

## PE2 제주도 연안 해양환경 중에서 유기인계 농약의 잔류

오윤근<sup>1</sup>, 김정호\*

<sup>1</sup>제주대학교 해양환경공학과, \*경산대학교 환경학부

### 1. 서 론

제주도 연안의 수산물 생산력 향상을 위해서는 연안 해양환경 보전이 무엇보다 중요하다. 특히 골프장의 농약 오염원이 연안환경과 수산생물에 미치는 영향을 규명할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 골프장에 의한 농약오염 가능성이 있는 남제주도 중문골프장 연안에서 동식물 중 유기인계 농약의 잔류를 조사하여 이들 농약에 의한 해양 오염 가능성을 검토하고자 한다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1. 시료채취

시료채취 위치는 남제주도 중문관광단지와 중문골프장에 인접한 색달동과 중문골프장에서 약 2 km에 위치한 대포동 연안을 선정하였다. 시료채취시기는 골프장에서 농약을 많이 살포하는 시기에 해당하는 1997년 7월 14일과 8월 3일로 2회에 걸쳐 실시하였다.

시료는 식물로 미역(*Ecklonia cava*)과 우뚝가사리(*Gelidium amansii*)를, 동물로 소라(*Batillus cornutus*)와 성게(*Anthocidaris Crassispina*)를 채취하였다. 해저내의 우뚝가사리와 미역 그리고 소라와 성게는 잠수하여 채취하였다. 해수 및 저니토는 동식물을 채취한 동일한 위치에서 채취하였는데, 해수는 중층채수기로 채수하였으며 저니토는 에코만 Core를 사용하였다.

#### 2.2. 농약 추출

유기인계 농약의 분석은 다음과 같이 하였다. 저니토 및 마쇄한 우뚝가사리와 미역, 소라 및 성게 각각 100 g을 300 mL의 삼각플라스크에 취하고, 여기에 100 mL의 acetone을 가하고 10분 동안 왕복진탕 추출하였다. 잔사를 50 mL의 acetone으로 2회 반복 세척하여 여액을 합했다. 추출액을 감압여과하고, 이를 dichloromethane 150mL로 3회 추출하였다. Dichloromethane 용매층은 10 g의 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>층을 통과시켜 탈수시켰다. 그리고 이를 감압 농축시킨 후 n-hexane으로 용량을 2 mL로 맞춘 후, 정제용 시료로 하였다. 물 시료는 200 mL을 dichloromethane 150 mL로 3회 추출 한 후 그 이후는 고체시료 분석과 동일하게 하였다.

정제과정은, 정제용 column(ID 15 mm×30 cm)에 activated carbon : cellulose(1:10) 5 g을 가하고 그 위에 5 g의 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 가한 다음 n-hexane 30 mL로 씻어냈다. Column 상단이 마르기 전에 정제용 시료를 가하고, Benzene 150 mL로 용출시켰다. 이 용출분획을 감압농축시키고, n-hexane로 최종부피를 4 mL 맞춘 후 GC-FPD 분석용 시

료로 하였다.

### 2.3. 기기분석

Flame photometric detector(FPD)가 부착된 Hewlett packard 5890 series II gas chromatography를 사용하여 유기인계농약을 분석하였다. 온도는 주입구를 270℃, 검출기는 300℃로 하였다. Column은 Ultra II Capillary column(0.2 mm×25 m)을 사용하였으며, 80℃(1 min), 80℃~200℃(3℃/min), 200℃~290℃(10℃/min)로 승온분석 하였다. 이동상은 N<sub>2</sub>을 1.02 mL/min으로 하였다. 표준농약은 Monocrotophos(Crescent Chemical Co., 순도: 99.9%)과 EPN(Crescent Chemical Co., 순도: 99.9%)을 각각 1.0 mg/L 되게 조제하여 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 유기인계 농약의 분석

Monocrotophos와 EPN표준품의 GC-FPD chromatogram에서, Monocrotophos의 유지시간은 12.04분, EPN은 24.75분이었으며, Monocrotophos의 유지시간을 1로 하였을 때 EPN의 상대적인 유지시간은 2.05배였다.

시료 중 monocrotophos과 EPN의 최소 검출농도는, 저니토와 식물, 동물 등 고체 시료에서 Monocrotophos 0.024 ng/g이고, EPN은 0.020 ng/g이었다. 해수시료에서 최소 검출농도는 monocrotophos가 0.012 ng/mL이고, EPN은 0.010 ng/mL이었다. 한편 회수율은 1 ppm(n=5)의 식물, 동물에서 각각 83.6±4.3%와 83.2±4.9%, 해수와 저니토에서 각각 92.6±2.9%와 87.9±3.1%였다.

### 3.2. 우뭇가사리 및 미역 중 유기인계 농약 잔류

시료 중 우뭇가사리의 GC-FPD chromatogram이다. Monocrotophos과 EPN 표준품의 유지시간인 12.04분, 24.75분에 피크가 나타나지 않았다. 따라서 monocrotophos과 EPN이 불검출 됨을 보여주고 있다. 시료 중 monocrotophos과 EPN 농약 농도가 최소 검출농도보다 낮을 때는 본 실험의 분석조건에서는 검출되지 않는다. 따라서 이를 불검출(Not Detected : ND)로 표시하였다.

색달동과 대포동에서 채취한 우뭇가사리와 미역 중 monocrotophos와 EPN이 모두 검출되지 않았다.

### 3.3. 소라 및 성게 중 유기인계 농약 잔류

우뭇가사리와 미역 시료를 채취한 위치에서의 해양동물 중, 어류보다 이동이 매우 느린 소라와 성게 등의 동물을 선택하였다. 색달동에서 채취된 소라와 미역에서 monocrotophos와 EPN은 모두 검출되지 않았다. 또한 대포동에서 채취된 소라, 성게에서도 이들 농약이 검출되지 않았다. 이와같이 동물 중 유기인계농약의 축적은 나타나지 않았다.

### 3.4. 해수 및 저니토 중 유기인계 농약 잔류

골프장에서 농약을 많이 살포하는 7, 8월, 해수중 EPN, monocrotophos 농약이 모두 검출되지 않았다. 수질시료를 채취한 지점과 동일한 장소에서 얻은 저니토 중 유기인계 농약 잔류량을 분석한 결과, 중문골프장 인접지역인 색달동연안의 시료에서 monocrotophos와 EPN이 검출되지 않았다. 또한 인접한 대포동 연안에서도 시료에서도 monocrotophos와 EPN이 검출되지 않았다. 이러한 결과는 유기인계 농약은 수질 중에서 불안정하고 가수분해가 빨라서 저니토 중에 흡착되어 잔류할 가능성이 적기 때문이라고 생각한다

해수와 저니토에서 monocrotophos와 EPN이 불검출 되었어도, 소라와 성게에서는 이들 농약이 농축되어서 검출 될 수 있다. 그러나 소라와 성게와 같은 동물시료에서 이들 유기인계 농약이 검출되지 않은 것으로 나타났다. 따라서 동물에 이들 농약이 생물농축 되지 않은 것으로 나타났다.

Monocrotophos는 토양중 반감기가 1-5일로써 자연계 시료 중에서 매우 빠르게 분해가 일어난다. 또한 EPN도 토양중 반감기가 15-30일로 반감기가 비교적 짧다(Tomlin, 2002). 또한 EPN의 Koc는 300-500으로 토양중 흡착력이 크기 때문에 육상에서 사용된 농약이 해양으로 크게 이동하지 않는다. 이러한 monocrotophos와 EPN의 화학적 성질도 남제주도 중문골프장 연안 해양환경에서 monocrotophos와 EPN이 불검출로 나타남을 설명할 수 있는 요인 중 하나가 될 수 있다.

### 참 고 문 헌

오윤근, 김정호, 유기염소계 잔류농약이 제주도 연안 해양환경에 미치는 영향. 한국수질보전학회지, 1997; 13(3):317-324.