

衛星画像で判読した江戸川の濁度分布とその分析

日大生産工(院)	学生会員	森 幹高
日大生産工	正会員	工藤 勝輝
日大生産工	フェロー	西川 肇
日本建設コンサルタント(株)	正会員	田原 達人

1. はじめに

東京都と千葉県の間を流れる利根川水系江戸川からの供給水は、首都圏における生活用水、農業用水および工業用水に多く使われている。特に生活用水は、供給水全量の67.2%(平成16年度水利権量等 江戸川河川事務所)を占めており、近隣住民の生活環境における重要な役割を担っている。近隣域の市街地化に伴った内水排除が及ぼす江戸川水質への影響をモニタリングし水質の現状を把握することは、良好な都市河川環境を形成するうえで重要な検討項目となる。

本研究は、地球観測衛星 Landsat ETM⁺の可視光赤波長域データ(VR: ETM⁺ Band-3, 630nm ~ 690nm)の画像処理によって、江戸川の縦断方向の濁度分布を判読すると共に、江戸川に流入する内水排除地点における高濁度拡散面積の現況を定量的に把握し、内水排除による水質への影響について分析したものである。

2. 濁度の異なる水のスペクトル特性

一般的に澄んだ水は、可視青~可視緑波長域(400~600nm)で良く反射するため、綺麗な水ほど青く見える。しかしながら、いったん水中に懸濁物、藻類や有機、無機の汚染物質が混入すると、そのスペクトルのパターンもそれぞれ大きく変化する。数ある水質項目の中でも単なる水の濁りの度合いの尺度である「濁度」は、その濃度変化が最も顕著にスペクトルに表れるということが、既往の研究成果により明らかにされている。Fig.1は、茶系の染料を利用し汚濁水を作成し、人為的に濃度を変化させながら可視青~近赤外波長域(400~1050nm)のスペクトルパターンを計測した結果を示したものである。これより、定説どおり濃度の増加に伴い可視赤(630-690nm)のスペクトルレスポンスも大きくなるのがわかる。

3. 衛星データの画像解析

本研究において画像解析に使用した衛星データは、2002年8月22日に該当域を観測した Landsat ETM⁺データである。

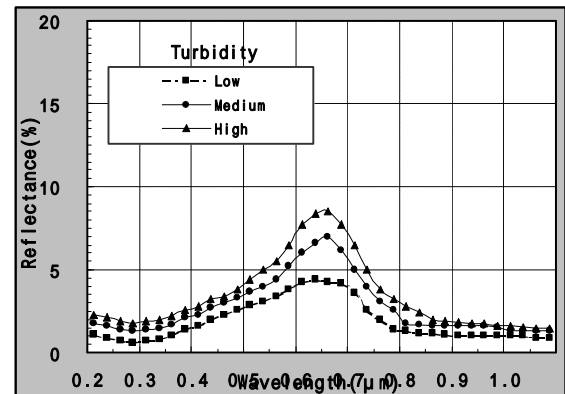


Fig.1 Field spectra of turbid water with different concentration.(lab.-experience)

3.1. オリジナルデータセットの前処理

1)幾何補正

衛星データの地理的条件を数値地図と一致させるため、UTM座標系を与えた国土地理院発行の数値地図1/25000を用いて、アフィン変換により衛星データをUTM座標に再配列した。

2)Filament Shaped法

大気エアロゾル等の影響によるスペクトルレスポンスの減衰や歪みを補正するため、オリジナルデータセットに、本学、カリフォルニア大学ならびにテキサス大学との共同にて構築した複合ラジOMETリック補正法(Filament-Shaped)を利用して補正を施した。

3.2. 衛星データで判読した江戸川の濁度分布

Fig.1において示した可視赤波長と濁度レベルとの関係を基本とし、Landsat ETM⁺の可視赤波長帯であるBand-3データを利用して江戸川の内水排除地点における「濁度分布パターン」の判読処理を行った。これは、まずラジOMETリック補正済みのETM⁺ Band-3のDN値をその大小でレベルスライスし色調の違いで表したものであり、赤に近づくほど濁度レベルが高く逆に青に近づくほどその水は澄んでいることを示している。Plate 1は、江戸川の河口より9.5km地点から26.5km地点における江戸川の縦断方向の濁度分布と内水排除地

キーワード:濁度 複合ラジOMETリック補正 内水排除

連絡先: 日本大学生産工学部土木工学科(住所:千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL:047-474-2471 FAX:047-474-2449)

点(浄水機場、排水樋管等)を示したものである。これより、全体的には低濃度域が占める中で、局所的に、特に内水排除地点周辺域に高濃度域が多く分布していることが確認できる。

4. 縦断方向の濁度変化

Fig.2 は、江戸川河道の縦断方向 0.5km ピッチに横断方向の中央および両端の Band-3 DN 値(Digital Number)の平均値を算出し、周辺河道施設の位置とのプロファイル化処理の結果を示したものである。なお、図中 22.5km および 16.0km 付近の欠落部は雲によって計測不可能であった地点である。これを見ると、他の地点と比較して相対的に、江戸川に流入する各内水排除地点、特に北越製紙排水樋管、市川排水管および三郷周辺水域排水樋管周辺水域における Band-3 DN 値が高いことがわかる。ここで、利用した Landsat ETM⁺のフルシーンに含まれる北印旗沼は実測濁度の公的データが整備されており、これらより Band-3 が示す江戸川における高濃度域と低濃度域との DN 境界値を 40 とした。

5. 内水排除地点の高濁度拡散面積

Table 1、Table 2 は、代表的な内水排除地点における高濁度部のピクセル数から計測した高濁度分布面積と当該内水排除地点の計画排水量を示したものである。Table 1、Table 2 および Fig.2 より、三郷排水機場や松戸排水機場の様に排水量が多く、かつ濁度レベルが高い地点と赤塚排水機場の様に排水量は多いが、濁度レベルは低い地点が存在することを確認できた。これは、濁度レベルの高低は樋管の排水量の大小に依存して変化するのではなく、排水量に含まれる汚濁形成成分(排出土砂、水中懸濁物質、Chlorophyll-a)の量に左右され変化することを顕著に示している。

6. 考察

本研究は、地上分解能 28.5m の Landsat ETM⁺データを利用して江戸川下流の濁度分布の判読を行った。今回は、都市型河川の水質環境評価へのマルチスペクトル衛星データの導入への 1 アプローチとして、単純に水質項目を「濁度」に限定して行ったが、適切に前処理が行われたこともあり良好な分類結果であった。しかし、河川をとりまく良好な環境形成をより正確に施策するには、以下に示す項目についてさらに検討する必要がある。

- 1) 水質汚濁成分の種別やそれらが示すスペクトル特性を詳細に解析する必要がある。
- 2) 多時期の衛星データを利用して「対象河川流域の市街化が及ぼす水質への影響」および「土地被覆状況の変化」などを時系列的に定量解析し、その結果画像処

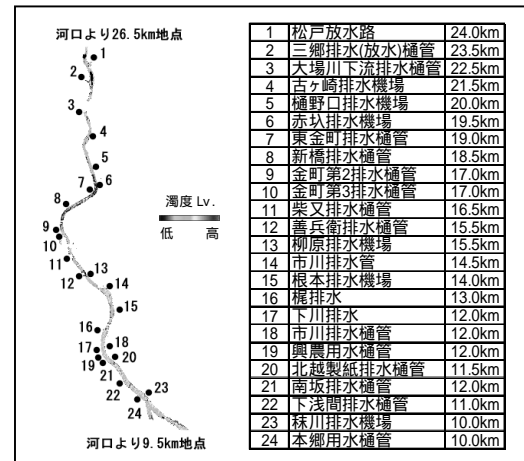


Plate1 Classified imagery of transformed ETM⁺ Band-3 shows regional difference of turbid level of water body on downstream, Edogawa. (8/22/2002)

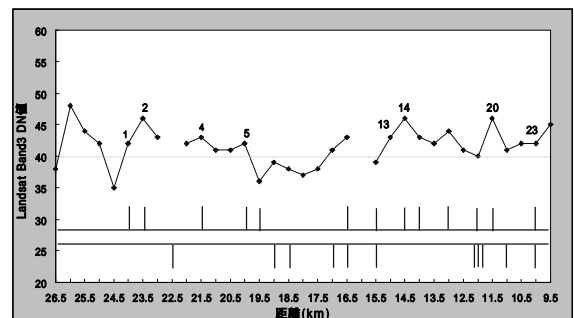


Fig.2 Vertical profile of turbid level clearly indicates dramatic effect by drainage facilities.

流入地点	距離標(km)	ピクセル数	濁度表面面積 (m ²)
1 松戸排水機場(坂川)	24.0	20.0	16245
2 三郷排水機場	23.5	24.0	19494
4 古ヶ崎排水機場	21.5	2.0	1625
5 樋野口排水機場	20.0	2.0	1625
13 柳原排水機場(坂川)	15.5	4.0	3249
23 秣川排水機場	10.0	3.0	2437

Table 1 Summary of diffused area of turbid water body, converted maximum resolution of Landsat ETM⁺.

流入地点	距離標(km)	計画排水量(m ³ /sec)
1 松戸排水機場	24.0	100.0
2 三郷排水(放水)機場	23.5	200.0
4 古ヶ崎排水機場	21.5	40.0
5 樋野口排水機場	20.0	20.0
13 柳原排水機場	15.5	26.0
23 秣川排水機場	10.0	23.0
6 赤塚排水機場	19.5	100.0

Table 2 Summary of total volume of programed drainage at each drainage facility.

理のパラメータとして再度フィードバックした多変量解析を行う。

3) 多時期の衛星データを利用し同域の水質評価を行う場合その結果をパラレルに扱うためには、衛星観測日前の気象条件についても検討し、データ選択を行う必要がある。

4) 将来的な展望として、超高分解能(0.5m-1m)を有する IKONOS, QuickBird などの衛星データによる解析を併用ことにより、さらに局所的な評価を行う予定である。