

New! 連載します

ことわり わざわい

つれづれに・・・**自然の理と災**

私たちは、地球の生物として卓越した開発能力によって、さまざまな環境改変をしてきました。しかし、いまとなればその中でさまざまなトレードオフも生み出してきたように思われます。本来は踏み込むべきでないところにまで踏み込んでしまったような感もあります。自然は敵とか見方とかではなく、自然のはたらきを分け合いながら利用するという気持ちについて考える機会になれば幸甚です。連続 12 回を予定しておりまして、内容は以下のように考えています。

構成内容	回	記述内容
まず、地形地質から (1)	1	まえがき
	2	(1)地球の薄皮
	3	(2)日本列島について
まず、地形地質から (2)	4	まえがき
	5	(1)山から海まで
まず、地形地質から (3)	6	(2) <small>きざれいし いわお</small> 細石の巖となりて (3)景観と環境
生活する環境が良いということは?	7	(1)安全に暮らす (2)自然の一員として暮らす (3)遺産の継承
平地ということについて	8	(1)“平”らであるという意味 (2)“平”らをどこにつくるか
土地の素質を調べる	9	(1)育ちの良い土地 (2)反面教師 (3)素質を伸ばす
災害にならないための工夫	10	(1)土砂災害のリスク
	11	(2)地震に対する抵抗力
	12	(3)避けるか、うまくつき合うか?

連載1

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

まず、地形と地質から その1

まえがき

今年、名古屋で生物多様性会議が開催され、マスメディアも特集を組み解説が報告されている。これは、多様性の維持継続に多大なる危惧が感じられるということで、いわば自然の一員であるわれわれ人間が、占用的な行動でかなり負の影響を与えているというわけである。この多様性は、人類のみならず地球が永遠に続くために不可欠であるということであるが、その対象は多様化している。そして、この多様性を維持している基本的なものは地象であるが、これが人的作用とあいまって、いままでとは異なる現象を発現しているという。どんな人的作用がということになると質、量ともに大きいことなのだろうが、その一部の支配因として、直接的であれ、間接的であれ生活基盤である土地の改変とか土地利用がある。これらは開発という言葉で一括されてしまうところだが、まったく有害な行為であるというものではない。例えば、山菜をとって生活の糧にする人は、山の歩き方から始まって継続的な生産基盤を維持させながら採取するといわれていて、常に先を見て行動する知恵があるものである。

この土地というのは、生活するためには空気と同様、絶対的なものである。そして、普段は意識しているわけではないが、何か災害があったり、利用拡大があったりすると思い出されるという類でもある。それだけ、身近すぎるということだと思う。

われわれは、生活するためには土地は定住するにしろ移動するにしろ、地盤という支えが必要である。そして、何はともあれ、食べるものと水が絶対に必要になる。そして住ということになれば、まず寒暖を防げるということもあるにしてもなんととっても安全であるということが求められる。安全というのは自然災害もあるが獣害から守られるという点が、とりあえず重要な視点である。

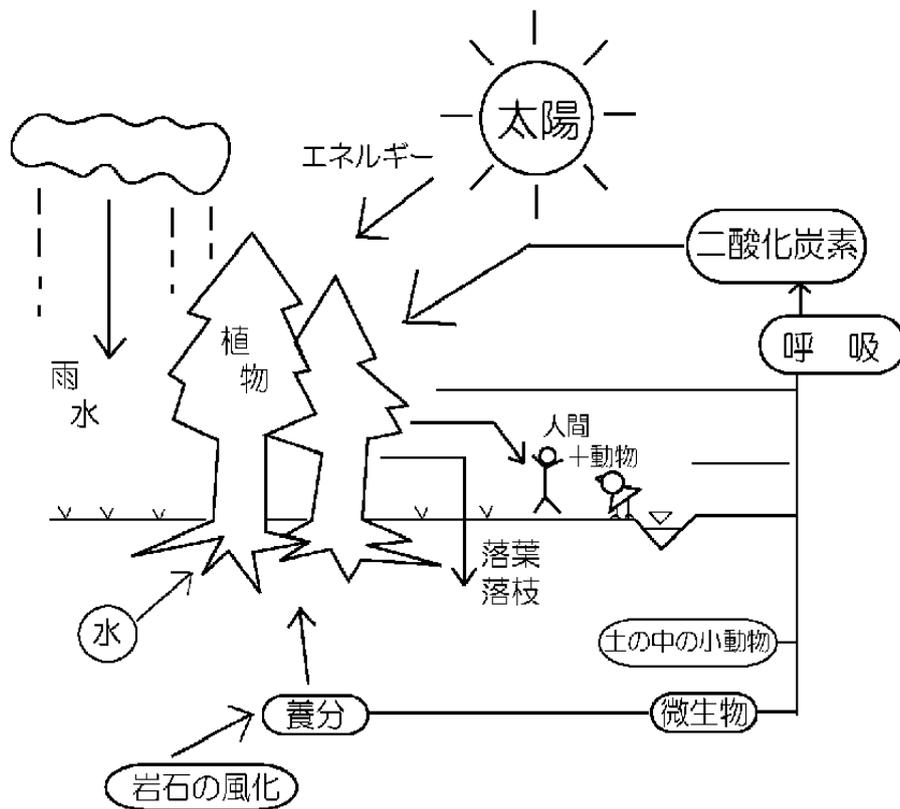
そこで、身近な土地という切り口でこの自然を見直ししてみようと思う。平地に乱を起こすというのではなく、どんなところなのか、どんな土地利用を図ってきたのか、これからより快適な環境として存在し続けるにはどうすべきなのか、日常的でないゆえに恐ろしい土砂災害や地震災害に対してどのように対応すべきなのかについて考えてみたい。快適で安全な生活と環境に対する負荷はトレードオフなのか、共生すべきものはないのかを、日常的なところからアプローチすることが、グローバルなものへの理解につながるような気がする。

われわれは、地球の表面を陸上、海上という言い方をしていますが、特に陸上は生活するためにはしっかりとしていないと都合が悪いと思います。

もし、不安定であれば、足の置き場所がありませんし、底がないと海の水も漏れてしまいそうです。

普段は、あまり考えていないことでも、何かあると、特に災害などで被害をこうむると、未来永劫安定しているわけでないことを知ります。これから、われわれが住む地球を大きく見てみたり、身近に観たりして、自然環境とどのように普段の生活にかかわっているのか、どのように仲良くしていけるのかを感じてみたいと思っています。

よくいわれていることですが、地球は人間だけの所有物ではありません。他の動物や植物が共生していかなければならないところです。いま、共生といいましたが、共生とは何なのでしょう。一言でいえば、お互い迷惑をかけないで生活することということだと思います。特に人類は活動度が高いだけに周囲を気遣い、我慢するところを知り相手を思いやってお互いの命を永らえるということに配慮しなければならないと思います。



地表に於ける物質の動き
(万有の相互連携基本システム)

連載2

ことわり わざわい つれづれに・・・自然の理と災

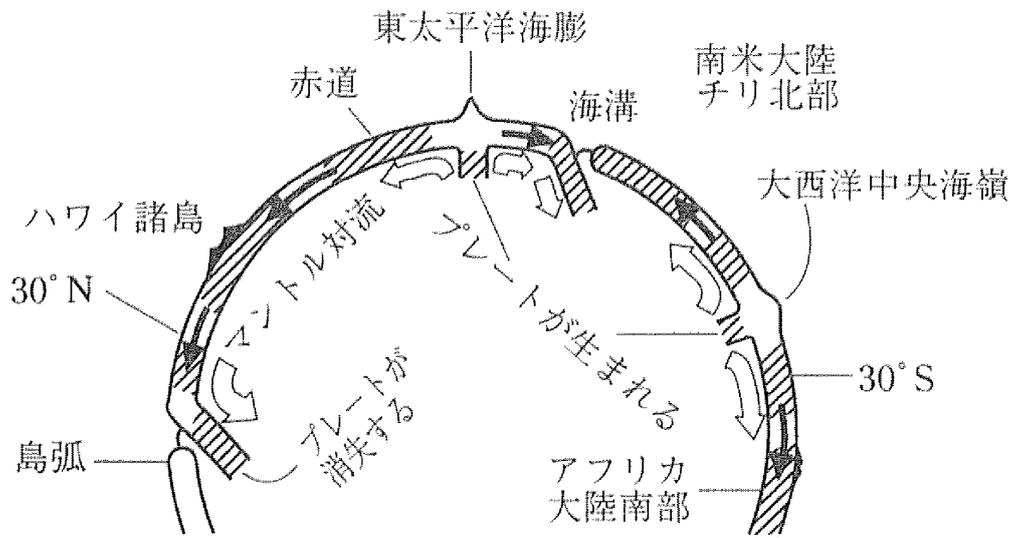
まず、地形と地質から その1

(1) 地球の薄皮

地球は、球ということからボールのようなもので、輪切りにするとタマゴのようだと教わってきています。その球はタマゴにたとえると黄味があって白味があって、殻で包まれているイメージでの構成になっています。われわれはこの殻の上で生活しているわけですが、この殻は、ツルっとしたものではなくでこぼこで、殻の厚さもさまざまです。そして、なんといっても驚きなのは、この殻が常に動いているということです。割れることもあるし、移動することもあるし、常に動いているということです。地球全体が安定になろうとするためにあっちこっち体を動かしているのです。時間を短縮して地球誕生からいままでの変化を見ることができたら、ものすごい躍動が見られると思います。特に地殻の動き（変動）は、われわれの体でいえば老化していくイメージではなく、むしろ新陳代謝の過程と考えたほうが良いと思います。

地殻は動いているというのを実感できるものの一つは、地震だと思います。地震は地下の岩盤が動いて、変形することで発生する反発力で発生するわけですが、地殻の薄皮だけが勝手に動くわけではありません。固い代名詞のような岩盤が動くということは信じられませんが、動かす力とは何でしょうか。それには、地球の深部は熱いというところに源があります。これが岩盤を常に温めていて、ゆっくり流れ、軽くなって上昇するようになります。そして、上昇してくると、圧力が変わることで、一部溶けてマグマというものになります。そして地表付近では冷えて岩盤となり、重くなってまた沈んでいくという対流が発生しています。マグマは地表付近に来ても容易に地表には出ることができないので、裂け目を作りながら押し出していきます。このようにしてできた板のようなものをプレートと呼んでいます。

このプレートは下から突き上げられマグマによって、ゆっくりと地下数百 km の厚くてやわらかい層の上を移動しますが、移動の際には別なプレートに接して静かにもぐっていくものと激しくぶつかっていくものがあります。



地球の深部は高熱→マントル対流による岩盤変動→上昇してプレートを生成
→潜り込むプレートは下降

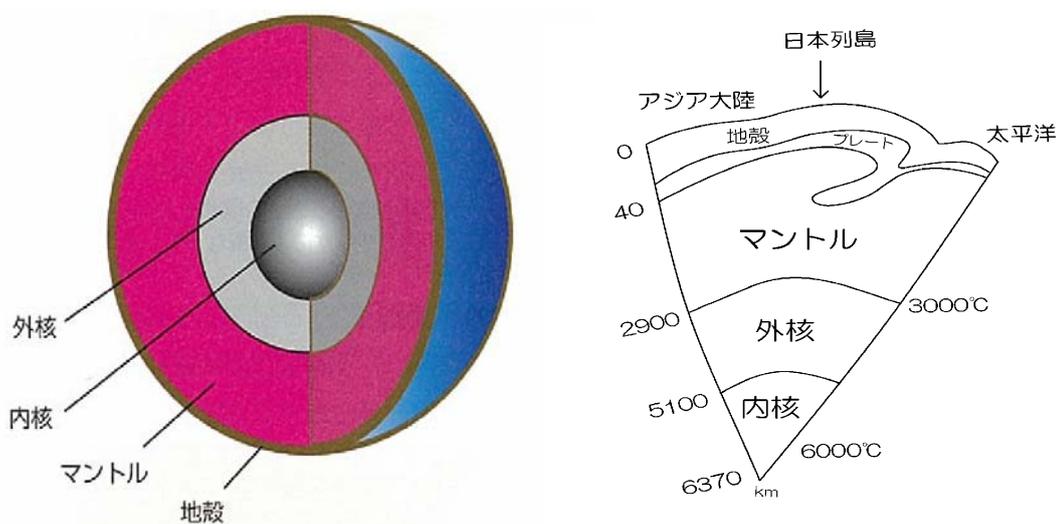
こんな風に、地球の表面は常に動いていて、さまざま活発な活動が続いています。このようなダイナミックな動きと、地表だけで風化、浸食、崩壊、移動という運動も行われ、その間に土砂災害となる現象もあります。いずれにしても、これらは地球にとってはごく当たりまえのことであっても、われわれへ不都合となるようなものとして出会うと災害と呼ばれて、大騒ぎするということになるわけです。これらのことは、地象といわれていて防ぎようがないものが多いのですが上手なお付き合いが望まれています。

さて、地球は生きているということなので、その体の構造を見てみましょう。先ほど、タマゴにたとえましたが、大きくは、地球の中心まで約 6,400 km あって、中心から内核、外殻、マントル、地殻という層状になっています。そして、中心部は約 6,000℃ と太陽の表面と同じくらいに高温です。この高温が地球のエンジンであるともいえます。

地球の内部の高温を考えると、煮えたぎる釜の上で踊らされているというふうにも見えません。地球のこのような内部のことが見えもしないのにどうしてわかるのかということをお話します。まず、地球の重さは地球の重力を調べることでわかります。体積はわかっていますので、平均的な密度が算出できます。ところで、この平均密度は地表で採取できる岩石よりも大きいので、地球の中心部はかなり密なものであることが推定されます。この密なものは何かということですが、主成分は鉄であろうと考えられています。もちろん、ただ計算だけではなく、高温高压の室内試験によっても実験・観測された結果でもあります。そして、先ほどのタマゴのような同心円状の構造はどうして推定されたのでしょうか。これは、実は地震波の観測結果からなのです。外核は横波（S波）を通さないことから液体

であろうと思われ、内核は逆に固体であることがわかっています。鉄の高温高压の溶融実験などから推定して中心部の温度や圧力を推定していますが、中心部が溶鉱炉のようになっているというわけです。

層区分	主要岩石等	記 事
地殻	花崗岩、玄武岩	風化、変質することで二次的な土質、岩塊へと変化。
マントル	かんらん岩	上部は部分的に溶融、火山マグマに捕獲される例あり。
外核	金属鉄	S波を通さない液体として流動。地磁気の原因。
内核	金属鉄	固体、約 6000°C



連載3

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

まず、地形と地質から (1)

(2) 日本列島について

日本はよく、火山国といわれたり地質の博物館といわれたりします。確かに温泉は多いし、地域ごとに様々な石を見ることができますし、河原の石の種類も豊富です。また、地質は地形とも関係しています。高い急峻な地形、なだらかな高原、丘陵地、平野など、これまた豊富で、地形が変われば地質が変わっていることが多いようです。昔は、お墓の墓石は近くの山にある岩石や河原の大きな石を利用することが普通でしたので、その地域の墓石を見ると大体の地質の分布がわかったものですが、さまざまな石が使われています。また、河原の石は上流から運ばれてきていますのでどんな地質のものが上流に分布しているかをおおよそ想像できます。

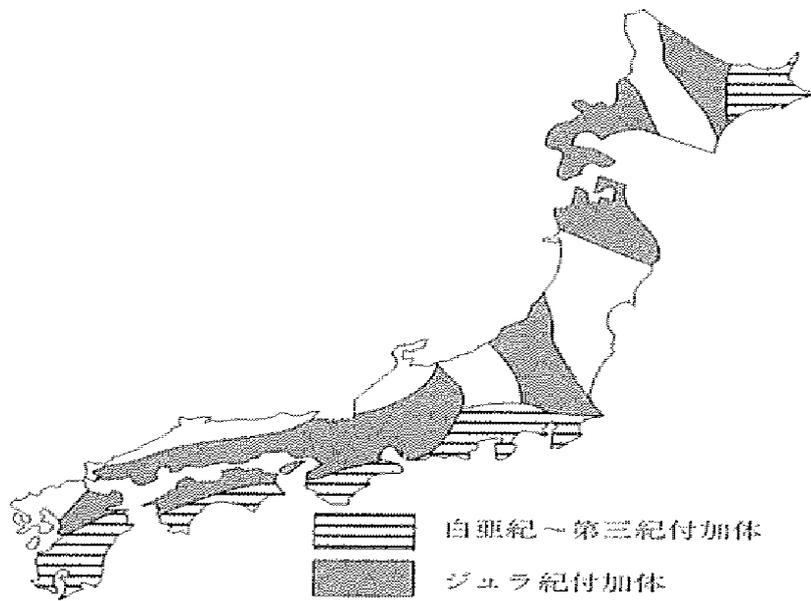
そこで、どのような地質がどこにあるかということの詳細に示すということは、それぞれの地域に、いつごろできた地層、岩石がどのように分布しているかということです。

このいつごろという誕生日を知ることには、大きな法則のようなものがあります。一つは「地層の堆積は上位にあるものは下位にあるものより新しい」ということと、二つ目は「ある一定の地層には、その地層特有の化石がある」ということです。これらに基づいて、離れているものの比較や同定ができます。また、堆積物の中にある有機物や岩石の中の鉱物を物理化学的な手法で年代を決めるということもできます。

地球は40数億年に誕生して、さまざまな事件に遭遇しながら現代があるわけですが、その反映を移しているものが地質ということになり、ちょうど日本史が時代区分できるように地層も大きな時代区分ができます。そして、時代ごとに特徴があります。

日本列島は、もっとも古いのが4億年を越える飛騨片麻岩といわれていますが、これらの原岩といわれているものは飛騨山地や東北地方の南部北上山地に確認されています。

日本列島本体は、一つのものからなっているのではなく、実は、付加体というものの組み合わせが基盤になっています。それは、二畳紀(2億5000年前から2億9000年前位)の付加体とジュラ紀(1億5000年から2億年前位)の付加体、太平洋一体には白亜紀から第三紀(2000万年から1億5000年前位)の付加体があります。図示したように、これらの付加体がパッチ状になっています。



地 質 時 代			日本列島の形成に関連した主な出来事
2.6 24 65	新 生 代	第 四 紀	平野の形成
		第 三 紀	日本海の拡大
		古第三紀	炭田の形成
143 212 247	中 生 代	白亜紀	花崗岩の貫入
		ジュラ紀	付加体の形成
		三疊紀 (トリアス紀)	
289 367 416 446 509 575	古 生 代	二疊紀 (ペルム紀)	西南日本内帯の付加体の形成
		石炭紀	秋吉石灰岩などの秋吉海山列が赤道付近で誕生
		デボン紀	飛騨外縁帯・南部北上帯
		シルル紀	
		オルドビス紀	
		カンブリア紀	
575	先カンブリア紀	飛騨片麻岩の原岩の形成 (約20億年前?)	
4600 (百万年)	地球誕生		

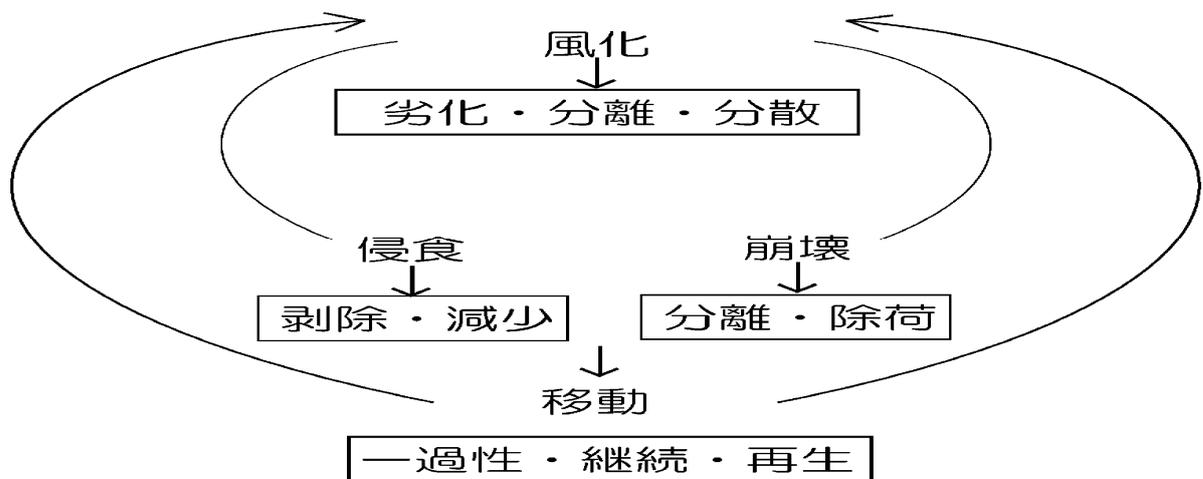
日本列島はアジア大陸の端っこにあるために、その時代時代に、南方の海底で堆積されたものがプレートで運ばれて付け加わってできたものものですが、そのころには日本海はなかったものです。この日本海は新生代第三紀中新世（1500万年～2000万年前）のころに大陸から離れてできたものです。（つづく）

連載4

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

まず、地形と地質から (2)

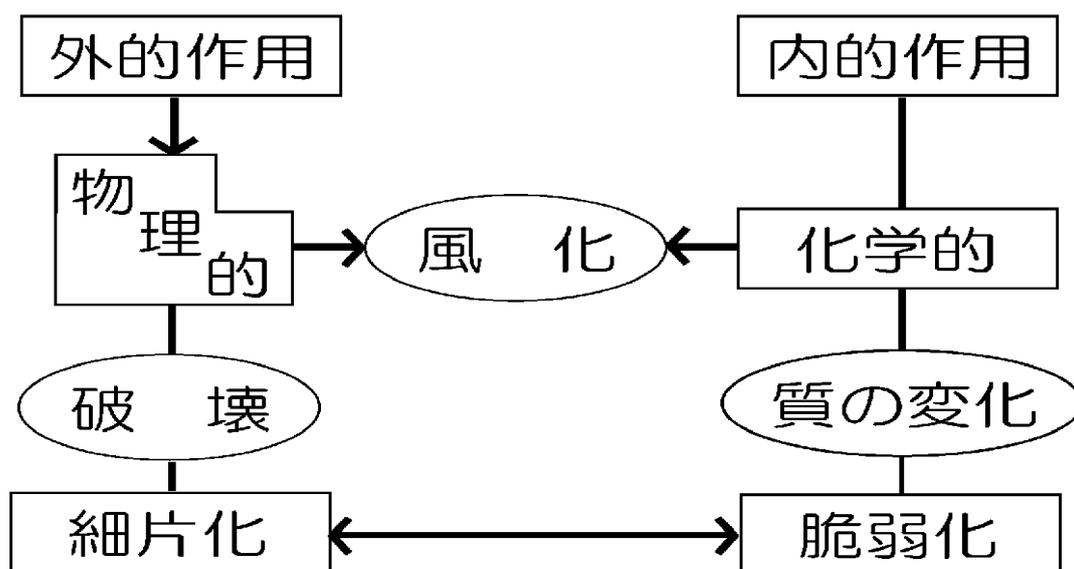
われわれの足元は、いままで話してきたような時代に生成されたものが直接見えるということは少ないと思います。がけ地の露頭や地面を深く掘削することで確認される可能性があり、われわれは基盤岩と呼んでいます。この基盤岩を覆うようにあるのが地盤ということになります。この地盤はその場所でできたもの、よそから移動してきたもの、付近から供給されたものとか、その由来はさまざまです。そして、構成されているものの大きさや種類も多いのですが、その故郷ふるさとはほとんどの場合は明らかにされています。この地盤は、最初から物が決まっています。ここにあるのではなくて、造られ、壊されの繰り返しの結果を、いま見ているというものです。これは、どういうことかという地表ではさまざまな試練があります。地震や火山のほかにも、太陽にさらされて日夜暖められたり冷やされたりする繰り返し、雨水による攻撃、浸食、運搬と絶え間なく曝されることが起きています。そしてものの変化だけでなく大きく地形も変えているのです。例えば、風化して細くなった岩石は、さらに浸食されて川によって下流へと運ばれます。運ばれていく途中でさらに砕かれたりして、低い方へと移動します。途中で段差のある地形を作ることもあるし、平野部では土砂として堆積することもあります。そして、傾斜が緩やかなところでは扇状地とか三角州というゆるやかな広い地形を形成していきます。また斜面に残ったものは、移動したりもします。



地質時代のうち、最も若い現代を含む時代を第四紀（約 260 万年前）と呼びますが、この間も休みなく、この地盤は活動をしていて、山地は隆起、平野は沈下という大きな傾向を

示しています。そして、この間の気象変動も激しく、氷河期と間氷期が繰り返されていて、これに応じて地表地形が変化してきました。その結果は海水面の変化を発生させて陸になったり海底になったりしています。

地盤・岩盤は、さまざまな作用を受けて地盤を形成するわけですが、さらに地盤は土壌化して土が作られていくこととなります。例えば、岩石が土になるには、風化作用というものが働きます。



この風化作用というのは、ある種の破壊作用で物理的なものと化学的なものがあります。例えば次のようなものとなります。

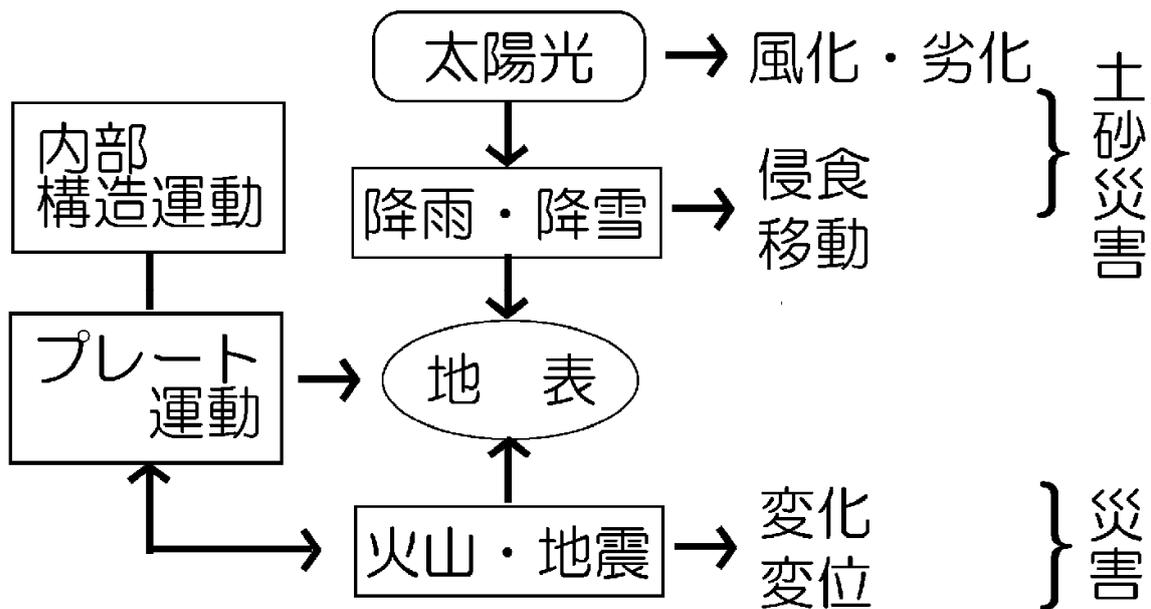
岩盤に割れ目などの隙間→水がしみこむ→凍結融解、乾燥湿潤の繰り返し、バクテリアなどの作用、樹根の生育など→岩石の細片化や変質→岩石中の成分と水との反応→変質鉱物の生成→風化層の拡大 というプロセスで変貌していくことがあります。

このような変化は、一様ではなく、もともとの岩石の種類や脆弱の程度、気候、地形、生成年代に左右されていて、例えば花崗岩などでは地下数百mまでがマサと呼ばれる砂質土に変わっている例もあります。

このように地表は一時も休むことなく、さまざまな作用を受け、絶えず変化しています。そして、ゆっくりとした変化であれば穏やかで気にならないかもしれませんが、時として、地震や火山があり、大規模な内部崩壊や地すべりなどの土砂災害によって、地形が変化したり河川が変化したりしています。そして、このような変化が、われわれの生活を脅かすことともなり、なんとも忙しい地表の上で暮らしているというのが実際なのです。なんか、危ないところに住んでいるなという印象かもしれませんが、地表が変化することや山が変動することは自然の摂理であり、また恵みでもあります。

われわれが災害と呼んでいる土砂災害も、高い山は風化や崩壊によって安定化しようとす

るし、さらに降雨によって削られ、河川で運搬して下流へ移動して平地や海に堆積して陸地を作っていきます。しかし、地下水や降雨がなければ、砂漠化が進むし、砂漠になれば人間の生活領域は狭まっていきます。災害が発生するところでも、上手に付き合って生活することが求められており、恵みとなることと被害は同居しているということになります。



連載5

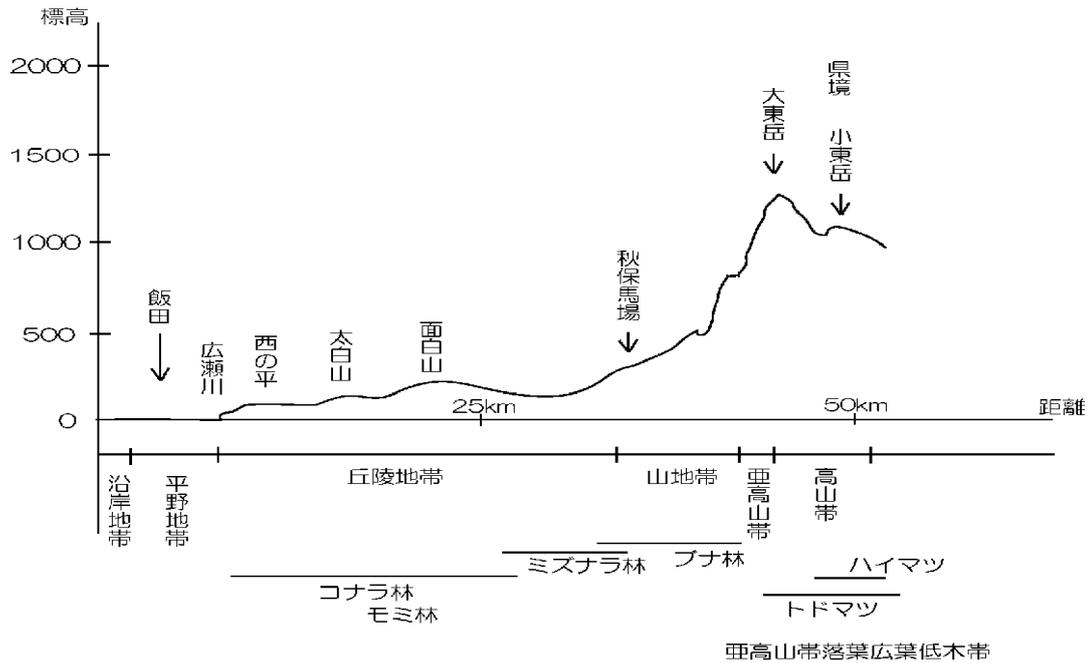
ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

まず、地形と地質から (2)

(1) 山から海まで

われわれが住んでいるところの周辺を眺めてみると、さまざまなものが自然地形としてみることができます。山であったり、平野であったり丘陵だったりして、これらがいづれからあるのだろうか。おそらく大昔からということになるわけですが、少なくとも遺跡などがあれば、先人が暮らし始めるころには、その原型はできていたと思います。遺跡などの分布を見たり、現地に行ったりすると感じることは、なぜここに生活の拠点を置いたのかとか、なるほどここなら快適で便利だったろうと想像したりします。いまでも昔も、暮らしには安全安心が一番求められていますし、加えて水や食糧が得られるということになるでしょう。先人はこのようなところを経験的に選択していったわけですが、地形や地質をたくみに利用していった知恵があったことに驚きます。

東北地方にある仙台市は4区を有する大都市ですが、また海から脊梁まで連続した地形を見せてくれるところでもあります。簡単にいえば、平野、台地、丘陵、山麓地、山地が階段風になっていて、海岸から山まで直線で約50km(海岸～山形県境)、県境大東岳が1,366mという地形が見られます。大まかな地形断面図を示してあります。

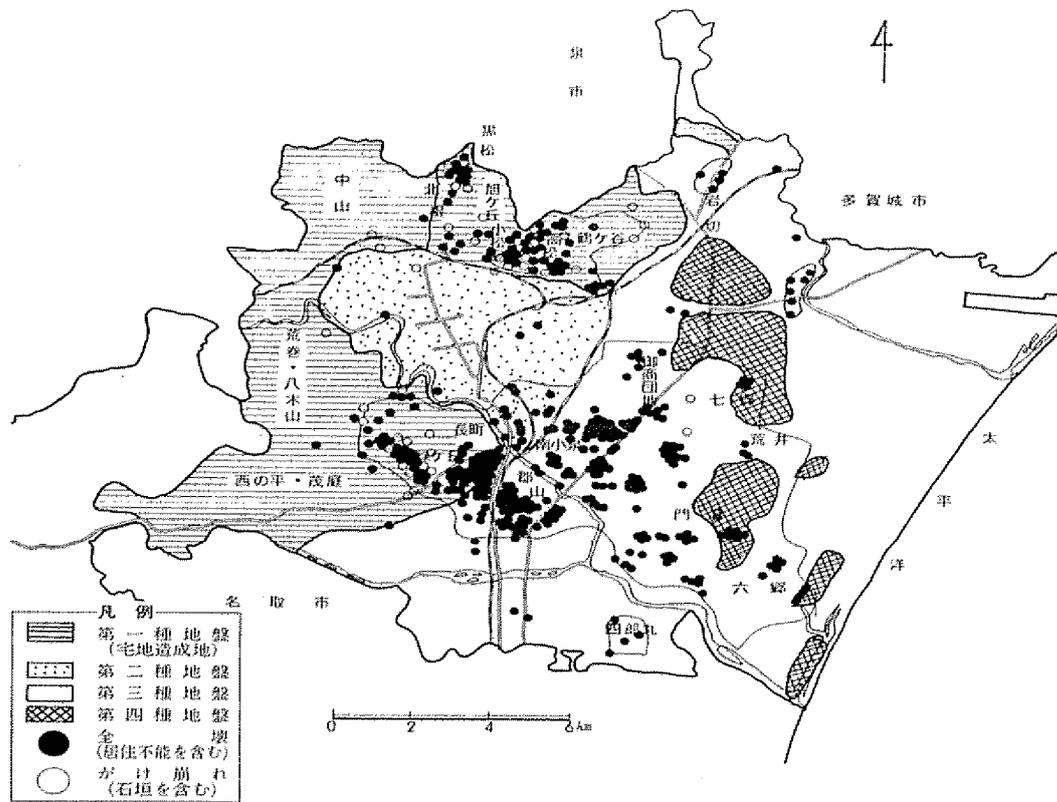


地形は、どのような規模で観るかということを感じ方に大きな差があります。平野を平らな面と見てしまうこともできるし、平野を構成するわずかな違いをその成因や、性状を観察することもあります。山地にしても、形状を見るだけのときもあるし、そのでき方やその後の変化を見ることもできるというように、いわば地形にはまったく同じものがないような個性があるものです。

さまざまな形状の地形には、素質と育ちの歴史が息づいていて、常に同じ状況にはなく、変化し続けているというものであります。素質は、生まれたところ、生まれ方に大きく左右されていて、いわば地質にも深く関係しているものです。その後の変化については、自己変化的なものや外からの刺激によって、変位、変化させられています。地形は必ず、生まれたところに不動不変であるというものだけではなく、隆起したり、沈降したり、横から押さえられたり、地震動でゆすられたり、移動したりとさまざまな作用を受けています。そして、動きについていくものもある反面、ついていけずにキレることもあり、断層という形で力を抜き安定化を図っているというのがその例です。

地形の元になる地質は物理的に強いものもあるし弱いものもあります。そして、さまざまな地球上に起きるところの作用によって、岩盤といわれるものでも容易に脆弱化して細片化するものまであります。一般的には、地中にある間は元の性質を維持していますが、地上にさらされるとさまざまな試練を受けて変化していく運命にあります。

仙台付近の地形をみていく前に、範囲を広げて宮城県で大まかに把握しておくことにします。大まかには、標高と関連しているのですが5つに区分されます。

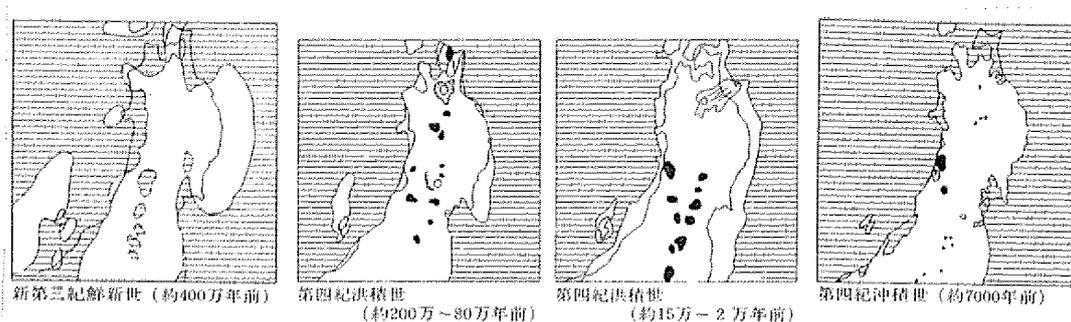


第一種地盤	住宅団地造成地に相当、標高 50-100m の丘陵地で、亜炭層を挟む堆積岩(砂岩、凝灰岩、泥岩)から構成されている。起伏を切土、盛土で造成。
第二種地盤	青葉山、八木山の高位置扇状地や広瀬川などの河成段丘で砂れき、砂層。旧市街地を構成。
第三種地盤	沖積層で、砂、シルト、粘土からなる。古来からの農工商地帯。自然堤防などには集落が発達。
第四種地盤	沖積層で、腐植土、軟質粘土から構成される軟弱地域で、第三種地盤に点在し湿地や沼などになっていて、かつては未利用地。

地質時代に第四紀という、最近の時代（現代）があります。その前期である洪積世（200万年～10,000 万年前）は、人類が誕生したことと何回かの氷河期が繰り返されたことで特徴づけられている時代です。このような気候変動のため地形の変化も激しく、前の時代から上昇し続けながらも奥羽山脈は侵食され、だんだん高度を下げてきます。そして、ここから流れ出る河川は盛んに土砂を運搬して、いたるところに扇状地という地形を作っていきます。また、火山活動も盛んで溶岩や噴出物が生産されて、丘状のものや台地を作ります。その後も火山は大規模となりながら、いまの栗駒山、船形山、大東岳、蔵王山という火山が大量の溶岩を流出することになります。一方で、氷河期が何回か発生して、海水の出入りが盛んになり、そのたびに海岸段丘や河岸段丘ができていきます。最後の氷河期の頃は海面が 130m も下がったために、陸地は激しい浸食で谷ができてきます。その後は、海

水が浸入してきてリアス式海岸などになってきます。

第四紀の後半というかいまの時代ですが、沖積世と呼んでいます。海面上昇の時代に入ってきます。約 6000～7000 年前（縄文時代のはじめ頃）には現在よりも 5～8m 程度も高くなって、内陸の丘陵の谷間で侵入しています。その頃は海には泥や砂が堆積していますが、その後の海水が引いていきますと、海岸線は外へ後退して、かつての海のところには、砂州、広い低湿地、自然堤防、浜堤、沼、潟などの地形ができていって、ほぼ現在の様子になります。



仙台市は杜の都と称されて、景観都市としても有名ですが、地形的にもユニークな都市なのです。かつては、仙台駅を降りると目の先に青葉山が見えていました。この青葉丘陵は標高 200m 以下の段丘です。仙台では最上段に当るもので、市内には全部で 5 段の段丘があります。市内を自転車で走ってみますと意外と坂が多いのがわかりますが、段丘をまたいでいるものが目立ちます。広瀬川というホリの深い景観とあいまって独特な地形景観といえるでしょう。このような地形を利用して城下町が発達したし、その前の先人も巧みに自然を利用した生活環境を作ってきたことが遺跡などの場所から推測できます。

連載6

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

まず、地形と地質から その3

(2) 細石の巖となりて

(3) 景観と環境

(2) 細石の巖となりて

地表や地表近くの岩石や堆積物が、水、生物、気象の影響で本来の固さや組織が失われて、ルーズな砂や粘土になることを風化作用と呼んでいます。

このような作用によって細かにされていくわけですが、その過程は一樣ではありません。というのは、この風化作用というのは、表面から一樣に変化するというよりも、最初は崩壊などで大きな岩体から分離したり、隙間ができて、その中に水が入って亀裂ができていたりして空気にさらされる面が大きくなったところからはじまることが多いからです。又、岩石自体にしても、そのでき方やできたときの環境、その後のあり方によっても差があります。人が生まれつきの資質を持っていますがいすが、後天的な環境で変わっていくのと似ているようにも見えます。岩石は様々な種類があって、堆積岩だから風化に弱く、火山岩だから風化に強いというように一概には言えないのです。一般的には、生成されたときの条件が高温だったり高圧でできたものほど地表では早く脆くなるということはいえると思いますが、地下水が重要な役割をしていることも確かですし、気候の温暖化なども影響していることもあると思います。

特に、わが国のように、多雨気候で地質構造が複雑なところでは風化作用が進みやすい環境にあると思います。

風化作用などで、細粒化したり他の物質に変わったものは、移動しやすい状況にありますので、表面水に伴って浸食されたり、土石流とか地すべりなどによって大量に移動しやすくなります。もちろん、一時的にほとんど移動せずに堆積してまとまった地形を呈することもあります。それは安定なものではなく、いずれは再移動するものとして存在することになります。

また、豪雨や積雪・融雪などによっても移動しやすくなります。これらの動きは相互に関係するものですが、当然ながら植生などによっても抑制されたりすることもあります。逆

に、開発等によって一気に侵食や運搬に拍車がかかることは多く経験しているところです。

風化作用や運搬・移動作用によって、もとの組織や固さが失われ、未固結にされたものはどうなるのか。

河川などで運ばれ、海に堆積したものは、その後長時間を経て荷重で固結するものもあるし、地下に押し込まれて再生産されるものもあるかもしれません。

一方、続成作用とっている一連のプロセスで働くものがあります。水底や陸上の堆積したものが、単なる荷重だけでなく物理的、化学的、生物化学的变化を受けて固定された堆積物や、固く石化していくことであります。その過程は複雑なのですが、脱水、構成粒子の再配列による密度の増加、間隙の減少などによって強くなるものとか、内部の化学作用によって、コンクリート化、再結晶化などによって再生されるものです。いずれにしても、地表に出現した岩石は様々な洗礼を受けて、脆弱化、細粒化、移動というたびに出るわけですが、旅の終着点ではなく新たなものへの旅がはじまるということになります。

(3) 景観と環境

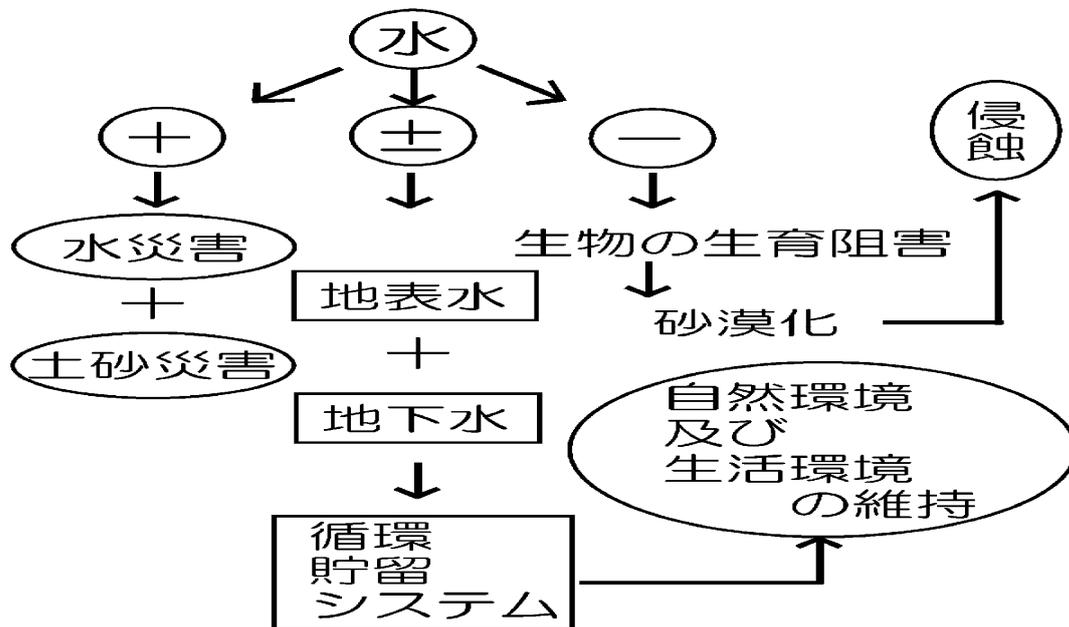
景観というと、人によって様々な思いがあると思います。形や色において、非日常的なことを感じて未知への好奇心をくすぐられることもあるでしょう。

個人的には、自然環境に対してはもちろん景観を感じるのですが、特に気持ちがいくのが集落です。集落と景観の関係を不思議と思われるでしょうが、人の暮らす集落は自然の中にあって、自然を最大限に引き出したものだと思いますし、そこに安定感と平衡感を感じるのです。この感じがなくなった時には、集落はほころび消滅していくのだと思います。

自然と集落、その形成因は地形であり地形の特徴、資質を巧みに取り込んだ、機能的で求心的な機能空間だと思いますし、環境とのバランスこそ持続性の基礎であることを感じます。これらを自然との共生と呼ばれる方もいますが、共生よりも濃密な親子的な感じを持っています

環境は生活空間が快適であればあるほど、利用者は当たりまえで気づかないというか無頓着なのが普通だと思います。

と同時に、一方的に利用だけし、その環境のサイクルの度合いを越えると、必ず報復を受けるというものでもあります。したがって、われわれが利用するときには、甘えることなく負荷を与えるのであれば、回復する手立てまでを想定して質的にも量的にも対応しなければならぬのが利用する上での掟だと思います。



つまり、根ミツバと同じで、根を残して土に戻せばまた、生産されるというようなもので自然環境の復元力を根絶やしにしないということが肝要だと思います。

われわれが土地利用するときには大なり小なり改変しますが、地盤は無機物ではありません。しかし、意味なく存在するものではないので、地形の形状を変えるということは地形に由来するあらゆるものを変えるということになります。

土地利用ということには、一般的には平坦地を求めることが多く、起伏をなくすということと同義であると思います。具体的には造成地であったり、道路計画などでは土地改変が伴うことが多いのですが、そのときには広大な平野は魅力的です。しかし、平野部はほとんどが沖積層の若い地層であるために、地層の固結度がゆるいことや地下水位が高いことなどから安定度が高くない虚弱体質を持っています。一方、丘陵、山地、台地という比較的安定地形といわれているところでは、切土や盛土をして利用することになりますので、規模にもよりますが周辺の地象環境へ影響を及ぼすことになります。

例えば、規模の大きい開削をすれば、開削した部分が消失することになることで、地形の部分削除ということになるので、周辺環境への影響は大きいと考えられる。また、地形の改変はしなくとも、橋梁が谷部を跨いだり、土構造物が谷部をふさぐような形になると周辺の気象条件が変わってしまっ、農作物に影響したということも報告されています。

なお、土地の改変は必ず、水理環境を変化させるので、これにかかわるさまざまな地表環境への影響は大きく土砂災害へ発展した例も少なくありません。

以上のことから、土地利用上の改変はできるだけ周辺に影響を少なくすることが必要ですが、それには経験や実績を主体にしたリスクの特定が重要で、復元力は必ず残すということが原則になると思われます。

連載7

ことわり わざわい

つれづれに・・・自然の理と災

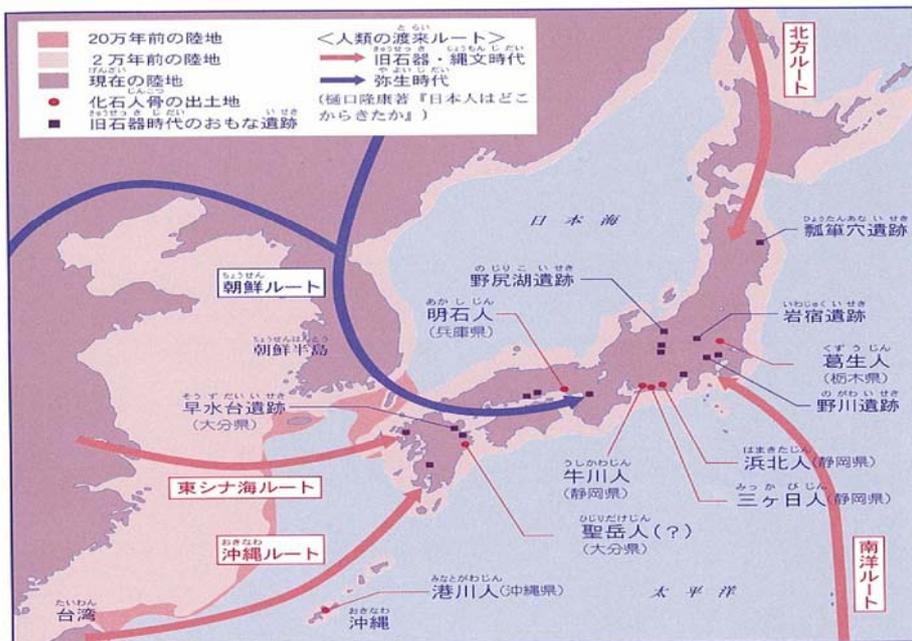
生活する環境が良いということは？

(1) 安全に暮らす

われわれは、地球上の限られたところで暮らしているわけで、ある意味で改造できないことが多い地象環境の中で暮らしています。そうすると、人間にとって不利なところを避けて暮らすのは当然ですが、生活の基盤の選択の優越性によってはあえて危険なところを選らばなければならないかもしれません。安全に暮らすということは難しいし、先人の経験を含めた知恵がいるところだと思われます。

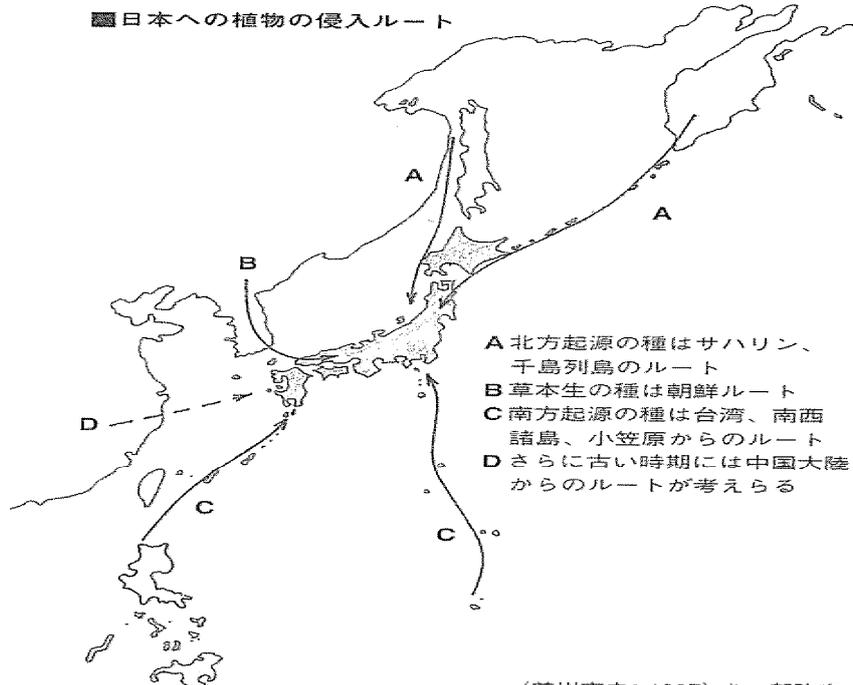
よく、人間の暮らしは物的には衣食住であるといわれています。確かに水を含む食べものや雨風、寒暖を避けられる寝床があれば何とかなるとは思いますが、これが実は大変であるということです。

それでは、それらを阻害するものは何かというと、気象の変化が大きくはありますが、身の回りのことでいえば、人類活動の初期のころは水害、地震、土砂災害、獣害であったと思われます。遺跡が確認されているところは、このような環境が整えられていたか、許容の範囲だったのではないかとされる。



西ヶ谷恭弘(編)「衣食住にみる日本人の歴史①」 あすなろ書房(2002)

日本への植物の侵入ルート



(前川文夫：1997) を一部改変

そして、ほどよいところを選んで集落を構成していたと思われます。しかし、近代にあつては、産業構造や人口増加、食糧生産も進んだために、時には戦のために生活の対象が拡大して、自然の恐怖を忘れるかのように土地利用も特化していったように思えます。まさに災害は忘れたころにやってくるという状況になってしまったような気がします。都市部でいえば、農業生産地域であった平野部へと住宅地や工場が進出し、丘陵地に関しては造成という形で住宅地や工業団地などが拡大していきました。そこには、機能重視の生活面積を求める行為であったように思えます。

住むということは、なんといっても安全なところで安心して暮らしたいと考えます。そのようなところは、災害や被害がないところ、想定しないところということになるわけで、防犯、防火や地震や防災可能なところになります。

経験がないと心がまえを持つことは難しいのですが、明らかに誘引するであろうことや素因となることは避けておくことが望ましく、万一、発生したときの対応を考えておくことは必要である。そのためには、自分が住んでいるところについての地域知への理解が重要だと思います。何が、どこで、どの様なものが発生するかを知っておくことは極めて重要で、避難するときにも有用です。そのためには地形地質を知り、過去にどのようなものが経験されているのか、どのようなものが今後予想されるのかをシミュレーションしておくとうよいと思います。

安全に暮らすには、危険なところや危険だと予想される場所へ近寄らないことが重要です。そのためには、その危険箇所、危険の度合いなどを事前に知っておくことが肝要なことであるし、過去の経験や古老の話なども有効であると考えます。

いわゆる、ハザードマップも自分で確認し、常に機会がある折に自分なりの確認加筆を行っておくと良いと思います。

以上のような対応ができる場所は、なかなか少なく、何がしかの危険地域の場合が少なくない。このようなところでは、最小限の土地改変が出てくる可能性があるが、極力周辺の環境が変化しないようにすることが求められます。例えば、道路計画にしても単なる機能と経済性だけの比較を行わず、環境VEも加えた対応が求められていることは当然なことになります。

(2) 自然の一員として暮らす

自然の恵みは、食べ物のみならず、あらゆる生活手段にかかわる他に心理的な安心感など、多様に亘っています。しかし、これらの資源も過剰に消費過ぎたり、消滅させれば、自然の循環システムを壊すことになるわけで、壊せば修復は不可能か長時間要するということになります。

自然の構成要素は独立しているのではなく、有機的な関係があるので壊れたらパーツを取り替えれば済むというのではなくさまざまなところに影響を与えることになります。その影響が短時間で顕在化するものは比較的対応も容易なことが多いが、ほとんどは、じわじわと先行するという内科的なものになるところが予知、予測、対応を難しくしています。

最近の豪雨は、突然に大規模で局所的なものも多くなってきており、土石流や内水氾濫などの被害が多数経験するようになっていきます。そのとき、いままで経験したことがないとか驚いた様子が報道されます。このような災害はまったく突然に発生するわけではなく、それなりの素因があるということです。その素因はひととおりではないのですが、地質や地形をベースにした地史を解析することで、隠れている資質と育ちが明らかにされることが多いのです。

仮に、そのようなことがわかっても、問題はいつ、どのような誘因がどのくらい加われば何が出現するかを事前に把握することは難しいのです。そこで、そのような素因があったときには、減災を念頭に避難を含めた対応を考えておく必要があります。

そのためには、すべてを行政に任せるのではなく、住民が自分たちの住む地域を十分に知っておくことが極めて重要で、“狼少年”をおそれずに対応を子々孫々に継承することを考えておくことが自助につながるものになると思います。

自然変化を抑制したり抑止するということは大変に難しいというか、規模によっては不可能なものもあります。理想は自然の変化には逆らわず、危ないと思ったら戦わずに逃げることです。しかし、そのようなことでは定住して生活するわけにはいきませんので、自然力を巧みに利用して、危険なところを事前に認識して可能であれば対応を、不可能であれば避けるよう行動する、つまりフットワークよろしく、上手に対応することが必要です。と同時に、規模が小さいものは土木の力で抑制や抑止を図ることは可能であるが、あくまでも局所的な対応であって、自然を征服したかのように安心することは妄想だと思います。

(3) 遺産の継承

われわれを取り巻く環境は、かなりの復元性を有しているといってもそれは無限ではないことはいままでの経験から理解されていると思います。つまり、使い捨てのような扱いをすれば再び同じものは得られないということだと思います。つまり、どのように循環して利用するかということ、自然力の範囲を十分に認識して活用するかという知恵と勇気というか忍耐が求められているような気がします。

そのためには、環境を形成している元の部分、基礎となっていることの再確認が必要であろうと思うと、その重要な部分が地象であるということに気づいておくことが必要です。まず、そのためには地域知を高めることが身近な課題となるわけで、自分たちが生活している地域をまず知ることから始まります。そして、われわれの知識や知恵で考えられるところのリスクを特定して行動をおこさなければなりません、そのときに重要なことは、いままでの経験や実績をベースにして風化させないという考えが重要な気がします。同じ過ちを起さない、と同時に貢献できることは継続して実施することが重要だと思います。

広い意味での資源循環型の生活、環境保全に優れた人間味のある奥深い文化を生むことをしながら、自然の利用を持続させていくことだと思います。

このような考え方を定着させるには、経済性と利便性だけの短期評価ではなく、底辺を底上げするつもりで環境教育を含めた幅広い活動が望まれています。

少なくとも、生態系における生産、消費、分解というシステムを学習していくことは必須で、これらのシステムを支えるところの地盤や土壌の役割は基本となると思います。

最近、里山についての話題が多いので、里山を支える地盤について説明させていただきたいと思います。

里山というのは、生活に密着した空間の一部で安全で安心な生活環境を形成していて、単なる、山と人の組合せ以上の機能を持っているというか、形成されているものです。それだけに、里山を構成する素材、必要性、誘因は安定、安全が継続されることが絶対条件になります。

別な見方をすれば、このような環境は山地と人間生活域との緩衝帯ということも言えるわけです。このような里山がいま、存在の危機の瀬しているというわけです。その原因はわれわれの生活環境が変わってかかわりがなくなったことから管理されることがなくなってきたということもあります。その結果として、地山の浸透能力が落ちて表層崩壊、ガリーが発生し、植生の成長阻害、気象変化、風雪に対する抵抗力が低下し、それが地震害、浸食、崩壊、地すべりを助長しているともいえるともいえます。

森林というと、深山幽谷的なイメージでとらえられ、都市とは隔絶したような感じがす

る方も多いと思います。しかし、都市の周辺には里山とか都市林（緑地保全域）というような空間が存在します。なぜこのような空間があるのかというと、もちろん生活する上で
の糧の生産地であったということのほかにも、少なくとも住民が感性、知性、創造力を培
ってきたところであることは確かです。

最近、このような環境の機能が再認識されているように、温暖化防止、生物多様性など
の点から生産財よりも環境財であるという認識が高まってきています。

日本に限らず、生活が向上するに当たって、水の消費量が增大するので、その安定的な供
給が必要となり、森林生態系の役割が大きくなります。森林は洪水防止、河川流量の平準
化、砂漠化防止、水質保全の役割があつての存在で、都市部、漁業、農業の関係は密接で
す。

しかしながら、環境に対しての関心が、多世代にわたってコンセンサスができているのか
という疑問で、若いときからの環境教育が求められているような気がしています。知る
ことを知るということから、バランス感覚に優れた人材養成が、延いてはグローバルに通
用するものが生まれ、発信できるものになりそうであります。

すなわち、自然と人間が良い関係になるということであろうが、反省をこめていけば、わ
れわれが失ってきたことは、本物の自然を知らない、知らずにすごしてきたことではない
かと感じています。このことを幼少時から訓練することで、行動が短絡的になったり、人
を思いやらなかったり、じっくり考えないということが少なくなるように思われる。

われわれは、環境の中にあり活用、利用しているわけであるが、元まで収奪したり利用
しつくすというのでは、再生がのぞめない。人間は、その場限りの使いきりでは継続、継
承、繁栄はできない。常にあらゆる場面で、共生するという考えが肝要で、負荷を与えた
ら再生の手立てを考えておくことが重要だと思います。そのためには、つねに、先を見据
えたリスクの想定は重要で、その評価にしたがって対応をおこなうべきであると考えてい
ます。

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

平地ということについて

土地に関して、平らだということは利用する応用範囲を広くすることから第一に望まれていることでもあります。それは、見渡せるということからの安定感、加えてきわめて自由度が高い資産であるということです。それには、高度な社会性、経済性に寄与できる素地があるということになります。しかし、自然地形で平らだということになれば、地形的には台地や平野ということになるが、最も期待されるのは平野であろうと思います。しかし、平野は基本的には沖積層の堆積物であることから、地盤は軟弱であるところもあり、排水環境もよいところばかりではありません。また、地震とか洪水に対する抵抗力は決して高くなく、これらの特性を踏まえた利用をすることが必要です。

(1) “平” であるという意味

地形はそもそも起伏に富んだもので、その程度は地質や生成後の地質構造などを反映してさまざまに変化すると同時に、時間の経過とともに風化、浸食、運搬などの作用を受けての作品ということになります。そして、原位置での変化と移動しての形態とがあります。

われわれは、このようなさまざまな利点を利用するような形でかかわってきましたが、当初は改変などをせずに、移動することで適地を求め、それに合わせた形態での生活様式を作っていたものと思われま。しかし、生活が多様化してくると、能率というか産業生産的に目覚めて定着する生活形態が選択されるようになってきたものと思われま。そうすると、改善したり改変して、自分たちに都合の良い地形の変換を図るようになりました。

われわれが生活を継続的にするためにも、平地に対する願望は強いと思います。平らゆえに農業も広く、能率的に展開しながらできるし、地域としてのコミュニケーションもできるという最低限の単位での生活基盤が形成されると思います。

普段の生活でも、開放感は活力の原動力ですので、理想形態は先に見える山系を借景にした平地であろうと思います。

平地とはいっても、磨いたように高さが一定であるのではなく、さまざまな起伏があり、微高地もそのなかにあります。一般的には、平らだということは転ぶことがなく危険がないというように感じますが、地形の平らはそうではありません。

平野部は軟弱で地下水位も高いことから、沈下、陥没が発生することがあり、地震時には液状化、豪雨時には浸水・洪水が考えられます。また、平地であっても背後が崖や地すべり地であれば土砂が崩落したり土砂が移動してきたりします。また、造成地などでは平面は

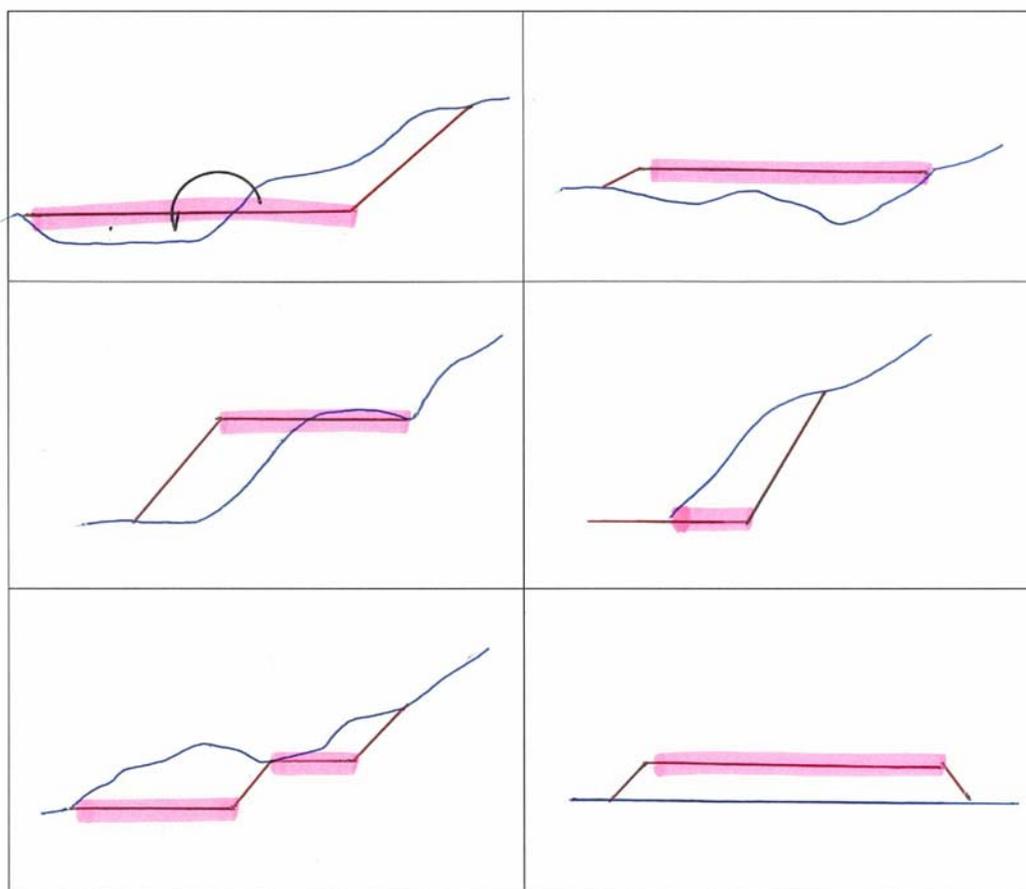
平らに造成されていても、その中が盛土などでできていると、安定への過程での陥没や地震のときの揺れで変状を呼び起こすこともあります。このように考えると、結構、動かざる大地のはずの足元に不安材料はあるものです。

(2) “平” らをどこにつくるか

われわれが平らなところを得るといふには、なんといっても生活の糧であるところの作業がしやすいことや、安定しているという安心感からであります。

もともとの平野部であれば、多少の整形でも目的は達成されるでしょうが、より広く、多くの人が使えるということになれば、人工的な土地を生産する以外にはないということになります。特に未利用地を整備するとなれば、台地や丘陵地を利用して新たな地盤を形成することになります。今までの形成史にはない出来事となるので、さまざまな工夫をすることで安定を確保する必要があります。このような作業でもっとも特徴的なのは、新規に物性の異なるものができてきますので、そのものの特質を把握した上での活用や利用が必要になるということです。

平らにならず、凹みを埋める、裾を広げる、腹づけをする



人工化ということは、長い年月をかけて形成されてきた地形を改変するわけで、 balan

スの欠如、周辺との環境との乖離から当然ながら、さまざまなギャップが生じることになります。例えば、造成地であれば切・盛土による土質の不均質性、地下水環境の変化を発生させるし、潜在性の弱点が顕在化することでさまざまな変状や変位を発生させてしまうこともあります。

基本的に、造成は土壌の剥除することになるので、土壌が有する万能細胞的機能が失われることとなります。もし、これ以上に都市部での開発行為がなくすには、コンパクトシティを志向するなどのライフスタイルの変更までも含めた改革が必要となってくると思います。

地形や地質を改変させるということは、これらの既存の地形に対しては瞬時のことであり、全体系のバランスをとるには余裕がなく、崩壊したり、滑動したりすることがありますが、これらのことも全体のバランスをとるための緊急的な所作であると考えられています。

いずれにしても、作業の対象である素材として地形や地質に関して、その工学性を把握しておくことは、今後の生活環境を維持するには不可欠なこととなります。

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

土地の素質を調べる

(1) 良い土地とは

良い土地というと、肥えた土地、交通が便利な土地などをさすこともありますが、ここでは地盤として均質で力強く、災害にも強い土地という意味に考えてください。

均質であるということは物理的にも化学的にもある程度安定していて、変位や変形、変質を受けていないことになります。このような地盤は、少なくとも同一な生成条件が継続されていることが重要になります。例えば、堆積岩などは、海や湖沼に砂や火山灰などが積み重なっていくものですが、堆積の環境が異なればさまざまなものができて一定ではありません。

そして、同じような環境が長い間継続することで締め固まったりはしていきますが、もちろんその土質によって状況は異なります。一般的には、砂や礫は力のある地盤を作りやすく粘土やシルトのような細かいものは軟弱なものが多いのです。元は何かという素材が重要です。それに加えて、経過の時間も関係します。当然ながら出来立てはルーズなものが多く、とくに水分が多いものになりますので、すぐには、はなかなか強くなれません。

それで、それで、強制的に脱水させたり、セメントなどで固結させたりして力を与えることもあります。

安定地盤というのは、その性質が維持継続することですが性質を変えようとする作用はさまざまあります。風化作用といって、老化現象のような自然的なものとか地震や地すべりのような外的な作用で変化が促進させられることが多いのですが、常に継続して影響を受けるものに地下水や気象があります。基本は土塊のバランスが良いことではありますが地盤は細かく見ると同じもので構成されているわけではありませんので、それぞれに異なる性質があります。それによって地下水が入りやすくなったり、凍結融解が繰り返されてもとの力を失っていくということもあります。

これらの現象は避けられることはできませんが、遅れさせることや抑制することはある程度できます。

人工的な改変や造成などによって、元の地盤が失われたりなくされたりすることがあります。

そうすると、いままでの環境も変化して、地下水や豪雨に対する反応も変化してくるし、地震などによってかつての地形が顕在化するということもある。かつて、農業用地を拡大しようとして、凹地を埋めて平坦地にしていたところが地震動によって地すべりが発生し

て土砂が移動した例があった。すべりは、元の沢のようなところをすべり面として滑動したもので、かなり時間が経過していることもあって、一部の古老の方を除いてみなが驚いたという。

この類は団地造成地などでは良く聞く話で、含水比が高いところで液状化が発生して土砂がルーズ化したことによるもので、高速地すべりともいわれているものであります。

弱みを持つ地盤が隠れていて、地震などがあると本来の悪い性質が顕在化するものです。

また、地すべり地の頭部に道路を作って通行を開始したところ、地すべりのような兆候が見え始めてきたという事例もあります。多分、交通荷重や交通振動で地すべりへと発展したためと考えられます。道路計画時には地すべり地であるという認識ができなかったものが条件の変化で顕在化してきたということで、事後の対応には苦慮することが多い。

よくいわれることに、地震動で地盤を揺らすのであるから土は締め固まるので、脆弱な地盤や締め固まっていない地盤は締まって強固になっていくのではないかというものがあります。

ところが、造成地などで地震前と地震後に土の強さを調べてみると、必ずしもゆすられて強くなっているということとはできないということが報告されています。これは地下水の影響とか土質特性、土粒子構造などのために、地震を経験して時間が経過しているからといっても地盤が強くなっているとは限らないということです。

そして、地震のときには、新たな断層や構造的な変位が発生することも関係しているものと思われている。つまり、隙間ができると地下水の浸透を容易にし、凍結、融解が繰り返されたりして弱化していくのではないかと推定されている。

土砂災害には周期性があつて、同じようなものが、同じところに、同じものが発生する傾向があるといわれる。その場合には、災害発生の素因が共通で、同じメカニズムで発生するからである。地震は、岩盤のストレスと考えると、ストレスが開放され蓄積されるまで、地すべりはすべり面ができてくるまで、崩壊では、風化等による後退、土石流は溪流での土砂発生、溪流の荒廃、移動土砂の生産というようなサイクルの存在が重要になります。津波や水害にしても、重要な因子は地形ですから、地形が存在する限り、そのリスクは存在し続けることになります。

(2) 反面教師

日常、地表だけを見ていると、もともとの地形とか何に利用されていた場所なのかなどの経緯を思い起こすことはないと思います。世代が変わり、時間が経過する場なおさらわからなくなるのは当然である。

しかし、地震や水害などの災害が発生すると、かつての地形を思い出させるようなことが浮き出されることが多々あります。

大まかなことを言うと、もともとの地形を改変したり、造成したりしたところには性状の差が出てきます。そして、災害抵抗力は土性と形状に支配されるので、そのものにあつた挙動を呈することになります。このような事例を下記にいくつか示しますが、災害があつ

て初めてその場所の特徴を知ることにもなるわけで、災害復旧などの対応では最も留意しなければならないということになります。

1. 造成地における切土、盛土

造成地は基本的には、高いところを削って、低いところを埋めるという一連の考えで計画実施されているものです。施工は丁寧に締め固めたり、排水工事をしたり、法面对策などを施される場合と、きり度した土砂を沢に押し出すようにして施工されるものまであります。したがって、このような造成地では、どのような沢なのか、土砂の性質はどうか、地下水は低いのか高いのかなどが、災害抵抗力になっていきます。

造成地が出来上がってしまうと、平らになって舗装がされて何の心配も見えなくなります。しかし、時間がたてきまると、路面に亀裂が出たり、宅地の庭が陥没したり、池の水が濁水したりと、地下に何らかの障害が発生したような事象が発生することがあります。

何等かの障害とは、土の耐力、埋土の流亡（土が地下水などで持ち去られる現象）、噴泥（自動車の震動で泥濘化する現象）、地震によるさまざまな力があります。これらの埋め土、盛土は地山とは異なっているため、造成地などでは、切土と盛土を明確にしてリスクを明らかにしておくことが望ましい。



(中越地震時の状況、沢部の盛土区間の変状)

2. 高速地すべり

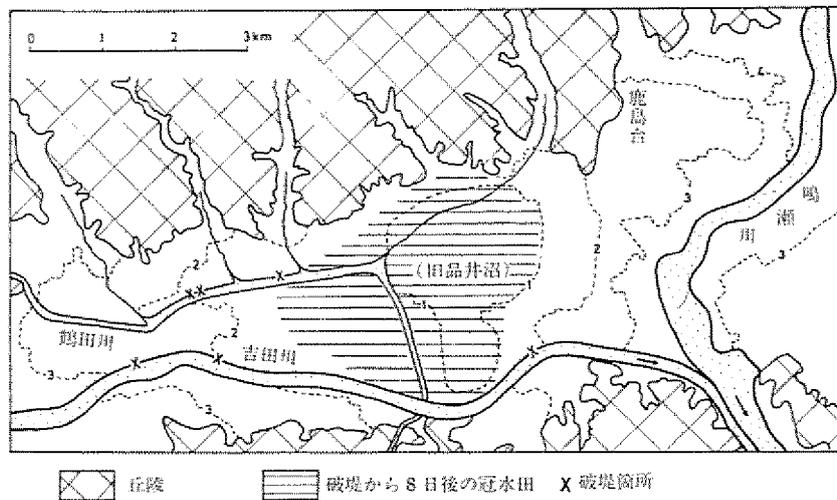
かつて、畑地や水田の拡張、宅地造成ということで、沢部を埋めたり、斜面に腹付けをしたところが、地震などでゆすられるもとの地山との境界が滑り面となって下方へすべることになります。すべての斜面で発生するというよりは、地下水が処理が不十分だったり、埋めた土砂が液状化しやすいものであったりすると地震動で一気に流れ出すということが発生する。これは崩壊というよりはスピードのある地すべりというもので、上にあった植生などは普遍のまま下方へ移動していることが多い。



(2003 宮城県北部地震、旧築館町崩壊現場全景)

3. 沼沢地の埋土

河川沿いなどの沼や湿地などが、いわゆる干拓のように水が抜かれて、その上に土砂が持込されて広域な面積の場が利活用されている箇所で、未曾有の洪水等があると、集中的に損害を受けるということがあります。もともとの湿地で湿地形成史を有していますので洪水時にはかつての河川跡が活性化して、集中的に攻撃をされることがある。



4. 予想外の液状化

液状化は、砂地盤で地下水位が高い沖積平野でよく発生して、建物の傾倒、ライフラインの損傷などが地耐力不足になって発生するものである。発生場所は畑、水田、砂丘間低地、道路、埋立地などである。

この液状化は土質分布や災害の履歴からおおむね想定されるが、地震があると思いがけない住宅地で見られることが多い。特に郊外のところでは、もとの地盤の排水などの関係で、低盛土をして宅地化していることが多く、その盛土の下は軟弱で液状化しやすいものからなる地山があって、地震の被害をこうむることになります。できれば、宅地になる前の地

形や地質、土地利用などを把握しておくとの参考になるのではないかと思います。



図 2.40 1964 年新潟地震による液状化と鉄筋コンクリートのアパートの傾斜と沈下



図 2.41 マンホールの浮き上がり (1993 年別府沖地震)

(藤井敏嗣他編：地震・津波及び火山事典 (2009) 丸善) より転載

5. 末端開削による地山のすべり

地すべり地であるところの末端を除去すれば、押さえが取れてしまうことで斜面が不安定になるのは当然である。小規模なものであれば対応も簡単であるが、とすべりの性格によっては、山のほうへ大きく影響して、大規模なすべりが発現することもある。

このような場合、地形図や航空写真、地元の聞き込み等で情報を獲得できることが多く、見合った十分な調査をすることで、未然に防止することも可能である。ただし、大規模な地すべり地形のときには、末端なのか、頭部になるのかを十分に判別することをしないと被害を大きくすることも実際に発生している。したがって、調査はできるだけ広く、多くの情報を得た上で、分析評価することが望ましい。

6. 崩壊、開放による地山の崩壊など

斜面などが露頭しているところは、常に風にさらされていて、潜在的な亀裂とは言っても、地下水が浸透したり風化したりして不安定になっていく。それが、進行すれば崩壊面や崩落をするわけであるが、そこからまた後退して不安定な部分が拡大していくということになります。また、そのような自然斜面ではなく、施工工事などで、新しく法面を構築するときに、岩質によっては除荷された結果で開放されて不安定になり崩壊へと進展することが珍しくありません。このような現象は盤ブクレといわれますが、そのほかに亀裂などのよりクサビ状の崩壊になることもある。これらの現象は、崩壊箇所だけにとどまらず背後も脆弱化していることがあるので、十分に調査して、手戻りのないようにしないと災害を大きくすることになります。

また、地震時などでは露頭しているところが凸型の地形であったり、潜在的な亀裂などが発達していると、かなり広い面積で崩壊する例が多い。おそらく、どこかが集中的にゆるんでそこから波状的に拡大するのかもしれない。



図 2.37 2004 年新潟県中越地震による長岡市妙見での崖崩落現場（東京消防庁航空隊 撮影）

（3）素質を伸ばす

良い素質とは、風化に強い、変位変化を受けにくいものであるが、そのような地質はなかなか存在しない。したがって、できるだけ変化しないような性質を把握することが重要であると同時にそのような変化や変質を促進させないことが求められています。そのためには、調査、試験を実施して、施工実績を重視して経験や実績を利活用することが重要であります。例えば、開削して新しい面を出すと、またたくまに膨張したり、脆弱化したりすることがあるので、このようなものに対してはできるだけ早期に被覆してやるなどの方法がある。できるだけ良さを確認して、その部分を利活用の対象とすることが肝要で、その性質を無視して、対応すると必ず抵抗されることになり、安全が脅かされることとなります。

例えば、膨潤性の凝灰岩などは、トンネルにしても法面にしても開放応力が大きく施工後に構造物が耐えられずに亀裂や崩壊に発展することもある。凝灰岩がすべて、同一の性質ではなく、粘土化の程度や粘土の種別に関係しているので懸念されるものがあれば室内試験等での確認が望ましいと思います。

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

災害にならないための工夫

(1) 土砂災害のリスク

(ア) 土地の安全性

基本的には、土地の形状は自然地形に密接に関係していて、利用する利便性だけで利用する場合が圧倒的に多くなります。問題は地形のでき方であって、例えば平坦地であっても、河川の近くで広い範囲で平坦な場合もあるし、山体が崩れて平らになったところもあるし、人工的に開墾等で平坦化したようなところもあります。つまり、土地には形成の歴史があって、安定化しているものと安定化の途中段階にあるものがあります。そのような状況を勘案しないと安心して土地利用ができないことになります。特に、地震などでは、これらの潜在していたことが顕在化させられるばかりか弱点攻撃を受けて大災害が発生することも少なくない。いま見られる地形は最終型でなく、常に変化しているものの途中の状況であり、それに対してわれわれが行う作業がどのような役割になるかがきわめて重要なこととなります。

地形ごとに懸念される土砂災害ということになると、山地—山崩れ、地すべり、溪流—土石流、丘陵—地すべり、急傾斜地崩壊、平野—水害、土石流、液状化、沈下・陥没、海岸—津波等になるが、もちろんどこでも土砂災害の危険性は存在しますので、その災害の素因を把握しておくことが必要になります。このほかにも雪害や人工的に改変したことによる突発的な要因の添加は新たな災害の源になります。したがって、土地の安全性は本来の地形地質の性状を勘案した負荷を与えないような土地利用が望ましいと思われまます。そのためには地域の地盤の形成を知り、過去の地域の歴史を把握して、安全安心な地盤の使い方をしていかなければならない。

(イ) 学習効果をどう生かす

人間は誕生して生活する中で、無数の自然災害ならびにそれに伴う被災を受けてきました。火山、地震、津波といった広域的なものから、限られた地域に限定される土砂災害や火災などによって、さまざまな経験をしてきたと同時に、それへの備えも構築したものと思われまます、その知識はほとんどが暗黙知であったように思えます。

近年になれば、大地震から得た教訓が生かされたツールや組織の開発が進んでいます。つまり、情報の集積が進んできているわけで、それをわれわれが行動実践化することができるかどうかという課題があります。災害は、原則的にはその原因をなくすことはできないわけで、被害を抑制することまたは関係を持たないことが必要となるでしょう。

われわれは、長い間さまざまな土地に発生する災害に対しては、避難を含めて知恵を集結して対応してきました。その中には、避難ということもありましたが、避難にしても災害のメカニズムを知らないで実行することはできません。というのは二次災害とか余震とかいうものが存在するからです。災害直後には多数の教訓や反省が生まれますが、その教材が維持継承されていくというのは非常に難しいのが現状です。特に土砂災害は同じものは少ないのですが、メカニズム、発生する場所には共通性があるので、これらの背景を知っておくことは将来役に立つのですが、土砂災害は頻発するものでもないだけに、いつ発生するかについては不確かなところがあります。それために、これらの経験を生かすための情報収集、分析評価、伝達については、今後とも重要なテーマであります。

(ウ) 何が、どこに、どのように現れるか

土砂災害は土砂が移動するという現象ですので、移動しやすい土砂とそれを動かすエネルギーが必要になります。移動しやすい土砂というのは、ルーズな状況であるか容易にルーズになるものということになりますので、堆積土砂とか崩壊しやすい岩塊などが対象になります。これらの土砂を動かすエネルギーとしては静的なものとなれば風化などによる劣化があるが、動的には地震、豪雨、積雪、火山作用などがあり、わが国ではそのすべてが備わっているという地象環境にあります。これらの外的作用はいわば、地形や地質の弱いところを顕在化させるように攻撃してきます。その弱さを示すところは、地質性状のほかに、かつて災害があったところが注目されます。その理由は、過去の災害で脆弱化していること、素因が維持されていることなどによるもので、災害履歴を知るということはきわめて対策や対応を想定するときに有効となります。もちろん、このような繰り返しだけではなく、新たなものが誕生することもあり、最近では“深層崩壊”という、メガクラスの新規の土砂災害が発生して、経験のないような被害を生まれるようなことが続いています。

これは、いままでの地中変化が時間をかけて劣化して限界に達したということかもしれませんが、それを促進しているのが土地利用であったり地球温暖化による外的要因の変化であるという主張もあります。いずれにしても、人間生活がなんらかの形で関係している可能性が高いと思われます。

土砂災害発生 of 要素としては、地形地質、気象、土地利用などがありますが、何がどこにということまではおおむね同定できるのですが、問題はどのように、いつということになると難しいというのが現実です。

日本のように、地形地質が複雑で、地質構造も複雑なところで、多雨気候ということになれば、条件がそろいすぎて土砂災害は避けられないということになります。特に、最近では気象環境の変化していることや森林環境の劣化、高度な土地利用を考え合わせると災害の規模は大きくなりつつあるといえなくもないという感じがします。

(エ) 神出鬼没は本当か

災害がいつ発生するか、地形の変化抵抗力を算定することは、きわめて限定されたところで短期的な予知とかすでに変化の予兆が見られるところでの経過を予測することは可能な場合がある。しかし、正確かつ精密な土砂災害の危険度マップをすべての地域で作成することは不可能です。

土砂災害は、まったく新期なものもありますが、繰り返される周期性のあるものや履歴から推定されるものものについては、個性や資質を評価して判別カルテを作ることは可能である。いずれにしても可能なのは、“どこで、なにが“までで、”溢“というところまでには程遠いものです。

それでも、よく災害があると、何十年住んでいて始めてであると住民の話を聞くことができますが、逆に言えばさまざまな発生周期があるのが、土砂災害の特徴になっているということでもあります。このことをもっと有効に利用していくことが望ましいと思います。たしかに、「おおかみ少年」的にはなりますが、これに懲りずに継承していく災害文化の醸成が必要だと思えます。

そこで、その周期や発生予知ができれば、問題なく避難できるのですが、突発性といふかなかなか時間が正確でないのです。例えば、何ミリ以上の豪雨があれば災害が発生するといつても、どこにということになるとわからないのが現実なのです。発生の直前でないとわからない、または発生をまったく認知できないというものまであって、生命を奪われることも少なくありません。天気予報並みのものができることが夢でもあります。

(オ) 先人の教え、地名で示す、行為で示す

先に述べたように、先人は多くの、たような災害に遭遇しながら生活の場を確保してきたものと思われまふ。そういう中で、自分たちの経験や教訓を文書やいつたえ、慰霊碑という形で残していることがある。また、そのような積極的な意味ではなくても、通称としていつていたものが地名として固定化したものもあるようです。

現在であれば、災害的な名称を用いれば土地の評価が下がるというような経済的な観念もあるようですが、先人は土地の安全安心を最優先していたので、構成にもそのリスクや歴史を伝えておこうとしたものと思われまふ。そのような意図を読みながら、土地の特性を把握して適正な利用をしていくことが重要なことではないかと思われまふ。科学的、非科学的でないということよりも、経験に基づいた実学としての価値の評価をしなければならぬと思われまふ。

自分たちが生活している知己またはその周辺がどのようなところで、土砂災害に対して強い土地のか弱い土地のか、どのような災害が予想されるのかということは、大方わかるというふうに記述しましたが、地形や地質からもその正当性を確認すべきではあります。それにしても、最も頼りになるものの一つにその地の歴史(郷土史)であり、先人が残してくれた資料、いつたえ、地名は経験と実績を表現したもので、後世への遺訓でもあり活用するのが賢いものと思われまふ。

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

災害にならないための工夫

(2) 地震に対する抵抗力

(ア) 付き合い上手

地震はいつ、どこで、どのくらいのもので発生するのかということは、大規模なものは想定はされていますが、われわれは地震は溢くるのか突発的であるという印象があると思います。

地震が起きれば、強弱は別にして、広い範囲で地震動をうけます。しかし、その地震動は地盤や建物の強度によっても異なっています。実際の災害被災地域を見ても、エリアとして同じ被害が発生しているわけではありませんが、弱いと感じるところはそれなりに被災しているという印象を受けます。したがって、最低でも建物については補強するとかの事前対策はできますし、避難を前提に日ごろからさまざまな備えもできると思います。建物の被害は、倒壊、圧潰のほかに火災の発生の危険もあり、かなりの時間をすごす生活スタイルになっているわけで、建物内での被災の可能性は高いと考えておく必要があります。

しかし、地盤については居住しながらの補強とかは容易にできません。そのためには、まず、どのようなところで、地震があればどのようなことが現象が発生するのかということを知っておく必要があります。と同時に、避難するとなるとどのようなルートでどこに避難するのかということはおこななければなりません。日ごろのなれた通路が安全で、被災しないという保障はありませんので、近距離でなくても安全なところを把握しておく必要があります。地震が発生することには抵抗できませんので、地震の存在を認め、補強可能なところは対応しつつ地域の自然条件と上手に付き合うすべを得ておく必要があります。

(イ) 避けられない地盤の特性

自分たちの住む土地の地盤の特性を知り、地震時にどのような現象が発現し、最悪のシナリオを想定しておく必要があります。とくに、住宅地は一般的なこととして、宅地の造成を大なり小なりして建物を建てています。したがって、自然地形が地下に隠蔽されていることが多いと思います。また、背後地が斜面であったり、沢があったりしていることもあります。地震などがあると、このような本来の原地形に対応されるような地震動が作用して、見えなかったものを見せられるというような現象が発現することがあります。例え

ば、平坦で砂地盤で水はけもよく快適地盤であったようなところで、液状化が発生して泥水が噴出して沈下したり、ライフラインが損傷を受けるということもあります。また、小沢程度と考えていた沢からの出水と土砂が家屋に被害を与えてという例も少なくないのです。つまり、地震時や豪雨時には日常では想定できないことが多く発生することになるわけで、日ごろから地形や地質から特定できそうなリスクを抽出しておくことは防災上きわめて重要なことで人命にもかかわることであります。足元の地盤のほかにも斜面があるかどうか、沢の出口になっているかどうか、どのような道路網が付近にあるのかなど、いわゆる地域知を日ごろから把握することをしておく必要があります。

(ウ) より安全なところ、危険なところ

地域ごとに避難場所が指定されていると思います。しかし、地震は、いつどのような時間に発生するのかによって対応も異なってくると思います。怖いのは地震により建物の倒壊や圧潰だけではなく、火災が同時発生することもあります。建物の被害は、人命にかかわることでもあり、とにかく抜け出すことが先決ですので、居場所などを日ごろから周知しておくとか居場所を知らせる笛の携帯などは有効である。火災については、必ずしも事故発生だけではなく延焼もあるので、まず建物からの避難が先決となると思います。また、場所によっては土石流に襲われることもあります。いままでの事例では、土石流に対しての意識は少なく、普段は水も少なく災害が発生した経験もないというのが多い。しかし、地震の時には土砂が崩壊したり移動して天然ダムアップすることでの結果が警戒されることがあります。地震の後で、周辺を見渡したうえで、事後または余震による多様な災害を同時に受けないようにしておくことが必要です。

(エ) 見えない地盤への恐怖

地震は地球内部の出来事であるが、内部が見えないということでどの程度の地震になるかということが予知や予測ができないので恐ろしい。また、何の不安も持っていない宅地や堤防などが液状化によって天地がひっくり返されるようなことだっておきないということはいえない。あるいは、安全だと思っていた背後の斜面が崩壊したり、思いがけない多量の岩塊や土砂が沢から鉄砲水のごとく流出されてくるかもしれない。

しかし、これらの災害は、いつ、どこで、どのようにということが予測されずに突発的に発生するということが、恐怖が一気になります。

しかし、これらのことは、起きるまでは何の施しようがないというのではなく、規模や程度は別にして、地盤災害の素因があるかどうかを認識しておくことはできます。

地形や地質は、それなりの歴史と特性を有していますので、地震時などの外的作用でどのように振舞うか、地震などがなくてもいわゆる自然災害としてどのように変化、変身するのかが想定できる。そのことによって、危険性を把握することができ、対策、対応などの手当てのメドはできます。もちろん、完全に要因を除去することはできなくても抑制することが可能なこともあるわけで、予測不可能な突発的な災害になる可能性は低くなるので

はないかと思われます。

(オ) 津波のこと、余震のこと

津波は発生すれば瞬く間に襲来して、被害が拡大することは多くの事例やマスメディアなどで報道されています。しかし、実感としてはなかなか想定がむずかしく、避難しても次波をまたずに帰宅したり、海岸まで見物に行ったりという行為があったりしています。実際の津波のスピードには絶対に勝てないこと、何回の津波は来ること、減衰しないこともあることなどを念頭に指示に従って避難行動を一刻も早く行うことを徹底する必要があると思います。

津波は、波の高さもさることながら流速にエネルギーが集中しているので恐れられています。例えば、高さが2mを越えるような津波を伴うプレート境界地震はマグニチュードが7.5以上で、揺れが1分以上続くといわれ、マグニチュードが8以上になると3分以上も長くゆれ続けるといわれています。今回の3/11東北関東大震災ではマグニチュード9.0で6分程度を経験しました。

津波の特性として

①太平洋沿岸に震源があるプレート境界型地震では、大きな波高が6時間継続するので、この間は要注意です。

②地震の揺れが小さくても1分以上続く場合には、津波地震となる可能性が高くなります。基本的には、避難が絶対です。

③1983年日本海中部地震で経験されたように、日本海に震源があるものは、1日大きな津波が継続します。これは、対岸の大陸と日本列島の間で多重反射することによるものです。このように、津波といっても多様であり、そのものの強大さは当然ですが最も危険なのは自己判断で行動することです。

よく地震があると、テレビなどで「この地震による津波の恐れはありません」というのが流れることがあります。海底に震源があって、2枚のプレートがずれることで津波が起こるわけですのであまり小さい地震では起きません。今までの経験からすると、日本列島に近いところで発生した素性がはっきりしている津波は130例ほどあって、それぞれの要因との関連が明らかになっています。それによると、地震マグニチュードは6.0以下あるいは震源の深さが100kmより深ければ被害が出るような津波は起きないといわれています。このような経験則からの判断は非常に重要で、津波発生の有無を決めていることになります。

ことわり わざわい
つれづれに・・・自然の理と災

災害にならないための工夫

(3) 避けるか、うまくつき合うか？

(ア) 何事も、日ごろの付き合いが大事

高齢、少子化社会になって、地域の年齢構成も人数を変化してきています。そして、周辺のお付き合いも世相を反映して、極端に言うと疑心暗鬼になっている風潮がないとはいえない。個人情報もあり、できるだけ付き合いを控え、知らせない、教えない、知られたくないというような中で、災害が発生すれば、誰がどこに、どのようにしているかということが瞬時に判断できない可能性すらあります。人命は時間の勝負ですので、自分の存在を速やかに知らせることができないと死にもつながることになります。濃密な付き合いは必要ないが、小さな近所の範囲でのコミュニティは不可欠になっています。

(イ) 役に立つ地域知が身をたすく

まず、災害では助かる人がいなければ助ける人は存在しません。助かる人が一人でも多くしなければなりません。そのためには、なんといっても自分たちの住んでいる地域をよく知ることが必要です。地域の地形地質や地盤の歴史を知って、危険の存在を知っておくことに加えて、地域の建築物、構造物の危険の有無、避難所への通路確保、避難所の状況、地域の人材バンクなどを多くに人が共有することで、災害時の対応を速やかに効率的に発揮することができるものです。

実際には、訓練どおりにはいかず、とまどうことは常ではありますが先の述べたような基盤情報があると臨機応変に安全安心のツールが生み出されるものであると思います。

災害に対する関心とか対応に対して、一番に役立つことは災害の経験です。災害を経験していれば、さまざまな学習効果が得られていることから、より安全安心に対して積極的に行動できるのは当然であります。しかし、この経験というのは経時的に風化するものであるだけに維持継承する手立てが必要となります。

そして、全員が経験しているわけでないので、近々の経験がない地域では経験が風化していて無に等しくなっているというところもあります。

この経験が最も重要な要素は知識と他の経験の融合を図ることが期待できることにあります。このことで、災害に弱い場所、被害の地域的特徴を理解して把握することができるし、

どのような危険なものが発生するかということも予想されることとなります。そして、組織的にも、「速く、正確に、詳しく」という伝達が可能となり、被害の拡大防止にもつながるのではないかと考えられます。その結果、自分自身が安全を得ることができると同時に、他の人や隣人にも手を差し伸べることができる。

ところで、防災や減災には自助、共助、公助が必須だといわれていますが、それぞれが連携せずに、勝手な期待感だけでは総合力を発揮することができない。さまざまな経験をしてくると、自助:共助:公助=1:2:7と考えるよりは7:2:1のほうが各段に災害の混乱は軽減可能であることが明らかになっています。つまり、自助をしっかりとしておくことがきわめて重要であるということです。

なお、最近はこの3タイプに「産助」という企業(社会)の支援が重要な位置を占めるようになってきたといわれています。

ところで、この3タイプを別な言い方にすると、公助は単に行政機関に委託するというのではなく、住民の「知る努力」と自治体の「知らせる努力」がかみ合うことが前提で相互コミュニケーションが重要と考えると「市民力」であるともいえると思います。

共助は相互扶助的な面にとらえられがちだが、何のためにという目的を考えれば「生活力」というふうにいいかえられるものと考えられます。

自助は、ともすればなんでも自分で、他の援助が期待されない自立を期待されているところもありますが、実は「自己の能力にあった自衛を意識して実行する」ということで、「人間力」と言い換えることができます。

自助の第1歩は、住んでいるところの地域的、歴史的な特性を知ること自然の中の人間、生かされているという謙虚さ、土地の安全性に配慮することです。

それは、自然との付き合い方、ルールを無視したり軽視したりすればその反力は大きいからであり自然の非情さを責めるまえに、人間の過度な社会活動を反省しなければならないこともあると思います。

特に、地震災害は、まったく同じものが発生するという事は皆無ですが、これまでの経験や実績をしっかり分析して次代に活用しなければなりません。

例えば、都市についても都市自体が常に変化していることから地震被害も多様化しており、当初は都市化災害というものであったものが、78年の宮城県沖地震のような都市型災害として市民の日常的な環境の破壊が被害としてあらわれました。そして、その後に阪神淡路大震災のような未曾有の都市災害が、一瞬にしてあらゆる機能がストップする危機に見舞われました。

また、地震災害は単独でも大規模な被害が予想されるわけですが、いつどこで発生するかに加えて、他の災害が複合する可能性もあり、そのときには被害の規模、範囲の巨大化、被害の種類が多様化が十分に予測されます。

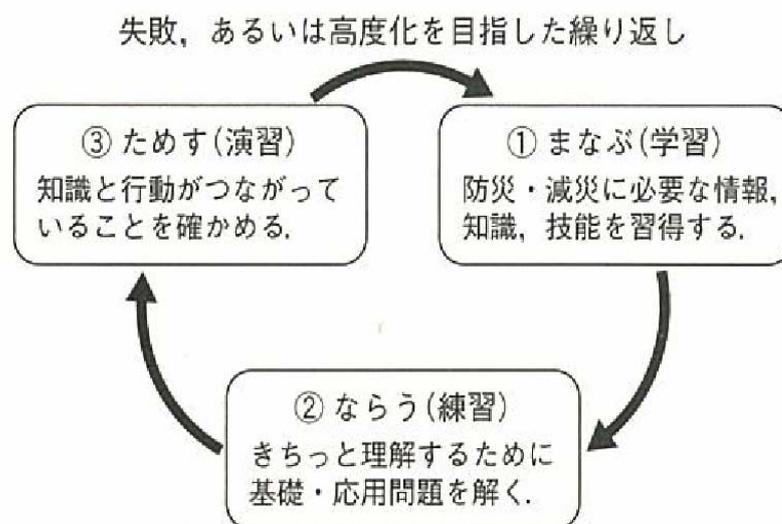
これらの組合せとすれば、①地震+洪水+高潮、②地震+地震、③地震と津波があります。これは沿岸部だけではなく、②は中山間地域などでもその可能性はあります。

そこで、自助力を考えてみると、目的は最終的には情報の価値化ということになり、それへの理解と協力が基盤になります。

災害に対する危機管理として、基本的な対象を考えると、以下の 6 本柱になるものと考えられます。

1. 組織 →完全自立型
2. 情報 →災害情報と防災・減災情報→社会の構造が複雑で多様化+ネットワーク社会+危機の影響圏が想像以上に広範囲+危機の影響のスピード化がある+情報公開で隠蔽が不可能→ツール（GISなど）による一元化
3. 避難
4. 自助と共助
5. 減災
6. まちづくり

そして、経験と実績、知識を活用してシミュレーションをしておくという訓練が目的を満足する解のような気がします。



いずれにしても、単なる物知りではなく、実践向きの知識を構築する必要がある。

「知識を体で覚えさせる」、演習や訓練に参加して、頭と体で覚えることが重要で、知識がなくていきなりDIG（災害図上訓練）をしてもただの遊びになってしまう。

勉強しないで模擬試験を受けるようなもので、現状の確認はできても実力、その後の応用には役に立たない。

- ① 地震に関する包括的な知識を身に付ける。
- ② 自分が助かるために、どのような避難ができるかをシミュレートする。
- ③ 家族や近隣の人を救助するために、自分は何ができるか、行動するのに支障となることを事前に知っておく。

- ④ 住民同士が顔見知りになって、コミュニケーションを図る、行事への参加も効果的。
- ⑤ DIGなどの参加して、自分の動きを知っておく。

そのためには、以下のことを常に忘れずに継続させるということがあらゆる場で求められ、そして自分に求めることでもある。

1. 「孫子の兵法」＝敵を知る、自分の弱点を知る。

2. 災害に特効薬なし、小さな努力の継続が防災力になる。日ごろの練習が試合で結果を出す。

3. 地震を含めたあらゆる災害の被害を軽減するには、自然科学的そして社会科学のと実践科学的知識が必要である。

災害を知る (ハザードアセスメント)	弱いところを知る (脆弱・脅威性アセスメント)	対策を知る (防災力アセスメント)
地盤の特性 (強弱) 地形の特性と分布 地震津波の発生特性 (アスペリティ、発生機構) 津波来襲の特性 (継続時間、影響範囲、強弱、遡上、氾濫、最大高さ、潮位など) 被害の特性	人的、物的被害 津波常襲地帯 土地利用計画、管理 (人工地盤、護岸、軟弱地盤、地形) 地震・津波災害史 複合災害への備え 備蓄、ボランティア 財源、 対策本部の組織 地域の人材バンク 構造物被害 地盤に起因する災害	防災戦略、戦術 早期警報システム 危機管理 警報の発令解除 勧告の発令解除 避難訓練 避難経路 一次・二次避難場所 防災教育 防災ステーション

地震防災のためにすべきこと

①地震についての基礎知識を持つ！

- 地震の実像を知っておくこと
- 予知情報の意味や信頼性について理解すること

②自分の地域の特質を知る、地域知を持つ！

- 過去の災害履歴を知る
- 活断層に対する知識
- 地形や地質を把握しておく

③地震予知情報を把握・理解する！

- 長期情報と短期情報を確実に受理する
- 長期予想確率への理解

④発生時に円滑に行動できるための準備をする！

- 避難場所、方法の相談
- 危険箇所の点検、マイマップの作成
- 水の確保

⑤家の中の整理をすること！

- 重たいものは下におく
- 家具の転倒の防止
- スリッパ、靴を室内に準備する
- 懐中電灯を用意する

⑥地震のときには、まず身を守る！

- 大きな揺れは、最大でも1分
- 身を守り、そのあと昇華、脱出、救助行動に入る

あしがき

われわれの足元は地盤で、そこには、生活する上でのあらゆるものを支えています。しかし、この地盤も堅固なものに見えて、実はかなり不安定であるようにも見えます。内部的な作用で変化することもあるし、時には地震で再生不能なまでに崩壊されたりするというもので、長期的に見ると何とも不安定極まりないものになっています。

そのようなことにあきらめて、より安全なところに移住していくというのは現実的でないので、できるだけそのような動きを抑制することを考えながら、自衛を図る必要があります。

このように事前から知識を持って対応しておくことは、災害時にスムーズな行動につながります。そして、最も機能するのは復興復旧の段階でより学習効果が発揮されて、より安全な環境を整備するうえで貢献できると思われま。

つまり、地盤の性質というか資質を事前に把握して、どのような行動が予想されるのかを内的、外的作用を想定させながら、そこに発現するであろう危険要素を知って、それを減じる、回避することを想定するということになるのだと思います。

「知らないほうが幸せ」「知ったら心配が募って心配」という考えもあるが、安全で安心な環境を目指すことは、それほど負担になるものではないと思います。例えば、学校単位や地域単位のみならず、知っておくことは住民にとっての最大の宝物になるはずで。そして、助かった人がいなければ助けることができない、できるだけ助かる人が多くなることですが、本当の自助力とか地域力なのだと思います。(おわり)

地形と地質からの提言
“復旧復興に備えて”

I 津波のこと

① 津波災害からわかること

津波は知識では理解されていますが、単なる海水が押し寄せてくるのではなく、大きなエネルギーを有して襲ってくるという表現が当てはまるものであります。まさに、真っ黒な悪魔の襲来です。静かに進入してくるのであれば、津波の高さと地形の標高だけで、その影響面積と水深を算定できますが、力があるだけに、その面積を超えた影響範囲が発現することになります。そして、その力も地形の形状によっては増幅する現象があり、その力を倍加するという恐ろしさを有しています。

その意味では、規模や発生メカニズムは異なりますが、沢部を埋積した造成地内で地震動が増幅されて、震度以上の現象が発現するのと類似しています。

② 津波の恐怖

津波は単なる水害を超える力があることと、繰り返されることで、破壊力が大きくモノの移動に加えて衝撃力がすさまじい。建物への影響だけでなく、地山の崩壊、盛土構造物の崩壊、地盤沈下、液状化などの複合災害が発生してきます。地上のもの破壊に加えて、地下の状況にも変化がありますので、復旧するにしても復興するにしても十分に留意しなければならないことが多いと思います。

③ 津波被害からの教訓

津波ではなんと云っての避難することが一番の減災になりますが、当然ながら、その避難先が近くにあることが絶対条件になります。自動車があります、自転車がありますといっても、それがスムーズに移動されなければかえって支障になりかねません。

理想とすれば、建物の中で高層部への移動がよいのですが、少なくとも建物は4F以上の堅牢なものということになるでしょう。

津波は規模の程度は別にしてもどこに来るかについてはおおむね想定されています。したがって、そのような地域を今後どのように土地利用をして生活空間を構成するかということになります。単なる災害復旧的な考え方であれば、同じ災害に襲われるわけで、ここはまったく別な発想での土地利用が求められていると思わなければなりません。

つまり、秩序ある土地利用をベースにした耐災インフラ整備が必要で、すべての視点が防災・減災ということになり、建物は多機能高層化、職住空間のあり方、避難路と耐災道路の整備、コミュニティの継続ということで全知全能を集結しなければなりません。

そのためには、地域が主体となって、行政が支援するということが必須で、いままでの縦割りのもの押し付けでは、災害前と同じリスクを新たに整備したことにしかならない。

II 山地災害

地震による山地災害には、大きく地すべり、崩壊、土石流とあるが、これらはいわゆる一過性のものか、新たな災害に発展するのか、継続的に変化し続けるのかが重要です。

また、これらの復旧には、単なる除去から抑止すべきものまでさまざまなタイプがあるので、十分に留意すべきものまであります。例えば、単なる土砂崩壊と判断して、末端の崩壊土砂を排除したところが、は以後の山が一緒についてきて新たな崩壊につながったということも少なくない。また、沢で溪岸の崩壊を見落としたために、その後の豪雨時に土石流の土砂供給につながったということもあります。いずれも背後や隣接区域を十分に観察しておくことで防げた例ではないでしょうか。

このたびの災害でも斜面が剥離して崩壊したものも多かったように思われます。震災前から、何らかの兆候があったか、潜在的に要因を有していたものが地震動によって顕在化したというものが多かったように思えます。

大まかな、災害時の観察時の留意事項を示しておきたいと思います、

まず、崩壊の現場では、規模を正確に把握することが重要です。崩壊の幅や奥行き、形状を把握することで、地すべり性のものか、崩壊性のものかを判定できますし、その崩壊やすべりの深度を予測することができます。もちろん、正確にはボーリング夜間遺憾乳などによる調査は必要ですが、緊急時の対策費等の積算には有効です。また、緊急的に見て除去が可能なのか、除去したあとの手当などについても即断できる現場での要素は、かなりの精度でつかめます。

土石流については、大きく溪岸が崩壊して天然ダム化している場合には、警告することが必要になります。災害時に早急に除去するということはほとんどできませんので、下流にその危険度を知らせること、避難の方法などの指示資料を提供しうることができます。

また、土砂が溪流内に滞留、貯留していなくても溪岸の斜面の安定度を判定する必要があります。地震動で大きくゆすられて亀裂などが発生しているときは、予想される規模や到達距離などを算定することが求められます。後日の余震や豪雨時に不安定化してくることが予想されるからです。なお、溪岸を見る場合には、樹木の状況を観察することも参考になることがあります。例えば、倒木や傾倒していることなどがあれば現地で確認して地表の安定度などを知ることは地表の不安定度を知るきっかけにもなります。

地すべりや土石流については、今後どのような挙動するのかということは、ある程度予測できますので、場合によっては観測機器を設置して継続観測することやセンサーで検知するという方法も必要になるし、影響範囲を想定して立ち入り禁止区域の設定も必要になることもあります。

災害時には、すぐに対策が取れることは、それほど多くはないので、地域との協力をもらいながら二次災害を発生させない手立てはぜひとも必要でありますし、行政だけに頼ることなく、共助と自助をフルに機能させていくことが絶対に求められていくところです。

Ⅲ 道路災害

今回の地震による道路災害は、大規模なものはなかったように思われますが、タイプとしては盛土崩壊だったと思われます。そして、この崩壊も両盛土と切盛の境界部の崩壊が多く見られたような気がします。当然ながら、盛土部は相対的に工学的にも脆弱部になっているために主体的に崩壊の対象になったものであります。いずれにしても、馬蹄形のすべり様のもや沈下を伴う崩壊があり、それに至らないものは雁行状の開口亀裂や切土境に平行な縦断方向のものが多くありました。

また、岩盤部でも、地質に潜在的なクラックなどがあるところでは、亀裂が顕在化して開口し、被覆されているアスファルトが亀甲状に割れたり、マス状にずれたところも認められた。

それから、液状化によるさまざまな変位が認められ、沈下、起伏、パイピングなどが発生しています。以上の延長上に、橋梁やカルバート等の構造物との境界部での段差が発生されていたりしています。おおむね、盛土内での地震動の周期変化や増幅が発生して被害が発現したものと考えられる。

全体的に見れば、通常地震時の災害と異なる現象はなかったように思われますが、基礎地盤や盛土材の違い、施工の品質によっても被害の規模は大きく差異が出たように感じる。

Ⅳ 造成地災害

仙台市周辺には、住宅団地が多数造成されている。これらの造成地には、沢を埋めるような形で造成されたものから、地山を切土して造成されたものなどがあるが、地すべり地を改変して造成された新たなものはありません。

団地内での道路などについては、起伏が発生したところはあるが、大きく地すべりや崩壊が発生したり、斜面崩壊、ブロック擁壁の倒壊などはなかったようです。

ただし、いわゆる盛りこぼしたような斜面での末端での法尻崩壊的なものは散見できたという状況になっています。

このように、大きな土砂崩壊はなかったのですが、大きくゆすられたこともあって、全体的に脆弱していることから、豪雨などで地下水位が上昇するとか大きな余震が加わるということになれば、不安定になることは避けられないというような気がします。したがって、亀裂等があるところなどでは専門家の判断が必要になることもあるものと思われます。

Ⅴ '78 宮城県沖地震との差異

前回の震災は、いわゆる都市型災害といわれ、造成地を中心に地すべり、崩壊が発生しました。その中には、地すべり地であったところや沢部を埋め立てたところが対象になっていて、盛土材となった土質にも大きな要因がありました。地すべり地の場合には滑り面が潜在していたわけで、それが活性化したということが原因であり、旧沢部では液状化ですべり面を形成したところもあったようです。仙台付近の地質を考え、造成地付近を構成する地質はほとんど堆積年代が新しいもので、それに由来するものは凝灰質の土質であり礫質土のような材料ではありません。