

## 広島湾の岩礁性藻場をつくる海藻の現存量とその季節変化

内村真之<sup>1\*</sup>・新井章吾<sup>2</sup>・吉川浩二<sup>3</sup>・吉田吾郎<sup>3</sup>・寺脇利信<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 科学技術振興財団 (〒332-0012 埼玉県川口市本町 4-1-8, 勤務地; 瀬戸内海区水産研究所 〒739-0425 広島県佐伯郡大野町丸石 2-17-5)

<sup>2</sup> (株) 海藻研究所 (〒811-0114 福岡県粕屋郡新宮町湊坂 3-9-4)

<sup>3</sup> 瀬戸内海区水産研究所 (〒739-0425 広島県佐伯郡大野町丸石 2-17-5)

浅海の岩礁域において大型海藻類により形成される藻場は、潮間帯やサンゴ礁域等とともに、海洋生態系における不可欠な構成要素である(山本 1973)。藻場は、多くの魚介類の産卵・保育場となり、また、餌料等を提供することから、漁業生産上きわめて重要である(日本水産資源保護協会 1984)。加えて、藻場は、近年問題となっている大気中のCO<sub>2</sub>濃度の増加に対し、有効な炭素貯蔵場として着目されている(Smith 1981, 徳田ら 1987)。日本沿岸の岩礁域で藻場をつくる大型海藻類の生物学的特性や、魚類などの動物群集の生活史における藻場の役割、および藻場造成の具体的な手法については、日本水産資源保護協会(1984)の報告が出されている。またその後、新たな知見を加えた、藻場の機能と造成に関する総説も刊行された(水産庁中央水産研究所 1997)。

瀬戸内海西部の広島湾では、植物プランクトンによる一次生産を基礎としたエネルギーフローならびに物質循環の機構の解明が進められてきた(岡市ら 1996)。しかし、同様に重要とされている藻場における一次生産の役割についての知見は、きわめて少ない。

浅海域の生物生産機能および物質循環機構に果たす藻場の役割をより正確に解明するためには、海藻類の総現存量の把握に加え、海藻体による炭素・窒素などの吸収・固定量、体外排出量、呼吸や枯死による流出量、藻食動物による被食量などの収支を把握することが必要である。広島湾の岩礁性藻場に関しては、生育する海藻類の水平垂直分布様式の把握(寺脇ら 2001)に続いて、炭素・窒素含量とその季節変化が解明(吉田ら 2001)された。そこで、本研究は、広島湾内の主要な岩礁性藻場における刈り取り調査の結果及び、藻場面積に関する既存知見(環境庁 1994)から、広島湾内の海藻類

の総現存量を概算した。また、算出された海藻類の総現存量を炭素および窒素量に換算し、広島湾における岩礁性藻場の物質循環機能を解明する基礎的知見を得たので報告する。

環境庁自然保護局(1994)による1991年時点の広島湾における岩礁性藻場の類型別の面積をTable 1に示した。合計値は、呉湾部で5 ha、広島湾北部で4 ha、広島湾中央部で19 ha 及び、広島湾口・安芸灘部で477 ha の、合計505 haであった。従って、広島湾における岩礁性藻場は、1991年時点において総面積505 haの内、呉湾部に1%、広島湾北部に1%、広島湾中央部に4%及び、広島湾口・安芸灘部に94%が分布していた。広島湾全域に分布するのはガラモ場のみで、カジメ場およびテングサ場の全てアオノリ・アオサ場及び、その他の大部分が広島湾口・安芸灘部に分布した。

広島湾内の本土側及び、島嶼部の南東方向に海面が開けている5地点を調査地として選定しFig. 1に示した。すなわち、広島県佐伯郡大野町の役生鼻地先(St. 1, 大野と略する)、広島県佐伯郡宮島町の厳島青海苔浦地先(St. 2, 厳島)、広島県大竹市の阿多田島観音鼻地先(St. 3, 阿多田島)、山口県岩国市柱島の新宮鼻地先(St. 4, 柱島)及び、山口県大島郡東和町屋代島の浅石の瀬(St. 5, 屋代島)である(Fig. 1)。寺脇ら(2001)による岩礁性藻場をつくる湾内の海藻類の水平・垂直分布様式をもとに、主要な9種の湾内の代表的群落において現存量を調査した。それぞれの種類の代表的群落の調査地および水深帯は、ヒジキ *Sargassum fusiforme* (Harvey) Setchell が阿多田島および屋代島の潮間帯(水深 +1~0 m)の岩上、クロメ *Ecklonia kurome* Okamura が阿多田島、柱島及び、屋代島の水深 4~6 m の礫上、ノコギリモク *Sargassum macrocarpum* C. Agardh が阿多田島及び、柱島の

Table 1. Areas of seaweed beds in Hiroshima Bay (ha.).

Classification of seaweed bed	KureBay Area	Northern Area	Central Area	Mouth and Aki Sea Area	Total
<i>Sargassum</i> bed	2	2	19	148	171
Kelp ( <i>Eisenia</i> and <i>Ecklonia</i> ) bed	0	0	0	37	37
<i>Undaria</i> bed	0	0	0	0	0
Red turf	0	0	0	33	33
Green turf	3	0	0	124	127
the others	0	2	0	135	137
Total	5	4	19	477	505
% of total	1.0	0.8	3.8	94.4	100

\* 現住所; 海洋科学技術センター (〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-5)

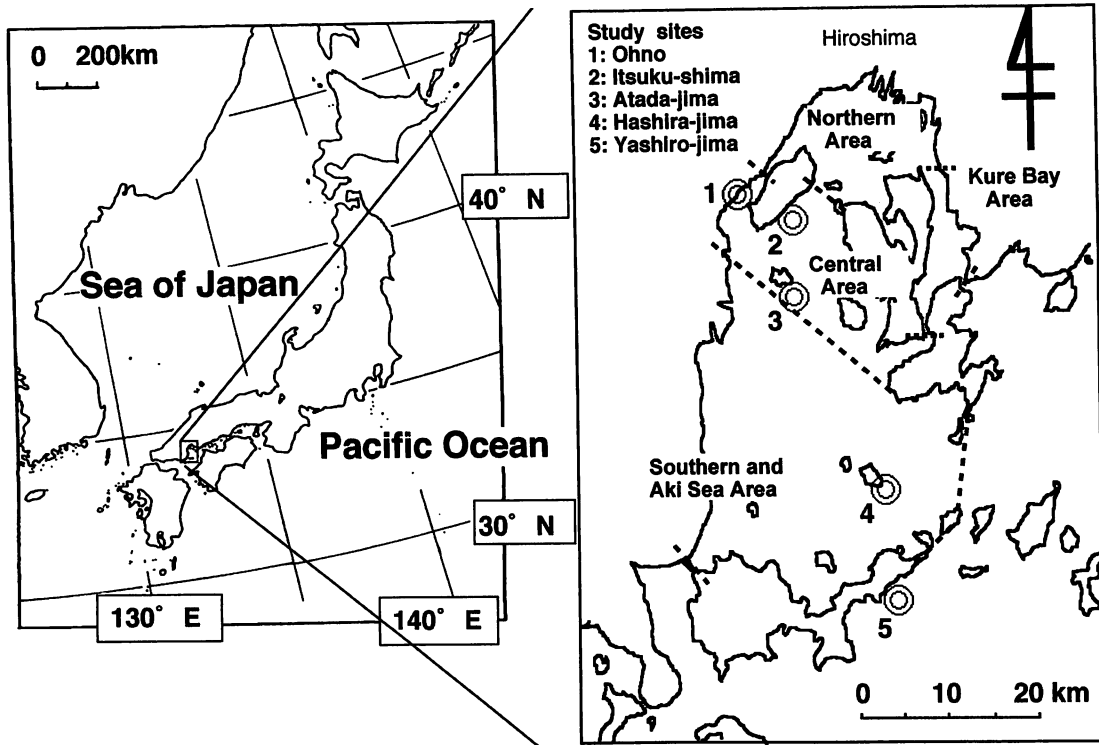


Fig. 1. Location of the five sampling sites and the divided four area of Hiroshima Bay

水深 1~3 m の礫上, アカモク *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh が柱島の水深 0~1 m の岩と礫の境界域, ワカメ *Undaria pinnatifida* Suringar が柱島の水深 0~1 m の岩と礫の境界域, マクサ *Gelidium elegans* Kützinger が阿多田島の潮間帯 (水深 +1~0 m) の岩上, アナアオサ *Ulva pertusa* Kjellman が大野の潮間帯 (水深 +2~0 m) の岩上, フサイワズタ *Caulerpa okamurae* Weber-van Bosse in Okamura が阿多田島の水深 5~6 m の米粒大の小礫混じりの砂泥上, ヤハズグサ *Dictyopteris latiuscula* (Okamura) Okamura が厳島の水深 0~1 m の岩上である。

1999年4月(春), 1999年7~8月(夏)及び, 1999年12月~2000年2月(冬)に, 一辺50 cmの方形枠を用い, 着生基質上の海藻類を3枠採取した。大型褐藻類については, 採取枠の近辺における大型個体10本の全長を測定し平均長を求めた。また, 成熟器官の有無を記録した。採取した海藻の藻体を実験室に持ち帰り, 夾雑物を海水でできるだけ洗い落とし, ペーパータオルで表面の余分な水分を取り除いた後測定し湿重量 (kg w. w.) を測定した。さらに, 試料の一部は, 恒温乾燥機 (SANYO MOV-212F(U)) により 85°C で恒量に達するまで乾燥させ, 乾重量 (kg d. w.) を測定し乾重量/湿重量比を求めた。

環境庁の第4回自然環境保全基礎調査(1994)を基に, 屋代島以北の広島湾を, 呉湾部, 湾北部, 湾中央部および湾口・安芸灘部に4区分して (Fig. 1), それぞれの岩礁性藻場面積を集計した。各調査測点における海藻類の年間最大現存量及び, 乾・湿重量比の結果は, 上記の環境庁報告書(1994)における藻場の類型と対応させて整理した。すなわち, 「ガラモ場」としてホンダワラ類3種の5測点 (ヒジキ2測点, アカ

モク1測点およびノコギリモク2測点)の結果を, 同様に「カジメ場」としてクロメの3測点の結果を, 「テングサ場」としてマクサの1測点, 「アオノリ・アオサ場」としてアナアオサの1測点, 「その他」としてヤハズグサおよびフサイワズタの2測点の結果を対応させ, 湾内の総現存量の推定に用いた。

#### 現存量および藻長の季節変化

阿多田島のヒジキ群落では, 春に, 藻長 62 cm, 現存量 4.7

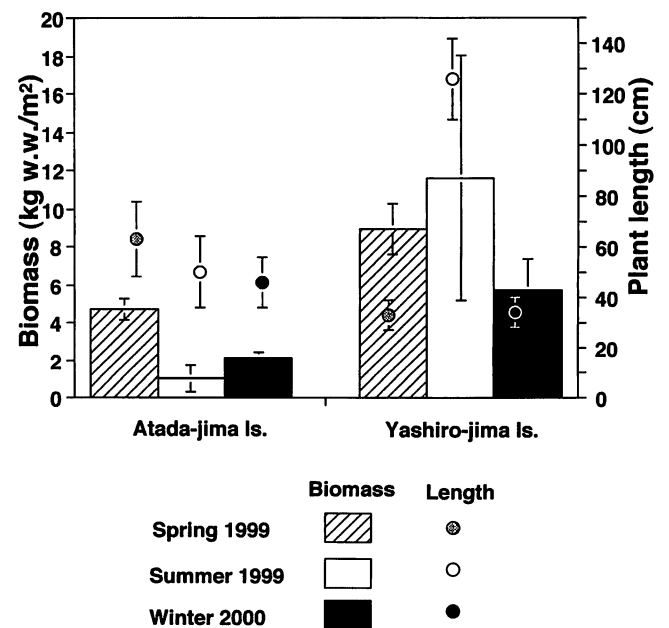


Fig. 2. Seasonal changes in the biomass and plant length of *Sargassum fusiforme* at each station in Hiroshima Bay.

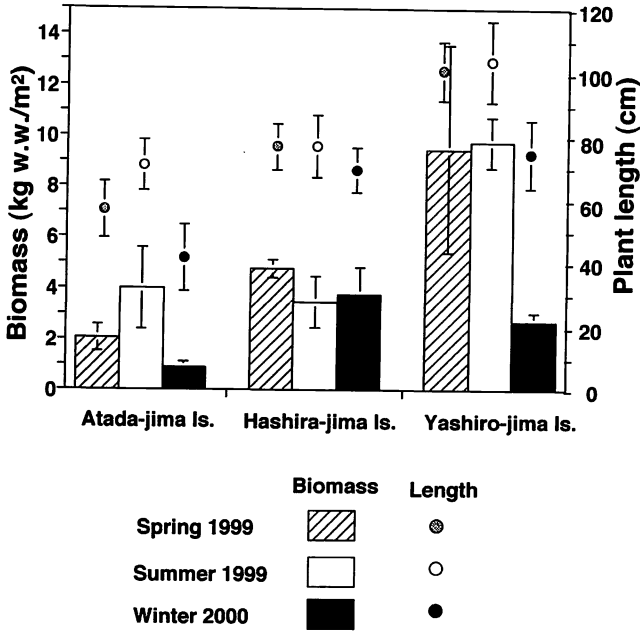


Fig. 3. Seasonal changes in the biomass and plant length of *Ecklonia kurome* at each station in Hiroshima Bay

kg w.w./m<sup>2</sup> (ヒジキの占める割合 95%; 95%と略記) で、屋代島では、夏に、藻長 126 cm, 現存量 11.6 kg w.w./m<sup>2</sup> (95%) で年間最大であった。最大藻長及び、現存量は阿多田島より屋代島の方が大きく、両地点での季節消長が異なった (Fig. 2)。

阿多田島のクロメは、夏に、藻長 71 cm, 現存量 4.0 kg w.w./m<sup>2</sup> (100%) で年間最大であった。柱島では、藻長では春及び、夏に 77 cm, 現存量では春に 4.8 kg w.w./m<sup>2</sup> (99%) で年間最大であった。屋代島では、夏に、藻長 104 cm, 現存量 9.8 kg w.w./m<sup>2</sup> (100%) で年間最大であった。藻長および現存量は、屋代島で大きく、阿多田島および柱島では小さかった。屋代島および阿多田島では季節的消長が明瞭であったが、柱島では季節消長が不明瞭であった (Fig. 3)。

阿多田島のノコギリモク群落では、生殖器床を形成していた春に、藻長 155 cm, 現存量 6.9 kg w.w./m<sup>2</sup> (99%) で年間最大であった。柱島でも、生殖器床を形成していた春に、藻長 221 cm, 現存量 12.2 kg w.w./m<sup>2</sup> (100%) で年間最大であった (Fig. 4)。

柱島のアカモク群落では、藻長は冬に 492 cm, 現存量では生殖器床を形成していた春に 16.8 kg w.w./m<sup>2</sup> (91%) で年間最大であった (Fig. 5)。

ワカメ藻体は春にのみに認められ、生殖葉を備えており、藻長 65 cm, 現存量 4.3 kg w.w./m<sup>2</sup> (93%) であった (Fig. 5)。

マクサの平均藻長は 3 調査時期とも 14 cm で変わらず、現存量は春に 2.2 kg w.w./m<sup>2</sup> (70%) で年間最大であった (Fig. 5)。

アナアオサは冬に、現存量が 1.4 kg w.w./m<sup>2</sup> (100%) で年間最大であった (Fig. 5)。

フサイワズタは春に、現存量が 5.5 kg w.w./m<sup>2</sup> (98%) で年

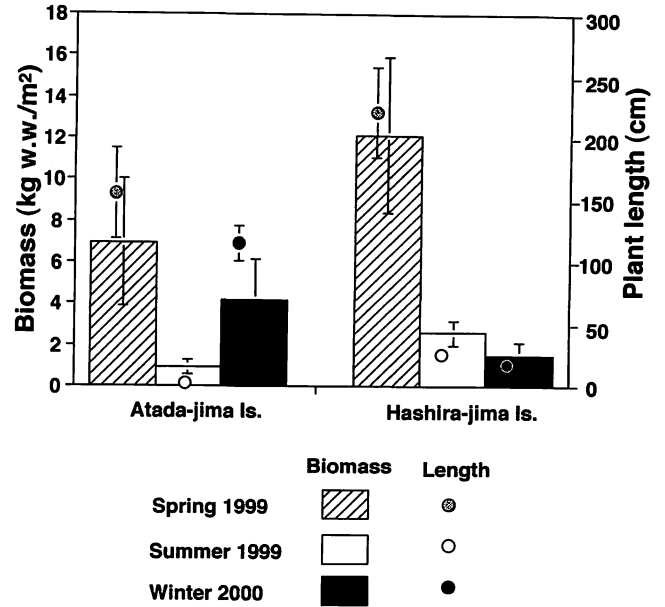


Fig. 4. Seasonal changes in the biomass and plant length of *Sargassum macrocarpum* at each station in Hiroshima Bay

間最大であった (Fig. 5)。

ヤハズグサは夏に、現存量が 3.0 kg w.w./m<sup>2</sup> (98%) で年間最大であった (Fig. 5)。

#### 藻体の乾・湿重量比

それぞれの海藻を各調査地点毎及び、各季節 (春, 夏, 冬)・各部位毎に 3~5 サンプルを測定し平均した (Table 2)。

ヒジキ: 茎・根部で 18.1% (±3.3) 及び、枝・葉部で 13.0% (±1.1) を平均し乾・湿重量比 15.6% (±3.6) が得られた。

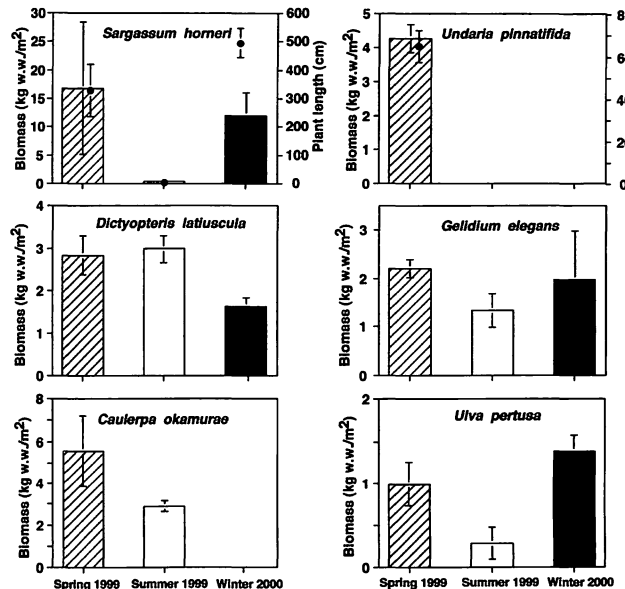


Fig. 5. Seasonal changes in the biomass and plant length (only *Sargassum horneri* and *Undaria pinnatifida*) at each station (*Sargassum horneri*, *Undaria pinnatifida*: Hashira-jima, *Gelidium elegans*, *Caulerpa okamurae*: Atada-jima, *Ulva pertusa*: Ohno, *Dictyopteris latiuscula*: Itsuku-shima) in Hiroshima Bay

Table 2. Biomass of seaweeds beds in luxuriant season and ratio of weight in dry/wet in Hiroshima Bay

Classification of seaweed bed	Number of survey point (Dominant species)	Average biomass in wet weight (kg. w. w. /m <sup>2</sup> )	R. D/W * (%)	Average biomass in dry weight (kg. d. w. /m <sup>2</sup> )
Sargassum bed	5 ( <i>S. fusiforme</i> , <i>S. horneri</i> , <i>S. macrocarpum</i> )	11.5	20.0	2.3
Kelp ( <i>Eisenia</i> and <i>Ecklonia</i> ) bed	3 ( <i>E. kurome</i> )	6.2	17.0	1.1
Undaria bed	1 ( <i>U. pinnatifida</i> )	4.3	11.3	0.5
Red turf	1 ( <i>G. elegans</i> )	2.2	27.8	0.6
Green turf	1 ( <i>U. pertusa</i> )	1.4	20.4	0.3
Various mixed vegetation	2 ( <i>D. latiuscula</i> , <i>C. okamurae</i> )	4.2	14.3	0.6

\* ratio of dry weight/wet weight x 100

クロメ：根部20.4%，茎部17.0%，中央葉部15.6%及び、側葉部を平均し17.0% (±2.5) が得られた。

ノコギリモク：茎・根部23.5%，葉部21.6%，気胞部19.9%及び、枝部29.2%を平均し、23.5% (±4.1) が得られた。

アカモク：仮根部25.9%，茎部23.8%，葉部22.8%，気胞部15.2%，枝部19.0%及び、生殖器床部18.4%を平均し20.8% (±4.0) が得られた。

ワカメ：根部12.1%，成実葉部14.4%，茎部8.6%及び、葉部9.9%を平均し11.3% (±2.5) が得られた。

マクサ：各調査地点、各季節の値を平均し27.8% (±4.3) が得られた。

アナアオサ：各調査地点、各季節の値を平均し20.4% (±4.2) が得られた。

フサイワズタ：各調査地点、各季節の値を平均し10.3% (±4.2) が得られた。

ヤハズグサ：各調査地点、各季節の値を平均し18.3% (±1.8) が得られた。

広島湾で岩礁性藻場をつくる主要な海藻類の代表的群落における年間最大現存量(w. w. /m<sup>2</sup>)は、以下のようにまとめられる。すなわち、ヒジキが屋代島で11.6 kg (夏)、クロメが屋代島で9.8 kg (夏)、ノコギリモクが柱島で12.2 kg (春)、アカモクが柱島で16.8 kg (春)、ワカメが柱島で4.3 kg (春)、マクサが阿多田島で2.2 kg (春)、アナアオサが大野で1.4 kg (冬)、フサイワズタが阿多田島で5.5 kg (春) 及び、ヤハズグサが巖島で3.0 kg (夏) であった。以下、それぞれの種について他海域との比較を交え考察を加える。

又、代表的な大型海藻の生育密度は、Table 3 に記した。

ヒジキ：関東と沖縄に生育するヒジキの藻長は5月に最大になり、その後古い藻体が枯死流失して最小になる(新井・新井 1983, 寺脇 1985, 当真 1993)。ヒジキの現存量(w. w. /m<sup>2</sup>)は、千葉県において3月に19.8 kg (片田 1940)、長崎県において4月に10.6 kg (西川・小川 1977)、沖縄県において4月に15 kg (当真 1993) の値が得られている。また、ヒジキの乾重量については、千葉県において4月に0.64 kg d. w. /m<sup>2</sup> という値が得られている(片田 1952)。今回の屋代島における、最大現存量11.6 kg はその他の海域の現存量とほぼ同量であった。

クロメ：クロメの藻体は、日本沿岸ではおおむね、春から夏に最大となり、秋から冬に最小となることが知られている(成原・大木 1990; 電力中央研究所 1990; 筒井・大野 1992; 小島・谷口 1994; 石田・由木 1996; Tsutsui *et al.* 1996; 村瀬・大貝 1996)。しかし、クロメの個体密度及び、現存量については報告がきわめて少ない。広島湾に隣接する周防灘の上関町長島地先の水深10 m において、クロメは個体密度が24~36 inds./m<sup>2</sup> で、最大現存量が8月(夏)に5.3 kg w. w. /m<sup>2</sup> (村瀬・大貝 1996) である。今回の広島湾の調査において、クロメは湾口部の屋代島で個体密度が43~76 inds./m<sup>2</sup> で、長島地先より高く夏の最大現存量9.8 kg w. w. /m<sup>2</sup> も長島地先の2倍近く大きかった。このことは、広島湾の屋代島地先では藻長が最大時に104 cm に達し、長島地先の59 cm の2倍近く大きいことによると考えられる。一方、湾中央部の柱島では、クロメは季節消長が唯一不明瞭で、個体密度および現存量も小さくなった。広島湾におけるクロメは、湾奥に生育しているものほどその大きさ・密度・現存量は低くなる。そして、一般的に夏場に一番現存量が増えると考察

Table 3. Density (ind./m<sup>2</sup>) of seaweed in Hiroshima Bay

Species	Station	Spring 1999	Summer 1999	Winter 1999
<i>Sargassum horneri</i>	Hashira-jima	5.2±0.0		64.0±35.6
<i>Sargassum macrocarpum</i>	Atada-jima	52.0±20.8	57.2±38.4	76.0±14.4
	Hashira-jima	50.8±6.0	121.2±41.6	130.8±38.8
<i>Ecklonia kurome</i>	Atada-jima	9.2±2.4	10.8±2.4	10.2±2.4
	Hashira-jima	24.0±4.0	13.2±2.4	22.8±10.0
	Yashiro-jima	76.0±34.8	42.8±20.0	48.0±14.4
<i>Undaria pinnatifida</i>	Hashira-jima	42.8±10.0		

される。以上のように、同一湾内の湾口部から湾奥へかけての異なった環境条件下におけるクロメの季節消長と現存量の特徴は、本研究において初めて明らかにされた。

ノコギリモク：ノコギリモク群落においては、日本海側の山口県深川湾において、年間最大現存量が5月で1.2 kg d.w./m<sup>2</sup> (Murase & Kito 1998)、能登飯田湾においては4月に7.0 kg d.w./m<sup>2</sup>という高い値が報告されている(谷口・山田 1978)。このような海域間の違いには、群落中の生育水深の違いによる個体サイズの違いが影響し、深川湾の群落では水深8 mで、平均1.9 mである一方、飯田湾では水深4~6 mで、平均3.7 mである (Murase & Kito 1998)。

一方、瀬戸内海においては向島において、*S. serratifolium* (当時のノコギリモクの学名) が4.93 kg d.w./m<sup>2</sup> (Mukai 1971) と報告されており、そのときの藻体長は約1.5 m、個体数密度は6.1 inds./m<sup>2</sup>であった。この結果は、今回の阿多田島における最大現存量と藻体長の結果(6.9 kg w.w./m<sup>2</sup>, 155 cm, 個体数密度は約13.0 inds./m<sup>2</sup>)と同様である。しかし、今回の結果でも柱島の最大現存量及び、藻体長は12.2 kg w.w./m<sup>2</sup>, 221 cmであり、同じ広島湾内においても生育場所の違いによって群落の生態学的特性が異なることが示唆される。ちなみに、柱島における最大現存量を乾重量/湿重量比23.5%として乾重量に換算すると、およそ2.9 kg/m<sup>2</sup>となり、深川湾の結果より若干大きい値となった。

アカモク：他海域のアカモクの生態調査では、松島湾において年間最大現存量(w.w./m<sup>2</sup>)が、3月に19.2 kg、そのときの個体数密度は70 inds./m<sup>2</sup>程度であり(谷口・山田 1988)、今回の調査における冬の柱島の結果16.8 kg, 64 inds./m<sup>2</sup>はほぼ同様な値を示した。

今回の調査地の一つである屋代島の北岸伊保田地先のアカモク群落では、3月に局地的に27.7 kgの最大現存量が記録されている。しかし、アカモクの群落内における分布は極めて不均一であることが多く、群落内を平均すると3.6 kg程度であった(中村・宮後 1983)。

ワカメ：ワカメは、食用海藻として一般に知られており、養殖技術の開発に資する観点からの研究が豊富である(斉藤 1962; 野中・岩橋 1962; Akiyama & Kurogi 1982; 芳永・八柳 1960)。しかし、天然のワカメの季節的消長に関する研究はきわめて少ない。高知県須崎湾において、ワカメは湾中央部の水深0.5~6 mに、1月(冬)に幼体が出現し、4月(春)に最大藻長89~116 cmに達し、3~6月に遊走子の放出が観察された(筒井・大野 1993)が現存量については明らかにされていない。広島湾において、ワカメは藻長65 cmで須崎湾よりも小型であったが、春に認められて生殖葉を備えていたことから、季節消長では須崎湾と同様であると推察される。なお、ワカメの乾/質重量比11.3%(±2.5)が他の海藻種と比べて小さいことから、藻体が相対的に薄く、水分含量の大きいことが推察される。

マクサ：静岡県下田市におけるマクサの藻長は、5月に最大になり、9~11月に最小であった(山崎 1962)。同じ地域における野中ら(1962)の調査においては、藻長と重量の最

大値は6~7月に、最小値は11~12月に得られている。湿重量の最大値は2.38 kgであり、最小値は0.98 kgであった。今回の調査の阿多田島の2.2 kgは下田のマクサと同量と言つてよい。

アナアオサ：アナアオサは、富栄養化の進行とともに内湾域でその増殖が問題になってきた種類である(大野 1999)。特に問題となっているのは、干潟や砂浜域に大量に集積する浮遊性のタイプであり、岩礁に固着するタイプの生態学的研究は意外と少ない。固着性アオサ類の現存量の報告としては、東京湾における50-170 g d.w./m<sup>2</sup> (*Ulva* sp.) (工藤 1999)、高知県浦の内湾の360-980 g w.w./m<sup>2</sup> (*Ulva* sp.) (大野 1988)があり、国外ではフランス地中海沿岸における700-800 g d.w./m<sup>2</sup> (*U. rigida*) (Casabianca de & Posada 1998)、インドのOkha海岸の*Ulva* spp.による最大1400 g w.w./m<sup>2</sup> (Ohno & Mairh 1982)の報告がある。

一方浮遊性のアオサについては、波打ち際や海底に堆積した場所では瀬戸内海山口湾の5.3 kg w.w./m<sup>2</sup>の報告(Uno *et al.* 1983)がある。今回の調査におけるアナアオサの最大現存量(1.4 kg/m<sup>2</sup>)は、おおむね他の場所の固着性であるアオサ群落の最大現存量の範囲内にあると考えられる。アオサ類は現存量では大型褐藻類には及ばないものの、埋め立て等の開発により、これらの藻場が消失した広島湾奥部の人工海岸部や港湾内においても、固着性、浮遊性を問わず、大量の増殖が見られるため、これらの場所において重要な生態学的役割を果たしている可能性がある。

フサイワツタ：フサイワツタは、沖縄県以外の日本の沿岸域に広く一般的に分布している。また、日本だけでなく韓国の東・南部(Kang 1966)や、中華人民共和国の福建省にも分布している(Tseng 1983)。このようにアジアに広く分布しているにもかかわらず、その現存量を報告した例はほとんど無い。

イワツタ類は通常、潮間帯以深の岩礁上に生育する(千原 1975)が、砂礫混じりの砂地にも群落を作ったり(内村ら 2001)、フサイワツタの1品種である*C. okamurae* f. *oligophylla* は、漸深帯の泥質の海底に普通にも生育する(Segawa and Ichiki 1959)。

日本におけるイワツタ類の現存量の報告は見つけられなかったが、海外では現在、地中海において大繁殖し問題になっているイチイヅタが、年間を通じて480~700 g d.w./m<sup>2</sup>で7月に最大となる(Meinesz *et al.* 1994)。同じイチイヅタの、アドリア海クロアチア沿岸では、400 g d.w./m<sup>2</sup>であったと報告されている(Zavadnik *et al.* 1998)。この値は、阿多田島のフサイワツタとほぼ同範囲内と考察される。

#### 広島湾における海藻藻体の炭素および窒素総量

今回の調査においては、いずれの種類の藻場でも優占種が重量の70%以上であったので、炭素および窒素総量を求めるにあたっては、優占種についての乾/湿重量比の値を用いて試算することとする。本研究のそれぞれの海藻類の現存量の年間最大値(湿重量)及び、乾・湿重量比から乾重量によ

Table 4. Areas (ha.), Biomass (kg.d.w.), Carbon amount (kg) and Nitrogen amount (kg) of seaweed bed in Hiroshima Bay

Classification of seaweed bed	Area (ha.)	S.C. (kg d.w./m <sup>2</sup> )	Seaweed amount (ton d.w.)	Carbon contents (%)	Carbon amount (ton)	Nitrogen contents (%)	Nitrogen amount (ton)
<i>Sargassum</i> bed	171	2.3	3933	32.5	1278	2	79
Kelp ( <i>Eisenia</i> and <i>Ecklonia</i> ) bed	37	1.1	407	32.5	132	2	8
<i>Undaria</i> bed	0	0.5	0	32.5	0	2	0
Red turf	33	0.6	198	32.5	64	2	4
Green turf	127	0.3	381	27.5	105	2	8
その他	137	0.6	822	30.0	247	2	16
Total	505		5741		1826		115
% of total	100						

る現存量を算出した。これを環境庁 (1994) による藻場類型と対応させて整理し Table 4 に示した。ガラモ場 (*Sargassum* bed) については、ヒジキ 2 測点、ノコギリモク 2 測点、アカモク 1 測点、計 3 種 5 測点の現存量を平均した。同様にカジメ (クロメ) 場 (*Ecklonia* bed) については、3 測点の現存量を平均して対応させた。現存量 (d.w./m<sup>2</sup>) は、ガラモ場で 2.3 kg と最も大きく、ついでクロメ場の 1.1 kg と続き、それ以外では約 0.5 kg であった。

広島湾に生育する海藻類の炭素含量は、種類別、部位別の季節変化を詳細に明らかにした研究から、緑藻類で 25~30%、褐藻類で 30~35%、サンゴモ類を除く紅藻類で 30~35% として概算できることが明らかにされている (吉田ら 2001)。また、広島湾に生育する海藻類の窒素含量は、同様に 1~3% である (吉田ら 2001)。そこで、本研究では、平均値として炭素含量に、緑藻 27.5%、褐藻及び、紅藻 32.5%、また、窒素含量に 2% を用い、広島湾における海藻体中の炭素・窒素含量を算出した (Table 4)。広島湾においては、繁茂期に海藻体総量が 5741 トン (乾燥重量)、海藻体中の炭素総量が 1826 トン及び、海藻体中の窒素総量が 115 トンと概算された。なお、海藻体総量および海藻体中の炭素・窒素量は、各類型の藻場面積に比例して、呉湾部及び、広島湾北部ではきわめて小さく、広島湾口・安芸灘部で大部分を占めることが明らかとなった。

広島湾内にはワカメが出現するものの、冬の季節種であるため、環境庁 (1994) による藻場面積の調査時に確認されなかったと考えられ、本研究での評価に加えられなかった。一方、ここで用いた藻場面積は、同一地点に数類型の藻場が併記されていた場合、重複して集計している。また、本研究においては、調査の測点としてそれぞれの種類の代表的な群落選ばれ、比較的密生域で刈り取りが行なわれたことから、現存量、炭素及び、窒素総量を過大に評価している恐れを含むことに留意が必要である。広島湾においては、我が国外海域で観察される「流れ藻」のように、海藻の藻体を広域に輸送する機能がほとんど無く、海藻群落による一次生産はほとんどが近傍において消費あるいは分解され、藻体中に吸収された炭素及び窒素は、何らかの形態で循環及び蓄積しているものと考えられる。広島湾における海藻群落による一次生産の果たしている機能の解明は今後の課題である。

他海域においては、様々な手法により海藻群落の生産量が

測定されている。特に大型褐藻類については、いくつかの種類について年間純生産量と最大現存量の比率が求められており、ノコギリモクの群落で年間の純生産量は、最大現存量の 1.4 倍 (深川湾, Murase *et al.* 2000), 1.2 倍 (飯田湾, 谷口・山田 1978), アカモク群落で、1.1 倍 (松島湾, 谷口・山田 1988), アラメ群落で 1.0 倍 (松島湾, 吉田 1970), カジメ群落で 1.0 倍 (Yokohama *et al.* 1987) の報告が成されている。小型海藻類においては、生産量と現存量の関係についての報告は少ないが特に、アナアオサのような短命の海藻は、波の影響で着生基盤から離れる個体も多く、相当個体の入れ替わりがあるものと考えられ、生産量は最大現存量よりもかなり大きな値となることが予想される。

本調査結果から、全体的に見た広島湾の特徴は、内湾的な性格の強い湾奥部では、アオサ群落の発達、また自然海岸の多く残る島嶼部では、マクサなどの小型海藻に加え、水深勾配の大きい岩礁域ではホンダワラ類やクロメの群落の発達が見られる。それぞれの海藻群落は、他の海域と同様の現存量等を有することから、極めて多様な海藻群落が存在し、それぞれ特徴的な生態学的機能を有していることが考えられる。今後はそれぞれの群落において、流失・被食量なども含めた年間純生産量の推定を行なうことが広島湾における藻場の機能の解明に必要なと思われる。

#### 謝辞

本研究は農林水産技術会議のプロジェクト研究「森林・海洋等における CO<sub>2</sub> 収支の評価の高度化」及び、「環境研究・自然循環」の一部としても実施した。現地調査地点の確保において、大野町、阿多田、柱島、東和町の各漁業協同組合、広島県水産試験場、山口県水産総合研究センター内海部の皆様に大変お世話になった。

#### 参考文献

- Akiyama, K. & Kurogi, M. 1982. Cultivation of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, the decrease in crops from natural plants following crop increase from cultivation. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. 44: 91-100.
- 新井朱美・新井章吾 1983. ヒジキとウミトラノオの入植に影響する諸条件. 水産増殖 30: 184-191.
- Casabianca, M.L. de & Posada, F. 1998. Effect of environmental parameters on the growth of *Ulva rigida* (Thau Lagoon, France). Bot. Mar. 41:

- 157-165.
- 千原光雄 1975. 学研中高生図鑑 12 海藻. 学習研究社, 東京.
- 電力中央研究所 1990. 海中砂漠緑化技術の開発第3報クロメの成長と生育制限要因. 電中研研報 U90044: 1-25.
- 石田健次・由木雄一 1996. 島根県鹿島沿岸におけるクロメの季節変化. 水産増殖 44: 241-247.
- Kang J. W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. Bull. Pusan Fish. Coll. 7: 1-125. +1-7.
- 環境庁 1988. 瀬戸内海的环境 - 瀬戸内海環境情報基本図 -
- 環境庁自然保護局 1994. 第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書 第2巻藻場: 1-399.
- 片田実 1940. ヒジキの増殖に関する生態研究. 水産研究誌 35: 320-326.
- 片田実 1952. ヒジキの生態的研究. 第1報 小湊に於けるヒジキ及びウミトラノオの群落に就いて. 農水講研報 2: 40-47.
- 清本節夫・吉村 拓・新井章吾 2000. 長崎県野母崎の潮下帯に生育する大型褐藻5種に対する藻食性魚類の採食選択性. 西水研研報 78: 67-75.
- 小島 博・谷口和也 1994. 徳島県牟岐町沿岸における褐藻クロメの成長周期. Nippon Suisan Gakkaishi 60: 365-369.
- 工藤孝浩 1999. 横浜市海の公園では. p. 55-70. 能登谷正浩 (編) アオサの利用と環境修復. 成山堂書店, 東京.
- Meinesz A., Benichou L., Blachier J., Komatsu T., Lemee R. & Mari X. 1994. Note Preliminaire sur les variations saisonnieres de *Caulerpa taxifolia* en Mediterranee. p.285-290. In: Boudouresque, C.F., Gravez, V. and Meinesz, A. (eds.) First international workshop on *Caulerpa taxifolia*. GIS Posidonie, France.
- Mukai H. 1971. The phytal animals on the thalli of *Sargassum serratifolium* in the *Sargassum* region, with reference to their seasonal fluctuations. Mar. Biol. 8: 170-182.
- 村瀬 昇・大貝政治 1996. 瀬戸内海の長島沿岸に生育するクロメの生長と成熟. 水産増殖 44: 59-65.
- Murase N. & Kito H. 1998. Growth and maturation of *Sargassum macrocarpum* C. Agardh in Fukawa Bay, the Sea of Japan. Fisheries Sci. 64(3): 393-396.
- Murase N., Kito H., Mizukami Y. & Maegawa M. 2000. Productivity of a *Sargassum macrocarpum* (Fucales, Phaeophyta) population in Fukawa Bay, Sea of Japan. Fisheries Sci. 66(2): 270-277.
- 中村達夫・宮後富博 1983. アカモク・ヤツマタモクの群落生態「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和57年度 I-6課題 (有用海藻群落) 研究成績報告書」水産庁南西海区水産研究所: 65-83.
- 成原淳一・大木雅彦 1990. 宮崎県川南地先のクロメ群落について. 栽培技研 19: 1-8.
- 日本水産資源保護協会 1984. 藻場 (主として大型褐藻群落) と水産生物について. 漁場環境調査検討事業, 特別部会とりまとめ.
- 野中 忠・岩橋義人 1962. いかだ式養殖ワカメの成長と採取について. 水産増殖 9: 229-236.
- 野中忠・大須賀穂作・佐々木正 1962. 天草増産に関する基礎的研究 (7) 天草の生育と採取後の回復について. 静岡県水試伊豆分場研究報告 18: 1-4.
- 大野正夫 1988. 緑藻アオサ場の季節的消長. 付着生物研究 7: 13-17.
- 大野正夫 1999 1.2 大繁殖するアオサ類. p. 7-15. 能登谷正浩 (編) アオサの利用と環境修復. 成山堂書店, 東京.
- Ohno M. & Mairh O.P. 1982. Ecology of green alga Ulvaceae occurring on the coast of Okha, India. Rep. Usa mar. biol. Inst. 4: 1-8.
- 岡市友利・小森星児・中西 弘編 1996. 瀬戸内海の生物資源と環境 - その将来のために. 恒星社厚生閣, 東京.
- 斉藤雄之助 1962. ワカメの増殖に関する基礎的研究. 東水大水産実験所業績 3: 1-101.
- Segawa S. & Ichiki M. 1959. A list of seaweeds in the vicinity of the Aizu Marine Biological Station of Kumamoto University. Kumamoto Jour. Sci. Ser. B Sec. 2(4): 103-112.
- 水産庁中央水産研究所 1997. 藻場の機能. 水産業関係試験研究推進会議 資源増殖部会「テーマ別研究のレビュー」Ser. 4: 1-110.
- 谷口和也・山田悦正 1978. 能登飯田湾の漸深帯における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態. 水産研究 29: 239-253.
- 谷口和也・山田秀秋 1988. 松島湾におけるアカモク群落の周年変化と生産力. 東北水研研報 50: 59-65.
- 寺脇利信 1985. 三浦半島小田和湾におけるヒジキの生長と成熟. 水産増殖 33: 115-118.
- 寺脇利信・吉田吾郎・玉置 仁・薄 浩則 1998. 広島湾の石積み護岸マウンド沿いに成立した海草・藻類植生. 南西水研研報 31: 13-18.
- 寺脇利信・吉川浩二・吉田吾郎・内村真之・新井章吾 2001. 広島湾における大型海藻類の水平・垂直分布様式. 瀬戸内水研報 3: 73-81.
- 徳田 廣・大野正夫・小河久朗 1987. 海藻資源養殖学. 緑書房, 東京.
- 当真武 1993. 沖縄島におけるヒジキの分布と季節的消長. 沖縄県水試事報. 平成3年度: 105-116.
- Tseng C. K. 1983. Common seaweeds of China. Science Press, Beijing.
- 筒井 功・大野正夫 1992. 和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化. 藻類 40: 39-46.
- 筒井 功・大野正夫 1993. 高知県須崎湾に生育するワカメ, ヒロメ, アントクメの成長と成熟. 水産増殖 41: 55-60.
- 内村真之・吉田吾郎・吉川浩二・新井章吾・寺脇利信 2001. 広島湾阿多田島南東岸に生育するフサイワツタ (*Caulerpa okamurae* Weber-van Bosse in Okamura) 群落の台風による消失. 瀬戸内水研報 3: 63-71.
- Uno S., Sakai Y. & Yoshikawa K. 1983. Distribution of *Ulva pertusa* and amount of nitrogen in Yamaguchi Bay, Jap. J. Phycol. 31: 148-155.
- 山本護太郎 1973. 海洋学講座 第9巻 海洋生態学. 東京大学出版会.
- 山崎浩 1962. テングサ類増殖に関する基礎的研究. 静岡県水試伊豆分場研究報告. 19: 1-92.
- Yokohama Y., Tanaka J. & Chihara M. 1987. Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula on the Pacific coast of Japan. Bot. Mag. Tokyo 100: 129-141.
- 吉田吾郎・内村真之・吉川浩二・寺脇利信 2001. 広島湾に生育する海藻類の炭素・窒素含量とその季節変化. 瀬戸内水研報 3: 53-61.
- 吉田忠生 1970. アラメの物質生産に関する2, 3の知見. 東北水研研報 30: 107-112.
- 芳永春男・八柳建郎 1960. ワカメの増殖学的研究第2報胞子体の発芽, 成長 (養殖) について. 山口外海水試研報 3: 10-19.
- Zavodnik n., Travizi A., Jaklin A. & Labura Z. 1998. *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) in the north Adriatic Sea at Malinska (Krk inland, Croatia). p.175-184. In: Boudouresque, C.F., Gravez, V., Meinesz, A., and Palluy, F. (eds.) Third international workshop on *Caulerpa taxifolia*. GIS Posidonie, France.

