한국환경과학회 가을 학술발표회 발표논문집 제12권(제2호), 202 - 205, 2003
*Proceedings of the Korean Environmental Sciences Society Conference, November. 21~22, 2003*

PF2

# PAHs가 보라성게 (Anthocidaris crassispina)의 초기발생에 미치는 영향

문상희*, 이영돈[1], 나오수[2], 이민규[3], 감상규
제주대학교 토목환경공학전공, [1]제주대학교 해양과환경연구소,
[2]제주대학교 대학원 수산생물학과, 3부경대학교 화학공학부

## 1. 서 론

PAHs는 2개 이상의 벤젠고리를 지닌 방향족탄화수소로서, 탄화수소화합물 중에서 가장 독성이 강하며, 생물체에 농축되어 발암, 돌연변이원성을 가진 잠재적 물질로서 (Keith와 Walker, 1993) 정상적인 대사활동을 방해한다. 해마다 약 23만톤의 PAHs가 화석연료의 연소, 가정하수나 산업폐수의 유입, 선박으로부터 석유의 누출 등 인위적인 활동에 의해 해양 환경으로 유입되어 해양환경을 크게 오염시키고, 해양 생물체에 커다란 위해를 끼치고 있다(Law, 1986).

제주도 연안은 각종 어·패류의 산란, 서식장 및 생육장으로서 좋은 환경을 갖추고 있으나, 최근 생물생산성이 감소되고 있으며, 특히, 독성이 매우 큰 PAHs에 의한 해산동물의 수정과 초기 발생에 미치는 영향 등 발생생물학적 연구는 연안 생물자원의 보호관리 측면에서 매우 중요하나 이에 대한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 제주도 연안에 서식하고 있으며 또한 육상수조식 양식장에서 양식하고 있는 극피동물인 보라성게를 대상으로 제주도 연안에서 검출되는 수종의 PAHs를 노출시켰을 때 보라성게의 생활사 중 가장 민감한 시기인 초기발생에 미치는 영향을 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

보라성게는 제주도 조천읍 함덕리 연안에 서식하는 것을 채집하였고, 여기에 제주도 연안에서 비교적 높은 농도로 검출되고 있는 napthalene (NA), fluorene (FL), pyrene (PY), fluoranthene (FLR), benzo(a)pyrene (BaP) 등 5종의 PAHs를 각각 1, 10, 100, 1,000 그리고 10,000 $\mu g/L$농도로 침적처리하여 미수정란과 정자에 대해 각각의 수정율과 부화율을, 수정란에 대해 생존율, 부화율 및 기형율을 조사하였다.

생존율, 부화율, 수정율에 대한 실험결과는 t-test를 이용해 대조구와 처리구의 평균간 유의성을 검정하였고, 반수치사농도(50% Lethal Concentration, $LC_{50}$)는 SPSS 통계처리 프로그램을 이용하여 Probit 분석을 실시하였다($P<0.05$).

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. PAHs가 미수정란의 수정율과 부화율에 미치는 영향

NA, FL, FLR, BaP 및 PY를 각각 보라성게 미수정란에 침적 처리한 후 정자를 혼

합하여 수정을 유도한 결과, 수정 후 2시간째에 각각의 PAHs 실험구의 농도별 수정율은 처리농도가 높을수록 감소하는 경향을 보였다. PAHs를 처리하지 않은 대조구와 hexane 처리구의 수정율은 각각 97.8±1.1과 96.8±0.8로 두 실험구간에 유의차는 없었다 ($P>0.05$).

수정 후 10시간째에 부화율을 조사한 결과, 부화율 또한 처리농도가 높을수록 감소하였다. 대조구와 hexane 처리구의 부화율은 각각 91.3±1.5와 89.0±1.6으로 두 실험구간에 유의차는 없었다($P>0.05$).

Fig. 1은 BaP의 1, 10, 100, 1,000, 10,000 μg/L 처리 농도에서 보라성게 미수정란의 수정율과 부화율을 나타낸 것으로 각 농도에서 수정율은 각각 90.5±4.8, 82.8±3.6, 71.0±5.8, 57.3±3.8, 52.8±2.9였고, 100 μg/L 이상의 농도에서 대조구에 비해 낮았다 ($P<0.05$), 부화율은 각 농도에서 각각 86.3±5.4, 77.3±4.8, 58.5±3.2, 42.8±6.7, 31.5±4.0였고, 100 μg/L 이상의 농도에서 대조구에 비해 낮았으며($P<0.05$), 1,000 μg/L 이상의 농도에서 50% 이하의 부화율을 보였다.

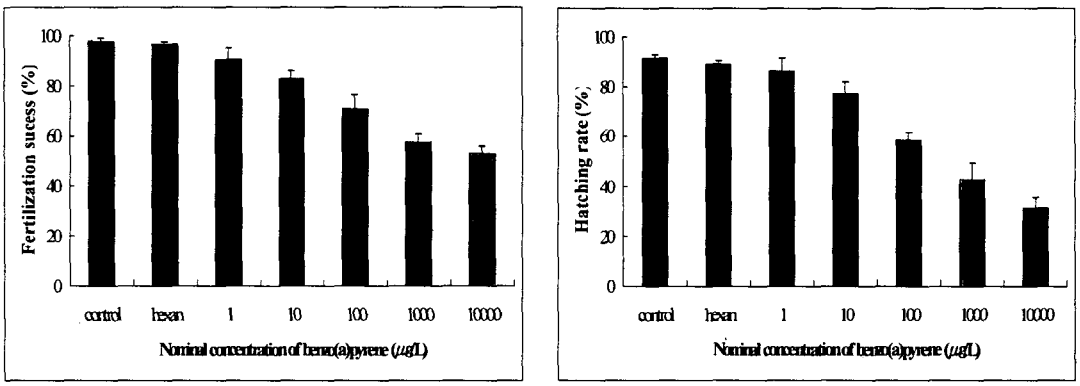


Fig. 1. Fertilization success and hatching rate of unfertilized eggs of *A. crassispina* exposed to aqueous solution of benzo(a)pyrene (BaP).

3.2. 정자의 수정율과 부화율에 미치는 영향

NA, FL, FLR, BaP, PY을 각각 보라성게 정자에 침적 처리한 후 미수정란를 혼합하여 수정을 유도한 결과, 수정 후 2시간째에 각각의 PAHs 실험구의 농도별 수정율은 미수정란 침적처리 결과와 유사한 경향을 보였고, 처리농도가 높을수록 감소하는 경향을 보였다.

PAHs를 처리하지 않은 대조구와 hexane 처리구의 수정율은 각각 96.0±1.9 94.8±2.1로 두 실험구간에 유의차는 없었다($P>0.05$). 수정 후 10시간째에 부화율을 조사한 결과, 부화율 또한 처리농도가 높을수록 감소하였다. 대조구와 hexane 처리구의 부화율은 각각 88.0±3.7와 85.3±2.4으로 두 실험구간에 유의차는 없었다($P>0.05$).

3.3. 수정란의 생존율, 부화율 및 기형율에 미치는 영향

NA, FL, FLR, BaP, PY을 각각 보라성게 수정란에 1, 10, 100, 1,000, 10,000 μg/L 농도로 48시간동안 침적 처리한 결과, 각각의 PAHs 실험구의 농도별 생존율은 처리농도가 높을수록 감소하였고, 고농도 처리구에서 사망 개체 출현시간이 빨랐다. PAHs를 처리하지 않은 대조구의 생존율은 91.5%였고, hexane 처리구의 생존율은 90.5%로 두 실험구간에 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). 48시간 $LC_{50}$은 NA, FL, FLR, BaP, PY 처리구에서 각각 517.4, 389.6, 184.2, 409.2, 120.8 μg/L였다.

각각의 PAHs 실험구의 농도별 부화율은 처리농도가 높을수록 감소하였고, 기형율은 처리농도가 높을수록 증가하였다. PAHs를 처리하지 않은 대조구와 hexane 처리구의 부화율은 각각 88.5±2.1와 86.8±2.4%였다.

Fig. 2는 PAHs중 PY의 생존율, 부화율 및 기형율을 나타낸 것으로 처리농도별 부화율은 각각 각각 82.3±1.1, 77.3±2.9, 56.8±4.1, 47.3±4.3, 21.0±3.5%로 100 μg/L 이상 농도 처리구가 각각 대조구에 비해 낮았고($P<0.05$), 기형율은 각각 0.8, 1.0, 1.3, 3.8, 8.5%로 10,000 μg/L 처리구가 대조구에 비해 높았다($P<0.05$).

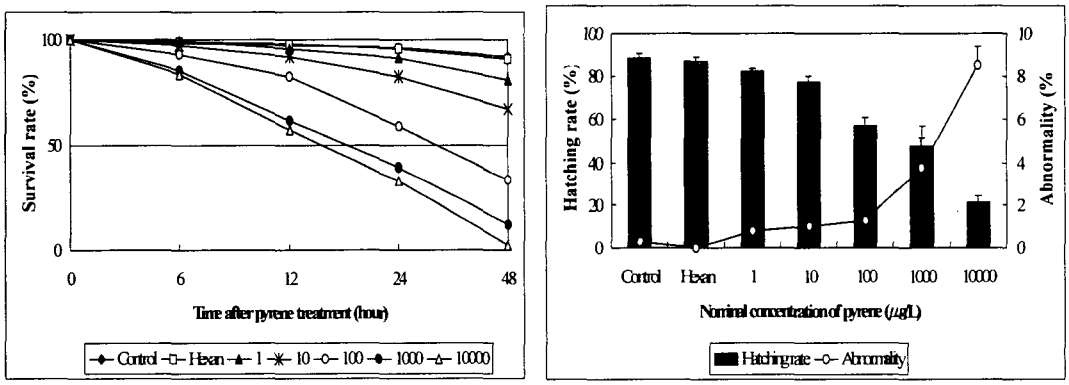


Fig. 2. Survival rate, hatching rate and abnormality of fertilized eggs of *A. crassispina* exposed to aqueous solution of pyrene (PY).

4. 결 론

보라성게의 미수정란과 정자를 PAHs에 침적처리 한 후 수정을 시켰을 때 수정율과 부화율은 처리농도가 높을수록 감소하였고, 100 μg/L 이상의 농도에서 각각 대조구에 비해 낮은 값을 보였다. 미수정란 처리의 결과와 정자 처리의 결과는 유사하였으나, 정자를 처리한 경우가 다소 낮은 값을 나타냈다.

보라성게 수정란을 PAHs에 침적처리 하였을 때 부화율은 미수정란과 정자 처리의 결과와 유사하였다. 48시간 $LC_{50}$은 NA, FL, FLR, BaP, PY 처리구에서 각각 517.4 389.6, 184.2, 409.2, 120.8 μg/L로 각각의 PAHs가 해양생물의 초기발생에 미치는 영향은 PY≥FLR>FL≥BaP>NA로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(RO5-2001-000-00278-0)지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

Keith, L.H. and Walker, 1993, EPA's clean air act Air toxics database, Air Toxics Chemical and Physical Properties, Lewis Pub.

Law, 1986, PAHs in the marine environment: an overview, ICES Cooperative Research Report, 142, 88-100.