

## (2019年度) 第8回 応用地形判読士資格検定試験 一次試験〔午後の部〕

### A-1に関する解答のヒント

#### a) 東京の下町低地（東京低地）に存在するゼロメートル地帯の成因

明治時代以降の、天然ガスの採取や工業用水等取得のための地下水の過剰な汲み上げにより、地盤沈下が生じたものである。干拓地のようなもともと海水面以下にあった土地を干上がらせたものではなく、海面高度以上にあった陸地が沈下したものである。地盤沈下が生じた理由は、過剰な地下水汲み上げによって、平野を構成している沖積層や更新統の泥質層の厚さが縮み、汲み上げを止めても元に戻らないためである。

地盤沈下でゼロメートル地帯ができたという記述では解答として不十分であり、地下水の過剰汲み上げや泥層の収縮について十分記述されている必要がある。

#### b) ゼロメートル地帯が地震と台風に襲われた場合、発生する可能性がある自然災害（現象）

地震による災害：地下水位が高く堆積物が未固結であることから液状化の危険性が大きいことは勿論であるが、それだけでは不十分である。ゼロメートル地帯は平野の最下流部に位置するので海岸に近く、津波災害の可能性もある。また、地盤が軟弱なため地震動が増幅され、家屋や構造物に被害がでることも記述する必要がある。さらに、海面下にあるため、周囲の堤防に地震動で損壊が生じたとき、洪水流が流入し浸水する可能性がある。

台風による災害：海面下より低い土地で台風襲来時に何が起きるのかを、多方面から検討・記述する必要がある。高潮による浸水だけでは不十分である。台風襲来時にはゼロメートル地帯を流れる大河川の上流部に多量の降水があり、河川流出量の増加によって河川水が堤防を越流あるいは破壊して、ゼロメートル地帯に流れ込む可能性も記述する必要がある。

#### c) 長期に亘って電力のブラックアウトが生じたときに発生する可能性の高い災害

この地域が海水面より高度が低く、河川水位のほうが地盤高より高いことに留意して、幅広い視野で解答を記述して欲しい。

ゼロメートル地帯内の中小河川では、水位の高い本流との間に閘門（こうもん）や樋門を設けて人工的に水位の調整や逆流防止、排水をおこなっている。これらの動力は全て電力で賄われており、長期的なブラックアウト（補助電源を含め）によってこれらの機能は完全に失われてしまう。その結果、ゼロメートル地域内は排水不良でやがて全域が浸水してしまう。また、浸水は地下構造物にも及び、地下鉄や地下街が全く機能不全に陥り、その影響は地域外に広く及ぶことが考えられる。解答ではこれらのことが論理的に記述されている必要がある。

## A-2 に関する解答のヒント

1. 本問題は沖積平野における微地形の構成とその地盤的特性について問うたものであり、図幅として示したのは1：25000 佐沼（一関 16 号-2）である。出題範囲外の東側に北上川が、西側に迫川が流れる。この一帯は両河川の中・下流域の沖積平野であり、出題範囲には蛇行した旧河道とそれに沿って分布する自然堤防、ならびにその外側に分布する氾濫平野（後背湿地）の発達が顕著である。出題範囲の南西に認められる市街地は登米市の中心の佐沼の北東の端であり、新たに水田を埋め立てて造成した住宅地も認められる。
2. 設問 b) で問うた地点 A から地点 C の 3 地点は、旧河道、氾濫平野（後背湿地）、自然堤防の代表的な地点である。一方、地点 D は加賀野一丁目、加賀野二丁目など地名が他の集落の地名と異なること、車道の配置が幾何学的であることから、近年に造成された新興住宅地であることが読み取れる。
3. 地点 A は蛇行した旧河道に位置し水田として利用されている。地点 B は広く区画整理された水田に位置し、区画整理されてはいるが一帯は低平な氾濫平野（後背湿地）である。地点 C は、集落が立地し、「神畑」と表記された北東の交差点に 9m の標高点の記述がある一方、その地点より南東の道路の東側の水田には 7.9m の標高点があることから、1m 程度の微高地からなる自然堤防上に位置する。また、地点 C の土地利用は畑であることにも注意していただきたい。地点 D は新興住宅地であることは上述したが、水田に囲まれていることから、市街地の拡大に伴って塚崎集落の周辺の水田に盛土して宅地としたことが推察できる。
4. したがって、それぞれの地点の表層 2m 程度までの構成物質は、土地利用から推定することが可能である。地点 A では砂混じりの粘土やシルト、地点 B では粘土やシルト、希に泥炭、地点 C では砂、地点 D では表層 1m 程度は盛土、その下位に後背低地の堆積物である粘土やシルトから構成することが推察できる。
5. 大規模地震時に発生する可能性が高い自然災害としては、強震動により地点 A では不等沈下、液状化が、地点 B でも不等沈下、液状化が、地点 C では地点 A や B に比べて発生頻度、規模は低いものの液状化が、地点 D では不等沈下、液状化が推察できる。なお、地点 A（旧河道）ならびに地点 B（氾濫平野）は水田として利用されていることから、地震動による農作物の倒伏、液状化や地割れによる漏水等の被害も想定される。
6. なお、出題範囲の大半は海拔 10m 以下の土地であることから、津波による被害を想定することも必要である。ただし、当地域は北上川河口より約 30km 遡った地域であり、2011 年東北地方太平洋沖地震の際にも津波は到達していない。
7. 出題した地域の土地条件図が昭和 48 年に国土地理院より「若柳」として刊行されているので、地理院地図（電子国土 Web、<https://maps.gsi.go.jp/>）で確認していただきたい（左上にある「情報」をクリックして「土地の特徴を示した地図」を選択すると、「土地条件図」の選択画面に入ることができる）。

## B-1 に関する解答のヒント

### a) 第四紀後期更新世以降の火山噴出物が覆う山地や丘陵で発生する斜面災害

#### 〔解答の際の留意点〕

解答にあたっては、「豪雨による斜面災害」、「地震による斜面災害」の区別を明示し、斜面災害のタイプはそれぞれ1種類ずつ記述する。また、火山噴出物が覆う山地や丘陵で「発生しやすい」斜面災害を記載する（発生し得るが、必ずしも「発生しやすい」とは言えない災害タイプもあることに留意）。また、斜面災害のタイプを示す専門用語として、一般的に用いられているものを選定する（俗語、造語、概略的すぎる用語などに留意）。地質は、火山噴出物のうち、「どのような地質」か具体的に記述する。

次の表に、キーワードの例を示す。

| 誘因 | 災害のタイプ    | 発生しやすい地質                   | 発生しやすい理由   | その例                       |
|----|-----------|----------------------------|--|---------------------------|
| 豪雨 | 表層崩壊      | 降下火山灰、軽石、スコリア、火砕流堆積物の非溶結部等 | もともと強度が低い特定の火山灰層等の滑り、透水性が異なる各火山灰層等の境界部での地下水上昇による滑り                         | 鹿児島県のしらす斜面災害 等            |
|    | 土石流       |                            | 谷埋した火山噴出物の二次堆積物の降雨による流動化、透水性が異なる各火山灰層等の境界部での地下水上昇による滑り                     | H25 台風 26 号による伊豆大島の土砂災害 等 |
| 地震 | 表層崩壊      | 降下火山灰、軽石、スコリア、火砕流堆積物の非溶結部等 | 地震動による特定の火山噴出物の流動化、特定の火山灰・軽石層の風化(ハロイサイト化等)や初生的に強度が低い特定の火山噴出物の滑り            | H30 北海道胆振東部地震 等           |
|    | 落石        | 溶結凝灰岩や溶岩等の柱状節理部、自破碎溶岩の礫質部等 | 柱状節理の急崖からの剥離や落下、亀裂の開口、トップリング、自破碎溶岩からの礫質部の抜け落ち                              | H28 熊本地震 等                |
|    | 岩盤崩壊      | 溶結凝灰岩や溶岩等の柱状節理部            | 柱状節理のトップリング、亀裂の開口  | H28 熊本地震 等                |
|    | (流動性)地すべり | 降下火山灰、軽石、スコリア、火砕流堆積物の非溶結部等 | 古い谷埋の厚い火山噴出物、特定の火山灰・軽石層の風化(ハロイサイト化等)、もともと強度が低い特定の火山灰層や古土壌等の弱層による滑り・液状化・流動化 | H23 東北地方太平洋沖地震の葉ノ木平地区 等   |

### b) 危険個所の位置・範囲や安定性を推定するために効果的と考えられる地形および地質の調査方法とその理由

#### 〔解答の際の留意点〕

解答にあたっては、豪雨または地震を誘因とする斜面災害のタイプのうちいずれか1つを選定し、「豪雨」であるか「地震」であるか明示し、またその「タイプ」を明示する。

調査方法の記載にあたっては、火山噴出物の覆う斜面の調査であることを念頭に置いてこれに合致した効果的（すなわち重要）な地形・地質調査方法を記載すること、この調査方法が必要（効果的）な「理由」を明示すること、地形調査と地質調査の両方をバランスよく記述すること、などが重要である。

たとえば調査方法は、「危険個所の位置・範囲」を推定する上で最も基本的かつ重要な調査として、地形図や地質図の収集、火山噴出物の分布等に関する資料調査、火山噴出物の堆積地形や浸食状況及び斜面地形等を把握するための地形判読および現地の地形調査、火山噴出物等の分布状況や地質工学的性状を確認するための地質踏査がある。また、危険箇所の可能性がある斜面においては、その深さ方向の情報の収集及び「安定性」の推定のために、火山噴出物の厚さや強度を把握するためのサウンディング、地質を確認するためのボーリング（+ボアホールカメラ）等を行い不安定な範囲・深度や斜面変動機構、変状の進行度合い等を推定することが重要である。また、深度方向の調査では補助的に物理探査を用いることもある。また、危険箇所の可能性のある斜面では「安定性」を明確にするために、必要に応じて変動計測・地下水計測や崩壊面（すべり面）となる可能性のある弱層部などの強度試験を行い、安定計算・安定解析に資する。

次の表に、キーワードの例を示す。

| 調査方法       |  | その目的   |
|------------|--|--|
| 資料調査       | 地形図、地質図地すべり地形分布図等の収集                   | 地形地質状況の把握  |
|            | 過去の災害資料の調査                             | 調査地における不安定箇所の特徴の把握   |
| 地形調査       | 航空レーザ測量等の詳細な地形図の作成や利用                  | 微地形、微細な変状の把握   |
|            | 斜面勾配、斜面凸凹形状等の地形分析                      | 斜面地形の特性の把握   |
|            | 斜面変動地形などを含めた微地形判読                      | 地形的な危険個所の把握  |
|            | 踏査による微地形や段差・亀裂・はらみだし・侵食等の変状の把握         | 同上   |
| 過去の災害箇所の確認 | 災害の地形的な位置・勾配・斜面形状・崩壊深                  | 同上   |
|            | 火山噴出物等の崩壊面やすべり面の層準の確認                  | 不安定な地層の把握  |
| 地質調査       | 露頭調査(地質踏査)やボーリング調査による地層構成、地質分布、地質性状の調査 | 広域な地質層序との対比、火山噴出物の詳細な分布把握、地層の硬さや亀裂など地質工学的性状の把握 等   |
|            | 物理探査による調査                              | 潜在・埋没している火山噴出物の深さや物性の把握  |
|            | サウンディング・サンプリング等による土質強度の調査              | 不安定な地層の厚さの把握、埋積された旧谷地形の存否と埋積状況の把握、崩壊面・すべり面になる可能性がある固結度の低い火山灰層、強風化により粘土化した層、火山噴出物と基盤の境界部の古土壌などの抽出 |
|            | 湧水・地下水・透水性の調査                          | 地下水分布状況の把握、粗粒層と細粒層の組み合わせによる地下水上昇と不安定化の推定 等   |
| 計測         | ボアホールカメラ観察                             | 開口亀裂の調査、地質構造の確認 等  |
|            | 伸縮計・傾斜計等による変動計測                        | 不安定箇所の把握   |
|            | 地下水計測                                  | 安定計算条件の把握  |
| 強度試験       | 各種サウンディング、一面せん断試験や三軸圧縮試験 等             | 同上   |
| 安定性の検討     | 変動計測、斜面評点法の活用 等                        | 概略安定性の把握、詳細調査箇所の選定   |
|            | 安定計算、動的安定解析 等                          | 降雨時や地震時の安定性把握、対策設計 等   |

## B-2 に関する解答のヒント

1. 本問題は、未固結～半固結の堆積岩からなる山地における岩相の違いによる地形の違いを問うたものであり、図幅として 1 : 25000 鬼泪山（横須賀 1 号-2）の一部を示した。当地域は上総層群が西南西～東北東の走向、北北西へ緩く傾いて分布している。

2. 当地域の地形判読に当たって基本となる重要な点は、200m 以下の低標高域にもかかわらず、等高線密度が高く急傾斜の斜面が多いことである。他の地域であれば段丘や丘陵地となることの多い標高域でありながら、河川沿い以外で平坦面の発達が悪く、急峻な山地の様相を呈することは、当地域が隆起域であることに加え、地質が比較的侵食されやすい未固結～半固結の軟岩から構成されていることを示唆する。

さらに、高宕川ならびに大田和や関といった集落を流れる湊川（図中には表記はない）は蛇行が著しく、特に高宕川では高溝集落より上流域で穿入蛇行が認められる。このことも隆起に伴って、穿入蛇行が発達してきたことを示唆する。

3. A ゾーンは高度 150～180m、比高 100m 程度の南北方向の谷が卓越し、谷密度が高い。なお、本村、諸崩、苗割集落が立地する尾根部では平坦面が残存しており、水田が広く分布していることに注意していただきたい。

B ゾーンでは等高線間隔が広く、より緩傾斜で尾根上の平坦面が良く保存され、谷密度が低い。谷の方向性は顕著ではない。砂取場という記述ならびに砂取場の崖が「がけ（土）」であることに注意していただきたい。

C ゾーンは他の 2 ゾーンに比べて、起伏が大きく、等高線の間隔が密で、急傾斜の斜面が卓越する。尾根上の平坦面の保存は悪い。谷密度は最も高い。また、「高溝」と記された地点より南東約 500m における高宕川左岸など、C ゾーンでは「がけ（岩）」も多く認められることに注意していただきたい。

4. 以上に記した地形の特徴から、それぞれのゾーンに分布する地質の岩相を強度ならびに透水性を指標として整理すると下記の違いが導き出される。

まず、B ゾーンでは広大な砂取場の存在ならびに砂取場の切土の崖が「がけ（土）」で表記されていることから、固結度が低い砂岩が分布していると推察できる。ここでは強度は低く、透水性が高いため谷の発達が他のゾーンと比べて悪い。

これに対して、A ゾーンならびに C ゾーンは、谷密度も高く、尾根の平坦面の保存も悪いことから、透水性、保水性が低いことが推定され、B ゾーンに比べて細粒なシルト岩や泥岩を主体とすると推察される。特に A ゾーンでは尾根部の平坦面に水田が広く分布していることから、泥質な地質が卓越することが推察できる。一方、C ゾーンではがけ（岩）が認められることから、A ゾーンと比べて固結度が高いことが推定される。

なお、A ゾーンの東側は泥岩、砂質泥岩からなる梅ヶ瀬層、西側は泥勝ち砂泥互層の大田代層が、B ゾーンでは砂勝ち砂泥互層や礫質砂岩からなる東日笠層が、C ゾーンにも泥勝ち砂泥互層の大田代層が分布している。

5. 当地域の地質の詳細は、平成 17 年に産業技術総合研究所・地質調査総合センターより刊行された地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅 東京 (8) 第 85 号「富津地域の地質」を、また各ゾーンにおける岩質と谷密度等の地形特性との関係は Suzuki et al.(1985) 地形, 6, pp.101-130 を参照されたい。