

落災防だより

発行日 令和 5 年 1 月 20 日

編集・発行 一般社団法人

全国落石災害防止協会

岡山市北区大和町一丁目 1-30

TEL: 086-227-7311

FAX: 086-227-7312



2016 年度施工 奈良県天川村洞川地内

目 次

	ページ
巻頭緒言 「環境保全芸術工法」	入江健太郎会長 … 1
総会報告 第 9 回通常総会	事務局 … 2
理事会・委員会報告	事務局 … 4
活動報告 工法普及促進活動	事務局 … 7
浸水供試体の接着強さについて	第二建設(株) 赤沢 健 … 10
名作の泉 「富嶽百景」	作家 久井 勲氏 … 15
落災防学習室 「地震現象について (第一回)」	第二建設(株) 技術部 … 18
新入会員紹介	田中建設株式会社 … 32
編集後記	事務局 … 33

環境保全芸術工法

2023.1.某日

一般社団法人
全国落石災害防止協会会長
入江健太郎

年頭にあたり謹んで新年のご挨拶を申し上げます。本年も当協会員皆々さまのご活躍を心より御祈願いたしております。

社会構造を構成するコミュニティ群は、各々の柱となる主義性により各分野に往々にして分割することができます。これらの各コミュニティが例えば大学であれば、○○学部▲▲学科などのように、細分化され専門に特化されるということになります。ところが、社会での具体的な「施工」広くは「作業」というものは、複数の分野を跨ぐ複雑さを少なからず有しており、複合的なバランス上に成立するという状態は珍しいことではありません。

ところで、人が行う「作業」のなかでもより人間性に富んでおり、芸術性が求められる音楽や美術などのクリエイティブな分野では、優れた作品は、「変化」と「調和」という異なる要素によって組み立てられているという側面を基本構成として持っています。

さて、当協会の工法である「岩接着 DK ボンド工法」は、主要なコンセプトとして環境保全を謳っています。その概要は、施工箇所の環境をベースにその状態に即した施工を人の手によって行うというものです。この立ち位置は、山の機能を考え環境に順応させ「調和」を求める<治山>と、人の手によって自然状況を「変化」させ社会ステージというインフラを造る<土木>の両方の特長を持ち合わせており、これらのハイブリッド工法であることを示しています。

この特徴の一般的な見解は、決して否定的な見方としてではなく、<治山>そして<土木>の間に存在する隙間産業としてのニッチ工法といえることです。一方で、別の視点をもつと、優れた芸術作品に求められる「変化」と「調和」を追及した、環境保全芸術工法という性質を有していることがわかります。つまりは、これらの性質が社会的に評価される為の責任の一旦は、我々当協会の活動にあることを年頭にあたり肝に銘じ、本年の挨拶といたします。

総会報告

新型コロナウイルス感染症の第7波感染拡大が予測されていた中、本年度開催予定であった一般社団法人全国落石災害防止協会第9回定期総会について、開催に代えて一般法人法に基づく書面決議に依ることが3月11日開催の理事会で決定されました。

書面決議は全会員の同意の意思表示が必要になるため、今年度総会の報告事項並びに決議事項について「提案書」を送付したところ、会員の皆様全員から異議なく「同意書」の提出がありました。

以上の結果、総会の報告事項、決議事項の取り扱いは下記のとおりとなりました。

記

1 報告があったと見做された事項の内容

報告事項

- (1) 令和3年度（令和3年4月1日から令和4年3月31日まで）事業報告の内容報告の件
- (2) 令和3年度（令和3年4月1日から令和4年3月31日まで）会計報告の内容報告の件

令和3年度決算 (単位 円)

項目	令和3予算	令和3決算	決算内訳
収入合計	3,150,000	2,307,503	繰越金、会費など
各種会議費	900,000	200,000	総会、理事会、技術委員会
刊行物の発行	380,000	368,542	パンフレット改訂
普及促進費	700,000	767,800	土木専門誌広告掲載等
研究委託費	500,000	500,000	岐阜大学研究
技術者養成費等	500,000	580,380	中部フェア、EE 東北参加費等
事務費・雑費	170,000	90,781	事務用品、旅費、租税公課等
支出合計	3,150,000	2,307,503	

2 決議があったものと見做された事項の内容

以下の各議案は会長入江健太郎より提案されました。

- 第1号議案 令和4年度（令和4年4月1日から令和5年3月31日まで）事業計画承認の件

令和4年度事業計画

「全国落石災害防止協会」は、落石防止工法として、国土強靱化に合わせて景観、環境を保全する岩接着 DK ボンド工法の推進を図るため、令和 4 年度も各種会議の開催に基づく協会運営と共に、工法適用に関する調査、研究等の受委託、技術者・技能者の養成及び研修会の開催、並びに工法の更なる普及促進に係る活動その他必要な事業を実施する。

第 2 号議案 令和 4 年度（令和 4 年 4 月 1 日から令和 5 年 3 月 31 日まで）予算承認の件

令和 4 年度予算 (単位 円)

項目	令和 3 予算	令和 4 予算	予算内訳
収入合計	3,150,000	3,000,000	繰越金、会費など
各種会議費	900,000	800,000	総会、理事会、技術委員会
刊行物の発行	380,000	640,000	パンフレット改訂など
普及促進費	700,000	600,000	土木専門誌広告掲載等
研究委託費	500,000	300,000	岐阜大学研究
技術者養成費等	500,000	600,000	研修会、中部フェア等参加費
事務費・雑費	170,000	60,000	事務用品、旅費、租税公課等
支出合計	3,150,000	3,000,000	

第 3 号議案 役員（理事 5 名、監事 2 名）選任の件
選任された新役員は次のとおり

新役員名簿

理事	入江健太郎	第二建設株式会社	再任
理事	小林 大二	川中島建設株式会社	再任
理事	佐藤 守久	馬瀬建設株式会社	再任
理事	古俣 洋一	株式会社 シビル	再任
理事	橋本 浩美	第二建設株式会社	新任
監事	小田 節昭	シカ建設株式会社	再任
監事	横内 応佳	株式会社 OKS	再任

新役員の任期は令和 6 年度総会終了迄、再任可

なお、5 月 31 日に開催された第 1 回理事会に於いて、入江健太郎氏が代表理事（会長）に再選されました。（理事会・委員会報告参照）

3 報告及び決議があったと見做された日

令和 4 年 5 月 31 日

理事会・委員会報告

【理事会】

下記のとおり、理事会が開催されました。

令和4年3月11日 令和3年度第3回理事会（オンライン会議） 役員数6名 入江会長など理事4名 監事2名 参考人1名 第二建設(株)斉藤正伸
--

理事会に提出された議案等は次のとおりです。

議案1 「協会登記申請について」

議案2 「令和3年度事業報告及び会計報告について」

議案3 「令和4年度事業計画(案)及び予算(案)について」

議案1、2、3は原案どおり了承、承認されました。

議案4 「令和4年度総会について」

今後予測される新型コロナ第7波感染拡大による感染リスクを考慮して、前年度同様、総会開催に代えて書面決議によることになりました。

また、秋季には「熊本城の石垣補修計画地」を会場として、オンラインによる**技術研修会**を実施することが事業計画として決定されました。

議案5 「EE 東北 2022、建設技術フェア in 中部の参加について」

原案どおり、ブース出展等による参加が承認されました。

議案6 「岐阜大学委託研究について」

7年間の研究に係る明瞭な成果が見出せない現状から、今後の研究方針等について大学側と協議することになりました。

その他

斉藤参考人による東日本地域での発注事例の報告があり、入江議長からは他社の岩接着用資材や当該資材を用いた工法について、その現状を報告されました。引き続き、第二建設(株)が作成中の「工法指針」の内容や、関連する「設計施工要領」などの一部補正についての説明がありました。

令和4年5月31日 令和4年度第1回理事会（オンライン会議） 参加役員数7名 理事5名 監事2名

理事会に提出された議案等は次のとおりです。

議案1 「協会代表理事（会長）の選出について」

入江健太郎氏が理事全員の賛同を得て再選されました。

議案 2 「協会技術委員長及び委員の選任について」

次のとおり、理事会の議決を経て会長から委嘱されました。

構成	氏名	所属法人名	新・再別
委員長	宇賀田 登	第二建設株式会社	再任
委員	代表理事 入江 健太郎	第二建設株式会社	再任
委員	理事 小林 大二	川中島建設株式会社	再任
委員	理事 佐藤 守久	馬瀬建設株式会社	再任
委員	理事 古俣 洋一	株式会社シビル	再任
委員	理事 橋本 浩美	第二建設株式会社	再任
委員	監事 小田 節昭	シンタカ建設株式会社	再任
委員	監事 横内 応佳	株式会社 OKS	再任

※ 委員の任期は令和 6 年 5 月 31 日迄、再任可

令和 4 年 9 月 8 日 令和 4 年度第 2 回理事会（一部オンライン）

参加役員数 7 名 入江会長など理事 5 名 監事 2 名

参考人 2 名 宇賀田技術委員長、第二建設(株)飯坂武男顧問

理事会に提出された議案等は次のとおりです。

議案 1 「令和 4 年度協会事業の上期進捗について」

○工法に係る調査、研究 岐阜大学が委託研究を継続実施中

○工法の普及促進 6 月 1～2 日「EE 東北 '22」(仙台市)

ブース出展及びプレゼンテーションを実施

○広告掲載 技術データベースサイト「イプロスものづくり」を始め、4 月

から 7 月までの日経コンストラクション「自治体向け特別版」

や、経済調査会「積算資料公表価格版」など 6 件の広告掲載を実施し、今後 3 件の掲載を予定している旨を報告

上記事業について全て継続実施が承認されました。

議案 2 「新入会申込みについて」

青森県の田中建設株式会社（総合建設業）は、本協会定款の規定に基づく協会員 2 社、第二建設株式会社及び株式会社シビルの推薦を得て、本協会に入会を申込みされており、理事会審議の結果、理事全員の賛成によって同社の入会が承認されました。なお、同社は事前に第二建設株式会社の特約店契約を結んでおられます。

その他 「技術研修会について」

(宇賀田技術委員会委員長説明)

本年3月の理事会で協会技術研修会について、DKボンドモルタルの使用が計画されている熊本城石垣復旧工事現場を視察研修の場として検討され、準備を進めてきましたが、同工事の調査設計を受託していたコンサル会社が廃業することになり、研修会における同社の担当者からの説明等をお願い出来なくなったことや、DKボンドモルタルの使用も白紙になったことなどから、本年度技術研修会の開催は見送られることになりました。

なお、同担当者はDKボンドモルタルを高く評価されておられ、別会社に移籍されて、現在、盛岡城石垣補修に携わっておられますので、来年度以降、同城の現地視察が出来るよう、お願いしていきたいと考えています。

その他 「建設技術フェア in 中部 2022 について」

(佐藤理事説明)

馬瀬建設㈱が展示ブースに岩接着工法をアピールするツールとして、過去の本協会カタログに掲載されていた「岩接着を施工した岩に象が乗っている絵」を加工して、同工法に興味を引かせるポスターの作製が提案され、入江議長がデザイン等に対する各理事の様々な意見を取り纏め、何時でも何処でも使えるものとして、同フェアに間に合うよう手を加えると共に、デザイン料の協会支出と併せて承認されました。

建設技術フェア 2022 in 中部会場
に掲示された工法ポスター



浸水供試体の接着強さについて

第二建設(株) 赤沢 健

《はじめに》

DKボンド工法の最近の動向において、護岸の石積み補修など工法の多様化が進められているところです。しかしながら DK ボンドモルタルの施工部位が浸水する場合などでは、養生期間の相違による引張り接着強さに関する知見に乏しいことから、今回これらの関係について、引張り接着試験の実施を通じて検証を試みましたので、その概要を報告します。

《引張り接着試験》

1つのコンクリートブロックに引張り接着強さ試験用の供試体（1週、4週 各3個：**写真1**）として作製したものを4時間、1日、3日、5日、7日間の5通りに養生期間を設け、養生期間後は1週・4週試験まで浸水しておき（**写真2**）、引張り接着強さ試験を行いました。

（試験経過）

使用材料のロット No. DK ボンド+P: 220412A09 DK ハイエマルジョン: 220201101

供試体作製日	R4.5.16	5つの供試体を作製し、4時間・1日・3日・5日・7日の計5種類の養生期間後に、各試験日まで水に浸けた。
1週試験日	R4.5.23	供試体を5時間程度乾燥させ治具を貼付けたが、乾燥不十分（不明）により全ての供試体が、治具とモルタル接着面（エポキシ樹脂による接着）で破壊した。
1週再試験日	R4.5.24	翌日に治具を貼り直し再試験を行った。
4週試験日	R4.6.14	供試体を1日乾燥させ、材令29日で治具を貼付け試験を行ったが、養生期間3日と7日の一部以外については、治具とモルタルとの接着面で破壊した。
4週再試験日	R4.6.15	治具とモルタル接着面で破壊したものについて、翌日に再試験を行ったが、同じ結果となった。
4週再々試験日	R4.6.17	翌々日に再々試験を行ったが、結果はほぼ変わらず治具とモルタル接着面で破壊したものが多かったため、以降の試験は行わなかった。

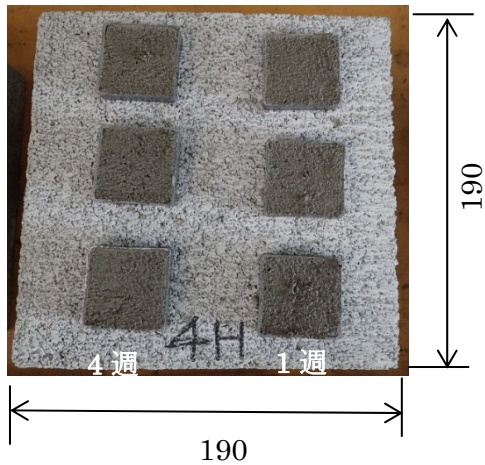


写真1 供試体（目地モルタル）



写真2 各養生期間後に浸水した状況

《試験結果》

試験結果としては、1週及び4週とも全ての養生期間で全ての供試体が、基準値の0.25N/mm²以上となりました。大半の破壊状況は、治具とモルタルの貼り付け面（エポキシ樹脂による接着）での破壊となったため、4週では治具を再接着し再試験・再々試験を行いました。が、破壊状況が変わらないため再々試験までとしました。

試験結果の値は、① 被着材がモルタルとの馴染みが良いコンクリートブロックであったこと。② 供試体を浸けていた水が海水などではなく、波動などの影響もないこと。③ 5～6月時期で水温も上がっていたこと。④ 材令が4週までと短期間であったこと。など条件的にも良かったことが今回の試験結果に反映したと考えています。

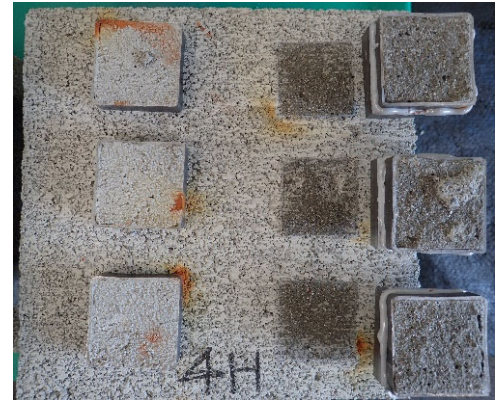
試験結果総括表

記号	破壊の場所
A	モルタル部の破壊（凝集破壊）
B	界面とモルタル部の混合破壊
C	界面の破壊
D	界面と被着体の混合破壊
E	被着体の破壊
—	治具の貼り付け面での破壊

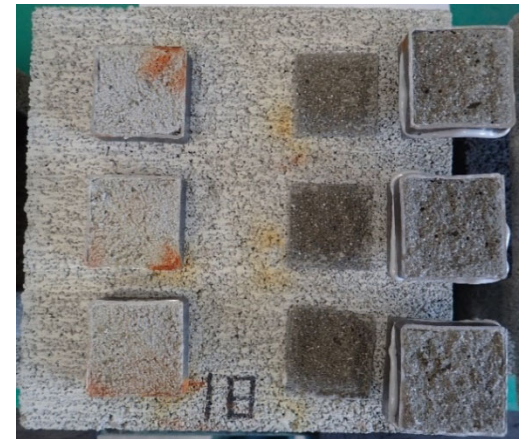
	1週平均値	4週平均値
4時間	1.41	1.49
1日	1.66	1.99
3日	1.47	2.20
5日	1.16	1.62
7日	1.99	1.80

1. 1週試験結果

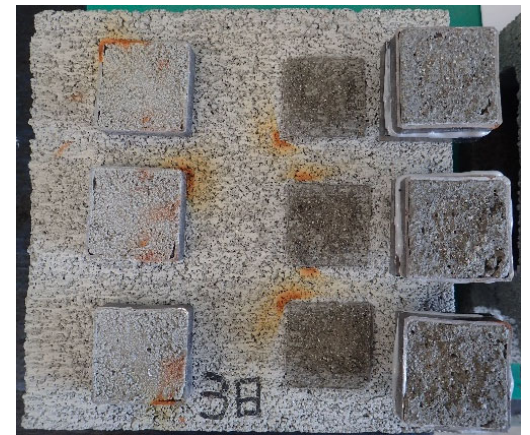
養生期間：4時間			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	2,600	1.62	B
2	2,600	1.62	D
3	1,600	1.00	B
平均		1.41	



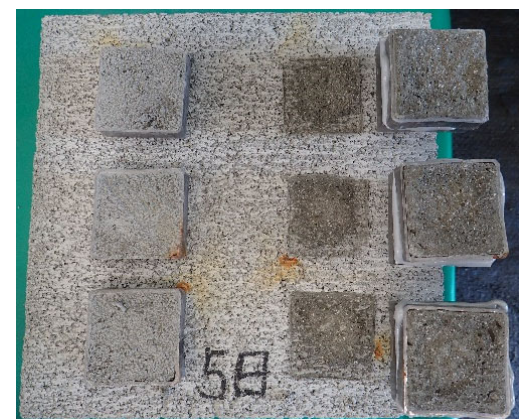
養生期間：1日			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	2,500	1.56	B
2	2,900	1.81	B
3	2,600	1.62	B
平均		1.66	



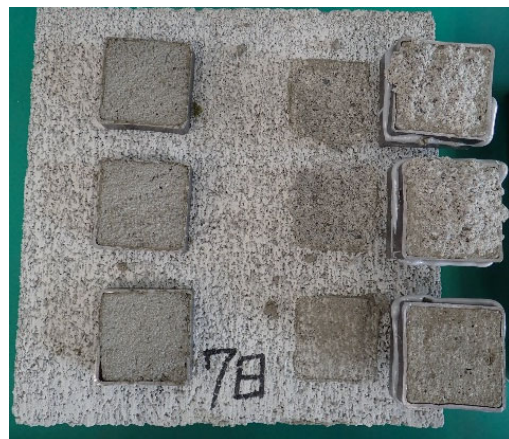
養生期間：3日			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	2,500	1.56	B
2	2,300	1.43	B
3	2,300	1.43	B
平均		1.47	



養生期間：5日			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	1,700	1.06	B
2	1,700	1.06	B
3	2,200	1.37	B
平均		1.16	



養生期間：7日			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	3,400	2.12	D
2	3,100	1.93	E
3	3,100	1.93	B
平均		1.99	



2. 4週試験結果

養生期間：4時間			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	1,800	1.12	—
2	2,800	1.75	—
3	2,600	1.62	A
平均		1.49	



養生期間：1日			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	3,300	2.06	—
2	3,200	2.00	—
3	3,100	1.93	—
平均		1.99	



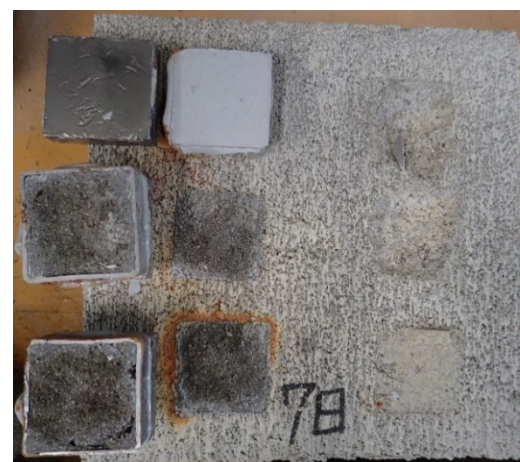
養生期間：3日 (4週試験 1回目の値)			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	3,400	2.12	B
2	3,600	2.25	B
3	3,600	2.25	B
平均		2.20	



養生期間：5日			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	2,800	1.75	—
2	2,300	1.43	—
3	2,700	1.68	—
平均		1.62	



養生期間：7日 (2,3の試験値は4週試験 1回目の値)			
	荷重 (N)	引張り接着強さ (N/mm ²)	破壊状況
1	3,100	1.93	—
2	3,100	1.93	B
3	2,500	1.56	B
平均		1.80	



《おわりに》

今回の試験結果について、「もう少し長い期間を経過した時点で試験を行った場合はどうなるのか知りたい」という意見があり、養生期間4時間、3日の2通りについて、今回と同じ供試体を作製し、半年間、1年間の2回を経過させて試験を行いたいと考えています。

試験の結果は、「浸水供試体の接着強さについて(第二報)」として本誌上で報告したいと思います。

名作の泉

今日まで古今東西の名作、名著と呼ばれる文学作品が数多く存在しています。

これらの作品について、ストーリーを追いかけていく中で、作者の想いに触れ、感じ取り、理解を深めていきたいと思います。

今回の「名作の泉」は太宰治の私小説「富嶽百景」です。私生活や作品づくりに苦悩する中、主人公（太宰）は師である井伏鱒二を頼って、甲州（山梨県）の御坂峠にある天下茶屋を訪ねます。ここでの生活が主人公の富士に対する見方を変えていきます。この作品には富士を見る描写が十数回ありますが、富士を否定的に見ていた気持ちが、次第に肯定的に移り変わっているのが表現されています。

作品中に「富士には、月見草がよく似合う」という有名なフレーズがあります。大きな富士と小さな月見草の姿に、主人公の心境はどう変わったのでしょうか。



北斎 「富嶽三十六景」 Wikipedia

「富嶽百景」 太宰治 昭和14年

作家 久井 勲
(岡山県在住)

○ 登場人物

- 私 太宰治
- 井伏鱒二 私の師匠
- 茶屋のおかみさん 私が下宿していた天下茶屋の主人
- 茶屋の娘 十五歳の少女、一人で店を切り盛りすることもある
- 新田 25歳の郵便局員の青年
- 田辺 新田の友人、短歌が上手な青年
- 甲府の娘さん 私の見合い相手
- 礼装した花嫁 嫁入り途中に茶屋に立ち寄った女性
- 2人の若い娘 恐らく東京から来た女性、私に写真撮影を依頼する

○ ストーリー

昭和13年初秋、「私」、作者自身は、師とおおぐ井伏鱒二氏が初夏以来、この御坂峠の

天下茶屋で仕事をしていると聞き、そこを訪れることにした。これには、私に関わる別の目的があった。それは、井伏氏のお世話で、甲府在住のある娘さんとお見合いをする目的もあった。

天下茶屋は、御坂峠、海拔千三百米にあつて、甲府市からバスに揺られて一時間かかった。途中、十国峠からみた富士の姿はよかった。雲のために頂が見えなかったが、私が予想した頂よりも実際は、おどろくほど高かった。そのあまりの「想」と「実」の違いに、ゲラゲラ笑い出したくなったほどだ。

さて、私はこの店にしばらく逗留することにしたが、ここは北面富士の代表的展望台で、富士三景の一つだそう。しかしそんなおあつらえ向きのものなど、まるで風呂屋のペンキ絵とおなじで、私は気に入らない。”恥づかしく”なってくる。

数日後、井伏氏の仕事が一段落したので、われわれ二人は三ツ峠にのぼった。海拔千七百米。井伏氏は登山服、私はドテラ姿、一尺ほど毛脛を出して、茶屋の老婆から借りたゴム底の地下足袋を履いた。それに角帯と麦藁帽では、さすがの井伏氏は私をわらった。

老婆は私を気の毒がり、ずいぶんあたりの景色の説明に気を使ってくれた。その翌々日、私は甲府の相手の女性の家でお見合いをした。長押の富士の大噴火の写真が印象的だった。井伏氏はその日に帰京した。

ところで、今日、麓の吉田の郵便局員で、新田という人物と、その友人のような田辺と言う短歌が好きだという人物が、私の当地での逗留のことを知り、訪ねてきた。彼らは井伏氏や佐藤春夫先生の読者なのだ。

彼らとは文学のことで語り合った(吉田、三島のこと、モーパッサンや安珍清姫のことなど)。彼らに連れられて私は町はずれの田辺の知り合いの宿にとまった。眠れず外出しずいぶん歩いて、財布を落とすという不運に遭ったが、それは何とか拾うことができて宿に帰って寝た。今もあの夜は「富士に化かされた」と思っている。

あくる日やっと茶屋の戻ってきたのだが、茶屋の娘さんは私が外で何か不潔なことをしてきたのではないかと機嫌が悪かった。私が釈明をすると彼女の表情は元へもどった。

初雪が舞った。以前から”富士三景”のことを悪くいう私に、娘さんは「すばらしいでしょ」と言う。私は、「富士は雪が降らなくてはだめだ」と補うと彼女は機嫌を直したようだ。私は、山を歩き回って、月見草の種をいっぱいとってきて、茶屋の背戸にまいた。そして彼女にいった。「いいかい、これは僕の月見草だからね。来年また来て見るのだからね。ここへお洗濯の水なんか捨てちゃいけないよ。」娘さんはうなずいた。

月見草を選んだのには事情があった。私は御坂峠の郵便局に郵便物を取りに出かけたとき、バスの乗客に六十歳くらいの、私の母によく似た老婆がいて、富士と反対側の山路に沿った断崖を見つめていた。そのとき、老婆が「おや、月見草」と細い指で、路傍の一箇所を指差した。私の目には、「黄金色の月見草の花ひとつ、花卉もあざやか」な姿が消え残った。

「三三七八米の富士の山と、立派に相對峙し、みじんもゆるがず、なんと言ふのか、金剛力草と言ひたいくらゐ、けなげにすつくと立ってゐたあの月見草は、よかった。富

士には月見草がよく似合ふ」(原文)

十月の半ばを過ぎても仕事は終わらなかった。朝に夕に富士の姿を見て、陰鬱な日を送っていた。十月の末に自動車に分乗して御坂峠にやってきた遊女の団の暗く、わびしい風情に、彼女達の幸福を「富士に頼もう。突然それを思いついた。」大いに安心した私は、犬を連れたり地下水を首筋にかけたりと他愛もないことをしていた。

結婚のことは一時頓挫していた。我が家の裏事情をいうと、実家の方は私に何も助力はしないという姿勢だった。そんな事情を甲府の女性と母堂に告白した。母堂は品よく笑いながら「あなたおひとり、愛情と職業に対する熱意さえお持ちならば、それで私たち結構でございます。」私は眼の熱いのを意識した。

私は茶屋の娘さんが一人で接客するとき、茶店の一隅でお茶を飲むという役割を受け持つようになっていた。

あるときこんな客があった。――花嫁姿の女性が嫁ぎの途上でこの茶屋で一休みした。やがて待たせていた自動車に乗って行ったが、花嫁さんは店の前で富士に向かって大きな欠伸をしていたのが記憶に残った。

十一月になってもはや寒気は堪えがたくなり店ではスープを出した。タピストのような若い女性が二人やってきて、「写真のシャッターを押して下さい」というので協力した。私はそのカメラのレンズをのぞきこんだら、そこには真ん中に大きい富士、その下に小さい、罌粟の花が、いよいよ澄まして、固くなっている。どうにも狙いがつきにくく、私は、ふたりの姿をレンズから追放して、ただ富士山だけを、レンズいっぱいにかっちして、富士さん(山)、さようなら、お世話になりました。パチリ。「はい、うつりました。」

そのあくる日、山を下りた。甲府の富士は酸漿ほおずきに似ていた。

(参考)

本作品に登場する「月見草」と呼ばれているのはオオマツヨイグサではないかと言われています。北アメリカ原産の植物をヨーロッパで園芸種に作り出された越年草で、明治時代の初めに渡来し、現在は各地に野生化しています。

高さ 0.8~1.5m、花は黄色で直径 6~8cm、7~9月の夕方から咲き始め、朝になるとしぼみます。



Wikipedia 画像

「地震現象について」(第一回)

本学習室では前回まで「**落石現象について**」その原因となる主因や誘因などを学習してきました。その中で落石現象の誘因の一つとなる「**地震現象**」による作用では、地震波、地震動に伴う慣性力や周期などの振動特性が、落石の発生に影響することが分かりました。

これを踏まえて、近い将来に発生が予想されている大地震などに備え、防災・減災を実践する協会員として、これらに関連する基本的な知識を共有しておくことが必要かと考えています。

そこで、今回からの学習室では、地震の原因や振動現象、タイプなど基本的な事項を取り上げ、学習内容としては、「**地震現象について**」第1部「**地震の原因・メカニズム**」、第2部「**地震波・地震動**」、第3部「**地震力**」に区分して学んでいきたいと思えます。

第1部 「地震の原因・メカニズム」

第1部 「地震の原因・メカニズム」

1. プレートテクニクス
2. マントル対流
3. 地震のタイプ
4. 地震の周期性

1. プレートテクニクス

地震現象を説明されるときに、「**プレートテクニクス**」という用語が使用されます。これは地震活動や火山活動など地球の表面近くで起こる色々な現象を「**プレート運動**」で説明する学説です。その解説の概要を以下に引用します。

地球の表面は「**プレート**」と呼ばれる厚さ数十km～百km程度の岩盤で覆われています。(地殻部とマントル最上部に当ります。)

プレートは一枚のものではなく、大きさが様々な十数枚のものが、地球の全表面を包んでいます。そして、それぞれ違う方向に**年間数cm**程度の速さで移動しています。

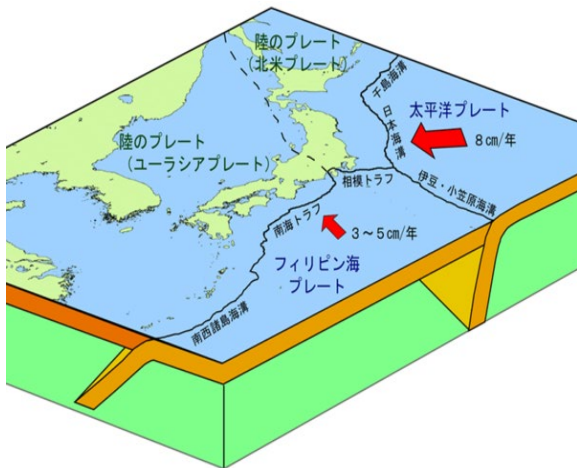
そのため、プレート同士の境界では、圧縮したり、引っ張り合ったりする力が働いています。このプレート運動の生み出す巨大な力が、地震を引き起こしています。

「**プレート同士が離れ合う境界**」では、**海底山脈(海嶺、海膨)**が形成され、その中に大きな裂け目ができます。「**近づき合う境界**」では、プレート同士が衝突して**山脈**が形成されるほか、一方のプレートが他方のプレートに沈み込んで**海溝**や**弧状列島**(アリューシャンや千島、日本列島など)が形成されます。また、「**擦れ違う境界**」では、**横ずれ断層**が形成されます。

このようにプレート境界部は様々な変動を起こし、地震や火山も主にこの境界に沿って分布しています。プレート境界部以外は、変動の少ない安定した大陸や大洋底を形成しています。

<日本列島付近のプレート>

日本列島とその周辺は、複数のプレートが互いに近づき合っている地域で、**太平洋プレート**、**フィリピン海プレート**、陸側には**ユーラシアプレート**、**北米プレート**があります。



日本付近のプレート (Wikipedia 画像)

上図のように太平洋プレートは東南東の方向から年間 8 cm 程度の速さで日本列島に近づき、千島海溝や日本海溝で陸側プレートの下に、さらに伊豆・小笠原海溝でフィリピン海プレートの下に沈み込んでいます。

フィリピン海プレートは南東方向から年間 3 ~ 5 cm 程度の速さで日本列島に近づき、相模トラフ、駿河トラフから南海トラフさらに南西諸島海溝で陸側のプレートの下へ沈み込んでいます。

なお、細長い深海底の溝状の地形、両側の斜面が比較的急で、水深が通常 6000m 以上のものを「海溝」と呼び、海溝に比べ浅く、幅が広いものを「トラフ」と呼びます。

このような海のプレートが陸のプレートの下側に沈み込む運動により、日本列島の太平洋側では強い圧縮の力が掛っていることから、プレート境界やその周辺、内陸の岩盤に巨大な歪みが蓄積されるために、日本では非常に多くの地震が起こると言われており、世界中で起こる地震の 2 割は日本周辺で発生しています。

<断層運動>

地震は地下の岩盤に力が加わり、岩盤の破壊強度を上回った際に生じる「破断現象」であり、

この現象の結果、ある広がりを持った岩盤の食い違い面、即ち「断層面」が形成されて破壊は停止します。(この間にエネルギーを四方に地震波として放出します。) これら一連の現象を「断層運動」と呼ばれます。

岩盤内で蓄積される応力は、①押し合うだけでなく②引っ張り合いや③擦れ違ったりして、様々な向きのもが存在し、それぞれ①は「逆断層」、②は「正断層」、③は「横ずれ断層」となりますが、多くの断層は正・逆断層型と横ずれ断層型のどちらかがメインとなり、もう一方のずれ方が合わさる形になるようです。

地震の始まりは岩盤内部の一点からの破壊から起こり(震源)、急激に岩盤がずれて(断層)、歪みを開放し始める。震源で始まった岩盤の破壊範囲は、多くの場合、秒速 2~3 km で拡大していき、破壊が終結すると一つの地震が終わることになります。

1923 年関東地震では、神奈川県小田原市直下から破壊が始まり、放射状に伝播して 40~50 秒で房総半島の端まで到達し、長さ 130 km、幅 70 km の断層面を形成しています。

震源域が広く、ずれが生じている時間が長ければ、大地震となり長く揺れ続けます。津波は海底のずれの動きそのものが、海水に伝わって起こります。

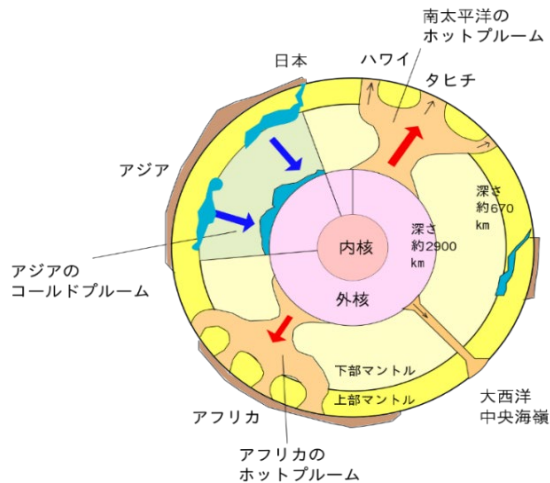
一つの地震が終結しても大地震の場合、断層面には未だ破壊されずに残っていて、歪みを溜め込んでいる部分があると言われていました。

それらの岩盤も余震によって、次第に破壊が進んでいきます。

2. マントル対流

プレートを移動させる力として、大きな要因と考えられているのが、「マントル対流」です。

マントルは地表近くから深さ 2900 kmまで地球内部に広がる層で、地表近くの部分はプレート下部を構成しています。



マントル対流説 (Wikipedia 画像)

マントル対流のメカニズムは、次のように説明されます。

地球の内部はマントルとコアから成り、マントルは半径約 3500 kmのコアを覆っている岩石でできた領域です。コアは外核と内核から成っています。マントルはコアから加熱され、(マントル最深部では約 3600°Cに達していると考えられています。) マントル成分が温められて上昇し、地表面で大気や海水によって冷却されます。この地表面とマントル・コア境界面との温度差によって、熱対流運動、即ち「マントル対流」が起こっています。その速度は年間数cmと大変ゆっくりしています。

この現象は地球内部の熱を地球外に放出するために、ゆっくりした速度で対流運動をしていると考えられています。マントル深部から上昇する流れが運んできた熱は、孤立した火山を造ることから、円筒状に上昇すると推定されるため、ブルームと名付けられています。

この巨大な上昇流 (ホットブルーム) は、地上に達すると中央海嶺を形成して水平に拡大

し、新たな海洋プレートの成因となります。また海溝に沈み込む巨大な下降流 (コールドブルーム) の存在も明らかになっています。

マントル内部は高温であっても、高圧のため大規模な岩石の溶融は起こっていないと言われています。このため、マントル対流はドロドロに溶けたマグマが流れているのではなく、マントル成分である岩石が「固体の状態のまま流動する現象」と説明されています。

上昇したマントルの成分は一部が溶けてマグマとなり、海嶺や海膨と呼ばれる海底山脈から溢れ出て冷えて固まり、海洋プレートに付け加わります。

海洋プレートは海底をゆっくりと水平移動し続け、やがて陸側の大陸プレートにぶつかります。そこでは海洋プレート (主に玄武岩) が、比較的軽い大陸プレート (主に花崗岩) の下に沈み込んでいきます。この沈み込む場所が海溝やトラフと呼ばれる深い溝です。

このようにマントル内で加熱され上昇し、海嶺から溢れた岩石が、冷されて海溝などに沈み込む水平運動がプレート運動であり、マントル対流における地球上の表面の動きということになります。

日本列島は、いくつもの海溝やトラフに囲まれていて、海洋プレートの沈み込みがもたらす圧縮の力によって、多くの地震を発生させています。

3. 地震のタイプ

日本列島やその周辺で発生する地震は、発生場所や発生の仕方により 4 つに分けられます。

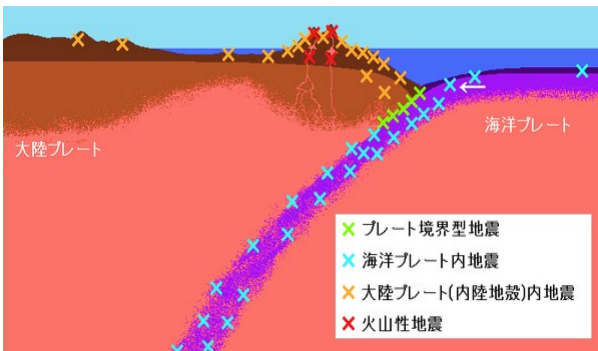
「プレート間 (境界型) 地震」

「海洋プレート内地震」

「大陸プレート内 (内陸地殻内) 地震」

「火山性地震」

地震のタイプ (Wikipedia 画像)

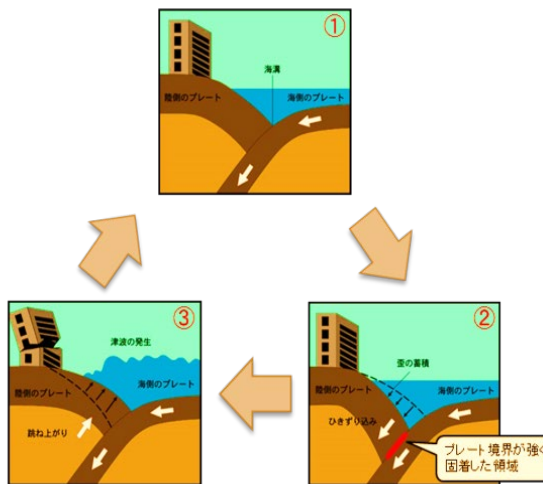


茶色は大陸系、紫色は海洋系、濃い色が地殻、薄い色がプレート

【プレート間（境界型）地震】

2つのプレートが接する場所では、異なる運動をしているため、プレート同士に歪みが蓄積し、地震が発生しています。

このようなタイプの地震を、**プレート間地震**や**プレート境界型地震**などと呼ばれます。日本周辺のこのタイプの地震は、海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む海溝やトラフなど沈み込み帯で起こる地震であるため、「**海溝型地震**」と呼ばれます。(海溝付近のプレート内部の地震を含める場合もあります。)



海溝型地震 (Wikipedia 画像)

(図の説明)

- ① 海洋プレートが大陸プレートの下に年間数cmで沈み込みます。
- ② その際プレート境界が強く固着して大陸プレート先端部が引き

ずり込まれ歪みが蓄積します。

- ③ 蓄積された歪みが限界に達し、大陸プレートが跳ね上がり、ズレることで地震が発生します。

この①～③を繰り返すことで、地震も繰り返し発生します。

沈み込みによってプレートが引き剥がされるわけではなく、他の地震と同様、固着している2つの面がずれ、跳ね返ることで地震を起こすこととなります。

沈み込み帯である海溝の中では、幾つかの領域に分かれて、別々に大地震が発生し、マグニチュード7～8と大きくなる場合があるとされています。

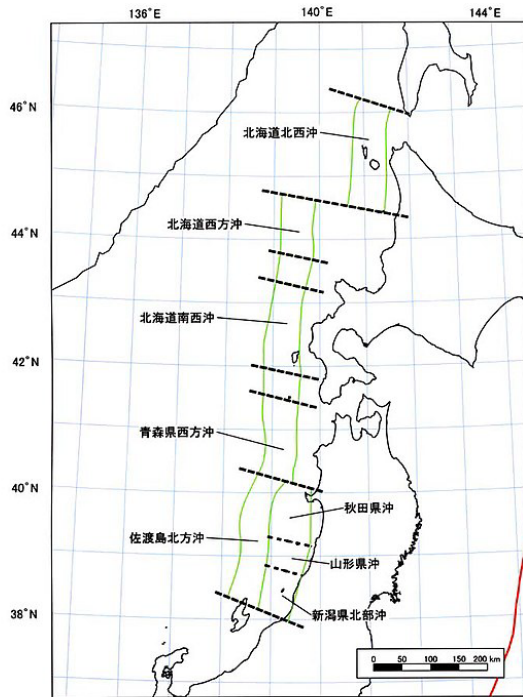
一つの領域では、凡そ数十年～数百年ほどの周期で大地震が繰り返し発生しています。また、規模が大きい地震が海の下で発生した場合、津波が発生することがあり、被害が広範囲に亘ることがあると説明されています。

2011年3月に三陸沖の日本海溝で発生した「**東北地方太平洋沖地震** (マグニチュード9.0, 最大震度7)」や、近い将来に発生が指摘される駿河トラフにおける「**東海地震**」、南海トラフにおける「**東南海・南海地震**」、さらにそれらの地震が連動して超巨大地震となる可能性が想定される「**南海トラフ巨大地震**」などが海溝性地震の例として挙げられます。

大きな海溝性地震の後には、その震源域から離れた場所で内陸地殻地震や海洋プレート内地震、他の海溝性地震を誘発することがあり、これらを「**誘発地震**」と呼びます。

プレート間（境界型）地震には、プレートの沈み込みによる地震のほか、「**衝突型境界で起こる地震**」があり、これはプレート同士が激しく衝突し合い、境界部分では強い圧縮の力が働いて地震が発生していると言われており、日本近海においては大陸プレート同士が

押し合い衝突する日本海東縁変動帯域を震源とする地震が1983年「日本海中部地震」や1993年「北海道南西沖地震」などが発生しています。



日本海東縁変動帯域 (Wikipedia 画像)

【 海洋プレート内地震 】

海溝などに沈み込む海洋プレート内の岩盤でも地震が発生します。このタイプの地震を「海洋プレート内地震」、或いは単に「プレート内地震」と呼ばれています。

海洋プレート内で起こる地震は、2つに大別されていて、「沈み込んだ海洋プレート内」では震源が深くなる傾向にあり、「これから沈み込む海洋プレート内」では浅くなる傾向にあると説明されています。

「沈み込んだ海洋プレート内 (スラブ内) で起こる地震」

海溝などを経て大陸プレートの下に潜り込んだ海洋プレートは、マントルの中を沈み込

んでいる途中 (マントルに沈み込んだプレートをスラブと呼びます。) で割れたり、地下深部 (深さ 700 km 前後) で横たわって滞留し、大きく反り返って割れることで、地震を発生させることがあると説明されています。

スラブ内で発生するため、「スラブ内地震」や震源の深さから「深発地震」などと呼ばれます。一般に震源が深く、広範囲で最大震度に近い揺れに見舞われることになります。

1993年「釧路沖地震 (マグニチュード 7.5、深さ 101 km、最大震度 6)」や、2003年「宮城県沖地震 (マグニチュード 7.1、深さ 72 km、最大震度 6)」などの事例があります。

「これから沈み込む海洋プレート内 (アフターライズ) で起こる地震」

海洋プレートが陸地側に潜り込むことで生じる歪みを解消するため、大陸プレートが反発したときにプレート間地震が起こります。

一方、歪みは「これから沈み込む海洋プレート側」にも滞っており、海洋プレートの進む方向が水平から潜り込みに転じる曲がり角が、隆起している場合があります。ここをアフターライズ (海溝上縁隆起帯) と言います。こちらの歪みはプレート間地震の発生によって解消されないことがあり、その場合にはプレート間地震の後に、この歪みによってプレートの「ずれ」や「割れ」が生じ、地震を発生させることがあります。この地震はアフターライズ地震とも呼ばれます。

遠方の海域で発生するため、押し波から始まる津波によって、海溝型地震に匹敵する津波災害を引き起こすことがあります。

2006年千島列島沖地震の2か月後の2007年千島列島沖地震 (マグニチュード 8.2)、明治三陸地震の37年後に発生した1933年昭和三陸地震 (マグニチュード 8.1) など、この

タイプの地震が発生しています。

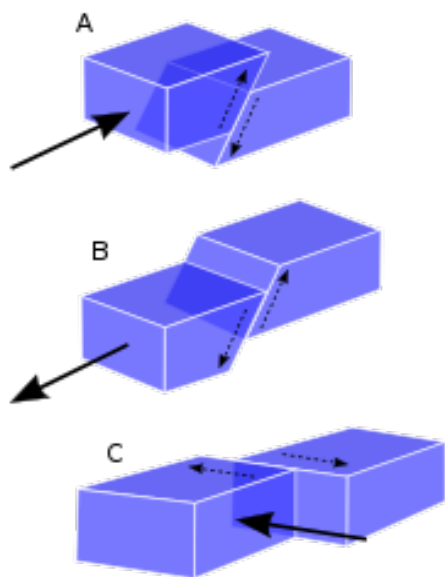
【内陸地殻内（大陸プレート内）地震】

海洋プレートが沈み込む大陸プレートの端の部分では、海溝から数百km離れた部分まで含む広い範囲に亘って、海洋プレートの押す力が及んでいます。

地下の岩盤に掛っている力が、岩盤の急激な変形を起こし、これを解放する現象がこのタイプの地震です。

即ち、地下の岩盤を破壊し、ずらして動かす力が岩盤の強度を上回ったときに、岩盤が割れてひび割れが生じます。

このように地震によって変形した岩盤を「断層」と言い、地下数kmから数十kmの深さにありますが、大きな地震（マグニチュード7〜）や震源の浅い地震では、断層面が地表に達して地表面にずれを起こします。これを（地表）地震断層と言い、1995年兵庫県南部地震では淡路島で延長9km、縦ずれの最大2.1m、横ずれ最大1.2mに及ぶ地震断層が出現しました。



断層の種類 (Wikipedia 画像)

(図の説明)

- A 周囲から押されている断層では、押された力を上下に逃がす形で、山が高く谷が深くなるように、岩盤が動く「逆断層」
- B 周囲から引っ張られている断層でも、引っ張られた力を上下に逃がす形で、同じ様に岩盤が動く「正断層」
- C 押される断層、引っ張られる断層でも、場所によって水平にずれ、岩盤が上下に動かない「横ずれ断層」

日本列島は、関東、東北地方の沖にある日本海溝で太平洋プレートが北アメリカプレートの下に沈み込む際に、東西方向に強い圧縮力を受けています。

東北から近畿にかけての断層の多くは、断層の片側がずれ上がる逆断層と、横にずれ合う横ずれ断層が生じます。多くの場合、これらは同時に起こって、斜め上方にずれます。

また、日本の中では、例外的に九州中部の別府から島原にかけての地域では、南北方向に引っ張る応力が働いていることが知られており、正断層が多く見られます。

断層が生じた範囲（断層面）の広さと断層ずれの量を乗じた値は、解放された歪エネルギーの大きさ（地震の規模）を表すとされ、マグニチュードM8の地震では、断層の延長が100km、ずれる量が6m、M7ではそれぞれ30km及び1.5mが、日本の内陸の地震における断層の凡その大きさとされています。

震源は一般に断層面の端にあります。断層破壊は、この震源から始まり秒速3kmほどの速度で破壊は進行します。

地震波は震源の一点からではなく、断層面

の全体から放出されます。

このようなタイプの地震を「内陸地殻内（大陸プレート内）地震」と呼ばれますが、地表に断層が出現しやすいため「断層型（活断層型）地震」とも呼ばれています。

内陸の断層は、都市の直下や周辺にも多く、この内陸地震は「直下型地震」とも呼ばれる陸域の浅い場所を震源とする地震です。

一度、内陸地震が発生すると、生じた断層面は次回の地震発生時にも再び使われることが多く、それは一度地層が壊されると断層に沿って地盤が弱くなるため、応力の集中を生じ易くなると考えられています。

断層のうち数十万年前以降において繰り返し活動し、将来も引き続き活動して内陸地震を引き起こす可能性の高い断層を「活断層」と呼ばれています。

別の定義では、現在の応力場の下で地震を起こし得る断層のうちで、断層面上端が地表近く（凡そ1 km以下の深度）まで達しているもの（地表断層）に限るとされています。

なお、断層の中でも数億年から数百万年前まで活動していて、現在は動いていない断層を「古断層」と言い、再び地震を起こさないタイプになります。

活断層における大地震発生間隔は、内陸では**数千年以上の単位**であり、海溝性地震における地震発生の間隔**数百年程度の単位**に比べて非常に長いのが特徴となっています。

活断層の存在は、その活断層が繰り返しずれた跡が地形や地層に残されていることにより確認されます。また、活発な活断層は、その活動の繰り返しによってずれが累積するため、盆地や平野などの平地と山地の境界を形成する例があるように、大きな地形の境界周辺で見つかることが多いとされています。

< 直下型地震 >

内陸で発生する活断層型の地震は、陸側のプレート内部での断層運動により発生する地震で、深さが30 kmよりも浅い（一般的に数km～十数km）地殻の内部で発生し、通常、マグニチュード7のクラスになります。

揺れの周期が1～2秒以下の「短くて速い激しい揺れ」となるのが特徴です。この周期の揺れが我々の住居する足元で発生するため、例え局所的であっても激しい揺れを伴い、人命の損傷や建造物の破壊等、甚大な被害を引き起こすことは稀ではなく、小さな地震であっても震央（震源の真上）に近い地域では、海溝型に引けを取らず大きな破壊力をもたらし、その被害の大きさから「キラールス」と呼ばれています。

東南海、南海地震のようなマグニチュード8クラスの海溝型地震が起きる前には、マグニチュード7クラスの内陸型地震が多発することが知られており、専門家の間では1995年兵庫県南部地震（マグニチュード7.3）もその一つとの見方が強いと解説されています。

なお、関東平野で最も頻繁に発生している直下型地震は、主にフィリピン海プレートと太平洋プレートが接している付近で起こっています。接触面は地下50～70 kmぐらいで、震源もそれぐらいになるようです。震源はかなり深く遠くにあるので、地表での震度は弱まっていて、ほぼ5強までで地盤が悪くても最大6弱程度とされています。

横ずれ成分の大きな断層では、断層面が延びていく方向で主要動S波の振幅が最大になり、この断層に直交する方向に地面を揺らしていきます。

断層破壊が進行していく方向では、ドップラー効果（波の発生源が移動するため観測さ

れる周波数が変化する現象)により、振幅の大きな短周期の振動が生成されると言われます。

逆断層では上盤側で特に被害が大きく、斜面災害が集中した **2004 年中越地震**での新潟県山古志村一帯も上盤側に位置しています。

震源の浅い内陸直下型地震では、斜面の崩壊は震央からの距離に従って分布することなく、進行する断層からの距離に応じて、崩壊密度が減少していきます。

地下深所で発生した地震動は、一般に浅いほど伝播速度が遅い(硬い層から軟らかい層への伝播)ため、屈折によって地表近くでは層構造に直角に伝わってきます。

軟弱な地盤では、一旦入射した地震動が地表面で反射して、硬い地盤に出て行けずに多重反射することにより、特定の周波数の振動が増幅されると言われ、中越地震の例では、一谷埋めて造成した宅地に起こった被害は、谷埋め盛土内で特定の周波数の振動が増幅された影響によるとされています。

< 活断層 >

全国の活断層の分布調査では、2000 を超える活断層がリストアップされています。

これらの活断層は、永年に亘る**断層運動**(地震など断層面両側の岩盤が急激にずれ動く現象)によってずれの量が蓄積されていく速度(活動度)にそれぞれ特徴があり、活動の周期や一回の変位量が断層ごとに凡そ決まっているとされます。

活断層が一回動いて生じるずれが、ほんの数mであっても、それが繰り返されると、ずれの量は累積して増加します。この増加する速度は断層ごとに大きな差があり、長期的に見た場合の活断層ごとの平均的なずれの量の速さを、通常、**1000 年当りのずれの量**で表しています。これによって、それぞれの活断層の活

動度が分かります。

地形学者、地質学者らにより全国の断層の1000年当りの平均的なずれの量を調査と評価が行われ、ずれの量によりAからCの階級分けが行われています。

断層の階級分けの例

1000年当りの平均的なずれの量による分類(活動度)

1m以上 10m未満

A級活断層	丹那断層(静岡)
約 100	根尾谷断層(岐阜)など

10 cm以上 1m未満

B級活断層	立川断層(東京)
約 750	山崎断層(兵庫)など

1 cm以上 10 cm未満

C級活断層	郷村断層(京都)
約 450	鳥取断層(鳥取)など

【 火山性地震 】

地震には活断層やプレートの活動以外が発生要因となるものもあります。その一つが「**火山性地震**」です。火山の噴火或いは、噴火ではなくてもマグマの動きや、熱水の活動に伴う圧力によって岩盤が破壊され、火山体の中やその周辺で発生する地震です。

火山は、地殻深部にあったマグマが地表又は水中に噴出することによって出来る特徴的な地形とされます。(Wikipedia)

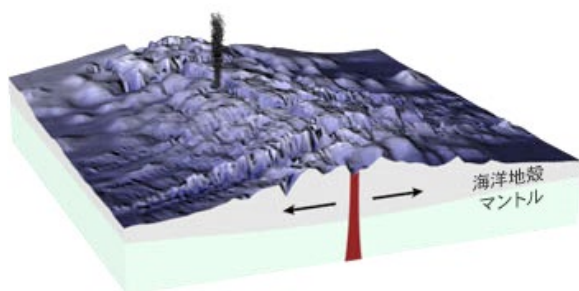
「**活火山**」と「**それ以外の火山**」に分けられ、活火山を概ね過去1万年以内に噴火した火山、及び現在活発な噴気活動のある火山としています。(火山噴火予知連絡会・気象庁)

地球上で火山のできる場所は、次の3種類あると説明されています。

① 海嶺

熱いマントルが地下深部からの上昇に伴い、

活発な火山活動を起こす場所であり、**海嶺**では新しい**玄武岩質マグマ**が次々供給されて、海底で固まり新たな海洋地殻となつて、海嶺の両側に移動していきます。海嶺は長く続く谷地形になっており、**リフトバレー**とも呼ばれています。**大西洋中央海嶺**、**東太平洋海嶺**などがあります。



海嶺 (Wikipedia 画像)

② 海溝

海洋プレートが他のプレートの下に沈み込む**海溝**に沿って火山が分布します。

マグマの発生はプレートが海溝から一定の深さに沈み込んだ場所であり、火山はその真上に形成するので、海溝から一定の距離だけ離れた位置に、平行して分布しています。(火山弧) 日本やカムチャッカ半島などの**太平洋周辺**や**地中海**の火山はこのタイプになります。

③ ホットスポット

地表の特定箇所に継続的に大量のマグマが

供給される場所があり、これを**ホットスポット**と言います。

ホットスポットの位置は、プレートの動きとは無関係に一定しており、プレートよりも下のマントルに発生源があると考えられています。**ハワイ列島**がこのタイプです。他には**イエローストーン**、**ガラパゴス諸島**などが知られています。

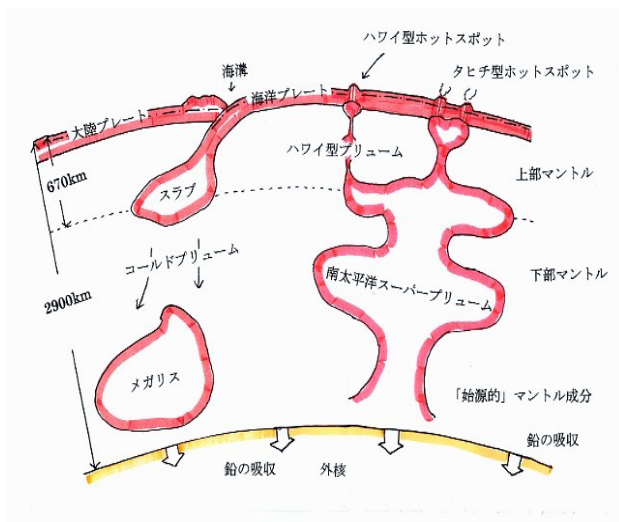
火山性地震は、これら**海嶺**や**海溝**周辺の**火山弧**、**ホットスポット**などにおいて、マグマの移動や熱せられた水蒸気の圧力、火山活動に伴う地面の隆起や沈降が原因となって発生します。

この地震は、一般的に規模が小さく、**無感**(震度1より小さい)地震となることが多く、地震の周期も多種多様となっています。また、余震や前震がなく、本震のみが単独に発生すると見做されています。

火山性地震には「**噴火を伴うもの**」と「**火山内部の活動に関連したもの**」があり、後者は震動の周期が短く、P波S波の区別が明瞭で震源が比較的深い「**A型地震**」と、周期がやや長く、P波S波の区別が不明瞭で震源が比較的浅い「**B型地震**」に分けられています。

また、噴火に伴って発生する地震で特徴的なものは、爆発的噴火による「**爆発地震**」で、火山で発生する地震の中では規模が大きく、「**空振**(空気の急激な圧力変化が大気中で周囲に伝わる現象)」を伴う場合が多いとされています。

これら以外にも、震動波形の特徴や周波数成分の分布などから、「**火山性微動**」と呼ばれる震動があります。上記の火山性地震に比べ継続時間が長く続きます。振幅は非常に小さいのですが、活動的な火山では常時発生しているものです。



ホットスポット (Wikipedia 画像)

4. 地震の周期性

特定の領域におけるプレートの境界や断層で起こる地震は、一定の速度で蓄積される歪みが一定の周期で解放されると言われます。

実際に、観測や古文書、記念碑などでプレート境界地震である南海地震、東南海地震、東海地震などでは周期性が確認されています。

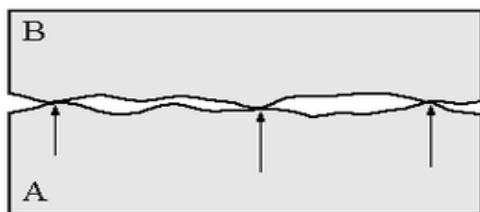
プレート境界付近で発生するマグニチュード8クラスの大きな海溝型地震は、数十年～数百年、陸域の活断層で発生する大きな地震は、数千年～数万年の周期で繰り返すと説明されます。

<アスペリティモデル>

プレート境界面や断層面では、面の形状、硬さ、含水率、温度などの性質の差によって、地震の起こし易さが異なっています。これらの面の領域には、強く固着している部分と比較的滑り易い部分があります。この強く固着している部分を「固着域」或いは「アスペリティ」と言います。

アスペリティとは、本来は物体表面の凹凸や出っ張りを意味する英語で、2つの物体をくっ付けたとき実際に接触しているのは、それぞれの面の凸部分だけで、凹部分には接触していません。

摩擦実験の分野では、この実際に接触している凸の部分をアスペリティと呼んでいます。



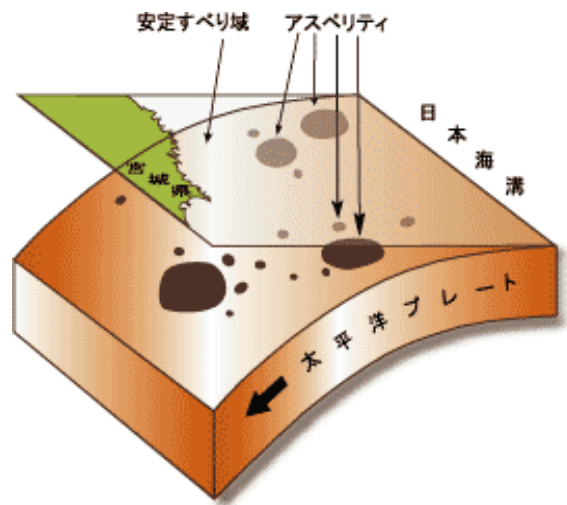
↑の部分がアスペリティ

岩石A、Bの接触面の拡大図 (Wikipedia 画像)

地震が発生すると、地下のズレが面的に広がっていきます。

プレート境界や断層面のズレの性質や発生する波動は一様ではなく、断層面上で強く固着している部分があり、そこでは地震前に応力が多く蓄積されているため、応力降下(せん断応力)が大きくなり、大きな加速度を持つ強震動を発生させる部分となります。

ここを摩擦研究における凝着部分を指す用語アスペリティを同様に使われています。



アスペリティモデル (プレート境界面)

従って、地震学の「アスペリティモデル」とは、プレート境界や断層面には所々に摩擦抵抗の大きな部分(アスペリティ)が存在しており、ここが破壊される地震発生時の滑り分布は、このアスペリティの分布によって規定されることとなります。

境界面などでアスペリティが普段は固着しているのに対し、その周りは普段から滑っている部分(安定すべり域)に囲まれていて、ゆっくりとした滑り(地震波を出さない)が進行しています。

その結果、アスペリティには歪みが蓄積し、やがて限界に達すると、そのアスペリティが

壊れ高速すべりが発生して、強い地震波を出すと言われていました。

プレート境界型の断層面には、その大きさや間隔が様々なアスペリティが観測されており、このモデルでは大きな地震は大きなアスペリティによって、小さな地震は小さなアスペリティによって規定されることになっています。

このうち小さなアスペリティの破壊によって発生する地震は、すべり量が小さいため再来間隔が短く、また同じ所が破壊するので、ある観測点で見ると、全く同じ波形の地震が繰り返し発生しているように見えます。このような地震は「**小繰り返し地震(相似地震)**」と呼ばれています。

アスペリティモデルでは、マグニチュード7～8程度の単独型の海溝型地震は、一つの大きなアスペリティ又は、小さなアスペリティが少数同時に破壊して発生するもの、さらに、**連動型地震**は複数の大きなアスペリティが同時に破壊するもの、と解釈されています。

連動型地震： 三陸沖北部から房総沖まで包括する2011年東北地方太平洋沖地震、南海トラフで連動関係にある東海、東南海、南海地震などがあります。

地震の位置を規定するのはアスペリティの分布であり、アスペリティが隣接する場所では、地震時に滑るアスペリティの組み合わせは必ずしも毎回同一ではなく、常に同じ地震とは限らないと考えられています。

破壊が完了して出来た断層面は平面形状となり、通常、地下部分では閉じており、ここでアスペリティを形成していき、長い年月を掛けて大きな摩擦力を獲得していきます。

< 長期評価 >

日本では主な海溝型地震や活断層において調査された活動履歴から、主に繰り返し間隔と前回からの経過時間の推定によって、現在の活動確率を論じる「**長期的地震予知**」が行われています。

例えば「南海トラフ地震」は1361年の正平地震以来、約90～150年の周期で繰り返し発生しています。前回は1944年12月の昭和東南海地震(2年後には昭和南海地震)、前々回の1854年12月は東海地震と南海地震が2日連続して発生、その前が1707年10月の宝永地震で富士山大噴火まで引き起こしました。

地震調査委員会(文科省地震調査研究推進本部内)では、「同じ場所で同じような地震がほぼ定期的に繰り返す」という仮定の下、主要な活断層で発生する地震や海溝型地震について、様々な調査結果や研究成果に基づき、地震の規模(マグニチュード)や一定期間内に発生する確率などを長期的な観点で評価しており、「**長期評価結果**」として随時公表しています。

次ページの2021年1月公表の「**主要な活断層の評価結果**」「**主な海溝型地震の評価結果**」及び「**全国地震予想地図2020年版**」を参照

今回の学習室「**地震現象について**」(第1回)**地震の原因・メカニズム**は以上で終了です。

次回(第2回)では、**地震波、地震動**について学習したいと考えています。

《 謝 辞 》

本稿は、その内容の多く部分を気象庁や地震調査研究推進本部、Wikipedia、その他多数の機関、団体などが公表しているウェブサイトの記事、解説等から文章や図画等を本学習室の説明に必要な資料として引用させて戴きました。

主要活断層の長期評価結果

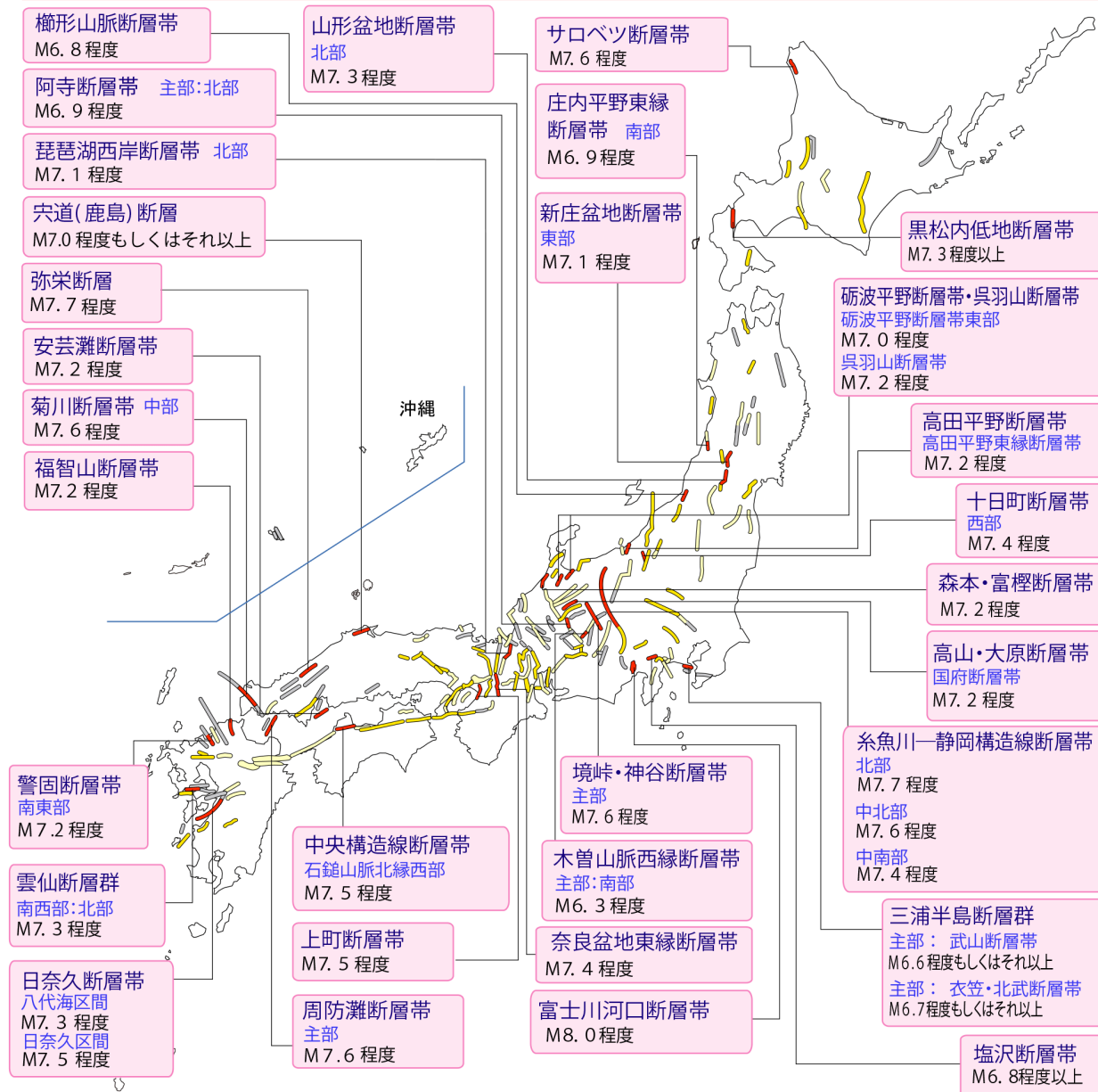
2020年から30年間に各活断層で発生する地震の発生確率等を示した評価結果地図

2021年1月13日公表

凡例：
■ Sランク(高い)：30年以内の地震発生確率が3%以上
■ Aランク(やや高い)：30年以内の地震発生確率が0.1~3%未満
■ Zランク：30年以内の地震発生確率が0.1%未満
■ Xランク：地震発生確率が不明(過去の地震のデータが少ないため、確率の評価が困難)

(注) ひとつの断層帯のうち、活動区間によってランクが異なる場合がある。
 Sランク、Aランク、Zランク、Xランクのいずれも、すぐに地震が起こることが否定できない。

Sランクの活動区間を含む断層帯に吹き出しを付けた。
 断層帯の名称
 活動区間
 地震規模(マグニチュード)
 ランクの算定基準日は2021年1月1日

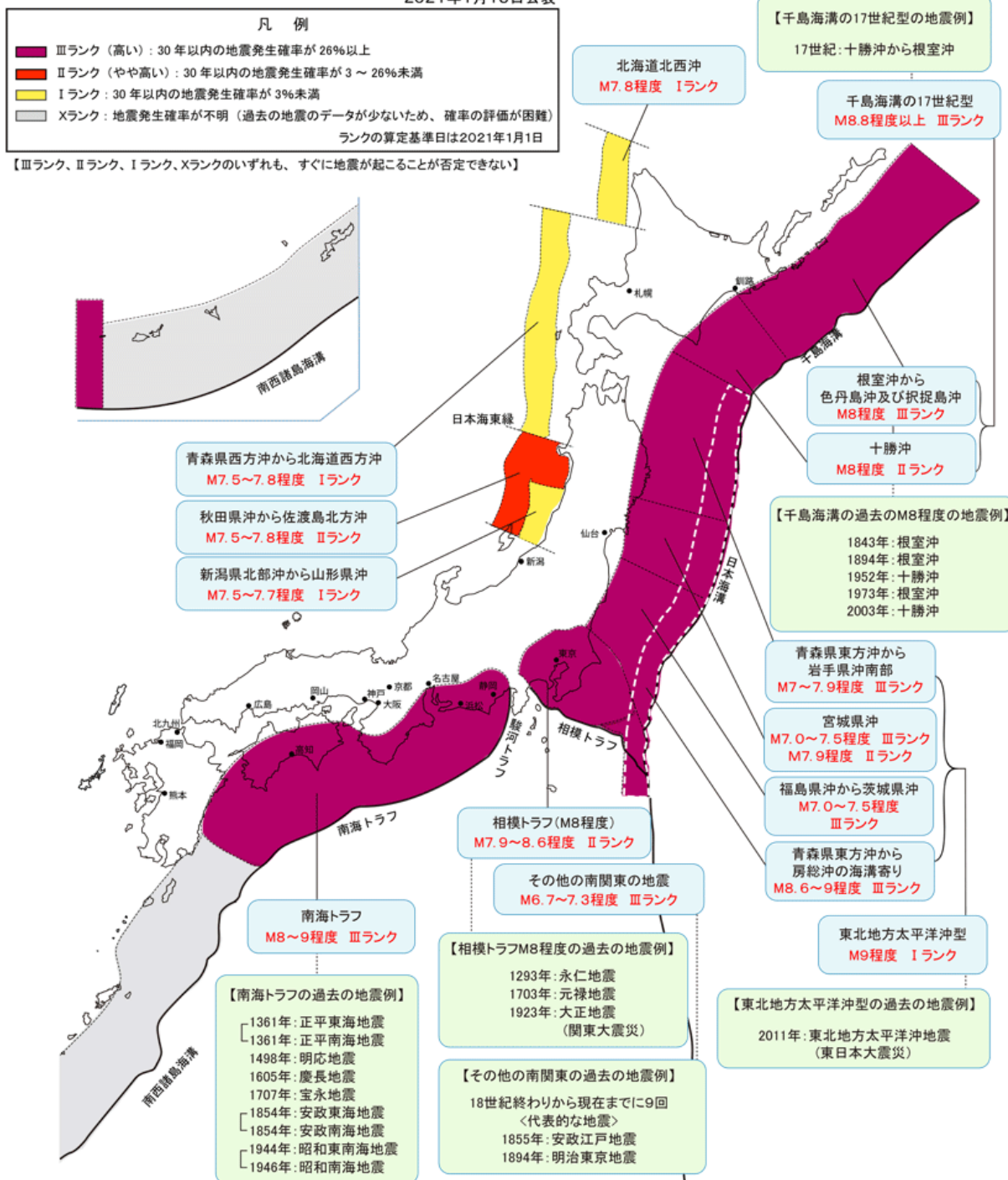


○ ランク分けに関わらず、日本ではどの場所においても、地震による強い揺れに見舞われるおそれがあります。

主な海溝型地震の長期評価結果

2020年から30年間に発生する海溝性地震の発生確率等を示した評価結果地図

2021年1月13日公表

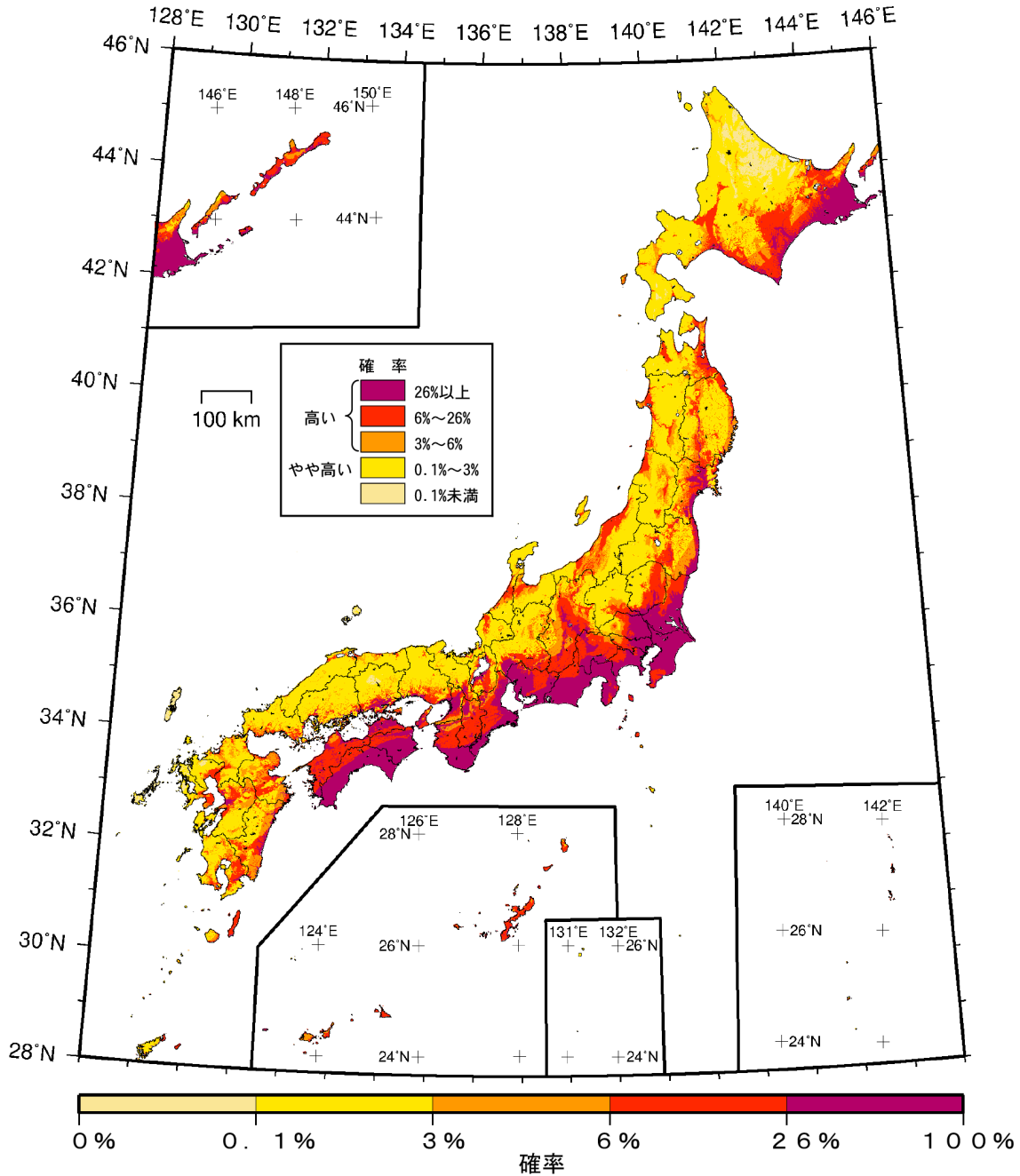


○ ランク分けに関わらず、日本ではどの場所においても、地震による強い揺れに見舞われるおそれがあります。

地震調査研究推進本部 (文部科学省)

全国地震予測地図 2020 年版

2020 年から 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率を示した地震動予測地図



(モデル計算条件により確率ゼロのメッシュは白色表示)

ここで示す確率は、「その場所で地震が発生する確率」ではなく、「日本国内とその周辺で発生した地震によって、その場所が震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率」を表しています。

海溝型地震の発生間隔が比較的に短いため、沖合に海溝がある太平洋の沿岸地域を中心に揺れの確率が高くなり、一方、活断層などの浅い地震の発生間隔は一般に長いため、海溝から離れた地域での揺れの確率は全般に小さくなります。確率 0.1%、3%、6%、26% であることは、ごく大まかには、それぞれ約 3 万年、約千年、約五百年、約百年に一回程度、震度 6 弱以上の揺れに見舞われることを示しています。

地震調査研究推進本部 (文部科学省)

新入会員紹介

田中建設 株式会社



代表取締役社長 田中 大文



専務取締役 吹越 公男

【本社】〒034-0012
住 所 青森県十和田市東一番町2-50
TEL 0176-23-3521 FAX 0176-24-0800

【青森営業所】〒030-0861
住 所 青森県青森市長島二丁目10-4 新藤ビル別館4F
TEL / FAX 017-776-3539

【北部営業所】〒039-3213
住 所 青森県上北郡六ヶ所村
大字鷹架字登茶沢133-72

【つがる営業所】〒037-0072
住 所 青森県五所川原市川端町43-18 たけちゃんビル2F
TEL / FAX 0173-33-5155

沿 革 昭和26年10月29日 設立
資 本 金 8,000万円
特定建設業許可番号 青森県知事許可 (特-3・特-4) 第500720号
事 業 内 容 土木工事、建築工事、緑化工事、宅地建物取引、不動産管理
建 設 業 の 種 類 土木工事業、建築工事業、大工工事業、左官工事業、とび・土工工事業、石工事業、屋根工事業、管工事業、タイル・れんが・ブロック工事業、鋼構造物工事業、鉄筋工事業、舗装工事業、しゅんせつ工事業、板金工事業、ガラス工事業、塗装工事業、防水工事業、内装仕上工事業、熱絶縁工事業、造園工事業、建具工事業、水道施設工事業、解体工事業

会 社 紹 介 私ども田中建設は、昭和8年の創業以来、ダム、トンネル等、土木工事の施工を事業の中心として発展してまいりました。近年では、建築工事や既存インフラの老朽化対策、不動産事業にも力を入れ、県内外において実績を重ねています。

弊社の経営理念にもある“お客様、或いは、地域社会より信頼され、必要とされるオンリーワン企業”という企業像こそが、私たち田中建設の目指している姿です。その企業像を追求する上で大切になるのは、「信用と技術」という創業以来の社是であり、企業活動の礎となる「人財」です。そして絶えず変化することが常態となった今日では、人財から生まれる創造力や活力、自発的な行動こそが最も重要だと考えています。常に時代の先を見据え、挑戦することを大切に、これからも創業100年、200年と必要とされ続ける企業を目指していきますので、今後ともご指導ご鞭撻を賜りますようお願い致します。

ご あ い さ つ 弊社は、総合建設業として様々な事業に取り組んでおります。なかでも土木事業においては、道路やトンネル、橋梁、上下水道、河川護岸などといった人々の暮らしを支える社会基盤整備を始め「社会資本の老朽化」に対応し、社会インフラの補修・補強を行ってきました。また近年では、従来より更に環境に配慮した新工法に取組み、地球環境にやさしく安全 安心な社会を構築することを大切にしています。DKボンド工法は自然環境への配慮や景観保全という点において極めて優れており、かつ経年劣化への耐久性もある画期的な工法であると存じますので、弊社の土木事業においても非常に高い有効性があると認識しております。

改めまして、この度は入会の承認を頂きまして誠にありがとうございました。事務局ならびに協会の皆様方には、末永くお付き合いのほどよろしくお願い申し上げます。

編集後記

今回の落災防学習室では「マントル対流」がマグマの流れではなく、岩石が「**固体の状態のまま流動する現象**」であることを学びました。

私達は、この固体が流動する現象を他にも知っています。それは岩石の流れではなく、氷の流れ、「氷河」です。

氷河は積もった雪（万年雪）が自らの重みで圧密され、氷になった固体です。南極やグリーンランドなどの極地の**大陸氷河**、山岳斜面や谷などで形成される**山岳氷河**があります。

圧密された底部の氷が、加圧されて徐々に変形し、標高の低い方に向かって液体のように、ゆっくりと流れていくものです。



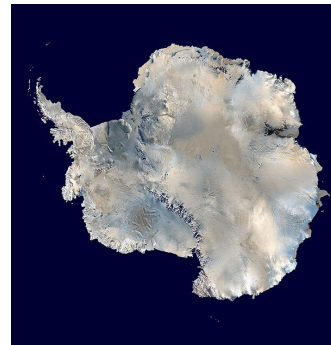
氷河 Wikipedia 画像

ところで、氷河で覆われている地盤は、その氷の重みによって変形しています。

物質の変形は、**弾性**や**塑性**の性質で説明されますが、普通の物質は弾性と塑性の中間の性質を示すと言われ、それを特徴づけるのが、**緩和時間**（時定数）というものです。この時間より短い時点では固体のように弾性を示し、それよりも長ければ粘り気のある液体のように塑性を示すとされています。この性質は**粘弾性**と呼ばれていますが、マントルや氷河などの成分も粘弾性物質です。岩石の緩和時間は温度や組成によって大きく変わり、数千年～数十万年と言われています。

近年、地球の温暖化の進行から、南極やグリーンランドなどの氷河の融解が懸念されています。気温上昇による氷河・氷床の融解の影響は、海面上昇（20世紀を経て20cm上昇し、今世紀末では55cm以上の上昇となると予測）が心配される太平洋地域の島国だけでなく、氷河・氷床地域の地盤の隆起も心配されます。

カナダやスカンジナビアなどでは最終氷期の最寒冷期であった約2万年前には、数千mの厚さの氷で覆われていました。その地盤は、岩石の緩和時間以上の時間に亘って、粘性を示しゆっくりと凹み続けました。その後、氷が溶けて約6千年前には氷が無くなりましたが、地盤は年間1cm程度の隆起が続いており、この地域では、まだ数千年（緩和時間）ほどは隆起が続くとされています。（**後氷期回復**と言います。）



南極 氷床 Wikipedia 画像

気温上昇の影響は、氷河・氷床の融解だけでなく、永久凍土の融解をもたらし、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスを空气中に解放し、温暖化を助長することにもなります。

2022年10月、**国連環境計画**（UNEP）が報告書を公表し、各国が地球温暖化対策を現状から強化しなければ、産業革命以前からの気温上昇が国際枠組み「**パリ協定**」の目標（1.5℃に抑制）を上回り、今世紀末までには2.8℃に達する恐れがあると警告しています。

未来世代に責任を負う「**今を生きる私達**」には、早急な対応が求められています。（文責 Y）