

# Lateral Variations in the Thickness of Upper Mantle Transition Zone beneath Taiwan

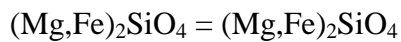
李享勳 洪淑蕙

國立台灣大學地質科學研究所

## 摘要

距離地表 410 公里和 660 公里左右的深度，是一個地震波波速突然改變的地方，這個速度不連續的界面，已被證實可能是因為相變而造成兩邊物質性質改變，影響地震波傳遞速度的差異。

410 不連續面是由 olivine( ) 轉變成 wadsleyite( )



660 不連續面則是由 ringwoodite( ) 轉變成 magnesiowustite 加上 perovskite



而夾在這兩個震波波速不連續的界面中的區域稱之為地幔過渡帶。發生相變的臨界壓力會隨地幔溫度改變，因此藉由這兩個由相變造成的不連續面出現的深度可以做為地幔過渡帶的溫度指標；在 410 公里處的相變會因為溫度下降而提升至 410 公里以上出現，在 660 公里處的相變出現的位置會因為溫度下降而沉陷，所以溫度的變化會造成地幔過渡帶厚度的改變，因此研究這兩層不連續面的相對位置，可反映此處地幔過渡帶的厚度和溫度異常，對台灣底下以及附近隱沒系統的上地幔構造能有更進一步的了解。

在台灣附近的兩套板塊隱沒系統，東部外海是菲律賓海板塊向北隱沒至歐亞板塊之下，南邊是南中國海板塊沿馬尼拉海溝向東隱沒至菲律賓海板塊之下。在呂宋島弧附近，從地震分佈所描繪的瓦班氏帶 (Wadati-Benioff zone)，可追蹤向東隱沒的南中國海板塊，但在接近台灣 23°N 以北的位置卻完全消失。由於缺乏高解析度的深部地幔震波速度構造層析影像，無法確認瓦班氏帶消失的原因是因為隱沒至深部上地幔的南中國海板塊在 23°N 以北區域轉為無震帶，或是板塊不存在，藉由地幔過渡帶厚度的側向變化，可以確認板塊在側向分佈延伸的情形，能夠對台灣底下板塊的分佈有更明確的定義。

在震波圖中常常可以發現，在主要的波相的前後會出現一個額外的波相，這個次要的波相可能是因為主波經過某個特殊的構造而造成的反射波或折射波，利用上述的原理就可以來探索地幔過渡帶的變化情形。我們採用中央研究院地球科學所的寬頻地震網 BATS (Broadband Array in Taiwan for Seismology) 以及日本在石垣島的測站 ISG，從 1998-2003 年的地震波紀錄，利用接收函數法

(receiver function) (Ammon, 1991) 分析計算每一個遠震(震央距離  $> 30^\circ$ )到測站所觀察到的 P410s 和 P660s 的走時 (註: Pds 代表 P 波在深度 d 公里的位置轉換成 S 波的波相)。然後再利用共同點的疊加法(The common points stacking)將研究區域切分成邊長為 250 公里的區間並且經由疊加後增強訊號, 進一步得到每個區間垂直向變化的接收函數 (e.g, Shen et al., 1998), 依據每個區間接收函數的 P660s 和 P410s 的走時差, 即可描繪出台灣底下的地幔過渡帶在側向上的厚度變化, 進而推論相關的速度異常。

研究結果發現, P660s 和 P410s 的走時差在台灣和附近區域底下要比參考的地球速度模型 IASP91 要來的大, 顯示該區上地幔過渡帶的厚度要比全球平均值要厚, 相對溫度更冷, 最大的厚度和溫度異常發生在台灣南端, 最大厚度、溫度異常分別為 100km、700K; 在  $24^\circ\text{N}$  以北, 地幔過渡帶的厚度漸漸趨近標準值, 可知在  $24^\circ\text{N}$  以北, 並沒有冷異常的板塊隱沒入地幔過渡帶中的跡象。

## 參考文獻

George Helffrich, Topography of the transition zone seismic discontinuities. Reviews of Geophysics, 38, 1 / February 2000, pages 141-158.

Ammon, C. J., The isolation of receiver effects from teleseismic P waveforms, Bull. Seism. Soc. Am., 81, 2504-2510, 1991.

Bina, C. R., and G., Helffrich, Phase transition Claperon slopes and transition zone seismic discontinuitt topography, J. Geophys. Res., 99, 15,853-15,860, 1994.

Shen, Yang, S.C. Solomon, I,Th, Bjarnason, and C.J., Wolfe, Seismic evidence for a lower-mantle origin of the Iceland plume, Nature, 395, 62-65, 1998.文獻

Helffrich, G., Topography of the transition zone seismic discontinuities. Rev. Geophysics, 38, 141-158, 2000.

Ammon, C. J., The isolation of receiver effects from teleseismic P waveforms, Bull. Seism. Soc. Am., 81, 2504-2510, 1991.

Bina, C. R., and G., Helffrich, Phase transition Claperon slopes and transition zone seismic discontinuitt topography, J. Geophys. Res., 99, 15,853-15,860, 1994.

Shen, Y., S.C. Solomon, I,Th, Bjarnason, and C.J., Wolfe, Seismic evidence for a lower-mantle origin of the Iceland plume, Nature, 395, 62-65, 1998.