

不動産コンサルティングの地学

—都市と斜面の物語— (3)

「物件」の地下

釜井 俊孝

京都大学防災研究所教授

地質と地盤

地質と地盤は、ともに「物件」の地下のことです。しかし、この一字の違いには、地質学（科学）と地盤工学（工学）という二つの学問世界の歴史と特徴が色濃く反映されているのです。言うまでもなく、地質学は、惑星地球の成り立ちと仕組みを研究する自然科学です。西欧では、博物学、自然史（natural history）の一部で、自然認識のための伝統的な学問でした。その特徴は、人間の一生を遥かに越えた長い時間軸で考えることと、問題を局所的でなく、広域的多面的な視点でとらえる点にあります。

一方、地盤工学は、もともとは土質工学（≒土質力学）と呼ばれていました。土木工学、建築学、農業工学の一部として、構造物の基礎や材料としての土のふるまいを研究する分野です。その特徴は、工学の常として、とりあえず10年ぐらいのスパンで物を考える点と問題の単純化と一般化です。つまり、同じ地面の下を見るのにも、その全てを受け取るか、分析的（還元主義的）に見るかの違いがあるというわけです。

土質力学は、20世紀初めにオーストリア出身のテルツァーギ（Terzaghi）とその協力者達によって体系化されました。その効果は絶大で、それまで魑魅魍魎の類だった土の合理的な（一応、理屈の通る）取り扱いが可能になりました。土質力学では、地盤を力学（計算）の対象とするため、土を土粒子（剛体）と空隙（水+空気）からなる物質と定義します。しかし、テルツァーギは、こうした極端な一般化には限界があることをよく理解していました。そのため、終始現場の周到的な観察を強調していたのです。彼自身は、地質学から出発していたため、地下が著しく不均質・不均一であることをよく知っていたからとされています。高名な弟子であったカサグランデ（Casagrande）によると、1920年代の終わり頃、既に、テルツァーギは、

【かまい・としたか】1979年筑波大学卒業（地球科学専攻）。1986年日本大学大学院修了（地盤工学専攻）。民間地質調査会社、通産省工業技術院地質調査所、日本大学理工学部土木工学科助手・専任講師・助教授、京都大学防災研究所助教授などを経て現職。博士（工学）。主な著書に、「宅地崩壊—なぜ都市で土砂災害が起こるのか」（NHK出版、2019年）、「宅地の防災学—都市と斜面の近現代」（京都大学学術出版会、2020年）など。

「土質力学の最悪の敵は、土質力学の基になる考え方を否定しようとしている人たちではない。最悪の害悪は、純粋な理論家が土質力学を見つけ出したときに生じるであろう。彼らが努力すればするほど、土質力学の真の目的を根本から危うくしてしまうであろう」と言っていたそうです。

1948年、テルツァーギは最初の体系的な教科書を出版し、それ以後、彼の土質力学は世界中に広まりました。以後、70年以上経って、土質力学は地盤工学になり、精緻な構成則（理論）を使った有限要素法（FEM）などの道具によって、地盤の複雑な変形や破壊の問題も議論できるようにもなりました。しかし、その陰でテルツァーギが心配していたような地質と地盤の乖離は、ますます大きくなりました。物件の地下は、依然として我々を惑わし続けているのです。

地質「捜査」法

地質と地盤の隙間を埋めるには、詳細な地質調査が欠かせません。地質調査と言えば、ボーリングと思われるかも知れませんが、それは最終手段です。地質調査は、事件捜査と似ています。多くの状況証拠を積み上げ、物証も得たうえで、真相に迫る作業なのです。したがって、最初は、現場を丹念に歩いて、証拠を拾い上げることから始めます。実は、最終的に地質調査の質を左右するのは、この地表踏査の成果（特に地質図）と言えます。それは、これによって、その後の物理探査やボーリングの計画（場所）が左右されるからです。最初にボタンを掛け違えらうまくいかないの、地質調査も同じです。

地表踏査の結果に応じて、物理探査やボーリングなど、より詳細な調査をどうかを判断します。物理探査は、地震による地盤の揺れ方や地下に電気を流したときの抵抗値、局地的な地磁気や重力の異常など、物理量を測って地下構造を知ろうとする試みです。通