

濁水分布調査のためのカラー写真の濃度の補正について

岡山大学工学部 正員 森 忠次
岡山大学工学部 学員 蔵 伸 修
岡山大学工学部 正員 服部 進

1. はじめに

近年は宅地の増設などの土地開発が激しい。それに伴い、異常出水などによる河川、湖沼の汚濁は各地で大きな問題になっている。本研究はこの流出土砂量や、流出パターンをカラー空中写真の濃度値を用いて、概略的に把握するため、広範囲に、底床に求めようとするものである。ここでは、濃度値に対するいくつかの光学的影響を取り除き、その変動を補正して計測値として意味あるものにするための実験をおこなった結果の一部を述べる。

2. 実験方法

使用した空中写真は滋賀県野洲川が琵琶湖に流入する河口部のものでその諸元を表-1に示す。また No.2078を図-1に掲げる。

3枚のカラー写真の湖面上に測定箇所を設けた。1対のステレオペア上の同じ地帯を左右の写真上に決定し、桌刻器で1mmφの円を桌刻した。標定桌は1cmグリッドの格子桌をとったが、河口付近は、複雑な濃度分布を持つているため、とくに0.5cmのグリッドにした。均質な水域では実体観ができていないため、同一桌を確認することや困難であり、写真上3mm～5mmの位置誤差があるかも知れない。

濃度測定は、大日本スクリーン社製小型原稿拡大濃度計DM-255を用いた。これは測定部分をスクリーンに拡大投影して、正確に測定桌を捉え、3色濃度をデジタル方式で示すことができる。測定アペチャーは、0.3mmφ、また測定精度は±0.02である。使用した3色分解フィルムは、

白黒(W) WRATTEN 106 青(B) WRATTEN 94
緑(G) WRATTEN 93 赤(R) WRATTEN 29
である。濃度測定は、桌刻した円内を3ヶ所測定してその平均値をとった。

それぞれの写真の主桌を原桌とし、撮影基線方向をX軸、それに垂直にY軸をとって写真集軸で、標定桌の座標を0.1mm単位で測定した。

3. 濃度補正式

ここでは、ほぼ均質な水域での補正についてのみを記す。同質の地帯でも、3色濃度値は、次のような光学的影響を受けて同一画面上で変化する。A) ガンズポットによるフレージョン。B) レンズの周辺露光落ち。C) 大気による減光とスラジマンスの入射。

一般にカラーダイヤボジの3色濃度Dは、定数 γ 、 D_0 を用いて2次式のように書ける。

$$D = -\gamma \log E + D_0 \quad (1)$$

露光量Eは、上のA)、B)、C) から

表-1 使用した空中写真の諸元

写真No.	2077, 2078, 2079
撮影場所	滋賀県野洲川河口
カラー種別	リアルカラーのダイヤボジ
撮影期日	昭和50年10月9日
天候	晴
写真縮尺	1/8000
撮影高度	1250m
撮影カメラ	WILD RC-8
シャッター速度	1/300
使用フィルム	KODAK 2445
撮影会社	関西航測株式会社

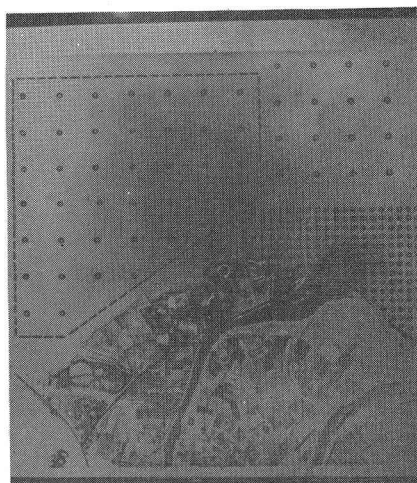


図-1. 実験に用いた写真 No.2078

$$E = k_1 (L(x, y) \cdot TA(x, y) + Lp) T_0(x, y) \quad (2)$$

ここで、 k_1 :定数 T_0 :レンズ系透過率 TA :大気透過率 Lp :パスラジアンズ L :水面の分光輝度、視野角 α 、画面距離 C 、定数 k_2, k_3 を用いて、

$$T_0(x, y) = k_2 \cos^2 \alpha = k_2 (x^2 + y^2 + C^2)^{-1/2}$$

$$TA(x, y) = k_3 \sec \alpha = k_3 (x^2 + y^2 + C^2)^{1/2}$$

Lp は無視できると仮定する。すなわち、サンスポットの位置、水深、濁度等の複雑な関数であるが、均質な水域では、分光輝度は写真上で、指数的に減少すると仮定した。これを一般には写真上の等輝度曲線は、サンスポットを中心とする楕円道適合するとされているが、ここでは、1次、2次多項式で表わした。これを未知係数 A_0, A_1, A_2 を用いて、 L を

$$L = \exp \{ -(A_0 + A_1(x/c) + A_2(y/c)) \} \quad (3)$$

とした。すると、(1), (2)から、未知係数を整理して

$$D = A_0 + A_1(x/c) + A_2(y/c) + A_3 \log \{ (x^2 + y^2 + C^2)/C^2 \} \quad (4)$$

と書ける。

4. 解析結果と考察

D の補正式として、いくつか提案し、No. 2027, 2028の1枚の均質と推定できる図(図-1に実線を用いた部分)を

データ、各38個から最小2乗法で未知係数 A_i を求めた。表-2に未知係数の最確値と標準偏差の推定値、平均2乗誤差 σ を掲げた。 x^* , y^* は、サンスポットを原点とし、サンスポットと写真中央を結ぶ軸を y^* 軸とした座標である。

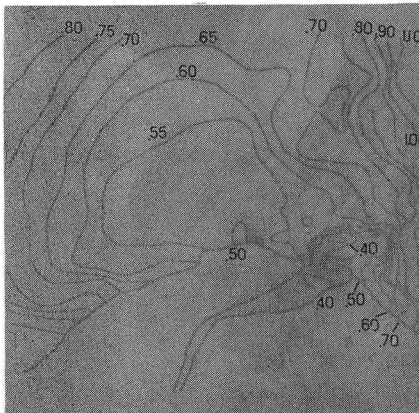


図-2 No. 2077 Dgの等濃度曲線

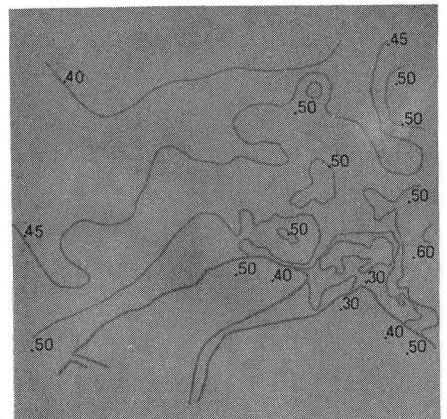


図-3 No. 2078 Dgの補正式による等濃度曲線

この結果から分かることは、(1) L の指数部を、1次式で置くと最も安定した補正式には、2次式にする必要がなく、2次式にすると係数が不安定になり、2符号や逆転するものもある。しかも平均2乗誤差はほとんど変化しない。(2) 右補正式において A_0 の値は、 D_B, D_G, D_R それぞれほぼ一定である。これが写真主桌上での補正式は湖面の濃度値を示している。図-2は、No. 2077の D_G の等濃度曲線であり、図-3は、図-2から周辺露光差による影響を除いた等濃度曲線である。すなわちサンスポットの奥からは、かなり遠いので、 L の指数部は1次式で充分と仮定して $A_3 = 0.69$ を用いて補数項を除いたものである。こうして、均質な水域では、補正式は濃度値として、理解できるパターンを得た。すなわち、補正式の右項に代しては、個別に、実験的に係数を明らかにするとは可能であり、より複雑な濁水域の補正も充分可能である。

表-2 濃度補正式一覧

No.	2077						2078					
	$D = A_0 + A_1 \frac{x}{c} + A_2 \frac{y}{c} + A_3 \left(\frac{x}{c} \right)^2 + A_4 \frac{y}{c} + A_5 \left(\frac{y}{c} \right)^2 + A_6 \log \frac{x^2 + y^2 + C^2}{C^2}$						$D = A_0 + A_1 \frac{x}{c} + A_2 \frac{y}{c} + A_3 \log \frac{x^2 + y^2 + C^2}{C^2}$					
	D_B	D_G	D_R	D_B	D_G	D_R	D_B	D_G	D_R	D_B	D_G	D_R
A_0	0.68 ± 0.01	0.53 ± 0.01	0.98 ± 0.01	0.69 ± 0.02	0.50 ± 0.02	0.92 ± 0.04	0.70 ± 0.01	0.49 ± 0.01	0.89 ± 0.19	0.77 ± 0.13	0.56 ± 0.14	0.97 ± 0.18
A_1	0.13 ± 0.04	0.16 ± 0.04	0.05 ± 0.05	-0.01 ± 0.10	0.05 ± 0.09	0.37 ± 0.24	0.02 ± 0.03	0.04 ± 0.03	0.14 ± 0.07	0.26 ± 0.47	0.10 ± 0.49	0.26 ± 0.66
A_2	-0.21 ± 0.04	0.31 ± 0.03	0.02 ± 0.04	-0.08 ± 0.11	-0.08 ± 0.09	-0.19 ± 0.25	-0.29 ± 0.03	-0.11 ± 0.02	-0.16 ± 0.06	-0.11 ± 0.13	-0.05 ± 0.14	0.01 ± 0.18
A_3	0.42 ± 0.25	0.78 ± 0.19	0.01 ± 0.27	0.84 ± 0.37	0.47 ± 0.30	0.06 ± 0.35	0.84 ± 0.06	0.69 ± 0.04	1.49 ± 0.12	0.36 ± 0.68	0.65 ± 0.91	1.04 ± 0.92
A_4	-0.13 ± 0.09	0.11 ± 0.07	0.06 ± 0.10	0.21 ± 0.16	0.02 ± 0.13	-0.22 ± 0.37	0.021	0.016	0.043	0.19	0.020	0.026
A_5	0.24 ± 0.26	0.90 ± 0.21	0.01 ± 0.29	0.33 ± 0.38	0.40 ± 0.31	-0.35 ± 0.87						
A_6	0.47 ± 0.34	-0.55 ± 0.27	-0.31 ± 0.37	0.07 ± 0.57	0.10 ± 0.47	1.80 ± 1.32						
σ	0.016	0.013	0.018	0.017	0.014	0.039						