

GSJ 国際研修 2018：都市地質に関する講義報告

中澤 努¹⁾・野々垣 進¹⁾・長 郁夫¹⁾・吉見雅行²⁾

研修 15 日目の 7 月 10 日は都市地質 (Urban geology) をテーマに講義を行いました。このテーマでは関連する以下の 4 つの講義を設けました。

都市域の地形・地質 (Geology and geomorphology in urban areas)：中澤 努

3次元地質モデリング (3D geological modeling)：野々垣 進

微動探査法 (Microtremor exploration method)：長 郁夫

地震動予測 (Earthquake strong ground motion)：吉見雅行

このように講義は、都市平野部の地形・地質からはじまり、地下構造の探査・解析手法、そして地震動予測へと、全体の流れを考慮した構成としました。

講義ではなるべく平易に解説するように努めました。最初の講義「都市域の地形・地質」では、中澤が関東平野を例に都市平野部の一般的な地形と地質の特徴について講義を行いました。講義では、まず導入として平野の地形と土地利用の変遷について、関東平野のいくつかの地域を例に挙げて紹介しました。新旧の空中写真と地形の解釈を示しながら、昔は人が住まなかった場所 (地形) が現在は都市化されており、そういう場所で災害を被りやすいことを

説明しました。都市平野部の地質図整備にあたっては、まずは地形区分が重要であること、その際には現地形のみならず、都市化・人工改変前の地形情報も利用するという基本事項を説明しました。次に平野の地下に分布する地層について説明しました。特に埼玉県南東部から東京東部の低地の地下には、最終氷期以降の新しい時代に形成された沖積層が谷埋め状に分布し、極めて軟弱であること、1923 年関東地震ではこの沖積層が厚く分布する地域で被害が大きかったことを述べました。都市の多くはそのような軟弱な地盤のうえに形成されています。地下地質情報をきちんと整備することでそのことを認識することが減災の第一歩であることを説明しました。また台地を構成する地層を含め、平野の地層は、氷期 - 間氷期サイクルに対応した海水準変動により、侵食と堆積が繰り返されることで形成されています。その堆積サイクルが地下水流動をも規制していることを述べました。その後は全員でコア倉庫に移動し、ボーリングコア観察を行いました。コア試料と柱状図を比較しながら河川や内湾などの堆積物の重なり方を観察しました (第 1 図)。砂礫質の固い河川性の堆積物の下に軟らかい内湾性の泥層が分布するケースがあること、このような軟らかい泥層は谷埋め堆積物であることが多い



第 1 図 関東平野のボーリングコアの観察

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門
2) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門

キーワード：国際研修，都市地質，3次元地質モデリング，微動探査法，地震動予測

ことなどを説明しました。この講義のなかでは、ボーリングコアの観察の時間が、研修生が一番生き生きしていたように思います。

次の講義「3次元地質モデリング」では、野々垣が都市平野部で行われることの多いサーフェイススペースの3次元地質モデリング(サーフェイスモデリング)について講義を行いました(第2図)。講義では、まず伝統的な紙媒体の地質図類では、紙面に掲載される地質構造が限られているため、利用者が地層の分布を正確に把握することが難しいことを述べました。また、この課題をクリアするために、3次元地質モデリングに取り組んでいることを説明しました。次に、ボクセルモデル、ソリッドモデル、サーフェイスモデルなど、3次元地質モデルの種類やそれぞれの利用分野について簡単に紹介しました。そのうえで、我々が取り組んでいるコンピュータ処理を用いたサーフェイスモデリングについて説明しました。この説明では、モデリングの全体的な流れのほか、標高情報や地層の走向傾斜情報を用いた地層境界面の推定法や、フリーオープンソースGISの一つであるGRASS GISによるサーフェイスモデルの構築手法などについて述べました。また具体的な計算処理をイメージしやすいように、境界面推定や3次元モデル構築のデモを行いました。その後、「都市域の地質地盤図」プロジェクト、特に今年3月に公開した千葉県北部地域の地質地盤図について紹介しました。ここでは、最初の講義「都市域の地形・地質」で観察した産総研によるボーリングデータや、自治体が所有するボーリングデータなどから、説明した手法を用いてサーフェイスモデルを作成したこと、3次元地質地盤図の平面図、断面図、立体図をWeb公開していることを述べました。また実際にWeb

サイト(<https://gbank.gsj.jp/urbangeol/> 2018年8月31日確認)にアクセスしてもらい、Web上での地質断面図作成を体験してもらいました。講義後の質疑では、主にこれから3次元の地質情報整備に取り組もうとしている国の研修生から、ボーリングデータのデータ形式や管理ソフトウェア、無償で利用できる3次元地質モデリングソフトウェアなどについての質問が出ました。

「微動探査法」では、常時微動を用いた地盤構造評価について、長が講義しました。常時微動(以下、微動)とは、車輻交通等の産業活動あるいは自然の風や波浪によって励起される、人間には感じられない程度の小さな地面の揺れです。それを観測、解析することで地下の速度構造を把握するのが微動探査です。日本では例えば地震工学の分野で地震災害軽減のための有効な道具として広く用いられています。しかし、必ずしも他の分野、例えば地質分野で十分に知られているわけではありません。本研修生の専門は地質ですので微動探査のことはそれほど良く知らないと予想されました。そこでこの講義は彼らに微動探査に興味を持ってもらうことを最大の目的としました。いかに簡単に微動データが取得可能でどのような成果物が得られるのかを知ってもらうように内容を構成しました。まず、微動探査についての一般的な説明をしました。微動が実にいろいろな振動源で励起されること、一旦励起された微動は表面波として地盤を伝わること、その振動を微動計で観測することによって地盤特性を把握できること等、動画を交えて説明しました。そして、その結果が地震災害の軽減に利用できることなどを説明しました。次に、微動観測の条件や基準を述べ、最大どの程度の簡略化が可能なのかを説明しました。そして、野外で2台の微動計を用いて簡易観測



第2図 3次元地質モデリングの講義の様子



第3図 微動探査の野外観測の実演



第4図 地震動予測の講義の様子

を実演しました(第3図)。最後に、数カ月前にベトナムで実施した簡易観測の状況やその成果について説明しました。研修生はとてもまじめに講義を聴いてくれて、特に観測の実演では微動計の設置方法など細部にわたる質問が出ました。

最後の「地震動予測」の講義では、吉見が過去の地震災害とその原因、および、地震動予測のための手法の概要を説明しました。研修生の専門は地質とのことでしたので、数式等は使わず、過去に起きた現象の具体例に基づいて説明することにしました。まず、日本周辺の震源分布を3次元的に観察してもらい、地震がプレート境界と内陸浅部に集中することを説明しました。次いで、研修生の出身国それぞれの地震ポテンシャルについて、2016年出版の東アジア地域地震火山災害情報図を見て考えてもらいました(第4図)。その後、地下の軟弱層が地震動を増幅した例である1985年メキシコ地震、震源特性と盆地構造が地震動の増幅をもたらした1995年兵庫県南部地震を取り上げ、盆地構造や軟弱層の存在を予め知ることの重要性について説明しました。最後に、将来の地震動を予測するには、震源特性、伝播特性、増幅特性の把握が重要であること、これらを考慮する手法として簡便法から3次元波動計算手法までのバリエーションがあり、それぞれに一長一短があることなど地震動予測の概要を説明しました。講義では簡単な質問を交えたり、動画やイラストを多用するなどし、静寂を生まないようにしました。過去の地震災害については知らないことも多かったようで、研修生達の目が

輝いていました。

研修生の皆さんは、各国を代表して研修に参加しているという自負もあるのでしょう。皆さん、たいへん真面目で、熱心に受講していたように思います。近い将来、各国で、そして国際的にも活躍していく方々と思います。研修を機に、交流の輪が広がるとよいですね。

NAKAZAWA Tsutomu, NONOGAKI Susumu, CHO Ikuo and YOSHIMI Masayuki (2018) Report of GSJ International Training Course 2018: Urban Geology.

(受付：2018年8月31日)