

## Bisphenol A가 송사리, *Oryzias latipes*의 수정란 초기발생과 어미의 산란에 미치는 영향

나오수 · 오성립\* · 이영든 · 백혜자\*\* · 김형배\*\*\*

제주대학교 해양연구소, \*제주도해양수산자원연구소, \*\*국립수산진흥원,  
\*\*\*강원도립대학 수산개발과

### 서론

어류에 축적된 유기화합물은 생식소와 생식세포에 직접적인 작용으로 수정을 저해 (Spies et al., 1988)하고 부화율(Hose et al., 1982)을 감소시킬 수 있다. Bisphenol A (BPA)는 음식용기와 음료 포장재료로 사용되고 있으며, 캔 용기, 병 뚜껑 그리고 물 공급용 파이프 등에 금속을 코팅하는 물질이다. 이 연구는, 내분비장애물질이 생물의 번식력과 종 연속성에 미치는 영향을 규명하는 연구의 일환으로, 송사리, *Oryzias latipes*의 수정란을 BPA에 침적처리 하였을 때 수정란의 초기발생에 미치는 영향과 송사리 어미에 BPA를 경구투여 하였을 때 산란량과 부화율에 미치는 영향을 번식생물학적 측면에서 탐색하였다

### 재료 및 방법

실험에 사용한 BPA는 acetone을 용매로 하여 100 mg/mL BPA stock solution을 만들어 사용하였다. 사육수는 pH 8.1, COD 0.8 mg/L의 제주대학교 해양연구소 지하수를 이용하였다. 실험기간 동안 수온은  $25.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ , 광주기는 16 h : 8 h를 유지하였다. 산란기에는 수정란의 부착을 위해 사육수조에 수초를 함께 넣어 주었다.

**수정란 침적처리** BPA에 침적처리된 수정란의 부화율과 부화 소요시간에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 송사리 어미 사육수조의 수초에 부착한 알 중에서 2~4 세포기 발생단계의 것을 수거하여 실험구별로 45~55개의 알을 500 mL 유리 비이커에 수용하였다. BPA 처리구는 50, 100 그리고 200  $\mu\text{g/L}$ 가 되도록 미리 조제한 BPA stock solution을 각각의 처리구에 2.5, 5 그리고 10  $\mu\text{L}$ 씩 첨가하였다. 사육수는 24시간마다 전량 환수하였으며, 증발에 따른 농도변화를 막기 위해 투명비닐 덮개를 씌웠다.

**어미에 경구투여** 각 실험구별로 송사리 어미를 1L 유리 비이커에 암·수 10마리씩 20마리를 수용하였다. BPA 처리구는 50, 100 그리고 200  $\mu\text{g/g}$  body weight/day가 되도록 BPA stock solution을 시판중인 초기사료에 흡착시킨 후 3주 동안 경구투

여 하였다. 사육수는 72 시간마다 전량 환수하였으며, 수정란을 부착할 수 있도록 각 실험구별로 수초를 넣어주었다. 수초에 부착한 수정란은 500 mL 비이커에 수용하여 부화를 유도하였다. 산란한 알의 수는 3주간 산란한 것을 계수하였고, 부화율은 (부화 개체수/정상란의 수) × 100으로 계산하였다.

통계분석 실험결과는 Student's t-test로 대조구와 처리구간의 유의성을 검정하였다

## 결과 및 고찰

송사리 수정란은 15 µg/L 염화 제2수은에 장기간 노출되면 부화율이 감소하고 이상 개체가 관찰되었다(Heisinger and Green, 1975). 이 연구에서 송사리 수정란은 대조구 I 과 II에서 실험개시 후 9일째에 부화를 시작하여 12일째에 완료하지만, BPA 50과 100 µg/L 처리구에서 26일째에 부화를 시작하여 BPA 50 µg/L 처리구는 27일째 부화를 완료하였고, BPA 100 µg/L 처리구는 35일째 완료하였다. 그리고 BPA 200 µg/L 처리구는 부화하지 않았다. 부화율은 대조구 I (89.8%)과 II(84.3%)에 비해 BPA 50 µg/L 처리구(23.2%)와 BPA 100 µg/L 처리구(22.2%)에서 상대적으로 낮았다. 이처럼 BPA는 송사리 수정란의 부화에 소요되는 시간을 3배 이상 지연시키고 부화율 또한 현저히 감소시켰다.

한편, BPA를 처리한 송사리 어미는 대조구 I 과 II 그리고 BPA 50 µg/g body weight/day 처리구에서 각각 52.5, 47.0, 48.0개의 알을 산란한 반면, BPA 100, 200 µg/g body weight/day 처리구에서 각각 21.5, 18.5개의 알을 산란해 상대적으로 산란량이 적었다. 산란된 모든 알 중에서 비정상란의 비율은 대조구 I 과 II에서 각각 11.8, 16.2%인 반면, BPA 50, 100 그리고 200 µg/g body weight/day 처리구에서 각각 38.8, 46.8, 74.1%의 비율을 보여 BPA처리 농도가 높을수록 비정상란이 많았다. 그리고 정상란의 부화율은 대조구에서 평균 78% 이상이었으나 BPA 처리구에서 평균 50% 이하로, 발생과정에도 장애를 주는 것으로 추정된다. 앞으로 BPA가 어류에 있어서 어미의 번식력에 미치는 대사생리에 관한 연구가 심도 있게 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- Heisinger, J.F. and W. Green. 1975. Mercuric chloride uptake by eggs of the ricefish and resulting teratogenic effects. Bull. Environ. Contam. Toxicol, 14, 665~673.
- Hose, J.E., J.B. Hannah, D. Dijulio, M.L. Landolt, B.S. Miller, W.T. Iwaoka and S.P. Felton. 1982. Effects of benzopyrene on early development of flatfish. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 11, 167~171.
- Spies, R.B., D.W. Rice and J. Felton. 1988. Effects of organic contaminants on reproduction of the starry flounder, *Platichthys stellatus*, in San Francisco Bay. II Reproductive success of fish captured in San Francisco Bay and spawned in the laboratory. Marine Biology, 98, 191~200.