

Bulletin of Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center No.3

March 2002

# 石川県水産総合センター研究報告 第3号



石川県水産総合センター

〒927-0435 石川県鳳至郡能都町字宇出津新港3-7

Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center

Ushitsu-shinko, Noto, Fugeshi, Ishikawa 927-0435, Japan



# 石川県水産総合センター研究報告

## 第3号

2002年3月

### 目次

#### 報文

石川県で採集した海藻と海産顕花植物 .....	池森貴彦, 田島迪生	1-11
海藻に含まれている色素の新しい分析方法 .....	池森雅彦, 田島迪生, 奥田武男	13-18
石川県の海水漁船の現状と展望 .....	四方崇文	19-25
エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム(EDTA-2Na)を用いたイタヤガイの自家受精防除の検討 .....	田中正隆	27-32
数種海藻の海洋深層水での培養 .....	田島迪生, 永田房雄, 杉本 洋	33-37
サヨリに対する外部標識方法の検討 .....	辻 俊宏, 大慶則之, 四方崇文	39-42
調査船白山丸によって日本海で採捕されたアカイカ <i>Ommastrephes bartrami</i> について(短報) .....	四方崇文	43-45
本号掲載報文要旨 .....		47-48
石川県水産総合センター研究報告・報文投稿要領 .....		49-50



## 石川県で採集した海藻と海産顕花植物

池森貴彦, 田島迪生  
(2001年7月10日受付)

### List of Marine Plants from the Coast of Ishikawa Prefecture

Takahiko Ikemori \* and Michio Tajima \*

The present paper deals with the flora of seaweeds and sea grasses on the coast of Ishikawa prefecture. The fieldwork was carried out during the period from January 1997 to January 2000. The numbers of species collected was 197 including 23 species of Chlorophyceae, 58 species of Phaeophyceae, 111 species of Rhodophyceae, and 5 species of marine flowering plants.

Key words : Ishikawa prefecture, Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, marine flowering plants

石川県沿岸に分布する海藻については, 日本の海藻学の祖, 岡村金太郎博士が旧制第四高等学校に在職された早い時期から研究がなされ, 日本海藻誌<sup>1)</sup>には県内の地名も多く見られる. その後今堀らによる能登地方海藻目録<sup>2-4)</sup>ほか幾つかの報告<sup>5-7)</sup>がなされた. 藤田ら<sup>8)</sup>は市町村史やそれらの報告を沿岸市町単位で総括し, 佐野ら<sup>9)</sup>は県内に産する海藻・海草として315種を報告している.

しかしながら羽咋市以南の海岸については総括した報告はなされていない. また分類学上あるいは分布の面から疑念のある種類も含まれている.<sup>8-9)</sup>石川県南西部の砂浜域では消波ブロックが設置され, その他の海岸でも埋立てや人工海岸化が進み, これら環境変化が海藻の着生に大きな影響を及ぼしており, 海藻相の再確認が必要となってきた.

筆者らは1997年1月のロシアタンカー座礁による重油流出事故に直面し, 流出重油が海藻類に与える影響を調査した.<sup>10-12)</sup>またその他藻場調査<sup>13)</sup>等多くの機会を得, 県内全体の海藻の採集を行った. これらの採集で得た海藻分布に関する情報を取りまとめたので報告する.

#### 材料および方法

調査地点を Fig.1に示した. 1997年1月に島根沖の日

本海で座礁したロシアタンカーからの流出重油が石川県沿岸に漂着し, 流出重油が海藻類に与える影響を知るために藻場調査を開始した. 1997年1月から9月までは県内27地点, 1997年12月から1999年2月までは19地点で周年調査を行い, 1999年6月には5地点で海藻採集を行った. その他1999年5月から2000年1月に Fig.1に示す各地点で海藻採集を行った.

#### 結果

本報では分類可能な範疇において, 緑藻綱23種, 褐藻綱58種, 紅藻綱111種計192種の海藻と, 5種の海草について記載した.

種の記載の順序は新日本海藻誌<sup>14)</sup>に準拠した. 種名の後に採集地点と採集月を記載した. 成熟を確認したものや大きさが特異的なものについてはその旨を記載した.

#### CHLOROPHYCEAE 緑藻綱

Ulotrichales ヒビミドロ目

Collinsiellaceae ランソウモドキ科

1 *Collinsiella tuberculata* Setchell et Gardner ランソウモドキ

琴ヶ浜, 福浦, 赤住, 長橋, 木ノ浦. 採集2, 9月.

\*石川県水産総合センター (〒927-0435石川県鳳至郡能都町字宇出津新港3-7)

2 *Collinsiellopsis expansa* Chihara ニセランソウモドキ  
越坂. 採集5月. 水深10m.

Ulotrichaceae ヒビミドロ科

3 *Urothrix flacca* (Dillwyn) Thuret in Le Jolis ヒビミドロ  
西荒屋, 黒崎, 塩屋, 赤住. 採集3, 6, 7, 9月.

Ulvaes アオサ目

Monostromataceae ヒトエグサ科

4 *Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock ウスヒトエグサ  
越坂, 姫, 松本, 赤住, 木ノ浦, 塩屋. 採集2, 3, 5, 6月.

Ulvaceae アオサ科

5 *Enteromorpha prolifera* (Muller) J. Agardh スジアオ  
ノリ

木ノ浦, 越坂, 安宅, 勝尾崎, 赤住, 金石, 西荒屋, 鹿  
磯, 袖ヶ浜, 三子浜, 見附島, 矢波, 舳倉島, 小浦, 前  
波, 琴ヶ浜. 採集2, 5, 6, 7, 9, 12月. 7, 9月に成熟  
個体. 水深0~3m.

6 *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees ヒラアオノリ  
木ノ浦, 鹿磯, 赤住, 増穂ヶ浦. 採集2, 5, 6, 12月.

7 *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees ボウアオ  
ノリ

越坂, 姫, 矢波, 塩屋, 西荒屋, 琴ヶ浜, 赤崎, 安宅,  
金石, 松本, 赤住, 福浦, 増穂浦, 見附島, 前波, 舳倉  
島. 採集2, 5, 6, 7, 8, 9月. 5, 7月に成熟個体. 水深  
0~10m.

8 *Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh ウスパア  
オノリ

越坂, 小浦, 琴ヶ浜, 見附島, 塩屋, 西荒屋, 木ノ浦,  
前波. 採集1, 2, 5, 6, 7月. 5, 7月に成熟個体.

9 *Ulva pertusa* Kjellman アナアオサ

片野, 松本, 赤住, 増穂浦, 鹿磯, 長橋, 木ノ浦, 見附  
島, 前波, 瀬嵐, 曲, 舳倉島, 安宅, 金石, 袖ヶ浜, 塩  
屋, 黒崎, 赤崎, 三子浜, 福浦, 琴ヶ浜, 越坂, 矢波,  
姫, 藤波, 百海, 七ツ島, 三室, 小泊, 西荒屋. 採集2,  
3, 5, 6, 7, 8, 9, 12月. 年間成熟個体. 水深0~3m.

10 *Ulva fasciata* Delile リボンアオサ

塩屋, 片野, 安宅, 松本, 金石. 採集9月.

11 *Ulva arasaki* Chihara ナガアオサ

黒崎, 松本, 増穂浦, 塩屋, 金石. 採集2, 6, 12月. 1  
月に成熟個体. 葉長33cmのものあり.

Cladophorales シオグサ目

Anadyomenaceae ウキオリソウ科

12 *Microdictyon japonicum* Setchell アミモヨウ

舳倉島. 採集6月.

Cladophoraceae シオグサ科

13 *Chaetomorpha moniligera* Kjellman タマジユズモ

黒崎. 採集6, 9, 12月.

14 *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützinger タルガタジ  
ユズモ

黒崎, 七ツ島. 採集2, 9月. :

15 *Chaetomorpha crassa* (C. Agardh) Kützinger ホソジ  
ユズモ

小浦, 越坂, 勝尾崎, 羽根, 福浦, 藤波, 曲. 採集1, 5,  
6, 7, 8, 9月. 水深0~5m.

16 *Cladophora ohkuboana* Holmes カタシオグサ

小浦, 片野, 黒崎, 琴ヶ浜, 七ツ島. 採集1, 2, 7, 9月.  
水深0~5m.

17 *Cladophora sakaii* Abbott アサミドリシオグサ

片野, 舳倉島, 木ノ浦. 採集2, 3, 5月.

18 *Cladophora rudolphiana* (C. Agardh) Kützinger タマ  
リシオグサ

小浦. 採集11月. 水深3m.

Caulerpales イワツタ目

Caulerpaceae イワツタ科

19 *Caulerpa okamurae* Weber-van Bosse in Okamura  
フサイワツタ

小浦, 越坂, 姫, 藤波, 赤住, 福浦, 舳倉島, 上野, 七ツ  
島, 片野. 採集1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 12月. 水深0~3m.

Codiales ミル目

Codiaceae ミル科

20 *Codium fragile* (Suringar) Hariot ミル

増穂浦, 瀬嵐, 曲, 舳倉島, 黒崎, 赤崎, 木ノ浦, 金石,  
前波, 西荒屋, 三子浜, 折戸, 片野, 琴ヶ浜, 七ツ島,  
安宅, 松本, 赤住, 福浦, 越坂, 姫, 藤波, 矢波, 百海,  
塩屋, 鹿磯. 採集2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12月.

21 *Codium spongiosum* Harvey コブシミル

小浦. 採集9月.

Bryopsidales ハネモ目

Bryopsidaceae ハネモ科

22 *Bryopsis plumose* (Hudson) C. Agardh ハネモ

片野, 黒崎, 琴ヶ浜, 前波. 採集2, 9月.

Dasycladales カサノリ目

Polyphysaceae カサノリ科

23 *Acetabularia caliculus* Lamouroux in Quoy et

Gaimard ホソエガサ

越坂, 野崎, 曲. 採集4, 5, 6, 7月.

PHAEOPHYCEAE 褐藻綱

Ectocarpales シオミドロ目

Ectocarpaceae シオミドロ科

石川県での海藻採集

1 *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye シオミドロ  
曲, 鹿磯, 見附島, 安宅, 越坂, 増穂浦, 西荒屋, 三室,  
塩屋, 小浦. 採集1, 2, 5, 7, 9月. 水深0~7m.

Pilayellaceae ピラエラ科

2 *Pilayella littoralis* (Linnaeus) Kjellman ピラエラ  
増穂浦, セツ島, 羽根. 採集5, 11月.

Sphacelariales クロガシラ目

Sphacelariaceae クロガシラ科

3 *Sphacelaria tribuloides* Meneghini グンセンクロガシラ  
黒崎. 採集12月.

4 *Sphacelaria yamadae* Segawa ツクバネクロガシラ  
羽根. 採集3月.

Dictyotales アミジグサ目

Dictyotaceae アミジグサ科

5 *Dictyopteris latiuscula* (Okamura) Okamura ヤハズグ  
サ

黒崎, 舳倉島, 片野, 袖ヶ浜, 越坂, 琴ヶ浜, 三子浜,  
小泊, 赤住, 福浦, 長橋. 採集2, 3, 5, 6, 12月. 2月  
に囊果.

6 *Dictyopteris polypodioides* (De Candolle) Lamouroux  
ウラボシヤハズ

小浦. 採集9, 10月. 水深5~10m.

7 *Dictyopteris prolifera* (Okamura) Okamura ヘラヤハ  
ズ

琴ヶ浜, 小浦, 鹿磯, 越坂, 舳倉島, 袖ヶ浜, 長橋, 片  
野, 黒崎, セツ島, 赤住, 矢波, 三子浜, 勝尾崎. 採集  
2, 3, 6, 7, 9, 月. 水深0~7m.

8 *Dictyopteris undulata* Holmes シワヤハズ

羽根, 小浦, 鹿磯, セツ島, 越坂, 勝尾崎. 採集5, 6,  
7, 9月. 水深0~10m.

9 *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux アミジグサ  
舳倉島, 木ノ浦, 越坂, セツ島, 小泊, 姫, 矢波, 片野,  
黒崎, 赤住, 福浦, 赤崎, 琴ヶ浜, 鹿磯, 袖ヶ浜, 増穂  
浦, 前波, 百海, 曲, 小浦. 採集2, 3, 5, 6, 7, 8, 9,  
12月. 7月に成熟個体.

10 *Dictyota linearis* (C. Agardh) Greville イトアミジ  
小浦, 越坂, 勝尾崎, 曲. 採集1, 3, 7, 9, 10月. 水深  
0~10m.

11 *Dilophus okamurae* Dawson フクリンアミジ

小浦, 舳倉島, 赤住, 琴ヶ浜, 袖ヶ浜, 長橋, 越坂, 木ノ  
浦, 前波, 黒崎, セツ島, 百海, 見附島, 小泊, 白崎, 福  
浦, 矢波. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 水深0~7m.

12 *Distromium decumbens* (Okamura) Levring フタエ  
オオギ

越坂. 採集1月. 水深10m.

13 *Pachydietyon coriaceum* (Holmes) Okamura サナダ  
グサ

増穂ヶ浦, 越坂, 舳倉島, セツ島. 採集2, 5月.

14 *Padina arborescens* Holmes ウミウチワ

羽根, 黒崎, 舳倉島, 赤崎, 越坂, 袖ヶ浜, 矢波, 舳倉  
島, 小浦, 鹿磯, 木ノ浦, 曲. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7,  
9, 12月. 5月に孢子囊. 水深0~7m.

15 *Padina crassa* Yamada コナウミウチワ

小浦, 黒崎, 赤住, 赤崎, 鹿磯, 袖ヶ浜, 越坂, 矢波,  
福浦, 舳倉島, 木ノ浦, 前波, 曲, 百海. 採集6, 7, 9月.  
7月に孢子囊. 水深0~10m.

16 *Padina minor* Yamada ウスユキウチワ

片野, 福浦, 鹿磯, 袖ヶ浜, 木ノ浦, 舳倉島, 姫, 藤波,  
小浦, 羽根, 赤崎. 採集8, 9, 12月. 8月に孢子囊. 水  
深0~10m.

17 *Padina japonica* Yamada オキナウチワ

木ノ浦, 黒崎, 赤住, 赤崎, 舳倉島, 越坂, 小浦. 採集  
7, 9月. 9月に孢子囊. 水深0~5m.

18 *Spatoglossum pacificum* Yendo コモングサ

片野, 黒崎, 琴ヶ浜, 袖ヶ浜, 木ノ浦, 塩屋, 三子浜,  
舳倉島, 白崎, 増穂浦. 採集2, 3, 5, 6, 12月. 葉長  
67cm のものあり.

Chordariales ナガマツモ目

Acrotrichaceae ニセモズク科

19 *Acrotrix pacifica* Okamura et Yamada in Yamada  
ニセモズク

舳倉島, 鹿磯, 藤波. 採集6, 7月.

Chordariaceae ナガマツモ科

20 *Chordaria flagelliformis* (O. F. Muller) C. Agardh  
ナガマツモ

黒崎, 福浦, 袖ヶ浜, 越坂. 採集6, 7月. 水深0~7m.

21 *Papenfussiella kuromo* (Yendo) Inagaki クロモ

金石, 塩屋, 松本, 袖ヶ浜, 小泊, 白崎, 折戸, 増穂浦,  
鹿磯, 越坂, 志賀. 採集2, 3, 5, 6月. 3, 5, 6月に単  
子囊.

22 *Sphaerotrichia divaricata* (C. Agardh) Kylin イシモ  
ズク

赤住, 舳倉島, 福浦, 袖ヶ浜, 折戸, 黒崎, 鹿磯, 木ノ  
浦, 前波, 羽根, 藤波, 巖門. 採集6, 7, 8, 9月. 7月  
に単子囊.

23 *Tinocladia crassa* (Suringar) Kylin フトモズク

白崎, 袖ヶ浜. 採集5, 6月. 6月に単子囊.

Leathesiaceae ネバリモ科

24 *Leathesia difformis* (Linnaeus) Areschoug ネバリモ

三子浜, 舳倉島, 片野, 木ノ浦. 採集3, 5, 6月.

25 *Petrospongium rugosum* (Okamura) Setchell et Gardner シワノカワ

矢波, 越坂. 採集5, 6月.

Spermatocnaceae モズク科

26 *Nemacystus decipiens* (Suringar) Kuckuck モズク

鹿磯, 袖ヶ浜, 木ノ浦, 小浦, 勝尾崎, 曲, 赤住, 舳倉島, 長橋, 越坂, 姫, 藤波, 羽根. 採集5, 6, 7, 9, 10, 11月. 全ての月で単子嚢または複子嚢. 水深0~10m.

Dictyosiphonales ウイキョウモ目

Punctariaceae ハバモドキ科

27 *Punctaria latifolia* Greville ハバモドキ

矢波, 小浦, 木ノ浦, 袖ヶ浜, 折戸. 採集3, 5, 6, 7月. 水深0~10m.

Scytosiphonales カヤモノリ目

Scytosiphonaceae カヤモノリ科

28 *Colpomenia bullosa* (Saunders) Yamada et Kinoshita ワタモ

曲. 採集3, 4, 5月.

29 *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbes et

Solier in Castagne フクロノリ

片野, 黒崎, 赤崎, 木ノ浦, 瀬嵐, 曲, 三室, 舳倉島, 赤住, 福浦, 長橋, 越坂, 袖ヶ浜, 三子浜, 小泊, 矢波, 前波, 琴ヶ浜, 七ツ島, 見附島, 百海, 小浦, 白崎. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月.

30 *Hydroclathrus clathratus* (C. Agardh) Howe カゴメノリ

木ノ浦, 舳倉島, 赤崎, 矢波, 袖ヶ浜, 小泊, 百海, 小浦, 長橋, 越坂. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9月. 水深0~10m.

31 *Petalonia binghamiae* (J. Agardh) Vinogradova ハバノリ

増穂浦, 鹿磯, 三子浜, 木ノ浦, 琴ヶ浜, 袖ヶ浜, 塩屋, 片野, 黒崎, 西荒屋, 長橋, 舳倉島, 七ツ島, 越坂, 矢波, 安宅. 採集2, 3, 5, 6, 7, 12月.

32 *Petalonia fascia* (O. F. Muller) Kuntze セイヨウハバノリ

塩屋, 片野, 松本, 金石, 赤住, 鹿磯, 三子浜, 木ノ浦, 見附島, 前波, 舳倉島, 黒崎, 琴ヶ浜, 増穂浦, 門前, 西荒屋, 袖ヶ浜, 七ツ島. 採集2, 3, 5, 12月.

33 *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link カヤモノリ

塩屋, 片野, 黒崎, 赤住, 木ノ浦, 見附島, 矢波, 前波, 瀬嵐, 金石, 琴ヶ浜, 鹿磯, 三子浜, 越坂, 舳倉島, 福浦, 袖ヶ浜, 長橋, 小泊, 百海, 七ツ島, 福浦, 曲, 三室, 勝尾崎, 白崎. 採集2, 3, 5, 6月.

Sporocnaceae ケヤリモ目

Sporocnaceae ケヤリモ科

34 *Sporocnus radiformis* (R. Brown ex Turner) C. Agardh ケヤリ

野崎. 採集6, 7月. 水深7~10m.

Desmarestiales ウルシグサ目

Desmarestiaceae ウルシグサ科

35 *Desmarestia viridis* (Muller) Lamouroux ケウルシグサ

鹿磯, 七ツ島, 小浦, 白崎, 木ノ浦. 採集3, 5, 6, 7月. 水深0~10m.

Laminariales コンブ目

Alariaceae チガイソ科

36 *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar ワカメ

片野, 黒崎, 舳倉島, 越坂, 増穂ヶ浦, 赤崎, 木ノ浦, 赤住, 小泊, 前波, 塩屋, 安宅, 松本, 琴ヶ浜, 鹿磯, 袖ヶ浜, 七ツ島, 宇出津, 矢波, 見附島, 小浦, 三子浜. 採集2, 3, 5, 6, 7月. 2, 3, 5, 6, 7月に孢子葉.

Chordaceae ツルモ科

37 *Chorda filum* (Linnaeus) Stackhouse ツルモ

鹿磯, 木ノ浦, 七ツ島, 赤住, 越坂, 舳倉島, 袖ヶ浜, 藤波. 採集5, 6, 7, 8月. 0~3m.

Laminariaceae コンブ科

38 *Ecklonia kurome* Okamura クロメ

片野, 福浦, 黒崎, 赤住, 増穂浦, 姫, 越坂, 折戸. 採集2, 3, 6, 7, 8, 9, 12月. 水深0~10m

39 *Ecklonia stolonifera* Okamura ツルアラメ

片野, 七ツ島, 赤住, 袖ヶ浜, 舳倉島, 木ノ浦, 見附島, 黒崎, 福浦, 鹿磯, 越坂, 塩屋. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 水深0~10m. 七尾北湾大口瀬戸水深40mからの採集事例あり.

Fucales ヒバマタ目

Cystoseiraceae ウガノモク科

40 *Cocophora langsfordii* (Turner) Greville スギモク

小泊, 赤崎, 袖ヶ浜, 長橋, 木ノ浦, 三子浜, 新保, 前波, 三室. 採集2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12月. 2, 3月に生殖器床.

41 *Myagropsis myagroides* (Mertens ex Turner)

Fensholt ジョロモク

小浦, 羽根, 越坂, 曲, 勝尾崎, 片野, 黒崎, 赤住, 福浦, 赤崎, 琴ヶ浜, 鹿磯, 袖ヶ浜, 長橋, 木ノ浦, 小泊, 見附島, 矢波, 前波, 百海, 舳倉島, 三室, 七ツ島, 増穂浦. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12月. 2, 3, 5, 6, 7月に生殖器床.

Sargassaceae ホンダワラ科

42 *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura ヒジキ

木ノ浦, 新保, 根木. 採集2, 3, 4, 5, 6, 9月. 6月に生殖器床.



## 石川県での海藻採集

### 43 *Sargassum hemiphyllum*(Turner)C. Agardh イソモク

羽根, 曲, 片野, 福浦, 矢波, 前波, 百海, 舳倉島, 黒崎, 赤住, 琴ヶ浜, 鹿磯, 長橋, 越坂, 姫, 藤波, 増穂浦, 赤崎, 三子浜, 袖ヶ浜, 七ツ島, 木ノ浦, 三室, 小泊, 上野. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12月. 5, 6, 7, 9月に生殖器床. 水深0~5m.

### 44 *Sargassum horneri*(Turner)C. Agardh アカモク

小浦, 羽根, 越坂, 片野, 赤住, 袖ヶ浜, 小泊, 見附島, 前波, 曲, 舳倉島, 黒崎, 矢波, 七ツ島, 福浦, 鹿磯, 木ノ浦, 上野, 安部屋, 百海, 赤崎. 採集1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12月. 2, 3, 4, 5, 6月に生殖器床. 水深0~10m. 葉長912cmのものあり.

### 45 *Sargassum fulvellum*(Turner)C. Agardh ホンダワラ

小浦, 羽根, 越坂, 片野, 袖ヶ浜, 上野, 安部屋, 赤崎, 鹿磯, 福浦. 採集1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12月. 3, 4, 5月に生殖器床. 葉長343cmのものあり.

### 46 *Sargassum patens* C. Agardh ヤツマタモク

小浦, 羽根, 越坂, 曲, 勝尾崎, 片野, 黒崎, 福浦, 赤崎, 琴ヶ浜, 袖ヶ浜, 長橋, 木ノ浦, 小泊, 見附島, 矢波, 三室, 百海, 鹿磯, 赤住, 前波, 七ツ島, 舳倉島, 三子浜, 上野, 百浦. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12月. 3, 5, 6, 7, 9月に生殖器床.

### 47 *Sargassum piluliferum*(Turner)C. Agardh マメタワラ

姫, 小浦, 羽根, 藤波, 越坂, 曲, 勝尾崎, 黒崎, 赤住, 福浦, 赤崎, 琴ヶ浜, 鹿磯, 舳倉島, 長橋, 木ノ浦, 片野, 袖ヶ浜, 前波, 百海, 矢波, 小泊, 増穂浦. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12月. 3, 5, 6, 7, 9月に生殖器床.

### 48 *Sargassum yendoi* Okamura et Yamada in Yamada エンドウモク

越坂, 矢波, 小浦, 羽根, 福浦, 木ノ浦. 採集1, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 7月に生殖器床.

### 49 *Sargassum microceratium*(Turner)C. Agardh フシイトモク

小浦, 赤崎, 鹿磯, 袖ヶ浜, 木ノ浦, 長橋, 越坂, 矢波, 曲, 赤住, 百海, 見附島. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月に生殖器床.

### 50 *Sargassum confusum* C. Agardh フシスジモク

小浦, 羽根, 越坂, 姫, 藤波, 勝尾崎, 片野, 黒崎, 赤住, 福浦, 赤崎, 琴ヶ浜, 袖ヶ浜, 舳倉島, 長橋, 木ノ浦, 小泊, 矢波, 鹿磯, 三子浜, 三室, 見附島, 前波, 曲, 百海, 増穂浦. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9月. 2, 3, 5, 6, 7, 9月に生殖器床.

### 51 *Sargassum thunbergii* (Mertens ex Roth) Kuntze

### ウミトラノオ

赤住, 福浦, 赤崎, 鹿磯, 袖ヶ浜, 舳倉島, 長橋, 木ノ浦, 小泊, 越坂, 姫, 藤波, 矢波, 前波, 曲, 瀬嵐, 三室, 百海, 内灘, 三子浜, 黒崎, 片野, 見附島. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 3, 5, 6, 7, 9月に生殖器床.

### 52 *Sargassum miyabei* Yendo ミヤベモク

羽根, 赤住, 福浦, 増穂浦, 赤崎, 長橋, 小泊, 見附島, 三室, 百海, 七ツ島, 矢波, 前波, 田ノ浦, 三子浜. 採集1, 2, 3, 5, 6, 12月. 3, 5, 6月に生殖器床.

### 53 *Sargassum nigrifolium* Yendo ナラサモ

黒崎, 琴ヶ浜, 三子浜, 七ツ島, 鹿磯. 採集2, 3, 5, 6, 9月.

### 54 *Sargassum macrocarpum* C. Agardh ノコギリモク

小浦, 羽根, 越坂, 曲, 琴ヶ浜, 小泊, 七ツ島, 百海, 見附島, 勝尾崎, 舳倉島, 安部屋, 袖ヶ浜, 赤住, 増穂浦, 赤崎, 鹿磯, 長橋, 折戸. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12月. 3, 5, 6, 7, 9月に生殖器床. 葉長493cmのものあり.

### 55 *Sargassum siliquastrum* (Mertens ex Turner) C. Agardh ヨレモク

越坂, 姫, 小浦, 羽根, 藤波, 曲, 勝尾崎, 赤住, 福浦, 赤崎, 琴ヶ浜, 鹿磯, 舳倉島, 木ノ浦, 小泊, 見附島, 矢波, 前波, 曲, 瀬嵐, 百海, 片野, 黒崎, 長橋, 三室, 安部屋, 増穂浦, 袖ヶ浜. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12月. 2, 3, 5, 7月に生殖器床.

### 56 *Sargassum autumnale* Yoshida アキヨレモク

増穂浦, 赤崎, 長橋, 小泊, 前波, 赤住, 袖ヶ浜, 木ノ浦. 採集9, 10月. 9, 10月に生殖器床.

### 57 *Sargassum micracanthum*(Kützting)Endlicher トゲモク

片野, 赤住, 福浦, 琴ヶ浜, 鹿磯, 舳倉島, 長橋, 木ノ浦, 小泊, 見附島, 矢波, 前波, 曲, 赤崎, 越坂, 姫, 藤波, 袖ヶ浜, 七ツ島, 百海, 黒崎, 小浦. 採集2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12月. 3, 5, 6, 7月に生殖器床.

### 58 *Sargassum ringgoldianum* Harvey オオバモク

(*Sargassum coreanum* ヤナギモク)

黒崎, 赤住, 袖ヶ浜, 舳倉島, 小泊, 百海, 木ノ浦, 越坂, 片野, 福浦, 増穂浦, 琴ヶ浜, 鹿磯, 七ツ島, 百海, 長橋, 三子浜, 安部屋. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 7, 9月に生殖器床.

## RHODOPHYCEAE 紅藻綱

### Bangiales ウシケノリ目

### Bangiaceae ウシケノリ科

### 1 *Bangia atropurpurea*(Roth)C. Agardh ウシケノリ

赤住, 福浦, 鹿磯, 三子浜, 木ノ浦, 西荒屋, 福浦, 袖

ヶ浜, 塩屋, 舳倉島, 七ツ島. 採集2, 3, 5, 12月.

2 *Porphyra pseudolinearis* Ueda ウップルイノリ  
福浦, 赤住, 安宅, 増穂浦, 鹿磯, 三子浜, 塩屋, 片野, 黒崎, 松本, 西荒屋, 赤崎, 琴ヶ浜, 長橋, 木ノ浦, 舳倉島. 採集1, 2, 3, 12月.

3 *Porphyra dentata* Kjellman オニアマノリ  
越坂, 舳倉島, 七ツ島, 増穂浦. 採集1, 2, 3, 12月.

4 *Porphyra okamurai* Ueda クロノリ  
金石, 増穂ヶ浦, 鹿磯, 舳倉島, 長橋, 塩屋, 片野, 安宅, 西荒屋, 赤崎, 袖ヶ浜, 木ノ浦, 越坂, 赤住, 福浦, 琴ヶ浜, 三子浜, 七ツ島, 狼煙. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 12月

5 *Porphyra yezoensis* Ueda スサビノリ  
小泊, 見附島, 木ノ浦, 越坂, 塩屋, 安宅, 松本, 増穂浦, 小浦, 西荒屋, 金石, 赤住, 赤崎, 百海, 七ツ島. 採集2, 3, 5月.

Nemaliales ウミソウメン目

Galaxauraceae ガラガラ科

6 *Actinotrichia fragilis*(Forsskål)Børgesen ソデガラミ  
越坂, 小浦. 採集1, 3, 7, 9月.

7 *Scinaia moniliformis* J. Agardh ジュズフサノリ  
金石. 採集6月.

8 *Tricleocarpa cylindrica*(Ellis et Solander)Huismann et Borowitzka ガラガラ  
越坂. 採集9月.

Nemaliaceae ウミソウメン科

9 *Nemalion vermiculare* Suringar ウミソウメン  
塩屋, 赤住, 赤崎, 琴ヶ浜, 鹿磯, 三子浜, 七ツ島, 前波, 越坂, 小泊, 福浦, 舳倉島, 越坂, 長橋, 西荒屋, 木ノ浦, 見附島, 矢波, 曲. 採集5, 6, 7, 9月.

Corallinales サンゴモ目

Corallinaceae サンゴモ科

10 *Alatocladia modesta*(Yendo)Johansen ヤハズシコロ  
小浦, 越坂, 勝尾崎. 採集1, 3, 5, 6, 7, 9, 10月.

11 *Amphiroa echigoensis* Yendo エチゴカニノテ  
越坂, 勝尾崎, 小浦. 採集1, 11月.

12 *Amphiroa ephedraea*(Lamarek)Decaisne マオウカニノテ  
勝尾崎, 小浦, 越坂, 曲. 採集5, 6, 9月.

13 *Amphiroa pusilla* Yendo ヒナカニノテ  
越坂, 小浦, 勝尾崎. 採集1, 3, 5, 7, 9, 10月.

14 *Amphiroa valonioides* Yendo イソハリガネ  
小浦. 採集7月.

15 *Amphiroa zonata* Yendo ウスカワカニノテ  
羽根, 勝尾崎, 小浦, 越坂. 採集1, 5, 9, 10月.

16 *Corallina confusa* Yendo ミヤヒバ

越坂, 小浦. 採集1, 9月.

17 *Corallina pilulifera* Postels et Ruprecht ピリヒバ  
羽根, 小浦, 越坂, 白崎. 採集1, 3, 5, 6, 7, 9月.

18 *Jania adhaerens* Lamouroux ヒメモサズキ  
小浦, 羽根, 上野. 採集1, 6, 9月.

19 *Jania arborescens*(Yendo)Yendo キブリモサズキ  
小浦, 越坂. 採集5, 6, 7月.

20 *Jania nipponica*(Yendo)Yendo ウラモサズキ  
小浦. 採集7, 9月.

21 *Jania unguolata*(Yendo)Yendo サキヒロモサズキ  
小浦. 採集7月.

22 *Lithophyllum okamurai* Foslie ヒライボ  
越坂, 小浦, 勝尾崎. 採集1, 3, 5, 6, 7, 9, 10月.

23 *Lithophyllum* spp. 無節サンゴモ  
越坂, 小浦, 羽根, 曲, 勝尾崎. 採集1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11月.

24 *Marginisporum aberrans*(Yendo)Johansen et Chihara in Johansen フサカニノテ  
越坂. 採集7月.

25 *Marginisporum crassissimum*(Yendo)Ganesan ヘリトリカニノテ  
越坂, 小浦. 採集1, 7, 9, 10月.

26 *Marginisporum decilatum*(Yendo)Ganesan マガリカニノテ  
小浦. 採集9月.

27 *Mesophyllum erubescens*(Foslie)Lemoine エダウチイシモ  
越坂, 小浦. 採集1, 3, 5, 6, 7, 9月.

Gelidiales テングサ目

Gelidiaceae テングサ科

28 *Gelidium elegans* Kützinger マクサ  
赤住, 舳倉島, 長橋, 前波, 瀬嵐, 三室, 黒崎, 福浦, 増穂浦, 赤崎, 鹿磯, 袖ヶ浜, 三子浜, 越坂, 安宅, 小泊, 百海, 勝尾崎, 七ツ島, 藤波, 木ノ浦, 見附島, 曲. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月.

29 *Gelidium pusillum*(Stackhouse)Le Jolis ハイテングサ  
木ノ浦, 越坂, 前波, 三室. 採集2, 7月.

30 *Pterocladia capillacea*(Gmelin)Santelices et Hommersand オバクサ  
小浦, 舳倉島, 赤住, 福浦, 赤崎, 鹿磯, 長橋, 越坂, 増穂浦, 袖ヶ浜, 七ツ島, 小泊, 曲, 三室, 百海, 見附島, 前波, 勝尾崎, 黒崎, 松本, 安宅. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月.

Hildenbrandiales ベニマダラ目

石川県での海藻採集

Hildenbrandiaceae ベニマダラ科

31 *Hildenbrandia rubra*(Sommerfelt)Meneghini ベニマダラ

越坂, 小浦, 勝尾崎. 採集1, 3, 5, 7, 9, 10, 11月.

Bonnemaisoniales カギケノリ目

Bonnemaisoniaceae カギケノリ科

32 *Bonnemaisonia hamifera* Hariot カギノリ

越坂. 採集3, 5月.

Gigartinales スギノリ目

Dumontiaceae リュウモンソウ科

33 *Dudresnaya japonica* Okamura ヒビロウド

黒崎, 袖ヶ浜, 三子浜, 琴ヶ浜. 採集2, 5, 6, 9, 12月. 5月に囊果.

34 *Hyalosiphonia caespitosa* Okamura イソウメモドキ  
赤崎, 黒崎. 採集7, 12月.

Endcladiaceae フノリ科

35 *Gloiopeltis furcata*(Postels et Ruprecht)J. Agardh  
フクロフノリ

長橋, 瀬嵐, 片野, 舳倉島, 木ノ浦, 黒崎, 矢波, 越坂,  
福浦, 前波, 根木. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9月.

Gigartinaceae スギノリ科

36 *Chondracanthus tenellus*(Harvey)Hommersand in  
Hommersand et al. スギノリ

舳倉島, 福浦, 赤崎, 袖ヶ浜, 三子浜, 小泊, 前波, 見  
附島, 鹿磯, 松本, 七ツ島, 黒崎, 安宅, 赤住, 琴ヶ浜,  
越坂. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月.

37 *Chondrus ocellatus* Holmes ツノマタ

羽根, 塩屋, 安宅, 舳倉島, 前波, 金石, 赤住, 鹿磯,  
長橋, 黒崎, 福浦, 増穂浦, 袖ヶ浜, 見附島, 赤崎, 七  
ツ島, 曲, 百海, 松本, 木ノ浦, 片野, 越坂. 採集1, 2,  
3, 5, 6, 7, 9, 12月. 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月に囊果.

38 *Chondrus pinnulatus*(Harvey)Okamura ヒラコトジ  
松本, 七ツ島. 採集2, 5月.

Halymeniaceae ムカデノリ科

39 *Carpopeltis affinis*(Harvey)Okamura マツノリ

塩屋, 赤崎, 木ノ浦, 松本, 安宅. 採集2, 3, 5, 6, 9月.

40 *Carpopeltis prolifera*(Hariot)Kawaguchi et Masuda  
コメノリ

袖ヶ浜, 長橋, 安宅, 曲, 木ノ浦, 七ツ島, 舳倉島. 採  
集2, 3, 5, 9月. 2, 5月に囊果.

41 *Grateloupia divaricata* Okamura カタノリ

塩屋, 安宅, 増穂浦, 三子浜, 松本, 福浦, 見附島, 金  
石, 白崎. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月.

42 *Grateloupia elliptica* Holmes タンバノリ

増穂浦, 越坂. 採集6, 7月.

43 *Grateloupia filicina*(Lamouroux)C. Agardh ムカデ  
ノリ

片野, 黒崎, 安宅, 舳倉島, 前波, 瀬嵐, 曲, 百海, 松  
本, 金石, 袖ヶ浜, 木ノ浦, 越坂, 塩屋, 増穂浦, 赤住,  
西荒屋, 鹿磯, 長橋, 赤崎, 琴ヶ浜, 七ツ島, 見附島,  
矢波, 福浦. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 6月に囊果.  
葉長100cmのものあり.

44 *Grateloupia imbricata* Holmes サクラノリ

塩屋, 黒崎, 赤住, 舳倉島, 長橋, 前波, 松本, 琴ヶ浜,  
見附島, 百海, 越坂, 七ツ島, 三室, 勝尾崎. 採集2, 3,  
5, 6, 9, 12月.

45 *Grateloupia lanceolata*(Okamura)Kawaguchi フダ  
ラク

黒崎, 松本, 前波, 曲, 塩屋, 片野, 安宅, 金石, 増穂  
浦, 舳倉島, 越坂, 木ノ浦, 福浦, 鹿磯, 七ツ島, 黒崎,  
袖ヶ浜, 長橋, 赤住. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 3,  
5月に囊果.

46 *Grateloupia livida*(Harvey)Yamada ヒラムカデ

黒崎, 金石, 増穂浦, 木ノ浦, 安宅, 松本, 越坂, 塩屋,  
片野, 鹿磯, 舳倉島, 七ツ島, 袖ヶ浜, 見附島, 福浦,  
長橋. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月. 水深0~10m.

47 *Grateloupia okamurae* Yamada キョウノヒモ

安宅, 松本, 増穂浦, 塩屋, 片野, 金石, 鹿磯, 袖ヶ浜,  
七ツ島, 木ノ浦, 白崎, 三子浜, 舳倉島, 福浦, 越坂. 採  
集2, 5, 6, 7, 12月. 5月に囊果. 葉長150cmのものあり.

48 *Grateloupia sparsa*(Okamura)Chiang ヒヂリメン  
塩屋, 七ツ島, 松本. 採集6, 7月.

49 *Grateloupia turuturu* Yamada ツルツル

越坂. 採集5月. 水深7m.

50 *Polyopes polyideoides* Okamura マタボウ

片野, 舳倉島. 採集12月. 囊果あり.

51 *Prionitis angusta*(Okamura)Okamura キントキ

黒崎, 前波, 三室, 袖ヶ浜, 七ツ島, 鹿磯, 曲, 増穂浦.  
採集2, 3, 5, 7, 9, 12月. 2, 3, 12月に囊果.

52 *Prionitis cornea*(Okamura)Dawson ツノムカデ

田ノ浦. 採集7月.

53 *Prionitis crispate*(Okamura)Kawaguchi トサカマツ

片野, 増穂浦. 採集2, 6月.

54 *Prionitis patens* Okamura ヒラキントキ

白崎, 琴ヶ浜, 三子浜, 舳倉島. 採集5, 6月.

Hypneaceae イバラノリ科

55 *Hypnea charoides* Lamouroux イバラノリ

小浦, 羽根, 松本, 福浦, 琴ヶ浜, 越坂, 木ノ浦, 袖ヶ  
浜, 舳倉島, 黒崎, 赤住, 鹿磯, 七ツ島, 矢波, 藤波,  
曲, 片野, 金石, 増穂浦, 赤崎, 三子浜, 長橋, 小泊,

前波, 百海, 勝尾崎. 採集1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12月. 5月に囊果. 水深0~10m.

56 *Hypnea japonica* Tanaka カギイバラノリ

小浦, 羽根, 越坂, 曲, 勝尾崎, 黒崎, 赤崎, 福浦, 片野, 触倉島. 採集1, 2, 3, 5, 6, 9, 12月.

57 *Hypnea saidana* Holmes サイダイバラ

松本, 黒崎, 増穂浦, 触倉島. 採集5, 12月.

Kallymeniaceae ツカサノリ科

58 *Callophyllis japonica* Okamura in De Toni et

Okamura ホソバノトサカモドキ

松本. 採集9月.

59 *Callophyllis palmate* Yamada ヤツデガタトサカモドキ

赤崎, 三室, 増穂浦. 採集2, 3, 6月. 3月に囊果.

Peyssonneliaceae イワノカワ科

60 *Peyssonnelia caulifera* Okamura エツキイワノカワ

越坂, 勝尾崎, 小浦. 採集1, 3, 9, 10月. 水深5~10m.

Phylloporaceae オキツノリ科

61 *Ahnfeltiopsis flabelliformis* (Harvey) Masuda オキツノリ

塩屋, 黒崎, 安宅, 赤住, 福浦, 触倉島, 木ノ浦, 曲, 金石, 増穂浦, 鹿磯, 長橋, 越坂, 前波, 琴ヶ浜, 袖ヶ浜, 七ツ島, 百海, 矢波, 赤崎, 見附島, 三室. 採集2, 3, 5, 6, 7, 9, 12月.

Plocamiaceae ユカリ科

62 *Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) Dixon ホソユカリ

小浦, 曲, 前波, 長橋, 越坂, 勝尾崎, 黒崎, 触倉島, 飯田湾. 採集1, 3, 9, 12月. 12月に四分孢子囊.

63 *Plocamium ovicornis* Okamura ヒメユカリ

片野, 福浦, 三子浜, 越坂, 小浦, 黒崎. 採集6, 7, 9月.

64 *Plocamium telfairiae* (Hooker et Harvey) Harvey in Kützting ユカリ

触倉島, 赤住, 袖ヶ浜, 三子浜, 越坂, 黒崎, 長橋, 木ノ浦, 前波, 白崎, 七ツ島, 赤崎, 塩屋, 片野, 福浦, 鹿磯. 採集2, 3, 5, 7, 9, 12月.

Rhizophyllidaceae ナミノハナ科

65 *Portieria hornemannii* (Lyngbye) Silva in Silva et al. ホソバナミノハナ

越坂, 小浦. 採集7, 9月. 9月に囊果. 水深0~10m.

Sarcodiaceae アツバノリ科

66 *Sarcodia ceylanica* Harvey ex Kützting アツバノリ

三子浜, 松本. 採集2, 5月. 5月に孢子囊.

Schizymeniaceae ベニスナゴ科

67 *Schizymenia dubyi* (Chauvin) J. Agardh ベニスナゴ  
七ツ島. 採集5, 7月.

Solieriaceae ミリン科

68 *Solieria pacifica* (Yamada) Yoshida ミリン

三子浜, 白崎, 見附島, 前波, 百海, 片野. 採集5, 7, 9月.

Gracilariales オゴノリ目

Gracilariaceae オゴノリ科

69 *Gracilaria bursa-pastoris* (Gmelin) Silva シラモ

琴ヶ浜, 木ノ浦, 触倉島, 小浦, 矢波, 越坂. 採集3, 5, 6, 7, 12月.

70 *Gracilaria chorda* Holmes ツルシラモ

触倉島, 松本, 金石. 採集2, 7, 9月. 2月に囊果.

71 *Gracilaria gigas* Harvey オオオゴノリ

松本. 採集6月. 葉長150cm.

72 *Gracilaria textorii* (Suringar) Hariot カバノリ

黒崎, 松本, 越坂, 百海, 増穂浦, 矢波, 小浦, 琴ヶ浜, 触倉島, 片野, 袖ヶ浜, 赤住. 採集2, 3, 5, 6, 7, 12月. 2, 5月に囊果.

73 *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss オゴノリ

木ノ浦, 小浦, 小泊, 前波, 矢波. 採集2, 6, 7, 9月. 7, 9月に囊果.

Rhodymeniales マサゴシバリ目

Champiaceae ワツナギソウ科

74 *Champia bifida* Okamura ヒラワツナギソウ

宇出津, 上野. 採集7月.

75 *Champia japonica* Okamura ヘラワツナギソウ

越坂, 藤波. 採集7月.

76 *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey ワツナギソウ

羽根, 曲, 鹿磯, 越坂, 長橋, 触倉島, 小浦, 勝尾崎, 袖ヶ浜, 福浦, 三室, 百海. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 9月.

77 *Lomentaria catenata* Harvey in Perry フシツナギ

触倉島, 黒崎, 増穂浦, 見附島, 福浦, 七ツ島, 琴ヶ浜, 片野, 金石. 採集2, 3, 5, 6, 7, 12月. 7月に囊果

78 *Lomentaria hakodatensis* Yendo コスジフシツナギ

小浦, 触倉島, 越坂, 片野, 藤波, 七ツ島, 羽根, 勝尾崎, 赤住. 採集1, 2, 6, 7, 8, 9, 12月.

Rhodymeniaceae マサゴシバリ科

79 *Chrysymenia okamurae* Yamada et Sagawa ハナサクラ

塩屋. 採集7月.

80 *Chrysymenia wrightii* (Harvey) Yamada タオヤギソウ

琴ヶ浜, 白崎. 採集2, 5月.

81 *Rhodymenia intricata* (Okamura) Okamura マサゴシバリ

黒崎, 増穂浦. 採集12月.

石川県での海藻採集

Ceramiales イギス目

Ceramiaceae イギス科

82 *Campylaeophora hypnaeoides* J. Agardh エゴノリ  
小浦, 舩倉島, 新保, 越坂, 長橋, 赤住, 福浦, 増穂浦,  
矢波. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 8月. 3月に孢子囊.

83 *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne トゲ  
イギス

羽根, 琴ヶ浜, 鹿磯, 舩倉島, 越坂, 黒崎, セツ島, 小  
浦, 袖ヶ浜. 採集1, 2, 6, 7, 9, 11, 12月.

84 *Ceramium japonicum* Okamura ハネイギス  
袖ヶ浜. 採集2月.

85 *Ceramium kondoi* Yendo イギス  
袖ヶ浜, 小浦, 越坂, 木ノ浦, 黒崎. 採集2, 3, 5, 7,  
9, 12月.

86 *Ceramium tenerrimum* (Martens) Okamura ケイギス  
小浦, 越坂, 安宅, 三子浜, 見附島, 矢波, 前波, 木ノ  
浦. 採集1, 2, 5, 6, 7, 12月.

87 *Euptilota articulata* (J. Agardh) Schmitz イソシノブ  
琴ヶ浜, 袖ヶ浜. 採集6月.

88 *Griffithsia japonica* Okamura カザシグサ  
木ノ浦, 赤住, 福浦, 鹿磯, セツ島. 採集5, 9月.

89 *Herpochondria elegans* (Okamura) Itono サエダ  
越坂, 小浦. 採集3, 5月.

90 *Plumariella yoshikawae* Okamura イトシノブ  
三子浜, 木ノ浦. 採集2月.

91 *Psilothallia dentata* (Okamura) Kylin ベニヒバ  
白崎. 採集5月.

92 *Ptilota filicina* J. Agardh クシベニヒバ  
片野. 採集9月.

93 *Wrangeria tanegana* Harvey ランゲリア  
越坂. 採集7月.

Dasyaceae ダジア科

94 *Dasya sessilis* Yamada エナシダジア  
琴ヶ浜, 長橋, 袖ヶ浜, 羽根, 新保. 採集3, 6, 7, 8月.

95 *Dasya villosa* Harvey ケブカダジア  
小浦, 羽根, 越坂, 白崎. 採集1, 3, 5, 7, 9, 10月. 5,  
9月に囊果.

96 *Heterosiphonia japonica* Yendo イソハギ  
白崎. 採集5月.

Delesseriaceae コノハノリ科

97 *Acrosorium polyneurum* Okamura スジウスバノリ  
小浦, 黒崎, 増穂浦, 鹿磯, 長橋, 福浦, 舩倉島, 白崎,  
袖ヶ浜, 三子浜, 琴ヶ浜, 赤崎. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7,  
9, 12月.

98 *Acrosorium venulosum* (Zanardini) Kylin カギウス

バノリ

片野. 採集12月.

99 *Acrosorium yendoi* Ymada ハイウスバノリ  
舩倉島, 長橋, 松本, セツ島. 採集2, 7月.

100 *Delesseria serrulata* Harvey ヌメハノリ  
小浦. 採集3月.

Rhodomelaceae フジマツモ科

101 *Chondria crassicaulis* Harvey ユナ  
増穂浦, 舩倉島, 瀬嵐, 百海, 片野, 黒崎, 赤住, 鹿磯,  
袖ヶ浜, 三子浜, 長橋, 木ノ浦, 越坂, 琴ヶ浜, 松本,  
セツ島, 前波, 矢波, 白崎, 曲, 赤崎, 塩屋. 採集2, 3,  
5, 6, 7, 9, 12月. 9月に囊果.

102 *Laurencia intermedia* Yamada クロソソ  
羽根, 片野, 赤崎, 鹿磯, 舩倉島, 福浦, 長橋, 琴ヶ浜,  
三子浜, 越坂. 採集1, 6, 9月.

103 *Laurencia nipponica* Yamada ウラソソ  
黒崎, 袖ヶ浜, 長橋, 越坂. 採集6月.

104 *Laurencia pinnata* Yamada ハネソソ  
羽根, 木ノ浦, 琴ヶ浜, 舩倉島, 黒崎. 採集1, 2, 3, 7月.

105 *Laurencia undulata* Yamada コブソソ  
片野, 鹿磯, 舩倉島, 木ノ浦, 越坂, 福浦, 袖ヶ浜. 採  
集6月.

106 *Leveillea jungermannioides* (Hering et Martens)  
Harvey ジャバラノリ  
小浦, 福浦, 木ノ浦, 白崎. 採集1, 2, 3, 5月. 2月に  
孢子囊.

107 *Neorhodomela munita* (Perestenko) Masuda イトフ  
ジマツ  
白崎. 採集5月.

108 *Polysiphonia morrowii* Harvey モロイトグサ  
増穂浦. 採集6月.

109 *Polysiphonia senticulosa* Harvey ショウジョウケノリ  
松本. 採集6月.

110 *Pterosiphonia fibrillosa* Okamura ケハネグサ  
舩倉島. 採集6月.

111 *Symphyclocladia latiuscula* (Harvey) Yamada イソム  
ラサキ  
片野, 越坂. 採集2, 9月.

SPERMATOPHYTA 種子植物門

ANGIOSPERMAE 被子植物亜門

MONOCOTYLEDONEAE 单子葉植物綱

Helobiales オモダカ目

Zosteraceae アマモ科

1 *Zostera marina* Rinnæus アマモ

三室, 見附島, 前波, 曲. 採集2, 5, 7, 9月. 5, 7, 9月に花系.

2 *Zostera japonica* (Hortog) Ascherson et Graebner コアマモ

見附島, 三室. 採集5, 7月. 5月に花系.

3 *Zostera caespitosa* Miki スゲアマモ

曲. 採集1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12月. 4, 5, 6月に花系.

4 *Phyllospadix japonicus* Miki エビアマモ

片野, 黒崎, 木ノ浦, 三子浜. 採集2, 6, 7, 9, 12月. 6月に花系.

Hydrocharitaceae トチカガミ科

5 *Halophila ovalis* (R. Br.) Hook ウミヒルモ

三室, 小浦. 採集7, 11月. 水深0~7m.

## 謝 辞

本報告の調査にあたり, 有益な御助言を頂いた奥田武男博士, 並びに御指導・御協力頂いた石川県水産総合センター職員の方々に深く感謝します.

## 文 献

- 1) 岡村金太郎: 日本海藻誌, 内田老鶴園新社, 東京, 1936, pp964.
- 2) 今堀宏三: 能登地方海藻目録(1) 北陸の植物 4(1), 21-23 (1955).

- 3) 今堀宏三, 瀬嵐哲夫: 能登地方海藻目録(2). 北陸の植物, 4(1), 40-42 (1955).
- 4) 今堀宏三, 瀬嵐哲夫: 能登地方海藻目録(3). 北陸の植物, 4(1), 69-73 (1955).
- 5) 谷口森俊: 能登半島・輪島及び鹿島の高藻群落. 北陸の植物, 13(3), 85-86 (1965).
- 6) 瀬嵐哲夫: 能登半島沿岸の高藻フロア. 北陸の植物, 1(3), 26-28 (1952).
- 7) 瀬木紀男, 喜田和四郎: 能登の高藻. 中部日本自然科学調査団報告, 5, 15-16 (1962).
- 8) 藤田大介, 佐野修, 筒井功: 石川県能登半島沿岸産海藻目録. のと海洋ふれあいセンター研報, 4, 27-44 (1998).
- 9) 佐野修, 藤田大介: 海藻・草類「石川県の浅海域の生物」(矢島孝昭編). 5-14 (1998).
- 10) 石川県: 平成8・9年度石川県ロシアタンカー油流出環境影響調査(海生生物調査)報告書. 41-48 (1998).
- 11) 石川県: 平成10年度石川県ロシアタンカー油流出環境影響調査(海生生物調査)報告書. 23-31 (1999).
- 12) 石川県: 平成11年度石川県ロシアタンカー油流出環境影響調査(海生生物)報告書. 19-20 (2000).
- 13) 池森貴彦, 河本幸治, 大慶則之, 伊藤博司: 藻場造成開発調査. 平成11年度石川県水産総合センター事報, 23-31 (2001).
- 14) 吉田忠生: 新日本海藻誌, 内田老鶴園, 東京, 1998, pp1222.

石川県での海藻採集

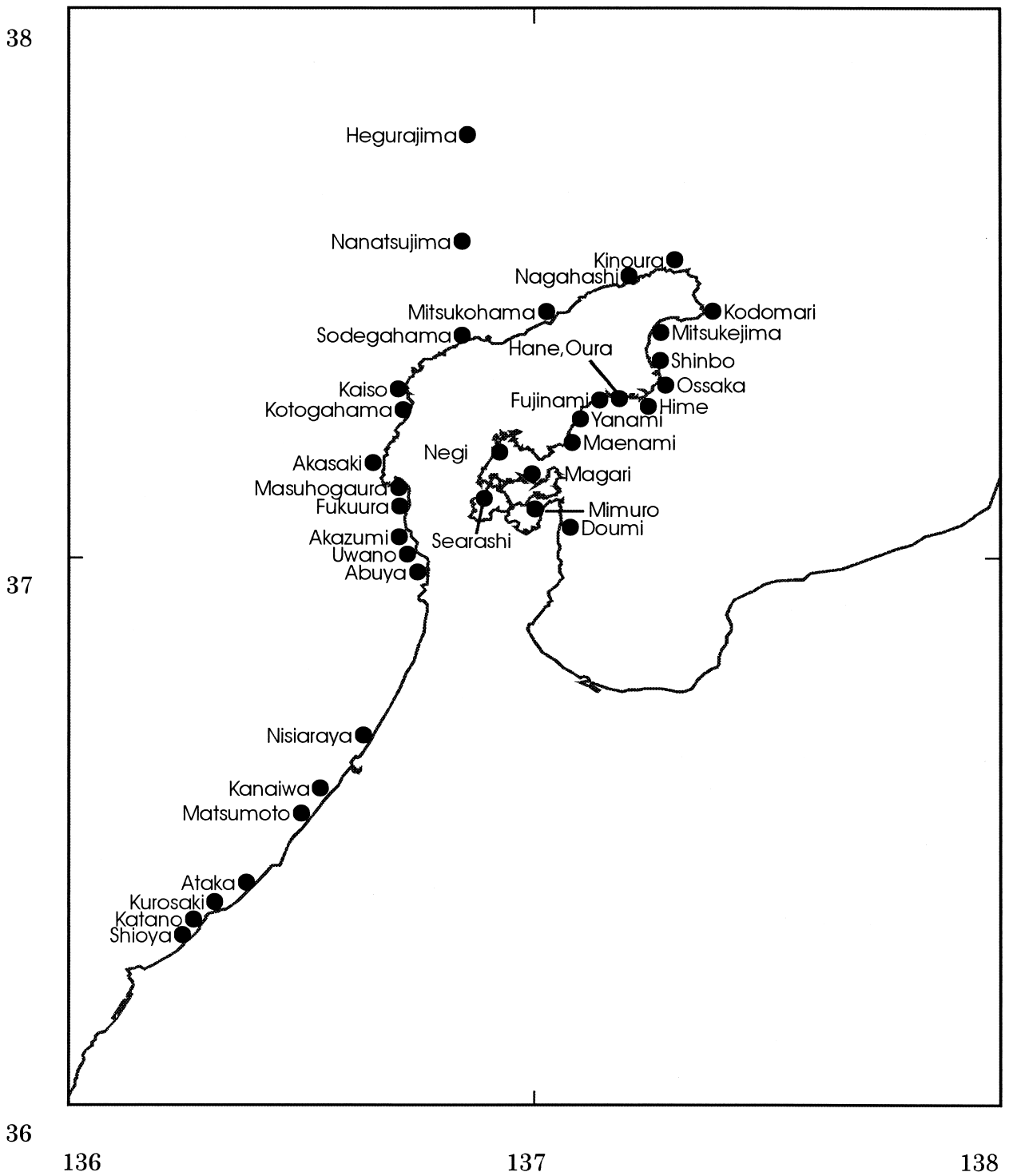


Fig.1. Location of sampling stations in Ishikawa Prefecture.





## 海藻に含まれている色素の新しい分析方法

池森雅彦, 田島迪生, 奥田武男

(2001年8月30日受付)

### New Analytical Method of Photosynthetic Pigments in Algae

Masahiko Ikemori, \*<sup>1</sup> Michio Tajima, \*<sup>2</sup> and Takeo Okuda \*<sup>3</sup>

The typical thalli of *Ulva pertusa*, *Undaria pinnatifida* and *Porphyra pseudolinearis* were collected from subtidal zones in Noto town of Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture. Pigments were extracted from vegetative part of those algae with absolute methanol containing MgCO<sub>3</sub>. The pigments in the methanol extracts were transferred into diethylether by adding 10% sodium chloride solution in a separatory funnel. Ether preparation was made by concentrating the ether solution of pigments under reduced pressure with a aspirator.

The pigments in this ether concentrate preparation were separated by new column chromatography employing cellulose powder as adsorbent and mixtures of n-hexane, chloroform, ether and methanol as solvents.

Chlorophyll *a*, chlorophyll *b*,  $\beta$ -carotene, lutein, violaxanthin, neoxanthin and unknown green pigments from *U. pertusa*, chlorophyll *a*, chlorophyll *c*<sub>1</sub>, chlorophyll *c*<sub>2</sub>,  $\beta$ -carotene, fucoxanthin, neofucoxanthin, unknown carotenoids and green pigments from *U. pinnatifida*, and chlorophyll *a*,  $\beta$ -carotene, lutein, unknown carotenoids and green pigments from *P. pseudolinearis* were successfully separated.

**Key words** : analysis of pigments, *Ulva pertusa*, *Undaria pinnatifida*, *Porphyra pseudolinearis*, carotenoids, chlorophylls, new column chromatography on cellulose powder

海藻類のクロロフィルとカロチノイドを基礎とした化学的分類法は、海藻の分類のための有効な手段であるとして広く認められている。<sup>1)</sup>また海藻の色調は種類、生長、成熟および環境により大いに变化し、この色調の差はそれぞれに含まれている色素の種類や量が異なるためであることは良く知られている。<sup>2-4)</sup>従って海藻に含まれている色素を分析することは、海藻の分類のほか藻体の状況を知ることで大変重要なことである。

植物の色素の分離についてはこれまでペーパークロマトグラフィー、<sup>5-8)</sup>薄層クロマトグラフィー、<sup>9-11)</sup>カラムクロマトグラフィー<sup>12,13)</sup>によって行われてきた。これらの方法は分析中に色素が変化し易いもの、少量のサンプルしか処理できないもの、分離不十分のもの、あるいは

操作が複雑なものがみられる。そのため筆者らはより簡易で有効な色素の分析方法を開発するため、長年にわたり研究を行ってきた。

その結果、5時間内でクロロフィルとカロチノイドを殆ど分離できる新しい色素の分析方法を開発したので、ここに紹介する。

#### 実験方法

**材料** この研究に用いたアナアオサ、ワカメ、ウップルイノリについては、1994年12月から1995年3月に能登半島にある能都町沿岸の潮間帯で採集し、同町にある石川県水産総合センターの実験室に持ち帰った。藻体から

\*<sup>1</sup> 故人

\*<sup>2</sup> 石川県水産総合センター(〒927-0435 石川県鳳至郡能都町字宇出津新港3-7)

\*<sup>3</sup> (〒813-0043福岡市東区名島5-14-17)

栄養体部のみを鋏で切り取り, 付着しているゴミを取り除き, 清浄海水で洗浄した後, 濾紙で丁寧にふき取ったものを, 色素の抽出に供した.

**色素の抽出** 光合成色素の分析においては, 藻体中の全ての色素が材料から変質せずに抽出されることが重要である. メタノールは短時間では色素に変化が無く, 強い抽出力を持っている<sup>2)</sup>ので, 我々は海藻から色素を抽出するためにメタノールを用いた.

湿重量約5gの材料を100mL容の三角フラスコに入れ, 鋏で細かく切った後, 約0.5gの炭酸マグネシウムを添加した. その中に100%メタノールを注ぎ, メタノールに色素が着色しなくなるまで繰り返し抽出を行った. 抽出は薄暗い場所で, 室温下で行った.

藻体残渣は3G-2ガラスフィルターを用いて除去しメタノール抽出液を得た. この抽出方法により藻体に含まれているメタノール可溶性色素を完全に抽出した.

**色素の転溶** メタノール抽出液とこの抽出液とほぼ同じ量のジエチルエーテルを分液ロート中に入れた. あらかじめ洗浄ビン中に作製しておいた10%食塩水を用い, 分液ロート中のメタノール抽出液とジエチルエーテルの混合液を洗浄することにより, メタノール抽出液中の色素をエーテル層に転溶した. このエーテル色素転溶液を吸引ピンに移し, 低温・暗所でアスピレータによって減圧濃縮した. 色素はガラス壁に付着し, エーテル中の僅かな水が水滴として残った.

エーテル濃縮試料は壁面についた乾固色素を僅かなジエチルエーテルで再溶解し作製し, 吸収スペクトルの測定とカラムクロマトグラフィーに使用した.

**セルロースパウダーカラムの作製** (1) 吸着剤の調整 カラムクロマトグラフィーに用いた吸着剤は東洋濾紙製粉末濾紙 A (100~200メッシュ) と B (200~300メッシュ) であり, 海藻の種類に応じ, 単独あるいは両濾紙を適当な割合に混合し使用した. これらの粉末濾紙は一晚70°Cの乾燥器中で乾燥し, デシケーター内で室温に戻した.

(2) カラム管 カラムクロマトグラフィーには内径2cm, 長さ50cmのカラム管を用いた.

(3) 吸着剤の充填 アナアオサとワカメに含まれている色素の分析に際しては吸着剤として東洋濾紙 A を, またウップルイノリの色素については東洋濾紙 A と B を混合して用いた.

室温にもどした粉末濾紙を三角フラスコに20~30g入れた. アナアオサとワカメに含まれている色素の分析のために n-ヘキサン, クロロホルム, ジエチルエーテル (85/10/5, v/v/v) の混合液を, またウップルイノリの

色素には同(80/15/5, v/v/v)の混合液を, 粉末濾紙の約3倍量三角フラスコに注ぎ, 室温に馴染ませるために一晚放置した.

カラム管の下部にガラスウールを詰め, コックを閉めた後, この吸着剤と溶媒の混濁液を, カラム管の上部からゆっくりとカラム管に充填した. この際はあらかじめ溶媒のみをコック部分より2cm程度いれておくと, 充填が良好となる.

**濃縮試料の作製と充填** 濃縮試料は, 色素のエーテル濃縮試料1mL に n-ヘキサン4mL 加えることで作製した.

カラム管の下部から余剰な溶液を溶出させたのち, 下部のコックを閉じ, 濃縮試料をゆっくりカラム管へ充填することにより濃縮試料はカラムの上部に浮かんだ.

**カラムクロマトグラフィーの展開** カラムクロマトグラフィーの組立様式を Fig. 1 に示す.

カラムクロマトグラフィーの上部に浮かぶ濃縮試料中の色素類を分離するときは, まず  $\beta$ -カロチンのみを分離するために第1展開溶媒として n-ヘキサンを用いた. その後, n-ヘキサン, クロロホルム, ジエチルエーテ

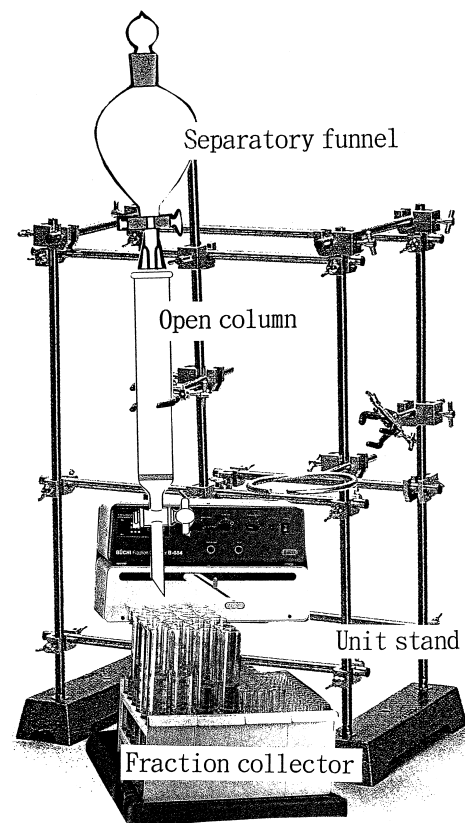


Fig. 1. System of cellulose powder column chromatography for analysis of the pigments extracted from algae.

ルの混合比を変えながら，カラムクロマトグラフィーを展開しクロロフィルとカロチノイドを分離した．この混合液で色素の全てを溶出できないので，その後ジエチルエーテル単独やジエチルエーテル・メタノール混合液ならびにメタノール単独と順次溶媒を変えてカラムクロマトグラフィーを展開していくと，カラムは元の白色になった．

後述するが，これらの展開溶媒の混合比やカラム管に注ぐ時期はそれぞれの海藻から抽出し作製した濃縮試料，すなわち色素の種類や量比により僅かに異なる．

溶出してくるクロロフィルやカロチノイドは，7mLづつフラクションコレクターで分取し，クロロフィル *a* 系色素は663nm，クロロフィル *b* 系色素は645nm，クロロフィル *c* 系色素は630nm，カロチノイド類は450nmの波長域の吸光値を測定し，溶出曲線で示した．

なお，主な色素の判定のため，代表的な色素分画のみを減圧下で濃縮，乾固した後に，ジエチルエーテルや *n*-ヘキサンに再溶解し，光化学的スペクトル測定を行った．吸光値およびスペクトルの測定には，島津製作所製マルチパーパス自記分光光度計 UV-2200を用いた．

## 結果

アナアオサに含まれている光合成色素の分離方法 東洋濾紙 A を *n*-ヘキサン，クロロホルム，ジエチルエーテル (85/10/5, v/v/v) で混濁しカラム管に充填した．その上にアナアオサの濃縮試料を注ぐとこの試料はカラム管上部に浮かんだ．そこへ静かに第1展開溶媒の *n*-ヘキサンをカラム管最上部まで注ぐと濃縮試料は2~3層に分かれた．この層が静止するのを待って下部のコックを開け，さらに *n*-ヘキサンを注入することによって， $\beta$ -カロチンのみがカラム管の下部へ下がった．

$\beta$ -カロチンがカラム管の底近くに着いたとき，第2展開溶媒を *n*-ヘキサン，クロロホルム，ジエチルエーテル (85/10/5, v/v/v) に変えた．ルテインとピオラキサンチンがカラム管の上部の色素群から分かれ，カラム管の下部へゆっくり落ちてきた．数本の無色透明な分画が溶出し，これらの色素類が底部に近づいたとき，それらはルテインとピオラキサンチンの2つのバンドに分かれ，カラム管から溶出した．

ピオラキサンチンが溶出した後すぐに，展開溶媒を同

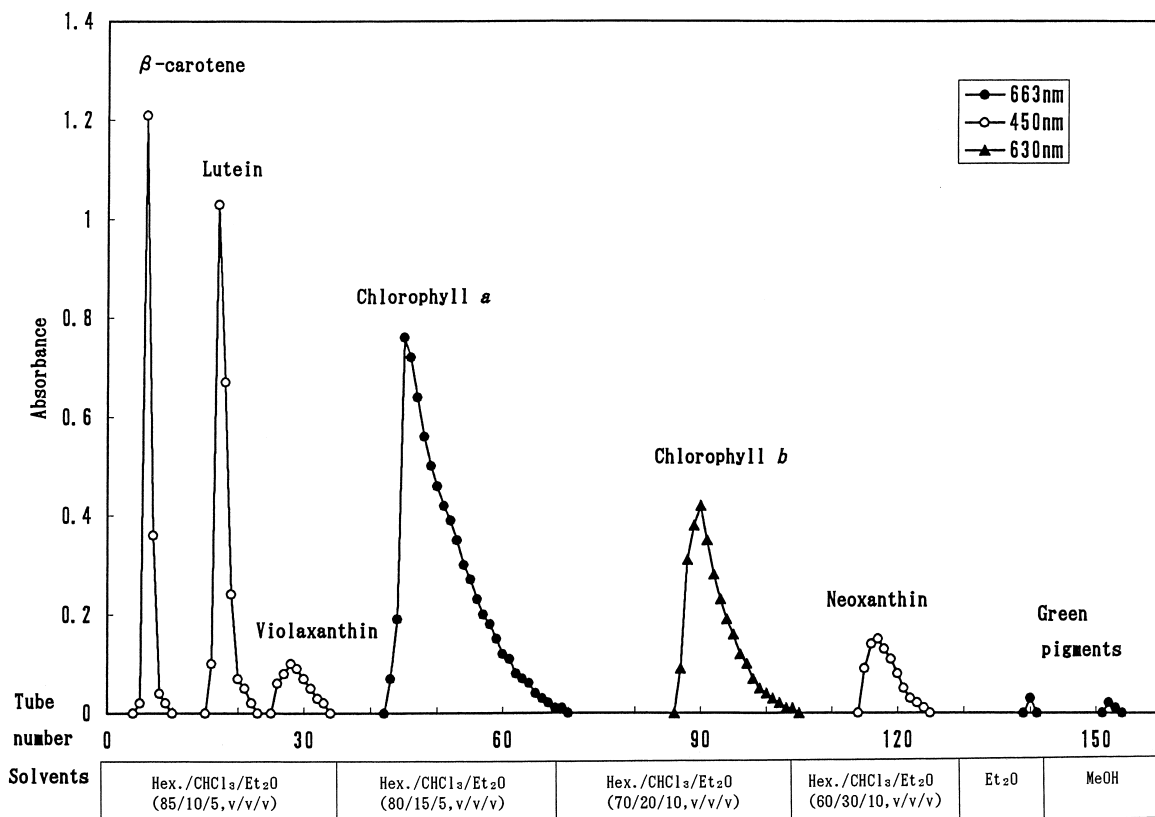


Fig.2. Column chromatography profile of the pigments in the vegetative area of *Ulva pertusa*. Hex., *n*-hexane; CHCl<sub>3</sub>, chloroform; Et<sub>2</sub>O, diethylether; MeOH, methanol.

(80/15/5, v/v/v) に変えると, クロロフィル *a* が溶出した. その後, 展開溶媒を同 (70/20/10, v/v/v) に変えるとクロロフィル *b* が, 同 (60/30/10, v/v/v) ではネオキサンチンが, ジエチルエーテルおよびメタノールで緑色色素類が溶出し, カラム管は白色となった. アナアオサに含まれていた色素の溶出曲線を Fig.2に示す.

ワカメに含まれている光合成色素の分離方法 アナアオサの際と全く同じ方法でカラムクロマトグラフィーを準備した. 第1展開溶媒の *n*-ヘキサンは  $\beta$ -カロチンが完全に溶出するまでカラム管へ注いだ. 次に展開溶媒を *n*-ヘキサン, クロロホルム, ジエチルエーテル (85/10/5, v/v/v) に置き換えると, 未同定の2種類のカロチノイドが溶出した. 2番目のカロチノイドが溶出するとすぐに, 展開溶媒を同 (80/15/5, v/v/v) に交換すると, クロロフィル *a* とフコキサンチンが分離不十分に溶出した. フコキサンチンの色調が溶出によって薄くなったとき, 展開溶媒を同 (70/20/10, v/v/v) に変えると, ネオフコキサンチンがフコキサンチンと分離不十分に溶出した.

その後, 展開溶媒を同 (60/30/10, v/v/v) に, ジエチルエーテル, メタノール (80/20, v/v), メタノール単独に順次変えると, 未同定の色素とクロロフィル *c* 群がカ

ラム管から溶出し, カラムは元の白色に戻った.

ワカメに含まれていた色素の溶出曲線を Fig.3に示す.

ウップルイノリに含まれている光合成色素の分離方法 ウップルイノリに含まれている色素の分離には東洋濾紙 A と B を6:4の比で混合したものを吸着剤として, *n*-ヘキサン, クロロホルム, ジエチルエーテル (80/15/5, v/v/v) を溶媒として用い, アナアオサやワカメの際と同じようにカラム管へ充填した. 第1展開溶媒の *n*-ヘキサンをアナアオサの際と同じように  $\beta$ -カロチンが完全に溶出するまでカラム管に注いだ. 続いて第2展開溶媒の *n*-ヘキサン, クロロホルム, ジエチルエーテル (80/15/5, v/v/v) に変えると, ルテインと未同定の2種類のカロチノイドが溶出した.

2番目の未同定のカロチノイドの色調が溶出によって薄くなった時, 展開溶媒を同 (70/20/10, v/v/v) に変えるとクロロフィル *a* が溶出した. その後, 展開溶媒を同 (60/30/10, v/v/v), *n*-ヘキサン, クロロホルム (50/50, v/v), ジエチルエーテル, メタノール (80/20, v/v), 最後にメタノールに変えると, カラム管からは未同定の緑色色素が順次溶出し, カラムは元の白色となった. ウップルイノリに含まれていた色素の溶出曲線を Fig.4に示す.

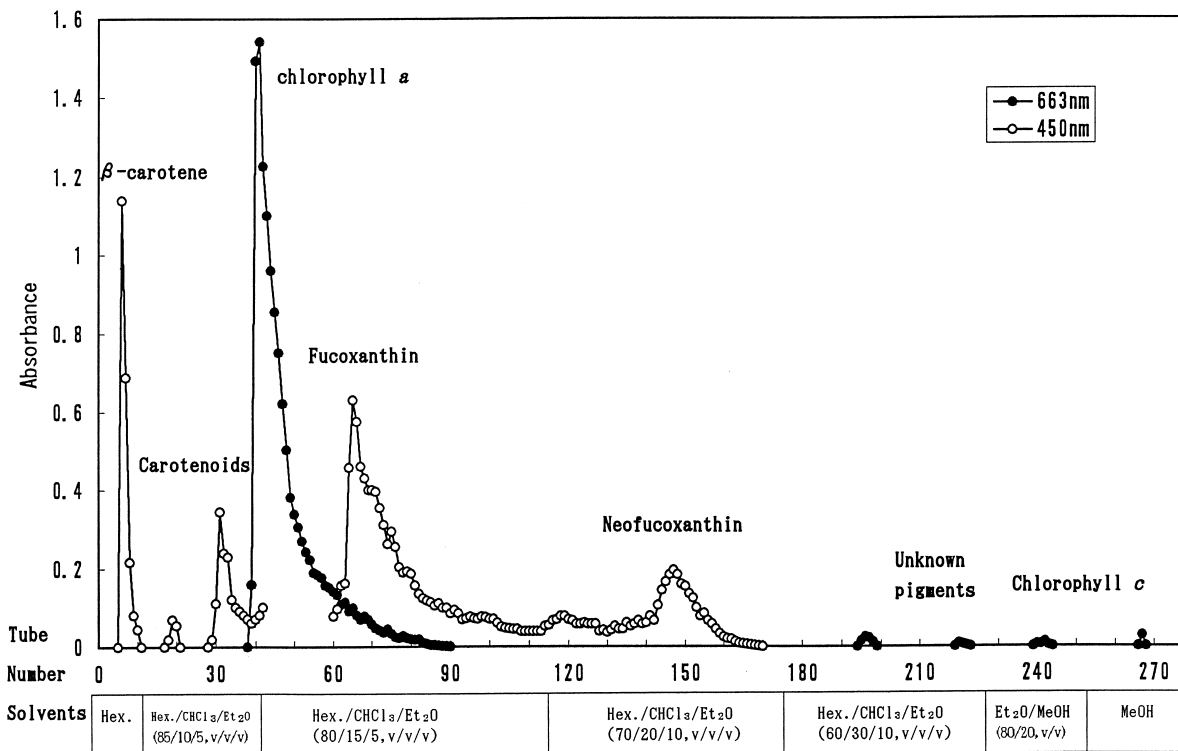


Fig.3. Column chromatography profile of the pigments in the vegetative area of *Undaria pinnatifida*. Abbreviations are the same as in fig.2.

## 海藻色素の新分析方法

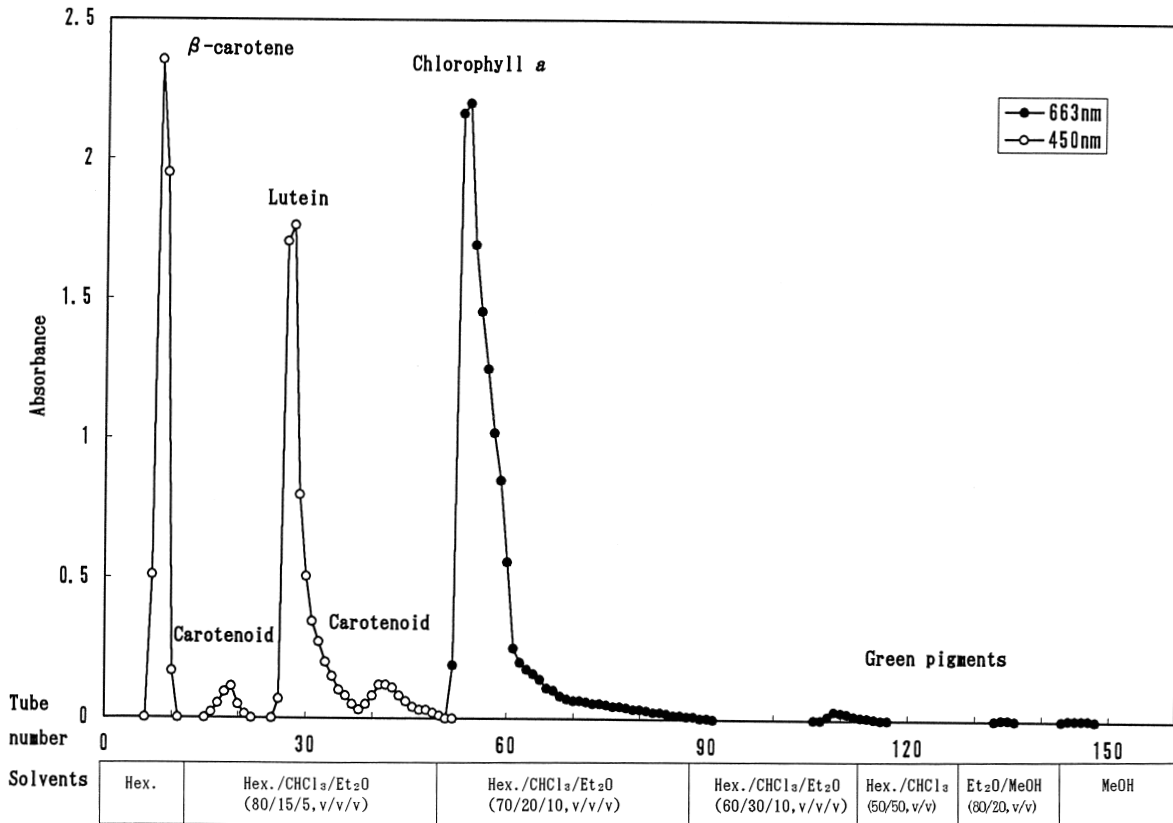


Fig.4. Column chromatography profile of the pigments in the vegetative area of *Porphyra pseudolinearis*. Abbreviations are the same as in fig.2.

### 考 察

色素を分析するためには、途中で異性体が生じたり、他の色素に分解することを極力避ける必要がある。色素は摩擦熱や酸によって敏感に分解され、分析に長い時間かけることはもとより、空気に直接広く接しているとき、容易に変化しやすい。

更に重要なことは、1回のクロマトグラフィーで全ての色素を単離出来ることは少なく、ある植物の色素組成を詳細に知るためには再カラムクロマトグラフィーが必要となり、これにはかなりの量の分画を確保することが重要となる。

今回、我々が開発したセルロースパウダーカラムクロマトグラフィーは過去の分析方法に比べ、短時間で分析でき、常に色素が有機溶媒液中にあることにより空気と直接接触することが少なく、分解されにくく、且つ、かなりの量の色素分画を得ることができる。

今回はアナアオサ、ワカメ、ウップルイノリに含まれている色素を分析したが、各々の海藻に含まれている色素組成が異なっているので、各々に適した方法を用いて分析すべきことは勿論である。基本的には東洋濾紙 A

と B を吸着剤として、*n*-ヘキサン、クロロホルム、ジエチルエーテル、メタノールを展開溶媒として用いる方法であるし、記載した手順で分析すればかなり正確に色素を分離することができる。しかしながら植物体中の色素の種類や量比は環境や成熟等により大いに変化する<sup>2-4)</sup>ことが知られており、このような場合の分析ではカラム中の色素のバンドの動きを見ながら、展開溶媒を変えていくことが重要である。

クロロフィル *a* やクロロフィル *c* に多くの種類があることが想定<sup>12,16,17)</sup>されており、今後はここで示したカラムクロマトグラフィーで溶出したクロロフィル *a* やクロロフィル *c* の分画を再濃縮し、再カラムクロマトグラフィーにより、このことを明らかにしていきたいと考えている。

### 謝 辞

稿を進めるに当たり、この研究の当初から有益な助言を与えられ、終始ご指導いただいた東京大学名誉教授新崎盛敏博士に心から感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) STRAIN, H. H. : *Manual of phycology*, (G. M. Smith, ed). 243, (Chronica Botanica Co., Walrham, Mass., U.S.A)(1951).
- 2) M. Ikemori: Study on the change in the forms of photosynthetic pigments in marine algae according to the environmental conditions as well as the ages. I. *Bull. of the Jap. sea research Institute, Kanazawa Univ.*, **5**, 25-87 (1973).
- 3) M. Ikemori: Study on the change in the forms of photosynthetic pigments in marine algae according to the environmental conditions as well as the ages. II. *Bull. of the Jap. sea research Institute, Kanazawa Univ.*, **5**, 25-87 (1973).
- 4) M. Tajima : Studies on chlorophylls and carotenoids in marine algae with aging and processing. *The Bull. of Ishikawa Prefectural Marine Culture Station*, **4**, 1-79 (1985).
- 5) J. Barrett and S. W. Jeffrey : Chlorophyllase and Formation of an Atypical Chlorophyllide in Marine Algae. *Plant Physiology, Institute of Medical Research Royal North Shore Hospital, Sydney*, 44-47 (1962).
- 6) J. Barrett and S. W. Jeffrey : A note on the occurrence of chlorophyllase in marine algae. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **7**, 255-261 (1971).
- 7) S. W. Jeffrey : Paper-chromatographic separation of chlorophylls and carotenoids from marine algae. *Biochem. J.* **80**, 336-342 (1961).
- 8) M. Ikemori and S. Arasaki : Photosynthetic pigments in marine algae I. *Bull. Jap. Soc. Phycol.*, **25**, 58-66 (1977).
- 9) J. C. Goedheer : On the pigment system of brown algae. *Photosynthetica*, **4**(2), 97-106 (1970).
- 10) S. W. Jeffrey: Quantitative thin layer chromatography of chlorophylls and carotenoids from marine algae. *Biochimica et Biophysica Acta*, **162**, 271-285 (1968).
- 11) C. A. Rebeiz, F. C. Belanger, G. Freyssinet and D. G. Saab: Chloroplast biogenesis, XXIX. The occurrence of several novel chlorophyll *a* and *b* chromophores in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta*, **590**, 234-247 (1980).
- 12) S. W. Jeffrey : Properties of two spectrally different components in chlorophyll *c* preparations. *Biochim. Biophys. Acta*, **177**, 456-467 (1969).
- 13) N. Sato and N. Murata: Preparation of chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and bacteriochlorophyll *a* by means of column chromatography with diethyl amino ethylcellulose. *Biochimica et Biophysica Acta*, **501**, 103-111 (1978).
- 14) M. Kobayashi : Study of precise pigment composition of photosystem I-type reaction centers by means of normal-phase HPLC. *J. plant Res.*, **109**, 223-230 (1996).
- 15) A. S. Mostaert and U. Karsten, Y. Hara and M. Watanabe : Pigments and fatty acids of marine raphidophytes: A chemotaxonomic re-evaluation. *Phycological Research*, **46**, 213-220 (1998).
- 16) C. S. French, J. S. Brown and M. C. Lawrence: The forms of chlorophyll in chloroplast fractions of various algae. *Annual Report 05. the Director Department of Plant Biology, Carnegie Institution Year book*, **70**, 487-495 (1971).
- 17) C. S. French and J. A. Berry: Curve analysis of low-temperature spectra of mesophyll and bundle sheath chloroplasts of Sorghum Sudanese in comparison to naturally and artificially separated pigment systems of higher plants. *Annual Report of the Director Department of Plant Biology, Carnegie Institution Year Book* **70**, 495-498 (1971).

## 石川県の海水漁船の現状と展望

四方崇文

(2001年9月30日受付)

### Marine Fishing Vessels in Ishikawa Prefecture: Situation and Outlook

Takafumi Shikata \*

The aim of this report is to review the trend in registration of marine fishing vessels and to provide a view of the future fishing fleet of Ishikawa prefecture. Statistical data of fishing vessels and registration data during the past 10 years were analyzed. The number of powered fishing vessels made of fiberglass reinforced plastics (FRP) rapidly increased from 1970's to 1980's, and FRP vessels accounted for 93 percent of all fishing vessels at the end of 2000. Besides, 65 percent of FRP vessels at the end of 2000 were the vessels launched before 1985, and the average age of FRP vessels increased from 10.3 years in 1991 to 16.1 years in 2000. From these facts, the number of fishing vessels in Ishikawa prefecture is expected to decrease because a large number of old FRP vessels will be probably removed from the fishing fleet.

Changes in the number of FRP vessels were analyzed according to launch year. An inverse linear relationship existed between relative number of FRP vessels after five years and age of vessel. Based on the relationship, the number of FRP vessels at the end of 2010 was estimated to be 77 percent of that at the end of 2000. Moreover, about 2,000 FRP vessels built mainly before 1985 will be deregistered during the decade between 2001 and 2010. Therefore, attention must be paid to the issue of disposal of FRP vessels.

**Key words:** fishing vessel, FRP vessel, fishing fleet, statistical data, registration

1999年12月31日現在の漁船統計<sup>1)</sup>によると全国の海水漁船隻数は347,621隻で、このうち石川県の漁船は2.02%を占めており、石川県は海水漁船の隻数勢力では全国で中位に位置している。1999年の全国の海水漁船隻数は1980年のピーク時の82%に減少しているが、石川県でも1988年以降、海水漁船隻数は減少傾向にある。現在の水産業は沿岸資源の悪化による漁獲量の減少、魚価の低迷、漁業就労者の減少と高齢化等厳しい状況に直面しており、<sup>2),3)</sup>このような現状に漁船の老朽化、不景気に伴う漁船の買換需要の低下という要因が重なって漁船隻数は減少していると考えられる。

石川県では1970年代中頃から1980年代中頃に FRP

(Fiberglass Reinforced Plastics)製の漁船隻数が急激に増加する一方、木船の隻数が減少し、現在に至っては大部分がFRP船になっている。現在使用されているFRP船の多くは1980年前後に建造されたもので使用年数は20年を経過しており、今後はFRP船の老朽化に伴う廃船処理問題が大きくなることが想定される。しかしFRP船の耐用年数が明確でないために今後どの程度の割合で廃船隻数が増加するのか明らかでない。

漁船隻数の動向はFRP船の廃船処理問題のほか、造船業、漁船機器製造販売業、漁船保険業等にもかかわる重要な問題である。漁船隻数の資料としては水産庁の刊行する漁船統計表、<sup>1)</sup>並びに各都道府県の作成する漁船

\* 石川県農林水産部水産課 (〒920-8580 石川県金沢市広坂2-1-1)

統計があり、<sup>4)</sup>毎年12月31日現在の船質別、トン数階層別、漁業種類別の隻数が集計されている。しかしこれらの漁船統計は漁船の老朽化の現状や今後の漁船隻数の動向を判断するための資料としては不十分である。というのも漁船統計には建造（進水）年別隻数、新規登録隻数および登録抹消隻数が集計されておらず、船齢、建造、廃船等の状況が全く把握できないからである。しかし今後の漁船隻数の動向を推定するにはむしろ進水年別隻数、新規登録隻数、登録抹消隻数のデータが重要である。

漁船隻数の予測動向は将来の漁船漁業に係わる問題を検討する際の基礎資料として有用である。このような観点から進水年別の漁船隻数に着目したデータ解析を行った。本報では最初に石川県漁船統計総覧に基づき現在までの漁船隻数の推移を概観し、次に過去10年間の進水年別漁船隻数、新規登録隻数、登録抹消隻数の状況を整理した。そして最後にそれらのデータを基に今後のFRP船隻数の動向を予測することを試みた。

### 材料および方法

漁船登録とは漁船法に基づく行為であり、船舶（総トン数1トン未満の無動力船を除く）を漁船として使用するには都道府県が保管する漁船原簿に登録しなければならない。現在、石川県では独自システムを利用して漁船の登録管理を行っている。この登録システムはNEC社製のオフィスパソコンN5200を用いたもので1990年から運用されており、漁船原簿の最新の登録内容と1990年以降の登録履歴がそれぞれ個別にデータベースとして記録されている。本研究ではこの登録システムから2000年12月31日現在の登録データと1990年以降の登録履歴データをそれぞれ出力し、両データを表計算プログラムMS-EXCEL

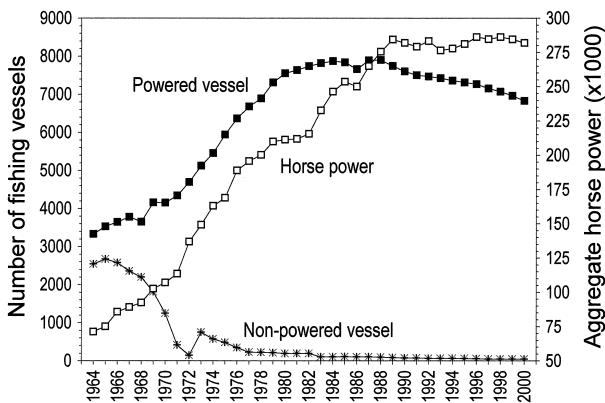


Fig.1. Annual changes in number of powered and non-powered fishing vessels and aggregate horse power.

(Microsoft社)を用いて組み合わせることで過去10年間の12月31日現在の登録状況を再現した。そしてその再現データに基づいて進水年別隻数や平均船齢の推移を調べた。また登録履歴データから1991年以降の新規登録および登録抹消のデータを抽出し、船質別トン数階層別登録事由別の漁船隻数を年別に集計した。

本研究では漁船の建造、転用、県外譲受など新規に漁船原簿が作成される場合を新規登録とし、廃船、解撤、県外譲渡など漁船原簿が閉鎖される場合を登録抹消として扱った。県内での譲渡あるいは相続により漁船の所有者が代わる場合の事務上の手続きとしては、前所有者に対して登録抹消し、それと同時に新所有者に対して新規登録が行われる。この場合には漁船はそのまま承継されて実質的な隻数の増減を伴わないので、本研究では県内譲渡および県内相続を新規登録および登録抹消に計上しないことにした。なお登録システムから抽出したデータに不明な点があった場合にはその都度漁船原簿を確認してデータを適宜修正した。石川県の過去の漁船隻数の推移については毎年12月31日現在の集計結果である石川県漁船統計総覧<sup>4)</sup>および水産庁が刊行する漁船統計表<sup>1)</sup>のデータに基づいた。

### 結果および考察

石川県の海水漁船勢力の推移 無動力漁船と動力漁船の隻数および馬力数の推移を Fig.1に示した。動力漁船の隻数は1964年以降急激に増加して1988年には7,901隻に達したが、その後は漸減傾向となり、2000年には6,830隻になっている。無動力漁船の隻数は1964年から1970年代に急激に減少し、その後も徐々に減少して2000年には47隻になっている。これらの漁船隻数の推移から、石川

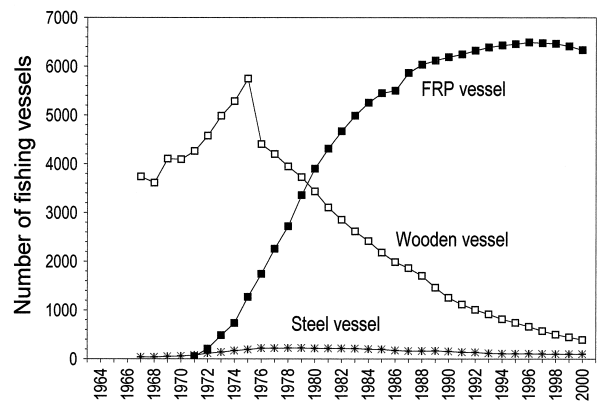


Fig.2. Annual changes in number of powered fishing vessels according to type of construction.



## 石川県の海水漁船の現状と展望

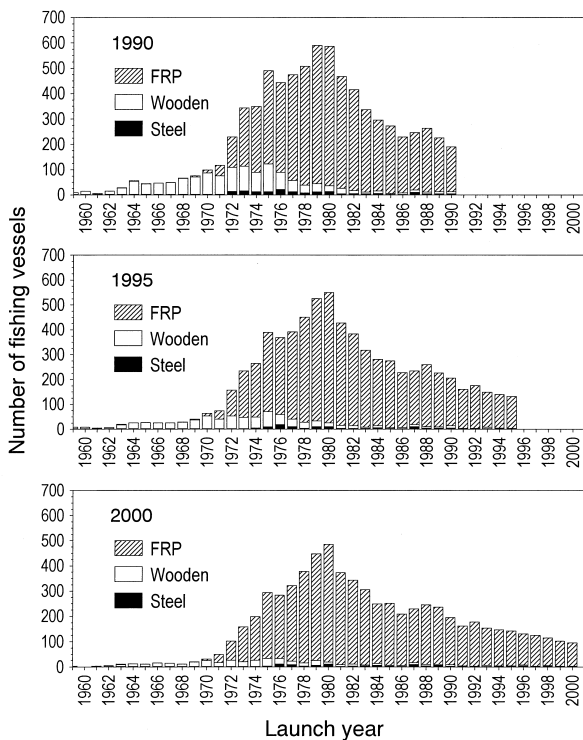


Fig. 3. Number of powered fishing vessels according to type of construction and launch year at the end of 1990, 1995, and 2000.

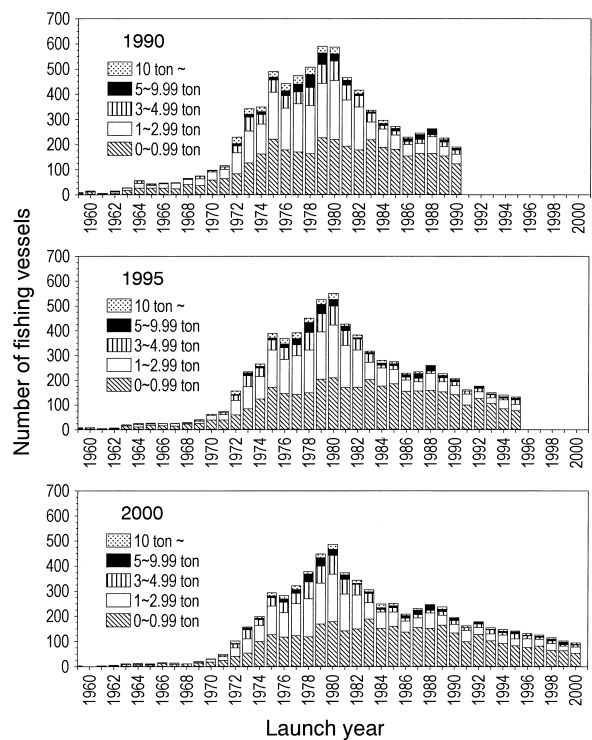


Fig. 4. Number of powered fishing vessels according to size of vessel and launch year at the end of 1990, 1995, and 2000.

県では1970年代後半に漁船の動力化はほぼ完了したといえる。一方、動力漁船の総馬力数は1964年以降急激に上昇し、1989年には1964年当時の約4倍である28万PSに達し、その後は動力漁船隻数の漸減傾向にもかかわらずほぼ一定で推移している。

動力漁船の隻数と総馬力数から漁船1隻当りの平均馬力数を求めると、平均馬力数は1964年の21.4 PS/隻から2000年の41.3 PS/隻へと上昇しており、1年当り0.52 PSの割合で高出力化が進んでいる。漁船統計上の馬力数は推進機関のシリンダ数、シリンダ直径および行程から算出される漁船法馬力に基づくが、推進機関の実質的な出力（軸出力）には回転数や正味平均有効圧も関係しており、近年それらを含めた推進機関の高性能化<sup>5)</sup>が進んでいる。このため推進機関の実質的な高出力化は漁船法馬力数以上に進んでいるといわれている。

船質別の漁船隻数の推移を Fig.2 に示した。FRP 船と木船は大部分が沿岸漁業に用いられる20トン以下の漁船であり、鋼船は主に中型いか釣り、まき網、ます流網など沖合漁業に用いられる漁船である。FRP 船は1970年代から1980年代に急激に増加し、その後1996年まで漸増傾向にあったが、1997年以降は僅かながら減少に転じている。木船は1970年代中頃以降減少傾向にあり、2000

年には394隻にまで減少している。従って1970年代中頃から1980年代に沿岸漁業に用いられる漁船のFRP化が急速に進み、1990年代後半にはほぼ全て(90%以上)がFRP化したといえる。一方、鋼船は1970年代中頃から1980年代中頃まで約200隻あったが、その後減船して1993年以降は100隻前後になっている。

海水動力船の進水年別隻数の推移 石川県では1970年代後半に大部分の漁船が動力化している。従ってそれ以降の漁船隻数の動向を検討するには動力船に着目すればよいといえる。本研究では1990年以降の12月31日現在の動力漁船の登録状況を1年毎に再現しており、そのうち1990年、1995年および2000年の動力漁船の船質別進水年別隻数を Fig.3 に示した。1990年の登録状況をみると既にFRP船が多数を占めているが、木船もまだ比較的多く登録されており、1960年代から1970年代に進水した木船が多い。FRP船では1970年代以降に進水した漁船が登録されており、1980年の進水隻数が最も多く、それ以降の進水年では隻数が減少している。1995年と2000年の登録状況を1990年のそれと比較すると、1960年代から1970年代に進水した木船が大幅に減少したことが分かる。またFRP船では進水年の古いものほど隻数減少の割合は高い傾向にあるが、1980年前後に進水したFRP

四方

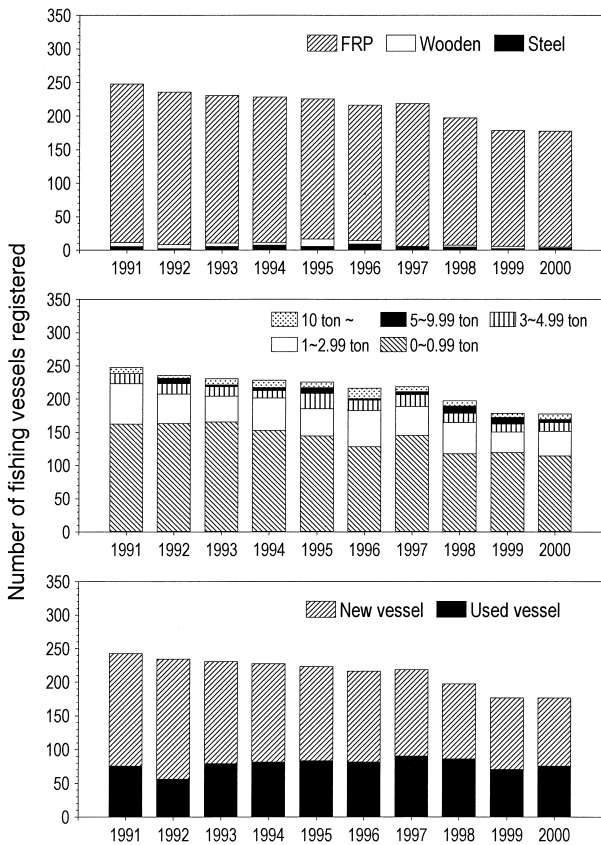


Fig.5. Number of powered fishing vessels registered between 1991 and 2000. Data are shown according to type of construction, size of vessel, and reason for registration.

船の隻数が特に多いため、2000年の登録状況をもて1980年前後に進水したFRP船の隻数が多いという状況は変わっていない。

1990年、1995年および2000年の動力漁船のトン数階層別進水年別隻数を Fig.4に示した。1990年の登録状況を見ると1970年代から1980年代前半に進水した漁船はそれ以降に進水した漁船に比べて1トン未満の漁船の割合が低く、1トン以上の漁船の割合が高い傾向にある。また1995年と2000年の登録状況を見ると1980年代中頃以降に進水した漁船の多くは1トン未満であることが分かる。

漁船の進水年は建造年とほぼ一致するので上述の進水年別隻数の結果は漁船建造の推移を示していると考えられる。すなわち1970年頃から始まったFRP船の建造はその後急速に増加して1980年にピークとなり、その後は減少傾向にある。また1970年代から1980年代前半に建造されたFRP船はそれ以降に建造されたFRP船よりも総トン数の大きいものが多い。これらの事実から1970年代から1980年代前半にトン数の大きなFRP動力漁船が数多く建造された結果、漁船漁業の漁獲努力量は飛躍的に

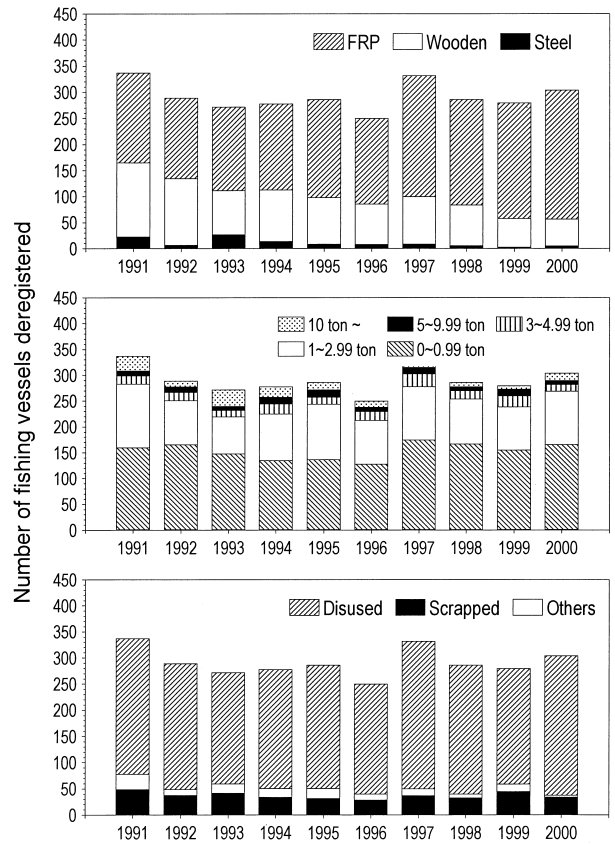


Fig.6. Number of powered fishing vessels deregistered between 1991 and 2000. Data are shown according to type of construction, size of vessel, and reason for deregistration.

高まったものと考えられる。

海水動力船の新規登録と登録抹消の推移 船質別トン数階層別事由別の新規登録隻数の推移を Fig.5に示した。新規登録漁船の大部分(96%)はFRP船であり、1トン未満船の登録が最も多く、全体の66%を占めている。新規登録隻数は1991年の247隻から2000年の177隻へと年々減少する傾向にあり、1トン未満の階層で登録隻数の減少が著しい。また5トン以上の階層の新規登録隻数は年平均14隻であり、過去10年間は減少傾向は認められない。登録事由別にみると転用による新規登録は年間約80隻とほぼ一定であるが、建造による新規登録は年々減少する傾向にある。

船質別トン数階層別事由別の登録抹消隻数の推移を Fig.6に示した。抹消隻数は年平均290隻であり、年によって多少の増減はあるものの概ね一定である。船質別にみると木船の抹消隻数が年々減少し、逆にFRP船の抹消隻数が増加する傾向にある。これは漁船登録されている木船の隻数が年々減少していることとFRP船の老朽化が進行していることを反映した結果である。トン数階

## 石川県の海水漁船の現状と展望

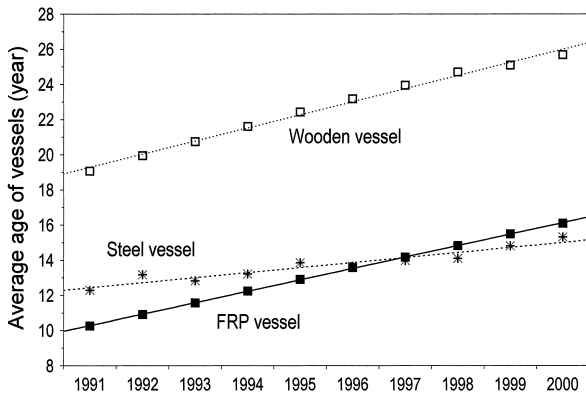


Fig. 7. Changes in average age of powered fishing vessels according to type of construction between 1991 and 2000.

層別では1トン未満船の抹消隻数が最も多く、次いで1～3トン未満船の抹消隻数が多い。事由別では廃船による登録抹消が全体の83%を占めており、解撤による抹消は13%にとどまっている。漁船登録上の廃船とは、漁船登録を抹消することであり、船体を廃棄処分することを伴わない。従って廃船抹消した漁船はその後一般船舶として使用されるか、廃棄処分されずに漁港等に放置されている可能性が高い。今後FRP船の抹消隻数は年々増加すると考えられることから、放置船の増加、FRP船の廃棄処分の問題が大きくなると考えられる。

海水動力船の船質別平均船齢の推移 動力漁船の進水年別隻数のデータから計算した船質別平均船齢の結果をFig. 7に示した。木船、鋼船およびFRP船の船齢は年々高まる傾向にあり、いずれも船齢はほぼ直線的に上昇している。木船の船齢が最も高く、1年間に0.75年のペースで高齢化している。これは近年、木船の建造がほとんどないためである。鋼船の高齢化は最も緩やかで、1年間で0.29年ずつ船齢が増している。FRP船の船齢は1991年には10.3年であったが、1年間に0.65年のペースで高齢化して2000年には16.1年となっている。平均船齢は進水年別漁船隻数の組成によって決定される。進水年別隻数を示したFig. 3から明らかなように、FRP船では1970年代から1980年代前半に進水した漁船が今なお多く登録されており、FRP船の高齢化は今後さらに進行すると考えられる。

FRP船の耐用年数 既に動力漁船の大部分はFRP船であり、今後もFRP船が漁船の主流であると考えられる。従って漁船隻数の動向を検討する場合はFRP船に着目すればよいといえる。そこで先ず1990年から2000年までのFRP船の進水年別の隻数変化を調べた(Fig. 8)。進水年別の隻数変化をみるにあつて進水年を1年毎に図

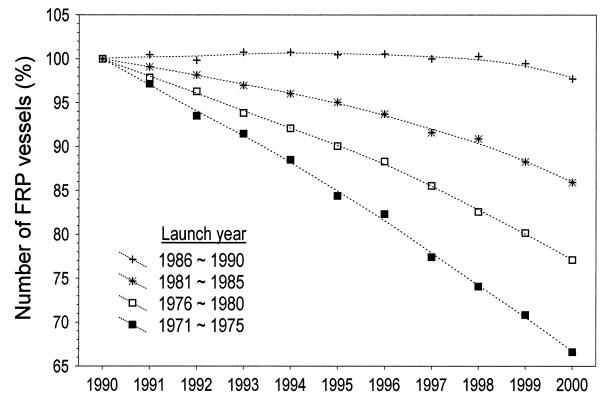


Fig. 8. Changes in number of powered FRP vessels according to launch year between 1990 and 2000. Numbers of vessels at the end of each year are expressed as percentage of that at the end of 1991.

示すると年間の隻数変化が少ない場合があるため隻数変化の特徴がつかみにくい。そこで1971年から1990年までの進水年を5年分ずつまとめ、各年代別に1990年における隻数を100%とした隻数変化を図示した。1986年から1990年に進水したFRP船の隻数は過去10年間あまり減少していないが、進水年が古いFRP船ほど隻数の減少が著しく、1971年から1975年に進水したFRP船は10年間で67%に減少している。さらに進水年別の隻数変化のあてはめ曲線を見ると曲線が湾曲しており、隻数の減少割合が年々大きくなっていることが分かる。これは1990年から2000年の間にもFRP船の高齢化(老朽化)が進み、登録抹消される割合が高まるためだと考えられる。以上のことからFRP船の隻数減少の割合は船齢と関係のあることが分かる。

そこで次にFRP船の船齢と隻数変化の関係を調べた(Fig. 9) 隻数変化をまとめるにあつて1990年から1995年の各年における船齢別の隻数に対する5年後の隻数割合を求めた。ここで5年後の隻数を求めたのは区切りがよいことと1年または2年程度では隻数の変化が小さく、船齢と隻数変化の関係が明瞭でなかったためである。船齢と5年後の隻数の関係をみると両者の間には直線関係が認められ( $Y=1.0517-0.0123X$ )、船齢が高いFRP船ほどその後の隻数減少の割合が大きいことが明らかになった。

前述の船齢と隻数変化の関係式は船齢23年以下の漁船隻数から求めたものであるが、この関係式が船齢24年以上の漁船にも当てはまると仮定してFRP船の隻数の推移モデルを考えた。ある年に進水したFRP船のその年の登録隻数を100とすると5年後の登録隻数は関係式に $X=0$ を代入して求めた値(1.05)を100に乗じて105となる。

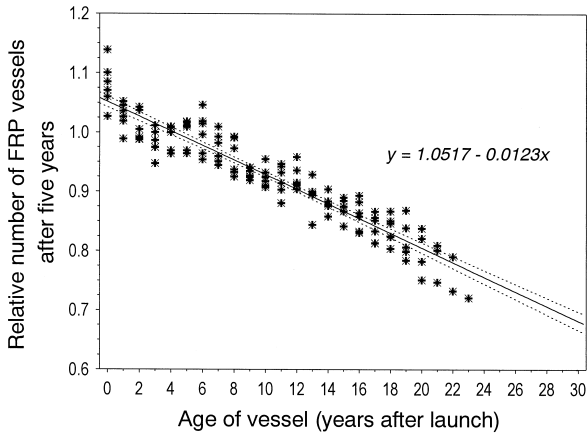


Fig.9. Relationship between relative number of powered FRP vessels after five years and age of vessel.

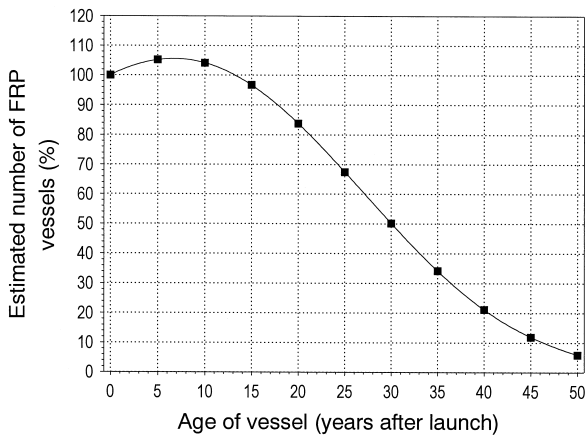


Fig.10. Changes in estimated number of powered FRP vessels after launch on the basis of regression curve in fig.9. Numbers of fishing vessels after launch are expressed as percentage of number of vessels registered at launch year.

さらにその5年後の登録隻数は関係式に  $X = 5$  を代入して求めた値 (0.99) を105に乗じて104となる。同様に5年毎の登録隻数を算出して Fig.10に示した。この推移モデルでは5年後および10年後の隻数は100をやや上回る。これは進水後10年間は中古船の登録(転用)隻数が抹消隻数よりも多いためである。進水10年目以降に登録隻数は減少するが、進水後15年から30年の間は隻数減少は年々顕著になり、その後隻数減少は鈍化する。これは漁船の高齢化に伴い隻数の減少割合は増加するが、高齢化した漁船の場合は既に隻数そのものが少なくなっているために隻数減少が鈍化するのである。既に述べたように高齢化の著しい木船の場合、登録隻数は1970年代中頃以降減少しているが、隻数減少は年々鈍化する傾向にある (Fig.2)。このように高齢化漁船の隻数減少の鈍化は

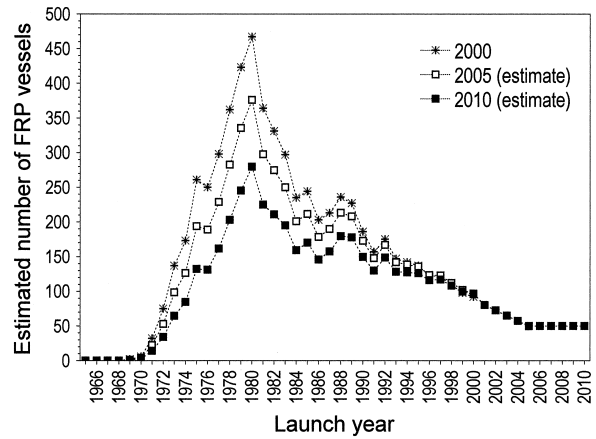


Fig.11. Estimated number of powered FRP vessels according to launch year at the end of 2005 and 2010. Numbers of vessels were estimated on the basis of registration data at the end of 2000.

実際に木船でもみられる現象である。

前述のように FRP 船の登録隻数がある船齢を境に急速に減少することは考えられないので、FRP 船の耐用年数を明確に示すことはできない。しかし登録隻数が半減するまでを耐用年数とみなせば (Fig.10), FRP 船の漁船としての耐用年数は約30年であるといえよう。

今後の FRP 船の隻数動向 前述の FRP 船の船齢と5年後の隻数の関係式を用いて2005年と2010年の FRP 船の隻数を推定した。推定に先立ち1990年の進水年別登録隻数のデータを用いて1990年以前に進水した FRP 船の1995年と2000年における登録隻数を推定したところ、推定隻数と実際の隻数との誤差は1%以内であった。2000年の進水年別隻数から推定した2005年と2010年の隻数の結果を Fig.11に示した。なお2001年以降に進水する FRP 船の隻数については、1990年から2000年までの進水隻数の減少傾向 (7.65隻/年) が2004年まで継続し、それ以降は年間50隻で一定になると仮定した。2005年以降の進水隻数を一定としたのは、今後 FRP 船の高齢化に伴う買換需要の増加が見込まれ、際限なく隻数が減少し続けることはないと考えたからである。2005年および2010年の進水年別の隻数をみると (Fig.11), 1980年代中頃以前に進水した FRP 船で大幅に隻数が減少することが予想され、2000年に6,326隻であった FRP 漁船の隻数は2005年には5,723隻, 2010年には4,898隻に減少すると推定される。また2010年までの10年間の登録抹消隻数は約2,000隻に達すると予想される。さらに2010年における鋼船と木船の登録隻数をそれぞれ80隻および200隻とすると石川県の海水動力漁船隻数は約5,200隻となり、2000年の登録隻数の76%にまで減少すると考えられる。

## 石川県の海水漁船の現状と展望

前述のように石川県では、1980年代中頃以前に進水したFRP船を中心に今後登録隻数が大幅に減少し、2010年までの10年間で約2,000隻のFRP船が登録抹消されると推定された。廃漁船は産業廃棄物であり、その処理責任は漁業者にある。しかし処理施設やコストの問題があるため廃FRP船の一部は漁港や海岸に放置されているのが現状であり、今後登録抹消隻数の増加に伴い放置漁船はさらに増加すると考えられる。小型の漁船では登録番号は船体にペンキ等で書かれている場合が多く、風雨等で登録番号が消えてしまうと所有者を特定することが困難になり、結果的に廃漁船の処理責任の所在や費用負担の問題が生じることが予想される。こういった問題の発生を防ぐためにも放置漁船の実態把握とその管理方法に関して早急に検討する必要がある。

## 文 献

- 1) 水産庁：漁船統計表，1966-2001.
- 2) 水産庁：平成11年度漁業の動向に関する年次報告，2000.
- 3) 水産庁：平成12年度漁業の動向に関する年次報告，2001.
- 4) 石川県：石川県漁船統計総覧，1965-2001.
- 5) 小田健一，佐藤なみ子，長谷川勝男：漁船機関データベースの構築．水工研技報漁船工学，13，11-18（1993）.



## エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム(EDTA-2Na)を用いた イタヤガイの自家受精防除の検討

田中正隆  
(2001年10月1日受付)

### Prevention of Self-fertilization of Japanese Bay Scallop *Pecten (Notovala) albicans* treated with Disodium Ethylenediamine-tetraacetate (EDTA-2Na)

Masataka Tanaka \*

On the occasion of spawning inducement of Japanese bay scallop, *Pecten (Notovala) albicans* which is hermaphrodite, it was studied whether spawning in sea water containing disodium ethylenediamine-tetraacetate (EDTA-2Na) is effective to prevent self-fertilization.

Experiments were carried out with an insemination ratio of 10,000 sperm to 1 egg. Under this condition, sperm was considered to adhere to egg membrane certainly.

Fertilization was effectively prevented at more than 1.0 mM of EDTA. When the inseminated eggs were treated with 1.0 mM of EDTA for 10 minutes, about 20% of the eggs were fertilized by second insemination after washing by decantation. However, eggs treated with 1.0 mM of EDTA for 30 minutes were hardly fertilized by second insemination. Moreover, for eggs treated with 1.5 mM of EDTA, incidence of fertilization by second insemination was low, and egg deformity was frequent.

These results indicate that EDTA concentration necessary to efficiently prevent self-fertilization in sea water is about 1.0 mM and that it is adequate to collect eggs within 10 minutes of spawning.

**Key words:** Japanese bay scallop, hermaphrodite, spawning inducement, self-fertilization, EDTA-2Na

邦産イタヤガイ *Pecten (Notovala) albicans* (以下イタヤガイとする)の人工種苗生産は、養殖用種苗の安定供給を目的として、1980年代より本格的な技術開発が行われた。<sup>1-9)</sup>そのうち採卵に関しては、母貝養成、<sup>1,4-6,10,11)</sup>産卵誘発、<sup>1,3,5,6,12,13)</sup>受精方法等について種々の検討がなされ、<sup>3-6,12)</sup>技術確立に結びつく知見が集積されている。

二枚貝類には雌雄同体現象を示す種が多く確認されており、それらはその雌雄同体性の出現パターンにより4つの型に分類されている。<sup>14-16)</sup>このうち精子と卵がほぼ並行して造られる「機能的雌雄同体現象」を示す型にあてはまる種が多く、イタヤガイもこの型に含まれると考えられている。<sup>17)</sup>雌雄同体のイタヤガイは自家受精が可能であり、<sup>17,18)</sup>自家受精により発生した幼生は正常に成長したとの報告がある。<sup>19)</sup>一方でアメリカイタヤガイ *Aquiptecten irradians* の自家受精卵は他家受精卵よりも

孵化率や幼生の成長が劣るとされ、<sup>20)</sup>通常は放卵と放精の間に自ら時間差を設けることで自家受精の機会を少なくしていると考えられている。<sup>15,16,21)</sup>イタヤガイの採卵においても先に放精がおこり、その後放卵する個体が多く見られるため、<sup>1,5)</sup>この現象はアメリカイタヤガイと同様、自家受精の機会を減らす手段とも考えられる。実際、自家受精卵よりも他家受精卵から、正常なD型幼生が多く孵化したという実験結果が報告されており、<sup>3)</sup>現在、種苗生産の現場では極力自家受精を避け、異個体の卵と精子で受精を行うことが望ましいと考えられている。しかし実際は先に放卵する個体や、放精と放卵を繰り返す個体も見られる。さらには見かけ上放卵のみが観察され、精子の付着していない卵を確保したつもりでも、検鏡すると自家受精している場合もある。この原因として、イタヤガイの卵と精子がともに同じ生殖導管より放

\* 石川県水産総合センター技術開発部 (〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港3-7)

出されることが示唆されている。<sup>18)</sup>実際、雌雄同体であるヨーロッパホタテガイ *Pecten maximum* では生殖葉の連続切片を観察した結果、卵と精子が放出される生殖導管がはじめは別々に存在するが、最終的に1本の腎管に合流することが判明している。<sup>22)</sup>こうしたことから、自家受精の起こらないような採卵技術の開発が必要といえる。

ところで海産無脊椎動物の多くは、海水中の Ca イオン濃度が低レベルにあると受精が起こらないとされている。<sup>23,24)</sup>イタヤガイと同じく雌雄同体であるトリガイにおいて、金属イオンと水溶性のキレート錯体を形成するエチレンジアミン四酢酸塩（以下 EDTA とする）を含んだ海水中で放卵させることで、自家受精を防止する方法が検討されている。<sup>25)</sup>そこで今回 EDTA による処理がイタヤガイの自家受精の防除にも応用できるかどうか実験を行った。

### 材料および方法

**実験1：媒精割合の検討** EDTA によるイタヤガイの自家受精防止試験を行うにあたり、媒精時の精子濃度が低い場合、EDTA による受精阻害でなく、単に精子の割合が少ないために卵膜への精子の付着が見られないという可能性がある。このため EDTA を用いた受精阻害試験に先立ち、卵膜に精子が確実に付着するための媒精割合（卵1個あたりに必要な精子数）を検討した。

試験に用いたイタヤガイは能登島周辺海域で採集された殻長68.9~84.6mm（平均殻長76.3mm）の8個体である。これらに紫外線処理海水を用いた温度刺激法による産卵誘発を行った。<sup>5)</sup>すなわち紫外線流水殺菌装置（ユートロン-SS-110S, (株)三輝）で一定処理した<sup>26)</sup>水温11.7°Cの海水を貯めたアクリル水槽（45×90×45cm）に、1時間空中干出させたイタヤガイを収容し、その後チタニウム水中ヒーター（AC100V-1KW, 日東機材（株））を用いて水温21.8°Cまで上昇させた。アクリル水槽内で放卵あるいは放精を開始した個体はただちに持ち上げ、それぞれ個体別に紫外線処理していない水温約20°Cの海水を貯めたボールへ移した。その後ボール内で放精した精子および放卵した未受精卵を実験に供した。未受精卵は放精より先に放卵した1個体から得られた。先に放精した3個体分の精子を混合し、トーマ氏血球計算盤（萱垣医理工工業（株））を用いて精子懸濁液の濃度を求めた。精子数がそれぞれ $1 \times 10^4$ ,  $5 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $2 \times 10^6$ ,  $5 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $2 \times 10^7$ ,  $5 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$  となるよう100mL 精子懸濁液を作成した。200mL ピー

カーにこの精子懸濁液と未受精卵10,000個を収容し受精させた。媒精約15分後に各試験区の任意の卵50個（精子数 $2 \times 10^7$ 個以上の区では任意の卵25個）を生物顕微鏡（BX50, オリンパス光学工業（株））下で観察し、 $\times 300$ の平面視野で卵1個あたりに付着している精子数を計数した。また媒精から約13時間30分後に各試験区の任意の卵100個を取り出し、同顕微鏡下で発生が進行している卵（受精卵）と発生が進行していない卵（未受精卵）との割合（以下受精率とする）を調べた。

**実験2：EDTA 処理による自家受精阻害試験** 試験に用いたイタヤガイは能登島周辺海域で採集された殻長61.2~99.4mm（平均殻長76.9mm）の16個体である。産卵誘発および採卵の方法は実験1と同様にした。精子の採取については今回の産卵誘発では十分な精子量を得ることができなかった。イタヤガイの精子は意図的に切り出した精子でも十分受精能力があるとされている。<sup>5)</sup>よって本実験では放卵していない3個体の精巣部分よりメスで切り出した精子を使用した。なお精子濃度は実験1の方法と同様に求めた。

20°Cに調温した精密濾過海水（メムコア超精密濾過装置-0.2 $\mu$ m, 三井造船（株））に、1N NaOH を適量加えながらエチレンジアミン四酢酸二ナトリウム（ナカライテスク（株））（以下 EDTA-2Na とする）を溶解し2.0mM 溶液 1 L を作成した。これを精密濾過海水で希釈して EDTA-2Na の最終濃度が0, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5mM となるよう100mL ビーカーに調製した。放精より先に放卵した1個体より得られた未受精卵を、各ビーカーに5,000個ずつ収容した。さらに精子を卵数の10,000倍となるよう添加し、最終容量が100mL となるよう精密濾過海水を加えた。なお、EDTA-2Na 0, 0.5, 1.0, 1.5mM 濃度については、それぞれ精子を全く入れない実験も併せて行った。

すべてのビーカーは、水分の蒸発を防ぐために表面をパラフィルムで覆った後、20°Cに設定したインキュベーター（MIR-152NL, 三洋電機（株））に収容した。媒精約3時間30分後に各試験区とも任意の100個の卵を取り出し、生物顕微鏡（ $\times 300$ ）で観察した。観察した卵は、極体の放出あるいは正常卵割の進行が確認できたものを「受精卵」、極体の放出が確認されず卵割も見られないものを「未受精卵」、卵の崩壊や不完全な卵割が見られたものを「異常卵」として分類し計数した。さらに未受精卵を20個無作為に抽出し、実験1と同様の方法で卵1個あたりに付着している精子数を計数した。

**実験3：EDTA 処理後の再媒精方法の検討** EDTA により自家受精を防止した後の最終的な媒精方法を検討す



るため以下の実験を行った。最終濃度 0.5, 1.0, 1.5mM EDTA-2Na 溶液下で媒精した後, 各濃度とも以下の3種類の処理を行う実験区を設けた。①媒精10分後に洗卵し精密濾過海水中に入れる(以下洗卵のみ区とする), ②媒精10分後に洗卵し再媒精する(以下10分後再媒精区とする), ③媒精30分後に洗卵し再媒精する(以下30分後再媒精区とする)。洗卵はミュラーゲーゼ(オープニング20 $\mu$ m)製の網で卵を濾し精密濾過海水を注ぐ

方法とし, 再媒精はEDTAの含まれていない精密濾過海水下で行った。最初の媒精から約6時間30分後に卵の分類, 計数および付着精子の計数を行った。なお使用した卵および精子, EDTA-2Naの濃度調整法, 媒精における精子濃度, 卵の分類と計数および精子付着数の計数法については実験2と同様にした。

実験2および3で設定した計22の試験区の条件を Table 1にまとめた。

Table 1. Experimental condition for Japanese bay scallop

Beaker No.	Concentration of EDTA-2Na(mM)	Insemination ratio	Treatment
1	0		
2	0.05		
3	0.1		
4	0.25	egg:sperm (1:10,000)	no decantation. incubation at 20°C. observation after 3.5h.
5	0.5		
6	0.75		
7	1.0		
8	1.25		
9	1.5		
-----			
10	0		no decantation.
11	0.5	only egg (without sperm)	incubation at 20°C. observation after 3.5h.
12	1.0		
13	1.5		
-----			
14	0.5	egg:sperm (1:10,000)	decantation after 10 min. addition only sea water. incubation at 20°C. observation after 6.5h.
15	1.0		
16	1.5		
17	0.5		
18	1.0	egg:sperm (1:10,000)	decantation after 10 min. addition sperm(same concentration). incubation at 20°C. observation after 6.5h.
19	1.5		
-----			
20	0.5	egg:sperm (1:10,000)	decantation after 30 min. addition sperm(same concentration). incubation at 20°C. observation after 6.5h.
21	1.0		
22	1.5		

The amount of each solution was 100ml.

The number of eggs in each beaker was  $5 \times 10^3$ , and the number of sperm in each beaker was  $5 \times 10^7$ .

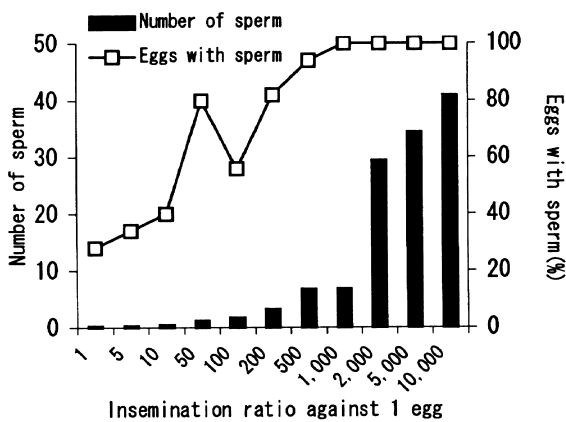


Fig.1. Relation between insemination ratio and average number of sperm which adhered to egg membrane, and percentage of eggs which were adhered by sperm.

## 結果

実験1: 媒精割合の検討 媒精割合を変化させた時の卵1個に対する平均付着精子数および精子が付着していた卵の割合を Fig.1に示した。媒精割合500倍までは精子の付着していない卵が存在したが, 1,000倍以上の媒精割合ではすべての卵に精子の付着が見られた。また卵1個あたりの平均付着精子数は, 媒精割合1,000倍までは10個以下であり, 2,000倍以上になると30個を上回った。媒精割合を変化させた時の媒精から約13時間30分後の受精率を Fig.2に示した。媒精割合500倍までは受精率が65%以下であったが, 媒精割合1,000倍では受精率82%, 10,000倍では受精率98%となった。

実験2：EDTA 処理による自家受精阻害試験  
EDTA-2Na 濃度を变化させた時の受精卵および未受精卵の割合を Fig.3 に示した。EDTA-2Na 濃度が 0.75mM までは受精卵の割合が 25~39% と高く、未受精卵の割合は 30~54% であった。1.0mM では受精卵の割合がかなり減って 7% となり、未受精卵の割合が 76% となった。1.5mM では、受精卵の割合が 2% とさらに低下し、未受精卵の割合が 96% と高くなった。

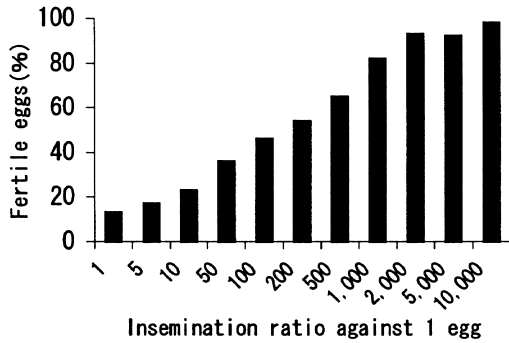


Fig.2. Relation between insemination ratio and percentage of fertile eggs.

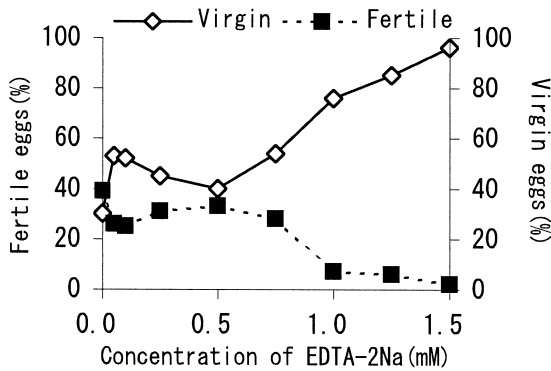


Fig.3. Relation between concentration of EDTA-2Na and percentage of fertile eggs and that of virgin eggs.

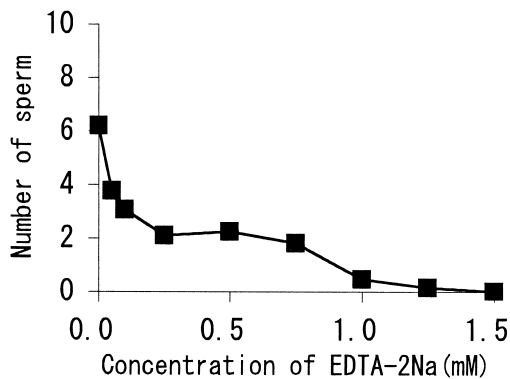


Fig.4. Relation between concentration of EDTA-2Na and average number of sperm which adhered to egg membrane.

また EDTA-2Na 濃度と未受精卵の卵膜に付着していた精子数との関係を Fig.4 に示した。EDTA-2Na 濃度が低い時は付着精子数が多く、EDTA-2Na 濃度が高くなるにつれ付着精子数が減少し、1.5mM では精子の付着が全く見られなかった。

媒精せずに卵のみを EDTA-2Na を含んだ海水に収容した場合の異常卵の割合を Fig.5 に示した。EDTA-2Na を全く含まない海水では異常卵はほとんど見られなかったが、1.0mM では 10% の、1.5mM では 14% の異常卵が観察された。

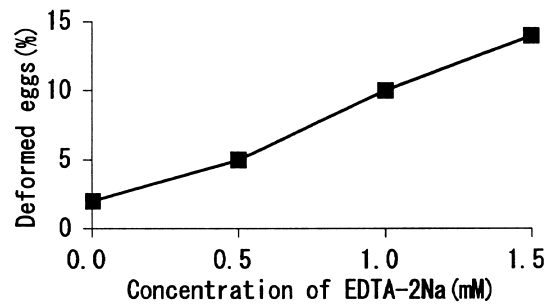


Fig.5. Relation between concentration of EDTA-2Na and percentage of deformed eggs.

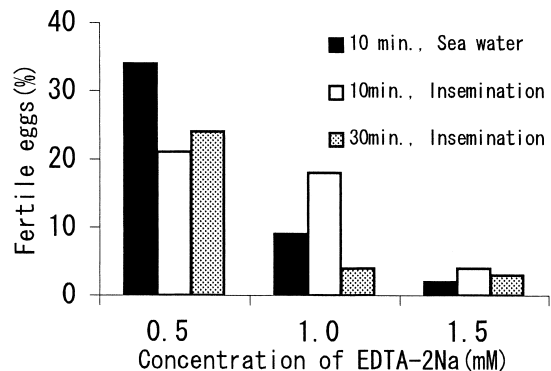


Fig.6. Percentage of fertile eggs which were treated with different conditions after washing eggs by decantation.

実験3：EDTA 処理後の再媒精方法の検討 各試験区での受精卵の割合を Fig.6 に、また異常卵の割合を Fig.7 に示した。EDTA-2Na 濃度が 1.0mM の場合、洗卵のみ区では受精卵の割合は 10% 未満であった。また 10 分後再媒精区では同割合は 20% 近くに達した。しかし 30 分後再媒精区ではほとんどが受精していなかった。

一方、0.5mM の場合は、洗卵のみ区では再媒精していないにもかかわらず 34% の受精卵が確認された。また他の 2 区では両区とも約 20% の受精卵が見られ、再媒精

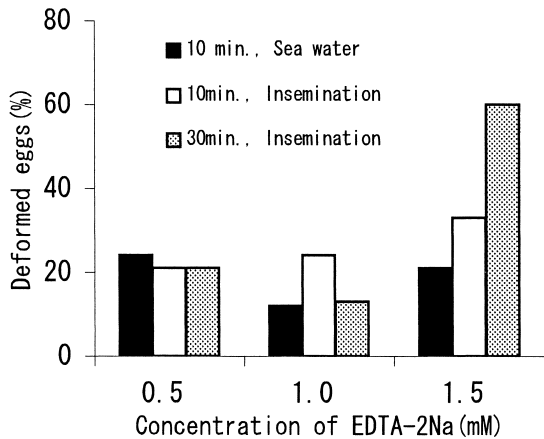


Fig.7. Percentage of deformed eggs which were treated with different conditions after washing eggs by decantation .

前の EDTA 処理時間の違いによる差は見られなかった。さらに1.5mM の場合は全区ともほとんど受精していなかった。また崩壊した異常卵の割合が0.5, 1.0mM の場合よりも高く、特に30分後再媒精区では60%の異常卵が確認された。

## 考 察

雌雄同体であるイタヤガイの自家受精を防止するために、金属イオンのキレート作用を持つ EDTA を含んだ海水中での採卵が有効であるかを検討した。

EDTA を用いた自家受精防止実験を開始するにあたり、媒精時の精子量が少なければ、媒精後の観察で未受精卵が存在した場合、それが EDTA による受精阻害作用であるのか、単に精子量が少なかったためなのか判定が困難となる。そこで精子が確実に卵膜へ付着するために必要な媒精割合を検討した結果、卵1個に対し精子1,000個以上の割合ですべての卵に精子が付着することが示された。受精率は、媒精割合が高くなるほど高い割合となり、卵：精子=1：10,000ではほぼ100%の卵が受精し、発生の進行が確認された。しかし同時に異常な卵割をする卵も多く見られた。卵：精子=1：2,000以上では卵膜に付着する精子数が急増していることから、卵膜に精子が多量に付着すると異常な卵割に結びつくと考えられる。従って実際の種苗生産工程での媒精割合は、卵：精子=1：1,000が適当と考えられる。ただし今回の EDTA を用いた自家受精防止試験では、切開により得た精子を用いたため若干運動能の低い精子が含まれていると考えられた。このため媒精割合を卵：精子=1：

10,000として確実に精子を卵に接触させることとした。実験2の結果から EDTA-2Na を1.0mM 以上添加することにより、卵と精子が遭遇しても、かなりの割合で受精を防止できることが示された。また EDTA の濃度が高くなると未受精卵の卵膜に付着している精子数が減少し、EDTA-2Na が1.5mM の時は全く精子が付着していなかったことから、EDTA の存在が精子の卵膜への付着そのものを阻害していると考えられる。

トリガイの場合は EDTA-2Na を100mg/L (約0.27mM) 含んだ海水中では受精率がほぼ100%であり受精の防止効果がなかったが、200mg/L (約0.54mM) 含んだ海水中では全く受精が見られず受精の防止効果があったとされている。<sup>24)</sup>この時の卵および精子濃度は明らかにされていないが、イタヤガイの場合はトリガイよりも EDTA 濃度を高くすることが必要と考えられた。ただし EDTA 濃度をあまり高くしすぎると異常卵が多く生じることが明らかとなったため、今回の実験においては EDTA-2Na 濃度1.0mM が最も効果的であると思われた。

一方 EDTA の処理後の再媒精法を検討した結果、EDTA-2Na 濃度が1.0mM の場合、EDTA の処理時間を10分間とした時の方が30分間とした時よりも、その後の再媒精による受精率が高かった。トリガイにおいても、EDTA の処理時間が長くなるほどその後の再媒精による受精率が低下し、60分間ではほとんど受精しないと報告されている。<sup>24)</sup>

以上のことから、イタヤガイの自家受精を防除するためには、EDTA-2Na 濃度約1.0mM の海水中で放卵させ、約10分後に卵を回収した後、洗卵、再媒精することが効果的であると考えられた。しかしながらこれら一連の作業は、産卵個体が1個体の場合は対応できるが、同時に何個体も放卵する実際の種苗生産現場では作業の煩雑さ等多くの問題を抱えている。今後は今回の結果を踏まえてより実効性のある手法を検討していく必要がある。

## 謝 辞

本研究に用いたイタヤガイ成員の収集にご尽力下さった、石川県能登島町の漁業者の方々に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) 吉尾二郎：イタヤガイの種苗生産について。日本海ブロック試験研究集録、日本海区水産研究所、19、89-93 (1990)。

- 2) 勢村均： 島根県のイタヤガイ養殖。日本海ブロック試験研究集録，日本海区水産研究所，23，59-64 (1992)。
- 3) 島根県，宮崎県： 平成4年度地域特産種増殖技術開発事業報告書（二枚貝グループ，イタヤガイ），1993。
- 4) 島根県： 平成5～9年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書（二枚貝グループ，イタヤガイ），1998。
- 5) 石田健次，勢村均： イタヤガイ，「種苗生産マニュアル」（島根県栽培漁業センター編），1995，pp.1-16。
- 6) 石田健次，近藤徹郎，勢村均： 島根県栽培漁業センターにおけるイタヤガイ種苗生産の現状。栽培技研，23(2)，135-139 (1995)。
- 7) 勢村均： イタヤガイ幼生飼育において飼育水中に出現する細菌の数量的変動と幼生に及ぼす影響。水産増殖，42(1)，157-164 (1994)。
- 8) 勢村均，山本倫久，佐藤利夫： イタヤガイ浮遊幼生に対する止水海水飼育系と流水海水飼育系における飼育水中の細菌叢の影響。日本海水学会誌，53(4)，267-275 (1999)。
- 9) 田中正隆： イタヤガイの種苗生産および能登島周辺海域における養殖試験について。日本海区水産試験研究連絡ニュース，392，1-3 (2000)。
- 10) 田中邦三： イタヤガイの生態とその増養殖（総説）。栽培技研，15(1)，89-99 (1986)。
- 11) 勢村均： イタヤガイ成貝における餌料プランクトンの種および濃度と濾水速度，消化率，同化速度との関係。日水誌，61(5)，673-678 (1995)。
- 12) 西広富夫： イタヤガイ *Pecten (Notovala) albicans* の産卵誘発とふ化について。京都海洋センター研報，5，47-50 (1981)。
- 13) 田中彌太郎，村越正慶： セロトニン注射によるイタヤガイの放精・放卵誘起。養殖研報，7，9-12 (1985)。
- 14) W. R. Coe： Sexual differentiation in mollusks. I. Pelecypods. *Quart.Rev.Biol.*，18，154-164 (1943)。
- 15) 森勝義： 二枚貝の繁殖生理，「栽培漁業技術研修事業基礎理論コース 親魚養成シリーズ NO.7」（(社)日本栽培漁業協会編），pp.1-34 (1990)。
- 16) 森勝義： 二枚貝の成熟，発生，成長とその制御，「水族繁殖学」（隆島史夫，羽生功編），緑書房，東京，1989，pp.325-363。
- 17) 田中彌太郎： イタヤガイの発生について。養殖研報，5，19-25 (1984)。
- 18) 田中彌太郎： 雌雄同体，卵生型二枚貝での自家受精—イタヤガイ（資料）。水産増殖，18(4)，209-210 (1971)。
- 19) 田中彌太郎，N. D. Rio： 自家受精により発生したイタヤガイの幼生について。水産増殖，26(2)，58-59 (1978)。
- 20) P. G. Beninger and M. L. Pennek： Functional anatomy of scallops, "Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 21" edited by Sandra. E. Shumway, pp.133-223。
- 21) A. N. Sastry： Reproduction of the bay scallop, *Aequipecten Irradians* influence of temperature on maturation and spawning. *Biol.Bull.*，125，146-153 (1963)。
- 22) I. Widowati, G. Dorange, M. Le .Pennek, and J. C. Cochard: Genital tract and oocytic pathway during spawning in *Pecten maximum* (Mollusca, Bivalvia). *Invert. Rep. Dev.*，28: 3, 153-160 (1995)。
- 23) 団勝磨： 総説，「無脊椎動物の発生（上）」（団勝磨，関口晃一，安藤裕，渡辺浩編），培風館，東京，1983，pp.1-49。
- 24) 沢田允明： 軟体動物（二枚貝類），「海産無脊椎動物の発生実験」（石川優，沼宮内隆晴編），培風館，東京，1988，pp.87-96。
- 25) 藤原正夢： EDTA 処理によるトリガイの自家受精防止について（短報）。京都海洋センター研報，20，75-77 (1998)。
- 26) 浮永久，菊地省吾： 紫外線照射海水のホタテガイ *Patinopecten yessoensis* に対する産卵誘発効果。東北水研報，34，87-92 (1974)。

## 数種海藻の海洋深層水での培養

田島迪生, 永田房雄, 杉本 洋  
(2001年9月30日受付)

### Cultivation of Several Algae with the Deep-sea Water

Michio Tajima \* Fusao Nagata, \* and You Sugimoto \*

The typical thalli of *Ulva pertusa*, *Padina minor*, *Sargassum confusum*, and *Gelidium amansii* were collected from intertidal and subtidal zones in Noto town of Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture. Growth parts of these algae were cut into small pieces of 0.025~0.1g. Each piece was cultivated in deep-sea water and surface sea water for 56 days at 15°C under 2650 lux illumination intensity.

*U. pertusa* cultivated in deep-sea water grew larger than those in surface-sea water for the first 24 days. However, after that, both *U. pertusa* cultivated in deep-sea water and surface-sea water scarcely grew. The growth of *P. minor* in deep-sea water was scarcely different from that in surface-sea water for the first 12 days. After that, the weight of *S. confusum* cultivated in deep-sea water scarcely changed, but that in surface-sea water showed a tendency to decrease. The weight of *G. amansii* cultivated in deep-sea water and in surface-sea water similarly increased for the first 40 days, and after that it was decreased.

Key words : deep-sea water, *Ulva pertusa*, *Padina minor*, *Sargassum confusum*, *Gelidium amansii*, cultivation

海洋深層水(以下, 深層水と略記)については低温, 富栄養, 清浄性が高いこと<sup>1)</sup>が知られており, その水産資源への利用が期待されている。日本における深層水の高知県室戸沖でカジメ,<sup>2-6,9)</sup>コンブ科海藻,<sup>7)</sup>ヒジキ, 藻場について, また日本海側では富山県でコンブ科海藻について実験が行われている。<sup>8-11)</sup>

筆者らは, 石川県能登半島沖の深層水を得る機会があり, 深層水を用いて大型海藻類の培養を行ったので, その結果を報告する。

#### 実験方法

材料 1. 深層水 深層水は2001年6月6日に能登半島小木沖5km, 水深350mから, 800トン台船に積載した真空式ポンプを使用し, 洋上取水によって採取した。これらを20Lポリエチレン製タンクに入れ, 能都町宇出津にある石川県水産総合センターの冷蔵庫(0~3°C)に速やかに搬入した。

2. 使用海藻 2001年7月13日に石川県能都町宇出津の磯から採集したアナアオサ, ウスユキウチワ, フシスジモク, マクサを実験に用いた。これらを水産総合センターに持ち帰り, アナアオサは栄養体部を0.25~0.41g, ウスユキウチワは葉縁部を0.056~0.073g, フシスジモクは先端部の葉の0.062~0.1gを正方形に, またマクサは先端部を0.04~0.056g切り取り, 培養に供した。

培養方法 培養には三洋電機kk製インキュベーターMIR-252を用い, 庫内温度は15°Cに設定した。さらに明るさを与えるために庫内に18w白色蛍光灯を設置した。

培養器には500ml容平底フラスコを使用し, 500mlの深層水を試水とし, 対照に表層水を使用した。培養器基底の照度は2650luxであった。海藻種ごとに深層水区と表層水区を2区づつ設定し, それぞれに1片の海藻を入れ, 培養を開始した。培養日数は2001年7月13日から9月7日までの56日間であった。

葉体の測定 葉体の重量測定は7~12日ごとに行った。恒温器から平底フラスコごと取出し, 海藻のみをピンセットでつまみ, あらかじめ用意していた濾紙上に乗せた。

\* 石川県水産総合センター(〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港3-7)

海藻表面の水分を濾紙に付着しなくなるまで拭き取り, 島津製電子上皿天秤 EB-430H で0.001g 単位まで測定した。測定後は速やかに葉体を平底フラスコに戻し, インキュベーター内で培養を継続した。

結果

測定値については, 経過日における増量あるいは減量を試験開始時の重量で除し100を乗じた値を増重率として算出し図示した。また, 測定期間ごとの増減率をみるため, 測定値から前回の測定値を減じ, 前回測定値で除し, 100を乗じた値をさらに日数で除し期間増減率として図示した。

アナアオサ アナアオサの色調は培養当初では緑色を呈していた。この色調は深層水で培養したものでは試験開始から終了まで変化はみられなかった。一方, 表層水のものでは培養後12日目の8月6日には一部色素の脱落が

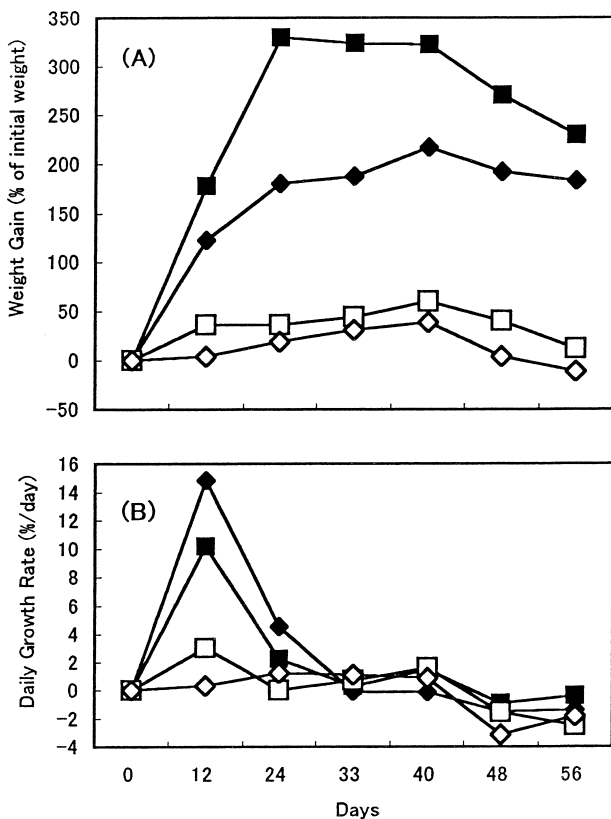


Fig.1. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *Ulva pertusa* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value represents the rate of the growth weight to the initial weight(A) and the growth weight to the last weight(B) at about weekly intervals. -■-and-◆-: deep-sea water, -□-and-◇-: surface-sea water.

見られ, 白色化し半透明化し始めていた。培養日数を経るに伴いその半透明化が進み, 培養終了時の9月7日には全体の2/3以上が半透明化していた。

アナアオサの培養当初からの増量率変化を Fig.1(A) に, また日間生長率を同(B)に示す。

深層水培養のものでは培養開始12日目までに平均149.9% (122.0, 177.8%), 24日までに平均254.9% (180.1, 329.6%)の増重がみられた。さらに40日目では平均296.5% (270.7, 322.2%)の増量率であり, この時の表層水区の平均値49.3% (38.5, 60.0%)に比べ深層水区で著しく早い生長が見られた。その後, 40日目以降は深層水, 表層水ともに重量に変化がないか, やや減量傾向を示した。

深層水での培養では初期に大きく増大し, その後は重量を維持する。また表層水での培養では当初はわずかに増大するが後期にはやや減量するという結果が得られた。試験終了時では初期に比べ深層水区では平均206.3% (182.9, 229.6%)の増量であった。表層水区では平均して開始時とほとんど同じ重量であった。

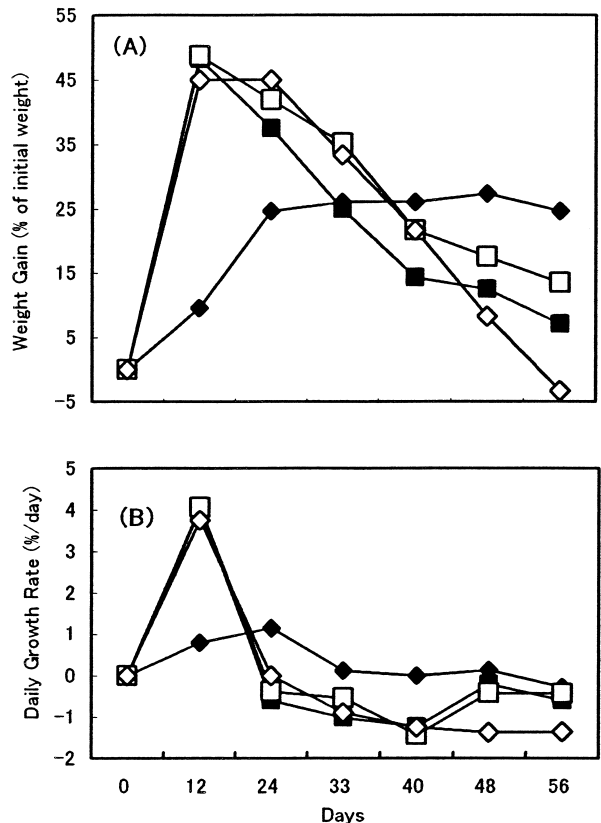


Fig.2. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *padina minor* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value and symbols are the same as in fig. 1.

## 海洋深層水での海藻培養

ウスユキウチワ ウスユキウチワでは全ての試験区で試験開始から終了まで色調の変化は見られなかった。ウスユキウチワの培養当初からの増量率変化を Fig. 2(A) に、また日間生長率を同(B)に示す。

深層水区の1個体と表層水区の2個体は共通性があり、培養12日目で3個体とも45% 前後の大きな増量が示し、培養24日目以降から試験終了までは3個体とも常に減量した。一方、深層水区での他の1個体では培養当初から48日目まで常に増量し、最終で2% 減量した。本実験ではウスユキウチワの生長に与える深層水の影響は明らかにできなかった。

試験終了時では、深層水においては開始時の平均17.1% (7.1, 24.7%), また表層水では平均6.0% (-3.0, 13.5%) の増量率が得られた。

フジスジモク フジスジモクの葉体では、深層水培養のものでは試験開始から終了まで色調の変化は見られなかった。一方、表層水のものでは24日目において一部褐色からやや黄色に変色した斑点が見られるようになり、その後、その斑点が斑紋に変わり、試験終了時には葉体表面全体に疎らな斑紋をみせるようになった。

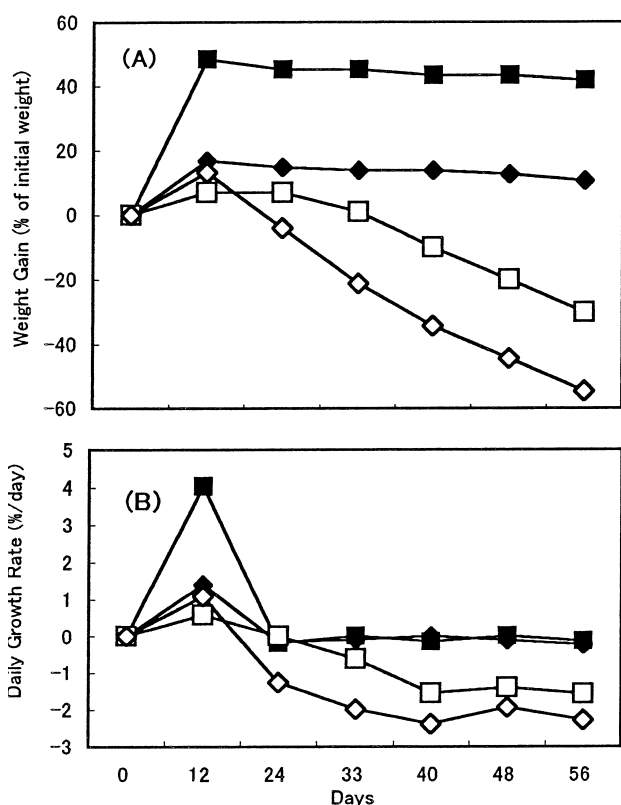


Fig. 3. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *Sargassum confusum* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value and symbols are the same as in fig.1.

フジスジモクの培養当初からの増量率変化を Fig. 3(A) に、また日間生長率を同(B)に示す。

フジスジモクでは12日目には深層水培養のもので平均32.6% (16.8, 48.4%), 表層水のもので10.1% (7.0, 13.1%) と全ての試料で増量があり、その傾向は深層水での培養のもので顕著であった。その後、試験終了まで深層水のものではほとんど増減はなかった (Fig. 3(B))。

一方、表層水のものでは1個体のみ24日までやや増加傾向を示したが、その後、2個体とも減量が著しく、40日以降では1週間に10% 前後の減少がみられた。試験終了時では開始時に比べ深層水のものでは平均26.2% (10.5, 41.9%), 表層水のものでは-37.3% (-20.0, -54.5%) の増量率を示し、両培養水で大きな差がみられた。

マクサ マクサの葉体については培養当初は赤色であったが、培養12日目において全ての試料が黄緑色へ変色した。その後、試験終了まで色の変化は見られなかった。また24日目には全ての個体に仮根が生じ、試験終了まで徐々に伸長した。その伸びの程度は全ての個体でほとんど差はなかった。マクサの培養当初からの増量率変化を

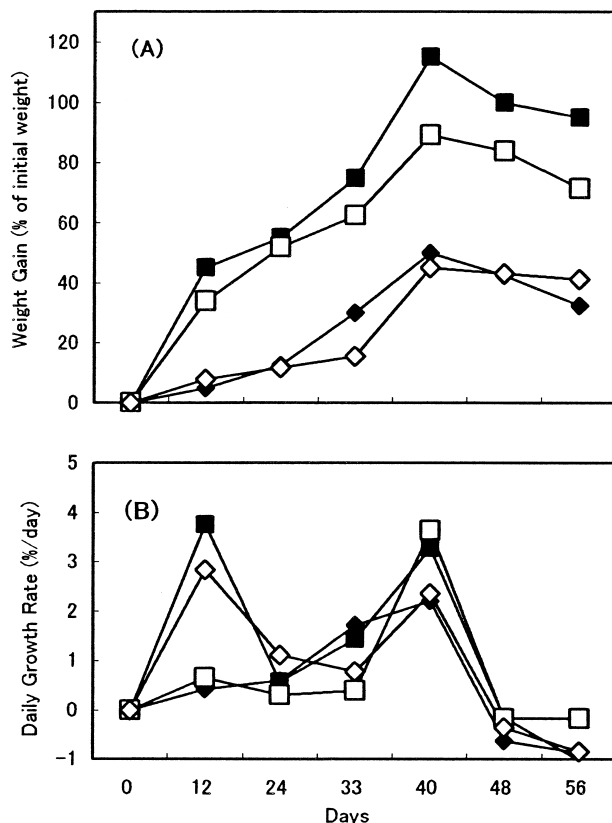


Fig. 4. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *Gelidium amansii* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value and symbols are the same as in fig.1.

Fig.4(A)に, また日間生長率を同(B)に示す.

マクサでは40日目までは深層水, 表層水とも全てで増量し, 試験開始時に比べ深層水では平均82.5% (50.0, 115.0%), 表層水で平均67.2% (45.1, 89.3%)の増量率を示した. その後4個体とも減量傾向を示した.

両培養液での生長の良いもの同士では深層水のもので僅かに増量率が高いが, 共に40日目まで増量し, それ以降減少傾向を見せるなどその増減傾向は似ていた(Fig.4(A)). さらに悪いもの同士でも良いものとはほぼ同様な傾向があるとともに, 両者の推移はほとんど一致すること(Fig.4(A))から, 深層水と表層水の培養によるマクサの生長には差がないことが考えられる.

また Fig.4(B)に示したように, 増量のピークが12日目と40日目の2回見られ, 他の海藻とは異なる結果が得られた.

このことは培養途中から各個体に仮根が生え出しており, その生長は肉眼でも確認できるほど早かった. したがって1回目のピークは葉体自身による増量であり, 2回目のものは仮根の伸張によるものと考えられる.

## 考 察

本実験に用いた深層水の主要元素, 栄養塩類, 微量元素等41項目に亘る分析がなされている. それによると深層水と表層水に差がある項目は, 表層水に比べ深層水では全窒素で約4倍, 硝酸性窒素で約15倍, 全磷で約40倍, ケイ酸で約20倍の含有量差がみられた. 海水に含まれている栄養塩の濃度が海中に分布する植物に大きな影響を与えるであろうと考え, 4種類の海藻について培養実験を行った.

その結果 緑藻のアナアオサでは試験開始24日目まで, 深層水で培養のものが表層水のものに比べ遥かに大きな生長を示した. その後, 4個体とも成長がないか, やや重量が減少するという結果が得られた. 葉体の色調は深層水のもので試験終了時でも試験当初の緑色を呈していたが, 表層水のものでは色素脱落が目立ち, アナアオサの培養に深層水は好影響を与えるものと考えられる. 褐藻のウスユキウチワでは深層水と表層水での培養による生長の差は明らかでなかった.

一方, フシスジモクの深層水での培養では初期の生長が表層水のものに比べ著しく大きかった. さらにその後, 深層水培養のものでは試験終了までその重量を維持したが 表層水のものでは試験終了まで大きく減量した. なお褐藻の生長に対する深層水の効用として, コンブ科, <sup>2,11)</sup>カジメ<sup>2)</sup>で有効であると述べられており, さらに

ホンダワラ類では深層水の海中放水でも効果がある<sup>12,13)</sup>との記載がある. 今回の結果からもフシスジモクの培養に深層水が有効であることが明らかになった.

紅藻のマクサについては, 深層水と表層水の培養のもので, 12日目までかなり増量し, その後23日目までやや増量し, 40日目頃に増量傾向がやや強くなり, その後は試験終了まで僅かな減量傾向を示すという非常に似た重量変化を示した. 2回はやや大きい増量傾向は葉体の当初の成長と化根による2度の伸張が考えられ, 総じて両培養液でのマクサに対する影響に差が少ないことが考えられた. 谷口ら,<sup>12)</sup>鍋島ら<sup>13)</sup>はテングサ類の繁茂が深層水の放水に関与している可能性が高いとしており, 今回と異なる結果が得られており, 今後, さらに検討する必要がある.

いずれにしても海藻類を深層水を用いて培養した場合, 海藻の種類によってその生長・枯死に与える影響が全く異なることが明らかになった. しかしながら全ての海藻において, 培養初期には生長を示すが, 後期ではほとんど生長を見せない傾向が見られ, 今後課題を残した.

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり, 多大の助力を頂いた水産総合センター又野康男次長, 白田光司白山丸船長ならびに内浦町深層水対策室山岸徳治次長に心から御礼申し上げる. また報文の取り纏めに際し, 貴重な助言を賜った石川県農林水産部水産課四方崇文博士に深謝の意を表す.

## 文 献

- 1) 高橋正征: 海洋深層水とは. 海洋と生物, 23, 4, 326-331 (2001).
- 2) 田島健司, 山中弘雄: 海洋深層水を利用した大型海藻類の培養技術に関する研究. 高知県海洋深層水研究所報, 1, 6-11 (1996).
- 3) 田島健司, 山中弘雄: 海洋深層水を利用した大型海藻類の培養技術に関する研究. 高知県海洋深層水研究所報, 2, 7-11 (1996).
- 4) 田島健司: 海洋深層水による大型海藻類の培養技術 開発. 高知県海洋深層水研究所報, 3, 18-28 (1998).
- 5) 岡村雄吾: 深層水に栄養塩類及びビタミン類を添加した場合のカジメ配偶体の生長と成熟. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 71-74 (2000).



## 海洋深層水での海藻培養

- 6) 岡村雄吾, 山口光明: 深層水に増殖剤を添加した場合のカジメ配偶体の成熟と生長. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 75-77 (2000).
- 7) 岡村雄吾: 深層水及び表層水混合深層水中で培養したマコンブの生長. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 64-70 (2000).
- 8) 藤田大介: 有用大型藻類の培養試験. 富山県水産試験場年報, 83-84 (1998).
- 9) 藤田大介, 小善圭一, 堀田和夫, 瀬戸陽一: 深層水多段利用基礎研究. 富山県水産試験場年報, 51 (1999).
- 10) 藤田大介, 小善圭一, 堀田和夫, 瀬戸陽一: 深層水多段利用基礎研究. 富山県水産試験場年報, 55-56 (2000).
- 11) 藤田大介: 富山湾の深層水で培養したマコンブの生長. 藻類, 38, 189-191 (1990).
- 12) 谷口道子, 細木光夫, 岡本充, 岡村雄吾: 海洋深層水放水が海域の藻場等生態に及ぼす影響Ⅰ. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 26-43 (2000).
- 13) 鍋島浩, 渡辺貢, 土居聡, 谷口道子: 海洋深層水放水が海域の藻場等生態に及ぼす影響Ⅱ. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 44-59 (2000).



## サヨリに対する外部標識方法の検討

辻 俊宏, 大慶則之, 四方崇文  
(2001年10月17日受付)

### Study on Tagging Techniques for Japanese Halfbeak\*<sup>1</sup>

Toshihiro Tsuji, \*<sup>2</sup> Noriyuki Okei \*<sup>2</sup> and Takafumi Shikata \*<sup>3</sup>

In order to establish tagging techniques for Japanese halfbeak *Hyporhamphus sayori*, effects of handling (sampling, anesthesia, tagging, medicinal bath) on fish mortality were investigated. Experimental fish were collected by angling (fork length: 15-19cm, 0-years old). Ribbon tags were attached to fish on some body positions. The fish were held in one m<sup>3</sup> tanks from three weeks to one month. Fish mortality and number of shed tags were recorded during the experimental period. Results obtained from the present experiment are: Catching and tagging operations would inflict damage on halfbeak, therefore extreme care is needed on handling. Over one-week holding in the tank after operation reduced fish mortality. Fish mortality and rate of shedding on tagging at isthmus were not significantly different from those of untagged controls. Those results indicate that tagging to the isthmus is effective.

Key words: halfbeak, liberation of tagged fish, tagging, mortality, handling

サヨリ *Hyporhamphus sayori* は日本各地の沿岸域に分布する水産上の重要資源である。能登半島周辺海域は全国でも有数の漁場の一つで、主に二そう船びき網により漁獲されている。<sup>1)</sup>しかし近年その資源量は低水準にあり、貞方<sup>2)</sup>はサヨリの資源構造と産卵・加入機構を解明する必要性を説いている。一方、サヨリの回遊生態について、国行・小出<sup>3)</sup>は特に大きな回遊はしないようであるが、水温変化の著しい地方では明らかに季節回遊が見られるとし、辻・貞方<sup>1)</sup>は漁獲量の地域濃淡から、大きな回遊はしないとしている。しかし、そのことを直接的に示すデータは少なく、回遊の実態については不明な点が多い。一般に魚類の回遊を直接的に知る方法として、標識放流が使われており、実際に多くの魚種で試みられている。<sup>4)</sup>新潟県水産試験場、富山県水産試験場、福井県水産試験場は1994~1996年に計12回、2,697尾のサヨリの標識放流を試みたが、放流直後に2尾が再捕されたのみで、回遊経路の検討に必要な継続的な再捕結果

は得られなかった。<sup>5-10)</sup>このように極めて低い再捕率を示す事例は、マイワシ、サンマ、カツオなどでも報告されており、<sup>4)</sup>標識装着が魚体に及ぼす影響<sup>11)</sup>や標識の効果的な装着方法が検討されている。<sup>12)</sup>筆者らはサヨリを対象として標識装着前後の魚体の取り扱いおよび標識装着部位の違いが生存に及ぼす影響を調査し、標識の有効性について検討した。

### 試料および方法

供試魚には石川県能都町宇出津港内で釣獲した尾叉長15~19cmのサヨリ当歳魚を用いた。標識は発見が容易でかつ魚体に対する影響が少ないと考えられるリボンタグ(長さ4cm)を用いた。実験は釣獲した個体に直ちに標識装着を行った場合(以下実験1)と釣獲後一定期間飼育した個体に標識装着を行った場合(以下実験2)について、以下の方法により実施した。

\*<sup>1</sup> 能登半島近海におけるサヨリ資源回復に関する研究-III(Studies on the Stock Recovery of Halfbeak in the Waters off Noto Peninsula - III)

\*<sup>2</sup> 石川県水産総合センター海洋資源部(〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港3-7)

\*<sup>3</sup> 石川県農林水産部水産課(〒920-8550 石川県金沢市広坂1-1)

実験1 釣獲したサヨリを直ちに常温海水を満たした円形水槽(直径103cm, 深さ85cm)に収容した。次にこれらをタモ網ですくい取り, 400ppmの濃度となるよう2-フェノキシエタノールを加えた水槽(55cm×38cm×10cm)に収容した。麻酔による魚体の横転を確認した後(2~3分), 魚体を素手で取り上げ, 付属する針を背鰭後方の肉質部に貫通させてリボンタグを装着した。標識装着魚は速やかに円形水槽(直径160cm, 深さ50cm)に収容し, ニフルスチレン酸ナトリウムで約1時間の薬浴(20ppm)を行った。薬浴終了後は自然海水をかけ流し, 3週間飼育を続けて生残数の推移を調べた。一方, 対照実験区として, ①麻酔・標識装着・薬浴を行わない無処理の実験区, ②麻酔のみの実験区, ③麻酔と標識装着のみの実験区(同条件で2回実施)を設け, 各々の操作が生残に及ぼす影響について検討した。1実験区あたりの供試魚数は13~30尾とし, 飼育開始2日後から配合飼料(おとひめ1号 日清製粉製)を1日2回適量給餌した。実験は1998年11月~12月に実施した。

実験2 釣獲したサヨリを素手で触れないように注意を払いながら直ちに海水を満たした円形水槽(直径103cm, 深さ85cm)に収容した。次にこれらをバケツですくい取り, 速やかに円形水槽(直径1.6m, 深さ0.5m)に移送し, 海水をかけ流して予備飼育を行った。採集は1999年10月22日, 同28日, および同年11月11日の3回実施した。1回あたりの採集尾数はそれぞれ120尾, 238尾, 131尾であった。予備飼育期間中(17~30日)へい死した個体を適宜取り上げ記録した。予備飼育を終えた個体を全て実験に供した。飼育水槽の水量を100Lに減水し, 400ppmの濃度となるよう2-フェノキシエタノールを加えた。次いで横転した個体をバットですくい取り, ビニー

ル手袋を介して魚体を取り上げてリボンタグを装着した。標識装着部位は峡部および下顎部とした(Fig.1)。標識装着魚は直ちに同型の飼育水槽に収容し, 1ヶ月間飼育を続けて生残数の変化と標識脱落の有無を調査した。標識装着後に薬浴は行わなかった。対照実験区として標識装着を行わない実験区を設けた。1実験区あたりの供試魚数は50尾とし, 給餌は実験1と同様に行った。本実験は1999年10月~2000年1月に実施した。

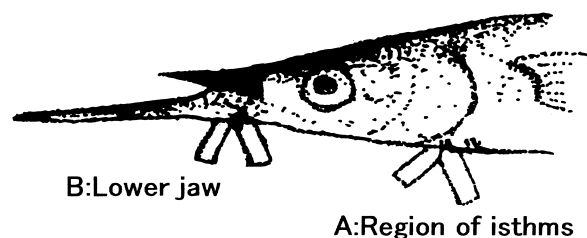


Fig. 1. Attaching position of ribbon tags on haifbeak.

## 結果

実験1 実験区毎の生残尾数の推移を Table 1 に示した。麻酔・標識装着・薬浴の処理を行った実験区(1-E)では, 2日後に全供試尾数22尾のうち18尾の生残を確認したが, 3週間後には2尾が生残したのみで, 生残率は9%に低下した。一方, 対照実験区では無処理の場合(1-A), 2日後以降3週間後までほぼ安定し, 最終的な生残率は77%であった。麻酔のみの場合(1-B), 1週間後の生残率は77%であったが, 3週間後の生残率は47%に低下

Table 1. Survival of the fish after tagging (Experiment 1)

Treatment	Number of fish treated	Number of survival fish <sup>*2</sup>			
		After 2 days	1 week	2 weeks	3 weeks
1-A Control	13	11(85%)	11(85%)	10(77%) <sup>*1</sup>	10(77%)
1-B Anesthesia	30	23(77%)	23(77%)	15(50%)	14(47%)
1-C Tagging and Anesthesia	14	5(36%)	1(7%)	0(0%) <sup>*3</sup>	0(0%)
1-D Tagging and Anesthesia	21	18(86%)	11(52%)	6(29%)	5(24%)
1-E Tagging, Anesthesia and Medicinal bath	22	18(86%)	2(9%)	2(9%)	2(9%)

<sup>\*1</sup> Percentage in parenthesis indicates survival rate.

<sup>\*2</sup> Death by jumping out of tank.

<sup>\*3</sup> All fish died for 8 days.

した。麻酔と標識装着のみの場合(1-C, 1-D), 1-Cでは2日後の生残率が36%と低く, 8日後に全供試魚がへい死した。一方1-Dでは2日後の生残率は86%と高い値を示したが, その後徐々にへい死し, 3週間後の生残率は24%であった。1-Cを除けば3週間後の生残率は1-E < 1-D < 1-B < 1-A となり, 処理過程の少ない実験区ほど高い生残率を示した。

実験2 予備飼育期間における生残率の推移を Fig.2 に示した。いずれの飼育群でも飼育開始から約1週間にわたって供試魚のへい死がみられ, その後は生残率が安定した。しかし2週目以降の生残率は30~80%と飼育群によって大きく異なった。

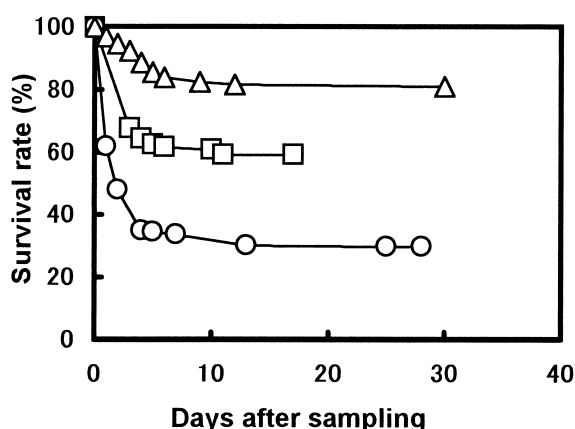


Fig.2. Daily changes in survival rate during acclimation period after sampling. The fish sampled on Oct. 22 (□), Oct. 28(△), and Nov. 11(○)

各実験区における生残尾数と標識脱落数を Table 2 に示した。峡部に標識を装着した実験区(2-A)は, 装着操作後同日中に5尾がへい死した。その後飼育期間中(1ヶ月)に6尾へい死し, 最終的な生残数は39尾であった。なお, このうち2尾の標識が脱落していた。下顎部に標識を装着した実験区(2-B)では, 装着操作後同日中に9

尾がへい死した。その後飼育期間中に7尾へい死(うち3尾は標識が脱落)し, 最終的な生残数は34尾であった。このうち4尾の標識が脱落していた。一方, 対照実験区(2-C)では, 装着操作同日中のへい死はなかった。その後飼育期間中に水槽から飛び出した1尾を含む計4尾がへい死し, 最終的な生残数は46尾であった。1ヶ月後の生残率は2-B < 2-A < 2-C となり, 下顎よりも峡部に標識を装着した場合に生残率が高く, かつ標識脱落率が低くなる結果が得られた。また, 飼育期間中のへい死数と標識脱落尾数の合計(標識を維持できない尾数を示す。2-A: 8尾, 2-B: 11尾, 2-C: 4尾)と標識脱落魚を除いた最終生残尾数魚(2-A: 37尾, 2-B: 30尾, 2-C: 46尾)との比率の各実験区(2-A, 2-B)と対象実験区(2-C)との差を, Fisherの正確確率検定<sup>13)</sup>を用いて比較した。実験区2-Bと対照実験区2-Cとの間で有意差(危険率5%)が見られたが, 実験区2-Aと対照実験区2-Cの間では, 有意差が見られなかった。なお全実験区の魚は与えた餌を十分に摂餌していた。また飼育実験の間に疾病の発生はみられなかった。

考 察

本実験を通してサヨリは採集や標識装着操作に伴う障害を受けやすく, 取り扱いの困難な魚種であることが明らかとなった。供試魚は全て釣獲により採集したが, 実験2で予備飼育に供した3群の生残率は, 各々大きく違った。これは, 各採集時の釣獲条件が一定でなかったことに起因すると考えられる。すなわち釣針を外す際の魚体の保持方法や釣針を外す操作の迅速さ等の僅かな違いが, 釣獲魚の生残率に多大な影響を及ぼしたことが推察される。

麻酔の影響について, 実験1では麻酔のみの実験区(1-B)の生残率が, 無処理区(1-A)に対して30ポイント低い結果が得られた。しかし実験2では麻酔のみの実験区(2-C)の生残率は92%と高い値を示しており,

Table 2. Survival of the fish after tagging (Experiment 2)

Tagging Position *1	Number of fish	No. of the fish dead immediately after operation	No. of the fish dead for one month *2	Survival fish after one month	
				Number *2	Rate
2-A Region of the isthms (Fig. 1;A)	50	5	6	39 (2)	78%
2-B Under of lower jaw (Fig. 1; B)	50	9	7 (3)	34 (4)	68%
2-C Untagged	50	0	4	46	92%

\*1 See Fig. 1

\*2 Number in parenthesis indicates number of fish which the ribbon tag was shed.

400ppm 2-フェノキシエタノールによる麻酔が、サヨリの生残率低下に直接影響を与えたとは考えにくい。実験区1-Bでは実験区1-Aと比較して、麻酔用水槽への移動など魚体に接触する機会が多く、実験区1-Bにみられた生残率の大幅な低下は、水槽から供試魚を取り上げて移動する際の障害による可能性が高い。サヨリがハンドリングの影響を受けやすいことを考慮すれば、麻酔による直接的な障害よりも麻酔を用いずに標識装着することで受ける障害の方が、より大きいものと推察される。

次に標識の影響について、背鰭後方に標識を装着した実験区(1-C,1-D)の生残率は0%,24%と対照実験区(1-B)の47%と比較して大幅に低かった。一方、峡部または下顎部に標識を装着した実験区(2-A,2-B)の生残率は78%,68%と対照実験区(2-C)の生残率92%の2/3を上回る値を示した。したがって背鰭後方への標識装着は、対照実験区の生残率が47%と低かったことを考慮しても、峡部、下顎部への装着と比べて魚体に与える影響が大きいと推察された。一方峡部への標識装着は下顎部への標識装着に比べ、生残および標識脱落のどちらの点からも優っていた。また脱落魚を除いた有標識生残率に関して、峡部装着実験区(2-A)と対照実験区との間に有意差がなかったことから、峡部への標識装着は有効と考えられる。

20ppm ニフルスチレン酸ナトリウムによる薬浴の有無がその後の生残率に及ぼす影響については、標識装着後に薬浴を行った実験区(1-E)の生残率が9%と低く、さらに対照実験区(1-C,1-D)の生残率が0%,24%とばらついたことから、その判定は困難であった。

以上の結果よりサヨリに対する効果的な標識方法と操作上の留意点は次の通り要約される。①釣獲採集した個体を1週間以上予備飼育し生き残った個体を用いる。②標識装着前に400ppm フェノキシエタノールで麻酔をかける。③峡部にリボンタグを装着する。④魚体の移動は容器ですくい取る方法で行い、魚体への直接的な接触を極力避ける。

このように、サヨリに対する効果的な標識方法が提言された。しかし今回の調査は比較的短期間の影響に関するものであった。今後、数ヶ月以上の長期間の影響やサヨリの主漁法である二そう船びき網の操業時における標識脱落について検証していく必要がある。

## 謝 辞

本報とりまとめるにあたり、サヨリのサンプリングおよび飼育に協力していただいた石川県水産総合センター 祿剛丸乗組員の方々および佐賀萬志司氏に感謝します。

## 文 献

- 1) 辻俊宏, 貞方勉: 我が国におけるサヨリ漁業の実態. 石川県水産総合センター研究報告, 2, 1-9 (2000).
- 2) 貞方勉, 辻俊宏, 四方崇文: 石川県の船びき網漁業によるサヨリ漁獲量の解析. 石川県水産総合センター研究報告, 1, 1-7 (1998).
- 3) 国行一行, 小出高弘: さより *Hemiramphus sayori* (Temminck et Schlegel)の生態学研究. 内海区水産研究所研究報告, 18, 1-9 (1962).
- 4) 鉄健司: 日本の水産資源研究における標識放流調査について. 日水試, 29(5), 482-496 (1963).
- 5) 新潟県水産試験場: 地域重要新技術開発促進事業. 平成7年度新潟県水産試験場年報, 82-94 (1997).
- 6) 林清志: 日本海におけるサヨリの資源利用調査研究. 平成7年度富山県水産試験場年報, 26-37 (1996).
- 7) 井野慎吾: 日本海におけるサヨリの資源利用調査研究. 平成8年度富山県水産試験場年報, 26-30 (1998).
- 8) 吉村祐一, 粕谷芳夫: 地域重要新技術開発促進事業(サヨリ). 平成6年度福井県水産試験場事業報告書, 49-68 (1995).
- 9) 吉村祐一, 橋本寛: 地域重要新技術開発促進事業(サヨリ). 平成7年度福井県水産試験場事業報告書, 43-62 (1996).
- 10) 橋本寛, 石本健治: 地域重要新技術開発促進事業(サヨリ). 平成8年度福井県水産試験場事業報告書, 41-70 (1997).
- 11) 三谷勇: 蓄養実験におけるマイワシ標識魚の死亡率と生理的变化. 日水試, 49(7), 1049-1055 (1983).
- 12) 倉田博, 宇佐美修造: マイワシとマサバ未成年に対する標識方法の飼育実験による検討. 東海区水産研究所研究報告, 51, 45-53 (1967).
- 13) 石居進: Fisherの正確確率検定法, 「生物統計学入門」, 培風館, 東京, 1975, pp.81-83

## 短 報

### 調査船白山丸によって日本海で採捕されたアカイカ *Ommastrephes bartrami* について

四方崇文

(2001年9月30日受付)

### Neon Flying Squid *Ommastrephes bartrami* Caught by R/V *Hakusan-maru* in the Sea of Japan

Takafumi Shikata \*

**Abstract :** Seventeen individuals of neon flying squid *Ommastrephes bartrami* were collected in the Sea of Japan during the squid jigging survey of research vessel *Hakusan-maru* of Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center from 1990 to 1999. Fourteen individuals of them were caught in the autumn of 1998 and 1999, and they were distributed from the waters around the Yamato Bank to the western waters of the Tsugaru Straits. The dorsal mantle length of the squid was 224 mm in August, 235-299 mm in September, 287-304 mm in October, and 390 mm in November, suggesting that the squid grew in the Sea of Japan. On the basis of the position where the squid were caught, the time when the squid began to be caught, and the body size of squid, it was speculated that the squid entered the Sea of Japan through the Tsugaru Straits. **Key words :** neon flying squid, distribution, Japan Sea

アカイカ *Ommastrephes bartrami* は太平洋および大西洋の暖水域から冷水域に分布する大型のイカであり、日本周辺では三陸近海から道東海域で漁獲される重要水産資源である。<sup>1)</sup> 1981年以前は日本海でのアカイカの採捕は極めて希であったことから本種は日本海にはほとんど分布しないと考えられていた。<sup>2)</sup> しかし1982年夏から1983年春に日本海で1,000個体以上のアカイカが採捕され、本種が日本海へ大量に来遊したことが明らかにされた。<sup>3,4)</sup> その後日本海へのアカイカ来遊については検討されなかったが、最近になって若狭湾沿岸の定置網で

毎年のようにアカイカが漁獲されていたことが明らかにされ、<sup>5,6)</sup>再び日本海へのアカイカ来遊が注目されている。石川県水産総合センターの調査船白山丸(総トン数153トン)は毎年6月から11月に日本海沖合でスルメイカの釣獲試験操業を行っており、1998年および1999年の調査では例年になく多数のアカイカが混獲された。

そこで本報では1990年から1999年の白山丸によるアカイカの釣獲結果を整理し、この他のアカイカの採捕報告を踏まえたうえで1990年代のアカイカ来遊の

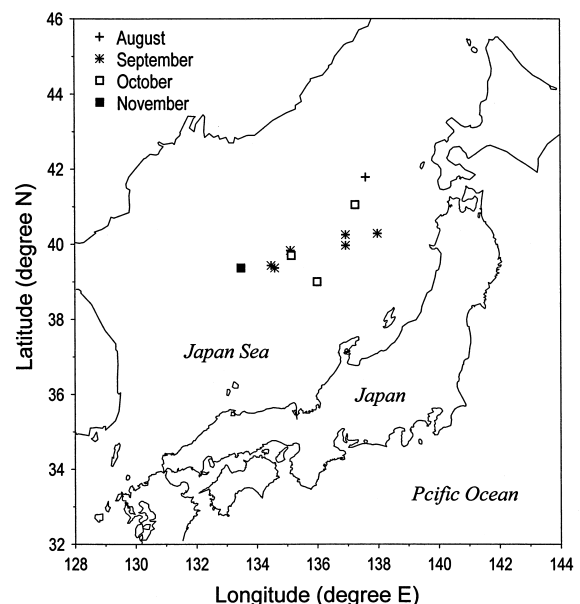


Fig. 1. Points where neon flying squid were caught during the squid stock survey in 1990-1999.

\* 石川県農林水産部水産課 (〒920-8580 石川県金沢市広坂2-1-1)

四方

Table 1. Biological data for neon flying squid *Ommastrephes bartrami* caught during the squid stock survey of R/V *Hakusan-maru* in the Sea of Japan from 1990 to 1999

Date	Location		Body weight (g)	Mantle length (mm)	Sexuality	Maturity <sup>1</sup>	GSI <sup>2</sup> (%)	Mantle weight (g)	Liver weight (g)
	Latitude	Longitude							
Oct. 23, 1992	39°42' N	135°09' E	839	301	-	-	-	-	-
Sep. 23, 1997	40°17' N	137°59' E	506	256	Male	Immature	0.95	280	-
Sep. 24, 1997	39°58' N	136°56' E	-	299	-	-	-	-	-
Sep. 25, 1998	40°15' N	136°56' E	398	235	Male	Immature	0.43	214	-
Sep. 25, 1998	40°15' N	136°56' E	500	247	Male	Immature	0.36	273	-
Sep. 25, 1998	40°15' N	136°56' E	546	270	Female	Immature	0.49	296	-
Sep. 26, 1998	39°50' N	135°07' E	620	266	Male	Immature	1.10	331	-
Oct. 16, 1998	41°03' N	137°15' E	868	304	Female	Immature	0.46	467	44
Oct. 20, 1998	39°00' N	136°00' E	671	287	Male	Maturing	1.85	350	33
Oct. 20, 1998	39°00' N	136°00' E	802	298	Male	Maturing	1.55	419	48
Nov. 12, 1998	39°22' N	133°29' E	1859	390	Female	Immature	0.41	951	160
Aug. 27, 1999	41°47' N	137°36' E	310	224	Male	Immature	0.10	173	-
Sep. 9, 1999	39°26' N	134°29' E	432	252	Male	Immature	0.28	239	-
Sep. 9, 1999	39°26' N	134°29' E	668	285	Male	Immature	0.45	370	-
Sep. 9, 1999	39°26' N	134°29' E	582	270	Male	Immature	0.50	294	-
Sep. 9, 1999	39°26' N	134°29' E	478	259	Male	Immature	0.50	259	-
Sep. 10, 1999	39°22' N	134°36' E	700	290	Male	Immature	0.86	387	-

<sup>1</sup> Immature: without eggs in oviduct for female and without spermatophores for male; maturing: without spermatophores and with whitish spermiduct for male; mature: with eggs in oviduct for female and with spermatophores for male.

<sup>2</sup> Goadosomatic index = 100 × reproductive organ weight / body weight. Reproductive organ: ovary, oviduct, and nidamental gland for female; testis, spermiduct, seminal vesicle, and spermatophoral sac for male.

および回遊経路について検討した。

1990年から1999年の試験操業で採捕したアカイカの採捕位置と生物測定の結果をそれぞれ Fig. 1 および Table 1 に示した。1997年以前の採捕尾数は年間0~2尾とわずかであったが、1998年に8尾、1999年に6尾のアカイカが採捕された。アカイカは8月から11月に津軽海峡西方から大和堆周辺の海域で採捕され、その位置が津軽海峡西方から大和堆周辺海域へ徐々に移動する傾向がみられた。魚体サイズの変化をみると、アカイカの外套背長は8月に224mm、9月に235~299mm、10月に287~304mm、11月に390mm となり、8月から11月に魚体が大型化する傾向がみられた。この外套背長の変化は1982年に日本海へ大量来遊したアカイカの成長を解析した笠原の結果<sup>3)</sup>に概ね一致していた。また肉眼で成熟状態を観察したところ、雌個体は時期にかかわらず全て未熟であったが、雄個体は9月には未熟、10月には半熟と判定された。

アカイカが採捕された位置の水温の鉛直分布を Fig. 2 に示した。採捕位置の表面水温は8~9月には18~24℃、10~11月には16~21℃であり、100m 深水温は8~9月には2~8℃、10~11月には6~13℃であった。アカイカ分布域の水温に関して、9月の三陸・道東海域ではアカイ

カは主として表面水温17~22℃、100m 深水温2~15℃の海域に分布すると報告されている。<sup>7)</sup> 従って日本海におけるアカイカ混獲海域の水温は三陸・道東海域で主にアカイカ分布する海域の水温にほぼ一致する。

1983年以前のアカイカの日本海への来遊は笠原によって詳細に報告されている。笠原は1981年に日本海に来遊したアカイカについて、<sup>2)</sup> 同年に三陸沿岸でアカイカが好漁されたこと、日本海沿岸でのアカイカの採捕位置が順次南へ移動することから、本邦北部太平洋海域に分布していたアカイカが津軽海峡を通過して日本海に来遊した可能性が強いと述べている。一方、笠原は1982年夏から1983年春に日本海で多数採捕されたアカイカについて、<sup>3,4)</sup> 同年に日本海で南方海域起源の魚類やイカ類が多数出現したことから、それらのアカイカは1982年6月頃に対馬海峡を通過して日本海に来遊したものと推定している。笠原は1982年7月に兵庫県から新潟県の沿岸で外套背長10~17cm の小型のアカイカが多数採捕されことを報告している。おそらく笠原は小型のアカイカが水温上昇期に採捕されたという事実を考慮して、この年のアカイカの回遊については、津軽海峡経路で日本海に来遊したと考えるよりはむしろ太平洋側を北上回遊するアカイカの一



## 日本海で採捕されたアカイカ

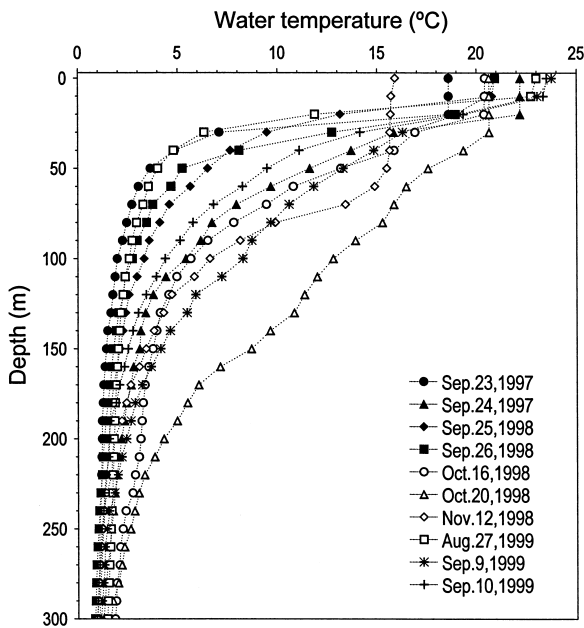


Fig.2. Vertical profiles of water temperature at points where neon flying squid were caught.

部が対馬暖流に乗って日本海に流入したと考えたほうが妥当であると判断したと思われる。

近年の日本海におけるアカイカの採捕報告をみると冬季に沿岸で大型個体を採捕したものがほとんどである。すなわち京都府沿岸では1988年から1997年に毎年のようにアカイカが漁獲されており、漁獲のピークは1~3月、外套背長は30~50cmと報告されている。<sup>6)</sup> 島根県沿岸では1998年2月16日に2個体(外套背長38cm, 52cm)が採捕されている。<sup>8)</sup> また石川県能都町沿岸では1998年2月26日に1個体(外套背長49cm), 1999年2月10日に1個体(体重3.5kg)がそれぞれ採捕されている(未発表)。しかし夏季に20cm未満の小型のアカイカが採捕されたという報告はみあたらない。これら沿岸域での採捕報告と本報の沖合域での採捕結果を合わせると、1990年代の日本海ではアカイカは8~11月に津軽海峡西方から大和堆周

辺の沖合海域に分布し、その後水温低下とともに南下して1~3月に能登半島から山陰の沿岸海域に接岸するという経路で回遊したと推察できる。またアカイカが採捕され始める時期と海域、並びに魚体サイズから考えて、1990年代のアカイカは津軽海峡を通過して日本海に來遊した可能性が大きいと考えられる。

## 文 献

- 1) 奥谷喬司：原色世界イカ類図鑑，全国いか加工業協同組合，東京，1995，pp.185.
- 2) 笠原昭吾：近年日本海で採捕されたアカイカについて．日本海区水産研究所研究報告，33，151-154（1982）．
- 3) 笠原昭吾：日本海に出現したアカイカ (*Ommastrephes bartrami*) の成長．昭和58年度イカ類資源・漁況検討会議研究報告．東北区水産研究所八戸支所，1985，pp.50-57.
- 4) 笠原昭吾：1982~1983年(3月)の日本海における暖海外洋性イカ類の出現について．水産海洋研究会報，45，176-180（1984）．
- 5) 木所英昭：日本海におけるアカイカの近況報告．実は毎年のように漁獲されていた．日本海区水産試験研究連絡ニュース No.379，1997，pp.14-15.
- 6) 和田洋蔵，木所英昭：京都府沿岸で漁獲されるアカイカについて．平成9年度いか類資源研究会議報告．東北海区水産研究所八戸支所，1999，pp.37-39.
- 7) 村田 守，石井 正，新谷久男：北海道・三陸太平洋海域における外洋性イカ類(アカイカ，ツメイカ，タコイカ，スルメイカ)の分布について．北海道区水産研究所研究報告，41，1-29（1976）．
- 8) 日本海区水産研究所：1998年の日本海における海洋生物の特異現象．平成10年度日本海ブロック水産業関係試験研究推進会議海洋環境部会会議資料.



## 本号掲載報文要旨

### 石川県で採集した海藻と海産顕花植物

池森貴彦, 田島迪生 (水産総合センター)

石川県沿岸の35点での海藻の生育状況を1997年から2000年に調査した。

その結果, 緑藻綱23種, 褐藻綱58種, 紅藻綱111種, 計192種, ならびに海草類5種類, 合計197種の試料が得られた。

石川水総セ研報, No.3, 1-11 (2002)

### 海藻に含まれている色素の新しい分析方法

池森雅彦, 田島迪生 (水産総合センター), 奥田武男

海藻に含まれている色素を, 吸着剤として東洋濾紙AとBを用い, n-ヘキサン, クロロホルム, ジエチルエーテルとメタノールを展開溶媒で分離するカラムクロマトグラフィーを開発した。アナアオサからクロロフィル *a, b*,  $\beta$ -カロチン, ルテイン, ピオラキササンチン, ネオキササンチン, 未同定の緑色色素が, ワカメからクロロフィル *a*, クロロフィル *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub>,  $\beta$ -カロチン, フコキササンチン, ネオフコキササンチン, 未同定のカロチノイド, 緑色色素が, ウップルイノリからクロロフィル *a*,  $\beta$ -カロチン, ルテイン, 未同定の緑色色素, 緑色色素が十分に分離された。

石川水総セ研報, No.3, 13-18 (2002)

### 石川県の海水漁船の現状と展望

四方崇文 (石川県水産課)

石川県の海水漁船の登録状況をレビューし, 将来の漁船勢力の動向予測を試みた。FRP 動力漁船の隻数は1970年代から1980年代にかけて急増し, 2000年には全動力漁船の93%を占めるまでに増加した。2000年のFRP 動力漁船の進水年別登録隻数をみると1985年以前に進水した漁船が多数(65%)を占めており, 今後これらの老朽化漁船を中心に登録隻数が減少することが予想された。そこで過去10年間の進水年別登録隻数のデータを解析した結果, FRP 動力漁船の隻数減少率と船齢の間に負の相関関係が認められた。この関係式に基づいて将来の登録隻数を求めたところ, 2010年のFRP 動力漁船の隻数は2000年の隻数の77%(4,898隻)に減少し, 2010年までの10年間でFRP 動力漁船は約2,000隻登録抹消されると推定された。

石川水総セ研報, No.3, 19-25 (2002)

### エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム(EDTA-2Na)を用いたイタヤガイの自家受精防止の検討

田中正隆 (水産総合センター)

雌雄同体であるイタヤガイの産卵誘発を行う際に, エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム(EDTA-2Na)を含んだ海水中での採卵が自家受精の阻止に有効であるかを検討した。

媒精の条件を精子が確実に卵膜へ付着する濃度である卵1個に対し精子10,000個の割合とした場合, EDTA濃度が1.0mM以上では受精卵の割合がかなり減少し, 受精阻害作用が確認された。またEDTA濃度が1.0mMでは, EDTA処理時間が10分間の場合は洗卵後の再媒精で約20%の卵が受精したが, 処理時間が30分間の場合は洗卵後に再媒精してもほとんど受精しなかった。さらにEDTA濃度が1.5mMでは, EDTA処理時間の違いにかかわらずほとんどが受精しておらず, 異常卵の割合も高くなった。

従って自家受精防止に有効な海水中のEDTA濃度は約1.0mMで, 採卵時間は10分以内が適切であると考えられた。

石川水総セ研報, No.3, 27-32 (2002)

### 数種海藻の海洋深層水での培養

永田房雄, 田島迪生, 杉本洋 (水産総合センター)

能登半島小木沖で採取した海洋深層水を用い数種の海藻を培養した。アナアオサでは試験開始40日目までは深層水のもので著しい生長が見られたが, 表層水での生長は少なかった。その後, 深層水, 表層水培養のものとも重量に変化がないか, やや減少傾向を示した。ウスユキウチワでの両水での培養による差は40日目までは明白でなかったが, その後, 深層水のもので増減は少なく, 表層水のものでやや減少傾向を示した。フシスジモクでは深層水のものでは初期でかなりの生長が見られ, 後期ではほとんど増減しなかった。表層水のものでは初期で僅かに生長したが, その後, 減少傾向が著しかった。マクサにおいては両水でほとんど同じ増減傾向が見られ, 両水による培養に差がないと思われる結果が得られた。この種は培養途中で仮根が生じ, それが伸張するという特徴が見られた。

石川水総セ研報, No.3, 33-37 (2002)

#### サヨリに対する外部標識方法の検討

辻 俊宏, 大慶則之 (水産総合センター)

四方崇文 (石川県水産課)

サヨリに対する外部標識方法を検討するため, 飼育実験により, 採集および標識装着後の死亡率および標識脱落率を調べた. 採集後の3回の予備飼育では, 最終生残率が30~80%と飼育群により大きく異なった. その死亡は1週間以内に集中し, その後死亡率は安定した. 喉部に標識装着したサヨリの生残率は78%と標識装着魚のうち最も高かった. 以上の結果から, 効果的な標識方法として以下の点が示された. ①釣獲採集した個体を1週間以上予備飼育する. ②標識装着前に麻酔をかけ, 喉部にリボンタグを装着する. ③魚体への直接的な接触を避けるなど取り扱いには十分注意する.

石川水総セ研報, No.3, 39-42 (2002)

#### 調査船白山丸によって日本海で採捕されたアカイカ

*Ommastrephes bartrami* について(短報)

四方崇文 (石川県水産課)

日本海において調査船白山丸で実施したスルメイカ釣獲試験操業中に混獲されたアカイカの採捕データを整理した. 1990年から1999年に合計17尾のアカイカが採捕された. アカイカの採捕位置は8月から11月に津軽海峡西方から大和堆周辺海域へと徐々に移動し, この間に魚体(外套背長)は大型化した. このことから, これらのアカイカは津軽海峡を通過して日本海に來遊し, 8月から11月にかけて成長しながら日本海を南下したと考えられた.

石川水総セ研報, No.3, 43-45 (2002)

## 石川県水産総合センター研究報告・報文投稿要領

報文は原著で、事業報告書等を除く他の刊行物に発表されていないものに限る。報文は論文および短報とし、以下に準じて原稿を作成し提出する。

### 原稿の書き方

【原稿】 用紙はA4判縦型を用い、2段送り(ダブルスペース)として、Microsoft wordを用いて作成する。和文は「MSP明朝」、英文は「Times New Roman」とする。

和文は原則全角文字を使用するが、数字や英字に関しては半角文字を使用する。英文は半角文字を使用する。

【ページ】 原稿は偶数ページで終わるようにする。奇数ページで終わる場合は最終に必ず1ページ追加しておく。

【原稿用紙の体裁】 原稿用紙の体裁は以下に示すとおりとする。

余白 上(T) 30mm 下(B) 28mm  
左(F) 20mm 右(H) 20mm  
とじしろ(U) 0mm

用紙の端からの距離

ヘッダー(A) 15mm フッタ 10mm

文字数と行数 文字数50字および25字  
行数 45行

その他 ヘッダーとフッター

奇数/偶数ページ別指定、先頭ページのみ別指定

【文字の大きさ】 文字の大きさは以下に示すとおりとする。

表題 13ポイントゴシック

著者名 11ポイント

ヘッダー、フッタ、脚注 9ポイント

他は全て 9.5ポイント

但し、実験方法、結果、考察等見出しやそれぞれの項の中の小見出しはMSPゴシック体とする。

全文において英字および数字と日本文のスペースを無くするためにスタイル設定の「段落」「日本語と英字・数字の間隔を自動調整」をOFFにする。

【句読点】 句読点は、「、」、「。」を使用し、「。」、「、」は使用しない。和文は全角、英文は半角を使用する。

【表題および著者名】 上部1行あけて表題を記載する。表題は簡潔な表現とする。表題が2行にわたる際は段落設定の間隔を0.7倍とし行間を詰める。

継続報文であることを示したい場合は、脚注にシリーズ表題と連続番号を記す。

(例) 表題：コイのナイアシン要求量<sup>\*1</sup>

脚注：<sup>\*1</sup>コイのビタミン要求量に関する研究-I

著者名は連名の時は、和文では[、]で連ねる。英文では、2名の場合は「and」で連ね、3名以上の時は「、」で連ね、最後は「、and」で結ぶ。

(例) 山田太郎、川上次郎、山川三郎

Taro Yamada, Jiro Kawakami, and Saburo Yamakawa

記載順序は和文論文の場合は、表題の後1行あけて著者名、その直下に受付年月日、さらに1行あけ英文表題、1行あけ英文著者名を記載する。

【所属名】 英文著者名の右肩に「\*」をつけ、脚注に所属機関名を書く。複数の場合は「\*1」、「\*2」、「\*3」のようにする。

(例) Taro Yamada\*

\*石川県水産総合センター(〒927-0435 石川県鳳至郡能都町字宇出津新港3-7)

(例) Taro Yamada<sup>\*1</sup>, Jiro Ishikawa<sup>\*1</sup>, Saburo Noto<sup>\*2</sup>

\*1石川県水産総合センター(〒927-0435 石川県鳳至郡能都町字宇出津新港3-7)

\*2石川県農林水産部水産課(〒920-858 石川県金沢市広坂2-1-1)

【英文要旨】 和文論文には必ず英文要旨を記載する。英文要旨は英文著者名の位置から2行あけて記載する。英文要旨掲載部のインデントは左右とも10mmとする。なお段落設定行間間隔の倍数を1.25に設定する。

【キーワード】 論文、短報ともに英文キーワードが必要である。報文の内容に関連の深い3~8語を選び、英文要旨の下に6ポイントスペース1行あけて追記する。

【和文本文の体裁】 本文はキーワードから6ポイントスペースおよび9.5ポイントスペース各1行あけて記載する。原則として、緒言(見出しはつけない)、実験方法、結果、考察、謝辞、文献の順序に従い、見出しは3行取りで中央にゴシック体で記載する。和文論文の実験方法や結果の項の中の小見出しはゴシック体として、番号は付けず、改行せず本文は追い込みとする。

【英文本文の体裁】 Abstract, Key word に続き、1行あけて Introduction (見出しはつけない)、Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, References の順に書く。英文論文の実験方法や結果の項の中の小見出しはイタリック体として、番号は付けず、本文は改行して書き始める。

【図表写真の挿入】 図表写真は英文で作成する。図や写真の番号は「Fig. 1」、表の番号は「Table 5」のようにゴシック体で書く。表の説明は表の上に書き、説明文の後にはピリオドを打たない。表の一番上の線は二重線、

それ以下は一本線とし，原則として縦線は使用しない．

図表写真，説明文は論文中の適切な位置に挿入しておく．必要に応じ別葉に図，写真，表および説明文を提出する．説明文は行間間隔を倍数0.9とし，ぶら下げ2mmに指定する．

【文献】 本文の関連箇所に引用順に“うわつき”で「Young<sup>1,2)</sup>またはYoung<sup>1)</sup>」のように一連番号をつけ，一括して末尾の文献の項に集める．著者が2名の場合は「山田・田中<sup>1)</sup>あるいはYamada and Tanaka<sup>1)</sup>」とし，3名の場合は「山田ら<sup>1)</sup>あるいはYamada et al.<sup>1)</sup>」とする．

句読点の場所は引用番号をつける場合は「・・・が報告されている.<sup>1)</sup>」のように句読点の後におく．印刷公表され誰でも閲覧可能なものは原則として文献に記載する．私信や未発表は該当場所に( )で囲んで表示する．参考文献は以下の例に従って記載する．

(雑誌の例)

- 1) 山田太郎，鈴木次郎，田中三郎：日本近海のマイワシの系群構造．*日水誌*，56，123-134 (1990)．
- 2) J. M. Young and W. S. Fowler：Enzyme immunoassay for the determination of pesticides residues.*J. Biol. Chem.*，265，313-320 (1990)．

(書籍の例)

- 1) 鈴木三郎：魚介類の色素，「水産食品学」(佐藤一雄編)，恒星社厚生閣，東京，1990，pp.15-21．
- 2) W.F.Fitzgerald: Atmospheric and oceanic cycling of mercury, in "Chemical Oceanography" (ed. By J.P.Riley and R.Chester)，Vol.10, Academic Press, London, 1989, pp.151-186.

【単位】 SI単位を尊重し，量記号はイタリック，単位記号はローマン体とする．その他については日本水産学会(原稿の書き方)に準ずる．

【ランニングタイトル】 和文報文では和文で20字以内，英文報文では英文でスペースを含めて50字以内とする．

【ヘッダーとフッタ】 最初のページのヘッダーには *Bull. Ishikawa Pre. Fish. Res. Center*, (号),(ページ),(西暦年)，偶数ページには著者名(著者の姓)，奇数ページにはランニングタイトルを入れる．

【和文要旨】 論文，短報ともに和文要旨が必要である．図表や文献は引用せずに，簡潔な和文にまとめる．

【その他】 その他の記載様式は，水産学会投稿規定の原稿の書き方ならびに水産総合センター研究報告第3号に掲載された論文を参照する．

報文原稿1部を水産総合センター研究報告担当者あてに提出する．投稿原稿は適当と認められる水産総合センター職員が責任を持って審査し，修正箇所があれば，その内容を著者に連絡し，修正を求める．著者は必要な修正を行った後，修正原稿1部をフロッピーディスク原稿とともに提出する．フロッピーディスク原稿提出時には以下の点に注意する．

- (1)日本語は全角を，アルファベットおよび数字は半角を用いて入力する．
- (2)フロッピーディスクのラベルに論文題名と著者名を必ず記入する．

**石川県水産総合センター研究報告第3号**

**発行年月** 2002年3月

**編集・発行者** 石川県水産総合センター

〒927-0435 鳳至郡能都町字宇出津新港3丁目7番地  
TEL 0768-62-1324 FAX 0768-62-4324

**印刷所** 株式会社 ハクイ印刷

〒925-0053 羽咋市南中央町2-83-51  
TEL 0767-22-1243 FAX 0767-22-6161

# Bulletin of Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center

No.3

March 2002

## CONTENTS

### *Originals*

List of Marine Plants from the Coast of Ishikawa Prefecture .....	Takahiko Ikemori and Michio Tajima	1
New Analytical Method of Photosynthetic Pigments in Algae .....	Masahiko Ikemori, Michio Tajima, and Takeo Okuda	13
Marine Fishing Vessels in Ishikawa Prefecture: Situation and Outlook .....	Takafumi Shikata	19
Prevention of Self-fertilization of Japanese Bay Scallop <i>Pecten(Notovola) albicans</i> treated with Disodium Ethylenediamine-tetraacetate ( EDTA-2Na ) .....	Masataka tanaka	27
Cultivation of Several Algae with the Deep-sea Water .....	Michio Tajima, Fusao Nagata and You Sugimoto	33
Study on Tagging Techniques for Japanese Halfbeak .....	Toshihiro Tsuji, Noriyuki Okei, and Takafumi Shikata	39
Neon Flying Squid <i>Ommastrephes bartrami</i> Caught by R/V <i>Hakusan-maru</i> in the Sea of Japan .....	Takafumi Shikata	43
<i>Abstracts of Original Paper</i> .....		47