
碩士學位論文

微小藻類, *Chlorella minutissima*, *Chlorella*
pyrenoidosa, *Nannochloropsis oculata*의
成長에 관한 研究

濟州大學校 大學院

水産生物學科



1990年 12月

微小藻類, *Chlorella minutissima*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Nannochloropsis oculata* 의
成長에 관한 研究

指導教授 卞 忠 圭


金 京 敏

이 論文을 理學碩士學位 論文으로 提出함.

1990年 12月

金京敏의 理學碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長

盧 暹 

委

員 白 文 河 

委


員 卞 忠 圭 

濟州大學校 大學院

1990年 12月

Study on the growth of three microalgae *Chlorella*
minutissima, *Chlorella pyrenoidosa*, and
Nannochloropsis oculata

Gyong-Min Kim
(Supervised by Professor Choong-Kyu Pyen)

 제주대학교 중앙도서관
A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1990. 12

目 次

Abstract	1
I. 緒 言	3
II. 材料 및 方法	4
III. 結 果	8
IV. 考 察	32
V. 要 約	37
VI. 參 考 文 獻	39
VII. 謝 辭	43



Abstract

In order to investigate not only proper culture medium and water temperatures, but also light intensity, LD cycle and salinity under the lower water temperature of 17°C, serial experiments on the three species of microalgae, *Chlorella minutissima*, *Chlorella pyrenoidosa* and *Nannochloropsis oculata*, were carried out in the laboratory.

These microalgae cultured for seven days in three culture media, modified Provasoli I (P I) medium, Provasoli ES (P ES) medium, and McLachlan medium, were best the P ES medium. When they were culture in the P ES medium, *C. minutissima* and *C. pyrenoidosa* grew to the density of 258×10^5 cells/ml and 270×10^5 cells/ml from 5.62×10^5 cells/ml and 5.50×10^5 cells/ml, respectively, and *N. oculata* did to the density of 331×10^5 cells/ml from 5.70×10^5 cells/ml. These microalgae cultured in the P ES medium grew faster in the higher water temperature under the range of 17 to 28°C.

When these microalgae were cultured in the P ES medium ranged from 8 to 32 ‰ in salinity and $17 \pm 1^\circ\text{C}$ water temperature, the optimum densities of *C. minutissima* and *N. oculata* shown best in 21 ‰, while that of *C. pyrenoidosa* was in 14 ‰. The growth of these microalgae was better in the higher light intensities up to 7,000 lux, but did not multiplied considerably in the lower light proportion LD cycle

6:18 controlled the light intensity of 4,000 lux.

The growth rate of large size and small size rotifers fed on these three microalgae was better when fed on mixed microalgae than did on single species.



I. 緒 言

우리나라에서 甲殼類 및 魚·貝類의 種苗生産이 시작된 것은 1970年 後이며, 대하, 보리새우, 꽃게, 복어, 넙치의 初期 먹이 생물로서 矽藻類, *Chlorella* sp.를 비롯하여 rotifer(*Brachionus plicatilis* O.F. Müller), *Artemia* sp., 天然의 動·植物性 플랑크톤 등이 주로 사용 되어 왔다.

우리 나라에서 먹이생물 培養에 관한 연구는 下과 宋(1970), 柳(1970), 朴 等(1986), 柳(1987)을 비롯, *Chlorella*와 rotifer에 관한 文(1981), 金(1986), 李(1988), 趙(1989), 林(1990) 등의 보고가 있다. 국 외에서는 梅林(1961), 田宮와 渡邊(1965)등이 먹이생물 培養에 관한 기초적 연구와 平野(1966), 渡邊 等(1979), Hirayama *et al.*(1979), 青海 等(1980), Witt *et al.*(1981), 山崎와 平田(1985, 1986), 川口와 渡部(1986), Spektorova *et al.*(1986), 平野와 河野(1988), 平田(1989), 岡内(1989), 福所와 平山(1989), 岡内 等(1990)등의 *Chlorella* sp.와 rotifer에 관한 연구가 보고 되어 있다.

본 연구에서는 餌料용 微小藻類의 大量培養에 있어서 種·株의 增殖特性을 알고 培養에 적합한 種·株를 선택하여, 여기에 알맞은 室內·外의 培養 條件을 규명하기 위하여 濟州大學校 먹이생물연구실에서 培養中인 *Chlorella minutissima*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Nannochloropsis oculata*에 대하여 培養液別, 水溫別, 照度別, 光 周期別, 鹽分濃度別 등 제반 환경 조건에 따른 미소조류 세포수의 성장과 일간성장율을 조사하였고, 상기 3종의 미소조류를 먹이로한 rotifer의 먹이효과를 조사하였다.

II. 材料 및 方法

본 실험에 사용한 *Chlorella* spp.는 1988년 미국의 텍사스 주 Lab. of aquacol.에서 分離된 해수산 *Chlorella minutissima*와 해수에 馴致된 *Chlorella pyrenoidosa*로, 부산수산대학 해양연구소에서 分讓받은 *Nannochloropsis oculata*와 함께 제주대학교 먹이생물연구실에서 純粹培養한 것이다.

培養液은 Provasoli I (樽林, 1961)培地和 Provasoli ES (Provasoli, 1968)培地를 변형한 것, McLachlan (McLachlan, 1973)培地로서, 그 조성은 Table 1과 같다. 培地の 사용방법은 해수 1 ℓ 에 Provasoli I (이하 P I)培地の A, B液을 각각 1 ml, C液 0.5 ml씩을 넣었다. Provasoli ES (이하 P ES)培地는 A, B, C液을 혼합하여 1 ml씩 첨가 하였으며, McLachlan培地도 1 ml씩 첨가하였다.

培養液에 사용된 해수는 1 μ m cartridge filter를 이용하여 濾過시킨 후 121°C, 1.5氣壓에서 20분간 滅菌하였다.

3가지 培養液에 대한 微小藻類 종류별 성장실험은 1,000 ml 평저플라스크에 600 ml씩 해수를 채워서 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 각각 5.62×10^5 cells/ml, 5.50×10^5 cells/ml, 5.70×10^5 cells/ml 로 接種하였다. 培養 조건은 水溫 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 鹽分 31 ‰, 照度 5,000 lux, LD cycle 14:10으로 하였다.

水溫에 따른 성장은 3種의 培養液중에 가장 성장이 양호했던 P ES培養液을 사용하여 水溫을 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ (T 17), $20 \pm 1^\circ\text{C}$ (T 20), $24 \pm 1^\circ\text{C}$ (T 24),

Table 1. Composition of media

	Provasoli I*	Provasoli ES**	McLachlan	
A	NaNO ₃	2 g	105 g	
	Na ₂ glycerophosphate		15 g	
	Thiamine HCl		150 mg	
	Vitamin B ₁₂ (B ₁)		3 mg	
	biotin		1.5 g	
	Distilled water	1,000 ml	2,000 ml	
B	Na ₂ HPO ₄ · 12H ₂ O	50 g		
	Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ 6H ₂ O		5.25 g	
	Na ₂ EDTA		4.95 g	
	Distilled water	1,000 ml	500 ml	
C	Na ₂ EDTA	3 g	7.5 g	0.05-0.1 μg
	H ₃ BO ₃	3.44 mg	1.5 g	12 mg
	MnCl ₂	0.27 g(4H ₂ O)	0.3 g(4H ₂ O)	0.8 mg
	CoCl ₂	0.8 mg(6H ₂ O)	7.5 mg(6H ₂ O)	2.6 μg
	FeCl ₃ · 6H ₂ O	0.24 g	0.075 g	0.0003 g
	CaCl ₂			0.15 g
	NaCl			23-2.9 g
	CuCl ₂			0.03 μg
	MgCl ₂			0.2 g
	ZnCl ₂	0.03 g	37.5 mg	0.1 g
	KNO ₃			0.1 g
	K ₂ HPO ₄			0.02 g
	Na ₂ SiO ₃			0.01 g
	MgSO ₄ · 7H ₂ O			6-0.5 g
	CuSO ₄ · 4H ₂ O	0.4 mg		
	Distilled water	1,000 ml	500 ml	1,000 ml

* Provasoli I: modified Provasoli medium (梅林, 1961)

** Provasoli ES: modification of Provasoli ES medium (Provasoli, 1968)

28±1°C (T 28)로 구분한 것에 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 각각 1.40×10⁵ cells/ml, 1.45×10⁵ cells/ml, 1.60×10⁵ cells/ml 로接種하고, 鹽分 32 ‰, 照度 4,000 lux, LD cycle 14:10의 조건으로 培養하였다.

照도에 따른 성장은 照도를 각각 1,000 lux (L 1,000), 2,000 lux (L 2,000), 4,000 lux (L 4,000), 7,000 lux (L 7,000)로 구분하고 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 각각 7.50×10⁵ cells/ml, 5.20×10⁵ cells/ml, 6.60×10⁵ cells/ml 로接種하여, 水溫 17±1°C, 鹽分 31 ‰, LD cycle 12:12의 조건으로 培養하였다.

光周期에 따른 성장은 LD cycle을 6:18, 12:12, 18:6, 24:0으로 구분한 뒤 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 각각 1.40×10⁵ cells/ml, 1.30×10⁵ cells/ml, 2.00×10⁵ cells/ml 로接種하고, 水溫 17±1°C, 鹽分 32 ‰, 照度 4,000 lux의 조건에서 培養하였다.

鹽分濃도에 따른 성장은 鹽分濃도를 8 ‰ (S 8), 14 ‰ (S 14), 21 ‰ (S 21), 27 ‰ (S 27), 32 ‰ (S 32)로 구분한 후, *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 각각 1.40×10⁵ cells/ml, 1.30×10⁵ cells/ml, 2.00×10⁵ cells/ml 로接種하여 水溫 17±1°C, 照度 4,000 lux, LD cycle 14:10의 조건으로 培養하였다.

모든 實驗은 동일 조건에 4개씩 설치하여 평균치를 算出하였다.

각 實驗에서 標本採取는 각기 일정한 시간에 용기를 충분히 흔들어서 10 ml씩 採取하여 10 % formalin 液에 고정하고 Neubauer 血球計算板을 사용해 매일 세포수를 6회 반복 계수하고 평균하였다.

성장율은 Witt et al.(1981)이 *Nannochloris (Nannochloropsis)* sp.에

서 사용하였던 식에 의하였다.

$$K = (1/t_2 - t_1) \ln(N_2/N_1)$$

K = 成長率

N₁ = 接種後 t₁日째의 細胞密度

N₂ = 接種後 t₂日째의 細胞密度

rotifer, *Brachionus plicatilis* O.F. Müller의 培養實驗은 대형 개체 (背甲長 290 - 320 μ m)와 소형 개체(背甲長 170 - 190 μ m)로 구분한 후, 3종의 微小藻類를 먹이로 하여 실시하였다.

rotifer는 실험에 사용하기 하루전에 濾過 해수로 세척하여 24시간 공복상태를 유지한 후, 직경 5cm의 petridish 3개씩에 대·소형의 것을 3개씩 수용하였다. rotifer의 먹이 급이는 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 단일 급이한 것과 *C. minutissima* + *N. oculata*, *C. pyrenoidosa* + *N. oculata* 혼합 급이한 것으로 구분하고 미리 培養된 微小藻類의 上澄液만을 취하여 2일 간격으로 먹이의 밀도가 200 $\times 10^5$ cells/ml 되게 공급하였다. 실험기간 동안 水溫 21 $\pm 1^\circ$ C, 鹽分 23 ‰, 照度 1,500 - 2,000 lux, 24시간 연속 照明하였다. rotifer의 成長은 海부현미경을 이용하여 全個體數, 抱卵個體數, 抱卵數를 매일 計數하였다.

본 연구는 1989년 10월에서 1990년 10월 까지 제주대학교 먹이생물연구실에서 실시하였다.

I. 結 果

1. 微小藻類의 성장

1-1. 培養液 종류에 따른 성장

3가지 培養液條件에서 3 종의 微小藻類를 7일간 培養한 매일의 세포 수의 증가와 培養結果는 Table 2 및 Fig. 1 과 같다. 즉 培養 7일째의 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*의 세포증가수를 培養液別로 보면 P ES培地에서 各各 258×10^5 cells/ml, 270×10^5 cells/ml, 331×10^5 cells/ml로 가장 양호하게 나타났고, P I培地에서는 249×10^5 cells/ml,

Table 2. Comparison on the growth of microalgae cultured in the three kinds of media (Density: $\times 10^5$ cells/ml)

		Density		Maximum		Growth rate*	
		Initial	Final	Density	Day	Maximum	Mean
P I	<i>C. minutissima</i>	5.62	249	249	7	1.19	0.54
	<i>C. pyrenoidosa</i>	5.50	198	198	7	1.15	0.51
	<i>N. oculata</i>	5.70	183	183	7	0.92	0.50
P ES	<i>C. minutissima</i>	5.62	258	258	7	1.20	0.55
	<i>C. pyrenoidosa</i>	5.50	270	270	7	1.24	0.56
	<i>N. oculata</i>	5.70	331	331	7	1.08	0.58
McLachlan	<i>C. minutissima</i>	5.62	148	148	7	1.06	0.47
	<i>C. pyrenoidosa</i>	5.50	125	125	7	1.17	0.45
	<i>N. oculata</i>	5.70	150	150	7	1.01	0.47

* G.R. = $(1/t_2 - t_1) \ln(N_2 - N_1)$

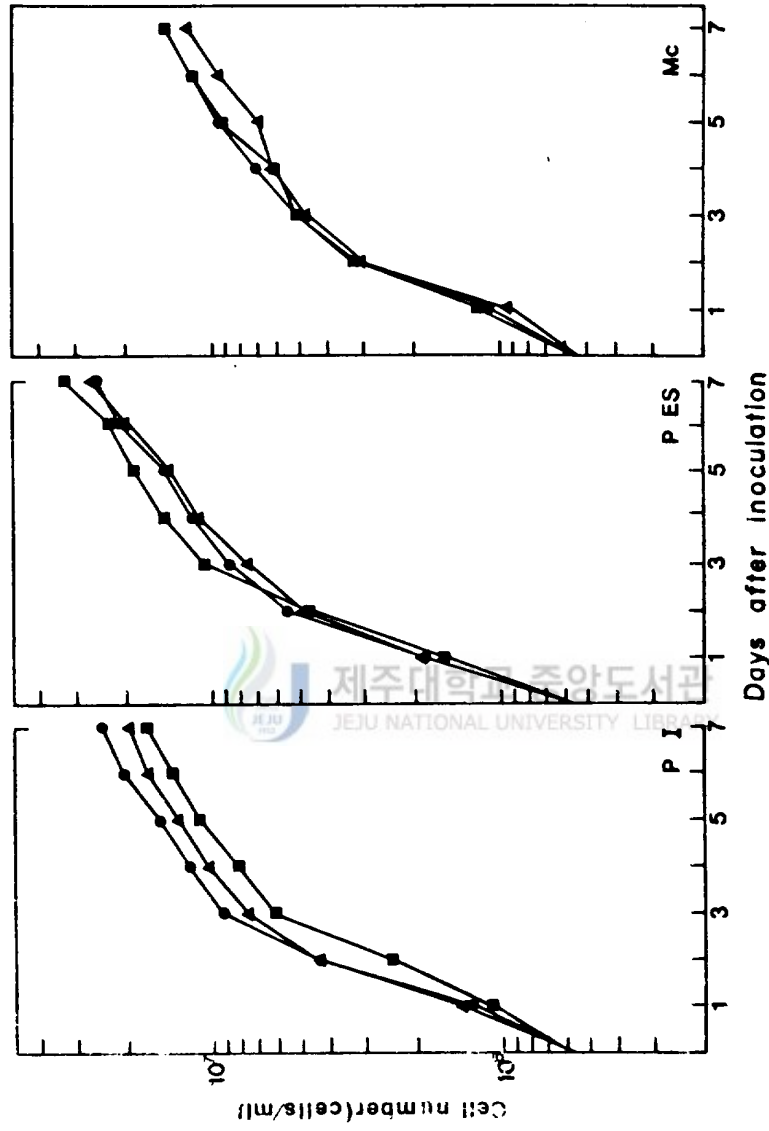


Fig. 1. Growth curve of microalgae cultured in the three kinds of media controlled water temperature to $23 \pm 1^\circ\text{C}$ and LD cycle 14:10 in 5,000 lux.
 Circles: *C. minutissima* ; Triangles: *C. pyrenoidosa* ; squares: *N. oculata*.

198×10⁵ cells/ml, 183×10⁵ cells/ml였고, McLachlan培地에서는 148×10⁵ cells/ml, 125×10⁵ cells/ml, 150×10⁵ cells/ml로서 3種이 모두 가장 저조하게 나타났다.

매일의 세포수를 1일간 細胞分裂回數로 算出한 성장율은 Table 2 및 Fig. 2와 같다.

培養期間중의 培養液別 평균성장율도 1일세포수의 증가에서와 같은 경향을 나타내고 있어 P ES培地에서는 *C. minutissima*가 0.55, *C. pyrenoidosa*: 0.56, *N. oculata*: 0.58로서 培養液 중 가장 양호하였으며, 同培地에서는 *N. oculata*가 가장 높은 값을 보였다.

P I培地에서는 0.54, 0.51, 0.50로서 P ES培地보다 다소 떨어지는 값을 보였으며, McLachlan培地에서는 0.47, 0.45, 0.47로서 培養液 중 가장 저조한 값을 보였다.

최대 일간성장율에 있어서도 P ES培地가 1.20, 1.24, 1.08로 타 培養液보다 높았으며 모두 培養 1 - 2일째에 최대값이 나타났다.

1-2. 水溫別 성장

P ES培地를 사용하여 培養溫度를 T 17, T 20, T 24, T 28, 4단계로 하여 培養한 3種의 微小藻類의 일간세포수의 증가는 Fig. 3 및 Table 3과 같다.

3種의 微小藻類의 일간세포수의 증가는 培養溫度 T 17 - T 28 범위에서 모든 種이 고수온인 T 28에서 현저하게 빠른 성장을 보여 배양 6 - 7일째에 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*는 각각 348×10⁵ cells/ml, 367×10⁵ cells/ml, 394×10⁵ cells/ml에 달하였고, 온도가 낮아

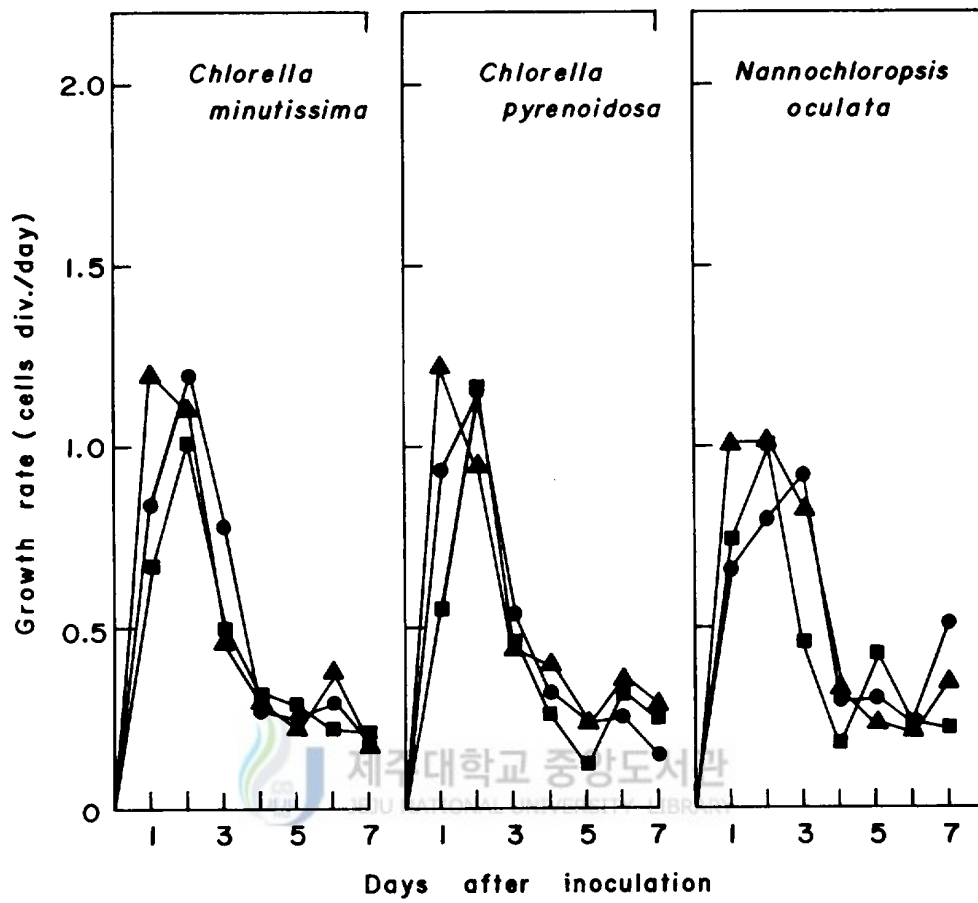


Fig. 2. Growth rate of microalgae cultured in the three kinds of media controlled water temperature to $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ and LD cycle 14:10 in 5,000 lux. Growth rate is calculated by the equation of $K = (1/t_2 - t_1) \ln(N_2/N_1)$. Circles: Prlvasoli 1 medium ; Triangles: Provasoil ES medium ; Squares: McLachlan medium.

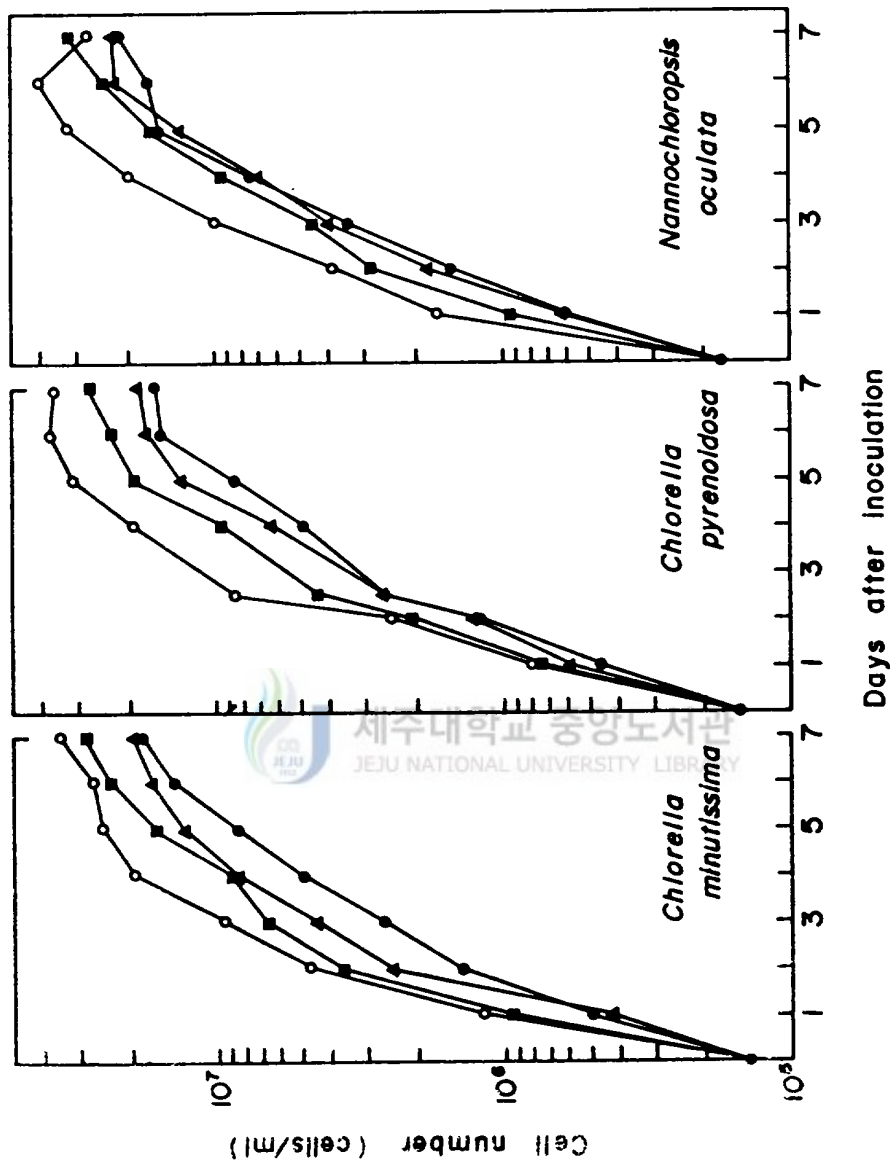


Fig. 3. Growth curve of microalgae cultured in the P ES medium under the various water temperatures controlled salinity 32‰ and LD cycle 14:10 in 4,000 lux. Close circles: T 17 ; Squares: T 20 ; Triangles: T 24 ; Open circles: T 28.

Table 3. Comparison on the growth of microalgae cultured in the various water temperatures (Density: $\times 10^5$ cells/ml)

Lot	Species	Density		Maximum		Growth rate*	
		Initial	Final	Density	Day	Maximum	Mean
T 17	<i>C. minutissima</i>	1.40	179	179	7	1.27	0.69
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.45	164	164	7	1.15	0.68
	<i>N. oculata</i>	1.60	216	216	7	1.32	0.70
T 20	<i>C. minutissima</i>	1.40	196	196	7	1.78	0.71
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.45	189	189	7	1.40	0.70
	<i>N. oculata</i>	1.60	224	224	7	1.35	0.71
T 24	<i>C. minutissima</i>	1.40	282	282	7	1.90	0.76
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.45	274	274	7	1.64	0.75
	<i>N. oculata</i>	1.60	314	314	7	1.78	0.75
T 28	<i>C. minutissima</i>	1.40	348	348	7	2.15	0.79
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.45	352	367	6	1.71	0.78
	<i>N. oculata</i>	1.60	278	394	6	2.36	0.74

* G.R. = $(1/t_2 - t_1) \cdot \ln(N_2 - N_1)$

질수록 성장속도가 늦어져 최저수온인 T 17에서는 179×10^5 cells/ml, 164 $\times 10^6$ cells/ml, 216×10^5 cells/ml로 본 연구의 實驗 온도구간에서 가장 저조한 성장을 보였다.

培養期間中 各 溫度別로 peak에 도달하는 기간은 모든 種이 T 17 - T 24사이에서는 7일째 였지만 T 28에서는 *C. minutissima*를 제외한 *C. pyrenoidosa*와 *N. oculata*는 培養 6일째에 최대치에 달하였다.

各 培養 水溫別 성장율의 일간 변화는 Fig. 4 와 같고, 培養期間중의 평균성장율과 일간 최대성장율은 Table 3과 같다.

일간성장율의 최대값은 T 17구에서는 *N. oculata*가 1.32로서 가장 높았고 *C. minutissima*: 1.27, *C. pyrenoidosa*: 1.15의 순으로 나타났으며, 溫

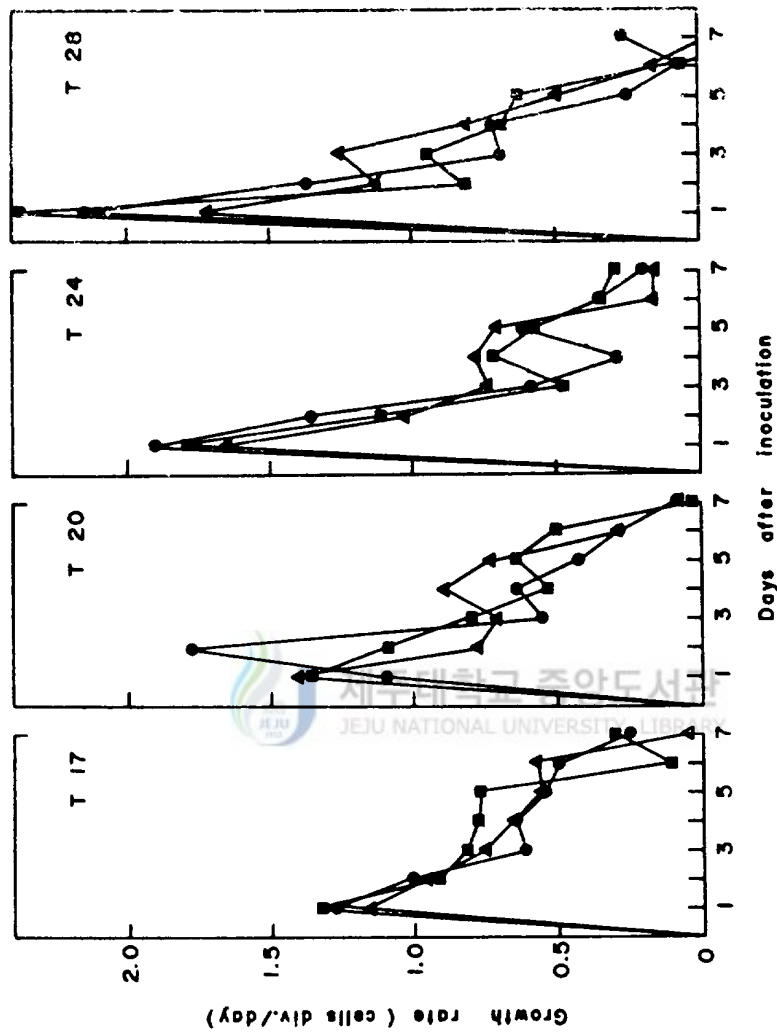


Fig. 4. Growth rate of microalgae cultured in the P ES medium under the various water temperatures controlled salinity 32‰ and LD cycle 14:10 in 4,000 lux. Growth rate is calculated by the equation of $K = (1/t_2 - t_1) \ln(N_2/N_1)$. Circles: *C. multissima*; Triangles: *C. pyrenoidosa*; Squares: *N. oculata*.

도가 높을수록 최대값도 증가되는 경향을 보여 T 28에서는 2.36, 2.15, 1.71로 더높게 나타났다.

일간성장율의 최대값이 나타난 시기는 실험 온도구 전체에서 培養 후 1 일째 였지만 T 20의 *C. minutissima*만은 培養 후 2일째였다.

培養期間中の 溫度에 따른 평균 성장율도 일간최대성장율의 경향과 유사하여 T 17에서는 *N. oculata*가 0.70으로 가장 높았고 *C. minutissima*: 0.69, *C. pyrenoidosa*: 0.68의 순 이었으며, T 28에서는 0.74, 0.79, 0.78 로서 저온에 비하여 높은 값을 보였다.

1-3. 照度에 따른 성장

照度を 4단계, L 1,000, L 2,000, L 4,000, L 7,000으로 구분하여 培養 한 3種의 일간 세포수 증가는 Fig. 5 와 같다.

*C. minutissima*의 경우 接种 7일째에 L 1,000, L 2,000 의 저조도에서는 $152 - 178 \times 10^5$ cells/ml로 증가한데 비하여 L 4,000, L 7,000의 고조도에서는 $314 - 330 \times 10^5$ cells/ml로 빠른 성장을 보였다.

*C. pyrenoidosa*와 *N. oculata*에 있어서도 유사한 경향을 보여 전자의 경우 저조도에서는 $180 - 190 \times 10^5$ cells/ml, 고조도에서는 $268 - 326 \times 10^5$ cells/ml 였고 후자의 경우 저조도에서는 $180 - 200 \times 10^5$ cells/ml, 고조도에서 $330 - 350 \times 10^5$ cells/ml였다. 본 연구의 實驗照度 범위에서는 L 4,000 이상의 高照度에서 빠른 세포수의 증가를 보였다.

각 照度別 日間成長率의 변화는 Fig. 6과 같고, 培養期間中の 평균성장 율 및 일간 최대성장율은 Table 4와 같다.

일간성장율을 照度別로 비교하여 보면 L 1,000, L 2,000의 저조도하에

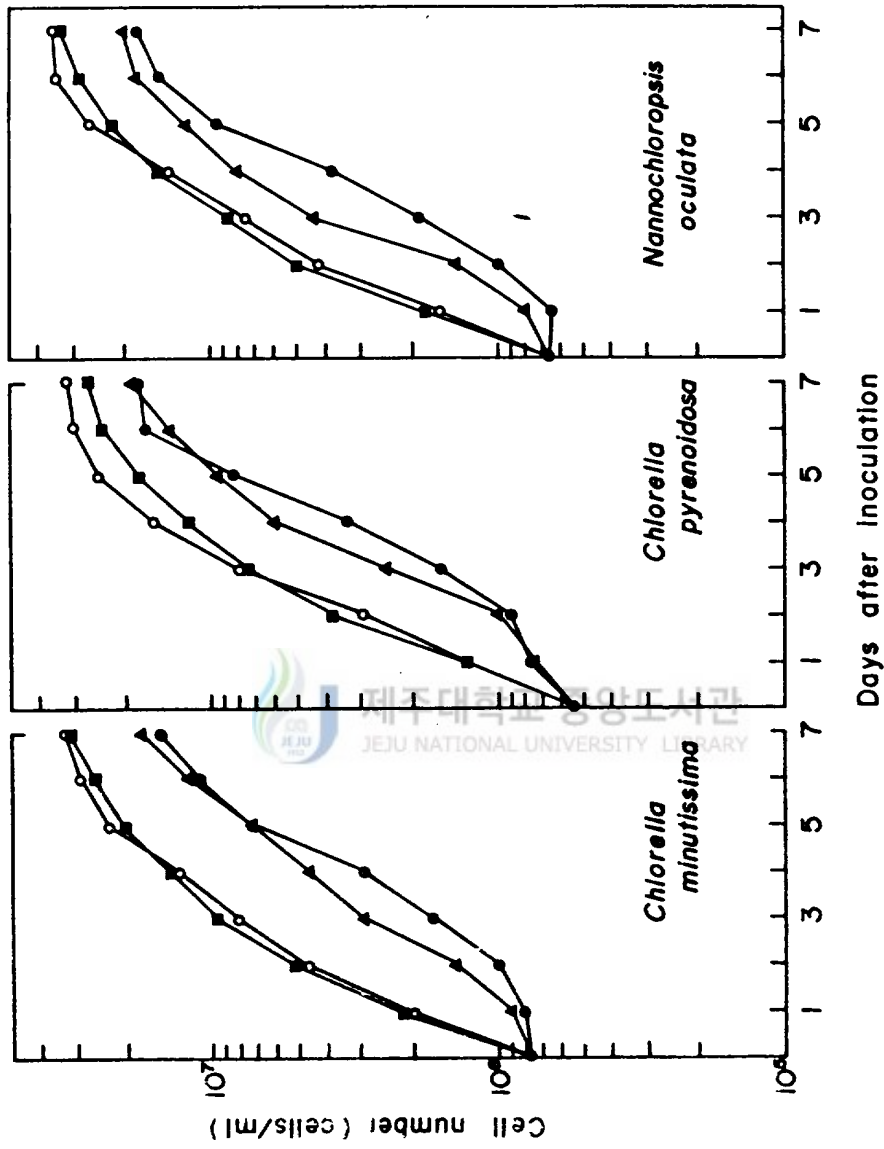


Fig. 5. Growth curve of microalgae cultured in the P ES medium under the various light intensities controlled water temperature to $17 \pm 1^\circ\text{C}$ and salinity 31‰, LD cycle 12:12. Close circles: L 1,000 ; Triangles: L 2,000 ; squares: L 4,000 ; Open circles: L 7,000.

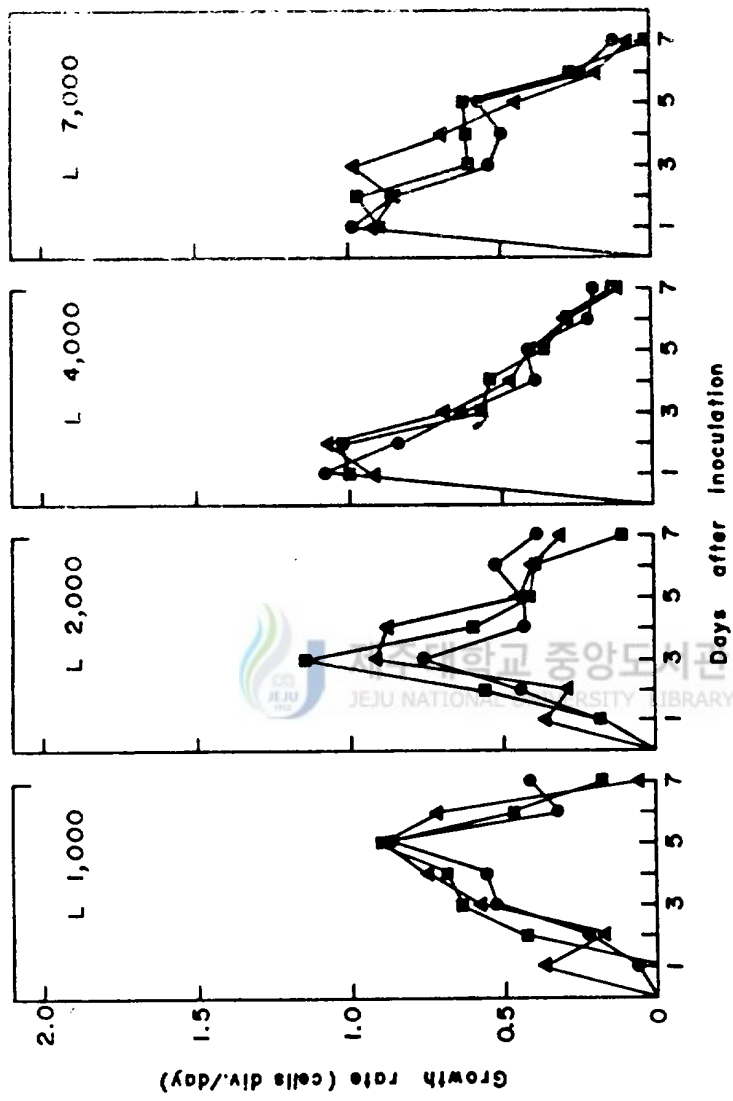


Fig. 6. Growth rate of microalgae cultured in the P ES medium under the various light intensities controlled water temperature to $17\pm 1^\circ\text{C}$ and salinity 31‰, LD cycle 12:12. Growth rate is calculated by the equation of $K = (1/t_2 - t_1) \ln(N_2/N_1)$. Circles: *C. multissima*; Triangles: *C. pyrenoidosa*; Squares: *N. oculata*.

Table 4. Comparison on the growth of microalgae cultured the various light intensities (Density: $\times 10^5$ cells/ml)

Lot	Species	Density		Maximum		Growth rate*	
		Initial	Final	Density	Day	Maximum	Mean
L 1,000	<i>C. minutissima</i>	7.50	152	152	7	0.88	0.43
	<i>C. pyrenoidosa</i>	5.20	180	180	7	0.89	0.51
	<i>N. oculata</i>	6.60	180	180	7	0.91	0.47
L 2,000	<i>C. minutissima</i>	7.50	178	178	7	0.76	0.45
	<i>C. pyrenoidosa</i>	5.20	190	190	7	0.92	0.51
	<i>N. oculata</i>	6.60	200	200	7	1.15	0.49
L 4,000	<i>C. minutissima</i>	7.50	314	314	7	1.08	0.53
	<i>C. pyrenoidosa</i>	5.20	268	268	7	1.07	0.56
	<i>N. oculata</i>	6.60	330	330	7	1.02	0.56
L 7,000	<i>C. minutissima</i>	7.50	330	330	7	0.99	0.54
	<i>C. pyrenoidosa</i>	5.20	326	326	7	0.98	0.59
	<i>N. oculata</i>	6.60	350	350	7	0.97	0.57

* G.R. = $(1/t_2 - t_1) \ln(N_2 - N_1)$

서는 培養初期에 3種의 微小藻類 모두가 완만한 성장율을 보여, 최대성장율은 전자에서는 培養 5일째에 *C. minutissima*가 0.88, *C. pyrenoidosa*가 0.89, *N. oculata*가 0.91로 나타났으며, 후자의 경우는 이틀마른 3일째에 각각 0.76, 0.92, 1.15였다. 이에 비하여 L 4,000, L 7,000의 고조도하에서는 培養初期인 1 - 2일째에 전자의 경우 *C. minutissima* 1.08, *C. pyrenoidosa* 1.07, *N. oculata* 1.02로, 후자의 경우 0.99, 0.98, 0.97로 최대성장율을 보였다.

培養 전기간중의 평균성장율에서도 저조도하에서 培養한 *C. minutissima*의 경우 0.43 - 0.45인데 비하여 고조도하에서는 0.53 - 0.54로 높게 나타났고, *C. pyrenoidosa*도 전자의 경우 0.51 내외인데 비하여 후자

의 경우 0.56 - 0.59이었고, *N. oculata*도 전자에서는 0.47-0.49, 후자가 0.56-0.57로 3種 모두 照度가 높을수록 평균성장율도 높게 나타났다.

1-4. 光 周期에 따른 성장

4단계로 구분한 LD cycle 6:18, 12:12, 18:6, 24:0 조건에서 7일간 培養한 3種 微小藻類의 일간 세포수 증가는 Table 5 및 Fig. 7과 같다.

*C. minutissima*는 각 LD cycle에 따라 100×10^5 cells/ml, 152×10^5 cells/ml, 192×10^5 cells/ml, 212×10^5 cells/ml 였으며, *C. pyrenoidosa*는 112×10^5 cells/ml, 132×10^5 cells/ml, 166×10^5 cells/ml, 202×10^5 cells/ml, *N. oculata*는 136×10^5 cells/ml, 162×10^5 cells/ml, 234×10^5

Table 5. Comparison on the growth of microalgae cultured in the various LD cycles (Density: $\times 10^5$ cells/ml)

Lot	Species	Density		Maximum		Growth rate*	
		Initial	Final	Density	Day	Maximum	Mean
6:18	<i>C. minutissima</i>	1.40	100	100	7	1.27	0.61
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	112	112	7	1.26	0.64
	<i>N. oculata</i>	2.00	136	136	7	1.22	0.60
12:12	<i>C. minutissima</i>	1.40	152	152	7	1.27	0.67
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	132	132	7	1.24	0.66
	<i>N. oculata</i>	2.00	162	162	7	1.16	0.63
18:6	<i>C. minutissima</i>	1.40	192	192	7	1.49	0.70
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	166	182	6	1.48	0.69
	<i>N. oculata</i>	2.00	234	234	7	1.44	0.68
24:0	<i>C. minutissima</i>	1.40	212	212	7	1.52	0.72
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	202	202	7	1.61	0.72
	<i>N. oculata</i>	2.00	236	236	7	1.50	0.68

* G.R. = $(1/t_2 - t_1) \ln(N_2 - N_1)$

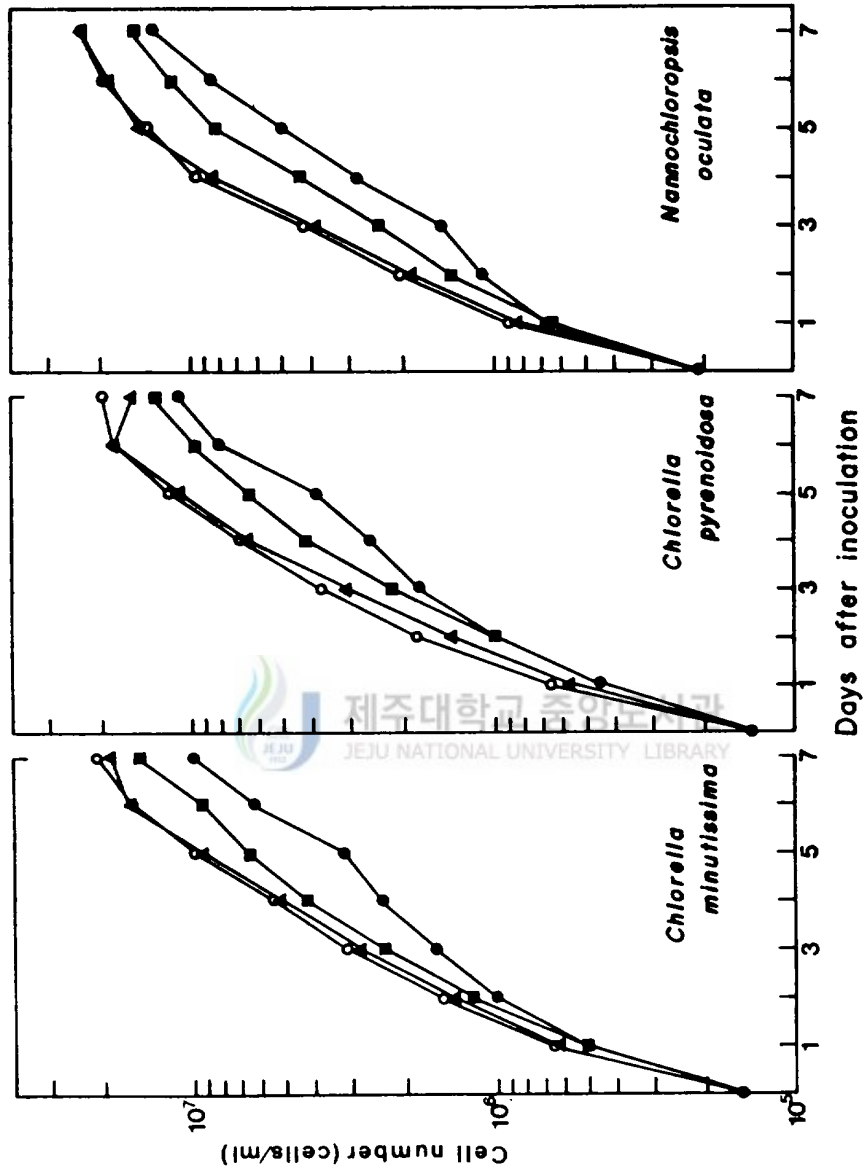


Fig. 7. Growth curve of microalgae at various L-D cycles in the P ES medium controlled water temperature to $17 \pm 1^\circ\text{C}$ and salinity 32‰, 4,000 lux. Close circles: LD cycle 6:18 ; Triangles: LD cycle 12:12 ; Squares: LD cycle 18:6 ; Open circles: LD cycle 24:0.

cells/ml, 236×10^5 cells/ml로서 3種의 微小藻類에 성장은 빛 조사 시간이 길어지는 것과 正의 相關을 보였다.

光 周期에 따른 일간 성장율의 변화는 Table 5 와 Fig. 8에서 나타내었다. *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*의 평균성장율은 LD cycle 6:18이 0.60 - 0.64로 실험구 중에 가장 저조하였고, 12:12는 0.63 - 0.67로 중간정도였으며, 18:6과 24:0에서는 0.68 - 0.72의 범위로 양호한 성장을 나타내었다.

일간최대성장율은 모두 1일째 나타났으며 3種의 微小藻類가 24:0에서 각각 1.52, 1.61, 1.50으로 최고치를 보였다.

1-5. 鹽分濃度에 따른 성장

鹽分濃度を S 8, S 14, S 21, S 27, S 32로 구분하여 7일간 培養한 微小藻類의 鹽分濃度別 일간 세포수의 증가는 Fig. 9 와 같다.

S 8과 S 14의 저염분에서 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*의 성장은 接種 7일째 전자의 경우 180×10^5 cells/ml, 256×10^5 cells/ml, 221×10^5 cells/ml였고 후자의 경우 260×10^5 cells/ml, 336×10^5 cells/ml, 278×10^5 cells/ml로서 *C. pyrenoidosa*가 가장 빠르게 성장하였다.

S 21에서는 3種의 微小藻類가 278×10^5 cells/ml, 310×10^5 cells/ml, 336×10^5 cells/ml로 모두 빠른 성장을 하였고, 이중 *C. minutissima*와 *N. oculata*는 본 연구에서 설정한 全鹽分濃度 범위 중 가장 높은 밀도로 성장하였다.

鹽分濃度別 일간 성장율의 변화는 Fig. 10과 같고, 培養期間中の 평균

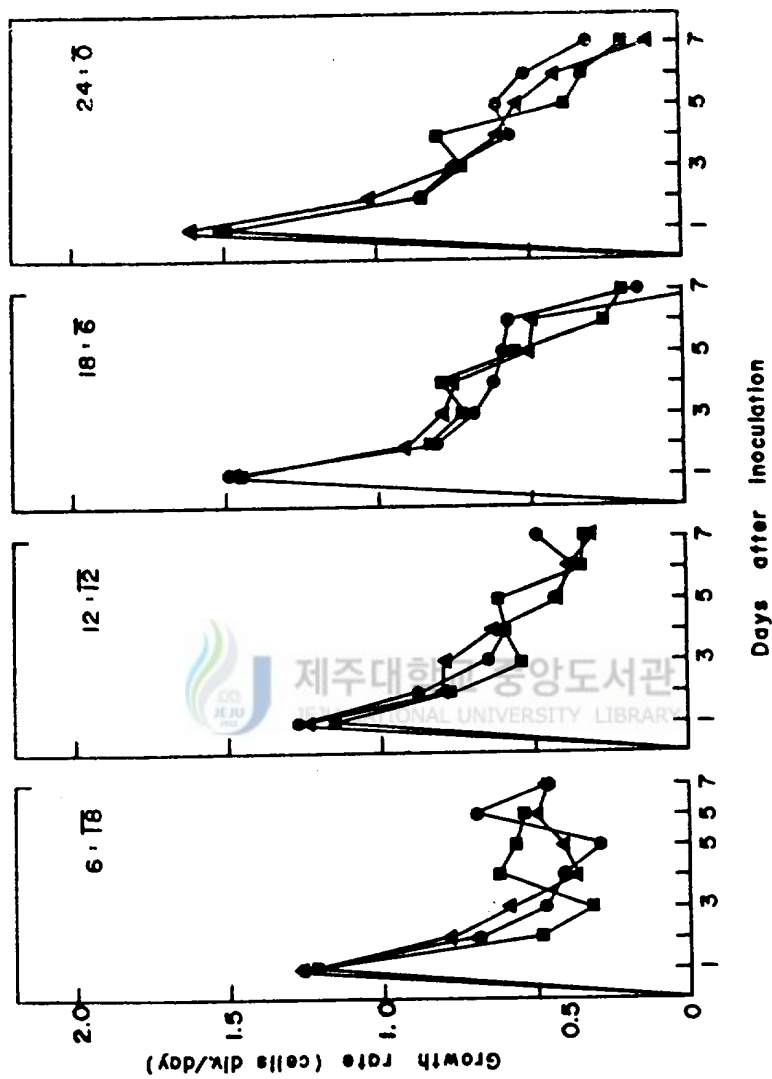


Fig. 8. Growth rate of microalgae at various LD cycles in the P ES medium controlled water temperature to $17 \pm 1^\circ\text{C}$ and salinity 32‰, 4,000 lux. Growth rate is calculated by the equation of $K = (1/t_2 - t_1) \cdot \ln(N_2/N_1)$. Circles: *C. mutissima*; Triangles: *C. pyrenoidosa*; Squares: *N. oculata*.

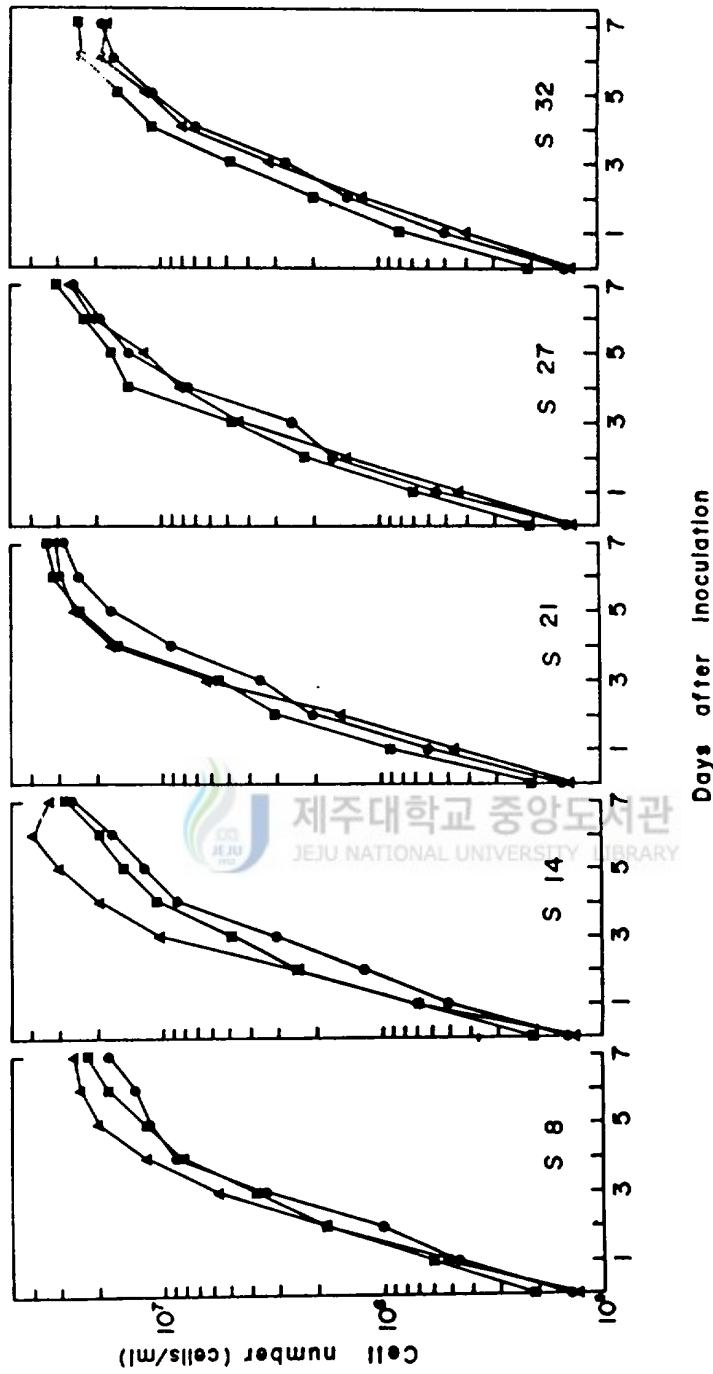


Fig. 9. Growth curve of microalgae cultured in the P ES medium under the various of salinities controlled water temperature to $17 \pm 1^\circ\text{C}$ and LD cycle 14:10 in 4,000 lux.
 Circles: *C. mutissima* ; Triangles: *C. pyrenoidosa* ; Squares: *N. oculata*.

Table 6. Comparison on the growth of microalgae cultured in the various salinities (Density: $\times 10^5$ cells/ml)

Lot	Species	Density		Maximum		Growth rate*	
		Initial	Final	Density	Day	Maximum	Mean
S 8	<i>C. minutissima</i>	1.40	180	180	7	1.22	0.73
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	256	256	7	1.39	0.75
	<i>N. oculata</i>	2.00	221	221	7	1.10	0.70
S 14	<i>C. minutissima</i>	1.40	260	260	7	1.27	0.75
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	336	336	7	1.68	0.79
	<i>N. oculata</i>	2.00	278	278	7	1.25	0.70
S 21	<i>C. minutissima</i>	1.40	278	278	7	1.46	0.76
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	310	310	7	1.42	0.78
	<i>N. oculata</i>	2.00	336	336	7	1.50	0.73
S 27	<i>C. minutissima</i>	1.40	258	258	7	1.37	0.75
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	270	270	7	1.20	0.76
	<i>N. oculata</i>	2.00	298	298	7	1.25	0.71
S 32	<i>C. minutissima</i>	1.40	194	194	7	1.27	0.70
	<i>C. pyrenoidosa</i>	1.30	180	190	6	1.12	0.70
	<i>N. oculata</i>	2.00	246	246	7	1.39	0.70

* G.R. = $(1/t_2 - t_1) \ln(N_2 - N_1)$



성장율과 일간 최대성장율은 Table 6과 같다.

일간 평균성장율을 鹽分濃度別로 비교하여 보면, *C. minutissima*와 *N. oculata*에서는 다소 고염분에서 최대값을 보였는데 전자의 경우 S 21 에서 0.76으로 최대값을 보였고 S 14와 S 27에서 각각 0.75, S 8에서 0.73의 순 이었고, 후자의 경우 S 21에서 0.73으로 가장 높았고 S 27에서 0.71, S 14 에서 0.70의 순으로 유사한 경향을 보였다. 그러나 *C. pyrenoidosa*는 S 14 에서 0.79로 가장 높았고 S 21에서 0.78, S 27에서 0.76의 순으로 나타났 다.

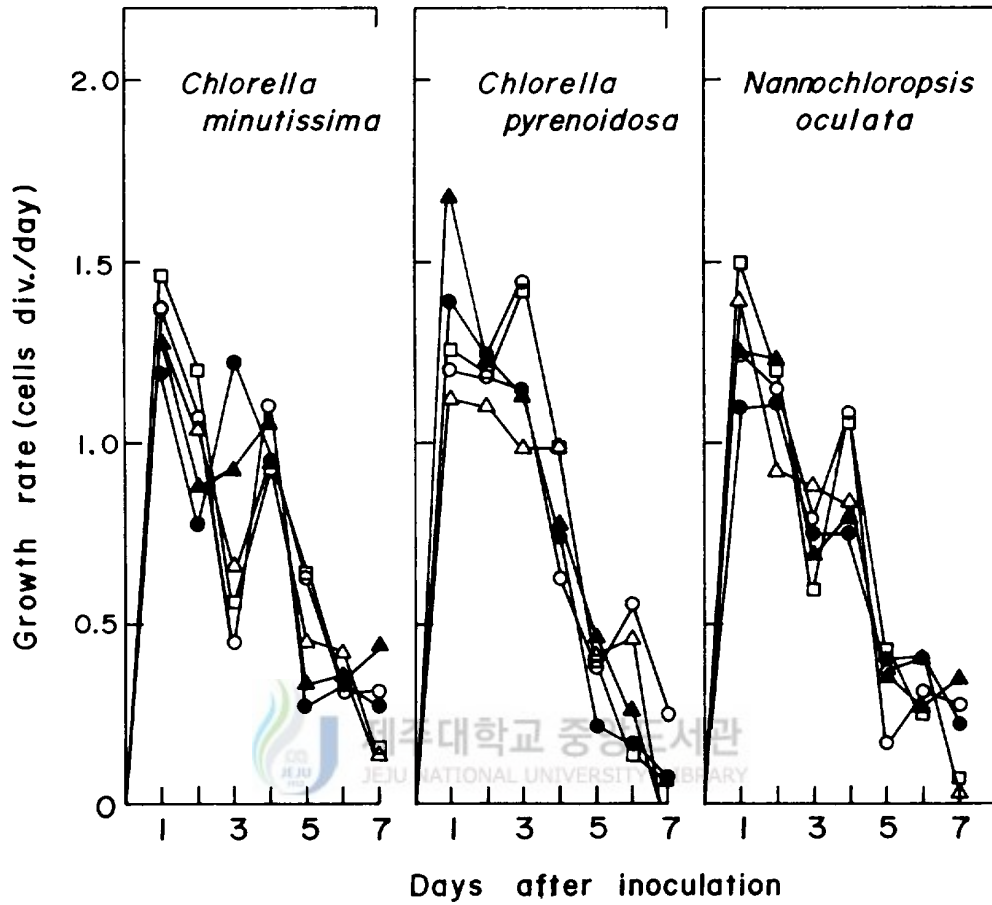


Fig. 10. Growth rate of microalgae cultured in the P ES medium under the various density of salinities controlled water temperature to $17 \pm 1^\circ\text{C}$ and LD cycle 14:10 in 4,000 lux. Growth rate is calculated by the equation of $K = (1/t_2 - t_1) \ln(N_2/N_1)$. Close circles: S 8 ; Close triangles: S 14 ; Open squares: S 21 ; Open circles: S 27 ; Open triangles: S 32.

일간최대성장율에 있어서도 *C. minutissima*와 *N. oculata*는 S 21에서 接種 1일째에 각각 1.46, 1.50으로 최대치를 보였는데 비하여 *C. pyrenoidosa*는 S 14에서 接種 1일째 1.68로 최대치를 나타내었다.

2. rotifer의 성장

5가지로 구분한 먹이 실험구에서 rotifer의 성장은 Table 7 및 Fig. 11과 같다.

rotifer의 개체수 증가는 대형개체, 소형개체 모두 2일째 부터 빨라져서 대형개체의 경우 培養 4일째에 *C. minutissima*: 23.7, *C. pyrenoidosa*: 29.7, *N. oculata*: 26.7, *C. minutissima* + *N. oculata* : 38.0, *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*: 45.7개체로 混合給餌區의 개체수 증가가 현저하였다. 소형 개체의 경우는 18.3, 21.3, 21.0, 21.3, 28.7개체로 *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*의 混合給餌區에서 다소 많은 개체수의 증

Table 7. Growth of large size(L-s) and small size(S-s) rotifer fed on five different microalgal diets

	G.R.*		Day after inoculation									
	for 4 days		L-size rotifer					S-size rotifer				
	L-s	S-s	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
<i>C. minutissima</i>	0.52	0.45	3	3.0	7.3	14.3	23.7	3	3.0	6.3	10.7	18.3
<i>C. pyrenoidosa</i>	0.57	0.49	3	3.0	8.3	14.7	29.7	3	3.0	5.3	11.7	21.3
<i>N. oculata</i>	0.55	0.49	3	3.3	9.0	15.3	26.7	3	3.0	6.3	13.3	21.0
<i>C. m.</i> + <i>N. oculata</i>	0.64	0.49	3	3.7	11.0	20.3	38.0	3	3.0	6.3	14.7	21.3
<i>C. p.</i> + <i>N. oculata</i>	0.68	0.57	3	3.0	12.3	25.7	45.7	3	3.0	7.0	20.3	28.7

* G.R. = $(1/t_2 - t_1) \ln(N_2 - N_1)$

C. m. = *Chlorella minutissima* ; *C. p.* = *Chlorella pyrenoidosa*,

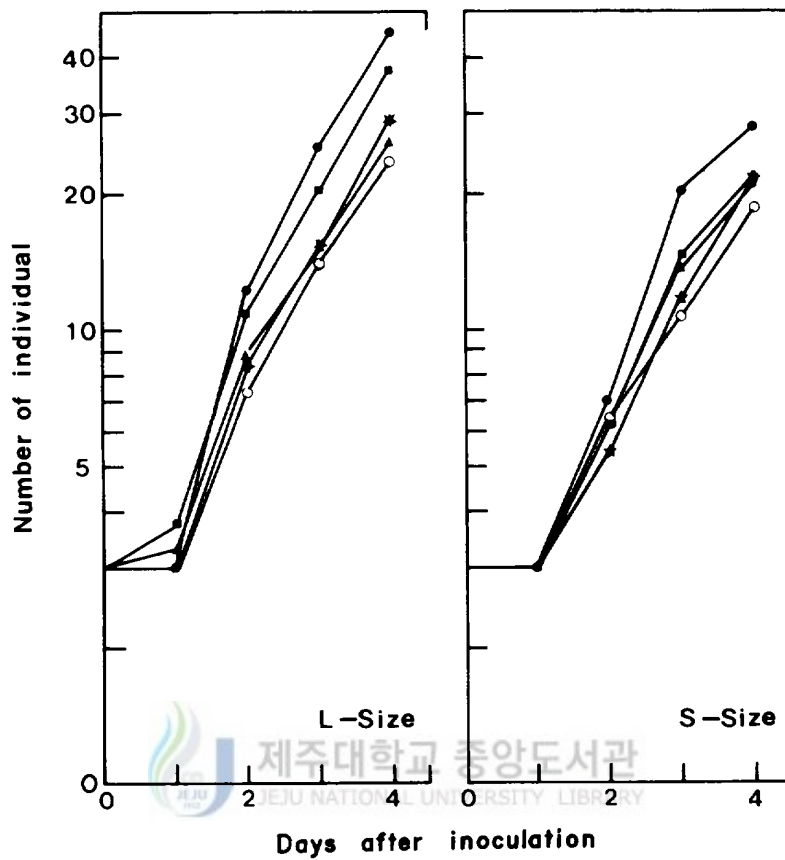


Fig. 11. Growth curve of two sized rotifers fed on five different microalgal diets controlled water temperature to $21 \pm 1^\circ\text{C}$ and salinity 23‰. Open circles: *C. minutissima*; Asterisks: *C. pyrenoidosa*; Triangles: *N. oculata*; Squares: *C. minutissima* + *N. oculata*; Close circles: *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*.

가를 볼 수 있었다.

먹이실험구별 일간성장율의 변화를 보면 Fig. 12에서와 같이 대형개체는 2일째에 쏘먹이 실험구에서 0.89 - 1.41의 범위로 일간최대성장율을 보인후 3 - 4일째에는 0.51 - 0.74의 범위로 낮아졌다. 소형개체는 *C. minutissima*(2일째)를 제외하고는 모두 3일째 일간최대성장율을 보여 대형개체에 비하여 완만한 성장을 하면서 성장율도 낮았다.

5가지 먹이 실험구별 일간평균성장율은 대형개체에 있어 *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*와 *C. minutissima* + *N. oculata*의 混合給餌區가 각각 0.68, 0.64로 높았고, 單一給餌區에서는 *C. pyrenoidosa*: 0.57, *N. oculata*: 0.55, *C. minutissima*: 0.52의 순으로 저하하였다. 소형개체에 있어서는 混合給餌區인 *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*가 0.57로 가장 높았고 나머지 먹이 실험구는 0.45 - 0.49 범위로 유사하였다.

培養期間中の 抱卵個體 출현율을 보면 Fig. 13에서와 같이 대형개체에 있어서는 培養 1일째에 전 먹이 실험구에서 0.64 - 1.00이었으나 2, 3일째 0.24 - 0.38로 실험기간중 최소치를 보인후 4일째에 0.37 - 0.54로 다시 증가하였다. 소형개체에서는 1일째 0.44 - 0.67로 최고출현율을 보였으며, 3일째 전 먹이 실험구에서 0.25 - 0.28로 나타났고 4일째에는 다시 출현율이 0.38 - 0.41로 높아져 전자와 같은 경향을 보였다.

培養期間中에 대형개체와 소형개체의 抱卵數 범위는 Table 8 과 같다.

C. minutissima 給餌區는 각각 1.33 - 2.43개, 1.00 - 2.25개 였고, *C. pyrenoidosa* 給餌區는 1.67 - 2.73개, 1.00 - 2.22개, *N. oculata* 給餌區는 1.71 - 2.29개, 1.00 - 2.33개였다. 混合給餌區인 *C. minutissima* + *N. oculata*는 1.14 - 2.80개, 1.60 - 2.22개, *C. pyrenoidosa* + *N.*

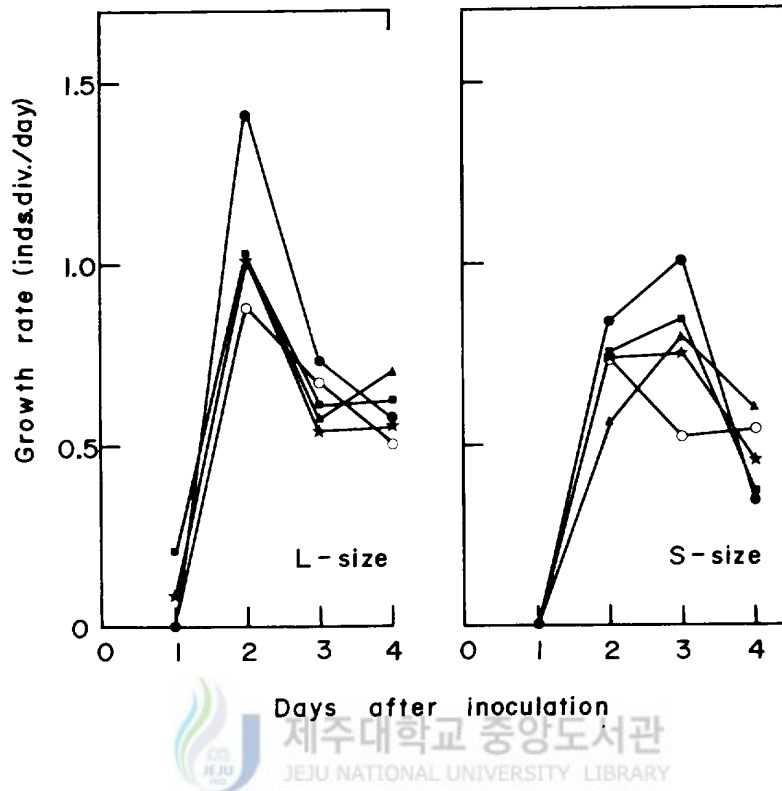


Fig. 12. Growth rate two sized rotifers fed on five different microalgal diets controlled water temperature to $21 \pm 1^\circ\text{C}$ and salinity 23‰. Growth rate is calculated by the equation of $K = (1/t_2 - t_1) \ln(N_2/N_1)$. Open circles: *C. mutissima*; Asterisks: *C. pyrenoidosa*; Triangles: *N. oculata*; Squares: *C. mutissima* + *N. oculata*; Close circles: *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*.

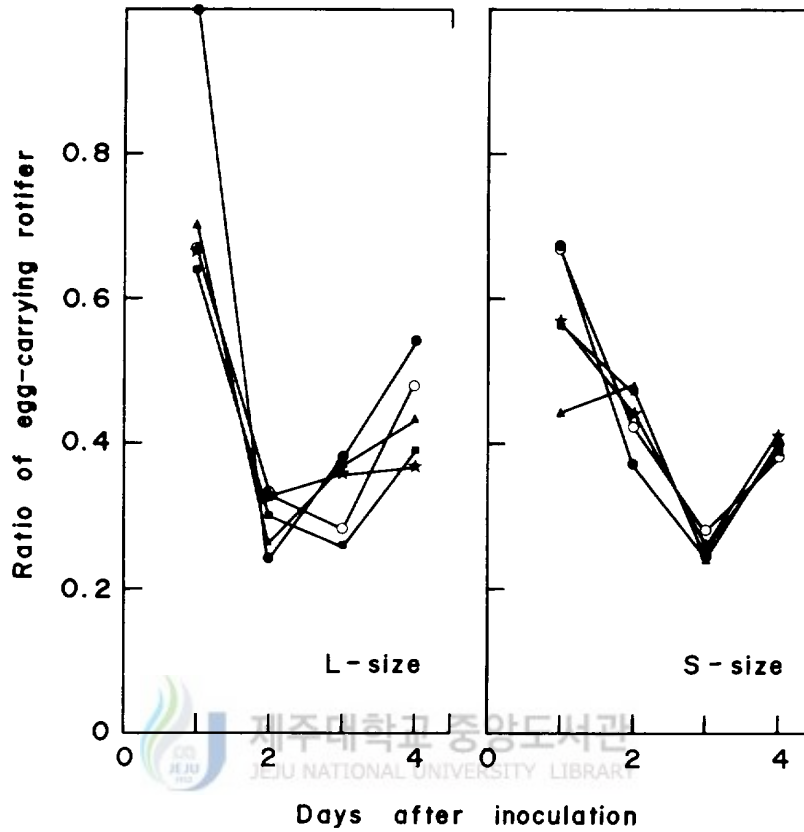


Fig. 13. Ratio* of egg-carrying rotifer fed on five different algal diets. * ratio=number of egg-carrying rotifer/total number of rotifer. Open circles: *C. minutissima* ; Asterisks: *C. pyrenoidosa* ; Triangles: *N. oculata* ; Squares: *C. minutissima* + *N. oculata* ; Close circles: *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*.

*oculata*의 混合給餌區는 1.93 - 2.89개, 1.00-2.63개 로서 대형개체에서나 소형개체 모두가 먹이實驗區에 따른 差를 볼 수 없었다.

Table 8. Mean number* of egg-carrying rotifers fed on five different algal diets

	Days after inoculation							
	L-size rotifer				S-size rotifer			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>C. minutissima</i>	1.33	2.43	2.08	2.09	1.00	2.25	2.11	1.95
<i>C. pyrenoidosa</i>	1.67	2.50	2.00	2.73	1.00	1.86	2.22	2.08
<i>N. oculata</i>	1.71	1.86	1.76	2.29	1.00	2.33	1.90	1.92
<i>C. m. +N. oculata</i>	1.14	2.80	2.25	2.14	1.60	2.22	1.91	1.96
<i>C. p. +N. oculata</i>	2.00	2.89	1.93	2.39	1.00	2.63	1.73	1.68

* Total number of eggs/number of egg-carrying rotifers

C. m. = *Chlorella minutissima* ; *C. p.* = *Chlorella pyrenoidosa*,



IV. 考 察

岡内(1989)에 의하면 일본의 종묘생산기관에서 대량배양되고 있는 통칭 '해산 *Chlorella*'는 眞正眼点藻綱, *Nannochloropsis* 屬의 *Nannochloropsis oculata* 또는 그 근연종인 것으로 보고되고 있다. 이종과 *Chlorella minutissima*, *Chlorella pyrenoidosa*의 배양조건을 밝히는 것은 점차 순종을 사용한 고밀도, 무균배양의 방법으로 나아가야할 먹이생물배양에 기초 자료로서 가치가 있을 것으로 사료된다. 또한, 수온 17°C의 배양조건은 현재 조기 종묘생산시기의 수온 및 지하해수의 수온과 같으므로 이 시기에 식물성 먹이생물을 배양하는데 참고 자료가 될 것이다.

培養液에 따른 성장에서 Hirata(1972)는 담수산 *C. pyrenoidosa*를 Wood Hool培養液에서 2×10^2 cells/ml의 접종밀도로 19.9±1°C, 2,800 lux의 조건에서 培養하여 10일째 2×10^3 cells/ml의 성장을 보고하였고, 金(1986)은 同種을 Complesal培養液에서 10×10^4 cells/ml로 접종하고 20°C, 3,500 lux, LD cycle 24:0 조건에서 10일째 15×10^5 cells/ml의 성장을 보고하였다. 본 실험의 결과 P ES培養液에서 3種의 微小藻類 모두 Table 2와 같이 성장이 양호하였고, McLachlan培養液이 가장 저조하였다. *C. minutissima*를 P I 배양액에서 5.62×10^5 cells/ml로 접종하여 수온 23±1°C, 염분 31‰, 조도 5,000 lux, LD cycle 14:10 상태하에서 배양한 것이 접종7일만에 249×10^5 cells/ml로 성장하였고, *N. oculata*를 P ES배양액으로 상기와 같은 조건에서 배양한 것은 5.70×10^5 cells/ml의 접종밀도에서 7일만에 331×10^5 cells/ml로 성장하였다. 福所와 平山(1989)은 이와같은 종간, 배

양액간의 성장차는 종의 성장특성 및 배양액 조성에서 오는 화학성분의 차와 수온에 따라 흡수성분이 다르기 때문인 것으로 지적하고 있다.

李(1988)는 수온 26 - 32°C 범위에서 *N. oculata*를 11×10^4 cells/ml로 접종하고, 33%, 5,000 lux, LD cycle 24:0조건으로 배양하여 수온 28°C에서 320×10^5 cells/ml의 세포밀도로 증가시킨바 있고, *Chlorella ellipsoidea*를 7×10^4 cells/ml의 접종밀도에서 28°C, 33%, 5,000 lux, LD cycle 24:0로 배양하여 접종7일째 270×10^5 cells/ml로 성장된 것을 보고하고 있다. 岡内와 福所(1984)는 Prasinophyceae의 *Tetraselmis tetrathele*를 수온 12, 22, 25, 31, 37°C로 구분하여 조도 3,000 lux에서 배양한 결과 12-31°C에서 비슷한 경향의 성장을 나타내었고, 25°C에서 최대 성장이 된 것을 보고하고 있다. 본 실험에서는 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 각각 1.40×10^5 cells/ml, 1.45×10^5 cells/ml, 1.60×10^5 cells/ml로 접종하고, 염분 32%, 조도 4,000 lux, LD cycle 14:10의 조건으로 배양하여 수온 24°C에서 3종의 미소조류가 접종7일째에 각각 282×10^5 cells/ml, 274×10^5 cells/ml, 314×10^5 cells/ml로 성장하였고, 수온 28°C에서는 *C. minutissima*가 접종7일째 348×10^5 cells/ml의 세포밀도로 성장했고, *C. pyrenoidosa*와 *N. oculata*는 접종6일째 367×10^5 cells/ml와 394×10^5 cells/ml로 성장하고 있어서 24 - 28°C에서 양호한 성장결과를 보고하고 있는 전자의 실험들과 비슷한 경향을 보이고 있다.

李(1988)는 *N. oculata*를 $8 - 11 \times 10^4$ cells/ml로 접종하고, 조도 2,000, 4,000, 5,000, 6,000, 8,000 lux 범위에서 28°C, 33%, LD cycle 24:0의 조건으로 배양하여 접종 7일만에 각 조도구에 따라 53×10^5 cells/ml, 237×10^5 cells/ml, 292×10^5 cells/ml, 261×10^5 cells/ml, 208

$\times 10^5$ cells/ml로 성장하고 있어서 4,000 - 8,000 lux 범위가 비슷한 경향을 나타내고 있는 것을 보고하고 있다. 岡内와 福所(1984)는 *T. tetrahele*를 1×10^5 cells/ml로 접종하여 暗 - 3,700 lux의 조도범위에서 23°C로 배양했을때 3,700 lux 실험구가 가장 양호하여 4일째 10×10^5 cells/ml의 성장으로 0.60의 성장율을 보고하였고, 福所와 平山(1989)은 *Chlorella* sp.가 15°C와 25°C에서 약 5,000 lux와 9,000 lux에서 최고광합성속도를 갖는 것을 보고하고 있다. 본 실험은 이들보다 낮은 수온인 17°C 조건에서 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 7.50×10^5 cells/ml, 5.20×10^5 cells/ml, 6.60×10^5 cells/ml로 접종하여 배양한 바 7일째 조도 4,000 lux에서는 314×10^5 cells/ml, 268×10^5 cells/ml, 330×10^5 cells/ml로 성장하였고, 7,000 lux에서는 330×10^5 cells/ml, 326×10^5 cells/ml, 350×10^5 cells/ml로 성장하고 있어서 다소간의 차는 있으나 비슷한 경향을 나타내고 있었다.

金(1986)은 *Chlorella vulgaris*를 5×10^4 cells/ml의 접종밀도로 수온 15°C, 염분 0 %, 조도 3,000 lux와 4,500 lux 조건에서 LD cycle을 24:0과 18:6으로 한 결과 3,000 lux 조건에서 LD cycle에 따라 전자가 접종9일째 7.4×10^5 cells/ml 후자가 접종8일째 1×10^5 cells/ml의 최대밀도를 보이고 있고, 4,500 lux조건에서는 전자가 접종10일째 17.3×10^5 cells/ml, 2.8×10^5 cells/ml로 성장하고 있어서 전자의 실험구가 후자보다 2배이상의 높은 성장인 것을 보고하고 있고, 朴 等(1986)은 *Monochrysis(Pavlova) lutheri*를 5×10^5 cells/ml로 접종하여 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000 lux 조도에서 LD cycle을 24:0, 14:10으로 했을때 전자가 고조도에서는 약 2배의 높은 성장을 나타내고, 5,000 lux의 고조도에서는 65.9×10^5 cells/ml,

53.6×10⁵ cells/ml로 성장하여 전자가 1.4배정도 성장되었음을 보고하고 있다. 본 실험에서는 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata*를 1.40×10⁵ cells/ml, 1.30×10⁵ cells/ml, 2.00×10⁵ cells/ml로 접종하여 배양 7일째에 LD cycle 18:6과 24:0의 실험구에서 *C. minutissima*가 192×10⁵ cells/ml, 212×10⁵ cells/ml의 세포밀도였고, *C. pyrenoidosa*가 166×10⁵ cells/ml, 202×10⁵ cells/ml이었으며, *N. oculata*가 234×10⁵ cells/ml, 236×10⁵ cells/ml로 성장하고 있어서 3종 모두 LD cycle 18:6과 24:0이 비슷한 경향을 나타내고 있다. 그러나 福所와 平山(1989), 平野와 河野(1988)가 보고한 *Chlorella* sp.는 광주기에서 암흑이 주어져야 한다는 것과 약간의 차가 있으므로 암흑주기를 조절하면서 계속 실험해 봐야 할 것으로 생각된다.

Witt et al.(1981)은 *Nannochloris (Nannodhloropsis)* sp. 사용한 배양에서 염분 10 - 20 %에서 최대성장을 보고하고 있어, 본 실험의 *C. minutissima*와 *N. oculata*가 1.40×10⁵ cells/ml, 2.00×10⁵ cells/ml로 접종하여 염분 21 %에서 접종7일째 278×10⁵ cells/ml, 336×10⁵ cells/ml로 최대성장을 보이고, *C. pyrenoidosa*는 1.30×10⁵ cells/ml로 접종하여 염분 14%에서 336×10⁵ cells/ml로 최대성장을 하고 있어서 전자의 연구 결과와 비슷한 경향을 나타내고 있으나, 李(1988)의 *N. oculata*와 *C. ellopsoidea*를 27-36 % 범위에서 각각 7 - 14×10⁴ cells/ml로 접종하고 7일간 배양한 실험결과 33 % 실험구가 318×10⁵ cells/ml, 266×10⁵ cells/ml로 최대성장을 하고 있어서 약간의 차를 나타내고 있었다.

平野(1989)에 의하면 소형시험관에서 수온 20℃로 배양한 rotifer의 成體가 抱卵하고 부화까지 50시간 내외가 소요되고 있어, 본 실험에서 48시

간 경과하고 rotifer개체수의 증가를 보이는 것과 거의 일치되고 있다.

식물성 먹이생물의 순종배양에 의해 rotifer를 비롯한 동물성 먹이생물 및 수산생물의 유생에 공급하려면 탕적인 문제와 더불어 질적인 문제도 해결해야 할 과제이다. 그러므로 앞으로 渡邊 等(1979), 青海 等(1980)등의 보고와 같이 HUFA를 보강하기위한 일련의 연구가 우리나라의 種·株에 맞게 진행되어야 할 것이고, 차 종들에 대해서도 증식특성을 구명하는데 많은 연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.



V. 要 約

微小藻類인 *Chlorella minutissima*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Nannochloropsis oculata*의 培地別, 水溫別, 성장을 조사하였고, 水溫 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서의 照度, LD cycle, 鹽分濃도에 따른 성장을 조사하였다. 또한 위 3種을 먹이로하여 rotifer의 크기별 번식상태를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 培地種類에 따른 이들 종의 성장은 Provasoli ES(P ES)培地가 가장 우수하였고, Malachlan培地가 저조하였다. P ES 培地에서 *C. minutissima*와 *C. pyrenoidosa*는 각각 5.62×10^5 cells/ml와 5.50×10^5 cells/ml로 접종하여 接種後 7日째에 258×10^5 cells/ml와 270×10^5 cells/ml로 성장했고, *N. oculata*는 5.70×10^5 cells/ml의 접종밀도에서 331×10^5 cells/ml로 성장하여 다른 種의 微小藻類에 비해 우수하였다.
2. 水溫 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ - $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 범위에서 3種 모두 $24 \pm 1^\circ\text{C}$, $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 實驗區에서 성장이 양호하였다.
3. 水溫 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 照度別 성장은 4,000 lux와 7,000 lux 범위에서 성장이 양호하였고, 4,000 lux에서 광 주기에 따른 성장은 LD cycle 6:18 實驗區가 성장이 저조하였다.
4. 水溫 $17 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 鹽分濃度別 성장은 *C. minutissima*와 *N. oculata*는 21 ‰에서, *C. pyrenoidosa*는 14 ‰에서 가장 양호하였다.
5. 대형개체(背甲長 290-320 μm)와 소형개체(배갑장 170-190 μm) rotifer는 모두 *C. minutissima*, *C. pyrenoidosa*, *N. oculata* 의 單一 給餌區보다

混合 給餌區, 특히 *C. pyrenoidosa* + *N. oculata*의 混合 給餌區쪽이 번식속도가 빨랐다.

Ⅵ. 参考文献

- 田宮 博・渡邊 篤. 1965. “1-3. 微細藻類 培養法”, 藻類實驗法, 南江堂, 46-68.
- 趙殷涉. 1989. Large-type 및 Small-type rotifer의 繁殖生態 및 魚類仔魚 먹이로서의 效率, 부산수대 석사학위논문, 1-30.
- 福所邦彦・平山和次. 1989. 初期餌料生物-シオミス”ツホ”ワムシ, 恒星社厚生閣, 240.
- 平野 禮次郎. 1966. 水産種苗生産とフランクtonの培養, 日本フランクton研究連絡會報, 13:72-75.
- 平野克己・河野浩俊. 1988. ワムシの攝餌に及ぼすクロレラの大きさ關する研究, 水産増殖, 35(4), 245-252.
- 平野克己. 1989. “5. 増殖生理, 5-2. 好適餌料”, 初期餌料生物-シオミス”ツホ”ワムシ (福所邦彦・平山和次 編), 恒星社厚生閣, 42-54.
- 平田郁夫. 1989. “餌料の種類と給餌法”, 初期餌料生物-シオミス”ツホ”ワムシ (福所邦彦・平山和次 編), 恒星社厚生閣, 73-85.
- Hirata, H. 1972. The growth of *Chlorella* cells in culture, Mem.Fac. Fish., Kagoshima Univ. 21(1), 15-21.
- Hirayama, K., Takagi and H. Kimura. 1979. Nutritional effect of eight species of marine phytoplankton on population growth of the rotifer, *Brachionus plicatilis*, Bull. of the J. Soc. of Sci. Fisheries, 45(1), 11-16.

- 川口智治・度部哲光. 1986. 海産クロレラの微細構造に関する一考察, 水産増殖, 34(1), 57-60.
- 金炫浚. 1986. Rotifer飼育을 위한 適種 *Chlorella*의 選擇 및 最適環境要因, 부산수산대학 석사학위논문, 12-42.
- 李昌奎. 1988. 高溫期 및 低溫期の rotifer 培養을 위한 適種 植物 먹이生物 選擇, 부산수산대학 석사학위논문, 12-29.
- 林映秀. 1990. 넙치 種苗 生産을 위한 Rotifer와 *Artemia nauplius*의 營養 強化效果, 부산수산대학 석사학위논문, 12-18.
- McLachlan, J. 1973. Growth media-marine, Hand book of phycological methods, 26-47.
- 文榮鳳. 1981. 輪蟲의 連續反復 收穫을 위한 適正輪蟲接種密度와 適正 *Chlorella* 濃度에 對하여, 韓國水産學會誌, 14(2), 86-93.
- 岡内正田・福所邦彦. 1984. フラシノ藻類テトラセルミス *Tetraselmis tetrahele* の培養特性, 養殖研究報告, 3, 1-11.
- 岡内正典. 1989. “飼料用微小藻類の大量培養”, 初期飼料生物-シオミス”ツホ”ワムシ (福所邦彦・平山和次 編), 恒星社厚生閣, 86-110.
- 岡内正典・周文堅・郎婉虹・福所邦彦・金澤昭夫. 1990. 異なる増殖相におけるナンノクロロフシス *Nannochloropsis oculata* の栄養價の相違, 日本水産學會誌, 56(8), 1,293-1,298.
- 朴斗元・柳晟奎・盧龍吉・柳浩英. 1986. 植物性 먹이生物 *Monochrysis lutheri*(Droop)의 量的 및 質的 成長에 미치는 照度の 影響, 국립수산진흥원 연구보고, 39: 73-88.
- Provasoli, L. 1968. Media and prospects for the cultivation of marine

- algae, Jap., Soc., Plant physiol., 63-75.
- 下忠圭·宋一萬. 1970. 중요 조개류 유생기에 필요한 먹이 생물의 배양에 관한 연구, 국립수산진흥원 연구보고, 6: 233-239.
- 柳浩英. 1987. 먹이生物 *Isochrysis galbana* (Parke)의 成長에 미치는 照度와 溫度의 影響, 국립수산진흥원 연구보고, 40: 21-42.
- 柳晟奎. 1970. 패류종묘의 대량 생산시에 필요한 먹이 생물의 배양에 관한 연구, 韓國水産學會誌, 3(1), 1-6.
- 青海忠久·福所邦彦·西中弘興·村田八郎·渡邊 武. 1980. 油脂酵母ワムシの量産におけるクロレラ併用の效果, 水産増殖, 28(3), 115-121.
- Spektorova, L.V., L.P., Nosova, O.I., Goronkova, O.N. Albitskaya and Yu.N., Filippovskij. 1986. High-density culture of marine microalgae-promising items for mariculture
II. Determination of optimal light regime for chlorella sp. f. marina under high-density culture conditions. Aquaculture, 55:221-229.
- 梅林 脩. 1961. 餌料生物としての *Chaetoceros simplex* の培養について, 水産増殖, 9(3), 147-150.
- 渡邊 武·大和史人·北島 力. 1979. シオミス"ツホ"ワムシ *Brachionus plicatilis* の栄養價と $\omega 3$ 高度不飽和酸, 日本水産學會誌, 45(7), 883-889.
- Witt, U., P.H., Koske, D., Kuhlmann, J., Lenz and W., Nellen. 1981. Production of *Nannochloris spec.* (CHLOROPHYCEAE) in Large-scale outdoor tanks and its use as a food organism in marine,

aquaculture, 23:171-181.

山崎繁久・平田八郎. 1985. シオミス"ツホ"ワムシ (*Brachionus plicatilis*)
の 攝餌率および"増殖率に及ぼす給餌密度の影響, 水産増殖, 32(4),
225-229.

山崎繁久・平田八郎. 1986. S型及L型シオミス"ツホ"ワムシ 攝餌率, 수산중
식, 34(2), 137-140.



Ⅵ. 謝 辭

본 연구가 수행되기까지 아낌없는 지도를 해주신 지도교수 변충규선생님께 감사를 드리며, 부족한 논문을 열과 성으로 교정해주신 노섬교수님과 논문심사에 노고가 많으셨던 백문하교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 항상 관심을 갖고 조언과 편달을 아끼지 않으신 이정재교수님, 정상철교수님, 이기완교수님, 부산수대 조재운교수님께도 사의를 포함합니다. 또한, 연구기간동안 많은 배려를 해주신 복제주수산종묘배양장 장장님과 여러 직원여러분들께도 감사의 뜻을 드립니다. 실험은 물론 자료정리에 도움을 준 먹이생물연구실원들에게 고마움을 느끼며, 귀중한 실험재료를 보내주신 명선교역 장태군사장님께도 깊은 감사를 포함합니다.

마지막으로 항상 따뜻한 사랑으로 맞아주신 부모님의 은덕에 보답코저 더욱 노력해 나갈 것을 다짐합니다.

