

Estimation of Roughness Length by Comparison of Observations at Onshore Tide Gauges and Numerical Calculation Results

*Masaaki MINAMI¹

1. Japan Meteorological Agency Meteorological Research Institute

気象研究所では、津波の減衰過程を正しく推定するための研究を行っている。これは津波警報の解除時期の判断や、津波の見通し情報の発表のためには、津波の減衰過程を正確に把握する必要があるからである。しかしながら、それらに足る精度を有する津波数値計算はこれまで行われていない。

これまでに、既存の津波数値計算方法(非線形長波方程式)でスーパーコンピュータを用いた大規模で高精度の津波計算を行った(南・他,2018,日本地震学会秋季大会等)が、それらの計算においても、津波の減衰過程の精度は充分ではなかった。そこで津波減衰過程の精度向上のため、非線形長波方程式の差分式の改良

(南,2019,JP-GU)を行ったが、差分式の改良による減衰の精度向上は大きくなかった。それらの改良は減衰への影響は小さかったが、その改良過程において、様々に粗度係数を変えて津波数値計算を行った結果と、観測値との比較から、最も観測値を説明する粗度係数を推定することが可能であることが分かった。

そこで本稿では、様々な津波イベントにおいて、粗度係数を変えて津波数値計算を行い、それらの計算結果と観測値との比較を行い、それらの結果から日本での沿岸の検潮所における粗度係数の推定を行った。ま

ず、2001年ペルー沿岸の地震(Mw8.4)、2010年チリ中部沿岸の地震(Mw8.8)、2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)、2015年チリ中部沿岸の地震(Mw8.3)、等のイベントについて粗度係数を変えて、津波数値計算を行った。粗度係数以外の計算条件は全く同一とし、その計算条件として、太平洋全域を含む(東経100度~西経90度)領域全てを30秒メッシュ(GEBCO2014)とし、北海道、本州、四国、九州を囲む領域では、10秒メッシュでネスティングを行い、減衰過程を見るために、長時間(72時間分)の計算を行った。計算コードにはJAGRUS(Baba et al., 2015)を用い、非線形長波計算(地殻の弾性と海水の密度効果を考慮)とした。比較のための観測値は、各イベントに対応する、気象庁の沿岸検潮所での観測値(気象庁地球環境・海洋部による品質管理済みの15秒値)を使用した。

これらの計算結果と観測値について、単純に波高を比較するのではなく、時間ごとのエネルギーとして比較するために、それぞれ振幅の2乗で積分し、時間当たりの各地点での津波エネルギーの累積として求めた。それらを1時間毎に全観測点で積分した結果(2010チリの事例)が、fig.1である。fig.1から粗度係数ごとの計算結果は明らかに規則的に変化していることがわかる。そこで、その関係式を(対数変換し直線近似とした)最小二乗法によって求めた(fig.2)。求められた式は、ある粗度係数 x での計算結果の津波エネルギー $E(x)$ は、摩擦がない場合(摩擦によってエネルギーが散逸しないとした場合)のエネルギー E_0 に、粗度係数を減衰定数とした exponential decay で表現出来ることを示している。つまり、粗度係数を何度か変えて津波数値計算を実施し、exponential decayの式が求めれば、各津波イベントでの観測値でのエネルギー E が分かっている時、その E を式に当てはめることによって、実際の観測値から粗度係数を推定することが出来る。

以上の方法を、各事例に適用した結果、求められる粗度係数が0.05程度になることが分かった、これらは観測地点ごとに異なるが、イベント毎に大きく異なることはなかった。以上の結果から、実際の沿岸域での粗度係数は、通常の津波計算で用いられている粗度係数0.025より大きいことが強く示唆される。

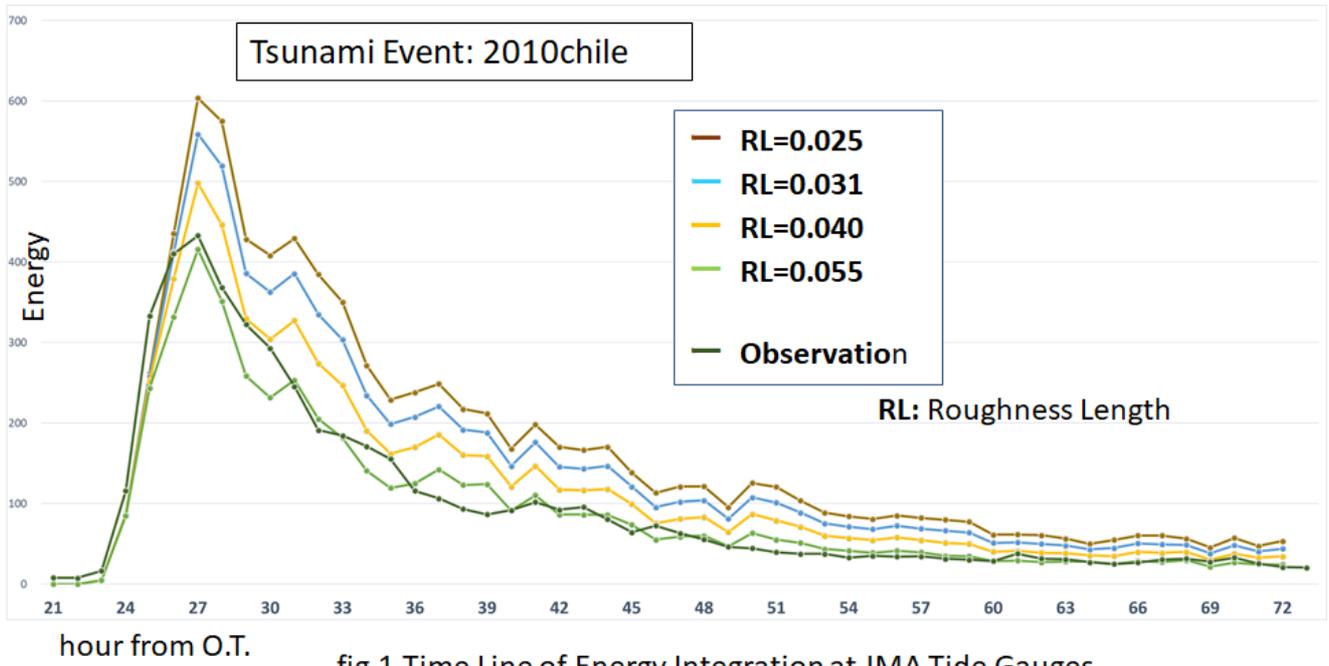


fig.1 Time Line of Energy Integration at JMA Tide Gauges

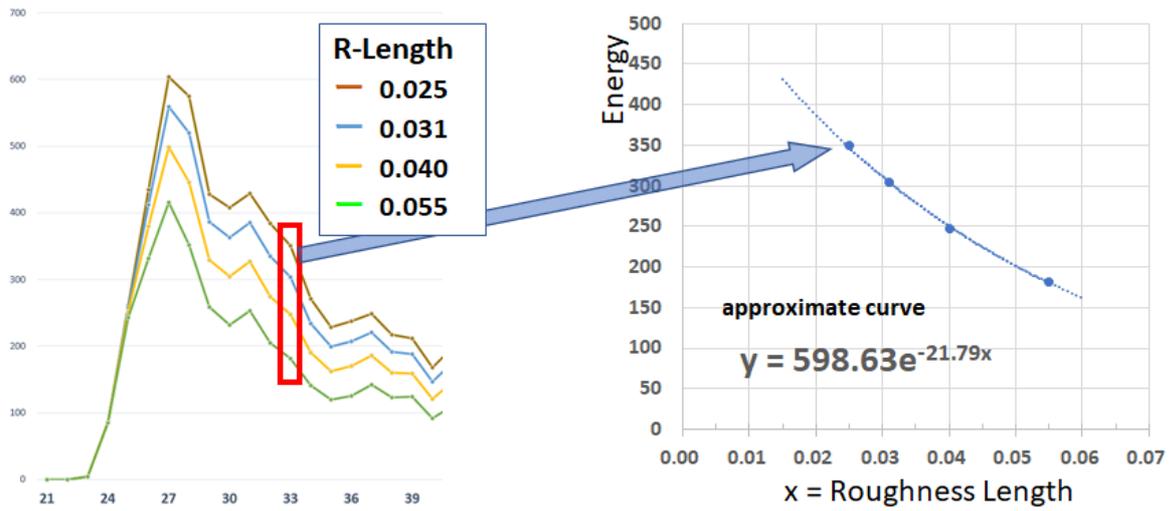


fig.2 Relationship between Energy and Roughness Length