

ダム湖の水色と水環境に関する研究

Study on the water color and environment in dam reservoir

北海学園大学工学部

北海学園大学工学部

北海学園大学工学部

学生員 八重樫 謙典 (Kensuke Yaegashi)

○学生員 太田 和樹 (Kazuki Oota)

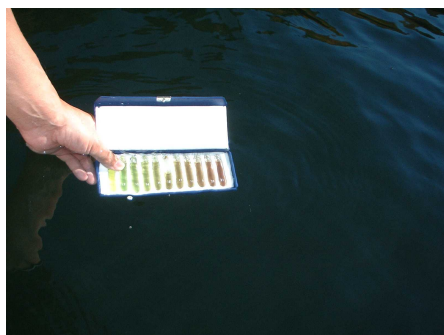
正 員 許士 達広 (Tatsuhiko Kyoshi)

1. はじめに

ダム湖の水の色は水質観測時に測定されており、水のにごりやプランクトンなどの水質や、湖面景観に影響するものであるが、過去にほとんど研究されたことが無い。昨年は北海道内 13 の国直轄多目的ダムを対象に、水色番号と水質の関係等について解析した。本年度はさらに実際の色との定量的な関係を見るため、湖面のデジタル写真や水中に含まれる物質のデジタル顕微鏡写真、および水質測定結果から、水の色を媒体とした水環境の情報について解析を試みた。

2. 従来の水色の測定法

通常海や湖の水色はフォーレル、ウーレの水色標準液で写真-1のように1番から21番まで区分して表わされる。水色の測定方法は比色法といって、箱などに入って並べられたガラス管内の水色標準液を、太陽を背にして日陰の位置で水面にかざして、目視により合う色を見つける方法が取られている。写真-2で分かるように水色系と実際の水面に同じ色はなく実際の水のほうが、はるかに黒味がかっている。これで番号を決めるのはかなり難しいように思われるが、明るさは違って水の青さや緑の度合いを人間が感じ取って記録している。標準液は特定の液体の配合割合により定められ、一般的な色彩系との関係は図られていない。



写真—1, 2 水色計による観測

3. 色彩の数値測定

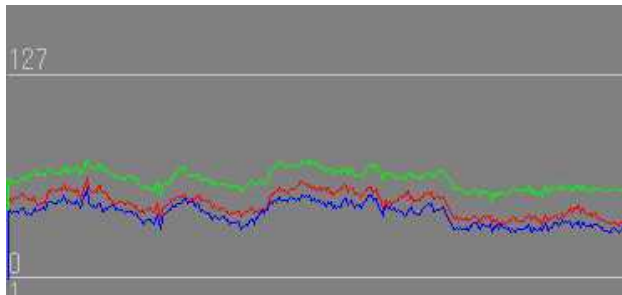
色彩学では色彩系が何種類も提案されているが、ここでは色彩を RGB 系で表わす。色彩系のうち色を光の3原色 Red (赤)、Green (緑)、Blue (青)の合成で表現するものを RGB 系といい、パソコンのモニターやデジタルカメラ、テレビの色はこれで表現される。それぞれの光の濃度は0から255の256段階に分けられ、 256^3 の1677万色が表現可能となる。0は光が無いので黒、数が大きいほど光の強さが大きく、明るく薄い色になり R、G、B それぞれが255の時に白色となる。

色を測定するには分光光度計や色差計による方法があるが、風景などを見る携帯用のものは測定した光景の画像の記録が残せないため、後からの確認や考察が出来ない。また広域的に同時期に併行して調査するためには数台必要となり、機器が高価であるため費用的な問題がある。このため便宜的手法としてデジタルカメラの写真を用いて、それを同一のパソコン画面上でソフトを用いて解析する手法をとった。写真機により差が出るのを防ぐため、同じ機種を4台使い、撮影時に統一の白用紙によるホワイトバランスの調整を行い、色温度の補正を行なった。

4. 水色の測定法

研究対象は道内13の直轄ダム湖であり、7～11月の毎月の水質観測時に合わせて湖内2箇所湖岸写真の撮影を行なった。写真は 水色計標準液による水色判定と同じ視点で水色計が移ったもの 通常水の色を感じるポートから2～3m離れた湖面 水面と湖岸が写った遠景写真の3種類撮影し、 を中心に解析した。

水の色は天候や見る位置などにも左右されるかなり微妙なものである。湖面は少しの波でも光の反射の影響が大きい。図-1はRGB測定値であり、写真の水平線上の位置の値を示す。水色の判定においては色の波形の谷になる、反射を受けていない部分の平均値を用いる。



図—1 RGB の測定

5. 水色計の色彩

従来測定されている水色番号と RGB 系表色との関係を知るために、水色計自体を太陽光の下の違った環境で撮影し、その水色番号と RGB をグラフに示した例が図—2である。条件を変えて写真を比較すると、太陽光の場合、日射の状態では RGB の大きさはかなり違うが、色番号ごとの R (赤) G (緑) B (青) の増減は同じような傾向が見られる。すなわち青は1番を最高として低下傾向であり、緑は1番から上昇して10～11番をピークに低下し、赤は1番から上昇して12番で減少し、以降は横ばいである。12番以降になるとRGBによる差は小さくなり、全体的にRGB値が低下していく。

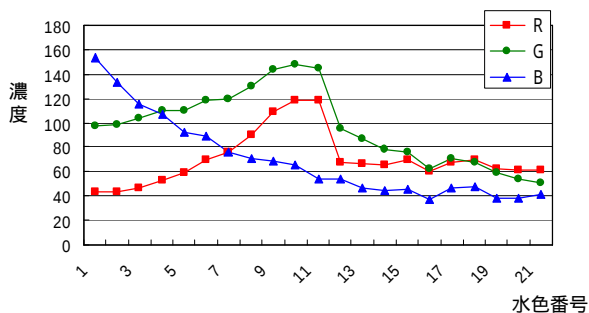


図 - 2 水色番号と RGB の関係

増減傾向が変わるため1～11番のフォーレル水色計部分と、11～21番のウーレ水色計部分に分けて水色番号との相関式をたてる。たとえば図-2の例では決定係数がフォーレル 0.9982、ウーレ 0.9604 の高い相関がえられる。

$$y = a \cdot R + b \cdot G + c \cdot B + d$$

y : 水色番号、R : 赤の測定値、G : 緑の測定値

B : 青の測定値

6. 色彩と水質の関係

13 ダムの7～10月の湖面の色のRGBと、そのときの水質観測項目について関係を見るために、重回帰式を当てはめ計算値との相関を見る。水質関係項目は透明度、濁度、SS、DO、クロロフィル a、COD、総窒素、総リンである。図—3は透明度の原データと再現値の関係を示すものである。その他の項目も表-1に一部を示すように、決定係数が0.5程度かそれ以下で、全体的に適合度はあまり良くない。この理由として、以下のことが考えられる。

写真撮影時に自然の色を撮影するために明るさの調整をしないで行なったが、天候が悪い日が多いこともあり暗い写真が多く、通常の印象と違うものがある。水色計の写真でも感じたが、写真は肉眼で感じるよりも周囲の光の影響を受け、光の当たり方により非常に色が違う。撮影条件の違いを補正する必要がある。

表 - 1 湖面水質と RGB の相関式の決定係数

水質	水色番号	クロロフィル a	透明度	SS
フォーレル	0.7677	0.5924	0.4404	0.5615
ウーレ	0.4381	0.1004	0.4513	0.2529

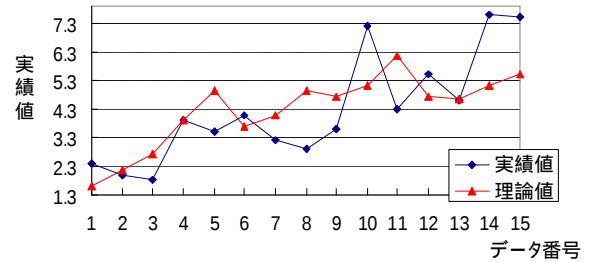


図 - 3 RGBからの透明度の推定

7. 水中の物質のデジタル写真からの定量化

水中に含まれる物質は、ろ過したうえで顕微鏡写真により判別が出来る。しかしながらその割合の定量化は、物質の分離が困難であり極めて難しい。色彩に特徴のある物質、例えば緑色のプランクトンや特定の色の粒子は、デジタル写真からその粒子の占める面積を測定し、全体の粒子の割合を算出可能である。また水の色と水中物質との関係が把握できる場合は、水色から水環境が推定できる。図—4は5つのダムにおける月別の緑藻およびクリプト藻の比較である。100倍の顕微鏡写真から図化ソフトを用い、目視により色差を設定して同一色の量を計測したものである。ダムおよび月別による違いが分かる。

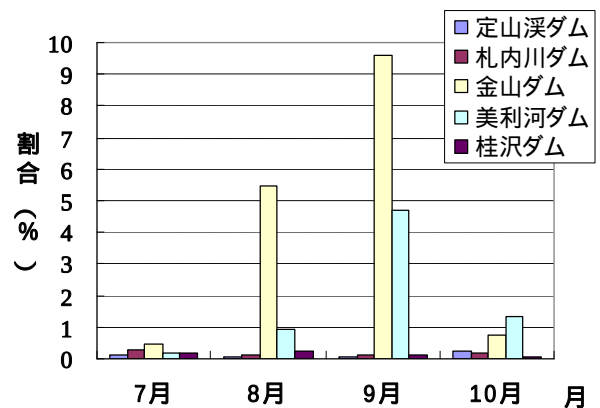


図 - 4 緑藻とクリプト藻の顕微鏡画面の割合

8. 終わりに

水の色を直接デジタル写真により測定し水質等の関係の解析を試みた。写真という間接的手段を用いたが、撮影時の条件が予想以上に影響している。今回は同時に日射量も測定しており、今後それら含めて解析するほか、撮影時に工夫が必要である。なおデータ収集に協力いただいた北海道開発局、(株)福田水文センター、(株)北開水工コンサルタント、(財)日本気象協会の方々に厚く謝意を表する。

参考文献

- 1) (株) 共立科学研究所：池の色標準色
- 2) (財) 日本色彩研究所：デジタル色彩マニュアル pp26