

自然災害のいろいろ

～いつ、どこで？ 起きてからでは遅すぎる～

私たちは、豊かな自然環境にあって、様々な恵みを得ると同時に、自然現象にも翻弄されています。そのような中で、発生するところの自然災害はなくすことも、小さくすることもできません。しかし、避けることまたは被害を少なくする方法はあるような気がします。

これ等のことについて、以下、コラムの形でご紹介するつもりでいます。

目 次

1. 平地にも乱
2. 待ち伏せしている自然災害
3. 自然災害のリスクは常にある
4. 先進地から学ぶ治山への対応
5. 自然災害について考える
6. 我が国の砂防治山のこと始め
7. 自然災害をどう見られていたのか、いまむかし
8. 自然災害はあとを引く
9. いつものことがいつもでない
10. 保全砂防に期待する
11. 国土は脆弱化し、激しい試練を受けている
12. 文明の衰退と繁栄に自然災害が関係している？
13. 水を治めるものが国を治める
14. 自然と災害
15. 対岸の火事
16. 自然環境の変化と災害発生
17. 防災における森林の存在と保全することの意味
18. 水を治めるものが国を治める
19. 自然環境は変化していく
20. 地形の大きな変化と小さな変化

- 2 1. 土砂災害区域指定に関連して
- 2 2. 自然災害と地形の変化
- 2 3. これからの防災学への期待
- 2 4. 土壌の役割
- 2 5. 斜面の安定、不安定
- 2 6. はげ山から学ぶ
- 2 7. 谷斜面のでき方と変わり方
- 2 8. 河川地形と災害
- 2 9. 防災を考える上での森林が有する機能
- 3 0. 森林環境はだれが、何のために守るのか
- 3 1. 森林を理解する重要性
- 3 2. 斜面保全と植生工
- 3 3. 斜面緑化の必要性和目標
- 3 4. 地震による崩壊
- 3 5. 自然環境との荒廃と災害
- 3 6. 地すべりとは何か
- 3 7. 地すべりは繰り返す、兆候の早期発見
- 3 8. 未病と防災
- 3 9. 山地の崩壊と地質
- 4 0. 土石流に関する防災
- 4 1. 土石流に備える
- 4 2. 豪雨災害と降雨特性

1. 平地にも乱

自然災害というと、経験や知識の違いがあるかもしれませんが、特に都市部に住んでいる方は、水害は別にして土砂災害は山地で起きるものが大部分であると考えていたのではないかと思います。水害は、堤防が整備されたりダムができたりしてあまり気にしない様になっているように思います。確かに、土石流にしても、がけ崩れにしても、地すべりも丘陵地や山深いところで発生することが多いのですが、その影響による被災というと平地や裾部ということになります。被害にあわれた方も、どちらかというと比較的限られた狭い範囲であったような気がします。このような山間部では集落も点在していることが多く、土石流であれば沢の出口、がけ崩れや地すべりは、限られたブロック内ということになります。

確かに、昭和30年代の仙台でも、青葉山地すべり、放山地すべり、聖沢土石流溪流など知られた区域はありましたが、当時の仙台の市街地からは遠く郊外にあるものでした。しかし、その後都市の発展とともに、住宅地が広がり、いまではその区域も市内になってしまいました。と同時に、保全対象物が要件となる急傾斜地危険箇所（がけ崩れ）も増加していきました。そして、これらは大部分が地形的に想定できたものが多く、発生時期などは特定できないもののその危険性だけは予見できたものであります。誘因は豪雨、融雪といった水が関係するものが多く、地震や工事のようなもので促進されたというものだったと思います。

ところが、都市開発が進んで、丘陵地が改変されて住宅地として開発されたり、利便性を求めて土地の歴史を考慮せずに団地を造成する、或いは農地造成を進め、いわゆる平場が拡大していきました。これ等の土地は当然凹凸を平地にすることから、旧の凹地や沢部が埋められる、または盛土がなされることとなります。当然、元の地山とこのような埋められた、または盛られたところではものとしての性質が異なります。元の山は何万年という時間をかけて営々と形成されたものに対して、人工的なものはあっという間に作り上げたものです。この違いは、地震動に対しても異なった振る舞いをします。特に凹地や沢部というのは、本来地下水や浸透水を集める性質を有していますし、地震動も形状によっては増幅して周囲よりも強く揺れるということになります。東日本大震災でも、このようなところで地盤が変状したり、大規模な地すべりが発生したりしました。普段は、平たんで、元の地形に関心がなかったわけですが、地震があつて、変状を見て、はじめて地下の様子を知ることになったという住民の方が多いのです。これ等のことは、阪神淡路大震災や宮城県北部地震、岩手宮城内陸地震でも確認されています。このようないわば人工地すべりといわれるようなものの特徴は、あまり前兆がなく、高速で発生することも多いような気がします。これ等に対しては、もとの地形がどのようなものであったのかを知っておくことが大変重要になりますし、できれば地下の排水に配慮しておくことで抑制はできると思います。

できれば、自分たちが住む地域で地盤の形成や歴史を地域知として専門家から教示してもらっておくことも防災につながるものと思われま

2. 待ち伏せしている自然災害

自然現象によって発生する被害が、いつ、どこで、どのように発生するのかが確実に、前もって予知されることが望ましいが、まだまだ先になるというか、不可能に近いことなのかもしれません。したがって、自然災害は発生した時点、或いは直前になってわかることが大部分なために、避難が遅れたり、先を見誤ったりするということが起きます。

そして、結果から見ると、素因と誘因は明確でありながら、確かな自然現象が許容範囲を超えたために、何らかの損傷を生じさせているということが災害になります。

自然災害は、水害でも土石流でも、同じ地域であっても、同じように均等に分布していません。なぜ、ここだけがと恨み言を聞くことは常ですが、どうして、災害地に選ばれるのでしょうか。

自然災害の場合には地形や地質が多くの場合には素因となりますが、その時点ではかなり広範囲で、その存在が指摘されるわけでしょうが、その素因の程度というか、誘因との相性の度合いが違うのだと思います。一番に相性が良いのは、かつて災害を経験したところであるといわれます。そのようなところは、素因として顕在化しているものも多く、次の予備軍を備えていると考えられるからです。したがって、よく地形図や踏査などで読み取って、その危険度を判定するということが行われています。また、未経験のところでも発生することがありますが、そこでも当然ながら、その理由はあります。つまり、経験はなかったのだが潜在しているところで、それを覆っていたものがなくなって顕在化したということもあります。例えば、深層崩壊というような地下深いところにすべり面があって、いままでは崩壊現象がなかったものでも、様々な洗礼を連続して受けると、この深い、めったに顔を出さないものが活動することになります。すなわち、森林が健全なところに深層崩壊が寝ているような状況で、頻繁に山地崩壊が発生しているような箇所ではないのです。地形も地質も目にできるような速度ではありませんが、常に変化・変質しています。それは風化だったり、時には人口改変によるのかもしれませんが、河川の浸食かもしれません。仮に、かつて大きな地殻変動がなかったにしろ、少なくとも土壌化していくことは避けられません。そうすると地表水の浸透も地下水のありようも徐々に変化していきます。そして、いずれは素因と誘因がバランスしていたものが崩れると、一気に反応が進んで、地形でいえば不安定なものの消散という形で安定化していくもので、その時に地形に変化が生じるのが自然災害になります。したがって、自然から言えば自らの変化をバランスする行動といえると思います。それが災害であり被災ということで、自然現象自体が災害になるわけではないということです。したがって、太古の時代のように人口も少なく定住しない生活では、同じ自然現象があっても自然災害は少なかったということもできます。ということは、そうならないように、非定住の生活では食糧採取を主にした移動生活をしたものと思われそうですが、往々にして食料があるところは自然災害や獣害の危険性もあって、知恵と工夫で暮らしていたのだと思います。自然災害は、自然現象によって選抜されたようなもので、潜在的な弱みを暴くものであるということにもなります。

3. 自然災害のリスクは常にある

自然災害は、気象の外的作用によって生まれる負の現象です。しかし災害は対象物があるから発現するわけで、災害をなくす、最小にする方法は、直接対決をしないことです。そのためには、どのような自然災害があるのかを知り、その可能性について関心を持ち続け、付き合い方を知ることだと思います。

自然災害は、大きくは地震に関するもの、火山活動に関するもの、土砂災害、水害に区別されます。地震に関するものとしては、東日本大震災の余震が今でも続いているということで、先の地震で脆弱していることによる体力低下から起きる後遺症が心配ですし、震源域が拡大することで津波の再発も可能性としてはあります。そして陸域で起きる、いわゆる直下型地震ですが、熊本地震だけではなく、かなりの範囲に似たような震源候補があり、東北地方でも誘発される可能性は少なくありませんし、可能性が高くなったという意見もあります。首都圏でも同じような状況にあるわけで、震源が浅いことから発生直後から大きな揺れが来るといえるもので、破壊力が大きく、財産が集中しているところでは心配です。それから、以前から注目されている西日本の太平洋沿岸で起きる連動型巨大地震では、被害は首都圏から九州までという地震と津波の複合災害です。これまでの記録から周期性があることが知られていて、予測は 2030 年代といわれています。

火山活動は、巨大地震が発生すると、数年以内に活火山の活動が顕在化することも過去にありました。地盤にかかる力が変化した結果、マグマの動きも目覚めるというものです。

いずれのものでも、地盤災害が発現し、建物、インフラ、人命など地上に存在するものは大きく影響を受けます。

次に、地震や火山に比べて、各段に発生頻度が高いものとして、豪雨や融雪にかかわる土砂災害や水害があります。最近の気象状況は、いままでの様相と異なっている傾向があり、停滞型前線、ゆっくり台風、ゲリラ豪雨、冬季暖気などによって、災害の発生頻度が高くなっていて、規模の大きなものが発生しています。したがって、いままでの常襲地帯とは異なるところで、様々な被害を見ることが多くなってきました。また、地域的には、いわゆる新興住宅地や造成地での被害が多く、土地利用の観点からも考えるべきことが多いように思われます。

以上のように自然災害は、2000 年に入ってから、地震発生頻度が高くなり、特に東日本大震災後に、さまざま現象が発生しているような印象があり、大地変動の新時代のような観ずらすることがあります。最も災害とか被害は、前にも述べたように相手があることからそれだけ保全対象となる物、財産が増えたということもあるのかもしれませんが、我々自身も、少し安閑として過ごしてきたきらいもあるような気がします。

日本は災害列島であり、常に変動しているところで、その変動は一定ではなく、時に 1000 年に一度というような現象があれば、その影響は大きく、様々な形で揺り戻しのような変動が派生するのかもしれませんが。このような場合には、上手に付き合うことをしないと、ケンカばかりしてしまい、ケンカ別れをしてしまうことになります。相手が超巨大であるだけにどうかわしていくのか、知恵が求められているというのがいまの段階であると思います。

4. 先進地から学ぶ治山への対応

我が国では水害や土砂災害は、大昔から存在していて、生活する上での最大の心配事であり、様々な対応をしてきました。行政的には、1896年～1897年にかけて、河川法、砂防法、森林法が制定され、1904年～1909年にはアメリカのホフマンを東京帝国大学に招聘してオーストリアの治山・砂防の体系を導入しました。その後もオーストリア、フランス、ドイツへの留学が相次ぎました。研究対象は、アルプス諸国の溪流砂防が主体になりますが、日本とは流域特性、面積、形状、標高、勾配、降雨、地質、地形、土地利用等が異なっていますが、激しい土砂生産の場であることは共通です。そして、荒廃溪流は地表水による浸食卓越溪流、地下水による崩落卓越溪流、特殊型溪流、混合型溪流というような体系的な分類がベースになって考察、対応がされたようです。対策としては、土木的なハードなものは当然ですが、加えて、造林、土地利用、ハザードといった4本の柱が実施されていて、土木的なものは、我が国のようなアンカーや杭といった抑止的なものではなく、地表水をコントロールする抑制工が主体です。もちろん、土砂をとらえるダム（スリット型）や導流工、階段工なども多用されています。

これらの国は、多自然工法（できるだけ、自然の作用を活用して、環境を維持していこうというもので、環境保全につながるものと考えられている）の発祥地ということもあつての考え方が底流にあるのかもしれませんが。また、造林というか育林ということも主要な柱になっているのは林業が盛んな国でもあるからだと思います。

それから、注目したいことは、住民に対する啓発活動と情報提供に対しても熱心です。基本的には、住民の意見や考え方が行政に反映するという政治的な風土があるのだと思いますが、手法がガス抜きというものでなく、共通認識がすべての基礎であると考えているところだと思われます。具体的なものとして、ハザードマップの作成、住民と専門機関との情報交換、既往災害台帳の整備で、我が国の対応と形は似ています。しかし、事例としていくつかの点で違うところがあります。一つは、ハザードマップですが、この国では対策が進行するにつれ、改定されていくということです。つまり、作成して終わりではなく、様々な要因が変化するとともに内容を変えていくということです。もう一つは、いままでの災害に関する資料を、いわゆるアーカイヴを大事にしていることで、災害の風化防止に役立つものであると思います。このようなことができる風土として、歴史を大事にすることにあるかもしれませんが、それを支えるものの一つが、行政の担当者が10年以上、配置転換されずに業務を担うということにもあるようです。治山だけではありませんが、行政は地域住民との協力がないと成立が難しいサービス分野だという確固たる認識があるようです。

現在、我が国は、EUレベルでの共同研究が強化され溪流における体系的な土砂流出観測の実施や、最新の実験結果に基づく施設の機能評価、高度な数値解析手法の適用、現象の体系的な整理によって全体的な視点という姿勢が押し出されています。とくに、2000年以降は、各種技術基準が整備されて、実験的研究や数値シミュレーションでの優れた成果が生まれる背景にもなっています。せ

5. 自然災害について考える

自然災害は、自然現象によって起こされる被害であるが、災害であるが故に素因があって誘因があります。その誘因は自然現象ということで、我々にはどうしようもない、防ぎようのないものです。その自然現象は、主に火山噴火、地震、津波、降水、融雪といったもので、量的なものとか頻度は別にして日常的なものが多いのですが、最近になって、あまりなかったような竜巻のようなものが出没するようにはなっています。

このような誘因が、素因である地形や地質、構造物と反応することで、我々の生活環境を異常化することが災害ということになります。ところが、この素因と誘因との関係が複雑で、どのような素因にどの程度の誘因が作用すると、どのような結果になるのかということが定式化することができません。例えば同じような地形や地質、勾配の山地であっても、豪雨時に斜面崩壊を起こすところとそうでないところが生じます。つまり、素因となるものが極めて複雑というか微妙なのです。地質一つとっても、同じ堆積環境で生成されたものでもその後の、風化や変質で物性が変化し、地殻変動を受ければ外目は同じでも潜在的な微妙な物性の差が生じることになります。豪雨があってもそれに対する抵抗力は大きく異なるし、崩壊後に様々な点から、その違いを比較することは可能でもそれがすべてではありません。したがって、崩壊要素をあらかじめ選択して、危険度を決めておいても、危険性が高い順序で崩壊するわけでもなく、極めて微妙な体質を有していて、本音を知ることは至難のことです。

しかし、いままでの経験から、あるいは数値解析等から、おおよその危険要素についての想定面での進展は著しく、ある程度のところまでの確実性は高まっています。

いってみれば、経験をベースにして修正しながら、自然災害がどこで発生するのか、どこがどのような条件下で危険性が高まるのかということの精度は高まっています。一方、どのような誘因があれば、どのような反応が進むのかは極めて難しく、いままでのデータを解析することである程度の成果が上がっているものの、いつ、どのようにしてというところまではまだ遠く、安全安心な情報を提供するところまでには至っていません。

しかし、これからは ICT を活用したビッグデータ解析が進めば、自然災害の発生に関していかなる要因がどのような優先度で、どのような素因と反応するのかが理解されていくのかもしれないと期待しています。いま、我々は、どこで何が起きる可能性があるのかということまでは、いままでの経験や記録によってわかっているので、それを切り口にして、事実に基づいた判断での修正をベースにして防災への取り組みがなされていくのではないのかなと思われまます。

いまの段階では、そのような考え方で、概略的な危険度での備え、それを活動化させる行為の制限という大きくりの道しるべを頼りに、自然の現象による影響をかわすことが当座の防災対策になるような気がします。

6. 我が国の砂防治山のこと始め

古代から先人は自然の中で恩恵を受けて、社会生活を営んできましたが、同時に自然による災害や獣害とも戦ってきたというかさらされてきたと思われます。最初のころは、避難することから始まったのですが、家族や仲間が増えて、食糧の採取から定着ということになると、積極的に災害の軽減を図るために様々な、土木的な工夫を継続して進化させてきたものと思います。ある程度自然との共生というか、自然に生かされているような時代は、それほど自然環境全体を荒廃させることなく過ごしてきたと思われますが、江戸期に入ると、戦国時代の戦乱も収まり、平和になってきたことから物流の発達、それを支える農工業が一気に発達します。そして、城下町が築かれ、様々な職業の人が集まり、人の出入りも多くなりますので、物資の生産、運搬が規模も大きくなっていきます。当時は、河川を航路として町への供給物資である木材、コメ、まきといった食料や資材が輸送されていました。そうになると、山地では過度の伐採により大規模な荒廃地やはげ山ができた結果、土砂生産も拡大し、河川の水深を浅くしていきます。と同時に、洪水の発生頻度も増すという影響が顕著になります。そうになると、堤防、造成、浚渫という作業で安全を確保しようとはしますが、イタチごっこになります。そして、徐々に治水の重要性が認識され、それが上流にある森林へと目が向けられていきます。もともと治水は、中国の故事にも言われているように、水運、食糧生産の確保や増産が求められるとともに、常襲化している台風や豪雨による災害から田畑を守る上で重要なことになっていました。この治水思想が我が国では、上流からの土砂流出防止という視点で治山という考え方となっていきます。この治山治水思想の確立、理解には森林の機能を把握することが必要で、儒教の精神、天の理を説くことと結びつき浸透していきます。これ等の教えの指導者として、熊沢蕃山らは森林の治水上効用の概念を、著書や説法で広げていったのです。

例えば、畿内では古くから山地森林が、略奪的に乱伐採が行われていたので、山地は荒廃し、当時の大動脈である淀川は、上流からの土砂が流出してきて河床の上昇、水害の頻発などに悩まされていました。そこで、江戸幕府は森林伐採に関して、「諸国山川の掟」を發布するとともに、治山治水事業を進めていきます。その内容は、樹根の掘り取り禁止、植林の奨励、川筋での田畑開発やアシ・タケの植栽を禁止して川の断面を狭めないというものでした。

幕府は、この發布後にも厳しい掟を次々に発令していきます。このような施策の理論的背景には、当時の思想家である河村瑞賢と熊沢蕃山といった治水研究者、儒学者の進言や著書が大きく貢献したといわれています。

その他にも、各地で治水事業が行われ、水を制止、山を守ることが国土を守り、生活環境の安全と安心を図るべく、それこそ官民一体が同じ目線で取り組んだことがわかります。これ等の取り組みには、しっかりした理念をもって継続することでしか効果が発現しないということを確実に身につけていったものと思われます。

7. 自然災害をどう見られていたのか、いまむかし

古代は、人口も少なく密集して暮らすということだけでなく、食糧採取中心の形態であったことから、人間は大きな自然に活かされているという感覚だったと思われます。定住することなく、広い範囲の中を動き回るといったことであったことから、自然に対する畏怖は相当なものであったと思われます。ある意味で、そのような自然が起こす出来事に対して逃避することであったように思われます。いまの言葉でいえば、晴耕雨読的な自然の流れに合わせる生活形態であったような気がします。

そのうち、定住して、ある程度の家族や仲間たちと暮らすということになると、自然からの驚異をあまり受けないところでかつ採取、生産が可能なところを見つけていきます。

ここでは土壌力や背後の森林、遠浅の海岸があれば申し分ないにしても、そのようなところはまた自然災害の起きる可能性も高く、様々な経験を経ながら選択していくこととなります。この段階でも自然に対しては、受け身の姿勢であり、経験が大きな判断になっていたのは当然です。

自給自足に近い生産の時代では、地産地消の形で限られた地域内での生活が可能でも、その後国盗り合戦の戦などが繰り返された後に、平安な時代に入っていきます。そうすると、城下町というまとまった集団という消費地が出来上がり、商工業が発達していきますので、当然物流が盛んになるし、住居、インフラの整備が盛んになると、木材は基幹資材となり伐採が進むこととなります。木材は森林という場での生産物ですが、それだけに限らず山地を保全している機能が大きいものです。したがって、限度を超えると、その機能は低下して、山地は荒廃し、土砂は河川へと流れ込みます。その結果、河床が上昇したり、豪雨があれば、森林が緩衝材となって出水をコントロールしていた機能が失われ、一気に流れ出し、時には土石流となって下方の集落を襲うことにもなります。ここで一番に困ることは、河川の船運としての主流が機能しなくなることです。そこで、江戸時代には、様々な規制が幕府から発布され、当時のキーパーソンである思想家などがその重要性を説くこととなります。しかし、目の前のご飯に気を取られて禁を犯すものもいたそうですが、相当の効果があって、森林への考え方が浸透していったと考えられています。明治時代になると、森林法等が整備され、先進地からのお雇い外人の功績もあって、治山砂防事業が進んでいきます。ある意味では、この時代は森林環境の保全ということでは充実していたのかもしれませんが。こうすると逆に、住民は山地のことは林業家の領域になり、一部の人の興味を示す以外は関心も薄れてきます。

そして、第二次世界大戦に参入、戦後の状況は、山河はありましたが森林は惨憺たる状況になります。戦時中に放置されていたつげがすぐにやってきます。戦後の台風による被害は多くの地域で、人命を失うこととなります。当然ながら対策事業は進められますが、その効果は徐々にしかなく、その間も相当な自然災害を蒙っています。

そして、経済復興が進み、東京オリンピック、万国博と大きなイベントも行われ、繁栄の道に入ります。と同時に、林業、農業から工業への変換が急速に進み、地方から都市へと人口の流動が起こります。そうすると都市部では土地改変による造成が進み、ここに新たな災害をもたらすリスクが潜在するようになっていきます。世の中、大部分の市民は自然への関心よりも、目の前のことに忙しくなり、教育の面でも自然を対象とした学習は受験科目と縁が切られてしまいます。すっかり都会人となった人たちは、自然現象が起こす災害も、自分に関係ないところのものは対岸の火事、すぐに忘れてしまうということを繰り返しています。したがって、何か身近で起きれば、想定外、行政批判ということになっていきます。この災害列島に住んでいる限りは、自然災害は避けられないわけで、それなりの知識を有していないと、自分自身が暮らせないこと、次世代へつなげないことを自覚すべきであります。

8. 自然災害はあとを引く

自然災害は素因があつて、気象などの誘因で発生するもので、その時のすさまじいことだけへの関心が高く、ある程度落ち着くというか、収まりのめどが立つと、次第に、そのかわりも薄れてしまうことになりがちです。

ところが、この自然災害はその時だけで済まず、余波が必ず発生するのが特徴であります。災害の規模が大きければそれだけ顕在化しないまでも様々な影響を及ぼして、その再現性も高くなるということになります。交通事故や火災はほとんどの場合には一過性のものですが、自然災害は、広域に様々な影響を及ぼし、その地域を弱体化させ、新たな災害発生の要因を潜在化させるという特性があります。

例えば、地震を考えてみると、海溝型と直下型とは、被災の様子は異なるかもしれませんが、地震動が地盤に対して大きな影響を与えることは明らかで、被害が顕在化したところはそれなりの原因があつたわけである半面、健全であつたところに将来悪化する要因を発生、潜在化させるということだと思ひます。過去の大きな地震の時でも、発生と同時に津波や液状化は発生しましたが、その後、余震が広域化して長期にわたって確認されるようになり、火山噴火までも発生しました。また、その後の豪雨や地震によって、山崩れや地すべりが、目を覚ましたように連続したという記録もあります。ただし、すべてが、地震動による地盤の脆弱化が直接的に起因したとはいえないまでも、それぞれの関連性が高いということは容易に想定できることであると思ひます。

我が国の地質並びに地質構造は、きわめて複雑で、極端に言えば傷だらけで砂山の様ともいえるような状況です。いままでのさまざまな地殻変動によって、変化・変質が形成されたもので、その結果、断層なども多数発生して、そのすべてが明らかになっているわけではありません。地震があつて初めて確認されるという忍者也どきのものまであります。

そういうことから、この日本列島で全く自然災害に無縁の地域は皆無で、おそらく災害経験がないところはないと思ひますが、記録や経験は最近のものだけですが、地形などに、過去というか太古の履歴が残っているものもあります。

このような中で、いつ、どこで、どの順序で、何が発生するのかがわかれば備えもかなり確実なものになりますが、それについては全く見通せないということで、我々は発災時またはその後どうするのかに関心が行くのは当然である。しかし、いままでの経験に照らして、確実性は別にしても、どこで何が発生するのかという地域の特性は知っておく必要は不可欠であるし、そのようなところで、自然災害が発生しないような抑制的な行動を起こすことは可能である。例えば、土石流危険渓流に対して備えということであれば、適正な土地利用や利用規制をするということもあるであろうし、森林環境の維持、河畔林の整備というようなことも考えられてよいと思ひます。当然これらの情報は、学校教育や地域コミュニティの中で地域知として周知することは大変重要であると思ひます。つまり、地域に関心を持って、どのようなリスクがあることを知って、情報の適正な理解が可能となる基礎力は生活力そのものであろうと思ひます。

9. いつものことがいつもでない

災いは、想定した通りというものないわけではなく、日常でも経験される方はあると思います。その時には相当に予想される条件が経験的に感知できていること多いということであろうと思います。当然、その場合には程度も把握することができることから、影響を受ける側もその影響を把握することができますので対応もある程度は可能であることもあります。

ところが、自然災害は、突発的に発生します。当然、水害は雨が降ったり、融雪があったり、ため池や天然ダムが決壊したりして発生します。そういう意味では、ある程度の発生する事故くらいは把握できますが、いつ、どんな風にまでは把握することはほとんどできません。何が起きるのか、どこに、どのようになるのかということになるので、いまから備えることは杞憂に近いと考える人もいるし、発生時点で行動すればよいという人、常に避難を考えて周到なそなえをする人と様々です。

しかし、この自然災害は、大部分が、いままで先人が経験してきたものが多いということです。その規模や発生の状況は別にして、いつは別にしてどんなところにどのように災害が発生するのかを把握されていることが多いのです。例えば、地すべりの常襲地帯では、地形の傾斜が緩やかで、土地が肥えていることから耕作に適していて、その土地に依存することが大変大切なこととなります。そういうところでは、住民の方々は、古老の方々から被害経験を代々受け継いでいて、どのような兆候が危険なのかということを知っています。そして、地表水排除のための水路工なども、つねに管理をして機能の維持に努めていることが多いのです。地すべりが起きそうだというサインは、様々なところに見られることに気づいています。農道の亀裂や盛り上がりなどのほかにも、水路の変状、流れている水量の変化、急激な減水、濁り水などいつもと異なる地山の体調の変化をキャッチするという習慣が身に染みんでいます。もちろん、地すべりを止めることはできませんが、早めの避難することだけは可能になります。土地自体が生産手段ですので、常に関心を持っていることが日常生活の中の一部に取り込まれているということだと思います。

一方、都市部でも地すべりが発生します。意外な感じもしますが、先の東日本大地震の時に、都市郊外の団地で大規模な地すべりが発生しました。大方の住民の方は、想定外だったと思います。普段は平坦な土地であったわけで、裏山が崩壊する例はいままでも見られたことでしたが、まさか足元の地盤が移動するということは考えられなかったものと思います。造成地はたいていそうですが、切土と盛土を組み合わせで宅地を造成していることが多いと思います。したがって、かつての谷部は周りの切土による土砂で埋められることになり、いわゆる谷埋め盛土ということになります。このようなところは良く地震動が増幅されて揺れが大きくなったり、地下水や土質の関係で液状化が発生して、土砂が脆弱になるということもあって、元の沢部にそってすべり面ができて地盤の滑動・抜け出しが発生したのです。

少なくとも、自分たちが住んでいるところがどのようにして形成されたのかに関心を持つことが大事なことを教えられているような気がします。

10. 保全砂防に期待する

砂防は文字通り、土砂による災害を防止するわけですが、土砂の発生するところで対応するのか、出てきたものを待ち受けるのかという方法がありますが、それらの組み合わせというのが一般的だと思います。待ち受けるものの代表で、知られているのはいわゆる砂防ダムでしょう。建設すると間もなく満砂になるものも多く、増設しているということもあります。土石流と呼ばれているものは、水と土砂が一緒になると、ものすごい力になって、手を付けられるものではありません。いずれにしても、大変にコストがかかるもので、一斉に、すべてを対策するということが不可能で、危険度が高いところからということにはなりますが、遅々としたものを感じられることでしょう。

そこで、近年は一方的にハードだけで対応するという考えではなく保全砂防とか環境砂防という考え方をに入れて荒廃を防ぐという考え方が活用されてきています。

つまり、溪流の特性、土砂の出方を把握したうえで、ハード的なもので、下流へ有害な土砂を出さない対策をすると同時に、土砂が生産されない、生産しにくい対応もやっていくという二刀流が行われるようになっていきます。

というのも、日本列島は約70%が森林におおわれていることから、その森林環境が自然環境の最上位にあると考えられています。つまり、森林環境の破壊が自然環境の破壊になり、そこから様々な変化が我々への災害になっていくということになります。

もちろん、森林破壊がすべてではありませんが、少なくとも、これが洪水・土砂流出を引き起こし、植物を枯死させ、地表の荒廃を引き起こします。その極は砂漠化ということになります。そうすると、人間生活は不可能になりますので、森林環境を健全に維持することが大変重要となります。森林は単なる景観の対象でもなく、生産の場だけではなく、特に日本列島では我々の生活空間を安全で安心のための基盤であるということのを再認識した上で、対応をしていかなければなりません。

もちろん森林環境が健全であれば万全ということにはなりません。例えば、深層崩壊といって、森林土壌よりも深いところを崩壊面にした大規模な山腹崩壊は、全く森林の土砂保全機能は発揮できません。そして、このようは大規模な崩壊は溪流を塞いで天然ダムを形成し、時にそれが破壊して下流へ大規模な土石流となることすらあります。

しかし、現在進行中の保全砂防は、いままでの多くの溪岸崩壊や規模が大きい地すべりなどによる土砂流出に対しては効果が発揮されそうであるし、その機能は経年的に向上することになるので、安全性というか投資効果は期待されてよいようには思われます。とくに、最近被害が増加している流木による被害は減少することも考えられています。

われわれは、この2000年の間に、確かに自然の凶暴さへの防御法を身に付けてきたようには見えますが、慢心することはできません。そのために、自然環境を破壊して、知らず知らずのうちに自分の首を絞めていることになっていないかどうか、一層、気にすべきです。

1 1. 国土は脆弱化し、激しい試練を受けている

2000年代に入ると、様々な規模の大きい自然災害が連続しているように思いませんか。東日本大震災や熊本地震だけではなく、大変な被害となった常総水害、伊豆大島や広島の上砂災害、紀州地方の深層崩壊などが連続して発生しています。そして感じるのは、気象の変化が、少々荒っぽくなってきたようにも思われます。台風が停滞して多量の雨を降らすとか、爆弾低気圧などという恐ろしい名前のものであらわれてきています。

そうすると、直接の被害はなくても、列島自体が弱くなっていることは確かで、次が来た時には簡単に負けてしまうかもしれません。

この日本列島は気象だけの影響だけでなく地殻変動といって、地球自体の内的作用、外的作用が日常的に蒙る環境にあり、地質も博物館のように多様であるのが特徴になっています。いわば、一枚岩ではないのです。地殻変動で形成される断層にしても、まだまだ顕在化していないものも多く、時に地震があつて初めて確認されるというものさえあります。

このように、日本列島はいわば総身傷だらけということで、その傷も治っていないという状況であると思われます。そういう状況はさまざまな恵みも与えるわけですが、思わぬ災害の素因ともなるわけで、正しい知識と備えを持つことが、この列島に住むには必要となります。

このような脆弱な素因に対して、様々な気象が誘因として働きます。その気象が、最近では変化しているということで、いままで経験したことのないものが、各地で発生しているということになります。もちろん、これらに連鎖する可能性があるものとしては、都市でのヒートアイランド現象、土地利用の変化というような人間が作り出した環境変化もあるのは確かです。

このようなことを考えると、心配が増してきます。ただ、気象自体をコントロールすることは今までのところ不可能ですし、仮にできたとしても他への悪影響が懸念されます。しかし、自然災害は変化してきてはいても、いつ起きるかはわかりませんが、何が、どんなところにとすることはある程度推定できます。そういうところを正しく知った上で、我々が備えておくことはできます。完全に災害から逃れることはできませんが、その被害の最小化は可能であるし、いまのところ“避ける”、“逃げる”、“かわす”ということしかできないというのも現実であると考えます。

残念ながら、国土は災害があつて、強くたくましくなるということはありません。どこかが脆弱になっているもので、災害が無くても風化作用はたゆまず存在しますし、東日本大震災の力的作用は、いまでも続いています。中には揺り戻しのものもあるでしょうし、新たに勢力を拡大させている現象もあると思われます。つまりは、災害は新たな災害の種を生み出すものであることは確かなようです。

12. 文明の衰退と繁栄に自然災害が関係している？

有名な古代文明は、なにゆえに滅びたのかは、歴史的に他民族によって滅ぼされたということになっていますが、多くの研究からは自然環境の変化が負の現象を招いて、住むことができなくなったといわれています。つまり、自然環境の破壊が地力の荒廃を招いたということで、人間の自然資源の利用の仕方に関係があります。

人間が生活するには、なんとといっても食料や水が必要です。最初はどちらも採取することで間に合っていたかもしれませんが、やがて生産方式を入れないと間に合わないような状況になってきます。そして、食べるだけでなく、住宅、家具や船、橋、運搬する車というように様々な領域でモノの要求が高まってきます。そうすると当然ながら森林の需要も増えます。伐採後に造林するといっても生産と消費のバランスはすぐには、とれませんので森林は荒廃するのは当然です。そうすると保水力もなくなり、土砂の流出も激しくなり、土砂の流下は日常的になり常に川は濁っているということになるでしょう。当然下流部では細かい土砂が広く堆積することになり、湿地が広がるとともに、マラリヤなどの疫病も発生する環境になっていくものと思われます。特に、ギリシャのあるエーゲ海地方は地中海式の気候になるので乾湿の差も大きく、石灰岩の風化土壌（テラロッサ）は乾漆繰り返しを続けていくので、赤色～黄土色の土壌化します。そして、この地域では、小麦と牧畜が産業になりますので、森林の荒廃化も進むことになります。森林環境的には、材として伐採され、耕地として開発されるという多重の改変がなされることになります。

梅原猛(1993)「森の文明・循環の思想」によると、古代のクレタ島には立派な森林があり、有名なクノッソス宮殿の内部はすべて木造で、当時は人々は、おおいに自然をおう歌していたものと思われていますが、やがて森林がなくなって、北に位置するオリンピアなどがあるペロポネソス半島のミケーネ文明へと移っていったといわれています。このように、ただ森林資源がなくなっただけではなく、それに由来するところの自然災害が多発してきて生活が困難になったのではないかとされています。

ミケーネは、当初はモミ、マツ、ナラといった森林が豊かであったのですが、人口が増加すると農地の開発が進みます。そしてこの時期は最も木材文明の盛んなときですので、何でも木材が活用されたと思います。あのトロイの木馬は、その象徴でもあります。一気に木材の消費量が増大しますが、輪をかけたのは、あの格調の高い陶器の生産でしょう。陶器は、土に加えて、大量の燃料（マキ）が必要となります。そして、ミケーネの人口も増えてきますので、ますますの農地拡大、森林の荒廃が進み、当然ながら表土の浸食、流亡が発生し、降雨等による自然災害も増えていくということになっていきます。このように、土砂の生産が激しくなって、様々な土木的な対応もされた遺跡もあるそうですが、追いつくことは至難であったと思われます。

13. 水を治めるものが国を治める

水を治めるということは、水による被害を少なくすることで水害やそれに由来する土砂災害を抑制することで、コントロールではなく、その性格を知っての共生という考えだと思います。国を治めるということは、まず第一には農地を守ることであろうと思います。なんととっても食料が確保されないと、人心が乱れ、統治できない原因となりますので、自然に左右される農業は大変重要です。昔から、この水に関しては多くは要らないがなければ困ります。自然に振り回されているように見えながら功罪あい半ばするというのが実感です。自然のふるまいは抑制することも抑止することもかなわないわけで、少なくともこの振る舞いが、我々の方に被害とならないように、その原因を作らないようにすることしか方法はないと思われまます。そのためには、自然地形が極めて重要で、そこから自然の履歴を知り、特性を把握することです。これを無視して改変したり、制限したりすることは極力避けなければなりません。というのは、そのような行為をすればそれを補う仕掛けが必要となりますが、自然のサイクルに適合したものを構築するということが難しいことが多いと思います。

例えば、河川が曲流し、遊水池を形成し、自然堤防、後背湿地といった形成史を持つ地域を、整備利用するという事で、直線型の人工河川を作るとすると、一見、河川水は余裕をもって流下し、その周辺は安全に利用できるように見えます。しかし、そのことで、流速が早くなったり、土砂の堆積が多くなったりすることに加えて、流量が多くなったりすることが多くなり、豪雨時に溢水する様になることもあります。これは、山地や沢といった背後地からの地表水や地下水の挙動に変化が生じたことによるもので、広く、長い時間かけていた水理システムが急変したことよると考えられています。

先年の常総水害はその例ではないかと思われているものです。かつては水郷地帯ということで多数の水路があって、多くの地表水や地下水が広い範囲で受け皿になっていた地域ですが、地表を使い勝手を良くするために、改変、開発を進めていった結果、水の行き場自由度がなくなった結果であるといわれています。

一方、広島土砂災害のような例もあります。これは土地の改変というよりは、土地の履歴を考慮しなかったために、土砂災害に遭遇したというものです。この周辺は花崗岩地帯で、花崗岩は風化して真砂土という砂になりやすく、表層が森林土壌とともに土石流化しやすい地形・地質になっているところ。おそらく、過去にも何回か同じようなことがあって、沢の出口には大きな扇状地といわれる地形を形成していたところ。このような土石流が頻繁に発生していれば、その危険性も認識できたでしょうが、発生の間隔があくとそのような伝達も薄れてしまいます。しかし、自然は繰り返しますので、このような沢の出口では再度の土石流災害に遭遇するということが起きることになります。ちなみにここでは災害地名もあったそうですが、居住する時点で気づかれることがなかったようです。

このように、災害に遭ってから露見することは多いのですが、それでは遅すぎます。少なくとも、自分たちの住む地域がどのような自然サイクルで形成されてきたのかを知り、その潜在するリスクについて関心を持てば、自然災害に対する付き合い方も変わるのではないのでしょうか。自然を利活用することは、自然に負担をかけることではありますが、回復できる範囲での行為にとどめることが基本的には大事なことであるとの教訓になると思います。

14. 自然と災害

自然災害の誘因は、自然現象でありその対象は人やモノであります。実際にはけがをしたりあるいは命をなくすこともあり、個人的な財産を失うこと、インフラが損壊することなどあらゆる対象物に大小の被害が及びます。そして、その程度は現象の大きさにもよりますが、対象物が昔に比べて各段に多くなっていることや土地利用が広範囲に多様化していることもあって、被害額も大きくなっているように思われます。

一方、自然現象は、種別的には多くなっているわけではありませんが、その発生頻度や大きさなどは変化しているように思われます。ただ、この実感はいわゆる短期間のもので地球年代から見ればほんの瞬間なのかもしれませんので、継続性のある傾向ということができるのかどうかは判然としません。水害の例でみると、堤防が整備され、河川改修が進んでいるのに、いまだに洪水、浸水、越流といった災害が、それも今まで履歷的には聞かなかったところで、発生しているような気がします。

この日本列島は緑豊かな国土ではありますが、意外と居住に適したところは広くはなく、限定されているように思えます。生活は、キャンプとは違いますので、居住と生活のための糧が永続して必要となります。したがって、限られたところになるわけで、最も人口が多いのは平野部ですが、それは平坦であり、利便性のある交通機関や物流が可能であるという、いわゆる住みやすいという環境にあります。一方、山間部などでは平地が少ないということで、居住する場所は限定され、斜面の裾部や沢部の開かれた個所、河川沿いということになりがちです。平野部は水害や地震、津波の備え、山間部は土砂災害への備えが求められるということになります。

ところで、我々の常として、災害が頻度多く発生しているということであれば、ある程度記憶も連続するということで学習効果も高くなりますが、大規模なものは間隔があり、自分の代で経験することもそう多くないかもしれない。そういうものをどのようにして次世代へつないで、備えるのかということは大変難しい。東日本大震災でも、あれだけの被害を目のあたりにしても復旧や復興が進むのに合わせて、経験が風化しがちになります。それを少しでも防止しようと様々な試みがなされているし、記録としてアーカイヴ化されてはいますが、どんどん遠くなっているような気がします。そう考えると災害発生には空白区域というようなものがあって、そこが一番危険な候補地になるという見方すらあります。つまり、土砂災害が発生すると、再発するまでにはまたそれなりの時間を要するであろうから、同じようなところで健全なように見えるものが次を待っているのではないかということでもあります。これは、一概に否定はできませんが、重要なことは地域にどのようなリスクがあるのか、その要因を確かめておくということが重要なことになる。そして、そのような潜在化するリスクがどのような外的作用があれば覚醒するのかということを経験から学び取ることが大事ではないかと思います。そうすることで、それなりの備えというか、避難するに当たっても、適切な行動が起こせるのではないかと、単に恐れるというのではなく、正しく恐れるということになるような気がしています。伝えるということの大切さ、そのためにはどう伝えるべきなのかが求められているのだと思います。

15. 対岸の火事

大きな災害があると様々なメディアが一斉に、その様子を報道します。しかし、その報道もやがて、次の話題があると影を潜め、災害の復興・復旧の行方を詳しくは知ることはできません。ただ、今回の熊本地震については、東日本地震の経験がまだ焼き付いているために、関心も高く九州と東北という距離感なんか関係なく、どうしているのかが気になっています。日ごとに報道も少なくはなっていますが、小さな記事でもすぐに目に止まるという状況です。

自然災害には、全く同じものというのはありません。発生の規模、地域、日時など様々だし、被害も多様ですが、いずれも想定以上のものが一瞬にして目の前に現れるというのは同じです。その現場にいる人にとっては、全体を見る視点などはなく、先ず身の回りのことだけでいっぱいになります。この辺は、全く外部の人は理解できない、いわば修羅場でもあります。自然災害には、モデルがなく現象と被害にも一時的な関係がないために、実際に起きないとわからないことは多々ありますが、それでも他で起きたものから学ぶべきことはあります。

まず、どんなところに何が起きたのか、誘因は何か、前兆はどうだったのか、発災時の状況はどうだったのか、避難はどうしたのか、避難して戻る判断はどうしたのかなどを知ることです。そして、自分たちのものとしてシミュレーションしてみるということは大変重要だし、地域を見直す機会にもなります。実際に、他地域の大きな災害から学ぼうという機運が高まっている自治体もあります。対岸の火事であるということで、一時の関心は持ってもその後は忘却するというのは常のような気はしますが、そこをキャッチして自分のものにするとか参考にするというのは、スポーツの世界にも共通です。みんなが一流の選手になれるわけではありませんが、自分の中で一流になればよいのです。昨日の自分よりも今日の自分がつよくなればよいのです。それには、他の人のいいところ、悪いところを上手に取り入れてマネをすることから始まります。防災や減災は、実際には難しいところがあって、机上で考えても実際にはできないことが多いというか、とっさの判断が先行するために考えるとか、みんなの意見を聞くとかということができません。いつもしていること以上のことはできないということを、今回の大地震でも実感しました。そういう意味でも、他地域で起きた地震を参考にしてというか教材にして、シミュレーションをし、実際に現地のご苦労を耳にして自分のものとして学習し、次世代へ伝えることが大変重要なことになると思います。

他人には大変なことでも、自分には関係がなく、気楽に傍観してられるものごとのたとえで、「対岸の火事」という言葉があります。ものによっては、そうであった方がよいこともないわけではありませんが、この自然災害に限っては、当てはまりません。大いに対岸の火事を自分のものとして感じ、次への糧にすることをしていく必要があります。この日本列島は、災害の無い年はなく、むしろ数としては多くなってきています。災い転じて福をなす、同じ物はないにしても、参考になることは多く、単なる、一時的な他人事にせず、コミュニケーションすることこそ防災ということを認識したいものです。

16. 自然環境の変化と災害発生

自然災害を考えると、その自然環境条件ということになると地形、地質、気象が対象になると思います。そして、災害に関係することとして、開発による改変や規模の大きい災害の後遺症としての脆弱化が深く関係するし、気象では降雨のパターンや地震の規模等が変化を支配するものと考えられます。

このような素因や誘因が大きく関係するということは、自然のサイクルに収まらずに限界を超えて、一方的な作用が災害へと向かわせることとなります。

気象に関しては、当然抑制も抑止もできないわけですので、被害を少なくするには、素因となる土地の使い方や管理の仕方を考慮する必要があるということになります。つまり、可能な限り、災害を誘発しないような形での利用をするという考え方というか、制限をかけていくということも必要だと思います。

とはいっても、我々の生活環境を維持する上では、どうしても自然からの恩恵或いは利活用は避けることができません。要は、どうすれば自然と共生し、自然の脅威を避けることが可能なのかということなのです。

地表を地球の皮膚に例えますと、軽いやけど程度にして、再生することができる程度に利用していくことが大事で、やけども全身にわたる重症になれば再生が期待できないで死に至るようなものです。つまり修復が可能な範囲で利活用するというのを考えていくべきです。いままでは、これらのことについて、利用する立場からだけ一方的にハード的に対応を考えてきたわけですが、これには経済的なことだけでなく力学的にも限界があるわけです。先の大震災での津波対策としての防潮堤にしても、これだけで対応ということだけでは十分でないということを実感しました。もちろん、これらの対策は必要ではありますが、他の備えとの重畳を考えていかなければならないということなのです。

自然災害における誘因は我々がどうすることもできないわけですが、素因に関しては、災害に関連するようなことはしないまたは最小化するというのをしていかなければなりません。また、そのような災害履歴地では同じような災害が繰り返される可能性が高いことを考えると、そこに潜在するリスクについて十分に認識して避けるかかわすかということも考慮すべきであります。

今後は、自然災害の発生に対して、どのような備えをし、次世代へつなぐことができるのかを考えると、経験を生かす（ビッグデータ、アーカイブなど）ということと情報の伝達と行動（教育と情宣）の2点が重要なことであると思います。そして、これらを支えるには、地域知と自然と人間の関係に関心を持ち続けてほしいと思います。災害は、人と自然との付き合いの中で発現するもので、相手がどのような性格なのかを知って、付き合うことができればけんかも少なく仲良く付き合えるというものです。

17. 防災における森林の存在と保全することの意味

森林には様々な顔があつて、その機能も生産から環境保全まで幅が広いです。自然災害に関係することでいえば、何と云つても森林は土壌をしっかりと抑えていることと降雨の一時保管所になっているということで重要です。前者は土砂流出防止林などという看板を見たことがあるかもしれませんが、表層の崩壊や土砂が川に流れ出すことを防いでいるという機能を示していて、後者は水源涵養林などといわれていて、飲料水確保のために必須で、大都市の近郊などでは、そのための管理を業務とする事業所を設置しているところもあるぐらいです。

森林環境は自然環境の最上位に位置することから、森林が健全でないということは自然環境へ大きく影響するということになります。森林は過度の伐採や、逆に人工林などにおいての放置など、維持管理を続けていかないと、森林破壊が起きます。そうすると洪水や土砂の流出が続いて、植生の枯死、地表の裸地化が一気に進行していきます。そして、その拡大はまたたく間に、広い範囲での荒廃へと進行し、時には、人間の手に負えない状況になることすらあります。

歴史的には、豊かな森林が乱伐と荒廃することによって、かつての著名な文明が消滅したことが言われています。それだけ森林は、当時の人間の生活の基本であったということであり、いまは、木材に代わるものがあるので、事情は異なると思われるかもしれませんが、しかし、いまだからこそ、森林と環境を考えると、環境とは極めて連関していること、限られた地球の中での人間からはみ出していることを考えると、その関係の密度は異なっています。逆に目に見えにくい形で人間にとって都合の悪い状況を自ら生産しているように見えてもきます。以上のようなことは徐々に進行してきますが、これに関係して発生する自然災害は、必ずしも、その速度に比例することなく、突然に経験したことのない規模や頻度で発生します。

その時には相当な素因や誘因において大きな変化が生じていることを示しているのだと思われまふ。自然の変化、時に猛威に対しては、避難を含めて様々な備え、時には戦いをしてきましたが、今後はどのようなことが起きるのかはわかりませんが、少なくとも過去に経験したことだけは避けるというのは最小限の備えとして欠かせません。

例えば、森林環境が悪化して、土石流危険渓流が存在するときに、確かに土石や流木が流出するのをダム等で抑止するという方法があります。しかし、これには経費が莫大になることや、どの程度の役割が果たせるのか、あれば下流は全く安全地域になるのでしょうか。そういう中で、発生源を放置していても十分ということには大変危険であると思ひます。だからこそ、自然災害の軽減・防止として、自然環境を保全し回復することが重要であるといわれる保全砂防の考え方があります。いま、自然環境の悪化によって発生する土砂移動・堆積を防止し、荒廃、悪化した区域を取り戻すことで、下流域の被害の最小化を図るということが、待ったなしという状況にあるわけだ。限られたところを利用するものとしては、まさに、その危険性を熟知して可能な手を打つということが求められています。

18. 水を治めるものが国を治める

水を治めるということは、水による被害を少なくすることで水害やそれに由来する土砂災害を抑制することで、コントロールではなく、その性格を知っての共生という考えであろうと思います。国を治めるということは、まず第一には農地を守ることであろうと思います。なんといたっても食料が確保されないと、人心が乱れ、統治できない原因となりますので、自然に左右される農業は大変重要です。昔から、この水に関しては多くは要らないがなければ困ります。自然に振り回されているように見えながら功罪相半ばするというのが実感です。自然のふるまいは抑制することも抑止することもかなわないわけで、少なくともこの振る舞いが、我々の方に被害とならないように、その原因を作らないようにすることしか方法はないと思われます。そのためには、自然地形が極めて重要で、そこから自然の履歴を知り、特性を把握することです。これを無視して改変したり、制限したりすることは極力避けなければなりません。というのは、そのような行為をすればそれを補う仕掛けが必要となりますが、自然のサイクルに適合したものを構築するということが難しいことが多いと思います。例えば、河川が曲流し、遊水池を形成し、自然堤防、後背湿地といった形成史を持つ地域を、整備利用するということで、直線型の人工河川を作るとすると、一見、河川水は余裕をもって流下し、その周辺は安全に利用できるように見えます。しかし、そのことで、流速が早くなったり、土砂の堆積が多くなったりすることに加えて、流量が多くなったりして、豪雨時に溢水する様になることもあります。これは、山地や沢といった背後地からの地表水や地下水の挙動に変化が生じたことによるもので、広く、長い時間かけていた水理システムが急変したことによると考えられています。先年の常総水害はその例ではないかと思われるものです。かつては水郷地帯ということで多数の水路があつて、多くの地表水や地下水が広い範囲で受け皿になっていた地域ですが、地表を使い勝手を良くするために、改変、開発を進めていった結果、水の行き場に自由度がなくなった結果であるといわれています。一方、広島土砂災害のような例もあります。これは土地の改変というよりは、土地の履歴を考慮しなかったために、土砂災害に遭遇したというものです。この周辺は花崗岩地帯で、花崗岩は風化して真砂土という砂になりやすく、表層が森林土壌とともに土石流化しやすい地形・地質になっているところでおそらく、過去にも何回か同じようなことがあつて、沢の出口には大きな扇状地といわれる地形を形成していたところでおそらく、このような土石流が頻繁に発生していれば、その危険性も認識できたでしょうが、間隔があくとそのような伝達も薄れてしまいます。しかし、自然は繰り返しますので、このような沢の出口では再度の土石流災害に遭遇するということが起きたこととなります。ちなみにここでは災害地名があつたようですが、居住する時点で気づかれることがなかつたようです。このように、災害に遭ってから露見することは多いのですが、これでは遅すぎます。少なくとも、自分たちの住む地域がどのような自然のサイクルで形成されてきたのかを知り、その潜在するリスクについて関心を持てば、自然災害に対する付き合い方も変わるのではないのでしょうか。

19. 自然環境は変化していく

我々が生活しているところの周りは、いつも不変で変わらないように感じるのは、生活時間と自然時間の時計の違いからであろう。確かに、自然環境が激変するというのは大規模な火山や大地震というようなことが発生する場合かもしれませんが、それでも時間経過とともに、元へ戻る動きを示すことが多いせいかもしれません。しかし、時間軸を変えると、外見は回復したようでも内部的には相当な変化を受けていることが、後で想定できるような場合もあります。例えば、大きな地変の後には、それが一つの原因となって自然災害の頻度が高くなるとか、広域化するとかがあります。それでは、実際に変化とはどのようなことなのかを考えてみようと思います。

まず、地形ですが、深層崩壊や熊本地震のような直下型の地震で斜面が大きく崩れたり、岩手宮城内陸地震のように大規模な地すべりが発生すれば地形は変わりますが、一般的には表層崩壊によるもので、経年とともに植生が回復することが多い。地質は、連続して風化作用や地下水による影響を受けており、物性の変化は著しいものと考えられてはいるが、このようなものが自然災害に対してどのような影響を与えるかは難しい。むしろ自然災害の面から見れば、物性よりも、地質構造の方が支配するよう思われています。おそらく、M8～M9 クラスまたは直下型の大地震の後には余震として広域化していくのはこのような構造的なものが誘起されていることもあるように思われています。

次には気象の様子ですが、50年とか100年という単位で見れば大きな変化はないといわれる方もいますが、最近起きる気象の変化という変わりようには驚かされます。例えば、台風も発生が早まり、速度が遅く大量の雨をもたらすものから、ゲリラ豪雨といった局地的なもの、竜巻のニュースを多くなってきたように思います。このような現象は限定的なのか、トレンドになっているのかわかりませんが、そのたびに災害が発生して、多数の犠牲者も出ます。そして、このような災害は、いままで経験も縁もなかった地域に被害を及ぼすこともあって、想定外ということで避難がうまくいかないということがあるようです。

以上はいわゆる自然現象ですが、最近是人為的というか、人間の活動によって新種のタイプが生まれているように思います。

一つは、ヒートアイランド現象です。人口が集中し、様々な活動が密になることで発生する気温の変化が、周囲の地域にも影響してゲリラ豪雨や竜巻といった現象を促すことになっているようです。また、土地利用が進んだが故に自然災害のターゲットにされたという事例も多くなってきています。先の広島災害は土石流の堆積物である扇状地を造成したところで、いわば土石流の出口にあったために土石流の攻撃を受けました。また、東日本大震災では、造成地の谷埋め盛土が地すべり化して、多くの建物被害が出ました。これ等は、災害にあって、はじめて理解できることかもしれませんが、弱いところを選択するように被害を出すものだと感じます。つまり、地域ごとに潜在する土砂災害のリスクを事前に把握しておくことの重要性は言うまでもありませんが、いかに次世代へと伝えるのかということが、大変重要になっていると思います。

20. 地形の大きな変化と小さな変化

地形というと、平野、丘陵、山地というようなものをイメージされると思います。そもそももどうやって、高低差のある地形が形成されたのでしょうか。地球の表面は地殻と呼ばれているところですが、人間の体でいうと皮膚に相当する部位で新陳代謝が激しいところは似ていると思います。例えば、火山の山を見てみると、内部からマグマが上がってきて噴火すると、溶岩や火山灰が重なって山ができるし、また堆積した地層でも両方から大きな力を受けるとしわが寄って山になります。日本列島は山地が70%もある山国ですが、日本列島には4つの大きなプレートが集まっていて、その境界では押し合いが続いています。そのために山脈ができるわけで、北アルプスとか南アルプスは、それによりできました。このように、地形形成作用は地球内部の力で山地の骨格ができていきますが、その後も様々な試練を受けます、特に、我が国は降雨や積雪が多いので、浸食作用も活発です。浸食されるとそれは土砂化して下流へ運搬されるということが常に行われています。したがって、隆起するところでは同時に反作用するわけで、その変遷の過程で、様々な大小の地形の変化が出てきます。例えば山地崩壊もその一つでしょう。山地崩壊があれば、土砂化しますので、土石流の資源にもなります。また、斜面に残留すれば地すべりや深層崩壊の対象物につながります。

そう考えていくと、日本列島は砂山の様なもので、姿かたちを変えるさまは、写真やテレビなどで見るような地層が水平に堆積しているような安定大陸であるアメリカや中国のようではないということが理解できます。

地形のでき方に作用するものには地球の内部による地殻変動と地球の外部から作用されるものがあります。内的作用は、プレートテクトニクスで、プレート運動が陸地へ及ぼす力によるもので、水平運動、沈降、隆起、断層といった力による地殻変動と火山活動があります。

一方、外的作用は、内的作用でできた骨格地形を変化、変形、変質させるもので、溪流による浸食作用、斜面崩壊、土砂化したものを運搬して堆積させる作用となります。そして、平野や扇状地といった緩やかな地形のもとになります。

浸食作用は、削除作用でもあり、風化、崩壊化、浸食という運動です。風化は、岩盤自体が化学的、物理的に劣化するもので、地下水の働きや外からの応力などにより、様々なことで、元の性質をなくしていくことに当たります。崩壊化は、地表の部分が比較的まとまって移動するもので、山崩れ、地すべり、深層崩壊、土石流などといわれます。いわば岩石が細分化することともいえます。浸食は、河川、風によるもののほかに氷食、海食などによる剝離や移動現象になります。このように、細分化された土砂は運搬、移動されますが、停止したり、留まることでそれぞれの平坦な地形が新たに形成することになります。

このような岩盤から遊離したものは、その動き方は継続して運動するものと何かを契機に一気に運動するものがあります、そのタイプによって、自然災害として我々に被害となって直撃するものもあります。このような地形形成の流転の中で自然災害が派生するということになります。

2 1. 土砂災害区域指定に関連して

土砂災害から人命を守るために土砂災害警戒区域と土砂災害特別警戒区域の指定というのがあり、豪雨時や融雪時に耳にすることが多いと思います。文字通り、前者は溪流や急傾斜地(がけ地)とその下流部で土砂災害のある区域を指定するもので、後者は、その中でも特に危険であるところを指定するものです。この指定には住民の人たちの合意はいりません。つまり、行政側が許認可、移転などについての助言、支援、補助といった防災体制の整備をするためのものということになります。しかし、なかなか住民にとって十分に理解されている状況にはなく、むしろ様々な制約が課せられて不利になるのではないかという心配があるようです。いままでは、このような対応は地域単位での説明はされてはいるものの、個々への対応というところにまで至らずに、個人にとっての問題や心配への解決という点では十分ではなかったと思います。

最近、自治体ではオープンハウス方式を採用して、いつでも対応できるというきめの細かい相談がされているところも出てきました。土地の危険性を理解し、固定資産税の控除や移転に伴う補助など、個人の心配に対応ができるという点では有効です。

しかし、まだまだ情報提供という点では十分でないような気がします。先の伊豆大島や広島土砂災害の時にも言われたことですが、指定の遅れが被害を大きくしたというような批判がありました。遅れの原因は、不動産の価値が下がって、担保価値が低下するというようなことが一因であるともいわれています。本来、この指定には住民の合意は不要ですが、確認や理解をしてもらう必要がありますので、この災害列島に生活する限りは、いつどのような土砂災害に遭遇するかはわからないというよりもその可能性が高いということを知っても関心を持っていただきたいと思っています。そのためには、行政側の説明が大事ではあるが、行政側だけにまかせるのではなく民間の組織が代行して情宣に努めることや、地域の方の理解を促進するための防災教育というものも併せて実行することが望ましいような気がします。自分たちの地域に、どのようなリスクがあって、どのような災害が発生するのか、被害の対象になった人だけでなく地域全体が知って、何かの時には同じ行動や支援ができるようなコミュニティの自助、共助の醸成につなげていくことが必要であると思います。

もちろん、最近行政も啓発や情報提供には力を入れていますが、笛吹けど踊らずというところがあって、関心がないというか、日常時に非日常のことを考えることが難しい、考えたくない、関心が向かないということがあられるようですが、そのためにも学校、地域での防災教育は必要ではないでしょうか。防災は、発災時にどうするのが主体ではありますが、それを行動化するには、日ごろの蓄えられたものが発揮されるわけですので、先ず、地域に関心を持っていただきたいと思います。思い込みが、本番で命取りになるということもあります。

2.2. 自然災害と地形の変化

地形はでき始めると同時に自然のあらゆる外的作用の洗礼を受け始めます。それは、時には激しく、時には穏やかなときはあっても、総じて連続したものであろう。これ等の進行は、地質年代という10万年～数百万年という単位で行われる現象となりますので、我々人間社会の100年とか1000年というのは、その一瞬ということで、見過ごされるものかもしれませんが、人間にとってはその一瞬が大変な影響を及ぼすものであることを知っています。

地形の変化は同じような速度で進む中でも、時に大きく変化するときがあるものと思われれます。つまり、どんなときにどんなことが起きて、地形に記録されるのかということを経験という視点で見たいと思います。

一つは、急激な環境変化による森林が荒廃して、土砂災害が起きることです。例えば火山が噴火すれば、莫大な量の降下灰や熱風により森林環境は破壊され荒廃化します。そうなるのとちょっとした降雨でも大量の土砂や流木が流出します。当然ながら保水力はなくなりますので、荒廃地は一気に後退していくことになります。そうなる潜在化していた脆弱部が活性化して大規模な地すべりなどが発生し、深層崩壊という大規模な山腹崩壊へと発展することが考えられます。もう一つには、強大な自然の脅威による場合で、それは豪雨だったり、地震であったり、火山だったりということでの災害です。これ等は崩壊化作用が伴いますので、大規模な土砂災害になり、大規模な崩壊や地すべりを誘発してしまうことがあります。近々の例では、熊本地震での土砂災害、岩手宮城内陸地震での荒砥沢地すべりなどが例としてあります。このような巨大なものに伴うのは、削除、堆積ということになりますが、これは単にその地域だけにとどまらず、影響は広域となります。つまり、次の災害予備軍を群生させることにもなります。地形図などにて判別される災害地形は、一気に起きた自然現象の履歴であることが多いのです。このような大規模なものは、一過性では終わらずに、様々な動きが派生して新たな崩壊ブロックを作ることになり、規模は別にして動きが活発なエリアになっていきます。このようなものに対して、抑制すること、抑止することは不可能に近いのですが、それによる被害や被災を小さくすることは可能でだと思います。

そのために、どうすれば、自然の流れを大きくしないような、潜在化しているものを目覚めさせない配慮をしながら、生活環境を守ることが必要になります。最も配慮すべきは、自然環境と共生することで、過度の利用や急激な変化を呼ぶ改変を避けることであろうと思います。我々には、過去に苦い経験があります。それは奈良～平安時代にかけての神社仏閣の造営による木材の供給のための森林伐採による森林環境の激変による土砂災害の発生が、その後長い間地域に災害を多発させ、多額の財政負担となっただけでなく、そのために人命、財産を失う災害も呼び込んでしまいました。また、最近では、都市部への人口集中ということでの土地改変が進みました。特に丘陵地の開発が急に進められたことによる新たな土砂災害になった例も多くなってきています。以上のような人為的な原因による災害は、これからも多くなってくるような気がします。同じことを繰り返さないと同時に、そのようなリスクがある地域への監視は重要になります。

23. これからの防災学への期待

東日本大震災でもいわれたことでもあります。多くの人が地震や火山の予測について、もう少し確実性が高いものを、防災学へ期待していたようである。先の熊本地震でも震度7が続いて、当初は本震と思われた揺れが、実は前震であったということがあり、そのために、大きな被災にあたり事故にあってしまったということで、その判断に不安を感じた人も多かったと聞いています。

なかなか、地震や噴火に関しては、学術的な知見が十分でなく、公式や定理が成り立っているわけではありません。そのために、地震学や火山学は頼りのないもので、後出しジャンケンでさまざまな議論がなされているようにも見え、多くの方々には失望感を感じていると思います。そこで、東日本大震災の直後から日本地震学会、日本活断層学会、自然災害学会、土木学会、建築学会などの関係学術団体が、幅広く情報の共有や交流を深めるために防災学術連携体を立ち上げました。もちろん、防災や減災に貢献するということを目標としております。自然災害に関しては、様々な視点からの研究があり、学際領域も多く、多様な視点から研究から構成されていくのは当然です。したがって、そこにはある共通した課題のほか、異論のようなものについても積極的に対応するという姿勢が望まれるところです。自然災害は、経験から学ぶことも多くあるために観察と理論形成を繰り返していくのが、そこにさまざまな科学的主張が展開されるわけで、根拠が確立されなければ、排除するというような世界ではないような気がします。とりあえず、様々な意見を検証することが大事でありますので、少なくとも自由な討論こそが基礎になるべきだと思います。そして、何よりも大事なことは、様々な知見や異論にも耳を傾けて、総合的な取り上げ方で課題解決をするという動的作用も必要になると思われ、これらのことは当然情報公開され、アウトリーチの対象になるべきもので、地震や、大雨、火山の噴火、土砂災害など自然災害大国で、被災・被害の最小化には欠かせないものであります。

このような学問としての役割は大きいのですが、行政、市民が一体となって、仕組みを作っていないと、防災や減災というものに繋がっていないような気がします。自然災害は抑制や抑止できないものであり、いつ起きるのがわからないということで、出たところ勝負でいるしかないということでは、被害や犠牲者を少なくすることはできません。そのためには、他人任せではなく、常に連携して、それぞれが同じ共有したものをベースにして、それぞれの役割を担っていくことが必要ではないかと思われまます。

我々としては、そういう中で何が適切な行動なのか、正しく恐れるということを日常的に考えていく必要があるように思われ、まずは、最新の知見を知るための基礎教育を学校や地域での防災教育や防災講座に期待したいところでもあります。その中で、どう行動すべきなのかを考えていくことこそが、自助力の向上になると思います。

24. 土壌の役割

土壌は、地表の最上部にあつて、運搬されて堆積したものから、地山がそのまま風化したもの、くずれて堆積したものなど多様ではあますが、一般には固結度が小さいことから、我が国のような湿潤な気候の国土では、層厚はさまざまであるが、植生基盤になっていることが多いと思います。

この地表を覆うようなものは、植生の機能と相まって保水性もよく、地表水の浸透の受け皿にもなっていて、森林環境を維持するために重要な役割を果たしています。植生が活着するということは、土砂の流出防止または抑制に機能しており、土砂流出防止林とか水源涵養林というところは、この土壌がよく発達しているところでもあります。

それ故に、この土壌が豪雨や地震で欠損するという事になれば、その崩壊面積は後退拡大して森林環境を悪化させるし、保水力がないために降雨は直接流下することにもなり下流へ土石、土砂、地表水の増加につながっていくことになります。

また、土壌の欠損には、直接、融雪や豪雨で、いわゆる表層崩壊ということで、表層土が崩落したり剥落する場合と、森林が荒廃して、土砂流出が激しくなって、土壌が流出する場合があります。特に、後者は無計画な伐採などが進むことで、樹木の根幹による土壌の縛りがなくなって、下流の河川に大きく土砂が堆積したり、砂防ダムの貯砂が計画以上のスピードで満砂になり、新たなダムが必要になるということもあります。したがって、この土壌の存在は、森林環境からいっても砂防の面から見ても大変に重要な存在であるといえます。

土壌のもともとの材料は、地山である基岩の風化によってできた碎屑物ではありますが、削剥とか移動して堆積したり、動植物の腐食による有機反応を受けて生成されるものです。このように、移動、堆積を繰り返していくことから、斜面上部の平坦な山稜部から斜面下部の緩斜面、川に近いところまで、土壌の生成の場になります。この生成場には堆積しやすいところ、移動が激しいところがあり、残積するところ、崩積するところ、葡行するところ、運積するところに区分されます。このうち、崩壊しやすいものは、斜面中間部に生成される崩積土で、旧斜面上の風化されたものが重力の作用で移動し、斜面のふもとに乱れて堆積してできます。含水量が少なく流動性が小さいものであれば、堆積の勾配は $25\sim 38^\circ$ 程度で意外と急傾斜でも堆積されています。しかし、流動性がある土砂であると $15\sim 30^\circ$ で堆積するといわれています。いずれにしても、ルーズなものであるために、下方が崩壊すると、上方へ拡大するものになり、多くの崩壊がこの部分が対象となっているものが多いように思われます。それから、運積土は、風化を行われたところから水・風、重力によって浸食されて、下方へ運搬されて堆積するものです。これ自体はゆるい勾配で安定していることが多いのですが、河川の浸食や開削などの改変がされると、不安定になってすべり、それが上方へ後退することで、大きな表層崩壊へ展開するという例も少なくありません。したがって、このような堆積物がどのような形態で分布するのかを把握することは極めて重要で、地表踏査では微地形、構成物の土性、植生の違いなど、細密な情報を取得することでの情報収集が求められることになります。

25. 斜面の安定、不安定

斜面のでき方は、さまざまで、地層が構成されたのちに隆起運動や褶曲などにより斜面が形成されたり、その後の浸食作用と堆積作用で斜面が形成されたりもします。また、大規模な地すべりや崩壊という運動で形成されることもあり、かつてどのようにして形成されたのかが、その後の斜面の資質を支配することが多いと思います。

つまり、斜面の資質は「三つ子の魂、百までも」というようなところでしょうか、別な言い方をすれば、その経緯は素因と誘因との対決であるともいえると思います。

我々が、よく経験するのは、斜面に堆積している、固結度の弱い土砂が豪雨や融雪で下方へ移動するものや風化が進んだ岩盤が抜け落ちることや凍結融解で緩んだところに、地震動などがあると崩壊することをみています。また、比較的しっかりした岩盤でありながら、堆積構造が流れ盤とって、その堆積構造がすべり方向になっていて大規模に崩壊することも、特に建設現場の切土工事などで見てきています。

しかしながら、斜面がすべて同じように、気象現象に対して同じようにふるまうことは稀で、同じような場所でも不安定なところもあるし、安定しているところもあります。これには、斜面自体の性質のほかに背後との関係やいままでの履歴が大きく影響していることがあります。斜面崩壊は往々にしてくりかえされることが多いということや背後の保水力にも関係しているようです。崩壊の中には、崩壊の幅、奥行き、厚さの間に密接な関係が見られることも多いのですが、素因といっても単純ではないということにもなります。

ともあれ我々が斜面の安定度についてどのような判断が必要なのかということは、なかなか難しいが、経験的には、過去に災害が起きているかどうかを確認したり、斜面の起伏が大きいこと、露出部が多くて植生や樹木が貧相であるということなどは要注意であります。そのような斜面やその隣接区域を利用することには注意が必要であるし、道路建設などで開削するということには十分な踏査を実施するかボーリングや物理探査などを実施して、地盤状況を把握することが必要となることもあります。また、そのような場所に居住しているときには、日ごろから関心をもって観察をする、つまり感性を高めておくことが重要です。例えば、山の方で小石が落ちるような音がするとか、なんとなく土のにおいがする、湧水が濁るようになってきたあるいは湧水が枯れてきた、樹木が枯れてきているとか鳥の音がなくなってきたなどの日ごろの変化や変調が前触れであることも少なくありません。豪雨時などには特に、注意して気象情報などの情報を判断して早めの避難を心がけることが必要となります。と同時に、斜面自体が変化するよりも先に、沢部から土石流が流下することもあります。この場合でも水の流れ、水量の変化に異常を感じたときには、早めの避難をすることが大事です。

からぶりを恐れずに、豪雨や地震時には臨戦態勢でいることが大事で、その時になんとかなるだろうということは大変危険です。背後や近くの斜面がどのような状況なのかを普段から関心をもって観察すること、これが防災の基本である自助の大切な一つとなります。

26. はげ山から学ぶ

わが国の気候条件では、土砂が剥落して植生の活着、生育ができていないところをはげ山と呼んでいることが多い。その形成は、目的はさまざまであっても、その要因としてはほとんどが森林の伐採により土壌が流出して、裸地化して植生が活着する環境でなくなったということです。東北や北海道には大規模なものはなく、窯業、製塩、神社仏閣の造営にかかわるところに多く分布しているといわれています。

有名なものでは、関西地方の急激な樹木の伐採によるものや足尾のような鉱山による煙害によるものなどがある。前者は、森林環境が悪くなって土砂の生産が増えて、下流の堆砂量が増加して、当時の舟運が難しくなり莫大な経費で、河川改修や浚渫を行うことになったものです。後者は、伐採ではありませんが、森林が枯死する事態となった例です。いずれも森林再生を行っています。再植栽をすればよいわけではなく、十分な基盤土層の形成から始まるので、森林機能が発揮されるまでは長い年月がかかることになります。

それでも我が国は温暖湿潤な方で、植物の生育環境としては良い方で、砂漠地帯やサバンナの地域では緑の再生は、自然現象との戦いであり大プロジェクトになります。

自然災害の対象となる山は、いわば資源が豊富なところということにもなり、比較的表土、土壌が発達しているところでもあります。したがって、その特徴としては、凹状のところや谷底ではなく、日当たりのよい乾燥しやすい箇所で、丸みの帯びた稜線地殻や尾根の突端ということが多く。そして、大部分に共通しているのは、比較的深いところまで風化が進んでいるところで発生しているようです。

土砂の移動という剥落は、樹木にとっては一番重要な部分が流出しますので、なかなかの植生が侵入するのが難しい環境となります。

分布的には、比較的気温が高く、降水量が少ない地域や古くから開発が進んで、木材や窯業が盛んな地域に多いのですが、また地質的にも大まかな関係があるといわれています。はげ山は植生の回復が悪いところでもあり、花崗岩、石英粗面岩、第三紀層といった分布地域になっている一方で、逆に安山岩や中・古生層では植生の回復力が早いのでなりにくいとも言われています。植生の回復力というのは、土壌と気候の両方に関係するということで一義的ではないのかもしれませんが。

なお、このはげ山については、人為的な要因で発生するものもありますが、その他の要因として歴史地理学的なものもあることが研究で報告されています。例えば、天井川の形成に絡めたものです。天井川は大量の土砂が河川に流入することで形成される特徴的な地形ですが、この形成年代とそのころの経済活動を分析することで明らかにされることもあります。その時代の経済活動の一つに、農民のざる・わら・わらじ・むしろといった生活用品の需要が多くなってきて、夜業をしないと間に合わないという状況のなかで、照明用の松根掘り取り（マツの木のやにを燃料にして、たいまつのようにして使う）が盛んになり、商品経済が生んだ森林崩壊ともいえるものであったようです。その後、禁令が各藩から出されることにはなりますが、そのための土砂流出が激しかった様子がうかがえます。

27. 谷斜面のでき方と変わり方

山の沢に入ると、両側は大抵、急な斜面になっていたりしますが、その情報は緩やかだったり、更に急な勾配になっていたりします。沢に関係する自然災害は、土石流が主なものですが、それのもとには、このような斜面からの土砂が地すべりや崩壊で移動した土砂が、流下するものです。その中でも、最も恐ろしいのは、斜面の崩壊土砂が沢をせき止めて、天然のダムを造り、ある時それが崩壊して一気に下流へ水と土砂が押し流されるものです。その時には、多くは流木といって、森林を構成していた樹木も一緒になります。この流木、ただの材木に見えますが、勢いが付きますと鉄砲の弾丸並みの破壊力がありますし、下流にとどまってしまうと除去するのに難儀します。

このような、一見同じような谷斜面ですが、そのでき方は様々で、それにより形状も異なっています。この斜面は、同じ勾配で山頂に続くということはありません。凸状だったり凹状だったり、起伏に富むものも多いのが一般的です。

この変化は、地質によるということだけではなく、同じ地質であったとしても、斜面の形は風化作用の強弱とかその時間、下方の浸食の速度が主なものです。風化作用は、地質を脆弱化するものですので、重力や流水などの作用も加わって、斜面を緩やかにしようとします。一方、下方の浸食は、斜面を急にしようとすることになります。

したがって、この2つの作用で、いくつかの谷地形が決まるということになりますが、実際は、その複合型という形になります。

この斜面の形と崩壊しやすさの関係でいえば、この複合型で、傾斜が変わったりするところを境に崩壊のはじまりが発生するというパターンが豪雨時に多くみられます。

一方、地震時には、尾根とか凸型斜面といった斜面崩壊の発生が多くなります。これは、地震による地震動の加速度が大きく増幅されるためと考えられています。

このような斜面タイプの区分は、空中写真などにより判読ができますので、どのようなタイプなのか、いままでの履歴というか形成の経緯を把握することで、その危険性を知ることは可能ですが、いつ、どのようにというところまでは不可能ですので、実際には危険度が高いと判断されたところでは、実際に専門家が踏査をしてさまざまな兆候を観察していくことになります。危険度が高いところは、樹木の形状や転石群があつたりすることが多く、その場合には、除去、固定、ネットなどによって抑制するということがあります。ただし、大規模かつ深度も大きい、いわゆる深層崩壊については、範囲の特定は可能ですが、表層に変化がある例は少なく、森林環境もよいということもあり、ある意味で、起きてみなければわからないということになりますので、ハザードマップ等の地域知を活用して危険区域に制限をかけるなどすることが望ましいことになります。

このような専門的な知見とは別に、地元の人、営林に長く携わっている人の持つ情報の収集も大事であると思われまますし、いいつたえ、地名や通称なども長い間の知恵や知識の集積ですので参考になることも多いと思います。

28. 河川地形と災害

本来河川は、低いところを目指しながら流下することは当然ですが、いま見る河川を見ると、もともとの河川であったとは限らないことが多く、本来の形態から変化していることが少なくありません。それは河川改修とか分水工事、造成とか、人間が生活環境を維持するために或いは水害防止などのために、改変していることによります。

そこで、古い地形図や戦後まもなくの空中写真などを見ると、いまの形状と異なっていることに気付くと思います。特に都市部では、河川は直線化して、護岸がしっかりと構築して、河川の流下が制限されているようにも見えます。かつては、河川は、自由に様々な方向に流れ、広大な湿地、川沿いには自然堤防とって少し高みの地形をつくったり、かつての流路であることを示す三日月湖や旧水路跡などが形成していたものです。このような場所は、平たんで広大なところであるゆえに、平面開発の対象になって、水田、畑、住宅地、商業施設というように利用されてきました。そうすると、かつての河川地形はすっかり隠れてしまって、旧地形図でしか確認できないということになってしまいます。しかし、大規模な地震などがあると、かつての地形を見せつけるがごとく、地形ごとに特徴のある地盤災害が起きて、かつての地形を思い出させることにもなります。

ところで、このような河川地形は、もちろん平常時の運搬、堆積、浸食といった作用によってできるものであるように考えられますが、地形形成を支配するのは大規模な河川災害で、その時一気に変化を呼ぶものではないかと思われまます。

ということは、とてつもない地変を呼ぶような災害が起きていたということになるわけで、そのパターンがなくなったわけではないと思います。つまり、我々の生きている100年程度の単位で、ものごとを考えていてよいのか、あるいはもう少しリスクを高めて備える必要がないのかということになります。最近の常総水害の例でもそうでしたが、想定外ということが適当でない事象が発生しています。かつての地形が潜在するリスクとなっていたということになりますので、100年という一瞬のタイムスケールでは不十分であるような気がします。ということは、巨大なスーパー構造物をつくって守れということではありません。そんなことは、経済的にもできる範囲に限られます。そうすると、元来有していた河川の特性を地形から知って、早めの避難をすることが重要となります。それには、住民一人一人の自助力を高めること、行政の公助力、特に情報提供を的確に伝達できるシステムをレベルアップすることが大事になると思います。

旧地形図から、河川の形状や周辺の状況、土地利用を知るという歴史地理学的な見方は、様々な情報を得ることができるようになります。今更、土地利用を変えて、かつての自然に帰することは不可能なわけで、そうであれば、データを収集し分析するということが、備えることをしていく必要があると思います。想定外ということにならない万全の備えをしたいものです。

29. 防災を考える上での森林が有する機能

森林は、丘陵地や山地を被覆する、いわば身を守る衣類のような役目をしています。

それは、風化を防止したり、土壌が流失しないように抑えたり、降雨水をコントロールしたりしていますし、もちろん地球の環境、温暖化防止にも寄与していることはよく知られています。もし、森林がなければ、表層部の風化は早く、降雨があればどんどん表層土がはぎとられ、下流へ大量の土砂が一気に流下し、その段階で災害化することになります。

ただし、森林の機能は万能ではなく、その貢献度には差異があります。土砂の流出だけを見れば、人工物で被覆する方が、確実性は高いわけですが、森林には他に補えないほどの多面的な機能があるということが重要なことです。その機能とは、木材を生産する場であること、水資源や水質を浄化する水源涵養の場であること、土壌保全や自然環境の荒廃防止、災害に対する防備する役割、気候を安定化して生態系を維持する機能、快適な環境の提供などがあります。いずれも公益的な機能ですが、その優先度を示すことはできません。

ここでは、水源涵養機能について触れます。涵養とは、「じっくりと養い育てること」ですが、なにをどう養うのでしょうか。この機能は、通常は、洪水緩和、水資源確保、水質浄化ということで、豪雨の時に、すぐに流下させないでとどまらせて、後で徐々にゆっくり供給するということで水源となり、その間に水質もよくなるということになります。このような自然の浄水器であり、タンクであるには、森林という存在が大変な役割を果たしているということになります。よく、森林は「緑のダム」と呼ばれることがありますが、その実体、定量的なことは明確になっているわけではありません。しかし、森林の土壌と基盤になっている地層への水の浸透と貯留が関係していることは確かですので、水源涵養機能が発揮されるには浸食が防止されて土壌が重要な役割になります。そのために林地と森林が健全でなければならぬということになるわけです。

このようなメカニズムの基礎的な研究は、実際に計測するということが重要な課題になるわけですが、我々が、山に行って、なにげないことでもその気になってみると、その状況を実感することもよくあります。いくつかの例を挙げてみます。一つは、降雨後の無降雨日の谷川に流水があること、岩盤が露岩していたり、はげ山の小沢には水がありません。

次には、降雨時、水位の上昇が遅れる、時差があるということもあります。降雨が始まっても、しばらくは変化がなくその後に、驚くような変化があったりもします。つまり、豪雨があっても、平準化するというか、降雨→浸透→貯留(土壌内の流れ)→流出の遅れというようなシステムが出来上がっているということだと思います。こういう機構は、環境的には優れたもので、人工的に再現させるということは難しいのですが、一方、地中に浸透したものが、時間差ですべて吐き出されるということにはなっていません。其れは地下の地質状況や地質構造に支配されることも多く、それが崩壊や地すべりといった山体の変化を起こす誘因になることもあります。いずれにして、森林そのものが、我々の自然環境を守り生活環境へ寄与しているということは明らかで、維持管理することは重要ではありますが、その機能を十分に発揮させる支援も必要であるということになります。

30. 森林環境はだれが、何のために守るのか

森林の機能のうち、自然災害に関係する水源涵養機能を十分に発揮させるためには、土壌層が厚いという条件の他にも土壌間隙が適当に発達する必要があります。この空隙が根系に密接に関係しているといわれており、この根系こそが表層の土砂を緊縛しているということや地表水の浸透しやすさを支配するわけで、土砂流出にも大きく寄与しているものと思われています。

森林は地上部の果たす役割と土壌根系部では役割が異なりますが、森林法的な見方をすると、大きく3つに関係するといわれています。一つは、表土の保護し、固定するもの。これは土砂流出を防止するのが主体となるもので、土砂流出防備保安林とか土砂崩壊防備保安林などといわれています。二つ目は、洪水流量調節といって、雨が降ってもそのまま流出しないようにというものです。三つ目は、水資源確保するというもので、二つ目と密接していますので水源かん養保安林というような呼び方がされています。

この大事な機能を維持するために、保安林が指定されているわけですが、日本全体では、約840万haあって、そのうち、水源かん養保安林が最も多くて約70%、土砂崩壊防備保安林が約21%となっています。

森林には多機能なものが総合的に有していることから、どのようにして、この機能が相互に有効に発揮することができるのかという視点での管理が必要となります。というのは、森林環境（自然環境）の悪化は、社会状況の変化、気候の変化などの因子が関係するもので、その不安定化があり、それが環境への悪化につながることは、歴史地理学的にもいままでも経験しています。そうなると、環境の荒廃化へと連動し、ひいては災害に対しても極めて脆弱になってしまうということになります。したがって、森林は単なる、木材生産や林産品の採取場だけでなく、深く我々の人間社会に対しても影響力が大きいことを知っておく必要があります。

日本の森林は、緑が一面にあって、海外からくる人から見ると羨ましい景観になっていますが、その多くは、杉などの有用林を育成する人工林です。家畜やペットと同じで人工化したものは、継続したお世話をしていく必要があります。そうしないと、森林はあるけれども森林が持つ機能を発揮させることなく、逆に、環境を自滅させる方向に向かわせてしまうということになります。

今後の森林環境は、健全な資源の利用、維持管理が求められており、単一林から複相林への変遷という戦略も大事な事業になるわけですが、森林を維持継続するというのは何世代にもわたるロングランであることから、ぶれない中長期戦略で対応する必要があります。ものとして、目先だけで判断評価するマネジメントではなく、国家戦略として、100年いや1000年以上の計が必要であると思います。

3 1. 森林を理解する重要性

森林は、一般的には都市部からも距離があつて、森林休養林のような施設や設備を利用する以外は、あまり関心がなく、ものによっては災害の素因にもなるという認識は決して大きくないのではないかと思います。

ところが、森林は、モノという認識のほかに、社会的にも様々に密接な関係があり、森林が健全に存在することで、下流域である都市部が守られているという重要な役割がありますが、直接的には感じられていません。したがって、森林環境が悪化するという事は、気候的な様々な因子にも影響を及ぼし、地球環境の劣化、荒廃化を引き起こして、災害に対しても起きやすい条件を作り出すこととなります。

実際には、何か大規模な災害があると、はじめてその素因や誘因が問われるのですが、それを事前に確認したり、評価して予測することは極めて難しいものです。つまり、森林といっても、全く同じものではありません。森林を構成する種類にも多様性がありますし、その基盤を構成する地形、地質も異なります。また、気象条件に対する抵抗力も異なります。例えば、同じ地域であっても、沢の発達状況はさまざま、豪雨があつてもすぐに流量としてあらわれるものもあるが、時間差をもって流量が増加するというものもある。このようなものは、森林地帯の土壌の層厚、状態、地下での保水力、樹種などによって違いがあると考えられているが、多相な世界でなかなかモデル化は難しい個性の集団であるということができます。

それだけに、頼りになるのは、いままでの経緯や経験で、それは地形として残っていたりしますので、それを丁寧に読み取って、今後のどのような変遷、変異をたどるのかを考えていくこととなります。自然環境である森林環境は類似のことを繰り返しながら、大きく変化していくというのが大雑把なプロセスと考えられるからです。

ところで、森林環境を健全に維持継続するにはどうすることがよいのでしょうか。これは、他のインフラと同じようなもので、予防保全的な考え方が重要で、大規模な損傷が一気に発現しないような備えが求められていると思いますし、コストも安くなると思われれます。つまり、森林は生き物ですし、その資質、性格を知って有益な機能は維持し向上するように経営していかなければならないし、また、活用しながら永遠のサイクルを構築する必要があると思います。そのためには、先ず、森林に関心を持ってほしいと思います。我が国の国土は、その約 70%が森林から構成されています。現状は、残りわずかな平野部に産業、住宅が集中していますので、森林は無縁な存在かもしれませんが、災害的には、大変に密接していて、森林を健全にしておかないと、水害や土砂災害を呼び起こして、巡り巡って都市部にも大きな被害を及ぼすことにもなります。

特に学校教育の中で、森林の存在、我々の生活環境とのかかわり、森林が自然及び人間社会に対する公益的、多面的な機能があることを知っておきたいものであると思います。そのことが、森林を適正に活用して、土砂災害の発生を最小化に繋がるし、適正な土地利用にもなるものと思われれます。

3 2. 斜面保全と植生工

斜面は、自然斜面であろうと、施工などでできた斜面であろうと、そのままにしておけばたいていの場合には、崩壊、崩落、ガリーができたりすることになります。これ等の現象は、ほとんどが風化や降雨によって表層部が抜け落ちることで起きますが、さらにその影響が周辺に及んで、時には規模の大きい土砂崩壊になることすらあります。

自然斜面の場合には、背後が山地であったり丘陵地ということになりますが、表層部である土壌は、多くの場合に、そこにある基盤岩が崩れてできたものや風化したものが斜面を構成しています。いわば、元は基盤岩であるということになり、その基盤の性質に大きく影響します。

一般的には、砂質系のものは表層がさらさらしていて崩壊しやすく、粘質土では崩壊はしにくいですが、発生すると規模が大きくなるという傾向はあるようです。斜面は、標高、方向、勾配、地被物の違いで、浸食の度合いも異なりますし、背後の地形や地質でも異なってきます。この浸食しやすいかどうかは大変重要なことで、表面浸食を受けやすいものは、水に懸濁しやすい（混じりやすい）細粒分が多く、粘土分が少なく、透水性が比較的小さいというような共通する性質があるようである。

これ等の土壌の性質は、被覆する植生の生育にも影響するので、復旧や緑化を検討する時には重要なこととなります。例えばシラス、火山噴出物のような場合には、パサパサしていますので、植生を活着させるには、何らかの手助けが必要になります。このようなところを自然に任せてしまえば、大きな崩壊を引き起こし、その結果がまた二次的な災害へと拡大するということにもなります。このような特殊なものでなくても斜面は、そのままでは浸食されてしまうことは、ごく一般的なことです。

そこで、植物を導入して、浸食を防ぐための植生工という技術があります。主な目的は裸地部を樹木根系で被覆して、保護することで、雨食や風食から守って土壌が移動しないようにするということになります。この辺をもう少し詳細にみると、植生の樹幹部というか全体で降水を遮断または最小にする、雨滴の衝撃を緩和する、浸透能を高める、保温保湿をして植物自体の健全さを維持する、根系による表土の緊縛効果を高め、表土のせん断抵抗力の増強などの期待があります。これ等は、個々には大きな効果、深いところまで影響を期待はできませんが、総合化することで、浸食防止ということでの斜面緑化は大変重要なものです。

昨今は、植生に関しては、より効果があるもの即効性のあるものなどの技術開発も盛んです。一方、少し時間はかかりますが、周辺の植物群落に近いものをとということで、その周辺にある植生が侵入するような仕掛けをすることで、保全生態的な面と崩壊防止という両面からの機能を満足させようとするも行われています。背後の状況を考慮した環境へ移行していくことが保全砂防的にも保全生態的にも望ましいことはいまでもありません。

3.3. 斜面緑化の必要性和目標

斜面を裸地のままにしておけば、風化や降雨によって、表土や表層部が剥離したり崩落して、土石流の源になったり崩壊して下方の住宅に被害を出したり犠牲者を生むことにもなります。確かに景観的なこともあります、大事なことは斜面の劣化を防ぐというのが第一義です。そこで、緑化をすることになりますが、緑化の目標を持つことは斜面保全する上で大変重要なことです。目標となる植物群落の目標の基本的なことは、周辺と同じものにするということです。森林の多い地域であれば、周辺の森林に移行していく植物群落が砂防の点からも保全生態的にも望ましいことであるし、農地や牧場の周辺であれば、低木林とか草原状にするということが多いと思います。つまり、周辺とあらゆる面で差異が出ないようなものにするという工夫がなされているというのが現状です。

いずれにしても遷移という考え方が基本にあります、それに即応させるというよりも中長期的なステージに分けて対応するというのが重要となります。

そして、緑化する基盤はさまざまになっており、時には補助的な方法を用いることも多くあります。というのも、斜面の状態、のり面の勾配、土壌の硬さ、地山の性質などは密接な関係があるので、できるだけ植生が健全に、健全に生育するようにしなければなりません。植生はどのようなものを取り入れるかは、周辺の環境にもなじみ、環境を乱さない在来のもの、郷土種が望ましいし優先すべきです。

在来種の良いところは、植物群落の維持保全上も安定していて、植生遷移も比較的スムーズであるということです。しかし、播種時期が短かったり、初期の発芽や成長が遅く、冬季の地表被覆力が悪いために浸食をうけると植生が維持できなくなるということもあります。ただし、在来種にも欠点がありますので、それをカバーするために、早期緑化や緑化の難しいところでは外来草本を導入することもあります。

外来種は、発芽・生育がよく、発芽率も高く成長もよいので、早期にのり面を被覆して、降雨などに対する浸食防止には重宝で冬季期間にも十分適応できるものもあります。現在多用されているのは、イネ科のものが多く、肥料の要求度も高いために、2～3年の寿命が多いと思います。そして、根の深さが一様になりますので、豪雨などの時には、根の先から板状に滑落するということがあります。

はげ山などの大規模なものでは、緑化用植物にとってはかなり過酷な環境にあるために、緑化工用の植物選定には慎重でなければなりません。つまり、乾燥またはやせ地にも耐えなければならぬし、萌芽力が旺盛で更新が容易なもの、地上部の割に樹根の引っ張り力が大きいものが望ましい。そして、病虫害、換気、温度の変化に対して抵抗力があり、主林木に対して肥料植物となるものが望ましいとされています。

よく見られるものは、ハギ、エニシダ、ネムのようなマメ科、ハンノキ、ヤシヤブシなどのカバノキ科、グミ、ヤマモモなどがあり、ニセアカシヤも多いと思います。ただ、このニセアカシヤは樹勢が強く有用ですが、草本や低木を被圧するので裸地化させるということで、最近では、使用されないし、伐除しているところもあります。

34. 地震による崩壊

地震動による崩壊は、一般的には降雨とは関係なく、揺れだけでの崩落と考えられています。つまり、潜在的に弱くなっていたところとか、以前に地震などで緩んだところが対象になることが多いように思われます。そして、地震動が大きいからといって、なんでも崩壊するとは限りませんが、崩壊してから、その要因を知るということもあります。

水に関わる豪雨や融雪による崩壊は、どちらかというところ凹状の地形が多いように見えますが、この地震性の崩壊は斜面の凸部の加速度が増加する尾根筋や凸型斜面に多発する傾向が観察されています。このような場合には、崩壊の規模は、地震のマグニチュードと破壊基盤の脆弱度によって決まるといえることとなりますが、専門家の研究からは、崩壊斜面の表層部の固有周期の影響が土の破壊に大きく関係するともいわれています。一般には、地震動の加速度が大きければ、山体までの崩壊するものになりますが、山腹でも小規模なものが多数発生することになり、全体の崩壊面積は、マグニチュードに比例するということがおおむね確認されています。

大きな崩壊では跡地が地形上に記録されていることもあり、その形はさまざまで、貝殻状、短冊状、逆三角形などといわれていて、ほぼ同じような比率だともいわれています。

また、何が崩壊するのかというところ、風化したところが崩壊するもの、基盤深くから崩れるものもあり、地震時には亀裂程度であったものが、その後の豪雨で大きく崩壊するということもあり、地震後の状況観察は、その後の災害を予測するためには大変重要な作業となります。これは、内部の岩盤が地震動によって、開口したり亀裂ができて、かろうじて崩壊しなかったものであるということになります。

そして、注意しなければならないのは、地震の後には、地盤はなにかしら影響を受けていますので、その兆候をあらゆる方法で見つけ出しておくことが重要です。亀裂や樹木の状況観察などは当然として、流水の変化、落石の可能性のあるもの、場合によっては物理探査といって、地下深くまで岩盤の状況が判定できる方法などによる健康診断が必要となります。このような状況が、その後の地震や豪雨で顕在化して、崩壊から大規模土石流になるという事例は少なくありません。この中でも一番に危険なのは、地震性崩壊に続く、余震もそうですが、豪雨性崩壊による崩壊や土石流で大量の土砂が下流の川に流入して、復旧不能なものになることで、この時にはあらゆる土砂災害のよって河床が上昇したりという連鎖的に災害が発生するということにもなります。

このように地震時に起きる地盤災害は、地形や地質を反映しているほかに、改変されたために潜在化した地形に関係しているものも多く、都市部での土地改変しているところなどでのリスクも抽出しつつそれへの備えもしておく必要があると思います。

35. 自然環境との荒廃と災害

自然環境の荒廃とは何らかの原因で、裸地化して地表面が風化しやすくなったり、生態が攪乱したりするもので、人為的な地形の改変もあるが、自然の猛威によるものがあります。いずれも、それによって、土砂が流出したり、保水力がなくなって降雨が直接流出・流下するようなことが起こります。

このような洪水や土砂災害は、単に環境を変えたり、荒廃したりするだけでなく、わが国のような狭小な国土では、人命を危うくすることにも繋がってしまいます。

このような現象は、地形、地質、土壌、森林環境といった素因と豪雨、融雪、強風、地震、人為的なものなどの誘因との組み合わせによって起きるものですが、そこには公式的なものがあるわけではありませんので、過去の経験のようなものが極めて重要なデータの一つになってきます。

この自然荒廃の形態は、主なものとして、火山の噴火による火山泥流、火砕流の他に、よく耳にするところの崩壊、地すべり、土石流と雪崩があります。これらは、どこでも起きるということではありませんが、起きやすいところは、ある程度限定されていることが多く、繰り返されるといいう性質が一般的に認められています。

火山泥流は、細粒の火山灰が流下するもので噴火の初期に発生することが多く、流下速度は10~40m/s程度で速くはない。一方、火砕流は高温の噴出物(600~800℃)が流下するもので、流下速度は10~100m/s(時速60km)と高速のものもあります。

また、崩壊とは、豪雨や地震などによって、山腹やがけなどの斜面が不安定になって、短時間に崩落したりすべりおちたりすることで、特に長雨が続くとよく、多くの地域での発生が報道されることが多いような気がします。崩落するのは表層に近いものが多いのですが、中には岩盤が抜け落ちたり、あるいは深いところからえぐられるように崩落していることもあります。中には、先の熊本地震で報道されたような巨大崩壊もあります。また、道路の盛土したところが落ちてしまったり、谷埋め盛土が抜けてしまうものもあります。

このような崩壊が、裾部に住宅がある時には、裏山の土砂が直撃して、犠牲者が出ることもあります。その時には前触れがないときもありますし、様々ないつもと違うようなことがあって、土砂が崩落することもあります。崩壊が山の奥で発生すると、その土砂が溪流をふさいだり土砂が大量に流出して下流へ大きな土石流となってくることもあります。このような危険溪流は、事前に区域指定されていることもありますが、想定以上の山腹崩壊があると、土砂が溪流をせき止めて天然ダムとなり、それが決壊して大規模な土石流となることもあります。事前に注意すべきことは、地形の形状、いままでの履歴、降雨強度、地質といったことで、リスクを特定して周知しておくこと、普段と違う感覚を有することなどが必要となる。もちろん、避難は早めに、事前に確認したルートに沿って明るいうちに行くことが大事で、まだ大丈夫という自己判断は危険です。

36. 地すべりとは何か

地すべりとは、山や丘陵地の一部が分離する現象で、地下にすべり面があって、すべり台の様に下方へ土塊が移動することです。がけ崩れとは、明確な区分はないのですが、大きな違いは、幅や奥行きが大きく、まとまった土塊が動いてくるもので、その動きは長い間続くという感じがします。公園のすべり台は、たいていはステンレスで張ってあって、勾配があり、すべりやすくなっていますが、地下にも同じような滑りやすい面、粘土のようなつるつるした面があって、それを境に上の土塊が動くということになります。この面は、いままでの地殻変動、風化などによってできるもので、地盤がずれたり、こすれたりしてもできることがあります、たいていは薄いフィルム状のものが認められています。それでは、この上にある土塊はどうして動くのでしょうか。考えられるのは、すべり面が力を得て、横や上に持ち上げることや地震でゆすられるたり土塊の強度が失われたりすると、すべりやすくなります。地震以外の場合には、地下水の間隙水圧という力が働くと考えられています。このような場合には、動きを抑制するために、よく横ボーリングなどで地下水を抜くのは、この悪さをしている地下水位を下げるという目的があるのです。したがって、地すべりは全体的な地質というよりも、すべり面がどのようにしてできていて、地下水との関係がどれだけ関連が深いのかということが重要なこととなります。

一方、地震などによって発生するものもあります。規模は大小さまざまですが、共通していることは、土塊の土質が弱いということです。例えば、谷や凹地を埋め立てたところなどでは、すべり面がなくても押し出されてくることがありますし、土質によっては液状化して土としての強度を失って高速で抜け出すということも多々確認されています。これも、このようところがすべて、一斉に地すべりへ変化するわけではありませんが、土塊自体の弱さや地震動自体の増幅も関係しているようです。また、すべり面は、先に粘土がフィルム状になっていると述べましたが、この粘土は原位置性、つまりそこの地質が変質して粘土化したものですが、他によそから粘土が流入することがあります。よく、岩盤からなる斜面が地すべりを起こすことがあります。この岩盤は多くの場合に亀裂が発達していて、地表からの細粒分が長い年月をかけて亀裂を伝って地中に侵入してすべり面を形成することもあり、これを流入粘土といいます。よく、切土斜面を施工している現場で見ることができますが、開削して、除荷されてもすぐにはすべらずに、時間経過後に徐々にほらんできて、その後すべりになるというパターンとなるようです。この場合には、先の述べた地下水低下では対策にならず、すべるブロックを明確にしたのちに、頭部を排土して、全体をすべり土塊を軽くしたり、アンカーで抑え込むという工法があります。地すべりは、地山のバランスが崩れるときに、自ら安定になろうとして変化することですので、素因と誘因を明らかにすることが重要で、地すべりの場合には完了するまで時間があることが多いので、観測してすべりの範囲や、すべりの深度を突き詰め、降雨と動きとの関係などを把握して、避難方法や期間、今後の影響範囲の特定、緊急の対策、恒久対策を検討する必要があります。そして、一番怖いのは二次被害ですので、特に現場での作業は慎重に行われなければなりません。

37. 地すべりは繰り返す、兆候の早期発見

地すべりは、そもそもが地盤の劣化のプロセスですので、一度経験したところはまた起きやすいといわれている。もちろん同じ現象ではないにしても、大きなブロック内で小さなものが多発するとか、かつてのすべりが上方へ広がるとか、すべりの深度が深くなるとかささまざまなパターンがあり、それなりに進化していきます。

したがって、かつてどのようなすべりがあったのかということを知ることは、これからの土地利用や生活スタイルを決めるのに大切なことです。幸いにも、地すべりに関しては、言い伝え、古文書、地名、地形というような形で記録されていることもあるので、そのような地域知を検索するというのも手掛かりになります。もし、そのような地域が隣接しているとか、地域が大きな地すべりブロックに包含されているということであれば、いつもと異なる地表の変化は、大変貴重な前触れにもなりますので、日ごろの関心を高めることで、異常を事前キャッチすることもあります。例えば、道路や擁壁、水路といったインフラ構造物に亀裂があったり、はらんできたり、湧水がなくなったり新たにみられるとか、樹木が枯れはじめたとか、鳥の声がしなくなったとか、時々地下水が濁るとかなどに敏感であってほしいと思います。

我が国には多数の地すべり地があって、地すべり現象そのものは決して珍しくはありませんが、この地すべり地というのはかつての履歴地であることが多く、初期すべりというのは、比率的には多くありません。ただし、地すべりはいくつかのタイプがあって、進展のプロセスが異なりますが、概ね、どこかが滑ると、隣接して発生するという傾向もあり、それ自体が大きくなっていくということもあります。したがって、いま起きていることが今後どのようにっていくのかということを含めて備えることが重要となります。

地すべりは、誘因である降雨や融雪、地震動に即時反応するものもあるし、潜在化するものもあって、むしろ、潜在化して次の誘因で大きく滑るという方が予測する上ではこわいこととなります。いずれにしても前触れや誘因が極めて顕著なときには、早めの避難が大事です。オオカミ少年をいわずに行動する勇気を持ちたいもので、仮に遭遇しなかったならよかったというような保険的な考え方は、防災的には適正であると思います。

また、すべりが発生すると、怖いのは二次的災害で、二次的災害が本災害よりも小さいということはありません。本災害で全体的に、脆弱している地山は、ちょっとしたことで動きやすくなっていますので、慎重に対応しなければならないことは地震の時と同じです。

少なくとも想定外だったということがないように、地域の情報をしっかりと把握して、日常的な観察眼を鋭く、ちょっとした変化にも留意して、何かあれば行政機関等に連絡するというのを怠らずにしていきたいと思います。そのために、行政も、危険情報、危険警報等の伝達に努力していますので、そのようなものにも敏感になって、自助力を高めていく必要があります。

38. 未病と防災

漢方医学の方では、未病という考え方があるそうです。未病とは、いまだ病気にはなっていないが、病気に向かっている状態のことだそうです。つまり、病気になる要素を有していて、それに何らかの作用があると顕在化するということではないかと思えます。このようなことに対しては、体質や症状を見て証を立てて、治療を行うことで、体内のバランスを調整して、体に負担をかけないようにして、未病の状態を緩和したり治したりすることが行われているということです。つまり、早期にリスク、兆候を見出して、いままでの豊富な経験を駆使して、正しい判断をして、リスクの最小化を図っていくというプロセスは、自然災害への備えと共通するところがあると思えます。

自然災害は、素因は地形や地質、土地の利用状況、保全対象物であり、誘因は気象であるということは明らかではありますが、どこにどのようなリスクがあるのかというと、それぞれが多様であるだけに単純には特定できないというのが難しいところではあります。

災害は今まで多発してきた地域とか、その隣接地域というようなところが多いのは確かですが、これまで経験したことがない記録等にもないところで発生することも少なくありません。そして、自然環境は不変ではないわけですので、いつ、どこで、何がということの余地はかなり難しいのですが、よりリスクが高いのではないかとすることは、ある程度検討をつけておくことは可能だと思われまます。このことは、なんとも頼りなさそうではあります。全知識も備えもなく、発生した時点で対応するということは、少なくとも自然災害に対しては無謀だと思えます。

いまは、行政の方でも、豪雨時や地震時には、警戒情報や避難情報を出すようになりましたが、それを受ける住民の方が、安全側に行っているのだらうということで、なかなかその気にならない人も多いということを聞きます。確かに、オオカミ少年になることを懸念しているのかもしれませんが、保険だと思って活用して行動することは、今後の備えに対する訓練にもなるわけで、それだけ防災力が身についたという考え方ではいかがでしょうか。また、なんでも他力依存も困りますが、逆に自分は大丈夫というのも困ります。避難の基本は、周りを見ながらついていくということではなく、自分で決断、決心して行動することです。

未病でもそうでしたが、体質というか資質はある程度仕方はありませんが、日常的な振る舞いや習慣を変えるということは重要で、専門医と相談しながら自らも努力すべきところはしないと、他人任せで、リスクの最小化は期待できないのだと思えます。防災も、特別なことをするというよりも、自分たちが生活する自然環境をよく知って、自然の振る舞いにどう反応するのかということを知っておくだけでも、発災時の対応は異なるのだと思えます。未病も防災も、即効性の特効薬はありませんが、いわば、日常的に継続すべきことが大事であるということ再認識させられることではないかというような気がします。

39. 山地の崩壊と地質

日本列島は地殻変動が大きく、地質そのものが固結度のあまり強くない弱い岩石から構成されています。その結果として破碎帯や構造線も発達していて岩石自体を細片化し、火山に伴う温泉は岩石を粘土化するなどのように、岩石自体が様々な外的作用で脆弱しています。それが大きな崩壊、多数の表層崩壊を生んでいるという素因になっています。

しかし、崩壊の規模や発生頻度を単に岩石の種類や硬さだけで示すことはできません。もとは硬い岩石でも、変成作用や変質作用を強く蒙れば、風化が進行しやすくなります。また地殻変動でできた断層は、傾斜によっては、崩落しやすいものにもなるように、様々な運動によって山体の基盤の強度に影響を及ぼしていますので、山体の診断には、亀裂や節理の発達状況、破碎の程度、粘土化・風化の程度など多様な面から診察して評価する必要があります。

崩壊を含む地すべり現象を規制している因子を考察した藤田（1990）は、日本列島の基盤を8つに区分しました。堆積岩を地質時代で6つ、火山によって形成された火成岩体と変成作用を受けた変成岩体の2つです。この8区分が基本的な地質体であるとし、これらのものが崩壊や地すべりという現象になるための条件として、物性（物質を構成している、そのものの性質）、地形条件、水文地質条件、地表変動条件との組み合わせであるというふうに考えています。その結果から、以下の6つのことが導き出されています。

- (1)地すべりが密集している地域の地質は、岩質的に共通のものがある。ただし規模の小さいものについては、この傾向は認められない。
- (2)地すべり現象の特性（物質の構成、運動、構造）は、斜面を構成する基岩の性質に支配される。
- (3)地形は、斜面を構成する基岩の風化・浸食作用の履歴であり、その基岩の物性が決め手となっている。
- (4)岩石の物性は、概ね火成岩・変成岩では同種のものであれば、同じか近似していて、堆積岩は古い年代ほど固結度は良く硬い。
- (5)地すべり現象は長大斜面で起きやすい。これは地殻変動が激しいところ、隆起量が相対的に大きいところと一致する。
- (6)地すべり現象は地下水とは密接な関係はあるが、日本列島では基本的に山体の高い部分に水面があるので、水文地質条件を特別視する必要はない。

以上のことから、山地崩壊は、全く新規に発生するというよりも、かつての履歴によって形成されている地形や地質を見ていくことで、ある程度の危険地域を知ることはできるということです。もちろん、様々な条件で新規の初期すべりが発生することもあるわけではありますが、その頻度は小さいと考えられます。したがって、地すべりが発生したのちに、ボーリングや観測機器などで調査すると、崩壊やすべりのメカニズムが比較的確実に把握できるということになります。願わくは、崩壊や地すべりが、どこでということとは概ね推定できても、その規模や時期、決め手となる定量的条件の把握には、いまだ十分ではなく、それへの期待は大きいものであるのは当然であります。

40. 土石流に関する防災

土石流は、英語では **mud-flow** といいますが、水量よりも土石の量が多く、水が土石を流すのではなく、水を含んだかゆ状（**mud**、泥）の土砂が、土砂自身の力で移動する現象であるといわれています。非常に大きいエネルギーを持って流下してきますが、なんと言ってもその直線性は激しく、流下する途中での溪岸や溪床の浸食が激しく、勾配がゆるくなったところまで、その激しさは継続します。最近の土石流には流木が多量に含まれることが多く、それによる被害も甚大になってきています。土石流は、溪流というか溪床に激しい降雨があるときに発生しますが、その時の土石の状態も重要です。それは、溪床内に堆積土砂がある場合や上流などで新規の崩壊などが発生して供給される場合が多いのですが、地震などで大規模な崩壊などによる天然ダムが決壊して土砂が流出された場合もあります。いずれも事前にどの程度の土砂量が発生するのかということの算定は難しいのですが、いままでの事例からすると、溪床幅と長さから概略の推定はできるとはわれています。土石流が発生しやすい、発生のあるところは、危険溪流として把握されていますが、常襲地帯に対しての対策工事や監視センサーなどの体制をのぞけば、大部分の溪流では未整備な状態です。土石流対策としては、情報伝達による避難とハード的な対策がありますが、前者はハザードマップや気象情報とのリンクなどがありますが、課題は住民の方々の行動にいかにして直結させるのかということになります。ハードは、時間と経費が必要となりますので、進捗は遅々としてはいますが、継続する必要があります。主な方法としては、土砂の移動を抑制する、勾配を緩和する、土砂の一時生産を抑制する、土壌条件を改善する、山地の浸食・洗掘を防止する、植生の導入、脆弱部の補強などが挙げられます。この中には森林環境の健全化にも関連するものもあり、後背地を適正に維持管理、保全することも極めて重要なこととなります。多くはありませんが、土地改変によることが原因の土石流の発生源となった例もあります。最近、このような土地改変したところの放置による問題も出てきていますので、植生の復元は無視できない自然環境保全の対象になると思います。また、土石流は流下しての到達距離や範囲は特定できますので、その範囲を適正な土地利用に変えていくということも今後必要になると思います。例えば、下流域を含めて森林公園化して、住宅地として利用しないということなど、将来は、公園樹木を減勢・抑止工としての機能に期待するというようなことも構想されています。

4 1. 土石流に備える

土石流は、秒速 10m（時速 36km）ということですので、相当に早いということができません。そして力持ちということから、さまざまな現象が発生します。したがって、実際の対策工法は、流域の特性、土石流の源になるもの、地形や地質、下流の土地利用状況、施工状況、経済性、環境などを考慮して検討されます。もちろん、発生部での対応が効果的であるわけですが、現実には砂防ダムと流路工という組み合わせで計画されることが多いと思います。

以上のようなハード対策は、すぐにすべてに対応するということは難しく、ソフト対応を含めた総合的な手法での対応が実施されています。その主なものは、警戒避難体制の整備、土地利用の規制、森林環境の整備、住宅の移転や構造の改善、防災教育、広報といったもので、自治体や地域の状況によって工夫されていく必要がある。このうち、最も基本的なことというか、直結するものとしては避難のためのシステムであるが、実際には降雨量をベースにしたシステムで避難することにはいくつかの問題点が指摘されています。それは、警戒や避難のための基準雨量の設定が難しいこと、避難発令の基準を降雨データだけだと空振りが多発する可能性もあること、維持時に短時間に避難できるかどうか、住民が納得して行動を起こすか、安全な避難路、避難場所が確保されて周知されているか、いつ、どのような状況で避難を解除できるのかなど課題は多いと思います。いままでの経験や事例を参考にすれば、地域への関心を高めて異常現象の把握を確実にする、情報伝達を確実にする、安全な場所と避難経路を全員が知っておくことを基本に日常の防災活動を繰り返すということに尽きるような気がします。ここで、異常現象とは沢や川の濁りがいつもと異なる、流れが突然止まった、付近の斜面が崩れた、浸水や冠水が始まったなどを感知することです。

情報伝達では、外の雨音に関係なく、正しい情報を伝達できる通信手段の用意が必要である。避難場所は安全なところで二次避難することがないようなところを確保し、避難距離も 500m 以内が望ましく、所要時間も 30 分以内、避難速度は大人の半分というような基準で対応することが望ましい。そして、大事なことは、地域の班の編成を適正な数に再編成し、班内住民は班長が誘導するというような役割の徹底をすることも重要である。

災害はいつ起きるかはわからないが、起きてからでは遅い、いつ起きてもあわてないような日常的な活動が必要であるし、長い時間がかかること、継続しないと意味がないこと、日常でできないことは緊急時にもできないということを肝に銘じるべきなのだと思います。

4 2. 豪雨災害と降雨特性

大規模な崩壊や災害を引き起こす降雨は、ある程度降雨強度が大きい雨が数時間または数日続くことが多いと思います。数日続くような雨は豪雨と呼び、土砂災害が多く発生しています。また、総降雨量はさほどでなく、短時間にもものすごい雨が降ることもあり、これを強雨といますが、この強雨を伴って、総降雨量も多くなると、各段に土砂災害が発生する確率が高くなってきます。

土石流は短時間降雨が関係していますが、表層崩壊も比較的短い時間の強雨と密接に関係しています。災害の程度は、その対象物にもよりますが、崩壊などの頻度は日雨量で見ることができると考えられています。全体的な災害の規模に関しては、連続降雨量の大小とその雨域の範囲が重要となります。これらの関係を地震災害との関連で示すとわかりやすいので紹介してみます。加速度（崩壊などの発生）→時間雨量や短時間雨量、震度（震災の程度、具体的な被害の程度、頻度）→日雨量、マグニチュード（地震の規模、全体的な規模）→雨域と豪雨量というようなイメージになります。

ここで言われている連続雨量は、通常長雨とも言われることがありますが、以下のように定義されているので示しておきますと、「連続雨量とは降雨の降り始めから降り終わりまでの加算雨量です。多くの場合には、雨量が 0.5mm 以上となった時刻を降り始めとし、降り終わりは加算雨量がカウントされない(無降雨)の時間が 24 時間を越えたときで、その時点で連続雨量は終わり、リセット」ということになります。

日本の各地の崩壊現象を考えると、降雨量に関する因子のほかに地質も関係していると思われますし、多雨地帯と非多雨地帯ではどうなのかということもあるわけで、降雨のパターンだけでは論じられないのは当然です。例えば、風化花崗岩のような地帯では崩壊がしやすく、中・古生層ではそれほどでもないとか、多雨地帯では少々の雨では耐えられるが、反対に非多雨地帯ではちょっとした降雨でも崩壊が発生しやすいというようなことは当然考えられます。そこで、例えばの話としての崩壊率の考え方としては同一雨量に対しては地質によって崩壊率は異なり、同種の地質に対しては雨量の大小によって崩壊率が異なる。さらに、多雨地帯、非多雨地帯での崩壊率は異なるということで、地域性による崩壊現象の特徴を示すことにもなっています。

そこで、崩壊が発生する限界雨量から、各地域の降雨量の特徴を、降雨量の指標として豪雨に対する日雨量の超過確率を切り口にした研究結果もあります。