

画像認識技術を利用した水質推定システム

谷清隆^{†1} 梅津高朗^{†1}

概要: ものに触れず広範囲を効率的に調査する事ができるリモートセンシング技術を利用することで、滋賀県の琵琶湖など調査範囲が広い場合、これまで時間がかかっていた調査を短時間でできるようにすることを目的としている。また、この技術で集めたデータをビッグデータとして利用することで、これまでの調査では分からなかった水質汚濁問題の解決に繋がるのではないかと考えている。

キーワード: 画像認識, リモートセンシング, 水質調査

1. はじめに

近年、滋賀県琵琶湖では水草の異常繁茂が問題となっており、水草の異常繁茂による湖底直上の溶存酸素濃度(DO)の低下や湖底の泥化の進行、湖内水の流通障害、生態系への影響など湖沼環境への影響が危惧されている[1]。

このことから水草の繁殖状況と水質には相関関係があり、水草の繁殖状況から水質を間接的に推定できるのではないかと考えた。

これまで対象となる指標を物理的に計測するリモートセンシング技術は考えられていたが、水質といった直接計測することが難しい指標も存在する。観測しやすい情報からそれらを間接的に推定する事で、これまでリモートセンシングにより計測が難しかった指標の計測を目指す。

また簡便で低コストなシステムを提案することで、継続的な調査がしやすくなる他、災害や公害などによる急激な環境変化による水質への影響を瞬時に計測することで、迅速な対応も可能となることが期待できる。

本稿では画像を用いて水草の繁殖状況を推定し、それを用いた水質調査の仕組みを提案する。

2. 関連研究

本章では関連した研究を紹介する。文献[2]では航空機にMulti Spectral Scanner(MSS)を搭載し、可視光から近赤外までの各種波長域および熱赤外についての画像データを収集し、そのデータから得られた分光反射率と実際の水質データを回帰分析することにより、水質を推定しようとしている。しかし、水温は熱赤外によって、透明度は可視光によって測定可能であるが、クロロフィル a や浮遊物質(SS)は測定対象が小さいため、COD(化学的酸素要求量)は濃度変化が直接分光反射率に影響してくることは考えにくく、測定できなかったとされている。つまり、透明度や温度などリモートセンシングにより直接観測しやすい指標は、効果的に計測することができるが、対象が小さすぎる、溶けていることによりセンサーでとらえることができない場合、リモートセンシングによる直接的な計測は難しいことがわかる。

また、文献[3]では島根県中海・宍道湖においてアオコが発生した時の衛星データと水質データの相関関係を調べており、アオコの発生と水質は相関関係があり衛星画像で水質の簡易推定をすることに成功している。このことから、水質と間接的な影響があるアオコを通して、水質を推定することは可能であり、アオコよりも繁殖している期間が長い水草を水質推定の対象物とすることで、より恒常的に水質を推定できるのではないかと考えられる。さらに文献[4]では、森林に生育している針葉樹である、スギ林、ヒノキ林、アカマツ林、また広葉樹林、混合樹林など林の種類を輝度やコントラストにより分類している。ここから、水草も同様に簡易的な分類が可能であり、水質に良い影響をもたらす水草と悪い影響をもたらす水草に分類することにより、さらに精度が高い水質推定が可能ではないかと考えられる。

3. 提案手法

本章では現在考察中の手法を紹介する。

3.1 研究目的とアプローチ

3.1.1 研究目的

本研究の目的はものに触れず広範囲を効率的に調査する事ができるリモートセンシング技術を利用し、広範囲にわたる水質調査を短時間で簡単にできるようにすることである。

3.1.2 アプローチ

本提案手法では、物理的な計測により対象とする指標を直接測定するのではなく、あらかじめ計測した結果と、リモートセンシングしやすい情報との間の相関を求めておき、そこから間接的にそれらを推定する方法を採る。

画像認識技術をもとに対象物の量を測り、対象物の量に水質を推定するための対象物の構成要素として

1. 可視光から近赤外によってとらえることができる
2. 対象の増減によって水質に大きな影響を与える

の2点が考えられる。

1つ目は画像認識技術を利用し水質推定を行うために必要であり、2章の関連研究の通り、対象物質が小さすぎる、またはセンサーでとらえることができない場合、データを正

^{†1} 滋賀大学
Shiga University.

確に得られず推定できないからである。

2つ目は対象物が水質に大きな影響を与えない場合、量による水質の推定が難しい、もしくは不可能になるためである。本研究においては2条件を満たす水草を対象物とし、水質の推定を行うこととする。

なお、図1に提案手法の流れを示す。

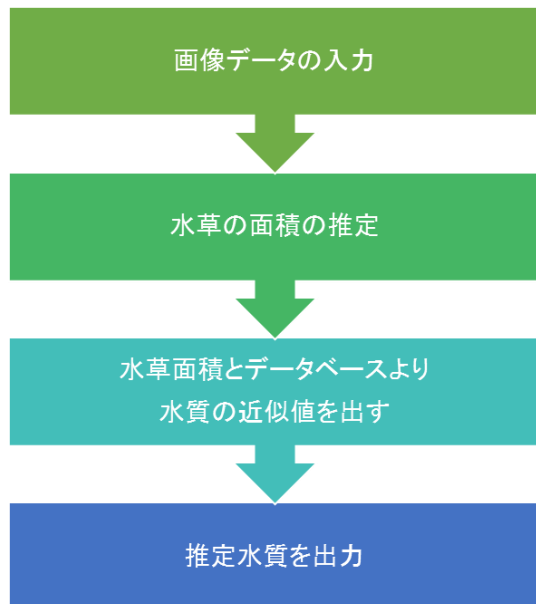


図1 提案水質推定システムのフロー図

3.2 水草の水質に与える影響

文献[5]によると琵琶湖の水草が多すぎると水中の溶存酸素量が低下し、水質悪化につながる事がわかる。また、文献[6]によると水草が少なすぎると、植物プランクトンが光合成しやすくなり、植物プランクトンが大量繁殖しアオコなどが発生しやすくなる事がわかる。

3.3 提案手法の概要

このシステムは水草の繁殖量と実際の水質データを保存しておく「データベース部」と与えられた画像の水草量を判定し、その量をもとに水質を推定する「推定部」から構成される。

3.3.1 データベース部

データベース部では、事前に水草の量と実際の水質(クロロフィル a, 浮遊物質, COD)のデータをデータベース化しておく。なお、水質の指標は複数あるが、今回は2章の関連研究で推定できなかった上記3種を取り上げる。

表1 水質データベース

| 場所 | 水質計測日 | 水草量 (%) | クロロフィル a ($\mu\text{g/L}$) | 浮遊物質 (mg/L) | COD (mg/L) |
|------|-----------|---------|------------------------------|-------------|------------|
| 木ノ浜沖 | 2015/7/4 | 10 | 3.2 | <1 | 2.8 |
| 志那沖 | 2015/9/11 | 30 | 3.2 | 1 | 3.1 |
| 瀬田川 | 2015/7/8 | 10 | 3.4 | 3 | 3.5 |



図2 木ノ浜(守山市)の撮影結果(2015/7/4)



図3 志那(草津市)の撮影結果(2015/8/27)



図4 瀬田川(大津市)の撮影結果(2015/7/4)

表1にデータベースに記録するデータの具体例を示す。また、実際に3カ所の地点で写真を撮影した。撮影した写真の水域を黄色い囲み線、水草の範囲を赤い囲み線で表したものを図2~4に示す。

データベースには、表1のように、撮影場所、水質計測日、および、水草量を目視で計測した値を記録する。また、別途、クロロフィル、浮遊物質、CODの実測値を用意する。

表1では、滋賀県による水質調査データ[7]より、写真撮影日と同日の水質データ、水質計測日が同日でない場合、写真撮影日と日が一番近い水質データを抜粋した。

3.3.2 推定部

推定部では

1. 与えられた画像をもとに水草の繁殖面積の推定
 2. 推定面積から水質の推定
- を行う。

1つ目の水草の繁殖量の推定には水域の判定と水草の繁殖状況の判定が必要であり、水域の判定は水草の繁殖している部分と被っており写真のみでの判定は難しいため、手動で行う。また水草の判定には OpenCV を用い、閾値と色域で自動判定する。

2つ目の水質の推定は水草繁殖量をもとに水質の近似データを複数個取り出し、その平均から推定する。

なお、写真は平均的な成人男性が撮ったと仮定して、写真の画角から平面に投射して面積を考える。

4. まとめと今後の課題

本稿では水質の推定に水草の繁殖状況を利用したが、水草は夏には繁殖しやすいが、冬には繁殖しにくく、量による推定がしにくくなることが考えられる。



図5 烏丸半島(草津市)

図5は、烏丸半島(草津市)で、2016年6月11日と2016年8月21日に同地点をなるべく同じ構図で撮影した写真である。このように時期によって水草の範囲が大きく異なっているため、季節による変動が観測出来るようデータを収集し、それを加味した推定を行う必要がある。

また水草の繁殖状況以外にも、住宅数による生活排水量や工場数による工業排水量、赤潮の発生量などからも水質の推定は可能だと考えられる。特に発展途上国では浄水施設がそれほど発展しておらず、住宅数や工場数による推定は効果的であると考えられる。そのため、今後は水草以外の量も画像認識対象とし、水質推定の精度を高めていきたいと思う。

参考文献

- [1] 滋賀県 水草繁殖に係る要因分析等検討会 検討のまとめ <http://www.pref.shiga.lg.jp/d/biwako/files/kentoumatome.pdf>
- [2] 水質調査手法としてのリモートセンシング 横山隆三
- [3] 衛星リモートセンシングによる中海・宍道湖の水質濃度マッピング(その1)ーアオコ発生時の透明度、懸濁物質濃度およびクロロフィル a 濃度の面的把握ー 作野裕司ほか
- [4] オブジェクトベース画像分類による林相区分ー高分解能衛星データと中分解能衛星データの比較ー 大西紀子ほか
- [5] 滋賀県琵琶湖環境学研究中心 石川可奈子専門研究員 <http://s.kyoto-np.jp/shiga/article/20160908000026>
- [6] 滋賀県 水草をめぐる南湖生態系の現状と課題 他生物への悪影響(P40) http://www.pref.shiga.lg.jp/d/biwako-kankyo/lberi/03yomu/03-01kankoubutsu/03-01-03research_report/no1/files/dai3syou.pdf
- [7] 滋賀の環境 2015(平成27年度版環境白書)資料編3章 39p~ http://www.pref.shiga.lg.jp/biwako/koai/hakusyo27/files/3-1_p13-p156.pdf