

## 鹿島灘の海況 - VII

### 海面水温の変動(2)

久保治良

Oceanography of Kashima-Nada - VI  
On the changes of sea surface temperature.

Haruyoshi KUBO

#### 1 はじめに

海面水温を使用して海況の変動を論じた論文はかなり多く出されている(例えば、飯田ら, 1974, 坂本, 1981)が、これ等はグローバルなものであったり、時間的に長期間隔(最低1ヶ月)のものであったりして、面としてみた1週間間隔のものを使用した例は殆んどない。

筆者らは茨城県水産試験場が発行している「海況速報」を使用して表面水温の変動についてすでに分析している(友定ら, 1976)。今回は更に資料が集まったので、これを基に分析を試みた。

統計的方法により海況を予測する方法は、今の所唯一の手段であり、それには長期間にわたり、しかも連続して得られた資料が必要となって来る。「海況速報」は1972年以来、毎週発行されており、このような目的のためには恰好な資料である。

本論文で使用したものは1972年~1982年(一部は1983年まで)の11ないし12年間のものである。

#### 2 結果と考察

##### 等温線の南北移動

当海域における等温線の南北移動は、次の5つの状態が考えられる。

① 北から出現し、当海域を最南端として再び北に後退し当海域外に出てしまう。

② 北から出現し、当海域を通り抜け、南に消え

てしまった後、再び南から出現し、北に後退して当海域外に出てしまう。

③ 南から出現し、当海域を最北端として再び北に後退し、当海域外に出てしまう。

④ 南から出現し、当海域を通り抜け、北に消えてしまった後、再び北から出現し、南に後退して当海域外に出てしまう。

⑤ 当海域で南偏、北偏をくり返し、常に当海域に存在する。

表-1に等温線が南から当海域(35°N~37°N)に入ってきて北(37°N以北)に抜けることなしに再び南部海域(35°N以南)に後退する限界水温(S)及び等温線が北から当海域に入ってきて、南(35°N以南)に抜けることなしに再び北部海域(37°N以北)に後退する限界水温(N)を年別に示した。

この表をみると、25℃以上の水温は常に③に属し、14℃以下の水温は常に①に属していることが分かる。②に属するのは15~18℃で④に属するのが20~24℃である。19℃は②と④の中間的な水温で、北部系と南部系の境界水温と考えることが出来る。

図-1に各等温線の出現日と消失日をプロットして示した。この図をみると、17℃以上の存在期間は29℃を頂点として山型に広がっており、21℃以下の非存在期間は9月の21℃を頂点として山型に広がっている。この両者の山型がダブル水温範囲(17~21℃)では存在期間と非存在期間がそれぞれ2回ずつにな

表-1 等温線の南北移動における  
当海域での限界水温

年	限界水温	
	S	N
1972	21	17
1973	21	17
1974	21	16
1975	21	16
1976	21	15
1977	22	18
1978	22	18
1979	24	18
1980	23	18
1981	20	17
1982	20	18

S：南部から入って来て  
南部に抜ける。

N：北部から入って来て  
北部に抜ける。

っている。しかしこれは全体的にみた場合であり、  
年別にみると或る年の或る温度は1回ずつになって  
いることがあり、統計年11年間で完全に2回ずつに  
なっているのは、19℃のみである。(表2参照)

前者の山の出現日、消失日とも1ヶ月ないし1.5  
ヶ月位の範囲内にあるが、後者の山では消失日の範  
囲が広く、特に14℃以下においては2ヶ月～3ヶ月  
の範囲に広がっている。

前者の出現は南部海域からであり、また消失も  
南部海域に消えて行き、後者の出現は北部海域であ  
り、また消失も北部海域へ消えて行くことが分る。  
前述のこの両者がダブル水温範囲では、或る時は南  
部海域から出現して北部海域に消え、或る時は北部  
海域から出現して南部海域に消えている。

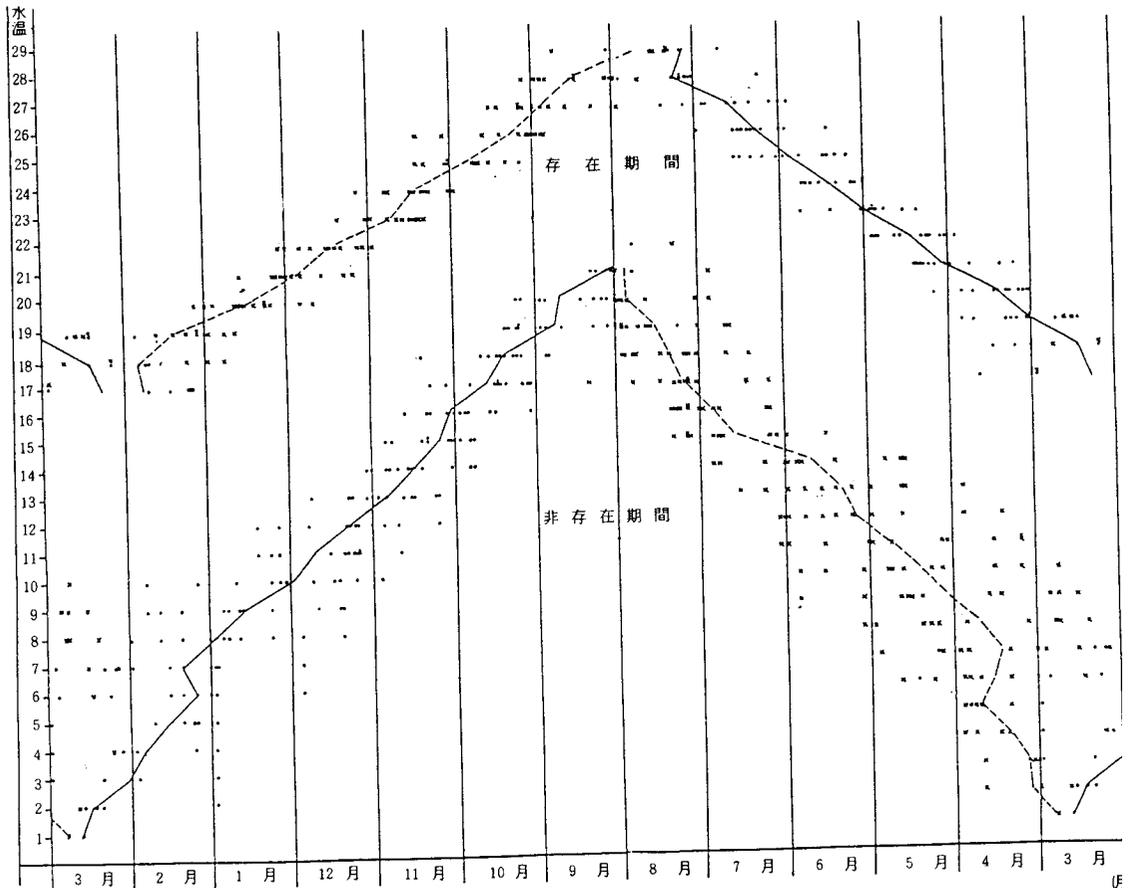


図-1 各等温線の出現日(●), 消失日(×), 及び平均出現日(—),  
平却消失日(---) (1972～1983年)

このようなことから前述の⑤の状態の等温線は当海域には存在しない。

表-2に水温の出現海域と平均出現日及び消失海域と平均消失日を示した。これを見ると毎年常に当海域に出現するのは9℃～27℃台であり、6℃以下の水は冷水年でなければ出現していない。ここで冷水年とは冬・春期に小型船の出漁可能な海域が親潮系水に覆われ、ツノナンオキアミなど寒帯系生物の漁獲がみられる年をいう(久保ら, 1981)。この表からも分かるとおり、前述のごとく当海域においては16℃以下の水温は、北部海域から出現し、北部海域に消えており(N→N)、17～18℃はN→S→Nとなっており、19℃はN→S、S→Nとなっており、20～21℃はS→N→Sとなっており、22℃以上はS→

Sとなっている。

当海域に存在する期間が一番長いのは、18℃の10ヶ月であり、次いで17℃の9.5ヶ月となっている。これより水温が高くても低くてもこれとの水温差が大きくなるに従って存在期間は短くなっている。

図-2には、低温水を中心として当海域における各温度の存在期間を年別に示した。これを見ると7℃以下の水温は3月を中心として2～4月に存在しており、1981年は特に長く、7℃台が1～5月、6℃台が1～4月となっている。高温年であった1972年、1977年、平年の1973年、1976年、1980年、1982年などは存在しないか、もしくは1週間程度の存在に過ぎない。冷水年といわれた年には7℃台以下の水が2ヶ月以上連続して存在している。

表-2 当海域での水温平均出現日、及び平均消失日

水温	Period			No.	水温	Period			No.
	From	Duration	To			From	Duration	To	
1	N	3/18～3/24	N	1	18	N	10/12～8/10	N	11
2	N	3/14～4/3	N	3		N	10/12～2/25	S	6
3	N	3/1～4/4	N	4		S	3/13～8/10	N	6
4	N	2/25～4/10	N	5	19	S	4/1～8/16	N	11
5	N	2/16～4/21	N	6		N	9/23～2/12	S	11
6	N	2/5～4/16	N	7	20	S	4/12～1/16	S	11
7	N	2/10～4/13	N	9		S	4/12～8/26	N	9
8	N	1/28～4/21	N	10		N	9/21～1/16	S	9
9	N	1/17～5/3	N	11	21	S	5/2～12/27	S	11
10	N	12/29～5/12	N	11		S	5/2～8/27	N	3
11	N	12/21～5/22	N	11		N	9/1～12/27	S	3
12	N	12/8～6/5	N	11	22	S	5/14～12/15	S	11
13	N	11/25～6/10	N	11	23	S	5/30～11/22	S	11
14	N	11/15～6/21	N	11	24	S	6/13～11/14	S	11
15	N	11/6～7/17	N	11	25	S	6/27～10/25	S	11
16	N	11/2～7/25	N	11	26	S	7/8～10/9	S	11
17	N	10/18～8/6	N	11	27	S	7/18～9/27	S	11
	N	10/18～2/23	S	3	28	S	8/7～9/15	S	9
	S	3/8～8/6	N	3	29	S	8/4～8/23	S	4

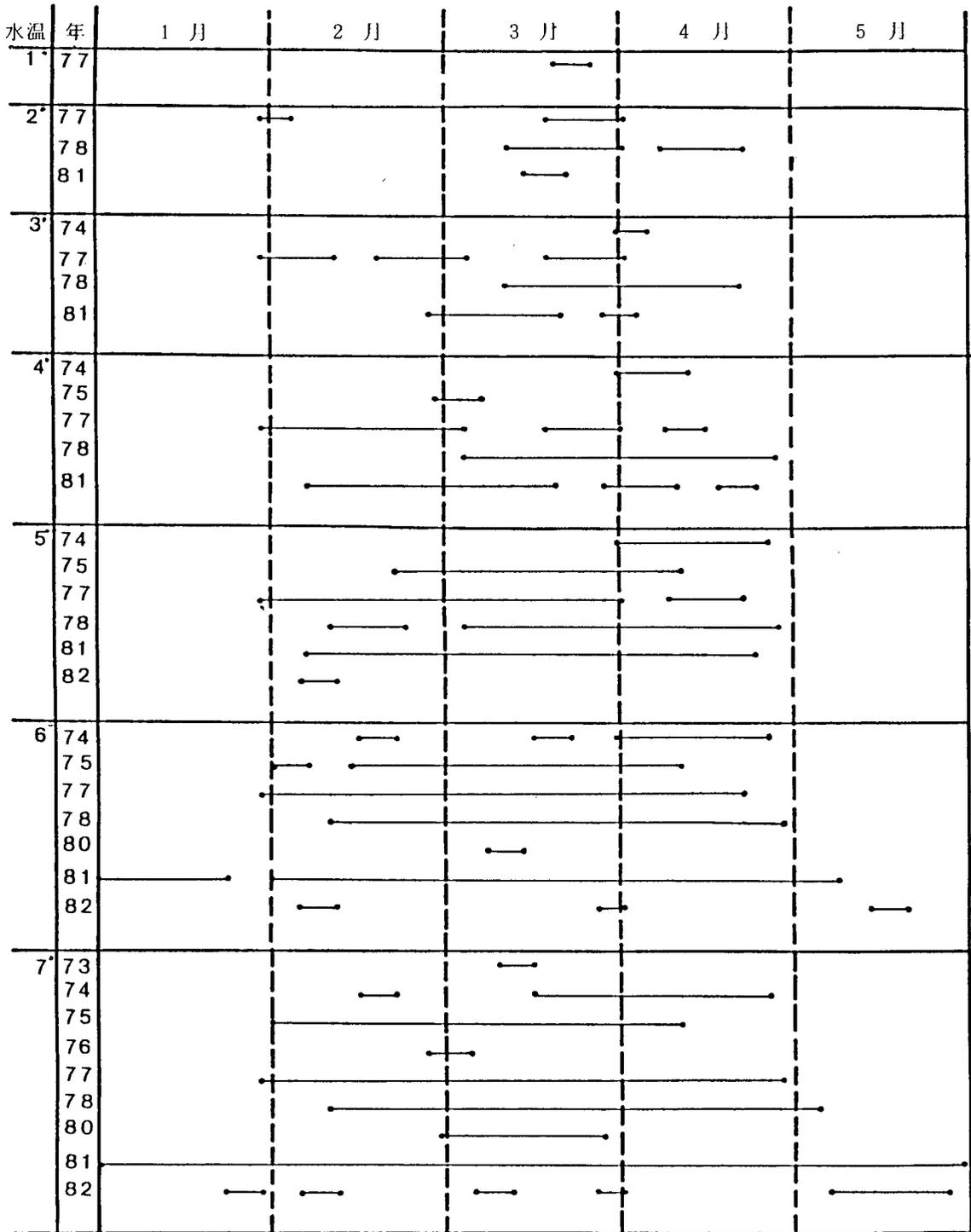


図-2 当海域における各温度の存在期間（低温水を中心として）  
（1972～1982年）

※年度がないのはその年にはその水温が存在せず

図-3には高温水を中心として当海域における各温度の存在期間を年別に示した。これを見ると、26℃以上の水温は8月を中心に7~9月に存在し、26℃台の水温は10月下旬まで存在することがある。27℃台までの水温は毎年存在するが、28℃台の水温は、

高温年でも冷水年でもないどちらかという低温年の1976年、1982年には存在していない。29℃台の水温が冷水年であった1974年、1977年、1978年に存在していることは興味深い現象であり、冷水年の夏期には高温水が存在する可能性を示唆している。

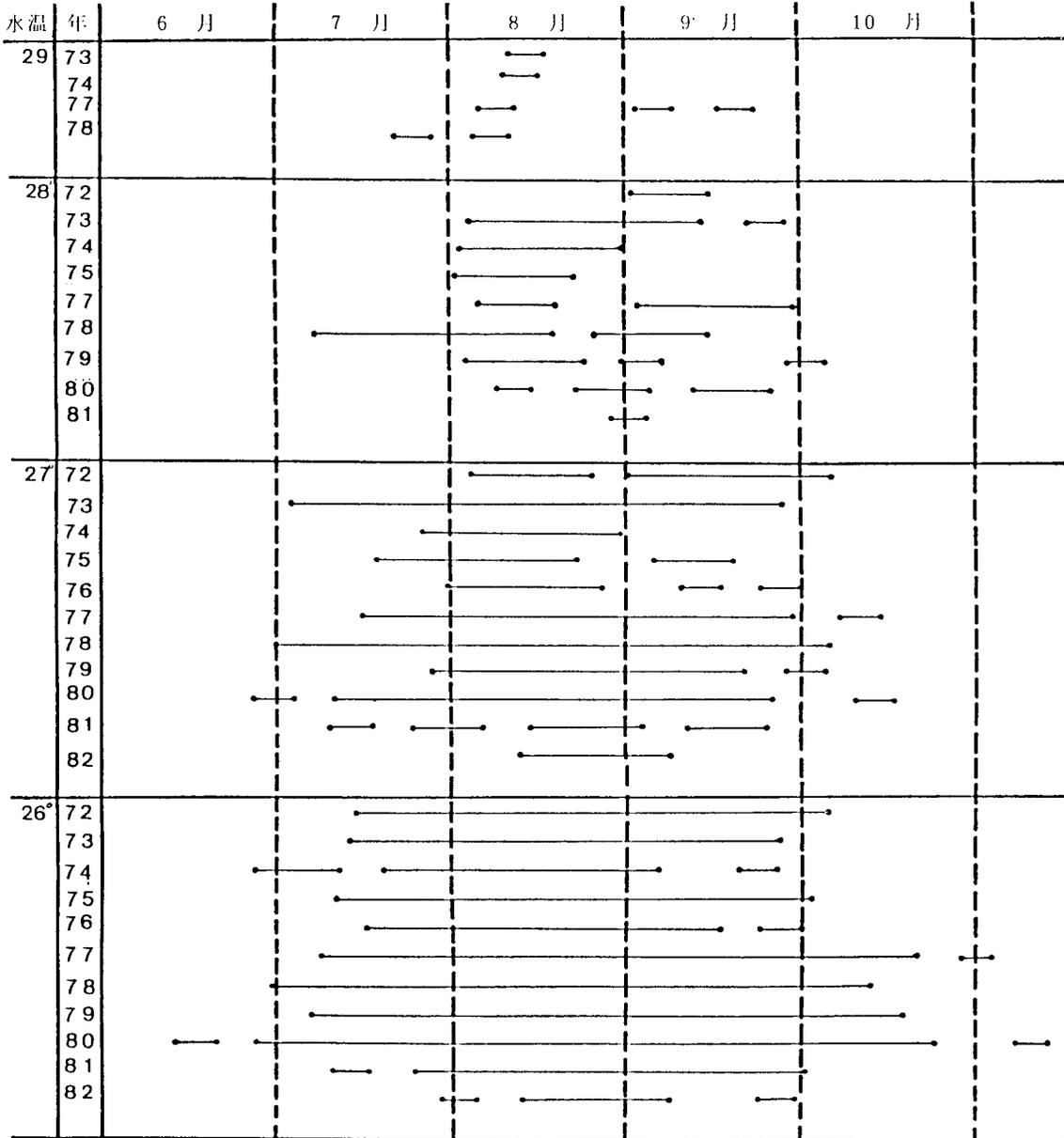


図-3 当海域における各温度の存在期間(高温水を中心として)  
(1972~1982年)

※年度がないのはその年にはその水温が存在せず

### 最高最低水温偏差

以上のことより、1972年から1982年の冬・春期を大別すると表-3のように高温年、平年又は低温年、冷水年の3つに分けることが出来る。

表-3 冬・春期における高温年、低温年、冷水年の別

高温年	平年又は低温年	冷水年
1972	1973	1974
1979	1976	1975
	1980	1977
	1982	1978
		1981

当海域における年別・季節別最高、最低水温差頻度分布を図-4に示した。冬期(a図)は高温年には温度差が小さく、6~10℃の差であり、低温年にはピークが少し差の大きい方にずれて、9~12℃の差となっている。この時期に冷水の侵入がなかった1974年もこれに入る。冷水年には前期の山と後期の山の2つがある双峯性分布を示している1977年、1978年のような場合は前期には冷水の侵入がなく7~10℃の差であり、後期になって12~16℃の差となっている。また、当初から冷水の侵入があった1981年は12~15℃の差となっている。

春期(b図)は高温年には5~10℃の差であり、低温年は7~13℃の差であるが、1982年は5~6月に冷水の侵入があったため冷水年に近い状況を示し、冷水年は9~17℃の差となっている。

夏期(c図)になると冷水年と低温年(平年)の違いはみられなくなり、4~14℃の差となっているが、高温年は差が小さく4~9℃となっている。

秋期(d図)には高温年も冷水年もその差は認められなくなり水温差は5~13℃で、1980年、1981年が差の大きい方である。

図-5には11年間分の最高・最低水温差頻度分布

を季節別に示し、これの全体の頻度分布を同時に示した。これをみると、冬期及び春期は大体同じような頻度分布を示し、4~17℃の差があり、モードは冬期が10℃にあるが、春期は7~15℃まで回数差が5回以下で殆んど並んでいる。しいていえばモードは12℃の所にある。

夏期には水温差の範囲が小さく4~15℃の差となり、左傾分布型を示している。モードは7℃に認められる。秋期は更に範囲が小さくなり、5~13℃の差となりモードは8℃に認められ、やや対称型の分布を示している。

11年間全部(1972~1982年)の水温差頻度分布では4~17℃の差がある。モードは8℃にあり、左傾分布型を示している。

### 36.5°N線上におけるアイソプレスの特徴

先に当海域の海況から高温年、低温年(平年)、冷水年の3つに年を分類した(表3)。これらの年は平面的にどのような変動をしているのかをみるために図-6のような36°30'N線上の水温アイソプレスを作成した。この図は「海況速報」から36°30'N線上の等温線から水温をプロットして、経週ごとに等温値を結んだものである。

この図をみると、高温年(1972年、1979年)の翌年は低温年(1973年、1983年)、その翌年は冷水年(1974年、1981年)となっており、何らかの関係があるように見える。冬・春期の暖水の存在位置は主として141°Eより少し岸側から141°30'E間であり、冷水の存在位置は141°Eより岸側と142°Eを中心とした海域の2つに分かれている。これは水温分布図からみて、暖水舌(KUBO eta 1, 1978)の存在によるものである。暖水舌が存在しない時でも冷水が存在する位置は前記2海域のどちらかであり、冷水の当海域への侵入道は一定していることが分る。冷水の侵入が進むと、沿岸から沖合まで冷水で覆われることが冷水年には起こり、短かい年(1978年)は1週間、長い年(1975年)には8週間も続いている。

10℃以下の冷水が侵入する時は、1週間以内の短期間に急激に起こる傾向があることはアイソプレス

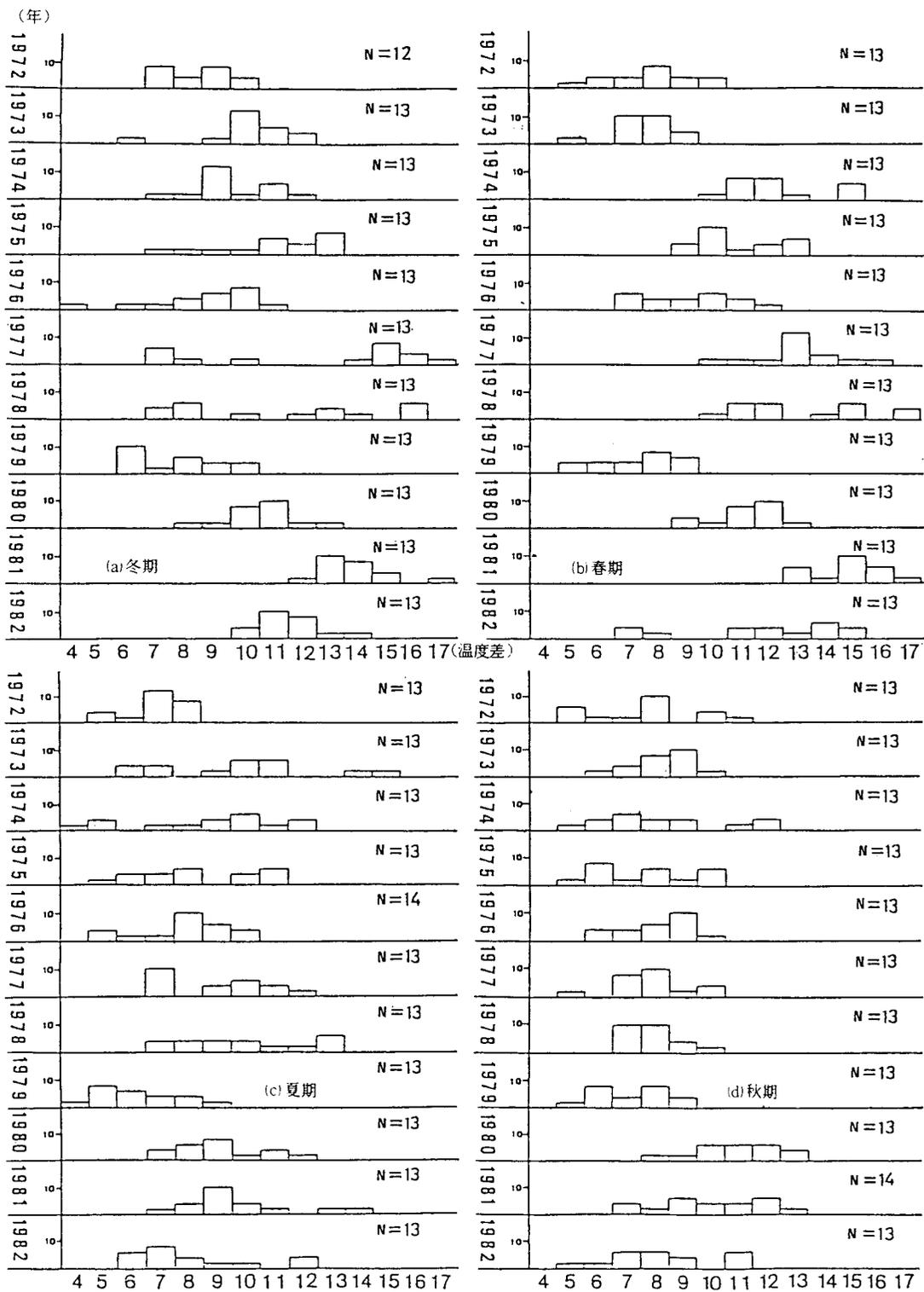


図-4 当海域における年別、季節別、最高・最低水温差頻度分布

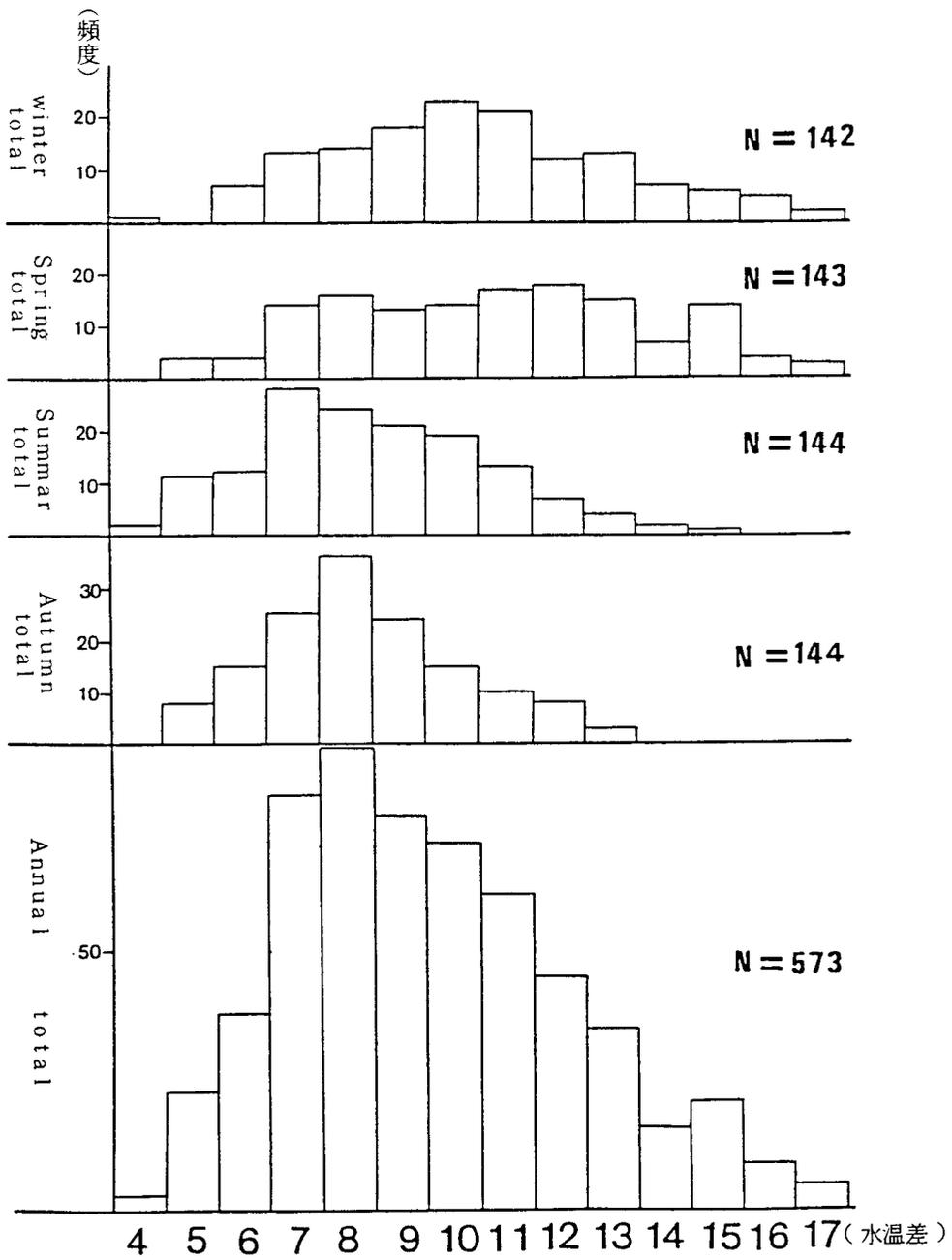


図-5 当海域における全年(1972~1982年)の季節別及び年の水温差頻度分布



図-6 36° 30' N線上の表面水温アイソプレス

の混み具合から分る。同じく冷水年での暖水の侵入も、1週間以内の短期間に急激に起こる傾向がある。従って、このような年の冷水は急激に減退する傾向があるといえる。

高温水は春期に沖合域から侵入し、徐々に沿岸域に広がってゆくのに反し、低温水は冬期に沿岸域から侵入し、徐々に沖合域に広がってゆく傾向がある。減退してゆく時はその逆で、高温水は沿岸域から減退し、低温水は沖合域から減退してゆく傾向がある。従って低温水は沿岸域で長期間持続し、沖合域では短期間の持続であるのに反し、高温水は沿岸域で短期間、沖合域では長期間持続する傾向がある。

夏・秋期の暖水勢力の状況を見ると、冬・春期の低温期が長引けば夏・秋期の暖水勢力は弱勢であるといえそうである。(1974年, 1981年, 1982年, 1983年)。また、晩秋の水温状況が次年の初冬の状況を左右している傾向がうかがわれる。例えば、晩秋低温(1972年, 1974年, 1975年, 1980年, 1982年)→初冬低温(1973年, 1975年, 1976年, 1981年, 1983年)、晩秋高温(1976年, 1977年, 1978年, 1979年)→初冬高温(1977年, 1978年, 1979年, 1980年)。冷暖水の侵入時とは逆に春期の低温水、秋期の高温水はあまり急激ではなく、徐々に減退してゆく傾向がうかがわれる。

#### 海況パターンの変動

海況パターンの変動年間サイクルについては、しばしば報告してきた(久保ら, 1981, 久保, 1981)ところである。今回は更に資料を追加して、その後も前に報告した変動形態をとっているか検討してみた。

図-7は先に発表した図(久保, 1981)に1981年, 1982年, 1983年, の3ヶ年分を加えたものである。この図をみると、1981年以降はKパターン(久保ら, 1981)の出現が非常に少なくなっており、特に1983年は夏期のKパターンが出現せず、1979年以降は晩秋から初冬にかけてのKパターンの出現もみられていない。1981年以降はWパターンとOパターンが年間の殆んどを占め、Kパターンの存在は1981年が1

ヶ月、1982年が2ヶ月、1983年が11月上旬現在までで1ヶ月に過ぎない。しかし、12ヶ年の全体的な統計量としてはまだKパターンが多い。これら3ヶ年の海況パターンの変動サイクルは先に報告した変動サイクル(久保ら, 1981)のうち晩秋から初冬にかけてのKパターンが除かれた状況で変動している。既ち、おおまかにみてW→O→K→O→Wの変動となっている。但し、秋期にOパターンが出現した年の翌年の冬・春期にもOパターンが出現し、秋期にOパターンが出現しない年の翌年の冬・春期にはOパターンが出現しない現象はこの10年間ずっと続いている。

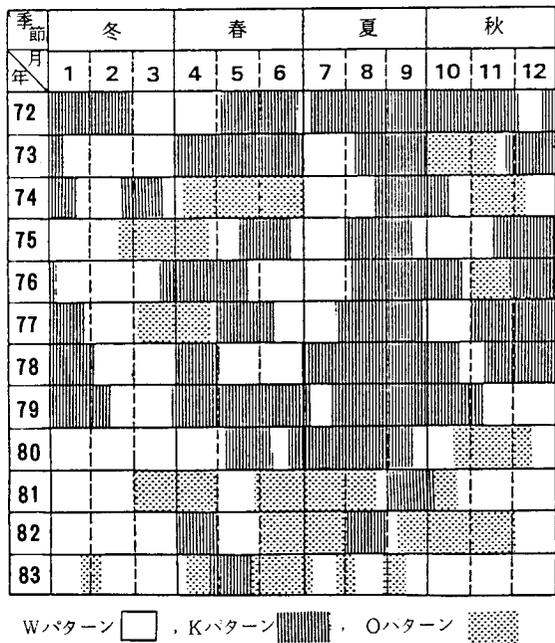


図-7 年別海況パターンの出現図

### 3 結 論

茨城県水産試験場が毎週発行している「海況速報」の1972年から1983年のものを使用して、海面水温の状況とその変動をディスクリプティブな手法を用いて分析し、次のような結論を得た。対象とした海域は35°~37°N, 陸岸~142.5°Eで囲まれた海域である。

1 当海域においては16℃以下の水温は、北部海域から出現して北部海域に消えており(N→N),

17～18℃は北部海域から出現して徐々に南偏し、当海域を最南端として再び北に後退し、北部海域に消えている(N→N)。19℃はN→S, S→Nとなっており、20～21℃はS→N→Sとなっている。22℃以上は16℃以下とは逆にS→Sとなっている。

2 19℃は北部系と南部系の境界水温と考えることができる。

3 当海域に常に存在する水温はない。

4 当海域に存在する期間が一番長いのは18℃の10ヶ月であり、次いで17℃の9.5ヶ月となっている。これより水温が高くて低くても、これとの水温差が大きくなるに従って存在期間は短くなっている。

5 7℃以下の水温は、3月を中心として2～4月に存在し、冷水年といわれた年には2ヶ月以上連続して存在している。

6 26℃以上の水温は、8月を中心として7～9月に存在している。29℃以上の高温水が冷水年といわれた1974年、1977年、1978年のみに出現していることは興味深い現象である。

7 当海域内での最高、最低水温差は、冷水年、低温年、高温年によりかなりの差があり、その範囲は次表のとおり。

	冷水年	低温年	高温年
冬	12～16℃	9～12℃	6～10℃
春	9～17℃	7～13℃	5～10℃
夏	4～14℃		4～9℃
秋	5～13℃		

8 11年間全体をみた四季別の最高・最低の水温差は、冬期にはモードが10℃にあるが、春期は頻度が7～15℃まで同じ位であり、強いていえばモードは12℃の所にある。夏期にはモードが7℃の所があり、秋期は8℃の所に認められる。

9 11年間全体の最高・最低の水温差頻度分布では4～17℃の差があり、モードは8℃で、左傾分布型を示している。

10 高温年の翌年は低温年、その翌年は冷水年となっている例が12年間で2回も認められ、この間に

何らかの関係があることを示唆している。

11 冬・春期における冷水の侵入道は2つ有り、1つは141°Eより岸側であり、他の1つは142°Eを中心とした海域である。

12 暖水舌は141°Eより少し岸側から141.5°E間に存在する(36.5°N線上で)。

13 冷水年には冷水の侵入が進むと、沿岸から沖合まで冷水で覆われる。

14 冷水の侵入や、暖水の侵入は1週間以内の短時間に急激に起こる場合が多い。

15 高温水は沖合域から侵入し、徐々に沿岸域に広がってゆくのに反し、低温水は沿岸域から侵入し、沖合域に広がってゆく傾向があり、減退する時はその逆の傾向がある。

16 夏・秋期の暖水勢力の状況は、冬・春期の低温期が長引けば夏・秋期の暖水勢力は弱勢である傾向がみられる。また、晩秋の水温状況が次年の初冬の水温状況と相関がある。

17 1981年以降はKパターンの出現が非常に少なくなっており、それに代ってWパターンとOパターンの出現が増加している。

18 秋期にOパターンが出現した年の翌年の冬・春期にはOパターンが出現し、秋期にOパターンが出現しない年の翌年の冬・春期には、Oパターンが出現しない現象はこの10年間ずっと続いている。

## 4 おわりに

「海況速報」から等温線の南北移動、当海域での水温差、36.5°N線上での水塊の変動、海況パターンの変動等について述べた。表面水温だけの物理量であるが、調査が長期間継続して実施されることにより、かなりのことまで分析が可能であることが分った。

これらの現象と生物とのかかわりについての研究は今後待つとして、冷水の入り方とツノナシオキアミやコウナゴの漁獲量(漁場形成)、暖水の存在形態とイワシやシラスの漁獲量(漁場形成)との関係が、筆者の生物的知見からみると前述の海況の変

動と合せてみることによりはっきりするであろうと予想される。

本研究において明らかにされた現象は、今後の海況予測やそれともなう漁況予測のための一手段として活用されるものと期待される。

おわりに当り、色々とはげましの言葉をいただいた北海道大学教授福岡二郎博士や同大学秋葉芳雄助教授に心からの感謝の意を表します。

IIDA. H, KATAGIRI. K, MAEDA. I, and KAMIHIRA. E, 1974. On the changes of sea surface temperature in the western North Pacific Ocean. The Oceanographical Magazine, Vol. 25, No 2, 73 ~ 88.

久保治良, 1981. 海況予測のための知見—特に冷水

南下を予測するための手法について, 茨城水試創立 80 周年記念誌. 103 ~ 108.

KUBO. H, TOMOSADA. A, 1978, Oceanography of Kashima-Nada, off the east coast of Honshu-II, On the Warm Water Tongue, Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 96, 11 ~ 28.

久保治良, 友定彰, 1981, 鹿島灘の海況-V, 海面水温からみた近年の海況パターンの変動について, 茨城水試創立 80 周年記念誌, 90 ~ 102.

坂本久雄, 1981, 土佐湾の海洋構造について-II, 表面水温, 南西海区水研報, 13, 29 ~ 40.

友定彰, 久保治良, 1976, 鹿島灘の海況-1, 海面水温の変動と黒潮系水の占有率, 東海区水研報, 86, 113 ~ 125.