

## 二枚貝의 窒素排泄

## 2. 論

陳 平\* · 李 福 奎\*

## NITROGEN EXCRETION IN THE BIVALVE MOLLUSCS

2. *Crassostrea gigas*

Pyung CHIN\* and Bok Kyu LEE\*

The effects of temperature and salinity on the rates of ammonia and amino nitrogen excretion, and oxygen consumption were measured for *Crassostrea gigas*.

There was variability with temperature and salinity changes in both the rates of nitrogen excretion and the proportionality between ammonia and amino acids in the excreta, and also in the rates of oxygen consumption. Rates of nitrogen excretion and oxygen consumption were markedly decreased with increase in salinity, especially at high salinity-high temperature, whereas at low salinity-high temperature condition they were significantly increased. These changes are considered as the responses of physiological tolerances to the high temperature stress and the results of the metabolic temperature compensation at the low salinity-high temperature condition.

Most of nitrogenous excretory products was ammonia, and large amounts of amino-nitrogen was excreted, and especially the rate of amino-nitrogen excretion was dominant at 32.5‰-22°C. The amounts of amino-nitrogen excreted by animals were decreased in the medium of high salinity and increased in the medium of low salinity through the experimental temperature. The atomic ratios of oxygen consumed to ammonia-nitrogen excreted (O:N ratio) was low at the low temperature (15°C), and was high at 22° and 29°C in the medium of 32.5 and 37.5‰ but low in the low salinity (27.5‰).

## 緒 論

貝類가 代謝産物로서 排泄하는 含窒素化合物은 특히 그들의 酸素消費와 더불어 体内 代謝様相의 指標가 될 뿐만 아니라, 貝類棲息環境인 水系에 影響을 미치는 要因의 하나가 되고 있다는 점에서 重要한 意義가 있다.

前報(陳, 1977)에서는 底生 二枚貝의 一種, 硯

막(*Anadara subcrenata*)을 對象으로 한데 이어 이번에는 垂下 養成된 二枚貝의 一種, 굴(*Crassostrea gigas*)을 對象으로 窒素排泄에 관한 研究를 시도하였다.

海産 二枚貝의 排泄窒素産物과 排泄率에 관한 數篇의 研究(Emerson, 1969; Allen and Garrett, 1971; Bayne, 1973, 1975)에서 보면 *Mytilus edulis*나 *Mya arenaria* 등의 암모니아 排泄率에 미치는 低鹽

\* 釜山水産大學 大學院 水産生物學科, Dept. of Fisheries Biology, Graduate School, National Fisheries University of Busan

分の 영향을 찾아 볼 수 있다. 그리고 굴의 排泄窒素에 관한 研究(Hammen, et al., 1966)에서는 排泄率에 관한 것을 찾아 볼 수 있을 뿐으로 특히 二枚貝에서 環境要因이 排泄窒素産物과 排泄率중의 平衡에 영향을 미치는데 관한 연구는 最近 Bayne and Scullard(1977)에 의한 담치에 대한 연구와는 비교적 드물다.

本研究은 굴의 窒素排泄에 미치는 水溫과 鹽分의 複合的 影響을 調査하여 環境要因에 대한 굴의 生理的 反應의 一端을 究明하기 위하여 시도하였고 따라서 實驗過程을 通하여 酸素消費量의 變動도 測定하였다.

材料 및 方法

實驗材料는 1979년 4월-10월까지 巨濟島 閉山灣 一帶의 굴 垂下式 養殖場에서 垂下連에 부착하고 있는 굴(*Crassostrea gigas*)을 標本採取하여 使用하였다. 貝類를 採取하여 當日로 實驗室 飼育水槽에 옮기고 流水狀態로 常溫下에 두고 實驗에 提供하였다.

材料로 選拔한 굴은 平均全重, 52.15±13.51g, 濕肉重, 6.34±2.62g 및 乾肉重 1.35±0.62g의 範圍의 것을 基準하였다.

排泄窒素化合物의 測定은 암모니아-窒素의 경우 Orion 특수이온측정기 437型으로 直接 實驗前後의 試水에서 檢査하였고 아미노-窒素는 試水를 Corner and Newell(1967)의 方法에 따라 處理한 후 生成된 암모니아-窒素를 역시 이온측정기로 檢査하였으며 또 試水를 phenol-hypochlorite法(FAO, 1975)으로 呈色시킨 후 分光光電計로 定量하였다. 그리고 酸素消費量은 polarographic 電極의 YSI Model 53 酸

素檢量裝置에 의해서 實驗前後의 溶存酸素의 差로서 측정하였다.

實驗動物은 각각 2.0 l 또는 3.0 l 容量의 polycarbonate cylinder에 각 3尾씩을 넣고 天然水 또는 食鹽을 써서 一定 實驗鹽分으로 調整한 海水를 glass wool에 濾過시킨후 實驗容器에 붓고 一定 實驗水溫에 維持시켰다. 實驗鹽分은 27.5, 32.5 및 37.5% 海水를 써서 水溫 각각 15, 22 및 29°C의 9個 實驗區를 設定하였으며 水溫 및 鹽分條件에 따라 實驗은 각각 2時間 또는 3時間 實施하였다.

實驗動物의 乾肉重은 90°C에서 24時間 乾燥시킨 후 秤量하였다.

結 果

實驗鹽分 27.5, 32.5 및 37.5%의 低鹽分에서 高鹽分에 이르는 各海水에서 水溫을 각각 15, 22 및 29°C로 달리한 條件下에서 굴의 窒素化合物의 排泄量과 酸素消費量을 測定한 結果를 Table 1 및 Fig. 1에 表示하였다.

굴의 窒素排泄은, 27.5%의 低鹽分과 32.5%의 常鹽分에서는 實驗水溫 22°C에서 암모니아-窒素나 아미노-窒素의 排泄量이 가장 높았고 이것은 15°C에 비하여 현저히 增加되었으며 15-22°C間의 암모니아-窒素排泄量의 溫度係數(Q<sub>10</sub>)를 보면 27.5%에서 2.97, 32.5%에서 1.85 이다.

한편 37.5%의 高鹽分에서는 水溫 15°C에서 보인 比較적 높은 암모니아-窒素의 排泄에 比하여 水溫이 22°C나 29°C로 上昇함에 따라 암모니아-窒素 排泄量은 점차 상당히 減少하였고 29°C에서는 어느 實驗鹽分에서 보다 가장 낮았다. 29°C의 高溫에서

Table 1. The rates of nitrogen excretion, oxygen consumption and O:N ratio in *Crassostrea gigas* (individual day<sup>-1</sup>)

Salinity (%)	Temp. (°C)	NH <sub>4</sub> -N (mg)	NH <sub>2</sub> -N (mg)	Oxygen (ml)	O:N (O <sub>2</sub> :NH <sub>4</sub> -N)
27.5	15	1.99	1.50	18.47	11.79
	22	4.27	1.96	30.13	8.68
	29	5.34	2.66	28.84	6.79
32.5	15	1.81	1.94	28.84	19.85
	22	2.79	3.80	60.91	27.20
	29	1.17	0.66	31.75	33.69
37.5	15	2.18	0.43	23.98	13.38
	22	1.22	0.91	31.10	31.95
	29	0.81	0.33	23.33	35.86

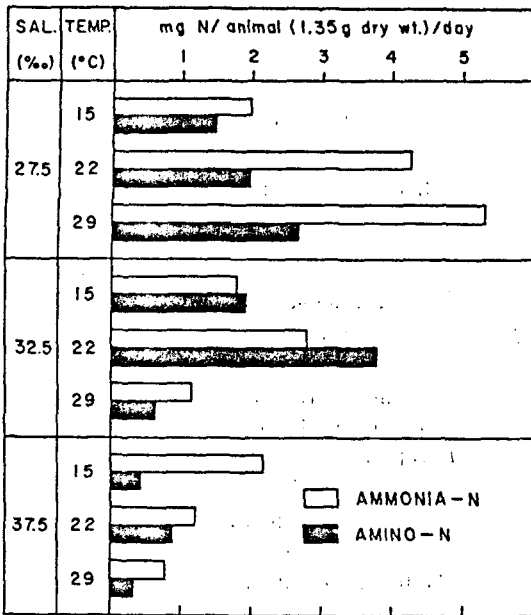


Fig. 1. The rates of excretion of ammonia-N and amino-N by *Crassostrea gigas* related to temperature and salinity.

窒素排泄량의 減少現象은 32.5‰ 鹽分에서도 보이며 22°C에 비하여 현저히 低減되었다. 반면, 27.5‰의 低鹽分에서는 22°C에서 29°C로 水溫이 上昇함에 따라 窒素排泄량은 減少되지 않고 현저히 增加하였다.

아미노-窒素의 경우, 어느 實驗水溫帶에서나 37.5‰의 高鹽分에서 가장 적게 排泄되었고 또 32.7‰의 常鹽分에서도 水溫 29°C에서 현저히 적게 排泄하였다. 반면, 27.5‰의 低鹽分에서는 排泄량이 높고 그중 29°C의 高水溫에서 높았으며 특히 32.5‰-22°C의 경우에 아미노-窒素의 排泄량은 가장 높고 이때는 아미노-窒素의 排泄량이 암모니아-窒素 排泄량을 超過하는 現象을 보였다.

굴의 酸素消費량은 대체로 窒素排泄과 마찬가지로 어느 實驗鹽分에서나 水溫 15°C에 비하여 22°C에서 현저히 높는데, 29°C의 高水溫에서 상당히 低減되었다. 대체로 酸素消費량은 32.5‰의 常鹽分에서 低鹽分이나 高鹽分에서 보다 높았고 특히 32.5‰-22°C의 경우에 酸素消費량은 굴 1尾當 60.91ml로서 가장 높았다.

酸素消費량에 對한 암모니아-窒素排泄량의 原子比를 보면, 어느 實驗鹽分에서나 15°C의 低溫에서 비교적 낮았고 22°C 및 29°C에서는 32.5‰ 및 37.5

‰鹽分에서 현저히 높았는데 다만 27.5‰의 低鹽分의 경우에는 현저히 낮았다.

### 考 察

海産 二枚貝들이 주로 암모니아-窒素를 排泄하는 외에 아미노-窒素를 상당히 많이 排泄한다는 점은 普遍的으로 알려져 있다(Potts, 1967). 前報(柳, 1977)에서 實驗한 새고막(*Anadara subcrenata*)의 경우 특히 大量의 아미노-窒素를 排泄하였음에 비해 本實驗種, 굴(*Crassostrea gigas*)은 암모니아 排泄型이다. 그러나 역시 相當한 量의 아미노-窒素를 排泄하고 있다.

버이지니아굴(*Crassostrea virginica*)의 경우, 아미노-窒素의 排泄량은 總排泄窒素의 5-21%로 變動하고 있고(Hammen et al., 1966; Hammen, 1968) 담치(*Mytilus edulis*)는 28-55%를 排泄한다고(Bayne, 1973)하는데 주로 여름에 높고 가을과 겨울에 낮았으며, 排泄率 뿐만 아니라 排泄物質中의 암모니아와 아미노酸간의 相對的 比에 있어서 이러한 變動은 季節的 生殖週기와 먹이 攝取的 變化에 따른 代謝的 影響의 作用이라고 說明하고 있다(Bayne and Scullard, 1977).

本實驗의 경우, 窒素排泄率과 物質比의 變動은 이러한 代謝作用에 미치는 環境要因의 影響에 起因하는 것으로서 酸素消費量의 變動을 考慮할 때, 環境水系의 鹽分의 相異에 따라 一定水溫에서의 反應率이 相異한 複合的 影響의 結果를 나타 내었다.

實驗水溫 29°C에서 보이는 窒素排泄率과 酸素消費량은 高鹽分의 경우, 더욱 低減되었고 이것은 高溫耐性의 限界溫度에 接近한 抑壓影響의 結果라고 생각된다. 그러나 低鹽分에서만은 29°C의 高溫에서도 代謝反應率이 增大되고 있는데, 이것은 低鹽分에서의 調節作用이 高溫耐性에 대한 補償作用을 하고 있는 것으로 생각된다.

한편, 高鹽分에서 보인 아미노-窒素 排泄량의 減少와 低鹽分에서의 增加現象은 아미노酸의 排出口受動的이 아니라 能動的으로 排泄되는(Hammen, 1968) 細胞內 等滲壓調節要素라는(Lange, 1972) 짐으로 미루어 보아 굴의 体内滲透調節의 結果로 보는 것이 妥當하겠고, 따라서 常鹽分 以下 低鹽分에서 酸素消費와 암모니아排泄이 높은 22°C의 水溫에서 아미노-窒素의 排泄이 높은 것도 代謝産物의 生成에 따른 補償的 結果라고 생각된다.

O:N比는 특히 常鹽分 또는 高鹽分下에서 高水溫

文 獻

의 경우 높아서 代謝基質로서 炭水化合物 또는 脂肪의 基質利用比가 높은 것으로 보이며 15°C의 低水溫의 경우 비교적 낮아서 蛋白質異化作用의 比가 높은 것 같고, 이점은 高溫抑壓을 받는 生理的 限界狀態와 低溫耐容의 狀態에서 代謝의 影響의 考慮할 만한 差異가 存在한다고 보여진다. 특히 低鹽分下에서 常溫 및 高溫의 경우 O:N 比는 全的으로 基質로서 蛋白質 利用比가 높음을 보여 주었는데 低鹽分에서의 平衡調節에 따른 高溫補償作用의 結果라고 생각된다.

貝類에 있어서도 O:N 比는 에너지代謝에 利用되는 代謝基質의 相對的 比를 나타내 주는 指標로서 重要하며 (Bayne and Widdows, 1978) 특히 生態적으로 是 季節的인 먹이消長과 여기에 더하여 環境水溫 및 鹽分의 複合의 影響이 作用하므로써 變動을 招來하게 된다고 하겠다.

要 約

굴(*Crassostrea gigas*)의 窒素排泄과 酸素消費에 미치는 水溫 및 鹽分의 相互影響을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 굴은 水溫과 鹽分變化에 따라 窒素排泄率과 排泄암모니아 및 아미노酸間的 排泄比에 현저한 變動을 보였으며 酸素消費量에도 역시 많은 變動을 보였다.
2. 窒素排泄率과 酸素消費率은 鹽분이 增加함에 따라 특히 高鹽分일때 高水溫(29°C)의 경우에 顯著히 減少하였으나 低鹽分에서는 相當히 增加하였다. 이것은 生理的 耐性의 高溫限界와 低鹽分에 對한 補償作用에 起因한 結果라고 생각된다.
3. 암모니아를 주로 排泄하였으나 상당한 量의 아미노-窒素도 排泄하였으며, 특히 常鹽分-溫暖溫度帶(32.5‰-22°C)에서는 아미노酸의 排泄量이 우세하였다. 그리고 어느 實驗溫度에서나 高鹽分에서 아미노-窒素의 排泄量은 減少하였고 低鹽分에서는 增加하였다.
4. 排泄암모니아-窒素에 對한 消費酸素의 原子比(O: N比)는 低溫(15°C)에서는 현저히 낮고 常溫 및 高溫(22° 및 29°C)에서는 높았다. 그러나 低鹽分의 경우 高溫에서는 현저히 減少되었다.

Allen, J. A. and M. R. Garrett (1971): The excretion of ammonia and urea by *Mya arenaria* L. (Mollusca: Bivalvia). *Comp. Biochem. Physiol.* 39A, 633-642.

Bayne, B. L. (1973): Physiological changes in *Mytilus edulis* L. induced by temperature and nutritive stress. *Jour. Mar. Biol. Ass. U.K.* 53, 39-58.

Bayne, B. L. (1975): Aspects of physiological condition in *Mytilus edulis* L., with special reference to the effects of oxygen tension and salinity. In *Proceedings of the Ninth European Mar. Biol. Symp.* (ed H. Barnes), pp. 213-238. Aberdeen Univ. Press.

Bayne, B. L. and C. Scullard (1977): Rates of nitrogen excretion by species of *Mytilus* (Mollusca, Bivalvia). *Jour. Mar. Biol. Ass. U.K.* 57, 355-369.

Bayne, B. L. and J. Widdows (1978): The physiological ecology of two populations of *Mytilus edulis* L. *Oecologia* 37, 137-162.

Corner, E. D. S. and B. S. Newell (1967): On the nutrition and metabolism of zooplankton. IV. The forms of nitrogen excreted by *Calanus*. *Jour. Mar. Biol. Ass. U.K.* 47, 113-120.

Emerson, D. N. (1969): Influence of salinity on ammonia excretion rates and tissue constituents of euryhaline invertebrates. *Comp. Biochem. Physiol.* 29, 1115-1133.

FAO (1975): *Manual of method in aquatic environmental research.* 238p. Roma.

Hammen, C. S. (1968): Aminotransferase activities and amino acid excretion of bivalve molluscs and brachiopods. *Comp. Biochem. Physiol.* 26, 697-705.

Hammen, C. S., Miller, H. F. and W. H. Geer, (1966): Nitrogen excretion of *Crassostrea virginica*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 17, 1199-1200.

陳 平(1977): 二枚貝의 窒素排泄 1. 새고막 釜水大海硯報 10, 1-4.

Lange, R. (1972): Some recent work on osmotic, ionic and volume regulations in marine animals. *Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev.* 10, 97-136.

Potts, W. T. W. (1967): Excretion in the molluscs. *Biol. Rev.* 42, 1-41.