁業の主要な漁獲対象種であるマコガレイ、イシガレイ、メイトガレイ、ヒラメ、クルマエビ、ガザミ、ぶとえびおよび赤えびの8魚種の単価は、1989年から2006年について表2に示した。また、表2には、8魚種を合算した単価(8魚種合計金額/8魚種合計重量)を合わせて掲げた。マコガレイ、イシガレイ、メイトガレイは1991年に最高値が出現し、クルマエビ、ガザミ、ヒラメは、1993年に最高値が出現した。これらの魚種の単価は、最高値記録後、下落し、低迷を続けた。クルマエビ、ヒラメ、マコガレイ、メイトガレイにおいては、最低値が2005年から2006年に出現しており、下落傾向が続いてい

表1 漁業経営調査における調査項目

表中の○印を付した漁業支出項目は、モデル化にあたり月間金額の年計を12等分して各月に配分した。

| 調 査 項 目 |         |        |           |
|---------|---------|--------|-----------|
| 一般項目    | 漁業収入    | 漁業支出   | 年間<br>均等割 |
| 年       | 水揚げ金額   | 組合手数料  |           |
| 月       | その他漁業収入 | 油代     |           |
| 漁業種類    |         | 氷代・保管料 |           |
| 出漁回数    |         | 箱代     |           |
| 漁業種類    |         | 餌代     |           |
| 出漁回数    |         | 漁具・船具代 | ○         |
| 漁業種類    |         | 傭人費    |           |
| 出漁回数    |         | 修繕費    | ○         |
|         |         | 損害保険料  | ○         |
|         |         | その他必要経 | ○         |
|         |         | 雑費     | ○         |

表2 標本船日誌調査から求めた小型底びき網主要漁獲対象種の年間単価

表中の下線を付した数値は調査期間中の最高値、斜体太字は最低値をそれぞれ表す。平均値(1)は1989～1991年の、平均値(2)は2004～2006年のそれぞれ平均単価を表す。騰落率(%)は、 $(1 - (2) / (1)) \times 100$ により計算した。有意水準の星印\*、\*\*、\*\*\*は、それぞれ平均値(1)と(2)の差に関するt-検定もしくはWelchのt-検定における5%、1%、0.1%有意を表す。

| 年      | クルマエビ        | ガザミ          | ヒラメ          | マコガレイ        | イシガレイ        | メイトガレイ       | ぶとえび       | 赤えび        | 8魚種合算      |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|
| 1989   | 4,981        | 1,783        | 2,578        | 1,113        | 1,318        | 917          | 711        | 165        | 371        |
| 1990   | 5,015        | 1,151        | 3,084        | 1,036        | 1,268        | 979          | 796        | 227        | 502        |
| 1991   | 5,164        | 1,679        | 2,865        | <u>1,147</u> | <u>1,351</u> | <u>1,087</u> | 732        | 206        | 457        |
| 1992   | 5,251        | 1,828        | 3,127        | 953          | 1,057        | 999          | 686        | 172        | 366        |
| 1993   | <u>5,961</u> | <u>2,111</u> | <u>3,348</u> | 997          | 980          | 1,002        | 823        | 224        | 508        |
| 1994   | 4,839        | 1,723        | 2,317        | 816          | 859          | 957          | <b>666</b> | 220        | 479        |
| 1995   | 4,646        | 1,131        | 1,870        | 805          | 978          | 703          | <u>880</u> | 273        | 656        |
| 1996   | 4,866        | 1,512        | 1,879        | 728          | 1,027        | 633          | 827        | 269        | <u>716</u> |
| 1997   | 4,630        | 1,896        | 2,155        | 673          | 740          | 689          | 866        | 225        | 566        |
| 1998   | 4,558        | 1,736        | 1,918        | 717          | 807          | 696          | 831        | 232        | 631        |
| 1999   | 4,267        | 1,853        | 1,603        | 717          | <i>715</i>   | 760          | 787        | 222        | 520        |
| 2000   | 4,110        | 1,161        | 1,484        | 750          | 938          | 616          | 695        | 240        | 594        |
| 2001   | 4,048        | <i>990</i>   | 1,463        | 693          | 855          | 681          | 796        | 268        | 642        |
| 2002   | 4,683        | 1,387        | 1,783        | 730          | 737          | 629          | 711        | 267        | 546        |
| 2003   | 4,517        | 1,617        | 1,572        | 746          | 809          | 686          | 689        | 270        | 575        |
| 2004   | 4,475        | 1,108        | 1,314        | 730          | 790          | 571          | 781        | <u>348</u> | 711        |
| 2005   | 4,181        | 1,675        | <i>1,186</i> | 741          | 748          | 564          | 771        | 303        | 657        |
| 2006   | <i>3,893</i> | 1,104        | 1,227        | <i>497</i>   | 778          | <i>559</i>   | 755        | 318        | 657        |
| 平均値(1) | 5,053        | 1,538        | 2,842        | 1,099        | 1,312        | 994          | 746        | 199        | 443        |
| 平均値(2) | 4,183        | 1,296        | 1,242        | 656          | 772          | 565          | 769        | 323        | 675        |
| 騰落率%   | -17.2        | -15.7        | -56.3        | -40.3        | -41.2        | -43.2        | 3.1        | 62.3       | 52.4       |
| 有意水準   |              |              | **           |              | ***          | *            |            | *          | *          |

ることを示した。一方、赤えび単価は、1989年に最低値を記録した後、上昇し、2004年に最高値が出現し、2006年においても高水準にあるなど前述の6魚種とは対照的な動向を示した。また、ぶとえび単価は、1994年に最低値が出現したが、翌年の1995年に最高値を記録し、その後の下落もわずかであった。

1989年から1991年までの3年間の平均単価と2004年から2006年までの3年間の平均単価を比較すると、ヒラメ、マコガレイ、イシガレイ、メイトガレイ等の魚類は、40.3%から56.3%の大幅な下落であった。これに対して、クルマエビとガザミは、それぞれ17.2%および15.7%と下落幅は小さく、ぶとえびと赤えびは、それぞれ3.1%および62.3%の上昇をした。このように甲殻類の単価動向は、小幅な下落ないし上昇を示し、大幅な下落傾向にある魚類の単価動向とは異なることが見られた。8魚種を合算した単価は、52.4%上昇し、8魚種漁獲量に占める赤えびの割合が多いことを示すとともに、小型底びき網標本漁船は、赤えびやぶとえびなどの小型えび類を主要な漁獲対象としていることを示した。ヒラメ、イシガレイ、メイトガレイ、赤えびならびに8魚種合算単価についての1989年から1991年までの3年間の平均単価と2004年から2006年までの3年間の平均単価は、平均値の差に関するt-検定(分散に有意差がある場合にはWelchのt-検定)<sup>4)</sup>において有意差が認められた。

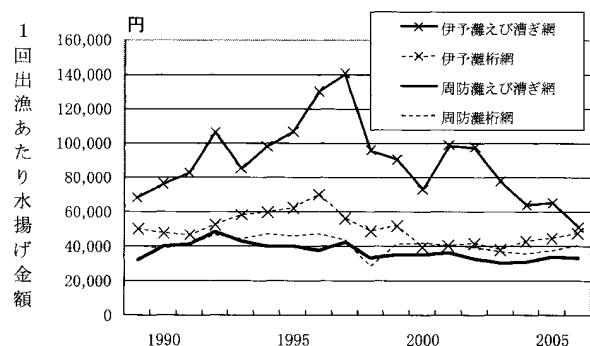


図1 小型底びき網標本漁船の1回出漁あたり水揚げ金額

小型底びき網標本漁船1回出漁あたり水揚げ金額は、1989年から2006年の間について図1に示した。伊予灘のえびこぎ網は、夕方出漁して翌朝帰る操業形式の他に2～3日にわたる操業形式があるので、海上労働時間の平均値は長く、かつ標本漁船の操業形式の混合割合によって大きく変化する<sup>1)</sup>。このため、伊予灘のえびこぎ網1回出漁あたり水揚げ金額は、51,206円から140,380円と金額が大きいことに加えて、年により変動が大きく、平均は89,212円、近年は低下傾向にあった。伊予灘の桁網は、37,940円から70,050円と変動が大きく、平均は49,908円、近年は低位安定傾向にあった。周防灘のえびこぎ網は、30,479円から48,303円で、変動が比較的小さく、

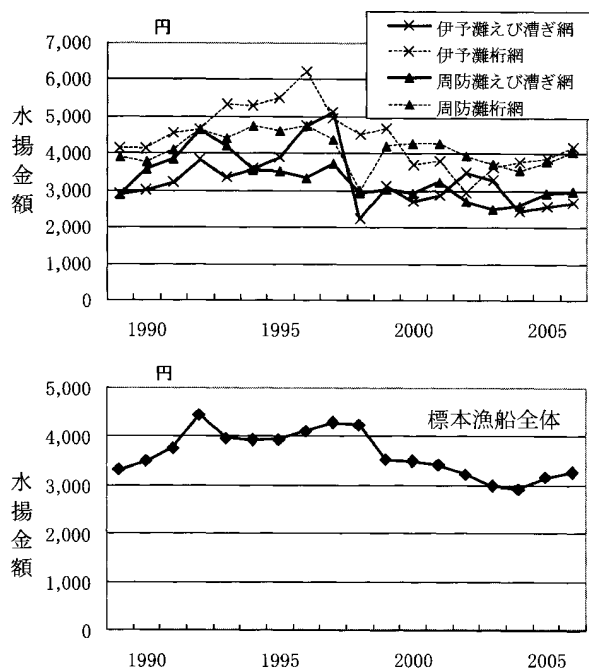


図2 小型底びき網標本漁船の海上労働1時間あたり水揚げ金額

平均は37,007円、近年は低位安定傾向にあった。周防灘の桁網は、28,319円から47,259円で、変動は比較的小さく、平均は40,936円、近年はわずかな低位安定傾向にあった。

標本漁船の海上労働1時間あたりの水揚げ金額は、1989年から2006年について図2に示した。伊予灘のえびこぎ網は、2,217円から5,105円、平均は3,266円であった。伊予灘の桁網は、2,953円から6,199円、平均は4,432円であった。周防灘のえびこぎ網は、2,478円から4,613円、平均は3,263円であった。周防灘の桁網は、2,985円から4,763円、平均は4,097円であった。客体全体では、2,941円から4,461円、平均は3,653円であった。

海上労働1時間あたりの水揚げ金額について、

1989年から1991年までの3年間と2004年から2006年までの3年間の平均値を比較すると、伊予灘のえびこぎ網は15.9%の減少、桁網は7.6%の減少、周防灘のえびこぎ網は17.5%の減少、桁網は3.3%の減少であった。全客体については11.5%の減少であった。なお、海上労働1時間あたりの水揚げ金額平均値について、1989年から1991年までの3年間と2004年から2006年までの3年間の平均値を比較すると、伊予灘、周防灘ともえびこぎ網と桁網の平均値の差は、t検定で有意とならなかった。

海上労働1時間あたりの水揚げ金額について、同一灘におけるえびこぎ網と桁網の漁具を比較した。伊予灘と周防灘それぞれについて同一年のえびこぎ網と桁網の値を対にし、対応のある場合の平均値の差に関するt検定<sup>4)</sup>を行ったところ、伊予灘では桁網の方がえびこぎ網より1,166円有意に大きく( $t = 7.060 > t(17, 0.001)$ )、周防灘でも桁網の方がえびこぎ網より834円有意に大きかった( $t = 7.518 > t(17, 0.001)$ )。次いで、同一漁法における伊予灘と周防灘を比較した。えびこぎ網と桁網のそれぞれについて、同一年の伊予灘と周防灘の値を対にし、対応のある場合の平均値の差に関するt検定<sup>4)</sup>を行ったところ、えびこぎ網は伊予灘が周防灘より3円大きかったが有意ではなく( $t = 0.016 < t(17, 0.05)$ )、桁網は伊予灘が周防灘より335円有意に大きかった( $t = 2.212 > t(17, 0.05)$ )。

2006年の小型底びき網漁業の月別労働と生産に関するモデルは、表3に示した。年間出漁回数は、101.2回で、出漁回数平均値は8.4回、1月、6～8月および10～12月が平均値を上回った。1回出漁あたり海上労働時間平均は、11.9時間で、2月および4月～9月が平均値を上回った。1回出漁あたり水揚げ金額平均値は、40,201円、1月～4月、10月および12月が平均値を上回った。年間水揚げ金額は、4,201,190円、月間水揚げ金額平均値は、350,099円

表3 小型底びき網漁業の2006年における労働生産性のモデル

| 出漁回数<br>(回) | 出漁あたり<br>海上労働時間<br>(時間) | 出漁あたり<br>水揚げ金額<br>(円) | 水揚げ金額<br>(円) | 漁業所得*<br>(円)      | 海上労働時間<br>(時間) | 陸上労働時間<br>(時間) | 労働時間<br>(時間) | 労働時間あたり<br>水揚げ金額<br>(円) | 労働時間あたり<br>漁業所得<br>(円) |
|-------------|-------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|----------------|----------------|--------------|-------------------------|------------------------|
| ①           | ②                       | ③                     | ④=①×③        | ⑤=④×0.760-166,322 | ⑥=①×②          | ⑦=①×②          | ⑧=⑥+⑦        | ⑨=④÷⑧                   | ⑩=⑤÷⑧                  |
| 1月          | 9.3                     | 44,430                | 413,199      | 147,709           | 98.6           | 18.6           | 117.2        | 3,526                   | 1,261                  |
| 2月          | 5.8                     | 44,585                | 258,593      | 30,209            | 70.2           | 11.6           | 81.8         | 3,162                   | 369                    |
| 3月          | 7.6                     | 48,762                | 370,591      | 115,327           | 86.6           | 15.2           | 101.8        | 3,639                   | 1,132                  |
| 4月          | 4.2                     | 43,151                | 181,234      | -28,584           | 57.5           | 8.4            | 65.9         | 2,748                   | -433                   |
| 5月          | 6.2                     | 33,791                | 209,504      | -7,099            | 88.7           | 12.4           | 101.1        | 2,073                   | -70                    |
| 6月          | 11.0                    | 36,791                | 404,701      | 141,251           | 136.4          | 22.0           | 158.4        | 2,555                   | 892                    |
| 7月          | 11.3                    | 37,824                | 427,411      | 158,511           | 143.5          | 22.6           | 166.1        | 2,573                   | 954                    |
| 8月          | 10.7                    | 36,396                | 389,437      | 129,650           | 129.5          | 21.4           | 150.9        | 2,581                   | 859                    |
| 9月          | 7.9                     | 33,398                | 263,844      | 34,200            | 97.2           | 15.8           | 113.0        | 2,336                   | 303                    |
| 10月         | 9.6                     | 42,914                | 411,974      | 146,779           | 113.3          | 19.2           | 132.5        | 3,110                   | 1,108                  |
| 11月         | 8.8                     | 39,258                | 345,470      | 96,236            | 93.3           | 17.6           | 110.9        | 3,116                   | 868                    |
| 12月         | 11.1                    | 47,318                | 525,230      | 232,853           | 109.9          | 22.2           | 132.1        | 3,976                   | 1,763                  |
| 年間          | 101.2                   | 40,201                | 4,201,190    | 1,197,040         | 1,224.6        | 207.0          | 1,431.6      | 2,935                   | 836                    |

\* 減価償却前の漁業支出と漁業収入関係式を用いて計算した。

で、1月、3月、6～8月、10月および12月が平均値を上回った。漁業所得は、後述の漁業経営調査に基づく漁業収入と減価償却前の漁業支出関係式により計算した。年間漁業所得は、1,197,040円、月間漁業所得平均値は、99,753円で、1月、3月、6～8月、10月および12月が平均値を上回った。また、4月と5月の漁業所得は、赤字が算出された。1回出漁あたり出荷販売業務に2時間を要すると仮定して算出した労働時間は、年間1,431.6時間、月間労働時間平均値は、119.3時間で、6～8月、10月および12月が平均値を上回った。労働時間あたり水揚げ金額は、月間平均値が2,935円で、1～3月および10～12月が平均値を上回った。労働時間あたり漁業所得は、月間平均値が836円で、1月、3月、6～8月および10～12月が平均値を上回った。また、4月と5月はマイナス値が算出された。

漁業経営調査による1992年から2006年までの小型底びき網漁業収入および減価償却前の漁業支出ならびに漁業所得は、月額平均値を図3に示した。漁業収入、漁業支出および漁業所得とも経年的に減少する傾向が見られた。1992年から1994年までの3年間の平均値と2004年から2006年までの3年間の平均値を比較すると、漁業収入月額、542千円から339千円と37.4%減少し、漁業支出月額は、250千円から198千円と20.8%減少し、漁業所得は、292千円から140千円と51.8%減少した。1992年から1994年までの3年間の平均値と2004年から2006年までの3年間の平均値の差は、漁業収入月額についてのみがt検定において有意であった。漁業収入に対する漁業支出の割合は、最低が0.442（1994年）、最高が0.789（2006年）、平均が0.539であった。

賃金統計から推定した企業労働者の生涯給与等は、178,378千円、生涯給与等年間平均は、3,795千円、生涯給与等月間平均は、316,274円であった。また、

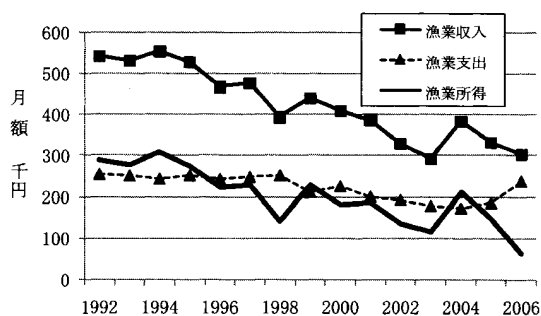


図3 経営調査による月間漁業収入、漁業支出および漁業所得  
小型底びき網漁業を操業した経営調査客体の平均値。漁業支出は、減価償却前の数値である。

賃金統計から推定した企業労働者の生涯労働時間は、105,444時間、生涯労働時間年間平均は、2,243時間、生涯労働時間月間平均は、187.0時間であった。労働時間あたりの給与等の額は、1,692円であった。

2006年の小型底びき網漁業の月別労働と生産に関するモデルにおける月間漁業所得99,753円は、企業労働者の31.5%、月間労働時間119.3時間は、企業労働者の63.8%、労働時間あたりの所得836円は、49.4%であった。

2006年に小型底びき網漁業を操業した漁業経営体について、漁業収入平均月額を説明変数（ $x$ ）とし、漁業支出平均月額を従属変数（ $y$ ）として、図4に示すAの回帰直線  $y = 0.240x + 166,322$  ( $r = 0.576$ ) を得た。この直線は、漁業支出が166,322円の固定経費と漁業収入に0.240を乗じて得られる流動経費から構成されることを示す漁業収入－漁業支出関係であった。また、漁業所得を  $y$  とすると漁業収入と漁業所得の関係は、 $y = 0.760x - 166,322$  で近似された。漁業収入－漁業支出関係直線と図中に破線で示す  $y = x$  の直線との交点a（218,845円）は、損益分岐点を表す。小型底びき網漁業の月別労働と生産に関するモデルから得た年間水揚げ金額4,201,190円の1ヶ月平均水揚げ金額350,099円を図中に星印で示した。損

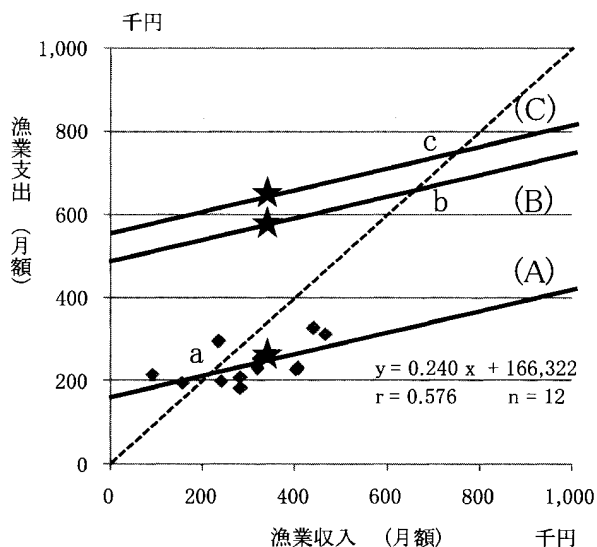


図4 小型底びき網漁業の2006年における漁業収支のモデル

小型底びき網漁業を操業した漁業経営調査客体についての月別収支相関分析に小型底びき網漁業労働生産性モデルの漁業収入平均値（星印）を加えた。a、b、cはそれぞれ直線A、B、Cの損益分岐点を表す。直線A：漁業支出に自家労賃と減価償却費を含まない場合（ $y = 0.240x + 166,322$  損益分岐点：218,845円  $y$ ：漁業支出  $x$ ：漁業収入）。直線B：直線Aに企業体労働者と同額の自家労賃を含めた場合（ $y = 0.240x + 482,596$  損益分岐点：634,995円）。直線C：直線Bに減価償却費を含めた場合（ $y = 0.240x + 562,596$  損益分岐点：740,258円）。

益分岐点 a と漁業収入観測値（星印）の x 軸上の距離 131,254 円が利益を表す。しかし、直線 A の漁業収入－漁業支出関係式には、既に述べたとおり、自家労賃と減価償却費が含まれていない。そこで、賃金統計から見積もった自家労賃を固定経費として計上した場合の漁業収入－漁業支出関係直線 B と直線式 B から求めた損益分岐点 b、さらに、減価償却費仮定値を固定経費として計上した場合の漁業収入－漁業支出関係直線 C と直線式 C から求めた損益分岐点 c を図中に示し、2006 年の小型底びき網漁業経営モデルとした。

賃金統計から見積もった自家労賃 316,274 円を固定費として上乗せした漁業収入－漁業支出関係式（B）は  $y = 0.240x + 482,596$  で、このときの損益分岐点 b は、634,995 円であった。小型底びき網漁業の月別労働と生産に関するモデルから得た平均水揚げ金額 350,099 円では、利益は出ず、284,896 円の損失であった。自家労賃と減価償却費を加えた漁業収入－漁業支出関係式（C）は、 $y = 0.240x + 562,596$  で、このときの損益分岐点 c は、740,258 円であった。小型底びき網漁業の月別労働と生産に関するモデルから得た平均水揚げ金額 350,099 円では、利益は出ず、390,159 円の損失であった。

## 考 察

山口県瀬戸内海の小型底びき網漁船の船齢は、20 年以上 35 年未満の階層が全体の 81.4% を占めることから、小型底びき網漁業者の高齢化が推定されている<sup>1)</sup>。数年以内に廃業を想定している高齢の小型底びき網漁業者の場合は、現有漁業資産が使用できる間、小型底びき網漁業に従事する一方、漁業資産の更新は計画していないであろう。小型底びき網漁業の漁業経営モデル（図 4）の直線 B は、減価償却を行わずに自家労賃を企業労働者（山口県・産業計・男・企業規模 10～99 人）の生涯給与等月間平均と同額とした場合、小型底びき網漁業の損益は、月額 284,896 円の損失となることが示された。別の表現をすると、小型底びき網漁業者は、自家労賃を月額 99,753 円、企業労働者生涯給与等月間平均の 31.5% に抑制することで、経営収支をバランスさせている。もし、小型底びき網漁業者が企業労働者生涯給与等月間平均と同じ漁業所得を得ようとするれば、月間水揚げ金額では 634,995 円、年間水揚げ金額では、7,619,940 円の水揚げをする必要がある。これを達成するためには、年間の出漁回数は、190 回、年間労働時間は、2,641 時間が必要である。この労働時間は、企業労働者生涯労働時間年間平均 2,243 時間の 118% である。

減価償却費を考慮した小型底びき網漁業の漁業経営モデル（図 4）の直線 C は、企業労働者生涯給与等月間平均と同じ漁業所得を得て、老朽化した生産財を更新しながら、小型底びき網漁業が永続するモデルである。減価償却費仮定値の月額 80,000 円は、年間値 960,000 円で、もし、47 年間小型底びき網漁業に従事すると、45,120,000 円となる。漁労機器一式込みの小型底びき網新船 1 隻、同中古船 1 隻を購入し、航海関係電装品、漁船エンジンおよび軽四トラックなどを 6 年程度で更新する場合の購入価格に相当すると考えて設定したものである。小型底びき網漁業が永続できる漁業所得を得ようとするれば、月間水揚げ金額では、740,258 円、年間水揚げ金額では、8,883,096 円の水揚げをする必要がある。年間の出漁回数は、221 回、年間労働時間は、3,072 時間が必要である。この労働時間は、企業労働者生涯労働時間年間平均 2,243 時間の 137% である。

もし、小型底びき網漁獲物単価が現状より 40% 程度高ければ、小型底びき網漁業の生産性が企業労働者の生産性を下回る現象は起こらなかったと考えられる。ここで述べた小型底びき網主要漁獲対象魚単価の動向およびその他の漁獲物単価の動向<sup>5)</sup> から、1990 年代前半から小型底びき網漁業の生産性に関わる漁獲物単価は下落し始め、ヒラメ、カレイ類単価の下落率は 40.3～56.3% に及んだ。このほかに漁業者の高齢化および漁獲対象資源の減少等が生産性の低下要因になった可能性もあり、小型底びき網漁業の生産性が低下した要因の解明は、今後の重要課題である。

小型底びき網漁業に限らず、山口県の漁業は生産環境に恵まれながら、その高いポテンシャルがうまく活用されていないという問題は、既に指摘されている<sup>6)</sup>。小型底びき網漁業を振興する方向は、大きく二つ考えられる。ひとつは、漁獲努力量を増大させること、もうひとつは、生産性を向上させることであり、より具体的には、出漁回数を増加させること、漁具の効率を高めること、高値で販売できる体制を構築することが考えられる。高値販売を目指す場合には、単価上昇が続くたとえば赤えびなどの小型えび類を主たる漁獲対象とする小型底びき網への転換も選択肢として考えられる。

小型底びき網漁業は、全国的に無許可船や類似漁業が横行した歴史があり、その抑制と秩序化の指揮を執った水産庁振興部沖合課は、小型底びき網漁業経営改善の対策として、減船（補償）により 1 隻あたりの漁獲量を増大させる政策を排除すべきとし、幼魚の漁獲を制限してその成長を待って漁獲することが必要と考えた<sup>7)</sup>。同課は、小型底びき網漁業は、着業が容易

なため、膨大な小型底びき網着業予備軍が背後にあることを前提として、1隻あたりの漁獲量を増大させる政策を排除したが、昭和58年（1983年）当時の状況は分からないものの、現在、山口県瀬戸内海において膨大な着業予備軍は既になく、小型底びき網漁業は将来にわたって秩序維持が可能であろうと考える。

標本漁船の調査と漁業経営調査は、いずれも客体である漁業者が高齢化する影響を受けていると考えられ、経年的に出漁回数や漁業所得が低下する傾向があった。かつて、年間出漁回数が220回という標本漁船もあって<sup>1)</sup>、小型底びき網漁業の経営モデルにおいて減価償却をなし得る出漁回数221回の達成も不可能ではないといえるが、企業労働者の137%の労働時間を必要としては、魅力ある産業ではない。漁獲努力量を増大させるためには、労働時間の増大も必要であるが、むしろ漁具の効率を高める方が实际的、かつ有効であると考え。

漁家経営には、漁業経営と家計が混合している特徴があり、これらの区分が営漁設計の要点であるとされるように<sup>8)</sup>、例えば、漁家の家計においては、自家消費食料購入経費が一般家計と比べて大幅に低いなどの利点があると考えられる。また、この解析では、小型底びき網漁業者の就労年齢を65歳未満としたが、健康ならば65歳以上でも小型底びき網の操業は可能であるし、小型底びき網漁業が体力的に難しくなれば、比較的少ない労力で操業できる建網や一本釣りなどの漁業に就労することができるので、小型底びき網漁業者は、企業労働者と比べて、生涯にわたる所得の総額が多くなることが考えられる。経営問題の改善ができれば、小型底びき網漁業は、魅力ある漁業であり得るし、地域を振興するために必要なポテンシャルエネルギーを発揮することが期待できると考える。

筆者は、漁業および漁業資源研究の視点から、小型底びき網漁船の魚取網目合の粗目網使用禁止の解除<sup>9)</sup>、小型底びき網3種操業開始時期を遅らせること<sup>10)</sup>

などを小型底びき網漁業の生産性を高め得る手段として示した。山口県瀬戸内海の主幹漁業を維持するためには、資源研究など一方向からのみではなく、流通関係、漁業制度関係、漁業振興関係の行政部門が漁業者、漁業協同組合、流通業者および消費者などとともに総合的に考え、対策を実施していく必要があると考える。

## 文 献

- 1) 木村 博・中村圭吾（2009）：山口県瀬戸内海における小型機船底びき網漁業の経営実態について。山口県水産研究センター研究報告，第7号，1-9.
- 2) 森田松太郎（1991）：経営分析入門。日本経済新聞社，東京，224-241.
- 3) 厚生労働省大臣官房統計情報部（2007）：平成18年賃金構造基本統計調査報告書，第4巻，318-319.
- 4) 鐵 健司（1986）：分布と検定・推定。応用統計ハンドブック（奥野忠一），養賢堂，東京，47-54.
- 5) 木村 博（2004）：山口県瀬戸内海における魚価動向とその類型化。山口県水産研究センター研究報告，第2号，151-157.
- 6) 有園真琴（2002）：山口県漁業の歴史。日本水産資源保護協会，東京，262-263.
- 7) 水産庁振興部沖合課（1983）：小型機船底びき網漁業。地球社，東京，14-18.
- 8) 山本辰義（1996）：魚家経営の診断と指導。漁協経営センター，東京，51-103.
- 9) 木村 博（2007）：幼稚魚混獲防止のための小型底びき網漁具改良—魚捕網の目合い拡大効果。山口県水産研究センター研究報告，第5号，47-54.
- 10) 木村 博（2006）：資源回復計画推進調査事業（1）周防灘における小型底びき網漁業対象資源の管理効果予測。平成17年度山口県水産研究センター事業報告，91-100.

# 山口県の内水面における魚類及び十脚甲殻類の分布 (I)

畑間俊弘・大橋 裕<sup>\*1</sup>

## Distributions of fishes and decapod crustaceans in the inland water in Yamaguchi Prefecture - (I)

Toshihiro HATAMA, Yutaka OHASHI

The distributions of fishes and decapod crustaceans were surveyed at 141 stations of 65 rivers of 26 river systems in Yamaguchi Prefecture during 1991 - 2008, then 80 species of 29 families for fishes and 13 species of 5 families for crustaceans were collected. Adding previous sampling records, distributions of 133 species of 42 families for fishes and 28 species of 11 families were confirmed. Animals in threatened categories of the red list by Ministry of the Environment and/or that of Yamaguchi Prefecture were 41 fishes and 1 crustacean. Diadromous and non-diadromous fishes were 24 and 109, respectively. 45 species of non-diadromous were brackish water and/or marine fishes.

山口県の河川は、県中央部にそびえる中国山脈を境に日本海、瀬戸内海と南北に流れ、その数も一級河川 2 水系、二級河川 108 水系、準用河川 610 河川とその他一般河川の数多くの河川が存在する。

これらの河川の多くには、治水・利水等を目的としたダムや取水堰堤等の構造物が造られている。また、各河川に接続する形で、農業用水の利用を目的とした農業用溜池といった湖沼も多数存在している。さらに、これらの湖沼と河川を繋ぐ水路等も発達しており、多種多様な魚類および十脚甲殻類が生息する環境を形成している。

しかし、河川・湖沼の環境は常に安定している訳ではなく、自然環境のなかで絶えず変化しており、時には台風、大雨等の自然災害等の事由により大きく環境が変化することもある。さらに、人為的な事由による河川改修、災害復旧工事、橋梁工事、溜池整備および圃場整備等により河川・湖沼の環境を大きく、急激に変化させてしまう場合がしばしば見受けられ、県内に生息する魚類および十脚甲殻類の生息環境にも大きな影響を与えていると推察される。

山口県の主要河川に生息する魚類については、片山

ら<sup>1)</sup>、藤岡<sup>2)</sup>により詳しい報告がなされているが、これらの報告は 1950～1969 年及び 1952～1978 年の既知の報告、情報をとりまとめたものであり、その後、酒井ら<sup>3, 4)</sup>によりハゼ科、オイカワ属魚類について 1992 年、1999 年に分布状況が調べられたが、その後の山口県全体の河川・湖沼の魚類の生息状況については、筆者による概況をとりまとめた報告<sup>5)</sup>がある程度で、詳細な生息実態等の報告は行われていない。

十脚甲殻類については、浜野ら<sup>5)</sup>、荒木ら<sup>6)</sup>により山口県の日本海側・瀬戸内海側の生息概要が報告されているのみであり、詳細な生息状況は報告はなされていない。

平成 9 年度に改正された河川法では、河川整備に際し、従来の治水、利水に加えて環境保全が義務づけられており、河川に生息する魚類および十脚甲殻類の生息情報は、河川等における各種工事における施工方法等を決定するうえで無視できない重要な項目となっている。当然、内水面漁業の振興を図るうえで、これらの生息状況を把握することは、河川環境および漁場の保全の基礎資料としても欠かすことができない。

水産研究センター内海研究部では前述の現状認識に

<sup>\*1</sup> 現(社)山口県栽培漁業公社

立ち、2001 年から内水面重要生物増殖試験事業により第五種共同漁業権が免許された主要河川の魚類および十脚甲殻類の生息状況調査をおおむね年 1 回、1 河川を対象に継続的に調査<sup>8~15)</sup>を実施している。

本来であれば全ての主要河川の調査が終了した時点で報告すべきと思われるが、前述のとおり僅かな期間に河川を取り巻く環境は急速に変化している。加えて「水辺の小わざ」<sup>16)</sup>に代表されるように、山口県管理の河川においては、施工時における魚介類の生息環境に配慮する機運も高まっている情勢から、調査途中ではあるが得られた生息情報を積極的に示していくことが、山口県の河川環境の保全のために必要であると判断し、今回前記調査<sup>8~15)</sup>に加え、筆者が 1991 ~ 2008 年までに山口県内の河川、湖沼で確認した魚類及び十脚甲殻類の状況についても併せて報告する<sup>17)</sup>。今後も、調査データーが蓄積され次第、順次報告したい。

なお、本報告に際し、オオクチバスについては既に報告済み<sup>18)</sup>であることおよびオオクチバス遊漁者へ釣り場情報を提供することになるため、オオクチバスの生息確認のみを目的として実施した水域、水面についての情報は除外した。また、一部の遊漁者や日本産淡水魚飼育マニア等に人気が高く、釣獲・採集圧が懸念される魚種の情報も多く含まれるが、河川等の施工時に配慮を求める観点から、地区程度の位置標記を行うこととした。

## 材料及び方法

調査は 1991 年 4 月 ~ 2008 年 12 月までに山口県内の瀬戸内海側 19 水系 41 河川 90 地点、日本海側 7 水系 23 河川 51 地点で行った (Fig.1, Table.1-1, 1-2)。なお、本調査において、農業溜池、調整池及び水路についても取水等により接続している河川に含まれるものとして取り扱った。

調査場所の河川形態区分は、水野ら<sup>19)</sup>を参考に溪流、上流、中流、下流とし、下流域の潮汐の影響を受ける部分については感潮域とし、その上端を感潮上限域として分類した。

調査方法は、主に網類(刺網、投網、サデ網、タモ網)とカゴ類、延縄を用い、補足的に釣り(ルアー釣り)により行った。刺網は、1 枚網及び 3 枚網の 2 種類を使用した。1 枚網(網丈 1.2m、浮子綱長 30m 目合 9.5、8.5、6 節の 3 種網糸 0.4 ~ 0.6 号 ナイロン)は、主に 2 枚連結した状態で使用した。3 枚網(網丈 1m、浮子綱長 30m、外網目合 30cm、内網 8 節)は 2 連結した状態で使用した。投網(網丈 3m、目合 14 節)、サデ網(底辺 1.5m、網口高 1m、目合 3mm)は、各々 1 張程度使用した。タモ網は、三角型の市販網と小型タモ網(通称 テンツキ)を使用した。タモ網市販網(底辺 40cm、網口高 45cm、目合 2mm)は、調査全般で幅広く使用した。小型タモ網(網径 15cm、目合

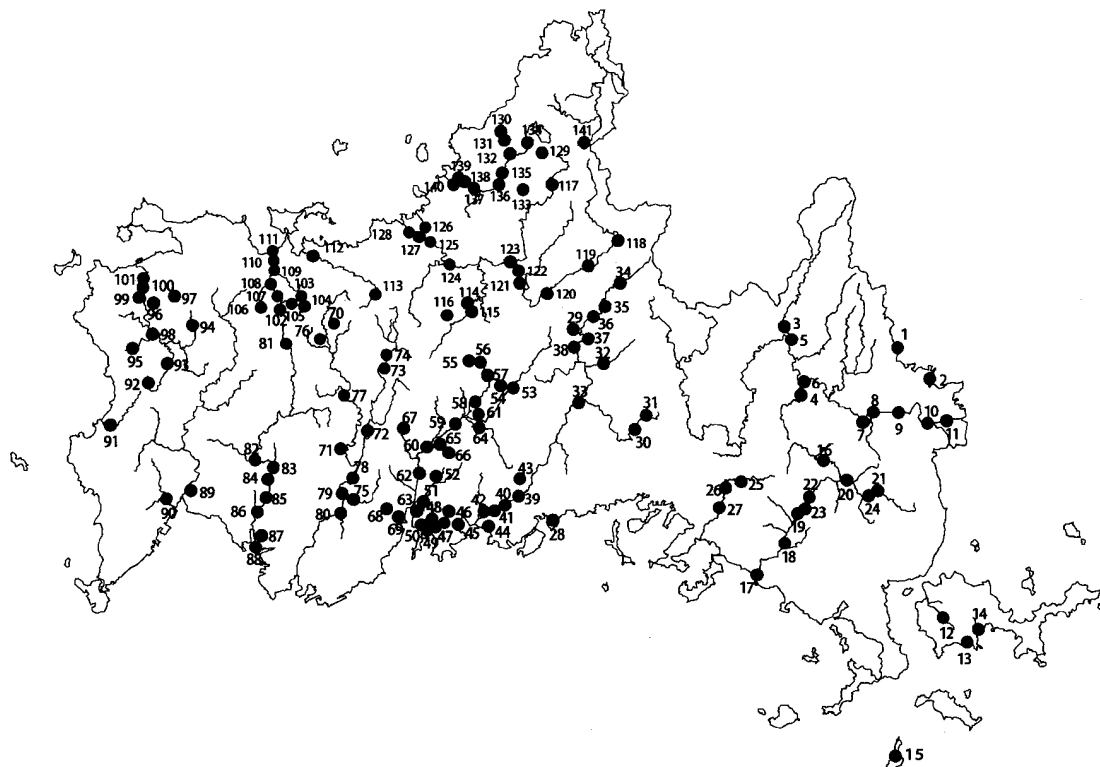


Fig.1 Map showing study sites in the inland water in Yamaguchi Prefecture  
※ Numerals denote the site name in Tables 1-1. and 1-2

**Table 1-1** Study sites investigated in the present study (The Seto inland sea) .

| Site | River system   | River   | Location                                   | Area name       | Year             |
|------|----------------|---------|--------------------------------------------|-----------------|------------------|
| 1    | Oze River      | Oze     | Dam Lake                                   | Yasakakyo       | 2004             |
| 2    |                |         | middlestream                               | Oze             | 2008             |
| 3    | Nishiki River  | Usa     | upstream                                   | Nakanose        | 1991, 2008       |
| 4    |                | Nekasa  | upstream                                   | Yamanouchi      | 1993             |
| 5    |                | Nishiki | middlestream                               | Deai            | 1994, 1997       |
| 6    |                |         | middlestream                               | Nekasa          | 1992-2008        |
| 7    |                |         | middlestream                               | Kitagouchi      | 1992-2008        |
| 8    |                |         | middlestream                               | Minamigouchi    | 1992-2008        |
| 9    |                |         | middlestream                               | Mishyou         | 1992-2008        |
| 10   |                |         | downstream                                 | kawanishi       | 2008             |
| 11   |                | Imazu   | the uppermost part of the tidal river area | kusunokityou    | 1991, 2008       |
| 12   | Yashiro River  | Yashiro | Dam Lake                                   | Jikouji         | 1992, 2006-2008  |
| 13   | Aki River      | Aki     | downstream                                 | Aki             | 2008             |
| 14   | Miya River     | Miya    | downstream                                 | Nishiagenosyo   | 2008             |
| 15   |                |         | agricultural ditch                         | Yashima         | 1993             |
| 16   | Shimada River  | Azuma   | upstream                                   | Obata           | 2004             |
| 17   |                | Shimada | taidal river                               | Shimada         | 1996             |
| 18   |                |         | middlestream                               | Tateno          | 2004             |
| 19   |                |         | middlestream                               | Hirosue         | 2004             |
| 20   |                |         | middlestream                               | Kamiichikami    | 2004             |
| 21   |                |         | middlestream                               | Sohshimohigashi | 2004             |
| 22   |                |         | middlestream                               | Arase           | 2008             |
| 23   |                |         | middlestream                               | Kanekiyo        | 2008             |
| 24   |                |         | middlestream                               | Miyagen         | 2004             |
| 25   | Suetake River  | Suetake | Dam Lake                                   | Nukumi Dam      | 1994             |
| 26   |                |         | middlestream                               | Nakase          | 1994             |
| 27   |                |         | Dam Lake                                   | Suetakegawa Dam | 1994             |
| 28   | Kanba River    | Kanba   | irrigation canal                           | Edomari         | 2002             |
| 29   | Saba River     | Shirai  | upstream                                   | Kitadani        | 2001             |
| 30   |                | Mitani  | upstream                                   | Sugaki          | 2001             |
| 31   |                | Shimaji | upstream                                   | Nihozu          | 1992, 2005, 2008 |
| 32   |                |         | Dam Lake                                   | Shimajigawa Dam | 1992, 2005, 2008 |
| 33   |                |         | middlestream                               | Hori            | 2003             |
| 34   |                | Saba    | upstream                                   | Yusuno          | 2003             |
| 35   |                |         | upstream                                   | Deai            | 2001             |
| 36   |                |         | Dam Lake                                   | Sabagawa Dam    | 1995, 2001, 2004 |
| 37   |                |         | middlestream                               | Funaji          | 1996             |
| 38   |                |         | middlestream                               | Kamikouchi      | 2001, 2003, 2007 |
| 39   |                |         | downstream                                 | Takai           | 2003,2007,2008   |
| 40   |                |         | the uppermost part of the tidal river area | Ohsaki          | 1993-2007        |
| 41   |                |         | taidal river                               | Uematsu         | 1993-1998        |
| 42   |                | Kojima  | irrigation pond                            | Kojima          | 2002-2007        |
| 43   |                | Su      | upstream                                   | Hinomoto        | 1998-2008        |
| 44   |                | Saba    | irrigation pond                            | Nishinoura      | 2005             |
| 45   | Akasaki River  | Akasaki | downstream                                 | Aiohigashi      | 2004             |
| 46   | Nagasawa River | Amada   | farm pond                                  | Miyanodan       | 2004             |

| Site | River system   | River      | Location                                   | Area name       | Year             |
|------|----------------|------------|--------------------------------------------|-----------------|------------------|
| 47   |                |            | middlestream                               | Higashimada     | 1998-2008        |
| 48   |                | Senbou     | farm pond                                  | Aiofutajima     | 2000-2008        |
| 49   | Kurogata River | Kurogata   | irrigation pond                            | Aionishi        | 2000-2008        |
| 50   |                |            | irrigation canal                           | Kurogatakita    | 2000-2008        |
| 51   | Nannyaku River | Nannyaku   | downstream                                 | Natajima        | 2000-2006        |
| 52   |                | Momotani   | upstream                                   | Goukami         | 2008             |
| 53   | Fushino River  | Niho       | upstream                                   | Nihoshimogou    | 2002             |
| 54   |                |            | farm pond                                  | Ikaida          | 2006, 2007       |
| 55   |                | Aratani    | mountainstream                             | Miyanokami      | 1994-2008        |
| 56   |                |            | Dam Lake                                   | Aratani Dam     | 1994-2008        |
| 57   |                |            | middlestream                               | Izumi           | 2006, 2008       |
| 58   |                | Fushino    | middlestream                               | Furukuma        | 2002             |
| 59   |                |            | middlestream                               | Yabara          | 2002, 2004-2008  |
| 60   |                |            | downstream                                 | Kamigou         | 2002, 2004-2008  |
| 61   |                |            | farm pond                                  | Mihori          | 2007             |
| 62   |                |            | the uppermost part of the tidal river area | Shimogou        | 1999-2008        |
| 63   |                |            | irrigation canal                           | Natajima        | 1999-2007        |
| 64   |                | Toida      | farm pond                                  | Shimoosaba      | 2006             |
| 65   |                | Kuden      | middlestream                               | Kurokawa        | 2002             |
| 66   |                | Hirano     | farm pond                                  | Kurokawa        | 2008             |
| 67   |                | Sijyuhasse | mountainstream                             | Yabudai         | 1996-2003        |
| 68   | Yaishi River   | Yaishi     | middlestream                               | Fukamizo        | 2006, 2007       |
| 69   |                |            | irrigation canal                           | Nagisa          | 2004-2007        |
| 70   | Kotou River    | Hinomine   | mountainstream                             | Kama            | 2001             |
| 71   |                | Fujigase   | middlestream                               | Kibe            | 2001             |
| 72   |                | Ohta       | middlestream                               | Sasagatouge     | 2005             |
| 73   |                |            | middlestream                               | Ohda            | 2005             |
| 74   |                |            | middlestream                               | Tonogatani      | 2005             |
| 75   |                | Kohyama    | middlestream                               | Yamanaka        | 2001             |
| 76   |                | Kotou      | agricultural ditch                         | Kama            | 2008             |
| 77   |                |            | middlestream                               | Iwanagahonngou  | 2001             |
| 78   |                |            | middlestream                               | Kotougawa Dam   | 1999-2008        |
| 79   |                |            | middlestream                               | Arase           | 2001             |
| 80   |                |            | middlestream                               | Kurumazi        | 2001             |
| 81   | Asa River      | Asa        | upstream                                   | Kamisouzai      | 2004, 2005       |
| 82   |                |            | middlestream                               | Atsu            | 2004             |
| 83   |                |            | middlestream                               | Matsugase       | 2004, 2008       |
| 84   |                |            | middlestream                               | Yanagase        | 2004             |
| 85   |                |            | downstream                                 | Kutsu           | 2004, 2007, 2008 |
| 86   |                |            | taidal river                               | Shimozu         | 1996, 2004, 2008 |
| 87   |                |            | agricultural ditch                         | Ushirogatashimo | 2008             |
| 88   |                |            | irrigation canal                           | Nshitakadomari  | 2006             |
| 89   | Koya River     | Koya       | irrigation canal                           | Utsui           | 2008             |
| 90   | Kanda River    | Kanda      | downstream                                 | Kiyosuesenbou   | 2008             |

**Table 1-2** Study sites investigated in the present study (The Sea of Japan) .

| Site | River system   | River       | Location                                   | Area name       | Year             |
|------|----------------|-------------|--------------------------------------------|-----------------|------------------|
| 91   | Kawatana River | Kawatana    | middlestream                               | Nakaguri        | 2008             |
| 92   | Awano River    | Sugitani    | mountainstream                             | Kamimukuroji    | 2007             |
| 93   |                | Mukuroji    | middlestream                               | Makiizumi       | 2007             |
| 94   |                | Ichinomata  | upstream                                   | Honekikami      | 2007             |
| 95   |                | Ohta        | upstream                                   | Shimohata       | 2007             |
| 96   |                | Futanoi     | upstream                                   | Futanoishimo    | 2007             |
| 97   |                |             | mountainstream                             | Houhokukyo      | 2007             |
| 98   |                | Awano       | middlestream                               | Tasuki          | 2007             |
| 99   |                |             | middlestream                               | Ichinose        | 2007             |
| 100  |                |             | downstream                                 | Miyazako        | 2007             |
| 101  |                |             | downstream                                 | Kozako          | 2007             |
| 102  | Fukawa River   | Ohchi       | mountainstream                             | Ohgasako        | 2006             |
| 103  |                | Okuhata     | upstream                                   | Okuhata         | 2006             |
| 104  |                |             | upstream                                   | Maki            | 2006             |
| 105  |                |             | middlestream                               | Ichinoo         | 2006             |
| 106  |                | Taineiji    | mountainstream                             | Kakinokihara    | 2006             |
| 107  |                | Fukawa      | middlestream                               | Seto            | 2006             |
| 108  |                |             | middlestream                               | Kawara          | 2006             |
| 109  |                |             | middlestream                               | Itamochi        | 2006             |
| 110  |                |             | downstream                                 | Kamikawanisi    | 2006             |
| 111  |                |             | tidal river                                | Higashifukawa   | 1999, 2006, 2007 |
| 112  | Misumi River   | Misumi      | tidal river                                | Misumishimo     | 1997, 1998, 2006 |
| 113  |                |             | upstream                                   | Yamanaka        | 2006             |
| 114  | Abu River      | Sasanami    | Sasanami Dam Lake inret                    | Shimonagase     | 2000             |
| 115  |                |             | middlestream                               | Shimomukai      | 2000             |
| 116  |                | Ochiai      | upstream                                   | Komatsugatani   | 2001             |
| 117  |                | Zoumeki     | middlestream                               | Takamata        | 2008             |
| 118  |                | Abu         | middlestream                               | Tsubonouchi     | 2006, 2007       |
| 119  |                |             | middlestream                               | Nagusa          | 2006, 2007       |
| 120  |                |             | middlestream                               | Watarikawa      | 2004-2006        |
| 121  |                |             | middlestream                               | Choumonkyo      | 2006-2008        |
| 122  |                |             | middlestream                               | Efune           | 2003             |
| 123  |                |             | Dam lake                                   | Abugawa Dam     | 1991-2008        |
| 124  |                |             | middlestream                               | Kyodoko         | 1996-2008        |
| 125  |                |             | downstream                                 | Okinohara       | 1996-2008        |
| 126  |                | Matsumoto   | tidal river                                | Hijiwara        | 1996-2008        |
| 127  |                | Hashimoto   | tidal river                                | Kawasima        | 1996-2008        |
| 128  |                |             | tidal river                                | Kawazoe         | 1998-2002        |
| 129  | Ooi River      | Ubuka       | upstream                                   | Ubuka           | 2008             |
| 130  |                | Yamanokuchi | upstream                                   | Shibuki         | 2008             |
| 131  |                |             | Dam lake                                   | Yamanokuchi Dam | 2008             |
| 132  |                |             | middlestream                               | Konishimi       | 2008             |
| 133  |                | Tono        | upstream                                   | Tonokawa        | 2008             |
| 134  |                | Ooi         | middlestream                               | Shimosasao      | 2008             |
| 135  |                |             | middlestream                               | Konishimi       | 2008             |
| 136  |                |             | middlestream                               | Shibuki         | 2008             |
| 137  |                |             | middlestream                               | Nihodani        | 2008             |
| 138  |                |             | downstream                                 | Ryouge          | 2008             |
| 139  |                |             | downstream                                 | Ichihashi       | 2008             |
| 140  |                |             | the uppermost part of the tidal river area | Syouya          | 2008             |
| 141  | Tama River     | Suzuno      | upstream                                   | Abudai          | 2006             |

3mm)は水中眼鏡を装着し、水中をのぞきながら使用した。カゴ類はカニ籠(縦60×横45×高20cm)、エビ籠(縦45×横25×高24cm 目合1.5mm)に誘因餌料としてカニ籠にはサバ、コノシロ等の切り身を、エビ籠にはオキアミを使用した。セルビン(長さ40cm、径20cm)は、市販のコイ釣り用配合餌料を用いた。延縄(幹糸長30m、枝鉤数30本、チヌ鉤4号)は、冷凍アユの切り身を餌に用いた。調査時は、主に胴付長靴を着用して行い、夏期にはウェットスーツを着用し、肉眼及び水視眼鏡による目視調査も行った。

なお、筆者の調査<sup>17)</sup>では釣獲、タモ網、カゴ、延縄、目視調査等によった。

各地点の調査年はTable1-1,1-2のとおりである。

採集した魚類及び十脚甲殻類については、種名が明らかなのは確認後、原則として採集場所に戻した。現場で同定できない種については、活かした状態若しくは10%ホルマリン水で固定し、当研究センターに持ち帰り後日同定した。なお、特定外来生物に指定されている種については、同法施行後は現地に於て捕殺し、研究センターに持ち帰った後、魚類飼育等の餌料への利用または焼却処分とした。

採集した魚類の同定は、主に中坊ら<sup>20)</sup>、川那部ら<sup>21)</sup>によった。絶滅の危険性があるとして環境省<sup>22, 23)</sup>及び山口県<sup>24)</sup>が報告している種については、一部酒井<sup>25)</sup>、大橋ら<sup>26)</sup>によった。十脚甲殻類については、浜野<sup>27)</sup>に従った。

回遊型は、塚本<sup>28)</sup>を参考にして次ぎのように分類した。まず「通し回遊魚」については、「降河回遊魚」、「遡河回遊魚」、「両側回遊魚」の3つに分類した。そして「非通し回遊魚」については、塚本<sup>28)</sup>の河川魚、河川・湖沼魚、湖沼魚に相当するものに加え、残留型、河川型個体群、河川・湖沼型個体群も「河川湖沼魚」として一括した。さらに、汽水魚、海水魚に相当するものを「汽水海水魚」にまとめ、2つに分類した。十脚甲殻類も同様に分類した。

絶滅の危険性があるとして環境省<sup>22, 23)</sup>及び山口県<sup>24)</sup>が報告している種については、絶滅の危険度カテゴリー別に分類した。

## 結 果

### 1 調査の結果

魚類29科80種、十脚甲殻類5科13種が確認された。以下種類毎に示す(Fig 2-1～2-10)。

#### 魚類

スナヤツメ *Lethenteron reissneri* (Fig 2-1-A)

3水系5点で確認された。内訳は、瀬戸内海2水系4

点、日本海側1水系1点であった。確認されたスナヤツメは、4点でアンモシーテス幼生、変態後の成体は1点1個体であった。スナヤツメは環境省カテゴリー<sup>22, 23)</sup>で絶滅危惧Ⅱ類(VU)、レッドデータブックやまぐちカテゴリー<sup>24)</sup>でも同様に(VU)にランクされている。

ウナギ *Anguilla japonica* (Fig 2-1-B)

11水系32点で確認された。内訳は瀬戸内海側8水系13点、日本海側5水系19点であった。また、瀬戸内海側1水系1点、日本海側1水系4点の計5点でダム上流で確認された。環境省カテゴリーで情報不足(DD)にランクされている<sup>22, 23)</sup>。

コイ *Cyprinus carpio* (Fig 2-1-C)

17水系55点で確認された。内訳は、瀬戸内海側12水系34点 日本海側6水系21点であった。なおコイについてはニシキゴイとの区別は行っていない。

ゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri* (Fig 2-1-D)

4水系5点で確認された。内訳は、瀬戸内海側3水系4点、日本海側1水系1点であった。環境省カテゴリーで絶滅危惧ⅠB類(EN)にランクされている。

ギンブナ *Carassius auratus langsdorffii* (Fig 2-1-E)

20水系49点で確認された。内訳は、瀬戸内海側14水系31点、日本海側5水系18点であった。

ヤリタナゴ *Tanakia lanceolata* (Fig 2-1-F)

4水系7点で確認された。内訳は、瀬戸内海側3水系6点、日本海側1水系1点であった。環境省カテゴリーで準絶滅危惧(NT)にランクされている。

アブラボテ *Tanakia limbata* (Fig 2-1-G)

12水系18点で確認された。内訳は、瀬戸内海側9水系13点、日本海側3水系5点であった。環境省カテゴリーで(NT)にランクされている。

タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus* (Fig 2-1-H)

2水系3点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

ワタカ *Ischikauia steenackeri* (Fig 2-2-A)

2水系2点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。環境省カテゴリーで(EN)にランクされている。

ハス *Opsariichthys uncirostris uncirostris* (Fig 2-2-B)

3水系5点で確認された。内訳は、瀬戸内海側2水系3点、日本海側1水系2点であった。環境省カテゴリーで(VU)にランクされている。

オイカワ *Zacco platypus* (Fig 2-2-C)

20水系75点で確認された。内訳は、瀬戸内海側13水系46点、日本海側5水系29点であった。

カワムツ *Zacco temminckii* (Fig 2-2-D)

20水系100点で確認された。内訳は、瀬戸内海側16水系57点、日本海側7水系43点であった。

ヌマムツ *Zacco sieboldii* (Fig 2-2-E)

2水系3点で確認された。内訳は、瀬戸内海側2水系であった。レッドデータブックやまぐちカテゴリーで絶滅危惧ⅠA類 (CR) にランクされている。

ソウギョ *Ctenopharyngodon idellus* (Fig 2-2-F)

瀬戸内側水系である厚狭川水系2点で確認された。

タカハヤ *Phoxinus oxycephalus* (Fig 2-2-G)

10水系18点で確認された。内訳は、瀬戸内海側4水系5点、日本海側6水系13点であった。

ウグイ *Tribolodon hakonensis* (Fig 2-2-H)

9水系26点で確認された。内訳は、瀬戸内海側6水系17点、日本海側3水系9点であった。

モツゴ *Pseudorasbora parva* (Fig 2-3-A)

4水系4点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (VU) にランクされている。

ムギツク *Pungtungia herzi* (Fig 2-3-B)

10水系37点で確認された。内訳は、瀬戸内海側7水系24点、日本海側3水系13点であった。

タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus* (Fig 2-3-C)

9水系13点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

カマツカ *Pseudogobio esocinus esocinus* (Fig 2-3-D)

9水系36点で確認された。内訳は、瀬戸内海側6水系19点、日本海側4水系17点であった。

ズナガニゴイ *Hemibarbus longirostris* (Fig 2-3-E)

4水系6点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

コウライニゴイ *Hemibarbus labeo* (Fig 2-3-F)

2水系6点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

ニゴイ *Hemibarbus barbus* (Fig 2-3-G)

2水系3点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

イトモロコ *Squalidus gracilis gracilis* (Fig 2-3-H)

8水系14点で確認された。内訳は、瀬戸内海側5水系10点、日本海側3水系4点であった。

ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* (Fig 2-4-A)

11水系16点で確認された。内訳は、瀬戸内海側8水系10点、日本海側3水系6点であった。レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

インドジョウ *Cobitis takatsuensis* (Fig 2-4-B)

4水系10点で確認された。内訳は、瀬戸内海側1水系1点、日本海側3水系9点であった。環境省カテゴリーで (EN)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (VU) にランクされている。

シマドジョウ *Cobitis biwae* (Fig 2-4-C)

3水系7点で確認された。内訳は、瀬戸内海側2水系3点、日本海側1水系4点であった。

ヤマトシマドジョウ *Cobitis matsubarae* (Fig 2-4-D)

8水系13点で確認された。内訳は、瀬戸内海側5水系5点、日本海側3水系8点であった。環境省カテゴリーで (VU) にランクされている。

スジシマドジョウ (中型種) *Cobitis* sp.3 (Fig 2-4-E)

瀬戸内海側水系である島田川水系3点で確認された。環境省カテゴリーで (VU) にランクされている。

ギギ *Pseudobagrus nudiceps* (Fig 2-4-F)

9水系38点で確認された。内訳は、瀬戸内海側6水系21点、日本海側3水系17点であった。

ナマズ *Silurus asotus* (Fig 2-4-G)

13水系28点で確認された。内訳は、瀬戸内海側9水系13点、日本海側4水系15点であった。

アカザ *Liobagrus reini* (Fig 2-4-H)

6水系12点で確認された。内訳は、瀬戸内海側4水系6点、日本海側2水系6点であった。環境省カテゴリー、レッドデータブックやまぐちカテゴリーでそれぞれ、(VU) にランクされている。

ワカサギ *Hypomesus nipponensis* (Fig 2-5-A)

4水系5点で確認された。内訳は、瀬戸内海側4水系5点であり全てダム湖であった。

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* (Fig 2-5-B)

13水系59点で確認された。内訳は、瀬戸内海側8水系33点、日本海側5水系26点であった。

ブラウントラウト *Salmo trutta* (Fig 2-5-C)

瀬戸内海側水系である佐波川水系4点で確認された。

ニジマス *Oncorhynchus mykiss* (Fig 2-5-D)

5水系13点で確認された。内訳は、瀬戸内海側3水系9点、日本海側2水系4点であった。

サケ *Oncorhynchus keta* (Fig 2-5-E)

6水系9点で確認された。内訳は、瀬戸内海側1水系1点、日本海側5水系8点であった。レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

ヤマメ (陸封型) *Oncorhynchus masou masou* (Fig 2-5-F)

2水系2点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 佐波川水系1点、日本海側 三隅川水系1点であり、いずれもアマゴと混生していた。環境省カテゴリーで (NT)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

ヤマメ (降海型) *Oncorhynchus masou masou* (Sea run form) (Fig 2-5-G)

日本海側水系である阿武川水系2点で確認された。環境省カテゴリーで (NT)、レッドデータブックやまぐ

ちカテゴリーで (EN) にランクされている。

アマゴ (陸封型) *Oncorhynchus masou ishikawae*  
(Fig 2-5-H)

20 水系 20 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 4 水系 16 点、日本海側 4 水系 4 点であった。環境省カテゴリーで (NT)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

アマゴ (降海型) *Oncorhynchus masou ishikawae*  
(Sea run form) (Fig 2-6-A)

3 水系 10 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 2 水系 6 点、日本海側 1 水系 4 点であった。環境省カテゴリーで (NT)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

イトヨ (日本海型) *Gasterosteus* sp. Japan Sea type  
(Fig 2-6-B)

日本海側水系である深川川水系 1 点で確認された。環境省カテゴリーで絶滅の恐れのある地域個体群 (LP)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (DD) にランクされている。

ペヘレイ *Odontesthes bonariensis*

1 水系 1 点で確認された。瀬戸内海側水系である榎野川水系のみであった。

カダヤシ *Gambusia affinis* (Fig 2-6-F)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

メダカ *Oryzias latipes* (Fig 2-6-G)

16 水系 28 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 11 水系 22 点、日本海側 5 水系 6 点であった。瀬戸内海側の確認場所には島嶼部である上関町八島も含まれている。なお、確認した範囲のメダカには外観状、ヒメダカ、シロメダカ等の改良種と判別できる個体は見られなかった。環境省カテゴリーで (VU)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

ダツ *Strongylura anastomella* (Fig 2-6-H)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

カマキリ *Cottus kazika* (Fig 2-7-A)

3 水系 9 点で確認された。内訳は、全て日本海側 3 水系であった。環境省カテゴリーで (VU)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

カジカ (大卵型) *Cottus* sp. LE (Fig 2-7-B)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 1 水系 1 点であった。環境省カテゴリーで (NT)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

カジカ (中卵型) *Cottus* sp. ME (Fig 2-7-C)

瀬戸内海側水系である錦川水系 3 点で確認された。

環境省カテゴリーで (EN)、レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (CR) にランクされている。

オヤニラミ *Coreoperca kawamebari* (Fig 2-7-D)

9 水系 30 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 6 水系 20 点、日本海側 3 水系 10 点であった。環境省カテゴリーで (VU) にランクされている。

スズキ *Lateolabrax japonicus* (Fig 2-7-E)

7 水系 9 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 3 水系 3 点、日本海側 4 水系 6 点であった。

コトヒキ *Terapon jarbua* (Fig 2-7-F)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

シマイサキ *Rhyncopelates oxyrhynchus* (Fig 2-7-G)

2 水系 3 点で確認された。内訳は、日本海側 2 水系からであった。

ブルーギル *Lepomis macrochirus* (Fig 2-7-H)

9 水系 12 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 5 水系 7 点、日本海側 4 水系 5 点であった。

オオクチバス *Micropterus salmoides* (Fig 2-8-A)

14 水系 29 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 10 水系 21 点、日本海側 4 水系 8 点であった。

ギンガメアジ *Caranx sexfasciatus* (Fig 2-8-B)

3 水系 3 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 2 水系 2 点、日本海側 1 水系 1 点であった。

ロウニンアジ *Caranx ignobilis* (Fig 2-8-C)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、全て瀬戸内海側水系であった。

ヒイラギ *Leiognathus nuchalis* (Fig 2-8-D)

日本海側水系の阿武川水系 1 点で確認された。

クロダイ *Acanthopagrus schlegelii* (Fig 2-8-E)

瀬戸内海側水系である佐波川水系 1 点で確認した。

ドンコ *Odontobutis obscura* (Fig 2-8-F)

19 水系 61 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 14 水系 34 点、日本海側 5 水系 27 点であった。

カワアナゴ *Eleotris oxycephala* (Fig 2-8-G)

瀬戸内海側水系である佐波川水系 1 点で確認した。

シロウオ *Leucopsarion petersi* (Fig 2-8-H)

5 水系 6 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 2 水系 2 点、日本海側 3 水系 4 点であった。環境省カテゴリーで (VU) にランクされている。

ミミズハゼ *Luciogobius guttatus* (Fig 2-9-A)

3 水系 3 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 2 水系 2 点であった。

スミウキゴリ *Gymnogobius petschiliensis* (Fig 2-9-B)

5 水系 13 点で確認された。内訳は、全て日本海側水系であった。

ウキゴリ *Gymnogobius urotaenia* (Fig 2-9-C)

4 水系 5 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 3 水系 4 点であった。

ウロハゼ *Glossogobius olivaceus* (Fig 2-9-D)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 1 水系 1 点であった。

マハゼ *Acanthogobius flavimanus* (Fig 2-9-E)

3 水系 5 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 2 水系 4 点であった。

ゴクラクハゼ *Rhinogobius giurinus* (Fig 2-9-F)

3 水系 5 点で確認された。内訳は、全て日本海側水系で、内 1 点は遡上が不可能な阿武川水系佐々並川ダム湖であった。

オオヨシノボリ *Rhinogobius* sp. LD (Fig 2-9-G)

5 水系 11 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 4 水系 10 点、日本海側 1 水系 1 点であった。

クロヨシノボリ *Rhinogobius* sp. DA (Fig 2-9-H)

3 水系 4 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 2 水系 2 点、日本海側 1 水系 2 点であった。瀬戸内海側水系の内 1 点は屋代川ダム湖上流で確認された。レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

シマヨシノボリ *Rhinogobius* sp. CB (Fig 2-10-A)

11 水系 29 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 7 水系 15 点、日本海側 4 水系 14 点であった。

カワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus* (Fig 2-10-B)

9 水系 42 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 6 水系 18 点、日本海側 3 水系 24 点であった。

トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR (Fig 2-10-C)

12 水系 19 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 11 水系 16 点、日本海側 1 水系 3 点であった。日本海側水系の内 2 点は阿武川水系佐々並川ダム湖の上流であった。

ルリヨシノボリ *Rhinogobius* sp.CO (Fig 2-10-D)

瀬戸内海側水系である島田川水系 1 点で確認した。レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (EN) にランクされている。

ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis* (Fig 2-10-E)

9 水系 23 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 5 水系 13 点、日本海側 4 水系 10 点であった。この内、瀬戸内海側水系では佐波川水系島地川ダム湖及び佐波川ダム湖の 2 点で確認、日本海側水系では阿武川水系佐々並川ダム湖で確認された。

チチブ *Tridentiger obscurus* (Fig 2-10-F)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 1 水系 1 点であった。

カムルチー *Channa argus* (Fig 2-10-G)

7 水系 10 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 6

水系 9 点、日本海側 1 水系 1 点であった。

クサフグ *Takifugu niphobles* (Fig 2-10-H)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 1 水系 1 点であった。

#### 十脚甲殻類

ヌマエビ (南部群) *Paratya compressa compressa*

(Fig 2-11-A)

日本海側水系である大井川水系 1 点で確認した。

トゲナシヌマエビ *Cardina typus* (Fig 2-11-B)

日本海側水系である大井川水系 1 点で確認した。

ミゾレヌマエビ *Cardina leucosticta* (Fig 2-11-C)

8 水系 16 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 4 水系 5 点、日本海側 4 水系 11 点であった。

ヤマトヌマエビ *Cardina multidentata* (Fig 2-11-D)

日本海側水系である粟野川水系 1 点で確認した。

ヒメヌマエビ *Cardina seratirostris* (Fig 2-11-E)

2 水系 2 点で確認された。内訳は、全て日本海側水系であった。レッドデータブックやまぐちカテゴリーで (NT) にランクされている。

ミナミヌマエビ *Neocaridina denticulata* (Fig 2-11-F)

21 水系 55 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 16 水系 31 点、日本海側 5 水系 24 点であった。

スジエビ *Palaemon paucidens* (Fig 2-11-G)

12 水系 21 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 10 水系 18 点、日本海側 2 水系 3 点であった。

テナガエビ *Macrobrachium nipponense* (Fig 2-11-H)

10 水系 17 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 8 水系 14 点、日本海側 2 水系 3 点であった。日本海側水系の内、阿武川水系阿武川ダム湖と大井川水系山の口ダム湖の 2 点が含まれる。

ミナミテナガエビ *Macrobrachium formosense* (Fig 2-12-A)

5 水系 15 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 2 水系 3 点、日本海側 3 水系 12 点であった。

ヒラテテナガエビ *Macrobrachium japonicum*

(Fig 2-12-B)

5 水系 8 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 1 水系 1 点、日本海側 4 水系 7 点であった。

アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (Fig 2-12-C)

7 水系 8 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 5 水系 5 点、日本海側 2 水系 3 点であった。

サワガニ *Geothelphusa dehaani* (Fig 2-12-D)

11 水系 31 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 6 水系 11 点、日本海側 5 水系 20 点であった。

モクズガニ *Eriocheir japonica* (Fig 2-12-E)

12 水系 48 点で確認された。内訳は、瀬戸内海側 7 水系 26 点、日本海側 6 水系 22 点であった。

Fig 2-1~2-12 挿入

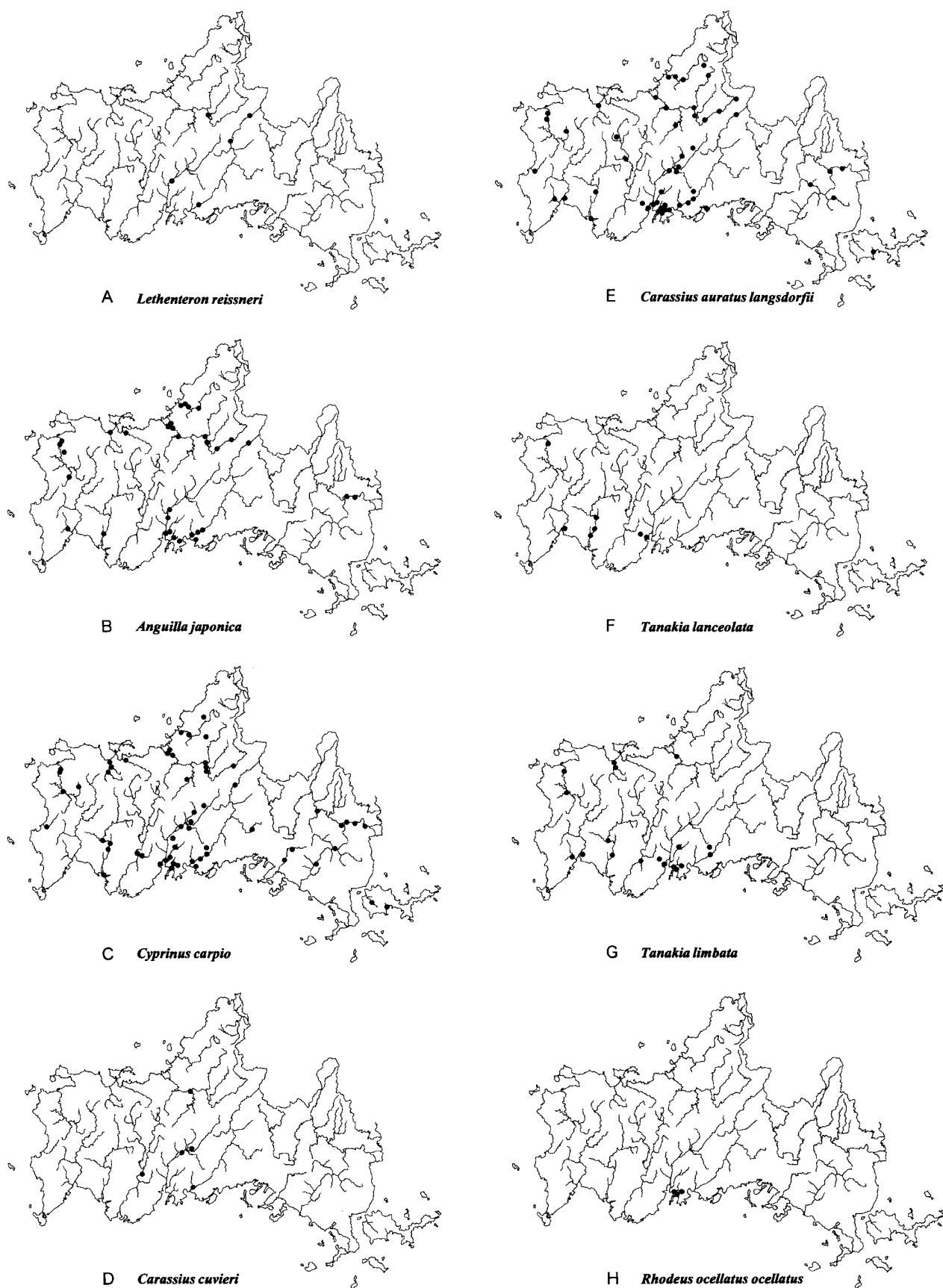


Fig.2-1 Sites confirmed distribution of the species.

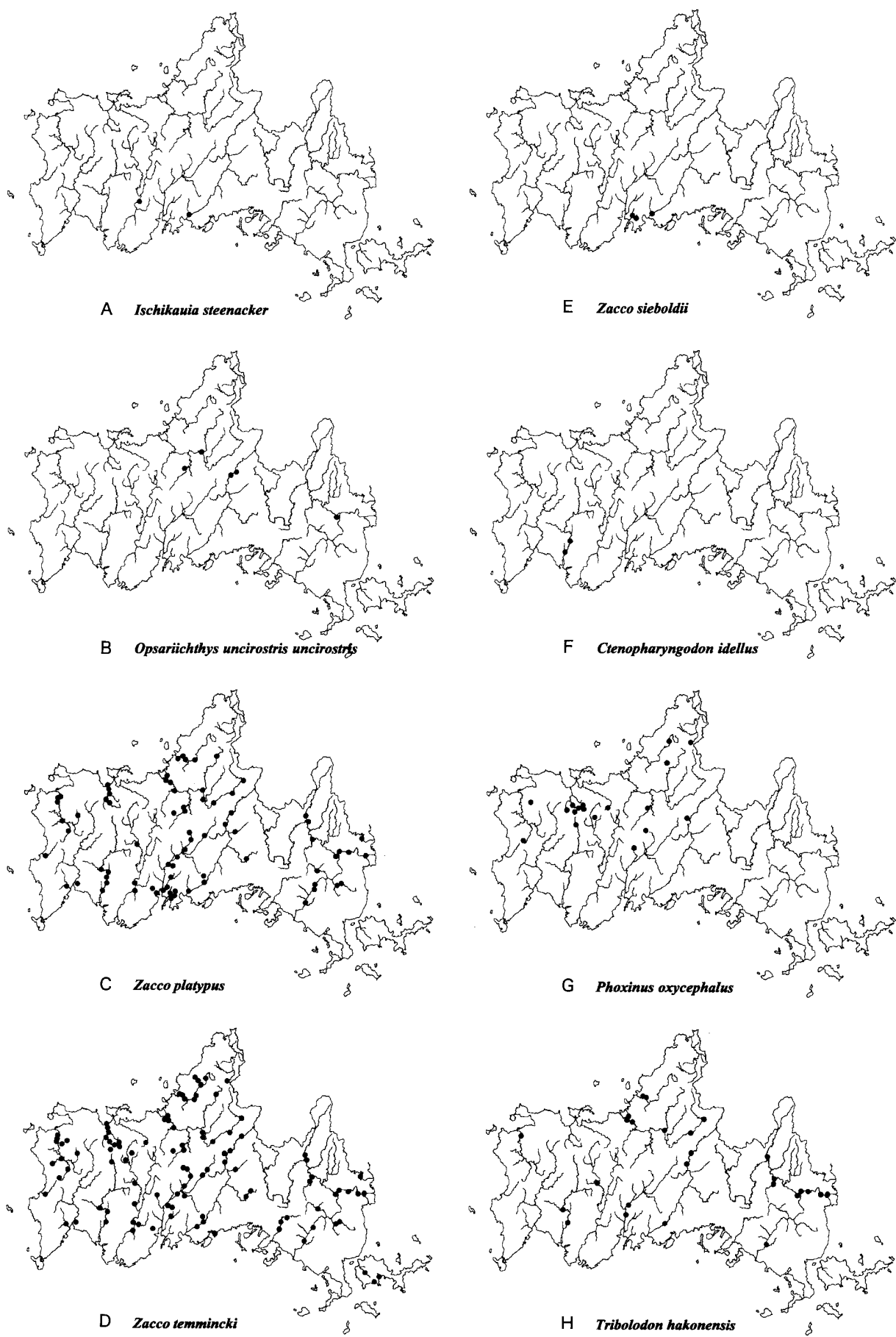


Fig.2-2 Sites confirmed distribution of the species.

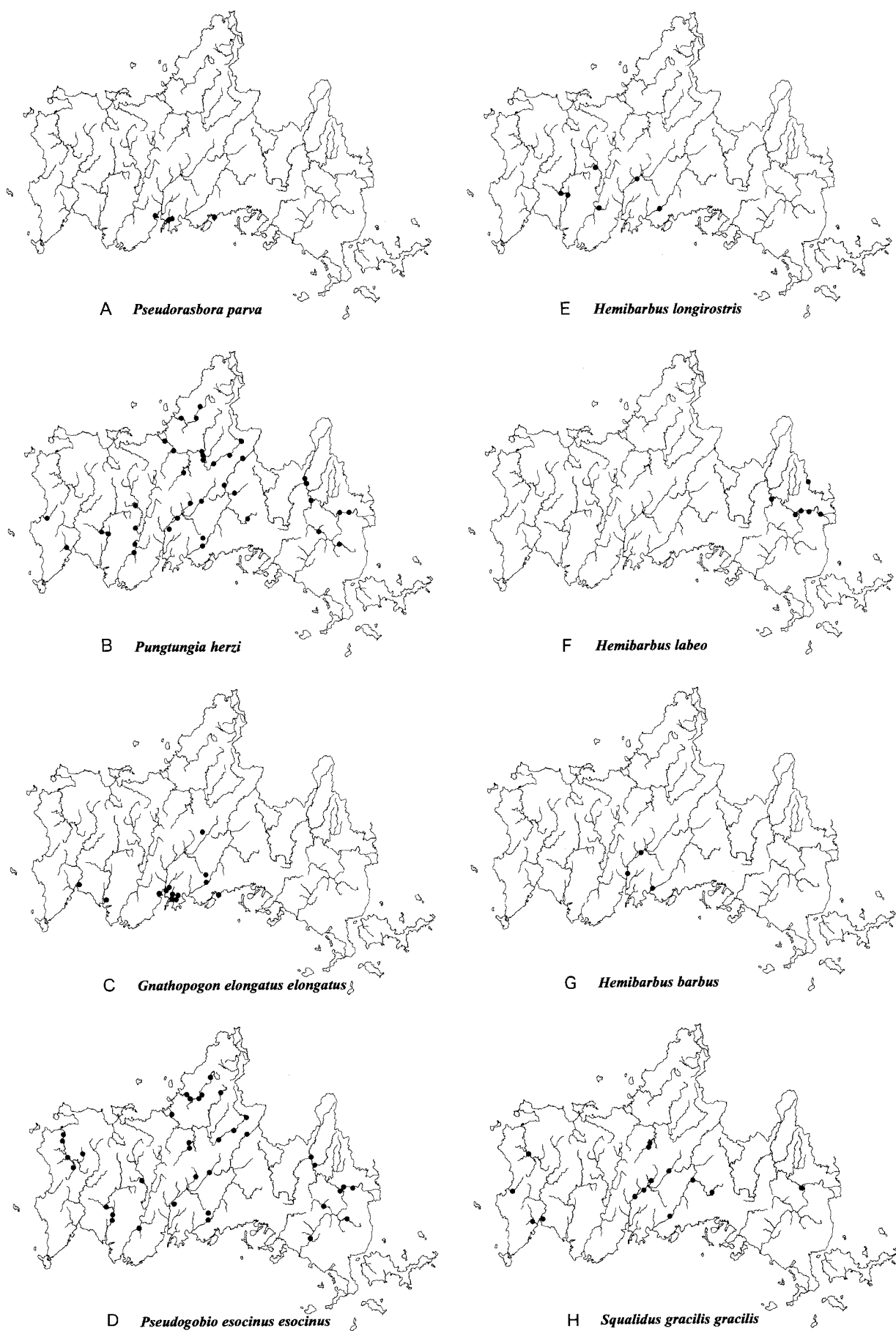


Fig.2-3 Sites confirmed distribution of the species.

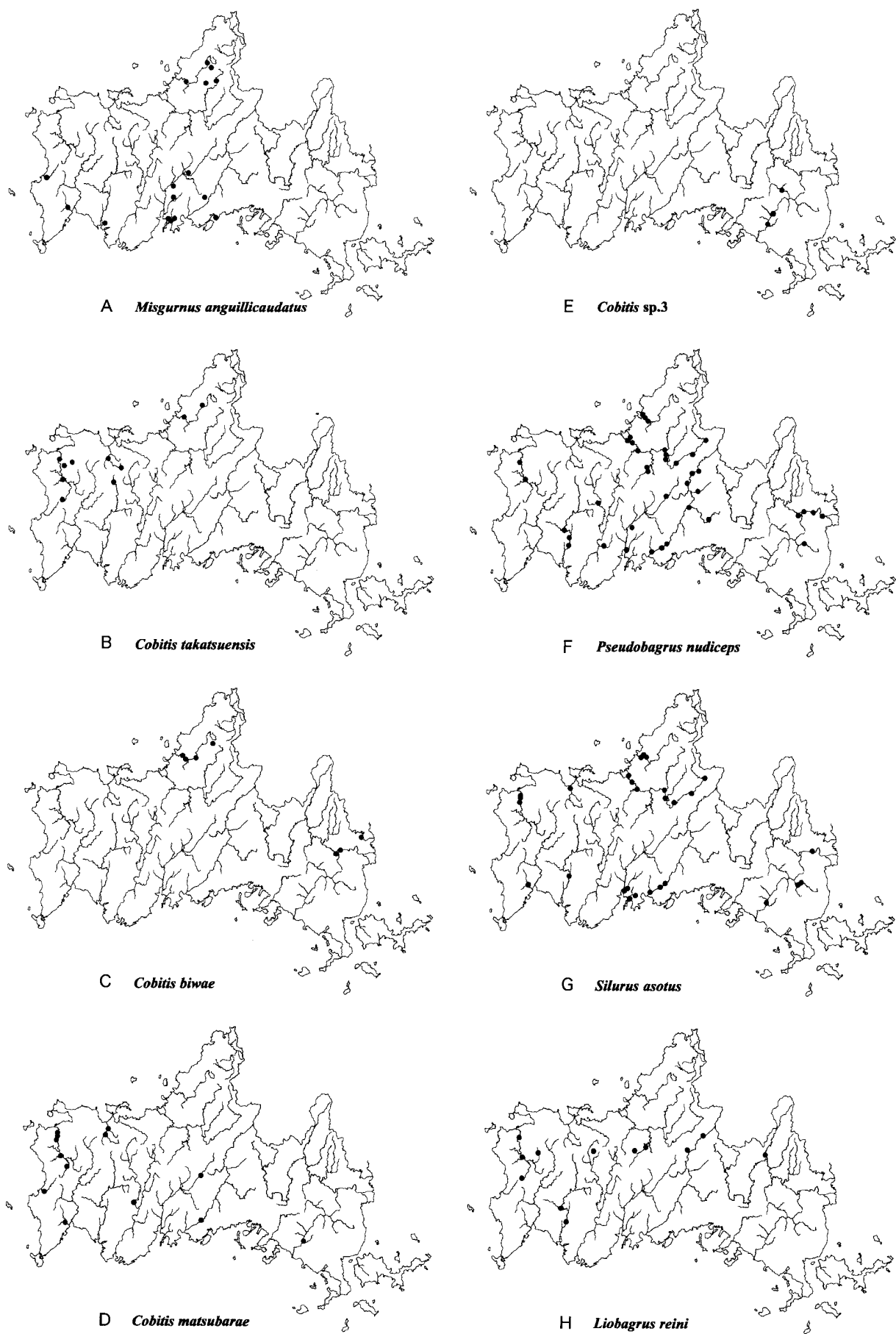


Fig.2-4 Sites confirmed distribution of the species.

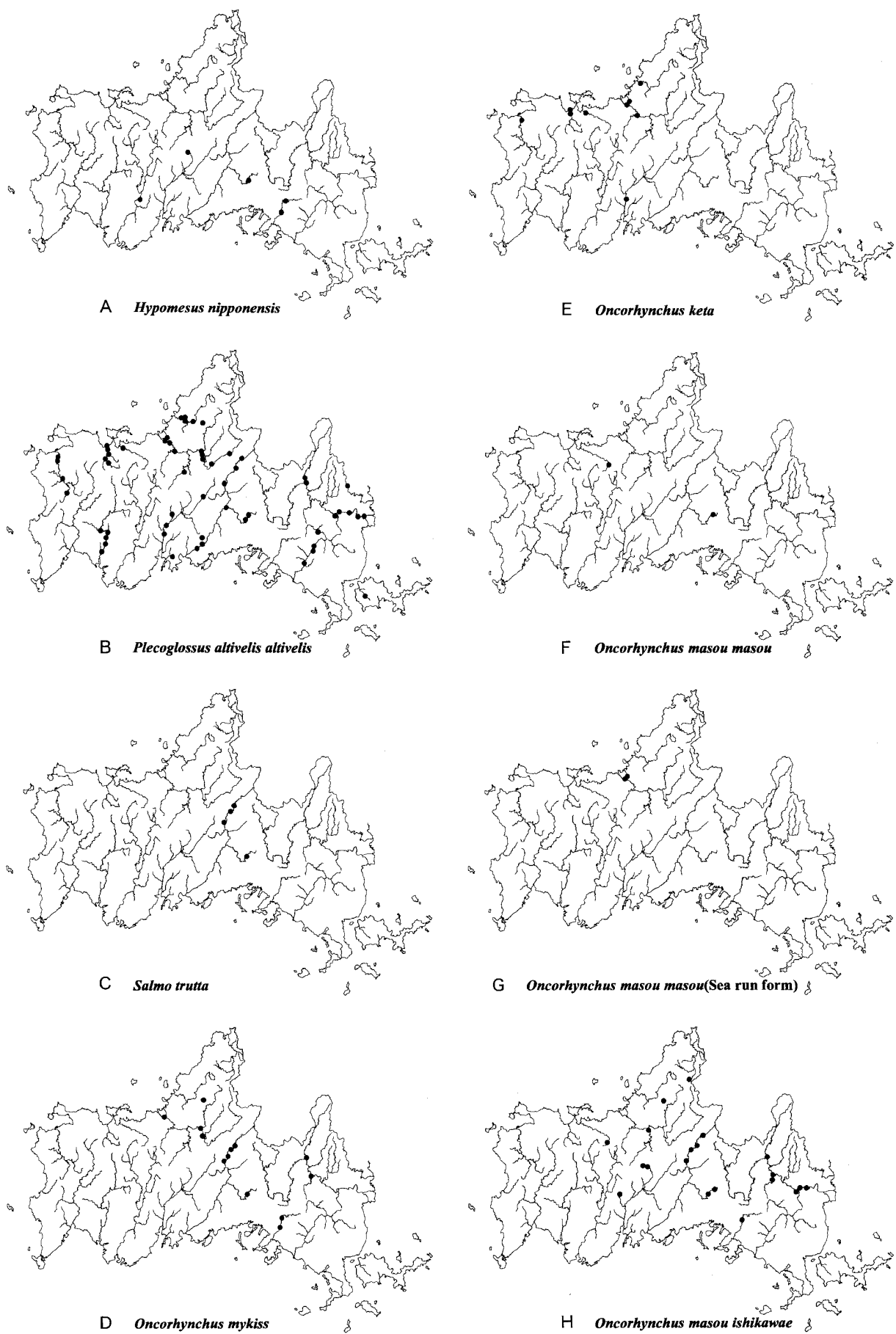
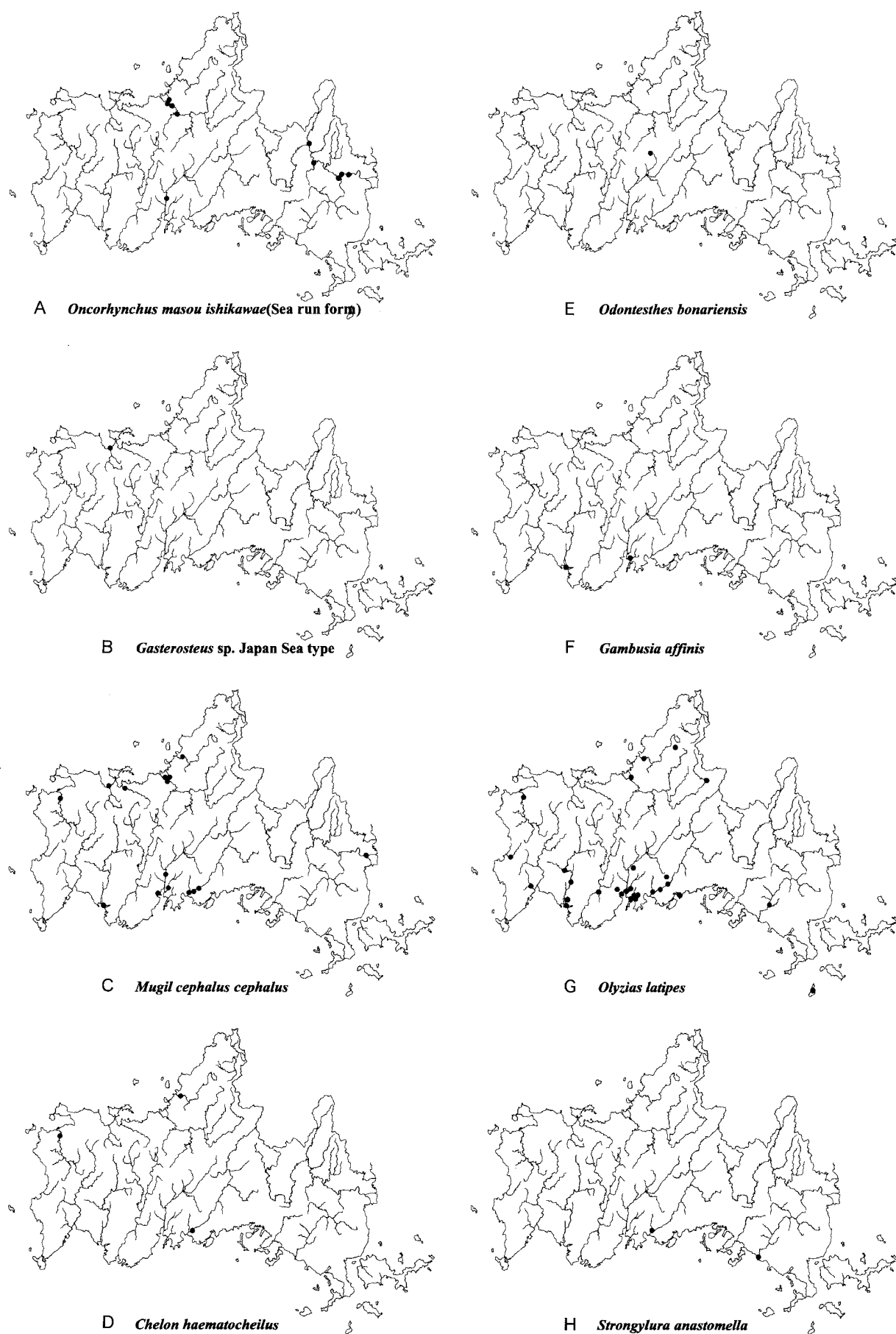


Fig.2-5 Sites confirmed distribution of the species.



**Fig.2-6** Sites confirmed distribution of the species.

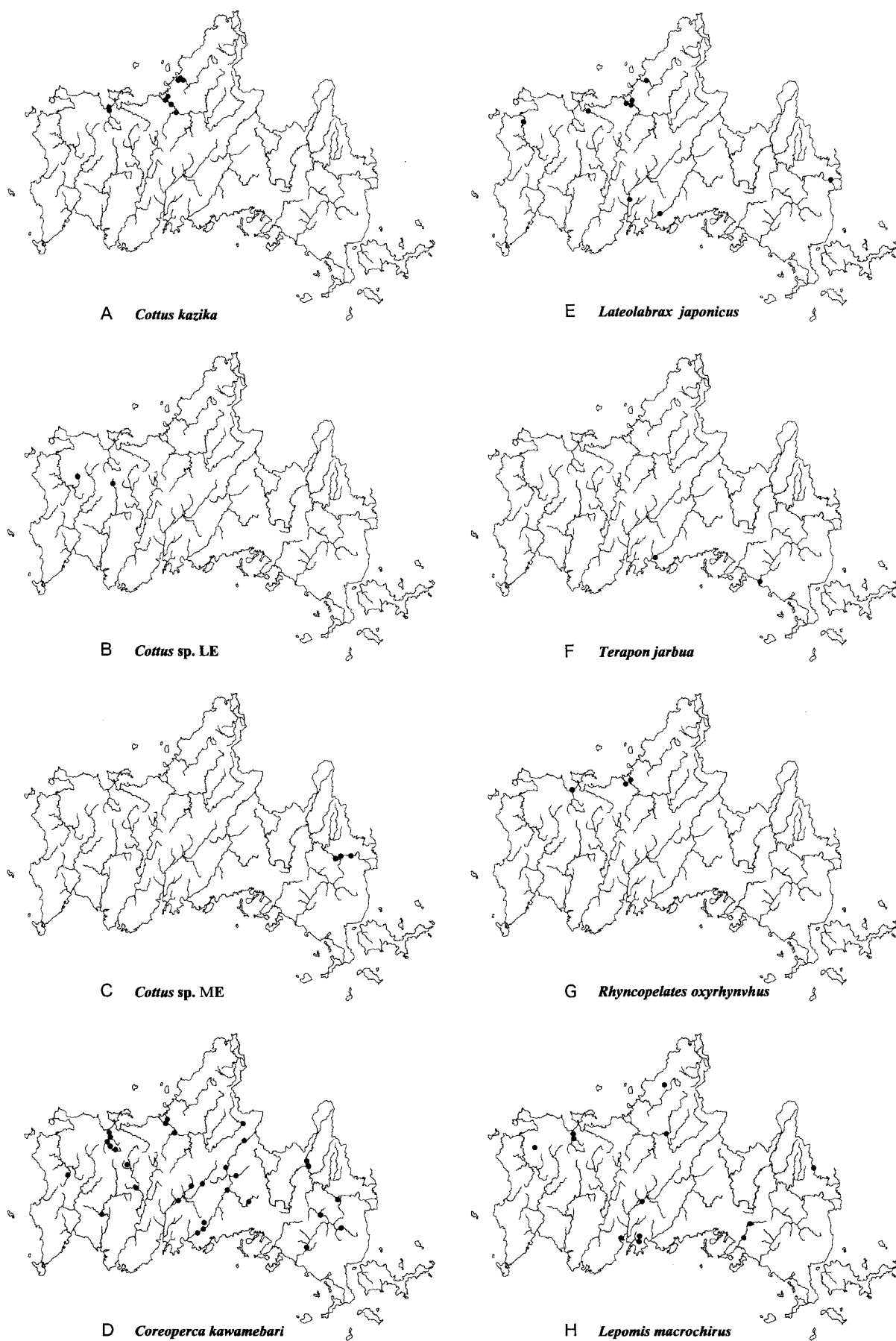


Fig.2-7 Sites confirmed distribution of the species.

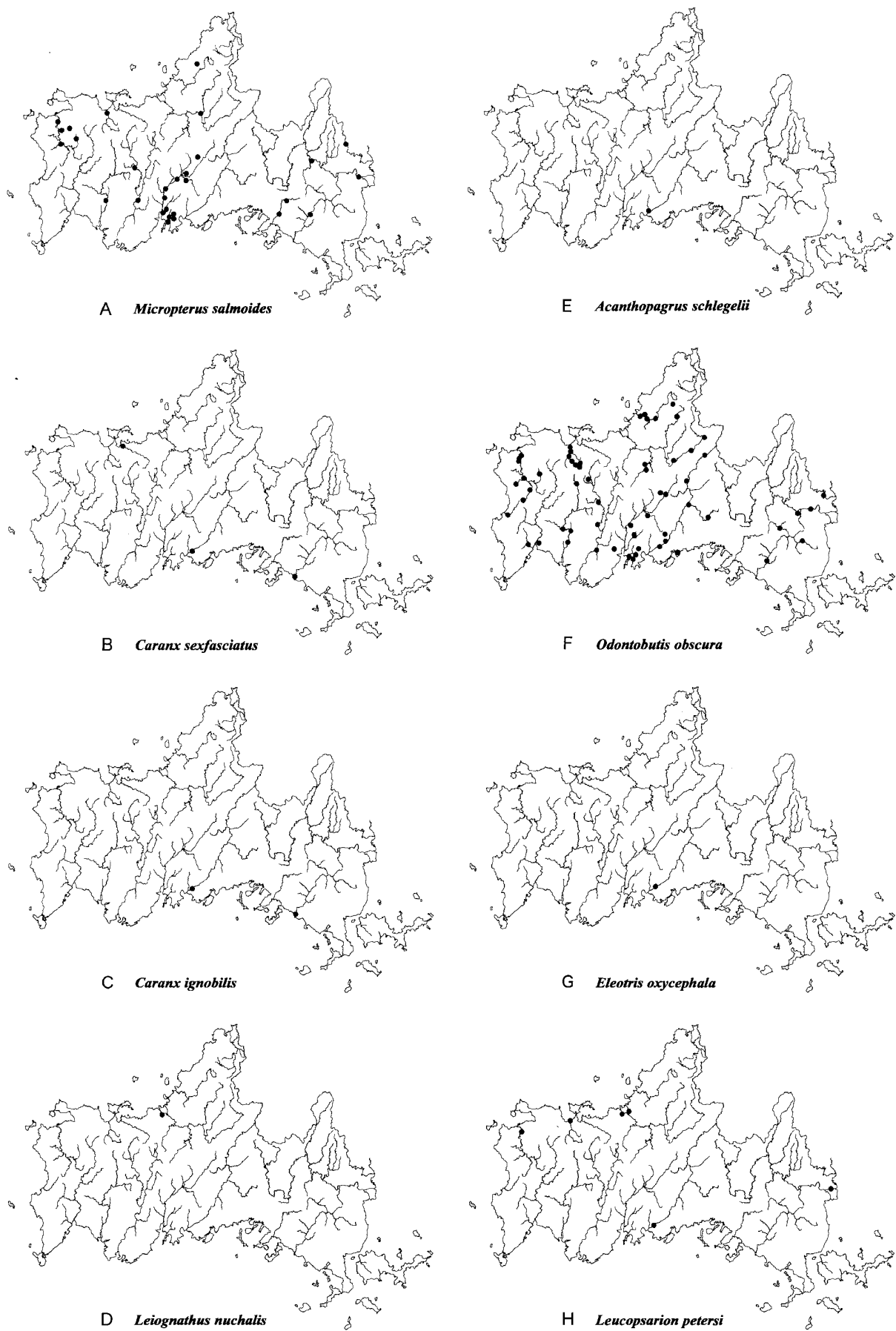


Fig.2-8 Sites confirmed distribution of the species.

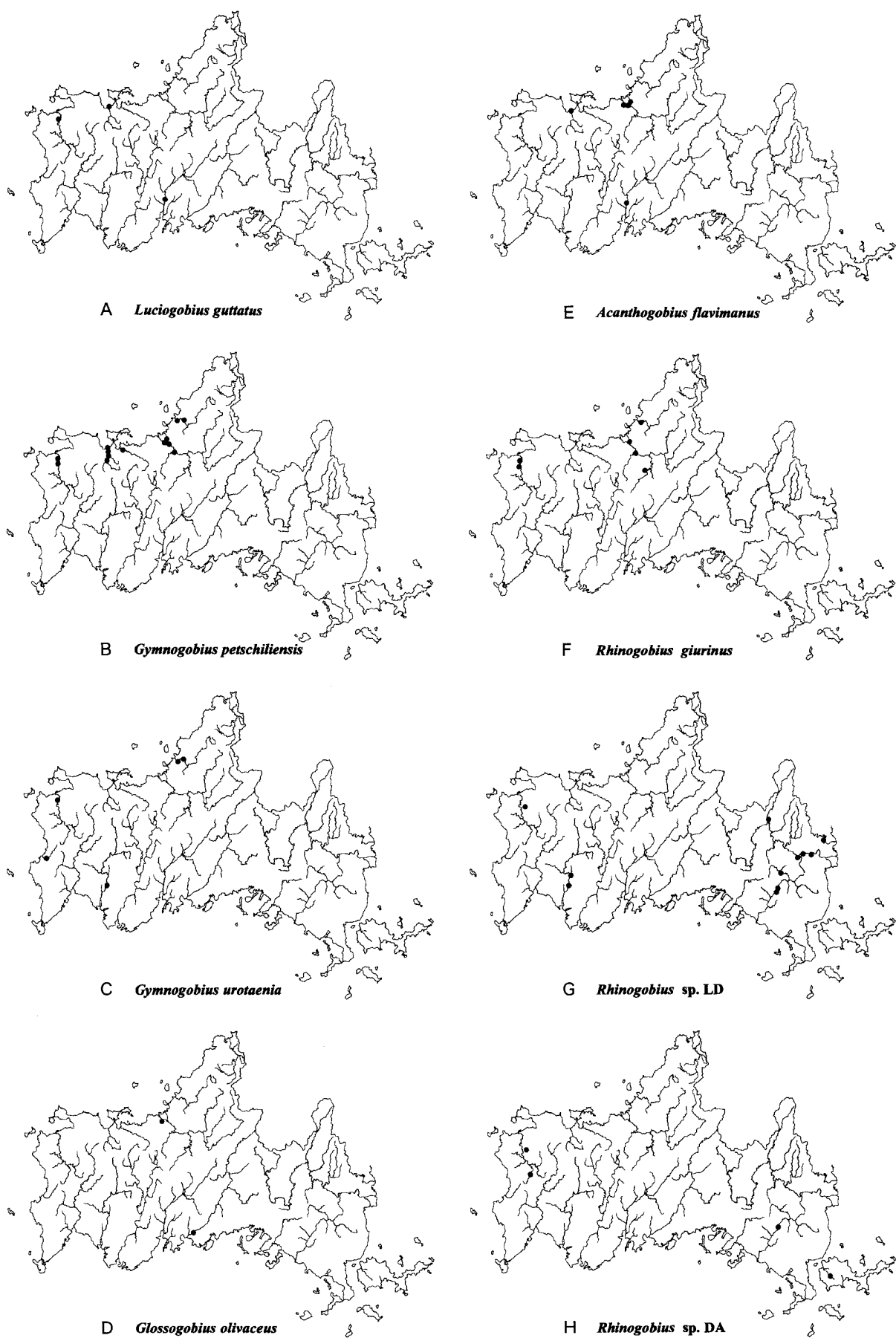


Fig.2-9 Sites confirmed distribution of the species.

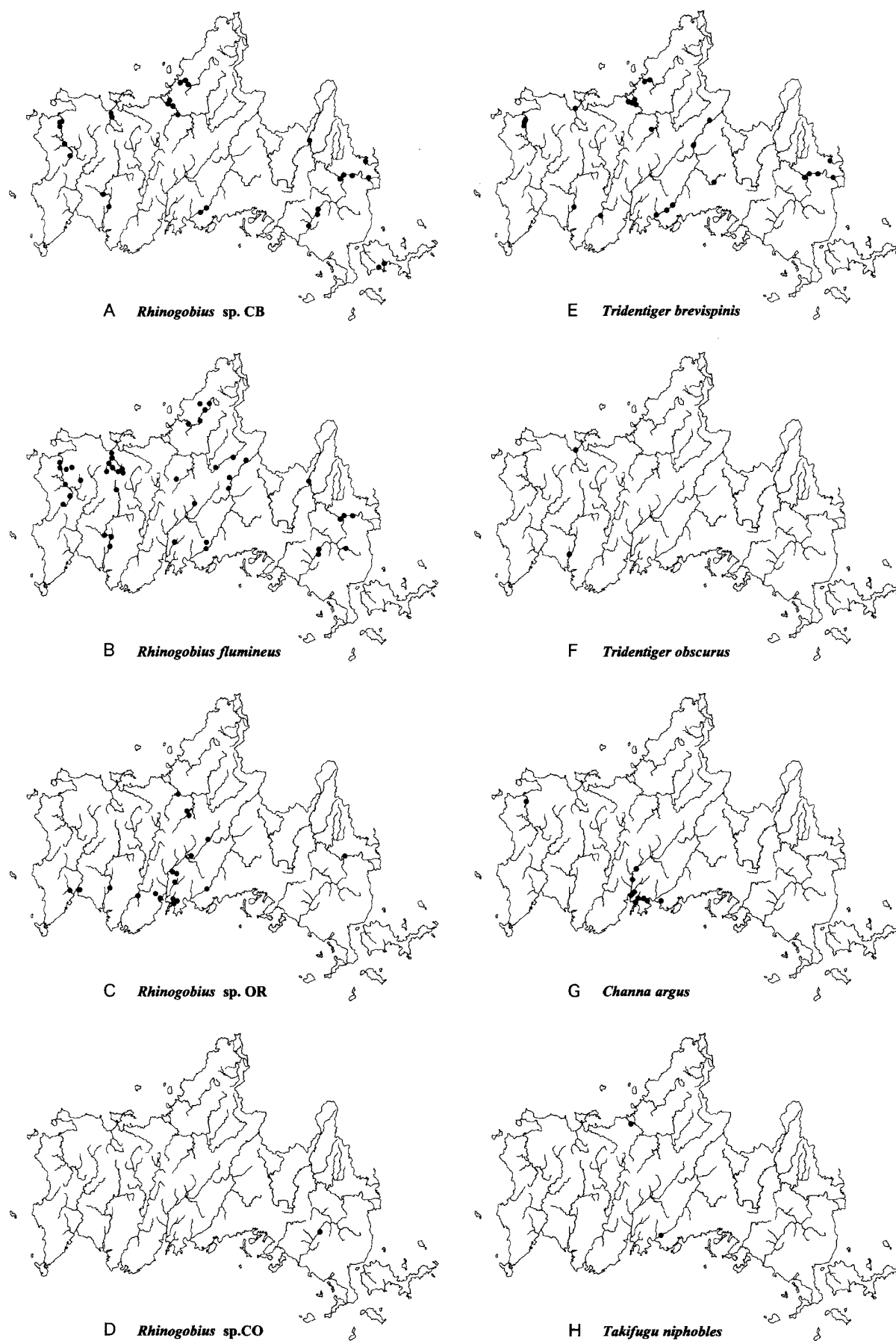


Fig.2-10 Sites confirmed distribution of the species.

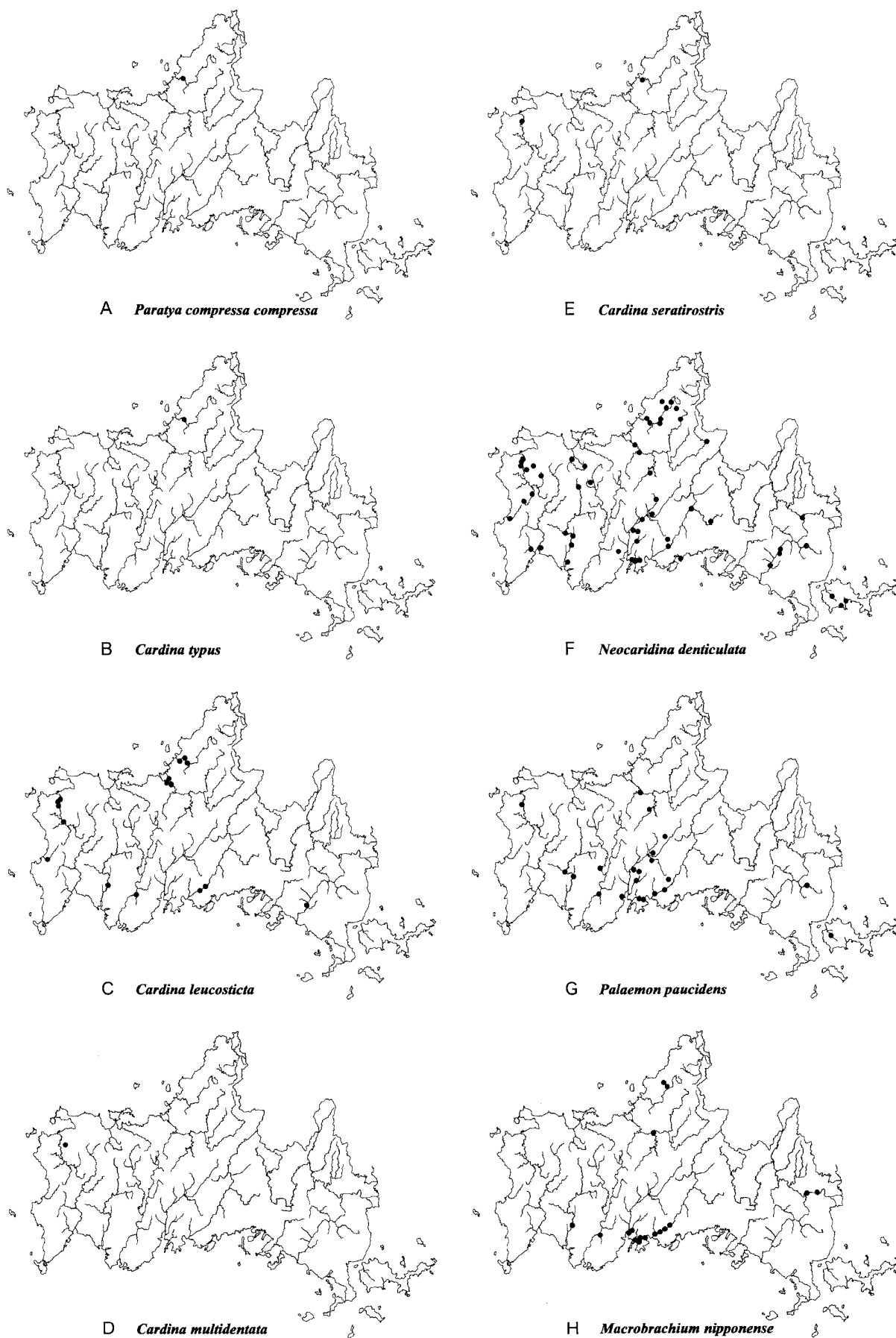


Fig.2-11 Sites confirmed distribution of the species.

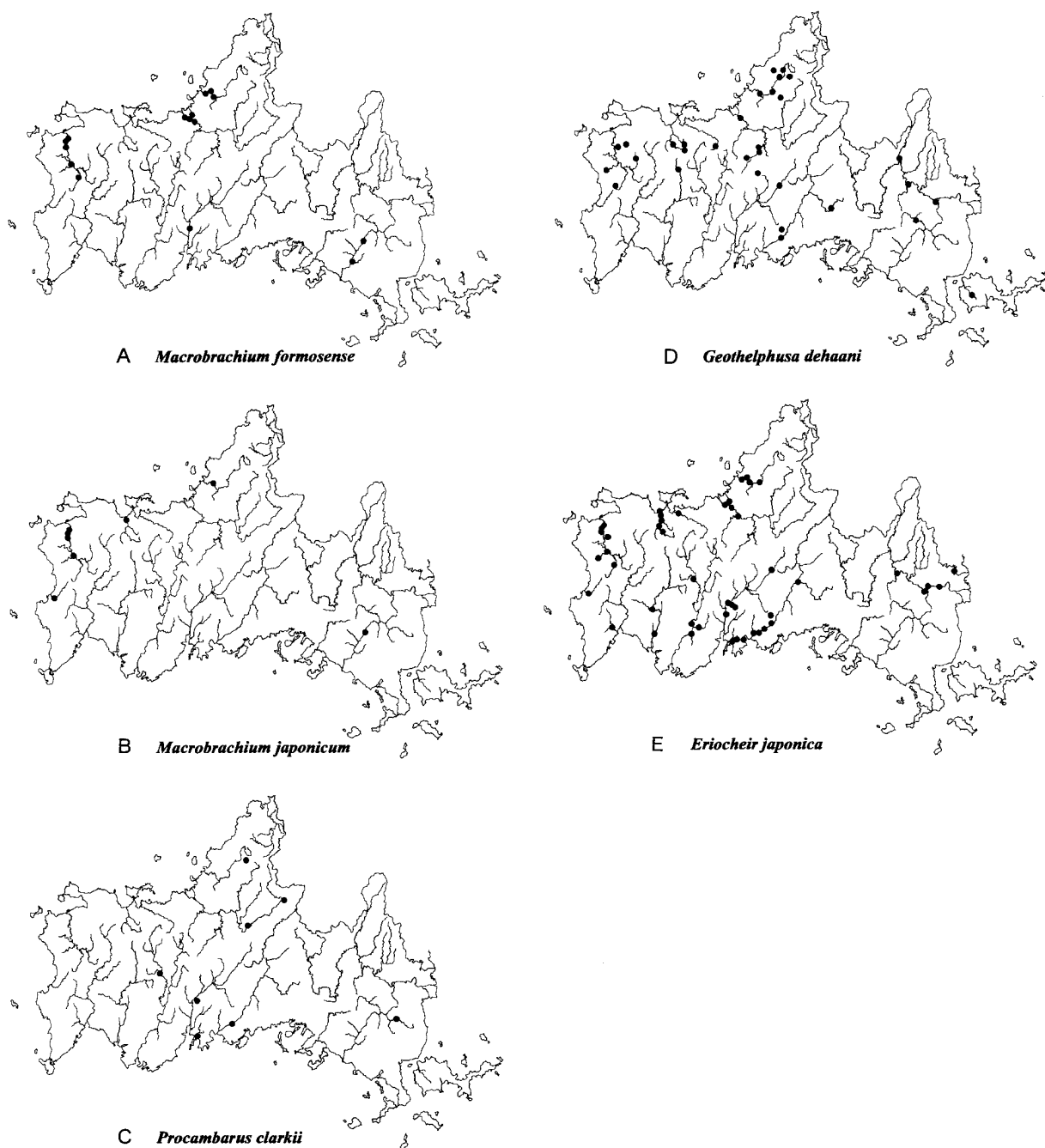


Fig.2-12 Sites confirmed distribution of the species.

## 考 察

調査対象とした 26 水系で過去の資料<sup>1-7, 18, 24, 29-68)</sup>および本調査結果から確認された魚類は 42 科 133 種、十脚甲殻類は 11 科 28 種となった (Table.2-1,2-2)。

確認された魚類および十脚甲殻類を水系別、回遊型別に分類した (Table3-1,3-2)。その結果、魚類では非通し回遊魚類 109 種 (うち汽水海水魚が 45 種)、通し回遊魚類 24 種、十脚甲殻類では非通し回遊型十脚甲殻類 19 種 (うち汽水海水甲殻類が 15 種)、が確認された。

瀬戸内海側水系で魚類の確認種数が多いのは、樺野川の 83 種で次いで佐波川の 74 種となった。汽水海水魚を除いた、非通し回遊・通し回遊型魚種数でも同様に樺野川 52 種、佐波川 50 種であった。

十脚甲殻類で確認種数の多かったのは樺野川の 16 種、木屋川の 11 種であった。汽水海水甲殻類を除いた種数では、樺野川の 9 種、佐波川並びに厚狭川の 7 種であった。

日本海側水系では阿武川水系の 63 種、次いで粟野川水系の 44 種となった。汽水海水魚を除いた、非通し回遊・通し回遊性淡水魚種数も阿武川水系 45 種、

**Table 2-1** Distributions of fishes and decapod crustaceans in river systems flowing to the Seto Inland Sea.

● : present, — : absent,

| Family          | Scientific Name                                | Japanese Name            | Oze | Nishiki | Aki | Miya | Yashiro |
|-----------------|------------------------------------------------|--------------------------|-----|---------|-----|------|---------|
| Petromyzontidae | <i>Lethenteron japonicum</i>                   | KAWAYATSUME              | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Lethenteron reissneri</i>                   | SUNAYATSUME              | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Elopidae        | <i>Elops hawaiiensis</i>                       | KARAIWASI                | —   | —       | —   | —    | —       |
| Anguillidae     | <i>Anguilla japonica</i>                       | UNAGI                    | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
| Clupeidae       | <i>Konosirus punctatus</i>                     | KONOSHIRO                | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
|                 | <i>Sardinella zunasi</i>                       | SAPPA                    | —   | ●       | —   | ●    | —       |
| Engraulidae     | <i>Engraulis japonicus</i>                     | KATAKUCHIIWASI           | —   | —       | —   | —    | —       |
| Cyprinidae      | <i>Cyprinus carpio</i>                         | KOI                      | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
|                 | <i>Carassius cuvieri</i>                       | GENGOROBUNA              | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Carassius auratus langsdorfii</i>           | GINBUNA                  | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
|                 | <i>Carassius auratus</i> subsp.2               | KINBUNA                  | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Carassius auratus buergeri</i>              | OHKINBUNA                | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Carassius</i> sp.                           | FUNA sp                  | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Tanakia lanceolata</i>                      | YARITANAGO               | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Tanakia limbata</i>                         | ABURABOTE                | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Acheilognathus rhombeus</i>                 | KANEHIRA                 | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Acheilognathus cyanostigma</i>              | ICHIMONJITANAGO          | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Acheilognathus tabira tabira</i>            | SHIROHIRETABIRA          | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>             | TAIRIKUBARATANAGO        | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>             | HAKUREN                  | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Aristichthys nobilis</i>                    | KOKUREN                  | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Ischikauia steenackeri</i>                  | WATAKA                   | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i>   | HASU                     | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Zacco platypus</i>                          | OIKAWA                   | ●   | ●       | —   | —    | ●       |
|                 | <i>Zacco temminckii</i>                        | KAWAMUTSU                | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
|                 | <i>Zacco sieboldii</i>                         | NUMAMUTSU                | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Ctenopharyngodon idellus</i>                | SOUGYO                   | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Phoxinus oxycephalus</i>                    | TAKAHAYA                 | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Tribolodon hakonensis</i>                   | UGUI                     | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Pseudorasbora parva</i>                     | MOTSUGO                  | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Sarcocheilichthys variegatus variegatus</i> | KAWAHIGAI                | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Sarcocheilichthys variegatus microculus</i> | BIWAHIGAI                | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Pungtungia herzi</i>                        | MUGITSUKU                | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>         | TAMOROKO                 | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Gnathopogon caeruleus</i>                   | HONMOROKO                | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Biwia zezera</i>                            | ZEZERA                   | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>           | KAMATSUKA                | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Hemibarbus longirostris</i>                 | ZUNAGANIGOI              | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Hemibarbus labeo</i>                        | KOURAINIGOI              | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Hemibarbus barbus</i>                       | NIGOI                    | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Squalidus gracilis gracilis</i>             | ITOMOROKO                | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Squalidus japonicus japonicus</i>           | DEMOMOROKO               | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Squalidus chankaensis biwae</i>             | SUGOMOROKO               | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Squalidus chankaensis</i> subsp.            | KOURAIMOROKO             | ●   | —       | —   | —    | —       |
| Cobitidae       | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>              | DOJYO                    | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Cobitis takatsuensis</i>                    | ISHIDOJYO                | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Cobitis biwae</i>                           | SHIMADOJYO               | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Cobitis matsubarae</i>                      | YAMATOSHIMADOJYO         | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Cobitis</i> sp.3                            | SUJISHIMADOJYO(CHYUGATA) | —   | —       | —   | —    | —       |
| Bagridae        | <i>Pseudobagrus nudiceps</i>                   | GIGI                     | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Siluridae       | <i>Silurus asotus</i>                          | NAMAZU                   | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Amblycipitidae  | <i>Liobagrus reini</i>                         | AKAZA                    | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Plotosidae      | <i>Plotosus lineatus</i>                       | GONZUI                   | —   | —       | —   | —    | —       |
| Osmeridae       | <i>Hypomesus nipponensis</i>                   | WAKASAGI                 | —   | —       | —   | —    | —       |
| Plecoglossidae  | <i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>        | AYU                      | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
| Salangidae      | <i>Salangichthys microdon</i>                  | SHIRAUO                  | —   | —       | —   | —    | —       |
| Salmonidae      | <i>Salmo trutta</i>                            | BRAWN TOROUT             | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Oncorhynchus mykiss</i>                     | NIJIMASU                 | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Salvelinus fontinalis</i>                   | KAWAMASU                 | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Salvelinus leucomaenis imbricus</i>         | GOGI                     | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Oncorhynchus keta</i>                       | SAKE                     | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Oncorhynchus masou masou</i>                | YAMAME                   | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Oncorhynchus masou masou</i>                | SAKURAMASU               | —   | —       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>            | AMAGO                    | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                 | <i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>            | SATSUKIMASU              | ●   | ●       | —   | —    | —       |

[illegible]

Table 2-1 (from previous sheet)

| Family           | Scientific Name                        | Japanese Name       | Oze | Nishiki | Aki | Miya | Yashiro |
|------------------|----------------------------------------|---------------------|-----|---------|-----|------|---------|
| Gasterosteidae   | <i>Gasterosteus</i> sp. Japan Sea type | ITOYO(NIHONKAIGATA) | —   | —       | —   | —    | —       |
| Syngnathidae     | <i>Hippichthys penicillus</i>          | GANTENISHIYOUJI     | —   | —       | —   | —    | —       |
| Mugilidae        | <i>Mugil cephalus cephalus</i>         | BORA                | ●   | ●       | ●   | ●    | ●       |
|                  | <i>Chelon affinis</i>                  | SESUJIBORA          | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Chelon haematocheilus</i>           | MENADA              | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Atherinidae      | <i>Odontesthes bonariensis</i>         | PEHEREI             | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Hypoatherina valenciennei</i>       | TOGOROIWASI         | —   | —       | —   | —    | —       |
| Poeciliidae      | <i>Gambusia affinis</i>                | KADAYASHI           | —   | —       | —   | —    | —       |
| Adrianichthyidae | <i>Olyzias latipes</i>                 | MEDAKA              | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
| Hemiramphidae    | <i>Hyporhamphus sajori</i>             | SAYORI              | ●   | ●       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Hyporhamphus intermedius</i>        | KURUMESAYORI        | —   | —       | —   | —    | —       |
| Belonidae        | <i>Strongylura anastomella</i>         | DATSU               | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i> | OKIZAYORI           | —   | —       | —   | —    | —       |
| Platycephalidae  | <i>Platycephalus</i> sp.2              | MAGOCHI             | —   | —       | —   | —    | —       |
| Hexagrammidae    | <i>Hexagrammos otakii</i>              | AINAME              | —   | ●       | —   | —    | —       |
| Cottidae         | <i>Cottus kazika</i>                   | KAMAKIRI            | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Cottus</i> sp. LE                   | KAJIKI(TAIRANGATA)  | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Cottus</i> sp. ME                   | KAJIKI(CHYURANGATA) | —   | ●       | —   | —    | —       |
| Sinipercidae     | <i>Coreoperca kawamebari</i>           | OYANIRAMI           | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Moronidae        | <i>Lateolabrax japonicus</i>           | SUZUKI              | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Terapontidae     | <i>Terapon jarbua</i>                  | KOTOHIKI            | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>       | SHIMAIKAKI          | ●   | ●       | —   | —    | ●       |
| Centrarchidae    | <i>Lepomis macrochirus</i>             | BLUEGIRU            | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Micropterus salmoides</i>           | OOKUCHIBASS         | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Sillaginidae     | <i>Sillago japonica</i>                | SHIROGISHU          | ●   | —       | —   | —    | —       |
| Carangidae       | <i>Trachurus japonicus</i>             | MAAJI               | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Caranx sexfasciatus</i>             | GINGAMEAJI          | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Caranx ignobilis</i>                | ROUNINAJI           | —   | —       | —   | —    | —       |
| Leiognathidae    | <i>Leiognathus nuchalis</i>            | HIIRAGI             | ●   | ●       | —   | —    | —       |
| Sparidae         | <i>Acanthopagrus schlegelii</i>        | KURODAI             | ●   | ●       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Acanthopagrus latus</i>             | KICHINU             | —   | —       | —   | —    | —       |
| Blenniidae       | <i>Omobranchius punctatus</i>          | IDATENGINPO         | —   | —       | —   | —    | —       |
| Odontobutidae    | <i>Odontobutis obscura</i>             | DONKO               | ●   | ●       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Odontobutis hikimius</i>            | ISIDONKO            | —   | —       | —   | —    | —       |
| Eleotridae       | <i>Eleotris oxycephala</i>             | KAWAANAGO           | —   | —       | —   | —    | —       |
| Gobiidae         | <i>Periophthalmus modestus</i>         | TOBIHAZE            | —   | —       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Leucopsarion petersi</i>            | SHIROUO             | —   | ●       | —   | ●    | ●       |
|                  | <i>Luciogobius pallidus</i>            | IDOMIMIZUHAZE       | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Luciogobius guttatus</i>            | MIMIZUHAZE          | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Eutaeniichthys gilli</i>            | HIMOHAZE            | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Chaenogobius gulosus</i>            | DOROME              | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Gymnogobius petschiliensis</i>      | SUMIUKIGORI         | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Gymnogobius urotaenia</i>           | UKIGORI             | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Gymnogobius breunigii</i>           | BIRINGO             | ●   | ●       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Glossogobius olivaceus</i>          | UROHAZE             | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Acanthogobius flavimanus</i>        | MAHAZE              | ●   | ●       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Acanthogobius lactipes</i>          | ASHISHIROHAZE       | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Favonigobius gymnauchen</i>         | HIMEHAZE            | ●   | —       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Mugilogobius abei</i>               | ABEHAZE             | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Acentrogobius pflaumii</i>          | SUJIHAZE            | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Rhinogobius giurinus</i>            | GOKURAKUHAZE        | ●   | ●       | —   | ●    | —       |
|                  | <i>Rhinogobius</i> sp. LD              | OYOYOSHINOBORI      | ●   | ●       | —   | ●    | —       |
|                  | <i>Rhinogobius</i> sp. DA              | KUROYOSHINOBORI     | —   | —       | —   | —    | ●       |
|                  | <i>Rhinogobius</i> sp. CB              | SHIMAYOSHINOBORI    | ●   | ●       | ●   | ●    | —       |
|                  | <i>Rhinogobius flumineus</i>           | KAWAYOSHINOBORI     | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Rhinogobius</i> sp. OR              | TOUYOSHINOBORI      | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Rhinogobius</i> sp. CO              | RURIYOSHINOBORI     | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Tridentiger trigonocephalus</i>     | AKAOBISHIMAHAZE     | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Tridentiger bifasciatus</i>         | SHIMOFURISHIMAHAZE  | —   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Tridentiger brevispinis</i>         | NUMACHICHIBU        | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Tridentiger obscurus</i>            | CHICHIBU            | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
|                  | <i>Parioglossus dotui</i>              | SATSUKIHAZE         | —   | —       | —   | —    | —       |
| Channidae        | <i>Channa maculata</i>                 | TAIWANDOJYO         | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                  | <i>Channa argus</i>                    | KAMURUCHI           | —   | —       | —   | —    | —       |
| Paralichthyidae  | <i>Paralichthys olivaceus</i>          | HIRAME              | —   | —       | —   | —    | —       |

[illegible]

Table 2-1 (from previous sheet)

| Family         | Scientific Name                     | Japanese Name    | Oze | Nishiki | Aki | Miya | Yashiro |
|----------------|-------------------------------------|------------------|-----|---------|-----|------|---------|
| Pleuronectidae | <i>Kareius bicoloratus</i>          | ISHIGAREI        | ●   | —       | —   | —    | ●       |
|                | <i>Pleuronectes herzensteini</i>    | MAGAREI          | —   | —       | —   | —    | —       |
| Tetraodontidae | <i>Takifugu niphobles</i>           | KUSAFUGU         | ●   | ●       | ●   | ●    | ●       |
|                | <i>Takifugu pardalis</i>            | HIGANFUGU        | —   | ●       | —   | —    | —       |
| Atyidae        | <i>Palratya compressa compressa</i> | NUMAEBI          | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Cardina typus</i>                | TOGENASHINUMAEBI | —   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Cardina leucosticta</i>          | MIZORENUMAEBI    | —   | —       | ●   | —    | —       |
|                | <i>Cardina multidentata</i>         | YAMATONUMAEBI    | —   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Cardina seratirostris</i>        | HIMENUMAEBI      | —   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Neocaridina denticulata</i>      | MINAMINUMAEBI    | ●   | ●       | ●   | ●    | ●       |
|                | <i>Palaemon paucidens</i>           | SUJIEBI          | ●   | —       | —   | —    | ●       |
| Palaemonidae   | <i>Palaemon serrifer</i>            | SUJIEBIMODOKI    | —   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Macrobrachium nipponense</i>     | TENAGAEBI        | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                | <i>Macrobrachium formosense</i>     | MINAMITENAGAEBI  | —   | ●       | —   | —    | —       |
|                | <i>Macrobrachium japonicum</i>      | HIRATETENAGAEBI  | —   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Exopalaemon orientis</i>         | SHIRATAEBI       | —   | —       | —   | —    | —       |
| Cambaridae     | <i>Procambarus clarkii</i>          | AMERIKAZARIGANI  | —   | —       | —   | —    | —       |
| Potamidae      | <i>Geothelphusa dehaani</i>         | SAWAGANI         | ●   | ●       | —   | ●    | ●       |
| Grapsidae      | <i>Eriocheir japonica</i>           | MOKUZUGANI       | ●   | ●       | —   | —    | —       |
|                | <i>Gaetice depressus</i>            | HIRAISOGANI      | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Hemigrapsus penicillatus</i>     | KEFUSAISOGANI    | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Helice tridens</i>               | ASHIHARAGANI     | —   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Chiromantes haematocheir</i>     | AKATEGANI        | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Chiromantes dehaani</i>          | KUROBENKEIGANI   | ●   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Chiromantes bidens</i>           | FUTABAKAKUGANI   | —   | —       | —   | —    | —       |
| Ocypodidae     | <i>Camptandrium sexdentatum</i>     | MUTUHAARIAKEGANI | —   | —       | —   | —    | —       |
|                | <i>Deiratonotus cristatus</i>       | ARIAKEMODOKI     | —   | —       | —   | —    | —       |
| Portunidae     | <i>Portunus trituberculatus</i>     | GAZAMI           | —   | —       | —   | —    | —       |
| Callinassidae  | <i>Callinassa japonica</i>          | NIHONSUNAMOGURI  | —   | —       | —   | —    | —       |
| Upogebiidae    | <i>Upogebia major</i>               | ANAJYAKO         | —   | —       | —   | —    | —       |
| Penaeidae      | <i>Metapenaeus moyebi</i>           | MOEBI            | —   | —       | —   | —    | —       |
| Hippolytidae   | <i>Heptacarpus geniculatus</i>      | KOSHIMAGARIMOEBI | —   | —       | —   | —    | —       |

Table 2-2 Distributions of fishes and decapod crustaceans in river systems flowing to the Sea of Japan.

● : present, — : absent,

| Family          | Scientific Name                             | Japanese Name     | Kawatana | Awano |
|-----------------|---------------------------------------------|-------------------|----------|-------|
| Petromyzontidae | <i>Lethenteron japonicum</i>                | KAWAYATSUME       | —        | —     |
|                 | <i>Lethenteron reissneri</i>                | SUNAYATSUME       | —        | —     |
| Elopidae        | <i>Elops hawaiiensis</i>                    | KARAIWASI         | —        | —     |
| Anguillidae     | <i>Anguilla japonica</i>                    | UNAGI             | —        | ●     |
| Clupeidae       | <i>Konosirus punctatus</i>                  | KONOSHIRO         | —        | ●     |
|                 | <i>Sardinella zunasi</i>                    | SAPPA             | —        | —     |
| Engraulidae     | <i>Engraulis japonicus</i>                  | KATAKUCHIIWASI    | —        | —     |
| Cyprinidae      | <i>Cyprinus carpio</i>                      | KOI               | —        | ●     |
|                 | <i>Carassius cuvieri</i>                    | GENGOROBUNA       | —        | —     |
|                 | <i>Carassius auratus langsdorffii</i>       | GINBUNA           | ●        | ●     |
|                 | <i>Carassius auratus</i> subsp.2            | KINBUNA           | —        | —     |
|                 | <i>Carassius auratus buergeri</i>           | OOKINBUNA         | —        | —     |
|                 | <i>Carassius</i> sp.                        | FUNA sp           | —        | —     |
|                 | <i>Tanakia lanceolata</i>                   | YARITANAGO        | —        | ●     |
|                 | <i>Tanakia limbata</i>                      | ABURABOTE         | —        | ●     |
|                 | <i>Acheilognathus rhombeus</i>              | KANEHIRA          | —        | —     |
|                 | <i>Acheilognathus cyanostigma</i>           | ICHIMONJITANAGO   | —        | —     |
|                 | <i>Acheilognathus tabira tabira</i>         | SHIROHIRETABIRA   | —        | —     |
|                 | <i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>          | TAIRIKUBARATANAGO | —        | —     |
|                 | <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>          | HAKUREN           | —        | —     |
|                 | <i>Aristichthys nobilis</i>                 | KOKUREN           | —        | —     |
|                 | <i>Ischikauia steenackeri</i>               | WATAKA            | —        | —     |
|                 | <i>Opsarichthys uncirostris uncirostris</i> | HASU              | —        | —     |
|                 | <i>Zacco platypus</i>                       | OIKAWA            | ●        | ●     |
|                 | <i>Zacco temminckii</i>                     | KAWAMUTSU         | ●        | ●     |
|                 | <i>Zacco sieboldii</i>                      | NUMAMUTSU         | —        | —     |
|                 | <i>Ctenopharyngodon idellus</i>             | SOUGYO            | —        | —     |

| Shimata | Suetake | Kanba | Saba | Akazaki | Kurogata | Nagasawa | Nannyaku | Fushino | Yaishi | Koto | Asa | Koya | Kanda |
|---------|---------|-------|------|---------|----------|----------|----------|---------|--------|------|-----|------|-------|
| ●       | —       | —     | ●    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |
| ●       | —       | —     | ●    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | —   | —    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |
| ●       | —       | —     | ●    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | ●    | ●   | ●    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | —   | —    | —     |
| ●       | —       | ●     | ●    | —       | ●        | ●        | ●        | ●       | ●      | ●    | ●   | ●    | ●     |
| ●       | —       | —     | ●    | ●       | —        | ●        | ●        | ●       | ●      | ●    | ●   | ●    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | ●   | ●    | —     |
| —       | —       | —     | ●    | ●       | ●        | ●        | ●        | ●       | —      | ●    | ●   | ●    | —     |
| ●       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |
| ●       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | —   | ●    | —     |
| ●       | —       | —     | ●    | —       | ●        | ●        | —        | ●       | —      | ●    | ●   | ●    | —     |
| ●       | —       | —     | ●    | ●       | ●        | ●        | ●        | ●       | —      | ●    | ●   | ●    | ●     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | ●   | ●    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | ●   | ●    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | —   | —    | —     |
| —       | —       | —     | ●    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | —   | ●    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | —   | ●    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | —       | —      | —    | —   | —    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |
| —       | —       | —     | —    | —       | —        | —        | —        | ●       | —      | —    | —   | —    | —     |

粟野川水系 39 種であった。

十脚甲殻類では阿武川水系の 13 種、大井川水系の 10 種であった。汽水海水甲殻類を除いた種数では、大井川の 10 種、次いで粟野川の 9 種であった。

2000 年までに山口県内の内水面で確認された魚類については 41 科 125 種が確認<sup>25)</sup>されている。本調査では、まだ県内の水系全てを網羅していないので、今後の調査によって更に確認種数が増えることと推察される。特に感潮域での調査水系が増えることにより、汽水海水魚の確認種数が増加していくものと思われる。

また、環境省、山口県が絶滅の恐れがあるとしてカテゴリー指定されている魚類 41 種、十脚甲殻類 1 種も生息していることが明らかとなった (Table4-1,4-2)。

瀬戸内海側水系で確認種数が多いのは、樫野川の 20 種で次いで佐波川の 19 種となった。

日本海側水系では阿武川水系の 18 種、次いで粟野川水系の 16 種となった。

環境省レッドリストでカテゴリー指定されている種の内、ゲンゴロウブナ、キンブナ、イチモンジタナゴ *Acheilognathus cyanostigma*、シロヒレタビラ *Acheilognathus tabira tabira*、ワタカ、ハス、ホンモ

| Fukawa | Misumi | Abu | Ooi | Tama |
|--------|--------|-----|-----|------|
| —      | —      | ●   | —   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | ●    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | ●   | —    |
| ●      | —      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |

(to be continued next page)

Table 2-2 (from previous sheet)

| Family           | Scientific Name                                    | Japanese Name            | Kawatana | Awano |
|------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|----------|-------|
|                  | <i>Phoxinus oxycephalus</i>                        | TAKAHAYA                 | —        | ●     |
|                  | <i>Tribolodon hakonensis</i>                       | UGUI                     | —        | ●     |
|                  | <i>Pseudorasbora parva</i>                         | MOTSUGO                  | —        | —     |
|                  | <i>Sarcocheilichthys variegatus variegatus</i>     | KAWAHIGAI                | —        | —     |
|                  | <i>Sarcocheilichthys variegatus microculus</i>     | BIWAHIGAI                | —        | —     |
|                  | <i>Pungtungia herzi</i>                            | MUGITSUKU                | ●        | —     |
|                  | <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>             | TAMOROKO                 | —        | —     |
|                  | <i>Gnathopogon caerulesceus</i>                    | HONMOROKO                | —        | —     |
|                  | <i>Biwia zezera</i>                                | ZEZERA                   | —        | —     |
|                  | <i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>               | KAMATSUKA                | —        | ●     |
|                  | <i>Hemibarbus longirostris</i>                     | ZUNAGANIGOI              | —        | —     |
|                  | <i>Hemibarbus labeo</i>                            | KOURAINIGOI              | —        | —     |
|                  | <i>Hemibarbus barbus</i>                           | NIGOI                    | —        | —     |
|                  | <i>Squalidus gracilis gracilis</i>                 | ITOMOROKO                | ●        | ●     |
|                  | <i>Squalidus japonicus japonicus</i>               | DEMEMOROKO               | —        | —     |
|                  | <i>Squalidus chankaensis biwae</i>                 | SUGOMOROKO               | —        | —     |
|                  | <i>Squalidus chankaensis subsp.</i>                | KOURAIMOROKO             | —        | —     |
| Cobitidae        | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>                  | DOJYO                    | ●        | —     |
|                  | <i>Cobitis takatsuensis</i>                        | ISHIDOJYO                | —        | ●     |
|                  | <i>Cobitis biwae</i>                               | SHIMADOJYO               | —        | —     |
|                  | <i>Cobitis matsuabarae</i>                         | YAMATOSHIMADOJYO         | ●        | ●     |
|                  | <i>Cobitis</i> sp.3                                | SUJISHIMADOJYO(CHYUGATA) | —        | —     |
| Bagridae         | <i>Pseudobagrus nudiceps</i>                       | GIGI                     | —        | ●     |
| Siluridae        | <i>Silurus asotus</i>                              | NAMAZU                   | —        | ●     |
| Amblycipitidae   | <i>Liobagrus reini</i>                             | AKAZA                    | —        | ●     |
| Plotosidae       | <i>Plotosus lineatus</i>                           | GONZUI                   | —        | —     |
| Osmeridae        | <i>Hypomesus nipponensis</i>                       | WAKASAGI                 | —        | —     |
| Plecoglossidae   | <i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>            | AYU                      | —        | ●     |
| Salangidae       | <i>Salangichthys microdon</i>                      | SHIRAUO                  | —        | —     |
| Salmonidae       | <i>Salmo trutta</i>                                | BRAWN TOROUT             | —        | —     |
|                  | <i>Oncorhynchus mykiss</i>                         | NIJIMASU                 | —        | ●     |
|                  | <i>Salvelinus fontinalis</i>                       | KAWAMASU                 | —        | —     |
|                  | <i>Salvelinus leucomaenis imbricus</i>             | GOGI                     | —        | —     |
|                  | <i>Oncorhynchus keta</i>                           | SAKE                     | —        | ●     |
|                  | <i>Oncorhynchus masou masou</i>                    | YAMAME                   | —        | ●     |
|                  | <i>Oncorhynchus masou masou</i> (Sea run form)     | SAKURAMASU               | —        | ●     |
|                  | <i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>                | AMAGO                    | —        | ●     |
|                  | <i>Oncorhynchus masou ishikawae</i> (Sea run form) | SATSUKIMASU              | —        | —     |
| Gasterosteidae   | <i>Gasterosteus</i> sp. Japan Sea type             | ITOYO(NIHONKAIGATA)      | —        | —     |
| Syngnathidae     | <i>Hippichthys penicillus</i>                      | GANTENISHIYOUJI          | —        | —     |
| Mugilidae        | <i>Mugil cephalus cephalus</i>                     | BORA                     | —        | ●     |
|                  | <i>Chelon affinis</i>                              | SESUJIBORA               | —        | —     |
|                  | <i>Chelon haematocheilus</i>                       | MENADA                   | —        | ●     |
| Atherinidae      | <i>Odontesthes bonariensis</i>                     | PEHEREI                  | —        | —     |
|                  | <i>Hypoatherina valenciennesi</i>                  | TOHGOROIWASI             | —        | —     |
| Poeciliidae      | <i>Gambusia affinis</i>                            | KADAYASHI                | —        | —     |
| Adrianichthyidae | <i>Olyzias latipes</i>                             | MEDAKA                   | ●        | ●     |
| Hemiramphidae    | <i>Hyporhamphus sajori</i>                         | SAYORI                   | —        | —     |
|                  | <i>Hyporhamphus intermedius</i>                    | KURUMESAYORI             | —        | —     |
| Belonidae        | <i>Strongylura anastomella</i>                     | DATSU                    | —        | —     |
|                  | <i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>             | OKIZAYORI                | —        | —     |
| Platycephalidae  | <i>Platycephalus</i> sp.2                          | MAGACHI                  | —        | —     |
| Hexagrammidae    | <i>Hexagrammos otakii</i>                          | AINAME                   | —        | —     |
| Cottidae         | <i>Cottus kazika</i>                               | KAMAKIRI                 | —        | —     |
|                  | <i>Cottus</i> sp. LE                               | KAJIKI(TAIRANGATA)       | —        | ●     |
|                  | <i>Cottus</i> sp. ME                               | KAJIKI(CHYURANGATA)      | —        | —     |
| Sinipercaidae    | <i>Coreoperca kawamebari</i>                       | OYANIRAMI                | —        | ●     |
| Moronidae        | <i>Lateolabrax japonicus</i>                       | SUZUKI                   | —        | ●     |
| Terapontidae     | <i>Terapon jarbua</i>                              | KOTOHIKI                 | —        | —     |
|                  | <i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>                   | SHIMAIKIRI               | —        | —     |
| Centrarchidae    | <i>Lepomis macrochirus</i>                         | BLUEGIRU                 | —        | ●     |
|                  | <i>Micropterus salmoides</i>                       | OOKUCHIBASS              | —        | ●     |
| Sillaginidae     | <i>Sillago japonica</i>                            | SHIROGIRU                | —        | —     |
| Carangidae       | <i>Trachurus japonicus</i>                         | MAAJI                    | —        | —     |
|                  | <i>Caranx sexfasciatus</i>                         | GINGAMEAJI               | —        | —     |
|                  | <i>Caranx ignobilis</i>                            | ROUNINAJI                | —        | —     |
| Leiognathidae    | <i>Leiognathus nuchalis</i>                        | HIIRAGI                  | —        | —     |
| Sparidae         | <i>Acanthopagrus schlegelii</i>                    | KURODAI                  | —        | ●     |

| Fukawa | Misumi | Abu | Ooi | Tama |
|--------|--------|-----|-----|------|
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | ●   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| ●      | —      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | ●   | ●   | ●    |
| ●      | ●      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | —      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | ●      | ●   | —   | ●    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | —      | ●   | —   | ●    |
| ●      | ●      | ●   | ●   | ●    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| ●      | —      | ●   | —   | —    |
| ●      | —      | ●   | ●   | —    |
| ●      | —      | ●   | ●   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | ●      | —   | —   | —    |
| —      | —      | —   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |
| —      | —      | ●   | —   | —    |

Table 2-2 (from previous sheet)

| Family          | Scientific Name                     | Japanese Name     | Kawatana | Awano |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------|----------|-------|
|                 | <i>Acanthopagrus latus</i>          | KICHINU           | —        | —     |
| Blenniidae      | <i>Omobranchus punctatus</i>        | IDATENGINPO       | —        | —     |
| Odontobutidae   | <i>Odontobutis obscura</i>          | DONKO             | ●        | ●     |
|                 | <i>Odontobutis hikimius</i>         | ISIDONKO          | —        | —     |
| Eleotridae      | <i>Eleotris oxycephala</i>          | KAWAANAGO         | —        | —     |
| Gobiidae        | <i>Periophthalmus modestus</i>      | TOBIHAZE          | —        | —     |
|                 | <i>Leucopsarion petersi</i>         | SHIROUO           | —        | ●     |
|                 | <i>Luciogobius pallidus</i>         | IDOMIMIZUHAZE     | —        | —     |
|                 | <i>Luciogobius guttatus</i>         | MIMIZUHAZE        | —        | ●     |
|                 | <i>Eutaeniichthys gilli</i>         | HIMOHAE           | —        | —     |
|                 | <i>Chaenogobius gulosus</i>         | DOROME            | —        | —     |
|                 | <i>Gymnogobius petschiliensis</i>   | SUMIUKIGORI       | ●        | ●     |
|                 | <i>Gymnogobius urotaenia</i>        | UKIGORI           | ●        | ●     |
|                 | <i>Gymnogobius breunigii</i>        | BIRINGO           | —        | —     |
|                 | <i>Glossogobius olivaceus</i>       | UROHAZE           | —        | —     |
|                 | <i>Acanthogobius flavimanus</i>     | MAHAZE            | —        | —     |
|                 | <i>Acanthogobius lactipes</i>       | ASHISHIROHAZE     | —        | —     |
|                 | <i>Favonigobius gymnauchen</i>      | HIMEHAZE          | —        | —     |
|                 | <i>Mugilogobius abei</i>            | ABEHAZE           | —        | —     |
|                 | <i>Acentrogobius pflaumii</i>       | SUJIHAZE          | —        | —     |
|                 | <i>Rhinogobius giurinus</i>         | GOKURAKUHAZE      | —        | ●     |
|                 | <i>Rhinogobius</i> sp. LD           | OOYOSHINOBORI     | —        | ●     |
|                 | <i>Rhinogobius</i> sp. DA           | KUROYOSHINOBORI   | —        | ●     |
|                 | <i>Rhinogobius</i> sp. CB           | SHIMAYOSHINOBORI  | ●        | ●     |
|                 | <i>Rhinogobius flumineus</i>        | KAWAYOSHINOBORI   | —        | ●     |
|                 | <i>Rhinogobius</i> sp. OR           | TOUYOSHINOBORI    | ●        | —     |
|                 | <i>Rhinogobius</i> sp. CO           | RURIYOSHINOBORI   | —        | —     |
|                 | <i>Tridentiger trigonocephalus</i>  | AKAOBISHIMAHAE    | —        | —     |
|                 | <i>Tridentiger bifasciatus</i>      | SHIMOFURISHIMAHAE | —        | —     |
|                 | <i>Tridentiger brevispinis</i>      | NUMACHICHIBU      | —        | —     |
|                 | <i>Tridentiger obscurus</i>         | CHICHIBU          | ●        | ●     |
|                 | <i>Parioglossus dotui</i>           | SATSUKIHAZE       | —        | —     |
| Channidae       | <i>Channa maculata</i>              | TAIWANDOJYO       | —        | —     |
|                 | <i>Channa argus</i>                 | KAMURUCHI         | —        | ●     |
| Paralichthyidae | <i>Paralichthys olivaceus</i>       | HIRAME            | —        | —     |
| Pleuronectidae  | <i>Kareius bicoloratus</i>          | ISHIGAREI         | —        | —     |
|                 | <i>Pleuronectes herzensteini</i>    | MAGAREI           | —        | —     |
| Tetraodontidae  | <i>Takifugu niphobles</i>           | KUSAFUGU          | —        | —     |
|                 | <i>Takifugu pardalis</i>            | HIGANFUGU         | —        | —     |
| Atyidae         | <i>Palratya compressa compressa</i> | NUMAEBI           | —        | —     |
|                 | <i>Cardina typus</i>                | TOGENASHINUMAEBI  | —        | —     |
|                 | <i>Cardina leucosticta</i>          | MIZORENUMAEBI     | ●        | ●     |
|                 | <i>Cardina multidentata</i>         | YAMATONUMAEBI     | —        | ●     |
|                 | <i>Cardina seratirostris</i>        | HIMENUMAEBI       | —        | ●     |
|                 | <i>Neocaridina denticulata</i>      | MINAMINUMAEBI     | ●        | ●     |
| Palaemonidae    | <i>Palaemon paucidens</i>           | SUJIEBI           | —        | ●     |
|                 | <i>Palaemon serrifer</i>            | SUJIEBIMODOKI     | —        | —     |
|                 | <i>Macrobrachium nipponense</i>     | TENAGAEBI         | —        | —     |
|                 | <i>Macrobrachium formosense</i>     | MINAMITENAGAEBI   | —        | ●     |
|                 | <i>Macrobrachium japonicum</i>      | HIRATETENAGAEBI   | ●        | ●     |
|                 | <i>Exopalaemon orientis</i>         | SHIRATAEBI        | —        | —     |
| Cambaridae      | <i>Procambarus clarkii</i>          | AMERIKAZARIGANI   | —        | —     |
| Potamidae       | <i>Geothelphusa dehaani</i>         | SAWAGANI          | —        | ●     |
| Grapsidae       | <i>Eriocheir japonica</i>           | MOKUZUGANI        | ●        | ●     |
|                 | <i>Gaetice depressus</i>            | HIRAISOGANI       | —        | —     |
|                 | <i>Hemigrapsus penicillatus</i>     | KEFUSAISOGANI     | —        | —     |
|                 | <i>Helice tridens</i>               | ASHIHARAGANI      | —        | —     |
|                 | <i>Chiromantes haematocheir</i>     | AKATEGANI         | —        | —     |
|                 | <i>Chiromantes dehaani</i>          | KUROBENKEIGANI    | —        | —     |
|                 | <i>Chiromantes bidens</i>           | FUTABAKAKUGANI    | —        | —     |
| Ocypodidae      | <i>Camptandrium sexdentatum</i>     | MUTUHAARIAKEGANI  | —        | —     |
|                 | <i>Deiratonotus cristatus</i>       | ARIAKEMODOKI      | —        | —     |
| Portunidae      | <i>Portunus trituberculatus</i>     | GAZAMI            | —        | —     |
| Callianassidae  | <i>Callianassa japonica</i>         | NIHONSUNAMOGURI   | —        | —     |
| Upogebiidae     | <i>Upogebia major</i>               | ANAJYAKO          | —        | —     |
| Penaeidae       | <i>Metapenaeus moyerbi</i>          | MOEBI             | —        | —     |
| Hippolytidae    | <i>Heptacarpus geniculatus</i>      | KOSHIMAGARIMOEBI  | —        | —     |



**Table 3-1** Number of species categorized by the life type in river systems flowing to the Seto Inland Sea.

| Taxon              | Life type                    | Oze | Nishiki | Miya | Yashiro | Shimata | Suetake |
|--------------------|------------------------------|-----|---------|------|---------|---------|---------|
| Fish               | Non-diadoromous              | 50  | 56      | 7    | 16      | 60      | 17      |
|                    | Fluval and/or lacustrine     | 36  | 38      | 4    | 6       | 29      | 16      |
|                    | Brackish water and/or marine | 14  | 18      | 3    | 10      | 31      | 1       |
|                    | Diadoromous fish             | 10  | 12      | 6    | 6       | 11      | 12      |
|                    | Catadoromous                 | 1   | 1       | 1    | 1       | 1       | 1       |
|                    | Anadoromous                  | 1   | 2       | 1    | 1       | 0       | 0       |
|                    | Amphidoromous                | 8   | 9       | 4    | 4       | 10      | 11      |
| Decapod crustacean | Non-diadoromous              | 6   | 1       | 2    | 2       | 2       | —       |
|                    | Fluval and/or lacustrine     | 2   | 1       | 2    | 2       | 2       | —       |
|                    | Brackish water and/or marine | 4   | 0       | —    | —       | 0       | —       |
|                    | Diadoromous                  | 3   | 2       | —    | —       | 3       | —       |
|                    | Catadoromous                 | 1   | 1       | —    | —       | 0       | —       |
|                    | Amphidoromous                | 2   | 1       | —    | —       | 3       | —       |

**Table 3-2** Number of species categorized by the life type in river systems flowing to the Sea of Japan.

| Taxon              | Life type                    | Kawatana | Awano | Fukawa | Misumi | Abu | Ooi | Tama |
|--------------------|------------------------------|----------|-------|--------|--------|-----|-----|------|
| Fish               | Non-diadoromous              | 9        | 32    | 18     | 12     | 48  | 28  | 26   |
|                    | Fluval and/or lacustrine     | 9        | 27    | 14     | 9      | 30  | 23  | 17   |
|                    | Brackish water and/or marine | 0        | 5     | 4      | 3      | 18  | 5   | 9    |
|                    | Diadoromous                  | 6        | 12    | 11     | 8      | 15  | 12  | 12   |
|                    | Catadoromous                 | 1        | 1     | 2      | 1      | 2   | 2   | 2    |
|                    | Anadoromous                  | 0        | 2     | 3      | 3      | 4   | 1   | 3    |
|                    | Amphidoromous                | 5        | 9     | 6      | 4      | 9   | 9   | 7    |
| Decapod crustacean | Non-diadoromous              | 1        | 3     | 2      | 1      | 11  | 4   | —    |
|                    | Fluval and/or lacustrine     | 1        | 3     | 2      | 1      | 5   | 4   | —    |
|                    | Brackish water and/or marine | 0        | 0     | 0      | 0      | 6   | 0   | —    |
|                    | Diadoromous                  | 3        | 6     | 2      | 1      | 3   | 7   | —    |
|                    | Catadoromous                 | 1        | 1     | 1      | 1      | 1   | 1   | —    |
|                    | Amphidoromous                | 2        | 5     | 1      | 0      | 2   | 6   | —    |

的で山口県が 1950 年に島根県から親魚を導入し、種苗生産を行い県内各地の河川、溜池に放流事業を行っていたことによると思われる<sup>37, 38, 39)</sup>。

ハスも琵琶湖淀川水系の魚種<sup>21)</sup>であり、湖産アユの放流に混じってきたと考えられている<sup>2)</sup>。特にハスが多いのは阿武川水系の阿武川ダム湖および佐々並川ダム湖であり、両ダムとも個体数が非常に多く、阿武川ダム湖では陸封アユの遡上時期にダム湖流入部に蟄集し、アユを捕食するのが観察される。

ヌマムツは、山口県では酒井ら<sup>3)</sup>が木屋川水系及び山口湾に注ぐ数河川で生息を確認している。本調査では 2005 年佐波川水系小島川と 2007 年に山口湾に流入する長沢川水系で確認した。当該水系は、夏期には水量が大幅に減少し、瀬切れが出現する小河川で、ほとんどの魚類が農業用堰の湛水域に生息している。当該水系の堰には魚道は無く魚類の移動は困難である。また湛水域には魚食性国外外来魚であるオオクチバス、ブルーギル、カムルチーが多数生息しており、このため本種の絶滅が危惧される。小島川も同様であるがオオクチバス等の国外外来魚は確認されなかった。

ソウギョは、本調査で確認されたのは厚狭川水系のみである。これまでの調査では<sup>2, 65)</sup>、厚狭川を含め、瀬戸内海側 6 水系で確認されている。本種は国外外来魚で山口県へ最初にソウギョが持ち込まれたのは 1942 年 12 月で、食料増産目的に山口県が揚子江九江付近で種苗を買い付け 32,750 尾を持ち帰り配布した記録がある<sup>34)</sup>。その他県内の観賞魚店で見かけることがあり、頻繁に県内に持ち込まれていると思われる。

ウグイは本調査のうち定性調査（以下水産研究センター調査とする）<sup>8-15)</sup>の中で深川川では目視確認も含めて 1 尾も確認することができなかった。深川川漁業協同組合長の話では、過去に潮止堰堤下で 1 度採捕しただけとのことであった。

モツゴについて本調査で確認されたのは、小規模河川及び灌漑用水路で、タモロコやアブラボテなどに混じって獲れることが多く、1 尾しか採捕できなかった場所が大部分であり、生息数は少ないと思われた。

カワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus variegatus* は、1988 年に阿武川水系から報告があり<sup>2)</sup>その後 2000 年<sup>65)</sup>にも確認されているだけで、2007 年に山口淡水

| Kanba | Saba | Kurogata | Nagasawa | Nannyaku | Fushino | Yaishi | Koto | Asa | Koya | Kanda |
|-------|------|----------|----------|----------|---------|--------|------|-----|------|-------|
| 6     | 63   | 11       | 15       | 14       | 68      | 12     | 54   | 35  | 41   | 11    |
| 6     | 45   | 11       | 15       | 14       | 42      | 11     | 34   | 25  | 31   | 11    |
| 0     | 18   | 0        |          |          | 26      | 1      | 20   | 10  | 10   | 0     |
| —     | 11   | 1        | 3        | 3        | 15      | 1      | 9    | 9   | 7    | 2     |
| —     | 1    | 0        | 0        | 1        | 1       | 0      | 1    | 1   | 1    | 1     |
| —     | 2    | 0        | 0        | 0        | 3       | 0      | 1    | 0   | 0    | 0     |
| —     | 8    | 1        | 3        | 2        | 11      | 1      | 7    | 8   | 6    | 1     |
| 2     | 5    | 2        | 3        | —        | 11      | 2      | 2    | 7   | 13   | 1     |
| 2     | 4    | 2        | 3        | —        | 4       | 2      | 2    | 4   | 4    | 1     |
| 0     | 1    | 0        |          | —        | 7       | 0      | 0    | 3   | 9    | 0     |
| —     | 3    | 1        | 1        | —        | 5       | —      | 3    | 3   | 3    | 1     |
| —     | 1    | 0        | 0        | —        | 1       | —      | 1    | 1   | 1    | 1     |
| —     | 2    | 1        | 1        | —        | 4       | —      | 2    | 2   | 2    | 0     |

魚研究会により採捕地での再調査を行ったが採捕することはできなかった。

ムギツクは、水産研究センター調査では本県河川に普通に生息するが、栗野川、深川川で目視確認も含めて1尾も確認することができなかった。

タモロコは、本調査においては日本海側水系で確認できなかったが、2000年の調査<sup>65)</sup>で阿武川水系から報告がある。また厚東川ダムはタモロコはホンモロコとの雑種であることが確認<sup>51)</sup>されている。

ホンモロコは、1950年代に溜池を利用した養殖・種苗生産が行われ<sup>39)</sup>、ダム湖への移植<sup>40)</sup>など県内各地に移植が行われていた。

ゼゼラは山口県では厚東川水系から生息記録<sup>52)</sup>がある。

カマツカは本県河川で普通に見られるが、水産研究センター調査では深川川のみで目視確認も含めて1尾も確認することができなかった。

ズナガニゴイについて、本調査で生息が確認されたのは全て瀬戸内海側水系であった。日本海側河川では過去に阿武川水系でのみ採捕記録がある<sup>1,2)</sup>が、国土交通省の調査<sup>65)</sup>でも確認されていない。

ニゴイとコウライニゴイは、本調査結果では、小瀬川および錦川で採捕した個体は全てコウライニゴイで、榎野川及び佐波川で採捕した個体はすべてニゴイであった。しかし、2006年の調査<sup>65)</sup>では錦川からニゴイが報告されている。藤岡<sup>2)</sup>は、1970年頃からニゴイが山口県内で増え始め、県外からの移入種であると記している。

イトモロコは水産研究センター調査では、日本海側水系の深川川水系および大井川水系では確認することはできなかった。

ドジョウを確認した地点の多くは、灌漑用水路等の泥の堆積した小規模な水域であった。本流域で確認さ

れたのはセリが群生する場所や河岸の極浅所に浮泥が堆積し、除草作業で投棄された植物が漂着した場所などで採捕された。なお、ドジョウは、食用や釣りや鳥類などの餌料として流通しており、県内で養殖されているため、人為的な移動もあると思われる。小出水<sup>69)</sup>は山口県内のドジョウから大陸由来と思われる遺伝子パターンを持つ個体を確認したことを報じている。

インドジョウが日本海側で生息が確認されていた水系は田万川、須佐川、郷川、阿武川、掛淵川および栗野川<sup>25, 57, 58, 60)</sup>であったが、今回の調査で新たに大井川、深川川でも生息が確認された。このことからインドジョウは山口県日本海側の水系にほぼ連続して生息していることが明らかとなった。また酒井ら<sup>60)</sup>は栗野川の1支流以外で生息は確認できなかったと報じているが、2007年の本調査では酒井らが生息を確認した支流も含め、本流の下流域および2支流でインドジョウを確認、採集した。インドジョウの生息が確認される場所はこれまでの報告にあるように<sup>57, 60, 70)</sup>河川上流から中流域の礫が堆積した淵、洩尻および平瀬で見られることが多かったが、2007年7月に栗野川で行った潜水観察では、本流で湧水が湧出している複数カ所において生息が確認された。大井川でも同様に、本流の湧水が湧出している場所で生息を確認した。瀬戸内海側では錦川、佐波川、厚狭川<sup>5, 57, 58)</sup>、木屋川<sup>71)</sup>で確認されている。さらに厚東川水系太田川でもインドジョウの生息が確認されており(谷川道明：私信)、山口県でインドジョウは13水系で生息が確認されたことになる。本種は1970年と比較的新しく分類された種類<sup>72)</sup>であるが、1970年以前にも本種と思われるシマドジョウと区別されたシマドジョウ属の採捕記録が1957年に木屋川から報告されており<sup>42)</sup>、当時の生息確認地点周辺では現在もインドジョウの生息が確認されている。

**Table 4-1** Threatened Fishes and Decapod crustaceans confirmed at the inland water in Yamaguchi Prefecture.  
(The Seto inland Sea side River system)

| Scientific Name                                | Japanese Name            | Red List*1<br>Category | Red Data Book Yamaguchi*2<br>Category | Oze | Nishiki | Aki |
|------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|-----|---------|-----|
| <i>Lethenteron japonicum</i>                   | KAWAYATSUME              | VU                     | DD                                    |     |         |     |
| <i>Lethenteron reissneri</i>                   | SUNAYATSUME              | VU                     | VU                                    | ●   | ●       |     |
| <i>Anguilla japonica</i>                       | UNAGI                    | DD                     |                                       | ●   | ○       |     |
| <i>Carassius cuvieri</i>                       | GENGOROHBUNA             | EN                     |                                       | ●   | ●       |     |
| <i>Carassius auratus</i> subsp.2               | KINBUNA                  | NT                     |                                       |     | ●       |     |
| <i>Tanakia lanceolata</i>                      | YARITANAGO               | NT                     |                                       |     |         |     |
| <i>Tanakia limbata</i>                         | ABURABOTE                | NT                     |                                       | ●   | ●       |     |
| <i>Acheilognathus cyanostigma</i>              | ICHIMONJITAMAGO          | CR                     |                                       |     | ●       |     |
| <i>Acheilognathus tabira tabira</i>            | SHIROHIRETABIRA          | EN                     |                                       | ●   |         |     |
| <i>Ischikawia steenackeri</i>                  | WATAKA                   | EN                     |                                       | ●   | ●       |     |
| <i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i>   | HASU                     | VU                     |                                       | ●   | ○       |     |
| <i>Zacco sieboldii</i>                         | NUMAMUTSU                |                        | CR                                    |     |         |     |
| <i>Pseudorasbora parva</i>                     | MOTSUGO                  |                        | VU                                    |     |         |     |
| <i>Sarcocheilichthys variegatus variegatus</i> | KAWAHIGAI                | NT                     |                                       |     |         |     |
| <i>Gnathopogon caeruleus</i>                   | HONMOROKO                | CR                     |                                       | ●   |         |     |
| <i>Squalidus japonicus japonicus</i>           | DEMEMOROKO               | VU                     |                                       |     |         |     |
| <i>Squalidus chankaensis biwae</i>             | SUGOMOROKO               | NT                     |                                       | ●   | ●       |     |
| <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>              | DOJOYO                   |                        | EN                                    | ●   | ●       |     |
| <i>Cobitis takatsuensis</i>                    | ISHIDOJOYO               | EN                     | VU                                    |     | ●       |     |
| <i>Cobitis matsubarae</i>                      | YAMATOSHIMADOJOYO        | VU                     |                                       |     |         |     |
| <i>Cobitis</i> sp.3                            | SUJISHIMADOJOYO(TYUGATA) | VU                     |                                       |     |         |     |
| <i>Liobagrus reini</i>                         | AKAZA                    | VU                     | VU                                    | ●   | ○       |     |
| <i>Salangichthys microdon</i>                  | SHIRAUO                  |                        | DD                                    |     |         |     |
| <i>Salvelinus leucomaenis imbricus</i>         | GOGI                     | VU                     | EN                                    |     | ●       |     |
| <i>Oncorhynchus keta</i>                       | SAKE                     |                        | EN                                    |     |         |     |
| <i>Oncorhynchus masou masou</i>                | YAMAME(SAKURAMASU)       | NT                     | EN                                    |     |         |     |
| <i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>            | AMAGO(SATSUKIMASU)       | NT                     | EN                                    | ●   | ○       |     |
| <i>Gasterosteus</i> sp. Japan Sea type         | ITOYO(NIHONKAIGATA)      | LP                     | DD                                    |     |         |     |
| <i>Olyzias latipes</i>                         | MEDAKA                   | VU                     | EN                                    | ●   | ●       |     |
| <i>Hyporhamphus intermedius</i>                | KURUMESAYORI             | NT                     |                                       |     |         |     |
| <i>Cottus kazika</i>                           | KAMAKIRI(AYUKAKE)        | VU                     | EN                                    |     |         |     |
| <i>Cottus</i> sp. LE                           | KAZIKA(TAIRANGATA)       | NT                     | EN                                    | ●   | ●       |     |
| <i>Cottus</i> sp. ME                           | KAZIKA(TYURANGATA)       | EN                     | CR                                    |     | ○       |     |
| <i>Coreoperca kawamebari</i>                   | OYANIRAMI                | VU                     |                                       | ●   | ○       |     |
| <i>Odontobutis hikimius</i>                    | ISHIDONKO                | DD                     |                                       |     |         |     |
| <i>Periophthalmus modestus</i>                 | TOBIHAZE                 | NT                     |                                       |     |         |     |
| <i>Leucopsarion petersi</i>                    | SHIROUO                  | VU                     |                                       |     | ●       |     |
| <i>Luciogobius pallidus</i>                    | IDOMIMIZUHAZE            | NT                     | DD                                    |     |         |     |
| <i>Eutaeniichthys gilli</i>                    | HIMOHAZE                 | NT                     |                                       |     |         |     |
| <i>Rhinogobius</i> sp. DA                      | KUROYOSHINOBORI          |                        | EN                                    |     |         |     |
| <i>Rhinogobius</i> sp.CO                       | RURIYOSHINOBORI          |                        | EN                                    |     |         |     |
| <i>Cardina seratirostris</i>                   | HIMENUMAEBI              |                        | NT                                    |     |         |     |

\* 1 : Ministry of Environment(2007/8/3) : Red List - Brackish and Fresh Water Fishes

\* 2 : Yamaguchi Prefectural Office(2002) : Red Data Book Yamaguchi

ヤマトシマドジョウ、シマドジョウ、スジシマドジョウについては、藤岡<sup>58)</sup>が山口県内のシマドジョウ属魚類の分布を詳細に報告している。本調査ではヤマトシマドジョウ、シマドジョウの分類基準として雄の胸びれ骨質盤の形状を用いたが、水産研究センター調査では唯一、島田川のみ雌個体1尾しか採捕できなかったため、体側の斑紋、色素の特徴<sup>21)</sup>および藤岡<sup>58)</sup>の報告からヤマトシマドジョウと同定した。今回の調査水系におけるシマドジョウ、ヤマトシマドジョウ、スジシマドジョウの確認水系は、藤岡<sup>58)</sup>が示した分布の範囲内であった。

ギギは水産研究センター調査では深川川のみで目視確認も含めて1尾も確認することができなかった。

ナマズは水産研究センター調査や小規模河川、灌漑用水路、調整池等、山口県の広い範囲に生息していることが確認された。しかし深川川水系および大井川水系では下流部のみでしか確認できず、水系によって特定の場所に集中して見られた。本種は、繁殖のために農業用水路や水田等に入る必要がある<sup>5, 21)</sup>が、前述の2河川では下流部においては、用水路や水田等河川との連絡部に落差がないことを確認しており、繁殖水域との往来が容易であることが本種の生息条件として重要であることがうかがえた。

アカザは水産研究センター調査で確認した10点は全て中・上流域の早瀬であるが、瀬戸内海側水系の厚狭川および日本海側水系の粟野川では下流域の早瀬か

| Miya | Yashiro | Shimata | Suetake | Kanba | Saba | Akazaki | Kurogata | Nagasawa | Nannyaku | Fushino | Yaishi | Koto | Asa | Koya | Kanda |
|------|---------|---------|---------|-------|------|---------|----------|----------|----------|---------|--------|------|-----|------|-------|
|      |         | ●       |         |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        | ●    | ●   | ●    |       |
|      |         | ●       | ●       |       | ○    |         | ○        | ○        | ○        | ○       |        | ●    | ○   | ●    | ○     |
|      |         |         |         |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        | ○    |     |      |       |
|      |         |         |         | ●     | ○    |         | ○        | ○        | ○        | ●       | ○      | ○    | ○   | ○    | ○     |
|      |         |         |         |       | ●    |         |          |          |          |         |        |      |     |      |       |
|      |         | ●       |         |       | ○    |         |          |          |          | ●       |        | ○    |     |      |       |
|      |         |         |         |       | ○    |         |          | ○        | ●        | ●       |        |      |     | ●    |       |
|      |         |         |         | ○     | ●    |         | ○        | ○        |          | ●       | ○      | ●    |     | ●    |       |
|      |         |         |         |       | ●    |         |          |          |          |         |        | ●    |     |      |       |
|      |         | ●       |         | ○     | ○    |         | ○        | ○        | ○        | ○       |        | ●    | ○   | ●    | ○     |
|      |         | ○       | ●       |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        | ●    | ○   | ●    | ○     |
|      |         | ○       |         |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        | ○    | ○   | ●    |       |
|      |         | ●       |         |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        | ○    | ○   | ●    |       |
|      |         |         |         |       | ●    |         |          |          |          |         |        |      |     |      |       |
|      |         |         |         |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        |      |     | ●    |       |
|      |         |         | ○       |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        |      |     |      |       |
| ●    | ●       | ○       | ●       | ○     | ○    |         | ○        | ○        | ○        | ○       | ○      | ○    | ○   | ●    | ○     |
|      |         | ●       |         |       | ●    |         |          |          |          | ●       |        | ●    | ○   | ●    |       |
|      |         | ○       |         |       | ○    |         |          |          |          | ○       |        | ○    | ○   | ●    |       |
| ●    | ●       |         |         |       | ●    |         |          |          |          | ●       |        | ●    | ●   | ●    |       |
|      |         | ●       |         |       | ○    |         |          |          |          | ●       |        | ●    |     | ●    |       |
|      | ○       | ○       |         |       |      |         |          |          |          |         |        |      |     |      |       |
|      |         | ○       |         |       |      |         |          |          |          | ●       |        |      |     |      |       |

Open circle and solid circle indicate present this survey confirmed and records from literatures<sup>1-7, 17, 24, 28-67)</sup>.

らも見られた。

ワカサギを本調査で確認したのは、全てダム湖である。山口県へのワカサギ移植の歴史は古く、1921年には島根県宍道湖産の発眼卵放流が行われている。近年では主に諏訪湖産の発眼卵の移入によるものが多いと思われ、現在では木屋川水系木屋川ダム湖及び厚東川水系厚東川ダム湖で下関市、宇部市により区画漁業権に基づく発眼卵放流が毎年実施されている。この2つのダムでは他のダム湖よりもワカサギが多く見られ発眼卵放流が多いためと思われる。

シラウオ *Salangichthys microdon* は、樫野川河口域で2006年以降毎年確認<sup>5)</sup>されている。主に確認されるのは産卵期の2月～3月であり、TL：10cm以上

の個体が多いが、2008年11月には干潮時の滞筋でTL：10cm未満の個体を多数採集しており、樫野川河口域～山口湾奥部の沿岸浅所で再生産が行われている可能性がある。

アユは水産研究センター調査では、厚東川を除いて確認された。山口県の内水面漁業の最重要魚種であり、資源を増やすために漁業権に基づく放流が各河川で実施されている。アユの増殖事業の山口県内の歴史は古く、1922年にはふ化放流事業が錦川で行われていた<sup>31)</sup>。また山口県ではダム湖での再生産による陸封アユも木屋川ダム、阿武川ダム、弥栄ダムで確認されている<sup>5, 42, 43, 50)</sup>。

カワマス *Salvelinus fontinalis* は、1937年にアメリ

**Table 4-2** Threatened Fishes and Decapod crustaceans confirmed at the inland water in Yamaguchi Prefecture (The Sea of Japan side River system).

| Scientific Name                                | Japanese Name           | Red List*1<br>Category | Red Data Book Yamaguchi*2<br>Category | Kawatana | Awano |
|------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------|-------|
| <i>Lethenteron japonicum</i>                   | KAWAYATSUME             | VU                     | DD                                    |          |       |
| <i>Lethenteron reissneri</i>                   | SUNAYATSUME             | VU                     | VU                                    |          |       |
| <i>Anguilla japonica</i>                       | UNAGI                   | DD                     |                                       |          | ○     |
| <i>Carassius cuvieri</i>                       | GENGOROHBUNA            | EN                     |                                       |          | ●     |
| <i>Carassius auratus</i> subsp.2               | KINBUNA                 | NT                     |                                       |          |       |
| <i>Tanakia lanceolata</i>                      | YARITANAGO              | NT                     |                                       |          | ○     |
| <i>Tanakia limbata</i>                         | ABURABOTE               | NT                     |                                       |          | ○     |
| <i>Acheilognathus cyanostigma</i>              | ICHIMONJITAMAGO         | CR                     |                                       |          |       |
| <i>Acheilognathus tabira tabira</i>            | SHIROHIRETABIRA         | EN                     |                                       |          |       |
| <i>Ischikauia steenackeri</i>                  | WATAKA                  | EN                     |                                       |          |       |
| <i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i>   | HASU                    | VU                     |                                       |          |       |
| <i>Zacco sieboldii</i>                         | NUMAMUTSU               |                        | CR                                    |          |       |
| <i>Pseudorasbora parva</i>                     | MOTSUGO                 |                        | VU                                    |          |       |
| <i>Sarcocheilichthys variegatus variegatus</i> | KAWAHIGAI               | NT                     |                                       |          |       |
| <i>Gnathopogon caerulesceus</i>                | HONMOROKO               | CR                     |                                       |          |       |
| <i>Squalidus japonicus japonicus</i>           | DEMEMOROKO              | VU                     |                                       |          |       |
| <i>Squalidus chankaensis biuae</i>             | SUGOMOROKO              | NT                     |                                       |          |       |
| <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>              | DOJYO                   |                        | EN                                    | ○        |       |
| <i>Cobitis takatsuensis</i>                    | ISHIDOJYO               | EN                     | VU                                    |          | ○     |
| <i>Cobitis matsuabarae</i>                     | YAMATOSHIMADOJYO        | VU                     |                                       | ○        | ○     |
| <i>Cobitis</i> sp.3                            | SUJISHIMADOJYO(TYUGATA) | VU                     |                                       |          |       |
| <i>Liobagrus reini</i>                         | AKAZA                   | VU                     | VU                                    |          | ○     |
| <i>Salangichthys microdon</i>                  | SHIRAUO                 |                        | DD                                    |          |       |
| <i>Salvelinus leucomaenis imbricus</i>         | GOGI                    | VU                     | EN                                    |          |       |
| <i>Oncorhynchus keta</i>                       | SAKE                    |                        | EN                                    |          | ○     |
| <i>Oncorhynchus masou masou</i>                | YAMAME(SAKURAMASU)      | NT                     | EN                                    |          | ●     |
| <i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>            | AMAGO(SATSUKIMASU)      | NT                     | EN                                    |          | ●     |
| <i>Gasterosteus</i> sp. Japan Sea type         | ITOYO(NIHONKAIGATA)     | LP                     | DD                                    |          |       |
| <i>Olyzias latipes</i>                         | MEDAKA                  | VU                     | EN                                    | ○        | ○     |
| <i>Hyporhamphus intermedius</i>                | KURUMESAYORI            | NT                     |                                       |          |       |
| <i>Cottus kazika</i>                           | KAMAKIRI(AYUKAKE)       | VU                     | EN                                    |          |       |
| <i>Cottus</i> sp. LE                           | KAZIKA(TAIRANGATA)      | NT                     | EN                                    |          | ○     |
| <i>Cottus</i> sp. ME                           | KAZIKA(TYURANGATA)      | EN                     | CR                                    |          |       |
| <i>Coreoperca kawamebari</i>                   | OYANIRAMI               | VU                     |                                       |          | ○     |
| <i>Odontobutis hikimius</i>                    | ISHIDONKO               | DD                     |                                       |          |       |
| <i>Periophthalmus modestus</i>                 | TOBIHAZE                | NT                     |                                       |          |       |
| <i>Leucopsarion petersi</i>                    | SHIROUO                 | VU                     |                                       |          | ○     |
| <i>Luciogobius pallidus</i>                    | IDOMIMIZUHAZE           | NT                     | DD                                    |          |       |
| <i>Eutaeniichthys gilli</i>                    | HIMOHAZE                | NT                     |                                       |          |       |
| <i>Rhinogobius</i> sp. DA                      | KUROYOSHINOBORI         |                        | EN                                    |          | ○     |
| <i>Rhinogobius</i> sp. CO                      | RURIYOSHINOBORI         |                        | EN                                    |          |       |
| <i>Cardina seratirostris</i>                   | HIMENUMAEBI             |                        | NT                                    |          | ○     |

\* 1 : Ministry of Environment(2007/8/3) : Red List - Brackish and Fresh Water Fishes

\* 2 : Yamaguchi Prefectural Office(2002) : Red Data Book Yamaguchi

力から卵を直接輸入し、山口県島地養魚場で育成した稚魚 4 万尾を錦川水系と佐波川水系にニジマスと混合放流した記録が残っているが<sup>33)</sup>、1950 年以降の記録<sup>1)</sup>に全く採捕記録がないことから定着しなかったと推察される。

ブラウントラウトは、戦前に佐波川水系の支流に放流され、戦前から戦中にかけて一時定着していた模様である<sup>63)</sup>。国内にブラウントラウトが持ち込まれた経緯は、米国からのニジマス、カワマス卵に混じっていたと考えられており<sup>73)</sup>、山口県においても米国から直接カワマス卵を輸入した際に<sup>33)</sup>、混じっていた可能性

が高いと推察される。その後、1990 年頃に遊漁者による放流が佐波川水系と小瀬川水系に行われた<sup>62)</sup>。

サケは、粟野川以北の日本海側水系での遡上が確認されており<sup>2, 5, 56)</sup>、本調査で粟野川および深川川で降河稚魚が確認され、再生産が行われていることが分かった。粟野川、深川川、三隅川および大井川での観察では、サケは感潮上限域周辺の瀬でのペアリングがしばしば見られ、それより上流では見られなかった。これに対し阿武川では、河口から約 10 km 上流で本種を確認することができた。粟野川および大井川では産卵床が見られた瀬では河床からの湧水が認められ

| Fukawa | Misumi | Abu | Ooi | Tama |
|--------|--------|-----|-----|------|
|        |        | ○   |     | ●    |
| ○      | ○      | ○   | ○   | ●    |
|        |        | ○   |     | ●    |
| ○      |        | ○   |     |      |
|        |        | ●   |     |      |
|        |        | ○   |     |      |
|        |        | ●   |     |      |
| ○      |        | ●   | ○   | ●    |
| ○      |        | ●   | ○   | ●    |
|        |        | ○   |     | ●    |
| ○      | ○      | ○   | ○   | ●    |
| ●      | ○      | ○   | ○   | ○    |
| ●      | ○      | ○   | ○   | ○    |
| ○      |        | ○   | ○   | ●    |
| ○      |        | ○   | ○   | ●    |
|        |        | ●   | ●   | ●    |
| ○      |        | ○   |     | ●    |
| ○      |        | ○   |     | ●    |
| ○      | ●      | ○   |     | ●    |
| ●      |        |     |     |      |
|        | ●      |     |     |      |
|        |        | ●   |     | ●    |
|        |        |     | ○   |      |

Open circle and solid circle indicate present this survey confirmed and records from literatures<sup>1, 7, 17, 24, 28-67).</sup>

た。

ヤマメ（陸封型）は、藤岡<sup>56)</sup>が本種を確認していた水系の中で、外観状の特徴から本調査でヤマメと判断できる個体を確認されたのは、三隅川のみであった。また、藤岡<sup>56)</sup>が本種の生息を報告している田万川水系では、本調査で採捕できたのは全てアマゴであり、既に田万川ではほとんどアマゴに置き換わってヤマメはほとんど生息していない可能性が高い。三隅川においてもアマゴに混じって本種が生息しており、純粋なヤマメであるかどうかは疑わしい。瀬戸内海側水系で藤岡<sup>56)</sup>がヤマメが放流され生息し、アマゴと交雑が

生じていると報告している榎野川水系では、1991年以降の調査でヤマメは確認されていない。

ヤマメ（降海型）は阿武川水系のみで2個体採捕しており、最大個体はTL:615mm BW:2.45kgであった。萩市及び長門市の沿岸では少数であるが定置網に毎年TL:500~600mmの降海型の入網が確認されている。またほぼ同時期にTL:20~25cmのスモルトと思われるサイズの「マス」が入網するとの情報もあり、僅かながら陸封型とともに降海型の再生産が行われている可能性がある。

アマゴ（陸封型）は、本県では本来瀬戸内海側の河川に生息するが<sup>21, 56)</sup>第5種共同漁業権で「マス類」の免許履歴がある全河川で義務放流種苗としてヤマメ、アマゴの区別がないまま長年放流された結果、日本海側水系、瀬戸内海側水系を問わず確認される。前述のとおり日本海側水系では本来の生息種であるヤマメ<sup>56)</sup>は激減し、アマゴにほとんど置き換わっていると思われる。また、本調査で、田万川および阿武川水系ではアマゴの再生産が確認されており定着していると考えられる。なお、1989年にはアマゴの生息が確認されていた栗野川水系<sup>60)</sup>では、2007年の調査ではアマゴを確認できなかった。一方、瀬戸内海側水系では藤岡<sup>56)</sup>が報告している水系でアマゴが確認され、再生産も確認されている。

アマゴ（降海型）は、瀬戸内海側水系で遡上が確認されている<sup>25, 49)</sup>。日本海側水系では、阿武川水系で本種の放流試験が実施された<sup>26)</sup>。その後、2004年までは遡上が確認され、放流試験終了後に再生産が行われていたが、2005年以降は生息が確認されていない。

イトヨの採捕記録は少なく、1963年の光市沿岸海域、1971年の下関市永田川<sup>2, 25)</sup>の記録以降は1999年と2006年の深川川<sup>14, 18)</sup>のみである。本調査で深川川水系で2回確認された。同一河川における複数回の確認は深川川のみである。長門市沿岸の定置網漁業者によれば、1960~1970年代に雑魚の中に「トゲウオ」がみられていたようで、かつては日本海沿岸域にイトヨはかなり生息していたと思われる。

ベヘレイは、1985年新規放流・養殖対象種として山口県が神奈川県から導入した魚種であり、もともとアルゼンチン産である。本県では小瀬川水系、錦川水系、佐波川水系、榎野川水系、厚狭川水系および阿武川水系に放流されたが、本調査で定着が確認されたのは榎野川水系のみである。

カダヤシについて、本調査で確認した場所は、灌漑水路でメダカと混生していることが多かった。

メダカは、主に灌漑水路、調整池で見られることが多く、河川本流域では少なく、本流脇の入り江状の

水域や護岸ブロック等の隙間等でも確認された。また感潮域でも確認された。島嶼部である上関町八島ではTL: 40mmを超える大型個体を数多く確認した。

カマキリは、1991年までの記録<sup>2)</sup>では須佐川水系のみからの報告であったが、その後阿武川および田万川水系で生息が確認<sup>25)</sup>された。本調査では阿武川、深川川<sup>14)</sup>および大井川から確認された。深川川および大井川ではカマキリは、河口から1~4kmの地点まで確認された。いずれも堰堤・頭首工といった河川構造物を境に上流側では確認できなかった。特に深川川では、河口から約1kmのところまで遡上不可能な頭首工があり、遡上可能な範囲が他の河川に比べ非常に短い。阿武川では、河口から約10km上流の地点で確認することができた。これは、阿武川水系では、阿武川ダムより下流の堰堤には魚道に加えて、隔壁・落差のない船通し水路と粗石付き斜路が併設されていることから、吸盤状の腹びれがなく遡上力の弱い本種の遡上をさほど妨げていないと推察され、一方、深川川および大井川の河川構造物は隔壁や落差により本種の遡上が困難な構造と思われる。

カジカ(中卵型)はカマキリ同様、吸盤状の胸びれがなく、遡上力が弱いため河川構造物によって生息が大きく左右されると思われる、本調査で確認された錦川では河口から19.7km上流まで生息を確認した<sup>17)</sup>。2006年の調査<sup>65)</sup>でも河口から17kmの位置まで確認されている。これは錦川の派川である今津川および門前川の堰には船通しに加えて、隔壁等の落差がない粗石付き斜路が併設されており、本種の遡上をさほど妨げていないことがうかがえる。また錦川の本流域には前述の今津川および門前川の堰から約61km上流の水越ダムまでの間、水を堰き止める河川構造物がないため、今回確認した地点よりもさらに上流まで生息している可能性が高い。

小瀬川において、ウツセミカジカの記録<sup>66)</sup>があるが、生息域と錦川に中卵型が生息し小瀬川の生息域と生息域が類似している状況から小瀬川のウツセミカジカは中卵型である可能性が高いと推察されるが、小瀬川の最下流の中市堰は、以前は船通しが併設されていたが、平成4年に堰が改修され階段式魚道のみとなり、遡上が困難になったことが考えられる。

日本海側の田万川にもカジカ(中卵型)が生息しているが、田万川では感潮域に潮止堰堤がないことが小瀬川や錦川と異なり、感潮上限域から最下流の堰堤の間に生息に適した環境が残っている。カマキリやカジカ(中卵型)にあっては潮止堰堤に遡上可能な魚道が設けられているか、感潮上限からその上流の堰堤までの間に生息に適した環境が残っているかのどちらかの

条件がないと生息は困難と思われる。

オヤニラミは、水産研究センター調査のうち大井川水系では確認することができなかった。藤岡<sup>2)</sup>も大井川水系の記録を示していない。また、栗野川水系では1支流でしか確認することができなかった。

一方、瀬戸内海側水系ではおおむね、主要河川には生息が確認<sup>2, 65)</sup>されており、日本海側水系に比べ個体数も多い傾向が見られる。

ブルーギルは、県内各地の農業用溜池、ダム湖、砂防ダム等の止水域に多く確認された。

ドンコは、瀬戸内海側・日本海側とも広い範囲の水系で下流域から上流域、小支流や灌漑用水路等、幅広く確認された。

カワアナゴは本調査による佐波川水系での確認に加え島田川水系および榎野川水系<sup>65)</sup>で確認された。

シロウオは、本調査で瀬戸内海側・日本海側の水系の感潮域で確認された。

スミウキゴリは本調査で日本海側水系のみで確認された。藤岡<sup>2)</sup>は、瀬戸内海側水系においても確認したことを報じているが、酒井ら<sup>4)</sup>は今回の調査同様、瀬戸内海側水系でスミウキゴリを採集できなかったと報じており、スミウキゴリは山口県では主に日本海側水系に生息していると思われた。

ウキゴリは本調査および酒井ら<sup>4)</sup>で主に日本海側水系で確認されたが、瀬戸内海側水系では厚狭川、島田川<sup>4)</sup>の2水系でも確認された。その他小瀬川、錦川、島田川、佐波川、厚東川水系から報告がある<sup>2, 64)</sup>。

ゴクラクハゼは、日本海側・瀬戸内海側とも広い範囲の水系で、下流域を主体に記録がある<sup>2, 4, 64, 65)</sup>。今回の調査では、ダムにより遡上が不可能な阿武川水系佐々並川ダム湖で確認されている。ゴクラクハゼは他のダム湖においても陸封個体が確認されており<sup>65)</sup>、佐々並川ダム湖においても陸封されていると考えられた。

オオヨシノボリは、小規模堰堤等の落差工直下や荒瀬等の流れの速い場所で確認された。なお、小瀬川水系の弥栄ダム湖から生息が確認されており<sup>65)</sup>、陸封個体の可能性がある。

クロヨシノボリは、確認地点が少なく、酒井<sup>4)</sup>はルリヨシノボリとともに山口県での生息数が少ないと報告している。本調査で屋代川水系の屋代川ダム湖では1992年から2008年にクロヨシノボリを確認しており、陸封化されている可能性がある<sup>17)</sup>。

シマヨシノボリは、本調査及び過去の調査においても広範囲で確認され<sup>2, 4, 65)</sup>、主に感潮域から中流域で見られたが、錦川および栗野川水系では上流域でも確認された。錦川は、前述したように派川の潮止堰堤か

ら約 61 km 上流の水越ダムまでの間、遡上を妨げる河川構造物が存在せず、潮止堰堤の魚道構造はカマキリやカジカ（中卵型）など遡上力が弱い魚種の遡上が容易な構造と考える。粟野川は、本流域に農業用の取水堰堤等の構造物はあるが魚道が設置されており、ヨシノボリ等吸盤状の胸びれを持つハゼ科魚類の遡上を阻害するような構造ではない。一方、2006 年の深川川の調査で、河口から 2.6 km 上流にある板持地区の取水頭首工は頭首工下流部の河床が沈下し、魚道も含め通水部分がオーバーハングの状態となっていた。頭首工直下にはシマヨシノボリとカワヨシノボリが生息していたが、この頭首工の上流ではカワヨシノボリしか確認できなかった。このことは、ヨシノボリのように吸盤状の腹びれを持ち高い遡上能力を持つハゼ科魚類でも、河川構造物の構造によって遡上が阻まれるため、生息域が分断されることを示している。

カワヨシノボリは、瀬戸内海側、日本海側水系の広い範囲から確認され、出現域も感潮上限域から渓流域まで見られた。

トウヨシノボリは、瀬戸内海側水系で多く確認され、日本海側水系では阿武川水系のみで見られた。酒井<sup>4)</sup>も同様に瀬戸内側水系に多く、日本海側水系で少ないと報じている。また、ダム湖及びダム湖上流でも確認されており、他のダム湖で報告されているように<sup>62)</sup>、本県においても陸封化していると推察される。

本調査でルリヨシノボリは、1 点のみでしか確認できなかった。酒井<sup>4)</sup>も山口県内に生息するヨシノボリ属のうち、最も生息数が少ない種と報じている。

ヌマチチブは、瀬戸内海側、日本海側の広い範囲の水系で感潮域から上流域まで確認された。本種は、各地で陸封化が確認されており<sup>21, 65)</sup>、本調査でダム湖及びダム湖上流で確認されたものは、陸封個体であると思われる。

チチブは、本調査では瀬戸内海側、日本海側両水系とも各 1 点しか確認されていないが、両水系とも下流域を中心に確認されている<sup>4, 65)</sup>。

カムルチーは、本調査では本県瀬戸内海側中部の水系に確認地点が集中している。本種の生息域は、減少傾向にあるとの報告もある<sup>73)</sup>との報告もあるが、本県では 1996 年以降に農業用溜池、灌漑調整池、水路の生息確認地が増加した<sup>5)</sup>。確認されている水系に連続性がないこと。農業用溜池で釣ったカムルチーを生かしたままで持ち帰る遊漁者を目撃したことなどから、本種の生息域拡大は遊漁者による人為的な移植によるものと考えられる。

なお、本調査において、深川川では他の河川で普通に見られるウグイ、カマツカ、ギギ、ムギツク、イト

モロコが見られず、他の水系と様相が異なった。

## 十脚甲殻類

ヌマエビ（南部群）は、小瀬川水系、榎野川水系からの報告があるが<sup>65)</sup>、本調査では日本海側水系である大井川水系でしか確認できなかった。

トゲナシヌマエビは、日本海側水系である大井川水系以外で成体の確認報告はないが、浜野ら<sup>6)</sup>は稚エビの加入を確認しており、今後の生息調査で注意が必要である。

ミゾレヌマエビは、通し回遊性のヌマエビの中では最も広範囲で確認され、瀬戸内海側および日本海側両水系の主に感潮域から中流域で確認された。

ヤマトヌマエビは、本調査では日本海側水系の粟野川水系でしか確認できなかった。荒木ら<sup>7)</sup>は、瀬戸内海側の周防大島の水系でも確認したと報じ、浜野ら<sup>6)</sup>は本種の稚エビ加入を日本海側水系で確認している。本種は遡上力が強く、渓流域まで遡上することから、これらの水系以外にも生息している可能性がある。

ヒメヌマエビは、日本海側水系の粟野川水系と大井川水系で確認した。両河川とも感潮域に潮止堰堤が存在せず、感潮上限域にエビモおよびフサモの一種の水草が繁茂し、ツルヨシ等の水際の植生が発達したトロ場がある点で生息環境が類似している。同様の特徴を持つ水系が日本海側に他にも存在することから、この他にも生息地がある可能性がある。

ミナミヌマエビおよびスジエビは、非通し回遊性種であり、瀬戸内海側および日本海側とも広範囲の水系で、感潮域から渓流域、ダム湖上流部等で広く確認された。

テナガエビは、本調査で瀬戸内海側水系で集中して確認された。日本海側水系で確認された場所は全てダム湖及びダム湖直下であることから、日本海側水系で確認されたテナガエビは非通し回遊性の淡水湖群<sup>6)</sup>と推察された。

ミナミテナガエビは日本海側水系で多く確認され、確認個体数も多かった。瀬戸内海側水系では、確認個体数が少ない傾向が見られた。本調査で確認された水系以外では、錦川から確認報告がある<sup>65)</sup>。

ヒラテテナガエビは、本調査では主に日本海側水系で確認され、瀬戸内海側水系では 2008 年に島田川水系で確認されたのみであった。

アメリカザリガニは、瀬戸内海側および日本海側の水系で確認された。生息を確認した場所は本流脇の入り江状の場所や親水公園として整備された場所が多かった。

サワガニは、瀬戸内海側、日本海側水系の主に渓流

域、上流域で確認されたが、中・下流域であっても沢水や農業用水流入部がある地点では生息が見られた。

モクズガニは、瀬戸内海側、日本海側とも感潮域から上流域まで確認された。ダム湖上流も確認事例があるが、主には本種が第五種共同漁業権の対象種で、漁業協同組合による放流が行われているため生息していると思われる。

以上のように魚類および十脚甲殻類の生息状況を調査した結果、調査対象水系の特徴や漁場および生息場としての河川環境の状態をある程度知ることができる。

河川改修やダム・堰堤等の構造物設置工事に際しては、生息魚介類の事前情報が多いほど施工方法検討に生息魚介類への影響に配慮することができる。特に、漁業権が免許されている河川であれば、アユ、ウナギ、マス類等内水面漁業における有用種は、これらの工事に伴う生息域の縮小や消失、それに伴う生息数の減少が考えられる。本調査の結果はこれら有用魚種の生息に適した工法について検討に役立つと考える。また、環境省レッドリスト<sup>22)</sup>やレッドデータブックやまぐち<sup>23)</sup>のカテゴリーでそれぞれ希少種に指定されている魚類は、河川等の影響調査対象として取り上げられることが多い。これら希少種の生息について注意が払われ、生息環境の保全について配慮されるようになることは、アユをはじめとした内水面漁業の有用種の漁場保全に良い影響を与えると考える。このように河川に生息する魚類および十脚甲殻類の生息情報を収集し、示していくことは、魚類をはじめとした多様な生物が生活できる環境を河川に残すことに繋がる。

一方で、今回の調査報告に示したような生息情報を示すことは一部の淡水魚飼育マニア等の過度な採集行為を助長し、希少な魚類や十脚甲殻類の減少につながり、好ましくないとの意見がある。確かにこのような採集行為は、局地的に生息している種にあっては大きなインパクトとなり、生息数が減少する原因となり得ることは否定しない。

しかし、人為的な採捕行為による生息数減少以上に、住民生活や開発行為に起因する人為的な事由により生息環境自体が変化、消滅することの方が比較にならないほどインパクトは大きく、生息に致命的なダメージを容易に与える恐れが強い。

実例として、カジカ（大卵型）の生息を確認した場所で、その1年後に上流の施設から洗剤を含んだ水が漏出し、大量のカジカが斃死する事例があった。周辺には僅かな住宅がある程度であった。このことから、人間が河川流域で生活することによって魚類や十脚甲殻類の生息環境に対し潜在的な大きなリスクであると

言えるのではなかろうか。

これからは、一般住民に対しての意識啓発が魚類や十脚甲殻類の生息環境保全のために重要な事項と考える。自宅の傍らを流れる川や水路、湖沼に生息する魚類等を知ること、もっと身近に河川や湖沼を感じ、環境保全の意識も高まることに繋がる。このためにも、本報告を活用したい。

今回の報告はあくまでも途中経過であり、当水産研究センター内海研究部が実施している主要河川の魚類および十脚甲殻類の分布調査の主対象としている漁業権が免許されている水系のうち4水系が未調査であり、今後も順次分布調査を継続するとともに報告していきたい。

## 要 約

- 1) 1991年4月～2008年12月までに山口県内の瀬戸内海側19水系41河川90地点、日本海側7水系23河川51地点の計26水系65河川141地点で調査を行い、魚類29科80種、十脚甲殻類5科13種を確認した。
- 2) 調査した水系で、これまでに確認された魚類及び十脚甲殻類は魚類42科133種、十脚甲殻類11科28種となった。
- 3) 環境省、山口県が絶滅の恐れがあるとしてカテゴリー指定されている魚類41種、十脚甲殻類1種が生息していることが明らかとなった。
- 4) 回遊型別では非通し回遊型淡水魚類64種、通し回遊型淡水魚類24種、汽水海水魚類45種となった。

## 謝 辞

研究報告に際し、調査方法の指導、回遊型の定義及び原稿を校閲してくださった徳島大学大学院 浜野龍夫博士に深謝いたします。

また、採捕した魚類および十脚甲殻類の同定に際し指導、助言を頂いた独立行政法人水産大学校 酒井治巳博士、並びに竹下直彦博士に感謝いたします。

本調査にご協力頂いた各漁業協同組合及び下関水産振興局、柳井、防府、萩水産事務所の職員、山口県水産研究センター内海研究部の金井大成、松尾圭司、田原栄一郎諸氏にお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 片山正夫・藤岡豊 (1971): 山口県の淡水魚類. 山口大学教育学部研究論叢, 21 (2), 73-97.
- 2) 藤岡豊 (1991): 山口のさかな. 藤岡豊教授退官記念誌, 藤岡豊教授退官記念事業会, 153pp.
- 3) 酒井治巳・永田昭広・藤岡豊 (1992): 山口県におけるオイカワ属魚類の分布と雑種の出現. 水産大学校研究報告 40, 75-82.
- 4) 酒井治巳・伊藤大樹・渡辺智久・出射邦明・伊藤行政・松原創・高木基裕・池田至 (1999): 山口県における淡水産ハゼ科魚類の分布. 水産大学校研究報告 48, 49-56.
- 5) 畑間俊弘 (2008): 魚, 第3章 山口県の川の生きもの (1). 水辺の小わざ (改訂増補版), 山本一夫・伊藤信行・浜野龍夫編. 山口県土木建築部河川課, 65-121.
- 6) 浜野龍夫・井手口佳子・中田和義 (2005): 山口県西田川における両側回遊性エビ類の幼生の流下と稚エビの加入. 水産増殖, 53 (4), 439-446.
- 7) 荒木 晶・浜野龍夫 (2008): エビ・カニ, 第3章 山口県の川の生きもの (2). 水辺の小わざ (改訂増補版), 山本一夫・伊藤信行・浜野龍夫編. 山口県土木建築部河川課, 122-135.
- 8) 大橋 裕・畑間俊弘・金井大成 (2001): 阿武川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 12 年度山口県水産研究センター事業報告, 234-242.
- 9) 大橋 裕・安部 謙・金井大成・高橋哲也 (2002): 厚東川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 13 年度山口県水産研究センター事業報告, 162-166.
- 10) 大橋 裕・金井大成・松尾圭司・野村太郎 (2003): 榎野川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 14 年度山口県水産研究センター事業報告, 192-195.
- 11) 大橋 裕・吉松隆司・金井大成・檜山節久・野村太郎・畑間俊弘 (2004): 佐波川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 15 年度山口県水産研究センター事業報告, 229-232.
- 12) 大橋 裕・畑間俊弘・廣本和正・和西昭仁・金井大成・高田茂弘 (2005): 島田川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 16 年度山口県水産研究センター事業報告, 195-198.
- 13) 畑間俊弘・多賀茂・・和西昭仁・金井大成・魚津勝 (2006): 厚狭川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 17 年度山口県水産研究センター事業報告, 155-158.
- 14) 畑間俊弘・松野進・内田喜隆・金井大成・松尾圭司 (2007): 深川川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 18 年度山口県水産研究センター事業報告, 231-236.
- 15) 畑間俊弘・金井大成・田原栄一郎・松尾圭司・荒木晶 (2008): 粟野川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査. 平成 19 年度山口県水産研究センター事業報告, 232-239.
- 16) 山本一夫・伊藤信行・浜野龍夫編 (2008): 水辺の小わざ (改訂増補版), 山口県土木建築部河川課, 272pp.
- 17) 畑間俊弘 (2008): 未発表.
- 18) 畑間俊弘 (2006): 山口県におけるオオクチバス生息状況, 山口県水産研究センター研究報告, 4, 129-134.
- 19) 水野信彦・御勢久右衛門 (1993): 河川の生態学, 築地書館, 4-13.
- 20) 中坊徹次編 (2000): 日本産魚類検索, 第2版. 東海大学出版会, 1748pp.
- 21) 川那部浩哉・水野信彦編 (2001): 改訂版日本の淡水魚. 山溪カラー名鑑, 山と溪谷社, 719pp.
- 22) 環境省編 (2003): 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブッカー, 汽水・淡水魚類. 財団法人自然環境センター, 17-23.
- 23) 環境省 (2007/8/3 現在): レッドリスト汽水・淡水魚類 (<http://www.env.go.jp/nature/>).
- 24) 山口県 (2002): レッドデータブックやまぐち, 山口県環境生活部自然保護課, 513pp.
- 25) 酒井治巳 (2002): 4 淡水産魚類, レッドデータブックやまぐち, 山口県環境生活部自然保護課, 151-179.
- 26) 大橋 裕・畑間俊弘・藤村治夫・安成淳 (2002): 阿武川における降海性アマゴ (*Oncorhynchus masou ishikawae* Jordan et McGregor) の放流試験, 山口県水産研究センター研究報告, 1, 73-81.
- 27) 浜野龍夫・鎌田正幸・田辺 力 (2000): 徳島県における淡水産十脚甲殻類の分布と保全. 徳島県立博物館研究報告, 10, 1-47.
- 28) 塚本勝巳 (1994): 通し回遊魚の生活史と分布. 川と海を回遊する淡水魚 (後藤晃・塚本勝巳・前川光司編), 東海大学出版会, 東京, 1-17.
- 29) 山口県水産試験場 (1921): 養殖試験, 公魚移植豫備試験. 大正 10 年度山口県水産試験場業務報告, 30) 山口県水産試験場 (1927): 昭和 2 年度養殖試験, 公魚移植試験. 昭和 2 年度, 3 年度山口県水産試験場業務報告, 55.
- 31) 山口県玖珂郡水産會 (1922): 錦川に於ける鮎人工孵化事業に就いて, 水産試験報告, 1.18pp.

- 3 2) 山口県水産試験場瀬戸内海分場 (1936): 佐波川鮎人工孵化放流事業, 昭和 11 年度山口県水産試験場瀬戸内海分場業務報告, 72-76.
- 3 3) 山口県水産試験場瀬戸内海分場 (1937,1938): 鱒族増殖事業, 昭和 12,13 年度山口県水産試験場瀬戸内海分場業務報告, 88-93.
- 3 4) 山口県水産試験場瀬戸内海分場 (1943): 大陸産草魚移植事業, 昭和 18 年山口県水産試験場瀬戸内海分場事業報告, 6,7pp.
- 3 5) 山口県水産試験場瀬戸内海分場 (1941): 鱒族増殖事業, 昭和 16 年度山口県水産試験場瀬戸内海分場事業報告, 7,17-18.
- 3 6) 山口県水産試験場瀬戸内海分場 (1941): 源五郎鮎移植事業, 昭和 16 年度山口県水産試験場瀬戸内海分場事業報告, 7,21.
- 3 7) 山口県水産指導所 (1950): 農村養魚の種苗配布事業, (3), わたかの移殖. 昭和 25 年度山口県水産指導所事業報告, 28.
- 3 8) 山口県内海水産試験場 (1952): 昭和 27 年度, 6, 溜池養魚試験. 7, 内水面利用種苗斡旋事業. 昭和 26,27,28 年度山口県内海水産試験場事業報告, 22-28.
- 3 9) 山口県内海水産試験場 (1953): 昭和 28 年度, 8 内水面利用種苗斡旋事業. 昭和 26,27,28 年度山口県内海水産試験場事業報告, 57-59.
- 4 0) 山口県内海水産試験場 (1953): 昭和 28 年度, 10, 厚東川ダムの水産増殖事業. 昭和 26,27,28 年度山口県内海水産試験場事業報告, 62-66.
- 4 1) 山口県内海水産試験場 (1953): 昭和 28 年度, 島地養魚場災害復旧事業. 昭和 26,27,28 年度, 山口県内海水産試験場事業報告, 116.
- 4 2) 伊藤健生、松岡弘隆、津田寿吉 (1957): 11, 豊田湖に於ける陸封鮎調査. 昭和 32 年度, 山口県外海水産試験場事業報告, 90-95.
- 4 3) 伊藤健生 (1959): 山口県豊田湖に於ける陸封アユの生物学的研究. 昭和 34 年, 山口県外海水産試験場研究報告, 2, 1.1-13.
- 4 4) 藤村治夫・金井大成 (1993): モクズガニ放流追跡調査. 平成 3 年度山口県内海水産試験場報告, 22. 60-67
- 4 5) 岩本哲二 (1996): 大原湖 (佐波川ダム) ニジマス調査. 平成 6 年度山口県内海水産試験場報告, 25. 54-56.
- 4 6) 安成淳・辻岡修 (2000): 内水面関連調査研究, (3), ペヘレイ放流追跡調査. 平成 10 年度山口県内海水産試験場報告, 29. 106-109.
- 4 7) 大橋祐、金井大成、原川泰弘、河村和寛 (2001): ペヘレイ放流追跡調査. 平成 11 年度水産研究センター事業報告, 281-283.
- 4 8) 大橋祐、金井大成、河村和寛 (2002): 内水面重要生物増殖試験事業, (3), 錦川シロウオ産卵調査. 平成 12 年度水産研究センター事業報告, 243-244.
- 4 9) 藤村治夫 (1970): 山口県錦川におけるアマゴの生態について. 水産増殖, 17(3).
- 5 0) 加藤憲司 (1985): 奥多摩湖における陸封アユの自然繁殖. 水産増殖, 33(3), 139-142.
- 5 1) 酒井治巳・北川慎介・中島則久・鶴野 都・米花正三・桑原雅之 (2002): 山口県小野ダム湖産タモロコ属魚類はホンモロコ *Gnathopogon caerulescens* とタモロコ *G.elongatus* の雑種群 (日本水産増殖学会第 1 回大会講演要旨集). 水産増殖, 50(4), 463.
- 5 2) 山元憲一・平野 修・橋本公浩・高橋正行 (1988): 低酸素下におけるムギツク, ズナガニゴイ, ゼゼラ, ワタカ, ギギ, ブルーギルの酸素消費量の変化. 水産増殖, 36(2), 127-130.
- 5 3) 山元憲一・平野 修 (1988): 低酸素下におけるタイリクバラタナゴ, タモロコ, オイカワ, カワムツ, コイの酸素消費量の変化. 水産増殖, 36(1), 45-48.
- 5 4) 山元憲一・平野 修 (1986): 動物プランクトンによる小野ダム湖の水塊分けの試み. 水産増殖, 34(1), 37-44.
- 5 5) 片山正夫・藤岡豊 (1956): 佐波川の魚類, 山口大学教育学部研究論叢, 5(2), 103-108.
- 5 6) 片山正夫・藤岡豊 (1965): 山口県におけるサケ科魚類とその分布. 山口大学教育学部研究論叢, 15(2), 65-76.
- 5 7) 藤岡豊 (1973): 佐波川で採集されたイシドジョウについて. 山口大学教育学部研究論叢, 23(2), 185-190.
- 5 8) 藤岡豊 (1977): 山口県におけるシマドジョウ属魚類の分布. 山口大学教育学部研究論叢, 26(2), 213-216.
- 5 9) 藤岡豊・高井徹・水野信彦・久保田善二郎・池田寛 (1977): 佐波川水系の生物総合調査報告書, 山口大学, 104pp.
- 6 0) 酒井治巳・横山智哉・酒井康司・松本聡司・久保田善二郎 (1989): 山口県蓋の井川産イシドジョウの生活史特性, 日本生物地理学会会報, 44,39-47.
- 6 1) Iwata, A and H. sakai, (2002): *Odontobutis hikimius* n.sp.: a new freshwater goby from Japan, with a key to species of the genus *Copeia*, 2002(1):104-110
- 6 2) 山口県内水面漁場管理委員会 (1994): 平成 6 年度第 2 回山口県内水面漁場管理委員会議事録, 1-9.
- 6 3) 山口県水産部漁政課 (1989): ブラウントラウ

ト卵購入相談入電対応報告書。

6 4) 広島県内水面漁業協同組合連合会 (2008 年 9 月 3 日現在): <http://www.megaegg.ne.jp/~h-naigyo/tansuigyo.html>

6 5) 国土交通省 (2008 年 9 月 3 日現在): 水情報国土管理センター. 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査)

<http://www5.river.go.jp/database/databasetop.html>

6 6) 国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所 (2008 年 12 月 20 日現在): 小瀬川水系河川整備基本方針, <http://www.cgr.milt.go.jp/oitagawa>

6 7) 豊田町史編纂委員会編 (1979): 生物, 魚類. 豊田町史, 36.

6 8) 山口県豊田土木事務所・豊北町編 (2002): 粟野川流域シンポジウム IN ほうほく記録集, 粟野川流

域シンポジウム IN ほうほく事務局, 37-40.

6 9) 小出水規行 (2008): 魚類からみた農村水域の生物多様性保全, 全国湖沼河川養殖研究会第 81 大会講演要旨, 10-11.

7 0) 清水孝昭 (2003): イシドジョウ, 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—, 汽水・淡水魚類. 環境省編, 財団法人自然環境センター, 東京, 17-23.

7 1) 豊田ホテルの里ミュージアム (2008): 豊田の魚, 18pp.

7 2) Mizuno.N (1970): A new species of cobitid fish from Japan, *Memoirs, Ehime Univ, Sci.(B)* 6, 133-143.

7 3) 村上興正・鷺谷いづみ監修 (2002): 外来種ハンドブック, 日本生態学会編. 地人書館, 東京, 390pp.

# マイクロサテライトDNAマーカーを利用した ヒラメの交配試験

村田 実・松尾圭司

Mating experiments of Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*) using  
Microsatellite DNA Marker

Minoru Murata, Keiji Matuo

## Abstract

Microsatellite DNA was applied for identifying the parents of the progeny groups of Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*), which mixed and reared in the same tanks.

Our experiments showed that the combination of parents with appropriate microsatellite DNA markers should be selected and mixed in the same nursery tank, and microsatellite DNA was useful for the identification of clonal lines.

**Key words :** microsatellite DNA, Japanese Flounder

魚の遺伝的多様性を明らかにする試みは、古くはアイソザイムを用いて、また、最近ではDNAを用いた数々の研究がある。

さらに、最近PCR技術が確立されたことにより、きわめて簡単かつ迅速にDNAの特定領域を単離・増幅することが可能となった<sup>1)2)</sup>。

ヒラメでは、高木ら(1999)<sup>3)</sup>によりマイクロサテライトDNA(msDNA)多型を検出するプライマーが開発され集団の遺伝的多型性を容易に知ることができるようになった。

msDNAは、感度が極めて高い遺伝標識である。その多型性について、高木<sup>4)</sup>が述べているように、従来のアイソザイムやミニサテライトDNA多型の限界を補い得る有力なゲノムマーカーである。

そのため、msDNAは、水産生物の集団解析や人工種苗放流の遺伝的変異性<sup>5)</sup>あるいは放流効果<sup>6)</sup>など、広い分野において集団の遺伝的分析手法として利用されている。

一方、養殖に適した種苗の開発を目的に、多くの親魚の組み合わせによる交配区のなかから好適な親の組み合わせを見つけ出す育種試験では、親子関係を明確にした交配区の設定が不可欠である。

しかし、単独飼育を基本とした交配試験では、設定できる交配区の数に、飼育施設と飼育労力の制約から、これまで十分な交配区数を確保することが出来なかった。

そこで、家系の判別にmsDNAマーカーを用いた複数の家系からなる混合飼育を行うことにより、格段に多くの家系を作出し、より効率的な飼育と家系の選択が可能となることが期待される。

また、家系間の飼育環境の違いを最小限にする必要がある飼育試験では、混合飼育環境が欠かせない。

このような飼育試験でも、msDNAマーカーは家系識別マーカーとして有効であることが期待される。

さらに、msDNAマーカーは、雌性発生により作出したクローン家系の簡易的なクローン判定法としても有効であると考えられる。

魚類育種の分野では、既にマダイでアイソザイムを用いた家系識別による飼育実験の例がある<sup>7)8)</sup>。

本報告は、ヒラメについて、msDNAを家系識別標識として用いた混合飼育実験を行い、その有効性と家系識別マーカーとして利用するための混合飼育実験の方法について検討したものである。

## 材料と方法

**交配に用いた親魚** 交配試験に用いた親魚は、いくつかの種苗生産機関を由来とするヒラメを外海研究部で継代飼育した親魚群である。

全ての親魚は、あらかじめピットタグ（BIOMARK社製 受動無線標識）により個体識別がなされている。

**交配方法** 交配は、雌雄親魚から搾出した卵と精子を乾導法により一対交配で人工受精した後、30ℓポリカーボネート水槽に収容し静置した後、浮上卵のみを取り上げ飼育水槽に収容した。

**飼育方法** 飼育水槽は、1トンないし0.5トンFRP水槽および100ℓポリエチレン水槽を用い、飼育魚の成長、収容密度等に応じて適宜移槽した。

浮上卵を収容した飼育水槽は、微流水、微通気状態とし、ふ化後成長につれ流水量及び通気量を調整した。ふ化後ほぼ30日間は、飼育水にナンノクロロプシスを添加した。

生物餌量のうち、ワムシは日齢3日目から30日目まで、アルテミアは15日目から45日目まで投餌した。また、配合飼料は、約30日目から投餌し成長にともないその粒径を大きいものに変更した。

ワムシ、アルテミアとも高度不飽和脂肪酸栄養剤等で適宜栄養強化したのち給餌した。

給餌回数は、生物餌量及び配合飼料とも1～2回/日であった。

**マイクロサテライト DNA の分析** DNA サンプルは、フェノール/クロロホルム法により血液あるいは尾鰭から採取した。また、msDNA の分析は高木の方法<sup>4)</sup>によった。

分析手順の概略を次に示した。

- 1 検体（血液、鰭）
- 2 DNA の抽出（DNA の溶出、精製）
- 3 DNA の抽出状態の確認
- 4 DNA の濃度および純度の確認
- 5 PCR
- 6 アクリルアミドゲル泳動
- 7 染色
- 8 記録（DNA 長を計測し、マーカー型を判定）

上記のうち、1から4までの処理は、1サンプル1回の処理であるが、5から8の工程は、遺伝子座ごとに繰り返し必要となる。これら全工程の処理能力は、約48本/3day程度であった。

## 結果と考察

**親魚群のマイクロサテライト DNA の多型性** 複数の親魚間の交配によって作出された交配区を混合飼育とし、子のmsDNAマーカー型から親を特定するためには、交配試験に用いる親のマーカー型をあらかじめ明らかにしておく必要がある。

すなわち、どのマーカー座を使っても、子供がどちらの親に属するのか判別できなくなる交配区を、混合飼育にすることはできない。

また、親子判別に複数のマーカー座を用いる必要がある混合飼育も、判定に迅速性を欠くため避けなければならない。

そこで、交配試験に用いる親魚群158尾の各マーカー座におけるマーカー型の種類と出現頻度を調べた。

その結果を表1に示した。

分析したマーカー座は、Pol2、Pol3及びPol5の遺伝子座とした。

表1 ヒラメ親魚集団の対立遺伝子の頻度

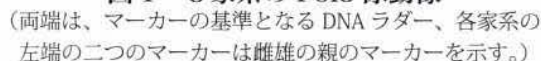
| Allele | Pol2  | Allele | Pol3  | Allele | Pol5  |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 110    | 0.116 | 104    | 0.004 | 116    | 0.021 |
| 112    | 0.248 | 106    | 0.009 | 118    | 0.324 |
| 114    | 0.152 | 124    | 0.004 | 119    | 0.066 |
| 116    | 0.464 | 126    | 0.196 | 120    | 0.155 |
| 118    | 0.020 | 128    | 0.138 | 121    | 0.007 |
|        |       | 130    | 0.084 | 122    | 0.086 |
|        |       | 134    | 0.009 | 123    | 0.028 |
|        |       | 136    | 0.084 | 124    | 0.052 |
|        |       | 138    | 0.084 | 125    | 0.010 |
|        |       | 140    | 0.058 | 126    | 0.028 |
|        |       | 142    | 0.040 | 127    | 0.003 |
|        |       | 144    | 0.009 | 128    | 0.072 |
|        |       | 146    | 0.018 | 130    | 0.079 |
|        |       | 148    | 0.049 | 131    | 0.003 |
|        |       | 150    | 0.062 | 132    | 0.055 |
|        |       | 152    | 0.013 | 134    | 0.003 |
|        |       | 154    | 0.009 | 136    | 0.003 |
|        |       | 156    | 0.031 | 138    | 0.003 |
|        |       | 158    | 0.018 |        |       |
|        |       | 160    | 0.009 |        |       |
|        |       | 162    | 0.004 |        |       |
|        |       | 168    | 0.004 |        |       |
|        |       | 180    | 0.009 |        |       |
|        |       | 194    | 0.009 |        |       |
|        |       | X      | 0.044 |        |       |

この結果から、天然魚について示した高木ら（1999）<sup>3)</sup>の結果と比較して、遺伝子座とも親魚群の対立遺伝子数は減少し、特定の対立遺伝子の遺伝子頻度が高く、また、ホモ型を示す個体が多いことが明らかとなった。

これは、小さい飼育集団で世代交代を繰り返すことにより、遺伝的変異性が減少した結果と考えられるが<sup>5)11)</sup>、一方で、親魚群の遺伝的変異が縮小することは、msDNAマーカーを利用した混合飼育を行う場合、親の組み合わせの可能性がより狭まることになる。

次に示した混合飼育試験は、平成12年3月から12月及び平成13年3月から12月に実施した。

しかし、実際に交配区を作出する場合には、こうした異母異父の交配区を同時期に作出することはむしろ少なく、親のどちらかが異なる半同胞の交配区を設定することの方が多い。



しかし、この飼育例では、同時に各単独飼育区のマーカー型が明らかであったため、110/114 の親は、♂ 1

図2 1×2 半同胞区の Pol2 泳動像

すなわち、Pol2では、対立遺伝子118が、全ての親に共通して存在し、Pol3では、128の対立遺伝子が♂1と♂2で共通しているため、この二つのマーカー座のみでは家系の判別が不可能であり、この混合飼育例ではすべての子の家系を特定できなかった例である。親を特定するためには、さらに他のマーカー座で判定を試みる必要がある。



#### 飼育実験4 選択群と非選択群の家系の構成

これまでの混合飼育の実験結果から、確実に家系の判別ができる半同胞からなる交配区の混合飼育を設定した。

一定期間飼育後に、混合飼育群を大方向選択群と非選択群に分け、それぞれの群の家系構成を調べた飼育例(図4-1)と、混合飼育中に発生したビリ群(成長不良群)と全体の家系構成を調べた飼育例(図4-2)を示した。

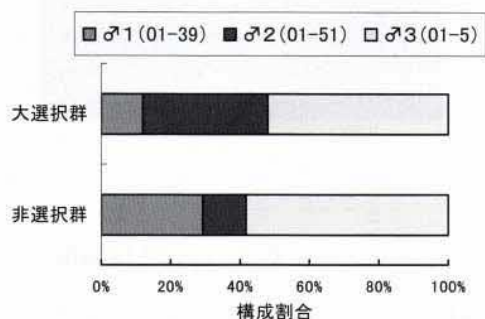


図4-1 3つの家系の混合飼育  
(大方向に選択した群と非選択群の家系構成の違いを示した。)

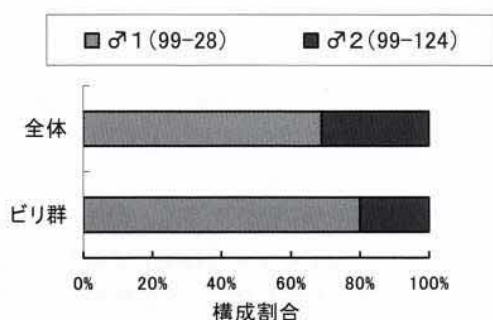


図4-2 2つの家系の混合飼育  
(全体の構成とビリ群(成長不良群)の家系構成を示した。)

最初の飼育例では、大方向の選択が♂2の家系に偏る傾向がみられた。また、次の飼育例では成長不良の群が♂1の家系に偏る傾向がみられた。

これらの結果は、成長の形質が、親の組み合わせの違いによる影響を受け、親から子に遺伝的に引き継がれる遺伝的形質であることを示す例である<sup>9)10)11)</sup>。

#### 飼育実験5 クローンの確認

この飼育例は、作出魚がクローンであることを簡易的に確認するためにmsDNAを使用した例である。

この二つの家系は、ここで示したマーカー座以外でも、同じマーカー型であることから、クローンであることが高い確率で予想された<sup>12)13)</sup>。

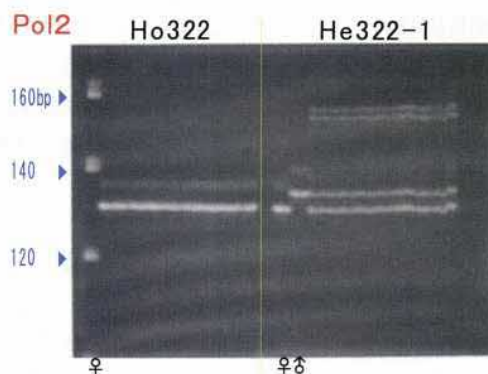


図5 ホモ型とヘテロ型の2つのクローン家系  
(各クローン家系の先頭は親魚のマーカー型を示す。ホモ型のHo322、ヘテロ型のHe322-1ともに、きょうだいのマーカー型は全て同一である。)

きょうだい間の変異をmsDNAで完全に検出することは不可能であるので、最終的には、フィンガープリント等でクローンであることを確認する必要があるが、msDNAでクローンが確認されなければ、あえてフィンガープリントやAFLPによる確認の必要がないことになる。

これまで示した実験例から、msDNAを使って混合飼育を行い、親子判別を迅速に行うためには、あらかじめ親のマーカー型を考慮して混合飼育区を設定する必要がある。

外部標識による識別では、標識を装着できる一定サイズまでは個別飼育が必要である。

一方、msDNAマーカーでは、交配区どうしのマーカー型が分離できさえすれば、受精卵から混合飼育とすることが可能であり、飼育に要する労力は大幅に軽減できる。

また、msDNAは、DNAサンプルが少なく済み、実験魚を殺すこともなく、複数の親の交配で作られた飼育魚群の親子判別の手段として有効である。

## 要 約

- 1 マイクロサテライトDNAマーカーを家系識別に用いた混合飼育の飼育例を示した。
- 2 マイクロサテライトDNAを家系識別マーカーとして混合飼育を行うためには、あらかじめ、親のマーカー型から混合飼育が可能な組み合わせを決定する必要があるが、単独飼育に比べ、格段に多くの家系を飼育することが可能となり、飼育に要する労力は大幅に軽減された。
- 3 クローン家系の予備的な判定手段としてもマイクロサテライトDNAマーカーが有効であった。

## 謝 辞

本報告をまとめるにあたり、マイクロサテライト DNA の分析に関する実験方法全般について、終始懇切な御指導を頂いた高木基裕 博士に心より御礼申し上げます。

なお、本研究の一部は、平成 12,13 年度 水産生物育種の効率化基礎技術の開発研究（水産庁委託事業）ならびに平成 12,13 年度 地域先端技術共同研究開発促進事業（水産庁補助事業）によった。付記して謝意を表する。

## 文 献

- 1) 谷口順彦・高木基裕 (1997): DNA 多型と魚類集団の多様性解析、魚類の DNA、恒星社厚生閣、117-137
- 2) 中山一郎 (1995): ゲノム DNA 解析の水産分野への応用、養殖研報、24、1-15
- 3) M. Takagi, K. Yoshida and N. Taniguchi (1999): Isolation of Microsatellite Loci from Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus* and Detection of PCR Fragments with Simple Non-RI Methods, Fisheries Science, 65(3), 486-487
- 4) 高木基裕 (1999): DNA 反復配列多型による魚類の遺伝・育種に関する研究、水産大学校研究報告、47(4)、1-252
- 5) R. Perez-Enriquez and N. Taniguchi (1999): Use of Microsatellite DNA as Genetic Tag for the

Assessment of a Stock Enhancement Program of Red Sea Bream, Fisheries Science, 65(3), 374-379

- 6) N. Taniguchi, R. Hamada and H. Fujiwara (1981): Genetic Difference in Growth between Full-sib Groups of a Maternal Half-sib Family Observed in the Juvenile Stage of Red Seabream and Nibe-croaker, Nippon Suisan Gakkaishi, 47, 731-734

- 7) 谷口順彦・東 健作・榎田 晋 (1988): アイソザイム遺伝子で標識されたマダイきょうだい群の成長および生残率における親間差、日水誌、54(4)、553-557

- 8) 村田実・道中和彦 (1997): 育種による成長優良品種の作出技術の開発、平成 8 年度山口県外海水産試験場事業報告、100-103

- 9) 村田実・松尾圭司 (2000): ヒラメの成長優良系統作出技術の開発、平成 10 年度山口県外海水産試験場事業報告、96-97

- 10) 村田実・松尾圭司 (1999): ヒラメの成長優良系統作出技術の開発、平成 11 年度山口県水産研究センター事業報告、99-100

- 11) 村田実 (2003): バイテク技術によるヒラメの優良系統固定化に関する研究、平成 13 年度山口県水産研究センター事業報告、54-55

- 12) 斉藤節雄・森立成 (2005): クローンヒラメのクローン性の証明と系統判別、北海道立水産試験場研究報告、68、65-70

- 13) 山口県水産研究センター (2000): バイテク技術によるヒラメの優良形質固定化に関する研究、平成 11 年度地域先端技術共同研究開発促進事業報告書、1-8

# 周防灘沿岸に出現するナルトビエイの生態に関する知見 I — 山陽小野田沖における出現傾向

和西昭仁・小柳隆文

Information on the Ecology of Longheaded Eagle Ray, *Aetobatus flagellum*,  
Appeared at the Coastal Waters of Suo Nada

I - Recent Trend on the Size Distribution and the Appearance Period  
off Sanyo-Onoda Region in Yamaguchi Prefecture

Akihito WANISHI and Takafumi KOYANAGI

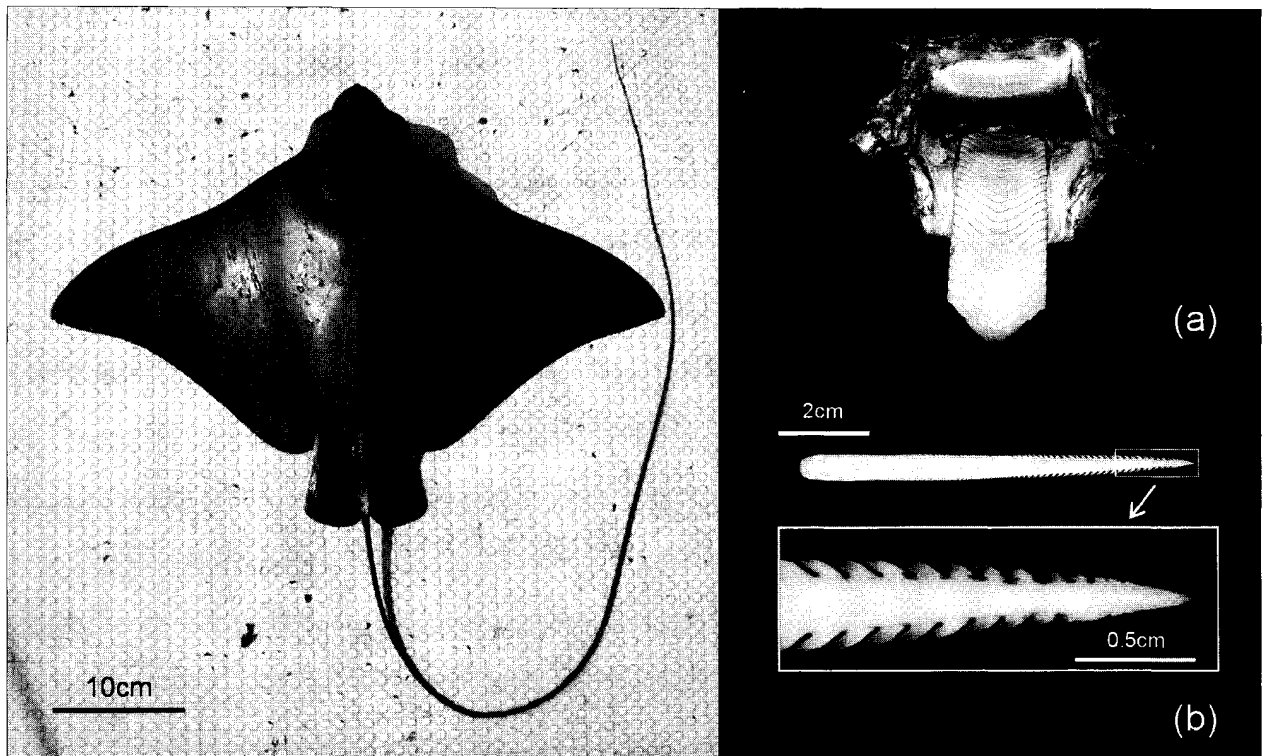
The longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, which preys on a large quantity of shellfishes such as the short necked clam, *Ruditapes philippinarum*, appeared at the warm season in every year at the coastal waters along Yamaguchi Prefecture in Suo Nada since 2002. Schools of longheaded eagle rays began to appear at the coast of Sanyo-Onoda located in the northwest part of Suo Nada from May at the water temperature exceeding 17°C and disappeared by the end of November lower than 17°C. 921 longheaded eagle rays (802 females and 119 males) were captured off Sanyo-Onoda region in Yamaguchi Prefecture from May to November in 2007 and 2008, and measured disc width (DW). Mean DW values of females (106.9cm±20.6cm) were much bigger than those of males (79.6 cm±10.9cm). Monthly mean DW values of females decreased distinctly after July, in contrast, those of males showed a tendency to decrease slightly from July to September. The sex ratio also varied monthly. Females accounted for 93% of all longheaded eagle rays captured in May, but the ratio significantly fell to 29% in September and it increased again to reach 63% in November. These phenomena were thought to be in connection with their breeding behavior. It is suggested that the relatively high male ratio from August to October synchronized with the mating period of this species at the coastal waters off Sanyo-Onoda. To understand the ecology of this migratory longheaded eagle ray, habitat of males just before appearing at the coast of Sanyo-Onoda, growth of juveniles and habitat in the cold season etc. should be elucidated.

**Key words :** Longheaded eagle ray; disc width; sex ratio; Sanyo-Onoda; Suo Nada

エイ目トビエイ科に属するナルトビエイ *Aetobatus flagellum* (Bloch et Schneider, 1801) (図 1) は、体重 50kg にもなる大型のエイである<sup>1)</sup>。本邦では 1989 年に長崎県五島西沖で初めて捕獲され<sup>2)</sup>、その後、日本海、有明海、瀬戸内海にも出現するようになった<sup>3)~7)</sup>。最近では、秋田県における捕獲事例もある(秋田県ホームページ)。

本種は、特徴的な形状の強靱な顎歯を有し(図 1

(a))、貝類を好んで大量に食べることから、近年のアサリなど貝類資源減少の一要因に挙げられている<sup>8)</sup>。さらには、網に掛かった際に激しく暴れて漁具を破ったり、尾の付け根に数本ある鋭い尾棘(図 1 (b))で負傷者が出たりするなど、被害も後を絶たない。以上のような背景から、周防灘ではナルトビエイが来遊する時期、特に 5 ~ 7 月を中心に駆除が行われるようになった。山口県では、2003 年に小野田市(現山陽小



**Fig.1** Longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, captured off Sanyo-Onoda region in Yamaguchi Prefecture. (a) Teeth. Notice the washboard-like surface. (b) Whole of a caudal spine (upper) and the tip showing the saw-like structure (lower).

野田市) 沿岸の周防灘において駆除作業が開始された。2005 年からは同じく周防灘に面する宇部市沿岸や山口市榎野川河口域でも取り組まれている。山陽小野田市の本山岬沖は、潜水器漁業によって良質のアサリが漁獲されてきた海域で、この海域で漁獲されたアサリは「小野田あさり (2002 年に商標登録)」としてブランド化されたものの、その後漁獲量が激減したため、2003 年以降は休漁を余儀なくされている。

駆除事業が開始された当初、ナルトビエイは尾部を切断すれば放流してもダメージで死んでしまうと考えられていた。そこで、尾部を切断して放流することによって駆除したと扱われていた時期もあった。その後、流しさし網を用いた捕獲に移行していき、網による捕獲のみとなった 2007 年には、山口県周防灘沿岸 (山陽小野田市、宇部市および山口市) で計 3,290 尾、2008 年には同じく 3,086 尾ものナルトビエイが駆除された (表 1、山口県水産振興課データ)。その模様はテレビや新聞などで盛んに報じられたことから、沿岸住民の関心も極めて高まっている。なお、駆除されたナルトビエイの大半は、家畜用の飼料や機械の潤滑油の原料として利用されている。

山口県が 2006 年 3 月に策定した「アサリ資源回復計画」では、アサリを目標値 (2011 年に漁獲量 100 トン、将来的には 200 トン) まで回復させるために

**Table 1** Number of the longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, removed in Yamaguchi Prefecture at each year from 2003 to 2008

| Year  | Number of individuals |          | Total (A+B) | Area     |
|-------|-----------------------|----------|-------------|----------|
|       | Shipboard (A)         | Land (B) |             |          |
| 2003  | 5,009                 | -        | 5,009       | SO       |
| 2004  | 3,786                 | 1,021    | 4,807       | SO       |
| 2005  | 734                   | 1,440    | 2,174       | SO,Ub,FR |
| 2006  | 120                   | 1,909    | 2,029       | SO,Ub,FR |
| 2007  | -                     | 3,290    | 3,290       | SO,Ub,FR |
| 2008  | -                     | 3,086    | 3,086       | SO,Ub,FR |
| Total | 9,649                 | 10,746   | 20,395      |          |

(A) After cutting tails off, longheaded eagle rays were released into the sea, since they were thought not to survive due to the damage.

(B) Longheaded eagle rays were disposed on land. SO, the region off Sanyo-Onoda; Ub, the region off Ube; FR, the mouth of Fushino River at Yamaguchi

は、ナルトビエイを駆除することのほか、食害防除機能を備えた漁場整備の必要性も挙げられている。これまでも一部の干潟漁場では、一辺数mの網 (被覆網) で底砂表面を覆ったり、竹や鉄筋杭を数十 cm の間隔で立てたりして、ナルトビエイによる食害から貝類資源を保護する努力がなされてきた。こうした駆除や漁場整備をより効果的に進めるためには、ナルトビエイの出現時期や出現場所など基本的な生態を十分把握しておく必要がある。しかし、周防灘に出現するナルト

ビエイの生態については情報が不足しており、駆除作業の時期や場所は漁業者の勘を頼りに決定されているため、必ずしも費用に見合った効果が得られていない可能性がある。そこで、山口県水産研究センターでは、2007年からナルトビエイの生態調査を開始するに至った。

本報では、今後の駆除作業や食害防止措置を効果的に行うため、多数のナルトビエイが出現する山陽小野田市沿岸を対象として、本種の出現時期、雌雄の割合および体サイズ組成などを明らかにすることで、本種の基本的な生態を把握するとともに、若干の考察を試みた。なお、本研究は、ナルトビエイの生態に関する調査研究「大型クラゲ等有害生物被害防止総合対策事業（2007年度）」および「有害生物漁業被害防止総合対策事業（2008年度）」（いずれも（社）漁業情報サービスセンター委託事業）として、広島大学、福岡県、大分県と共同で実施したものである。

## 方法と材料

今回対象としたのは、2007年および2008年の2年間に山陽小野田市沿岸で捕獲されたナルトビエイである。両年とも5～7月の間は駆除作業が盛んに行われており、1回につき約10隻の漁船（山口県漁協小野田支店所属の流しさし網漁船）が捕獲した個体が中心である。それ以外は漁船（同）を1回につき1～4隻用船して得た個体である。捕獲された個体数が極めて多い場合には、漁船1隻あたり10尾程度を無作為に抽出して測定したが、それ以外は捕獲された個体をすべて測定対象とした。

捕獲作業は、午前7時頃から約2時間程度、本山岬沖から有帆川河口域に至る山陽小野田市東部沿岸の周防灘（図2）で行った。作業海域に到着すると、投網開始場所の位置、表層水温および水深を記録し、流しさし網1～3反を5～10分かけて海域に設置した。その後、ナルトビエイの掛かり具合を見ながら、5～20分待って揚網を開始した。捕獲されたナルトビエイについては、尾部全体または尾棘部分を安全のために切除し、船上または漁港でメジャーを使って体盤幅（Disc Width, 以下「DW」）を0.1cmまたは1cm単位で計測するとともに、生殖器の形状から性別を記録した。

また、本種の出現時期と水温との関連を調べるため、毎月月上旬に周防灘で行われている浅海定線調査の観測結果の中から、2007年および2008年における山陽小野田市沖の調査点（St.5）の表層水温データ<sup>9,10)</sup>を参照した。

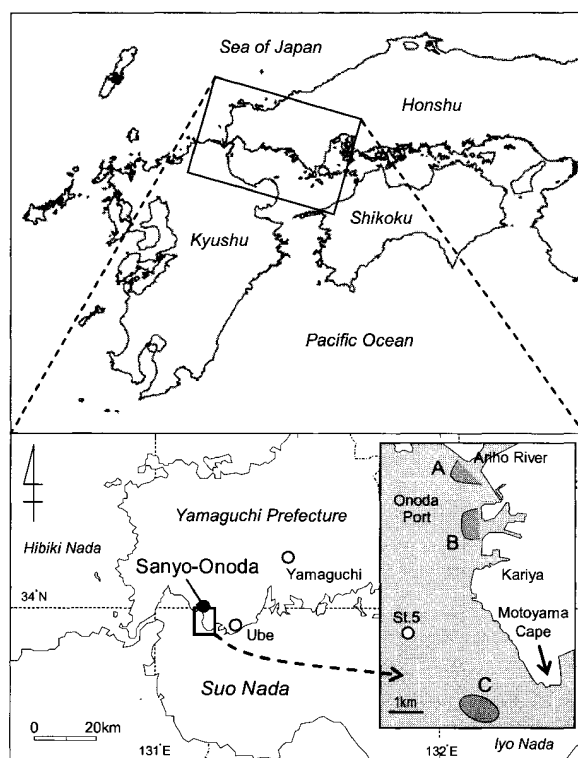


Fig.2 Maps of Suo Nada in the western part of the Seto Inland Sea showing the study area. The longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, was mainly captured around the mouth of Ariho River (Zone A), in Onoda port (Zone B) and off Motoyama Cape (Zone C). St.5 represents the sampling station for measuring water temperature every month.

## 結 果

### 1. ナルトビエイの捕獲および出現状況

ナルトビエイが捕獲された場所は、有帆川の河口域（図2のA海域）、小野田港内（図2のB海域）および本山岬沖（図2のC海域）など、水深3～10m程度の海域であった。特に5～6月の間は、小野田港内の発電所温排水口付近に多数の個体が蛸集しているのが頻繁に目撃されており、そこでの捕獲尾数が多かった。ただし、一度網を入れると、網に掛からなかった個体は港外に逃げ出し、その日はそれ以降港内ではほとんど捕獲されなかった。また、その後の数日間は、排水口付近での目撃情報も明らかに減少した。なお、有帆川河口域では、ナルトビエイのほかにアカエイ科のアカエイ *Dasyatis akajei*（大半はDW30cm未満）が網に掛かることが多く、ツバクロエイ科のツバクロエイ *Gymnura japonica* も少数ではあるが捕獲された。

ナルトビエイの日別・雌雄別の測定尾数およびDWの統計値を表2に示した。2007年は5月24日から10月19日までの期間に10回の測定を行い、計324尾（メス297尾、オス27尾）からデータを得た。3

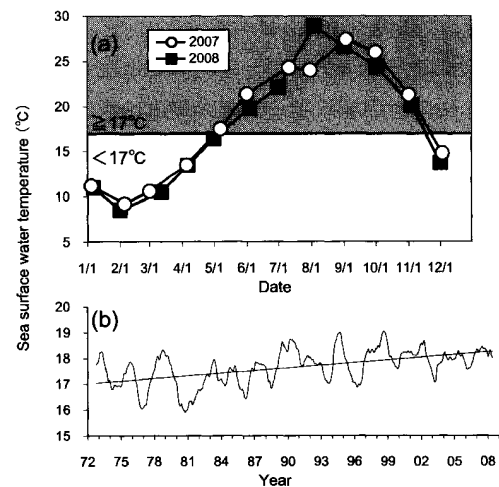
**Table 2** Number of the measured individuals and statistical values on the disc width (DW) of *Aetobatus flagellum* captured off Sanyo-Onoda region in Yamaguchi Prefecture from 2007 to 2008

|            |      | 2007 |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |  |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|--|
|            |      | Mar. | Apr. | May   |       |       | Jun.  |       |       |       |       | Jul.  |       |       | Sep. | Oct. | Total |  |
|            |      | 13   | 26   | 24    | 30    | Total | 6     | 14    | 19    | 22    | Total | 5     | 26    | Total | 11   | 19   | Total |  |
| (a) Female |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |  |
| DW         | n    | 0    | 0    | 34    | 70    | 104   | 43    | 55    | 1     | 34    | 133   | 43    | 1     | 44    | 2    | 14   | 297   |  |
|            | Mean | -    | -    | 106.9 | 115.9 | 113.0 | 112.0 | 112.0 | 104.0 | 111.0 | 111.7 | 112.6 | 102.0 | 112.3 | 85.0 | 92.6 | 111.2 |  |
|            | S.D. | -    | -    | 13.4  | 15.2  | 15.2  | 15.0  | 11.7  | -     | 16.6  | 14.0  | 14.6  | -     | 14.5  | 8.5  | 12.5 | 15.1  |  |
|            | Min  | -    | -    | 71    | 80    | 71    | 85    | 88    | 104   | 65    | 65    | 60    | 102   | 60    | 79   | 66   | 60    |  |
|            | Max  | -    | -    | 136   | 145   | 145   | 144   | 142   | 104   | 134   | 144   | 135   | 102   | 135   | 91   | 107  | 145   |  |
| (b) Male   |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |  |
| DW         | n    | 0    | 0    | 6     | 5     | 11    | 3     | 1     | 0     | 2     | 6     | 4     | 0     | 4     | 5    | 1    | 27    |  |
|            | Mean | -    | -    | 70.5  | 79.0  | 74.4  | 84.0  | 75.0  | -     | 83.5  | 82.3  | 85.0  | -     | 85.0  | 74.4 | 81.0 | 78.0  |  |
|            | S.D. | -    | -    | 12.8  | 7.4   | 11.1  | 9.6   | -     | -     | 2.1   | 7.1   | 4.1   | -     | 4.1   | 13.2 | -    | 10.3  |  |
|            | Min  | -    | -    | 47    | 70    | 47    | 77    | 75    | -     | 82    | 75    | 80    | -     | 80    | 51   | 81   | 47    |  |
|            | Max  | -    | -    | 80    | 90    | 90    | 95    | 75    | -     | 85    | 95    | 90    | -     | 90    | 82   | 81   | 95    |  |
| (c) Total  |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |       |  |
| DW         | n    | 0    | 0    | 40    | 75    | 115   | 46    | 56    | 1     | 36    | 139   | 47    | 1     | 48    | 7    | 15   | 324   |  |
|            | Mean | -    | -    | 101.5 | 113.5 | 109.3 | 110.2 | 111.4 | 104.0 | 109.4 | 110.4 | 110.2 | 102.0 | 110.0 | 77.4 | 91.8 | 108.4 |  |
|            | S.D. | -    | -    | 18.6  | 17.4  | 18.7  | 16.2  | 12.6  | -     | 17.4  | 15.0  | 16.0  | -     | 15.9  | 12.4 | 12.4 | 17.4  |  |
|            | Min  | -    | -    | 47    | 70    | 47    | 77    | 75    | 104   | 65    | 65    | 60    | 102   | 60    | 51   | 66   | 47    |  |
|            | Max  | -    | -    | 136   | 145   | 145   | 144   | 142   | 104   | 134   | 144   | 135   | 102   | 135   | 91   | 107  | 145   |  |

|            |      | 2008  |       |       |       |       |      |       |       |       |      |      |       |      |      |      |       |  | Both years |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|--|------------|
|            |      | May   |       |       | Jun.  |       |      |       |       | Jul.  |      |      |       | Aug. | Oct. | Nov. | Total |  |            |
|            |      | 21    | 29    | Total | 9     | 12    | 19   | 26    | Total | 3     | 10   | 17   | Total | 22   | 4    | 7    | Total |  |            |
| (a) Female |      |       |       |       |       |       |      |       |       |       |      |      |       |      |      |      |       |  |            |
| DW         | n    | 60    | 31    | 91    | 66    | 33    | 46   | 90    | 235   | 72    | 38   | 12   | 122   | 21   | 19   | 17   | 505   |  |            |
|            | Mean | 111.9 | 111.0 | 111.6 | 117.0 | 108.9 | 92.5 | 115.1 | 110.3 | 107.8 | 95.8 | 56.8 | 99.1  | 86.6 | 66.0 | 88.9 | 104.5 |  |            |
|            | S.D. | 15.2  | 15.9  | 15.4  | 12.7  | 23.0  | 23.9 | 15.3  | 20.0  | 21.0  | 19.4 | 15.6 | 25.0  | 21.2 | 18.0 | 16.6 | 22.9  |  |            |
|            | Min  | 80    | 70    | 70    | 90    | 33    | 40   | 70    | 33    | 35    | 45   | 34   | 34    | 49   | 35   | 51   | 33    |  |            |
|            | Max  | 138   | 146   | 146   | 145   | 140   | 135  | 142   | 145   | 145   | 120  | 82   | 145   | 123  | 104  | 116  | 146   |  |            |
| (b) Male   |      |       |       |       |       |       |      |       |       |       |      |      |       |      |      |      |       |  |            |
| DW         | n    | 2     | 1     | 3     | 4     | 2     | 5    | 10    | 21    | 12    | 4    | 2    | 18    | 13   | 27   | 10   | 92    |  |            |
|            | Mean | 92.0  | 90.0  | 91.3  | 81.3  | 95.0  | 65.0 | 85.4  | 80.7  | 80.8  | 88.8 | 67.0 | 81.0  | 74.7 | 78.6 | 84.4 | 80.0  |  |            |
|            | S.D. | 2.8   | -     | 2.3   | 6.3   | 7.1   | 11.7 | 5.5   | 12.0  | 11.0  | 6.3  | 25.5 | 12.7  | 15.2 | 6.2  | 8.6  | 11.0  |  |            |
|            | Min  | 90    | 90    | 90    | 75    | 90    | 55   | 75    | 55    | 50    | 80   | 49   | 49    | 28   | 63   | 72   | 28    |  |            |
|            | Max  | 94    | 90    | 94    | 90    | 100   | 85   | 90    | 100   | 94    | 95   | 85   | 95    | 88   | 88   | 99   | 100   |  |            |
| (c) Total  |      |       |       |       |       |       |      |       |       |       |      |      |       |      |      |      |       |  |            |
| DW         | n    | 62    | 32    | 94    | 70    | 35    | 51   | 100   | 256   | 84    | 42   | 14   | 140   | 34   | 46   | 27   | 597   |  |            |
|            | Mean | 111.3 | 110.3 | 110.9 | 114.9 | 108.1 | 89.8 | 112.1 | 107.9 | 104.0 | 95.1 | 58.2 | 96.7  | 82.0 | 73.4 | 87.3 | 100.7 |  |            |
|            | S.D. | 15.4  | 16.1  | 15.5  | 14.9  | 22.6  | 24.3 | 17.1  | 21.1  | 22.0  | 18.6 | 16.4 | 24.5  | 19.7 | 13.8 | 14.1 | 23.2  |  |            |
|            | Min  | 80    | 70    | 70    | 75    | 33    | 40   | 70    | 33    | 35    | 45   | 34   | 34    | 28   | 35   | 51   | 28    |  |            |
|            | Max  | 138   | 146   | 146   | 145   | 140   | 135  | 142   | 145   | 145   | 120  | 85   | 145   | 123  | 104  | 116  | 146   |  |            |

月 13 日 (作業海域表層水温 12.0℃) と 4 月 26 日 (同 17.1℃) にも捕獲を試みたが、両日とも全く捕獲されなかった。2008 年は 5 月 21 日から 11 月 7 日までの期間に 12 回の測定を行い、計 597 尾 (メス 505 尾, オス 92 尾) からデータを得た。両年に共通して、駆除作業が盛んな 5 ~ 7 月には測定回数が多く、中でも 6 月の測定尾数は合わせて 395 尾と圧倒的に多かった。これに対して 8 月以降の測定尾数は少なく、月 7 ~ 61 尾であった。さらに、11 月下旬になると沿岸域での目撃情報もなくなり、操業中に混獲されたという話も聞かれなくなった。したがって、山陽小野田市周辺に出現するのは 5 月 ~ 11 月の間であることが判った。

浅海定線調査によって得られた山陽小野田市沖 (St.5, 位置は図 2 のとおり) の表層水温の推移を図 3 に示した。ナルトビエイの好適水温<sup>1)</sup> と言われる 17℃ 以上の範囲には、5 月上旬から 11 月中 ~ 下旬



**Fig.3** Changes in sea surface water temperature at St.5 off Sanyo-Onoda region in Yamaguchi Prefecture. (a) Monthly water temperature during 2007 and 2008. The proper water temperature for longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, has been reported higher than 17℃ 1). (b) Twelve months running mean temperature from 1972 to 2008, indicating 1.3℃ rising during the period.

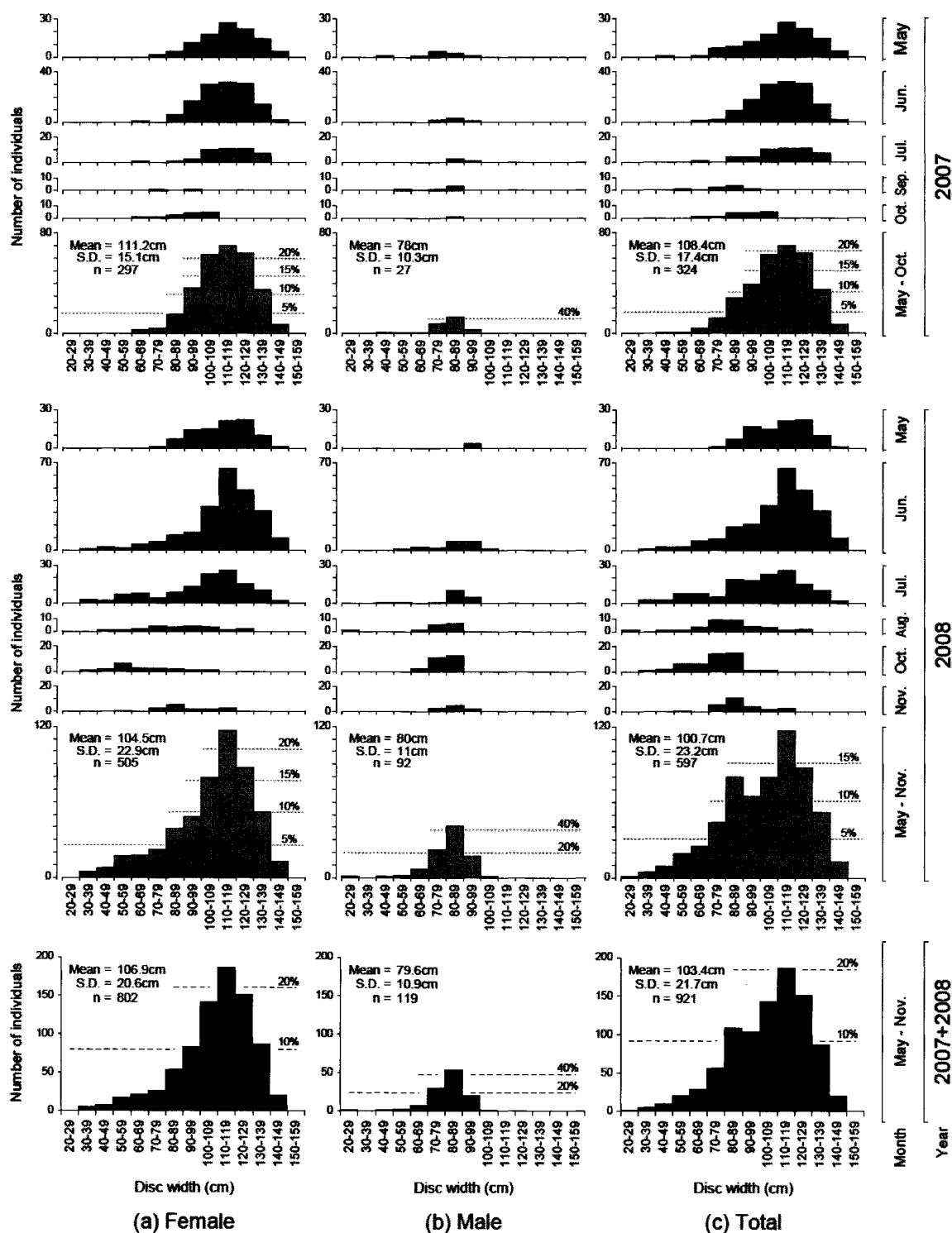


Fig.4 Disc width distribution of *Aetobatus flagellum* captured off Sanyo-Onoda region in Yamaguchi Prefecture from May, 2007 to November, 2008.

までが入っており(図3(a)), 山陽小野田市沿岸での出現時期とほぼ一致した。当海域における1972～2008年の水温(山口県内海水産試験場報告および山口県水産研究センター事業報告)の長期的な傾向を見ると、周防灘の他の海域<sup>11,12)</sup>と同様に上昇傾向にあり、12ヶ月移動平均水温(図3(b))は1972～2008年の37年間に1.3℃(1年間あたり0.034℃)上昇した。

## 2. ナルトビエイの大きさ

2年間に捕獲された個体の平均DW±標準偏差は103.4±21.7cm(DW範囲28～146cm)であり、このうちメスは106.9±20.6cm(同33～146cm)、オスは79.6±10.9cm(同28～100cm)であった。

月別・雌雄別のDW分布を図4に示した。メスの場合(図4(a)), 年ごとのモードはいずれも110～

119cmであった。月別に見ると、2007年の5～7月にはほぼ同じ傾向であったのに対して、9月以降は100cm以上の個体の割合が明らかに減少し、小型個体中心のサイズ分布になった。2008年になると、5月は前年と同様の分布であったが、6月にはDW80cm未満の個体が多く出現するようになり、7月にはその傾向がより顕著になって、平均DWも一段と小さくなった。8月以降は100cm以上の個体があまり出現しなくなり、100cm未満の個体を中心になった。また、2007年にはDW最小値が60cmであったのに対して、2008年は33cmであり、小型個体の出現が目立った(表2)。

オスの場合(図4(b)), 年ごとのモードはいずれも80～89cmであり、月ごとのサイズ分布にはメスほど大きな違いはなかった。

### 3. ナルトビエイの雌雄別出現状況

雌雄の出現割合および平均DWの月別推移について、比較結果を図5に示した。メスの割合は、両年の平均で見ると、5月および6月にいずれも93%と極めて高かったのに対して、7月には88%とやや低下し、8月になると62%, 9月には29%まで急激に低下し、その後、10月には54%, 11月には63%と再び増加した。平均DW(両年の平均値)については、メスの場合、5月および6月にそれぞれ112.3cm, 110.8cmであったのに対し、7月には102.6cm, その後さらに小型化が進み、8～11月には77.3～88.9cmとなった。オスの場合、6月および7月にそれぞれ81.0cm, 81.7cmであったのに対して、8月および9月にそれぞれ74.7cm, 74.4cmと幾分小型化した。その後、11月には84.4cmまで再び増加したものの、メスほど大きな変化はなかった。

## 考 察

山陽小野田市沿岸に出現するナルトビエイの雌雄割合は、明瞭な季節変化を伴って変化した(図5)。5～6月にはメスが圧倒的に多かったのに対して、9月になると逆にオスのほうが多くなった。これに対して、周防灘南部(豊前海)の大分県沿岸で行われている駆除作業では、初めのうちはオスの割合が高く、その後徐々にメスの割合が増えてくるという(私信)。いずれの海域も雌雄の割合が月ごとに変化しているが、大まかには山口県側でメスの多い時期には大分県側のメスが少なくなり、オスについても同様の傾向があるように見える。また、本種の性比に関しては、胎内仔魚の性別調査でメスとオスがほぼ1:1で出現することが明らかになっており<sup>13)</sup>、今回のような雌雄割合の変化は、本種の繁殖生態に強く関連していることが予想される。また、山陽小野田市沿岸における本種の産仔期は8～9月、交尾期は8月下旬～10月上旬と推定されている<sup>13)</sup>。すなわち、産仔後すぐに交尾期に入ることになるが、本種の貯精能や受精のメカニズムなどについては解明されていない。

現在、山陽小野田市沿岸で行われている駆除作業は、5～7月の間に集中しており、産仔直前で時期は適当である。さらに、5～6月には小野田港内の狭い範囲に蟄集していることが多いため、捕獲の効率も他時期に比べてすこぶる高い。また、今回の調査でオスの出現割合が9月をピークに高まったことは、交尾期に合わせてオスが山陽小野田市沿岸に移動したことが原因と考えられる。しかし、そのオスがどこから来たのか、つまり交尾期までどこにいたのかという点は分かっていない。周防灘では、広島大学、大分県および山口県によるナルトビエイの標識放流が行われており、その結果によっては本種の繁殖生態が徐々に明らかになっていくであろう。

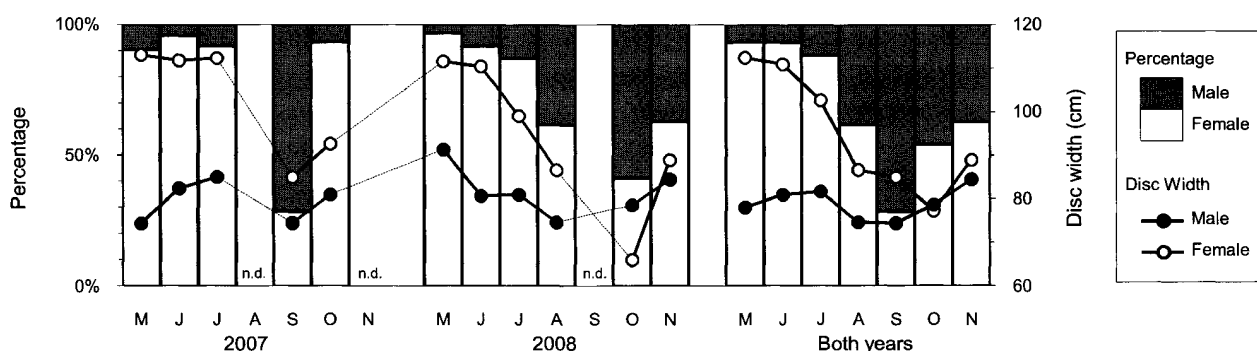


Fig.5 Monthly change in percentages of sex ratio and mean disc width values of *Aetobatus flagellum* captured off Sanyo-Onoda region in Yamaguchi Prefecture from 2007 to 2008. n.d., no data.

なお、調査を通じて、山陽小野田市の複数の漁業者から、20～30年前から本種が周防灘にいたという情報があった。しかし、捕獲されたエイの詳細な形態などについて記憶が曖昧であり、本種と同じトビエイ科に属するトビエイ *Myliobatis tobijei* などと混同していることも十分考えられる。したがって、現時点までの確かな情報を基にすると、周防灘にナルトビエイが出現するようになったのは2002年以降である。また、冬季になると小野田港内の発電所温排水口周辺で過ごしているという情報も寄せられたが、2007年3月中旬（平均水温12.0℃）および4月下旬（平均水温17.1℃）に捕獲を試みたが全く捕獲されなかったこと、また11月下旬以降は目撃や混獲の情報がないことから、11月下旬から翌年の4月下旬までの間は山陽小野田市沿岸からはいなくなると考えられる。しかし、どこに移動して冬季を過ごしているのかは現時点では不明である。この点についても標識放流などの成果に期待したい。

さらに、駆除効果を評価するためには、どれだけの量のナルトビエイが海域に来遊したのかを把握しておく必要がある。これについては、CPUE（例えば漁船1隻あたりの捕獲数）をもとに間接的に把握することになるが、どれだけ駆除すればよいのかという点が今後ますます問われるであろうから、データの整理と解析を急ぐ必要がある。

## 要 約

- 1 2007～2008年に山陽小野田市沿岸で捕獲されたナルトビエイのうち、921尾（メス802尾、オス119尾）について、体盤幅（DW）の測定と性別の確認を行った。
- 2 メスの平均DW±標準偏差は106.9±20.6cm（DW範囲33～146cm）、オスは79.6±10.9cm（DW範囲28～100cm）で、メスがオスに比べて著しく大きかった。
- 3 月別の平均DWは、メスの場合、5～6月に比べて7月にはやや小型化し、その後さらに小型化が進んだのに対し、オスは8～9月に幾分小型化した。
- 4 メスの割合は、5～6月の93%から低下していき、8月には62%、9月には29%まで低下し、その後、10月には54%、11月には63%と再び増加した。
- 5 現在5～7月に集中して行われている駆除作業は産仔期（8～9月）前であり、時期的には適当と判断され、港内に大量に蟄集しているため捕獲効率も他時期よりも高い。

## 謝 辞

本報をまとめるにあたり、丁寧な指導と助言をいただいた橋本博明博士（広島大学大学院生物圏科学研究科）および桃山和夫博士（元山口県水産研究センター内海研究部長）に深く感謝の意を表します。また、用船や測定に協力いただいた山口県漁協小野田支店の方々、測定やデータ提供などでお世話になった広島大学および山陽小野田市の方々にこの場を借りてお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) Yamaguchi, A., I. Kawahara and S. Ito (2005): Occurrence, growth and food of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 74, 229-238.
- 2) 山田梅芳・三谷卓美 (1989): ナルトビエイ, 西海区水産研究所ニュース, 61, 1.
- 3) 鈴木寿之・細川正富 (1994): 山陰但馬で採集・確認された魚類の日本海初記録種, *I.O.P. DIVING NEWS*, 5(4), 2-6.
- 4) 鷲尾真佐人・有吉敏和・野口敏春 (1996): 有明海湾奥部の魚類相, 佐賀県有明水産振興センター研究報告書, 17, 7-10.
- 5) 清水孝昭・波戸岡清峰 (1997): 伊予灘と大阪湾より得られた瀬戸内海初記録種, *I.O.P. DIVING NEWS*, 8(9), 2-6.
- 6) 大橋 裕 (2003): 頭の痛いニューフェイス“ナルトビエイ”, 山口県水産研究センター内海研究部だより, 11, 10.
- 7) 重田利拓・斉藤英俊 (2003): 瀬戸内海で観察されたクロダイによるアサリ成貝の捕食, 平成15年度日本水産学会中国・四国支部大会講演要旨集, 11.
- 8) 山口敦子 (2003): 有明海のエイ類について—二枚貝の食害に関連して—, *月間海洋*, 35(4), 241-245.
- 9) 和西昭仁・馬場俊典 (2007): 資源管理体制強化実施推進事業 浅海定線調査, 平成18年度山口県水産研究センター事業報告, 245-260.
- 10) 和西昭仁・小柳隆文・馬場俊典 (2009): 資源管理体制強化実施推進事業 周防灘定線調査, 平成19年度山口県水産研究センター事業報告, 254-267.
- 11) 和西昭仁 (2004): 山口県周防灘海域における最近30年間の水温変動, 山口県水産研究センター研究報告, 2, 1-6.
- 12) 和西昭仁 (2008): 山口県秋穂湾における水温

の長期変動と気温の影響，山口県水産研究センター研究報告，6，11-18.

13) 泥谷明子(2008):瀬戸内海におけるナルトビエイ *Aetobatus flagellum* の資源生物学的研究，広島大学修士論文，48pp.

# 錦川で採集されたアユ及びその他の魚類からのPCRによる *Edwardsiella ictaluri* の検出状況

天社こずえ・畑間俊弘

Detection of *Edwardsiella ictaluri* from Ayu  
*Plecoglossus altivelis* and some other fish species sampled in the Nishiki River by PCR

Kozue Tensha and Toshihiro Hatama

In September 2007, *Edwardsiella ictaluri* infection emerged in wild ayu *Plecoglossus altivelis* in the Nishiki River in Yamaguchi prefecture, Japan. In order to detect *E. ictaluri* by PCR and monitor the disease outbreak in the river, ayu and some other fish species captured in every month from June to November 2008.

*E. ictaluri* was not detected from the up running wild and hatchery-produced juvenile ayu.

Detection rates of *E. ictaluri* in the sampled ayu were lasted in high level at more than 40% from September to November, however no mass mortality occurred.

*E. ictaluri* was also detected in the Japanese eel *Anguilla japonica*, Freshwater minnow *Zacco platypus*, Fork-tailed bagrid catfish *Pseudobagrus nudiceps*, but they did not show any clinical signs.

From these results, *E. ictaluri* infection in the ayu in the Nishiki river 2008 might be caused by the contamination with the bacteria from the latently infected fish species living in the river.

**Key word :** *Edwardsiella ictaluri*, *Plecoglossus altivelis*, ayu

2007年9月上旬から10月上旬にかけて、山口県東部を流れる錦川で、腹水貯留等の症状を呈し多数のアユ *Plecoglossus altivelis* が死亡しているのが確認された。錦川での発生と前後して、同様の症状を呈するアユが東京都と広島県の河川でも確認された<sup>1)</sup>。これらの病魚の腎臓からは単一の細菌が分離され、Nagai ら<sup>2)</sup>によって *Edwardsiella ictaluri* であると同定された。*E. ictaluri* は米国や東南アジアにおけるナマズ目魚類の養殖において最も大きな被害をもたらす病原菌であるが<sup>3)</sup>、当時日本国内には未侵入とされており、アユがこの病原菌に感染した事例もなかった。

通常、アユは春に海域から河川に遡上し、秋に産卵を終えると死亡する1年魚であることから、数年間生き続ける魚種で感染症が発生した場合に比べ、その感染症が次世代の個体群で再発する可能性は低いと考えられている。しかし、*E. ictaluri* はナマズ目魚類以外にもコイ科魚類や養殖ニジマスから分離報告されてお

り<sup>1)</sup>、新たに日本においてアユにも病原性を有することが確かめられたことから、その宿主範囲は広いことが推測される。

そこで本研究では、*E. ictaluri* 感染症が発生した錦川に本菌が定着しているか否かを明らかにすることを目的として、錦川に生息しているアユ及びその他の魚種について *E. ictaluri* の保菌状況をPCR法により調べるとともに、当疾病の発生状況を調べた。

なお、放流稚アユ及び海域からの天然遡上稚アユも検査材料に加えた。

## 材料及び方法

### 1 稚アユ

#### (1) 放流稚アユ

2008年には錦川漁協が約87万尾の稚アユを放流している。放流魚は山口県栽培漁業公社で種苗生産さ

れた後、榎野川漁協で中間育成された人工種苗 7 万尾、徳島県産人工種苗 50 万尾、海域で採捕した後陸上水槽で養成した宮崎県産海産仕立て種苗 30 万尾で、放流直前の 3 月～ 4 月に各ロットから 20 尾をサンプリングし、*E. ictaluri* の保菌状況を調べた。

## (2) 天然遡上稚アユ

2007 年の秋に産卵され、2008 年 4 月 22 日に河口部の八幡堰に遡上してきた稚アユ 20 尾を採捕し、*E. ictaluri* の保菌状況を調べた。

## 2 河川生息魚

### (1) 調査対象魚種

アユのほかに、*E. ictaluri* 感受性を有するのはいかと懸念されるナマズ *Silurus asotus* 及びその近縁種のギギ *Pseudobagrus nudiceps*、アユ捕食魚であるウナギ *Anguilla japonica*、さらに昨年 *E. ictaluri* 感染症が発生していた時期に死亡が目撃されたオイカワ *Zacco platypus* を主な調査対象魚種とした。他に雑食性で、アユを捕食したり死骸を食べたりすると考えられるウグイ *Tribolodon hakonensis* やコウライニゴイ *Hemibarbus labeo* は採捕された場合には検査した。9 月以降は対象魚種を拡大し、カマツカ *Pseudogobio esocinus*、カワムツ *Zacco temminckii*、ムギツク *Pungtungia herzi* も検査した。

冷水病においては、アユの由来によって感受性に差があることが知られているので、アユについては下顎側線孔と側線上方横列鱗数を数え由来を判別した。下顎側線孔が左右とも 4 つで、側線上方横列鱗数が 19

枚以上の個体を海産の天然遡上群とし、それ以外を人工種苗放流群と識別した<sup>4)</sup>。海産仕立て種苗は、養成開始時期により配列に差が生じ、人工種苗と海産天然遡上との中間的な特徴を示すとされているので<sup>5)</sup> 天然遡上群と人工種苗放流群の両方に分類されるはずであるが、それらの区別はしなかった。

### (2) 調査場所

昨年死亡魚が多く確認された錦川中流域のうち田原に定点を設けた。(Fig.1) 9 月 17 日には比較のため 2007 年の発生水域より上流の根笠川合流点でもアユを採捕した。11 月にはアユが産卵のため降下し、田

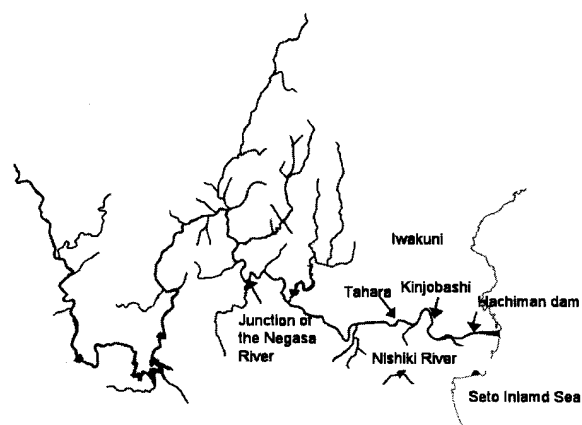


Fig.1 Map showing the sampling sites of the fish species provided for detection of *Edwardsiella ictaluri* by PCR. Up running juvenile ayu was sampled on 22 Apr.2008 at Hachiman dam, down running adult ayu for spawning on 11 Nov. at Kinjobashi, major fish species from June to October at Tahara, and extra ayu on 17 Sep. at junction of the Negasa River.

Table 1 Mean total length and body weight of sampled fish species in the Nishiki River provided for detection of *Edwardsiella ictaluri* by PCR from June to November 2008.

| Species                           |         | Sampling date |        |        |        |        |        |        |       |        |
|-----------------------------------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
|                                   |         | 5-Jun         | 25-Jun | 15-Jul | 18-Aug | 26-Aug | 16-Sep | 17-Sep | 7-Oct | 11-Nov |
| Ayu                               | TL (mm) | 159           | 168    | 180    | 208    | 206    | 202    | 231    | 221   | 219    |
| ( <i>Plecoglossus altivelis</i> ) | BW (g)  | 36            | 38     | 56     | 81     | 91     | 79     | 122    | 108   | 78     |
| Freshwater minnow                 | TL (mm) | 136           | 146    | 152    | 118    | 143    | 109    |        |       |        |
| ( <i>Zacco platypus</i> )         | BW (g)  | 30            | 36     | 52     | 16     | 16     | 14     |        |       |        |
| Japanese common catfish           | TL (mm) |               |        | 605    |        |        |        |        |       |        |
| ( <i>Silurus asotus</i> )         | BW (g)  |               |        | 1,434  |        |        |        |        |       |        |
| Fork-tailed bagrid catfish        | TL (mm) | 250           | 222    | 187    | 166    |        | 225    |        | 178   |        |
| ( <i>Pseudobagrus nudiceps</i> )  | BW (g)  | 136           | 104    | 61     | 37     |        | 80     |        | 41    |        |
| Japanese eel                      | TL (mm) |               | 695    |        |        | 528    | 438    |        | 427   |        |
| ( <i>Anguilla japonica</i> )      | BW (g)  |               | 710    |        |        | 248    | 102    |        | 97    |        |
| Japanese dace                     | TL (mm) | 245           |        |        |        |        | 113    |        |       | 220    |
| ( <i>Tribolodon hakonensis</i> )  | BW (g)  | 153           |        |        |        |        | 19     |        |       | 75     |
| Korai-nigoi                       | TL (mm) |               |        | 226    | 200    | 292    | 244    |        | 220   | 225    |
| ( <i>Hemibarbus labeo</i> )       | BW (g)  |               |        | 250    | 67     | 200    | 144    |        | 88    | 92     |
| Pike gudgeon                      | TL (mm) |               |        |        |        |        | 142    |        | 184   | 194    |
| ( <i>Pseudogobio esocinus</i> )   | BW (g)  |               |        |        |        |        | 35     |        | 63    | 65     |
| Dark chub                         | TL (mm) |               |        |        |        |        | 153    |        | 192   | 152    |
| ( <i>Zacco temminckii</i> )       | BW (g)  |               |        |        |        |        | 36     |        | 65    | 32     |
| Striped Shiner                    | TL (mm) |               |        |        |        |        | 113    |        |       |        |
| ( <i>Pungtungia herzi</i> )       | BW (g)  |               |        |        |        |        | 19     |        |       |        |

原でアユを採捕することが困難となったため、約 4km 下流の産卵場付近の錦城橋でアユを採捕した。

### (3) 調査時期

2007 年の *E. ictaluri* 感染症の発生水温が 20 ～ 26℃であったことを考慮して<sup>1)</sup>、河川の水温が 20℃を超えると予想された 6 月から調査を開始した。また、20℃以下の低水温期の保菌状況を調べるため、アユが河川から姿を消す直前の 11 月まで調査をした。

検体の採捕は概ね 1 ヶ月に 1 回、月の中旬の 1 日または連続した 2 日間で行ったが、8 月は連続した 2 日間ではなく 18 日と 26 日に行った。

### (4) 検体の採取方法及び魚体測定項目

アユは主に刺し網で、その他の魚類は刺し網、延縄、釣り、ヤスなどを使用して採捕した。採捕した魚類は全長、体重を測定した (Table 1)。

### (5) *E. ictaluri* の検出

*E. ictaluri* の検出は独立行政法人水産総合研究センターの養殖研究所の「アユの *Edwardsiella ictaluri* 感染症の診断」の PCR 法<sup>6)</sup>に従った。

### (6) *E. ictaluri* 感染症の診断方法

外観症状と内部症状を観察し、腹水の貯留や眼球突出、腎臓の肥大などの明らかな症状があるものを発症

個体とした。肛門の発赤や体表や鰭基部の発赤などは、釣り傷と区別し難く、また、産卵期のアユには頻繁にみられたことから、これだけでは発症とは見なさなかった。

## 結 果

### 1 稚アユ

放流稚アユ及び天然遡上稚アユのいずれからも *E. ictaluri* は検出されなかった (Table 2)。

**Table 2** Detection of *Edwardsiella ictaluri* by PCR from up running wild and hatchery-produced juvenile ayu.

| origin   | location     | Mean TL (mm) | MeanBW (g) | No.positive / No.examined |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------------------|
| wild     | Nishiki Rive | 10.0         | 7.6        | 0/20                      |
| hatchery | Yamaguchi    | 9.7          | 8.2        | 0/40                      |
|          | Miyazaki     | 8.9          | 5.0        | 0/20                      |
|          | Tokushima    | 10.5         | 10.0       | 0/20                      |

### 2 河川生息魚

#### (1) アユ

6 月は水温が 18℃と低かったが、7 月には発生水温と考えられる 20℃を超え 10 月まで継続した (Fig.2)。7 月には *E. ictaluri* 感染症の症状を示すアユは全く見られず、*E. ictaluri* も検出されなかった (Table 3)。8 月 18 日に刺し網で採捕したアユに異常は見られず、

**Table 3** Detection of *Edwardsiella ictaluri* by PCR from ayu and some other fish species caught at Tahara in the Nishiki River from June to November 2008.

| Species                           | origin   | No. positive / No. examined |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
|-----------------------------------|----------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|---------|--|
|                                   |          | Sampling date               |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
|                                   |          | 5-Jun                       | 25-Jun | 15-Jul | 18-Aug | 26-Aug | 16-Sep | 17-Sep  | 7-Oct | 11-Nov  |  |
| Ayu                               | wild     | 0/2                         | —      | 0/4    | 0/6    | 1/1 1) | 3/5    | 1/2 2)  | 3/9   | 5/12 3) |  |
| ( <i>Plecoglossus altivelis</i> ) | hatchery | 0/18                        | 0/6    | 0/16   | 0/14   | —      | 5/15   | 0/14 2) | 10/12 | 4/8 3)  |  |
| Freshwater minnow                 |          | 0/6                         | 0/20   | 0/20   | 0/4    | 1/1    | 0/5    |         |       | 0       |  |
| ( <i>Zacco platypus</i> )         |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Japanese common catfish           |          |                             |        | 0/1    |        |        |        |         |       |         |  |
| ( <i>Silurus asotus</i> )         |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Fork-tailed bagrid catfish        |          | 0/18                        | 0/11   | 0/19   | 0/2    |        | 1/16   |         | 0/1   |         |  |
| ( <i>Pseudobagrus nudiceps</i> )  |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Japanese eel                      |          |                             | 0/3    |        |        | 1/3    | 0/1    |         | 0/1   |         |  |
| ( <i>Anguilla japonica</i> )      |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Japanese dace                     |          | 0/1                         |        |        |        |        | 0/1    |         |       | 0/2     |  |
| ( <i>Triobolodon hakonensis</i> ) |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Korai-nigoi                       |          |                             |        | 0/2    | 0/4    | 0/1    | 0/5    |         | 0/12  | 0/9     |  |
| ( <i>Hemibarbus labeo</i> )       |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Pike gudgeon                      |          |                             |        |        |        |        | 0/2    |         | 0/8   | 0/1     |  |
| ( <i>Pseudogobio esocinus</i> )   |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Dark chub                         |          |                             |        |        |        |        | 0/2    |         |       | 0/1     |  |
| ( <i>Zacco temminckii</i> )       |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |
| Striped Shiner                    |          |                             |        |        |        |        | 0/1    |         |       |         |  |
| ( <i>Pungtungia herzi</i> )       |          |                             |        |        |        |        |        |         |       |         |  |

1):dead

2):Sampled at junction of the Negasa River

3):Sampled at kinjobasi

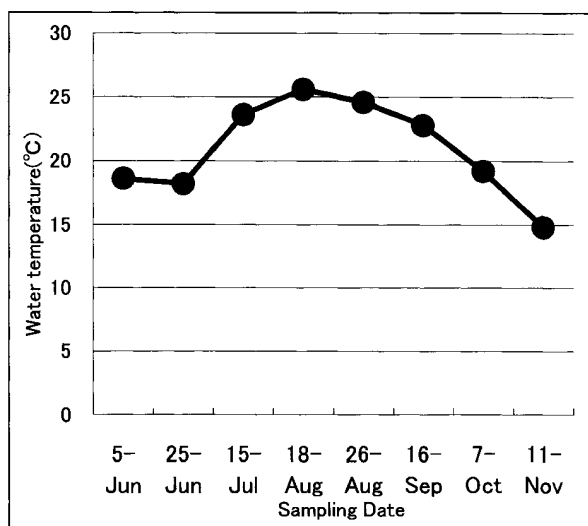


Fig.2 Water temperature at the major sampling site Tahara in the Nishiki River from June to November 2008.

Table 4 Clinical signs of sampled ayu at Tahara in the Nishiki River from August to October.

| clinical signs          | No. positive / No. examined |        |       |
|-------------------------|-----------------------------|--------|-------|
|                         | Sampling date               |        |       |
|                         | 26-Aug                      | 16-Sep | 7-Oct |
| External clinical signs |                             |        |       |
| Exophthalmos            | 1/1                         | 1)     | 2/21  |
| Reddening of anus       |                             |        | 2/21  |
| Pale of gills           | 1/1                         | 1/20   |       |
| Internal clinical signs |                             |        |       |
| Hemorrhagic ascites     | 1/1                         |        | 3/21  |
| Hypertrophy of          | 1/1                         | 2/20   | 1/21  |
| Hypertrophy of heart    |                             |        | 1/21  |
| Reddening of gonad      |                             |        | 2/21  |

1): dead

本菌も検出されなかった。8月26日に河川内でアユ1尾が死亡しているのを発見した。死亡魚は腹水が貯留し腎臓が肥大するなど明らかな本症の病徴を示しており (Table 4)、腎臓から *E. ictaluri* が分離された。

9月から10月にかけて *E. ictaluri* の検出率は高くなり、10月には62%に達した (Fig.3)。そのうち眼球突出、貧血、腹水貯留、腎臓、心臓の肥大等の症状のある個体の割合は10%程度と低く (Table 4)、また、河川流域において死亡魚は全く確認されなかった。

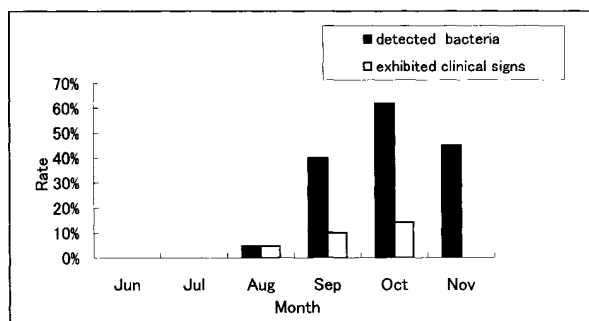


Fig.3 Monthly changes of detection of *Edwardsiella ictaluri* by PCR and exhibited clinical signs characteristic to *E. ictaluri* infection in the ayu sampled in the Nishiki River 2008.

9月に根笠川合流点で採捕したアユでは、16尾中1尾で *E. ictaluri* が検出され、検出率は低いものの広い範囲に本菌が存在することが確認された。

11月には水温は14.8℃まで低下した。産卵期のため、雌雄とも体表に発赤や潰瘍が見られ、冷水病を発症しているアユも見られたが、*E. ictaluri* 感染症の症状を呈する個体は全くいなかった。しかし *E. ictaluri* の検出率は45%と依然として高かった。

由来別では、11月を除き海産天然遡上よりも人工種苗放流群の方が多く採捕される傾向が見られたが、*E. ictaluri* 検出率については由来による差は認められなかった (Table 3)。

## (2) その他の魚種

8月26日に採捕したオイカワ1尾とウナギ1尾から *E. ictaluri* が検出された。これらのオイカワとウナギは、外観及び内部症状とも全く異常は見られなかった。

9月にはギギ1尾から本菌が検出されたが、外観及び内部とも全く異常はなかった。

## 考 察

錦川漁協関係者からの聞き取り調査によると2007年は9月2日からアユの死亡が目撃されているが、2008年もほぼ同時期にアユに *E. ictaluri* 感染症が発生した。2008年は9～11月の間、アユから *E. ictaluri* が40%以上の高率に検出されたにもかかわらず、確認された死亡魚は1尾のみであった。注射による感染試験ではLD50が $1.3 \times 10^4$ CFU/fishと高い病原性が示唆されているが<sup>1)</sup>、天然域における自然発生では必ずしも大量死を引き起こすとは限らないのではないかと。餌、水温、水質、水量などの環境要因についてはデータがなく、昨年の疾病発生時と比較することはできないが、何らかの環境要因が発症や死亡に影響している可能性があり、今後の検討課題である。

アメリカナマズ *Ictalurus punctatus* においては、暴露から4ヶ月後でも腎臓から *E. ictaluri* が検出されるなど、*E. ictaluri* 感染症から回復した魚は不顕性感染状態にあるのが普通とされており、耐過魚が本症再発生の伝染源と推定されている<sup>7)</sup>。アユにおいても水温が低下した11月でもなお45%と高い検出率が持続しており、本菌が魚体内から容易に排除されないことが明らかになった。また、オイカワ、ウナギ及びギギからも *E. ictaluri* が検出されるなど、本菌の宿主域は広いことが想像される。更に放流稚アユ、天然遡上稚アユ、6月、7月の河川生息アユからも *E. ictaluri* は検

出されなかった。これらのことから、アユが河川にいない冬期もアユ以外の魚種の体内で *E. ictaluri* が存在し続けて翌年に持ち越され、高水温期にアユに感染するという感染サイクルが考えられる。

ただし、2008 年の錦川における再発生については、おとりアユの交流がある近隣の河川において 2008 年 8 月上旬に *E. ictaluri* 感染症が発生していることから、おとりアユを通じて持ち込まれた可能性も否定できない。

アユは 1 年魚で河川からいなくなる時期があることから、ある感染症が発生しても、翌年その感染症が次世代のアユに再発する可能性は低いと言われている。冷水病対策として PCR 検査で冷水病菌が検出されない種苗を放流することが一般的であり、蔓延防止に一定の成果を上げている。冷水病ではアユ以外の魚類からアユに病原性の強い遺伝型の冷水病菌が検出されることは稀であり<sup>8,9)</sup> そのことが主な要因となって効果を上げているのであろう。しかし、*E. ictaluri* は宿主域が広いことが明らかになり、冷水病よりもより定着性が強いことが示唆された。*E. ictaluri* 感染症の蔓延防止のためには、コイの KHV 病と同様に疾病が発生した河川から本菌を持った魚類を移動しないことが最も肝要であろう。

## 謝 辞

本研究にあたり、ご協力頂いた錦川漁業協同組合の皆様、本報告のご校閲をいただいた桃山和夫博士（元山口県水産研究センター内海研究部長）ならびに現地調査及び研究室でご協力頂いた職員の皆様に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) Nagai, T., E. Iwamoto, T. Sakai, T. Arima, K. Tensha, Y. Iida, T. Iida and T. Nakai (2008): Characterization of *Edwardsiella ictaluri* isolated from wild Ayu *Plecoglossus altivelis* in Japan. *Fish Pathology*, 43 (4), 158-163.
- 2) Sakai, T., T. Kamaishi, M. Sano, K. Tensha, T. Arima, Y. Iida, T. Nagai, T. Nakai and T. Iida (2008): Outbreaks of *Edwardsiella ictaluri* infection in Ayu *Plecoglossus altivelis* in Japanese rivers. *Fish Pathology*, 43 (4), 152-157.
- 3) Plumb, J. A. (1999): Catfish bacterial disease. In "Health maintenance and principal microbial diseases of cultured fishes." Iowa State University Press, Iowa, pp. 187-194.
- 4) 畑間俊弘・金井大成・田原栄一郎・松尾圭司 (2008): 内水面重要生物増殖試験事業 (4) 榎野川・阿武川・粟野川におけるアユ人工産卵場調査. 平成 19 年度山口県水産研究センター事業報告, 242-249
- 5) 三浦常廣・後藤悦郎・石田健次 (2003): アユ資源生態調査. 平成 15 年度島根県内水面水産試験場事業報告, 134-142.
- 6) 独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所 (2008): 魚病診断マニュアル アユの *Edwardsiella ictaluri* 感染症の診断. <http://nria.fra.affrc.go.jp/sindan/kenkyu/index.html#manual>
- 7) 社団法人日本水産資源保護協会 (2003): 水産動物の疾病診断マニュアル (仮訳) Diagnostic Manual for Animal Disease 2000 国際獣疫事務局 (OIE) 魚病委員会, 174.
- 8) Izumi, S., F. Aranishi and H. Wakabayashi (2003): Genotyping of *Flavobacterium psychrophilum* using PCR-RFLP analysis. *Dis. Aquat. Org.*, 56, 207-214.
- 9) 新井肇・藤田雅弘・鈴木究真・片桐孝之・久下敏広 (2006): オイカワとアカザから分離された *Flavobacterium psychrophilum* のアユに対する病原性. *水産増殖*, 54, 575-576.

# Some Hypotheses of Creation and Decomposition Processes of Tetrodotoxin in the Body of Pufferfish (Tetraodontid)

Makoto ARIZONO

## フグ類の体内におけるテトロドトキシンの生成・分解 過程に関する「仮説」

有菌眞琴

フグ毒であるテトロドトキシンの起源に関しては、これまで多くの研究が為され、現在は細菌によって合成されたものが食物連鎖を通じて取り込まれるという「外因説」が有力になっているが、それだけでは十分な説明ができない。

そこで、筆者はテトロドトキシンの特異な化学構造に着目し、その生成・分解過程に関して、「外因説」と「内因説」を組み合わせた二つの「仮説」を導いたので、その内容について報告する。

一つ目の「仮説」は、テトロドトキシンの生成過程に関するものであり、フグ毒は、甲殻類の摂食を通じて体内に取り込まれた脱皮ホルモンのエクジステロンから体内合成されるのではないかというものである。この説が正しければ、食物連鎖による生物濃縮に因らずとも一分子のエクジステロンから二分子のテトロドトキシンの効率的に生成されることになる。

二つ目の「仮説」は、テトロドトキシンの分解過程に関するものであり、フグ類は、一般に硬骨魚類ではないか若しくはあってもその役割をほとんど果たしていないとされる「オルニチン回路」を備えており、フグ毒はこの回路を通じて尿素に分解されるのではないかというものである。この説が正しければ、テトロドトキシンは、従来言われてきた外敵に対する「防御機能」や産卵期における雄フグに対する「フェロモン機能」に加え、「浸透圧調整機能」としても重要な役割を果たしている可能性が出てくる。

**Key words :** Puffer (Tetraodontid) ; Tetrodotoxin (TTX) ; Ecdysterone; Creation and decomposition processes

Although there have been many discussions on the origin of tetrodotoxin (TTX) and its role in the body of pufferfish, a clear explanation has not been made.

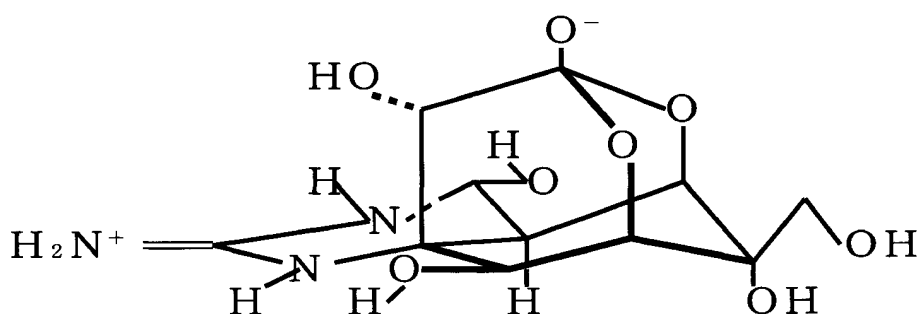
Then I attempt to make these problems clear on the following hypotheses aiming at a unique chemical constitution of TTX, that is the cage compound with a lactone ring, a guanidine radical and five hydroxyl groups *etc* (Fig.1).

In this paper, the hypothesis is divided into two sections: one is a process of the creation of TTX and the other is a process of the decomposition of it. The former is based on the hypothesis that TTX originates in ecdysterone (a molting hormone of crustaceans, Fig.2) through the feed, the latter is based on the hypothesis that TTX is decomposed into the urea by “Ornithine cycle” *in vivo*.

In spite of the theory that teleost fishes generally have not “Ornithine cycle” for lacking of necessary enzymes<sup>1)</sup>, if pufferfish exceptionally had the cycle according to the hypothesis, it would become easy to explain the metabolic process of TTX in the body of the fish.

Thus the main role of TTX for the pufferfish may be explained not only as a protection against enemies or a male-attracting pheromone<sup>2)</sup> but also a substance concerned in an osmotic regulation.

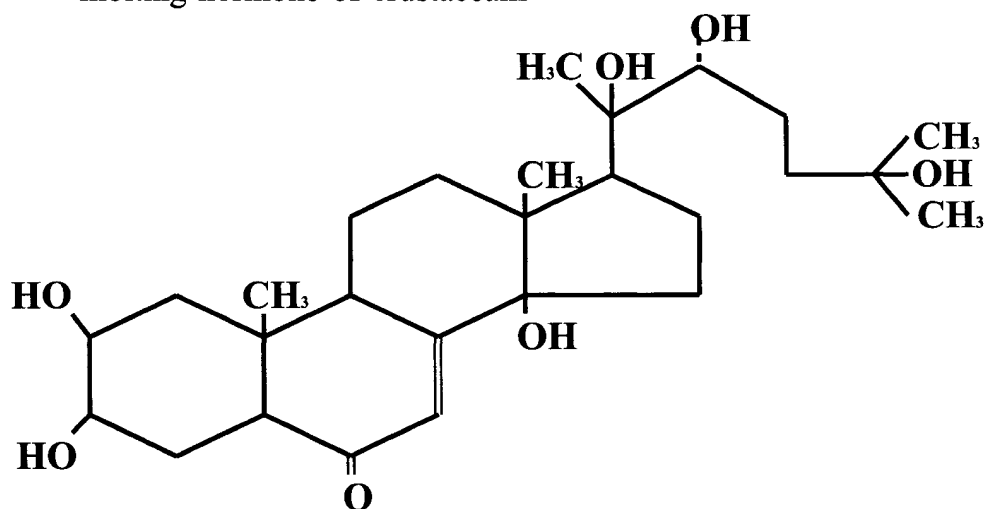
**Tetrodotoxin (TTX) ;  $C_{11}H_{17}O_8N_3$**



**Fig.1. The structural formula of tetrodotoxin (TTX) .**

**Ecdysterone ;  $C_{27}H_{44}O_7$**

molting hormone of crustaceans



**Fig.2. The structural formula of Ecdysterone.**

## Hypothesis — I

In this section, I suggest the hypothesis that TTX ( $C_{11}H_{17}O_8N_3$ ) is created from ecdysterone (a molting hormone of the crustaceans;  $C_{27}H_{44}O_7$ ) in the body of pufferfish and the hormone is taken through feeding on crustaceans.

On the above hypothesis, a process of the creation of TTX *in vivo* will be shown as follows in the rough (Fig.3).

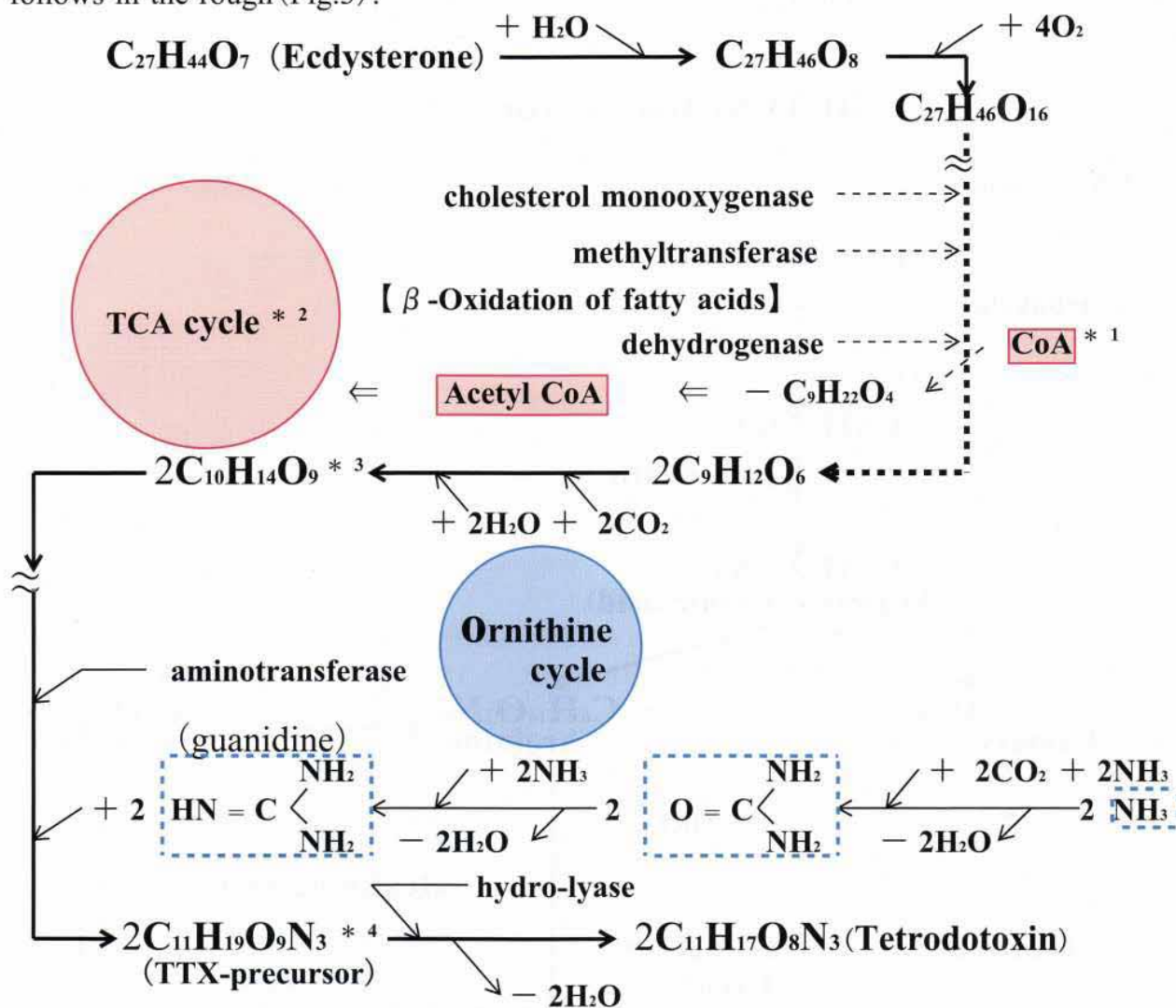


Fig.3. A hypothetical process of the creation of tetrodotoxin (TTX) *in vivo*.

- \* 1 coenzyme A (CoA)
- \* 2 tricarboxylic acid cycle (TCA cycle)
- \* 3 sialic acid
- \* 4 similar substance of N-acetylneuraminic acid

## Hypothesis — II

In this section, I suggest the hypothesis that TTX is decomposed into the urea ( $\text{CO}[\text{NH}_2]_2$ ) by “Ornithine cycle” and TTX is concerned with an osmotic regulation in the body of pufferfish.

On the above hypothesis, a process of the decomposition of TTX *in vivo* will be shown as follows in the rough (Fig.4).

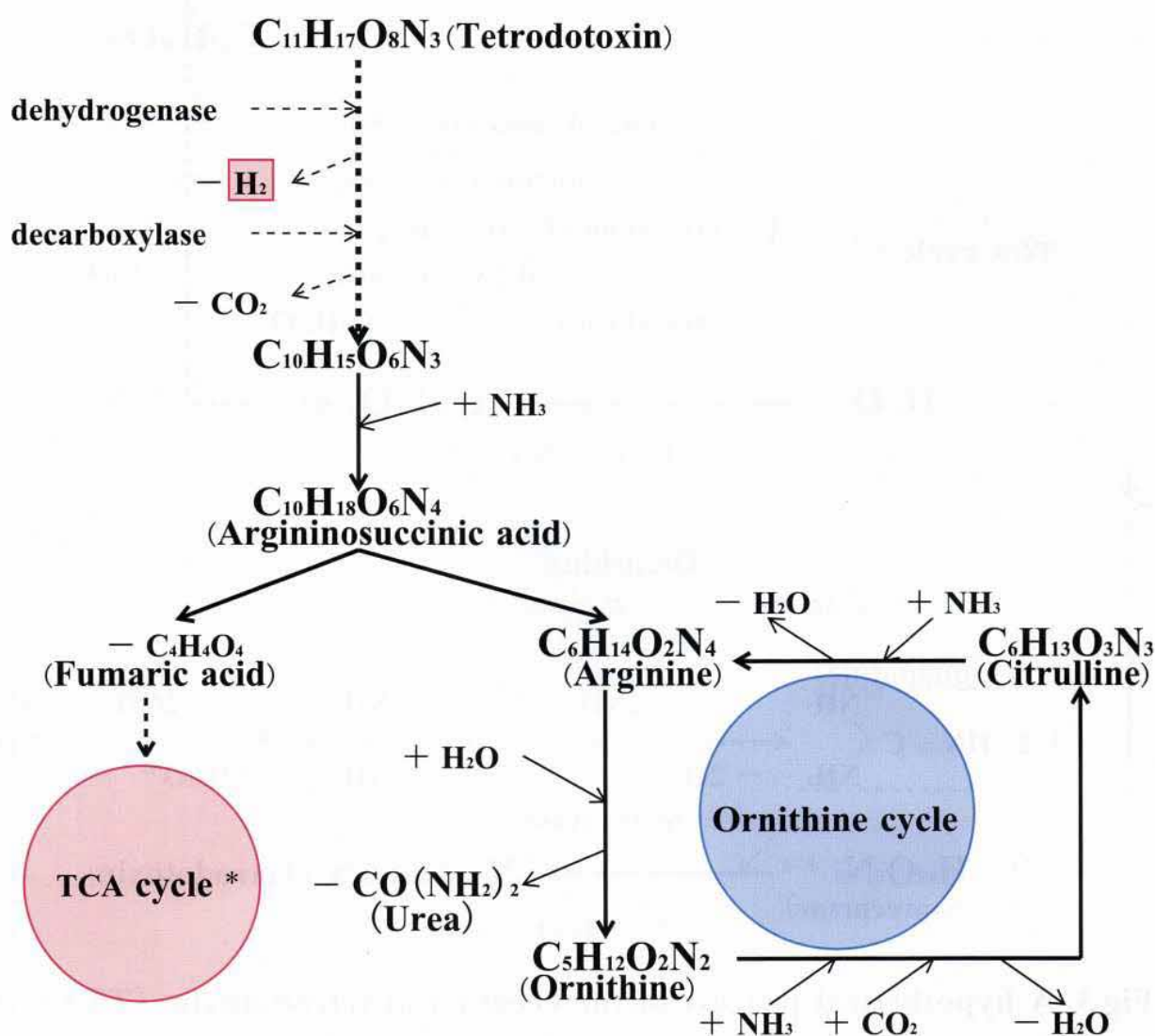


Fig.4. A hypothetical process of the decomposition of tetrodotoxin (TTX) *in vivo*.

\* tricarboxylic acid cycle (TCA cycle)

Although the substance of this paper might be an unrealistic assumption for the present, but it becomes easy for me to answer various questions concerning TTX by means of the above hypotheses; that is, “where does TTX rise ?”, “why does pufferfish have TTX ?”, “why does not the cultured pufferfish have TTX ?”, “why does not the pufferfish die of TTX-poisoning ?” and so on.

There is not sufficient evidence to prove these questions by the accepted theory of “external cause”, a bacterial synthesis based on the food chain<sup>3)</sup>, because we never had any experience in the death of fishes caused by TTX-poisoning in nature, nevertheless it must happen frequently.

The other side, the hypotheses in this paper are made by a joint theory of “external cause” and “internal cause” in a sense, because TTX is created from ecdysterone through the feeding on crustaceans, and is decomposed into the urea by “Ornithine cycle” *in vivo* as occasion demands.

At the beginning when the hypothesis was suggested, I considered that the origin of TTX must exist widely in nature, and I marked ecdysterone with the chemical constitution, because ecdysterone is similar to TTX with regard to the existence of many hydroxyl groups (*i.e.* the former is six, the latter is five).

As a result of investigations, I have reached the above unprecedented hypotheses.

If the “**Hypothesis- I**” wouldn't be wrong, pufferfish can get efficiently two molecules of TTX from one molecule of ecdysterone without bioaccumulation, and it will answer the question, “why does not the cultured pufferfish have not TTX ?”; because the cultured pufferfish are given the food without live crustaceans (ecdysterone) in the cage. Furthermore, if the “**Hypothesis- II**” wouldn't be wrong, it will be supposed that one of the main role of TTX is an osmotic regulation as well as a protection against enemies and a male-attracting pheromone for pufferfish, and it will answer the question, “why does not the pufferfish die of TTX-poisoning”, because there may be TTX-metabolism in pufferfish.

Anyhow, it is necessary to investigate whether the hypotheses used in the theory are correct or not in the future.

## References

- 1) Brown, G.W. and P.P. Cohen (1960): Activities of urea-cycle enzymes in various higher and lower vertebrates. *Biochem.J.*, 75, 82-91.
- 2) Matsumura, K. (1995): Tetrodotoxin as a pheromone. *Nature*, 378, 563-564.
- 3) Noguchi, T., O. Arakawa and T. Takatani (2006): TTX accumulation in pufferfish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part D1, 145-152.

# 定期旅客船による山口県沖合海域の表層水温観測

渡辺俊輝\*・千手智晴\*\*

海洋気象学会誌「海と空」, 84(1), 53-60 (2008)

山口県萩―見島間を就航する定期旅客船に水温収録装置を取り付け, 2006 年 12 月から航路上での表層水温のモニタリングを開始した。水温下降期 (2006 年 12 月～2007 年 3 月) には, 相島 (34° 30' N) 以南の海域に水温フロントが形成され, 期間中, わずかに北上する傾向がみられた。フロントの北側では広い範囲でほぼ一斉に水温が低下しており, 航路上の水温と萩の気温には, ほぼ同じ周期帯 (18～21 日, 10～12 日, 5～7 日) にエネルギーピークがみられた。以上から, 水温下降期の表層水温は, 一義的には気象の影響を受けて変化しているものと考えられる。一方, 水温上昇期 (2007 年 4 月～7 月) には, 空間規模の小さい水温変動が捉えられ, 海域によって水温変動のエネルギーピークの周期帯に差違がみられた。また, 航路上で共通する周期帯 (3～11 日) の変動は, 陸岸近くの定置網で計測された水温よりも先行していた。

キーワード：表層水温；モニタリング；短期変動

---

\* 山口県水産研究センター  
\*\* 九州大学応用力学研究所

# 日本海南西海域におけるクロロフィルの季節・経年変動

渡辺俊輝\*・中川倫寿\*\*・斉藤秀郎\*\*\*・繁永裕司\*\*\*\*

西海ブロック漁海況調査研究報告. 15, 37-48 (2008)

## 要 旨

山口県水産研究センターと西海区水産研究所では、1998 年以降、月例の海洋観測時に水中投入式蛍光光度計を用いたクロロフィル観測を実施している。この観測資料のうち、蛍光光度計の蛍光値からクロロフィル値への換算値が得られている 2001～2005 年（5 年間）のものをを用い、山口県沖合でのクロロフィル量の季節・経年変動を調べた。月別に求めたクロロフィル量の水平分布の平均場から、クロロフィル量は、1 月に最も小さく、4 月に最大となった後に減少し、10～11 月にわずかに増加することがわかった。また、鉛直断面の平均場によると、夏季、沖合側（韓国側）の水深 30～50m 付近にクロロフィルの極大層がみられる特徴があった。春季のクロロフィル量は、2002 年と 2004 年に大きく、秋季は 2002 年に大きかった。

---

\* 山口県水産研究センター  
\*\* 西海区水産研究所  
\*\*\* 山口県水産事務所  
\*\*\*\* 山口県防府水産事務所（現 山口県水産研究センター）

## 山口県水産研究センター研究報告 第7号

2009 年 10 月発行

編集・発行者 山口県水産研究センター

〒759-4106 山口県長門市仙崎 2861-3

TEL: 0837-26-0711 FAX: 0837-26-1042

E-mail: [a16402@pref.yamaguchi.lg.jp](mailto:a16402@pref.yamaguchi.lg.jp)

<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/125/21871.html>

外海研究部 (同上)

内海研究部 〒754-0893 山口市秋穂二島 437-77

TEL: 083-984-2116 FAX: 083-984-2209

E-mail: [a16403@pref.yamaguchi.lg.jp](mailto:a16403@pref.yamaguchi.lg.jp)

---