

12 - 3 沖縄地方の繰り返し地震の確率論的発生予測手法：予測と実際の発生状況の比較検証

Test of probability estimation of occurrences of the repeating earthquakes in Okinawa district

気象庁地震火山部地震予知情報課 橋本徹夫

Earthquake Prediction Information Division, Seismology and Volcanology Department
Japan Meteorological Agency

第208回地震予知連絡会(2015.8.21)で、繰り返し地震の解析方法について気象研究所(2014)で取りまとめられた手法、あるいは、その手法に基づいて実施されている地震波形の相似性の判別による沖縄地方の繰り返し地震(宮古島付近の地震)について、沖縄気象台や宮古島地方気象台で取り組まれて、2009年から週間地震概況など、HPで発表されている事例について報告した(橋本, 2015)。

宮古島付近で発生するM3 - 5クラスの地震で、4グループの繰り返し地震が知られている(気象研究所, 2014)。ここでは、第208回地震予知連絡会の報告に主に用いたM4程度の2 - 3年で繰り返し発生する地震(グループB)を中心に、両気象台から発表されている結果ではなく、別途、計算しなおして、独立した形で、過去の事例に対して、予測を実行した際の当否を検討した。

地震発生の予測としては、BPT過程を仮定して行っている。地震が発生した翌日を第1表にある1990年から2015年の最新の地震を含めた時系列で、 $\mu = 2.452$ 年、 $\alpha = 0.159$ として、2015年3月15日の時点において、2017年4月2日~2018年1月18日に70%の確率で、繰り返し地震が発生すると予測できる(計算ツールは長谷川他(2014)による)。

2016年1月現在の段階において、当該地震が発生していない状態であり、繰り返し地震発生予測推定期間からしても、妥当な結果といえる。第1表において、4番目までの時系列の地震を用いて、4番目の地震の発生の翌日を推定基準日として、今後70%の信頼区間で繰り返し地震が発生する期間を推定すると、1999年9月19日~2000年4月25日となり、実際に、5番目に発生した繰り返し地震は、2000年7月16日であるため、その信頼精度では、予測が外れたといえる。そのような手順で、1990年から、繰り返し地震の発生が、予測期間内に発生したかどうかを見た結果、7予測について4事例が適中したといえる。最下段の行は、2016年1月1日を推定基準日として、予測を更新してみたが、変化はない。

予測期間中に繰り返し地震が発生したかどうか、予測期間と予測期間の間の期間を予測期間なしとして、その期間に繰り返し地震が発生したかどうかを第2表に示す。なお、イベント10と11の間の予測期間なしの現在(2016.2)においては、地震なしとして、カウントしてある。適中率、予知率は、共に、4/7となる。

以上と同様に、グループC(第2表)、グループA(第3表)、グループX(第4表)の計算も執り行った。

引用文献

- 1) 気象研究所(2014), 気象研究所技術報告, 72.
- 2) 橋本徹夫(2015), 地震予知連絡会会報, 95, 408-414.
- 3) 長谷川嘉臣他(2014), 気象研究所技術報告, 72, 108-120.

第 1a 表 宮古島の地震の繰り返し地震の発生予測 (グループ B)
 Table 1a Estimation of occurrences of repeating earthquakes of group B.

発生時	M	N	平均 M	平均期 間	標準偏 差	最短期間	最長期間	α	推定基準日	70%信頼区間(予測期間)
1 1990/9/10 19:08	4.0									
2 1992/12/7 22:35	3.5									
3 1994/12/15 13:50	4.2									
4 1997/9/7 20:17	4.5	4	4.0	2.332	0.297	2.021	2.732	0.125	1997/9/8	1999/9/19~2000/4/25
5 2000/7/16 9:13	4.4	5	4.1	2.463	0.343	2.021	2.856	0.142	2000/7/17	2002/8/23~2003/5/12
6 2002/12/20 1:23	4.4	6	4.2	2.457	0.307	2.021	2.856	0.127	2002/12/21	2005/2/7~2005/9/29
7 2005/3/1 12:20	4.5	7	4.2	2.414	0.296	2.021	2.856	0.122	2005/3/2	2007/4/10~2007/11/18
8 2007/5/19 12:20	4.4	8	4.2	2.385	0.283	2.021	2.856	0.116	2007/5/20	2009/6/23~2010/1/18
9 2009/6/15 15:40	4.2	9	4.2	2.347	0.284	2.021	2.856	0.117	2009/6/16	2011/7/8~2012/1/31
10 2012/11/27 7:24	4.3	10	4.2	2.470	0.439	2.021	3.454	0.167	2012/11/28	2014/12/15~2015/10/19
11 2015/3/14 22:48	4.3	11	4.2	2.452	0.420	2.021	3.454	0.159	2015/3/15	2017/4/2~2018/1/18
									2016/1/1	2017/4/2~2018/1/18

第 1b 表 予知率と適中率 (グループ B) : 4/7
 Table 1b Alarm rate and hit rate of the group B : 4/7.

	繰り返し地震あり	繰り返し地震なし
予測期間あり	4	3
予測期間なし	3	4

第2a表 宮古島の地震の繰り返し地震の発生予測（グループC）
 Table 2a Estimation of occurrences of repeating earthquakes of group C.

発生時	M	平均 M	平均期 間	標準偏 差	最短期間	最長期間	α	推定基準日	70%信頼区間(予測期間)
1 1997/6/3 10:18	3.6								
2 1998/9/4 10:29	3.6								
3 2000/8/7 18:12	4.1								
4 2002/6/7 0:40	4.2	3.9	1.671	0.297	1.255	1.927	0.193	2002/6/8	2003/10/11~2004/6/6
5 2004/4/13 17:50	3.7	3.8	1.717	0.269	1.255	1.927	0.175	2004/4/14	2005/9/10~2006/4/22
6 2006/3/2 20:37	4.0	3.9	1.750	0.250	1.255	1.927	0.162	2006/3/3	2007/8/17~2008/3/16
7 2007/9/29 17:51	4.2	3.9	1.722	0.237	1.255	1.927	0.152	2007/9/30	2009/3/12~2009/9/24
8 2009/9/6 20:52	4.0	3.9	1.753	0.232	1.255	1.940	0.148	2009/9/7	2011/3/3~2011/9/13
9 2011/10/22 18:28	3.8	3.9	1.799	0.250	1.255	2.126	0.154	2011/10/23	2013/4/27~2013/11/21
10 2013/10/19 9:46	3.9	3.9	1.821	0.243	1.255	2.126	0.150	2013/10/20	2015/5/5~2015/11/25
11 2015/1/16 16:48	3.9	3.9	1.763	0.288	1.245	2.126	0.181	2015/1/17	2016/6/24~2017/2/17

第2b表 予知率と適中率（グループC）：5/7
 Table 2b Alarm rate and hit rate of the group C : 5/7.

	繰り返し地震あり	繰り返し地震なし
予測期間あり	5	2
予測期間なし	2	5

第 3a 表 宮古島の地震の繰り返し地震の発生予測 (グループ A)
 Table 3a Estimation of occurrences of repeating earthquakes of group A.

発生時	M	平均 M	平均期 間	標準偏 差	最短期間	最長期間	α	推定基準日	70%信頼区間(予測期間)
1 1990/9/10 19:08	4.0								
2 1991/11/24 5:00	3.6								
3 1993/12/29 4:37	3.9								
4 1997/7/24 4:06	4.8	4.1	2.291	0.975	1.204	3.570	0.460	1997/7/25	1998/11/14~2000/11/9
5 2000/5/9 22:50	4.7	4.2	2.417	0.873	1.204	3.570	0.419	2000/5/10	2001/10/24~2003/10/1
6 2002/7/5 18:23	4.6	4.3	2.365	0.788	1.204	3.570	0.373	2002/7/6	2004/1/10~2005/9/27
7 2004/10/6 7:10	4.5	4.3	2.347	0.720	1.204	3.570	0.340	2004/10/7	2006/5/3~2007/11/25
8 2006/10/26 22:59	4.5	4.3	2.305	0.674	1.204	3.570	0.315	2006/10/27	2008/5/29~2009/11/5
9 2008/9/10 13:37	4.5	4.3	2.252	0.647	1.204	3.570	0.299	2008/9/11	2010/4/12~2011/8/14
10 2010/5/11 2:14	4.4	4.4	2.186	0.637	1.204	3.570	0.294	2010/5/12	2011/11/29~2013/3/9
11 2013/2/19 1:01	4.5	4.4	2.246	0.630	1.204	3.570	0.292	2013/2/20	2014/9/26~2016/1/15
12 2015/3/6 8:59	4.4	4.4	2.227	0.604	1.204	3.570	0.278	2015/3/7	2016/10/15~2018/1/10

第 3b 表 予知率と適中率 (グループ A) : 8/8
 Table 3b Alarm rate and hit rate of the group A : 8/8.

	繰り返し地震あり	繰り返し地震なし
予測期間あり	8	0
予測期間なし	0	8

第 4a 表 宮古島の地震の繰り返し地震の発生予測 (グループ X)
 Table 4a Estimation of occurrences of repeating earthquakes of group X.

発生時	M	平均 M	平均期 間	標準偏 差	最短期間	最長期間	α	推定基準日	70%信頼区間(予測期間)
1 1966/7/11 7:04	5.2								
2 1971/10/21 17:22	5.2								
3 1978/8/29 16:35	5.0								
4 1985/4/30 17:45	5.3	5.2	6.273	0.704	5.283	6.860	0.117	1985/5/1	1990/11/3~1992/5/10
5 1991/7/17 0:30	5.0	5.1	6.258	0.610	5.283	6.860	0.102	1991/7/18	1997/2/20~1998/6/14
6 1997/6/19 19:05	5.1	5.1	6.193	0.561	5.283	6.860	0.093	1997/6/20	2003/1/23~2004/3/31
7 2002/6/5 2:20	5.2	5.1	5.988	0.687	4.962	6.860	0.118	2002/6/6	2007/9/9~2009/2/18
8 2007/9/22 17:00	5.1	5.1	5.890	0.680	4.962	6.860	0.116	2007/9/23	2012/11/28~2014/4/25
9 2014/9/18 8:18	5.2	5.1	6.028	0.733	4.962	6.994	0.124	2014/9/19	2019/12/22~2021/7/4

第 4b 表 予知率と適中率 (グループ X) :3/5
 Table 4b Alarm rate and hit rate of the group X:3/5.

	繰り返し地震あり	繰り返し地震なし
予測期間あり	3	2
予測期間なし	2	3