

日本および中国における地震の前兆地下水異常について

平賀士郎, 馮 絢敏*, 大木靖衛

神奈川県温泉地学研究所**

Comparative Study on Groundwater Anomalies as Precursor of Earthquakes in Japan and China

by

Shiro HIRAGA, Xuanmin FENG and Yasue OKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

The groundwater anomalies prior to destructive earthquakes have been accumulated in literature both in Japan and China. In spite of long history of the recognition of the groundwater anomalies, the scientific progress for the prediction of earthquakes based on these phenomena has been far from satisfactory except for some successful cases in China, because the systematic monitorings of groundwater now under operation in the earthquake countries have experienced a few earthquakes not enough to figure out the place, time and the magnitude of the earthquake.

We have reexamined the relation between the duration of groundwater anomalies prior to the main shock and the magnitude of earthquake in both countries with the following results,

$$\log t = 0.33 M - 0.65$$

where t is time in days and M is the magnitude of earthquake in the Richter scale. The relation between the maximum distance(d) of a monitoring well, in which anomaly is expected to appear, to the epicenter and the magnitude of earthquake is given

$$\log d = 0.3 M + 0.2$$

where d is distance in km. The precise observation on the groundwater levels carried by the Catfish Club in last nine years is inevitable to get the above relations especially in earthquakes less than 6 in magnitude. The above relations are available in both countries, Japan and China.

はじめに

日本および中国には古くから歴史地震に関する記録の収集がある(武者1941~1943, 1949, 宇佐美1979, 東京天文台1981)。これらの記録から地震の前兆現象の1つである地下水(温泉を含む)異常を

* 中国国家地震局廣東省地震局 神奈川県温泉地研客員研究員, 1984, 10-1985, 4

** 神奈川県足柄下郡箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉地学研究所報告 第16巻, 第4号, 29-40, 1985

選び出し、それに最近の資料を追加して調査を行った。

日本では1976年4月1日から発足した「なまずの会」がデジタル水位計、デジタル温度計などを用いて、地下水位や温泉の温度を精密に測定し、多数の前兆異常の資料を蓄積している。

中国では1966年邢台地震以来、精力的に地震予知研究を進め、1975年海城地震では長期、中期、短期、直前の予報を成功させた。前兆異常の観測では一般大衆による広い地域の地下水観測が重要な役割をはたしている（馮1982）。

この研究のために収集した地震の前兆地下水異常の例を表1（日本）、表2（中国）にまとめた。

地震前に地下水が変化した例

日本における地震前の地下水変化の例を表1に示した。宮部（1933）、脇田（1978）などから地震前兆地下水異常を選び出し、震源の緯度、経度、マグニチュードを宇佐美（1979）から求め、前兆の現れた地点の震央距離（Km）、前兆出現から地震発生までの日数（前兆日数）を算出した。震央距離および前兆日数は最大と最小値を示した。「なまずの会」水位観測班による地震前兆地下水異常は温地研報告、第9巻、第1号（観測日より、通巻第1号、1977）から温地研報告、第16巻、第2号、（観測日より、通巻第28号、1984）に掲載されたもののうち複数の観測井が異常を観測したものの34例を表1に収録した。震源の緯度、経度、マグニチュードは気象庁の地震月報および地震資料によった。中国における地震前の地下水変化の例を表2に示した。郭他（1974）、安徽省地震局（1979）、馮（1982）などから地震前兆地下水異常をあつめ、震源の緯度、経度、マグニチュードを中国強地震簡目（中国科学院地球物理研究所編、1976）から求め、表2に整理した。前兆の現れた地点から震源までの震央距離は主に中国強地震震中分布図（中国科学院地球物理研究所、1976）を用いて算出した。前兆日数は上記の論文を参照して最大と最小値を記入した。

前兆地下水異常が現れる範囲

地震前に地下水異常が現れる範囲は将来の震源を中心として、ほぼ何 Km の半径の円内になるのか。また、地震規模（マグニチュード M）の大小によって異常出現範囲が変化するのか。地域によって異常出現範囲が異なるのか。これらの問題については未解決な部分が多いが、大規模な地震になるほど大きな歪をたくわえる大きな体積の岩盤が必要となり、広範囲に異常が現れることが期待される。日本では「なまずの会」が9年間にわたる前兆地下水異常の観測結果から次のような規則性を見出した。「M7.0の地震では震央距離200Kmの範囲、M6.0の地震では震央距離100Km、M5.0の地震では震央距離50Km以内の観測井に前兆地下水異常が検出される。」

図1は日本における前兆地下水異常の例（表1）から地震規模別に地下水異常の出現地点の震央距離を図にしたものである。1751年～1952年の26例（黒丸）のうち1935年静岡地震の伊豆蓮台寺温泉の前兆水位異常以外はすべて目視観察によるものであるが、前述の「なまずの会」の規則性がそのまゝ

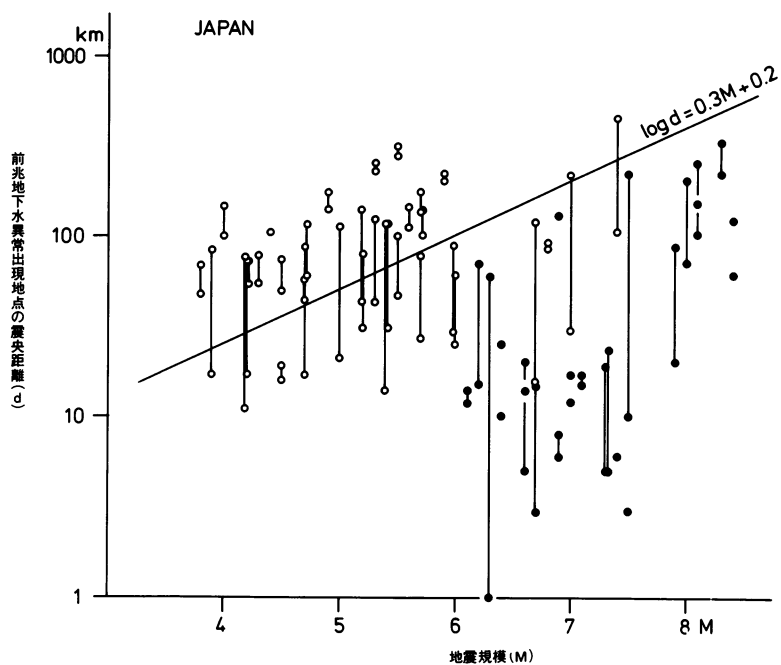


図1 日本における地震前兆地下水異常出現地点の震央距離 (dkm) と地震規模 (M) の関係 (白丸:なまずの会の資料による)

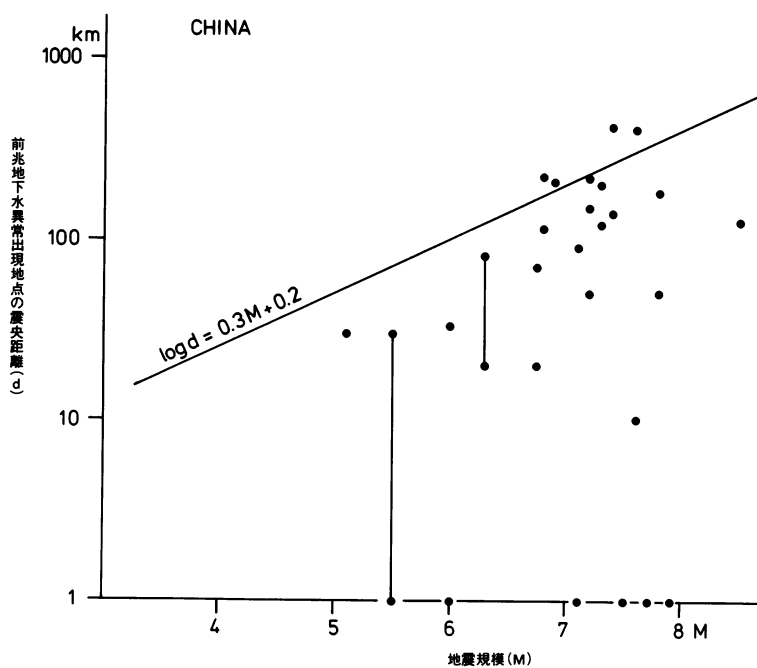


図2 中国における地震前兆地下水異常出現地点の震央距離 (dkm) と地震規模 (M) の関係

適用できることが図1からわかる。「なまずの会」の観測井ではデジタル水位計、デジタル温度計を用いて朝夕2回測定し、その精度は±1 mm, ±0.1℃である。このように測定計器を使用して精密な連続観測を行っている「なまずの会」の1977年～1984年の34例（白丸）は目視観察による例よりも、広い範囲で前兆地下水異常を検出している。図1からM6.0前後で段差があることがわかるが、これは「なまずの会」発足以来、南関東付近にM6.0以上の地震が少なく、海域に震央がある地震では震央付近に観測井がないと言う欠点があり資料が十分でないためである。

中国では地震前の地下水異常が出現するのは、多くはVI - VII度等震度線（日本の震度4～震度5以下に相当）の内側である。したがって地下水異常現象がかなり集中して出現する地域範囲にもとずけば、地震による破壊の範囲が判断でき、その範囲内に対しては防震・抗震措置をとることができる。馮（1982）は述べている。表2に示した中国における地震前の地下水異常33例から地震規模に対する地下水異常出現地点の震央距離の図2を作った。図2から中国においても日本の場合とほぼ同じような関係があることがわかった。図1、図2からこの震央距離（d）と地震規模（M）の近似式は

$$\log d = 0.3 M + 0.2 \quad \text{と書くことができる。}$$

日本（図1）と中国（図2）の前兆地下水異常が現れる範囲を比較した結果、次のことがわかった。

- (1)地震規模Mと前兆地下水異常出現地点の震央距離との間の関係はほぼ同じである。
- (2)M7.0～M8.0の地震の前兆地下水異常は日本より中国の例の方がより遠い震央距離で現れている。
- (3)M6.0以下の地震の前兆地下水異常は日本の方が多く観測されている。
- (4)日本の大地震は海域に多く、したがって大地震の震央付近の前兆地下水異常の例が少ない。

前兆地下水異常の出現時期

地震予知の三要素の一つである地震発生時期の予知には、今までに観測された前兆異常例の出現時期について十分な解析が必要である。力武（1979）は日本および諸外国の地球科学的な前兆異常例をあつめ、前兆の出現時期（T,単位は日数）と本震マグニチュード（M）との関係を調査し、次のようにまとめている。

「第1種先行現象: $\log T$ がMに比例し、 $\log T = 0.60M - 1.01$ の近似式が成り立つ。M8の地震で17年前後、M7の地震で4年前後、M6の地震で1～2年、M5の地震で数か月間の先行現象が観測される。

第2種先行現象: TがMに無関係で $T = 0.1$ 、つまり地震の大小にかかわらず先行現象の先行時間の平均値は2.4時間である。」

上記の調査に含まれる主な前兆異常例は地殻変動と前震活動によるものであり、前兆地下水異常の例は1例（第2種）であった。

中国における前兆地下水異常の出現時期について馮（1982）は次のように述べている。「一般的には大地震発生前10余日であるが、2～3か月のこともある。M7以上の大地震の場合には地下水異常が

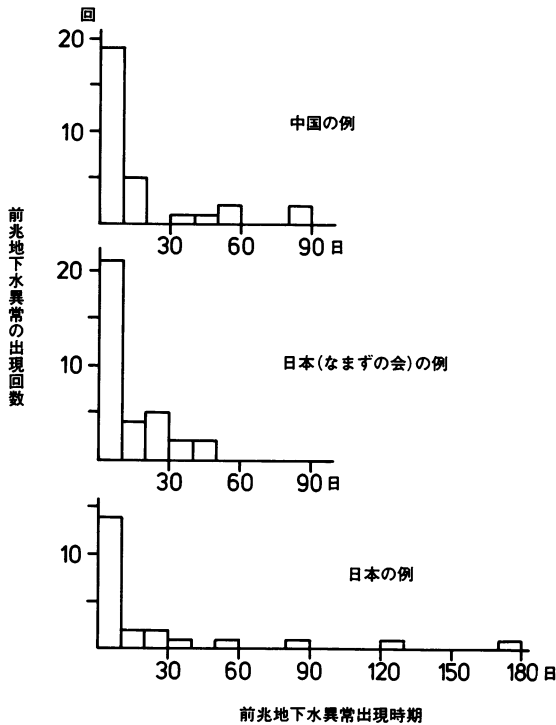


図3 日本および中国における前兆地下水異常の出現時期
(10日毎)

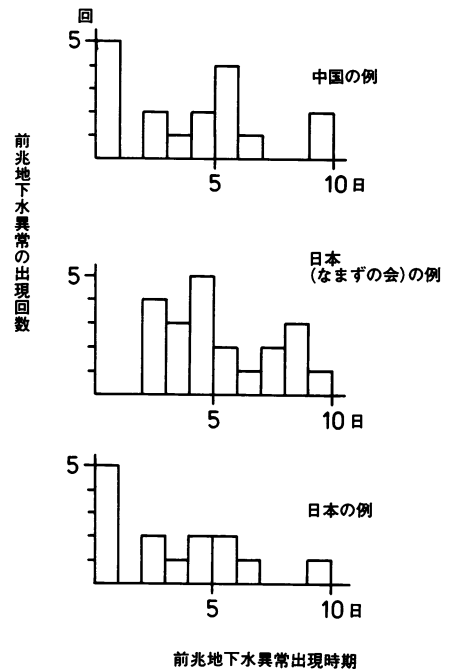


図4 日本および中国における前兆地下水異常の出現時期 (10日以内, 1日毎)

早くあらわれ、とくに早いものでは地震前3か月であるが、M7以下の強震では地下水異常がもっとも早い場合でも20日前からである。しかしいずれの場合も地震前10日以内にならないと地下水異常現象は明瞭ならず、地震による異常と判断し難い。さらに地震に直面した3~5日前になれば、地下水異常は拮って、しかも顕著になり、その異常量もいちじるしく大きくなる。」

筆者らは表1、表2から日本および中国における前兆地下水異常の出現時期(単位は10日)のヒストグラムを作った(図3)。日本(1751~1952)の23例、「なまずの会」水位観測班(1977~1984)の34例、中国(1556~1979)の30例を図3からみると、いずれの場合でも10日以内の前兆出現時期が半数以上をしめている。図4に10日以内の前兆出現時期(単位は日数)を示した。日本および中国の例では1日以内が多いが、特に目立つ特徴はない。図3、図4から中国の場合と同じように日本の前兆地下水異常出現時期も10日以内が多いことがわかった。

次に表1、表2から前兆地下水異常の出現時期(t , 単位は日数)と本震のマグニチュード(M)の関係をしらべてみる。図5、図6は日本および中国における(t)と(M)のグラフである。日本の場合は黒丸が1751~1952年の記録であり、白丸が「なまずの会」水位観測班による1977~1984年の記録である。両図とも大地震になるほど、前兆地下水異常の出現時期が長くなっている。

中国の前兆地下水異常の出現時期は早期のものと、明瞭な異常が発生する時期(直前)にはっきり区別のつくものが多い。しかし、日本の場合はこの区別は明確ではない。図5、図6では同一の地震

の前兆が二つ以上記録されている場合はその最大日数と最小日数を直線でつないだ。最小日数は地震規模が大きくなっても、これに無関係で1～10日に集中している。一方、最大日数の方は地震規模が大きくなると、日数が長くなっている。日本および中国ともこの傾向は同じで、一般的に前兆地下水異常の出現時期はM 8の地震で100日前、M 7の地震で40～50日前、M 6の地震で20日前、M 5の地震で10日前程度と言うことが出来よう。この関係を表わす近似式は次のようになる。

$$\log t = 0.33M - 0.65$$

前兆地下水異常の時間的变化

中国の前兆地下水異常は周囲の地域から震央域に向って次第に集中していく特徴が知られている。中国のいくつかの大地震の例では、先づ2～3か月前から広範囲に前兆地下水異常が現れる。この前兆出現地域はドーナツのように、これから地震が発生する震央域をとりまいている。そして前兆地下水異常は次第に震央域に集中していく。一般的には地震の10日ばかり前に地下水異常が震央域に現れ、烈震の場合には3～5日前から明瞭な地下水異常が現れてくる。したがって中国では、地下水異常が四方から次第に中心部に向かって発展する状況をとらえて震央の位置と地震の発生時間を予知することに役立っている（馮1982）。

日本では前兆地下水異常が時間的に変化した例は少なく、明確な特徴はわからない。しかし、次に述べる二、三の例は震央域から前兆地下水異常が現れ、次第に地下水異常が外側に拡っていきようにみえる。

1923年9月1日関東大地震 M7.9の前兆地下水異常は震央距離35kmの山中湖から始まった。山中湖は1923年の5、6月ごろ（地震の約90日前）から混濁し、次に震央距離20kmの熱海大湯の間欠泉が地震の65日前から活発になった。そして約30日前に震央距離60kmの品川の井水が濁れ、1週間前に震央距離40km、三浦郡衣笠村の井水に激増、混濁、激減の変化が現れた。地震の2、3日前になって震央距離85kmの静岡市内の井水が濁り、地震前日には65日前から活発に噴出していた大湯間欠泉が、さらに激しく噴出し付近の人々をびっくりさせた（平賀1981）。

1930年11月26日北伊豆地震 M7.0の前兆地下水異常は修善寺温泉（震央距離17km）に1か月前から現れた。藤原咲平（1930）は踏査報告で次のように記述している。「野田屋旅館主人の談によれば当温泉の水量は地震前1か月間位は減じ前震初まるや次第に増し大地震と共に激増した。亦25日午後5時頃より11時頃迄激しき地鳴を南東方向に聞いたと。」震央付近の修善寺では約1か月前から前兆が現れ、地震が近づくにしたがって前兆も明瞭になった。

1978年1月14日伊豆大島近海地震 M7.0では「なまずの会」の熱海市消防署、南熱海出張所（網代、震央距離34km）の地下水位観測値に12月7日、地震発生の38日前から前兆水位異常が現れ、33日前頃から震央距離37kmの修善寺温泉の桂谷源泉の水位が上昇をはじめた。そして、14日前からは伊東の宇佐美温泉（震央距離30km）の温度が上昇した。この3か所だけの前兆水位異常がしばらく続

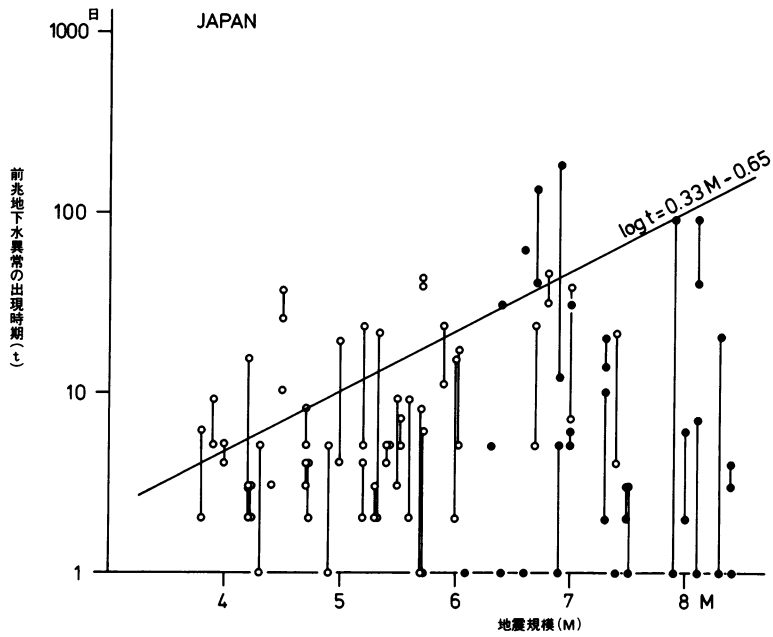


図5 日本における地震前兆地下水異常の出現時期 (t,日) と地震規模 (M) の関係 (白丸: なまずの会の資料による)

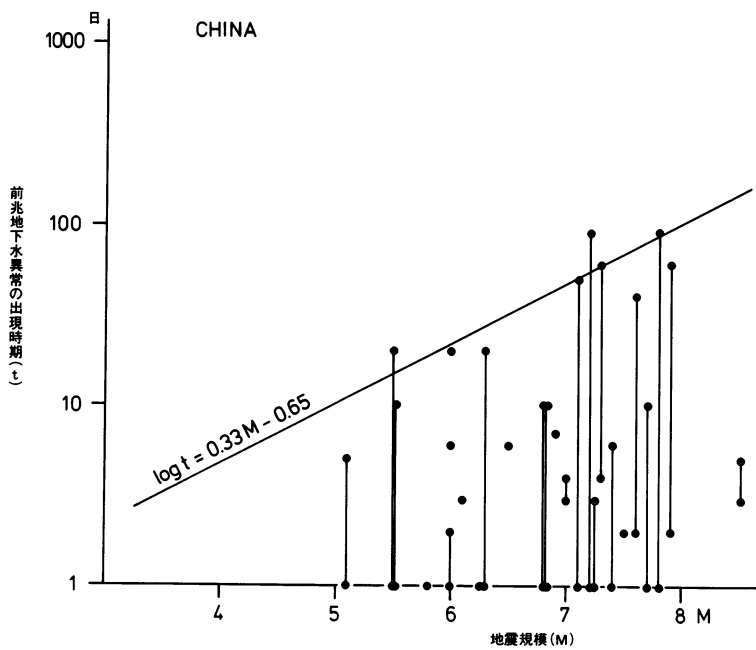


図6 中国における地震前兆地下水異常の出現時期 (t,日) と地震規模 (M) の関係

き、地震発生の6～7日前になって27か所にのぼる多くの前兆異常が震央距離60～220kmの範囲に現れた（なまずの会水位観測班 1978a）。

1978年6月12日宮城県地震 M7.4では5月26日東京湾北部地震 M4.2があり南関東の「なまずの会」のデジタル水位計による前兆地下水異常観測値は両者の地震を分離するだけの分解能がなく、前兆地下水異常の時間的変化を求めることは困難であった。しかし東京湾北部地震に無関係と考えられる次の5観測井の地下水位を比較すると宮城県沖地震の前兆地下水異常の時間的変化を知ることが出来る。宮城県内の3観測井（震央距離103～112km）には地震発生21～17日前に前兆地下水異常が観測され、東京都の高寺観測井（震央距離353km）は10～11日前の異常観測が記録されている。そして大和市の原観測井（震央距離384km）では地震発生前日に水位異常を観測した（なまずの会水位観測班1978b）。

以上の前兆現象の例からみると日本の前兆地下水異常の時間的変化は中国とは逆で、震央域に真先に前兆が現れ、地震発生の直前に震央域の前兆も明瞭になると同時に震央域の外周に前兆が現れるようである。この前兆地下水異常の時間的変化を応用すれば地震の発生場所、発生時を推定する有力な資料となろう。

まとめ

日本および中国における前兆地下水異常の事例をあつめて調査した結果、次のようなことがわかった。

(1)前兆地下水異常が現れる範囲は日本と中国ともほぼ同じ程度で地震の規模（M）が大きくなると異常が現れる範囲が大きくなる。観測井の分布、震源の位置などで差があるが近似的に前兆地下水異常が現れる地点までの最大震央距離（dkm）と本震マグニチュード（M）の関係は

$$\log d = 0.3M + 0.2 \quad \text{である。}$$

(2)前兆地下水異常の出現時期（t,日数）の最大値と本震マグニチュード（M）の関係は日本と中国ともほぼ同じ程度で近似的に

$$\log t = 0.33M - 0.65 \quad \text{で表わすことができる。}$$

(3)前兆地下水異常の時間的変化の経過は日本と中国では反対のようである。日本の前兆地下水異常は本震の発生する地点から外へ拡がり、中国では外周部から本震の発生する地点に前兆地下水異常が集中して来る例が多い。日本の前兆地下水異常の時間的変化の例が少なく、今後の前兆観測資料の蓄積が必要である。

以上の前兆地下水異常の特徴を利用すれば地震予知の三要素である、いつ、どこで、どの程度の大きさの地震がおこると言う予測に十分役立つであろう。

謝辞

日本における最近の前兆地下水異常の資料を提供していただいた「なまずの会」水位観測班の皆様
に厚くお礼申し上げます。年中無休で毎日2回以上の精密観測のためデジタル水位計、デジタル温度
計、雨量計、気圧計などの計測をし、データの整理、データの通報を9年間も続けている皆様の努力
に深く敬意を表します。

「なまずの会」の高見沢薫氏には中国語の翻訳と通訳で大変お世話になりました。

筆者の一人、馮絢敏に日本留学の機会を与えられた東海大学、松前国際友好財団に深く感謝します。

参考文献

- 安徽省地震局 (1979) 宏観異常と地震, 力武常次監修・杉充胤訳, 1-213, 共立出版.
- 中国科学院地球物理研究所(1976)中国強地震簡目, 1-29.
- 中国科学院地球物理研究所 (1976) 中国強地震震中分布図.
- 馮学才 (1982) 我国大地震前地下水異常特徴及其物理機制, 地震地質, 4. (高橋博訳・岸本文男監訳, 中国における大
地震前の地下水異常, 地質ニュース通巻348号, 16-29, 1983).
- 平賀士郎 (1981) 地震前兆現象としての温泉・地下水異常記録, 温地研報告第12巻 (観測だより14) 144-146, 温地研
報告, 第13巻 (観測だより16) 52-53.
- 藤原咲平 (1930) 北伊豆地震踏査報告, 驗震時報, 4, 335-350.
- 郭増建, 秦保燕, 馮学才 (1974) 震源孕育模式, 地理物理学報, 第17巻, 99-105.
- 宮部直己 (1933) 地震に伴へる地下水の異状に就て, 地震, 1, 627-664.
- 武者金吉 (1941-1943) 増訂・大日本地震史料, 第1巻~第3巻, 文部省震災予防評議会.
- 武者金吉 (1949) 日本地震史料, 毎日新聞社.
- なまずの会水位観測班 (1978a) 伊豆大島近海地震の前兆水位変化, 温地研報告, 第9巻 (観測だより4) 2-55.
- なまずの会水位観測班 (1978b) 宮城県沖地震 (M=7.4) と水位異常, 温地研報告, 第10巻 (観測だより5) 2-43.
- 力武常次 (1979) 地震予報・警報論, 1-371, 学会出版センター.
- 東京天文台 (1981) 理科年表, 昭和57年版, 日本付近の被害地震年代表, 780-808, 中国大地震年代表, 814-850, 丸
善.
- 宇佐美龍夫 (1979) 資料・日本被害地震総覧, 1-335, 東京大学出版会.
- 脇田宏 (1978) 地下水の水位・化学組成変化, 地震予知の方法, 146-166, 東京大学出版会.

表1-1 (日本) 地震前に地下水が変化した例

| | 地震発生日 | 震源地 | 北緯 | 東経 | M | 地下水異常出現範囲 | 地下水異常出現時期 |
|----|--------------|----------------|-------|--------|------------|-----------|-----------|
| | 年 月 日 | | ° | ° | | km | 日 |
| 1 | 1751. 5. 20 | 越後・越中 (高田地震) | 37.1 | 138.1 | 6.6 | 14 | 1 |
| 2 | 1804. 7. 10 | 羽前・羽後 (象潟地震) | 39.05 | 139.95 | 7.1 | 15~17 | — |
| 3 | 1810. 9. 25 | 羽 後 (男鹿半島地震) | 39.9 | 139.9 | 6.6 | 5~20 | 60 |
| 4 | 1828. 12. 18 | 越 後 (越後三條地震) | 37.6 | 138.9 | 6.9 | — | 12~180 |
| 5 | 1854. 12. 24 | 南 海 (安政南海地震) | 33.0 | 135.0 | 8.4 | 120 | 1 |
| 6 | 1855. 11. 11 | 江 戸 (安政江戸地震) | 35.65 | 139.8 | 6.9 | 6~8 | 0.6~5 |
| 7 | 1891. 10. 28 | 愛知・岐阜 (濃尾地震) | 35.6 | 136.6 | 8.4 | 60 | 3~4 |
| 8 | 1893. 9. 7 | 鹿児島県知覧村付近 | 31.4 | 130.5 | 6.4 | 25 | 30 |
| 9 | 1894. 6. 20 | 東京湾北部 | 35.7 | 139.9 | 7.5 | 3 | 2~3 |
| 10 | 1894. 10. 22 | 庄内平野 (庄内地震) | 38.9 | 139.8 | 7.3 | 5~19 | 14~20 |
| 11 | 1923. 9. 1 | 関東南部 (関東地震) | 35.4 | 139.2 | 7.9 | 20~85 | 1~90 |
| 12 | 1925. 5. 23 | 北 但 馬 (北但馬地震) | 35.7 | 134.8 | 7.0 | 12 | 数日前 |
| 13 | 1927. 3. 7 | 京都府北西部 (北丹後地震) | 35.6 | 135.1 | 7.5 | 10~220 | 1~3 |
| 14 | 1927. 8. 9 | 宮城県沖 | 38.0 | 142.0 | 6.9 | 130 | — |
| 15 | 1930. 11. 26 | 伊豆北部 (北伊豆地震) | 35.1 | 139.0 | 7.0 | 17 | 30 |
| 16 | 1933. 3. 3 | 三 陸 沖 (三陸地震) | 39.1 | 144.7 | 8.3 | 250~330 | 1~20 |
| 17 | 1935. 7. 11 | 静岡市付近 (静岡地震) | 35.0 | 138.4 | 6.3 | 1~60 | 5 |
| 18 | 1936. 2. 21 | 大和・河内 (河内大和地震) | 34.5 | 135.7 | 6.4 | 10 | (直前) |
| 19 | 1941. 7. 15 | 長野市付近 (長野地震) | 36.7 | 138.3 | 6.2 | 15~70 | — |
| 20 | 1943. 3. 4~5 | 鳥取沖 | 35.6 | 134.2 | 6.1 6.1 | 12~14 | 0.02~1 |
| 21 | 1943. 9. 10 | 鳥取付近 (鳥取地震) | 35.5 | 134.2 | 7.4 | 6 | 1 |
| 22 | 1944. 12. 7 | 東 南 海 (東南海地震) | 33.7 | 136.2 | 8.0 | 70~200 | 2~6 |
| 23 | 1946. 12. 21 | 南 海 (南海地震) | 33.0 | 135.6 | 8.1 | 100~250 | 1~7 |
| 24 | 1948. 6. 28 | 福井平野 (福井地震) | 36.1 | 136.2 | 7.3 | 5~23 | 2~10 |
| 25 | 1949. 12. 26 | 今市地方 (今市地震) | 36.7 | 139.7 | 6.7 | 3~15 | 40~130 |
| 26 | 1952. 3. 4 | 十 勝 沖 (十勝沖地震) | 42.15 | 143.85 | 8.1 | 150 | 40~90 |

表1-2 (日本) 地震前に地下水が変化した例 (なまずの会 水位観測班による)

| | 地震発生日 | 震源地 | 北緯 | 東経 | M | 地下水異常出現範囲 | 地下水異常出現時期 |
|----|--------------|----------|-------|--------|-----|-----------|-----------|
| | 年 月 日 | | ° , | ° , | | km | 日 |
| 1 | 1977. 6. 16 | 茨城県南西部 | 36.05 | 139.51 | 4.4 | 105 | 3 |
| 2 | 1977. 8. 7 | 千葉県東方沖 | 35.26 | 140.51 | 4.7 | 59~114 | 3~4 |
| 3 | 1977. 9. 5 | 八丈島近海 | 33.28 | 140.42 | 5.3 | 235~253 | 2~3 |
| 4 | 1977. 10. 5 | 茨城県南西部 | 36.08 | 139.52 | 5.4 | 31~117 | 5 |
| 5 | 1978. 1. 14 | 伊豆大島近海 | 34.46 | 139.15 | 7.0 | 30~215 | 7~38 |
| 6 | 1978. 3. 20 | 茨城県南西部 | 36.05 | 139.53 | 5.5 | 47~99 | 3~9 |
| 7 | 1978. 6. 12 | 宮城県沖 | 38.09 | 142.10 | 7.4 | 103~446 | 4~21 |
| 8 | 1978. 8. 13 | 東京湾北部 | 35.38 | 140.03 | 4.7 | 17~87 | 5~8 |
| 9 | 1978. 12. 3 | 伊東沖 | 34.53 | 139.11 | 5.4 | 14~116 | 4~5 |
| 10 | 1978. 12. 28 | 東京・埼玉県境 | 35.47 | 139.29 | 4.2 | 17~71 | 3~15 |
| 11 | 1979. 3. 11 | 福島県沖 | 37.17 | 141.43 | 5.5 | 282~316 | 5~7 |
| 12 | 1979. 3. 20 | 茨城県南西部 | 36.09 | 140.03 | 3.8 | 48~69 | 2~6 |
| 13 | 1979. 5. 5 | 東京都西部 | 35.48 | 139.11 | 4.7 | 43~57 | 2~4 |
| 14 | 1979. 5. 21 | 茨城県沖 | 35.54 | 140.31 | 5.2 | 43~139 | 2~4 |
| 15 | 1979. 5. 23 | 静岡付近 | 34.59 | 138.29 | 4.3 | 55~76 | 1~5 |
| 16 | 1979. 6. 22 | 東京都西部 | 35.47 | 139.09 | 3.9 | 17~83 | 5~9 |
| 17 | 1979. 8. 12 | 房総半島南東沖 | 34.35 | 140.23 | 5.7 | 101~140 | 1~8 |
| 18 | 1979. 12. 15 | 千葉県中部 | 35.31 | 140.22 | 4.2 | 54~69 | 2~3 |
| 19 | 1979. 12. 19 | 茨城県沖 | 36.26 | 141.11 | 4.9 | 140~175 | 1~5 |
| 20 | 1980. 1. 25 | 関東北部 | 36.32 | 139.52 | 4.0 | 102~146 | 4~5 |
| 21 | 1980. 2. 4 | 東京湾 | 35.32 | 140.08 | 4.2 | 11~76 | 2~3 |
| 22 | 1980. 3. 12 | 房総半島南東沖 | 34.57 | 140.31 | 5.6 | 112~143 | 2~9 |
| 23 | 1980. 5. 8 | 房総半島南東沖 | 34.31 | 140.27 | 5.7 | 132~173 | 1~6 |
| 24 | 1980. 6. 29 | 伊豆半島東方沖 | 34.55 | 139.14 | 6.7 | 15~118 | 5~23 |
| 25 | 1981. 1. 28 | 茨城県南西部 | 36.10 | 139.51 | 5.0 | 21~112 | 4~19 |
| 26 | 1983. 1. 20 | 伊東沖 | 34.54 | 139.13 | 4.5 | 48~74 | 10 |
| 27 | 1983. 2. 27 | 茨城県南部 | 35.56 | 140.09 | 6.0 | 29~87 | 2~15 |
| 28 | 1983. 3. 16 | 静岡県西部 | 34.47 | 137.37 | 5.7 | 27~77 | 38~43 |
| 29 | 1983. 8. 8 | 神奈川・山梨県境 | 35.31 | 139.02 | 6.0 | 58~60 | 5~17 |
| 30 | 1983. 12. 30 | 千葉県北部沿岸 | 35.41 | 140.45 | 5.3 | 43~122 | 2~21 |
| 31 | 1984. 1. 18 | 茨城県沖 | 36.27 | 141.16 | 5.9 | 198~219 | 11~23 |
| 32 | 1984. 2. 14 | 神奈川・山梨県境 | 35.35 | 139.06 | 5.2 | 31~79 | 5~23 |
| 33 | 1984. 9. 5 | 伊東沖 | 34.56 | 139.15 | 4.5 | 16~19 | 25~36 |
| 34 | 1984. 9. 14 | 長野県西部 | 35.49 | 137.34 | 6.8 | 85~91 | 31~45 |

表2〔中国〕 地震前に地下水が変化した例

| | 地震発生日 | 震源地 | 北緯 | 東経 | M | 地下水異常出現範囲 | 地下水異常出現時期 |
|----|--------------|----------------------|--------|---------|-----|-----------|-----------|
| | 年 月 日 | | ° | ° | | km | 日 |
| 1 | 1556. 1. 23 | 陝西華県 | 34.5 | 109.7 | 8 | --- | --- |
| 2 | 1668. 7. 25 | 山東鄒城, 莒県間 | 35.3 | 118.6 | 8½ | --- | --- |
| 3 | 1830. 6. 12 | 河北磁県西 | 36.4 | 114.2 | 7½ | --- | --- |
| 4 | 1856. 6. 10 | 湖北省咸豊県与 四川省黔江県交界处 | --- | --- | 6 | --- | 数日前 |
| 5 | 1906. 3. 17 | 台湾嘉義 | 23.5 | 120.5 | 6¾ | 20~70 | --- |
| 6 | 1913. 12. 21 | 雲南峨山 | 24°09' | 120°27' | 6½ | --- | (30分前) |
| 7 | 1917. 7. 31 | 雲南大関の北 | 28.0 | 104.0 | 6½ | --- | 数日前 |
| 8 | 1920. 12. 16 | 寧夏海原 | 36.5 | 105.7 | 8½ | 0~125 | 3~5 |
| 9 | 1929. 1. 14 | 内モンゴ呼和浩特西 華克齊付近 | 40.7 | 111.3 | 6 | 0 | 1~2 |
| 10 | 1935. 4. 21 | 台湾台中新竹間 | 24.5 | 120.8 | 7 | --- | 0.6 |
| 11 | 1935. 5. 5 | 台湾苗栗付近 | 24.5 | 120.8 | 6 | --- | 0.6 |
| 12 | 1937. 8. 1 | 山東荷沢付近 | 35.2 | 115.3 | 7 | --- | 3~4 |
| 13 | 1945. 9. 23 | 河北滹県付近 | 39.7 | 118.7 | 6¼ | --- | 1 |
| 14 | 1955. 4. 14 | 四川康定折多塘一带 | 30.0 | 101.8 | 7½ | 0 | 2 |
| 15 | 1961. 6. 12 | 雲南省騰冲 | --- | --- | 5.8 | --- | 1 |
| 16 | 1966. 3. 8 | 河北隆堯東 | 37°21' | 114°55' | 6.8 | 0~115 | 1~10日余 |
| 17 | 1966. 3. 22 | 河北寧晋東南 | 37°32' | 115°03' | 7.2 | 0~150 | 1~3 |
| 18 | 1969. 7. 18 | 渤海 | 38.2 | 119.4 | 7.4 | 140~420 | 1~6 |
| 19 | 1970. 1. 5 | 雲南通海 | 24°00' | 102°07' | 7.7 | 0 | 1~10日余 |
| 20 | 1970. 12. 3 | 寧夏自治区西吉 | --- | --- | 5.1 | 0~30 | 1~5 |
| 21 | 1971. 3. 24 | 新疆烏什北 | 41°27' | 79°16' | 6.1 | --- | 3 |
| 22 | 1971. 3. 24 | 青海都蘭南 | 35°27' | 98°00' | 6.8 | 220 | 0.5~10日余 |
| 23 | 1973. 2. 6 | 四川爐霍 | 31.4 | 100.6 | 7.9 | 0 | 2~60 |
| 24 | 1974. 4. 22 | 江蘇溧陽 | --- | --- | 5.5 | 0~30 | 1~20 |
| 25 | 1974. 5. 11 | 雲南永善, 大関一带 | 28.2 | 103.9 | 7.1 | 0~90 | 1~50 |
| 26 | 1975. 1. 12 | 雲南楚雄 | --- | --- | 5.5 | 0 | 1~10日余 |
| 27 | 1975. 2. 4 | 遼寧海城 | 40°39' | 122°48' | 7.3 | 120~200 | 4~60 |
| 28 | 1976. 4. 6 | 内モン古和林格爾 | 40.1 | 112.1 | 6.3 | 20~80 | 1~20 |
| 29 | 1976. 5. 29 | 雲南瀘西 | 24°33' | 98°45' | 7.6 | 10~400 | 2~40 |
| 30 | 1976. 7. 28 | 河北唐山 | 39.6 | 118.2 | 7.8 | 50~180 | 1~90 |
| 31 | 1976. 8. 16 | 四川松潘 | 32.7 | 104.2 | 7.2 | 50~220 | 1~90 |
| 32 | 1976. 11. 7 | 雲南塩源 | --- | --- | 6.9 | 210 | 7 |
| 33 | 1979. 7. 9 | 江蘇溧陽 | --- | --- | 6.0 | 0~33 | 20 |