

## 海面水温と秋の日本付近の高度場の関係\*

島村 泰正\*\*

## 要旨

8月の北西太平洋の海面水温と9月の日本付近の500 mb 高度との相関を計算した結果、三陸沖1,000～2,000 kmの東方海域に有意な相関域のあることを見出し、その因果関係を大気と海洋の相互作用から考察した。この関係は9月の海面水温と10月の高度場の間にも成立し、秋の気温の1か月予報に海面水温が有効であることがわかった。しかし、その他の月の間にはこの関係は成立しない。

## 1. はしがき

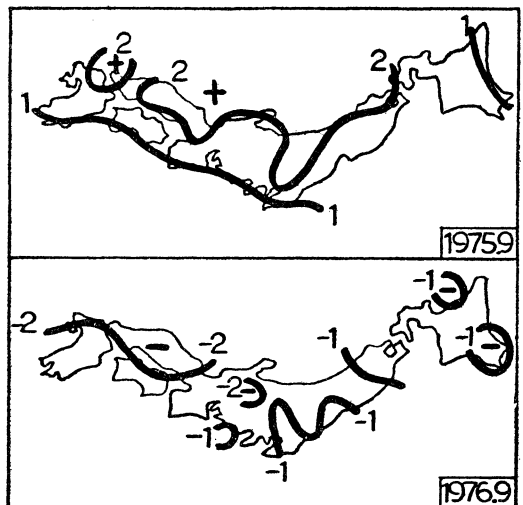
大気と海洋の相互作用を長期予報の観点から論じ、海面水温を1か月以上の長期予報に利用しようとする論文が最近数多く発表されている。この研究は主として Namias によって発展されてきたものであるが、具体的なタイムラグをとった研究としても、Ratcliffe ら(1970)のニューファンドランド島南方海域の海面水温と翌月のヨーロッパのブロッキング活動との関係、Shukla ら(1977)のアラビア海の海面水温と翌月のインドにおける雨量との関係、Markham ら(1977)の12月の大西洋中部の海面水温と翌年1～3月のブラジル北東部の雨量との関係、Namias (1978)の11月までの太平洋の海面水温や極氷と来る冬期の天候との関係など数多く挙げられる。

一方、わが国においては、越智(1965)が冬の備讃瀬戸における海面水温と春から梅雨期にかけての同海域の霧発生との間に高い負の相関があることを見い出しているが、この方面の研究は少ない。この種の研究がわが国において少ない原因としては、何と云っても資料の不備が挙げられよう。信頼性のある海面水温の資料はまだ少なく、特に地方官署においては「北太平洋海洋気候表」がやっと10年余蓄積された段階である。また、天気図にしても大気と海洋の相互作用を論ずるには、850, 700 mbの平均天気図がぜひ欲しいところである。

この報告は、このように限られた資料ではあるが、日本付近の月平均海面水温と翌月の500 mb 高度場との相関を計算し、その因果関係を考察したものである。

## 2. 8月海面水温と9月500 mb 高度との関係

まず、この調査のきっかけとなった1975年と1976年の8～9月の気象および海面水温の状態について述べる。両年9月の全国の気温偏差とこれに先立つ8月の北西太平洋の海面水温偏差を、それぞれ第1図と第2図に示す。まず、1975年9月は異常残暑年として良く知られているが、第1図に示すように全国的に平年より1～2°Cも月平均気温が高かった。これは、サブハイの異常発達によるものであり、日本付近の500 mb 高度は平年より約50 mも高かった。一方、1976年の夏は冷夏の年とし



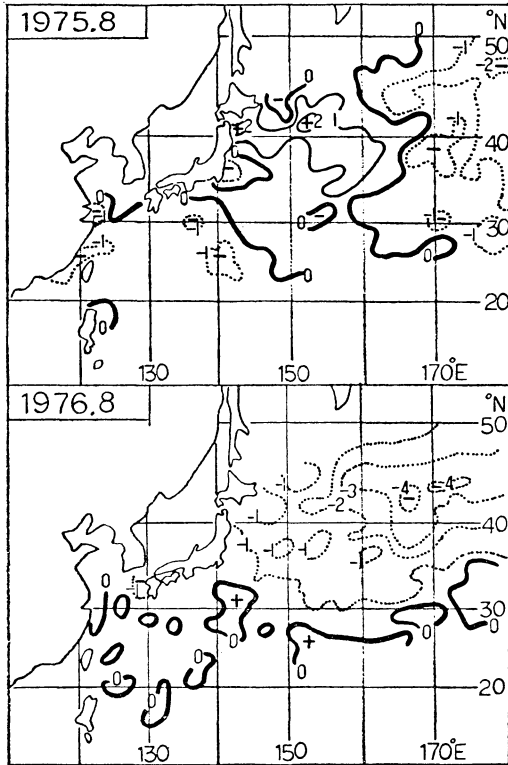
第1図 1975, 1976年9月の気温偏差(°C)。

\* Relation between Sea Surface Temperature and 500 mb Height Pattern about Japan in Autumn.

\*\* Y. Shimamura, 徳島地方気象台(前高松地方気象台)

—1979年1月17日受領—

—1979年7月7日受理—

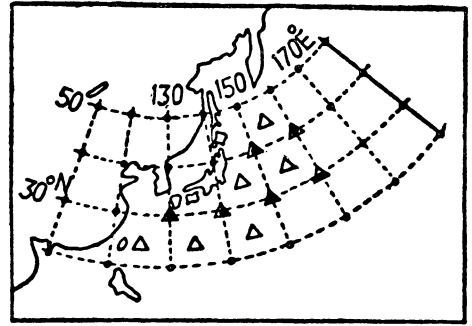


第2図 1975, 1976年8月の海面水温偏差 (°C).

て有名であるが9月に入っても全国的に低温状態が続く、9月の平均気温は平年より1~2°C低くなった。これは、1975年とは逆に日本付近でサブハイが弱く、極東への寒気の侵入が強かったためである。

なぜ兩年9月のサブハイの強さがこのように大きく異なったのであろうか。その原因はいろいろ考えられようが、現在はまだ究明されていないというのが実状であろう。ここではその原因を海面水温に求めてみた。そこで、第2図の8月の北西太平洋における海面水温の状況を見てみると、一見してわかるように、1975年は全般に高水温の海域が多く、1976年は低水温の海域の多いが目立つ。そして、兩年を比較して特に異なった海域は三陸沖 1,000~2,000 km 東方にあり、残暑年の1975年は1~2°Cの高水温、早冷年の1976年は逆に1~2°C低水温となっている。

9月の残暑、早冷に先立って8月の海面水温にこのような違いが現われるものならば、1カ月予報の有力な予報則となるであろう。そこで、このことが一般的に成り立つかどうかをみるため、第3図に示した地点について



第3図 海面水温と500 mb高度の相関を計算した地点 (▲: 8月海面水温, ●: 9月500 mb高度).

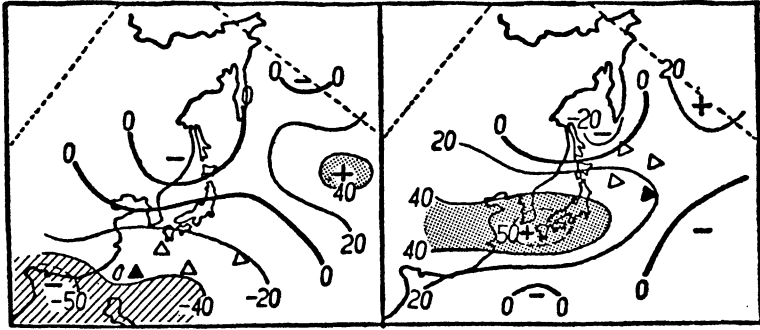
8月の海面水温と9月の500 mb高度との相関を計算した。海面水温の資料は「気象要覧」より読み取り、500 mb高度は「季節予報資料」より採った。なお、資料数は20個(1958~1977)であり、信頼率95%の有意な相関係数は $|r| \geq 0.44$ である。計算は海面水温と500 mb高度の間で総当たりに行なったが、有意な相関はそのパターンからみて第4図に掲げる二つのケースとなる。これについて説明する。

#### (1) 南西海域の高相関域 (第4図一左)

日本の南西海域が有意な相関を示す。すなわち、図には代表例として25°N, 125°E (▲印)の海面水温と500 mb高度との相関を示すが、8月の南西海域の海面水温と9月の500 mb高度との間には、その南方で負、170°E付近に正の有意な相関がみられる。このことは、フィリピン付近と170°E付近の500 mb高度が南西海域の海面水温を仲介して逆の関係にあることを示しているようであるが、日本付近の高度とは直接関係がないのでこれ以上の調査は控えた。今後の課題としたい。

#### (2) 東方海域の高相関域 (第4図一右)

南西海域よりもこちらの方が日本への影響が大きく注目される。第4図一右は35°N, 155°E (▲印)における海面水温と500 mb高度との相関であるが、西日本を中心に正の有意な相関域がみられる。すなわち、8月に日本東方の海域が高水温であると9月には西日本を中心に高圧部となって残暑となりやすく、逆に、低水温の場合には西日本を中心に高度が下がり早冷となりやすいことを示している。また、第5図に示すように、東方海域の4点はいずれも同緯度帯の西方20~30°の高度と関係が深く、このことは、同海域が日本全体の残暑、早冷と関係のあることを示している。



第4図(左図) 8月の南西海域における海面水温と9月の500mb高度との相関。

(右図) 8月の東方海域における海面水温と9月の500mb高度との相関(▲印の地点との相関を示す, △は同じような相関分布を示す地点,  $\times 10^{-2}$ ,  $N=20$ )。

以上のように、1975、1976年8月に顕著に現われていた三陸沖海面水温の偏差の違いは、翌9月の残暑、早冷との関係があったわけである。次にその因果関係を考察する。

3. 考察

ここでは、8月の東方海域の海面水温と9月の残暑、早冷との関係を考察するが、今後は第4図-右における4点の平均海面水温を「東方海域の海面水温」として用いる。

まず第1に、東方海域の海面水温の持続性をみるために次の計算をした。

(1) 海面水温の持続性

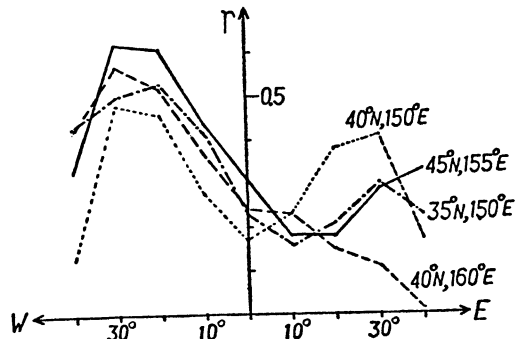
東方海域の8月と9月の海面水温の相関は+0.68、8月と10月は+0.57と持続性が高い。

次に、総観パターンを知るため東方海域の8月の海面水温が高い例と低い例をそれぞれ5例ずつ選び、その時の8月と9月の500mb偏差合成図を作成した(第6図)。海面水温とてらしてその特徴を考察する。

(2) 500mb偏差合成図の特徴

a. 高水温域が存在する場合(第6図-上)

全体的なパターンは8月と9月では似ているが日本付近ではかなり異なる。すなわち、8月には日本付近でのサブハイの強さは年並みであり、華北と170°E付近で正偏差値が大きい。そして、東方海域は170°E付近の正偏差域の西端に当たっている。このことから、8月には大気から海洋への熱補給の期間として考えられそうである。すなわち、発達したサブハイの下での暖気塊からの顕熱および日射により東方海域は平

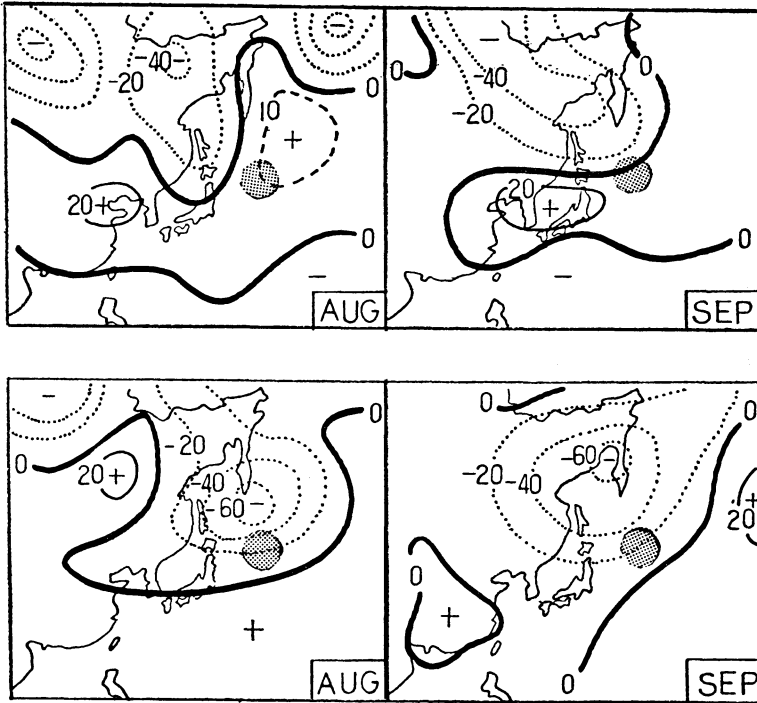


第5図 8月の海面水温とその同緯度帯の各地点の9月の500mb高度との相関(原点は取り扱った海面水温の地点の経度,  $N=20$ )。

年より高水温となるであろう。この点については、長坂・能登(1979)が指摘しているところである。9月になると正偏差域は日本海を中心に日本付近をおおってくる。この理由としては次のように考えられないだろうか。すなわち、(1)の海面水温の持続性により東方海域の高水温が保持されて、8月とは逆に海面から大気への熱補給がなされる。その結果、東方海域では低気圧活動が活発になり、サブハイが分離されて西方のセルが日本付近で目立ってくる。

b. 低水温域が存在する場合(第6図-下)

この場合は高水温の場合より、8月と9月の偏差パターンがなお類似している。したがって、500mb偏差パターンの持続性からも説明が付けられそうであるが、海面水温と関連づけて考察すれば次のようになる



第6図(上図) 8月東方海域が高水温時の500mb偏差合成図。  
 (下図) 8月東方海域が低水温時の500mb偏差合成図(m, 網目は東方海域を示す)。

第1表 40°N帯の500mb高度の8月と9月の相関 ( $\times 10^{-2}$ ,  $N=20$ )。

°E	110	120	130	140	150	160	170	180	170	F.E
r	25	21	19	25	32	37	16	03	-07	43

う。8月はカムチャッカ半島を中心に強い寒気が入っており、東方海域はその偏差風の影響をもっとも強く受ける地域に位置している。その結果、東方海域は上層の寒気の影響により低水温となるであろう。9月になると、その持続性により低水温が保持されるが、この時は大気を安定化させる働きをする。その結果、9月になっても高水温時のような場の転換が起こらない。

先にも述べたように、第6図を見ていると、高・低水温の場合とも8月と9月の合成図は良く似た偏差パターンを示しており、何も海面水温を考慮しなくとも大気持続性から説明できないかという考えも出てくる。

そこで計算したのが、8月と9月の40°N帯における

500mb高度の相関である。資料は同期間の20個であり、第1表に示すが、これからは8月と9月の高度に有意な持続性はなく、特に日本付近では0.2前後と小さい。すなわち、大気持続性からは残暑、早冷を説明することはできないことがわかる。ただ、極東域平均の40°N帯の500mb偏差はかなり持続性があると言える。

以上のことから、残暑、早冷をもたらすパターンには海面水温の影響の大きいことが考えられる。ただし、8~9月の海面水温と海面上の気温に恒常的に大きな差があつては(2)で考えたような大気と海洋の相互作用は成り立たない。平面的には両者がほぼ同じであり、年によって1~2°Cの違いのあることが相互作用の必要条件となる。そこで、「北太平洋海洋気候表10年報(1961~1970)」により両者の平年値を計算すると次のようになる。

(3) 8~9月の気温と海面水温の差

東方海域にあたる36~44°N, 150~160°Eの海域の平均値を上記10年報により計算すると、8月の気温21.1°C, 海面水温20.9°C, その差+0.2°C, 9月

第2表 東方海域の海面水温が8月に高い(低い)場合の気温( $T$ )と海面水温( $T_w$ )の状況( $^{\circ}\text{C}$ ).

	年	8月			9月		
		$T$	$T_w$	$T-T_w$	$T$	$T_w$	$T-T_w$
8月 高水温	1967	21.9	21.9	0.1	20.9	21.9	-1.0
	1970	22.6	22.3	0.3	20.2	21.3	-1.1
8月 低水温	1962	19.9	19.5	0.3	19.2	19.2	0.1
	1965	19.3	19.1	0.3	19.8	19.7	0.1

は気温  $19.7^{\circ}\text{C}$ , 海面水温  $20.3^{\circ}\text{C}$ , その差  $-0.6^{\circ}\text{C}$  で両者にはほとんど差がなく, しかも, 差の符号からみて, 前述のような大気と海洋の相互作用があってもよいことになる.

ちなみに, 個々の典型例についてみたのが第2表である. 高・低水温の両者とも8月の  $T-T_w$  は  $+0.1\sim+0.3^{\circ}\text{C}$  で大気から海洋への熱補給を示している. そして, 9月になると低水温時の  $T-T_w$  は  $+0.1$  で8月と変わらないのに比べ, 高水温時には  $T-T_w$  は  $-1.0^{\circ}\text{C}$  もあり, 8月とは反対に海洋から大気への熱補給がなされることがわかる. これらは典型例であり, すべての年にあてはまるものではないが考え方において (2), (3) の妥当であることを示している.

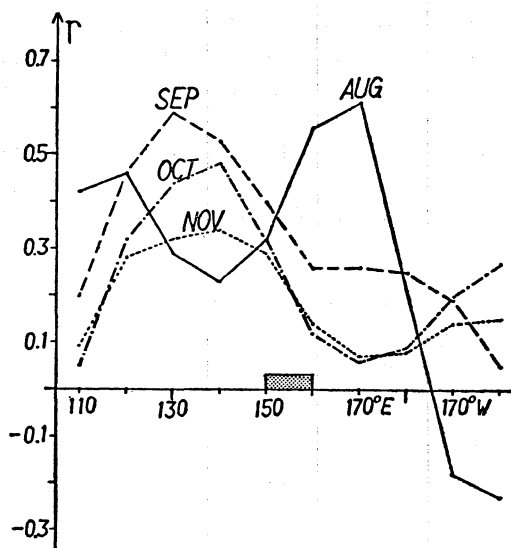
次に, この現象の持続性を知るため東方海域の8月の海面水温と8~11月の  $40^{\circ}\text{N}$  帯  $500\text{mb}$  高度との相関を計算した. 第7図に示す.

#### (4) 相互作用の持続性

第7図は,  $40^{\circ}\text{N}$  帯に限って第4図, 第6図を見直したに等しいが, 今までに考えたことが裏付けられている. すなわち, 同時相関(8月)では全般に正相関の中で  $170^{\circ}\text{E}$  付近に極大があり, 東方海域はその西端に位置すること, 日本付近は極小となって有意な相関はないこと, そして, 9月になると一転して日本付近に極大が現われ,  $170^{\circ}\text{E}$  付近は大きく相関が低下している. この傾向は10~11月も持続する. しかし, 相関係数はしだいに小さくなっており, 11月には有意性はなくなる.

以上の(1)~(4)から, 次のような大気と海洋の相互作用としての残暑, 早冷〔( )をつけたもの〕現象を考えた.

「8月に  $40^{\circ}\text{N}$ ,  $160\sim 170^{\circ}\text{E}$  付近でサブハイ発達(カムチャッカ半島を中心に寒気入る)→日射および暖気塊からの熱補給により,  $35\sim 45^{\circ}\text{N}$ ,  $150\sim 160^{\circ}\text{E}$  の海域が高水温となる(冷気塊の影響により低水温とな



第7図 8月東方海域の海面水温と  $40^{\circ}\text{N}$  帯の  $500\text{mb}$  高度との月別相関 ( $N=20$ , 網目は東方海域を示す).

る)→海面水温の持続性高く, 9月も続く→9月, 海面からの熱補給により, 同海域で低気圧活動が活発となる(海面からの安定化作用のため高水温時のような場の転換は起こらない)→サブハイが分割され, 西方のセルが日本付近で発達(サブハイの季節的後退もあって, 引き続き寒気入る)→残暑(早冷)→この現象は10~11月も出現するが11月には有意性はなくなる.

#### 4. 他の月への適用

第2節で述べた海面水温と  $500\text{mb}$  高度との関係は他の月においても成立するだろうか. このことを知るため, 東方海域の海面水温と  $40^{\circ}\text{N}$  帯の  $500\text{mb}$  高度との相関を計算したのが, 第3表, 第4表である. これらの表からわかることは,

(1) 先に示した8月の海面水温と9~10月の日本付近

第3表 東方海域の海面水温と 40°N 帯の 500 mb 高度との相関 (1 か月ずらし,  $\times 10^{-2}$ ,  $N = 20$ ).

月 ( $T_w$ )	°E 110		120		130		140		150		160		170		180	
	1	-11	7	23	36	36	34	36	32							
2	-15	-8	3	3	-14	-30	-23	-7								
3	-53	-23	-5	4	-14	-33	-42	-31								
4	-11	11	23	28	0	-6	-5	7								
5	-14	-5	-7	-3	18	13	3	-6								
6	-33	5	18	34	23	11	-5	3								
7	31	20	-0	-8	-29	-28	-28	-31								
8	20	46	59	53	40	26	26	25								
9	37	54	59	58	53	25	17	16								
10	1	9	11	13	14	7	10	24								
11	35	31	28	29	16	10	-10	15								
12	-27	-13	-6	-2	0	-0	3	5								

第4表 第3表に同じ (ただし, 2 か月ずらし).

月 ( $T_w$ )	°E 110		120		130		140		150		160		170		180	
	1	-12	-3	7	10	-1	-11	-5	8							
2	-20	-33	-26	-2	21	25	21	9								
3	-18	-18	-18	-16	-33	-37	-25	2								
4	-20	-36	-28	1	36	23	22	26								
5	-13	-32	-23	4	22	28	17	17								
6	7	13	-15	-31	-32	-26	-31	-24								
7	21	21	31	39	31	12	0	1								
8	5	32	44	47	40	12	6	9								
9	7	18	25	34	35	23	15	15								
10	1	-4	-9	-15	-13	-4	1	8								
11	-7	17	21	20	15	23	28	28								
12	10	13	2	-9	-7	-3	-9	-15								

の 500 mb 高度との相関は, 年間を通じてもっとも大きい.

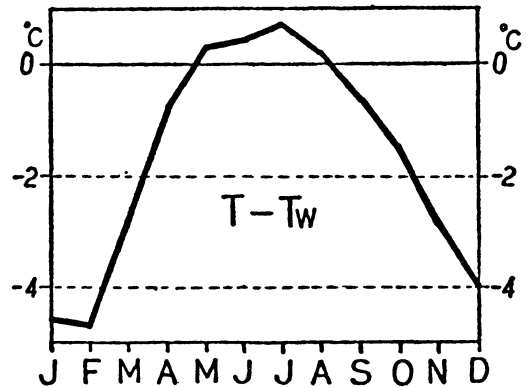
(2) 同様の現象は, 9 月の海面水温と 10 月の 500 mb 高度との間にも示される.

(3) その他の月の海面水温と 500 mb 高度との間には, 1 か月ずれ, 2 か月ずれとも有意な関係はない.

かかる現象が 8~9 月にのみ卓越する理由を知るため, 第3節で考察したように, 毎月の海面水温の持続性および気温と海面水温の差を示したのが第5表と第8図である. この二つの資料から, 海面水温の持続性が良く, 気

第5表 東方海域の海面水温の持続性 ( $\times 10^{-2}$ ,  $N = 20$ ).

月	1 か月後	2 か月後
1	80	58
2	33	40
3	31	17
4	66	49
5	42	18
6	61	25
7	43	37
8	68	57
9	79	33
10	60	32
11	52	37
12	26	11



第8図 東方海域の海面上の気温 ( $T$ ) と海面水温 ( $T_w$ ) の差 (「北太平洋海洋気候表10年報」より).

温と海面水温がほぼ等しい月を選び出すと, 4, 6, 8, 9 月となり, 第3表と照合すれば, 4, 6 月にもその傾向の出ていることがうかがわれる.

8 月と 9 月にのみ大気と海洋の相互作用が卓越し, その他の月にみられなかったのは, 計算量が膨大になるため, 東方海域の海面水温と 500 mb 高度との相関の計算を 40°N 帯のみに限ったためかも知れない. 他の海域についても計算する必要がある.

5. あとがき

終わりに, これらを予報に利用する点から少し考えてみたい. 8 月の東方海域の海面水温と 9 月 500 mb 高度の最良の相関係数は, 40°N, 130°E の高度との間の +0.59 であり, 一義的に 500 mb 高度が決まるほど海面水

温は良い予測因子ではない。そこで、同高度を決定する、より良い予測因子を大気中に求めて計算したのが第9図である。これは、8月500 mb 高度と9月40°N, 130°E の500 mb 高度との相関を示すもので、資料は海面水温との相関をとった期間と同じようにした。第9図を見て気の付くことは、全体に相関が小さく、最良の相関でも0.4~0.5である。このことは、東方海域の海面水温が大気中に内在する予測因子と比べて充分に利用できる値であることを示している。また、第9図でもう一つ注目したいのは、ウラルと北米の負相関域である。これらの地点は、同時現象的には寒気を極東へ南下させるキープポイントとして知られているが、第9図では予測因子としても使えることを示している。すなわち、8月にウラルと北米で高度が上昇すれば9月には日本付近で高度が下り、またその逆も成り立つ。以上のことから、9月の日本付近の500 mb 高度を決定する予測因子として、8月の東方海域の海面水温が500 mb 高度に比しても充分に利用価値があること、また、8月の500 mb 高度にもウラルや北米の高度に前兆のあることがわかった。今後は、これらを多変量的に解析して1か月子報の予報則へと発展させて行きたい。

最後に、今回考えた大気と海洋の相互作用については独断で間違いが含まれているかもしれない。最終的にはシミュレーションによりその正否を決定すべきであろうが、各位の御批判をお願いする。

#### 謝辞

このたび、はからずも昭和53年度学会奨励金を授与された。厚くお礼申し上げます。また、お力添えいただいた大阪管区気象台 山川 技術部長、安井 業務課長、大西 調査課長（現気象庁測候課）はじめ関係者の皆さんに深謝する。もとより奨励金に値するような力はとてもないが、今後の努力によりこれに報いたく、とりあえずこの拙文により課題報告とさせていただきます。

計算や作図については、そのほとんどを岡和子主任に手伝っていただき感謝する。また、日頃御指導いただく越智 前高松地方気象台長、久保田 予報課長はじめ予報



第9図 8月500 mb 高度と9月40°N, 130°E の500 mb 高度との相関 ( $\times 10^{-2}$ ,  $N=20$ ).

課の皆さん、そして、気象庁長期予報課の皆さんに深謝する。

#### 文献

- 気象庁, 1971, 1972: 季節予報指針 (上, 下巻).  
 越智 彊, 1965: 備讃瀬戸における霧の長期予報, 昭和40年度四国地区気象研究会誌.  
 長坂昂一, 能登正之, 1979: '78年夏の猛暑と北西太平洋の異常高水温, 気象, 23, 6-11.  
 Markham, C.G., 1977: Sea surface temperature related to rain in Ceará, North-Eastern Brazil, Nature, 265, 320-323.  
 Namias, J., 1978: Multiple causes of the North American abnormal winter 1976-77, M.W.R., 106, 279-295.  
 Ratcliffe, R.A.S. and R. Murry, 1970: New lag associations between North Atlantic sea temperature and European pressure applied to long-range weather forecasting, Quart, J.R. Met. Soc., 96, 226-246.  
 Shukla, J. and B.M. Misra, 1977: Relationships between sea surface temperature and wind speed over the central Arabian Sea, and Monsoon rainfall over India, M.W.R., 105, 998-1002.