

# 武庫川のふしぎな地形と地質

加藤 茂弘

## 大阪の都心から三田へ

JR 福知山線に乗り、大阪駅から三田駅まで行ってみよう。大阪の都心の街並みを抜けて伊丹駅を過ぎると、右手に猪名川の流れが見えてくる。河川敷や川原に広がる柳などの河畔林が、何となく心にやさしい。川西池田駅を過ぎると、電車は左へターンして東西方向に近く進路を変える。右手の窓ガラスに顔をくっつけ、外を眺めてみる。北摂山地の山肌が大きく削りとられ、山腹に新興住宅地がひな壇のように続いている（写真1）。

北摂山地と伊丹台地の境付近には有馬－高槻構造線という大断層が走っており、この大断層が大阪平野と北摂・丹波の山地とを分ける大きな地形・地質境界になっている。川西池田駅と中山寺駅にかけての伊丹台地の北縁には、JR 福知山線と阪急宝塚線の間、歴史時代にも大地震を起こした活断層がある。活断層が大地震のたびに大地を隆起させ、何十万年にわたって築き上げてきた山地や丘陵も、人の手にかかるとは、ほんの数十年で大きく変貌してしまった。川西～宝塚間の都市開発も進んだものだとあきれているうちに、電車はぐるりと右手に回り、宝塚駅へ到着した。

宝塚駅で乗り換えの乗客を加えた電車は、しばらくすると、六甲・北摂の山地を横断して流れる武庫川の峡谷部を縫うようにして進んでいく。生瀬駅は武庫川右岸の河岸段丘面上にあり、駅に向かう途中の切割り沿いに、かつては砂礫層が見えていた。この露頭も今では雑草に覆われてしまい、はっきりとは見えない。生瀬駅をすぎると、トンネルと鉄橋が交互に繰り返す区間となる。その間にぽつん



写真1 六甲山地東麓から山麓部の都市開発が進んだ北摂山地を望む。

ぼつんと、西宮名塩や武田尾の駅がある。トンネルを抜けて鉄橋を渡るたびに、巨礫の散らばる武庫川の川原が見える。

この区間の景色は見ものだ。4月末～5月には、新緑に覆われた急峻な谷壁を中心に、コバノミツバツジの花が満開に咲き誇る。紫のフジの花も、新緑のアクセントとして美しい。10月末～12月初めには、谷壁がみごとな紅葉で彩られる。梅雨や台風による大雨の後では、谷幅いっぱいに流れる武庫川の濁流が、自然の猛威を垣間見せてくれる。峡谷部を抜け出て、道場駅の手前で武庫川にかかる最後の鉄橋を渡ると、電車は広々とした三田の盆地へと入ってゆく。

### 風変わりな武庫川の分水界

さて、武庫川を三田盆地から上流へ追いかけてみよう。三田盆地を南北に横切って流れる武庫川は、広野付近から大きく谷を屈曲させて、篠山盆地に至るまでの丹波山地を流れている（口絵1）。この区間では、武庫川は上流へ向けて次第に谷幅を狭めていく。篠山盆地への出口に当たる当野付近で、武庫川の谷幅は最も狭くなり、川幅も10mに満たなくなる。ところが、当野を抜けると谷幅が広がり、視界がいきに広がる。ここから上流では、武庫川が広い谷底平野を流れるようになるからだ（図1）。この区間では谷底平野の幅が500m以上に達するが、武庫川の川幅は依然として10m未満である。当野からさらに上流へ追いかけると、JR篠山口駅付近で、武庫川はこつぜんと姿を消してしまう。

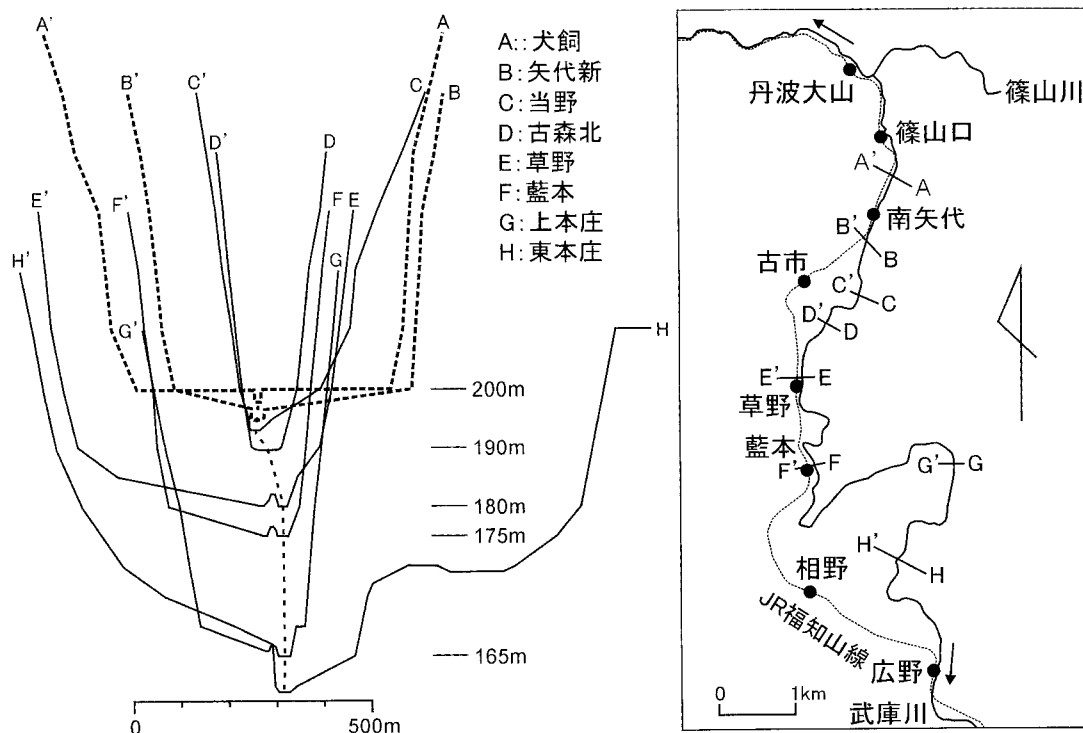


図1 三田盆地～篠山盆地間における武庫川の谷地形の変化。

丹波山地（断面図のC-C' からG-G'）から篠山盆地（断面図のA-A' とB-B'）に抜け出ると、武庫川の谷幅が急に広がることがわかる。国土地理院発行 1/25,000 地形図「三田」および「篠山」から作成した。

武庫川は、この付近の谷底平野で篠山川支流の安田川と接している。その合流点付近が、現在の武庫川の分水界となっているためである（口絵2）。

隣り合う河川流域の境が、分水界である。ふつう分水界は山地部にあつて、そこでは隣り合う河川流域が峻しい山稜線で隔てられているのが一般的である。このため分水界を、分水嶺とよぶこともある。しかし、武庫川と篠山川の場合には、当野から篠山口を経て篠山盆地に抜ける広い谷底平野の真ん中に、2つの河川が水を分かち合う分水界が位置している（口絵2）。このような谷底平野の中にある分水界を、谷中分水界とよんでいる。

それでは武庫川はなぜ、このような風変わりな谷中分水界を示すのであろうか。現在の武庫川に、当野から北にのびる広い谷底平野を造り上げる力がないことは、その川幅から推し量ることができる。川幅に比べて格段に広い谷底平野の存在は、かつては武庫川の水量がずっと豊富であり、河川の侵食力も強かったことを示している。この谷底平野をさらに上流に追いかけてみると、篠山盆地で篠山川が掘り込んだ河岸段丘面へと連続していく。どうやら篠山川が盆地床を掘り込んで両岸に河岸段丘を造る前には、篠山盆地一体は武庫川上流の広い谷とつながっていたらしい。篠山川は、篠山盆地をへて武庫川へと流れ込んでいたのであり、その当時の水量が豊富で侵食力の強かった古武庫川が、幅の広い谷地形を造り上げたのである。ところが、ある時に武庫川の上流域をなしていた篠山川流域が加古川に争奪されてしまった。上流域を奪われた武庫川は、水量が激減して川幅が狭くなり、今では広い谷底平野の中をほそほそと流れているのだと思われる。

このような武庫川と加古川支流の篠山川との間の河川争奪の歴史は、野村亮太郎氏により詳しく調査され、1984年に論文として報告された。1995年4月に神戸大学教授になられたばかりの野村先生は、同年1月17日に発生した兵庫県南部地震による被害や地殻変動について精力的に調査を続けておられた。しかし、調査を終えて大学に戻られる際に不幸にも交通事故に遭われ、亡くなられてしまった。2年半ほど前に人と自然の博物館で運良く職を得た筆者にとっては、頼りになる兄貴分のような先生であり、兵庫県内の地形やその発達史についての研究では、たくさんのごことを勉強させていただいた。毎年、桜の咲き乱れる4月を迎えると、にこやかな野村先生の顔が思い浮かんでくる。きっと今でも天国から、筆者や若い研究者たちを叱咤激励してくれているのだと思う。

野村先生の描いたシナリオを、次にまとめて紹介してみよう（図2）。

- ①約3万年前までは、古武庫川は幅広い河谷を砂礫で埋め立てながら、篠山盆地から当野付近の狭窄部を抜けて、丹波山地、三田盆地へと流れ下っていた。
- ②約3万年前ごろから、当野付近の山地小流域から古武庫川に向けて大量の土砂が供給され、麓扇面や扇状地が造られるようになった。これにより古武庫川は堰き止められて、当野付近から篠山盆地にかけて湖や湿地（古篠山湖）が広がった。その後、こうしてできた湖や湿地は、細かい粘土やシルト、泥炭により次第に埋め立てられていった。
- ③一方、約3万年前に篠山盆地西方の山地部を源流としていた加古川の支流（古篠山川）は、その後も次第に山地を掘り込んでいき、篠山盆地を流れる古武庫川との分水界の高度を低下させていた。

- ④堰き止めによる古武庫川上流部の河床高度の上昇もあり，古武庫川の河床高度と古篠山川の分水界との高度差は著しく減少した．そして約1万年前以前に，おそらくは大洪水に際して，古篠山川はまず宮田川流域を争奪し，ついで古武庫川の上流域を争奪していった（河川争奪）．
- ⑤古武庫川の上流部を争奪した古篠山川は，水量が増えて浸食力が著しく増し，それまでの盆地床を掘り下げて両岸に河岸段丘を造り上げていった．

このような河川争奪が生じた時代は，当野付近で起こった武庫川の堰き止めにより生まれた古篠山湖の湖底に堆積した粘土層や泥炭層（篠山口付近の谷底平野では「弁天黒土」と呼ばれている）に挟まれている火山灰層が教えてくれる．これらの地層の最下部には始良 Tn 火山灰が挟まれており，河川争奪後に形成された今の篠山川沿いに広がる河岸段丘面上に発達する土壤には，鬼界アカホヤ火山

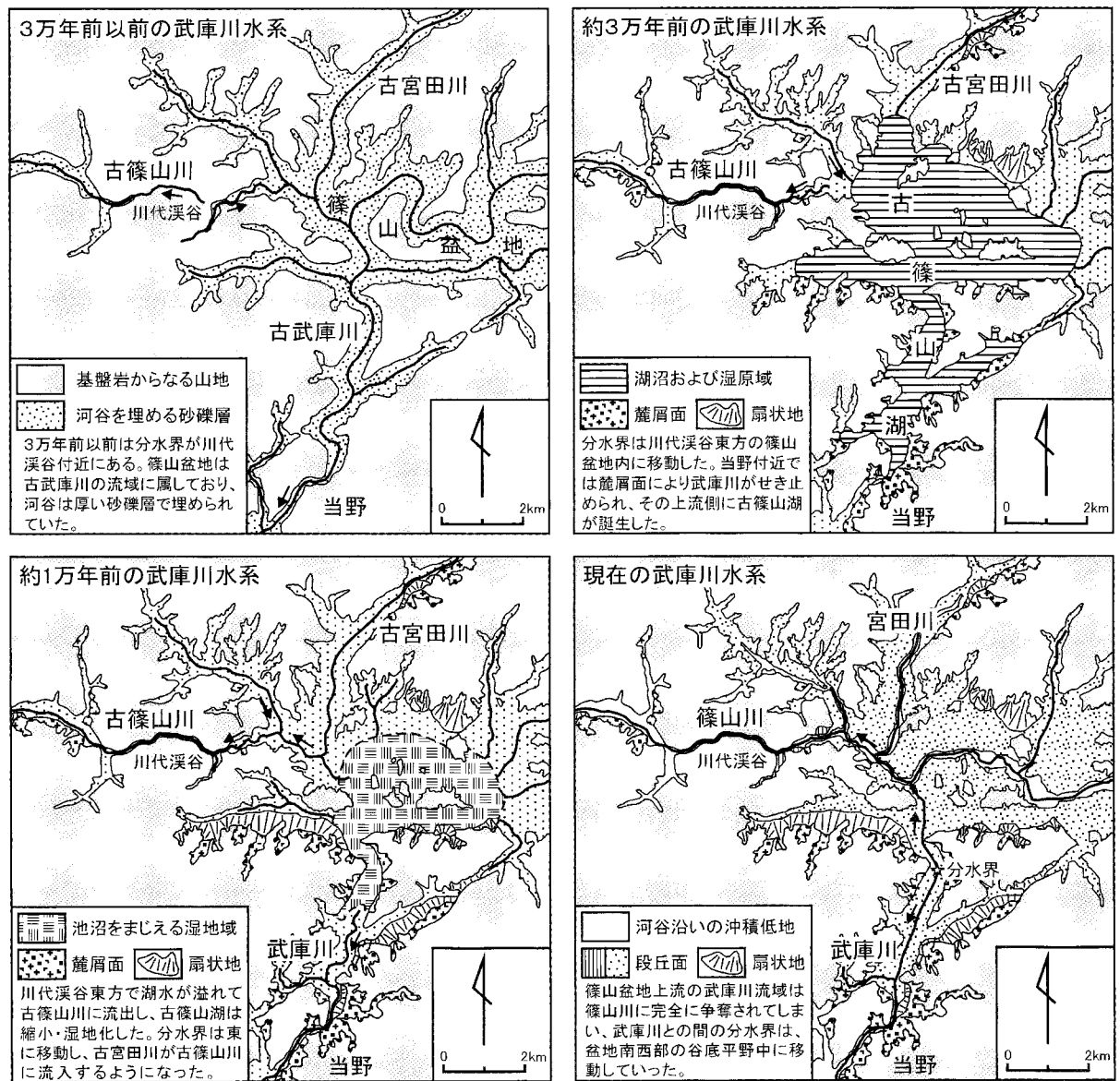


図2 篠山盆地における武庫川と加古川支流・篠山川間の河川争奪の歴史  
 野村（1984）に，その後の知見を加えて作成した．

灰が挟まれている。始良 Tn 火山灰は、約 2.6 ～ 3 万年前に鹿児島湾の北半分をなす始良カルデラから噴出し、渡島半島から南の日本列島や朝鮮半島の南部を広く覆った。鬼界アカホヤ火山灰は、九州南方沖の鬼界カルデラという、今は海面下にあるカルデラ火山から約 7 千 3 百年前に噴出し、東北日本以南を広く覆った。ともに広域火山灰とよばれる火山の巨大噴火による噴出物である（図 3）。噴出年代のわかった 2 つの広域火山灰が、河川争奪と関連して堆積した地層に挟まれていることから、河川争奪の歴史に時間目盛りを入れることができたのである。

火山の巨大噴火は、一瞬にして多くの生命を奪う自然界の猛威の中でも最大級の現象である。しかし、噴出した軽石や火山灰は広い地域に降り注ぎ、そこに堆積して地層中に正確な年代を記していく。歴史時代よりも古い時代の出来事を調べる地形学や地質学、考古学などの分野では、広域火山灰は、たいへん役に立つ地層の代表例なのである。

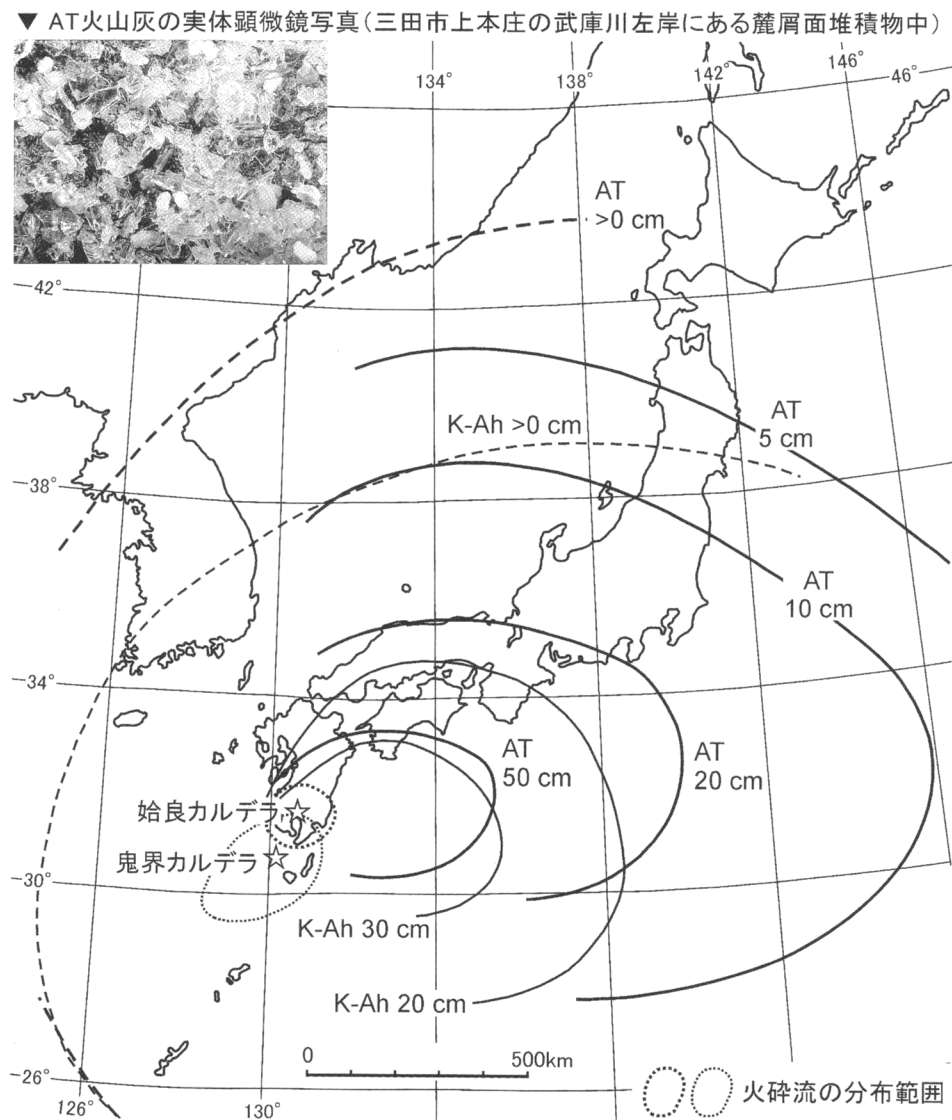


図 3 日本列島を広く覆う火山灰（広域テフラ）

町田・新井(1992)に基づく。ATは始良 Tn 火山灰、K-Ahは鬼界アカホヤ火山灰。近畿地方では、ATが20～50 cm、K-Ahが10～20 cmの厚さで降り積もった。

## 谷底平野の地下構造を探る

上流域を加古川に奪われてしまった後、武庫川がほそぼそと流れていた当野から篠山盆地にかけて広がる谷底平野は、どのように変わっていったのであろうか。

篠山盆地の南西端を広い河谷を造りながら流れ下っていた武庫川は、河川争奪以後に、その造形力を失ってしまった。豊富な水量により上流から粗い砂礫が流されて来ることもなくなり、ふだんは河川沿いに細かな砂や泥を運搬・堆積した。堰き止めにより、本流の河床勾配が緩やかになったが、周囲の山地から流れ込む支流の勾配は、大きくは変わらなかった。このため豪雨時には、支流からの排水はこれまでどおりであったのに、本流の排水が進まなくなったため、谷底平野の排水は悪化して、流路の周辺に湿地や沼地が広がるようになった。谷底平野の両岸に切り立つ山々からは、粗い砂礫が支流を通して谷底平野に供給されたが、武庫川本流はこうした堆積物を運搬できず、谷底平野と山地との境界付近に、円弧状に広がる沖積錐が発達していった。こうしてかつての谷底平野は、支流の沖積錐をなす砂礫と、本流の武庫川が運搬・堆積した砂・泥の互層で覆われていった。

これが、河川争奪が起こってから現在までの、武庫川上流の谷底平野の生い立ちであると考えられる。しかし、実際に当野～篠山口間の谷底平野はどんな構造をしており、どんな地層から成り立っているのであろうか。それを確認するために、犬飼と矢代南の2つの地区（口絵2）において、電気探査という方法で地下に堆積する地層の電気比抵抗の大きさを測定した。そして、電気比抵抗の大きさの変化と既存のボーリング資料からわかる地層の種類を比較して、谷底平野の地下地質構造を推定してみた。

電気探査では、地表に適当な間隔を置いて電極を差し込み、一定の電圧をかけてやる（写真2）。電極間の距離を長くするにしたがって地下を流れる電流の経路は深くなり、測定される電流の大きさ（もしくは電極間の電位差）が、その経路内に含まれる地層の電気比抵抗（主に地層に含まれる水の量により決まる）に応じて変化する。電極間の距離を段階的に変化させて測定すると、電気比抵抗が大きく異なる地層間の境界を経路に含むようになったところで、測定される電流値（あるいは電位差）



写真2 三田市当野付近の武庫川谷底平野における電気探査のようす。

使用した電気探査機は、電源のオン・オフ機能と変圧器、および電流計を組み合わせた横河式と呼ばれるシンプルな機器である。

が大きく変化する。このデータをコンピューターによりモデル解析することから、電極間の距離に対応した深さまで、谷底平野の地下で電気比抵抗の異なる地層がどのように積み重なっているのかを推定できる。

当野～篠山口間に広がる武庫川上流の谷底平野の電気探査では、電極間の距離を最大 120m まで伸ばして、地下 30 m までの深さの地層の電気比抵抗を明らかにできた。さらに既存のボーリング資料と合わせて考察することで、谷底平野地下の地質構造が推定できる (図 4)。犬飼付近の武庫川の河谷では、固い基盤岩 (丹波層群) の上位に厚さ 30m 前後の砂礫層が堆積しており、谷底平野の土台を作っている。この砂礫層の上位を、厚さ 2～7m の電気比抵抗が相対的に小さな地層が覆っている。ボーリング資料によれば、下位の砂礫層は直径 1 cm 以上の礫と、その間を埋める砂と粘土からなる。この砂礫層は、谷底平野一帯の地下に広がる谷地形を埋めて堆積しており、約 3 万年前より古い時代に、河川争奪を受ける前の古武庫川が運搬・堆積した地層であると考えられる。電気比抵抗の小さな上位の地層は、粘土やシルトを主体としており、ところどころに、より粗い砂や砂礫の層と、植物遺体を含む有機質の粘土層や泥炭層を挟んでいる。このような地層の特徴は、水深の比較的小さい湖底にたまった地層や、池沼や湿原が散在する河川下流域の氾濫原にたまった地層で、しばしば認められるものである。広い谷地形を埋める厚い砂礫層と、その上位に堆積する粘土やシルトを主体とする地層の重なりは、より下流の南矢代においても確認できる (図 4)。

その生い立ちから予想されたように、武庫川上流の谷底平野は、河川争奪前の古武庫川が運搬・堆積した厚い砂礫層と、堰き止めにより生じた池沼ないし湿原にたまった地層、および河川争奪後にたまった氾濫原の堆積物や支流性の堆積物の積み重なりからなることが明らかになった。

## 上流側で厚くなる砂礫層のふしぎ

当野～篠山口間の谷底平野では、最下部の砂礫層は厚さが 30m 以上もある。しかし、当野より下流の草野 (口絵 2) で行った電気探査によると、この付近の谷底平野での砂礫層の厚さは、最大でも 20m をこえないと考えられる (図 4)。さらに下流の三田盆地になると、藍本から道場にかけて、武庫川の河床には基盤の神戸層群あるいは有馬層群が露出するようになることから、盆地底を埋める砂礫層の厚さが 10m をこえるとは思われない。つまり、武庫川沿いの谷底平野を造る砂礫層は、下流から上流に向けて厚さを増しているのである。

通常の河川であれば、下流に向かうほど水量が増し、砂礫の運搬能力が高くなる。運搬能力の増加を反映するように、谷底平野を造る砂礫層の厚さも、下流に向けて厚くなる。こうした通常の河川と正反対の特徴を示すのが、谷中分水界とともに、武庫川の不思議の一つなのである。それでは、この不思議な現象を生み出した原因は何であろうか。実はこの現象は、六甲山地や北摂山地の隆起と、まったく同じ原因で生じていると考えられる。

北摂山地と大阪平野北部との間は、有馬-高槻断層帯という活断層帯で隔てられており、この活断層

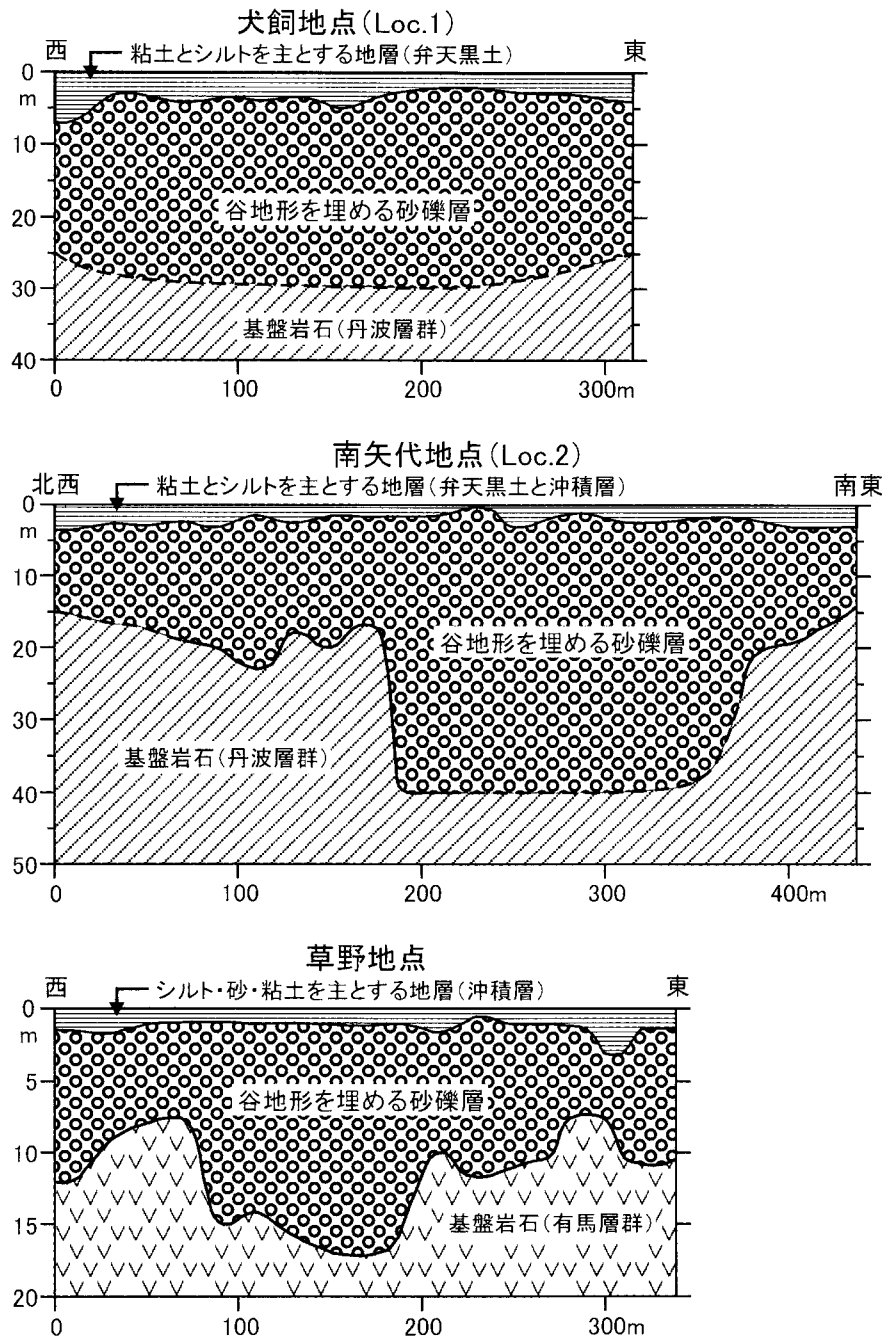


図4 武庫川上流の谷底平野の地下地質の模式断面図  
 加藤ほか(2003)に基づいて作成した。犬飼(Loc.1)と南矢代(Loc.2)の位置は口絵2を、草野地点は図1を参照。

の活動により、山地側の隆起と平野側の沈降が生じてきた。六甲山地と阪神間の平野との間にも、六甲・淡路島活断層帯が走っている。山陽新幹線新神戸駅がこの活断層帯に属する諏訪山断層の真上にあつて、上り線と下り線のプラットホームが活断層の通過地点を避けて造られているのは、有名な話である。六甲山地や淡路島も、この活断層帯の活動により隆起してきて、今に至っている。これらの近畿地方中軸部に分布する山地と平野・盆地の形成は、300～350万年前の鮮新世後半に始まり、と



くに第四紀とよばれる時代の後半、40～50万年前以降に活発化したとされている。

六甲山地の地形を空から眺めてみると、東に高く、西に緩やかに低下していくことがわかる。なるほど六甲山地の最高点は、その中心部ではなく、東端に近いところにある。琵琶湖北西の比良山地から北摂山地、およびそれらの北西に続く丹波山地の山並みを見てみても、山地の最高点は活断層帯近くの東もしくは南よりの山塊にあって、全体に緩やかに北西方向に高度を低下させている。このような山地地形の特徴は、活断層帯の活動により山地が北西方へ傾き下がりながら隆起してきた（南東部ほど隆起量が大きい）ことを表している。

次に、三田盆地に目を向けてみよう。三田盆地を流れる武庫川の両岸には薄い砂礫層から構成される谷底平野が広がっているが、さらにその両側には、ニュータウンが位置する台地や丘陵地が広がっている。30万年以上も前には、武庫川は東条川や美囊川を経て加古川方面へと流れ下っていた。これらの台地・丘陵地の一部は、その当時に武庫川が形成した厚い砂礫層からなる扇状地が、隆起、浸食された高位段丘面である。形成当時の扇頂部は藍本付近にあり、扇状地は南西に向けて地表面の高度を低下させていたと推定されている。しかし、現在見られる高位段丘面は、北西に高度を低下させるか、水平に近い。このような高位段丘面の特徴は、三田盆地やその周辺地域においても、北西に傾き下がるような地殻変動の影響が及んでいることを示唆している。

南東部ほど隆起量が大きい地殻変動のもとで、南ないし南東方向へと流れ下る武庫川は、どのような影響を受けるのであろうか。流域面積の大きな河川には、地殻変動や気候変動などにより流域内の環境が変化すると、浸食や堆積を行なってそれらの影響を調節し、できるだけ当初の河床勾配を維持しようとする自己調節機能がある。先のような地殻変動のもとでは、武庫川の河床勾配は次第に緩くなることから、河床勾配を維持するためには、上流側でより大きな堆積作用を行なって河床高度を増加させるか、下流側で基盤岩をより深く浸食して河床高度を低下させる必要がある。武庫川が、三田盆地から上流に向けて厚い砂礫層を堆積しているのは前者の結果であり、北摂山地を横切るところで深い峡谷（武庫川溪谷）を形成しているのは後者の結果であると、それぞれ考えることができる（図5）。

北西へと傾き下がる地殻変動が始まった時代は、活断層の活動が活発化して山地と盆地・平野の分化が明瞭になり始めた40～50万年前であるといわれている。一方で、三田盆地とその周辺に分布する扇状地起源の高位段丘面の存在は、その形成時においては、このような地殻変動の影響がなかったことを教えてくれる。三田盆地とその北西の丹波山地との間には、大川瀬断層、大谷断層、御所谷断層などの、北東-南西にのびる活断層がある（口絵1）。三田盆地と六甲山系の帝釈山地との境界にも、ほぼ東西に淡河断層や有野断層が走っている。これらの三田盆地周辺に位置する活断層では、高位段丘面より新しい時代に造られた地形にずれを与えているものは、淡河断層だけであるといわれる。淡河断層も、その活動周期は約1.5万年程度であり、活動度は著しく小さい。おそらく高位段丘面を造る大阪層群や高位段丘礫層の堆積した時代には、これらの活断層が活発に活動しており、三田盆地を相対的に低下させるような地殻変動が生じていたに違いない。そして、低下側の盆地部を埋めるようにして砂礫層が堆積し、高位段丘面の起源となる扇状地が発達したものと思われる（図5）。

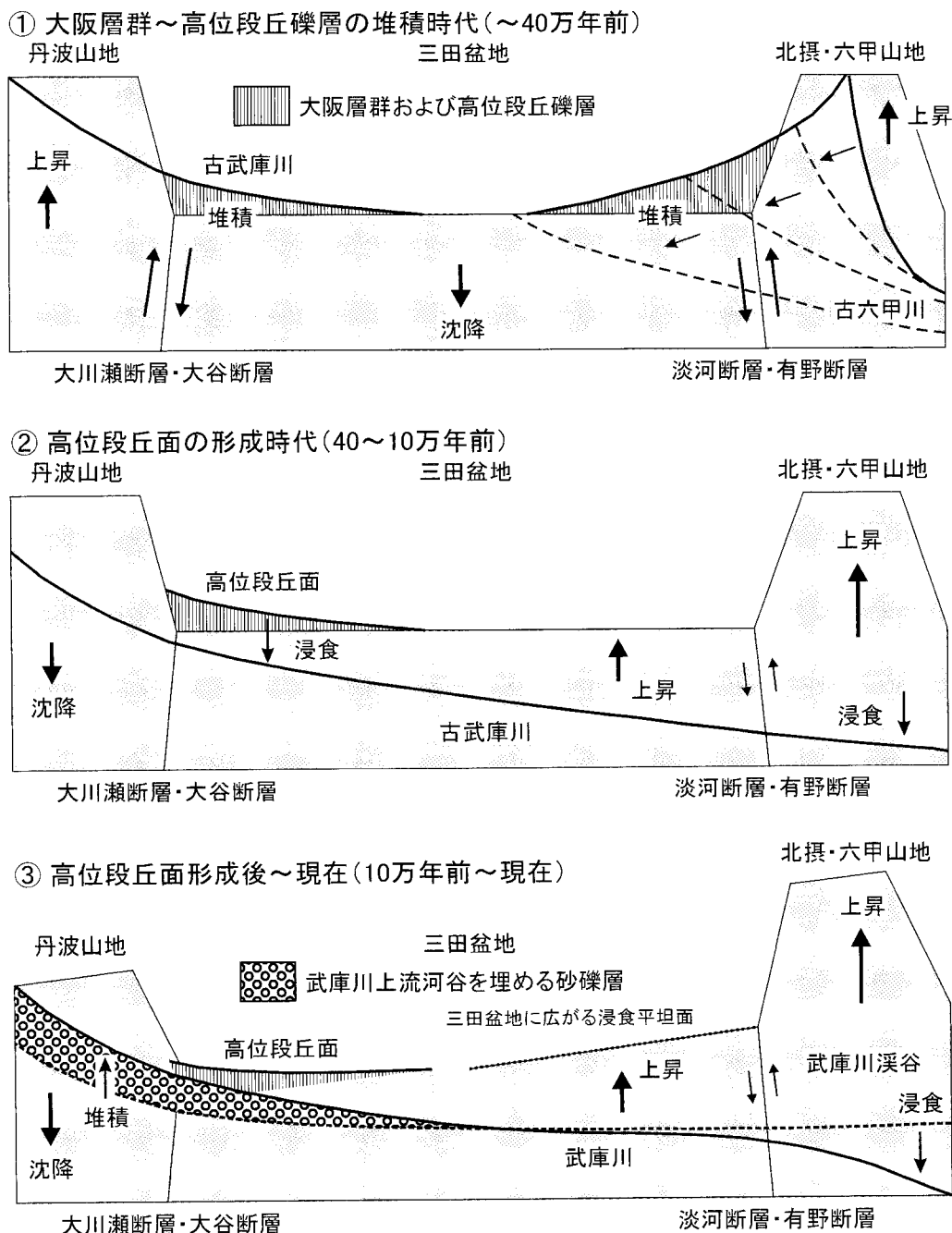


図5 武庫川の地形発達過程

三田盆地に分布する高位段丘面や、三田盆地から上流に発達する砂礫層のでき方を模式的に示した。

- ① 三田盆地と六甲・丹波の山地を境する活断層の活動により、盆地側が相対的に低下した。このため丹波山地から流れ出る古武庫川では、盆地を埋めるように扇状地性の砂礫層が堆積した。当時の古武庫川は三田盆地を南西に流れ下り、加古川に合流していた可能性が高い。
- ② 三田盆地の南北を限る活断層の活動が弱まり、六甲山地～三田盆地～丹波山地が一帯となって北西に傾き下がるように隆起し始めた。この頃までに宝塚付近を流れ下っていた古六甲川が山側に浸食谷を成長させ、古武庫川の流域を争奪して現在の武庫川の起源となった。この河川争奪により三田盆地から丹波山地にかけての武庫川流域で河床が低下し、高位段丘面が段丘化した。
- ③ 北西に傾き下がる地殻変動の影響が現れ、武庫川は隆起速度の大きな北摂・六甲の山地を横切る区間では山地を刻み込んで溪谷を形成した。三田盆地より上流域では河床勾配の減少により堆積作用が強まり、河谷が砂礫層で埋め立てられていった。

## 谷底平野の表層堆積物を掘る

武庫川上流の谷底平野が、谷地形を埋める厚さ 30m 以上の砂礫層と、その上位の砂やシルト、粘土を主体とする厚さ 7m 未満の細粒堆積物からなることを述べた。下位の砂礫層が堆積した時代には、武庫川はさかんに氾濫を繰り返し、河道は頻繁に側方に移動して、河谷を広げていた。このような本流河川の作用が旺盛な時代には、谷を埋める砂礫層の大部分は、大洪水のたびに更新されていくため、その間の細かな記録をとどめる機会が少ない。

しかし、表層の細粒堆積物が堆積した時代には、武庫川は支流から供給された粗い堆積物を、下流へと運搬する能力がほとんど無かったはずである。したがって、厚さ 7m 未満の表層堆積物に挟まれる相対的に粗い砂や砂礫は、豪雨時において支流が氾濫して堆積させたり、武庫川が谷底平野で氾濫・堆積させたりした堆積物であると考えられる。つまり、このような細粒層中の粗い堆積物は、武庫川上流域での過去の大洪水の証拠であるといえよう。そこで表層の堆積物を採取して、これら粗い地層の堆積した年代を詳しく調べることから、河川争奪後に武庫川上流域で発生した大洪水の記録を解読してみた。

堆積物から過去の豪雨や大洪水の記録を調べる地質学的な試みは、湖沼や泥炭地の堆積物を対象として、しばしば行われてきた。そこは常に堆積の場であり、過去の記録がほとんど欠けることなく残されている可能性が高いからである。一方、河川の堆積物では、一般に過去の記録の保存性が悪いとされるため、こうした試み自体がなされることはほとんどなかった。同じ河川であっても、乾燥ないし半乾燥地域の河川は、通常時には水の流れがなく、大洪水の時にのみ河道に水があふれ、大量の堆積物を運搬・堆積する。とくに山地から平野・盆地に抜け出るところでは、洪水時の流路が頻繁に変わるため、こうした堆積物が氾濫時の流路に沿って残される。したがって、これらの堆積物の特徴と堆積した時代を調べることで、過去の洪水記録を復元できる。2000 年代になってやっと、日本のような温帯の湿潤地域でも、河川の堆積物から過去の洪水記録を復元しようとする試みが行われるようになった。その点で、武庫川上流域での試みは、国内でも珍しい研究例になる。

さて、電気探査により谷底平野の構造のあらましが判明した犬飼と南矢代の 2 地点 (Loc. 1 と Loc. 2, 口絵 2) で、オランダ式ハンドオーガーというボーリング機器を使用して、表層から 2m 前後の厚さの堆積物を採取してみた。この機器では、地層中に金属製の円筒 (サンプラー) を押し込み、筒の中に入った堆積物を採取する。サンプラーの長さには 1m, 0.5m, 0.3m があり、それぞれ円筒の直径が 8cm, 5cm, 2.5cm のものがある。これらのサンプラーを地層の固さに応じて使い分け、できるだけ厚い堆積物を採取するのである。筆者ら人と自然の博物館の研究グループでは、これまでに兵庫県北部の大沼湿原で 8.3m, 千種川下流の沖積低地で 5m という厚さの堆積物を採取した記録がある。地層の固さにもよるが、厚さ 5m 以上の堆積物を採取しようとする、たいていは 1 日仕事になる。

ハンドオーガーにより採取できた地層は、犬飼 (Loc.1) で厚さ約 2.3m, 南矢代 (Loc.2) で厚さ約 1.7m であった (図 6)。いずれの地点でも、最下位の砂礫の上に粘土やシルトを主体とする細粒の堆

積物が堆積している。中部層準には、上下の地層より明らかに粗い厚さ 20～30 cmの地層（礫混じりの砂質粘土ないしシルト質粘土）が挟まれている。さらに上位には、ところどころに砂や礫が挟まれる層準も認められる。中部の粗い地層には植物遺体が散在し、南矢代の地層では、上方に向かって粗くなる構造も認められた。このような特徴から、これらの中部層準の地層は、大洪水時の武庫川本流あるいはその支流の氾濫堆積物と考えられる。

一方、粘土やシルト中に散在する礫や砂は何を意味するのであろうか。中部にみられる粗い氾濫堆積物は、当時の河川の流路から離れるにつれて、次第に粒径が細くなり、含まれる礫や植物遺体の量も減少していく。したがって、地層中に散在する礫や砂は、洪水時の氾濫堆積物の、より流路から離れた地点に残されたものと判断することができる。以上のことから、粗い粒子を相対的に多く含む層準は過去の大洪水によって堆積した地層であり、その層準と堆積した年代を明らかにすることから、

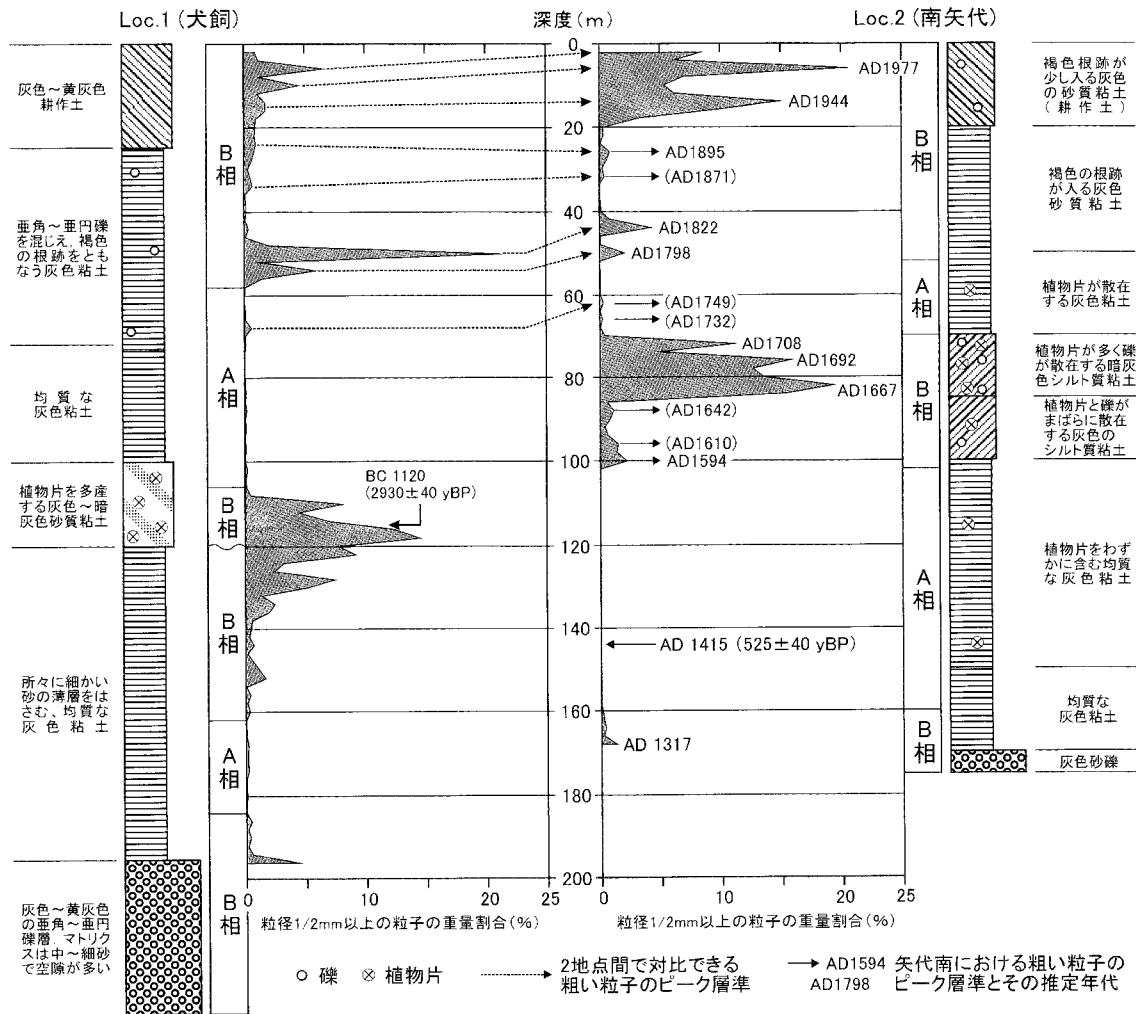


図6 武庫川上流、犬飼および南矢代地区で採取した表層堆積物の地質柱状図と、堆積物中に占める粒径 1/2 mm以上の粒子の重量割合の深度方向の変化。

図中の年代 (BC1120年およびAD1415年) は、放射性炭素年代 (2940 ± 40 yBP および 525 ± 40 yBP) をプログラム CALIB4.3 (Stuiver and Reimer, 1993) により、それぞれ暦年代に換算して得た。南矢代における他の年代は、堆積速度を一定と仮定し、深度 144 cm層準を 1415年、表層 (深度 0m) を 2001年として、内挿および外挿して得たものである。

過去の大洪水の時代や頻度を調べることができると考えられる。

そこで、採取した堆積物を1 cm角もしくは2 cm角のブロック試料に切り分けて、乾燥重量を測定した後、超音波洗浄により粒径1/16 mm未満のシルト・粘土分を流し去った。残された粒径1/16 mm以上の粒子を、粒径1/16 ~ 1/8 mm, 1/8 ~ 1/4 mm, 1/4 ~ 1/2 mm, および1/2 mm以上の4つの粒子集団にふるいわけ、各集団の乾燥重量を測定した。そして、試料の乾燥重量に占める粒径1/2 mm以上の粒子の重量割合を求めて、その深度方向の変化をグラフにしてみた(図6)。粒径1/2 mm以上の粒子の重量割合は、いずれの地点でも25%未満ではあるが、いくつかの明瞭なピークを示している。このピークの層準が、粗い粒子を相対的に多く含む層準であり、過去に大洪水が発生した層準であると判断した。

このようにして検出した大洪水の発生層準の年代を明らかにするために、地層に含まれる植物遺体の放射性炭素年代を測定した。採取した堆積物中に含まれる植物遺体は、いずれもごく少量であった。このため、数mgの試料でも高精度の年代が得られる加速器質量分析計を用いた放射性炭素年代測定法を採用した。犬飼の深度114 cm層準と、南矢代の深度144 cm層準に含まれる植物遺体を測定したところ、それぞれ $2930 \pm 40$  yBPと $525 \pm 40$  yBP(yBPは1950年を基準に何年前かを表す)の年代を得ることができた(図6)。

放射性炭素年代測定は、放射性同位元素である炭素14( $^{14}\text{C}$ )が、5580年の半減期(リビーの半減期)に従って時間とともに核壊変して減少していくことを利用した年代測定法であり、大気中に含まれる炭素14の割合が一定であったことを原則としている。しかし、1950年以降に行われた原水爆実験により、それ以降の時代は大気中の炭素14の割合が著しく増えたため、年代は1950年を起点として過去何年前というように表現する。さらに現在では、大気中の炭素14の割合が過去にも変化してきたことがわかっており、それを考慮して放射性炭素年代を暦年代(現在から何年前)に換算するプログラムが、いくつか考案されている。そのプログラムの一つ(CALIB4.3: Stuiver and Reimer, 1993)を用いて上記2つの放射性炭素年代を暦年代に換算すると、それぞれ紀元前1120(BC1120)年、西暦1415(AD1415)年となる。なお、これらの暦年代には誤差がともなうことに注意して頂きたい。

## 洪水の地質記録を読みとる

犬飼と南矢代の2地点における表層堆積物の層相と粒度の変化を、もう一度良くみて見よう。両者には共通の特徴が認められ、粗い粒子をほとんど含まず、ほぼ均質な粘土からなる部分(A相)と、粗い粒子のピーク層準が煩雑に繰り返される部分(B相)が、交互に現われている(図6)。犬飼では、深度162 ~ 184 cmと58 ~ 106 cmの層準がA相、深度184 cm以深、106 ~ 162 cm, および58 cm以浅の層準がB相である。南矢代では、深度102 ~ 160 cmと52 ~ 70 cmの層準がA相に、深度160 cm以深、70 ~ 102 cm, および52 cm以浅の層準がB相に、それぞれ相当する(図6)。ボーリング地点が現在の流路の近くであり、ともに最上部にB相が堆積することから、A相では流路がより遠くに位置し

て氾濫時に粗い粒子が供給される機会が少なく、B相では流路が相対的に近くに位置して、氾濫時に粗い粒子が供給される機会が多かったものと解釈される。

次に、両地点の粒径 1/2 mm以上の粒子の重量割合を見ると、最上部のB相におけるその深度方向への変化は良く一致している。ともに最上部と最下部に近接する2ないし3つの明瞭なピーク層準があり、その間には不明瞭ながら2ないし3つのピーク層準が認められる(図6)。深度 100 cm以浅の層準で年代データが得られていないという問題はあるが、ピーク層準の類似性からみて、犬飼でも深度 70 cm以浅の層準は、南矢代とほぼ同じ時代に堆積したものと考えられる。したがって、これら2地点における最上部のB相中の粗い粒子のピーク層準は、少なくとも2つの地点で記録されるような相対的に規模の大きな洪水記録を、比較的欠けることなく示している可能性が高いと思われる。

犬飼では最上部のB相(深度 58 cm以浅)や直下のA相(深度 58 ~ 106 cm)で年代データが得られておらず、中部のB相から得られた年代(深度 114 cmで BC1120 年)のみを基準とすると、洪水層準の年代を古く、またその時間間隔を大きく見積もってしまう危険性がある。犬飼の最上部のB相が南矢代の最上部のB相と対応していると考えられたので、ここでは南矢代における表層堆積物の堆積速度が一定であったと仮定して、表層の年代(AD2001 年)と深度 144 cm層準の暦年代(AD1415 年)から、粗い粒子のピーク層準で示される洪水の発生日を算出してみた(図6)。

その結果、大小織り交ぜた14のピーク層準に対応する年代として、下位から順に1594年、(1610年)、(1642年)、1667年、1692年、1708年、(1732年)、(1749年)、1798年、1822年、(1871年)、1895年、1944年、1977年算出できた。括弧で示した年代は、不明瞭なピーク層準である。この結果を三田市史に記載された明治以降に浸水被害を生じた記録と比較してみると、三田市内を流れる武庫川では、1896年、1907年、1932年、1938年、1961年、1976年に洪水被害が起こっている。明治以降に相当する3つのピーク層準の年代が、10年未満の違いで実際の洪水発生日に対応していることが確認できる。したがって、地質学的にみた洪水発生日の推定年代は、実際に洪水が発生した年代を反映しているものと考えられる。これらのピーク層準から求められた年代を洪水の発生日と考えると、586年間に14回の洪水が発生したことになる。その平均繰り返し間隔は  $29.4 \pm 12.2$  年であり、およそ30年間隔で洪水が発生してきたことが推察される。記録に残る1976年洪水からの経過年数を考えると、この2000年代には再び洪水が発生する可能性が高いといえよう。

## 数万年後の武庫川を想像してみる

これまでにさまざまな時間スケールに沿って、近畿地方の河川の中でも特異な特徴を示す武庫川上流域の地形・地質を眺めてきた。最後に、数万年の後、今地球上で繁栄を極めていく人類が滅び去り、自然のおもむくままに変化をとげられるようになった武庫川流域が、どのように変貌していくであろうかを想像してみたい。

篠山盆地でかつての武庫川の上流域を争奪した篠山川は、流域面積が増して水量が増えたために浸

食力を著しく高め、さかんに盆地底を掘り込んでいく。その支流も、本川の河床低下にともなって盆地底を掘り下げていき、谷頭部を周囲に拡大していく。篠山口から当野にかけての武庫川上流の谷底平野も、篠山盆地から延長する支流河川の浸食が及び、次第に段丘化した。水は低きにつく。谷底平野に流下していた武庫川支流は次第に篠山川水系の支流に組み入れられていき、谷底平野を浸食していく。こうして篠山川からのびる支流（安田川）は、流域面積の増加とともに篠山口から南矢代、さらには当野へと延長していき、ついに武庫川との谷中分水界は、当野南の峡谷中へと移動してしまった。

谷底平野といえば、かつては30年に一度は洪水氾濫にみまわれていたが、段丘化したためにその心配は無くなった。もっとも自然の摂理である洪水氾濫をきらう人類は、とっくの昔に存在しなくなったが、段丘面から十数m下に見える支流底には、直径1m近くになる巨礫が散在する河原が広がり、そこを清流が北へと流れ下っている。礫の中には、人類が造った護岸堤のコンクリートの塊も、わずかに含まれている。かつて武庫川上流域には、砂や泥がたまり、湿性草地となった河底にヌートリアが暮らしていた。ヌートリアは、福知山盆地から氷上回廊を経て加古川流域へと拡がり、さらに篠山川を渡り、この武庫川上流域へと到達したのであった。しかし、礫原となった川原にはもはやヌートリアの棲家はなく、かわってアユやアマゴたちが勢力を広げていった。

気候は、人類の繁栄した温暖・湿潤な間氷期から、冷涼・湿潤な氷期初めの気候へと変化していた。繁栄をむさぼり、地球のもたらした自然資源のほとんどを食い尽くした人類ではあったが、自らの過ちにより地球が一方的に温暖化してしまうことだけは、唯一防ぐことができたのであった。この気候のもと、乾燥した段丘面上にはコナラ類を主とする温帯性落葉広葉樹林や、スギ・ツガなどの温帯性針葉樹林の森が広がっている。周囲の山頂付近にはブナ林も見える。

タイムマシンに乗って、数万年後の武庫川上流の谷底平野に降り立ったら、こんな景観が見られるのであろうか。大都市近傍にあっても、武庫川の中・上流域には、まだまだ自然が多く残されている。しかし、人類の自然への干渉は、とどまるどころを知らないようだ。数万年の後に、自然の営みに溢れた景観が、再び武庫川に訪れていることを期待したい。