

高解像度衛星画像によるアスファルト路面の色特性の解析

北海道大学 正会員 上島 壯

1 はじめに

これまでの商用衛星画像は分解能がおおむね 10m より粗く応用が地理学的研究分野に限られていたが、1999 年 9 月、680km 上空に打ち上げられた IKONOS の衛星画像はほぼ 1m の分解能を持ち、航空写真分野での利用が期待されている。そしてさらに、2048 階調の可視光線 RGB バンド + 近赤外線バンドを持つことが道路舗装関連分野への応用の可能性を秘めているように思われる。道路関連分野で利用するためには、地物としての道路の画像特性を把握することが最初に必要であろう。そのために、本報告では着色されていないアスファルト路面色の解析を行なった。

アスファルト舗装の色は単に「黒」と表現されているが、構造物という観点からはむき出しで利用されているものであるから、材料の素性や路面の状態がそのまま表面色の特性に反映しているはずであり、衛星画像を利用することにより広い領域を同時に同じ光学的条件で比較することが可能である。

2 用いた画像データ

本研究で用いた IKONOS 画像は上記仕様の正式の画像商品ではなくインターネット販売された RGB 各 256 階調の JPEG 画像である。また、電子透かし処理が行われている。

研究対象として、2000 年 3 月 10 日午前 10 時 30 分ころ撮影された東京都大田区羽田地区画像群を用い、広く露出部を取れる空港舗装部を主体として、比較のために道路部をも抽出し解析した。なお、滑走路部はグルーピングが施されているので道路部とは反射特性が異なるものと思われる。図 1 は解析対象領域を切り取る操作を示したもので、中心線を設定し、帯状に範囲を設定する。ただし、層状のスライス処理は画像の水平・垂直・45 度方向のどれかの角度に固定したので、長方形化した切り取り画像の図形はやや斜めに表示されることが多い。解析データは、滑走路部 12 箇所、誘導路部 11 箇所、道路部 6 箇所である。図 1 で画像ピクセルを交差点で重複採取している部分があるが例外的な操作である。



図 1 解析領域切りだし画面の例

3 解析の方法

カラー画像は RGB の 3 色を要素としているが、RGB 値は互に相関性が高く解析パラメータには適さない。そこで画像伝送の分野で用いられる輝度（明度）、色相、彩度（飽和度）に変換して解析パラメータとする。なお、各特性値は 0-255 範囲の RGB 値から得られる値を標準化せず用いた。

$$\text{輝度 } Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$C_1 = R - Y, \quad C_2 = B - Y$$

$$\text{色相 } H = \tan^{-1}(C_1 / C_2)$$

$$\text{彩度 } S = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$$

4 解析結果

図 2 はサンプル画像の輝度（明度）・色相・彩度の分布を 3 次元的に表示したものである。大きな特徴として、滑走路と誘導路の空港舗装は輝度値 80-90、色相値 150° 付近で彩度が増大する色団塊を持つ。滑走路部は図の中心部に柱を形成しているが、白色ラインが多いことと走行中心線上のタイヤ屑のこびりつきによる黒化が原因と思われる。滑走路部で特徴的に彩度が大きい色相は 170°、230°、320° を中心とするものである。道路部は色相値 150° の分布はあまり顕著でなく、むしろ補色的な 320° の分布が特徴的である。その他、空港舗装では見られなかった 190°、280° に彩度の大きい分布が見られる。

高解像度衛星画像 アスファルト舗装 色特性

札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学 大学院工学研究科 都市環境工学専攻 Tel/Fax 011-706-6206

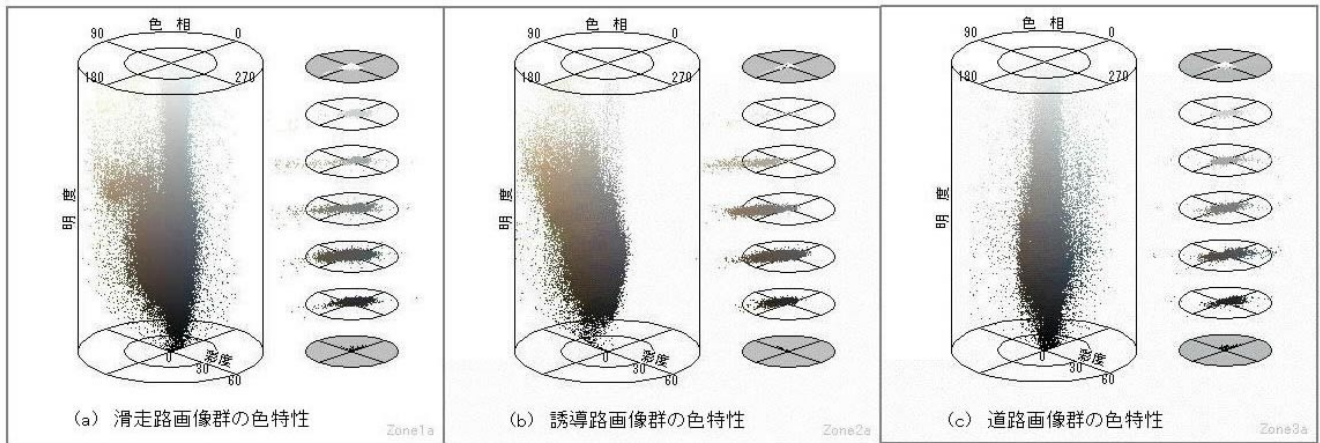


図2 アスファルト舗装区域別の路面色の特性値の分布

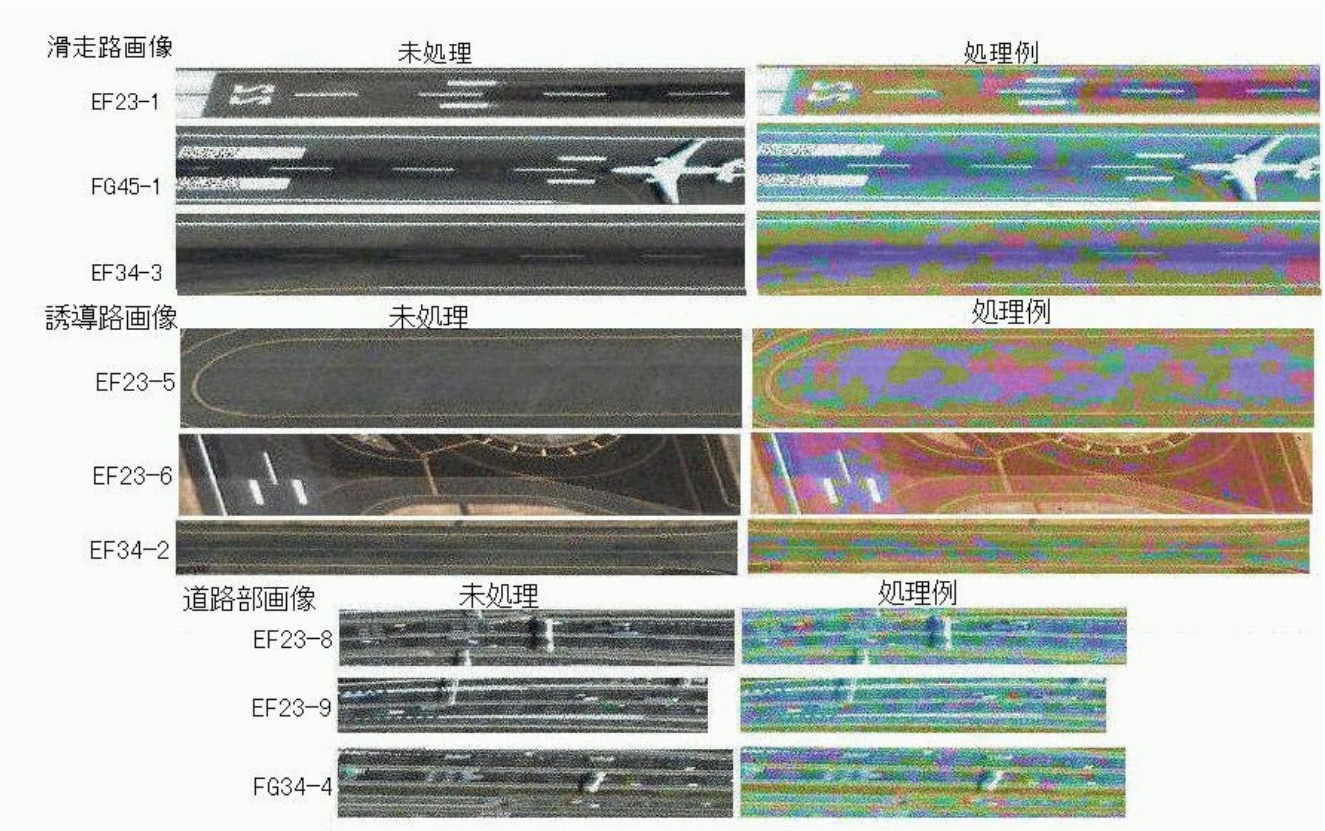


図3 アスファルト舗装路面の色調変換例

5 色調変換の例

図3にアスファルト路面画像の色調変換の例を、未処理と処理を対比させ、滑走路部、誘導路部、道路部について各3例ずつ示す。変換方法は、輝度を明るいほうにシフトさせ、彩度を高めて色区分を強調したものである。領域の全体的な色調として青系統の場合と緑・橙系統の場合がある。例示した道路部は前者、誘導路は後者であり、滑走路は両方のタイプが混在している。空港舗装では大きいもので展開幅10mを超えるまだら模様が不規則に散在している。道路部ではより細かい濃淡模様が多い。

6 おわりに

アスファルト舗装は肉眼では無彩色であるが、IKONOS衛星画像の解析により個性的で興味深い大域的な色特性が現れることを明らかにした。このような色特性が塵埃や近傍の物体の反射光によるものであったりして工学的に無意味な場合もあるが、もし材料の素性、平坦性、損傷などの舗装管理データとの関連性が見出されれば舗装の状態の強力なモニタリングツールとなろう。本研究には、卒業研究として谷口雅彦君が従事した。空港機能についてお教えいただいた関係機関の方々に感謝いたします。