

## 静岡県沿岸域における水温の長期変動の特徴

安倍基温\*<sup>1</sup>・長谷川雅俊\*<sup>1</sup>・萩原快次\*<sup>1</sup>

静岡県沿岸域における水温の長期的変動を把握するため各種水温データを解析した。その結果、表面水温は30年間に定地水温で0.24℃、定線水温で0.31℃上昇していた。季節別にみると、10～3月の秋冬季に上昇していたのに対し、4～9月には上昇がみられなかったことから、水温変動には季節差があり、秋から冬の水温上昇が長期的な水温の上昇に寄与しているものと考えられた。また、水深別にみると、50m以浅では水温が長期的に上昇しているのに対し、100m以深の水温は低下しており、それらの上昇、低下傾向は駿河湾の湾内、湾口域に比べて湾外域で顕著であった。以上の結果から、静岡県沿岸域の水温は長期に亘り上昇傾向があること、その変動には季節、地域及び水深による違いがみられ、一様でないことが明らかになった

キーワード：水温、長期変動、季節変動、地域差、水深

### まえがき

静岡県水産技術研究所（旧静岡県水産試験場）では、定地観測と調査船による定線観測を通じて水温観測を継続して行ってきた。これらの観測で得られた水温データは漁海況予報や魚介類の資源変動要因を検討する上での重要な判断材料の一つとなっている。また、水温データは地球温暖化やレジーム・シフトといった長期間に亘る地球規模の環境変動を解明するための基礎資料としても不可欠なものである。

本県の沿岸水温の長期変動については、定地水温データを用い安井<sup>1)</sup>が、また、定線水温データを用い轡田ら<sup>2)</sup>が解析を行っている。安井は伊東、下田、焼津の3観測点での定地水温を調べた結果、1971年から2002年までに約0.5℃水温が上昇しており、特に冬季に経年的な上昇傾向があると報告している。一方、轡田らは駿河湾内外における200m以浅の水温は湾口から湾外で変動が大きく、これには黒潮系水の流入が関与していると報告している。しかし、これらの報告はいずれも限定的な範囲での解析であり、本県沿岸域の水温の長期変動を広範囲に亘って統一された方法で解析した報告はこれまでみられない。

そこで今回は、水産技術研究所で実施している定地観測

や定線観測に加えて県内の他機関で実施されている定地観測データを用いることによって、本県沿岸域の水温の長期変動傾向を解析した結果、いくつかの知見を得たので報告する。

本文に先立ち、定地観測データを提供していただいた水産総合研究センター南伊豆栽培漁業センター並びに定線観測に従事された県沿岸・沖合漁業指導調査船駿河丸の歴代船長をはじめとする乗組員の方々、水温データの収集・整理に携わってきた水産試験場伊東分場（当時）、水産技術研究所伊豆分場、浜名湖分場、本所の職員の方々、さらに本報をまとめるに当たり多くの御教示をいただいた漁業開発部の職員の方々に深く感謝の意を表す。

### 材料及び方法

定地観測と定線観測で得られた水温データを用いた。定地水温は、静岡県水産技術研究所で実施している定地観測データのほか国土地理院<sup>2)</sup>、気象庁等で実施している定地観測データの月平均値を用いた<sup>3～7)</sup>。観測場所、解析に用いた期間、実施機関を図1、表1に示した。定線データは、漁業指導調査船駿河丸で毎月実施している地先定線観測の18測点（図1）の1965～2007年における0、50、100、200

2010年3月8日受理

静岡県水産技術研究所（本所）業績第1138号

<sup>1)</sup> 静岡県水産技術研究所漁業開発部

<sup>2)</sup> 海岸昇降センター潮位年報

<http://cais.gsi.go.jp/cmdc/center/siryou.html>



表3 定線観測点における経年変動の回帰分析結果と30年間あたりの水温変化

0m深				50m深			
St	r	°C/30年	判定	St	r	°C/30年	判定
1	0.14	0.22	**	1	0.08	0.14	
2	0.16	0.25	**	2	0.09	0.14	*
3	0.16	0.25	**	3	0.09	0.14	*
4	0.12	0.18	**	4	0.06	0.11	
5	0.10	0.18	*	6	0.09	0.14	*
6	0.18	0.29	**	7	0.04	0.07	
7	0.04	0.07		10	0.13	-0.36	**
8	0.16	0.36	**	11	0.01	0.01	
9	0.09	0.18		12	0.30	0.58	**
10	0.12	0.22	**	13	0.12	0.29	**
11	0.09	0.14		14	0.20	0.47	**
12	0.23	0.40	**	15	0.02	0.07	
13	0.25	0.61	**	16	0.12	0.36	**
14	0.18	0.43	**	17	0.02	0.04	
15	0.13	0.25	**	18	0.15	0.04	**
16	0.21	0.58	**	湾内		0.13	
17	0.22	0.58	**	湾口		0.15	
18	0.03	0.47	**	湾外		0.18	
湾内		0.21		平均		0.15	
湾口		0.27					
湾外		0.52					
平均		0.31					

  

100m深				200m深			
St	r	°C/30年	判定	St	r	°C/30年	判定
1	0.07	-0.11		1	0.09	-0.11	*
2	0.04	-0.07		2	0.17	-0.22	**
3	0.03	-0.04		3	0.19	-0.22	**
4	0.02	0.03		4	0.14	-0.18	**
6	0.07	-0.11		6	0.30	-0.32	**
7	0.03	-0.04		7	0.11	-0.14	*
11	0.10	-0.14	*	11	0.25	-0.25	**
13	0.03	-0.07		13	0.23	-0.36	**
15	0.02	-0.04		15	0.23	-0.32	**
16	0.05	-0.14		16	0.22	-0.43	**
17	0.09	-0.29	*	17	0.21	-0.61	**
18	0.22	-0.68	**	18	0.26	-0.76	**
湾内		-0.05		湾内		-0.20	
湾口		-0.09		湾口		-0.29	
湾外		-0.30		湾外		-0.52	
平均		-0.14		平均		-0.33	

\*\* : 1%有意      \* : 5%有意

湾内: St1~7    湾口: St9~12, 14, 15    湾外: St8, 13, 16~18

表4 定地観測点における月ごとの経年変動の回帰分析結果と30年間あたりの水温変化

	伊東	富戸	稲取	下田	鍋田	石廊崎	雲見	田子
1月	-0.14	1.58 **	0.36	1.25 **	0.30	0.96	0.52	3.35 **
2月	-0.15	1.60 **	-0.08	0.56 **	0.08	1.09	0.08	2.92 **
3月	0.03	0.91 **	0.42	0.59 **	0.13	1.01	0.29	0.99
4月	0.02	0.50	0.51 *	0.20	0.21	-0.10	0.21	-0.83
5月	0.17	-0.65 *	0.35	-0.20	0.08	-0.10	0.19	-1.40 *
6月	0.24	-1.90 **	-0.01	-0.22	-0.11	1.67	-0.15	-0.34 **
7月	-0.12	-3.01 **	-0.26	-0.47	-0.22	0.89	-0.53	-4.72 **
8月	0.08	-2.80 **	0.46	0.32	0.05	0.36	0.14	-3.91 **
9月	0.42 *	-2.09 **	0.30	0.48 **	0.09	2.32	-0.02	-1.25 *
10月	0.76 **	-1.06 **	0.46 **	0.68 **	0.24	1.00	0.07	0.49
11月	0.27	-0.07	0.10	0.80 **	-0.05	2.77 *	0.08	2.22 **
12月	0.12	0.91 **	-0.24	1.07 **	0.11	1.37	0.87	2.89 **

	沼津	焼津	中港	地頭方	御前崎	浜名湖	9ヶ所の平均 <sup>※</sup>
1月	0.78	1.17 **	2.60 **	-1.65 **	0.99 **	2.41 **	0.40 *
2月	0.70	0.83 *	2.22 **	-1.20 **	0.58 *	1.70 **	0.19
3月	0.23	0.79 *	1.30 **	0.03	0.13	1.69 **	0.15
4月	-0.13	0.57	-0.08	0.42	-0.17	0.67	0.02
5月	0.67	0.60 *	-0.41	0.23	-0.50 *	0.12	-0.05
6月	-0.08	0.25	-0.88 *	0.18	-0.54 **	-0.21	-0.06
7月	0.02	-0.17	-1.80 **	-0.37	-0.89 **	-0.37	-0.28
8月	0.45	0.46	-1.23	-0.21	-0.67 **	0.14	-0.04
9月	0.58	0.68	0.35	-0.07	0.04	0.79 *	0.27
10月	0.93	0.85 *	1.35	-0.31	0.67 **	1.08 **	0.52 **
11月	1.03	1.09 *	0.32	-0.92	-0.28	1.37 **	0.05
12月	0.65	1.46 **	1.83 *	-1.41 *	0.84 *	2.16 **	0.32

\*\* : 1%有意    \* : 5%有意

た観測点は、12～2月は14測点中7測点、10月は6測点と秋冬季に集中していた。一方、水温の低下がみられた観測点は、6、7月は14測点中4測点、5、8月は3測点であり夏季に多かった。9ヶ所の平均では1月と10月に水温が有意に上昇していた。しかしながら、地頭方のように12～2月の冬季に水温が低下していた観測点も認められた。

### 考 察

静岡県沿岸域の表面水温は、ここ30年間に上昇傾向にあり、その水温変化は30年間に定地水温で+0.24℃、定線水温で+0.31℃であった。水温の長期変動については、これまでに幾つかの報告がみられる。関東の南の海域と四国・東海沖北部では30年間にそれぞれ+0.30℃、+0.38℃<sup>8)</sup>の水温上昇が報告されており、本報の結果と一致していた。また、安井<sup>1)</sup>は本県沿岸域では32年間に約0.5℃上昇していたと報告しており、本報の0.24～0.31℃に比べて上昇温度が高かった。これは測点数が異なることによると考えら

れ、安井が解析した3ヶ所（伊東、下田、焼津）から求めた水温上昇は平均0.41℃/30年間となり、安井の報告とほぼ一致する。本報では静岡県沿岸域の14の定地観測点の水温データを解析した結果、多くの観測点（9測点）で有意な水温上昇が認められたが、2観測点（富戸、地頭方）では有意な水温低下も認められた。したがって、水温の長期変動は地域によって異なることが明らかになった。

次に、定線観測データを基に駿河湾内外の水温の長期変動を水深別に解析した結果、水深0mと50mでは30年間に+0.31℃、+0.15℃と上昇しているのに対し、水深100mと200mでは-0.14℃、-0.33℃と低下しており、水深200mまでの範囲では水温の長期変動は50mと100mの間を境に上昇傾向と低下傾向に分けられた。また、水深ごとの水温の上昇、低下傾向を駿河湾の湾内、湾口、湾外に分けてみると、湾内、湾口に比べて湾外で水深0mでの水温上昇と水深200mでの水温低下が顕著であった。轡田ら<sup>2)</sup>は、駿河湾の湾口から湾外における水温の経年変動は、湾南方海域における黒潮の流路変動に支配され、その影響は湾内に

も及ぶことを報告している。このことから湾内及び湾口部に比べて湾外で水温の上昇、低下傾向が顕著であった理由の一つには、黒潮流路変動との関係が推察された。本報において定地水温に比べ定線水温でより水温の上昇傾向が高かったことも同じ要因である可能性が考えられた。一方、水深50mから100mを境にして長期変動の傾向が異なっていた理由については、今後黒潮の影響や海洋構造の特性等について検討を進め、その要因を把握する必要がある。

静岡県沿岸域の定地水温データを季節別に解析した結果、多くの観測点で秋季から冬季にかけて水温の上昇がみられたのに対し、春季から夏季は水温の上昇が認められず、富戸、田子、御前崎などのように低下している観測点もあった。したがって、本県沿岸域における海水温の長期的な上昇には、秋季から冬季にかけての水温上昇が寄与しているものと考えられた。秋季から冬季における海水温の上昇は、これまでの報告<sup>1, 9-10)</sup>と一致しており、水温の長期変動は一樣ではなく季節差があることが今回の解析結果からも確認された。秋季から冬季の水温が上昇した要因については、地上気温との関連性が報告されている<sup>9, 10, 12)</sup>。また、東京湾においては外海域との関連性について考察されている<sup>14, 15)</sup>。すなわち、東京湾では、冬季に海水が高温化するとともに高塩分化していることから、外海域から黒潮系水の流入量が増加したことが要因の一つであるとしている。駿河湾は東京湾に比べ湾口部が広く、より外海域の影響を受けやすい形状をしているため、今後は水温だけでなく塩分についても検討していく必要がある。

本報では定地水温、定線水温の観測データを基に水温の長期変動について解析を行い、表面水温は30年間で上昇していることを明らかにした。また、水温の変動には季節、地域及び水深により大きな違いがみられ、一樣でないことも明らかにすることができた。しかしながら、今回の解析結果では、水温変動に関与する要因までは言及することができなかった。今後は気象、海象、地形等についても解析を行い、冬場の海水温の上昇や湾内の鉛直的な水温変動の要因等について複合的な検討を加え、水温の長期変動の要因について明らかにしていきたい。

## 文 献

1) 安井港 (2003) : 沿岸水温が上昇している！, 碧水,

- 102, 5~6.
- 2) 轡田邦夫・谷川雅浩・萩原快次・勝間田高明 (2007) : 駿河湾における表層水温・塩分の長期変動, 海の研究, 16, (4), 277-290.
- 3) 東京教育大学下田臨海実験所 (1951~1966) : RESULTS OF METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS, 3~15.
- 4) 東京教育大学下田臨海実験所 (1968~1996) : 沿岸観測報告, 17~25.
- 5) 筑波大学下田臨海実験センター (1997~2000) : 沿岸観測報告, 26~49.
- 6) 筑波大学下田臨海実験センター (2001~2007) : 平成12~19年度年次報告書.
- 7) (株)日本栽培漁業協会 (1988~2003) : 日本栽培漁業協会事業年報 (昭和63年度~平成15年度).
- 8) 高槻靖・倉賀野連・分木恭朗・志賀達・有吉正幸・井上博敬・藤原弘行 (2008) : 日本周辺における海面水温の長期トレンド, 水産海洋研究, 72 (4), 283.
- 9) 和西昭仁 (2008) : 山口県秋穂湾における水温の長期変動と気温の関係, 山口県水産研究センター研究報告, 6, 11-18.
- 10) 木村聡一郎 (2005) : 佐伯湾奥における表面水温の長期変動, 大分県海洋水産研究センター調査研究報告書, 6, 1-7.
- 11) 木村聡一郎 (2004) : 1967~2002年における豊後水道域の水温の長期変動, 大分県海洋水産研究センター調査研究報告書, 5, 1-10.
- 12) 瀬藤聡・秋山秀樹・斉藤勉 (2004) : 土佐湾の表層水温の経年変動特性, 海と空, 79 (4), 97-106.
- 13) 梶達也・田ノ本明彦 (2007) : 定線観測による水温データからみた土佐湾における漁海況変動, 黒潮の資源海洋研究, 8, 11-18.
- 14) 安藤晴夫・柏木宣久・二宮勝幸・小倉久子・山崎正夫 (2003) : 東京湾における水温の長期変動傾向について, 海の研究, 12 (4), 407-413.
- 15) 八木宏・石田大暁・山口肇・木内豪・樋田史郎・石井光廣 (2004) : 東京湾及び周辺水域の長期水温変動特性, 海岸工学論文集, 51, 1236-1240.
- 16) 三谷勇 (2000) : 相模湾の温暖化に関する一見解, 神奈川県水産総合研究所研究報告, 5, 71-75.

## Characteristics of the long-term trends of water temperature in the coastal area of Shizuoka

Motoharu Abe, Masatoshi Hasegawa and  
Yoshitsugu Hagiwara

**Abstract** Various water temperature data were analyzed to understand the long-term trends of water temperature in the coastal area of Shizuoka. As a result, sea surface temperature has risen 0.24 °C at the stationary points, 0.31°C at the line observation for 30years. In terms of seasonality, water temperature has been rising between autumn and winter (October and March), but has not been rising between April and September. Therefore, the long-term rising in temperature has been affected by autumn and winter. Also, in terms of depth, the water temperature has been rising at depths shallower than 50m, but at depths greater than 100m water temperature has not been rising. These trends were more pronounced outside of Suruga Bay. Based on the above results, the over arching trend of rising water temperature was substantiated, however the long-term trends were nonuniformly dependent upon season, region, and depth in the coastal area of Shizuoka.

**Key words:**water temperature, the long-term trends, seasonal, regional, depth