

Cd의 장기노출에 따른 넙치, *Paralichthys olivaceus*의 생존, 성장 및 대사율의 변화

김성길 · 지정훈 · 조규석* · 김상규 · 박대국 · 강주찬
부경대학교 수산생명의학과, *충청북도 내수면연구소

서론

카드뮴은 어류에게 있어서 성장의 방해뿐만 아니라 아가미에서의 칼슘 흡수 억제, 간 기능 저하뿐만 아니라 생식이나 대사작용을 방해하기도 한다 (Verbost et al., 1989; Sorensen, 1991). 또한, 호흡에 관련된 기능이나 고혈당, 저혈칼륨 및 저혈칼슘을 유발하는 혈장의 조성을 바꾸며 (Sorensen, 1991), 카드뮴에 노출된 어류에서 간이나 신장, 근육 등의 기관에서는 대사활동을 저해하기도 한다 (Sastri and Subhadra; 1982). 비록 이러한 카드뮴이 어류에 미치는 생리학적, 생태학적, 면역학적인 영향은 많은 연구나 문헌상으로 다양하게 알려져 있으나, 아직까지 자세한 기작이나 역학적인 관계에 대해서는 알려진 바가 거의 없는 실정이다. 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)는 우리나라의 대표적인 양식어종으로 서식습성이 저서성이며, 다른 어종에 비하여 이동범위가 좁기 때문에 연안지역에서 중금속오염이나 또는 양식수의 이용과정에서 중금속에 노출시 많은 영향을 받을 것이라고 예상된다. 따라서, 본 연구는 연안지역의 환경오염 및 양식용수의 이용과정에 파생될 수 있는 카드뮴의 오염에 따른 넙치의 생태생리학적 변화, 즉 생존, 성장 및 대사에 미치는 카드뮴의 독성영향을 평가하여 수산자원 및 환경오염에 대한 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

넙치 (*Paralichthys olivaceus*) 치어는 남해안 소재의 육상수조식 양어장에서 분양 받아 실험실에서 순치시키고, 이들 넙치 중에 외관상 질병의 증세가 나타나지 않고 먹이섭취가 좋은 넙치 (전장 8.33 ± 0.05 cm, 체중 5.09 ± 0.11 g)를 선택하여 이용하였다. 실험은 환수식으로 실험해수의 환수시기는 3일을 원칙으로 하였으나, 수질측정에 결과에 따라 수시로 교환하였다. stock solution은 CdCl_2 (aldrich CO.)으로 하였으며, 넙치의 카드뮴 노출농도구간은 급성독성실험을 바탕으로 아치사 농도인 0, 90, 210, 450, 980 $\mu\text{g-Cd/L}$ 으로 선택하여, 총 노출기간은 6주로 하였다. 실험 환경은 공급해수의 수온이 $20.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 항온조건에서 실시하였으며, 실험기간 동안 pH, 염분 및 용

존산소는 각각 19.8~21.3℃, 7.8~8.3, 32.6~33.3‰, 7.1~7.4mg/L의 범위였다.

생존, 성장 및 대사를 위한 시료의 채취와 실험은 총 6주의 노출기간동안 매 7일마다 실시하였다. 넙치의 생존은 매 24시간을 기준으로 사망한 개체를 계수하여 나타내었으며, 성장은 실험수조에 수용하기 전에 실험어는 전장 및 체중을 측정하고 매 7일마다 계수하였다. 넙치의 대사는 산소소비율로 나타내었고, 산소소비율은 각 실험농도별로 6주간의 실험기간동안 매주 1회 생존한 5개체씩을 선별하여 측정하였다. 실험어는 건중량으로 측정하였으며, 평균 산소소비율은 단위건중량당 산소소비량으로 표시하였다.

결과 및 요약

6주간의 실험기간 동안 넙치는 대조구에서는 실험종료시 까지 사망개체가 전혀 나타나지 않아 100%의 생존율을 나타내었다. Cd 980 μ g/L 농도에서 넙치의 생존율은 노출 1주부터 감소하기 시작하였으며, 노출기간이 길어짐에 따라 지속적으로 감소하여 노출 6주에는 86.7%까지 감소하였다. 또한 카드뮴 농도 450 μ g/L에서는 노출농도 980 μ g/L보다는 높기는 하지만 노출 1주부터 감소하였으며, 그 이하의 농도에서는 노출 5주부터 사망개체가 나타나기 시작하였다. 전체적으로 카드뮴의 농도가 증가함에 따라 생존율이 감소하는 경향을 나타내었으며, 노출농도 980 μ g/L이상에서 유의한 감소가 나타났다 ($p < 0.05$). 넙치의 성장률은 대조구에서 16.82%로 가장 높게 나타났으며, 농도 980 μ g/L에서는 9.20%로 가장 낮은 성장률을 나타냈으며, 농도 210 μ g/L이상의 농도에서 대조구에 비하여 유의한 감소를 나타내었다. 사료효율은 대조구에서 43.65%로 가장 높게 나타났다. 980 μ g/L에서는 30.56%으로 대조구에 비하여 30%나 낮게 나타났다. 넙치의 산소 소비량은 노출농도 90, 210, 450, 980 μ g/L에서 대조구보다 각각 3.3, 18.3, 30.0, 50.1%가 저하하여 노출농도가 증가함에 따라서 산소소비량이 감소하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Kang, J. C., O. Matsuda and P. Chin. 1995. Combined effects of hypoxia and hydrogen sulfide on survival, feeding activity and metabolic rate of blue crab, *Portunus trituberculatus*. J. Korean Fish. Soc., 28, 549~556 (in Korean).
- Sastry, K. V. and K. Subhadra. 1982. Effect of cadmium on some aspects of carbohydrate metabolism in a fresh water catfish, *Heteropneustes fossilis*. Toxicol. Lett. 14, 45~51.
- Sorensen, E. M., 1991. Cadmium. In: Metal poisoning in fish. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 175~234.
- Verboost, P. M., J. Van Rooij, G. Flik, R. A. C. Lock and S. E. Wendelaar Bonga. 1989. The movement of cadmium through freshwater trout branchial epithelium and its interference with calcium transport. J. Exp. Biol., 145, 185~197.