

ムラサキウニの酸素摂取と水温の関係

山元憲一*・半田岳志*

Relationship between Water Temperature and Oxygen Uptake in the Sea Urchin, *Anthocidaris crassispina*

Ken-ichi Yamamoto* and Takeshi Handa*

In the sea urchin, *Anthocidaris crassispina*, the amount of oxygen uptake (\dot{V}_{O_2}) increased from February (10.1 °C) to August (28.1 °C). When water temperature was changed seasonally or decreased from 25.9 °C at a rate of 3 °C/hr, \dot{V}_{O_2} decreased rectilinear with the temperature on the same straight line.

1 緒言

ウニ類の酸素摂取量は、水温を短時間で上昇あるいは下降させると直線的に増加あるいは減少することが、バフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus*^{1, 2)} や熱帯産のウニ類の一種であるタイセイヨウマツカサウニ *Euclidaris tribuloides*³⁾ で知られている。各水温に馴致させた場合でも、オオキタムラサキウニ *Strongylocentrotus franciscanus* では、酸素摂取量は水温の上昇に伴って増加している⁴⁾。しかし、アメリカムラサキウニ *Strongylocentrotus purpuratus* では、各水温に長時間馴致させると水温が変化しても酸素摂取量が同じ値を示す水温非依存域が存在している⁴⁾。また、バフンウニでは、季節に伴って水温が変化しても、酸素摂取量は10月から1月と4月から6月の間ではほぼ一定している²⁾。このように種類によって酸素摂取に及ぼす水温の影響が異なっている。しかし、ムラサキウニ *Anthocidaris crassispina* では、酸素摂取量と水温の関係について調べられていない。

そこで、著者らはムラサキウニを用いて、季節に伴って水温が低下した場合と1時間毎に3°Cずつ低下させた場合に水温が酸素摂取量に及ぼす影響について調べたので報告する。

2 材料および方法

実験には、体重 51.6 ± 12.4 g (平均値 \pm 標準偏差値、以下同様に示す)のムラサキウニ432個体を用いた。ウニは、水産大学校に隣接した岩礁域で潜水によって採集し、水槽(2 ton)で毎分約100 l注水した状態で、褐藻および緑藻を毎日与えて1月下旬から実験終了時の9月下旬まで飼育した。飼育水温は、季節に伴って変化したが、1日の変化は ± 0.1 °Cであった。

実験は、イトマキヒトデの場合^{2, 5)}と同様の方法で、季節に伴って変化した水温の場合と短時間に下降させた場合とについて、酸素摂取量の測定を酸素飽和の状態で行った。前者の測定は、2月下旬(10.1 \pm 0.1°C)、4月中旬(14.7 \pm 0.2°C)、5月下旬(19.2 \pm 0.2°C)、6月下旬(21.1 \pm 0.1°C)、7月下旬(26.1 \pm 0.1°C)、8月下旬(28.1 \pm 0.1°C)、9月下旬(23.0 \pm 0.5°C)に行った。後者の測定は、9月初旬に水温を3°Cずつ1時間毎に25.9 \pm 0.1°Cから8.1 \pm 0.1°Cまで下降させて行った。測定は、ウニを24時間絶食させて呼吸室に1個体収容し、呼吸室を黒いビニールで覆って暗くした状態で15時間経過後より開始した。呼吸室には、内径10.8 cm、高さ6.8 cmのアクリル製で筒形のものを用いた。呼吸室への流入水量(Fr, l/min)は、ウニの代謝量に応じて0.015~0.032 l/minに調節した。測定

2002年5月22日受付. Received May. 22. 2002.

*水産大学校生物生産学科(Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University, 2-7-1 Nagatahonmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan).

例数は各測定月毎に24例とした。

酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) は、ウニを入れた呼吸室からの流出水の溶存酸素量 ($C_e, O_2, \text{ml}/\ell$) およびウニを入れずに対照区とした呼吸室からの流出水の溶存酸素量 ($C_i, O_2, \text{ml}/\ell$) を Winkler法で測定し、 $\dot{V}O_2 = (C_i, O_2 - C_e, O_2) \cdot Fr$ の式から計算し、体重当たりの値 ($\text{ml}/\text{min}/\text{kg TW}$) および有機質重量当たりの値 ($\text{ml}/\text{min}/\text{kg OMW}$) に換算した。

体重 (TW, kg) は、測定終了後、ウニを室内で濾紙の上に1時間置いて表面を乾燥させて計測した。有機質重量 (OMW, kg) は、105°Cで15時間乾燥させて乾燥重量 (DW, kg) を、さらに600°Cで15時間焼いて灰分重量 (OW, kg) を順次計測し、 $OMW = DW - OW$ の式から求めた。有機質重量の体重に対する比率 ($OMW/TW, \%$ 、以下有機質重量比と表す) は $OMW/TW = 100 \cdot (DW - OW) / TW$ の式から、水分含量 (Water, %) は $Water = 100 \cdot (TW - DW) / TW$ の式から求めた。

3 結果

有機質重量比および水分含量は、2月から9月の間ほぼ同じ値を示した (Fig. 1)。酸素摂取量は、体重当たりの値 ($\text{ml}/\text{min}/\text{kg TW}$) および有機質重量当たりの値 ($\text{ml}/\text{min}/\text{kg OMW}$) が同様に増加して、2月 ($0.08 \pm 0.04 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg TW}$, $0.98 \pm 0.49 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg OMW}$) から8月 ($0.36 \pm 0.06 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg TW}$, $4.84 \pm 1.02 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg OMW}$) にかけて増加し、10月にかけて減少した (Fig. 2)。このような酸素摂取量の変化を水温との関係で示すと、

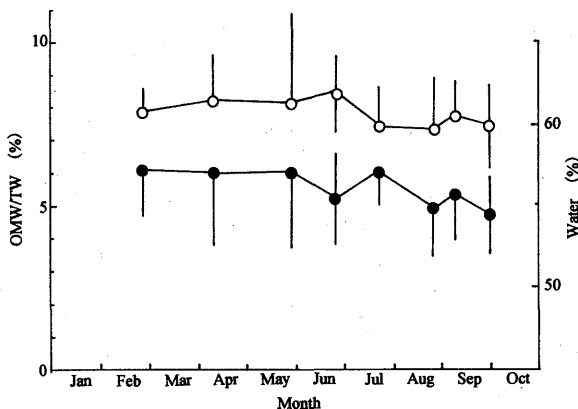


Fig. 1. Ratio of organic matter weight to total body weight (OMW/TW, open circle) and water content (Water, solid circle) in the sea urchin, *Anthocidaris crassispina* with a season. Circle and vertical line represent the mean and standard deviation, respectively.

28.1°C (8月下旬) から10.1°C (2月下旬) にかけて、体重当たりの酸素摂取量および有機質重量当たりの値がともに直線的に減少した (Fig. 3)。一方、水温を3°Cずつ1時間毎に下降させると、酸素摂取量は25.9°C ($0.34 \pm 0.05 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg TW}$, $4.47 \pm 0.83 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg OMW}$) から8.1°C ($0.05 \pm 0.02 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg TW}$, $0.62 \pm 0.30 \text{ ml}/\text{min}/\text{kg OMW}$)

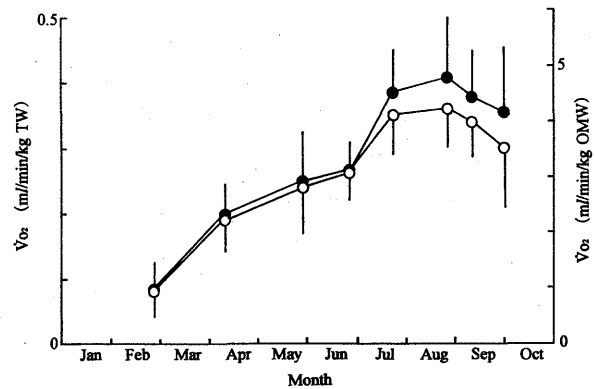


Fig. 2. Amount of oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) unit per total body weight (TW, open circle) and unit per organic matter weight (OMW, solid circle) in the sea urchin, *Anthocidaris crassispina* with a season. Circle and vertical line represent the mean and standard deviation, respectively.

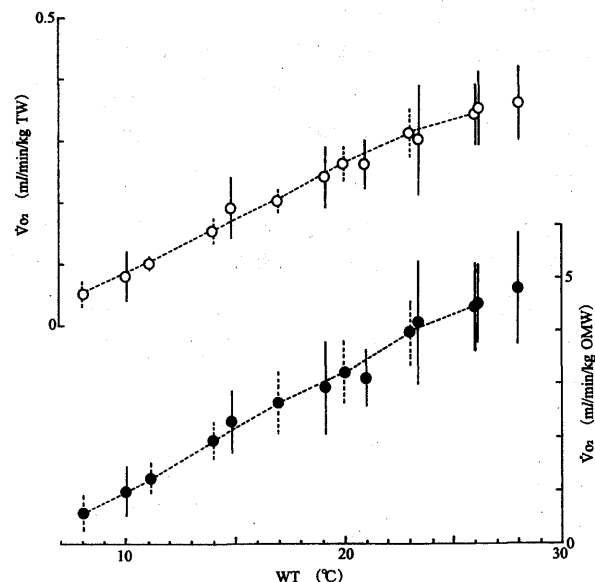


Fig. 3. Relation of the amount of oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) unit per total body weight (TW, open circle) and unit per organic matter weight (OMW, solid circle) in the sea urchin, *Anthocidaris crassispina* to water temperature (WT). Circles (open and solid) and solid line (only vertical) indicate the value with a season, and circles (open and solid) and broken lines (vertical and another) the value in the case of progressive fall of water temperature from 25.9°C at a rate of 3°C/hr. Circle and vertical line represent the mean and standard deviation, respectively.

OMW)まで、季節に伴って変化した水温の場合の値と同じ線上を直線的に減少した (Fig. 3)。

4 考察

ムラサキウニの産卵期は5月から8月で⁹⁾、産卵の盛期は水温23°Cの時とされている¹⁰⁾。しかし、ムラサキウニの有機質重量比は2月から9月の間ほぼ同じ値を示していた。その原因の一つとして、水槽内での飼育中に産卵が行われなかったことによると考えられる。

潮干帯から浅海にかけて生息するウニ類をみると、アメリカムラサキウニでは、各水温に長期間馴致させると水温が変化しても酸素摂取量が同じ値を示す水温非依存域が存在するが、オオキタムラサキウニでは同域が存在せず、水温の上昇に伴って酸素摂取量は増加している⁴⁾。バフンウニでは、季節に伴って水温が変化しても、酸素摂取量は10月から1月と4月から6月の間ではともにほぼ一定している²⁾。ムラサキウニでは、酸素摂取量は8月下旬 (28.1°C) から2月下旬 (10.1°C) にかけての水温の低下に伴って直線的に減少した。これらのことから、ムラサキウニは、アメリカムラサキウニやバフンウニで認められるような水温依存域を示す種類ではなく、オオキタムラサキウニと同様な生理機能を備えていると考えられる。

また、ムラサキウニは、酸素摂取量が季節に伴って水温が低下した場合と短時間に水温を低下させた場合とでは同じ線上を直線的に減少した。以上のことから、ムラサキウニは、バフンウニと異なって、Hochachika and Sonero¹¹⁾が提唱している、温順化あるいは冷順化した動物の代謝速度はほぼ同じ値を示し、冷順化した動物の代謝速度は温順化した個体を低温に外挿して予言しうるよりも大きな値を示す代謝補償、つまり「季節的の速度補償」の生理機能を備えていないと考えられる。また、短時間に温度が変化した場合に代謝速度をほぼ一定に維持する代謝補償、つまり「即時速度補償」¹¹⁾の生理機能も備えていないと考えられる。

ムラサキウニは夏季から冬季にかけての水温低下に伴って酸素摂取量が減少したことから、夏季から冬季にかけて活動性が低下すると考えられる。一方、バフンウニは周年酸素摂取量がほぼ一定している²⁾ ことから、活動性も周年ほぼ同じであると考えられる。これらのことから、ムラサキウニとバフンウニの生理的な違いは、両者が生息域である潮干帯から水深20mまでの海域⁶⁻⁸⁾を共有可能にしている要因の一つであると考えられる。すなわち、同海域で夏季にはムラサキウニが、冬季には反対にバフンウニが活

発に活動していると推測される。

5 要約

ムラサキウニの酸素摂取量は、2月(10.1°C)から8月(28.1°C)にかけて増加した。この間の変化を水温との関係でみると、水温を1時間毎に3°Cずつ、25.9°Cから8.1°Cまで低下させた場合と同じ線上を、酸素摂取量は水温の低下に伴って直線的に減少した。

文献

- 1) 松山恵治・横浜泰継：簡易型ガス検容計によるウニ類の呼吸速度の測定。北水試月報, 41, 207-213 (1984).
- 2) 山元憲一・半田岳志：バフンウニの酸素摂取と水温の関係。水産増殖, 50(2), 177-181 (2002).
- 3) McPherson, B.F. : Feeding and oxygen uptake of the tropical sea urchin *Eucidaris tribuloides* (Lamarck). *Biol. Bull.*, 135(2), 308-321 (1968).
- 4) Ulbricht, R.J. and A.W. Pritchard : Effect of temperature on the metabolic rate of sea urchins. *Biol. Bull.*, 142(1), 178-185 (1972).
- 5) 山元憲一：イトマキヒトデの酸素消費に及ぼす低酸素と水温の影響。水産増殖, 40(3), 269-272 (1992).
- 6) 川名武：バフンウニの増殖に就いて。水研誌, 33(3), 104-116 (1938).
- 7) 丹羽正一・前川邦輝・今攸・難波高志：昭和41年度磯根資源調査報告。福井水試報告, 12, 1-36 (1967).
- 8) 今井利為：岩礁漁場(採藻、ウニ、アワビ漁場、磯焼け)、沿岸の環境圏(平野敏行監修)、株式会社フジ・テクノシステム、東京、pp.392-399 (1998).
- 9) 中村達夫・芳永春男：山口県外海産のウニについて。水産増殖, 9(4), 189-200 (1962).
- 10) 中村達夫：ウニ類。浅海養殖60種(大島泰雄・須藤俊造・花岡資・猪野峻監修)、大成出版、東京、pp. 281-296 (1965).
- 11) Hochachika, P. W. and G. N. Somero : 環境適応の生化学、その分子理論(下)。(藤田道也訳)、共立出版、東京、pp.230-232(1978).