

II-PS 1 ランドサットTMデータによる新宮川の定量的解析

東京理科大学 学生員 河合弘泰
東京理科大学 正会員 大西外明

1. 緒言

陸域の人工衛星データ解析においては、土地被覆分類等多くの定量的解析手法が提案されている。水域の解析においては、フォールス・カラー合成、比演算、ラプラス演算等の画像処理による流れの「可視化」、「定性的把握」に主眼が置かれて来ており、微妙な判断においては研究者の主観が入り込み易いとの指摘がある。本論文においては図-1に示す紀伊半島南部の新宮川（熊野川）を例に、水域の定量的解析手法を検討する。

2. 使用データ

本論文では表-1に示すランドサットTMデータを用いる。このTMデータの空間分解能は30(m)または120(m)であるので、貯水池や河口付近など比較的川幅の広い部分であれば河川水の観測に使用可能である。可視領域のband 1, 2, 3のCCT値は水面の「色調」に依存しているが、土砂を比較的多く含む河口流においてはほぼ濁度に比例することが従来の研究²⁾から知られている。また、熱赤外領域のband 6が水温に比例している。

3. 風屋貯水池

風屋貯水池は新宮川・十津川水系の上流に位置し、図-2(a)に示すように支流（神納川）を有している。図-2(b)はこの貯水池上流からダムに至るCCT値変化を示したものであるが、B地点で可視3bandが急減している。この地点が貯水池の上端に相当することが現地観測で確認されており、図-2(c)に示す濁水が温度躍層付近に貫入する現象から説明できる。

図-2(d)にband 1とband 3との関係を示すが、データが1本の線には乗らず、ほぼ3本の線を成して分布している。band 1, 3のCCT値 U_1, U_3 は式(1-a, b)に示すような濁度 C の一次式で近似できる。

$$U_1 \doteq a_1 + b_1 C, \quad U_3 \doteq a_3 + b_3 C \quad (1-a, b)$$

ここに、 b_1, b_3 は定数、 a_1, a_3 は濁度以外の要素（プランクトン、藻類、化学物質、塩分濃度、濁水層の深さ等）に依存する変数と見なすことができる。これら2式から C を消去するすると式(2)が導かれる。

$$U_3 \doteq (b_3/b_1)U_1 + (-a_1b_3/b_1 + a_3) \quad (2)$$

すなわち、濁度以外の要素が一定のときは U_1 と U_3 との間に直線関係がある。また、濁度以外の要素に跳躍的变化があると右辺第2項も変化するのでこの直線は図-2(e)のように上下に平行移動し、濁度と同時に他の要素も漸変する場合はこの直線と平行にはならない。

陸域での「カテゴリー分類」が、最尤法によりどの「群れ」に属するかを判別するのに対し、水域においてはマハラリス汎距離、回帰曲線までのユークリッド距離を比較してどの「線」に属するかを判別すれば良いものと思われる。

図-1 新宮川流域地図



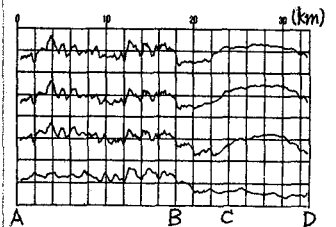
表-1 TMのband

band	電磁波名	分解能
1	可視(青)	30(m)
2	可視(緑)	30(m)
3	可視(赤)	30(m)
6	熱赤外	120(m)

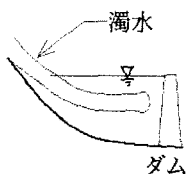
図-2(a) 風屋貯水池略地図



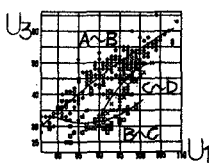
(b) CCT値(上からband 1, 2, 3, 6)



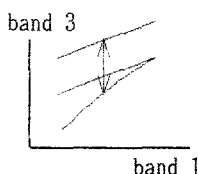
(c) 密度流現象



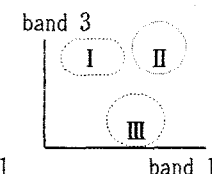
(d) 2band間の関係



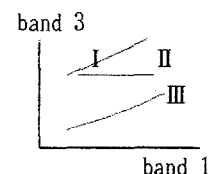
(e) 分布の変化



(f) 陸域のカテゴリー分類



(g) 水域のカテゴリー分類



4. 熊野灘への拡散

河川放流水の挙動は、どちらの「方向」にどれだけの「距離」という2つの量に集約される。

まず、流れの「方向」として流軸を考える。流軸は厳密には空間的に3次元的なものであるが、本論文においては平面的なもの³⁾として扱い、「CCT値に対応する重みを付した最小2乗法により回帰した曲線」と定義する⁴⁾。図-3(a),(b)は1988年9月26日のCCT値分布と流軸を示したものである。この日は台風通過後に相当し、河口流量は1150(m^3/s)と非常に多い。濁度(band 2)と水温(band 6)との間に明確な差は見られない。図-4(a),(b)は同年4月19日の状況を示すが、両者の間に明確な相違がある。この日の流量は60(m^3/s)と少ないため、沿岸漂砂、河口付近に発達した砂洲の連行等が濁度分布に影響を及ぼしているものと考えられる。従って、放流水拡散域評価にはこれらの影響を受けない水温の方が適している。

放流水の到達する「距離」は、流軸上のCCT値変化から求めるわけであるが、band間の比較を容易にするために「河口で1、十分沖で0」となるように無次元化した「相対輝度」を用いる。そして、この拡散影響距離を「河口から相対輝度が0.1に低下する点までの距離」⁴⁾と定義する。図-5(b)は9月26日の場合を示したものであるが、濁度10.7(km)、水温8.3(km)と定量的に評価し得る。水温の方が水面での熱収支の為に狭い領域において周囲の水に同化することは、従来から定性的には指摘されて来たことであるが、本論文はこれを定量的に検証するものである。また、噴流理論より流軸上の濁度、水温は指数関数的に周囲の水のそれに同化するとも言われて来たが、必ずしもこの通りではないことを示しており興味深い。

図-5(d)は河口付近のCCT値変化をband 1とband 3との関係で示したものであるが、河口を過ぎると河口到達以前の直線から少しずつ離れて行く傾向が見られる。この離れた距離と塩分濃度との間に何らかの相関性があるものと予想される。

5. 結語

本論文において提案するこれらの評価基準は、新宮川以外の河川にも適用することができる。特に河口流の観測に関しては今後も人工衛星を用いた観測が主流であると考えられ、誰が行なっても同様な結果が得られるような客観的かつ定量的な解析方法を確立することが必要とされている。また、本論文においては省略したが、河口流量と拡散面積の関係を明確すること³⁾も重要である。

参考文献

- 1) 大西外明・西村司：リモートセンシングによる河口拡散調査と密度流的検討，土木学会論文報告集第289号，pp.75～87，1979。
- 2) 宇田高明・古川博一・竹淵勉：ランドサット，衛星，リモートセンシングによる沿岸海域特性の把握，第31回海岸工学講演論文集，pp.690～694，1984。
- 3) 田中修三：ランドサットデータによる河口流出の解析，パワコンによるリモートセンシングデータ解析，日本リモートセンシング学会出版委員会，pp.164～171。
- 4) 大西外明・河合弘泰：パワコンによる人工衛星データを用いた放流水拡散域評価法の提案，水工学論文集第35巻，pp.173～178，1991。

図-3 1988.09.26のCCT値分布

(a)band 2 (b)band 6

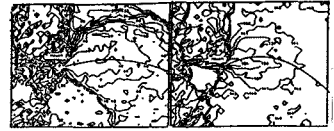


図-4 1988.04.19のCCT値分布

(a)band 2 (b)band 6

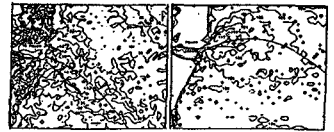
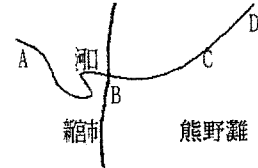
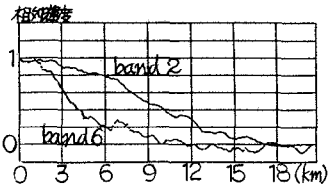


図-5(a)河口付近略地図



(b)相対輝度変化



(c) 2band間の関係

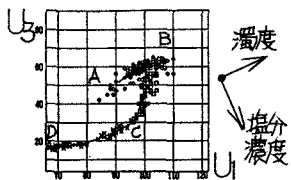


表-2 拡散影響距離(km)

日	付	濁度	水温
1988.06.06		14.6	4.0
1988.09.26		10.7	8.3
1989.08.28		14.6	8.8