

都道府県別の地震被害データに基づく 被害地震発生の時空間パターンの同定

Identification of Spacio/Temporal Patterns of Earthquake Occurrence
Based on a Historical Earthquake Disaster Archive

下田 渉¹, 川方 裕則², 林 春男²

Wataru SHIMODA¹, Hironori KAWAKATA² and Haruo HAYASHI²

¹ 京都大学大学院 情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kyoto University

² 京都大学 防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

This study examined the spacio/temporal patterns of devastating earthquake disaster in relation to the Nankai, Tonankai, and Tokai earthquakes. Based on the archive of 246 records of historical devastating earthquake disasters which occurred between 679AD and 2001AD, the damage pattern of 47 prefectures were analyzed by means of cluster analysis so that it was identified 1) the area where the damage due to the Nankai earthquake is expected, and 2) the area where the risk of near-field earthquake is increasing for the next 30 years.

Key Words : Nankai earthquake disaster, Tonankai earthquake disaster, Tokai earthquake disaster, historical earthquake disaster archive, Inter-plate earthquake, Intra-plate earthquake, spacio/temporal pattern

1. はじめに

(1) 研究の背景

1995年兵庫県南部地震以来、西南日本は地震の活動期に入ったと言われ¹⁾、実際に2000年鳥取県西部地震、2001年芸予地震と被害地震が続いている。この現象を、尾池は次のように説明する²⁾。「南海トラフのプレート境界巨大地震の、約50年前から約10年後の期間に、西南日本内帯の浅い地震の活動度が高くなるという報告がいくつかある。この約60年の期間を見ると、西南日本内陸部の被害地震の発生率は、それ以外の期間の約4倍である。被害地震だけでなく、小さい地震を含む有感地震でも同じような傾向が見られる。南海トラフの巨大地震は90年から150年程度の時間間隔で繰り返し発生するから、西南日本の地震活動には、活動度の高い時期と低い時期があることになる。前回の活動期は1891年の濃尾地震から1948年の福井地震まで、次の活動期は1995年兵庫県南部地震が始まりで60年ほど続くということになる。活動期の期間には内陸の活断層帯の大地震が多く、活動期の終わり近い時期に、南海トラフの巨大地震が起こる。」

尾池²⁾によれば、次の南海トラフ沿いの巨大地震（以下、「南海トラフ地震」）発生の時期は刻々と近づいており、内陸直下の地震もこれからますます頻発する。それでは、次の南海トラフ地震はいつ発生するのであろうか。Shimazaki and Nakataは、時間予測モデル³⁾によってその時期を2040年頃と推定し、堀・尾池は西南日本内帯の地震活動統計モデル⁴⁾によって2035年（±15年程度）と推定し

ている。これらから、1) 2030年から2040年に南海トラフ地震が発生し、2) その前に西南日本では内陸直下で大地震がいくつか発生する、ということが推定される。

(2) 研究の目的

今世紀半ばまでに南海トラフ地震と内陸直下の大地震が発生する可能性が高いという地震学者の見解を、防災にどのように反映すれば良いのだろうか。

南海トラフ地震や内陸直下の大地震を想定する場合、広域に渡る大きな被害のため、各々の県だけで対応することは不可能であり、広域連携・広域支援が必要になる。しかし、都道府県で行われている被害想定は、県内の被害しか考慮されておらず⁵⁾、広域に被害をもたらす地震災害に際して、同時期に隣接県がどのような被害を受けるかは検討されてきていない。実効性のある広域連携・広域支援を可能にするためには、地震によってどこに被害が発生するのかという、被害地震発生の時空間パターンをつかむことが重要である。同じ時期に被害を受ける可能性が低い地域を同定できれば、地震が起きたとき互いに連携・支援しあう関係となりうるのである。

従って本研究では、都道府県別に記録されている被害地震データに基づいて、これまで繰り返し発生している南海トラフ地震との関連性から、歴史上の被害地震を見直し、被害地震発生の時空間パターンの同定を試みる。

2. データ解析

(1) 被害地震の定義

本研究では、分析対象とする被害地震を、地震調査委員会が作成した『日本の地震活動』の「被害を及ぼした主な地震の表」⁶⁾に掲載されている、「複数の死者または複数の全壊家屋が発生した地震」とした。この表には、679年筑紫の地震から1997年鹿児島県北西部の地震までの、全244の歴史上発生した被害地震のデータが収められており、各地震がどの都道府県に被害を及ぼしたかが整理されている。これらの地震に、2000年10月6日鳥取県西部地震（鳥取県・島根県・岡山県に被害発生）、2001年3月24日芸予地震（広島県・山口県・愛媛県に被害発生）の2つの地震を加え、全被害地震の回数は246となった。図1に、全被害地震の年代別発生回数を10年刻みのグラフで示す。

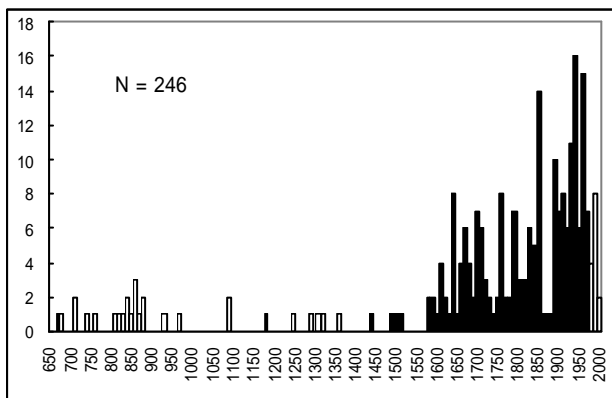


図1 10年ごとの被害地震発生回数
(黒塗り部分は最近600年)

(2) 南海地震の発生年代

これまでの南海地震については、地震調査委員会の報告⁷⁾で、684、887、1099、1361、1498、1605、1707、1854、そして1946年の計9回発生したと判断されている。しかし、この9回の発生間隔を見てみると、A. 684年から887年、B. 887年から1099年、C. 1099年から1361年、の間隔が他と比べて長いことが分かる。言い換えると、1361年以降の南海地震においてはその発生周期が92年から147年であるのに対し、1361年以前は203年から262年周期となっており、周期に明らかな違いが認められるのである。

この周期の違いは、1361年を境に南海地震の周期が以前の半分になったと考えるよりも、1361年以前には地震の発生に関する史料の欠落があると考えの方が自然である。そのうち、A. 887年と1099年の間、C. 1099年と1361年の間の2回については、遺跡での液状化跡の発見によって、それぞれ「10世紀末頃」と、「13世紀前半から中頃」あるいは「13世紀前後」の南海地震発生が指摘されている⁸⁾。また、B. 684年と887年の間に関しては203年の間隔があるので、発生周期を約100年と考えると、780～790年頃に南海地震が発生したと推定しうる。実際、南海トラフ地震と連動することの多いとされる富士山噴火が781年と800年に発生しており、この時期に南海トラフ地震が発生していた可能性が高いと言える。尾池は、これら3回の南海地震の発生年代を推定するために、過去の記録から地震活動の統計モデルを作成し、790・1000・1250年に発生した可能性が高いと指摘している⁹⁾。

以上の情報を統合して、本研究では、南海地震の発生年代として684、790、887、1000、1099、1250、1361、1498、1605、1707、1854、1946、2035年の13回を設定した。尾池による推定年である790、1000、1250年の3回の地震については、発生日を1月1日と仮定した。さらに2035年の地震も1月1日とした。以上を表1に整理する。表1では、史料から明らかになっている南海地震を「確定南海地震」として示し、発生自体が不明確な南海地震を「推定南海地震」として示した。

表1 基準とする南海地震の発生年月日
(は確定南海地震、 は推定南海地震
太線で囲んだ部分は最近600年)

年号	地震発生年月日	地震調査委員会報告	尾池、堀・尾池
白鳳	684. 11. 29		
A	790. 1. 1		
仁和	887. 8. 26		
B	1000. 1. 1		
康和	1099. 2. 22		
C	1250. 1. 1		
正平	1361. 8. 3		
明応	1498. 7. 9		
慶長	1605. 2. 3		
宝永	1707. 10. 28		
安政	1854. 12. 24		
昭和	1946. 12. 21		
	2035. 1. 1		

(3) 歴史被害地震の分類

1.(1)で尾池の説明にあるように、西南日本における地震の活動期は、南海トラフ地震の発生によって規定される。これにより本研究では、歴史上の被害地震を、表1に示した13回の南海地震を基準に分類した。具体的な分類方法を以下に説明する。

堀・尾池⁹⁾は、西南日本の地震活動と南海トラフ地震との相関を調べる過程で、南海地震の発生年を基準に、前後10年ずつの(南海トラフ地震を除いた)地震発生回数を重ね合わせて分析を行っている。本研究でもこれを参考にして、南海トラフ地震を含めた全国の地震被害について分析を行った。しかし、本研究では南海トラフ地震を対象に含めて分析するため、この手法では東海・東南海・南海といった複数の南海トラフが時期をずらして発生した場合に、明瞭な境界を持って南海トラフ地震発生前後を規定することは困難である。そこで、南海トラフ地震地震全てを同一カテゴリに含めるために、南海地震の前後5年の10年間を1つのカテゴリとし、それを基準として10年間隔で区切る方法(本手法)で分析を行った。その結果、堀・尾池の手法を用いる場合よりも本手法の方が、より顕著に被害地震発生の時空間パターンを得ることができた。

以下では、南海トラフ地震の前後5年(±5年)の10年間を期間0のカテゴリと呼ぶ。従って、5～15のカテゴリは期間10、-5～-15までのカテゴリは期間-10となる。なお、それぞれの南海地震が規定する期間(以下、「南海地震の期間」)は、南海地震発生後35年という区切りを設定した。南海地震の前後5年を基準に10年間隔で区切る本手法では、各南海地震の期間を、その南海地震の

15・25・35・45年後、のいずれかで区切る必要がある。前述の堀・尾池⁹⁾による手法では、前80年、後40年という区切りを採用しているため、本手法では南海地震後35年を選択した。従って、南海地震の期間の始まりは、直前の南海地震の発生の35年後となる。これは、一つの被害地震が別々の南海地震の期間にダブルカウントされることを防ぐためである。

さらに、複数の都道府県にまたがって被害をもたらしている地震は、それぞれの都道府県における被害地震としてカウントした。

ここに、いくつかの地震を例に、本手法による分類を具体的に示す。

1872年浜田地震は、1854年安政南海地震の18年後、1946年昭和南海地震の74年前になるが、安政南海地震の期間における期間20(15~25年)に含めた。また、この地震では、島根県と広島県に被害が発生しているため、両県の被害地震としてカウントした。1941年長野市付近の地震は、発生日が7月15日であるため、昭和南海地震の5年5ヶ月6日前に当たる。この地震は、期間-10(-15~-5年)に含めた。

3. 結果と考察

(1)被害地震発生パターンによる47都道府県の分類

都道府県別の被害地震発生パターンを見るために、各都道府県下で被害の発生した地震を10年間隔で整理し、都道府県別のヒストグラムに表した。このヒストグラムによって表現された被害地震発生パターンから、統計的手法で47都道府県間の類似性を導くことを試みた。ここでは、各都道府県の地震発生パターンを10年刻みで表現したヒストグラムのパターンで変数化し、その変数を用いて、クラスター分析(平方ユークリッド距離、Ward法を採用した。)を行った。結果は、デンドログラム(図2)に表した。これより、47都道府県は最大で12の地域に分類できることが分かる。

(2)各クラスターの特徴

12という分類は、各クラスターのどのような特徴によって生み出されたのだろうか。

そこで、47都道府県の被害地震ヒストグラムをクラスター別に並べ、各クラスターの特徴を整理した(図3)。なお、期間0で黒く塗りつぶしている部分は、南海トラフ地震そのものの回数を表示している。例えばクラスターの三重県の場合、期間0で13回の被害地震が発生し、そのうち12回は南海トラフ地震によるものであったことを示している。また、クラスター内の都道府県は、被害地震数の多い順に上から配置した。

a) クラスター からまでの特徴

まずクラスターは、東北の山形県、関東の茨城県・栃木県・群馬県・埼玉県、中部の富山県、中国の山口県、そして九州の佐賀県・長崎県と、広い範囲に点在する県から構成される。各県のヒストグラムを見ると、ある特定の期間に被害地震が集中しているわけでもなく、かつ、全体的にこれまでの被害地震が少ないことがわかる。

クラスターは、中部の新潟県と、九州の宮崎県・鹿児島県・沖縄県から成る。県別の被害地震数は、新潟県が15回と、九州3県の7~6回に比べ突出していることがわかる。各県に共通する特徴は、被害地震の最頻値が期間-40に存在するという点であるが、この値が特に突出

しているわけではない。

次にクラスターは、東北の岩手県・宮城県・秋田県・福島県と、中部の石川県・福井県という、東北から北陸にかけての県が集まっている。県別の被害地震数は福井県の6回から秋田県の15回とばらつきがあるが、全体的にはどの期間でも被害地震が発生している。ただし、期間-40については、秋田県に1回の被害地震があるのみであり、この期間に最頻値が存在するクラスターとは対照的である。

関東の東京都・神奈川県、近畿の滋賀県・京都府から成るクラスターは、県別の被害地震数が関東は18回、近畿は15回と比較的高いと言える。特に被害地震が集中している期間はなく、期間-30以外は、どの期間にもまんべんなく地震が起こっている。

クラスターとは、それぞれ一つだけの道県から構成される。被害地震数は北海道24回、青森県26回、と47都道府県の中でも突出して多い。両方の道県ともほとんどの期間に被害地震が発生しているが、青森県は期間-90に最頻値が存在する。この6回の地震は、すべて1760年代に発生しており、主に八戸地方を中心に被害をもたらした。一方北海道は、期間-60・-30・0の地震が少なくなっており、30年の周期があるように見える。

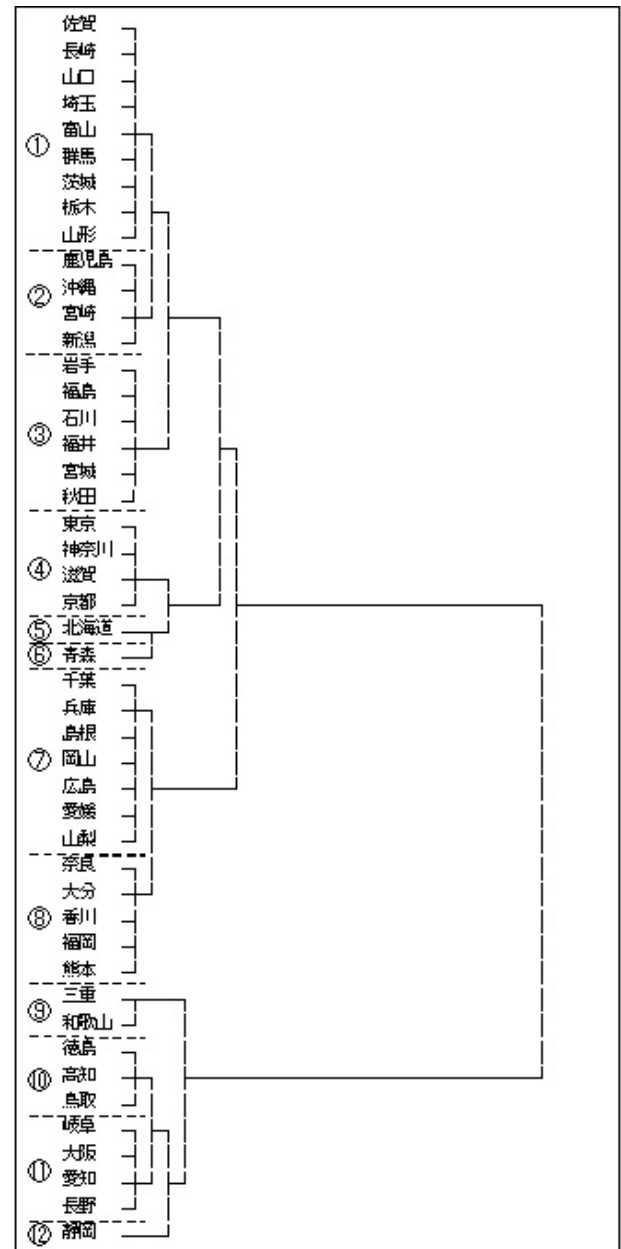


図2 デンドログラム(全被害地震を用いた場合)

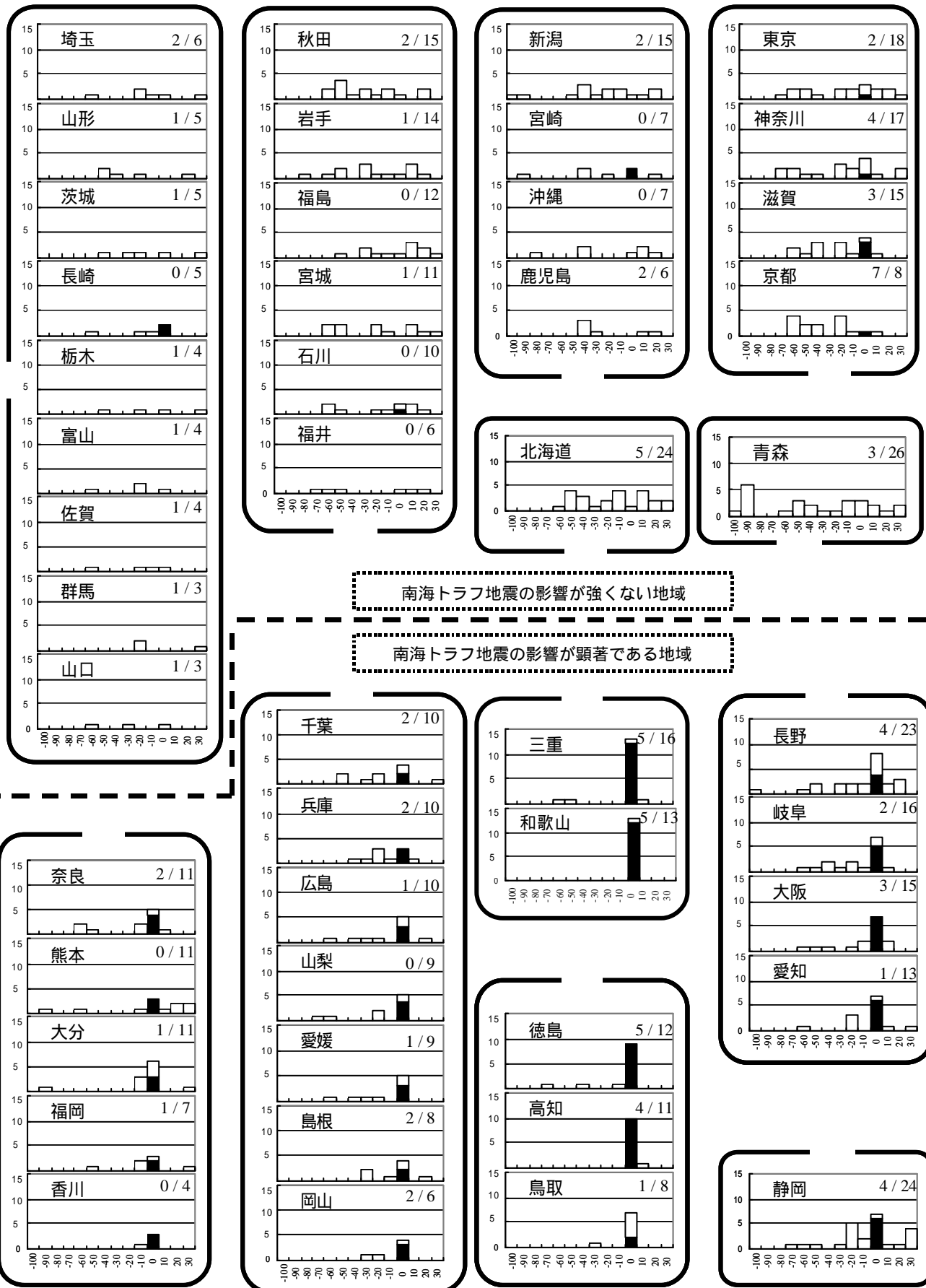


図3 クラスター別都道府県の被害地震頻度分布の重ね合わせ（全被害地震を用いた場合）

黒塗り部は、南海トラフ地震による被害発生回数

ヒストグラムの右上の数字は、最近600年以外の被害地震数 / 全被害地震数（約1300年）

b) クラスタ ー から までの特徴

続いてクラスタ ー 以降の特徴を見ていくことにする。まずクラスタ ー は、関東から近畿、中国、四国地方と広い範囲の県から構成されている。県別の被害地震数は10~6回となっておりそれほど多いとは言えないが、期間0に最も多く被害地震が発生しており、南海トラフ地震そのものの影響も少なからず受ける可能性のある地域である。

同様にクラスタ ー も、被害地震がそれほど多くなく、期間0に被害地震が最も多く発生し、かつ南海トラフ地震の影響も受けている。しかし、i) -20 から-40 までの期間に全く被害地震が起きていない、ii) クラスタ ー を構成する5つの県のうち、福岡県以外の、奈良・香川・熊本・大分県はすべて中央構造線活断層を有する地域である、という点は興味深い。

次にクラスタ ー と であるが、この2つのグループは、他に比べて南海トラフ地震の占める割合が特に高い。鳥取県についても、南海トラフ地震そのものによる被害は少ないが、その直後に被害地震が多発しているという点には変わりない。従って、次の南海トラフ地震の直後にも高い確率で被害を被る可能性がある。

最後にクラスタ ー と については、クラスタ ー と同様に被害地震数が多いことが読みとれる。との違いは、南海トラフ地震の影響も大きいという点である。また被害地震数については、の静岡県は24回と高い。の長野県も23回であり、フォッサマグナ地帯に属し、活断層の多い長野県と、火山活動が活発な伊豆半島を有する静岡県という2つの県の地震活動度の高さを物語っている。

(3) 47 都道府県を分類する2つの軸

3.(1)の議論から注目すべき点を抜き出すと、1点目は被害地震の特に少ないクラスタ ー は埼玉・山形県などから構成される であり、逆に多いクラスタ ー は（北海道）・（青森県）・（静岡県）であることが挙げられる。そして2点目は、クラスタ ー ~ は直接南海トラフ地震によって被害が生じたことはほとんどないが、逆に ~ は、割合の違いこそあれ、南海トラフ地震の影響が顕著である、ということである。特に、主に西日本の太平洋側の県が集まっているクラスタ ー や とい

う地域は突出している。以上の2点を整理すると、クラスタ ー を規定している指標として、

1. 被害地震の発生頻度
2. 南海トラフ地震の影響度合

の2軸が考えられる。

そこで、クラスタ ー ごとの被害地震数の平均を縦軸にとり、南海トラフ地震が占める割合を横軸にとった散布図を作成し、クラスタ ー の位置関係を調べた。図4は、被害地震数と南海トラフ地震の割合の関係を示している。なお、クラスタ ー の各点を囲んでいくことで、クラスタ ー の生成される過程を図示した。例えば図4では、クラスタ ー と がくっついて新しいクラスタ ー を生成し、それが とくっつく。同様に ・ ・ が一つのクラスタ ー を形成し、 ・ が別のクラスタ ー を形成する。これら3つのクラスタ ー がくっついて、大きな一つのクラスタ ー となるのである。

このことから、図2のデンドログラム上で距離が近いクラスタ ー 同士が、図4でも近くに配置されていることがわかった。従って、南海トラフ地震の影響度合いと被害地震数という2軸が、デンドログラム上でのクラスタ ー の距離をよく表している。

前述したように、47 都道府県は、南海トラフ地震によって直接被害を受ける可能性が高いかどうかという点で2分できる。具体的には、クラスタ ー ~ が影響の強い地域、 ~ が影響が顕著である地域であった。この境目が、図4の横軸 20%の場所に縦線を引くことではっきりする。すなわち、20%線の左側に位置する地域は、特に南海トラフ地震に対して警戒すべき地域である。また右側に位置する地域は、南海トラフ地震のみの対策では不十分である地域、あるいはそもそも南海トラフ地震の対策が不要な地域である、と言える。

(4) 被害地震発生パターンの空間分布

それでは、各クラスタ ー は空間的にどのような分布を示しているのだろうか。3.(2)で明らかになったように、47 都道府県は被害地震数の大小と南海トラフ地震の影響の大きさによって分類できる。この分類に従って47 都道府県の空間的分類を可視化した(図5)。

図5は、47 都道府県の被害地震発生パターンが変化する境界を明確に示している。九州から中国、四国、近畿、中部、そして千葉県にまで広がる、南海トラフ地震によって被害が発生する地域と、それ以外の、南海トラフ地

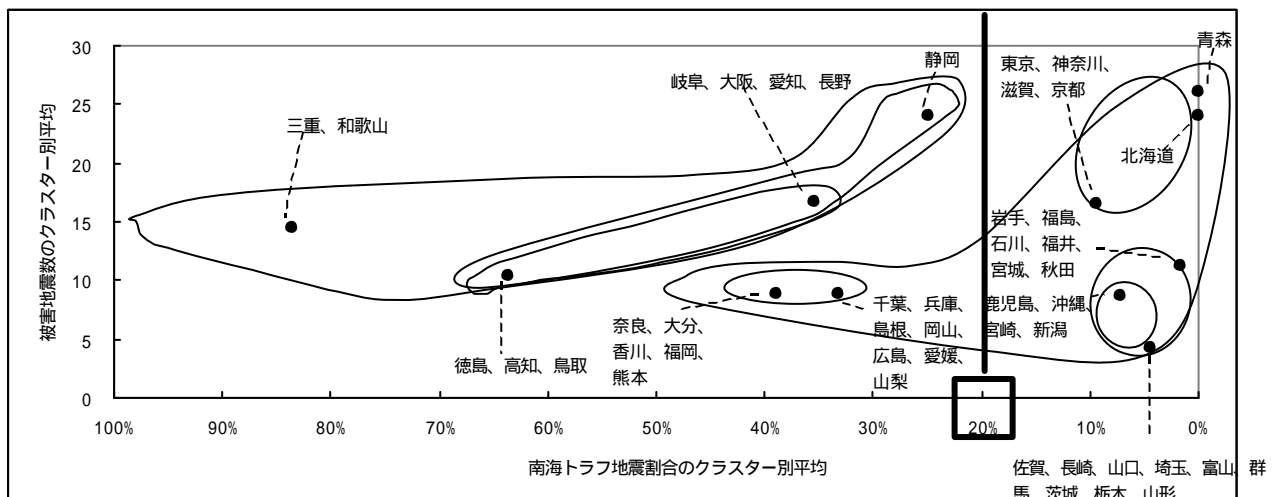


図4 被害地震数と南海トラフ地震の割合との関係(全被害地震を用いた場合)

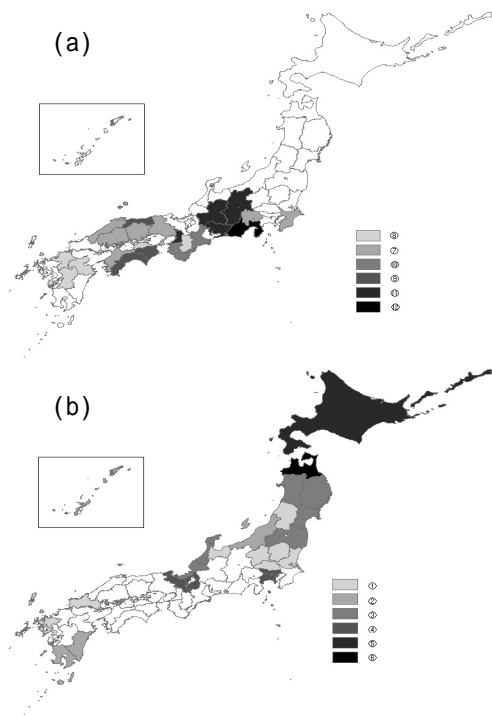


図5 被害地震発生パターンの空間分布
(全被害地震を用いた場合)
(a) 南海地震の影響が顕著である地域、
(b) 南海地震の影響が強い地域
色の濃さは被害地震発生回数に比例

震によって直接影響を受けない地域である。一方、北海道・青森県という北日本と、静岡県をはじめとする長野県・愛知県・岐阜県といった県が、本研究で対象とした約 1300 年間では最も被害地震の多い地域であることも分かる。また、東京都・神奈川県、三重県・和歌山県・大阪府・徳島県・高知県といった県の色も濃い。

実際、北海道・青森県・長野県・静岡県・東京都・神奈川県については、プレート境界近くが存在し、そこで起こるプレート境界地震による被害が多い。さらに 3.(3)で前述したように、長野県はフォッサマグナ地帯に属して活断層も多く、静岡県は伊豆半島などの活火山群を有するため、これまで多くの地震被害がもたらされたと考えられる。一方、三重県・和歌山県・大阪府・徳島県・高知県といった府県は南海地震の影響が特に強い地域である。また、静岡県・愛知県は東海地震の影響も受ける。

このように、色の濃い地域はほとんどプレート境界に接しており、歴史地震を整理することによってもプレート境界の近くでいかに被害地震が頻発しているかを知ることができる。

(5) データセットの違いがもたらす被害地震発生パターンの変化

これまで、被害記録の存在する全被害地震を対象に分析を行ってきた。しかし図 1 を見ると、被害地震の記録は最近に集中している。このような記録量の偏りがある場合、全被害地震を用いての分析は安定したパターンを示していると言えるのだろうか。

そこで、発生が確定している直近の 5 回の南海地震の規定する期間に限ってデータセットを構築した。すなわち、1498 年明応南海地震から 1946 年昭和南海地震まで

である。この明応～昭和の南海地震に規定された期間は、最近約 600 年間ということになる。

では、なぜ正平地震を含めなかったのか。それは以下の理由による。前述したように、ある南海地震の規定する期間は、直前の南海地震の 35 年後から始まる。従って、直前の南海地震の発生が不明確な場合、それ自身の南海地震の規定する期間は確定されないことになる。例えば、1361 年正平南海地震は、直前の南海地震の発生時期が不明確なため、正平南海地震が規定する期間を特定できない。つまり、1498 年明応南海地震以降であれば、南海地震の期間が特定できるということになる。従って、推定を除いた期間は、表 1 の太線で示したように、1498 年明応南海地震の期間（1352 年正平南海地震の 35 年後に始まる）から、1946 年昭和南海地震の期間までとなり、具体的には、1396 年 8 月 4 日～1981 年 12 月 21 日となる。

以上のように設定した最近 600 年の期間について、全被害地震を用いた場合と同様の分析を行った。その結果、各クラスターを構成する都道府県の組み合わせの違いはあるものの、1) 南海トラフ地震の影響が顕著である地域、2) 影響が強くない地域、という分類を崩すことはなかった（図 6）。従って、全被害地震を用いての分析結果は、被害地震発生パターンの安定したパターンを示していると言える。

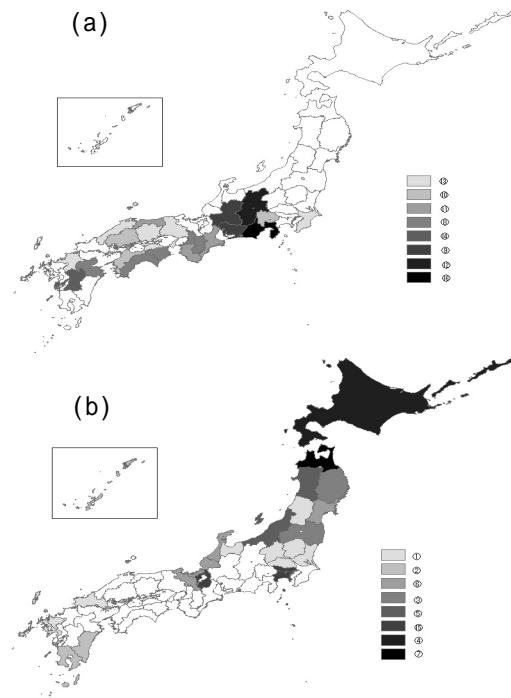


図6 被害地震発生パターンの空間分布
(最近600年の被害地震を用いた場合)
(a) 南海地震の影響が顕著である地域、
(b) 南海地震の影響が強い地域
色の濃さは被害地震発生回数に比例

(6) データセットの違いがもたらすクラスターを構成する都道府県の組み合わせの変化

ところで、なぜ都道府県の組み合わせはデータセットの違いによって変化したのであろうか。最近 600 年を対象にした場合の、図 2 と同様のデンドログラムが図 7 である。図 7 と図 2 を比べると、いくつかの都道府県の組み合わせが変化していることに気づく。これらの違いは

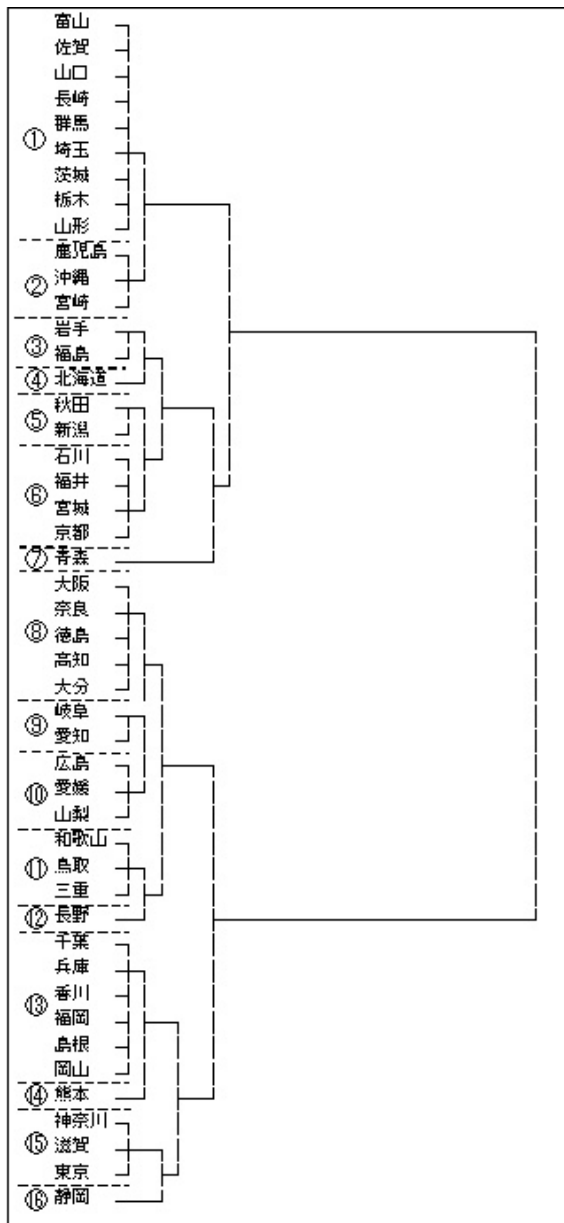


図7 デンドログラム (最近600年)

どのような理由で生じたのだろうか。

まず、図2と図7において都道府県の組み合わせが変わらないグループを抜き出した。例えば、両方の図におけるクラスターは、全く同じ県の組み合わせになっている。図2におけるクラスターのうち、鹿児島県・沖縄県・宮崎県も、図7において同一のクラスターを形成しているので、組み合わせは変わっていない。図2のクラスター、の北海道、青森県、静岡県については、図7においても1都県だけでのクラスターということに変わりが無い。このようにして抜き出したグループの一覧を表2に示す。

一方、秋田県・長野県・熊本県・熊本県・京都府・新潟県・鳥取県・大阪府(表3)は、表2に含まれず、図2と図7で都道府県の組み合わせが変化した都道府県であると言える。例えば、図2におけるクラスターのうち新潟県は、図7において秋田県とクラスターを形成している。このようなデータセットの違いによる組み合わせの変化は何を意味しているのだろうか。表2に含まれる都道府県は、どちらのデータセットでも変わらない組

み合わせである。従って、歴史における情報の偏りに左右されない、より普遍的な被害地震発生パターンを持つグループであると言える。言い換えれば、これらの都道府県の組み合わせが、被害地震発生パターンを分類するときの最小単位と同等することができるのである。

表2 データセットの違いによって変化しない都道府県の組み合わせ

ア	佐賀, 長崎, 山口, 埼玉, 富山, 群馬, 茨城, 栃木, 山形	ク	千葉, 兵庫, 島根, 岡山
イ	鹿児島, 沖縄, 宮崎	ケ	広島, 愛媛, 山梨
ウ	岩手, 福島	コ	奈良, 大分
エ	石川, 福井, 宮城	サ	香川, 福岡
オ	東京, 神奈川, 滋賀	シ	三重, 和歌山
カ	北海道	ス	徳島, 高知
キ	青森	セ	岐阜, 愛知
		ソ	静岡

表3 データセットの違いによって変化する都道府県

秋田	長野	熊本	京都
新潟	鳥取	大阪	

次に、表3の都道府県がクラスター間を移動した理由について考察する。2つのデータセットの違いは、データセットAが約1300年、データセットBが最近約600年の期間を対象にしていることにある。都道府県の組み合わせの変化は、最近600年で被害地震発生パターンに変化が生じた事に起因する。図3の各ヒストグラムに、最近600年以外の被害地震数と、全被害地震数を付した。これらの数字は、分子が大きければ大きいほど、古い地震の記録が多いことを意味している。表3の都道府県についてこの数字を見ると、秋田県・長野県・京都府・新潟県・大阪府については、クラスター内の他の都道府県よりも分子が大きくなっている。また、熊本県・鳥取県は、他に比べて分子が小さい。(新潟県、熊本県については、それぞれ鹿児島県、香川県と分子は同じであるが、分母が明らかに違うため、やはり被害地震発生パターンが異なることには変わりが無い。)従って、表3の都道府県は、古い地震の記録の量がクラスター内の他の県と異なるために、クラスターの組み合わせに変化が生じたと言える。

4. 広域連携・広域支援に向けての被害地震発生の時空間パターンの同定

これまで同定してきたクラスターは、歴史上の被害地震の発生パターンが似ている都道府県同士の集合であり、今後もその傾向は続くと考えられる。被害地震発生パターンが似ている地域同士は、同時期に地震被害を受ける可能性が高く、逆にパターンが異なる地域同士は、同じ時期の被害の可能性は低い。広域に被害を及ぼすおそれのある南海トラフ沿いの巨大地震や内陸直下の大地震を想定する場合、各々の県だけで対応することは不可能であり、必ず広域連携・広域支援が必要になる。その際、どの県がどの県と連携し、どの県がどの県に対して支援を行う

のか、ということを決定する必要があり、本研究で同定した47都道府県の被害地震発生パターンを活用できる。

この被害地震発生パターンを図示した図5（図6）では、たとえば近畿地方に属する京都府が、大阪府・兵庫県・奈良県などの近隣の県とは異なるパターンによって地震による被害が発生するであろうことを示唆している。従って南海地震を想定する場合、大阪府・兵庫県・奈良県といった地域は、パターンの異なる京都府とパートナーを組むことで広域連携・広域支援を検討することが望ましいといえる。一方、京都府において内陸活断層による直下型地震を想定する場合も、大阪府などと協力していけばよいと言える。東海地震による被害が危惧される静岡県は、西の愛知県よりも、パターンの異なる東の東京都・神奈川県との連携を検討していくことが望ましい。

また、図4に示したクラスターを構成する県は広い範囲に位置しており、かつ、最も被害地震の少ない県の集合であるため、広域連携・広域支援体制をとるための拠点となる県となりうると言える。特に、茨城県・栃木県・群馬県・埼玉県は、経済・政治の中心である関東南部の都県の地震被害に備える必要があるだろう。

5. おわりに

本研究では、歴史上での被害地震データから、

47都道府県を12, 16地域に分類し、被害発生パターンの似ている都道府県の組み合わせを同定した。

次に、データセットの違いによってクラスターを移動する県について、たとえクラスターを移動しても南海トラフ地震の影響度合いに変化は見られないことを示した。

さらに、47都道府県が、1.被害地震の発生頻度と2.南海トラフ地震の影響度合という2軸によって分類できることを明らかにした。

以上より、都道府県別の被害地震データから、被害地震発生の時空間パターンを同定し、今後の防災対策上重要となる、広域連携・広域支援の方向性について検討した。

参考文献

- 1) 都司嘉宣：南海地震とそれに伴う津波，月刊地球ノ号外，No.24，pp.36-49，1999
- 2) 尾池和夫：図解雑学 地震，ナツメ社，pp.210-211，2001
- 3) Shimazaki, K., and Nakata, T. : Time-predictable recurrence model for large earthquakes: Geophysical Research Letters, v.7, pp.279-282, 1980
- 4) 堀高峰・尾池和夫：西南日本内帯の地震活動統計モデルによる次の南海地震予測，歴史地震，第12号，pp.141-145，1996
- 5) 林春男：「マーケット・イン」の防災を目指して，自然災害科学 JJSNDS 18-2，pp.154-163，1999
- 6) 総理府地震調査研究推進本部 地震調査委員会編：日本の地震活動，地震調査研究センター，1999
- 7) 総理府地震調査研究推進本部 地震調査委員会：南海トラフの地震の長期評価，www.jishin.go.jp/main/chousa/01sep_nankai/，2001
- 8) 寒川旭：地震，大巧社，p.75，2001

9) 尾池和夫：Personal Communication による，2002

10) 堀高峰・尾池和夫：過去約1000年間の西南日本の地震活動に見られる南海トラフの地震との相関，月刊地球ノ号外，No.24，pp.50-55，1999

(原稿受付 2002. 6. 3)