

群馬県の地形地質と戸建住宅の地盤対策

丸山 智之*

* MARUYAMA Tomoyuki、兼松サステック株式会社 技術部 東京都中央区日本橋浜町 3-3-2

1. はじめに

群馬県は関東地方の北西部に位置し、ご当地かるたである上毛かるたにおいて「つる舞う形の群馬県」と読まれるように、翼を広げて飛ぶ鶴のような形をしている。鶴のくちばしにあたる県南東部から、胴にあたる県中央部にかけは関東平野が広がり、前橋、高崎をはじめとする主要な都市はこの平野部に位置する。一方、鶴の両翼と尾にあたるその他地域は、ほとんどが山地である¹⁾。山地の中には浅間山、赤城山、榛名山などの火山が存在し、写真-1の草津温泉や伊香保温泉、四万温泉に代表される温泉地が数多く見られる。このように、平野部には人口が集中し、山地は温泉やスキー場などの観光地となっていることが群馬県の大きな特徴である。

また、明治初期には現在世界遺産に認定されている富岡製糸場が建設され、当時最大の輸出品目であった生糸の生産を支えていた。現在では、自動車や機械器具、食品飲料の工場が多く存在し、栃木県、茨城県と合わせて北関東工業地帯を形成している。

2. 群馬の地形・地質

群馬の地形は図-1に示す通り、県中央部から南東部にかけて関東平野が広がり、その他の大部分は山地である。海拔が最も低い県東端の板倉町（海拔 12m）から、最も高い県北東部の日光白根山（海拔 2578m）まで、2500m以上の標高差をもつ²⁾。

また、日本一の流域面積と第二位の長さを持つ利根川は県北端の大水上山を源流とし、渡良瀬川や吾妻川といった県内のほぼ全ての川を支流として、県中心部を流れ下っている。これらの河川の沿岸には、山地のかなり奥深くまで河岸段丘や谷底平野が形成され、生活圏となっている。利根川は暴れ川としても有名で、古くから度々水害を起こしていたが、現在では数多くのダムが山地に建設され、関東の治水に寄与している。

2.1 低地

県全体の中で低地の割合は低いものの、東部の伊勢崎市や館林市、邑楽郡においては広く分布している。これらの低地は自然堤防、後背湿地および旧河道で構成され、利根川やその支流の氾濫、流路変更により第四紀完新世に形成

されたものである。特に館林市や邑楽郡にはもともと低湿地が広がり、多くの沼や湿原が見られたが、昭和 30 年代に次々と埋め立てられ、現在では完全に消滅したか、面積が大幅に縮小している。

自然堤防は河川が氾濫した際に、主に砂質土が堆積したもので、河川に沿って形成される。住宅地盤としては良好であることが多いため、古くから宅地として利用されてきた。一方で、後背湿地は河川が氾濫した際に、粘性土が自然堤防の背後に堆積したもので、軟弱であることが多い。



写真-1 草津温泉の湯畑

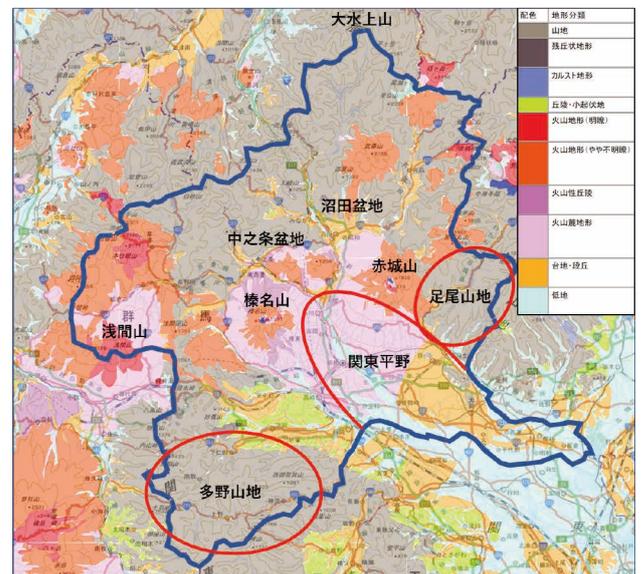


図-1 群馬県の地形分類図³⁾に加筆

また、旧河道は河川の流路変更に伴って、もともと河川であった箇所が切り離されたものであり、主に軟弱な粘性土や緩い砂質土、腐植土などが見られる。

2.2 火山山麓地・台地

群馬県における人口の上位3市は高崎市、前橋市、太田市であり、県全体の人口の半分近くを占める（令和4年4月1日現在⁴⁾）が、これらの都市は火山山麓地や、台地といった平坦かつ第四紀更新世に形成された地形に位置する。

火山山麓地は主に赤城山と榛名山のふもとに広がり、比較的なだらかな地形である。赤城山と榛名山はともに第四紀更新世に形成された火山であり、山体の成長や崩壊、噴火を繰り返して現在の姿になったと考えられている。火山山麓地はおもに火砕流堆積物や土石流堆積物から構成され、比較的浅い深度から硬質層が見られることが多い。

台地では、砂礫や泥流堆積物の上位にローム層や火山灰質粘性土が堆積しており、住宅地盤としては概ね良好である。また、新田郡笠懸村岩宿（現在のみどり市）では、日本で初めて更新統（関東ローム層）の中から石器が発掘され、日本においても旧石器時代が存在することが明らかとなった⁵⁾。これらの石器は古いもので約3.5万年前のものと考えられており、石器は国の重要文化財に、石器が発見されたローム層は岩宿遺跡として国の史跡に指定されている（写真-2）。

2.3 河岸段丘

山地や丘陵地において、河川の沿岸には河岸段丘が見られるが、県内有数の段丘地形が見られるのが、中之条町と沼田市である。榛名山の北方には中之条盆地が、赤城山の北方には沼田盆地が存在し、過去にはそれぞれが湖（古中之条湖、古沼田湖）であった。これらの湖は榛名山や赤城山の火砕流堆積物が川をせき止めることで形成されたものと考えられている。湖の形成後は、湖成層が堆積したほか、侵食基準面の上昇により上流部には段丘礫層が堆積した。その後湖が消滅し、侵食基準面の低下につれ下刻作用が働き、河岸段丘が形成された。これらの段丘面の上には、火山灰が堆積していることが多い⁷⁾。

それぞれの特徴として、中之条盆地では層厚200m以上の湖成層が見られる。一方、沼田盆地では段丘の高低差が大きいうえに段丘面も多く、群馬大学所有の**写真-3**のように段丘地形をはっきりとらえられることから、教材としても広く紹介されている。

2.4 山地

群馬の山地の多くは火山活動に由来する岩石によって構成される。一方で、東部の足尾山地と南部の多野山地は主に付加体で構成される。

火山活動に由来する岩石は主に新生代に形成された。白亜紀以降の日本では火山活動が活発であったが、特に新第三紀には日本海の形成が始まり、海底下で激しい火山活動



写真-2 岩宿遺跡の地層断面剥ぎ取り標本⁶⁾



写真-3 沼田の河岸段丘⁸⁾

が発生した。これにより、群馬地域においてもグリーンタフと呼ばれる変質を受けて緑色を呈する凝灰岩が広く堆積した⁹⁾。その後の第四紀においても火山活動は続き、浅間山や赤城山などの活火山は主に更新世から完新世にかけて形成された。

前述の付加体とは、**図-2**に示すように海洋プレートが大陸プレートに沈み込む際に、海洋プレート最上部の地層が大陸プレートにはぎ取られたものである。群馬県の付加体は主に中生代ジュラ紀に付加したもので、**写真-4**のチャートなどの遠洋性堆積物や、海嶺もしくは海山由来の玄武岩からなる。足尾山地は足尾帯、多野山地は秩父帯に分類される。

また、付加体が主に海洋プレート上の遠洋性堆積物であるのに対して、浅海性（大陸棚）の中生代堆積物も一部で見られる。県内で特に規模が大きいのは、多野山地の山中地溝帯であり、国内で初めて恐竜の足跡化石が発見されたほか、恐竜の背骨の化石も見つかっている。

上記の火成岩類や付加体などはいわゆる基盤岩であるが、生活圏となるのは河川沿いの河岸段丘や谷底平野であり、地質としては砂礫や火山砕屑物、泥流堆積物からなる。

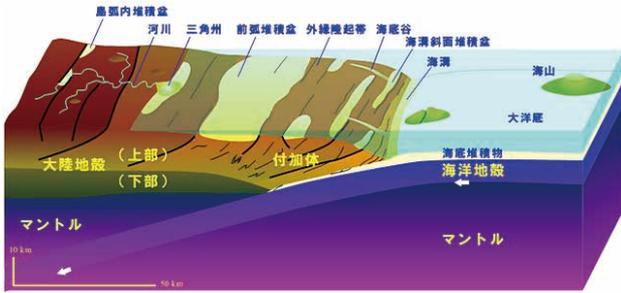


図-2 付加体の模式図¹⁰⁾



写真-4 秩父帯のジュラ紀付加体 (層状チャート)

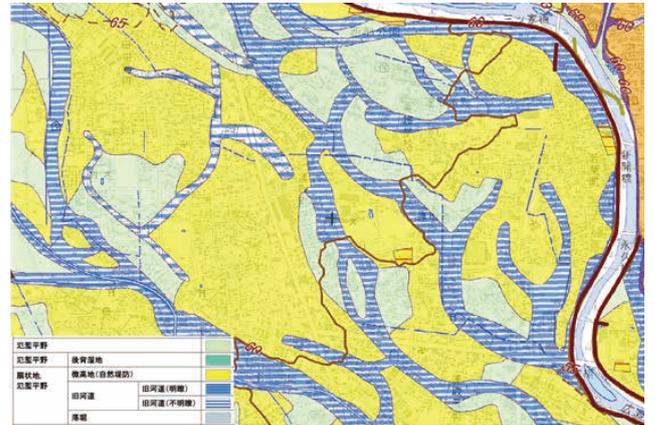


図-3 伊勢崎市南部の地形分類図³⁾に加筆

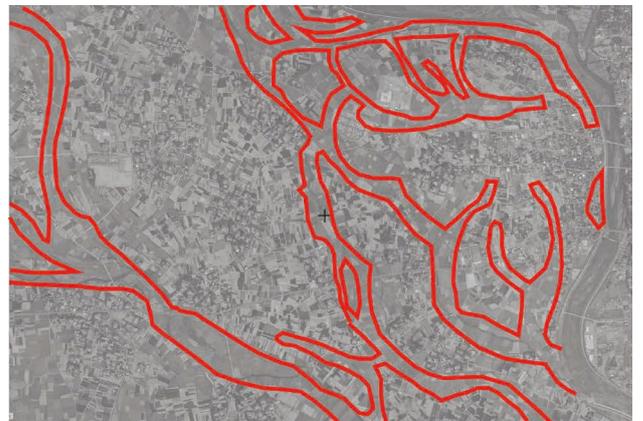


図-4 伊勢崎市南部の航空写真 (1960年頃)³⁾に加筆



図-5 伊勢崎市南部の航空写真 (2010年頃)³⁾に加筆

3. 地形ごとの地盤対策

3.1 低地

低地は一般に軟弱地盤であることが多いが、特に注意すべきなのは、水田に厚く盛土を施した場合や、旧河道を宅地化した場合である。これらの土地では盛土荷重による圧密沈下や、腐植土による圧縮沈下が懸念される。特に腐植土が見られる場合は、セメント系固化材を使用すると固化不良により十分な強度が得られない可能性がある。そのため、腐植土地盤の場合、配合試験により強度が得られることを確認した上で深層混合処理工法とするか、既製の小口径杭（鋼管、RCパイプ、木製杭）などによる補強が考えられる。また、自然堤防の縁辺部や旧河道は地震時に液状化しやすい地形のため、地盤改良の設計においては非液状化層までの改良が推奨される。

群馬県内においては、県南東部の利根川や渡良瀬川の沿岸部が低地にあたるが、これらの河川は古くから氾濫や流路変更を繰り返してきた。その結果、県南東部では図-3に示す通り、自然堤防、氾濫平野、旧河道が複雑に分布している。後背湿地や旧河道などは旧来宅地としては避けられており、図-4に示す通り1960年時点では旧河道は田畑として利用され、宅地は自然堤防上に見られた。しかし、近年では図-5のように旧河道であっても宅地化されている箇所も多い。自然堤防と旧河道では地盤の状況や必要な地盤対策も大きく異なるため、調査・設計段階において、地形や旧歴等を確認することが重要である。

3.2 火山山麓地・台地

群馬県では地盤調査の結果、地盤改良は不要と判定されるケースが比較的多いが、これは人口の多い地域が火山山麓地や台地に位置するためである。これらの地形では表層からローム層や火山灰質粘性土層が見られ、住宅地盤としては良好である。ロームは火山灰が時間の経過とともに風化して粘土質になったものであり、粒子間の結合が強く、

大きな粘着力を持つという特徴がある。しかし、SWS 試験では自沈層となることもあるため、調査後の判定や設計時には、ローム層を過小評価することが無いように留意する。一方で、ロームは一度乱すと強度が極端に低下する傾向にあるため、ローム盛土や台地端部における二次堆積ロームには注意が必要である¹¹⁾。

また、ローム層の上部には黒ボクと呼ばれる黒色の土が堆積していることがあるが、これはロームが腐植化する過程で生成されたものである。黒ボクは自然地盤であってもロームに比べると強度が低く、また腐植物を含むことを考慮すると、沈下の懸念がある。

地盤補強としては、浅層混合処理工法や深層混合処理工法、木製杭や碎石パイルなどが考えられるが、ロームや黒ボクは固化不良の懸念があるため、腐植土と同様にセメント系固化材の使用には注意を要する。

3.3 河岸段丘、山地

河岸段丘や山地では、表層部から火山砕屑物や写真-5のような砂礫が見られることが多く、住宅地盤としては良好である。ただし、改良が必要で、かつ砂礫などの硬質層が極端に浅い深度から見られる場合、杭状地盤補強工法では補強材の自立を考慮すると安定性に問題があると考えられる。また、支持層の傾斜や、造成による切土と盛土の混在といったリスクも想定されるため、地盤調査や地盤補強の設計時には注意を要する。地盤補強としては、浅層混合処理工法や、十分な材長を確保した上での深層混合処理工法などが挙げられる。なお、十分な材長を確保できない場合、ラップ配置とすることで安定性を確保する手法もある。

また、温泉地では pH 値 4 以下の酸性地盤が分布する可能性があるため、セメント系固化材を採用する際は固化不良が懸念される。そのため、必要に応じて写真-6の土壤酸度測定器による pH 値の測定や、事前配合試験を実施する。なお、自治体によっては源泉保護の観点から、調査や改良工事において事前申請が必要な場合があるため、各自治体の条例や指針も確認する。

4. おわりに

群馬県の地盤は概ね良好であるが、低地や造成地など、不同沈下のリスクが高い地盤も存在する。地形地質を見比べると、ローム層などの問題の無い地盤に対して改良判定とすることや、逆に黒ボクなどの問題のある地盤に対して改良不要と判定する可能性がある。これは調査時だけの問題ではなく、設計時においてもローム層に対して過剰な改良長を設定するといったことが起こりうる。そのため、地盤調査、地盤補強の各段階において、地形・地質について十分に把握することが重要である。

本稿では群馬県の地形・地質と地盤対策について述べたが、他の都道府県の地盤対策においても共通する点は多いため、参考として頂ければ幸いである。



写真-5 段丘礫層¹⁰⁾



写真-6 土壤酸度測定器

5. 参考文献

- 1) 築地書館：群馬の地質をめぐる改訂版，1894.
- 2) 群馬県立自然史博物館：展示物及び総合案内，2000.
- 3) 国土地理院：地理院地図（電子国土 Web）. <https://maps.gsi.go.jp/>
- 4) 群馬県統計情報システム HP： <https://toukei.pref.gunma.jp/idj/>
- 5) みどり市岩宿博物館：展示物.
- 6) 史跡岩宿遺構保護観察施設：展示物.
- 7) 共立出版：日本の地質3 関東地方，1986.
- 8) 群馬大学インターネット火山博物館 HP： <http://www.hayakawayukio.jp/museum/ice.html>
- 9) 誠文堂新光社：年代でみる日本の地質と地形，2018.
- 10) 産総研地質調査総合センターウェブサイト：絵で見る地球科学. https://gbank.gsj.jp/geowords/index_picture.html
- 11) 住宅地盤品質協会：住宅地盤の基礎と実務－地盤をみる－，2014.