

八ヶ岳南麓天文台の地震前兆検知実験の地震予測評価

近藤さや*

地震火山部地震予知情報課

Evaluation of the Kushida Method of short-term earthquake prediction

Saya KONDO*

1. はじめに

八ヶ岳南麓天文台の串田は、FM 電波の異常と地震発生の相関を検証する目的で、1995 年 8 月から「地震前兆検知公開実験」として地震発生予測等の情報を会員宛に FAX で送付している。串田は「地震発生前には震央上空付近に電子密度の高い領域が出来、それによって散乱された FM 電波の強度等は発生する地震の規模や時期に依存する」と考え、日本各地の FM 電波受信データから地震・火山活動等の発生場所・規模・時期を予測している。予測内容は会員以外には原則として公開されていない。

筆者は串田の了解を得て 2000 年 1 月 1 日から 2003 年 11 月 10 日までに公開実験で配信された全 FAX 情報を入手し、予測の一部について評価を行い、2003 年 12 月に行われた理化学研究所の地震フロンティア研究最終報告会で発表を行ったのでここにその内容をまとめる。

2. 予測の特徴

例 予測番号 934-①, 情報発信日 2002/03/19

予想震央域 青森沿岸～北海道南部沖 (地図上に楕円で図示)

予想発生時期 3/22±

予測規模 M4.4±~6.6±相当または火山性誤認の可能性

上記は 2002 年 3 月 19 日に配信された情報の中の一つの予測である。この場合、予想震央域として幅 200km、長さ 300km 程度の領域が図示されている。

予想発生時期の後の「±」は「±1」を意味し、この場合 3/21~23 の 3 日間という時間幅の狭い予測となっている。予測は発表後更新され数ヶ月以上に渡る場合もあるが、予測期間は全体として長くて 2 週間程度である。

予測規模の M の後に付く「±」は「±0.5」を意味し、「相当」とは「複数の小さな地震の場合、その断層長の合計が予測マグニチュードの断層長である」事も許容している。そのため例えば小さな地震として M2 の地震をとった場合、「M4.4 相当」の予測は、マグニチュードと断層長の関係式^{*)}から「M2 の地震が 16 個」でもよいということになる。エネルギーに換算^{**)}すると、M2 の地震 16 個は M2.8 の地震 1 個に相当するので、結局「M4.4±~6.6±相当」という予測は、地震のエネルギーとしては M2.8~7.1 という非常に幅の広い予測になる。また、予測規模にある「火山性誤認の可能性」とは「火山活動の前兆を地震活動と誤認している可能性もある」との意で、この場合は伊豆半島付近の火山性活動を指している。

3. 評価方法

防災情報としての有効性を検討する観点から、発生した場合に被害を伴うことが多く、予測情報があった場合には防災対応が必要になるとと思われるマグニチュード (以下 M) 6.0 以上の地震を評価対象とする。約 4 年間の FAX 情報の中の全ての M6.0 以上の地震発生予測 (表 1) に対して予測内容に該当する M6.0 以上の地震が発生したかどうか、また、期間内に日本周辺で

*地震火山部地震予知情報課

^{*)} $\log L = 0.5M - 1.8$ M: マグニチュード, L: 断層の長さ (単位 km)

^{**)} $\log E = 1.5M + 4.8$ M: マグニチュード, E: 地震のエネルギー (単位 Joule)

表 1 予測マグニチュードが 6.0 以上の予測 (期間 2000 年 1 月～2003 年 11 月 10 日, 発表順) 予測マグニチュード誤差の「±, ±0.5 相当」等は省略した. 配信 FAX の但し書き「予測活動規模は全て M±0.5 規模相当 (複合含む, 複合の場合は断層長和)」により全て「±0.5 相当」.

	予測発信日	予測番号	予測発生時期	予測震央域	予測マグニチュード
1	00/01/08 00/02/16 00/05/07 00/06/04	613-1	3/9±以降 3/26± 6/2±5 6/2± (~10)	長野県中北 長野県中部 " "	- 5.8 6.4 "
2	00/01/14 00/03/17	636-4	2/4± 3/25±5	能登半島周辺 "	5.3~6.0 "
3	00/02/04 00/02/08 00/03/06	641-2	2/10± (2/8±) 3/1± or 2/12± 3/6±	関東南部房総・房総沖 房総南方沖 房総半島南部附近	6.4~6.9 6.4 "
4	00/02/18 00/03/06	649-1	2/24~25± 3/6±	山梨東部~神奈川相模湾 神奈川県西部付近	7.3 "
5	00/04/02	669	4/7±2	有珠山or東北火山	顕著火山orM6
6	00/05/03	681-2	5/7±5/5±	茨城沖付近	5.7~6.6
7	00/05/18	688-2	5/24±	関東沖	5.5以上
8	00/05/23 00/05/28	690-②	5/28±or30± 6/2±	関東東方沖付近 "	5.3~6.8 "
9	00/06/08 00/06/15	695	6/9±or6/12± 6/22±1	岐阜愛知付近 (694-10) 滋賀~三重県境付近	5.5~6.0 6.0
10	00/07/09 00/07/11 00/07/14	709-③	7/14±3? (or21±?) 7/14±2 7/14±2or7/19±2	兵庫京都沖日本海付近 福井沖付近海域 "	5.5±1 5.5~6.0 "
11	00/07/21	714-②	7/25±	新島神津島近海	6.0
12	00/07/23	715-①	7/25±or7/27±	新島神津島近海	6.0
13	00/07/29	717-①	8/1±	新島神津島近海	5.5~6.0
14	00/07/29	717-②	8/2±	新島神津島近海	5.5~6.0
15	00/08/08	721-①	8/12~8/13±	新島神津島近海	6.0
16	2000/8/9	722-②	8/11±, 13±, 15±	伊豆諸島周辺海域	6.3
17	00/08/13	724-①	8/17±or8/19±	新島神津島近海	6.0
18	00/08/13	724-④	8/17±or19±or23	千葉沖付近or伊豆	4.7~6.0
19	00/08/21	728-①	8/23±or25±	北海道以北	6.5±0.5以上
20	00/09/29 00/10/01	744-②	10/2±or10±4± 10/2±	九州中南部 九州中北部付近	4.3 5.8~6.3
21	00/09/26	744-④	9/30±, 10/4±	神奈川, 相模湾沿岸	5.8 (5.8~6.3)
22	00/10/08 00/10/12 00/10/17	753-①	10/12±, 10/15± 10/14±, 10/16± 10/24±3	鳥取島根 " "	6.2 6.7 6.2
23	00/10/12 00/10/13	755-①	10/12±~17± 10/15±or17±	北海道南~東沖 (~三陸沖) "	6.0 "
24	00/10/20 00/10/25 00/10/29	759-②	10/24±or27± 10/27±or late 10/30±or三宅影響	新潟下越付近 新潟中越~群馬付近 "	5.0 5.5~6.7 6.0

八ヶ岳南麓天文台の地震前兆検知実験の地震予測評価

25	00/10/27 00/10/29	762-②	10/31± or 11/2± 11/2± or 三宅火山影響	神奈川西他 神奈川沿岸部等	5.0~6.2 5.0~6.7
26	00/11/05	765-②	11/6± or 8±	関東東方沖	5.8~7.1
27	00/11/09 00/11/11	767-①	11/11± (or 13±) ☆	神奈川沿岸等 神奈川~東京沿岸	6.0~7.3 "
28	00/11/23 00/12/01	773-①	11/27± or 30± 11/30± or 4± or 火山影響	和歌山付近等 "	5.5~6.5 "
29	01/04/26 01/04/27 01/04/29	830-①	4/26~27 or 30± 4/27±~5/3± ☆	四国南部海域 " or 山口県付近 "	6.6~8.1 6.3~7.8 "
30	01/06/08 01/06/12	845-②	6/12±, 6/15± 6/15±, 6/18±	沖縄奄美 "	4.5, 5.3 4.5~6.5
31	00/07/21	859-①	7/24± or 26±, 7/21± or 22±, 7/30±	関東圏, 千葉房総半島付近	5.1~6.0
32	01/08/23 01/08/25	870-①	8/26± or 29± or 9/2± 8/26± or 9/2±	紀伊半島南部~紀伊水道 熊野灘~紀伊半島南部沿岸	5.4~5.7 6.0~6.5
33	03/08/31	874-③	9/2±, 9/6±	静岡	3.2~4.0, 5.4~6.2
34	01/09/01 01/09/09 01/09/22	875	9/7 (精度低し) 9/28±3 10/22±5	島根県沖等 " "	断層計6.5 " "
35	01/11/01	895参	11/2±, 11/8±	沖縄本島近海付近	4~6
36	01/12/04	903-①	12/9± or 12±	南関東~伊豆近傍	5.3~6.4
37	02/02/15 02/02/20 02/02/24	925-①	2/18± or 24± (16± or 26±) 2/19± or 21± or (26±) 2/26±2	関東茨城沿岸付近 関東茨城沖 "	4.9~6.1 " "
38	02/02/20	927-①	2/21±, 23±, 25±, 3/2±	青森県東方沖	5.3~6.8
39	02/03/19	934-①	3/22±	北海道南部	4.4~6.6
40	02/03/30	937-①	3/31 or 4/4±	青森東方沖~浦賀沖付近	5.0~6.5
41	02/04/14	942-参	4/15± or 18±	奄美近海小規模複合等	4.8~6.6
42	02/06/19	963-①	6/21±, 23±, 28±5	茨城沿岸~沖	5.2~6.3
43	02/06/20	964-①	6/21±, 6/24±, 7/1±	福島~茨城沖~沿岸	4.9~6.0
44	02/10/30	1017-①	11/4±	青森東方沖	5.2~6.5
45	02/11/03	1018-①	11/2~11/12±	豊後水道~日向灘付近	4.5~6.2
46	02/11/04	1020-①	12/25±	日向灘付近	5.5~6.8
47	02/11/07 03/11/12	1021-①	11/6±, 9±, 11±, 16± 11/12, 16±3	茨城沖から千葉沖 "	5.4~6.6 "
48	02/11/09	1022-①	11/21±3	岩手沖~沿岸	5.6~7.5
49	02/12/23	1036(971)	1/18±3, 2/1±3	東海領域	(5.5~)7.7
50	03/01/23	1047-②	2/1±	日向灘~種子島近海等	3.7~4.2 (5.9~6.4)
51	03/02/18	1057-①	9/16~17±2	関東圏	7.6
52	03/05/01	1090	5/4~5/8±	北海道北方領域	6.0

表1 続き

表 2 対象とした地震 (期間: 2000年1月10日～2003年11月30日, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 100 km, 余震を除いたもの)

年月日	震央地名	マグニチュード	深さ(km)	緯度	経度	震度
2000 01 28	根室半島南東沖	7.0	59	43°N 0.5'	146°E 44.7'	4
2000 06 03	千葉県北東部	6.1	48	35°N 41.4'	140°E 44.8'	5弱
2000 06 06	奄美大島近海	6.2	28	29°N 21.4'	131°E 37.1'	3
2000 06 07	石川県西方沖	6.2	21	36°N 49.6'	135°E 33.8'	5弱
2000 06 25	種子島近海	6.0	36	31°N 2.6'	131°E 37.8'	4
2000 07 01	新島・神津島近海	6.5	16	34°N 11.4'	139°E 11.6'	6弱
2000 07 09	新島・神津島近海	6.1	15	34°N 12.7'	139°E 13.8'	6弱
2000 07 15	新島・神津島近海	6.3	10	34°N 25.4'	139°E 14.5'	6弱
2000 07 21	茨城県沖	6.4	49	36°N 31.8'	141°E 7.1'	5弱
2000 07 30	三宅島近海	6.0	11	34°N 1.8'	139°E 24.1'	5強
2000 07 30	三宅島近海	6.5	17	33°N 58.3'	139°E 24.7'	6弱
2000 08 18	新島・神津島近海	6.1	12	34°N 12.1'	139°E 14.4'	6弱
2000 10 03	三陸沖	6.0	10	40°N 10.3'	143°E 21.9'	3
2000 10 06	島根県東部	7.3	9	35°N 16.5'	133°E 20.9'	6強
2000 11 14	釧路沖	6.1	41	42°N 26.0'	144°E 56.5'	3
2001 03 23	北海道東方沖	6.0	0	43°N 49.1'	147°E 56.6'	2
2001 03 24	安芸灘	6.7	47	34°N 7.9'	132°E 41.6'	6弱
2001 08 14	青森県東方沖	6.4	38	40°N 59.7'	142°E 26.2'	4
2001 08 18	沖縄本島近海	6.4	18	25°N 45.4'	126°E 18.4'	3
2001 12 09	奄美大島近海	6.0	36	28°N 15.0'	129°E 29.3'	5強
2002 08 25	根室半島南東沖	6.0	44	43°N 5.4'	146°E 7.2'	4
2002 10 14	青森県東方沖	6.1	53	41°N 9.1'	142°E 16.9'	5弱
2002 11 03	宮城県沖	6.3	46	38°N 53.8'	142°E 8.3'	5弱
2002 12 11	房総半島南東沖	6.1	35	34°N 13.3'	141°E 57.2'	—
2003 04 08	茨城県沖	6.0	24	36°N 22.4'	141°E 57.4'	2
2003 04 29	北海道東方沖	6.0	18	43°N 31.7'	147°E 41.0'	3
2003 05 26	宮城県沖	7.1	72	38°N 49.3'	141°E 39.0'	6弱
2003 07 26	宮城県北部	6.4	12	38°N 24.3'	141°E 10.3'	6強
2003 09 26	釧路沖	8.0	45	41°N 46.7'	144°E 4.7'	6弱
2003 09 28	奄美大島近海	6.0	0	28°N 55.7'	128°E 10.7'	2
2003 10 29	北海道東方沖	6.0	31	43°N 36.2'	147°E 43.9'	3
2003 10 31	福島県沖	6.8	33	37°N 49.9'	142°E 41.8'	4

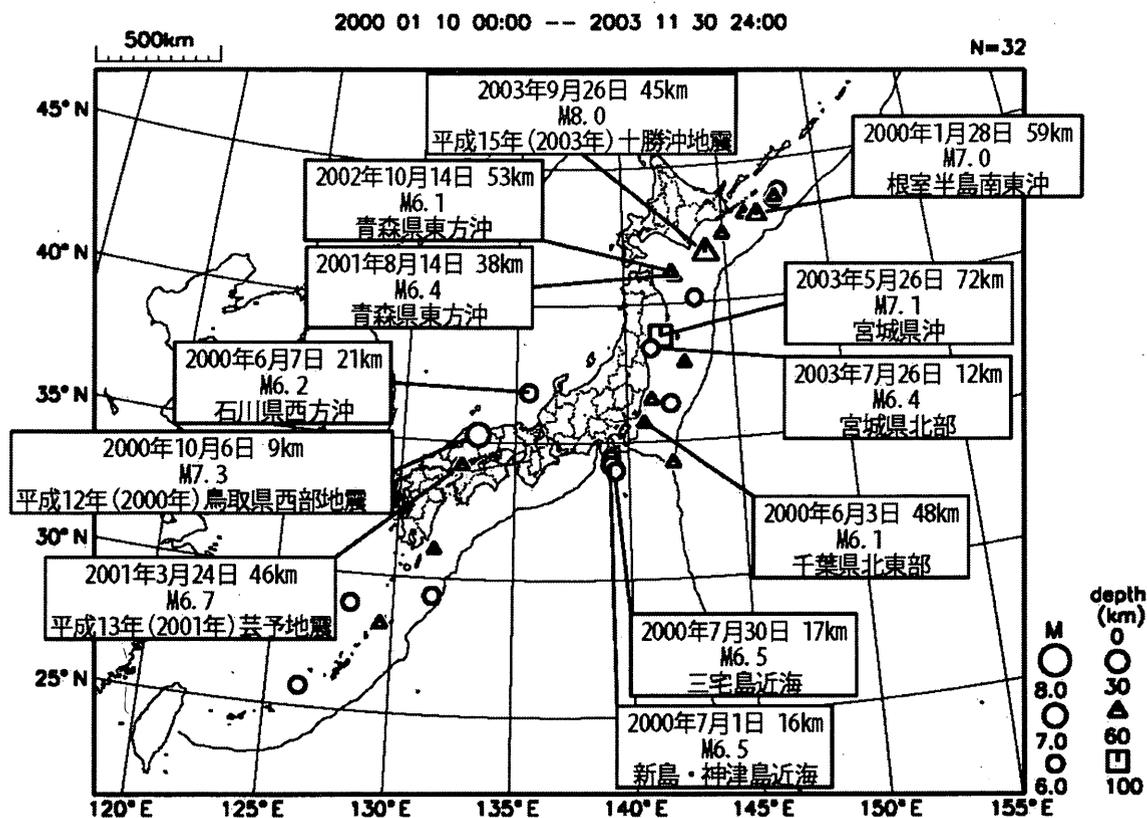


図1 対象とした地震（期間：2000年1月10日～2003年11月30日， $M \geq 6.0$ ，深さ ≤ 100 km，余震を除いたもの）人的被害を伴ったものにコメントを付した。

発生した $M6.0$ 以上の地震（表2，図1）に対して予測があったかどうかを検討する。

- ・対象となる予測…2000年1月3日～2003年11月12日までの約3年10ヶ月分の予測情報のうち $M6.0$ 以上の地震が予測の対象になっているもの。
（例： $M6 \pm$ 相当， $M5.3 \pm \sim M6.8 \pm$ ， $M3.2 \pm \sim 4.0 \pm$ （ $5.4 \pm \sim 6.2 \pm$ ）等）
- ・予測のカウント方法…連続している予測は予測内容に変更があっても一つの予測としてカウントする。ただし予測日前に予測を撤回した場合は予測が無かったと見なす。
- ・対象となる地震…日本周辺（概ね串田が観測範囲としている領域），2000年1月10日～2003年11月30日， $M \geq 6.0$ ，深さ ≤ 100 km

4. 予測の的中基準

下記の基準を採用する。

- ・発生日…警戒態勢の持続の限界を考慮し，予測日±

3日以内

- ・規模…… $M6.0$ 以上が発生した場合
- ・震央域…予測FAXに図示された範囲

5. 結果

$M6.0$ 以上の地震発生予測52例のうち，予測した期間・規模・範囲内で $M6.0$ 以上の地震が発生したものは3例， $M6.0$ 以上の地震が発生しなかったものが49例である（表3）。

同じ期間内に予測範囲とされている領域で発生した $M6.0$ 以上の地震32個のうち， $M6.0$ 以上の地震発生として発生時期・発生領域が予測されていたものは3個で，予測されていなかったものは29個である（表4）。

表 3 M \geq 6.0 の予測から見た結果

M \geq 6.0 の予測数	予測が的中したもの	予測が的中しなかったもの
52	3	49

表 4 M \geq 6.0 の地震から見た結果

M \geq 6.0 の地震数	予測されていたもの	予測されていなかったもの
32	3	29

予測されていた 3 例は以下の通りである。

予測：717-① 2000/8/1 新島神津島近海 M5.5～6
 実際： 2000/7/30 三宅島近海 M6.0

予測：717-② 2000/8/2 新島神津島近海 M5.5～6
 実際： 2000/7/30 三宅島近海 M6.5

予測：724-① 2000/8/17,19 新島神津島近海 M6
 実際： 2000/8/18 新島・神津島近海 M6.1

上記 3 例 (2000 年 7 月 30 日の M6.5 と M6.0, 2000 年 8 月 13 日の M6.1) は、いずれも 2000 年 6 月 25 日から始まった新島・神津島から三宅島にかけての群発活動中に発生している。この群発地震活動は 2000 年 7 月から 8 月が活動のピークで、M3.0 以上の地震は 5000 回近く発生し、M6.0 以上の地震は 2 ヶ月で 6 回発生している。この期間の M6.0 以上の地震の発生率は、この地域の平常時の発生率の約 130 倍と高いものである。

以上から、今回評価した M6.0 以上の地震発生予測には防災情報としての有効性は認められない。八ヶ岳南麓天文台が行っている地震前兆検知実験は、現時点では研究途上にあると考えられる。

謝辞

今回の評価に当たり、串田氏からは東海大学の上田誠也教授を通じて資料を提供して頂いた。また、伊藤秀美地震予知情報課長には多くの点でご議論頂いた。ここに記して感謝致します。

参考文献

- 吉野千恵, 長尾年恭, 上田誠也 (1999) : FM 電波を用いた短期地震予知法 (串田法) の評価, 東海大学海洋研究所報告, **20**, 41-60.
- 長尾年恭 (2001) : 地震予知研究の新展開, 初版, 近未来社, 132-146.
- S., Uyeda & A. Kumamoto (2004) : Evaluation of the Kushida Method of short-term earthquake prediction, Proc. Japan Acad., Ser. B, Vol. **80** No.3, 149-147