

소라, *Turbo cornutus* SOLANDER의 酸素 消費에 關하여

李 定 宰 · 李 廷 烈

On the Oxygen Consumption of the Topshell, *Turbo cornutus* SOLANDER

LEE Jung-Jae · LEE Jeong-Yeol

Abstract

The effects of temperature, light and dark for the respiratory rate and the periodic oxygen consumption of the topshell, *Turbo cornutus* SOLANDER was measured. The oxygen consumption patterns showed circadian rhythms which increased from sunset to midnight and decreased from midnight to midday.

The highest value of respiratory rate was appeared in about 2 hours after the sunset. In the temperature range of 10~20°C, the oxygen consumption increased with the increase of temperature, but markedly decreased at 30°C. The oxygen consumption in the animals acclimated to natural condition under 20~25°C water temperature was superior to the light and dark condition, respectively. The oxygen consumption in the animals acclimated to light and dark condition were significantly decreased at 30°C than 10°C water temperature.

The effects of temperature and light condition for respiratory rate was appeared similarly between A and B groups.

緒 論

卷貝類에 있어서도 生理的 機能은 代表하는 總代謝는 그들의 棲息環境에 따라 影響을 받으면서 內在的인 生理的 週期性을 가지고 反應하고 있다. 特히 環境要因 中 溫度는 그들의 地理的 分布나 生理的 適應現象에 多樣한 影響을 미치고 있는데, 一般的으로 變溫動物

은 環境에 受動的으로 反應하면서 溫度變化에 反應하고 있다. 따라서 그들의 酸素 消費 樣式은 그 動物의 代謝機能을 判斷하는데 有用하다.

卷貝類의 呼吸生理에 關한 研究로는 전복의 環境條件에 따른 酸素消費 (Sano and Maniwa, 1962), 發生初期 및 稚貝의 酸素消費量 (Sagara and Araki, 1971; Lee et al.,

1973), 温度와 크기에 따른 酸素消費 (Uki and Kikuchi, 1975) 등이 있으며 소라에 대하여는 酸素消費의 週期성에 대한 斷片的 報告 (Uno, 1962) 外에는 研究가 稀少하다.

本 研究는 소라, *Turbo cornutus*의 呼吸에 미치는 温度 및 明暗의 影響을 究明하고, 그 週期的 相關을 調査하고자 實施하였다.

材料 및 方法

本 實驗에 使用한 소라는 1977年 9月부터 10月까지 西歸浦 沿岸에서 採集한 것을 濟州大學 臨海研究所의 室內 Tank에 運搬하여 殼長 6.42~6.68cm(A群)와 8.30~8.66cm(B群)의 두 群으로 나누어 使用하였다. 酸素消費에 대한 温度 및 明暗의 影響實驗은 A,B群 各 2尾를 20°C로 維持시킨 圓型水槽에 各各 收容한 後 暗室과 明室 (24時間 1,000 lux 下에 등) 및 自然環境 條件에 두어 7日間 馴化시켰다.

한편, 酸素消費의 週期性 測定은 A,B群 各 2尾의 소라를 使用하여 23°C의 水温에서 24時間 동안 2時間 間隔으로 12回 測定하여 酸素

消費量의 1日 變化를 調査하였다. 酸素消費量에 미치는 温度의 影響은 容量 1.7ℓ의 圓型 Plastic 桶에 2尾의 소라를 收容한 後 各기 10°C, 20°C, 25°C, 30°C로 維持한 恒溫水槽에 2時間 동안 放置한 後 酸素消費量을 定量하였다. 水槽內의 水温은 實驗温度의 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以內로 調節하였다. 모든 酸素消費量의 定量的 分析은 Winkler의 變法 (FAO, 1975)에 따라 溶存 酸素量을 定量하여 對照群과의 差로서 酸素消費量을 算出하였다.

分析된 값은 3回 反復實驗의 結果를 平均하여 個體當 1時間의 酸素消費量으로 表示하였다.

結 果

1. 酸素消費의 日週期性

소라의 酸素消費에 대한 日週期性的의 有無를 調査하기 위하여 24時間 동안 2時間 間격으로 酸素消費量을 계속 測定한 結果는 Table 1 및 Fig.1과 같다.

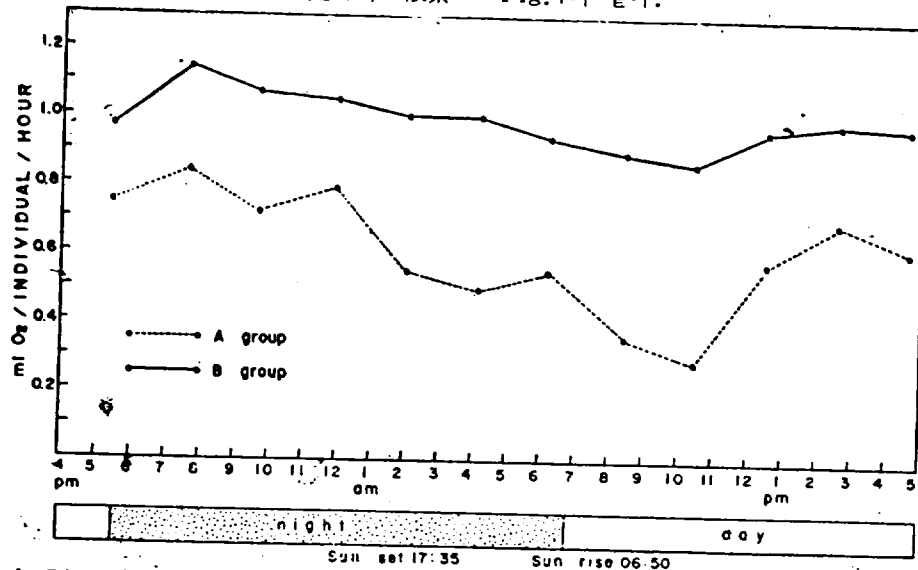


Fig. 1. Diurnal changes of oxygen consumption for the topshell at 23°C water temperature. A group: Shell length, 6.42~6.68cm, B group: Shell length, 8.30~8.66cm.

소라의 酸素 消費에 關하여

A群과 B群의 酸素消費량을 Fig.1에서 보면 一般的으로 個体が 큰 B群의 酸素消費량이 A群보다 현저히 높고 變動幅은 A群이 현저히 큰데, A, B兩群의 日間 酸素消費의 變動 傾向은 서로 비슷하여 日沒後 增加하여 日出에 따라 減少하였고, 특히 日沒 2時間 後에 酸素消費량이 가장 높았으며 日出 3時間 後 酸素消費량이 가장 낮았다. 즉, A群의 경우 Table

1에서 보는 바와 같이 午後 7時頃에 0.84 ml O₂/individual/hr.이고 午前 10時頃에는 0.29 ml O₂/individual/hr.였으며, B群에서는 午後 7時頃에 1.14 ml O₂/individual/hr.였고 午前 10時頃에는 0.87 ml O₂/individual/hr.였다. 한편 A, B群 共히 日出 4時間에 부터 酸素消費량이 顯著히 增加하기 시작하여 午後 3時頃에 두번째 높은 값을 보였다.

Table 1. The diurnal oxygen consumption (ml O₂/individual/hr.) of the topshell at 23°C water temperature

Group	p. m.				a. m.					p. m.		
	5.30	7.40	9.45	12.00	2.05	4.10	6.15	8.30	10.30	12.35	2.40	4.45
A	0.75	0.84	0.72	0.79	0.55	0.50	0.55	0.36	0.29	0.58	0.70	0.62
B	0.97	1.14	1.07	1.05	1.00	1.00	0.94	0.90	0.87	0.97	0.99	0.98

2. 酸素消費에 대한 溫度 및 明暗의 影響

소라를 A 및 B의 大小 두 群으로 나누어 20°C로 維持한 明室, 暗室 및 自然條件下에서 7日間 馴化시킨 後 水温 10°C, 20°C, 25°C 및 30°C에서 各各 酸素消費량을 測定한 結果를 보면 Table 2 및 Fig 2와 같다.

먼저 水温에 따른 酸素消費량의 變化를 보면 Fig.2에서 보는 바와 같이 A, B群 모두 10°C 내지 25°C의 範圍에서는 水温이 上昇함에 따라 酸素消費량은 增加하였으나 25°C 이상에서는 減少하였다. 그리고 A群에서 明馴化群을 제외하면, 대체적으로 自然條件下에 둔 馴化群의 酸素消費량이 가장 높고 다음이 暗馴化群이고 明馴化群이 가장 낮았다. 특히 明室과 暗室의 馴化群에서 10°C의 경우보다 30°C로 維持시켰을 때 酸素消費량의 현저한 減少를 나타냈다. 즉, A群의 경우 Table 2에서 보는 바와 같이 明馴化群은 25°C에서 0.78 ml O₂/individual/hr.이던 것이 30°C에서 0.74 ml O₂/individual/hr.로 5.13%가 減少했고 暗馴化群은 25°C에서 0.94 ml O₂/indiv-

idual/hr.이던 것이 30°C에서는 0.55 ml O₂/individual/hr.로 44.68%가 減少하였다. 또한 B群 역시 明馴化群이 25°C에서 0.91 ml O₂

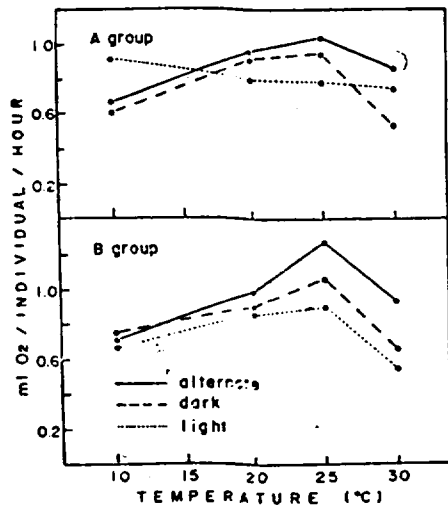


Fig. 2. The effects of water temperature on the oxygen consumption of the topshell. A and B groups are 6.42~6.68 cm and 8.30~8.66 cm of shell length. Alternate is natural condition,

Table 2. The oxygen consumption rate ($\mu\text{O}_2/\text{individual}/\text{hr.}$) of the topshell under the light and dark condition

Group	Light condition	Water temperature($^{\circ}\text{C}$)			
		10	20	25	30
A	Light	0.91	0.79	0.78	0.74
	Dark	0.60	0.91	0.94	0.52
	Alternate	0.67	0.95	1.03	0.85
B	Light	0.67	0.87	0.91	0.55
	Dark	0.76	0.91	1.07	0.66
	Alternate	0.72	0.99	1.27	0.94

Table 3. Q_{10} values for oxygen consumption of topshell

Group	Light condition	Temperature range of Q_{10} calculation($^{\circ}\text{C}$)	Q_{10}
A	Light	20-10	1.15
		25-20	1.03
		30-25	1.11
	Dark	10-20	1.52
		20-25	1.07
		30-25	3.27
	Alternate	10-20	1.42
		20-25	1.18
		30-25	1.47
B	Light	10-20	1.30
		20-25	1.09
		30-25	2.74
	Dark	10-20	1.20
		20-25	1.38
		30-25	2.63
	Alternate	10-20	1.38
		20-25	1.65
		30-25	1.83

소라의 酸素 消費에 關하여

/individual/hr.였고 30°C에서 0.55mlO₂/individual/hr.로 39.56%가 減少했고 暗馴化群의 경우 25°C에서 1.07mlO₂/individual/hr.였고 30°C에서 0.66mlO₂/individual/hr.로 38.32%가 減少하였다. 이들의 Q₁₀值 (Table 3)는 A群에서 明馴化群이 20°C와 10°C間에서 1.15였고 25°C와 20°C間에서는 1.03인데 30°C와 25°C間에서는 1.11로 減少하였고, 暗馴化群은 10°C와 20°C間에서 1.52였고 20°C와 25°C間에서는 1.07인데 30°C와 25°C間에서는 3.27로 현저히 減少하였다. 또한 B群에서는 明室 및 暗室의 馴化群 모두 10°C와 20°C間에서 各各 1.30, 1.20이고 20°C와 25°C에서는 各各 1.09, 1.38인데 30°C와 25°C에서는 2.74와 2.63으로 A 및 B群에서 25°C 以上の 高温은 呼吸代謝 活性의 심한 低下를 초래하였다.

한편 A群에서는 明馴化群의 경우 10°C의 低水温에서 酸素消費量이 상당히 높고 20°C나 25°C로 水温이 上昇할 수록 오히려 減少하였다. 반면 A群의 明馴化群에서 10°C의 呼吸率은 20°C 및 25°C에 比하여 낮지 않았고 30°C에서만 약간 감소하였다.

考 察

一般的으로 個體 代謝活性과 酸素消費量에 關해서는 특히 水棲 動物에 있어서도 個體의 크기, 運動量, 營養狀態, 溫度, 塩分濃度 및 動物體內의 代謝活性度 등에 따라 呼吸에 크게 影響을 미친다고 Prosser and Brown (1965)이나 Chin (1971) 및 Uki and Kikuchi (1975) 등에 의해 考察되었고 潮間帶 生物에서 특히 潮汐에 따른 生理的 週期에 關하여 酸素消費의 週期性이 일찍이 많은 研究者들에 의해 報告된 바 있다(Ghiretti, 1966).

本 實驗의 경우 소라의 呼吸은 常溫(23°C)에서 晝·夜에 따라 週期성을 보였는데 日沒 2

時間 後 가장 높은 呼吸率을 나타냈다. 이 點은 Uno (1962) 및 Uki and Kikuchi (1975)가 자기 *Turbo cornutus*와 *Haliotis discus hannai*에서 日沒 2時間 後에 酸素消費量이 가장 높았다고 報告한 것과 一致된 結果로 소라가 夜行性 動物로 夜間의 攝餌 活動에 起因된 生理的 現象으로 보여진다. 또한 個體 크기에 따른 酸素消費量의 差異는 個體 크기가 큰 B群보다 크기가 작은 A群이 酸素消費量의 變化 幅이 크게 나타나서 個體 크기가 작은 A群에서 攝餌에 따른 代謝量의 變化 幅이 큰 것으로 보여진다.

한편, 소라의 酸素消費에 대한 溫度 및 明·暗의 影響은 溫度가 上昇함에 따라 A·B群 共に 어느 光條件에서나 酸素消費量이 增加하고 있으나 水温 30°C에서는 酸素消費量에 顯著한 減少를 보이고 있다. Uki and Kikuchi (1975) 및 Sano and Maniwa (1962)는 *H. discus hannai*의 경우 26°C 以上에서 酸素消費量이 低下됐다고 報告하였으며 Ghiretti (1966)는 溫度의 上昇에 따라 呼吸率은 上昇하나 致死溫度가 되면 呼吸率의 顯著한 減少를 가져온다고 하였다. 本 實驗의 경우 특히 10°C보다 30°C에서 酸素消費量의 顯著한 減少는 이 動物이 致死溫度에 暴露됨으로서 生理的 억제의 影響을 받았기 때문으로 생각된다. 이 때 이들의 Q₁₀值은 A群이 1.47이었고 B群이 1.83으로서 *H. discus hannai*의 경우 (Uki and Kikuchi, 1975) 보다 낮은 값을 보였는데, 이러한 點은 30°C의 溫度에서 이 動物이 代謝作用의 均衡을 喪失하는데 起因되는 것 같다.

소라의 酸素消費量에 대한 明·暗의 影響은 常溫(20~25°C)에서 自然條件下에 둔 馴化群의 酸素消費量이 가장 컸으며, 다음이 暗馴化群, 明馴化群의 順이었다. Sagara and Araki (1971)는 *H. discus hannai* 및 *H. gigantea*의 幼生에서 明馴化群이 暗馴化群보다 酸

酸素消費량이 컸다고 報告하였으나 Sano and Maniwa (1962)는 暗馴化群이 明馴化群보다 酸素消費량이 많았다고 報告하여 本 實驗도 이와 符合된 結果를 보였다. 한편 Uno(1962)는 *Turbo cornutus*의 攝餌 및 運動에 따른 週期性 調査에서 自然條件 및 暗馴化群은 週期성을 보인 반면 明馴化群에서는 週期性的 喪失을 報告하였다. 本 實驗의 경우 A群 및 B群 共히 自然條件 및 暗馴化群에서 서로 類似한 酸素消費 傾向을 보였으나 A群의 明馴化群에 不規則한 變化를 보인 것은 個체가 큰 B群보다 먼저 週期성을 喪失한데 起因된 것 같다. 특히 水溫 30°C에서 明室 및 暗馴化群의 酸素消費량이 自然條件下의 馴化群보다 낮은 것은 이 動物의 生理的 리듬에 明暗條件이 相當한 影響을 주는 것으로 사료된다.

要 約

소라의 呼吸에 미치는 溫度 및 明·暗의 影響을 究明하고 週期성과의 關係를 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 소라의 酸素消費는 晝夜에 따라 週期성을 나타냈는데 日沒 2時間 後에 酸素消費량이 가장 높았다.
2. 溫度에 따른 酸素消費량은 10~25°C의 範圍에서 增加하였고 30°C에서 減少하였다.
3. 明·暗에 따른 酸素消費량의 크기는 常溫(20~25°C)에서 自然條件 馴化群, 暗馴化群, 明馴化群의 順이었다.
4. 明 및 暗馴化群의 酸素消費량은 10°C의 경우보다 30°C에서 현저한 減少를 나타냈다.
5. 溫度 및 明暗의 影響은 두 群 사이에 서로 비슷한 傾向을 보였다.

文 獻

- Chin, P. (1971): The effect of temperature on respiratory metabolism of the mysid, *Neomysis awatschensis* (BRANDT). Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll. 4, 9-18.
- FAO(1975): Manual of method in aquatic environmental research. 238pp. Roma.
- Ghiretti, F. (1966): Respiration. Wilbur, K. M. and Yonge, C. M. *Physiology of mollusca* II. Academic press, 175-207.
- Lee, B. D., Lee, T. Y. and Chin, P. (1973): Studies on the propagation of abalones. Publ. Mar. Lab. Busan Fish. Coll. 6, 39-52.
- Mclusky, D. S. (1973): The effect of temperature on the oxygen consumption and filtration rate of *Chlamys(Aequipecten) opercularis* (L.). *Ophelia*, 10, 141-154.
- Prosser, C. L. and Brown, F. A. (1965): *Comparative animal physiology*. W. B. Saunders Co., Toppan, 688 pp.
- Sagara, J. and Araki, K. (1971): Oxygen consumption of abalone in early developmental stage and juvenile. Bull. Takai Reg. Fish. Res. Lab., No. 65, 11-16.
- Sano, T. and Maniwa, R. (1962): Studies on the environmental factors having an influence on the growth of *Haliotis discus hannai*. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 21, 79-86.
- Uki, N. and Kikuchi, S. (1975): Oxygen consumption of the abalone, *Haliotis discus hannai* in relation to body size and temperature. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 35, 73-84.
- Uno, Y. (1962): Studies on the aquiculture of *Turbo cornutus* SOLANDER with special reference the ecology and periodicity of the growth. Jour. Tokyo Univ. Fish. special edition, 6(2), 1-76.