

## 4-1 地盤を知る

### 1 身近であってもわからない地盤

家であれ、工場であれ、ビルディングであれ、多くの構造物は地盤の上に造られます。これらの構造物の重量や地震のときの荷重を地盤は支えることとなります。地盤が弱ければ、構造物をいくらしっかりと造っても、構造物に大きな負担を抱えて、構造物の沈下や壁の亀裂などをもたらすこととなります。地震による家屋被害では、構造物自身の被害も起こりますが、全壊や大きな被害を与える原因の多くは地盤の弱さです。構造物の場所によって沈下の程度が異なる不同沈下、地震時の地盤の変状は、地盤の上に存在する構造物に大きな被害を与えます。また、地中に埋設されている上下水道管などにも大きな被害を与えます。

地盤の性質や強さを知ることは重要です。特に、気を付けるべきは、平時はしっかりと構造物を支えることができても、地震や大雨の時には、地盤が支持力を失ったり、大きな変状を起こすことです。なぜ、このようなことが起こるのかを理解しておくことは大事です。

### 2 地形と地盤

地盤は、長い時間をかけて、川が土砂を運んで堆積して形成されたものです。図一1に、代表的な地形を示しています。この地形の中で、自然堤防などはよく締まった砂地盤です。山から川が広がる扇状地は、大雨が降った際に土石流などにより岩、砂などが堆積しています。地下水が豊富で地盤そのものはしっかりとしています。しかし、もともと土石流が形成した地形ですから、大雨が降った場合には土石流が発生する可能性が高く、集落地としては問題があります。

人口が少なかったときは、洪水や土石流、土砂災害などが頻繁に起こる地形は避けて住居が作られました。終戦後、人口が爆発的に増加して、必ずしも居住地としては適当でない地形にも家が建てられるようになりました。図一1に示す後背湿地は軟弱な地盤の層が厚く、地震

のときには大きな揺れとなり、大雨の際には浸水の危険が大きいです。崖を削って宅地を造成した場合は、土砂災害の可能性が高くなります。

「必ずしも住居としては適地ではないが、やむを得ず」宅地として造成したケースも多く見られます。

自分の住んでいるところが、もともとどのような地形で、どのような災害の可能性があるかを知っておくことは、自分の家屋そして自分の命を守るために、非常に大切なことです。

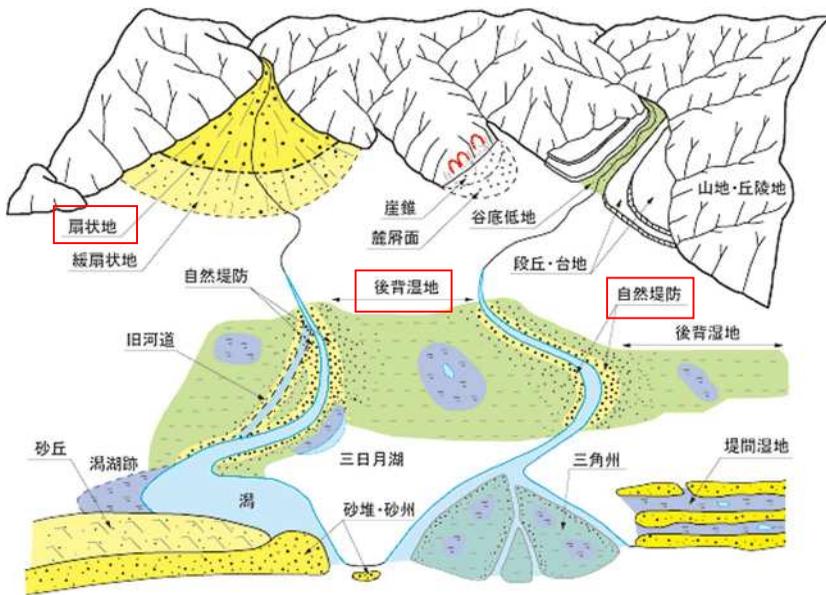


図1 基本的な地形

### 3 水と地盤

地盤の挙動を考えるとときに、水、特に地下水との相互作用を理解することが大事になります。結構、めんどろな話になります。

高度成長時代、特に、首都圏、大阪、名古屋などの大都市圏では、地下水を汲み上げすぎて、地盤沈下が起こりました。その結果として、地盤が海水面よりも低いゼロメートル地帯が増加しました。洪水時や高潮、さらに地震により堤防が崩壊することにより海水が居住地に流

## 地盤災害を低減するために

れ込む「地震洪水」などの現象では大きな災害をもたらすことが心配されています。

地盤沈下が悪い影響をもたらすことが明確になり、地下水の汲み上げを禁止する措置をした結果、首都圏では地下水が戻ってきています。地下水が戻ったからといって、地盤がもとの高さに戻るといったことはありません。わずかに戻るだけです。

水の影響は、ある日突然起こる地表面や道路の陥没にも見られます。地下水の流れがゆるやかに地盤に空洞を形成し、その空洞が見かけ上上昇し（空洞の上の部分の土が下に落ちることにより、見かけ上は空洞が上昇する）、地表面までの厚さが足りなくなると、地表面に作用する自動車の車輪からの荷重などの影響により、陥没してしまいます。道路などでは、高速で車が移動していますので、陥没は大きな事故につながります。

地盤がなんらかの異状を示したときには、専門家はまず水の影響を考えます。水の影響を考えるのは、正直めんどろなのですが、起こった現象を理解するためには、どうしても必要なことです。

### 4 軟弱地盤と人工盛土の違い

専門家以外にはなかなか理解してもらえない話をします。自然が形成した軟弱地盤上には、盛土造成をして家を建てたとします。この場合は、時間が経過すれば安定します。20年たってから軟弱地盤の悪影響がはじめて出てくるということはありません。軟弱地盤に伴う家屋への影響（例えば、玄関が開かなくなる。壁に亀裂ができるなど）は、家を建ててから5年ぐらいの間に出尽くしてしまいます。もちろん、もともとが軟弱地盤の上にあるわけですので、軟弱地盤は地震を増幅する性質をもっていますので揺れやすい性質は変わりません。

山を崩して谷を埋めた盛土地盤は、造成時の締固めが不足していると、時間とともに劣化が進み、大雨や地震により大きな崩壊をもたらす可能性があります。軟弱地盤と人工盛土は異なる性格をもつと考えるべきです。

山を崩した部分は「切土」と呼ばれ、谷をうずめた部分は「谷埋め

盛土」と呼ばれます。ほかに、造成面積を大きくするために、土を盛りつけた「腹付け盛土」もあります。強い地震動を受けたときの被害の程度は、盛土の方が切土よりも大きいといわれています。これは、切土はよく締まっていて地盤の密度が高いのに対して、盛土部分は締固めが不十分な場合があることが原因です。特に、造成地盤の中心部分は、ローラーなどによる締固めがしやすいのに対して、造成地盤の端の部分は斜面に近く、締固めが難しくなります。地震の際には、造成地の外回りの外周道路から斜面よりの宅地の被害が多く見られます。家屋自身は健全に見えるのに、斜面の崩壊に伴って斜面の途中で止まっている被害がよく見られます。

平時では、地盤の密度が多少小さくても、家屋程度の荷重はしっかりと支えることができます。地盤はしっかりと力を伝達する「力の鎖」を形成して、荷重を支えます。地震などによりこの「力の鎖」が壊れても、密度が高い場合は、壊れた力の鎖の近傍の粒子が新たな「力の鎖」をすぐに形成して、大きな変状に至ることなく家屋からの荷重を支えます。密度が低い場合には、新たな力の鎖を形成することが困難なために、大きな変状が生じ、家屋に大きな被害を与えてしまいます。

結局、しっかりと締固めて地盤の密度を高めることが役に立つのは、地震や大雨などの外力の変化が起きたときに、地盤が大きな変状を示さないためといえます。平時は、密度が高くても低くても、差は出ないのですが、大きな荷重が作用した時に差が出ます。

このことを理解することは難しいために、裁判所などでは、軟弱地盤と人工盛土の差を考慮することなく、「築後 20 年が経過しているので、施工者の責任はない」という判断がなされることが多いようです。これは、いつも問題になることで、被害が出た時点を起点として、訴えの有効期限を設定すべきという考え方も示されていますが、常識になってはいません。

## 4-2 自然災害から命を守る

### 1 自然災害のリスクの考え方

自然災害のリスク（以下、災害リスクと略記します）を軽減するために、脆弱性の低減を目的として、防潮堤や堤防の強靱化、破堤や高潮による浸水時の避難場所としての高台（スーパー堤防含む）の造成、道路やライフラインの冗長性（余裕）の確保などが試みられています。過疎地域での若者不足により災害対応が難しいことも脆弱性となります。また、リスクの低減を目的として、被害を受ける可能性のある地域に住む人口、事業所、工場を対象にして、移転、高層化により暴露を低減することも考えられています。これらのリスク低減策は、膨大な経費を要するために、行政が行うべき事業と考えることができます。

脆弱性や暴露の低減により災害リスクを低減する努力は継続されるべきです。しかし、限られた財源の中で、短期間でのリスク低減は期待できないこととなります。また、長年住み慣れたまちからの移転などは、大きな心理的抵抗を伴うことも事実です。

様々な理由から、災害リスクを、脆弱性や暴露の観点から、短期間に低減することには限界があり、多くの町では、決して低くはない災害リスクとともに暮らし続けることとなります。

### 2 ちょっと昔のこと：集落での防災（共助）

堤防の高さも十分ではなく、雨が降れば洪水が当たり前の時代はそんなに古い話ではありません。昭和30年代半ばまでは毎年あるいは隔年で、洪水が起こっていました。そのときの集落がどのような体制で洪水に備えたかを振り返ってみたいと思います。ここでは、宮城県南部の小さな町の集落での防災の在り方を紹介しますが、おそらく、多くの地域で同様のことがなされたと思います。

空模様がおかしく、ラジオで大雨の注意報が出ると、青年団や婦人クラブが活動を開始します。青年団は、浸水しやすい家から始まって、

床上浸水に備えて畳を上げる。大事なものは2階に移すという作業を始めます。婦人クラブは、炊き出しの準備に入ります。その炊き出しの準備は、広い庭をもつ通称「庄屋さん」の家（高台にあり、浸水の心配はありません）で始まります。炊き出しに必要なものは各家庭から持ち寄ります。なべ、釜すべてにそれぞれの家の屋号の印が押されています。必要なまきは庄さんの家に保管されています。

あらかじめ決められた人が堤防の様子を見に行きます。川の水位を見るだけでなく、堤内地に湧き出している浸透水の濁り具合も調べてきます。湧き出す水が濁ったら、堤防が危ないということで、住民全員に知らせ、高台への避難を始めたようです。これは、地盤工学的には、「パイピング」が始まったということですね。理由はわからなくても、「濁ったら逃げろ」という言い伝えを守っているとのことでした。

知らせを受けると同時に、物置のはりや室内に格納していた舟を下ろします。舟は川にあるもので、なんで物置にぶら下げているのか不思議だったので、祖父に聞いたら、「水が上がったら、この舟で、お年寄りや米、布団なんぞを運ぶんだ。この舟をもっているのが、この集落での家の格を表しているんだ」と自慢げに話していました。

被害があったら、被害のひどい家からなんとか住めるようにして、順次繰り返していきます。堤防が壊れたら、総出で俵に土を入れて、土嚢をつんで復旧します。年寄は俵づくり、壮年青年は土嚢づくりと土嚢積みと作業を分担していたようです。稲わらはふんだんにありましたが、ブルーシートはなかった時代の話です。

行政からの公助がほとんど期待できない中で、集落の共助により、地域の復旧・復興を整然と行っていた様子を知ることができます。

### 3 命を守るための近助と共助

阪神淡路大震災は、倒壊家屋での圧死や火災により亡くなった方が多数を占めました。一方で、倒壊家屋より助け出された方も数多くいました。誰によって救助されたのか...その多くはご近所のかたの献身的な努力でした。つぶれた家屋から救助された人で、自助・共助の割合が97.5%に達しました。隣人、通行人による救助の割合が30%を超

## 地盤災害を低減するために

えていました。阪神淡路大震災は早朝の地震であったために、家にいた大人が多かったこともこの数字を押し上げました。

救命活動や延焼の防止などに、近助、共助が重要です。さらに地域コミュニティがしっかりと存在することが地域のレジリエンス（復興への回復力）を高めることは、災害のたびに言われることです。

話が逆になりますが、地域コミュニティを存在させるための最も適切な方法は、小学校・中学校のPTA活動と防災訓練ではないかと思えます。どちらも、原則的には逃れることはできない活動として位置付けることができます。この2つの活動が円滑に実施できない町は、多くの面でリスクの高い地域といえるでしょう。しかし、そのような地域が決して少なくはないというのが日本の抱える現状のようです。

すべての住民の防災活動への参加が無理ならば（多分、無理です）、あえて全員参加を求める必要はないものと思えます。住民のうち1割程度が高い意識とある程度の知識を持ち、半分以上の住民が防災活動に意義を見出すようなレベルを目標にすべきと考えます。このような割合であれば、円滑な防災活動の実施、避難の実施は可能です。後は地域の防災リーダーが適切に指示を出せるように頑張ることです。

### 4 最低限かつ最高の災害対策：避難

地震や洪水などの自然災害への対処として、最も大事なことは「命を守る」ということに異論をはさむ人はいないだろうと思えます。災害に強い強靱な町の構築が難しければ、命を守るための手段は、「避難」となります。避難は最低限の災害対策としてとらえることもできますが、「命を守る」目的で、これほど有効な手法はほかに存在しないことを考えると、最高の対策ともいえます。

適切な時間で安全に避難するためには、避難の意義の確認、避難手法の確立、集落の共助体制の構築などが必要です。これらを実行し、災害時に機能させることはかなり難しい話です。なにより、住民相互の信頼関係が必要となります。避難を確実に行うための意識づくり、準備、訓練などの難しさを考えると、「避難」は最高の災害対策として位置付けて、努力したいものです。

## 5 避難時のためらい：「空振り」の怖さ

避難勧告や避難指示を適切に行政が出すことは難しいものです。小さな町になると、災害対策の専門家がいるわけではありません。このために、タイムラインと呼ばれる防災行動計画が構築されています。これは、気象データや川の水位などがある基準を満たしたら、予め決めておいた時系列表に基づいて、「避難勧告」「避難指示」などを発信するというものです。ニューヨーク市の地下鉄の運行停止の判断で成功を収め注目を集めた手法で、日本でも取り入れられています。

防災に携わる責任者が怖がるのは、避難指示が「空振り」に終わったときの住民の反発でしょう。避難指示に従って、避難行動を起こすことは誰にとっても苦痛です。結果として、災害は発生せず事なきを得たとき、「誤った指示を出したものは責任を取り、陳謝しろ」などという声が出てきそうです。避難に伴う損害賠償を求める人も出てくるかもしれません。残念なことです。

自然災害が本当に起こるかどうかは、データと予測方法の不確実性の両者が絡み、その予測精度は決して高くはありません。また、住民全員の命を守るためには、かなり早い時点（洪水の際には、まだ雨が降っていない時点もあり得ます）での判断が必要になります。避難指示が空振りに終わり、住民全員が無事であったときに、誰をも非難することなく、お互いの無事を喜びあうような住民の高い見識が不可欠です。あらかじめ、徳を慕われている高齢者に、無事に過ごせたときに「よかったなあ。みんな息災だ。お天道様に感謝だな」の一言を、不満に先んじて言ってもらうようお願いしておくことも、地域コミュニティ維持の有効な手段と考えています。