

受入年度 平成 22年度

課題名 超高压下の生命探索

共同研究員氏名 小野文久

所属・職名 岡山理科大学・客員教授

受入教員 山崎大輔

高圧力下の生物関連物質および生命探索に関する研究は、潜水艇“しんかい”や“かいこう”による海底6000~7000mの探索に始まり、0.06~0.07GPa(600~700気圧)において新種のプランクトンが次々と発見されてきた。続いて、たんぱく質、生体関連物質が変質を始める0.3GPa(3,000気圧)以上で、0.6GPa(6,000気圧)までの範囲の高圧力は食品の高圧殺菌などに利用されるようになってきた。しかし、これらの圧力をはるかに超えた超高压領域における生命探索実験はこれまでにほとんど行われていない。

本研究の予備実験として、生物学分野の研究者が協力して、乾燥状態のクマムシに、これまで調べられている圧力範囲より一桁以上高い圧力となる、7.5GPaの超高压を加えて、その生命が維持できるかどうかを調べてきた。その結果、クマムシは13時間まで耐えられることがわかった。この圧力は地球のマントルに至る、地下180kmの圧力に相当する。このような超高压まで動物の生命が保たれることは非常に不思議である。本申請の研究は、この予備的な研究を大きく発展させ、地下500kmの深さに相当する20GPaの超高压領域において生物が生命を維持出来るかどうか、および生命維持の上限圧力と維持できるメカニズムを解明すること、さらなる超高压下極限状態における生命維持活動の探索を行うものである。

小動物・クマムシが5GPaを超える超高压領域でその生命が維持されるということは、これまでの常識では考えられなかったが、我々のグループではさらに、クマムシ以外に特に耐環境性が強い動物としてプランクトン・アルテミアや植物としてチヂレゴケ、ヒナノハイゴケなどのコケ類胞子などは7.5GPaの超高压に耐え得ることを明らかにしてきた。

我々は今回、岡山大学地球物質科学研究センターに設置されているオクタヘドラルアンビルプレスを用いて、これらの動物およびコケ胞子について20GPaの圧力下で生命維持の可能性を探索した。試料としてクマムシ(樽状態)10匹、アルテミア乾燥卵十数個、およびヒナノハイゴケ胞子囊2個を同時に内径1.6mm、長さ1.8mmのテフロンカプセルに入れ、1辺8mmのMgO製オクタヘドロンを中心に埋め込んだ。圧力媒体には生物に無害であるフロリナート(液体)を用いた。圧力発生装置として先端1辺4mmのタングステンカーバイド製オクタヘドラルアンビルプレスを用いて最高20GPaの圧力を発生させた。常圧から最高圧力までの加圧には30分を要し、そこで30分保持した後、1時間かけて常圧まで減圧した。

超高压印加後、常圧に戻した生物試料は、クマムシについては純水に入れて観察した。アルテミア乾燥卵については海水に入れ、その後の孵化の状態を顕微鏡で観察した。また、ヒナノハイ

ゴケについては寒天培地に蒔種し、その後の発芽を観察した。

クマムシについては、20 GPa の超高压を 30 分加圧後、常圧に戻し、純水に入れると、その形体は樽状態から戻ったが、動き出すことはなく、すべて死滅していた。アルテミアの乾燥卵についても、30 分加圧後、常圧に戻し海水中に入れたが、孵化の初期で死滅していた。

ヒナノハイゴケ孢子については、培地に蒔種後 2 週間で原糸体が発芽し始めた。このときの発芽率は 65.7% であり、コントロールの 98.3% より少し悪い程度であった。しかし、原糸体の成長の度合は遅く、蒔種後 16 日目の伸びはコントロールの約 1/3 であった。

これらの結果より、ヒナノハイゴケ孢子は 20 GPa の超高压下で生存していることが確認された。しかし、その後の継続培養で、原糸体はそれ以上に伸長することなく、約 2 ヶ月後に死滅した。原糸体がある一定の長さ以上に伸長しない原因は、原糸体の先端付近にある細胞分裂に寄与する細胞が超高压の影響を受けたことによると考えられる。また、その後に死滅した原因は外部から進入した菌類によると考えられる。今後、コケ類孢子について超高压印加実験を再度行い、培養法を改良してその生育状態を調べて行きたい。

学会・国際会議発表

(1) (国内学会)「超高压下生命探索—20GPa までの探索」

小野文久, 寒川匡哉, 森嘉久, 財部健一 (岡山理科大学理学部), 藤井暁子, 三枝誠行, 松島康 (岡山大学理学部), 山崎大輔, 伊藤英司 (岡山大学地球物質科学研究センター), 西平直美 (岡山一宮高校), N. L. Saini (ローマ第 1 大学物理学科), 山下雅道 (JAXA)

第 51 回高压討論会 (2010 年 10 月 20 日, 仙台市)

(2) (国際会議) “Strong tolerance of Artemia against very high pressure”

Fumihisa Ono, K. Minami, Y. Mori, M. Sougawa, K. Takarabe, D. Yamazaki, E. Ito, A. Fujii, M. Saigusa, Y. Matsushima, N. L. Saini, M. Yamashita

5th Asian Conference on High Pressure Research (2010 年 11 月 9 日, Matsue, Japan)

(3) (国際会議・招待講演) “Search for life of plants and animals under very high pressures up to 20 GPa”

F. Ono, Y. Mori, M. Sougawa, K. Takarabe, D. Yamazaki, E. Ito, N. Nishihira, A. Fujii, M. Saigusa, Y. Matsushima, N. L. Saini, M. Yamashita

SMEC2011 Conference (Study of Matter at Extreme Conditions), (2011 年 4 月 1 日, Caribbean Cruis from Miami, USA)