

## 佐渡島におけるエチゼンクラゲ分解日数の測定

井口直樹\*1・飯泉仁\*1・板野英彬\*2・石川竜子\*2・佐藤修\*2・前田俊道\*3

Decomposition rate of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* in Sado Island

Naoki IGUCHI\*1, Hitoshi IIZUMI\*1, Hideyoshi ITANO\*2, Ryoko ISHIKAWA\*2, Osamu SATO\*2, Toshimichi MAEDA\*3

**Abstract** Decomposition rate of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* was determined under three experimental conditions in Sado Island, Japan Sea. The slab (ca. 1 kg) of the jellyfish umbrella part disappeared after 8 days in the surface water tank at 8.0 °C while after 14 days in deep water tank at 2.5 °C. In the natural condition on the sea bottom in a fishing port the slabs (ca. 2 kg) were lost after 5–8 days. The relationship between the rates and ambient environments including water temperature is discussed.

Key word: decomposition rate, jellyfish, Japan Sea

日本海においてエチゼンクラゲ (*Nemopilema nomurai*) の大量出現が 2002, 2003 年に続き, 2005 年にも夏～冬季に発生し, 定置網, 刺し網, 旋網, 底曳網など網漁業に対して操業の遅延, 漁獲物の鮮度低下, 網の破損, 操業中止などの深刻な被害を与えた。これら日本海に流入したエチゼンクラゲは, 冬季の低水温に伴い衰弱して海底に沈むものと推定され(安田 2003), 藻場, 磯などの浅海域や水温 1°C 以下である日本海深層水(須田 1932)に沈降し, 海洋生態系や漁業に影響を与えることが懸念されている。海底に沈降したエチゼンクラゲがどのような生物に利用され, どのくらいの速度で分解し消滅するのかといった基礎的情報も不十分であったことから, 2006 年に各海域でエチゼンクラゲ分解速度の測定が行われた(水産総合研究センター 2006)。本報告ではそのうち佐渡島で行われたエチゼンクラゲの分解速度測定実験について述べる。

### 材料と方法

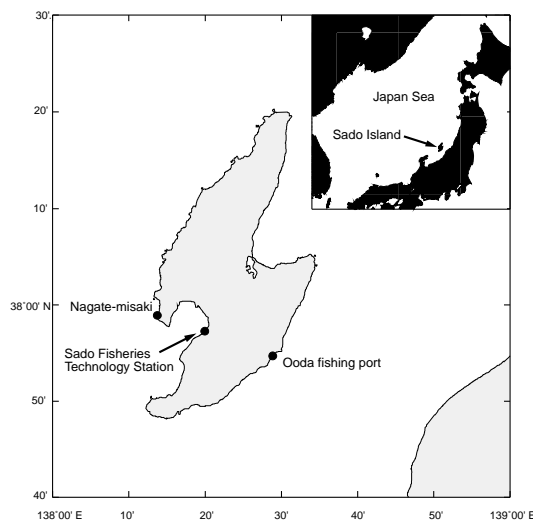
#### 材料

2006 年 1 月 26 日, 佐渡島長手岬の海岸において, 岸付近を漂流している死んだエチゼンクラゲの傘 4 個体分を採集し, 次の 3 つの条件で分解速度を測定した。A 表層水水槽(佐渡水産技術センター), B 深層水水槽(多田漁港内の佐渡海洋深層水水産施設), C 多田漁港海底である(図 1, 2)。この 3 つの条件は, A は佐渡島周辺の浅海域,

B は深海域でエチゼンクラゲが沈降した場合の環境を陸上で再現することを想定し, C は A を実際の海の結果と比較するために設定した。

#### 表層水, 深層水水槽 (A, B)

A では 5m<sup>3</sup> 角型水槽を寒冷紗により遮光し, 真野湾沿岸の取水水深約 10m の海水を強い流れが生じないように海水交換率を 2 回/日に調節し水槽内に流した。B では取水水深 334m の海水を用い, 蓋により完全遮光とした。残りの条件は A と



**Fig. 1.** Map showing a sampling point (Nagate-misaki) and where decomposition experiments for the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* performed (Sado Fisheries Technology Station and Ooda fishing port).

作成・公開 2006 年 8 月 23 日 (Release date: August 23, 2006)

\*1 日本海区水産研究所 〒951-8121 新潟県新潟市水道町 1-5939-22 (Japan Sea National Fisheries Research Institute, 1 Suido-cho, Niigata 951-8121, Japan)

\*2 新潟県水産海洋研究所佐渡水産技術センター 〒952-0317 新潟県佐渡市豊田 2082 (Sado Fisheries Technology Station, Niigata Prefectural Fisheries and Marine Research Institute, 2082 Toyota, Sado 952-0317, Japan)

\*3 水産大学校 〒759-6595 山口県下関市永田本町 2-7-1 (National Fisheries University, 2-7-1 Nagata-Honmachi, Shimonoseki 759-6595, Japan)

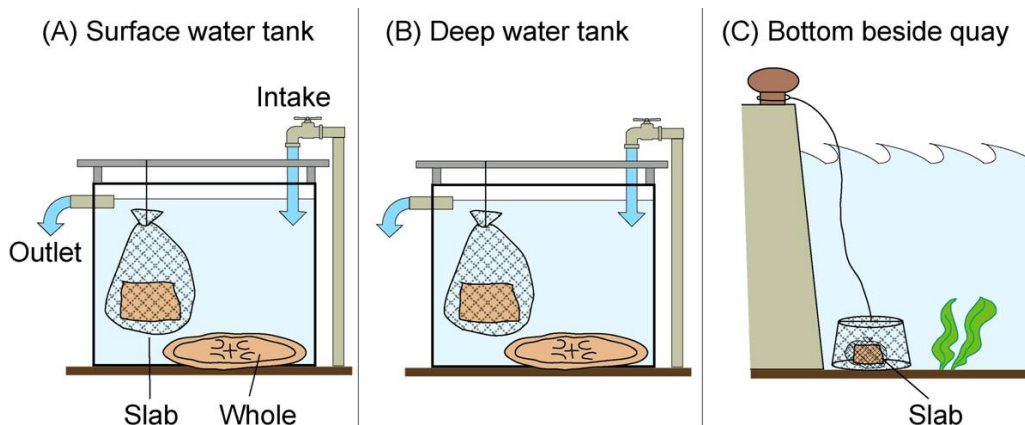


Fig. 2. Schematic diagram of three decomposition experiments for the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* in Sado Island

同様である。A, Bともエチゼンクラゲ傘の破片1個(A:955g, B:884g)を目の細かい網袋(目合約2~3mm)に入れて吊るし、ほぼ毎日湿重量、水温の測定を行った。さらに、傘全体1個(A:19150g, B:23200g)を同じ水槽の底に置き、観察と写真撮影を行った。A, Bとも3月24日(57日後)まで実験を実施した。

#### 細菌数

A, B内の海水とエチゼンクラゲの細菌数を測定するため、3月8日(41日後)に水槽内の海水を4%中性ホルマリンで固定し、水槽底の傘全体の一部を切り出して(A:2.2g, B:7.4g)50mlろ過滅菌海水中で同様に固定した。ただし、Aの水槽内海水についてのみ2月24日(29日後)に採取した。試料は1本ずつ作成し、後日海水試料についてはそのまま、クラゲ試料についてはブレンダーで17000rpm, 2分間均一化した後DAPI(4'-6-diamidino-2-phenylindole)染色法による直接検鏡法で菌数を計数した。ホルマリンで固定し、水槽底の傘全体の一部を切り出して(A:2.2g, B:7.4g)50mlろ過滅菌海水中で同様に固定した。ただし、Aの水槽内海水についてのみ2月24日(29日後)に採取した。試料は1本ずつ作成し、後日海水試料についてはそのまま、クラゲ試料についてはブレンダーで17000rpm, 2分間均一化した後DAPI染色法による直接検鏡法で菌数を計数した。

#### 漁港海底(C)

Cではエチゼンクラゲ傘の4破片(2289~2453g)をそれぞれ網袋に入れ、さらに入口を閉じた籠の中に入れて、多田漁港内の防波堤岸壁脇の水深約2.5mの海底に設置した。籠は適宜引き上げ、状態を観察して湿重量を測定をした後、元に戻した。付着している生物を採集するため分解が進んだ破片は消滅直前に網袋ごと5%中性ホルマリンで固定し、検鏡して試料中の生物種を同

定した。ただし、種同定までいたらなかった個体は亜目、科、属にまとめた。

### 結果と考察

#### 表層水水槽(A)

網袋に入れた破片は8日後に消滅し(図3)、その間の水温は平均8.0°C(7.2~8.6°C)であった。各測定日について、残存率( $W_t/W_0$ ,  $W_t$ =残存湿重量、 $W_0$ =初期湿重量)を計算し、毎日一定の割合で湿重量が減少すると考え、対数変換を

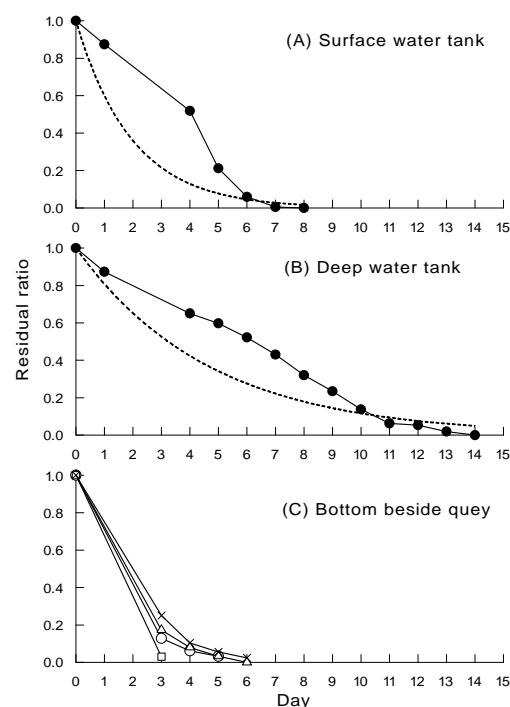


Fig. 3. Changes of the residual ratios for the slabs of *Nemopilema nomurai* umbrella parts in surface water tank (A), deep water tank (B) and on the bottom beside quay (C). Exponential regression curves are drawn for (A) and (B).

用い下式へ当てはめた。

$$y = e^{-kt}$$

ここで  $y$  は残存率,  $t$  は日数,  $k$  は分解速度係数である。結果  $k$  は 0.513 であった ( $n=6$ ,  $r=0.836$ ,  $p<0.05$ )。本研究では上述の曲線を用い有意な相関が得られたが、一部で適合度が低く、実験初期には傘内外への水分の移動や分解反応の遅延など、一定の割合で湿重量減少が進んでいない可能性がある。また最終的な残存率がゼロになる現象をこの曲線では再現できないため、ふさわしい曲線式を理論、適合度の面から今後検討する必要があるであろう。

水槽底の傘全体は実験終了 (57 日後) まで一部が存在しており (Fig. 4), ネットで濃縮した固形物の最終湿重量はおよそ 200g, 実験中の水温は平均 8.5°C (5.0~10.6°C) であった。網袋に入れた破片の結果と大きな差が生じたが、これは網袋に入れた破片はぶら下がった状態のため、端から弱くなった組織が崩れ落ちていったのに対して、水槽底の流れは海水交換率 2 回/日では小さく、止水状態に近かったためと想定される。

#### 深層水水槽 (B)

網袋に入れた破片は 14 日後に消滅し (図 3), その間の水温は平均 2.5°C (2.3~2.6°C) であった。A 同様の式に当てはめると,  $k$  は 0.215 ( $n=12$ ,  $r=0.890$ ,  $p<0.01$ ) であった。

水槽底の傘全体は A と同様に実験終了まで一

部が存在しており (Fig. 4), 最終湿重量はおよそ 300g, 実験中の水温は平均 2.7°C (2.3~3.9°C) であった。

#### 細菌数および分解速度

A の細菌数は海水中では  $6.3 \times 10^5$  cells/ml, エチゼンクラゲでは  $1.6 \times 10^9$  cells/g であり, B は海水中で  $1.6 \times 10^9$  cells/g, エチゼンクラゲでは  $3.1 \times 10^8$  cells/g であった。A の海水, エチゼンクラゲ試料は B のそれと比較しておよそ 4~5 倍の細菌数が存在したことから, これらの細菌数の相違が分解速度の相違に影響した可能性がある。

水温による分解速度の影響を見るために, A, B それぞれの破片消滅までの日数の逆数を用い, 平均水温との関係から  $Q_{10}$  を求めると 2.8 であった。A, B 水槽では水温以外にも光など様々な条件が異なっているが, この値は一般的な生物反応でしられる値 (2~3) にほぼ等しく, 消滅までの日数と水温との関連が推定される。

そこで, 破片消滅までの日数 (D) の逆数と水温を下のアレニウス式に当てはめ, 他の水温での消滅までの日数を推測した。

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

ここで  $k$  は反応速度 (1/D),  $A$  は頻度因子,  $E$  は活性化エネルギー,  $R$  は気体定数 (8.314),  $T$  は絶対温度 ( $t+273.15$ ) である。2 点の反応速度を対数変換し直線関係にして計算すると,  $A=189467674984$ ,  $E=65559$  であった。この値を用

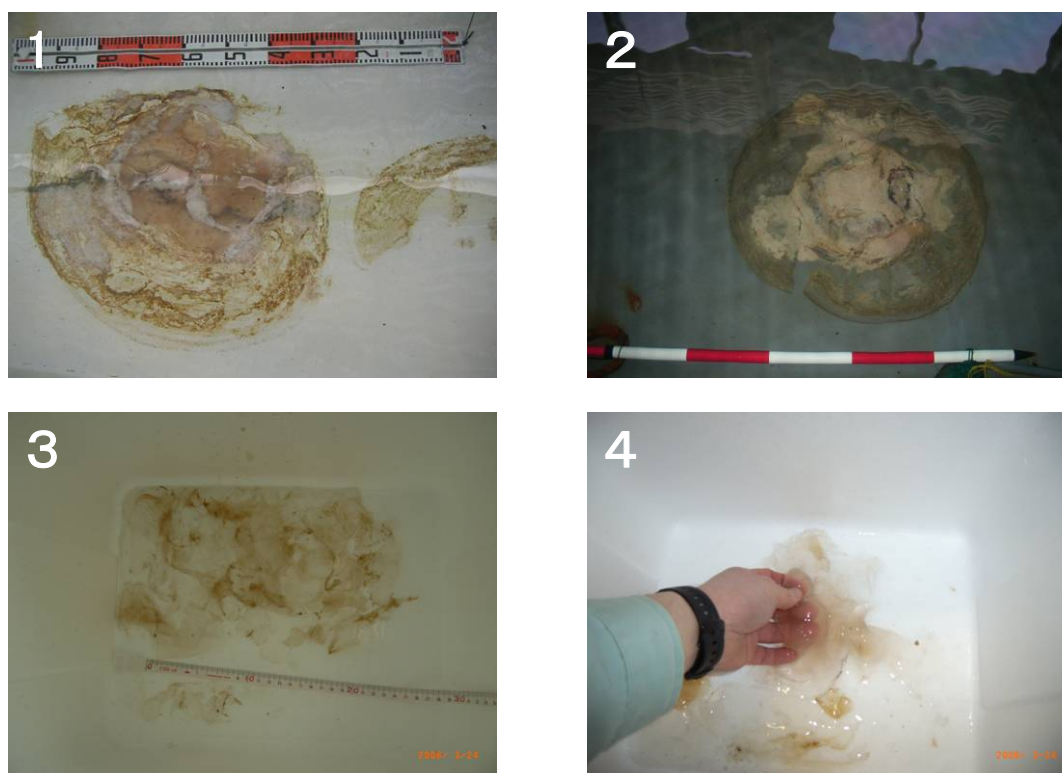


Fig. 4. Whole umbrella parts of *Nemopilema nomurai* in surface water tank (1) and deep water tank (2) after 26 days. Concentrated final remainders in surface water tank (3) and deep water tank (4) after 57 days.

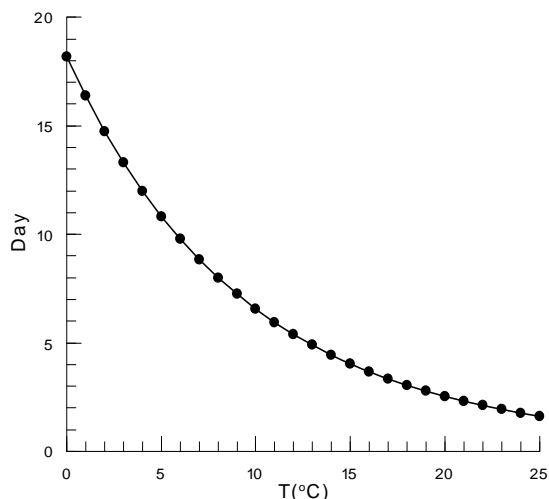


Fig. 5. Relationship between the days required for decomposition for a slab of *Nemopilema nomurai* and water temperature (°C), which is calculated from

いて、各水温における消滅までの日数を式から計算すると、例えば 0°C で 18 日、15°C では 4 日で消滅することになる (Fig. 5).

#### 漁港海底(C)

エチゼンクラゲの 3 破片のホルマリン固定は 4 ~ 7 日後、湿重量 12 ~ 41g で行った (Fig. 3)。その間の水温は平均 9.9°C (9.3 ~ 10.3°C) であった。1 つの破片では固定前の 7 日後で消滅してしまい、その消滅前日の重量は 37g であったことから、固定した試料も翌日には消滅していたものと予想される。A の結果 (8 日後) と比較すると、C の結果 (5 ~ 8 日後) は短く、C の破片の初期湿重量が 2 倍あったことも合わせて考えると、実際の海では水槽実験より若干早く消滅するものと推定される。

C の破片に肉眼で確認できる大型の生物は付着していなかった。検鏡した袋網ごと固定した試料には甲殻類のソコムジコ類が多く観察され、特に *Eudactylopus andrewi* (トウヨウヨツツメソコムジコ、体長約 1mm) が優占していた (表 1)。これらの生物は主に海底付近、海藻間に生息しており (西村 1996)、デトリタス食性が想定されるが、詳しい食性は不明である。破片を回収するときに、覆っていた網袋にからまっただけの可能性もあるが、破片の周辺にいたことは確かであり何らかの関連があるであろう。A ではこれら生物の進入は考えられないため、C の消滅までの日数が早かったのはこれら生物の影響の可能性もあるが、おそらく C の漁港海底の破片においても細菌による分解と海底の流れによる弱くなった組織の流出によってその多くが消滅していったものと推定される。この結果を B の深層水水槽にも当てはめることができるとすれば、実際の海で深層に沈んだエチゼンクラゲも、B の結果と同程度の日数 (2 週間) もしくは

Table 1. Summary of organisms attached to the dead body of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (n=4 slabs)

Taxa	number
Harpacticoida	
<i>Microsetella norvegica</i>	1
<i>Euterpina acutifrons</i>	1
Thalestridae	73
<i>Eudactylopus andrewi</i>	116
Parathalestris	10
Tisbe	18
others	14
Amphipoda	
Aoroides	3
Gammaridea	4

それより早く消滅するものと考えられる。

今回、海底に沈んだエチゼンクラゲの分解速度の一部を明らかにすることができた。しかしながら、傘の破片ではなくエチゼンクラゲ全体を用いた分解速度の測定が今後必要である。大量に海底に沈降したエチゼンクラゲの漁業への影響評価は始まったばかりであり、今後の更なる研究の進展とデータの蓄積が期待される。

本実験は大型クラゲ被害防止緊急総合対策事業「大型クラゲ出現調査及び情報提供」の一環として実施した。

#### 文献

- 西村三郎, 1995: 日本海岸動物図鑑 II, 保育社, 大阪, 663pp.
- 水産総合研究センター, 2006: 漁具改良マニュアル 大型クラゲ対策のために 第 3 版, 水産総合研究センター, 48pp.
- 須田院次, 1932: 日本海の底層水について (予報). 海洋時報, 4, 221-240
- 安田徹, 2003: 海の UFO クラゲ, 恒星社厚生閣, 東京, 206pp