

# Rhodopsin in the Dark Hot Sea: Molecular Analysis of Rhodopsin in a Snailfish, *Careproctus rhodomelas*, Living near the Deep-Sea Hydrothermal Vent

Rie Sakata<sup>1</sup>, Ryo Kabutomori<sup>1</sup>, Keiko Okano<sup>1</sup>, Hiromasa Mitsui<sup>1</sup>, Akihiro Takemura<sup>2</sup>, Tetsuya Miwa<sup>3</sup>, Hiroyuki Yamamoto<sup>3</sup>, Toshiyuki Okano<sup>1</sup>

PLoS ONE 10 e0135888.

doi: 10.1371/journal.pone.0135888

## 暗黒の熱い深海にあるロドプシン：深海熱水噴出孔付近に生息するコンニャク魚バラビクニンがもつロドプシンの分子解析

坂田利江<sup>1</sup>、兜森 椋<sup>1</sup>、岡野恵子<sup>1</sup>、三井広大<sup>1</sup>、竹村明洋<sup>2</sup>、三輪哲也<sup>3</sup>、山本啓之<sup>3</sup>、岡野俊行<sup>1</sup>

<sup>1</sup>早大, <sup>2</sup>琉球大, <sup>3</sup>海洋研究開発機構(JAMSTEC)

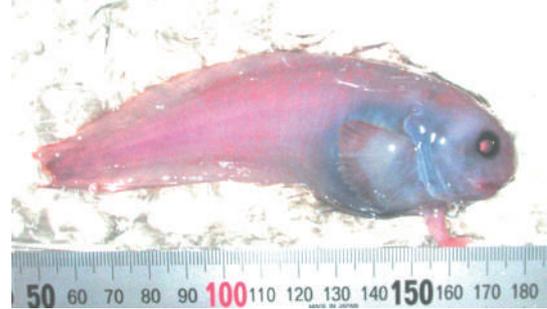
### 【本論文のポイント】

動物の視覚系は、視細胞と光受容タンパク質の構造を変化させることによって環境に適応している。したがって、特殊環境に適応した動物の光受容体を調べることは、多様な光受容系の根底にある適応進化機構を理解することにつながる。深海に棲む魚が光環境に視覚を適応進化させている例は知られているが、特に、熱水噴出孔のような特殊な環境に生息する魚類の光受容系はほとんど分かっていない。そのため、本研究では熱水噴出孔付近に生息するクサウオ科の深海魚 *Careproctus rhodomelas* の眼球からタンパク質を抽出し、分光学的分析によって視物質を解析した。また、ロドプシンの cDNA を単離して培養細胞中でロドプシンを発現し、眼球から得られたロドプシンと光反応特性を比較した。

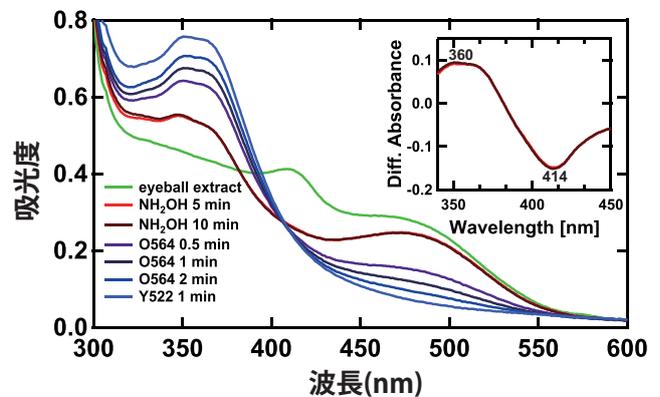
### 【概要】

視細胞である桿体と錐体は、光受容体としてロドプシンや錐体視物質を持っている。これらの視物質はアポタンパク質であるオプシンと 11-cis 型のレチナール発色団から構成されている。まず、*C. rhodomelas* の眼球から得た抽出物の吸収スペクトルを測定したところ、約 480 nm の青色光に吸収ピークを持ち、ロドプシンに由来するものだと考えられた。この値は、陸上脊椎動物のロドプシンが 500nm に吸収極大を持ち、青緑色の光を吸収するのに比べ、短波長に変化している。

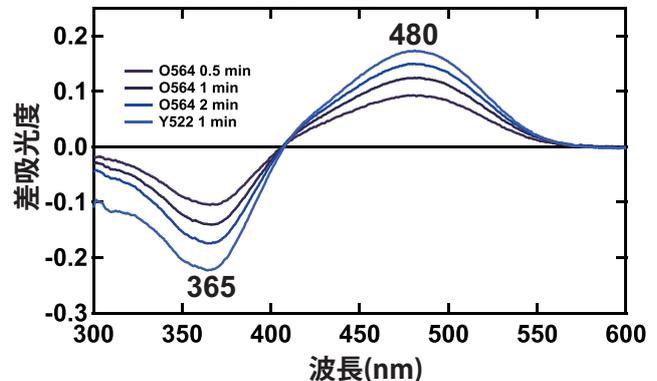
### バラビクニン



### バラビクニンロドプシンの可視分光解析



### 光照射前後の差吸収スペクトル



次に、*G. rhodomeias* の眼球 cDNA よりロドプシン (CrRh) をコードする cDNA をクローニングし、アミノ酸配列を決定した。網膜オプシン、ピノプシン、昆虫オプシンなどを含む分子系統樹からも、CrRh がロドプシンであることを確認した。CrRh のアミノ酸配列は特に、吸収特性を制御する部分が、青緑色に吸収をもつ既知の深海魚のロドプシンと類似していた。また、単離された cDNA を培養細胞 (HEK293EBNA) に導入して CrRh 組換えタンパク質を発現させたところ、発色団 11-cis 型のレチナールと結合して 480 nm に吸収極大波長をもつことがわかった。

海水に対する光の透過率は波長によって異なっているが、CrRh の吸収極大 (480 nm) は最も光を通しやすい波長である。とはいえ、バラビクニンが生息する水深 1500m まで太陽光が届くのだろうか。海の状態によって光の透過率は異なるが、生物が光を検知できる限界が水深 1000m 程度と言われており、おそらく水深 1500m には光は全く届かないと考えてよい。多くの深海魚には日内鉛直移動行動が見られ、浅海にも移動するが、バラビクニンにはそのような行動は報告されていない。熱水噴出孔は狭い範囲に限局しているので日周鉛直移動<sup>※1</sup>をすることは考えにくい。また、熱水噴出孔からは近赤外光が放出されていて、ロドプシンを長波長吸収型に変化させて利用しているエビなども知られているが、CrRh はブルーシフトしているため、バラビクニンが熱水噴出孔からの光を認識しているとも考えにくい。残る可能性は、発光生物が発する光である。生物生物の発光の波長は深海環境に適応して、青色領域のものが多く CrRh の吸収極大波長ともよく合致する。熱水噴出孔の生物の研究は極めて少ないが、これまでの深海生物で得られた知見と比較することによって、熱水噴出孔における生物の環境適応を推定することができよう。

[要約作成：野原正奈夫、岡野俊行]

#### 【語句の説明】

※1 日周鉛直移動：Diel vertical migration, DVM とよばれ、深海に棲むが水面との間で毎日垂直移動すること。昼間は深海に生息に夜に餌を求めて浅海に移動する。