

1

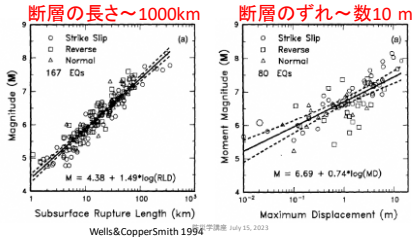
目次:

- 世界の沈み込み帯とプレート境界型地震
- 比較沈み込み帯学
 - 沈み込みパラメター
 - アスペリティモデル
 - 近年の超巨大地震が示したこと
- 超巨大地震の巣を探す
- プレート境界の(更なる)多様性

防災学講義 July 15, 2023

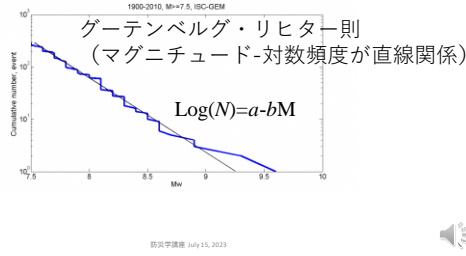
3

超巨大地震
⇒マグニチュード(M)9クラスの地震



4

地球上で起こっている地震のマグニチュードと頻度



5

1. 世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

40 Significant Earthquakes where (Primary Magnitude < 8.0 and Primary Magnitude > 6.5)

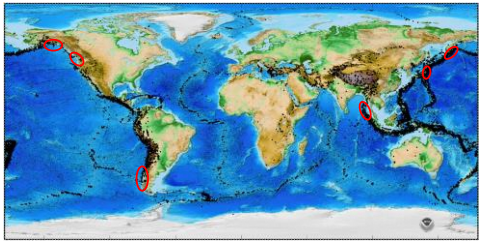
For a complete description and statistical information for all the subtable, visit the website: www.aad.aad.ac.jp/ or on the slide in the AAD file of this subtable.

Date	Area	Depth (km)	Magnitude	Event Name	Latitude (N)	Longitude (E)	Depth (km)	Magnitude	Primary Magnitude	Secondary Magnitude	Area
1952	11	20	8.2	USSR-Chukotka	55.6	135.6	20	8.2	8.2	8.2	11
1960	22	15	9.5	Chile	33.0	-70.4	15	9.5	9.5	9.5	22
1964	28	15	9.3	Alaska	61.1	-149.4	15	9.3	9.3	9.3	28
1964	29	16	9.2	Alaska	61.1	-149.4	16	9.2	9.2	9.2	29
1968	32	13	9.1	Chile	27.2	-70.1	13	9.1	9.1	9.1	32
1973	35	33	8.1	Philippines	7.4	125.0	33	8.1	8.1	8.1	35
1977	38	10	8.0	Alaska	58.9	-152.3	10	8.0	8.0	8.0	38
1980	41	10	7.8	Alaska	64.3	-147.0	10	7.8	7.8	7.8	41
1992	44	35	7.6	Chile	35.7	-72.7	35	7.6	7.6	7.6	44
1994	45	33	7.6	Chile	35.7	-72.7	33	7.6	7.6	7.6	45
1994	46	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	46
1994	47	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	47
1994	48	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	48
1994	49	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	49
1994	50	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	50
1994	51	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	51
1994	52	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	52
1994	53	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	53
1994	54	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	54
1994	55	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	55
1994	56	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	56
1994	57	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	57
1994	58	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	58
1994	59	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	59
1994	60	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	60
1994	61	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	61
1994	62	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	62
1994	63	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	63
1994	64	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	64
1994	65	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	65
1994	66	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	66
1994	67	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	67
1994	68	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	68
1994	69	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	69
1994	70	10	7.6	Alaska	64.3	-147.0	10	7.6	7.6	7.6	70

6

1. 世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

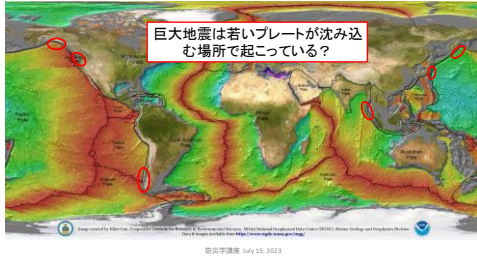


防災学講義 July 15, 2023

7

1. 世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

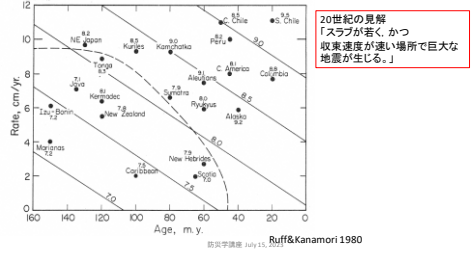


8

1. 世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

比較沈み込み帯学

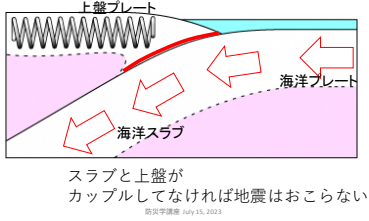
・沈み込むスラブの年齢とプレート収束速度



9

1. 世界の沈み込み帯とプレート境界型地震

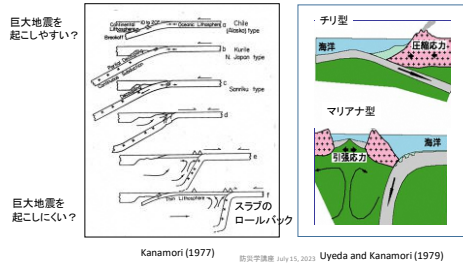
沈み込み地震の基本コンセプト：
海洋スラブによる引きずり込み



10

2. 比較沈み込み帯学：沈み込みパラメーター

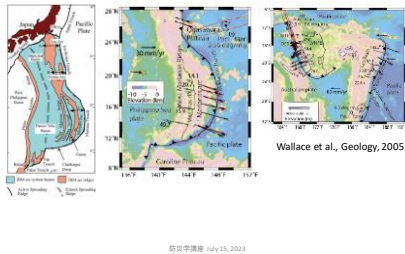
プレートの年齢(沈み込み角度) ・ 沈み込み速度



12

2. 比較沈み込み帯学：沈み込みパラメーター

マリアナ型：海溝の後退と背弧海盆の拡大

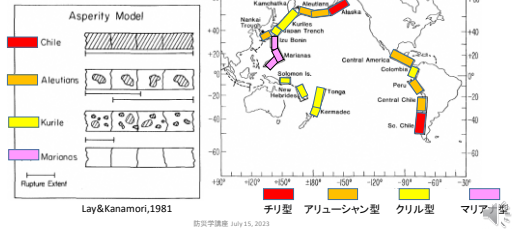


13

2. 比較沈み込み帯学：アスペリティモデル

巨大地震とアスペリティモデル

沈み込み帯によって、地震のサイズ分布に特徴がある。それぞれに固有の「アスペリティ」の分布があるため。

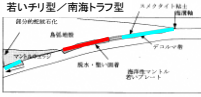


14

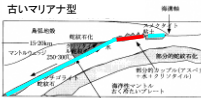
2. 比較沈み込み帯学: アスペリティモデル

アスペリティ分布を決めるのは・・・?

1. 沈み込み帯と含水鉱物



層間に豊富に水を含む粘土鉱物が脱水、高摩擦係数の鉱物に変化する(深さ10km) → 強く固着



マントルウェッジまで運ばれてしまった水がマントルの橄輝岩を低摩擦係数の鉱物に変えてしまう → スルズル滑る

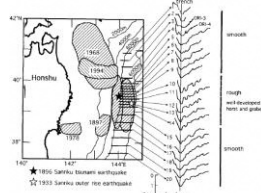
笠原, 2003
防災学講座 July 15, 2023

15

2. 比較沈み込み帯学: アスペリティモデル

アスペリティ分布を決めるのは・・・?

2. 沈み込み帯とホルスト・グラaben



第一義的には、プレートの沈み込み角度(=年齢)・沈み込むスラブの上面形状

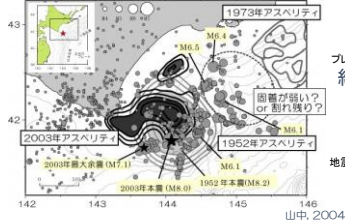
防災学講座 July 15, 2023

16

2. 比較沈み込み帯学

アスペリティモデルの実証

予想された場所(アスペリティ)・規模で起こった 2003年十勝沖地震



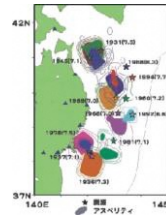
山中, 2004
防災学講座 July 15, 2023

18

2. 比較沈み込み帯学

アスペリティモデルの実証

地震計記録から求めたずべり量(アスペリティ)分布

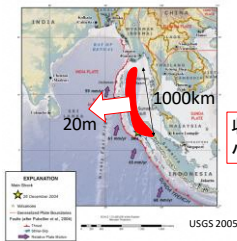


防災学講座 July 15, 2023 菊池・山中, 2001

19

2. 比較沈み込み帯学: 近年の超巨大地震が示したこと

2004年スマトラ沖地震

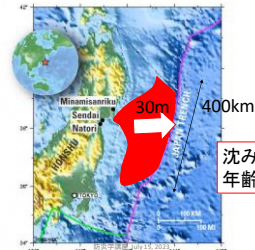


USGS 2005
防災学講座 July 15, 2023

22

2. 比較沈み込み帯学: 近年の超巨大地震が示したこと

2011年東北地方太平洋沖地震

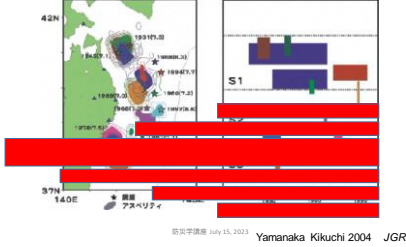


防災学講座 July 15, 2023

23

2. 比較沈み込み帯学: 近年の超巨大地震が示したこと

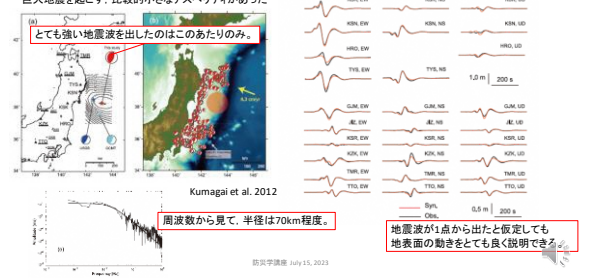
Yamanaka and Kikuchi 2004
によるアスペリティ分布



24

2. 比較沈み込み帯学: 近年の超巨大地震が示したこと

地震波の解析から見た小さく強いアスペリティ



25

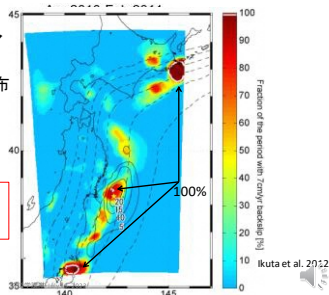
2. 比較沈み込み帯学: 近年の超巨大地震が示したこと

地殻変動から見た
小さく強いアスペリティ

地震前15年の固着分布
と地震時すべり

7cm/yr以上のバックス
リップがあった期間の全
体に占める割合

永続的に固着していた場
所は地震で滑った場所の
ごく一部のみ。



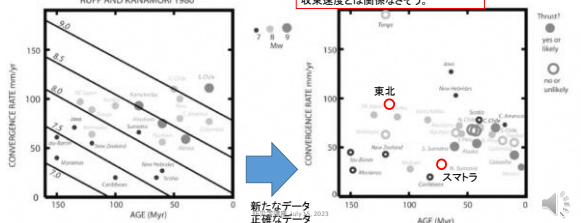
26

2. 比較沈み込み帯学

地震の規模とプレートのパラメータ再訪

沈み込むスラブの年齢とプレート収束速度

年代は若ければ大きな地震を起こすが収束速度とは関係なさそう。 Stein&Okal 2007



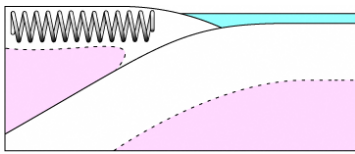
27

2. 比較沈み込み帯学

プレート境界の多様性と超巨大地震

超巨大地震は

- 沈み込むスラブの年齢が若い方が起きやすいようだ。
- プレート収束速度は関係なさそう。
- スラブの年齢が若くなくても起こる。



結局のところ、「上盤側のプレートがどれだけ押し込まれているか？」をモニターすることが必要

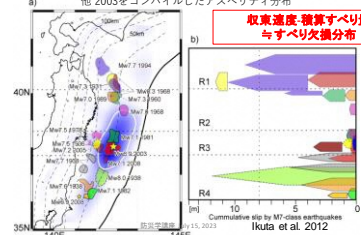
28

2. 巨大地震の巣を探す

東北沖地震震源域のすべり分布の積算 (80年間)

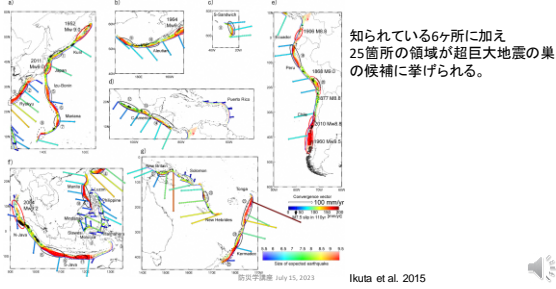
Yamanaka Kikuchi 2004 / 山中(地震学ノート) / 室谷他 2003をコンパイルしたアスペリティ分布

収束速度・積算すべり量
vsすべり欠損分布



31

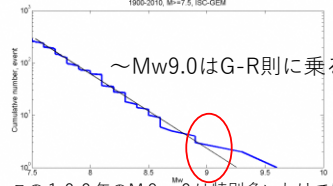
すべり欠損分布によるリスク評価



32

2. 巨大地震の集を探す

1900以降のマグニチュード・頻度 (ISC-GEM)



この100年のM9.0は特別多いわけではない。

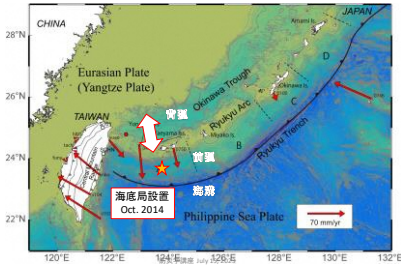
それぞれ~500年の再来周期として、M9を起こせる場所が5~6か所では全く足りない...

33

2. 巨大地震の集を探す

沖縄 先島諸島と台湾

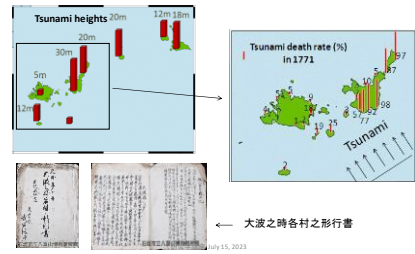
典型的なマリアナ型: 背弧拡大域



35

2. 巨大地震の集を探す

1771年明和の大津波の遡上高と死亡率

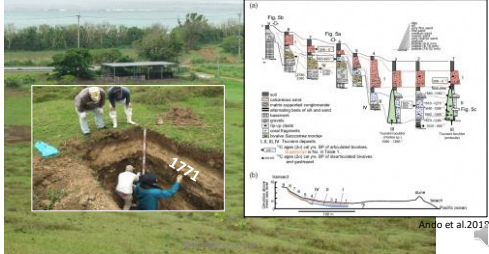


36

2. 巨大地震の集を探す

石垣島北東部、1771年津波堆積層がはっきり観察できる

2000年で4回の巨大津波の痕跡

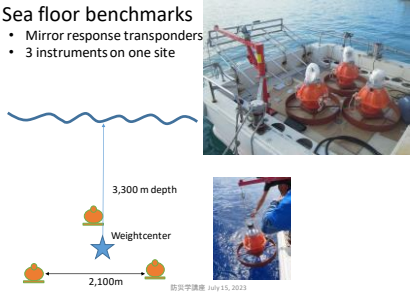


37

2. 巨大地震の集を探す

Sea floor benchmarks

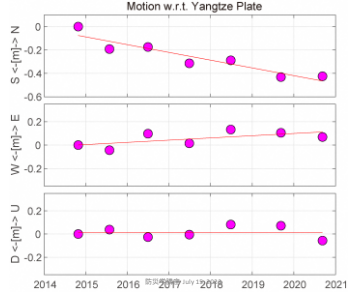
- Mirror response transponders
- 3 instruments on one site



41

2. 巨大地震の巣を探す

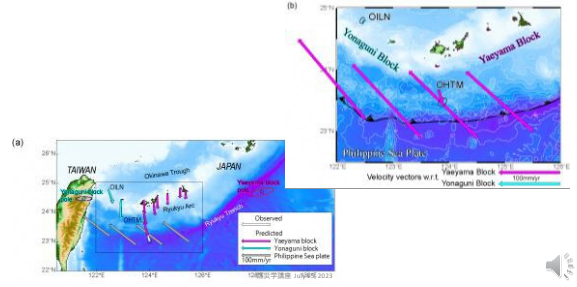
波照間島沖の海底の動き



42

2. 巨大地震の巣を探す

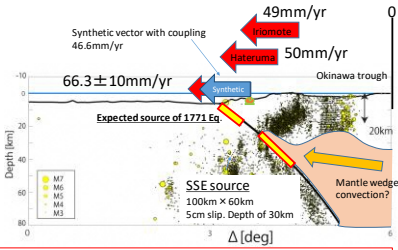
沖縄 先島諸島と台湾



43

2. 巨大地震の巣を探す

プレート境界の超巨大地震の可能性



プレート間に巨大地震を起こすアスペリティがあれば、海底局と波照間島の間の距離は4mm/yrほど縮む見込み 防災学講座 July 15, 2023

44