

東海地域で発生するスラブ内地震の線状配列

鈴木貞臣(東濃地震科学研究所)

Linear distribution of the intraslab earthquakes in the Tokai area

Sadaomi Suzuki (TRIES)

1. はじめに

東海地域のスラブ内地震については既にMiyoshi and Obara (2010) によって詳しく調べられているが、その後、気象庁による震源データが増えてきたことや、Suzuki et al.(2018)によってそれらの精度良い震源とスラブ構造との関係が調べられたので、今回はそれらの特性の一つである線状配列に注目し調べた。

2. スラブ内地震の震央分布

図1の左図のように、防災科学研究所Hi-net観測網のWEBを見ていると、東海地域のスラブ内地震(黄色の小丸)が毎日のように起きている。その多くはM2クラスで、右図のように愛知県中部から静岡県西部に多く分布している。

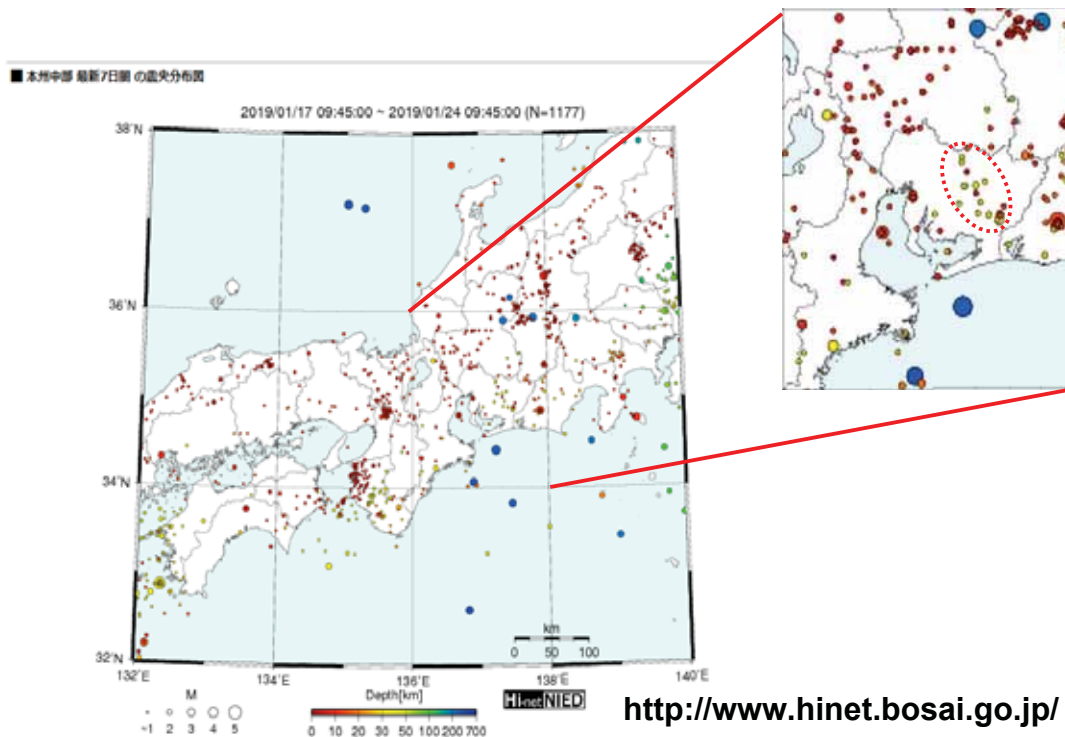


図1. 東海地域のスラブ内地震(右上図の赤破線楕円で囲まれた黄色小丸)の震央分布例. 防災科学研究所のWEBによる2019/01/17より1週間の震央分布図を複製修正.

図2は東海地域で約16年間に発生した60 km より浅い地震の震央分布図である。深さをカラーコードで示している。左図は深部低周波地震(黄色の小子丸)の震源が含まれていて、右図はそれらの地震の震源が除かれている。これらの図の中で、震源の深さが35 kmから50 kmの間の地震(黄緑色-緑色-青色の小子丸)がスラブ内地震と思われる。それに対し、深部低周波地震(以後LFEと呼ぶ)は黄色の小子丸で示されていて、深さが30 km程度であって、スラブ内地震と比べてやや浅いことが分かる。LFEの分布は平面的にはスラブ内地震と重なる部分があるが、東西に長く広がっていて、沈み込むプレート上面の等深線に平行している。

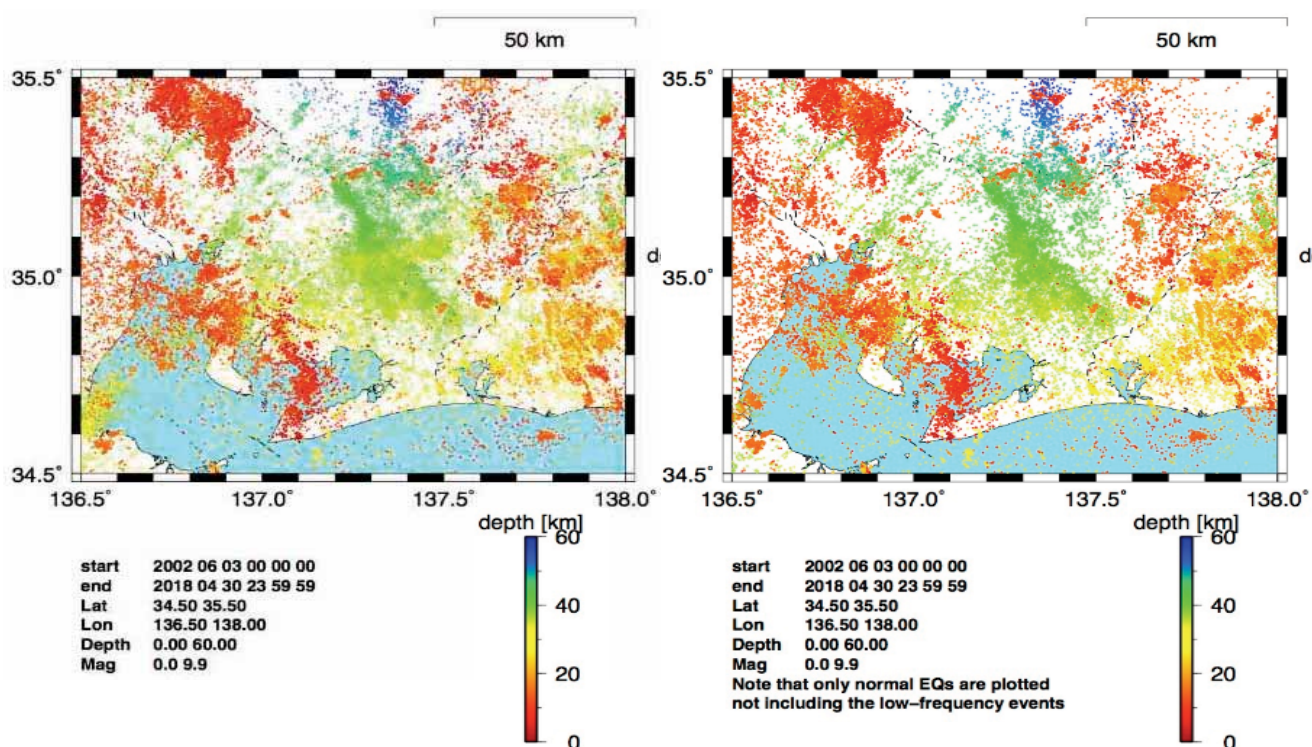


図2. 東海地域の地震(深さ0-60 km)の震央分布図。2002年6月より2018年4月までの気象庁震源データによる。左図は深部低周波地震(LFE, 黄色の小子丸)の震源が含まれている。右図はLFEの震源が含まれていない。作図は村上 理氏による。

3. スラブ内地震の線状配列

図3は図2の右図を拡大し、スラブ内地震が線状配列をしていると思われるグループを表示したものである。スラブ内地震の分布は均一ではなく、図中の破線楕円で示されているように、幾つかの線状または帯状配列がみられる。(ここでは呼名を「線状配列」に統一する)。線状配列Aとdは東海地域のスラブ内地震の中心をなし、北西-南東に配列している。また、それらの東側に小さな配列eとfがある。線状配列Aの西側に線状配列Bがあり、伊勢湾の名古屋港付近から北北東に延

びていて、線状配列Bと約 70° の方位差をなしている。 さらにその西側に小さな配列cがある。
 (配列Bとcは三好・小原(2010)が指摘しているものと同じであるかも知れない)。 ここでは、配列の方位差が 70° ある2つの線状配列AとBに属する地震のメカニズム解を調べた。 配列Aに属する12個の地震(Group Aと呼ぶ)と配列Bに属する148個の地震(Group B)のメカニズム解を比較した。

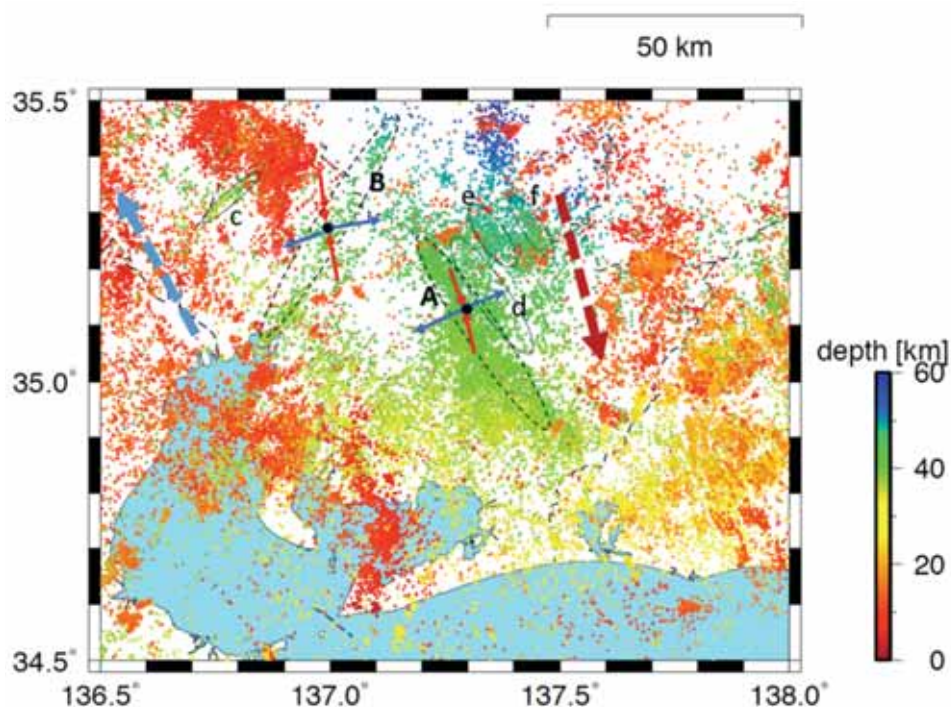


図3. 図2の右図のなかで、スラブ内地震の震央分布が線状配列しているものを破線楕円で示した。AとBの楕円で囲まれた震央は、比較的明瞭な線状配列。c-fの楕円で囲まれた震央は短い線状配列。伊勢湾から琵琶湖北方に向かう青色太矢印はスラブの尾根軸。図右側の茶色太矢印はスラブの谷軸。線状配列AとBに属する地震の平均的メカニズム解を、P軸(赤矢印)とT軸(青矢印)の方位で表した(本文に詳しく記述)。

図4は、Group AとBに属する地震のメカニズム解(気象庁のデータ)より得られたP軸とT軸の方位(azimuth)の頻度分布である。Group Aを上段に、Group Bを下段に示した。またそれぞれの方位と傾斜角の平均値と標準偏差を表1にまとめた。

表 1. 2つの線状配列 Group Aと Group Bに属する地震のメカニズム解 P軸とT軸のそれぞれの平均値と標準偏差(SD)

		groupA				groupB							
		azimuth(°)		dip(°)		azimuth(°)		dip(°)					
		Average	SD	Average	SD	Average	SD	Average	SD				
P-axis	1	120°	-220°	171	23	44	17	100°	-240°	172	26	36	24
	2	320°	-380°	350	17	29	17	240°	-460°	358	41	37	26
T-axis	1	50°	-120°	91	14	19	9	0°	-140°	82	22	20	17
	2	220°	-300°	256	17	13	4	160°	-320°	254	29	17	17
No of Eqs.				13				148					

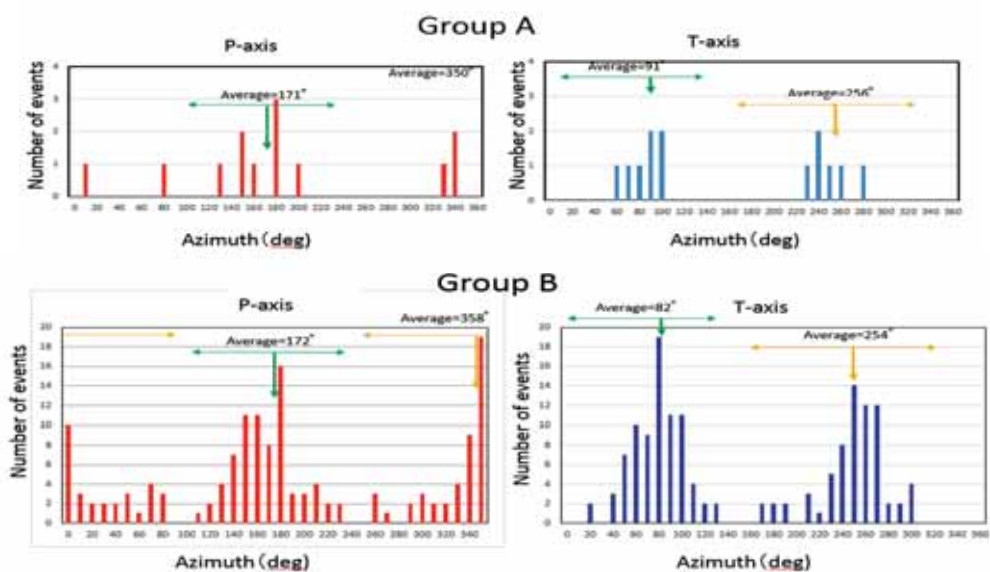


図4. 線状配列 Group Aと Group Bに属する地震のメカニズム解(気象庁のデータ)より得られたP軸とT軸の方位(横軸)の頻度分布. それぞれの頻度分布の中で、方位を2つのグループに分けて、それぞれの方位の平均値を図中と表1に示した.

気象庁のデータより得られたそれぞれのGroupごとのP軸とT軸の方位(azimuth)を調べ、それぞれの平均値を図3に赤矢印(P軸)と青矢印(T軸)で示した。すなわち、Group Aでは、P軸の平均値= 171° と350°、T軸の平均値= 91° と256°であり、Group Bでは、P軸の平均値= 172° と358°、T軸の平均値= 82° と254°であった。その結果、それぞれの対応する方位に、Group AとBとの間で大きな違いがないことが分かった。このことは、Group AとBのスラブ内地震との間に起震力の違いがほとんどないことを意味している。つまり線状配列AとBの向き(方位)が違っているのに、地震発生の力学的な違いがないということである。したがって線状配列ができる原因を、その周辺に働く広域応力に帰することはできず、他の原因を考える必要がある。

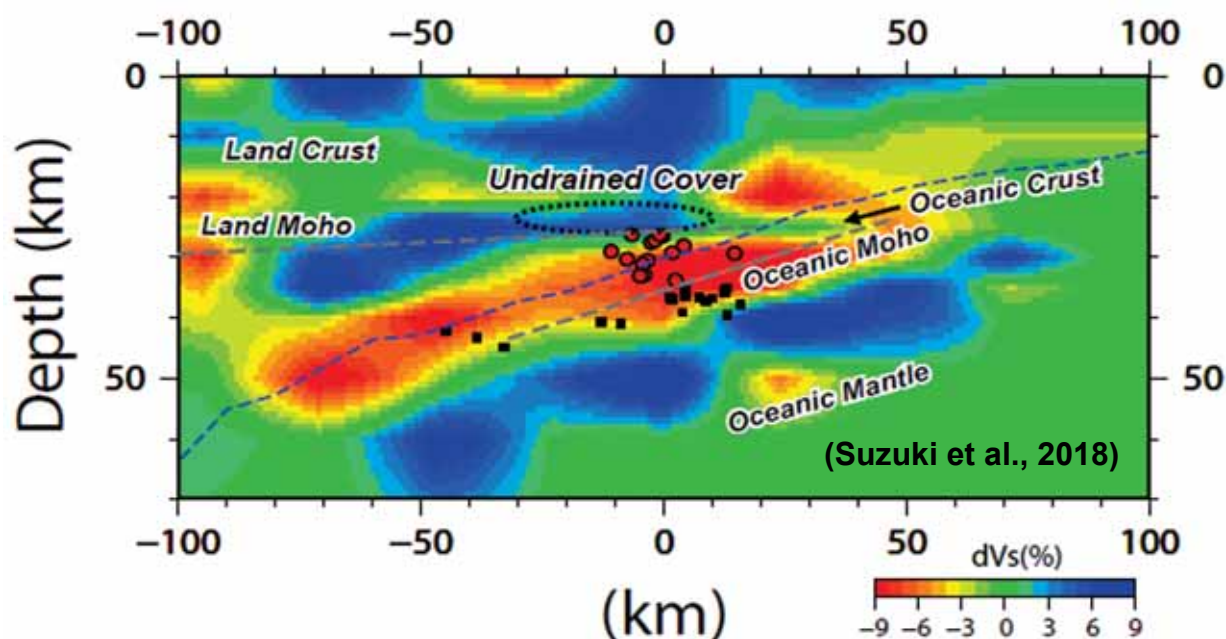


図5. 東海地域で発生する深部低周波地震(LFE、赤丸)とスラブ内地震(黒四角)の震源をプレートが沈み込む方向に平行なS波速度トモグラフィー断面(Nakajima and Hasegawa, 2016)に投影した。Suzuki et al. (2018)より引用した。

図5に、東海地域を北北西-南南東に横切る断面に投影したスラブ内地震(黒四角)と深部低周波地震(赤丸)の震源分布とS波トモグラフィ(Nakajima and Hasegawa, 2016)を示した。この図によると、スラブ内地震は海洋性地殻内ではなく、海洋性マントル最上部のS波低速度層に分布していることが分かる。海洋性地殻を中心に分布しているS波低速度層は、海洋性地殻の岩石のP-T pathから推定される脱水反応(例えばAbers et al., 2013)による高間隙水圧層に対応していると推定される。この高間隙水圧によってマントル最上部の破壊強度が低下し、スラブ内地震が発生しているとする、それが線状配列しているということは、高圧な間隙水が海洋性地殻から海洋

性マントル最上部に浸み込む際、面的に一様でなく、線状に浸み込んでいるものと考えられる。想像に過ぎないが、フィリピン海プレートが東海地域の下に沈み込む以前にできていた線状破碎帯のような古傷が、海洋性マントル最上部に存在していたのかも知れない。

引用文献

Abers GA, Nakajima J, van Keken PE, Kita S, Hacker BR (2013) Thermal–petrological controls on the location of earthquakes within subducting plates. *Earth Planet Sci Lett* 369–370:178–187.

Hirose F, Nakajima J, Hasegawa A (2008) Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, *J. Geophys. Res.*, 113:B09315. doi:10.1029/2007JB005274.

三好崇之・小原一成(2010a)、伊勢湾から紀伊半島下のフィリピン海スラブ内にみられる二重地震面の起震応力場、日本地球惑星科学連合2010年大会、地震活動S-SS013P14.

Miyoshi, T. and K. Obara (2010b), Double seismic zone within the ridge-shaped slab beneath southwest Japan, *Earth Planets Space*, 62, 949-954.

Nakajima, J., and A. Hasegawa (2016), Tremor activity inhibited by well-drained conditions above a megathrust, *Nature communications* 7, Article number: 13863 (2016), doi:10.1038/ncomms13863, 2016.

Suzuki, S., Okubo, M., Imanishi, K., Takeda, N. (2018) , Detection method for pairs of *P* and *S* waves of deep low-frequency earthquakes using a 3-D array in the Tokai area of the Nankai subduction and its application to hypocenter determination, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 19, .https://doi.org/10.1029/2018GC007479.