

京都山城の天井川形成史と環境評価*

Shaping History and Environment Estimation of Ceiling Bed Rivers in Kyoto Yamashiro

安東 尚美**

By Naomi Ando

There are many ceiling bed rivers in Kyoto Yamashiro district which cross as bridge over roads or tunnel under river. Searched in papers, I found that many ceiling bed rivers are shaped in the Edo period when continuous bank of the Kizu River was constructed and people's demand made alluvial fan rivers steady or made banks and create farm land as the Bouga River.

I propose Human Index of River Basin which estimate ceiling bed rivers in Yamashiro, and found that land use of right hand branches of the Kizu River had not changed much in 100 years and estimate high both in Habitat Index and Human Index.

第1章. 南山城の天井川に関する既往研究

南山城の天井川形成に関しては、城陽市や井手町、田辺町（現京田辺市）、山城町、精華町の郷土史や、郷土史研究家の資料、そして京都府田辺土木事務所による天井川切り下げ時の工事資料を郷土史が分析したものが既往研究として存在する。

(1) 郷土史における記述

『城陽市史』第2巻¹⁾、1979、p.139～140には、国道24号線上の長谷川水管橋や青谷川のJR奈良線トンネルの写真を示し、治山を共同で行っていた江戸時代にはそれほど大きな天井川にはなっておらず、明治以降において、森林の管理も不十分になるにつれて、山地の浸食作用が速められ、土砂や泥水の流出が著しく、急激な天井川の形成が促され河床上昇の危険が増大した、とある。最新の『城陽市史』第1巻²⁾、2002、p.46には、

「長谷川や青谷川の中流部や解析谷中には、土砂留遺構の分布が確認できる。谷底を横断するタイプと谷壁の伸びに鋭角にとりついて雁行的に配置されるタイプの2種がある。」

『城陽市史』第1巻²⁾、p.687には、土砂流出を防ぐための植栽工法や、杭や蛇籠を用いた水路工、その跡が現在も中村（墓谷関留）え見られる山腹の谷筋を横断して土堤を築く「築留」などが、幕府からの出金や村の自普請で行われたと記述されている。

『青谷村誌』³⁾、1941、p.24にも、

「徳川時代の青谷川は降雨時に土砂流出して漸次川底を高めしにより、市辺村は毎年正月村民総出にて堤防を築き水害を防ぎたり。伝え聞くに往古は青谷川の堤防低く市辺より容易に多賀の人家を望見し得たりと。」

『城陽市史』、第1巻²⁾、2002、p.46には、同じ木津川右岸に位置する天神川（青谷川の南約4m）の発掘調査の結果、現在の河床の直下6～7mの深度において、古い沖積低地を削り込む谷の埋没が確認され、谷地形の埋没と河床の上昇は、13～15世紀後半の芝山遺跡埋没時と、18世紀末の2段階にわたって引き起こされたことが明らかになった。

『井手町史シリーズ第一集、井手町の自然と遺跡』⁴⁾ p.38～39、1973、には、JR奈良線の玉川や渋川の水管橋写真を掲げて、天井川群の形成を次のように記述している。

「人間活動が旺盛になり、木津川にもいよいよ巾の広い、しかも背の高い連続した堤防が築けるだけの土木技術力がついてくる時代になると、流域の山地でも盛んに森林が切り出され、乱伐が目立ってくる。

木津川の流域には、地表に裸出すると風化作用には大変弱い花崗岩からなる山地が多いので、乱伐の結果、山肌は徐々に荒廃し、洗い出されてきた土砂が、溪流づたいに本流の木津川へ大量に流入しだした。しかし、木津川は高い堤防によって固定化されてしまっているために、河道にたまるばかりで、河床はだんだん上昇していく。

* Keyword : 天井川、形成史、環境評価

** 正会員 工修 流域調整室代表理事

(〒614-8002 京都府八幡市八幡土井102-5)

こうなってくると、木津川に注ぐ支流では、これまでの河床のままでは、逆に河口の方が高くなるわけだから、水は本流より逆流する恐れが出てくる。

このために支流のほうで、少なくとも木津川氾濫源を流下する部分の河床を嵩上げてやらねばならなくなってきた。しかし、何度も嵩上げていくうちに、その上流からの運搬物が多い河川ほど、河床は非常に高くなり、堤防下に沿う家並みの屋根の高さ位を流れる状態になってしまう。このような川を『天井川』という。」

「井手町の北限に当たる青谷川では、その上流域において、現在盛んに山砂利採取のために丘陵が削り取られている。」

『山城町史』⁵⁾、1987、には、1806年に木津川堤の国役普請を京都代官に願い出たとあり、p.614には、天井川と称して次のように記述している。

「このように木津川にも近世になって強固な堤が築造されると、これまで荒れ川で流路を変えていたのに対し、河道が固定され、上流からの土砂が河床に堆積し、しだいに河床が高くなる。おいかけるように堤も高くしていかなければならない。この繰り返しのよって、この繰り返しのよって、河床が水田面や家の軒よりも高い、いわゆる天井川が形成される。現在山城町内を西流し木津川に注ぐ、鳴子川、不動川、天神川、渋川などは天井川としてよく知られているが、江戸時代には木津川も天井川であったと考えられる。これらの河川の天井川化は江戸時代から著しくなってきた。」

『山城町史 資料編』⁶⁾ p.513～514には、『北河原区有文書』として、田畑より川が高くなり迷惑、p.520～521には、東大経『朝田(北)家文書』として、上粕村において、1722年時点で、50年前より39年間で4尺(1.5m)、さらに11年間で4尺、計8尺(3m)も木津川の河床が土砂で埋もった、とある。

『平尾村絵図』、山城町役場所蔵文書、1684年には、不動川(当時は北山川と呼ばれていた)の河床が田地より10間(18m)高かった、北山川や鳴子川の上流山地がはげ山であったと記載されている。

『田辺町近代史』⁷⁾、1987、p.95～97、には、

「マサ系統の山が多い南山城地方では、出水などの諸因により土砂の流下が著しく、木津川へ多量の土砂が流送され、結果として木津川堤防が高くなった。このため、洪水の危険があり、より高く堤防が築かれるようになったが、年月を経るとまた土砂が堆積して河床が高くなり、再び洪水の危険を防ぐため、さらに堤防

が高く築かれていった。これが長い間繰り返され、またこれにあわせて木津川支流の水を木津川へすみやかに流下させるために支流の河床を上げる必要もあり、現在みられる天井川が形成されることとなった。なお、町内を流れる主な天井川としては天津神川・馬坂川・防賀川の三川があり、虚空蔵谷川・手原川・普賢寺川・遠藤川なども一部天井川の形態をとっている。

この天井川も下流域の整備が完成するにしたがい一部が切り下げられた。昭和9年に虚空蔵谷川の松井付近から有郷智(八幡市)付近までの天井川の一部は切り下げが行われた。また、馬坂川の現国道307号線にかかる水路橋も、昭和48年8月下旬には、河原区東部から浜新田の幹線排水路までの河川改修による切り下げにより撤去された。」

『薪誌』⁸⁾、1991、薪誌刊行委員会、p.11にも、『山城町史』⁶⁾同様、天井川は江戸時代前に形成されたとある。

「天津神川が天井川となったのは中世で、木津川の水路が確定されて堤防が築かれ、上流からくる土砂等の堆積で川底が高くなり、付近の水が木津川に排水しにくくなった。特に大雨の時は、木津川の水が逆流し田畑や人家に被害を及ぼした。そのため木津川に流入する川の川底や堤防を高くした。雨水により土砂が運ばれ人々は堤防を築いた、こんな事が長年月にわたって繰り返かえされて、自然と人間との合作で、今日見かける高さになった。」

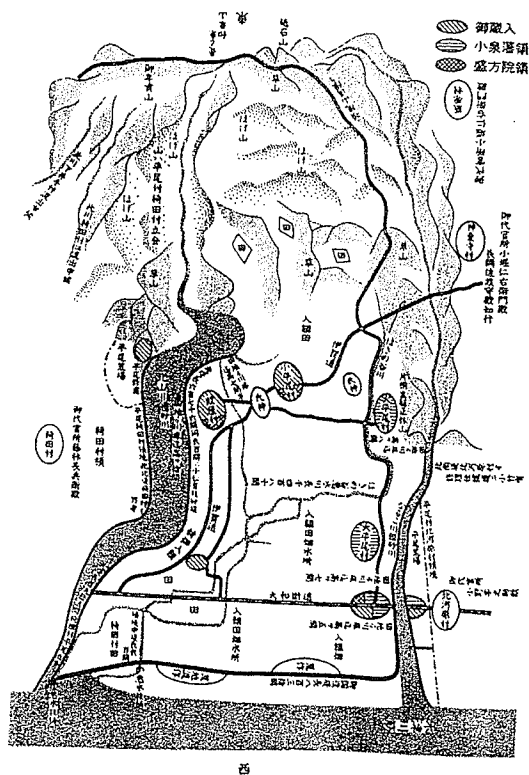


図-1.平尾村絵図
(Fig1. Picture Map of Hirao Village)

『精華町史』⁹⁾、1996、p.556～557には、次のように土砂対策に重点を置いた治水対策が書かれている。

「木津川をはさむ両側の山は、花崗岩であり、風化しやすく雨の後など大量の土砂が木津川に流れ込んだ。そのため、河床が上昇し、洪水が起きやすくなるので、山に植林するなどして土砂の流入を防ぐことが木津川治水の大きな課題でもあった。幕府は貞享元（1684）年から淀川水系に対して土砂留め奉行の制度を創り、近隣大名に山の管理を行わせたのである。土砂留めとは、毎年春秋の2回、山に松や雑木の苗を植え込んだり、川筋に土木堰や石堰を造るなどして、土砂の流出を防ぐための手入れを実施したことである。」

『精華町史 資料編Ⅱ』¹⁰⁾、1992、p.117～118には、1737年に、木津川の河床が50年間で5,6尺上昇し、洪水時に悪水が吐けないで困っている報告している。

p.127～128、土砂留め山内での開発を止めさせ苗木を植えたこと、また、それ以降も18世紀まで、土砂留めと、悪水を抜き用水を確保するため、煤谷川を木津川の下流に延ばし井堰や樋を設置する要望が出されたり、隣村から川浚いの要望が出されたりしている。

(2) 郷土史研究家の資料

京田辺市在住の郷土史研究家、古川章は、『ストーンテリア』、vo.18¹¹⁾、1989で、マンボの語源考一天井川こぼれ話一と称して、JR片町線が馬坂川をくぐる赤レンガ造りのマンボは、デ・レーからオランダ人技師の置きみやげでありオランダ語起源ではないかと思っていたが、江戸時代初期の古文書にも「間符」との語句が見られるのでそれが転訛したのではないかと書かれている。

また、京田辺市在住で写真家、郷土史家の松村茂は、木津川川底から土器の収集をした結果、中世の物としている。

山田泰三は、『アルパックニュースレターNo. 60、～泰さんのあんな京都こんな京都④、田辺町 変貌する天井川』¹²⁾、1993.7.1で、田辺町内の天井川について、①虚空蔵谷川は1932年9月の決壊で1000m切り下げ、②手原川は1932年9月氾濫で下流部川幅を3倍にし橋を付け替え、③天津神川は1884年の堤防決壊で大被害、などが記述されている。また、防賀川について、1972年10月に水路橋復旧工事中に堤防底部で青色粘土層が発見されたときは条里制集落の境界線として人工的に築かれたものとされた（立命館大、岡武雄）が、1989年12月防賀川切り下げ工事中東鍵田で発見された青色粘土は条里制以降に築かれた天井川に雨水が流れシルトとなって底部に沈積したと推論した。

(3) 土木工事から判明した資料を分析した成果

『防賀川小規模河川改修工事業務土調査委託、1990年12月、京都府田辺土木事務所』¹³⁾によると、防賀川切り下げに伴う旧国道307号線橋の架け替えに伴うボーリング調査結果として、地表から約8mまでが粘土と砂質粘土の互層であるとなっている。防賀川切り下げの工事写真を見ても、当時の水路となっていたコンクリート構造物の下部に、厚さ1mほどの青色粘度層が何層も見られる。

工事資料と発見された遺物を基に作成された『企画展資料11、惣村から近世の農村へー綴喜郡東村の歴史一、1990.4.28、山城郷土資料館』¹⁴⁾には、防賀川は、室町時代から江戸時代にかけて、洪水と築堤の繰り返しによって、次第に天井川となっていったとされている。

既往の研究結果から、山城地方の天井川は、花崗岩が風化した流出土車量の多い山地から流出し、江戸時代初期から木津川に天井川が形成されるのと共に堤内の治水のために破壊されては築造されて今日の姿に形成されてきた、ということができる。

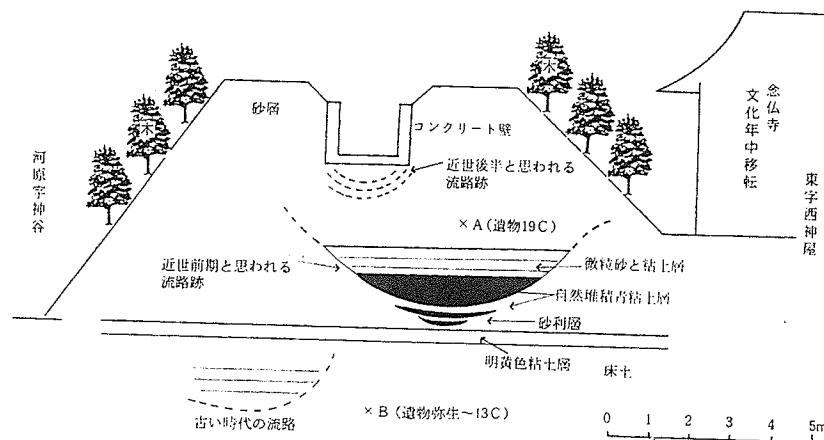
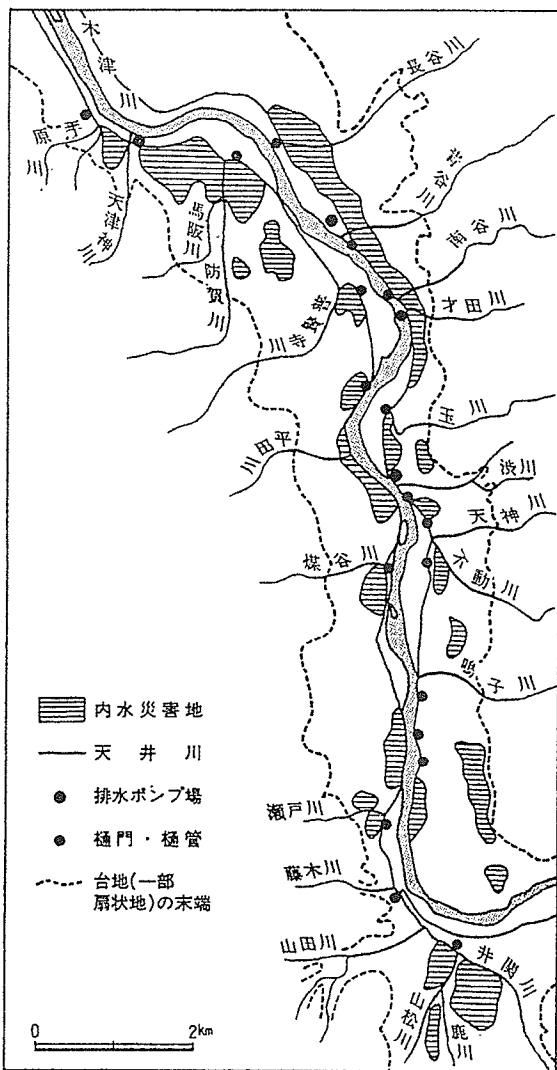


図-2. 防賀川断面概略図
(Fig2. Outline of Bouga River Section)

第2章. 南山城における天井川の概要

(1) 天井川一覽

『城陽市史』第2巻¹⁾、1979、p.140には、木津川流域の天井川と内水災害地として、次の図が示されている。また、『昭和59年度 河川企画調査 京都府南部水路橋調査報告書』¹⁵⁾、京都府土木建築部河川課、1984、京都府宇治土木事務所管内図、『昭和28年度 河川災害土木事業助成工事全体設計書』、1953、京都府、及び『昭和47年度 手原川 小規模河川工事全体計画設計書』¹⁶⁾、1972、京都府、より、うち10河川の流域面積と流路長をとりまとめた。



(注) 『日本地誌14 京都府・兵庫県』(二宮書店)による

図-3.木津川流域の天井川と内水災害地
(Fig.4.Ceiling Bed Rivers and Inside Flood Area of Kizu River Basin)

表-1, 山城地方の天井川緒元一覽

(Table.1 Parameters of ceiling bed rivers in Yamashiro district)

河川名	流域面積 km ²	流路長 km	
		集水域	天井川区間
長谷川	4.2	1.8	1.6
青谷川	9.3	3.7	1.6
南谷川	5.8	5.4	0.55
玉川	7.8	5.3	1.8
天谷川	1.1	0.94	1.10
天神川	2.2	3.1	1.1
天津神川	1.2	1.9	1.6
防賀川	1.1	0.75	2.5 ※
馬坂川	0.6	—	1.7 ※
手原川	3.1	2.5	0.6

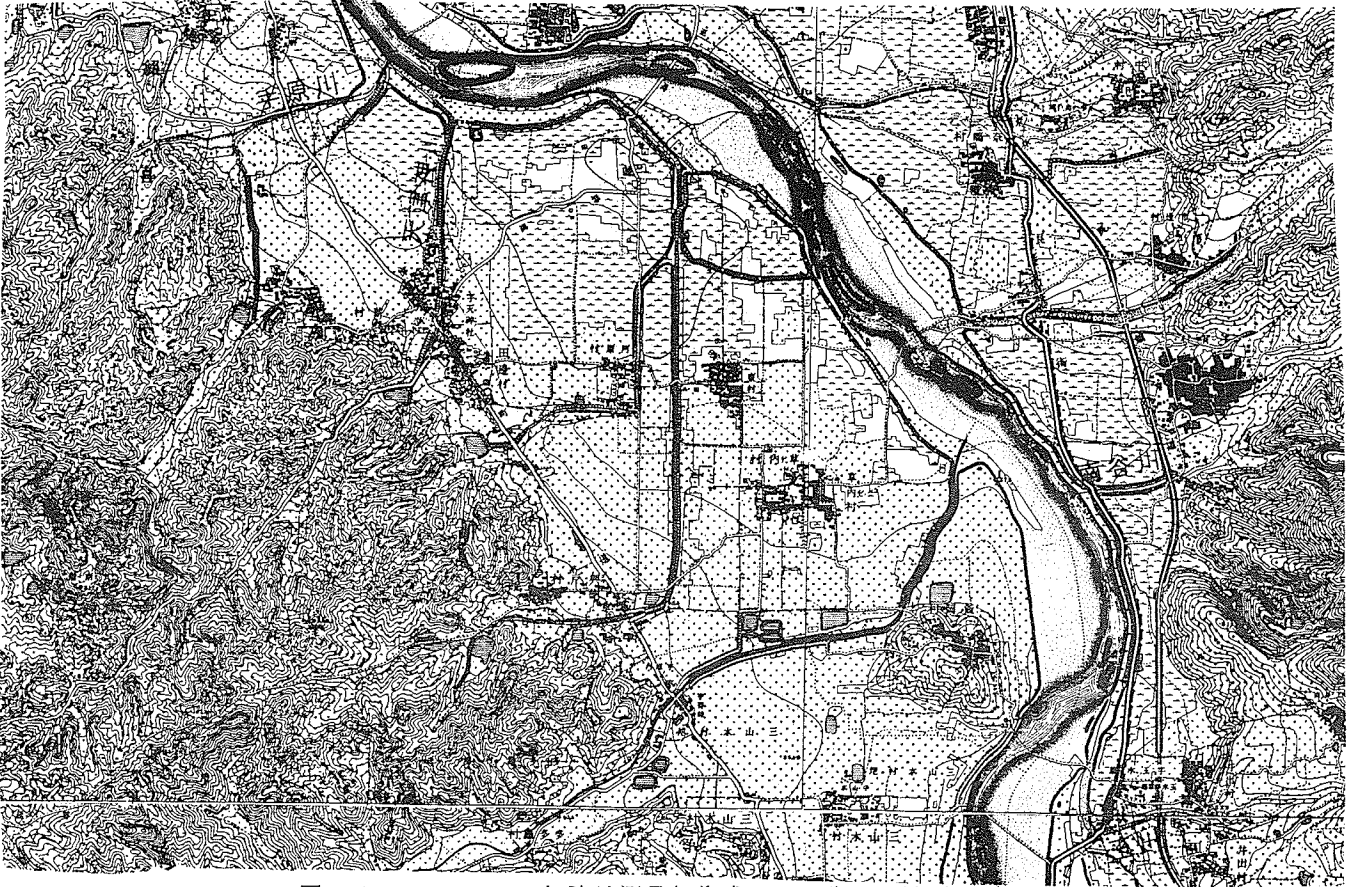
※昭和初期に完成した捷水路までの区間延長

一般に、天井川区間では、流域面積が大きければトンネル、小さければ水管橋で道路やトンネルの上を河川が横断すると言われているが、トンネルで横断するのは、長谷川、青谷川、玉川、天神川、不動川のJR奈良線と、天津神川のJR片町線である。

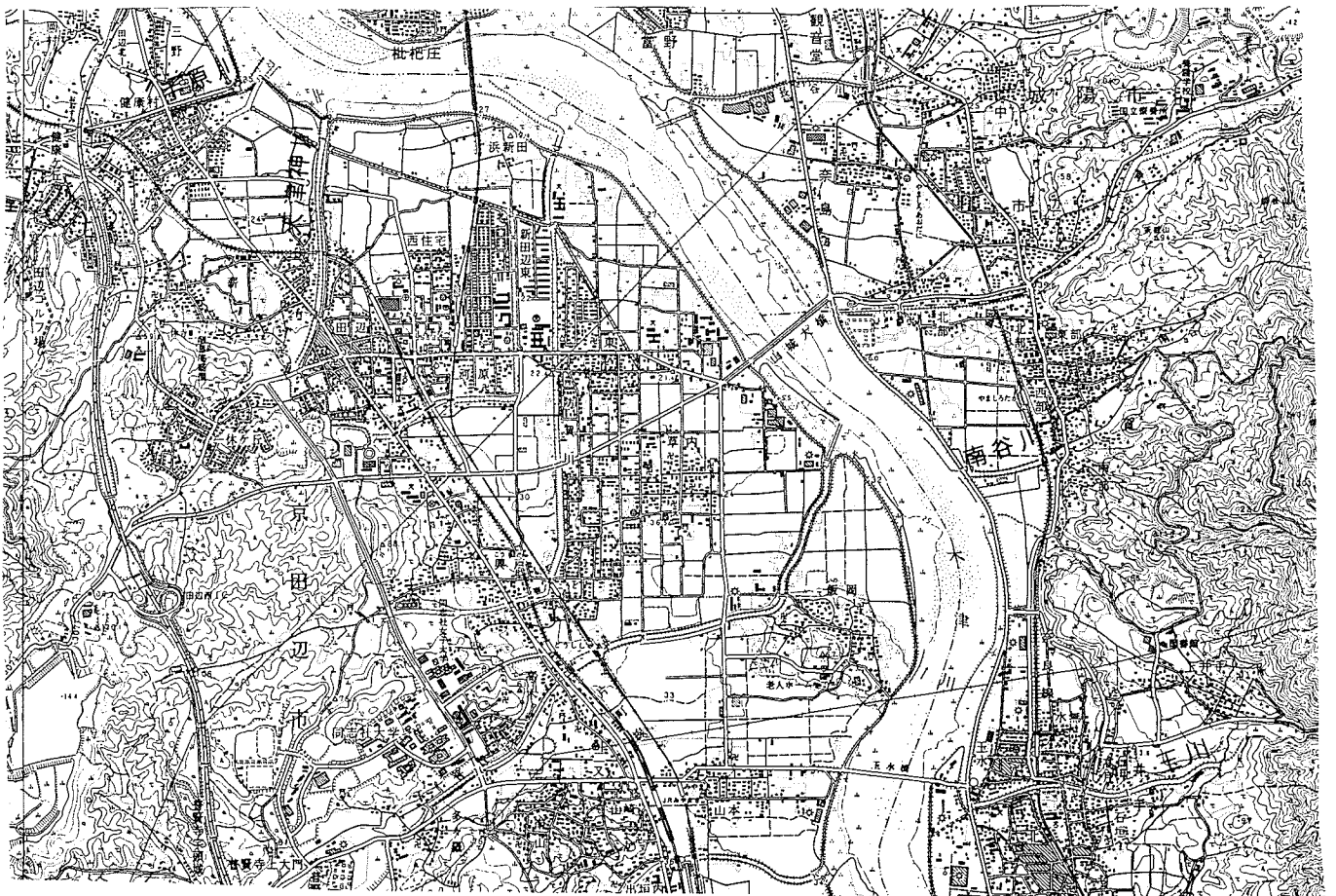
1900年頃に陸地測量部から発行された2万分の1地形図を見ると、木津川右支川の長谷川から不動川に至るまで、天井川区間が短い南谷川を除いて全てトンネルで奈良鉄道(現JR奈良線)がくぐっている。左支川については、1911年頃に発行された2万5千分の1地形図で、防賀川と天津神川の下をJR桜宮線(現片町線)がトンネルでくぐり、町道(現府道八幡木津線)は防賀川は下流に迂回して屈曲、田辺町の中心市街地であった天津神川の下はトンネルでくぐっている。

(3) 土地利用の変遷

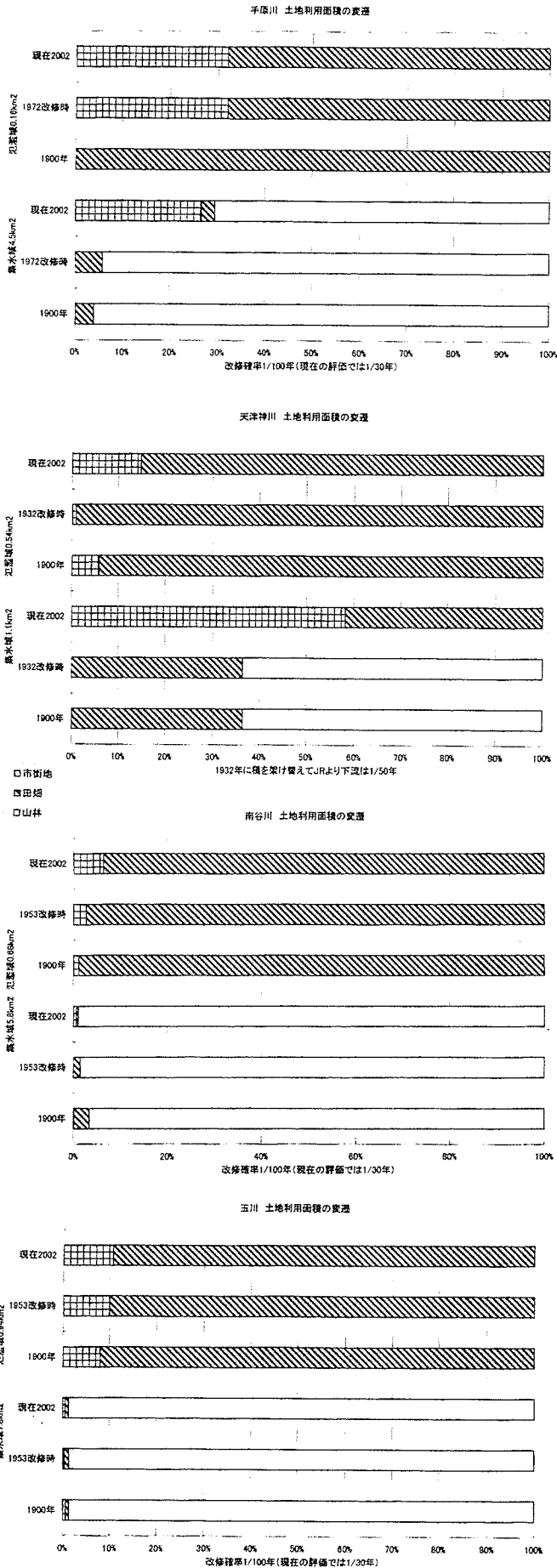
右支川のうち南谷川と玉川、左支川のうち手原川と天津神川を選んで、100年前、現河道となった改修当時、そして現在の土地利用と、改修規模をとりまとめた。手原川の氾濫域と集水域、天津神川の集水域の市街化が顕著である。



図一 4 . 1892 ~ 1898 年陸地測量部作成 2 万分の 1 地形図 (1900 年頃)
(Fig.4 Land Survey Map of 1892 ~ 1898 1:20,000 ~ Around 1900:)



図一 5 . 国土地理院 2002 年発行 2 万 5 千分の 1 地形図
(Fig.5 Land Map of 1:25,000 in 2002)

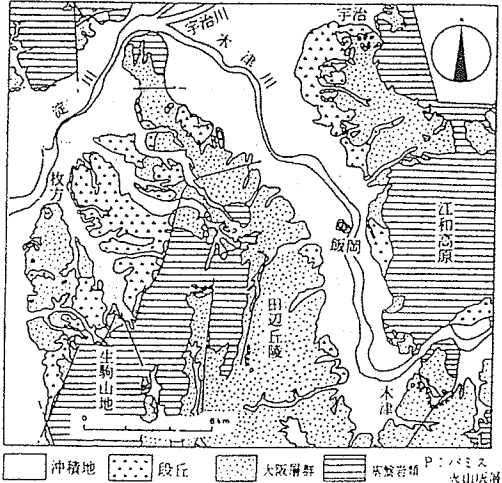


図一六. 4つの天井川の土地利用面積の変遷
(fig.6. Change of Land Use Area about 4 Ceiling Bed Rivers)

(3) 流域の地質

『薪誌』⁸⁾、薪誌刊行委員会、1991、p.19、に示す南山城の地質概略によると、手原川・天津神川などの左支川は大阪層群からなる段丘の田辺丘陵から、南谷川・玉川など、青谷川以南の右支川は花崗岩の基盤岩類からなる江和高原から発している。『新関西地盤京都盆地』¹⁸⁾、関西地盤情報活用協議会、2002、p.33には、木津川の堆積層の厚さは約10mであり、上流の花崗岩地帯からマサ土を運ぶため沖積層には砂が卓越するが、粘土層も見られるのは後背湿地型の堆積物である可能性が高い、とある。

右支川は山が深いため、天井川延長が比較的短く、集水域も丘陵地の左支川のように宅地化されなかつたのであろう。また、粘土堆積物は、防賀川切り下げ時に見られたように、木津川堤防が盛り上げられて行くに従い、洪水時に堤内に氾濫した土砂が時間をかけて堆積し、その後さらに天井川を築いて対処したことの繰り返しにより出現した層ではないだろうか。



図一七. 南山城の地質概略
(Fig.7. Outline of Geology in South Yamashiro)

第3章, 天井川及び流域の環境評価

流域の土地利用や概要について精査した上記4河川を中心に、環境評価を行った。

(1) 二酸化炭素排出量による評価

土地利用面積から『緑地帯・水面などの配置が都市の気温分布にもたらす影響の定量化』¹⁹⁾、栗栖昌紀、京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻修士論文、1997、p.66～67を参考に、上記4流域における二酸化炭素排出量の変化をまとめた。

表一2. CO2換算値の比較参考値
(Table.2 Comparative Reference values of Exchange into CO2)

種別	炭素排出量(C換算採用値(t/km2/年))	
高木・低木	-4.1～-5.5t/ha/年	-480 (山林)
草地	-6.0t/ha/年	-600 (田畑)
人間	365kg/人・年	2960 (市街地)

※:人口密度81人/ha

表一3. 土地利用面積から算定した流域毎の二酸化炭素排出量(炭素C換算)の変遷
 (Table.3 CO2 Output Mass of Each River Basin Calculated by Land Using Area --Exchanged in Carbon)

	面積(km ²)	手原川			天津神川			南谷川			玉川		
		集水域	氾濫域	合計	集水域	氾濫域	合計	集水域	氾濫域	合計	集水域	氾濫域	合計
		4.50	0.16	4.66	1.10	0.54	1.64	5.8	0.68	6.48	7.8	0.94	8.74
炭素排出量	1900年当時	-2180	-90	-2270	-660	-210	-870	-3450	-380	-3830	-4500	-300	-4800
	改修時点	-2190	80	-2110	-660	-310	-970	-3480	-340	-3820	-4570	-230	-4800
	2002年現在	1950	80	2030	1620	-40	1580	-2660	-250	-2910	-3610	-210	-3820

自動車の影響は考慮されていないが、100年前にはいずれの流域も二酸化炭素排出より吸収が多かったのが、手原川・天津神川ではここ30～60年で吸収から排出へ絶対値が逆転していることが判明した。両川とも丘陵地に勤労者の多い住宅が開発されて土地利用が激変したもので自動車の走行も激増している。

(2) 生態指標による評価

河川環境を評価する方法として、『水域生態系の定量評価手法の開発と治水計画策定への応用について』²⁰⁾、河川技術論文集、菅和利、森下郁子、伊藤啓太郎、2002、に、HIM (Habitat Index Morishita'98) という指標が紹介されている。HIM 指標の内容は、次のとおり。

- HIM1: 川が上下につらなっているか
- HIM2: 細流、水路等のつながりが有効か
- HIM3: 冠水率の高い水辺(湿地)や伏流水はあるか
- HIM4: 河床に大小の石があるか
- HIM5: 水深に大小があるか
- HIM6: 流速に大小があるか
- HIM7: ヨシ、水草等水生植物があるか
- HIM8: 水辺林が連続しているか
- HIM9: 水面への光の当たり方
- HIM10: 擾乱の度合い

HIM を、天井川区間の上流について適用してみると、次のとおりとなった。手原川、天津神川は三面張り、玉川は階段護岸のそばに水が濁った魚道がある。

表一4. 4つの天井川のHIM評価
 (Table.4 Habitat Index of 4 Ceiling Bed Rivers)

	手原川	天津神川	南谷川	玉川
HIM1	3	3	5	5
HIM2	3	3	3	3
HIM3	1	1	5	3
HIM4	1	1	5	3
HIM5	3	3	3	1
HIM6	3	1	3	1
HIM7	3	1	3	3
HIM8	1	1	3	3
HIM9	1	1	3	3
HIM10	5	5	5	3
合計	24	20	38	28

(3) 人間から見た環境評価

従来の河川改修計画は、工事費や用地費といった事業費と治水によって損失を免れる資産との比B/Cによって評価され、B/Cが減価償却を許容されると思われる年数(一般的に17年)以下であれば採択されてきた。

『天津神川河川企画調査業務報告書』²¹⁾、京都府田辺土木事務所、1998、によると、天津神川を切り下げ、市街地を流れる全域を三面張りではなく両岸護岸で1/50年確率にする改修計画があるが、事業費は51億、氾濫区域54haの被害軽減額は13.5億円、B/Cは3.8となっている。この手法は、市場価格が納得できれば購入するという自由市場の原則を公共事業に転用したものであり、河川事業を役所に任せてきた住民にとっては分かりづらい。

例えば、天井川区間の上流部ではホタルが生息する南谷川は、HIM 指標が高いばかりでなく、カワニナを食べて成長する幼虫の時期に河床に礫がある、さなぎになったらもぐれる土が河岸にある、河畔林や草があつて温度が調整されている、交尾時にあまり明るくない、水田に多くの水を要する交尾時まで水量が確保されている、といったホタルの一生にとっての条件が整っている。

人間にとっての快適な河川環境の条件は、治水(水・土砂)面でも利水(水量・水質)面でも問題が少なく、二酸化炭素の収支からみて生産と消費が循環可能な流域であることではないだろうか。

中世から江戸時代にかけての木津川の築堤や天井川の形成は、治水安全度を向上させ、氾濫域にも農地を拡大させることで、急激な変化は100年ほどで落ち着いた。

今、天津神川を切り下げれば、三面張りから両岸護岸になることで生じる変動可能な低水路面積は、0.01km²、それで吸収できるCO₂は約30t/年である。ポンプ排水となる場合、さらに電気による経済的負荷やCO₂排出ももたらす。天津神川河道の上流端は住宅開発のために作られたコンクリートの調整池となっており、上流部は高速道路のインターチェンジとなっている。右支川と比較して格段の土地利用の変化を切り下げのみで補うことはできない。

ただ、4流域を合計した田畑の面積は、1900年頃の3.03km²→改修時点の2.97km²→現時点の2.71km²と、日本の河川の中では激減はしておらず、食糧を中

心とする農業生産はさほど減っていないと思われる。天井川で形成された氾濫域が農地として残されているからである。

第4章. 結論

人間にとっての河川環境指標として、HIR (Human Index of River Basin) を提案し、これを木津川支川の上記天井川に適用する。

表-5. 木津川左右支川天井川のHIR比較
(Table.5 HIR Comparison of Right and Left Ceiling Bed Branch of Kizu River)

(年代)	左支川 天津神川			右支川 南谷川		
	1600	1900	2000	1600	1900	2000
治水安全度	1	3	3* ¹	1	3	5
CO2 収支	5	5	1	5	5	5
農業生産	—	5	5	—	5	5
水質	—	—	3* ²	—	5	5* ³
水量	—	—	1	—	5	3* ⁴
HIM	—	—	20/50	—	—	38/50
合計			17			27

注) *1:切り下げ計画実施前。

*2:大谷川内里橋でのCOD値6~14を参考

*3:CODパケットテストで2ppm以下(遊泳に的、
くホタル生息条件3.8ppm)となったため

*4:現地での聞き込みより水量は数十年で減

天井川の切り下げで良好な水辺空間を創出しようとする場合、人間にとっての環境評価としては河道内の生態指標にとどまらず、流域全体で見ていくことが重要である。天津神川の場合、木津川の河床は最近低下しているため極力自然合流方式にし、氾濫域の耕地を保持するとともに、上流域の宅地・道路開発に見合うよう、調節池を複数作ってビオトープや農業生産を兼ねCO₂ 収支を均衡させるとHIRの評価は上がることになる。

謝辞:この論文を作成するにあたり、資料の所在について多くの情報を下さった流域調整室理事の志柿宏二さん、ホタルの生息条件や流域の特性調査に尽力して下さった大阪工業大学土木研究会の沢井道夫さん、資料提供を快諾して下さった山城郷土資料館の吉村正親さん、城陽市歴史資料館の皆さん、京都府田辺土木事務所の皆さん、郷土史家の西川章さんに、心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 『城陽市史』第2巻、1979
- 2) 『城陽市史』第1巻、2002

- 3) 『青谷村誌』、1941
- 4) 『井手町史シリーズ第一集、井手町の自然と遺跡』
- 5) 『山城町史』、1987
- 6) 『山城町史 資料編』
- 7) 『田辺町近代史』、1987
- 8) 薪誌刊行委員会:『薪誌』、1991
- 9) 『精華町史』、1996
- 10) 『精華町史 資料編II』、1992
- 11) 古川章:『ストーンテリア』、vo.18、1989
- 12) 山田泰三:『アルパックニューズレターNo. 60、～泰さんのあんな京都こんな京都⑭、田辺町 変貌する天井川』、1993
- 13) 京都府田辺土木事務所:『防賀川小規模河川改修工事業務士調査委託、1990年12月』
- 14) 山城郷土資料館:『企画展資料 11、惣村から近世の農村へー綴喜郡東村の歴史ー』、1990
- 15) 京都府土木建築部河川課:『昭和59年度 河川企画調査 京都府南部水路橋調査報告書』、1984
- 16) 京都府:『昭和28年度 河川災害土木事業助成工事全体設計書』、1953
- 17) 京都府:『昭和47年度 手原川 小規模河川工事全体計画設計書』、1972
- 18) 関西地盤情報活用協議会:『新関西地盤 京都盆地』、2002
- 19) 栗栖昌紀:『緑地帯・水面などの配置が都市の気温分布にもたらす影響の定量化』、京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻修士論文、1997
- 20) 菅和利、森下郁子、伊藤啓太郎:『水域生態系の定量評価手法の開発と治水計画策定への応用について』、河川技術論文集、2002
- 21) 京都府田辺土木事務所:『天津神川河川企画調査業務報告書』、1998