

## 「自然地理学」講義の概要

### ・講義の内容

8/6：四国で地震はおこるのか？地震が起こる地域ではどのような地形になるのか？

1-1 東北地方太平洋沖地震と兵庫県南部地震の違い

1-2 南海地震と四国の活断層

1-3 世界のプレート境界と標高分布

1-4 世界の地震とプレートテクトニクス

1-5 変動帯と安定大陸の地形

8/7：四国で大雨はいつ降るか？大雨が降るとどこでどのようなことが起こるのか？

2-1 日本の水害

2-2 世界の降水量分布

2-3 四国の降水量分布

2-4 沖積平野の地形

2-5 洪水ハザードマップ

8/8：気温は将来どう変化するか？気温が変化するとどのようなことが起こるのか？

3-1 地球温暖化のしくみ

3-2 地球温暖化と海面変化

3-3 第四紀の氷河の変動と地形

3-4 第四紀の氷河の変動と海面変化

3-5 第四紀の気候変化の原因

### ・成績評価の方法

それぞれの日に掲げた質問を高校生に聞かれた場合の回答を、それぞれの日の最後の時間に 30 分程度で論述し、その内容を基に成績を評価する。

2011/8/6-8

1-1 東北地方太平洋沖地震と兵庫県南部地震の違い

・地震のマグニチュードと震度

山田周二

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。

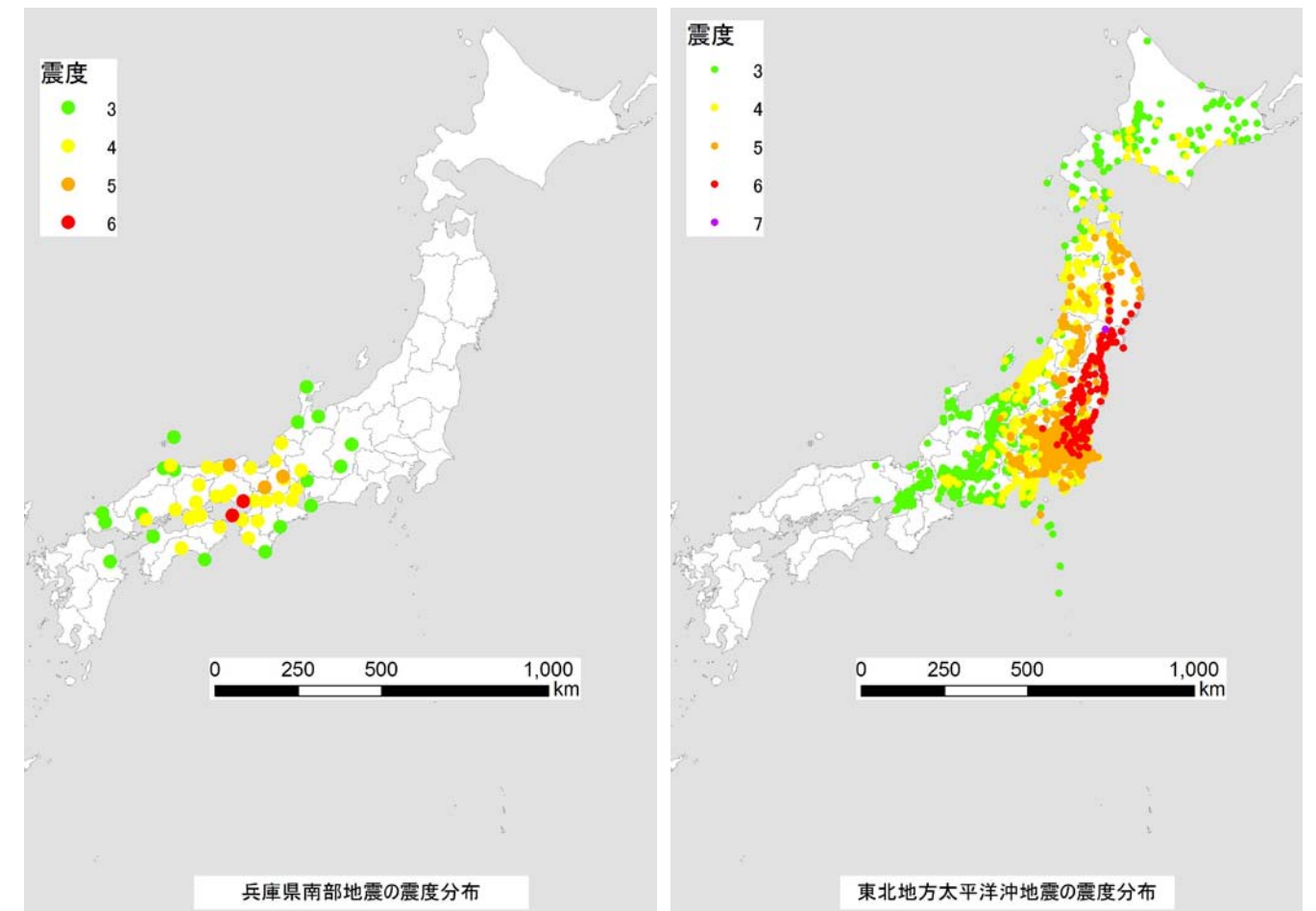


図 1 兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の震度の分布

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。

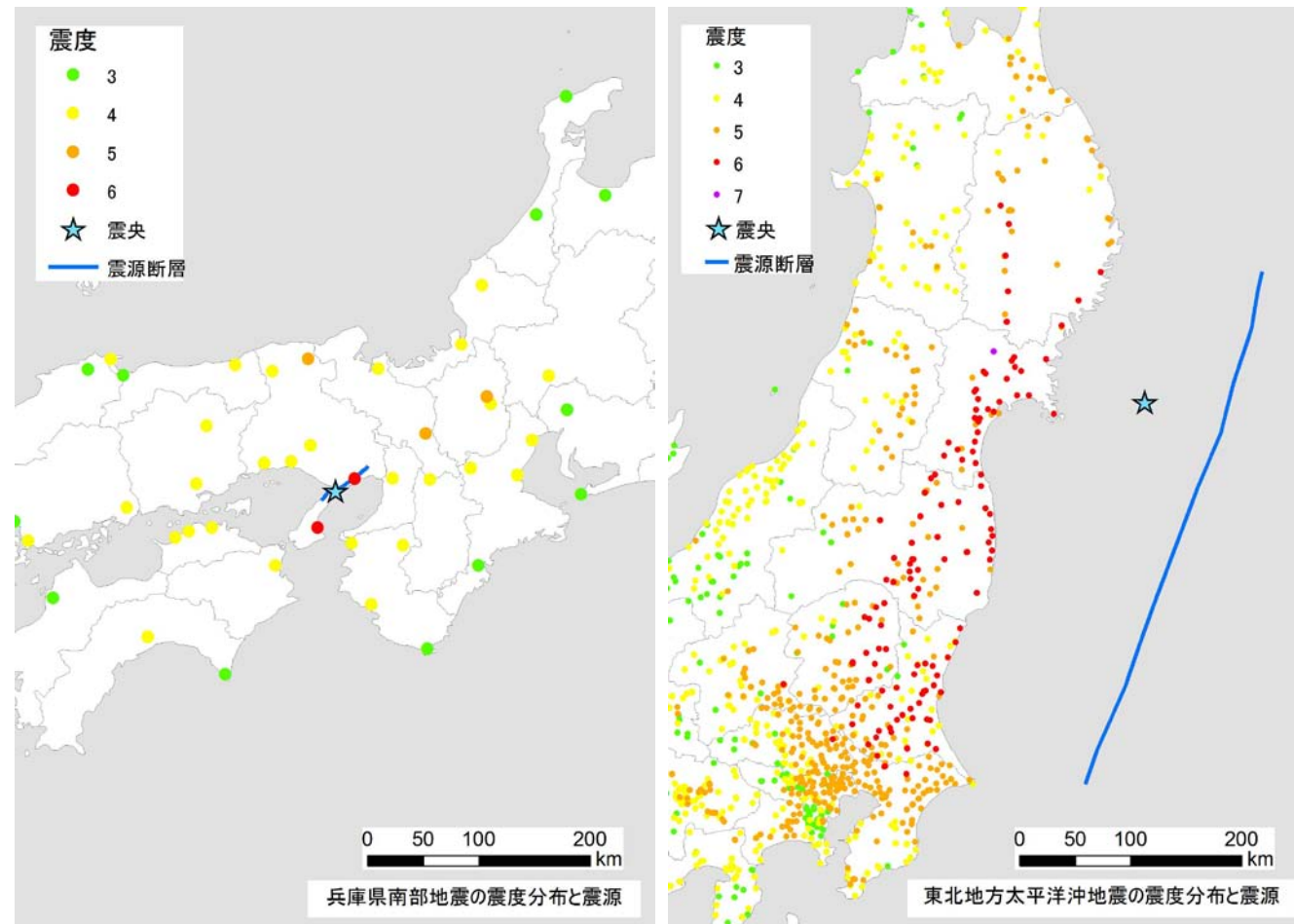


図 2 兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の震源断層と震度の分布

・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

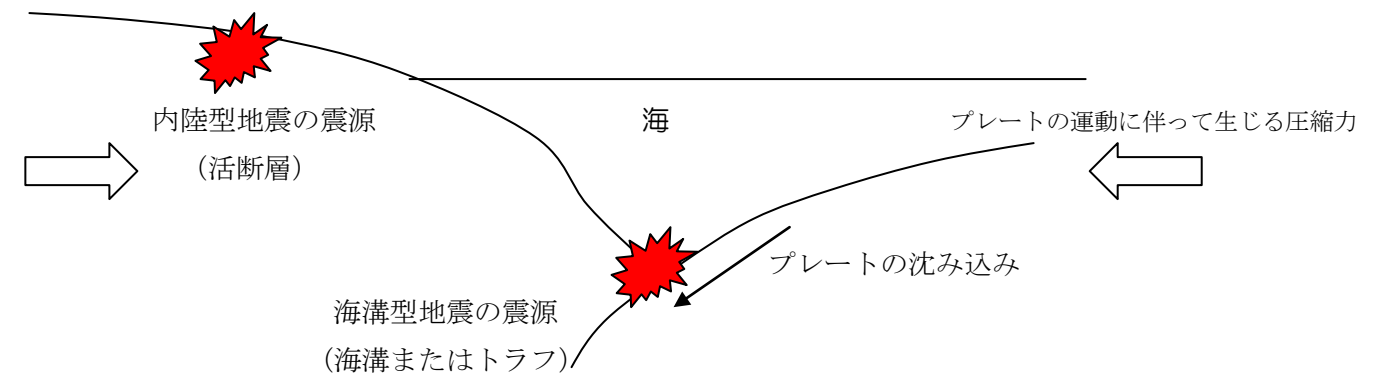


図 3 内陸型地震と海溝型地震

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。

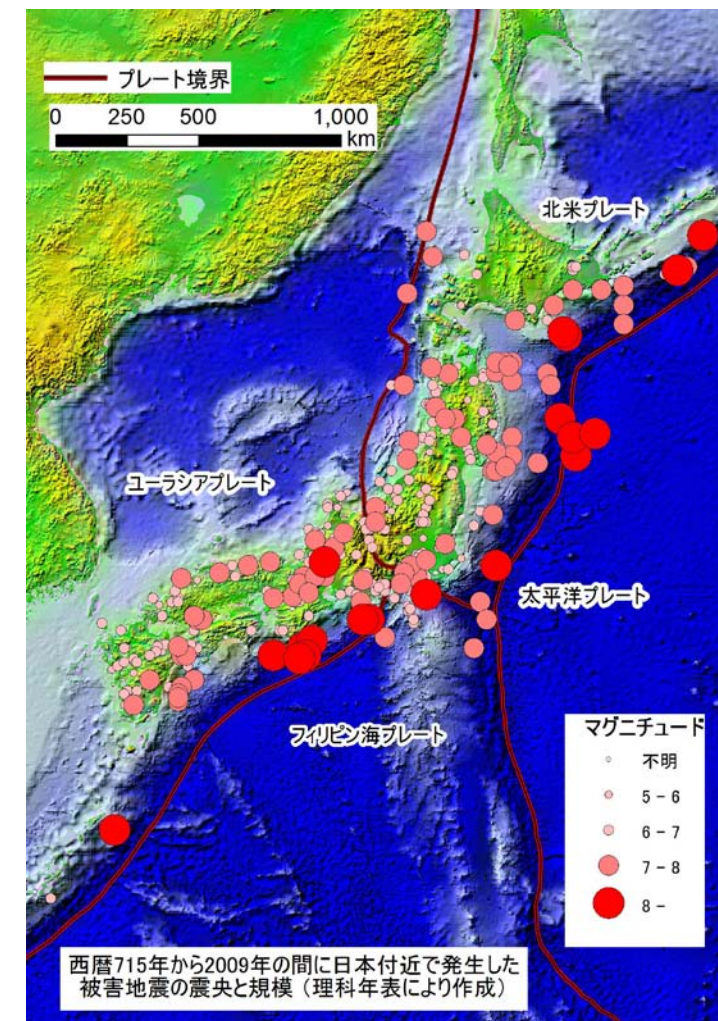


図 4 日本周辺で最近約 1300 年間に発生した主な地震



1-2 南海地震と四国の活断層

・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。

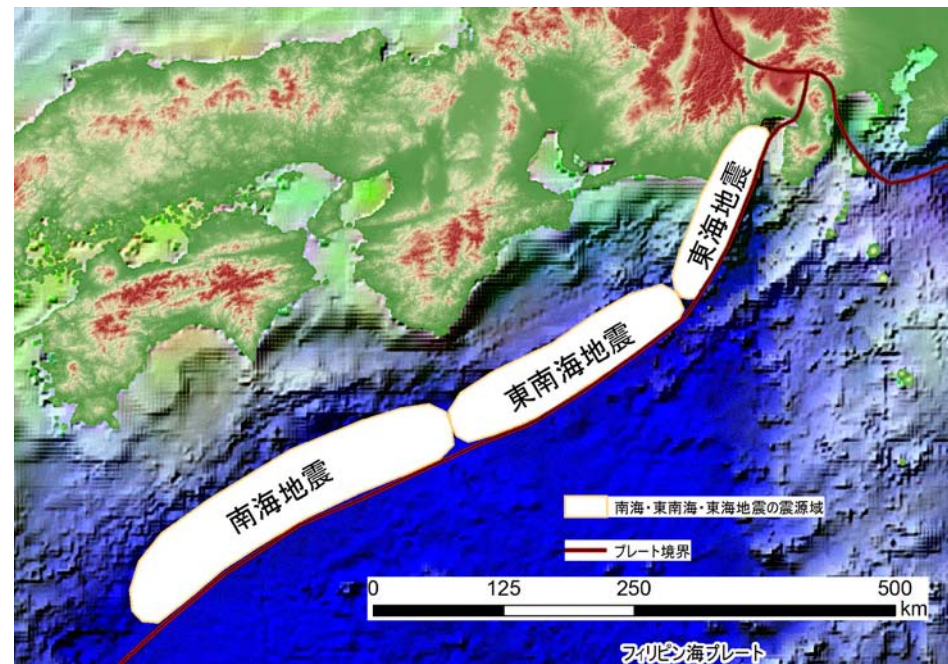


図 5 南海トラフで発生する地震の震源域

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。

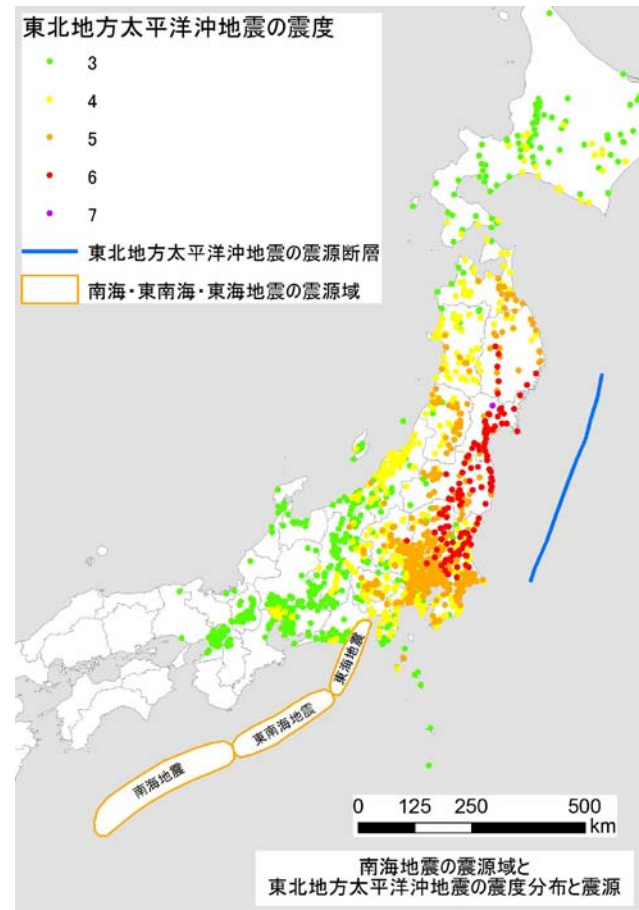


図 6 東北地方太平洋沖地震の震度，震源断層と南海地震の震源域

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。

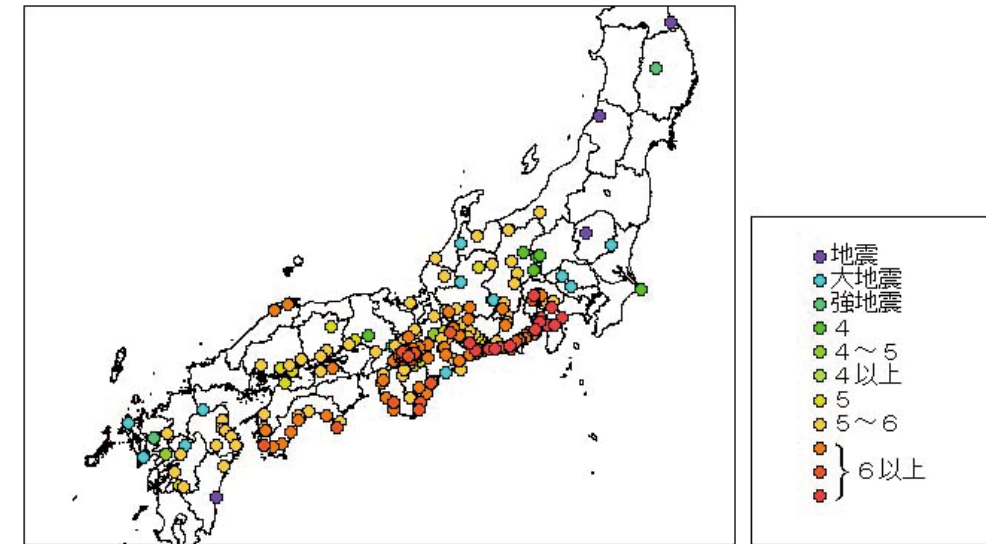


図 7 1707年に発生した宝永地震（南海，東南海，東海地震が同時発生）の震度分布  
出典：地震調査研究推進本部の資料 ([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01sep\\_nankai/f06-3.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01sep_nankai/f06-3.htm))

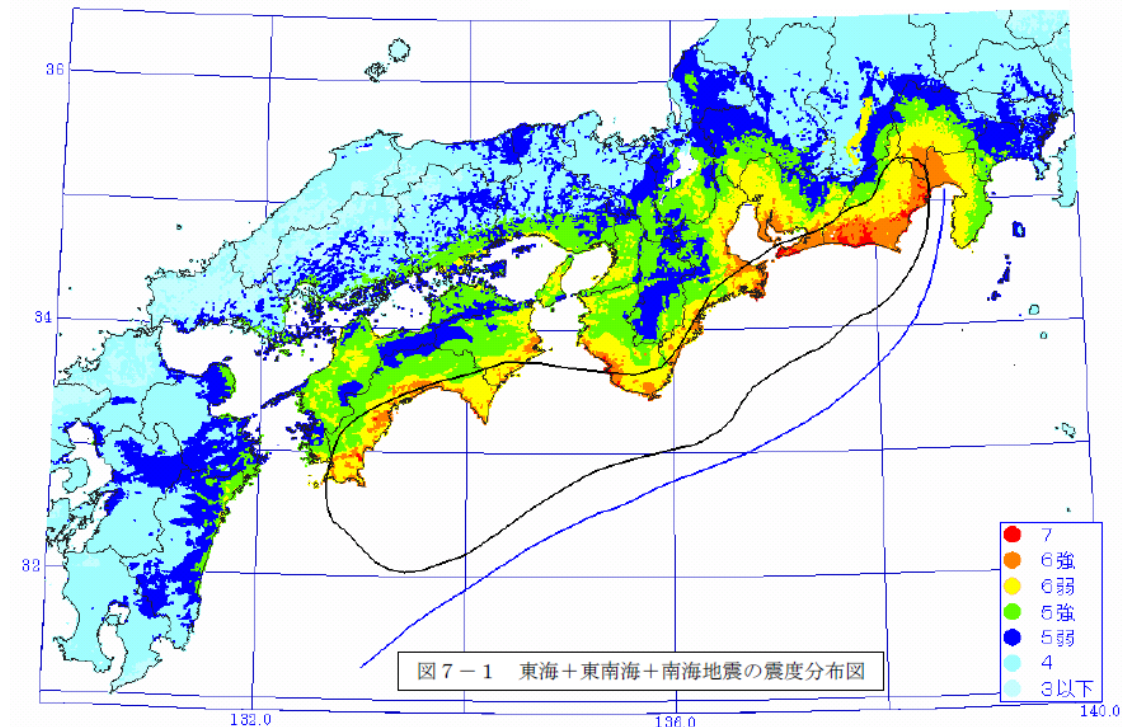


図 8 将来南海トラフで発生する地震（南海+東南海+東海）で予想される震度の分布  
出典：中央防災会議の資料 ([http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou\\_2-2.pdf](http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou_2-2.pdf))

・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。

南海・東南海・東海地震の頻度

(地震調査研究推進本部(2001)「南海トラフの地震の長期評価について」により作成)



図 9 南海地震の頻度

・南海地震と津波

将来発生する南海地震では、津波は、瀬戸内海では 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。

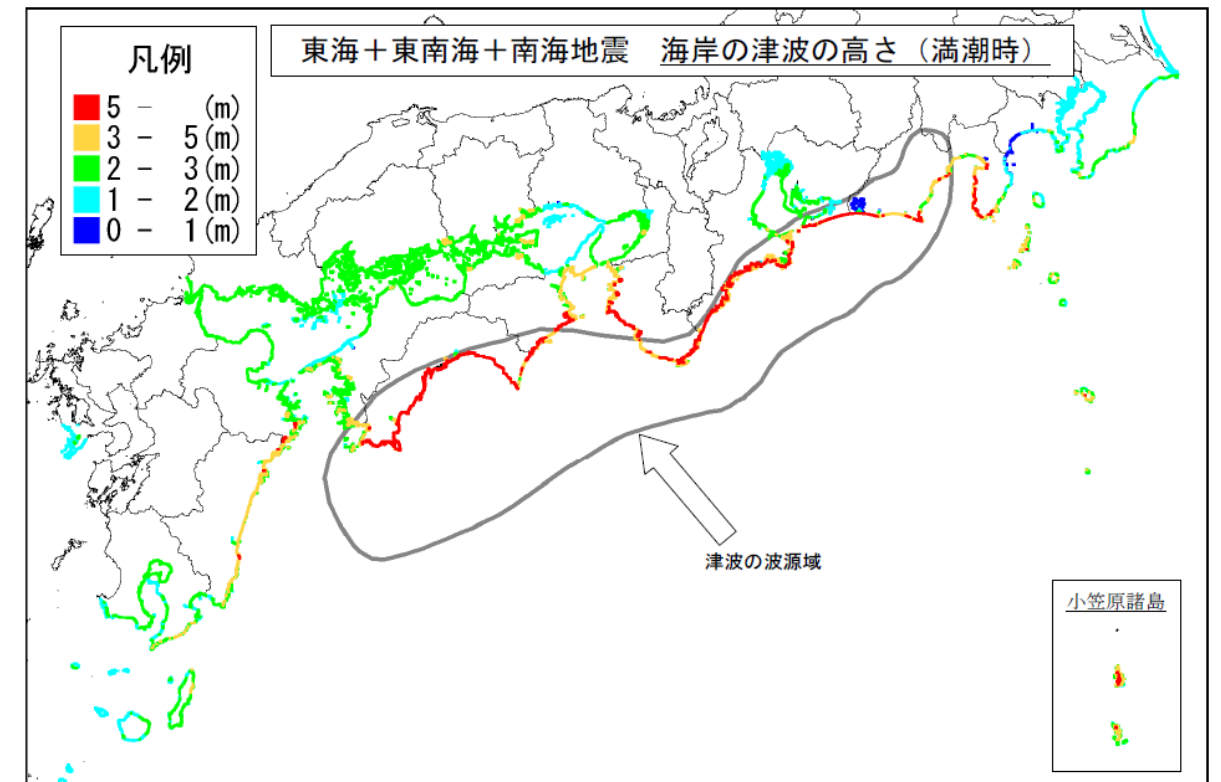


図 12 将来南海トラフで発生する地震（南海+東南海+東海）で予想される津波の高さ  
出典：中央防災会議の資料 ([http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou\\_2-2.pdf](http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou_2-2.pdf))

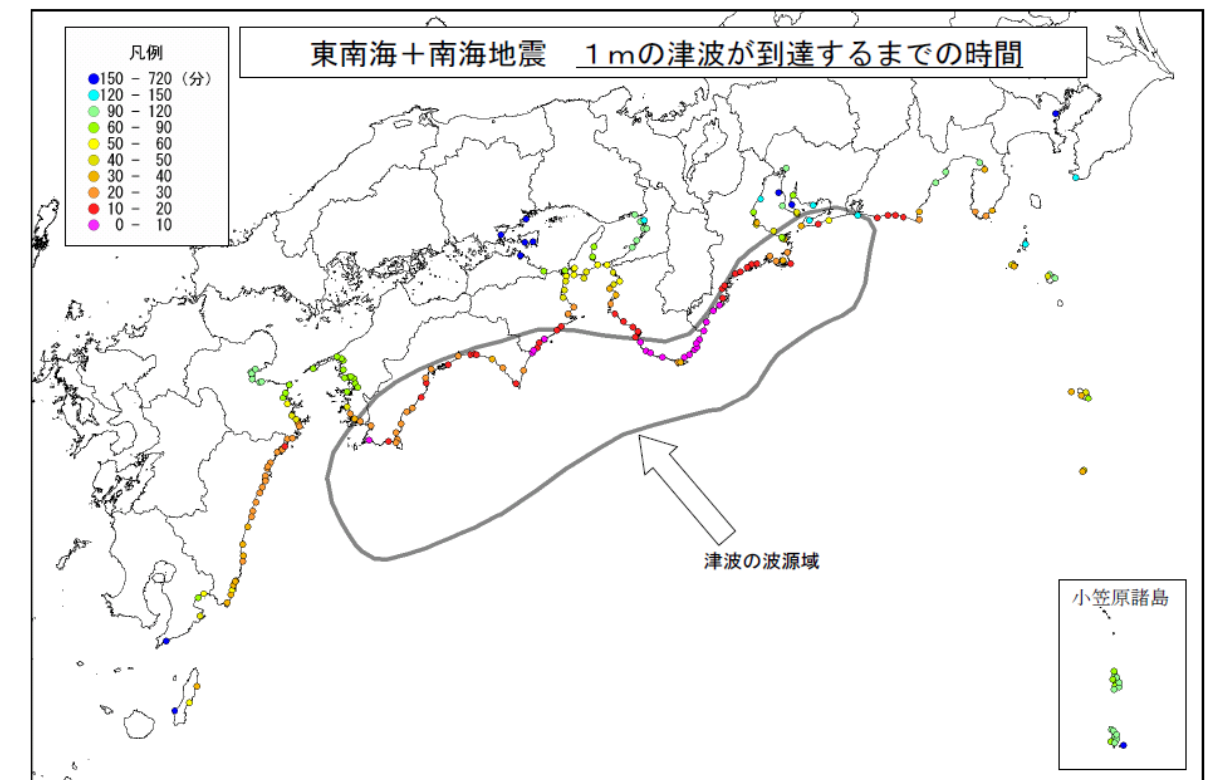


図 13 将来南海トラフで発生する地震（南海+東南海）で予想される津波の到達時間  
出典：中央防災会議の資料 ([http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou\\_2-2.pdf](http://www.bousai.go.jp/chubou/9/zuhyou_2-2.pdf)) ・四国の活断層

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。



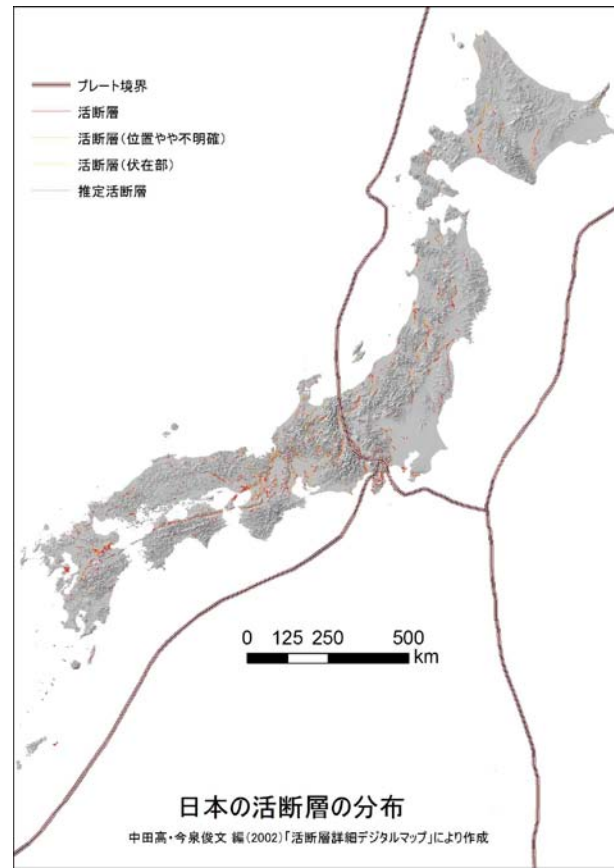


図 10 日本の活断層の分布

四国には、日本最大規模の活断層である中央構造線断層帯の一部が東西に伸びている。

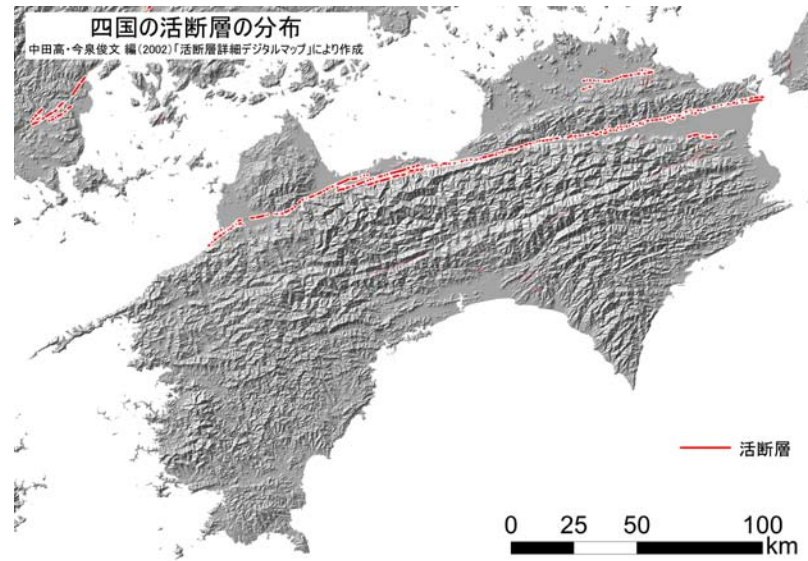


図 11 四国の活断層の分布

・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。四国の中央構造線断層帯では、約 1000 から 2500 年周期で地震を引き起こしており、最新の地震は 16 世紀（約 500 年前）に発生した。将来、マグニチュード 8 かそれを超えるような地震の発生が予想されている。

1-3 世界のプレート境界と標高分布

・作業①

次ページの世界地図に、地図帳から読み取ったプレート境界の位置を、広がる境界は青で、狭まる境界は赤で、ずれる境界は緑で、それぞれ線を記入する。

・作業②

次ページの世界地図に、表 2 から読み取った最近の世界の被害地震の震央を、黄色の●で記入する。

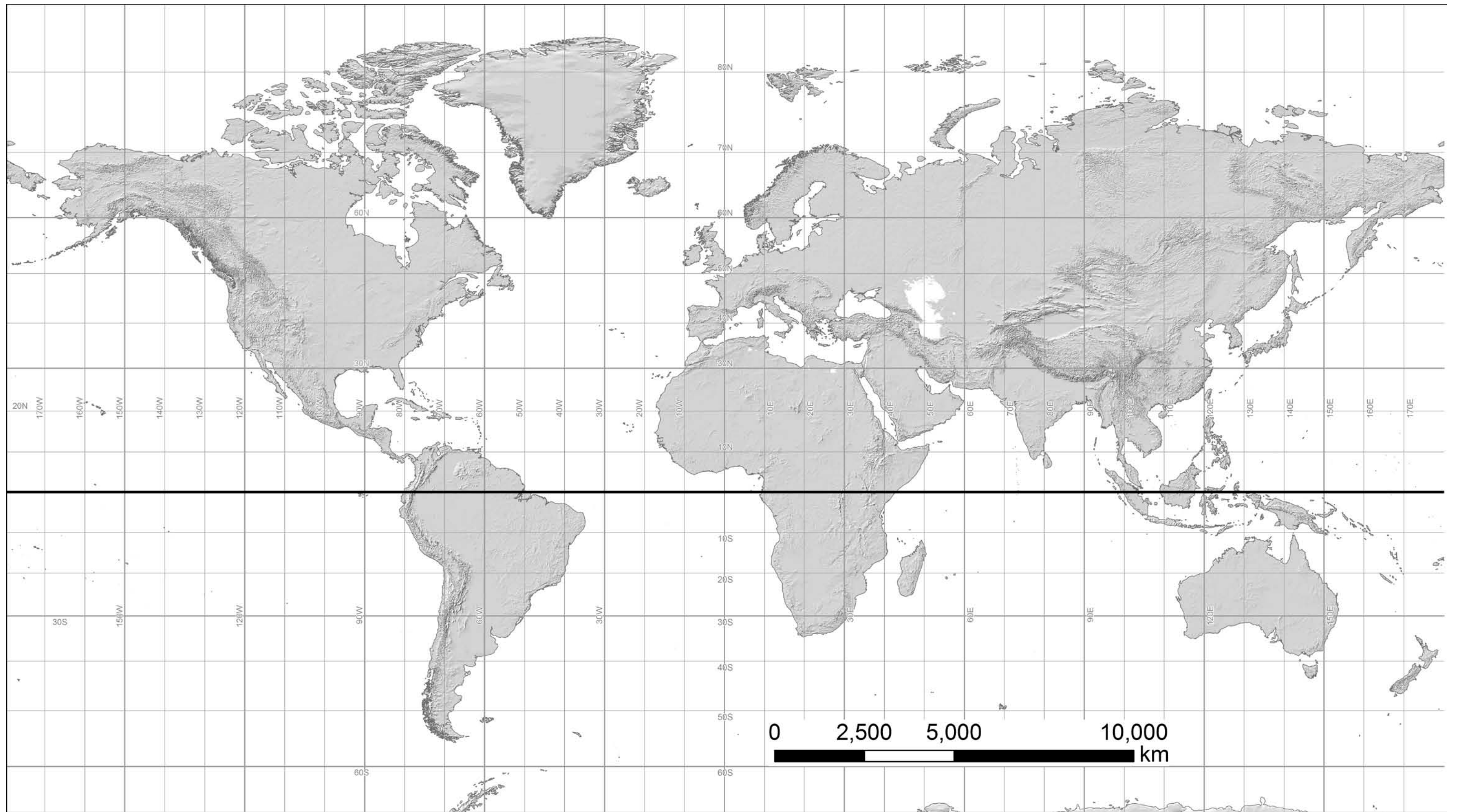
・作業③

地図帳から、標高 4000 m 以上の山を読み取り、4000-6000 m の山はだいたい色、6000-8000 m は赤、8000 m 以上は紫で、それぞれ●を記入する。

表 2 2001 年～2009 年に発生した主な被害地震

発生年	緯度	経度	深さ(km)	マグニチュード	死者数	備考
2001	13.1	-88.7	60	7.8	852	El Salvador/Guatemala 山崩れ多発(死者の大半) 7.7W
2001	23.4	70.2	16	8	20023	India:Bhuj,Bhachau,Anjar(Gujarat)/Pakistan 7.7W
2001	13.7	-88.9	10	6.5	315	El Salvador(余震) 山崩れ多発 6.6W
2001	-16.3	-73.6	33	8.2	139	Peru:Arequipa-Camana-Tacna area/Chile:Arica 8.4W
2002	36.5	70.5	226	6.6	166	Afghanistan/Pakistan (Hidu Kushのやや深発) 7.4W
2002	36.1	69.3	8	6.2	1000	Afghanistan:Baghlan Province(Nahrin) 6.1W
2002	35.6	49.1	10	6.4	227	Iran:Buin Zahra-Avaj area 6.5W
2003	18.8	-104.1	24	7.6	many	Mexico:Colima,Tecoman(I=8)山崩れ 7.5W
2003	39.6	77.2	11	6.3	数百	China:新疆(巴楚) 6.3W
2003	39.0	40.5	10	6.4	数百	Turkey:Bingol area断層,山崩れ 6.4W
2003	37.0	3.6	12	6.9	数千	Algeria:Algiers,Boumerdes,Dellys(I=10)山崩れ 6.8W
2003	29.0	58.3	10	6.8	数万	Iran:Bam(I=9)山崩れ,断層 6.6W
2004	35.1	-4.0	0	6.4	631	Morocco:(I=9)山崩れ 6.4W
2004	3.3	96.0	30	8.8	数万	Indonesia:Sumatra(I=9)landslide,mud volcano 9.0W
2005	30.8	56.8	14	6.5	612	Iran:Kerman Province 6.4W
2005	2.1	97.1	30	8.4	1303	Indonesia:Nias,Simeulue,Kepulauan 8.6W
2005	34.5	73.6	26	7.7	数万	Pakistan and India:landslide,seiche 7.6W
2006	-8.0	110.5	13	6.2	5749	Indonesia:Bantul-Yogyakarta area 6.3W
2006	-9.3	107.4	34	7.2	665	Indonesia:Ciamis,Tasikmalaya,Banjar,65missing7.7W
2007	-13.4	-76.5	39	8	650	Peru:Chincha Alta, Ica and Pisco,landslides 8.0W
2008	31.0	103.3	19	8.1	69195	China:四川省 landslides(18392missing) 7.9W
2008	30.6	67.4	15	6.6	166	Pakistan:Baluchistan,Ziarat landslides 6.4W
2009	42.3	13.3	9	6.2	295	Italy:L/sc/Aquila 6.3W

マイナスは西経    マイナスは南緯  
 プラスは東経    プラスは北緯



#### 1-4 世界の地震、火山とプレートテクトニクス

##### ・プレートテクトニクス

地球の表面は、プレートと呼ばれる板に覆われており、それらは様々な方向に移動している。その移動は、地球内部の対流によって生じており、広がるプレート境界には、地球の内部から高温の物質が上昇し、プレートが生成され、それが移動にともなって冷えると、狭まる境界で地球内部に下降する。このため、広がるプレート境界および狭まるプレート境界では、地震や火山活動などの様々な変動が生じる。

##### ・プレート境界と地震

世界で大規模な地震が発生するのは、プレート境界とその周辺に限られる。広がるプレート境界付近では、引張り力が、狭まるプレート境界付近では、圧縮力が、それぞれ働き、それにとまうひずみによって地震が発生する。ただし、狭まるプレート境界の大部分が海底にあるため、被害が生じる地震の多くは狭まるプレート境界付近で発生する。

地震の原因となる断層には、正断層、逆断層、横ずれ断層があるが、正断層は主に広がるプレート境界付近で、逆断層は主に狭まる境界付近でみられる。横ずれ断層は、どちらでもみられる。なお、第四紀（最近約 200 万年間）に活動して、将来も活動が予想される断層が活断層と呼ばれる。

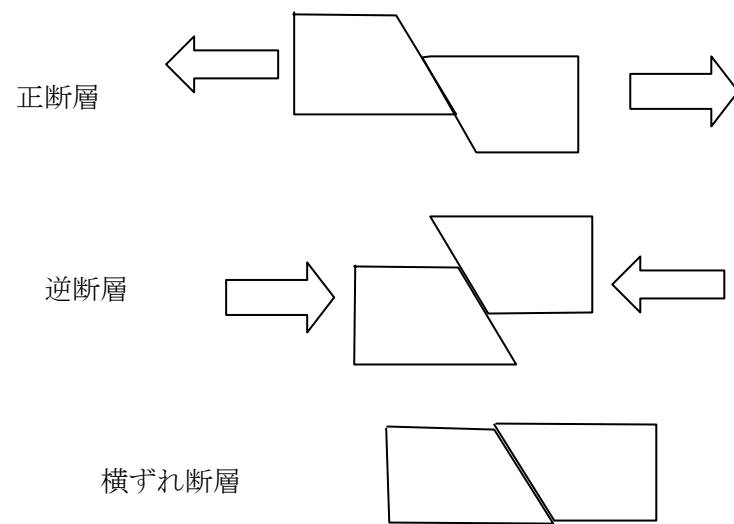


図 14 断層の模式図

##### ・プレート境界と火山

火山もプレート境界付近に分布する。広がるプレート境界付近では、マントル物質が上昇することによって圧力が低下し、マグマが生成される。一方狭まるプレート境界付近では、プレートが沈み込んである一定の深さに達すると、プレートからマグマが生成される。以上のように生成されたマグマによって火山が形成される。ただし、プレート境界以外でも、ホットスポットと呼ばれるところでは、長期間マグマが供給されており、ハワイでは、少なくとも 7000 万年以上同じ場所で火山活動が続いている。

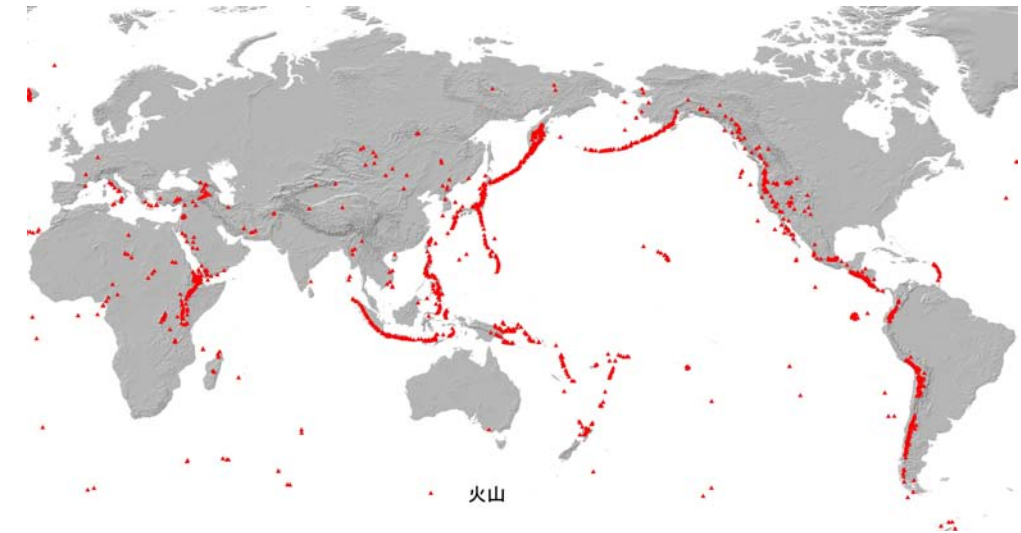


図 15 世界の火山の分布

日本は狭まるプレート境界付近に位置するものの、どこにでも火山があるわけではなく、四国から近畿地方にかけては全く火山がみられない。これは、プレートが沈み込んである一定の深さに達するまでは、すなわち、ある一定以上プレート境界から内陸側に達するまでは、マグマが発生しないためである。



図 16 日本の火山の分布



### 1-5 変動帯と安定大陸の地形

地震や火山活動が活発なプレート境界付近は変動帯または新期造山帯と呼ばれ、そこから離れたそれらの活動が盛んではない地域は安定大陸と呼ばれる。変動帯では、地震や火山活動にともなう地盤の隆起が盛んなため、標高が高いか、起伏が大きく、安定大陸よりも険しい地形になる。安定大陸では、オーストラリアの大鑽井盆地のように、500 km に渡って、標高 100 m 以下の地域が続くような広大な平坦地や、かつての隆起で標高は高くなったが、現在は隆起していないためなだらかな山地となった古期造山帯のような地形がみられる。

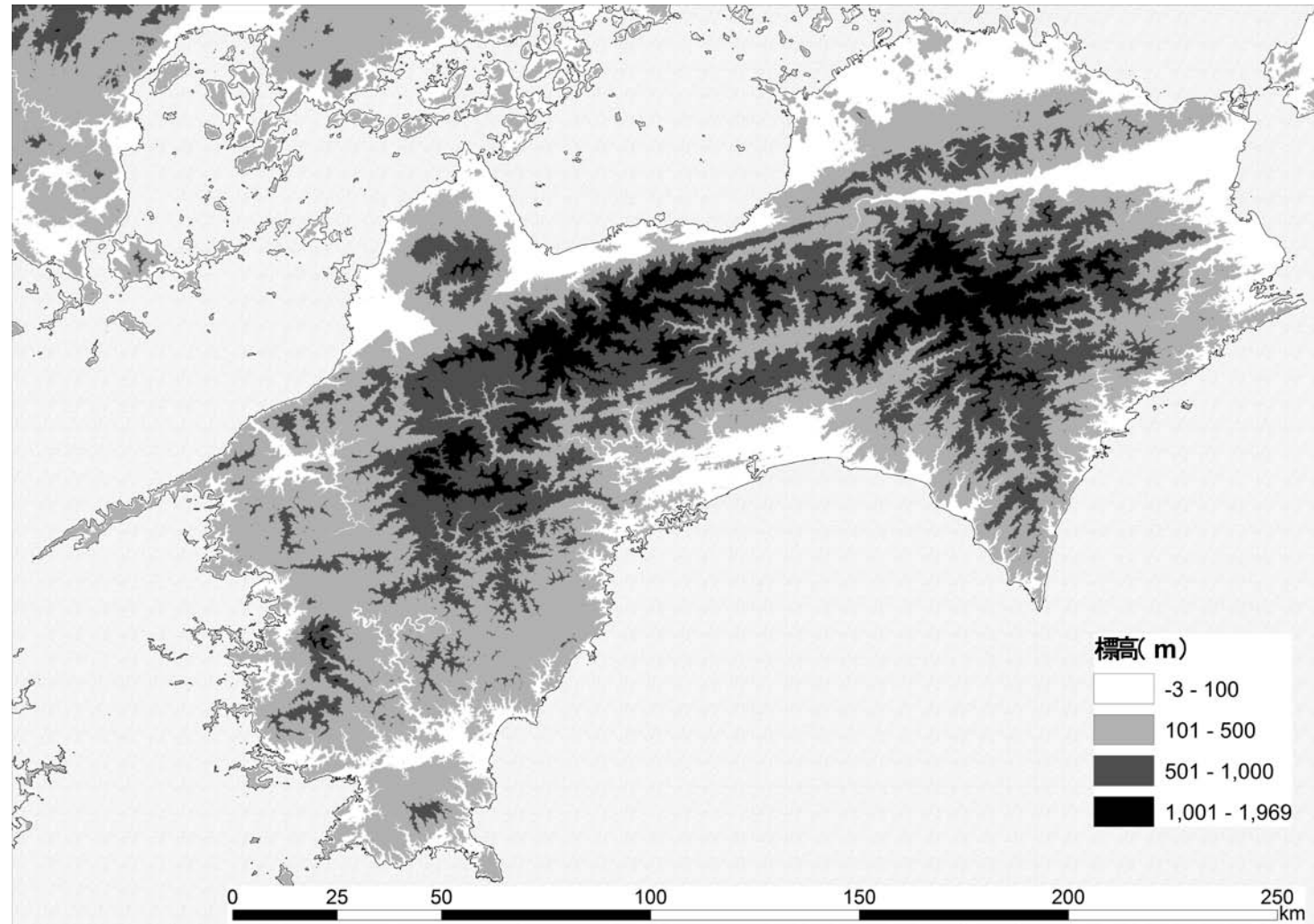


図 17 四国の標高分布

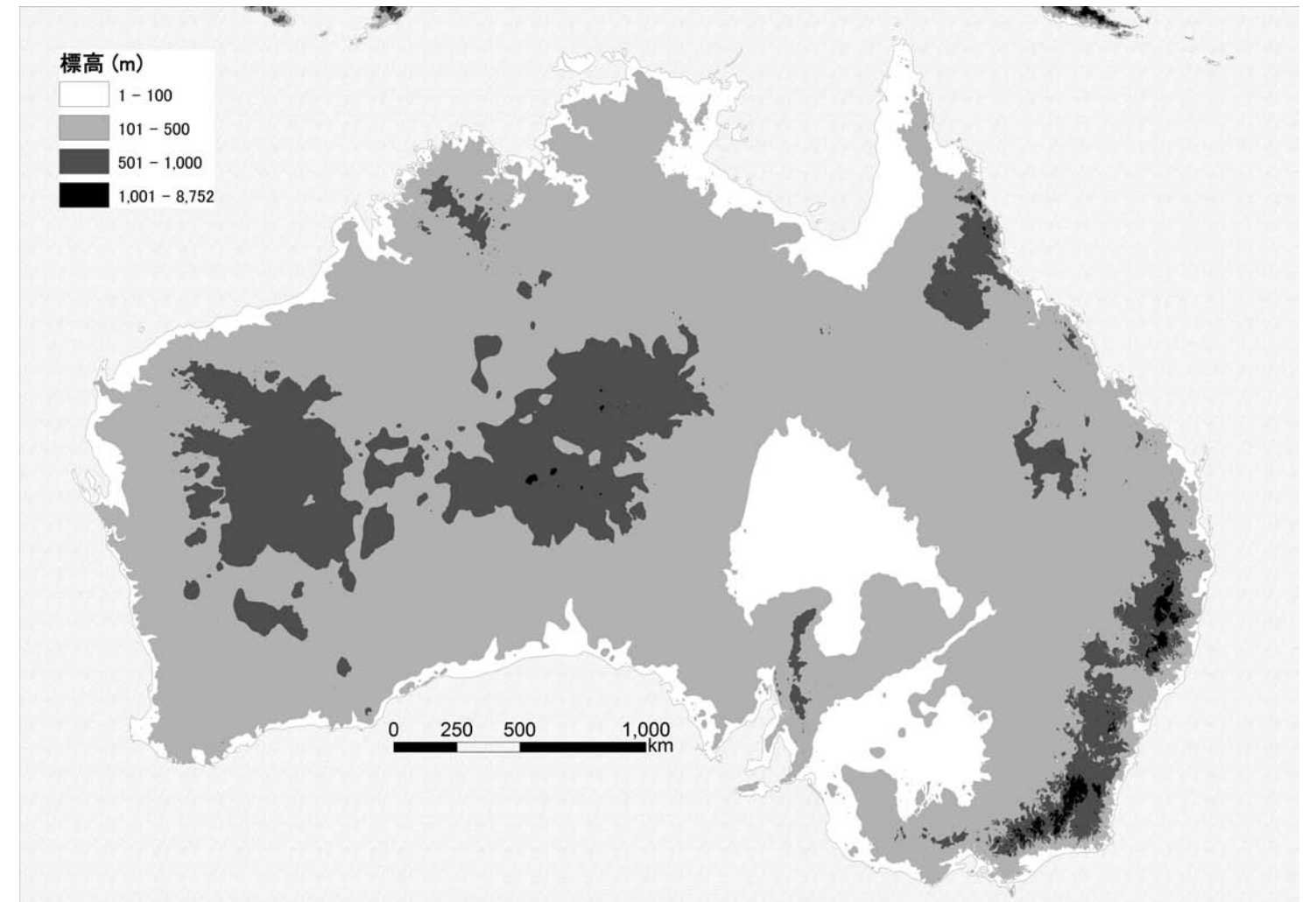


図 18 オーストラリアの標高分布