

日本列島における地震発生と月及び太陽の配位との間の相関性

電子制御工学科 金野茂男、大橋純子、小島 昇

Correlation between Occurrence of Earthquakes in Japanese Islands and Lunar and Solar Configurations

KINNO Shigeo, OHHASHI Junko, OJIMA Noboru

1. はじめに

月と太陽の引力が地球の海洋に影響を与え、海洋の潮汐作用を引き起こしていることは万人の知るところである。科学技術の発達に伴い、地上での測量精度の向上、人工衛星や天体観測を応用した地球の測地精度の向上により、この2つの天体による潮汐作用は地球の海洋にだけ働いているのではなく、地球地殻の岩盤にも働いて、岩盤の周期的な伸縮変形を起こしていることが測地的に次第に明らかになってきている。

これら天体の潮汐作用が地球地殻の岩盤に不断に作用しているならば、それは歪みの蓄積された岩盤の突発的な破壊の要因に成り得るのではないか？即ち、天体の潮汐作用が地震の発生の引き金になりえるのではないか？という考えが長年著者の頭の中にあった。機会があり、半信半疑で試しに東日本の若干の地震のデータを元に、大まかな分析を行ってみた。月や太陽が東か西に配位している時間帯当たりで、その地域での地震の発生頻度が高い傾向にあるという概算結果が得られた。この意外な結果に驚き、より詳しい分析を継続して行うことにし、かつ地震発生と天体の配位との因果関係に触れている過去の研究報告を検索した。数例見つけることができた¹⁻⁶⁾。地域的には南カリフォルニア¹⁾、イタリアと全世界²⁾、南カリフォルニア及びアラスカ-アリューシャン列島³⁾、アメリカ合衆国の東海岸⁴⁾、全世界^{5, 6)}であった。

各論文毎に、解析に使用した地震データの基準はまちまちであり、大地震だけを対象としたり、天体として月だけを取り上げていたり、少ない地震データから詳細な分析を試みて結論を導き出そうとしていたり、など様々である。どの論文も一応最終的には地震発生に天体の潮汐作用が因果関係を有していることを論じているが、この因果関係の内容についても論文毎に相違がみられ、すっ

きりした一般的な因果関係とはなっていない。

全世界を対象とした分析^{2, 5, 6)}では日本列島地域も含まれているが、取り上げている全世界の地震件数は、それぞれ9000件²⁾、540件⁵⁾、7500件⁶⁾である。件数が多いように思われるが、全世界に關しての件数であり、地球各地域での地震件数となるとその件数は極めて小さいものと成らざるを得ない。従って、得られる結果に誤差が大きいことが予想される。その通りなのか、それらの論文の結論には大幅な相違がみられる。

本研究は、地震多発国である日本に関して、多量の地震データを元に、単純化した統計分析方法により、地震発生と天体の配位との因果関係を明瞭に解明することを目的とした。そして、その目的が達成されたものと確信している。

2. 統計分析

地震の発生と天体の配位との間に相関性が存在するのかを分析するため、各地震の発生時刻に、その地点で天体が天球上のどのような方位にあったかを調べ出し、天体の方位と地震の発生頻度の統計分布図を作成することにした。

本統計分析に使用した地震データは「理科年表CD-ROM」⁷⁾から得た。あの分厚い理科年表の中身をCD-ROMで提供しているものである。目次の「地学部」を開くと、地震に関する資料が様々なタイトル名で収まっている。その中の「日本付近のM5.5以上の地震(1926年~1986年)」と、「日本付近の主な地震(19××年)」から日本における地震のデータを読み出した。データは地震発生の年月日時刻順に一覧表になっており、日本中央標準時刻での地震の発生時刻(年、月、時、分)、震源の位置(経度と緯度)、震源の深さ、マグネチュード、の項目からできている。適当な編集ソ

フトを用いれば、これらのデータをファイルとして読み出すことができる。

そのようにファイル処理をして作成した前者のデータを「26-86」データと呼ぶことにする。総地震件数は2641件である。前者のデータは1つのデータファイルとなっているが、後者は1987年から1994年までに発生したマグネチュード5.0以上の地震が、年度毎に分かれたデータファイルとなっている。そのため、この8年分のデータを連結し、「87-94」データとした。総地震件数は945件である。

「ある地震の発生時刻に、その発生地点からみて月と太陽は天球のどの位置にあったのか？」を調べるため、Windows下で動作する天文シュミレータ・ソフトを用いた⁹⁾。このソフトには様々な天文シュミレータ機能が備わっている。その中の「ステラキット」は、紀元前から未来にわたって、地球表面上のある観測地点で、任意の時刻に見れた、或いは見られる予定の天空中の各種天体の様子や動きをリアルにCRT画面上に描写してくれる。かつ、その観測地点に関する各天体のパラメータ値も表示してくれる。ただし、任意の経度と緯度の観測地点を設定することはできず、日本において選択できる観測地点はおおよそ都道府県庁所在地に一致する50カ所程と限定されている。

地震の発生地点は任意の経度と緯度であるが、残念ながらこの天文シュミレータでは任意の地点を観測地点に選ぶことができない。このため、日本のほぼ中央に位置している東京を天球の観測地点として設定し、地震発生時刻に東京で観測された、その時刻における月と太陽の方位を読み出すこととした。この方法はデータの処理の簡易化も考慮した近似である。もし、地震の発生と天体の配位との間に何らかの相関があれば、東京から日本の東端と西端までの時間差は1時間余りであるので、この近似方法によっても相関度が低下するであろうが、同様の相関関係が得られるはずである。

このシュミレータソフトでは、CRT画面に表示される観測地点で見た天体の方位は、観測地点の南中線を 0° とし、西回りに角度を目盛り、一回りして 360° と定義している。即ち、注目している天体が観測地点の真西にあれば 90° 、地球の反対側にあれば 180° 、真東にあれば 270° となる。

このソフトからは天体の方位と同時に、高度も読み出すことができるが、今回の統計処理ではこの高度パラメータは無視し、方位パラメータだけで行うこととした。これが2つ目の近似である。地球の赤道面を延長して天球と交差する交線である天の赤道に対して、天球上を太陽が通る経路である黄道は約 23° 傾いている。月が天球上を通る経路である白道は 18° から 28° の間で経年変化している。地球上のある地点に対する、これら2つの天体の正確な潮汐作用はこれら黄道と白道の天の赤道に対する傾きも考慮しなければならない。が、見方によっては、黄道も白道も天の赤道よりそれ程ずれていないとも見なせよう。今回の統計処理の目的は、日本において発生した地震のその発生時刻に2つの天体がどの方位に位置していたかを調べることである。もし、方位だけによる統計処理により、天体の配位と地震発生との間に明確な相関性が得られるならば、さらに天体の高度も取り入れた統計処理を行えば、より強い相関性が得られることが予想される。

理科年表CD-ROMから得られたデータファイル「26-86」、「87-96」をもとに、各地震毎に天球上における月と太陽の方位角（ついでに高度角も）の値を、このシュミレータで直に読み出した。得られた方位角と高度角を付加した新たなデータファイル「26-86」、「87-96」を作成し、統計処理のための入力データファイルとした。

データ「26-86」と「87-94」を1つにし、データ「26-94」とすることも考えられる。しかし、データ「26-86」にはマグネチュードが5.5以上の地震が、データ「87-94」には5.0以上の地震が記載されており、データの記載基準が異なっている。前者のデータ「26-86」で相関性が見られれば、当然の結論としてデータ「87-94」でも相関性が見られるはずであるので、相関性の存在の有無を再確認するには1つのデータとしておくより、分離した2つのデータとしておいた方が良いことがわかる。そのため、2つのデータを1つのデータとはしないことにした。

理科年表CD-ROM中には少なくない群発地震も、そのまま個々の地震データとして記載されている。群発地震は特定地域に連続して発生している地震であり、場合によっては1日に何十回も発生している。それに関わらず、本研究では、群

日本列島における地震発生と月及び太陽の配位との間の相関性

発地震中の特定の地震だけを取り上げることはしておらず、理科年表に掲載されているもの全てを個々の地震として取り込んでいる。このようにすると、群発地震の場合には勝手な時刻に発生しているように思われるので、天体の配位と地震発生との相関性を小さくすることは明らかである。「作為的」にでも、地震発生と天体の配位との間に相関性を見いだすためには、群発地震と思われる地震は統計処理からはずすことも考えられるが、今のところはそのようにすることはやめることにした。

もし、天体の配位と地震発生に相関性が見いだされたなら、そのデータから群発地震群を除いたならば、より相関性が強くなることは明らかである。

引用した文献では、大地震に関してのみ地震発生と天体の潮汐作用との因果関係の解明を試みているか¹⁻⁵⁾、月だけの潮汐作用を考慮している⁶⁾。著者は、もし地震発生と天体の潮汐作用との間に因果関係が存在するとするならば、大地震のみが天体の岩盤に対する潮汐作用によって引き起こされるものではないという見解を持っている。微弱地震でも、それは岩盤の急激な変位によるものであり、それは大地震と何ら変わることはない。大地震にのみ潮汐作用が関係し、微弱地震には天体の潮汐作用は無関係であるという論理は全く成り立たないと考えるからである。

大地震は大地震単体として発生するものではなく、広範囲にわたって岩盤の歪みが蓄積された地域で、ある瞬間に何らかのきっかけで発生した微弱地震が引き金となり、一瞬のうちに全地域にわたり岩盤の変動が雪崩的に起こり、大地震となるという仮説を立てることができる。即ち、大地震とは結果的にそうなるのであり、根源的には微弱地震が一度に大量発生したのとも考えることができる。蓄積されている岩盤のひずみエネルギーが一気に放出される地震のこの過程の説明は、例えば火薬の量とその爆発力の大きさとの関係を、火薬の連鎖反応による燃焼過程から説明できると対比できよう。

太陽の質量は月の質量と比較すると極めて巨大である。が、地球と太陽との距離は、地球と月の距離と比較すると遥かに大きい。詳しい計算は省略するが、結果として、地球に対する月の潮汐力

は太陽の潮汐力より大きくなり、その比はおおよそ2対1となり、月の方が大きい。この比は逆に、太陽は地球から極めて遠方にあるが、地球に対する潮汐作用も無視することができないことを裏付けている。このことは、海洋の干潮や満潮は主に月に依存しているが、新月や満月の時の大潮や大千潮は太陽と月の共同作用であることから納得できる。従って、地球の岩盤に対する潮汐作用として、月だけの潮汐作用を取り入れることは、分析の立脚点が不十分となることは否めない。太陽も対等に取り入れる必要があり、結果は後述するが、その通りであることがわかる。

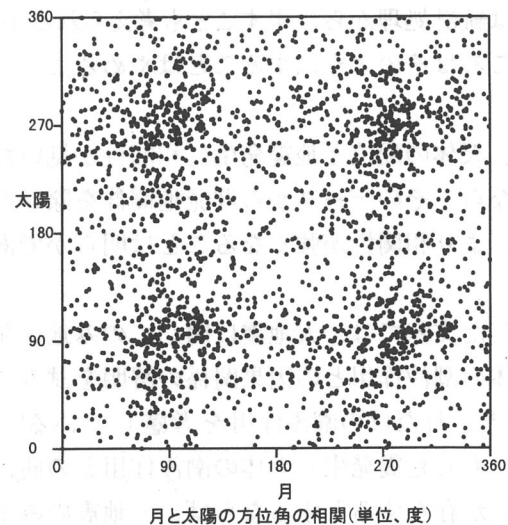
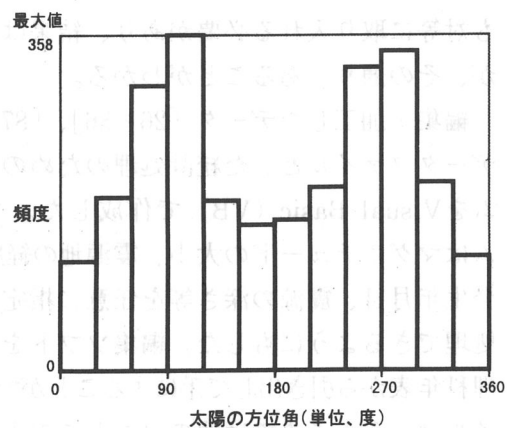
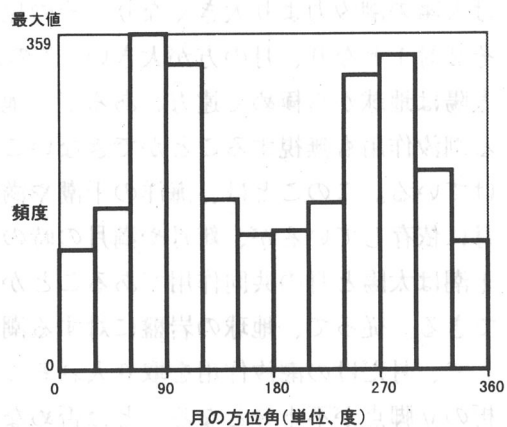
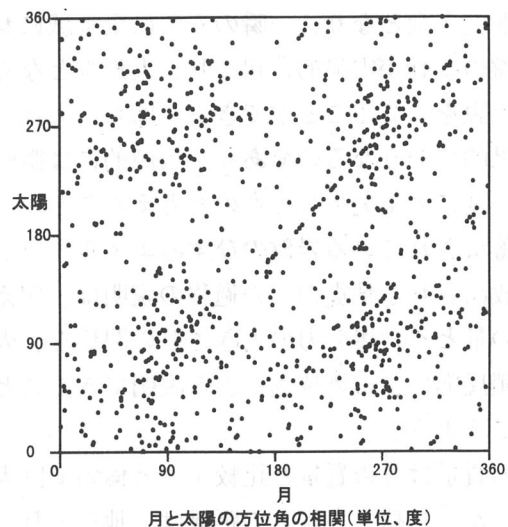
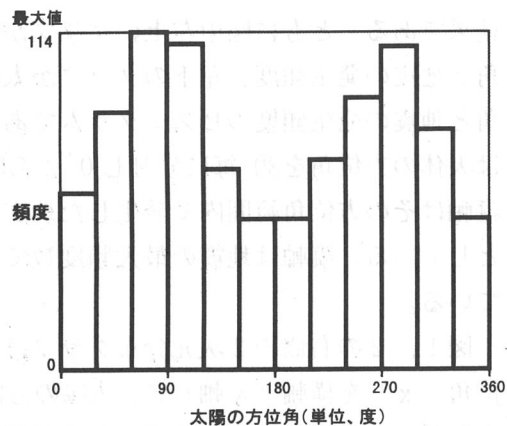
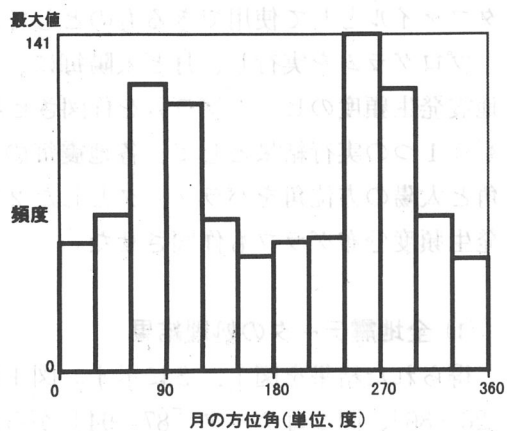
編集・加工したデータ「26-86」、「87-96」をデータファイルとした統計処理のためのプログラムをVisual Basic (VB) で作成した。プログラムはマグネチュードの大小、震源地の経度、緯度、発生年月日、震源の深さ等を任意に指定して統計処理できるようにもした。編集ソフトを使用して理科年表から引き出して手に行うことができるファイルは、そのままでは他のソフトでの入力用データファイルとして正常に使用することができない。適当なテキスト編集・加工をし、VBの入力データファイルとして使用できるものとしている。

プログラムを実行し、月と太陽毎に、方位角と地震発生頻度のヒストグラムを作図させた。更に、もう1つの実行結果として、各地震毎の月の方位角と太陽の方位角をパラメータとした2次元地震発生頻度分布グラフも作図させた。

(1) 全地震データの処理結果

得られた結果を図1、2に示す。図1はデータ「26-86」、図2はデータ「87-94」から得られた結果である。ともに図中左上のグラフが月の方位角と地震の発生頻度、左下のグラフが太陽の方位角と地震の発生頻度のヒストグラムである。横軸は天体の方位角を30°毎に分割し0°から360°まで、縦軸はその方位角範囲内で発生した地震の頻度数としている。縦軸は地震の最大頻度数で規格化している。

図1、2の右側の2次元分布グラフは、月の方位角(x)を横軸(x軸)に、太陽の方位角(y)を縦軸(y軸)とし、各地震の発生時刻において観測された月と太陽の方位角(x、y)を各地震毎に点として描写したもので、地震発生時におけ

図1 1926年～1986年までの全地震 ($M \geq 5.5$) 統計図2 1987年～1994年までの全地震 ($M \geq 5.0$) 統計

日本列島における地震発生と月及び太陽の配位との間の相関性

る月及び太陽の方位に関する2次元相関グラフといえるものである。

図1、2の右側上部には処理に使用した地震データの期間、東経、北緯、震度、マグニチュード(M)の処理範囲値等が表示されている。

もし、地震の発生に月及び太陽の配位が無関係であるならば、両図の左側の2つのヒストグラムには何らピークなるものはせず、頻度の平均値前後で上下するヒストグラムとなろう。また、2次元相関グラフ中では、点の配置状況はランダムとなるはずである。

得られた結果は、地震の発生時刻と天体の配位との間に相関が存在していることを明瞭に証明している。「26-86」データから得られた図1のヒストグラムでも、「87-96」データから得られた図2のヒストグラムでも、地震の発生頻度は、月と太陽が 90° 付近と 270° 付近の方位角にある場合が、そうでない 0° 付近と 180° 付近の場合より、2倍以上高いことが共に明確に視認することができる。

天体の方位角が 90° 付近或いは 270° 付近とは、地震発生地点において、その地震の発生時刻にその天体が東或いは西、即ち水平線付近に配位していることを意味している。

図1、2の右側の2次元相関グラフからは、月と太陽の方位角が、 90° かつ 90° 、 90° かつ 270° 、 270° かつ 90° 、 270° かつ 270° の付近を中心とする4領域で分布点が密集しており、地震の発生頻度が明白に高いことが読みとれる。図1、2の左側のヒストグラムだけからは、月或いは太陽の配位が方位角が 90° 付近又は 270° 付近の時刻に地震の発生頻度が高いことがわかるが、これら2次元相関グラフからは、例えば、月の方位角が 90° 付近でも太陽の方位角が 90° 付近又は 270° 付近でなければ地震の発生頻度は低く、 90° 付近又は 270° 付近ならば高いことがわかる。

即ち、月と太陽が同時に東又は西のどちらかに配位している時刻に、その地点での地震の発生頻度が高いことが統計的に証明されたのである。更に明白になったのは、月或いは太陽だけが東或いは西に配位しているだけでは、その時刻におけるその地点での地震の発生頻度は決して高くはないことである。従って、地震発生に、月だけの潮汐作用を考慮することは解析が不十分と言わざる

を得ないことも証明されたのである。

(2) マグニチュードの大小の相違

マグニチュードが大小の地震群に関して、地震発生頻度の天体配位の依存性も調べた。本統計処理のデータの出所である理科年表CD-ROMにはマグニチュードが5.0以上の地震しか記載されていないので、マグニチュードが5.0以上の地震に関してのみ統計処理するしかできなかった。マグニチュードが小さい地震群として、データ「87-94」のマグニチュードが5.0~5.5の範囲に限って統計処理をした結果が図3である。マグニチュードが大きい地震群として、データ「26-86」のマグニチュードが6.5以上の地震に限って統計処理をして得た結果が図4である。

これら2つの結果を対照すれば、地震のマグニチュードの大小に関係なく、地震の発生頻度は天体の配位に対して図1、2と同じ相関性を示していることがわかる。

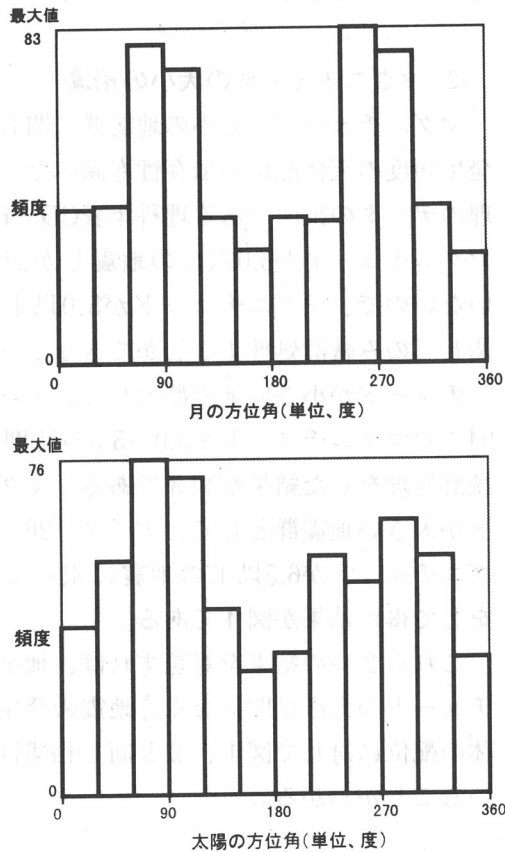
(3) 地域的な相違

日本列島付近では幾つかのプレートがぶつかり合い、地殻的な相違がある。従って、地域別に同様な統計処理を試みても意味がある。

今までに行った天体の方位角の値は東京を観測地点と固定して得たものである。従って実際に震源地で観測できるはずの真の天体の方位角とは若干の差を生じている。この差は、地震の発生地域を限定すれば小さくなる。このことから地震の発生地域を限定して統計処理してみる価値がでてくる。

東経 $140^\circ \sim 143^\circ$ 、北緯 $35^\circ \sim 42^\circ$ で囲まれた長方形領域内(日本海溝より西側、東北地方と東関東地方が含まれ、北端は津軽海峡、南端は房総半島あたり)、東経 $138^\circ \sim 141^\circ$ 、北緯 $33^\circ \sim 36^\circ$ で囲まれた長方形領域内(伊豆・小笠原海溝より西側、西端は静岡県付近、北端は関東地方南部、南端は八丈島付近)、東経 $130^\circ \sim 140^\circ$ 、北緯 $37^\circ \sim 45^\circ$ で囲まれた長方形領域内(ほぼ日本海に相当)、を対象例としてみた。図5、6、7がそれぞれの結果である。

得られた結果は先行する解析結果と殆ど同じ相関性を示していることが一目でわかる。即ち、ここで例示した3カ所において、天体の潮汐作用に

図 3 $5.0 \leq M \leq 5.5$ の小地震統計

地震統計解析

1998 年 9 月 26 日 18 時 58 分

データファイル名 = a:\87-94.txt

期間 [1987 年 ~ 1994 年]

東経 [119.2 度 ~ 153.8 度]

北緯 [21.7 度 ~ 49.3 度]

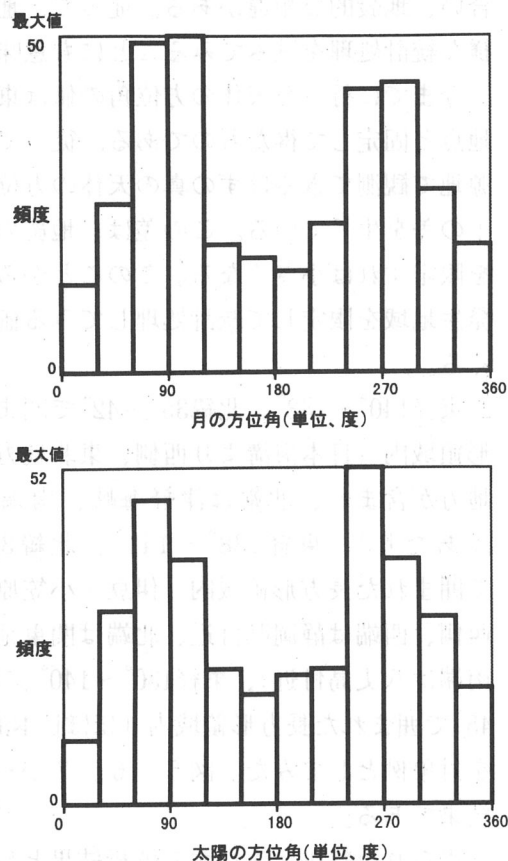
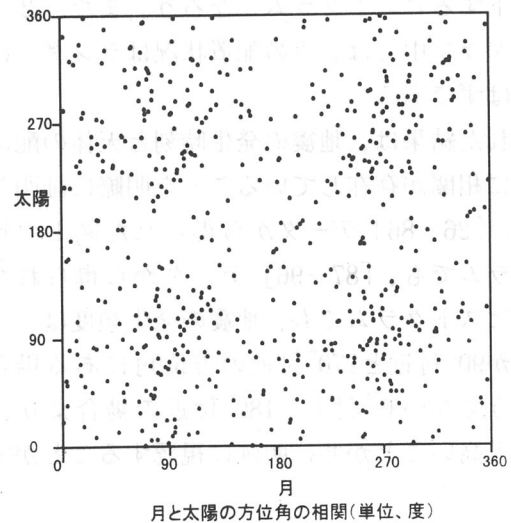
深度 [0 km ~ 596 km]

M [5.0 ~ 5.5]

件数 590

注釈

小地震

図 4 $M \geq 6.5$ の大地震統計

地震統計解析

1998 年 9 月 26 日 18 時 51 分

データファイル名 = a:\26-86.txt

期間 [1926 年 ~ 1986 年]

東経 [121.5 度 ~ 155.0 度]

北緯 [20.0 度 ~ 51.7 度]

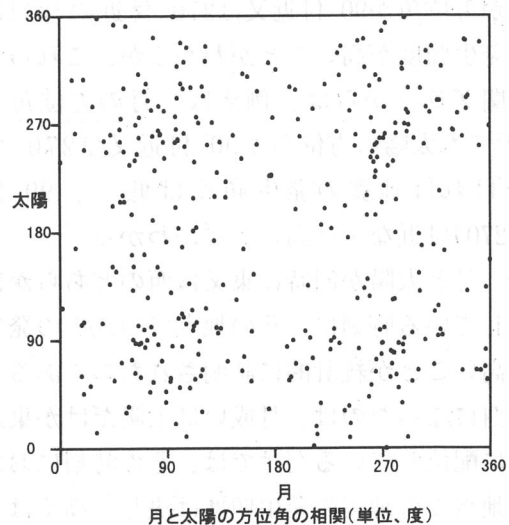
深度 [0 km ~ 600 km]

M [6.5 ~ 8.2]

件数 341

注釈

大地震



日本列島における地震発生と月及び太陽の配位との間の相関性

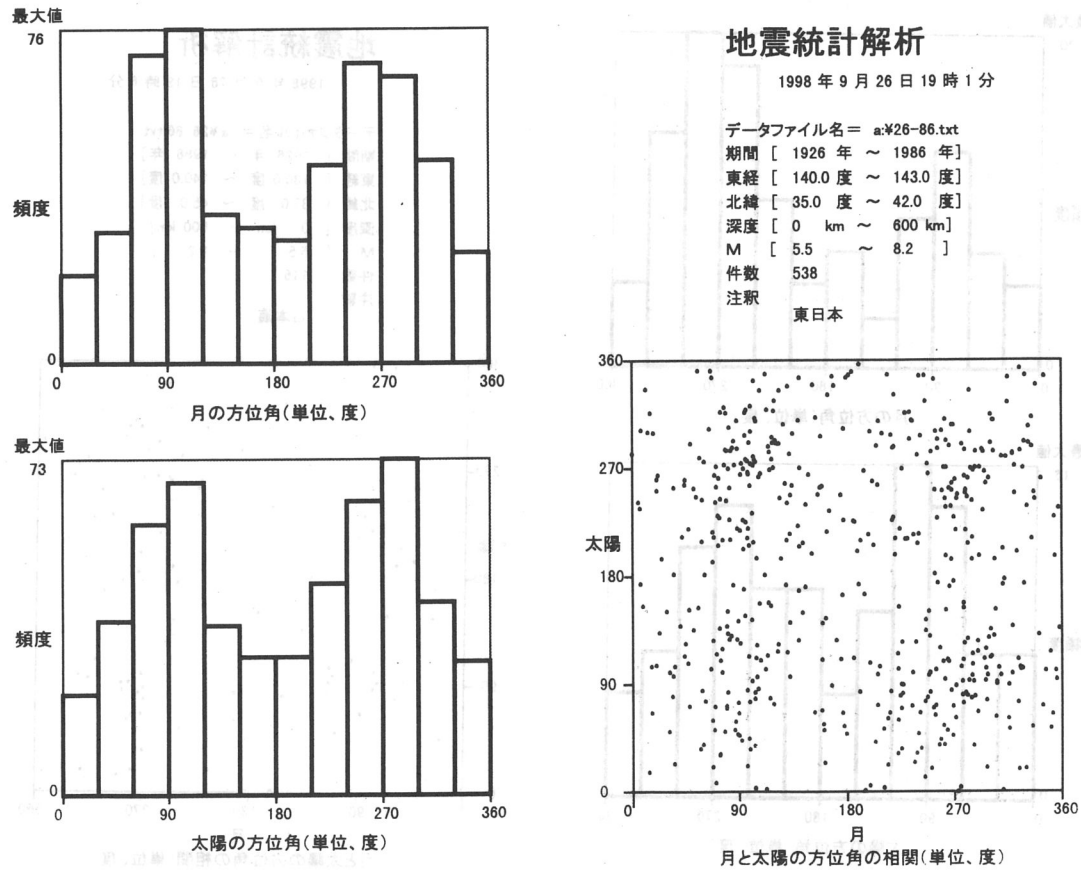


図5 東日本地域の地震統計

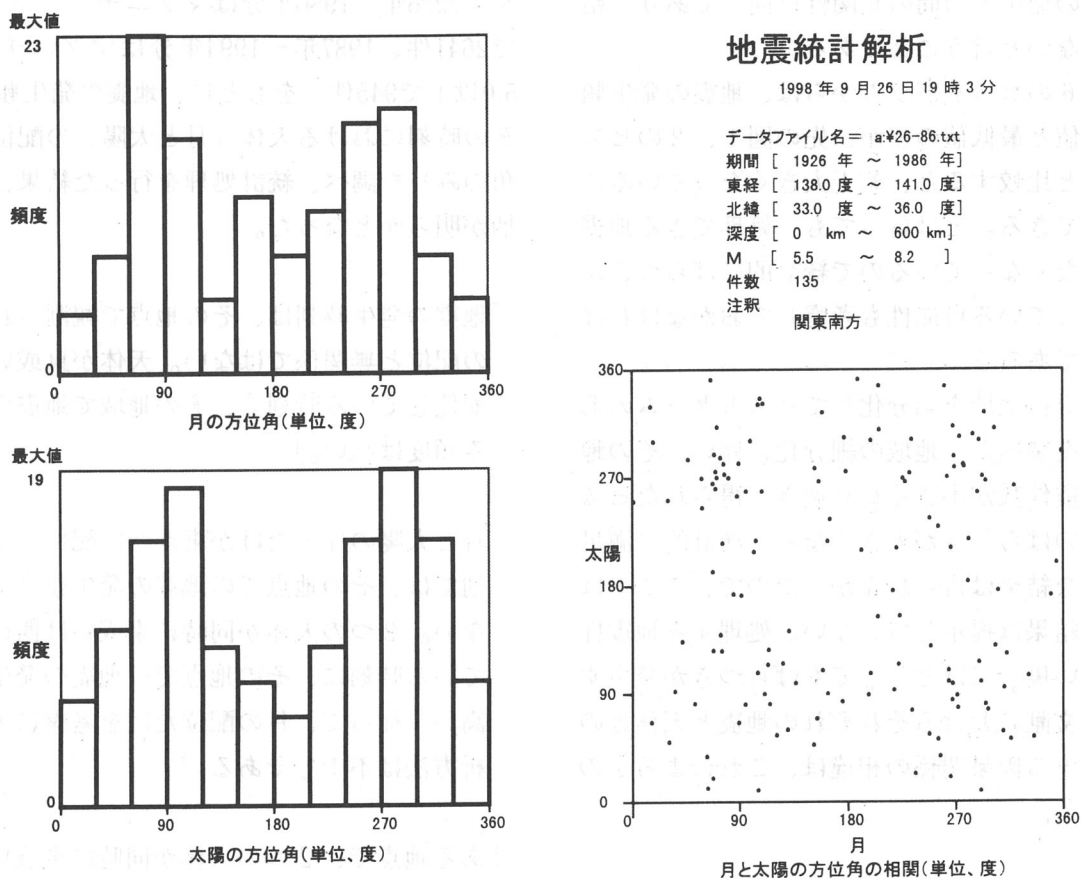


図6 関東南方地域の地震統計

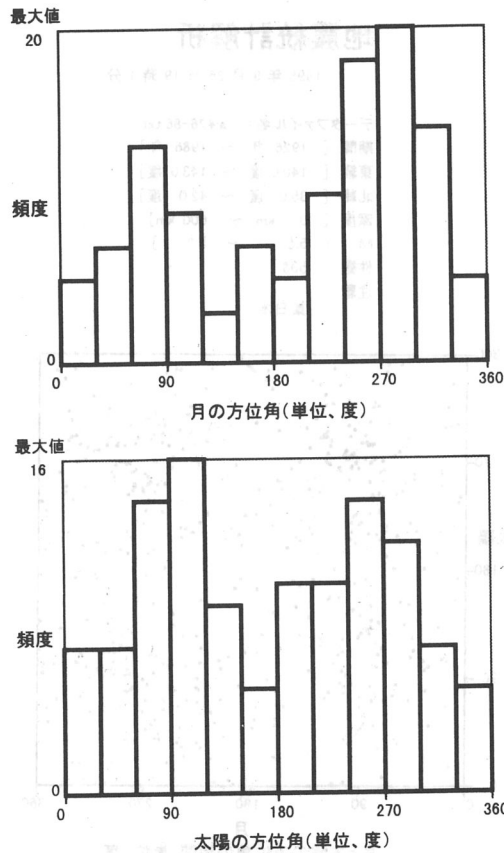


図7 日本海地域の地震統計

よる地震の発生との間の相関性は同じであり、殆ど相違はないということである。

図5、6のヒストグラムからは、地震の発生頻度の最高値と最低値の差が、先の図1、2のヒストグラムと比較すると、若干大きくなっていることが視認できる。とは言っても、処理できる地震件数が少なくなっているので統計的にばらつきが大きくなっている可能性も考慮しておかなければならないであろう。

実は、更に地域を細分化してヒストグラムの形状の変化を調べた。地域の細分化に伴い、その地域での地震件数が小さくなり過ぎ、得られたヒストグラムのばらつきが大きくなり、統計的に満足するような結果は得られなかった。ここではそれらの結果は提示していない。処理する地震件数が少ない場合にはどうしてもばらつきが発生する。引用文献におけるそれぞれの地震と天体との配位に関する因果関係の相違は、これによるものと思われる。

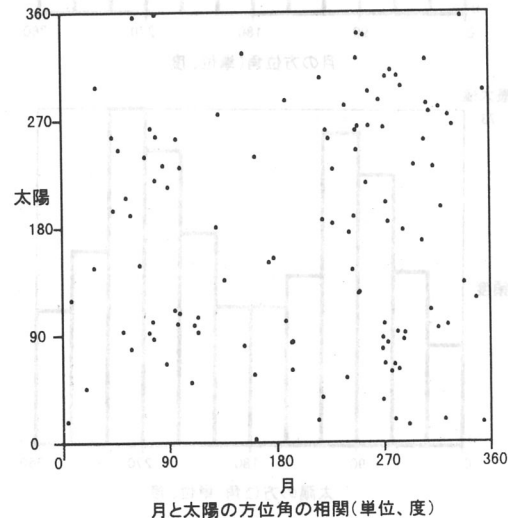
3. 結論

日本列島地域において発生した多量の地震デー

地震統計解析

1998年9月26日19時6分

データファイル名 = a.*26-86.txt
 期間 [1926 年 ~ 1986 年]
 東経 [130.0 度 ~ 140.0 度]
 北緯 [37.0 度 ~ 45.0 度]
 深度 [0 km ~ 600 km]
 M [5.5 ~ 8.2]
 件数 116
 注釈
 日本海



タ(1926年~1986年分はマグニチュード5.5以上で2641件、1987年~1994年分はマグニチュード5.0以上で945件)をもとに、地震の発生頻度と、その時刻における天体(月と太陽)の配位(方位角のみ)を調べ、統計処理を行った結果、次の事柄が明らかとなった。

「地震の発生時刻は、その地点で観測される天体の配位と無関係ではない。天体が東或いは西に配位している時刻で、その地域で地震の発生する頻度は高い。」

「月と太陽の片方だけが東か西に配位している時刻では、その地点での地震の発生頻度は高くはない。2つの天体が同時に東或いは西に配位している時刻に、その地点での地震の発生頻度が高い。従って、月の配位だけを考慮に入れた分析方法は不十分である。」

「ある地点で、2つの天体が同時に東或いは西に配位している時と、片方が東、他方が西に配位している時の地震の発生頻度はほぼ同じ程度で

日本列島における地震発生と月及び太陽の配位との間の相関性

あり、高い。」

「地震のマグニチュードの大きさは、天体の配位とは無関係である。マグニチュードが大きくても、小さくても、地震の発生頻度と天体の配位との相関性はほぼ同じでる。従って、大地震のみを天体の配位に相関づけるのは間違いである。」

「地震発生地域を狭く限定し、相関性の向上を試みたが、顕著な増加はみられなかった。これは地域が狭くなることにより処理できる地震件数が少なくなり、ヒストグラムでの統計的なばらつきが大きくなり、相関性が隠されるためと考えられる。」

「日本の3カ所の地域を限定して、各々の地域での相関性を調べたが、ほぼ同じ相関性を示した。先行する結果⁶⁾とは異なるような結果となったが、多量のデータをもとにした本結果の方がより確かであろう。」

本研究で明らかになったのは、地震は様々な要因が絡み合って発生するのであるが、一見ランダムに発生しているような地震は、実は天体の配位とある程度の相関性を持って発生しているということである。

自然界において偶発的・確率的に発生する事象は、これらの単語が意味しているように因果的に決定できないとされている。しかし、本質的に自然界の事象の発現は全て因果的であると、著者は考えている。そう考えることが科学的な見方であるはずである。偶発的・確率的事象でも、その発現原因を追究できるならば、それらはやはり因果的であるはずである。

本研究で、地震はその地点で月と太陽が共に東か西に配位している時刻に発生する頻度が高いことがわかった。これはそのような天体の配位の時刻に地球岩盤に対する天体の潮汐作用が最大となり、ストレスの蓄積した岩盤を崩壊させ、地震が発生するのである、と容易に説明することができる。

簡単な重力場の計算をすればすぐわかるが、地表付近の海洋や岩盤に作用する月や太陽の重力の大きさは地球自身によるその地点の重力の大きさ

の数万分の1程度である。相対的にみると非常に小さい天体の重力の寄与となるが、広範囲の岩盤に作用する結果、顕著な潮汐作用を海洋や岩盤に起こしているものと判断できる。逆に、地球岩盤がこのような微弱な天体の重力の作用によって時には瞬間的に変移し得る（即ち地震を発生する）ということは、地球岩盤は作用しているこれら諸力の微妙な釣合の中にいるとも言えよう。

この研究の最中、微弱ながら広範囲の地球岩盤に作用していると考えられる別な要因として、大気圧が存在することに気が付いた。大気圧の日常における変化量は小さいが、それが広範囲の地域に作用するならば、その作用は天体の作用以上の影響を与えている可能性がある。現在研究の準備中である。分析方法を簡単に言えば、地震の発生頻度はその地域の天候に依存しているかを統計的に分析することである。

もし、その地域の地震発生と天候の間に何らかの相関性が見いだせるならば、本研究で明らかにした、天体との配位を重ねることにより、より地震の発生の相関性を大きくすることができるようになる。場合によっては、より正確に地震の発生の予知を行うことができるようになり得るかもしれない。

参考文献

- 1) KILSTON S, KNOPOFF L, 「Lunar-solar periodicities of large earthquakes in southern California」, Nature, Vol.304, No. 5921, p.21-25, 1983.
- 2) PALUMBO A., 「Lunar and solar tidal components in the occurrence of earthquakes in Italy」, Geophys J R Astron Soc, Vol.84, No.1, p.93-99, 1986.
- 3) SHIRLEY J H, 「Lunar and solar periodicities of large earthquakes. Southern California and the Alaska-Aleutian Islands seismic resion」, Geophysical Journal, Vol.92, No.3, p.403-420, 1988.
- 4) WEEMS R E, PERRT W H JR, 「Strong correlation of major earthquakes with

solid-earth tides in part of the eastern United States], *Geology*, Vol.17, No.7, p.661-664, 1989.

5) LOPES R M C, MAZZARELLA A, PALUMBO A, MALIN S R C, 「Lunar and solar triggering of earthquakes」, *Phys Earth Planet Interiors*, Vol.59, No.3, p.127-129, 1990.

6) 大竹政和, 「月の引力と地震との関係を再検証」, クオーク、講談社、1996年5月号、5ページ。

7) 文部省国立天文台編、丸善発行、1996年。

8) ステラナビゲータ2.0、アスキー出版局。

(受理年月日 1998年9月28日)