

法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-03-14

空中カラー写真画像上の水面ハレーション補正法の開発

力丸, 厚 / Rikimaru, Atushi / 小西, 正純 / 大嶋, 太市 /
Oshima, Taichi / Konishi, Masasumi

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報

(巻 / Volume)

26

(開始ページ / Start Page)

203

(終了ページ / End Page)

212

(発行年 / Year)

1990-02

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003912>

空中カラー写真画像上の水面ハレーション補正法の開発

力丸 厚*・小西正純*・大嶋太市*

Water Halation Correction System for Aerial Color Photograph Images

Atushi RIKIMARU*, Masasumi KONISHI* and Taichi OSHIMA*

Abstract

Water surface halation of aerial color photograph images cause to trouble for interpretation of water area. This study is discussed how to correct the halation area in the images, and it's basic experiments. The halation correction system is using series of overlapped aerial color photograph images, and select the lowest radiance value at each pixel points in the series image data, then synthesize the less halation aerial color digital images.

§1. はじめに

水色の分光情報をもとに、水質の空間的な分布情報を抽出することは、リモートセンシング手法の有効な課題の一つである。しかしながら、水色の空間的な分光情報の収集は、水面ハレーションの発生により困難となる場合がある。

本研究は、短時間の時系列画像データを収集・合成し、対象水域の観測とほぼ同時に水面ハレーションを放射補正する処理システムについて、述べられている。また、このシステムの実用化のための実験として、空中カラー画像上の水面ハレーションの放射補正を行った。

水面の波浪斜面位置は、波浪の伝搬とともに時間的に移動している。そこで、水面の波浪斜面で表面反射される太陽光の水面ハレーション位置は、一定の観測地点からみると、波浪斜面の移動に対応して変化すると考えられる。この点に着目し、本研究は、水面ハレーションを起こしている水域の短時間の時系列画像データを、連続的に収集することを考えた。そして、水面ハレーション補正方法は、この収集した時系列画像データから、各局所における画素ごとに、時系列上、最も水面ハレーションの影響が少ないと判断される画素を探索し、該当画素の集成による水面ハ

* 法政大学工学部

レーション補正画像を生成するものである。

本論文は、この水面ハレーション補正法及びシステムの効果検証実験についての報告である。

§2. 時系列画像データによる水面ハレーション補正の原理

2.1 水面ハレーション補正の考え方

水面は、海上風などにより、常時、水面波浪を生じている。また、長波長の重力波や、短波長の表面張力波などが、水面上に、合成されている。このため水面波浪の方向、周期等は、複雑な動きをしている¹⁾。

水面波浪により発生する水面ハレーションの位置は、一定の位置から観測すると、ごく短時間のうちに複雑に変化するものと考えられる。

本研究は、この点に着目し、次に述べる水面ハレーション補正を行った。

- ① 短時間の時系列画像データを収集する。
- ② 各回ごとの観測画像を、空間的な位置合わせをし、各画素ごとにマルチテンポラルな情報とする。
- ③ ここで、「同一地点の画素で水面ハレーションの影響が少ないデータは、より輝度の低い時点のデータである」と仮定を設定する。
- ④ ③の仮定に基づき、マルチテンポラル画像データから、より輝度の低い値を採択し、水面ハレーションを低減した合成画像データを生成する。

本報告では、この手法を「低輝度採択法」と称することにする。

2.2 低輝度採択法の手順

水面ハレーション補正システムは、自動的に最適な補正画像を生成し処理を終了することを目指した。Fig. 1は、「低輝度採択法」による水面ハレーション補正処理の流れ図を示す。以下は、Fig. 1の説明である。

- ① 最初の観測を行う。 I_i は観測画像データとする。
- ② 最初の観測画像データ I_i において、水面ハレーションと考えられるしきい値をヒストグラム分布から設定する。
- ③ 時刻 T_{i+1} 時における観測をおこない観測画像データ I_{i+1} を得る。
- ④ I_i と I_{i+1} の各対応画素間で輝度値 C_i 、 C_{i+1} の大小を比較し、水面ハレーション補正画像 H_i を生成する。
- ⑤ 水面ハレーション補正画像(H_i)の全画素にしめる水面ハレーションの影響をうけていると推定される画素の占有率を算出する。
- ⑥ 処理⑤で希望の占有率に達すれば処理を終了する。得られた補正画像を水面ハレーション補正画像とする。また、条件を満たさない場合は処理⑦に続く。

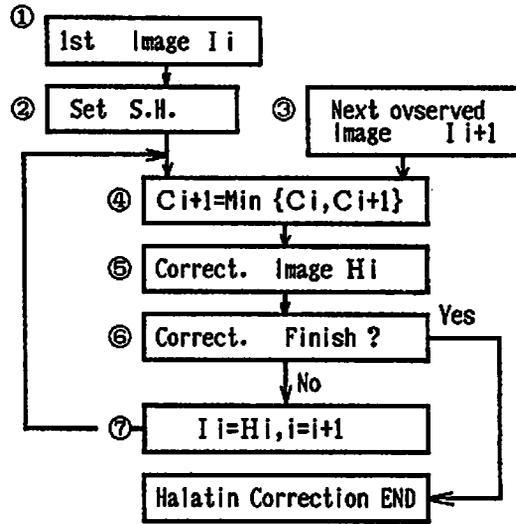


Fig.1 Flow of halation correction.

⑦ Hi 画像を新たな Ii+1 画像とみなす。処理③に続き、新たに観測した Ii+2 画像との間で、再び「低輝度採択法」による水面ハレーション補正を繰り返す。

§ 3. 低輝度採択法の検証基礎実験

3.1 実験装置

「低輝度採択法」の検証実験は水面ハレーションを起こしている水面下に設置した検証用のチャート上の文字を判読することを目的とした。Fig.2, Fig.3は、それぞれ実験装置、検証用チャートを示す。白黒部分の空間周波数は約0.83本/mmである。

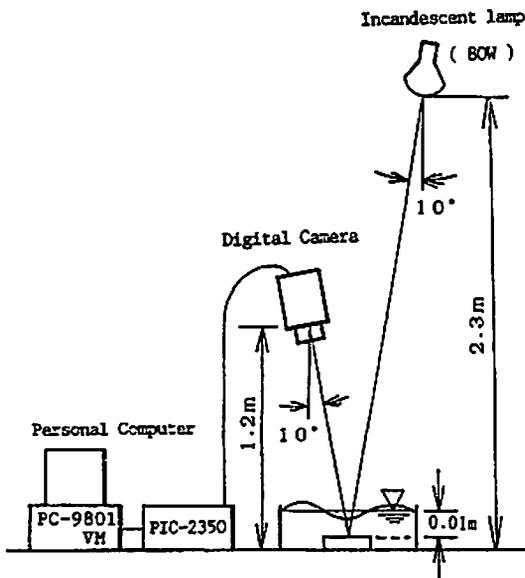


Fig.2 The illustration of equipments layout

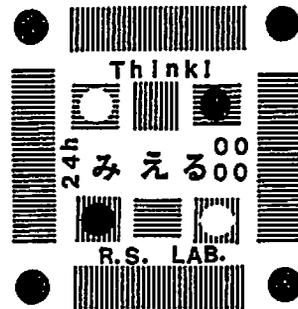


Fig.3 Test pattern chart for image acquisition

実験装置の仕様

観測カメラ：PIC-2350 スーパーキャナ

(センサ：CCD ラインイメージ型個体撮像素子，素子数：2048個)

解析機器：パーソナルコンピュータ：

PC-9801 VM(CPU V30 10 MHz)+RAM disk(4 MB)

水面波浪：波浪発生装置にて発生させた。

3.2 補正終了条件の設定

本検証実験において，水面ハレーションのしきい値は，散乱光のみの照明による水面ハレーションの発生しない状態の画像（非ハレーション教師画像）と水面ハレーションを起こしている画像（ハレーション教師画像）間のヒストグラムから設定した。Image 8, Fig. 6 は観測された非ハレーション教師画像と，そのヒストグラムをそれぞれ示している。また，Image 9, Fig. 7 はハレーション教師画像と，そのヒストグラムをそれぞれ示す。

各教師画像のヒストグラムより，水面ハレーションの輝度領域は，相対輝度のカウント値，255 付近であることが判明した。このことから，本検証実験では，水面ハレーションを判別するしきい値は，CCT カウント値200と設定した。よって補正終了条件は，このしきい値を超える画素数が，補正画像内の0.01%以下の占有率を示す時点とした。

3.3 水面ハレーション補正効果の検証

水面ハレーション補正効果の検証は，水面ハレーションを補正した画像データと非ハレーション教師画像（散乱照明画像，水面波浪なし）間の相関係数⁹⁾で行った。すなわち，水面ハレーション補正画像と非ハレーション教師画像間の類似度を検定した。

3.4 実験手順

Fig. 4 は，実験の手順及び観測画像データを示す。

- ① 最初の画像データ I1 を観測し，数分後に画像データ I2 を観測する。画像データ I1, I2 において低輝度採択処理を実行し，補正画像 I3 を生成する。(Image 1, 2, 3 参照)
- ② 補正画像 I C1 の評価を行う。(水面ハレーションと判別される画素数の占有率の検証)
- ③ 補正画像 I C1 と新たに観測した画像データ I3 間にて低輝度採択処理をおこない補正画像 I C2 を生成する。(Image 3, 4, 5 参照)
- ④ 補正画像 I C2 の評価を行う。
(水面ハレーションと判別される画素数の画面占有率の検証)
- ⑤ 補正画像 I C2 と新たに観測した画像データ I4 間にて低輝度採択処理をおこない補正画像 I C3 を生成する。(Image 5, 6 参照)
- ⑥ 水面ハレーション補正条件（しきい値 200 を超える画素数が，補正画像内の0.01%以下の占有率を示すこと）が成立するまで次期画像データを入力し，処理④，⑤を繰り返す。

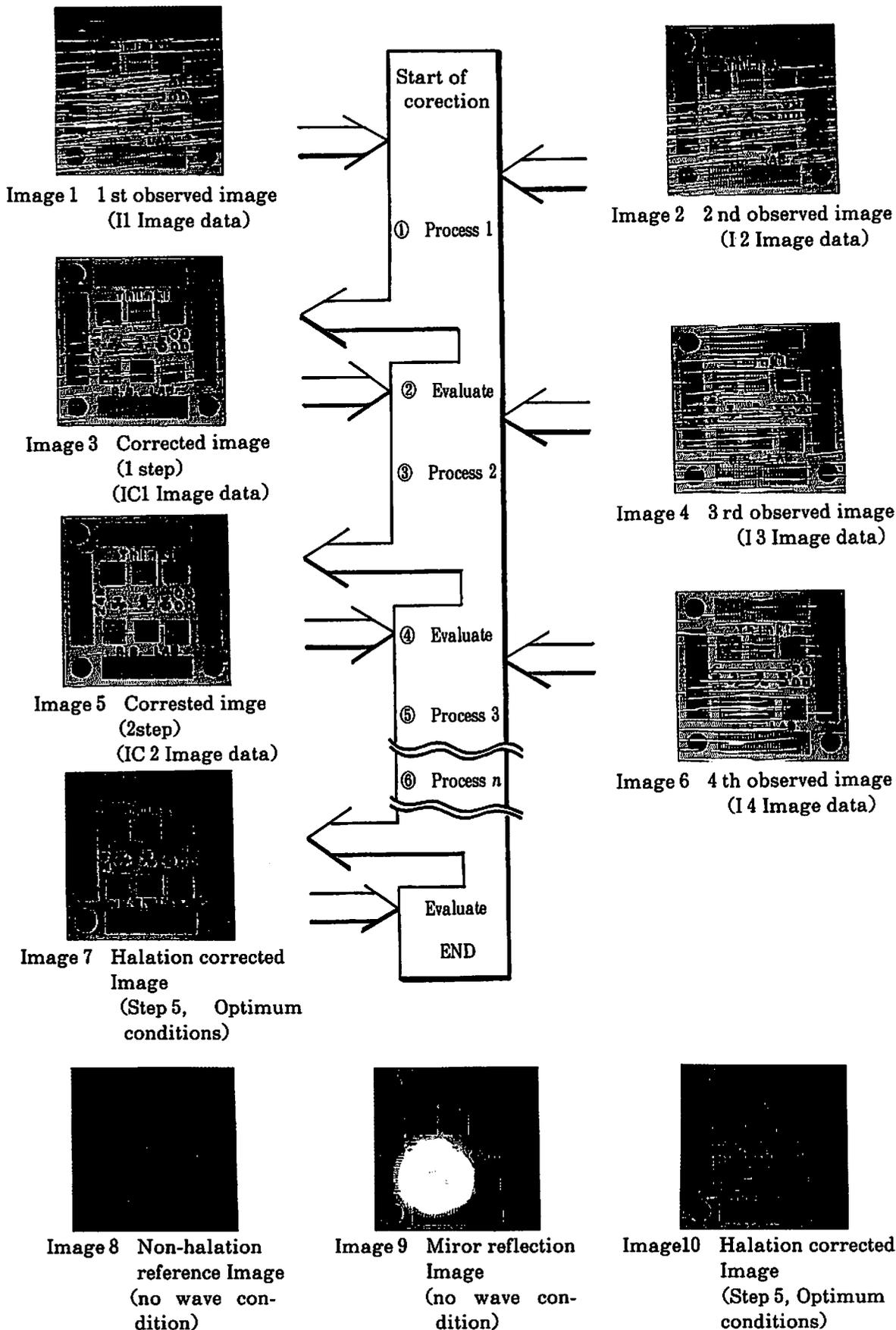


Fig.4 Flow of experiments and processed

3.5 結果

Fig. 5 は、非ハレーション教師画像と補正画像間の相関係数を、処理ステップの進行に伴って表現したものである。「低輝度採択法」による処理により検証用チャート上の文字が判読できた。Fig. 8 に得られた補正画像のヒストグラムを示す。

処理5回目の画像データが相関係数 $r=0.861$ と最も高い値を示している。Image 10 は処理5回目の画像（最適ハレーション補正画像，補正回数5回）を示す。

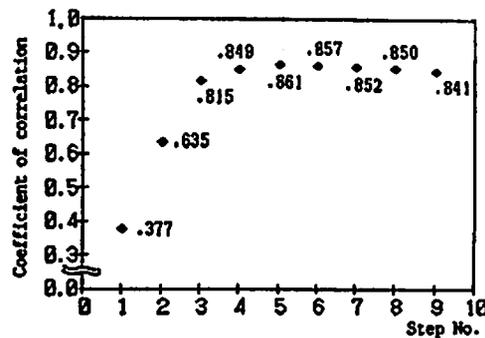


Fig. 5 Correction effects with Processed steps increasing
Correlations were taken between Non-halation image
and Halation corrected image

3.6 低輝度採択法の考察

Fig. 5 が示すように、合成用の観測画像の枚数をどこまでも増加させれば、理想的な画像に接近していくのではなく、ある最適回数の限界を越えると、補正過剰となり、その効果はかえって減少することがわかる。本実験においては、5回目が、効果の極大値となっている。原因として、水面波浪による水中光線の屈折等により、非水面ハレーション領域でも、処理を続けることにより、周辺の高い輝度の低い情報に置き換えられることが、考えられる。そこで、検討課題として、適画像が何番目の画像であるかを判別し、その段階で水面ハレーション補正処理を終了する必要がある。本実験では、散乱光のみの照明による水面ハレーションの発生しない状態の画像（非ハレーション教師画像）を、検証用に観測した。しかし、実際の利用の際には、このような画像は存在しない。つまり最適画像を教師なしで評価するアルゴリズムが、必要となる。

§4. 空中カラー写真画像上の水面ハレーション補正実験

4.1 空中カラー写真

本実験の目的は、「低輝度採択法」が空中カラー写真上の水面ハレーション補正に応用できるかを判断することである。用いた画像データは短時間に観測された水面ハレーションを起こしている二つの空中カラー写真を A/D 変換したものである。

空中カラー画像：男鹿半島 潮瀬崎 付近 (Image 11, 12 参照)

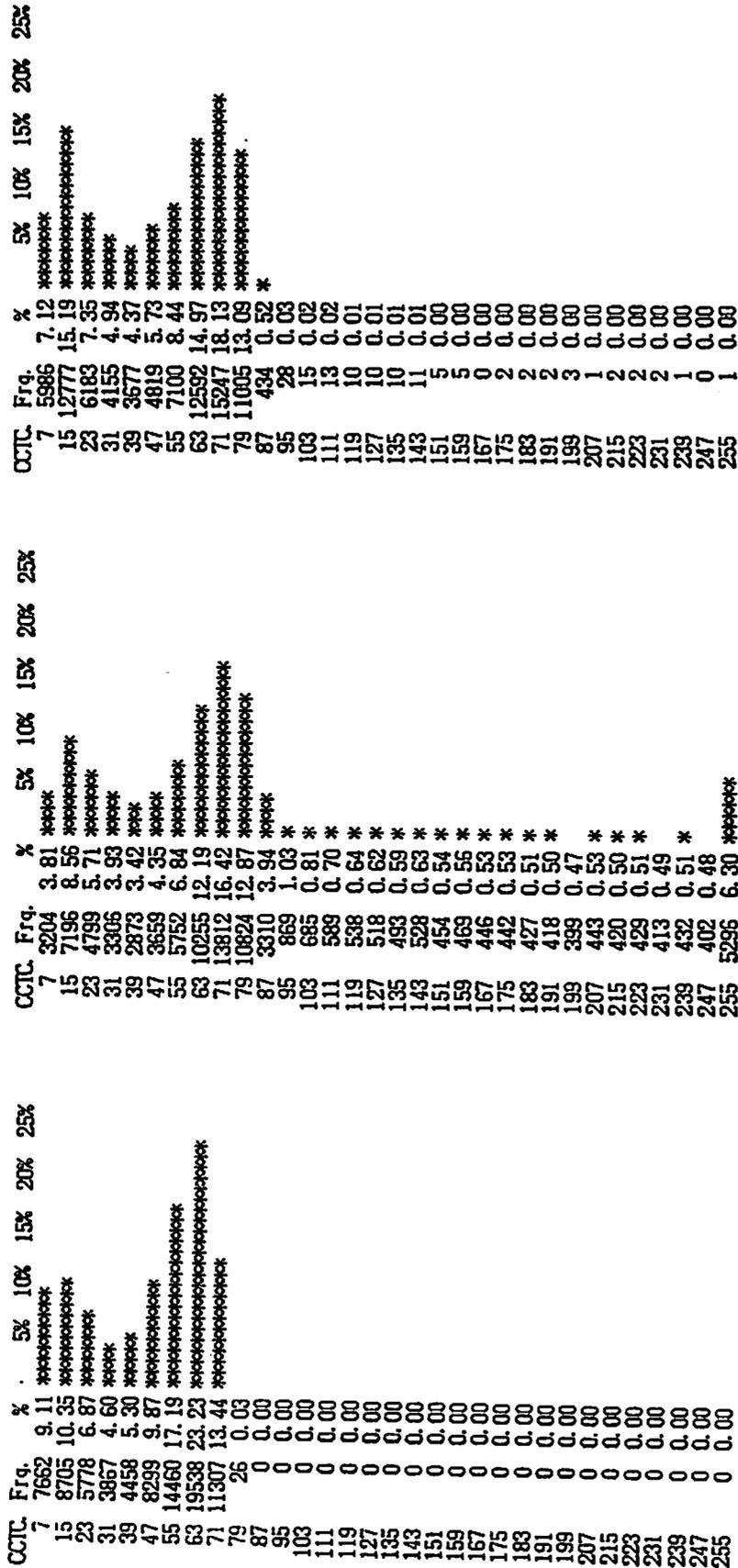


Fig. 6 Histogram of non-halation reference Image

Fig. 7 Histogram of observed halation Image

Fig. 8 Histogram of halation corrected Image

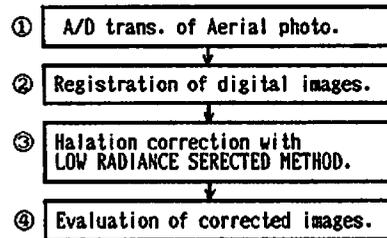


Fig. 9 Flow of experiment for halation correction of aerial color phtograph images

4.2 実験機器・手順

解析装置

パーソナルコンピュータ：PC-9801 VM(CPU V30 10 MHz)+RAM disk(4 MB)

イメージスキャナー：JX-200

Fig. 9 は実験の手順を示す。

① 空中カラー画像のA/D変換

読み取りピッチは200ドット/インチ(約 $130\mu\text{m}/\text{Pixel}$)とした。

Image 13, 14 はA/D変換後の画像をそれぞれ示す。

② 画像の空間的な位置合わせ

実験に用いる各空中カラー画像間の位置合わせは、近似的にアフィン変換式を用いた。また、観測画像のリサンプリング手法は最近傍法(nearest neighbor)を用いた。Fig. 10 は用いた GCP 位置を示す。

③ 「低輝度採択法」による水面ハレーション補正処理。

④ 画像の評価

4.3 実験結果・考察

Image 15 に水面ハレーション補正後の画像を示す。今回は2つの観測画像を用いた。観測画像の空間的な位置合わせの精度は、GCP 位置の平均2乗誤差でピクセル方向0.49画素、ライン方向0.31画素であった。

目視判読により、得られた水面ハレーション補正画像は、補正前の画像と比較して水面ハレーションの発生領域が少ない。これは、「低輝度採択法」による水面ハレーション補正の有効性を示すと考えられる。今後、未補正の水面ハレーション領域も、観測画像を増やすことで、ハレーション補正が可能であると考えられる。また、より短時間に画像データを収集する必要性もある事が判明した。

§5. ま と め

本研究により、「低輝度採択法」による水面ハレーション領域の放射補正が可能であることが



Image11 1st time, Aerial Color Photograph Image



Image12 2nd time, Aerial Color Photograph Image



Image13 Test image No.1 (130 μ m/Pixel)



Image14 Test image No.2. (130 μ m/Pixel)

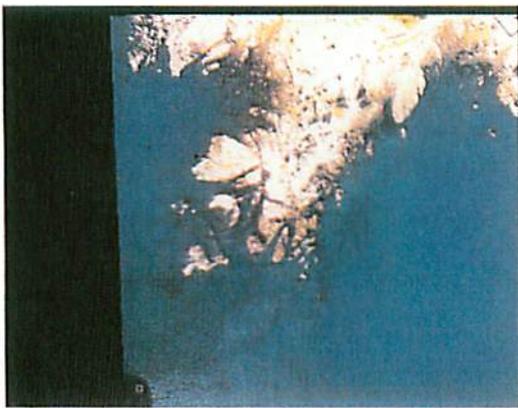


Image15 Halation corrected Image with Image and Image

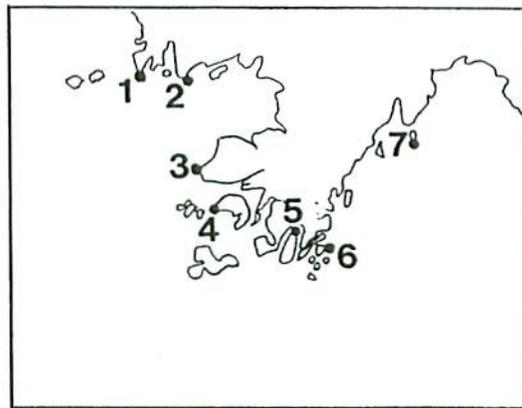


Fig.10 location of GCPs

確認された。また、空中カラー写真画像においても応用できることが判明した。

今後、より一層の実用化への研究が、期待される。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、空中カラー写真の利用に関し佛パスコのご協力を得ました。ここに深謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 杉森, 坂本: 海洋環境光学, 東海大学出版会.
- 2) 野上, 杉浦: パソコンによる数理地理学演習, 古今書院.
- 3) 大隅 昇: 統計的データ解析とソフトウェア, 日本放送出版会.