

明石工業高等専門学校 正会員 檀 和秀
 明石工業高等専門学校 学生会員 ○山本 佳代
 明石工業高等専門学校 中嶋 綾

1. はじめに

自然光が波面に入射すると、水底では波面に対応した明暗模様を生じる。この明暗模様の中の輝度勾配と水面勾配の関係性を推定し波高計測に応用しようというのが本研究の目的である。水底に明暗模様が生じる条件は波高と水深、天候などによって決まる。以上の条件について実験的に考察した。明暗模様中の輝度勾配と水面勾配の関係性がわかれば、観測される輝度勾配から水面勾配を推定し、その水面勾配から水位を計算し、波高を推定できる。水深が深い場合にも水底に設置されたカメラから水面映像を撮影することにより、映像中の輝度勾配と水面勾配との関係を前もって求めておけば同様の手法で波高推定が可能になる。

2. 実験装置と実験方法

図-1に示すような模型水槽(0.17×1.82×0.22m)を用いて屋外にて実験を行った。水深は5cm、10cm、15cmの3種類に変化させている。光源(太陽)に向かって波が進行するように水槽の向きを調整してから波を発生させる。実験時の太陽の高度を記録し、水槽に貼

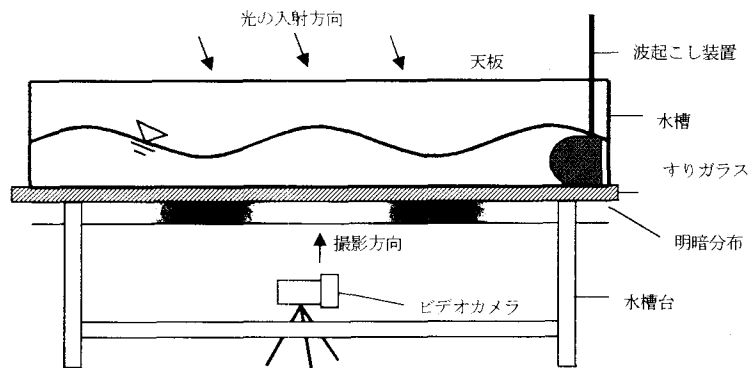


図-1 実験装置

り付けたスケールから一様水深、波高、波長などを測定する。静水面状態と水面波が存在する状態において、水槽の底面に設置しておいたすりガラスに映る映像を下方からビデオカメラで撮影する。また水槽側面から水面波形も撮影する。波の周期は約1秒で、波高は1cm程度である。天候の変化の影響をみるため、光の強さが強いと考えられる晴れの場合と、弱いと考えられる曇りの場合について実験を行う。

3. 輝度解析

得られた映像をコンピュータに取り込み、静水面と波の山を表していると考えられる部分を静止画として取り出す。図-2(a)は静水面状態、(b)は波が存在する場合の映像で、ほぼ中央に明るい部分が現れている。図-2(b)に示した解析位置において、静水面と波が存在する場合について輝度分布を取得し両者の輝度差を計算する。両者の輝度差近似曲線を示したのが図-3である。図-3(a)は晴れのとき、(b)は曇りのときの各水深(5cm、10cm、15cm)での輝度差変化を示している。

(1) 波による輝度勾配の変化

輝度差近似曲線において、波の影響が輝度差の変化と

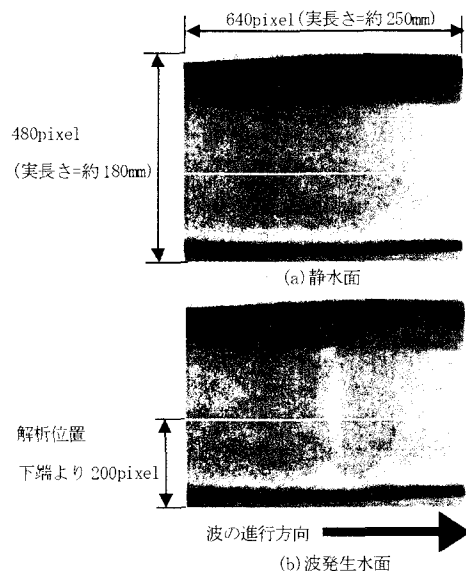


図-2 解析画像(天候:晴れ、水深:5cm)

して明確に見られる場合を解析可能(○)とし、そうでない場合を解析困難(×)、両者の中間を解析やや

Kazuhide DAN, Kayo YAMAMOTO and Aya NAKAJIMA

困難 (△) と表現してまとめたのが表-1である。

(2) 輝度勾配と水面勾配

図-3 の輝度差近似曲線から輝度の勾配を計算し、水面波の頂点からの水平距離 x を波長 L で割った無次元量 x/L を横軸にとり、輝度勾配と水面勾配については最大値で正規化したものを縦軸にとったグラフが図-4 である。

4. 考察

表-1 より、輝度差近似曲線には、天候は曇りより晴れの場合が、また水深は深い場合よりも浅い場合の方が輝度勾配の変化に波の影響が明瞭に現れる。晴れの場合には水深が波高の約 15 倍以上になると、曇りの場合には約 10 倍以上になると波の影響が輝度変化としては現れにくいと考えられる。

図-4 の輝度勾配と水面勾配の関係図からは、輝度勾配が大きく変化するピーク幅は晴れの場合よりも曇りの場合の方が広くなる傾向が見られる。輝度勾配のピークを中心にしてピーク幅を同じように描くと輝度勾配変化と水面勾配変化はほぼ同じ形状をしているように思われる。さらに多くの実験結果を総合しないと明確にはならないが、輝度勾配変化と水面勾配変化を関係式で表すことが可能であると考えられる。

5. おわりに

自然光が波面に入射した場合に水底で観察される明暗映像は波の波高情報を持っており、映像中の輝度勾配と水面勾配には関係があり、その関係は水深、波高、天候によって大きく変化することが確かめられた。輝度勾配と水面勾配の関係式が求められれば、輝度勾配を観測することにより水面勾配がわかり、波高計測が可能になる。

参考文献

- 1) 檀和秀・川端愛：斜め入射の場合の光の回折理論に基づく水底での光強度分布について、明石工業高等専門学校研究紀要, 第 44 号, pp. 71-80, 2001.

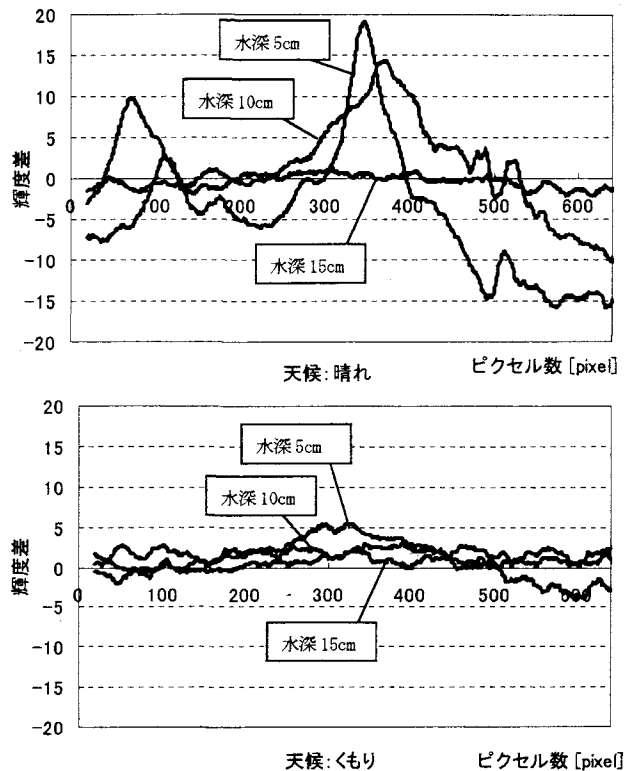


図-3 輝度差近似曲線

表-1 解析可能範囲

		天候	
		晴れ	くもり
水深: h (水深波高比: h/H)	5cm (0.2)	○	○
	10cm (0.1)	○	△
	15cm (0.07)	△	×

備考: ○…解析可能、△…解析やや困難、×…解析困難

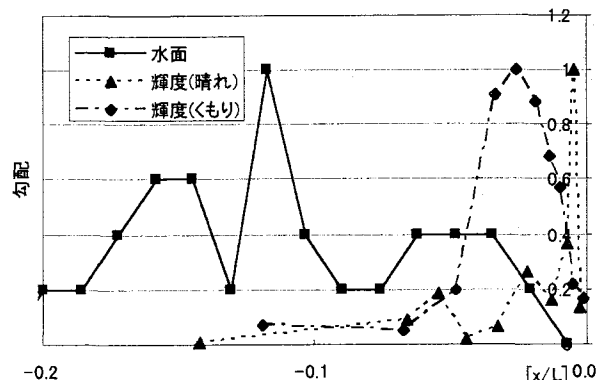


図-4 輝度勾配と水面勾配の変化(水深: 5 cm)