

# ムラサキイガイの群集内構造と脱落過程に関する一考察

On the Composition for mussel, *Mytilus galloprovincialis*, Association and the Dropout Process

森 友佑<sup>1</sup>・上月康則<sup>2</sup>・三好真千<sup>3</sup>・石田達憲<sup>4</sup>・山中亮一<sup>5</sup>

Yusuke MORI, Yasunori KOZUKI, Machi MIYOSHI, Tatsunori ISHIDA and Ryoichi YAMANAKA

The invasive mussel dominates the vertical seawall structure which composes much of the coast. A large volume of oxygen is consumed after dropping the mussels themselves to the bottom during the summer period. In this research, it was suggested the inhabiting situation at inside of the mussels association. The inside association was composed by young shells. They are less 20 mm of body size. The obesity rate is lower and the mortality rate is higher than the outside. The cause of dropout was considered for constructing the multi layered mussels on the seawall. The inside of association becomes heavy condition for living. With the changes in temperature and salinity, some individuals at inside association decrease adhesive to the seawall, and drop out with the integrated living mussels.

## 1. はじめに

港湾の防波堤や棧橋などの直立構造物の壁面には、大量のムラサキイガイが付着することが多く、その排泄物や夏季には個体そのものが脱落するため、底質悪化、貧酸素化を助長する一因となっている(矢持ら, 1994)。著者らは、大阪湾湾奥にある尼崎港周辺の護岸に脱落防止用の柵を設けるなどの対策を講じ(Miyoshiら, 2004)、既設護岸から回収可能なムラサキイガイの量を見積もり(三好ら, 2007)、その環境改善効果を明らかにしてきた。回収時期は脱落要因が閾値を越える前でなくてはならないが、その要因には、個体の世代交代(梶原ら, 1978)、29~30℃以上の高水温の継続(安田ら, 1986)、貧酸素化(小濱ら, 2001)、干出時の日射による温度上昇、台風の接近などに伴う波浪による付着面の攪乱、ならびに稚貝の成長に伴う個体間の競争の激化と重量の増加などの相互影響(矢持ら, 1995)など様々なことが挙げられている。しかし、実際には「どのような過程でムラサキイガイの大量脱落が生じるのか?」について、未だ十分に明らかにされていない。

そこで、本研究ではムラサキイガイ群集内構造を明らかにし、その脱落過程についての考察を行った。

## 2. ムラサキイガイ群集内の構造

### (1) 調査方法

護岸壁面の生息するムラサキイガイの群集の内構造を

1	正会員	修(工)	いであ(株)	大阪支社	水圏グループ
2	正会員	博(工)	徳島大学大学院教授		ソシオテクノサイエンス研究部
3	正会員	博(工)	徳島文理大学助教授	工学部	
4	正会員	修(工)	徳島大学大学院助教		ソシオテクノサイエンス研究部
5	正会員	博(工)	徳島大学大学院講師		ソシオテクノサイエンス研究部

明らかにするため、徳島県小松島港徳島港区沖洲地区(以下、小松島港)において2006年8~11月まで、毎月1回の頻度で剥ぎ取り調査を行った(図-1)。剥ぎ取り調査はDL+1.4~+0.6 mに付着しているムラサキイガイ群集をスクレイパーを用いて、剥ぎ取り回収した。回収したムラサキイガイは実験室に持ち帰り、図-2のように群集を各層に区分し、それぞれの個体数、殻長、殻幅、殻高、軟体部湿重量、生死判別、肥満度の測定を行った。肥満度は、栄養状態や身入りの程度を表現する数値であり、本研究では、軟体部湿重量/(殻長×殻幅×殻高)×100より算出した。

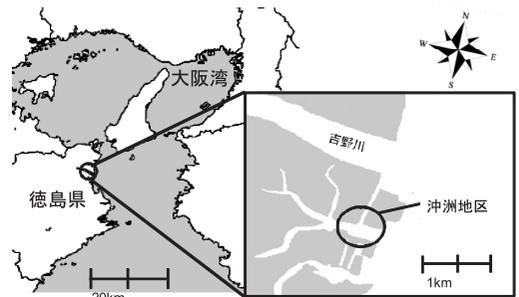


図-1 調査地点

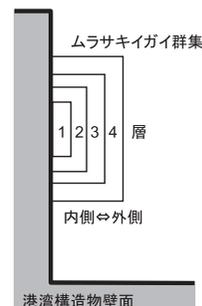


図-2 ムラサキイガイ群集の概要図

(2) 調査結果

a) 殻長

2006年8~11月に採取したムラサキガイ群集の層厚は8月には最大で20 cmであったが、9月には13 cm, 10月は8 cm, 11月は12 cmと変化した。観察すると群集は4層, 3層, 2層, 2層に区分された。また、群集を形成する個体数は0.09m<sup>2</sup>あたり8月に最大値619個を示し、9月には276個に半減していることから、小松島港においては、調査日の8月20日から9月23日までの間にムラサキガイの大量脱落が生じたことが示唆された (図-3)。

殻長組成を見ると層厚、個体数ともに最大値を示した8月は、群集を形成している多くが殻長20 mm以下の比較的小さい個体で、一番内側の1層目に集中していた。また、外側の層になるにつれて殻長も大きくなる傾向を示していたが、11月は内側と外側の層で殻長の違いは見られなくなった。さらに、11月では殻長10 mm以下の個体は見られず、殻長70 mm以上の個体も見られた。

b) 肥満度

ムラサキガイの身入りについては、5月、6月に増加

し、7月が最大となり、その後は減少し、9月、10月、11月には、ほぼ一定値を示すことが報告されている (澄川

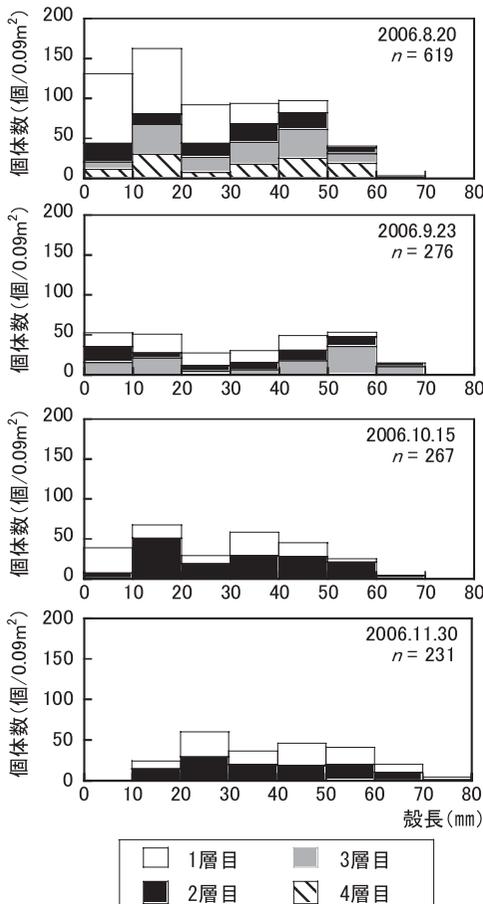


図-3 殻長組成

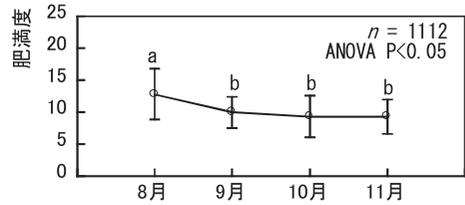


図-4 肥満度の経時変化 (mean ± SD)

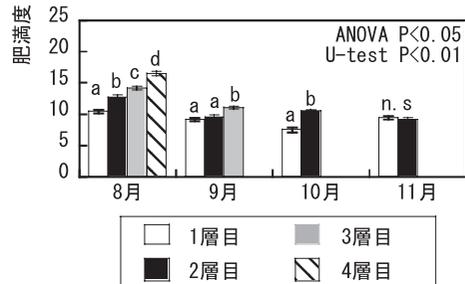


図-5 各層の肥満度 (mean ± SD)

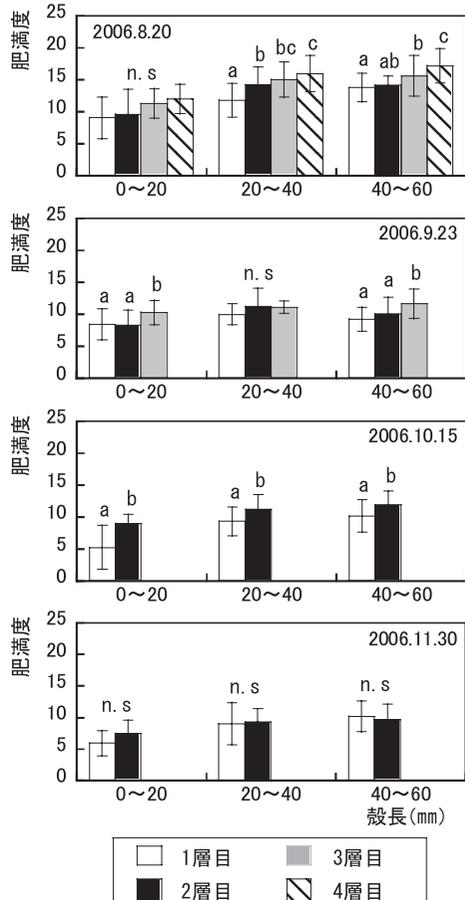


図-6 殻長別肥満度 (mean ± SD)

ら, 1985). 本調査においても, 8月で最大となり, 9, 10, 11月も, 同様にほぼ一定値を示していた(図-4). また, 図-5より8月と9月以降については, 両者に有意な差が見られた(Tukey-kramer法,  $P < 0.05$ ). 各層の肥満度を比較した結果, 8月は各層とも有意な差があり(Tukey-kramer法,  $P < 0.01$ ), 群集の内側の個体は顕著な成育不良な状態にあることがわかった. また, 同様に9月, 10月についても, 内側と外側で有意な差が見られた(Tukey-kramer法,  $P < 0.01$ , Mann-WhiteyのU-test,  $P < 0.01$ ).

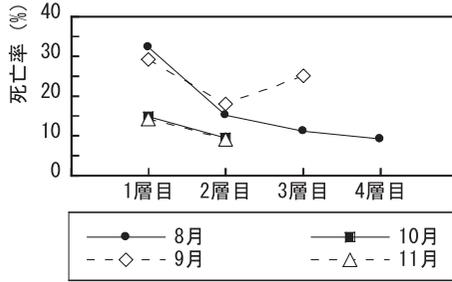


図-7 各層の死亡率

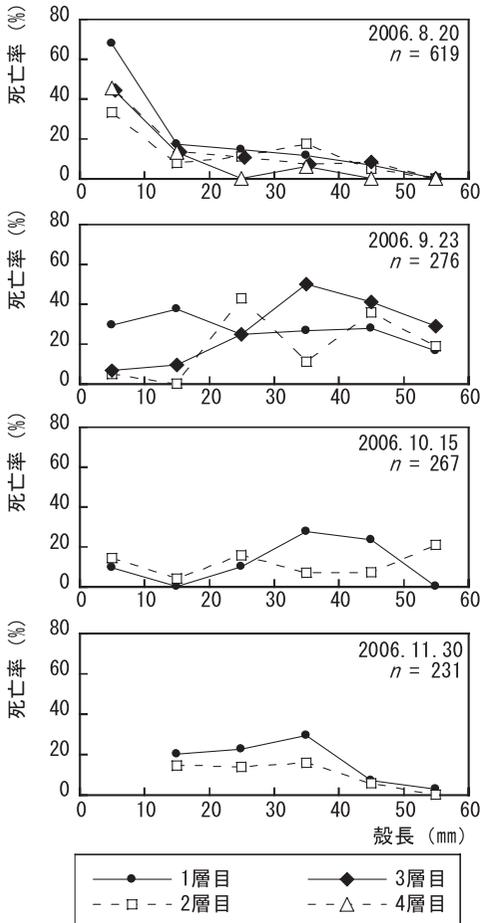


図-8 殻長別死亡率

しかし, 殻長サイズ毎に注目し, 各層の肥満度を比較した結果, 8月の比較的小型の殻長のものについては, 各層で有意な差が見られず, いずれの層でも低い肥満度であった(図-6).

c) 死亡率

壁面に付着している群集の中には死亡した個体も含まれており, その割合を死亡率として算出した. 死亡率は脱落前に採取した8月の群集の内側のものが最も高く, 外側になるにつれて死亡率が低い傾向を示していた(図-7). また, 殻長別では, いずれの層においても殻長10 mm以下の小型の個体の死亡率が最も高かった(図-8). これは, 図-5の8月の結果から小型の個体の肥満度が低い傾向と一致する. 9月は層や殻長に関係なく死亡率が高いものの, 10月, 11月と層厚が薄くなるに従い死亡率は9.0~14.7%と低下し, 群集の内側と外側での死亡率に違いは見られなくなった.

以上の結果から, 脱落前の群集は層厚が厚く, 内側と外側では層によって殻長組成が異なっており, 特に群集の内側では肥満度は低く, 死亡率も高い傾向にあることがわかった. 一方, 脱落后には群集の層厚も薄くなり, 群集の内側と外側の個体に生育状態に大きな違いは見られなかった.

3. ムラサキガイ群集の摂餌行動

(1) 実験方法

ムラサキガイの群集形成による摂餌活性への影響を明らかにするため, ムラサキガイ1個体による摂餌量と群集による摂餌量を室内実験より求め, 比較, 検討を行った.

a) ムラサキガイ1個体による摂餌量

実験に用いるムラサキガイは外殻についた懸濁物をブラシで洗浄し, 胃内容物による影響を無くするため0.45 μm濾過海水中に24時間以上放置したものを用いた. 実験装置は口径130 mm, 高さ250 mm, 容積3 Lの円筒形の容器内に, 三角フラスコと漏斗を接続したものを, 排泄物を回収する装置として設置したものを用いた(図-9).

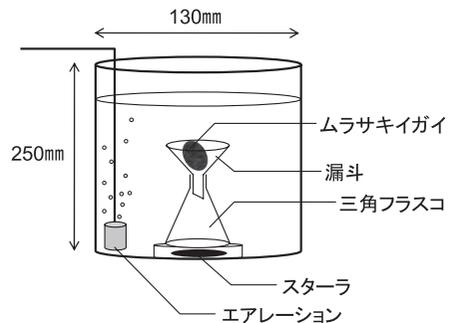


図-9 摂餌実験装置

表-1 ムラサキイガイ群集の摂餌量

No.	生存個体数 (個体)	死亡個体数 (個体)	群集の摂餌量A (mgC/day)	1個体の摂餌量から算出B (mgC/day)	割合 (%) A/B
1	37	26	5.94	42.34	14.0
2	48	2	10.72	80.12	13.4
3	44	6	9.75	71.49	13.6

また、濾過海水2950 mlに餌として濃縮海水を50 ml懸濁させたものを用いた。実験条件として水温20℃、明条件下でエアレーションとスターラを用いて、十分に攪拌し、48時間実験を行った。実験後は実験装置内の海水を予め焼却処理(500℃, 2時間)を行ったWhatmanGF/Cグラスファイバーを用いて減圧濾過し、SSの測定を行った。また、摂餌量を実験前と実験後のSSの減少量とPOC濃度から求めた。

#### b) ムラサキイガイ群集による摂餌量

実験に用いるムラサキイガイ群集は、殻長10~60 mmの個体を無作為に選択し、外殻についた懸濁物をブラシで洗浄した後、1週間程度、ネット状の袋に入れ群集を形成させたものを用いた。なお、実験に使用した個体数は、表-1に示す生存個体と死亡個体の合計数である。ムラサキイガイ1個体の摂餌実験と同様に濾過海水中に24時間以上放置した後、実験を行った。実験装置は口径200 mm、高さ230 mm、容積5 Lの容器を用いた。実験中の排泄物による影響については、コントロール系により考慮した。

また、濾過海水4900 mlに餌として濃縮海水を100 ml懸濁させたものを用いた。実験条件はムラサキイガイ1個体の摂餌実験と同条件で24時間実験を行った。実験後に生死判別を行い、実験終了後に生存していた個体数のみが摂餌していたものとみなした。

#### (2) 実験結果

##### a) ムラサキイガイ1個体による摂餌量

摂餌実験から、ムラサキイガイ1個体による摂餌量は従来の研究(門谷ら, 1998)と同様に、殻長と摂餌量が比例した結果が得られた(図-10)。また、殻長と摂餌量の関係から $y = 0.03x - 0.235$  ( $x$ : 殻長mm,  $y$ : 摂餌量mgC/day)の回帰式が得られた。

##### b) ムラサキイガイ群集による摂餌量

“ムラサキイガイ群集を用いた摂餌実験から得られた摂餌量A”と従来の評価方法のように“ムラサキイガイ1個体による摂餌量と現存個体数から推定する摂餌量B”を比較した結果、実際のムラサキイガイ群集による摂餌量Aは、従来の評価方法より推定される摂餌量Bの13.4~14.0%程度と低くなることがわかった(表-1)。この結果から、Kitazawaら(2005)が指摘するように、群集の内側では個体間競争が激しく、摂餌が十分にできていな

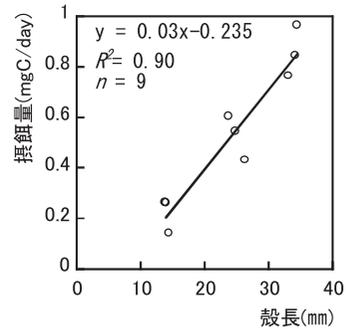


図-10 ムラサキイガイ1個体による摂餌量

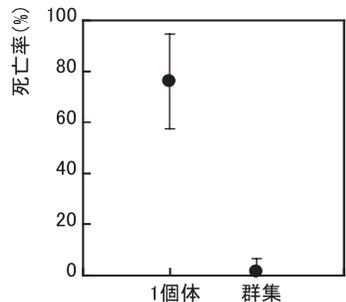


図-11 脱落したムラサキイガイ1個体と群集の死亡率 (mean ± SD)

い個体が多数いることが示唆された。この結果は先の群集内部での肥満度が低くなるという結果と一致している。

#### 4. 脱落のプロセスに関する一考察

これまで著者らは、低塩分状態の継続、急激な水温上昇と低塩分化の複合がムラサキイガイの付着、生存に大きな影響を与えることを明らかにしてきた(三好ら, 2009)。また、脱落した群集内のムラサキイガイの生存率が高いことも明らかにしており、当時のデータを用いて脱落したムラサキイガイ1個体と群集の死亡率を比較した結果、1個体で脱落している個体の大半(75.9%)は死亡している一方で、群集として脱落した個体の殆どは死亡しておらず(1.3%)、生存した状態で脱落していることがわかった(図-11)。

以上の結果から、ムラサキイガイ群集の形成と脱落過程を次のように考えることができた(図-12)。ムラサキイガイは、4~6月には稚貝が壁面全体を覆うように付着し、成長するにつれて空間が不足し、一部のものは外側

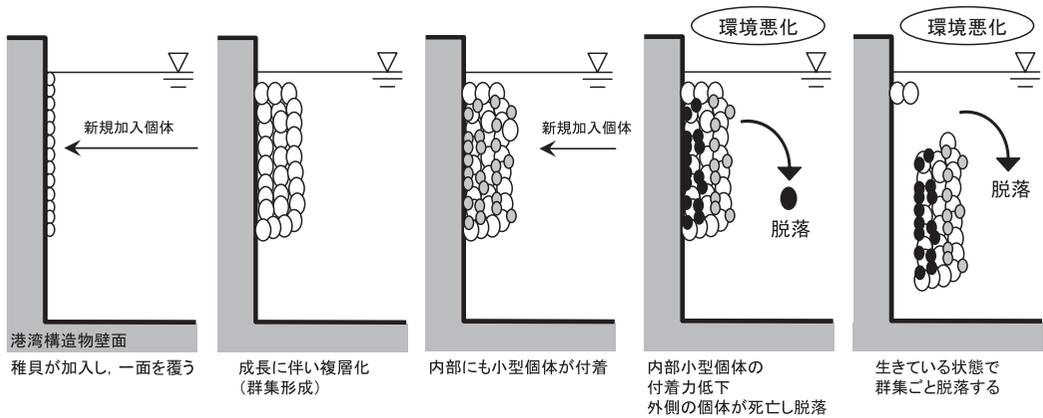


図-12 ムラサキガイの脱落過程

に追いやられるようになる。この結果、群集は複層化していく。また、7月にも新規の加入個体が群集の空隙に入り込み定着し、サイズが多様な複層の群集が形成される。

脱落過程は、2通りあるようで、1つ目は、群集の外側に付着している個体が死亡し、1個体ずつ脱落するもの、2つ目は、群集の内側の個体が摂餌環境の悪化と栄養不足で衰弱する状態に加え、水温上昇や低塩分といった外的な要因が加わることで、群集の内側の個体が死亡し、群集の壁面との付着力が低下する。この時、群集の外側には多くの生存個体があるものの、貧酸素化した海底に沈み、そこで死亡する。

## 5. 結論

本研究はムラサキガイ群集内構造を明らかにするために現地調査および室内実験を行い、その結果から脱落過程について考察を行った。

- (1) 脱落前の群集の層厚は厚く、内側は小型の個体が優占し、肥満度が低く、死亡率も高い傾向にあることがわかった。一方、脱落後の群集の層厚は薄くなり、群集の内側と外側の個体では生育状態に大きな違いは見られなかった。
- (2) 実際のムラサキガイ群集による摂餌量は、1個体による摂餌量と現存個体数から推定される摂餌量の13.4～14.0%程度と低いことがわかった。ゆえに、群集の内側では個体間競争が激しく、摂餌が十分にできていない個体が多数いることが示唆された。
- (3) 脱落過程としては、群集の外側に付着している個体が死亡し1個体ずつ脱落するもの、群集の内側の衰弱している個体に外的な要因が加わり、内側の個体が死亡し、群集の壁面との付着力が低下するため生存個体を多く含んだまま脱落することが考えられた。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、有限会社竹内農園の

山口暢洋氏には、貴重なデータを提供して頂いた。ここに記して心より感謝する。

## 参考文献

- 梶原 武・浦 吉徳・伊藤信夫 (1978)：東京湾の潮間帯におけるムラサキガイの付着、生長および死亡について、*日水誌*, 44 (9), pp.949-953.
- 小濱 剛・門谷 茂・梶原葉子・山田真知子 (2001)：ムラサキガイおよびコウロエンカワヒバリガイの個体群動態と過栄養海域における環境との関係、*日本水産学会誌*, 67 (4), pp. 664-671.
- 澄川精吾, 坂本 薫, 白石 淳 (1985)：ムラサキガイにおける身入りの季節的变化、*家政学雑誌*, Vol.36, No.4, pp. 229-233.
- 三好真千・上月康則・木村拓郎・石田達憲・森 友佑・宮地由紀・村上仁士 (2007)：尼崎港でのムラサキガイ (*Mytilus galloprovincialis*) を対象とした海産バイオマス回収可能性に関する調査研究、*海岸工学論文集*, 第54巻, pp.1286-1296
- 三好真千・上月康則・山中亮一・山口暢洋・坂下広大・田中千裕・山口奈津美 (2009)：港湾構造物壁面からのムラサキガイ脱落と塩分・水温変化に関する研究、*土木学会論文集B2*, Vol.65, No.1, pp.1246-1250.
- 門谷 茂・小濱 剛・徳永保徳・山田真知子 (1998)：富栄養化した水域の生態学的環境修復-北九州市洞海湾を例として-濾過食性二枚貝の生態特性を利用した海洋環境修復技術の開発、*環境科学会誌*, 11 (4), pp. 407-420.
- 安田 徹, 日比野憲治 (1986)：原子力発電所の温排水が生物に与える影響-内浦湾におけるムラサキガイの生存と温排水-, *付着生物研究*, 6 (1), pp. 35-39.
- 矢持 進・有山啓之 (1994)：Ⅱ.緩傾斜護岸と垂直護岸における優占種ムラサキガイの生産と死亡・脱落、*大阪府立水産試験場事業報告*, pp. 160-164.
- 矢持 進・有山啓之・日下部敬之・佐野雅基・鍋島靖信・睦谷一馬・唐沢恒夫 (1995)：人工護岸構造物の優占生物が大坂湾沿岸域の富栄養化に及ぼす影響1. 垂直護岸でのムラサキガイの成長と脱落、*海の研究*, 4, pp. 9-18.
- Daisuke, K., and Ruardij, P (2005)：Modelling of competition for space and food among mussels under a coastal floating platform, *Proc. 24th OMAE*, CD-ROM, 67397.
- Junya, M., Y. Kozuki, K. Kurata, S. Iwamura, H. Murakami, H. Mizuguchi, and M. Mizutani (2004)：Development of a new type seawall for improvement of material cycle, *PACON*, pp.163-173.