

## 양식넙치의 총대사활성에 미치는 수온변동의 영향 2. 수온등락 영향과 대사율 일주리듬의 변동

진 평 · 신윤경\* · 이정아 · 김경선

부경대학교 수산과학대학 해양생물학과 · \*국립수산진흥원 남해수산연구소

### 서론

어류양식은 제한된 사육조건 때문에 외적으로 가해지는 환경스트레스에 대해서 도피 등 어류의 보상행동은 제약을 받게되고 생체기능 또한 순응 또는 저항 등의 형태로 보상적 반응을 보이게 된다. 우리나라의 육상 수조식 어류양식은 연중 수온의 변동 속에서 이루어지고 있다. 따라서 자치어기와 성어기의 양성기간에 계절적 수온 변화를 경험하면서 수온에 순화되어 성장하고 있다. 수온이 수서 생물에 미치는 영향은 종에 따른 적정 온도 수준에서는 대사의 활성을 도모하여 성장을 촉진시키는 긍정적인 면이 있으나 내성의 범위를 벗어난 수온 범위나 지속적인 수온등락의 변화는 그들이 가지고 있는 본래의 생체리듬의 변화를 유도하여 부정적으로 작용할 수 있다.

따라서 본 연구는 유용 양식 어종인 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)를 대상으로 발전소 부근 양식장에서 일어날 수 있는 가중수온과 수온등락에 따른 영향과 이로 인한 대사율의 일주리듬의 변동을 밝히고자 한다.

### 재료 및 방법

가. 표준대사율의 일주리듬: 실험재료인 넙치는 경남 거제시 소재 세경수산으로부터 실험기간 직전에 구입하여 10일간 사육관리한 후에 (아래항 동일) 24.0℃ 및 28.0℃의 항온수조에 옮겨 5일간 먹이를 주면서 수온순화시켰다. 실험 개체의 크기는 습중 5.7~8.2g과 습중 73.8~96.4g이었다. 산소소비량은 각각 15ℓ 및 30ℓ 용량의 용존산소측정용기에 각 실험 수온별 해수와 각 수온에 순화된 넙치를 넣어 1시간 방치하여 산소소비량을 측정 후 해수를 교환하고 다시 1시간 방치하여 측정하기를 24시간 계속하였다. 산소소비량 측정 기기는 전극식 산소검량기 (YSI 5000형)를 사용하였으며, 단위는 넙치 개체당 소비 산소 (O<sub>2</sub>)ml량을 구하고 이로부터 표준대사율 ml O<sub>2</sub>/g wet wt./h로 나타내었다. 각 수온구당 4개 실험구로 3회 반복실험하였다 (아래 항 동일).

나. 가중 수온별 대사율의 일주리듬 변동: 수온 10일 후에 각각 20℃와 24℃의 항온수조에 옮겨 먹이를 주면서 10일간 순화시켰다. 이후 20℃ 및 24℃에서 수온을 24시간에 2℃씩 높여 20, 24 및 26℃ 그리고 24, 28 및 30℃의 수온에서 표준대사율을 1시간간격 연속으로 24시간 측정하였다. 실험에 사용된 개체의 크기는 습중 7.5~9.3g과

습중 80.2~98.7g이었다.

다. 가중수온과 수온등락에 의한 내성: 수온 10일 후에 수온 23℃의 항온수조에 옮겨 먹이를 주면서 5일간 순화시켰다. 이후 실험수온 3℃ 구배로 3, 6 및 9℃로 높은 실험수온구와 23℃의 회복실험수온구에서 지속시간별로 넙치의 대사율을 측정하고 생존률도 조사하였다. 실험에 사용된 개체는 습중 7.9~18.0g과 습중 76.2~197.8g이었고 먹이는 정기적으로 공급했다. 다회성 수온등락 실험시 수온처리 조건은 실험개시시 수온 23℃에서 1시간당 0.5℃ 구배로 6시간 동안에 26℃로 승온시킨후 3일간 지속시켰다가 다시 1시간당 0.5℃ 구배로 6시간동안에 23℃로 강온시켜 3일간 지속시켰다. 다음 23℃에서 1시간당 0.5℃ 구배로 12시간 동안에 29℃로 승온시켜 3일간 지속시킨후 같은 온도구배로 23℃로 강온시켜 3일간 지속시켰다. 그리고 23℃에서 같은 승온구배로 18시간동안에 32℃로 승온시켜 3일간 지속시킨후 같은 온도구배로 23℃로 강온시켜 3일간 지속시켰다. 다회성 수온등락 실험에 사용된 넙치의 크기는 습중 8.5~9.4g과 습중 93.7~104.5g범위였다. 큰 것은 500 ℓ의 수조에 20마리씩 70마리를 그리고 작은 것은 200 ℓ 수조에 20마리씩 100마리를 넣고 실험수온의 해수를 환류시켰다. 실험과정에 발생하는 폐사개체는 곧바로 수거하였으며 생존 개체의 대사율을 측정하였다. 수온등락 실험은 3회 반복실험결과를 평균하였다.

## 결과 및 요약

표준대사율의 일주기성은 넙치성어와 치어 모두 수온 24℃에서 측정한 것에 비하여 28℃에서는 기본적 리듬인 일출을 전후한 상승리듬이 소실되었다. 순화수온보다 수온을 상승가중시킨 수온에서 호흡대사율의 일주기성은 20℃에 순화된 성어에서는 실험수온 26℃에서, 24℃에 순화된 성어에서는 28℃에서 일출전후의 상승리듬이 소실되었으며 20℃에 순화된 치어에서는 26℃에서 그리고 24℃에 순화된 치어에서는 28℃에서 일출전 상승리듬이 일출후로 지연되었다. 넙치양어 적수온대인 23℃에서 시작 수온을 3℃ 구배로 올려 26℃나 29℃에 폭로되었을 때는 넙치의 호흡대사율은 상승하였으나, 3일간 지속시켰을때는 급감하였으며 32℃에서도 마찬가지였다. 수온 등락에 따른 폐사는 수온이 상승가중되어 지속되거나 하강되어 지속될 때 나타나서, 직접적인 가중수온의 영향 및 후유증상을 나타내고 있었으며, 수온 23℃에서 수온 29℃를 경험한 넙치의 폐사율은 성어의 경우 35.71% 그리고 치어의 경우 41.00%로 나타났다.

## 참고문헌

- Liu, H., Y. sakurai, H. Munechara and K. shimasaki. 1997. Diel rhythms of oxygen consumption and activity level of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. Fish. Sch., 63, 655~658.
- Kim, W.S., J.M. Kim, S.K. Yi and H.T. Huh. 1997. Endogenous circadian rhythm in the river puffer fish *Takifugu obscurus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 153, 293~298.