

4-4 東北地方太平洋沖地震以降の銚子付近の地震活動

Seismic activity near Choshi, central Japan, after the 2011 Off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Japan

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2011年東北地方太平洋沖地震の発生以降、銚子付近で地震が多数発生した。この中にはM6級の地震も複数含まれる。この領域はフィリピン海プレートおよび太平洋プレートが重なり^{1)・3)}、地震活動は複雑である。そこでこの領域の活動を詳しく調べた。

東北地方太平洋沖地震後の銚子付近の震央分布および鉛直断面を第1図および第2図に赤丸で示す。主な地震の防災科学技術研究所 Hi-net および F-net による発震機構解をあわせて示す。主な地震周辺のM-T図を第3図に示す。第1図および第2図には、プレート境界の指標としてフィリピン海プレートおよび太平洋プレートの相似地震^{1)・2)}をあわせて示す。第2図の鉛直断面には、相似地震の分布から推定されるプレート境界の位置をあわせて示す。この中で、水平位置0-20km、深さ20-30kmの相似地震は、相似地震の分布の連続性から判断してフィリピン海プレート上面と分類することが妥当と考えられるため、暫定的にフィリピン海プレートとして取り扱った。太平洋プレートの上に位置するフィリピン海プレートの北限は、CMT解および構造探査より青点線の位置に推定されている(第1図、上野他、2008³⁾)。

東北地方太平洋沖地震後、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートの上面付近、および銚子付近の20kmより浅い領域で多数の地震が発生した。以下、注目すべき活動について述べる。

銚子付近の20kmより浅い地震は、フィリピン海プレート上面より浅いことから、日本島弧地殻内の活動と考えられる。この領域で最大の地震は3月16日に発生した。地震の規模はMw5.8で、発震機構解は東西方向に伸長軸を有する正断層型に求まっている。20km以浅の震央分布および発震機構解を示すと第4図のようになり、正断層型の解が卓越することが分かる。東北地方太平洋沖地震以前は、銚子南東沖の北緯35.6-35.7°の範囲で活動が見られた。この時も発震機構解は正断層型が卓越した。東北地方太平洋沖地震以後は発生領域が拡大し、北緯35.6-35.9°の範囲で地震が発生した。

4月12日に房総半島沖でMw6.3の地震が発生した。発震機構解は東北東-西南西方向に伸長軸を有する横ずれ型に求められた。震源の深さはフィリピン海プレート上面付近だが、防災科研 Hi-net および F-net による発震機構解は、プレート境界で発生した場合に期待される低角逆断層型とは異なる。これよりプレート境界近傍の活動と考えられる。

4月21日および5月22日に、銚子付近でそれぞれMw6.1, Mw5.5の地震が発生した。震源の深さは太平洋プレート上面付近に、また発震機構解は西北西-東南東方向に圧縮軸を有する低角逆断層型に求まっている。これらの地震は二次余震と見られる多くの地震を伴ったが、直上の観測点では構造に起因すると見られる要因により、S波の立ち上がりが極めて不明瞭で深さの決定精度が低い。このため、二次余震から断層面の特定には困難が伴った。この領域の太平洋プレートの相似地震を元に平均積算すべりを推定しと第5図のようになった。東北地方太平洋沖地震後にすべりが加速したのに加えて、4月21日および5月22日の地震後もすべりが加速した様子が見られる。なお、3月22日M5.3の地震後もすべりの加速が見られる。この地震も発震機構解は低角逆断層型

に求められている（第2図）。関東地方の相似地震はプレート運動の指標と見なせることから¹⁾²⁾、平均積算すべりの増加はプレート間すべりの加速を示していると言える。これより、3月22日、4月21日、および5月22日の地震は太平洋プレート上面の活動と考えられる。この領域のM6級の地震発生後のプレート間すべりの加速はこれまでも報告されており²⁾、今回も同様の現象と考えられる。

5月20日に銚子の東方沖でMw5.7の地震が発生した。発震機構解はF-netでは西北西-東南東方向に圧縮軸を有する低角逆断層型に、震源の深さは太平洋プレート上面付近に求まっている。これより太平洋プレート上面の活動と考えられる。

3月17日に銚子東方沖でMw5.5の地震が発生した。発震機構解は北西-南東方向に圧縮軸を有する低角逆断層型に、震源の深さはフィリピン海プレート上面付近に求まっている。これよりフィリピン海プレート上面の活動と考えられる。

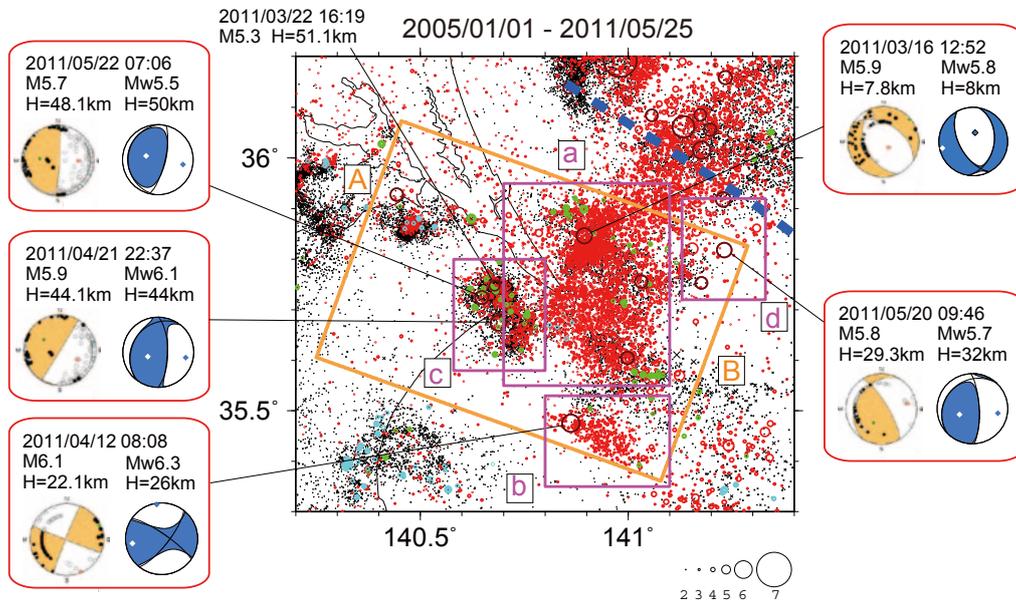
東北地方太平洋沖地震後、相似地震により銚子付近の太平洋プレート上面でのプレート間すべりの加速が推定され、また4月21日にMw6.1、5月20日にMw5.7、5月22日にMw5.5とM6級の地震が連鎖的に発生した。銚子付近ではフィリピン海プレートの相似地震も見られること¹⁾、およびフィリピン海プレートの北限より南であることから、これらの地震は太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生したと考えられる。これらの事実は、東北地方太平洋沖地震による応力変化によって引き起こされたプレート間すべりの加速が、フィリピン海プレートの北限を越えて関東地方下のフィリピン海プレート・太平洋プレートの境界にも及んだことを示している。関東地方下の地震活動の監視を今後も継続する必要がある。

(木村尚紀)

Hisanori Kimura

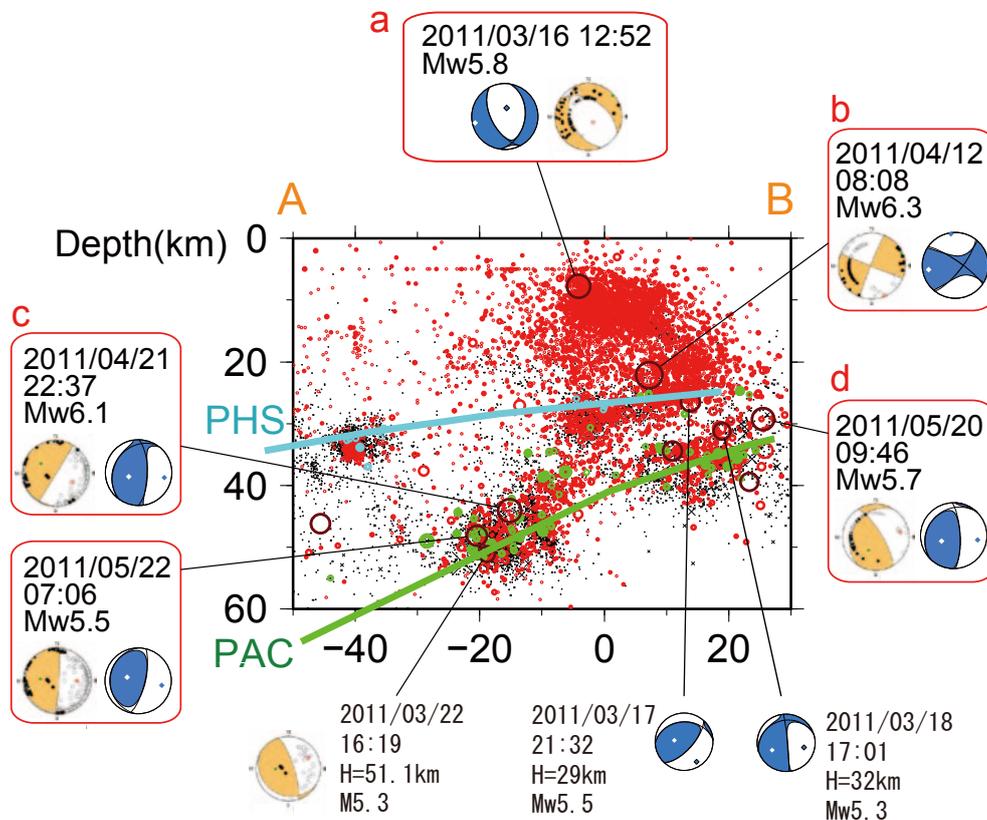
参 考 文 献

- 1) Kimura, H. and K. Kasahara, T. Igarashi, and N. Hirata, 2006, Repeating earthquake activities associated with the Philippine Sea plate subduction in the Kanto district, central Japan: A new plate configuration revealed by interplate aseismic slips, *Tectonophysics*, 417, 101-118.
- 2) 木村尚紀, 2010, 関東地方の相似地震, *地震予知連絡会会報*, 83, 596-608.
- 3) 上野友岳・武田哲也・木村尚紀・小原一成・笠原敬司・鶴哲郎, 2008, 関東東方沖における太平洋およびフィリピン海プレートの沈み込みの形態と地震活動, *日本地球惑星科学連合 2008年大会予稿集*, J248-005.



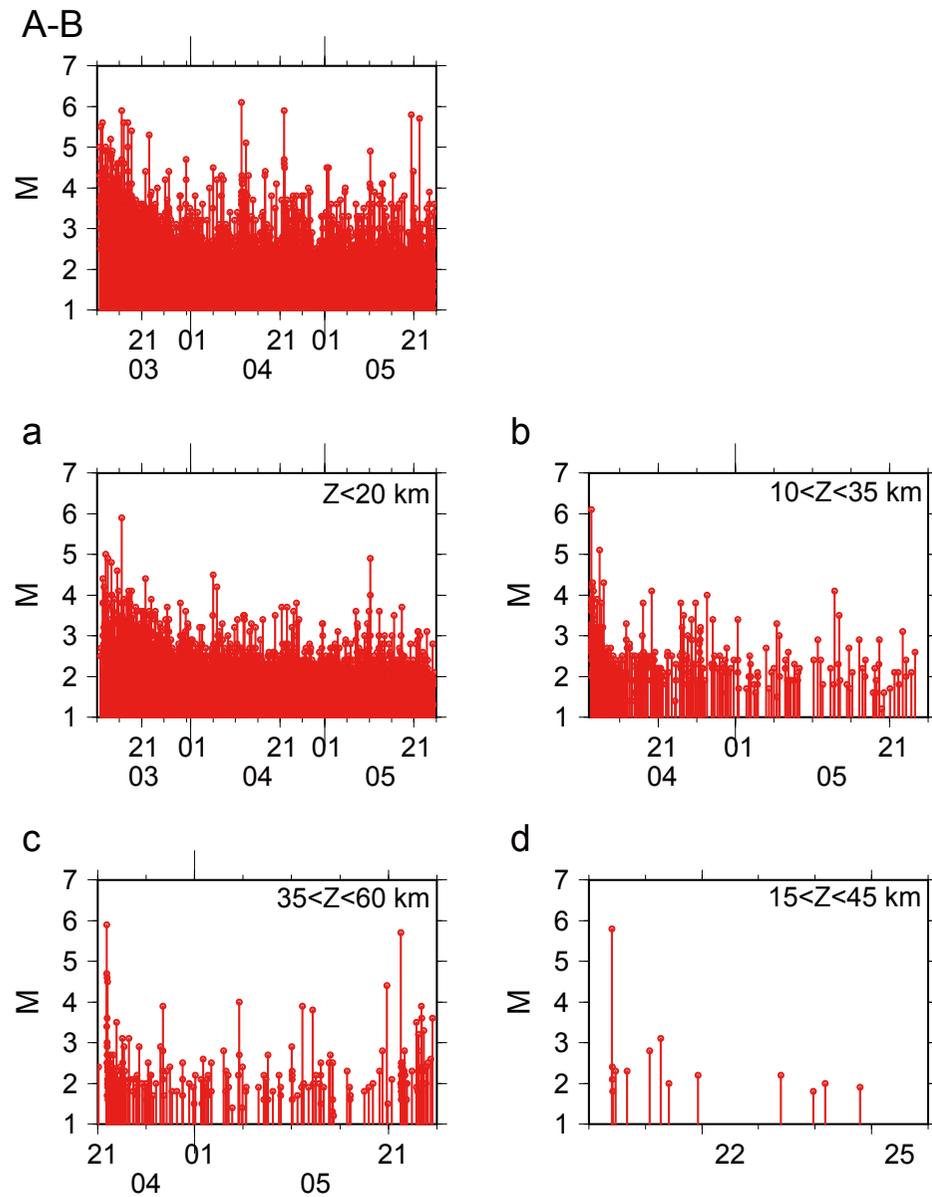
第 1 図 銚子周辺の震央分布. 東北地方太平洋沖地震後に発生した地震を赤丸で示す. また, フィリピン海プレートおよび太平洋プレートの相似地震をそれぞれ水色および緑色のシンボルで示す. 主な地震の防災科研 Hi-net および F-net による地震の発震機構解をあわせて示す. 震源要素は防災科研 Hi-net による (一部自動処理結果を含む). 上野他 (2008)³⁾ によるフィリピン海プレート北限を青点線で示す.

Fig. 1 The epicentral distributions near Choshi, central Japan. Earthquakes that occurred after the 2011 Off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Japan are denoted by red symbols. Repeating earthquakes on the Philippine Sea plate (PHS) and the Pacific plate (PAC)^{1) 2)} are shown by sky-blue and green symbols, respectively. The focal mechanisms determined by the NIED Hi-net and F-net are also shown for major events. Hypocentral parameters determined by NIED Hi-net are used (automatically determined hypocenters are partially included). The northern edge of the PHS (Ueno et al., 2008³⁾) is shown by blue dashed line.

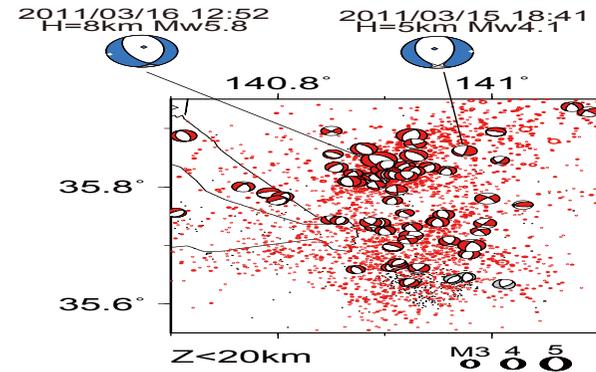


第 2 図 第 1 図矩形領域 A - B の鉛直断面図. 図の凡例は第 1 図と同じ.

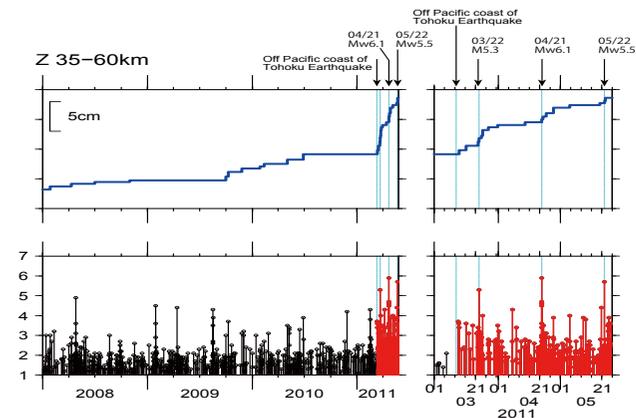
Fig. 2 Vertical cross section along the rectangle 'A-B' in Fig. 1. Nomenclatures are the same as Fig. 1.



第3図 第1図矩形領域 A - B, a, b, c, および d の M-T 図.
 Fig. 3 M-T diagrams for earthquakes in rectangles shown as 'A-B', 'a', 'b', 'c', and 'd' in Fig. 1.



第4図 銚子付近の浅発地震 ($Z < 20 \text{ km}$) の震央分布. 東北地方太平洋沖地震後に発生した地震を赤丸で示す. 防災科研 Hi-net による発震機構解を, 東北地方太平洋沖地震後の地震については赤, 以前はグレーのシンボルで震央位置に示す. 主な地震の F-net による発震機構解を枠外に示す.
 Fig. 4 The epicentral distribution of shallow ($Z < 20 \text{ km}$) earthquakes near Choshi. Earthquakes after the 2011 Off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Japan are denoted by red symbols. The focal mechanisms determined by NIED Hi-net are plotted at epicenter as red and gray symbols for events before and after the 2011 Off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, respectively. The focal mechanisms determined by NIED F-net are shown outside the figure for major earthquakes.



第5図 相似地震より推定した銚子付近 (第1図矩形領域 'c') の太平洋プレート上面の平均積算すべりおよび M-T 図. 主な地震の発震時をあわせて示す.
 Fig. 5 Averaged cumulative slip histories estimated from repeating earthquakes on the PAC near Choshi (region 'c' in Fig. 1) and M-T diagram. Origin time of major earthquake is also shown.