

地 震 予 知 に つ い て

大阪工業大学々長 理学博士 佐々憲三

1. 序

昭和3年に京都大学が阿蘇山に火山研究所を創設するにあたり、その開設の仕事と研究をまかされた。そこで私は計器による観測事実を積み上げて火山の爆発機構を研究してやろうと考えた。幸い昭和5年9月の小爆発と7, 8年の大爆発に恵まれて、火山爆発の予知に対して、施設さえ整備すれば、阿蘇火山の爆発警報を自信をもって出せるまでになった。

火山爆発予知と地震予知との違いは、前者は場所が決定しているが、後者は場所がわからないから観測計器を整えても、前駆現象をとらえることが困難であるというだけのことである。

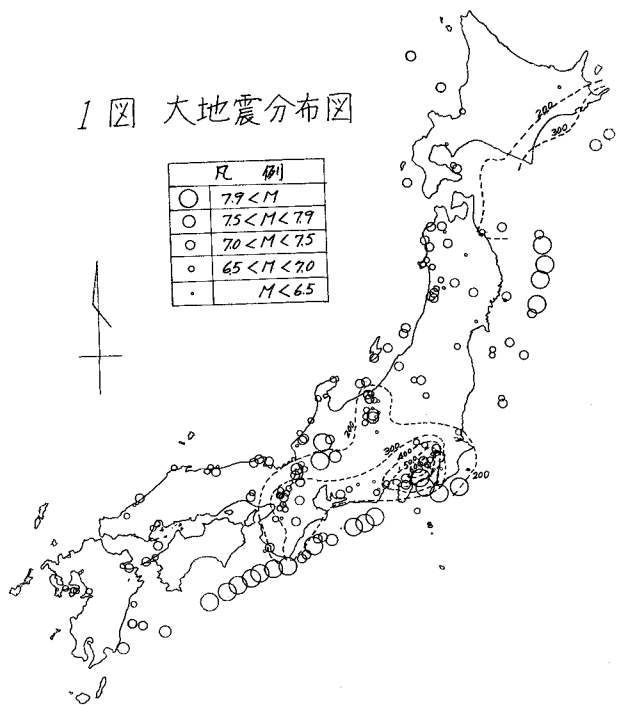
2. 地震の巣

第1図は西暦559年から1948年までに日本国内で起こった253の大地震の震央に地震規模の大きさによって円の大きさを変えて書いたものである。全国一様に地震が起こっているのではなく、特定の場所に集まっており、しかも場所によって起こる地震の大きさまで、きまっているかのようである。これを地震の巣と呼んでいる。そのうえ同じ地震の巣でおこる地震は大体似よった大きさのものが繰り返し起こっているようである。

第2図(a)に東南海沖, (b)に京都大和地区の地震の大きさ、起こった時を图示しておいた。

昔の地震のエネルギーは被害資料から推定できる。

1885年から1963年までの79年間に日本中で起こったM. 6.0以上の地震のエ



エネルギーをつぎつぎに

加え合せた積算値を図

にしたのが第3図であ

る。大体1年あたり

2×10^{23} エルグ

を放出しつづけている

ことになる。こんな図

を京都大和地域につい

て作ればジグザグは著

しいが似たような1年当りの放出エネルギーが出せる。

もちろん日本全国に較べればずっと小さい量になるが、

とにかく地震の巣で地震エネルギーが年々蓄積されて

いることを暗示するとも考えられる。

3. 地殻変動

1) 歴史的な大変動

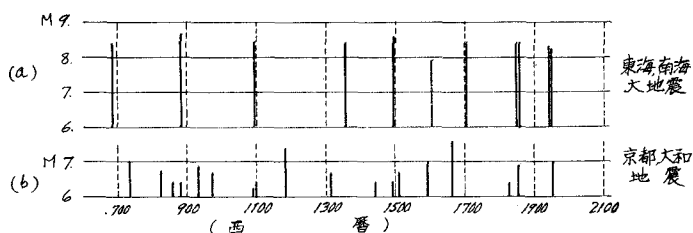
大地震の前後に大きな地変のあることはよく知られ

ている。南海沖大地震後の地変を図にしたのが第4図

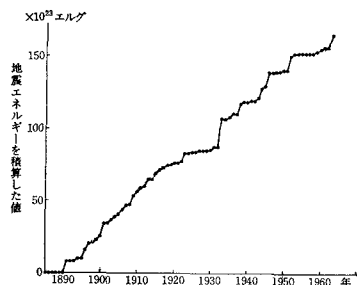
である。地震前の永年に渉る地変と地震に伴う地変

とが、どこでも大体正反対になっている。この巣の地震の起こり方の特徴を示している。このことは昔

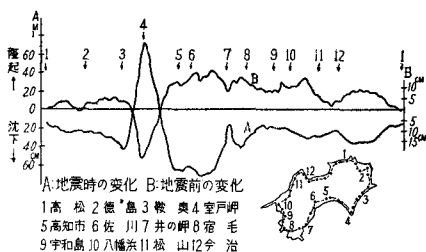
からあったことで第5図に四国の室戸半島先端が大地震のたびごとに隆起する有様を書いてみた。



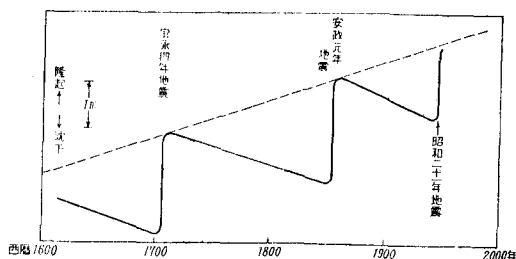
2図 地震の大きさと頻度



3図 日本とその近くにおいて放出された地震エネルギーを積算した値



4図 四国地方の地殻変動



5図 (b)

2) 地震に関係のない地殻変動

もっとも地殻変動には大地震に関係なく、地質時代から現在の地形をつくった同様の変動が現在もつづいていると考えられるものもある。著しい例は瀬戸内海岸から中国山脈を横切って日本海岸に達する本の水準測量路線で、いずれも中国山地が両海岸に比べて隆起している。もっともその年間変動量は地震に起因する地変に比べて非常に小さいのである。

3) 大地震の前駆的地変

a) 寛政4年(1793) 12月28日

陸奥鰐ヶ沢地震

b) 享和2年(1804) 11月15日

佐渡小木地震

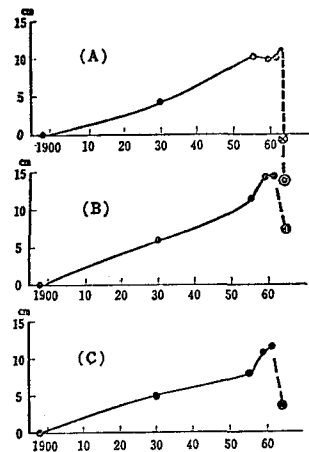
c) 明治5年(1872) 2月6日

石見浜田地震

d) 昭和39年(1964) 6月16日

新潟地震

新潟市附近は石油ガス汲み上げによる地盤沈下が著しく、その原因と対策研究のため1955年以降たびたび水準測量が繰り返し施行された。そこへ運よく1964年に大地震が起こったので、その前後の地殻変動がはっきりわかった。第6図に柏崎を固定点と考えて、震央に近い鼠ヶ関(A)、朝日村(B)、(C)の水準点の変動を年代順に示した。図に明らかなように地震前のゆるやかな隆起が大地震の数年前から急に隆起がにぶった(A)り、逆に隆起速度が大きく(B)(C)になったりしてから後に地震が起きて大きく沈下している。



6 図 朝日山地における3代表水準点の上下変動。
⊗印は検潮記録で確かめられた新潟地震による急激な沈下。鼠ヶ関(A)点では地震直前および直後の2点は検潮記録による。

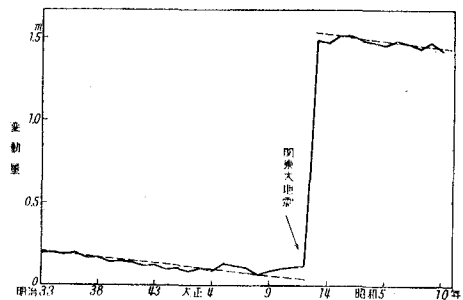
4) 地殻変動の連続観測

a) 驗潮観測

関東大地震前後の油壺の海水位変動を第7図に示す。

b) 傾斜計観測

地震に関係する地殻変動を観測するためには年間1秒以下のものを見つけたす必要があるから計器として $1/100 \sim 1/1000$ 秒の精度のものが必要である。



7 図 油壺の水位変化

この精度の傾斜計は古くから地球潮汐を観測する目的で使われているが、地表面または地下の浅い場所では気象その他の影響のため日変化で1~2秒、年変化では10~20秒にもなって、目的の地変はそのなかにかくれてしまう。そこでどうしても地下深い観測室をつくって気象変化の影響から逃げねばならない。

なお傾斜計感度を高めると機械的な故障や据えつけ場所の影響などで特異な変化がでることがあるから、同じような計器や型のちがった計器を同一観測所に10組以上も設置している。

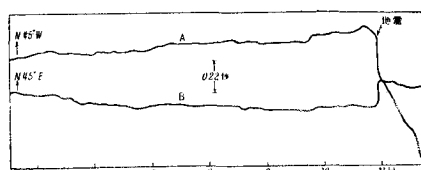
c) 伸縮計観測

土地の歪を傾斜計で観測するとともに、伸縮計で6方向以上で観測する目的で 10^{-8} の感度をもつ伸縮計をつくった。最初につくったのは超インパル線のもので、現在では超インパル棒のものと併せて1観測室に10数組設置している。

d) 観測結果

(1) 昭和18年9月10日鳥取大地震

昭和18年3月4、5日に鳥取市の西、賀露と浜村沖に大きな地震が2回起って70戸の家が倒れた。この地域の果は大体同じ程度の大地震が2つ起こることが多いが、この場合は2つで1つ分のエネルギーしか使っていないので、5月に鳥取から60軒離れた生野鉱山の地下深さ800米のところへ観測室を作くらして貰い、とりあえず傾斜計2台と伸縮計1台で観測を始めた。待つこと3ヶ月余で鳥取大地震が起り第8図に示すように明らかに大地震の6時間前に前駆変化が記録された。この変化は震央附近の水準測量によって出した地震による地変とよく調子があう。



8 鳥取大震前後の傾斜変化(生野鉱山地下深さ800米の坑道内の傾斜計による。地震の数時間前の変化の様式に注意せられたい)

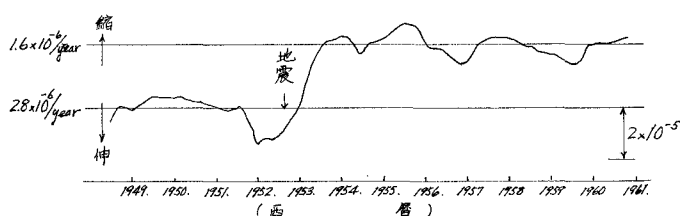
(2) 吉野地震(昭和27年(1952)7月18日)

昭和22年から京都大和地域の大地震を目当てに11月に逢坂山旧トンネル内に観測室をつくり、傾斜計、伸縮計を設置し、その後和歌山県下の由良、栖原、三重県下の紀州鉱山にも観測室をおいた。

昭和27年に $M=7$ の吉野大地震が起り、幸い山間部であり、震源も70軒と深かったので全壊家屋20、死者9名ですんだ。このとき震央から94軒離れた大津市逢坂山の伸縮計観測の結果はこの掛図のように地震の前には縮みの速度が1年間に 2.8×10^{-6} であったものが、地震後には 1.6×10^{-6} と小さくなった。そのうえ大地震の前後には平常にはない大きな変化がでた。それだけを取り出して見ると図の下のように、4ヶ月程前から大きな伸び変化がはじまり、やがて縮み変化に変わって1ヶ月して大地震がおこり、その方向へ大きく変っている。さらに月平均値の移動平均をとって変化を平滑化して後に、永年変化を差引いて図に示したのが第9図である。

逢坂山から南へ22軒離れた井出観測室における容積変化を逢坂山の1方向伸縮変化と並べて図に示

したのが掛図の下図である。大体変化の様式は似ている。井出の方が震源に近いので歪も大きい。



9図 吉野地震による地殻歪の変化

さらに傾斜観測による結果は逢坂山, 井出, 由良の3つともこの地震の発震機構から弾性

論的に予想される傾斜方向とよく一致している。このことは周囲の観測結果から震源や発震機構を推定するのに重要な意味をもっている。

4. 微小地震

(1) 大きな地震と小さな地震との発生回数の間には、地震のマグニチュードを M , 地震回数を N とすると

$$\log_{10} N = a + b(8 - M)$$

なる関係式が成り立つ。

ここで a , b は常数で b は大体 0.9 である。これで見ると M が 1 階級下がると N は 8 倍に, 2 階級下がると 64 倍になる。

この関係がいつも成立するとすれば、ある地震の果の観測値から関係式の常数を決定し、被害の予想される M の地震 1 つ起こるに必要な微小地震の総数が推定され、その数に達するまでの年月が推定できることになる。このことは極微小地震まで成り立つようであるから 1 日位の観測で大きな地震の起こる危険があるかどうかを推察できることになるかも知れない。この点についてはなお研究中である。

(2) 前震と余震

大地震の前に起こるものを前震といい、後に続くものを余震という。この前震と余震との区別をはっきりできる特徴が一般的にはまだ確かには見つかっていない。

お供の小さい地震の数が前震の方が余震より多いという報告もある。火山地震はお供が多いようである。

岩石にだんだん歪をかけ破壊すると破壊前に微小な音が出るし、阿蘇火山爆発の前には必ず微小な火山微動がおこることなどから考えて、地震の場合には地下深いところで起こるから波の減衰で前震が掴みにくいのかも知れない。

このほかに地震の予知に関係のありそうなものには

(i) 地震波速度の変化

(ii) 地磁気の変化

(iii) 地電流の変化

などが研究されているが、どの大地震にも適用されるものとはいいかねる段階である。

「地震予知」計画は学会会議の勧告を政府が採用して5ヶ年計画で着々実施段階になっているが、当初の計画通りには進展していないようである。当初計画では5ヶ年間に約34億円の経費が必要であるとしているが、1回の大震災による災害額に比べたらまことに些かなものである。