

数値解析を用いた波浪が湖岸周辺に及ぼす影響に関する研究

鳥取大学大学院 学生員 ○新井 裕美子
鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治
大成建設株式会社 正会員 大谷 英夫

鳥取大学工学部 正会員 矢島 啓
株式会社土屋組 正会員 坂本 圭吾
大成建設株式会社 非会員 秋吉 美穂

1. はじめに 湖山池は、鳥取県東部に位置し、東西 4 km、南北 2.5 km、表面積 6.1 km²、平均水深 2.8m、最大水深 6.5m の低塩性汽水湖である。近年では流入負荷により富栄養化し、湖底にはヘドロが堆積しており、各種の水質浄化対策が展開されている。また、池の沿岸の約 3 分の 2 は人工護岸であり、この護岸整備によって植生が変化しているといわれている。2004 年には鳥取県によって、湖山池水辺環境整備工事のための護岸整備状況や周辺の自然環境の調査がなされており、湖山池は湖沼沿岸帯復元の方角に進んでいる。しかし、湖沼沿岸帯の復元はまだまだ未完成の分野であり、復元の方角性を誤らないためには、湖沼沿岸帯の状況(風、波、底質など)を把握することは非常に重要である。そこで本研究では、デルフト工科大学が開発した SWAN¹⁾を使用して、湖山池における波浪およびエネルギーの解析を行い、現地調査の結果とともに、湖山池沿岸帯の状況を評価する。

2. 計算条件と現地調査概要 湖山池の北北東約 2 km にある鳥取空港における 1995 年 3 月～2005 年 2 月の過去 10 年間の 1 時間ごとの風向・風速データから表-1 に示す 4 つの卓越風を設定し、それぞれの卓越風について、SWAN による波浪およびエネルギーを求める。現地調査地点は、図-1 に示すように最深部 1 を起点とし、湖岸沿い約 500m 毎に地点を設置した。SWAN で用いる水深データは、100m メッシュで作成した。現地調査は 2005 年 9 月 13、14 日に行い、抽水植物の有無、水深、底質の粒度分布を調査した。

表-1 湖山池の卓越風

	海風	陸風	季節風 春	季節風 冬
風向	NE	SSE	W	NW
風速(m/s)	7.5	5.5	8.5	10.5

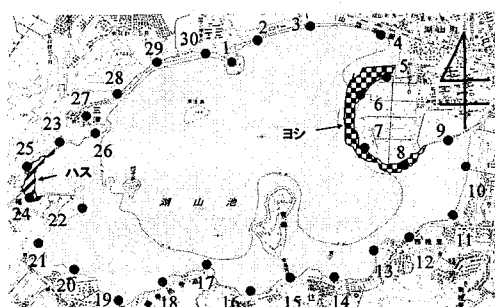


図-1 現地調査地点

3. 卓越風時の粒径別移動限界水深と現地調査結果

まず、卓越風時の底質粒径別に移動限界水深を求める。以下に、移動限界水深を評価する式を示す²⁾。

$$\left(\frac{H}{H_0}\right)^{-1} \sinh\left(\frac{2\pi h_i}{L}\right) = \alpha \left(\frac{H_0}{L_0}\right) \left(\frac{L_0}{d}\right)^n \quad \dots (1)$$

ここで、 H_0 : 沖波波高、 L_0 : 波長、 d : 粒径、 h_i : 粒径 d の底質の移動限界水深、 H : 移動限界水深における波高、 L : 移動限界水深における波長、 n 、 α は、各種移動限界水深に対し与えられる定数で、今回は表層移動限界の $n=1/3$ 、 $\alpha=0.741$ を用いる。図-2 は、粒径別移動限界水深の地点最大値とシルト・粘土分の含有率である。別途作成した最も岸よりの 25m メッシュの計算水深をとともに示す。計算水深より、シルト・粘土分に対応する粒径 0.075mm 以下の移動限界水深が深いのは、地点 4～6、10、12～15、18～20、23、25 である。これらの地点では、卓越風時にシルト・粘土分は移動し、含有率が低くなると考えられる。実際に調査

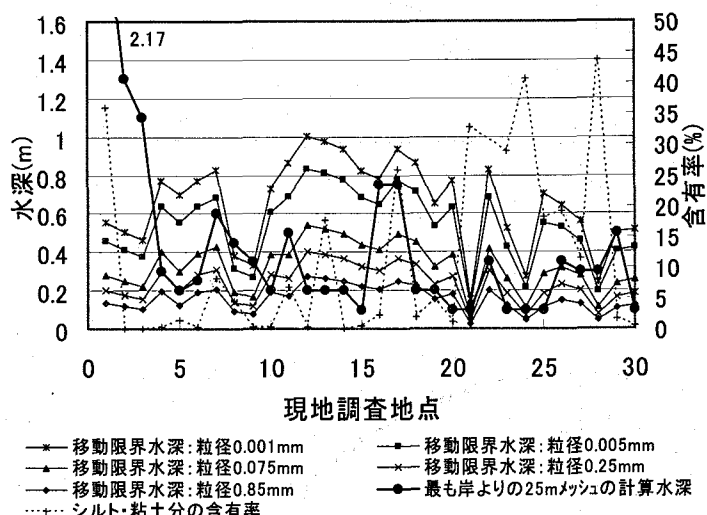


図-2 粒径別移動限界水深の地点最大値とシルト・粘土分の含有率

で得られた、地点 4~6, 10, 12, 14, 15, 18~20 におけるシルト・粘土分の含有率が 5%以下となっている。しかし、地点 13, 23, 25 は、含有率が 20~30%程度と、前者に比べ高い。これは、SWAN による波浪解析の計算メッシュを 100m としているため、実際の地形を完全には再現できないためと考えられる。

4. 沿岸エネルギーフラックス(沿岸 EF)と現地調査結果 図-3 に、現地調査地点の水深と抽水植物の有無と 10 年平均沿岸 EF を示す。水深 1m を境に、それ以上水深が深い地点では抽水植物の存在は見られない。それらの地点 12, 14, 16, 18, 19 に着目する。すべての沿岸 EF の平均値が $14(\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2/\text{day})$ (以下単位省略)程度であるのに対し、地点 12, 14, 16, 18 の値は、30~50 と大きい。これらの地点は、水深は抽水植物の繁茂条件を満たしているが、沿岸 EF が大きい(波浪が強い)ために、抽水植物が生育できない環境になっていると考えられる。しかし、地点 19 の沿岸 EF は 19 と、平均値とそれほど変わらないが、抽水植物は見られない。この地点は、水深と沿岸 EF 以外の条件が植物の繁茂限界を左右していると考えられ、今後詳細な調査が必要である。以上より、湖山池沿岸帯においては、水深 1m 以下及び 10 年平均沿岸 EF が 26 以下の地点で抽水植物の存在が見られる。図-4 に、10 年平均沿岸 EF と平均粒径の相関図を示す。沿岸 EF が小さくなるにつれて平均粒径も小さくなっており、両者の相関係数は約 0.82 となり、相関が高いといえる。これは、沿岸 EF が、湖岸線上を波が沿岸方向に底質を移動させるエネルギーの卓越を表すものであるので、沿岸 EF が小さい所ほど底質は安定であり、細かい土粒子が堆積しやすい傾向にあると考えられる。

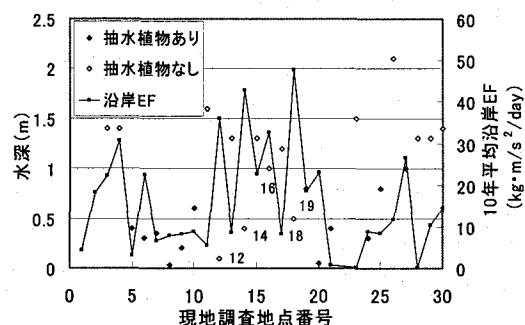


図-3 現地調査地点の水深と抽水植物の有無と 10 年平均沿岸 EF

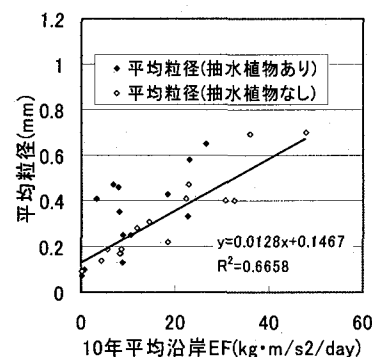


図-4 10 年平均沿岸 EF と平均粒径の相関図

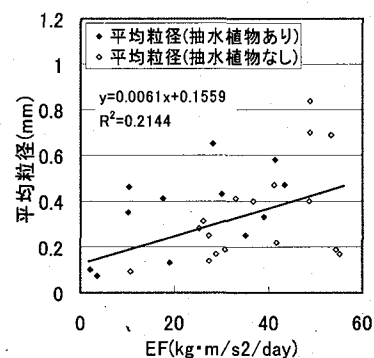


図-5 10 年平均絶対 EF と平均粒径の相関図

5. EF の絶対値と現地調査結果 沿岸 EF は、波による全 EF の汀線に平行な成分である。よって、左右に同じ大きさのエネルギーが卓越した場合や、汀線に対して直角に波が進入した場合、その地点の沿岸 EF の値は 0 となる。しかし、実際には底質は動いているので、植生に影響を及ぼしていると考えられる。そこで、波のエネルギー輸送による EF の絶対値を算出し、現地調査結果との考察を行う。図-5 に、10 年平均絶対 EF と平均粒径の相関図を示す。絶対 EF が大きくなると、平均粒径も大きくなるという大まかな傾向はあるが、ばらつきが大きく、図-4 の方が相関が良い。これは、海浜変形において岸沖漂砂が、季節変化となって周期的に繰り返され、同じ土砂が岸と沖の間を往復する土砂移動であるのに対し、沿岸漂砂は、変形後自然に元に戻ることはない土砂移動であるとされており、湖沼においても長期的に見れば、底質を移動させるエネルギーは沿岸方向のエネルギーであると言えるからと考えられる³⁾。

6. まとめ 本研究では、湖山池における波浪およびエネルギーの解析を行い、現地調査結果とともに、湖山池沿岸帯の状況を評価することを試みた。その結果、①強風時には、湖山池沿岸帯で粒径の細かい底質が移動する可能性がある、②水深と沿岸 EF は植物の繁茂に大きく関係している、③沿岸 EF と底質の平均粒径には良い相関がある、ことが明らかになった。今後は、SWAN に用いる解析メッシュを細かくし、詳細な検討を行いたいと考えている。

【参考文献】 1) SWAN user manual URL: <http://www.ccalmr.ogi.edu/~arun/swanuse.pdf>. 2) 石原藤次郎(1960): 漂砂の移動限界流速, 第 7 回海岸工学講演会講演集, pp.47-57. 3) 岩垣雄一(1992): 最新海岸工学, 森北出版株式会社, pp.151.