

若狭湾西部海域の定置網の側張りに捕捉された 流れ藻の現存量と幼胚放出数

八谷光介, 西垣友和, 白藤徳夫, 和田洋藏

Standing Crop of Drifting Seaweed Entangled around the Floating Rope of a Set Net,
and the Number of Embryos Released from the Seaweed in Western Wakasa Bay

Kousuke Yatsuya, Tomokazu Nishigaki, Norio Shirafuji and Yozo Wada

Drifting seaweed entangled around the floating rope of a set net in western Wakasa Bay was investigated with respect to their standing crop and the number of released embryos. Wet weight of the drifting seaweed at maximum was 1.3 kg per meter of rope comprising the set net and 957 kg in total was estimated for the entire set net. Wet weight of 1 kg *Sargassum patens* collected from the set net released 770,000 embryos at maximum, while *S. patens* from the seaweed bed released 3,000 embryos at maximum. Wet weight of 1 kg *S. macrocarpum* collected from the set net released 100,000 embryos at maximum, and *S. macrocarpum* from the seaweed bed released 110,000 embryos at maximum. It was suggested that recruitment of *Sargassum* would increase where the floating rope was installed to entrap drifting seaweed and to seed *Sargassum* embryos from drifting seaweed.

キーワード：流れ藻, ヤツマタモク, ノコギリモク, 定置網, 幼胚供給方法

藻場造成や磯焼け改善のために海藻種苗や生殖細胞を供給する方法として、様々なものが提案されている。海藻種苗の移植（能登谷, 2003；中島, 2003）のほかに、コンブ類の遊走子やホンダワラ類の幼胚を散布する方法として母藻を網袋に詰め込むスポアバック法（芹澤ら, 2005）や、遊走子や幼胚を入れた海水を基質に散布する方法などがある。これらの方法にはそれぞれ改善すべき点が残されている。種苗生産に関しては多くの時間と手間がかかり、天然藻場から母藻を大量に採取する場合には藻場への影響も考慮しなければならない。

京都府沿岸には大小の定置網が多数設置されており、その側張りには春から夏にかけて多くの流れ藻が捕捉されている。このような流れ藻が母藻として利用可能であるならば天然藻場から母藻を採集する必要はなく、さらに側張りを模したロープを水面に浮かべた簡便な施設を用いて、ホンダワラ類の幼胚をある程度任意の場所に効率よく供給できると考えられる。しかしながら、この方法がどれほど実現可能なのかについては、流れ藻の捕捉量や幼胚供給量の面から検討する必要がある。

そこで本研究では、2005年5月から7月にかけて若狭湾西部海域の養老地先で定置網の側張りに捕捉されたホンダワラ類の重量および種組成を調査した。また最も多く出現したヤツマタモク *Sargassum patens* とノコギリモク *S. macrocarpum* について、藻場に生育している藻体と流れ藻が放出する幼胚数の経時的変化を比較

検討した。これらのデータに加えて、定置網が設置されている養老地先の沖合で調べられた流れ藻の種組成（八谷ら, 2005a）などから、当海域の流れ藻の発生過程について考察した。

材料と方法

調査地点は若狭湾西部海域にあたる丹後半島南東岸の宮津市養老地先の船揚場磯漁場（以下、磯漁場と記す）と同沖漁場（以下、沖漁場と記す）の大型定置網である（Fig. 1）。両漁場の沖出し距離は、磯漁場が約500～1,300 m、沖漁場が約1,300～1,900 mである（Fig. 1）。調査地点周辺では、海岸に沿ってほぼ連続的にホンダワラ藻場が形成されている（Fig. 1）。上記両漁場の定置網（身網および導網を含む）の側張りに捕捉された流れ藻について、2005年5月11日と25日、6月8日と22日、7月6日と20日の合計6回にわたり調査した。本研究で調査の対象とした側張りの延長距離は、磯漁場では3,250 m、沖漁場では2,000 mであった。側張りに捕捉された流れ藻の現存量を以下のように調べた。まず、船外機船で側張りに沿って移動しながら、捕捉されている流れ藻の量を目視で4段階（1：多い, 2：中間, 3：少ない, 4：なし）に分類し、それぞれの側張りの延長距離を記録した。上記の3段階のそれぞれから任意の1ヵ所を選び、流れ藻の量に応じて10～100 mの側張りから流れ藻を採集した。採集した藻体を種別に分け湿重量（以下、重量はすべて湿重量）を測定し、種組成と側張り1 m あ

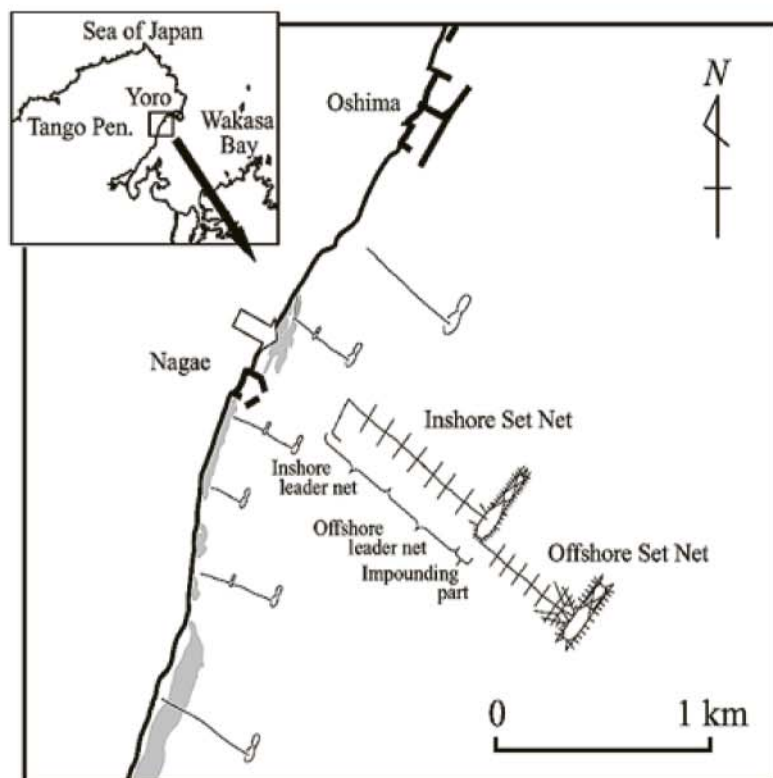


Fig. 1 Map showing the study area. Large set nets consisting of inshore and offshore set nets were investigated. The inshore set net is subdivided into the inshore and offshore part of the leader net and the impounding part. Shaded area along coastline indicates the *Sargassum* seaweed bed. The open arrow indicates the seaweed bed from which *Sargassum paents* and *S. macrocarpum* were collected. Small set nets around the large set nets are also indicated.

たりの流れ藻の重量 (g/m) を調べた。これらのデータから、定置網全体の流れ藻の捕撈量と種組成を求めた。また、最も流れ藻が多かった5月25日については、流れ藻の重量を磯漁場の3ヵ所(垣網の岸側、垣網の沖側、運動場と箱網の周辺)と沖漁場に分けて示した (Fig. 1)。

調査地点周辺のホンダワラ藻場ではヤツマタモクとノコギリモクが優占しており (八谷, 2005), 定置網からも両種が多く採集されたため、これらの種が放出する幼胚数を調べた。定置網からは上述の捕撈量調査で採集した藻体を用い、藻場からは長江漁港の北側のホンダワラ藻場 (Fig. 1) から2005年6月8日と22日、7月6日と20日に採集した藻体を用いた。ただし、7月20日には藻場のヤツマタモクは枯死あるいは流失しており生殖器床をつけた藻体を採集できなかった。定置網および藻場から採集したヤツマタモクとノコギリモクの少なくとも3個体から生殖器床をつけた藻体を1.0~1.5 kg 取り出し、ろ過海水を緩やかにかけ流したコンテナに収容した。収容から約1週間後にコンテナの底に沈殿した幼胚をブラシで掃いて集め、上澄みを捨てて500~800 mlの海水に入れた。この海水をよく攪拌してから1 mlを6回取り出し生物顕微鏡で計数し、その平均値を母藻1 kgあたりに換算して示し

た。幼胚を取り除いてから藻体をコンテナに戻し、その約1週間後にも同様の方法で幼胚を集めて計数した。ただし5月25日採集分については、連続して2週間にわたり幼胚を放出させてから計数した。

結 果

定置網に捕捉された流れ藻は5月25日に最も多く、定置網全体では957 kgであった (Fig. 2)。その後、流れ藻の重量は減少し、6月中には約500 kgとなり、7月6日と20日にはそれぞれ136 kg, 47 kgとなった (Fig. 2)。磯漁場の側張りの延長距離は、磯漁場と沖漁場を合わせた側張り全体の62%であったが、流れ藻のほとんどが磯漁場で捕捉されていた。5月11日と25日には95%以上の流れ藻が磯漁場で捕捉され、それ以後も7月6日までは72%以上が磯漁場のものであった (Fig. 2)。

5月11日にはヤツマタモク、ノコギリモク、ジョロモク *Myagropsis myagroides*, アカモク *Sargassum horneri* など各種がほぼ同量で捕捉されていたが、5月25日と6月8日にはヤツマタモクが優占し、6月22日と7月6日にはノコギリモクが多かった (Fig. 2)。また、5月11日と25日、6月22日には流れ藻に付着したエゴノリ *Camphylaeophora hypnaeoides* の重量が定置網全体で60

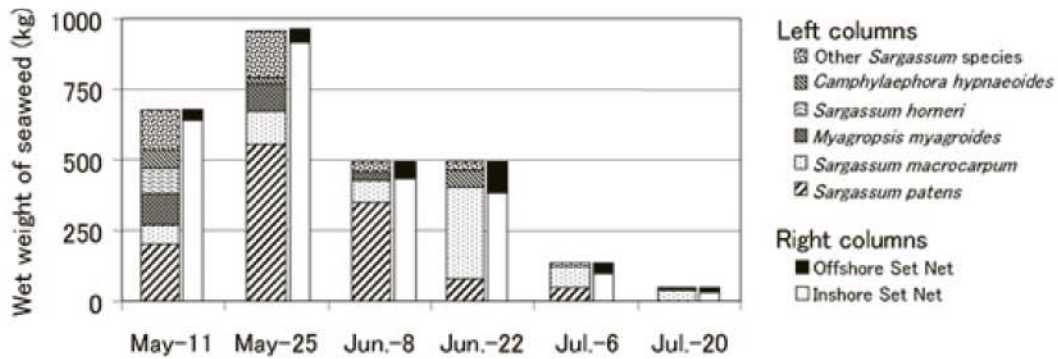


Fig. 2 Wet weight of drifting seaweed entangled around the floating rope of the set net. The weight is expressed by the species (left columns) and by offshore and inshore set nets (right columns).

Table 1 Cumulative length of floating rope and weight of seaweed in each part of the set net according to seaweed abundance, investigated on May 25, 2005

Abundance (g wet wt/m)	Length of floating rope (m)					Weight of seaweed (kg)					
	Inshore Set Net*					Offshore Set Net*	Inshore Set Net*				Offshore Set Net*
	Inshore leader net*	Offshore leader net*	Impounding part*	Sum	Inshore leader net*		Offshore leader net*	Impounding part*	Sum		
Plenty	1,292	260	0	0	260	0	336	0	0	336	0
Interme- diate	288	715	920	165	1,800	50	206	265	48	518	14
Scanty	78	155	210	365	730	410	12	16	28	57	32
Absent	0	0	0	460	460	1,540	0	0	0	0	0
Sum		1,130	1,130	990	3,250	2,000	554	281	76	911	46

* See Fig. 1 for the location of each part of the set net.

kg 以上と推定された (Fig. 2)。

調査期間中に最も多く流れ藻が捕捉されていた5月25日の採集状況の詳細を Table 1 に示した。流れ藻が最も多かった地点は磯漁場の岸側であり、その地点の側張り 260 m に 1,292 g/m の流れ藻が捕捉されていた (Table 1)。流れ藻は岸から沖にかけて減少する傾向があり、磯漁場の流れ藻捕捉量の平均値は 280 g/m (911 kg/3,250 m) で、沖漁場の平均値は 2.3 g/m (46 kg/2,000 m) であった (Table 1)。また、磯漁場内でも流れ藻捕捉量は岸側のほうが多く、その平均値は垣網の岸側で 490 g/m (554 kg/1,130 m)、垣網の沖側で 249 g/m (281 kg/1,130 m)、運動場と箱網の周辺で 77 g/m (76 kg/990 m) であった (Table 1)。水面上に浮いたロープは流れ藻を多く捕捉し、一部の例外を除いて「多い」または「中間」に分類されたが、垣網を吊り下げたロープは水面下に 50 cm ほど沈むため流れ藻をあまり捕捉せず「中間」に分類された。なお、これらの傾向は他の調査日においても認められた。

ヤツマタモクの幼胚放出数を Fig. 3 に示す。定置網から採集したヤツマタモクの幼胚放出数は、5月11日採集分では母藻 1 kg あたり 1,000 個を超えなかったが、5月25日と6月8日分では約10~12万個となり、

6月22日採集分では採集から1週間で約76万個、次の1週間で約8,000個の幼胚を放出した。その後、幼胚放出数は減少し7月20日採集分では100個以下になった。一方、藻場から採集したヤツマタモクの幼胚放出数は、定置網のものより少なく、最高でも6月22日採集分の約3,000個であった。

ノコギリモクの幼胚放出数を Fig. 4 に示す。定置網から採集したノコギリモクの幼胚放出数は、5月11日採集分では母藻 1 kg あたり 100 個以下であったが、6月8日採集分では採集から1週間で約10万個を放出した。その後、幼胚放出数は減少し7月6日採集分が約40個の幼胚を放出したが、7月20日に採集されたものは幼胚を放出しなかった。藻場から採集したノコギリモクの幼胚放出数も、定置網のものと同様に6月8日採集分が最大となり、採集から1週間で約11万個を放出した。その後、幼胚放出数は減少し7月20日採集分は幼胚を放出しなかった。ヤツマタモクとノコギリモクともに、藻場の藻体と流れ藻の両者で、全期間を通じて採集から1週間以内に85%以上の幼胚を放出していた。

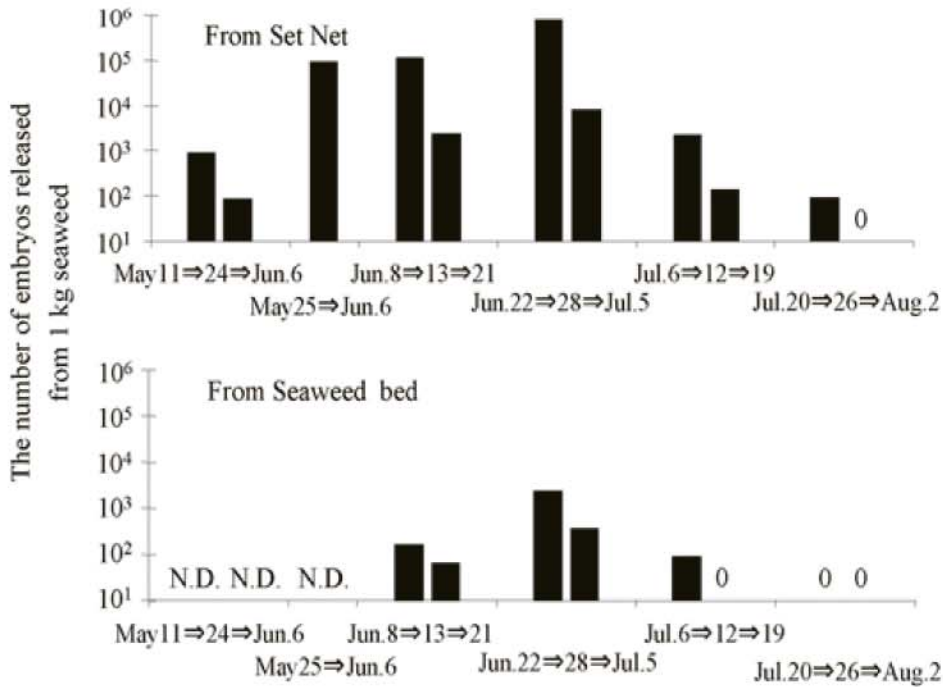


Fig. 3 The number of embryos released from 1 kg *Sargassum patens* collected from the set net and seaweed bed. N.D. indicates no data.

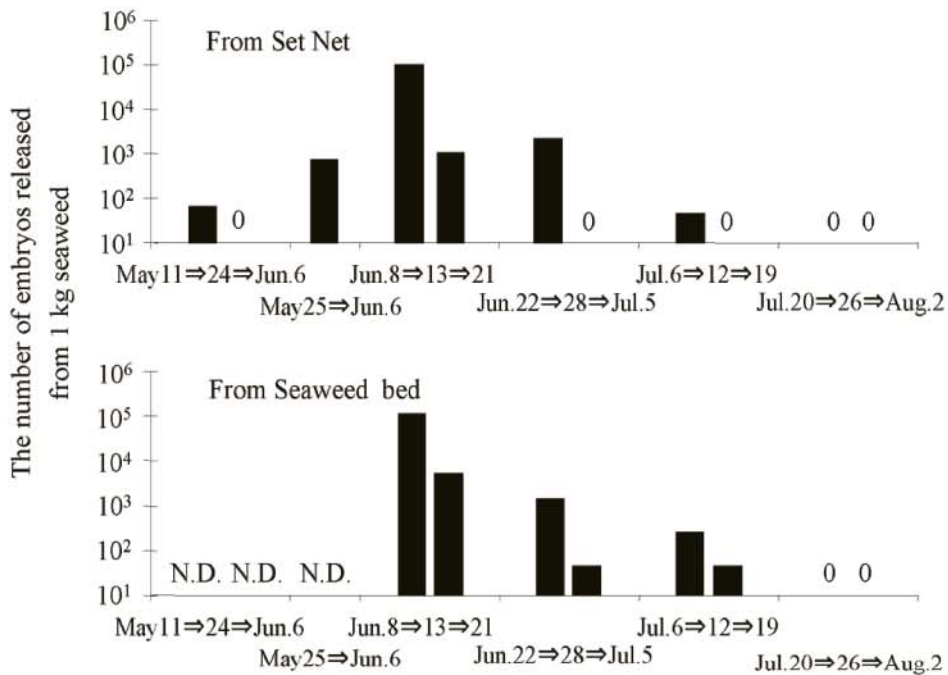


Fig. 4 The number of embryos released from 1 kg *Sargassum macrocarpum* collected from the set net and seaweed bed. N.D. indicates no data.

考 察

本研究では、流れ藻を利用してホンダワラ類の幼胚をある程度任意の場所に効率よく供給する技術の実現可能性を検討するために、定置網の側張りに捕捉された流れ藻の重量とその流れ藻から放出された幼胚数について調査した。最も多い時には定置網全体では約 957 kg、側張り 1 m あたりでは約 1.3 kg/m の流れ藻

が捕捉されていた。流れ藻は磯漁場に多く、その中でも藻場に近づくほど多くなる傾向がみられた。また、流れ藻の捕捉量は水面下に沈んでいるロープよりも、水面上に浮いているところで多かった。これらの結果から、効率的に流れ藻を捕捉するためには水面上にロープを浮かべた施設をなるべく岸近くに設置すればよいことが示唆された。若狭湾西部の沿岸域ではそのような施設によってロープ 1 m あたり 1 kg 程度の流

れ藻を捕捉でき、そこからは1週間以内に数十万個のホンダワラ類の幼胚が落下する可能性も示された。また、流れ藻の中には食用海藻であるエゴノリも定置網全体で60 kg以上含まれていたことから、流れ藻を捕捉しておくことによってエゴノリを増殖できる可能性がある。

藻場造成や磯焼けを改善するために遊走子や幼胚を散布する方法としては、成熟した藻体を網袋に詰めるスポアバック法や直接散布法などが用いられている。その際に、ホンダワラ類では卵や精子の放出誘導技術が確立していない(中島, 2003)ため、生殖器床表面に幼胚が付着していることを確認する必要があるが、幼胚の付着期間は1~11日と短く(奥田, 1985), そのような生殖器床をつけた藻体を大量に入手することは困難である。一方、流れ藻の場合、定置網の側張りに捕捉された藻体から、適期になれば幼胚が大量に放出される。定置網の側張りを模した流れ藻捕捉装置は構造も簡便であり、スポアバック法や直接散布法のように生殖器床表面の幼胚を確認して、藻体を網袋に詰め込んで海底に設置したり、幼胚を海中で散布したりする必要もなく、幼胚が自然に落下するのを待つだけでよいため、作業効率は格段に向上するだろう。

定置網からは5月11日にはヤツマタモク、ジョロモク、アカモクも多く採集されたが、5月25日と6月8日にはヤツマタモクが多く、それ以後はノコギリモクが多かった。定置網に近い長江地先のホンダワラ藻場ではジョロモク、ヤツマタモク、ノコギリモクの順に流失していることが観察されている(Yatsuya *et al.*, 2005; 八谷ら, 2005b)ので、定置網の流れ藻の種組成の変化は藻場からの流失によく対応しているといえる。一方、調査地点の沖側の若狭湾西部海域で採集された流れ藻では、3月から7月までアカモクの割合が最も大きく(八谷ら, 2005a), 定置網の側張りに捕捉された流れ藻の種組成とは異なった。藻場から数km離れた沖合では、比重が小さく浮遊期間の長いアカモク(八谷ら, 2005b)がそれ以外の浮遊期間の短い種(八谷ら, 2005b)よりも多くなる可能性があり、そのため沖合の流れ藻の種組成は藻場のものと異なるのかもしれない。

次に、定置網と藻場から採集したヤツマタモクの幼胚放出数の違いについて考察する。藻場のヤツマタモクの大部分は、調査開始日の6月8日以前の5月下旬頃に幼胚放出の盛期を過ぎており、6月8日以降はその残りが放出されたのではないかと推察される。一方、定置網から採集したヤツマタモクは6月8日と6月22日採集分の幼胚放出数が藻体1 kgあたり10万個以上であり、藻場のものよりかなり多かった。その要因として、この期間の流れ藻は主に幼胚放出の盛期が遅れた藻体に由来した可能性が考えられる。ヤツマタモクの成熟前の藻体は成熟後のものよりも比重が小さ

い(八谷ら, 2005b)ので、成熟が遅く幼胚を放出していない藻体は流れ藻になりやすいだろう。これらの流れ藻が定置網の側張りに巻き付いて幼胚を大量に放出したため、藻場のものよりも幼胚放出数が多くなったのではないだろうか。しかし、上記の要因以外にも、定置網周辺の水温や海水流動などが藻場とは異なるために、流れ藻のヤツマタモクの成熟が遅れた(または、延長された)可能性も考えられる。流れ藻と藻場のヤツマタモクの幼胚放出数に違いをもたらした要因については、現状では特定できていないが、この違いは幼胚供給方法の成否にとって重要な問題なので、今後の研究によって明らかにすべきである。

一方、ノコギリモクは、藻場から採集しても定置網から採集しても、幼胚放出数は大きく異ならなかった。ノコギリモクでは、ヤツマタモクでみられた成熟の進行に伴って比重が増加するという関係性がない(八谷, 2005)ため、特定の成熟段階のものが流れ藻になる可能性は低いのではないだろうか。そのため、藻場と定置網から採集されたノコギリモクの間には幼胚放出に関する違いが認められなかったのかもしれない。これらの仮説を検証するために、ヤツマタモクとノコギリモクの流れ藻発生様式について、藻体の比重の他にも主枝の切断されやすさと成熟との関係などについても調べる必要があるだろう。

ホンダワラ類の繁殖戦略において、流れ藻が幼胚を新たな定着場所へ辿り着かせるための運搬手段(Stiger and Payri, 1999; Engelen *et al.*, 2001)とみなせるならば、流れ藻を利用して人為的に幼胚を散布することは理に適っている。また、実際に、幼胚を放出する前のヤツマタモクが流れ藻になりやすいならば、流れ藻を入手した時点で幼胚を放出しやすい藻体を選別していたことになる。そうならば、藻場造成や種苗生産の母藻として流れ藻を利用することは、藻場の藻体を採集しなくてよいという利点の他に、幼胚を効率よく入手できるという点からも評価できる。

文 献

- Engelen A.H., Olsen J.L., Breeman A.M., Stam W.T. 2001. Genetic differentiation in *Sargassum polyceratum* (Fucales: Phaeophyceae) around the island of Curaçao (Netherlands Antilles). *Mar. Biol.* **139**: 267-277.
- 中島 泰. 2003. 移植ブロックによる造成藻場。「藻場の海藻と造成技術」(能登谷正浩編). 171-179. 成山堂書店, 東京.
- 能登谷正浩. 2003. 組織培養による造成種苗の作成。「藻場の海藻と造成技術」(能登谷正浩編). 161-171. 成山堂書店, 東京.
- 奥田武男. 1985. ホンダワラ類における幼胚の入手と着生機構. 月刊海洋, **17**: 38-44.

- 芹澤如此古, 井本善次, 田井野清也, 崔 昌根, 石川 徹, 大野正夫, 平岡雅規. 2005. 土佐湾の磯焼け 海域におけるスポアバック法によるカジメ海中林 の造成. 藻類, **53**: 19-24.
- Stiger V., Payri C.E. 1999. Spatial and temporal patterns of settlement of the brown macroalgae *Turbinaria ornata* and *Sargassum mangarevense* in a coral reef on Tahiti. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **199**: 91-100.
- 八谷光介. 2005. ホンダワラ藻場の生産・流失過程に 関する研究. 京都海セ研究論文, **7**: 1-41.
- Yatsuya K., Nishigaki T., Douke A., Wada Y. 2005. Annual net production of the five Sargassaceae species in Yoro, western Wakasa Bay, Sea of Japan. *Fish. Sci.*, **71**: 1098-1106.
- 八谷光介, 西垣友和, 道家章生, 和田洋藏. 2005a. 若狭湾西部海域で採集された流れ藻の種組成. 京 都海洋セ研報, **27**: 13-18.
- 八谷光介, 西垣友和, 井谷匡志, 和田洋藏. 2005b. 若狭湾西部養老地先における流れ藻発生量の推定 とその比重測定による浮遊期間の推定. 月刊海 洋, **37**: 516-521.