

1-19 過去の最大余震の発生状況について

On the Occurrence Pattern of the Largest Aftershock in the Past

気象研究所

Meteorological Research Institute

1993年7月12日の北海道南西沖地震 ($M_0=7.8$, $h=34\text{km}$) の発生に関連して、以下に最大余震の発生状況をまとめ、経験的確率 (相対度数) による発生予測を試みた結果を報告する。

サンプルは、上記の地震に合わせ、日本およびその周辺の、1926~90年のJMA震源カタログから深さ0~60kmで発生した規模 $M_0 \geq 7.0$ の本震グループである。これらの最大余震の発生状況は、本震と最大余震との規模差 ($M_0 - M_1$) および本震と最大余震との発生時間間隔 (t ; 日単位) の両面からまとめられる。

第1図は、本震と最大余震との規模差 ($M_0 - M_1$) の頻度分布であり、(1)は $M_0 \geq 7.7$ 、(2)は $M_0 \geq 7.5$ 、(3)は $M_0 \geq 7.0$ と本震グループの規模の下限をそれぞれ変えた場合に相当する。(1)、(2)、(3)に属する本震グループの数は、それぞれ8、14、50であるが、それらの最大余震は上記の期間での検知力を考慮して5.5以上の規模を対象としている。

第2図は、(1)、(2)、(3)の場合の ($M_0 - M_1$) と経験的確率 (相対累積度数) との関係を表したもので、確率分布はほぼ同様の形を示している。例えば、本震が ($M_0 - M_1$) ≤ 1.0 の最大余震を伴う確率はどの場合でもおよそ45%である。この図は、北海道南西沖地震 ($M_0=7.8$) 発生直後に「($M_0 - M_1$) ≤ 1.0 の大粒の最大余震 (この場合 $M_1 \geq 6.8$) が発生する経験的確率はおよそ45%程度であり、($M_0 - M_1$) ≤ 1.3 (この場合 $M_1 \geq 6.5$) の確率は約60%である」ということを示唆している。

第3図は、($M_0 - M_1$) および本震と最大余震との時間間隔 t (日単位) からみた最大余震の発生状況である。丸印 (大) は $M_0 \geq 7.7$ 、(中) は $7.5 \leq M_0 < 7.7$ 、(小) は $7.0 \leq M_0 < 7.5$ を示す。例えば、(a)領域には ($M_0 - M_1$) ≤ 1.0 で且つ $t \leq 1.0$ 日の条件を満たす地震例が図示され、(b)領域には ($M_0 - M_1$) ≤ 1.0 で且つ $t > 40$ 日の条件を満たす地震の発生例が示される。また、 $M_0 \geq 7.5$ の本震で、かなりの日数をおいて大粒の最大余震が発生した例は15例中1例で、第1表のNo.3の地震である。

なお、こうした最大余震の発生状況の解析は、基本的にはUtsu (1961, 1969) が行ったものであるが、改訂された且つ最新までのJMA震源カタログを用いると同時に、対象とする地震に応じて本震グループのサンプルの時期・地域・規模・深さなどの範囲を決め、電子計算機により素早く前震・本震・余震を判定する干場他 (1992) の方法を用いている。この場合の余震は、 $M_0 \geq 7.5$ の本震発生後360日以内、 $7.0 \leq M_0 < 7.5$ の後240日以内のものと定義している。

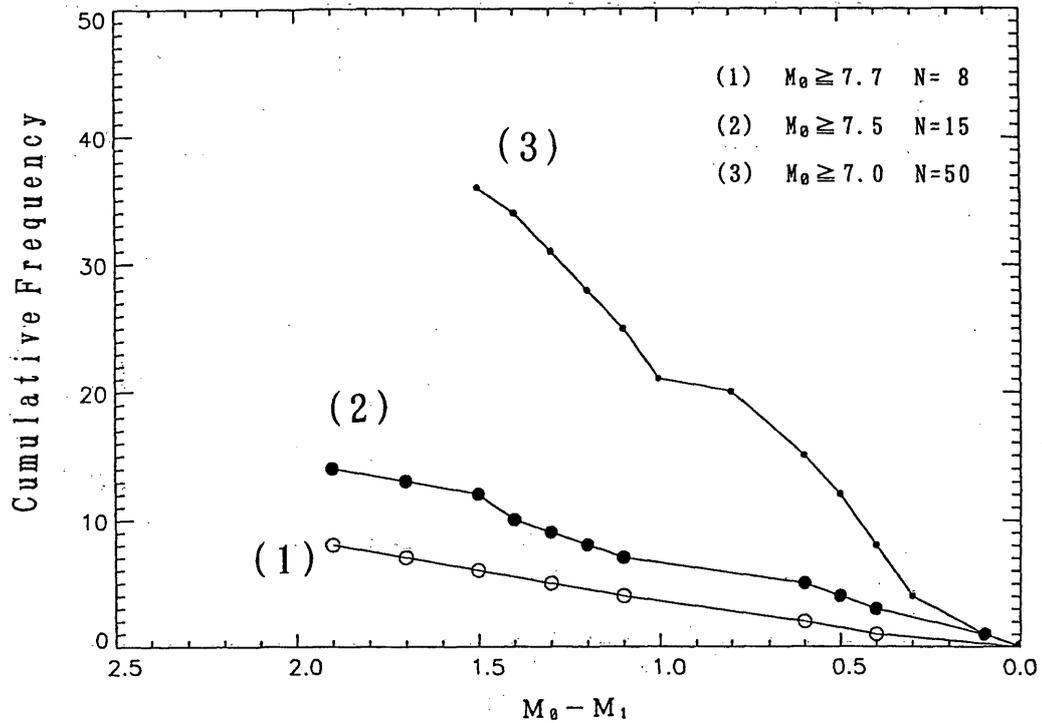
参 考 文 献

- 干場充之, 清野政明, 岡田正実, 伊藤秀美, 1993; 相互間連度付き震源リストの制作とその応用, 気象研究所研究報告, (投稿中)
- Utsu, T., 1961; A Statistical Study on the Occurrence of Aftershocks, Geophys. Mag., 30, 521-605.
- Utsu, T., 1969; Aftershocks and Earthquake Statistics (I)—Some Parameters Which Characterize an Aftershock Sequence and Their Interrelations —, J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. VII (Geophysics) 3, 129-195.

第1表 日本および周辺における $M_0 \geq 7.5$ の本震とその主な余震のリスト (1926-1990年, $h \leq 60$, 余震は $M \geq 5.5$)。 M_0 ; 本震の規模, M_1 ; 最大余震の規模, M_2 ; 2番目余震の規模。括弧内は本震との時間間隔である。

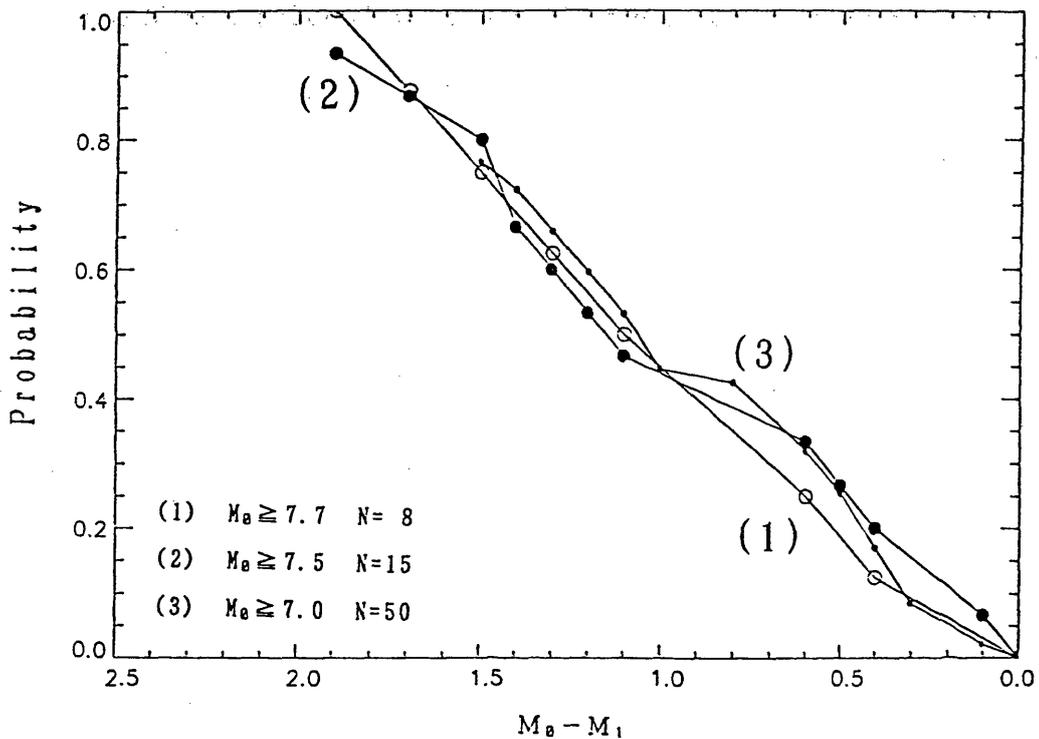
Table.1 The list of the main shocks of $M_0 \geq 7.5$ and these larger aftershocks in and around Japan ($h \leq 60$, 1926-1990, and aftershocks of $M \geq 5.5$). M_0 , M_1 and M_2 represent magnitudes of the main shock, the largest aftershock and the second largest aftershock, respectively. The time intervals in days and hours between the main shock and the aftershocks are shown in parentheses.

No.	年月日	震源	本震	最大余震規模	2番目余震規模
1	1931.3.9	青森東沖	M_0 7.6	M_1 6.1 (0d14h7m), M_2 5.7 (66d20h)	
2	1933.3.3	三陸沖	M_0 8.1	M_1 6.8 (0d3h11m), M_2 6.6 (0d0h54m)	
3	1936.11.3	宮城沖	M_0 7.5	M_1 7.1 (265d23h), M_2 6.6 (65d9h)	
4	1938.11.5	福島沖	M_0 7.5	M_1 7.4 (1d0h), M_2 7.3 (0d2h7m)	
5	1940.8.2	北海道西沖	M_0 7.5		
6	1944.12.7	東南海	M_0 7.9	M_1 6.8 (36d14h), M_2 6.4 (5d6h)	
7	1946.12.21	南海道	M_0 8.0	M_1 6.3 (0d3h26m), M_2 6.3 (63d3h)	
8	1952.3.4	十勝沖	M_0 8.2	M_1 7.1 (0d0h18m), M_2 6.8 (5d16h)	
9	1963.10.13	エトロフ沖	M_0 8.1	M_1 6.2 (33d16h), M_2 6.0 (28d12h)	
10	1964.6.16	新潟沖	M_0 7.5	M_1 6.1 (0d0h16m), M_2 6.1 (0d2h52m)	
11	1968.4.1	日向灘	M_0 7.5	M_1 6.3 (0d6h31m)	
12	1968.5.16	十勝沖	M_0 7.9	M_1 7.5 (0d9h51m), M_2 7.2 (27d13h)	
13	1969.8.12	北海道東沖	M_0 7.8	M_1 6.3 (0d7h36m), M_2 6.3 (7d11h)	
14	1972.1.25	台湾東沖	M_0 7.5	M_1 7.0 (0d1h35m)	
15	1983.5.26	秋田沖	M_0 7.7	M_1 7.1 (26d3h), M_2 6.1 (14d10h)	



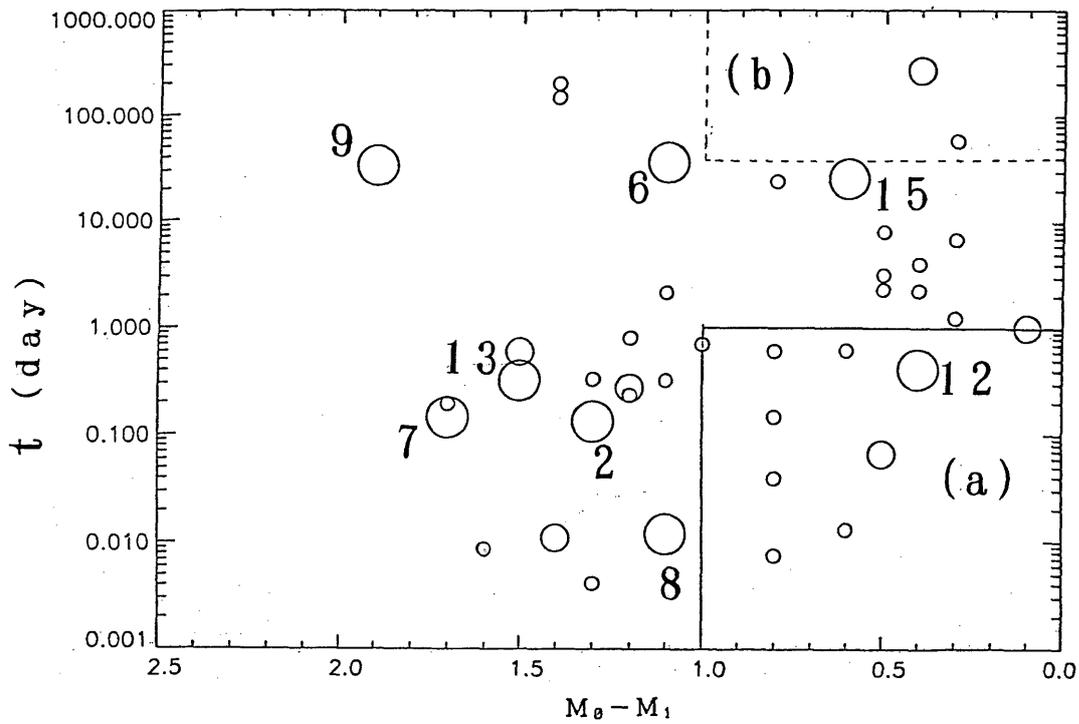
第1図 本震と最大余震との規模差 ($M_0 - M_1$) の頻度分布。(1), (2), (3)は本震規模の下限を変えた場合である。

Fig.1 Frequency distributions of differences between magnitude of the main shock and one of the largest aftershock, ($M_0 - M_1$). (1), (2) and (3) represent the distributions in the cases of magnitude thresholds of the main shocks with 7.7, 7.5 and 7.0, respectively.



第2図 (1), (2), (3)の場合における ($M_0 - M_1$) の経験的確率 (相対累積度数) 分布。確率分布はほぼ同じで、例えば、($M_0 - M_1$) ≤ 1.0 での確率はおよそ45%である。

Fig.2 Relative cumulative frequency distributions of ($M_0 - M_1$) in the cases of (1),(2) and (3). These distributions are almost similar, and the frequencies in ($M_0 - M_1$) ≤ 1.0 show about 0.45.



第3図 $(M_0 - M_1)$ および時間間隔 t (日単位) からみた最大余震の発生状況。 t は本震と最大余震との時間間隔である。丸印 (大) は $M_0 \geq 7.7$, (中) は $7.5 \leq M_0 < 7.7$, (小) は $7.0 \leq M_0 < 7.5$ を示す。(a)領域には、 $(M_0 - M_1) \leq 1.0$ で且つ $t \leq 1.0$ 日の条件を満たす地震例が図示されている。

Fig.3 The occurrence pattern of the largest aftershocks related to $(M_0 - M_1)$ and time interval t (days in unit). t represents time interval between the main shock and the largest aftershock. Large, moderate, and small circles show the examples of $M_0 \geq 7.7$, $7.5 \leq M_0 < 7.7$, $7.0 \leq M_0 < 7.5$, respectively.