

大和北道路について地質学の立場からコメント

西田 史朗

結論：以下に記した多くの問題を抱えるが、地下水に関わる懸案が解決できれば「中央エリア①案」改良案を次善のものとして提案したい。

理由：都市の機能、人と物の流れの利便性、奈良の活性化、騒音・排気・景観対策の上から「中央エリア①案」改良案を採用。しかし平城宮跡地下の文化財を考えると解決しなければならない問題、とりわけ埋蔵文化財包含層準への影響を危惧される地下水位の変化問題を含むので最善案とはしない。

「西側エリア案」、「中央エリア②案」は、都市化の進んだ市街地を通過し非現実的。「東側エリア案」は、自然保護の観点から許容できない。

「中央エリア①案」とは国道 24 号線の地下空間を利用し、大深度トンネルを構築しようとするもので、以下ではトンネルを念頭に検討する。

地質学では通常地表調査を中心に地質層序や地質構造を考察する。しかし本地域では露頭が限られるので、過去の地表踏査資料と地下水検討委員会の報告書、文化財検討委員会の資料を基にコメントする。

問題点：平城宮跡に埋蔵される文化財への影響

言うまでもないことですが、遺物の保存には「水」が深く関わります。適度な湿気存在は生物作用と化学作用を促進する。極端な乾燥あるいは無酸素状態は、そうした働きを大きく制限します。1980 年に楼蘭で発見された 4000 年前のミイラ美女、1972 年に発見された馬王堆

遺跡の前漢時代の生々しい婦人遺体は、そうした例証です。奈良盆地低地部の地下数 m には断続的な分布ですが、2～3 万年前の泥炭層が広く認められます。平城宮跡のボーリング柱状図にもその存在が読みとれます (Br.1, 11-1, 11-2, 11-4, 11-5, 11-7, 11-8, 11-9, 11-10)。奈良盆地の泥炭は、3～2 万年前の最終氷期に湿地に生えた草本性植物が冬季に腐りきらずに毎年積み重なったもので、掘り上げたときには枯れ草のような色調ですが、見る間に黒く変色します。長らく酸素と遮断されていたものが、急速に酸化した結果です。ミツガシワを初めとする草本の種子などは、このまま発芽するのではなかろうかと思うほどです。この泥炭は、乾燥して水分が抜けると黒い炭の粉に変わり、容積も 10 分の 1 程度にも減少します。地下水位が浅いので、元の植物が生育してきた当時から水漬かり状態にあり、こうした保存がなされているのです。

地質的な事象ですが、本来堅固なはずの地層や岩石でも同じで、近くでは吉野川の両岸にそうした例が見られます。ここでは第四紀後半の土石流による堰き止め堆積物が少なくとも 3 段の河岸段丘をつくっています。南岸の結晶片岩類は本来黒色の堅固な岩石ですが、多くの所ではレンガのような赤色の土壌と化しています。また人頭大の火山岩やかこう岩の円礫がハンマーでスイカのように断ち切ることができます。前者を赤色風化、後者をクサリ礫と呼び、土石流による天然ダムの水漬かりと決壊による離水の繰り返しをもたらしたものです。

平城宮跡のボーリングで確認された腐植土層 (前掲) は、深いところでも地表下 8m までで、最も厚いところで 2.4m です。柱状図では腐植土層と表示されていますが、最終氷期の泥炭層に対比されるものと推測いたします。この泥炭層も大量に水を含み、多いところでは含水率が 90%にもなります。地下水位の低下がこの泥炭層に及ぶと脱水され収縮し、地表では地盤沈下となって表れることになります。基礎の深い大規模建築物では「抜け上がり」などが、一般住宅などでは不等沈下となって小さな被害を蓄積することになります。

平城宮跡に埋蔵される文化財にとっても同様の機構による影響が予測され、遺物包含層での地下水位変化が最も危惧されるところです。

奈良盆地北部丘陵の地質

当地域の地質は、基盤の領家複合岩類に載る第四紀大阪層群上部累層からできている。基盤岩は富雄川以西あるいは奈良盆地東縁断層群以東に露出するかこう岩、かこう片麻岩類です。奈良市内富雄辺りから学園前、高の原を経て奈良坂にかけての丘陵には、ピンク火山灰層を伴った大阪層群 Ma 1 海成粘土層が南北性の撓曲で変形しながら連続する。撓曲の軸部では直立することもあるが、両側は広く水平に移行する。東西断面の同層準は東に向かうほど高くなる階段状に見えるが、南北断面では北側が持ち上がり、南側では盆地底へと低下する。大阪層群の層厚は 100～200m 程度と推定される。

奈良盆地周辺への海進は Ma 1 層準（およそ 100 万年前）で終わり、以後は断続的に河川性の水域として推移する。Ma 1 層準の海成粘土層は、市内あやめ池南の蛙又池周辺で確認されている魚骨や魚鱗、節足動物、渦鞭毛藻などの海生生物の化石とピンク火山灰層の夾在で分かる。Ma 1 層より上位 Ma 3 層準まではメタセコイアの枝葉や毬果、ヒメバラモミの毬果やクルミの堅果などの大型植物化石、Ma 3 層準以上では淡水性珪藻化石が産するのみである。ただし奈良北部丘陵では、アズキ火山灰層の確認はない。最上位には段丘性の砂礫層を部分的に載せ、現在市内押熊辺りにそうした露頭がみられる。

安定した水域である海や湖の岸から離れたところでは、広く連続する厚い粘土層が堆積する。こうしたところで積もった地層は、層厚や層相に変化が少なく、重なり方にも規則性が見られる。河川や河口などでは水量が変化したり流路が不安定で、連続性のない砂礫を含んだ地層が積もる。ここでの地層は、層厚や層相の変化が激しく、重なり方にも規則性が見られない。

平城宮跡の地質

ボーリング資料から平城宮跡に分布する地層は、大阪層群上部の Ma 3 層準より新しいものからなり、礫、砂、シルトなど粗粒堆積物が優勢です。大阪層群の有力な示標鍵層であるアズキ火山灰層（Br.11-7/27.50m、11-9/37.20m）とサクラ火山灰層（Br.1/34.20m、11-5/17.50m、

11-6/21.60m、11-10/25.12m) がみつけれられているので、それぞれ Ma 3、Ma 7 層準であることが分かる。示相化石として有効な珪藻化石のチェックがされているが、海生のものは発見されていない。およそ 250～500m 間隔のボーリングであるにもかかわらず、層相は変化に富み、層序は安定しないことから変化の激しい水域での堆積を思わせる。規模は小さいが現在の木津川河床の移り変わりや砂礫の分布を思い浮かべればよい。同一コア中での産出はないがアズキ火山灰層とサクラ火山灰層の層準が接近していることから、少なくない堆積の中断が予測され、堆積環境の不安定さを伺わせる。

したがって大和北道路地下水検討委員会が、地下水検討の基礎とした地質断面図について見解を異にする。すなわち地質断面図の作成にあたり、基礎となるボーリング資料の間隔も含めて地層の対比に問題があるようだ。ボーリング柱状図の対比にあたり、層序、鍵層、層相変化、微化石層序を如何ほど考慮したのか。礫層、砂層、礫混じり層、砂混じり層がちの層序で、連続性の良い粘土層は期待できないにも関わらず、断面図では 20～25m の厚い粘土層が全域に分布するとしている。堆積環境の安定しない淡水域の堆積物としての不自然さを指摘したい。

粘土層は地下水を通さない不透水層で、粘土層の上部あるいはその間の粗粒層に地下水が溜まる。礫層や砂層は粒間空隙が大きく地下水を通したり、溜めることができ帯水層と呼ばれる。平城宮跡では上部から第 1 帯水層、第 2 帯水層、第 3 帯水層と名づけられている。ふつう第 1 帯水層は地表直下の大気圧下にあり、降水の影響を直接受けて水位が変化する。第 2 帯水層以下の帯水層は不透水層に挟まれ、地質構造によっては被圧状態にあることもある。しかし平城宮跡周辺の地下水については被圧状態にあるとは考えられない。

平城宮跡の地下水

平城宮跡での地下水位観測では、第 1 帯水層の地下水位は降水量に直接左右されて変化する。ところが第 2 帯水層、第 3 帯水層の地下水位については、降水の影響を受ける帯水層と受けない帯水層が見られる。ただし第 3 帯水層について渇水時に大きく低下するものには、渇水時の

大量揚水が影響しているものもありそうだ。

こうした降水量と地下水位の挙動、それほど連続性が予測できない不透水層の存在から、宙水的な地下水の存在様式が予想される。切れ切れに分布する粘土層が、局所的に地下水を溜めていると考えたい。このようにこの地域ではそれぞれの帯水層は独立したものではなく、垂直方向にも地下水流動が考えられる三次元的な地下水系網ともいえる状況にある。したがって固定的な水道(みずみち)や流路的な考え方はここでは適さず、過去の一時注目された地下湖的なイメージでこの地域の地下水を捉えるのが妥当な見方である。

こうした状況にある深層からの揚水は直ちに第1帯水層に影響を及ぼす。平城宮跡の第1帯水層の水位は1.0～3.0mにあり、遺物埋蔵層準の直上に当たる。奈良文化財研究所水位観測井の水位変化も地表から1m以浅にある。この層準近辺での水位変化は、先に記したように遺物保存の上からは致命的な影響が予想される。木簡の埋蔵深度が遺構井底までとすると3.5m以浅、地表直下まで常時帯水状態にあることが必要で、この範囲で地下水位の変化を引き起こすことは絶対に避けねばならない。

平城宮跡の一部では池が復元され湿地も残されているが、枯れ井戸や水のない水路も多い。こうした施設の存在からも平城京の盛事には今日よりよほど水に恵まれた環境であったのに違いない。したがって現在以上に水環境を整備し保全する必要がある、地表からの積極的な浸透水を生み出す工夫を拡大する必要があるだろう。しかし一方砂がちの地層では、地下水位の上昇は大地震時に液状化現象を生むことになり、この面からの対策も考慮しなければならない。

地下水検討委員会報告書への疑義

1. 地下水位変化シュミレーションの前提となる地質断面図の不自然さと不透水層となる粘土層の過大評価は先に記した。
2. トンネルによる帯水層遮断の影響を流況阻害の最大の障害とするが、三次元的な地下水系からその指摘は当たらない。

3. トンネルについて、防水・止水・漏水は考慮しているが、トンネル内外からの排水は全く考慮されていない。したがってここでもシュミレーションの結果に欠陥がある。
4. 埋蔵文化財の包含深度は自ずから限られている。何故に大深度トンネルでなければならないか、の検討は十分であろうか。

まとめ

1. 当該地域は大阪層群上部層の礫層・砂層・シルト層・礫混じり層・砂混じり層が優勢で、全域に広がる連続性の良い粘土層からなる不透水層は期待できない。
2. 第1帯水層、第2帯水層、第3帯水層間の地下水垂流通は、検討委員会の予測より大きく、深層地下水位の変化が第1帯水層に短時間で影響する。
3. 第1帯水層は木簡の埋蔵層準で、この層準を切って上下する地下水位変化は、埋蔵文化財保存の上から許されない。
4. とはいえ、トンネル内外から地上への排水を一切無くした構造と施工法を採用すれば、第1帯水層の水位変化は現状レベルで保たれる。
5. 先の検討から平城宮跡の地下道路は、かならずしも大深度トンネルに拘る必要はない。むしろ大深度であることが工費と斜路、湧水の増加などのデメリットを生じさせる。
6. 都市の機能、人と物の流れの利便性、騒音・排気・景観対策の上から「中央エリア①案」改良案を次善のものとして認めざるを得ない。
7. 「中央エリア①案」改良案とは、国道24号線の地下、文化財埋蔵層準より数m下にシールド工法で完全無排水のトンネルを構築するものである。
8. さらに平城宮跡内では積極的に池、湿地、水路など水辺空間を復元構築し、地表から浸透する水の供給を考えるべきである。