

第14講 日本の自然：火山と地震と災害

<http://ext-web.edu.sgu.ac.jp/koide/chikyuu/>

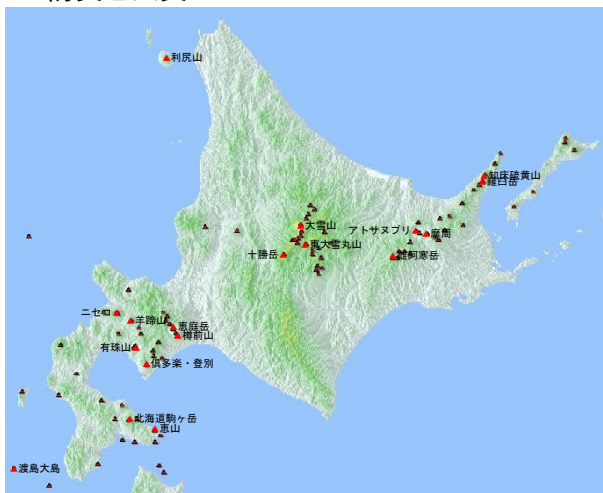
Email: chikyu2019@ykoide.com

▼ 日本の自然

- 1 日本列島とは
- 2 地形
- 3 気候

▼ 自然と変化

- 1 自分が暮らしているところを知る
- 2 自然は変化する
- 3 自然災害の予知
- 4 防災と人災



▼ 火山とは

- 1 火山のメカニズム

ホットスポット

沈み込み帯：日本列島

活火山

- ・過去1万年以内に噴火した火山
- ・現在活発な噴気活動がある火山

- 2 火山の形

- 3 火山噴火のタイプ

- ・ハワイ式：比較的安全
- ・ストロンボリ式：危険
- ・ブルカノ式：危険
- ・プリニー式：非常に危険
- ・超ブルカノ式：非常に危険
- ・スルツェイ式：危険
- ・水蒸気プリニー式：非常に危険
- ・破局的噴火：日本の現代文明が滅亡するほどの危険性

▼ 火山噴出物

- 1 飛び出す（噴出）もの

軽石、スコリア、火山弾

- 2 流れ出るもの

火砕物、サージ、土石流（ラハール）、岩なだれ、溶岩流

デイサイト・流紋岩質マグマは激しい噴火

▼ 日本の温泉

- 1 温泉の定義

- 2 温泉

起源

温泉の熱源

▼ 地震

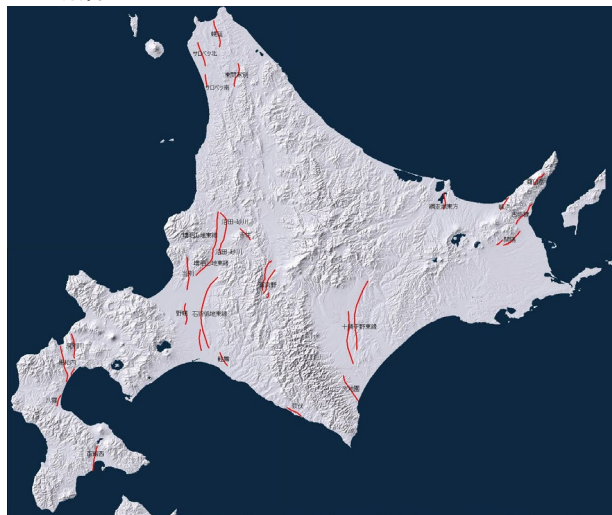
- 1 地震のメカニズム

震度：ある場所での揺れの強さ

マグニチュード：地震そのものの大きさ

- ・火山活動による地震
- ・活断層による地震
- ・沈み込み帯の地震

- 2 断層



<http://www.aist.go.jp/RIODB/activefault/>

- 3 津波

▼ 予知

- 1 予知と予測
- 2 火山噴火予知
- 3 地震予知
- 4 津波予報

▼ 自然災害からのサバイバル

- 1 自然の因果関係を見抜く
- 2 防災と人災

▼ レポートについて

レポートは**時間厳守**です。

第3回 人類と野生生物はどうすれば共存できるでしょうか

締め切り：7月18日（木）24：00（時間厳守）

第 14 講 日本の自然：火山と地震と災害

<http://ext-web.edu.sgu.ac.jp/koide/chikyu/>

Email: chikyu2019@ykoide.com

▼ 地震予測

地震の予測がなされている。今では断層の活動時期やサイズがわかれば、その活動状況を推定する方法はあるが、確実さは本当かどうかわからない。

ロバート・ゲラー (Robert J. Geller, 1952 年-)

アメリカ合衆国の地震学者。東京大学教授。

アメリカ・ニューヨーク州生まれ。カリフォルニア工科大学地球物理学科卒。1977 年同大学地球惑星科学研究科博士課程修了 (博士号修得)。同研究科特別研究員、スタンフォード大学地球物理学科助教授を経て、1984 年、東京大学大学院の初の任期無し外国人教官 (助教授) として採用され、1999 年から東京大学大学院教授。

主要研究テーマは、地震波動論及び数値シミュレーション、地球の 3 次元内部構造、地震予知の可能性の有無。論文では地震予知研究の問題点を指摘し続けている。2011 年 8 月には、日本語による初めての一般書『日本人は知らない「地震予知」の正体』を出版した。地震予知はできないということをメディアで主張している。

1978 年以降の大地震 (10 名以上の犠牲者) を予知できなかった。これは、現在の地震予知の敗北である。

▼ 日本の自然

1 日本列島とは

総務省の人口推計年報による確定値は 1 億 2688 万人 (2015 年 12 月 1 日現在) である。

日本列島は、太平洋の北西、ユーラシア大陸の東に位置する。2400km の長さにわたって島が連なる。国土の 75% が山地や丘陵地である。

日本列島の自然の特徴の多くは、プレートの沈み込みによってつくられている。

2 地形

太平洋に向かってふくらんだ、弓形の島弧となっている。北海道、本州、四国、九州の 4 つの大きな島からなる。北東には千島列島、南は小笠原諸島、南西には南西諸島がある。小さな無人島までふくめると 6800 をこえる島からなる典型的な島国である。

北方領土をふくむ総面積は 37 万 7837km² (1998 年)。国土地理院調べでは 2000 年 10 月 1 日現在、37 万 7873km²。

北から千島弧、東北日本弧、伊豆・小笠原弧、西南日本弧、琉球弧の 5 つの弧からできている。大洋側には深さ 6000m をこえる海溝がある。千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝、南海トラフ、南西諸島海溝である。

島弧は東日本と西日本に分けられ、それぞれ太平洋プレートとフィリピン海プレートの沈み込み帯に対応している。大陸側には、オホーツク海、日本海、東シナ海の縁海が広がっている。

環太平洋造山帯に属する日本の山地は、現在でも形成中の新しい褶曲山地が多い。断層が各地に多数あり、火山や温泉も多い。

3 気候

北は亜寒帯に、南は亜熱帯に属するが、列島の多くは温帯に属する。親潮と対馬海流 (寒流) と黒潮 (暖流) がぶつかる場所にある。四季の変化に富み、多様な自然がみられる。降水量は多く、とくに台風や集中豪雨が多いため、山地の浸食活動が活発で、無数の谷ができている。山地のほとんどが森林でおおわれている。

▼ 自然と変化

1 自分が暮らしているところを知る

自然の災害に対しての最初の対処は、自分が住んで暮らしているところが、どんなところかを知ることである。日本というところは、どういうところなのか、北海道というところは、どういうところなのか、

を知ることである。

日本、そして北海道の自然は、豊かで再生能力がある。どんなに開発や破壊があっても、数十年すれば、もとの自然は回復していく。人間にとっては長い時間かもしれないが、自然には、普通の時間である。

また、日本には多様な自然がある。それは、日本が位置している場所による。中緯度の温帯にあり、大陸近くの海に囲まれた場所である。さらに、地震や火山があることが、自然をより多様にしている。

2 自然は変化する

私たちは、自然の中に生きている。それは、すなわち、自然の変化があると、弱い生き物である人間は、その影響を受ける。その変化は時に、人間に害（ダメージ）をなす。害を受けると、害をなす変化が現れたとき、それを自然災害という。

しかし、自然の摂理からいえば、変化は必然的に起こるものである。つまり、私たちは常に自然の脅威にさらされているのである。それを、心のとどめておく必要がある。

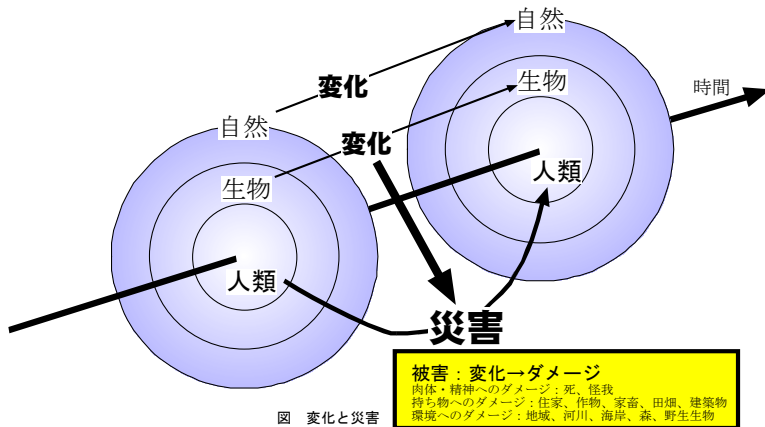


図 変化と災害

3 自然災害の予知

自然災害は自然現象だから起こる。これは、防ぎようがない。しかし、自然災害を予知して、対処や心積もりをしておけば、災害は最小限に食い止められるかもしれない。

しかし、重要なことは、自然が変化することは止められないことをよく理解することである。人間の技術とは、短時間の自然からとっては、安定状態に対しては有効かもしれないが、自然が少々の変動をすると、人間の技術はひとたまりもない。

したがって、防災とは短時間の対処であり、基本的には、自然災害を予測、予知をして、できるかぎり、被害を少なくすることである。

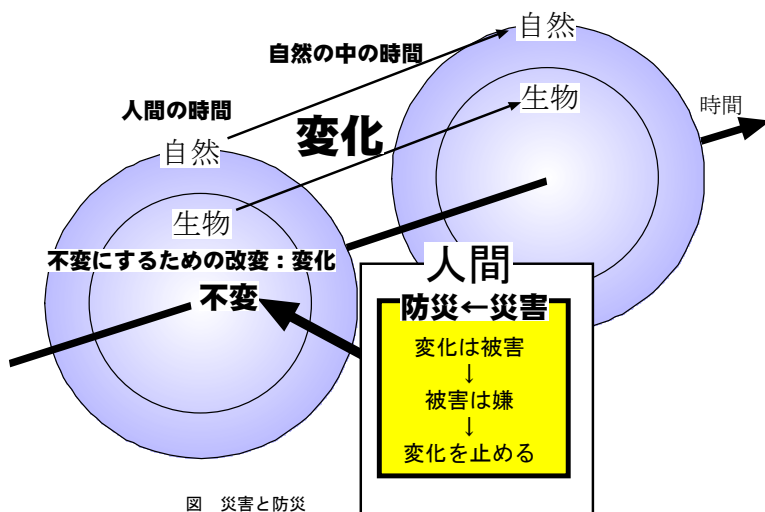


図 災害と防災

4 防災と人災

自然災害の大部分は防ぎようのないものである。しかし、そのような災害を想定して、対処していけば、災害は最小限に食い止められる。災害に、対処していなかったり、対処が不十分あったり、あるいは、自然災害が起こった後に、起こらなくてもいいような2次災害を起こしたとしたら、その何割かは、人による災害、人災かもしれない。

▼ 火山とは

1 火山のメカニズム

地球の火山には、

- ・中央海嶺
- ・ホットスポット
- ・沈み込み帯

にできるものの、3種類がある。

中央海嶺

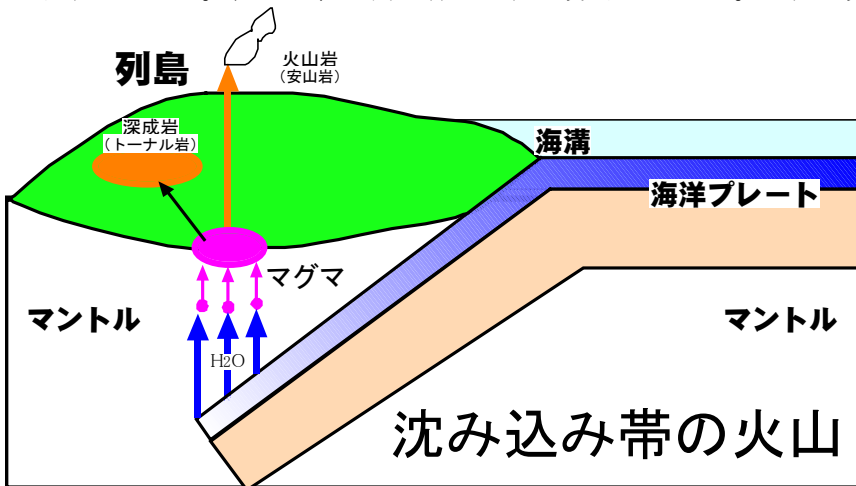
中央海嶺の火山は、圧力が下がることで固体のマントルが溶けてマグマができる。マントル対流の出口おこる非常に大規模に連続する火山である。

ホットスポット

ホットスポットは、やはり、圧力が下がることで固体のマントルが溶けてマグマができるが、スーパープルームから枝分かれした熱いマントルが、上昇してきたものである。単発的な火山のこともあるが、長年同じ場所で火山活動が起こることがある。

沈み込み帯：日本列島

沈み込み帯の火山は、他の2つとは違ったマグマのできかたである。暖かいマントルに、水などの揮発性成分が加わることによって、マントルの融点が下がることによってマグマができる。日本列島は、沈み込み帯にあたる。従って、列島全体に火山が分布している。火山の分布は、海溝に平行になっている。



活火山

現在、日本列島には、108個活火山がある。死火山や休火山という分類は使わなくなった。

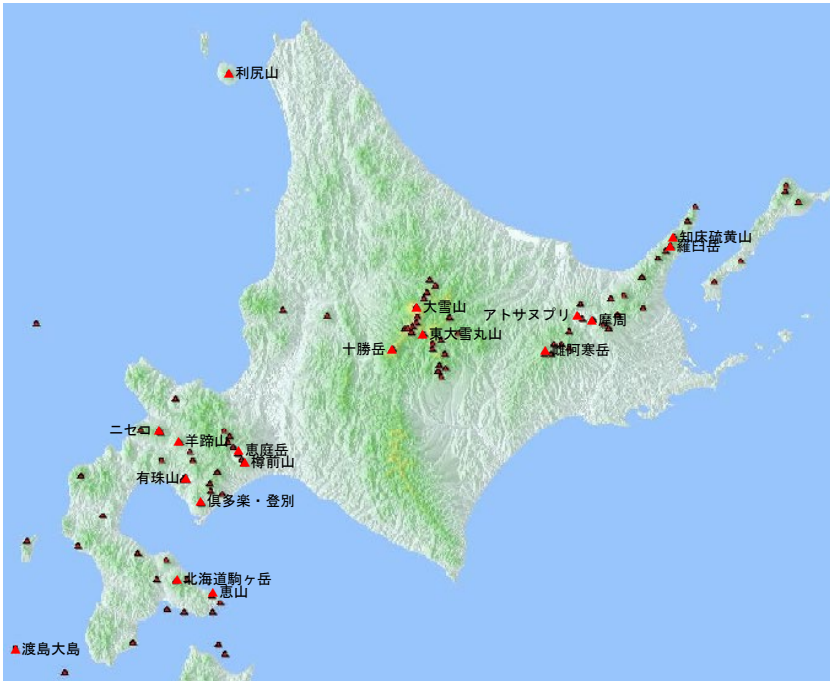
火山という大きな分類があり、そのうち、

- ・過去1万年以内に噴火した火山
- ・現在活発な噴気活動がある火山

を活火山という。

北海道の活火山

知床硫黄山、羅臼岳、摩周、アトサヌプリ、雌阿寒岳、東大雪丸山、大雪山、十勝岳、利尻山、ニセコ、羊蹄山、樽前山、恵庭岳、倶多楽、有珠山、北海道駒ヶ岳、恵山、渡島大島



2 火山の形

火山の形から、過去のマグマの活動状態や噴火頻度を推定できる。

単成火山：火山活動が一度の場合。火山体は小さい。

複成火山 何度も火山活動が起こる。大きく複雑な火山体

噴火口の形から、火山性質がわかる。

中心噴火：マグマがまるい噴火口から噴出する

割れ目噴火：マグマが線状の割れ目から噴火するもの

3 火山噴火のタイプ

マグマが地表に上がってくるとき、マグマが地表に出るときの勢いの違いによって出かた（噴火の様式）が違ってくる。

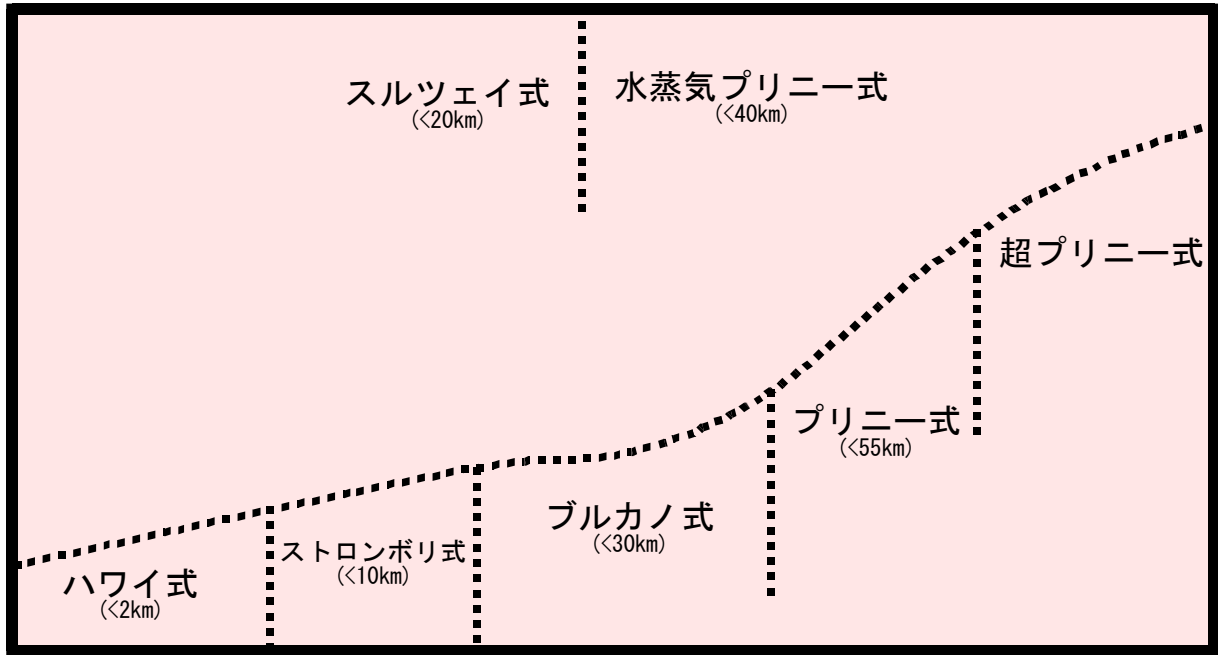
- ・ 勢いよく出るとき：爆発（explosive eruption）
噴出物が比較的高速で（100m/s 程度）で噴出する現象をいう。
- ・ 中間：爆発してマグマが流れる
- ・ 穏やかに出るとき：マグマが流れるだけ（effusion）
マグマに含まれている揮発成分（CO₂、H₂O など）の違いによって
マグマの流れる勢いがちがっている。マグマには、重量比で 10～数%ほどの揮発成分を大量に含んでいることがある。それが、地表の 1 気圧の状態になると、揮発成分は大部分気体になり爆発する。

火山は世界各地にあるが、それぞれに個性をもっている。しかし、すべての火山が独特かという、いくつかのタイプに分類できる。

噴火の規模、激しさなどにはある関係がある。

火山の類型による区分は、典型的な火山などの固有名詞を用いて呼ばれている。

爆
発
力



噴煙柱の高さ

・ **ハワイ式**：比較的**安全**

粘性の低い玄武岩質マグマが、割れ目から噴火する。粘性が極めて低いので、火口から流れ出たマグマも飛び散ったマグマのほとんど変わりにくく流れる。薄い溶岩流が積み重なって、楕状の火山となる。火山ガスは少ないわけではないが、爆発的ではない。

例：ハワイのキラウエア、マウナロア火山

・ **ストロンボリ式**：危険

地中海にある火山島のこと。比較的粘性の低い玄武岩質マグマまたは安山岩質マグマで、間欠的に噴火を繰り返す。1秒から数10分ごとに、赤いマグマを空中に吹き飛ばす。これが灯台のように見えるため「地中海の灯台」と呼ばれる。火口の周辺には円錐形の火砕丘ができる。

例：伊豆大島の噴火

・ **ブルカノ式**：危険

地中海にある火山島のこと。列島（島弧）の安山岩質マグマの噴火で、単発あるいは数時間から数日おきに爆発が起こるタイプの火山。火山弾や火砕物、特に火山灰が大量に放出される。上の図でブルカノ式が書かれていないのは、サーマル（Thermal）という現象のためである。サーマルとは、火口から短時間だけ熱がでると、空気の塊が上昇するようなものをいう。

例：鹿児島桜島

・ **プリニー式**：非常に危険

イタリア、ベスビウス火山で、AD79年のポンペイを降下軽石で埋め尽くした噴火を詳しく記録したプリニウスにちなむ名称。安山岩質から流紋岩質マグマ（まれに揮発成分に富む玄武岩質マグマでも起こる）でみられる噴火で、数10分から1日ほどの間で、定常的に火砕物とガスを爆発的に噴出する。成層圏までとどく噴煙を上げ、高い噴煙の柱から大量の軽石を降らす。

例：ベスビウス火山

・ **超ブルカノ式**：非常に危険

高温マグマが直接関与しない大規模な水蒸気爆発。

例：1888年の小磐梯山の山体崩壊

・ **スルツェイ式**：危険

アイスランドの南沖で1963年に起きた海底噴火で生じた火山島の名前。

・ **水蒸気プリニー式**：非常に危険

高い噴煙柱ができ、広範囲にテフラを降らせる。

例：八戸火山

- ・破局的噴火：日本の現代文明が滅亡するほどの危険性

日本列島では、いまだかつて、人類が経験していない大規模噴火が何度も起こっている。巨大カルデラ（阿蘇、支笏湖など）を形成した火山噴火は、非常に大規模なものであったと想像できる。

日本列島にはそのような火山があることを理解しておく必要がある。

▼ 火山噴出物

1 飛び出す（噴出）もの

マグマが地表に噴出するとき、放出されるものがいろいろある。

マグマが流れたもの：固体になると溶岩になる

マグマが砕け散ったもの：火山砕屑物

もともとあった石が吹き飛んだもの

溶岩は、主に化学成分によって、区分されている。

火山砕屑物は、テフラ（tephra）とよばれる。テフラとは、ギリシア語の「灰」という意味である。

- ・軽石

デイサイトから流紋岩質マグマでガスがたくさん含まれていて、固まるときに、たくさんの穴が開いたものとなる。白っぽく淡い色のもの。

- ・スコリア

玄武岩から安山岩質マグマでガスがたくさん含まれていて、固まるときに、たくさんの穴が開いたものとなる。黒っぽく濃い色の、コークスのようなもの。

- ・火山弾

マグマがまだ流動性があるときに、爆発によって飛び散ったマグマが飛び散りながら固まると火山弾というものができる。その形によって、紡錘状、球状、馬糞状、リボン状、パン皮状などがある。

2 流れ出るもの

噴火によって地表を流れるものには、火砕流、サージ、ラハール、岩なだれ、マグマ、などがある。

- ・火砕物

火山物が流れていくものを火砕流（pyroclastic flow）とよぶ。

火砕流は、堆積物の数10%膨張した高い密度の状態で、地をほうように流れる。密度の大きい層流として流れるため、10cmほどの軽石や、2~3cmの岩片も数10kmも運べる。大きな運度量をもつことから、数100mの山も越えられる。

小規模火山では、10~40m/s（40~140km/h）程度だが、早いものでは200m/s（720km/h）に達する。もっと遠くまで火砕流が達したのは、ニュージーランドのモリンズビル火山の200kmで、2番目が、8万7000年前に噴火した阿蘇の噴火で140kmに達した。

- ・サージ

サージは、1946年のビキニ環礁の原爆実験の時に、噴煙柱のそこから水平に広がる雲が見つかった。これと似た現象が、火山でも起こっていることがわかってきた。1952年の明神礁をはじめとして、各地で見つかった。

1963年 アイスランドのスルツェイ（Surtsey）

1965年 フィリピンのタール（Taal）

サージは、火砕流と違って、密度の非常に小さい。サージは短時間で広がり小さい。

- ・土石流（ラハール）

大量の水が、火砕物と一生に流れ下る現象をいう。土石流、泥石流、洪水などと呼ばれる。水は、火口近くの雪、氷河、湖などがその起源となる。ラハールは、インドネシア語のlaharが用いられている。

- ・岩なだれ

火山を作っている岩石類が、噴火によって大規模の崩壊することをいう。そのときに、大量の岩石がなだれのように流れ下っていく。

- ・溶岩流

地表に達して、揮発成分が少なくなったマグマの粘性は、マグマの化学的性質による。一般に、玄武岩質マグマ、安山岩質マグマ、デイサイト・流紋岩質マグマの順に粘性が大きくなる。また、この順に、溶岩層の厚さは大きくなる。

デイサイト・流紋岩質マグマ：爆発的噴火

粘性が高く揮発成分が抜けにくいので、爆発的噴火を起こしやすい。火口から盛り上がり、溶岩ドー

ムをつくるのが普通である。流れた場合には、急冷されて黒曜石溶岩となる。

▼ 日本の温泉

1 温泉の定義

日本では、1948年（昭和23年）7月10日に制定された温泉法によって、定義されている。

温泉法では、

「地中から湧出する温水、鉱水及び水蒸気その他のガス（炭化水素を主成分とする天然ガスを除く）で、別表に掲げる温度又は物質を有するもの」

と定義している。

温度：25℃以上

定められた18成分を含む：温泉1kgにいずれか1種類か総量で1g以上のいずれかを満たせば、温泉といえる。

2 温泉

日本の温泉は、2004年3月末現在

温泉地：3,127

泉源総数：27,347

となっている。

起源

- ・地熱で温められた地下水が自然に湧出するもの
- ・ボーリングによって人工的に湧出あるいは揚湯されるもの

温泉の熱源

- ・火山の地下のマグマを熱源とする火山性温泉

火山の近くにある

火山ガス起源の成分を含んでいる

- ・非火山性温泉

- ・深層熱水

地下深くほど温度が高くなる地温勾配に従って高温となったもの

平野や盆地の地下深部にあってボーリングによって取り出されることが多い

海水起源の塩分や有機物を含むことがある

- ・熱源不明のもの

有馬温泉・湯の峰温泉・松之山温泉

特殊な例：モール泉

古代に堆積した植物が亜炭に変化する際の熱によって温泉となったもの
北海道の十勝川温泉

▼ 地震

1 地震のメカニズム

地震が起こるのは、地下で岩石が壊れるからである。その原因は、地球の営みによって、地球深部の岩石に圧力がかり、岩石の強度を越えたときに、岩石に破壊が起こる。それが地震である。

地震が起こると、その振動は、岩石中を伝わる。

一般に地震が起こる場所は、

プレート境界

である。

プレート境界には、多くの火山活動が起こっている場所でもある。

震度：ある場所での揺れの強さをあらわす

マグニチュード：地震そのものの大きさをあらわす

マグニチュードが大きくても、震源から離れていれば、震度は小さくなる。

地震には、3つのタイプがある。

・火山活動による地震

マグマの上昇によって起こる地震。マグネチュードや震度は小さい。

例：有珠山の噴火

・活断層による地震

海溝軸から内陸にかけて広く分布する浅い地震（陸域の浅い地震）。活断層によるプレート内部の地震である。浅いところだと、マグネチュードが小さくても、大きな震度となる。

例：兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)、新潟中越地震

・沈み込み帯の地震

海溝の軸から遠ざかるにつれて地震の起こる深さが次第に深くなるもの。プレートの沈み込みに伴って起きている地震。

例：スマトラ沖地震

2 断層

地震によってできた岩石の破壊のうち、変位（ズレ）があるものを断層という。その規模は、顕微鏡サイズから数 100km に及ぶものまで多様である。断層による直接の被害は少ない。

しかし、断層は地震があった証拠なる。活断層は、これからも地震が起こる可能性を示している。主要な活断層の分布はわかっている。



<http://www.aist.go.jp/RIODB/activefault/>

3 津波

海底の浅いところで大きな地震が起こると断層によって海底の隆起や沈降が起こる。この海底の変動によって海面が揺れ、波となって四方に伝わっていく。

この波を津波という。

津波の伝わる速さは、海が深いほど速く、浅いと遅くなる。沖合ではジェット機並みの速さで、陸に近づいてからも新幹線並みの速さ

津波の高さは海岸付近の地形で変わる。津波が陸地で高くなったり、駆け上がったり、V字谷のような特殊な地形では局地的に高くなることもある。

地震災害で、一番大きな被害を与えるのは、地震そのものより、地震によって引き起こされる、二次災害によるものが多い。都会では火災、沿岸地方では津波の被害が大きい

▼ 予知

1 予知と予測

予知とは、「いつ」「どこで」「どれくらい」の3つが災害発生前に正確に判断することである。予測と

は、予知より正確さが低い、推定として用いられる。

2 火山噴火予知

観測網がはっきりしているところでは、かなりの精度で噴火予知はだいぶ可能になってきた。しかし、その予知の精度はまだ足りないが、観測網を増やせば向上するはずである。

噴火の危険性のある火山は、気象庁を中心に大学、研究機関は監視を続けている。

気象庁は、火山監視・情報センター（札幌、仙台、東京、福岡）を設置している。

火山活動度レベル

レベル5 極めて大規模な噴火活動等 噴火活動等広域で警戒が必要。
レベル4 中～大規模噴火活動等 火口から離れた地域にも影響の可能性があり、警戒が必要。
レベル3 小～中規模噴火活動等 火山活動に十分注意する必要がある。
レベル2 やや活発な火山活動 火山活動の状態を見守っていく必要がある。
レベル1 静穏な火山活動 噴火の兆候はない。
レベル0 長期間火山の活動の兆候がない

政府レベルの情報公開

火山情報

センターで24時間監視し、火山の活動状態に異常な変化があれば、火山情報を発表される。

その情報は、国レベルで公開されている。その情報が出たときは、速やかに指示に従う必要がある。

火山情報とは、次の3つの段階に分かれている。

緊急火山情報	火山現象による災害から人の生命及び身体を保護するため必要があると認める場合に発表
臨時火山情報	火山現象による災害について防災上の注意を喚起するため必要があると認める場合に発表
火山観測情報	緊急火山情報又は臨時火山情報の補完その他火山活動の状態の変化等を周知する必要があると認める場合に発表

「緊急火山情報」は、活動火山対策特別措置法（昭和48年7月24日 法律第6号）によって、関係都道府県知事に対する通報が義務づけられている。

北海道に関するものでは、雌阿寒岳で、火山観測情報が頻繁に出されている。「5月1日現在、雌阿寒岳の火山活動は活発な状態が続いている。」

3 地震予知

「地震の発生時間」「地震の発生場所」「地震の大きさ（マグニチュード）」を地震発生前に予知するのは、なかなか難しい。しかし、確率は低いですが、地震が起こる予測は可能になってきた。

緊急地震速報

テレビやラジオなどのニュース速報では、特定の音を発した後、文字や音声で内容を伝える。携帯電話でも緊急地震速報を配信

緊急地震速報

緊急地震警報「特別警報」：震度6弱以上の大きさの地震動が予想される場合

緊急地震警報：最大震度が5弱以上と予想される場合

緊急地震予報：最大震度が3以上と予想される場合

4 津波予報

津波は地震が起こったときに付随して起こる。津波の単独予知は、地震予知ができないと不可能である。

地震が起これば、その結果をもとに、津波の予知が正確にできる。しかし、震源に近く被害が大きいところでは、予知が間に合わないことがある。

津波はあらかじめ多数計算をしておいて、地震があったときには、そのどれかを使って、予測し、予報を出している。

津波の発生のおそれがある場合に、地震が発生してから約3分を目標に津波警報または津波注意報を発表

大津波警報：予想される津波の高さが高いところで3mを超える場合（2013年8月30日より）

津波警報：1mを超え、3m以下の場合

津波注意報：0.2m以上、1m以下の場合で津波による災害のおそれがある場合

▼ 自然災害からのサバイバル

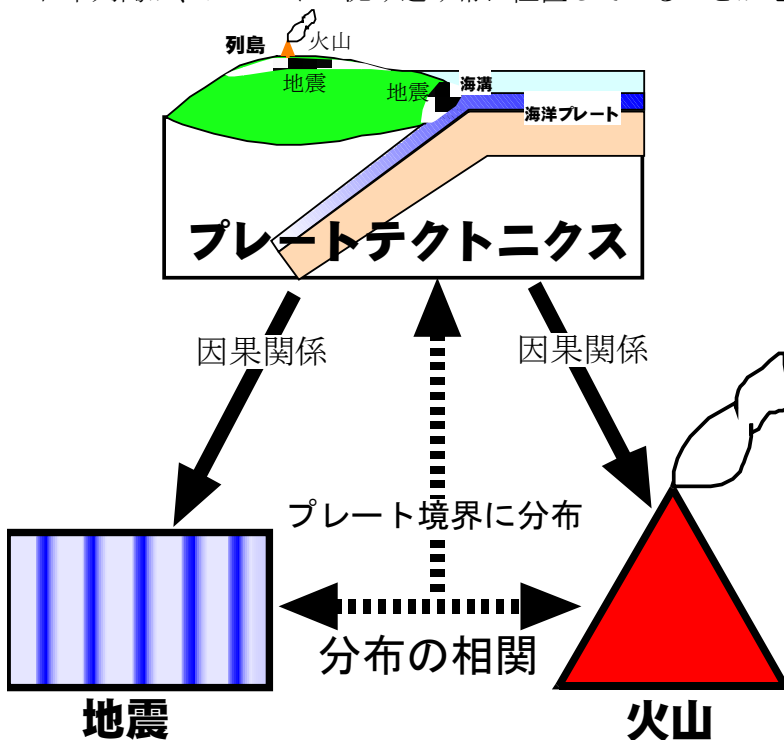
1 自然の因果関係を見抜く

もし、火山の地震の因果関係を説明できれば、火山や地震の発生メカニズムが解明でき、予知や予測に利用できるかもしれない。

因果関係を見抜くには、帰納的にたどる。その因果関係が見向ければ、その関係を演繹的に利用できる。

地震や火山は一見別々のメカニズムに見えるが、火山と地震が起こっているところは、プレート境界にあたっている。これは、プレート境界という場所の特徴が、火山と地震を起こしているのではないと考えられる。

日本列島が、プレートの沈み込み帯に位置していることが地震や火山が多くなっている原因である。



2 防災と人災

自然災害の大部分は防ぎようのないものである。しかし、そのような災害を想定して、対処していけば、災害は最小限に食い止められる。災害に、対処していなかったり、対処が不十分あったり、あるいは、自然災害が起こった後に、起こらなくてもいいような2次災害を起こしたとしたら、その何割かは、人による災害、人災かもしれない。

自分が住んでいるところはどんなところかを知っていることが重要である。そして、日ごろから、その危険性と、対処を考えておく。異常気象になった時、自分の判断で、対処を考え、すばやく行動する。一般的警報では、手遅れのことがあるので、注意しておく。

▼ レポートについて

レポートは**時間厳守**です。

第3回 人類と野生生物はどうすれば共存できるでしょうか

締め切り：7月18日（木）24：00（時間厳守）

試験内容は次回説明する