

# 奈良で学ぶ地学と世界遺産 — 教員養成大学・学部における地学野外実習改善の試み —

河村 愛\* 河村 善也\*\*

\*大阪市立大学大学院理学研究科

\*\*理科教育講座（地学）

## Learning Earth Science and the World Heritage Sites in Nara: An Attempt to Improve Earth Science Excursions for Educational University and Faculty Students

Ai KAWAMURA\* and Yoshinari KAWAMURA\*\*

\*Graduate School of Science, Osaka City University, Osaka 558-8585, Japan

\*\*Department of Science Education (Earth Sciences), Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

### はじめに

前報では、京都の地形・地質や世界遺産を題材に、筆者らの考える教員養成大学・学部における地学野外実習改善の試みをまとめるとともに、実習の実践例を紹介した（河村・河村，2016）。京都での実習では、将来その大部分が初等・中等教育の教員を目指す学生に対して、地学の専門領域にとどまらず、歴史のような教科と関連する幅広い知識・経験を与えることによって、地学以外の教科にも興味・関心をもたせるための動機づけを行うことや、将来教員になって児童・生徒を引率して訪れることが予想される京都について、その職務にも役立つ知識・経験を与えることを目指している。本稿で扱う奈良も、京都と関連させて地学の題材を学ぶのに適した場所であり、しかも京都と同様に全国の小・中学校や高校の生徒が修学旅行などでかならずと言ってよいほど訪れる場所であり、社会的関心の高い世界遺産に登録された文化財が集中している場所でもある。本稿では河村・河村（2016）に引き続いて、奈良を題材とした地学野外実習を考えて、そこで教える内容をまとめるとともに、実習の実践例を紹介したい。奈良では、地学や歴史のみならず、ニホンジカや原始林を題材に生物にも関連する幅広い教科横断型の学習ができることについても紹介したい。

### 奈良盆地とその周辺の地形・地質の概要

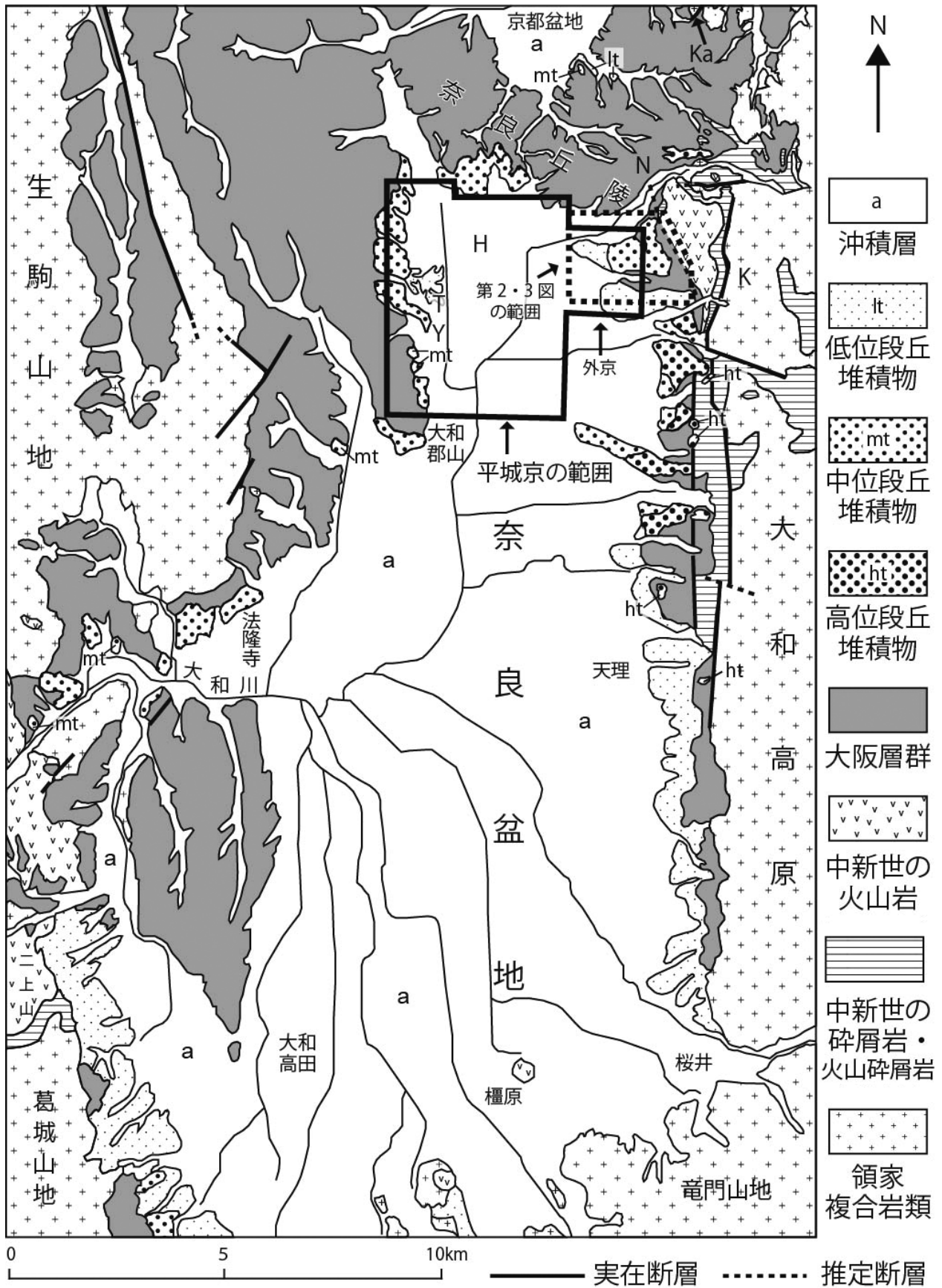
奈良盆地は、南北にのびた長方形の盆地で、その東側と西側、それに南側を山地で囲まれており、東側の

ものは大和高原、西側のものは生駒山地や葛城山地、南側のものは竜門山地と呼ばれている（第1図）。北側にはこのような山地はなく、奈良丘陵と呼ばれるなどらかな丘陵で京都盆地と接している。盆地を取り囲む山地は硬い岩石でできていて、盆地の底を未固結のやわらかい地層が埋めているのは、京都盆地と同じであるが、山地をつくる岩石は京都盆地の場合、その大部分が丹波帯の付加コンプレックスをつくる堆積岩類であるのに対して、奈良盆地ではその大部分が領家帯の花崗岩類や変成岩類など（領家複合岩類または領家コンプレックスと呼ばれる）である。盆地の底を埋めている地層は丘陵、段丘、沖積平野という三種類の地形を作っているが、そのような地形とそれを作る地層の関係は京都盆地の場合と同じで、河村・河村（2016）がその第3図に模式的な地質断面図を示して説明しているので、ここでは繰り返さない。

以下に、より詳しく奈良盆地の地形・地質を説明するが、その説明の基礎となる地質図を第1図に示した。

### 山地をつくる基盤岩類

山地をつくる岩石は、盆地の地下にも伏在し、盆地にたまった軟らかい地層の土台となっているので、基盤岩類と呼ばれる。基盤岩類は奈良盆地の場合、京都盆地より多様で、それらは大きく二分できる。その一つは基盤岩類の大部分をつくる領家複合岩類で（第1図）、領家変成岩類と呼ばれる高温低圧型の各種の変成岩と花崗岩などの深成岩類からなる。領家変成岩類は、丹波帯の堆積岩類（主にジュラ紀）を原岩として、白亜紀の変成作用で形成されたものであり、深成岩類の大



第1図 奈良盆地とその周辺の地質図と平城京の位置。市原ほか（1991）のデータによるが、奈良丘陵とその周辺（第2図の範囲を含む）については、河村（1993, 1994, 2001）とその後の筆者らの調査データにもとづいて修正した。H：平城宮跡、K：春日山原始林、Ka：観音寺断層、N：奈良坂、T：唐招提寺、Y：薬師寺。

部分を占める花崗岩類は、その放射年代から白亜紀に形成されたものと考えられる（尾崎ほか、2000；西岡ほか、2001；日本地質学会、2009など）。他の一つは中新世の碎屑岩・火山碎屑岩と火山岩類で、その分布は限られている（第1図）。奈良市南部～天理市の大和高原西縁に沿って分布する藤原層群や、奈良市東部に分布する地獄谷累層（層群）と三笠安山岩、二上山とその周辺に分布する二上層群がその主なものである（尾崎ほか、2000；西岡ほか、2001；日本地質学会、2009など）。

### 丘陵をつくる地層

山地の麓に広がる丘陵は、盆地の西側と北側で発達がよく、東側や南側では発達が悪いが、このような丘陵をつくるのは、京都盆地の場合と同様、大阪層群である（第1図）。大阪層群は京都盆地や奈良盆地のほか、大阪平野や播磨平野、淡路島など近畿地方中央部に広く分布する後期鮮新世～中期更新世の地層で、未固結の泥・砂・礫からなり、多くの薄い火山灰層（テフラ層）を挟んでいる。大阪層群は、約175万年前の福田火山灰層と約86万年前のアズキ火山灰層を境に最下部と下部、上部に分けられているが（市原、1993；日本地質学会、2009など）、奈良盆地の丘陵をつくっているのは、ほとんどがそのうちの最下部と下部の地層である。松岡（1983）や三田村（1993）は、奈良盆地でのアズキ火山灰層の存在を示しているが、それより上位の地層の存在を示す積極的な証拠がないため、京都盆地では見られる大阪層群上部の地層は、奈良盆地では沖積平野下も含めてほとんどないと考えられる。ただ、奈良市南部～天理市にかけての狭い地域に点々と分布し、坂本（1955）や粉川（1956）によって記載された虚空蔵山礫層は、大阪層群下部の地層（白川池累層と呼ばれる）をおおう地層で、高位段丘堆積物とされることもあるが（寒川ほか、1985など）、明瞭な平坦面が見られないことや、寒川ほか（1985）の推定した50～30万年前という年代値から大阪層群上部に相当する地層と考えられる（西岡ほか、2001など）。

### 段丘をつくる地層

丘陵の盆地側には、比較的狭い範囲に何段かの段丘が見られる（第1図）。これらの段丘は京都盆地の場合のように高い方から高位段丘、中位段丘、低位段丘の3つにまとめられる（尾崎ほか、2000；西岡ほか、2001；日本地質学会、2009など）。各段丘をつくる堆積物は主に未固結の礫層や砂礫層であるが、高位段丘堆積物が中期更新世末、中位段丘堆積物が後期更新世前期、低位段丘堆積物が後期更新世後期のものと考えられる。各地域でどの段丘がこの3つのどれに当たるのか、また各段丘がどのような分布をするのかについては、研究者によってかなりの見解の違いがある。ここでは、奈良市中心部の第2図の範囲について、筆者らの考え

で段丘を区分し、それを第3図の地質図に表わしたが、他の研究者との見解の違いについては後述する。

### 沖積平野をつくる地層

奈良盆地の最も低い平坦面は、盆地の広い面積を占める沖積平野で、それをつくるのが完新世に堆積した沖積層である（第1図）。松岡・西田（1980）や尾崎ほか（2000）、西岡ほか（2001）は多くのボーリングのデータを示して、このような沖積層の特徴を記載している。沖積層は、軟らかい砂や泥などからなり、その厚さは全体に薄く、盆地北部では10–15m以下である。

## 盆地の形成過程と地質構造

河村・河村（2016）は、京都盆地の形成過程について、その第4図に単純化したモデルを示して説明したが、奈良盆地についても、形成過程はそれと同じである。浸食により準平原化した基盤岩類が、東西方向に圧縮されて波曲し、南北方向にのびた窪みと盛り上がり部分ができる。のちに前者が盆地、後者が盆地の両側の山地となる部分であるが、窪みには堆積物がたまり始める。東西方向の圧縮は続き、窪みはさらに沈降して堆積物をため、盛り上がり部分は浸食量を上まわる隆起が起きて高さを増す。さらに圧縮が進むと、盆地と山地の境に逆断層が生じて山地はさらに隆起し、盆地はさらに沈降して現在の地形ができたと考えられる。奈良盆地が京都盆地と違うのは、沈降を始めた時期の違いで、そのことは盆地内にたまっている堆積物（この場合は大阪層群）の基底の年代の違いで表わされる。奈良盆地では、福田火山灰層よりかなり下の地層があると考えられるので、京都盆地よりかなり早い230万年前頃には沈降を始めたことになる。奈良盆地の広い地域では大阪層群にMa1という海成粘土層（約110万年前）が挟まれている。また、一部の地域に限られるが、Ma2という海成粘土層（約90万年前）も挟まれている。このようなことから、約90万年前までは奈良盆地の沈降は盛んで、2回にわたって海が侵入したと思われる。ところが奈良盆地では、前述のように約86万年前以降、沈降量は以前よりかなり小さくなったと見ることができる。このことも京都盆地と違うところで、京都盆地ではその時代にも沈降が続いて大阪層群上部の地層がたまった。

中期更新世末やそれ以降の段丘堆積層の時代になると、奈良盆地では山地と盆地の間の逆断層やその周辺に生じた断層や撓曲の活動が盛んになり、その活動は現在も続いているようである。特に奈良盆地北東部の大和高原西縁に沿った地域では、断層や撓曲といった地質構造が数多く見られ（第1図）、その多くは活構造とされている（寒川ほか、1985；八木ほか、1998；岡田・東郷、2000；尾崎ほか、2000；西岡ほか、2001）。

## 世界遺産の立地

8世紀の約70年間、日本の首都であった平城京は、その大部分が奈良盆地の北部の沖積平野に位置し（第1図）、池田（1980）はその地学的環境について考察している。「古都奈良の文化財」として世界遺産（文化遺産）に登録されているのは、第1表に示した8ヶ所の寺社・遺跡・森林で、これら登録遺産の位置を第1図と第2図に示したが、これらと近接した位置にある「法隆寺地域の仏教建築物」（奈良県生駒郡斑鳩町<sup>いかるが</sup>）は、これらとは別の独立した世界遺産として登録されている。第1図と第2図から「古都奈良の文化財」は、平城京の範囲にほぼ入っていることがわかる。そのことは、河村・河村（2016）に示した「古都京都の文化財」が平安京の範囲の外に立地しているものが多いのとは対照的である（17の登録遺産のうち平安京の範囲内にあるのは3つに限られる）。このことは、平安京が造営後ずっと大都市であったのに対して、平城京が平安遷都後、一部を除いて都市ではなくなったこと、平安京はたびたび戦乱や火災、水害に見舞われたのに対して、平城京ではそのようなことが京都より少なく、都市としての平城京そのものはなくなっても、古い寺社が残る機会がより多かったのであろう。

平城京の中心は、第1図の平城宮跡（H）からまっすぐ南へのびる朱雀大路の位置で、沖積平野の中心からやや西にずれているので、平城京の西側（右京）のかなりの部分が丘陵や段丘にかかることになる。平坦な沖積平野と比べて起伏の大きなこのような場所でも、段丘の部分には沖積平野と同様、道路や建築物が作られたが、丘陵の部分にはそのようなものはなかったようである（伊達，1980の記述や図による）。

世界遺産の平城宮跡は、その全域が沖積平野に立地している。沖積平野は現在でも河川が氾濫すれば堆積物がたまる場所で、平安遷都後に放棄されたこの場所の多くは水田となり、洪水の際には周辺の小河川が運搬してきた堆積物（前述の沖積平野をつくる地層）がたまって、平城宮の遺物や遺構がそれにおおわれて保存されることも少なくなかったのであろう。

平城京は平安京とは異なり、外京と呼ばれる東に張り出した部分をもっている。この部分（ほぼ第2図の範囲）が近年の奈良市の中心部であり、奈良公園も主要部分がそこに含まれている。そこは登録遺産が集中している場所でもある（第1表、第2図）。この外京は、沖積平野から段丘や丘陵に移り変わるところであり、古くから多くの人々が住み続けてきたことや、寺社などの大規模な建造物が作られてきたことから、人為的な地形改変が盛んに行われてきた場所と考えられる。段丘崖が削れられてゆるい斜面になったり、段丘面が掘り下げられたり、逆に盛土がされたりといった人為的な地形改変がたびたび行われてきたことが推定される。

第1表 「古都奈良の文化財」として世界遺産に登録されている寺社、遺跡、森林の立地する場所の地質。時代順にa：沖積層（完新世）、lt：低位段丘堆積物（後期更新世後期）、mt：中位段丘堆積物（後期更新世前期）、O：大阪層群で虚空蔵山礫層相当層を含む（前・中期更新世）、B：基盤岩類で、三笠安山岩（中新世）および領家複合岩類（白亜紀）。

世界遺産を構成する 寺社・遺跡・森林	立地する場所の 地質	備考
東大寺（正倉院を含む）	mt, O, B（一部）	Bは三笠安山岩で 境内東端のみ
興福寺	mt	
春日大社	mt, O, B	Bは三笠安山岩
元興寺	lt	
薬師寺	a	
唐招提寺	lt, a	
平城宮跡	a	
春日山原始林	B	Bは主に領家複合 岩類

そのために、もともとの地形がわかりにくくなっている。第2図で、等高線が不自然に南北や東西の方向に直線状になっているところが多いのは、平城京の都市計画による地形改変の影響が残っているのかもしれない。しかし、本稿の目的にあった地学野外実習を行う場所としては、この地域が奈良で最も適した場所と考えられるので、次に筆者らの考えによる地質図（第3図）を示してこの地域の地質・地形を説明し、この地域で行ってきた地学野外実習の実践例を紹介したい。

## 奈良市中心部の地質・地形と野外実習の実践例

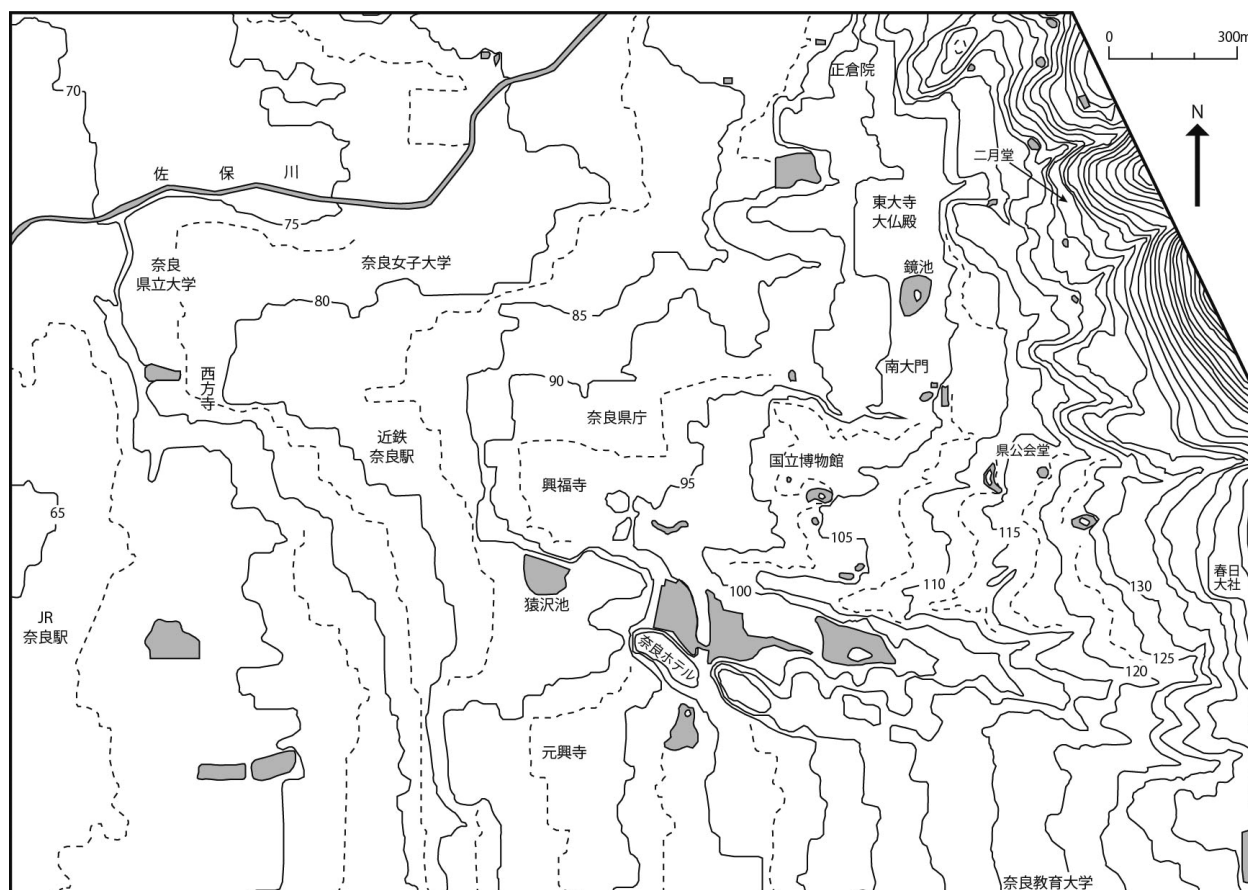
### 奈良市中心部の地質・地形

これまでの文献に掲載されている奈良市中心部（第2図）を含む地域の地質図には、さまざまな範囲や縮尺のものがある。その主なものには、春本（1932）、粉川（1954，1956）、島倉（1965）、松下（1973）、横田ほか（1978）、西田（1982b，1990）、尾崎ほか（2000）がある。またこれまでに公表されている奈良市中心部を含む地域の地形分類図や活構造の分布図にもさまざまな範囲や縮尺のものがあるが、その主なものには池田（1980）、寒川ほか（1985）、八木ほか（1998）、岡田・東郷（2000）がある。

奈良市中心部は、以前から露頭が特に乏しい地域で、今回筆者らは野外での地形の詳しい調査を行ったほか、従来の文献の記述を検討することで、第3図の地質図を作成した。ここでは、この図に表わされたこの地域の地質で、従来のものと異なる点について記述する。

### 大阪層群

明瞭な平坦面が見られない丘陵地形の場所を第3図では大阪層群の分布地として表した。ここでの大阪層群は、従来の文献にある地層名で言うと、糸魚川ほか（1953）や粉川（1956）などによる佐保累層（大阪層



第2図 奈良市中心部の地形。1969年に撮影・測図された1万分の1地形図「奈良県都市計画 図5」（奈良県土木部計画課発行）にもとづいて作製。図中の春日大社の位置は、その「御本殿」の位置を表わしている。

群下部に当たる）と虚空蔵山礫層（前述のように大阪層群上部に当たる）に相当する地層である。この地域で虚空蔵山礫層に相当する地層は、粉川（1956）や島倉（1965）に記されている「春日野角礫層」や、島倉ほか（1971）や西田（1982a, 1990）にある「春日野礫層」である。

#### 中位・低位段丘堆積物

粉川（1956, p.19）は「奈良市中央部の二段よりなる段丘」を認め、その地質図にもこの2段を区別し、それぞれの堆積物を異なった模様で表現した。その後、池田（1980）もその地形分類図（図1）で、この2段を「中位段丘」と「下位段丘」に区分している。一方、帷子（1961）はその第3図に、この2段の境界に相当する場所に「撓曲線」を引いたが、その理由は述べられていない。これと同様の考えを述べたのは寒川ほか（1985, p.90）で、そこでは次のように述べられている。

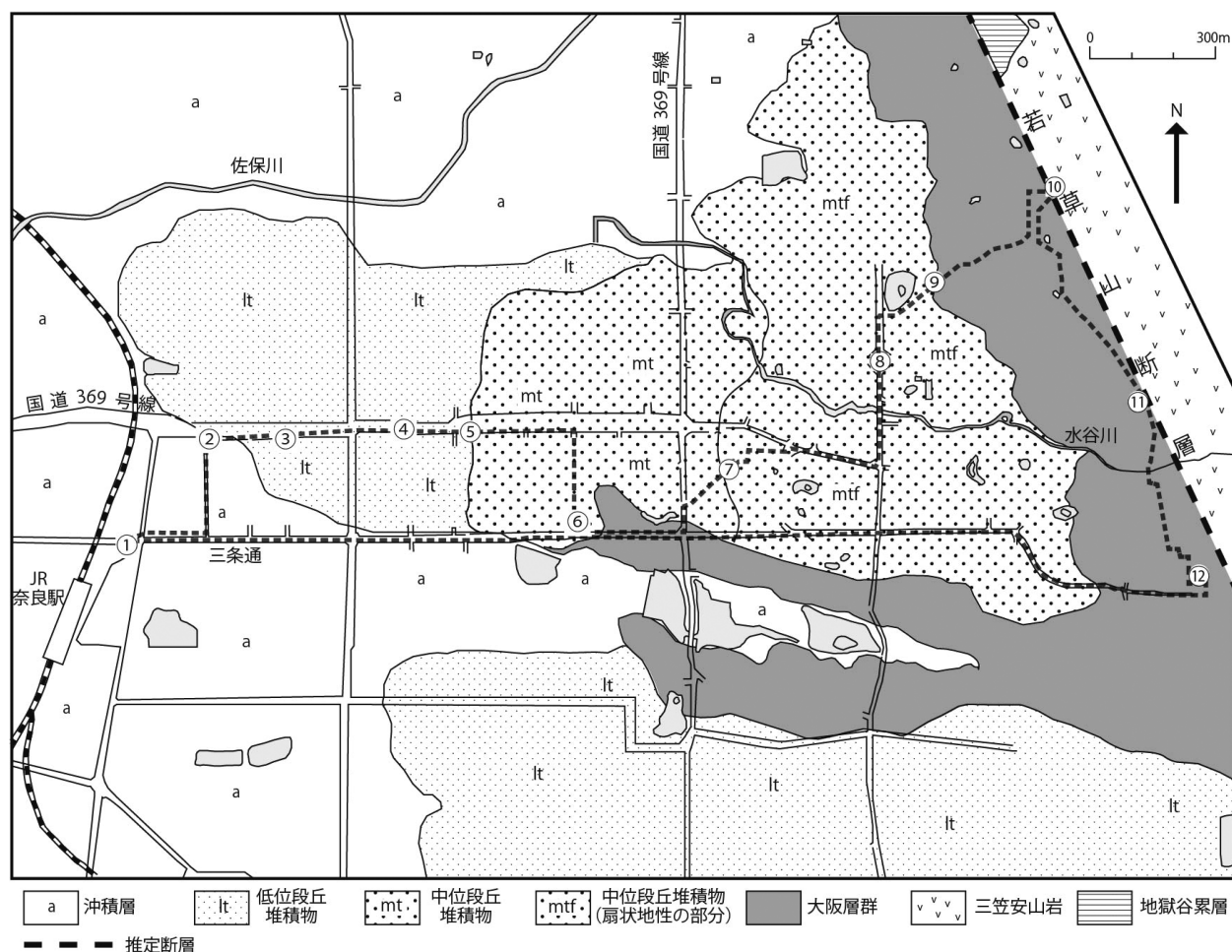
「また、市街地の中央に南北1.5kmにわたる東上りの崖地形がみられる。この崖は河川の方とは直交しており浸食崖とは考え難い。……崖の両側でのボーリング資料では地表下2 m前後まで段丘礫が認められている（Fig. 6）ので、同一段丘面が変位をうけた可能性もあると考えFig. 2に推定活断層として記した。」

しかし、第2図から明らかなように「南北1.5 kmに

わたる東上りの崖地形」は見られず、急斜面の長さは0.5 km程度で、その北端で下位面（低位段丘面）がその「崖地形」の延長線を越えて東側へのびていること（第3図）、現在の河川の方とは「直交」に近いのかもしれないが、中位段丘堆積物の形成後のそれぞれの時期の河川の方が変わらないので、前記のように短い急斜面が浸食崖ではないとは言いきれないこと（後述のように人為的に削られた可能性も考えられる）、崖の両側の地下の段丘礫の存在は、相互が同一の段丘堆積物の礫であることが示されない限り、同一段丘面の変位とは言えないと考えられることから、本稿では粉川（1956）や池田（1980）の見解にしたがって、2段の段丘をつくる堆積物を第3図では中位段丘堆積物と低位段丘堆積物に区別した。上記の0.5 kmの急斜面の方とはほぼ南北であり、平城京の外京の道路の方と一致することから、2つの段丘の間の段丘崖はもともとはもっと西に張り出していたのが、人為的に削られて南北方向になった可能性もあると考えている。

#### 若草山断層（新称）

二月堂から春日大社「御本殿」東側にかけて、山地と丘陵の境が北北西－南南東の方々に直線状にのびて明瞭な地形のギャップを作っていることが、第2図から読み取れる。さらに粉川（1956）はその地質図に、



第3図 奈良市中心部（第2図の範囲）の地質図。野外実習のコースと観察地点（①～⑫）も示されている。

県公会堂（現在の奈良春日野フォーラム薨～I・RA・KA）の東側で地層が $40^{\circ}$  Wの傾斜であることを示し、尾崎ほか（2000）も正倉院の東で地層が $50-60^{\circ}$  Wの傾斜を示すと述べている。このようなことから、三笠安山岩のつくる山地に沿って丘陵の大阪層群が西に急傾斜していると考えられる。以上のことにもとづいて、本稿では三笠安山岩と大阪層群の間に、第3図に示した方向にのびる第4図のような東側上昇の逆断層を推定した。筆者らが検討した従来の文献では、ここに断層を推定しているものはないので、この推定断層を若草山西麓を通ることから、新たに若草山断層と呼ぶことにしたい。粉川（1954、1956）は奈良坂（第1図のNの位置で、現在は奈良市奈良阪町と表記）を通る北北西－南南東方向の奈良坂撓曲の南延長が、上記の公会堂の東側を通ることを図示し、そのほかにそれと平行したマンナオシ断層を三笠安山岩の岩体の中に図示している。これらは、いずれも若草山断層とは位置が異なっている。

第4図に示したように、奈良坂撓曲では基盤岩類に生じた東側の上昇の逆断層によって大阪層群が急傾斜していると考えられるが、奈良坂では基盤岩類もこの逆断層も地表には露出していない。一方、今回の若草

山断層は同じ逆断層の南の延長部でその断層でずれた基盤岩類（ここでは三笠安山岩）が、地表に現れたものと考えれば、この付近の地質構造は容易に理解できる（第4図）。これと同じ構造が奈良丘陵の北東部で見られる。そこでは、第1図のKaの位置に、基盤岩類と大阪層群の境をなす観音寺断層と呼ばれる逆断層（河村，1993）があり、その南延長が美加原撓曲と呼ばれる大阪層群の急傾斜部（河村，1993）になっている。美加原撓曲では奈良坂撓曲の場合と同様、基盤岩類は地下の観音寺断層の延長部でずれて撓曲を生じさせているが、地表にはその断層も基盤岩類も露出していない。

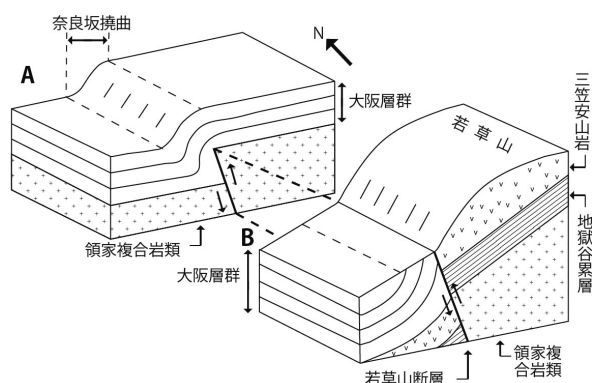
#### 野外実習の実践例

上に述べた見解にもとづいてこの地域で実施している地学野外実習の実践例を次に紹介するが、その実習はJR奈良駅を出発して同じ場所に戻るコースで実施している（第3図の①～⑫）。各観察地点での観察や説明の内容をまとめる。

##### ① JR奈良駅

JR奈良駅前の広場は、奈良盆地北部の広い沖積平野の平坦面（沖積面）の上に造られている。駅前広場の北東隅に、明治45年に建てられた石碑があり、ここか





第4図 若草山断層と奈良坂撓曲の関係を模式的に表わしたブロックダイアグラム。A：奈良坂、B：二月堂～春日大社。基盤岩類の変位は、Bの方がAより大きく、Aより北ではさらに小さくなって奈良坂撓曲は不明瞭になる（河村，1993）。

ら西北西二十丁（約2.2 km）に平城宮大極殿があったと記されている。以前、JRは地表を走っていて、そこから西には水田が広がっていて見通しがよく、平城宮跡まで沖積面が連続していることがわかったが、JRが高架になり、市街地化が著しく進んだ現在でも、石碑のところから三条通に沿って西を見ると、平坦な沖積面が西に向かってずっと続いていることがわかる。その先に平城宮跡があるので、ここと平城宮跡が同じ沖積面上に立地していることが現在でも理解できる。

## ②西方寺の南

①から三条通をやや東に進んだところで北へ曲がると、国道369号線の手前まで①と同じ沖積面が続いている。②で地形を観察すると、この国道の北側にある西方寺やその東隣りにある蓮長寺は、沖積面より一段高い低位段丘の段丘面に建っていることがわかる。②から東を見ると、国道は東に向って登る緩やかな坂道になっている。この国道のところは、古くからの大通りで、しかも地表を以前は近鉄奈良線が走っていたこともあって（現在はここの地下を走っている）、ここではもともとあった低位段丘の段丘崖が人為的に切りくずされて、緩やかな坂道になったと思われる。

## ③念仏寺古墳（開化天皇陵）

③の場所の国道369号線のすぐ南に木の生い茂った小丘が見られる。この付近は南西側が沖積面、北東側が上記の低位段丘面なので、この場所に小丘があるのは不自然である。この小丘は、考古学的には念仏寺古墳と呼ばれる前方後円墳の墳丘で、それは平城京造営以前に、低位段丘の段丘崖の近くに人工的に盛土をし、周濠を掘って造られたものであろう。平城京では東西と南北の方向の道路で都市計画が行われたが、もともとあったと思われるこの古墳の墳丘の長軸はN15° Wの方向を向いている。大規模な前方後円墳は段丘面上の段丘崖に近い場所に造られ、その墳丘の長軸は付近の段丘崖の方向にほぼ一致することが多いので（たと

えば大阪府堺市の仁徳天皇陵とも言われる大仙古墳<sup>だいせん</sup>）、ここでもそれと同じなら、もともこの場所にあった低位段丘の段丘崖はN15° Wかそれに近い方向であったと推定される。なお、この古墳は宮内庁により開化天皇陵と定められている。開化天皇は第9代の天皇とされ、その在位は日本書紀の記述をそのまま西暦に換算すると157年BCから98年BCとなり、この期間は考古編年では古墳時代より古い弥生時代にあたる。この古墳はその立地だけでなく、文献の記述と考古編年の関係を考えさせる材料にできるかもしれない。

## ④近鉄奈良駅

国道369号線の緩い坂道を登り切ると、②で述べた西方寺の建っている面と同じ低位段丘面の上に出る。この段丘面の地下が近鉄奈良駅になっていて、周辺の地質からおそらくは低位段丘堆積物とその下の大阪層群の中に駅が造られているものと思われる。

## ⑤登大路町への坂道

近鉄奈良駅の東端から国道369号線はやや急な坂道となる。粉川（1956:p.19）の「登大路」の坂はおそらくこのことで、彼はそれを「明らかに二段よりなる段丘地形」の「上段と下段との境界」としている。一方、前述のようにこれを撓曲崖とする考えもある（寒川ほか，1985など）。その考えでは、ここで言う低位段丘面と中位段丘面はもともと同じ段丘面であり、それがこの場所を通る撓曲で変位することによって、高さの違う面となったと考える。この坂道を登りきると、中位段丘の広い段丘面に出るが、そこは奈良公園の西端で、世界遺産の興福寺境内でもあり、段丘面上に多くの歴史的建造物が建っている。この付近には多くのニホンジカが現われるが、それについては⑪で説明する。

## ⑥五重塔と五十二段

興福寺の境内を南へ進むと、中位段丘面の南端近くに国宝の五重塔が建っている。境内の南端は三条通で、五重塔のところからその通りへ出る間の道端には新鮮な三笠安山岩が石垣に使われている。三笠安山岩はこの地域東端の若草山からその南にかけて分布するが（第1図、第3図）、そこでは露頭が少ない上に風化が進んでいることが多いので、ここで観察するのがよい。三笠安山岩は濃灰色の普通輝石紫蘇輝石安山岩で、かつては大阪層群に挟まれた岩床と考えられていたが（粉川，1954;1956）、その後の放射年代測定や層序の再検討で、大阪層群よりはるかに古い中期中新世の1300万年前頃のものと考えられるようになっている（横田ほか，1978；尾崎ほか，2000など）。⑥から東へ三条通の北側に沿った石垣は主に風化した三笠安山岩でつくられていて、その色は淡灰色であり、新鮮なものとの見かけが大きく異なる。

⑥の南側は、三条通を隔てて急斜面となっていて、そこには五十二段と呼ばれる階段が作られ、その下は猿沢池<sup>さるさわのいけ</sup>になっている。急斜面は中位段丘の段丘崖で、

猿沢池は①から続く沖積面（途中から東へ緩やかに上昇する扇状地性の沖積面となる）の上に、奈良時代に造られたとされる人口の池である（第3図）。

#### ⑦奈良国立博物館

奈良国立博物館の建物の西側は、興福寺から続く平らな芝生の広場である。その中ほどの⑦付近で、興福寺から続く平坦な中位段丘面が東に向って緩やかに上昇するようになり、ここから東は中位段丘が扇状地性のものに移り変わると考えている。扇状地性になった中位段丘はここから北東にある世界遺産の東大寺の境内にも連続する。

#### ⑧東大寺南大門

国宝の金剛力士立像は、歴史の教科書にかならずと言ってよいほど登場する有名な鎌倉時代の木像で、やはり国宝の南大門の中に安置されている。南大門やその北の大仏殿の建っている場所は、国立博物館周辺からの地形の連続を考えると、本来は扇状地性の中位段丘面で東へ上昇する緩斜面であったはずであるが、これらの大規模建築物はほぼ水平な平坦面上に建っている。第2図の地形図を見ても、この付近の等高線は不自然な形をしているので、おそらくこの平坦面は東大寺の建造物を建てるために緩斜面が削られたり、盛土がされたりして、人為的に造られたものと思われる。

#### ⑨鏡池の東

鏡池は上記の平坦面の上に造られた人口の池で、この池の東側からは起伏のある丘陵地形に移り変わるので、そこには大阪層群が分布すると考えられる。

#### ⑩東大寺二月堂

⑨から二月堂に向って登る坂道は、四月堂の南側で最後の登りとなるが、そこは三笠安山岩の石材でつくられた石段になっている。二月堂はその南側の三月堂とともに、国宝に指定された古い建造物である。この付近は丘陵と山地の境で、大阪層群と三笠安山岩の境界を三笠山断層が通っていると推定される（第3図）。二月堂は三笠安山岩でできた山地斜面の最も下の部分に建てられていて、西に張り出した「舞台」をもっている。この「舞台」へ上るのに北側の屋根のある石段（「登廊」と呼ばれる）を通ると、この石段の石材は三笠安山岩ではなく、花崗岩であることがわかる。山地をつくる基盤岩類のうち、領家複合岩類の花崗岩が切り出されて使われたのであろう。

二月堂の「舞台」に上ると、西に奈良盆地の広い範囲を見渡すことができる。ここからすぐ近くに大仏殿が見えるが、ここでは、それが二月堂よりかなり低い段丘面上にあり、同じ段丘面上に興福寺が立地していること、その西は市街地化が進んではいるが、段丘よりさらに低い広大な沖積平野になっていて、そこに平城宮跡が立地していること、さらにその西には沖積平野と段丘の境に唐招提寺や薬師寺があって、その西は広い丘陵になっていて、丘陵は南北方向に高く連なる生

駒山地の麓まで続いていることを説明する。さらに、ここからやや北を見ると、二月堂のある奈良盆地東側の山地の麓から奈良丘陵が西へのび、盆地を横断して盆地西側の丘陵につながり、奈良丘陵が奈良盆地と京都盆地の境になっていることもわかる。このような景観を見ながら、これまでに述べた奈良盆地の地形・地質や形成過程、それに世界遺産の立地を実物に即して説明すれば、学生の理解は大いに深まると期待できる。

#### ⑪若草山西麓

二月堂から紅葉の名所として古来有名な手向山八幡宮を経て若草山西麓に進むと、このルートの東側に沿って丘陵と山地の境界が直線状にのびていて、そこに若草山断層が推定される（第2図、第3図）。断層は若草山西縁を限るフェンスにはほぼ平行してのびていると考えられる。

この付近は、ニホンジカが特に多く現われる場所でもある。動物園の飼育個体とは異なり、すぐ近くでそれを見ることができ、手を触れることも可能なので、その観察に適している。ニホンジカを含むシカ科の動物は偶蹄目に属しているが、哺乳類進化の中での偶蹄目に至る道筋を説明し、偶蹄目と同様に蹄をもった植物食の哺乳類である奇蹄目との共通点（中手・中足骨の著しい伸長や癒合など）や相違点（それらの進化史の中での足指の減少の仕方の違いなど）についても説明する。その際のニホンジカの前肢の観察は、説明を理解するのに役立つ。シカ科は偶蹄目の中でも、特に進歩した反芻亜目に属しているが、その特徴を説明した上で、同じ反芻亜目に属するウシ科との違いを、最も目立った特徴の角の違いを中心に説明する。そのことから、たとえばカモシカはシカ科ではなくウシ科であるが、どうしてそうなるのかを学生に考えさせる。さらに、現在の日本ではシカ科の動物はニホンジカ1種しか生息していないが、更新世の日本には多くの種が生息していて、それらはニホンジカを残してすべて絶滅した（Kawamura and Kawamura, 2012）。そのような絶滅の多くは、低位段丘堆積物の時代と沖積層の時代の間に起っていることを説明すれば、これまでの学習内容とも関連づけることができる。

なお、このような奈良のニホンジカについては、これまで多くの研究者が研究し、その成果は多くの文献に記されている（たとえば、朝日・三浦, 1982など）。

#### ⑫春日大社

春日大社とその神域として古くから保護されてきた春日山原始林も、世界遺産に登録されている（第1表）。春日大社の「御本殿」は丘陵と山地、つまり大阪層群と三笠安山岩の境界付近に立地し、その境界を上記の若草山断層が通ると考えられる（第2図、第3図）。

春日山原始林は、春日大社の東にある春日山を中心とした地域に広がる森林で（第1図のK）、この地域は大部分が領家複合岩類のうちの泥岩を原岩とする変成



泥岩でできているとされるが（尾崎ほか，2000）、このような岩石はかつて縞状片麻岩と呼ばれていた（島倉ほか，1971 など）。春日山原始林は常緑広葉樹林で、暖温帯の植物が多いとされる。低位段丘堆積物の時代である後期更新世後期は寒冷な時期で、その後に急激に温暖化して沖積層の時代（完新世）となるが（その間に縄文時代が始まる）、この原始林は、温暖になって成立した沖積層の時代の植生が人為的な破壊や改変をほとんど受けずに、そのまま残ったものと考えられる。

春日大社の参道は「御本殿」から西にのびて三条通となり、そこをまっすぐ進めばJR奈良駅に戻る（第3図）。

## あとがき

奈良で行う地学野外実習は、奈良の地形・地質に関する知識だけでなく、世界遺産を含めた幅広い歴史の知識や生物に関連する知識を実物に即して学生に与えることができる点で、教員養成大学・学部（以下「学部」）の学生にとって非常に有用な実習であると筆者らは考えている。ここで紹介した授業実践のあとで、学生にレポートの提出を求めることになるが、書くように指示していなくても、そこに感想を書いてくる学生も少なくない。「このコースを歩くのはかなり大変だったが、多くの知識や経験が得られた」というものや、「将来に役立つ知識や経験が得られた」などという感想が多いことから、筆者らのねらいはある程度は達成できていると思う。学生の感想だけでは客観的な評価とは言い難いので、河村・河村（2016）でも述べているように、できるだけ客観的な授業評価を行って、今後の授業の改善に役立てたいと考えている。

最後に、奈良・京都をはじめ近畿地方の地質について日頃から種々お教えていただいている大阪市立大学の三田村宗樹教授に感謝したい。

## 文献

- 朝日 稔・三浦慎悟（1982）奈良のシカ。奈良公園史編集委員会（編）「奈良公園史 自然編」p.49-62, 奈良県。
- 伊達宗泰（1980）平城京。地理, vol.25, p.39-47。
- 池田 碩（1980）古代都市の自然環境。地理, vol.25, p.20-27。
- 市原 実（1993）大阪層群の層序学的研究のまとめ。市原 実（編著）「大阪層群」p.305-310, 創元社。
- 市原 実・吉川周作・三田村宗樹・水野清秀・林 隆夫（1991）12万5千分の1「大阪とその周辺地域の第四紀地質図」アーバンクボタ, no.30。
- 糸川淳二・坂本 亨・粉川昭平（1953）“奈良坂礫層”について。堆積学研究, no.4, p.1-2。
- 春本篤夫（1932）奈良三笠山火山の地質。地球, vol.17, p.216-224。
- 帷子二郎（1961）大和高原の断層地形。「辻村太郎先生古稀記念地理学論文集」p.39-49, 古今書院。
- 河村 愛・河村善也（2016）京都で学ぶ地学と世界遺産—教員養成大学・学部における地学野外実習改善の試み—。愛知教育大学研究報告（自然科学）, vol.65, p.29-36。

- 河村善也（1993）奈良丘陵の大阪層群。地質学雑誌, vol.99, p.503-523。
- 河村善也（1994）奈良丘陵の大阪層群についての追加資料—従来の研究との関係を中心に—。愛知教育大学研究報告（自然科学）, vol.43, p.51-68。
- 河村善也（2001）奈良市中ノ川とその周辺の新第三系・第四系の層序。島根大学地球資源環境学学術報告, no.20, p.25-40。
- Kawamura, Y. and Kawamura, A. (2012) Remarkable decrease in species diversity of deer during the Late Quaternary of Japan. Program and Abstracts of JSPS Asia Africa Science Platform Program: Second International Symposium on East Asian Vertebrate Species Diversity, p.60。
- 粉川昭平（1954）奈良三笠山付近の地質—特に火山活動の年代について—。地質学雑誌, vol.60, p.487-493。
- 粉川昭平（1956）「奈良県三笠山およびその周辺の火山層序学的様相—特に三笠安山岩の噴出年代について—」92p., 10pls., 養徳社。
- 松岡数充（1983）奈良盆地のボーリング試料中の大阪層群について。長崎大学教養部紀要（自然科学篇）, vol.24, p.23-31。
- 松岡数充・西田史朗（1980）奈良盆地の最上部更新—完新統。長崎大学教養部紀要（自然科学篇）, vol.21, p.35-47。
- 松下 進（1973）「日本地方地質誌 近畿地方（改訂版）」379p., 朝倉書店。
- 三田村宗樹（1993）奈良盆地。市原 実（編著）「大阪層群」p.87-100, 創元社。
- 日本地質学会（編）（2009）「日本地方地質誌5 近畿地方」453p., 朝倉書店。
- 西田史朗（1982a）地質・地史。奈良公園史編集委員会（編）「奈良公園史 自然編」p.3-6, 奈良県。
- 西田史朗（1982b）奈良公園と周辺の地質図。奈良公園史編集委員会（編）「奈良公園史」附図（自然編）, 奈良県。
- 西田史朗（1990）御蓋山とその周辺の地形と地質。「史跡春日大社境内地実態調査報告及び修景整備基本構想策定報告書」p.109-127, 春日顕彰会。
- 西岡芳晴・尾崎正紀・寒川 旭・山元孝広・宮地良典（2001）「桜井地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）」141p., 地質調査所。
- 岡田篤正・東郷正美（編）（2000）「近畿の活断層」365p., 東京大学出版会。
- 尾崎正紀・寒川 旭・宮崎一博・西岡芳晴・宮地良典・竹内圭史・田口雄作（2000）「奈良地域の地質。地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）」162p., 地質調査所。
- 坂本 亨（1955）奈良南方の新生代層。地質学雑誌, vol.61, p.62-72。
- 寒川 旭・衣笠善博・奥村晃史・八木浩司（1985）奈良盆地東縁地域の活構造。第四紀研究, vol.24, p.85-97。
- 島倉巳三郎（1965）三笠火山岩丘群。小清水卓二・津田松苗・堀井甚一郎・岩田重夫（編）「奈良の自然」p.25-26, 六月社。
- 島倉巳三郎・梅田甲子郎・粉川昭平・紺田 功・野口寧世・中島和一（1971）地質。奈良市史編集審議会（編）「奈良市史 自然編」p.1-108, 吉川弘文館。
- 八木浩司・相馬秀廣・岡田篤正・中田 高・池田安隆（1998）2万5千分の1都市圏活断層図「奈良」。国土地理院技術資料D1-No.350, 国土地理院。
- 横田修一郎・松岡数充・屋鋪増弘（1978）信楽・大和高原の新生代層とそれに関わる諸問題—信楽・大和高原のネオテクトニクス研究 その1—。地球科学, vol.32, p.133-150。

（2016年8月29日受理）