

## 衛星データによる海面 水温分布の検出

原田知幸\* 阿部勝宏\* 山本孝二\*\*

### 1. はじめに

静止気象衛星「ひまわり」に搭載されている可視赤外走査放射計 (VISSR) で取得される赤外観測データは、海面等の地球表面の温度分布を提供する(阿部等, 1979)。赤外観測データを用いて海面水温の検出を行なう場合、(1) 大気吸収による赤外観測輝度温度  $T_{BB}$  の補正および(2) 海面上の晴天領域の観測データと雲領域の観測データとの判別 が大きな問題であるが、これらについては山本等 (1977) の報告がある。

### 2. 「ひまわり」で測定した放射海面水温分布の例

写真の中の黒から白までの濃度階調を人間が識別できるのは、7~10階調が限度とされている。通常の FAX 画像は、 $-81\sim 29^{\circ}\text{C}$  の温度範囲をデジタル的に64レベルで表現した画像であり、いま人間の目が10階調の識別能力があるとすると、1階調は、約  $11^{\circ}\text{C}$  の温度差を識別できることになる。しかし、放射海面水温(「ひまわり」で取得した赤外観測輝度温度  $T_{BB}$  を以後「放射海面水温」と呼ぶことにする。これは、大気吸収効果の補正  $\Delta T$  を施していない海面水温を表わす)の温度範囲は、たとえば5月の三陸沖の場合には、 $0\sim 15^{\circ}\text{C}$  と約  $15^{\circ}\text{C}$  の幅しかないので、FAX 画像上で海面水温分布を判別するのは困難である。

口絵のカラー写真(第1図、第2図)は、気象衛星センターの画像処理コンソール(マン・マシン・インタラクティブ)の可能なテレビディスプレイで、「ひまわり」が取得した VISSR データを画像の形で表現できるように設計された電算機の周辺機器)を用いて、海面水温の温度範囲 ( $0\sim 15^{\circ}\text{C}$ ) のレベルを強調する階調変換を行

ない、約  $1^{\circ}\text{C}$  間隔で擬似カラー表示したものである。この場合、雲領域はノイズとして処理されており、カラー写真の黒い部分(低温部)がこれに対応する。

1978年5月3日、および5月13日の三陸沖は、非常に大きな高圧帯におおわれており、雲領域が非常に少なく、また海霧もほとんど存在しなかったので、1回の観測で三陸沖のほぼ全域の放射海面水温分布の取得が可能であった。以下に、sea truth data と考えた船舶の実測値、および通常海面水温分布図(漁業情報サービスセンター発行の漁海況速報を利用)と、VISSR 赤外観測データより得られた放射海面水温とを比較した。

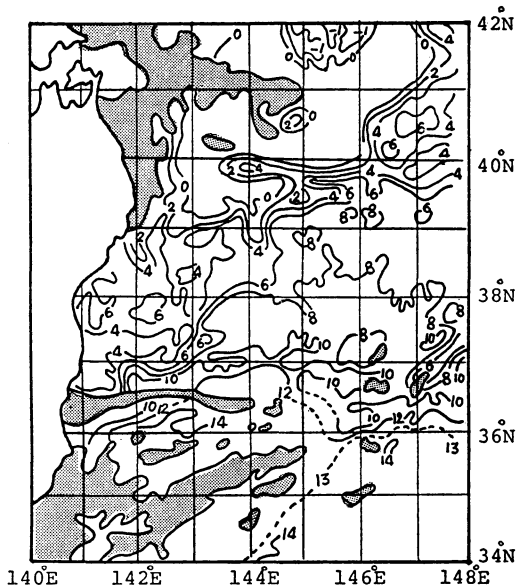
#### 2.1 1978年5月3日の場合

口絵第1図は、1978年5月3日の08時40分(JST)ごろに取得された赤外観測データであり、第5図は、この赤外観測データを用いて放射海面水温分布図を描いたものである。赤外観測データのうち、雲領域の除去は、同時に取得された口絵第3図の可視観測データから、可視の輝度レベルの8以上は雲領域であるとして、対応する位置の赤外観測データをマスキングした(第5図の陰影域)。等値線は、晴天領域の赤外観測データの緯・経度約7km ごとの Grid Print Map を作成して引いたものである。なお、可視の輝度レベルについては、由田等(1979)を参照されたい。第5図で、津軽暖流域、黒潮流軸の南側付近は、雲領域が卓越して判然としない。親潮接岸分枝は、 $143^{\circ}\text{E}$  線に沿って南下し、 $37.5^{\circ}\text{N}$  付近に達している。この親潮接岸分枝の東縁に混合水域が広く存在し、暖水域を形成している。この暖水域の北側から伸びる暖水塊が、 $40.5^{\circ}\text{N}$ 、 $147.5^{\circ}\text{E}$  を中心に分布している。

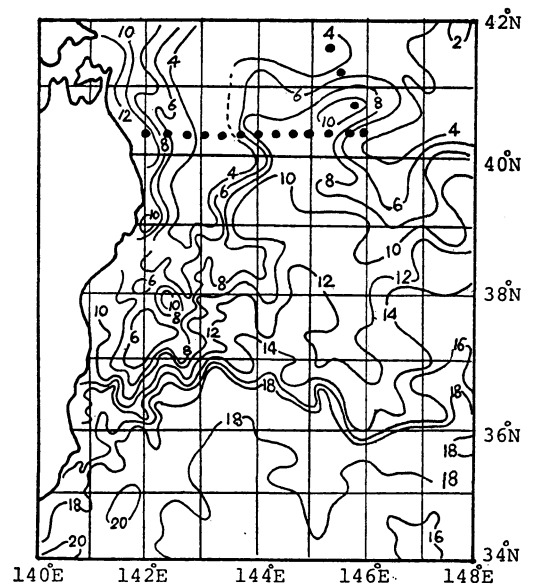
第6図は、船舶の観測に基づいた海面水温分布図である。5月1~5日の測定結果であるが、等値線処理の上で4月下旬のデータも用いている。図中の●印のみが5月2~3日に得られた船舶の観測データである。第5図

\* Tomoyuki Harada, Katsuhiko Abe, 気象衛星センター管制課。

\*\* Kouji Yamamoto, 気象衛星センターシステム管理課。



第5図 「ひまわり」で取得した放射海面水温分布 (1978年5月3日08時40分 (JST)). 陰影域は雲領域を示す. 等値線は観測輝度温度  $T_{BB}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) で  $2^{\circ}\text{C}$  ごとに引いてある.



第6図 船舶による海面水温分布 (1978年5月1～5日). 図中の●印は5月2～3日に得られた観測データを示す.

と比較してみると、海面水温分布の概要はほぼ同様の分布であったが、水塊の分布に変位がみられる。特に、親潮域に張り出した暖水塊は約 80 km ほどの変位がみられ、また、親潮接岸分枝と混合水塊の潮境も約 50 km ほどの移動がみられる。これは、船舶データと衛星データの取得の日時に、最大10日程度のズレがあるので、水塊分布が移動した結果によるものと推定される。

## 2.2 1978年5月13日の場合

口絵第2図は、5月3日の10日後の1978年5月13日08時40分 (JST) ごろに取得された赤外観測データであり、第7図は、この赤外観測データを用いて放射海面水温分布を描いたものである。雲領域の除去については、同時に取得された口絵第4図の可視観測データを用いて、第5図と同様の処理が施してある。第7図で、襟裳岬から釧路沖東岸の親潮根源域付近 (図中の破線より北側の部分) では、雲領域と同じ可視レベル8以上のデータが得られているが、もやの領域と判断し、それによる赤外放射の吸収は少ないという経験から、赤外観測データのマスクングは行なわなかった。親潮接岸分枝は、5月3日とほぼ同様の分布であったが、やや接岸傾向を見せていた。混合水域の北側に位置する暖水塊は、その位置をほとんど変えていない。5月3日と同様に、暖水系

の混合水塊が広く分布しているが、注目すべきは、この混合水塊を二分するように、親潮系の冷水が幅 20~50 km で  $144.8^{\circ}\text{E}$  付近に沿って南下し、その西側の、 $38^{\circ}\text{N}$ ,  $144^{\circ}\text{E}$  を中心に暖水塊の形成がみられる。

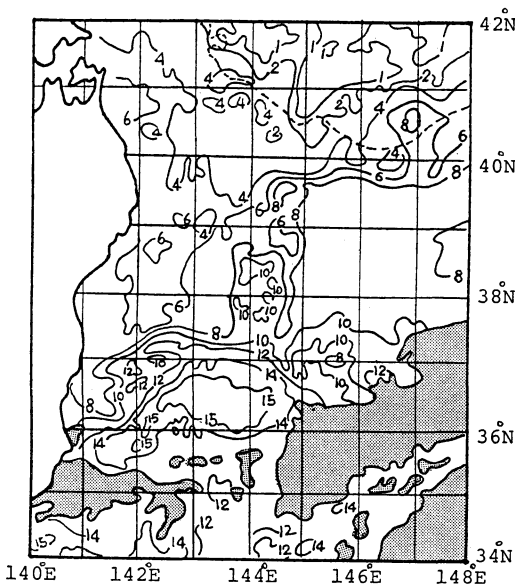
5月3日から5月13日にかけて、観測輝度温度  $T_{BB}$  は約  $1^{\circ}\text{C}$  上昇しており、後述するように、両日の可降水量に差がないので、季節変化による昇温の結果と考えられる。

第8図は、第6図と同様、5月11~15日の船舶による海面水温分布図である。この期間には、十分に船舶のデータが存在していた。第7図と比較してみると、水塊分布の変位はみられないが、「ひまわり」で測定された混合水塊に流入する親潮系の冷水の南下は、この船舶の海面水温分布図にはみられない。このことは、船舶の観測網が粗いため検出できなかったためと考えられる。

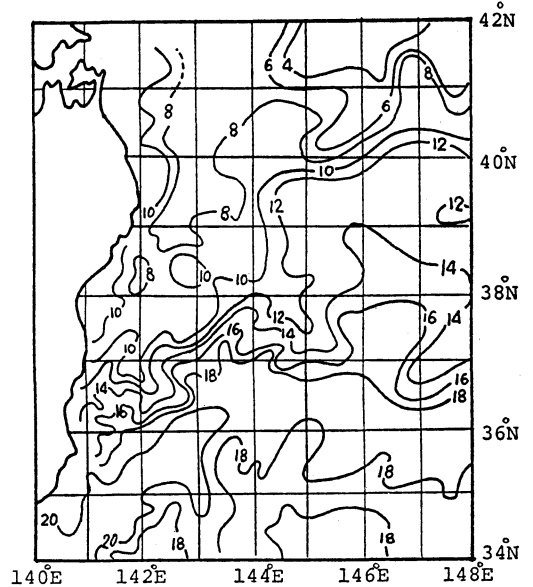
VISSR の赤外チャネルの波長帯 ( $10.5\sim 12.5\ \mu\text{m}$ ) では、他の波長領域に比べて大気中の物質による吸収は小さい。しかし、主として水蒸気による吸収の影響を受けるので、「真」の海面水温  $T_S$  を求めるためには、観測輝度温度  $T_{BB}$  に対して、補正  $\Delta T (=T_S - T_{BB})$  を行なう必要がある。そこで、大気吸収効果の見積もりを行なうため、仙台および館野の高層観測資料をもとに、

第1表 補正近似式による大気吸収効果の計算結果.

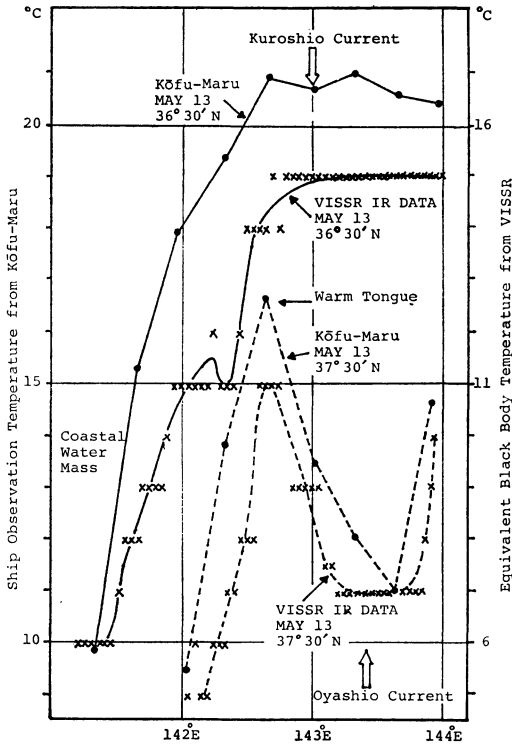
観測場所	日時 (JST)	可降水量 (mm)	$T_S$ (°K)	$T_{BB}$ (°K)	$\Delta T$ (°K) ( $\Delta T = T_S - T_{BB}$ )
仙 台	5月3日 00時	10.5	279	278.1	0.9
			291	289.8	1.2
	5月3日 12時	13.1	279	277.8	1.2
			291	289.6	1.4
5月13日 00時	9.6	279	278.1	0.9	
		291	289.9	1.1	
5月13日 12時	15.1	279	277.5	1.5	
		291	289.3	1.7	
館 野	5月3日 00時	13.3	279	277.8	1.2
			291	289.6	1.4
	5月3日 12時	19.3	279	277.1	1.9
			291	288.9	2.1
5月13日 00時	14.6	279	277.6	1.4	
		291	289.4	1.6	
5月13日 12時	17.3	279	277.4	1.6	
		291	289.1	1.9	



第7図 「ひまわり」で取得した放射海面水温分布 (1978年5月13日08時40分(JST)). 陰影域は雲領域を示す. 襟裳岬付近から伸びている破線は、もや域と判断した南限を示す. 等値線は観測輝度温度  $T_{BB}$  (°C) で2°Cごとに引いてある.



第8図 船舶による海面水温分布 (1978年5月11~15日). 5月3日に比べて、5月12~14日の船舶データが多数存在した.



第9図 船舶データ、および「ひまわり」による赤外線観測データの表面水温の変化。●印は函館海洋気象台の高風丸の結果、×印は「ひまわり」による赤外線観測データを示す。縦軸は温度（船舶は左側のスケール、赤外線観測データは右側のスケール）、横軸は経度を示す。

井上(1979)による補正近似式を用いて水蒸気の吸収による減衰を計算した。第1表にその結果を示す。水蒸気量は、5月3日および13日ともほとんど同じで、吸収効

果は約1~2°Cであった。

第9図に、5月13日に三陸沖を観測した函館海洋気象台の高風丸による海面水温と、「ひまわり」による放射海面水温との変動を示す。37.5°N線および36.5°N線に沿って、142~144°Eにかけての温度変化を示している。両者の温度変化は極めて類似しており、衛星測定の結果が海面水温分布の取得に有効であることがわかる。37.5°N線では両者の間に4~5°C、36.5°N線では4~7°C(黒潮系水で5~7°C)の温度差が存在していた。これは、前述した吸収効果より2°C以上高く、赤外線観測データの補正項に、バイアスとしての補正が必要であることを示唆している。

3. おわりに

ここに例示した「ひまわり」で測定した放射海面水温分布の結果は、極めて良い気象条件のもとで得られたものであって、通常の気象条件では、このような広域にわたる晴天は、そう期待できない。したがって、シノプティックな海面水温分布を取得するためには、連続した赤外線観測データの晴天領域データを合成することが必要となる。

文献

阿部勝宏, 山本孝二, 1979: 静止気象衛星“ひまわり”の赤外線放射データによる海面水温の算出, 天気, 26, 493-506.  
 井上豊志郎, 1979: 大気補正, 気象衛星センター技術報告, 特別号II-2, 7-14.  
 山本孝二, 荒井 浄, 阿部勝宏, 三木芳幸, 1977: 人工衛星赤外線資料による海面水温の検出, 沿岸海洋研究ノート, 15, 29-36.  
 由田建勝, 中島 忍, 中村健次, 1979: 画像前処理, 気象衛星センター技術報告, 特別号II-1, 61-75.