

## 防災教育の視点からみた円山川水系の水文環境と豊岡盆地の表層地質

小林 文夫

### Hydrogeographic environment of the Maruyama-gawa River System and subsurface geology of the Toyooka Basin, Hyogo, Japan from an educational viewpoint for protection against disaster

Fumio KOBAYASHI

#### 要 旨

兵庫県北部の日本海に流出する円山川は、流路延長(68.5km)にくらべると流域面積(1289km<sup>2</sup>)が大きく、流域の地表水の95%以上は河口から南に8~19km遡った豊岡盆地に流入する。豊岡盆地の標高は5m以下、盆地北部では1mくらいで、河口から17km地点の円山川の河床まで日本海の海水が侵入しているくらい低平である。豊岡盆地は縄文海進時の溺れ谷が古円山川による土砂の埋め立てにより形成されたもので、表層部には基底部の砂礫層に累重するN値の低い主に海成の粘土層やシルト層が厚く分布する。本文は地域防災教育の視点から円山川水系の水文地理と豊岡盆地の表層地質環境、さらにこれらと豊岡盆地の水害との深い関連性についてまとめたものである。

**キーワード：**防災教育、円山川、豊岡盆地、河床勾配、軟弱地盤、洪水

#### はじめに

2004年10月20日、大型で強い勢力で、四国に上陸した台風23号は本州を縦走し、各地に大きな被害をもたらした。豊岡盆地では、21日未明に豊岡市の円山川右岸の堤防が決壊し、市街地だけでなく、盆地全域が広い範囲で水没した。有史以来、甚大な水害を度々被ってきた豊岡盆地では、円山川の河道変更、河床の拡幅、堤防強化といった河川土木工事が繰り返されてきた。過去の洪水をもとに円山川・出石川の氾濫状況がシミュレーションされ、主な地点の浸水の深さや豊岡盆地の浸水想定区域図が公表され、地域住民に過去の水害を教訓とし洪水への備えが呼びかけられてきた(例えば、国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所, 2002)。2004年洪水時の堤防決壊は河川土木専門家の想定を上回る急激な水位上昇の結果と思われる。多くの大小支流が盆地に集まる円

山川水系の特性や水はげが悪い低平な盆地地形などが洪水を起こしやすくし、軟弱な地盤ゆえ堤防の大型化に限界があるなど地域の水文地理学および表層地質学的な環境要因が水害の背後に横たわっている。

本文は、地域防災教育の視点から円山川水系の河川特性と豊岡盆地の地盤構造、さらにこれらと豊岡盆地の水害との関連性についてまとめたものである。豊岡盆地を取り巻く環境問題、特に河川環境問題は盆地の形成過程と密接に関わっている。すなわち、防災教育の面でも、盆地の地形や地質の生い立ちを歴史的に捉え、地域環境問題を考える必要性を強調している。

豊岡盆地は盆地奥まで入り込んでいた日本海の湾入部(溺れ谷)が、約1.3~0.6万年前の海面上昇期(縄文海進)とその後の現在に至る高海面期に、古円山川の上流から運んできた土砂に埋め立てられたことにより豊岡盆地から河口の沖積低地が形成された。ボーリング資料から円山

川沿いの未固結層の厚さや地盤特性は兵庫県土木地質図編纂委員会(1996)により公表されたが、未固結層の層相や堆積環境などの詳細については不明のままであった。豊岡盆地の完新世堆積環境については、沈降地域にあるという見解(前田ほか, 1989)が一般的であったが、少なくとも完新世において顕著な沈降は起こっていないという報告もある(佐藤ほか, 2002)。谷川(2009)は既存ボーリングコアの土質柱状図の再検討やコア試料の各種分析

を行い、沖積層の堆積環境や古地理の変遷過程を考察し、日本列島で数多く報告されている完新世中期の高海面は豊岡盆地では確認されず、豊岡盆地はこの時期には沈下傾向にあった可能性を指摘している。

本文では、豊岡盆地の入口(南限)を沖積低地の幅が急に広がり、河床勾配が緩くなる江原北方の円山川-八代川合流域とし、出石よりも下流側の出石川兩岸の低地も豊岡盆地に含める。

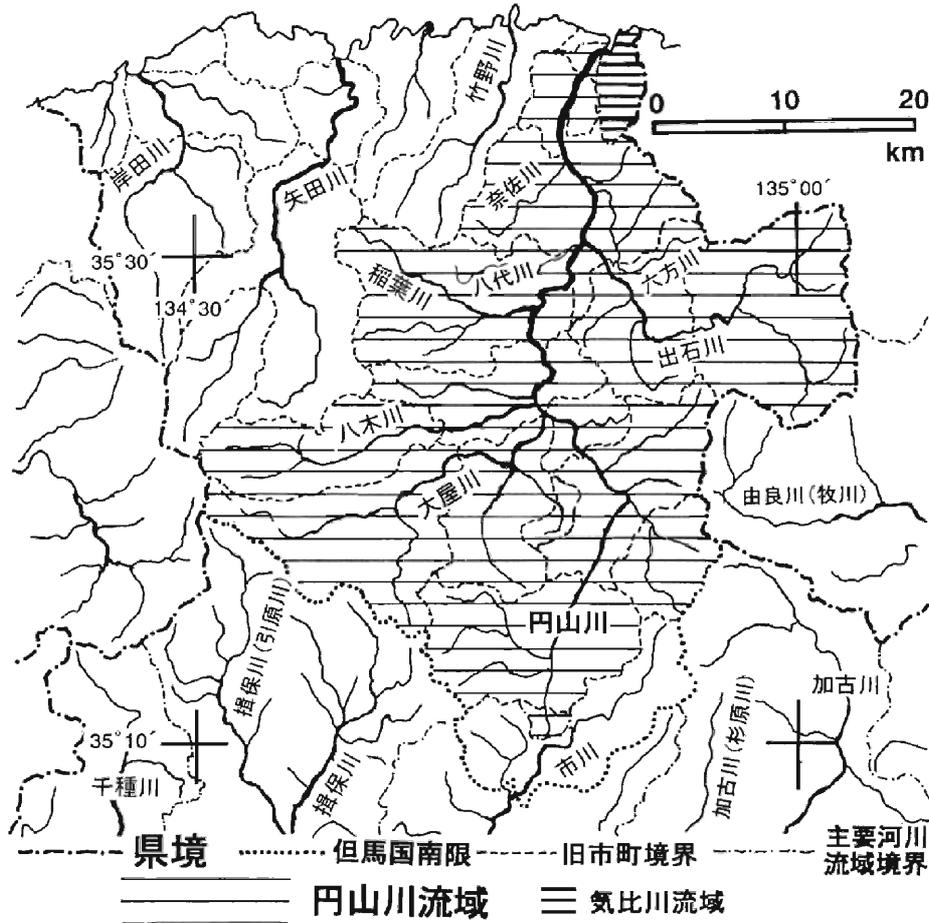


図1 但馬地方の主要河川水系図と円山川・気比川流域分布図。円山川河口から8km遡った地点から源流部までの流域面積(集水域面積)は円山川全体のその95%以上を占め、円山川水系の流水や流域の降雨のほとんどすべては豊岡盆地に注ぎ込むことになる。旧但馬国だけでなく、但馬地方の旧市町の境界の多くが水系境界(尾根部)をもって選定されている。

### 円山川水系の河川特性と周囲の地勢

円山川は朝来市生野町円山南方2kmを源流とし、津居山湾で日本海に出る、流路延長68.5km、流域面積1289km<sup>2</sup>の一級河川である(図1)。兵庫県ではその流路延長は加古川、市川、揖保川、千種川に次ぎ、流域面積は加古川に次ぐ。円山川の流域面積は旧但馬国の約65%を占

め、流域面積が流路延長に比べ大きいこと、豊岡盆地から河口までの下流部では山地が兩岸に迫り、そこでの河床勾配は非常に小さいのが特徴である(図2)。

源流部、円山南方の標高は315mで、緩やかに和田山に向かい北流するが、氷ノ山(1510m)を源流域とする支流の大屋川や八木川の河床勾配は本流のそれよりもはるかに大きい。20km以上の支流では、大屋川(37km)と八木

川(28km)が八鹿南方で、稲葉川(22.5km)が江原南方で本流に流入し、山間盆地を流れる円山川は下流に向かい次第に川幅と流量を増していく。稲葉川との合流部付近には1.1~1.5万年前の神鍋溶岩流が2 km以上、左岸に分布している(古山ほか, 1993)。この付近で河床勾配は一

時大きくなるが、ここを過ぎると河床勾配は小さくなり、円山川は豊岡盆地に入っていく。合流部の稲葉川は神鍋溶岩流の流路を避けるように南側の山際を流れ、最後に大きく屈曲して円山川に流入する。

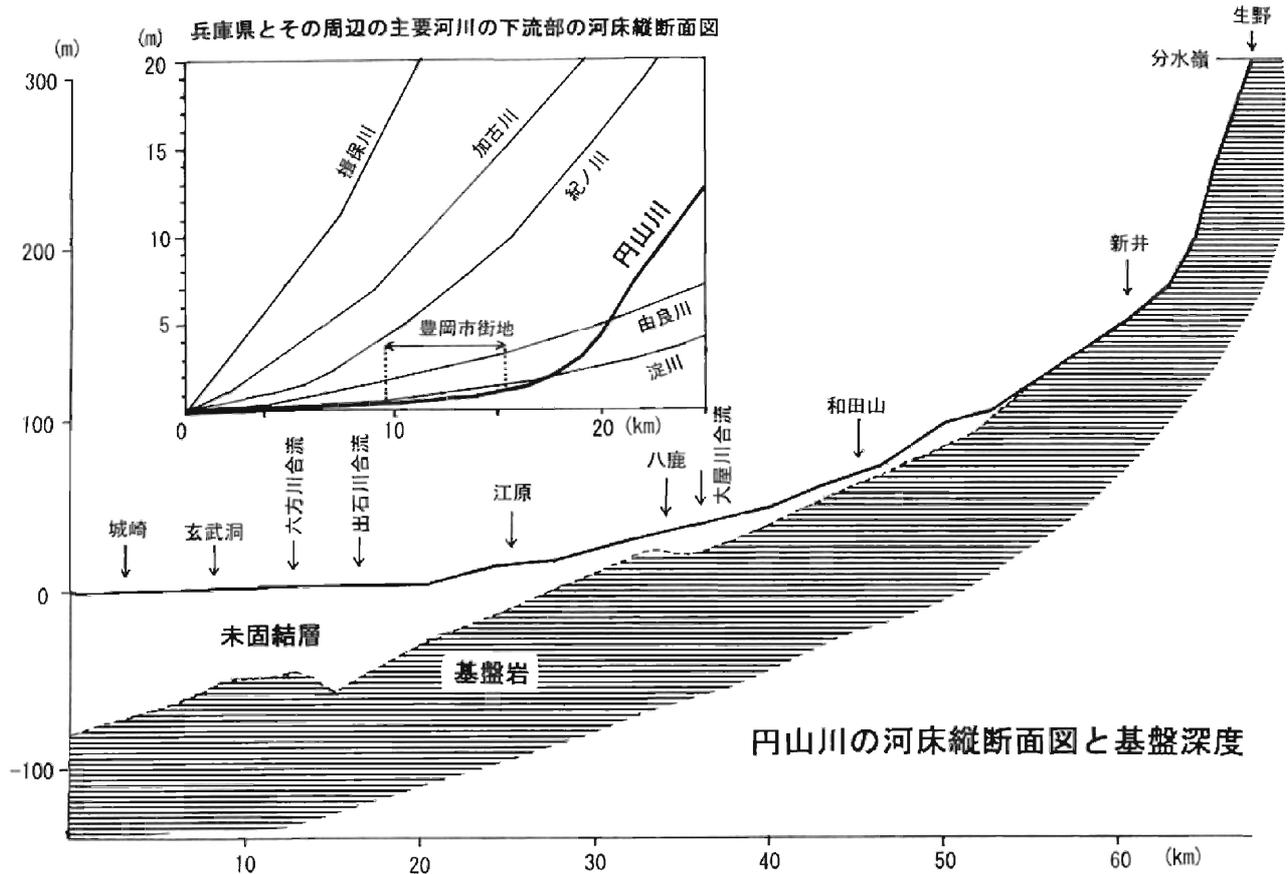


図2 円山川の河床縦断面図と基盤深度。生野北方に端を発する円山川は河床勾配を減じながら北流するが、河口から20km遡った豊岡盆地に入ると円山川の河床勾配はさらに緩くなり、流路沿いの基盤岩深度は徐々に深くなる。円山川下流部の河床勾配は兵庫県や近畿地方の河川の中でも目立って緩い。基盤深度は豊岡土木事務所と八鹿土木事務所提供のボーリング資料を参考に作成した。

豊岡盆地に直接流入する支流のうち、10km以上のものでは、八代川(10.5km)が旧豊岡市-旧日高町境界部の西芝で、出石川(34km)が盆地のほぼ中央部で、六方川(15.5km)が豊岡市街地北方で、奈佐川(12.5km)が盆地北部で円山川に流入する。奈佐川流入後、左岸の沖積低地はほとんど姿を消す。右岸では奈佐川合流地点の北1.3kmの玄武洞まで続く(図1)。盆地南端部の沖積低地の標高は江原北方(神鍋溶岩流から離れたところ)で10m、西芝の八代水門付近で6m、出石川-円山川合流部で3m、六方川-円山川合流部(円山川河口から13km遡った地点)で1m未満である。八代水門を過ぎると円山川の河床勾配は急に緩くなり、出石川との合流後の円山川右岸の低地は特に低平で、水はげが悪く、「六方田圃」

の低湿地が広がっている。この低湿地の山際の中谷集落には縄文時代の貝塚が残されている(豊岡市史編集委員会(編), 1981)。

低平な豊岡盆地を流れる円山川本流部、六方川や出石川の下流部は、かつては緩やかに蛇行し(図3)、大雨のときには蛇行部をはじめ各箇所ですべり決壊を繰り返してきたと思われる。河道の変更や高く積み上げられた堤防など戦後の大規模河川改修工事により、かつての円山川の姿は現在では見られない。円山大橋南方から堀川橋の円山川左岸の豊岡市街地にかつての円山川の面影を偲ぶことができる。

玄武洞を過ぎると周囲の地形は一変する。河口までの8kmの区間の標高差は1m未満である。川幅は200~500m、

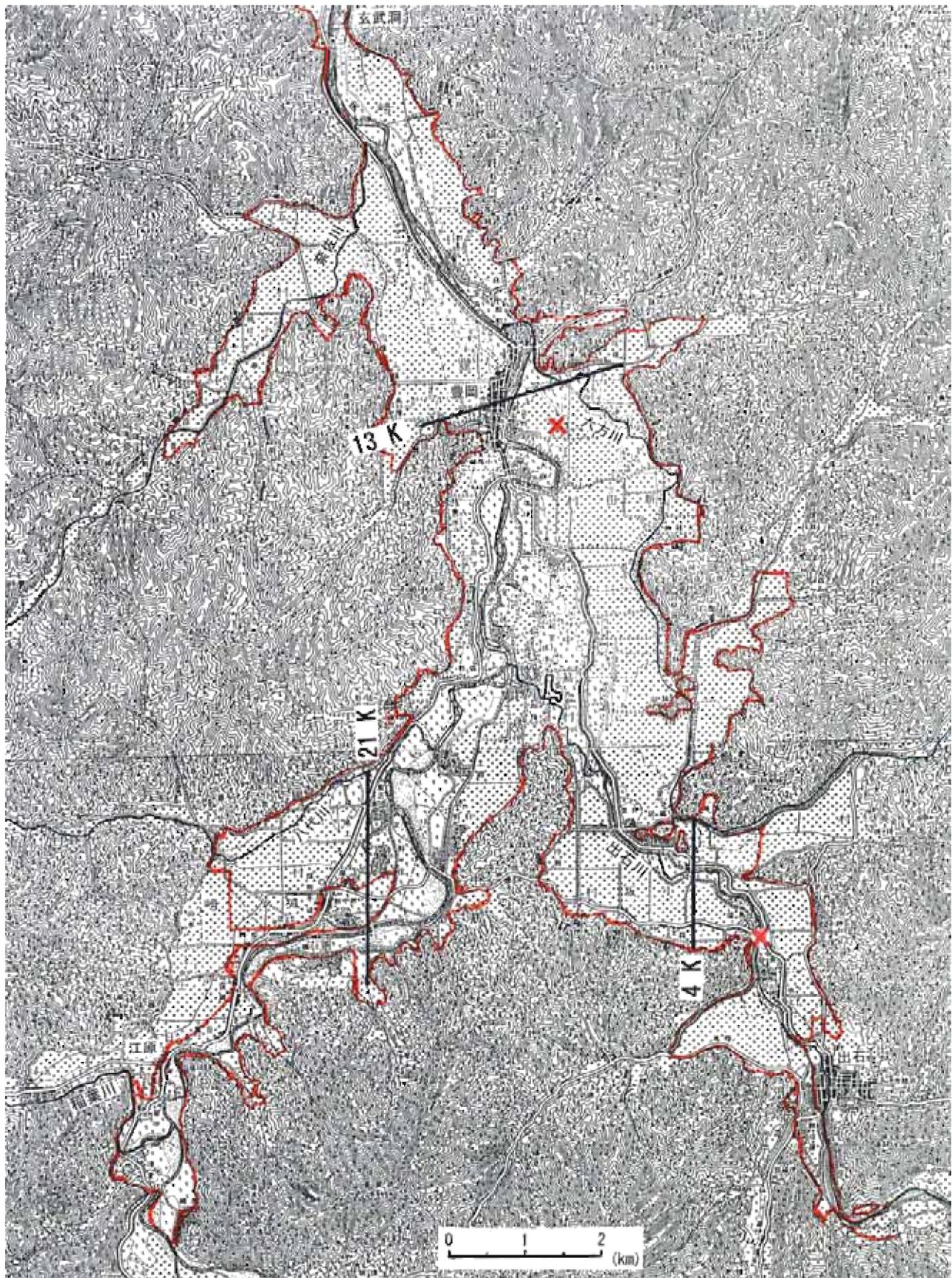


図3 豊岡盆地の古地形図(明治34年)：山地と平地の境界が明瞭で(両者の漸移部が不明瞭あるいはみられない)、かつての溺れ谷とその延長部が土砂で埋め立てられ、狭長な盆地ができたことがこの古地形図から推察される。円山川・出石川・六方川の旧河道と蛇行、さらに1925北但馬地震被災前の豊岡市街地にも注意。赤線の内側(地形的低所)が平成16年水害時の浸水域。江原北方の非浸水域は神鍋溶岩流の地形的微高所の影響と思われる。赤の×印は平成16年水害時(図9)の堤防決壊地点(河道変更のため古地形図では旧河道から離れている)。3側線(13K、21K、4K)は円山川・出石川3地点の地形横断面図(図10)の位置を示す。

最深部でも5m未満と浅く、玄武洞と来日橋の間には長さ1.4 km、最大幅150 mの中洲も存在する。兩岸の岩盤(北但層群)が急傾斜で河岸に迫り、連続する目立った低地は存在しない(図4)。円山川と同様に、津居山湾に出る6 kmの小河川(気比川)沿いの低地とは好対照である。

左岸を走る国道は護岸された堤防沿いの狭い低地に築かれている。最下流部に架けられた港大橋(河口まで1 km)南方600m地点には北但馬地震(1925, M=6.8, 死者428人)の際に崩落した約5 mの岩塊が残されている(図5)。



図4 城崎町来日橋(円山川河口まで5.3km)からみた円山川下流部の地形景観。円山川兩岸に山地が迫り、道路や鉄道は護岸された堤防沿いを走っている。



図5 1925年の但馬地震の強振動により、河口から1.7km地点の円山川左岸の道路に5 m以上の岩塊が崩落し、道路を塞いだ。崩壊岩の加工された残骸が同地点に現在でも残されている。

### 豊岡盆地とその周辺の表層地質環境

日本の多くの平野や盆地の表層部には厚い沖積層が堆積し、永年的な沈降域となっている(例えば、貝塚ほか、1995)ことから精緻な水準点測量が行われ、軟弱な沖積層の上に大型の建造物を築くには構造物支持層の地下深

度を知る必要があるためボーリング調査をはじめとする地盤調査が行われてきた。未固結層の相対的な強度を求め、比較する上でN値が有効である。標準貫入試験値をN値といい、ボーリングコア採取時にやぐらを組み、重量63.5kgのハンマーを75cm自由落下させて標準貫入試験用サンプラーを30cm打ち込むのに必要な打撃数であら

わす。

円山川や出石川沿いでは、橋梁や水門・排水機場の建設、堤防の増強工事などの大規模土木工事の際にボーリング調査や土質試験が行われてきた。そのため、河川沿いの南北方向の地盤構造の詳細が判明している（図6；

谷川，2009）。それらの結果を簡略化すると、豊岡盆地の地下には周囲の山地に広く分布する新第三紀中新世（2300万～530万年前）の北但層群が基盤岩として伏在し、その上に50mから80mの未固結層が重なっている。

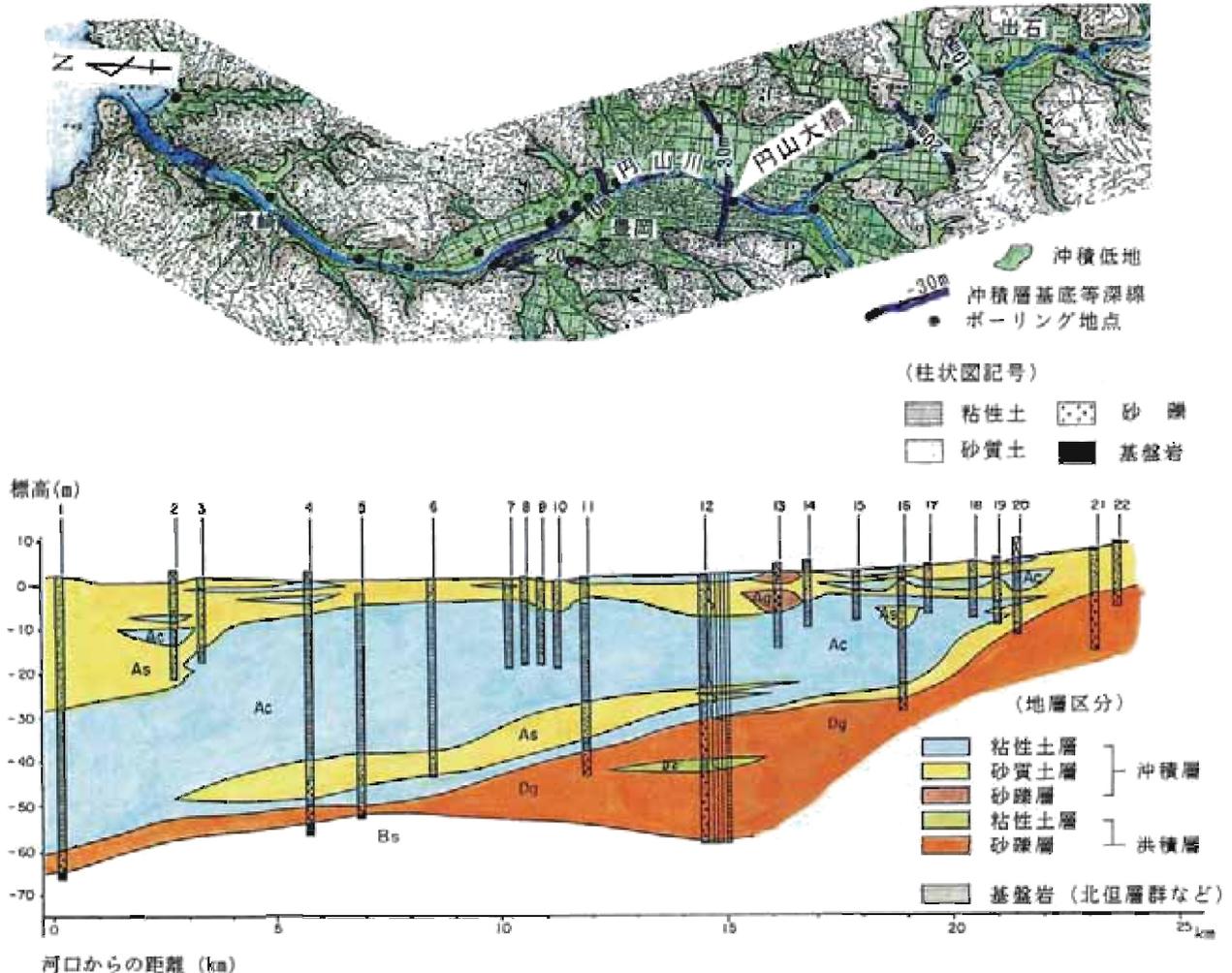


図6 豊岡盆地から円山川河口までの沖積低地の分布，円山川から出石川沿いの土層断面，ボーリング地点（1～22），沖積層基底等深線（兵庫県土木地質図編纂委員会，1996による）。洪積層と沖積層の境界（谷川，2009の下部砂礫層と下部砂泥層の境界に概ね一致する）の勾配は円山川の河床勾配よりもはるかに急で，河口に向かって深くなっていく。厚い粘土層と非常に緩い円山川の河床勾配に加え，玄武洞から河口までの8kmの間では山地が円山川に迫っていることも豊岡盆地の排水の妨げになっている。

最下部の砂礫層（兵庫県土木地質図編纂委員会(1996)の洪積礫層；谷川(2009)の下部砂礫層）のN値は概ね50で，大型建造物の支持層となっている。その上限の深度は上流側ほど浅くなり，上位層との境界面の勾配は円山川の河床勾配よりもはるかに急である（図6）。最下部の砂礫層は河口から江原まで追跡されるが，円山川沿いでも，六方排水機場横（図6のボーリング地点10付近）のボーリングのように最下部の砂礫層が見られないところもある（豊岡土木事務所提供資料による）。

最下部の砂礫層の上位には層厚の地域差の大きい砂層

を介して厚い粘土層が重なっている。標高-40～+1mに分布する厚い泥層(谷川，2009の中部泥層)はN値が5以下の軟弱な粘土を主体とし，豊岡盆地北部で最も厚い(約30m)。5,900～7,200 yrsBPの<sup>14</sup>C年代(谷川，2009)から，縄文海進最盛期頃(完新世の最高海水準期)の細粒相とみなされる。中部泥層の下位と上位にはN値が5～20の砂泥優勢相(谷川，2009の下部砂泥層と上部砂層)が分布し，上部砂層下部の<sup>14</sup>C年代は2,000 yrsBPである(谷川，2009)。最上位の泥層はN値が5以下で，現在の円山川・出石川の氾濫原堆積物と考えられる。

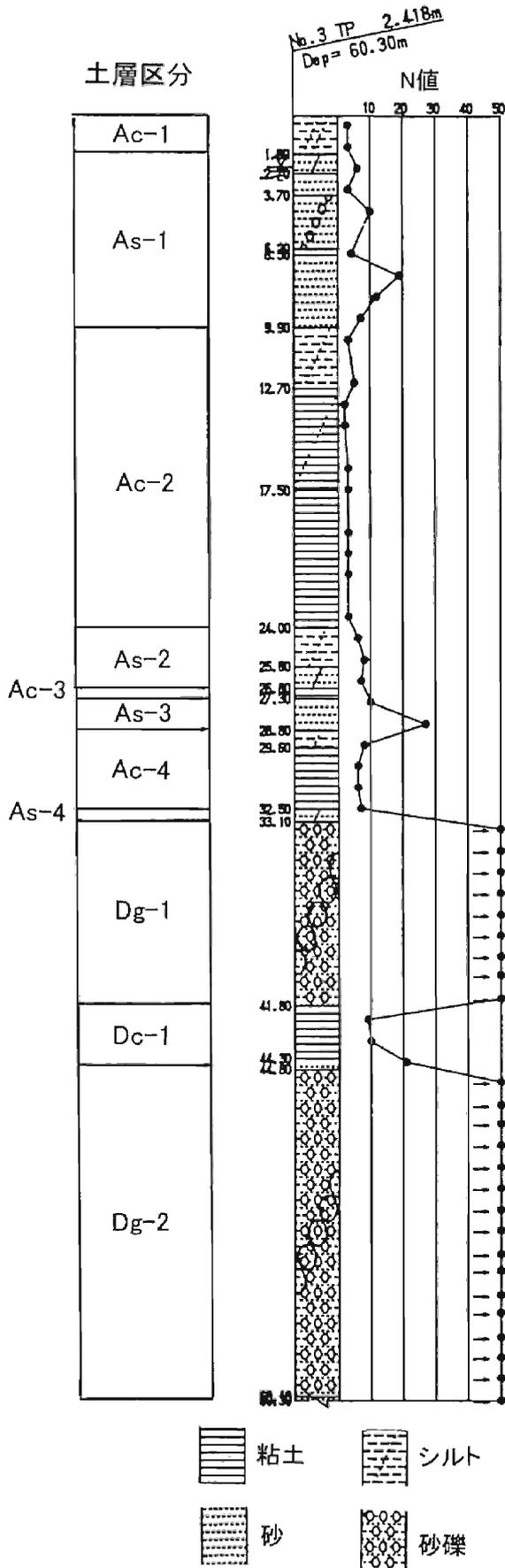


図7 豊岡市円山大橋のボーリング柱状図 (No. 3 ボーリング、標高 2.418m、深度60.30m) とN値の分布・土層区分(豊岡土木事務所提供資料を簡略化、図6・表1参照)。

円山川 - 出石川合流点の下流側1.5kmの円山大橋におけるボーリング柱状図・N値・土層区分を図7に、土層の特徴を表1に示す。下位から、Dg-2~Dg-1が谷川(2009)の下部砂礫層に、As-4~As-2が下部砂泥層に、Ac-2が中部泥層に、As-1が上部砂層に、Ac-1が最上部泥層に相当する。土質試験の結果からAc-2は圧密沈下を起こすおそれが指摘され、As-1は液状化の発生しやすい地層とされている(豊岡土木事務所提供資料による)。円山大橋地下の砂層や砂礫層の透水性は全般的に高く、Dg-1とDg-2が豊岡の地下水源となっている帯水層に相当する。豊岡盆地では消雪用の地下水汲み上げなどによる地盤沈下が報告され、豊岡市京口の水準点で1965年から2005年の40年間で60 cmの地盤沈下が記録されている(兵庫県, 2007)。

ボーリング資料が少ないため、豊岡盆地の未固結層の東西方向の地盤構造は不明である。盆地内に孤立分布する北但層群や花崗岩からなる残丘が点在することから、円山川や出石川に直行する断面の未固結層の岩相や層厚の側方変化は流路方向のそれよりも大きいと思われる。

来日橋の円山川左岸(図6のボーリング地点3と4の間)のボーリング調査(深度58m)によると、未固結層は最下位の厚さ11.5mの砂礫のほかは、N値5以下の厚い粘土層が卓越する。このボーリング地点から北に約40mはなれたところには岩盤の北但層群の急崖が迫っている(図8)。未固結層堆積前に豊岡盆地北部から現在の円山川河口にかけて現在よりもはるかに深くえぐられたV字谷が発達していたことが想定される。円山川河口の津居山港の豊岡土木事務所提供ボーリング資料によると、未固結は岩盤を直接被う2.7mの砂礫層だけから成っていて、1 km東側の気比川河口の65mよりも著しく薄く、粗粒である。円山川の流路がこの辺りでは過去と現在では異なっていたこと、このボーリング地点は古円山川下流部の深いV字谷の縁辺部に位置していたためと考えられる。

豊岡盆地よりも上流の円山川沿い4地点(旧八鹿町小田、旧養父町大屋川との合流部、旧和田山町竹田、旧和田山町久世田)のボーリング資料(八鹿土木事務所提供)から、これら上流側の山間盆地の表層部は基盤の白亜紀花崗岩や火山砕屑岩類を被う層厚4~15 mの淘汰不良の砂礫または泥を交える砂礫主体の沖積層からなると思われる。砂礫のN値はふつう50以上、所により10から50以上と大きく変化する。砂泥層のN値は豊岡盆地のものよりも大きい。

表 1 豊岡市円山大橋ボーリング地点における土層区分, 土層の特徴, 層序 (豊岡土木事務所提供資料を簡略化, 図 6・図 7 参照).

土層区分	土層の特徴	層序(谷川, 2009による)
Ac-1	N値2~12(平均5)程度の軟弱な粘土層. 有機物を含む.	最上部泥層 (UM)
As-1	N値2~35(平均11)程度の細砂を主体にした砂層. 上部は液状化の可能性大. 透水性大.	上部砂層 (US)
Ac-2	N値1~6(平均3)程度の軟弱な粘土層. 貝殻を含む海成の粘土~シルト層. 正規圧密状態を呈する.	中部泥層 (MM)
As-2	N値8程度の緩い細砂を主体とする砂層. 有機物を含む. 透水性大.	下部砂泥層 (LS)
Ac-3	N値5~13(平均8)程度の粘土~シルト層.	
As-3	N値18程度の細砂を主体とする砂層. 有機物を含む.	
Ac-4	N値7程度のシルト~粘土層. 有機物を含む. 過圧密状態.	
As-4	N値23程度の細砂を主体とする砂層.	下部砂礫層 (LG)
Dg-1	N値50以上の砂礫層. 礫径5~50 mm程度の礫を主体とし, 径200 mm 以上の玉石を含む. 透水性大.	
Dc-1	N値13程度のやや締まった粘土~シルト層.	
Dg-2	N値50以上の砂礫層. 礫径5~50 mm程度の礫を主体とし, 径200 mm 以上の玉石を含む. 透水性大.	



図 8 来日橋の円山川左岸 (円山川河口まで5.3km地点, 図 6 のボーリング地点 3 と 4 の間) のボーリング地点 (×印で示した) と背後の山地. このあたりの道路面の標高は 1 m くらいで, ボーリング地点の北 40m (写真の右側) の JR 山陰線横の急崖は北但層群の緑色凝灰岩から成る. ボーリング地点では未固結層は深度 58m 以上に達していることから, 未固結層堆積前の古円山川はこのあたりでは地下 60m 位のところを流れ, 現在の円山川下流部には急峻な V 字谷が発達していたと考えられる. V 字谷は円山川の約 1 万年前以降の堆積物で埋め立てられ, 現在に至っている.

### 豊岡盆地の水文環境と水害

県下の河川では, 前述したように円山川は流路延長に比べると流域面積が大きく, 河口から 8~19km の豊岡盆地に入ると河床勾配が小さくなり, 兩岸の沖積低地の標高は 5 m 以下で, 盆地北部では 1 m くらいしかない (図 2, 3). 河口から 8 km 遡った地点から源流部までの流域面積(集水域面積)は円山川全体のその 95% 以上を占める (図 1). すなわち, 豊岡盆地を経由せずに日本海

に直接出る円山川水系の流水は流域面積全体の 5% 未満で, 円山川水系の流水や流域の降雨のほとんどすべては豊岡盆地に注ぎ込むことになる. 未固結層と岩盤の境界の 3 次元分布から地下水の挙動についても同様なことがいえ, 豊岡盆地が貯水槽のような役割を果たしていると思われる. 盆地出口の玄武洞付近から河口までの 8 km の区間の標高は 1 m 未満, 河床の標高(平均河床高)は河口から 17km 地点 (出石川との合流点と八代水門の間) より下流側は 0 m 以下で, 日本海の海水はこの地点の河床まで侵入している.

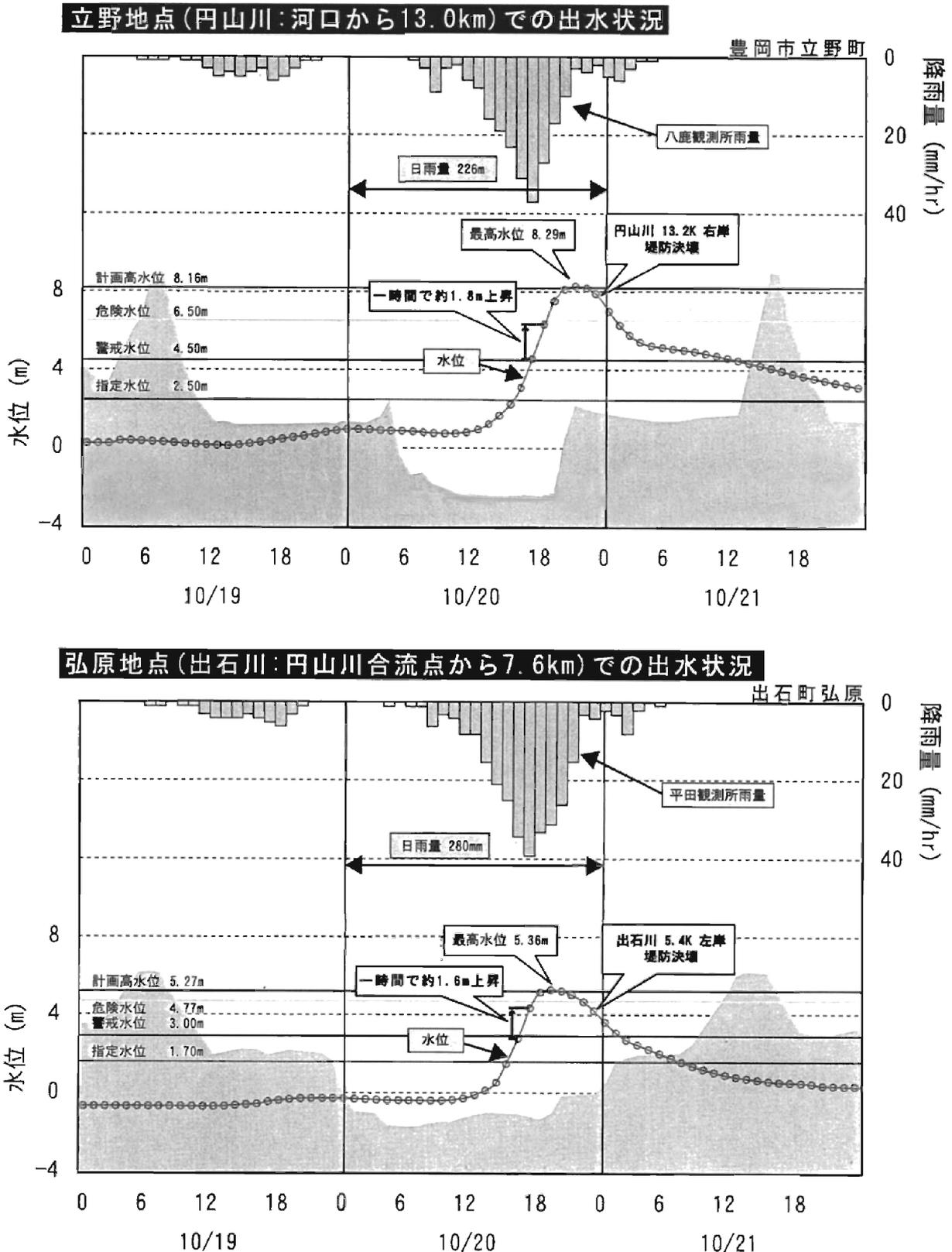


図9 平成16年台風23号襲来時の円山川流域2地点の出水状況：平成16年台風23号の時、円山川流域では2日間(10/19、10/20)で230～340mm、出石川上流域や稲葉川上流域では300mmを超える特に強い降雨を記録した。前線の影響で19日から降り始めた雨は一時治まったが、再び台風の接近に伴い20日明け方より降り始め、昼ころになると流域全体で時間雨量20～40mmのまとまった降雨となった。円山川・出石川などの河川水位は20日昼過ぎから徐々に増えだし、台風が最も接近した20日18～21時の間で最高水位に達した。集中的な豪雨により短時間で河川水が急激に上昇した。23時過ぎには立野大橋南の円山川右岸と出石町鳥居の出石川左岸の堤防が決壊した(国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所, 2005)。堤防決壊地点は図3に示した。豊岡盆地の円山川の水位の急上昇は豪雨のほかに、流路距離に比べて流域面積が広い上流域から成る円山川の水理学的な側面が大きいと考えられる(原図は国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所 (2005) 提供)。

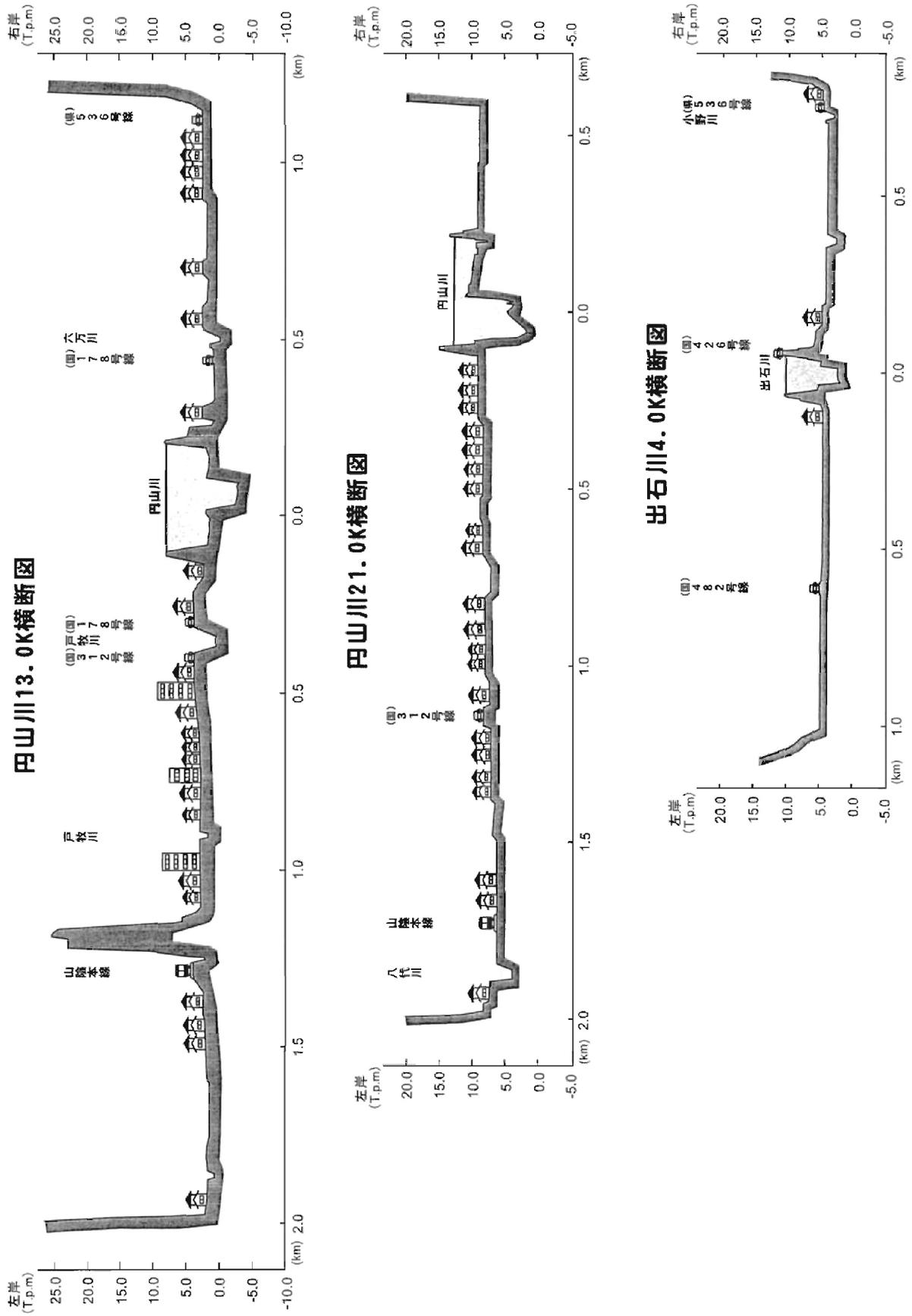


図10 円山川・出石川3地点の地形横断面図：国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所(2005)による地形断面図を転載した。3側線の位置は図3(13K, 21K, 4K)に示した。豊岡盆地の沖積面の低平度(2,000分の1地形図をもとに作成された)と堤防が決壊した際には盆地全域に甚大な被害が発生することがこの3側線の地形断面図から容易に想定される

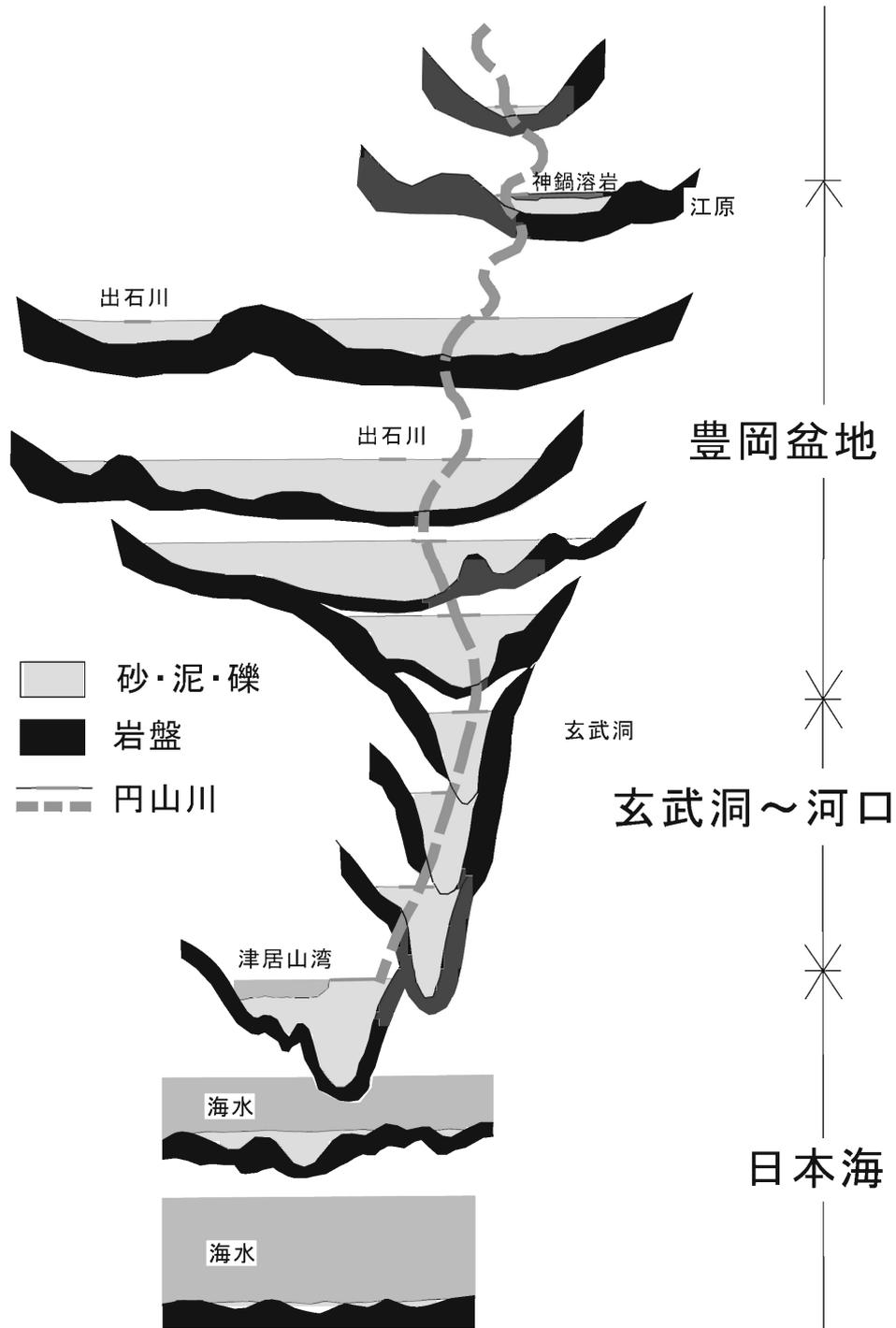


図11 豊岡盆地～円山川河口の土砂による埋積過程概念図。沖積層(砂・泥・礫)堆積前の最終氷期には海岸線は現在よりも約10km後退し、円山川河口部は現在よりもはるかに深いV字谷に刻まれていた。その後の海水面の上昇により、河口～玄武洞の区間は幅狭い深い溺れ谷となり、豊岡盆地は内湾化した。この窪んだ海域は円山川や出石川が洪水の度毎に流路を変えながら氾濫を繰り返し、上流から運ばれてきた土砂に埋め立てられ、次第に陸化・低平化し、現在に至っている。

このような水文地理学的な環境から普段でも円山川の排水は滞り勝ちであるが、流域で大雨が降ると、豊岡盆地の円山川は短時間で増水する(図9)。流水量が増すため、流速も普段よりもはるかに速くなり、両岸や河床を浸食し、土砂の運搬量が増大する。流水は茶に変色す

る。洪水がおさまると、運ばれてきた土砂は河床にたまるため、洪水の都度、河床は高くなっていく。堤防決壊地点からは周囲の氾濫原に土砂が流れ出す。このようなことが繰り返されると、低平な平地を流れる堆積速度の大きい川は蛇行するようになり、円山川や出石川がそう

であるように(図10), 天井川あるいはそれに近い様相を呈するようになる。流水は直線の進路を取るため蛇行河川の堤防決壊率は高まり, 長い年月の間に河道変更が起こる。日本の平地の大半はこのような自然河川本来の働きにより形成されたものである。

豊岡盆地から河口までの区間は, 切り立った山が川岸に迫り, 両岸にはまとまった面積の平地がない(図4, 6)。このため, 下流域で円山川の流水を分水することは極めて困難であり, 低平な地形ゆえ, 分水路を設けたとしてもほとんど意味がない。さらに低平な地形ゆえ, 効果的な遊水池の確保も難しい。

このような状況下におかれているわけは豊岡盆地の埋積過程と深い関わりがある。現在の豊岡盆地から円山川河口部は2万年前の最終氷期ピーク時(海面は現在よりも100m低かった)には下流側ほど古円山川により深くえぐられたV字谷が形成され, その後の汎世界的な海面上昇に伴う海進(縄文海進)によりV字谷は溺れ谷となり, 円山川が上流から運んできた土砂により急速に埋め立てられていった(図11)。浅い内湾と化した河口域(現在の豊岡盆地)に古円山川や古出石川の細粒のデルタ堆積物

がたまり, やがて内湾も埋め立てられ, 最終的には現在の円山川とその支流の氾濫原堆積物に被われる結果となった。盆地は低平で水はけが悪く, 表層部にN値の低い泥層や砂泥層が厚く分布するゆえんでもある。

それゆえ, 如何にして迅速に, そして効率的に豊岡盆地から日本海に排水するかが, 昔から河川管理者の切実な課題であった。時代ごとに様々な水害軽減策が講じられてきた。蛇行していた円山川の流路変更(図3参照), 幾度となく繰り返されてきた両岸の堤防の改修工事(図10参照), 桶門(堤防を横断する構造物で, 暗渠構造となっている大型の排水路)・水門の設置と増設, さらに排水機場の設置などは円山川下流部におけるそれらの最たるもので, 洪水災害史そのものを反映している(表2)。河床にたまった土砂を定期的に除去し, 現在のものよりも高く頑強な堤防を築けば, さらに効果的と思われるが, 豊岡盆地の軟弱地盤ゆえ, 構造物の自重により圧密沈下を起こすおそれがあり, 堤防の大型化に問題が残る。大型建造物の支持層となっている深度30~60 mの下部砂礫層(洪積砂礫層)に達する基礎杭工法も考えられるが, 延長11kmの両岸に張り巡らすことは難しいであろう。

表2 円山川の過去50年間の主な洪水。国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所(2005)による(総雨量は八鹿雨量観測所, 最高水位は立野水位観測所の数値)。

洪水年月日	洪水要因	総雨量(mm)	最高水位(m)	浸水戸数(戸)
昭和34年9月26日	伊勢湾台風	240	7.42	16,833
昭和36年9月15日	第二室戸台風	187	6.87	1,933
昭和40年9月10日	台風23号	145	6.86	7,788
昭和51年9月10日	台風17号	542	6.92	3,022
昭和54年10月18日	台風20号	216	6.74	1,016
平成2年9月20日	秋雨前線・台風19号	466	7.13	2,508
平成16年10月20日	台風23号	282	8.29	7,944

## おわりに

以上述べたことは円山川や豊岡盆地に止まらず, 日本の河川環境や河川管理と大なり小なり共通しており, 治山・治水対策に課せられた共通の難題でもある。災害という「負」の側面を抱えている反面, 我々は川をはじめ身の回りの豊かな自然から外国では考えられないような多くの恵みを受受してきた。日本の多くの平野は沈降域に隆起を続ける山地から運ばれてきた土砂の埋め立てにより形成されたものである(貝塚ほか, 1995; 貝塚・鎮西(編), 1995)。すなわち, 永年的な地殻変動と河川の浸食・運搬・堆積作用により形成されたものである。自然現象が私たちの生活にもたらすプラスの側面(自然の恵み)とマイナスの側面(自然災害)を認識し, 環境地質的な視点からの水害・防災対策の更なる浸透と, 年齢層を越えた国民の教養とも言うべき幅広い環境教育の進展を望んで止まない。

## 謝辞

本文は, 「2010-2012人と自然の博物館総合共同研究」の一環として, 筆者の但馬技術大学非常勤講師時代(1997~2002年)の講義用資料に手を加え, その後の資料を追加して, 地域防災教育の視点から円山川水系の河川特性と豊岡盆地の地盤構造, さらにこれらと豊岡盆地の水害との関連性についてまとめたものである。野外地形・地質資料や豊岡の今昔を含む関連資料の収集に際しては, 筆者の非常勤講師時代に同大学に在職しておられた三角尚司さんと西村鈴代さんにたいへんお世話になり, ご協力いただきました。それらは同大学建築工学科の基礎科目「地学」の講義だけでなく, 地元で開催された県立大学公開セミナーなどで活用させていただきました。円山川水系の河川管理情報や河川沿いのボーリング資料や治水対策に関する資料の入手に当たっては国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所, 但馬県民局豊岡土木

事務所と八鹿土木事務所の関係者の方々に、県下の河川管理情報は県土整備部土木部河川整備課、豊岡盆地の古地形図は豊岡市図書館から提供していただきました。以上の方々に厚く感謝いたします。

## 文 献

- 古山勝彦・長尾敬介・笠谷一弘・三井誠一郎 (1993) 山陰東部、神鍋火山群及び近傍の玄武岩質単成火山のK-Ar年代. 地球科学47: 377-390.
- 兵庫県土木地質図編纂委員会 (1996) 第1章 各地域の地盤特性、1.3.4 豊岡盆地. 兵庫の地質—兵庫県地質図解説書・土木地質編一, 46-49, (財)兵庫県建設技術センター.
- 兵庫県 (2007) 環境白書(平成18年度版). 176pp. 兵庫県健康生活部環境政策局環境政策課.
- 貝塚爽平・鎮西清隆(編) (1995) 日本の山, 新版「日本の自然2」. 岩波書店, 東京, 277 p.
- 貝塚爽平・成瀬洋・太田陽子・小池一之 (1995) 日本の平野と海岸, 新版「日本の自然4」. 岩波書店, 東京, 258 p.
- 国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所 (2002) 「思い出して水害を、そして、洪水への備えを…」. 公報図版パンフレット.
- 国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所 (2005) 「明日へ生かそう! 地図が伝える水害体験—平成16年10月台風23号」. 公報図版パンフレット.
- 前田保夫・中井信之・松本英二・中村俊夫・楠聡・松島義章・佐藤裕司・松原彰子・熊野茂・黒見充宏・額田雅裕・青木哲哉・古田昇・小橋拓司・松井順太・河原典史・山下博樹 (1989) 完新世における山陰海岸東部気比低地 (兵庫県豊岡市) の古環境. 立命館地理 1: 1-19.
- 佐藤裕司・加藤茂弘・半田久美子・松原尚志 (2002) 兵庫県豊岡盆地・香住荒原遺跡における完新世後期の堆積環境と相対海水準高度. 人と自然 13: 1-6.
- 谷川晃一郎 (2009) 兵庫県円山川下流域における沖積層の層序・堆積環境と完新世の相対的海水準変動. 第四紀研究, 48: 255-270.
- 豊岡市史編集委員会(編) (1981) 豊岡市史上巻. 豊岡市, 945p.

(2010年7月21日受付)

(2010年9月15日受理)