



令和5年5月18日

各報道機関文教担当記者 殿

海洋深層水でイカを飼育すると身が痩せないことを科学的に証明

金沢大学環日本海域研究センターの鈴木信雄教授と理工研究域生命理工学系／能登海洋水産センターの松原創教授、島根大学の吉田真明准教授、公立小松大学の平山順教授を中心とした共同研究グループは、能登の海洋深層水（※1）で飼育したスルメイカ（*Todarodes pacificus*）（図1）では、表層の海水で飼育したスルメイカと比べて、肝臓でのコレステロール代謝が抑制され（図2と3）、体液を調節するホルモン（図4）の発現が変化することにより、体重の減少率が抑制されることを世界で初めて証明しました。

これまで経験的に、海洋深層水でイカを飼育すると身が痩せずに長期間飼育できると言われてきました。本研究は、このことを初めて科学的に証明したことになります。

イカやタコの脳は大きく、知能が高いことはよく知られています。その脳で発現している遺伝子を調べた結果、表層の海水と比べて深層水で発現量が高い4種類の遺伝子もスルメイカで初めて見出すことができました（図4）。その遺伝子の中で、ヒトの体液調節に関与しているホルモンであるバソプレシン（※2）の遺伝子発現が高まり、スルメイカの血液中の塩濃度も統計学的に有意に高くなること（図5）も明らかにしました。

以上の結果は、スルメイカの飼育に能登の海洋深層水が有効であることを証明したことになり、スルメイカの畜養や活魚輸送など、スルメイカに関する水産業に大きく貢献できます。

本研究成果は、2023年5月10日にイギリスの国際学術誌『*Scientific Reports*』のオンライン版に掲載されました。

【研究の背景】

海洋深層水とは、水深 200 m 以深に存在する深海の海水のことを示し、低温状態で、豊富なミネラルや無機栄養分を含み、細菌数が少ないという特徴があります。また海洋深層水は、水産増養殖分野において、経験的に海産動物の生育を改善する効果があることから、飼育水等に利用されていますが、その科学的な根拠は明らかになっていません。

【研究成果の概要】

生きた状態で能登町の小木漁協から購入したスルメイカ（図 1）を 2 群（能登海洋深層水飼育群と表層水飼育群）に分けて、同じ大きさの飼育水槽（500 L の円形水槽）で同じ水温（15–16°C）下で 36 時間、エサを与えないで飼育しました。飼育後、麻酔下でスルメイカの体重を測定後、血液を採取し、その後、スルメイカの脳を採取しました。その結果、表層水で飼育したスルメイカの体重は 148.2 g から 137.9 g に減少したのに対し、深層水で飼育したスルメイカの体重は 148.0 g から 144.3 g に変化しただけでした。血液中の成分を調べた結果、肝臓のマーカである酵素活性（アラニンアミノ基転移酵素（※3）の活性）は、深層水飼育群が表層水飼育群より低下していることが認められ、総コレステロール値と遊離コレステロール値は、深層水飼育群が表層水飼育群と比べて高値を維持していました（図 2 及び 3）。また脳で発現している遺伝子を網羅的に調べた結果、深層水飼育群は表層水飼育群と比べて 4 種類の遺伝子の発現量が高いことが分かりました（図 4）。これらのことから、ナトリウムイオン、塩素イオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン、無機リンの濃度は、深層水で飼育すると有意に高くなることが分かりました（図 5）。脳で変化した 4 種類の遺伝子の中で 2 つの遺伝子は、ヒトの塩代謝に関与しているバソプレシンファミリーに属しており（図 6）、スルメイカなどの開眼類では本研究で初めて確認された遺伝子のため、それぞれオエゴプレシン 1、オエゴプレシン 2 と命名しました。他の 2 つの遺伝子は、脳・神経で発現している遺伝子であり、これらの遺伝子が肝臓に作用し、さらにコレステロール代謝やエラや腎臓などの排出器官にも作用して塩代謝を変化させたと考えられます。

【今後の展望】

スルメイカに加えて、アオリイカなどの他の種類のイカにおいても飼育実験を行い、海洋深層水の効果を確認していくことを計画しています。能登深層水で飼育したイカを能登町の観光資源として活用していきたいと考えています。

本研究は、法人主導（トップダウン）型研究課題：環境・健康に配慮した持続可能な共創的養殖システムの開発（代表：鈴木信雄）、北陸未来共創フォーラム、国立研究開発法人科学技術振興機構 A-STEP（JPMJTM20NC）、公益財団法人ソルト・サイエンス研究財団研究助成（2209）、科学研究費補助金（20K06718, 21K05725）、日本財団、金沢大学環日本海域環境研究センターの共同研究費（22009, 22015, 22017, 22040, 22044）の支援を受けて実施されました。なお、本研究は、端野開都氏（D1）の博士論文研究の一環として実施しました。



図1：スルメイカ (*Todarodes pacificus*) の写真
頭の上の腕（足）があるので、頭足類という。

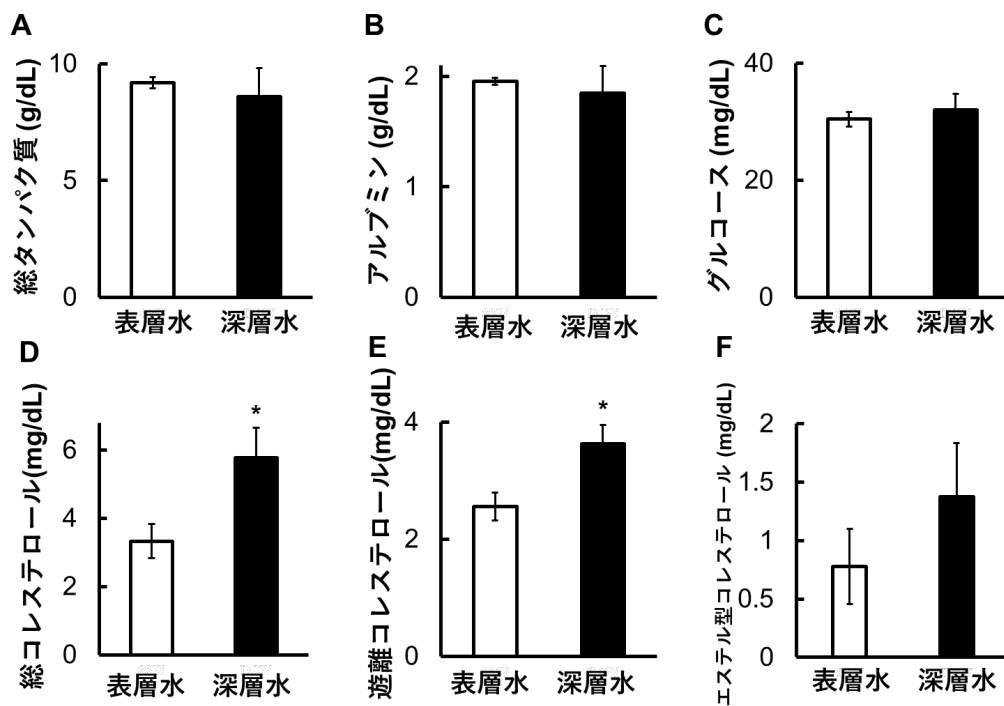


図2：血液中の成分の分析

36時間の絶食により、総コレステロール及び遊離コレステロールの値は、表層水飼育で有意に低下した。* P < 0.05

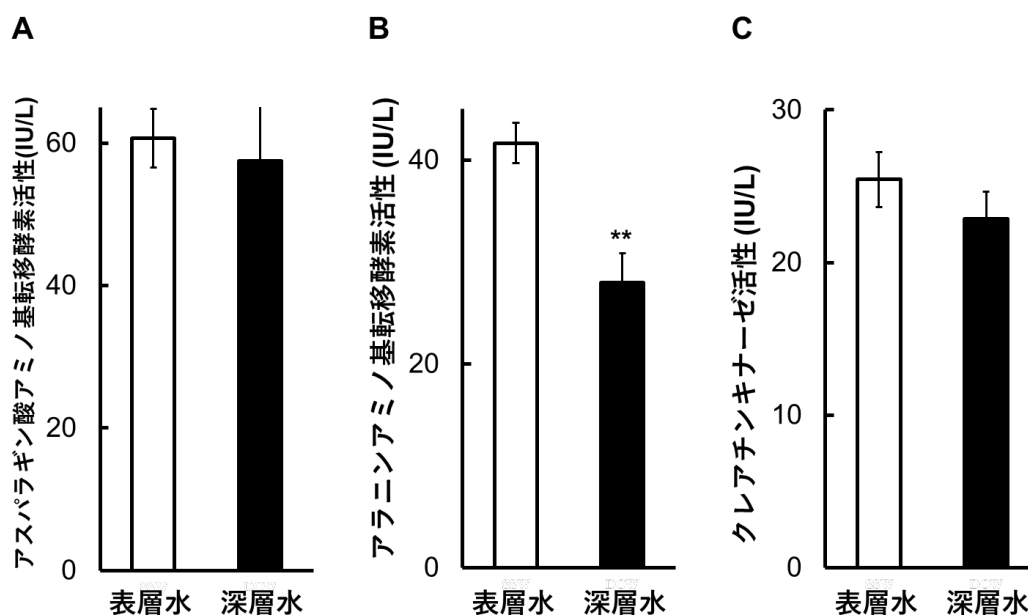


図 3：スルメイカの血液中の酵素活性の変化

肝臓のマーカーであるアラニンアミノ基転移酵素活性が能登深層水でスルメイカを飼育すると低下していることがわかった。 ** P < 0.01

No.1 オエゴプレシン1

MGSGRFFVLHTQCNVSCILFNLCVFLICMTDA**C****F****F****R****N****C****P****P****G****G****K****R**AVAINEGGVPKQCMAC
 GPEGKGCAGPNICCHKEGCVIGDLAKECMQEEKSSTACSVQGIPCGAEGQGRCVADGV
 CCDTSACTNSRCGPLHSRSSSRQELLTLLNRLINKVN*

No.2 オエゴプレシン2

MGSNRFSLPIQYHSACILFTLYLSLICVTDA**C****F****F****R****N****C****P****A****G****G****K****R**SVPKIGGGGASKECITCGP
 EGKGRGAGPGICCHKDGCVIGGQARVCMEENRSTNECVVKGRPCGASGEGRCVADGV
 CCNTSACEMNSRCSGRI*

No.3 Achatin-related peptide

MVKVTSVCLCLFIGLVVLFDSWTDSCAKPCLISFFKCVRGENEGCCTGYGGCMKESCGSA
 TVQCDDRLG**K****R****G****S****W****N****K****R****G****S****W****D****K****R****G****S****W****N****K****R**DAAEE**K****R****G****S****W****N****K****R**AEDIEIS**Q****R**
G**S****W****N****K****R**AEATNEEYPEAILRRLLLENYGTRL*

No.4 Elevenin-like peptide

MLQLHRSTFQKFLIWAFVLLLLNTYVNA**L****E****R****D****K****K****I****N****C****K****V****F****I****F****H****P****K****C****R****G****V****A****A****K****R**
 ALLIPNSQTTEERNYQNRNRDSPARDILLNIPSRIEANGNRDSPARDILLNYF
 LSRIEANGNRDSVVRDILLDYIISRNEANDNDVNSDIVEDWSSYP*

図 4：海洋深層水と表層水で飼育したスルメイカの脳において、能登海洋深層水で飼育した場合に発現量が高くなる遺伝子のアミノ酸配列

本研究において、スルメイカで初めてこれら 4 種類の配列を決定した。

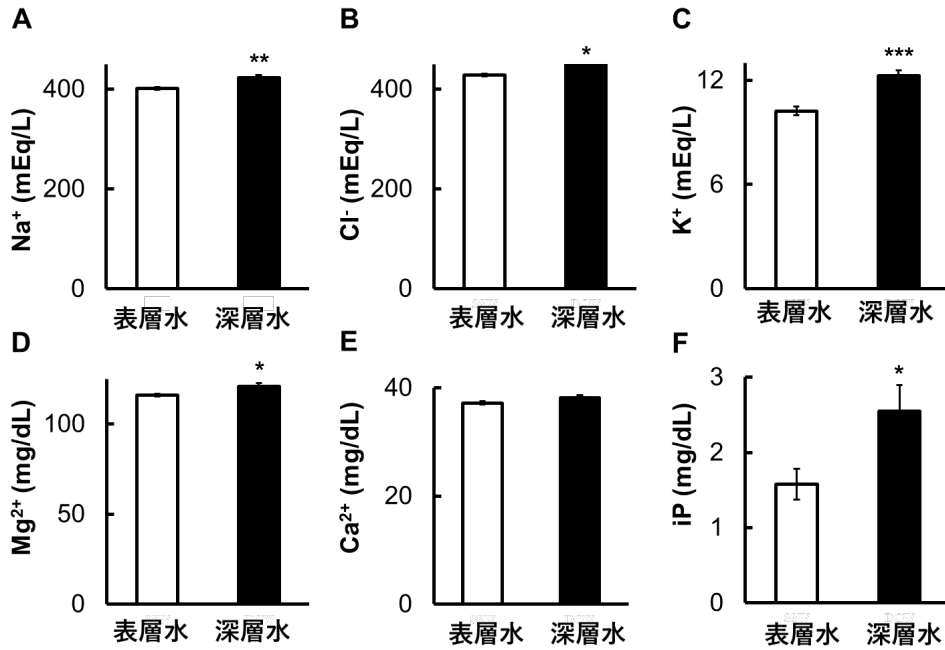


図5：表層水及び能登の深層水で飼育したスルメイカの血液中の塩濃度の変化
* P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001

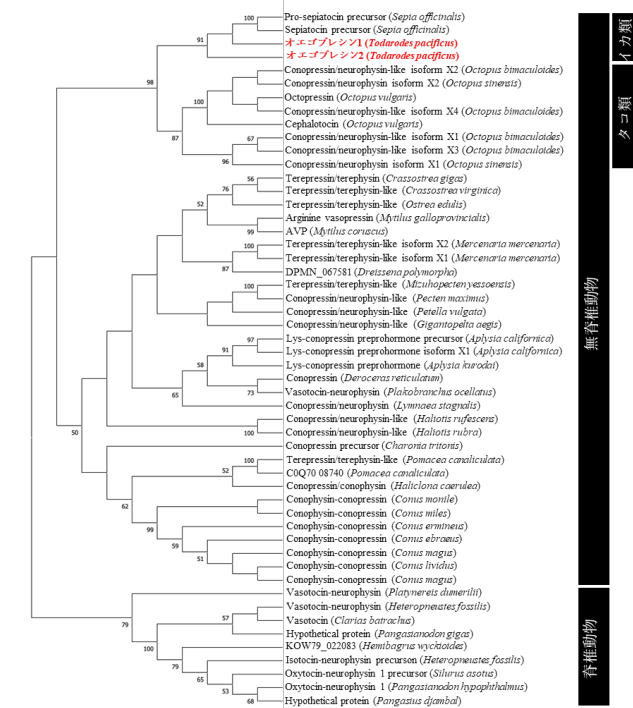


図6：無脊椎動物および脊椎動物におけるバソプレシン/オキシトシンスーパーファミリーの分子系統樹

分子系統樹により、スルメイカで見つかった2つの遺伝子（オエゴプレシン1及び2）は、バソプレシン/オキシトシンスーパーファミリーに属していることがわかる。

【掲載論文】

雑誌名 : Scientific Reports

論文名 : Deep ocean water alters the cholesterol and mineral metabolism of squid *Todarodes pacificus* and suppresses its weight loss

(海洋深層水はスルメイカ (*Todarodes pacificus*) のコレステロール及び塩代謝を変化させて、体重の減少を抑制する)

著者名 : Kaito Hatano, Masa-Aki Yoshida, Jun Hirayama, Yoichiro Kitani, Atsuhiko Hattori, Shouzo Ogiso, Yukina Watabe, Toshio Sekiguchi, Yoshiaki Tabuchi, Makoto Urata, Kyoko Matsumoto, Akihiro Sakatoku, Ajai K. Srivastav, Kenji Toyota, Hajime Matsubara, and Nobuo Suzuki

(端野開都, 吉田真明, 平山順, 木谷洋一郎, 服部淳彦, 小木曾正造, 渡部雪菜, 関口俊男, 田淵圭章, 浦田慎, 松本京子, 酒徳昭宏, アジャイ K. スリバスタブ, 豊田賢治, 松原創, 鈴木信雄)

掲載日 : 2023 年 5 月 10 日にオンライン版に掲載

DOI : 10.1038/s41598-023-34443-x

URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-34443-x>

【用語解説】

※1 : 海洋深層水

海洋深層水とは、水深 200 m 以深に存在する深海の海水のことを示し、低温状態で、豊富なミネラルや無機栄養分を含み、細菌数が少ないという特徴を持つ。能登海洋深層水は、320 m の深海からの海水を汲み上げている。

※2 : バソプレシン

多様な動物に存在するペプチドホルモンである。特にヒトでは、腎臓における水の再吸収を増加させることで利尿を抑制する。また、血管の収縮を促進し血圧を上昇させる機能を持つ。この背景より、抗利尿ホルモンまたは血圧上昇ホルモンとも呼ばれる。本研究において、スルメイカのバソプレシンの構造を初めて明らかにした。この同定したバソプレシンは、スルメイカが属する開眼類の英名 (Oegopsids) を踏まえて、Oegopressin (オエゴプレシン) と命名した。

※3：アラニンアミノ基転移酵素

アラニンのアミノ基をケトグルタミン酸に転移させて、グルタミン酸とピルビン酸にする可逆的な反応を触媒する転移酵素である。ヒトでは、この酵素は全身の組織、特に肝臓に多く存在する。肝臓の細胞が破壊されるとこの酵素が血中に出てくるため、その血中濃度は肝臓の機能の指標に用いられている。

【本件に関するお問い合わせ先】

■研究内容に関すること

金沢大学環日本海域環境研究センター 教授

鈴木 信雄（すずき のぶお）

TEL：0768-74-1151

E-mail：nobuos@staff.kanazawa-u.ac.jp

島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター

海洋生物科学部門（隠岐臨海実験所） 准教授

吉田 真明（よしだ まさあき）

TEL：08512-2-1814

E-mail：mayoshida@life.shimane-u.ac.jp

■広報担当

金沢大学理工系事務部総務課総務係

小橋 直（こばし なお）

TEL：076-234-6826

E-mail：s-somu@adm.kanazawa-u.ac.jp

島根大学企画部企画広報課広報グループ

TEL：0852-32-6603

E-mail：gad-koho@office.shimane-u.ac.jp