

航空写真で

いま
現在の土地を読む

—地震の危険箇所を
知るために

小泉俊雄

阿部三樹

彰国社

はじめに

本書は、地震や防災に関する専門書ではない。地震に対してできるだけ安全な土地の簡単な選び方を提示するものとして、まとめたものである。それは、最近インターネットの普及などにより簡単に手に入るようになった航空写真を利用することである。

2011年(平成23年)3月11日に東北地方太平洋沖で発生した大地震は、大きな揺れと共に巨大な津波を伴い、東北地方を中心に未曾有の被害をもたらした。さらに、それは、福島第一原子力発電所の事故という最悪の事態まで招いた。

被害は関東地方にまでも及び、筆者らが居住する千葉県の東京湾岸地域においても例外ではなかった。この地域では、震度5前後の強い揺れがあり、それは数分に及ぶ長いものであった。津波こそはなかったものの、地盤の液状化や揺れによる被害が多く発生した。

このような被害の分布を詳細に見ると、場所によってその程度や様相などに大きな違いがあることがわかる。その原因には、土地の地盤の差が大きいかかわっていることも明らかである。そのことは、これから家を建てる場合は、できるだけ安全な土地を選ぶか、地盤に合った対策を行っておく必要があることを示すものでもある。

著者の一人である阿部三樹は、
本著の刊行を見る前の2014(平成26)年2月19日に逝去された。
故人は精力的に執筆に携わり、刊行を楽しみにしていた。
本書を、阿部三樹氏に捧げる。

小泉俊雄

今までも、国土交通省や地方自治体等では、災害に対する土地の安全性についてハザードマップをはじめ各種資料を作成・公表している。しかし、それは個別の住宅の立地などに対しては必ずしも十分なものではない。また、土地の売買を商売とする不動産関係者は土地や家屋を売る側に立ってその土地が安全であることを強調するものの、その危険性にふれることは避ける。

これから土地を手に入れ、家を建てようとする人は、自らの力でこのような資料を参考としつつも、その土地をキメ細かく知ることから始めなければならない。

筆者らは、このような土地の差を、できるだけ簡単に見つけるために、むかし撮影された古い航空写真などを使うことができないかと考え、その方法について今回の地震の被害状況により検証を行った。では、なぜ古い航空写真か、というとそれは市街化が進む前の地形の状況をよく表しているからである。検討を行った主な内容は以下の各項目である。

- ① 地形の差が地震による家屋の被害にどのような影響を与えていたか。
- ② 家屋の被害に影響を与えた地形の差は古い航空写真にどのように表れているか。
- ③ ①、②の結果から地震による家屋の被害の危険性を推測する資料として、古い航空写真の利用は有効か。

これらの具体的内容は第II章に述べた。なお、本書では、津波、山地崩壊といったような、東京湾岸地域ではそれほど問題となら

なかった地震災害は対象から外した。また、本書は、関東平野という平坦な地形が広い千葉県の東京湾岸地域を対象とした。というのは、このような土地は東京都心をはじめ、市街化が著しく、人がもっとも多く生活している場所だからである。

本書に述べたことを、これから家を建てる場合のやさしい土地の選び方、あるいは建て方の一助として利用していただけたら幸いである。

[目次]

はじめに..... 003

Introduction 航空写真とは何か?..... 008

I 地震による危険な土地を知るための基本..... 013

1 地震による家屋の被害..... 014

1-1 地震現象から家屋の被害へ 014

1-2 被害は場所によって差がある 017

NOTE 災害の発生要因 **Column** 土地条件

2 被害の地域差を探る材料..... 021

2-1 土地の条件を探る方法 021

2-2 古い航空写真等 022

2-3 古い航空写真等で何を見るか 025

NOTE 古地図と新しい地図の表現の違い **Column** 「危険性」と「可能性」

3 日本の地形の種類..... 025

3-1 地形分類 031

NOTE 地形分類と地形区分 **Column** 縄文の海辺

3-1 地形と災害 036

II 古い航空写真等で家屋被害を分析する..... 041

1 千葉県東京湾岸地域の地形..... 042

1-1 位置と概要 042

1-2 東京湾岸地域を地形で分ける 042

1-3 土地利用と地形の変化 047

NOTE 標準(基準)地域メッシュ

2 家屋の被害の状況..... 059

2-1 現地で見える被害の状況 059

Column 地震のとき

2-2 家屋被害の分布 061

Column 埋立地の液状化

3 被害と地形との関係調べる..... 068

3-1 被害の分布と地形との重ね合わせ 068

3-2 海域埋立地の液状化被害 086

NOTE 礫・砂・シルト・粘土／ポンプ浚渫船による埋立工法

3-3 地形と被害との数量的な関係 093

4 古い航空写真で見る危険地域..... 100

4-1 内陸部 100

4-2 海域の埋立地 107

4-3 既存航空写真による地形判読 110

III これからの展開..... 113

1 温故知新一古い航空写真で現在がわかる..... 114

1-1 古い航空写真は使えるか 114

Column 古い航空写真で新旧の土地を比べる

1-2 土地選びのポイント 117

2 これからの展開..... 122

付 航空写真を用いて地域を知るための基礎..... 125

1 航空写真を知る..... 126

1-1 航空写真の基本概念 126

NOTE 航空写真の実体視

1-2 航空写真の利活用 135

1-3 航空写真の入手方法 137

2 地理情報の充実..... 139

2-1 「地理情報」という考え方 139

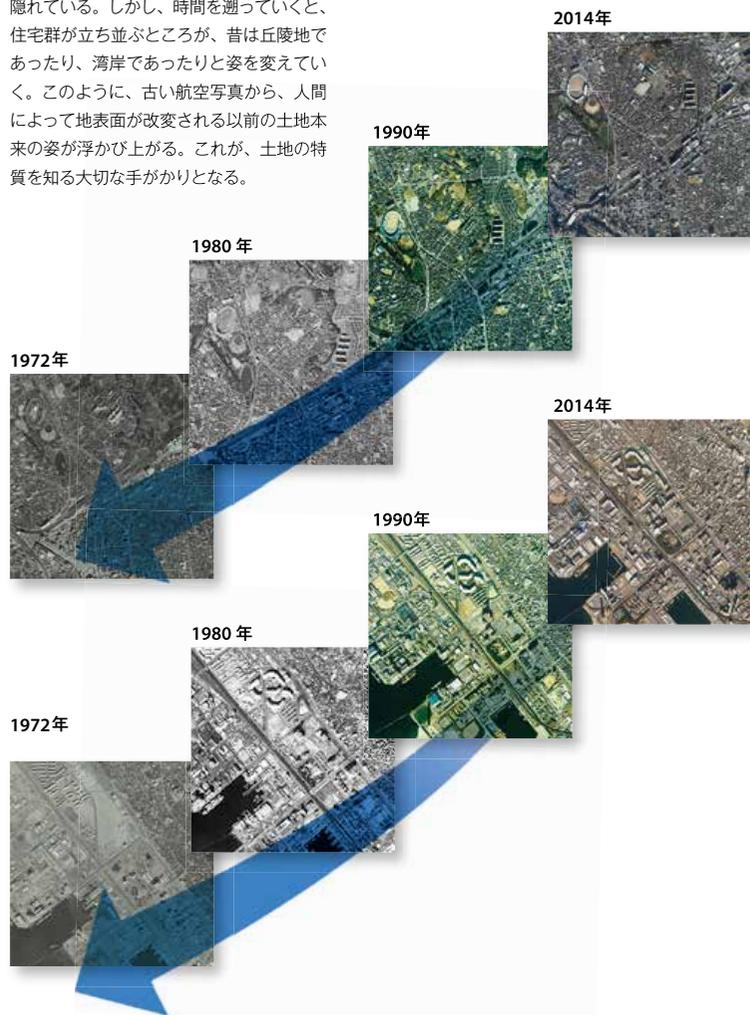
2-2 地名は地理情報として重要 145

あとがき 147

参考文献 149

古い航空写真で現在の土地を読む

最新の航空写真には、土地利用の現況がリアルに映し出されるが、土地本来の特徴は隠れている。しかし、時間を遡っていくと、住宅群が立ち並ぶところが、昔は丘陵地であったり、湾岸であったりと姿を変えていく。このように、古い航空写真から、人間によって地表面が改変される以前の土地本来の姿が浮かび上がる。これが、土地の特徴を知る大切な手がかりとなる。



地震による 危険な土地を 知るための基本



ここでは、
地震の時に危険な土地を探るための
基本的な知識について整理する。

1

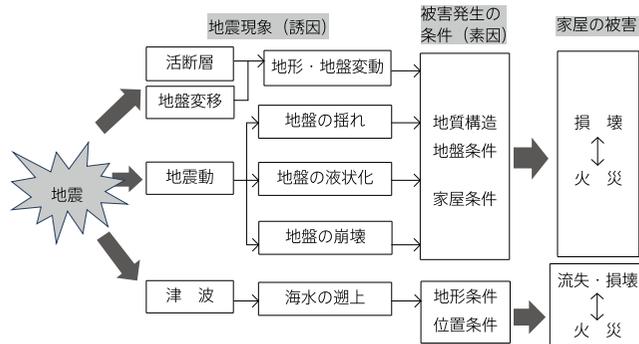
地震による家屋の被害

1-1 地震現象から家屋の被害へ

地震の被害発生の流れ

2011（平成23）年3月11日に東北地方太平洋沖で発生した大地震は、千葉県の東京湾岸地域にも各種の被害をもたらしている。この地域では、津波こそなかったものの、地盤の液状化や地盤の揺れによる家屋の損壊などの現象が各所で発生している。

それでは、地震による家屋の被害はどのようにして発生するのだろうか。地震の発生から家屋が被害を受ける流れを、一般的な形でまとめてみると、図I-1-1のようになる。



【図I-1-1】地震発生から家屋の被害発生の流れ

同図に示すように、地震は発生にともない、多くの現象を生じる。それらは、以下のようなものが挙げられる。

①地形・地盤変動

地盤の水平移動、上下変動である。場合によっては、断層が生じ、それによって地形に段差や横ズレが生じることもある。今回の地震では、この変動も大きく、水平移動は東方向に最大5.6m、上下変動は最大1.2mの沈下が観測されている（いずれも宮城県牡鹿、2011（平成23）年10月31日国土交通省国土地理院発表）。

②地盤の揺れ

地震の際には必ず生じる地震動による地盤の揺れである。地震発生時にはこの揺れの強さを「震度」という指標で表し、それによって地域的な地震の大きさが示される。千葉県での今回の地震の最大震度は5前後と言われている。地震に伴うこれ以外の現象は、波及的に生じるものが多く、以下の③、④の原因ともなっている。したがって、この地盤の揺れは、地震動そのものであり、これを「地震動」ということもできる（本書でもこの使い方をすることもある）。

この揺れは、大きな傾向としては、地震発生地点すなわち震源地からの距離が大きくなるに従い小さくなる。しかし、それ以外にも地形、地盤条件により大きな差が生じる。

③地盤の液状化

砂質で地下水によって完全に満たされている地盤は、地震によって液状化することが多く、それによる被害は近年各所で問題になっている。千葉県では、今回の地震で液状化による被害が、東京湾岸地域の埋立地で大きく、特に浦安市や習志野市では、その被害棟数がそれぞれ8,525棟、4,230棟に及んでいる（2011（平成23）年6月11日、朝日新聞）。

④地盤の崩壊

地震によって山崩れ、斜面崩壊、がけ崩れが生じる。場合によっては地割れが生じることもある。近年は、斜面における宅地造成の増加に伴い、特に盛土による地盤で問題となることが大きい。

⑤津波

海域において、大規模な断層などの地形変動が生じた時には、津波が発生する。今回の大地震では、津波が東日本の海岸域に想像を絶する被害をもたらした。福島第一原子力発電所の事故もこれを原因とするものであると報道されていた。しかし、これについては異論もあり、詳細な原因究明が必要とされている。

家屋の被害

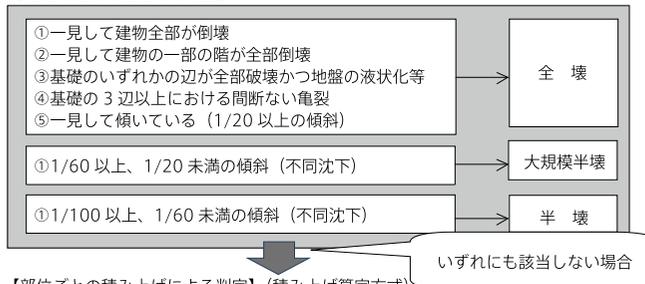
前項の地震現象が、地域住民等の生命、財産等に被害を及ぼす事態となったとき、それが「地震災害」となる。特に家屋はそこに住んでいる人たちの基本的な財産のひとつであり、それが受ける被害は住民にとっても地域にとっても多大の損害である。家屋の被害は「家屋の損壊」が主たるものであり、本書でもこれを対象とする。

家屋の損壊といった被害の多くは、地盤の揺れ、液状化、崩壊といったほとんどの地震の現象に伴うものである。

さらに、地震は津波や地形・地盤の変動を伴うことがある。津波は、家屋の流失および損壊といった被害を引き起こし、地形・地盤変動は家屋の損壊の原因である。また、家屋の損壊は二次的な災害として火災を発生させることも多く、それは破壊的に被害を拡大させる。

家屋の損壊は、塀の損壊、屋根、外壁の損壊から家屋そのものの倒壊・破壊に至るまで、いろいろな形で生じる。その損壊の程度は、一般に「災害に係る住家の被害認定基準運用指針(内閣府)」を基準に、図I-1-2に示す手順によりランク分けされる。自治体による補助もこのランクに応じて行われるが、これらのランク分けを具体的に行う判断は自治体に任されている。

【特定の現象に着目した判定】



【部位ごとの積み上げによる判定】(積み上げ算定方式)



注) 損害割合=Σ(各部位の損壊率×各部位の構成比) 各部位とは、柱、内壁、屋根など

【図I-1-2】建物被害認定の手順 (一部省略(津波による流失など))

(内閣府(防災担当):災害に係る住家の被害認定基準運用指針、平成21年6月により作成)

1-2 被害は場所によって差がある

地震による家屋の被害の程度や様相は、場所によって大きな差がある。例えば、今回の地震による被害を東京湾岸地域で見ても、

ある場所の家屋は全壊となり、またある場所ではほとんど被害がないことがあった。しかもそれは広い範囲同士の違いだけではなく、すぐ隣り合わせたような場所同士など、比較的狭い範囲内でも生じている。

また、2012（平成24）年3月31日の朝日新聞には、文部科学省が発表した、首都直下でマグニチュード7の地震が発生した時の首都圏における震度分布の予測図が掲載されている。この震度分布は、地震により想定される被害の大小を示すものである。そして、それは基本的には想定される震源位置から同心円状となっている。しかし、よく見ると、たとえば東京の下町の震度が特に高く、一方では、周辺の台地では比較的低い、といったような地域差が見られる。このような違いが生じる要因は、前掲図I-1-1に示した「被害発生条件」のうち地形・地質など地域の地盤に関する条件を考慮したものと考えられる。しかし、もうひとつ考えなければならないこととして、被害を受ける家屋そのものの条件が挙げられる。

要するに震源からの距離を別にすると、地震による被害は、地域的な土地に関する条件と被害を受ける家屋の構造や老朽度などに大きく関わっている。

本書ではこれらのうち特に土地に関する条件を、「土地条件」として考えていく。

NOTE 災害の発生要因

私たちは、常に災害の危険にさらされている。特に自然災害といわれる災害は、例えば地震のように異常な自然現象の結果として起こるものであり、それは、いつ、どこで、どの程度の大きさで発生するか予想もつかないものが多い。

しかし、このような異常な自然現象は起こっても、それだけでは災害とはならない。それが人の生命や財産などに損害を与えることになって、はじめて災害になるのである。言い換えるならば、異常な自然現象は、人の生命や財産に影響を及ぼさない限り、災害ではないのであり、単なる現象に過ぎない。災害の発生要因は「誘因」と「素因」とに分けられる。

1) 誘因

誘因は、災害発生の際の引き金となる非日常的な現象であり、地震、集中豪雨などがこれに該当する。本書で対象とする災害の誘因は地震である。地震そのものは、地球科学的な自然現象であり、それが起こる理由については、プレートテクトニクス理論をはじめ、いろいろな面から研究されている。

2) 素因

これに対して、素因は、誘因となる現象が発生したときに被害を受ける側の条件であり、受動側からの被害の有無や大きさを決める条件となるものである。これは大きく二つの側面を考えなければならない。

その一つは、土地が本来有する条件であり、地形、地質、土地利用などである。地震の場合は地盤の揺れやすさ、液状化しやすさなどがこれに該当する。そしてもう一つは、災害の被害を受ける人や財産の状況である。家屋で見ると、その老朽度、構造や材質（木造か堅牢かなど）、密集度などが挙げられる。これらにより災害の被害の度合、様相などに地域的な差が生じている。要するに被害の受けやすさの条件と考えることができる。

