

서천 해역 김 양식장의 갯병에 관한 연구

이순정 · 박성우* · 이종화** · 김영식***†

국립수산과학원 수산생물방역과, *군산대학교 수산생명의학과,
군산대학교 해양생명과학과, *군산대학교 해양생물공학과

Diseases of the cultivated *Porphyra* at seocheon area

Soon Jeong Lee, Sung Woo Park*, Jong Hwa Lee** and Young Sik Kim***†

Aquatic Life Disease Control Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea,

**Department of Aquatic Life Medicine, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea,*

***Department of Aquaculture and Aquatic Science, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea,*

****Department of Marine Biotechnology, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea*

Disease occurrence and dead cell ratio of *Porphyra* cultivated at Seocheon area were studied. Seaweed samples were collected monthly at 12 cultivating sites of *Porphyra* from Nov. 2008 to Mar. 2009. Although disease occurrence was low at the beginning of cultivation at the most of collecting sites, the occurrence increased with time. The most common symptom of *Porphyra* disease in this area was diatom attachment, followed by white rot disease. *Licmophora* sp. was the most common species of diatom and its attachment was the highest on November, the beginning of cultivation. Although the occurrence ratios of green spot disease and white rot disease were high on November, chytrid disease was increased at the end of cultivation period. Dead cell ratio of *Porphyra* thalli was different at each study site and cultivating time, but normally the ratio was high at the end of cultivating season. The changes of dead cell ratio could be related to the nutrition supplement and currents, and the more precise reason of dead cell ratio would be revealed by further research related to cultivating environment conditions.

Key words : Cultivated *Porphyra*, Disease, Seocheon, Dead cells

우리나라 김 양식의 역사는 300 여년의 오랜 전통을 가지고 있으며 (Kang and Koh, 1977), 1980년대 이후 새로운 양식 방법과 시설의 개발로 해마다 김 생산량이 증가하여 2006년 이후에는 연간 20만 톤이 넘는 생산량을 보이고 있다 (MIFAFF, 2011). 그러나 이러한 김 생산은 양식현장에서 발생하는 김의 질병인 각종 갯병으로 인하여 품질이 저하되거나 수확량

이 감소되어 어민들에게 피해를 입히기도 한다. 김 갯병은 김 엽체가 퇴색되거나 김발에서 유실되는 것을 말하는 것으로 생리적 장애 또는 병원균의 감염으로 발생하며, 그 원인이나 발병기작은 매우 다양하다 (Kang, 1972).

일반적으로 김의 생리적 장애는 기상 및 해황의 이변 등 환경 이상 현상이나 김발 관리 소홀, 공장 폐수의 유입 등 다양한 요인에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다 (Kang, 1972). 병원균의 침입으로 인한

†Corresponding author : Young Sik Kim

Tel : +82-63-469-4597, Fax : +82-63-465-3917

E-mail : kimys@kunsan.ac.kr

대표적인 예인 붉은갯병은 부패세균과 가까운 종이 동경만과 이세만 등의 양식 김에서 질병을 유발시킨 것으로 최초 보고되었다 (Arasaki, 1947). 그 후 Arasaki *et al.* (1968) 이 원인균을 분리 배양하여 *Pythium*속의 세균으로 동정하였으며, 다시 Takahashi (1970) 가 *Pythium porphyrae*로 명명하였다. 또 다른 갯병인 호상균병은 *Olpidiopsis* sp. (Smith, 1955) 의 감염에 의한 질병으로 Arasaki (1960) 와 Arasaki *et al.* (1960) 에 의해 처음으로 보고되었으며, 균의 형태 및 생리 등에 관해서는 Migita (1969) 에 의하여 구체적으로 밝혀졌다.

우리나라 김 질병에 관해서는 富士 (1934) 의 낙동강 하구에서 양식 김 흉작에 관한 보고가 최초이며, Kang (1972) 은 김 엽체의 생장부진과 갯병에 의한 피해가 진해 비료공장의 폐수에 의한 수질오염이 원인이라고 보고한 바 있다. 그 후 Cho and Chang (1986) 이 전남 고흥 연안의 김 양식장에서 김 질병과 생산의 관계를 논하였으며, Song *et al.* (1987) 은 경남 하동 김 양식장의 작황감소 원인을 구명하면서 일부 병해 조사를 수행한 바 있다. Lee and Kim (1989) 은 서해 연안의 김에 착생하는 규조류에 관하여 보고하였으며, Song *et al.* (1993) 은 전북 옥구 (현재 군산) 와 부안 연안의 갯병 발병 현황과 환경요인과의 상관관계를, Park *et al.* (2000) 은 우리나라 완도와 일본 후쿠오카 붉은갯병 원인균에 관하여 비교 분석하였다. 그러나, 우리나라 김 갯병에 관한 자료는 전반적으로 매우 빈약한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 그리 많지 않은 우리나라 김 양식장의 갯병에 관한 자료를 축적하고자 서천해역 김 양식장의 월별, 어장별 김 갯병의 발생 현황, 김 엽체의 사세포 비율과 이 결과에 대한 분석을 수행하였다.

재료 및 방법

서천해역의 12개 김 양식장에서 2008년 11월부터 2009년 3월까지 5개월 동안 매일 1회씩 김발을 채취하였다 (Fig. 1). 채취한 김발은 비닐봉지에 넣어 실험실로 운반한 후 김발 10 cm에 부착한 김 엽체 50개를 임의로 선택하여, 엽체 표면에 하얗게 소금기가 남아 있고, 잡아당기면 고무처럼 탄력 있는 상태인 수분 30~40%의 상태로 반건조시켜 -20°C 냉동고에 보관한 다음 해수에 해동하여 실험에 사용하였다. 수온은 김 엽체를 채취할 때 봉상 온도계로 측정하였다.

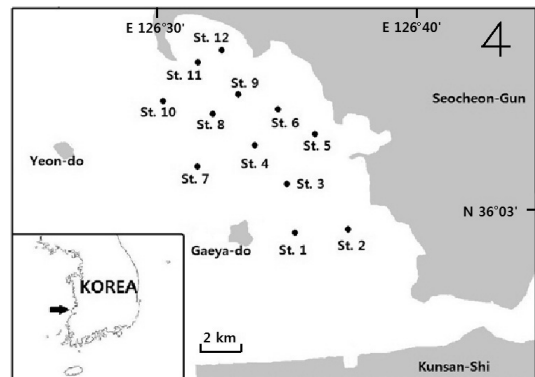


Fig. 1. A map showing the study area including sampling stations at the *Porphyra*-cultivation ground Seocheon area, west coast of Korea.

갯병의 유무는 건조 엽체를 현미경 표본으로 만들어 무염색으로 현미경 하에서 검경하여 병원균의 유무를 확인하였다. 엽체 중의 사세포율은 건조시키지 않은 엽체를 0.1% erythrosin B 용액에 5분간 담귀 염색한 다음 세척하여 슬라이드 도말표본을 만든 후 현미경으로 10 시야를 관찰해서 전체 면적에 대한 염색된 부분의 면적비율을 %로 산정하였다.

결과 및 고찰

조사기간 동안의 수온은 3~10°C의 범위로서, 최저수온인 3°C인 2월을 제외하고는 김의 생육에 적합한 4~10°C의 범위였다 (Fig. 2).

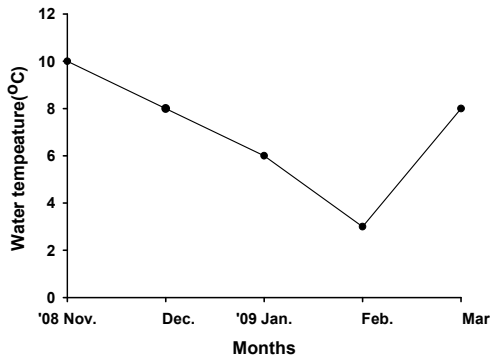


Fig. 2. Monthly variation of sea water temperature during the experimental period.

각 조사지점의 월별 갯병 발생 상황은 Table 1에 표시하였다. St. 1~St. 7에서 양식 초기에는 갯병 발병율이 낮았지만 양식 후반기로 갈수록 높아져 90% 이상의 업체에서 갯병 발생이 확인되었다. 또한 St. 8~St. 9는 양식 초기와 후기에는 발병율이 낮은 반면 양식 중반기인 12~2월 사이에 갯병 발생율이 높았다. St.12는 양식 초기에 73.4%의 높은 발병율을 보였지만 그 후 감소하기 시작하였다가 2월에는 거의 모든 업체에서 갯병이 발병하였으며, 양식 말기인 3월에는 다시 36.6%로 감소하였다.

각 조사지점의 월별 업체당 관찰된 질병의 수는 Fig. 3에 표시하였다. St. 1~St. 7은 양식 초기에 월별 3~6개의 질병에 혼합 감염되어 있었으며, 양식 후반기인 2~3월에는 2~3개의 질병에 감염되어 있었다. St. 8~St. 12에서 채집된 샘플은 감염 초기와 후기에 감염 질병 수가 적은 반면 양식 중기인 12~1월에

Table 1. Regional variation of incidence (%) of disease of *Porphyra* during experimental period

| Month Station | '08 Nov. | '08 Dec. | '09 Jan. | '09 Feb. | '09 Mar. |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0 | 43.4 | 96.7 | 90.0 | 100 |
| 2 | 0 | 50.0 | 80.0 | 100 | 100 |
| 3 | 33.4 | 70.0 | 93.4 | 99.7 | 100 |
| 4 | 46.7 | 93.4 | 100.0 | 96.7 | 96.7 |
| 5 | 50.0 | 100 | 63.4 | 100 | 100 |
| 6 | 46.7 | 96.7 | 30.0 | 100 | 100 |
| 7 | 46.7 | 56.7 | 86.7 | 100 | 96.7 |
| 8 | 43.4 | 66.7 | 100 | 100 | 80.0 |
| 9 | 50.0 | 73.4 | 100 | 96.7 | 82.0 |
| 10 | 26.7 | 76.7 | 100 | 51.4 | 60.0 |
| 11 | 36.7 | 70.0 | 96.7 | 96.7 | 15.5 |
| 12 | 73.4 | 53.4 | 60.0 | 100 | 36.6 |

감염된 갯병 종류가 많았다. 이러한 질병의 발생상황을 각 조사지점별로 전 양식기간에 발생한 누적 질병 수로 나타내면 St. 3~St. 10은 약 14 종류의 질병이 감염되어 높은 감염율을 보인 반면, St. 1~St. 2와 St. 11~St. 12는 14 종류 이하로 상대적으로 낮은 경향을 보였다.

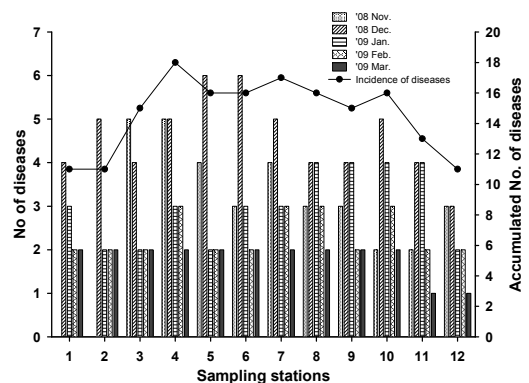


Fig. 3 Regional variation of number of diseases during experimental period.

본 연구에서 확인된 질병의 현미경 사진은 Fig. 4에 나타내었으며, 각 조사지점별 월별 발생 질병의 종류와 김에 발생하는 갯병 빈도는 각각 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. 가장 빈발한 질병은 규조류 부착증이었고, 이어서 의사흰갯병 (white rot disease) 의 순서로 높은 감염율을 나타내었다. 규조류 부착증이 가장 높게 발병한 시기는 양식 초기인 11월이었으며, 12월에 가장 낮았고 이어 점차 증가하는 양상을 보였다. 김 엽체에 부착된 규조류는 대부분 *Licmophora* sp.로서 앞서 연구한 Lee and Kim (1989) 의 연구와 일치하였다. Imai *et al.* (2006) 은 김 양식장 규조류 대발생에 의한 김 엽체의 퇴색을 보고하였으며, 그 외 집단적으로 김을 양식하는 일본의 아리아케해 (Sasaki and Kito, 2003) 와 세토내해 (Miyahara *et al.*, 1996)

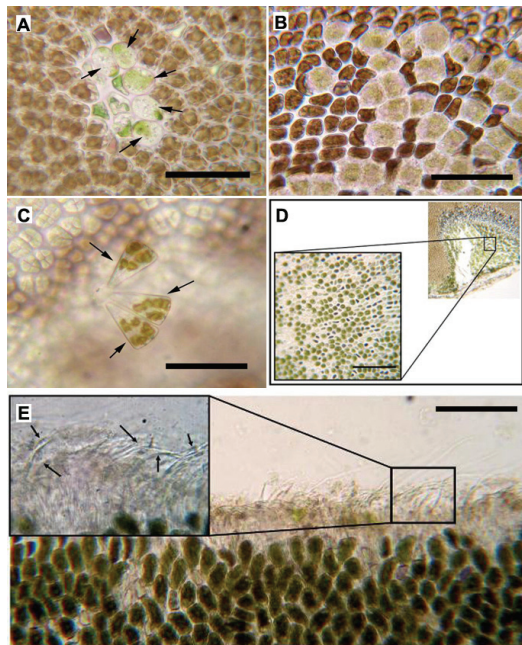


Fig. 4. Photomicrograph of thalli of *Porphyra* species infected with disease. A, chytrid disease; B, white blight disease; C, diatom (*Licmophora* sp.); D, green spot disease; E, filamentous bacterial felt disease. Bars A-C, E 50 μ m, D 100 μ m.

등에서도 규조류에 의한 피해가 보고된 바 있다. 규조류 번식은 수온 및 조도와 밀접한 관계가 있는데 (Yoder, 1979), 그 중 특히 수온의 증가와 더불어 번식이 왕성해지게 된다. 서천 해역은 양식 후반기에 규조류 번식이 40%를 상회하였으나, 지속적으로 낮은 수온을 유지하고 있어 규조류의 폭발적인 번식은 없었던 것으로 판단된다. 비록 조사 해역은 다르지만 Cho and Chang (1986) 과 Song *et al.* (1993) 역시 *Licmophora* 종에 의한 사세포 비율의 증가와 김 품질의 감소를 지적한 바 있다. 서천 해역 양식 김의 높은 규조류 부착증 발생 빈도는 많은 김 양식시설로 채취 시기가 늦어지고 양식장 내 유속이 저하됨에 따라 영양염의 공급, 가스 교환 및 노폐물 제거 등이 효과적으로 이루어지지 않아 발생한 것으로 판단되며, 이러한 조건이 지속되면 결국에는 김의 성장이 불량해지게 되며 김 엽체가 탈색되어 상품의 품질을 저하시키는 원인으로 작용할 것으로 판단된다.

규조류 부착증 이외의 질병으로 양식 초기인 11월에 의사흰갯병과 녹반병 (green spot disease) 의 빈도가 높았으나, 양식 후반기로 갈수록 호상균병 (chytrid disease) 의 발생빈도가 높아졌다. 의사흰갯병은 김발의 과도한 설치와 관계가 있을 것으로 판단되며, 엽체 성장에 따라 채취 작업을 수행함으로써 질병의 발생 빈도가 점차 감소한 것으로 추정된다.

녹반병은 녹색의 병변부가 발생하였다가 유실되는 질병으로 수확량 및 상품 품질 외에는 산업적 피해가 거의 없는 것으로 알려져 있으나, 최근 들어 연안의 어장에서 많이 발생하는 경향을 보였다. 이것은 양식기술의 발달 및 연안 수질 오염 등에 의하여 김이 영향을 받을 수 있으며, 해역의 부영양화로 세균 번식이 촉진되어 녹반병이 발생된다고 판단된다.

또한 호상균병은 11월에는 발병하지 않다가 12월부터 점차 증가하는 양상을 보였다. Migita (1969)

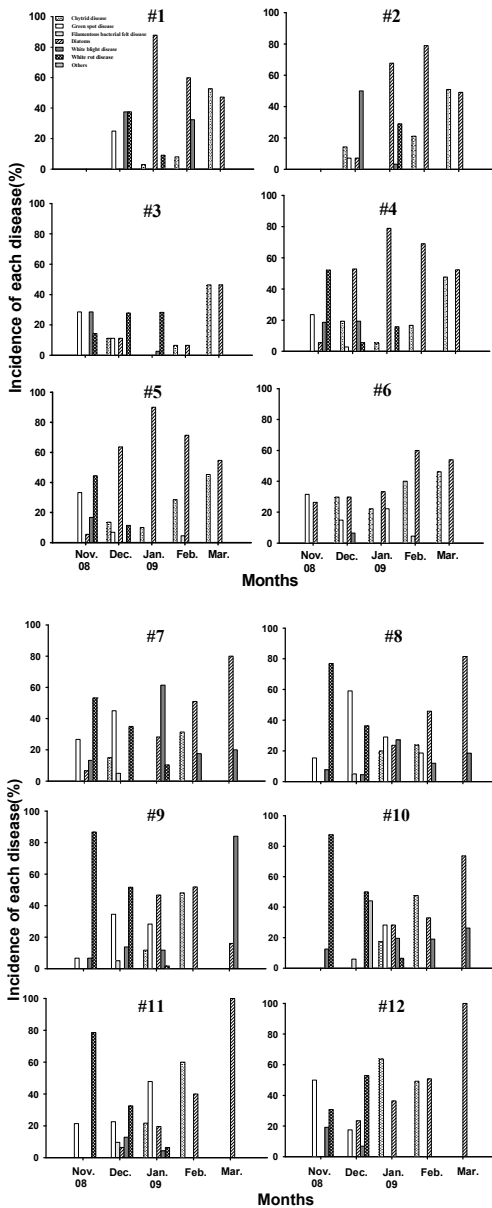


Fig. 5. Incidence of diseases at each station (# number) during experimental period.

는 호상균병이 수온 12~14℃, 비중 1.015~1.030에서 광범위하게 발병한다고 하였는데, 비교적 낮은 수온인 이 해역에서도 양식 후반기에 접어들수록 발병율이 증가하였다. Song *et al.* (1993) 의 결과와 같이

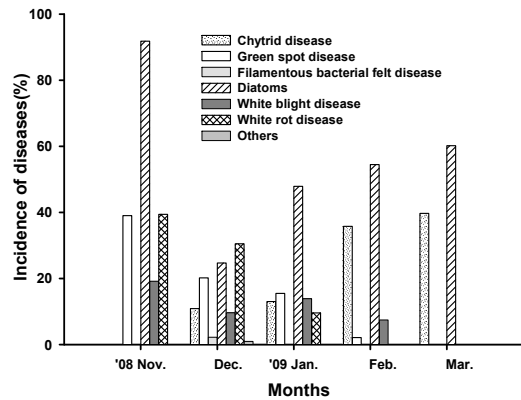


Fig. 6. Monthly variation incidence of disease

호상균 (*Olpidiopsis* sp.) 이 양식 초기에 감염된 후 기상, 해황과 더불어 인근에서 하천수가 유입될 때 증가한 것으로 추정된다.

서천 해역에서 *Pythium*속의 감염으로 인한 붉은갯병 (red rot disease) 발생은 확인되지 않았다. 앞서의 서해안 부안 및 옥구 (Song *et al.*, 1993) 지역이나 남해안 고흥 (Cho and Chang, 1986) 에서도 붉은갯병의 발생이 보고된 바 있으나, 본 연구 기간 동안 서천 해역에서는 관찰되지 않았다. Arasaki (1947, 1960) 에 의하면 *Pythium* 종의 번무는 12~15℃ 또는 그 이상으로 수온이 상승하는 시기에 주로 발생한다. 따라서 이 지역에서의 붉은갯병의 미출현은 김 생육 기간인 양식기간 동안의 낮은 수온과 상관 관계가 있을 것으로 추측된다.

Cho and Chang (1986) 는 고흥 녹동의 갯병 발생율이 연도별로 차이는 있으나 대체적으로 후반기로 갈수록 높은 경향을 보인다고 보고하였다. 그러나 고흥 지역의 양식 후반기인 2~3월의 수온은 12~15℃로서 서천의 3~8℃보다 높은 수온이기 때문에 이러한 고수온의 지속기간이 길어져서 갯병 발생율이 높아진 것으로 생각된다. 서천의 경우 수온이 10℃인 양식 초기 11월에 높은 발생율을 보였으며, 수온이 낮아지

면서 규조류 부착증 및 호상균병을 제외한 다른 갯병의 발생율은 낮아지는 경향이므로 이 시기 수온과 질병 발생이 밀접한 관계가 있을 것으로 추정된다.

각 어장별 업체 사세포율은 Fig. 7에 표시하였다. 모든 조사 지역이 양식 후반기인 1~3월에 높은 사세포율을 나타냈다. 그러나 St. 9와 St. 12는 양식 초기인 11월에 사세포율이 가장 높았으며, St. 11은 12월에 가장 높았다. 이러한 각 어장의 월별 사세포율을 종합하여 양식기간의 평균 사세포율을 보면 St. 1~St. 4와 St. 9~St. 12가 10% 이상의 사세포율을 나타낸 반면, St. 5~St. 8은 사세포율이 각각 10% 미만이었다. 각 조사지점별로는 St. 9와 St. 12가 각각 16.5%와 16.1%로 다른 지역에 비해 비교적 높은 비율을 나타냈다. Cho and Chang (1986) 은 고흥 녹동 연안 양식 김의 사세포율이 11월과 12월에는 8.5%와 15.9%로 낮고, 말기인 2월과 3월에 22.9%와 27.5%로 3월에 가장 사세포율이 높다고 보고하였다. 서천 해역도 양식 지점에 따라 다소 차이가 있었지만 전체적으로는 양식 후기의 사세포율이 양식 초기보다 높았으며, 예외적으로 양식장의 거의 정중앙에 위치한 St. 9와 내만에 위치한 St. 11 및 St. 12는 초기에 사세포의 비율이 높았다. 다만 양식 후반기인 3월의 사세포율은 김 업체의 노화나 포자방출에 의한 부분이 사세포율에 포함되어 다소 과대 평가되었을 가능성은 배제할 수 없을 것으로 생각된다. 이러한 김 업체의 사세포율 변화는 영양분 공급과 조류 소통 등 여러 가지 요인이 관계하고 있겠으나, 보다 정확한 원인은 환경 요인 조사를 통하여 밝혀질 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 서천해역 김 양식장의 월별, 어장별 김 갯병 발생 현황 및 김 업체 사세포 비율을 관찰하고

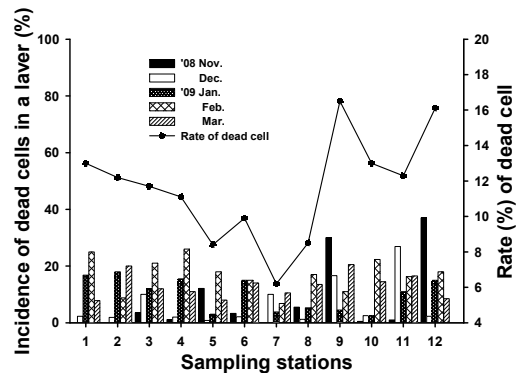


Fig. 7. Regional variation of incidence of dead cells during experimental period.

결과를 분석하여 우리나라 양식 김 갯병에 관한 자료를 축적하고자 시도되었다. 서천해역의 12개 김 양식장에서 2008년 11월부터 2009년 3월까지 5개월 동안 매월 1회씩 김밭을 채취하였다. 연구 결과 갯병 발병율은 거의 대부분의 정점에서 양식 초기에는 낮았지만 후반기로 갈수록 높아졌다. 이 해역에서 가장 빈발하는 질병은 규조류 부착증이었으며, 그 다음으로는 의사흰갯병이었다. 규조류 부착증이 가장 높게 발병한 시기는 양식 초기인 11월이었으며, 12월에는 발병율이 가장 낮았고 이어 점차 증가하는 양상을 보였다. 김 업체에 부착된 규조류는 대부분이 *Licmophora* sp. 이었다. 양식 초기인 11월에는 녹반병과 의사흰갯병의 빈도가 높았지만, 양식 후반기로 갈수록 두 질병의 발생율이 점차 감소하는 대신에 호상균병 발생 빈도가 높아졌다. 연구 해역 사세포율은 지점에 따라 다소 차이가 있었지만 전체적으로는 양식 후기에 높았고, 예외적으로 양식장 거의 정중앙에 위치한 St. 9와 내만에 위치한 St. 11, St. 12는 양식 초기에 사세포 비율이 높았다. 이러한 김 업체의 사세포율 변화는 영양분 공급과 조류소통 등 여러 가지 요인이 관계하고 있지만 보다 더 정확한 요인은 환경 요인 조사를 통하여 밝혀질 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원의 지원 (수산동물 전염병 방역 및 검역체계 구축, RP-2012-AQ-105) 으로 수행되었습니다.

참고문헌

- Arasaki, S.: Studies on the rot of *Porphyra tenera* by a *Pythium*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 13: 74-90, 1947.
- Arasaki, S.: A chytridean parasite on the *Porphyra*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 26: 543-548, 1960.
- Arasaki, S., Akino, K. and Tomiyama, T.: A comparison of some physiological aspects in marine *Pythium* on the host and on the artificial medium. Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ., 12: 203-206, 1968.
- Arasaki, S., Inouye, A. and Kochi, Y.: The disease of the cultured *Porphyra*, with special reference to the cancer-disease and the chytrid-disease which occurred at the culture field in Tokyo Bay during 1959-1960. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 26: 1074-1079, 1960.
- Cho, Y.C. and Chang, J.W.: On the disease occurrence of cultured laver (*Porphyra tenera* Kjellman form. *tamatsuensis* Miura), and production at the Nokdong laver farming area. Bull. Fish. Res. Dev. Agency. 39: 111-125, 1986.
- Imai, I., Yamaguchi, M. and Hori, Y.: Eutrophication and occurrence of harmful algal blooms in the Seto Inland Sea, Japan. Plankton Benthos Res., 1: 71-84, 2006.
- Kang, J.W.: Disease of the cultivated *Porphyra* at culture beds with special reference to the effects of fertilizer plant effluents. Bull. Korean Fish. Soc., 5: 39-44, 1972.
- Kang, J.W. and Koh, N.P.: Seaweed Cultivation. Taewha Press., Seoul, 294p., 1977.
- Lee, W.H. and Kim, J.R.: A quantitative study on the epiphytic diatoms of *Porphyra* species from the coastal waters of the Yellow Sea, Korea. Mar. Dev. Res. Kunsan Nat'l Univ., 1: 51-66, 1989.
- Migita, S.: *Olpidiopsis* disease of culture *Porphyra*. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 28: 131-145, 1969.
- Miyahara, K., Nagai, S., Itakura, S., Yamamoto, K., Fujisawa, K., Iwamoto, T., Yoshimatsu, S., Matusoka, S., Yusa, A., Makino, H., Hori, Y., Nagata, S., Nagasaki, K., Yamaguchi, M., and Honjo, T.: First record of a bloom of *Thalassiosira diporocyclus* in the Eastern Seto Inland Sea. Fish. Sci., 62: 878-882, 1996.
- MFAFF: Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Year Book. 2011.
- Park, C.S., Sakaguchi, K., Kakinuma, M. and Amano, H.: Comparison of the morphological and physiological features of the red rot disease fungus *Pythium* sp. isolated from *Porphyra yezoensis* from Korea and Japan. Fish. Sci., 66: 261-269, 2000.
- Sasaki, K. and Kito, H.: Growth characteristics of *Rhizosolenia imbricata* Brightwell occurring in Ariake Sea. Bull. Plankton Soc. Jpn., 50: 79-87, 2003.
- Smith, G.M.: Cryptogamic Botany vol. 1, Algae and Fungi. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, pp. 390-93, 401-409, 1955.

- Song, C.B., Hong J.S. and Kang, J.W.: A study on some factors affecting the poor harvest of laver. Bull. Korean Fish. Soc., 20: 328-340, 1987.
- Song, H.I., Kim, D.H., Kim, J.R. and Kim S.U.: A study on the occurrence of the laver disease, with its environmental factors in the laver farming area. Bull. Fish. Res. Dev. Agency. 47: 177-196, 1993.
- Takahashi, M.: Identification of genus *Pythium*. Plant Prot., 24: 339-346, 1970.
- Yoder, J. A.: Effect of a temperature on light-limited growth and chemical composition of *Skeletonema costatum* (Bacilliarophyceae). J. Phycol., 15: 362-370, 1979.
- 富士川 膠: 洛東江に於ける海苔凶作の原因就いて. 朝鮮水試特輔. 7: 1-29, 1934.

Manuscript Received : November 2, 2012

Revised : December 2, 2012

Accepted : December 3, 2012