

# ユビキタスブイを用いたホタテ養殖海域の水温予測に関する研究

## A study of forecasting the seawater temperature in scallop aquaculture sea area by using ubiquitous buoy system

阿部圭介 和田雅昭  
Keisuke Abe Masaaki Wada

はこだて未来大  
Future University-Hakodate

### 1. はじめに

北海道東部の能取湖では 2008 年に観測史上初めて青潮が発生し、ホタテの斃死被害が発生している。沿岸漁業で漁獲する回遊魚や貝類は、海中の貧酸素や高塩分によって成長を阻害されやすく、このような被害は他の海域でも発生しうる問題であるが、酸素濃度や塩分濃度値を測定する各種センサは高額（数百万円）であるため、容易に導入することが困難である。漁業事業者の間では今日まで、海水温がそれらの値を推定するための 1 つの指標として用いられてきた。それを裏付けるように海水温が漁獲量と大きく関係していると報告されている [1]。

そのため、我々は平成 16 年度よりリアルタイムで多点多層の水温観測が可能な小型水温観測ブイ [2]（以下、ユビキタスブイ）の開発、導入を行ってきた。平成 18 年度より運用を開始し、漁業関係者へ水温情報を提供している。そして、次の取り組みとして事前の水温低下の予測に着手している。

海水温は大きく分けて、海流と潮汐と風によって影響を受けており、その中でも風に起因した内部波と呼ばれる海流の影響による水温変動が報告されている [3]。

本研究では、今後、能取湖の事例のような過去に観測事例のない水温低下による漁業被害の発生を見越し、リアルタイムに水温情報を提供しつつ、急激な水温低下が予測される際には注意報を発令する情報提供システムの開発、運用を目指す。その中で本稿では沿岸漁業の 1 つであるホタテ養殖を行っている北海道西部沿岸の臼谷海域を対象に、冷水塊流入を想定した風応力値による予測手法を提案する。そして同手法を北海道東部沿岸海域へも適用し、提案手法の汎用性に関して検証する。

### 2. ユビキタスブイの導入

本研究で開発したユビキタスブイとは養殖漁業支援を目的とした小型軽量の水温観測ブイである。図 1 にユビキタスブイとそのシステム構成を示す。海面から任意の間隔で水温観測が可能であり、W-CDMA 通信を用いて海水温情報をデータベースサーバへ送信し、PC や携帯端末からの水温情報の閲覧が可能である。従来の水温観測ブイと比較して安価であることから多点観測に適しており、最大 16 層までの多層水温観測が可能である。

従来の水温観測ブイは大型で高価なため、養殖漁場への導入は困難であり、また、コスト面からも導入は主に漁業組合単位で行っていた。そこでユビキタスブイでは個人漁業者が容易に導入できるようにコストを抑え、また冷水塊対策として深層の海水温観測が可能な多層構造とした。これにより多数のユビキタスブイの導入が可能となり、多点

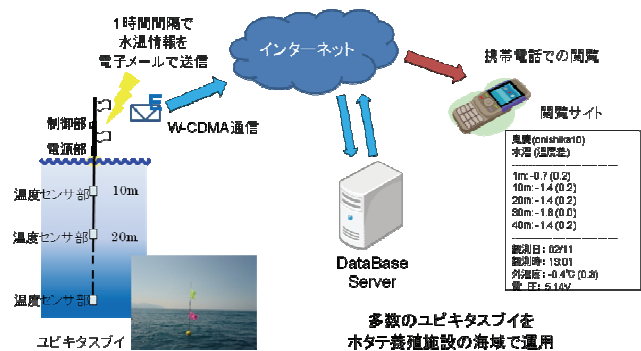


図 1 ユビキタスブイシステムの概要

観測を実現した。すでに北海道沿岸で延べ 50 基ほどのユビキタスブイを運用している。

### 3. 予測手法

図 2 に検証対象海域である北海道西部沿岸の臼谷海域（左上：a）と北海道東部沿岸の枝幸海域（右上：b）を示す。各対象地点はユビキタスブイ U1 と U3 が設置してある地点である。

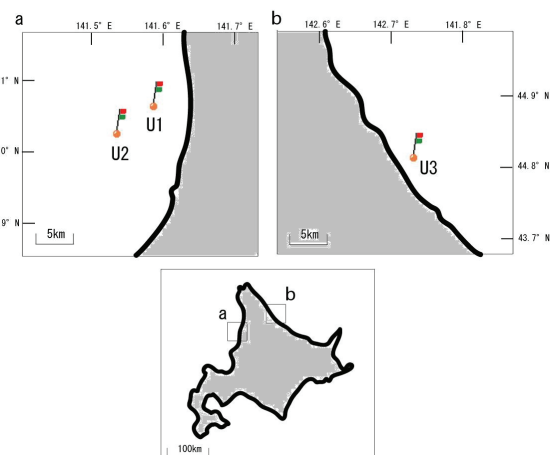


図 2 検証対象海域とユビキタスブイの設置地点

講演番号 0134  
セッション 11 情報通信・ネットワーク

使用する海上風の情報に関しては、気象庁の留萌観測所で観測された風速・風向の情報を用いた。この海上風情報と観測した水温情報を用いて風応力  $\tau$  を式 1 のように計算し、その値と閾値を比較することで冷水塊を判断する。

$$\tau = \rho C_D U^2 \quad (1)$$

ここで、 $\rho$  は大気密度 [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]、 $C_D$  は抵抗係数、 $U$  は風速値 [ $\text{m}/\text{s}$ ] を示している。風応力  $\tau$  は検証対象海域に対して、沿岸湧昇が起こる風向時に最大値を取るよう設定した。

検証を行うにあたり、冷水塊の水温と、冷水塊の発生を判断するための閾値を定義する必要がある。本稿では臼谷海域の 2002 年、2003 年、2006 年の 7、8 月のデータから夏季に水温が  $11.7^\circ\text{C}$  以下の時に冷水塊が発生したと定義した。また、閾値は、冷水塊発生前の風応力値のデータから、0.17 を閾値と定義した。そして、2008 年 8 月の底層である水深 40m のデータに対して検証を行った。

#### 4. 結果と考察

提案手法を適用した結果、計 3 回の冷水塊発生に対して、2 回の冷水塊発生を予測することが出来た。予測できた 2 回とも、風応力値が閾値を超えてから 31 時間後に冷水塊が発生したことを確認した。図 3 に水温の時系列データ（上図）と風応力値（下図）を示す。冷水塊発生に伴う風応力値は顕著に表れていることが確認できる。

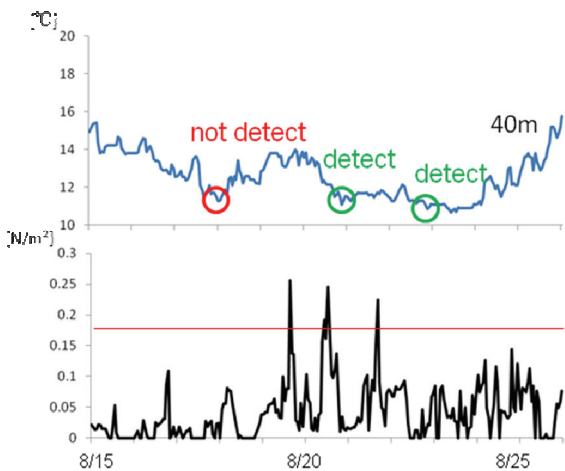


図 3 冷水塊発生時の水温と風応力値の時系列

さらに提案手法の汎用性を検証するために、北海道東部沿岸の枝幸海域のコビキタスブイ U3 に対して、同提案手法を適用した。枝幸海域では予測水深を底層である水深 20m とし、2008 年 7 月のデータから、水温が  $13.5^\circ\text{C}$  以下時を予測することとした。また、検証時の閾値は臼谷海域適用時と同値である 0.17 を用いた。

対象期間は水温低下が生じた 2008 年 8 月 21 日から 26 日までの 6 日間とした。図 4 に水温の時系列データ（上図）と風応力値（下図）を示す。同期間中では 1 回の水温低下が生じ、風応力値が閾値を超えてから 29 時間後に水温低下が生じたことを確認した。

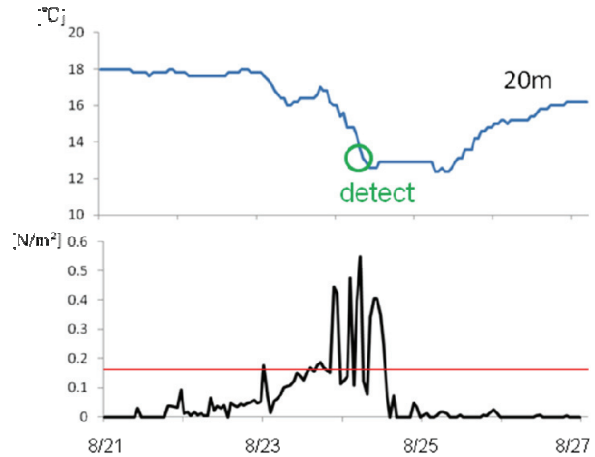


図 4 冷水塊発生時の水温と風応力値の時系列

図 3 と図 4 より両海域での風応力値の突出値を比較すると、枝幸海域で 0.44、臼谷海域で 0.25 と 2 倍近い差が生じていた。また、両海域とも風応力値が閾値を超えてから冷水塊が発生するまでの時間がほぼ等しいことから、海域によって風応力値と水温変動の関係性は異なることが確認された。

#### 5. おわりに

本稿では提案する予測手法に対して、風応力値が水温予測に有効であることを確認した。これは冷水塊が風によって生じた海流で移動してきたためと考えられる。

そのため、今後は同海域内にあるユビキタスブイ U2（図 1 参照）の水温情報からユビキタスブイ U1 との 2 観測点間の海流を解析し、予測精度向上を目指していく。

また、平成 22 年度までに 20 基のコビキタスブイを内浦湾に設置し、多点観測による水温予測にも取り組む計画である。

#### 謝辞

本研究は「文部科学省：知的クラスター創成事業（グローバル拠点育成型）」の支援により実施しています。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- [1] YAMANE Takeshi, TANAKA Yuji : Relationship between stationary trap net catch and water temperature in Taiji Bay, Southern part of Kumano Nada, Memoirs of the Faculty of Agriculture of Kinki University 32 pp.37-43 19990331
- [2] Masaaki Wada, Katsumori Hatanaka, Masashi Toda : Practical Use of Personal Buoy System for Fishery Using Sensor Network Technologies, Proceedings of OCEANS 2007 MTS/IEEE Vancouver BC Canada, Buoy Technology/Performance, 6 pages in CD-ROM, 2007
- [3] Urano Shin-ichi, Kodomari Shigeyoshi, Itagaki Akihiko : Internal Seiches in Lake Toya, Journal of the Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo 6(1) pp.213-228 19831220