

# 対馬東水道及び周辺域の鉛直断面からみた水温躍層の形成状況

永瀬りか・金丸彦一郎

Thermocline formation process shown by vertical cross-sections in the eastern Tsushima Strait and surrounding sea area

Rika NAGASE and Hikoichirou KANAMARU

キーワード：海洋観測，対馬東水道，対馬南西域，躍層形成

佐賀県玄海水産振興センター（以下、当センターと略す）では、壱岐水道は1948年から、対馬東水道は1953年から、それぞれ調査船による海洋観測を継続して行ってきた。これらの資料をもとに、神崎・金丸<sup>1)</sup>は、壱岐水道と対馬東水道の代表点における2月と8月の水温の長期変動について検討を行っている。

当センターでは2008年4月から、対馬東水道の定点を毎月観測すると同時に、一部定点の見直し（定点St. 9A, St. 9Bの追加，定点St. 9, St. 13, St. 14の削除）を行っている<sup>2)</sup>。この見直しから10年が経過したことから、漁海況予測のための基礎資料とするために、従来の定点と新たな定点を結んだ鉛直断面から、水温躍層の形成状況等について検討を行ったので報告する。

## 材料及び方法

対象とした沿岸定線調査の定点である対馬南西域のSt. 9B, St. 9A，対馬東水道のSt. 8, St. 7, St. 6, St. 5と壱岐水道西に位置するSt. 15，壱岐水道及び対馬水道の代表点を図1に示した。

対馬南西域のSt. 9B, St. 9Aから対馬東水道のSt. 8, St. 7, St. 6, St. 5を通過して壱岐水道西のSt. 15に至る水温の鉛直断面を作成し解析を行った。

解析期間は2008～2018年とした。ただし、定点見直しは2008年の4月からのため、2008年1月から3月は除外した。

対馬東水道及び周辺域の水温の周年変化を把握するため、2018年1月から12月における水温の鉛直断面の図を作成し、月ごとに水温の鉛直分布の検討を行った。

また、対馬南西域～対馬東水道～壱岐水道を結んだラインの7定点において、調査年月ごとに層(10m, 20m, 30m, 50m, 75m, 100m)間の水温差から最大鉛直水温差を算出

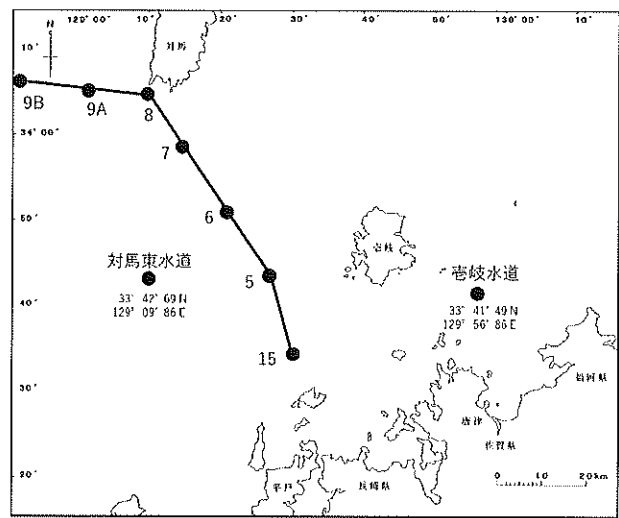


図1 調査定点

した。10年間のうち季節的な水温躍層が特に顕著な年の鉛直断面の図を作成し、検討を行った。

さらに、同じ年の2月と8月における、新たな調査点である対馬南西域の水温と、沿岸域の壱岐水道の水温または対馬暖流の流軸の一つと考えられている対馬東水道のそれぞれ代表点の水温との関係についても検討を行った。

## 結果及び考察

### 1) 水温分布の周年変化

2018年の1月から12月における対馬南西域～対馬東水道～壱岐水道の鉛直断面を図2-1, 2, 3に示した。

1月の対馬東水道の水温は、表層から底層までほぼ均一となっているが、対馬南西域のSt. 9Bの底層（水深約100m）には対馬東水道の底層水温より3～4℃低い約13℃の水塊がみられた。2月には対馬南西域の水深40m以深で成層が形成され、St. 9Bの底層では1月より低い約11℃の水塊が

みられている。3月には対馬南西域にあった低温の水塊はほとんどみられなくなり、4月には対馬東水道と対馬南西域の鉛直混合が起こったことで表層から底層までほぼ均一となった。

5月には表層水温の上昇に伴って成層が形成され始め、6月には表層と底層の水温差が5℃程度となった。7月に

は対馬南西域では水深20～40mに、対馬東水道では水深50mに顕著な水温躍層が形成され、対馬南西域の底層には再び対馬東水道の底層水温より低い約14℃の水塊がみられるようになった。また、対馬南西域の底層では、5月に水深80m以深でみられていた15℃の水塊は、6月には水深60m以深まで上昇し、7月には水深80m以深に戻ったものの、

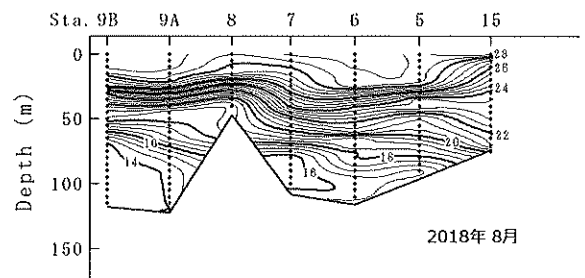
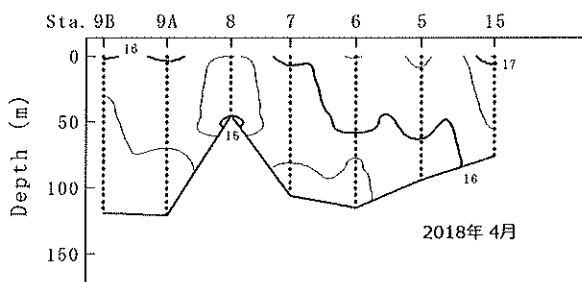
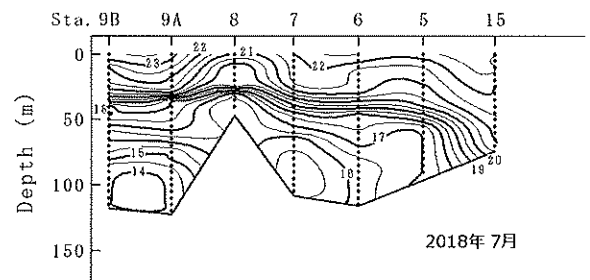
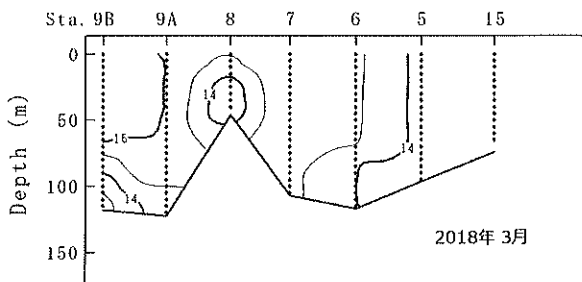
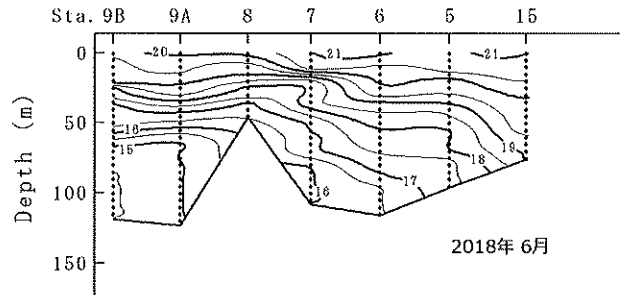
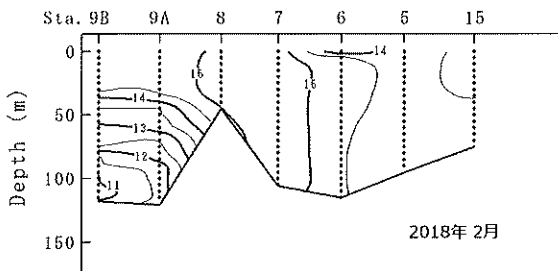
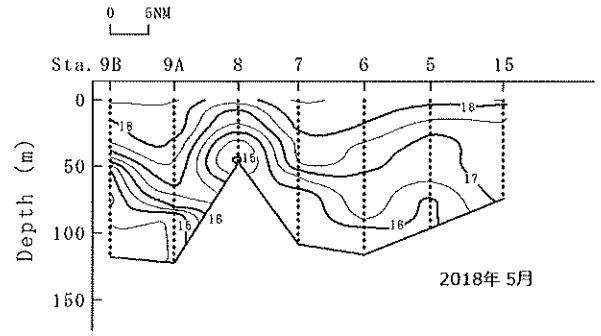
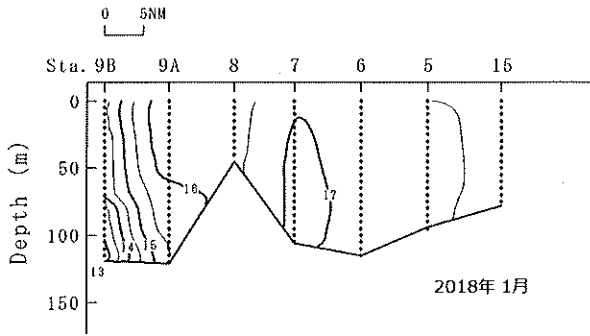


図2-1 2018年の水温の月別鉛直断面（1-4月）

図2-2 2018年の水温の月別鉛直断面（5-8月）

更に水温の低い14℃の水塊が水深100m以深にみられている。

8月には壱岐水道のSt. 15を除く全域で水深20～30mから水深100mにかけての水温躍層が更に顕著となり、対馬南西域の底層水塊も海底から水深100m程度までだったものが水深70m付近まで拡大し、表層と底層の水温差が最大14℃となった。9月になると表層側の混合により、水温躍層は水深50～70m付近まで沈降し、対馬に最も近いSt. 8

以外の表層水温は均一となっていた。10月になると8、9月に顕著にみられていた水温躍層は解消され始め、対馬南西域の底層に7～9月にみられた水温14℃の水塊もみられなくなった。

11月にはSt. 8及びSt. 9B以外の定点では表層から水深70～80m付近まで水温がほぼ均一となった一方で、水深70～100mの水温躍層がやや顕著となった。12月になると対馬東水道の等温線の幅が広がり、水温躍層はやや緩やかとなっていく様子がみられた。

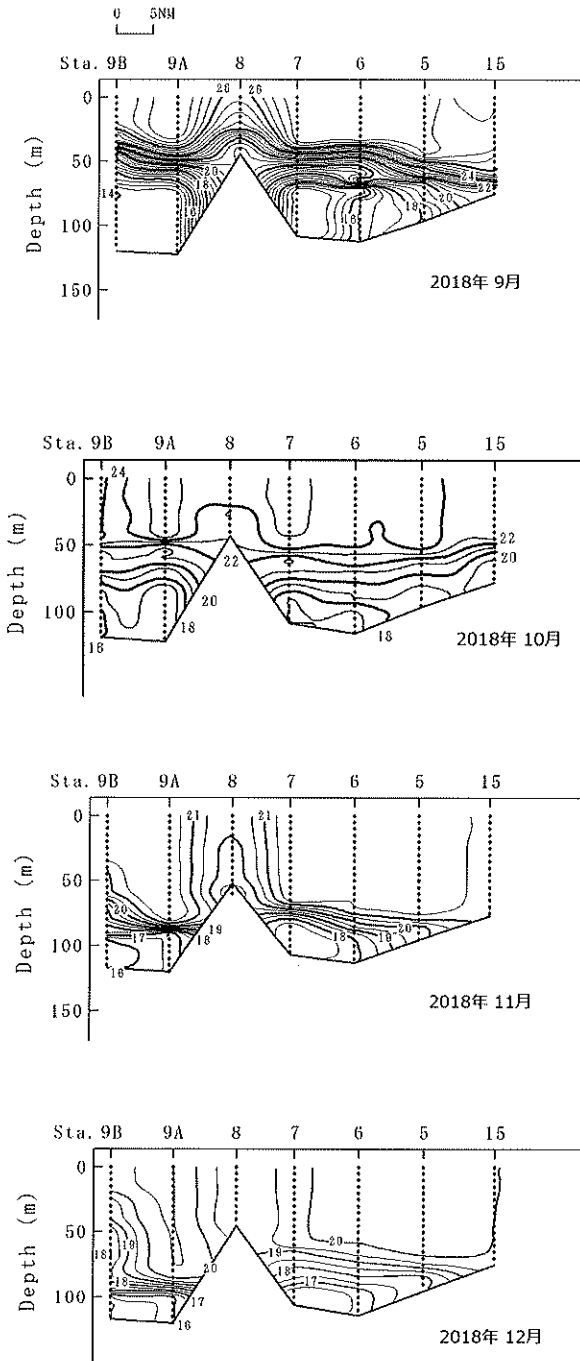


図2-3 2018年の水温の月別鉛直断面（9-12月）

### 1-2) 水温躍層が顕著な年

対馬南西域～対馬東水道～壱岐水道の7定点における、調査年月ごとの最大鉛直水温差を表1に示した。

表1 調査年月ごとの最大鉛直水温差

調査年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2008				-0.7	-1.2	-2.4	-4.2	-5.2	<b>-10.0</b>	<b>-10.5</b>	-4.6	-2.2
2009	-1.7	-1.5	-0.4	-0.4	-1.1	-3.8	-3.9	-9.7	-7.3	-8.9	-4.0	-2.0
2010	-0.7	-1.0	欠	-0.2	-1.2	-1.8	-4.7	-6.4	-6.4	-5.9	-5.3	-1.6
2011	-1.0	-1.0	-1.2	-0.8	-1.1	-2.7	-3.3	-5.4	-6.1	-5.1	-2.7	-3.5
2012	-2.4	-1.2	-1.7	-2.3	-1.3	-4.2	-7.1	-6.4	-6.0	-6.4	-2.3	-2.2
2013	-1.2	-0.4	-1.4	-1.0	-2.3	-2.6	-4.3	-7.9	-8.9	-5.3	-6.6	-2.5
2014	-0.5	2.0	-0.6	-0.7	-1.1	-2.2	-2.2	-6.0	-4.5	-6.3	-3.5	-2.3
2015	-1.1	-0.9	-1.7	-0.8	-1.3	-2.6	-4.5	-6.3	-7.2	-5.4	-5.1	-2.6
2016	-1.7	-1.8	-1.0	-0.8	-1.2	-2.6	-2.9	-5.1	-12.1	-9.3	-5.4	欠
2017	-2.6	-0.5	欠	-2.1	-1.6	-1.8	-4.1	-9.5	-7.0	-4.5	-4.4	-4.4
2018	-0.7	-1.3	-0.9	-0.6	-2.3	-2.5	-3.3	-5.7	-7.2	-5.0	-5.1	-4.5

欠：欠測

※太字は水温差5℃以上

8月から10月において、ほとんどの年の最大鉛直水温差が5℃以上になり、この時期に水温躍層が顕著になっていた。特に、8月は2009年と2017年、9、10月は2008年と2016年に最大鉛直水温差が10℃前後となっていた。7月には2012年が7.1℃、11月には2013年が6.6℃と水温差が最も大きく、それ以外の月の水温差は概ね5℃以下だった。

このうち、最大鉛直水温差が大きい年月の水温鉛直断面を作成し、2012年7月を図3に、2009年と2017年の8月を図4に、2008年と2016年の9月を図5に、10月を図6に、それぞれ示した。

7月について、2012年を2018年と比較すると、対馬東水道では大差ないものの、対馬南西域では水深30～50mに著しく顕著な躍層と表層付近の躍層とがみられていた。また、2012年の底層の水塊は15℃だった。8月について、2009年と2017年を2018年と比較すると、対馬南西域の水深20～30mに著しく顕著な躍層が形成されていた。

9月について、2008年と2016年を2018年と比較すると、対馬東水道では2018年より躍層の形成は緩やかなものの、対馬南西域の水深40～50mに著しく顕著な躍層が形成さ

れていた。10月について、2008年と2016年を2018年と比較すると、全体的に成層が形成されており、特に対馬南西域の水深50～70mに著しく顕著な躍層が形成されていた。

この水温が急激に下がる現象は、特にSt. 9A, 9Bで多く見られ、2008年から2018年の11年間に、St. 9Aでは7月に1回、8月に5回、9月に5回、10月に4回、11月に3回、St. 9Bでは7月に1回、8月に7回、9月に8回、10月に9回、11月に3回確認されている。また、この現象は8月から10月にかけての水温躍層の沈降と同様に、8月には水深30～50mより浅いところでみられるのに対し、10月になると水深50～75m, 100mといった深い場所でみられていた。

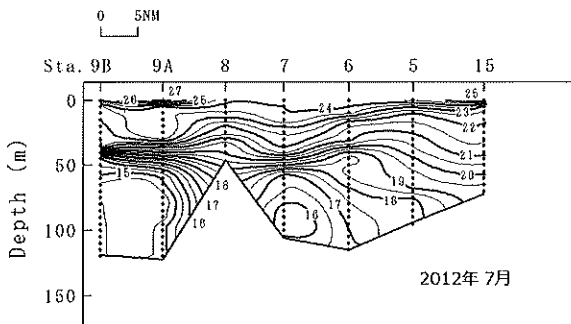


図3 2012年7月の水温鉛直断面

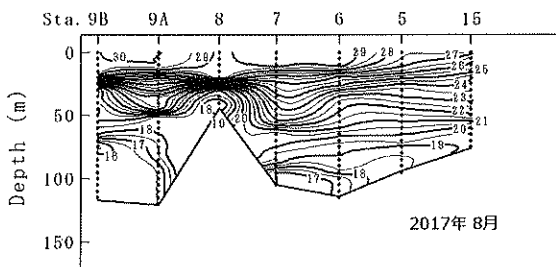
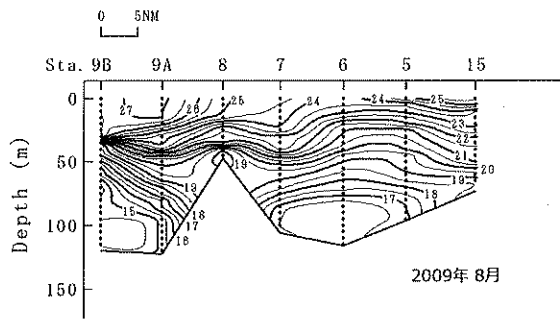


図4 2009年及び2017年8月の水温鉛直断面

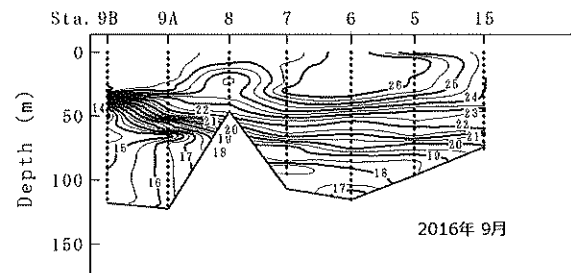
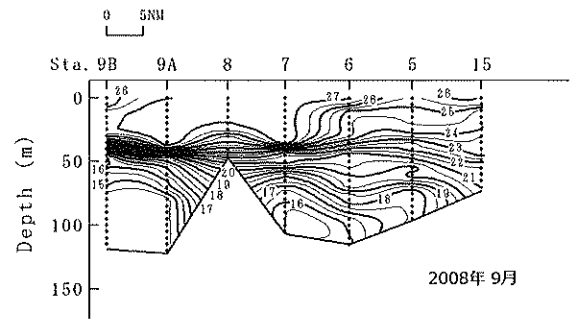


図5 2008年及び2016年9月の水温鉛直断面

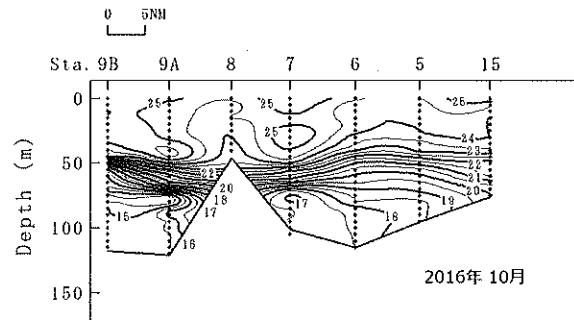
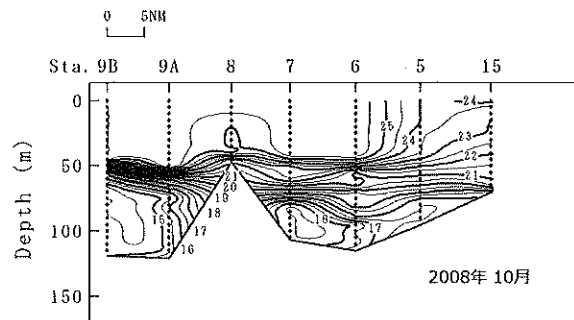


図6 2008年及び2016年10月の水温鉛直断面

表2 対馬南西域 (St. 9A, St. 9B) と壱岐水道、対馬東水道との相関係数

観測月	観測点	水深	壱岐水道	対馬東水道
2月	St.9A	10m	0.562	0.185
		50m	0.635*	0.358
	St.9B	10m	0.480	0.385
		50m	0.496	0.451
8月	St.9A	10m	0.052	0.484
		50m	-0.439	-0.018
	St.9B	10m	0.121	0.481
		50m	-0.424	0.144

\* : 5%有意水準で相関あり

## 2) 対馬南西域と壱岐水道または対馬東水道との水温の関係

対馬南西域の水温と壱岐水道または対馬東水道の水温との相関係数を表2に示した。

それぞれの海域の水温を比較した結果、2月の対馬南西域の水温と壱岐水道の2月の50m層にのみ、5%水準で相関がみられたものの、それ以外には相関はみられなかった。

神崎・金丸<sup>1)</sup>は、壱岐水道と対馬東水道の2月の水温は10m層、50m層とも高い正の相関がみられることなどから、壱岐水道は対馬暖流の影響を強く受けていると報告している。しかし、今回の検討で対馬南西域と対馬東水道または壱岐水道との間にほとんど相関がみられなかったことから、対馬南西域の水温は、対馬暖流の影響だけではなく、それ以外の影響を受けて変動している可能性がある。

井上<sup>2)</sup>は、比較的低塩で冬季には9℃以下となる韓国南岸沿岸水が済州島から対馬を結んだ線より韓国寄りに分布し、対馬暖流との間に顕著な水温前線を形成するとしている。また、大村・川建<sup>4)</sup>は、対馬西水道の底層において、韓国寄りの沿岸域に周年を通して相対的な低水温域が存在し、対馬西水道の舟状海盆上には低温の水塊が存在するとしている。

東シナ海海域海況日報(漁業情報サービスセンター発行)によると、対馬南西域には韓国南岸沿岸水あるいは対馬暖流と考えられる水塊の陥入がしばしば確認されている。さらに、伊藤・藤崎<sup>3)</sup>は、漁業者の声として、海況予測システムが対馬周辺では水温変動が激しく、潮流予測システムの精度が悪いようだと記載している。

これらの情報を踏まえると、本報の5～9月と11～2月に対馬南西域の底層にみられた低水温の水塊の挙動が、これらの複雑な動きと関連している可能性がある。

今回、10年間の結果から解析を行ったものの、対馬南西域の水温変動への影響を及ぼす要因を特定することはでき

なかった。まずは、今後とも引き続きデータを蓄積し、底層の水塊の由来などについて検討を行っていく必要がある。

## 文 献

- 1) 神崎博幸・金丸彦一郎 (2007) : 壱岐・対馬東水道における2月、8月の水温の長期変動について. 佐玄水振セ研報, 4, 1-6.
- 2) 山口忠則・古川泰久・金丸彦一郎 (2010) : 新漁業管理制度推進情報提供事業. 平成20年度佐玄水振セ業報, 1-14.
- 3) 井上尚文 (1974) : 西日本海々域の海洋学的特性. 日本水産学会編水産学シリーズ (5). 対馬暖流-海洋構造と漁業. 恒星社厚生閣, 27-41
- 4) 大村浩一・川建和雄 (1994) : 対馬西水道における底層冷水の特性. 福岡水技研報, 2, 93-101.
- 5) 伊藤毅史・藤崎 博 (2019) : 佐賀県における沿岸漁業へのICT技術導入の取組. 佐玄水振セ研報, 9, 51-54.