

2 田辺湾における養殖, 天然ヒロメの成長比較*

木村 創

目 的

田辺湾の養殖, 天然ヒロメの葉長や葉幅についての生長調査は'92年~'95年に実施してきた^{1) 2) 3)}. しかし, 藻体の生長は葉体基部付近の生長と先端部から流失する量の差で示される. これまでの報告はこの見かけの生長を調査してきたことになるが, ヒロメの植物総生産量を求めるには流失部分を算出する必要がある.

本調査では植物総生産量を算出するために必要なデータを得ることを目的に, 流失量を含んだ養殖ヒロメ, 天然ヒロメの葉長, 葉幅, 葉面積の生長推移を調べた.

調 査 方 法

調査場所を図1に示す. 対象とした藻体は養殖で

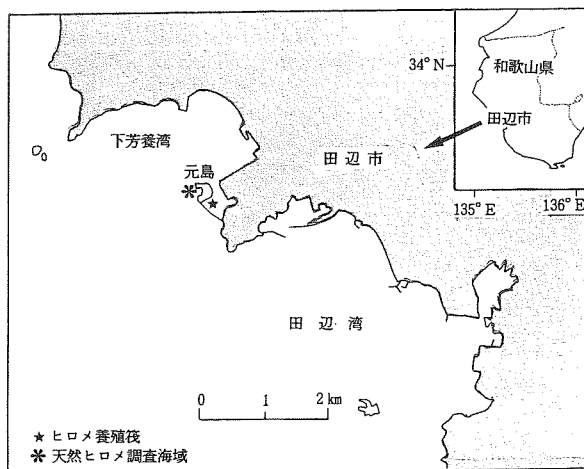


図1 筏設置場所並びに天然ヒロメ調査海域

は日良湾内に1994年12月25日, 平均葉長5.2mmで水深2mに展開したものを, 天然では田辺湾と下芳養湾の境に位置する小元島周辺の水深約7.5mに生育していたものである.

養殖藻体では'95年1月9日~3月29日, 天然藻体では'95年1月17日~4月23日にそれぞれ計10回の追跡調査を行った. 各藻体の調査日を表1に示す.

表1 ヒロメ生長試験調査日

12月25日沖出し養殖ヒロメ		天然ヒロメ	
1月 9日	2月14日	1月17日	3月 8日
1月17日	2月23日	2月 2日	3月22日
1月23日	3月 6日	2月 9日	4月 6日
1月31日	3月17日	2月20日	4月13日
2月 8日	3月29日	2月28日	4月23日

ヒロメは基質に着生させたままで, 個体毎に藻体もしくは近くの基質にインシュロットタイで番号を付した3×1.5cmのビニール標識を付け識別した. 個体識別を行った藻体は, 天然, 養殖ともに40個体とした. これらには, 調査日毎に径4mmのコルクボーラーを用いて葉体の基部から中肋上に2cm間隔で先端方向に向かって1~3個, 中肋と直角水平方向には葉の端へ向かって1~2個の穴をあけた. 測定は葉長・葉幅及び, 図2に示すA~Uまでの部位, 即ち中肋上は穴から葉体の基部までと中肋と直角水平方向に葉の端まで及び各穴の間隔, 葉幅方向にあげた穴については各穴から葉の端と中肋までとした. 葉面積は以上の測定データを基にグラフ用紙に縮小図を書き面積計を用いて求めた.

本試験では, それぞれの生長推移を知るため,

* 浅海増養殖試験事業費による.

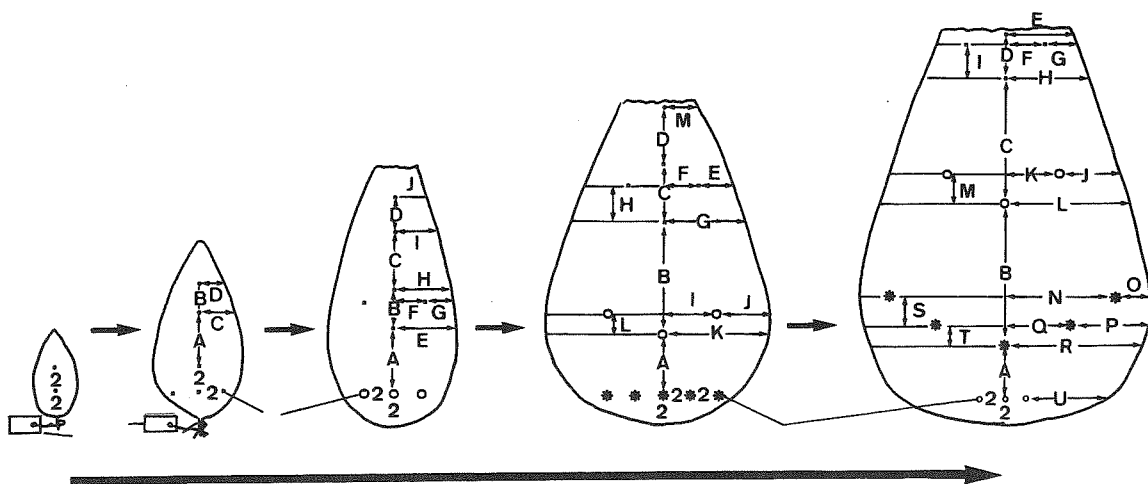


図2 調査方法並びに測定場所
アルファベットが測定場所
数字は新しくあけたパンチ穴の間隔(単位cm)

Sundeneが *Laminaria digitata* で⁴⁾, 阿部らがホソメコンブで⁵⁾用いた次式から日間生長率と日間生長量を求めた。

$$\text{日間生長率} = (\sqrt[n]{L_n/L_0} - 1) \times 100$$

$$\text{日間生長量} = (L_n - L_0) / n$$

L_n : n 日後の葉長もしくは葉幅, 葉面積

L_0 : 前回測定時の葉長もしくは葉幅, 葉面積

n : 日数

なお, L_n , L_0 に流失補正を行っていない測定値を用いた場合を見かけの日間生長率, 日間生長量とし, L_n , L_0 に流失量を含めた数値を用いた場合を日間生長率, 日間生長量とした。なお, 日間生長率, 日間生長量の推移を示す図のプロットは測定日と測定日の中間においた。

結果及び考察

形態の推移: 付表に調査日ごとの葉長, 葉幅の測定値とこれより計算された葉面積, 生長率, 生長量を示す。養殖と天然藻体の生長並びに流失に伴う形態変化を図3に模式的に示した。生長初期の先端部の欠損は養殖藻体で平均葉長18cm, 天然藻体で平均葉長6cmで始まっており, 天然藻体の方が早かった。

これは養殖藻体は先端部が未枯れによって流失したのに対し, 天然藻対は魚類の捕食のためと考えられた。また, 理由は明らかではないが, 天然藻体は見かけの生長が負となった時期(流失期)から下方向への生長があり, 全体としてハート型となった。

図4に養殖と天然藻体の葉長に対する葉長・葉幅比(葉長/葉幅)を示す。天然藻体は葉長の短い幼芽期から最大藻体まで葉長に対する葉長・葉幅比はほとんど変化なく約1.2であった。一方, 養殖藻体の幼芽期は葉長に対する葉長・葉幅比が1.8と大きく葉の形態としては縦長であったが, 生長とともに, 葉幅が大きくなり葉長の最大期には天然藻体とほぼ同じ比となった。これは養殖藻体の幼芽期は密植状態で生育しているために初期の段階では縦長の藻体が多くなった結果であろう。

葉長, 葉幅の推移: 図5に定置における平年及び'94~'95年の旬平均水温, 養殖, 天然藻体の葉長, 葉幅の推移を示す。

'94年から'95年にかけての試験期間中の水温は平年より2~3℃高めに推移しており, ヒロメにとっては好条件ではなかったが, 養殖ヒロメは海水温が20℃以下で沖出しすることにより順調に生育し, 2月23日の調査時には成熟藻体が認められ, 3月6日

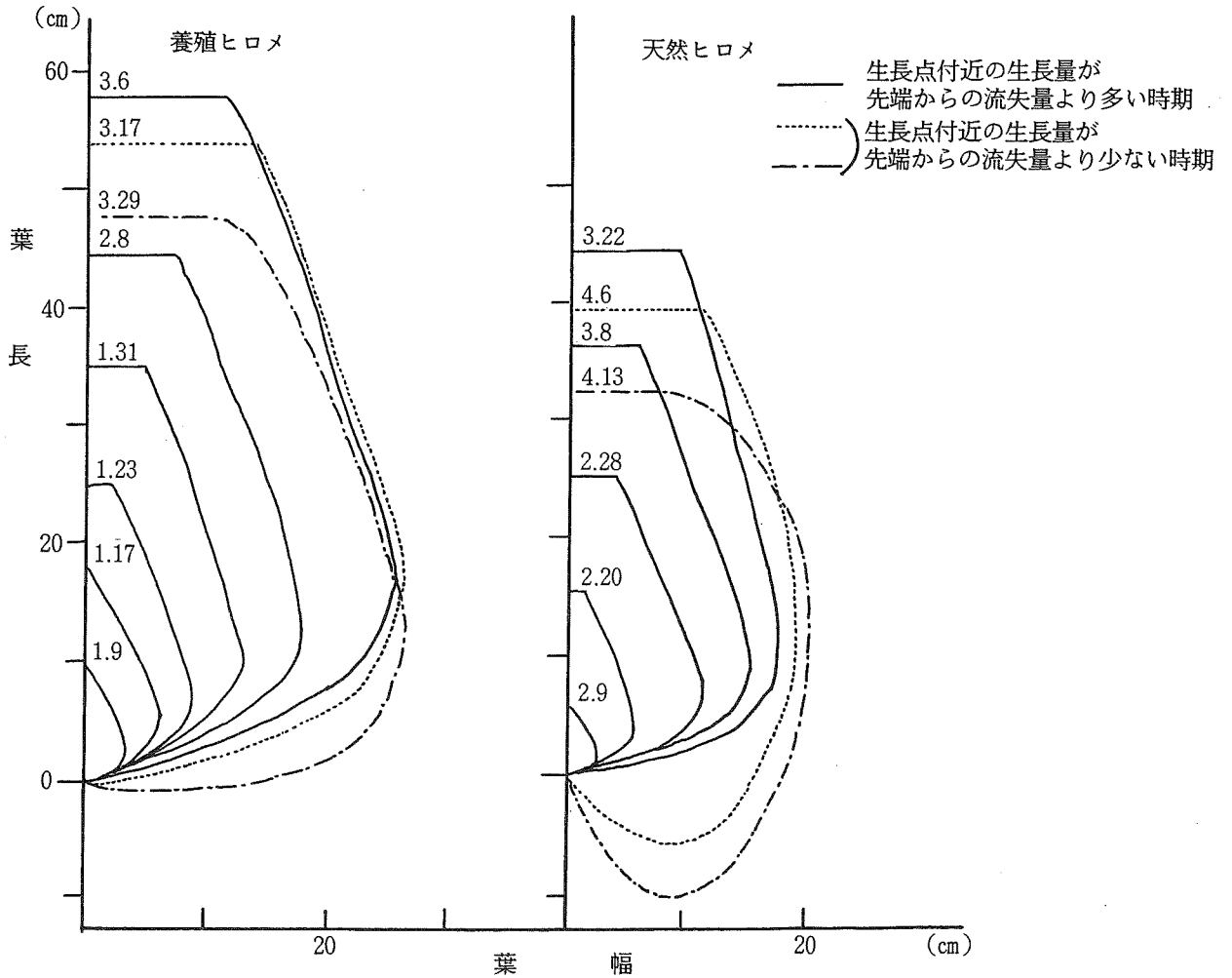


図3 養殖ヒロメと天然ヒロメの生長に伴う形態変化
(中肋から右側だけを表示, グラフ内の数字は測定日)

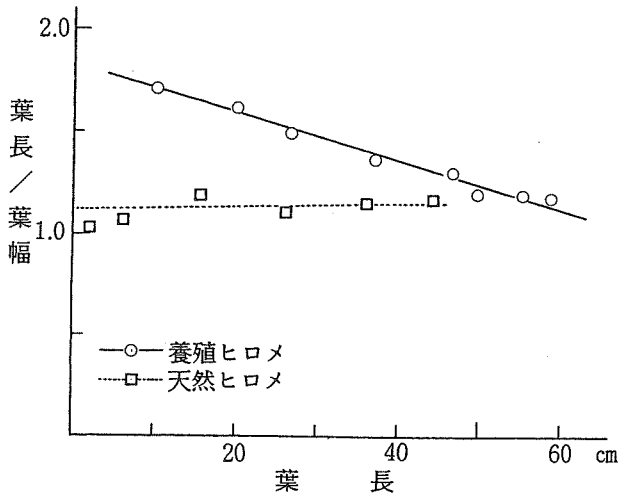


図4 養殖ヒロメと天然ヒロメの葉長に対する葉長/葉幅比の変化

に見かけの最大平均葉長は57.3cmとなった。以後葉長は減少していくが水温は最低期の約16℃から上昇に向かう。葉幅は3月6日までは葉長とはほぼ同じ様な生長を示したが、それ以降は減少することなく推移し、3月29日には最大平均葉幅51.1cmとなった。

天然藻体の発芽は1月17日に確認されたが、平均葉長2cm以下と小さかったので、穴あけはせず、葉長・葉幅の測定のみとした。2月2日までは食害等によりほとんど生長することなく推移したが、それ以後は順調に生長し、3月22日の調査時には成熟藻体が認められるとともに、見かけの最大平均葉長は

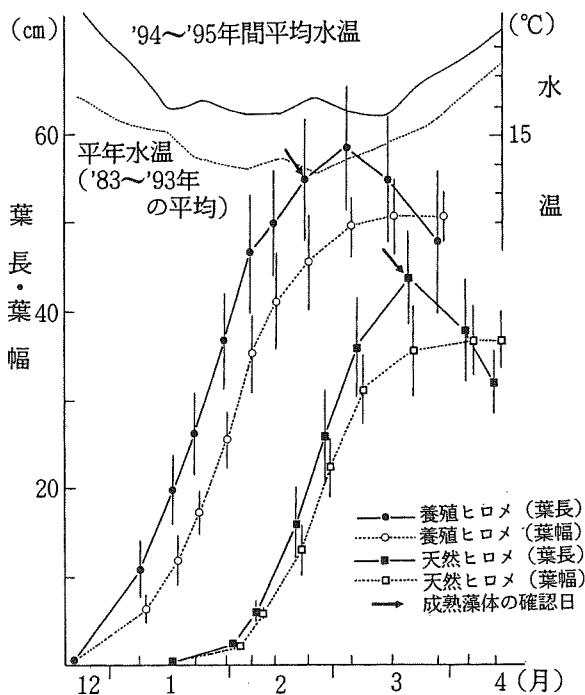


図5 養殖ヒロメと天然ヒロメの葉長・葉幅の推移

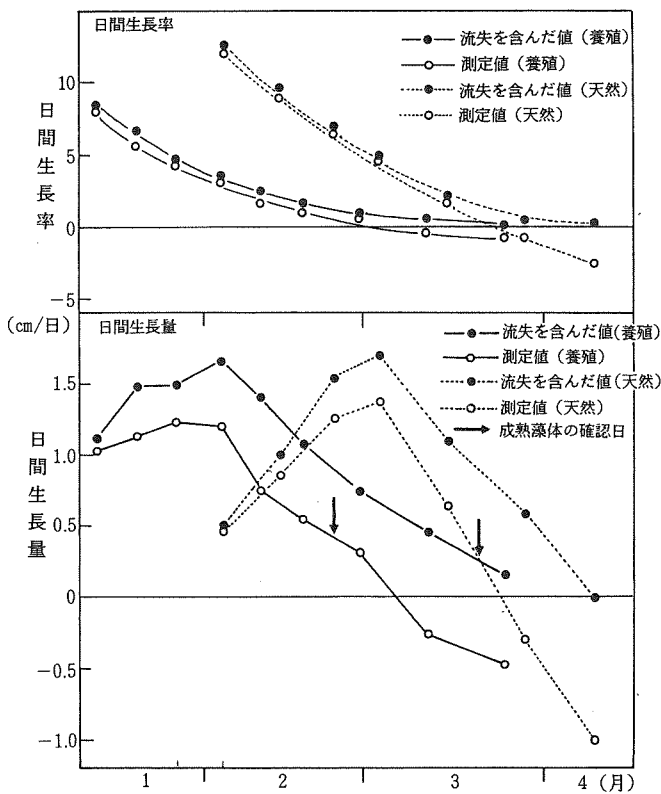


図6 養殖ヒロメ、天然ヒロメの葉長の日間生長率および日間生長量の推移

45.6cmとなった。以後養殖藻体と同じく減少していき、4月23日の調査では天然藻体は全て流失していた。葉幅は3月8日までは葉長と同様の生長を示したが、それ以後生長速度は小さくなるものの減少することなく推移し、4月13日の平均最大葉幅は37.2cmとなった。

図6に養殖、天然藻体の葉長の日間生長率、日間生長量を示す。養殖藻体の日間生長率は試験を開始した1月中旬に8.48と最大値を示し、以後の経過は次式で近似される。

$$y = \exp(2.33 - 0.04X)$$

但し、X：葉長9.8cm以上（基点1月9日）からの生育日数。（ $r : -0.99$ ）

天然藻体の日間生長率は試験を開始の2月上旬に12.87と最大値を示し、それ以後の経過は次式で近似される。

$$y = \exp(2.71 - 0.04X)$$

但し、X：葉長2.7cm以上（基点2月2日）からの生育日数。（ $r : -0.98$ ）

見かけの日間生長率は日間生長率よりも常に低い値で推移し、養殖藻体は3月中旬に、天然藻体は4月に入ってマイナスとなった。大野ら⁶⁾は土佐湾において養殖ヒロメの実測値をもとに葉長4.5cm以上の見かけの日間生長率を測定した結果、試験開始当初の1月中旬に6.85と最大値を示し、以後減少し、4月上旬にはマイナスとなったことを報告している。田辺湾では1月上旬に7.97と最大値を示し、マイナスとなるのは3月中旬となり、生育時期は土佐湾のヒロメよりやや早かった。

日間生長量は養殖、天然ともに成熟藻体の認められるほぼ2週間前にそれぞれ最大値1.66cm/日、1.71cm/日となり、以後減少した。減少過程において養殖藻体は緩やかに減少したが、天然藻体は急激な減少を示した。養殖藻体の日間生長量が減少した時期は2月上旬から3月中旬の約1ヶ月半の間16.5°Cより低い水温で推移した。それに対し、天然藻体は3月上旬から減少し始め、水温が16.5°C以下であっ

たのは3月中旬までの約半月であった。すなわち、天然藻体の日間生長量が急激に減少したのはその生育期間の水温が高かったためと考えられた。

図7に葉幅の日間生長率と日間生長量を示す。葉幅方向への流失は試験期間中認められなかったことから、測定値と流失量を含んだ値とは同じとした。養殖藻体の日間生長率は試験開始の1月中旬に8.08と最大値を示し、以後の経過は次式で近似される。

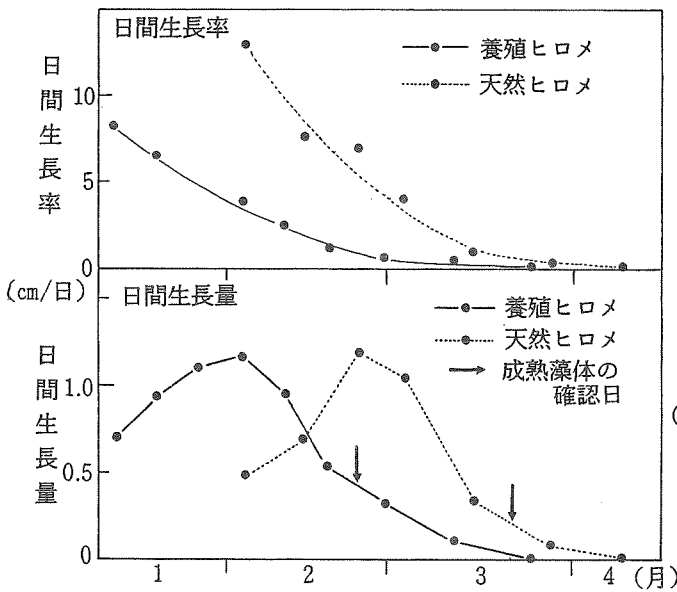


図7 養殖ヒロメ、天然ヒロメの葉幅の
日間生長率および日間生長量の推移

$$y = \exp(2.28 - 0.04X)$$

但し、X：葉幅6.5cm以上（基点1月9日）からの生育日数。（r：-0.98）

天然藻体のそれは試験開始の2月上旬には13.05と養殖藻体に比べ高く、以後の経過は次式で近似される。

$$y = \exp(2.70 - 0.04X)$$

但し、X：葉幅2.5cm以上（基点2月2日）からの生育日数。（r：-0.97）

養殖藻体の葉幅の日間生長量は試験開始当初の1月上旬は0.70cm、2月上旬には1.16cmと最大値を示し、それ以降は減少した。日間生長量が最大となったのは葉長と同じく成熟藻体の観察されるほぼ2週間

間前であった。天然藻体の日間生長量も養殖藻体よりも約20日遅れてほぼ同様に推移し、幼芽がみられた2月上旬は0.49cm、2月下旬に最大値1.18cmとなり、それ以降は減少した。

葉面積の推移：図8に養殖、天然藻体の流失面積を含んだ葉面積、見かけの葉面積、流失面積の推移を示す。見かけの葉面積は葉長と同様、養殖藻体は3月6日に2,319.1cm²、天然藻体は4月6日に1,359.6cm²と最大値を示した。養殖藻体はそれ以後速やかに減少したのに対し、天然藻体は減少することなく推移した。これは天然藻体は先端部の流失とともに、下方向への生長があったためである。また、流失面積を含んだ葉面積は養殖藻体で3,182.5cm²、天然藻体で2,109.8cm²となり、養殖ヒロメ単葉としての生産量は天然ヒロメの約1.5倍にあたる。

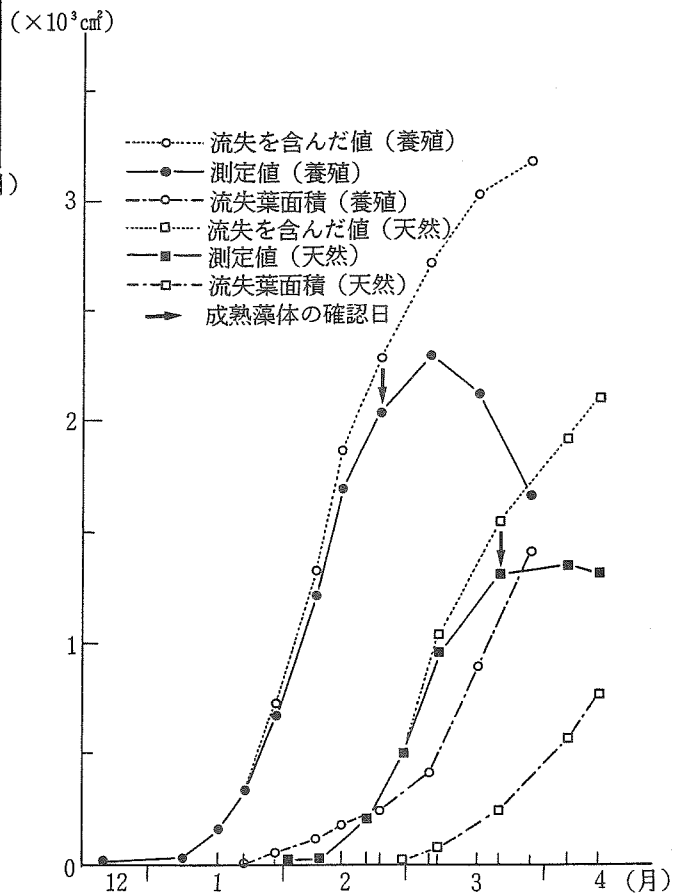


図8 養殖ヒロメと天然ヒロメの葉面積の推移

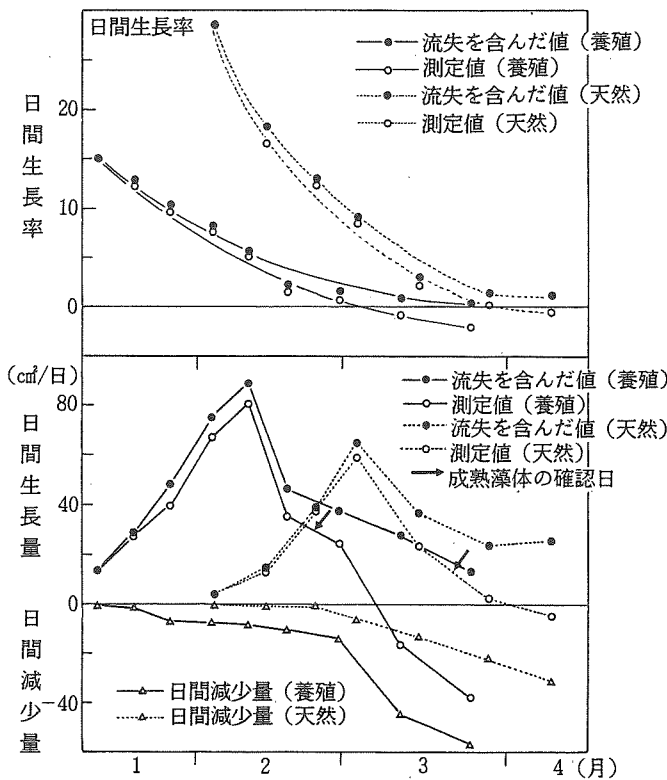


図9 養殖ヒロメ、天然ヒロメの葉面積の日間成長率、日間の生長量および日間減少量の推移

図9に養殖、天然藻体の葉面積の日間成長率、日間の生長量並びに日間減少量を示す。養殖藻体の日間生長率は観察を開始した1月上旬に15.12と最大値を示し、以後の経過は次式で近似され、

$$Y = \exp(2.91 - 0.04X)$$

但し、X：葉面積53.6cm²以上（基点1月9日）からの生育日数。（r：-0.98）

3月下旬には0.43となった。天然藻体の日間生長率は試験を開始した2月上旬に28.70と最大値を示し、以後の経過は次式で近似される。

$$Y = \exp(3.50 - 0.05X)$$

但し、X：葉面積6.0cm²（基点2月2日）以上からの生育日数。（r：-0.99）

見かけの日間成長率がマイナスとなるのは、養殖藻体は葉長同様3月中旬、天然藻体は4月中旬となった。天然藻体の葉面積の日間生長率は葉長、葉幅の

それと同じく養殖藻体よりも大きくなった。これは、試験開始時の藻体が天然ヒロメの方が小さく、生育期間を自然の好適水温環境に適応させていたためと推察された。

日間の生長量は養殖、天然藻体ともに成熟藻体が認められる2週間前にそれぞれ最大値88.73cm²、65.13cm²となり、以後減少した。しかし、天然藻体は先端流失過程において前述のように下方向への生長が認められたことから、3月下旬以降減少することなく推移した。

養殖藻体の日間減少量は2月の下旬まで徐々に増加し16.04cm²となったが、以後急激に増加し、試験終了時の3月下旬には51.42cm²となった。天然藻体の減少量は3月上旬まではほとんど認められなかったが、以後緩やかに増大し試験終了時の4月中旬には30.22cm²となった。

要 約

1. ヒロメは生長とともに先端部の流失が大きくなっていくが、この流失部分を測定して、見かけの生長と流失部を含んだ生長との差を比較した。
2. 葉長・葉幅及び葉面積の日間生長率は発芽直後が最も大きく、日数の経過に従って指数関数的に減少していく。
3. 日間の生長量は養殖・天然藻体とも成熟の約2週間前に最高に達し、以後減少していく。
4. 生長の最も旺盛な部位は垂直的には基部から約2cmの中肋上に、水平的（葉幅）には葉縁区域にあることが判った。

文 献

- 1) 木村 創, 1992: 養殖ヒロメの沖出し時期と生長, 本誌, 24, 17-21.
- 2) 木村 創, 1994: 養殖ヒロメにおける魚類の捕食, 本誌, 26, 12-16.

- 3) 木村 創, 1995: 下芳養湾におけるヒロメ, アントクメの繁茂状況について, 本誌, 27, 8-11.
- 4) Sundene, Ove 1964: The ecology of *Laminaria digitata* in Norway in view of transplant experiments, *Nytt Mag. Bot*, 11, 83-107.
- 5) 阿部英治, 垣内政宏, 松山恵二, 金子 孝, 1983: 忍路湾のホソメコンブの生長と各種体内成分含有量の季節変化, 北水研報告, 25, 47-60
- 6) 大野正夫, 松岡正義, 1994: 暖海域・土佐湾における養殖マコンブ・ワカメ・ヒロメの生長について, 水産増殖, 40(3), 279-283.

付表 ヒロメの葉長, 葉幅, 葉面積並びに日間生長率, 日間生長量

(1) 養殖藻体

	測定値			流失量を含んだ値			見かけの日間生長率			見かけの日間生長量			日間生長率			日間生長量			
	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm/日)	葉幅 (cm/日)	葉面積 (cm ² /日)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm/日)	葉幅 (cm/日)	葉面積 (cm ² /日)	
1月 9日	9.8	6.5	53.6	9.8	6.5	53.6													
17日	18.1	12.1	164.4	18.8	12.1	165.3	7.97	8.08	15.04	1.04	0.70	13.85	8.48	8.08	15.12	1.12	0.70	13.96	
23日	24.9	17.7	338.2	27.7	17.7	339.9	5.46	6.54	12.77	1.13	0.93	28.97	6.67	6.54	12.77	1.48	0.93	29.10	
31日	34.7	26.4	663.7	39.6	26.4	726.1	4.24	5.12	8.79	1.23	1.09	40.69	4.57	5.12	9.95	1.49	1.09	48.28	
2月 8日	44.3	35.7	1214.5	52.9	35.7	1331.3	3.10	3.84	7.85	1.20	1.16	68.85	3.69	3.84	7.87	1.66	1.16	75.65	
14日	48.8	41.4	1700.6	61.3	41.4	1863.7	1.63	2.50	5.77	0.75	0.95	81.02	2.49	2.50	5.77	1.40	0.95	88.73	
23日	53.8	46.2	2027.4	71.0	46.2	2288.7	1.09	1.23	1.97	0.56	0.53	36.31	1.65	1.23	2.31	1.08	0.53	47.22	
3月 6日	57.3	49.8	2309.1	79.1	49.8	2717.4	0.57	0.68	1.19	0.32	0.33	25.61	0.99	0.68	1.57	0.74	0.33	38.97	
17日	54.6	51.0	2127.4	84.2	51.0	3022.9	-0.44	0.22	-0.74	-0.25	0.11	-16.52	0.57	0.22	0.97	0.46	0.11	27.77	
29日	48.9	51.1	1669.9	86.1	51.1	3182.5	-0.91	0.02	-2.00	-0.47	0.01	-38.12	0.19	0.02	0.43	0.16	0.01	13.30	

(2) 天然藻体

	測定値			流失量を含んだ値			見かけの日間生長率			見かけの日間生長量			日間生長率			日間生長量			
	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm/日)	葉幅 (cm/日)	葉面積 (cm ² /日)	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉面積 (cm ²)	葉長 (cm/日)	葉幅 (cm/日)	葉面積 (cm ² /日)	
2月 2日	2.7	2.5	6.0	2.7	2.5	6.0													
9日	6.0	5.9	35.1	6.3	5.9	35.1	12.08	13.05	28.70	0.47	0.49	4.16	12.87	13.05	28.70	0.51	0.49	4.16	
20日	15.3	13.2	191.1	17.3	13.2	194.2	8.88	7.60	16.66	0.85	0.66	14.18	9.62	7.60	16.83	1.00	0.66	14.46	
28日	25.4	22.6	499.7	29.6	22.6	510.0	6.54	6.95	12.77	1.26	1.18	38.58	6.94	6.95	12.83	1.54	1.18	39.48	
3月 8日	36.5	30.9	977.7	43.3	30.9	1031.0	4.64	3.99	8.75	1.39	1.04	59.75	4.87	3.99	9.20	1.71	1.04	65.13	
22日	45.6	35.5	1318.9	58.7	35.5	1556.2	1.60	1.00	2.16	0.65	0.33	24.37	2.20	1.00	2.98	1.10	0.33	37.51	
4月 6日	41.2	36.9	1349.6	63.3	36.9	1929.6	-0.67	0.26	0.15	-0.29	0.09	2.05	0.50	0.26	1.44	0.31	0.09	24.89	
13日	34.3	37.2	1318.3	63.8	37.2	2109.8	-2.58	0.12	-0.33	-0.99	0.04	-4.47	0.11	0.12	1.28	0.07	0.04	25.74	