

西条発電所周辺海域における付着生物の発生状況調査

(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 柳原 哲
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部 塩崎 景子

キーワード： 冷却海水

貝

ミドリイガイ

生物付着カレンダー

Key Words : Cooling seawater

Shellfish

Asian green mussel *Perna viridis*

Sessile organism calendar

Occurrence Survey of Sessile Organisms in the Sea Area around Saijo Power Plant

Shikoku Research Institute, Inc., Department of Chemical and Biological Technologies

Tetsu Yanagihara and Keiko Shiozaki

Abstract

In recent years, the adhesion of green mussel (*Perna viridis*) at Shikoku Electric Power Co., Ltd. Saijo power plant cooling seawater system, which is located in the Seto Inland Sea has been confirmed. Therefore, we investigated of occurrence and adhesion season of sessile organisms such as *Perna viridis* in the sea area around Saijo power plant. The unraveled rope and PVC adhering plates were immersed in water intake, to investigate the adhering status of the shellfish. Also, the plankton in seawater was collected, and their gene analyses were performed to examine the occurrence of shellfish larvae.

As a result, the occurrence of green mussel (*Perna viridis*) in this study takes place over the summer from early summer, adhering happened a little late. Also, although blue mussel (*Mytilus galloprovincialis*) has occurred over the winter from late autumn, adhering was less. Barnacle has occurred through the years, it has been found to significantly adhere to the summer.

1. はじめに

火力プラントでは海水を冷却水に用いるためにその系統に海生生物が付着すると取水流量の低下や復水器管の伝熱性能の低下が起こり、延いては発電効率の低下や発電負荷の制限につながる恐れがある(図1)。

近年、瀬戸内海に立地している四国電力(株)西条発電所海水系統で、ミドリイガイの付着が確認されている。元来ミドリイガイは外来種で、国内では1960年代後半に兵庫県で発見されて以降、東京湾、伊勢湾など各地の海域で確認されている¹²⁾。

そこで、西条発電所周辺海域においてミドリイガイ等の付着生物の発生及び付着時期等の調査を行った。



図1 海水取水設備への生物付着状況

2. ミドリイガイ等の幼生発生、付着時期の把握

付着生物の付着時期や付着量を調べるために代表的な貝類3種(ミドリイガイ *Perna viridis*、ムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* 及びタテジマフジツボ *Balanus amphitrite*) についての実態調査を行った。また、付着幼生の発生時期を把握するため、プランクトンネットを用いてプランクトンを採集し、採集したプランクトンについて遺伝子解析技術³⁾ (qPCR) 等を用いた貝類3種の幼生の定量を行った。

2.1 調査内容

(1) ミドリイガイ等の付着時期、付着量の実態調査

西条発電所取水口前面に付着板(塩ビ板(25×25 cm、厚さ5 mm程度)をヤスリで粗面加工し、四隅に固定用の穴を設けたもの)と付着ロープ(長さ30 cm、直径6 mm程度のクレモナロープの先端10 cmを解いたもの)を金属製のフレームに固定し、付着板の中心部が水面下1~2 mとなるよう垂下した(図

2, 3)。1ヶ月経過後にこれらを引き上げ、目視および顕微鏡観察により付着したイガイ類およびフジツボ類の種類(形態観察から判別可能なものについてのみ)、個体数ならびに湿重量を調査した。但し、付着板は前面中心部15 cm×15 cmの範囲、付着ロープは解いた先端部約10 cmを観察対象とした。付着板及び付着ロープは1ヶ月毎に新しいものと交換した。

一般に、イガイ類は、幼生の発生後、まず付着しやすい付着ロープに付着する。付着板ではその後の成長した海生生物を観察することができる。

(a) 調査項目

- ・付着板：イガイ類およびフジツボ類の付着状況調査(種類、個体数、湿重量)
- ・付着ロープ：イガイ類の付着状況調査(種類、個体数、湿重量)

(b) 調査期間・頻度

- ・平成25年4月~平成27年12月、1回/月

(2) ミドリイガイ等の付着幼生の同定や定量調査

イガイ類・フジツボ類幼生の発生動態を調査するためにプランクトンネット(NXX13、φ22.5 cm相当)等を用いてプランクトンを採集し(ろ過海水量500 L程度)、得られたプランクトン試料をリアルタイムPCR(qPCR)解析に供し、付着生物幼生の検出定量を行った。

(a) 調査項目

- ・qPCR解析によるミドリイガイ、ムラサキイガイ及びタテジマフジツボ幼生の検出、定量

(b) 調査期間・頻度

- ・平成25年4月~平成27年12月、2回/月(満月及び新月を目処に実施)

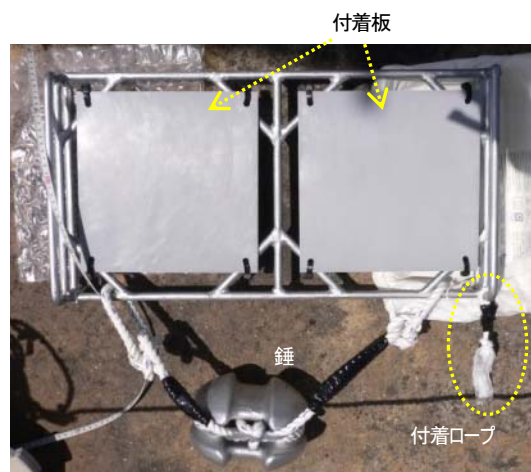


図2 付着ロープ及び付着板の外観

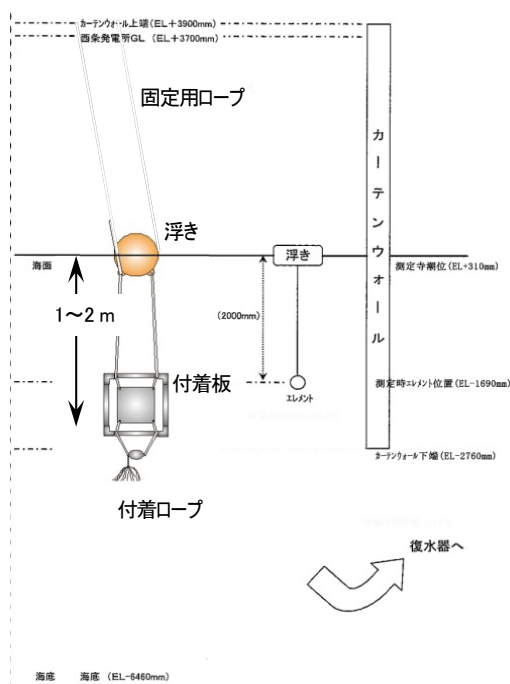


図3 付着板等設置状況

2.2 調査結果

(1) 付着ロープによる付着状況

付着ロープの外観からは海生生物の付着割合の差は特に認められなかった。(表1)

ミドリイガイは、6月下旬～9月下旬までの間で確認され、6月下旬～7月下旬に最も多く確認された。また、9月下旬～翌年6月の間にはミドリイガイの個体は確認されなかった(図4)。

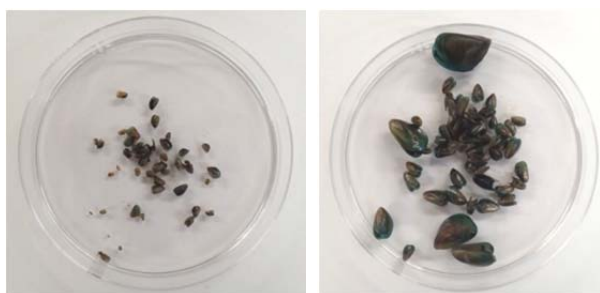


図4 付着ロープから検出されたミドリイガイ(一例)

ムラサキイガイについては、観察範囲からは検出されなかったが、2015年5月下旬～6月下旬に付着ロープの結び目付近から2個体確認された。今回3年間の調査期間のうちムラサキイガイの付着が確認されたのはこの時のみであった。

(2) 付着板による付着状況

付着板は3月から夏場にかけて海生生物の付着割合の増加が観察され、7月頃からミドリイガイの付着がみられ、その後8月にピークがみられ、2～3cm程度の大きさに成長したミドリイガイが確認された。(図5, 表2)。

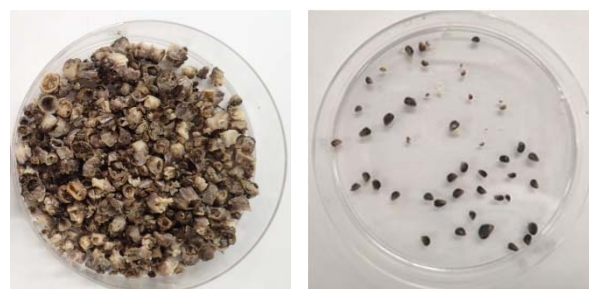
ムラサキイガイは観察対象区での付着はみられなかったが、6月頃対象区外での付着がみられた。また、フジツボ類は5月頃から付着がみられ、7月～8月にかけてピークがみられ、12月頃までフジツボ類が確認された。

付着板にはフジツボ類としてタテジマフジツボ、シロスジフジツボ、サンカクフジツボ、アメリカフジツボ、ドロフジツボ等の6種類以上、イガイ類としてミドリイガイ及びムラサキイガイ、他にカキ類やフサコケムシが確認された(図6)。

年間通じての付着状況を連続付着板によって確認した(表3)。春先から初夏にかけてフサコケムシが付着板全面で成長し、その後夏にフジツボが繁殖していた。晩夏頃からミドリイガイが、特にフレーム部などの海流の遅くなるようなところを中心に付着がみられ、その後成長していた。秋以降の水温の低下により移動等が起こっており、冬以降さらなる水温の低下によって死滅し、その後落下等が起こっていることが確認されたことから、取水の流れに沿って系統内にミドリイガイが流入する可能性が考えられる。



図5 代表的な付着状況(2015年11月)



(a) タテジマフジツボ (b) ミドリイガイ

図6 付着板から検出された貝類(一例)

表1 取水口設置ロープの外観および貝類検出結果

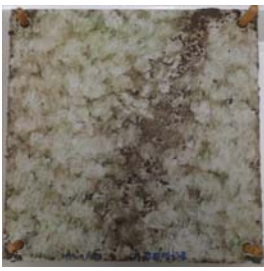

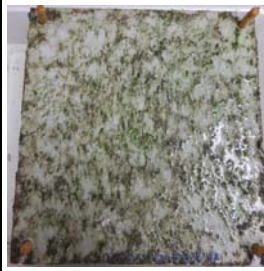

期 間	2014年12月 ～2015年1月	2015年1月 ～2015年2月	2015年2月 ～2015年3月
外 観			
ミドリイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
ムラサキイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
その他のイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)


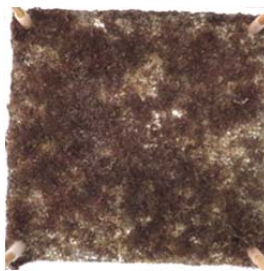


期 間	2015年3月 ～2015年4月	2015年4月 ～2015年5月	2015年5月 ～2015年6月
外 観			
ミドリイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
ムラサキイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
その他のイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)

期 間	2015年6月 ～2015年7月	2015年7月 ～2015年8月	2015年8月 ～2015年9月
外 観			
ミドリイガイ	140 個体 (0.15 g)	75 個体 (1.62 g)	106 個体 (4.18 g)
ムラサキイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
その他のイガイ	5 個体 (0.07 g)	35 個体 (0.52 g)	4 個体 (0.03 g)





期 間	2015年9月 ～2015年10月	2015年10月 ～2015年11月	2015年11月 ～2015年12月
外 観			
ミドリイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
ムラサキイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
その他のイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)

表2 取水口設置付着板の外観および貝類検出結果

期 間	2014年12月 ～2015年1月	2015年1月 ～2015年2月	2015年2月 ～2015年3月	2015年3月 ～2015年4月
外 観				
ミドリイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
ムラサキイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
その他のイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
フジツボ類	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)






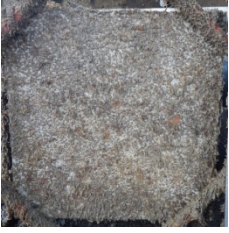




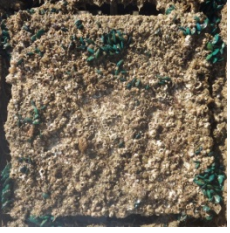



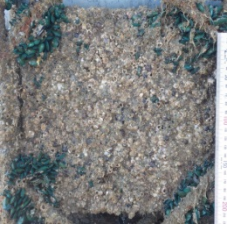









期 間	2015年4月 ～2015年5月	2015年5月 ～2015年6月	2015年6月 ～2015年7月	2015年7月 ～2015年8月
外 観				
ミドリイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	48 個体 (0.10 g)
ムラサキイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
その他のイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	5 個体 (0.03g)
フジツボ類	0 個体 (0 g)	248 個体 (4.76 g)	497 個体 (— g)	1,818 個体 (132.89 g)

—：極小型のため重量測定不可能

期 間	2015年8月 ～2015年9月	2015年9月 ～2015年10月	2015年10月 ～2015年11月	2015年11月 ～2015年12月
外 観				
ミドリイガイ	43 個体 (0.21 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
ムラサキイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
その他のイガイ	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)	0 個体 (0 g)
フジツボ類	1,019 個体 (79.85 g)	99 個体 (1.78 g)	0 個体 (0 g)	10 個体 (— g)

—：極小型のため重量測定不可能

表3 取水口に設置された連続付着板の外観写真（設置日：2015年3月）

	2015年4月 (1ヶ月)	2015年5月 (2ヶ月)	2015年6月 (3ヶ月)	2015年7月 (4ヶ月)
表				
裏				
	2015年8月 (5ヶ月)	2015年9月 (6ヶ月)	2015年10月 (7ヶ月)	2015年11月 (8ヶ月)
表				
裏				
	2015年12月 (9ヶ月)	2016年1月 (10ヶ月)	2016年2月 (11ヶ月)	2016年3月 (12ヶ月)
表				
裏				

(3) プランクトン調査による発生状況

ミドリイガイの個体数は、5月下旬から検出されはじめ、7月下旬にかけてピークを示した。その後一度減少し、再び9月頃、若干増加する傾向が認められ、12月頃まで検出された。

ムラサキイガイについては4月～6月頃まで少量の個体数が検出されたが、これは春先の水温上昇に伴う死滅前の産卵によるものと考えられ、幼生の付着、成長には影響ないと考えられる。6月下旬から10月下旬の間は検出されず、11月以降出現が確認された。

タテジマフジツボは、年間を通して検出された。春先から夏に向けて徐々に増加し、8月～9月にかけてピークを示し、それ以降徐々に減少傾向を示し、1月頃までは検出された。

3. 生物付着カレンダー作成

これまでの調査結果から、西条発電所前面海域におけるミドリイガイ等の生物付着カレンダーを作成した(図7)。

(1) ミドリイガイ

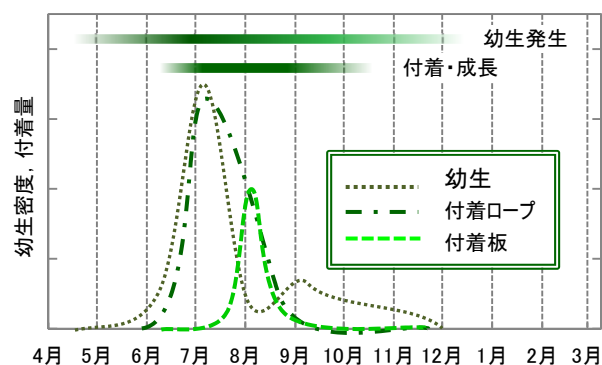
幼生は5月頃から発生し始め、7月から8月にかけて流入のピークがみられる。流入した幼生は6月後半から付着が起り、7月から8月にかけて付着のピークとなる。9月以降で海水温が下がると再び幼生の発生が見られ、11月頃まで確認されることがあるが、付着は10月以降起こっていない。

(2) ムラサキイガイ

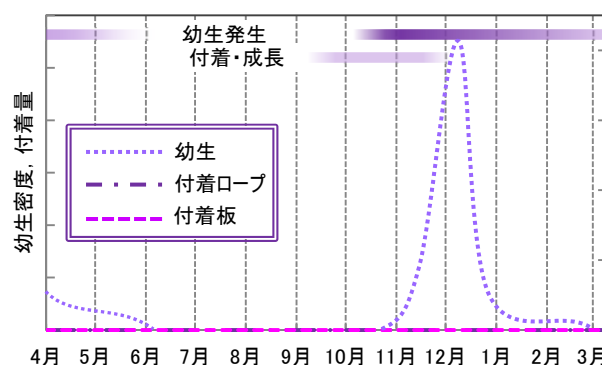
11月頃から幼生の出現が確認され、翌年5月頃まで断続的に確認されたが、ミドリイガイに比べ約1/10程度で、その間も付着はほとんど確認されなかった。7月から10月の間は幼生の出現や付着は起こっていない。

(3) タテジマフジツボ

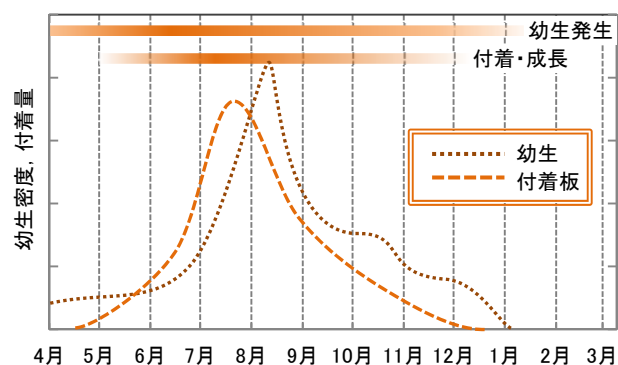
幼生の出現時期は4月から翌年1月頃まで長期間にわたり、7月から9月にかけて流入のピークがみられる。流入した幼生は5月から付着が起り、8月にピークとなる。その後翌年1月頃まで幼生の発生や付着が起こっている。



(a) ミドリイガイ



(b) ムラサキイガイ



(c) タテジマフジツボ

図7 付着生物の生物付着カレンダー
(西条発電所周辺海域)

4. まとめ

今回の約3年間にわたる付着生物の発生及び付着状況等を調査した結果、外来種であるミドリイガイは初夏から夏にかけて幼生が発生し少し遅れて付着が起こることがわかった。また、冬場の海水温の低下により死滅することも確認された。

ムラサキイガイは晩秋から冬にかけて発生しているが、付着は少なかった。

フジツボ類については通年を通して発生しており、夏場にかかり付着することがわかった。

これらの結果より、ミドリイガイへの対策に重点を置く場合、設備の点検等は10月頃から3月の間に実施することが望ましい。また、ミドリイガイの出現や付着時期となる5月から10月にかけて、付着防止対策を適切に行うことが重要であると考えられる。

〔謝辞〕

本研究は四国電力(株)火力部殿より委託を受け実施したもので、ご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。

〔参考文献〕

- 1) 濱田 稔, “バイオ技術特集”, 中部電力技術開発ニュース, No.141 (2011)
- 2) 立田 譲, 坂口 勇, 濱田 稔, 杉本 正昭, 津野 雅俊, “水温上昇による付着生物生息分布の変化—現場分布調査と文献情報による検討—”, 電力中央研究所報告, V13003 (2013)
- 3) 野方 靖行, 遠藤 紀之, “遺伝情報を用いた付着生物幼生の動態観測”, 電力中央研究所報告, V11031 (2011)