

碩士學位論文

팔금도 海域에서의 改良김 2品種의 地域  
適應에 대하여

濟州大學校 大學院

水産生物學科



1992年 12月

팔금도 海域에서의 改良김 2品種의  
地域 適應에 대하여

指導教授 李 棋 完

金 聖 喆

이 論文을 理學碩士學位 論文으로 提出함.

1992年 12月

金聖喆의 理學碩士學位論文을 認准함.



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長

委 員 \_\_\_\_\_

委 員 \_\_\_\_\_

濟州大學校 大學院

1992年 12月

---

The geographical adaptation on two  
kinds of improved lavers (*Porphyra*  
*tenera* Kjellman f. *tamatsuensis*  
Miura, *Porphyra yezoensis* Ueda f.  
*narawaensis* Miura) from the costal  
area Palgum

Seong-Cheol Kim

(Supervised by Professor Ki-Wan Lee)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FUFILIMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY  
GRADUATE SCHOLL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1992. 12.

# 목 차

Summary	i
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	4
III. 결 과	8
1. 어장 환경	
2. 사상체 배양	
3. 양성 시험	
IV. 고 찰	27
V. 요 약	34
VI. 참고 문헌	35



## Summary

This study investigated the effects of environmental variables on the growth of two forma laver (*Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura and *P. yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura) between September 1990 to March 1991 with attention to implications for geographical adaptation. The results are as follows.

1. Laver production was poor because water temperature was higher (1.1-3.1°C) than during normal year.

2. As a whole, laver germination was poor because of insufficient nutrient salt due to low rainfall in the early culture period.

3. Release of neutral spores by *P. tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura was better than *P. yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura, however the amount of released spores were similar when water temperature was below to 11.3°C.

4. Wind velocity over 14m/sec hindered laver growth.

5. Prior to the first harvest the ratio of length/width of *P. tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura was higher than that of *P. yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura, but similar ratio value was observed after second harvest.

The results show that the geographical adaptation of *P. tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura was more successful than *P. yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura during the experimental period at Palgum cultur ground.

우리나라에서 김은 미역이나 다시마등과 더불어 쌀을 주식으로 하는 食文化에서 중요한 식품으로 다루어졌던 것으로 보인다. 문헌상의 기록으로는 약 400여년 전에 기술된 慶尙南道地理誌(1424-1425)에 토산물로 “해의(海衣)”라는 기록이 효시로 알려져있다. 양식에 관한 기록은 이보다 약 200여년이 늦은 17세기(李朝 仁祖, 1623-1640)에 “섞”에 대한 기록이 最古이며 해조 산업의 대국인 일본 보다도 앞서는 기록으로 알려져있다(姜 과 高, 1977).

금세기에 들어와 고정식 양식법이었던 떼발(簾箕)에 의한 양식이 金子(1933)가 전라남도 수산 시험장에서 유동식 양식법인 뜬발(浮洪)에 의한 양식법을 개발하여 획기적인 생산량의 증가를 가져오게 되었다. 그 후 Drew(1949)에 의해 *Conchocelis rosea*가 김 생활사의 일부임이 밝혀진 후 조가비 사상체 인공 배양이 이루어짐으로서 전 생활사를 관리하는 완전양식이 가능하게 되어 제2단계의 도약을 가져오게 되었다. 그러나 해방 후 수출이 중단되어 소비처가 국내에 한정되므로서 적정 가격 형성이 불안정하여 김 양식은 담보 상태에 있게 되었다. 1960년대 후반에 우리나라에 도입된 뜬 흘림발 양식법에 의해 양식 면적이 확대됨과 동시에 냉장발의 확산으로 김 양식 생산량은 수요의 한계점이 예상되었으나 '80년대 이후 고도 경제성장과 함께 기호식품내지는 건강식품으로서 수요의 재창출이 이루어져 제3의 도약을 가져오게 되었다. 최근에는 연간 김 생산량이 8,000만 속에 달하고 있으며 우리나라 해조 양식의 주를 이루어 왔다.

우리 나라에서 김 양식에 관한 연구는 해방 전에는 富士(1929)와 金子(1933, 1934 a,b, 1936)가 김 생산량 증대를 위한 양식 방법에 대하여 보고하였다. 해방 후 양식산업이 발달하면서 한국산 양식김의 분류학적 검토(Kang, 1970)와 양식 기술에 대한 연구가 활발히 이루어졌다(Kim and Kim, 1973; Koh *et al.*, 1981). 김 생산 증대를 위하여 환경 영향 즉 수온, 염분 및 부니 영향에 대한 연구가 이루어 졌고(Chang *et al.*, 1983; Lee *et al.*, 1986, 1987; Lee, 1988), 김 성장에 미치는 호르몬 영향(Kim *et al.*, 1981)에 대한 연구 등 양식 기술의 개발과 더불어 환경 요인(Hong *et al.*, 1987)에 대한 연구가 이루어졌다. 최근에는 품질개선을 위한 유전 육종학적인 연구로서 Hong *et al.*(1989)이 조직배양에 의한 품종개량에 대하여 보고하였다.

외국에서 품종개량에 대한 연구는 Suto(1963)에 의해 암수 배우자의 교잡실험이 보고되면서 저항력이 강하고 품질이 우수한 다수확성 품종개발을 위한 세포 유전학적 연구가 심도있게 다루어졌다. Polne-Fuller *et al.*(1984)과 Chen(1986)은 업체에서 분리된 세포의 영양번식과 발달과정에 대하여 보고하였다. Ma and Miura(1984)와 Tseng and Sun(1989)은 각포자의 발아시 원형질 연락과 염색체 수에 대하여, Chen(1987)와 Fugita and Migita(1987)은 원형질 형태와 원형질 융합에 의한 유전학적 연구에 대하여 보고하였고, Polne-Fuller and Aharon(1990)은 배양조건에 따른 원형질 세포의 분화와 재생에 대하여 보고하였다. Miura(1976, 1990), Ohme *et al.*(1986), Ohme and Miura(1988)는 서로 다른 키메라 업체 교잡 및 사분자 분석을 통한 유전학적 연구에 대하여, 大目(1989)은 키메라 업체의 교잡을 통한 감수분열에서 염색체 수 및 염색체에 대하여 보고하였다. 세포의 구

성 성분에 대해서는 Mukai *et al.*(1981)이 사상체와 엽상체 세포벽 구성 성분에 대하여 보고하였다. 세포의 구조에 대하여는 Lee and Fultz (1970)는 사상체의 엽록체 구조에 대하여, Hawkes(1980)는 단포자의 형성과정과 그 미세구조에 대하여, Pueschel and Cole (1985)는 과포자 발아에 따른 미세구조에 대하여 보고하였다.

우리나라에서 품종개발에 따른 도입 품종에 대한 연구로 대엽김 이식 시험(Chung *et al.*, 1977)과 증산 효과(Kim and Kim, 1978) 및 우량 품종 특성에(Koh *et al.*, 1980)에 대한 보고가 있다. 그러나 도입 품종에 대한 지역적인 환경조건에 대한 성장 상태와 적응성 여부에 대한 연구가 아직 까지 이루어지지 않고 있다. 이 연구는 전남 신안군 고산리 지선에서 최근 일본으로 부터 선발 육종되어 도입된 2품종(*Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura, *P. yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura) 김의 유리 사상체를 재료로 양식 환경에 따른 성장 상태를 조사하여 지역적 적응성을 구명하고자 실시하였다.





## II. 재 료 및 방 법

### 1) 시료

시료는 하동물산에서 1990년 3월 20일 Takara 해태 연구소로부터 도입한 2품종의 유리사상체(큰참김, *Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura, 큰방사무늬김, *P. yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura)를 각 1g씩 분양받아 그 중 0.5g은 실내와 항온배양기에서 유리사상체로 배양하고 나머지 0.5g은 1990년 4월 10일 하동물산 종묘배양장(務安郡 雲南面 奈里 所在)에서 조가비사상체로 배양하였다.

유리사상체 배양은 3월 부터 실내에서 ESP배지(Provasoli, 1968)로 실내에서 상온으로 배양하다가 6월 이후에는 실온 상승으로 인하여 항온 배양기내에서 수온 14-23°C, 조도150-450Lux, 비중 1.022-1.025 범위에서 배양하였다. 부착성 규조류의 구제를 위하여 1-2ppm 이산화계르마늄을 첨가(Chang and Cho, 1982)하여 배양하였다.

조가비사상체는 '90년 4월 10일에 유리사상체 0.5g을 믹서로 갈아서 만든 과포자액(1500개/ml) 150ml를 분무기로 조가비 30상자에 뿌려주었다. 체모시 수온은 12.0°C, 조도는 1500-4500Lux 이었고, 비중은 1.023이었다. 조가비사상체 배양은 잠입시기에는 평면식으로 배양하다가 사상체 가지가 4-5개로 성장되는 2주일 전후에는 수하식으로 배양하였다. 배양해수는 월 1회 교환하였고, 영양제(상명:노리후드)를 첨가하였다. 조가비 수하연은 월 2회 상·하의 위치를 바꾸어 주고, 8월 이후 각포자낭이 형성되면 자극을 되도록 적게주면서 각포자낭을 성숙시키고 배양말기에는 자극을 주지 않도록 노력하였다. 6월 이후 고수온기에는 병해의 예방을 위하여 질산염은 감소시키고 비타민제(B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>)를 투입하였다.

## 2) 채묘

조가비사상체 전처리는 각포자 방출을 일시에 유도하기 위하여 채묘 5 일전인 9월 22일 부터 암흑처리하여 각포자 방출을 억제하였다. 채묘는 시험어장의 수온이 23°C 이하로 내려간 다음의 대조일인 9월 27일 비닐 봉투식 채묘(채묘망: Cremona 5호)방법으로 종별 4척씩 시험어장에 채묘 하였으며, 채묘망은 무노출 상태로 두었다. 3일 후 비닐 봉투를 벗겨내고 다음날 육안적으로 각포자 방출이 끝난 것을 확인한 후에 조가비를 제거시켰다. 시험어장은 전남 신안군 팔금면 고산리 지선으로 Fig. 1과 같다.

## 3) 노출선 및 유향·유속

노출선 조사는 채묘 전 '90년 9월 5일 대조시에 만조에서 간조, 간조에서 만조시까지 30분 간격으로 조사하였고, 유향·유속 조사도 유향 유속계(Model 3-1980)로 동시에 측정하였다. 김발 노출 관리는 채묘 후 2분 홍으로 설치하여 4일간 무노출 상태로 두었다가, 채묘 5일 후 2시간선에 놓았으며, 채묘 9일후 2시간 30분선, 채묘 14일후 3시간선, 채묘 40일 후 부터는 본 양성에 들어가면서 4시간 노출을 주었다.

## 4) 중성포자 발아체

중성포자의 발아체 조사는 김발 5cm에 부착한 중성포자 및 유아를 실체 현미경으로 관찰하여 개체수/cm로 나타냈다. 중성포자 부착 상태는 6일 간격으로 5회에 걸쳐 부착수를 조사하였다. 동일한 방법으로 채묘한 인근 김발(박동민씨 소유)을 대조구로 이용하였다. 그리고 양식 시기별 중간 중성포자 방출 및 유업 부착 밀도를 조사하기 위하여 3월말 양식 종료시까지 계속 조사하였다.

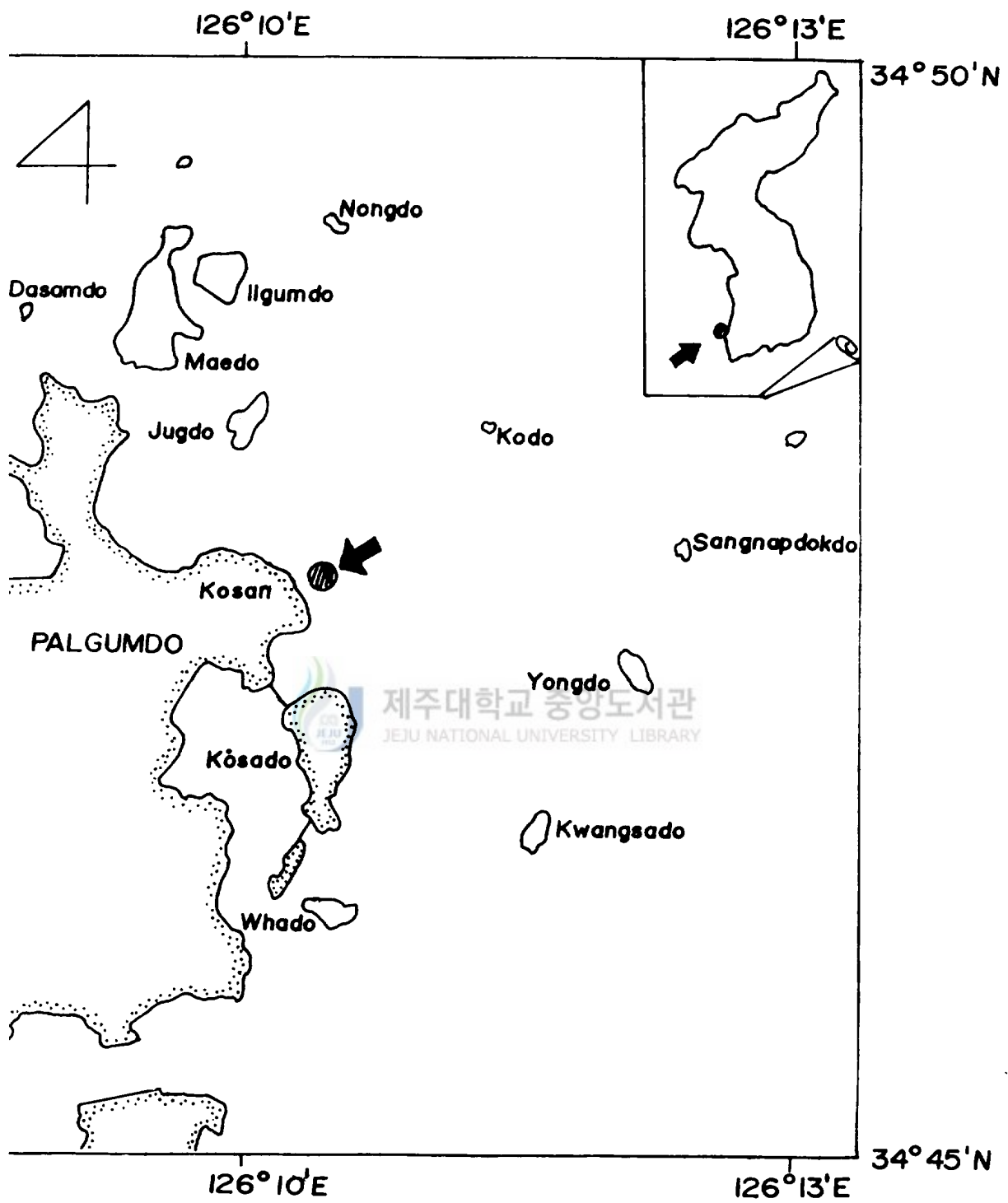


Fig. 1. Map showing laver culture ground investigated.

성 성분에 대해서는 Mukai *et al.*(1981)이 사상체와 엽상체 세포벽 구성 성분에 대하여 보고하였다. 세포의 구조에 대하여는 Lee and Fultz (1970)는 사상체의 엽록체 구조에 대하여, Hawkes(1980)는 단포자의 형성과정과 그 미세구조에 대하여, Pueschel and Cole (1985)는 과포자 발아에 따른 미세구조에 대하여 보고하였다.

우리나라에서 품종개발에 따른 도입 품종에 대한 연구로 대엽김 이식 시험(Chung *et al.*, 1977)과 증산 효과(Kim and Kim, 1978) 및 우량 품종 특성에(Koh *et al.*, 1980)에 대한 보고가 있다. 그러나 도입 품종에 대한 지역적인 환경조건에 대한 생장 상태와 적응성 여부에 대한 연구가 아직 까지 이루어지지 않고 있다. 이 연구는 전남 신안군 팔금면 고산리 지선에서 최근 일본으로 부터 선발 육종되어 도입된 2품종(*Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura, *P. yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura) 김의 유리사상체를 재료로 양식 환경에 따른 생장 상태를 조사하여 지역적 적응성을 구명하고자 실시하였다.



## II. 결 과

### 1. 어장환경

#### 1) 수온 · 기온

조사 기간중 수온(Fig. 2)은 김 채묘기인 9월 하순에는 23.0°C로 평년에 비해 1.2°C 높았으며, 그 후 1월 초순까지도 평균 1.1-3.1°C 고수온상을 보였다. 발아적온인 22°C에서 15°C까지 수온이 저하하는 시기도 평년에 비해 10여일 늦어 김 발아가 늦어졌으며, 수온 15°C 이하로 내려가는 발육 성장시기도 10여일 늦어져 성장적온 범위(5-8°C) 기간이 줄어들었다. 양식 말기인 3월에는 1.1-1.7°C정도 높은 고수온상을 보여 전반적으로 1월 중순부터 2월 말까지를 제외하고는 평년에 비하여 고수온상을 보였다.

조사 기간중 기온은 2월말 평년 3.5°C에 비해 3.9°C 낮은 -0.4°C를 제외하고는 1-2°C정도 높아 수온과 유사한 경향을 나타냈다(Fig. 3).

#### 2) 노출선 및 유향 · 유속

유향은 북위 50° -160° 로 흐르며 유속은 최간조시 10cm/sec에서 최만조직전 30cm/sec로 양호하였으며, 수위는 최간조시 0cm에서 최만조시 370cm까지 올라갔다(Table 1). 노출선(Fig. 4)은 2시간선이 25cm, 2시간 30분선이 45cm, 3시간선이 70cm, 4시간선이 120cm로 나타났다.

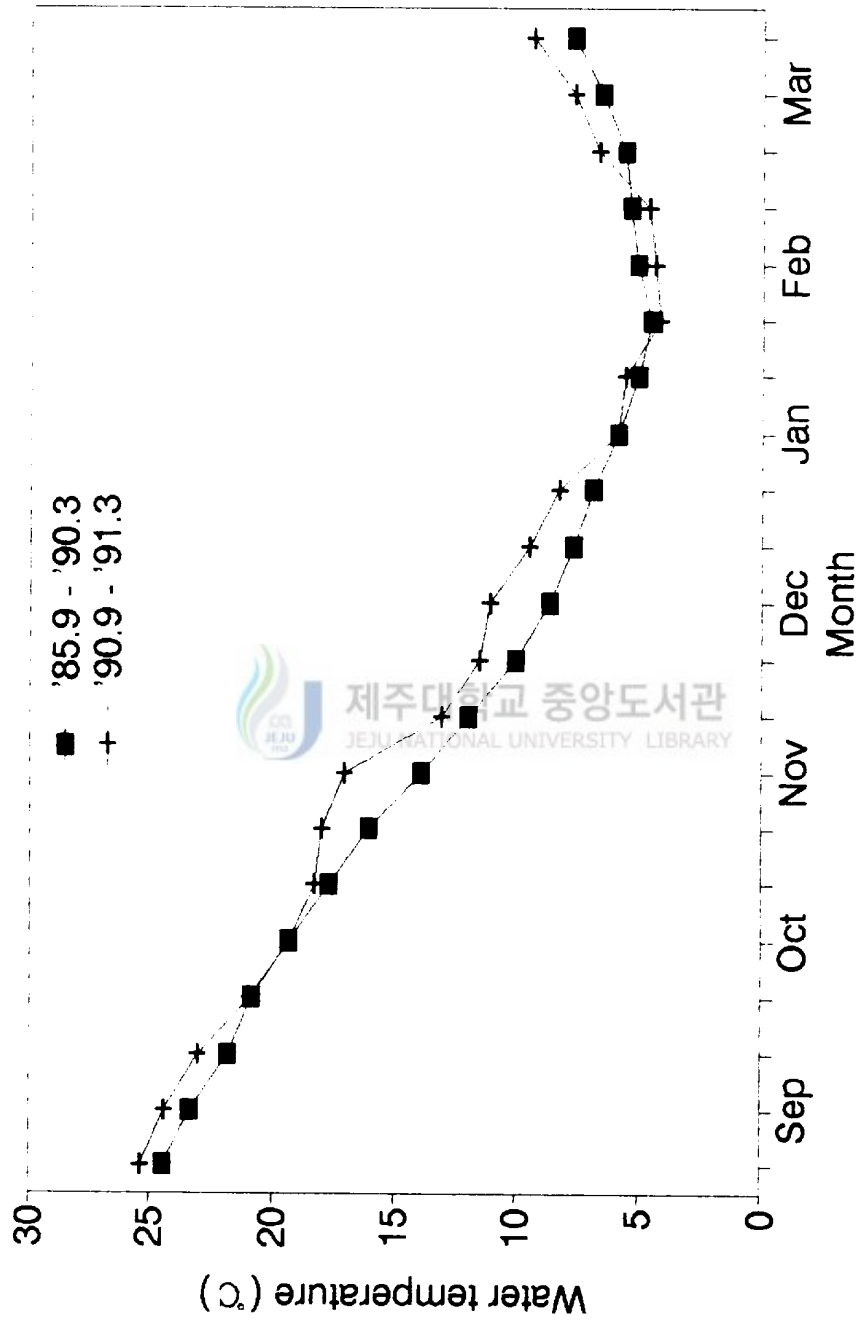


Fig. 2. Monthly variation of water temperature at the investigated area.

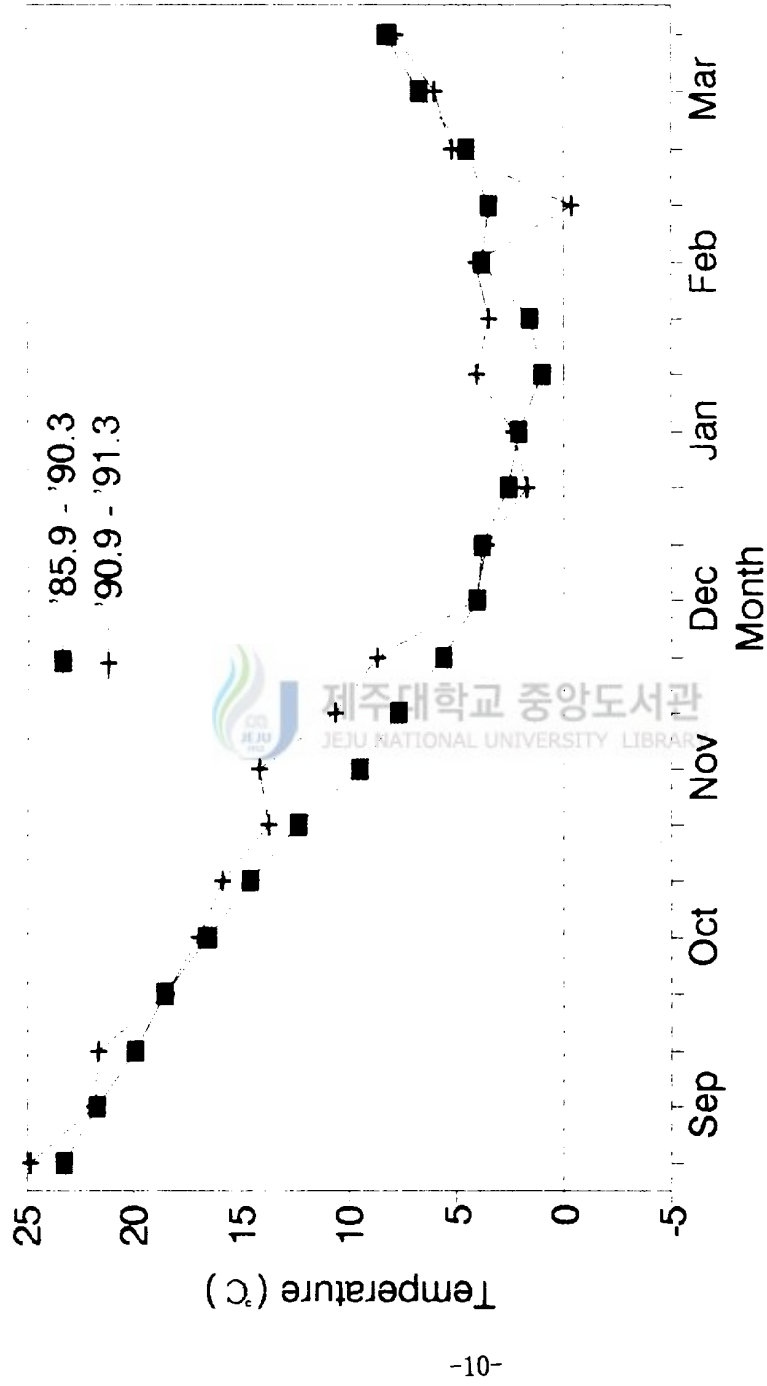


Fig. 3. Monthly variation of temperature at the investigated area(data condensed from Mokpo Meteorological Station).

Table 1. Water level, current direction, and current speed at Kosan ('90. 9. 5 - 9. 6)

Time	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	24:00	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	
Water level(cm)	350	350	330	300	270	220	200	140	80	30	0	0	0	20	60	110	150	200	220	250	270	300	300	350	370	
Current direction(°)	60	60	58	50	60	110	110	150	160	-	-	-	-	-	60	50	52	60	60	55	60	60	60	60	58	60
Current speed(cm/sec)	20	30	30	30	15	25	25	10	10	-	-	-	-	-	15	10	15	10	20	25	25	30	25	25	25	10



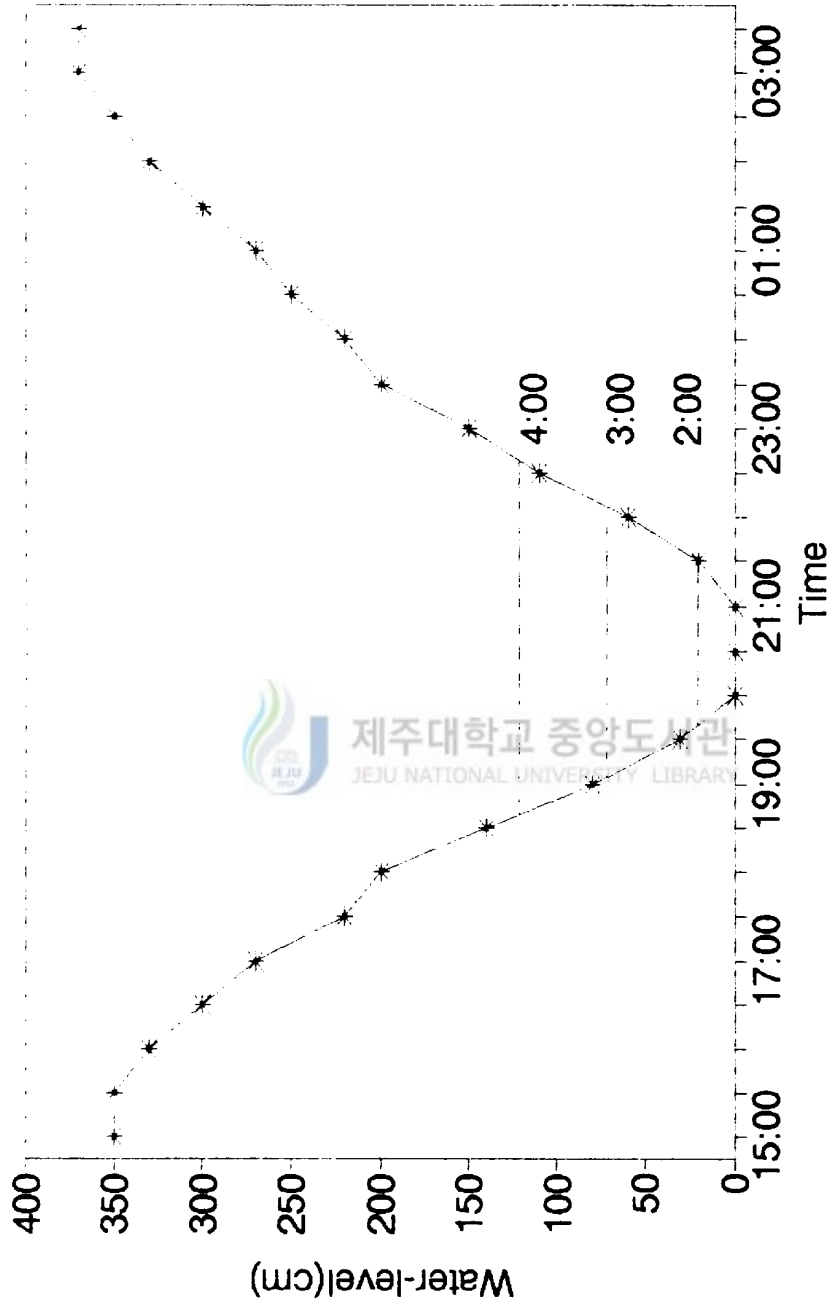


Fig. 4. Tidal fluctuation at Kosan in September 5-6, '90. Cross bar indicate exposing lines 4hr, 3hr and 2hr from above by descending water level.

### 3) 일조량

김 양식 기간중 목포지방의 일조량(Fig. 5)은 12월 중순과 1월 중순을 제외하고는 평년과 거의 유사하였다. 채묘기인 9월말에 59.5시간으로 평년 72.2시간에 비해 12.7시간 낮았으나, 육묘기인 10월 중·하순에는 평년에 비해 일조량이 13.34-6.94시간 정도 높았다. 그리고 12월 중순 1일 평균 2.59시간과 1월 중순 1.61시간으로 일조량이 가장 적었다.

### 4) 강우량

양식 기간중 목포 지방의 강우량(Fig. 6)은 평년 439mm에 비해 364mm로 75mm 적었으며, 특히 채묘기인 9월에 평년은 134.5mm인데 조사 기간에는 81.1mm로 53.4mm 적었다. 이는 평년 강우량으로 비교하였을때 김 양식 초기인 9월 중순에 강우량이 많았으나 양식 기간중에는 양식 초기인 9월에 강우량이 적었다. 그 밖의 기간은 평년과 거의 동일하였으나 3월 초순에 69.1mm로 평년 10.12mm에 비해 6배 이상 많이 내렸다.

### 5) 풍속

조사기간중 최대풍속(Fig. 7)은 11월 9-10일, 11월 20-21일, 12월 1-2일, 12월 22-23일, 12월 25-26일, 2월 21-22일에 16m/sec 이상으로 불었고, 그 밖의 기간에는 풍속 14m/sec 이하였다.

### 6) 화학적 해양 환경

염분 농도는 전반적으로 3월 29일 25.5‰을 제외하고는 31.2-34.9‰ 나타났으며, COD은 1월 9일 1.99mg/l를 제외하고는 0.10-0.68mg/l로 큰 변동



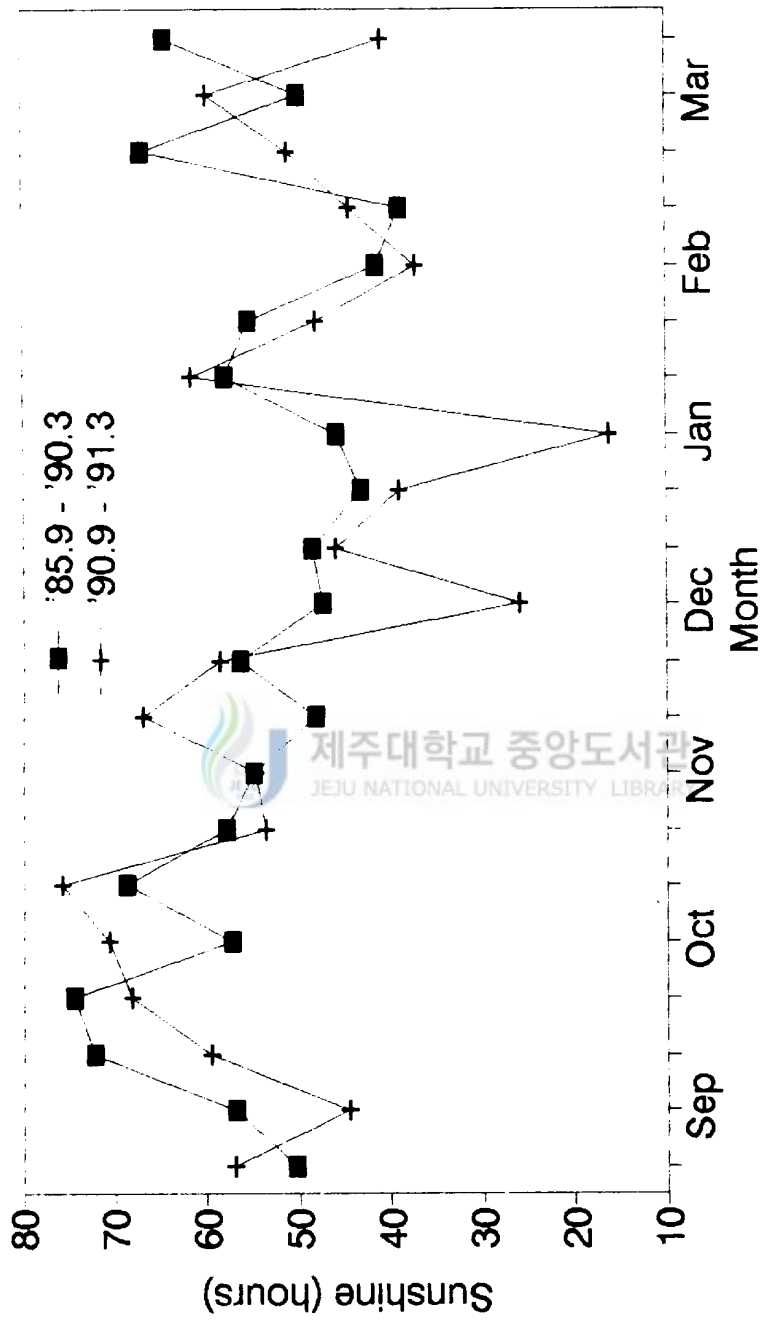


Fig. 5. Monthly sunshine amount at the investigated area (data condensed from Mokpo Meteorological Station).

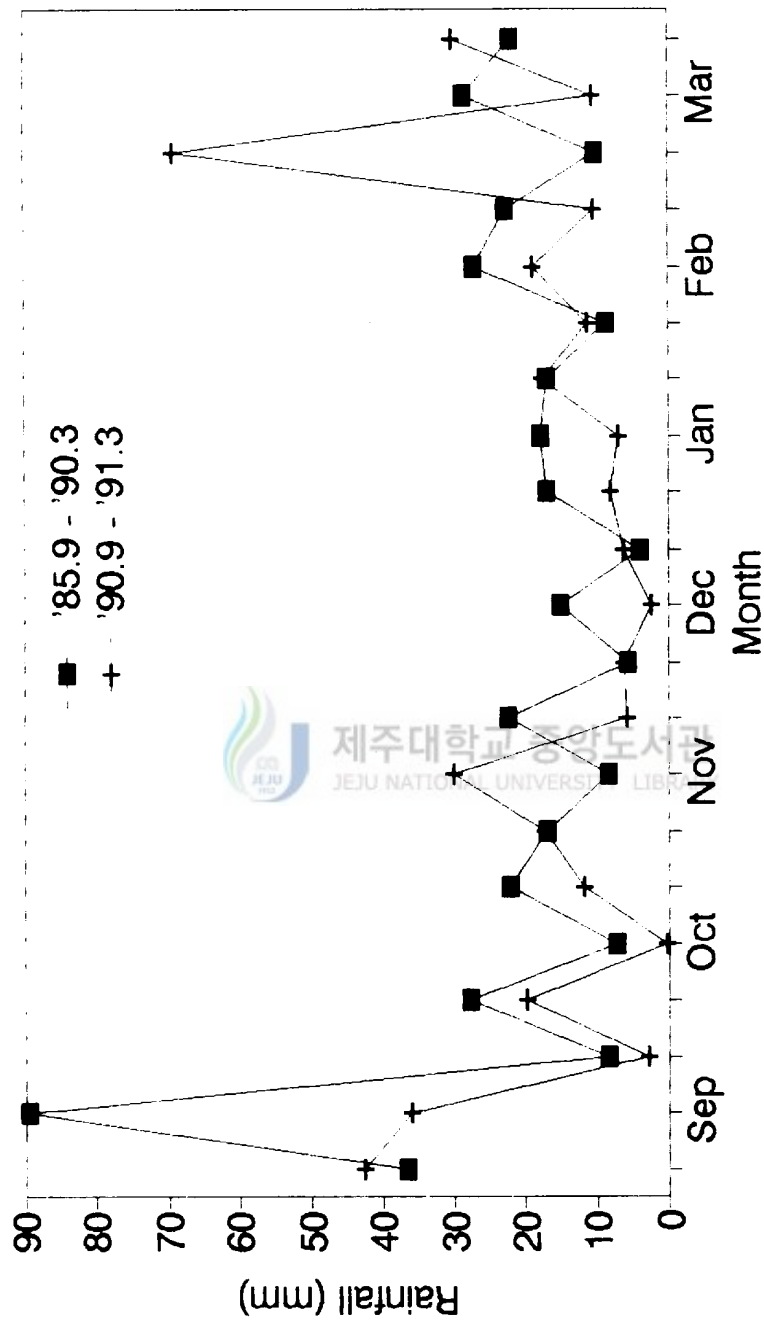


Fig. 6. Monthly rainfall amount at the investigated area(data condensed from Mokpo Meteorological Station).

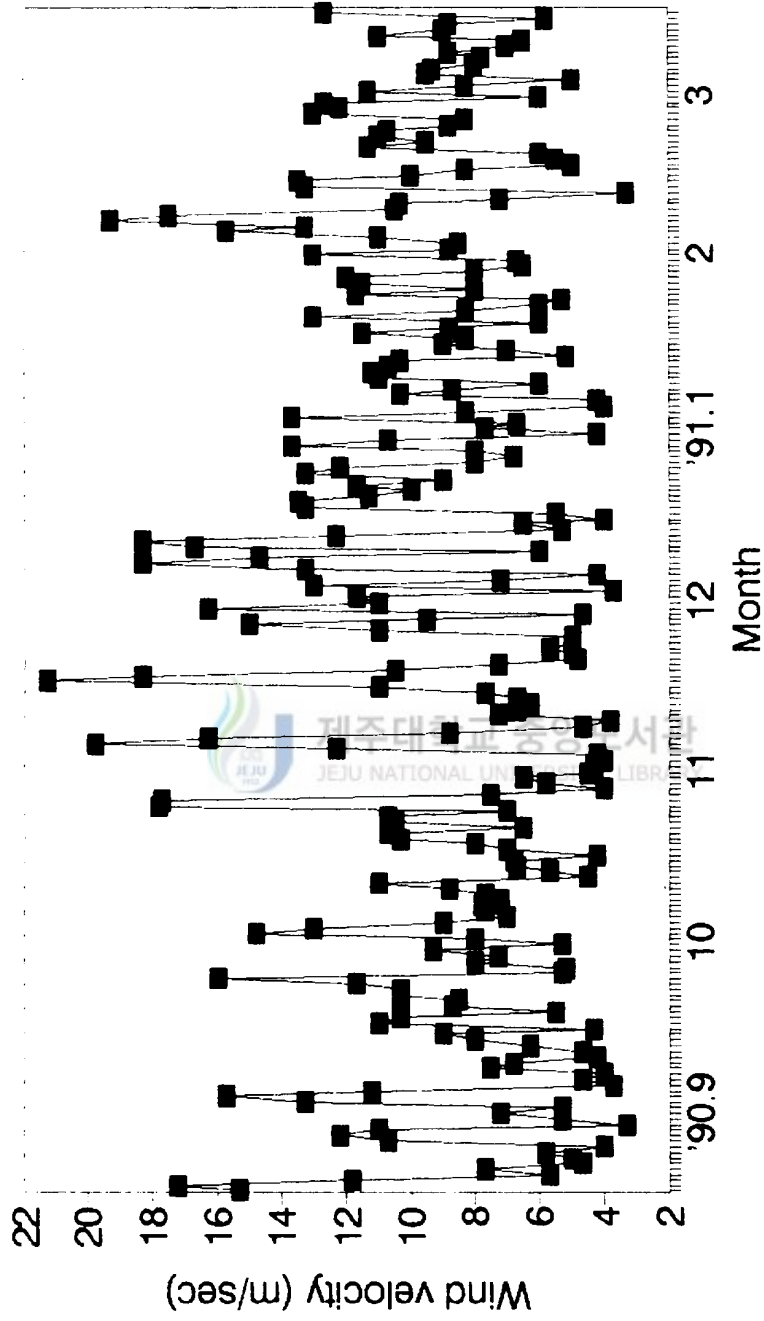


Fig. 7. Maximum wind velocity at the investigated area(data condensed from Mokpo Meteorological Station).

폭은 없었으며, pH는 8.01-8.2로서 안정된 상태를 유지하였다. DO은 5.44-7.57mg/l이었다. PO<sub>4</sub>-P은 양식초기에는 11월 27일까지 1.06μg-at/l에서 0.15 μg-at/l로 감소하다가 12월 5일 부터 증가하기 시작하여 양식성기인 2월 11일 0.94μg-at/l까지 증가하였다가 양식말기로 가면서 점차 감소하기 시작하여 3월 29일에는 0.43μg-at/l로 내려갔다. NO<sub>2</sub>-N이 0.19-1.01μg-at/l였으며, NO<sub>3</sub>-N이 2.20-18.59μg-at/l로 DIN 함량의 주 성분이었으며, NH<sub>4</sub>-N이 0.20-4.37μg-at/l 범위였다. 그리고 DIN은 양식초기에는 4.04-9.00μg-at/l 범위(10월 6일 19.61μg-at/l 제외)였으며, 양식성기에는 11.71-14.06μg-at/l 범위(12월 14일 5.80μg-at/l 제외)였고, 2월 11일 이후 양식말기로 가면서 점차 감소하여 4.40-7.43μg-at/l로 나타났다(Table 2).



Table 2. Composition of chemical environmental factors at Kosan locality

Date	Salinity (‰)	COD (mg/ℓ)	PH	DO (mℓ/ℓ)	Nutrient salts(μg-at/ℓ)				DIN
					PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	
10. 6	32.4				0.41	0.52	18.59	0.50	19.61
10.10	33.2		8.1		1.06	0.58	7.67	0.75	9.00
10.16	34.5				0.56	1.01	6.60	0.67	8.28
10.22	32.5				0.44	0.19	5.61	0.54	6.34
10.27	31.2				0.27	0.74	5.28	0.45	6.57
11. 5	33.7				0.55	0.42	4.98	0.52	5.92
11.15	32.1	0.62	8.16		0.36	0.28	5.81	0.36	6.35
11.22	34.9	0.47	8.2	5.44	0.44	0.66	8.02	0.32	9.00
11.27	32.1	0.25	8.01	5.76	0.15	0.89	2.68	0.47	4.04
12. 5	33.6			6.15	0.50	0.53	10.96	0.53	12.02
12.14	32.9			6.25	0.53	0.38	4.12	1.30	5.80
12.27	32.8	0.31			0.60	0.44	11.09	1.42	12.95
1. 9	33.5	1.99			0.53	0.31	10.02	1.40	11.73
1.16	33.3			7.21	0.82	0.26	11.25	0.20	11.71
1.28	33.3			6.98	0.64	0.33	12.42	0.62	13.37
1.29	33.5			6.73	0.84	0.42	12.95	0.69	14.06
2.11	33.5			7.26	0.94	0.44	3.13	0.83	4.40
2.26	32.7			7.57	0.60	0.39	3.52	1.34	5.25
3. 5	33.1	0.10	8.12	7.09	0.43	0.97	3.10	0.97	5.04
3. 6	32.3	0.68	8.11	7.00	0.44	0.61	3.52	1.10	5.23
3.18	33.1				0.46	0.86	2.20	4.37	7.43
3.29	25.5				0.43	0.45	3.51	0.95	5.34

## 2. 사상체 배양

### 1) 유리사상체 배양

유리사상체 월별 증중량(Table 3)은 5월에 300% 전후로 가장 많이 증가하였으며, 그 밖의 월별 증중량은 40%전후였다. 품종별 증중량은 실내 배양을 실시한 초기 3개월간의 증중량비는 큰 참김이 488%로 큰 방사무늬김 442%에 비해 성장이 양호하였으나, 항온 배양기 배양에서 5개월간의 증중량비는 큰 참김이 169%에 비해 큰 방사무늬김이 294%로 성장이 양호하게 나타났다.

Table 3. Free-conchocelis growth of two species laver

Month	PTT (g)	PYN (g)	W-T (°C)	LI (Lux)	Remarks
3	0.5	0.5	14-19.0	160-230	Room
4	0.6	0.57	14-22.2	160-760	culture
5	2.44	2.21	16.6-23.3	50-640	
6	3.9	2.72	17.5-20.0	30-270	Incubator
7	4.48	4.54	17.5-20.0	30-270	culture
8	4.78	5.45	16.5-20.0	40-320	
9	4.96	6.97	16.5-19.8	50-360	
10	6.58	8.02	17.5-21.0	50-410	

PTT: *Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura, PYN: *Porphyra yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura, LI: Light intensity



## 2) 조가비사상체 배양

조가비사상체는 지름 1-2mm로 사상체가 성장하여 육안적 관찰이 가능하였고, 6월에는 지름 3-6mm로 자라났다. 7월에는 각포자낭이 형성되었으며, 8월에는 각포자낭이 성숙되기 시작하여 9월에 각포자가 방출되어 김 채묘에 사용하였다.

## 3. 양성 시험

### 1) 채묘 상태

중성포자 방출(Table 4)은 일령 15일 후부터 방출되기 시작하였으며, 큰참김은 2열세포 이상에서, 큰방사무늬김은 단열 세포에서 일어났다.

초기 중성포자 발아체수는 큰참김에 비해 큰방사무늬김이 1.9배에서 2.2배 많았다.

채묘 상태는 대조구에 비해 최초 각포자 발아 부착수가 2.4배에서 3.8배 낮아서 채묘 상태는 대조구에 비해 전반적으로 낮았다. 중성포자에 의한 발아체수는 일령 32일 이후 수온 18°C 이하로 내려가면서 다량 방출에 의해 큰참김 12.7배에 비해 큰방사무늬김이 61.6배로 현저히 높아졌다.

양성기간 동안 중성포자 부착 및 발아체수(Fig. 8)는 수온이 18°C 이하로 내려간 10월 27일 이후 양성기간 동안 큰참김 발아체는 채취전인 11월 15일 최고 1977개/cm였고, 큰방사무늬김은 11월 22일 최고 4710개/cm로서 큰참김에 비해 큰방사무늬김이 2.38배 높았다. 1차 채취 후 수온이 11.3°C

Table 4. Adhere individual number(AIN), neutral spore release(NSR), and frond length(FL) of young laver

Days after culture	PTT			PYN			Contrast			Water temperature (°C)
	AIN (ind./cm)	FL (mm)	NSR	AIN (ind./cm)	FL (cm)	NSR	AIN (ind./cm)	FL (cm)		
10	4.8	0.091	nothing	3.0	0.005	Nothing	11.3	0.0061	21.5	
15	6.0	0.236	2-line cell	3.0	0.009	Simple line cell	11.5	0.0179	20.2	
21	12.0	0.386	16-line cell	4.0	0.0385	8-line cell	13.5	0.0621	19.9	
27	11.0	2.29	-	5.0	0.051	-	239	0.0789	19.3	
32	140	21.27	-	308	0.799	-	862	4.785	18.0	
42	568	137	-	1077	3.7	-	3855	19.553	17.7	

PTT: *Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuenensis* Miura  
PYN: *Porphyra yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura



이하로 내려간 12월 14일 이후 부터는 큰참김과 큰방사무늬김의 발아체수는 두종 모두 200개/cm 전후로 줄어들어 큰 차이 없이 비슷하였다.

## 2) 김 성장도

초기 김 성장(Fig. 9)은 수온이 18°C 이하로 내려간 일령 32일 이후 큰참김이 2.3mm에서 21.3mm로 큰방사무늬김이 0.05mm에서 0.8mm보다 빠르게 성장을 하였다. 큰참김이 큰방사무늬김보다 빠르게 성장하였다.

채취에 따른 김 성장은 1차 채취 전인 11월 22일(일령 58일)에 큰방사무늬김이 6.2cm, 큰방사무늬김이 2.4cm로 성장하였고, 1차 채취 후 수온이 14°C 이하로 내려간 11월 27일(일령 63일) 이후 부터는 큰참김(평균엽장 3.7cm)보다 큰방사무늬김(평균엽장 6.6cm)이 평균 2.9cm 양호하였다. 그리고 양식말기인 2월 26일 이후에는 큰참김과 큰방사무늬김 모두 성장이 비슷하였다.

1차 채취 전까지의 엽장/엽폭비(Fig. 10)는 두종 모두 성장함에 따라서 엽장/엽폭 비율이 낮아졌으며, 큰방사무늬김에 비해 큰참김이 2배 이상 높았다. 1차 채취 후 부터는 큰참김과 큰방사무늬김 둘다 비슷하였다.

## 3) 냉동망 성장도

냉동망 성장(Table 5)은 1월 29일 발을 펼 당시 10.3cm였던것이 36일 경과 후인 3월5일 28.64cm로 자라났다. 그리고 엽장은 최고 80.5cm까지 자랐다.

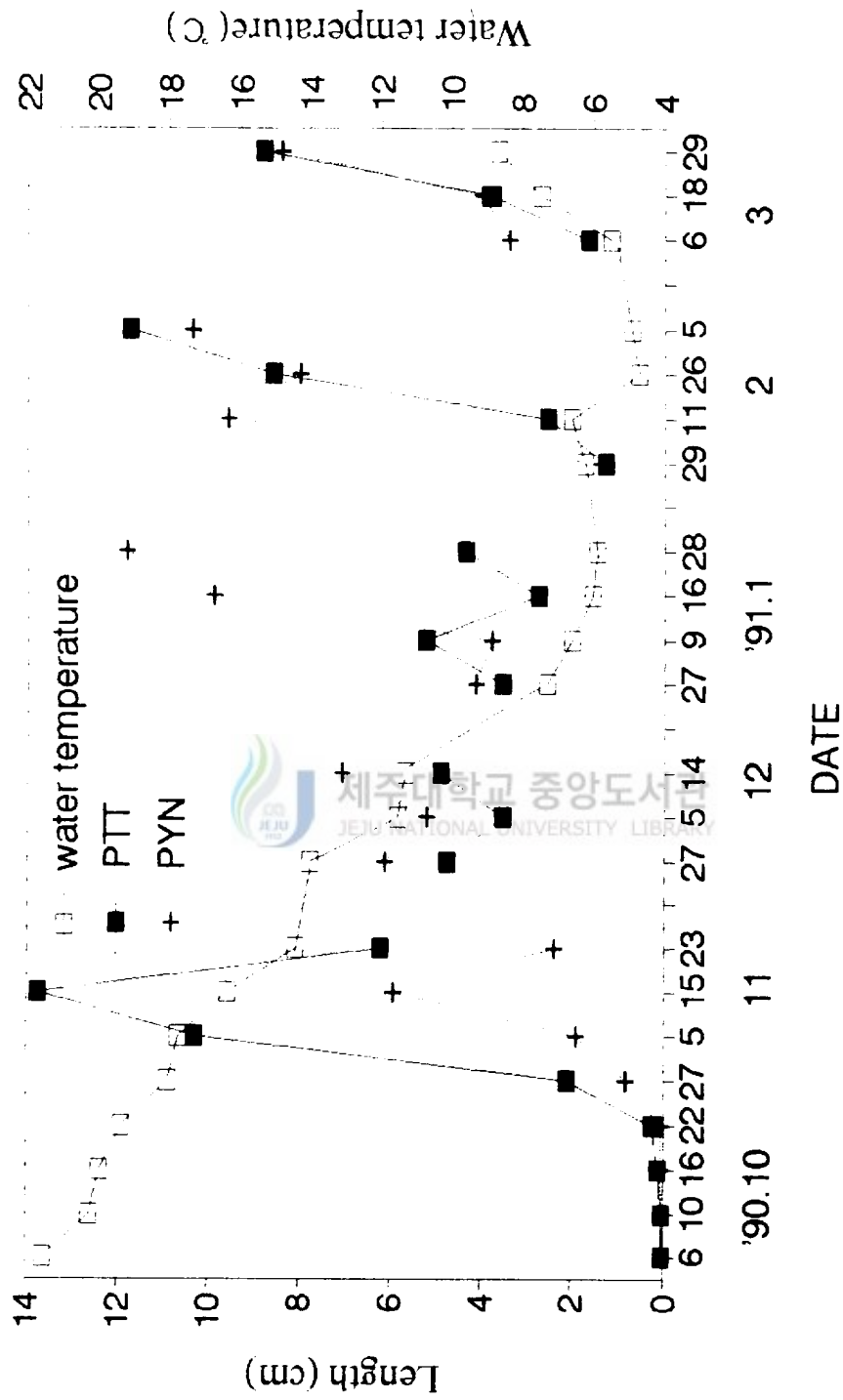


Fig. 9. Water temperature and growth of two species layers. Cutted ends of PTT and PYN indicate 1st, 2nd, 3rd and 4th laver harvest.

(PTT: *Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuensensis* Miura, PYN: *Porphyra yezoensis* f. *narawoensis* Miura)



Fig. 10. Length/width ratio of thallus. Cutted ends indicate 1st-4th laver harvest.

(PTT: *Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuenensis* Miura, PYN: *Porphyra yezoensis* f. *narawaensis* Miura)

Table 5. Growth of young laver frond on culture net treated by freezing method

Date	Length(cm)		Width(cm)		Water temperature (°C)
	Range	Mean	Range	Mean	
29 Jan	2.0-42	10.3	0.2-1.1	0.47	6.2
11 Feb	2.7-35.0	10.33	0.3-1.7	0.78	6.6
26 Feb	2.4-42.0	16.6	0.4-3.8	2.18	4.7
5 Mar	6.0-80.5	28.64	0.8-7.4	2.65	4.9
6 Mar	0.6-11.0	3.86	0.1-2.4	0.97	5.5
18 Mar	0.8-16.0	3.89	0.1-7.6	1.02	7.5
29 Mar	3.4-26.0	10.54	0.4-8.2	2.59	8.7

4) 생산량

김 생산량(Table 6)은 큰참김이 5회 채취에 63속으로 가장 양호하였고, 큰방사무늬김이 5회 채취에 50속, 대조구가 5회 채취에 58속 생산되었다. 냉동망은 2회 채취에 59속 생산되어 채취 회수에 따른 김 생산량이 29.5속으로 가장 높았다.

Table 6. Production amounts of dried laver (Unit:Sok\*)

	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
PTT	16	14	5	14	14	63
PYN	7	5	7	16	15	50
Contrast section	15	13	8	12	10	58
Freezing net(PTT)	44	15	-	-	-	59

PTT: *Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura

PYN: *Porphyra yezoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura

Sok\*: One hundred sheets make one Sok

## N. 고 찰

김은 조간대에 서식하는 생물이므로 조하대의 생물에 비해 수온, 기온, 영양염, 일조량, 강우량, 유속, 노출, 풍파등의 여러환경 요인에 영향을 더 받는다.

Kim and Kim(1978)은 수온이 22-15°C정도까지 저하하는 시기를 김의 발아 적기라고 하였다. 이 조사 기간에는 평년에 비해 수온 강하 시기가 10여일 늦어져 김 발아가 지연되었다고 사료된다. 수온 15°C 이하로 내려가는 발육 성장기도 10여일 늦어져 성장적온 범위인 5-8°C기간이 줄어들었다. 그리고 양식말기인 3월에는 1.1-1.7°C 고수온상을 보여 전반적으로 1월 중순부터 2월말까지를 제외하고는 평년에 비하여 1.1-3.1°C 고수온상을 보였다. 김 생산량은 평균 책당 80숙에 비해 책당 60여숙으로 김 성장이 불량했던 것으로 생각된다.

富士等(1933)은 김 양식에 최적 상태의 유속은 22cm/sec라고 하였고, Kim and Kim(1978)은 30-34cm/sec를 적정 범위로 보고 하였으나 松本(1959)는 5-40cm/sec 범위에서는 별지장이 없는 것으로 보고한 것에 비하면 본 조사 어장에서는 10-30cm/sec로 나타나 김 성장에는 적합하였다고 생각된다.

일조량은 양식기간 중 12월 중순과 1월 중순을 제외하고는 평년과 거의 유사 하였다. 채묘기인 9월 말에는 59.5시간으로 평년 72.2시간에 비해 12.7시간 낮았으나, 육묘기인 10월 중·하순에는 평년에 비해 일조량이 13.34-6.94시간 높았다. Cho(1986)에 따르면 성장 초기에 있어서 수광 과다



는 생리적 장애를 가져와 유업이 탈락 된다고 하였는 데, 이 조사에서 초기 부착수가 저조한 것은 이 영향을 받은 것으로 생각된다. 이와는 반대로 Kim and Kim(1978)이 지적인 바와 같이 12월 중순과 1월 중순에는 1일 평균 2.59시간과 1.61시간으로 일조량이 적어 김 활력에 저해를 가져왔다고 판단 된다.

양식 기간중 강우량은 평년에 비해 17% 적게 내렸다. 강우량은 평년에는 김 양식 초기인 9월 중순에 많아 영양염류 공급에 크게 일조하였으나 본 조사 기간에는 양식 초기인 9월에 평년에 비해 강우량이 적어 영양염 공급이 불충분하였으며, 오히려 양식말기인 3월 초순에는 평년에 비해 6배 이상으로 강우량이 많아서 일시적인 담수화 현상으로 노쇠한 김의 활력을 저하시켜 김 성장에 저해를 가져온 것으로 생각된다.

김 양식에 적합한 염분 농도는 Cl 12.0-18.0‰(salinity 21.69-32.5‰)이며, Cl 18.9‰(salinity 34‰) 이상에서는 광합성 활력이 저하(岩崎, 1965)된다고 보고하였다. 조사 어장에서의 염분 농도는 10월 16일 34.5‰을 제외하고는 염분 농도가 31.2-33.7‰ 사이로 김 성장에는 적합하였으며, 화학적 산소요구량(COD)은 '91년 1월 9일 1.99mg/l을 제외하고는 0.10-0.68mg/l 사이로 나타나 김 양식장 적지 환경 판정기준치(국립수산진흥원) 0.71mg/l을 초과하는 경우는 없었다.

적정 pH 농도는 山内(1971)에 의하면 pH 5에서는 광합성이 거의 일어나지 않으며, pH 6에서는 서서히 증대되기 시작하여 pH 8에서는 최대로 되고 pH 8.3에서부터 서서히 감소하여 pH 10에서는 광합성이 겨우 일어난다고 한 것에 비해 조사어장은 pH 8.01-8.2로 나타나고 있어 안정된 상태를 유지하여 김 성장에는 적합한 pH 범위였다.

용존산소량(DO)은 5.44-7.57mg/l로 김 양식장 적지판정 기준(국립수산진흥원)인 3-6mg/l에 비해 양호하게 나타나 김 성장 저해요인으로는 작용하지 않은 것으로 생각된다.

김 성장에 주 영양원은 인산염과 질산염이라고 富士(1932)가 보고한 바 있다. 인산염은 조사기간 동안 '90년 10월 27일 0.15 $\mu$ g-at/l을 제외하고는 0.27-1.06 $\mu$ g-at/l으로 나타났는데 이 값은 김 양식장 적지 판정기준(국립수산진흥원)이나, 0.4-0.6 $\mu$ g-at/l 이하의 농도에서는 김의 동화작용과 생장이 억제된다(藤本, 1978)는 것에 비하면 김 성장 저해요인으로는 작용하지 않은 것으로 생각된다. 그러나 Iwasaki and Matsudaira(1956)는 인산염이 0.65 $\mu$ g-at/l 이상이어야 김의 광합성에 영향을 주지 않는다고 보고하고 있어 이점에 대해서는 재론을 요한다.

질소 성분은 김의 선택과 직접적인 관련이 있어 환경수의 영양염류 중 질소 성분이 많으면 선택이 짙고 윤기가 있다고 하였으며(藤本, 1979), 품질이 낮을수록 질소 함량이 낮다고 보고(Kim and Kang 1986)하였다. 조사 어장은 질산염이 2.20-18.59 $\mu$ g-at/l, DIN은 4.04-19.61 $\mu$ g-at/l로 나타났는데, 이 값은 김 양식장 적지 판정기준(국립수산진흥원)에는 일치하였다. 이 값은 우리나라 주 양식지인 서남해안 지역에서 보고된 영양염 조사 결과와 비교하면 아산만(金 等, 1985), 남해안 해역(Yang and Hong, 1982; Yang et al., 1984)의 수질조사 보다는 다소 낮은 값을 나타냈지만, 여인만(Lee et al., 1989), 천수만(張 等, 1985), 군산부근(洪 等, 1985), 남포해역(Kim et al., 1986) 보다는 다소 높게 나타났다. 그러나 日本水産學會(1973) 보고에 의하면 DIN이 최소한 14 $\mu$ g-at/l 이상이어야 하고 그 이하 일 때는 김의 생산에 제한요인이 된다고 하였으므로 서남해안 해역의 여러 김

양식어장은 질소 성분을 중심으로 영양염류의 공급 측면과 이에 따른 적정 김발수의 조정 작업이 필요하다고 본다.

유리사상체 배양은 5월 말까지는 수온  $18.7(\pm 4.7)^{\circ}\text{C}$ , 조도  $405(\pm 355)\text{Lux}$ 에서 배양하다가 6월 이후 수온 상승에 따른 각포자 형성 및 구조류 번식 억제를 위하여 수온  $18.5(\pm 2.5)^{\circ}\text{C}$  조도는  $220(\pm 190)\text{Lux}$ 에서 배양하였다. 유리사상체 증중량은 6월 이전 보다 낮았으나, Chang and Cho(1982)의 5개월간의 증중량비 5.2 - 5.3배에 비해서는 9.6-10.9배로 양호하였다. 유리사상체 성장은 배양조건을 조도  $640\text{Lux}$  전후 수온  $23.3^{\circ}\text{C}$  전후로 배양 할 경우 더 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

조가비사상체 성장은 黒木・秋山(1965)에 의하면 조도와 관계가 있어 긴잎돌김의 사상체는  $2000-4000\text{Lux}$ 에서 성장이 양호하다고 하였으며, Koh *et al.*(1981)은  $2000\text{Lux}$  이상에서는 성장이 빠르고  $700\text{Lux}$  이하에서는 성장이 늦어진다고 하였다. 이 연구에서도  $1000-4500\text{Lux}$ 에서 사상체 성장은 양호하였다. 黒木・秋山(1965)는 각포자낭 형성은  $4000\text{Lux}$ 에서는 잘 형성되지만 방출은 잘안된다고 하였으며, Koh *et al.*(1981)은  $500-2000\text{Lux}$  범위에서 고조도 일수록 형성이 더 잘된다고 하였다. 이 연구에서도 조도는  $1000-2000\text{Lux}$ 로 배양하여 각포자낭 형성에는 적정 범위였다.

Chung *et al.*(1977)은 중성포자의 분얼 성장은 대엽김이 채묘 16일후, 방사무늬김은 23일 후에 나타난다고 보고하였으며, Koh *et al.*(1980)은 중성포자 방출시기는 큰참김은 일령 5-10일 사이에 시작되어 가장 빠르고 방사무늬김과 큰방사무늬김은 일령 10-15일 사이에 시작한다고 보고하였는데, 이 연구에서는 일령 10일날 조사시에는 중성포자 방출이 일어나지 않았으나, 일령 15일날 조사시에는 두 품종 모두 중성포자틀 방출했다.

채묘 상태는 대조구에 비하여 현저히 낮았고, 성장도 다소 늦었으며 이에 따라 중성포자 방출에 따른 포자 부착수도 현저히 낮아 초기 성장이 부진하였다. 큰참김이 초기 성장은 수온이 18°C 이상인 일령 27일 업장 0.23mm였던것이 수온이 18°C이하로 내려간 일령 32일 업장 2.13mm되었다. 큰방사무늬김은 수온이 18°C 이상인 일령 27일 업장 0.05mm였던것이 수온이 18°C이하로 내려간 일령 32일 업장 0.8mm로 급속한 성장을 보였다. 특히 큰참김이 큰방사무늬김보다 빠르게 성장하였다. 이것으로 보아 김 양식 초기에는 큰참김이 성장이 우수하고 수온 14°C 이하로 내려간 양식 성기에는 큰방사무늬김이 우수하므로 김 채묘시 두종을 혼합하여 채묘 하는것이 효과적일 것이라고 생각한다.

풍속은 영양염 공급적인 측면과 김 성장의 저해 요인으로 작용하였는데, 풍속에 따른 김 성장(Fig. 11)은 1차 채취(11월 25일) 전 11월 20-21일에는 최대풍속 16.3-19.8m/sec불어 11월 15일 평균 업장 큰참김이 13.7cm 큰방사무늬김이 5.9cm였던 것이 11월 23일 각각 6.2cm, 2.4cm로 업체의 일부가 탈락되어 감소 성장 상태를 나타내었다. 이것은 초기 김 생산량이 저조한 원인으로 생각된다. 그 후에도 12월 1-2일 최대풍속 18.3-21.3m/sec로 불어 11월 27일 평균 업장 큰참김이 4.8cm 큰방사무늬김이 6.1cm였던 것이 12월 5일 각각 3.5cm, 5.2cm로 감소 성장 상태를 나타내었다. 2월 19-22일에는 최대풍속 13.3-19.3m/sec로 불어 2월 11일 9.6cm 성장한 큰방사무늬김이 2월 26일 8.0cm로 감소 성장을 하였으나 큰참김은 2월 11일 2.5cm였던것이 8.6cm로 성장되어 풍속의 영향을 받지 않은것으로 생각된다. 따라서 풍속은 14m/sec 이상으로 불 경우 김 성장의 저해요인으로 작용하는것으로 사료된다.

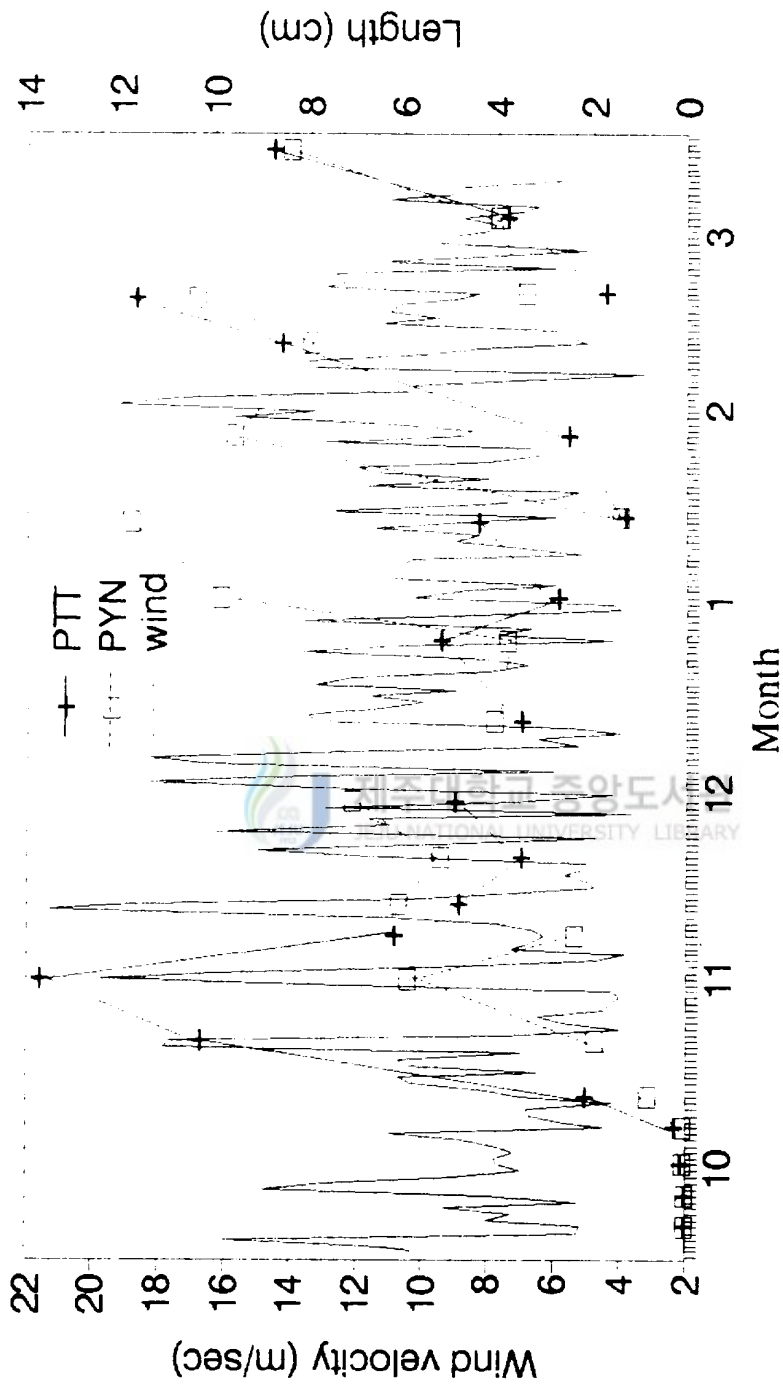


Fig. 11. Maximum wind velocity and growth of lavers. Figure showing shorten frond length after heavy wind over 14m/sec.

(PTT: *Porphyra tenera* Kjellman f. *tamatsuenensis* Miura, PYN: *Porphyra yezoensis* f. *narawaensis* Miura)

업장에 대한 엽폭비는 片山(1980)과 Lee *et al.*(1987)은 업장/엽폭비는 성장에 의해서 그값이 저하되고, Miura(1976, 1978)는 업장/엽폭비는 채취 회수에 따라 저하된다고 하였는데, 이 연구에서도 그 값이 비슷하였다.

생산량은 평균 생산량으로 간주되는 책당 80속에 비하여 시험구 및 대조구 모두 30%정도 감소된 책당 60여속으로 저조하였다. 이값은 전국적인 이상 난동 현상을 보인 '90년의 김생산량이 '89년에 비해 42,000톤이 적은 89,000톤이 생산(수산청, 1991)되어 30%정도 감소된 것과 유사하게 나타났다. 이것은 수온이 전반적으로 평년에 비해 1-3.1℃정도 높았으며, 수온이 18℃이하로 떨어지는 시기가 10여일 이상 늦었고, 양식기간 중 전반적으로 해황이 불안정했던 것에 기인한 것으로 생각된다.

그리고 초기 채묘 상태와 성장을 대조구와 비교하여 보았을 경우 시험밭은 두 품 종모두 초기 채묘 상태가 대조구에 비해 저조하였다. 그러나 책당 생산량은 큰방사무늬김은 대조구에 비해 낮았으나, 큰참김은 대조구에 비해 양호하게 나타나 성장이 양호하다고 할 수 있으며, 관리상의 문제로서 적기에 채취가 이루어지지 않아 풍속에 따른 엽체의 탈락이 없었다면 더 좋은 결과를 얻었을 것으로 사료된다.

냉동망 성장은 시험망에 비하여 양호하였으며, 생산량은 2회 채취에 59속으로 黃 等(1982)이 보고한 3회 채취에 51속에 비해 양호하였다.

## V. 요 약

1990년 9월부터 1991년 3월까지 7개월 동안 전남 신안군 팔금면 고산리 지역에서 수입종인 큰 참김(*P. tenera* Kjellman f. *tamatsuensis* Miura)와 큰 방사무늬김(*P. setoensis* Ueda f. *narawaensis* Miura)를 가지고 지역적 환경에 따른 적응성 시험 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 수온은 평년에 비해 1.1-3.1℃ 고수온상을 보여 김 생산량이 불량하였다.
  - 2) 김 발아는 양식초기에 강수량이 적게 내려 영양염 공급이 부족하여 불량하였다.
  - 3) 중성포자 방출은 초기에는 큰 참김보다 큰 방사무늬김이 많았으나 수온이 11.3℃ 이하로 내려가면서 비슷하였다.
  - 4) 풍속은 최대풍속 14m/sec 이상으로 불었을 경우 김 성장 저해요인으로 작용하였다.
  - 5) 엽장/엽폭은 1차 채취 전까지는 큰 참김이 큰 방사무늬김 보다 세장하였으나, 1차 채취 후 부터는 비슷하였다.
- 이상의 결과는 큰 참김이 큰 방사무늬김 보다 위의 환경변화에 잘 적응되었음을 나타내 주었다.

## Ⅵ. 참고 문헌

- Chang, J.W. and Y.C. Cho. 1982. Study on the culture of free-living conchocelis of *Porphyra tenera* Kjellman form. *tamatsuensis* Miura. Bull. Fish. Res. Dev. Agency., 30:119-125.
- Chang, S.D., P. Chin and K.Y. Park. 1983. Effects of temperature, salinity, and silt and clay on the rate of photosynthesis of laver, *Porphyra yezoensis*. Bull. Korean Fish. Soc., 16(4): 335-340.
- 張善德 外, 1985. 淺水灣 防潮堤 建設에 따른 海洋 및 漁業影響調查 報告書. 釜山水大 海洋科學 研究所.
- Chen, L.C.M. 1986. Cell development of *Porphyra miniata* (Rhodophyceae) under axenic culture. Bot. Mar., 29(5):435-439.
- Chen, L.C.M. 1987. Protoplast morphogenesis of *Porphyra leucosticta* in culture. Bot. Mar., 30(5):399-403.
- Cho, Y.C. 1986. On the disease occurrence of cultured laver (*Porphyra tenera* Kjellman form. *tamatsuensis* Miura), and production at the Nokdong laver farming area. Nat. Fish. Univ. Pusan. 39 pp.
- Chung, Y.K., C.W. Son and C.S. Ko. 1977. Studies on the transplantation culture of laver, *Porphyra tenera* f. *tamatsuensis* Miura. Bull. Fish. Res. Des. Dev. Agency., 17:67-75.



- Drew, K.M. 1949. Conchocelis in the life history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz. Nature(London)., 164:748-751.
- 富士川 葵. 1929. 海苔の成育條件にす研究. 農學關係諸學會聯合大會講演集抜刷. 4 pp.
- 富士川 等. 1933. 朝鮮ノリの生理に關する研究. 朝鮮水試事業報告.,8:1-131.
- Fugita, Y. and S. Migita. 1987. Fusion of protoplasts from thalli of two different color types in *Porphyra yezoensis* UEDA and development of fusion products. Jap. J. Phycol., 35:201-208.
- Hawkes, M.W. 1980. Ulreastructure characteristics of monospore formation in *Porphyra gardneri*(Rhodophyta). J. Phycol., 16:192-196.
- 黃鎬汀·金相根·李龍朱. 1982. 海苔冷凍網과 浮流式 養殖施設에 關하여. Bull. Fish. Res. Des. Dev. Agency., 55:125-151.
- 洪亨佑 等. 1985. 酒精廢液의 海洋 投葉에 따른 影響 環境 調查 研究.
- Hong, J.S., C.B. Song, N.G. Kim, J.M. Kim and H.T. Huh. 1987. Oceanographic conditions in relation to laver production in Kwangyang Bay , Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 20(3).237-247.
- Hong, Y.K., C.H. Sohn and J.W. Chang. 1989. Genetic improvment for the low salinity-tolerant *Porphyra* sp. by cell culture techinque. I. Tissue culture of *Porphyra yezoensis* form *narawaensis*. J. Aquaculture., 2(1).1-7.
- 藤本敏昭. 1978. ノリの色と環境要因と關聯について. 副崗縣水試.昭和 53年

- 度年報., P.121-131.
- 藤本敏昭. 1979. ノリの色と海水中の窒素量の関係について(第1報). 副岡縣豊前水産試験場研究業務報告., P.75-86.
- Iwasaki, H. and C.Matsudaira. 1956. Studies on the Physiology of a laver, *Porphyra tenera* Kjellman. Tohoku J. Agr.Res., 7(1).65-83.
- 岩崎英雄. 1965. アサクサノリの生理生態に関する研究. 廣島大學水産學部紀要., 6(1).133-211.
- 金子政之助. 1933. 冬芽による海苔養殖方法の研究., 6:1-15
- 金子政之助. 1934 a. 海苔浮洪に関する研究(第三報). 全羅南道水産試験場報告., 7:1-27
- 金子政之助. 1934 b. 海苔浮洪に関する研究(第四報). 全羅南道水産試験場報告., 7:28-52
- 金子政之助. 1936. 海苔浮洪に関する研究(第六報). 全羅南道水産試験場報告., 9:1-59.
- Kang, J.W. 1970. Species of cultivated *Porphyra* in Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 3(2):77-85.
- 姜 梯源・高 南表. 1977. 海藻養殖. 太和 出版社. 釜山., PP.1-29,163-168.
- 片山藤介. 1980. 有名海産ノリ3品種の品種特性について. 1979年度岡山水試事業報告., pp.188-192.
- Kim, C.R. and Y.H. Kim. 1973. Studies on the Taxonomy and multiplication of *Porphyra* growing on rocks in Gogunsan islands and its neighbouring waters. Kunsan Fish. Tech. Jr. coll., pp.1-16.

- Kim, J.R. and Y.G. Kim. 1978. The studies on Do Dun Ri culture ground of *Porphyra* (1). The effects of increased production by transplanting *Porphyra tenera* Kjellman. form *tamatsuensis* Miura and sprinkling manures over fronds of *porphyra tenera* Kjellman. Bull. Gunsan Fish. J. Coll., 12(2).31-39.
- Kim, J.R., Y.W. Jo, C.Y. Han and M.S. Lee. 1981. Fundamental studies for the breeding of marine algae. 3. Effects of plant hormones on the growth of *Porphyra*-fronds. Bull. Korean Fish. Soc., 14(2). 79-85.
- 金炳珍 外. 1985. L-1事業 環境影響 評價書. 韓國石油 開發公社.
- Kim, N.G. and J.W. Kang. 1986. Effect of inflowing river-water on the farming of laver on Chonsu Bay. Korea J. Phyco. 1(1).259-279.
- Kim, Y. G. et al.. 1986. On the marine environmental survey of Nampo sea area. Bull. Fish. Sci. Inst. Kusan Fish. Jr. Coll., 2:15-24.
- Koh, N.P., K.J. Choe, S. Rho and C.S. Ko. 1980. Study on improvement of laver. Concentration characteristic of its superior species. Bull. Fish. Res. Dev. Agency., 24:47-58.
- Koh, N.P., C.H. Son, J.W. Chang and Y.K. Cheong. 1981. Study on the cultivation of *Porphyra pseudolinearis* UEDA. Bull. Fish. Res. Dev. Agency., 26:51-61.
- 黒本宗尚・秋山和夫 1965. アマノリ類の糸状體の生長,成熟と光條件Ⅳ.単胞子の放出と明るさ. 東北水試研報., 25:171-177.
- Lee, J.Y., Y.J. Kim, Y.H. Kim and J.Y. Kim. 1989. Environmental survey

- on the cultivation ground in west coast of Korea. 1. Oceanographic condition of laver farm in Biin Bay. Bull. Fish. Sci. Inst. Kunsan Fish. Jr. Coll., 5:11-30.
- Lee, R.E. and S.A. Fultz. 1970. Ultrastructure of the conchocelis stage of the marine red alga *Porphyra leucosticta*. J. Phycol., 6: 22-28.
- Lee, S.D., S.K. Chung, Y.J. Park and Y.C. Kim. 1986. Studies on culture of *Porphyra* growing on the rock along the coast of Kang Won-Do (I). The distribution of wild *Porphyra* growing on the rock and effect of scattering the conchocelis on the base rock. Bull. Fish. Res. Dev. Agency., 39:135-142.
- Lee, S. D., S.K. Chung, Y.J. Park and Y.C. Kim. 1987. Studies on culture of *Porphyra* growing on rocks along the Kang Won-Do coast (II). Artificial seeding of *Porphyra* and floating system cultivation. Bull. Fish. Res. Dev. Agency., 40:43-50.
- Lee, S.H. 1988. Effects of salinity, and clay on the growth of *Porphyra yezoensis* and *Undaria pinnatifida*. Bull. Fish. Sci. Inst., Kunsan Fish. Jr. Coll., 4:25-33.
- Ma, J.H. and A. Miura. 1984. The pit-connections existing in leafy germlings which developed directly from conchocelis filaments on *Porphyra tenuipedalis* Miura. Jap. J. Phycol., 32:186-189.
- 松本文夫. 1959. ノリの生育に対する環境の影響. 廣大畜産紀要2., pp.249-333.

- 三浦昭雄. 1976. 海苔の遺傳と育種. 私達の海苔研究., 25:51-82.
- Miura, A. 1978. Studies on genetic improvement of cultured *Porphyra*(Laver). Proc. 7th Japan-Soviet Symp. Aquaculture, Sept. 1978., pp.161-169.
- Miura, A. 1990. Present trends and perspective in *Porphyra* (Nori) breeding. Genetics of pigmentation mutants in *Porphyra yezoensis*. Development origin of variegated gametophytic thalli. Aquaculture., 15:19-30.
- Mukai, L.S., J.S. Craigie and R.G. Brown. 1981. Chemical Composition and structure of the cell walls of the conchocelis and thallus phases of *Porphyra tenera*(Rhodophyceae). J. Phycol., 17:192-198.
- 日本水産學會. 1973. ノリの病氣. 恒星社 厚生閣., pp.1-147.
- Ohme, M., Y. Kunifuji and A. Miura. 1986. Cross experiments of the color mutants in *Porphyra yezoensis* UEDA. Jap. J. Phycol., 34: 101-106.
- Ohme, M. and A. Miura. 1988. Tetrad analysis in conchospore germlings of *Porphyra yezoensis*(Rhodophyta, Bangiales). Plant Science., 57: 135-140.
- 大目, 優. 1989. スサヒ”ノリの遺傳學. 胞子の發芽時起こる減數分裂. 月刊海洋., 21(6).350-354.
- Polne-Fuller, M., M. Biniaminov and A. Gobir. 1984. Vegetative propagation of *Porphyra perforata*. Hydrobiologia., 116/117:308-313.

- Polne-Fuller, M. and G. Aharon. 1990. Developmental studies in *Porphyra* (Rhodophyceae). III. Effect of culture conditions on wall regeneration and differentiation of protoplasts. *J. Phycol.*, 26: 674-682.
- Provasoli, L. 1968. Media prospects for the cultivation of marine algae. *Jap. Soc. Plant Physiol.*, pp.63-75.
- Pueschel, C.M. and K.M. Cole. 1985. Ultrastructure of germinating carpospores of *Porphyra variegata* (Kjellm.) Hus (Bangiales, Rhodophyta). *J. Phycol.*, 21:146-154.
- 水産廳. 1991. 水産業 動向에 關한 年次 報告書. 文苑社., pp.32-37.
- Suto, S. 1963. On crossing in genus *Porphyra*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 29(8).739-748.
- Tseng, C.K. and A. Sun. 1989. Studies on the alternation of the nuclear phases and chromosome numbers in the life history of some species of *Porphyra* from China. *Bot. Mar.*, 32(1).1-8.
- 山内幸兒. 1971. ノリ葉體におよぼす環境要因の指標に光合成活力を用いる試み(豫報). 兵庫縣立水産試験場報告., 11:25-28.
- Yang, D.B. and G.H. Hong. 1982. Nutrients and chlorophyll a variations at a fixed station during the red tides in the Jinhae Bay. *J. Oceanol. Soc. Korea.*, 17(1).19-26.
- Yang, D. B., S. H. Kim and K. W. Lee. 1984. Vertical distributions of chemical oceanographic parameters in Jinhae Bay in July, 1983. *J. Oceanol. Soc. Korea.*, 19(1).89-93.

## 감사의 글

학문의 길이 얼마나 어려운지를 항상 깨닫게 해주시고 바르게 이끌어 주신 은사 이 기완교수님께 깊은 감사를 드립니다.

본 논문이 완성되기까지 세심하고 자애롭게 심사를 해 주신 노 섭, 이 봉필교수님께 감사를 드리며, 항상 관심을 갖고 격려를 해 주신 백 문하, 변 충규, 이 정재, 정 상철교수님께도 감사를 드립니다. 그리고 또한 본 논문이 수행되기까지 많은 도움을 준 현 재민군과 해산 식물학 연구실원들에게도 감사를 드립니다.

또한, 오늘날까지 정성과 열려를 다해주신 부모님과 항상 사랑과 이해로써 뒷바라지를 해준 아내에게 감사와 사랑을 드립니다.

