

文章编号: 1006-6616 (2012) 01-0091-06

对日本9级地震的中期预测及其依据

徐道一, 邓志辉, 楚全芝, 徐好民, 陶京玲

(中国地震局地质研究所, 北京 100029)

摘要: 对2011年3月11日发生在日本的9级大地震所做出的中期预测进行小结, 并对所提出预测意见及其依据做了简要论述。预测地区在日本南部、台湾以及菲律宾一带; 预测震级为8~8.3级; 预测时间是今后几年; 预测依据是青藏滇缅印尼歹字型构造体系。预测地震三要素与日本9级大地震三要素的对比结果表明, 这一中期预测是基本正确的。

关键词: 日本9级大地震; 中期预测; 歹字型构造体系

中图分类号: P315.75

文献标识码: A

0 引言

2011年3月11日在日本东部沿海发生了 M_w 9级大地震(以下简称为“日本9级地震”), 这是进入21世纪以来亚洲也是全球第二大巨震。日本9级地震及引发的海啸造成了近 1.9×10^4 人死亡或失踪和难以估量的巨大经济损失。

在20世纪90年代初, 笔者提出中国大陆8级地震发震年份的252~257 a时间间隔, 并据此做出中国大陆西部将发生8级以上地震的中长期预测^[1], 这一预测为1997年11月8日西藏玛尼7.9级地震的发生所证实^[2]。进入21世纪后, 基于对亚洲的6个8级巨震时空迁移变化信息有序性的研究, 针对2003年9月27日发生在俄罗斯、蒙古、中国新疆边境的7.9级大地震也有过较好的中期预测^[3]。2004年12月26日在印度尼西亚苏门答腊地区发生 M_w 9.1级特大巨震后, 一直关注亚洲和全球的大地震的发展趋势^[4], 从而对日本9级地震在震前做出了基本正确的中期预测。本文对这一预测意见和依据进行了初步总结。

1 对日本9级地震的中期预测意见

1.1 中期预测意见的提出

2008年5月12日汶川大地震发生后, 笔者多次提出过对亚洲未来将要发生大地震的中期预测意见^[5~8], 认为在亚洲(包括中国大陆的西部), 今后几年(群发期的下降时段)还

收稿日期: 2011-09-28

基金项目: 中央公益性院所基本科研专项(IGCEA1001); 中国地震局老专家科学基金项目(201039)

作者简介: 徐道一(1934-), 男, 中国地震局地质研究所研究员, 专业: 地质学、地震预测等。E-mail: xdy505@126.com

存在发生 8.0~8.3 级地震的可能性；由于从 2005 年 10 月巴基斯坦巨震向东迁移到 2008 年 5 月四川汶川巨震，应注意未来发生 8 级大地震地区有可能在日本南部、中国台湾以及菲律宾一带。

1.2 对预测意见的检验

上述预测意见中预测时间是“今后几年”，以提出上述预测意见成文最早的时间（2008 年 6 月 20 日）开始计算到日本 9 级地震发生，间隔 2 年 8 个月，是在“今后几年”的范围内。预测震级的误差为 0.7 级（2011 年日本地震震级最初确定为 7.9 级，后改为 8.4 级、8.8 级，最后定为 9 级），基本正确。在笔者的预测意见中将“日本南部”定义为日本北纬 38°以南的主体岛屿^[8]。据中国地震台网测定，2011 年日本 9 级地震的震中位置是北纬 38.1°，东经 142.6°，9 级地震发生在预测意见的第一地区的边缘，余震区延伸到北纬 36°左右。因此，预测发震地区也是基本正确的。

预测时间尺度尽管是在中期预测的允许范围内，但是比较模糊，精确度差，这是最大的不足之处，也是今后应重点改进之处。

总之，对日本 9 级地震的预测是基本正确的中期预测意见。

2 中期地震预测依据

歹字型构造体系是做出基本正确中期预测的最重要依据。

笔者对 2008 年汶川大地震没有做出预测，通过认真反思，发现中国大陆一些 8 级地震（包括汶川大地震）与李四光院士提出的青藏滇缅印尼歹字型构造体系存在密切联系^[9]。

在 2010 年，笔者依据青藏滇缅印尼歹字型构造体系，研究了 2005 年 10 月巴基斯坦巨震和 2008 年 5 月四川汶川巨震与 2004 年 12 月和 2007 年 9 月印尼苏门答腊的 2 个 8.5 级以上特大地震的对应关系，提出巨灾群发主要地区之一位于东亚，以印尼为中心，影响地区一是沿青藏滇缅印尼歹字型构造体系，向西到巴基斯坦一带；另一沿西太平洋地震带向北向南^[5]。在发震时间方面，2004 年 12 月印尼巨震与 2005 年 10 月巴基斯坦巨震的间隔时间是 286 d，而 2007 年 9 月印尼巨震与 2008 年 5 月汶川巨震的间隔时间是 243 d（见表 1），二者差别不大。因此，可以说，汶川巨震和巴基斯坦巨震的发生都与苏门答腊巨震有关。

表 1 印尼巨震与巴基斯坦巨震和汶川巨震的基本参数以及时间间隔

Table 1 Basic parameters of earthquakes in Indonesia, Pakistan and Wenchuan, and time intervals

地震名称	发震日期	震中位置	震级	间隔时间/d
印尼苏门答腊巨震 A	2004-12-26	3.15°N, 95.79°E	M_w 9.1	286
巴基斯坦巨震	2005-10-08	34.42°N, 73.66°E	M_s 7.9	
印尼苏门答腊巨震 B	2007-09-12	4.90°S, 101.41°E	M_s 8.6	243
中国四川汶川巨震	2008-05-12	31.00°N, 103.00°E	M_s 8.0	

图 1 标出了表 1 中 4 个地震的空间位置。图中用每个地震的发生年份标识该地震；点线表示表 1 中地震时间上依序发生的相关性；实线表示预测的 2 个地震（巴基斯坦巨震和汶川巨震）的迁移方向；虚线表示对 2011 年 9 级地震的预测。

基于上述认识，在近 6 年亚洲发生的多个 7~8 级地震中选出 2005 年巴基斯坦巨震和 2008 年汶川巨震，在多次预测意见中一再强调巴基斯坦巨震向东迁移到汶川巨震，强调它们之间联系的重要性，预测震级也提高为 8~8.3 级，并进一步提出未来地震有可能在日本

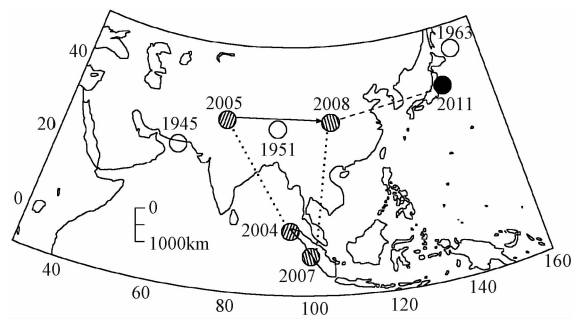


图 1 亚洲 8 个 8 级地震的空间分布

Fig. 1 Spatial distributions of 8 great earthquakes in Asia

南部发生的认识。

青藏滇缅印尼歹字型构造体系与西太平洋地震带的地震活动存在密切联系，也可由表 2 为旁证。表 2 列出了 2011 年 3—4 月发生的几个地震的基本参数，可见位于青藏滇缅印尼歹字型构造体系中的云南盈江 5.8 级地震发生在 3 月 9 日的日本 7.3 级大地震后一天，3 月 11 日 9 级地震前一天；类似地 4 月 10 日四川炉霍 5.3 级地震发生在 4 月 7 日的日本 7.3 级强余震后三天，4 月 11 日日本 6.6 级强余震的前一天。结合上述情况，可见青藏滇缅印尼歹字型构造体系与西太平洋地震带（当前主要是日本南部等）确实是处于紧密联系之中。

表 2 2011 年 3—4 月发生于日本及中国西南地区的几个地震的基本参数

Table 2 Basic parameters of earthquakes occurred in Japan and southwest China from March to April, 2011

发震日期	震中位置	震级	发震地区
2011-03-09	38. 5°N, 142. 8°E	M_s 7. 3	日本本州东海岸附近海域
2011-03-10	24. 7°N, 97. 9°E	M_s 5. 8	中国云南盈江
2011-03-11	38. 1°N, 142. 6°E	M_w 9. 0	日本本州东海岸附近海域
2011-04-07	38. 2°N, 142. 0°E	M_s 7. 3	日本本州东海岸附近海域
2011-04-10	31. 3°N, 100. 9°E	M_s 5. 3	中国四川炉霍
2011-04-11	37. 0°N, 140. 4°E	M_s 6. 6 *	日本本州东海岸附近

* 据美国国家地震信息中心（NEIC）

3 对日本和亚洲大地震基本特点的了解

3.1 对日本大地震的研究成果

1997—1998 年间，笔者对 1890 年以来日本 7.5 级以上大地震的时空分布进行了一定程度的研究^[10]，认为自 1946 年日本以南远海（北纬 32.5°，东经 134.25°）发生 8.2 级巨震以后，在日本南部一直没有发生过 8 级以上的巨震^[11]，所以将要发生 8 级以上地震的可能性较大。因此预测意见中把“日本南部”作为预测发震地区的第一选择不是偶然的。

近十年来，笔者对中国大陆 8 级大地震的研究成果^[12]表明，近期在中国大陆东部发生 8 级大地震的可能性不大。因此，一直关注日本南部、中国台湾等地的地震发展趋势。根据宇佐美龙夫^[11]的研究，在日本南部北纬 36°以南的地区，1874 年以前曾发生了 10 次 8 级巨震；从 1874 年至今，已发生 1891、1911、1946 年 3 次巨震；1946 年以后的 50 多年中这一地区没有发生 8 级大震。对于这一巨震活动高群发地区，现在显示了异常平静，值得特别关注。

笔者起初对亚洲未来将要发生大地震的中期预测意见中的预测震级为 7.5 ~ 8.0 级。后来由于在笔者预测地区中, 2005 年 3 月 2 日、2007 年 3 月 25 日相继发生 7.3 级、6.9 级地震, 2007、2008 年亚洲连续发生多个大于 8 级地震, 因此把预测震级提高到 8.0 ~ 8.3 级。

3.2 立足于亚洲大地震的研究成果

在对 1934—1970 年期间亚洲发生的 12 个 8 级巨震进行研究时发现, 其中 5 个巨震之间的时间间隔大体为等间隔, 存在自西向东的迁移趋势^[13], 特别是其中的 1945 年巴基斯坦 8 级地震, 向东迁移后在 1951 年中国西藏发生当雄 8 级地震, 后来在 1963 年日本附近地区发生 8.1 级大地震 (见表 3)。图 1 也显示出上述 3 个地震 (用空心圆标识) 按时间次序由西向东的有序迁移。在 21 世纪初, 依据这些地震由西向东迁移成果, 以及 1997—2001 年亚洲一些 7.5 ~ 8.0 级地震显示类似的由西向东的迁移, 较好地中期预测了 2003 年 9 月 27 日发生在俄蒙中边界的 7.9 级地震^[3]。

表 3 1945—1963 年期间亚洲三次巨震的基本参数

Table 3 Basic parameters of three earthquakes in Asia during 1945 to 1963

地震名称	发震日期	震中位置	震级
巴基斯坦巨震	1945-11-27	24.5°N, 63.0°E	M_s 8.25
中国西藏当雄巨震	1951-11-18	31.1°N, 91.4°E	M_s 8.0
千岛群岛地区巨震	1963-10-13	44.89°N, 149.56°E	M_s 8.1

笔者是从亚洲 (面积大约 $4.2 \times 10^7 \text{ km}^2$) 范围内提出上述日本等预测地区的。自 2008 年汶川大地震发生后的近 3 年期间, 2011 年日本 9 级地震是亚洲和全球发生的最大地震。在预测的 3 个地区中, “日本南部” 位列第一, 是把它作为首先要关注地区。从中期预测角度来看, 上述预测地区 (日本南部的面积大约 $2 \times 10^4 \sim 25 \times 10^4 \text{ km}^2$) 的范围不能算大。

预测意见提出的立足点不只局限于对日本的地震活动研究的结果。对比之下, 在 20 世纪 60 年代末, 日本一些学者提出过预测东海地震问题。1969 年 6 月把它作为 8 级大震的“特殊观测区” 列入长期年度计划。20 世纪 70 年代中期, 由石桥克彦提出, 经日本气象厅审查通过, 指定南关东的东海地区作为重点监视区, 将东海地区的地震预报视为实用化阶段。1977 年认为进入短期监视阶段。他们主要是就日本的地震活动用于地震预测, 所提出的预测地区比笔者提出的小得多, 预测时间跨度类似。但是, 他们所预测的大地震至今尚未发生。

这表明, 日本 9 级地震的形成过程可能与亚洲地区的大环境有关, 也是从亚洲角度提出预测意见的优越性的体现。

4 讨论与结论

在 2008—2010 年笔者先后多次提出对日本南部 (日本北纬 38° 以南地区) 等区域未来几年将可能发生 8.0 ~ 8.3 级地震的中期预测意见, 2011 年日本 9 级地震的发生表明上述预测意见是基本正确的。

上述预测意见的提出立足于李四光院士提出的青藏滇缅印尼歹字型构造体系, 从亚洲发生的多个 7 ~ 8 级地震中挑选出 2005 年巴基斯坦巨震和 2008 年汶川巨震, 结合笔者对日本和亚洲大地震迁移的研究成果, 以及青藏滇缅印尼歹字型构造体系与西太平洋地震带的联系, 做出由西向东可能迁移到日本南部等地区的预测意见。

在上述预测意见提出时, 仅注意 2005 年巴基斯坦巨震和 2008 年汶川巨震的空间联系(向东迁移), 实际上还可以应用这 2 个大地震的发震时间, 改进对发震时间的预测。巴基斯坦巨震与汶川巨震的时间相隔 2 年 7 个月, 而汶川巨震与日本 9 级地震相隔 2 年 10 个月。如应用汶川巨震发生时间加上 2 年 7 个月作为预测发震时间(2010 年 12 月), 则可显著提高发震时间的精度, 有可能从中期预测进到中短期预测的时间尺度。如果进一步与其他中期和短临预测方法结合, 在震前作出较好短临预测也是可能的。

有学者认为上述预测意见不够精确, 笔者认为有必要区别“精确”和“正确”这两类不同概念。对中期预测最好不要要求“精确”(如能做到“精确”, 自然更好), 而是要求“正确”。“正确”的含义应是在总体上基本符合。不能区别“精确”与“正确”在应用层次上的差异, 这也许是一些学者认为地震是不能预测的原因之一。

致谢 本文成稿过程中, 郑剑东教授、林云芳研究员、黄相宁副研究员提出宝贵意见, 邓乃恭教授对全文提出许多修改建议, 在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 徐道一, 黄建发, 王湘南. 中国大陆 8 级地震的有序性: 一种新的预测方法 [J]. 地震地质, 1991, 13 (3): 231 ~ 236.
XU Dao-yi, HUANG Jian-fa, WANG Xiang-nan. Temporal orderliness of earthquakes ($M \geq 8$) on China Mainland: A new approach to the prediction of earthquakes [J]. Seismology and Geology, 1991, 13 (3): 231 ~ 240.
- [2] 徐道一. 预测 20 世纪 90 年代中国大陆 8 级大震的成果及其理论意义 [C]//李克. 中国八级大震研究及防震减灾学术会议论文集. 北京: 地震出版社, 2001: 24 ~ 30.
XU Dao-yi. Results of the prediction of great earthquakes ($M > 8$) on China continent during the 1990s and its theoretical significance [C]//LI Ke. Symposium of papers of the meeting of researches on great earthquakes with magnitude M 8. Beijing: Seismological Press, 2001: 24 ~ 30.
- [3] 徐道一. 2003 年 9 月 27 日俄蒙中边界 7.9 级地震的中期预测及其重要意义 [J]. 中国地震, 2004, 20 (4): 341 ~ 346.
XU Dao-yi. Prediction for the $M = 7.9$ earthquake occurred near the boundaries among Russia, Mongolia and China on September 27, 2003, and its significances [J]. Earthquake Research in China, 2004, 20 (4): 341 ~ 346.
- [4] 徐道一, 孙文鹏. 歹字型构造体系在地震预测中的应用 [J]. 地质力学学报, 2011, 17 (1): 64 ~ 73.
XU Dao-yi, SUN Wen-peng. Application of the eta-type tectonic series suggested by Li Si-guang to earthquake prediction [J]. Journal of Geomechanics, 2011, 17 (1): 64 ~ 73.
- [5] 徐道一. 21 世纪初全球巨灾群发期的认识及其预测意义 [C]//中国地球物理学会, 中国地震学会. 中国地球物理 2010. 北京: 地震出版社, 2010: 384 ~ 385.
XU Dao-yi. Cognition and prediction on global huge disasters at the early of the 21th century [C]//China Geophysical Society, China Seismological Society. 2010 Geophysics in China. Beijing: Seismological Press, 2010: 384 ~ 385.
- [6] 中国地震局地质研究所. 中国大陆构造活动背景分析及 2009 年度地震危险性预测研究 [R]. 北京: 中国地震局地质研究所, 2008.
Institute of Geology, China Earthquake Administration. Analysis on structural activity and prediction of earthquake risk in 2009 in Chinese mainland [R]. Beijing: Institute of Geology of China Earthquake Administration, 2008.
- [7] 徐道一. 21 世纪初的巨震群发期及其对中国大陆地震趋势的预测意义 [R]. 北京: 中国地震局地质研究所, 2009.
XU Dao-yi. Cognition on concentrated occurrence of huge earthquakes at the early of the 21th century and its significance on prediction of earthquake tendency in Chinese mainland [R]. Beijing: Institute of Geology of China Earthquake

- Administration, 2009.
- [8] 徐道一. 日本南部、中国台湾地震趋势的估计 [R]. 北京: 中国地震局地质研究所, 2006.
- XU Dao-yi. Prediction on earthquake tendency in the south of Japan and Chinese Taiwan [R]. Beijing: Institute of Geology of China Earthquake Administration, 2006.
- [9] 徐道一. 汶川巨震印度尼西亚巨震及其与青藏滇缅印尼歹字型构造体系的关系 [C]//康玉柱, 王宗秀. 学习李四光的创新精神, 发展地质力学理论: 著名地质学家李四光诞辰 120 周年纪念. 北京: 大地出版社, 2009: 147 ~ 152.
- XU Dao-yi. Wenchuan and Indonesian earthquakes and their relation to tectonic regime in the Qinghai-Tibet-Yunnan-Burma [C]//KANG Yu-zhu, WANG Zong-xiu. Studying Li Si-guang (J. S. Lee)'s innovative spirit and developing the theory of geomechanics: To commemorate the 120th anniversary of famous geologist Li Siguang's birth. Beijing: Land Press, 2009: 147 ~ 152.
- [10] Xu Dao-yi, Ouchi T. Equidistant ordering of shallow earthquakes ($M \geq 7.5$) in and around Japan since 1890 [C]//Research report of RCUS. Kobe: Kobe University, 1998: 141 ~ 158.
- [11] 宇佐美龙夫. 新编日本被害地震总览 (增补改订版) [M]. 东京: 东京大学出版社, 1996.
- Tatsuo USAMI. Materials for comprehensive list of destructive earthquakes in Japan (Revised and enlarged edition) [M]. Tokyo: University of Tokyo Press, 1996.
- [12] XU Dao-yi, MEN Ke-pei, DENG Zhi-hui. Self-organized ordering of earthquake ($M \geq 8$) in Mainland China [J]. Engineering Sciences, 2010, 8 (4): 13 ~ 17.
- [13] XU Dao-Yi, Ouchi T. Spatiotemporal ordering of great earthquakes ($M \geq 8$) in Asia during 1934-1970 Years [C]//Research report of RCUS. Kobe: Kobe University, 1998: 159 ~ 170.

THE MODERATE-TERM PREDICTION FOR M_w 9.0 EARTHQUAKE IN JAPAN AND ITS SCIENTIFIC BACKGROUND

XU Dao-yi, DENG Zhi-hui, CHU Quan-Zhi, XU Hao-ming, TAO Jing-ling
(Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China)

Abstract: In this paper, the author summarized the moderate-term prediction about the super-great earthquake occurred in the sea off the east coast of Honshu, Japan on March 11, 2011, and discussed the predicting criteria. The predicted areas were defined to south Japan and other two areas. The predicted earthquake magnitude was 8.0 to 8.3. The moderate-term prediction was based on the tectonic system controlled by Qinhai-Tibet-Yunnan-Burma-Indonesian eta-type tectonic series. The comparison of prediction result to the occurrence of M_w 9.0 earthquake in Japan indicates that the prediction is basically correct.

Key words: M_w 9.0 great earthquake occurred in Japan; moderate-term prediction; eta-type tectonic system