

極軌道気象衛星 (NOAA) AVHRR の画像処理とその利用例

The Development of Image Processing of NOAA AVHRR Data and Its Application to Sea Surface Temperature

徳野正己*・高橋幸男**

Masami Tokuno and Sachio Takahashi

Abstract

Satellite data from the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) on board NOAA have been used to detect areas of clouds or to investigate surface conditions.

In order to use NOAA AVHRR imagery effectively, we have developed a system to display the imagery on an Image Processing Console (IPC).

The system has the following functions;

- i) Enlarging or compressing the image
- ii) Contrasting the image by the enhancement conversion table
- iii) Monocolor or pseudo color display of the image.

This system can be used for a means of monitoring environmental situations and sea surface temperature, and so on.

As an example of its application, features of sea surface temperature patterns were studied in the ocean off the Sanriku Shore three times in 6, 21 and 24 April 1983, respectively.

As a result, a large warm eddy detached from the Kuroshio was noticed.

1. はじめに

極軌道衛星 NOAA-7 号は高度約 850 km の上空を日本付近では 06Z 帯と 18Z 帯にそれぞれ数回通過する。

搭載しているセンサーの一つ、AVHRR (Advanced Very High Resolution) は可視波長域から遠赤外波長域まで分解能 1.1 km の 5 つの波長域で観測している。

現在、気象衛星センターでは NOAA-7 号衛星から送られてくる HRPT (High Resolution Picture Transmission) データを 1600 BPI/2400 ft の磁気テープ数巻に累積し、TOVS 処理に利用している。その処理の際、オリジナルの HRPT データファイルと同一形式で 6250BPI/2400 ft の磁気テープ 1 巻に HRPT データ累積ファイルを作成して、10ヶ月間保存している。

筆者らは、この保存用 HRPT データ累積ファイルの

AVHRR データを画像処理コンソール (IPC) に表示するプログラムを開発した。

本稿では、はじめに画像処理の概要と機能を述べ、つぎに処理画像の利用として、昭和58年4月6日、21日、24日、の3日間の画像から三陸沖にみられた暖水塊の変動について述べる。

2. 画像処理の概要

画像処理システムの系統図は Fig. 1 の通り 3 種類の処理プログラムで構成されている。

HRPT データ編集・校正処理 (中島, 青木, 1983) では、保存用 HRPT データ累積ファイルから、カードで指定した AVHRR の 1 チャンネル分のデータを編集・校正して、赤外データは放射エネルギーに、可視データはアルベドに変換して AVHRR データファイルを作成する。

つぎの、AVHRR データ変換処理 (新規に開発) では、AVHRR データファイルから放射エネルギー (36

* 気象衛星センター管制課, Meteorological Satellite Center

** 気象衛星センターデータ処理課, Meteorological Satellite Center

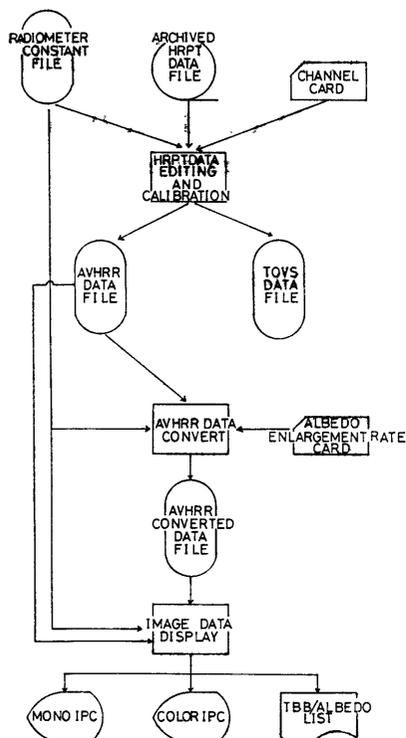


Fig. 1 Software System of Image Processing.

Bit) は等価黒体温度 (TBB) に変換し、アルベド値 (36 Bit) はカードで指定した適当な定数をかけて整数化 (9 ビット, 0~255) した AVHRR 変換 データファイルを作成する。

この処理により、画像データの容量は約 1/5 に圧縮され、ディスク上の使用領域は約 1000 TRK となる。なおここまでの処理時間は約 20 分である。

最後の画像表示処理 (新規に開発) では、対話形コンソールから AVHRR 変換データファイルを呼び出し、画像の表示、切り出し、強調などを行う。

3. 画像処理の機能

画像処理システムの第 3 ステップ画像表示プログラムの機能を以下に述べる。

3-1. 画像情報の表示

画像データの撮影年月日時、チャンネル番号、軌道情報の一覧を IPC に表示させる。

3-2. 画像表示

表示画像は切り出し範囲により、オリジナル画像 (Photo 3)、オリジナル画像の 1/2 縮小画像 (Photo 2)、オリジナル画像の 1/4 縮小画像 (Photo 1)、緯経度で指定した範囲の画像 (Photo 4)、の 4 種類がある。

また表示方式は、階調変換テーブルを用いて、モノクロ画面表示の場合 64 階調 (IPC 輝度レベルで 0~63)、カラー画面表示の場合 IPC 輝度レベルに対して、赤、緑、青、シアン、マゼンダ、黄色の単色 8 階調である。階調変換テーブルは、目的とする現象の温度 (又はアルベド) 帯が強調して表示できるようにコンソールからの変更が可能である。

3-3. 付属情報の挿入

オペレータの指示により、次の付属情報が画面に表示される。

(イ) 緯経線

オリジナル画像は緯度、経度ともに 1 度間隔、1/2 縮小画像は 2 度間隔、1/4 縮小画像は 4 度間隔、また緯経度で指定した範囲の画像はオペレータの指示した間隔に白の実線と破線とで交互に表示される。

(ロ) 階調スケール

画像表示中の画面左端又は右端に、その画像を表示するときを使用した TBB 又はアルベドに対する階調が表示される。

(ハ) 指定点の緯経度、ライン、ピクセル値

表示中の画像の任意の地点をカーソルダイアルで指定すると、その地点の緯経度、AVHRR データファイルでのライン、ピクセル値が算出されて画面右上すみに表示される。

3-4. 画像データの LP 出力

オリジナル画像でカーソルダイアルを用いて指定した領域 (最大 512 ライン × 128 ピクセル) の画像データを LP 出力する。赤外 (CH4) の場合の出力例を Fig. 2 に示す。

4. 処理画像の利用

三陸沖では黒潮と親潮が接し、その混合水域では大小様々な暖水塊が見られ非常に複雑な水温分布を示している。以前よりこの水域の暖水塊についての研究は行われているが、従来の観測方法では時間分解能及び水平分解能に問題があり異水塊が複雑に入り組んでいる混合水域

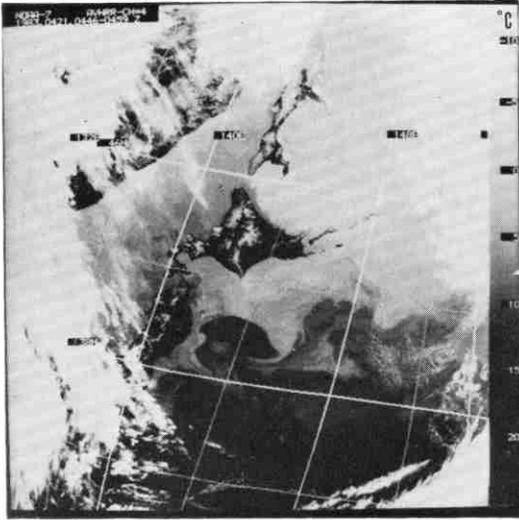


Photo 1

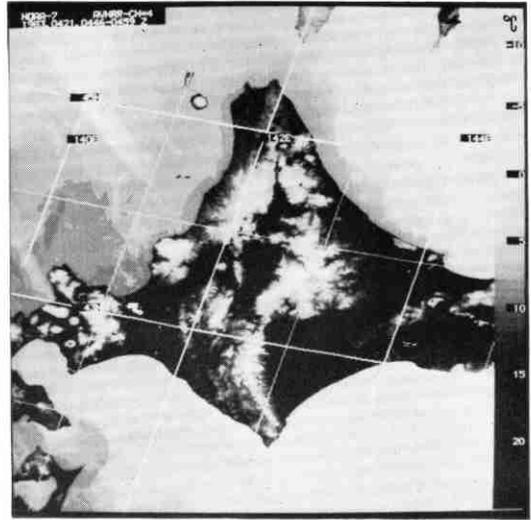


Photo 3

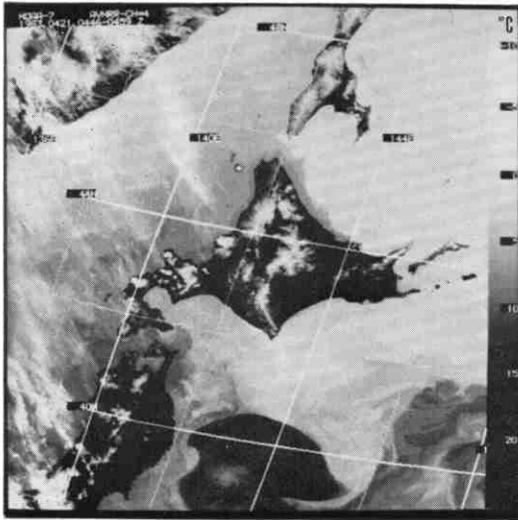


Photo 2

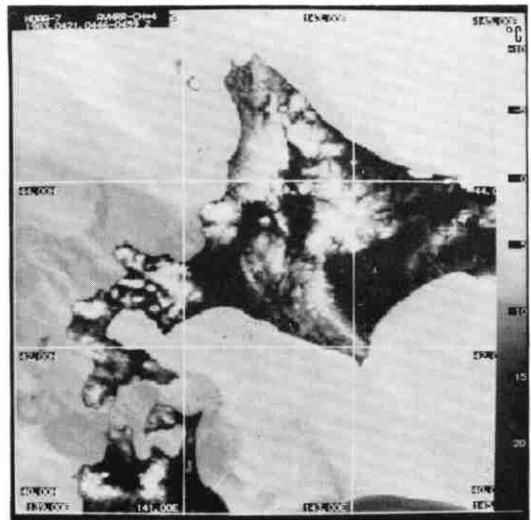


Photo 4

の実態はとらえ難く、その詳細な動態はまだ不明な点を多く残している。

ここでは、衛星画像の利点を生かし画像処理システムを利用して、三陸沖の混合水域に生じる黒潮から分離する暖水塊を1983年4月6日、21日、24日の画像よりその動態を追跡する。

画像データは大気補正をしていないので、実際の海面水温はこれより $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 高いと考えられるが、ここでは水温分布のパターンの時間的変化を知ろうとしているので、以下では未補正の画像データを用いている。

4-1. 1983年4月6日

Photo 5 は、温度幅 $-2^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ をモノクロ64階調で表示したオリジナル画像の1/2縮小画像である。

Photo 5 と水温分布図 (Fig. 3) より、黒潮から派生した暖水域が南西から北東方向に大きく張り出している (A海域)。

その規模は、東西方向がおおよそ 250 km、峰から谷までがおおよそ 280 km である。周囲の水温は $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ であるため前線は非常に明瞭にあらわれており、小規模の

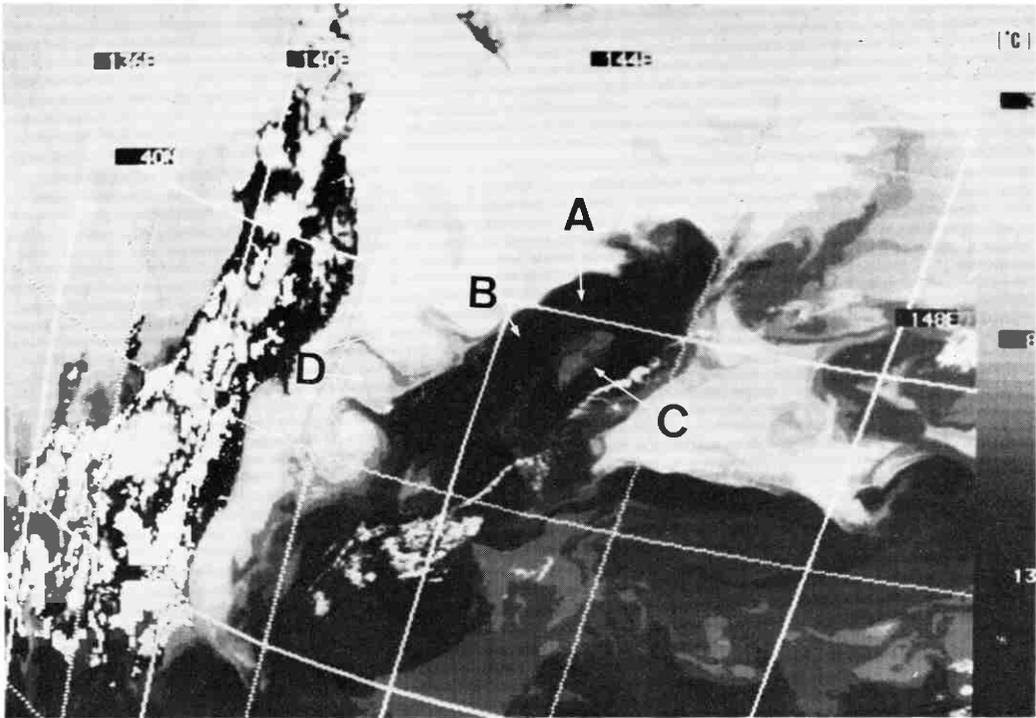


Photo 5

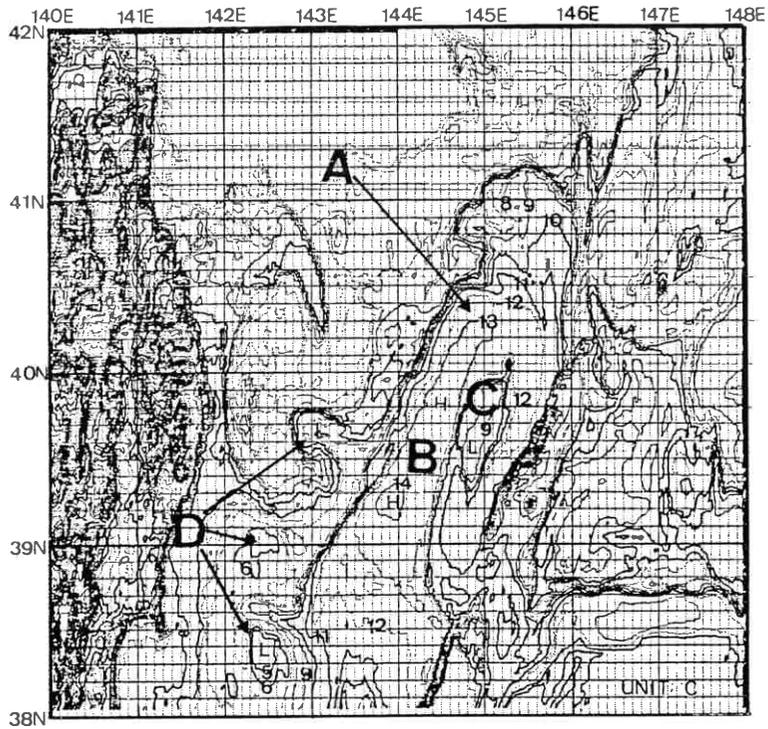


Fig. 3

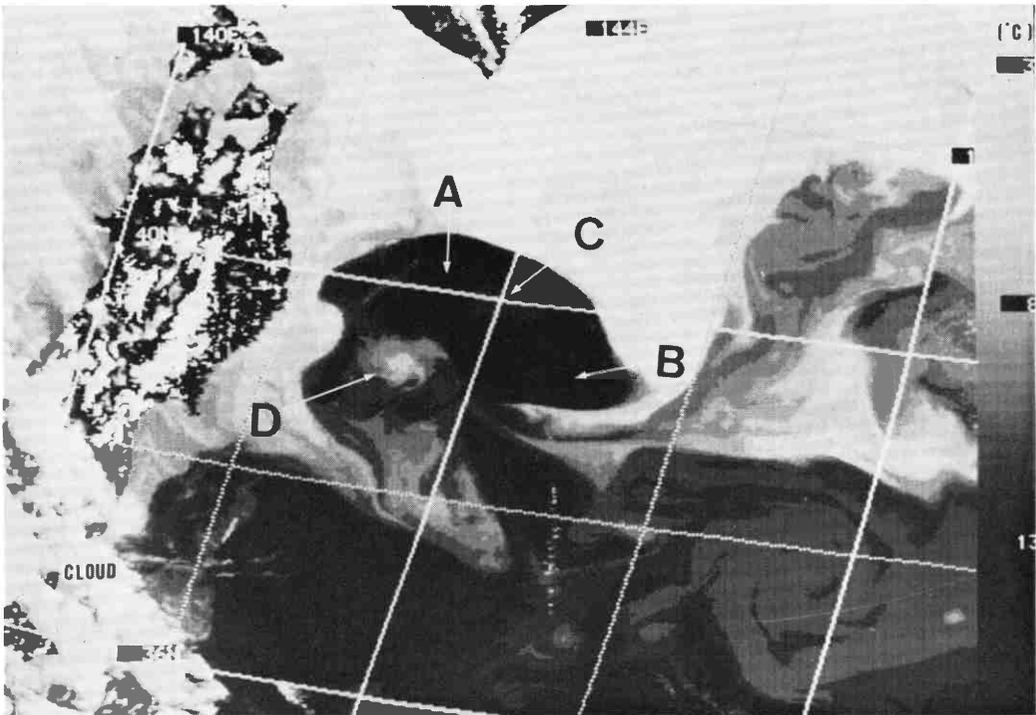


Photo 6

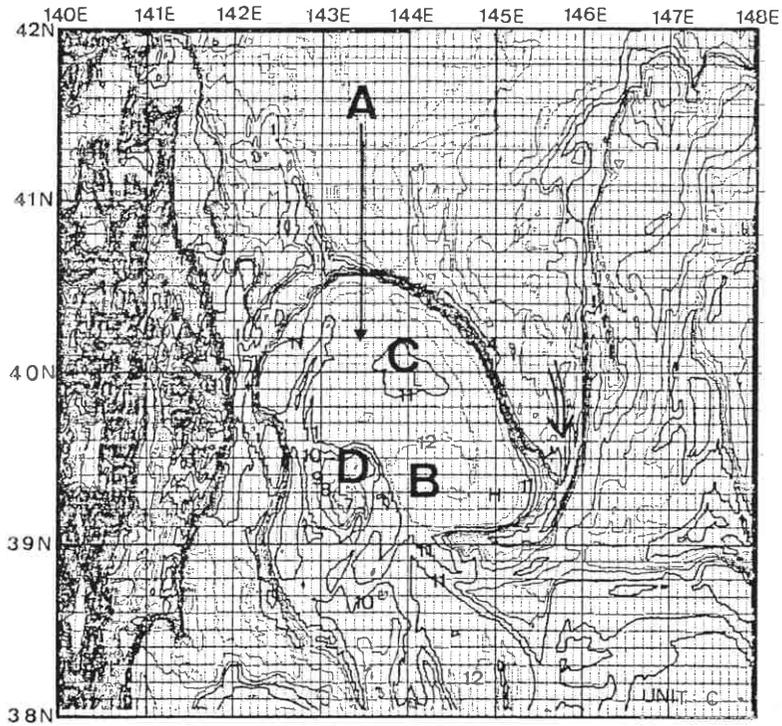


Fig. 4

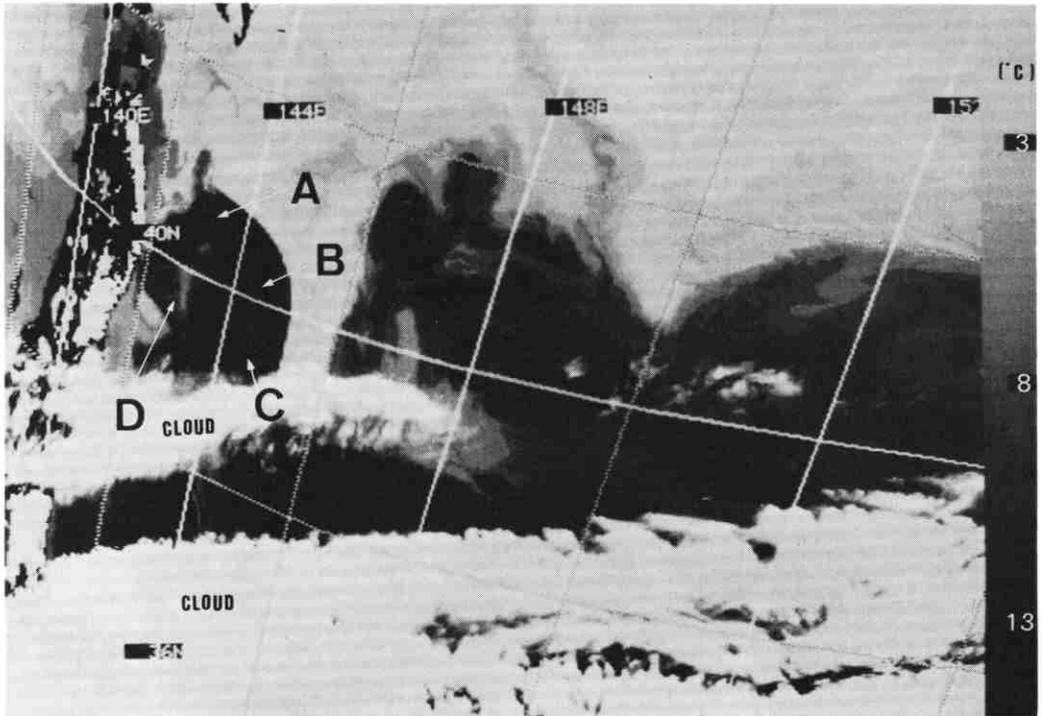


Photo 7

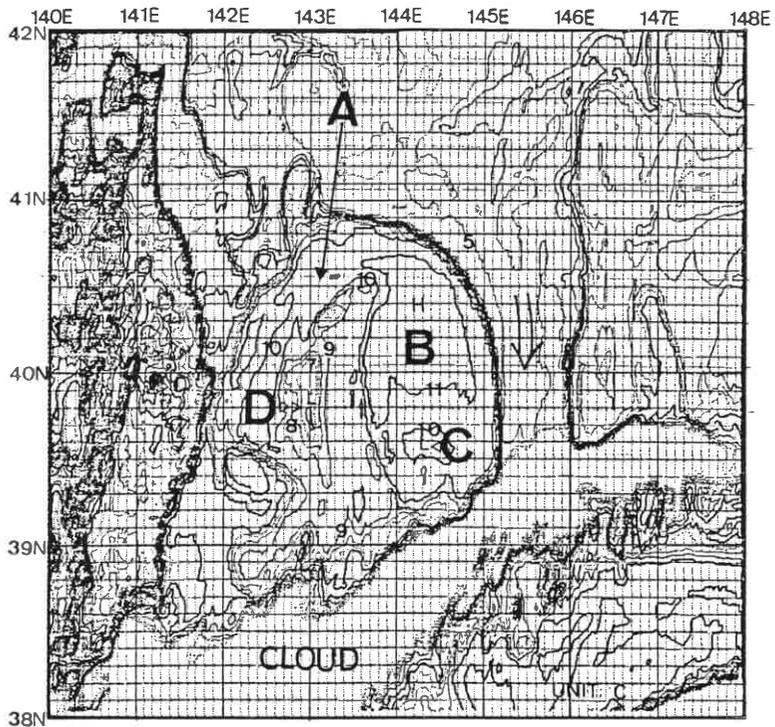


Fig. 5

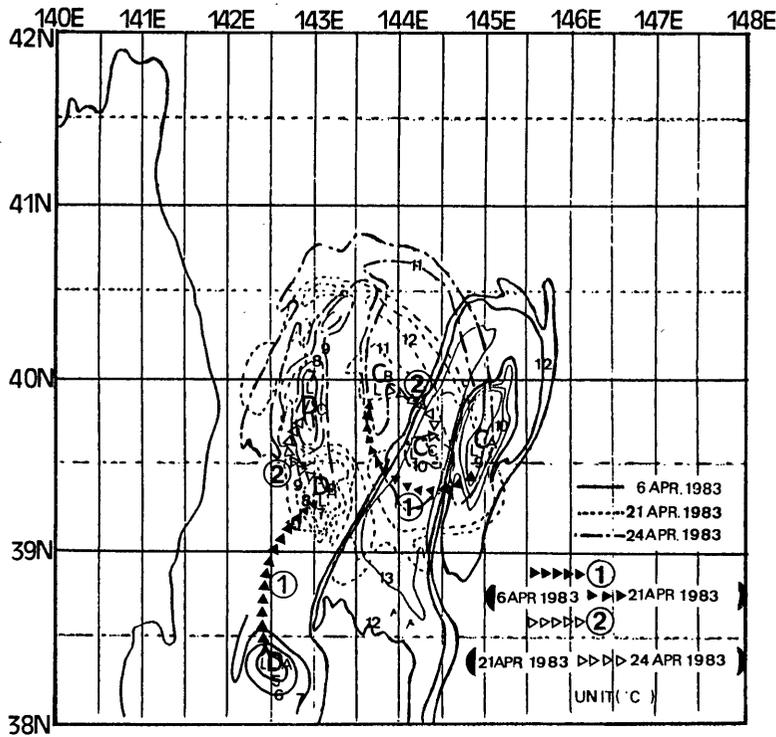


Fig. 6

渦がみられる (D 海域) また、暖水域の内部を細かくみると、 $13\sim 14^{\circ}\text{C}$ の高温の海域 (B 海域) と $9\sim 10^{\circ}\text{C}$ の相対的に低温になっている海域 (C 海域) がみられる。

4-2. 1983年4月21日

Photo 6 は、温度幅 $-2^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ をモノクロ64階調で表示したオリジナル画像の1/2縮小画像である。

Photo 6 と水温分布図 (Fig. 4) より、三陸沖に高気圧性の循環をもつ暖水塊 (A 海域) が楕円に近い形で生じているのがわかる。

この暖水塊は、4月6日の黒潮から派生した暖水域が変化していったものと考えられる。

その規模は、東西方向およそ 300 km、南北方向およそ 150 km であり、その内部には、4月6日同様 $12\sim 13^{\circ}\text{C}$ の高温の海域 (B 海域) と $10\sim 11^{\circ}\text{C}$ の相対的に低温の海域 (C 海域) がみられ、更に、この暖水塊の東側から $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ の親潮が切り込んでいる。

暖水塊の西側の $7\sim 8^{\circ}\text{C}$ の海域 (D 海域) は4月6日の渦 D 海域から生じたものと推測される。

4-3. 1983年4月24日

Photo 7 は、温度幅 $-2^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ をモノクロ64階調で表示したオリジナル画像の1/2縮小画像である。

Photo 7 と水温分布図 (Fig. 5) より、4月21日と同様の暖水塊がみられるが南側は雲におおわれ明確でない (A 海域)。

その規模は、東西方向およそ 300 km、南北方向およそ 200 km であり、その内部には、4月21日同様に $11\sim 12^{\circ}\text{C}$ の高温の海域 (B 海域) と $9\sim 10^{\circ}\text{C}$ の相対的に低温の海域 (C 海域) を取り込んでおり、更に、この暖水塊の東側から $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ の親潮が切り込んでいる。

暖水塊の西側の $6\sim 7^{\circ}\text{C}$ の低温域 (D 海域) は4月6日に比較して南北に広がっており周囲との混合が行われていると推測される。

4-4. 暖水塊の移動

以上述べた暖水塊の移動の様子を示したのが Fig. 6 である。

暖水塊の移動の追跡は暖水塊の内部に存在していた相対的に低温の海域を追跡することで行った。

4月6日に存在していた低温海域(C地域)の中心はおよそ(39.5 N, 145.0 E)であり、4月21日にはおよそ(39.9 N, 144.0 E)であることから、暖水塊は15日間におよそ西北西に約110 km 移動したことになる。次に、24日には低温海域(C海域)の中心はおよそ(39.7 N, 144.5 E)であり、更に、前線にあった小規模の渦から生じた低温海域(D海域)の中心は21日にはおよそ(39.2 N, 143.4 E)にあったのが、24日にはおよそ(39.8 N, 143.0 E)に移動しており、この暖水塊は時計まわりに回転しながらゆっくり北上していると推測される。

4-5. まとめ

1983年4月の3例のNOAAのAVHRR画像による海面水温の分布より三陸沖で黒潮から切離しようとしている暖水塊の生成過程をとらえることができた。今後、海況現象を把握する上で衛星画像が有力な手段の一つとして用いられることが考えられる。

5. あとがき

この画像処理システムにより、詳細にAVHRRデータをIPC上で画像としてみるできるようになった。

本稿ではその1例として海面水温を取り上げたが写真に示したように詳細な水温パターンをみることができ

る。

今後は、さらにポーラステレオおよびメルカトル変換を行い、より見やすい画像をつくる必要がある。

おわりに本開発にあたり山本孝二前管制課課長、システム管理課青木忠生調査官、中島忍調査官から有益な御助言と、一部プログラムを利用させていただきました。

本稿を作成するのにあたり、システム管理課佐々木秀行技官から有益な御助言をいただきました。

また、計算機処理ではデータ処理課の方々にお世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 青木忠生, 中島 忍, 高山豊治, 1983: TOVS データ処理システムの解説, 気象衛星センター技術報告特別号
Fred M. Vukovich, 1984: A Comparison of Surface Temperature Derived from HCMM Infrared Measurements with File Data, Remote Sensing of Environment, 63-76.
中村健次, 杉本清秋, 1981: 静止気象衛星の赤外・可視データを編集・表示するシステムの開発, 気象衛星センター技術報告第4号, 141-154.
秦 克己, 1974: 黒潮から分離した暖水塊の変動について, 研究時報, 26, 15-41.
高木幹雄, 1978: 気象衛星(NOAA)画像のデジタル処理, 第2回赤外線技術講習会テキスト, 79-86.
友定 彰, 1978: 本州東方海域で黒潮から切離する暖水塊の海洋構造, 海洋科学(号外) Vol. 1, 2, 141-154.