

## ノート

## 1993, 1994年度の播磨灘の特異な水温, 塩分環境について

堀 豊\*

(1996年2月16日受付)

## On the Unusual Water Temperature and Salinity Conditions in Harima-nada from April 1993 to March 1995

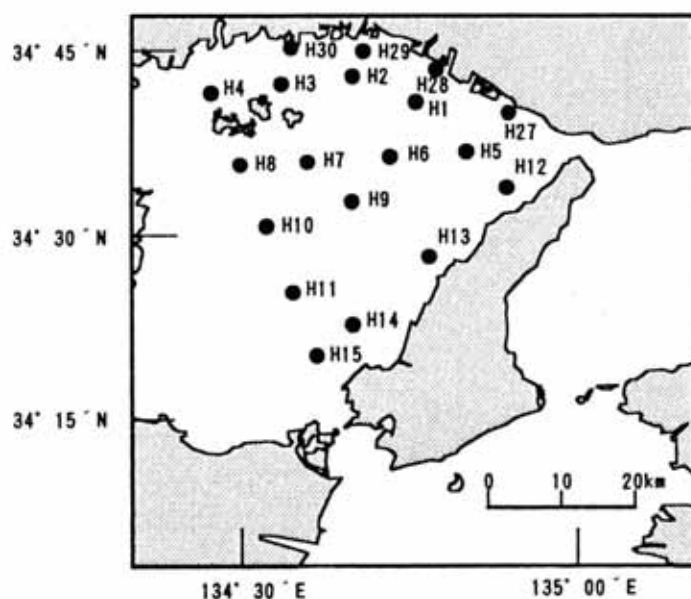
Yutaka HORI\*

1993年(平成5年)夏は低温, 多雨, 日照不足, 1994年(平成6年)夏は高温, 少雨であった。<sup>1-3)</sup>これらの異常気象は多方面に大きな影響をもたらした。播磨灘でも, 1993年夏の低水温, 低塩分から1994年の高水温, 高塩分にいたる大きな変化は, 海産生物に対し影響を及ぼしたと思われる。このような漁場環境の大きな変化を記録しておくことは今後の資源量把握にとっても有益であろう。これまでに明石海峡における定置観測結果が整理され, 気象, 海象の特異現象に対する比較のための資料が示されている。<sup>2)</sup>また広域的な漁場環境の変化の記録としては, 冬季の低水温現象について多くの報告がある。<sup>4-9)</sup>しかし冬季の高水温, 夏季の低水温, 夏

季の高水温, および塩分の変化については十分に検討されていない。ここでは1993年度から1994年度にかけて観測された水温, 塩分に関する特異現象を記録し, この海域における生物への影響を考えるための資料を提供する。

## 資料と方法

播磨灘の水温, 塩分の資料として, 1970年4月から1995年3月にかけて毎月月上旬に実施した瀬戸内海漁業基本調査, 播磨灘漁場環境定期調査, および漁況予報事業浅海定線調査の観測値を用いた。半年値として



第1図 観測地点

\*兵庫県立水産試験場 (Hyogo Prefectural Fisheries Experimental Station, Minami-Futami, Akashi 674)

1973年4月から1993年3月までの20年間における上記調査結果の月別平均値および標本標準偏差を用いた。気温、日照時間、および降水量の資料として、神戸海洋気象台の発行した気象月報を用いた。

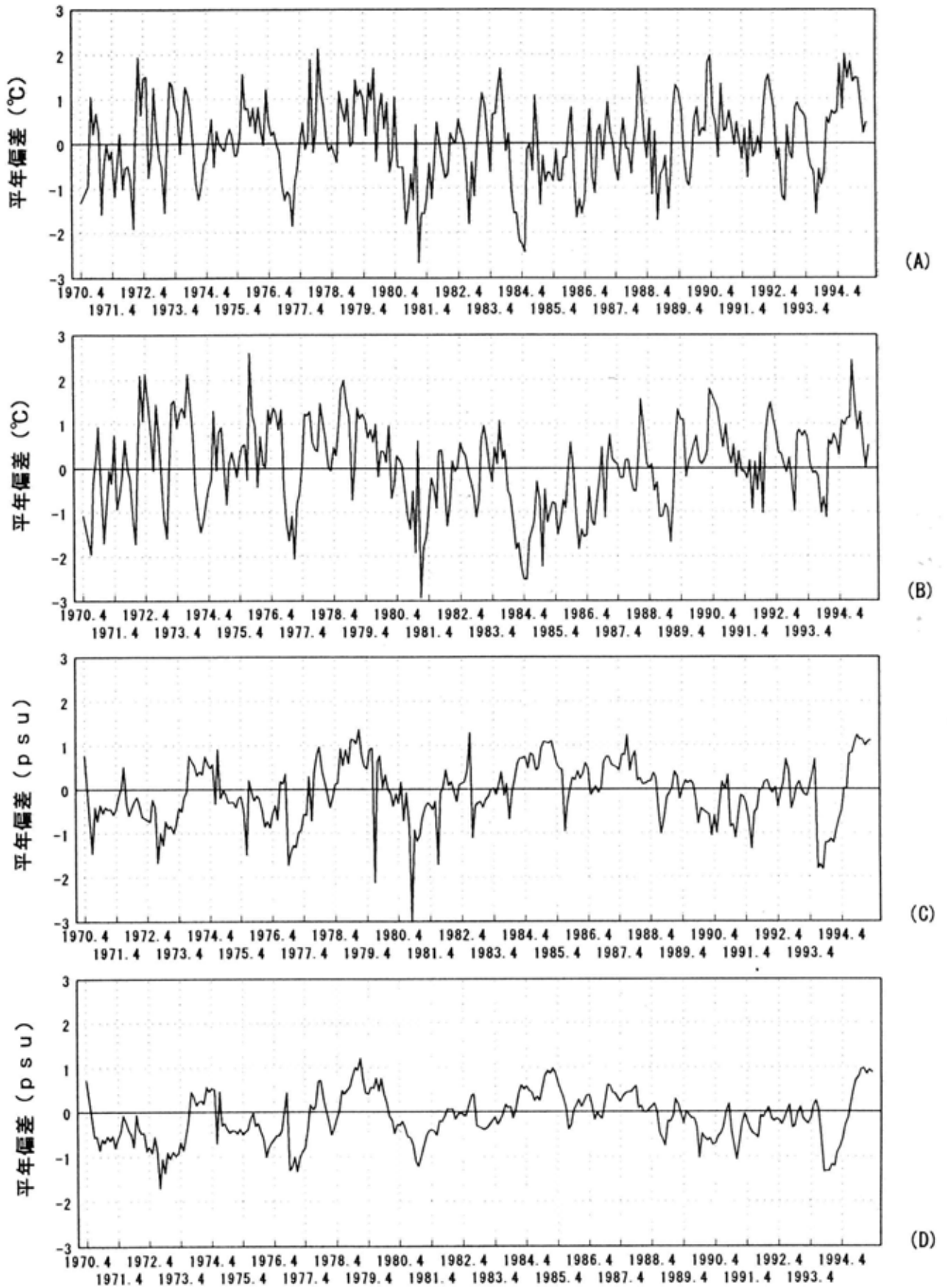
観測地点は第1図に示した19地点である。このうち、北部沿岸の4地点(H27,H28,H29,H30)を除いた15地点については1957年6月以降同一調査点で水温の観測が継続されており、1970年4月以降は塩分量も測定されている。<sup>10)</sup>そこでこれら15地点の0.5m層(以下表層とする)、10m層および底上1m層(以下底層とする)について各月の平均値を求め、それらの年平均偏差の推移について検討した。また播磨灘においては7月に最低塩分、9月に最高水温、3月に最低水温および最高塩分を示す<sup>11)</sup>ことから、これらの月の19地点観測値から表層および底層の水平分布を求め年平均と比較した。さらに姫路沿岸(H29)および灘最深部(H10)の2地点について1993年4月から1995年3月までの観測値鉛直分布の推移を年平均と比較した。

## 結果と考察

**播磨灘15点平均値の推移** 第2図および第1表に播磨灘15点平均値の年平均偏差の推移を示した。表層水温では、1993年夏は、1980年、1988年に次ぐ低い値であり、1993年8月には年平均偏差が $-1.6^{\circ}\text{C}$ を示した。しかし、1993年12月以降は年平均値を上回り、1994年7月には年平均偏差が $+2.0^{\circ}\text{C}$ となった。1994年夏は過去25年間で最も長く高水温が持続した。底層水温も表層とはほぼ同様に推移したが、1994年9月の年平均偏差は表層よりも大きく、 $+2.4^{\circ}\text{C}$ を示した。表層塩分は1993年7月から急激に低下し、1993年9月には年平均偏差が $-1.8$ (psu, 以下同じ。)を示した。1993年度の塩分低下は、過去25年間では、1972年に次いで長く持続した。1994年7月以降は年平均値を上回り、1994年10月には年平均偏差が $+1.2$ となった。底層塩分は、1993年8月以降急激に低下し、1993年9月に年平均偏差が $-1.35$ となった。表層塩分同様1994年7月以降は年平均値を上回

第1表 月別播磨灘15地点平均水温および平均塩分(1993年4月~1995年3月)

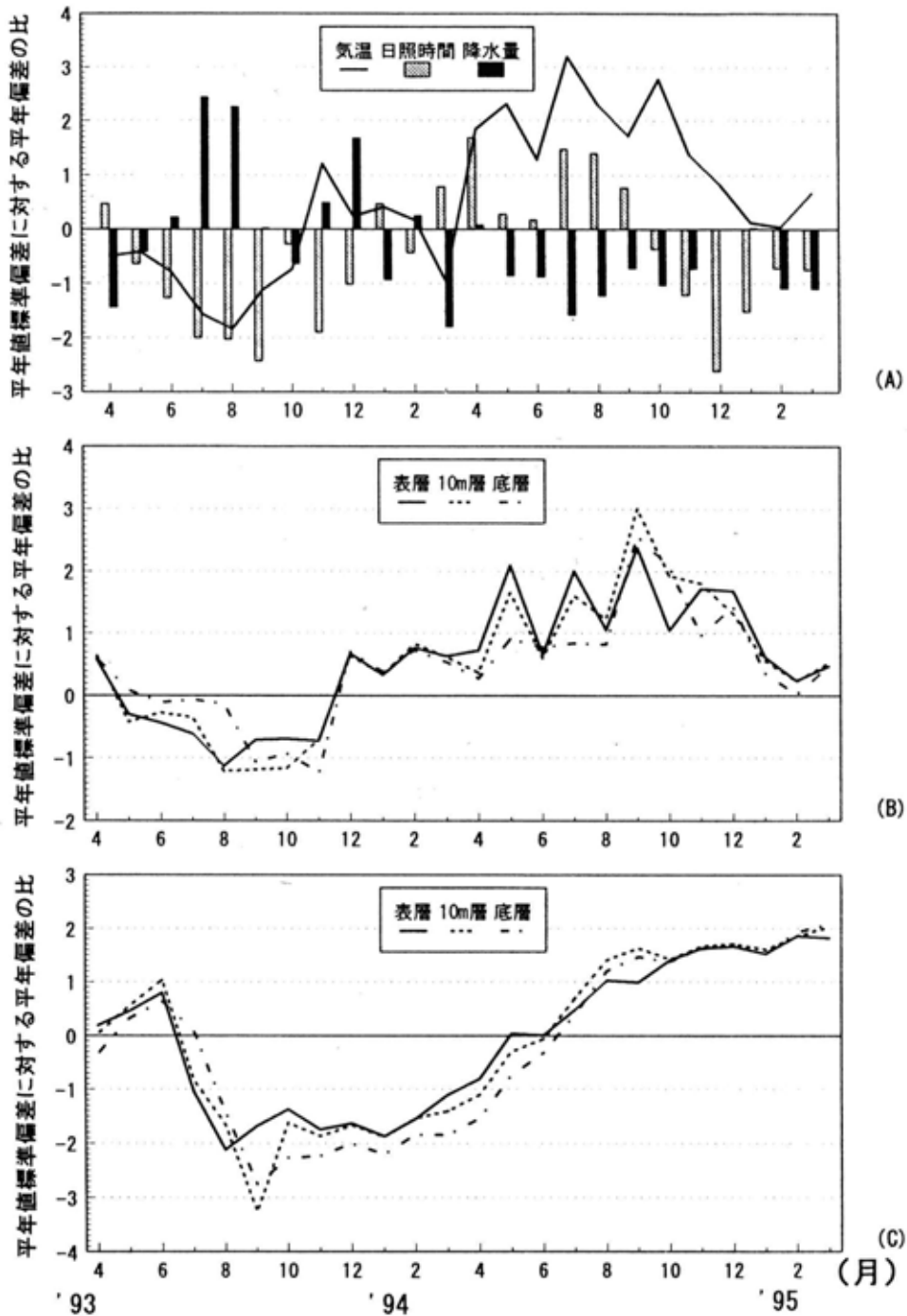
調査月	水温 (°C)						塩分 (psu)							
	表層		10m層		底上1m層		表層		10m層		底上1m層			
	平均値	年平均偏差	平均値	年平均偏差	平均値	年平均偏差	平均値	年平均偏差	平均値	年平均偏差	平均値	年平均偏差		
1993.	4	10.7	0.6	10.5	0.6	10.2	0.7	32.23	0.11	32.28	0.01	32.38	-0.14	
	5	14.0	-0.3	13.3	-0.3	12.6	0.1	32.13	0.39	32.28	0.30	32.40	0.13	
	6	18.0	-0.5	17.1	-0.2	15.6	-0.1	32.28	0.69	32.34	0.44	32.42	0.26	
	7	21.3	-0.6	20.4	-0.3	19.0	-0.1	29.20	-1.79	31.37	-0.37	32.06	0.04	
	8	24.2	-1.6	23.3	-1.3	22.3	-0.2	29.66	-1.71	30.85	-0.74	31.21	-0.60	
	9	26.0	-0.6	25.1	-0.9	24.2	-1.0	29.75	-1.81	30.02	-1.74	30.56	-1.35	
	10	23.5	-0.9	23.5	-0.8	23.6	-0.6	30.32	-1.21	30.49	-1.21	30.64	-1.32	
	11	20.0	-0.6	20.1	-0.6	20.2	-1.1	30.68	-1.21	30.67	-1.25	30.76	-1.32	
	12	17.1	0.6	17.2	0.7	17.2	0.6	30.89	-1.13	30.94	-1.10	31.00	-1.18	
	1994.	1	11.8	0.4	11.8	0.5	12.1	0.5	31.05	-1.22	31.08	-1.19	31.21	-1.22
		2	9.6	0.8	9.7	0.8	9.8	0.8	31.46	-0.90	31.50	-0.87	31.58	-0.91
		3	8.9	0.7	8.9	0.7	8.9	0.6	31.67	-0.68	31.74	-0.71	31.81	-0.79
4		10.9	0.7	10.2	0.3	9.8	0.3	31.63	-0.48	31.77	-0.50	31.89	-0.63	
5		16.0	1.8	15.0	1.3	13.6	1.1	31.76	0.03	31.82	-0.16	31.97	-0.30	
6		19.3	0.8	17.7	0.4	16.7	1.0	31.60	0.01	31.87	-0.03	32.03	-0.13	
7		23.9	2.0	22.0	1.3	20.2	1.1	31.80	0.81	32.06	0.31	32.19	0.17	
8		27.3	1.5	25.8	1.3	23.6	1.1	32.20	0.83	32.23	0.63	32.32	0.51	
9		28.4	1.8	28.2	2.2	27.6	2.4	32.62	1.06	32.64	0.87	32.62	0.72	
10		25.8	1.4	25.7	1.4	25.6	1.4	32.76	1.23	32.76	1.06	32.76	0.80	
11		22.2	1.5	22.2	1.5	22.2	0.9	33.02	1.13	33.03	1.11	33.04	0.96	
12		17.9	1.5	17.9	1.4	17.8	1.3	33.17	1.14	33.17	1.13	33.16	0.98	
1995.	1	12.2	0.8	12.1	0.8	12.0	0.5	33.26	0.99	33.28	1.00	33.28	0.85	
	2	9.1	0.2	9.1	0.2	9.0	0.0	33.42	1.07	33.43	1.06	33.44	0.95	
	3	8.8	0.5	8.8	0.6	8.8	0.5	33.47	1.12	33.47	1.02	33.49	0.89	



第2図 播磨灘15点平均値平年偏差の推移。  
(A) : 0.5m層水温。(B) : 底上1m層水温。  
(C) : 0.5m層塩分。(D) : 底上1m層塩分。

り、1994年12月には年平均偏差が+0.98となった。第3図に気象要素(気温、日照時間、降水量)、水温、および塩分について、平年値標準偏差に対する年平均偏差の推移を示した。気温と水温、降水量と塩分はそれぞれよく対応した。表層および10m層水温は1993年8月

に最小値、1994年9月に最大値を示した。底層水温は1993年11月に最小値、1994年9月に最大値を示した。表層塩分は1993年8月に、10m層および底層塩分は1993年9月に最小値を示した。いずれの層の塩分も1995年3月に最大値を示した。



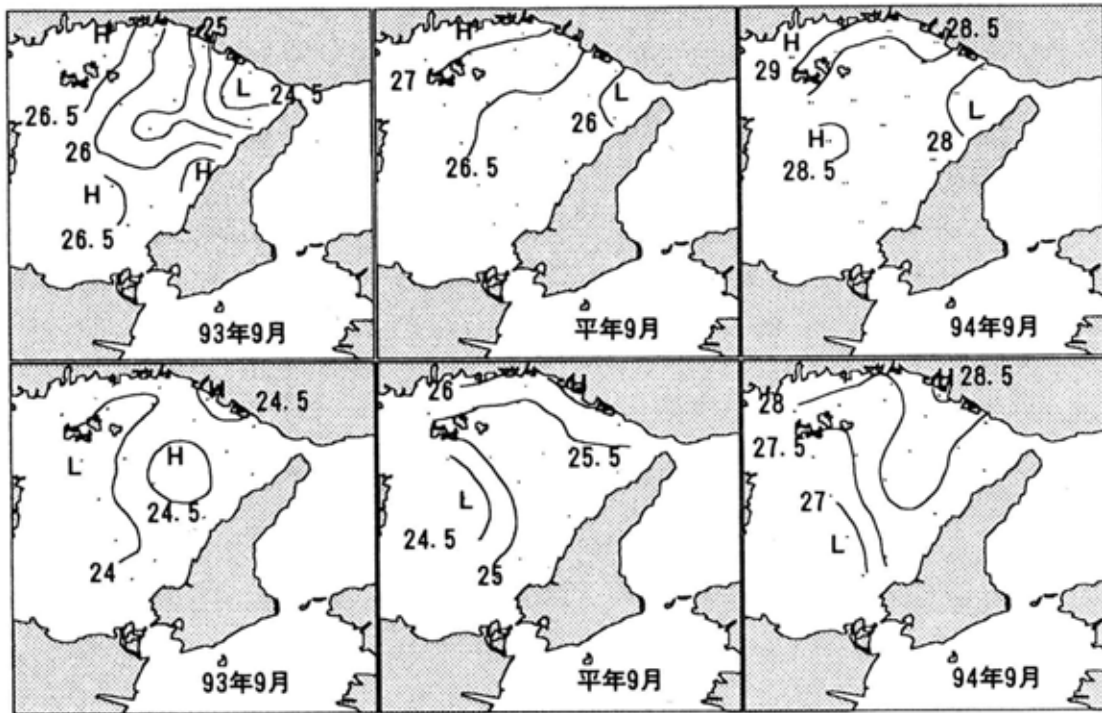
第3図 気象要素、水温、塩分の平年値標準偏差に対する年平均偏差の比。  
 (A) : 気象要素。気温および日照時間は神戸、降水量は明石の値。  
 (B) : 水温。(C) : 塩分。  
 平年値は、1973年4月から1993年3月までの月別平均値。

**水平分布** 第4図から第7図に観測値の水平分布を示した。1993年9月には表層で、明石海峡部から低温水の入り込みがみられたが、底層には水平的な温度差があまりみられなかった。1994年9月には表層に、灘北西部で高く明石海峡部で低いという平年同様の水平分布がみられたが、水温は全域で平年に比べ2℃程度高かった。また底層に灘中央部付近まで28℃以上の高水温域の張り出しがみられた(第4図)。1994年3月、1995年3月には表層で、灘全域に高温水がみられ、平年のような北西部の低温域はみられなかった。1994年3月には底層で、水温は高いが平年同様の水平分布がみられた。1995年3月には底層でも、同年の表層と同様の水平分布がみられた(第5図)。1993年7月には表層で、加古川河口を中心として極端な低塩分水の流入がみられた。このとき底層では加古川河口でやや低い値を示したものの、中央部から南部にかけては、平年より高い値を示していた。1994年7月には表層で、加古川河口を除き、平年より高い値を示していた。このとき底層の水平的な塩分の差は少なかった(第6図)。1994年3月には表層、底層で、やや低い値ではあるが、平年と同様の分布がみられた。1995年3月には表層で、平年のような北部沿岸の低塩分域がみられず、底層同様の分布となっており、表層、底層ともに平年より高い値を示した(第7図)。

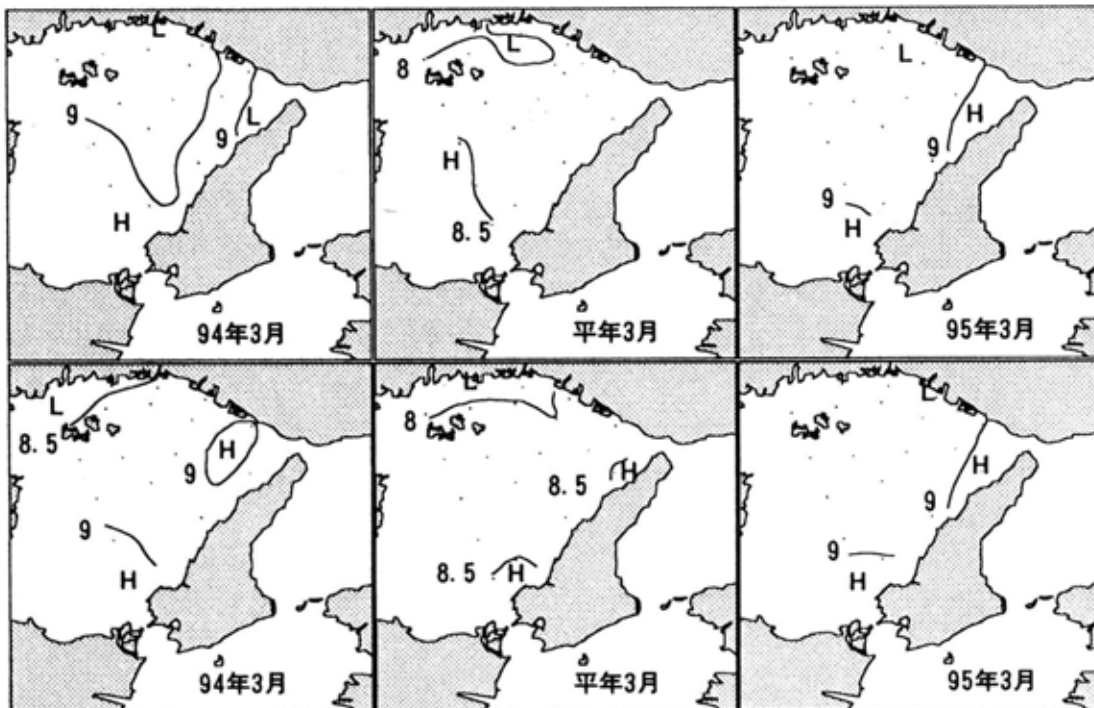
**鉛直分布** 第8図から第11図に観測値、平年偏差、および平年値標準偏差に対する平年偏差の比の鉛直分布を示した。水温観測値の鉛直分布では、H29の表層と底層の水温差が、1994年4月から8月まで、平年に比べ大きかったことが特徴であった。1993年度夏季の低水温、1993年度冬季の高水温、1994年度夏季の高水温および1994年度冬季の高水温のすべてについて、両地点とも表層から底層まで平年と異なる値を示していた(第8図)。水温平年偏差の鉛直分布では、H29では1993年6月まで中層に平年並みの温度帯があったが、それ以

外は1993年11月まで負偏差が続いていた。H10では1993年5月から11月まで、7月の表層を除き、全層で負偏差であった。両地点とも1993年12月以降は平年並から高めに推移したが、1994年6月にはやや低い水温帯がみられた。1994年9月から11月には、H10で平年値標準偏差に対する平年偏差の比が、表層から底層まで+2以上となっていた(第9図)。塩分観測値の鉛直分布では、1993年7月の極端な低塩分水流入の影響が灘最深部のH10の底層まで達していた。1994年5月以降は平年のような低塩分水の流入がみられず、両地点とも高塩分のまま推移した(第10図)。塩分平年偏差の鉛直分布では、1993年6月までは両地点ともに表層から底層まで平年より高い値を示していた。7月にH29表層に極端な低塩分水が流入したが、その影響がH10の底層に達したのは1993年8月であった。塩分はH29表層では1994年4月以降、H10底層では5月以降から回復しはじめ、7月にはH29の表層で平年よりかなり高い値を示した。その後も塩分の低下がみられないまま推移した(第11図)。

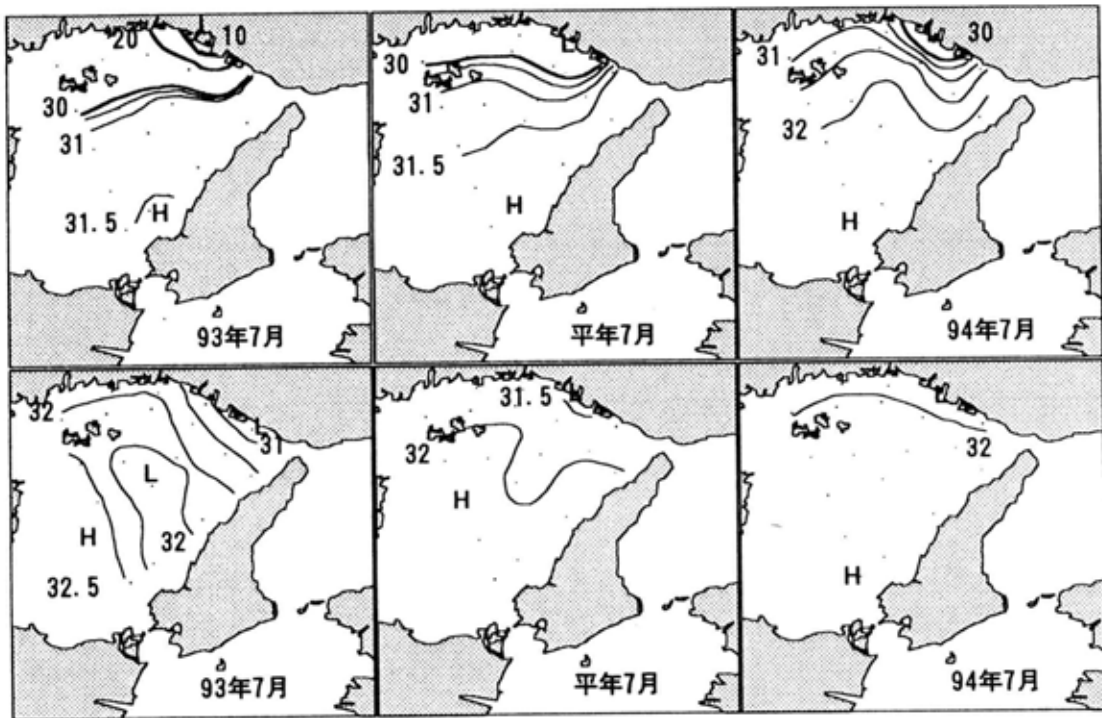
**生物への影響** 本報で資料を整理した期間中に播磨灘で観察された特異な生物現象として、1994年11月上旬から2ヶ月以上にわたり、これまで播磨灘では観察されていなかったコロニーを形成する小型珪藻 *Thalassiosira* sp. の大量発生<sup>1,2)</sup>があげられる。この時期の水温は22.2～12.0℃、平年偏差+1.5～+0.5℃、塩分は33.02～33.28、平年偏差1.14～0.85の範囲にあり、塩分上昇と本種の出現し始めた時期とはよく対応していた。また高水温期に夏眠するイカナゴ親魚数の減少、マダコの不漁、養殖ノリの病害、養殖ノリに付着するカマキリヨコエビの大量発生などもみられた。このような現象の原因や過程については不明な点が多い。しかしその発生原因の一つとして水温、塩分環境を十分考慮すべきであろう。



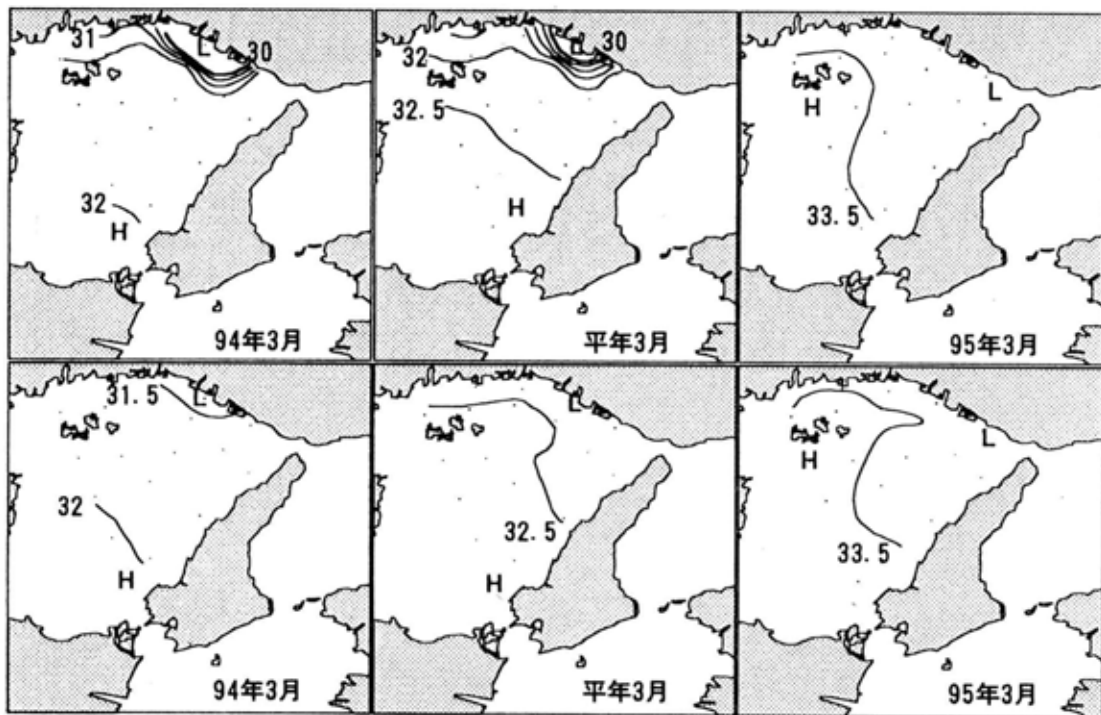
第4図 播磨灘高水温期(9月)の水温水平分布。  
上段: 0.5m層、下段: 底上1m層。



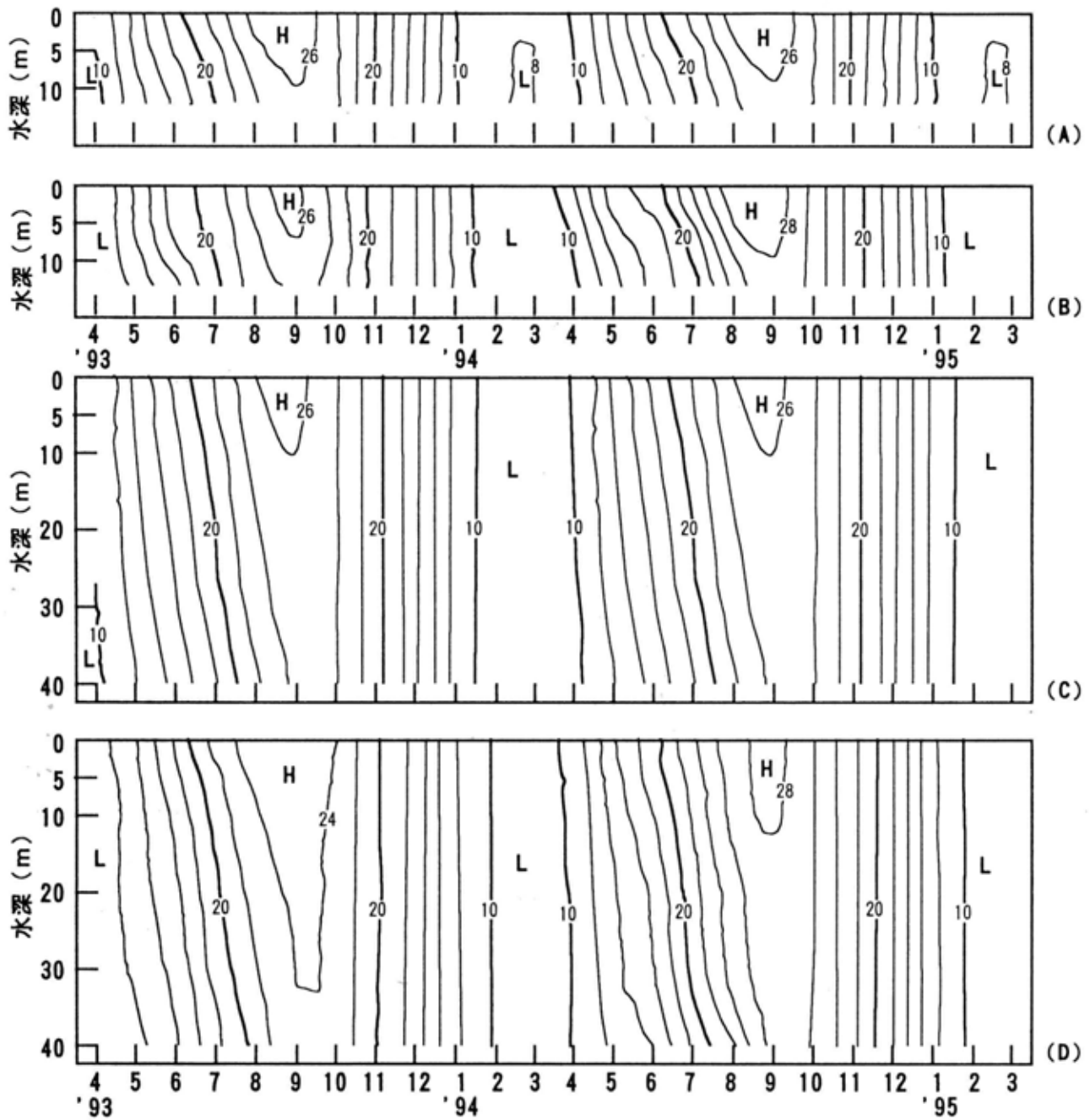
第5図 播磨灘低水温期(3月)の水温水平分布。  
上段: 0.5m層、下段: 底上1m層。



第6図 播磨灘低塩分期（7月）の塩分水平分布。  
上段：0.5m層、下段：底上1m層。

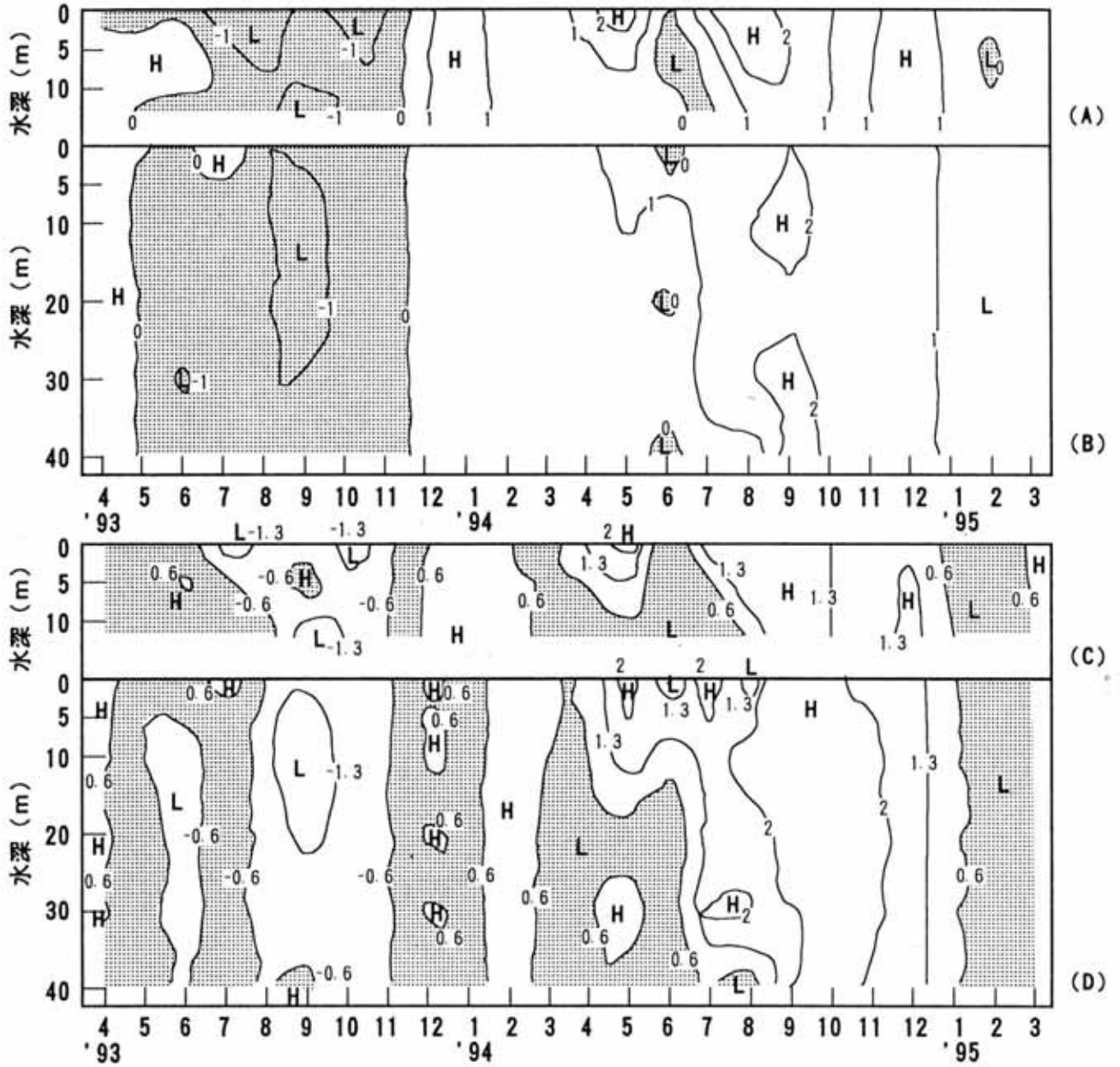


第7図 播磨灘高塩分期（3月）の塩分水平分布。  
上段：0.5m層、下段：底上1m層。

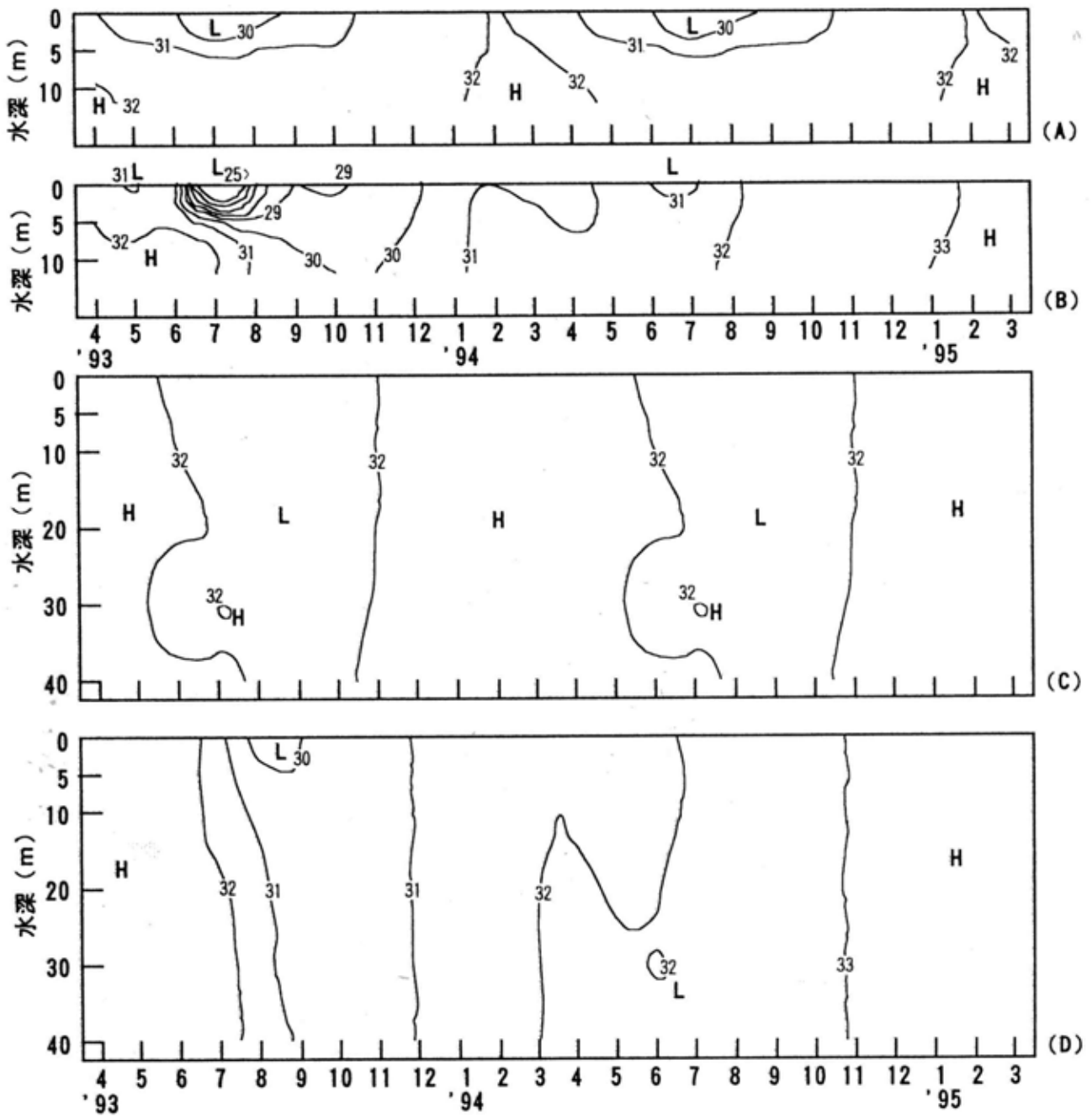


第8図 姫路沿岸 (H29) および播磨灘最深部 (H10) における水温観測値の鉛直分布。  
 (A) : H29平年値。(B) : H29観測値。(C) : H10平年値。(D) : H10観測値。

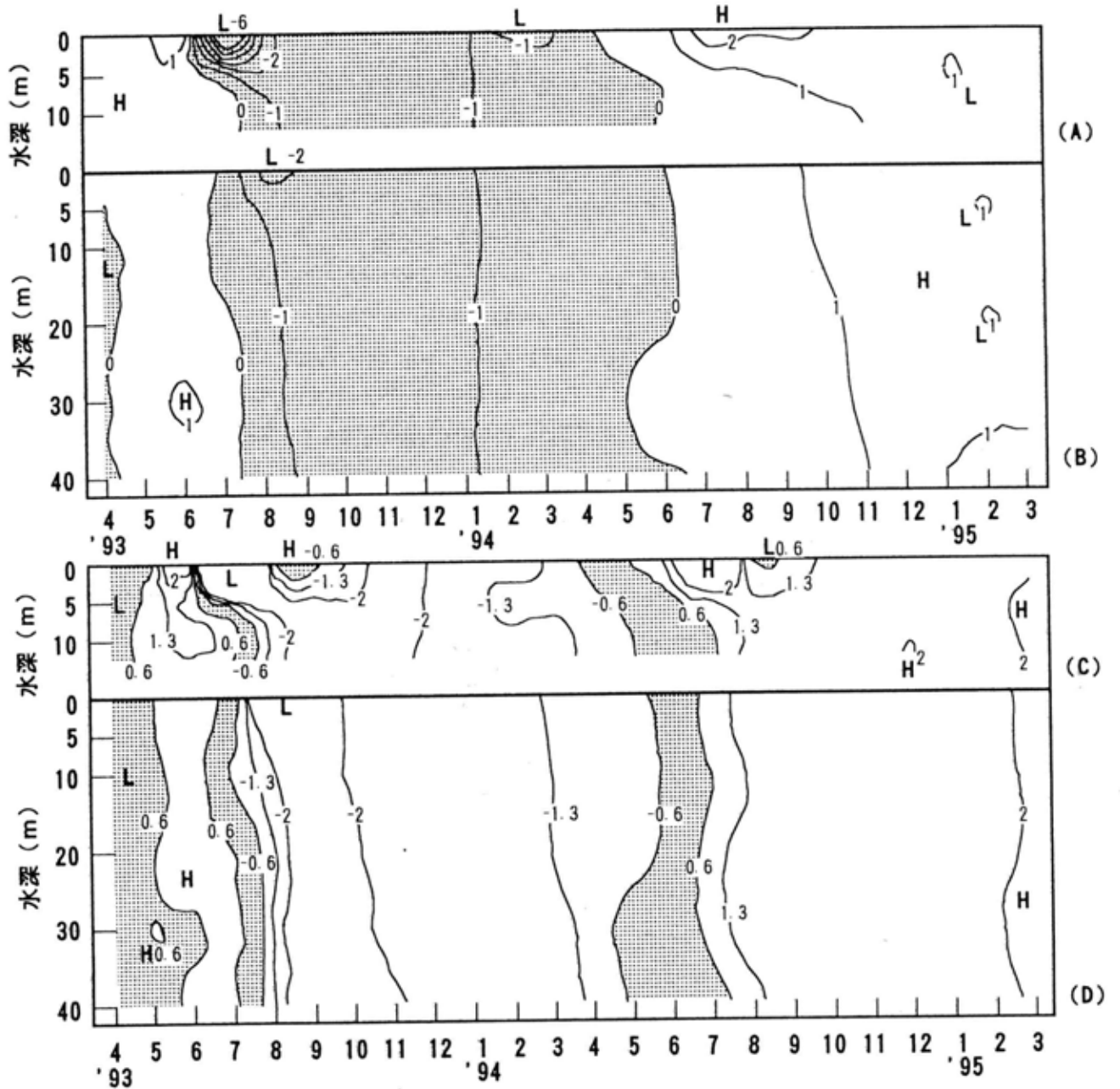




第9図 姫路沿岸 (H29) および播磨灘最深处 (H10) における水温年偏差の鉛直分布。  
 (A) : H29年偏差。(B) : H10年偏差。(C) : H29年値標準偏差に対する年偏差の比。(D) : H10年値標準偏差に対する年偏差の比。(A)、(B)の射影部は負偏差。  
 (C)、(D)の射影部は±0.6以内の年並みの範囲。



第10図 姫路沿岸 (H29) および播磨灘最深部 (H10) における塩分観測値の鉛直分布。  
 (A) : H29平年値。(B) : H29観測値。(C) : H10平年値。(D) : H10観測値。



第11図 姫路沿岸 (H29) および播磨灘最深部 (H10) における塩分年平均偏差の鉛直分布。  
 (A) : H29年平均偏差。(B) : H10年平均偏差。(C) : H29年平均値標準偏差に対する年平均偏差の比。(D) : H10年平均値標準偏差に対する年平均偏差の比。(A)、(B)の射影部は負偏差。  
 (C)、(D)の射影部は±0.6以内の年平均並みの範囲。

## 謝辞

本資料をまとめるにあたり、貴重な観測結果の取得や整理を継続された歴代の海洋観測担当者各位ならびに調査船“ひょうご”の乗組員の方々に感謝の意を表します。

## 文献

- 1) 神戸海洋气象台：1993年夏の不順な天候について、神戸海洋气象台彙報, (213), 25-39 (1994).
- 2) 神戸海洋气象台・豊岡測候所：1994年夏季の異常な天候について、神戸海洋气象台彙報, (214), 12-31 (1995).
- 3) 宮原一隆・長井敏：明石における定置観測結果の整理、兵庫水試研報, (32), 37-54 (1995).
- 4) 反田實：明石海峡定点水温観測からみた1984年1～4月の低水温現象と鳴門海峡周辺における魚類の浮漂について、兵庫水試研報, (24), 1-9 (1986).
- 5) 兵庫県農林部水産課・兵庫県立水産試験場：昭和38年異常寒波による水産被害調査報告書(第1報), 1-36 (1963).
- 6) 兵庫県立水産試験場：冷水対策水産資源調査報告, 1-8 (1964).
- 7) 竹末敏男・浜田尚雄：冷水対策水産資源調査, 昭和38年度兵庫水試事報, 92-99 (1963).
- 8) 南西海区水産研究所：1983-1984年冬季の瀬戸内海異常低水温に伴う特異現象, 1-73 (1985).
- 9) 兵庫県立水産試験場：1983～1984(昭和58年度)冬季に生じた兵庫県瀬戸内海域における異常低水温現象に関する調査報告, 1-134 (1987).
- 10) 反田実：兵庫水試の播磨灘における海洋観測の変遷, 兵庫水試研報, (19), 77-90 (1979).
- 11) 眞鍋武彦・反田實・堀豊・長井敏・中村行延：播磨灘の漁場環境と植物プランクトンの変動-20年間のモニタリングの成果-, 沿岸海洋研究ノート, 31(2), 169-181 (1994).
- 12) 長井敏・宮原一隆・堀豊：1994-1995年冬期播磨灘に大量発生した *Thalassiosira* sp. について, 兵庫水試研報, (32), 9-17 (1995).