

アースエッジ検出法による画像位置合わせに及ぼす南北両極の大気の影響について

Influence of the Polar Atmosphere on the Image Mapping using Earth Edge Date

木川 誠一郎*
Seiichiro Kigawa

Abstract

Image mapping is of great importance to GMS VISSR data user. VISSR image mapping uses earth edge information for the improvement of accuracy. An accuracy of the image mapping estimated from landmark matching data shows a seasonal variation. Cause for the seasonal variation of the accuracy is ascribed that the algorithm of the present image mapping do not take account of the seasonal variation of the atmospheric thickness in the polar regions.

1. はじめに

GMS の VISSR 画像には、各ラインごとにアースエッジデータが付加されている。このデータは、赤外チャンネルの24レベルをしきい値として、地球を見ている画素と宇宙空間を見ている画素とを判別し西アースエッジ位置と東アースエッジ位置を求めたもので、気象衛星通信所 (CDAS) の VISSR 復調処理装置によって付加される。

大気の影響のため、アースエッジと衛星の位置から見た地球の地平線 (水平線) とは一致せず、アースエッジは地平線より宇宙空間側に位置する (Fig.1)。

ここで、以下での議論のために、アースエッジと地平線との VISSR 画像上での距離を便宜上、「大気の厚さ」と定義する。

気象衛星センターではアースエッジデータを用いて画像位置合わせ (VISSR 画像の各画素と地球表面上の緯経度との対応づけをすること) の補正を行っている。従って、大気の厚さを正確に把握することは画像位置合わせの精度の維持・向上に必要不可欠である。

ランドマーク抽出データを用いて、アースエッジ検出法による画像位置合わせの精度の評価を行ったところ、画像位置合わせの誤差が季節変化をしていることがわかった。この原因について調査を行った。

2. 画像位置合わせ

ここで、アースエッジ検出法による画像位置合わせ

を簡単に説明する。

画像位置合わせは、VISSR キャリブレーション処理とともに VISSR 画像を利用する上で非常に重要な処理である。

GMS の VISSR 画像の画像位置合わせは、衛星固有の定数と軌道情報および姿勢情報から作成される座標変換情報 (画像位置合わせのための情報) を用いて行う。また、画像位置合わせの精度を向上させるために、アースエッジ検出法で求めた地球画像の情報を用いて、座標変換情報を修正している。

アースエッジ検出法による画像位置合わせは、VISSR 赤外画像からアースエッジを検出して VISSR 画像フレーム内の地球画像の位置を知ることにより、座標変換情報を修正して座標変換 (画像位置合わせ) の誤差を小さくする方法である。

まず、アースエッジデータから地球画像の位置に関する次の4つの情報を求める。

- ①地球画像の東西の中心線の式
- ②地球画像の南北の中心ライン
- ③地球画像の南北幅
- ④地球画像の東西幅

以上の情報から、座標変換情報のステッピング角、VISSR 取りつけミスアライメント量の修正を行う。その他に VISSR 画像観測開始時刻、スピンの修正も行う。

詳細については、「アースエッジ検出法による VISSR 画像の位置合わせについて」気象衛星センター

* 気象衛星センターシステム管理課

技術報告第3号、「画像位置合わせ」気象衛星センター
技術報告特別号(1989)IIを参照して頂きたい。

3. 座標変換誤差の季節変化

ランドマーク抽出処理データを用いて、アースエッジ検出法による画像位置合わせの精度の評価を行った。評価の方法は、可視ランドマーク抽出処理から得られる VISSR 画像上のランドマーク位置とアースエッジ検出法による画像位置合わせ後の座標変換情報から算出したランドマーク位置を比較し、座標変換(画像位置合わせ)の誤差を求める。

Fig. 2, 3に1989年12月4日から1990年6月30日までの GMS-4の VISSR 画像の比較結果を示す。縦軸はランドマーク抽出処理で得た VISSR 画像上のランドマーク位置から座標変換情報で算出したランドマーク位置を引いたライン、ピクセル数で、単位は可視のライン、ピクセルである。Fig. 2は1画像内のランドマーク位置の差の平均と標準偏差、Fig. 3はランドマーク位置の差の最小値と最大値である。

ここでの特徴は、ライン方向の差が大きく、しかも季節的に変化する傾向があることである。1989年12月ごろでは、座標変換情報から算出したランドマーク位置が実際の VISSR 画像上の位置より南へ5ライン程ずれており、1990年6月になると北へ5ライン程ずれている。また、最大値と最小値の差が10ライン程あるが、これは、例えば、1画像内で10ラインずれている

画素もあれば、全くずれていない画素もあることを示している。

可視で10ライン(赤外で2.5ライン)は衛星直下点で約13kmに相当し、画像を解析する上で無視できる量ではない。

4. 座標変換誤差の原因

アースエッジ検出法による画像位置合わせにおいて、地球画像の南北中心ラインを求める時には、地球画像の南北両端付近のアースエッジデータに大きな重みづけをしている。また、地球画像の南北幅を求める時には、南北両端付近のそれぞれ5ラインのアースエッジデータを用いている。また、ライン方向の座標変換の誤差は、南半球が夏の12月ごろ南へずれ、北半球が夏の6月ごろ北へずれている。

以上のことから、ライン方向の座標変換の誤差の原因は、南北両端(両極)付近の大気の影響と推定した。そこで、地球画像の北端および南端の大気の厚さを求めてみた。両端の大気の厚さを求めるにあたって、北端、南端のアースエッジのライン位置は、南北両端付近のそれぞれ5ラインのアースエッジデータを用いて算出した。地平線のライン位置はランドマーク抽出データを用いて修正した座標変換情報から算出した。大気の厚さの算出結果を Fig. 5に示す。期間は Fig. 2, 3と同期間で、縦軸の単位は赤外のラインである。Fig. 5からわかる

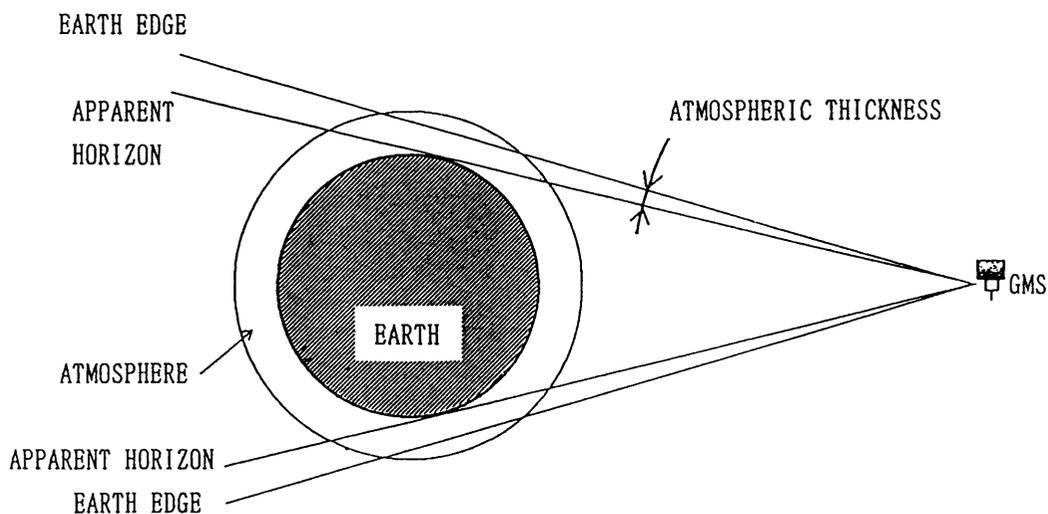


Fig. 1 Illustration of earth edge and apparent horizon.

ように、南北両端の大気の厚さは季節変化を示している。南半球が夏の12月ごろに南端の大気の厚さが大きく、北半球が夏の6月ごろに北端の大気の厚さが大きくなっており、これはライン方向の座標変換誤差の季節変化の傾向をうまく説明できる。アースエッジ検出法による画像位置合わせでは南北両端の大気の厚さは等しいとして処理を行っているので、南端の大気の厚さが北端に比べ大きくなれば南へ、逆に北端の大気の厚さが南端に比べ大きくなれば北へ画像位置合わせの結果がずれることになる。

また、ライン方向の座標変換の誤差が1画像内で大きく異なる原因は、アースエッジ検出法による画像位置合わせの処理で仮定している大気の厚さと VISSR 画像上で観測された大気の厚さとの差にあると推定した。Fig. 5からわかるように、VISSR 画像上の大気の厚さは6～7ラインであるが、画像位置合わせでは大気の厚さを3.294ラインとしている。このため、地球画像の南北幅からステッピング角を算出する時に、実際より小さく算出してしまいうため、このステッピング角を使用して座標変換を行うと画像内でずれ量が異なる状況が発生する。

5. 考 察

南極付近の対流圏と成層圏の大気の鉛直温度分布を6月と12月で比較すると、南半球が夏の12月に温度が高い。高度10kmでは20度程度、高度20kmでは40度程度の温度差がある。北極では北半球が夏の6月に温度が高い(南極の科学:1985)。Fig. 5にあるような大気の厚さの季節変化は気象現象と定性的に一致する。

Fig. 6に1989年1月から11月までの大気の厚さを示す。この期間はGMS-3による観測である。大気の厚さはGMS-4より小さく、季節による変化も小さいが、GMS-4と同様の季節変化を示している。GMS-4とGMS-3の大気の厚さの違いは応答関数等のVISSRのセンサ特性の違いによるものと思われる。

また、Fig. 2のピクセル方向の座標変換の誤差において、1990年2月から4月にかけて誤差が大きくなっているのは、食の影響と思われるが詳細は調査していない。

6. ま と め

画像位置合わせは、VISSR 画像を利用する上で非常に重要である。ランドマーク抽出データを用いて、アースエッジ検出法による画像位置合わせの精度の評価

を行ったところ、座標変換の誤差に季節的な変化が認められた。この原因は、南北両端(両極)付近の大気の厚さの値とその季節変化に対し、画像位置合わせ処理のアルゴリズムが十分対応できていないことにある。

7. おわりに

1990年6月26日に、アースエッジ検出法による画像位置合わせ処理の大気の厚さの定数を6.5ラインに変更した。変更後、座標変換の誤差は小さくなっているが、南北両極の大気の厚さの季節変化を補正するためには、画像位置合わせのアルゴリズムの変更が必要である。

参考文献

- 国立極地研究所編 1985：南極の科学(3、気象)、127-134、古今書院。
- 高橋大知 1981：アース・エッジ検出法によるVISSR 画像の位置合わせについて。気象衛星センター技術報告、第3号、55-68。
- 根笹光生 1989：画像位置合わせ。気象衛星センター技術報告特別号(1989)II、データ処理編、39-43。

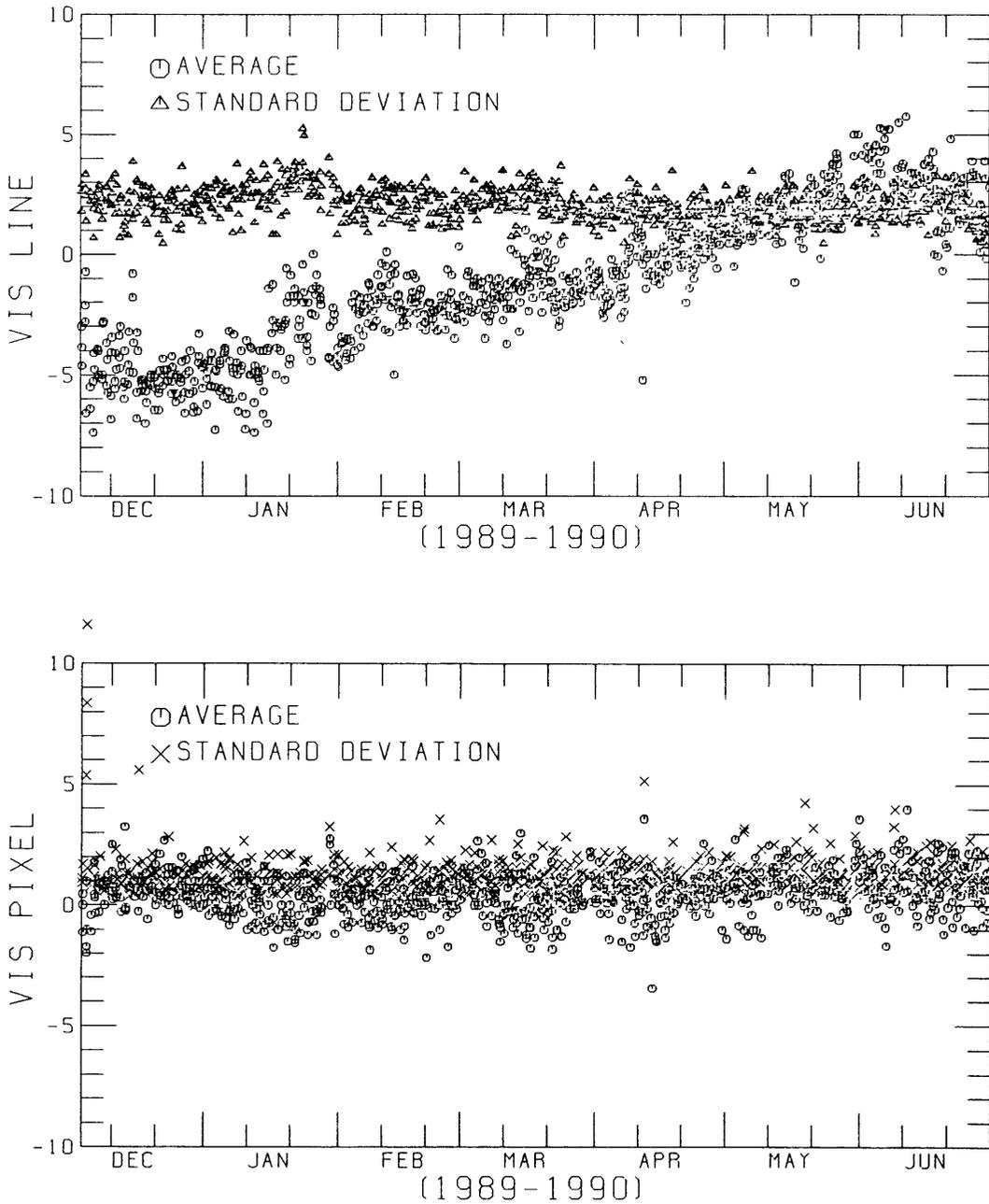


Fig.2 Average and standard deviation of image mapping error (GMS-4).

Image mapping error = $RLM - CLM$

where

RLM : observed landmark position (line, pixel) on VISSR image.

CLM : landmark position (line, pixel) which is calculated from image mapping data using earth edge data.

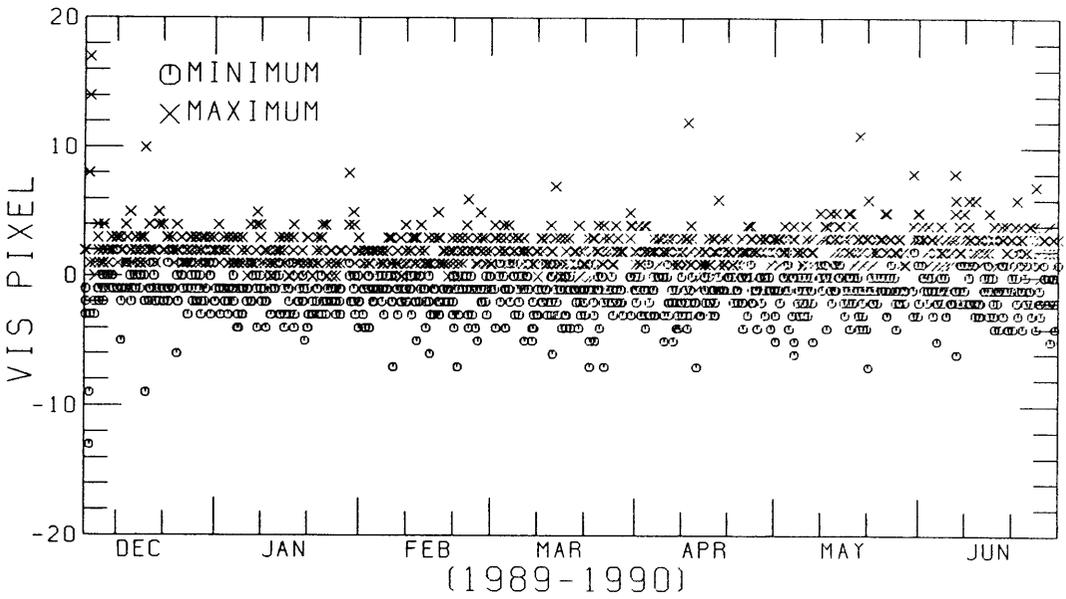
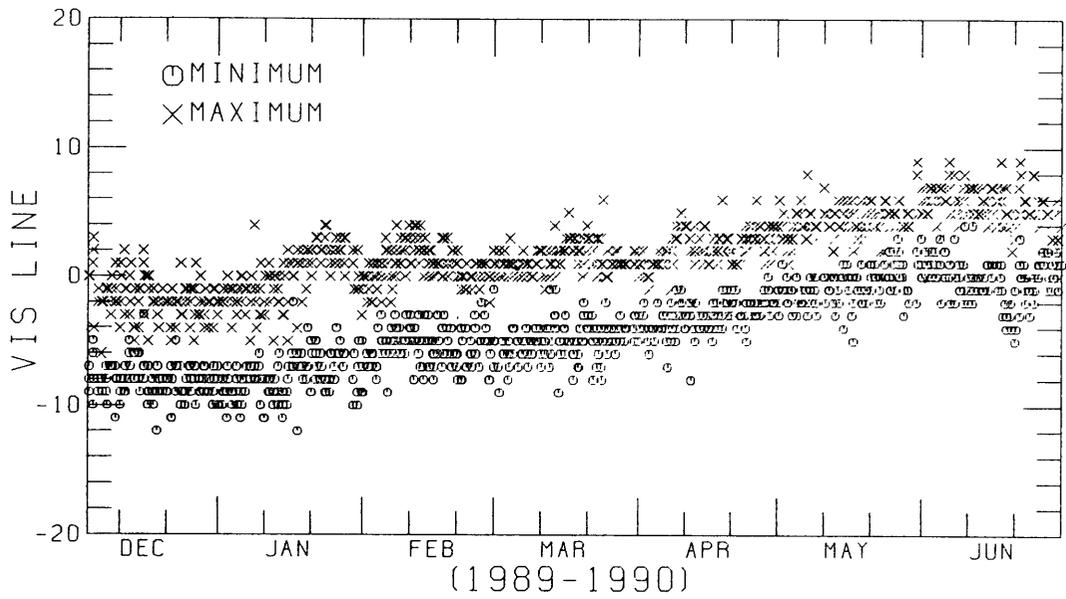


Fig.3 Maximum and minimum of image mapping error (GMS-4)

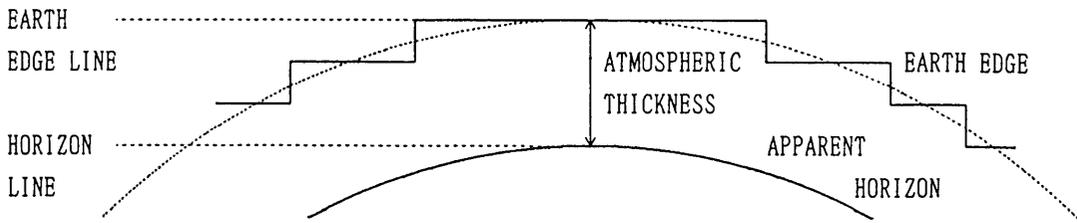


Fig.4 Illustration of atmospheric thickness.

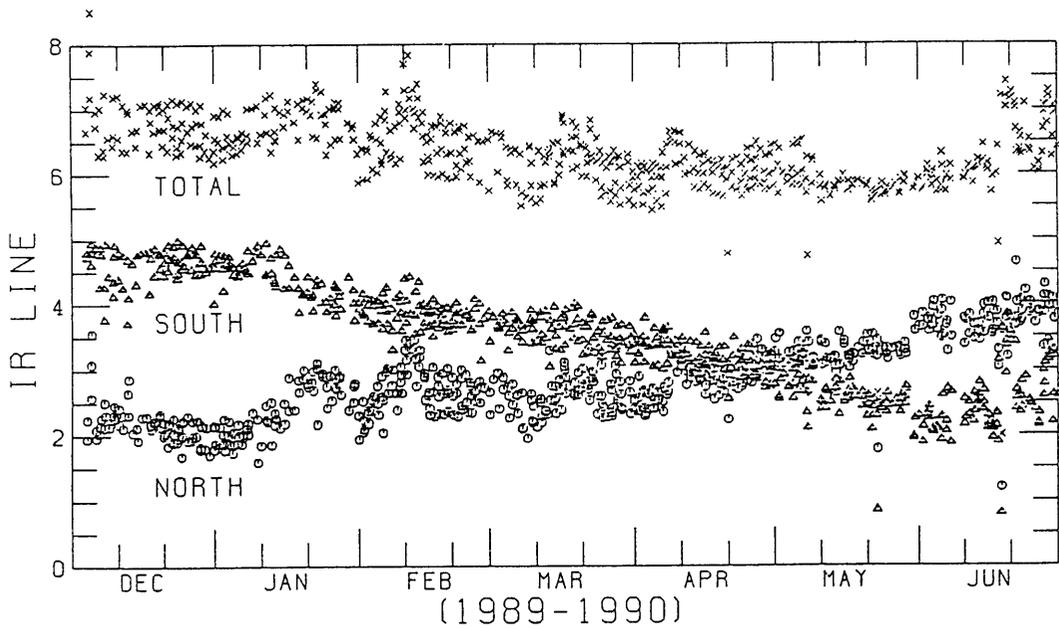


Fig.5 Atmospheric thickness of the North and South Pole. Atmospheric thickness is calculated from earth edge data and visible landmark data. Total means the summation of the atmospheric thickness of the North and South Pole.

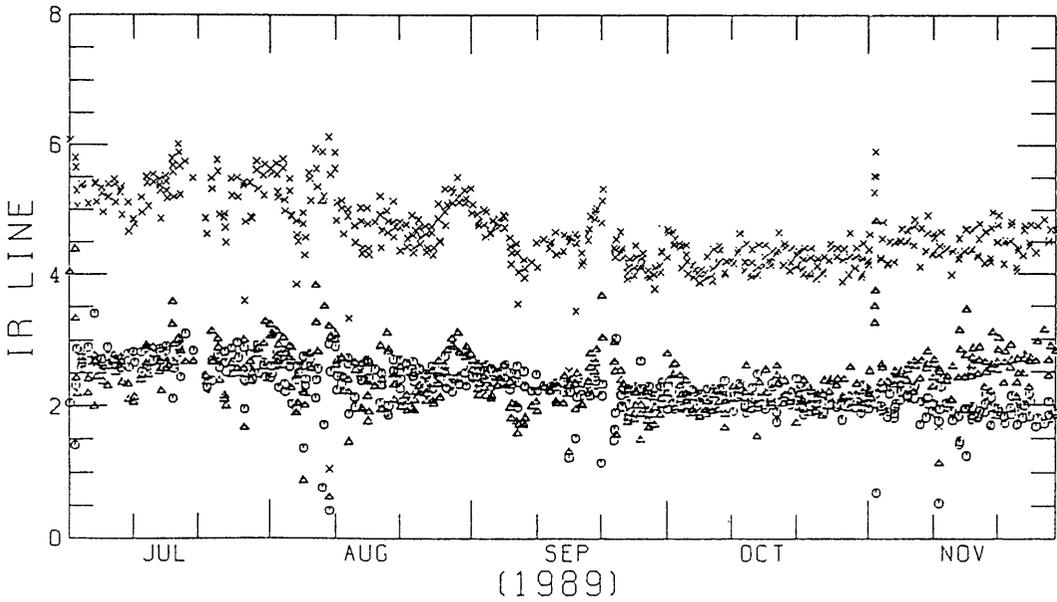
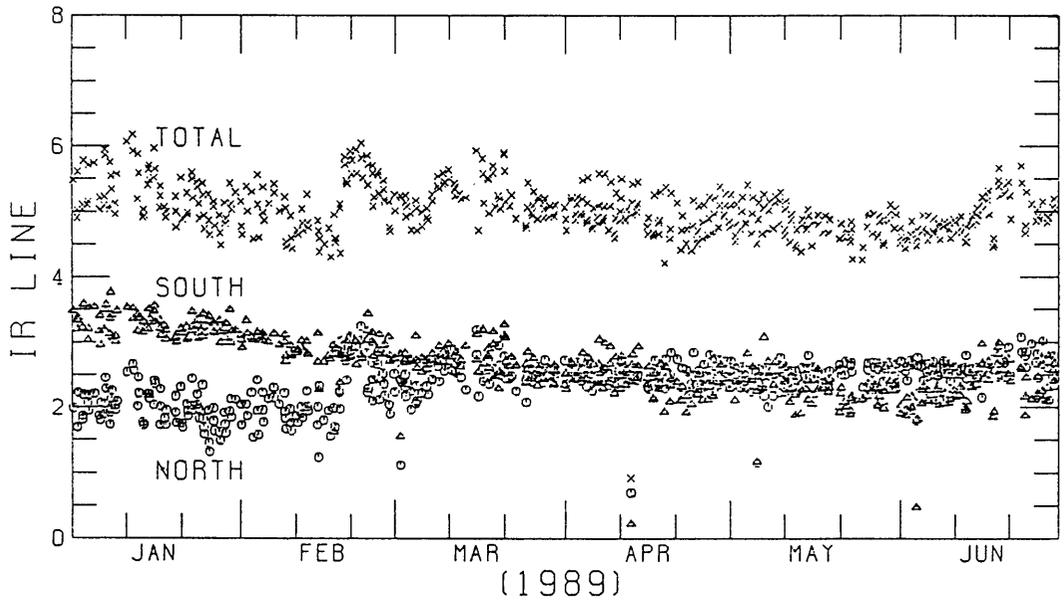


Fig.6 Same as in Fig.5 except for Jan. 1989~ Nov. 1989 from the GMS-3 observations.