

# 速度構造の小さな揺らぎによる最大振幅の大きな揺らぎ

干場 充之

郵便番号 305-0052 つくば市長峰 1-1 気象研究所

tel. :0298-52-9382, e-mail: mhoshiba@mri-jma.go.jp

**はじめに。** 震源決定時においては理論走時と観測走時との間に多少の違いがあり、この原因の一つとして、考慮しているよりもさらに小さな速度構造の揺らぎが考えられる。実際の速度構造は大きなスケールの変化(a)と小さな揺らぎ(b)とで表せられるであろう。これまで(a)の影響による地震波の伝播の研究は数多くあり、例えば、高周波の波の振幅を考えるときでも主に(a)のみが考慮されてきている。では、ほんとうに(b)の影響は小さいのであろうか？ (b)による focusing と defocusing により振幅は変化すると考えられる。この大きさを調べるため、速度構造の小さな揺らぎによって波の最大振幅がどの程度変化するかを見積もった。

**計算。** 位置  $x$  における速度  $v$  は、 $v(x) = \langle v \rangle + \delta v(x)$ 、であたえられるとする ( $\langle \delta v \rangle = 0$ )。ただし、 $\langle \rangle$  は平均を表す。ここで、揺らぎの相関距離が  $a$ 、大きさが  $n$  ( $= \sqrt{\langle |\delta v / \langle v \rangle|^2 \rangle}$ ) の 3次元ランダム媒質を考える。この速度構造の中を波数  $k$  のスカラ波を  $x$  方向に伝播させる。parabolic 近似を用い、さらに、Martin and Flatte(1988)に従い、Phase Screen 法で計算を行った。ここでは、前方に進む波だけを考慮して、後方に進む波は無視している。

**結果。** 図1には、一例としてガウス型ランダム媒質 ( $\langle v \rangle = 3\text{km/s}$ ,  $a = 4\text{km}$ ,  $n = 0.05$ ) に中心周波数  $f = 1\text{Hz}$  の Ricker wavelet 平面波を  $t = 0$  に  $x = 0$  で入射させた場合の、 $x = 5.5\text{km}$ 、 $28\text{km}$  で得られる(振幅)<sup>2</sup>の時間変化を示す。また、図2には、上に  $\langle I \rangle$  (Sine 波入射の場合) および  $\langle I_{\max} \rangle$  (Ricker Wavelet 入射の場合) の伝播距離変化を、下に最大振幅の大きさの分散の指標として  $m_s^2 = (\langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2) / \langle I \rangle^2$  および  $m_r^2 = (\langle I_{\max}^2 \rangle - \langle I_{\max} \rangle^2) / \langle I_{\max} \rangle^2$  (Ricker Wavelet 入射の場合) を距離  $x$  の関数として示す。 $I$  は |振幅|<sup>2</sup> に、 $I_{\max}$  は(最大振幅)<sup>2</sup> に対応する。

**議論。** 伝播距離  $x$  の増加に従い  $m_s^2$ 、 $m_r^2$  は大きくなり  $x = 20 - 40\text{km}$  でその大きさはピークをもち、それ以上の  $x$  では徐々に小さくなる。もっとも  $m_r^2$  が大きい所 (図1の  $x = 28\text{km}$  の場合) では、 $m_s^2$ 、 $m_r^2$  は1を越え、波の振幅の相違はかなり大きいことがわかる。また、 $\langle I \rangle$  は距離変化をしないが (エネルギー保存則)、 $\langle I_{\max} \rangle$  は伝播距離にしたがって減少する。この現象は、ランダム媒質内で発生する分散 (Dispersion) によって説明される。吸収や後方散乱が無くても孤立波の最大振幅は距離減衰することを示している。

Martin and Flatte (1988), Applied Optics, vol.27, No.11 p.2111-2126.

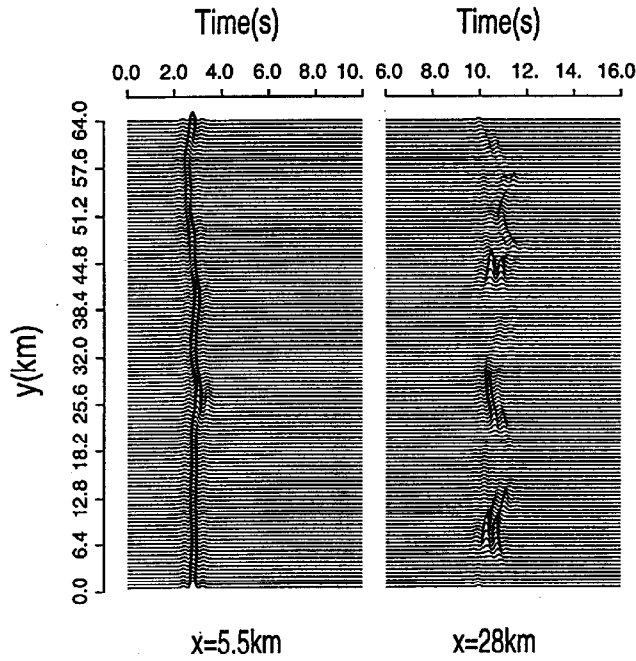


図1。Ricker Wavelet 入射の場合の (振幅)<sup>2</sup>の時間変化。伝播距離  $x$  が 5.5km と 28km の場合。

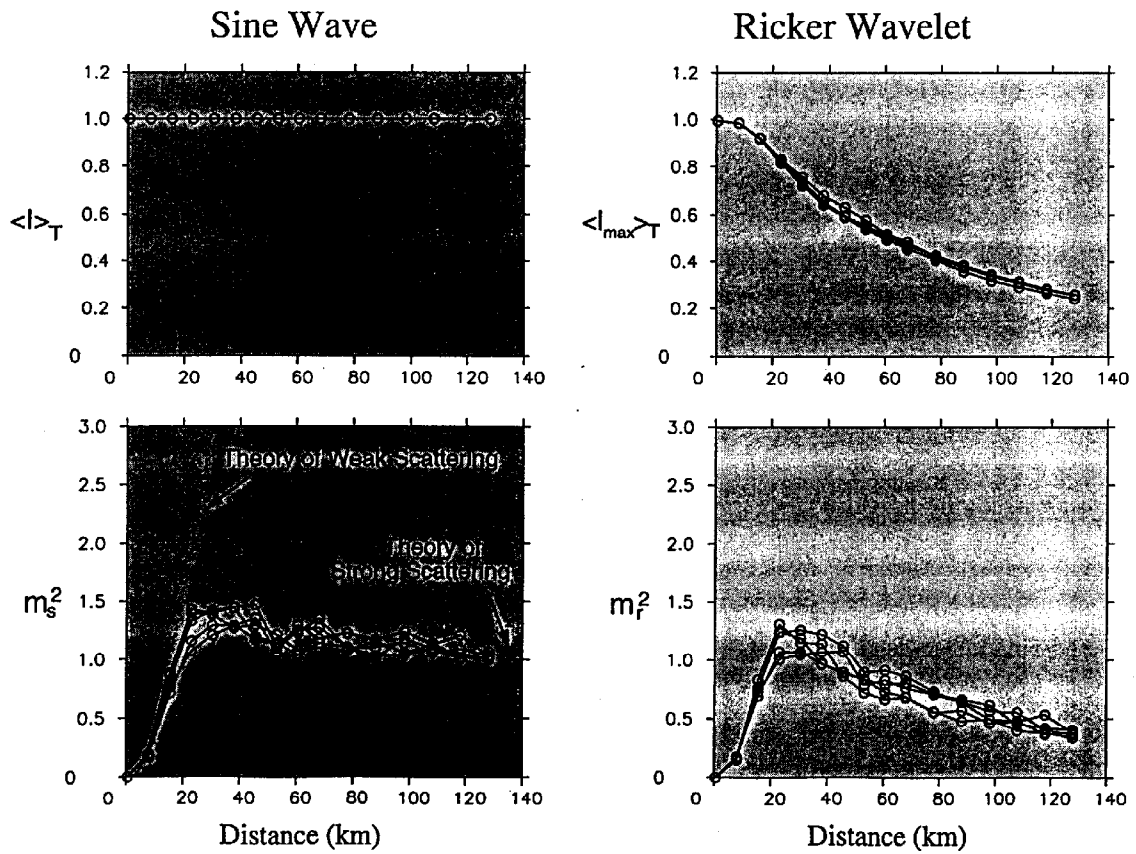


図2。 $a=4\text{km}$ ,  $n=0.05$  の特徴を持つ 5つの構造に  $f=1\text{Hz}$  の Sine 波および  $f_c=1\text{Hz}$  の Ricker wavelet を入射させた場合の  $\langle I \rangle_T$ ,  $\langle I_{\max} \rangle_T$ ,  $m_s^2 = (\langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2) / \langle I \rangle^2$  および  $m_r^2 = (\langle I_{\max}^2 \rangle - \langle I_{\max} \rangle^2) / \langle I_{\max} \rangle^2$  の伝播距離変化。ここで、 $I$  は Sine 波入射の場合の |振幅|<sup>2</sup> に、 $I_{\max}$  は Ricker Wavelet 入射の場合の (最大振幅)<sup>2</sup> に対応する。