

# 7 - 1 日本の被害地震の前兆現象 - 前兆現象観測の現状 -

## Precursors to Disastrous Earthquakes in Japan

### - Present State of Precursory Observation -

国立防災科学技術センター

浜田 和郎

Kazuo Hamada

National Research Center for Disaster Prevention

日本の地震の前兆現象を総合的に研究するための資料として、筆者は前兆現象に関するデータベースを試作している。これはまだ未完成で試行錯誤をしている段階であるが、既にいくつかの知見が得られたので、それらについて報告をする。

これまでに集められた日本の地震の前兆らしき現象（以後は単に前兆現象という）はおおよそ700に達するがそのうち約500は地震学的前兆現象である。1976-1985の10年間については、主な報告は集められた。地震学的前兆に限れば、最近100年間の主な報告も集められた。

#### 1. 被害地震の前兆現象

最近10年間の被害地震は理科年表によると表1の如く10個である。これらの地震の前兆は88報告されていて表2の通りである。表2の左は前兆現象の見かけによる暫定的分類である。黒丸は前兆現象の報告があることを示している。黒丸の横の数字は独立に観測されている地点の数を示している。地震活動パターン(SSp)と水準測量・隆起(GDu)の行の2\*と3\*は2または3種類の別のパターンが報告されているという意味である。動物の異常行動は多数報告されているが、ここではその数を省いた。この表から次の事がいえる。

- 1) 最近の被害地震の前には、最低1例の、多ければ20以上の前兆が報告されている。それらは地殻変動、地震活動、地球電磁気、地球化学等に関する種々の現象である。
- 2) 地震学的前兆現象は、他の分野に比較すると、一番多く、どの地震に対しても前兆報告がある。中でも前震の報告が最も多い。
- 3) 前兆現象は地域的に一様ではなく、明らかに伊豆半島とその周辺に多い。観測能力の地域差にその原因がある事は否めない。

#### 2. 前兆現象の前兆期間

表2の前兆現象の前兆期間 $T_p$ （前兆のはじまりから本震発生までの期間）の頻度分布は図1に示すとおりである。地震活動パターンのように1,000日を超える長期の現象もあるが、多く(73/85)は1,000日以内であり、しかも、本震が近づけば近づくほどより多くの前兆が出現している。本震までの100日間、10日間を更に詳しく見ると図1-B、Cの如くである。前兆期間のわかっている85例中本震発生までの10日以内に出現した前兆は32%に当たる27例である（内訳は表2の大分類でSS=12, CH=7, EL=3, AN=2, BT=2, GR=1）。

#### 3. 前兆現象捕捉能力

前兆現象捕捉能力の推移を地震学的前兆現象について調べ、その結果を図2、3に示した。図2は5年間に報告された地震学的前兆の数の推移を見たものであるが、1965年の地震予知(研究)計画の発足以来急激にかつ着実に増加しつつあることがわかる。図3は前兆現象捕捉率ともいふべきものであるが、分母は理科年表によるM7以上の被害地震の数であり、分子はそのうちで少なくとも1種類の前兆現象が報告されている地震の数である。着実に前兆現象捕捉能力が増加してきたことは明白である。

#### 4. 特定の現象の前兆期間

地震前兆現象の資料の蓄積に伴っていくつかの前兆現象の性質も明らかになりつつある。

##### 1) 前震の前兆期間

これまでに約300の前震の資料が集められその前兆期間 $T_p$ が調べられた。図4、5はその結果を示す。図4から明らかなように $T_p$ は本震のMには依存していない。従って、これらを一括して調べ、その結果を図5に示した。図は $T_p$ の積算頻度 $P_c$ を百分率で示したものである。黒丸は観測値であり、図中の式は当てはめた経験式であり、曲線はそのグラフである。前震が発生してから $T_p$ 日以内に本震が発生する確率は図中の式で数%以内で近似される。

##### 2) 異常地震活動の前兆期間

関谷がはじめに異常地震活動という前兆現象を報告しているが、その後鈴木が先駆的地震活動と称して多数の同様な前兆現象を報告している。両者の結果はともに非常にきれいな $\log T_p$ とMのリニアな関係を示している。筆者は両者の資料を一括して回帰分析をし、その結果を図6に示した。Mに対する $T_p$ の依存性は明瞭で、これは力武の第1種先行現象に相当する。

#### 5. 検討

ここで扱った資料は、観測者等が地震の前兆らしき現象として報告したものである。筆者はそれらが本当に前兆なのかノイズなのかを厳密に区別する方法を知らない。観測者の場合は、人工ノイズ・機器のノイズ・降雨によるノイズ・気圧変化によるノイズ等を相当取除く事ができるであろう。しかし、確かに地殻内で発生した異常現象といえども、それが地震の前兆か否かを判断することは一般には困難であり推定の域を出ないであろう。筆者はこれが現状であり、当分は現状が続くと見ている。

個々の異常現象について、前兆か否かを厳密に判断する事は困難であるが、その異常現象を用いて予知をした時の予知の成功率と予知率<sup>1)</sup>を明らかにすることは、過去の或る期間については可能である。これによつてはじめてその前兆(異常)現象の有効性を知ることができる。最近、前兆現象の報告数は急速に増加してきており、組織的調査によつてその有効性が明らかにされていく事が期待される。

#### 結論

日本の地震予知計画による観測強化に伴つて、地域的な片寄りを残りながらも、全体としては、地震前兆現象の資料は急速にかつ着実に増加してきた。最近10年間の被害地震に関していえば、後から調べる限り、何らかの前兆を伴っていたことがわかる。中には20以上の前兆を伴っていたものもあり、やり方によつては予知できたかも知れないと思わせるものも存在す

る。

しかし、今後の一層の発展のためには、各種前兆現象についての予知の成功率と予知率に関する調査も必要であるし、事前に前兆を識別する技術も必要である。また、将来は識別技術の側から見た時の各種前兆現象の有効性を評価することも必要となろう。

#### 参 考 文 献

- 1) 宇津徳治 (1977) : 地震予知の適中率と予知率, 地震, 第2輯第30巻, 179-185.

表1 1976-1985年の日本の被害地震（1986年版理科年表による）

Table 1 Disastrous earthquakes in and around Japan in the period 1976 through 1985 (after the 1986 Rika Nen-pyo).

番号	日本 西暦	北緯 東経	M	地域・被害摘要
424	昭和 51 VI 16 1976	35.5° 139.0°	5.5	山梨県東部，山梨・神奈川両県で建物半壊3，同一部破損94.
425	昭和 53 I 14 1978	34.8° 139.3°	7.0	伊豆大島近海：1978年伊豆大島近海地震，死25，傷139，家屋全壊94，同半壊539戸，道路損壊984ヶ所，崖くずれ191ヶ所。持越鉾山の鉾さい堆積場のえん堤損壊，シアンを含む泥流狩野川へ流入。〔-1〕
426	昭和 53 VI 4 1978	35.1° 132.7°	6.1	島根県中部。島根県で建物半壊1，同一部破損37戸。
427	昭和 53 VI 12 1978	38.2° 142.2°	7.4	宮城県沖：1978年宮城県沖地震。被害は宮城県に多く，全体で死27，傷1227，建物全壊651，同半壊5450戸，道路損壊813ヶ所，山崖崩れ529ヶ所。新興開発地に被害が集中した。〔-1〕
428	昭和 55 VI 29 1980	34.9° 139.2°	6.7	伊豆半島東方沖：伊豆半島で家屋全壊1，同一部破損17，傷8などの被害〔-1〕
429	昭和 57 III 21 1982	42.1° 142.6°	7.1	浦河沖：昭和57年浦河沖地震，被害は浦河・静内に集中したが，札幌などでも微小被害が報告されている。傷167，建物全壊9棟，同半壊16棟，同一部破損174棟，鉄軌道被害45ヶ所，小津波あり〔-1〕
430	昭和 58 V 26 1983	40.4° 139.1°	7.7	秋田県沖：昭和58年日本海中部地震，被害は秋田県に最も多く，青森・北海道がこれに次ぐ，死者104(100)，傷163(74)，建物全壊934(10)，同半壊2115(499)，流失52(52)，一部破損3258(202)，船沈没225，流失451，破損1187で括弧内は，津波による被害である。津波は早い所では津波警報発令以前に沿岸に到達した。石川・京都・島根の遠方の府県にも津波による被害が発生した。〔2~3〕
431	昭和 58 VII 8 1983	35.5° 139.0°	6.0	神奈川・山梨県境：丹沢山地で落石あり，死1，傷8。山梨・神奈川・東京・静岡の各県で傷者合計28人。
432	昭和 59 VIII 7 1984	32.4° 132.2°	7.1	日向灘：宮崎，大分，熊本の各県で被害。傷9，建物一部破損319，他，弱い津波があり，延岡で18cmを記録した。〔-1〕
433	昭和 59 IX 14 1984	35.8° 137.6°	6.8	長野県西部：昭和59年長野県西部地震，王滝村に大きな被害をもたらした。死者29，傷10，建物全壊・流出14，同半壊73，一部破損565，道路損壊258，他，死者および建物流出は，主として王滝川，濁沢川などの流域に発生した大規模な崖くずれと土石流によるものである。

表2 被害地震の前兆現象

Table 2 Precursory phenomena to the disastrous earthquakes.

地震前兆現象の分類				1976	1978伊	1978	1978	1980伊	1982	1983	1983	1984	1984	
				山梨県	豆大島	島根県	宮城県	豆半島	浦河沖	日本海	山梨県	日向灘	長野県	
				東部	近海	中部	沖	東方沖		中部	東部	西部	西部	
大分類	小分類	前兆期間		M5.5	M7.0	M6.1	M7.4	M6.7	M7.1	M7.7	M6.0	M7.1	M6.8	
重力	GR				●									
測地	GD	水準測量・隆起	u		●2*									
		三角・三辺測量	t											
		その他	blank											
検潮	TD	隆起	u		●					●				
		その他	blank											
地殻変動 連続観測	CN	伸縮計	s	S										
		傾斜計、振子 & 水管	t	S						●2	●			
		体積歪計	v	S	●	●2								
地震	SS	異常地震活動	a		●	●	●	●		●				
		微動振幅の増大	A	S										
		b値	b	S		●		●				●	●	
		前震	f	S	●	●	●	●	●	●	●	●		
		地震波形	F					●2		●				
		微小地震	m	S	●	●						●		
		地震活動の続発性	nu	S		●			●					
		地震活動パターン	p				●3*	●2*		●	●			
		地震活動空白静穏化	q						●	●	●		●	●
		地震波の減衰・散乱	Q									●		●
		地鳴り	r	S										
		発震機構の変化	s			●								
		宇津の基準	U											
地震波速度変化	v													
地球電磁気	EL	地磁気	g		●									
		地電流	e	S	●									
		海底地電位	ps						●					
		比抵抗、山崎メータ	r	S					●					
		比抵抗、その他	R			●3			●					
電磁放射	w	S												
地球化学	CH	ラドン	Rn	S	●2			●			●3		●3	
		塩素イオン	cl			●								
		水温	t		●		●	●3			●			
		水位	l	S	●2		●2	●2					●	
その他	blank	S					●					●		
火山活動	VL								●					
動物異常行動	AN		S	●		●								
植物生体反応	BT		S			●						●		
その他目視に よるもの	NK	隆起	u	S										
		その他	blank	S										

ALL PRECURSORS  
TO DISASTROUS  
EARTHQUAKES  
(1976-1985)

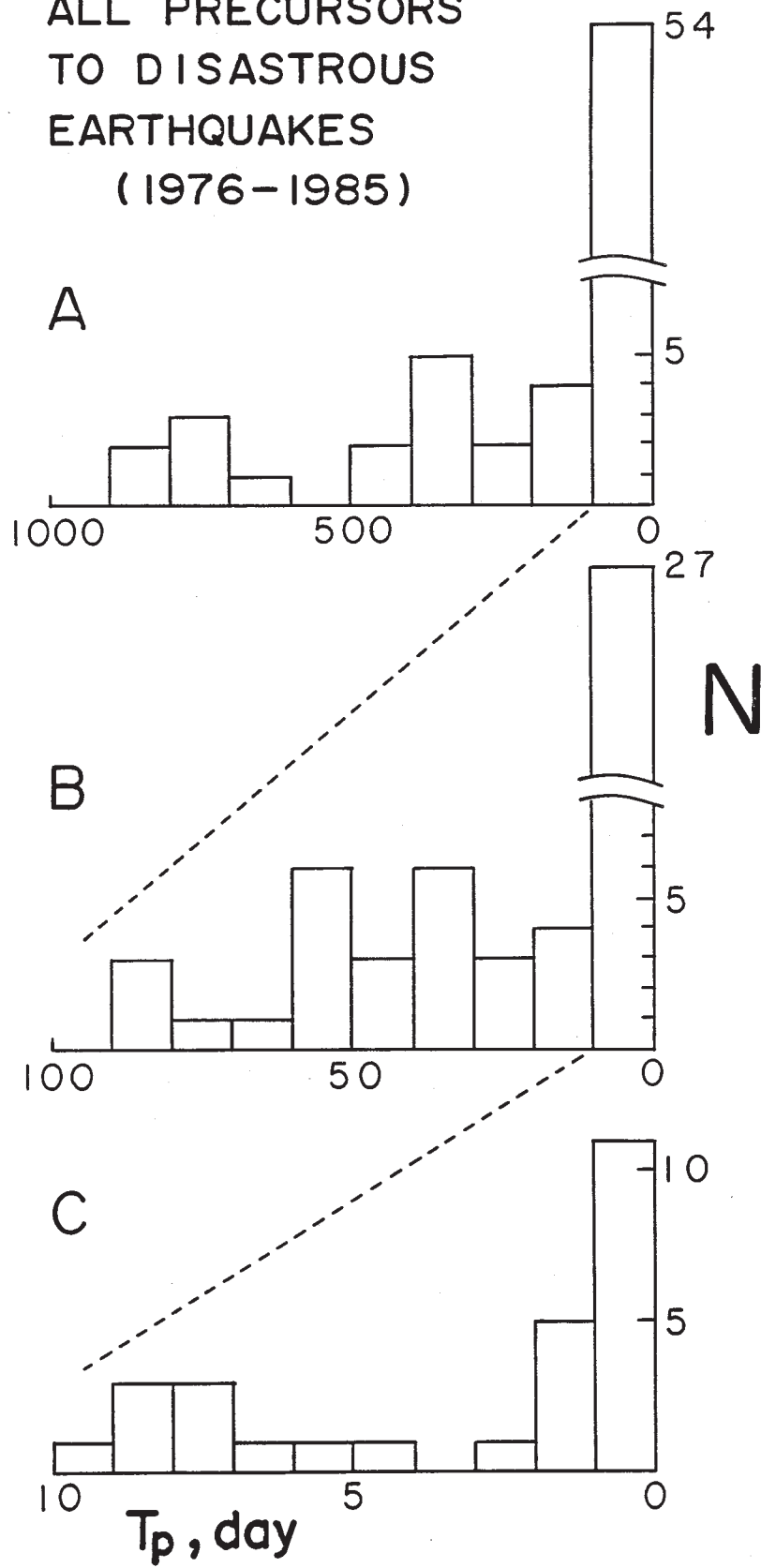


図1 被害地震の前兆現象の前兆期間  $T_p$  の頻度分布  $N$

Fig. 1 Frequency ( $N$ ) distribution of precursor time ( $T_p$ ) of precursory phenomena to the disastrous earthquakes.

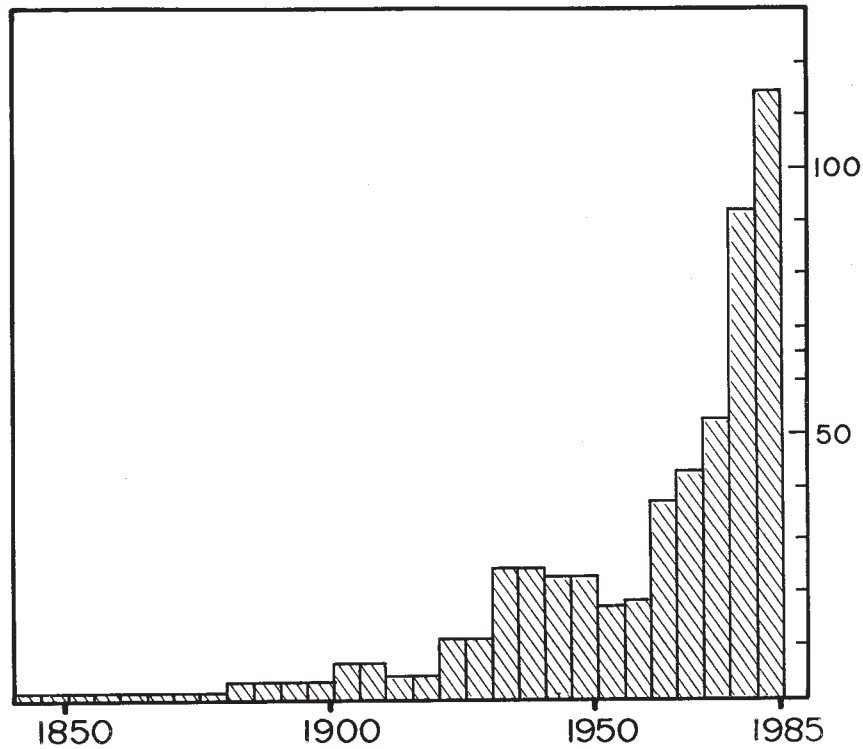


図2 5年ごとの地質学的前兆現象の数

Fig.2 Number of seismological, precursory phenomena reported every five years.

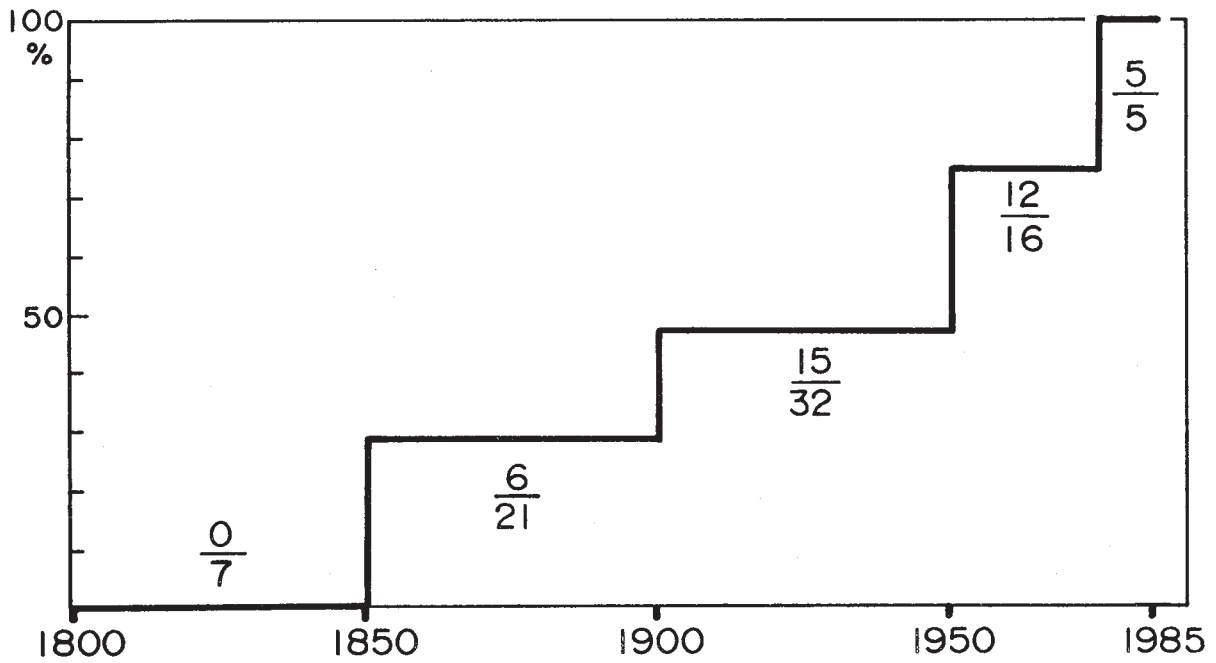


図3 M7以上の被害地震に対する地震学的前兆現象の捕捉率

分母: その期間の被害地震の数

分子: そのうち何らかの前兆があった地震の数

Fig.3 Detection capability of seismological, precursory phenomena to disastrous earthquakes with magnitude 7 or greater.

A denominator: the number of all the disastrous earthquakes in each period.

A numerator: the number of shocks out of them which accompanied, at least, one precursor.



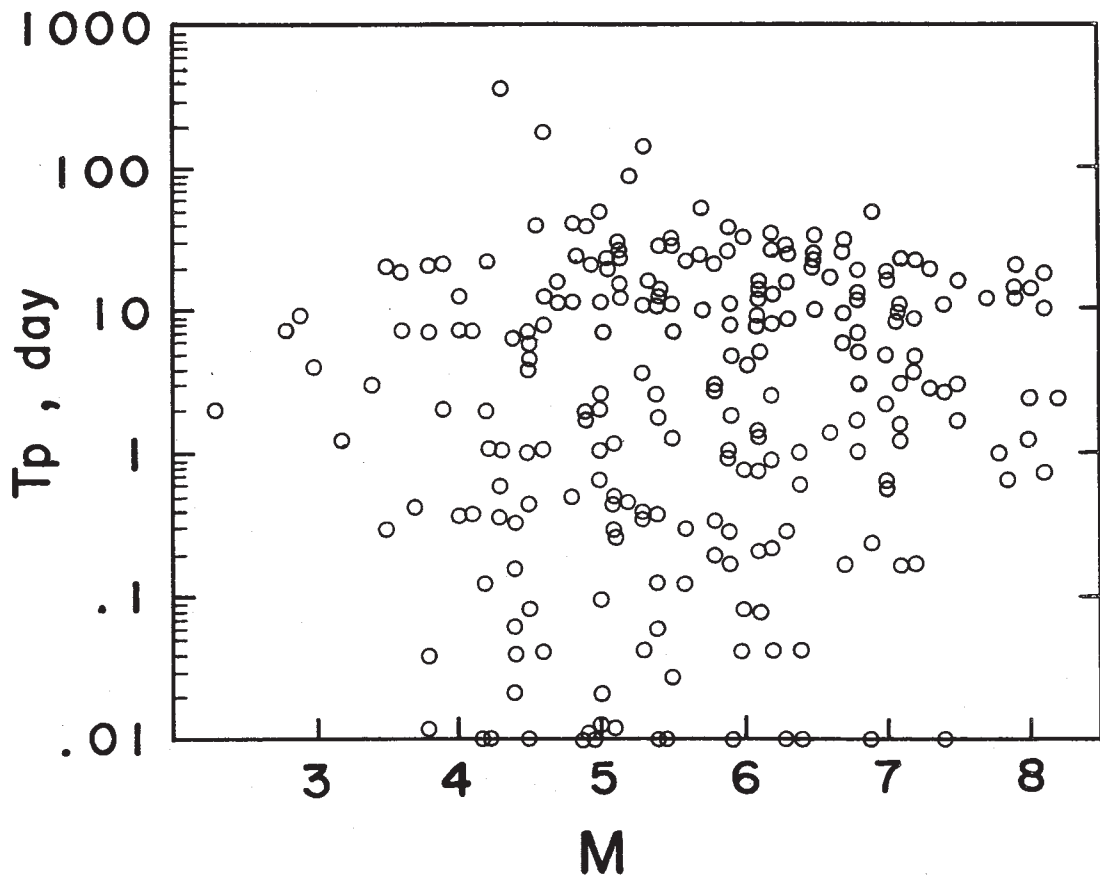


図4 前震の前兆期間  $T_p$  と本震の  $M$  の関係

Fig. 4 Precursor time ( $T_p$ ) of foreshocks vs. magnitude ( $M$ ) of the mainshock.

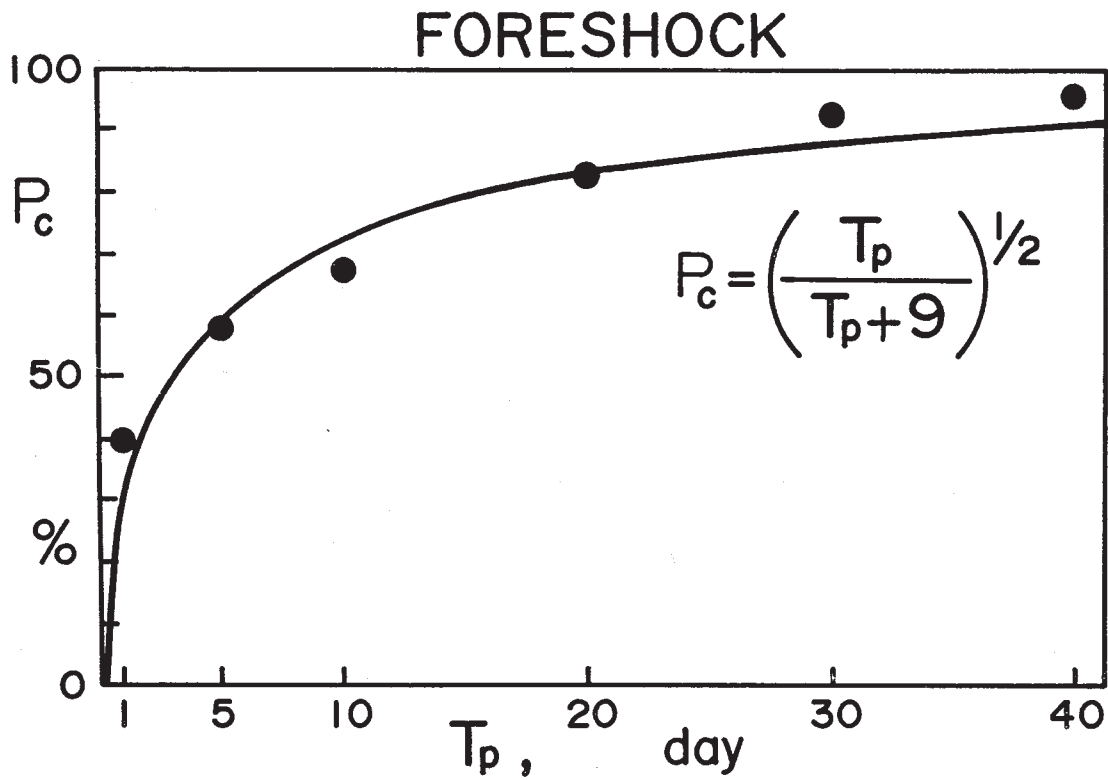


図5 前震の前兆期間  $T_p$  と積算頻度  $P_c$  の関係

黒丸は観測値，曲線は図中の経験式のグラフ

Fig. 5 Empirical formula of probability function ( $P_c$ ) and observed results (black circles).  $P_c$  is the probability of mainshock occurrence within  $T_p$  days after the commencement of foreshocks.



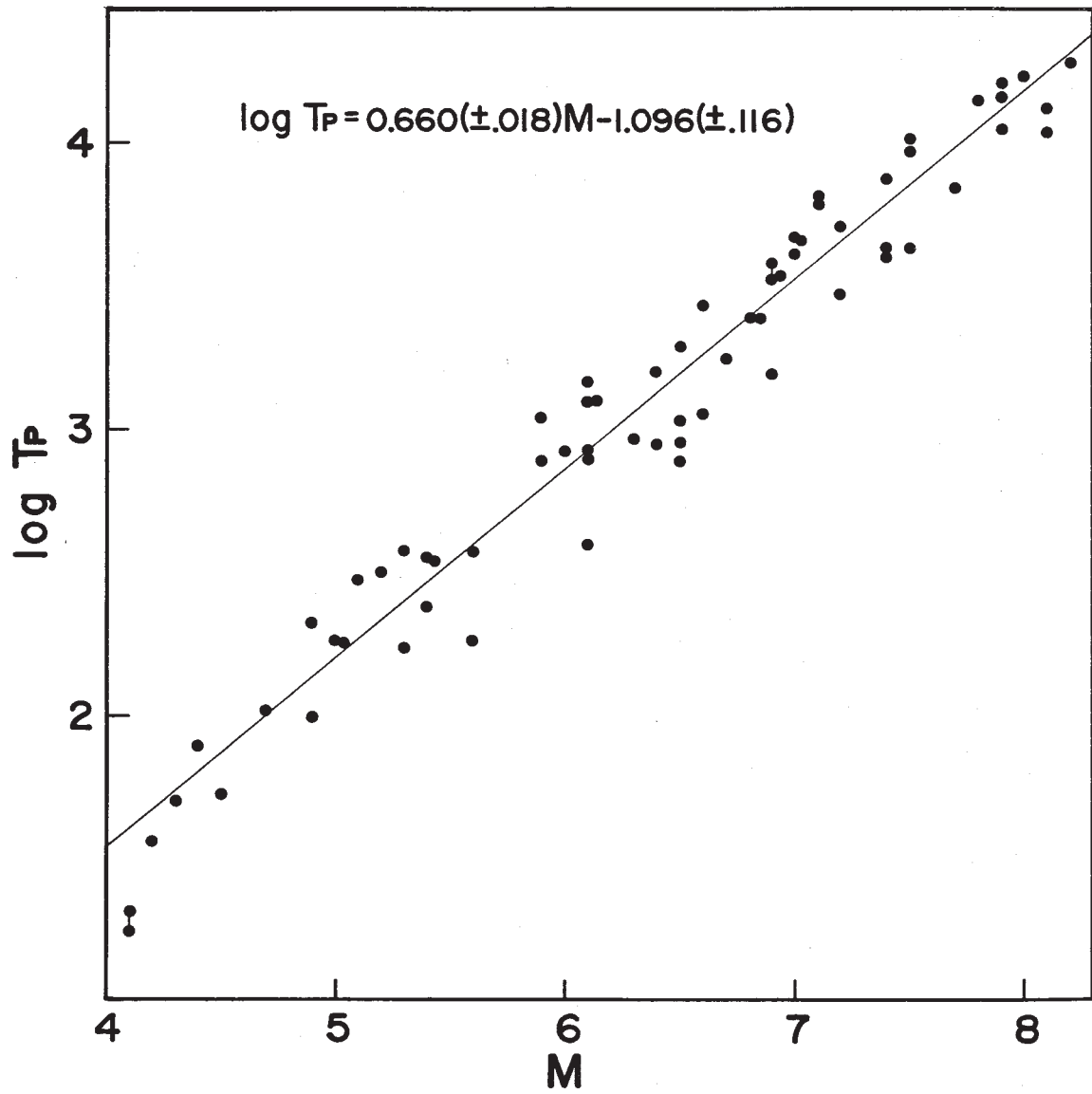


図6 異常地震活動の前兆期間  $T_p$  と本震の  $M$  の関係

Fig. 6 Logarithm of precursor time ( $T_p$ , day) of anomalous seismic activities vs. magnitude ( $M$ ) of the main-shock.