

### 〈最終講義〉地理学と私：山地と平野をめぐる二、三の視点

市瀬, 由自 / ICHINOSE, Yoshimi

---

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

29

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

10

(発行年 / Year)

1999-03-13

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00025748>

# 地 理 学 と 私

——山地と平野をめぐる二、三の視点——

市 瀬 由 自

## I 山地研究の視点

1. 山地における土砂礫の生産
2. 山地からの土砂礫の流出

## II 平野研究の視点

1. 福井平野の地形と地殻運動—平野の沈降運動—

2. 福井平野の袋状凹地—福井地震断層の地形への表現—

3. 庄内平野の活褶曲

## III まとめ

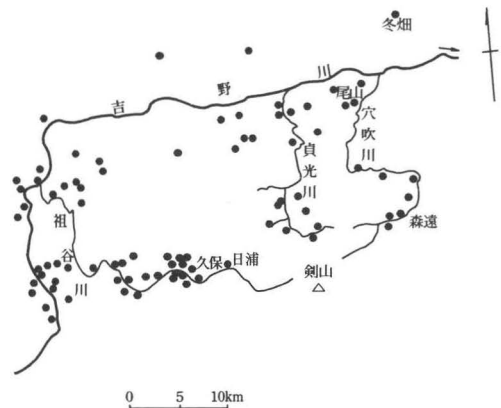
## I 山地研究の視点

湿润変動帯に位置するわが国の山地における土砂礫の生産と流出は、地形、地質岩石、地質構造、造地形運動などと密接に関連するのみならず、河川の性状や洪水に伴う土砂礫の流出にも大きな影響を与えている。ここでは外帯山地と内帯山地の境界を流れる吉野川流域を対象にして、山地における土砂礫の生産と流出について述べる。

### 1. 山地における土砂礫の生産

(1)地り分布 吉野川流域は地り運動が活発に行なわれてきた地域であり、現在においても活発的な地り地が数多くみられる。これらの地り地の中には、(1)現在地りを起している地り地、(2)地形的にみて過去の時代に発生した痕跡を留めている地り地、(3)上述した(2)の地り地がその後の侵食によって地形に地りの痕跡を残していないもの、などが含まれている。換言すれば、(1)は地り運動と直接関連する現象がみられる、いわば緊急危険度の高い地り (active landslide) であり、(2)は地り可能地ではあるが、現在における緊急危険度ははっきりしない地り地である。従って、(2)や(3)をも含めて地り地として扱うことは混乱を招くことになる。

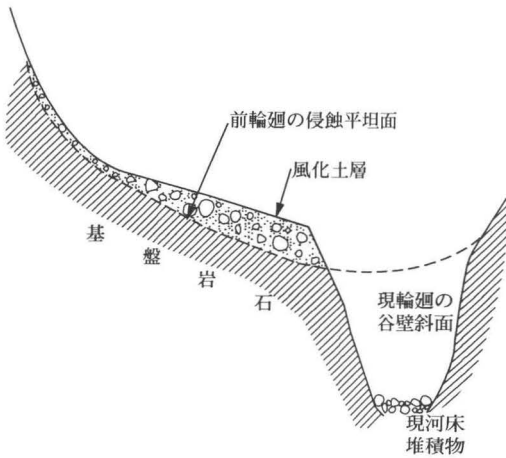
多くの地り地は緩斜面上の崩土が匍行しているものか、または匍行した崩土の一部が緩斜面の末端において崖崩れを起しているものである。そ



第1図 吉野川流域地り分布図

ここでこれらを除いた他の地り地について、地り運動と直接関連する現象の現われているものを地り地区調査台帳 (1956) より抽出するとともに、現地調査や聴取を基にして地り分布図を作成した (第1図)。これによって地りの分布をみると、阿讃山地には少なく、四国山地に多い。地り運動の顕著なものは四国山地に多く、阿讃山地の地りはこれに比較して動きが緩慢である。

四国山地の地りを祖谷川流域にみると、主要なものは上中流域にあって密度も大きくなっている。地り地の多くは、地形的には現輪廻の下刻によって形成された急な谷壁斜面の上方に続く緩斜面上に発生している。なお、地り地の中には地り地形を示してはいるが、現在は滑動していないものがある。この中には地りマス大きい



第2図 租谷川流域地回り地模式断面図

ものが含まれている。地回りと地質との関係を見ると、主に緑色片岩および黒色片岩よりなる地域に分布しており、主に砂岩片岩よりなる地域には少ない。また、地回り地の中には北東～南西方向および東北東～西南西方向に配列する断層破碎帯上に発生しているものがある。

阿讃山地における地回りの分布をみると、山地中央部に多く、山地西部および宮河内谷川以東の山地東部に少ない。この現象は滑動を停止している地回り地についても言える。

(2)地回りと地形との関係 阿讃山地や四国山地の地回り地をみると、地形的には侵蝕平坦面上の風化土層が現輪廻の侵蝕によって形成された谷壁斜面のために下方をさらわれて不安定になり、地回りを起しつつあるものが多い(第2図)。要するに地回りの発生においては、素因としての地質や地形が関連するが、その際地質条件のみが一義的に発生の場を規定するものではなく、地形条件も同じウェイトにおいて地質条件と関連をもちながら地回りの素因を醸し出すものと言える。侵蝕平坦面とその前面の急崖の存在に結びついた地回り地の地形的特徴は、地回りの原因でもあるが、このような平坦面上の風化物質の移動が平坦面の形成に一役を荷っていることは、地回りの素因でもあると言える。

(3)内帯と外帯における土砂礫生産の差異

阿讃山地の南麓には多くの新旧扇状地が発達し

ていて、四国山地北縁とは著しい相違を示している。しかしながら、阿讃山地の扇状地の発達には地域差がある。扇状地の分布や規模は山地中央部に最も顕著であって、山地西部や東部の山麓には著しいものはみられない。これは山地中央部が四国山地東部に現われた南北方向の隆起軸の北部に当たっていて、四国山地東部の造地形運動の現われである。そのため間歇的な隆起が継続して山頂高度も高くなり、2～3段の侵蝕平坦面が発達するとともに、侵蝕の復活が行なわれて、土砂礫の生産や流出が活発になり易い地形的条件が存在するからである。

山地東部は山頂高度も低くなって、山麓線は出入に富み山地と平野との境界が明瞭である。河川の縦断面形も100m付近までは緩傾斜を示しているが、ここより上流は「く」の字型に曲折して急となる。斯様な地形は山地東部が沈降運動を継続することを示唆する。このため河床勾配も上流部を除いては緩やかであって河蝕も顕著ではなく、土砂礫の生産も少なく扇状地が発達しないのである。阿讃山地における扇状地の発達、山地の地形や造地形運動とも深い関連をもっている。そして、これが同時に山地における地回り地形の分布や規模とも関連して、土砂礫の生産や流出に結びついている。なお、阿讃山地の地回り地は断層破碎帯とも深い関係があり、地回りの発生や土砂礫の生産ともつながりをもっている。山地の一部には地質構造との関係から非対称山稜が形成されていて、foreslope と backslope における土砂礫の生産や物質移動の様式が異なっている。

四国山地の地殻運動は緩慢であって、河川の縦断面形も grade に近い状態を示していて、侵蝕の復活も顕著ではない。四国山地における土砂礫の生産、流出の少ない原因の一つはかかる地殻運動が関係している。これとともに、四国山地は結晶片岩類によって構成されているために、地回り粘土、風化作用に起因する粘土などの細粒物質が生産されていて、地回り地などより生産される土砂礫は少なく、扇状地を形成し易い物質が阿讃山地に比較して少ないことも関連している。

上述した諸現象は、四国山地の地回り運動に伴

なう土砂礫の生産や流出の状態によっても裏づけられる。すなわち、現在活発な動きを示している地回り地をみても、土砂礫は本流の側方侵蝕を受けて不安定になった地回り地塊の一部から供給されるものと、地回り地を刻む支谷の源頭や中腹の斜面より山崩れ、崖崩れとして供給されるものがある。現在滑動を停止している地回り地塊においても、地回り地塊の末端が本流の側方侵蝕を受けて土砂礫の供給が行われているところもあるが、多くは中腹斜面から上部にとどまっていた下部には基盤が露われ、本流の侵蝕から保護されているものが多い。従って、地回り地より生産される土砂礫は多量ではない。なお、土砂礫生産の行われている地回り地直下の河床物質をみても、現在においては巨礫や大礫の供給は少ない。この現象は阿讃山地においても同様である。

なお、四国山地において懸濁物質が多量に生産される背景には、岩質と関係する風化様式や地回り運動に伴う粘土の生成とともに、それらを可能にさせる山体内部に貯溜される地下水がある。内外両帯河川の渇水比流量にみられる地域差がそれを示唆している（流域 100km<sup>2</sup> 当り渇水比流量 m<sup>3</sup>/sec：内帯河川 0.16～0.29，外帯河川 1.01～1.44）。山体内部の包蔵地下水量の多寡が、内外両帯山地における地回り運動の一要因を担っているのである。

## 2. 山地からの土砂礫の流出

### (1) 内外両帯河川における河床礫の比較

(i) 最大礫・円磨度 土砂礫の供給源を明らかにするために、現河床礫中の最大礫径および円磨度を計測した。阿讃山地の曾江谷川では最大礫径や円磨度の変化より、山地を横断する地域において岩屑の供給が行われている。穴吹川では緑色片岩や石墨片岩の最大礫径が中下流域において不規則に変化している。これは中下流域の結晶片岩類よりなる山地の谷壁斜面より、岩屑が河床に供給されるためである。この現象は円磨度の変化にも反映している。

(ii) 粒径組成 野村谷川（内帯河川）の河床礫の粒径組成をみると、3地点とも 30mm 以上の礫がそれぞれ 69.7%、67.5%、70.7%となっていて、

各地点とも粗粒物質の占める割合が大きくなっている。貞光川（外帯河川）の河床礫の粒径組成は上流ほど大きな礫の占める割合が多く、下流ほど小さい粒径の礫の割合が多くなっているが、No4では 50mm 以上の礫の割合が再び増加する。そして、この地点より下流では再び減少している。この現象は流路の途中において谷壁斜面より岩屑が供給されるためである。

なお、両河川の最下流にある地点（No1）の粒径分析値は、貞光川では 10mm 以下の物質が 59.5%、野村谷川では 30.2%となっている。結晶片岩類より構成される地域を流れる貞光川は細粒物質が多く供給され、和泉砂岩層よりなる地域を流下する野村谷川では、粗粒物質が多いことを示唆する。これらの特徴は同時に地回り地より生産され流出する物質の性質をも反映しており、扇状地の構成物質とも関連をもっている。また、吉野川本流（穴吹町・貞光町の町境、三島舞中島の2地点）の河床礫の粒径組成をみると、ともに 30～120mm の中礫と 1～20mm の細礫が多く堆積していて、これより大きな粒径の礫も、小さな砂の占める割合もそれぞれ少なくなっている。

(2) 吉野川本流の河床礫—内帯・外帯由来礫の割合—岩津狭窄部を中にして舞中島・穴吹橋下流と川田・北島における吉野川本流の河床礫は、これら地点の間で曾江谷川、穴吹川が流入するにもかかわらず、何れも外帯礫が 4～5%多くなっている。

(3) 支川の流出土砂量 内帯と外帯における二、三の支川の堰堤堆砂量は内帯 787m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/yr.、外帯 734m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/yr. である。地回り地を流域にもっている支川としては少ない流出土砂量である。この現象は吉野川本流が比較的安定した河床を維持している一つの要因をなしているのである。

吉野川流域における土砂礫の生産と流出にみられる性状を、日本列島全体の視点よりみると次の通りである。すなわち、吉野川流域における土砂礫の生産・流出と同様な性質をもつ地域は、四国高縄半島起脚部の重信川、中山川流域より吉野川流域、紀川流域、豊川流域へと中央構造線に近接して配列しており、その北東部に伊那盆地が位置

している。これら地域は地形、地質岩石、地質構造、造地形運動などにおいて類似した性質を備えていて、それらの諸性質が内外両帯の山地における土砂礫の生産や流出にも大きな影響を与えると同時に、河川の性状や洪水に伴う土砂礫の流出にも共通性をもたらしている。

吉野川流域における土砂礫の生産と流出は、西南日本の内外両帯の境界地域にみられる地域性を反映する現象であると言える。

## II 平野研究の視点

山地において生産された土砂礫の堆積の場としての平野を対象にして、平野の地形や地殻運動の視点より考察する。

### 1. 福井平野の地形と地殻運動—平野の沈降運動—

#### (1) 平野の地形

福井平野は九頭竜川、日野川、足羽川などの下流域に広がる低平な沖積平野である。扇状地、自然堤防、三角州よりなるが、扇状地は傾斜も緩く、小規模であり、自然堤防の著しい発達もみられなく、大部分が低平な三角州平野よりなっている。扇状地は九頭竜川、足羽川などによって形成されたものであるが、両者はともに小規模、緩傾斜である。九頭竜川扇状地の扇頂部は松岡付近にあって標高約40mであり、扇端部は10m等高線の付近にみられる。この間の各等高線は扇状地に特有な同心円状の配列を示さず、20m等高線では小さな凹凸はあるが大体南北の方向に連なり、15m、10mの等高線は凹凸に富んでいて自然堤防状の地形に移化している。扇端部に共通してみられる湧泉帯は標高10～15m付近にあるので、九頭竜川扇状地の扇端部をほぼこの付近に置いてよいであろう。

九頭竜川扇状地が扁平で小規模であることは、上流域に断層運動に起因する多くの小盆地をもっており、中流域においても大野盆地や勝山盆地があって、盆地群が山地より供給される土砂礫の沈砂池としての役割を果しているために、下流域に供給される土砂礫が少ないことに由来している。

足羽川扇状地は九頭竜川扇状地に比較してさらに扁平で小規模である。扇頂部は足羽村河原脇付近(標高30m)にあって、20m、15m等高線まではほぼ同心円に近い配列を示しているが、10m等高線には凹凸がみられる。足羽川扇状地では10～15m付近に扇端部が存在すると考えられ、北部は荒川流域の平野を距てて九頭竜川扇状地に接している。足羽川扇状地の斯様な特徴は、足羽川流域における越前中央山地の地形や地殻運動と関係している。すなわち、足羽川流域の山地は九頭竜川右岸の加賀越前山地より山頂高度が300～500m低く、足羽川の縦断面形も上流部を除いてはほぼ平衡状態に近い形状を示していて侵蝕の復活も著しくない。また、谷形も開いたV字形を示して狭長な谷底平野が本支流の上流まで連なっていて、壮年谷の地形が形成されている。

山地周辺の上麓線も出入に富んでいて扇状地または三角州よりなる平野に明瞭に移化し、埋積谷をなしている。この種の埋積谷は越前中央山地が福井平野および鯖江・武生盆地に臨む山麓に標式的に形成されている。また、越前中央山地の東縁では大野盆地との境界付近に現われていて、足羽川支流の羽生川、味見川の源流部は低い分水界をもって大野盆地西部の排水河川である赤根川流域に臨んでいる。足羽川流域の越前中央山地にみられる斯様な地形的特徴は、山地が最近地質時代以降において沈降運動を継続しているためである。そのために足羽川本支流によって生産される土砂礫が少ないこと。上流部から生産される土砂礫の一部が中流部の魚見川、足羽川、水海川などの合流点付近に形成されている盆地に堆積して下流域に搬出されないこと。などと結びついて足羽川扇状地が扁平であり、小規模となっているのである。

自然堤防は九頭竜川、足羽川および日野川などの扇状地の前面にみられるが、ともに顕著なものではなく、わずかな隆まりが認められるに過ぎない。九頭竜川の現流路に沿ってみられるものは、森田町から網戸瀬付近および高屋から二日市付近に至るものであり、旧流路沿いにみられるものは江留上から江留中を経て石塚に連なる帯状の隆ま

りなどである。この他、平野北部を流れる竹田川流域にも現流路や旧流路に沿って自然堤防が形成されている。足羽川下流でも現流路に沿って普通畑や集落の立地するわずかな隆まりが認められ、日野川下流では城山西麓の新保付近より足羽川合流点の大瀬付近まで帯状に連なる自然堤防の発達が見られる。

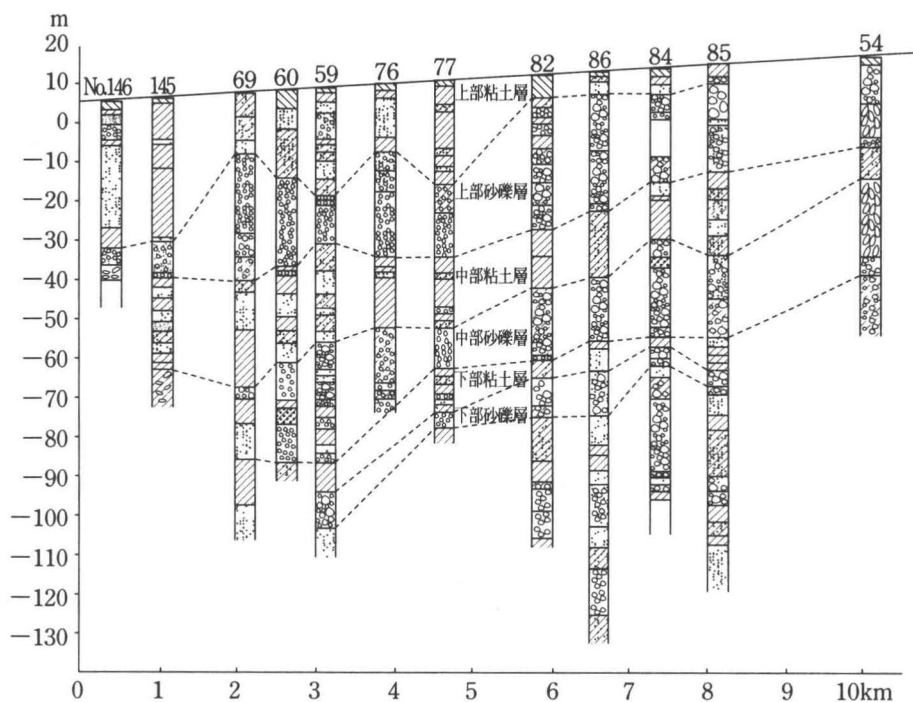
これらの自然堤防の間やその前面には三角州が発達する。三角州は九頭竜川、足羽川、竹田川、兵庫川などによって排水される低平な地域で、九頭竜川下流域では三里浜砂丘との間に米納津付近の低湿地があり、また竹田川下流域の右岸には加越台地との間に広い湿地帯が東西に存在している。台地を開析する谷も埋積谷をなし、北部では北潟付近にみられる沈水地形を示している。この現象は、本地域における排水不良地の成因の一部が平野北部の沈降運動と関係することを物語っている。三角州は粘土層、粘土混り砂層および細砂層などの細粒物質の厚層よりなり、一部には貝殻をも含んでいる。この細粒物質の上部には腐植土

や有機物が含まれていて、低湿な環境の下で平野の形成が行われたことが知られる。

(2)平野構成層の層相・層序および深度分布

福井平野の試錐資料をみると、3層の粘土層を主体とする細粒堆積層と、3層の砂礫層を主体とする粗粒堆積層が認められる。層序は上部より下部へ上部粘土層、上部砂礫層、中部粘土層、中部砂礫層、下部粘土層および下部砂礫層となっている。その深さは地域によって相違するが、平野北部では各地層の下限深度は、上部粘土層では-25~-30m、上部砂礫層では-35~45m、中部粘土層では-43~-57m、中部砂礫層では-57~-59m、下部粘土層では-86~-97m、下部砂礫層では-110m前後となっている。なお平野南部では各地層の下限深度は、上部粘土層では-10~-32m、上部砂礫層では-15~-45m、中部粘土層では-38~-65m、中部砂礫層では-58~-90m、下部粘土層では-80~-100m、下部砂礫層では-85~-110mとなっている。

足羽川下流域では各地層の下限深度は、上部粘



福井平野地形地質断面図 (E-F断面) 1968年、市瀬による

第3図 地質断面図 (E-下断面)

土層では-6~-26m, 上部砂礫層では-17~-36m, 中部粘土層では-37~-62m, 中部砂礫層では-49~-84mとなっている。平野の代表的地質断面図として第3図(E-F断面)を掲げる(E-F断面は福井市と森田町の間を, 東北東-西南西に横断する断面)-西南西に横断する断面)。各地層の下限深度分布をみると, A-B断面, C-D断面では南東に高く北西に次第に高度を減じていて, 九頭竜川の山地より平野への移行部に高く, 現在の河口付近に向かって低くなっている。また, E-F断面やG-H断面においても東方に高く漸次西方に低くなるような配列状態を示していることが解る。

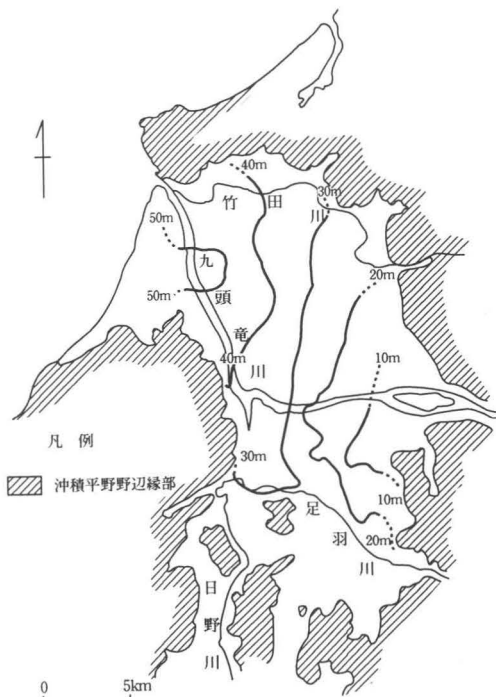
各地層の層相上の特徴をみると次のようになる。(i)上部粘土層は現在の福井平野の三角州堆積層であって, 主として粘土層, 細砂層, 中砂層, 砂質粘土層よりなる。(ii)上部砂礫層は主として砂礫層より構成されるが, 層相は変化に富んでいる。局地的に玉石を含む砂礫層がみられ, 一部では砂礫が褐色を帯びている。(iii)中部粘土層は粘土層, 砂質粘土層および細砂・中砂の互層よりなっ

ている。(iv)中部砂礫層は砂礫層や砂礫混り粘土層を主とする。砂礫層の一部は赤色や褐色を呈する。(v)下部粘土層は粘土層や粘土層と砂質粘土層の互層よりなる。(vi)下部砂礫層は砂礫層または砂礫混り粘土層より構成され, No.47 およびNo.43では砂礫層が赤色または褐色を帯びている。

上述した層相, 層序, 深度分布などに基づいて上部粘土層の下限深度をみると, 九頭竜川の山地より平野への移行部に浅く, 北西方または北方に漸次深くなり, 三里浜砂丘帯の中央部で最も深く-55m 前後の深度を示している(第4図)。また, 足羽川流域でも全体として東方に高く, 北西方に低くなるような深度分布を示している。

なお, 上部粘土層は一般に次のような特徴を現わしている。すなわち, (i)粗大な砂礫を含む上部砂礫層の直上にあつて九頭竜川および足羽川の平野への移行部に薄く下流部に厚くなっていること。(ii)平野表面の傾斜が変化する標高10m付近から上部粘土層は薄失して砂層や砂礫層を含み, 扇状地堆積物に移行していること。(iii)九頭竜川の平野では標高10m以下, 足羽川の平野では標高10~15m以下の地域は三角州を示していて, 上部粘土層は現在の三角州堆積層として存在すること。(iv)上部粘土層は細粒堆積物の厚層からなり, 一部には貝殻を含んでいて海進時の堆積物であること。(v)九頭竜川最下流の7本の試錐資料中の上部粘土層の上位には, 厚さ5~13mの砂層または砂質粘土層が堆積している。これは沖積世の海が最も内陸に入った後の, 後退の過程において堆積によって生じた堆積層であると考えられる。などである。

そして上部粘土層の直下に横たわる上部砂礫層は, 下流平野に広く分布していて下流に向つて低下していること。上述した(i)~(v)の特徴を備えている堆積層の直下にあつて, 層相上の特徴や褐色の風化礫などを含んでいること。および第3図のE-F断面に示される上部砂礫層上面の勾配は, 現地表面勾配よりも急になっていること。などを併せ考えると, 上部砂礫層の堆積面は洪積世末期の海面低下期に対応する埋没扇状地面であると考えられる。



第4図 沖積層等厚線図

第1表

現地表面および各砂礫層上面の平均勾配 (単位%)

	現地表面	上部砂礫層	中部砂礫層	下部砂礫層
A-B断面	0.5	5	—	9.8
C-D断面	0.7	3	3.2	5.1
E-F断面	1.1	5.9	7.6	8.8
G-H断面	0.6	1.9	4.2	—

(3)平野の地殻運動

福井平野の地形地質断面図 (A-B断面, C-D断面, E-F断面, G-H断面) により現地表面勾配, および上部, 中部, 下部の各砂礫層上面の平均勾配を求めると第1表の如くなる。すなわち, 各断面において下位に位置する下部砂礫層ほど勾配が大きく, 中部砂礫層, 上部砂礫層となるに従って平均勾配が小さくなっていることが知られる。この現象は福井平野が最近の地質時代 (下部砂礫層堆積後) 以降において, 周辺の山地より相対的に沈降する運動が継続することを示唆している。かかる地殻運動は平野の地形にも表現され, 山麓線は出入りに富んでいて平野面と山地とは明瞭に境されるとともに, 平野の南部では基盤の山地が沈降山地を形成して平野面より聳えるなど, 標式的な埋積平野の地形を現わしている。そして, 平野面にみられる沈降山地や試錐資料より知られる基盤の深度分布にも着目すると, 基盤山地が壮年的に開析された後に沈降運動が開始され

たことを物語っている。

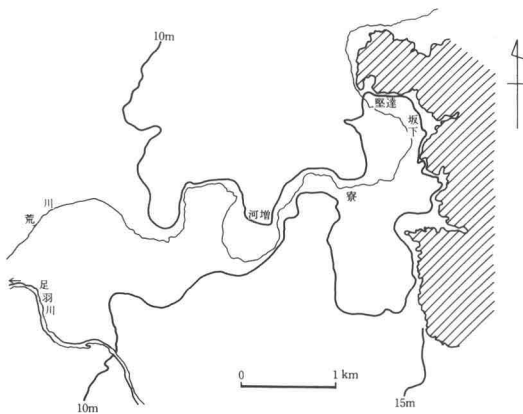
福井平野の地形, 地殻運動を考察すると, 平野の沈降運動は, 山地より生産され運搬される土砂礫の, 堆積の場を提供する上に重要な役割を演じていることが知られるのである。

2. 福井平野の袋状凹地—福井地震断層の地形への表現—

九頭竜川, 足羽川の形成する扇状地や三角州上の10m等高線は, 袋状凹地において約3km東方に湾曲する (第5図)。袋状凹地の長軸は越前中央山地西縁の山麓線や福井地震断層の走向とも調和的であり, 袋状凹地東縁部は沈水型山麓線を形成している。荒川上流域の山地をみると, 荒川上流の流路は南南東~北北西方向に配列する。この流路を境として東側の山頂高度は220~550m, 西側のそれは120~220mであって, 階段状に低下している。流路周辺の地形をみると, 東側は南南東~北北西方向に配列するほぼ直線状の山麓線を示すが, 西側は出入りに富んだ山麓線を現している。南南東~北北西方向に配列する荒川上流の流路は, 福井東側断層の延長に位置するのみならず, 確実度II, 活動度Bの松岡断層 (活断層研究会 1991) の位置とも一致して断層谷としての特色を示している。なお, 西側の山地には南西方向 (平野側) に水源をもつ2つの河流があって, 66mと70mにそれぞれ風隙を形成している。

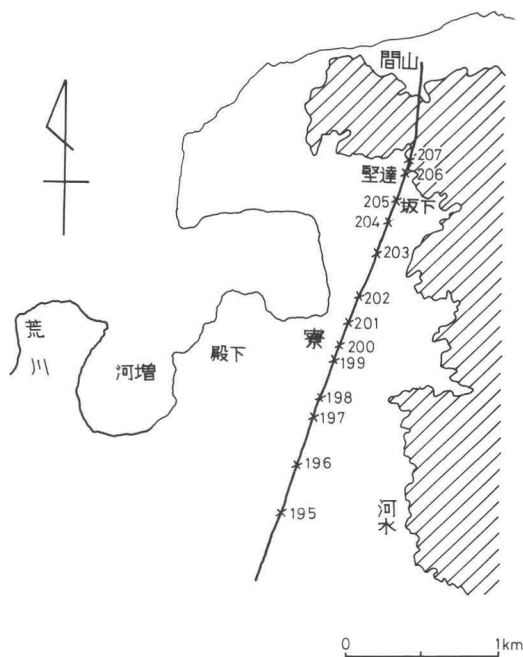
一方, 袋状凹地の堆積層の層相, 層序, 深度分布をみると次の通りである。堆積層は上部, 下部の両細粒堆積層と, その間の粗粒堆積層の3層に分けられる (第6図, 第7図)。上部細粒堆積層は粘土層, シルト層, 砂混りシルト層, 細砂層などより構成され, 多量の有機物を含む。層厚は南西から北東方向に増加してNo.204では約28mに達し, 下限深度は-17.8mである。粗粒堆積層は砂礫層や砂層などより構成され, 層厚は2~15m, 上限深度は+7.4~-14mで南西より北東方向に徐々に低下する。

下部細粒堆積層は粘土層, シルト層, 砂混りシルト層, 砂礫混り粘土層から構成される。層厚は3m以上でNo.203では20mに達していて, 平野側に急激に低下する基盤岩石を覆っている。なお,



第5図 袋状凹地の地形

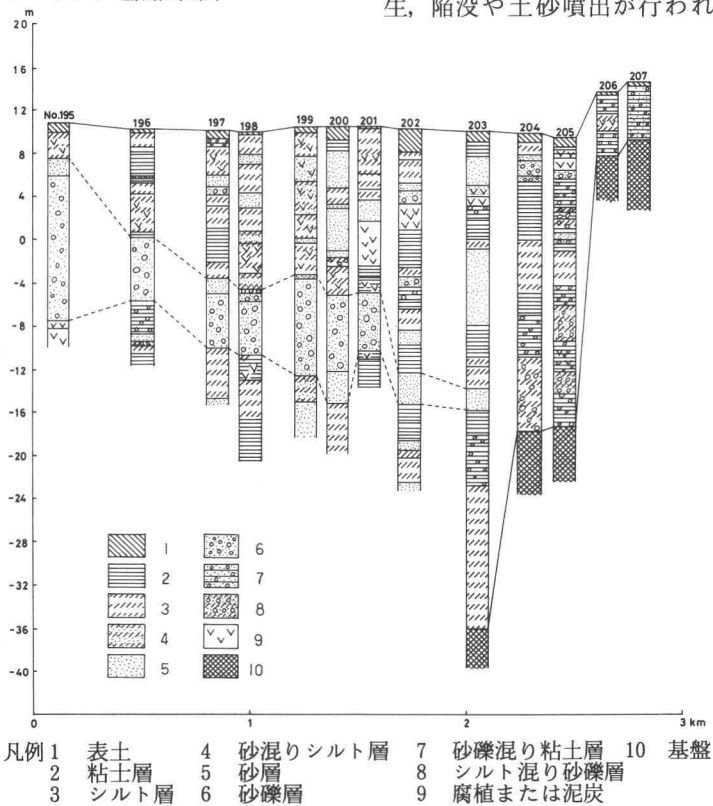




第6図 ボーリング地点位置図

上部細粒堆積層は層相、地形との関係などから、福井平野を構成する三角州堆積層である上部粘土層に対比することができる。

袋状凹地の形成は、それが三角州平野上に位置すること、並びに10m等高線の形状が袋状を呈することなどから、三角州平野形成後の沈降運動に起因する。沈降運動が上部細粒堆積層の堆積過程を通じて継続したことは、次の現象によっても裏づけられる。(1)袋状凹地を流れる荒川の下流にある、No.135, No.143の上部粘土層の下部深度はともに-6mであり、層厚はそれぞれ16mと15mである。これに対して袋状凹地の最低所に位置するNo.204の上部細粒堆積層の下限深度は-17.8mで、層厚は28mに達している。(2)袋状凹地に接する越前中央山地西縁が、断層変位地形を形成していて、断層活動に伴う沈降運動が継続することを示唆する。(3)袋状凹地は福井地震断層(西側断層)の通過する地域にあって、断層線上では亀裂の発生、陥没や土砂噴出が行われている。(Miyabe



第7図 地質断面図

1950, 太田・廣内 1998, 若松 1998)。

これとともに、(4)袋状凹地周辺の三等水準測量の改測成果によれば、西側断層を境として東側にある牟呂では相対的に4cm隆起し、西側の葦中山では23cm沈降している。また、三角測量の改測成果では、越前加賀山地に設けられた基線を不動として、西側の丸山が南へ95cm、東側の間山が北へ67cm移動している(Nasu 1950)。(5)福井地震断層はNasu(1950)によれば福井平野ではinvisible faultまたはintrinsic faultとして活動し、小笠原(1949)によれば深部断層として活動して、ともに断層に基づく地形は形成されなかったが、西側断層線上では地震断層が平野における亀裂や陥没などの発生の原因になったとみている。

これらの諸現象と袋状凹地の地形、堆積層の層相、層序、深度分布を併せ考察すると、袋状凹地では過去に発生した地震を契機として基盤に断層運動が行われ、断層に伴う沈降運動が厚い上部細粒堆積層の堆積をもたらしてきたとともに、物理的性質を異にする軟弱な沖積層に変形を与え、袋状凹地を形成してきたとみることができる。袋状凹地はfault sag pondとして形成されたものである。

### 3. 庄内平野の活褶曲

庄内平野の余目付近には、活褶曲運動が行われていて地表に波状の曲隆がみられる。南部庄内平野における10m等高線は藤島付近において円弧に近い形状を呈しており、突出部を藤島川が下刻するために、10m等高線は河流に沿って約4km南に食い込んでいる。15m等高線も三角州平野上に位置するにもかかわらず、北に凸面を向けた弧を描いている。15m、10m等高線の突出部の北北東の延長は、余目付近の10m等高線に示される北西～南東方向の突出部に続いている(第8図)。ここより北東部では最上川の流路が北東方向に迂回するとともに、著しく曲流して数多くの旧流路を残している(曲流跡は低位面に多くみられる)。余目付近では平野面が高位、低位の両沖積面に大別され、それらは2～3mの比高をもって侵蝕の復活が行われている。

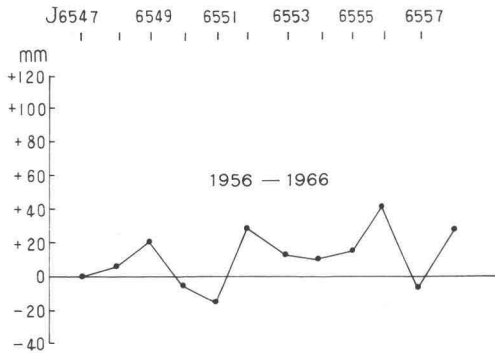
一方、南部についてみると、藤島川は南南西より北北東に流れるが、藤島北部では直角に近い角度で流路を転ずる。付近には平野面を刻んで沖積段丘が左岸に発達し、自然堤防が右岸に形成されていて、南西部の隆起運動の影響が認められる。これらの特徴は平野面が北北東～南南西方向に長軸をもつ波状の曲隆運動の影響を反映している。曲隆運動は三角州平野や自然堤防上に表現されていて、その幅は2～6km、長軸の延長は16.5kmに達している。

なお、北部庄内平野震探図によると、余目付近では-400～-600mに、南南西～北北東に長軸をもつ背斜構造が存在する。背斜構造は観音寺層(上部鮮新統)、常禅寺層(更新統)によって構成されている(土 1981, 鯨岡 1953)。背斜軸の位置と長軸の方向が余目付近の曲隆地形のそれらに一致することより、平野下の上部鮮新統および更新統の背斜構造を形成する運動が、平野の形成過程を通じて継続され、地形に表現されるにいたったものと考えられる。

余目付近の曲隆運動を新堀・新庄間における



第8図 庄内平野等高線図



第9図 一等水準点変動量図

1942～1956年の水準改測成果(新堀のB. M. No.6547を不動とする)にみると、B. M. No.6548は+10.2mm、B. M. No.6549(余目)は22.1mm、B. M. No.6550は+5.4mmをそれぞれ示していて、余目付近が隆起している。新潟地震時の変動を含む1956～1966年の垂直変動量をみると、B. M. No.6549は+20.7mmである。しかしながらこの値は巽ヶ関を不動とした場合には+150.7mmとなり、余目付近において波状の曲隆が行われている(第9図)。余目付近では1942～1966年間に42.8mmの隆起が惹き起され、年平均変動量は+1.7mmとなる。

これらの運動は平野面の曲隆や平野下の背斜構造を示す運動とも調和的である。余目付近では平野下の上部鮮新統・更新統の褶曲運動が平野の形成後にも行われ、それがこの地域の地形や最上川流路の平面形態に表現されていること、ならびにかかる運動が新潟地震前・地震時の水準測量の改測成果に表現されているものと判断される。水準改測成果に現われる隆起は、褶曲の運動が進行しつつあることを示唆している。

なお、久保(1991)は写真判読によって作成した地形分類図に認められる最上川蛇行帯低地の性状、最上川河道変遷、相沢川の沖積段丘、京田川の穿入蛇行状の流路などに基づいて、余目付近に活褶曲の運動が存在することを指摘している。

### III まとめ

わが国の山地を(1)には土砂礫の生産、流出の視

点より捉えることによって、(2)には山地の付属物として、また、土砂礫の堆積の場として、それぞれ存在する平野を、地形や地殻運動の視点より捉えることによって、湿潤変動帯に位置し、山国であり島国でもある日本列島の地形を知る縁とすることができるのである。

#### 引用文献

- 市瀬由自(1964):空中写真より見た地回り地の地形学的研究—吉野川流域の場合—,資源科学研究所彙報, No. 64, pp. 13~22.
- 市瀬由自(1966):地回り地域における土砂礫の生産と流出(I)—吉野川流域の場合—,資源科学研究所彙報, No. 67, pp. 1~9.
- 市瀬由自(1967):地回り地域における土砂礫の生産と流出(II)—吉野川流域の場合—,資源科学研究所彙報, No. 68, pp. 1~20.
- 市瀬由自(1968):福井平野の地形,法政大学文学部紀要, No. 13, pp. 1~27.
- 市瀬由自(1970):庄内平野の活褶曲,東北地理, Vol. 22, No. 4, pp. 218.
- 市瀬由自(1976):福井平野における袋状凹地の成因に関する考察,東北地理, Vol. 28, No. 3, pp. 146~152.
- 太田陽子・廣内大助(1998):福井地震による被害と地震断層,『福井地震50周年—比較的最近明らかになったこと—』自然災害科学 J. JSNDS Vol. 17, No. 1, pp. 3~7.
- 活断層研究会(1991):『〔新編〕日本の活断層』東京大学出版会, pp. 243~244.
- 鯨岡 明(1953):最近の探鉱成果(山形地区)—最近の石油技術の進歩—,石油技協, Vol. 8, pp. 157~163.
- 久保純子(1991):庄内平野の地形分類図にあらわれた活褶曲,東北地理, Vol. 43, No. 1, pp. 188~194.
- Tuchi, R. IGCP-114 national working group of Japan (1981): Bio- and chrono-stratigraphic correlation of Neogene sequences in Japanese Islands. In Tuchi, R. ed. Neogene of Japan—its biostratigraphy and chronology—, pp. 91~104.
- 若松加寿江(1998):福井地震における液状化現象,『福井地震50周年—比較的最近明らかになったこと—』自然災害科学 J. JSNDS Vol. 17, No. 1, pp. 7~9.