

2018 하계 환경연수프로그램

## Tracking mercury transport in plankton and rice

포항공과대학교 환경보건평가연구실

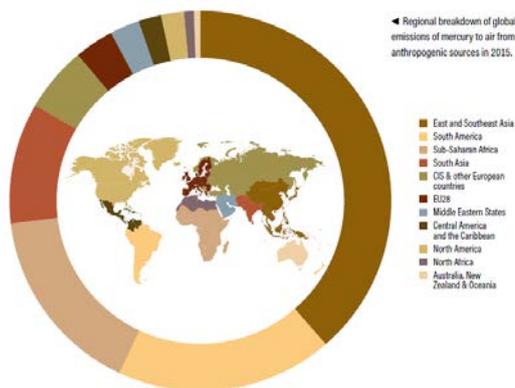
지도 교수: 권세윤 교수님

포항공과대학교 화학공학과 임승현

2019-07-23

## I. 서론

현재 남중국해에서의 석탄발전소, swidden agriculture(화전농업), gold mine, 생활폐수 등과 같이 다양한 요소들이 해당 해역을 오염시키고 있다. 아래의 Global Mercury Assessment의 figure 1에서 표현되었듯이 동아시아와 동남아시아가 전체 배출량의 39%를 차지하는 것으로 알려져 있다. Artisanal and small-scale gold mining을 제외시켰을 때의 양의 47%를 차지하는 만큼 동아시아와 동남아시아의 수은에 대한 영향은 막대하다는 것을 알 수 있다.



1

**Figure 1 Percentage of regions that contribute to mercury emissions**

특히 해당 요소들이 수은 배출에 큰 영향을 주는데 플랑크톤을 이용한 분석을 통해 해당 해양의 수은이 어디서 왔는지 tracking하여 해당 문제점을 파악하는 것이 중요하다. 따라서 수은 동위원소분석을 통해 정확한 tracking을 할 수 있고 이는 결국 수은에 관련된 정책의 발전을 가져올 수 있을 것이다.

또한, 많은 아시아인들이 주식으로 사용하는 벼에 대해 연구가 많이 진행되고 있고 다양한 오염물질에 최대한 적게 식물이 섭취하는 방안들이 개발되고 있다. 그중 nZVI도 하나로써 알려져 있는데 이들이 실제로 다른 물질에 대해 효과는 있지만 수은에 대한 효과에 대해선 연구되어 있지 않았다. 따라서 이들을 직접 기르고 토양, 식물 내에 포함된 수은과 철, 미생물을 파악하여 nZVI의 효과를 알아볼 수 있다.

## II. 실험

### 1. 플랑크톤을 이용한 남중국해에 대한 수은 signal 파악

---

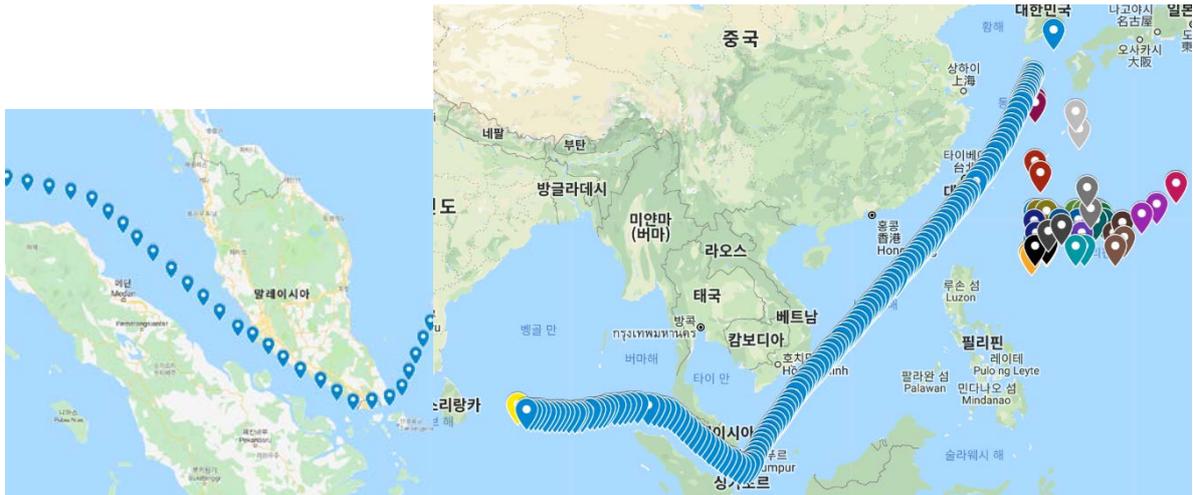
<sup>1</sup>United nations environment programme; Global mercury assessment; Geneva p.12.



**Figure 2 plankton sample/ filtering equipment**

필리핀해협과 동중국해부터 남중국해까지 이어지는 해역에 대한 플랑크톤 시료를 이용하기 위해 어떤 플랑크톤이 대기 영향을 많이 받으며 깊이, 낮과 밤 등과 같은 여러 요소에 대해 조사하였다. 이후 figure 2의 플랑크톤 시료들에 대해 담긴 대략적인 양, 생긴 특이점, 용액의 양을 대략적으로 정리하였고 일부 시료들의 경우 양이 매우 적고 위치가 매우 가까웠기에 합치기도 하였다. 그에 맞추어 figure 2의 우측에 위치하는 pump와 filtering equipment를 이용하여 실험을 진행할 예정이다. 또한, 아래의 figure 3와 같이 특수한 지형들을 살펴보고 이들이 실제 실험에서의 영향이 어떠한지를 교수님과 상의해보면서 실험을 기획하였다. 예를 들어, Malacca strait의 경우, 깊이가 매우 얇고 선박들의 수송량이 매우 크고 주변 국가들의 영향을 크게 받는다. 또한, 동남아시아의 경우, 화전농업, 지속적인 화산활동, 큰 강들에서 배출되는 폐기물들과 같은 요소들이 특수한 환경의 예시이다. 아래 figure 3의 우측에 위치하는 지도는 전체 sample들에 대한 mapping이다.

플랑크톤은 크게 phytoplankton과 zooplankton으로 구분이 되는데 이 또한 크기에 따라 분류된다. 이중 대기의 영향을 크게 받는 plankton에 초점을 맞추어 실험을 진행하려 하였다. 이들을 분류하기위한 필터, 채 등을 찾아보았으며 수은의 경우, 매우 낮은 농도를 측정하여야 하기 때문에 이에 대한 영향에 대해서도 많이 고려하였다. 해당 실험을 앞으로 계속할 예정이며 비슷한 지점에 대한 시료를 모아 필터링을 실시한 후 동위원소 분석을 통해 해당 지역에서의 대표적인 오염원을 찾아냄으로써 동중국해와 남중국해의 환경오염을 지적할 수 있을 것이다.



**Figure 3 Malacca strait sample marks/ mapping of all samples**

## 2. 벼에서의 수은 흡수와 nZVI의 영향

벼는 많은 아시아 국가에서 주식으로 사용하는 작물이다. 현재 벼에 많은 수은이 농축되어 검출되는 경우가 생기게 되었고 그에 따라 charcoal, 벼 껍질, nZVI 등을 이용하여 수은이 해당 식물로 들어가지 않게 하기위한 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 이들은 실제로 수은과 같은 중금속물질들과 결합하여 땅에 고정시켜주는 것으로 밝혀져 있다. 토양을 용출시켜 확인한 결과 미생물은 nZVI에서 증가하며 식물 내에서는 오히려 감소하였다. Low에서는 미생물 변화를 크게 관찰하기 힘들며 High ZVI에서는 생육, Hg bioaccumulation이 감소한다는 것을 shoot root에서 확인이 가능하다. Grain은 low ZVI에서 변화가 없으며 high ZVI에서는 total은 감소하나 methyl은 증가한다는 것을 확인할 수 있다. 이에 대한 추가실험으로 해당 식물 내에서 nZVI가 얼마나 흡수되었는지를 확인하기 위하여 ICP-OES라는 기기를 사용하여 분석을 진행하였다. 아래의 figure 4는 해당 기기의 사진이다. 해당 실험을 진행하기 위해서 벼의 껍질, 곡물, 뿌리, 줄기에 대해 질산과 리그닌 등과 같은 물질들을 녹이기 위한 과산화수소를 이용하여 녹여 액체시료로 만들어 철의 측정을 하였다. 이를 overnight으로 가열하여 진행하며 각 과정에서의 세세한 주의점들을 기억하며 실험을 진행하였다. ICP-OES의 기기의 원리를 이해하고 실험을 진행하기 위해 standard를 찍는 방법을 배웠으며 실험기기에서 생길 수 있는 사소한 문제점들을 고치면서 기기를 더욱 이해할 수 있었다.



Figure 4 ICP OES