

地震活動予測図の試作

(公財)地震予知総合研究振興会 津村建四朗

1. はじめに

2009年の地殻活動研究委員会で「高い空間分解能をもつ地震活動のシミュレーション」というタイトルで、地震活動が定常的な活動と余震活動及び群発地震活動から構成されているものとし、その発生数の空間分布は、過去の活動と相似であって、MはG-R式に従うものと仮定して、予測結果を震源ファイルの形で出力し、地震活動予測図を作成する方法を提言した。(津村,2010)

今回報告するのは、その改良版であって、気象庁一元化震源のM別震源決定能力の地域的不均一性を考慮した処理を工夫して、気象庁一元化震源との比較を容易にした。

2. 前回(2009年)提言の基本的考え方

(1) 平常活動のシミュレーションの手順

1. 全対象地域の予測期間の、あるM以上の地震発生総数(N個)を、過去の平常活動期間のデータから推定する。
2. N個の地震は、時間的にランダムに発生すると仮定して、それぞれの発生日時を推定する。
3. これらの地震のMは、G-R式に従うと仮定して推定する。
4. これらの地震の震源は、過去の平常時の震源リストからランダムに1個取り出して推定する。
5. これにより時間的にランダム、G-R式を満たし、空間分布が過去の平常時の活動と相似の仮想震源リストが作成出力される。

(2) 余震活動のシミュレーションの手順

平常時の活動のシミュレーションと基本的に同じ考え方であるが、N個の地震は、改良大森公式に従って発生すると仮定して、それぞれの発生日時をランダムに推定する。

(3) 群発地震活動のシミュレーションの手順

基本的に同じ考え方であるが、N個の地震は、何らかの経過を想定するが、同地域で、過去に群発地震の事例がない場合には、かなり難しいと考えられる。

3. 今回の改善のポイント

(1) 平常の地震活動のシミュレーション(予測)

気象庁一元化震源の地域による震源決定能力の違を考慮した処理が行えるようにした。

(2) 余震活動と群発地震活動のシミュレーション(予測)

日別の地震発生回数表をベースにして、任意の活動経過に対応できるようにした(マニュアル予測)。

4. 平常の地震活動のシミュレーションの改善点

これまでのシミュレーションでは、空間分布の推定用の過去の平常時の震源カタログは、M 別の震源決定能力の違いは考慮していなかった（図1）。これでは、震源決定能力の低い海域にも、M の小さな地震が多数決定される内陸同様に、M の小さな地震が推定されてしまうことになる。（図2）

今回はその点を改善するため次のような手順に改めた。

震源推定用の過去の平常時の地震カタログを、M 別に、M1 クラス、M2 クラス、M3 以上の3つに分けて作り（図3-5）、まず、発生日時と M を以前と同様にランダムに推定して、その M に対応する地震カタログを用いて震源を決定する。これによって、その M に対する気象庁の震源決定能力に応じた地域に震源が推定されるようになり、気象庁一元化震源と比較できる結果が得られることになった。

5. 実例

実際の予測は次の例のような手順で行う。

月初めに予測する場合、たとえば、前月の震央分布図と対応する時間円表示図（TC 図）を調べて、翌月に続きそうな活発な活動が認められる地域があるかどうかを確認する。図7は、2017年6月の震央分布図と TC 図である。過去の活動経過も考慮すると、平常活動と昨年以降発生した熊本地震、鳥取県中部の地震、いわき付近の地震、福島県沖の地震の余震活動はやや高いレベルで継続しそうであると予測できる。平常活動とこれらのやや活発な地域の活動は別に推定して重ね合わせることによって、7月の予測図が作られる。（図8-10） 長野県と伊豆半島のやや活発な活動は7月にはほぼ収束すると考えた。

この方法では、M が1～3程度の地域別月発生回数はある程度予測できるが、M が4以上のよう大きな大きめの地震の発生は予測できない。7月11日に鹿児島湾で M5.3 の浅い地震が発生し、余震が多発した。勿論、月初めの予測図ではこのような経過は全く予測できていない。このような場合には、1日程度の余震の発生状況からそれ以降の余震活動経過を推定して、予測を修正する必要がある。そのような修正（図11）を加えた7月13日作成の予測図（図12、図13）では、その後の実況がほぼ予測できている。

5. 結び

震源推定に用いる平常時の地震カタログを M1 クラス、M2 クラス、M3 以上のクラスに分けて作成することによって、気象庁一元化震源の地域別決定能力の違いにも対応した地震活動予測図の作成が可能となった

この地震活動予測図では、大きい地震の発生を予知することは難しいが、小さい地震の地域別発生回数の予測はかなりできる。大きめの地震が発生して余震が多発するなどの、顕著な変化が新たに始まった場合には、迅速に活動経過を分析して、予測を修正することが大切である。

参考文献

津村建四朗, 高い空間分解能をもつ地震活動のシミュレーション, 東農地震科学研究所報告, Seq.No.25, 地殻活動研究委員会報告書（平成21年度）、89-93, 2010.

平常活動の震源決定用に選択した一元化震源(M \geq 1.0)

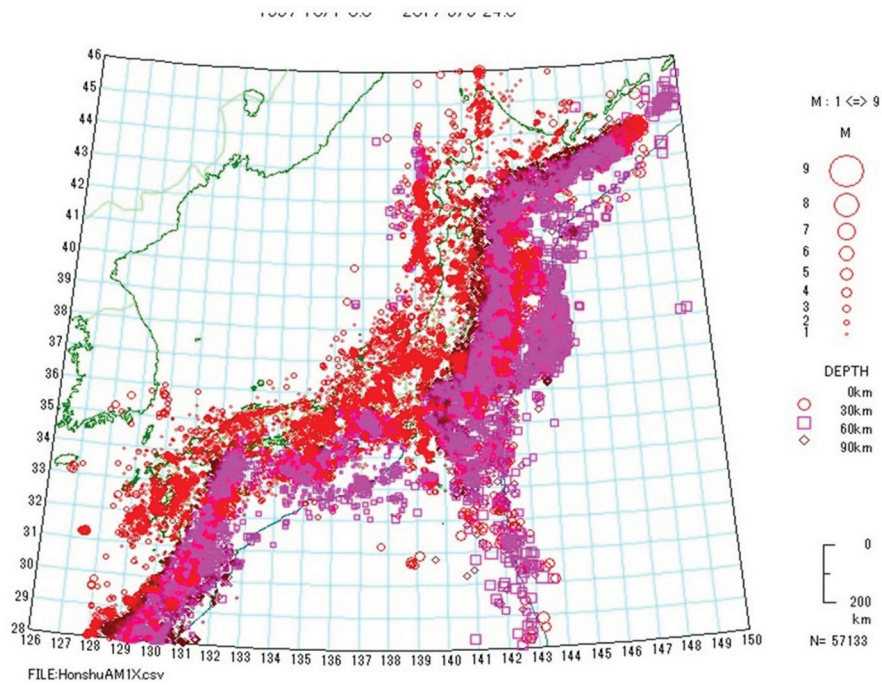
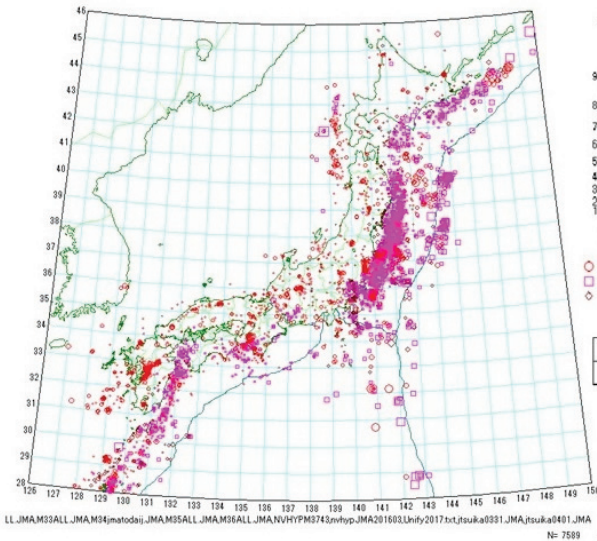


図1. 前回用いた定常的活動の震源推定のための地震カタログに使った地震の震央分布図.

実況

2017 3/1 00 - 2017 3/31 2359



シミュレーション

2017 3/1 00 - 2017 3/31 2359

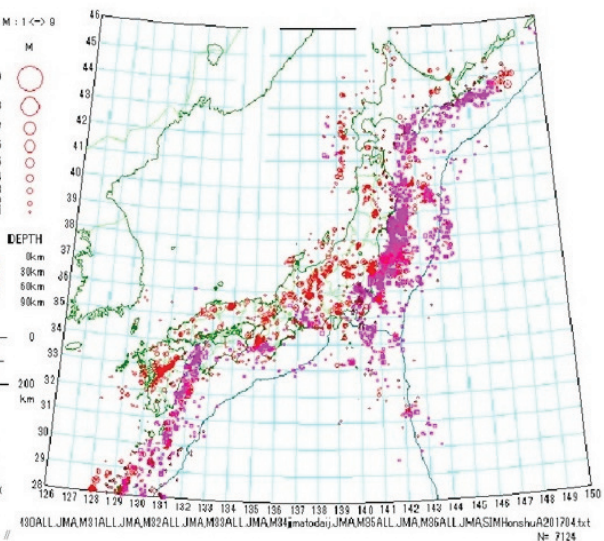


図2. 前回の方法のシミュレーション (右図) では、海域にも M の小さな地震が推定されていて、実況と合わなかった.

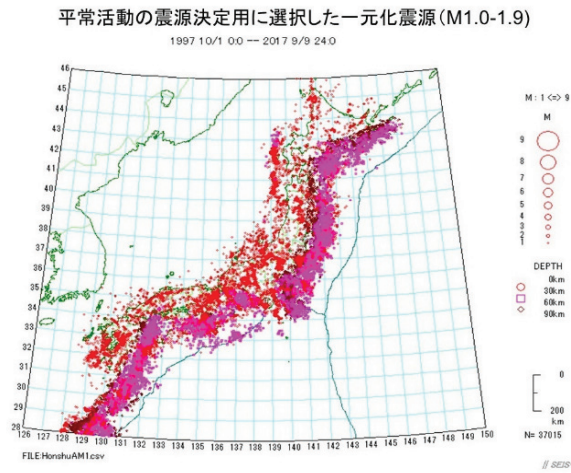


図 3. 今回用いた M1.0-1.9 の定常的活動の震源推定のための地震カタログに使った地震の震央分布図.

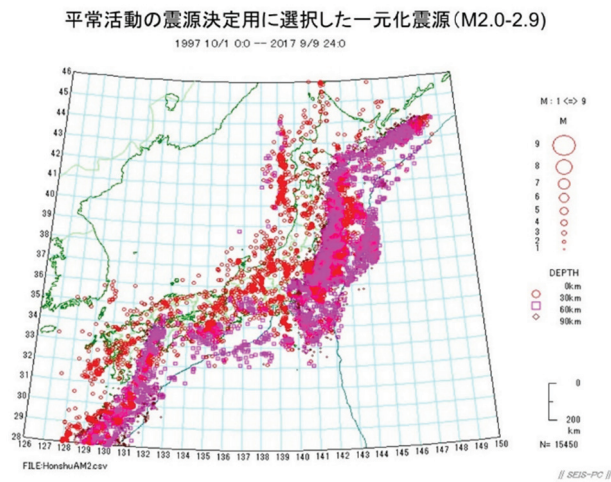


図 4. 今回用いた M2.0-2.9 の定常的活動の震源推定のための地震カタログに使った地震の震央分布図.

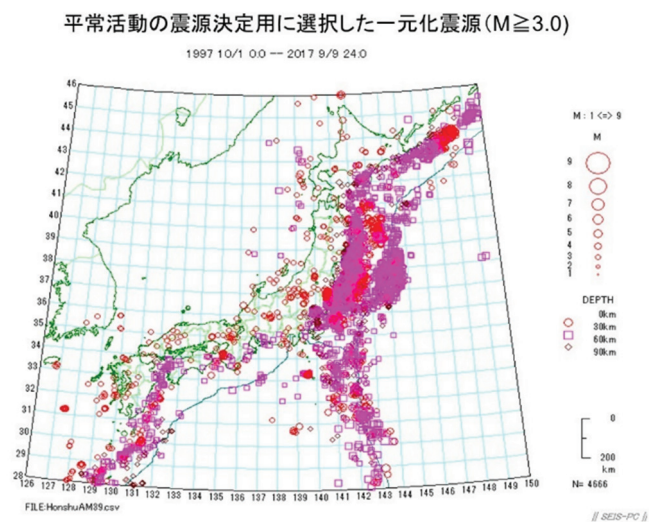


図 5. 今回用いた M \geq 3.0 の定常的活動の震源推定のための地震カタログに使った地震の震央分布図.

実況

シミュレーション

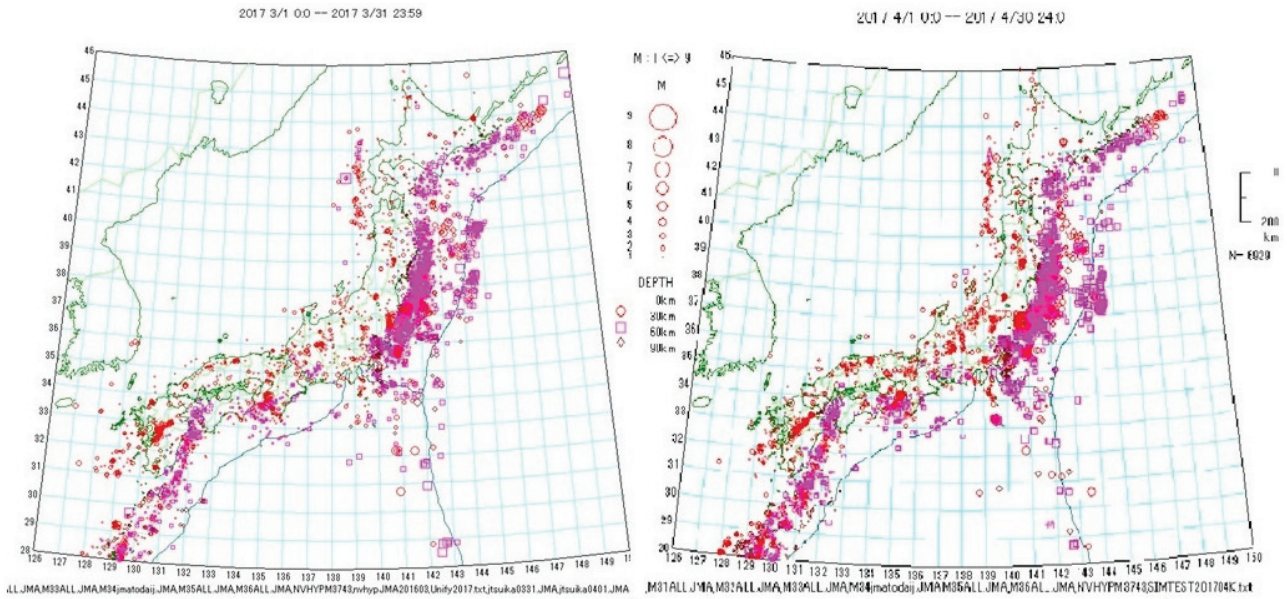


図6. 今回の改善によって、平常活動のシミュレーション（右図）では、気象庁の一元化震源で作成した実況図と海域も似た分布となっている。

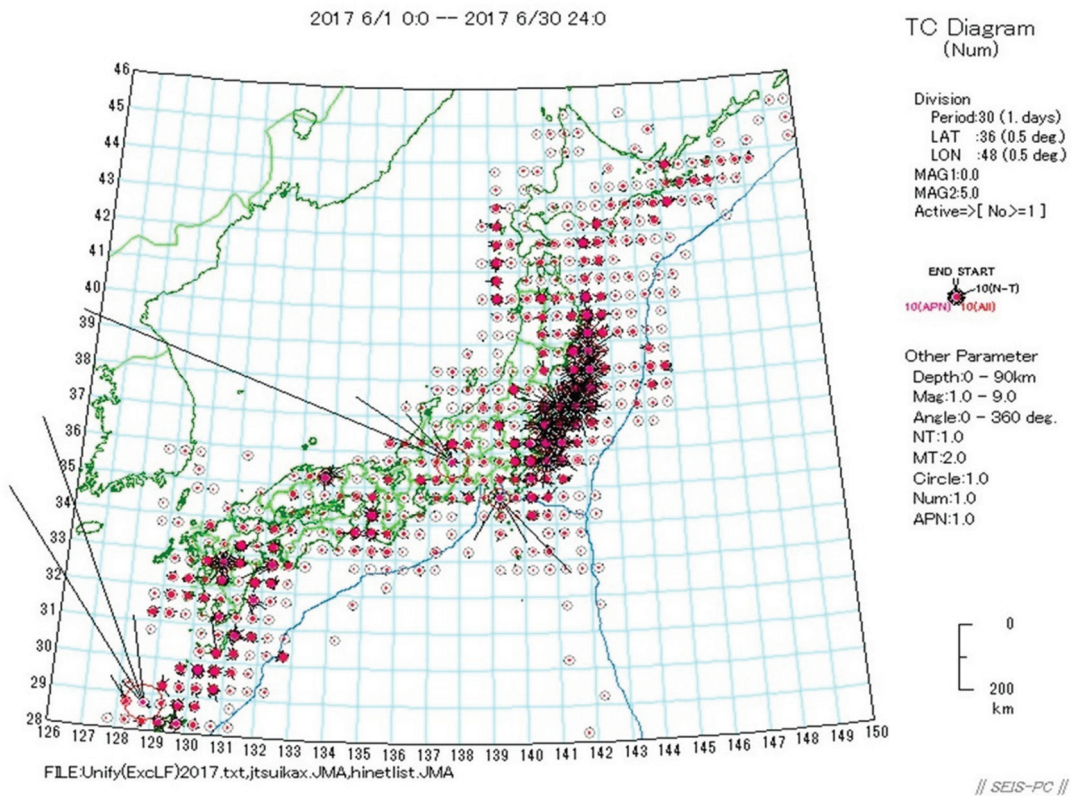


図7. 予測の判断の根拠とした2017年6月の実況図(時間円表示図).

定常的活動

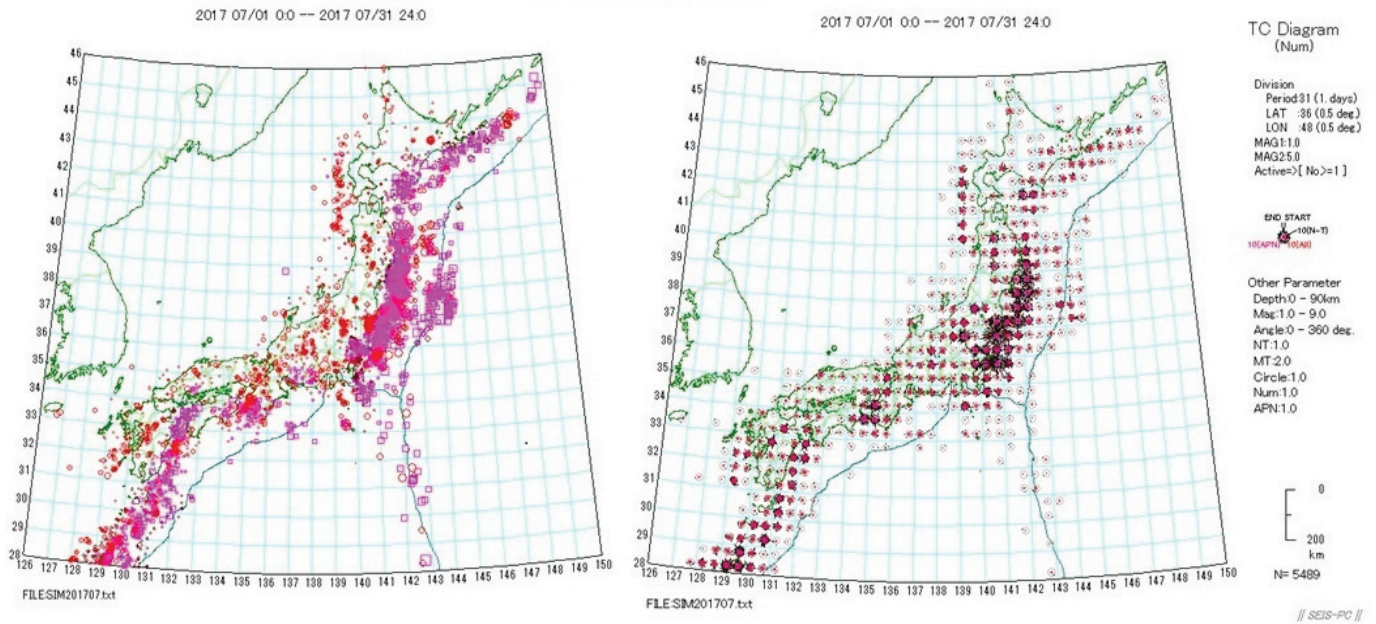


図 8. 2017 年 7 月の定常活動の予測図(震央分布図と時間円表示図).

活発な活動の継続

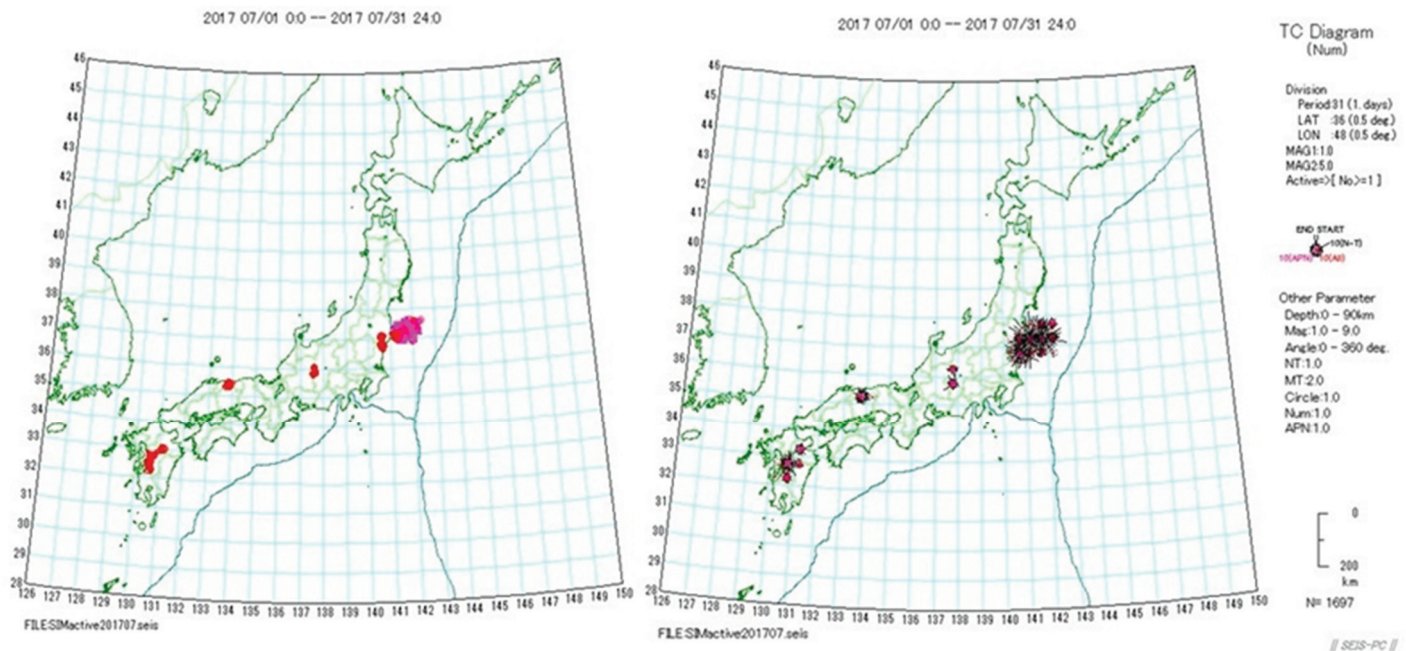


図 9. 2017 年 7 月の活発な活動継続地域の予測図 (震央分布図と時間円表示図).

定常活動+活発な活動の継続

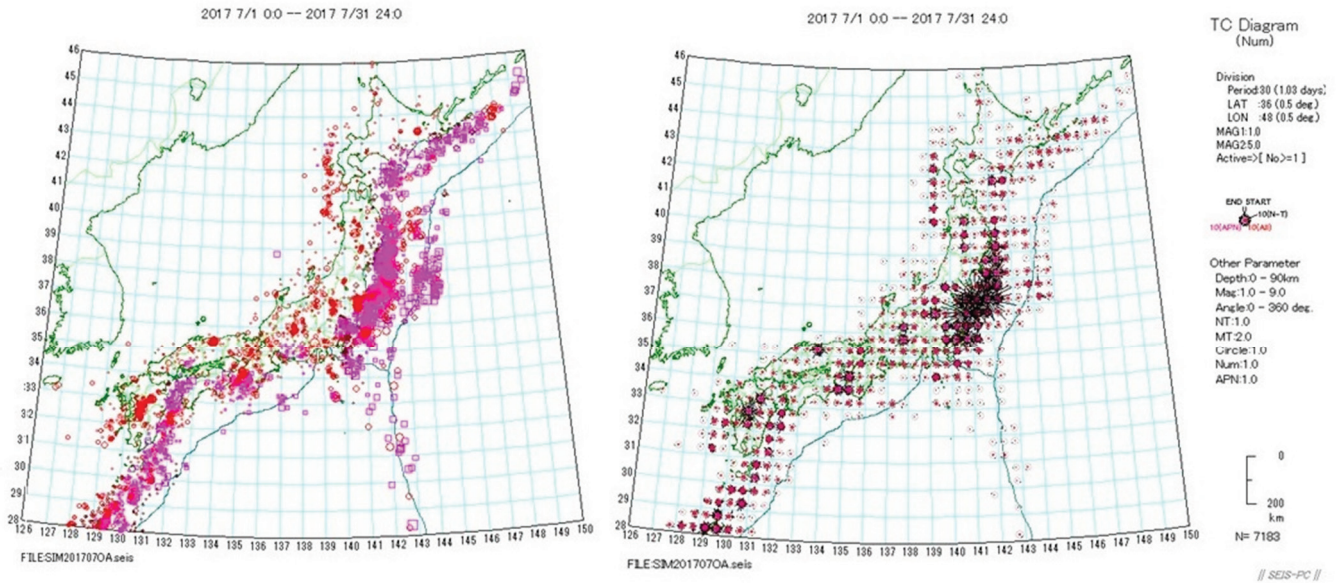


図 10. 2017 年 7 月の予測図 (定常活動+活発な活動の継続)

鹿児島湾の活動

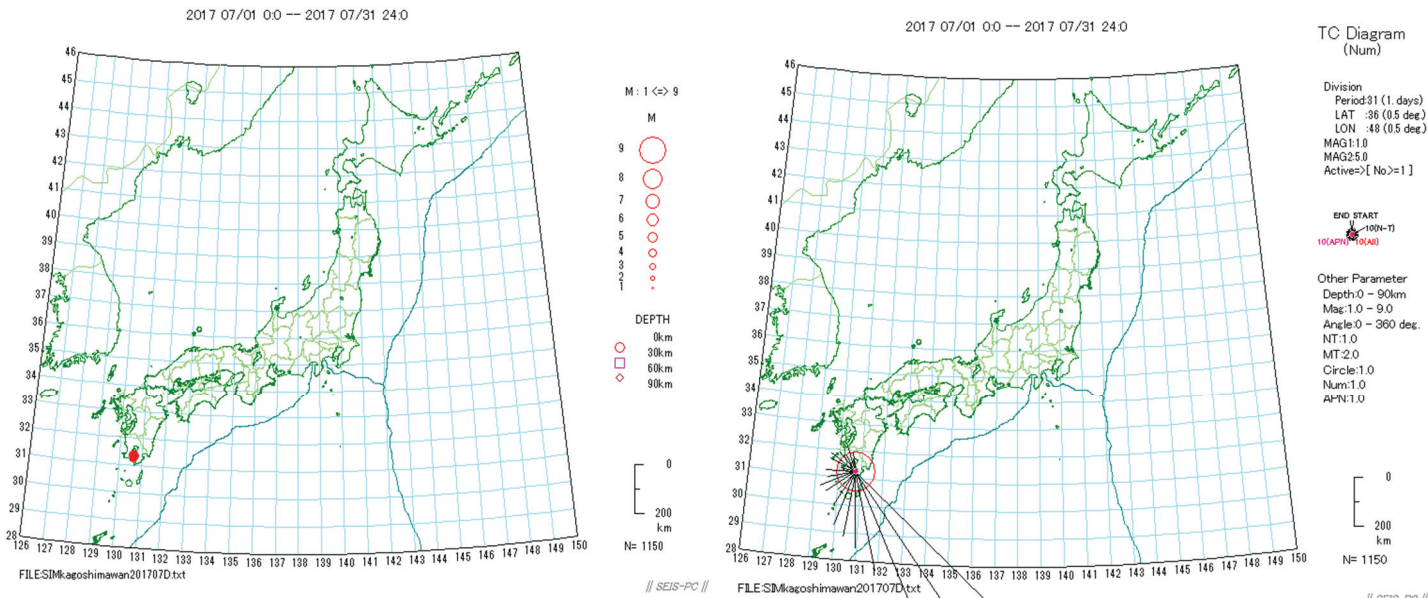


図 11. 7 月の鹿児島湾の活動の予測図.

実況（震央分布図）

予測（震央分布図）

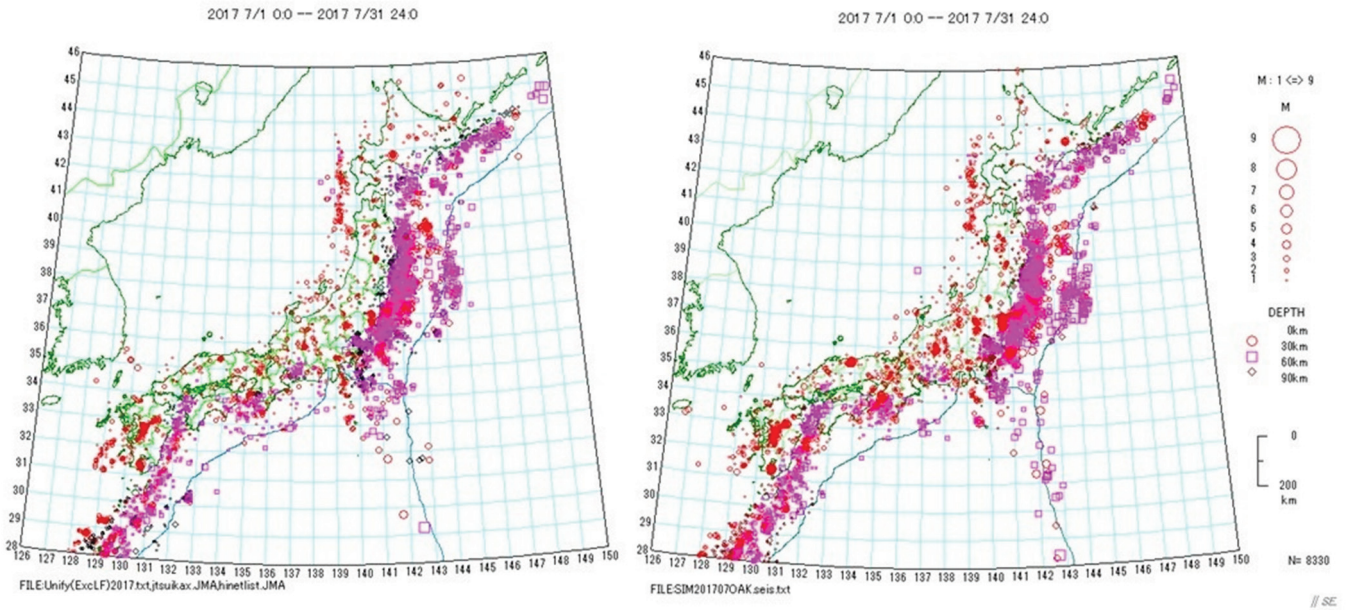


図 12. 2017 年 7 月の実況と予測図の比較（震央分布図）

実況（時間円表示図）

予測（時間円表示図）

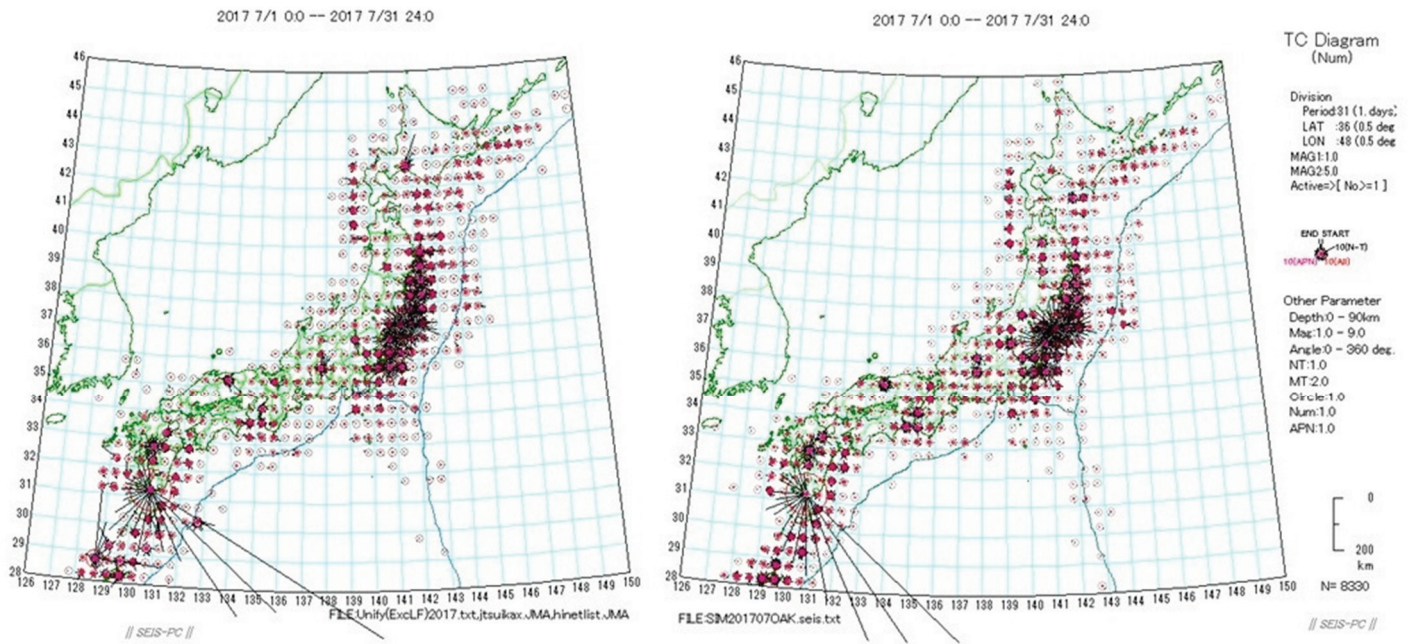


図 13. 2017 年 7 月の実況と予測図の比較（時間円表示図）