

フトモズク量産化に向けた海面養殖試験

吉岡 武志・福澄 賢二・瀧口 克己・行武 敦・篠原 直哉・瀨上 哲・中村 真由美
(研究部)

Surface of the sea cultured examination for *Tinocladia crassa* mass production

Takeshi YOSHIOKA, Kenji FUKUZUMI, Katsumi TAKIGUCHI, Atsutoshi IKUTAKE^{*1}, Naoya SHINOHARA,
Satoshi FUCHIGAMI and Mayumi NAKAMURA
(Research Department)

福岡県筑前海域は冬季に時化が多く、主幹である漁船漁業は漁閑期となる。漁閑期対策として、ワカメ養殖、ノリ養殖、カキ養殖が営まれているが、筑前海には静穏域が少なく、養殖適地はごく一部に限られている。そのため、冬季に外海域でも養殖可能な新たな養殖種の開発が強く望まれている¹⁾。

フトモズク (*Tinocladia crassa*) は日本海沿岸域に広く分布しているが²⁾、生産量は全国的に少なく、本県においても年間1~2トン程度であり³⁾、高値で取引されている。本県ではフトモズクを冬季の新養殖種とするため、各種の養殖実用化試験を実施してきた。その結果、少量の収穫ではあるが、海面養殖でフトモズク藻体の生長を確認できた¹⁾。しかし、藻体の多くが枯死または流失する等、量産できるまでには至らなかった。その原因として、養殖時期が不適であることや、養殖開始時(沖出し時)の藻体長が短いため珪藻や時化等への耐性が低かったことが考えられた。

本研究では、これら問題点を解明するため、2005、'06年に養殖可能時期や沖出し時の適正藻体長について検討した。また、漁業者への普及を考え、耐波性、生産性に優れ、また施設費が安価で作業効率が良く、かつ様々な海域に設置可能な養殖施設の開発検討も併せて行った。さらに、フトモズクが筑前海の新たな養殖種になり得るか検討するため、'06年に量産化試験を行うとともに、収穫物を魚市場に出荷し、投資効果を検討した。

材料及び方法

1. 養殖試験

糸島郡志摩町福の浦地先において、'05年2~5月お

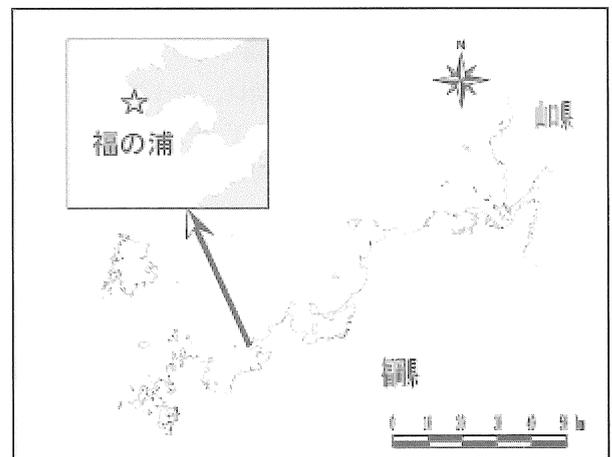


図1 フトモズク試験養殖海域(芥屋福の浦地先)

よび'06年1~5月にかけて養殖試験を行った(図1)。同地先に天然フトモズクは生息していないが、季節風(北風)の影響を受けにくく、フトモズクの生息環境に適した水深2~3mの砂底質となっている。

養殖基質には1.8×2.0mのノリ養殖用網を使用した。採苗後は、当水産海洋技術センターの4トンFRP水槽で藻体長0.1~5mmまで育苗した(図2)。

この種網を'05年には支柱式、'06年は支柱式と浮流式の方法で養殖した。

支柱式養殖では、海底に打ち込んだ直径20mmの鉄筋に種網の四隅を結びつけ、網を水平に設置した。天然の生息環境に近づけるため、網を海底から30cmの高さに設置した。

また、浮流式養殖では、浮流式のノリ養殖と同様に、種網の四隅をロープと碇で固定し、海底から1~2mの水深に設置した。

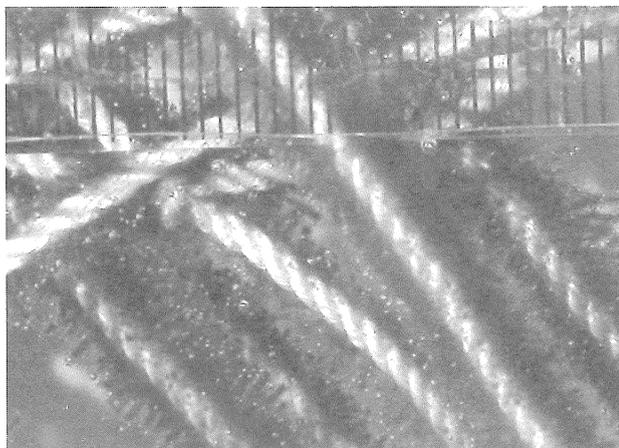


図2 育苗した種網 (1mm/目盛り)

(1) 養殖可能時期

種網を1～3月にかけて順次沖出しし、生長の推移や収穫量から養殖可能時期について検討した。養殖方法は、天然の生息環境に近い支柱式養殖で行った。

'05, '06年における沖出し時期は、表1の支柱式のとおりとした。'05年は天然よりも1ヶ月程度早いと考えられる2月下旬に1網、天然と同時期の3月上旬に2網、天然よりもやや遅いと思われる3月下旬に1網設置した。また'06年は、天然よりも1～2ヶ月早い1月下旬と2月上旬に各々4網、同時期の3月上・中旬に9網、やや遅い下旬に4網設置した。

沖出し後は定期的に藻体長を測定し、摘採時には収穫量を測定した。なお、摘採時期については、潜水観察やサンプリングによって藻体の状態を確認し、出来る限り最大収穫量と考えられる時期に収穫した。

また、藻体の生長と環境要因(水温、栄養塩)との関係を見るため、水温については自己水温計により1時間ごとに、栄養塩(DIN, DIP)は15～30日間隔で採水、測定した。

(2) 沖出し時の適正藻体長

表1のとおり、藻体長0.1～5.0mmに育苗した種網を沖出しし、沖出し時の藻体長と収穫量との関係から、適正な藻体長について検討した。

沖出し時の藻体長と設置網数は、'05年は支柱式4網(0.1～4.8mm)、'06年は支柱式21網(0.4～5.0mm)、浮流式32網(0.7～5.0mm)とした。

(3) 養殖施設の検討

施設の生産性、耐波性および作業効率を検討するため、'05年に支柱式養殖を、'06年には支柱式と浮流式による養殖を表1のとおり実施し、両養殖法について比較検討した。

表1 養殖施設別、海面養殖開始時期別の藻体長と網数
(藻体長(mm), 網数(枚))

2005年(海況:良好)		2006年(海況:不良)		
養殖開始日	支柱式 (藻体長×網数)	養殖開始日	支柱式 (藻体長×網数)	浮流式 (藻体長×網数)
2月23日	0.3×1	1月23日	3.0×4	
3月10日	0.1×1	2月10日	4.0×4	
"	1.8×1	3月7日	4.0×4	4.0×18
3月30日	4.8×1	3月15日	5.0×5	5.0×11
		3月27日	0.4×1	0.7×2
		"	0.7×1	1.0×1
		"	1.0×1	
		"	3.5×1	

2. 投資効果

フトモズク養殖が新養殖種になり得るか検討するため、'05, '06年の養殖結果から次式により投資効果を算出した。

$$\text{投資効果} = \text{収入} / \text{支出}$$

$$\text{収入} = \text{収穫量(kg)} \times \text{販売単価(円/kg)}$$

$$\text{支出} = \text{施設経費} + \text{種網経費} + \text{その他雑費}$$

ここで、収穫量については'05, '06年の収穫量を、販売単価は'06年3～4月に地元市場へ試験出荷した平均単価を用いた。また、施設経費については、普及用施設として考えた浮流式の費用とした。種網経費については種網作成費用、その他雑費は出荷時に必要な発泡箱代等とした。

結 果

1. 養殖試験

'05年は養殖期間を通して風の日が多く良好な海況が続いたため、藻体は順調に生育した。一方、'06年は例年のない時化が連日続き、極めて悪い養殖環境であった。特に'06年4月中旬には季節外れの大時化が発生する等、多くの藻体が流失した。また、藻体先端の千切れや傷みも目立ち、'05年の養殖環境とは対照的な養殖条件となった。

(1) 養殖可能時期

支柱式養殖による'05, '06年の沖出し日別の藻体長の推移をそれぞれ図3, 4に、また、沖出し日別の収穫量を図5, 6に示した。

'05年の生長をみると、沖出し日が2月下旬のものは62日後に128mmに、3月上旬のものは47日後に125mmに達し、両者は4月下旬にはほぼ同じ藻体長となった。また、3月下旬のものは27日後に94mmに達した。収穫量は34～55kg/網であった。

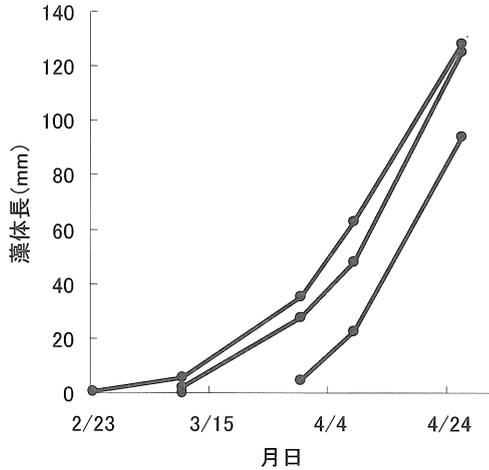


図3 藻体長の推移 (2005年, 支柱式)

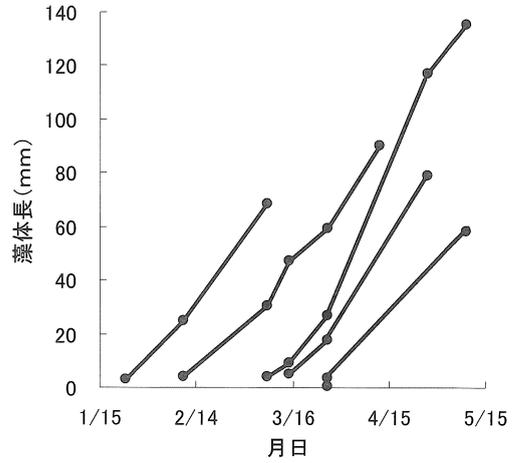


図4 藻体長の推移 (2006年, 支柱式)

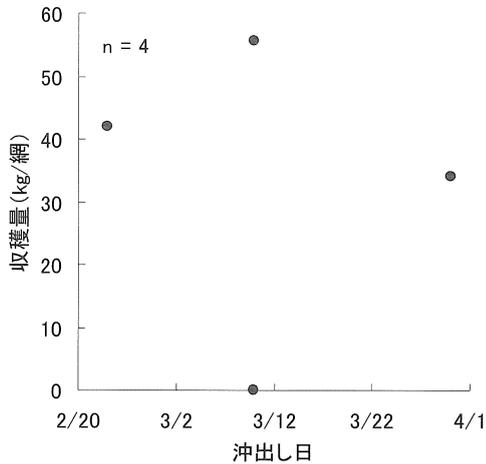


図5 沖出し日別の収穫量 (2005年, 支柱式)

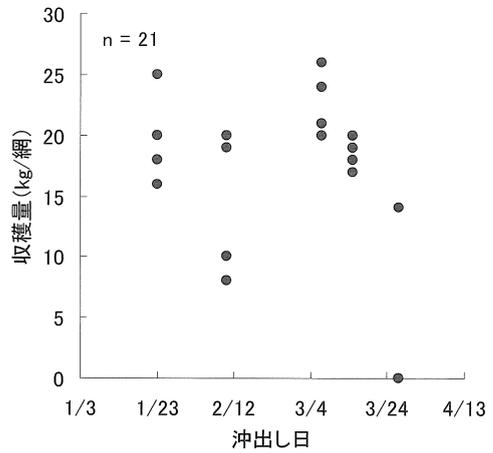


図6 沖出し日別の収穫量 (2006年, 支柱式)

一方、'06年の生長をみると、1月下旬に沖出したものは44日後に68mm、収穫量16~25kg/網、2月上旬のものは61日後に90mm、同8~20kg、3月上旬のものは62日後に135mm、同20~26kg、3月中旬・下旬のものは各々43日後に79mm、58mm、同17~20kg、14kgに達した。

養殖期間中の水温を図7に示す。水温の推移は'05、'06年ともに同様の傾向を示し、1月下旬から下降し、2月下旬~3月上旬に最低水温の10℃前後を示した。その後、上昇に転じ、5月上旬には16℃を超えた。

藻体に傷みがなかった'05年の日間生長と水温との関係を図8に示す。養殖期間中の水温10~16℃においては、高水温ほど高生長になる傾向がみられた ($r=0.965$, $p<0.001$)。2月下旬~3月上旬の最低水温期では、日間生長は0.3mmで、ほとんど生長がみられなかった。収穫までに要する期間は水温に左右され、27~62日間と約2倍の開きがあった。

また、栄養塩 (D I N, D I P) の変化を各々図9、

10に示した。D I Nは4~15 $\mu\text{mol/l}$ 、D I Pは0.013~0.42 $\mu\text{mol/l}$ の範囲にあったが、低水温期にやや低い傾向がみられた。栄養塩と生長との間には特に関係は認められなかった。

(2) 沖出し時の適正藻体長

'05、'06年における沖出し時の藻体長と収穫量との関係をそれぞれ図11、12に示す。

'05年は、藻体長0.3mm以上の網全てで1網30kg以上の収穫があったが、0.1mmで沖出した網では収穫できなかった。

一方、'06年は藻体長3mm以上の網全てで収穫できた。収穫量は'05年よりも少なく、7~26kg/網であった。藻体長1mm以下の網は、6網中1網で4kgの収穫があったが、残りの5網は沖出し後1~2週間で藻体が流失もしくは枯死し、収穫できなかった。

(3) 養殖施設の検討

'05、'06年の養殖施設別の収穫量を表2に、また摘採日別の収穫量をそれぞれ図13、14に示す。

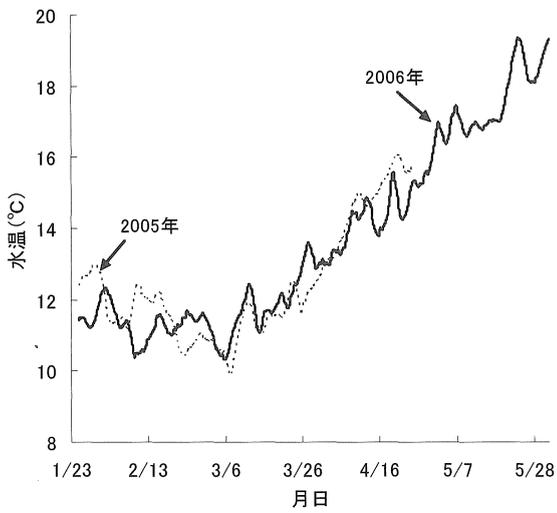


図7 養殖海域における水温の推移

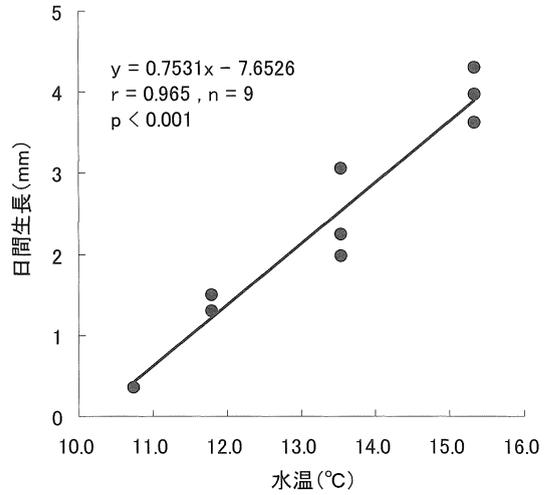


図8 藻体の日間成長と水温との関係

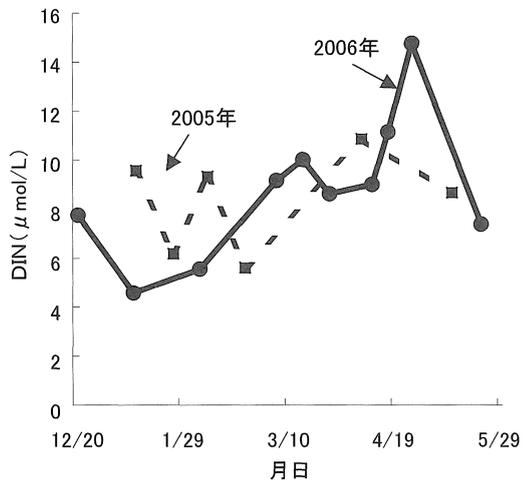


図9 養殖試験海域のDINの推移

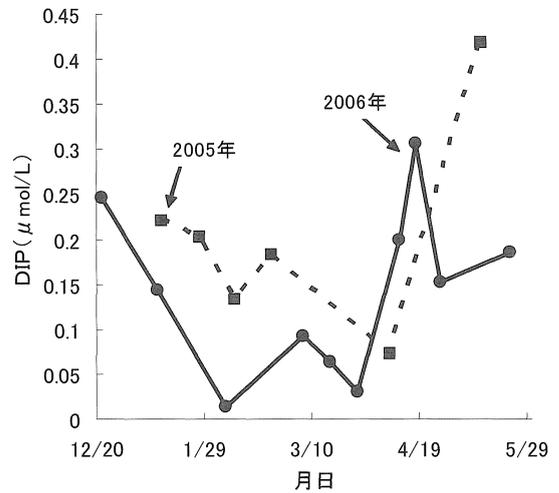


図10 養殖試験海域のDIPの推移

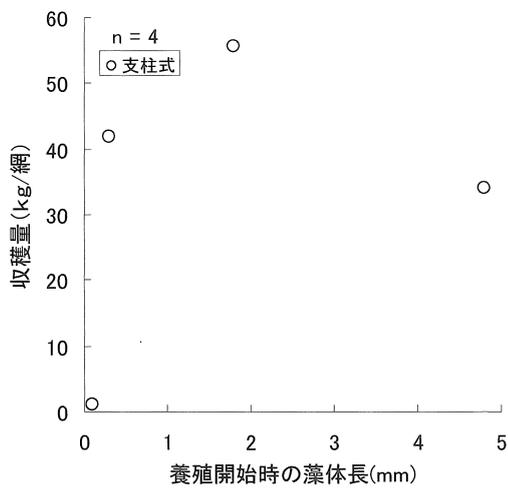


図11 養殖開始時の藻体長と収穫量との関係 (2005年)

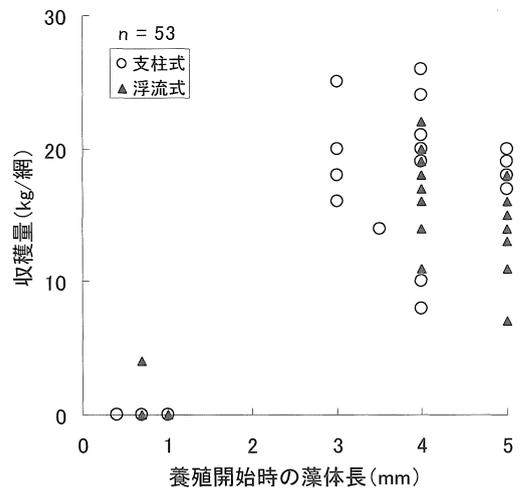


図12 養殖開始時の藻体長と収穫量との関係 (2006年)

'06年における支柱式と浮流式の平均収穫量は、各々18.5kg/網、15.8kg/網であった。また、両施設の収穫量を図14でみると、支柱式が浮流式よりもやや多い傾向がみられた。

いずれの施設も連日の時化や4月の大時化時に破損や流失、移動はみられなかった。

作業効率は、支柱式では常に潜水作業を要し低効率であった。一方、浮流式は、船上作業が可能であり、1つの施設に多くの網が設置可能であった。

2. 投資効果

投資効果の算出に用いた係数は表3のとおりとした。

収穫量では、好漁時は'05年の平均値43.8kgを、不漁時は'06年の平均値16.8kgを用いた。

販売単価は表4に示すように、3月中旬から4月下旬にかけて238kg試験出荷し、平均1,163円/kgであった。市場別にみると、福岡中央市場は933~1,333円/kg、姪浜市場では900~1,400円/kgであった。市場や時期による単価変動の傾向は認められなかった。

また、浮流式の施設経費および種網作成費用は各2,000円/網であった。その他雑費として出荷時に必要な発泡箱代等は500円であった。

以上から、1網(1.8×2.0m)あたりの収入は、好漁時50,939円、不漁時19,538円で、投資効果は各々11.3倍、4.3倍となった。

表2 養殖方法別の収穫量

	2005年		2006年	
	支柱式	支柱式	浮流式	小計
網数(枚)	3	17	30	47
収穫量(kg)	131.5	315	473	788
収穫量/網(kg)	43.8	18.5	15.8	16.8

表3 収益性の計算に用いた係数

項目	係数
収穫量	好漁時43.8kg, 不漁時16.8kg
販売単価	1,163円/kg
施設経費	2,000円
種網費	2,000円
その他雑費	500円

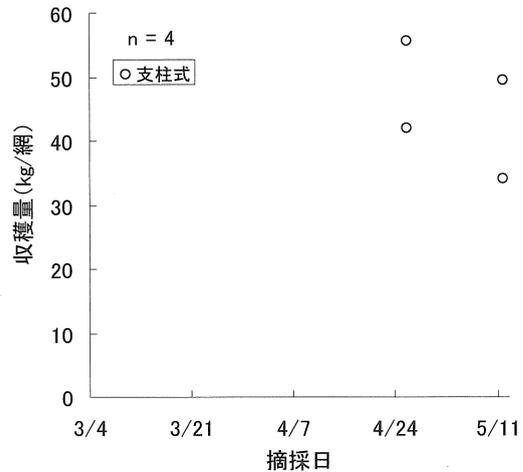


図13 摘採日と収穫量 (2005年)

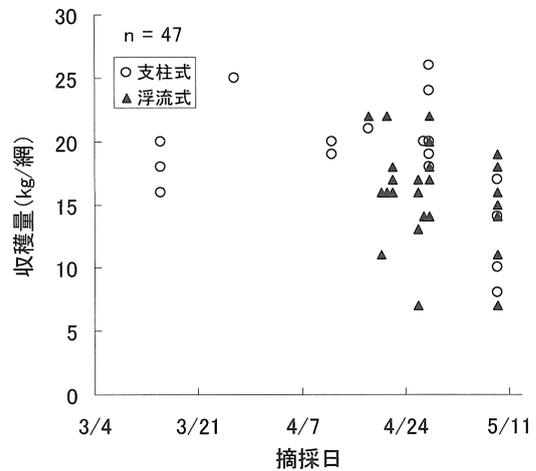


図14 摘採日と収穫量 (2006年)

表4 試験販売結果

出荷日	出荷先	出荷量			単価 (円/kg)	販売額 税抜(円)
		(kg)	(箱)	(計kg)		
3月16日	福岡中央市場	3	11	33	933	30,800
4月13日	福岡中央市場	3	6	18	1,167	21,000
	姪浜市場	2	5	10	1,400	14,000
	姪浜市場	2	2	4	1,250	5,000
4月19日	福岡中央市場	3	6	18	1,167	21,000
	姪浜市場	2	10	20	1,000	20,000
4月21日	福岡中央市場	3	8	24	1,333	32,000
	姪浜市場	2	6	12	900	10,800
4月24日	福岡中央市場	3	16	48	1,333	64,000
4月27日	福岡中央市場	3	11	33	1,167	38,500
	福岡中央市場	3	6	18	1,100	19,800
合計				238	1,163	276,900

考 察

通常、天然フトモズクは4月下旬から5月上旬に収穫されているが、本試験では1月下旬から5月中旬に収穫でき、天然産と比較して1.5ヶ月程度早かった。また、養殖期間も27～62日間と短期間であったことから、1～5月の間に2～3回の養殖が可能であると考えられた。さらに本試験による養殖可能水温帯は10～16℃であったことから、16℃を下回る12月の水温下降期においても養殖出来る可能性が考えられた。すなわち、11～12月に種網が生産できれば、16℃を下回る12月中旬頃に沖出しすることにより、1月に収穫できる可能性も考えられた。

時化が多かった'06年においては、沖出し時の藻体長が3mm未満では収穫できなかった。時化後の潜水観察では、幼芽に大量の浮泥が付着しており、その後藻体が流失したことから、幼芽の時期は時化や浮泥等の外的要因に影響されやすいことが考えられた。そのため、沖出し時期は成長が鈍る2月下旬から3月上旬は避けた方がよいと思われ、沖出し適期は1月下旬～2月上旬、または3月中～下旬であると考えられた。また、時化等の影響を考慮すると、藻体長3mm以上で沖出しする必要があると考えられた。

養殖施設については、支柱式、浮流式ともに耐波性があることが確認された。収穫量については、支柱式が浮流式よりもやや多かった。しかし、浮流式は船上から種網の設置が可能であり、潜水作業が常に必要な支柱式よりも作業効率が高く、また様々な場所に設置可能であるため、普及用施設として十分利用可能であると考えられた。

また、福の浦地先には天然フトモズクが生息していないが、藻体長3mm以上で沖出しすることにより、十分養殖可能であることが明らかになった。このことは、生息域以外の海域においても、沖出し時の藻体長や養殖方法等を工夫することで、養殖できる可能性があることが伺えた。ただし、養殖適地については、'06年の時化による藻体の流失や浮泥による影響を考えると、時化の影響が少なく、かつ外海性の海水交換が良い海域が適していると考えられた。

フトモズクは簡易な施設で養殖が可能で、投資効果も高く、高収益が見込まれる。また養殖期間中の手入れがほとんど不要で、かつ1～2ヶ月の短期の養殖で収穫可能であった。藻体長3mm以上で養殖した全ての網で収穫できたこと等、安定生産も見込める魅力的な養殖品種であると考えられた。

試験に用いた良質な種網は、現在のところ当センターの陸上水槽でのみ生産可能であり、種網生産枚数に限り

がある。また、藻体長3mm以上に生長させるには、多大な労力と時間を要する。そのため、漁業者への急速な普及拡大は望めない状況にある。今後、良質な種網の量産技術開発が最も重要な課題となっている。

また、試験販売では生産者価格で1,000円/kgを超えた。しかし、将来フトモズクが量産された場合には、生産者価格が下落することが十分考えられる。今後、ブランド名の普及やフトモズクの美味しさ、フコイダンを多く含む健康食品としての特徴等を活かしたPRを積極的に行うことで、価格の下落を抑えていく必要がある。

要 約

- 1) 海面養殖を行うための諸条件を明らかにするため、芥屋福の浦地先において養殖試験を行った。
- 2) 漁業者への普及を考え、耐波性、生産性に優れ、また施設費が安価で作業効率が良く、かつ様々な海域に設置可能な養殖施設の開発を行った。
- 3) 収穫量や販売単価等から収益性を検討し、フトモズク養殖が筑前海の新たな養殖品種になり得るか検討した。
- 4) 養殖可能時期は1月下旬から5月中旬(水温10～16℃)であることが明らかとなった。養殖開始時期は、1月下旬から3月下旬にかけて可能であった。ただし、藻体の生長が鈍る2月下旬から3月上旬は沖出しを避けた方がよいと考えられた。
- 5) 3月中旬～5月中旬に収穫でき、天然物の摘採時期と比較すると、1.5ヶ月早く収穫可能であることが明らかになった。ただし、収穫までに要する期間は水温に左右され、10～16℃の水温上昇期であれば、高水温ほど高生長になることが明らかになった。
- 6) 養殖開始時の適正藻体長は3mm以上であることが明らかとなった。3mm以上の全ての網(48枚)で、1網(1.8×2.0m)あたり7～55kg収穫できた。
- 7) 養殖施設については、支柱式、浮流式ともに耐波性があることが確認された。収穫量については、浮流式はやや支柱式より少なかったが、高い作業効率や様々な場所に設置可能であることを考慮すると、普及用施設として十分利用できると考えられた。
- 8) 1網(1.8×2.0m)あたりの収入は、好漁時約5万円、不漁時約2万円となった。投資効果は各々約11倍、不漁時約4倍となり、新養殖種として十分収益が期待出来ることがわかった。
- 9) 現在の技術では種網生産枚数に限りがあり、漁業者への急速な普及拡大は望めない状況にある。今後、良質な種網の量産技術を開発することが最も重要な

課題となっている。今回の試験に関する漁業者の関心は高く、種網の量産が可能になれば、筑前海全域に急速に普及する可能性が十分あるものと考えられた。

- 10) 今後、量産された場合、価格の下落が予想されるため、ブランド名の普及とともに、フコイダンを多く含む健康食品としての特徴等を活かしたPRを積極的に行うことで、価格低下を抑えていく必要がある。

文 献

- 1) 福澄賢二：筑前海におけるフトモズク養殖試験。福岡県水産海洋技術センター研究報告，14，37-44(2004)。
- 2) 堀輝三：藻類の生活史集成。第2巻褐藻・紅藻類，第1版，内田老鶴圃，東京，1993，28-29。
- 3) 佐々木和之：フトモズクの養殖に関する研究Ⅰ－温度による種の熟度及び中性複子嚢遊走子の放出の影響－。福岡県水産海洋技術センター研究報告，11，45-49(2001)。