

汚濁海水がマコンブの卵発生ならびに 生長に及ぼす影響

中原 紘之*

H. NAKAHARA: The Effect of polluted sea water on the development and growth of *Laminaria japonica*.

海水がどのような物質により、どの程度汚濁され、どの範囲にまで広がっているかを明らかにするため、物理・化学的調査ならびに棲息する各種生物の分布などの調査による研究が広くおこなわれている。また海水の汚濁の影響を実際にそこに生活している生物を用い、いわゆる生物試験によって調べることはきわめて重要である。これらの試みは、海産動物ではかなりおこなわれているが、海藻について実験的に調べた例はあまり見当たらない。

本実験は培養室で培養を続けているマコンブの配偶体、ならびにそれから生じた若い胞子体を用い、前者については成熟と卵細胞の発芽に対しての、後者についてはその生長に対する室蘭港の海水の影響を調べた。

なお室蘭港の海水の水質については1958~1962年²⁾ならびに1968年^{3~5)}の調査結果が報告されている。

本文に入る前にいつもご指導下さっている北海道大学理学部附属海藻研究施設の中村義輝教授ならびに館脇正和助教授に、また海水の水質について有益な助言をいただいた室蘭工業大学石丸幸造博士に対して感謝します。

材料ならびに方法

実験に用いた配偶体は室蘭市チャラツナイ浜で1966年11月2日に採集したマコンブから得られたものである。遊走子から発芽後20日目に雄と雌とを分離し、ESI培地で、高温条件(14~18°C)のもとで培養を続けてきたものである。

実験海水には室蘭港中央埠頭付近とチャラツナイ浜との2地点の表面海水を1970年10月12日と11月25日に採水したものをを用いた(Fig. 1)。両地点の海水を濾紙で濾過したものと濾過後オートクレーブ処理(20分)したものを準備し、さらに両地点の濾過海水を等量混合したものと濾過後オートクレーブ処理した両海水を等量混合したものを、都合6通りの海水を用意した。培養液として栄養源を加えないそのままの上記6通りの海水とそ

* 北海道大学理学部附属海藻研究施設(室蘭市母恋南町)
現住所 京都大学農学部水産学教室(京都市左京区北白川追分町)
中村義輝教授退官記念論文

れらに栄養源 ESI 原液を海水 100 ml あたり 2 ml を加えた海水 (ESI 培地) の計 12 通りを用いた。培養器 (200 ml 腰高シャーレ) に 100~200 細胞の大きさに株分けした配偶体を雌雄 8 株ずつ植えつけ、これを 10°C, 14 時間照明のもとで培養をおこなった。20 日後各株を取り出し、雌配偶体上に生じている未発芽の卵と、死滅した卵 (E), 異常形態の孢子体 (ab-S), 正常な形態の孢子体 (n-S) ならびに未成熟の枝の数 (I) を数えた。

孢子体の生長についての実験

は雌と雄の配偶体を一諾にして、チャラツナイ海水を用いて作った ESI 培地で 10°C, 14 時間照明のもとで 20 日間培養し、そこに形成されたほぼ等しい大きさの孢子体 (体長約 0.5 mm) を用いておこなった。孢子体も 200 ml 腰高シャーレに植えつけ 10°C, 14 時間照明のもとで上記 12 通りの培地で培養をおこない、1 カ月後にそれらの体長ならびに体の幅を測定した。この際 1 個のシャーレに 6 個体ずつ植えつけ、1 種類の培養液について 3 個のシャーレで培養をおこなった。



Fig. 1. Map of Muroran showing locations where sea water was collected (x).

結 果

配偶体の成熟ならびに卵細胞からの孢子体形成に対する室蘭港海水とチャラツナイ海水ならびに両者を等量混合した海水にそれぞれ ESI 原液を加えたものの影響を Table 1 に示した。室蘭港海水は濾過後直ちに用いた場合も、オートクレーブ処理後用いた場合も共に成熟 (卵細胞形成) には影響は認められなかった。しかし卵細胞からの正常な孢子体形成が阻害される傾向が認められた。室蘭港とチャラツナイ両地点の海水を等量混合した場合における正常な孢子体の発芽率は両海水単独の場合に見られた発芽率のほぼ中間に近い値を示した。さらに室蘭港海水、チャラツナイ海水とも濾過後直ちに用いたものはオートクレーブ処理をおこなったものに比べて配偶体の成熟 (M%) は少しよかったが、卵細胞からの正常な孢子体の出現 (n-S%) は逆にかなり低い割合を示した。

ESI 原液を加えなかった場合は、どちらの地点の海水で培養をおこなっても配偶体の生長、成熟は起らず、約 15 日後には白化して死滅した。

つぎに孢子体の生長に対する影響を Table 2 ならびに Fig. 4, 5 に示した。孢子体の生長は同一シャーレ中においてもかなり個体差が認められた。しかし全個体の平均体長についてみると、室蘭港の海水を用いた場合は約 10 mm であり、チャラツナイ海水を用いた場合は約 22 mm で、室蘭港の海水は孢子体の生長をかなり阻害しているのが認められ

Table 1. Maturation of female gametophyte and development of eggs in *L. japonica*, cultured in ESI medium made of sea water from Muroran Harbour and Charatsunai and equal mixture of each sea water.

		I	E	ab-S	n-S	n-S%	M%
Sea water from Muroran Harbour	Filtered	1	11	472	39	7.3	99.8
	Autoclaved	37	20	194	177	40.1	91.4
Sea water from Charatsunai	Filtered	2	35	205	379	61.2	99.8
	Autoclaved	32	41	131	581	76.9	95.8
Equal mixture of each sea water	Filtered	1	65	382	330	42.5	99.9
	Autoclaved	23	20	387	436	51.7	97.3

I; Number of immature branches of female gametophyte. E; Number of ungerminated eggs. ab-S; Number of abnormal sporophytes. n-S; Number of normal sporophytes. n-S%; Percentage of normal sporophytes ($n-S/E+ab-S+n-S$). M%; Percentage of mature branches ($E+an-S+n-S/I+E+ab-S+n-S$).

Measurements were made 20 days after the start of the experiment.

Table 2. Length and breadth of blades of one-month old sporophytes of *L. japonica* cultured in ESI medium made of sea water from Muroran Harbour and Charatsunai and equal mixture of each sea water.

		Length (mm)	Breadth (mm)
Sea water from Muroran Harbour	Filtered	9.4	4.0
	Autoclaved	10.1	4.9
Sea water from Charatsunai	Filtered	22.0	7.0
	Autoclaved	22.6	6.4
Equal mixture of each sea water	Filtered	10.3	3.8
	Autoclaved	11.8	4.1

Each value is the average of 18 individuals from 3 culture vessels.

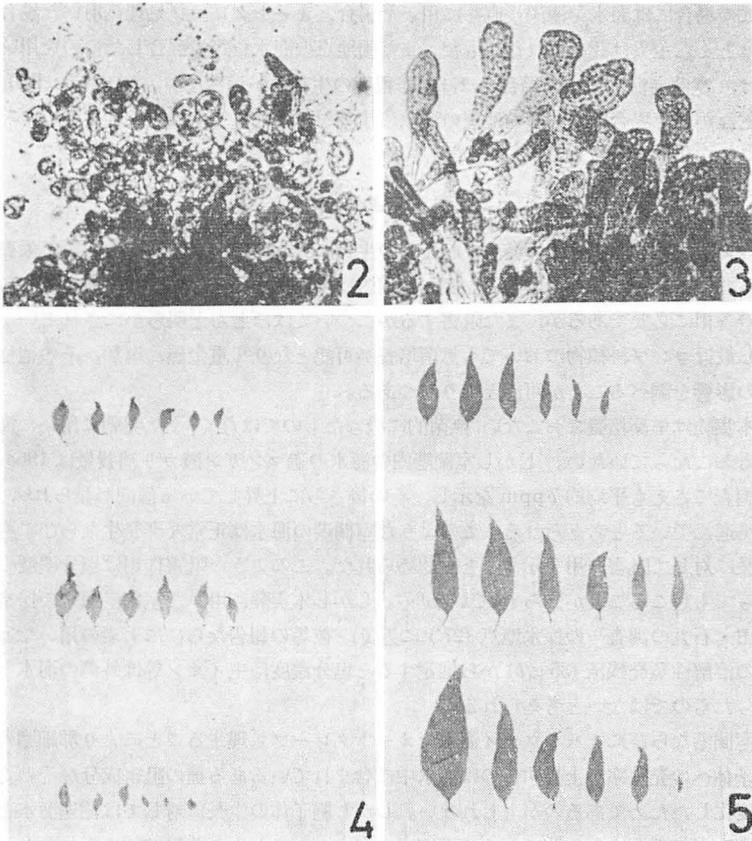


Fig. 2. Abnormal sporophytes and degenerated eggs on a female gametophyte of *L. japonica* cultured at 10°C in a 14-hr photoperiod in ESI medium made of filtered sea water from Murooran Harbour. Photographed 20 days after transfer from 14°C in a 14-hr photoperiod, $\times 100$.

Fig. 3. Normal sporophytes on a female gametophyte of *L. japonica* cultured at 10°C in a 14-hr photoperiod in ESI medium made of autoclaved sea water from Charatsunai. Photographed 20 days after transfer from 14°C in a 14-hr photoperiod, $\times 100$.

Fig. 4. One-month old cultures of young sporophytes of *L. japonica* grown at 10°C in a 14-hr photoperiod in ESI medium made of filtered sea water from Murooran Harbur, $\times 2/5$.

Fig. 5. One-month old cultures of young sporophytes of *L. japonica* grown at 10°C in a 14-hr photoperiod in ESI medium made of autoclaved sea water from Charatsunai, $\times 2/5$.

た。この場合には海水を濾過後直ちに用いた場合とオートクレーブ処理後用いた場合との間にほとんど差異は認められなかった。また両地点の海水を等量混合したものをを用いた場合には、室蘭港海水だけの場合とほぼ同じ程度の生長しか示さなかった。なお ESI 原液を加えなかった場合はどちらの地点の海水で培養をおこなってもほとんど生長せず、約 15 日後には白化して死滅した。

考察および結論

コンブ科植物の成熟、卵発生、胞子体の生長に關しての種々の海水の影響、栄養要求性ならびに各種化学物質の影響等を調べた報告は少なく⁶⁻⁸⁾ どのような物質がそれらの生活環の各相に必要であるか、また阻害するかについてはほとんど明らかにされていない。しかし最近コンブ科植物においても無菌培養が可能となり⁹⁾ 重金属、塩類、その他様々の物質の影響を調べることが可能となりつつある。

本実験は単藻培養でおこない、無菌的に扱ったものではなく、また実験に用いた海水の分析もおこなっていない。しかし室蘭港内の海水の過マンガン酸カリ消費量は 1968 年 10 月の調査でさえも平均約 7 ppm を示し、その後さらに上昇している傾向が見られ⁵⁾、年々汚濁が進んでいると考えられる。このような室蘭港の海水は正常な卵発生ならびに胞子体の生長に対して阻害作用を示すことが認められた。このような阻害作用は塩分濃度の変化によっても起こることが知られている^{6,7)}。しかし本実験に用いた室蘭港海水の採水地点は下田・石丸の調査³⁾の採水地点(27')に近く、彼等の報告ならびに著者の用いた室蘭港海水の溶解性蒸発残渣(35 g/l)から推定すると塩分濃度、主イオン等は外湾の海水とそう異なったものではないと考えられる。

室蘭港ならびにチャラツナイ海水をオートクレーブ処理することにより卵細胞の正常な胞子体への発芽率が上昇するのは海水中に含まれているある種の阻害成分がその処理により変化したためであるのかもしれない。しかし胞子体の生長に対しては濾過海水とオートクレーブ処理海水との間において両地点の海水ともほとんど差異は認められなかった。また室蘭港海水とチャラツナイ浜海水を等量混合したものをを用いた場合には正常な卵発生の割合は両海水単独の場合の中間に近い値を示し、かつ胞子体の生長は室蘭港海水だけの場合とほとんど差異が認められなかった。このように生活環の各相において阻害の受けかたに差異が認められた。

栄養源 ESI 原液を加えた場合のみ成熟ならびに生長がおこり、加えない場合にはすべての場合生長せず、かつ死滅することからみて室蘭港の海水がある種の栄養源の濃度が高すぎて阻害を起しているものであるとは考えられない。

以上のことから、種々の海水の影響に対する生活環の各相における反応を量的に現わすことができるので、マコンブは海水汚濁の判定の試験生物として有効であると考えられる。

Summary

The effect of polluted sea water on the development and growth of *Laminaria japonica* was studied in culture. The sea water from Muroran Harbour inhibited the development of eggs into normal sporophytes and also inhibited the growth of young sporophytes. The inhibition of egg development was considerably alleviated by the addition of an equal volume of non-polluted sea water, but the inhibition of sporophyte growth was not. This species may be useful for assaying the pollution of sea water, since it can be easily cultured and its response to pollutants may be assessed quantitatively.

文 献

- 1) 小林直正 (1970): ウニ受精卵による海水汚濁の判定. 月刊, 海洋科学 2: 649-655.
- 2) 室蘭市 (1962): 室蘭港水質総合調査報告書. 1958, Oct.-1962, Mar.
- 3) 下田信男・石丸幸造 (1970): 人類活動による水質の変化に関する研究. その1. 室蘭港内外海域の海水の水質, 室蘭工業大学研究報告 (理工編) 7: 103-115.
- 4) 下田信男・石丸幸造 (1970): 人類活動による水質の変化に関する研究. その2. 室蘭港内外海域の水質—海水中の銅, 鉛および亜鉛含量, 室蘭工業大学研究報告 (理工編) 7: 117-123.
- 5) 下田信男・石丸幸造・田中裕敏 (1970): 人類活動による水質の変化に関する研究. その3. 工業活動による影響—室蘭港内外海域の海水の水質, 室蘭工業大学研究報告 (理工編) 7: 125-138.
- 6) SUNDENE, O. (1961): The implication of transplant and culture experiments on the growth and distribution of *Alaria esculenta*. Nytt Mag. Bot. 9: 155-174.
- 7) DRUEHL, L. D. (1967): Distribution of two species of *Laminaria* as related to some environmental factors. J. Phycol., 3: 103-108.
- 8) BLINN, D. W. and MARKHAN, J. W. (1969): Development of gametophytes of *Alaria marginata* P. & R. and *Hedophyllum sessile* (C. Ag) Setch. in saline pond water from British Columbia. Phycologia, 8: 51-55.
- 9) DRUEHL, L. D. and HSIAO, S. I. C. (1969): Axenic culture of Laminariales in defined media. Phycologia, 8: 47-49.