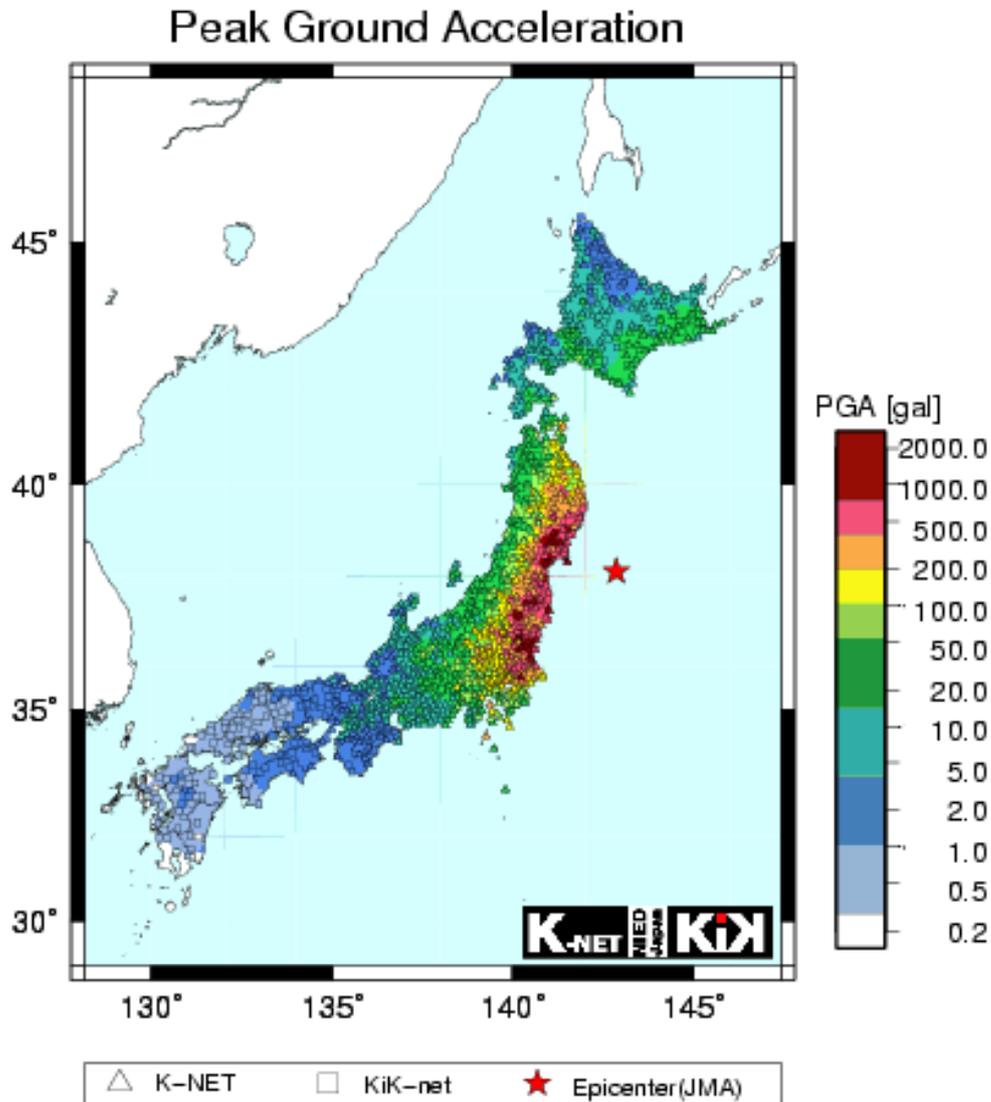


### 3 班：地震動の性質と土砂災害の発生場

#### 3.1 東北地方太平洋沖地震の概要

2011年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震は、モーメントマグニチュード (Mw) 9.0の海溝型巨大地震であった。図-3.1.1に防災科研による最大加速度分布を示す。観測された最大の加速度(3成分合成値)はK-NET 築館 (MYG004) における2933galであった。



2011/03/11-14:46 38.103N 142.860E 24km M9.0

図-3.1.1 強震観測網(K-NET、KiK-net)により観測された地表における最大加速度の分布

地震の原因となったプレートの破壊範囲は、南北 450km、東西 200km に及んでいる。遠地実体波を用いた断層モデルによると (図-3.1.2)、すべり量の空間分布は西側の断層深部まで、地表面に投影すると陸地にまで及んでいる。さらに、震源から 200~300km 南西の茨城県沖にも 20m 近いすべり量が求められている (Yoshida, Y. et al. (2011) の成果を佐竹 (2011) より引用)。

すべり破壊の生じた断層面が巨大だったため、揺れが長時間継続した。地震時に断層面上を破壊が進行する速度は、断層の規模にあまり依存しないため、断層の大きさにほぼ比例して断層破壊の継続時間が長くなる。今回の地震では 150 秒にわたって断層面の破壊が進行した (青井ほか、2011)。そのため、地震動の継続時間も長くなった。

図-3.1.2 を始めとするいくつかの断層モデルを総合して震源過程を概観すると、破壊は大きく 3つのステージに分けることができる (吉田、2011)。

第1番目のステージ (破壊開始点周辺) では、破壊開始から 40 秒ほどで震央付近が破壊された。すべり量は最大すべりを示した 2番目のステージほどは大きくない。破壊が西

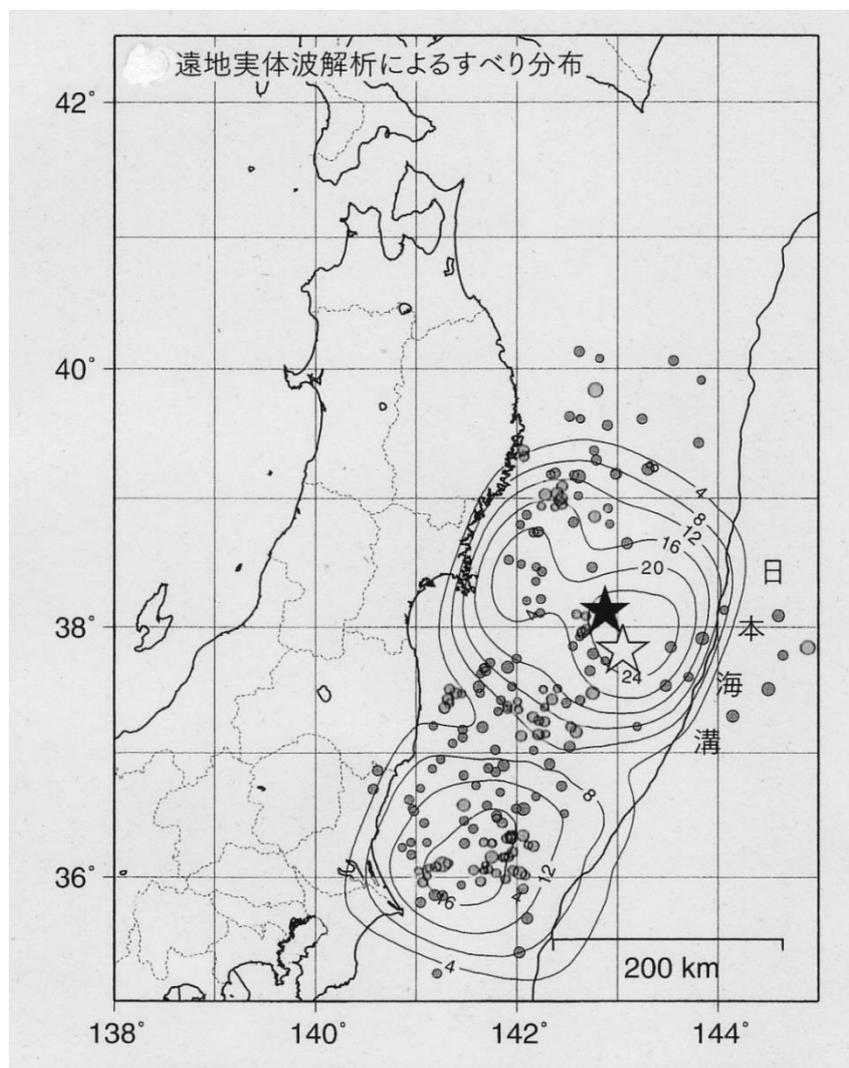


図-3.1.2 遠地地震波解析に基づく断層モデル (Yoshida, Y. et al., 2011)

★：震央、グレーの丸印：本震後1日以内に発生したM5以上の余震の震央

に伝播した端のあたりが、宮城県や岩手県の強震記録にみられる第1ピークの短周期波源に相当すると考えられている。

第2番目のステージ（破壊開始点周辺）では、破壊開始から40～80秒で一気に破壊が広がった。最大すべり量は論文によりばらつきがあるが（60mや30m超など）、非常に大きな値である。継続時間が短く、すべり量が大きいため、すべり速度が大きい。西端の短周期波源が、宮城県や岩手県の強震記録にみられる第2のピークに相当すると考えられている。

第3番目のステージでは、破壊開始から100秒後以降に南に破壊が伝播している。すべり量は第2ステージに比べて小さい。福島県沖や茨城県沖の西側の短周期波源は第3ステージで起きている。

上記のような複雑な震源過程を反映して、図-3.1.3のように、概ね南北に並ぶ強震記録には複数の波群が伝播していく様子がみられる（功刀、2011）。

図-3.1.4に、宮城県築館（MYG004）と福島県白河（FKS016）のK-NETによる地震波形を示す。築館の波形には2つのピークが見られるが、最初のピークは第1番目のステージ、第2のピークは第2番目のステージに相当し、第2ピークの方が大きい。一方、白河の波形に見られるピークは、第3ステージで発生した地震波である。

このように、同じ東北地方太平洋沖地震といっても、宮城県内の災害には第2ステージの破壊による地震動（地震波形の第2ピーク）が、福島県内の本震による災害には第3ステージの破壊による地震動が関与していることが推測される。両ステージの破壊で発生し

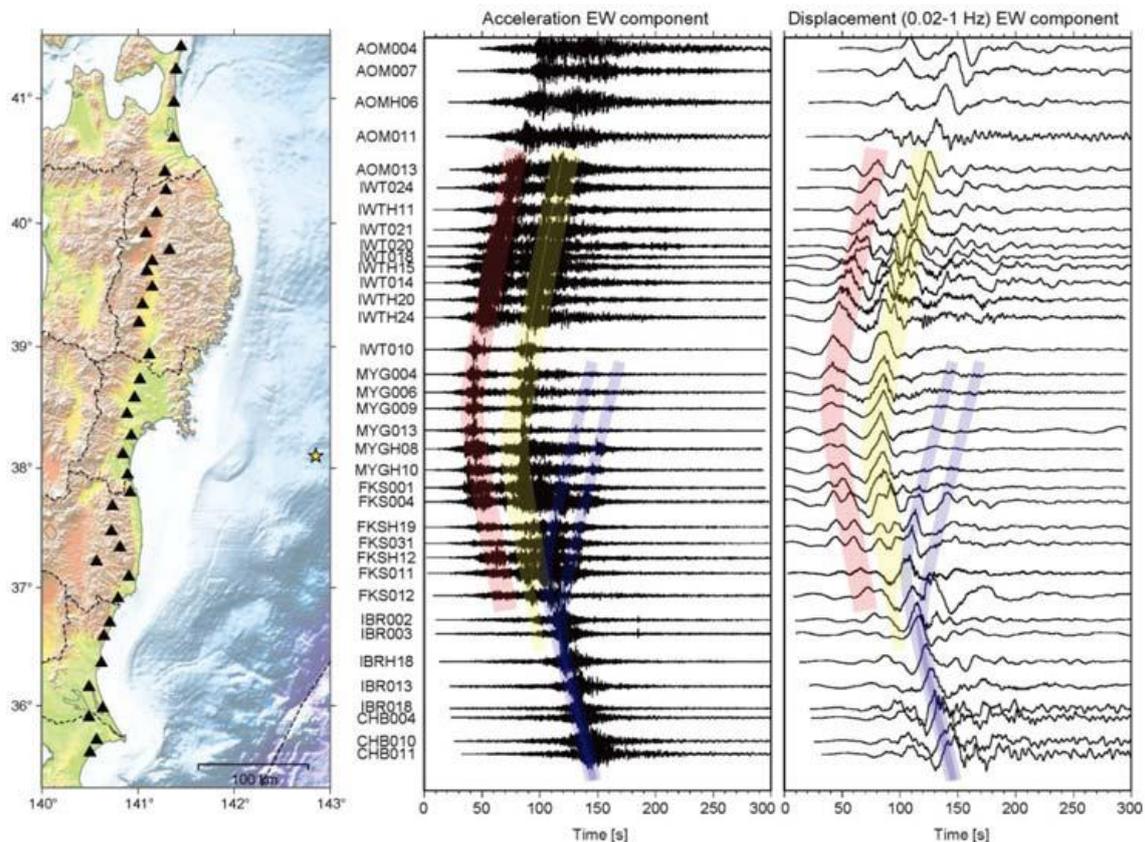


図-3.1.3 強震記録の群表示（EW成分）（功刀、2011）

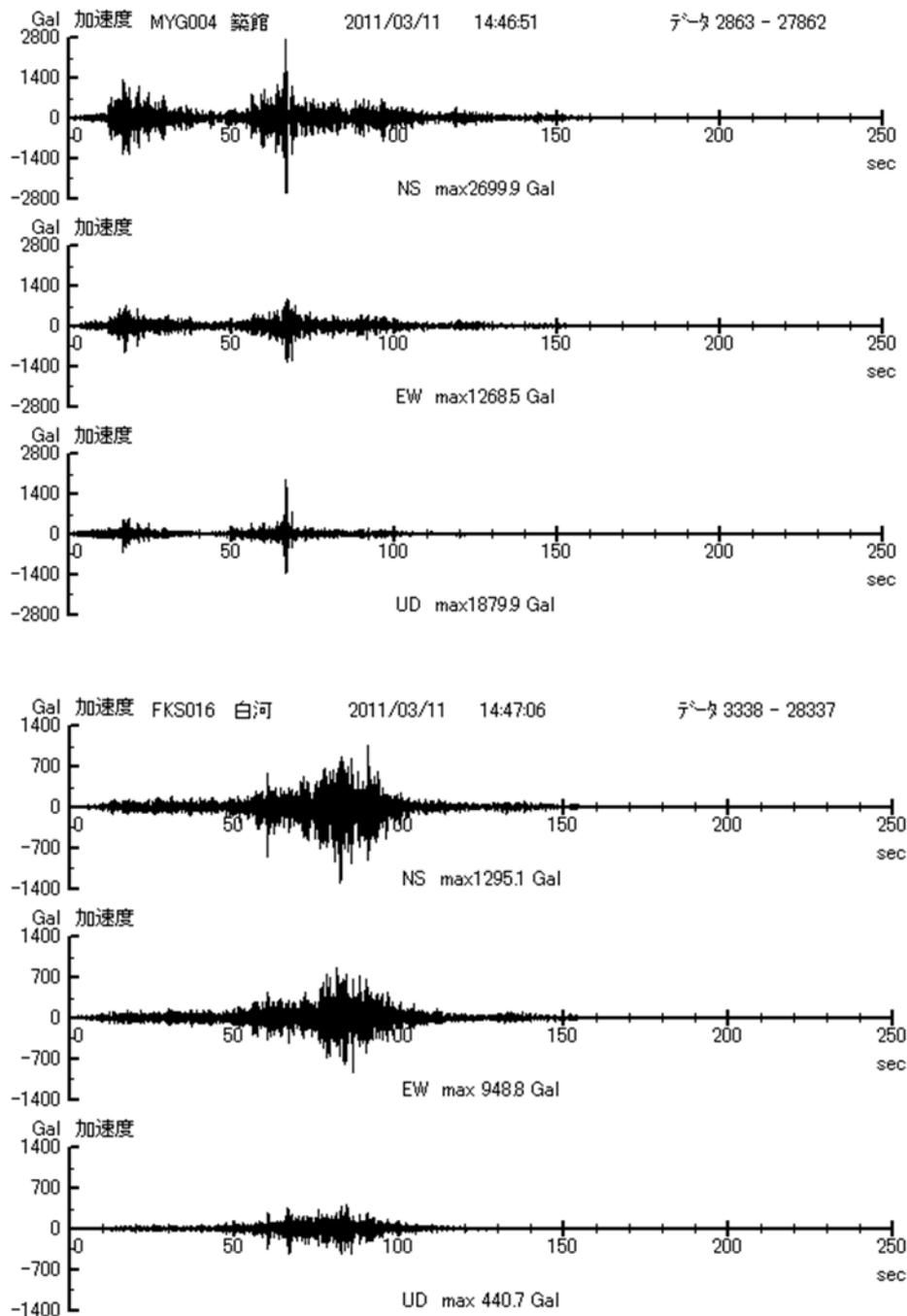


図-3.1.4 K-NETによる地震波形（上：宮城県築館、下：福島県白河）

た地震動の性質に差があるとすれば、災害の形態にもそれが反映されている可能性があるが、後述の K-NET 築館（宮城県、第2ステージ）と KiK-net 芳賀（栃木県、第3ステージ）のスペクトルを比較すると（図-3.1.5）、応答の大きさには大きな差があるものの、ピークの周期には 0.1 秒程度の差しか見られない。ステージの違いによる地震動の性質の差が、例えば宮城県や福島県での斜面災害の特徴にどのような影響を及ぼしたかについては、今後の検討課題である。

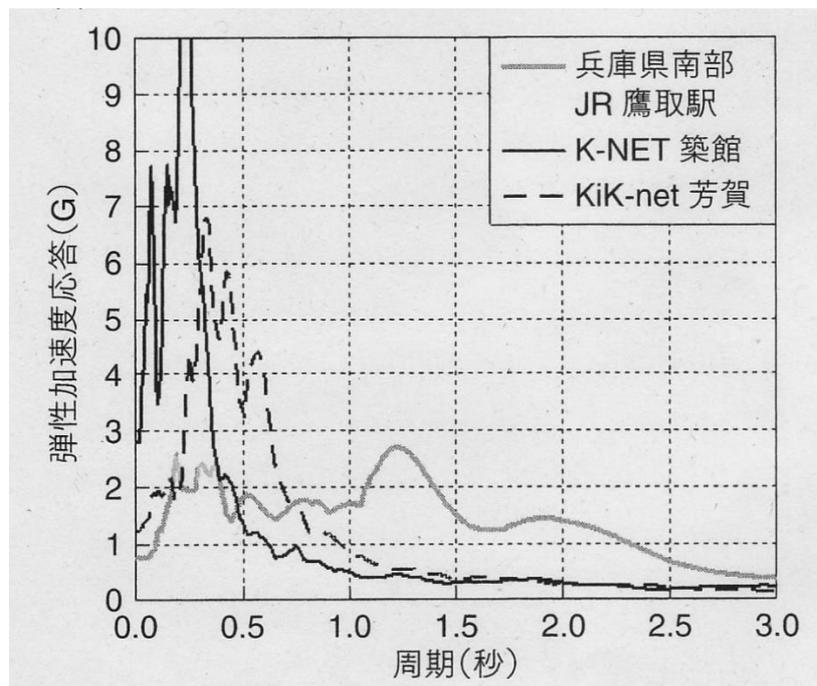


図-3.1.5 弾性加速度応答スペクトル (境、2011)

東北地方太平洋沖地震で震度7を記録した K-NET 築館（宮城県）と KiK-net 芳賀（栃木県）の弾性加速度応答スペクトルを、過去に大きな被害を起こした 1995 年の兵庫県南部地震時の JR 鷹取駅と比較して、図-3.1.5 に示す (境、2011)。

築館と芳賀では 0.5 秒以下の短周期で大きな応答を示しているが、キラーパルスと呼ばれる 1~2 秒程度の周期での応答は、JR 鷹取駅と比べるとはるかに小さい。斜面の瞬時的な破壊に結びつくであろう短周期の振動が卓越していたが、破壊されて緩くなり、固有周期が延びた土塊をさらに破壊するあるいは移動させる、より長い周期の地震動が含まれていなかったといえることができる。このような地震動の特徴と斜面変動現象の関係の検証も、今後の課題としたい。

#### 参考文献

- 青井 真・中村洋光・功刀 卓・鈴木 亘(2011)：東北地方太平洋沖地震の揺れの成長と強震モニタ、科学、81(10)、1065-1067.
- 功刀 卓(2012)：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の強震動記録、日本地震学会ニュースレター、23(5)、39-42.
- 境 有紀(2011)：地震の揺れによる被害はどうだったのか、科学、81(10)、1055-1060.
- 佐竹健治(2011)：東北地方太平洋沖地震の断層モデルと巨大地震発生のスーパーサイクル、科学、81(10)、1014-1019.
- 吉田康宏(2011)：地震波形解析から見た 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源過程、日本地震学会ニュースレター、23(4)、7-10.