

第Ⅱ部門 リモートセンシングデータを用いた水域情報の抽出に関する研究

京都大学工学部 正員 高棹琢馬 京都大学工学部 正員 椎葉充晴
京都大学工学部 正員 立川康人 京都大学大学院 学生員 栖原聖二
京都大学大学院 学生員 ○原井真一 岐阜大学工学部 正員 宝 馨

1. はじめに 衛星リモートセンサから必要な水域情報を得ることにより、地形図が存在しない流域の河道網データの取得や洪水時の氾濫原のモニタリングが容易になると考えられる。特に、1992年に打ち上げられた JERS-1 の SAR(Synthetic Aperture Radar) は、天候や時間帯に影響されない地表面のデータ取得を可能としており、熱帯等の雲で覆われることの多い地域の常時観測や、夜間の観測を行うことができる。本研究では、人工衛星(Landsat, SPOT, JERS-1)によるリモートセンシングデータを利用して、水域の位置情報を抽出する方法・精度を比較・検討した。

2. 使用データと対象流域 使用したデータについて表1に示す。これらのデータから、愛知県矢田川の上流域を切出し、地形図をグランドトゥールズとして、各衛星による水域抽出の方法・精度を検討した。

表1：各衛星データの諸元

衛星	センサ	画素サイズ	データ取得日
Landsat	TM	約 30m	90.4.25
SPOT	HRV PA	約 10m	91.3.19
JERS-1	SAR	約 12.5m	92.10.19

3. 目視による水域の判読 各衛星の画像を等頻度変換 (HEQ 処理)、または線型変換によって輝度値操作した画像から、目視によってどの程度水域が判読できるか調査した。

Landsat TM は、水面での分光反射率が低いバンド3、バンド4、バンド5で水域の判別が比較的容易であった。都市域では、都市域を水面より明るく表示するバンド5が水域抽出に適しており、森林域では、森林域を明るく表示するバンド4が水域抽出に適していることがわかった。しかし、両バンドとも道路と水路を識別することができない。バンド3は河道の抽出精度はバンド4、バンド5より劣るものの、道路を白く表示して水路と区別できるため、これらを組み合わせることが有効と考えられる。TMのバンド4の画

像を図1に示す。

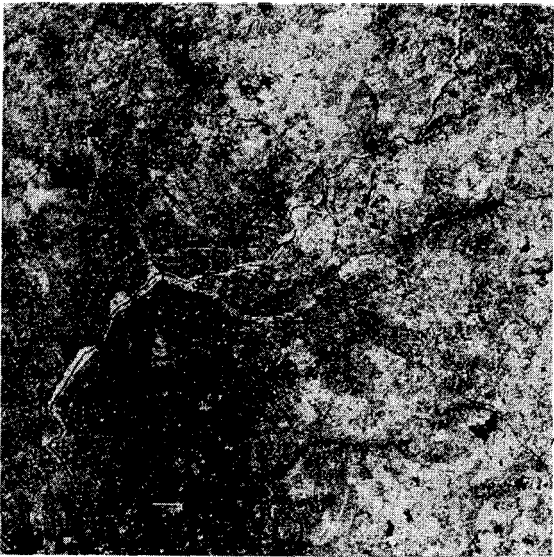


図1：TM バンド4 HEQ処理のみ(矢田川全域)

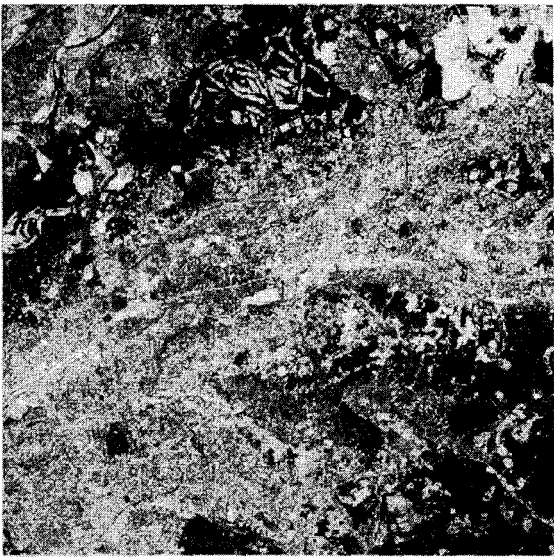


図2：HRV HEQ処理のみ(瀬戸市付近)

SPOT HRV PA モードは、現在入手できる最も高分解能の画像データだが、水面の輝度値が他の土地被



図3：SAR画像 矢田川全域

覆の輝度値とあまり変わらないため、都市域を流れる小河川は判読できず、これより分解能の劣るTMの方が河道の抽出に適していることがわかった。HRVの画像を図2に示す。

JERS-1 SARはoff-nadia角35度で斜めにマイクロ波を照射し、地表面での散乱波の入射方向の成分(後方散乱係数)を観測するセンサであり、水面では後方散乱係数が小さいので、水面は暗く表示される。SAR画像は各ピクセルの輝度値が0～32767の整数値で表されるが、矢田川流域を切り出したデータは輝度値2000以下のピクセルが全画素の95%以上を占めたため、各画素の輝度値 I を変換式

$$I' = \begin{cases} 255 \cdot I / 2000 & (I \leq 2000) \\ 255 & (I \geq 2001) \end{cases}$$

で線型変換した画像を図3に示す。

これを見ると水面の他、裸地(高水敷、ゴルフ場、空港、冬期の水田を含む)、太い道路、山の西側斜面も同様に低い輝度値で表されている。そのためそれらが混在するところでは、水域との境界線が確定できず、河川幅が実際よりも太く見えることがわかる。

4. しきい値操作による二値化 Landsatのバンド3、バンド4、バンド5は、水面での輝度値が他の土地被覆の輝度値より全体的に低い値を示す。また

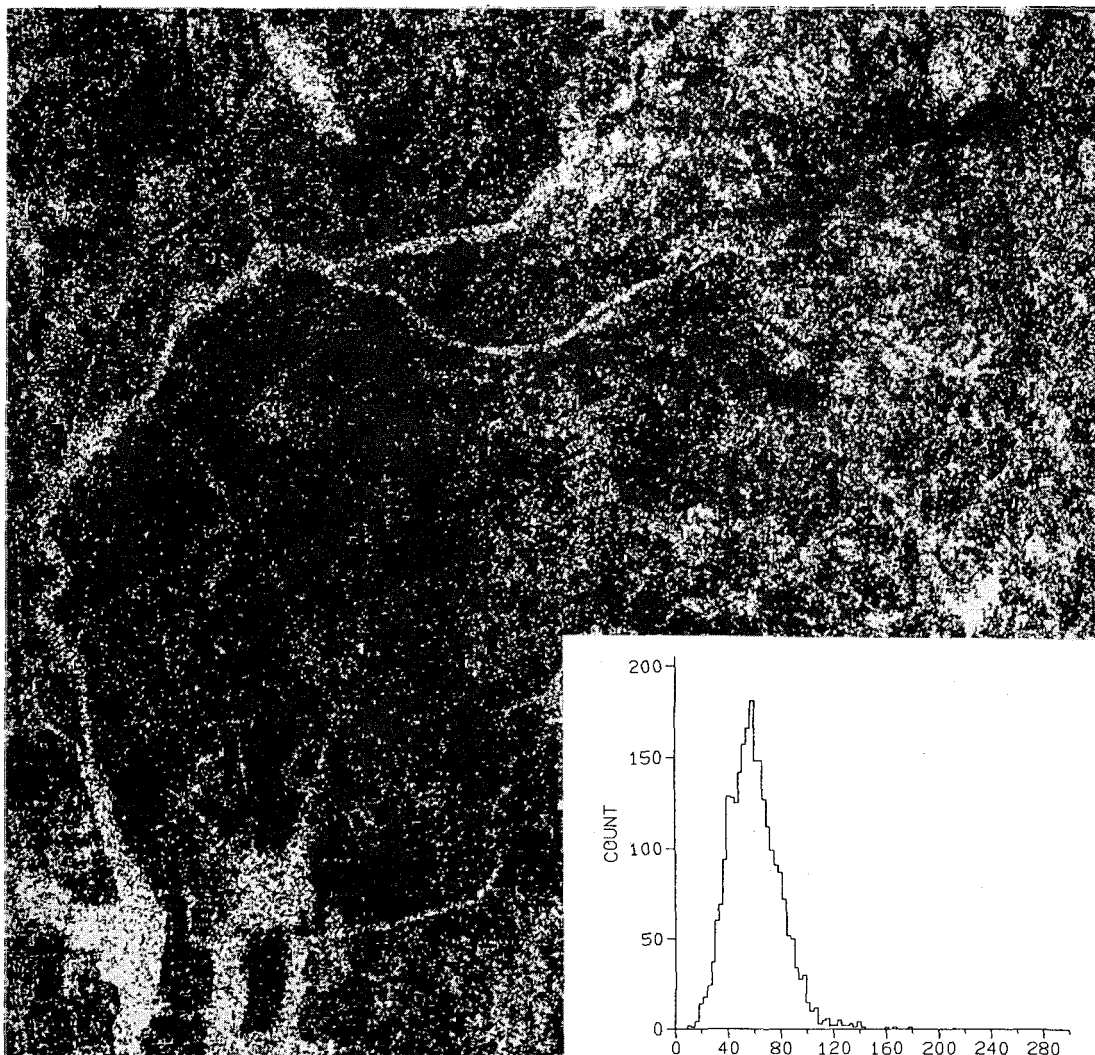


図4：図3をしきい値100で二値化

SARデータは、水面など地表面粗度が低い場所では、輝度値が低い値を示す。したがってあるしきい値を設定し、画像を二値化することによって水域を抽出することを試みた。

TMはバンド4の都市部、バンド3、バンド5の森林域において、先のHEQ処理では判別できなかった水域がしきい値50程度で抽出できた。

SPOT HRVは3.で述べたように水面の輝度値が他の土地被覆の輝度値とあまり変わらないため、この方法は効果的ではなかった。

図3のSAR画像をしきい値100で二値化したものを図4に示す。SARについては、水面におけるマイ

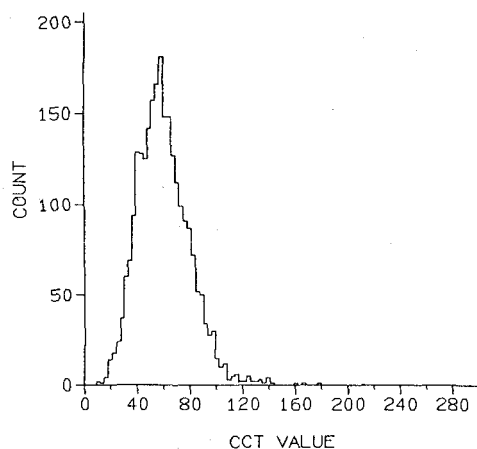


図5：SAR 水面の輝度値分布(線型変換後)

クロ波の鏡面反射特性から、水面では輝度値が他の土地被覆よりもかなり小さいと期待していたが、水面のみで構成するピクセルの輝度値が、実際は図5に示すように255段階で10~120にわたって分布している。この範囲には全画素の約50%が含まれており、しきい値操作による二値化だけで水域のみを抽出することはできないことがわかった。

5. 二次微分処理によるエッジ強調 画像の局所的な輝度値変化が大きい箇所をエッジといい、これを強調することによって河道や道路、あるいは土地被覆の境界などの‘線’が抽出できる。微分オペレー

タは次の5×5のフィルタを用いた.

$$\begin{bmatrix} 0 & +1 & +2 & +1 & 0 \\ +1 & +2 & -1 & +2 & +1 \\ +2 & -1 & -20 & -1 & +2 \\ +1 & +2 & -1 & +2 & +1 \\ 0 & +1 & +2 & +1 & 0 \end{bmatrix}$$

TM のバンド4, バンド5を二次微分処理すると, 河道を含む線構造を抽出することができた. ただし, 河道のみを抽出しているわけではないため, 他の抽出手法と組み合わせる必要がある.

HRV では, 堤防や河道に沿った道路が抽出されるため, それによって間接的に細い河道が多少判別できるようになった.

SAR 画像は隣り合う画素の輝度値差が大きいため, 期待しない多くの画素がエッジとして強調されてしまう. 平均化フィルタをかけて画像を丸めた後にエッジ強調を行ったものを図6に示す. 多少改善が見られるが, 河道を線として表すには至らなかった.

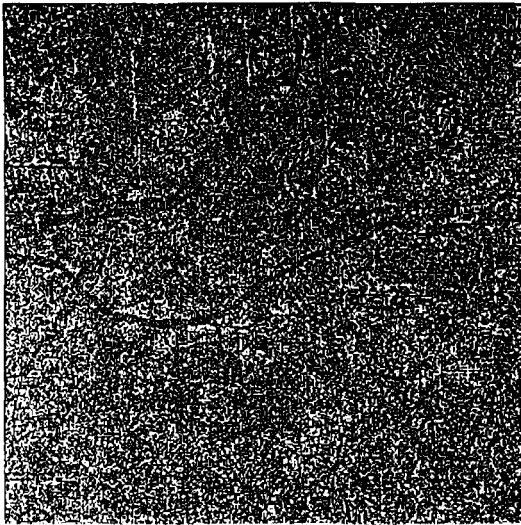


図6 : SAR 画像 エッジ強調後, HEQ 処理

6. 各処理を組み合わせた方法 TM バンド5の画像を二次微分処理した後にHEQ処理し, しきい値50で二値化して更に孤立点を除去したものを図7に示す. TMでは今回この方法が最もよく水域の様子を再現していた. また, この方法はエッジ強調を含んでいるのでSAR画像には適用できない.

7. おわりに 人工衛星(Landsat, SPOT, JERS-1)によるリモートセンシングデータを用いて水域を抽出

する方法と精度を検討した. 各画像を等頻度変換した結果得られた画像を比較すると, Landsat TMが河道情報を最も精度よく抽出していた. SAR画像は, 水域を含む箇所はTMの場合よりも上流までよく抽出しているが, 河道だけをそこから識別することは難しい.

更に, 河道のみを抽出するために, 各画像に二値化処理, 二次微分処理を施した. その結果, Landsat TMのバンド4, バンド5で, 水域の様子をかなり忠実に再現した画像が得られた. SPOT HRV 画像, JERS-1 SAR 画像では, TMほどの成果は得られなかった.

SAR 画像は, 可視・近赤外域の電磁波を扱うセンサのデータが使えない地域で有効だが, 一つのパンドだけでは, 取得できる情報に限界がある. Lバンドのマイクロ波を使うJERS-1では, 流水部・高水敷・堤防を含めて河道と, ゴルフ場・空港・冬期の水田を含めて裸地との輝度差が得られなかった. 今後は同じく合成開口レーダであるEERS-1 AMIのCバンドセンサと併用することによって, より高い精度で水域の抽出ができるか検討する必要がある.

尚, 本研究は科学研究費総合研究(A)「“合成開口レーダによる広域水文量抽出アルゴリズムの開発”代表:小池俊雄(長岡技科大)」の補助を受けた. また, SARデータはNASDA(宇宙開発事業団)より提供いただいた. 記して謝意を表する.

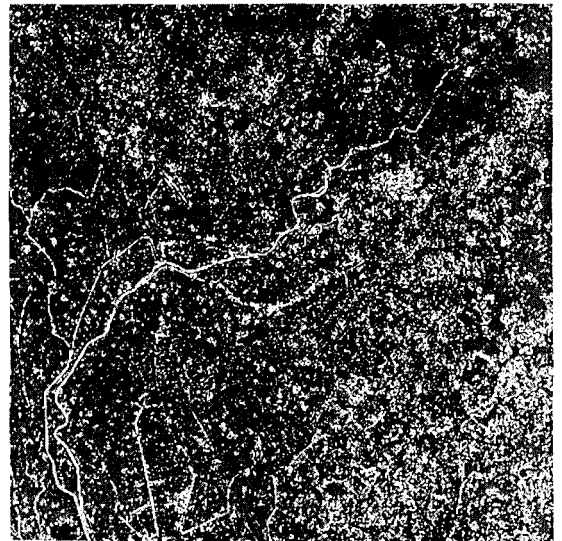


図7 : TM バンド5 エッジ強調, HEQ 処理, しきい値50で二値化, 孤立点除去