

松代群列地震観測システムで決定された震央位置のスプライン関数による補正法

Epicenter correction of earthquakes in Matsushiro Seismic Array System by spline function

西前 裕司[1], 尾形 良彦[2], 高山 博之[3], 松岡 英俊[1]

Yuji Nishimae[1], Yosihiko Ogata[2], Hiroyuki Takayama[3], Hidetoshi Matsuoka[4]

[1] 気象庁精密地震観測室, [2] 統数研, [3] 気象研究所

[1] Matsushiro Seismological Observatory, JMA, [2] Inst. Stats. Math., [3] M.R.I., [4] Japan Meteorological Agency

気象庁精密地震観測室では、地震波の到来方向と位相の到着時刻から全世界の地震の震源決定を行っている。しかし、地球の地震波の速度構造が不均一であるため、地震波の到来方向および震央距離は地域により系統的にずれる。そこで、当観測室で決定した震源とアメリカ地質調査所および気象庁の震源の差を統計的に処理し、震央位置を補正している。しかし、この補正方法は、なめらかな関数を使っていないため、バイアスが生じたりしていることがわかってきたので、スプライン関数を利用した新しい補正プログラムを開発し、震央位置補正の良否を検討した。その結果、現在用いている補正プログラムより良好な補正ができることがわかった。

1. はじめに

気象庁精密地震観測室では、松代周辺に設置された群列地震観測システムを利用して、地震波の到来方向を決定している。また、長周期地震計で観測される様々な相の到達時刻を観測し、震央までの距離を計算している。そしてこの二つのデータを用いて、全世界の地震の震源決定を行っている。特に規模の大きい遠地地震が発生した場合、当室の震源情報は遠地津波の予報のために重要な役割を持っているので、その震源決定の精度向上が重要である。

しかし、震源決定の際、地球の速度構造が球対称であることを仮定しているため、日本付近で沈み込んでいるプレートあるいは観測点近傍の速度構造の不均一の影響を受けて、気象庁やアメリカ地質調査所 (USGS) によって決定された震源と比較すると震央の位置が系統的にずれる。そのため当観測室では、到来方向および震央距離でメッシュに分割し、そのメッシュ内で当観測室の震源と USGS あるいは気象庁による震源の間の補正値を統計的に計算し、線形補間で震央の位置を補正している。しかしこの方法は、なめらかな関数を用いていないためバイアスが掛かっていることがわかってきた。そこで、スプライン関数を利用した補正法を開発し、この補正法により震央位置補正のされた震央と USGS および気象庁によって決定された震央とを比較し補正の良否を検討した。

2. 方法

松代を原点とした極座標を用いて、群列地震観測システムで決定された震源の震央距離を $D_{m,i}$ 、方位角を $A_{m,i}$ とし、対応する真の座標を $(D_{o,i}, A_{o,i})$ とする。ここで $i=1, 2, 3, \dots, N$ で、 N は地震数である。

いま、 $(D_{o,i}, A_{o,i})$ が

$$D_{o,i} = D_{m,i} + f(D_{m,i}, A_{m,i}) + e_i$$

$$A_{o,i} = A_{m,i} + g(D_{m,i}, A_{m,i}) + h_i$$

と表現されるものとする。ここで、 f および g が震央位置に依存する震央位置補正のための関数で、 e_i および h_i は読みとりの誤差に起因するランダムな誤差である。 f および g の補正関数は2次元Bスプライン関数で表す。そのスプライン関数の係数の決定には、1989年から1998年までに群列地震観測システムで震源決定された地震と近地地震では気象庁震源、遠地地震ではUSGSの震源を比較し、統計処理を行い決定した。群列地震観測システムで震源が決定されると、上記の補正式に従って補正された震央が求められる。

3. 結果

全世界の震央分布について、従来の補正法で補正された震央分布を図1に、今回の新しい補正法で補正された震央分布を図2に示す。また、図には示していないが、補正前の震央分布はぼやけたような分布になっている。これに対して、従来の補正法および新しい補正法ともに、補正後の震央分布はプレート境界に沿ってほぼ線状に分布している。しかし、オーストラリア南方からインド洋にかけての震央分布にみられるように、地震活動の低い地域は新しい補正法のほうが良好である。

また、以前の震源計算方法では、シャドウゾーン以遠の地震の震源は決定することが不可能であったので、シャドウゾーン以遠の地震の震央位置補正も不可能であった。しかし、最近震源計算方法に改良を加え、シャドウ

ゾーン以遠の地震の震源を決定することが可能となり、シャドウゾーン以遠の地震に対しても震央位置の補正が必要となったので、新しい補正法では、そのような最遠地の地震に対しても震央位置の補正が可能となった。その結果、図2から、しばしば大地震が発生する南米付近の地震に対しても精度良い震央を得ることができるようになったことがわかる。

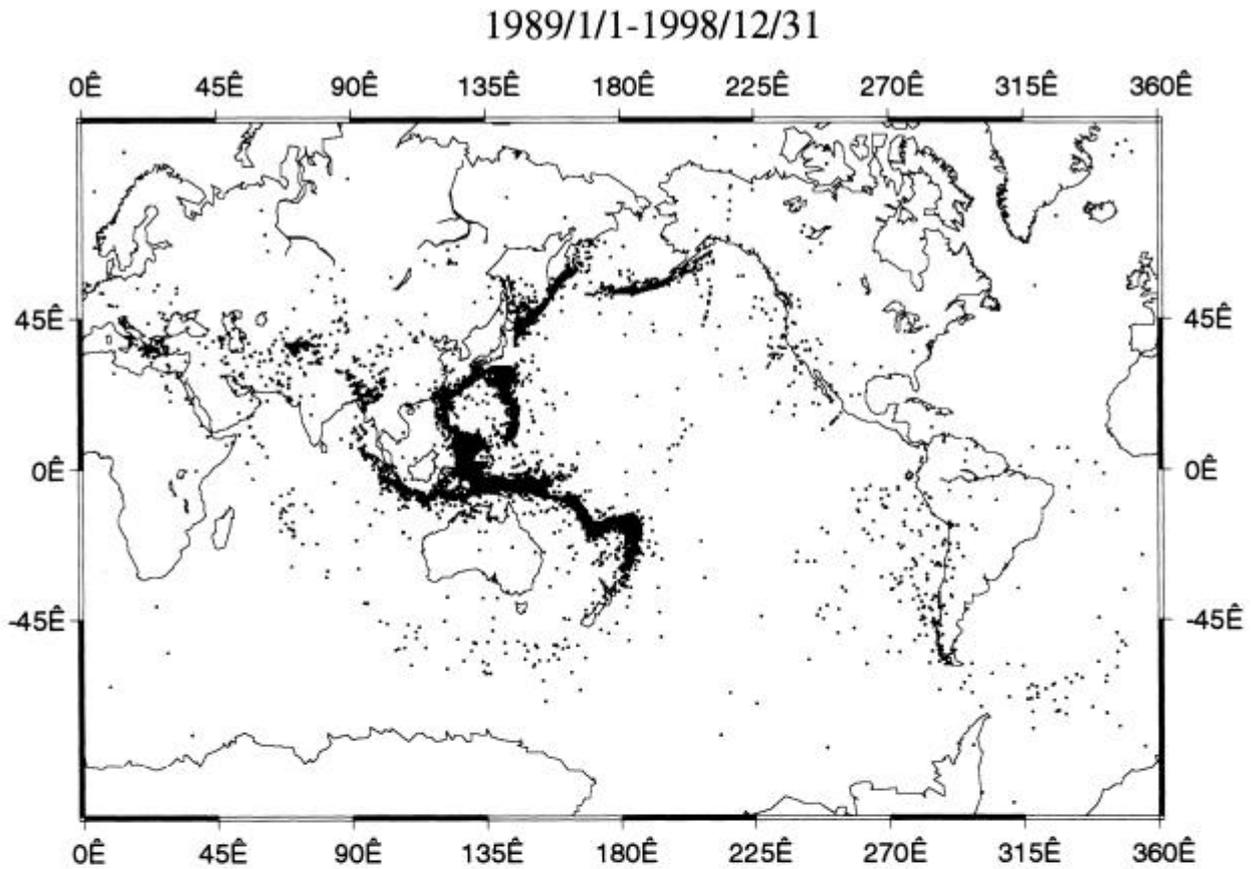


図1. 従来用いられた補正法で震央位置補正がされた震央分布

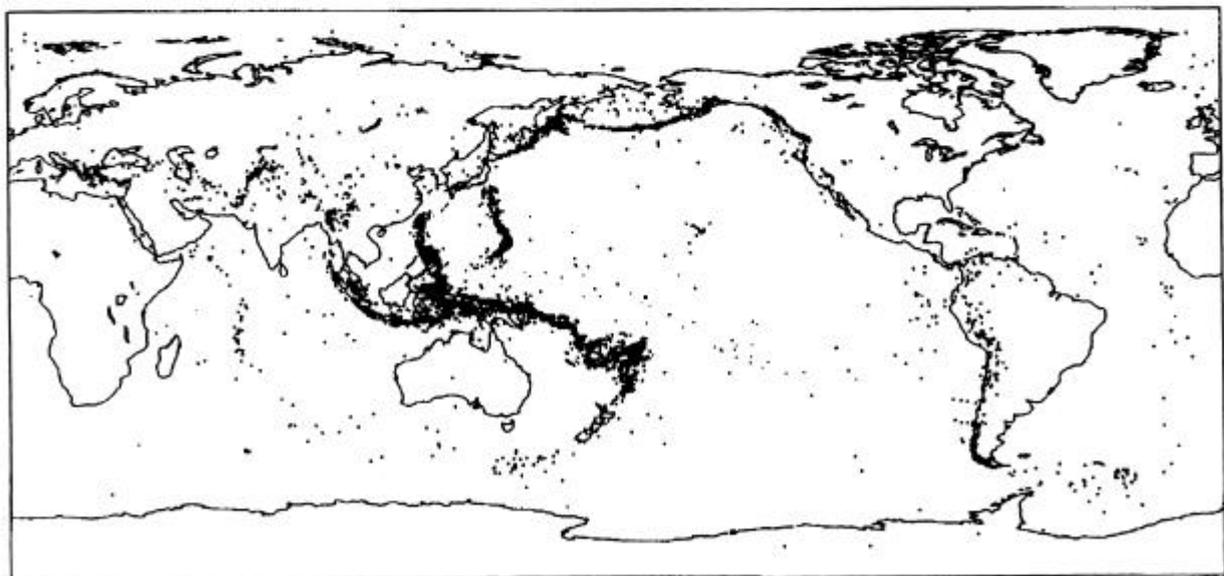


図2. 今回のスプライン関数を利用した補正法で震央位置が補正された震央分布