

1 東北地方太平洋沖地震と兵庫県南部地震の違い：地震の仕組み，規模，震度-----3

- ・地震のマグニチュードと震度
- ・東北地方太平洋沖地震と兵庫県南部地震のマグニチュードと震度の違い
- ・内陸型地震と海溝型地震の違い
- ・日本付近で発生した被害地震

2 大阪で予想される地震：南海地震と近畿の活断層-----6

- ・南海地震の震源
- ・南海地震の頻度
- ・兵庫県南部地震と近畿の活断層
- ・活断層の活動周期
- ・南海地震と津波
- ・大阪府の地形
- ・大阪府における通勤通学による人の移動

3 ハザードマップの利用-----15

- ・ハザードマップとその種類
- ・地形図と津波ハザードマップの判読：泉大津市の事例
- ・大阪市の津波と水害
- ・地形図と津波ハザードマップ，水害ハザードマップの判読：大阪市の事例

4 統計資料を用いた主題図の作成-----19

- ・統計資料の入手法
- ・主題図の作成法
- ・国勢調査を用いた通勤通学者数の分布図の作成

1 東北地方太平洋沖地震と兵庫県南部地震の違い：地震の仕組み，規模，震度-----3

- ・地震のマグニチュードと震度

表 1 東北地方太平洋沖地震と兵庫県南部地震のマグニチュードと最大震度

	マグニチュード (M)	最大震度
東北地方太平洋沖地震	9.0	7
兵庫県南部地震	7.3	7

地震：地盤の破壊現象

震源：破壊が始まる地点

震源断層：震源から破壊が進んだ線に沿って生じた地盤のずれ

マグニチュード（地震の規模，M）：地盤の破壊にともなって生じるエネルギー。震源断層の面積が大きいほど，変位量が大きいほど，地盤が固いほど，マグニチュードは大きくなる。M7.3 の約 360 倍が M9.0

震度：地震計を置いてある所で記録された揺れの程度

- ・東北地方太平洋沖地震と兵庫県南部地震のマグニチュードと震度の違い
東北地方太平洋沖地震の方が，震度が大きい範囲が極めて広い。

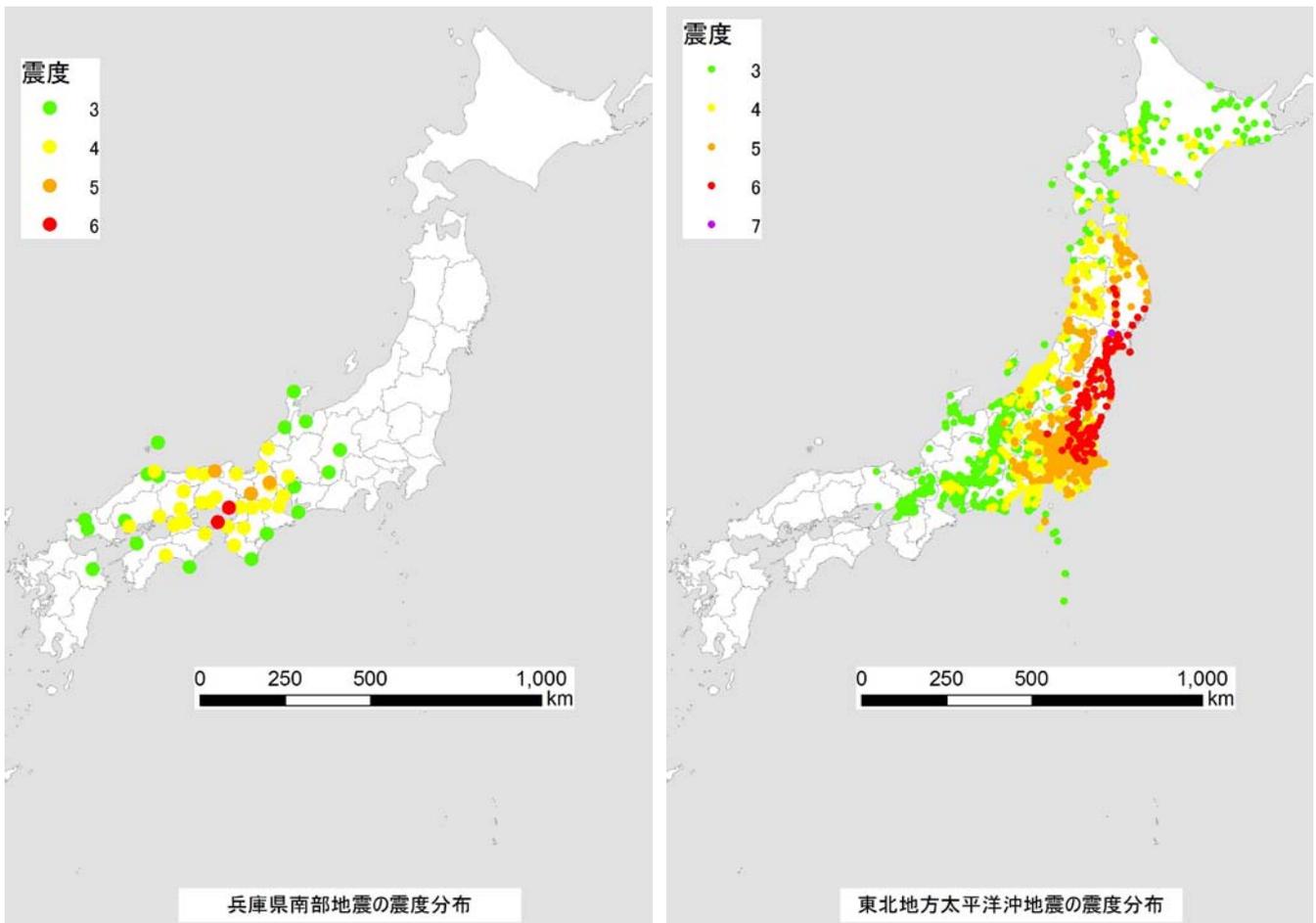


図 1 兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の震度の分布

東北地方太平洋沖地震の方が震源断層が 10 倍程度長くマグニチュードが大きい。このため、震度が大きい範囲が極めて広がった。また、兵庫県南部地震では、震源断層のごく近傍で震度 7 になったが、東北地方太平洋沖地震では、震源断層から 100 km 以上離れたところで震度 7 になった。東北地方太平洋沖地震では、震源断層が海底にあったので震源断層の近傍では震度が観測されていなかったが、もし観測されていたら、さらに強い揺れが記録されたかもしれない。

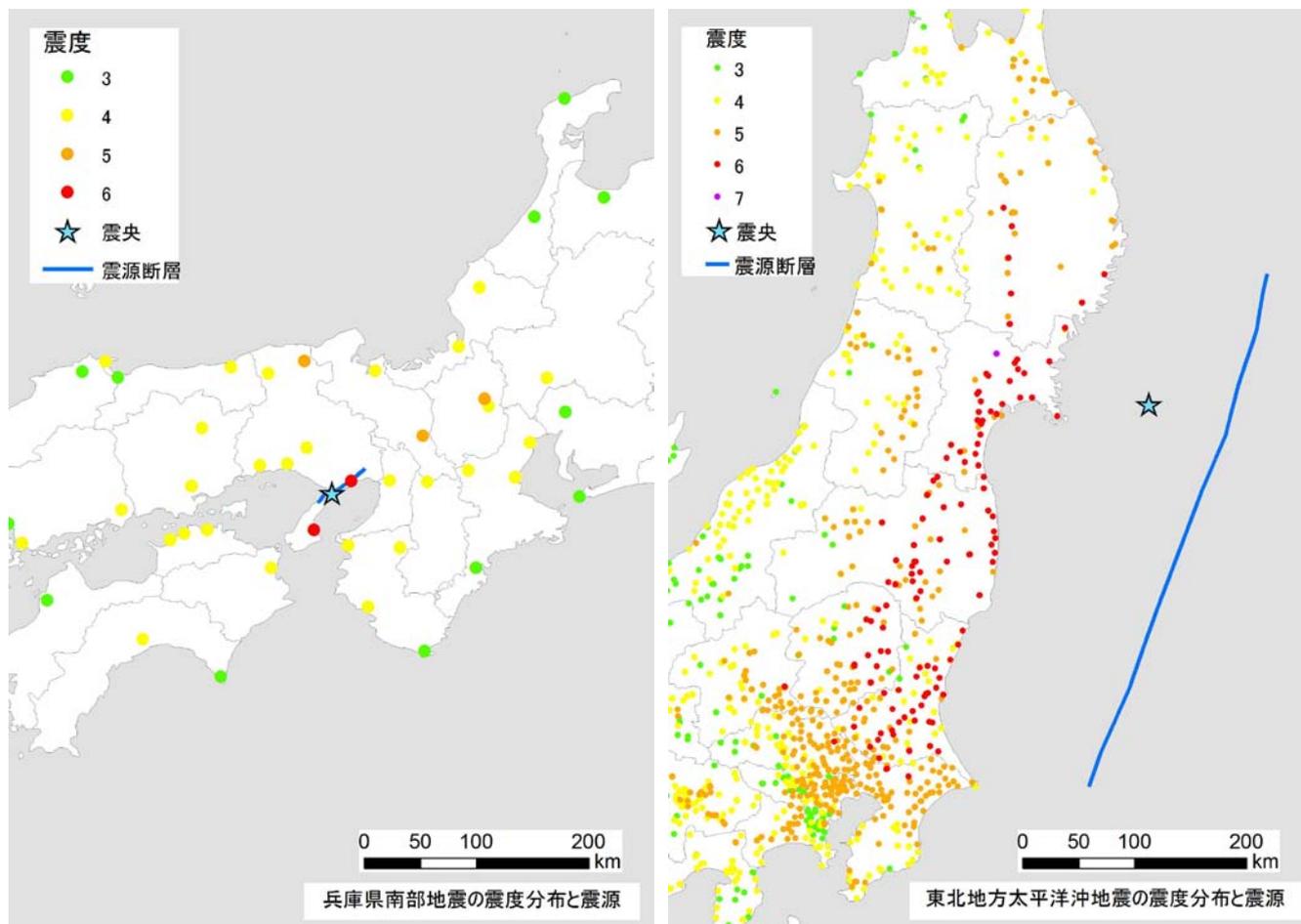


図 2 兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の震源断層と震度の分布

・内陸型（直下型）地震と海溝型（プレート境界型）地震の違い

震源の位置：海溝型はプレート境界にある海溝またはトラフ*，内陸型は陸上にある活断層

（*水深が 6000 m よりも深いところが海溝で，それよりも浅いものがトラフ）

マグニチュード：海溝型の方が内陸型よりも大きいことが多い。海溝型はM8 を超えるものがたびたび発生し，

M9 を超えるものもまれにあるのに対して，内陸型はM8 を超えるものはほとんどない。

震源の数：海溝型はプレート境界付近に限られるのに対して，内陸型は陸上に多数ある活断層で発生する

頻度：海溝型の震源断層は 100~数 100 年に 1 度程度活動して地震を引き起こす，内陸型の活断層は千~数千年に一度活動して地震を引き起こす

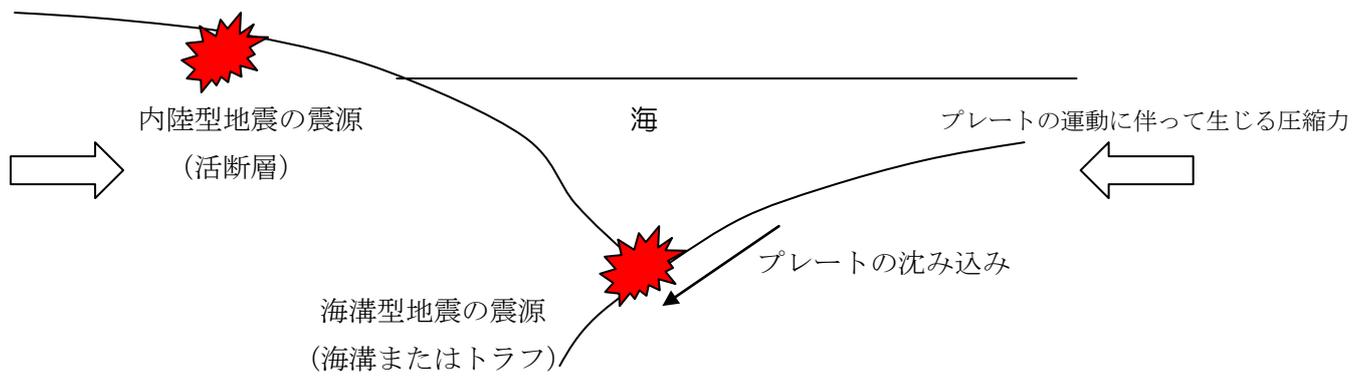


図 3 内陸型地震と海溝型地震

過去約 1300 年間に日本周辺で発生した地震を見ると、内陸型地震も海溝型地震も多数発生しているが、内陸型地震のマグニチュードは 1891 年に発生した濃尾地震の M8 が最大で、それを除くと M8 以上の地震はすべて海溝型である。

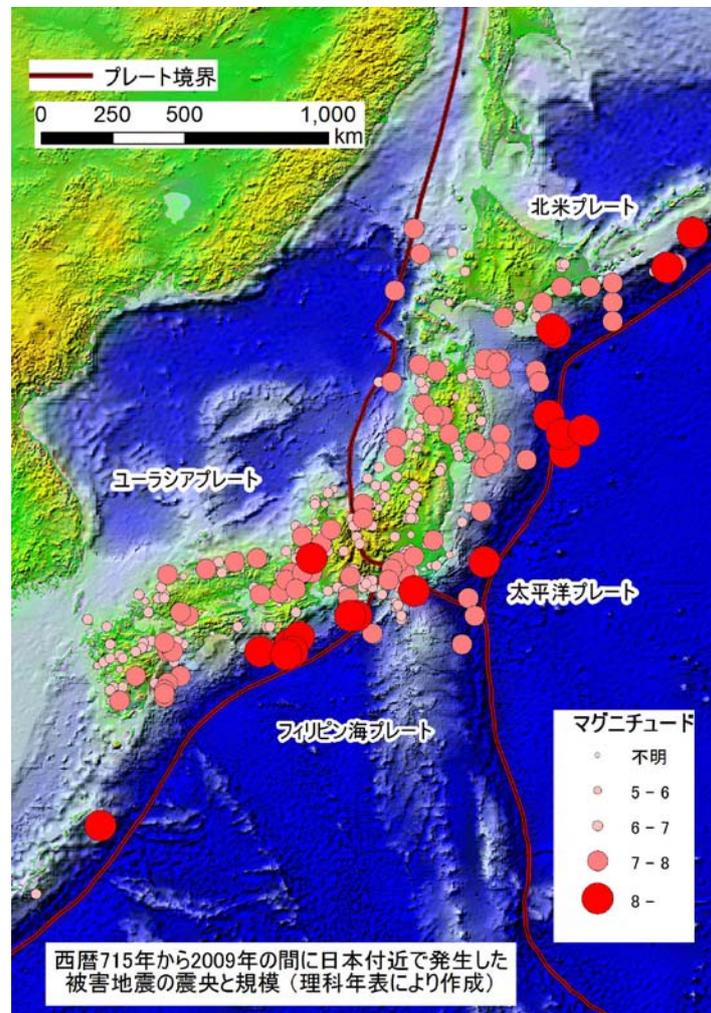


図 4 日本周辺で最近約 1300 年間に発生した主な地震

2 大阪で予想される地震：南海地震と近畿の活断層

・南海地震の震源

南海地震は、フィリピン海プレートとユーラシアプレートとの境界である南海トラフで発生する。南海トラフでは、南海地震のほかに東南海地震や東海地震が発生しており、これらが同時に発生することもある。

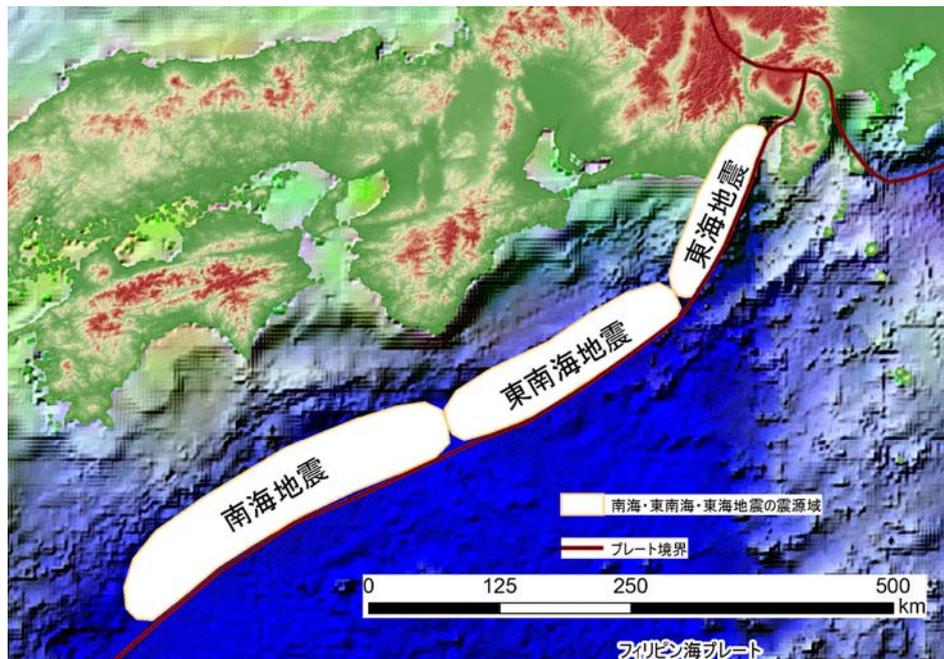


図 5 南海トラフで発生する地震の震源域

南海地震と東南海地震、東海地震が同時発生した場合、震源断層は、東北地方太平洋沖地震とほぼ同じ規模になる。

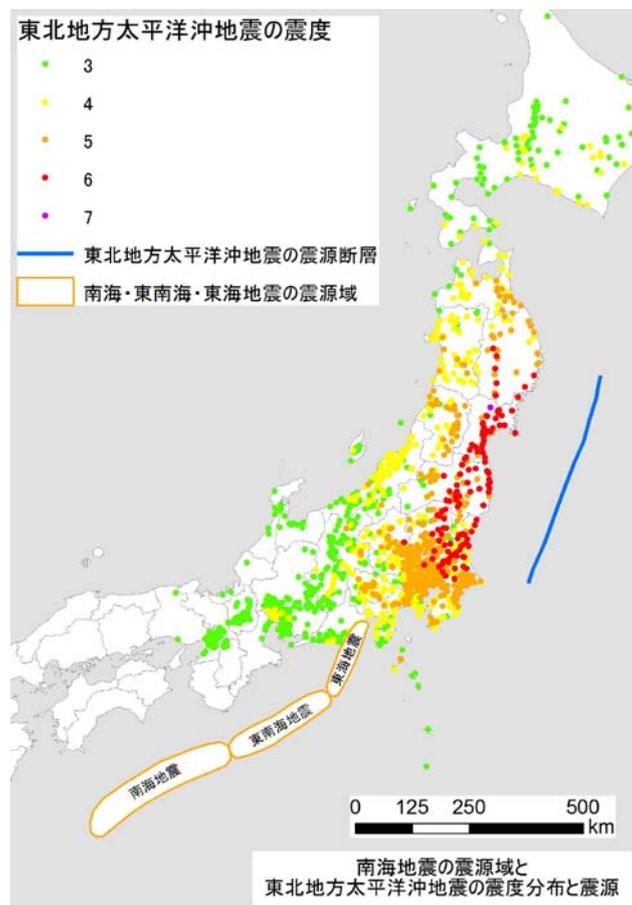


図 6 東北地方太平洋沖地震の震度、震源断層と南海地震の震源域

1707年に発生した宝永地震（南海，東南海，東海地震が同時発生）の震度分布は，東北地方太平洋沖地震の震度分布とほぼ同じ広がりになる。

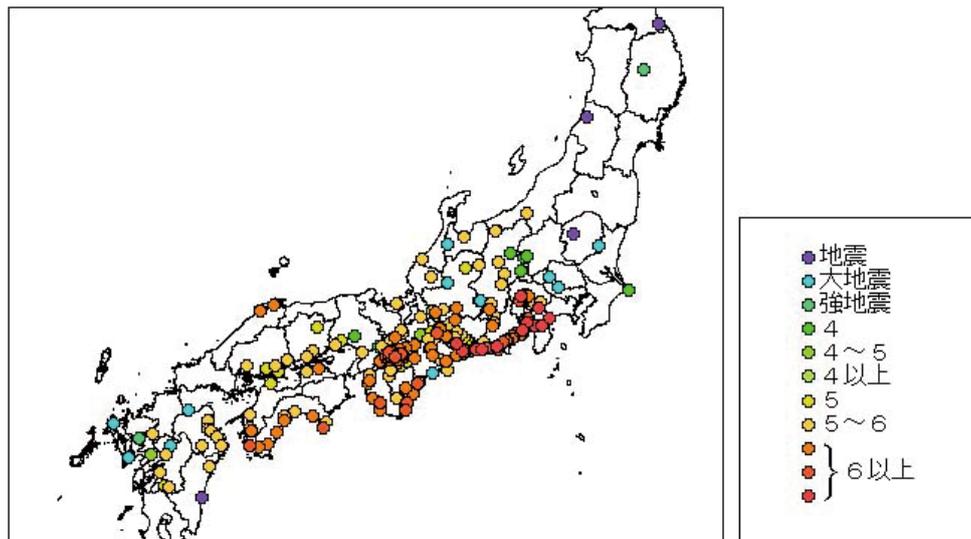


図 7 1707年に発生した宝永地震（南海，東南海，東海地震が同時発生）の震度分布
 出典：地震調査研究推進本部の資料 (http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01sep_nankai/f06-3.htm)

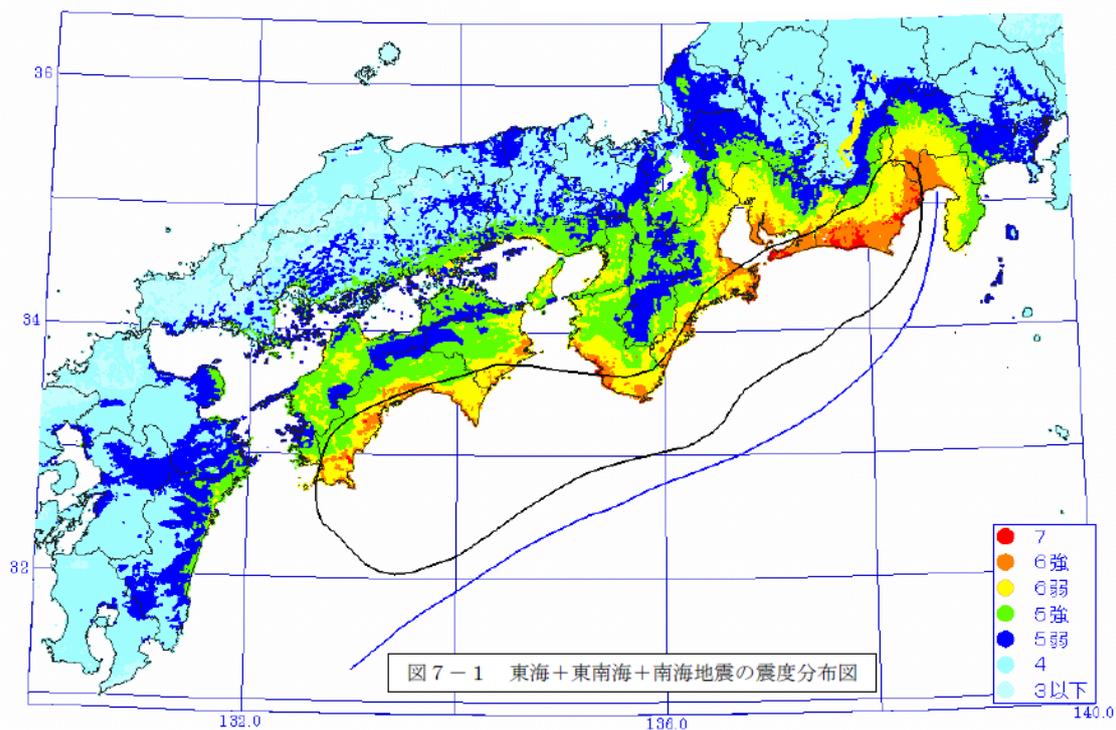


図 8 将来南海トラフで発生する地震（南海＋東南海＋東海）で予想される震度の分布
 出典：中央防災会議の資料 (http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou_2-2.pdf)

・南海地震の頻度

南海地震は、西暦 1600 年以降 4 回発生した。ほぼ 100 年に 1 回、90 年から 147 年間隔で起こった。1605 年と 1707 年の地震では、南海、東南海、東海地震が同時発生した。1854 年と 1946 年は南海と東南海に分かれて起こったが、1854 年には 1 日、1946 年には 2 年しか間があかずに起こった。1946 年には、東海地震の震源域では地震が発生しなかったため、東海地震がすぐに起るといわれていたがまだ起こっていない。1946 年から今年で 65 年経過したので、これまでと同じ周期であれば、最短で 27 年、最長で 82 年、平均的には 35 年くらいで次の地震が起こる。

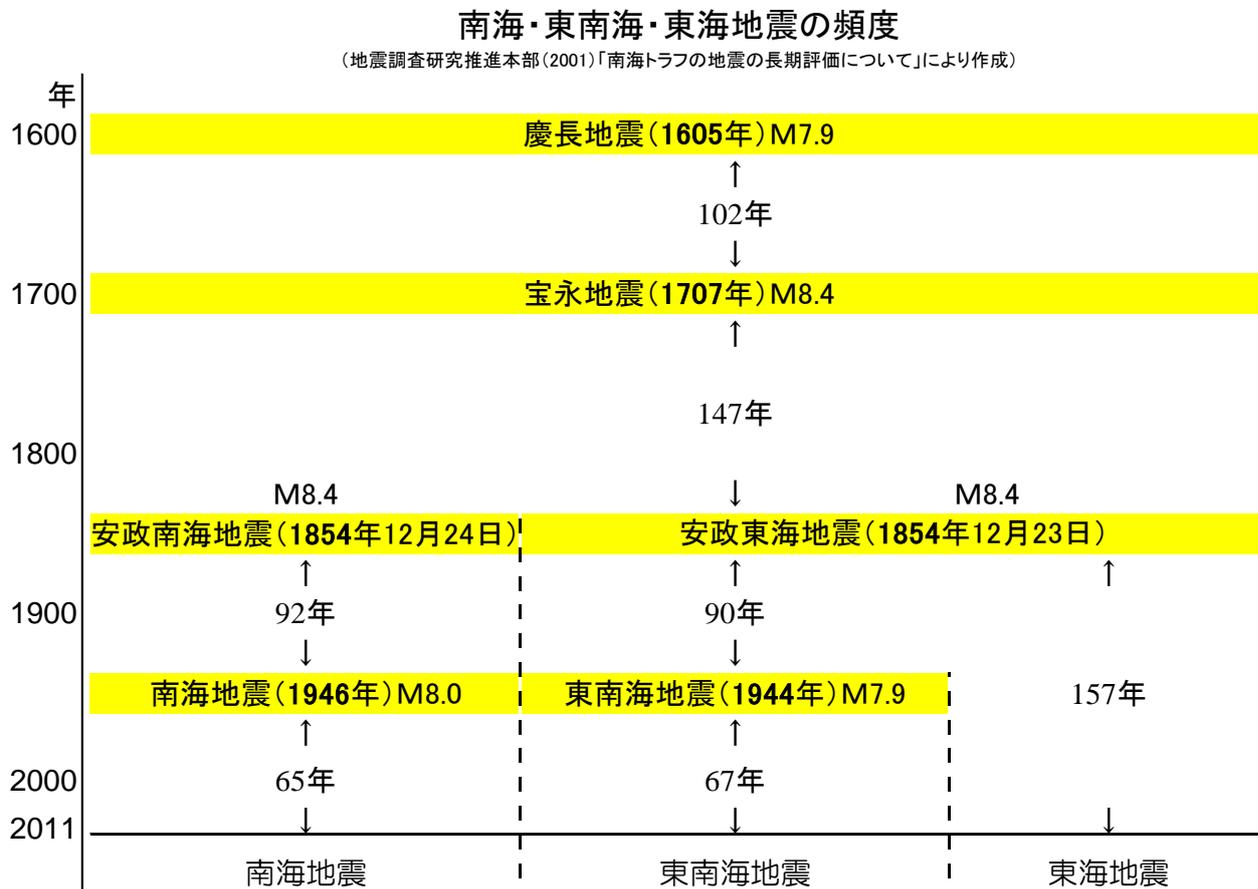


図 9 南海地震の頻度

・兵庫県南部地震と大阪周辺の活断層

内陸型地震の震源である活断層は、日本中に多数あり、文部科学省に設置されている地震調査研究推進本部で長期評価の対象とされている主要なものだけで110ある。

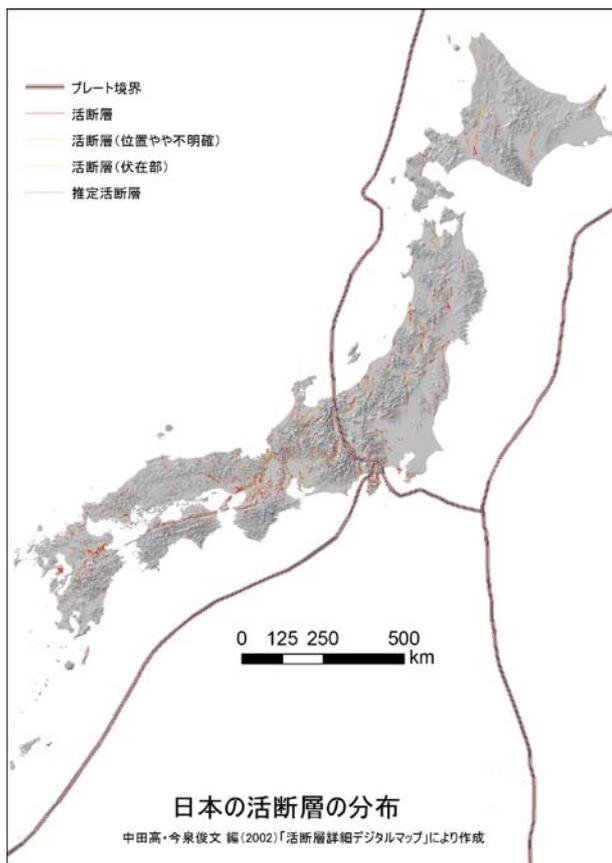


図 10 日本の活断層の分布

大阪府とその周辺地域にも、兵庫県南部地震の震源断層となった野島断層をはじめとして、六甲山の北部から北摂山地の南麓に伸びる有馬—高槻断層帯、生駒山地の西麓に沿う生駒断層帯、大阪市中心部の上町台地の西縁に沿う上町断層などがある。

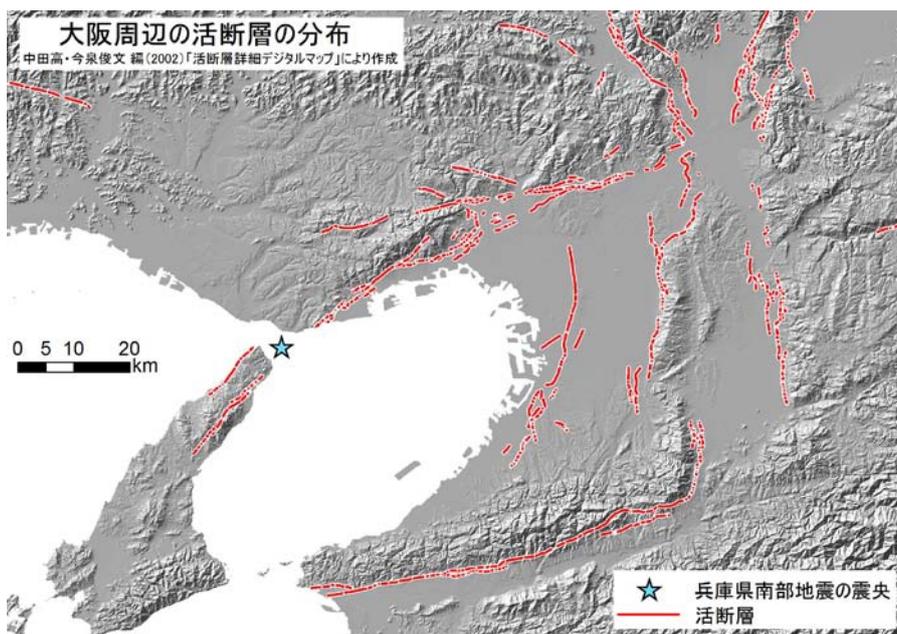


図 11 大阪周辺の活断層の分布

・活断層の活動周期

活断層の活動周期は、一般に千年～数千年と長いため、正確には分かっていない。

	最新活動時期	活動周期
野島断層：	1995 年	1800-2500 年
有馬一高槻断層帯：	1596 年	1000-2000 年
生駒断層帯：	400-1000 年頃	3000-6000 年
上町断層：	28000-9000 年前	8000 年

生駒断層帯の南部に位置する誉田断層では、活断層が誉田山古墳を通過しており、断層線に沿って古墳の一部が崩れていることが読み取れる。このことから、古墳の築造後に断層の活動（地震）があったことが分かる。



図 12 誉田断層と誉田山古墳

・南海地震と津波

過去に発生した南海地震によって大阪湾にも津波が来襲し、被害が発生したことが伝えられている。1854 年に発生した安政南海地震による津波の被害の様子が大阪市の大正区にある大正橋にある「安政大津波の碑」と呼ばれる石碑に刻まれている。

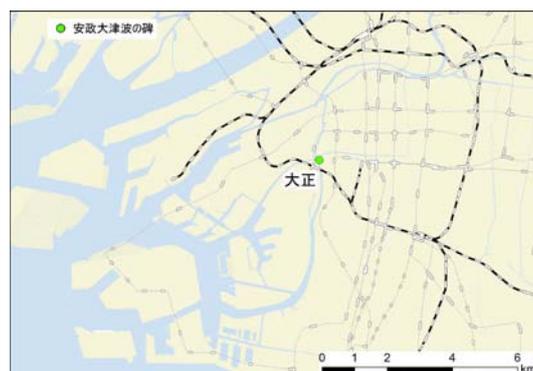


図 13 安政南海地震（1854 年）で発生した津波の様子を伝える石碑の位置

「安政大津波の碑」の碑文

大地震両川口津波記

嘉永七年(一八五四年)六月十四日午前零時ごろに大きな地震が発生した。

大阪の町の人々は驚き、川のほとりにたたずみ、余震を恐れながら四、五日の間、不安な夜を明かした。この地震で三重や奈良では死者が数多く出た。

同年十一月四日午前八時ごろ、大地震が発生した。以前から恐れていたのも、空き地に小屋を建て、年寄りや子供が多く避難していた。

地震が発生しても水の上なら安心だと小舟に乗って避難している人もいたところへ、翌日の五日午後四時ごろ、再び大地震が起こり、家々は崩れ落ち、火災が発生し、その恐ろしい様子がおさまった日暮れごろ、雷のような音とともに一斉に津波が押し寄せてきた。

安治川はもちろん、木津川の河口まで山のような大波が立ち、東堀まで約一・四メートルの深さの泥水が流れ込んだ。両川筋に停泊していた多くの大小の船の碇やとも綱は切れ、川の流れは逆流し、安治川橋、亀井橋、高橋、水分橋、黒金橋、日吉橋、汐見橋、幸橋、住吉橋、金屋橋などの橋は全て崩れ落ちてしまった。さらに、大きな道にまで溢れた水に慌てふためいて逃げ惑い、川に落ちた人もあった。

道頓堀川に架かる大黒橋では、大きな船が川の逆流により横転し川をせき止めたため、河口から押し流されてきた船を下敷きにして、その上に乗り上げてしまった。大黒橋から西の道頓堀川、松ヶ鼻までの木津川の、南北を貫く川筋は、一面あつという間に壊れた船の山ができ、川岸に作った小屋は流れてきた船によって壊され、その音や助けを求める人々の声が付近一帯に広がり、救助することもできず、多数の人々が犠牲となった。また、船場や島ノ内まで津波が押し寄せてくると心配した人々が上町方面へ慌てて避難した。

その昔、宝永四年(一七〇七年)十月四日の大地震の時も、小舟に乗って避難したため津波で水死した人も多かったと聞いている。長い年月が過ぎ、これを伝え聞く人はほとんどいなかったため、今また同じように多くの人々が犠牲となってしまった。

今後このようなことが起こり得るので、地震が発生したら津波が起こることを十分に心得ておき、船での避難は絶対してはいけない。また、建物は壊れ、火事になることもある。お金や大事な書類などは大切に保管し、なによりも「火の用心」が肝心である。川につないでいる船は、流れの穏やかなところを選んでつなぎ替え、早めに陸の高いところに運び、津波に備えるべきである。

津波というのは沖から波が来るというだけではなく、海辺近くの海底などから吹き上がってくることもあり、海辺の田畑にも泥水が吹き上がることもある。今回の地震で大和の古市では、池の水があふれ出し、家を数多く押し流したのも、これに似た現象なので、海辺や大きな川や池のそばに住む人は用心が必要である。

津波の勢いは、普通の高潮とは違うということを、今回被災した人々はよくわかっているが、十分心得ておきなさい。犠牲になられた方々のご冥福を祈り、つたない文章であるがここに記録しておくので、心ある人は時々碑文が読みやすいよう墨を入れ、伝えていってほしい。

安政二年(一八五五年)七月建立

出典：浪速区ホームページ (<http://www.city.osaka.lg.jp/naniwa/page/0000000848.html>)

将来発生する南海地震では、津波は、大阪では2-3 m、地震発生から1~2時間後に到達すると予想されている。

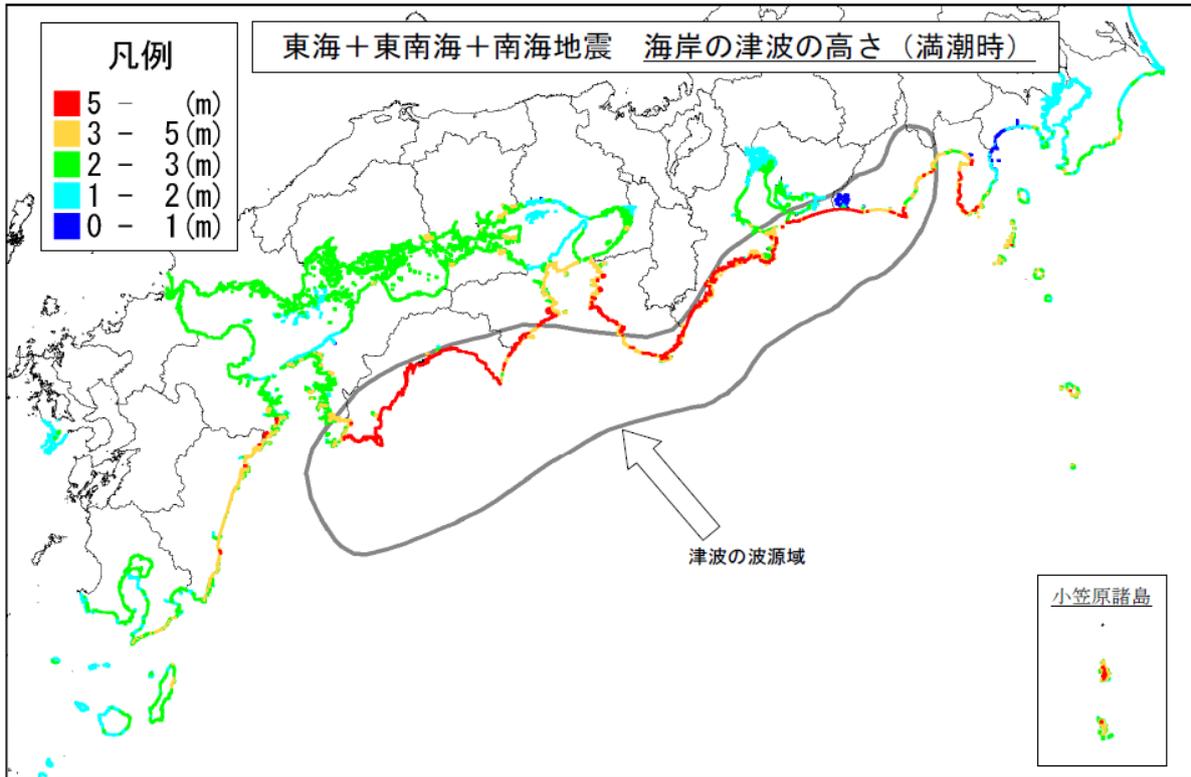


図 14 将来南海トラフで発生する地震 (南海+東南海+東海) で予想される津波の高さ
 出典：中央防災会議の資料 (http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou_2-2.pdf)

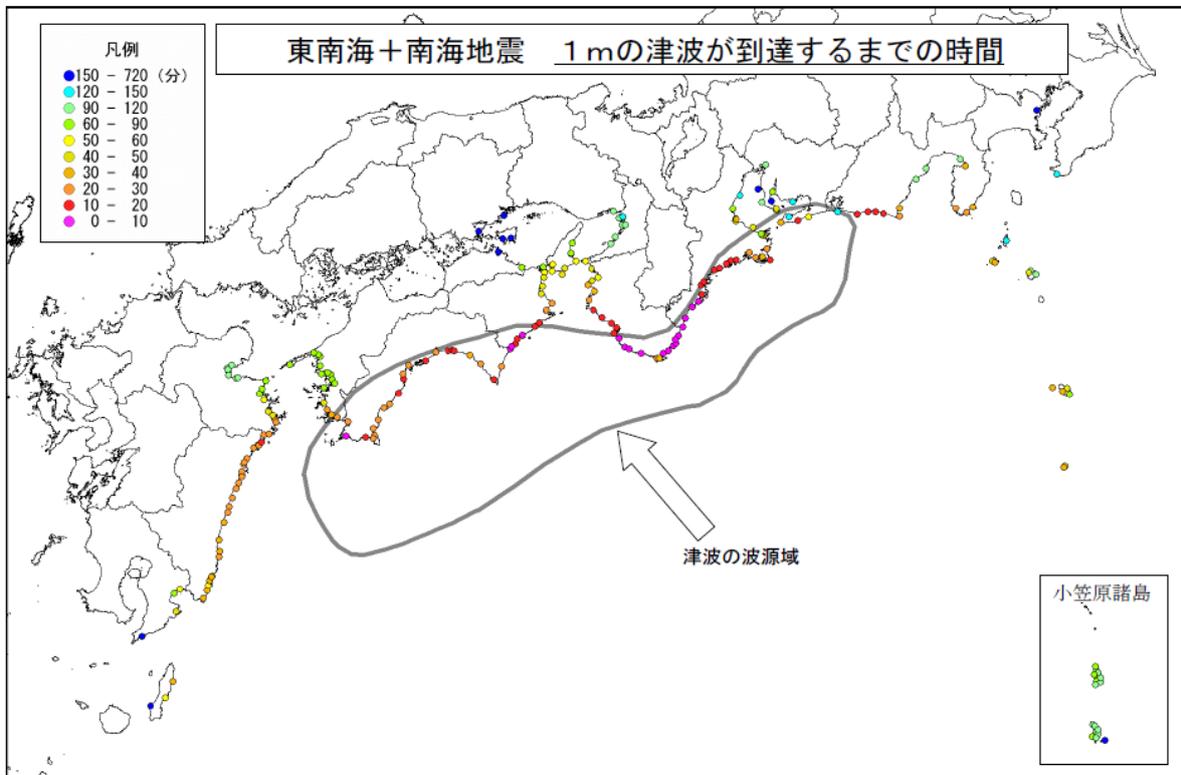


図 15 将来南海トラフで発生する地震 (南海+東南海) で予想される津波の到達時間
 出典：中央防災会議の資料 (http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou_2-2.pdf)

・大阪府の地形

大阪府の沿岸部には、海岸線に沿って標高 3 m 以下の地域がみられ、特に大阪市とその周辺には広く分布するだけでなく、0 m 以下の地域も広く分布する。これら標高 3 m 以下の地域には、潜在的に津波の危険があり、特に沿岸部は津波の危険性が高い地域といえる。

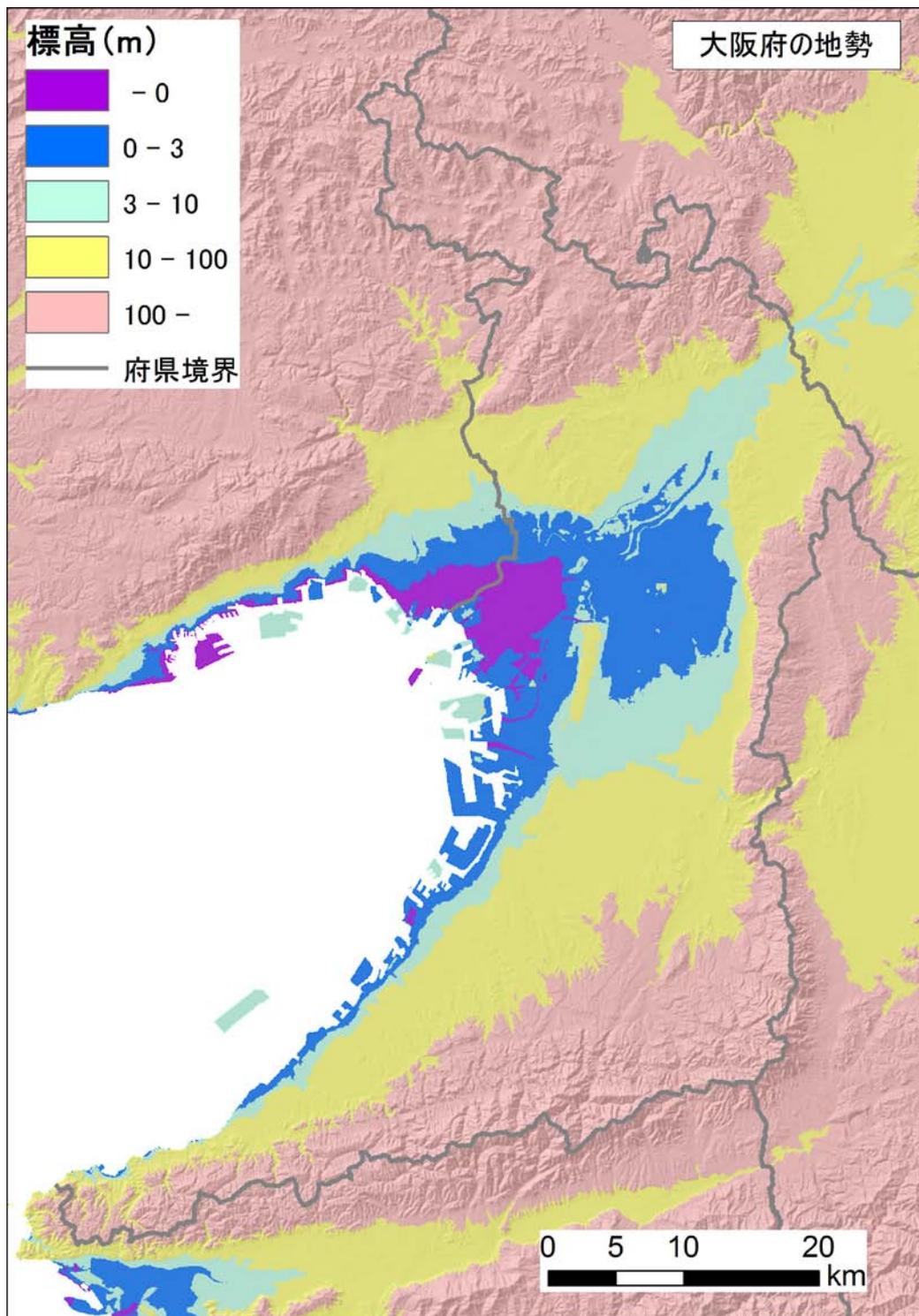


図 16 大阪府の標高分布

・大阪府における通勤通学による人の移動

大阪府とその周辺の府県は、首都圏と並んで通勤通学による人の移動が盛んな地域であり、大阪府では 60% 以上の従業者および就学者が常住する（居住する）市町村外へと通勤通学している。たとえば、大阪市には、近隣の市町村からだけではなく、大阪府外も含めた広域の市町村から多くの人々が通勤通学している（図 18）。このため、災害時には多数の帰宅困難者が発生する可能性がある。

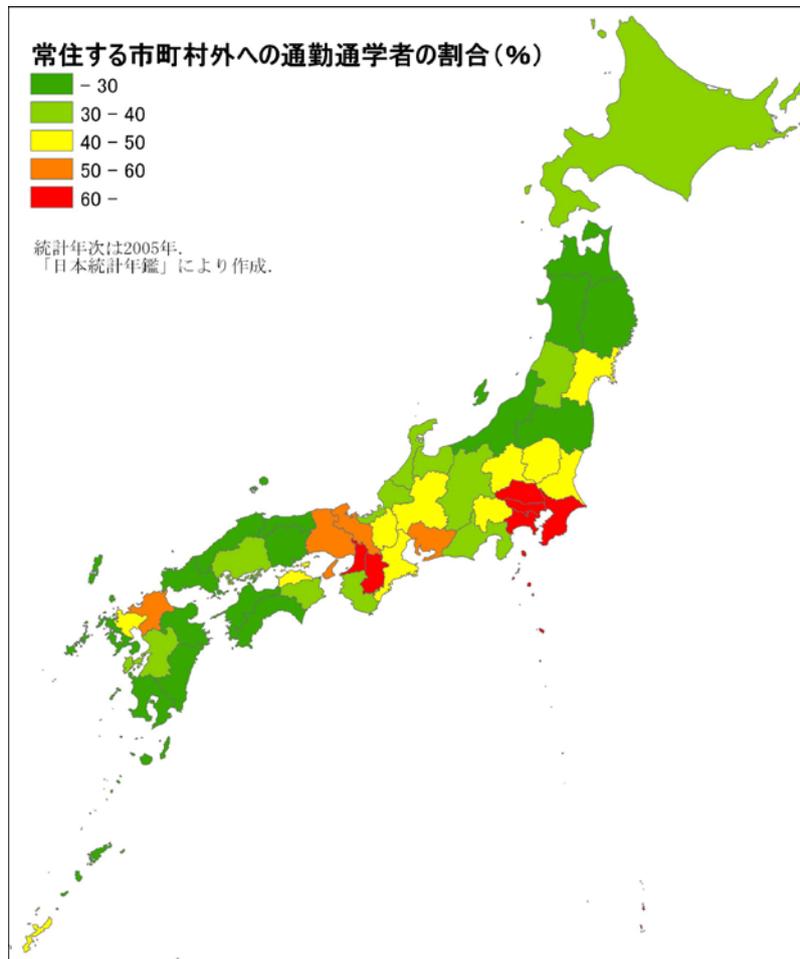


図 17 常住する市町村外への通勤通学者の割合

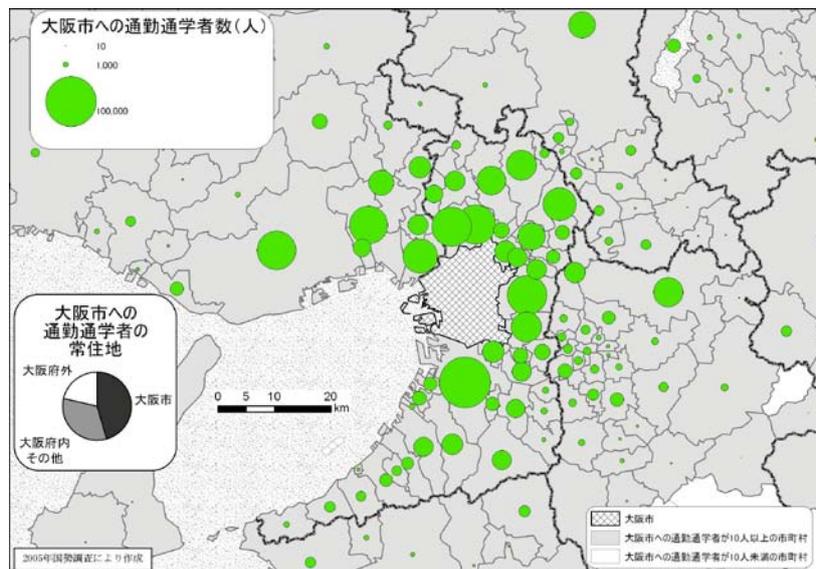


図 18 大阪市への通勤通学者の常住地

3 ハザードマップの利用

・ハザードマップとその種類

ハザードマップとは、自然災害の発生時に被害にあう可能性がある地域や避難する場所、経路などを表した地図のことで、主に、市町村によって市町村単位で作成されている。洪水ハザードマップ、土砂災害ハザードマップ、火山ハザードマップ、地震ハザードマップ、津波ハザードマップなどのように災害の種類ごとに作成されている場合が多い。洪水ハザードマップは、2005年に改正された水防法第15条に基づき、浸水想定区域を含む市町村の長は、洪水ハザードマップを作成し、各世帯に提供することになった。大阪府では、全43市町村中で35市町村が洪水ハザードマップを公開しており、また、12市町村が津波ハザードマップを公開している(2011年6月時点)。これらに加えて、日本全国の市町村で公開されているハザードマップを、「国土交通省ハザードマップポータルサイト」(<http://disapotal.gsi.go.jp/index.html>)で閲覧できる。

・地形図と津波ハザードマップの判読：泉大津市の事例

①津波ハザードマップに記された浸水範囲を、2万5千分の1地形図に青で記入する（泉大津市内のみ）。

②等高線図を参照して、標高5 m以上の地域を2万5千分の1地形図にだいたい色で記入する（泉大津市内のみ）。

③作業結果から、津波に対してどのような地域が危険で、どのような地域が安全かを読み取る。

・大阪市の津波と水害

一般に、津波の被害が予想されるのは、泉大津市の事例でみたように、標高が低い地域である。しかし、大阪市のように 0 m 以下の土地が広がっている地域では、防潮堤で守られており、計算によって求められる浸水地域は、開放されている防潮扉の位置などによって決まるため、地形を反映したものにならない。このため、浸水しないと予想されている地域も必ずしも安全とは限らない。確実に安全な地域を知るためには、地形を判読する必要があるが、大阪市のような密集した市街地で等高線から地形を判読するのは極めて困難である。水害も地形を反映したものであるため、水害ハザードマップも併用すると、地形への理解が深まる。大阪市内で水害の原因となるのは、主に、淀川の氾濫、大和川の氾濫、内水氾濫である。内水氾濫とは、淀川や大和川などの大きな河川に流れ込む小河川や用水路の氾濫である。

・地形図と津波ハザードマップ、水害ハザードマップの判読：大阪市の事例

①等高線図の標高 0m の等高線を紫色の色鉛筆でなぞり、標高 0m 以下の地域を紫色で塗る。また、標高 5m の等高線をだいたい色の色鉛筆でなぞり、標高 5m 以上の地域をだいたい色で塗る。標高 5 m の補助曲線が途切れているところは、地形を標高で色分けした地図から推定して色を塗る。

②2 万 5 千分の 1 地形図を参照して、等高線図に環状線とその駅を黒鉛筆で記入する。

③環状線各駅の標高を等高線図から読み取り、次ページの表の該当欄に黒鉛筆で丸を記入する。

④津波ハザードマップから、環状線各駅の浸水深を読み取り、次ページの表の該当欄に赤色で丸を記入する。

⑤洪水ハザードマップから、淀川の氾濫による浸水深を読み取り、次ページの表の該当欄に紫色で丸を記入する。

⑥洪水ハザードマップから、大和川の氾濫による浸水深を読み取り、次ページの表の該当欄に青色で丸を記入する。

⑦洪水ハザードマップから、内水氾濫による浸水深を読み取り、次ページの表の該当欄に水色で丸を記入する。

⑧大阪市内中央部で、最も安全であるのはどこかを読み取る

標高 (m)

15-20																			
10-15																			
5-10																			
0-5																			
0 未満																			
駅名	天王寺	新今宮	今宮	芦原橋	大正	弁天町	西九条	野田	福島	大阪	天満	桜の宮	京橋	大阪城公園	森の宮	玉造	鶴橋	桃谷	寺田町
5.5-6.0																			
4.0-5.5																			
3.0-4.0																			
2.0-3.0																			
1.0-2.0																			
0.5-1.0																			
0.1-0.5																			
0.1 未満																			
津波：赤，淀川：紫，大和川：青，内水：水色																			

浸水深 (m)

判読結果

標高 (m)

浸水深 (m)

15-20																			
10-15	○																		
5-10																	○	○	
0-5		○	○	○							○	○	○	○	○	○	○		
0未満					○	○	○	○	○	○									
駅名	天王寺	新今宮	今宮	芦原橋	大正	弁天町	西九条	野田	福島	大阪	天満	桜の宮	京橋	大阪城公園	森の宮	玉造	鶴橋	桃谷	寺田町
5.5-6.0																			
4.0-5.5							○	○	○	○									
3.0-4.0															○				
2.0-3.0													○			○			
1.0-2.0			○	○ ○	○							○		○			○		
0.5-1.0			○		○					○	○								
0.1-0.5		○	○				○	○	○				○	○	○	○	○		
0.1未満	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
津波：赤，淀川：紫，大和川：青，内水：水色																			

4 統計資料を用いた主題図の作成

・統計資料の入手法

信頼できる統計資料は、主に国の機関によって収集されており、かつては印刷物として公開されていたが、最近のものはインターネットで excel ファイルとして公開されているものが多い。地理分野での利用頻度が高い統計資料としては、表 2 のようなものがある。

表 2 主な統計調査

分野	統計調査名	機関	URL
人口、人の移動	国勢調査	総務省	http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.htm
農業	作物統計など	農林水産省	http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/index.html
工業	工業統計調査	経済産業省	http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html
商業	商業統計調査	経済産業省	http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syougyo/result-2.html

以上のような統計資料から、各種の統計資料を編集した年鑑が作成されている。日本全体の統計資料については、総務省統計局によって編集されている「日本統計年鑑」(<http://www.stat.go.jp/data/nenkan/index.htm>)が詳しく、同じく総務省統計局による「統計でみる都道府県のすがた」(<http://www.stat.go.jp/data/ssds/5a.htm>)および「統計でみる市区町村のすがた」(<http://www.stat.go.jp/data/ssds/5b.htm>)は、主要な指標について都道府県および市町村の単位でそれぞれ統計資料が編集されている。また、都道府県によっても統計年鑑や各種の統計資料は公開されており、大阪府では、「大阪府統計年鑑」(<http://www.pref.osaka.jp/toukei/nenkan/>)が作成されている。

・主題図の作成法

主題図を作成するために用いる統計資料には 2 種類あり、それは、絶対量と相対量である。絶対量とは、人口や農業産出額、製造品出荷額のような、他の値で割っていないデータのことであり、一方の相対量とは、人口密度や農業人口割合、人口当たり製造品出荷額のような、何かを何かで割ったデータのことである。人口密度は人口を面積で、農業人口割合は農業人口を就業人口で、人口当たり製造品出荷額は製造品出荷額を人口で、それぞれ割ったものである。この相対量と絶対量とでは、作ってよい地図が異なる。

相対量では階級区分図と呼ばれる地図を作成し、絶対量では図形表現図を作成する。階級区分図とは、領域（たとえば都道府県など）を色で塗り分けた地図で、図 17 のような地図である。一方、図形表現図とは、円などの図形の大きさで統計量の大小を表した地図で、図 18 のような地図である。階級区分図のほうが作成が容易なため、絶対量でも階級区分図を作成している例がみられるが、塗り分ける領域の面積が大きいほど目立つという特徴があるため（たとえば北海道やロシアなど）、その領域の面積の影響がある程度排除されていないと誤解を招きやすい。このため、絶対量では階級区分図ではなく図形表現図のほうが適切な地図になる。

・国勢調査を用いた通勤通学者数の分布図の作成

通勤通学先の分布を表す図形表現図を作成する。通勤通学者数に比例した面積の円を描くのは困難なため、3種類の大きさの円のシールを貼って地図をつくる。手順は以下のとおり。

①別冊の表から、地図を作成する市町村を選び、その市町村の列を赤線で囲い、地図に市町村名を記入する。

②以下の式から、常住する市町村内への通勤通学者割合（％）を計算して、計算結果を地図に記入する。

常住する市町村内への通勤通学者割合 = 常住する市町村への通勤通学者数 ÷ 通勤通学者の総数 × 100

$$\left(\quad \quad \quad \right) = \left(\quad \quad \quad \right) \div \left(\quad \quad \quad \right) \times 100$$

③常住する市町村を除いて、通勤通学者の数が上位 20 の市町村を探して、その数値を赤丸で囲う。

④選んだ 20 の数値を、上位、中位、下位の 3 つの階級に分ける。例えば、上位が 5,000 以上、中位が 1,000 以上 5,000 未満、下位が 1,000 未満のように分ける。各階級の境界になる値を決める方法は様々あるが、この地図については、上位の階級ほど数が少なくなるように分けるとよい。例えば、上位が 3 市町村、中位が 7 市町村、下位が 10 市町村のように分かれるように決める。

⑤階級値が決まったら、20 市町村を上位、中位、下位に分け、上位は赤、中位は黄色、下位は青で市町村名を丸で囲う。

⑥地図の凡例の欄に、3 種類のシールを貼って、それぞれの階級値を記入する。

⑦表を基に、地図にシールを貼る。対象とした市町村（常住する市町村）は、その領域を緑で塗る。

⑧作成した地図から通勤通学先の特徴を読み取る。