

海水が気象庁日本域モデルの地上風予報に 及ぼす影響について*

大 窪 浩**・萬納寺 信 崇***

1. はじめに

地上風のような接地境界層における現象は、地表面の状態によって大きく左右される。そのため気象庁日本域モデル (以下 JSM とする。Segami *et. al.*, 1989) では、地表面状態を、格子点値の形で陸面、雪面、海面及び海氷面に分けている。このうち、海水データは、1993年3月上旬までは月別気候値 (以下月年平均分布とする) を用いていた。従って、海水の実況分布が気候値と大きく異なる場合には、その差が地上風の予報に及ぼす影響も大きいと考えられる。そこで、JSM の海水データの変更が地上風の予報に、どの程度影響するかを調べた結果について報告する。

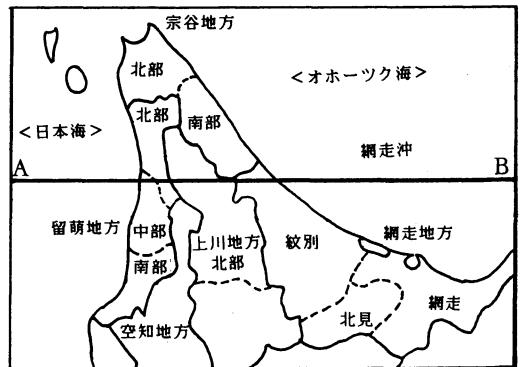
2. 調査方法

1991年1月22日 00UTC イニシャルにおける JSM の12時間予報を、モデル内の海水分布が

- (1)月年平均分布の場合
- (2)実況分布の場合

の二つについて行った。(1)を“CLM RUN”, (2)を“OBS RUN”と呼ぶことにする。まず、両者の地上10mの風の予報結果とアメダスの風とを比較した。

次に、その予報結果の相違の原因を、諸々の物理量に着目して考察した。海水の実況分布としては、1991年1月22日 00UTC のものが無かったので、この時刻に最も近い1991年1月20日 00UTC の気象庁海上気象



第1図 北海道における地域表示(関係分)。線分 AB は第7図及び第9図における断面図を作成した断面線。

課による解析データを用いた。(第2図参照)

なお、JSMは1991年1月22日 00UTC 当時に運用されていたものである。

3. 結果

3.1 モデル内の海水分布の違いによる地上風向の予報への影響について

CLM RUNのJSM 地上風の12時間予報の結果を第3図に、同じく OBS RUN の結果を第4図に示す。また、第5図は、1991年1月22日 00UTC のアメダスの実況風である。

第3図と第4図を比較すると、北海道の網走沖における海上風の予報が、CLM RUN と OBS RUN の間で大きく異なっている。

CLM RUN では、海側から陸に向かって風が吹き、かつ、このような風向はオホーツク海沿岸地方全体に及んでいる。特に、北海道北部では、オホーツク海から日本海へ向けて風が吹き抜けている。このような風

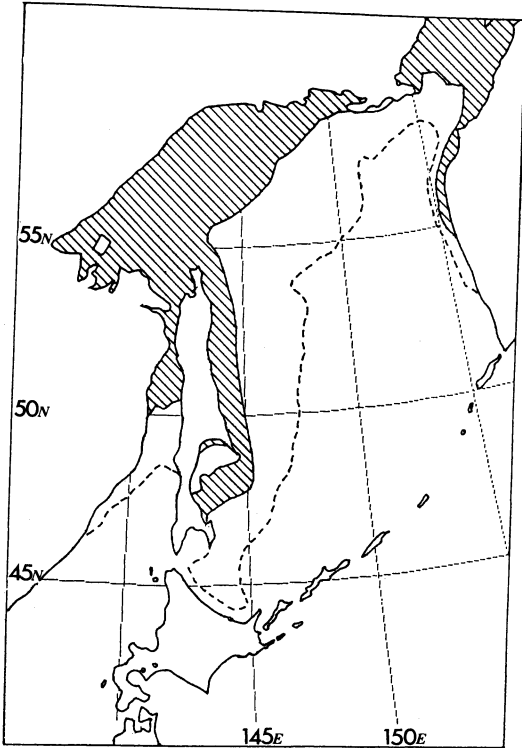
* The influence of the sea ice distribution on the surface wind forecast by Japan Spectral Model.

** Hiroshi Okubo, 気象庁予報部数値予報課.

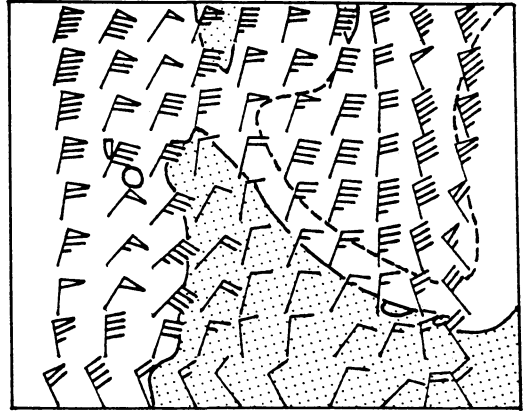
*** Nobutaka Mannoji, 気象庁予報部数値予報課.

——1993年4月16日受領——

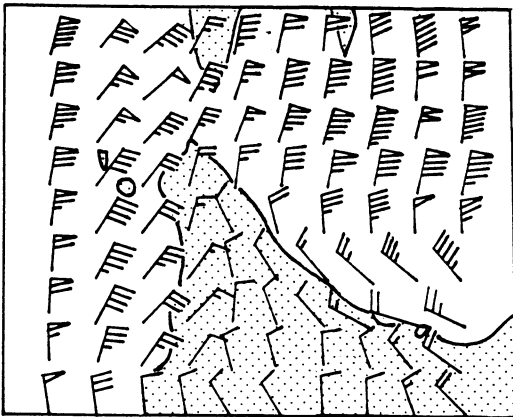
——1994年8月26日受理——



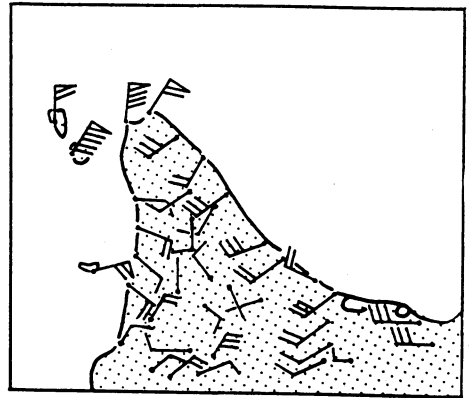
第2図 1991年1月20日00UTCにおける海水の実況分布(実線と陰影による)と1月の月年平均分布(破線による。気象庁海上気象課提供)。



第3図 1991年1月22日00UTC イニシャルのCLM RUN (月年平均分布の海水によるJSMの地上風の12時間予報, [〷 : 1 m/s, 〷 : 5 m/s]).



第4図 1991年1月22日00UTC イニシャルのOBS RUN (実況の海水分布によるJSMの地上風の12時間予報, [〷 : 1 m/s, 〷 : 5 m/s]).



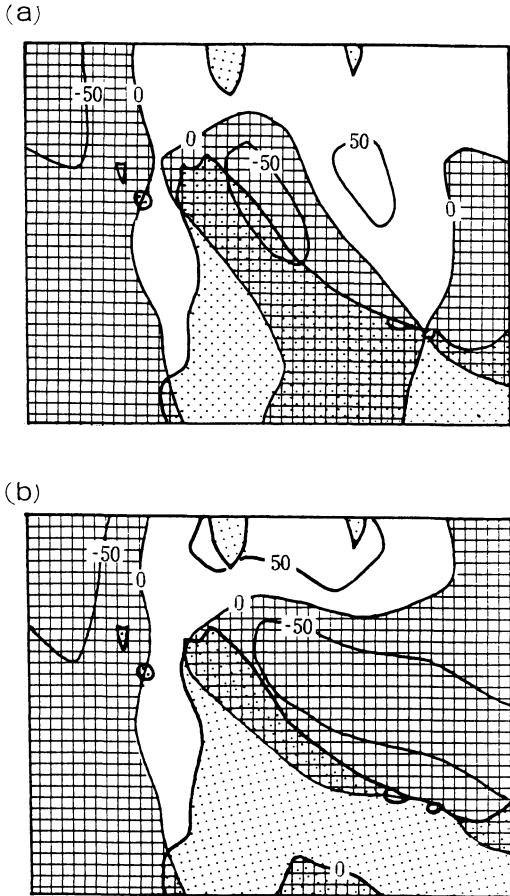
第5図 1991年1月22日12UTCにおけるアメダスの風, [〷 : 1 m/s, 〷 : 5 m/s]

が吹くのは、モデル内では網走沖が海水に覆われているので、海面と陸面との不連続が小さく、まるで連続した陸地上で風が吹いているような状態になっている

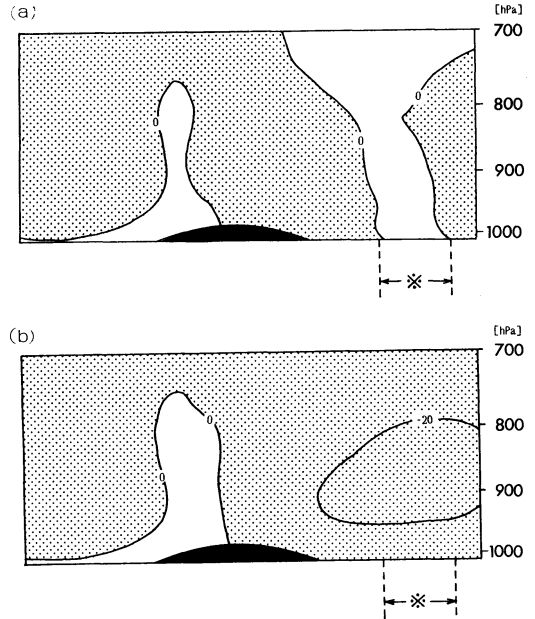
からであると考えられる。

これに対して、OBS RUN では、オホーツク海沿岸地方では、海岸線に沿った風向である。少なくとも海から陸へ向かう風ではない。更に、北海道北部では、オホーツク海から日本海へ向けて風が吹き抜けていない。

次に、両者をアメダスの風と比較してみる。アメダスでは網走付近では西風で、OBS RUN では西風、CLM RUN では北西風であるから前者の方が実況と一致している。紋別方面から宗谷南部にかけては、アメダスでは主に南西風で、北海道北部ではオホーツク海から日本海へ風が吹き抜けていない。OBS RUN の場合は北西風だが、北海道北部ではオホーツク海から日本海へ風が吹き抜けていない。しかし、CLM RUN



第6図 1991年1月22日00UTC イニシャルのJSMの12時間予報における地表面の発散 [$10^{-6}/\text{sec}$]. (網走域を表す) (a)CLM RUN (海水が月年平均分布の場合) (b)OBS RUN (海水が実況分布の場合).



第7図 1991年1月22日00UTC イニシャルのJSMの12時間予報における上昇流 [hPa/hr]の断面図. 第1図に示した断面線について作成した. (●が上昇流) (a)CLM RUN (海水が月年平均分布の場合). (b)OBS RUN (海水が実況分布の場合).

ぼしたかを調べた.

3.2.1 海水の有無による顕熱の動きの違い

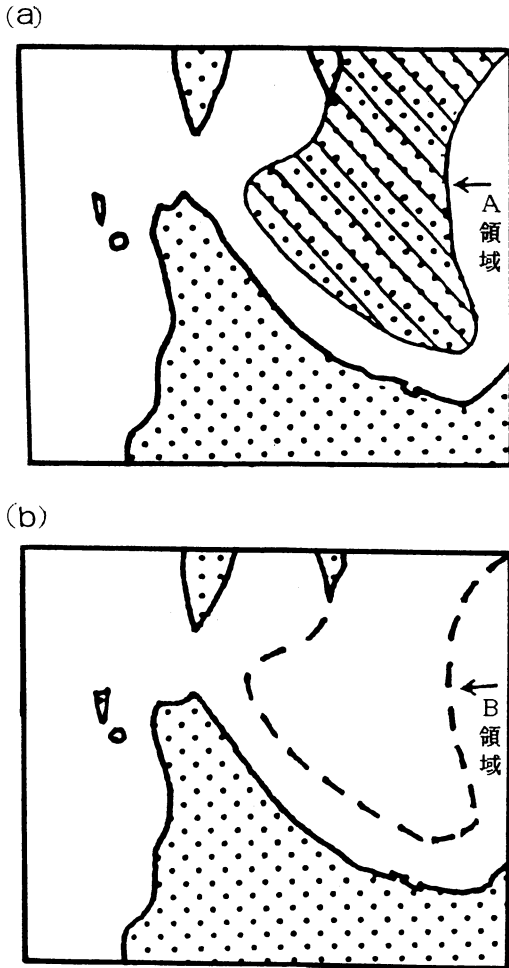
冬期は、海水温が気温より高い場合が多いので、海面が海水で覆われていると、地表面から大気への顕熱補給は小さい。しかし、同じ領域に海水が無く海面である場合には、海面から大気への顕熱補給が多くなる事が考えられる。これは境界層での安定度に影響して地上の風に影響する事が考えられる。そこで以下の数値実験を試みた。

第6図に地上風の発散分布を示す。第6図のaに示したように、網走沖に海水があると、そこでは発散域になっている。しかし、この海水を海に変えると、第6図のbに示したように、同じ領域が収束域になっている。従って、海水域では、地上付近が下降流域になり、海水域を海にすると、逆に上昇流域になることが考えられる。そこで、第1図に示した断面線における、上昇流の断面図(第7図)を見ると、海水域(第7図aの*印と矢印で示した部分)では、下降流となっているが、そこが海であると(第7図bの*印と矢印で示した部分)上昇流となっている。

では北東風でアメダスと逆向きの風であり、オホーツク海から日本海へ風が吹き抜けている。このようなモデルの風予報の違いは、第2図の海水分布をみると、海水分布の実況分布と月年平均分布の違いの大きな地域でより明瞭となっている。なお風速は両者ともモデルの予報はアメダスより小さかった。また、CLM RUNでは海水のある所で風速が弱かった。

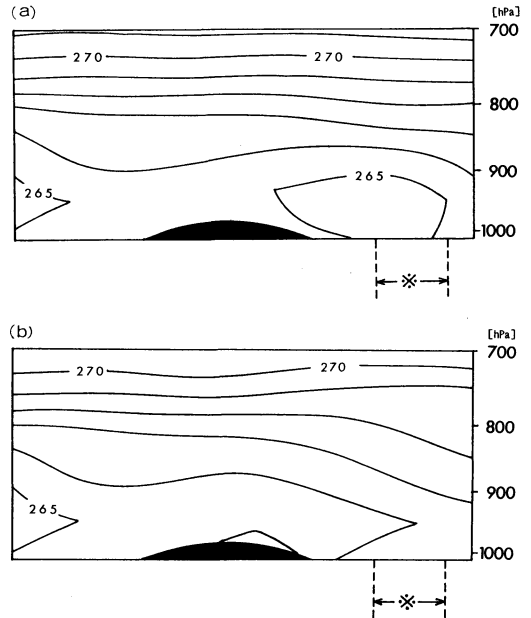
3.2 モデル内の海水分布の違いによる各種物理量の差異

地表面状態が海面であるか、海水であるかによって、地表面からの顕熱輸送、及び粗度の違いにより生じる地表面摩擦に大きな差が出る。これらの差が北海道のオホーツク海沿岸地方の地上風の予報にどう影響を及



第8図 1991年1月22日00UTC イニシャルのJSMの12時間予報における地表面からの顕熱輸送量 [W/m^2] の分布 (斜線部は海水域). $\cdot\cdot\cdot\cdot$ は地表面が顕熱を大気から受けている領域. 白地は地表面が顕熱を大気と与えている領域.
 (a) CLM RUN (海水が月年平均分布の場合).
 (b) OBS RUN (海水が実況分布の場合. 破線は海水の月年平均分布).

このような上昇流がもたらされるには、下層の成層不安定が原因の一つとして考えられる。そこで、地表面が海水域か海かの違いによる顕熱輸送量の差を調べた。第8図に示した、地上からの顕熱輸送量の分布図を見ると、第8図aの網走沖の海水域 (A領域) では、大気から地表へ顕熱が輸送されている。しかし、第8図bのように同じ領域でも海水域を海にすると (B領域)、逆に地表から大気へ顕熱が輸送されている。従っ

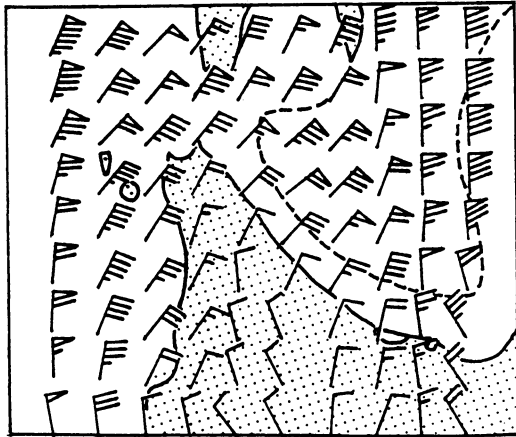


第9図 1991年1月22日00UTC イニシャルのJSMの12時間予報における相当温位 [K] の鉛直分布. 第1図に示した断面線について作成した.
 (a) CLM RUN (海水が月年平均分布の場合).
 (b) OBS RUN (海水が実況分布の場合).

て、第7図bの海水を海に変えた部分の上昇流は、地表付近の大気が海によって加熱されて発生していることがわかる。更に、第9図の相当温位の鉛直断面図を見ると、海水域 (第9図aの※印と矢印で示した部分) では上方への相当温位が余り変化せず大気は安定している。しかし、海水域を海にすると (第9図bの※印と矢印で示した部分) 1000-900 hPa間で、上方に行くにつれて、相当温位が小さくなっているため、大気が不安定になっていることがわかる。つまり、モデル内の地表面が海水から海に変化すると、下層の大気が海によって暖められて不安定になり下層に局地的な鉛直循環が発生して収束域となっている。

3.2.2 海水の有無による地表面の粗度の違い

冬期に海面が海水で覆われていると、地表面の粗度は海面である場合に比べ、陸面と同程度の大きな値となる。そこで地表面の粗度の違いの影響を見るために、海水の分布は平年のままで海水域の粗度をJSMにおける海水の場合の値の100分1と、かなり小さくして数値実験を行った (この粗度の値は海での粗度に近い大きさとなっている)。その結果を第10図に示す。これを



第10図 1991年1月22日00UTC イニシャルのCLM RUN (第3図)において海水域の粗度を100分の1に小さくした場合の地上風の12時間予報。
([1cm : 1 m/s, 5cm : 5 m/s])

第3図と比較すると、確かに海水域ではCLM RUNに比べて風は強くなっていたが、オホーツク海沿岸の地上風向は、海から陸へ向かう風向のまま、CLM RUNと比べて、ほとんど変化しなかった。つまり、CLM RUNとOBS RUNにみられるような風向の予報の違いは、海水域での地表面摩擦(粗度)ではなく、前項で述べた顕熱の影響が主たる原因であると言える。

4. まとめ

JSMにおいて、網走沖の海水分布を月平年分布から実況分布に変えると、オホーツク海岸の地上風向の予報が改善される。

このようなモデル内の海水分布の違いによる地上風向の予報の変化に大きく寄与しているのは、海水の有無や海表面の粗度の違いによる数値実験の結果、地表面の粗度の違いではなく、地表付近の顕熱の動きの違いであることがわかった。

謝辞

本稿において使用した事例では、数値予報モデルの初期値に、気象庁海上気象課啓風丸、函館海洋気象台高風丸、及び札幌管区気象台による北海道西海上での特別観測のデータが利用されている。

また、気象庁数値予報課、瀬上哲秀氏には度々貴重な助言をいただいたり、あるいはデータの作成において御協力いただいた。同じく栗原和夫氏(現、気象研究所)、中村誠臣氏及び楠昌司氏(現、環境庁)にも貴重な助言をいただいた。

以上、ここに記して謝意を表したい。

参考文献

Segami, A., K. Kurihara, H. Nakamura, M. Ueno, I. Takano and Y. Tatsumi, 1989: Operational meso scale weather prediction with Japan spectral model, J. Met. Soc. Japan, 67, 907-924.

日本気象学会および関連学会行事予定

行事名	開催年月日	主催団体等	場所	備考
GEWEX/GAME 国際会議	1995年3月6日 ~10日	日本 GAME 実行計画委員会 タイ国科学評議会	タイ国 バタヤ	東大生産技術研究所 虫明功臣 Fax. 03-3402-2597
気象・海洋のデータ同化に関する国際会議	1995年3月13日 ~17日	WMO (世界気象機関)	気象庁講堂 他 (千代田区)	気象庁数値予報課 平 隆介 Tel. 03-3212-8341
1995年地球惑星関連学会合同大会	1995年3月27日 ~30日	日本地震学会など 8学会	日本大学 文理学部 (世田谷区)	日本気象学会は共催シンポジウムに参加
日本気象学会 1995年度春季大会	1995年5月15日 ~17日	日本気象学会	気象庁, KKR 東京 (千代田区)	
第19回国際理論・応用力学会議	1996年8月25日 ~31日	International Union. of Theoretical and Applied Mechanics (IUTAM)	国立京都国際会館 (京都市)	事務局 渡邊英一 Tel. 075-753-5079