

モニタリングポストデータを用いた伊勢湾における水温トレンドの解析

加藤毅士

(2025年11月4日受付, 2026年1月16日受理)

Analysis of water temperature trends in Ise Bay by using monitoring post data.

KATO Tsuyoshi^{*1,2}

Abstract: Water temperature trends in Ise Bay, analyzed using monitoring post data from 2010 to 2024, showed a significant upward trend, particularly in winter, spring, and autumn. The period when the water temperature was below 10 °C decreased over time. In the early 2020s, it was only observed in the upper layers of the inner bay. In addition, the water temperature generally increased from the highest water temperature period to the decreasing water temperature period. A significant positive correlation was observed between the water temperature in the upper layer of Ise Bay and the air temperature at Nagoya throughout the year, and in the lower layer, mainly in winter. Furthermore, a significant positive correlation was observed with the Atsumi outer sea water temperature from February to March. Based on long-term trends and correlation analysis of air and outer sea temperatures, the recent significant rise in water temperatures in Ise Bay is thought to be caused by high air temperatures and the Kuroshio large meander.

キーワード: 気候変動, 水温上昇, モニタリングポスト, 暖冬, 黒潮大蛇行, 伊勢湾

近年, 伊勢湾では栄養塩類濃度の減少に伴う基礎生産力の低下が指摘されている。^{1, 2)} また, 伊勢湾の水温は1981~2019年の観測結果から, 長期的に上昇傾向にあり, 10年あたり約0.4 °C上昇している。³⁾ 貧栄養化や水温上昇等の海洋環境の変化が生じる中, 漁況の変化も生じており, イカナゴ *Ammodytes japonicus* の禁漁,⁴⁾ シヤコ *Oratosquilla oratoria* 及びマアナゴ *Conger myriaster* の不漁^{5, 6)} が見られる一方で, マダイ *Pagrus major* やヒラメ *Paralichthys olivaceus*, サワラ *Scomberomorus niphonius*, ハモ *Muraenesox cinereus* などの大型魚類の漁獲量が増加している。⁷⁾ 伊勢湾の生態系構造は, 低次生物の減少, 高次生物の増加により平均栄養段階が上昇しており, 基礎生産力の低下との関連が指摘されている。⁸⁾ 伊勢湾の海洋環境及び生態系構造は大きく変動している中, 2017年の黒潮大蛇行の発生や,⁹⁾ 2019~20

24年の年間平均気温は, 統計が開始された1898年以降でいずれも歴代上位6位以内となる記録的な高気温 (気象庁 HP 気候変動監視レポート: <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/>, 2025年9月28日) といった特異的な現象が発生している。伊勢湾は閉鎖性内湾であり, 大気の影響を強く受け,¹⁰⁾ また湾口を通じて外海域と湾内で海水交換が行われる^{11, 12)} ことから, 気象及び外海域の環境変動が及ぼす伊勢湾への影響を把握することは重要である。

伊勢湾環境モニタリングポストについては, 国土交通省中部地方整備局により, 2010年に伊勢湾内4か所 (図1; 湾奥, 湾央, 中山水道, 湾口) に設置された自動連続観測装置であり, 海象 (水温, 塩分, 溶存酸素量, 濁度, クロロフィル *a*, 流向, 流速, 波高), 気象 (気温, 風向, 風速) を毎時観測している。なお, 中山水道のみ濁度, クロロフィル *a*, 気温の観測は行っていない。調査船を用い

*1 愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

*2 (現所属) 公益財団法人愛知県水産業振興基金栽培漁業部 (Aichi Prefecture SeaFarming Center, Konakayama, Tahara, Aichi 441-3618, Japan)

た観測よりも調査頻度が多いことから、モニタリングポストデータを用いることで、より詳細な解析が可能となる。伊勢湾における水温上昇に関する先行研究³⁾では、1981～2019年までの調査船による観測結果に基づいており、2017年8月に発生した黒潮大蛇行の影響や、2019年以降の記録的な高気温が海域に及ぼす影響を把握するためには、近年のモニタリングポストデータを解析する必要がある。

前述のとおり、伊勢湾においては海況及び漁況に大きな変化が見られる中で、水生生物の代謝や繁殖行動、分布域などに大きな影響を与える要素である水温の動態を詳細に把握することは重要である。そこで、伊勢湾における水質観測結果より長期傾向を把握した上で、漁況及び海況に大きな変化が見られた近年(2010～2024年)に注目し、伊勢湾環境モニタリングポストの水温データから旬毎の詳細な水温トレンドを解析するとともに、その変動要因として気温と渥美外海の影響について検討した。

材料及び方法

使用データ

伊勢湾の調査船観測点として図1に示すN7、N9及びA1をそれぞれ湾奥部、湾南部及び湾口部として上層水温データを取得した。N7及びN9については1978～2024年の公共用水域水質観測結果(<https://kankyojoho.pref.aichi.jp/Mizu/Koukyou/jouken.aspx>, 2025年9月23日)、A1については1965～2024年の漁況海況予報事業観測結果^{13, 14)}を使用した。

伊勢湾湾奥、湾央、中山水道、湾口に設置された伊勢湾環境モニタリングポストにより毎時観測された上層及び下層水温データ(図1、国土交通省中部地方整備局HP伊勢湾環境データベース:https://www.isewan-db.go.jp/real_web/REAL_WEB_buoy/PointSelect/Index, 2025年5月13日)について、2010～2024年のデータを使用した。各観測点における上層及び下層の観測水深は、湾奥において1m及び24m、湾央において6m及び24m、中山水道において1m及び12m、湾口において3m及び26mである。なお、使用した水温データについては、観測機器のメンテナンスや不具合による欠測値、異常値が含まれていたため、時系列分布を確認し、異常値と考えられるデータを除去した。

また、伊勢湾の水温との関連性を見るため、名古屋地方気象台の日平均気温(以下、名古屋気温、図1、気象庁HP過去の気象データ検索:<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>, 2025年8月25日)については、1965～2024年のデータを使用した。また、同様に渥美外海観測

点(図1、A11:200m層)の水温について、漁況海況予報事業により観測された1965～2024年のデータを使用した。渥美外海の水塊構造については、湾内系水は水深30m以浅に、湾内系水と黒潮系水が混合してできる表層混合水は水深50m以浅に分布し、黒潮系水(亜熱帯モード水)は水深250m以浅、亜寒帯中層水(北太平洋中層水)は水深250m以深に分布する。¹⁵⁾また、渥美外海の水温は黒潮流路により変動することから、¹⁶⁾渥美外海において、黒潮流路の動態から影響を受ける代表的な観測点としてA11の水深200m水温を解析した。

解析方法

伊勢湾の調査船3観測点(N7、N9、A1)の上層水温について、1991～2020年の各月の平均値を月別平年値とし、各月の値から月別平年値を引いた月別平年偏差について13ヵ月移動平均を求め、長期変動のトレンドの有無及び大きさを推定するため、ノンパラメトリック検定であるMann-Kendall検定¹⁷⁾を行い、Sen's Slope¹⁸⁾をトレンドの大きさの推定に用いた。

モニタリングポストデータについては、2010～2024年の上昇・下降トレンドの有無を調べるため、上層及び下層の毎時観測データから旬別平均水温(以下、旬別水温)を求め、前述のMann-Kendall検定及びSen's Slopeを確認した。また、旬別水温の年間最低値及び最高値を確認した。なお、最低値または最高値が欠測旬(当該旬において全て欠測の場合)と隣接した場合については、欠測旬が年間最低値または最高値であった可能性があるため、年間最低値または最高値を示さなかった。また、2010～2024年の各旬の平均値を旬別平年値とし、各旬の値から

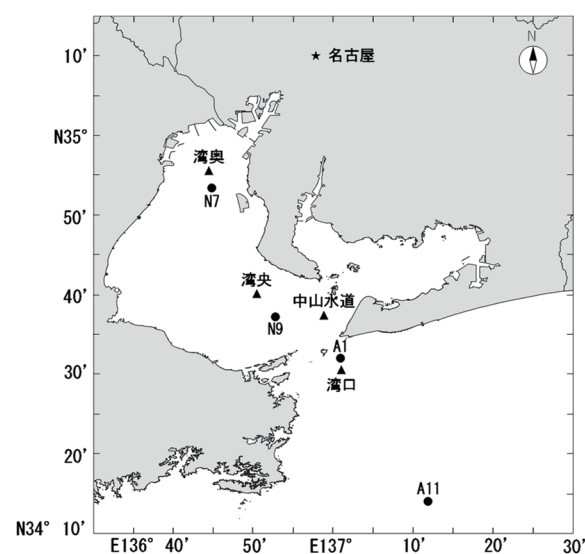


図1 観測点

モニタリングポスト観測点(▲), 調査船観測点(●) 気温観測点(★)

旬別平均値を引いた旬別平均偏差を求めた。また、2010～2014年、2015～2019年、2020～2024年の各5年間の旬別平均水温（以下、2010年代前半、2010年代後半、2020年代前半）を求め、年代別の年間推移、最低水温及び最高水温を求めた。

渥美外海（A11）200 m層水温及び名古屋気温については、1991～2020年の各月の平均値を月別平均値とし、各月の値から月別平均値を引いた月別平均偏差について13ヵ月移動平均を求め、長期変動のトレンドの有無及び大きさを推定するため、前述のMann-Kendall検定及びSen's Slopeを確認した。

また、2010～2024年のモニタリングポスト各観測点の月平均水温と名古屋月平均気温、渥美外海200 m層月別水温の相関関係を解析した。

結果

伊勢湾水温の長期トレンド

調査船観測点、伊勢湾湾奥部（N7）、湾南部（N9）、湾口部（A1）における上層水温月別平均偏差の13ヵ月移動平均の推移を図2に示した。各観測点の水温の変動は概ね同調し、Mann-Kendall検定ではいずれも有意な上昇トレンドが見られた（湾奥部： $\tau=0.392, p<0.001$ 、湾南部： $\tau=0.362, p<0.001$ 、湾口部： $\tau=0.198, p<0.001$ ）。また、Sen's Slopeは湾奥部で $+0.027$ °C/年、湾南部で $+0.029$ °C/年、湾口部で $+0.012$ °C/年であった。一方で2018年以降に注目すると、各観測点で負の偏差は見られず、平均偏差の平均値は湾奥部で 0.78 °C、湾南部で 1.10 °C、湾口部で 1.13 °Cと高水準で推移していた。

2010～2024年における旬別の伊勢湾水温トレンド

表1、2に伊勢湾湾奥、湾中央、中山水道、湾口のモニタリングポストにおける上層及び下層の旬別水温と、年平均偏差、Mann-Kendall検定結果を示した。また、表中の旬別水温のうち年間最高水温は下線を、年間最低水温は二重下線を示した。上層水温について、湾奥においては、7月上旬、8月中下旬に $\tau, \text{Sen's Slope}$ が負の値を示し、

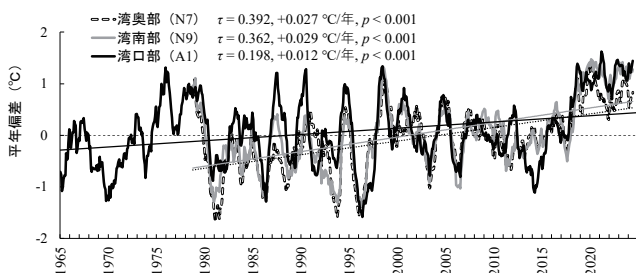


図2 調査船観測データにおける伊勢湾湾奥部、湾南部、湾口部の上層水温月別平均偏差の13ヵ月移動平均

他期間は全て正の値であった。1～5月、10～12月には有意な上昇トレンドである旬が見られた。湾中央、中山水道においては、全ての期間で $\tau, \text{Sen's Slope}$ が正の値を示し、特に、1～5月、9～11月には有意な上昇トレンドである旬が見られた。湾口においては、全ての期間で $\tau, \text{Sen's Slope}$ が正の値を示し、1～5月、7月、9～12月では有意な上昇トレンドである旬が見られた。

下層水温について、湾奥においては、7月下旬、8月上旬に $\tau, \text{Sen's Slope}$ が負の値を示し、他期間は全て正の値であった。2～5月、9～11月には有意な上昇トレンドである旬が見られた。湾中央においては6月中旬、8月上旬に $\tau, \text{Sen's Slope}$ が負の値を示し、他期間は全て正の値であった。2～5月、9～11月には有意な上昇トレンドである旬が見られた。中山水道においては、全ての期間で $\tau, \text{Sen's Slope}$ が正の値を示し、1～5月、9～11月には有意な上昇トレンドである旬が見られた。湾口においては、6月上旬、7月下旬、8月上旬に $\tau, \text{Sen's Slope}$ が負の値を示し、他期間は全て正の値であった。1～5月、10～12月には有意な上昇トレンドである旬が見られた。

また、図3及び付表1、2に伊勢湾湾奥、湾中央、中山水道、湾口の上層、下層における旬別5年平均水温の推移を年代別に示した。上層については、各年代ともに1～4月には概ね湾口、中山水道、湾中央、湾奥の順に水温が高く、5～9月には湾奥が最も高く、以降は湾口が最も高く推移していた。10 °C以下となる期間は、2010年代前半では、湾奥で1月中旬から3月中旬までの7旬、湾中央で1月下旬から3月中旬までの6旬、中山水道で1月下旬から3月上旬までの5旬見られた。2010年代後半では、10 °C以下となる期間は、湾奥で1月下旬から3月上旬の5旬、湾中央、中山水道で2月上旬から中旬の2旬見られた。2020年代前半では、10 °C以下となる期間は、湾奥のみで2月上旬から下旬の3旬見られた。一方、25 °C以上となる期間は、2010年代前半では、湾奥で7月中旬から9月中旬までの7旬、湾中央で8月中旬から9月中旬までの4旬、中山水道で8月上旬から9月中旬までの5旬、湾口で8月上旬から9月中旬までの5旬見られた。2010年代後半では、25 °C以上となる期間は、湾奥で7月中旬から9月中旬までの7旬、湾中央で8月中旬から9月中旬までの4旬、中山水道で7月下旬から9月中旬までの6旬、湾口で8月上旬から9月上旬までの4旬見られた。2020年代前半では、25 °C以上となる期間は、湾奥で7月下旬から9月下旬までの7旬、湾中央で8月中旬から9月下旬までの5旬、中山水道で7月下旬から9月下旬までの7旬、湾口で8月上旬から9月下旬までの6旬見られた。

表1 モニタリングポストデータにおける伊勢湾湾奥, 湾央, 中山水道, 湾口の上層旬別水温, 年間偏差および Mann-Kendall 検定結果

表中には旬別水温を示し, 各旬の年間偏差を表右下に示すチャートの範囲でヒートマップを作成した。また, 旬別水温うち年間最高水温は下線を, 年間最低水温は二重下線を示した。

Mann-Kendall 検定の p 値については, $p < 0.05 : *$, $p < 0.01 : **$, $p < 0.001 : ***$ で示した。

湾奥	1月			2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月				
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬					
2010	10.98	9.66	8.92	8.31	7.93	9.14	8.71	9.41	10.09	11.25	12.72	13.63	15.64	16.58	18.21	19.54	20.67	25.31	27.97	29.16	26.71	27.94	26.23	27.83	28.59	29.11	28.67	27.39	25.51	23.84	22.20	20.47	19.50	17.22	15.34	13.81	12.04	11.16
2011	9.69	9.39	8.92	8.07	8.41	8.08	8.67	9.77	10.24	11.87	13.48	13.83	15.00	17.93	20.50	22.38	24.61	23.33	24.84	25.85	26.78	25.71	27.86	27.41	25.91	25.38	24.76	24.12	22.63	20.35	19.58	18.31	16.75	15.24	13.58	11.48		
2012	10.79	9.67	9.11	8.73	8.01	7.88	8.47	8.98	10.67	12.16	13.70	15.28	16.38	17.70	19.55	22.58	23.07	24.20	25.28	25.82	27.50	27.49	24.06	26.05	25.30	24.02	23.05	22.76	20.31	20.33	19.11	17.84	16.23	14.59	12.81	10.69		
2013	9.80	9.12	8.93	8.55	8.81	9.42	9.50	10.37	11.29	12.37	13.19	16.79	19.57	18.69	20.49	19.70	22.17	22.66	22.50	25.48	26.65	28.90	27.69	26.20	24.48	23.94	23.75	22.17	21.54	20.88	19.13	18.45	17.29	16.04	15.15	13.70		
2014	12.69	12.13	10.37	9.73	9.97	9.80	10.34	10.61	11.76	13.76	13.59	16.19	17.25	19.15	21.88	20.36	22.90	23.47	26.00	25.64	26.16	28.01	27.53	28.43	27.54	26.43	23.09	22.47	22.35	21.34	19.07	17.87	16.64	15.19	13.78	13.00		
2015	11.95	10.97	9.56	9.17	9.13	9.17	9.84	10.20	10.68	12.18	13.20	14.48	17.06	19.24	21.24	19.88	20.86	23.87	25.33	27.01	27.75	27.97	27.63	28.09	25.03	24.76	23.37	21.98	21.26	19.09	19.00	18.48	16.42	15.11	12.99	11.73		
2016	10.28	9.74	9.07	8.25	8.59	8.62	9.25	10.47	11.99	14.26	14.49	17.36	17.75	18.54	19.90	21.93	21.14	23.74	23.13	26.96	28.25	28.09	27.80	28.03	26.32	24.13	23.67	22.84	22.42	21.48	20.27	18.85	17.47	16.08	14.13	13.06		
2017	11.26	10.47	10.12	9.56	9.33	9.86	10.54	10.74	11.35	12.18	13.21	15.30	16.23	18.89	20.53	21.53	21.79	24.03	23.80	24.77	26.70	28.83	29.10	26.68	27.21	26.34	24.81	24.77	22.27	20.78	20.66	19.71	17.97	15.67	14.24	13.30		
2018	12.30	11.84	11.54	10.68	10.82	10.84	11.09	11.86	12.56	13.17	13.77	14.46	17.40	18.81	20.99	23.13	22.80	23.78	20.89	20.86	23.18	27.61	26.96	28.00	28.24	26.64	24.87	23.20	21.66	20.60	18.96	18.72	17.58	16.22	14.64	12.60		
2019	11.18	9.87	9.71	9.37	9.71	10.06	10.39	11.52	12.87	14.66	14.65	15.79	16.87	18.75	18.49	21.73	23.60	23.90	24.38	26.72	28.47	29.00	23.53	25.54	25.45	25.00	24.69	24.27	21.37	19.93	18.13	16.88	15.34	14.21	12.92			
2020	11.12	10.17	9.43	8.84	8.71	8.55	8.94	10.86	11.26	12.81	15.59	16.85	17.09	18.00	20.51	21.61	22.16	26.17	27.25	25.56	26.89	28.55	27.20	26.52	26.54	27.81	24.48	23.88	22.18	21.10	19.91	19.02	18.20	16.66	15.35	12.46		
2021	11.24	11.22	10.12	9.48	9.77	9.52	10.39	11.76	12.66	14.59	15.16	15.52	17.20	19.04	20.60	20.18	22.23	23.56	25.09	26.27	28.08	29.03	28.19	29.41	28.97	28.90	27.42	25.33	22.01	20.90	20.44	18.72	17.17	15.41	14.33	13.05		
2022	12.18	11.27	10.49	9.62	10.40	10.27	10.26	10.95	11.03	13.15	15.37	16.97	17.96	18.95	19.64	21.12	22.31	23.19	24.04	25.34	27.24	27.93	28.82	29.36	28.53	30.08	27.75	25.62	23.71	22.58	20.82	20.24	18.58	17.00	14.43	12.61		
t	0.32	0.45	0.43	0.38	0.58	0.38	0.33	0.56	0.50	0.60	0.64	0.41	0.22	0.50	0.22	0.12	0.16	0.22	-0.03	-0.05	0.09	0.16	-0.16	-0.05	0.12	0.28	0.34	0.43	0.20	0.31	0.30	0.49	0.52	0.33	0.43	0.16		
t /年	0.09	0.12	0.09	0.08	0.15	0.11	0.09	0.15	0.13	0.17	0.17	0.16	0.07	0.12	0.08	0.05	0.07	0.08	-0.02	-0.03	0.03	0.02	-0.06	-0.03	0.09	0.18	0.17	0.15	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.09	0.08	0.05		
p 値	*	*		*	**		**	**	*	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		

下層については, 各年代ともに1~4月には概ね湾口, 中山水道, 湾央, 湾奥の順に水温が高かった。5~9月には湾奥で水温が最も低く推移し, 湾口, 中山水道, 湾央で水温差が小さかった。10~11月にかけては湾奥が一時的に最も水温が高くなった後, 12月には湾口が最も高くなった。10℃以下となる期間は, 2010年代前半では湾奥で2月上旬から3月上旬までの4旬, 湾央, 中山水道で2月上旬から下旬までの3旬見られた。2010年代後

表 2 モニタリングポストデータにおける伊勢湾湾奥、湾央、中山水道、湾口の下層旬別水温，平年偏差および Mann-Kendall 検定結果

表中には旬別水温を示し，各旬の平年偏差を表右下に示すチャートの範囲でヒートマップを作成した。また，旬別水温のうち年間最高水温は下線を，年間最低水温は二重下線を示した。

Mann-Kendall 検定の p 値については， $p < 0.05$: *， $p < 0.01$: **， $p < 0.001$: ***で示した。

湾奥	1月			2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬			
2010																																				
2011	12.86	11.01	9.62	9.12	9.10	8.81	10.08	11.29	11.49	11.91	12.58	13.35	13.69	14.76	15.53	16.18	17.29	17.64	17.87	18.43	20.40	20.62	21.03	20.69	21.35	21.57	21.74	22.32	22.27	22.27	21.45	20.29	18.72	17.21	15.92	14.26
2012	12.01	11.10	10.73	9.85	9.67	10.07	10.10	10.38	10.95	12.03	12.45	12.76	13.75	15.16	16.67	14.33	17.71	19.52	20.06	19.50	19.95	20.82	20.97	21.73	23.09	22.48	22.68	23.04	23.04	23.04	21.04	19.04	17.41	15.87	13.64	12.67
2013	11.60	11.22	10.20	9.72	9.66	9.25	9.25	9.61	10.73	11.67	13.02	13.80	14.36	15.40	16.67	16.88	17.98	18.44	19.07	18.89	19.10	20.50	20.88	21.41	21.39	23.02	23.17	23.38	23.65	22.64	21.40	20.83	18.52	17.30	14.80	12.96
2014	11.82	11.05	9.97	9.57	8.95	8.53	8.78	9.73	10.40	11.64	13.24	13.53	13.72	14.78	15.49	16.08			18.67	19.43	18.55	19.76	21.40	20.53	21.22	21.96	22.10	22.40	22.02	21.62	20.66	19.22	17.66	16.92	14.13	11.97
2015	10.94	10.32	10.08	9.20	10.69	10.73	10.51	11.05	11.89	11.99	12.79	13.49	13.71	14.60	15.24	15.81	16.47	17.47	18.02	18.81	19.76	20.00	21.53	22.69	23.14	23.49	23.80	23.35	23.31	21.92	21.38	19.69	18.99	18.07	16.56	15.99
2016	14.73	13.98	11.79	11.23	10.80	11.34	11.30	11.37	12.24	12.46	13.11	14.31	15.19	16.47	16.51	16.72	17.76	18.25	18.14	18.22	18.33	19.81	20.57	22.08	23.67	23.56	23.98	23.89	23.24	22.56	21.96	19.10	18.53	17.55	15.65	14.80
2017	14.35	12.39	11.52	10.65	10.46	10.33	10.64	11.04	11.07	11.22	11.32	12.33	13.62	14.06	14.58	14.59	16.23	17.76	17.93	18.43	19.33	20.18	22.20	22.15	21.27	22.58	22.42	22.69	22.95	22.34	22.33	21.22	18.74	16.95	15.64	12.91
2018	11.86	11.22	10.14	9.64	9.99	9.02	9.58	10.80	11.34	12.37	12.90	14.13	14.81	14.73	15.49	17.07	17.77	18.33	18.43	19.43	21.10	22.58	23.13	24.38	24.75	24.85	24.70	24.78	24.46	23.45	22.23	20.78	19.93	18.64	15.91	14.66
2019	12.80	12.07	11.07	10.47	10.56	10.67	11.08	11.41	11.74	12.73	13.01	13.49	13.94	14.56	16.62	16.78	18.47	19.22	19.41	20.28	21.20	21.31	23.24	22.72	21.65	22.69	23.66	24.03	23.97	23.58	23.11	22.09	20.34	17.60	16.04	14.96
2020	13.80	13.38	13.30	12.53	11.63	12.16	12.37	12.58	12.95	13.77	14.22	14.32	14.75	15.47	16.26	17.22	16.95	17.61	18.65	18.44	19.05	19.59	18.86	19.56	23.38	23.62	23.46	23.34	23.13	23.30	23.02	20.37	19.55	18.20	16.09	13.98
2021	11.90	10.97	10.51	10.19	10.74	11.06	11.34	12.42	13.08	14.00	14.43	15.88	15.94	16.46	16.98	17.20	17.44	18.81	19.76	20.14	21.24	21.93	23.02	22.83	23.09	23.76	23.41	24.35	23.52	21.44	20.65	19.09	17.57	15.96	14.64	
2022	12.71	11.80	11.50	9.99	9.97	9.12	9.96	12.28	11.37	11.80	12.29	14.11	14.36	15.02	15.78	17.03	18.00	18.82	17.81	18.83	19.73	19.14	19.99	19.96	22.57	23.28	23.72	23.79	23.73	23.93	23.08	21.49	20.17	18.88	17.08	14.52
2023	13.58	12.60	11.58	10.87	10.99	10.43	10.29	10.91	11.67	12.57	12.94	14.20	15.04	16.00	16.72	17.16	17.71	18.07	18.19	18.23	18.71	20.83	24.31	25.61	25.51	25.95	24.72	24.06	23.99	22.64	21.87	20.99	18.65	16.97	16.18	14.66
2024	13.28	12.14	11.42	11.25	11.16	11.31	11.68	11.62	12.95	12.71	12.91	13.50	15.15	15.79	16.12	17.42	17.83	18.86	18.93	19.51	20.88	20.88	22.60	23.77	25.06	25.15	23.46	23.64	24.15	24.06	23.89	22.91	21.24	18.45	16.06	14.18
t	0.19	0.30	0.36	0.49	0.52	0.34	0.41	0.43	0.47	0.45	0.22	0.39	0.49	0.37	0.30	0.37	0.32	0.27	0.10	0.09	-0.05	-0.03	0.24	0.35	0.33	0.58	0.23	0.45	0.43	0.50	0.49	0.41	0.43	0.35	0.35	0.18
t /年	0.10	0.09	0.09	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.03	0.01	-0.01	-0.02	0.16	0.18	0.17	0.20	0.11	0.10	0.10	0.12	0.17	0.16	0.15	0.08	0.08	0.05
p 値				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*							**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

湾央	1月			2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬			
2010																																				
2011	11.71	10.42	9.42	9.55	9.73	9.74	11.40	12.46	12.91	13.82	14.64	15.52	16.23	16.95	17.21	19.67	20.40	22.10	22.08	21.05				22.01	22.24	22.60				19.75	19.28	17.56	17.01	15.77	13.58	
2012	11.68	11.27	10.83	10.10	9.26	10.12	10.57	11.28	11.99	12.74	13.59	13.88	16.42	17.52	17.63	18.15	19.26	20.63	20.97	19.76	20.60	22.50	22.30	23.23	24.15	23.74	23.40	24.41	23.54	21.91	19.89	18.15	16.83	15.00	13.21	12.19
2013	11.43	10.40	10.39	9.33	9.29	9.02	9.33	10.19	12.03	13.22	14.62	14.95	16.17	16.55	17.03	18.85	19.10	19.98	20.19	19.97	20.51	20.85	21.81	22.13	21.87	25.57	24.11	21.41	20.62	19.12	17.42	15.99	14.53	12.43		
2014	11.39	10.45	9.99	9.68	8.88	8.64	9.17	10.12	11.54	13.90	13.99	14.26	15.08	15.82	16.03	17.22	18.75	19.33	19.83	19.75	19.54	20.45	20.84	21.97	23.46	23.14	22.61	21.71	20.98	19.81	18.44	17.00	15.84	13.22	11.21	
2015	10.65	10.36	10.04	9.82	10.42	10.67	10.83	11.88	12.73	13.98	14.29	15.10	16.14	15.62	16.28	16.92	17.40	18.60	18.32	18.85	20.67	21.28	22.57	23.99	24.62	24.14	24.03	22.91	21.71	21.26	19.76	19.16	18.33	16.95	15.94	14.45
2016	14.62	13.11	11.61	11.00	10.62		10.85	10.95	11.23	11.71	12.85	14.29	14.28	14.88	16.26	16.66	17.52	18.09	19.29	20.45	20.91	21.93	23.25	21.93	21.59	22.73	23.45	23.27	23.36	22.49	21.48	20.13	17.47	15.81	14.03	12.97
2017		11.26	10.93	10.85	10.64	10.77	10.85	10.95	11.23	11.71	12.85	14.29	14.28	14.88	16.26	16.66	17.52	18.09	19.29	20.45	20.91	21.93	23.25	21.93	21.59	22.73	23.45	23.27	23.36	22.49	21.48	20.13	17.47	15.81	14.03	12.97
2018	11.60	10.68	10.25	10.15	9.87	9.93	10.60	12.07	13.08	13.98	15.16	14.99	15.02	16.36	17.41	18.49	18.58	19.52	20.03	21.02	21.96	24.22	24.28	24.60	24.18	25.29	25.68	24.50	23.72	22.70	20.79	20.17	18.44	17.37	15.46	14.61
2019	12.46	12.11	11.42	11.06	11.01	11.15	11.43	12.03	12.44	13.18	13.79	14.81	16.32	16.50	16.85	18.69	18.70	20.18	20.84	21.64	22.61				23.75	21.85	21.57	23.56	24.63	25.10	23.79	23.08	23.33	20.47	18.93	17.09
2020		13.40	12.84	12.93	12.61	12.77	14.50	12.98	13.69				16.47	17.26					17.77	18.35	19.07	19.22	18.68	19.52	20.20						19.87			14.28		
2021	12.69	10.96	10.88	11.29						16.39	17.04	17.28	17.66				19.41	20.04	20.86	21.63	22.24	23.10	23.94	23.77	23.54	24.68	24.62	25.17	24.85	22.25	20.92	19.78	18.33	16.45	16.04	13.59
2022	12.36	11.53	10.25	10.05	10.12	10.91	11.29	11.50	12.43	13.49	14.71	15.17	16.19	17.08	17.45	17.82	19.02	20.08	19.10	19.68	19.91	19.70	20.28	20.08	22.64	24.31	25.11	24.52	23.72							
2023	12.42	11.85	10.88	11.07	12.35	13.43	14.03	15.41	15.61	16.78	17.56				17.99	18.05	18.60	19.31	19.84	20.26	21.26	22.66	25.84	26.74	26.68	24.38	23.79	22.61	21.9							

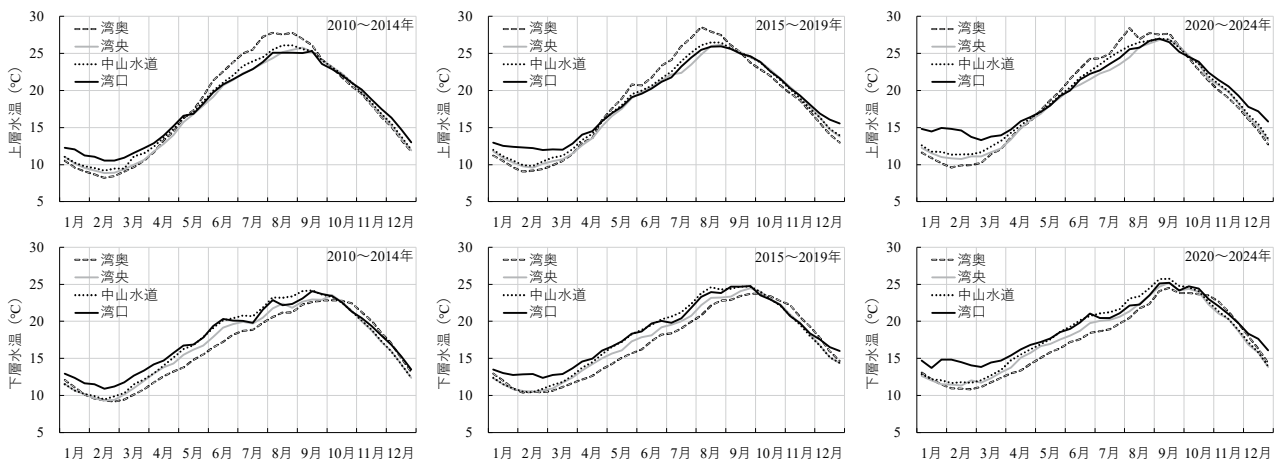


図3 年代別（2010年代前半：2010～2014年，2010年代後半：2015～2019年，2020年代前半：2020～2024年）のモニタリングポスト（伊勢湾湾奥，湾央，中山水道，湾口）における旬別平均水温の推移

表3 年代別のモニタリングポスト（伊勢湾湾奥，湾央，中山水道，湾口）の最低水温（上段）及び最高水温（下段）

	(°C)			
最低水温	2010年代前半	2010年代後半	2020年代前半	2020年代前半と2010年代前半の差
湾奥上層	8.20	9.05	9.61	+1.41
湾央上層	8.87	9.58	10.76	+1.90
中山水道上層	9.18	9.81	11.33	+2.15
湾口上層	10.54	11.94	13.31	+2.76
湾奥下層	9.16	10.38	10.83	+1.66
湾央下層	9.30	10.51	11.32	+2.01
中山水道下層	9.45	10.41	11.67	+2.22
湾口下層	10.91	12.38	13.73	+2.82

	(°C)			
最高水温	2010年代前半	2010年代後半	2020年代前半	2020年代前半と2010年代前半の差
湾奥上層	27.80	28.56	28.42	+0.63
湾央上層	25.79	26.15	26.88	+1.09
中山水道上層	26.09	26.49	27.01	+0.91
湾口上層	25.29	25.98	26.99	+1.70
湾奥下層	22.85	23.75	24.50	+1.65
湾央下層	23.55	24.50	25.19	+1.64
中山水道下層	24.20	24.70	25.76	+1.55
湾口下層	24.07	24.75	25.21	+1.13

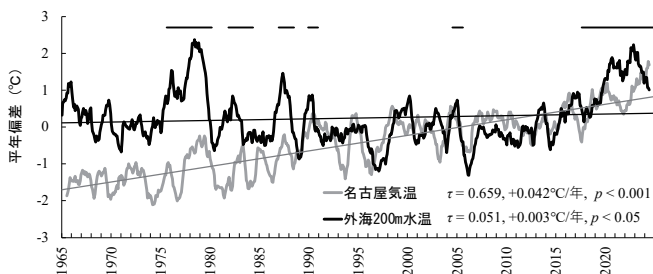


図4 名古屋気温と渥美外海200 m層水温の月別年平均偏差の13カ月移動平均

図上部の黒実線は黒潮大蛇行が発生していた期間を示す。

月上旬から10月上旬までの7旬見られた。2020年代前半では、23℃以上となる期間は、湾奥で9月上旬から10月下旬までの6旬、湾央で8月下旬から10月中旬までの6旬、中山水道で8月上旬から10月中旬までの8旬、湾口で8月下旬から10月中旬までの6旬見られた。また、2020年代前半では、25℃以上の期間が湾央の9月中旬、中山水道及び湾口の9月上旬から中旬に見られた。

また、表3に伊勢湾湾奥，湾央，中山水道，湾口の上層，下層における年代別の最低水温及び最高水温を示した。最低水温は，全観測点の上下層で年代の進行とともに上昇しており，2020年代前半と2010年代前半の水温差は湾口で最も大きく，以下，中山水道，湾央，湾奥の順であった。最高水温は，湾奥上層の2010年代後半を除き，他観測点の上下層で年代の進行とともに上昇していた。2020年代前半と2010年代前半の水温差は上層では湾口で最も大きく，下層では湾口で最も小さかった。

名古屋気温及び渥美外海200 m層水温の長期トレンド

名古屋気温と渥美外海（A11）200 m層水温の月別年平均偏差の13ヵ月移動平均の推移を図4に示した。Mann-Kendall検定ではいずれも有意な上昇トレンドが見られた（名古屋気温： $\tau=0.659, p<0.001$ ，渥美外海200 m層水温： $\tau=0.051, p<0.05$ ）。また，Sen's Slopeは名古屋気温で $+0.042\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ，渥美外海200 m層水温で $+0.003\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{年}$ であった。外海水温は緩やかな上昇トレンドであるが，図4に示した黒潮大蛇行期に上昇していた。

伊勢湾水温と名古屋気温及び渥美外海200 m層水温の相関分析

2010～2024年の名古屋月平均気温，渥美外海200 m層月別水温とモニタリングポスト各観測点の月平均水温の相関係数を表4に示した。気温と各観測点の上層水温は，

表4 名古屋気温（上段）、渥美外海200 m層水温（下段）に対する伊勢湾湾奥、湾央、中山水道、湾口におけるモニタリングポスト水温の相関係数

名古屋気温	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
湾奥上層	0.781***	0.763**	0.677**	0.889***	0.929***	0.701**	0.609*	0.562*	0.941***	0.774***	0.724**	0.750**
湾央上層	0.793**	0.605*	0.523	0.688**	0.626*	0.112	0.328	0.022	0.847***	0.575*	0.722**	0.820***
中山水道上層	0.852***	0.688**	0.621*	0.771**	0.582*	0.659**	0.738**	0.440	0.804***	0.807***	0.728**	0.744**
湾口上層	0.538*	0.031	0.542*	0.533*	0.127	0.524*	0.601*	0.377	0.717**	0.518	0.593*	0.524
湾奥下層	0.695**	0.619*	0.360	0.163	0.158	0.062	-0.011	0.103	0.347	0.417	0.572*	0.759**
湾央下層	0.813***	0.551*	0.450	0.525	0.088	0.031	0.411	0.104	0.206	0.320	0.563*	0.783**
中山水道下層	0.867***	0.660*	0.466	0.602*	0.202	0.252	0.359	0.140	0.509	0.693**	0.768**	0.793***
湾口下層	0.638*	0.091	0.635*	0.502	-0.031	0.199	0.616*	-0.006	0.043	0.435	0.638*	0.573*

外海200 m水温	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
湾奥上層	0.072	0.557	0.694**	0.242	0.340	0.615*	-0.253	-0.049	0.206	0.547	0.259	0.439
湾央上層	-0.041	0.664*	0.701**	0.373	0.483	0.323	0.225	0.208	0.363	0.346	0.383	0.205
中山水道上層	0.156	0.772**	0.719**	0.273	0.436	0.501	0.114	0.514	0.480	0.335	0.413	0.594
湾口上層	0.348	0.599*	0.774**	0.299	0.634*	0.464	0.200	0.194	0.541	0.823**	0.556*	0.726*
湾奥下層	0.102	0.494	0.724**	0.383	0.410	0.351	0.079	0.335	0.677*	0.644*	0.345	0.421
湾央下層	0.029	0.623*	0.570*	0.316	0.525	0.118	0.046	0.129	0.495	0.499	0.424	0.316
中山水道下層	0.191	0.723**	0.469	0.342	0.375	0.354	0.028	0.171	0.601*	0.463	0.318	0.545
湾口下層	0.375	0.438	0.628*	0.296	0.345	0.335	-0.132	0.097	0.652*	0.726**	0.493	0.711*

$p < 0.001$:***, $p < 0.01$:**, $p < 0.05$:*

年間を通して有意な正の相関関係が多く見られ、特に湾奥上層水温は全ての月で有意な正の相関関係が見られた。また、各観測点の下層水温については、1, 2, 11, 12月に有意な正の相関関係が多く見られた。渥美外海200 m層水温については、2, 3月に上下層ともに有意な正の相関関係が多く見られ、9月は湾奥、中山水道、湾口の下層で有意な正の相関関係が見られ、10~12月は湾口を中心に有意な正の相関関係が見られた。

考 察

伊勢湾の水温トレンド

調査船観測データによる伊勢湾水温の長期トレンドは、湾奥部、湾南部、湾口部においていずれも有意な上昇トレンドであり、また2018年以降はいずれの観測点においても年平均偏差が正の値を示しており、高水温で推移していた(図2)。漁況及び海況変化が著しい2010~2024年に注目し、モニタリングポストデータを用いて水温トレンドを解析したところ、湾奥、湾央、中山水道、湾口の各上下層に共通して、冬季から春季、秋季を中心に有意な上昇トレンドが確認された(表1, 2)。

これまで伊勢湾の冬季水温に関する知見については、1950~1973年の観測結果では、2, 3月の湾中央域の全層において月平均水温は10℃を下回り、¹⁹⁾1972~1992年の観測結果では、月平均水温が2月から3月にかけて、

湾口部を除く全域で10℃以下となり、年間を通して最も低くなるとの報告がある。¹⁰⁾一方、今回の報告では、年代の進行とともに水温10℃以下の期間が減少し、2020年代前半では湾奥上層の2月上旬から下旬のみで確認された。また下層水温において水温10℃以下の期間は、2010年代前半では、湾奥、湾央、中山水道で見られたが、2010年代後半、2020年代前半において見られなかった(図3)。また、冬季の伊勢湾においては、湾奥から外海城方向に水温勾配が生じ、外海城側が高水温となる(図3)。時空間的な比較を行うと、湾奥、湾央、中山水道上層の2020年代前半の最低水温はそれぞれ、9.61℃、10.76℃、11.33℃で、2010年代前半の湾口は10.54℃であった。また、下層においては、湾奥、湾央、中山水道の2020年代前半の最低水温はそれぞれ、10.83℃、11.32℃、11.67℃で、2010年代前半の湾口は10.91℃であった(表3)。以上のことから、2010年代以降の伊勢湾内の冬季水温は有意な上昇が見られ、過去と比較して高水温であることが示された。また、2020年代前半の伊勢湾内の水温環境は、2010年代前半の湾口付近の水温環境と同程度にまで達していることが確認された。さらに、2020年代前半の湾口冬季水温については2月上旬に14.80℃、中旬に14.58℃、下旬に13.73℃であり、黒潮大蛇行前の2006~2017年の熊野灘定置網漁場(三重県志摩市~尾鷲市)の2月平均水温は、中旬に14.9℃、下旬に14.9℃、下

旬に 15.3 °C であり、²⁰⁾ 同程度の値であった。また、湾口の最低水温期については、2010 年代前半では上下層で 2 月中旬、2010 年代後半では上下層で 2 月下旬であった。2020 年代前半では上下層で 1 月中旬に水温が低下し、下層においては最低水温となったが、上下層ともに 1 月下旬に水温が上昇した後、3 月上旬まで徐々に低下していた (図 3)。このことから、湾口においては冬季の水温低下が概ね遅くなる傾向が見られた。熊野灘定置網漁場の最低水温期については、非大蛇行期は 2 月上旬中甸であったが、大蛇行期には 3 月中旬であることから、²⁰⁾ 伊勢湾湾口と同様に水温低下が遅くなる傾向が見られた。一方で、先行研究では伊勢湾の最低水温期は上層で 2 月、下層で 2~3 月であり、¹⁰⁾ 非大蛇行期の渥美外海においては 3 月に最低水温期となる¹⁵⁾ ことから、近年の湾口や熊野灘定置網漁場の水温低下が遅れる傾向については、外海寄りの水温動態に変化していたと考えられ、近年の黒潮大蛇行による海況変化の影響を受けていた可能性が考えられた。

一方、夏季から秋季の水温については、6~8 月はほとんどの旬、観測点において有意な上昇トレンドは見られなかったが、9 月以降は多く見られた (表 1, 2)。上層における 25 °C 以上の期間は、2020 年代前半では、全観測点で 9 月下旬まで見られたことから、2010 年代前半、後半より水温低下が遅れていた (図 3)。下層における 23 °C 以上の期間は、湾奥、湾央においては年代の進行とともに大きく増加し、また、2020 年代前半では、湾奥で 10 月下旬、湾央、中山水道、湾口で 10 月中旬まで見られ、2010 年代前半、後半より水温低下が遅れていた (図 3)。また、最高水温は 2010 年代後半の湾奥上層を除き、年代の進行とともに上昇していた (表 3)。以上のことから、近年は最高水温期から水温低下期にかけて水温は概ね上昇していることが確認された。一方で、最高水温となる時期について 2010 年代前半と 2020 年代前半で比較すると、最高水温期の到達が早まっている観測点は、湾奥上下層、湾央下層、湾口上層、遅くなっている観測点は湾央上層、中山水道上層、変化のない観測点は中山水道下層、湾口下層であり、一概に最高水温の到達時期が変化していることは確認できなかった。

伊勢湾水温と気温、外海水温の関係

伊勢湾は平均水深が約 20 m と浅く、湾口部が狭い閉鎖性内湾のため、湾内は大気の影響を非常に受けやすく、¹⁰⁾ 伊勢湾水温及び名古屋気温の年変動傾向はよく一致している。²¹⁾ また、伊勢湾は湾口部を通じて外海域と湾内で海水交換が行われ、エスチュアリー循環流として、外海水が伊勢湾底層や中層に進入する。^{11, 12)} これらのこ

とから、近年の伊勢湾の水温上昇に影響を与えうる要素として、気温及び外海水温に注目すると、伊勢湾水温と名古屋気温の相関分析結果から (表 4)、気温による水温への影響については、上層では概ね年間を通して見られ、下層においては、11~2 月を中心に影響していることが考えられた。秋季から冬季は水温低下に伴い成層構造が解消し、鉛直混合が発生する時期であることから、この時期は気温からの影響が上層から下層までの水塊全体に波及していたことが考えられた。

日本の年平均気温は長期的には 100 年あたり 1.40 °C の割合で上昇しているが、特に 1990 代以降、高温となる年が頻出しており、最近 6 年 (2019~2024 年) の年平均気温は、統計が開始された 1898 年以降の中で、全て歴代 6 位以内となっている。(気象庁 HP 気候変動監視レポート: <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/>, 2025 年 9 月 28 日) また、日本近海の海面水温は 100 年あたり 1.33 °C の割合で上昇しており、季節別の上昇率は冬季が +1.68 °C、春季が +1.28 °C、夏季が +0.91 °C、秋季が +1.50 °C であり、冬季の上昇率が最も高い。(気象庁 HP 海面水温の長期変化傾向 (日本近海): https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html, 2025 年 9 月 28 日) モニタリングポストデータの伊勢湾湾奥上層の前年 12~2 月の平均水温は、2020, 2016, 2024 年の順に高かったが (表 1)、日本の季節平均気温偏差の冬 (前年 12 月~2 月) については、1898 年以降で、2020 年が 1 位、2024 年が 2 位、2016 年が 6 位であり、(気象庁 HP 日本季節平均気温 (冬): https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/win_jpn.html, 2025 年 9 月 28 日) いずれの年も記録的な暖冬であった。これらのことから、近年の記録的な暖冬が伊勢湾の冬季水温の上昇をもたらした可能性が示された。

一方で、最高水温期から水温低下期について注目すると、気温と上層水温の相関係数 (4 観測点の平均) は 9 月が年間で最も高かった (表 4)。最高水温期から低下期となる秋季 (9~11 月) について、モニタリングポストデータの伊勢湾湾奥上層の平均水温は、2024, 2023, 2019, 2022 年の順に高かったが (表 1)、日本の季節平均気温偏差の秋季 (9~11 月) については、2024 年が 1 位、2023 年が 2 位、2022 年が 3 位、2019 年が 4 位であり、(気象庁 HP 日本季節平均気温 (秋): https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/aut_jpn.html, 2025 年 9 月 28 日) この時期も記録的な高気温が観察されていた。以上のことから、最高水温期から水温低下期についても冬季と同様に記録的な高気温が、水温上昇に影響した可能性が考えられた。

渥美外海 200 m 層水温と伊勢湾水温の関係については、特に 2, 3 月の上下層及び 9 月の下層において有意な正の相関関係が多く見られた (表 4)。2010~2024 年で特に有意な水温上昇がこの時期に見られたことから (表 1, 2, 図 3)、前述した気温だけでなく、外海水温も伊勢湾水温上昇に影響していることが考えられた。渥美外海の水温は黒潮流路により変動することが報告されており、¹⁶⁾ 黒潮大蛇行が発生した 2017 年 8 月以降、渥美外海は暖水波及の影響で高水温傾向にある。²²⁾ このことから、黒潮大蛇行に伴う暖水波及により渥美外海が高水温となり、湾口を始め、伊勢湾内の水温上昇に影響したことが考えられた。

また、2023, 2024 年については、9 月を中心に平年偏差 +2 °C 以上の期間が各観測点で見られた。湾奥を例に挙げると、上層水温は、2024 年 9 月中旬に 30.08 °C (平年差 +3.77 °C)、下層水温は、2023 年 8 月下旬から 9 月中旬に 25.51~25.95 °C (平年差 +2.42~3.48 °C)、2024 年 9 月上旬に 25.96 °C (平年差 +2.87 °C) が観測され、2010 年以降でも特に高くなっていった (表 1, 2)。1972~1992 年の観測結果では、伊勢湾の最高水温は上層において 27~28 °C¹⁰⁾ であったことから、過去と比較しても記録的な高水温であった。9 月の上層水温は気温と、下層水温は外海 200 m 水温と正の相関関係があることから、両要素が 9 月の伊勢湾の水温上昇をもたらしていたと考えられた。

水温上昇と漁況の関係

水生生物において水温の変化は分布域、産卵場所や時期、成長速度など様々な側面に影響を与えると考えられる。近年、伊勢湾で漁獲量が増加しているマダイを例に挙げると、分布の下限水温は 8 °C であり、²³⁾ 12 °C 以下では行動が極端に緩慢になり摂餌も行っていない²⁴⁾ との報告がある。マダイはこのような特性から、水温低下期に分布域を変えることが知られており、伊勢湾においても、9~11 月には越冬場へと移動するため湾外に逸散するとの知見がある。²⁵⁾ 一方で、近年の伊勢湾におけるマダイについては、湾内で越冬していることが示されている。^{7, 26)} 瀬戸内海においては、冬季水温の上昇により、マダイの越冬場や産卵場が内湾域に拡大したことで、マダイの漁獲量や資源量が増加したことが報告されている。²⁷⁾ 伊勢湾の下層最低水温に注目すると、2010 年代前半の湾奥、湾央、中山水道、湾口においてそれぞれ、9.16, 9.30, 9.45, 10.91 °C であったが、2020 年代前半においてはそれぞれ、10.83, 11.32, 11.67, 13.73 °C であり (図 3, 表 3)、伊勢湾の冬季水温は近年上昇していることから、瀬戸内海での事例と同様に、水温変動が伊

勢湾周辺のマダイの分布範囲に影響を与えている可能性が考えられる。

マダイ以外にも、水温変化が行動変容を促す例として、クロダイ *Acanthopagrus schlegelii* が挙げられる。クロダイは水温 13 °C を下回ると養殖ノリへの摂餌行動が減少すると報告されている。²⁸⁾ 上層水温が 13 °C 以下となる時期は、2010 年代前半の湾奥、湾央、中山水道において 12 月下旬であったが、2020 年代前半においては、湾奥で 12 月下旬、湾央、中山水道において 1 月上旬であった。また、2020 年代前半と 2010 年代前半の 12 月下旬の水温差は湾奥において +1.00 °C、湾央において +1.40 °C、中山水道において +1.48 °C であった (図 3)。水温上昇は養殖ノリの食害リスクの増加につながり、伊勢湾においても養殖ノリの食害と秋冬期の水温上昇による生産期間の短縮が問題となっている。²⁹⁾ これらのことから、近年の伊勢湾の水温上昇は水産業に様々な面で大きな影響を与えていると考えられる。

日本の沿岸資源の漁獲量重心は、明治時代以降、西日本から北日本にかけて広く点在し、周期的な変化が見られたが、2019~2021 年の漁獲量重心は北東の端に位置する種が多いことが報告されている。³⁰⁾ 日本近海では海水温の上昇により、高水温を好む魚種が生息・回遊する海域が北方へ拡大しており、³¹⁾ 近年、伊勢湾や渥美外海においてもトゲシヤコ *Harpisquilla harpax*, ³²⁾ ドクサバフグ *Lagocephalus lunaris*, ³³⁾ カタボシイワシ *Sardinella aurita*, ³⁴⁾ タイワンアイノコイワシ *Encrasicolina punctifer*, ³⁵⁾ などの南方系魚種の漁獲が報告されており、近年の水温上昇による影響が考えられる。

おわりに

今回の報告では、伊勢湾において近年有意な水温上昇が見られることを示し、また、気温及び外海水温が伊勢湾の水温変動に影響を与えている可能性が示唆された。大阪湾においても、近年の急激な気温上昇が海水温の上昇をもたらしていることが報告されており、³⁶⁾ 近年の黒潮大蛇行を含む気候変動が、日本の沿岸域の水温変動に影響を与えていたと考えられる。

また、近年の伊勢湾においてはシヤコやマアナゴ、小型クルマエビ類、カレイ類等の生態系における低次生物の減少や分布域の縮小と、海域の基礎生産力の低下との関連が報告されている。^{5, 6, 37, 38)} 同時に、これらの低次生物を捕食するマダイやヒラメ等の大型魚類が索餌回遊のため内湾へ分布域を拡大しており、⁷⁾ 基礎生産力の低下に伴うボトムアップ効果により生態系構造の変化が指摘されている。⁸⁾ また、生態系構造の変化には、ボトムアップ効果とトップダウン効果が複合的に作用して

いると考えられる。今後、トップダウン効果が生態系構造へ及ぼす影響を検証するためには、高次生物に関する、分布域や繁殖生態等の生物特性や、近年の水温を始めとした海洋環境の変化による影響を把握する必要がある。

今回の報告では、2024年までのデータを用いて解析を行ったが、黒潮大蛇行は2025年4月に終息したと報告された。(気象庁 HP 黒潮大蛇行の終息について：https://www.jma.go.jp/jma/press/2508/29a/20250829_end_of_kuroshioLM.html, 2025年9月28日) 過去の黒潮大蛇行終息後は渥美外海水温が低下していることから(図4)、2025年以降は渥美外海水温が2024年までの高水温状態から低下する可能性が考えられる。一方で、気温は長期的に上昇傾向であり(図4)、今後も上昇が予測されている。³⁾⁹⁾このことから、今後も水温を始めとした基礎的な海象データのモニタリング及び漁況の変化を把握していくことが必要と考えられる。

要 約

近年(2010~2024年)の伊勢湾における水温トレンドについて、モニタリングポストデータを用いて解析を行い、冬季、春季、秋季を中心に有意な上昇トレンドが確認された。水温10℃以下の期間は年代の進行とともに減少し、2020年代前半には湾奥上層のみで見られた。また、最高水温期から水温低下期にかけて水温は概ね上昇していた。

伊勢湾の水温と名古屋の気温は、上層では年間を通して、下層では冬季を中心に有意な正の相関関係が見られ、渥美外海水温は2~3月を中心に有意な正の相関関係が見られた。気温及び外海水温の長期トレンドや相関分析から、伊勢湾における近年の有意な水温上昇は、記録的な高気温や黒潮大蛇行の影響が考えられた。

謝 辞

伊勢湾環境モニタリングポストの設置や保守に従事された国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所の皆様、長年にわたる観測に従事された愛知県水産試験場海洋資源グループおよび漁場保全グループの研究員の皆様、漁業調査船「海幸丸」、漁業取締・水質調査兼用船「へいわ」の乗組員の皆様に心よりお礼申し上げます。

文 献

1) 国分秀樹(2019)伊勢湾における栄養塩類と水産資源の長期変動. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 75(2), I_1123-I_1128.

2) 蒲原聡(2023)アサリ湧く豊かな伊勢湾・三河湾に. 愛知水試研究報告, 28, 47-60.

3) 神戸浩仲(2020)愛知県内の海域, 河川及び湖沼の水温変動傾向と水質データの解析~地球温暖化の影響に関する考察~. 愛知県環境調査センター所報, 48, 37-44.

4) 中村元彦・植村宗彦・林茂幸・山田大貴・山本敏博(2017)伊勢湾におけるイカナゴの生態と漁業資源. 黒潮の資源海洋研究, 18, 3-15.

5) 曾根亮太・日比野学・下村友季・鶴寄直文・澤山周平(2022)伊勢・三河湾におけるシャコの資源動態と肥満度の変化及び加入・生残過程. 愛知水試研究報告, 27, 22-30.

6) 曾根亮太・日比野学・下村友季・鶴寄直文・横内一樹(2022)伊勢・三河湾におけるマアナゴの資源動態と肥満度, 胃内容物組成及び餌料環境の変化. 愛知水試研究報告, 27, 10-21.

7) 曾根亮太・鶴寄直文・中野哲規(2023)伊勢・三河湾における漁獲物組成の変化—マダイ・ヒラメを事例とした大型魚類の分布変化—. 黒潮の資源海洋研究, 24, 23-32.

8) 曾根亮太・日比野学(2025)伊勢湾における生態系構造と生物生産力の変化. 水産海洋研究, 89(4), 227-239.

9) 日下彰・櫻井正輝・山田和也・竹尻浩平・後藤直登・伊與田慎右・石川陽子・陶山公彦・丸山拓也・中野哲規・上原陽平・岸香緒里・東元俊光・今泉洋介・大畑聡・大森健策・瀬藤聡(2021)黒潮大蛇行発生に伴う海況変化が本州太平洋沿岸域の漁海況へ及ぼす影響. 黒潮の資源海洋研究, 22, 1-5.

10) 久野正博(1996)伊勢湾における海況の季節変化. 三重県水産技術センター研究報告, 6, 27-46.

11) 藤原建紀(2002)伊勢湾の生態系を支配する流動構造. 日本プランクトン学会報, 49, 114-121.

12) 笥茂徳・藤原建紀・杉山陽一(2004)伊勢湾底層への間欠的な外海水の進入とそれに伴う湧昇. 海の研究, 13(6), 537-551.

13) 愛知県(1965~2010)昭和39年度~平成21年度漁況海況予報事業結果報告書.

14) 愛知県(2011~2024)平成22年度~令和6年度漁況海況予報調査結果報告書.

15) 船越茂雄・柳橋茂昭・岩瀬重元(1979)三河湾ならびに渥美外海の平均的漁況. 水産海洋研究会報, 34, 115-127.

16) 中村元彦・鶴寄直文(2007)西部遠州灘の海況と黒潮流路との関係. 水産海洋研究, 71(3), 199-208.

- 17) Kendall M.G (1938) A New Measure of Rank Correlation. *Biometrika*, 30, 81-93.
- 18) Sen P. K (1968) Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1379-1389.
- 19) 西條八束・宇野木早苗 (1977) 伊勢湾・三河湾の海況特徴と生産力. 沿岸海洋研究ノート, 14, 10-18.
- 20) 笹木大地・久野正博 (2022) 熊野灘における定置網の漁場水温とブリ漁況. *黒潮の資源海洋研究*, 23, 81-88.
- 21) 原田誠 (2008) 伊勢湾と渥美外海における小型底びき網漁業におけるエビ類・シヤコ類資源の現状と課題. *黒潮の資源海洋研究*, 9, 9-13.
- 22) 中野哲規・黒田伸郎・曾根亮太・中村元彦 (2023) 渥美外海における栄養塩動態と黒潮流路の関係. *黒潮の資源海洋研究*, 24, 51-57.
- 23) 坂口宏海・浜口章 (1979) 養殖マダイの生理学的研究 I. *日本水産学会誌*, 45 (4), 443-448.
- 24) 光永靖・荒井修亮・坂本亘 (2003) 水温・水深データロガーによるマダイの遊泳行動の長期間記録. *海洋理工学会誌*, 8 (1) 25-33.
- 25) 愛知県 (1993) 愛知県広域資源管理推進指針 (イカナゴ・マダイ), 1-54.
- 26) 加藤毅士・中島廉太郎・荒木克哉・今泉哲 (2025) 伊勢・三河湾におけるマダイ当歳魚の近年の加入状況と2023年級群の高加入. *黒潮の資源海洋研究*, 26, 93-100.
- 27) Yamamoto M, Omi H, Yasue N, Kasai A (2019) Correlation of changes in seasonal distribution and catch of red sea bream *Pagrus major* with winter temperature in the eastern Seto Inland Sea, Japan (1972-2010). *Fisheries Oceanography*, 29, 1-9.
- 28) Takakura R, Tanida K, Inazaki A, Mitsunaga Y (2024) Behavioral study of black sea bream *Acanthopagrus schlegelii* by acoustic telemetry to guide countermeasures against feeding damage to cultivated nori *Neopyropia yezoensis* off Kobe, Hyogo, Japan. *Fisheries Science*, 89, 785-799.
- 29) 中島広人・成田正裕 (2025) 聞き取り調査による愛知県内の養殖ノリ食害の発生傾向の把握と損失枚数の試算. *愛知水試研究報告*, 30, 20-28.
- 30) Watari S, Takemura S, Oyaizu H (2024) Charting and analyzing the catch distribution of Japan's coastal fisheries resources based on centennial statistics. *Frontiers in Marine Science*.
- 31) 水産庁 (2025) 特集 海洋環境の変化による水産業への影響と対応. 令和6年度水産白書, 3-50.
- 32) 中野哲規 (2024) トゲシヤコの太平洋岸における出現状況と伊勢湾における漁獲物について. *黒潮の資源海洋研究*, 25, 25-29.
- 33) 中野哲規・荒木克哉 (2025) 渥美外海で漁獲されたトクサバフグについて. *愛知水試研究報告*, 30, 35-37.
- 34) 佐口智之・今泉哲・笹木大地・岡田誠 (2024) 太平洋岸におけるカタボシイワシの出現状況. *黒潮の資源海洋研究*, 25, 19-24.
- 35) 鈴木聡志 (2024) 近年の太平洋沿岸におけるタイワンアイノコイワシの出現状況. *黒潮の資源海洋研究*, 25, 3-6.
- 36) 川崎太輝・小野健・有田駿・畑中拓・藤原建紀 (2025) 急激な気温上昇と大阪湾の海水温の変動: モニタリングポストデータの解析. *水環境学会誌*, 48, 19-25.
- 37) 荒木克哉・下村友季子・中村元彦 (2017) 伊勢・三河湾におけるサルエビ *Trachysalambria curvirostris* とアカエビ *Metapenaeopsis barbata* の生態と漁獲動向. *黒潮の資源海洋研究*, 18, 53-60.
- 38) 鶴寄直文・曾根亮太 (2022) 伊勢湾の小型底びき網による近年のカレイ類漁獲状況. *黒潮の資源海洋研究*, 23, 121-128.
- 39) 気象庁 (2025) 気温. 日本の気候変動2025 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書. 26-35.

付表1 年代別のモニタリングポスト（伊勢湾湾奥，湾央，中山水道，湾口）の上層旬別平均水温
年間最低水温は二重線，年間最高水温は下線を示す。

観測点	年代	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月													
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬												
湾奥	2010年代前半	10.53	9.59	9.09	8.65	<u>8.20</u>	8.43	9.04	9.66	10.51	11.65	13.28	14.47	16.27	17.32	19.22	21.35	22.56	23.80	24.99	25.52	27.23	27.78	27.55	<u>27.80</u>	26.96	26.11	24.13	23.15	21.79	20.56	19.52	18.04	16.38	15.13	13.36	11.73
	2010年代後半	11.19	10.49	9.61	<u>9.05</u>	9.17	9.38	9.89	10.48	11.41	12.95	13.54	16.02	17.57	18.90	20.81	20.68	21.74	23.35	24.15	25.97	27.10	<u>28.56</u>	27.95	27.49	26.12	25.12	23.74	22.84	21.97	20.71	19.63	18.67	17.16	15.62	14.06	12.96
	2020年代前半	11.60	10.88	10.18	<u>9.61</u>	9.88	9.94	10.21	11.39	12.08	13.67	14.91	15.92	17.30	18.71	19.93	21.57	22.94	24.28	24.33	24.95	26.77	<u>28.42</u>	26.94	27.77	27.55	27.69	26.00	24.34	22.76	21.31	20.01	18.97	17.68	16.12	14.59	12.73
湾央	2010年代前半	11.05	10.15	9.56	9.20	<u>8.87</u>	8.88	9.37	9.96	10.64	11.73	12.79	13.97	15.70	16.81	17.99	19.82	20.69	21.44	22.33	22.87	23.68	24.36	25.20	25.49	<u>25.29</u>	25.24	24.06	23.22	22.29	21.14	19.81	18.08	16.74	15.25	13.58	11.90
	2010年代後半	11.98	11.10	10.54	9.92	<u>9.81</u>	10.12	10.44	10.69	11.48	12.61	13.56	15.16	16.53	17.54	18.98	19.12	20.42	21.57	22.54	22.37	23.50	24.85	26.02	<u>26.15</u>	25.59	25.17	24.47	23.86	22.80	21.63	20.45	19.30	17.84	16.36	14.73	13.77
	2020年代前半	12.28	11.53	10.99	10.82	<u>10.76</u>	11.09	11.11	11.66	12.17	13.41	14.91	15.99	16.86	18.05	19.03	20.18	20.77	21.48	22.28	22.77	23.54	24.52	25.85	<u>26.36</u>	26.80	26.88	25.95	24.71	23.64	21.52	20.73	19.82	18.28	16.36	15.13	13.30
中山水道	2010年代前半	11.03	10.27	9.77	9.51	<u>9.18</u>	9.45	9.44	11.11	11.50	12.41	13.66	14.82	16.32	17.03	18.54	19.96	21.08	22.03	23.32	23.95	24.47	25.49	26.09	26.09	25.59	25.34	24.08	23.12	22.18	21.07	19.65	18.31	16.83	15.51	13.78	12.02
	2010年代後半	11.98	11.10	10.54	9.92	<u>9.81</u>	10.40	10.93	11.19	12.07	13.34	14.13	15.81	17.03	18.01	19.48	19.99	20.65	21.63	22.54	23.94	25.12	26.10	26.49	26.47	25.70	25.07	24.56	23.78	22.60	21.40	20.17	18.95	17.55	16.35	14.81	13.96
	2020年代前半	12.59	11.74	11.71	<u>11.33</u>	11.37	11.39	11.67	12.42	13.19	14.27	15.29	16.26	17.14	18.23	19.43	20.39	21.74	22.62	23.51	24.47	25.28	26.02	26.51	26.68	27.01	26.89	25.79	24.55	23.59	21.91	20.86	19.88	18.37	16.72	15.46	13.50
湾口	2010年代前半	12.28	12.04	11.23	11.06	<u>10.54</u>	10.55	10.92	11.59	12.22	12.85	13.90	15.21	16.57	16.83	18.23	19.72	20.83	21.51	22.25	22.89	23.86	25.09	25.09	25.09	25.07	25.29	23.58	22.90	22.06	21.02	20.11	18.81	17.47	16.34	14.74	12.99
	2010年代後半	12.96	12.54	12.39	12.31	12.23	<u>11.94</u>	12.05	12.01	12.84	14.02	14.53	15.87	16.91	17.79	19.09	19.58	20.26	21.19	21.78	23.26	24.47	25.50	25.91	25.98	25.62	24.94	24.63	23.82	22.57	21.58	20.29	19.29	18.10	16.90	16.07	15.57
	2020年代前半	14.80	14.47	14.96	14.80	<u>14.58</u>	13.73	<u>13.31</u>	13.79	13.95	14.72	15.86	16.42	17.11	17.99	19.26	20.02	21.44	22.24	22.72	23.58	24.43	25.59	25.76	26.72	<u>26.92</u>	26.50	25.23	24.54	23.87	22.43	21.43	20.57	19.29	17.79	17.17	15.83

付表2 年代別のモニタリングポスト（伊勢湾湾奥，湾央，中山水道，湾口）の下層旬別平均水温
年間最低水温は二重線，年間最高水温は下線を示す。

観測点	年代	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月														
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬													
湾奥	2010年代前半	12.07	11.10	10.13	9.57	9.34	<u>9.16</u>	9.43	10.12	10.81	11.73	12.61	13.23	13.78	14.80	15.56	16.47	17.24	18.21	18.71	18.87	19.78	20.58	21.18	21.22	22.27	22.60	22.80	22.85	22.76	22.43	21.25	20.05	18.42	17.01	15.02	13.16	
	2010年代後半	12.94	12.00	10.92	<u>10.38</u>	10.50	10.43	10.62	11.14	11.66	12.15	12.63	13.55	14.25	15.08	15.69	16.19	17.34	18.21	18.39	19.03	19.94	20.78	22.13	22.80	22.90	23.43	23.73	23.75	23.39	22.77	22.20	20.58	19.31	17.78	15.96	14.67	
	2020年代前半	13.05	12.18	11.46	10.96	10.91	<u>10.83</u>	11.15	11.76	12.36	12.97	13.36	14.26	15.05	15.83	16.39	17.21	17.59	18.43	18.67	18.92	19.72	20.47	21.76	22.35	24.10	<u>24.50</u>	23.84	23.83	23.67	23.49	22.66	21.28	19.74	18.01	16.27	14.40	
湾央	2010年代前半	11.55	10.64	10.16	9.61	<u>9.30</u>	9.39	10.12	11.01	11.97	12.93	13.79	14.32	15.46	16.18	16.76	17.90	19.15	19.64	19.94	19.73	20.47	21.74	22.41	21.82	22.66	22.94	22.93	23.55	22.61	21.43	20.02	18.75	17.20	15.96	14.18	12.35	
	2010年代後半	12.33	11.50	10.87	10.59	<u>10.51</u>	10.68	10.93	11.73	12.41	13.38	14.21	14.98	15.66	16.08	17.27	17.85	18.13	19.19	19.55	20.01	20.74	22.16	23.19	23.22	23.34	24.08	24.50	23.99	22.98	22.31	20.92	19.74	18.24	16.80	15.13	14.37	
	2020年代前半	12.63	12.02	11.50	11.46	<u>11.32</u>	12.01	11.71	12.33	13.09	13.76	15.07	15.76	16.65	16.95	17.56	18.08	18.71	19.74	20.05	20.20	20.60	21.37	22.39	23.49	24.70	<u>25.19</u>	24.17	24.41	23.99	22.25	21.05	20.32	18.68	16.89	15.77	13.86	
中山水道	2010年代前半	11.52	10.67	10.20	9.92	<u>9.45</u>	9.88	10.29	11.50	12.16	12.98	14.05	15.13	16.25	16.77	17.88	19.10	20.14	20.41	20.80	20.69	21.84	23.21	23.18	23.39	24.06	<u>24.20</u>	23.59	23.31	22.52	21.36	20.09	18.88	17.31	15.94	14.18	12.40	
	2010年代後半	12.38	11.52	10.94	10.51	<u>10.41</u>	10.90	11.41	11.80	12.66	13.75	14.47	15.55	16.56	17.23	18.27	18.85	19.51	20.27	20.65	21.24	22.34	23.78	24.60	24.30	24.40	24.70	24.67	23.99	23.01	22.10	20.78	19.54	18.04	16.72	15.15	14.38	
	2020年代前半	12.85	12.18	12.03	<u>11.67</u>	11.79	11.70	12.04	12.71	13.42	14.72	15.52	16.22	16.89	17.58	18.60	19.28	20.15	20.74	21.07	21.24	21.66	23.09	23.38	24.44	25.70	<u>25.76</u>	24.80	24.60	24.05	22.60	21.34	20.30	18.84	17.18	15.82	13.93	
湾口	2010年代前半	12.91	12.38	11.62	11.49	<u>10.91</u>	11.19	11.74	12.68	13.36	14.19	14.73	15.75	16.74	16.85	17.80	18.56	19.30	20.31	20.12	20.06	19.79	21.55	22.85	22.17	22.36	23.11	<u>24.07</u>	23.67	23.42	22.56	21.34	20.44	19.37	18.08	16.82	15.28	13.49
	2010年代後半	13.51	13.01	12.76	12.84	12.89	<u>12.38</u>	12.76	12.87	13.68	14.58	14.97	16.05	16.62	17.29	18.31	18.62	19.71	20.06	19.78	20.38	21.83	23.32	23.95	23.82	24.66	<u>24.68</u>	24.75	23.52	22.95	22.21	20.70	19.76	18.37	17.54	16.52	16.03	
	2020年代前半	14.70	<u>13.73</u>	14.84	14.84	14.47	14.05	13.86	14.46	14.72	15.38	16.23	16.81	17.20	17.69	18.56	18.98	19.85	21.05	20.46	20.43	21.10	22.13	22.26	23.51	25.13	<u>25.21</u>	24.15	24.71	24.43	22.98	22.03	20.97	19.74	18.31	17.62	16.09	