

海洋深層水を用いた海域肥沃化に関する研究

I 室内培養試験—1

(深層水濃度がカジメ単葉の成長におよぼす影響について)

森山 貴光 (平成13年度担当)

1. 目的

大型恒温槽を用いた培養試験により、栄養塩類の豊富な海洋深層水の放流が海藻類の成長にもたらす影響を把握し、海中植林を可能とするための条件を明らかにする。特に深層水を発電に利用する場合、放流される深層水は取水時に比べ高水温となることが予想されるため、植林に適した水温条件を検索するとともに、放水によって生じる表層水との混合がもたらす成長への影響を把握する。

2. 方法

前年度に引き続き、温度、光量子を制御しながら異なった栄養条件での試験が可能な海藻培養装置を用いて試験を行った。培養装置は独立した温度条件を設定できる3個の培養庫(80×58×36cm)を有するもので、各庫内に9~12個収容した600ml容アクリルフラスコに強制通気(バブリング)と定流量ポンプによる培養水(深層水並びに混合海水)の注排水を行うかけ流し方式の試験装置を作製し、水温条件の検索、適性換水率および混合海水における成長率の変化を見た。試験藻は沿岸藻場において海中林を構成する主要種のカジメで、平成12年11月、高知県水産試験場で天然藻より人工採苗後、表層水で培養したものを基部より20~50mmに切断した葉片を試験に供した。試験のうち、水温条件、適性換水率の把握にあたっては各庫ごとに3段階の換水率(1、5および10回転/日)を設定し、高温側試験として20、25および30℃の3温度区に設定した培養試験を行い、さらに低温側試験として10、15および20℃の3温度区に設定した培養試験を行った。また、深層水と表層水の混合海水における培養試験については深層水100%区、深層水80%表層水20%区、深層水60%表層水40%区、深層水40%表層水60%区、深層水20%

表層水80%区および表層水100%区の6区を設定し、各区における葉片の成長率を比較した。

これらの培養試験に用いたすべての深層水および表層水は0.2μmのカラムでろ過したもので、混合海水はそれぞれの濃度に応じた混合を行い、50L容ポリエチレンタンクに収容後、定流量ポンプによりアクリル容器に注水した。培養時の光条件は12L12D、300μE/m²/sec.で、成長率は葉片の湿重量を14日間、7日おきに測定し、相対成長率(DGR)を求めて比較した。なお、相対成長率(DGR)は前年同様、Penniman et al. (1986)の下記の方法に従った。

DGR (Daily growth rate)

$$= [(W_t/W_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

W₀: 実験開始時の湿重量

W_t: t日後の湿重量

3. 試験結果

3.1 水温条件

9月27日~10月10日の間、高温側試験として20、25および30℃の3温度区での培養試験を行った結果、14日間の相対成長率(平均値)は30℃区1.34%、25℃区2.99%、20℃区4.46%(回転数はいずれも1、5、10回転)と20℃区が最も優れた成長を示した。ついで、10月24日~11月6日の間、低温側試験として10、15、20℃の3温度区について培養試験を行った結果、14日間の相対成長率(平均値)は20℃区、4.80%、15℃区、5.12%、10℃区、4.32%と15℃区が最も優れた成長率を示したが、試験開始後7日目の測定では20℃区で最も高い値が認められた(表1)。

表1 水温と相対成長率

試験区分	試験期間	設定温度 (°C)	換水率 (回/日)	葉長 (mm)	サンプル数 (個体)	日数		
						7 (培養1-7日目)	7 (培養8-14日目)	14 (全期間)
						相対成長率 (%)	相対成長率 (%)	相対成長率 (%)
高温側 試験	9/27 -10/10	30			14	0.97	1.81	1.34
		25	1-10	20-50	15	2.96	3.03	2.99
		20			15	4.24	4.69	4.46
低温側 試験	10/24 -11/6	20			18	4.94	4.65	4.80
		15	1-10	20-50	18	4.10	6.16	5.12
		10			18	3.35	5.30	4.32

相対成長率 $((Wt/W0)^{(1/t)}-1)*100$

3.2 換水率

2回、計5温度区で行った培養試験における換水率と相対成長率との関係について見ると、高温側の試験では1回転区で1.60%、5回転区で3.17

%、10回転区で4.05%と10回転区で最も高い値が認められた。低温側の試験においてもこの傾向は変わらず、10回転区が5.97%と最も高い値を示した(表2)。

表2 換水率と相対成長率

試験区分	試験期間	設定温度 (°C)	換水率 (回/日)	葉長 (mm)	サンプル数 (個体)	日数		
						7 (培養1-7日目)	7 (培養8-14日目)	14 (全期間)
						相対成長率 (%)	相対成長率 (%)	相対成長率 (%)
高温側 試験	9/27 -10/10	20-30	1		14	1.84	1.44	1.60
			5	20-50	15	2.78	3.57	3.17
			10		15	3.61	4.50	4.05
低温側 試験	10/24 -11/6	10-20	1		18	3.03	3.65	3.34
			5	20-50	18	4.24	5.63	4.93
			10		18	5.12	6.84	5.97

3.3 深層水濃度と相対成長率

高温側、低温側各1回の培養試験結果から得られたカジメの成長最適水温15℃における深層水と表層水との混合海水中の成長率の相違を見た。試験にあたっては各庫内のアクリルフラスコに標識(葉片の一部切除および絹糸装着)を施した葉片5枚を収容し、予め調製した深層水と表層水の混合海水を定流量ポンプにより注水した。設定した混合区は既述のとおり深層水100%区、深層水80%表層水20%区、深層水60%表層水40%区、深層水40%表層水60%区、深層水20%表層水80%区および表層水100%区の計6区で、さらにそれぞれに換水率5回転および10回転の2区を設け注水量

による影響を見た。その結果、換水率5回転区における相対成長率は深層水濃度80%で100%と同等ないしやや上回る値が認められたが以下の濃度においては低下し、換水率10回転区における試験結果も同様に深層水濃度の低下に伴う低下が認められた。これらの成長率を表層水100%(深層水0%)区の値と比較すると深層水濃度の最も高い100%区の値はその2.5~3倍、最も低い20%区においても約30%も優れた値となった。(表3)。

表3 深層水混合海水による培養試験結果

(設定水温 15℃)

深層水濃度 (%)	回転数 (回/日)	相対成長率 (%)			備考
		1期 (7日)	2期 (7日)	全期 (14日)	
100	5	6.6 ± 1.3	5.9 ± 1.0	6.2 ± 1.0	
	10	7.8 ± 2.3	8.2 ± 1.9	8.0 ± 1.4	
80	5	6.6 ± 1.2	6.3 ± 1.0	6.5 ± 1.1	
	10	6.8 ± 1.6	7.7 ± 1.4	7.3 ± 1.4	
60	5	5.1 ± 1.5	4.5 ± 1.6	4.8 ± 1.4	
	10	6.7 ± 1.9	5.7 ± 1.5	6.2 ± 1.5	
40	5	4.3 ± 1.0	4.3 ± 1.1	4.3 ± 0.9	
	10	4.8 ± 1.0	4.9 ± 1.0	4.9 ± 0.9	
20	5	3.4 ± 1.0	3.0 ± 0.9	3.2 ± 0.9	
	10	3.5 ± 1.3	3.2 ± 1.2	3.3 ± 1.2	
0	5	2.5 ± 0.5	2.4 ± 0.5	2.5 ± 0.4	表層水 100%
	10	2.7 ± 1.0	2.6 ± 0.8	2.6 ± 0.8	

試験によって得られたこれらの相対成長率と培養液として用いた混合海水中の深層水濃度との関係について見ると、上述した5回転区の80%における成長率の上昇のほか、10回転区では第1期の

60%および第2期の80%においても僅かな上昇が認められるものの、両者の間には良好な直線的な関係が認められた(図1)。

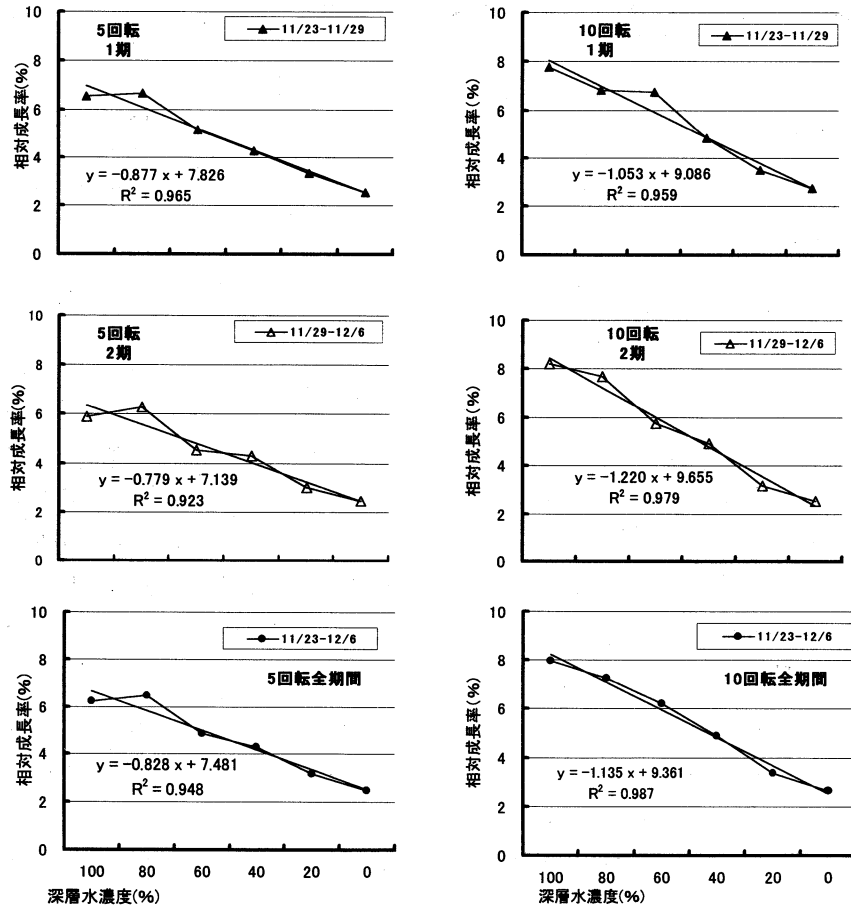


図1 培養海水中の深層水濃度と相対成長率

3.4 栄養塩濃度と相対成長率

混合海水による培養試験の開始後、1日1回採取した深層水および表層水の水質分析結果の平均値と混合率から算出した混合海水の栄養塩濃度は表4に示すとおりで、深層水のDINの値は表層水の約12倍、DIPでは約13倍の高濃度の値が観測さ

れた。混合率から得られる混合海水のDIN濃度およびDIP濃度と得られた相対成長率と関係についてMonod型の関数を用いて比較した結果、DIN、DIPのいずれも5回転区に比べ10回転区が急激な成長率を示した(図2~3)。

表4 試験時の深層水、表層水および混合海水の栄養塩濃度
(11月6日-12月5日 平均値 単位: μM)

深層水混合割合(%)	DIN	NH4-N	NO2-N	NO3-N	DIP	SiO2-Si	備考
100	28.16	0.56	0.49	27.11	1.94	56.06	実測値
80	23.00	0.59	0.52	21.89	1.58	45.47	計算値
60	17.84	0.62	0.55	16.67	1.22	34.88	"
40	12.68	0.65	0.59	11.45	0.87	24.29	"
20	7.52	0.67	0.62	6.23	0.51	13.70	"
0	2.36	0.70	0.65	1.01	0.15	3.11	実測値

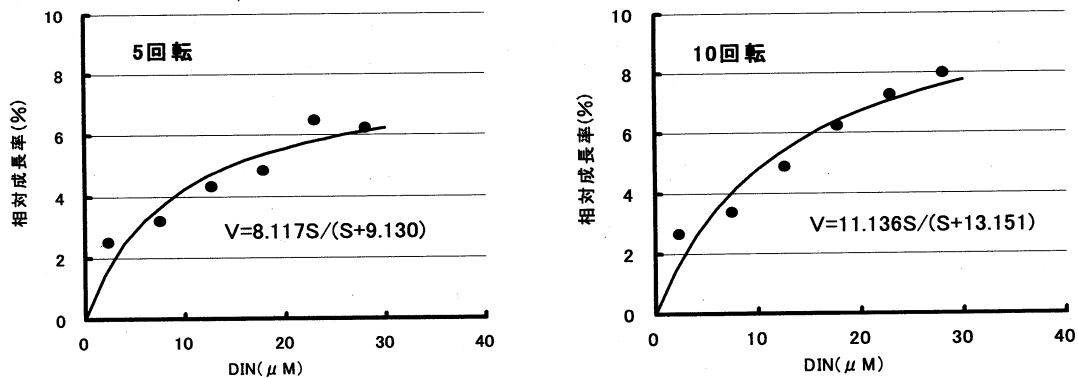


図-2 DIN濃度と相対成長率

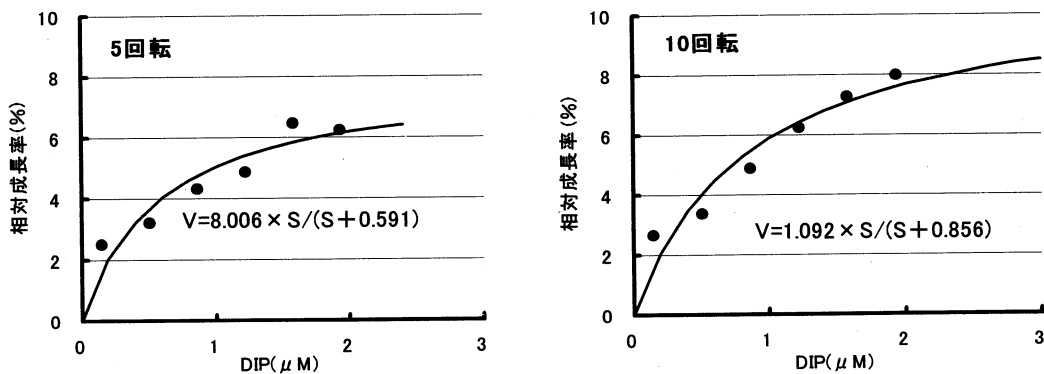


図3 DIP濃度と相対成長率

4. 考 察

実験によって得られたカジメの成長適水温は15℃で、前年、同様の試験によって得られたアオサ、マクサの値(25℃)に比べ大幅に低い値となり、高知県三津地先で観測される表層水温の最低値が15~16℃であること、深層水の取水温度が13℃程度であり放水時の水温はさらに高水温となることを考えると、本試験の結果は深層水放水による三津地先でのカジメ増殖の困難性を示すものとなった。しかしながら、試験結果では、より高水温である20℃区における成長率は15℃区に比べ劣るものの比較的良好な値(4.46-4.80)であったこと、

三津地先の夏季の高水温がカジメの増殖に不適な27~28℃であること、さらに補足的に実施した採苗2ヶ月後の幼芽の水温20℃における試験の結果では、初期の成長ではあるものの、本試験で得られた成長率の約3倍に達する高い成長率がすべての深層水濃度において認められたこと等を考慮すると、水温条件としてはやや不適(高水温)ではあるが深層水の20℃での放水はカジメ増殖のためには有効であり、放水量の増加、あるいは沿岸域での滞留時間の延長などの手法を講じれば三津地先におけるカジメ藻場の造成は十分可能性のあるものと考えられる。