

玉石海岸における浸食機構に関する研究(II)

——沿岸漂砂量の推定——

富永正照・橋本 宏・九津見生哲

建設省土木研究所海岸研究室

Studies on the Erosion Mechanism Along the So-Called Tamaishi Coast(II) ——Estimation of the Rate of Littoral Drift——

By

Masateru Tominaga, Hiroshi Hashimoto and Takanori Kutsumi

Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Tokyo

Abstract

An attempt has been made to develop a simple method for the calculation of wave direction, in order to estimate the rate of littoral drift along the Shimonikawa coast from wave records. The wave direction which was calculated from the time lag of two wave records and wave speed agreed with the spectral analysis.

1. まえがき

富山湾沿岸においては海岸浸食がはげしく、たとえば横尾地先においては平均年間約2mのてい線の後退が記録されている。ここではこれらの浸食機構を解明することを目的として、特に沿岸方向の砂の移動現象についての検討を行なっている。海岸浸食の状況は大きく分類するとてい線付近の底質が沖へ移動するために生ずるものと、沿岸方向に移動する砂の量に場所的な変化があるために生ずるものになる。ここでは特に玉石海岸における海岸砂れきの移動方向および移動量の推定を行なうことを目的としている。解析方法としては外力である波の特性から沿岸漂砂量を求める方法と、海岸における深淺測量の結果から推定する方法が考えられるが、ここでは前者の方法を使用して検討を行なった結果について報告する。なお検討は現在も行なわれており、最終的なものではない。

2. 沿岸漂砂量公式

波の特性すなわち波高、周期、波向から沿岸漂砂量を求める公式についてはまず沿岸方向の波のエネルギーと沿岸漂砂量を結びつけた次式がある。(海岸保全施設設計便覧参照)

$$Q = \alpha \cdot E^n \quad (1)$$

ここで Q は沿岸漂砂量であり、 E は沿岸方向のエネルギー、 α, n は定数である。このほか底質の特性を考慮した岩垣・楯木公式(1960)等がある。

いずれの式を使用するにしても波浪特性、底質の比重、粒度分布、海浜形状を知る必要がある。波高、周期の観測は現地において行なわれており、ある程度の資料はそろっているが波向については観測が行なわれておらず沿岸方向のエネルギーを求めることは不可能である。波向を風向から推定する方法もあるが富山湾沿岸においては能登半島によって北西からの波はさえぎられるために来襲波の方向と風向とは必ずしも相関があるわけではなく、この方法を使用することはむずかしい。このためにここでは主として波向観測の方法について述べる。

3. 波向観測

波向の観測方法としてはレーダによる方法(井島等, 1964)、ストレインゲージ型波向計による方法(鈴木, 1969)、電磁流速計による方法(永田等, 1963)、数台の波高計による方法などがある。

波向観測の目的は沿岸漂砂量を求めることにあるために波の方向スペクトルのようなものは必要

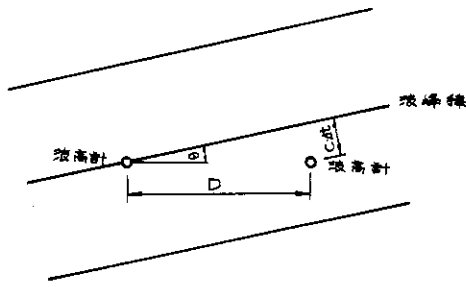


図1 波向と時間遅れの関係

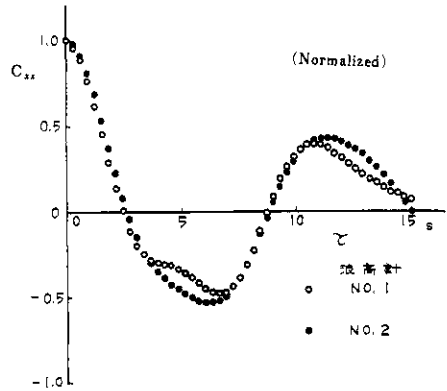


図3 自己相関関数

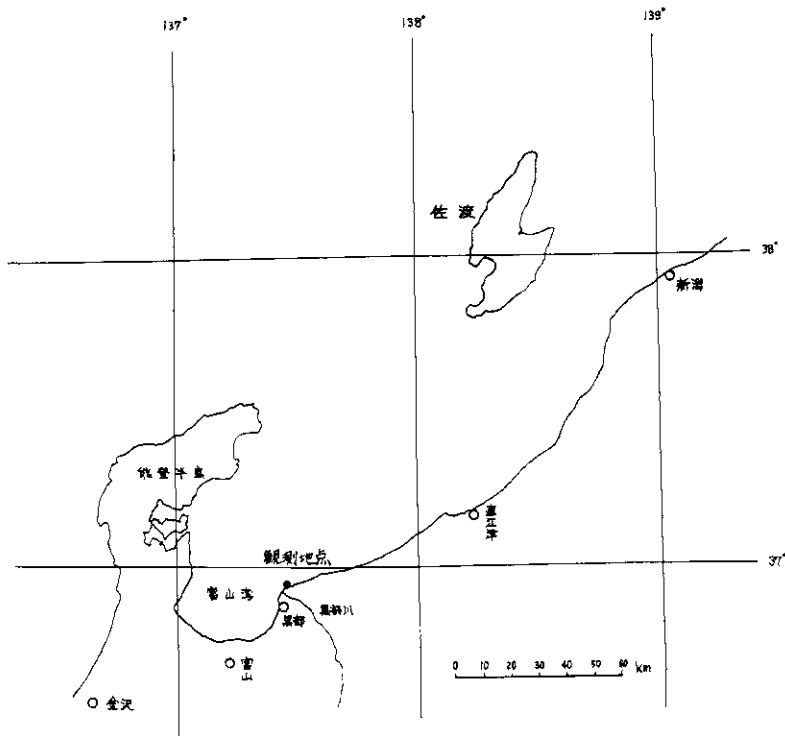


図2 観測地点

ないと考えられるが、長期間にわたる資料が必要である。このために2台の波高計によって波向を求める方法を採用した。これは原理的には図1に示すように2台の波高計によって同一波の波形を

記録し、その時間遅れ Δt を求めることによって波向を得る方法である。すなわち2台の波高計を結ぶ線に垂直な方向と波向のなす角 θ との間には次の関係がある。

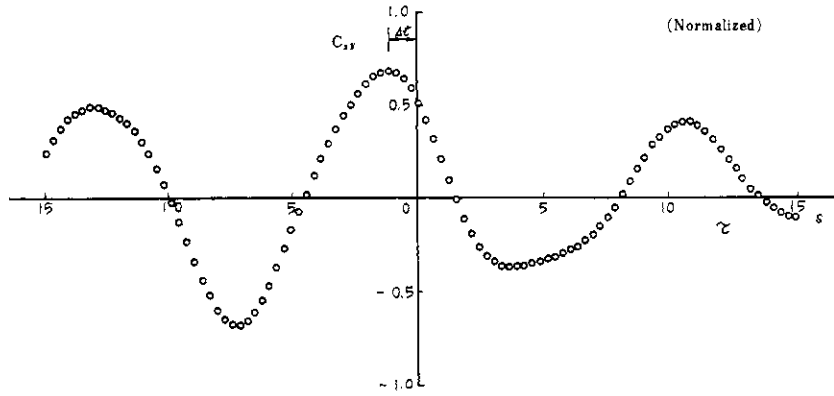


図4 相互相関関数

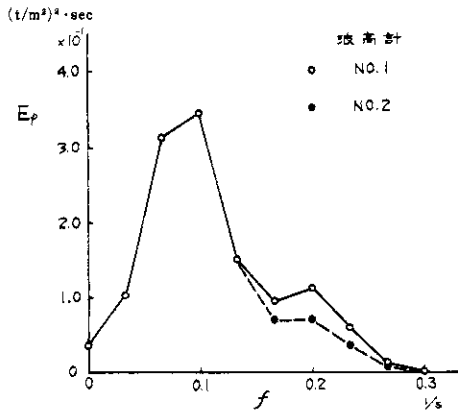


図5 水圧スペクトル

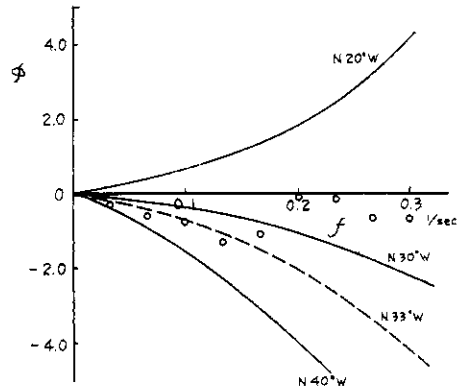


図7 位相遅れ

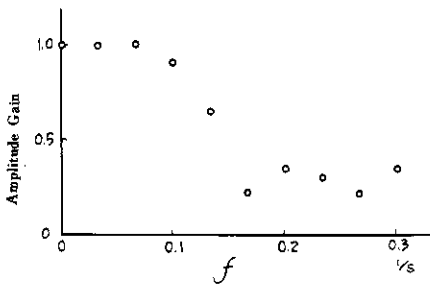


図6 ゲイン

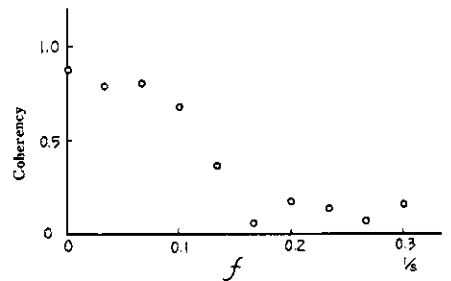


図8 コヒーレンシー

$$\sin \theta = \frac{C \cdot 4t}{D} \quad (2)$$

ここで C : 波速, D : 2 台の波高計間の距離で

ある。

実際に海岸に来襲する波はいろいろな周波数, 方向を持った波の集まりであるために直接に(2)式

を適用することはできない。沿岸漂砂量の推定に際しては波のエネルギーが最大となる周波数の波の来襲する主方向がわかればよいと考えられるために、ここではこの方向を求める簡易法について、その方法、精度、計算の時間について検討を行った。

3.1 測定器

2台の波高計は図2に示す地点にてい線から約400mの位置に設置された。波高計No.1が新設されたものであり、No.2は建設省黒部工事事務所所管のものである。位置、設置水深等を表1に示す。

使用した波高計はいずれも水圧型ケーブル式波高計であって、1日2回、0時および12時に10分間の記録をとるようになっており、記録はアナログおよびデジタルのサン孔テープに記録される。デジタル記録は0.1 sec間隔でサンプリングし、純2進8ビットに変換して打ち出される。サン孔は波高計No.1, No.2から送りの順序で行なわれるため、一つの波高計については0.3 sec間隔でサンプリングされている。

表-1: 波高計設置箇所の位置と水深

	波高計No.1 (土木研究所)	No.2 (黒部工事事務所)
x (N方向)	105,957.71 m	106,005.62 m
y (E方向)	29,215.30 m	29,298.49 m
設置位置水深	9.2 m	9.6 m
設置水深	8.7 m	9.1 m
波高計間隔 : 96.08 m		
2台の波高計を結ぶ線に垂直な方向 : N 26° 30' W		

3.2 資料解析

波向を求める簡易法としては2台の波高計によって記録された波形の時間遅れを相互相関関数から求め、波速についてはゼロアップクロスから求めた周期と水深から微小振幅波理論によって求め、これらの値を(2)式に代入することによって θ を求める方法が考えられる。

昭和45年2月15日12時の記録についてこの簡易法と周波数応答関数から求めたものについて比較を行なった結果を以下に示す。図3は自己相関関数であり、図4は相互相関関数である。自己相関はほとんど同じ形を示している。

相互相関関数から時間遅れを求めると $\Delta t = 1.1$

sec となる。

またNo.1の波形記録から平均周期を求めると $T_m = 8.7$ secとなり、これから波向はN33°Wとなる。波の水圧スペクトル、応答関数のゲイン、位相のずれはそれぞれ図5~図7に示されている。記録された波は周波数0.15を境に二つに分けられ、これより波長の長い波はエネルギーが大きく、また相関もある。波向についても簡易法で計算したN33°Wという値にはほぼ等しい方向から波が来襲していることを図7は示している。しかし短い波については相関がなく、信頼性がない。このことは図8のコヒーレンシーにも現われている。周期10 sec程度の波の波向を検出するために波高計が設置されており、周期の短い波については水面変動の山から次の山までの波長が短く、検出することが困難なことを示している。これは波高計間隔Dに関係し、現在のものが最適であるかどうかは検討の余地がある。

簡易法については図7に示すように充分実用になると考えられるが時間遅れ Δt を精度よく求めるにはサンプリング間隔を短くした方がよく、一方10分間程度の観測を行えばデータ約4000個を処理しなければならず計算量は相当なものとなる。この点について、たとえばデータを分割してそれぞれ分割されたデータについて方向を求めて平均する等の方法を検討する必要がある。

参考文献

- Akaike, H. (1964): Statistical measurement of frequency response function. Ann. Inst. Stat. Math., Suppl. 11.
- 井島 武士, 高橋 智晴, 佐々木 弘 (1964): 波向観測等におけるレーダーの応用. 第11回海岸工学講演会講演集, 土木学会, 81-88.
- 岩垣 雄一, 榎木 亨 (1960): 沿岸漂砂量の新算定法について. 第7回海岸工学講演会講演集, 土木学会, 59-67.
- 土木学会 (1969): 海岸保全施設設計便覧, 改訂版, 110-113.
- 永田 豊, 彦坂 繁雄, 松本 信保 (1963): 電磁流速計による波向観測第10回海岸工学講演集, 土木学会, 37-41.
- 鈴木 禎実 (1969): 表面波の近似的方向スペクトルの観測, 第16回海岸工学講演会講演集, 土木学会, 99-106.