

防災・減災サポートセンター 役に立つ地学【目次】

まえがき.....

第1章「地学」を「お芝居」に例えてみよう

1 節 登場人物紹介（物質）

1. 主役（土と岩）
2. 脇役（水と空気と人類文明）
3. 相関図（物質と時空との関係）

2 節 舞台と舞台裏（空間）

1. 舞台（地形・地域）
2. 照明（気象）
3. 舞台裏（テクトニクス）

3 節 演出家のいないシナリオ（時間）

1. これまでのあらすじ（地史）
2. イベント・みどころ（災害履歴）
3. 狹い範囲での「過去・現在・未来」

第2章「地」とのつきあい方

1 節 地を知る

1. 土地の安全性.....
2. 土地の資質.....
3. 土地利用の歴史.....

2 節 地からの贈り物

1. 地下水を得る・浄化のメカニズム.....
2. 支持力の供与？
3. 温泉・鉱床・景勝

3 節 地への侮辱

1. 地質汚染.....

- 2. 地下水汚染.....
- 3. 改変への報い.....

第3章 「地学」を役立ててみよう！

1節 マイマップを作ろう

- 1. 地学でも地域づくり.....
- 2. マイマップの作り方.....
- 3. 安全な避難方法と場所の決め方

2節 地学情報を活用しよう

- 1. 地盤を診断する.....
- 2. 土地の安全性の決め方
- 3. 土地利用の歴史から今を知る.....

3節 環境との係わりを知ろう

- 1. 環境を支配する影の実力者.....
- 2. 汚染・浄化のメカニズム
- 3. これからのライフスタイル

おわりに.....

作成日 2010/5/13

更新履歴

文責者名 中里俊行

タイトル	第1章「地学」をお芝居に例えてみよう 第1節 登場人物紹介（物質） 1. 主役（土と石）
------	---

概

説

現在宇宙は 137 億年前、太陽系は約 46 億年以前、地球は隕石の絶対年代測定により 46 億年前に誕生したと考えられています。星間物質から生まれた原始太陽系星雲は、中央部が原始太陽に、周辺部が円盤状のガス雲となり分裂して惑星に成長して地球が形成されました。原始地球は微惑星の衝突エネルギーによって多量の熱を生じて水分は二酸化炭素や窒素などの原子大気を作り、原始地球はその結果マグマオーシャン（マグマの海）に覆われ、温度が低下して表面が固まり地殻ができ、とりまく水蒸気は長期間の降雨をもたらして原始海洋ができたと考えられています。私たちは、この地殻の大陸上で日常の生活を過ごしています。地殻表層部は、地盤と呼ばれており、土と岩から構成されています。これからこの長い歴史を持ちダイナミックな地球の自然と私たちの関わりについて考えてみましょう。

キーワード **土と岩石の種類と性質**

土は、地殻表層部をオブラーントのように覆って人間の活動と自然環境を支える基礎になっています。土といえば、まわりをみまわすと、海岸の砂や田んぼの土や庭の雑草の下の土が身近な土といえるでしょう。砂は水分が少なくサラサラ状で手指の間からこぼれていきます。水田の土はぬかるんで手でつかんでもドロドロです。砂山も高くすると崩壊し、庭の土は石ころ（砂利）や砂が混じって手で握るとダンゴができます。

青森県の東部地域には、十和田八甲田火山噴出物のいわゆるローム層（火山灰質粘性土層）が広く地表を覆っています。この茶褐色のローム層を掘ったり練り返すと水がしみ出してきて急激に強度が低下してドロドロと崩れてしまいます。これは土が土粒子と水と空気からなるためです。

このように、土は土粒子の大小（礫→砂→シルト→粘土）による透水性や含水の状態土粒子の配合によって物質的にも力学的にも変化する様々な性質を持っています。

土は長い間に岩石が浸食や風化が進みバラバラとなって水の作用により運搬されて主に低地の地形を作っています。また、火山の爆発により岩石が粉碎されて土粒子となつた火山灰は火山ガスとともに上空高く舞い上がって地表に降りそそぎ火山周辺の地表部を覆って分布します。低地部などのボーリング調査では、この火山灰は垂直的に火山灰をはさんだ地層となって礫→砂→粘土（泥）やそれらの互層として厚く分布しているこ

とがあります。

私たちのまわりには、人工的に改変された盛土や埋立地などの人工地盤がみられます。盛り土は、土が崩れないように土の含水状態や土粒子の配合を締固め転圧により人工構造物として土の強度を保っていけるように設計されています。

岩（岩石）は私たちの足元の大地を作るもう一つの主役でもあり細かい鉱物が集まつてできています。またこれは土の起源ともなっています。

岩石は、陸上地盤の山地（島）や丘陵地あるいは低地部に張り出した海岸線と海洋の島などにみられます。

岩石はでき方によって堆積岩、火成岩、变成岩の大きく3つに分類されています。堆積岩は地表に出ているさまざまな岩石が長い間に風化や浸食を受けて水や風に流れてこわされて別な場所（海底や湖沼）に地層をつくって堆積した岩石です。土の分類のように小石の集合したものは礫岩、砂は砂岩、泥は泥岩となり、泥よりやや粒子が粗いものはシルト岩です。細かい粒度のものは水流によって縞状あるいは凹凸の多い内部堆積構造がみられることがあります。また、生物や植物の死骸が集まってできた岩石はチャート、石灰岩、石炭などです。火山灰が水中に積もったものは凝灰岩と呼ばれます。堆積岩は地質時代の古いものは硬く、新しいものは軟らかく低個結岩の特徴を持っています。

仙台では竜の口峡口や広瀬川沿岸の崖に平行な地層を作る堆積岩類がみられます。

火成岩は、地下深部で岩石が溶けて生じた水、硫化水素、鉄や塩素などの気体と鉱物結晶を含む「マグマ」が上昇して地下深部で固まった深成岩（花崗岩、閃綠岩、ハンレイ岩、かんらん岩）と地表に噴出したり浅い地下で固まった火山岩（玄武岩、安山岩、デイサイト、流紋岩）とに分けられます。

これらの岩石は、珪酸（ SiO_2 ）の割合によって大きく分類されています。

火成岩は均質塊状硬質な岩石が多く、地表部の冷却収縮により、割れ目（節理）が発達して白石市の材木岩や仙台城跡の石垣・墓石などの観光や古くからの石材資源として利用されてきました。

变成岩は、すでにそこにあった岩石が、地殻変動や断層運動または別の火成岩による熱のために温度や圧力と歪みが加わり鉱物の組み合わせが変わって別な岩石となつたいわゆる「リサイクル岩」といえましょう。火成岩の周辺の熱变成作用によるホルンフェルス、水の圧力（静水圧）や応力などの断層変位による動力变成作用によるマイロナイト、動力一熱变成作用によるものは、結晶片岩、角閃岩、片麻岩と呼ばれる岩石です。

宮城県では金華山西部に分布して山崩れを起こしていることが知られています。

結晶片岩や片麻岩は一定方向に鉱物が配列するために剥離性をもち、ネパールやヨーロッパでは屋根瓦のかわりに利用されています。また、ホルンフェルスは貫入岩の周辺の堆積岩が高熱で焼かれて、より硬質となることが多く、現JR気仙沼線のトンネル掘削時には、ダイナマイト効果も小さくなり施工には苦労したと聞いています。

作成日 2010/5/25

更新履歴

文責者名 中里俊行

タイトル

第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう

1節 登場人物紹介（物質）

2. 脇役（水と空気と人類文明）

概説

地球は、自らの長い間の活動によって大地である岩石圏や大気圏と水圏に分化し、それぞれに対応した自然環境のもとで生態系が進化をとげきました。地球でのこれらの分化は、すべて太陽からの放射熱（地球上届く太陽放射エネルギーは約 1.4 kW/m^2 ）と地球の天体としての公転、自転などのエネルギーによるものです。

キーワード

大気圏 水圏の大循環 熱収支

私たちは日常において何気なしに窒素、酸素、アルゴン、炭酸ガスからなる空気（大気）を吸って生きています。大気圏は図-1.1.2.1のように気温、密度、化学組織が地球の表面から高さとともに変化し、おおむね 4 つに分けられています。地表から約 11 km の高さまでの対流圏は、大気の熱交換が行われるために天気現象の範囲にあり高度が 100m 上昇するごとに約 0.65°C 気温が下がり、雲や雨やでき、風が吹いています。

上層の熱圏では大気の一部がイオンとなって存在し、地上からの電波（短波）が反射する電離層とも呼ばれています。太陽活動による荷電粒子の流れが変化し、この電離層が乱れて磁気嵐やオーロラが発生するところです。磁気嵐は飛行機の通信に障害を与えます。

大気圏の上限は、オーロラの発光する高さ

や人工衛星に対して大気が摩擦を与える数百km～1000 kmといわれています。

地球上の物質は、地球の重力によって地球の中心に向かって引きつけられています。

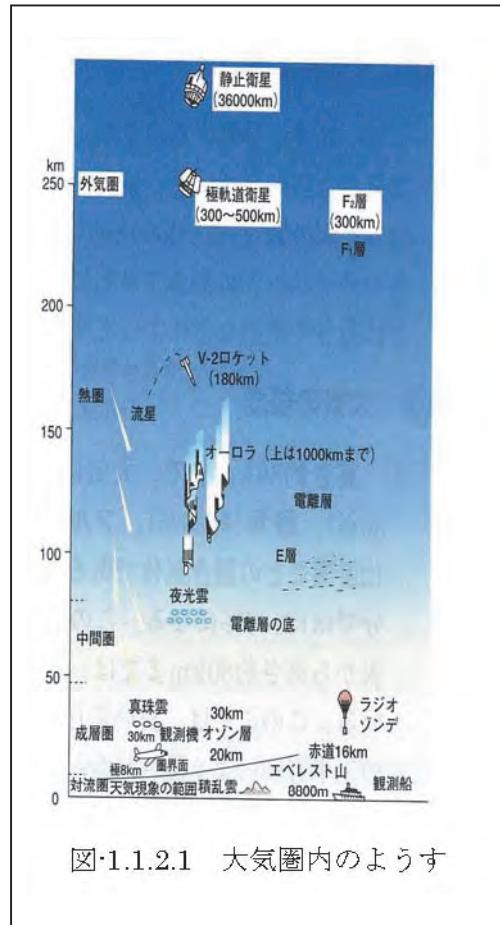


図-1.1.2.1 大気圏内のような

す。大気も同様で単位面積あたりの上にある大気の重さを気圧と呼んでいます。この気圧の大きさを確かめたのは、1643年、イタリアのトリチェリーであり、水銀柱の高さが約76cmで静止することを実験で証明し、この高さを気圧の大きさとして76mmHgと表しました。これに相当する気圧の大きさを1気圧(1atm)とし、圧力の単位では天気予報の天気図でよくみられる1013hPa(ヘクトパスカル)です。

大気圏では、気圧は高さが高くなれば小さくなり、地表近くの対流圏では高度が上がると気温は低下します。登山をすると、このようなことを身をもって感じることになります。高山では気圧が低いために、ご飯を炊くと水の沸点が低くなるためにっこ飯になったり下界では30°Cの夏の暑さでも2000mの高山では $2000/100 \times 0.65 = 13^{\circ}\text{C}$ も気温が低下します。

水圏は、陸水と海水に区分されます。水は生命にとって大切なもので、主要な文明が陸水の流れる大河や地下水が得られる周辺に発祥しています。

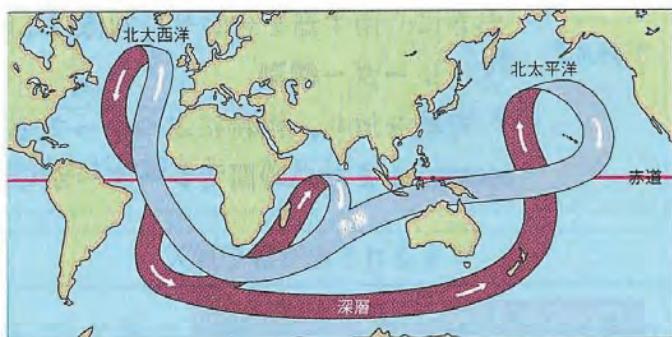


図-1.1.2.2 海水の大循環モデル

海洋では生命が生まれました。地球上に存在する水の量はおよそ14億km³でそのうちの98パーセントが海洋にあります。海水は1kgの中に約35gの塩分を溶かしており、海水の密度は水温と塩分濃度によって決まります。海水は図-1.1.2.2のように鉛直循環しながらほぼ決まった方向に海流となって流れ熱を運んでいます。地球上の水は熱の放出や吸収によって水蒸気(気体)、水(液体)、氷(固体)と状態(相変化)を変えながら地球表面から大気へ、また大気から地球表面へと循環しています。空気は熱を伝えにくいために気圧の変化によって狭い範囲の空気塊は上昇による気圧減では断熱膨張し、加工すると気圧の上昇で断熱圧縮するのが原因です。

雲は水蒸気を含んだ空気塊が上昇すると温度が下がり大気中の微粒子を核に凝結して水滴になったり昇華して氷晶になって出来ます。よく天気が悪くなる前に飛行機雲が出来るのは、大気中が過飽和状態で飛行機のエンジンから出た物質が凝結核となり雲が出来ると考えられています。雲の種類や変化を観察することで大気の対流の様子、風の方向、風速、前線の接近通過などの天気の変化を知ることができます。雨は

雲粒（0.01mm）が成長して雨粒（2mm大）となって落下したものです。

大気の流れの風が吹くのは熱対流が原因となって大気中に気圧の差（気圧傾度）が出来るためです。風の吹き方は地球の自転による転向力や地形などに左右されて風向、風力、風速は複雑です。ある地点で吹く風には大気運動のスケール（時間と空間の広がり）があって日々の海陸風、山谷風などの風の息や、数日で変化する高気圧、低気圧に伴う風、季節毎に変化する季節風などがあり、気圧の変化によって天気が連続的に変わっています。

日本の上空には偏西風のジェット気流があり、季節の気候の変化には大きな役割を果たしています。

短時間では積乱雲の発達による局地的な集中豪雨、梅雨時の梅雨前線沿いの長雨、秋には秋雨前線が停滞した時の秋りん（秋の長雨）、夏から秋にかけて日本付近を通過する台風による暴風雨などによって洪水、土砂崩れ、土石流等の気象災害が発生しますので、気象の変化とその時の避難場所などについて自分で情報を収集して災害に備えることが大切です。

【参考文献】地学 I （2008.1）清水書院

作成日 2010/05/26

更新履歴

文責者名 中里 俊行

タイトル

第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう

1節 登場人物紹介（物質）

3. 相関図（物質と時空との関係）

概説

太陽エネルギーによる大循環は、岩石圈-大気圏-水圏の間に継続的に連続する物質移動を起こし、地表の環境と景観（地形）を多様化させ、生命を維持するだけでなく地球の形成時から濃集作用と拡散作用と言う相反する作用が対となって生み出された豊富な地下資源を蓄えています。その過程での物質の移動により私たち人間に対して大きな恵みとを与えてくれると共に災害をもたらします。最近は地球の温暖化が叫ばれていますがこれも大循環の中で起こっているのです。

キーワード 火山活動 物質の移動 食物連鎖 大気の循環

図-1.1.3.1 に水と大気と岩石圏の循環を示します。火山活動により火山灰や溶岩が地表に噴出し土壌と岩石が作られ、地下にはマグマの上昇に伴って銅や鉄が濃集して鉱床を形成します。

地表の岩石は、例えば花崗岩（御影石）地帯では石英と長石の熱膨張率の違いで鉱物粒子が放れ、バラバラとなり（機械的風化）、雲母は吸水し化学的に変化して蛭石に変わったり（化学的風化）して地表から深層風化してマサと呼ばれる粗い砂（風化残積土といわれます）に変わり土壤化していきます。さらに長石はカオリン（陶土となる）等の微細な粘土

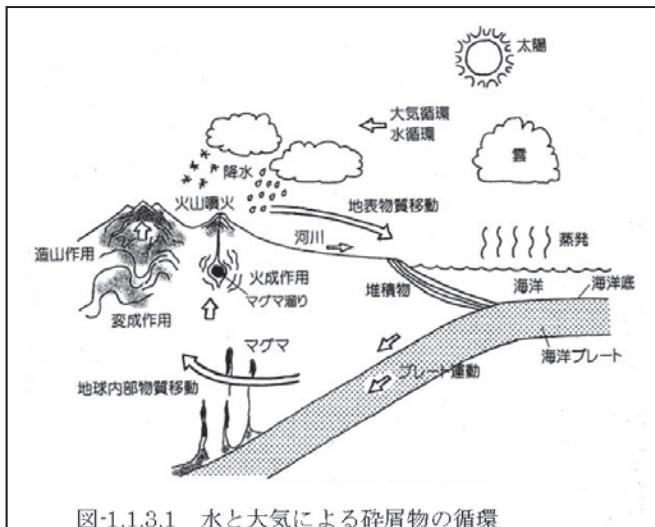


図-1.1.3.1 水と大気による碎屑物の循環

鉱物に変わります。割れ目の多い岩石は、水の浸透による乾燥湿潤や凍結融解のくり返しにより破壊されて岩片が軟質となり土となります。また、膨潤性の粘土鉱物のモンモリロナイトを含む泥岩や凝灰岩は、トンネルなどの掘削で水がつき応力（地圧）が解放されることにより吸水膨張してトンネルの掘削面に塑性地圧となって現れ、トンネル断面が塞がる盤ぶくれを起こすことがあります。これらの岩片や土は水に流されて運搬されます。地

形傾斜と流れの変化や粒径によって山の周辺に停止堆積して様々な地形を作り、厚く積み重なると長い時間かけて土粒子をセメントーションする統成作用によってやがては堆積岩となってしまいます。地表で風雨にさらされた岩石からなる山は、長い間の雨水や融雪水あるいは氷河と風により浸食開析を受けて削られ平地となっていく運命にあるのです。

この運搬される過程で、地表の森林は、植物に必要な元素（養分）を土から根を通して吸収して生育し、水の蒸発散を防いで気候を安定化させ、雨水を溜める森の貯水池となり、また、根をはることで地表の浸食をおさえます。

森林から川に流れ出て海に運ばれた養分を含む水は、海のプランクトン（珪藻など）を増殖させて海の生態系の食物連鎖の基になっています。

宮城県気仙沼湾では、1989年頃からカキ養殖をいとなんている漁師の方々が「森は海の恋人」として気仙沼湾に注ぐ大川上流の室根山でブナやナラなどの落葉樹の植林を続け沿岸の環境保全に努めています。大川流域の腐葉土の豊富な養分が海に注いでプランクトンを繁殖させてカキを大きく育てているのです。

海の生き物のが陸上の森林を育てていることもあります。サケは産卵期に上流を目指して遡上します。このサケをヒグマや猛禽類が食べ、食べ残しを狐などが食べて糞をします。サケが海から持ち帰った養分が森の土へと還っていくのです。森林資源を守ることは海の資源を守ることになるし相互に連携しているのです。

今年3月に噴火し始めた大西洋中央海嶺上のアイスランド火山の噴煙は、ほとんど成層圏まで達し、火山灰は牧草地を覆い、丁度高度1万5千m付近を飛び飛行機の運航を止めてしまい、人々の移動や経済に大きな支障と損失を与えました。1991年6月のフィリピン・ピナツボ火山は100年に1度の大規模噴火で噴煙は約30km上空まで上がり、二酸化硫黄と水蒸気が反応した「硫酸エアゾル」の雲を成層圏に作りました。この雲はジエット気流に乗って拡散し、太陽光の一部を反射し気温が低下（日傘効果と呼ばれる）して1992年の世界の気温を0.4°C下げました。日本では平均気温が2度下がり冷夏のために米が不作で古米やパサパサのタイ米を食べる事態となりました。この他に現地では泥流が発生して多くの命が奪われました。

富士山も今から300年前の1707年に宝永噴火を起こし、江戸・横浜には10日で5~10cmの降灰がありました。

ゴビ砂漠からは黄砂が、中国からは石炭を燃やした二酸化硫黄が偏西風に載って日本に飛んできて酸性雨の基になっています。このように大気の循環は世界規模で行われています。

【参考文献】日本地質学会監修（2009.12）
地学はなにができるか・愛智出版

作成日 2010/6/21

更新履歴

文責者名 滝田良基

タイトル

第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう

2節 舞台と舞台裏（空間）

1. 舞台（地形・地質）

概説

現在の地形や地質は、短期間のうちに作られたのではなく、それぞれ独自の歴史を持っています。古い時代に作られた地質からなる山地は、多くの地殻変動を受けたために高くなり、新しい時代の地質からなる低地は受けた地殻変動も少ないために低いままにとどまっています。地形や地質の違いにより生ずる災害は種類や規模が異なるので、自分がどのような地形や地質の所に住んでいるかを知ることは、災害から身を守るために重要です。

キーワード

山地 丘陵地 台地 低地 古い地質 新しい地質 軟弱地盤

皆さんはどのような所に住んでいますか？平野部でしょうか、それとも台地や山間地でしょうか。私の住んでいる北仙台は上町段丘と呼ばれる台地で、すぐ北側にはさらに一段高い台の原段丘があり、台の原森林公园へ散歩に行くときには、坂道を上って行かなければなりません。

仙台市の地形は"西高東低"となっており、西側の宮城・山形県境付近は奥羽山脈に連なる高さ 1000m～1500m の山地からなり、東の太平洋に向かって丘陵地、台地、平野部（低地）と順に低くなっています。

このような地形の違いは、地形がつくられた時代や地形を構成している地質の違いを表しています。山地は 260～1,000 万年よりも前の古い地質から作られており、長い年月の間に多くの地殻変動をうけて高い山々となりました。それに対し、太平洋側にひろがる平野部は、1 万年以後に氷河時代が終った後に侵入してきた海が陸地となったところで、新しい地質から構成されており、受けた地殻変動も少ないので現在のような平野部のまま低い土地となっています。

伊達正宗の城下町として発展してきた仙台市を中心部は、広瀬川が作った段丘堆積物からなる台地の上にあり、台地は大きく5つの段丘面に区分されています（図-1.2.1.1）。これらは広瀬川に近い低い方から下町面、中町面、上町面、台の原面、青葉山面と呼ばれています。このように、私たちの住んでいる周りにある地形や地質には、人間社会がお年寄りから誕生まもない赤ちゃんまで様々な年代の人々から構成されているように、古いものから新しいものまでいろいろな時代に形成されたものから構成されています。

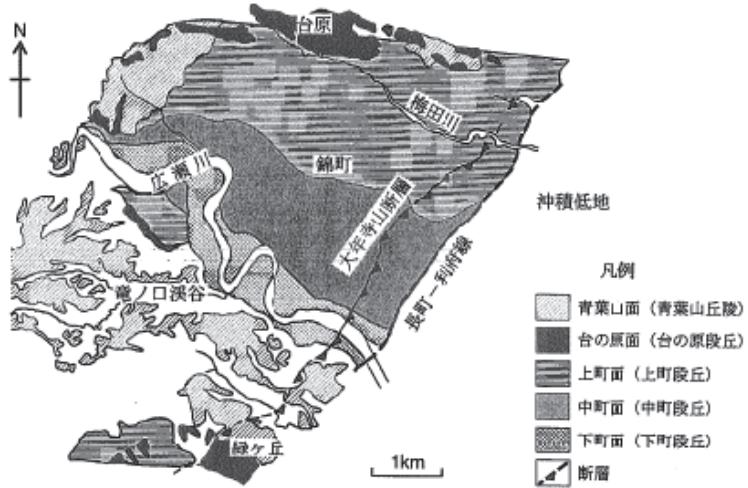


図-1.2.1.1 仙台市の地形区分

毎年日本のどこかで、大雨や地震によってさまざまな災害が起っているのは、ご承知の通りです。このような災害では、家が流されたり土砂に埋まったり、ときには貴重な人命が奪われたりします。どのような災害が起こり、どの程度の被害が生ずるかなど災害の種類や被害の程度は、地形や地質の違いによってかわってきます。古い時代の地層が分布する山地では、急な斜面や深い谷のためかけ崩れや地すべりがおこり、土石流が発生しやすくなります。丘陵地でも山地と似たような災害が発生する傾向があります。いっぽう、新しい時代につくられた平野部では、大雨のときの川の氾濫や地震時の津波や地盤の液状化による被害を受けやすくなっています。

このように、どのような地形や地質のところに住んでいるかによって、起こる災害の種類が違うので、自分がどんな地形や地質の場所に住んでいるかを知ることは、災害から身を守り、安全で安心な日々の生活をおくるために重要です。

作成日 2010/6/21

更新履歴

文責者名 滝田良基

タイトル

第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう

2節 舞台と舞台裏（空間）

2. 照明（気象）

概説

梅雨の時期や台風による大雨によって、毎年のように洪水災害や土砂災害が起こり、貴重な人命や財産が多数失われています。このように、気象現象が災害、特に人命にかかわるような災害の背景にはあります。これは、日本列島が災害の原因となる気象現象が生じやすい所に位置しているためで、私たち日本人はこのような気象現象から逃れることはできませんが、日常生ずる気象現象を理解し、災害に備えれば被害を軽減することは可能です。

キーワード 気団 梅雨前線 台風 洪水災害 土砂災害 気象災害

日本では、毎年恒例のように梅雨時や台風の大霖による洪水災害や土砂災害が起こっています。このような気象が原因となる災害は気象災害と呼ばれ、このほか、低温や日照不足による冷害や少雨・酷暑による干害、大雪による被害（雪害）、台風や発達した低気圧による暴風雨、高波、高潮の被害、竜巻や雷雨による被害など多数あります。しかし、人命にかかわる大きな災害は何といっても大雨による災害です。

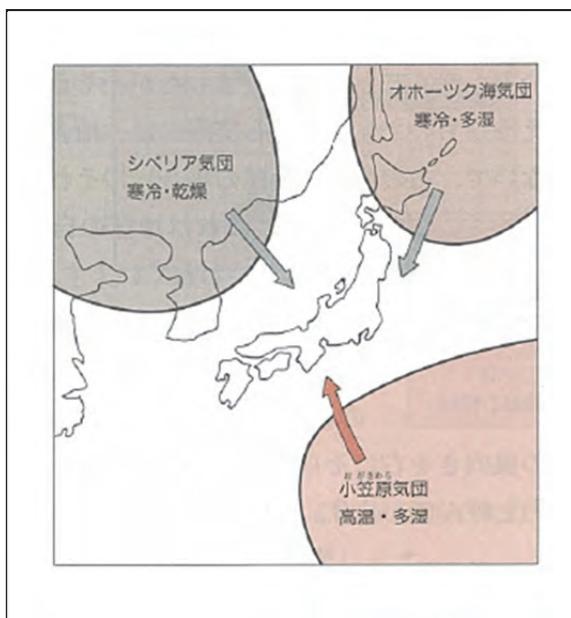


図-1.2.2.1 日本付近の気団

このような災害をもたらす気象現象が生じるのは、日本列島が中緯度にあり、大陸と太平洋が接する所に位置しているため、日本近傍にある3つの気団（シベリア気団、オホーツク気団、小笠原気団）の影響を交替で受けていることと深く関係しています（図-1.2.2.1）。

日本ではこれら3つの気団が季節ごとに代わるがわるやってくることにより四季が訪れ、自然豊かな生活を送ることができます。その反面、これら気団の配置に伴う独特の気象現象により、昔から被害を受けてきました。

春から夏への移行期にはオホーツク気団と小笠原気団との間に梅雨前線が生じ、北海道を除く日本列島全体は梅雨前線に沿

って雨の多い時期となります。毎年この時期に梅雨前線が低気圧により刺激されて生じた**集中豪雨**のために、どこかで洪水による災害（洪水害）や土砂災害が発生し、死者や行方不明者がでています。「**大雨で地盤が緩んでおり土砂災害の危険性が高まっています。各地の気象情報にご注意ください。**」この時期にはこの言葉を何度もテレビで耳にすることでしょう。

夏には南の高温で湿気を多く含む小笠原気団が日本列島を覆い、湿気が多く暑い気候となります。この時期には赤道近くの海で**台風**が発生し、日本に到達して各地に大雨や強風による災害をもたらします。台風による災害は、梅雨時期の災害とともに人的被害を伴う主要な災害です。また夏には、このほか落雷や竜巻、突風による災害も起こります。冬には冷たく乾燥した北のシベリア気団が日本列島を覆い、日本海で湿気を吸った空気が北西の季節風とともに日本にやってきて、日本海側や東日本、北日本に大雪をもたらします。大雪による災害には雪崩害、交通障害などがあります。

私たち日本人は、日本列島に住んでいる限りこのような気象現象から逃れることはできません。しかしながら、このような気象現象の特徴を理解し、自分のすんでいる土地の地理的、地質的特性を知って災害に備えていれば、被害を軽減したり最小限に留めたりすることは可能です。

気象庁からは、気象現象による災害防止・軽減のために注意報や警報が発表されています。大雨の場合には、**大雨注意報**から始まって**大雨警報**が続き、土砂災害の危険性が高くなった時には、都道府県と気象庁から**土砂災害警戒情報**が発表されます。このような情報は平成22年5月から市町村別に発表されるようになりましたが、どのような災害が生ずるかは住んでいる土地の地理的・地質的特性により異なりますので、このような情報を生かし災害から身を守るためにも、**自分の住んでいる土地の特徴を知ることは大変重要です。**

作成日 2010/6/22

更新履歴 2010/12/07

文責者名 滝田良基

タイトル

第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう

2節 舞台と舞台裏（空間）

3. 舞台裏（テクトニクス）

概説

毎年地球のどこかで、大きな地震や火山の噴火が起こっています。地球は絶えず活動しており、46億年の歴史を通してみると、陸地や海の分布をいろいろと変えてきました。このような変動は、地球表面を覆うリソスフェアと呼ばれる厚さ100kmほどの10枚の硬い板（プレート）が相互に運動することによって生じると考えられています。このプレートの運動によって地殻変動が生じるとする学説は、プレートテクトニクスと呼ばれています。現在の日本列島が変動帯に位置し、地震や火山活動が活発に生じているのは、日本がプレートの境界に位置しているためなのです。

キーワード プレートテクトニクス 地震 火山噴火 変動帯 沈み込み

「動かざること大地の如し」という言葉がありますが、実際はどうでしょうか？8000mをこえるヒマラヤ山脈で貝の化石が見つかるように、ヒマラヤを作る地層はもともと海底に堆積していました。それが、ここ 百万年のうちに世界の屋根と呼ばれるような高い山脈となったのです。日本では地

震や火山の噴火が頻繁に起っており、大地は動き、活発に活動していることを実感します。

日本列島は世界の中でも非常に地殻変動が激しいところで、地震列島や火山列島等と呼ばれていますが、それは日本列島が4枚のプレートが衝突している場所に位置するためです。4枚のプレートのうち太平洋側の太平洋プレートとフィリップ

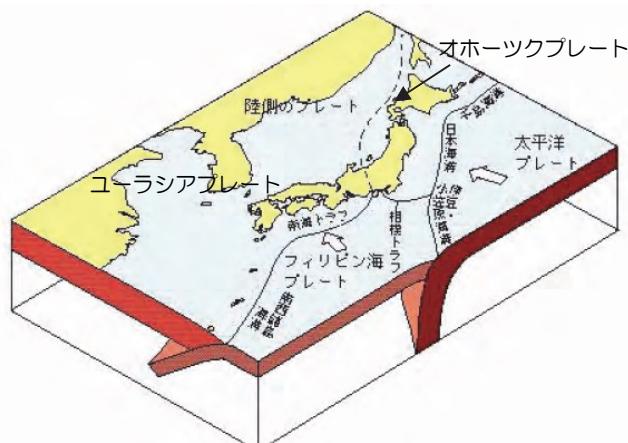


図-1.2.3.1 日本列島付近のプレート
(地震調査研究推進本部 HP の図に一部加筆)

陸側のプレート（ユーラシアプレート、オホーツクプレート）の下に沈み込んでいます（図-1.2.3.1）。そのため、日本列島は太平洋側から強く押され、圧縮されています。日本海溝や伊豆小笠原海溝は、太平洋プレートが沈み込んでいる場所にあたります。プレートとは板のことですが、このよう

なプレート運動によって地球の変動をひき起す学説をプレートテクトニクスといいます。太平洋プレートは太平洋中央海嶺で生まれた海洋プレートですが、マントル対流によって運ばれて約2億年かけて日本近海まで到達し、陸側プレートの下に沈み込んでいます。人工衛星での観測では、太平洋プレートは毎年8~9cmのスピードで移動していることがわかっています。

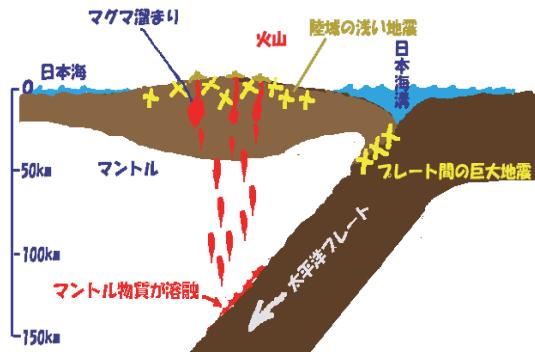


図-1.2.3.2 プレートの沈み込みと地震の発生（気象庁HPによる）

プレートの沈み込みが起きているところを沈み込み帯と呼びますが、プレートとプレートの境界では海溝型地震が起こります。2004年12月のスマトラ沖地震、2010年4月のチリ沖地震、いつ起こってもおかしくないと言われている宮城県沖地震や東海地震などがこれに当たります。海底の地震で海底地形が大きく変化すると津波が発生します。

また、海洋プレートの沈み込みによって陸側プレートが強く押され、陸側の岩盤が破壊されて内陸地震（直下型地震）が起こります。1995年の阪神淡路地震、2004年の新潟県中越地震、2008年の岩手・宮城内陸地震などがそうです。内陸地震が生じたときの地下での破壊面（断層）が地表に現れたものが活断層です。

日本列島が大陸縁辺部にこのような島国として誕生し、大地を構成している地層や岩石が強く変形したり、破碎されて脆くなったりしているのは、長い間このようなプレート運動による地殻変動を受けてきたためです。

災害をもたらす地震や火山の噴火は、地球規模での現在のプレートの動きと密接にかかわっていますが、大雨によって崩れやすい地盤が形成されたのも、また、過去のプレートの運動と関係しているのです。

作成日 2010/5/27

更新履歷

文責者名 中里俊行

タイトル	第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう 3節 演出家のいないシナリオ（時間） 1. これまでのあらすじ（地史）
------	--

概 説 るような多様な生物相となりました。生物はその時の環境に適応しながら進化したというよりも、地球の地殻変動や環境の変化の営みの中で運動して生きる環境（場所）を変えながら新しい種が出現・繁栄そして絶滅することをくり返してきました。岩石・地層の状態と化石の進化の過程から地球の地殻変動や環境の変化を知ることが出来ます

キーワード 地質時代 堆積 鍵層

- 1.3.1.1 のように過去の地殻変動や火山活動および化石となった生物の進化に基づいて決められました(現在新生代第三紀の区分を検討中)。岩石や地層を観察して層序(地層の重なり)を考える基本は、19世紀前半のライエルの「地質学原理」に表したように、『今地球で起こっていることは過去にもあった。つまり現在は過去の鍵であり、過去は現在の鍵である』という齊一説を原則として、①

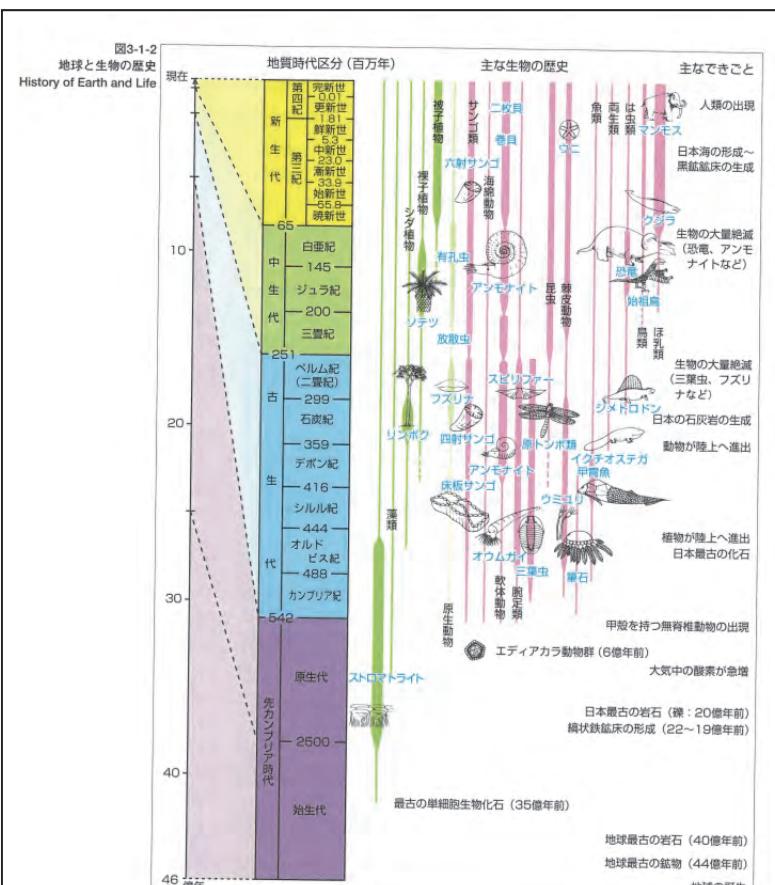


図-1.3.1.1 地球の年代と生物の歴史

地層は水平に広く堆積する。②古い地層は下位に新しい地層は上位に重なる。③異なる場所のよく似た化石を含む地層は同じ時代に堆積したという考え方です。現在では付加帯と呼ばれる地質体には適用はできないことがわかつてきましたが、地層の対比においては基本的な考え方です。

地層はその堆積した場所の環境により例えば静かな湖などには冬に泥がたまり、夏には雨などで運ばれた砂が積もります。これを人の面着き（人相）のように岩相あるいは層相といいます。また、この岩相の重なり方に規則性があれば堆積環境にも同じ傾向の変化が予測されます。そうした規則性が地層の境界の上下で大きく変わると、境界を作った時期に堆積盆に大きな変動があったと考えられます。

離れたところの地層の重なりを互いに比較することで同時期の地層群とすることを対比といいます。まず、同一の堆積盆の中で離れたところの同じ岩相を持つのがあれば、両者は同じような堆積環境にあったとして岩相対比を行いその層準をつないで地層の重なり方を明らかにし、堆積盆の堆積環境を復元します。しかし遠く隔たった違う堆積盆との比較は同じ岩相とは限りません。この時は、火山の噴火で堆積した火山灰（凝灰岩）や広く分散して分布し、数が多くて地層に残り進化の早い生物の化石層（示準化石：三葉虫、フズリナ、サンゴ類、アンモナイト、貝類など）が同じ時間面を示す鍵層として時間対比を行い同じ時代の地層であると認定するのです。化石にはその場所に種として長く生息し、狭い範囲の生息環境が限られているものを示相化石といいます。地層の中にカキやシジミ化石があると、カキからは海の沿岸の岩場の、シジミからは淡水の混じる汽水域の古環境が復元できるのです。

地層の堆積面（層理面）が整然と平行に積み重なり地層間に時間の間隙がないのを整合、ある地層境界を境に上下の地層が不調和（上の地層は水平、下の地層は傾斜している）であったり、両者の間に断層の連續性や変形した褶曲などの地質構造が異なる場合は不整合といいます。地質時代の境界にはその間の地殻の変動（造山運動）が隠されているのです。

地質年代は、地層や化石の対比による相対年代と同位体や放射性元素から年代を決める絶対年代があります。また、火山岩に残された古地磁気からは岩石が冷却した時期の地球上での位置を知ることが出来るのです。異なった時代の古地磁気を測定すると、磁北の方位が時間軸と共に系統的に変化します。つまり時間を逆にたどると磁北が一致する地点があり、当時は一つの大陸であったものが離ればなれに移動したことを見し、大陸が移動した有力な根拠となりました。

- 【参考文献】・地質標本館編（2006.9）地球 誠文堂新光社
・日本地質学会監修（2009.12） 地学は何が出来るか.愛智出版

作成日 2011/2/3

更新履歴

文責者名 今野隆彦

タイトル	第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう 3節 演出家のいないシナリオ 2. イベント・みどころ（災害履歴）
------	--

概説 人類が誕生してからこれまで、800万年と言われています。この間には、いろいろな自然災害が発生してきました。文字に残された記録や、人類の記録以前の災害も、地学的な分析で発生時期がわかるようになりました。私たちは、災害に会うたびにいろいろ工夫して同じような災害に巻き込まれないようにしてきました。しかし、自然現象は時間、空間規模で人間のスケールをはるかに超えるものが多いのです。自然に対する正しい知識と理解が私たちの生活をより安全なものにすることができるのです。

キーワード 自然災害 災害の歴史 地震 火山 土砂災害

災害にはいろいろな種類があります。ここでは、その原因が気象や地象現象による自然災害について述べます。自然災害には、風水害と呼ばれる気象条件が原因となって発生する土砂災害・浸水・洪水などがあり、このほか地震、津波、火山活動などがあります。災害の定義を詳しく述べることは控えますが、自然現象などによって、人が何らかの不利益をこうむることが災害と呼ばれることが多いようです。

これまでの災害の歴史を少し振り返ってみましょう。宮城県に身近な地震では記録の残る貞觀11年5月26日(西暦869年7月13日)の三陸沖の巨大地震と津波の記録があります。この時のマグニチュードは8.3と推定されています。一方、火山災害では隣県の福島県で会津磐梯山が明治21年(1888年)7月15日に噴火しています。これによって、現在の裏磐梯の湖沼群が形成されました。この時の噴火では死者477名と記録されています。磐梯山の規模は1980年に噴火したアメリカのワシントン州のセントヘレンズ山とほぼ同じ規模ですが、この時の被害は死者が57名でした。この噴火は事前に作成されたハザードマップや観測体制などで人的被害を最小にとどめたとして知られています。磐梯山で噴火前には誰もこのことを知らなかったということと対照的です。



図-1.3.2.1 会津磐梯山(左)とセントヘレンズ山(右)

このほか、最近の東北では大きな土砂災害としては、ハ幡平地すべりがあります。これは、事前に温泉宿の経営者が異常に気付き、宿泊客を避難させて人的被害が出なかったことで有名です。

地震については、予知がまだまだ難しいことがあります。火山や土砂災害のように事前の避難は難しいかもしれません。これまでの記録を読み解くことにより、人的被害を最小にする準備はできそうです。

私たちの先人は災害そのものや苦労したことを記録し、残しています。これには津波が襲来したこと記録したとされる板碑や言い伝え、古文書など多くあります。現在はこれらの貴重な記録がその存在さえ知られなくなっています。家庭は大家族から若い夫婦と子供の核家族化し、災害経験者やその子孫の記憶の伝承がうまくいかなくなりました。地域でも会社勤めの若い世代と地域在住の経験者との交流が不足しがちになっています。さらに、最近は若い人の中にテレビ、ビデオ、携帯電話などの端末によるバーチャルな世界に浸かっている人が増えています。その結果、身の回りの自然現象への興味や感性も低下し、異常な現象に気が付くのが遅くなり、本来備わっているはずの防衛本能もうまく機能しなくなっているようです。重要な情報は自分で手に入れる必要があります。いろいろな情報が氾濫していますが、本当に必要な情報を峻別して手に入れる必要があります。災害ではまず自分自身を守ることから始めなくてなりません。

これからでも遅くはありません。今、自分が住んでいる地域、通勤・通学中の経路などの自然条件などについて自分の手で情報を集め、理解を深めるようにしたいものです。もう一歩進めてその地域の災害の歴史を地区の市民センターや公民館、図書館などで調べてみることをお勧めします。これが自分の命をまもり、地域の防災・減災に役立つことは確かです。

【参考文献】

国立天文台（2006）：理科年表平成19年版

<http://www.bandaimuse.jp/> (磐梯山噴火記念館HP)

ウィキペディアフリー百科事典

<http://www.urabandai-inf.com/urabandai/lake.html> (裏磐梯観光協会)

<http://www.fs.fed.us/pnw/mtstheLens/photo-gallery/index.shtml> (米国森林警備局)

作成日 2010/2/22

更新履歴

文責者名 守屋資郎

タイトル

第1章 「地学」を「お芝居」に例えてみよう

3節 演出家のいないシナリオ（時間）

3. 狹い範囲での「過去・現在・未来」

人間生活は、人類誕生してさほどの年数が経過していないのに、特に最近はわき目も振らずに短距離競争をしているようである。その一つに、われわれは、より豊かな社会を目指して貪欲なインフラ整備に精魂をこめてきた。

概説 その結果、今まで経験したことのないような事象が発現してきている。それは、地球の表面を改変するという大胆な行為とそこから生まれる負の現象である。われわれは、このまま征服するかのような一方的な行為を続けてよいのだろうか。再生と循環が未来への遺産ではないのだろうか。

キーワード インフラ整備、人口改変、地域知、災害因、再生と循環

地球の誕生から40数億年、人類が出現して約500万年、当初は自然環境に逆らうことなく、食料を求め住を確保するのに一生懸命であった。その間、さまざまな災害や事故を経験して何とか定住するまでの

住環境を作り上げてきた。

そして、自給自足の生活から交換することを経験して、産業経済へと進んでいくと、当然ながら、物流の環境が整備されるようになる。物流は、人、もの、情報の動脈であり、人口の集中、産業立地の集中など、所謂効率化が急速に進むことになる。

そうなると、インフラも同時に進行す

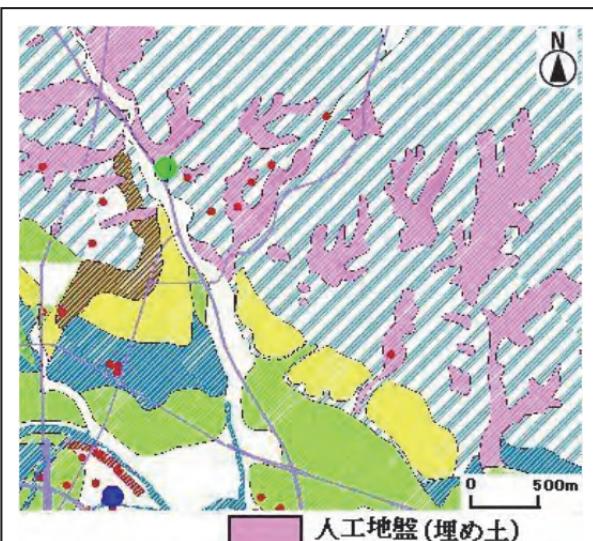


図-1.3.3.1 仙台市地盤図の例

ることになり、特に都市部周辺では平

地を求めて造成、埋め立てという大規模な地表改変が行われることになる。もちろん、高度な建設技術での作業で行われるものもあるが、一方では単純に凹凸をならすだけのものまで多種多様なレベルのものが各地に出現することになる。

このような土構造物は物的には異質の複合体ができることになり、地震動などの応力が加わると複雑な挙動を呈することになる。

このように人工的なものができると、地盤災害も自然災害に加えて、自然災害とは異なる人工地盤特有の災害が発生することになる。とくに、地震に対しては、今までの経験にないさまざまな効果による地盤災害を目にする事になる。例えば、地すべり、高速すべり、液状化、構造物被害、崩壊・落石というもので、いずれも地震動によるものである。

これらの素因としては土質や旧地形の形状、地質構造等があるわけだが、長い間に知識は風化したりして、継続的な伝達が途切れてしまっているときに、地震などで内情が暴かれる状況にさらされるときがある。このような情報の隠然ということが、大きな災害として被害が顕在化するということは珍しくない。

このことは避難するという行動にも関係し、情報が十分に明らかされず、伝達されないために避難しないまたは避難できない人が出てくる。自分たちが暮らす地域に関しての情報の評価と伝達がスムーズであれば、災害は防止できなくても減災への道づくりにはなる。

これに関しては自然災害などは災害文化として継承されていることが多いが、人工地盤では、旧地形の形状、盛土の性質、切土との境界、施工状況、排水系などが明らかでないことも多い。このようなことは水害や地震等があつてはじめて知るようになるということがある。したがって、[防災マップ\(マイマップ\)](#)などを作成するときには現状の把握だけでなく、過去の地形や災害履歴なども併記しておくとよい。また、造成地などでは

切土盛土の境界や旧湿地、池なども記録しておくと参考になる。このような人工改変地は都市部に限らず、地方でも農地造成などが行われていて、特に沢部を埋めて面積を確保したりしたところでは、埋積土のすべりをおこす素因ともなる。造成前の旧地形や土地利用を把握しておくことは、その後の利用にも大きく影響するものである。

また、最近では住宅地が平野部に進出しているが、平野部は地形形成的にも形成年代も若く軟弱な地盤である可能性が高いわけで、旧地盤の湿地、氾濫原、沼沢地にそのまま盛土して宅地化していることもある。

インフラ整備については、地形地質を勘案して建設されることもあるが、単なる幾何学的に平地の確保や施工費のみで実施されることも少なくない。実際に、工事に入って、思わぬ難工事になり最終的な投資額が倍加したというようなことや施工後に多額な維持修繕費用が費やされている例は珍しくない。

いままでは、目の前の投資効果だけを念頭にしてきたために、どちらかというと地形や地下のことを十分に検討することなく、経費のみを第一にしてきたのではないだろうか。地形や地質は、形成史という歴史を有しており、その経緯の結果が地質の工学性を決定している。したがって、それと同調していない行為に対しては必ず反応するわけで、この反応を抑制するという形での利活用を考えないと、あととの対応に窮するということになる。

最近の人間活動は目覚しく、その基盤には安定した地盤があったからである。これで火山が近くで噴火や地盤沈下が進んでいるようでは落着いた人間活動ができない。

いままでも、建設に当たっては土質・地質調査はしているが、これからは今までの経験を生かしたリスクマネジメントを実施して、次世代に負担をかけない再生と循環を理念に地形地質の形成史を理解した上で正しく利用していく必要がある。

作成日 2010/5/31

更新履歴

文責者名 佐藤一夫

タイトル	第2章 「地」とのつきあい方 1節 「地」を知る <h2>1. 土地の安全性</h2>
------	---

土地にも、宅地や農地等色々ありますが、ここでの「土地の安全性」とは、私たちが普通に居住し快適な生活を営むことが可能な家を建てる場合の「宅地」をいう。

なお、土地の安全性の前提条件として我が国は、「災害立国」であり、種々な地盤災害が多発するという地理的な環境の上に宅地等種々な土地が存在しているということを先ず知っておく必要がある。

すなわち、我が国の国土面積の約7割が急峻な山地（森林や河川・湖沼）で占め、脆弱な地質も広く分布し、かつ、約3割の可住面積の3割強の地域が洪水氾濫地域であり、梅雨期や台風期には集中豪雨が多発し、毎年甚大な洪水被害を各地で受けている。加えて、地震、津波、火山の「多発国」でもあり、災害立国と呼ばれている所もある。

したがって、私たちは、日々の生活の中で地盤災害から「人命と財産」を未然に防ぐための「知識や知恵」を身につけておくことが大事であり、そのことが、自然災害に対する「防災や減災」への意識の向上に繋がるものと考えている。その第一歩が「地学」を知ることである。

キーワード 宅地 都市化 地盤沈下 欠陥住宅 不動（同）沈下 地盤調査

1) 宅地は造成されるもの

「宅地」とは、規模の大小に係わらず必ず旧来から「住宅＝家」を建てるために地ならしや整地すなわち造成されているものをいう。

私たちの祖先は、長年の経験を生かして余裕のある土地を所有し、かつ、地の利の良い場所を「地ならし（整地）」して家を建て、快適な生活をそれなりに営み、洪水、山崩れ及び強風等の自然災害に加えて外敵からも守れる安全である場所を選んで、それぞれの機能によって「農村」・「山村」・「漁村」として発展してきた。

近年では、都市化や工業化が進む一方で、全国の農村や山村・漁村では、激しい人口流出が起こり、過疎化が進んだ。しかし、都市の発展に伴って、居住地が都心部から郊外の周辺地域へ移動し、郊外の人口が増加するという「ドーナツ化現象」が起き、扇状地や高台そして丘陵地を対象とした大小様々な宅地が造成されてきた。又、同時に今まで誰もが見向きもしなかった土地（水田や凹地や傾斜地等）が開発されるようになった。そして、これらの開発の数に比例して各地で「地盤沈下や家が傾く」等の「欠陥住宅」や「欠陥地盤」が多くなり社会問題に発展し、土地の安全性が問われはじめた。したが

って、この様な欠陥地盤を手に入れない為には、先ずは、その土地の資質（2-1-2 項）を知ることであるともいえる。

(2) 土地の安全性を考える上で本来知っておかなければならぬこと

土地の安全性の評価の視点として、宅地造成に伴う盛土地盤の性状や軟弱な土質からなる地盤の問題、そして地形的な配慮を欠いた開発状況に加えて昨今では地質環境や土壤染問題も大きな課題となっている。

したがって、一人ひとりが安全な土地を求める場合には、自然災害から守れる「安全な場所」と、かつ建物が沈下したり傾いたりしない強固な地盤を有する「安全な土地」を選ぶことに他ならない。

すなわち、安全性を確保してくれる土地とは以下の条件を満たしている場所といえる。

- ①自然災害が発生する場所でないこと
- ②地盤の支持力が十分であること
- ③沈下（特に、不同沈下）を起こさない地盤であること
- ④地下水が浅くないこと

しかしながら、限られた条件の中でこれらを満足させるだけの自宅としての居住地を求めるることは一般には至難の業ともいえる。したがって、最悪の場合、私たちは「安全」を諦めざるを得ないのかもしれない。

(3) 不同沈下の原因別による被害例

宅地が安全であるためには、上述した①～④の諸条件を全て満足し、かつ、いかなる現象に遭遇しても土地が崩れたり、流失したり、陥没したりそして亀裂が発生したりしないことである。加えて、家が沈下したり傾いたり近隣の土地や建物に被害を与えない土地となる。

逆に、以上の様な諸現象が発生する土地が不安全な土地であり、その様な土地とはどの様な条件のものであるかを知ることが安全な土地を確保する早道ともいえる。

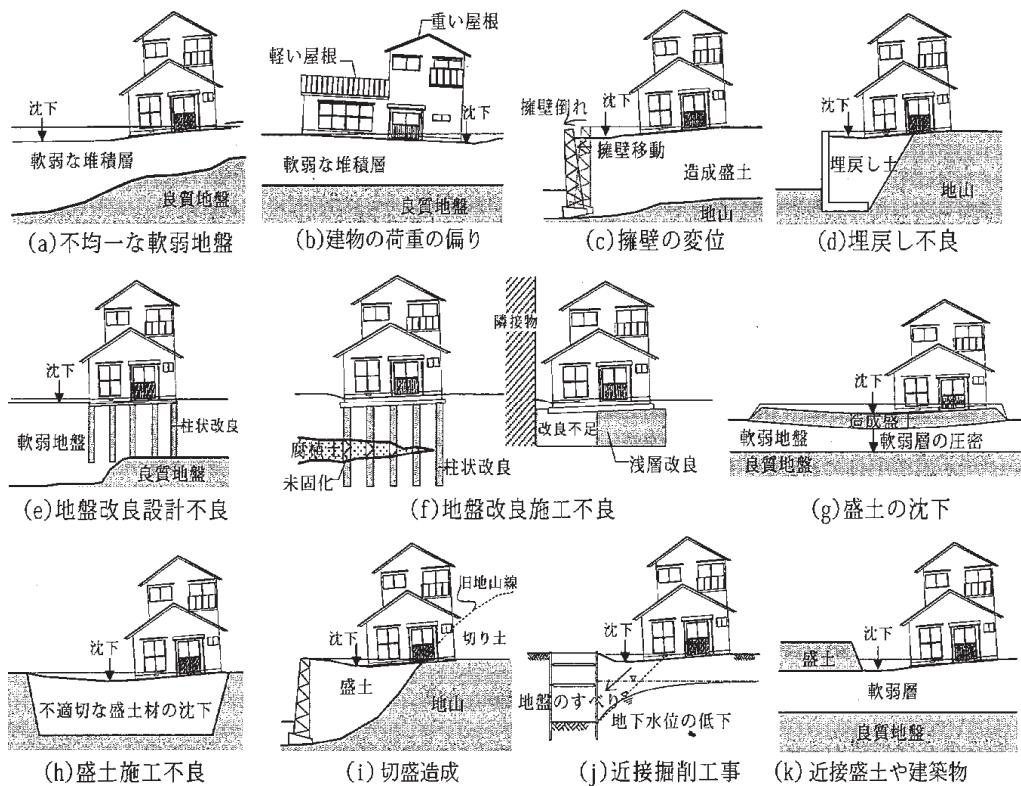


図-2.1.1.1 不同沈下の原因別による被害例¹⁾

図-2.1.1.1に、宅地に家を建てた場合に「不同沈下」が発生する被害例を示す。すなわち、土地や建物に対して安全性に問題のある宅地の造成例である。

(4) 土地の安全性に対しての助言

以上が土地の安全性を診断する場合に、注意しなければならない不安定な場所について概略説明した。ぜひ、土地の購入に当たっては、「災害立国日本」、「地震多発国日本」ということを念頭に置いて、「廉価」・「利便性」・「自然環境」等の見かけだけで選定することなく、子孫の代まで安全な土地として引き継げる様一生一代の大きな買い物として失敗することが無いように担保価値のある「資産」を手に入れて頂きたい。

その為に、「地学」という豆知識が参考になれば幸いである。

なお、土地の地盤調査や宅地としての良し悪しについて判断したりする専門の地盤調査会社が有りますので、もし、不安がある場合には一度相談してみることをお勧めしたい。なお、その場合には、多数の会社がありますのでHP等で自己責任の上、選定して頂きたい。

【参考文献】

- 1) (社) 日本建築学会 小規模建築物基礎設計指針 H20.2.25

作成日 2010/5/31

更新履歴

文責者名 佐藤一夫

タイトル

第2章 「地」とのつきあい方

3節 「地」を知る

2. 土地の資質

土地の「資質」とは、その土地の持っている自然条件やその土地での人間活動の歴史により形成されてできたものと解され、現在の地表面が形成されてきた生い立ちそのものであり、その土地固有の歴史ともいえる。加えて、その後の法的な規制に遵守された立地条件を有する場所で、かつ、適切な施工管理の基に造成された宅地であるか否かまで含めて「土地の資質」ともいえる。

概 説

したがって、私たちは、安全で快適な居住空間としての宅地を求める場合には、その土地本来の有している土地としての資質を読みとることが大切なことである。そのことが、自然災害から「人命と資産」を守り、安全な土地を購入するための知恵でもある。したがって、その土地の資質を調べることは、土地の安全性に直結することになる。

キーワード 水質汚濁 特定有害物質 環境基準

1) 「土地」とは何でしょうか？

土地とは、「地球の表面の一定部分のこと、地上に食糧、森林資源、地下に鉱物資源をもち、水をも含む地面」の総称をいう。

すなわち、地表が恒常に水で覆われていない陸地のうち、一定の範囲の地面にその地中、空中を包含させた部分をいう。但し、地中及び空中の所有権は無限ではない。

なお、河川や湖沼等の陸地に隣接する水域も含むことがあり、地中の土砂や岩石等は土地の構成部分である。そして、この土地の構成部分を「地盤」という。

したがって、土地としての資質を知るためにには地形的な生い立ちと、その土地を構成している地盤状況を含めたものが本来の土地としての資質でもあり、その地盤状況（構成）を知ることが、その土地の安全性に係わると説明した理由でもある。

なお、土地はそのまま何も利用されなければ、ただの地面ですが、売買される資産となつて初めて不動産としての価値を生み出す「土地」であり、住宅に供する場合に「宅地」となり、農作物を栽培するのであれば「農地」となる。

土地は、不動産という言葉からも分かるように、不動のものと解されますが、これは建物を建てる場合に基礎や骨組みをしっかりと構築することによって土地と建物が一体となって動かないものという認識から出た言葉ともいえる。

しかし、建物の土台となる基礎が丈夫でもそれを支えている土地すなわち地盤は、鋼材やコンクリートと異なり硬い岩盤でない限り未固結な地盤や盛土地盤の多くは「圧縮」や「圧密」及び「崩壊」という変形を伴う。すなわち、地盤＝土地は「動くもの」であるという認識が先ず必要であることを知って頂きたい。

すなわち、建物は基礎によって支えられ、基礎はこの地盤が支えることになる。したがって、建物を建てる時にはこの地盤の地耐力が問題となり、地盤の耐力が弱ければ、上からの荷重に耐え切れずに地盤が破壊したり沈下してしまう。この様に、地盤は建物すべての重量を背負わなければならぬ宿命を負っており重要な立場にある。そして、この地耐力の強弱は地面としての生い立ちすなわち資質の違いによって大きく異なることになる。

(2) 地形と土地の資質との係わり

地球上の自然地盤は、数億から数千年という地質年代の中で穏やかに堆積することは無く、種々な地殻変動を伴い複雑な堆積が繰り返され、縦横に寸断され（断層）又押されて地盤が湾曲した（褶曲）結果として現在の地形がある。

特に、我が国は上述した地殻変動を激しく受けた小さな島国で、火山と地震が多発し、梅雨期や台風期の豪雨による洪水被害も多く、又、四方が海に囲まれており常に地震に伴う津波の常襲地帯であることから、「災害立国」と言われている。加えて、多くの人が前述した低地に居住していることを考えれば、我が国の宅地は殆んど安全な場所は無いといつても過言ではない。なお、土地は、その使用されている目的によって大なり小なり整地や造成という人工的な地形の改変が行なわれている。特に、宅地の場合は多くが団地造成によって開発された見かけ上の平坦地であり、その地表面の下の部分（地下）は不可視部分といわれ、一般的には我々の眼で直接見ることが出来ない部分もある。

特に、大規模な造成地であればあるほど元々の土地すなわちどこまでが地山（尾根）でどこまでが谷（沢や凹地等）だったかを見極めることや、地盤の良し悪しを判断することが難しく、資産として購入していざ家を建てる段階になって地盤調査が実施され、始めてその土地の安全性すなわちその土地固有の狭義の意味での資質を知ることになる。

したがって、土地を購入する前にその土地の資質を知ることは孫の代まで土地や建物という資産価値を相続していくためにも重要なことである（但し、バブル崩壊後は土地神話が崩れ、土地としての資産や財産として価値が大きく低下しつつあるが・・・？）。以上のことから、個々の宅地という数 10 坪から 100 坪程度の資質を知ることも大事であるが、本質的な土地としての資質を知るためには周辺地域も含めた団地全体の元々

の地山の形成過程や団地造成の施工管理記録（入手困難）を含めた全てを知ることが大切である。なお、我々の祖先が重要視してきた生活の場として快適で安全で安心できる「土地の資質（条件）」としては、次の自然条件を兼ね備えていることであった。（但し、現在では叶わぬことでもあります……。）

- ⅰ) 生活に欠く事のできない水（主に地下水）が豊富で質が良い場所（土地）であること。
- ⅱ) 地形的に高く建物の基礎を支える地盤が強く、不等（同）沈下や地震に耐えられ、そして水害に耐えられる等の災害に強くて、かつ敵からの防御が可能な場所（土地）であること。
- ⅲ) 台風や冬の北西風を防ぐには好都合な地形や場所で、かつ日当たりの良い場所であること。

以上の3要素に現在の町並みの形成の立地条件として、

- ニ) 交通の便利なところであること。
- ホ) 食糧や資源が豊富に得られるところであること。

等が宅地として付加価値の高い条件にもなっている。

なお、土地の不動産登記法による土地すなわち「地目」は以下のように区分されている。「田・畠・宅地・塩田・鉱泉地・池沼・山・林・牧場・原野・墓地・境内地・運河用地・水道用地・用悪水路・ため池・堤・共溝・保安林・公衆用道路・公園・雑種地・採草放牧地」等である。

(3) 宅地としての造成

人工的な改変を伴う宅地造成は、最終的には土地の資質に係わる重要な要素であるが、本来の土地の資質とは別次元の問題であるともいえる。以上の様に、土地の資質や安全性について説明を加えたが、本来、宅地とは個々人の資産という面も含めて難解な所有物であり、簡単に資質や安全性について説明できるものでないことも添えたい。

しかしながら、現在の宅地が元々どの様な地形であったかを適切に読み取ることが、その土地の資質を知ることであり、そのことが土地の安全性に繋がっていく。すなわち、前項の「土地の安全性」と表裏一帯の課題でもあることには間違いないといえる。

作 成 日 2010/04/24

更新履歷 2010/09/20

文責者名 三浦 隆

タイトル	第2章 「地」とのつきあい方 1節 「地」を知る 3. 土地利用の歴史
------	--

概 説 上するにつれ、自然を支配するかのように、自らが利用しやすいようにこれを改変し始め、現在に至っています。私たちはつい切り出された今だけを見てしまいがちですが、地域における土地利用の歴史を知らずにいると、時に突然自然の脅威にさらされることになります。

コラム参照

ちゅうせきへいや 沖積平野

なんじやくじばん 軟弱地盤

しせんさいがい 自然災害

私たちの祖先が土地を利用し始めたのは、いったいいつからでしょうか？少なくとも、
ネアンデルタール人の旧石器時代まで遡ること^{さかのほ}ができるそうです。彼らは洞窟を掘って
^{よこあなしきじゅうきょ}**横穴式住居**を作り、石器と火を使って生活していたことが知られています。わが国でも、
山の斜面などで、縄文時代の初期から中期にかけての横穴式住居が見つかっています。

同じ縄文時代でも、自然環境が異なる台地などの平坦な土地では**竪穴式住居**が作られ、**三内丸山遺跡**などが知られています。水稻農耕が大陸から伝えられた弥生時代になると、**登呂遺跡**に見られるように竪穴式住居群が集落を形成するようになり、中には**吉野ヶ里遺跡**のような**環濠集落**も作られました。

水稻技術と灌漑技術が進むと、次第に人々は豊富な水と適度な傾斜地を求めて、**沖積平野**に進出するようになりました。沖積平野は、河川の上流地域で浸食された土石が川の水で運搬されて細粒化し、下流地域に堆積して形成された平地です。洪水で水害をもたらす反面、肥沃な土壤をもたらすため、比較的標高の高い**自然堤防**や平地境に集落を作り、低い**後背湿地**などを水田に利用しました。

戦後の今でも、地方に行くと、前から住んでいる人たちは、基本的に昔と同じように、自然の地形を最優先した場所に住居を構え、安全に住んでいます。

一方、都市近郊では、戦後の高度経済成長時代の急激な人口集中により、古い市街地

だけでは住宅地を確保できないため、周辺丘陵地の開発を始めました。それにはブルドーザやダンプトラックなどの大型の建設・運搬機械が役立ちました。こうして、仙台周辺にも団地がニュータウンとして次々に誕生しました。

造成された団地は、地形と地質を考え、それに見合った形で適正に管理しながら切土・盛土を行っていれば、住宅地として問題になることはほとんどありません。しかし、盛土に際して、事前の表土処理や段切り、排水処理などが不十分だったりすると、長年の中に表流水が浸透して地下水位が上がり、大地震の時に地すべりを起こす可能性があります。また、切土のり面の谷出口付近では、大雨の時に土石流や鉄砲水が発生する可能性にも注意する必要があります。

建設ブームが高まると、開発は丘陵地だけに止まらず、沖積平野にも及び、軟弱地盤を含む地域にまで住宅団地の造成が行われることもありました。中には、軟弱地盤対策が不十分だったため、供用後に住宅やライフラインに変状が発生し、裁判や補償問題に発展した事例も見られました。

自然の脅威にさらされながら生活していた時代、人々は何度も痛い目に会いながら自然から学び、地域の中でできるだけ安全に暮らせる場所を選んで住んできました。現代では、地形改变が大きく進み、元の自然の状態が変化していることが多々あります。それでも、古い地形図や周辺地域の地形・地質などから、自分の住む地域の自然災害に対するリスクを知ることは、現代人が安全な場所で安心して暮らすための知恵ではないでしょうか。

作成日 2010/11/2

更新履歴

文責者名 本田忠明

タイトル	第2章 「地」とのつきあい方 2節 「地」からの贈り物 1. 地下水を得る・浄化のメカニズム
------	---

人が生きていく上では水は無くてはならないものです。文明も大きな川のほとりで成立しました。昔からよい水を得ることには大変苦労してきました。この中で、人々はいろいろな水を手に入れ利用してきました。

概説 川の水よりも比較的水質がよい井戸は世界の多くで利用されてきました。これは大地からの贈り物と言っても過言ではありません。井戸水の利用法と問題点について概要を述べました。

キーワード 地下水 井戸 揚水技術 地盤沈下 地下水汚染

地表に近い地下水の利用のうち、湧水や浅井戸は人々が人力で探し掘ることが出来ます。そして地下水を発見し、自然に利用するのは火山噴出物の溶岩や石灰岩・花崗岩等、また、空洞・節理や破碎帯等の多い岩盤の裂罅水、空洞水の空隙を有する地帯からの湧水および山裾の扇状地付近の湧水や小さな湖沼地帯周辺河川の近くなどです。

溪流の元になる水源地帯は山岳の森林地帯や積雪地帯にあり、そこから數十～数千年以上の期間に様々な規模の降水が浸透して割れ目や空隙に貯留し、山麓の現在の湧水地や地下水井戸として、生き物が成育するのに適した良質な地下水を産出して、現在の多くの植物や人々等の生き物を潤し、水田のある農業地帯、工場地帯となり農村や都市の産業に役立っています。

人々は、昔は湧水の得られる所に集まり、近い所に集落ができ、更に、人口が増えると平地の地下水の採取し易いところに簡単な手堀井戸を掘り、ため池を造り・井戸も昔はつるべ井戸・昭和の時代は自家用の簡易手押しポンプ等で汲み上げた水を利用しこともあり、関東地方では江戸時代には上締堀りの井戸等、人力で可能な限り深い井戸を掘り砂や礫層や岩の割れ目から採水し地下水を利用してきました。

そして、地下水の豊富な井戸の周辺や下流域は次第に集落ができ、農業・産業・小さな工業が発達しました。そこで地下水の需要も多くなり使用量も増え、井戸の規模も深く、大きく、揚水量も多くなりました。

そこではやや高度の技術が求められ、地盤や地質専門家およびボーリング屋さんの出番が多く、地下水の多く分布する帶水層を探し、沖積層・洪積層中の厚い・広域に分布する砂礫・砂層等の貯留量可能な、空隙の大きい厚い帶水地層、硬い岩石層の場合火山

岩、石灰岩、花崗岩等の断層や割れ目や破碎帯そして多くの空洞の集まる地下水脈等を効率よく探すことができるようになりました。

地下水は地下に永く滞留する為、水量・水質・水温等いろいろ安定しており、安全、安心のできる資源として古代から文明の発達と共に地下水のあるところに人々が集中し、集落が出来、都市化すると、地下水の活用範囲は広がり農業用水・工業用水・産業用水・都市用水・生活用水等、その他いろいろな目的に適する便利な地下水として近年益々大量に要求されるようになりました。

近年は、井戸で汲み上げるために、帶水層の深度も50から300m以上と深くなり、井戸の掘削機械・揚水ポンプの技術も発達し^{ほうだい}龐大な量の地下水の汲み上げが行われるようになり多くの恵みを与えていますがその反面様々な問題も出てきています。

大量の地下水汲み上げは地下水の供給とのバランスを欠き、地盤沈下、陥没、地下水汚染、地下水資源の枯渇、さらに気候変動に伴う地下水条件の変化等も重なり、様々な地下水障害が一部で発生し、今後新たな未経験な問題の発生も予想されています。

現状をよく理解・熟慮して地下水の利用を考えないと、「安全で安価な地下水を孫子の代まで残したい」という地下水資源の利用は「各自治体・国の責任」で賢明で総合的な研究・工夫と「市民の心がけ」が必要かもしれません。

地下水汲み上げや汚染に関する最近の国内や近接する世界の問題の一部を示すと次のようなものがあります。

沖縄では地下水の農業用水利用が硝酸塩による地下水汚染による珊瑚（さんご）礁等の生態系への影響、最近も昔の仙台平野のような日本各地の海岸都市での地下水の汲み上げは地下水位低下と地下水の塩水化を生じており、アジアでは都市化に伴う人口の集中地区にあるインドネシアのジャカルタ・アムラバル地区では地下水汲み上げに伴う地盤沈下・排水不良・海水塩水化を生じる等大きな問題となっています。

タイでは雨季乾季における水資源高度規制、ベトナムのメコンデルタ・チミン等の低平デルタ人口集中地区の地下水依存地域の地下水汚染、ガンジス平野等の砒素汚染に対する帶水層の問題、地球温暖化に伴う第四紀海水準変動と気象変動に伴う地下水位変化による地表地盤の不安定化等、地下水の変化は様々な障害を引き起こし始めており人災も含めて今後十分に注意注目しながら対策をしていくことが大事でしょう。

簡単でもあり、難しいことですが、里山を荒らすことなく、ふるさとの川を大事にすること、きれいな水、渓流、豊かな水源、広大な水源涵養林のある豊潤な地下水の分布を知り、そこから得られる美味しい水と食べ物等の恵みをうけているすばらしい故郷に

生きていることを認識して生活することでしょう。

そして、そこに住む人々が率先して、下流の受益者を仲間にして、共に先人の旧い知恵を学びながら協力し、森林の間伐や植林、渓流の整備等により山と水源を守り自然と触れ豊かな感性を身につけ、賢明な地下水の利用方法として守り続けることで孫子の代に少しでも残していくことが出来るかもしれません。

作成日 2010/05/10

更新履歴 2010/09/20

文責者名 三浦 隆

タイトル

第2章 「地」とのつきあい方

2節 「地」からの贈り物

2. 支持力の供与

概説

最近は、高さが100mを越える高層ビルやタワー、1000m以上の橋が珍しくなくなりましたが、どうして倒れたり沈んだりしないのか不思議に思ったことはありませんか。大地の表面を形づくる地盤は、場所によって硬い岩盤の時もあれば、砂利や軟らかい土砂の時もあります。私たちが、それら地盤の種類に応じて、謙虚になりながら上手に付き合うと、大地からは、超高層ビルから戸建住宅までしっかりと安全に支えてくれる支持力が贈り物として与えられます。

コラム参照

つち こうせい がんせき せいいん しじりょく じはんはんりょく ちしつちょうさ きそけいしき
土の構成 岩石の成因 支持力・地盤反力 地質調査 基礎形式

大地は地盤や岩盤でできています。**地盤を構成する土**は、土粒子と水と空気の3つからなっており、一般に土粒子の間の隙間に水を多く含むほど、軽くて軟らかくなる傾向を示します。また、岩盤は、それを構成する**岩石の成因**（でき方）によって硬軟に大きな違いがあり、強さも異なる上に、金属やコンクリートなどと比較した場合、通常は材料として極めて不均質です。密度や強さにバラツキが大きく、重い物を載せると、弱い部分から壊れて、ちゃんと支えることができません。そのため、ダム、橋、ビルから住宅まで、構造物を長い間安全に支えていくには、地盤や岩盤の性質に応じた計画と工夫が必要になります。

地盤（岩盤を含めて）に構造物を載せると、その載せた面を境に、作用・反作用で、地盤の接触水平面には構造物の重さが作用し、反対に構造物の底面には地盤の反力が働きます。地盤が構造物を支えるためには、重さに対して十分な**支持力**がなければなりませんし、構造物の底面も**地盤反力**に耐える必要があります。そうでないと、構造物の重さによって地盤か構造物の底面が壊れることになってしまいます。

そこで、各種の構造物を安全に建設するには、地盤や岩盤の性状をしっかりと知るために、まず**地質調査**を行います。地質調査にはさまざまな方法があり、調査の対象となる場所の地形と構造物の規模や重要度に応じて、最も効果的で経済的な方法を選択して行うことになります。地質調査が不十分なために、設計が不確かになったり、工事に入ってから安全性に問題が発生したりすると、結果的に工事費の高騰につながり、一般に

工事期間も長くなるので、好ましくありません。

地質調査で構造物建設地の地層の性状が明らかになると、構造物の形状や重さなどから、構造物を安全に支えることができる地層が、どの深さにどんな形で広がっているかを評価します。そして、その地層に構造物の自重や荷重の作用によって受けた力を安全に伝えるため、基礎の形式を選びます。基礎は、目に見えないところで、構造物とそれを安全に支持できる地層を仲立ちしていくわけです。

その基礎形式には、代表的なものとして、浅い基礎（直接基礎）と深い基礎（ケーソン基礎やくい基礎）があります。最近では基礎施工技術の進歩によって、鋼管矢板を応用した基礎や、地中に連続壁を設けて一体化した基礎なども開発されています。代表的な基礎形式はさらに細分されるほか、最新の基礎では、開発した企業の創意工夫が随所に生かされており、直接目には触れないものの、興味深いものがあります。

地震国日本では、大地からの贈り物を支持力として供与してもらう場合、耐震性にも十分注意を払っています。それは、地震が発生して、砂上の高層建築が壊れないのに傾く、あるいは橋が落ちてしまうなどの、かつての苦い経験を今に生かす努力の表れです。

地上にそびえ立つ超高層ビル、海を渡って陸同士をつなぐ長大橋、単に巨大なだけでなく景観的にも美しいそれらの構造物を前に、地下の見えないところで基礎はどうなっているのか、そしてまた地震による被害を防ぐためのどんな工夫がなされているのか、こうしたことについても樂しいと思います。

作成日 2010/5/23

更新履歴

文責者名 中村光作

第2章 「地」とのつきあい方

2節 「地」からの贈り物

3. 温泉鉱床景勝

概説 地学の目でわかりやすく地の恵みである「温泉」「鉱床」「景勝」を簡単に説明します。「温泉」では「温泉」と関係ある温泉排水の特異例について触れます。「鉱床」では最近話題の海底熱水鉱床についてその概要を述べます。「景勝」では地学に関係のある天然記念物について触れます。

温泉掘削 深層掘削 クニマス 海洋熱水鉱床 排他的経済水域 天然記念物 ジオパーク

地学の目で大地をみわたすと、現代人の生活にかかわりが深く、地からの贈りものとして温泉・鉱床・景勝の存在に気がづきます。

「温泉」とは、地中から湧出する温水、鉱水及び水蒸気その他のガス（炭化水素を中心とした、天然ガスを除く。）であり、温度は摂氏25度（温泉源から採取される時の温度とする。）以上、または下表にある物質のうちいずれかを一定量以上含むものをいいます。（温泉法・総則より）

湧出泉は、摂氏2

5度以上の温度か

温泉含有成分、この

2つの要素のうち

いずれかを満たし

ていれば、温泉と呼

称してよいとされ

ています。

これら湧出泉の

温度は、冷鉱泉（2

5度未満）・微温泉

（25～34度未

満）・温泉（34～

42度未満）・高温

泉（42度以上）と細分化されています。

表-2.2.3.1 温泉含有成分(宮城県保健福祉部薬務課のホームページより)

物質名	含有量(1キログラム中)
溶存物質(ガス性のものを除く。)	総量1,000ミリグラム以上
遊離炭酸(CO ₂)	250ミリグラム以上
リチウムイオン(Li ⁺)	1ミリグラム以上
ストロンチウムイオン(Sr ⁺⁺)	10ミリグラム以上
バリウムイオン(Ba ⁺⁺)	5ミリグラム以上
フェロ又はフェリイオン(Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺)	10ミリグラム以上
第1マンガンイオン(Mn ⁺⁺)	10ミリグラム以上
水素イオン(H ⁺)	1ミリグラム以上
臭素イオン(Br ⁻)	5ミリグラム以上
沃素イオン(I ⁻)	1ミリグラム以上
ふつ素イオン(F ⁻)	2ミリグラム以上
ヒドロひ酸イオン(HAsO ₄ ²⁻)	1.3ミリグラム以上
メタ亜ひ酸(HAsO ₂ ²⁻)	1ミリグラム以上
総硫黄(S) [HS ⁻ +S ₂ O ₃ ²⁻ Sに対応するもの]	1ミリグラム以上
メタ(まう)酸(HBO ₂)	5ミリグラム以上
メタ(けい)酸(H ₂ SiO ₃)	50ミリグラム以上
重炭酸そだ(NaHCO ₃)	340ミリグラム以上
ラドン(Rn)	20(100億分の1キュリー単位)以上
ラヂウム塩(Raとして)	1億分の1ミリグラム以上

また、湧出泉に含まれる物質とは、地下の温泉熱水が周囲の地下水と混じり合って電荷を持ったイオン（金属イオン、陰イオン）に変化し、湧出時の地表環境（気圧・水温・酸化還元状態）により化学的平衡状態に落ち着いたうえで形成されたものです。

1980年代中頃から始まった温泉ブームは、温泉開発を活発化し、これまで温泉の出ていなかった地域にも地下1000~2000mの深層の温泉掘削が試みられています。一般に地下100m下がると地温はおおむね3°C上昇すると言われていますから、



図-2.2.3.1 宮城県の温泉分布と深層温泉掘削

1000m掘削すると30°C以上地温が上がることになって地温と同じ温度の地下水をくみ上げ、地表まで5°C程度の温度減衰で持てこられれば、温泉法に基づく立派な温泉水を採取できることになり、これが温泉開発を増加させている誘因となっています。

その結果、いままで、温泉の存在しなかった平野の街の中や海岸沿いの土地など、いろいろなところに深層の温

泉掘削が試みられています。地下深所においても、地下水の帯水層形態によって、温泉水の恒常な採取が可能となっています。地下深所からの温泉水の採取については、従来までと違った、いろいろな環境条件を加味しなければならないものと思われます。

図-2.2.3.1は宮城県の温泉分布とその成分をまとめたものです。図からわかるように古くからある温泉地では自噴（自然湧出）源泉が基本となっています。これに対して、新しく開発された温泉地では深層の温泉掘削が必要となっているのが連想されます。

温泉地は、主に宮城県の西部の山岳地帯（裾部）に点在し、奥羽山地の火山性噴出岩に起因したものが多いことがおよそ覗えています。

温泉水の成分に有害物質が含まれると、温泉水の排出による下流域での被害が問題になります。秋田県の仙北市にある玉川温泉では、温泉排水に強酸性成分が混じっており、江戸時代（天保年間）より「玉川毒水」と呼ばれて問題となり、対策に悩まされてきました。その中には河川水を発電所建設と農業振興のため、隣接水系である田沢湖に導入・希釈し、結果、田沢湖の固有種であったクニマスなどの魚類を死滅に追いやってしまつた苦い経験も含まれています。近年、国の事業として、ダムの建設と並行して温泉直下流における石灰石投入による中和処理が施され、中和された玉川河川水はダムに貯水され、上水道や農業用水として利用されています

「鉱床」とは、一般に有用鉱物が含まれる岩体（または地層）のこと、国内鉱山が盛んに利用されていた時代には、我々のような地質学専攻の学生達に鉱山鉱床学が教えられ、鉱山経営が日本の経済を支え、全盛でした。現在、国内の鉱山は貧鉱質のため稼働されず、外国産鉱石に席巻されています。なんとも、残念な限りです。

外国に依存しない海洋鉱床開発に期待が持たれます。

最近、日本近海の大陸棚に存在する海底熱水鉱床などの海洋底資源が注目されています。

現在、日本沿岸の海は、1994年に発行した国連海洋法条約に基づき、国土の海岸線から200海里（約370km）を排他的経済水域（EEZ）とされ、その国の経済的な主権がおよぶ水域とされています。この水域では、鉱物資源の探査と開発、資源の管理・海洋汚染防止の義務が主張されています。日本の周囲のこの海域には、海底熱水鉱床やメタンハイドレート（メタンガスと水の氷状の化合物）と呼ばれるエネルギー資源やコバルトリッチクラスト（海山の斜面に存在する金属を含む酸化物）と呼ばれるレアメタルやレアアースを含む資源およびマンガン団塊（深海底に分布する、海水中から沈殿して生じた球状の塊。金属がφ2~15cmの塊状になったもの）などが存在することがわかつきました。

その規模も世界有数だと見られています。資源を輸入に頼っている日本にとっては非常にたのもしいかぎりです。政府や民間調査機関のこれから取り組みに期待が集まります。

「景勝（けいしょう）」とは、よい景色・自然のよい風景を見られる場所のことです。前述した温泉ともかかわりが深く、峡谷や海食崖、自然浸食でできた奇岩・絶景地点が含まれます。温泉地では、もともとの源泉の湧出場所が峡谷の河床部だったり、火山の

旧噴火口跡だったりした場所が多く、温泉地と景勝地が非常に近くに存在するところが含まれます。景勝地では数多くの崖や露岩が見られるものだから、地質学上の貴重な名所地あるいは模式地（定義する地層単元の典型的な露頭がある地点またはルート：日本地質学会）、**天然記念物**、最近話題の**ジオパーク**となっているところも多く存在します。

地殻運動あるいは火山地域の溶岩地形の末端部、海岸であれば沈降海岸で何らかの原因で浸食が復活し、下刻作用が盛んになって地層がむきだしになっている所と想像されます。

【参考文献】

宮城県保険福祉部薬務課のホームページ

宮城県文化財保護課のホームページ

海底熱水鉱床：佐賀新聞、ろんだん佐賀 2010.01.04、エコノミストレポート

作成日 2010/5/23

更新履歴

文責者名 黒墨秀行

タイトル	第2章 「地」とのつきあい方 3節 「地」への侮辱 1. 地質汚染
------	--

概 説 「地質汚染」は、典型的な「地」への侮辱の1つと言えます。「地質汚染」は、地質環境への色々な汚染の総称として使われています。そのうち、最も身近で、昨今よく耳にする言葉が「土壤汚染」ではないでしょうか？。ここでは、「地質汚染」の内容を少し説明し、身近な「地」への侮辱である「土壤汚染」について、平成15年に施行された「土壤汚染対策法」を中心にしながら、お話ししたいと思います。

キーワード 土壤汚染 特定有害物質 環境基準

「汚染」という言葉は、「地」への侮辱の典型的なもの1つと言えると思います。特に、「土壤汚染」という言葉は、平成15年2月15日に「土壤汚染対策法」が施行されて以来、ずいぶん耳にするようになりましたし、「基準値の〇〇倍の有害物質が確認・・・」と言った見出しの新聞もよく目にするようになったのではないでしょうか。

では、「地質汚染」という言葉はどうでしょうか？耳に新しい方が結構おられるのではないかと思います。実は、「土壤汚染」という言葉は、記憶に残っておられる方もおられるかと思いますが、「イタイイタイ病」などを発端として制定された「公害対策基本法」に規定されている典型7公害（大気汚染、水質汚濁、土壤汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭）の1つです。一方、「地質汚染」は、地質環境を物理的、化学的、生物的に人間側に不利に変化させる現象の総称として使われています。もう少し区別してみると、「地質汚染」は、有害物質が土壤や地層に付着する現象である「地層汚染」（典型7公害の土壤汚染もこれに相当します）、地層中に貯まった有害物質が地下水に溶け出して起こる「地下水汚染」（典型7公害の水質汚濁に似たものです）、地層や地下水中の有害物質で地層の空隙や空洞にある空気が汚染される「地下空気汚染」（典型7公害の大気汚染に似たものです）の総称となります。

では、最も身近で耳にする「土壤汚染」は、どのようなものでしょうか？日本の法律には、土壤の汚染に係わるものとして、「農用地の土壤の汚染防止等に関する法律」、「環境基本法」、「土壤汚染対策法」などがあり、有害物質の指定と環境基準値の設定がなされています。例えば、「土壤汚染対策法」は、特定有害物質として25項目の物質とその

特定有害物質（法第2条）		指定基準（法第5条）		（参考）土壤環境基準（銅を除く）
		<直接摂取によるリスク> 土壤含有量基準	<地下水等の摂取によるリスク> 土壤溶出量基準	
四塩化炭素		検液1Lにつき0.002mg以下であること	検液1Lにつき0.002mg以下であること	
1,2-ジクロロエタン		検液1Lにつき0.004mg以下であること	検液1Lにつき0.004mg以下であること	
1,1-ジクロロエチレン		検液1Lにつき0.02mg以下であること	検液1Lにつき0.02mg以下であること	
シス-1,2-ジクロロエチレン		検液1Lにつき0.04mg以下であること	検液1Lにつき0.04mg以下であること	
1,3-ジクロロブテン		検液1Lにつき0.002mg以下であること	検液1Lにつき0.002mg以下であること	
ジクロロメタン		検液1Lにつき0.02mg以下であること	検液1Lにつき0.02mg以下であること	
テトラクロロエチレン		検液1Lにつき0.01mg以下であること	検液1Lにつき0.01mg以下であること	
1,1,1-トリクロロエタン		検液1Lにつき1mg以下であること	検液1Lにつき1mg以下であること	
1,1,2-トリクロロエタン		検液1Lにつき0.006mg以下であること	検液1Lにつき0.006mg以下であること	
トリクロロエチレン		検液1Lにつき0.03mg以下であること	検液1Lにつき0.03mg以下であること	
ベンゼン		検液1Lにつき0.01mg以下であること	検液1Lにつき0.01mg以下であること	
カドミウム及びその化合物		検液1Lにつき0.01mg以下であること	検液1Lにつき0.01mg以下であること	
六価クロム化合物		土壌1kgにつき250mg以下であること	土壌1kgにつき150mg以下であること	土壌1kgにつき150mg未満であること
シアノ化合物		土壌1kgにつき50mg以下であること	土壌1kgにつき50mg以下であること	土壌1kgにつき50mg未満であること
水銀及びその化合物 ：うちアルキル水銀	（第1種 特定有害物質）	土壌1kgにつき15mg以下であること	土壌1kgにつき0.0005mg以下であること	土壌1kgにつき0.0005mg以下であること
セレン及びその化合物		土壌1kgにつき150mg以下であること	土壌1kgにつき0.01mg以下であること	土壌1kgにつき0.01mg以下であること
鉛及びその化合物		土壌1kgにつき150mg以下であること	土壌1kgにつき0.01mg以下であること	土壌1kgにつき0.01mg以下であること
砒素及びその化合物		土壌1kgにつき150mg以下であること	土壌1kgにつき0.01mg以下であること	土壌1kgにつき0.01mg以下であること
ふっ素及びその化合物		土壌1kgにつき4000mg以下であること	土壌1kgにつき0.8mg以下であること	土壌1kgにつき0.8mg以下であること
はう素及びその化合物		土壌1kgにつき4000mg以下であること	土壌1kgにつき1mg以下であること	土壌1kgにつき1mg以下であること
シマジン		検液1Lにつき0.003mg以下であること	検液1Lにつき0.003mg以下であること	
チウラム		検液1Lにつき0.006mg以下であること	検液1Lにつき0.006mg以下であること	
チオペンカルブ		検液1Lにつき0.02mg以下であること	検液1Lにつき0.02mg以下であること	
PCB		検液中に検出されないこと	検液中に検出されないこと	
有機リン化合物	（第3種 特定有害物質）	検液1Lにつき0.01mg以下であること	検液1Lにつき0.01mg以下であること	

表-2.3.1.1 特定有害物質としての環境基準（土壤汚染対策法による）

環境基準が示されています（表-2.3.1.1 を参照）。簡単に考えれば、「土壤の中に含んでいる指定された物質が基準値以上であれば、その土壤は汚染されている」ということになります。特に、「土壤汚染対策法」では、「汚染した土壤を人が直接摂取したり」、「汚染された地下水を飲んだり」して発生する健康被害を主として考えられており（図-2.3.1.1 を参照），土壤汚染に関する調査方法や対策方法について示されています。この環境基準値は、「汚染土壤を 100mg/日で 70 年間連続して直接摂取し続けた場合」，「汚染物質を含んだ地下水を 2L/日で 70 年間飲用し続けた場合」に健康被害が生じるという観点で設定されています。すなわち、基準値の何倍もの汚染土壤を口にすれば別ですが、汚染された土壤を口にしたからといって、すぐに体調に変化（健康被害）が起きるわけではありません。この点は、十分に理解して下さい。また、有害物質は表に示されているものだけではなく、その他にダイオキシンといったものもあります。



図-2.3.1.1 健康被害の影響

【参考文献】

環境省・(財)日本環境協会 (2003a)：土壤汚染による緩急リスクを理解するために：14p.

環境省・(財)日本環境協会 (2003b)：土壤汚染対策法のしきみ：10p.

土壤の汚染は、温泉地などで見られる自然由来の汚染（ヒ素など）もありますが、一般的には、人の手が加わることによって汚染されることが多いと言えます。「エコ (Eco)」と言うことで、「地球上にやさしく」、「環境にやさしく」とよく聞きますが、地質にも優しくありたいものです。

作成日 2010/12/02

更新履歴 2010/12/07

文責者名 滝田良基

タイトル

第2章 「地」とのつきあい方

3 節 地への侮辱

3 改変への報い

概説

私たちの住んでいる土地は、長い時間をかけて形づくられてきました。その土地を構成している地質（地盤）の性状に応じて、長い時間をかけて、その時々で最も安定な状態となるように姿を変えてきています。このような土地を人間の都合のみでむやみに改変すると、それまで保たれていたバランスを崩し、大雨や地震の際に大きな変状が生じ、災害となって現れます。日本のような狭い国土では、今後も土地の改変は避けられないでしょうが、その際には、その土地の性状や成り立ちを知り、改変してもバランスを大きく崩さぬように、うまく土地利用を行う必要があります。

キーワード 宮城県沖地震 人工地盤 谷埋め盛土 宅地造成 都市型災害



写真-2.3.2.1 宮城県沖地震時の
仙台市縁が丘団地の盛土崩壊
(防災マップづくりパンフレットより)

人類は古来から自然に手を加え、うまく自然と折り合って暮らしてきました。しかしながら、改変により自然のバランスを崩したり、自分たちの都合や利益ばかり考えて安易な改変を行ったりすると、自然から手ひどいしっぺ返しを食うことになります。

最近は毎年のようにマグニチュード 7 前後の大きな地震が起こっています。そして、必ずと言っていいほど起るのが [人工地盤](#)での被害です。

1978年6月（マグニチュード 7.4）の [宮城県沖地震](#)では、大規模な宅地 [造成地](#) の [谷埋め盛土](#)箇所で多数の被害が生じ、ブロックベイの倒壊による被害とともに [都市型災害](#)の典型例とされました。地震

後の調査では、丘陵地や段丘部などの切り土箇所では被害が少なかった反面、谷を埋めて造成した盛土箇所や切り土箇所との境界付近（[切り盛り境界](#)）に特に被害が集中したことが判明し、今後の都市開発への大きな教訓とされました。盛土箇所で地震波が增幅されて



写真-2.3.3.2
新潟県中越地震時の谷埋め盛土の崩壊
(日経コンストラクション 2004.11.12 号より)

より造成された宅地や、道路盛土、堤防などの盛土箇所における被害が多数報じられました。また、阪神淡路大地震では、海を埋め立てて造成されたポートアイランドや港湾施設において、人工地盤の液状化や側方流動により大きな被害が生じました。

新潟県中越地震では、中山間地での谷埋め盛土上に作られた道路に被害が生じて集落が孤立し、新たな**中山間地型の災害**として注目されました。

このような、安易な土地改変による自然からの報復をできるかぎり少なくするためには、事前にその土地の成り立ち（歴史）や性状（地形・地質条件）を知り、その土地に見合った改変を行う必要があります。そのためには、その土地の成り立ちや性状を調査・研究し、報復を受けないような改変方法（設計や施工方法）を工夫する努力が重要となります。敵を知り、己を知れば百戦危うからず。私たち技術者に日々研鑽が求められるのも、そのためです。

大きく揺れたり、盛土箇所と切り土箇所とで揺れ方が異なったりしたため、住宅に被害が生じました。また、被害が大きかった盛土箇所では、地下水位が高かったことも判明しました。このような地盤災害は、安易な宅地造成が原因で生じた所が多く、盛土の締固めや雨水・地下水の排水処理を十分に行い、地震による振動を受けることを前もって想定した造成をしておけば避けることができた災害といえます。

その後の阪神淡路大地震（1995年1月）、新潟県中越地震（2004年10月）などでも、谷埋め盛土に

作成日 2010/05/08

更新履歴

文責者名 今野隆彦

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 1節 マイマップを作ろう 1. 地学でも地域づくり
------	--

地学現象は地域に特有なもので、「ふるさとの山や川」と言われるように私たちの生活に密着しています。これは古くからの土地利用や自然災害に深く関係し、長い年月の間に起きた現象の伝承も行われています。それそれが住む土地を離れて、ほかの土地へ行ったり、住むことになるとには、その土地の持っている気候・風土、すなわち地形や地盤（地質）の特性を知り、生活を楽しむと同時に自然災害への備えをする必要があります。

キーワード 地質 地形 自然災害 地質情報

自分の住んでいる地域、あるいは通学・通勤している場所で、災害に会うとしたら、どのような災害でしょうか？ 安全で安心な生活の基盤としての地域の特徴を知っていますか？

地質と地形は切っても切れない密接な関係があり、長い年月にわたって、その地域の地質条件にあった地形が形成されてきました。私たちが旅行に出て、いつも住んでいる地域では見られない景色に感動するのはよくあることです。少し例を挙げれば、石灰岩の浸食によって形成された岩手県の龍泉洞や福島県のあぶくま洞、最も有名なものは山口県の秋芳洞でしょう。日本を代表する富士山は成層火山の典型とされています。いろいろあげればきりがありませんが、世界遺産（自然遺産）の一部などはこの代表と言つていいくらいでしょう。素晴らしい景観や奇岩を見るとき、その岩石や地層が地殻変動や風化作用によって形成されたことを思いだしてください。

翻って、今住んでいる場所に目を向けると、多くの土地は地盤の構成物や地表の傾斜、水の得やすさなどにより、先人が苦労して開墾してきました。特に食料を生産する水田や畑は国土の十数%を占める平野部に集中しています。ここは河川の運搬作用で堆積した粘土や砂地盤で、水はけや土壤の栄養分からそれぞれ水田、畑に利用されてきました。平野部では、古くからの集落や道路は自然堤防という河川の作用で作られた砂地盤上に形成されました。いろいろな土地利用は、その地形と地盤の構成物を考えながら行われてきています。

一方、自然災害（土砂災害・浸水・洪水・地震・火山・津波・地震・火山の噴火など）は、その地域の地形や地質を反映して発生します。被害の状況は地域や場所によっても

異なります。たとえば地震で、ある場所はひどく被害が大きく、建物や道路が壊滅的な打撃を受けるのに、少し離れた場所ではほとんど被害が出ないなどということがあります。また、大雨による浸水被害は低いところに集中し、改めて土地の高低を思い知られます。さらに、谷の出口の小扇状地では、土石流が発生して建物に被害が発生し、最悪の場合は人命を失うことがあります。このように、自然災害は地域に特有の条件によって発生し、その土地の弱点が災害時には明らかになることがあります。

今日のように、便利な機械・器具が発達していなかった時代には、地形や地盤条件（水が得やすいか、浸水しやすいか、砂地盤か、粘土地盤かなど）で集落や耕作地の適地を選んでいたようです。このようなかつての土地利用は自然の性質を知って上手に利用するだけでなく、自然災害の防災上の観点からも優れたものといえます。

しかし、今では専門的な分化と機械力の発達によって、地形や地質を気にしなくても立派な道路や建物が作られます。このことが、便利さとは逆に、そこで働く人、住む人、使う人に地域の特徴をわからなくし、災害に弱い地域、場所を作り出すことになっているのは皮肉としか言いようがありません。それでは、どのようにすれば、地形や地質の情報を手に入れることができるのでしょうか？ もっとも簡単なのは、インターネットで、地質、地形情報を入手する方法です。しかし、その地域、場所の的確な情報はなかなか入手できません。有料サイトで専門家が提供してくれるものもありますが、その場所のピンポイントの情報はなかなか得られないものです。このことを考慮したうえで、地形・地質情報を手に入れ、地域の公共的な建物（学校や図書館、市民センターなど）で行った地質調査の資料を市町村などの情報公開制度を利用して手に入れることで、およその地盤の情報（特に地下の地盤の構成など）がわかります。また、地形図をよく見ると、その土地の高さが記入してありますので周辺地盤に比べて高いか低いなどの情報を得ることができます。詳細で確実な地盤情報を得るために、もちろんその場所で地質調査を専門家に依頼することですが、これは費用対効果を検討して実施するべきでしょう。

この後の節で述べる防災マップ作りで、専門家に聞くのも良い案だと思います。

【参考文献】

- 水谷武司（2002）：自然災害と防災の科学：1-10、東京大学出版会
小出 博（1978）：日本の国土 自然と開発 上、206-261、東京大学出版会

作成日 2010/05/27

更新履歴

文責者名 今野隆彦

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 1節 マイマップを作ろう 2. マイマップの作り方
------	---

概 説 防災マップには住んでいる地域や町内会など身近な情報が必要です。多くの自治体ではいろいろな防災マップを作成し、各家庭に配布していますが、いざという時に役立つ防災マップになっているでしょうか？！地域の情報は地域の住民が一番知っているのではないですか。
防災マイマップをまずは家族のために作り、町内会、連合町内会など広い範囲の防災マップを住民自らの手で作っておくことが、地域の自然災害の防災と減災に役立つのではないでしょうか。

キーワード 素因と誘因 地域性 多様な世界

防災マップにはどんな種類があるのでしょうか？国土交通省では洪水、内水、高潮、津波、土砂災害、火山などのハザードマップの作成状況をホームページ上で公開しています。また、国土庁でもモデル事業として地震・津波対応型、火山災害対応型、水害対応型、土砂災害対応型、林野火災対応型、その他の防災マップの作成を進めています。このように、防災マップには様々な対象と地域があります。いずれも目的は防災と減災です。地方自治体での取り組みは、その自治体で発生が懸念される災害に対して安全・安心な暮らしを続けていくことができるよう、いろいろ工夫した防災マップが作られています。たとえば、仙台市では地震ハザードマップ、津波ハザードマップ、洪水ハザードマップ、地すべり危険地マップ、急傾斜値崩壊危険地マップ、土石流危険地マップなどを公表しています。しかし、これらの防災マップやハザードマップは、縮尺が1/10,000～1/25,000などで、大まかには地域特性として被害分布などがわかりますが、私たちが住んでいる町内会や学区単位では情報が不足と言えます。

実際に役立つ情報は、生活に密着した情報である必要があります。浸水した場合はどの程度で、どの範囲まで被害が出そうか？ 斜面の下に住んでいる人は、斜面の崩壊の範囲はどの程度か？ 地震の時に揺れやすいのか、それとも揺れにくいのか？ このような問題に加えて、実際に様々な災害が発生したときに、避難可能な場所は？ 水や食料が手に入るところは？ 給水車は入ってこれるか？ トイレは確保できるか？ など様々な情報が必要です。特に、大きな地震では、消防や行政は発生直後には機能しないということを考えると、自分自身で必要な情報を集め、避難場所や水、食料などの確保をしなくてはならない状況になります。このようなときに威力を発揮するのがマイマッ

です。マイマップは「手作りの防災マップ」です。目的は自分と家族の安全・安心のためにつくるマップです。住んでいる町、通勤・通学経路、買い物で行くスーパーなどの経路でマイマップを作りながら地域の防災上の弱点を把握しておくと、いざという時に大いに役立つことでしょう。また、大規模災害時には各地からボランティアが来て、復興・復旧の手伝いをしてくれます。このようなとき、地域のわかりやすいマップがあれば外部から復旧の手伝いに来てくれるボランティアの作業もスムーズに行き、給水車の入る道の確保やがれき撤去の道の確保なども容易になるのではないでしょうか。マイマップは災害時に命を守るだけでなく、災害の復旧・復興に大いに役立つと思います。

マイマップの発展形として、町内会や自治会、小学校の学区などの防災マップを作ることもできます。地震の被災者は両若男女を問わず誰でもなりうる訳ですから、いろいろな視点でマイマップを作ることが大切で、子供と大人の目線の違いや、職業による危険性の感じ方、災害時の対応の違いや、年代による見方の違いなど様々な角度からのマイマップを集め、集大成することで、多くの情報が集まります。これをうまく使えば、防災上の問題点の抽出や対策についても考えることができるのではないでしょうか？

最後に、マイマップで大切なことは半年に1回程度、少なくとも1年に1回はマップの見直しをすることです。更新によって新たな情報を加えて行き、常に街を見直して行くことが、地域づくりとともに防災に良い効果があることは言うまでもありません。

【参考文献】

- (社) 日本技術士会東北支部応用理学部会、宮城県技術士会、(2005)：地域防砂マップづくり、パンフレット
(社) 日本技術士会東北支部応用理学部会、宮城県技術士会、(2008)：地震から身を守る～マイマップ作りのススメ～、パンフレット

国土交通省、<http://www1.gsi.go.jp/geowww/disapotal/>

仙台市、<http://www.city.sendai.jp/s-map/> など

作成日 2010/05/18

更新履歴

文責者名 今野隆彦

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 1節 マイマップを作ろう 3. 安全な避難方法と場所の決め方
------	---

災害が発生した後は安全な場所への避難が重要な課題になります。安全な場所といっても、災害の種類によって避難場所が異なります。見当違いの場所へ避難するとかえって危険な目にあい、最悪の時には命にかかることがあります。災害の種類ごとに避難場所を決めておくことは大切なことであり、普段から気をつけておくことが必要です。また、一時避難場所として住んでいる地域での避難場所の確保も協力してすすめておくことが肝要です。

キーワード **災害の種類 一時避難場所 避難経路**

災害にはいろいろな種類があり、この講座では主に自然災害について述べています。自然災害の種類は多数ありますが、大雑把にいって、[土砂災害](#)、地震、津波、浸水（洪水）、火山噴火などに分けることができます。このようなときの避難経路や避難場所の安全性はそれぞれ異なっています。もちろん同じ場合もあります。

地すべりやかけ崩れといった土砂災害を考えてみましょう。この場合は、発生する範囲やこれまでの被害の分析から、移動する土砂の範囲などがおおよそ見当がつきます。

（例えば、かけの高さの2倍または50m以内など）大雨や豪雨など土砂災害の発生が予想される場合、市町村長から「[避難準備情報](#)」、「[避難勧告](#)」や「[避難指示](#)」などが出され、避難することが必要です。また、自主避難として住民が自らの意思で避難することもあります。地すべりの場合は移動するスピードがやや遅いこともあります。しかし、地すべりはなかなか止まらないことがあります。対策工事が終了し、安全が確認できるまで避難生活が長期間にわたることがあります。

かけ崩れの場合は、急激に発生する多いために、気象情報等に注意し早めの避難が必要です。最近は気象情報で「土砂災害の危険性が高まっている」などの注意が出されるようになってきました。裏山が迫っている家に住んでいる人は、雨の情報などで避難を考えるようにしましょう。特に、寝室などはできるだけかけ面から離れた場所にしておけば、万が一の時に少しでも被害を軽くすることができるでしょう。

土石流は、谷の出口に上流から運んできた土砂を堆積させて緩斜面（小扇状地）を形成します。この緩斜面は、過去に土石流が繰り返し発生した場所であることを示しています。したがって、この緩斜面上に建築されている建物は、今後、土石流に巻き込まれ

る可能性があることを考える必要があります。その場所が緩斜面であるからと言って、安易に建物を建てることは危険です。なぜ傾斜が緩いのか？、谷の出口に立地していないか？などを考え、今後発生しそうな自然災害を想像してみましょう。

地震の場合は、余震の揺れを考えなくてはなりません。大きな地震の場合、余震も大きい場合があります。避難経路はよほど大きな道路でもない限り、ブロック塀が倒壊したり電柱、電線などが倒壊したり垂れ下がったり危険がいっぱいです。可能であれば近くの駐車場、畠、グランドなどの空き地に一時避難場所を求めることが必要です。ただし、一時避難所はあくまで集合場所との位置づけがあり、長期間にわたってそこで避難生活を送るうえで、行政からの支援の対象から漏れる恐れがあります。地震についての避難場所の問題点は、最近ずいぶん考慮されるようになってきました。集落ごとの移転とか仮設住宅、公営住宅の利活用などです。避難所の運営について多くの問題があるようですが、別の機会に譲ります。

2009（平成 21）年 8 月に兵庫県佐用町で悲惨な事故が発生しました。避難所へ自主避難しようとした家族が濁流に飲み込まれて亡くなつたのです。このときの避難所の小学校へは小さな農業用水路に架かる橋を渡っていく必要があります。夜の雨の中、避難しようとして濁流にのまれたのです。同じ町内で自宅 2 階に避難して助かった人もいます。この例を教訓として、浸水被害の場合、定められた避難所だけでなく、浸水の状況によっては高いところに避難するのが原則であることをもう一度思い出す必要があります。

津波の場合は、よく知られているように、付近の高台に避難することが必要です。高い山や、3～4 階建のビルなどに避難することがよいとされています。宮城県沖地震などの場合、地震発生から津波の到達まで時間が短いことから即座の避難が必要です。三陸地方で有名な“津波てんでんこ”は、まず何をおいてもいち早く避難する重要性を強調しています。この場合でも、地震の揺れはあるわけですから安全な避難路の確保は大事です。普段から安全な避難経路を考えておくことが大事ではないでしょうか？避難経路付近には、倒れて避難路をふさぐ様なものはできるだけ置かないなどの工夫が必要です。また、大きな目印や避難方向を指示する標識などの設置、整備も普段から行っておくことが大事です。

避難場所は、市町村が決めた場所以外でも、災害の性質に合わせた選択が必要なことはもうお分かりいただけたと思います。家族や住んでいる地域の人たちと一緒に、もう一度安全な避難場所を近くで探しておくことは、命や財産を守るために大切なことです。これらの避難場所は、町内会や自主防災会などと協力して、地域の避難所として行政側

に認知してもらっておくことが支援を受けるうえで大切です。

【参考文献】

急傾斜地崩壊防止工事技術指針作成委員会（2002）：新・斜面崩壊防止工事の設計と実例
—傾斜地崩壊防止工事技術指針—[本篇]，（社）全国治水砂防協会, p4-6
仙台市：<http://www.city.sendai.jp/s-map/>

作成日 2009/12/28

更新履歴

文責者名 守屋資郎

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 2節 地学情報を活用しよう 1. 地盤を診断する
------	---

概 説 地盤は、工業製品と異なり原材料が不均質な物質であるという特性があります。そもそも地盤はそれぞれ地史を有していることから生成されるまでの時間、生成される過程が一次的なものから二次的なものまであります。

したがって、その生成環境や経過年代によって多様な資質を有することから、われわれの利用形態に応じてそれぞれの様態を示すことになります。

これらを対象とするときには、詳細な調査を実施して、その素性・資質を明らかにし、事後にどのような挙動を示すのかを予測して、不足するものを補足したり危険を回避したりすることで、より安全に地盤を利用し、地盤と共に共生し、生活することができます。

キーワード 地形形成の履歴 低地の地盤 人工地盤

地盤を診断するということは、地盤の性質と現在の状況ならびに外的的作用があったときにどのように変化するのかについて予見することです。地盤の“もの”としての難しさは不均質で長時間かけて生成されたものであることと経時的な変化に敏感なことであります。つまり物性が一定していないことがあります。

したがって、診断は内科的にはなりますが、それに基づいて、どのような環境下でどのような変化をするものなのかをあらかじめ予想して対応策を考えておくことがあります。

地盤診断は、通常地質調査という方法で、地質の構成や性質、地下水の状況などを把握することです。これは設計・施工するための基本的なことで、すべて安全にものづくりするには不可欠で資料調査→現地調査や聞き込み→本調査という一般的なことから対象となるところの詳細なデータを得ることになります。本調査ではボーリングや実際に掘削して実物を観察したり、様々な物理的な探査や試験をしたりすることで、目的にあった地質情報を把握します。

ここでは、これらの詳細な方法や地盤・岩盤の地質診断法や具体的な岩盤分類とかではなく、最も基本的で多くの情報が得られる地形の特徴と地盤状態の重要性について述べることにします。この地形と地質の関係を知っているだけで、いろいろな役に立つ情報が、おおまかではあるにしても、上手な利用で正確な情報が読み取れて、その後の調査も最小化でき、普段の防災行動などにも役に立つと思われます。

地形地質といっても、われわれの生活環境の大部分は、低地と台地が多くの割合を占めていて、仙台圏も丘陵の開発が進んでいるとはいえ、工学的にも安全性を考えるにも低地と

台地が中心になると思います。

(低地の地盤) この低地は、最も若い時代に生成されたものであるために、軟らかい(軟弱)という特徴があります。もちろん、ただ一面に軟らかいわけではなく、地形的にも、そのでき方やあり方で扇状地、自然堤防、後背湿地、三角州、氾濫原、海岸砂州・砂丘、ラグーン、沼沢地などに分けられ、それぞれに土質構成や地盤の強さも異なっています。

地盤を診断するということは、地盤の性質と現在の状況ならびに外的作用があったときにどのように変化するのかについて予見することです。地盤の“もの”としての難しさは不均質で長時間かけて生成されたものであることと経時的な変化に敏感なことであります。つまり物性が一定していないことがあります。

(台地の地盤) 段丘で代表されるもので、仙台の旧市内を中心部はこれにて構成されており、広い範囲で平坦部を構成していてひな壇になっています。

段丘には侵食されてできるものと堆積作用ができるものとがありますが、仙台のものは広瀬川の河成作用による堆積段丘です。厚さも場所によっては、数m～数10mの堆積物があり、砂礫層からなっているために地盤の強さは中位以上あります。基礎地盤としては良好で、耐震性もあります。しかし、斜面などを切りとり工事などをすると、塊状崩壊をしたり湧水が見られることもあります。地層としての固結度はよくない。



図 3.2.1.1 土地と地形の呼び名

	状況の説明	示唆事項
扇状地	上流から運搬されてきたものが、平野に出たところで土砂や礫が緩やかに円錐状に堆積している。	砂礫層が主体で地盤としては強い方。地下水は低く、末端では湧水となる。向きによっては耕作地として良好。
自然堤防	河川や旧河川に沿って分布するやや高い帯状の分布。洪水時の堆積物で、砂質系からなる。	地盤は周辺よりも良く、地形的にも高いところから防災的にも優位。昔から集落や畠、神社などがあり、道路も発達。
後背湿地	平坦で、排水状況が悪く、水田、湿地、沼沢地になっている。軟弱で、砂よりもシルト、粘土、泥炭、腐植土からなる。自然堤防の背後に広大に分布。	軟弱であることから、防災抵抗力が低い。都市部では開発で潜在化していることも多く、古地図などでの確認が必要。
三角州	河川の河口部や静かな入り江などに分布。標高は5m以下、表層部は砂やシルトだが、それ以深は海成粘土。	地盤の強さが不均質、表層の砂は地震時に液状化しやすい。過剰揚水による地盤沈下が懸念
氾濫原	土砂供給が多い河川の沿岸に分布、流路が網状で、砂礫、砂、粘土から構成	基礎地盤として中位
海岸砂州、砂丘	海岸に平行に、高さ数m～数10mで帯状。表層部は粒のそろった砂層で、下位には粘土。	支持力はあるが、地震時には液状化しやすい。
ラグーン	砂州の背後にできる埋積域、湿原や水田に利用されるが、粘土、泥炭、ピートなどからなっていて軟弱	基礎地盤としては不良、住環境として不適。
沼沢地	小河川や枝沢などの出口がふさがれて水田や湿地を構成、極めて軟弱な粘土、シルト、ピートからなる。	極めて軟弱な地盤。沈下やすべり等が発現する可能性あり。

(造成地盤) これは、自然地形を開発して平坦な地形となったところで、大きくは低いところを埋め(盛土)、高いところを削り(切土)、前に押し出して新たな面を作る(腹付け盛土)ことにより新たな土地を人工的に作ったところです。

このほかに、土砂をよそから運搬して平地を高くしているものもあります。

いずれにしても、時間が経過してしまうと、一見、自然地形のようにも見えてしまいますが、実はその下の状況によっては危険要素を潜在させることになります。78年の宮城県沖地震のときに被害を受けた団地は、正に地下の地質と地形を反映した被害でした。地

震の揺れはどこでも同じではなく、地形の形状や地質の強さによって増幅することもあります。

したがって、このような造成地では、造成前の地形とその形状を知ることは一番重要です。どんなところに、どのようにして作られたのかを知ることは、土地の安全性の把握並びに防災対策を考える上で最も基本的なことになります。

以上のことからは、今後の安全を考え防災をしていく上で重要なことであり、これらのこととはかつての資料や古者の話、既存の地形地質の成果を整理することで、かなりの精度での地盤の資質を示唆してもらえそうです。

作成日 2009/12/28

更新履歴

文責者名 守屋資郎

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 2節 地学情報を活用しよう
概 説	<h2>2. 土地の安全性の決め方</h2>

土地の安全性については、何に対しての安全性なのかということと安全性そのものの定義が必要です。工業製品であれば、利用者が活用する過程で事故を発生せずに機能し続けられるものが求められるが、土地の場合は完成・完結したものではなく、それ自体が経時的に変化するために使用目的に応じた安全性を考慮しなければなりません。そのために、材料評価と同時にリスクを特定した対応や対策が時には求められることになります。したがって土地についてのリスクは、物性、地史と地域知を複合した考え方で把握する必要があります。

キーワード 地形判別 地域史 土地へのリスク特定と評価

「土地の安全性」とは言い方を変えれば、「不安に思うことは何か」「その不安をどのように確認するのか」ということになります。その不安は、沈下、崩壊、すべりなどで、現況が大きく変化して、求めている環境が維持・機能しないことだと思います。事前にどのようなことが生じるかが明確になっていれば、選択しないようにする、選択しても対策するとかの判断ができるわけです。しかし、問題は、この辺の判別つまり発生することでの支障・障害の種別が必要になると思います。

そのためには、土地を構成するところの地形や地質、利用の形態に関するリスクの存在を知り、それぞれのリスクに対して最適な分析や評価を実施して、予測し適正な対応をすることが必要になります。土地は人間の住環境の根幹ですので、被害が発生すれば、その箇所に限らず周辺への影響、その修復費用等の大きな事象になりかねません。

以上の考え方は、通常リスク管理といわれていて、組織やプロジェクトに潜在するリスクを把握して、そのリスクに対して使用可能な方法による、効果のある対処法を検討する方法です。簡単に言えば、いかなるリスクがあって、それに対してどのようなことを考えておくべきかまたは事前にしておくべきかを検討することになります。土地の安全性について、重要なことは土地を構成する地形や地盤を確認した上で、そこに潜むところの危険要因（ハザード）を特定することです。つまり、重大な結果をもたらす可能性のあるリスク及び想定される重要な支障（被害）を把握することが事前にできていれば、様々な対応ができるということになります。

ここで、宅地に関して、その安全性について考えてみます。土地は圧倒的に平地を構成していることが多いと思います。しかし、その土地について、その素性を知ろうとする

以下のようなことが重要な情報になります。

- ①この土地はもともと自然地形なのか、人工的に作られたものなのか。
- ②造成されたものなら、かつての自然地形はどんなだったろうか。
- ③がけくずれ、地すべり、土石流などの被害履歴はなかったのだろうか。
- ④河川低地、湿地、沼などの跡地で軟弱性の土地ではなかっただろうか。
- ⑤ここは、かつてどんな土地利用がされていたのだろうか。
- ⑥かつて、周辺では、どんな災害があったのだろうか。
- ⑦ここの地質は、どんなものから成り立っているのだろうか。
- ⑧その地質にはどんな特徴や特性があるのだろうか。
- ⑨地下水位は高いのだろうか、井戸はあるのか。
- ⑩現在はどのような構造物があり、どのように利用されているのか。
- ⑪構造物はいかなる支持形式を採用しているか。

このようなことを総合化すること、つまり古来から現在までの経験、地形や地質の特性を柱に勘案した上でのリスクの把握が必要です。そして、そのリスクに対して分析をし、リスクの算定をすることになります。リスクの算定とは発生確率と被害規模ということになりますが、同時に弱点の分析の洗い出しにもなります。

つぎに、これらの結果に基づいてのリスクの評価をした上で対応の方針を定めるということになります。リスク評価の内容は、緊急性のあるものなのか、具体的なものになれば規模的にはどうなのか、対策を実施すべきなのか、利用そのものを再検討すべきなのかなどになります。

対応としては、最良なのは、その安全性に影響がある不安な要素を除去することですが、地盤の場合には、周辺の環境、地象や気象に支配されることもあって簡単ではありません。

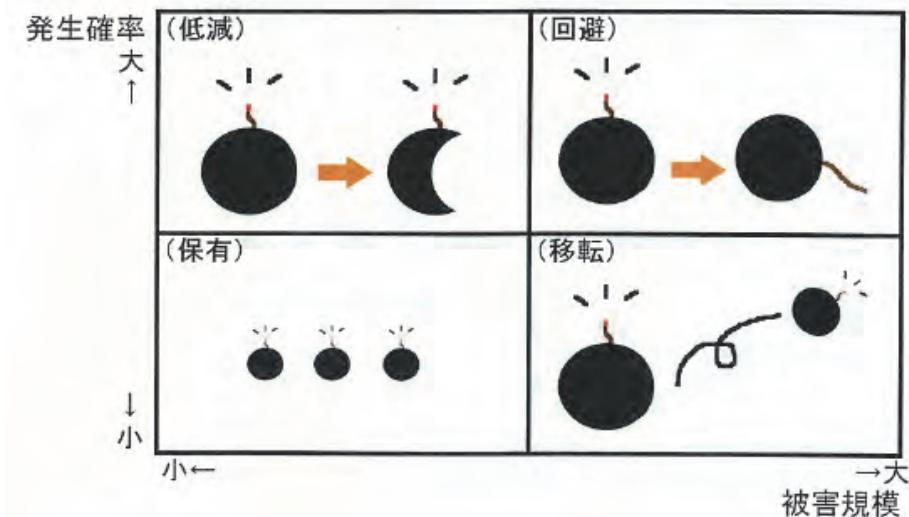
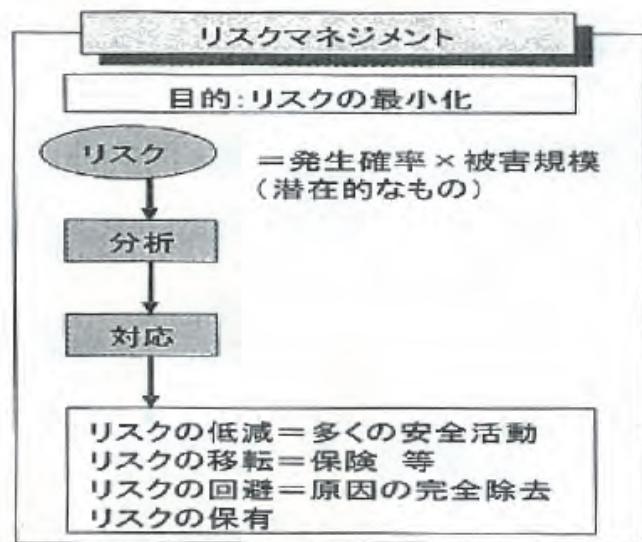


図-3.3.2.1 土地の安全性とリスクマネージメント

そこで、先のリスクの算定にもとづいて、4つのケースを考えます。それは、リスクを保有する（ある意味で、十分に理解して共生するという対処）、リスクを低減するという考え方（例えば、補強、改良などの安全対策）、回避といいますが発生すれば規模が大きくなり、対応に経済的にも技術的にも困難である場合に原因を完全除去する、そして移転といって、土地の利用形態を変えたり、あるいは保険という形で対応することが考えられます。これらのものは相互に重合するもので、明瞭な線引きはありませんが、それぞれの重みを示すことは可能です。いずれにしても、これらのツールが有効に機能するには、様々な場での理解が必要になると思います。

このようなコミュニケーションは、リスク管理をしていくために重要な項目と考えられ

ています。つまり、リスクを完全に管理することが求められています。リスクの内容、基準、限界について理解を共有する説明責任を果たすことにもなります。このようなことは、リスクが常に存在する科学技術に対する社会的受容（P A）を高めることになり、社会全体の安全安心な環境を継続させる潜在力になると考えられています。

作成日 2009/12/04

更新履歴

文責者名 守屋資郎

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 2節 地学情報を活用しよう 3. 土地利用の歴史から今を知る
------	---

われわれは、地表で継続して暮らしていくために様々な知恵や知識を駆使していました。当初は自然環境に生活のスタイルを合わせていましたが、次第に情報や技能が増えるにしたがって環境を改変することができるようになります。主役を奪還したような征服感を持つようにさえなりました。しかし、自然はそう甘くはなく、自然現象と相容れない行為に対しては、それなりの警鐘が与えられてきました。これらの事実を学習しながら、より良い生活空間を継続するにはどうすればよいのか、そのための基盤の醸成が求められています。

キーワード 土地の利用 自然との共生と改変 環境再考

人間は地球上での生活するということになれば、まず考えるのは、“食”と“住”的ことだと思います。人間は怖いこと、避けたいこととして地震、土砂災害、水害、獣害、雪災害を考え、望まれるものとしては水、食料、平地、安定地盤、肥沃な土壤、豊かな里山であります。このことは、おそらく5000年よりも前からの定着した意識だと思います。いまは交通機関も物流もさまざまな方法があるので、ある意味でどこでも生活できるのかも知れません。しかし、少し前までは、“食”ではなんといっても近くで確実に継続して必要な分が獲得できることが重要だったと思います。また、住まいは食住接近しているところ、平らなところ、水害がなく安定しているところなどを選ぶことが最重要と考えられたのです。

したがって、原初的にはやや高台で、食糧が容易に得られる海岸や川、里山的なところに近接したものと考えられます。このような場所が、集落としてそのまま定着して拡大され、近くに自家栽培の用地を獲得しながら発展していったものと考えられます。

そういう場所も経年的には災害をこうむったり獣害に襲われたりして、より確かなところへと移動していったこともあるようです。土地利用は、最初は一元的ですが徐々に意識の多様化、学習効果、規模の拡大によって様態が変化していったと思われます。それが生活空間の付加、改善、アメニティ、安全安心の確保ということにつながっていったものと考えられます。

そして、生活をするための安定な空間が確保されてくると、“衣”に関心が移ってきます。

“衣”は利用する側と生産する側とで活動状況は違ってはきますが、材料の入手、加工の仕方や場、品質の向上、短期間に仕上げるなどの機能が発揮される段階へと発展していく

ことになります。

また，“食”といつてもその確実性，量的確保，継続性，他の動物との競争，栽培，自給，換金，利水などが関係してきます。“住”にしても防災，広さ，食住接近，寒暖，定住，気象，地象と深く関連しています。これらの要素を経験や実績，聞き込みなどから比較検討して，よりよい生活空間が求められていくものと思われます。

われわれは，通常，土地を集落，都市，食料基地などの構成で見ることが多いわけですが，土地については地形，地質，水文，土壤，耐力，植生，需要，防御，流通など多方面からの検討がなされてきたものです。したがって，どのような土地利用が歴史的になってきたかという流れを丁寧に剥いでみることで，利用を支配してきたものがなんであるかを明らかにできるように思えます。

時代とともに，生活空間が拡大し続けてきたが，それは逆に自然との遊離であったようにも見え，それに追随しての新たな事象が発現しているように思われる。

そこで，仙台圏について，どのように地形地質が理解されて土地利用がなされてきたのかについて考えてみたいと思います。

(1) 遺跡の分布から見た知見

遺跡は，かつての人間の生活空間ですので，遺跡の分布状況を見ると当時の生活の様子が分かると同時に空間の安全性も推定できるといえます。生活を永続させるためには，安全な地域で，食料も近場で得られところに立地されると思われます。その上で，さまざまな災害からの難を逃れる必要があります。したがって，落ち着く先を確実なものにすることが最も基礎的なことになります。住むということは，地盤が安定していて，水害や津波の被害から避けられ，水・食料の入手が容易であることであり，これが安全・安心につながるとして住処を確保していったことだといえます。

仙台市史の考古資料を参考に，時代ごとの分布を見てみると，地形のこととの関係が見えてくるようです。

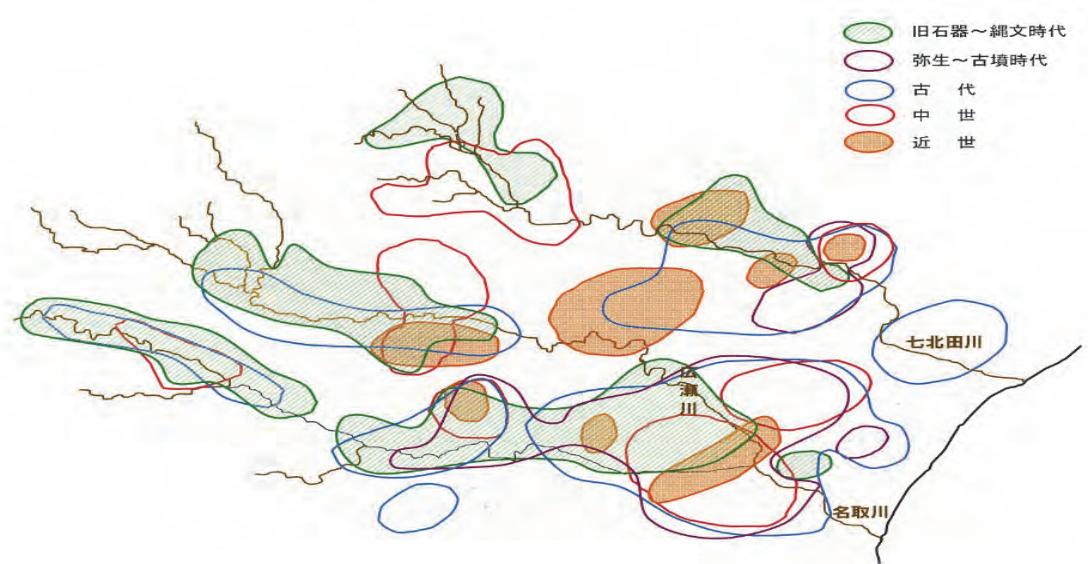


図-3.2.3.1 時代別移籍分布図

旧石器並びに縄文時代の遺跡は河川のそばの平坦な地形を選んで分布しているのがわかります。採取中心の生活を考えると山が近くにあって水が確実に確保できるところで、平坦な地形は段丘地形であります。弥生・古墳時代になると、河川の下流に移ってきていて、平野部にも一部分布を広げています。農耕時代を反映して、山に頼る比率が減ってきていくことかもしれません。平野部は洪水の被害を避けて、やや高みの自然堤防を選んでいます。

この傾向はその後も続きます。古代に入ると前時代の範囲を拡大するような傾向になり、平野部での生活が多くなっています。食糧の栽培技術の進化、生産効果が得られたことだと思いますが、同時に上流への進出も果たされています。平野型と中山間型に分かれるようにも見えます。物流がはじまったのかもしれません。中世・近世になると、新たなどころの開拓というよりは、今までの中での選抜した様子が見られ、労働効果を重視した生活空間を獲得していくといった気がします。

いずれにしても安全で、生活環境が継続されるようなものを獲得しようとした変遷ではあります、そのときには様々な環境を支配する地形をたくみに利活用してきたものと推察できます。

(2) 城下町の構成からの知見

城下町は、当然ながら城が情報の発信地になって統治されるわけで、それを支える人とのものが城下町の構成資源となります。そのためには、限られた空間だけでは不十分ですので、領外に対しても交流していく必要があります。したがって、城下町は物流として街道

で他国とのつながりを持ちつつ防衛・治安の仕組み、民生や経済の活性化のための組織などが整備されていたわけです。この中でも、治政上重きを置かれたのは交通網だと思われます。この交通網は、現代でも分かるように投資効果に基づく整備がなされたのは当然ですが、加えて防衛上のこともあわせて考慮する必要があったと思われます。いかに安全で、維持費用が少なく人やものが流通していくかを検討して整備してきました。この時代に限りませんが、道路整備は軍事的なことを第一に考えつつ、人文的な要素を組み入れ自然地形を巧みに利用して、通行の安全性を重視して整備されていったと思われます。このような考え方には、基本的には現代まで引き継がれている道路整備の理念だと思います。

地形や地質からいうと、安全なところ、危険なところを経験やいいつたえで知識化していたもので、谷地や湿地を避け、すべり地・崩壊地を認識し、河川攻撃されているところには近づかないようにしていたのがわかります。逆に自然堤防や地下水が豊富ところは積極的に活用して自然に逆らわずに上手に付き合うすべを知っていたようです。一見、遠回りのような道も、^{わけ}理由ありということです。

（3）近代都市の発展から見た知見

近代に入ると、産業の発展に伴って産業基盤の整備、勤労者の住宅確保などが必要となってきますが、特に、住環境と運輸関係の整備は緊急の課題でした。運輸関係は、既設のものの機能向上を図るというだけでは不足で、新設することになり、住環境の生活様式の変化や多様化によって面積の確保が求められるようになり造成が各地で実施されるようになりました。仙台市内、その周辺でも例外ではなく二次産業の振興とともにその傾向は急進していました。

この頃になると、土木技術も対策工法の開発や輸入がなされて、これまで自然条件が優先されていたものが、自然を無視した対応も多くなり、それに応じた現場災害も少なくありませんでした。これらの結果は、宮城県沖地震の被災として発現する結果にもなり、都市における斜面災害として注目されることになりました。そのほかにも、地盤構成や土性を無視した盛土、地質構造を無視したのり面、軟弱地盤を対象にした建築・土木構造物などが被災することになりました。

地盤は、単なる物性だけで対処できるものではなく、その成り立ち、経過などがきわめて重要で、いわゆる生き物（化け物？）です。地盤の性質を無視しての土地利用は、災害後の復旧や復興に多額の費用を要することになり、後で悔やまれることになります。そのためには、事前の調査を十分にしてあらゆる可能性を抽出して対策を講じておくことが必要となります。

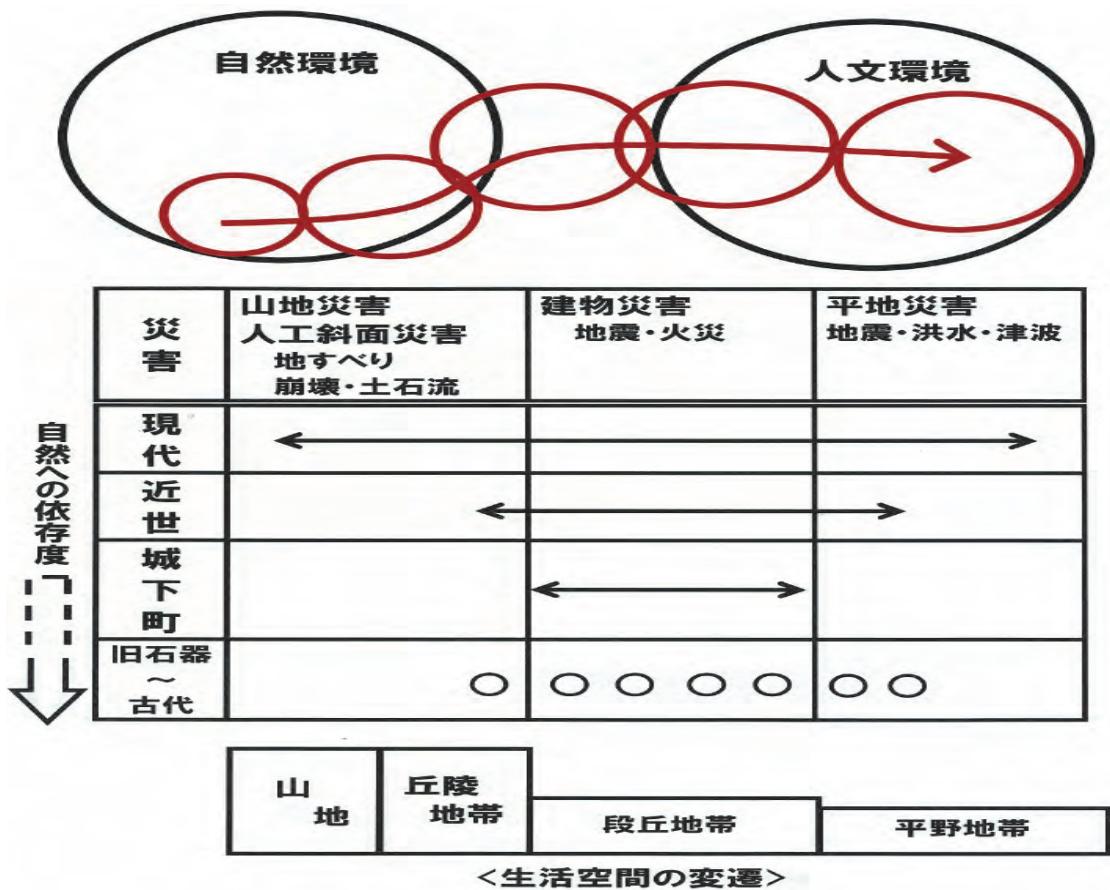


図-3.2.3.2 生活空間の変遷

(4) 将来の都市形成と地学

これからの中核市は、市民の年齢構成の変化や生活様態の多様化が進み、様々な機能が求められることになりますが、いずれにしても、未来の中核市は次のことがらがベースになって発展することが望ましいと思います。

- ① 安全（地震、水害、気象、風害）であること。
- ② 安心（防犯、災害時の避難、災害復旧復興へのアプローチ）できること。
- ③ 環境に負荷を与えることなく、環境が維持できるシステムを有すること。
- ④ “豊かな地下水と青い空、爽快な風と豊かな食材、人情が感じられる町”
- ⑤ 地域コミュニティーを形成して防災潜在力を有していること。
- ⑥ 空間地理の視点から環境地理の視点への転換を図ること。
- ⑦ 土地の安全性に着目した利活用すること。

これらを実現するためには、様々な対応があるでしょうが、まず「地域を知ること」と「気

づく」ことが必要だと思います。前者は現象が発現する背景として、後者は異常に敏感に気づき、その場に適合した行動が取れるためのものです。

これらのために、あらゆる組織が連携して身の回りの危険に気づかせるためのプログラムの提供が求められていると思われます。確かに、寝た子を起こすことにもなりますが、恐れにまけずにコントロールしていく方法もひとりひとり身につけなければならないと思います。われわれの生活する空間や環境にはさまざまな危険な要素があること気づいておくことを生活様式として定着しておきたいものです

作成日 2009/08/16

更新履歴 2009/09/02

文責者名 守屋資郎

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 3節 環境との係わりを知ろう 1. 環境を支配する陰の実力者
------	---

概説 地形や地質は自然環境に重要な役割を果していると考えられています。自然は研究や調査の対象としては地形や地質、気象、植生などの要素に区分できます。しかし、自然はこれらがバラバラになっている訳ではなく相互に関連しあって、縫い目のない世界を形成しています。われわれは、日常、多様な景観を体験していますが、これがまさに地形地質を基盤とした出来上がったデコレーションを見ていることになると思います。

キーワード 素因と誘因 地域性 多様な世界

(その1 環境の中の地形や地質の役割について)

ここでの環境は自然環境ということですが、それは天気などの気象や地表での出来事をはじめ、地球上のあらゆるものごとの状態ということです。その中で現象が見られるには、もとになる原因と引き金となるものがあります。大方、話題になるのは現象事態や直接的な原因が多いと思います。例えば、植生分布は geoecology という分野での対象ですが地形や地質が気象などと密接に関係していますし、がけくずれなどの土砂災害などは発生原因や発生頻度と深い関係にあります。われわれの生活圏が地球の表面であることから見れば、地形や地質と無縁の関係であるはずがありません。

山地や丘陵は様々な岩石から構成されていて、大昔から嘗々と風化や浸食が続いた結果、この岩石に谷ができ、谷と尾根の間には、様々な傾斜の斜面が形成されます。この斜面の水平方向にも起伏のある凹凸を作り、やがて新たな尾根と沢に分岐していくことになります。斜面には土壤が形成され植生が活着して森へと拡がっていき、森は動植物が生存するようになって、最も適した環境での生活環境が形成されます。

これらの形成に完了形ではなく、その母胎である地形や地質が変化すると生態系そのものの変化し、そこに地域性、環境性が異なる多様な世界が形成されています。自然構成する要素は様々ですが、そのなかでも基盤を構成する地質はそのうちでも最も重要な要素となっています。地質が異なると、風化や浸食作用の働き具合が異なるので、様々な地形が出来上がることになります。その結果、土壤の厚さやタイプ、水分条件、斜面の傾斜や安定度、崩壊の発生しやすさなどが異なってくるために、これに依存する森林も種類や、密度、組み合わせ等が多様になります。このように考えると、生態系全体の性質を左右するものの一つに地質がかかわってくるということになります。

(その2 植物園内で見た地形地質)

仙台周辺の丘陵地における植生と微地形の関係については、いくつかの研究が行われていて、微地形単位に対応した水の動きや土壤生成プロセス、地形変化傾向を反映しているという報告があります（西城 潔 2002 等）

具体的な例として、仙台市青葉山にある東北大学付属植物園内の谷頭部付近では、頂部斜面及び上部谷壁斜面にモミ林が成立していること、谷頭急斜面・谷頭凹地の植生は種組成上モミ林に類似するものの高木層が発達しないこと、下部谷壁斜面の植生は他の微地形単位におけるそれと大きく異なっていることが報告されています。また、上部谷壁斜面ではモミが安定的に成長するのに対して、谷壁凹地では発芽して成長するものの、若齢時に枯死する傾向があることが報告されています（Kikuchi and Miura 1991）。

また、仙台付近の高館丘陵や中の沢地区を例にした、微地形-植生-地表面安定度-土壤の関係を明らかにしたものもあります（田村、1984）。

こうした微地形単位の組み合わせは、構成されている地質、堆積後の構造運動、風化浸食作用をベースにした地形発達の結果からもたらされ、それに応じた水や土壤物質の動きとも連関していることは想像に難くありません。

青葉山の森

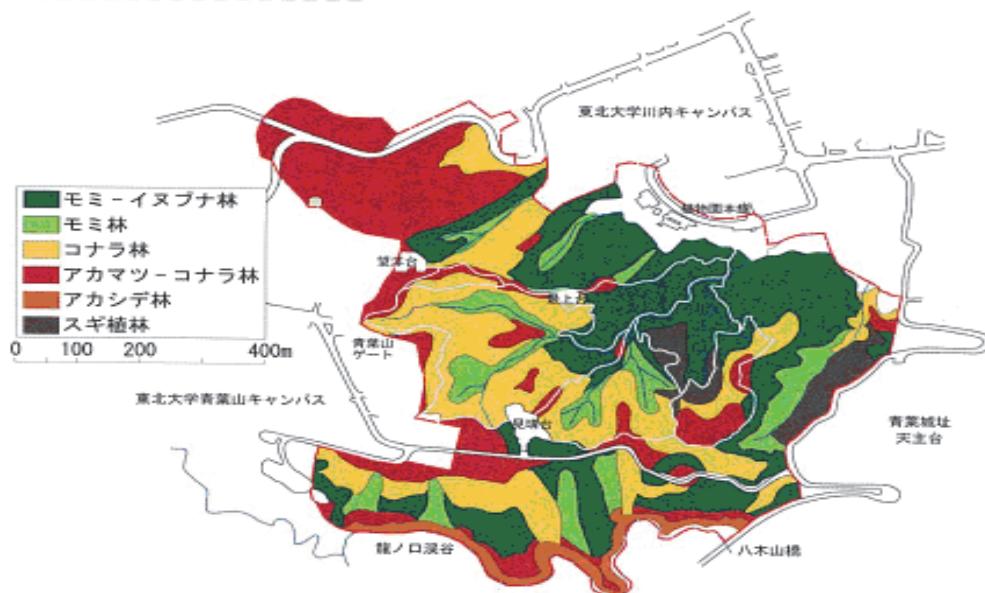


図-3.3.1.1 青葉山植物園ガイドブック「植物園に行こう」,

(東北大学出版会, 2009 より転載)

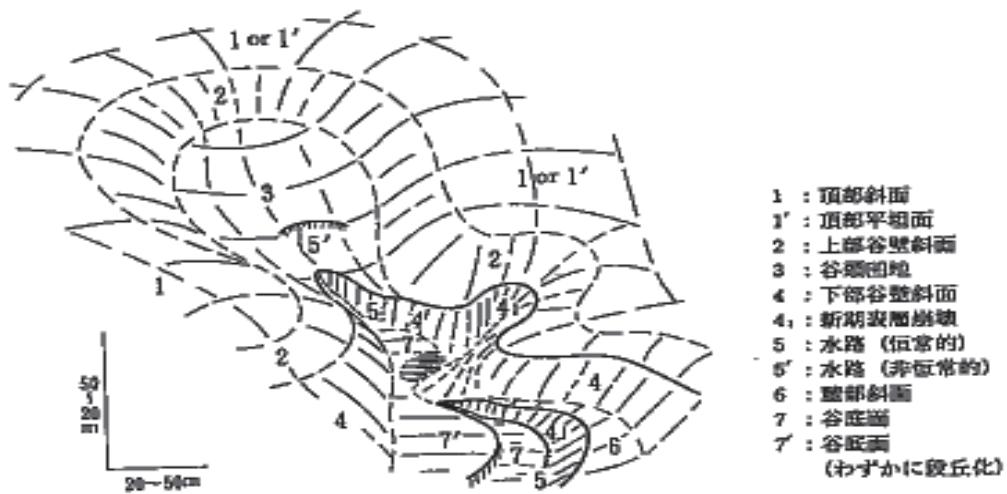


図-3.3.1.2 丘陵地を構成する微地形単位 (田村 1987)

(その3 地すべり地で見たものは?)

また、仙台市青葉区八幡の先に放山^{はなれやま}というところがあります。いまはありませんが、国道48号線に接して不動池という大きな池がありました。山に入ると起伏の多い地形で、所々が陥没して凹地が点在し、大小の湿地になっているようなところもありました。地名からも想像できるように、広瀬川の流れまでも変えたという大規模な地すべり地です。当時の空中写真を見るとこのブロックだけが植生が周辺よりも貧弱な印象を受けます（下記の写真-3.3.1.1は1988年当時）。これだけでも、地形や地質、植生が複雑に絡まって環境を形成していることが推定できます。



写真-3.3.1.1 仙台市青葉区放れ山全景

複雑に絡まるということは、地形や地質は常に変化しているので、植生もそれに順応しているという、あや織りのような共生関係にあるということを示しています。

われわれ地球の生き物は、すべて適材適所で生活できるように様々な工夫をしていますが、もちろん地形地質がすべてを規制している訳ではありません。

しかし、大きなベースとして地形や地質は影響を与えており、これらの知識を持つだけで、様々な裏情報を得ることができます。山に行っても里にいても、動物・生物・菌類などの生物は、正直に自分たちの環境を教えてくれます。総合的な「地学」からは、わが身を守り社会を守るためにヒントを学ぶことができると思います。

「名は体を表す」という言葉があります。名称がそのまま実態を示しているという意味ですが、地名や通称が、かつての地形変化やその土壌、地質を表していることがあります。そのようなことから、かつてどんな地学現象があったのか、たとえば、地すべり、かけ崩れ、湿地、軟弱地盤であることを教えられることもあります。

【参考文献】

- 西城 潔 (2002) : 仙台周辺の丘陵地の植生と景観、地生態学入門 : 247-253, 古今書院
Kikuchi and Miura (1991) : Differentiation in vegetation related to micro-scale
landforms with special reference to the lower sideslope. Ecological
Review 22 : 61-70.
田村俊和 (1984) : 丘陵地における自然環境の空間的構造をとらえる試み(5), 高館丘陵,
中の沢地区に見られる地形、土壌、植生の空間的対応関係、東北地理,
36:180-181.
田村俊和(1987) : 湿潤温帯丘陵地の地形と土壤、ペトロジスト 31 : 135-146.

作成日 2009/08/29

更新履歴 2009/09/02

文責者名 守屋資郎

タイトル	第3章 「地学」を役立ててみよう！ 3節 環境との係わりを知ろう 2. 汚染・浄化のメカニズム
------	--

概説 20世紀に入って、産業が活発になるにつれ社会生活も多様化する中で、大気、土壤、海洋汚染が拡大してきています。いずれも程度の差はありますが、発生源だけですまない広域拡大の影響があるという厄介な問題です。特に土壤汚染は、地下水汚染にも関係していて、健康被害だけでなく、食糧生産などの産業へも大きな負荷になりつつあります。ポイ捨て感覚、経営優先、浄化への過大な期待は絶対に避けなければならないと思います。

キーワード 汚染の特徴 環境教育 土地の安全性

(その1 汚染の歴史と状況について)

汚染は公害問題です。日本では明治時代に発生した足尾鉱毒事件がはじまりともいえますが、戦後になっての高度成長期になるとそのピークを迎えます。当時の公害問題は、環境汚染物質がはっきりしていて、発生源も特定できるものでしたので、住民運動や法規制で解決する方向へ向かいましたし、それを機会に、汚染となる物質をつくらない、外部に放出させない技術開発も進みました。

ところが、1980年代に入ると、地球温暖化が話題になり、オゾン層の破壊、森林の減少、酸性雨、海洋汚染、生物種の現象、絶滅危惧種の増加、砂漠化、水資源の枯渇などが新たな問題になってきました。この中に土壤汚染、地質汚染、地下水汚染などが含まれてきています。これらの現象に共通していることは、広範囲の環境の変化・破壊であること、汚染物質が特定の場所で発生することが少なく、私達の日常生活そのものが原因の一つになっているという特徴があります。ある意味で、生活の向上と背中合わせのところもあるということです。水俣病でも経験したところですが、有害な化学物質は、一度環境に放出されてしまうと、糸が切れたようにどこにいくかわかりません。そして、回収するには大変な時間と費用がかかりますし、完全対応は不可能なのです。新しい化学物質の中には、生活を豊かにしたものもありますが、健康にどのように影響があるのかについては不明なものも数多くあります。環境への影響や被害は、すぐに発現するものだけではありませんので、その可能性を常に考えて、環境への影響を最小限化することが必要だと思います。

この環境への影響に対しては、病氣にもたとえられますが、病気にならない方法と病気に対する治療の両面から考えていく必要があります。できれば、予知予防をしっかりして、

病気にならないほうが社会的損失も少なく、費用の点でも優れているように思われます。そのためには、知識に加えて、経験や対応についてしっかりと継承して伝達することによって、底上げすべき環境教育が必要あります。環境への対応は、一過性のものではなく、自分たちとか次世代以降にも影響があることを意識する必要があると思います。実害が顕在化するまでには時間がかかるから、継続した教育、情宣を行うこととか、広い範囲での大きな輪に発展させるべきだと思います。そして、土地を利用する場合でも計画の段階から排水のことまで考慮した総合的な環境計画をあわせたものにする必要があると思います。

わが国は、事例を多く経験し、環境対策にも多くの実績があり、環境技術を優れているわけですので、これを支える意識の向上が醸成されることが必要です。土地の安全性を地形地質という面だけではなく、環境・防災への予知という観点も加えた形の広範囲な検討がなされることが必要です。

(その2 汚染をキレイにするためには?)

下記に土壤汚染に対する工法について示しました。さまざまな方法が実施されていますが、完全にというのであれば除去以外に方法はない訳です。いずれにしても対策には、その対象となる範囲の特定や、除去したもののが再処理という課題があります。

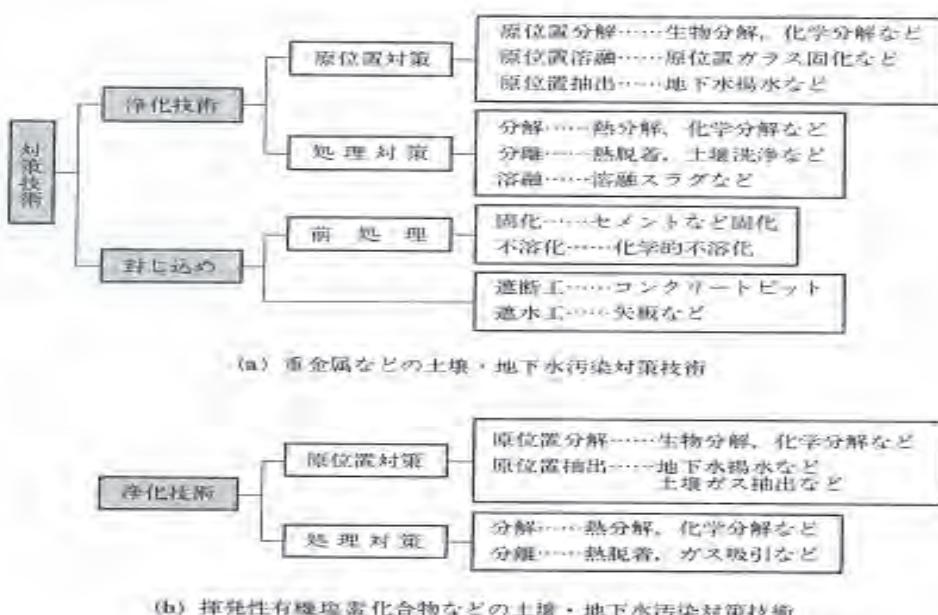


図-3.3.2.1 土壤・地下水汚染の調査・予測・対策（地盤工学会, 2002）

われわれが生活しているのは、限られた土地であるゆえに、今後さまざまな処理が必要になってくることが予想されています。今までの事例などからわかつてきたことは、この汚染そのものがすぐに反応が出てくるものでないだけに、問題の発生に極めて長い時間を要

しているということがあります。地下水を長い間飲料水としていた住民の健康被害が汚染によるものと判明したとか、土地が売られて再開発しようとしたときに土壤汚染が判明したなどの例が急増しています。地下のことであることから、なかなか顕在化しないという厄介なものです。また、修復といつても、費用は当然ながら、汚染された期間以上に時間を要するということもあって、対策を難しくしています。そして、単に費用や心配を少なくするという面だけではなく土地所有者、利用者、周辺の住民とのコンセンサスが不可欠で、浄化責任をどうするのかということが複雑に絡んできます。

2003年2月に土壤汚染対策法が施行されました。これによると、①土壤汚染の調査責任は土地の所有者が負うこと、②汚染原因者が明らかな場合は、汚染原因者が汚染の調査・除去を行うこと、③汚染原因者が不明の場合には、土地の所有者が行うこと。などとなっています。いずれにして、汚染に関しては、地質、地盤の技術者の役割は大きいと思います。汚染物質がどのように拡散していくかというモデル化には、地質構成や土質・土性に精通していることが重要で実態に近いものの対策がキーポイントになります。そして、この汚染は単一の技術だけでなく、広範囲からの評価や検討が求められているので、他分野の技術者とのコミュニケーションが大切になると思います。

作成日 2009/10/23

更新履歴

文責者名 守屋資郎

タイトル

第3章 「地学」を役立ててみよう！

3節 環境との係わりを知ろう

3. これからのライフスタイル

概 説

地球の上に暮らす限り、地球上で発現している自然現象を無視して暮らすことはできません。これまで、それに抵抗しながら、生活のための利便性優先の改変を行ってきたところもあります。それは一方的なものが多く、自然の力を利用するという視点がすべてにあったとはいません。これからは、地球に生きるもの的一部として、環境に配慮しつつ負荷が大きくならない方法と知恵が求められています。そして未来永劫、限られた資源の目減りをさせない、生産性のある利活用をしていく必要があります。

キーワード 環境と防災 リスクの特定 土地の安全性 自然との共生

これからのわれわれの活動には、環境と防災という二つの視点で、生活プログラムを組んでいくことが求められています。それは、ともにわれわれにとって脅威になっていることが顕在化してきているということによるものです。そのひとつの対応手段として、自然との共生という考え方を求められているわけですが、これには自然をどのように見て、感じるかということと、逆らわずに自然の恩恵を享受するという意味があります。いままでは、生活空間は市民の希望や意向を中心に展開され、どちらかというと利便性や生産性を重点に運用されていたように思われます。そして、地震や水害ということになれば、事前対策よりはその被害に対して対応してきました。つまり、生活優先があって何か不都合が発生すれば事後的に対策を施してきたと思います。ある意味で場当たり的なマッチポンプ的な防衛策でもあったともいえます。これからは、自然が持つ機能を最大限に活用し、できるだけ環境的にも負荷を与えないことを前提とした行動が求められているのではないでしょうか。

そのためには土地の安全性を把握した機能別土地利用計画が、わが国の防災上不可欠であります、例えば、ダムにしてもその機能に応じたフレキシブルなプランをもとに堤防による代替案、総合的視点での代替エネルギー、森林資源の活用を含めた価値向上を視点とした検討が必要になると思われます。

また、土砂災害にしても、予測や予知に重心を移しながら、征服しようとか抵抗するというよりは避難するほうが社会的な負担も小さいこともあるのではないでしょうか。

地震や水害にしても、市民の関心度の底上げをはじめとするソフト的な対策、耐震化やコンパクトシティなどのハード対策などを棲み分けすることも検討のひとつのような気

がします。

これからは、土地の安全性を把握して，“回避”“避難”に重点を置いた利用する上でのリスクの特定を重視した考えが必要だと思います。

土砂災害にしてもわが国の国土を考えれば、全体が地形地質的にも脆弱で、気象条件も極めて厳しい条件を有しています。それゆえに、どのようなメカニズムでどの程度の被害が想定されるのかを明らかにすれば、その影響圏外での活動はできるわけで、情報基盤整備とともに土地利用は可能になります。あらかじめ、対策を施してそこでの利用を図るという選択も当然ながらあるでしょうが、自然現象は広域的なバランスの上に成り立っていることを考慮すれば、周辺を含めた十分な検討が必要なことになると思います。自然の時間軸と、われわれの生活軸とは大いに異なることから、なかなか同じ目線での比較検討は難しいところもありますが、少なくとも今までの人間の活動は範囲にしてもそのスピードにしても圧倒的に自然変遷のスピードを凌駕しています。われわれの行動を今ここで、冷静に分析評価したうえで、これからの地球人としてのあり方を考え直さないといけないと思います。

今までよりは不便で、機能的に劣ることもあるでしょうが、それは現段階の短期判断であるからで、次世代以降のことを考慮すれば、納得できることもあるのではないかでしょうか。

環境と防災は、学際・業界領域にもなっていて、さまざまな分野からの研究、実務が実践されています。したがって、かかわっている多くの人材のネットワーク化が不可欠で、いろいろな切り口からの検討が必要になってきます。いずれにしても、その基本は科学者が判断した正確な知識をもとに、常に情報収集と分析評価を実施して、負の傾向が確認されれば、速やかなフィードバック体制が取れる仕組みを構築するという考え方で進めることが今後の姿になることが求められています。