

## 高水温がエゾバフンウニの生体防御の仕組みに及ぼす影響

### ○エゾバフンウニと高水温

エゾバフンウニは夏季に水温が高すぎるとその多くが死亡してしまうといわれています。種苗生産の現場では夏季の高水温期に細菌による病気の「斑点病」が発生することが知られていますが、天然のエゾバフンウニがなぜ高水温期に死亡してしまうのか、その死因については良くわかっていません。そこで、エゾバフンウニの生体防御の仕組みに着目し、水温が高くなると生体防御に関する指標にどのような変化が生じるか実験を行いました。

### ○ウニの生体防御の仕組み

実験の内容の前にウニの生体防御の仕組みについて説明したいと思います。ヒトをはじめとした哺乳類の体内に病原菌などの侵入者が現れると、白血球と呼ばれる血球がこれらの異物を食べたり、物質を産生したりして侵入者から生体を守ろうとします。ウニに血液はありませんが殻の中には血球のような細胞（体腔細胞；図 1）がたくさん浮遊した液体（体腔液）があります。この浮遊している細胞の中には細菌などを取り込む作用がある細胞（貪食細胞）や抗菌作用のある色素（エキノクローム A）を含んだ細胞（赤色顆粒細胞）などがあり、相互に協力しながらウニの体を病原体から守る役割を担っています。また、哺乳類の場合は白血球が殺菌作用のある活性酸素を産生しますが、ウニの貪食細胞も活性酸素の一種である過酸化水素（ $H_2O_2$ ）を産生することが知られています。

哺乳類の場合、生体防御のもう一つの主役として白血球から産生される抗体というものがあります。この抗体は病原体ごとに体内で作られるもので、病原体にくっついて固まることで生体を守ります。ウニを含めた無脊椎動物の場合はこの抗体を産生する能力はありません。したがって、貪食細胞の食作用などが生体防御の仕組みにおいて特に重要な役割を担っていると考えられます。

### ○体腔細胞数とエキノクローム A 量の増減

まず高水温が生体防御に関与する細胞の数を変化させるのではないかと考えました。そこで 14℃から 20℃まで温度を上げる水槽（昇温区）、14℃から 8℃まで水温を下げる水槽（降温区）、14℃のまま維持する水槽（対照区）の 3 つの水槽にそれぞれエゾバフンウニを収容し、水温を変化させる前とあとの体腔細胞の数と体腔細胞に含まれるエキノクローム A 量の変化を調べました。

ウニの体は基本的に固い殻でできていますが、体の



図 1 エゾバフンウニから採取した体腔細胞。黒矢印は貪食細胞。赤矢印は赤色顆粒細胞。

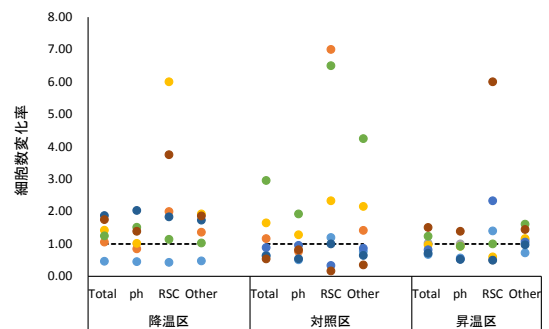


図 2 各試験区での体腔細胞数の変化率。Total は総数、Ph は貪食細胞数、RSC は赤色顆粒細胞数、Other はその他の細胞を示す。点線は 1.0 を示し、それより上ならば増加、下ならば減少したことになる。いずれの試験区にも増加と減少を示している個体がいる。

真下にある口の周りの部分は薄い膜になっています。この部分から注射針をいれて体腔液を採取して、体腔細胞の総数と貪食細胞数、赤色顆粒細胞数を調べました。その結果、水温を上げてても下げててもそのままにしても増加傾向を示している個体と減少傾向を示しているウニが確認され、体腔細胞の数やエキノクローム A 量は水温によっては増減しないと考えられました。

### ○貪食細胞の能力への温度の影響

体腔細胞の数に温度の影響が見られなかったことから、温度が高すぎると細胞自体の能力が低下するのではないかと考えました。そこでエゾバフンウニから取り出した貪食細胞に6℃、12℃、18℃、24℃の異なる温度条件で異物(酵母菌由来の物質)を食べさせ、異物を取り込んだ細胞の割合(貪食率)と培養中に産生したH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の量を比較しました。

その結果、6℃と18℃のときに比べると24℃のときに貪食率の低下がみられました(図4)。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の産生量はより温度の高い試験区で多く、さらに異物を添加すると産生量が多くなりました(図5)。

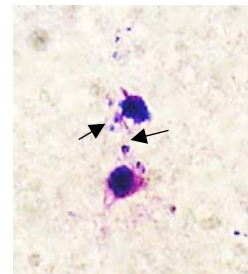


図3 異物を取り込んだ貪食細胞(染色後)。矢印が異物。

### ○エゾバフンウニはなぜ高水温下で死亡するのか

これらの実験からエゾバフンウニは、水温が高すぎると細胞の貪食能力が低下し、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の産生量が多くなると考えられました。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>は殺菌作用がありますが、その一方で自らの組織に障害を及ぼすことが知られています。エゾバフンウニが死亡すると活性酸素の酸化ストレスによって生じる黒紫色の着色症状がよくみられることから、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>産生量の増加がエゾバフンウニの死亡に関係しているのではないかと考えています。言い換えるとH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>による酸化ストレスを軽減できればエゾバフンウニの養殖、種苗生産はより容易に、効率的にできる可能性があります。今後はH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>による酸化ストレスとエゾバフンウニが呈する症状に着目し、研究を進めていきたいと思えます。

(北海道立総合研究機構稚内水産試験場調査研究部 田園大樹)

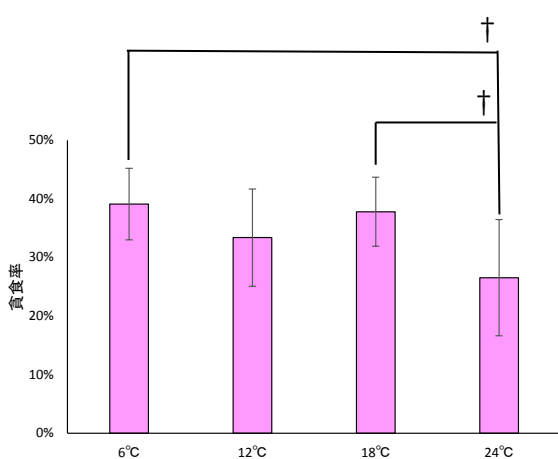


図4 温度別の貪食細胞の貪食率  
†は試験区間に有意差があることを示す。

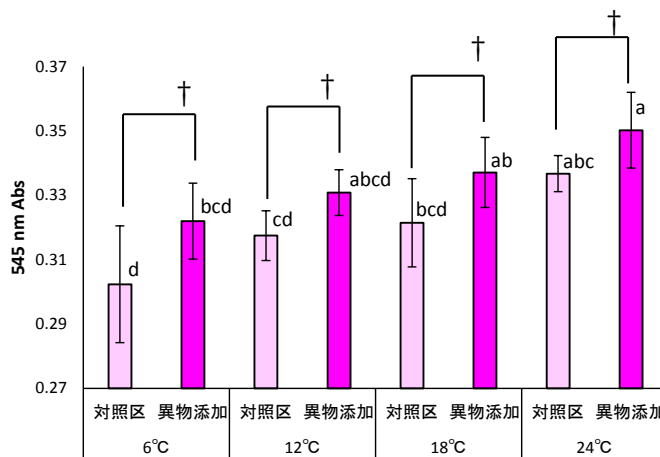


図5 異物添加区と対照区における貪食細胞のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>産生量。縦軸はH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>濃度を示す吸光度の値。†とアルファベットは試験区間に有意差があることを示す。