

火力・原子力発電所取水口における海藻流入の検討

東北電力株式会社 土木建築部 正会員 ○田村雅宣
東北電力株式会社 土木建築部 正会員 羽鳥明満
東北電力株式会社 土木建築部 正会員 大宮宏之

1. はじめに

火力・原子力発電所では、発電用冷却用水として海水を取水しているが、発電所が立地する周辺の海域では時期によって海藻が繁茂し、繁茂した海藻が茎部で切れたり、根から抜けて（以下、これらを「海藻の流出」という）、発電所の取水口に流入することで発電用冷却用水の安定取水に影響を及ぼすことが懸念されている。そのため、海藻の流入抑制対策や効率的な除塵対策が発電所運転上重要である。これらの対策立案のためには海藻流入のメカニズムを解明するとともに海藻流入を定量的に予測することが有効であり、本研究において海藻流入の数値シミュレーションモデルの構築と簡易予測式の提案を行った。

2. 研究内容

研究のモデル地点として、海藻の流入が著しく多い東通原子力発電所を選定した。

まず、東通原子力発電所周辺海域（以下、「周辺海域」という）に生息している海藻の調査を実施し、海藻流入の数値シミュレーションモデルを構築した。

次に、周辺海域の海象データ、取水口で除塵された海藻量（以下、「海藻流入量」という）等のデータ解析を行い、これらの結果から、海藻流入の簡易予測式を提案した。

2. 1 海藻流入の数値シミュレーション

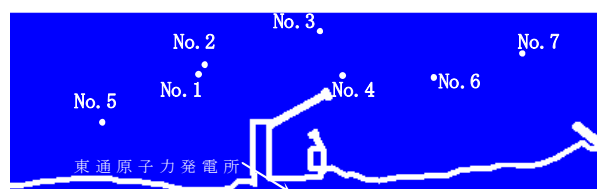
2. 1. 1 海藻生息量と海藻流出に関する調査

周辺海域に生息している海藻量（以下、「海藻生息量」という）と海藻の流出に関して、海藻生育前の3月（平成20年）と流出時期の10～12月（平成20年）に周辺海域で調査を実施した。

調査個所は図－1に示すとおりであり、写真－1のような1m×1mの正方形調査枠内で生息する海藻の本
キーワード：海藻、除塵対策、数値シミュレーション
連絡先：宮城県仙台市青葉区本町一丁目7番1号

数および全長を計測し、単位面積当たりの海藻生息量を推定した。その結果を表－1に示す。

調査期間における周辺海域の有義波高と海藻生息量の調査結果から、有義波高が1.5mよりも低ければ、海藻の流出はあまりなく、有義波高が1.5m以上となった後に海藻が流出している傾向が確認された。また、周辺海域では水深20m以浅の岩礁帯に海藻が生息していることが確認された。



図－1 海藻調査個所



写真－1 海藻生息状況（No.1,平成20年12月4日）

表－1 平成20年の海藻生息量 (kg/m²)

調査個所 (水深)		No.1 (15m)	No.2 (14m)	No.4 (10m)	No.5 (6m)
海藻 生 息 量	1回目(3/7)	4.0	1.0	3.0	－
	2回目(3/18)	4.0	1.0	3.0	－
	3回目(10/11)	4.0	1.0	1.0	7.5
	4回目(10/31)	2.6	0.9	0.3	7.0
	5回目(12/4,8)	1.0	0.4	0.0	4.8

2. 1. 2 数値シミュレーションモデル

シミュレーション期間は当該発電所で海藻が大量流入した平成18年9～11月の3ヶ月間とし、波浪・海浜流場の計算については修正ブシネスク方程式を用いた。

TEL：022-799-6103 FAX：022-262-5851

その他、解析領域、主な解析条件はそれぞれ図－2、表－2のとおり設定した。また、海藻の流出は、平成18年8月末と11月末の海藻生息量の差がこの期間中に流出した海藻の全量であると考え、同期間中における日あたりの海藻流入量で案分した量を日あたりの海藻流出量とした。海藻の流出領域を図－2に示す。

まず、Step1として海藻が海域を移動する速度（以下、「移流速度」という）と周辺海域における恒流のパラメータ同定を実施した。なお、移流速度は長谷川（1999）¹⁾を参考にした。その結果、海藻流入の傾向や累計は実測値を再現できたが、平成18年9月1日からの経過日数38日付近で実測値は短期間に海藻が大量流入（除塵）しているのに対し、シミュレーション結果では数日遅れて流入する結果であった（図－3）。

一方、当該発電所では秋期の高波浪後の比較的静穏な海象状態で海藻が大量流入する傾向が認められていることから、Step2として高波浪後の移流速度に関する検討を行った。その結果、恒流を南流10cm/s、海藻の移流速度を波高1.5m以下で流速の1%、それよりも高い時と波高6m以上となった後2日間は流速の30%とすれば、海藻の大量流入時期についても良好な再現性が得られた（図－3）。また、当該発電所の取水口に流入する海藻は図－2に示す海藻生息域Cからの供給が支配的であることが確認され、同期間における海藻流入メカニズムを解明することができた。

2. 2 海藻流入の簡易予測式

2. 2. 1 データ解析

周辺海域における平成18年の有義波高、有義波周期、平均波向、流速等と海藻流入量について回帰分析を実施した結果、秋期において海藻流入量は前日の日平均有義波高と最も相関が高くなることが確認された。

2. 2. 2 簡易予測式

波のエネルギーは振幅の2乗に比例することと、データ解析の結果から、有義波高1.5m以上の時にその2乗を変数とする海藻流入量の式（1）を提案した。

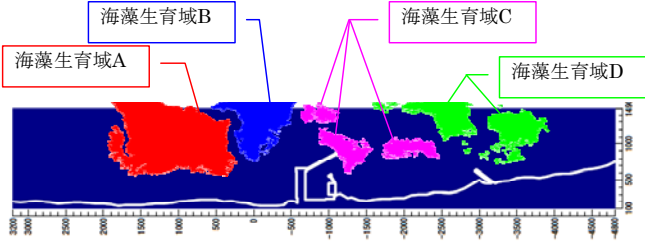
$$V=1.63H^2+2.42\cdots\cdots\cdots\text{式（1）}$$

（V：海藻流入量(t)，H：前日の日平均有義波高(m)）

式（1）を用いた結果を図－3に示す。

図－3より、短期間に海藻が大量流入する現象は概ね再現できていることから、平成18年秋期と同程度の

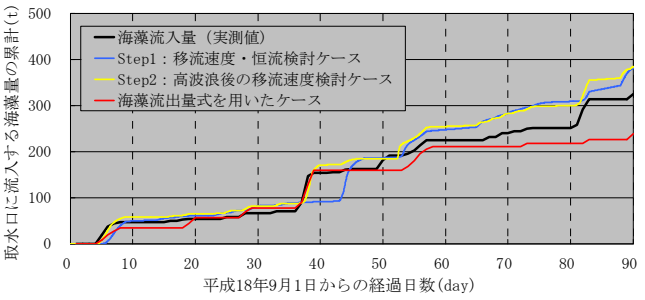
海藻生息量であれば、当該発電所の海藻流入量を簡易的に予測することが可能である。



図－2 解析領域

表－2 主な解析条件

項目	解析条件
流速計算	波浪変形による海浜流計算（非線形分散波ブシネスク方程式）と取放水による流れ場計算（非線形長波方程式）および恒流の流速ベクトル合成
入力波浪	平成18年9月～11月のモデル波浪
計算領域	陸沖方向1,390m、汀線方向8,000m
取放水量	80m³/s
方向集中度	Smax=75（波高1.5m、2.5m） Smax=25（波高4.0m以上）
海藻生息範囲	水深20m以浅の岩礁帯分布域
対象海藻	コンブ・ワカメ類等



図－3 海藻流入の数値シミュレーション結果

3. まとめ

海藻流入の数値シミュレーションモデルを構築し、東通原子力発電所における平成18年9～11月の海藻流入メカニズムを解明することができた。また、取水口に流入する海藻の供給源が特定されたことから、海藻流入の抑制対策立案に活用することが期待できる。さらに、他の浮遊物流入に対しても応用が期待できる。

また、海藻流入の定量的な予測手法として、平成18年の秋期における有義波高と海藻流入量の実績から海藻流入量簡易予測式を提案した。この式を用いることで日常の運転管理に活用することが期待できる。なお、この式の予測精度をさらに向上させるためには有義波高と海藻流入量のデータを蓄積し、反映させることが有効である。

参 考 文 献

1) 長谷川寛. 流れ藻留め工の水理的検討. 海洋開発論文集. 第15巻, 1999.5, p.153-158