

고리 원자력 발전소 온배수가 주변해역의 Chlorophyll-a와 Phaeophytin 분포에 미치는 영향

노일 · 최승호* · 허성희
한국해양대학교 해양환경공학과
*한국해양대학교 해양공학과
부경대학교 해양과학대학 해양학과

The Effects of Thermal Effluents from Kori Nuclear Power Plant on the Distribution of Chlorophyll-a and Phaeophytin

Il Noh · Seung-Ho Choi* · Sung-Hoi Huh
Dept. Marine Environmental Engineering, Korea Maritime University,
Pusan, Korea
*Dept. Ocean Engineering, Korea Maritime University, Pusan, Korea
*Dept. Oceanography, National Pukyong University, Pusan, Korea

고리 원자력 발전소 주변의 20개의 정점에서 온배수가 주변해역의 식물색소 분포에 미치는 영향을 조사하기 위해 1996년 2월부터 12월까지 11개월간 매월 현장조사를 하였다.

본 조사 해역인 고리 원자력 발전소 부지 전면해역의 해수 유동특성에 대하여 조사된 바에 따르면 주변 해역(대략 북위 35° 15' ~ 35° 20', 동경 129° 16' ~ 129° 21')의 수심은 5~60m 정도에 달하며, 북동-남서 방향의 반일주조 조석 현상을 나타내는 특성을 갖는 해역으로, 외양수의 유동이 많고 대한 해협 서수도를 통과하는 대마 난류가 북상함에 따라 동해 고유 냉수괴의 상층을 덮는 것으로 알려져 있다. 또한 발전소에서 배출되는 온배수의 영향으로 인한 해수 온도 증가가 비교적 뚜렷이 관측되는 수역은 주로 발전소 배수구로부터 2Km 이내의 수심 5m 정도까지로 보고된 바 있다. 이러한 수괴의 특성은 생물의 생리·생태에 영향을 미쳐, 이 해역에서 수괴의 물리·화학적 특성이나 어장과의 관계 등에 대한 연구가 오래 전부터 진행되고 있다.

조사 해역에서의 표층수온의 변화는 10.6~30.1℃의 변화를 보였으며 온배수의 배수권역과 비배수권역에서의 수온차이는 약 6~7℃ 정도로 타지역 임해발전소의 배출수의 환경에 대한 일반적인 영향(+7℃)과 유사한 경향을 보였으며, 특히 동계에 수온의 차이가 뚜렷이 관측되었으며, 하계에는 차이가 크지 않았다.

Chlorophyll-a는 세균을 제외한 모든 광합성 식물에 포함되어 있는 색소로서, 광합성에 있어 광에너지가 화학에너지로 전환되는데 가장 중요한 역할을 하며 chlorophyll-b, chlorophyll-c나 카로틴 계열과 같은 보조 색소로부터 광에너지가 전이되는 최종 도달처이다.

조사 기간중 춘계의 chlorophyll-a농도 분포는 배수권역에서 평균 1.09 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.90~1.65 $\mu\text{g}/\text{l}$), 비배수권역에서 평균 2.33 $\mu\text{g}/\text{l}$ (1.24~5.10 $\mu\text{g}/\text{l}$)으로 비배수권역이 평균 2배 이상으로 조사되었다. 하계에는 배수권역에서 4.98 $\mu\text{g}/\text{l}$ (1.17~7.84 $\mu\text{g}/\text{l}$), 비배수권역에서 5.35 $\mu\text{g}/\text{l}$ (2.44~7.89 $\mu\text{g}/\text{l}$)로 조사되었으며, 두영역의 차이는 0.37 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 그 차이가 연중 가장 작았으나 비배수권역이 약간 높게 나타났다. 추계에는 배수권역에서 0.60 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.11~1.25 $\mu\text{g}/\text{l}$), 비배수권역에서 2.08 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.38~5.75 $\mu\text{g}/\text{l}$)로 비배수권역이 평균 3배정도 높게 나타나 연간 두지역간의 차이가 가장 극심하였다. 동계에는 배수권역에서 0.39 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.05~1.19 $\mu\text{g}/\text{l}$), 비배수권역에서 1.28 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.32~3.17 $\mu\text{g}/\text{l}$)로 조사되어 추계와 유사한 분포경향을 나타냈다. 배수권역과 비배수권역과의 차이는 계절별로 약간의 차이는 있으나 평균 1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 발전소에서 배출되는 온배수가 chlorophyll-a의 분포에 열오염으로 작용한 것으로 사료된다.

Phaeophytin은 chlorophyll-a의 분해산물(degradation products)로서 porphyrin환 중심부의 Mg^{2+} 이온이 탈리된 분자구조를 하고 있으며 다음 두가지의 생성 과정을 통해 생성된다.

1. 동물 플랑크톤의 섭이에 있어 위 내의 산에 의한 소화 과정으로서, Mg 이온의 탈리에 의한 생성,
2. 노쇠하거나 죽은 식물 플랑크톤 내의 chlorophyll-a의 자연 분해 과정을 통한 생성.

동물 플랑크톤을 위시한 제 1차 소비자에 의한 식물 플랑크톤의 섭이작용에 있어서 위를 통과하는 과정에서 1차적으로 phaeophytin이 생성되고 그 외의 소화관을 통과하는 동안 원래의 chlorophyll-a는 차차로 부서져 가며 분자구조의 파괴로 이어지는데 이러한 과정을 통해 phaeophytin은 phaeophorbide등 더욱 간단한 chlorophyll 분해 산물로 변모된다.

춘계의 phaeophytin농도의 평균 및 분포 범위는 배수권역에서 평균 0.38 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0~1.01 $\mu\text{g}/\text{l}$), 비배수권역에서 평균 0.60 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0~2.89 $\mu\text{g}/\text{l}$)으로 비배수권역의 phaeophytin의 농도가 더 높게 나타났다. 그러나 하계에는 phaeophytin의 평균 및 분포 범위는 배수권역에서 1.02 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0~2.60 $\mu\text{g}/\text{l}$), 비배수권역에서 1.10

$\mu\text{g}/\ell$ ($0\sim 2.92\mu\text{g}/\ell$)로 조사되어 특별한 차이를 보이지 않았다. 추계의 phaeophytin의 평균 및 분포 범위는 배수권역에서 $0.37\mu\text{g}/\ell$ ($0\sim 1.00\mu\text{g}/\ell$), 비배수권역에서 $0.24\mu\text{g}/\ell$ ($0\sim 1.80\mu\text{g}/\ell$)로 나타났으며, 배수권역에서의 phaeophytin의 농도가 더 높게 나타나 춘계와 상반되는 결과를 나타냈다. 동계에는 phaeophytin의 평균 및 분포 범위가 배수권역에서 $0.20\mu\text{g}/\ell$ ($0\sim 1.01\mu\text{g}/\ell$), 비배수권역에서 $0.48\mu\text{g}/\ell$ ($0\sim 2.19\mu\text{g}/\ell$)로 조사되어, 비배수권역에서의 phaeophytin 농도가 더 높게 나타났다. 결론적으로 phaeophytin은 배수권역이 더 낮은 농도를 보여 동물플랑크톤의 섭이는 배수권역에서 제한되었던 것으로 판단된다.

일반적으로 어떤 해양수괴 내의 조류색소중 chlorophyll-a와 phaeophytin의 비율은 식물플랑크톤 군집의 건강도(health state)를 추정하는 한가지 지표로 사용될 수 있으며, 또한 동물 플랑크톤에 의한 섭이작용의 활동도를 추정할 수 있는 지표로도 사용할 수 있다.

phaeophytin 대 chlorophyll-a의 비율이 높아질수록 당해역 식물 플랑크톤 군집의 건강 상태는 양호하지 않은 상태로 변모되어가는 것으로 말할 수 있다.

본 조사지역에서의 phaeophytin 대 chlorophyll-a 비율은 춘계에는 배수권역에서 평균 0.36, 비배수권역에서 평균 0.29로 비배수권역보다 배수권역의 식물플랑크톤의 군집 상태가 불량한 것으로 나타났다. 하계에는 배수권역에서 0.20, 비배수권역에서 0.22로 나타나 배수권역과 비배수권역 모두 식물플랑크톤의 군집 건강도가 양호한 것으로 조사되었다. 추계에는 배수권역에서 0.84로 매우 불량한 것으로 나타났고, 비배수권역에서는 0.18로 양호한 상태로 나타나 배수권역에서 발전소로부터 배출된 온배수가 식물플랑크톤의 군집 건강도에 환경적인 압박을 가한 것으로 사료된다. 동계에는 배수권역에서 0.21, 비배수권역에서 0.25로 나타나 식물플랑크톤의 군집의 건강도가 상당히 양호한 상태로 호전되어 동계에는 열영향이 매우 긍정적이었던 것으로 판단된다.

한편, 발전소의 배수권역에서의 phaeophytin 대 chlorophyll-a의 전체적인 비율은 연평균 0.40으로서 식물플랑크톤 군집의 건강상태가 타지역에서 보다 악화된 것으로 나타났으며 온배수가 식물플랑크톤 군집의 건강상태에 악영향을 끼친 것으로 사료된다.