

大項目	3	持続可能な地域づくりと私たち			
中項目	3-1	日本および世界の災害と防災を考える自然地理			
小項目	3-1-2	島弧で起きている現象とその分布			
細項目 (発問)	3-1-2-3 地震災害	地震と災害（世界の中の日本、メカニズムより分布に重視）を理解する			
作成者名	小岩直人	作成日	2019/2021/2023/2024	Ver.	1.3
キーワード 5~10 個程度	プレート、地震、直下型地震、海溝型地震、地震動、津波、液状化				

発問と説明

(1) 地震が多いところはどこでしょうか？

①世界の地震分布

地震は地下の岩盤がずれ動くことによって生じます。地震はどのような場所で起こっているのでしょうか？

地球の表面は、厚さ 30~150km の岩盤であるプレートで覆われています。プレートは一続きの 1 枚の岩ではなく、十数枚にわかれている、それらはそれぞれが移動して、ぶつかり合っています。

プレートは、海に分布する海洋プレート、大陸の地下にある大陸プレートに分かれます。海洋プレートは、海嶺から海底に湧き出しておりそこから両側に広がっています。海嶺から生まれたプレートは、長い時間をかけて移動します。プレートは構成している岩石により、海洋プレートが大陸プレートに比べて重いという特徴があります。そのため、両者がぶつかっているところは、海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んで、深い海底となっている海溝、またはトラフといわれる深い溝状の海底をつくっています。

図 1 には、1977 年~2014 年に起きたマグニチュード 5 以上の地震の分布を示しています (参考 URL1)。地震は世界中のいたるところで起こっているのではなく、集中して分布するところがあり、とくにプレートの境界付近で多くみられます。プレートが湧き出す海嶺や地溝帯では、地震の分布が細長くなっていることが読み取ることができますが、ここでは規模の大きな地震は少なく、震源も浅いものとなっています。一方、海溝で押し合っているプレートとプレートの境は、ある程度の幅をもって帯状に地震の分布がみられます。さらに、このような場所は、世界でも最も大きな地震を引き起こすところとなっています。1960 年のチリ地震 (マグニチュード 9.5)、2011 年東北地方太平洋沖地震 (マグニチュード 9.0) などをはじめとした超巨大地震は、この場所で発生しています。海嶺や海溝付近では、一度、地震が発生してもプレートは継続して動き続けることから、時間をおいて同じ場所で地震が繰り返し発生します。このように世界ではまんべんなく地震が発生しているのではなく、プレートの境界付近といったような明らかな地震の多発地帯がみられます。

②日本の地震の特徴は何ですか？

日本列島周辺は、大陸性のユーラシアプレートと北アメリカプレート、海洋性のフィリピン海プレートと太平洋プレートの 4 つのプレートが接するという世界的にも特異な場所となっています (図 2)。東北日本では北アメリカプレートに太平洋プレートがもぐり込んで日本海溝を、西南日本がのるユーラシアプレートにはフィリピン海プレートがもぐり込んで相模トラフや南海トラフをつくっています。さらにフィリピンプレートの下には太平洋プレートが沈み込みこむという非常に複雑な構造となっています (参考文献 1)。このような場所はエネルギーが蓄積されており、頻繁に地震が起こっています。世界における日本の面積 (海洋を含む) は、約 0.6% となっていますが、日本の地震の発生数は世界の約 10% を占め、さらに、マグニチュード 5 以上の地震だと約 20% 以上にもなることから日本は地震大国とも呼ばれています (参考文献 2)。

図 2 は、日本列島周辺で 1994 年~2003 年に起こった地震の分布を示したものです (参考 URL2)。太平洋側の千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝、南西諸島海溝といった海溝沿いに震源が浅い地震が多いことがわかります。厳密には、海溝よりも陸側に位置しているところに帯状に地震が集中しています。また、日本海側のユーラシアプレートと来たアメリカプレートの境界付近でも浅い地震が多発していることがわかります。さらに、海洋プレートが深く潜り込んでいる地下深部でも地震は発生しています。

図表のページ

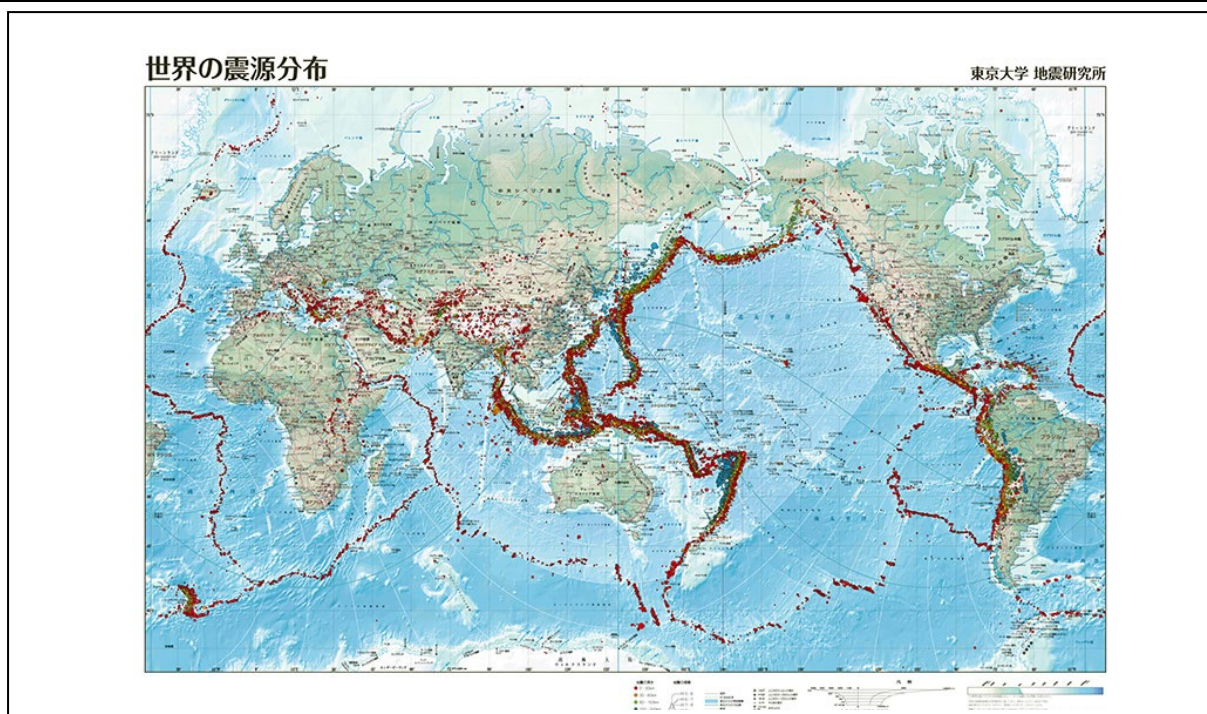


図1 世界の震源分布（東京大学地震研究所 HP <https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/gallery/2743/>（震源地図データ更新版）より引用）

1977年1月年から2014年12月の間に起きたM5以上の地震がプロットされている。

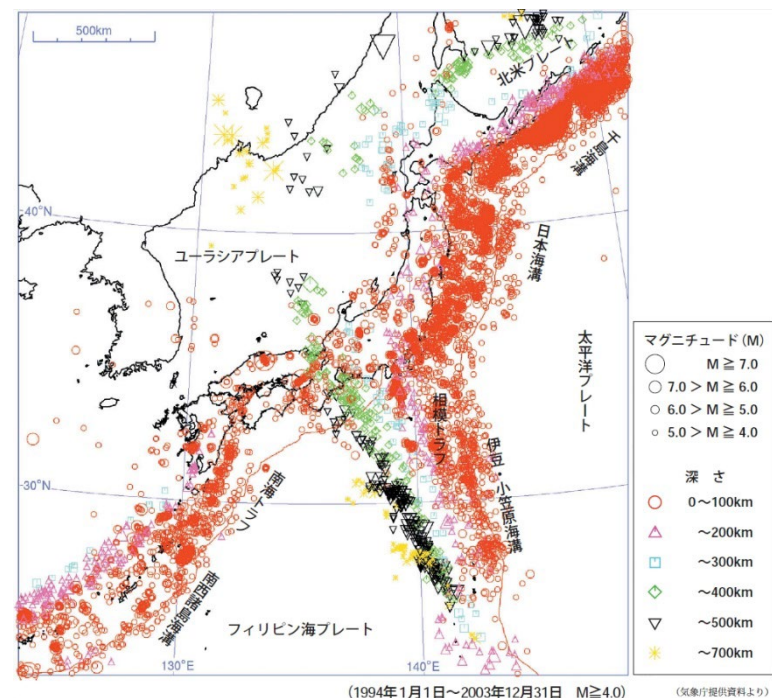


図2 日本付近のプレートと震央分布
地震調査研究推進本部 HP より引用

https://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/eq_mech/eq_mecha2.pdf#search=%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%88%97%E5%B3%B6+%E5%9C%B0%E9%9C%87+%E5%88%86%E5%B8%83

(2) 日本での地震被害にはどんなものがありますか？

図3は、1885年～2007年において、日本において何らかの被害が生じた地震の分布を示しています(参考文献3)。この図から、被害をもたらす地震は、陸では規模が小さくものが多く、海域では陸を離れるにしたがって規模が大きくなっており、海溝付近ではマグニチュード8クラスのものとなっています。陸域でマグニチュード8を超えるのは、1891年の濃尾地震(マグニチュード8.0)のみになります。

地震の被害には、地震動による建物の破壊、液状化、火災、山地斜面の崩壊や地すべり、津波があげられます。以下、これらの災害について解説します。

① 地震動による建物被害

地下で岩盤がずれ動いて発生した地震波は、いろいろな地盤を通して地表まで到達して地面を揺らします。この揺れが建物を破壊したり、液状化をもたらしたりします。地震の揺れは、基本的には震源に近いほど大きく、離れば小さくなり、同じ場所では地震の規模が大きくなると揺れも大きくなります。しかし、地盤条件、とくに地表付近の地盤が軟弱である場合は、揺れは周囲よりも局地的に大きくなる場合があります。

1923年に発生した関東地震(関東大震災：マグニチュード7.9)は、相模トラフで発生した地震であり、10万人以上の死者、29万棟以上の建物の破壊や火災による焼失をたらしました。この地震では、建物の倒壊率には地理的な違いがあったことが指摘されています(参考文献4)。図4には、東京中心部の地形・地盤状況と地震による全壊率の分布を示しています。この周辺の地形は「山の手」といわれる台地と、「下町」と呼ばれている低地にわけられますが、下町が建物の倒壊率が高く、山の手被害が相対的に少なかったことが指摘されています。海岸部野の低地は、完新世の中頃まで海域だった場所に土砂が堆積した場所を含みます。このような場所は、厚い軟弱地盤がみられることがあり、地震時には揺れが大きくなりやすい傾向にあります。この原因は、固い岩盤を大きな速度で伝わってきた地震波が、軟弱地盤に入り込むとことにより急に速度を落とし、これが抜けきらないままに次の地震波が到達し、揺れが増幅しやすくなることによるものです。同様の傾向は1978年の宮城県沖地震(マグニチュード7.8)をはじめ多くの地震でみられることから、軟弱地盤が分布しているところは注意が必要です。

図5は日本の地形とそれをつくる構成物質を模式的に示したものです(参考文献6)。山がちな国土の日本では、平野は面積比で約3割しかありません。平野は、丘陵地、台地、低地に細分されます。図5に示すように日本の人口集中地区(DID)の多くは、地形的には低地の上に広がっています。地震大国といわれる日本において、地震動が大きくなりやすい土地の上に多くの人々が生活していることは間違いありません。

② 活断層による地震の特徴は何ですか？

日本には、陸上においても2000以上の活断層があるといわれています(図6：参考URL3)。日本における陸上の活断層は、海洋プレートの沈み込みにもなって、大陸プレートが圧縮を受けた結果、地下の浅いところで岩盤が破壊され、そのずれが地表面まで到達しているものです。このように地表までずれが到達したものを地表地震断層とよびます。これまでの観察により、地表地震断層がみられるのはマグニチュード7以上の地震であることから、陸上における活断層の分布地域では、今後、同規模の直下型地震が発生する可能性があります。一方、地下での岩盤のずれが地表まで到達しない小規模な直下型地震もあることから注意が必要です。日本における活断層は、山地と平野の境界部に分布することが多く、生活の場を平野に求める日本では、活断層は身近に存在しているといえるでしょう。

活断層が動いた場合には、地下の浅いところ(深さ20km以浅)で発生した地震波により、地表では強い揺れが生じるため、地震動による被害が大きくなります。また、活断層による地震被害の特徴として、地下の岩盤に生じたずれが地表まで到達し、建物の基礎を破壊してしまうことがあげられます。このようなことから、活断層がどこを通っているのかを知ることは防災的な観点からも大切になってきます。活断層に関する情報はインターネットで確認することが可能です。地理院地図等で活断層詳細マップなどを利用して、身近な活断層の位置を知っておく必要があるでしょう。

図表のページ

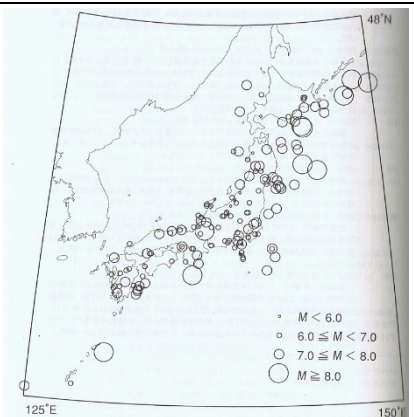


図3 被害地震分布 (1885年-2007年)
 国立天文台編 (2009) 理科年表. 丸善株式会社, 1034p.地第30
 図、p.736 より引用 国立天文台許可 2021年10月25日

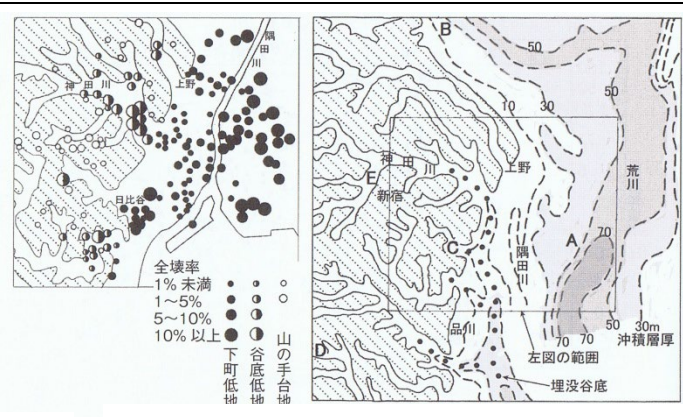
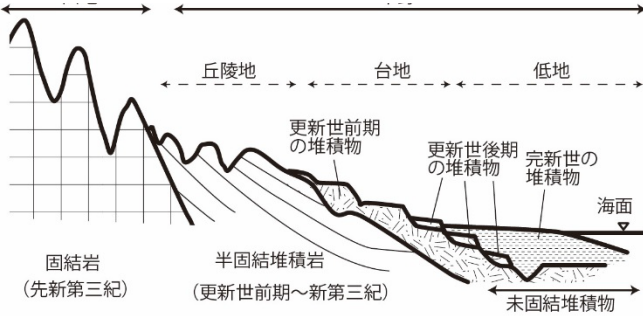


図4 関東地震の被害と地盤条件
 水谷武司 (2012) 自然災害の予測と対策—地形地盤条件を
 基軸として—. 朝倉書店, 295p.の図2.29,p.42 より引用 朝
 倉書店転載許可 2021年10月26日



DIDの地形別面積と割合

	年	低地	台地	丘陵地	山地等
割合(%)	1960年	67.3	25.6	3.4	3.7
	2005年	60.2	28.2	7.9	3.7
面積(km ²)	1960年	2,598	987	131	141
	2005年	7,572	3,541	991	469

図5 日本の地形と人口集中地区の変化
 小岩直人 (2016) 日本人が生活する地形を俯瞰する. 科学,
 86、pp.523-525の図、p524を改変
 岩波書店転載承諾 2021年10月16日

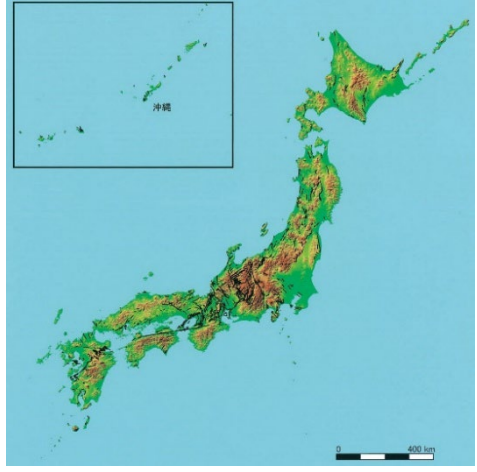


図6 日本列島の活断層の分布
 地震調査研究推進本部 HP より引用
<https://www.static.jishin.go.jp/resource/fi>

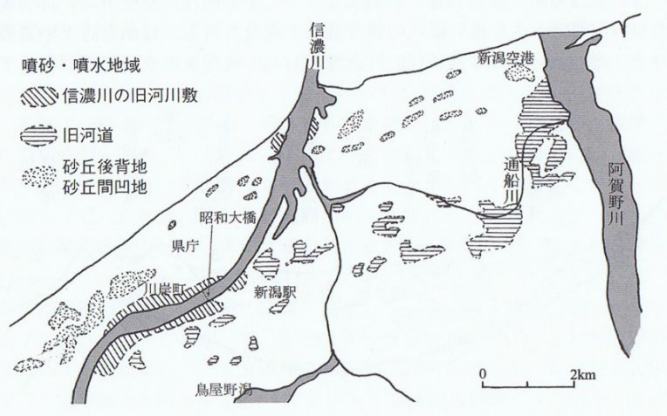


図7 新潟地震による信濃川・阿賀野川下流
 域における液状化地域
 水谷武司 (2012) 自然災害の予測と対策—地形地盤条
 件を基軸として—. 朝倉書店, 295p.の図2.40、p.54よ
 り引用 朝倉書店転載許可 2021年10月26日

③ 液状化はどのような場所で起こりますか？

平常時は固体として存在している地層が、強い地震動により液体のようにふるまうことがあります。この現象は液状化と呼ばれていて、地表付近の地下に砂層があり地下水位が高いところで生じやすいことがわかっています。液状化は、地震時に砂どうしの結びつきが弱まり、地層が液体のようになり、重い構造物が沈んだり、家屋が傾いたり、地中の埋設されているマンホールなどの軽いものは浮き上がったりします。液状化が知られるようになったのは1964年の新潟地震ですが、この地震の際には、旧河道、砂丘と砂丘の間の低地、砂が地表下存在し、地下水位が高いところで液状化が起こり、大きな被害をもたらしました（図7：参考文献4）。このような地盤条件のところでは、強い地震の揺れの際には、液状化が生じる可能性があります。

④ 津波の被害

津波の発生源となる海底面の垂直的に変位がみられた範囲を波源域といいます。図8は1700年以降に沿岸で波高1m以上の津波をもたらした津波の波源域を示したものです（参考URL4）。約300年間で20回を越す津波を発生させた地震がおきています。日本周辺の波源域は、太平洋側に圧倒的に多く分布しており、2011年の東北地方太平洋沖地震、1896年の明治三陸沖地震、1944年の東海地震、1946年の南海地震などが発生し甚大な被害をもたらしました。一方、日本海側でも1983年の日本海中部地震、1993年の北海道南西沖地震などのように北アメリカプレートとユーラシアプレートの境界付近の地震により大きな津波が発生しています。

日本の沿岸を襲う津波は、特徴的な海岸によって高さ等を増すことが多くあります。三陸海岸は、リアス海岸として知られていますが、沖合にプレートの境界が近いことから、繰り返し津波が発生し甚大な被害をもたらされる地域となっています。リアス海岸では、平面的にV字形の湾になって奥ほど幅が狭くなっていることから、津波のエネルギーが集中するため津波の高さが増すことになります。また、2011東北地方太平洋沖地震では、リアス海岸のような地形のみならず、遠浅の砂浜海岸でも巨大な津波が到達し、大きな被害が生じてしまいました。遠浅の海岸の海底では、水深が大きな海域で高速で伝わってきた津波が、水深が小さい遠浅の海底に入り込んだ際に速度が急激に遅くなり、後続の波と一緒にすることにより、その高さ、強さを増したともいわれています。

日本を襲う津波は、日本周辺に波源域をもつものだけではなく、遠方に震源をもつ地震でも津波の被害をうけることがあります。このような津波を遠地津波といいます。1960年のチリ地震はマグニチュード9.5という20世紀以降最大の地震でしたが、この時の津波は地震発生から23時間後の日本に到達し、北海道から沖縄までの太平洋側で140名以上の犠牲者がでました。

⑤ 地震による斜面災害

地震大国といわれ、さらに国土面積の約7割が山地である日本では、地震時には土砂災害も多く発生しています。これは、地震時には山地斜面が大きく揺られ、斜面を覆っている土壌や堆積物などが崩落することによるものです。また、揺れのショックで不安定化していた山体が一気に大規模に崩壊する場合があります。過去の地震の記録をみると、直下型地震ではマグニチュード5.8以上、海溝型だとマグニチュード7.0以上の地震だと土砂災害が発生していることが指摘されています（参考文献7）。図9は胆振東部地震（マグニチュード5.8）の発生後の丘陵地斜面を、空中写真を使用して国土地理院が作成した立体地図です（参考URL5）。この図で示されるように無数の崩壊がみられ、崩壊の上端は尾根部付近まで到達しているところが多くなっています。また、地震時に崩落した土砂により、河川が堰き止められて天然ダムが形成されることもあります。1847年の善光寺地震では、地震時の土砂により長野県の犀川が堰き止められ40km上流まで湛水するような天然ダムができ、地震後19日後にはこれが決壊して下流側に洪水を引き起こしています（図10：参考文献7）。

（3）令和6年能登半島地震

2024年1月1日16時10分頃、石川県能登地方の深さ約15kmでマグニチュード7.6の地震が発生しました。この地震により輪島市や志賀町で最大震度7を観測、能登半島の広い範囲で震度6強や6弱の強い揺れにみまわれました（参考URL6）。この地震は海底の活断層が活動することにより発生した可能性が高いといわれ、建物が倒壊、液状化、津波の発生などにより、能登半島を中心に甚大な被害となりました。

図表のページ

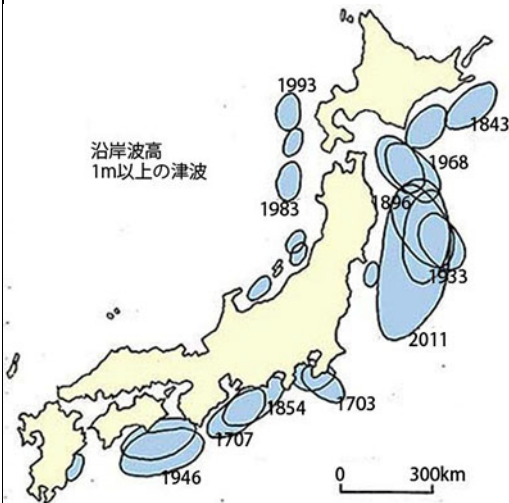


図5.2 主要津波の波源域(1700年以降)

図8 1700年以降の主な津波の波源

防災科学研究所 自然災害情報室 防災基礎講座

5津波 図5.2 から引用

https://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza_kiso/05tsunami.html

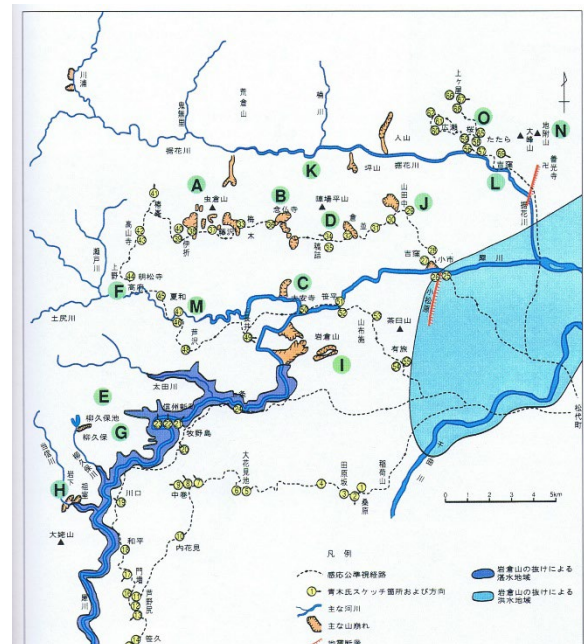


図10 1847年善光寺地震時の崩壊地、天然ダム、洪水の分布

建設省河川局砂防部 (1995) 地震と土砂災害、砂防広報センター. 61p. より引用

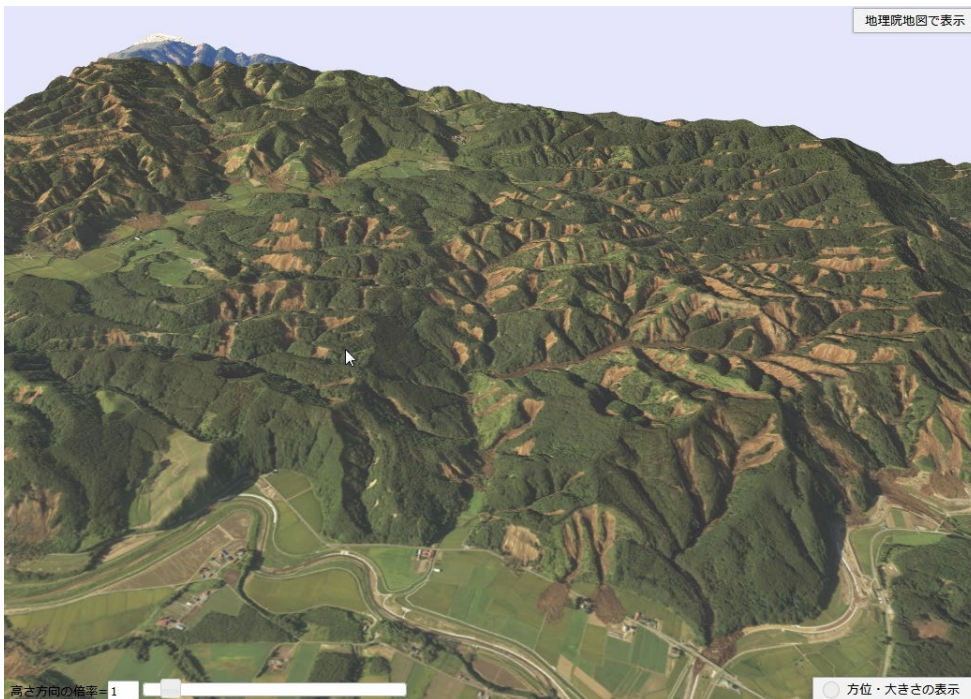


図9 胆振東部地震による丘陵地の斜面崩壊

2018年の北海道胆振東部地震(マグニチュード5.8)の発生後の丘陵地斜面を、空中写真を使用して国土地理院が作成した立体地図を国土地理院のHPから引用

<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html>

また、山地に囲まれ海に面している地域となっている能登半島では、地震による斜面崩壊により、道路網が寸断、数多くの集落が孤立してしまいました。現在、この地震、および被害状況について様々な角度からの調査が行われており、その結果が公表されつつあります（たとえば参考 URL7, 参考 URL8）。

参考 URL サイト (2023 年 2 月参照確認)

参考 URL 1 東京大学地震研究所

<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/gallery/2743/>

参考 URL2 地震調査研究推進本部

https://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/eq_mech/eq_mecha2.pdf#search='%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%88%97%E5%B3%B6+%E5%9C%B0%E9%9C%87+%E5%88%86%E5%B8%83

参考 URL3 地震調査研究推進本部

<https://www.static.jishin.go.jp/resource/figure/figure005055.jpg>

参考 URL4 国立研究開発法人防災科学研究所 自然災害情報室 防災基礎講座

https://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza_kiso/05tsunami.html

参考 URL5 国土地理院

<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html>

参考 URL6 地震調査研究推進本部

https://www.jishin.go.jp/main/oshirase/20240101_noto.html

参考 URL7 国土地理院

https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html

参考 URL8 防災科学研究所

<https://www.bosai.go.jp/info/saigai/2023/20240116noto.html>

参考文献

- 1) 小泉武栄 (2008) 世界と日本の大地形. 高橋日出男・小泉武栄編「自然地理学概論」、朝倉書店、pp. 75-85.
- 2) 島村英紀 (2011) 日本人が知りたい巨大地震の疑問 50. サイエンス・アイ新書、214p.
- 3) 国立天文台編 (2009) 理科年表. 丸善株式会社、1034p.
- 4) 水谷武司 (2012) 自然災害の予測と対策—地形地盤条件を基軸として—. 朝倉書店、295p.
- 5) 八木浩司 (2008) 地震災害. 高橋日出男・小泉武栄編「自然地理学概論」、朝倉書店、pp. 140-144.
- 6) 小岩直人 (2016) 日本人が生活する地形を俯瞰する. 科学、86、pp. 523-525.
- 7) 建設省河川局砂防部 (1995) 地震と土砂災害、砂防広報センター. 61p.