

# 地質学と土質工学との結びつき

青木 滋\*  
小川 正 二\*\*

## 1. 新しい分野の提唱

地盤沈下の研究に生涯をささげられた宮部直己博士がこの8月19日に永眠された。同博士は、寺田寅彦の弟子の地球物理学者で、地表面の沈下と気圧の関係などを亡くなられる前まで研究を続けられていた。

筆者の一人(青木)が同博士に接して得た数々の語録のうち、とくに印象深かったものの一つに、Geotechnologyの提唱がある(1960年ごろの談話)。先生の意図は“地球と人間との相互作用を研究する学問”(地質工学などと訳せるケチなものではなく、“地球工学”とも呼べるもの)の必要性を強調され、M.I.T.に匹敵するようなT.I.G.(Tokyo Institute of Geotechnology)の設立を先生は夢みておられた<sup>注1)</sup>。

その数年後、R.Glossop<sup>1)</sup>は、地質学と土木工学との境界領域を歴史的に検討し、多くの人それぞれ異なったイメージをもつ土質力学(たとえば、ある人は粉体の物理学または応用力学の1分野とし、ある人は土木地質学の1部分と考えるなど)に対する考え方を整理し、18世紀の土匠論から始まってTerzaghi(1925)で確立された“古典的土質力学”の限界が均質な土層を扱う分野であることを認識して、この学問を基盤として地質学の訓練を加えたGeotechnologyなる分野を提唱している。この場合のGeo-technologyは、地盤工学と呼んでもよい。

このほか、アメリカの土木地質学の分野では、工学者によって築かれた土質力学の知識と土木工学の必要な知識とによって補強された土木地質学が、しだいに新しい分野、Geotechnics(地質工学)に変化してきているという<sup>2)</sup>。

## 2. その背景

上記のような地質学と土質工学または土木工学との結びつきによる新しい分野の必要性は何も昨今のことではない。

土質力学の創始者ともいわれるTerzaghiは、その著書Erdbaumechanik(1925)で、地質学的重要性、とくに工事個所の地質構造や、水理の調査が第一歩であることを強調し、自身も地質調査を行なった経験を有している(1908)。

また、これに先立つ2年前、1923年に東京および横浜で、

関東大震災後、震害と地盤の強弱との関係を調べ、復興計画に役立てるため、計約800本のボーリング調査が地質技師によって行なわれ、1929年に復興局建築部「東京及横浜地質調査報告」として刊行されたことは周知のことである。さらに、1930年に設置された鉄道省の土質調査委員会では、地質出身者の渡辺賢が活躍したことは注目すべきであろう。しかし、日本におけるこれらの活動も、鉱山開発を主流とした地質学からは異端児の扱いを受け、また、土木地質学は、主としてダムやトンネルのような岩盤地帯で活躍し、岩石や土の露頭のない平野部は地質学研究の主対象にはならなかった。

第二次大戦後、わが国の土質工学が急激に進歩するとともに、平野、台地等の資料の増加につれて、地質学、地理学等の分野でも、チュウ積層、洪積層を対象とする第四紀学が急激に発達し、都市地盤調査、有明海域等の干拓に伴う調査、新幹線、高速道路等に沿う地盤調査等の成果をみた<sup>3)</sup>。

このような工事に伴う地質と土質の総合的調査は、主として、戦後に発展した地質・土質コンサルタンツの研究者、技術者によって進められ、今後も続けられていくであろうし、最近では、平野、台地部から、海底さらに丘陵・山地部にも地域がひろがり、対象も、土から岩石まで広がっている。1973年に土質工学会関西支部主催のシンポジウム「地質学と土質工学の境界領域の問題点」は、まさに、両者の分野からの最新の話題提供といえるだろう。

以上のように、工事に伴う両分野の協力のほか、両者の結合による新しい分野の確立には、最近の災害、公害および広義の環境問題からの要求がある。

たとえば、研究面でも現象面でも世界をリードしている日本の地盤沈下の問題は、当初は、主として、寺田、宮部、和達、広野らの地球物理学者によって研究が進められ、表層の収縮(宮部、1937)、地下水圧低下による表層の圧密加速(和達、広野、1942)という沈下の主要原因が明らかにされた。しかし、現在の地盤沈下問題の大半は、多くの専門分野の協力なしには解決できず<sup>注2)</sup>、土質工学の分野でも深さ数10m~2,000mの洪積層や第三紀泥岩(軟岩)の

注1) この構想は、皮肉にも公害の進展で、直接的ではないが、形をかえて、公害研究所として実現をみた。

注2) 上述の宮部博士のGeotechnologyの提唱も、このような背景があったことはもちろんである。

\* 理博 新潟大学助教授 理学部地盤災害研究施設

\*\* 工博 新潟大学助教授 工学部土木工学科

圧密沈下の解明や、連続載荷による圧密沈下、砂レキ層の不飽和化による粘土層の乾燥収縮など、従来の工事に関連した土質力学ではあまり扱っていないテーマも提出されている。

また、最近の工事に伴う公害の問題や山岳道路に伴う自然破壊の問題等も、単に、工事個所の土質特性、地質特性の調査のみでは不十分なことを示し、より広い地域の観察と、工事という人間営力と環境の相互作用という新しい視点も要求されるのである。

### 3. 結びつきに対する問題点

このように、現在、地質学と土質工学のより強固な結びつき、あるいは、両者の境界領域の開拓という必要性を、否定する人は少ないかもしれないが、筆者らが実際に協同して研究を進めていく過程で感じた二つの問題点を指摘したい。

1) 各分野の長所と短所を認識し、特質を生かすとともに、共通の基盤をもつ努力をすること。

ここに、地スベリの研究について地質学者と土木工学者の協力に関する Terzaghi<sup>4)</sup> の 20 年前のコメントを引用しよう。「もし地質学者が、斜面の安定の程度について報告を求められたならば、彼は、多分、その場所の地質や水文条件の十分な説明を提供するだろう。しかし、斜面の安定をそこなう物理的プロセスの理解は不足している。そのわけは、彼は、正しい物理的概念の術語で考える訓練をしてこなかったからである。全応力と有効応力との違い、間ゲキ水圧の効果、滞積物のせん断抵抗における表面張力、などについてはっきりした概念をもっている地質学者は、ごく少数である。さらに、斜面の安定を増加させるための手段に関する意見は、基礎的な物理的関係の知識に基づかなければ、単なるあて推量であり、推測はよろしくない。

土質力学にたんなる土木工学者は、スベリを起こしている物理的プロセスがよくわかるだろう。しかし、彼は、斜面地盤の地質構造については、あまりにも不十分な概念しかもたず、斜面の安定が、斜面から 1 マイル以上はなれた地域の水文条件に支配されていることすらわからない。

斜面の安定を判断するためには、幅広い専門的知識と経験が必要なため、とくに重要な地スベリ問題には、地質学者と工学者の協力が要求される。そして、満足な結果を得るためには、地質学者は、土質力学の基礎原理をよく知らなければならず、工学者は、Physical Geology の基本を知らなければならない。」

2) より若い世代の研究者、技術者を育てるために大学の教育において、地質学科では土質力学を、土木工学科では応用地質学を必修させること。

多くの大学の地質学科の学生は、卒業までに土質力学の正規の教育を受けるチャンスは皆無に等しいのが現状であろう。このことは、卒業生の多くが土木地質関係の職につ

く現状からみると、まことに不思議といわざるをえない。そして、このカリキュラムは、卒業生の大半が鉱山会社に就職していた十数年前のそれとほとんど変わっていないのである。このように、世の中が変わっても教育内容が変わっていないのは、つまるところ大学の教育研究者の専門が昔とほとんど変わっていないことを意味し、岩石学とはいっても、岩石の鉱物学的、化学的特性の研究のみで、物理的、力学的特性とは全然無縁の学問なのである。このような、土木地質学あるいは、工学との接点で必要な地球構成物質の物理的、力学的特性は、最近ようやく構造地質学でとりあげるようになってきたが、日本の大学地質学では、Terzaghi の推薦した Physical Geology (日本語訳すらない) の教育は皆無に近く、主流は、やはり、Chemical Geology (別名、岩石・鉱物学) や Historical Geology (別名、地史、層位学) である。したがって地殻の構成物質とその発展史を研究する地質学 (現在の大学地質学) と、人間営力と地球との相互作用を研究する応用地質学 (環境地質学、土木地質学、資源地質学等) とは、ある程度はっきり区別すべきで、上記の目的をもった応用地質学の講義や実習をふやすべきだと考えられる。しかし、大学紛争でも根本的改革ができなかった現状をみると、せめて、地質学科に土質力学の講義を必修または選択させることが今のところ実現可能な処置であろう。

一方、土木工学科では、大学によって異なるが、教養部で地学に接するほか、専門課程で土木地質学を選択させているところはきわめて少ないときいている。また、実際の講義でも、中身が鉱物の結晶学であったり、化石や、岩石の顕微鏡の話では、むしろ百害あって一利なしであろう。アメリカのある大学では、土木地質学の講義で、学生に地質図と各地層の工学的特性表を与えて、道路を設計させ、あとで実際にその地域に見学実習に行き、自己の設計と実際の道路との比較をさせるという。日本の現状では、大学の地質研究者には、このようなことは望みえず、むしろ、官公庁、民間の分野の研究者、技術者に教育をたのむしかないだろう。

以上、地質学と土質工学の強い結びつきを願う研究者として、その推進を多少でも実行できそうな平凡な結論をのべたが、会員のご意見が得られれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) Glossop, R. (1968): The Rise of Geotechnology and its Influence on Engineering Practice, Geotechnique, 18; 105-150
- 2) Krynine, D.P. & W.R. Judd (1957): Principles of Engineering Geology and Geotechnics, McGraw-Hill
- 3) 青木 滋・柴崎達雄 (1968): 日本の応用地質学の現状と課題, 日本の地質学, 393-408, 地質学会
- 4) Terzaghi, K. (1950): Mechanism of Landslides, Engineering Geology (Berkeley) volume, 83-123, Geol. Soc. America

(原稿受理, 1973.11.15)