

報道機関 各位

しじみをお湯で茹でるとスープが白く濁るのは、いったいなぜ？  
～トロポミオシン(タンパク質)が原因物質であることを解明～

◆本件のポイント

- しじみ汁を作る時に、熱した水にしじみを入れると、水が白く濁る。  
なぜ白くなるのかは、これまで明らかにされていなかった。
- 本研究では、白い物質の正体を明らかにすることを目標に調査を行い、白濁の原因物質はタンパク質であるトロポミオシン(※1)であることを解明した。
- トロポミオシンの味を調べたところ、美味しい味はしなかった。  
今後、白濁していて“美味しそう”に見えるスープを作るのに、トロポミオシンを利用することが考えられる。
- 島根大学生物資源科学部生命科学科の秋廣高志助教、石田秀樹准教授、安井凌さん(研究実施当時4年、令和2年3月卒業)らが本研究に参加しており、論文が Scientific Reports 誌に掲載された。

---用語解説-----

(※1) トロポミオシン:筋肉を構成するミオシンを構造的に束ねる役割を持ったタンパク質。

◆謝辞

本研究で使用したしじみの一部は宍道湖漁業協同組合様からご提供いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

■ 研究詳細は、添付資料をご確認ください。 ■

◆本件の連絡先 ※[at]は@に置き換えてください

<報道に関すること>

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[at]office.shimane-u.ac.jp

<研究に関すること>

島根大学 生物資源科学部 生命科学科 秋廣 高志 助教

TEL:0852-32-6437

E-mail: akihiro[at]life.shimane-u.ac.jp



【添付資料: あり(6枚) なし】

## しじみをお湯で茹でるとスープが白く濁るのは、いったいなぜ？ ～トロポミオシン(タンパク質)が原因物質であることを解明～

しじみ汁を作る時、しじみを水に入れて熱すると水が白く濁ります(図1)。なぜ、白濁するのか、これまで明らかにされていませんでした。

島根大学生物資源科学部生命科学科の秋廣高志助教、石田秀樹准教授、安井凌さん(研究実施当時4年、令和2年3月卒業)らの研究グループは、しじみ汁を対象にタンパク質を分離して検出するなどの手法を用いて、しじみをお湯で茹でた際に白く濁る原因となる物質が、タンパク質のトロポミオシン(※1)であることを解明しました。

本研究成果は、『Scientific Reports』誌に掲載されました。



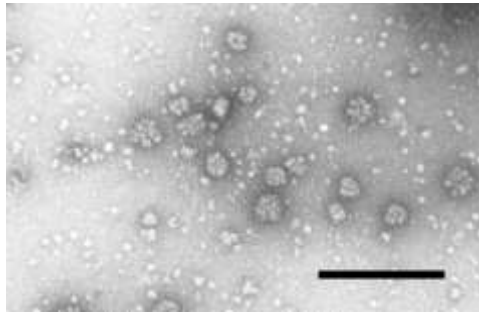
(図1) 宍道湖産のしじみで作ったしじみのすまし汁

### ■研究の背景

島根県の宍道湖産のしじみは国内で最も水揚げ量が多く、味噌汁や酒蒸しなどで全国で家庭で食されています。しじみ汁を作る時に、熱した水にしじみを入れると、水が白く濁るのですが、なぜ白くなるのかは、これまで明らかにされてきませんでした。本研究では、白い物質の正体を明らかにすることを目標に研究を行いました。

## ■研究の成果

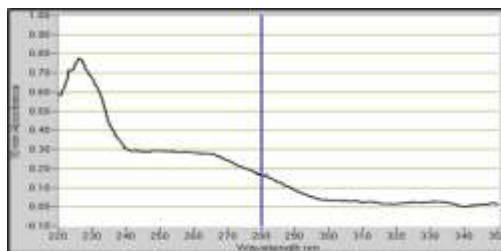
しじみ汁が白濁する原因物質が何であるかは、これまで明らかになっていませんでした。どのような物質が白濁の原因物質であるのかを明らかにするために、まず白濁の原因物質の大きさを調べてみました。その結果、100kDa 以上の比較的大きい物質であることがわかりました。そこで、電子顕微鏡で白濁物質を観察することにしました。その結果、しじみ汁の中には、大きな塊があることがわかりました(図 2)。



(図 2) 透過型電子顕微鏡でスープを観察した像

一般的に大きな塊 = 高分子であればタンパク質であると考えるのが普通なのですが、タンパク質は熱を加えると変性して、沈殿したり灰汁となることから、しじみ汁の中の白濁物質はタンパク質であるとは考えられませんでした。また、タンパク質に 280nm の紫外線を当てると、波長が吸収されることが知られていますが、しじみ汁に 280nm の紫外線を当てても吸収がありませんでした(図 3)。

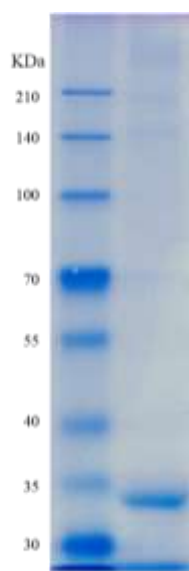
これらの結果から、「しじみ汁が白濁する原因物質は、タンパク質なのか？」と疑問が増していました。



(図 3) スープに 220nm から 380nm までの紫外線を当てた結果

そこで、卒業研究を行っていた安井さんが、タンパク質を分離し検出する方法である SDS-PAGE(※2)という実験を、しじみ汁を対象として行いました。その結果、タンパク質が検出されました(図 4)。

このタンパク質を MALDI-TOFMS(※3)という本学総合科学研究支援センター 生体情報・RI 実験部門にある機器を使って解析したところ、このタンパク質はトロポミオシンというタンパク質であることがわかりました。



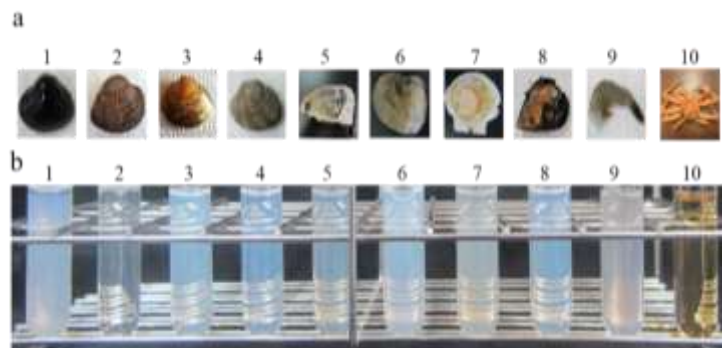
(図4) SDS-PAGE によるタンパク質の分離と検出線を当てた結果

牛乳も白濁していますが、これはカゼインというタンパク質が原因物質です。カゼインは Ca(カルシウム)を結合していることが知られています。しじみのトロポミオシンも何らかのイオンを結合しているのではないかと考え、本学生物資源科学部に設置されている ICP-MS(※4)という機械で調べてみました。その結果、Ca などのイオンは結合していないことがわかりました。また、豚骨スープの白濁には、タンパク質に加えて脂質が関係していると考えられています。しじみ汁が白濁するのに、脂質が関係しているかを調査する目的で、本学生物資源科学部に設置されている GC-MS(※5)という機械を用いて解析してみました。その結果、白濁に脂質は関係していないことがわかりました。

最後に、タンパク質が水に溶けているのに、紫外線 280nm を当てても吸収がなぜ無いのかについて調べてみました。タンパク質は 20 種類のアミノ酸(※6)から構成されますが、そのうちの 1 つ、トリプトファンと呼ばれるアミノ酸が 280nm の波長を吸収します。しじみのトロポミオシンのアミノ酸配列を調べたところ、トロポミオシンにはトリプトファンが含まれていないことがわかりました。これが原因となり 280nm の光を吸収しないということがわ

かりました。

さらに、しじみ以外の貝についても調査したところ、はまぐり、赤貝、ホンビノス貝、ホタテ、牡蠣などでも白濁することがわかり、その原因物質がトロポミオシンであることを確認しました(図5)。



(図5) 他の貝やエビ・カニを煮込むとスープは白濁するのか

#### ■今後の展望

しじみ汁が白く濁る原因物質がタンパク質のトロポミオシンであることがわかりました。タンパク質は一般に熱に弱いのですが、トロポミオシンは耐熱性を持ったタンパク質であることもわかりました。耐熱性を持った酵素(タンパク質)(※7)を作る研究が、工業的に使われるタンパク質について行われています。今後は耐熱性タンパク質を構築する基礎的な研究の重要な材料になると考えられます。

トロポミオシンだけを精製して味を調べてみましたが、美味しい味はしませんでした。しじみ汁の美味しさにトロポミオシンは関与していないと考えられますが、白濁度合いが増せば増すほどスープは美味しく見えます。見た目が良く美味しいスープを作る上で、しじみ汁に含まれるトロポミオシンを利用することが今後考えられます。

## ■用語解説

### (※1) トロポミオシン

筋肉を構成するミオシンを構造的に束ねる役割を持ったタンパク質。

### (※2) SDS-PAGE

ポリアクリルアミド電気泳動の略で、タンパク質や核酸を分離する方法。

### (※3) MALDI-TOFMS

マトリックス支援レーザー脱離イオン化法の略で、特にタンパク質の分析に使われる。

### (※4) ICP-MS

誘導結合プラズマ質量分析法の略で、主に元素分析に用いられる。

本学生物資源科学部に設置されており、松本真悟教授と共同研究を行った。

### (※5) GC-MS

ガスクロマトグラフィー質量分析法の略で、多くの成分を分離し定性する手法。

本学生物資源科学部に設置されており、吉清恵介准教授と共同研究を行った。

### (※6) アミノ酸

旨味成分であるグルタミン酸など。アラニン、フェニルアラニン、トリプトファンなどがある。しじみ汁の旨味はグルタミン酸が関係していると考えられている。

### (※7) 耐熱性を持った酵素(タンパク質)

コロナウイルスへの感染をチェックするための PCR などにも使われていて、高温にしても活性が低下しない特徴を持っている。

## ■謝辞

本研究で使用したしじみの一部は宍道湖漁業協同組合様からご提供いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

## ■論文の情報

### 論文タイトル

Tropomyosin micelles are the major components contributing to the white colour of boiled shellfish soups

(貝類でスープを作ると、スープが白濁するが、その原因物質はトロポミオシンがミセルを形成しているからであることが明らかになった)

著者 秋廣高志<sup>1</sup>, 安井凌<sup>1</sup>, 安平進士<sup>2</sup>, 松本健一<sup>3</sup>, 田中泰裕<sup>4</sup>, 松尾安浩<sup>1</sup>, 清水英寿<sup>1</sup>, 松崎貴<sup>1</sup>, 松本真悟<sup>1</sup>, 吉清恵介<sup>1</sup> & 石田秀樹<sup>1</sup>

1 島根大学 生物資源科学部

2 岩手医科大学 医歯薬総合研究所

3 島根大学 研究学術情報本部 総合科学研究センター 生体情報・RI 実験部門

4 鳥取大学大学院連合農学研究科生命資源科学専攻

掲載誌 Scientific Reports

詳細は <https://www.nature.com/articles/s41598-022-17911-8.pdf>

