2007년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회

論 文

방어 및 넙치의 심혈관 기능에 미치는 고이산화탄소의 영향

이경선*

* 목포해양대학교 해양시스템공학부

The effects of high CO_2 concentration on the cardiorespiratory function in the yellowtail and the flounder

Kyoung-Seon Lee*

* Faculty of Ocean System Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 대기중 이산화탄소 농도상승을 억제하기 위하여 CO_2를 해양에 처리하는 방안이 제안되고 있으며 해양생태계 및 해양생물에 대한 생물학적 영향에 대한 검토가 신중하게 검토되어야 할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 고농도의 이산화탄소 환경에서 천해어종인 방어 및 넙치의 심혈관계 반응을 비교 검토하였다. 5% CO_2 환경에서 방어는 8시간 이내에, 넙치는 48시간 이내에 100% 폐사하였으며, 넙치는 혈액 pH가 회복하였음에도 불구하고 폐사하는 경향이었다. 방어의 cardiac output(심박출량)은 stroke volume(박동량)의 변화에 의해서 영향을 받으며, 넙치는 heart rate(심박수)의 변화가 심박출량의 변화에 큰 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

1. 서 론

대기중 이산화탄소(CO_2) 농도 상승을 억제하기 위한 대책의 일환으로써, CO_2를 심해에 처리하는 방안이 검토되어지고 있다 (Handa and Ohsumi, 1995; Ormerod and Angel, 1996). 이 방안은 대규모 CO_2 배출원에서 CO_2를 회수하여, 1000 m 이상의 심해에 처리하는 방법으로, 육상 및 천해역의 CO_2에 의한 영향을 억제하기 위한 방안이다. 그러나 CO_2가 심해생태계에 미치는 영향에 대해서는 거의 알려져 있지 않으며, 이에 대한 연구가 CO_2 해양처리 가능성을 검토하기 위해서 시급히 요구되어지고 있다 (Seibel and Walsh, 2001, 2003). CO_2 해양처리의 영향을 평가하기위해서는, CO_2 방출부근에서 추정되어지는 수만 ppm에 이르는 비교적 높은 농도에서의 급성영향 및 방출된 CO_2가 충분히 확산된 후의 만성영향에 대해서 검토가 필요하다.

본 연구에서는 CO_2의 급성영향에 대한 연구의 일환으로 방어 및 넙치를 사용하여 치사농도의 CO_2 환경에서의 혈류량을 측정하고 산소운반기능의 변화에 대해서 검토하였다.

2. 재료 및 방법

실험어종

방어, Seriola quinqueradiata는 인근 해상가두리양식장에서 사육하면서 실험 실시전에 운반하여 20℃로 온도순치시켰다. 평균체중 1607±159(N=5)를 나타내었다.

넙치, Paralicthys olivaceus는 인근 어시장에서 구입하여 실내 수조에서 넣어 온도순치 시킨 후 실험에 사용하였다. 평균체중 673±43(N=5)을 나타내었다. 온도순치중에는 두 어종 모두 절식시켰다.

수술

방어 및 넙치는 벤조카인 (즉, 방어; 70mg/mL, 넙치;50 mg/mL)으로 충분히 마취시킨 후에 냉각기가 부착된 수술대에서 관류 마취 상태에서 수술을 시행하였다. 혈류량을 측정하기 위하여 복부대동맥에 도플라전극을 장착하였으며, 혈압측정 및 혈액채취를 위하여 방어의 경우에는 배대동맥에 넙치는 미동맥에 폴리에틸렌튜브를 장착하였다. 수술이 끝난 개체는 호흡실에서 24 ~ 48h 동안 충분히 회복시킨 후 5% 농도의 CO2로 폭기된 해수에서 노출실험을 실시하였다.

Table 1. Mortality of the yellowtail and the flounder during 5% CO_2 exposure

Experimental fish	Exposure time (h)						
	0	0.5	1	3	8	24	48
Yellowtail (N=6)	0	0	0	33	100		
Flounder (N=5)	0	0	0	0	0	25	100

측정

CO_2 노출 전 2회에 걸쳐 혈류량 및 혈압을 기록하고, 혈액을 채취, 분석하여 0h의 측정치로 사용하였다. CO_2 노출 개시 후 0.5h, 1h, 3h, 8h, 24h, 48h의 시간간격으로 측정을 행했다. cardiac output (심박출량)의 기록으로부터, heart rate(심박수) 및 stroke volume(박동량)을 구했으며,

혈액산소분압, 산소농도, 헤마토크리트값, pH를 측정하고, 혈장 CO_2 농도를 분석하여 혈장 CO_2 분압 및 $[HCO_3^-]p$를 계산으로 구했다.

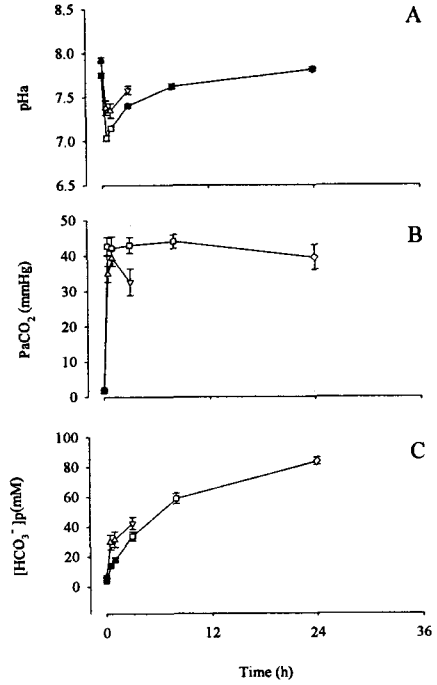

Fig. 1. Arterial pH (pHa; A), partial pressure of CO_2 ($PaCO_2$; B) and concentration of plasma HCO_3^- ($[HCO_3^-]p$; C) of the yellowtail (▲, N=6) and the flounder (■, N=5) during 5% CO_2 exposure at water temperature of 20℃. Open symbols indicate significant differences from 0h values ($p<0.05$; one-way ANOVA, Dunett's test). Down-triangles and diamonds indicate that N was decreased due to fish death. No statistical analysis was applied to these points. Means±SD.

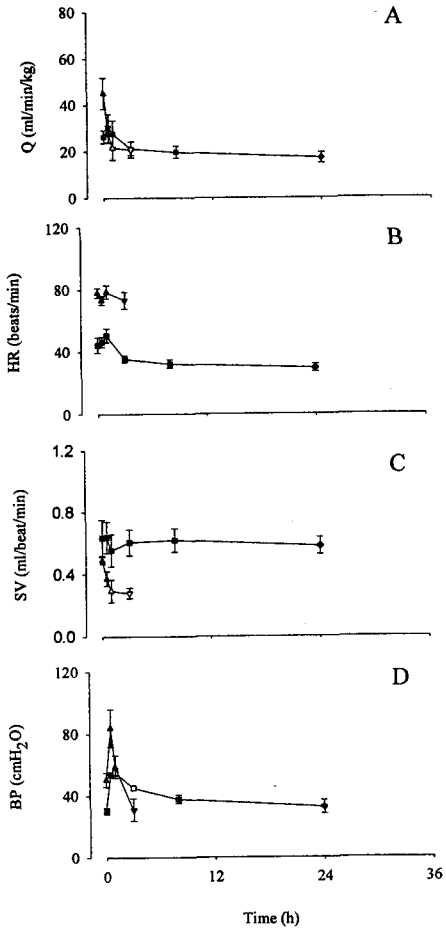

Fig. 2. Changes in cardiac out (Q; A), heart rate (HR; B), stroke volume (SV; C) and blood pressure (BP; D) of the yellowtail and the flounder during 5% CO_2 exposure at water temperature of 20℃. Symbols are the same as in Fig. 1.

3. 결과 및 고찰

5%의 CO_2 환경에서 방어는 8시간 이내에, 넙치는 48시간 이내에 100% 폐사하였다 (Table 1). 방어의 경우, 혈액 pH가 회복되지 않은 상태에서 폐사가 일어났으나, 넙치는 혈액 pH가 완전히 회복된 후에 폐사가 일어났다 (Fig. 1). 혈류량에 있어 방어의 경우 CO_2 노출 후 stroke volume(박동량)의 감소에 의해 cardiac output(심박출량)이 유의적으로 감소하며 폐사에 이르렀다. 넙치는 일시적으로 heart rate(심박수)가 증가하면서 cardiac output이 현저하게 증가한 후 시간경과에 따라 점차적으로 감소하였다 (Fig. 2).

본 연구에 의하여 방어 및 넙치와 같은 경골어류는 cardiac output의 감소에 의하여 각 조직에서 필요한 산소공급이 감소됨으로써 폐사에 이르는 것으로 판단되며, 각각의 조절기구는 어종에 따라 특이성을 가지는 것으로 나타나 다양한 어종에 대하여 비교 검토가 이루어져야 할 것으로 보인다. 또한 실제 CO_2 처리가 이루어지는 환경인 저온 및 고압의 환경에서의 영향에 대한 연구 및 현재 시료채취에 대한 어려움은 따르나 채집 가능한 심해어를 대상으로 CO_2 영향에 대한 검토가 이루어져야 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

[1] Handa, N. and T. Ohsumi (1995), Direct ocean disposal of carbon dioxide. Terra Scientific Publishing Company, Tokyo. viii, pp. 274.

[2] Ormerod, B. and M. Angel (1996), Ocean storage of carbon dioxide. Workshop 2-Environmental Impact. IEA Greenhouse and Gas R&D Programme, Cheltenham, UK, pp. 131.

[3] Siebel, B.A. and P.J. Walsh (2001), Potential impacts of CO_2 injection on deep-sea biota. Science, 294, 319-320.

[4] Seibel B.A., and P.J. Walsh (2003), Biological impacts of deep-sea carbon dioxide injection inferred from indices of physiological performance. Journal of Experimental Biology, 206, 641-650