

レイリー波散乱と共鳴定常波

Rayleigh wave scattering and resonant standing waves

吉田 満 [1]

Mitsuru Yoshida[1]

[1] なし

[1] nothing

本稿は、中国の天山山脈の山の根構造をモデル化 (Fig. 1) してレイリー波伝播を考察する。用いた速度パラメータは Table 1 に計算法は Yoshida (2001) に詳細に記述されている。計算には天山山脈の西側の地域に対応する上部マントルの S 波速度 $V_s=4.9$ km/s が採用される。基本モードレイリー波の垂直成分と動径成分の初期値を山岳構造の前部に位置する成層構造に投入し、P-SV 波の波動方程式を差分法によって解いて山岳構造を伝える散乱波が計算される。先ず Aki and Richard (1980) の定義により Scattered wave $Sc: Sc(x,z,t) = En(x,z,t) - Pr(x,z,t)$ (1)

を抽出し、スペクトルを分析する。(1) の定義によれば Entire seismogram En から Primary wave Pr を取り除いたのが Sc である。 En , Pr は本稿ではそれぞれ、透過波、入射波である基本モードレイリー波に相当する。この入射波 Pr と地表の観測点 site 5, 10, 15 における Model T に対する時系列 Sc の振幅スペクトルを Fig. 2 に示した。 Pr , Sc とともに周期 23 秒 (波長約 90km) でスペクトルのピークを持っていることが図から読み取れる。散乱波群の解析 (Yoshida, 2003) によると Model T の波動場において左端と site 5 までの距離 500 km の空間に 1 組の正負からなる散乱波の波面は 5 つから 6 つあり、その波長は 90-100km と見積もられる。この散乱波の波長も上記の Pr の波長に近い。上記のスペクトル卓越周期 23 秒の基本モードレイリー波の位相速度はおよそ 4.0 km/s (Fig. 3) であり、その 4.0 km/s の速度は散乱波群の伝播速度に対応すると思われる。

Momoi (1987) によれば山脈にレイリー波が入射するとその領域に P 波または S 波の振幅が三角関数 (sine, cosine) 的に変化する共鳴定常波 (leaky mode (Snodgrass et al., 1962) 又は resonant standing P and S waves と記されている) が発生する。その共鳴定常波の振幅は波数、地殻の厚さをそれぞれ k , H とすると次の式が満たされるとき卓越する。 $kH = (2n + 1)p / 2$ (n : integer; $p=3.1416$) (2) この式は、波長を WL とすると $WL = 4H / (2n + 1)$ (n : integer) (3) と表現される。本稿で用いた Model T の上部地殻の厚さ $H=22.5$ km を (3) 式に代入すると $WL=90$ ($n=0$), 30 ($n=1$) km となる。この $WL=90$ km は前に見積もった散乱波の波長 90-100 km に対応すると推定される。さらに、波長、位相速度 (V_s), 周期 (T) の間の関係式 $T = WL / V_s$ (4) に $WL=90$ km と上部地殻の S 波速度 $V_s=3.9$ km/s (Table 1) を代入すると $T=22.5$ 秒となり、Fig. 2 で示される入射波 Pr の卓越周期 $T=23$ 秒に近いことがわかる。(3) 式に下部地殻の厚さ $H=37.5$ km を代入すると $WL=150$ ($n=0$), 50 ($n=1$) km が得られるが、これらの波長をもつ共鳴定常波は非常に弱いといえる。低速度層をもつ Model LB では散乱波の波長はより長くなる (Yoshida, 2003; Yoshida and Hagiwara, 2006)。

文献: Snodgrass, F. E., W. H. Munk, and G. R. Miller, J. Mar. Res., 20, 3-30, 1962; Momoi, T., Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 62, 163-200, 1987; Yoshida, M., Earth Planets Space 53, 1099-1109, 2001; Yoshida, M., Bull. Earthq. Res. Inst., 78, 1-18, 2003; Yoshida, M. and H. Hagiwara, Japan Geoscience Union Meeting 2006 Abstract.

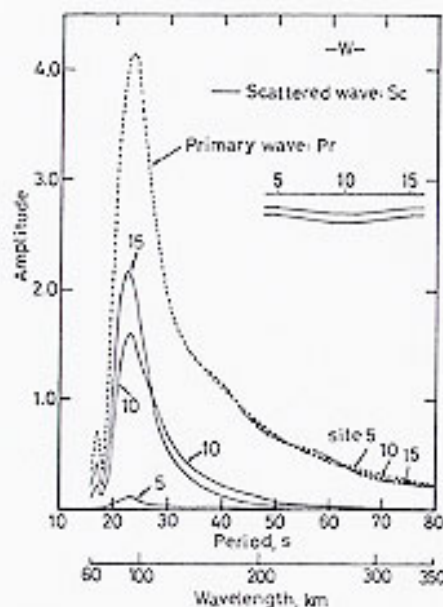
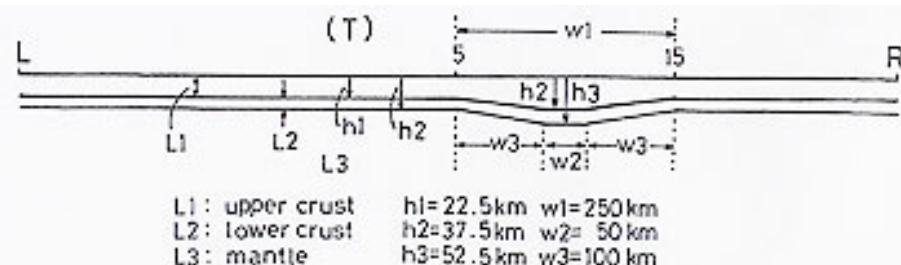


Fig. 2. Amplitude spectra of scattered (Sc) and primary (Pr) waves at sites 5, 10 and 15. Pr corresponds to the incident waves.

	V _p (km/s)	V _s (km/s)	ρ (Mg/m ³)
Upper crust	6.5	3.9	2.60
Lower crust	7.0	4.0	2.75
(LVZ)	6.5	3.6	2.60
Mantle	7.9	4.9 (4.6)	3.35
(LVZ)	7.3789	4.3433	3.1012

Table 1. Elastic parameters. The V_s of 4.9 and 4.6 km/s in the upper mantle corresponds to the western and eastern regions of the Tien Shan, respectively.

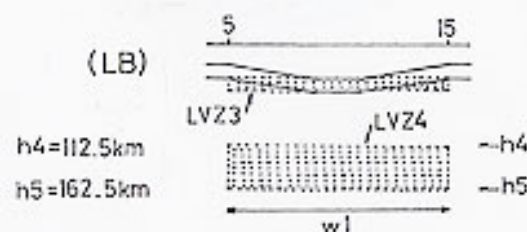


Fig. 1. Crustal and upper mantle structures with (Model LB) and without (Model T) a double low velocity zone (LVZ) beneath the Tien Shan.

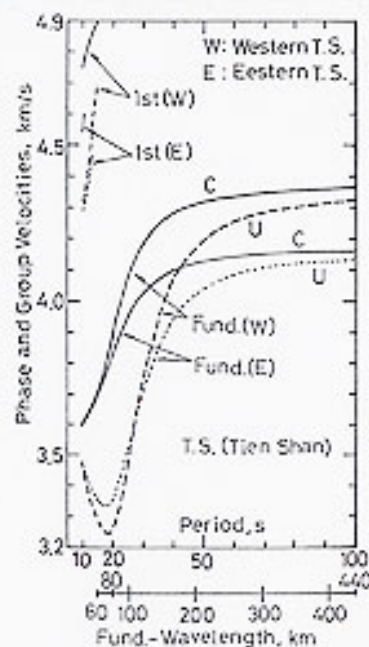


Fig. 3. Phase (C) and group (U) velocities of Rayleigh waves of the fundamental (Fund) and first higher (1st) modes for the western and eastern regions of the Tien Shan.