

# 電中研 NEWSの研

電中研ニュース

No.472  
2012 Dec



環境

## 付着生物やクラゲによる 発電所トラブルの軽減を目指して

—最新技術を用いて海洋生物の流入を検知する—



発電所冷却水路の付着生物



付着生物の除去作業



配管を詰まらせたムラサキガイ

日本の火力・原子力発電所の大部分は海に面して建設されており、冷却水として海水を利用しています。その海水を導いている冷却水路系内部にフジツボやムラサキガイなどが大量に付着して成長すると、水路が目詰まりし、これによる冷却効率の低下が問題となっています。また、大量のクラゲが水路に流入して、フィルターなどを塞ぎ、時には発電を停止しなければならない事態に陥ることもあります。電力中央研究所では、これらの問題を効果的に軽減・解決するために、遺伝情報を用いた付着生物の種類判別や、超音波センサーを用いたクラゲの検知方法などの新しい技術の研究開発に取り組んでいます。

## 海洋生物により引き起こされる問題

火力・原子力発電所では、発生させた熱によって水を水蒸気に変え、その勢いでタービンを回転させて発電しています。タービンを回転させた後の水蒸気は、冷やして水に戻し繰り返し利用するため、多くの発電所では大量の海水を冷却水として使用しています。その海水とともに、プランクトンとして漂う付着生物の子供(幼生)やクラゲも一緒に発電所の冷却水路系に流入してしまい、さまざまなトラブルを引き起こします(図-1)。

### 付着生物による問題

フジツボ類やイガイ類に代表される付着生物(写真-1)が発電所の冷却水路系内部に付着して成長すると、水路の閉塞や腐食の原因となり、その結果、取水量が減ってしまい、水蒸気を水に戻す効率の低下などの問題を引き起こします。発電所では、付着を防ぐために、防汚塗料の塗布、海水の電解で生じた塩素の注入、スポンジボールによる管の洗浄などさまざまな対策を行っていますが、必ずしも

十分な効果が得られていません。そのため、定期点検に合わせて清掃と除去作業が行われていますが、除去には大変な労力を必要とします。多い場合には発電所1基だけで除去量が年間1500トンにも達することがあり、処分にかかるコストも膨大となっています。付着生物の中でもフジツボ類やイガイ類は、付着量が多い上に固着力が強く発電所にとってはやっかい者です。

### クラゲによる問題

ミズクラゲ(写真-1)は主に晩春から夏期に成長して、群れ(パッチ)を形成することが知られています。単に漂っているだけであればよいのですが、ミズクラゲの出現が多い年には、巨大なパッチが発電所に流入して、バースクリーン(ゴミを除去する装置)の目詰まりや破損を引き起こし、発電所の安定した運用の妨げになります。特に今年(2012年)は、日本各地の発電所でミズクラゲの大量流入による、取水制限や出力低下が多く報告されています。

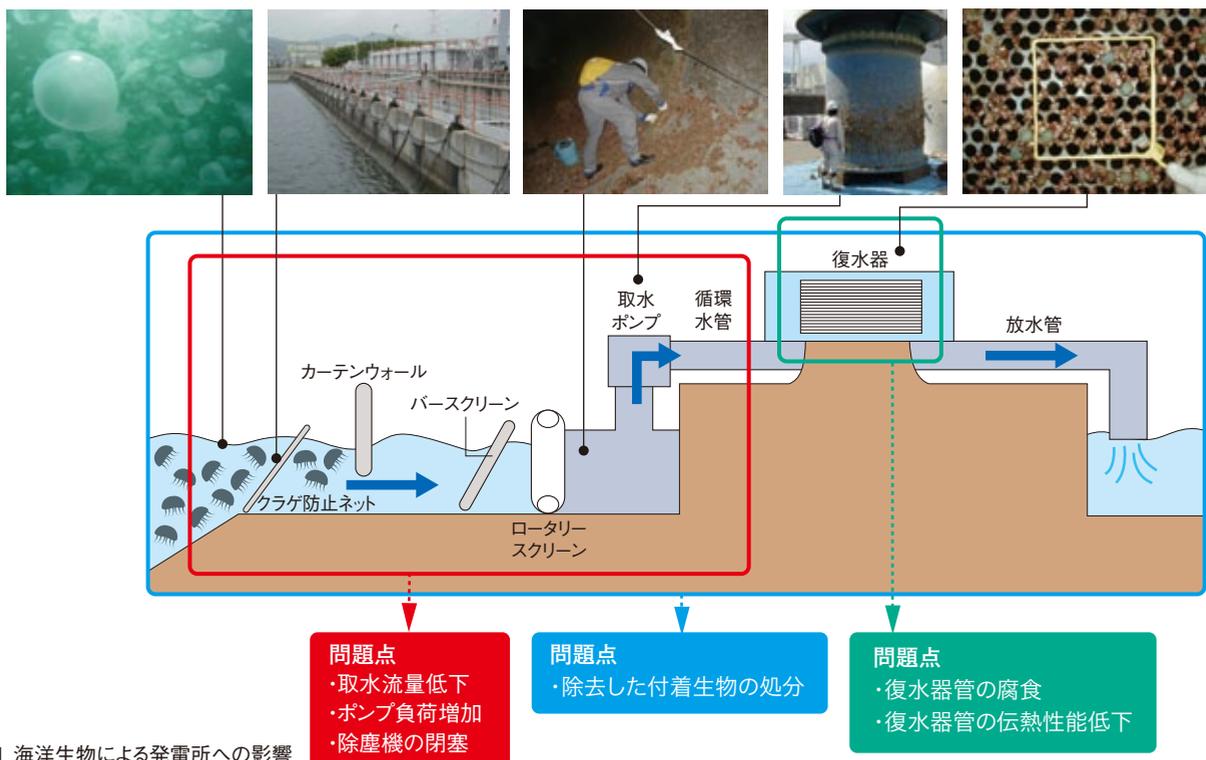


写真-1 発電所で問題となる海洋生物



アカフジツボ



ムラサキガイ



ミズクラゲ

# 2

## 遺伝情報から付着生物の出現を知る

付着生物は、発電所の冷却水路などに付着するまでは海中を浮遊しています。この時期の付着生物の種類や量がわかれば、いつ頃、どのような種類が、どのくらい水路に付着するかを予測できますので、付着直前や直後の大きさが1mmにも満たない小さいうちに、効率的な対策をとることができます。

従来、付着生物が出現する時期は、一定の期間、海に沈めておいた板に付着している生物の種類や量によって調べられてきました。この方法では、調べた付着生物の種類が冷却水路系内部と異なる場合があることや、ある程度成長しなければ種類の判定が難しいという問題がありました。また、プランクトンネットという目の細かい網で、海中を漂う幼生を採集する方法もありますが、プランクトンの種類の判定は専門家でも難しく時間がかかるため、正確で簡単な調査方法が求められていました。

そこで、当所では付着生物の遺伝情報に着目して、種類

ごとに異なるDNAの塩基配列を利用して、種類の検出と種類ごとの量を推定する方法を検討し、フジツボ類やイガイ類について、それぞれの種で異なる塩基配列だけを増幅させるプライマー（検出したいDNAと相補的な塩基配列を増幅させるDNA鎖）を開発しました。そして、さまざまな種類のプランクトンが入り混じっているサンプルの中からDNAを抽出し、当所で開発したプライマーを用いて増幅させたDNAの増幅量を測定することで、調べたい種類の付着生物の幼生だけを検出し、その量を特定することができるようになりました（図-2）。

この技術を用いることによって、浮遊している時期のフジツボ類やイガイ類の出現状況を、素早く簡単に把握できるようになります。これによって、問題となる付着生物の種類や量などに合わせた効果的で安価な付着生物対策が可能になると考えています。

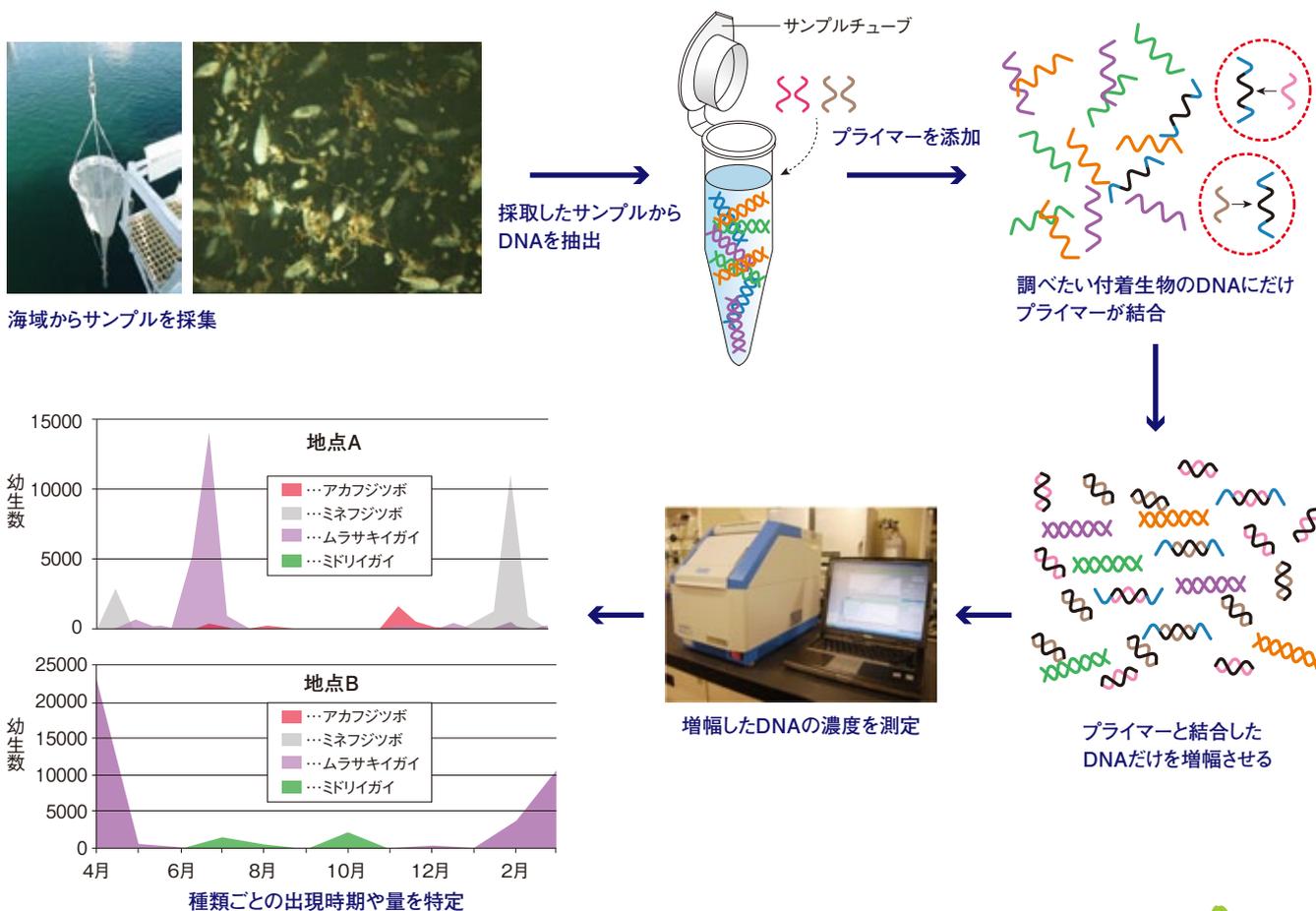


図-2 遺伝情報を用いて付着生物の種類を検出・定量する手法



# 3

## 超音波を使ってクラゲの出現を知る

現在、発電所で行われているクラゲ防止ネットやエアープリング装置などによるクラゲ対策では、急な大量来襲に対応できずにトラブルが生じる場合があります。そのため、効率的な対策ができるように、海域におけるミズクラゲの発生規模や発電所への大量流入を検知できる、超音波を使ったクラゲ検知システムの開発にも取り組みました(図-3)。

超音波を発する振動子は、複数個の超音波振動子を扇形に配列し、観測範囲を広くしました。また、送受信回路と制御回路を別に設けることで、従来よりもノイズを低減させて高い感度での観測を可能としました。さらに、超音波信号の処理方法を工夫することで、クラゲに特徴的な反射信号を捉えることができ、従来は難しかったクラゲと

魚類などの判別が行えるようになりました(図-4)。

現在は、さらなる感度の向上や観測範囲の拡大を目指した改良を進めています。今後は、開発した装置を発電所の周辺海域に設置することで、警報により一定以上のクラゲパッチの来襲を知らせることもでき、大量に流入するクラゲの早期検知に貢献できると考えています。

クラゲ検知システムの開発と並行して、クラゲの大量発生メカニズムや巨大なパッチを形成する過程について、生態学的なアプローチによる研究も進めています。クラゲの大量発生に関係する環境要因を明らかにし、クラゲの大量発生予測や大量発生を阻止する技術の開発につなげていく予定です。



図-3 超音波クラゲ検知システム

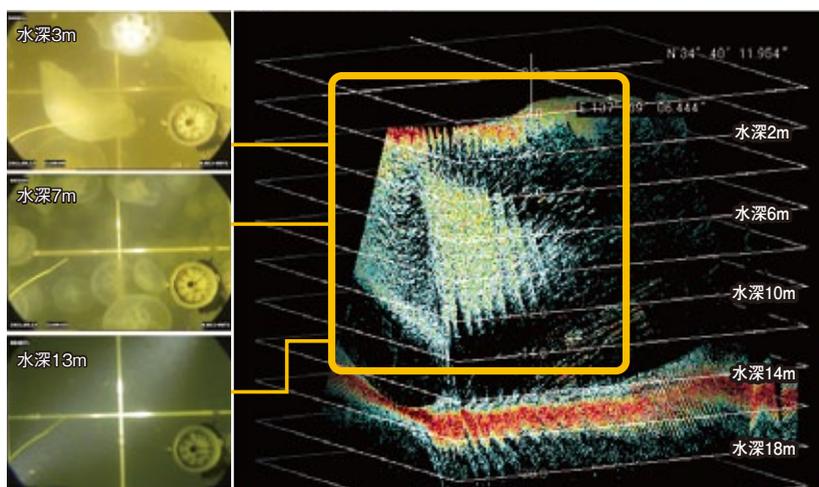


図-4 水中のクラゲの様子と超音波で捉えたクラゲの群れの3次元画像

### ひとこと

あまり知られていないと思いますが、フジツボ類やイガイ類のような付着して生活する生き物も海を漂って生活するクラゲも、深刻な漁業被害だけでなく、発電所冷却水路系でも問題を引き起こします。これらの生物の防除対策では、環境負荷を少なくし、漁業重要種や希少種へ影響を与えないよう配慮する必要があります。今後も、環境に配慮した新しい対策研究を進めていきたいと考えております。

環境科学研究所 主任研究員 野方 靖行



| 関連する研究報告書 | V08010 「遺伝情報を用いた汚損性フジツボ幼生の定量的検出方法の開発」  
V11012 「超音波センサーによるクラゲ検知システムの開発」  
V11031 「遺伝情報を用いた付着生物幼生の動態観測」

報告書は当所ホームページよりダウンロードできます