

コークス排水の海産植物プランク トンの増殖に及ぼす影響*¹

鶴田 新生・山田 真知子*²

Effect of the Coke Oven Waste Water on the Growth
of Marine Phytoplankton

By

Arao TSURUTA and Machiko YAMADA

Effect of the coke oven waste water on the growth in twenty-four species of marine phytoplankton was examined under the condition of water temperature 15 and 26°C. The coke oven waste water is one of the main waste waters discharged into Dokai Bay, northern Kyushu. The phytoplankton used were isolated from the waters of Dokai Bay and Kanmon Strait of northern Kyushu, the Seas of Hibikina, Suho-nada and Harima-nada and Tokuyama Bay of Seto Inland Sea, and England Strait. Most species were not tolerant to or tended to be interrupted in growth by the waste water. Of these, the following seven species were significantly tolerant: the red tide species of *Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus* sp., *Chlamydomonas* sp. and an unidentified brackish blue-green algae from Dokai Bay, *Asterionella japonica* from Kanmon Strait, *Thalassiosira mala* from Suho-nada, and *Dunaliella tertiolecta* from England Strait. Moreover, the growth of the red tide species from Dokai Bay, and the phytoplankton from Kanmon Strait and Suho-nada mentioned above were accelerated at the concentration of the waste water 0.0001 to 3.2% and water temperature 26°C, and 0.01 to 10% and 15°C, respectively. *Skeletonema costatum* and *Olisthodiscus* sp. in Dokai Bay seem to grow up into the local forms or ecotypes, because these two forms are clearly distinguished from the species of the other waters in respect of the strong tolerance to the coke oven waste water.

1. はじめに

赤潮発生要因の究明には、重要な課題の一つとして赤潮生物の増殖促進因子の起源の研究があげ

られる。近年、陸地起源の物質、とくに工場排水がプランクトンの増殖に及ぼす影響についての基礎的研究が行なわれるようになった。その結果、工場排水のある種のは植物プランクトンの増殖

*¹ 水産大学校研究業績 第901号, 1981年2月16日受理。

Contribution from Shimonoseki University of Fisheries, No.901. Received Feb. 16, 1981.

*² 北九州市環境衛生研究所

The Kitakyushu Municipal Institute of Environmental Health Sciences, Kitakyushu.

本報告の一部は昭和53年度日本水産学会秋季大会(於清水)で発表した。

本研究の一部は文部省科学研究費(昭和54年度)によった。

を阻害し²⁾、また、排水のなかには、ある稀釈された濃度においては増殖を促進する作用があることも明らかになった³⁻⁶⁾。さらに、DUNSTON⁷⁾は工場排水や下水処理場排水を用いて実験し、増殖促進作用は総ての植物プランクトンに対して起るものではなく、特定のプランクトンのみに起こることを確認した。

筆者ら⁸⁻¹⁰⁾は汚濁の著しい洞海湾の水質とプランクトン関係について研究を続けてきた。洞海湾に放出される主な工場排水の一つにコークス排水があるが、本報では、このコークス排水が、洞海湾をはじめ他の海域の海水から分離培養した植物プランクトン各種株の増殖生長に、どのような影響を及ぼすか、培養実験を試みたのでその結果を報告する。

本文を草するに当り、*Olisthodiscus* sp. および *Hornellia* sp. の種株を提供いただいた水産大学校教授 小林博博士、また、*Dunaliella tertiolecta* の種株を提供いただいた同校大貝政治氏に衷心より感謝の意を表す。本研究の実施に当って、便宜とご援助を賜った北九州市環境衛生研究所 園田真人博士、宮崎昭夫主査に深く感謝する。

2. 材料と方法

2・1 コークス排水

コークス排水は、石炭がコークスに乾留される際に放出される排水で、コークス工場、石炭化学工場、ガス製造工場および製鉄工場などがその主な排出源である。このコークス排水中にはシアン(約385 ppm/l)、フェノール(約895 ppm/l) およびアンモニア(約2,527 ppm/l) などの有毒物質が多量に含まれている。しかし、この排水は種々の処理を行うとシアンは0.3~1.0 ppm、フェノールは5.0~6.0 ppmの濃度に除去される¹¹⁾。そして、排水はその後さらに多量の海水で希釈し放流される。本実験には、洞海湾の奥部に位置するコークス工場から放出される排水で、最終処理である活性汚泥処理を完了した海水稀釈前の排水を研究材料に用いた。この供試用のコークス排水は、pH 8.4、塩素量8.7‰、COD 142 ppmで褐色を呈していた。排水は採取後直ちに滅菌済のポリカーボネイト製の瓶に分注し、-20℃で冷凍保存した。

2・2 植物プランクトン種株と培養法

実験に用いた植物プランクトンは、すべて単離培養したもので、洞海湾産の *Skeletonema costatum* など7種、関門海峡産の3種、周防灘産の11種、それに徳山湾の *Olisthodiscus* sp.、播磨灘の *Hornellia* sp. およびイギリス海峡の *Dunaliella tertiolecta* の計24種株である (Table 1)。

植物プランクトンの培養には、響灘で採水した海水を基本とした ESP 培養液¹²⁾を pH 8.0、塩素量16.7‰に調整して用いた。一方、コークス排水は ESP 培養液で希釈し、0.0001%から100%まで、対数的に、15段階の濃度を設定し、試験液とした。そして、各濃度の験液 10 ml をパイレックス製の中試験管にそれぞれ分注し、これに対数増殖期 (exponential phase) に増殖したプランクトン各種株から適当な細胞数を接種した。培養温度は26℃および15℃の2段階に設定し、照明には白色蛍光灯を用い照度4,000 lux で連続照射を行った。

2・3 無菌培養法

塩素量を16.6‰に調整した Zobell 2216培地および海水に Trypticase 0.5 g/l と酵母エキス0.05 g/ml を加えた培地¹³⁾で、洞海湾産の *Skeletonema costatum*、*Chaetoceros curvisetus* および周防灘の *Skeletonema costatum* の3種株を培養し、無菌化が確認されたこれら3種株を実験に供した。この場合、実験の培養液には、海水に硝酸ナトリウム120 mg/l、グリセロリン酸ナトリウム20 mg/l、ビタミン B₁₂ 1 μg/l、トリス 100 mg/ml を加えたもので、pH 8.3、塩素量 16.6% になるよう調整したものを使用した。コークス排水は pH 8.3、塩素量10.0‰、COD 127 ppm であり、試験液濃度は0.01、0.1、1.0、10‰の4段階とした。実験温度は25℃に設定し、照明は前実験同様4000 lux の連続照射であった。

2・4 細胞数の計測

実験中、一定期間毎に対照区と実験区の細胞数を計測して、増殖度を比較検討した。なお、細胞数の測定には、TATAI や THOMA 式の血球数算定盤および経線入りスライドグラスなどを用いた。また、植物プランクトンの生死については、

顕微鏡観察により細胞内容物や色素胞など形態的異状により判定した。

3. 結 果

3・1 洞海湾とこれに隣接した2海域から分離した *Skeletonema costatum* の増殖反応

洞海湾と同湾が開口している関門海峡, そしてこの海峡の東部に連続する周防灘の3海域からそれぞれ分離培養した *Skeletonema costatum* についての実験結果を Fig. 1 に示した。

洞海湾の種株では, コークス排水濃度が0.0001~1%のものに, 実験開始後2~4日の対数増殖期において, 対照区より細胞数が多くなり, 増殖促進の傾向が認められた。なお, コークス排水が3.2%以上の濃度になると, 増殖度は低下し, 増殖阻害が認められた。一方, 関門海峡と周防灘の種株ではいずれの濃度の検体にも増殖促進は認められなかった。そして増殖阻害は, 関門海峡の種株ではコークス排水濃度1.8%以上であらわれ, とくに3.2%のものでは顕著となった。周防灘の種株では, 排水濃度0.18%以上の検体に増殖阻害が出現した。濃度0.32%および0.56%のものでは1~2

日の誘導期 (細胞数が接種時と変化していない) が生じ増殖が停止した。濃度1.0%のものでは, さらに増殖阻害が顕著となった。

以上のように, 洞海湾産の *Skeletonema costatum* はコークス排水に強い耐性を示したが, これに比較し, 関門海峡および周防灘から分離した同種の種株はコークス排水にやや弱い反応を示す傾向が認められた。

3・2 植物プランクトン各種株の増殖反応

前項のように実験開始後, 培養温度26℃では2日目, 15℃では3日目に対数増殖期に入り, 対照区と実験区のもの増殖度が著しく異なったので, それらの日に細胞数を測定し, 判定を行った。

各種株について, 実験温度26℃および15℃での実験結果を Table 1 および Table 2, ならびに Fig. 2 および Fig. 3 にそれぞれ示した。

本実験において増殖した植物プランクトン各種株の1日当りの細胞分裂回数, 実験温度26℃では1.2~3.5回, 15℃では0.2~2.2回で, 種類や実験温度で異なった。

供試した植物プランクトンの種株は, コークス

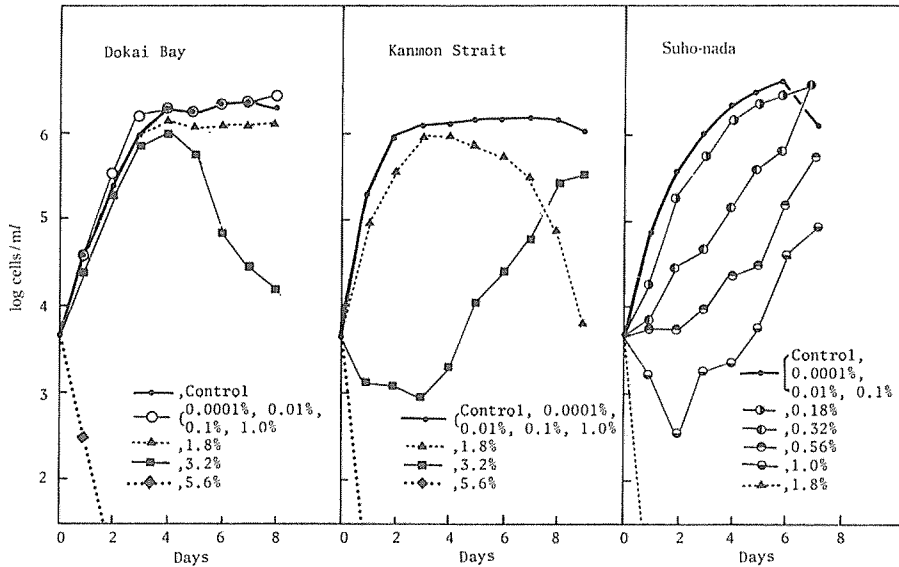


Fig. 1 Effect of the coke oven waste water on the growth of *Skeletonema costatum* isolated from three different areas. Data points are the means of counts from one experiment.

排水濃度の濃淡によって、耐性度に強弱が認められ、ある種株は増殖が促進され、ある種株は増殖

が阻害されるなど増殖度に相違が認められた。また、ある濃度では完全に枯死が認められた。

Table 1. Growth of the phytoplankton in each concentration of the coke oven waste at 26°C.

Isolated area and phytoplankton species	Control			Concentration (%)									
	cells/m ³		K*	0.0001	0.01	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32	100	
	0 day	2nd day											
Dokai Bay													
Blue green algae	5×10 ⁵	9.0×10 ⁶	2.09	+	+	+	+	+	+	±	±	±	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1×10 ⁴	1.0×10 ⁵	1.66	+	+	+	+	+	+	±	-	-	
<i>Olisthodiscus</i> sp.	5×10 ³	2.6×10 ⁴	1.20	+	+	+	+	+	+	±	-	-	
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	4.4×10 ⁵	3.22	+	+	+	+	+	+	±	-	-	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	5×10 ²	1.3×10 ⁴	2.32	+	+	±	±	±	-	-	-	-	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	5×10 ²	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	
<i>Eucampia zoodiacus</i>	5×10 ²	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	
England Strait													
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	1×10 ⁴	2.1×10 ⁵	2.19	+	+	+	+	+	+	+	±	-	
Tokuyama Bay													
<i>Olisthodiscus</i> sp.	5×10 ³	3.7×10 ⁴	1.46	+	+	+	+	+	±	±	-	-	
Harima-nada													
<i>Hornellia</i> sp.	1×10 ²	5.6×10 ²	1.23	+	+	+	±	±	-	-	-	-	
Kanmon Strait													
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	6.3×10 ⁵	3.47	+	+	+	+	±	±	-	-	-	
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	1×10	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	
<i>Asterionella japonica</i>	5×10 ²	8.3×10 ⁴	3.68	+	+	±	±	-	-	-	-	-	
Suho-nada													
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	3.4×10 ⁵	3.05	+	+	±	±	±	-	-	-	-	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	5×10 ³	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	5×10	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	
<i>Thalassiosira mala</i>	5×10 ³	3.3×10 ⁵	3.02	+	+	+	±	±	-	-	-	-	
<i>T. rotula</i>	5×10 ²	1.7×10 ⁴	2.52	+	±	±	±	±	-	-	-	-	
<i>Rhizosolenia alata</i> forma indica	5×10	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	
<i>R. delicatula</i>	5×10 ²	1.3×10 ⁴	2.32	+	+	±	±	-	-	-	-	-	
<i>Chaetoceros didymus</i>	5×10 ²	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-	
<i>Nitzschia seriata</i>	1×10 ³	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-	
<i>Eucampia zoodiacus</i>	5×10 ²	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-	
<i>Ditylum brightwellii</i>	5×10	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-	

* $K = \frac{1}{t_1 - t_0} \log_2 \frac{C_{t_1}}{C_{t_0}}$, where t = time in days and C_{t_0} and C_{t_1} are cell counts at time t_0 and t_1 .

The values shown (means of three replicates) are growth rates for the first 48 hours at 26°C.

+, growth was stimulated significantly ($p < 0.05$);

+, no effect was observed ($p < 0.05$);

±, growth was inhibited significantly ($p < 0.05$);

-, whole cells were killed.

/, number of cells was not counted, but still alive.

Table 2. Growth of the phytoplankton in each concentration of the coke oven waste water at 15°C.

Isolated area and phytoplankton species	Control		K*	Concentration (%)									
	cells/ml			0.0001	0.01	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32	100	
	0 day	3rd day											
Dokai Bay													
Blue green algae	1×10 ⁵	7.0×10 ⁵	0.86	+	+	+	+	±	±	±	±	-	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	5×10 ³	1.7×10 ⁴	0.60	+	+	+	+	+	+	±	-		
<i>Olisthodiscus</i> sp.	1×10 ³	4.1×10 ³	0.66	+	+	+	+	±	±	±	-		
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	5.1×10 ⁵	2.22	+	+	+	+	+	±	±	-		
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	5×10 ²	2.1×10 ⁴	1.69	+	+	+	+	±	±	-			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	5×10 ²	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-		
<i>Eucampia zoodiacus</i>	5×10 ²	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-		
England Strait													
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	1×10 ⁴	1.7×10 ⁵	1.36	+	+	+	+	+	+	+	±	-	
Tokuyama Bay													
<i>Olisthodiscus</i> sp.	1×10 ³	4.7×10 ³	0.73	+	+	+	+	±	±	±	-		
Harima-nada													
<i>Hornellia</i> sp.	1×10 ²	1.6×10 ²	0.23	+	+	+	+	±	±	-			
Kanmon Strait													
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	1.5×10 ⁶	2.76	+	+	+	+	±	±	-			
<i>Coscinodiscus wailessii</i>	1×10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-		
<i>Asterionella japonica</i>	5×10 ²	1.3×10 ⁴	2.02	+	+	+	+	±	±	±	-		
Suho-nada													
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	5.7×10 ⁵	2.29	+	+	+	±	±	-				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1×10 ³	4.9×10 ⁴	1.66	+	+	+	+	±	±				
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	5×10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-		
<i>Thalassiosira mala</i>	5×10 ³	4.4×10 ⁴	1.02	+	+	+	+	±	±	±	-		
<i>T. rotula</i>	5×10 ²	4.1×10 ⁴	1.49	+	+	+	±	±	±	±	-		
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	5×10 ²	1.7×10 ⁴	1.06	+	+	+	±	±	±	-			
<i>Eucampia zoodiacus</i>	5×10 ²	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-		
<i>Ditylum brightwellii</i>	5×10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-		

* Calculation method of K is the same as that in Table 1, and the values shown (means of three replicates) are growth rates for the first 72 hours at 15°C. Symbols are the same as those in Table 1.

各植物プランクトンの種株は、コークス排水各濃度に対する生存状態から、耐性度を、排水濃度5.6%において生存していた種株を強度、排水濃度1%で生存していた種株を中度(ただし、増殖促進がみられた種株は強度に入れた)、排水濃度1%までに枯死した種株を弱度の3グループに類別することができた。

A. 強度耐性種株 洞海湾産の藍藻類の1種、*Chlamydomonas* sp., *Olisthodiscus* sp., *Skeletonema costatum*, 関門海峡産の *Asterionella japonica*, 周

防灘産の *Thalassiosira mala* およびイギリス海峡産の緑藻類の *Dunaliella tertiolecta* の7種であった。これらの種株はコークス排水濃度0.0001~1.0%で増殖が促進した。増殖阻害が生じるのは、実験温度26°Cでは排水濃度3.2%以上、15°Cでは排水濃度1.0~1.8%以上であった。

B. 中度耐性種株 徳山湾の *Olisthodiscus* sp., 関門海峡の *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus wailessii*, 周防灘の *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*, *Stephanopyxis palmeriana*,

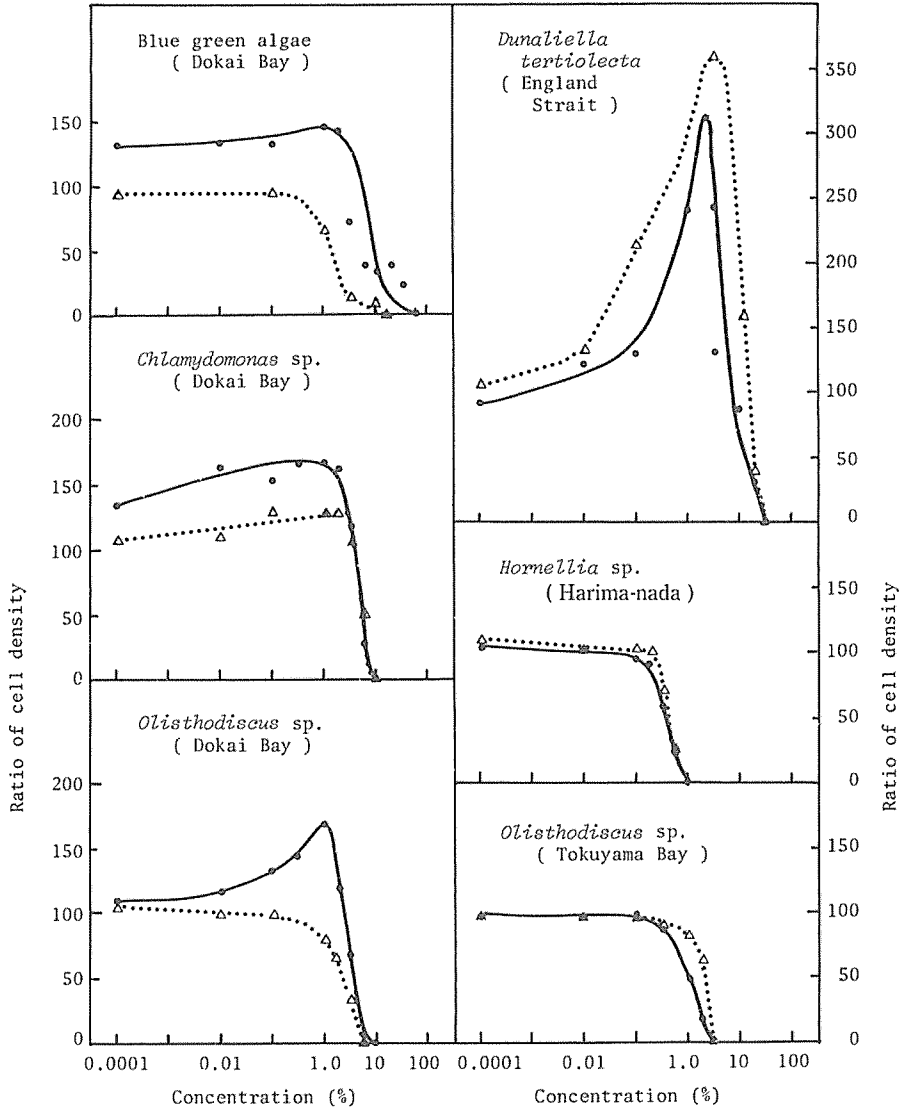


Fig. 2 Relationship between concentration of the coke oven waste water and ratio of cell density of phytoplankton at 15 and 26°C.

△••, measured in terms of cell counts for the first 72 hours at 15°C.

—●—, measured in terms of cell counts for the first 48 hours at 26°C.

Data points are the means of counts from three replicates, and are represented in per cent of the control count.

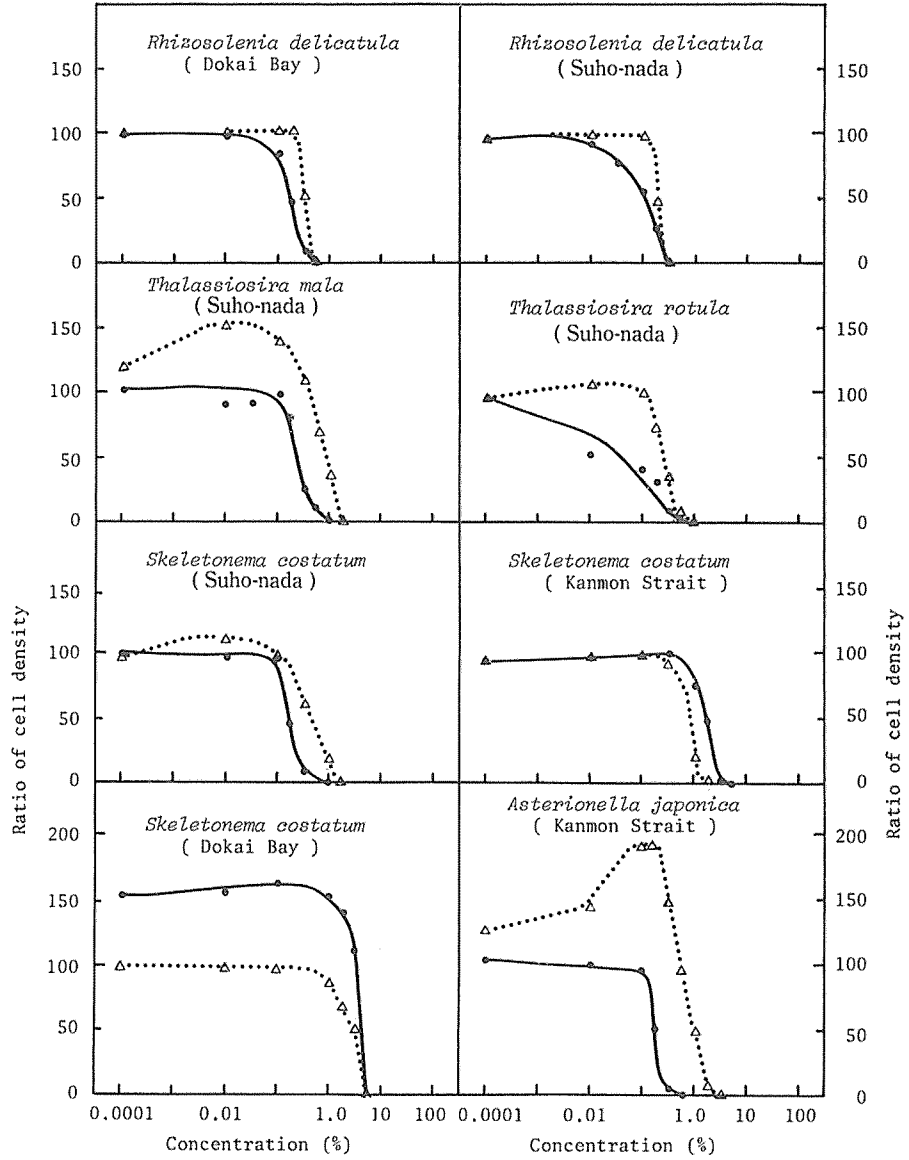


Fig. 3. Relationship between concentration of the coke oven waste water and ratio of cell density of phytoplankton at 15 and 26°C. Symbols are the same as those in Fig. 2. Data points are the means of counts from three replicates, and are represented in percent of the control count.

Thalassiosira rotula, *Ditylum brightwellii* であった。そして、これらの種株には増殖促進はみられなかった。増殖阻害を受ける排水の濃度は、実験温度26°Cでは0.01%以上、15°Cでは0.18%以上のものであった。

C. 弱度耐性種株 洞海湾の *Rhizosolenia delicatula*, *Chaetoceros curvisetus*, *Eucampia zoodiacus*, 周防灘の *Rhizosolenia alata*, *Rhizosolenia delicatula*, *Chaetoceros didymus*, *Nitzschia seriata*, *Eucampia zoodiacus*, および播磨灘の *Hornellia* sp. の9種株であった。これらの種株はコークス排水濃度1.0%前後でただちに枯死し、増殖した種株はほとんどみられなかった。

一方、耐性が強く増殖促進がみられた種株では、実験温度によって次の3グループに類別できた。

A. 実験温度26°Cおよび15°Cの両温度において増殖が促進された広温性種株 これには *Dunaliella tertiolecta* および *Chlamydomonas* sp. の緑藻類2種株が属した。増殖促進の認められたコークス排水の濃度は、*Dunaliella tertiolecta* では0.01~3.2%, *Chlamydomonas* sp. は0.0001~1.8%であり、両種株ともかなり広い濃度範囲にわたって増殖促進がみられた。

B. 実験温度26°Cのみに増殖促進が認められた高温性種株 これには洞海湾の *Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus* sp. および藍藻類の一種などの3種類が属したが、これらは同湾で赤潮を形成する。3種株ともコークス排水濃度0.0001~1.8%の広い範囲にわたって増殖促進がみられた。

C. 実験温度15°Cのみに増殖促進が認められた低温性種株 これには関門海峡の *Asterionella japonica* と周防灘の *Thalassiosira mala* の珪藻類2種株が属した。それぞれの増殖促進の排水濃度範囲は、0.1~0.32%および0.01~0.1%と比較的狭かった。

3・3 無菌化した種株の増殖反応

無菌培養した洞海湾の *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros curvisetus* および周防灘の *Skeletonema costatum* の3種株を用いて、前述の単種培養同様にコークス排水に対する実験を行いその結果を Table 3 に示した。

対数増殖期 (exponential phase) の1日当りの細胞分裂回数は、洞海湾の *Skeletonema costatum* では2.4回、周防灘の *Skeletonema costatum* では3.0回と前記実験結果 (Table 1) と類似した。コークス排水のプランクトン種株への増殖阻害濃度は、洞海湾の *Skeletonema costatum* では10%以上、洞海湾の *Chaetoceros curvisetus* および周防灘の *Skeletonema costatum* は1.0%以上のものであった。また、増殖促進作用は洞海湾の *Skeletonema costatum* のみに、排水濃度0.1~1.0%の範囲のものに認められた。

以上のように無菌培養実験結果は前述の無菌化しなかった単種培養の実験結果と同様であった。したがって本実験においては細菌類の影響はほとんど無かったものと推察される。

Table 3. Growth of the three axenic phytoplankton in each concentration of the coke oven waste water at 25°C

Isolated area and phytoplankton species	Control		K*	Concentration (%)				
	cells/ml			0	0.01	0.1	1.0	10
	0 day	2nd day						
Dokai bay								
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	1.3×10 ⁵	2.35	100	110	172 ⁺⁺	258 ⁺⁺	4.0 [±]
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1×10 ³	1.8×10 ⁴	2.06	100	110	147	2.6 [±]	0
Suho-nada								
<i>Skeletonema costatum</i>	5×10 ³	3.3×10 ⁵	3.01	100	94.1	80.8	11.1 [±]	0

* Calculation method of K is the same as that in Table 1, and the values shown (means of three replicates) are growth rates for the first 48 hours at 25°C.

Symbols are the same as those in Table 1.

4. 考 察

飯塚ら²⁾は工場排水が植物プランクトンの増殖を阻害すること、岡市ら^{3,9)}野沢⁹⁾徳田²²⁾らは稀釈されたある濃度範囲の工場排水は植物プランクトンの増殖を促進することを、DUNSTON⁷⁾は増殖促進は特定のプランクトンのみに起ることを確認した。本実験では24種株の植物プランクトンを用いてコークス排水に対する耐性を調べたが、多くの種株は増殖が阻害され、わずか2～3日の培養で枯死するものが多かった。しかし、洞海湾の *Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus* sp., *Chlamydomonas* sp., 藍藻類の一種、イギリス海峡の *Dunaliella tertiolecta* などは耐性がすこぶる強く排水濃度3.2%で生存し、実験温度26°C、排水濃度0.0001～1.0%では増殖促進がみられた。また、関門海峡の *Asterionella japonica* および周防灘の *Thalassiosira mala* の2種株も耐性があり、排水濃度1%前後で生存し、実験温度15°C、排水濃度0.01～0.32%で増殖促進がみられた。

WURSTER¹⁴⁾ GLOSCHEENKO et al.¹⁵⁾ MOSSER et al.^{16,17)} は有機塩素系化合物に対する植物プランクトンの耐性は湖沼や海洋のプランクトンの種類によって異なること、そして FISHER et al.^{18,19)} MENZEL et al.²⁰⁾ は水温の変化によって耐性が異なることを明らかにした。コークス排水に対する耐性は植物プランクトンの種類によって異なり、強・中・弱の3階級に類別できた。水温については前述のように洞海湾の耐性の強かった *Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus* sp. などの種株は実験温度26°Cで、関門海峡や周防灘の *Asterionella japonica* および *Thalassiosira mala* は実験温度15°Cで増殖促進がみられ、水温による特性が認められた。洞海湾では水温20°C以上の夏季を中心とした時期に赤潮が発生するが^{8,10)} 耐性のすこぶる強かった同湾の *Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus* sp. などの各種株はすべて赤潮を形成する種類であり、しかも26°Cで増殖が促進されたことは、コークス排水が赤潮発生の補助的一要因となる可能性が考えられる。

STOKES et al.²¹⁾ は重金属 Ni に対する、徳田²²⁾は油乳化剤に対する植物プランクトンの耐

性について調査したが、精錬所近くの湖水や工場近くの海域のプランクトンは他水域の同属のものより耐性が強いことを報じた。本実験でも *Skeletonema costatum* および *Olisthodiscus* sp. の2種は、他水域の種株に比較し洞海湾産の種株のみにとくに強い耐性が認められた。このことは両種が同湾でコークス排水に対して適応した生理的生態型となっているためと推察される。

5. 要 約

洞海湾に放出される主要な工場排水の一つであるコークス排水が、海産植物プランクトンの増殖に及ぼす影響について実験を行った。実験に用いた海産プランクトンは、洞海湾、響灘、関門海峡などの海域から採集し、培養した24種株であった。

コークス排水に対する耐性は、植物プランクトンの種類や生息水域、そして実験温度の相違によって異なった。多くの種類はコークス排水に対し耐性は弱く、増殖が阻害される傾向が認められた。

耐性の強かった種株は、イギリス海峡から採集された *Dunaliella tertiolecta*, 洞海湾の藍藻類の一種、*Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus* sp. として *Chlamydomonas* sp., 次いで関門海峡の *Asterionella japonica*, 周防灘の *Thalassiosira mala* であった。*Dunaliella tertiolecta* および *Chlamydomonas* sp. の緑藻類2種株は実験温度15°Cおよび26°C、コークス排水濃度0.1～10%および0.0001～3.2%でそれぞれ増殖が促進された。洞海湾の各種株は、高温期の夏季を中心に赤潮を形成する種類であるが、実験温度26°C、コークス排水濃度0.0001～1.8%で増殖促進がみられ、同湾の赤潮発生との関連性が認められた。*Asterionella japonica* および *Thalassiosira mala* は、関門海峡や周防灘では冬季に多量出現する種類であるが、実験温度15°C、排水濃度0.01～0.32%で増殖促進がみられた。

Skeletonema costatum および *Olisthodiscus* sp. の2種は、他水域の種株に比較し洞海湾産の種株のみにとくに強い耐性が認められた。このことは両種が同湾でコークス排水に対して適応した生理的生態型となっているためと推察される。

文 献

- 1) 入江春彦：日ブ学報，19，57～66（1973）。
- 2) 飯塚昭二・弘田礼一郎：環境科学としての海洋学，2（堀部純男編），東大出版，東京，1978，pp. 113～122。
- 3) 岡市友利・柳生昭孝：日ブ学報，16，126～132（1969）。
- 4) 岡市友利・延沢文代：大規模有害赤潮発生の早期予知及び被害防除に関する調査研究報告書（昭和50年度），81～87（1971）。
- 5) 岡市友利：用水と廃水，19，75～81（1977）。
- 6) 野沢治治：特定研究，生活・産業廃水の海洋自然環境に及ぼす影響に関する基礎的研究，昭46—48研究成果概要報告，97～108（1974）。
- 7) W. M. DUNSTON： *Environ. Sci. & Tech.*，9，635～638（1975）。
- 8) 鶴田新生・山田真知子：水産大研報，27，101～111（1978）。
- 9) 鶴田新生・山田真知子：水産大研報，28，47～61（1979）。
- 10) 鶴田新生・山田真知子：水産大研報，29，103～111（1980）。
- 11) 西村 茂：用水廃水便覧，丸善，東京，1971，pp. 1378～1391。
- 12) L. PROVASOLI： *Cultures and collections of algae*. Proc. U.S.-Japan Conf. Hakone, Sept. 1966, Jap. Soc. Plant Physiol. 63～75（1968）。
- 13) Y. ISHIDA and H. KADOTA： *Arch. Hydrobiol. Beih.*，12，77～85（1979）。
- 14) C. F. WURSTER, Jr.： *Sciens*，159，1474～1475（1969）。
- 15) V. GLOOSCHENKO and W. GLOOSCHENKO： *Can. J. Bot.*，53，653～659（1975）。
- 16) J. L. MOSSER, N. S. FISHER, T. C. TENG and C. F. WURSTER： *Sciens*，175，191～192（1972）。
- 17) J. L. MOSSER, N. S. FISHER, C. F. WURSTER： *Sciens*，176，533～535（1972）。
- 18) N. S. FISHER and C. F. WURSTER： *Environ. Pollut.*，5，205～212（1973）。
- 19) N. S. FISHER, L. B. GRAHAM and E. J. CARPENTER： *Nature*，241，548～549（1973）。
- 20) D. W. MENZEL： *Sciens*，167，1724～1726（1970）。
- 21) P. M. STOKES, T. C. HUTCHINSON and K. KRAUTER： *Can. J. Bot.* 51，2155～2168（1973）。
- 22) 徳田 廣：日水誌，43，97～102（1977）。