

서해산 김 엽체상의 미소생물과 김의 병해와의 관계에 대한 연구

III. 김 엽체상에 부착된 종속영양세균의 계절적 변화

김정희 · 이건형 · 이원호* · 김중래**

군산대학교 생물학과 · *군산대학교 해양학과

**군산대학교 해양개발학과

A Study on the Relationships Between the Epiphytic Microbes and the Blight of *Porphyra* Species from the Coastal Waters of the Yellow Sea, Korea

III. Seasonal Variation of Heterotrophic Bacteria on the Blades of *Porphyra* Species Near Mokp'o

Jeong-Hee KIM · Geon-Hyoung LEE · Won-Ho LEE*

and Joong-Rae KIM**

Department of Biology, Kunsan National University, 573-360, Korea

*Department of Oceanography, Kunsan National University, 573-360, Korea

**Department of Marine Development, Kunsan National University, 573-360, Korea

To study the seasonal variation of heterotrophic bacteria on the blades of *Porphyra* species, samples were collected in the intertidal zone near Mokp'o of the Yellow Sea from February to December, 1990.

Annual distribution of heterotrophic bacteria on the blades of *Porphyra* species ranged from 6.9×10^2 to 1.04×10^5 cfu/cm² at site 1, and from 9.4×10^3 to 2.93×10^5 cfu/cm² at site 2. Average sixty-five percent of isolates from the blades of *Porphyra* species were rods and 52.1~82.7% of isolates were Gram-negative. Most isolates showed starch hydrolysis(68%) on March, but showed poor utilization of carbon sources and no H₂S production. Dominant genus isolated from the blades of *Porphyra* species were *Alcaligenes* spp., *Moraxella* spp., on March and *Micrococcus* spp., *Moraxella* spp., *Corynebacterium* spp., on November.

서 론

우리나라 김 양식 역사는 300여년의 오랜 전통을 가지고 있으며, 1970년대 이후부터 인공채묘에 의한 양식으로 연간 4,000만속 내외의 생산량을 보여 단일 양식 품종으로는 가장 높은 생산고를 나타내고 있다(농수산부 수산통계연보, 1980~1984). 김

생산은 물리화학적 요인과 생물학적인 요인에 의해 좌우되는데(김, 1986, 1987) 생물학적 요인의 하나인 부착 규조류는 다른 식물에 착생하여 사는 해산 저서규조류의 일종으로 연안역에서 일차생산자로 중요한 역할을 담당하고 있으며(Pomeroy, 1959) 김 엽체에 병해를 일으키는 원인생물로 알려져 있는데(大貝, 1987), 이러한 부착 규조류의 양과 김

이 논문은 1989년도 문교부 지원 학술진흥재단의 기초과학연구소 학술연구 조성비에 의해 연구되었음.

엽체의 건강상태와는 밀접한 관계가 있는 것으로 보고된 바 있다(Lee and Kim, 1989). 이와 같이 김의 성장과 제품의 질에 영향을 미치는 부착 규조류에 대한 연구로는 김 엽체에 착생하는 부착 규조류의 분류학적 연구(Cho *et al.*, 1987), 부착 규조류의 정량적 연구(Lee and Kim, 1989) 등이 있다. 한편 김 엽체 부착세균에 관한 연구로는 김 양식의 풍흉작을 결정하는 갯병에 관한 연구가 주로 일본 인근수역을 대상으로 일본인 학자에 의해서 연구되고 있는 실정이다. 반면 우리나라를 대상으로 한 갯병에 관한 연구로는 낙동강 하구 양식장의 김 흉작원인이 규조(*Synedra* sp.)의 부착과 세균 번식에 의한 갯병 피해라고 보고한 연구(富士, 1934)와 입해공단에 의한 수질오염으로 김 엽체의 성장 부진과 갯병의 피해를 보고한 연구(강, 1972), 鹿洞 김 양식장에서의 갯병과 김 생산에 관한 연구(Cho and Chang, 1986) 등이 있다. 그 외에 김 양식에 관련된 연구로 韓·日의 김 양식장의 환경특성과 생산에 관한 비교 연구(정, 1986), 천수만의 김 양식 생산에 미치는 하천수의 영향에 관한 연구(김, 1986), 광양만의 김 생산과 양식장 환경과의 관계에 대한 연구(홍 등, 1987), 김 양식장 환경요인과 김 품질과의 관계에 관한 연구(김, 1987) 등 주로 양식장 주변환경의 물리화학적 특성에 관한 연구가 주로 이루어졌었다. 그러나 김 엽체의 표면에 착생, 증식하는 미생물의 생태를 다룬 연구는 우리나라의 경우 거의 이루어진 적이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서 우리나라 주요 김 생산지 중의 하나인 서해안의 목포 인근수역에서 양식되는 김 엽체를 대상으로 종속영양 세균의 년간 분포 양상과 계절적인 속조성 변화를 미생물 생태학적인 측면에서 조사하여 김 양식 증진을 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사시기 및 정점

본 연구는 1990년 2월부터 12월까지 목포 인근수역인 송골리 앞바다의 김 양식장 2곳을 선정하여(김 등, 1991. Fig. 1(C) 참조) 총 4회(2~3월, 11~12월) 실시하였다.

2. 김 엽체 채취 방법

평균된 편셋으로 채취하여 멸균된 병(300ml)에 담아 저온상자로 실험실에 운반하여 분석하였다.

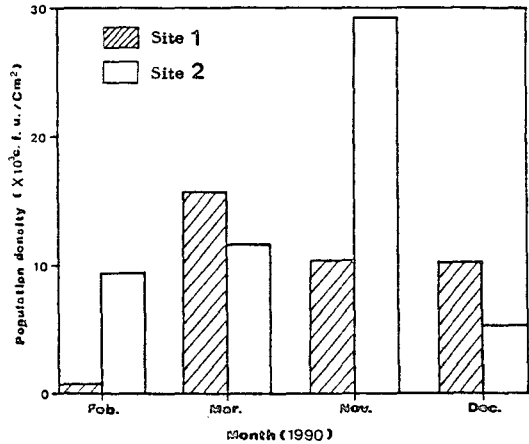


Fig. 1. Population densities of heterotrophic bacteria from the blade of *Porphyra* sp. collected at each sampling site during surveying periods.

3. 미생물학적 분석

김 엽체에 부착된 종속영양 세균의 측정은 완전한 형태를 유지하는 김 엽체들을 골라 100ml의 멸균된 생리 식염수(0.85% NaCl)에 넣어 300rpm으로 10분간 진탕한 후 Marine agar 2216e medium (Difco)에 희석 도말하여 20±2°C에서 7일간 배양 후 생긴 균체수를 계수하였다.

4. 종속영양 세균의 형태학적 및 생리·생화학적 특성

세균의 순수분리 동정은 Bacto Marine agar 2216 e 배지에서 생성된 균체중에서 3월과 11월 2차에 걸쳐 colony 특징을 기준으로 선정하여 순수분리 동정 후 형태학적 및 생리·생화학적 특성 등을 실험하여(Table 1) 각 계절별 우점속을 조사하였다(이, 1987; 권 등, 1987). 세균의 분리동정은 MacFaddin(1980)의 방법에 의하였고 Cowan(1974)의 분류 key를 참조하여 속(genus)까지 분류 동정하였다.

5. 해양성 종속영양 세균간의 유사도

분리동정된 결과들로부터 분리된 세균간의 유사도(similarity: S)는 다음 식에 따라 구하였다.

$$\frac{N_s}{N_s + N_d} \times 100 = S(\%)$$

(N_s; 두 비교균주간에 동일한 형질의 수

N_d; 두 비교균주간에 동일하지 않은 형질의 수)

생리적 특성이 유사한 균주들끼리 grouping하기 위하여 average linkage clustering 방법을 따랐으며

Table 1. The seasonal fluctuation of morphological, physiological and biochemical characteristics of heterotrophic bacterial population isolated from the blades of *Porphyra* species(% of population)

Characters	Mar.	Nov.
MORPHOLOGICAL:		
Rod shaped	73.3	56.3
Coccus shaped	26.7	43.7
Gram negative	82.7	52.1
Motility	44.0	27.1
PHYSIOLOGICAL:		
Growth at 25°C	100	100
Growth at 37°C	36.0	8.3
Growth at 42°C	22.7	2.1
Growth-0% NaCl	46.7	14.6
Growth-6% NaCl	40.0	64.6
Growth on NA medium	100	100
Growth on SS medium	9.3	2.1
Growth on MacConkey medium	1.3	2.1
Growth on TCBS medium	22.7	45.8
BIOCHEMICAL:		
Catalase activity	77.3	81.3
Oxidase activity	50.7	75.0
Starch hydrolysis	68.0	2.1
Gelatin liquefaction	44.0	4.2
Methyl-Red test	5.3	8.3
Voges-Proskauer reaction	53.0	0
Indole test	1.3	0
Acid from glucose	16.0	6.3
Acid from maltose	14.7	2.1
Acid from lactose	12.0	4.2
Acid from sucrose	20.0	4.2
Acid from arabinose	13.3	6.3
Gas production in glucose	0	0
Glucose and lactose fermented	28.0	22.9
H ₂ S production	0	0

(Sneath and Sokal, 1973; Pielou, 1984), S ≥ 70% 를 유사도의 기준으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 김 엽체에서의 해양성 종속영양 세균의 분포

식물 플랑크톤과 해조류의 엽체 표면에 있거나 인근에 분포하는 세균군은 엽체로부터 분비되는 유기물을 영양원으로 하여 성장한다고 알려져 있다(Fogg, 1966; Sharp, 1977). 따라서 김 엽체에 부

착된 세균의 분포는 김 생장에 영향을 줄 수 있다.

김 엽체에 부착된 해양성 종속영양 세균의 년중 분포를 살펴보면 정점 1에서 $6.9 \times 10^2 - 1.57 \times 10^4$ cfu/cm², 정점 2에서 $9.4 \times 10^3 - 2.93 \times 10^4$ cfu/cm²의 범주에서 변화하였으며, 김 엽체의 발육상태가 좋은 정점 2보다는 상대적으로 그렇지 못한 정점 1에서 변화폭이 더 심하였다(Fig. 1). 해조에 부착된 세균 수를 조사한 Shiba와 Taga(1980)의 보고에서 녹조류와 홍조류의 엽체에 부착한 세균수는 계절에 따른 변동이 적은 반면 갈조류의 엽체에서는 큰 변화를 보였는데 이와 같은 현상은 항균 활성이 강한 탄닌(tannin)이 갈조류에서는 분비되나 녹조류와 홍조류에서는 분비되지 않기 때문인 것으로 밝혀졌다(Craigie and MaLachlan, 1964).

부착세균의 계절적인 분포를 살펴보면 3월과 11월에 비해 2월과 12월에 균체수가 감소하였다. 이와 같이 김 엽체가 활발히 늘어나는 증식기에 부착세균이 감소하는 것은, 활발히 증식하는 해조류에서는 세균의 발육을 저지시키거나(bacteriostatic) 세균을 죽이는(bactericidal) 물질을 분비하거나 해조류 엽체 표면에서 산을 분비하여 세균의 부착을 억제시키기 때문인 것으로 보고된 바 있다(Sieburth, 1968; Sharp, 1977).

2. 세균의 형태학적, 생리·생화학적 특성

조사정점에서 해양성 종속영양 세균군집간의 생태학적 특성과 다양성을 알아보기 위해 해양성 종속영양 세균의 형태학적, 생리학적 및 생화학적 특성을 분석 조사하였다.

조사기간 중 분리된 세균의 형태학적 특성의 년간 동향을 살펴보면 김 엽체에서는 56.3~73.3%로 변화하여 변화폭이 작았으나 조사시기에 따라 다소 차이를 보였다(Table 1). 전반적으로 김 수확과 관련이 있는 시기인 3월과 11월의 종속영양 세균을 비교한 결과 3월에는 주변해수보다 김 엽체에서 간균형태의 세균이 더 많이 조사된 반면, 11월에는 주변해수와 비슷한 양상을 나타내 계절적으로 차이를 보였다. 한편 그람 음성균은 3월에 82.7%의 범주에서, 11월에는 52.1%의 범주에서 변화하였으며 평균적으로 3월이 11월보다 높은 비율로 나타났다. 운동성은 3월에 분리된 세균이 44.0%를 나타내었으나, 11월에는 27.1%를 나타내 3월에 분리된 세균이 더 높은 운동성을 보였다. 이러한 결과들은 그람 양성 구형세균으로 김 갯병증의 하나인 녹반병에 관여하는 것으로 알려진(寺本, 1969) *Mi-*

Table 2. Representative genera isolated from the blades of *Porphyra* sp. on March and November, 1990

Genera	Mar.	Nov.
Gram-negative aerobic rods and cocci		
Family <i>Pseudomonadaceae</i>		
Genus <i>Pseudomonas</i>	-	1
Family <i>Neisseriaceae</i>		
Genus <i>Moraxella</i>	17	12
Genus <i>Acinetobacter</i>	1	-
Other Genera		
Genus <i>Alcaligenes</i>	7	-
Facultatively anaerobic Gram-negative rods		
Family <i>Enterobacteriaceae</i>		
Genus <i>Vibrio</i>	1	-
Genus <i>Aeromonas</i>	1	-
Other Genera		
Genus <i>Chromobacterium</i>	3	2
The Mycoplasmas		
Family <i>Mycoplasmataceae</i>	6	1
Spiral and curved bacteria		
Family <i>Spirillaceae</i>	8	2
Gram-positive cocci		
Family <i>Micrococcaceae</i>		
Genus <i>Micrococcus</i>	3	16
Genus <i>Staphylococcus</i>	6	-
Endospore-forming Gram-positive rods and cocci		
Genus <i>Bacillus</i>	6	1
Irregular, nonsporing, Gram-positive rods		
Genus <i>Corynebacterium</i>	1	4
Genus <i>Eubacterium</i>	-	1
Unidentified group	8	8
Total	75	48

*croccoccus*가 11월에 많이 출현했기 때문인 것으로 생각된다.

생리학적 특성을 살펴보면 조사기간 중에 분리한 세균중 김 엽체에서 분리된 모든 세균이 25℃에서 가장 잘 성장하여 중온성(mesophile)의 특성을 보였다. 한편 37℃에서는 김 엽체에서 분리한 세균의 8.3~36.0%가 성장할 수 있었고, 42℃에서는 김 엽체에서 분리한 세균의 2.1~22.7%가 성장할 수 있어 인근에서 분변성 오염의 유입이 있음을 간접적으로 시사하고 있고, 이러한 사실은 분리 동정된 균들중 일부가 MacConkey 배지와 SS 배지에서 자랄 수 있는 것으로도 알 수 있다(Table 1).

생화학적 특성을 살펴보면 김 엽체에서 분리된 세균의 77.3~81.3%가 catalase 활성을 보여 분리

동정된 세균의 대부분이 해수에서와 마찬가지로 호기성이거나 통성혐기성임을 시사하고 있다. 김 엽체에서 분리된 세균의 일부가 Methyl-Red(MR)와 Voges-Proskauer(VP) test에 반응을 나타내 앞에서 언급한 분변성 오염의 유입이 있음을 뒷받침해 주고 있다는 것을 알 수 있다. 분리동정된 균주들 중 일부는 glucose, maltose, lactose, sucrose, arabinose 등의 다양한 탄소원을 이용하였으며 이용비율은 계절적으로 변화를 보여 김 엽체에서는 11월보다 3월에 이용도가 더 높았다(Table 1).

3. 종속영양 세균간의 유사도 분석

3월의 경우에는 분리동정된 균주들은 Bergey's Manual(Krieg *et al.*, 1984)의 기준에 의해서 분류

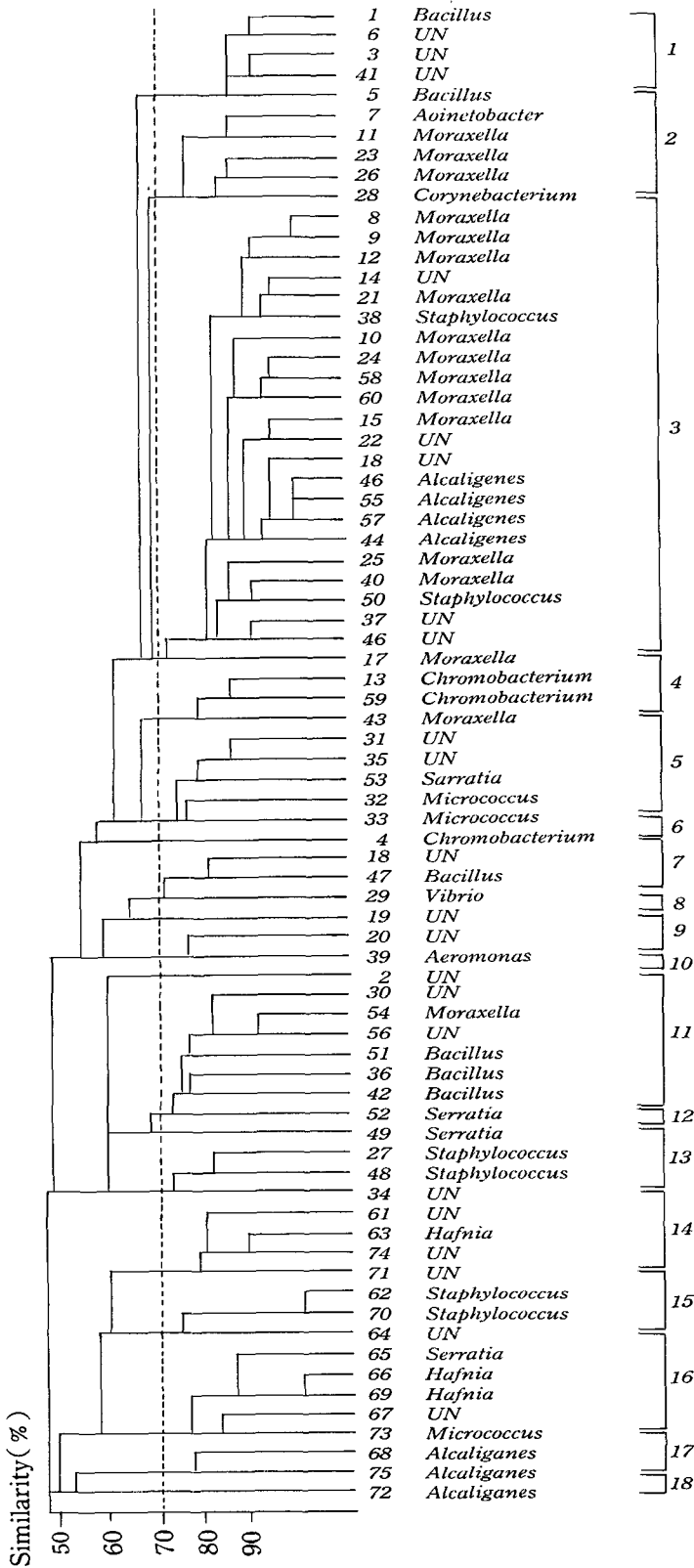


Fig. 2. Dendrograms of heterotrophic bacteria characters isolated from *Porphyra* sp. collected from coastal area near Mokpo during March, 1990.

하면 총 6과 12속 67균주와 8미동정 균주로 구성되어 있으며(Table 2) 총 18 group 중 group 1, 2, 3은 그람 음성 세균으로 구성되는데 group 1, 2에 한종의 *Bacillus* spp., group 3에 두종의 *Staphylococcus* spp.가 포함되어 있지만(Fig. 2) 이러한 결과는 그람 염색에 큰 차이를 두는 고전적 분류 체계와는 달리 수리적 분류 방법이 각 실험결과에 동등한 의미를 부여하기 때문에 비롯된 결과로 볼 수 있다. group 13과 15는 그람 양성 세균인 *Staphylococcus* spp.로 구성되어 있었다. Group 17과 18은 *Alcaligenes* spp.로 구성되었으며 두 group간에는 50% 정도의 낮은 유사성을 보였는데 실험결과로 볼 때 서로 상이한 생리적 특성을 지니는 균주들로 생각된다.

11월의 경우는 총 5과 8속 41균주와 7미동정 균주로 구성되어 있으며(Table 2) 총 4 group 중 가장 큰 비율을 차지하는 group 1은 그람 양성 세균인 *Micrococcus* spp., *Corynebacterium* spp. 등과 그람 음성 세균인 *Moraxella* spp.로 구성되어 있어 다른 group에 비해 비교적 단순한 양상을 보였다(Fig. 3). Group 2와 4는 그람 양성 세균인 *Corynebacterium* spp.과 그람 음성 세균인 *Pseudomonas* spp.로 구성되었다. *Micrococcus* spp.는 그람 양성 구형 세균으로 자연계에 널리 존재하며 형태적인 특성에 의해 일차적으로 분류되는 절대호기성 세균(obligate aerobes)이다.

4. 분리된 세균 속조성의 계절적 변화

김 엽체에서 분리 동정된 종속영양 세균의 출현 속은(Table 2) *Micrococcus* spp., *Bacillus* spp., *Aeromonas* spp., *Pseudomonas* spp., *Vibrio* spp., *Chromobacterium* spp., *Corynebacterium* spp., *Enterobacteria* spp. 등이었다. 이들 중 3월과 11월에 김 엽체에서 분리된 세균 중 우점속을 살펴보면 3월의 경우 *Alcaligenes* spp., *Moraxella* spp.가 우점속으로 나타났으며, 11월의 경우 *Micrococcus* spp., *Moraxella* spp., *Corynebacterium* spp.이 우점속으로 나타났다(Fig. 4). 이와 같이 김 엽체에서 나타난 우점속의 구성은 清水(1974)가 駿河灣, 相模灣에 서식하는 식물을 대상으로 부착세균을 조사한 결과와 Shiba와 Taga (1980, 1981a), 上村 등(1984, 1985)이 일본 인근해역에서 조사한 결과인 *Pseudomonas* spp., *Vibrio* spp., *Acinetobacter* spp., *Flavobacterium* spp.과는 다소 차이를 보였지만 이러한 결과는 지역에 따른 우점속의 차이로 생각되고, *Flavobacterium* spp.의 경우 우점속으로 해조류에 많이 분포하고 있지만 분리 동정시 잘 나타나지 않는 것은 Shiba & Taga (1981b)가 본 바와 같이 김 엽체와 부착이 단단히 이루어져 있어 잘 떨어지지 않기 때문인 것으로 생각된다.

한편 寺本(1969)에 의하면 녹반병에 걸린 엽체에서 *Micrococcus* sp.와 *Pseudomonas* sp.와 같은 세균이 주로 관여한다고 보고하였는데, 본 연구에서

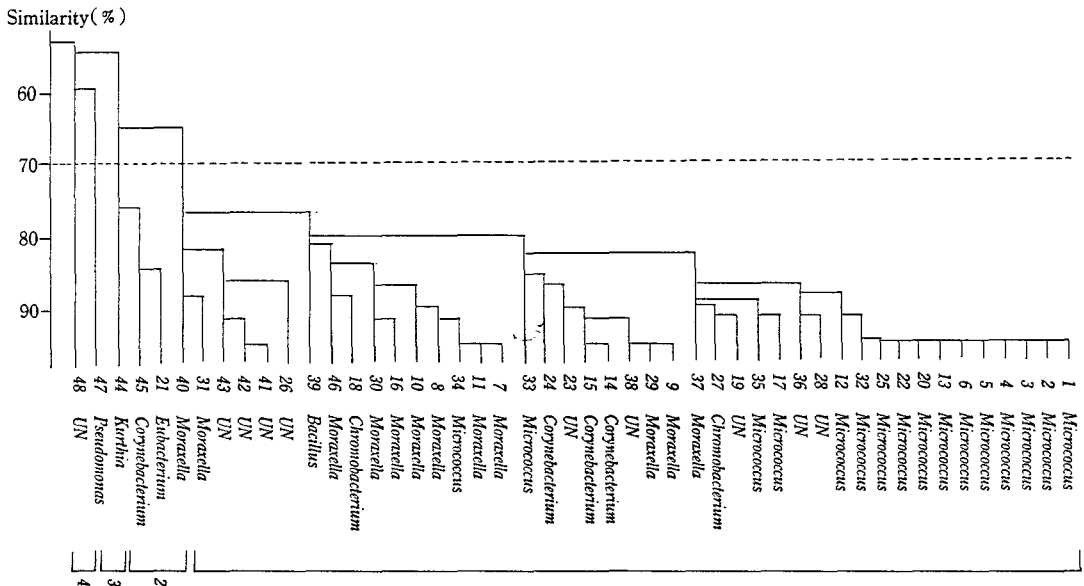
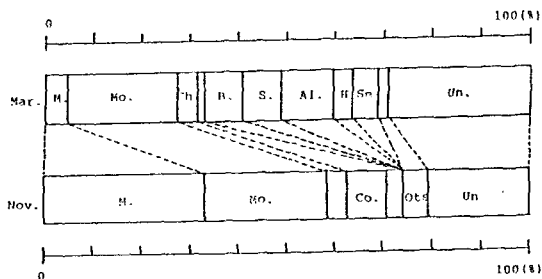


Fig. 3. Dendrograms of heterotrophic bacteria characters isolated from *Porphyra* sp. collected from coastal area near Mokpo during November, 1990.

도 김 엽체에 대한 조사기간 중 11월의 경우 김의 성장상태가 좋지 않았는데 이때에 분리된 세균 중 가장 많이 차지한 *Micrococcus* sp.의 영향에 기인하는 것으로 생각된다.



M: *Micrococcus* Mo: *Moraxella* Ch: *Chromobacterium*
 B: *Bacillus* H: *Hafnia* Co: *Corynebacterium*
 Al: *Alcaligenes* Se: *Serratia* S: *Staphylococcus*
 Ots: Others Un: Unidentified

Fig. 4. Percent distribution of heterotrophic bacteria from the blade of *Porphyra* sp. collected from coastal area near Mokpo during surveying periods.

요 약

1990년 2월부터 12월에 걸쳐 목포 인근수역에서 김 엽체를 채취하여 김 엽체에 부착된 종속영양 세균의 분포와 계절적 속조성의 변화를 미생물 생태학적 측면에서 조사 비교하였다. 김 엽체에 부착한 종속영양 세균의 년중 분포는 정점 1에서 $6.9 \times 10^2 - 1.04 \times 10^5$ cfu/cm², 정점 2에서 $9.4 \times 10^3 - 2.93 \times 10^5$ cfu/cm²의 범주에서 변화하였으며, 조사기간 중 김 엽체에서 분리된 세균의 특성을 살펴보면 간균이 평균 65%를, 그람음성이 52.1~82.7%를 차지하였다. 분리된 균중 68%는 3월에 전분분해능을 나타냈으나 전반적으로 탄소원의 이용은 빈약했으며 H₂S 생성을 하지 않았다. 김 엽체에서 분리된 세균중 우점속은 3월의 경우 *Alcaligenes* spp., *Moraxella* spp.가 우점속으로 나타났으며, 11월의 경우 *Micrococcus* spp., *Moraxella* spp., *Corynebacterium* spp.가 우점속으로 나타났다.

참 고 문 헌

강재원. 1972. 낙동강하구 부근(용원리) 김 어장의

갯병 특히, 공장 폐수의 영향에 관하여. 韓水誌, 5(2), 39~44.

권오섭 · 하영철 · 홍순우. 1987. 낙동강하구에서의 미생물 다양성과 환경변화에 따른 내성관계. 한국미생물학회지, 25(3), 229~237.

김남길. 1986. 천수만의 김 양식 생산에 미치는 유입 하천수의 영향에 관하여. 부산수산대학 석사학위논문. 53pp.

김남길. 1987. 김 양식장 환경요인과 김 품질간의 관계에 대하여. 통영수대 논문집, 22, 23~29.

김중래 · 신윤근 · 이건형 · 이원호. 1991. 서해산 김 엽체상의 미소생물과 김의 병해와의 관계에 대한 연구. 韓水誌, 24(1), 79~88.

농수산부. 1980~1984. 수산통계연보.

大貝政治. 1987. 附着海藻. 海産附着生物と水産増養殖(梶原 武 編). 恒星社厚生閣, pp. 50~61.

富士川蓼. 1934. 洛東江に於ける海苔凶作原因に就いて. 朝鮮水試特輯, 7, 1~29.

寺本賢一郎 · 木下税郎. 1969. ノリの人工培養における數種の病害について藻類. 17, 16~19.

上村一雄 · 荒木道郎. 1984. チタンおよびアルミニウム合金板に附着した海洋性微生物の走査電子顯微鏡觀察. 附着生物研究, 5(1), 19~28.

上村一雄 · 荒木道郎. 1985. 海洋性附着細菌に作用するハクテリオファージ. 同誌, 5(2), 17~25.

이건형. 1987. 금강하구 퇴적도에서의 종속영양 세균의 분포에 미치는 환경요인과 계절적 우점속에 관하여. 한국미생물학회지, 25(2), 137~143.

정상화. 1986. 한·일의 김 양식장의 환경특성과 생산에 관한 비교 연구. 한국수산학회지, 37, 157~178.

清水 潮. 1974. 海洋細菌の分類. 海洋微生物(多賀信夫編). 東大出版會. 東京, pp. 45~65.

홍재상 · 송춘복 · 김남길 · 김종만 · 허형택. 1987. 광양만의 김 생산과 양식장 환경과의 관계에 대하여. 한국수산학회지, 20, 237~247.

Cho, K. S., J. H. Shim and W. H. Lee. 1987. A taxonomic study on the epiphytic diatoms of *Porphyra tenera* Kjellman from the coastal waters of Korea. *Korean J. Phycol.* 2, 129~138.

Cho, Y. C. and J. W. Chang. 1986. On the Disease Occurrence Laver(*Porphyra tenera* Kjellman form. *tamatsuensis* Miura), and production at the Nokdong Laver Farming Area. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency.* 39, 111~121.

- Cowan, S. T. 1974. Manual for the identification of medical bacteria. Cambridge University Press. pp. 103~117.
- Craigie, J. S. and J. McLachlan. 1964. Excretion of colored ultraviolet absorbing substances by marine algae. *Can. J. Bot.* 42, 23~33.
- Fogg, G. E. 1966. The extracellular products of algae. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 4, 195~212.
- Krieg *et al.* 1984. Bergey's manual systematic bacteriology. Vol. 1. Williams and Wilkins. Baltimore/London.
- Lee, Y. H. and J. R. Kim. 1989. A quantitative study on the epiphytic diatoms of *Porphyra* species from the coastal waters of the Yellow Sea, Korea. *Mar. Develop. Res. KNU.* 1, 51~66.
- MacFaddin, J. F. 1980. Biochemical tests for identification of medical bacteria. Williams and Wilkins. Baltimore/London.
- Pielou, E. C. 1984. The interpretation of ecological data. Wiley & Sons. N. Y.
- Pomeroy, L. R. 1959. Algal productivity in salt marshes of Georgia. *Limnol. Oceanogr.* 4, 386~397.
- Sharp, J. H. 1977. Excretion of organic matter by marine phytoplankton: Do healthy cells do it? *Limnol. Oceanogr.* 22, 381~399.
- Shiba, T. and N. Taga. 1980. Heterotrophic bacteria attached to seaweeds. *J. Exp. Mar. Biol.* 47, 251~258.
- Shiba, T. and N. Taga. 1981a. Effects of the extracellular products of *Enteromorpha linza* on its epiphytic bacterial flora. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 47, 1193~1197.
- Shiba, T. and N. Taga. 1981b. Attachment properties of *Flavobacterium-Cytophaga*. *ibid.* 47, 1199~1203.
- Sieburth, J. McN. 1968. The influence algae antibiosis on the ecology of marine microorganisms. In: Droop, M. R. and Ferguson Word, E. J., *Advanced in Microbiology of the sea* 1, pp. 63~94. London and N. Y. Academic Press.
- Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman Co. San Francisco.

1992년 5월 8일 접수

1992년 7월 4일 수리