

甲府盆地における天井川の成因について

On the Formative Processes of Raised-bed Rivers in
Kofu Basin, Yamanashi Prefecture

斎藤健一*・池田 宏**

Ken-ichi SAITO and Hiroshi IKEDA

I はじめに

I - 1 天井川とは

天井川とは「堤防内の砂礫堆積の進行により、河床面が周囲平野よりも高くなった河川」(町田 他, 1981, p.436)と定義されている。また、天井川として典型的な景観は、河床があまりに高い所にあるため、河床の下を道路が通じるもののが知られている(写真1)。しかしながら本研究では、写真1ほど顕



写真1 天井川の景観(印川、市川大門町高田、河床はトンネルの上にある)

著なもののみならず、河床が周囲面よりも高いものであるならば天井川として扱った。また、いくつかの河川については河床を掘り下げたため現在では天井川区間を解消しているが、そのような河川につい

ても過去の資料等からわかるものについては天井川として扱った。

日本における天井川は、甲府盆地(竹林, 1995, p.53), 養老山地の東麓(水山, 1985, p.20), 京都盆地南部の木津川の支流(堀井, 1955), 近江盆地の琵琶湖に注ぐ河川(内田, 1938; 町田 他, 1981, p.437), 六甲山地南麓の河川(籠瀬, 1975, p.211), 岡山平野(山本, 1916; 森, 1935; 貞方, 1997, p.223)などに現在および過去に分布していたことが知られており、海外においては中国の黄河(町田 他, 1981, p.437)が著名である。しかし海外で知られる事例は少ないため、天井川は人為的な地形変改が進む日本での特徴的な現象であるといえる。

I - 2 本研究の目的

天井川はその存在が知られてきたにもかかわらず、地形学的観点からはあまり研究がされていない。

天井川に関する研究のうち、もっとも早い時期に公表された山本(1916)の研究では、天井川の背後には花崗岩山地が広がり、その多くがはげ山と化していることを指摘し、天井川は堆積場が河口ではなく砂礫生産地に隣接する地域に発達するとした。また、天井川は一時的な現象であり、将来的には自然に解消するという認識を示した。

*筑波大学自然科学類(現 筑波大学大学院地球科学研究科) **筑波大学地球科学系

内田（1938）は、天井川が形成される条件として供給土砂量の多いことを強調し、背後の流域にはげ山が分布することと、その表層に侵蝕に弱い未固結層や花崗岩類が分布することが原因であるとした。また同様の視点から、堀井（1955a, 1955b, 1958）や貞広・堀井（1958）は木津川の支流について、“うち水”と呼ばれる内水の排水や天井川の堆積物から天井川形成の考察をした。これらの中で地質以外の天井川形成の背景として、竹林による堤防の固定を重視した。

これらの流れから、千葉（1956）は上流域に花崗岩類が分布する地域で天井川が形成されるとし、この原因として“はげ山”に代表される山地の荒廃と土砂生産・供給を強調した。以後の研究は土砂生産の原因についての研究が多く、例えば籠瀬（1975, p.203 - 211）は近江盆地の百瀬川については河川争奪による流域の拡大を重視し、貞方（1996, p.236）は岡山県の高梁川については上流の鉄穴（かんな）流しが原因であるとした。

これらの研究は、「築堤により河道を固定すると、砂礫の供給・堆積の盛んな河川では堤防内の堆積が進行し河床が上昇して氾濫の危険が増す。これを防ぐために堤防のかさ上げがはかられ、この繰り返しの中で河床はさらに高くなり天井川が形成される（町田他, 1981, p.436）」という認識で一致している。水山（1985, p.22 - 23）は歴史的な人為の影響の考慮を主張しているが、基本的には従来の考えを踏襲している。

これらの研究は天井川形成の背後にある土砂生産について説明しているが、なぜその場に土砂が堆積して天井川が形成されるのかについての説明が不十分である。つまり、河川平面形や縦断形を考えたとき、なぜ平面形や縦断形のある特定の部分に土砂が堆積し天井川を形成するのかを説明していない。従来の研究では小林他（1979）において、天井川の縦断勾配は堤内地のそれよりも緩いことを指摘しているが、他に河川縦断形という視点から天井川を論じたものはない。天井川は平面的にある長さを持つ現象であることから、その成因を考えるのに天井川化した場所がどのくらいの比高を持つのかという

点（ポイント）の視点だけで考えるよりも、天井川が平面的にまた縦断的にどのような場所に発達するのかという線（ライン）の視点の方を重視するべきであると考える。

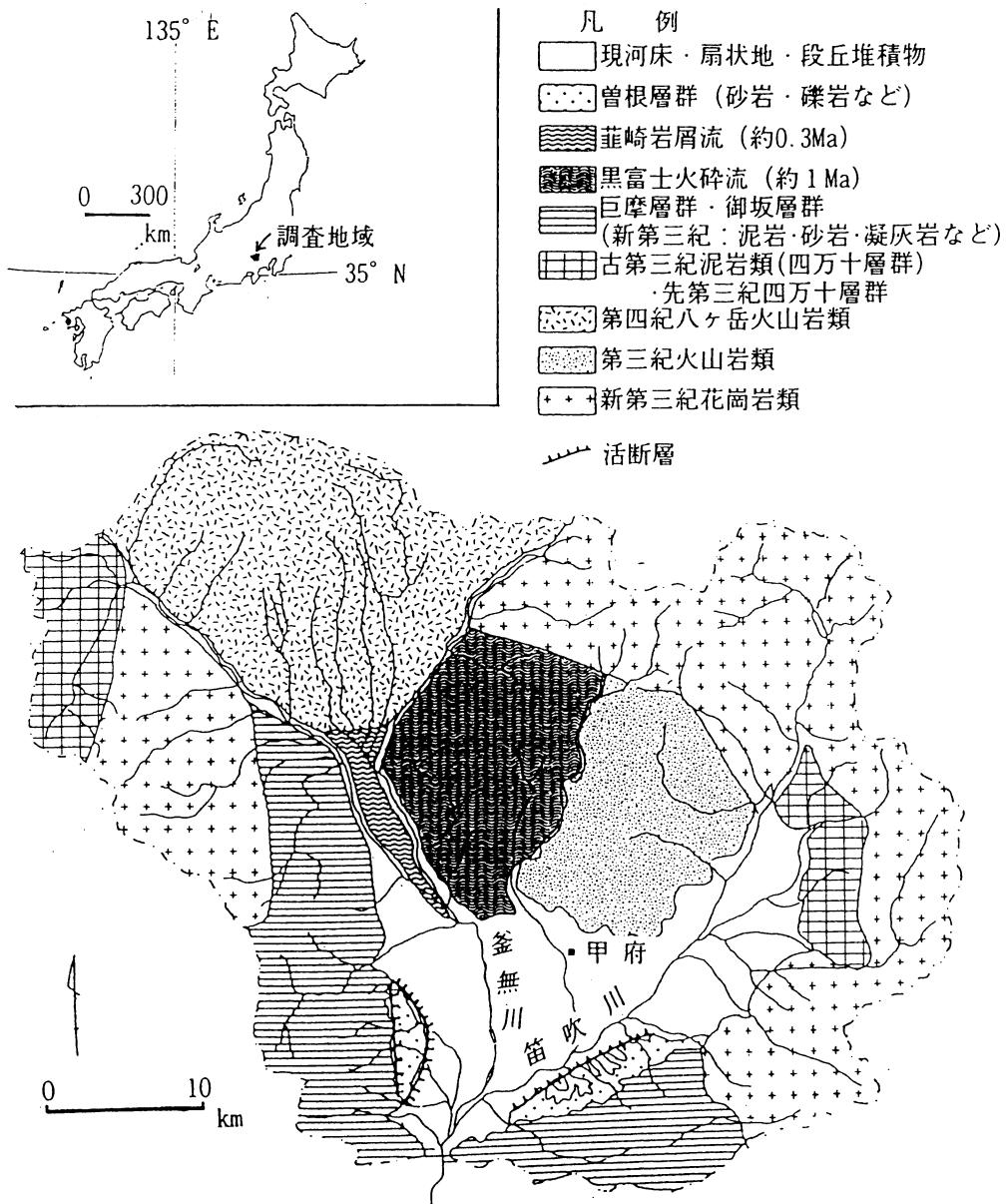
したがって、本研究では河川の平面形や縦断形を重視するという視点から、従来の河道固定と砂礫供給だけで説明してきた天井川の成因の他に、何か別の成因があるのではということを探ることを目的とした。

II 甲府盆地の地形・地質

本研究で対象地域とした甲府盆地は、フォッサマグナの一角に位置する内陸性の盆地で、周囲に標高1500mから3000m級の山地を擁し、東西約20km、南北約15kmの逆三角形をしている。盆地内の標高はおよそ240mから350mの間であり、盆地の主要部分は北部から南部に向けて傾斜している。甲府盆地を形成する主な河川は釜無川と笛吹川で、盆地の中央部に扇状地を形成している。また、この二大河川以外にもこれらの河川に注ぐいくつかの支流が、主に盆地の西部や南東部にさまざまな大きさの扇状地を形成している。

第1図に甲府盆地と甲府盆地に注ぐ河川の流域の地質を示した。これによれば笛吹川の上流には花崗岩類の地域が広がっており、したがって甲府盆地内の笛吹川では花崗岩類の風化物である砂床の区間が存在する。また、釜無川の上流にも花崗岩類が分布するが、それ以外にも巨摩層群や八ヶ岳起源の火山岩類などいくつもの地層群が分布するため、釜無川の河床構成物質は花崗岩礫から凝灰岩の礫・シルトまでさまざまな礫種からなる。また、釜無川や笛吹川の支川の河床は巨摩層群や御坂層群の新第三系の泥岩・頁岩・凝灰岩・玄武岩などに由来する礫からなる。

甲府盆地西縁および南縁は逆断層により区切られ（澤, 1981），盆地の外縁部が隆起傾向に、また盆地そのものは沈降傾向にある。甲府盆地の沈降の程度は、複数の資料によって知ることが可能である。例えば、盆地内の韋崎岩屑流（約0.3Ma）相当層の上有部礫層の厚さから推定することができる。



第1図 調査対象地域の概要と地質

海野（1988, 1991）によれば、上部礫層は南部ほど厚く堆積し、最大170m以上堆積していることが明らかになっている。したがって0.3Ma以降現在まで一様に堆積が続いてきたとする、年間約0.6mmの割合で堆積してきたと推定される。また一等水準点の測量からは、過去40年（1941～1981）間に甲府盆地は5 cmから25cm沈降していることが明らかに

されている（多田・中堀、1986）。これには温泉の汲み上げによる地盤沈下が関っているため、純粋な地殻変動による沈降量はわからないが、概算でも最近40年間の沈降量は年間1 mm以上であると推測される。

釜無川や笛吹川の南への流下、および甲府盆地南縁の隆起と盆地内の沈降は、甲府盆地南端での河床

の上昇傾向を示す。したがって、そもそも甲府盆地の南端を流れるような河川は河床上昇をおこし天井川化するような傾向にあることが明らかである。このことは、地殻変動という要因は長期的な視点からすれば甲府盆地における天井川化の要因であることを示している。

III 甲府盆地の天井川

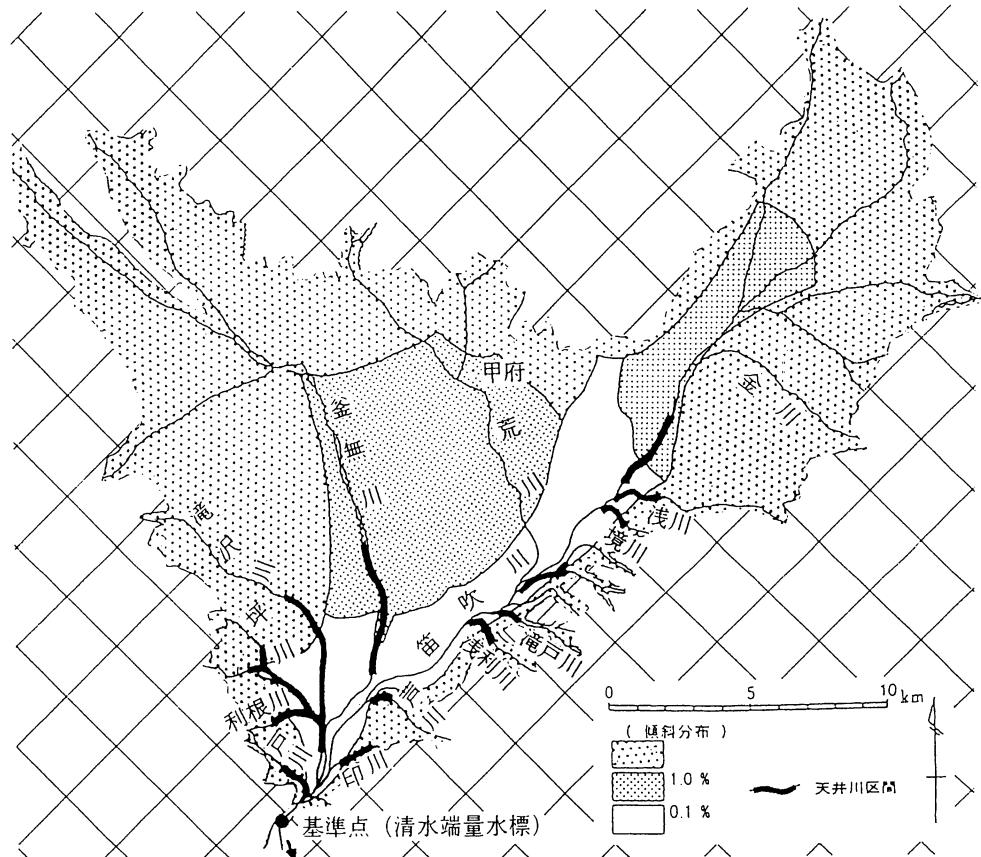
III-1 甲府盆地における天井川の分布

本研究では、天井川の分布を現在および過去の2万5000分の1地形図、2500分の1国土基本図、文献資料、現地でのハンドレベルを用いた実測によって調査した。また、天井川の認定の基準は「河川の横断方向において河床面が河川に伴う微高地を除く周囲面より高い場合」とした。この結果を第2図に示す。

甲府盆地では天井川は盆地の東部から南部地域を流れる河川に集中している。

釜無川水系については、釜無川そのものが笛吹川との旧合流点（背割堤で分離される以前の合流点）より上流側で河床上昇し天井川化している。また、釜無川水系の各支川では釜無川との合流点付近で天井川化している。ただし、この分布には天井川化区間の河床を掘り下げたことにより天井川を解消している河川も含まれているため、現在では天井川として観察できないものも含まれる。

一方、笛吹川水系では笛吹川も天井川化しているが、その区間は釜無川と異なり釜無川との旧合流点（現在の笛吹川と芦川の合流点付近）よりもさらに10km以上上流で天井川化していることが釜無川と大きく異なる。また、笛吹川の支川については笛吹川の天井川化区間よりも下流側に存在し、その天井



第2図 甲府盆地の天井川の分布と傾斜分布

川化区間は笛吹川との合流点に近い部分に限られる。さらに、支流の天井川は釜無川水系のものと比べて比較的北東部まで広い範囲に分布し、天井川化区間は釜無川水系のものに比べ、極めて短いという特徴がある。

III-2 甲府盆地内の地形傾斜の特徴

上述したように、甲府盆地の天井川は盆地内に偏在している。この分布の偏りを説明するため、盆地内の傾斜区分をおこなった（第2図）。

本研究では甲府盆地における傾斜を、1%より勾配の大きい扇状地の部分と、0.1%-1%の比較的勾配の小さい扇状地部分、そして0.1%以下の勾配の小さい自然堤防帶（蛇行原）の部分に区分し特徴を考えることにした。

その結果、甲府盆地における傾斜分布の特徴として、釜無川や笛吹川の扇状地は1%より勾配の大きい区間から、0.1%-1%の区間、0.1%以下の区間へと順序よく移行していく傾向にあるのに対し、釜無川の支流の御勅使川や笛吹川の支流である金川をはじめとする支流の形成する扇状地においてはそのすべてが1%よりも大きい扇状地であるということ、そして盆地南部においては1%より大きい扇状地の部分と0.1%以下の自然堤防帶の地域が隣り合わせに存在するという2つの特徴があることがわかった。つまり甲府盆地南部では、1%から0.1%への勾配の急変点が多く見られることが明らかになった。

なお、甲府盆地における0.1%以下地域の分布は、主に笛吹川に沿って北東方向から南西方向への帯状の分布と、釜無川と笛吹川の合流点近辺から御勅使川扇状地の南縁にかけての分布がある。後者の地域の成因については後の研究が待たれる所であるが、帯状に分布する0.1%以下の地域については笛吹川の氾濫原であろうことが推測される。

III-3 天井川化区間と傾斜分布の対応

以上、甲府盆地における天井川の分布と傾斜分布の特徴を述べたが、この二つを関連付けて天井川分布の特徴を述べる。

まず、天井川の分布と傾斜区分は極めてよい対応

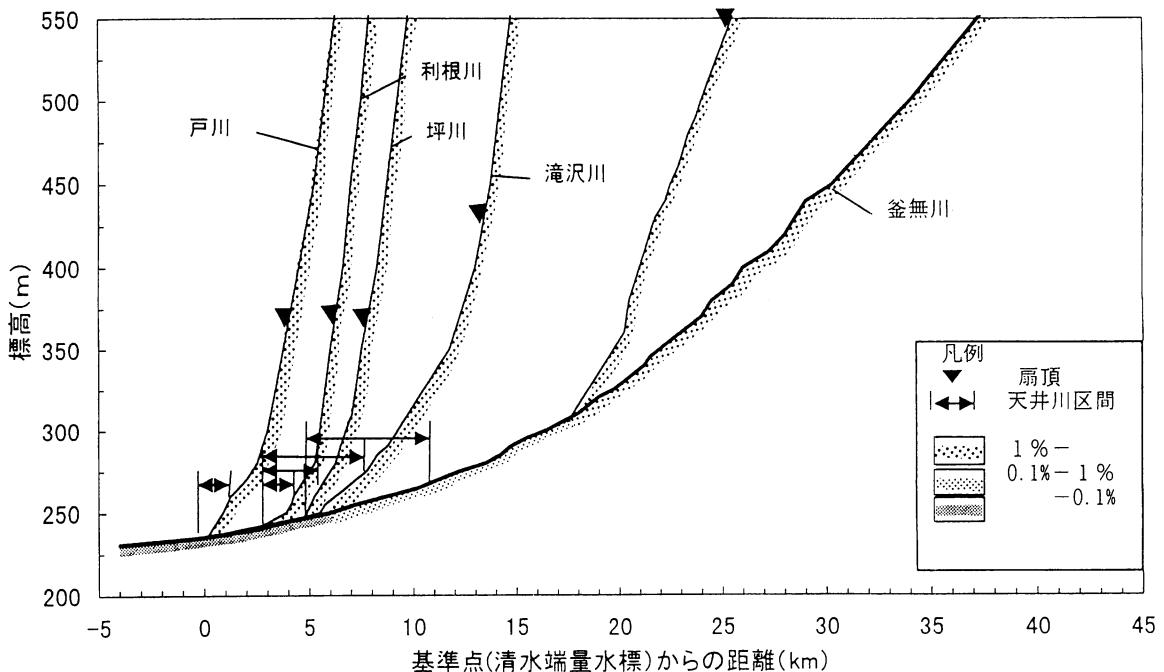
関係がある。釜無川と笛吹川の本川は、0.1%-1%区間から0.1%以下区間に移行する地域で天井川化し、その他の支川については1%以上の扇状地の区間から0.1%以下の区間に急変する地域によく発達している。つまり、甲府盆地の天井川は勾配の急変点を通過する河川であり、天井川化区間は勾配の急変点近辺でよく発達することを示している。このことは、天井川化区間の長さにも反映されており、釜無川水系の河川では勾配の急変点から釜無川の合流点までの長さが長く、それに伴い天井川の長さも長い。一方で笛吹川水系の支川の天井川は、勾配の急変点から笛吹川の合流までの長さが短いことから、天井川化区間の長さも短い。

また、上述した釜無川水系の天井川が南部に集中していることと笛吹川水系の天井川が比較的東北部まで広範囲に分布するということについても、0.1%以下勾配の地域の範囲が釜無川水系では南部にしか分布していないこと、そして笛吹川水系では笛吹川に沿って帯状に広く分布することとよく一致する。

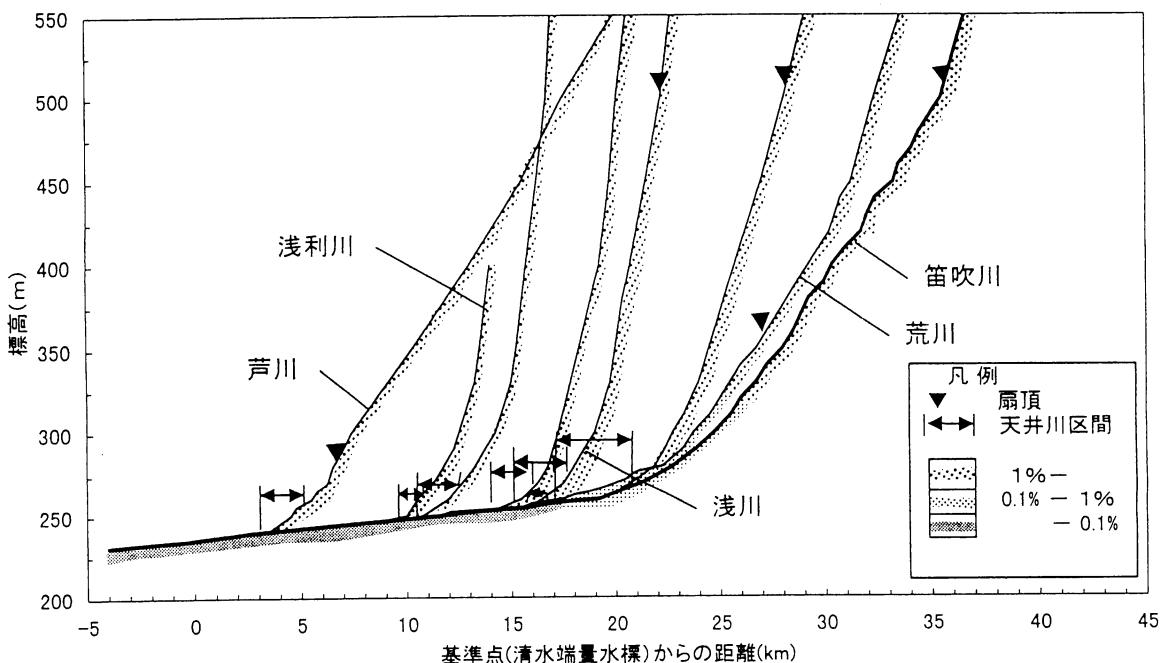
0.1%以下の地域は釜無川や笛吹川のような規模の大きな河川で形成される地形面である。よって、1%以上の地域から0.1%以下の地域に急変点をはさみ移行することは、急変点付近に各河川が作る地形面との境界があることを示している。したがって、甲府盆地における天井川の分布は、勾配の急変点、すなわち地形面の境界付近によく発達するということがわかった。

このことは、各河川の縦断形をみるとよくわかる（第3図、第4図）。釜無川水系の河川縦断形では、釜無川が最も緩く、他の支川はいずれも釜無川よりも急勾配である。つまり、支川の傾斜は1%より大きな勾配であるのに対して、合流点付近の釜無川は0.1%以下の勾配しかない。したがって、盆地南部を流れる各支川は傾斜の急変点を通過して釜無川に合流していることがわかる。また、天井川化区間は必ず勾配の急変点をまたいで存在していることも各河川の縦断形からわかる。

一方、笛吹川水系でも同様である。笛吹川は釜無川に比べてさらに緩勾配であるため0.1%以下の区間が釜無川よりも長く、釜無川水系よりも広い



第3図 釜無川水系の主な河川の河川縦断形と天井川の分布



第4図 笛吹川水系の主な河川の河川縦断形と天井川の分布

区間において支川の天井川化がみられる。笛吹川水系の支川の中には、扇頂がない河川（扇状地を流れていない河川）が存在するが、扇頂を持つ河川（浅

川や金川）と同様の河川縦断形を形成していることから、これらの河川は曾根丘陵の存在により扇状地形成が妨げられているだけで同様に扇状地性の河川

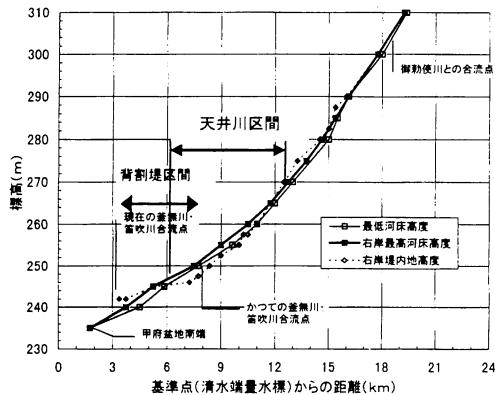
であるといえる。

これらのことから、甲府盆地の天井川の形成は個々の河川の挙動だけで天井川が形成されているというよりも、さまざまな河川（特に支川として認定できる河川においては、その本川に相当する河川）との関係により天井川が形成されていると考えられる。

III-4 天井川をなす各河川についての記載

1) 釜無川

釜無川は釜無川と笛吹川との合流点の直上流で天井川化している。釜無川の河川縦断面形を第5図に



第5図 釜無川の河川縦断形と天井川の位置

示すが、天井川化区間は上述のとおり、堤内地の縦断形の勾配が変化する所を中心に標高250m弱から270m弱の区間で発達している。河床は主として径10-20cmの礫で構成されており、河床高と堤内地高の高度差として定義できる天井川の比高は最大で3mほどである。

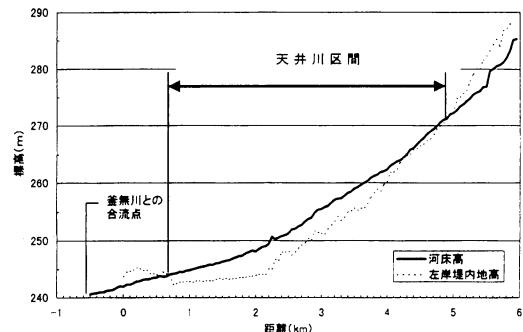
釜無川は、1900年頃の三川（釜無川・笛吹川・芦川）分流工事の際に笛吹川とその支流の芦川との合流点は分離されたが、釜無川そのものは流路を変えられない。釜無川がいつから天井川になったのかは定かではないが、甲斐国志の中には享保年間（1716-1736年）に現在の流路である龍王から笛吹川の合流点までの流れに固定されたという内容の記述があることから、天井川が本格的に形成されたのはこれ以降であると考えられる（明治以前日本土木史、1973）。また、釜無川が天井川化していることは、1891（明治24）年測量の地形図上でも250mの等高

線が堤内地のそれよりも前進していることから確認される。

2) 滝沢川

滝沢川は釜無川の支流、御勅使川の南に位置し、天井川として規模の大きい河川であった。この河川はあまりに天井川化が激しく水害の原因とされたため、河道を掘り下げる工事がおこなわれ、現在では天井川の景観はみられない。

桑原（1982）は河道固定により天井川化したのは、元禄年間（1688-1703年）以降であると推定した。滝沢川が天井川として認識できるのは、1814年の甲斐国志に滝沢川・坪川・利根川・戸川はすべて河床上昇しているという記述からである。しかし、甲西町誌（1973, p.751）には1868（明治初）年にはそれほど堤防が高くなかったことが述べられている。よって、滝沢川は1868（明治初）年より100年あまりの間に急激に天井川化したことが推測される。滝沢川が改修工事を受ける直前の1970年頃には高さ10mほどの堤防が造られ、河床が堤内地高より5mほど高い天井川となっている（第6図）ことがそれを示している。



第6図 河川改修前の滝沢川の河川縦断形と堤内地高

第6図では、堤内地の縦断形の勾配が急変している所で河床と堤内地の比高の大きいことがわかる。

3) 坪川

坪川は滝沢川の南側に位置する。坪川は1962（昭和37）年に改修工事を受けているが、この地域で天井川として現在でも認識できるもっとも典型的な河川である。

坪川が天井川化はじめた年代は、天井川の堤内地にたまる悪水と呼ばれる内水の排水の記録から推

定できる。最も古い記録として、増穂町誌（1977, p.757）の中に天和年間（1681-1684年）に悪水を坪川に流そうとしたら坪川が瀬高になり排水できなくなつたという内容の記述がみられる。瀬高になるとということは河床が上昇するということであるから、坪川はこの当時からすでに天井川化していたことが推定できる。

4) 利根川

かつて利根川は滝沢川と同様の典型的な天井川を形成していたがゆえに1951（昭和26）年以降改修され天井川の面影をなくしている。この河川も、他の多くの河川と同様に資料がないことから、過去の最大の河床上昇量を推測することはできない。利根川も、増穂町誌（1977, p.751-757）などに見られる悪水抜きに関する記述から江戸時代後期には天井川となっていたと推定される。

5) 戸川

戸川は釜無川水系の天井川でもっとも南に位置し、現在でも天井川の様相を持つ河川である。現在の河床と堤内地との比高は2-3mであり、河床は細砂以下の物質と径10-15cmの礫で構成されている。増穂町誌（1977）や1891（明治24）年発行の地形図などから、戸川も坪川や利根川と同様に江戸時代後期までには、天井川化していたと推定される。

6) 笛吹川

笛吹川本流の天井川化区間は、釜無川が基準点から6-12km上流に位置する（第5図）のに比べて、さらに上流の13-19km区間にある（第7図）。河床

構成物質は天井川区間で礫から砂に変化している。笛吹川右岸と河床との比高は1-2m程度で釜無川に比べ比高は小さい。笛吹川は1910（明治43）年以前は、現在の平等川を流れおり、現河川の流路は支流の鶴飼川のものであった。また釜無川・芦川との三川分流工事の際に、現在の背割堤の区間とその上流側の蛇行区間の流路を変更したため、過去と現在の流路は全く異なる。

石和町誌（1987, p.736）などでは、1800年代の後半に過去の笛吹川で連続堤の形成により河床上昇をおこし水害が発生しているという内容の記述があることから、江戸時代の後半ではすでに天井川化の傾向にあったことがうかがえる。ただし、現在の笛吹川の天井川は流路変更など河川改修の影響を考えると、1910年以降に形成されたと考えられる。

7) 印（沢）川

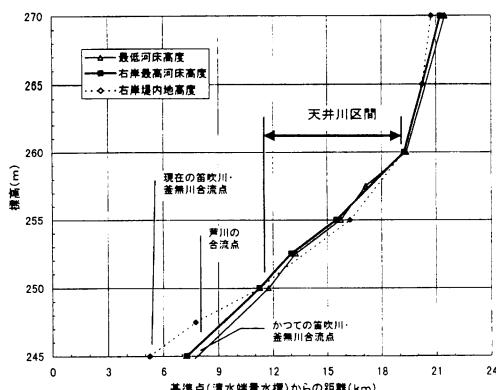
印川は、現在甲府盆地の中でもっとも顕著な天井川の形態をした河川で、市川大門町の高田では、河床の下にトンネルが掘られ、道路が通じている景観が見られる（写真1）。

印川は扇状地の最大傾斜方向に流れていないこと、これが特徴である。このことは瀬替えについての資料はみつからなかったものの、印川の河道が過去に人為的に変更されている可能性が高いことを示すと考えられる。また、第8図の平面図から印川扇状地は扇頂の北東部に段丘状の高まりがあり、さらに高田の北東に帯状に高まりがあることがわかる。このことから、近年では東部より西部側を流れる傾向があり、帯状の高まりを天井川に伴って形成される洪水堆積物によるものと考えると、印川の河道は段階的に最大傾斜方向の北側から半時計回りに西側に付け替えられてきたと推測される。

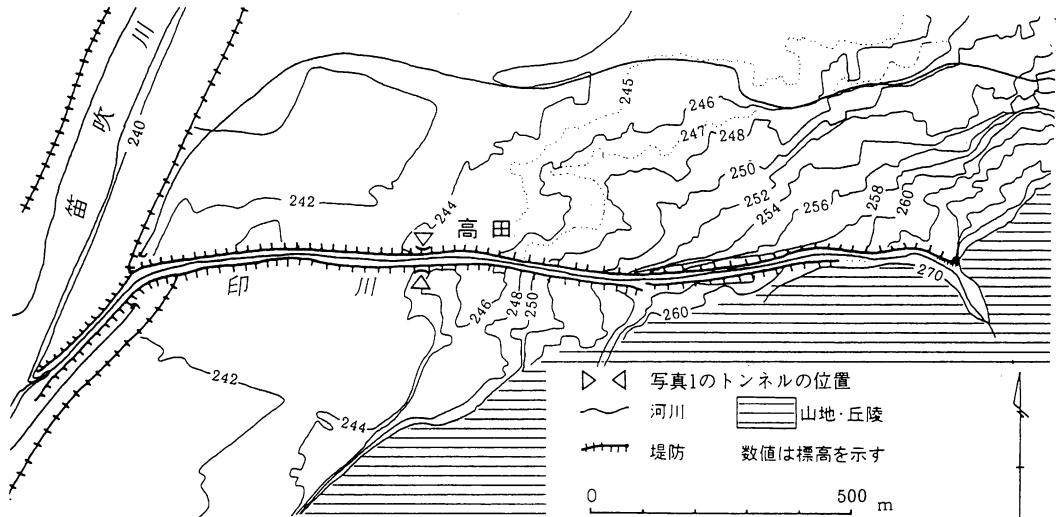
現在、天井川化区間はコンクリートの三面張りになっているために、河床の構成物質はわからない。これは笛吹川水系の支流河川の多くに共通することである。

8) 芦川

芦川は笛吹川との合流点付近で天井川化し、その比高は1~2mである。1910年に行なわれた三川（釜無川・笛吹川・芦川）分流工事の際に河床が掘



第7図 笛吹川の河川縦断形と天井川の位置



第8図 印川扇状地の平面図と天井川

り下げられた（安藝，1951, p.125）ことから、それ以降に河床が上昇したことがわかる。天井川区間の河床には主に径10-20cmの礫の存在が観察された。この河川の河床上昇については次章で詳述する。

9) 浅利川

浅利川は芦川の東方を流れる河川であり、笛吹川と合流点から0.6-2.1kmの1.5kmにわたる区間で天井川化が顕著にみられる（第9図）。浅利川でも河

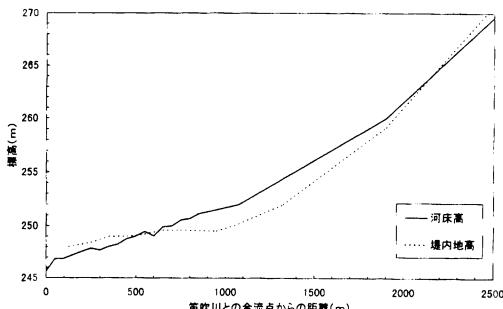
笛吹川に合流する。この河川は一見して天井川にはみえないが、導水堤（背割堤）の建設の前後で、笛吹川との合流点付近で河床が上昇していることが知られている（安藝，1951,p.130）。河床上昇量は最大で0.5-1 mほどである。

V 甲府盆地における天井川の成因に関する考察

V-1 芦川の天井川化と笛吹川の河川改修

笛吹川と芦川の合流点は甲府盆地南部の市川大門町にあり、釜無川と笛吹川の合流点の近辺にある。かつては釜無川・笛吹川と芦川は同じ場所で三川合流の形をとっていたが、現在は釜無川と笛吹川、笛吹川と芦川の合流点は分離されている。芦川は現在合流点付近の河床が上昇して天井川となっていることから、天井川化する前後を比較する（第10図）。

1929（昭和4）年発行の2万5千分の1地形図によれば、1929年ではすでに釜無川と笛吹川の合流点の背割堤による分離は完了していたが、笛吹川と芦川の合流点には背割堤ではなく三川合流時の合流点に変化はなかった。芦川の左岸堤内地における250mの等高線は、図中の南東にみられるが、芦川河床の250m等高線は堤内地の250m等高線のさらに南東方向すなわち上流側に存在する。これは芦川の河床高が堤内地よりも低く、1929年の時点では芦川は天井

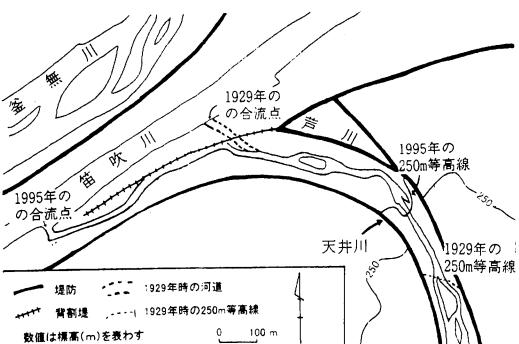


第9図 浅利川の河川縦断形と天井川の位置

川縦断形と堤内地の縦断形から勾配が急変する近辺において天井川としての比高が大きくなっていることがわかる。

10) 荒川

甲府荒川は、甲府盆地北方の秩父山地の国師ヶ岳に発し、御岳昇仙峡から甲府市内を南北方向に流れ



第10図 芦川と笛吹川の合流点の移動と天井川の位置
川になつてゐないことを示している。

1995(平成5)年の河床の状態は2500分の1国土基本図を読み取り1929年のものに記入したものである。1995年には笛吹川と芦川の合流点も背割堤の築堤により変化し、合流点は1929年の時より下流側に移動している。左岸堤内地の等高線と芦川の1995年における河床の250m等高線を比べてみると、河床の等高線の方がより笛吹川との合流点の近くにある。河床の等高線が堤内地の等高線より下流側にみられるということは自然状態ではありえない。この状態は芦川が天井川化していることを示している。

1929年と1995年を比較する上で、天井川化の有無と同様に注目すべき点は芦川が笛吹川に合流する合流点の変化であり、それは背割堤の築堤と密接に関係する。背割堤は、河川が合流する際に一方の河川の河床が上昇し他方の河川の排水が困難である場合、他方の河川の排水を促すために河床上昇の及ばない区間まで流れを分離するために下流側に築かれる堤防である。したがって背割堤を築堤する要因は、緩勾配河川が河床上昇する場合と急勾配河川が合流点をふさぐように堆積する場合の2つが考えられるが、笛吹川と芦川の合流点の場合には後者であるといわれている(安藝, 1951, p.123)。

以上のことから、背割堤の築堤は合流点の付け替えを意味し、笛吹川と芦川の合流点の場合にもあてはまる。背割堤は旧合流点との下流側に築かれることから、築堤後は支川の河道が延長することになり、第10図でも背割堤の築堤後、芦川の河道が延長されたことが認められる。

本研究において注目した点は、まさにこの点であり、天井川化する前後で合流点が移動することと河道が延長されていることの対応である。つまり、天井川は背割堤築堤による合流点変化後の河道延長を原因として形成されたのではないかと考えたのである。

そこで、天井川の分布と背割堤による河道延長の対応が、甲府盆地内の他の天井川についてもみられるかどうかを調べた。

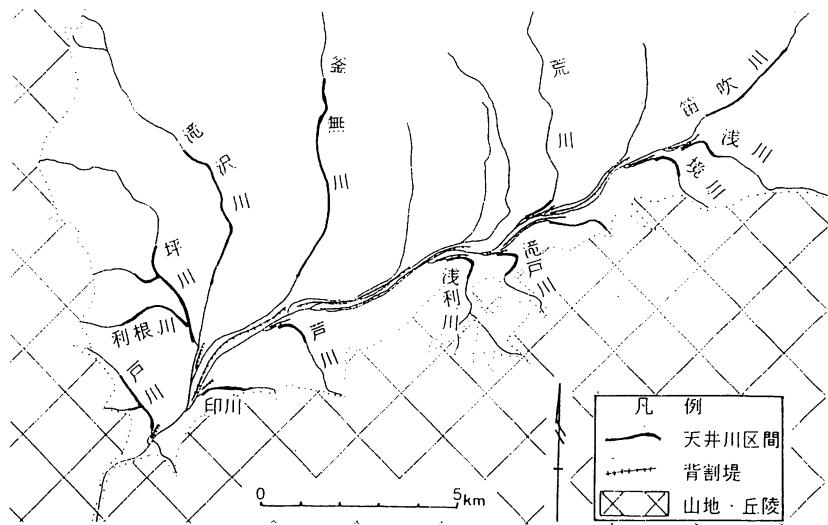
IV-2 甲府盆地における天井川と背割堤の対応

甲府盆地における天井川が、笛吹川と芦川の合流点のように背割堤との対応があるかどうか現在の2万5千分の1地形図を用いて調べた(第11図)。その結果、天井川になっている河川は必ず背割堤が築堤されていることがわかった。ただし、背割堤が築堤されても必ずしも天井川となっているわけではない。背割堤が築堤されても天井川になつてゐない河川は、その上流に山地の流域がない。このような河川に背割堤が築堤されているのは、本流である釜無川や笛吹川の河床が上昇傾向にあるためであり、背割堤で合流点を下流に付け替えた方が内水の排水を容易にするからである。一方で、上流流域に山地がありその下流側で背割堤が築堤された河川は、いずれも天井川化している。

IV-3 天井川形成のモデル

以上のことから、甲府盆地の天井川の形成に関するモデルを、イラストと河川縦断形および周囲面の縦断形と対応させ第12図に示した。

天井川が形成される以前の人為の加わらない自然な状態(第12図a)では、縦断勾配の緩い河川(ここでは笛吹川や釜無川の本流に相当する)が図の手前を流れおり、勾配の急な河川(ここでは、芦川や他の笛吹川や釜無川に注ぐ支川に相当する)が図の扇状地上を流れる河川を想定している。ここでは、堤防や背割堤などの建造物による流路固定や、河道変更を行っていないために急勾配河川が天井川を作ることはないが、その代わりに洪水時のバー(砂礫堆)の形成などによって扇状地上を自由に流れるこ

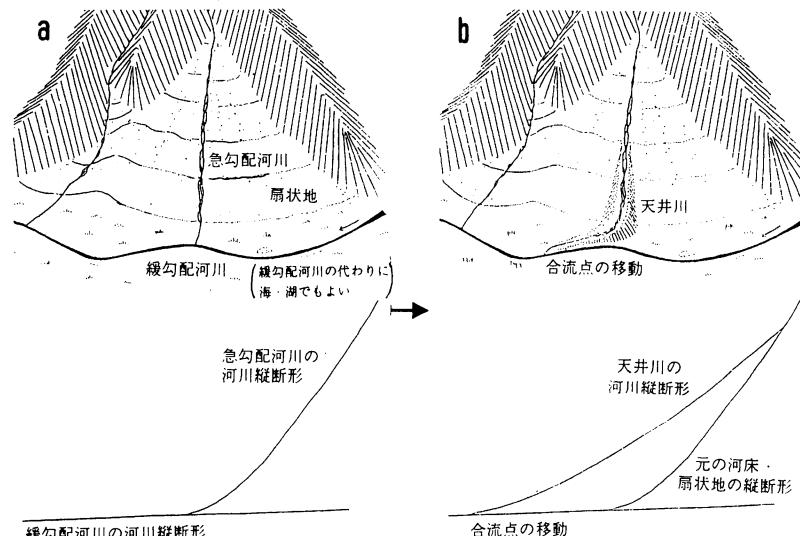


第11図 甲府盆地の天井川と背割堤の対応

とができる。この図では緩勾配河川は自然堤防帶（蛇行原）を流れる河川を想定して描いたが、これは急勾配河川である扇状地性河川に対して流路変更しにくいことを表し、このような性質を持っていればどのような河川でもかまわない。

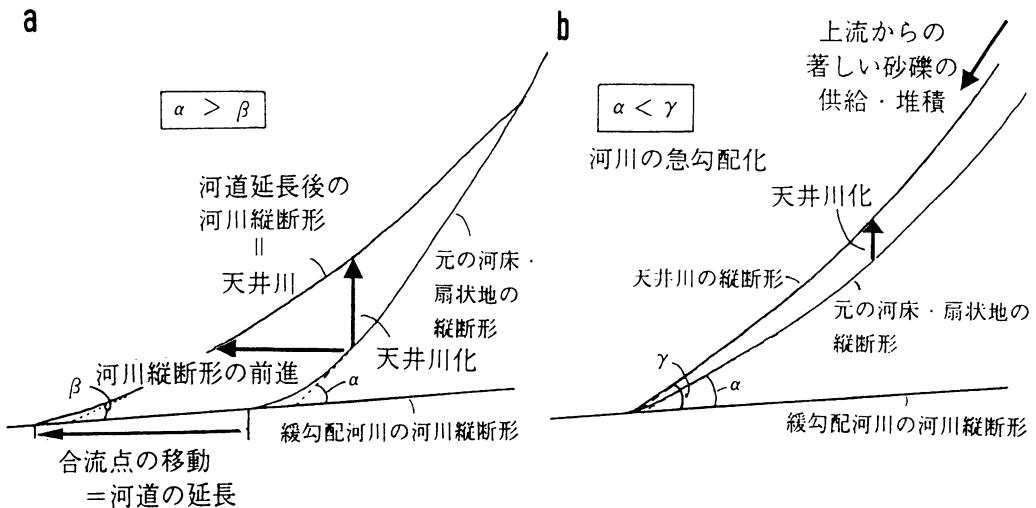
次の天井川が形成された図（第12図 b）では、人の手が加わることで急勾配河川が流路固定されるこ

とと、緩勾配河川との合流点が移動し天井川と化している様子を示した。縦断図では緩勾配河川の縦断形は変わらず、自然状態で扇状地性河川として表わされた急勾配の河川縦断形は元の河床面および扇状地面の縦断形として表した。そして扇状地の縦断形の上に新たにもう一つの縦断形を示したが、これが天井川化した河川の縦断形である。ここに描いた天



第12図 天井川形成のモデル

- a 人为の影響のない自然状態での地形状態と縦断形
- b 河道延長後の天井川形成と縦断形



第13図 従来説と河道延長による天井川形成のモデル比較

- a 天井川形成の本研究でのモデル
- b 天井川形成の従来説によるモデル

井川は先ほどの笛吹川と芦川との合流点の事例や他の甲府盆地の天井川の傾向を反映させ、釜無川や笛吹川の本川とその支川の合流点が変化し河道が延長されている事とこれに対応して天井川化していることを考慮した。また、天井川の河川縦断形と扇状地の縦断形が上流側で重なって示しているが、天井川の河川縦断形と元の河川の縦断形が、その高度から上流側では同じ縦断形をとり天井川化していないことを示した。

この第12図の解釈を次の第13図aで示した。この図は縦断図しか示していないが、この縦断形で想定される河川の配置および地形はその前図で示したものと同じものである。第13図aでは、緩勾配河川の縦断形に沿って、急勾配河川が人為的な合流点の移動により河道延長され、旧合流点と新合流点の間に新たな堆積場を作り出していることがわかる。天井川の形成にはこの人為的に新たに形成される堆積場が重要である。それは、河道延長によって急勾配河川は新たな河川縦断形を形成し、新たに形成された堆積場に急勾配河川からの堆積物が堆積することで急勾配河川の縦断形が前進し、それが天井川を形成すると考えられるからである。このことは、急勾配河川が形成した扇状地面における各地点で、新たな

河川縦断形との比高を比較すれば、新しい河川縦断形の方の河床が上昇したようにみえることを表している。つまり、河道延長による急勾配河川の縦断形の前進が天井川を形成しているともいえる。

また、第13図aは甲府盆地の天井川分布の特徴である「傾斜の急変点付近で天井川の発達がよい」ことを説明するのに適切な解釈を与えると考えられる。河道延長により形成された天井川が作り出す新たな河川縦断形は、緩勾配河川の河川縦断形より急であるが、元の急勾配河川のを示す扇状地の縦断形の勾配よりは緩い。したがってこの三者の勾配は、緩勾配河川の勾配<天井川の勾配<扇状地の勾配の関係がある。これは、新たな縦断形である天井川が緩勾配河川の地形面上にある時は、新合流点から上流に行くほど緩勾配河川との比高が大きくなり天井川がよく発達することを示す。また、勾配の急変点を境にしてその上流では扇状地のほうが急勾配であることから、天井川の縦断形は上流方向に向かって次第に扇状地の縦断形に近づいていく。このことから、扇状地上の各地点からみれば天井川の発達は悪くなり、天井川と扇状地面との比高が小さくなっているようにみえる。したがって、このモデルにおいては、天井川を形成するような河川では、勾配の急変点付

近において天井川が発達しやすい傾向があることになる。

IV-4 従来の天井川化のモデルとの比較

従来、天井川は砂礫の供給が増大し河道に堆積するため形成されると考えられてきた（山本, 1916; 千葉, 1956など）。これまでの天井川の形成についての通説を簡潔に表すと「平野の開発が進み、堤防により河道の固定化を図ると、砂礫供給のさかんな河川では堤防内での堆積が進行し河床が高くなり、ふたたび氾濫の危険が増す。これを防ぐために堤防のかさあげがはかられ、このなかで河床はさらに高くなる。こうした、繰り返しにより、本来の河床面である周囲平野より著しく高い河床をもつ天井川が形成される（町田他, 1981, p.436.）」となる。

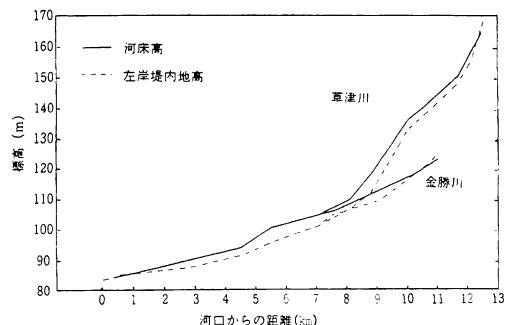
この中に、縦断形から天井川の成因を考えるという視点は含まれてはいないが、重要な概念があり「砂礫供給がさかん」ということを重視していることである。砂礫供給が盛んであるということは、背後の流域での岩屑の生産および堆積場の扇状地などに対して岩屑の供給が著しいことを示している。これを河道延長をあえて考えずに縦断形の視点から図化した（第13図b）。第13図bから、これまでの通説の考えに河床上昇は上流からの著しい砂礫の供給により上流側からおこり、天井川と扇状地との比高は上流側ほど大きくなることがわかる。また、扇状地の縦断形の勾配を α とし、通説により形成された天井川の河川縦断形の勾配を γ としたとき、 $\alpha < \gamma$ の関係は $\alpha < \gamma$ 、つまり天井川の河川縦断勾配の方が元の扇状地面の勾配よりも急になることがわかる。これは第13図aで示される河道延長モデルで形成される天井川の縦断勾配 β が、 $\alpha > \beta$ であるのに對して正反対のことを示す。

ここに、河道延長で形成される天井川のモデルと従来の通説との間に決定的な相違点がある。それは、 $\alpha > \beta$ であることは河道延長モデルでは、必ずしも背後の流域における岩屑の生産および扇状地面への供給が増大する必要のないことを意味し、通常の砂礫の量でも天井川が形成されることを示す。このことは、これまで天井川の形成の絶対条件とされてき

た「砂礫の著しい供給・堆積と河道の固定」のうち、「砂礫の著しい供給・堆積」は絶対条件ではなく、その代わりとして「合流点変化による河道延長」でも天井川化はおこりうるということを意味する。したがって、今後各地にみられる天井川について考えられるこれらの条件のうちどの条件によって形成されたかを再検討する必要がある。

まず、甲府盆地内の天井川化した河川の縦断形と堤内地の縦断形から検討を行う。釜無川水系の滝沢川の河川縦断形（第6図）では、堤内地の縦断形の勾配より天井川化した滝沢川の縦断勾配の方が明らかに緩いことが明らかである。また、笛吹川水系の浅利川の縦断形（第9図）でも、滝沢川と同様に河床の縦断勾配の方が堤内地の縦断勾配よりも緩く、この傾向は甲府盆地における他の天井川についても同様である。したがって、甲府盆地の天井川は従来いわれてきた「砂礫の著しい供給や堆積」が形成要因ではなく、「河道延長」により天井川が形成されたと考えられる。

他の研究において河川縦断形を基に天井川の成因を考えている事例がないことから、他の資料を用いて天井川化の成因の考察は難しい。しかし、小林他（1979）は、近江盆地内の天井川化した河川として著名な草津川とその支流の金勝川について実際の測量データをもとにして、河床の縦断形と堤内地の縦断形を示した（第14図）。この中で草津川や金勝川の河床の縦断勾配はその堤内地の縦断勾配に対して、平行かまたは緩いことがわかる。このことは、通説である砂礫の供給の増大による天井川の形成過



第14図 草津川およびその支流の天井川縦断形と堤内地高（小林他, 1979, を一部改変）

程（第13図b）から得られる河川縦断形の傾向よりも、河道延長による天井川の形成過程（第13図a）のモデルの方を満足すると考えられる。また、このことは草津川の天井川化の成因は必ずしもその上流の流域において「砂礫の著しい生産とそれに伴う供給・堆積」を考えなくともよい。しかし、河道延長モデルの適応には、草津川の河道延長を証明しなければならず、それは後の研究の待たなければならぬ。そしてこの観点から天井川の成因を考えていくということは、他の地域においても同様におこなわるべきであると考える。

V おわりに

本研究で新たに明らかになったことをまとめると次のようになる。

- ① 天井川は、地形面の境界などで勾配の急変点付近においてよく発達する。
- ② 天井川は、河道延長をすることで河川が新たな縦断形を作り出し元の縦断形に対して前進するために形成される。
- ③ 「河道延長」により天井川が形成される場合には、背後の流域からの「著しい砂礫の供給とそれに伴う堆積」は必ずしも必要な条件ではない。
- ④ 甲府盆地の場合、河道延長の重要な一要因として背割堤が考えられる。

これらのこととは、天井川の形成要因として考えられてきた、堤防を築堤して「河道を固定」することや背後の流域からの「著しい土砂の供給」を必ずしも否定するということではない。扇状地では流路は首振り現象によりしばしば変更されることから、流路が固定されない限り天井川は形成されない。また、「著しい土砂の供給」はともかく、いくら天井川を形成する環境が整っても背後の流域からの土砂の供給なしでは河床上昇はない。しかしながら、これらの条件以外にさらに「河道の延長」を天井川の形成について考える必要があることを本研究では指摘したい。

以上のことから、天井川は堤防による限られた狭い空間の中で、流路が横方向へ移動できないがゆえに縦断方向へ堆積して形成された地形であるといえ

る。また、河川および地形面の縦断形という視点からは、自然状態では時間のかかる現象を人為的に増幅したものが天井川であるといえるのではなかろうか。

本研究では、甲府盆地の天井川については本川に対して支川の河道延長という点では、よく説明ができるとしているが、本川そのものが天井川化している理由は十分に説明できていない。本川である釜無川や笛吹川が天井川となっている成因をさらに探るには甲府盆地のさらに詳細な形成過程の解明が必要であるし、また標高240mから250m付近にかけて広がる、勾配が0.1%以下の低地の成り立ちを理解する必要があり、これらのこととは後の研究が待たれるところである。さらに甲府盆地に限らず、近江盆地や木津川流域、六甲山麓や他の各地域にみられる天井川についてまたは海外にみられる黄河などの天井川について、「河道延長」により天井川を形成しているのか、通説どおりに「著しい土砂供給」によってのみ天井川が形成されているのかどうか検討が必要である。

天井川はこれまで人為的な地形であるといわれながら、人為的であるがゆえに地形学的な研究がされてこなかった。しかしながら、天井川も人間が直接建造したわけではなく、天井川が作られる条件を満たしたがゆえに形成された自然の地形である。天井川は他の一般的な地形現象に比べて短い時間で成立する現象であることから天井川を地形学的にさらに研究を進めていくことによって、他の分野例えば工学分野に応用できる可能性を秘めている。したがって、このような短期間に形成される現象を地形学的に研究することは、地形学の成果を他の分野に応用できるよい機会となるのではなかろうか。

謝 辞

本研究をおこなうにあたり、ゼミを通じ筑波大学地球科学系の地形分野の先生方にご指導を賜り、深く感謝いたします。

建設省関東地方建設局甲府工事事務所調査第一課の渡辺勝彦課長には、現地の案内、本研究への助言、さらに未公表のデータを提供していただき、また同

課の広瀬氏をはじめとする皆様方には、様々な面でご便宜をはかって頂きました。建設省国土地理院地理調査部地理第一課の海野芳聖氏には、甲府盆地の堆積構造や甲府盆地を含む周辺地域の地形発達についてお教えいただき、本研究への助言、さらに本研究で参考にしたボーリングデータを提供して頂きました。以上の皆様に、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 安藝皎一（1951）：『河相論』岩波書店, 197p.
- 石和町誌編纂委員会（1987）：『石和町誌 第一巻』石和町, 1348p.
- 内田秀雄（1938）：天井川の研究－近江國野洲川のことども－。地理学, 6, 373-379, 531-537, 703-710.
- 海野芳聖（1988）：第四系(11)甲府盆地。上村武・山田哲夫編『日本の地質 中部地方 I』,共立出版, 171-173.
- 海野芳聖（1991）：山梨県甲府盆地の埋積過程－地下地質からみた更新世以降の特徴－。地団研専報, 38, 19-25.
- 籠瀬良明（1975）：『自然堤防』古今書院, 306p.
- 桑原治太郎（1982）：天井川における計画河床勾配の一考察。土木学会誌, 67-4, 49-55.
- 甲西町誌編纂委員会（1973）：『甲西町誌』甲西町, 1917p.
- 小林健太郎・高橋誠一・宮畑巳年生（1979）：滋賀県大津市の天井川。滋賀大学教育学部紀要, 29, 80-97.
- 貞広太郎・堀井篤（1958）：河床上昇の堆積学的考察－京都府不動川の天井川地形について－,立命館大学理工学部研究紀要, 3, 66-72.
- 澤 祥（1981）：甲府盆地西縁・南縁の活断層。地理学評論, 54, 473-492.
- 竹林征三（1995）：『甲斐路と富士川－川を守り・道を拓く－』建設省甲府工事事務所, 177p.
- 多田 堯・中堀義郎（1986）：甲府盆地の測地測量による地殻変動。地球, 18-4, 226-229.
- 千葉徳爾（1956）：『はげ山の研究』農林協会, 237p.
- 土木学会 編（1973）：『明治以前日本土木史』岩波書店, 1745p.
- 堀井 篤（1955a）：木津川流域の天井川と“うち水”について。地理学評論, 28, 569-577.
- 堀井 篤（1955b）：天井川の発達と洪水堆積物について。地質学雑誌, 61, 723.
- 堀井 篤（1958）：天井川の堆積学の考察－京都府不動川の例－。地質学雑誌, 64, 729.
- 増穂町誌編集委員会（1977）：『増穂町誌 上巻』増穂町, 1102p.
- 松平定能 撰, 佐藤八郎 校訂（1982）：甲斐国志 第二巻, 雄山閣, 399p.
- 水山高幸（1985）：扇状地の形成過程と災害。芦田 和男 編『扇状地の土砂災害』, 古今書院, 204p.
- 森 壽美衛（1935）：天井川の景観。地理学, 3, 614-621, 1051-1059, 1203-1211.
- 山本徳三郎（1916）：天井川の成因および将来。大日本山林會報, 408, 43-48.