

# 直下地震および巨大地震に対応した緊急地震速報の高度化 — 一点から面的震源に基づく震動予測への発展 —

Upgrading of Earthquake Early Warning System for Near-Field Earthquakes and Great Earthquakes  
-Development of Ground Motion Prediction from Point to Area Source -

入倉孝次郎・倉橋 奨・正木和明  
愛知工業大学地域防災センター

**要約:** 緊急地震速報を真に地震災害の軽減に活かすためには、(1)内陸の直下地震に対して、震源近傍の被害発生の高い地域にも間に合う地震動情報の伝達、(2)巨大地震が発生に対して、震源断層の広がりや考慮した地震動情報の伝達、などの問題点を解決する方策が必要とされる。(1)および(2)の問題の解決には、P波加速度の上下動成分の最大値(PGA)が震源近傍地点で飽和する性質を利用して、点震源ではなく面的震源を考慮し、マグニチュードを介さずに直接的に地震動の最大値を予測する手法の確立が必要である。

## 1. はじめに

緊急地震速報は、2008年岩手・宮城内陸地震のとき、地震検知の4.5秒後に警報を出し、市民の安全確保のための情報として役立った。しかしながら、震源極近傍の震度6強の地域では情報が間に合わなかったことなど今後の改良が必要とされている。迫りつつある東海・東南海・南海地震のような巨大地震が発生したときに緊急地震速報が有効な情報を出すことができるかどうかの問題も残されている。ここでは、直下地震や巨大地震のときに真に役立つ緊急地震速報の高度化の方策について検討する。

## 2. 震源近傍域における飽和域

緊急地震速報では、震源を点と仮定して、P波初動部の情報から震源位置および地震規模を推定し、各地の揺れの最大動の大きさやその到達までの猶予時間を予測し、警報または予報の情報を提供している。しかしながら、大きな地震被害が引き起こされるマグニチュード7クラス以上の規模の大きな地震になると震源域は数10kmになり、マグニチュード8クラスの地震になると震源域は100km以上にもおよぶ。P波の到着時刻から決まる震源は断層破壊の開始点を表すが、地震動は破壊開始点からのみではなく断層破壊域の全域から生成される。緊急地震速報を巨大地震のときの地震被害の軽減に役立てるには地震の震源を点ではなく広がりのある震源域をリアルタイムに把握する必要がある。

強震動の水平成分の最大加速度(PGA)や最大速度(PGV)と断層最短距離の関係、いわゆる距離減衰式は、震源近傍における値が、頭打ちになる(飽和する)ことが知られている(例えば、司・翠川, 1999)。これは、地震動が点ではなく面的な広がりのある震源域から生成されるためと、震源域に近い観測点における地震動が極めて大きいためと考えられる。距離減衰の飽和する範囲(ここでは飽和域と呼ぶ)は地震の規模(マグニチュード)が大きくなると広がる。内陸の活断層に生じた地震を調べてみると最大加速度の飽和域は断層破壊域に関係付けられることがわかる。距離減衰式の最大動は一般にS波と考えられるが、P波の最大加速度も同様の

性質を持っているならば、その飽和域の範囲から、構造物に破壊をもたらす S 波の主要動の到着前に、地震の規模の推定や S 波の最大動の予測が可能となる。

日本で起こった内陸地震で震源近傍域で強震動記録が比較的に多く得られた 2004 年中越地震 (Mjma 6.8, Mw 6.5) と 2008 年岩手宮城内陸地震 (Mjma 7.2, Mw 6.8) について、P 波部分の上下動の PGA および主要動である S 波部分の水平動の PGA の距離減衰が図 1 に示される。P 波部分の上下動の PGA も S 波部分の水平動の PGA と同様に断層近傍で飽和する傾向がみられる。

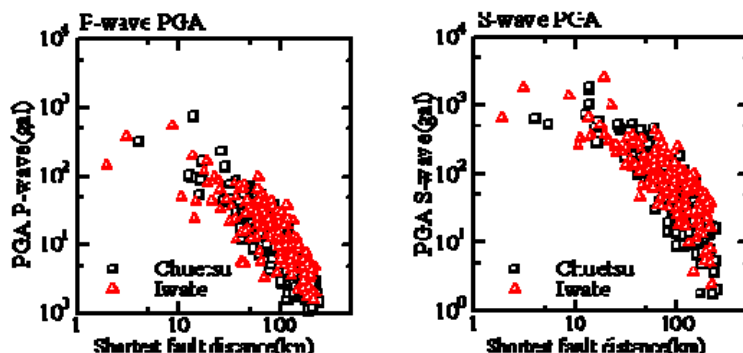


図 1. 2008 岩手宮城内陸地震と 2004 年中越沖地震の P 波上下動 (左図) と S 波水平動の距離減衰。

もっと震源域の大きい巨大地震の場合にどうなるかが重要であるが、残念ながら日本国内では強震動観測ネットが整備された 1995 年以降内陸ではそのような巨大地震は起こっていない。台湾で 1999 年に起こった集集地震 (Mw 7.6) は断層長さ 80km 以上に及ぶ震源域が動いた内陸巨大地震であった。P 波初動部の上下動の最大加速度の距離減衰をみると、断層最短距離の短い観測点の中に、P 波 PGA が必ずしも大きくない観測点が存在する。この断層最短距離の短い観測点で P 波 PGA の振幅が小さい地点の位置を調べてみると、そのほとんどが破壊域からの断層最短距離は近いが、破壊開始点からは遠い地点にあることがわかる。このような地点では、破壊開始点で生成された S 波が到来した後に、観測点近くの破壊域から生成された P 波が到来するため、破壊開始点から生成された S 波までの記録内には、破壊面から生成された P 波は記録されないこととなる。そこで、図 2 に示されるように、S 波の PGA になるまでの記録を用いた、上下動成分の PGA の距離減衰をみると、震源近傍域で飽和していることがわかる。上下動の約 150 ガル以上の領域は破壊域の大きさによく対応している。

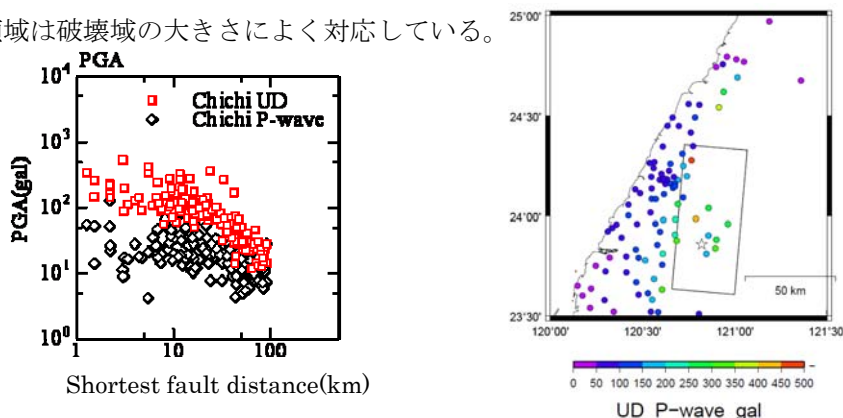


図 2. 左図：1999 年集集地震の上下動の最大加速度 (PGA) の距離減衰。黒丸は P 波初動部。赤丸は水平動の最大動までの上下動の最大値。右図：上下動の最大加速度 (PGA) の空間分布。