



シマイシロウリガイ *Calyptogena okutanii*

シロウリガイの仲間は深海性で真っ赤な血液を持っている二枚貝です。

Calyptogena clams live in deep sea and have red blood.

シマイシロウリガイは、殻の長さが13cmほどになる二枚貝です。シロウリガイの仲間は数十種類知られており (Fig. 1), 全て水深300-6800mに密集しています (Fig. 2).

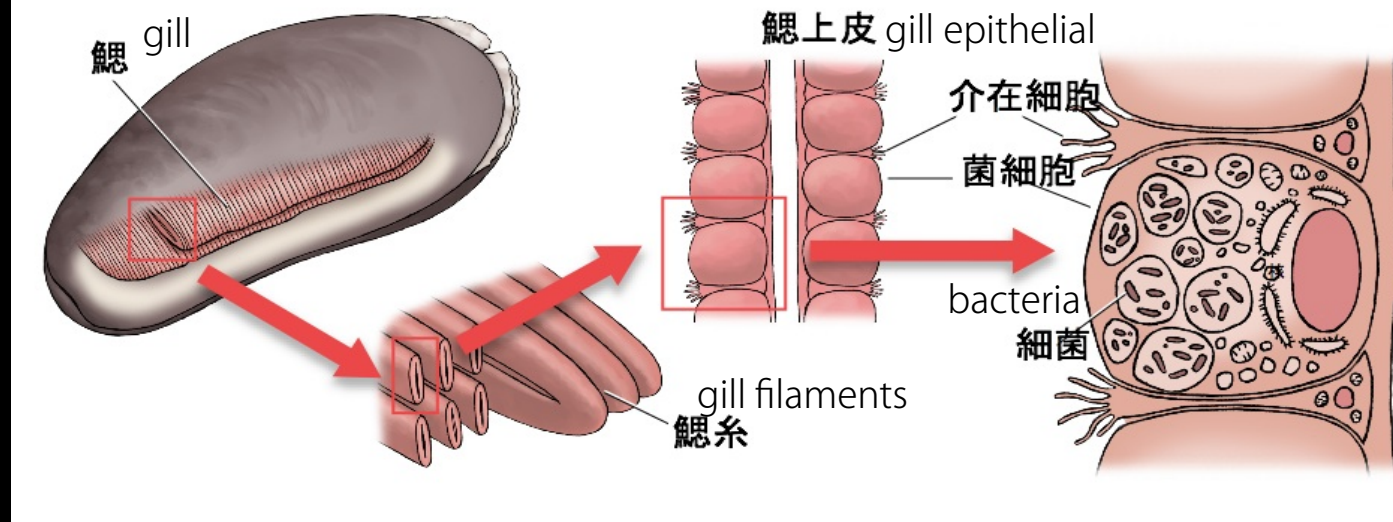
Calyptogena okutani is a one of vesicomid clams, 13 cm in shell length. The family Vesicomidae contains a few ten species (Fig. 1). All species in this family have been occurred at depths between 300 and 6800m with dense aggregations (Fig.2).

→ Fig. 1. A:シマイシロウリガイとシロウリガイの集団。相模湾水深850m. B: ナギナタシロウリガイの集団。日本海溝水深6374m. A: Dense aggregations of *Calyptogena okutani* and *C. soyoae*, Sagami Bay, 850m depth. B: *C. phaseoliformis*, Japan Trench, 6347 m depth.



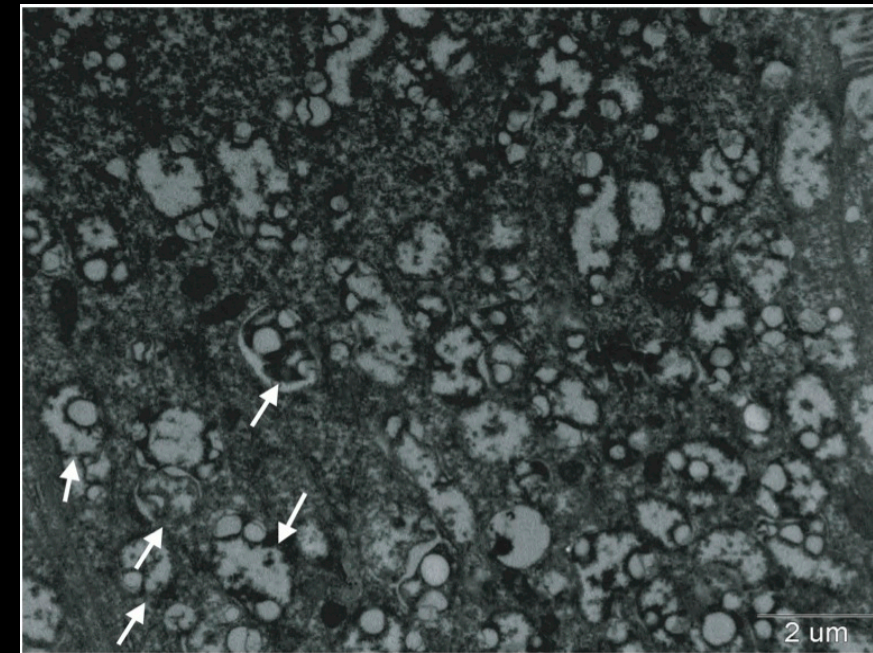
↑ Fig. 2. A:シマイシロウリガイ。相模湾ー沖縄トラフ, 水深750-2100 m. B:ナラクシロウリガイ。日本海溝, 水深5290-6800 m. C:ツバサシロウリガイ.南海トラフ, 水深3540-4040 m. D: ナギナタシロウリガイ: A: *Calyptogena okutani*, Sagami Bay – Okinawa Trough, 750-2100 m depth., Japan Trench, 5290-6800m depth. B: *C. fossajaponica*, Japan Trench, 4700-6400 m depth. C: *C. tsubasa*, Nankai Trough, 3540-4040 m depth. D: *C. phaseoliformis*, Japan Trench, 4700-6400m depth.

シロウリガイ類エラの細胞には、バクテリアが共生しています (Fig. 3, 4). シロウリガイ類は、この共生バクテリアから栄養をもらっています。普通の二枚貝のようにエラで水中懸濁物をこし取って食べていません。共生バクテリアは、硫化水素をエネルギー源にしています。ですからシロウリガイ類は硫化水素をバクテリアに与えなくてはなりません。



↑ Fig. 3. 二枚貝エラの共生細菌. Symbiotic bacteria in gill cells of bivalves.

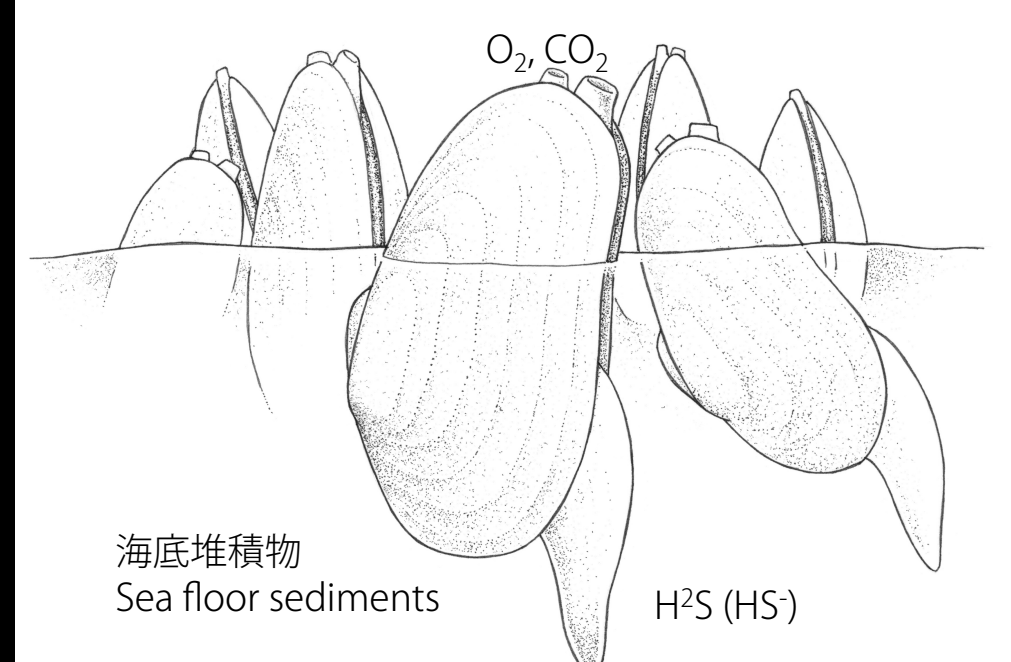
The genus *Calyptogena* (Bivalvia: Vesicomidae) comprises highly specialized bivalves living in symbiosis with sulphur-oxidizing bacteria (Fig. 3). The *Calyptogena* symbiont has been shown to actively transport nutrients to the host. These clams have no filter feeding. Symbiotic bacteria need hydrogen sulfide. So, host, *Calyptogena* clams should give hydrogen sulfide for bacteria.



↑ Fig. 4. エラの共生細菌拡大. 電子顕微鏡撮影. Close up view of symbiotic bacteria in gill cells of bivalves, by TEM.

シロウリガイ類は硫化水素を含んだ水が湧き出す活断層域や、熱水を噴出する海底火山にしか分布していません (Fig. 5). シロウリガイ類の血液は、ヘモグロビンを含むために真っ赤です (Fig. 6). ヘモグロビンは硫化水素と結合しやすいので、シロウリガイ類は赤い血液が必要なのです。シロウリガイ類は、普通の生物には有毒な硫化水素が利用できるので特殊な環境でも生きられるのです。

Calyptogena clams live in only at methane seep and hydrothermal vent areas. These clams has red bloods with hemoglobin. Hemoglobin is useful to bring hydrogen sulfide to bacteria. To survive under toxic environment with hydrogen sulfide condition, *Calyptogena* clams have had specific physiological tolerance.



↑ Fig. 5. シロウリガイ類は足から硫化水素を取り込む。
Calyptogena clams take up sulfide ion via foot.



↑ Fig. 6. シロウリガイ類は真っ赤な血液を持つ。
Calyptogena clams have red blood.

シロウリガイ類は雌雄異体で、卵と精子を水中で受精させます。しかし、放卵放精のタイミングをどのように合わせるのかわかりませんでした。そこで、シロウリガイ類がいる相模湾の深海1170 mにカメラや環境測定装置を置いて、シロウリガイ類を1年以上観察しました (Fig. 7)。

Our knowledge of the reproductive biology of deep-sea animals is very limited due to the logistic difficulties of deep-sea investigations. Spawning by males and females of *Calyptogena* bivalves were observed in situ over 1 yr using the long-term deep-sea observatory located at methane seeps in Sagami Bay, 1170 m depth (Fig. 7).

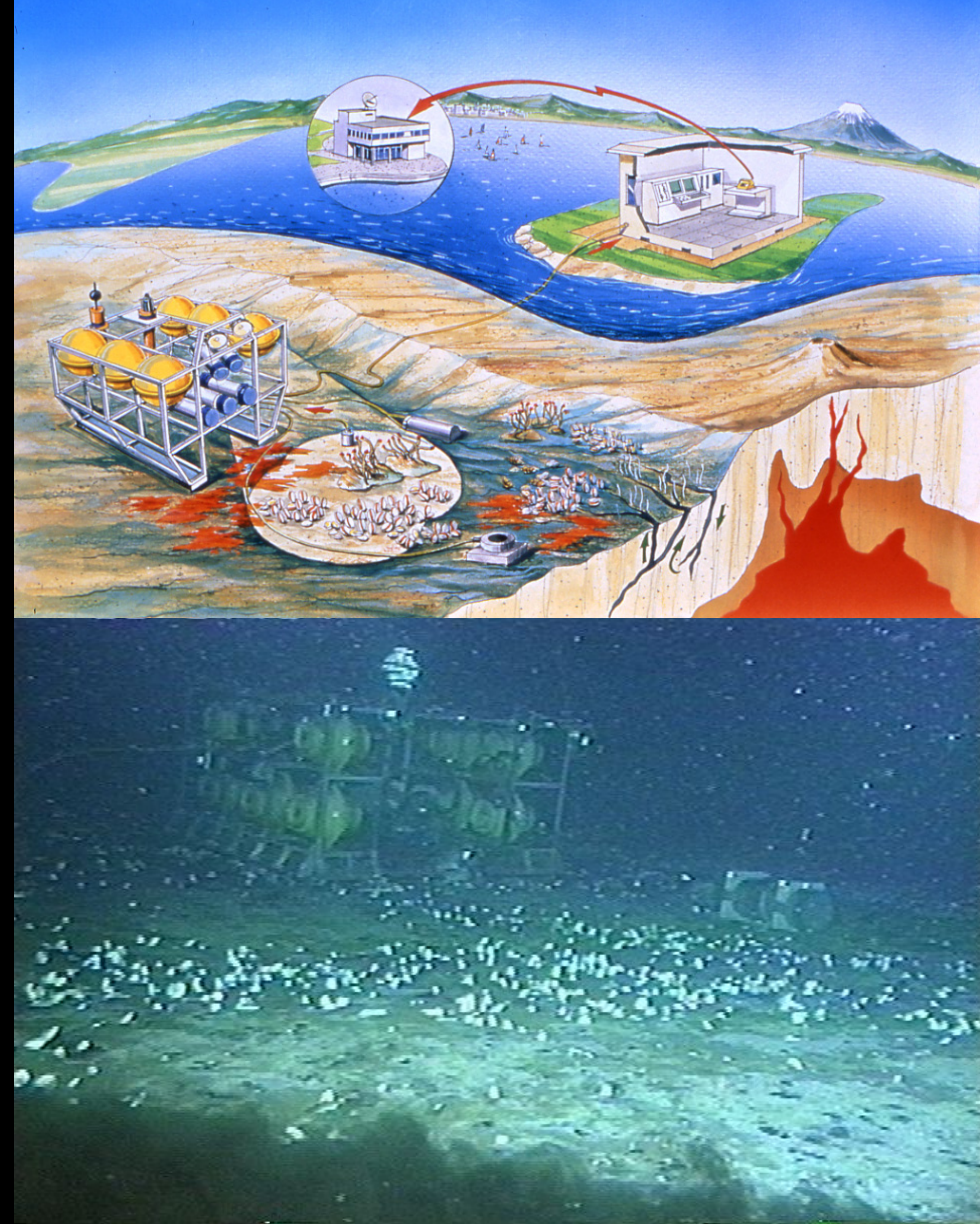


Fig. 7. A: シロウリガイ類がいる相模湾水深1170mで観測する深海観測ステーションのイメージ図. B: 実際の深海観測ステーション. A: Schematic diagram of the long term observatory at the *Calyptogena* aggregations in Sagami Bay, 1170 m depth. B: Photo of long term observatory

シロウリガイ類のオスは、水温が0.2℃くらい上がると精子を放出します。そして水の流れがおそくて水中の精子の濃度が高くなると、数分くらい後にメスが産卵することがわかってきました (Fig. 8) . シロウリガイ類は、温度差を感じて最大限に受精効率を高め、季節性を感じとりにくい深海の活断層や海底火山で子孫を残すことに成功しているのです。

Male spawning of *Calyptogena* clams is triggered by a rise in water temperature of approximately 0.2° C. Female spawning events are synchronized with male spawning and occurred during a period of decreasing near-bottom current speeds by a threshold concentration of sperm. Female can easily detect high concentrations of sperm cues under low current speeds. To live in deep-sea seeps and vents, *Calyptogena* clams detect slight environmental cues.

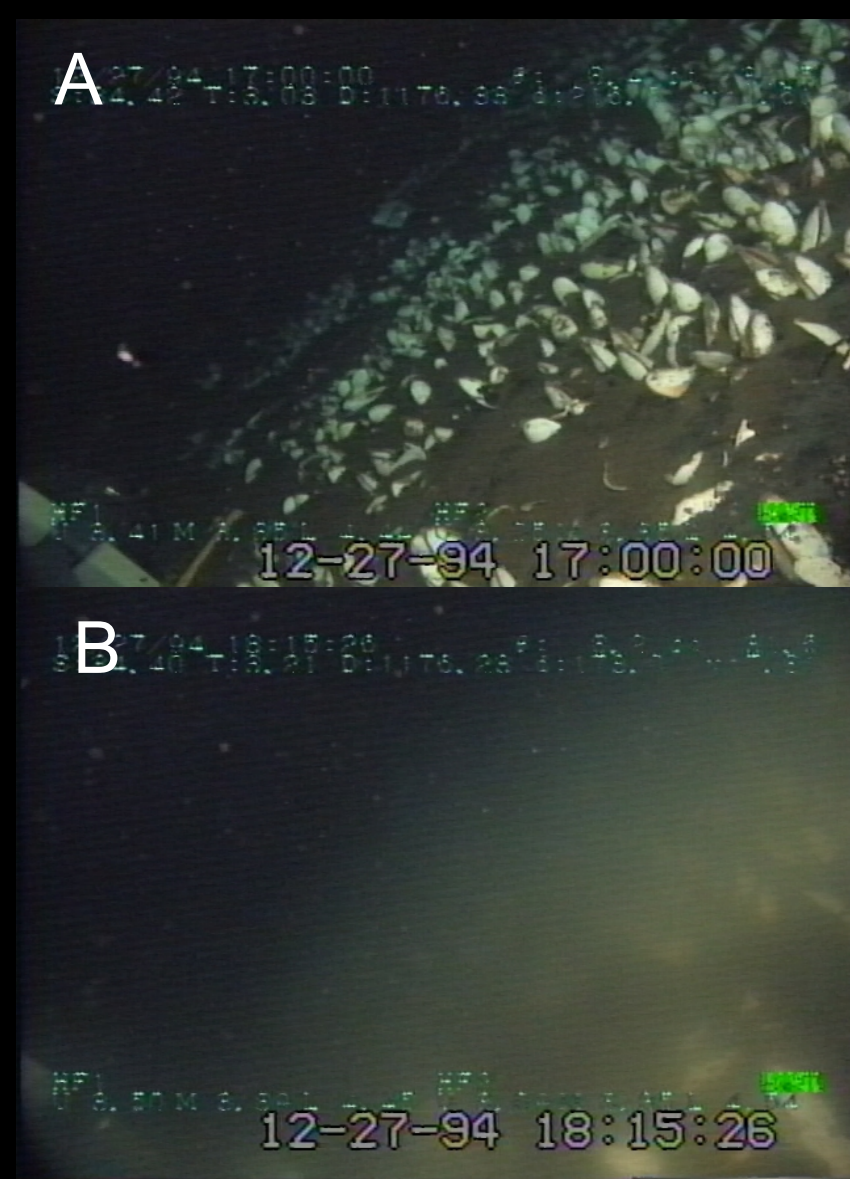


Fig. 8. シロウリガイ類の放精 (現場撮影) . A: 放精前. B: 放精中. 海水が白濁. Video images of *Calyptogena* clams in situ spawning. A: Before spawning event. B: Sperm release event. Seawater is cloudy due to high sperm concentrations.