伊那谷の土砂動態

九津見生哲

まえがき

伊那谷は南北約80㎞、東西約35㎞のわが国有数の広さを持つ構造盆地です。中部山岳地帯に属し、複雑な地形・地質構造があいまって大変魅力に満ちた地域を造り出しています。谷の中央を天竜川が蛇行して南流し、両翼の山岳地帯とともにすばらしい風土を創り出しています。

冬の晴れた日には、抜けるような青空の下で雪を頂き厳しく輝く南・中央アルプスの3,000ｍ級の山々を望むことができ、その神々しさに身の震えさえ感じます。春の訪れとともに咲き始める桜につづき、段丘上の果樹園では一面に桃、梨、リンゴの花々が咲き、街道沿いの家々の庭先では三つ葉紫ツツジが彩を添えます。夏から秋にかけては、桃をはじめとしてブドウ、梨、リンゴなどの果物が相次いで実り、初冬には干し柿が食卓を飾ります。その新鮮さと味はこの地に住む人々に、豊かな自然の恵みを与えるとともに生活の糧となっています。

目の前に展開するこの豊かで安定した姿も、一朝一夕に出来上がったのではなく、昭和40年頃までは辺境の地で過疎の進む谷でした。その原因は広域交通の便の悪さとともに水利・水害との戦いでした。沖積扇状地を侵食・下刻して流れる天竜川や主要支川は、広大な扇状地への水利の便を悪くし、土砂を伴って流下する洪水は、しばしば天竜川沿いの耕地や山麓の集落を襲いました。昭和36年6月の「三六災」では、伊那谷の中南部や山間部において大きな災害となり、一部の集落は廃村のやむなきに至りました。

美和ダムの建設（昭和34年）と三峰川扇状地の開発、小渋ダムの建設（昭和45年）と竜東段丘の開発、そして中央自動車道の全線開通は伊那谷の新しい夜明けとなり、その後の治水施設の整備とともに今日の豊かで安定した伊那谷へと変貌してきました。

しかしながら、伊那谷の持つ地形・地質を起因とする水害特性が根本から変わったわけではありません。開発が進み沿川や山麓に進出した住宅地はむしろ災害ポテンシャルを増大しているかもしれません。災害に対する準備は普遍であり、これからも続けられなければなりません。

天竜川水系における主要な治水施設の整備は一段落したと思います。「三六災」が天竜川水系の治水事業の方向を示した一つの節目であるとすると、現在もまた今後の河川整備の方向を定める大きな節目ではないかと思います。21世紀は環境の時代といわれ、持続社会の構築の時代ともいわれています。伊那谷や天竜川においても同様で、土地の持つ水害特性や土地に刻まれた歴史を振り返りながら、いままで進められてきた治水事業を見直し、これからの新しい天竜川の河川整備の方向を構築していただきたいと願っています。

川は洪水とともに土砂も搬送します。本冊子は、川の持つ土砂の運搬能力が河道の整備や上流部における砂防やダム事業によってどのように変化してきたかを概括的に見たものです。限られた時間と資料の中で独善的に取りまとめたものです。ご批判を頂くとともに、天竜川に目を向けていただく一助となり、今後の天竜川を考えるうえで少しでもお役に立てば幸甚の喜びとするところです。

最後になりましたが、本冊子の執筆の機会を与えていただきました天竜川上流河川事務所の関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

写真　中部地方と天竜川流域（「中部の砂防」より）

序　章

川の流れは流域の人々の生活や生産活動を映しだし、現在の川の姿には先人達の水との戦いの歴史が秘められ、沿川の土地には過去の水害の爪あとが刻まれている。

伊那谷における戦後の主な洪水には、昭和34年の伊勢湾台風、36年の梅雨前線豪雨、57年8月洪水、それに58年9月洪水などがあげられる。この中にあって、伊那谷の水害を代表するのは、「三六災」と呼ばれる昭和36年6月の梅雨前線豪雨災害である。洪水と共に多量の土砂が流れ出し、大災害となった。

土砂の流出を伴う洪水は伊那谷の宿命であり、伊那谷の持つ地形や地質特性に起因している。中央構造線をはじめとして、多くの構造線のとおる三峰川・小渋川そして遠山川の谷筋は、急な斜面と弱い地質が特徴である。また、木曽山脈・伊那山脈は花崗岩を主としており、風化の進行により崩壊しやすい性質をもっている。

三峰・小渋・遠山川の流れる急峻で深い谷は、山腹斜面の崩壊や谷底の侵食の結果であるが、一方でそこから流出する大量の土砂が大鹿村大河原・南信濃村和田等に見られる谷底平野をつくりだしている。また、木曽山脈の山麓に広がる広大な複合(合流)扇状地や田切地形は、山地からの多量の土砂の流出と河川の激しい侵食作用を今日に伝えている。

このように、伊那谷の地形は、土砂の流出や河川の侵食・堆積作用によって造られたものであり、大きな洪水の度に変化し成長してきた。

「三六災」は大きな災害をもたらしたが、その後の伊那谷における治水事業の整備の方向を示し、多くの治水施設が整備された。山間渓流には多くの砂防ダムが建設され、各支流には小渋ダムをはじめとして松川・片桐・箕輪・横川ダム等が建設された。水難の地と言われた川路・龍江・竜丘地区では、それまで洪水の度に冠水していた土地が盛土され、その様相は一変した。

このような治水施設の整備により、流域住民の安全度は向上したが、一方で土砂の生産や流下・堆積現象などの水系における土砂動態環境も大きく変化している。

ダム貯水池に多量の土砂が堆積したことにより、ダム上流では河床が上昇し、水位上昇の原因ともなっている。一方ダム下流では、上流からの土砂供給がダムにより遮断されたため、河床低下がおこり、橋脚や護岸の基礎が抜けあがる原因となっている。

伊那谷は中部山岳地帯に属し、高標高で急峻な山地を持っている。深い谷や広大な扇状地は、地形が変化に富んでいるため、人と水との関わりにおいて生じる災害も多様である。

生活する人々にとっては厳しい地形・地質条件ではあるが、地形や地質を勉強する者には格好の学習の場を与え、治水対策に従事する技術者には工夫や研究を要求している。

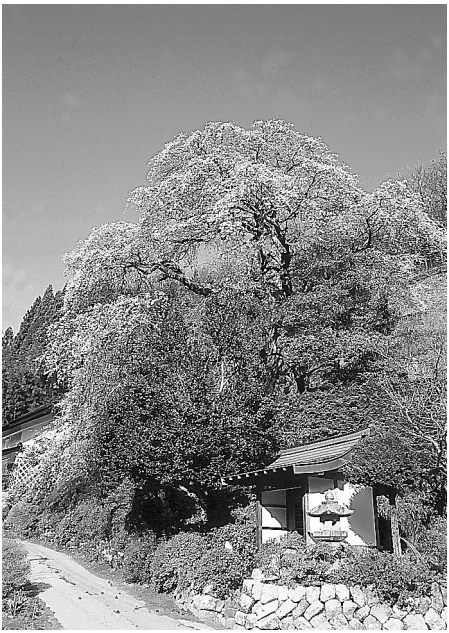
本冊子の構成は以下のとおりである。

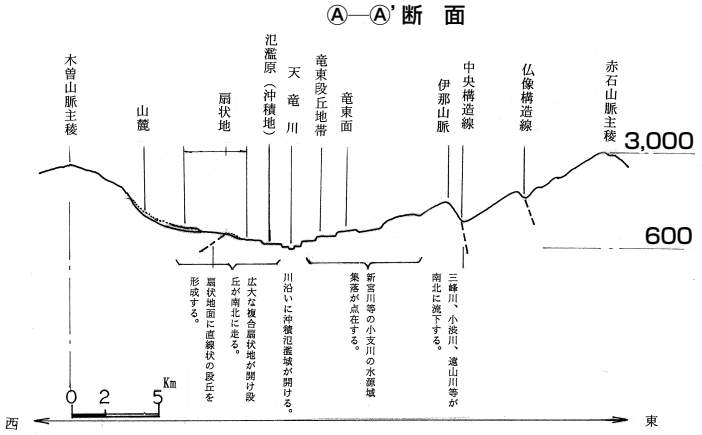
第１章では、天竜川水系における土砂の移動形態（土砂動態）からみた伊那谷の地形・地質を概観する。中央構造線の通る三峰川・小渋川・遠山川沿いと天竜川沿いに分けて述べる。

第２章では、実測資料に基づき大洪水時の土砂動態を明らかにする。そして河川沿川に残る過去の洪水によって形成された地形との関連に触れ、地形の持つ水害特性にふれる。

第３章では、治水施設の整備によって水系の土砂動態環境がどのように変化してきたのかを実測資料より明らかにする。特に天竜川の河床が、上流から供給される土砂の量・質の変化によってどのように変化しているかをみる。

第4章ではまとめの章として、水系における土砂動態環境の変化の中でこれからの天竜川のあり方について私見を述べる。




Ⓐ—Ⓐ'断　面
木曽山脈主稜
山麓
扇状地
氾濫原（沖積地）
天竜川
竜東段丘地帯
竜東面
伊那山脈
中央構造線
仏像構造線
赤石山脈主稜
3,000
600
広大な複合扇状地が開け段丘が南北に走る。
扇状地面に直線状の段丘を形成する。
川沿いに沖積氾濫域が開ける。
新宮川等の小支川の水蒸域集落が点在する。
三峰川、小渋川、遠山川等が南北に流下する。
0　2　5　Km
西
東

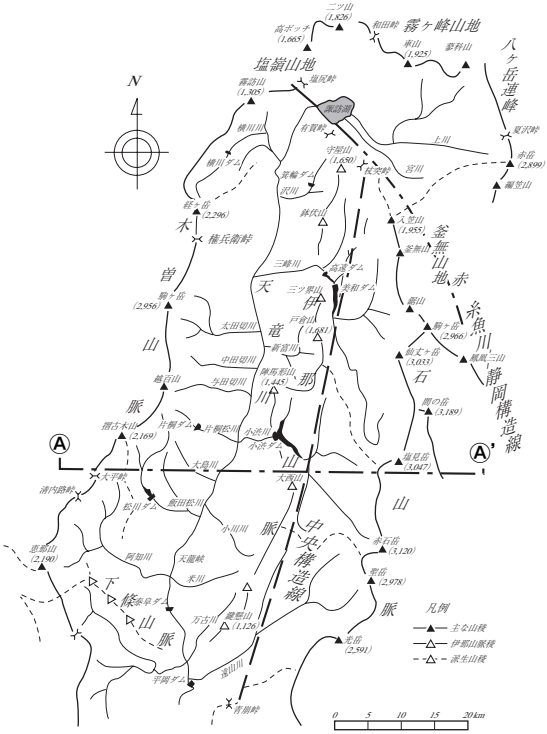

N
塩嶺山地
霧ヶ峰山地
八ヶ岳連峰
釜無山地
赤石山脈
伊那山脈
中央構造線
静岡構造線
木曽山脈
凡例
主な山稜
伊那山脈稜
派生山稜
0　5　10　15　20km

図1.0.1　伊那谷流域図

１章. 土砂動態から見た伊那谷

伊那谷は南北に伸びる３つの山脈と２つの谷から成り立っている。

３つの山脈とは東から赤石山脈(南アルプス)、伊那山脈、そして伊那谷と木曽谷を分ける木曽山脈(中央アルプス)である。伊那山脈は赤石山脈の前山的な存在でありながらも、赤石山脈との間に中央構造線を持ち、堆積岩からなる赤石山脈とは地質的にまったく異なった花崗岩や領家変成岩からなっている。

２つの谷の１つは中央構造線の通る谷で、北から三峰川・小渋川・遠山川の３大支流が流れ、秋葉街道(国道152号)の通る谷である。もう１つは天竜川が南流し、中央自動車道がとおり、伊那・駒ヶ根・飯田等の市街地が開け、木曽山脈の山麓に広がる広大な複合扇状地(合流扇状地)と天竜川沿いの氾濫原からなる谷(伊那谷・本谷)である(写真1.0.2)。なお、単に「伊那谷」といった場合、この後者の本谷を指すことが多い。

土砂動態から見るとこれらの山脈や谷は、それぞれ固有な特質を持っている。

長谷村・大鹿村・遠山郷が開ける赤石山脈や中央構造線地帯では、大規模な崩壊地、急峻で深い谷や谷底平野が特徴である。

伊那市や駒ヶ根市・飯田市等が開ける伊那谷では、木曽山脈の山麓から流出した土砂による広大な扇状地と、これを侵食して流れる田切地形、それに天竜川沿いの氾濫原が特徴である。

本章ではこのそれぞれについて、地形・地質を概観する。

写真1.0.2　2つの構造谷と赤石山脈・伊那山脈
(直線的にのびる中央構造線の谷)

1-1.　中央構造線と三大支川流域

1-1-1. 中央構造線と秋葉街道

我が国の地質構造は甲府・諏訪・松本盆地と続くフォッサ・マグナによって「東北日本」と「西南日本」に二分され、さらに西南日本は中央構造線によって「内帯」と「外帯」に分けられる。

内帯は中央構造線の北側（日本海側）を指し、花崗岩・片麻岩やその変成岩からなる領家帯の火成岩類が分布する。外帯は中央構造線の南側で砂岩・粘板岩・石灰岩等の海底で堆積しその後隆起した堆積岩が分布し、しかもその形成年代を分ける「御荷鉾構造線」や「仏像構造線」が中央構造線と平行に南北に走行している。

中央構造線は伊那谷を、杖突峠付近から美和ダム右岸・分杭峠・大鹿村大河原・地蔵峠・上村川・小嵐川筋を通って青崩峠に抜けている。ここには北から三峰川・小渋川・遠山川の三大支流が流れ、古くから火伏せの神である秋葉神社への信仰の道（秋葉街道）が通っていた。

分杭峠は旧高遠藩の領土の境（飯島藩等）を示す峠で、美和・高遠に向かって眺望が開け、中央構造線を眼下にみることができる。

大鹿村大河原は小渋川からの流出土砂の堆積した深い谷の中の谷底平野であり、大西山の大崩壊地（写真1.1.1）とともに中央構造線にそって分布する鹿塩マイロナイトを確認することができる。上村は上村川に沿って開けた谷筋の集落からなっている。

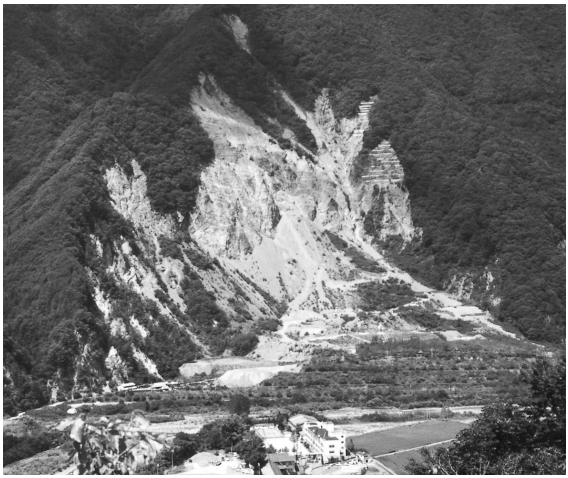


写真1.1.1　大西山崩壊地
（崩壊地中腹より下部　色の変化しているところがマイロナイト）

秋葉街道は、今では一部廃道に近いところもあるが、昔の街道の面影を残しながら、その沿道では中央構造線の露頭を見ることができる。秋葉街道沿いの中央構造線の露頭は、美和ダム湖畔の溝口・鹿塩川沿いの北川・地蔵峠直下の安康の3カ所であり、いずれも地元の人達の努力によって整備・保存されて安全に見学できるようになっている。

写真1.1.2はその北川の露頭である。分杭峠から大鹿村に向かってしばらく下ると、左手眼下の鹿塩川に、カラマツの間伐材を型枠代わりに用いて被覆された矢立木砂防ダムが確認される。北川の露頭はその直下にあり、駐車場とそこから露頭につながる小道が整備されている。またこの露頭は、その断面が薄く切り取られ、大鹿村大河原の中央構造線博物館に複製が保存されている。

写真1.1.2　中央構造線　北川の露頭
（黒色に変化しているところから右側が外帯）

フォッサ・マグナと中央構造線

1．フォッサ・マグナ

ドイツの地質学者ナウマン[i]は、日本滞在中（1875～1885）甲府・諏訪・松本盆地を旅行した際に、これらの連続した盆地は「大地溝帯」（図1）であると認識して、その後これをフォッサ・マグナ（Fossa Magna）と命名した。

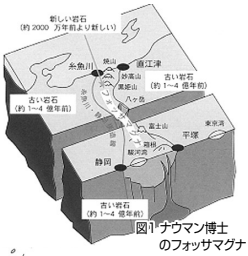


図1 ナウマン博士のフォッサマグナ

フォッサマグナは、図２のように東縁は新発田－小出構造線と柏崎－千葉構造線、西縁は日本列島中央部を胴切りする大断層の糸魚川－静岡構造線で仕切られている。糸魚川－静岡構造線の西側には飛騨山脈（北アルプス）・木曽山脈（中央アルプス）・赤石山脈（南アルプス）がある。このうち飛騨山脈・赤石山脈は古い中・古生層からなっている。また、糸魚川－静岡構造線東側の関東山地・丹沢山地も古い地層からなっている。しかしながら、フォッサマグナ内（両線の間）の地層は新しく（新生代の地層）、新しい火山（北から妙高山、八ケ岳、富士山など）が分布している。

なお、糸魚川－静岡構造線の北部は、かつてユーラシアプレートと北米プレートの境界と考えられていた。しかし現在は、そのプレート境界位置は、人工衛星による観測や地震観測データより、長野県大町市付近から長野市・新潟市を通り、日本海へぬけていると考えられている。

図2 現在のフォッサマグナ
（フォッサマグナパーク資料より）

図3 日本中央部地質図
（信州の活断層を歩く）

i ハインリッヒ・エドモント・ナウマン（Heinrich Edmund Naumann; 1854-1927）

明治8（1875）年明治政府の招きで来日したドイツ人地質学者。日本の地質学の基礎を築き，また日本列島の地質構造の概要を初めて明らかにした点で，日本の地質学史上不朽の名をとどめている。招かれた当初は東京大学の地質学教授として，わが国で初めて地質学の講義をもった。1879年東京大学を辞して、新設されたばかりの内務省地理局地質課（現在の通産省工業技術院地質調査所）に入り，日本各地の地質を調査し，日本各地の地質図をつくった。北海道のアンモナイト，伊豆大島火山，四国におけるトリアス紀の石灰岩中の化石，ナウマンゾウの名が残るゾウ化石，日本列島の地質構造などを研究した。特に日本の地質構造に関しては，フォッサマグナ・中央構造線・外帯、内帯などを指摘し、有名な著書「Ueber den Bau und die Entstehung der Japanischen Inseln」（日本列島の構造と生成について，1885年）は彼の日本における11年間にわたる研究の集大成である。1885年に帰国した。

2．中央構造線

中央構造線は、諏訪湖付近で糸魚川－静岡構造線と斜交し、伊那谷では杖突峠付近から三峰・小渋・遠山川筋を通り青崩峠にぬけ、伊良湖岬から紀伊半島、四国中部を通り九州に達している大断層である。中央構造線の日本海側を西南日本内帯、太平洋側を西南日本外帯と分けられている。

この「内帯」と「外帯」が、中央構造線を境に大きくずれ動いたと考えられており、中央構造線を境に内帯の領家帯の岩石と外帯の三波川帯の岩石が接する。さらに外帯は、北から中央構造線・三波川帯・御荷鉾構造線・秩父帯・仏像構造線・四万十帯と、２つの構造線を境にして古生代から第三紀の付加体[ii]（三波川帯、秩父帯、四万十帯）が分布している。（詳細は次ページ）

伊那谷では内帯の花崗岩と変成岩（領家帯：高温低圧型）、中央構造線沿いの断層岩（鹿塩マイロナイト）、外帯の変成岩（三波川帯：低温高圧型）や中・古生代の堆積岩・弱変成岩（秩父帯）、中生代・第三紀の堆積岩（四万十帯）が分布する。

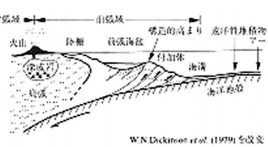


図4 付加体の模式図
（新版地学事典より）

図5 地球観測衛星ランドサットが高度1,000㎞から撮影した中部地方

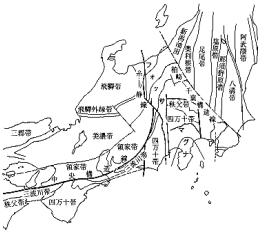


図6 フォッサマグナ周辺の地質構造区分
（山下編著　1995）

3．西南日本の主な地質構造帯

(1)領家帯

中央構造線を南限とし、これに沿って長野県伊那地域から九州八代地域に及ぶ、大量の花崗岩類を伴う高温低圧型変成帯である。

この変成岩は、広域変成作用でできた粒状・縞状を示す片麻岩が多い。また花崗岩は、8000万年前ごろの白亜紀後期に、マグマが地下10km付近でゆっくり固まったものである。

伊那山脈や中央アルプスの南では花崗岩が広く分布し、北側ほど片麻岩の混入が見られる。なお、「領家」の名称は水窪町奥領家に由来する。

鹿塩マイロナイト
領家帯の中央構造線沿いに分布する、地下深部で断層のズレの力を受けた断層岩である。鹿塩は大鹿村の地名に由来する。鹿塩マイロナイトは、埼玉県比企丘陵から淡路島まで露出し、7000万年前、深さ15km、温度350℃で形成されたもので、灰黒の岩石で、白い結晶の斑点が見られる。大西山の崩壊面の中腹からふもとにかけてやや白く見られる。

(2)三波川帯

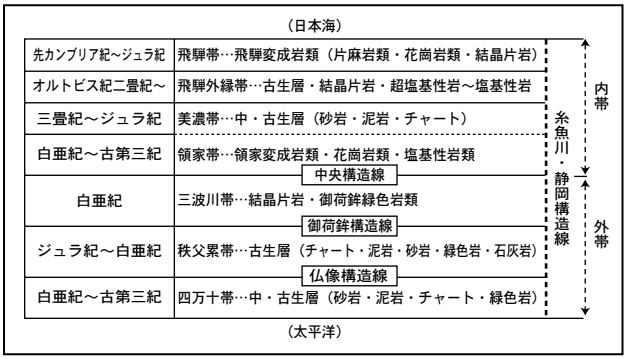
中央構造線の南側に接して、御荷鉾構造線に挟まれた中部・紀伊・四国を経て九州佐賀関半島まで延長800km余りにわたる低温高圧型の結晶片岩の地帯。南限は御荷鉾緑色岩類の分布域である。三峰川沿いの「浦」、塩川沿いの「入谷（にゅうや）」の地すべり地帯はここに立地している。

(3)秩父帯

三波川帯の南側、四万十帯の北。三波川帯とは御荷鉾構造線で、四万十帯とは仏像構造線で接する。赤石山地の命名のもととなった赤色チャートや、石灰岩、砂岩、泥岩等が分布する中・古生層である。名称は、関東山地の秩父地方に由来する。

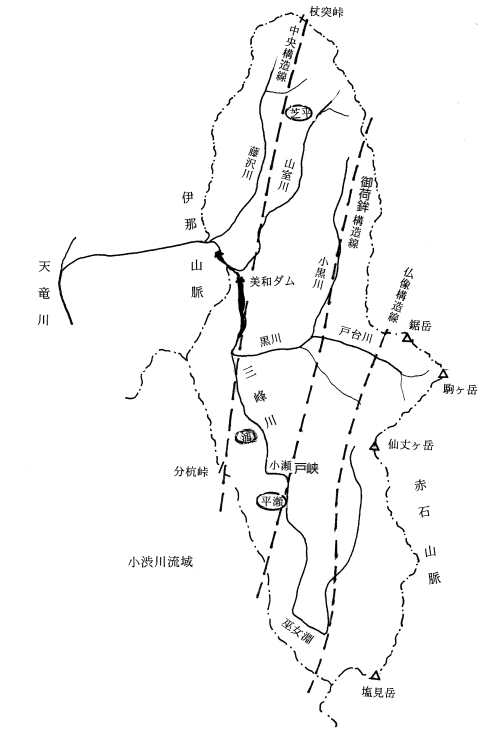
(4)四万十帯

秩父帯の南側。仏像構造線を境として西南日本の最外帯に位置する。東は房総半島から西は南西諸島まで、長さ約1,800km、最大幅約100kmに及ぶ。海洋プレートによって運ばれた遠洋性堆積物（海洋性玄武岩、チャートなど）、砂岩・泥岩などの堆積岩からなり、遠山川流域の大部分を占める。四国四万十川に由来する。



ii 付加体（ふかたい）

海溝やトラフにおいて、海洋プレートが沈み込むときに、海洋底にたまっていた堆積物がはぎとられて陸側へ押し付けられる作用を付加作用という。海山や海洋地殻を構成する玄武岩類、およびその上に堆積した遠洋性堆積物であるチャートは、海洋プレートに乗って海溝やトラフに運び込まれる。そして付加作用により、海溝やトラフに堆積している陸源砕屑物と混合しつつ、海溝陸側斜面の地下に押しつけられ、引き続く沈み込みとともに成長していく。これが付加体である。日本列島の骨組みは，古生代末期から古第三紀にかけて、アジア大陸東縁でのプレートの沈み込みによって形成ざれた付加体から構成されている。


杖突峠
中央構造線
安平
藤沢川
山室川
伊那
御荷鉾構造線
天竜川
山脈
美和ダム
小黒川
仏像構造線
鋸岳
黒川
戸台川
三峰川
駒ヶ岳
浦
仙丈ヶ岳
小瀬戸峡
分杭峠
赤石
平瀬
山脈
小渋川流域
巫女淵
塩見岳

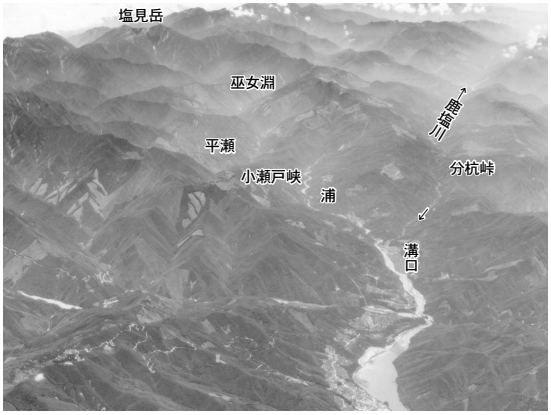

塩見岳
巫女淵
塩川
平瀬
分杭峠
小瀬戸峡
浦
溝口

図1.1.3　三峰川流域

1-1-2. 三峰川流域

三峰川流域は北から南流する小黒川・山室川・藤沢川と、南から北流する主流の三峰川からなる。

三峰川には、南アルプス主稜から派生した山稜を横切るところに巫女淵・小瀬戸峡と呼ばれる狭窄部がある。これらの狭窄部はあたかも砂防ダムのような役割を持ち、狭窄部の上流には狭窄部のせきあげによって多量の土砂が堆積した埋積谷が造られている。埋積谷は多量の土砂の堆積によって広い谷を造り、戸草ダム予定地でもある小瀬戸峡の上流には「平瀬」の集落があった。

小瀬戸峡から下流の三峰川は御荷鉾構造帯の中を流れ、河床は三波川変成岩の緑色岩類(結晶片岩)に覆われている。右岸側の中腹には地すべり跡地にひらけた「浦」集落があり、河岸には地すべり跡地特有の崩壊面が点在している。ここには写真1.1.4に見られるように護岸が整備されている。

写真1.1.4　杉島護岸（地滑り性崩壊地を守っている）

甲斐駒ケ岳(2967m)に発する戸台川と、入笠山に発する小黒川が合流して黒川となるが、戸台川源流域の鋸岳山稜は崩壊地が多く、土砂生産の多いところである。戸台川の出口には戸台砂防ダムが設置されており、さらにその上流には数基の砂防ダムが建設されているが、多量の土砂の流出、堆積により、いずれも既に満砂状態に達し、広い河原となっている。広い河原には成長したヤナギやカワラハンノキが繁茂している。

また戸台川と小黒川が合流した黒川にも大河内・黒川第二砂防ダムが建設されているが、すでに満砂状態でダム上流は広い河原となっている（写真1.1.5）。

写真1.1.5　砂防ダム上流の広い河道（戸台川）

昭和57年8月洪水は三峰川流域で集中豪雨となり、洪水のピーク流量は観測史上最大を記録した。黒川沿川では洪水とともに多量の土砂の流出・堆積がおこり、河道が乱流して長谷（はせ）村営の旅館「仙流荘」の一部が流出した。

山室川は中央構造線のとおる谷であり、昭和36年・57年・58年の洪水で大きな被害を受けた（写真1.1.6）。なお谷の最奥にあった芝平（しびら）集落は、林業と石灰石を土釜で焼いて生石灰を作ることを主な産業としていたが、地域の社会経済状況の変化を受けて、昭和53年に37戸あった集落が全村移転している。

写真1.1.6　山室川の土石流災害（昭和57年8月）
（「中部の砂防」より）

1-1-3. 小渋川流域

小渋川流域は、中央構造線に沿って南流する鹿塩(かしお)川と北流する青木川に、南アルプスの主稜に発する小渋川や塩川がほぼ直角に合流している。

小渋川は赤石山脈の主峰赤石岳に発し、真っ直ぐに断層谷を南流するが、すぐ北隣の荒川岳は広大な崩壊地を持ち、活発な土砂生産が行われている。このため、赤石岳直下には土砂の堆積による荒涼とした「広河原(ひろがわら)」が広がっている。また沿川や合流する渓流の上流にも随所に大規模な崩壊地を持ち、名の付された崩壊地だけでも10ヶ所に及ぶ。(図1.1.8)

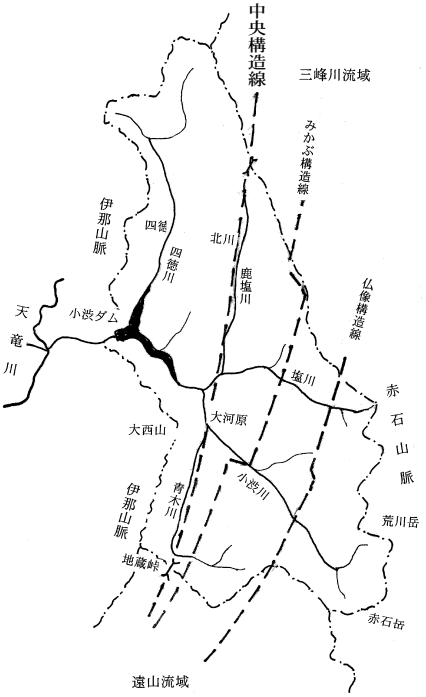


図1.1.7　小渋川流域図

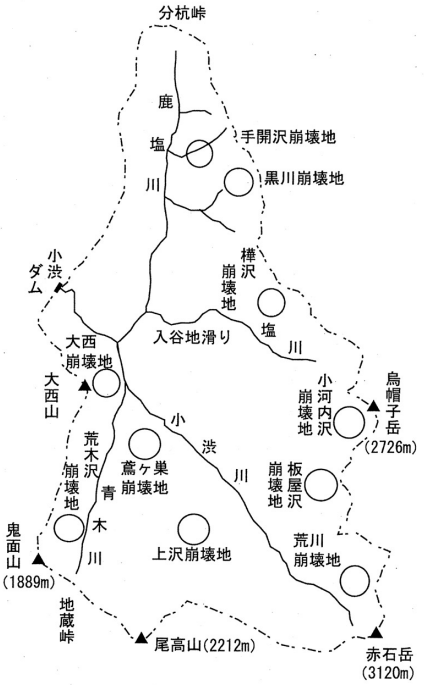


図1.1.8　小渋川流域の大規模崩壊地

上流に崩壊地を持つ各渓流の小渋川合流点には、急勾配の扇状地が造られており、渓流からの流出土砂の多いことが推測される。この扇状地は、見上げると今にも崩れ落ちそうな恐怖に襲われる。

写真1.1.9　荒川岳の崩壊地

鳶（とびがす）ヶ巣崩壊地（崩壊地治山工事が進められている）

小渋川合流点に形成されている巨大扇状地

写真1.1.10　鳶（とびがす）ヶ巣崩壊地（上）と下流の扇状地（下）

中央構造線にそって流れる鹿塩川や青木川は、それぞれ分杭峠、地蔵峠へと伸びている。峠付近では谷も浅くなだらかな山様を示すが、下流に下るにしたがって谷は深く、谷に面する山肌も急峻となり、いたるところに中小の崩壊地が発生している。

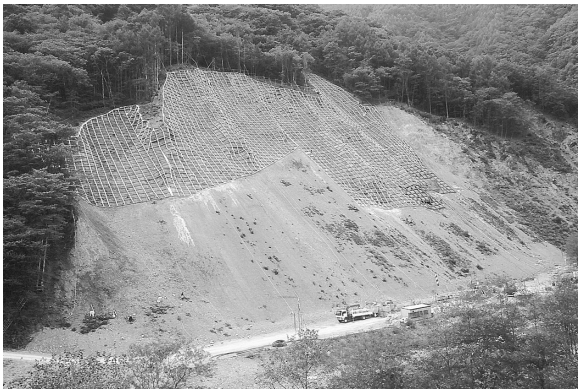


写真1.1.11　塩川沿川の崩壊地（砂防事業によって法面対策が施工中）

両支川とも三六災では大きな災害を受け、特に鹿塩川沿いに有った北川集落は土石流に埋まり、当時39戸あった全家屋が移転した。

写真1.1.12　三六災時に土石流により埋没した北川分校
（「伊那谷の土石流と満水」より）

また小渋川と青木川が合流するところは、大河原と呼ばれる広大な谷底平野で、大鹿村の中心地である。ここは「三六災」で、大西山の崩壊により死者40名行方不明者15名に及ぶ甚大な被害を受けた。

小渋ダム貯水池に直接流入する四徳（しとく）川流域では、「三六災」時に山腹斜面の崩壊とその土砂の流出による土石流で集落は埋没した。700年の歴史を持ち、80戸400人が住んでいた「四徳集落」は全村移転することになった。

写真1.1.13　三六災時に土石流で埋没した四徳分校
（「伊那谷の土石流と満水」より）

小渋川が天竜川に合流するところには、小渋川から土石流となって流出した土砂の堆積による痕跡が今でも河岸段丘として残っている（写真1.1.14）。当時いかに多くの土砂が流出したか、その一端をうかがい知ることができる。

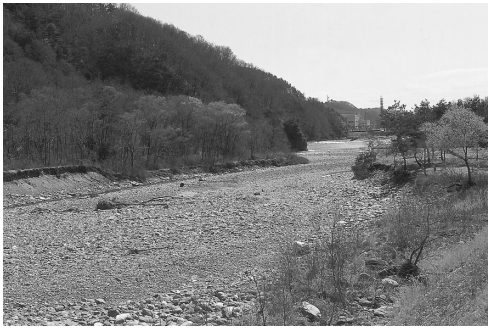


写真1.1.14　小渋川合流点
（三六災時に流出・堆積した土砂が段丘となって残っている）

1-1-4. 遠山川流域

遠山川流域は、中央構造線沿いに流れる上村川と、赤石山脈の主稜に発する遠山川流域の二大支流からなる。これに青崩峠付近に発する小嵐川を合流した八重河内川が、南信濃村和田で合流している。

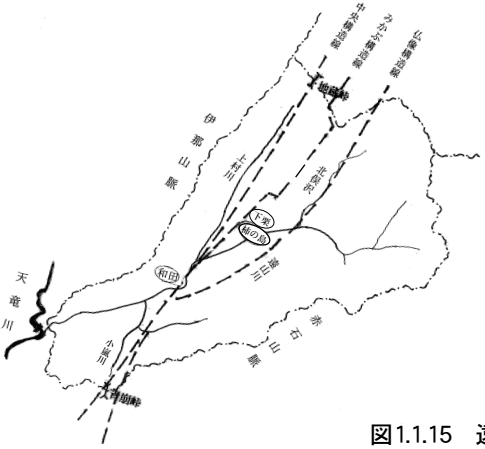


図1.1.15　遠山川流域図

上村川は伊那山脈とシラビソ高原を水源としているため、谷は浅くしかも所々で広い谷を形成している。ここには集落が開け秋葉街道(国道152号)が通り、今では「三遠南信自動車道」の予定ルートとなっている。

一方遠山川は、上流でさらに支流北俣沢に分かれるが、いずれも赤石山脈の主稜にその源を発する。標高の高い山稜部には随所に大小の崩壊地があり流出土砂も多い。その一方で谷は深く刻まれ、谷底は広い川筋となっている。川沿いの広い所には、「柿の島」等の集落もあったが、営林署の旧軌道敷跡地道路の崩壊とともに通行不能となり、廃村のやむなきに至った。

写真1.1.16　遠山川沿いの崩壊地

写真1.1.17　遠山川沿いの様子
(深い谷を形成し谷底には土砂が堆積している)

写真1.1.18は遠山川と上村川の合流点の様子を見たものである。遠山川の川幅は上村川の数倍の広さを持ち、しかも河床には大小の礫が堆積しており、土砂の流出からみた両川の違いをみることができる。

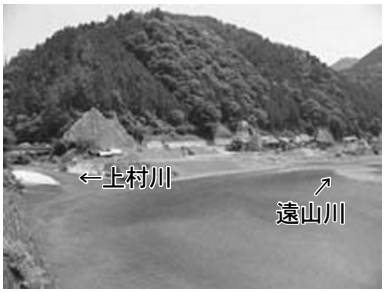


写真1.1.18　遠山川・上村川合流点
（遠山川（右）の川幅は上村川（左）の数倍あり流出土砂も多い）

遠山川流域における近年の水害としては、昭和40年の水害があげられる。多量の土砂の流出によって、遠山川の河床が南信濃村和田地先で上昇し、護岸の流出・破堤と結びつき、洪水や土砂が和田集落中心街に氾濫し甚大な被害となった。

また和田集落対岸の「夜川瀬（よかわせ）地区」は、享保3年（1718）の地震によって崩壊した土砂が流出・堆積して一夜にして出来た氾濫原であると伝えられている。

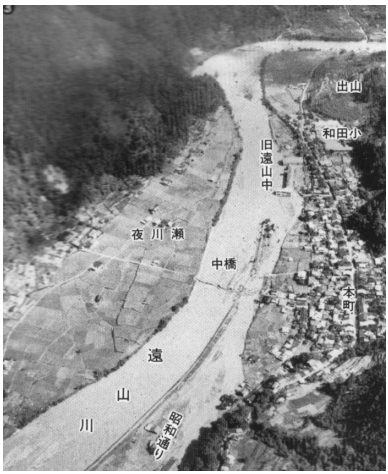


写真1.1.19　昭和40年の和田集落の氾濫
（中橋上流で破堤、氾濫し昭和通りを濁流が流れた）
（「伊那谷の土石流と満水」より）

上村川と北又沢の間の山稜に広がるシラビソ高原には、日本のチロルと呼ばれる「下栗（しもぐり）」の集落が開けている。標高1000mの高地に開けた集落であるが、そのほとんどは地すべり跡地の台地に立地し、急崖を持って谷に面している。点在する集落では集落ごとに神社を持ち、毎年12月に素朴な「霜月祭り」が夜を徹して行われる。祭りは早朝の禊（みそぎ）から始まり、夜半の「湯立て神楽」で最高潮を迎える。多くの神々が呼び集められ、面をつけた氏子が謡や笛に合わせて舞い、最後に祀るは「水の王」である。水をめぐる災害からの安寧と豊潤への願いであり、祭りの全体の流れが、宮崎駿の「千と千尋の神隠し」に似ていることから、この祭がモデルになったのではないかと言われている。

写真1.1.20　霜月祭り（神々を呼び集めて行われる湯立て神楽）

1-2. 伊那谷

松島信幸は伊那谷について、著書「伊那谷の造地形史」の中で次のように述べている。

「木曽山脈と伊那山脈の間に広がる伊那谷は、隆起する両山脈と谷を埋める堆積作業の中で形成された構造谷である。伊那谷の堆積層の最下層には「みそべた層」と呼ばれる塩嶺塁層起源の火山泥流堆積物があり、その上層を南アルプス起源の伊那層が広く覆い、更に中央アルプスの隆起に伴って多量の土砂が流出し発達した中央アルプス山麓の複合(合流)扇状地が有る。これを最終氷河期(第四紀更新世)後の河川の侵食作用や断層を伴う隆起運動によって田切地形や河岸段丘ができた」

これについてさらに詳しくみると、伊那谷は次のような経過をへて形成されたことになる。

250万年前～100万年前

・塩嶺(えんれい)山地の火山活動に伴う泥流が流下して、浅く広い谷を埋める。・・・(みそべた層の堆積)

・赤石山地の隆起が始まり、三峰川・小渋川等からの流出土砂に因る広大な扇状地が形成される。・・・(伊那層の堆積)

100万年前～20万年前

・中央アルプスの隆起が始まり、これに伴って多量の土砂が流下して山麓に広大な複合扇状地が形成される。その結果天竜川は伊那山脈の山裾に追いやられる。

20万年前～5万年前

・山地の隆起や気候の変化の最盛期を迎え、地形変動の激動期となる。侵食作用や断層運動によって、田切(たぎり)地形や河岸段丘が造られる。

5万年前～現在

・堆積・侵食が繰り返されて現地形が出来上がる。天竜川沿いでは氾濫・堆積の繰り返しによって沖積平野ができ、さらに大島川(高森町)や野底(のぞこ)川(飯田市)の下流には新しい扇状地ができる。

このようにして出来上がった伊那谷は、地形に沿って次の三つの区域に分けられる。

①伊那谷北部

伊那峡と呼ばれる大久保ダム設置地点より上流。三峰川扇状地・経ヶ岳(きょうがたけ)扇状地等に代表される。天竜川とは高比高差の広大な扇状地と、天竜川沿いに広がる沖積平野からなる。

②伊那谷中部

太田切(おおたぎり)川・中田切(なかたぎり)川・与田切(よたぎり)川・片桐松川などからの流出土砂により形成された広大

な複合扇状地と、これを切る田切地形に代表される地域。ここでは発達した扇状地によって、天竜川は伊那山脈山裾に追いやられている。

③伊那谷南部

小渋川・片桐松川の合流点より下流。中央アルプス山麓の複合扇状地と、侵食・堆積作用の繰り返しによって出来た天竜川沿いの沖積平野、扇状地と沖積平野の間に広がる何段かの河岸段丘からなる。竜東（りゅうとう）の段丘上には竜東面と呼ばれる南アルプス起源の土砂の堆積した伊那層の堆積面も見られる。

以下この３つの地域について、もう少し詳しくみることとする。

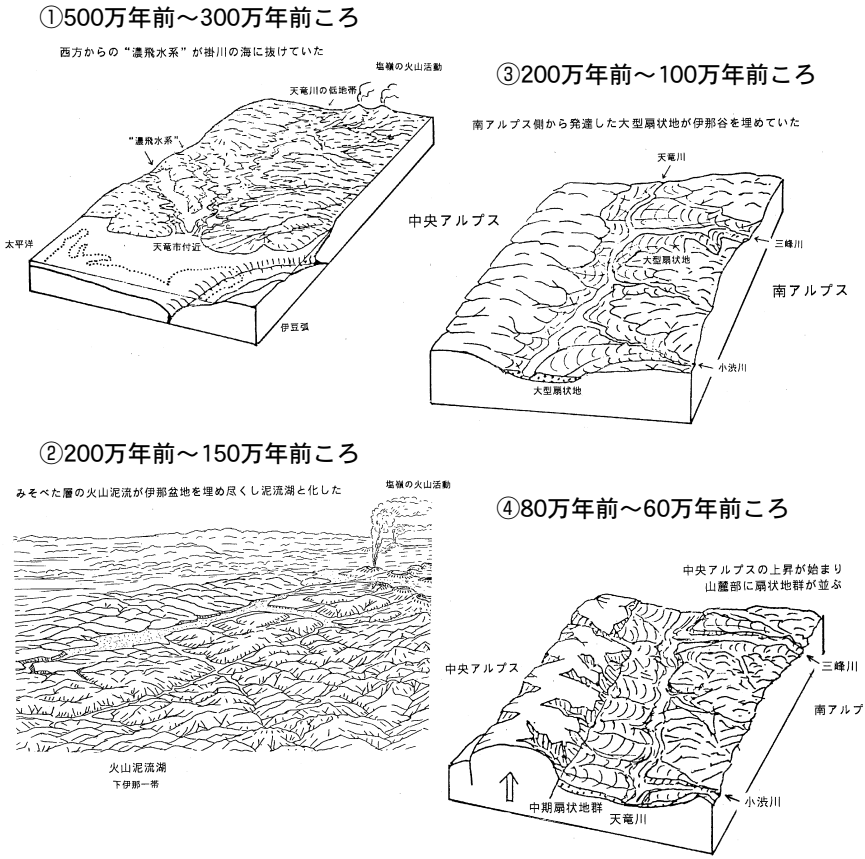


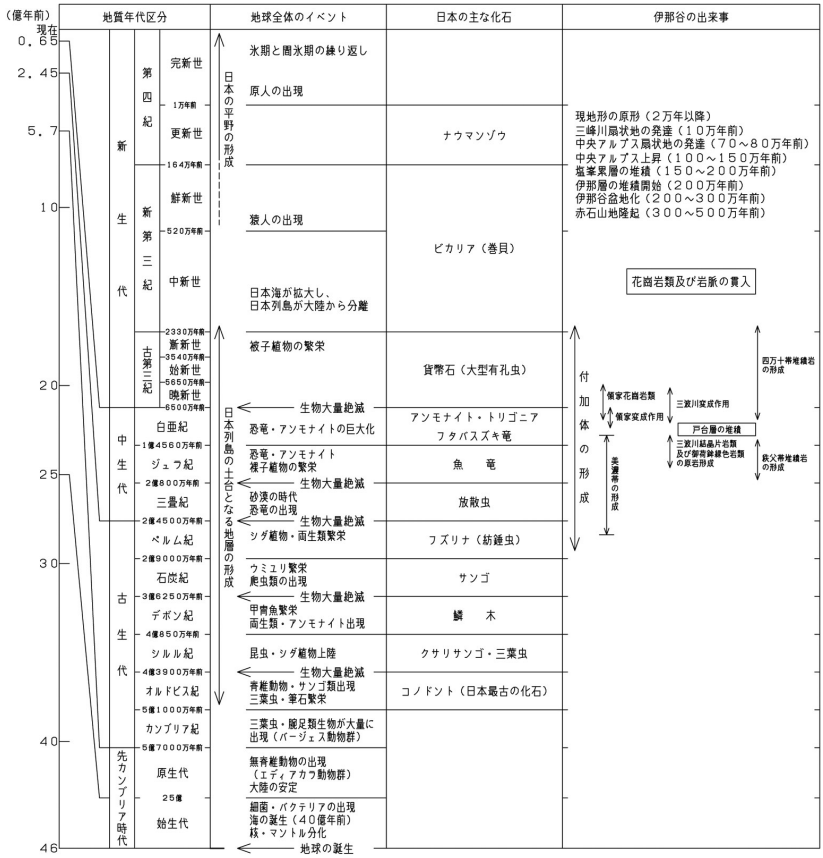
図1.2.1　伊那谷の造地形イメージ図
（「伊那谷の造地形史」より）

地質年代

地球が誕生したのは今から46億年前とされている。そこから現在までの歴史を、地殻の移動や気候の変動によって区分したものを地質年代という。生物の活動が始まった5億7000万年前より昔を先カンブリア時代とし、それ以降を下の表のように区分している。

地球上での主なイベントを以下に挙げる。

① 46億年前　原始太陽系の星雲の中にただよう隕石や金属くずの集合体として地球が誕生した。
② 40億年前　地球が冷え、浅い海ができた。
③ 25億年前　微生物の光合成により、大気中に酸素が増え始めた。
④ 5億7000万年前　固い殻を持つ生物が爆発的に増えだし、動植物の進化が加速し始めた。
（たくさんの化石が残る、三葉虫などの無脊椎動物が栄えた古生代の始まり）
⑤ 3億5000万年前　動物の陸上進出が始まった。
⑥ 2億4500万年前～6500万年前（中生代）　恐竜やアンモナイトが栄えたが、絶滅する。
⑦ 400万年前（新生代・鮮新世）　人類が誕生した。



1-2-1. 伊那谷北部

三峰川扇状地や経ヶ岳山麓に広がる扇状地は、伊那谷にあって特筆すべき広さと高さを持っている。これは南アルプス北部の山々や経ヶ岳からの多量の土砂流出とともに、下流の伊那峡や太田切扇状地の発達による狭窄部の堰き上げによってできた扇状地である。写真1.2.2は国道152号長谷村溝口にある道の駅「南アルプスむら長谷」にある案内板の写真である。見事な扇状地とともに、川の侵食作用によって作り出された何段かの河岸段丘を見ることが出来る。

また、写真1.2.3は天竜川と三峰川の合流点であるが、三峰川の方が川幅も広く河床も男性的で三峰川を本流だと見間違う。合流点を境として天竜川の河床は一変する。

写真1.2.2　三峰川扇状地
（伊那峡より上流に広大な扇状地が広がっている。
天竜川沿いの氾濫源との間に河岸段丘がある）

写真1.2.3　天竜川・三峰川合流点（S58洪水直後）

1-2-2. 伊那谷中部

太田切川左岸の宮田(みやだ)村付近から与田切川右岸の飯島町にかける一帯は、中央アルプス山麓に広がる扇状地が最も発達した地域である。先にも述べたようにこの扇状地は、中央アルプス山地の隆起時に流出した多量の土砂の堆積によってできたものである。その堆積の厚さは与田切川左岸の侵食崖に見られるように120～130mにも達する。

このように多量の土砂によって発達した扇状地は、天竜川を伊那山脈山裾に追いやることになった。追いやられた天竜川は山裾を蛇行して流れ、所々で基盤岩を削りこみ狭窄部をつくりだしている。

写真1.2.4　扇状地の発達した伊那谷中部
（各支川からの流出土砂による複合扇状地と、これを侵食して流れる片桐松川・与田切川など）

この扇状地は、その後の地盤の隆起と河川の下刻・侵食作業によって田切地形を造りだしているが、河川によって下刻・侵食規模が異なっている。中田切川や与田切川の扇頂部ではすでに深い谷となっているが、太田切では扇状地面と現河床はほとんど同じ高さである。このことは、地質年代と呼ばれるような長期の時間尺度でみると、太田切川はごく最近まで多量の土砂を流出していたことを物語っている。また切石公園（駒ヶ根市）内にあるのと同様な巨石が現河床にも堆積しており、このような巨石が今でもいつ流下してきても不思議ではないのである。

写真1.2.5　太田切橋下流の河床状況
（径2～3mもある巨石が沢山ある）

写真1.2.6　谷を刻む中田切川

写真1.2.7　太田切川
（河床と堤内地がほぼ同じ高さになっている）

複合扇状地と田切地形

現在、我々が目にする平地や台地のほとんどは、洪積層・沖積層と呼ばれ、地球誕生の歴史から見るとつい最近（洪積世・沖積世）に形成されたものである。

⑴扇状地・複合扇状地

プレート運動やこれに伴う褶曲運動、さらには火山活動などによって急峻な山地が出来ると、そこからは、気象や降雨の影響を受けて多量の土砂が下流に供給される。下流に供給された土砂は、山地から平地に出たところで、傾斜が急に緩くなるため掃流力を失い、堆積しはじめる。この堆積により、谷の出口を扇頂として下流に向かって扇形に広がる半円錐上の堆積地が形成されるが、この扇形に広がる堆積地のことを扇状地という。

なお、谷が隣接しているところでは、各谷から供給される土砂の大小に応じて境界を移動しながら堆積が繰り返されるため、隣り合った谷の扇状地との境が定かではなくなる。このような扇状地を複合扇状地ないしは合流扇状地と呼んでいる。

⑵田切地形

洪積世第四期の海面上昇期に形成された扇状地や、火山泥流の堆積によって形成された山麓の台地を流れる河川は、その後の氷河期の海面低下期には水面勾配がきつくなった。これにより流水の持つ掃流力は増大し、川筋のみが侵食により低下した。川筋が侵食・低下により固定されると、さらに侵食が進み、深い谷を刻むようになった。

このように洪積扇状地や火山性台地を河川が侵食し、深い谷を刻んで流れる地形を田切地形と呼んでいる。あたかも水田地帯を河川が切り裂いて流れるような様相を示すため、このような名がつけられたのであろう。

伊那谷では洪積扇状地を切り裂いて流れる典型的な田切地形を、妙高山麓では火山泥流台地を切り裂いて流れる田切地形を見ることができる。

扇状地と田切地形
（扇状地を開析し流れる中田切川）
（JR飯田線や国道153号は勾配を確保するために遡って中田切川を渡っている。一方、中央道は長大橋で直線で渡っている）

なお、長大橋の架橋が困難であった時代には、道路や鉄道は勾配を保つために、等高線に沿って田切河川に深く遡って造られている。JR飯田線や国道153号は中田切川や与田切川を渡るところで、大きく上流に遡ってカーブしている。

1-2-3. 伊那谷南部

小渋川が合流する松川町より南では、中央アルプスの山麓に広がる扇状地は南に下るにしたがって徐々に狭くなり、その代わりに天竜川沿いの沖積平野が広がる。この沖積平野は天竜川の氾濫による土砂の堆積によって出来たものであり、「三六災」の際にもいたるところで破堤・氾濫し一面河原と化した。

山麓に続く扇状地には飯田市中心街などの古い街並みが発達し、何段もの河岸段丘を経て天竜川沿いの沖積平野につながっている。

この地区で特筆すべき一つの事項として、大島川や野底(のぞこ)川からの流出土砂による新しい扇状地の発達がある。それぞれ出砂原(ださら)、天王原(てんのうはら)と呼ばれているが、「三六災」でも土砂流出により大きな災害を受けた。現在でも土砂の生産や流出の激しい川であることを物語っている。

一方、天竜川の東側の竜東(りゅうとう)では、伊那山脈の中腹にほぼ同じ高さの段丘面が続いている。これは竜東面と呼ばれる南アルプス起源の土砂が堆積した面（伊那層）である。

このように、伊那谷南部のこの地域では、古い地層ほど標高の高いところに残り、新しい地層ほど天竜川沿いの低いところに分布している。即ちこの地域は南アルプスや中央アルプスの隆起と共に、山地から流出した土砂の堆積や侵食作用の繰り返しによって出来た地形である。そして新しい地形や地層ほど、現在でもまだ成長過程にあり大洪水時には激しい地形変化となって現れるのである。

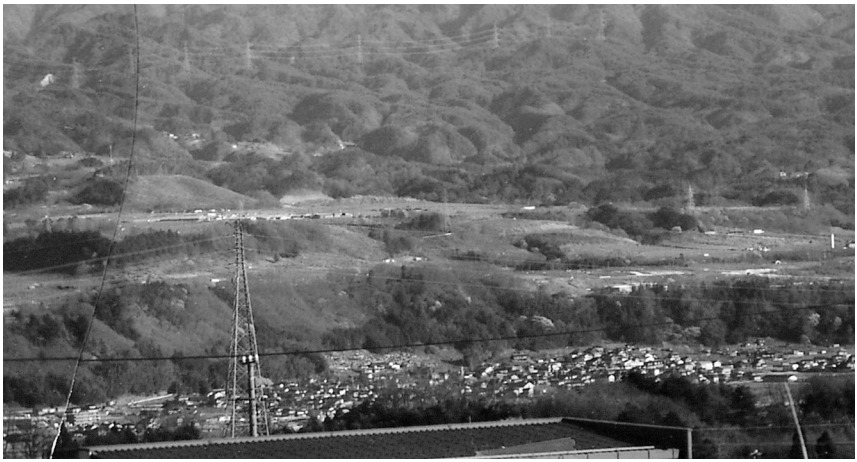


写真1.2.8　竜東面と呼ばれる南アルプス起源の堆積物（伊那層）
（南アルプス起源の二段の堆積層が小渋川左岸から飯田市久堅まで続いている）

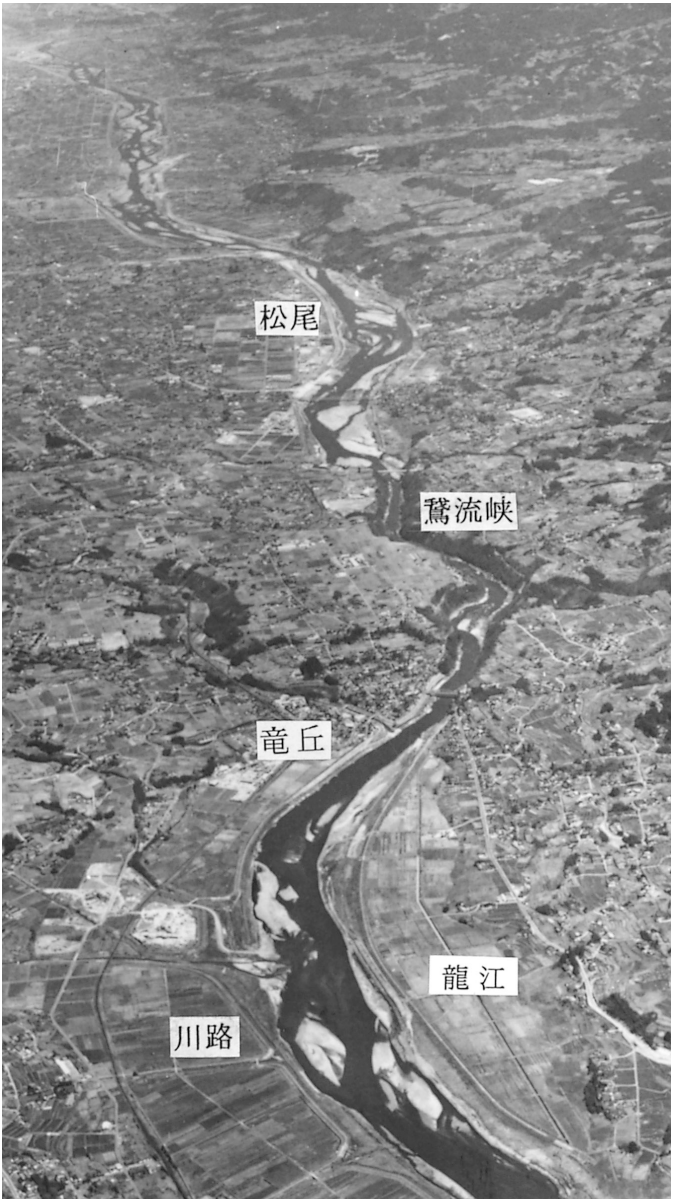


写真1.2.9　伊那谷南部の天竜川沿いの地形
（川路・龍江の上空から鵞流峡・松尾地区）

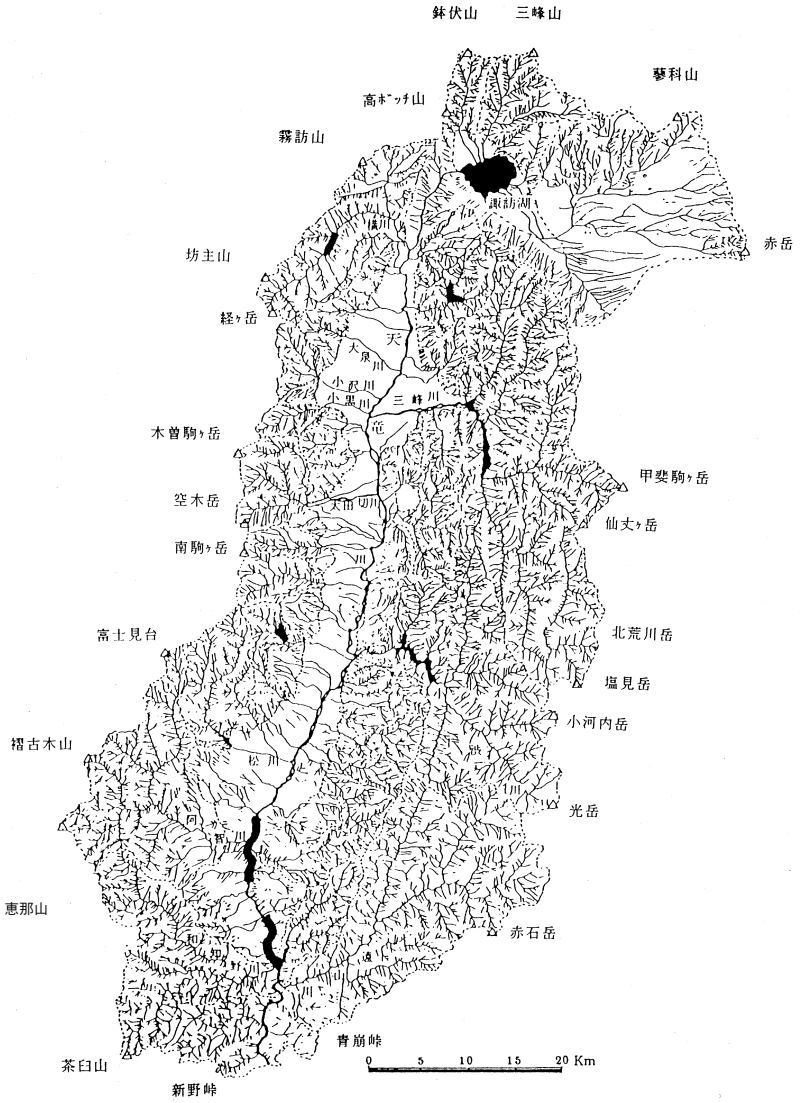


図1.3.1　天竜川上流域の水系図（北澤秋司原図）

1-3. 天竜川

天竜川流域の川筋の分布を示す水系を見ると図1.3.1のようになっている。フォッサ・マグナ地域の諏訪地方の水は全て諏訪湖に集められ、伊那谷を流れる天竜川は流域の少し西よりを流下している。東側は三峰川・小渋川・遠山川が中央構造線に沿って流れ、伊那山脈を横断して天竜川に合流する。これに対し、中央アルプスの主稜に発する各支川は山稜から一気に天竜川に合流する。

諏訪湖から三峰川合流点までの河道は、川幅はほぼ一定で、小規模な堤防か掘込み河道となっている。これは諏訪地方の洪水は諏訪湖（釜口水門）で制御され、この間に合流する支川は横川川等でいずれも低山性の山地を水源としているため、本川に合流する洪水や土砂の少ないことを意味している。

三峰川合流点で天竜川は一変する(写真1.3.2)。川幅は一気に3倍ほどに広がり、河床には複列の蛇行した澪筋が見られる。これは、三峰川からの流出土砂が過去膨大であったことを示している。

写真1.3.2　三峰川合流点
（右から三峰川が合流し、河幅は3倍に広がる。
流出土砂が多く澪筋は複列になっている）

伊那峡から小渋川合流点までの河床は、前述のように中央アルプス山麓に広がる複合扇状地によって、伊那山脈の山裾を流れ、所々で狭窄部となりしかも河床には岩が露出する自然河岸となっている。

小渋川合流点から鵞流峡（がりゅうきょう）にかける区間は、扇状地の発達が天竜川まで達していないために、沿川には氾濫原が開けている。このため河道は大きな堤防によって守られている。

写真1.3.3　堤防に守られている氾濫源
（180kp地点より上流を望む）

図1.3.4は天竜川の川幅と河床の縦断勾配を概略的にみたものである。河床の縦断勾配は三峰川合流点上流では若干緩く、これより下流ではほぼ一様に1/200程である。

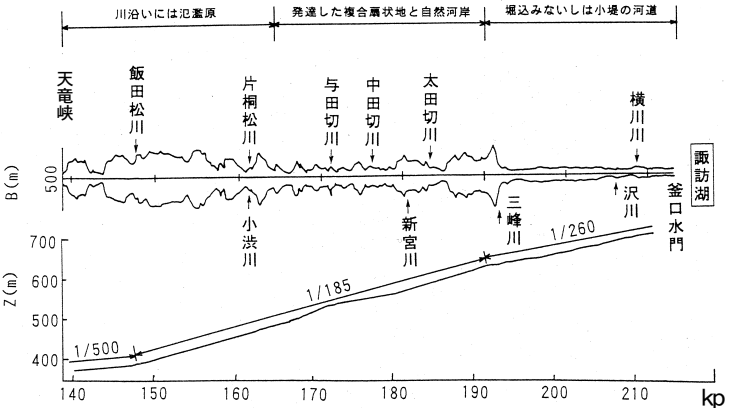


図1.3.4　天竜川の川幅と河床縦断勾配

2章. 洪水と土砂の移動

大洪水が起きると、土砂の移動と堆積によって川沿いの地形は変化する。豪雨になると、山腹斜面は崩壊し、そこから多量の土砂が流出する。その土砂は斜面を滑り落ち、渓流の谷底に堆積する。堆積した土砂は谷底を流れる洪水により下流に運搬され、渓床の縦断勾配の変わるところで掃流力（そうりゅうりょく）の減少により再び堆積し、それが氾濫の原因となる。縦断勾配の変わるところは、山麓では渓流の出口や裾野であり、そこに開ける居住地や耕地はしばしば土砂の氾濫による被害を受けている。

「三六災」のように至るところで山腹斜面が崩壊するような洪水では、多量の土砂が生産・供給されるので、河床は全川にわたって一時的に上昇する。一方、土砂の供給の少ない中小洪水時には、大洪水時に谷底や渓床に堆積した土砂が下流に運ばれるので、この際の侵食により河床は徐々に低下していく。

天竜川水系の河道では洪水の度に、このような現象が繰り返されている。この傾向は天竜川本川や三峰川・小渋川などの大支川で強い。また上流の渓流では土砂の生産が多く供給頻度も高いので、洪水の度ごとにその大小に応じて堆積や侵食が頻繁に繰り返されている。

本章では昭和36年・57年・58年洪水時の土砂の移動実態から天竜川流域の土砂移動の特徴を見ることにする。

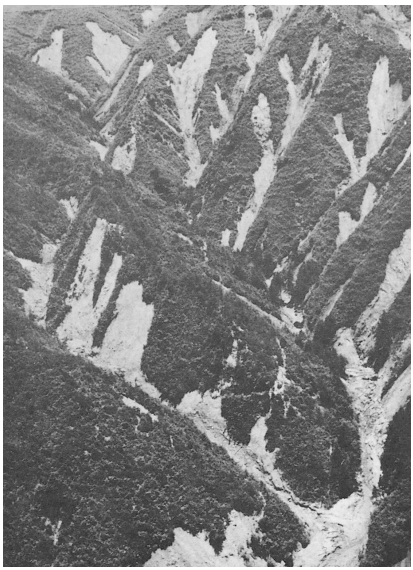
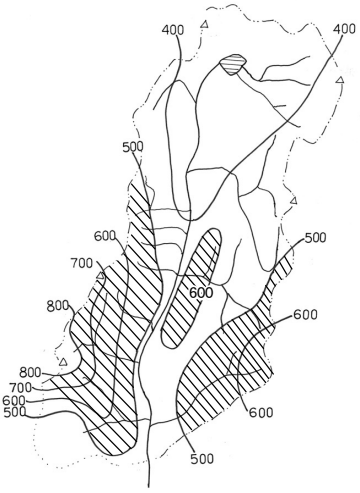


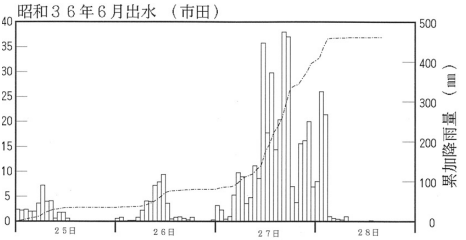
写真2.0.1　山腹の崩壊（昭和36年撮影）
（山腹斜面から崩落した砂は谷を埋めながら下流に運ばれる）

2-1. 洪水の概要

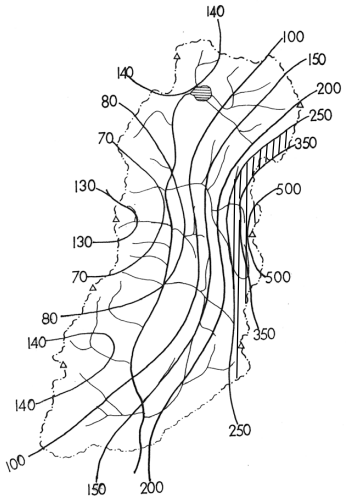
昭和36年・57年・58年洪水の総雨量・代表観測所の降雨パターン（ハイエトグラフ）を示すと図2.2.1のようになる。

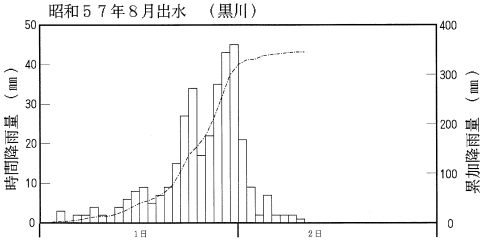
(a) 昭和36年 6 月洪水





(b) 昭和57年 8 月洪水





(c) 昭和58年９月洪水

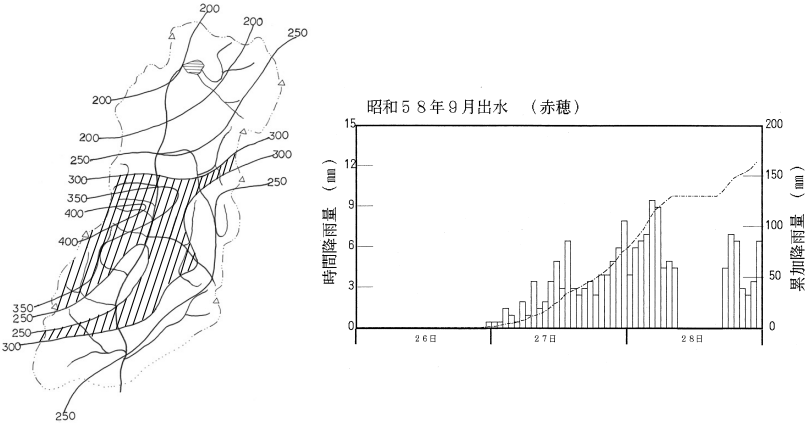


図2.1.1　昭和36年・57年・58年洪水の等雨量線図とハイエトグラフ

「36洪水」は昭和36年6月下旬の梅雨前線によるもので、4日間にわたって雨が降り続き、伊那谷のほとんどの地域で総雨量は400mmを超えた。中央アルプス南麓や小渋川流域では600mmを超えたところもあった。

「57洪水」は昭和57年8月上旬の台風10号によるもので、三峰川上流域に降雨が集中し、その地区での総雨量は500mmを超えた。美和ダムへのピーク流量や流入土砂量は過去最高となったが、降雨域が限定されていたために、天竜川本川への出水はそう大きいものではなかった。

「58洪水」は昭和58年9月下旬の台風10号と秋雨前線によるもので、降雨期間2日間で、総雨量はもっとも多い地域で400mm程度であった。しかし、降雨が伊那谷の中央部に同時刻に集中したため、天竜峡から泰阜ダムにかける区間でそのピーク流量は「36洪水」を上回る出水となった。

2-2. 典型的な災害特性を示す「三六災」

2-2-1. 土砂の生産と流下

洪水のピーク流量（最大流量）からみると「36洪水」と「58洪水」は同規模であったが、被災内容には大きな相違が見られ、「58洪水」では死者・行方不明者などの人的被害が少ない(表2.2.1)。この原因は、「36洪水」後に整備された治水施設の効果も大きいと考えられるが、何よりも斜面の崩壊に伴う土砂の流出量の相違である。

「三六災」では前述のように降雨が4日間という長期にわたり、山腹斜面の崩壊と多量の土砂の流出に伴う土砂災害がいたるところで発生した。その被害の実態については各市町村の被害報告や各種の調査報告に詳しいので、ここでは土砂の移動に焦点をしぼり見ることにする。

表2.2.1 「36洪水」「58洪水」被災内容

		昭和36年6月洪水	昭和58年9月洪水
雨量	最大日雨量 (mm/日)	(飯田) 325	(松尾) 156
	総雨量 (mm)	(飯田) 440	(松尾) 266
水位・流量			
(天竜峡)	最高水位 (m)	推定20.26	19.67
(宮ヶ瀬)	ピーク流量 (m^3/s)	2650	3461
(泰阜ダム)	ピーク流量 (m^3/s)	3624	4318
被災内容			
人的被害	死亡・行方不明(人)	130	4
家屋被災	全壊(戸)/	894	14
	半壊(戸)・流失	605	35
河川災害	破堤(ヶ所)	15	2
(直轄)	延長 (m)	4,200	1,000
	決壊 (ヶ所)	31	20
	延長 (m)	7,625	2,500

(各種の災害報告書、洪水速報等より集計)

写真2.2.2はこれまでに数多くの刊行物で紹介されている写真で、「三六災」直後に小渋川流域を撮影したものである。いたるところで斜面の崩壊が発生し（写真の白い部分）、谷底に多量の土砂が堆積している様子がわかる。

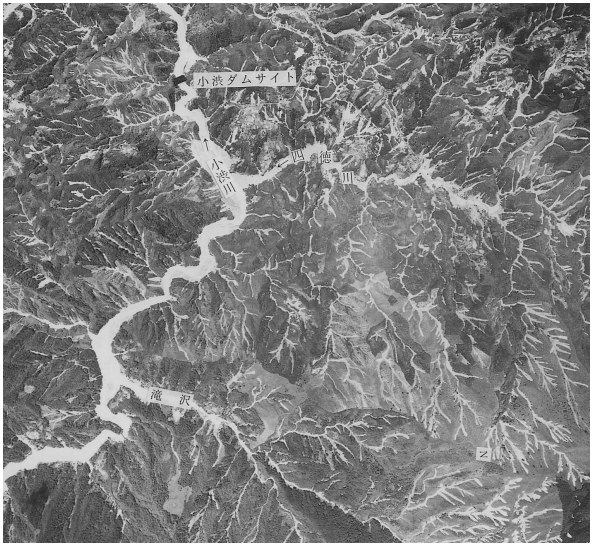


写真2.2.2　三六災直後の小渋川流域の崩壊地
（無数の崩壊した山腹と土砂に埋まった谷が確認できる）

山腹斜面の崩壊は降雨によってもたらされるが、崩壊のしやすさはその場所の地形・地質・植生などによって決まる。この地形・地質・植生の三要素のうち最も影響が大きいのが地質であり、天竜川流域における最大日雨量と崩壊発生密度との関係を地質別に示したものが図2.2.3である。36年洪水を中心として、その他の洪水も合わせて示しているが、総雨量が250～300mmを超えると崩壊の発生密度が急激に増大することがわかる。

したがって伊那谷においては、雨の降り方にもよるが、総雨量が300mmを超えるとどこかで斜面崩壊が発生する危険性が高くなる。急斜面に沿った道路を通行する場合には、崩壊に遭遇する危険性のあることをあらかじめ認識しておくべきである。さらに総雨量が400mmを超え500mmに達するような降雨となれば、渓流の出口では土石流の危険性が高まり、山麓の住宅地ではいつ裏山が崩壊しても不思議ではない状況となっている。この状況下では、斜面崩壊に備え心の準備とともにその対応を考えておくべきである。

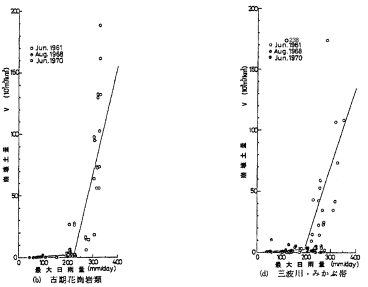


図2.2.3　崩壊の発生密度（天竜川・地質別）

第2章の冒頭にも書いたように、山腹で崩壊した土砂は、その一部を崩壊斜面に残しながら、斜面下の谷底に崩落する。谷底に崩落した土砂は谷を流れる水の力によって下流に運ばれる。このとき、崩落した土砂が少量であれば 、そのほとんどが一気に下流に運ばれる。しかし「三六災」のように流域のいたるところで崩壊が生じた時には、土砂の全てがただちに下流へとはこばれるのではなく、大部分が谷底に残り谷を埋めることとなる。なお「三六災」時、小渋川流域では発生した土砂の60%程度が斜面や谷底に残り、天竜川本川へは40％程度が流出したと推定されている。(次頁参照)

斜面から崩落した土砂が、谷底を埋めながら下流に運ばれていく様子を実際に目で確認することは難しいが、その現象を写真2.2.4から想像することができる。小渋川の河畔に残っている「三六災」時の土石流の堆積断面で、土石流が何回も流下し堆積したことがうかがい知れる。この堆積層は、大小の砂礫が混合した層から、大きな礫の混合率の高い層・比較的小粒径の土砂が多い層と様々であり、谷底への土砂の供給、土砂の堆積による一時的な流水の堰上げ、土石流となっての下流への流送、といった現象が何度も繰り返された痕跡を示している。

写真2.2.4　「三六災」時の土石流による土砂の堆積面
（何層にもわたって堆積している）

谷次数と支川次数

谷次数と支川次数という言葉がある。これらはいずれも河川の上流部で用いられる単語であるが、その定義は誤解されやすい。

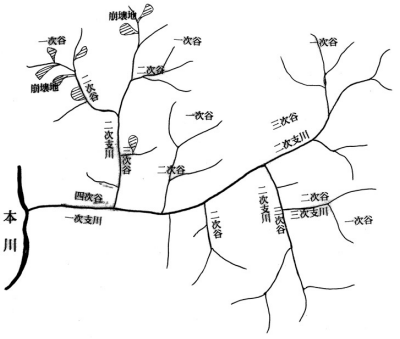
谷次数は、地形図（一般には国土地理院発行の1/25000地形図）上で表現されている最上流の川筋を1次谷、1次谷同士が合流した谷を2次谷、2次谷同士が合流した谷を3次谷…と、上流から下流に向かって次数を数えていくものである。なお、谷に面した斜面そのもの（ここで土砂の崩落が起きる）を0次谷と呼んでいる。

一方で、支川次数は下流から上流に向かって1次支川、2次支川と数えていく。小渋川は天竜川から見ると1次支川であり、四徳川は2次支川、塩川は3次支川となる。これを谷次数で数えると、小渋川は青木川・鹿塩川合流点より下流では5ないし6次谷となり、四徳川は3次谷、塩川も3次谷くらいに相当する。

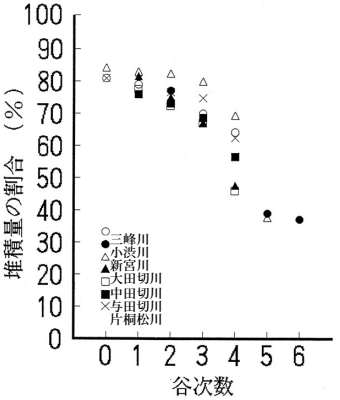
なお、崩落した土砂がどの程度その谷に残り、どの程度下流へと運ばれていくのかということは、この谷次数と強い関係がある。

図は「三六災」について、横軸に谷次数を、縦軸にそこより上流で崩落した土砂のうち下流まで運ばれていった土砂の割合をとったグラフである。

このグラフの0次谷のところをみると、80~85%のところに値がある。これは0次谷（つまり崩落斜面）からは80~85%の土砂が谷底に落ち、逆に言えば15~20%の土砂が斜面に残ることを表している。また1次谷のところの75~85という数字は、1次谷より上流部で発生した土砂の75~85%が2次谷へ流れることを表している。このように見ていくと、先ほども述べたように小渋川は5ないし6次谷であるのでそこを見ると、小渋川流域で生産された土砂の40%程度が天竜川本川に流れて出たことになる。



谷次数と支川次数の定義



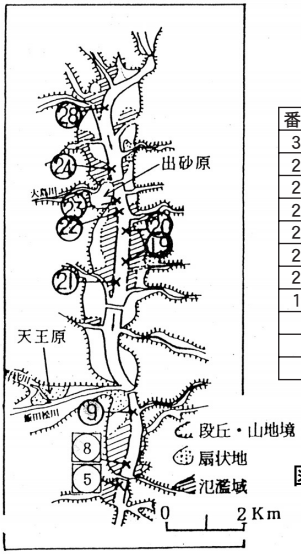
崩落した砂の行先と谷次数の関係

2-2-2. 天竜川の破堤

支川や渓流から天竜川本川に押し出されてきた土砂は、本川の流水によって下流に運ばれ河床に堆積する。本川における洪水や土砂の流下・堆積を支配するのは、この支川からの流入土砂であるが、本川の所々にある狭窄部の影響も大きい。

「三六災」時に天竜川本川筋では、42カ所で破堤や護岸の決壊などの河川災害が発生した。破堤は15カ所4,200mにおよび、護岸が決壊した延長は7,625mと記録されている。破堤箇所の多くは小渋川の合流点下流に集中している。

小渋川の合流点から鵞流峡(がりゅうきょう)までの区間における破堤箇所を見ると、そのほとんどが右岸側であり、とりわけ支川の合流点や狭窄部の上下流に多い。一方この区間にあっても、阿島橋から飯田松川の合流点までの約3kmの間は、大きな支川の合流も無く川幅もほぼ一定の直線河道であるため、破堤にいたるような被害は受けていない。



「三六災」の破堤箇所の内訳
（小渋川合流点より下流）

番号	番号	距離標位置	左右岸	破堤延長	決壊延長
30	松川大島	158.8-67～159.4+11	右岸		690
28	高森山吹	156.6-904～-124	右岸	430	350
24	高森吉田	154.6-146～-6	右岸	140	
23	高森吉田2	154.2-147～+3	右岸	160	
22	高森吉田3	153.6-178～-68	右岸	110	
21	高森下市田	153.2-940～+220	右岸	520	
20	豊岡伴野	152.0+29～152.4+216	左岸	570	
19	喬木田中下	151.0+142～151.2+170	左岸	210	
9	飯田松尾	146.2-30146.8-115	右岸	480	
8	飯田虎岩	145.2-85～145.6	右岸	100	
5	飯田水神	144.8-129～144.8-749	右岸	50	570

（災害査定申請書より集計）

図2.2.5「三六災」時の破堤箇所

破堤災害は狭窄部の上・下流に集中しているので、そのそれぞれが破堤に至る過程を災害直後に撮影した航空写真から推定・再現してみる。

（A）狭窄部上流部の場合

狭窄部上流部の例として台城(だいじょう)橋上流の大島地区の破堤をとりあげる。災害直後の航空写真（写真2.2.6）とともにその簡単な図面・洪水痕跡・河床変化を図2.2.7に示す。これらより洪水時の現象を推定・再現すると次のようにいえる。

① 洪水の最盛期には台城橋のかかる狭窄部で洪水がせき上げられ、その上流

に背水域ができる。

② 多量の土砂を含んだ洪水は背水域に流入すると、急激に掃流力を失い土砂を堆積する。

③ 堆積した土砂は河道内の通水能力を低下させるので、洪水や土砂が行き場を失う。これが河道内で耐えきれなくなると、堤防を越流する。

④ その越流により、堤防は破堤し、堤内に氾濫する。

⑤ 氾濫した洪水・土砂は、堤内地を自由に流れ新しい河原状の地形を造る。

⑥ 洪水の減水期になり狭窄部の流下能力に見合った流量になると、掃流力が回復し、狭窄部直上流に堆積していた土砂が下流に流されていく。このとき減水期の澪筋が作られる。

洪水後に残る土砂の堆積域が主に、狭窄部直上流ではなく少し離れた背水域の上流付近に位置していることからも、上記の過程がうなずける。

写真2.2.6　台城橋上流の破堤決壊箇所の様子

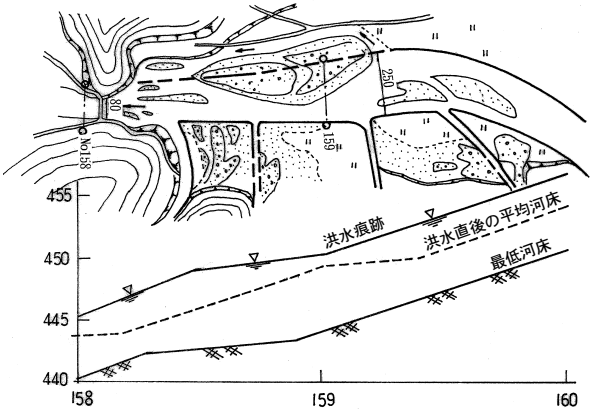


図2.2.7　上記写真の破堤箇所図
（狭窄部より少し上流に土砂が堆積している）

(B) 狭窄部下流部の場合

狭窄部下流の破堤の例として、破堤が集中しておこった明神橋下流をとりあげる。明神橋の架橋地点は、大島川から流出した土砂によって発達した扇状地による狭窄部である。「三六災」でも大島川や竜東の各支川から多量の土砂が流出し、写真にも見られるように、架橋地点の少し下流にある虻(あぶ)川の合流点では河道内に三角州の発達も確認される。

この地点の破堤・氾濫は、上流や支川から供給された土砂が河道内に堆積し、その結果行き場を失った洪水や土砂が堤防を越え、堤内に氾濫したものである。

川幅の狭い狭窄部は流速が速いので、一般的には最も危険な箇所と思われがちであるがそうではない。狭窄部では速い流速により上流から供給された土砂がそのまま下流に通過するからである。そして狭窄部下流の川幅が広がったところでは、流速が低下し水深も減少することによって、土砂が堆積し始める。河道内に堆積した土砂は、河道の通水能力を低下させ、その能力を超えた洪水は堤内へと氾濫する。

「三六災」時、明神橋下流では、土砂が堆積したところより上流で破堤している(写真2.2.8、図2.2.9)。なお土砂の堆積が始まるのは、川幅が狭窄部の1.5倍ほどになった地点からである。

写真2.2.8　明神橋下流の破堤氾濫の様子

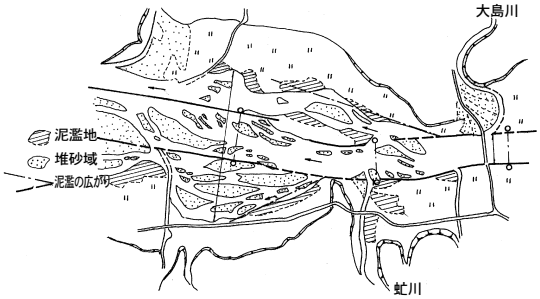


図2.2.9　上記写真の破堤箇所図
(堆砂は狭窄部より少し離れた下流で始まる)

2-3 土地に刻まれた歴史

「三六災」は、土砂の流出を伴う伊那谷の典型的な洪水として大きな被害を残した。その後すでに40年以上が経過し、人々の記憶の中から薄れつつはあるが、今でも「未満水」(1715)とともに伊那谷の災害史上大きな水害として語り継がれている。

「三六災」で被災した多くの地点は、「未満水」でも被災しており、土地の持っている宿命ともいえる水害特性を見ることができる。

図2.3.1は台城橋(158kp)から南原橋(144kp)までの河川地形図に、「三六災」時の氾濫区域や破堤箇所を記入したものである。河川地形とは、現在の地表に残る扇状地や旧河道・自然堤防など、河川の作用によって地表に刻まれた痕跡地形である。

この中で新しい扇状地は、大島川・野底川・飯田松川の下流で、天竜川への合流点付近に発達している。また近隣の南大島川・土曽川の扇状地は、渓流の出口の山麓に広がっている。

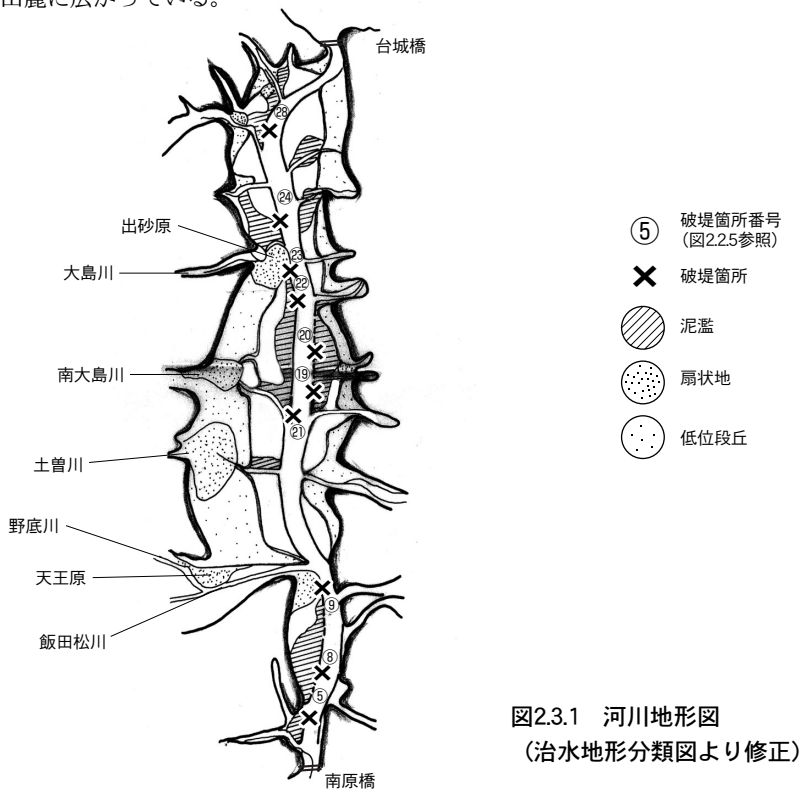


図2.3.1　河川地形図
（治水地形分類図より修正）

天竜川沿いの沖積平野はまさに天竜川の氾濫源であり、「三六災」でもいたるところで破堤・氾濫した。土砂の流入や堆積で一面河原状となり、河道と堤内地の区別がつかないような状況となったところも多い。

写真2.3.2　「三六災」時の川路地区
（被災直後、土砂の主要な堆積区域が確認できる）

2-3-1. 新しい扇状地

「三六災」でも大きな被害を受けた野底川や大島川の扇状地は、それぞれ天王原・出砂原と呼ばれ、いずれも江戸時代の洪水「未満水」(1715)で大きな被害を受けたところである。ここでは、その天王原・出砂原について詳しく述べる。

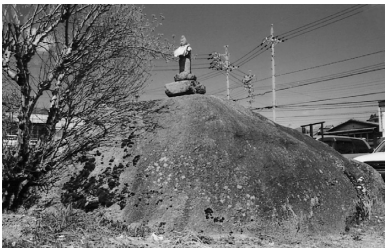
(A) 天王原

野底川扇状地の天王原には、未満水で流出したと伝えられる「夜泣き石」や、そのとき亡くなった人々の霊を弔う徳本和尚の碑がある。

夜泣き石は直径7mに及ぶ巨石で、流れてきた際に付近の子供がこの石の下敷きとなり、その後夜ごと子供の泣き声が聞こえてきたため、この石の上にお地蔵さんを祀り子供の霊を弔ったという言い伝えが残されている。

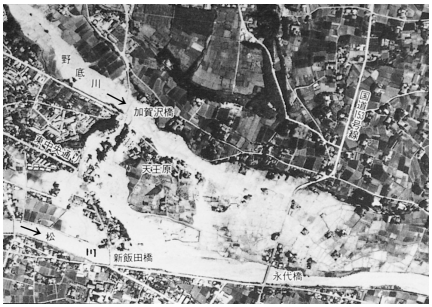
また徳本和尚の「南無阿弥陀仏の碑」は、この付近で亡くなった北原六左衛門家族の菩提を弔うために、和尚が書きおいていった経文を碑に刻んだものであるという。

なお野底川は「三六災」でも土石流に襲われ、大きな被害にあっている。加賀沢橋付近で堰上げられた土石流が、飯田松川左岸の天王原一帯に氾濫し、沿川にあった製綿工場では7名が避難途上に流され亡くなっている。



夜泣き石

徳本和尚の碑



「三六災」の氾濫区域

写真2.3.3　天王原の氾濫状況と遺跡

(B) 出砂原

大島川扇状地の出砂原にも未満水で流出したと伝えられる巨石がある。これはJR飯田線市田駅前の民家の裏庭にあり、その上には2体のお地蔵さんが祀られている。またこの石の後方には、未満水の犠牲者を弔う「三界萬霊塔」と六地蔵が祀られている(写真2.3.4)。この「三界萬霊塔」の碑文には下のように記されている。

写真2.3.4　出砂原六地蔵と三界萬霊塔

正徳五年乙未六月十八　山壑漲崩葬地為壬公所大也
（正徳五年乙未六月十八日、山崩れて澗と漲り、葬地崩れ水墓場への道しるべとなる）
丘墓没蹤跡弔聚作一堆　願縁与無縁均蒙匡益者也
（丘墓没する蹤跡（人の行方）を弔い、聚て一堆を作る、願わくば縁と無縁均しく匡益を蒙る者也）
前亡後死三界萬霊　（前に亡び後に死の三界萬霊）
前亡後死煙却一土兄　万霊聚会法界円成
（前に亡び後死一所に煙却す、萬霊聚りを終え、法界に周く成る）
咄　（呼びかけの声）
天竜波穏梵音清　寓松岡了渓叟建焉
（天竜波穏やかにして梵音清し、松岡寓了渓叟建つ）

碑文の内容

ここも「三六災」で大きな被害を受けた。大島川沿いにあった生糸工場（天竜社）を土石流が襲い、11名が亡くなっている。

この扇状地の発達過程は、急流河川の扇状地の発達経過を良くあらわしている。流出土砂の多い急流支川が本川に合流する所にできる扇状地は、本川下流側から土砂が堆積するので、支川の河道を上流側に振りながら発達する。洪水は流れやすいところを流下するので、上流側が低ければそちらに向かって氾濫することになる。だから川筋の上流側は安全だということはなく、防災を考える際には、扇状地の発達過程や現在の形状にも十分な注意を払うべきである。

図2.3.5　大島川合流点付近の破堤と扇状地の発達

写真2.3.6　大島川氾濫の様子

2-3-2 .天竜川沿いの氾濫原

(A) 明川原（みょうがわら）

弁天橋の架かる飯田松川の合流点直下流からに鵞流峡までの区間は、「三六災」洪水でも3箇所で破堤・氾濫し、地域一帯は一面の河原と化した。この地区は過去幾度も洪水氾濫が生じ、河道はそのたびに移動しているが、そのうちの一つが「元文の弁天公事」として伝えられている。

元文3(1738)年5月、天竜川が弁天岩付近で洪水により破堤した。このとき本流が右岸側(島田村現松尾側)に移動し、旧河道との間に「中の島」(中洲の島)ができた。この島をめぐって飯田藩島田村と対岸左岸側の美濃高洲藩の各村（和久平・下久堅・伊久間)との間で村境の争いがおこったのである。この争いは幕府によって裁かれたのだが、裁許を下した奉行の中に大岡越前守忠相もおり、地元では「大岡裁き」として伝えられている。なお、そのときの裁許状は松尾公民館に今でも大切に保存されている。

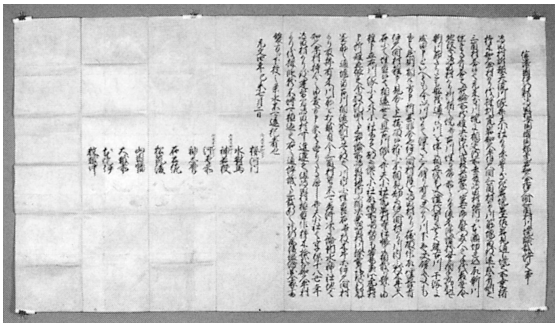
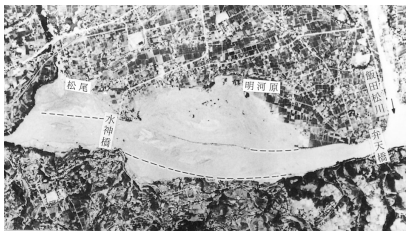


写真2.3.7　弁天公事の裁許状(松尾公民館所蔵)

この地区はその後も幾度となく破堤・氾濫が繰り返されてきた。昭和22年撮影の航空写真には幾筋もの旧河道が残っており、洪水の度に主流の川筋が変わったことを物語っている。



(a)昭和22年　　(b)昭和36年6月洪水

写真2.3.8　飯田市松尾の旧河道と氾濫

(B)　下市田河原（しもいちだがわら）

下市田河原と呼ばれる明神橋の下流一帯も、洪水との熾烈な戦いの場であった。ここでは「三六災」時にも、巨石でつくられた「惣兵衛（そうべい）堤防」とよばれる堤防が流出している。そのときの様子を、水防活動に従事していた地元の消防団員は次のように伝えている。

「(6月28日)午後4時すぎ、天竜の流れが弱まり、砂礫を運ぶ力が弱まると本流に土砂がたまり、川は竜の背のように盛り上がり流れを変えた。「水がぶつかってくるぞ」と絶叫が飛ぶ。天竜川はアッと言う間に堤防を越えてしまいました。その時はもう呆然と乗り越えていく洪水を見ていた。切り込んだ水が青々とした水田を切り込んで行く。時に午後5時30分、これが惣兵衛堤防の最後でした。」

惣兵衛堤防は寛延3年(1750)から宝暦2年(1752)にかけて造られた堤防で、延長81間(約145m)・馬踏み8間(14.4m)・根敷き10間(18m)・高さ2間(3.6m)の、巨石による石積堤防であった。

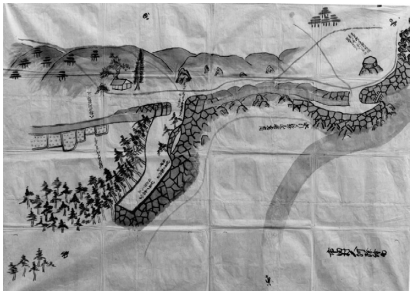


写真2.3.9　惣兵衛堤防絵図

この地区の様子を明治22年の地形図でみると、水田の開発が弓状に進展していることがわかる。堤防の築造以後順に開発された水田と思われるが、「三六災」では堤防の流失とともに一面の河原と化してしまった。

写真2.3.10
市田河原の様子

(a)明治22年

(b)昭和36年6月洪水

2-4. 昭和36年6月洪水と58年9月洪水の土砂移動

2-2-1.でも述べたように、昭和36年6月洪水と58年9月洪水のピーク流量はほぼ同一規模であったが、河道に流出した土砂は量的にも質的にも大きな相違があった。

両洪水時の泰阜(やすおか)ダム流入量の時間変化(ハイドログラフ)を示したのが図2.4.1である。小渋川が合流する宮ヶ瀬より下流では、「58洪水」のピーク流量は「36洪水」を上回っていたのではないかと推定されている。(なお、「36洪水」は正確な流量や水位が観測された地点が少なく、正確なところはわかっていない)

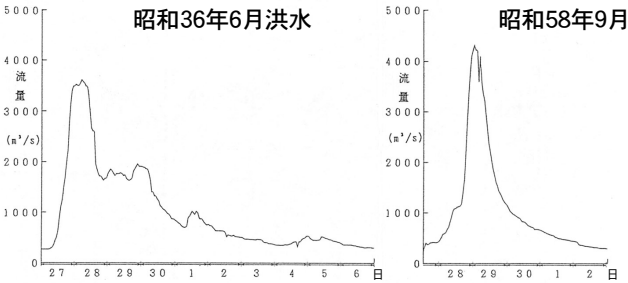


図2.4.1　泰阜ダム流入量

両洪水で天竜川本川筋の河道内に流出・堆積した土砂量を見ると図2.4.2のようになる。図中の棒グラフは各地点の堆積量及び侵食量を示し、折れ線は河道内に堆積した累加土砂量を三峰川合流点から下流泰阜ダムまでを示している。
河道内の堆積土砂量は「58洪水」では100万m^3程であったのに比べ、「36洪水」はその4倍の400万m^3となっている。

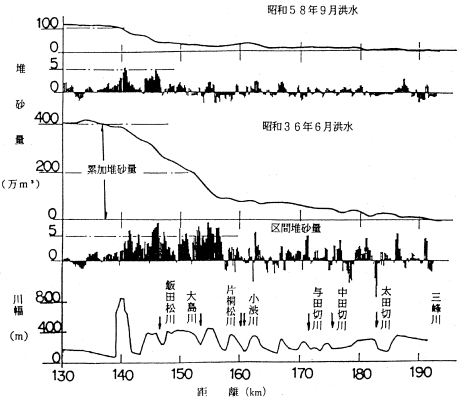


図2.4.2　河道堆積量　　河道内堆砂量と累加砂量の縦断分布

一方ダム貯水池における堆砂量を両洪水で比較してみると、表2.4.3の通りである。（なお、小渋ダム・松川ダムは「36洪水」後に建設された。）佐久間ダムより上流のダムに堆積した土砂は、「36洪水」では約2150万m^3、「58洪水」では約1350万m^3となる。

表2.4.3　主要ダム貯水池の堆砂量（年間）

ダム名	36年	58年
美和	3,185,000	1,679,000
小渋	（建設前）	2,259,000
松川	（建設前）	479,000
泰阜	444,000	20,000
平岡	6,954,000	424,000
佐久間	10,980,000	8,736,000
合　計	21,563,000	13,597,000

よって、河道とダム貯水池に堆積した土砂量を合わせると、「36洪水」では約2500万m^3、「58洪水」では1500万m^3となり、これだけの土砂が上流山地から天竜川へ流出したことになる。

このように、佐久間ダム上流だけで見ても、両洪水のような大洪水時には、山地から1500～2500万m^3の土砂が河道やダムに流出する。そして、その半分が佐久間ダム貯水池に堆積するのである。

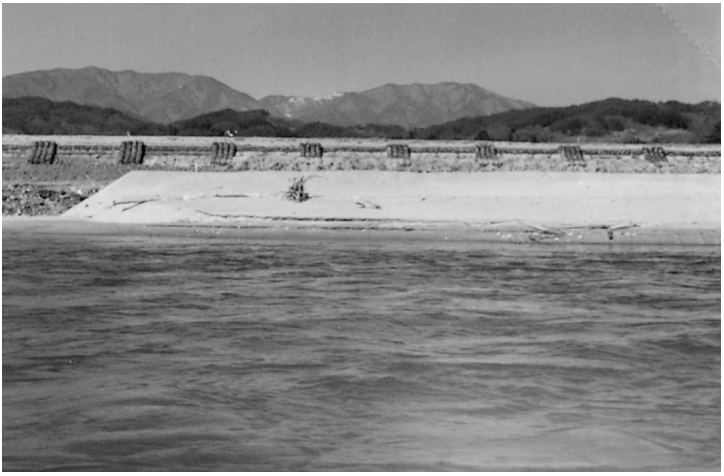
両洪水における土砂の流出形態の相違は、以下の2点にまとめられる。

1点は表からも明らかなように、「36洪水」以降に建設された小渋ダムや松川ダム貯水池で多量の土砂を捕捉し、天竜川本川への流出土砂を約300万m^3減らしたことがあげられる。その一方で佐久間ダム貯水池に堆積した土砂量の両洪水による違いは約200万m^3であり、河道に堆積した土砂量と比べるとその差が小さい。支川や上流から流下してきた土砂の多くは、河道に堆積せずに佐久間ダムまで流下してダム貯水池に堆積したことになる。

もう1点は本川筋に流出した土砂の粒径が、「58洪水」では「36洪水」に比べて細かい成分が多かったことがあげられる。写真2.4.4は川路（かわじ）地区の河床堆積物を見たものである。「36洪水」では玉石から砂まで混ざった土砂が堆積しているのに比べ、「58洪水」ではほとんどが砂であった。「58洪水」では、降雨期間が比較的短く山腹斜面の崩壊が少なかったので、洪水が起こる前までに上流部の河床に堆積していた土砂のうち、流れやすい細粒分が、下流へ再移動したものと考えられる。

36洪水の堆積物

（58洪水によって表面が洗われたため、36洪水の堆積面が現れている。
細砂から礫まで含んだ堆積層となっている）



58洪水の堆積物

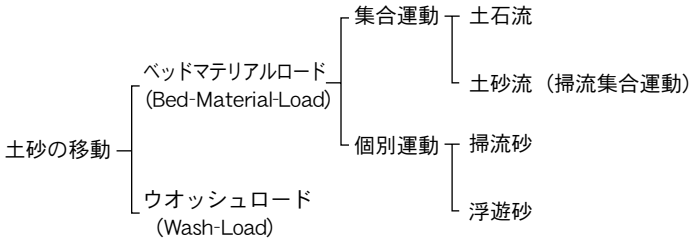
（ほとんどが砂質土である。なおこの写真は、
上写真（36洪水の堆積物）の右奥に見える対岸部分を写した物である。）

写真2.4.4　河床堆積物の粒径の相違

土砂の移動形態

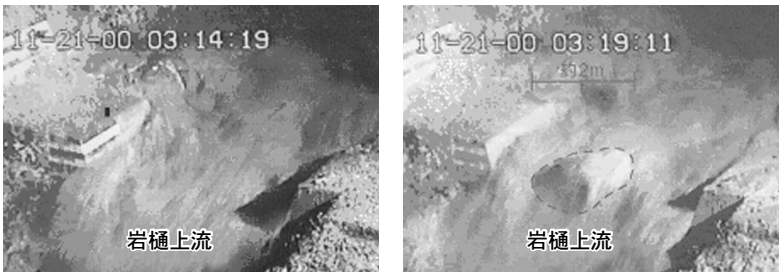
水系における土砂の移動は大きく２種類に分けられ、河床を構成する土砂が移動する場合と、上流から運ばれてきた土砂がそのまま下流へと運ばれていく場合とがある。粒径の大きな砂やレキは前者で、粒径の細かい土粒子は後者の方法で運ばれていく。なお、前者の方法で運ばれていく粒径の大きい土砂をベッドマテリアルロード（Bed-Material-Load）、後者の方法で運ばれていく粒径の小さな土砂をウォッシュロード（Wash-Load）と呼んでいる。

河床の土砂の移動はさらに、土石流や、土砂流で運ばれる場合、掃流砂として運ばれる場合、浮遊砂として運ばれる場合とに分けられる。以下そのそれぞれについて説明する。



土石流

土石流は土砂の集合移動の典型とも言えるものである。土砂を含んだ高密度の流体が、フロント部に巨石を巻き込み段波状で流下する。一般的に地形勾配が15°以上あるところで発生する。



富士山大沢崩れ平成12年11月土石流

土砂流（掃流集合運動）

地形勾配が4°～15°の領域で発生し、土石流と、次に述べる掃流砂との遷移領域における土砂の移動形態である。河床付近は濃密度の土砂の混合体が流れ、水面近くでは水流のみが形成されるような土砂の流送形態である。

掃流砂

個々の粒子が、川底付近を河床と断続的に接触しながら転動、滑動等の状況で運ばれていく状況を掃流砂と呼んでいる。流れが河床面に及ぼすセン断力（掃流力）が、土粒子の持つ抵抗力（移動限界掃流力）を越えると土砂の移動が始まる。

掃流力は径深と動水勾配に比例し、限界掃流力は粒径のべき乗に比例する。

浮遊砂

流れの乱れによって巻き上げられた土粒子が、流れに乗って下流に運ばれる状態を浮遊砂という。土粒子の沈降速度より流れの流速がが速ければ、沈降せずに下流に運ばれることになる。一般的に細砂分はこの方法によって運ばれる。

ウォッシュロード（Wash-Load）

河床を構成する物質ではなく、上流から流れてきた微粒子がそのまま下流に通過するのでこのように呼ばれている。ダム貯水池においては白濁水の長期化の原因などになっている。一般には粒径の微細なシルトや粘土分である。

3章. 天竜川水系の土砂移動

3-1. 土砂の生産

山地における土砂の生産形態は様々であり、地震・火山活動によるものから、降雨を誘因として生じる山腹斜面の崩壊・地滑り等がある。

地震によるものとしては、昭和56年の長野県西部地震による御嶽山の山腹崩壊の例が挙げられる。また、火山活動によるものとしては、テレビでもその模様が詳細に報道された雲仙普賢岳の火砕流の例が記憶に新しい。こういった地震や火山活動による土砂の生産は、限られた場所で突発的に発生するが、降雨を誘因とするものは基本的にどこでも発生する現象である。本節では、この降雨を誘因とする土砂の生産について述べる。

崩壊の発生の要因は、発生の場の条件としての素因と、発生の引き金となる誘因から、図3.1.1のように分類される。

ここで、天竜川流域における過去の資料を用いて、崩壊を支配する要因を多変量解析により求めると、発生の場の条件としては①既存崩壊面積率、②地質、③谷密度の順であった。すなわち、洪水時に土砂生産が多いのは、流域内に既存崩壊地を持つ、花崗岩や四万十帯の地質からなる流域である。なお、図3.1.2は、地質別に3時期の崩壊地の発生密度を箇所数と面積とで示したものである。発生箇所数では花崗岩や領家変成岩帯が多く、面積率では四万十帯が高くなっている。これは、花崗岩地帯では面積規模は小さいが多くの崩壊地が発生し、四万十帯では比較的規模の大きな崩壊地が発生することを意味している。

また、誘因としての降雨は、短時間の強い降雨よりも、累加雨量や日雨量など長時間にわたる降雨の方が崩壊をひきおこす可能性の高いことが明らかとなった。

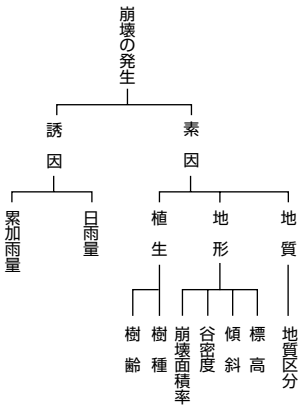


図3.1.1 崩壊発生の素因と誘因

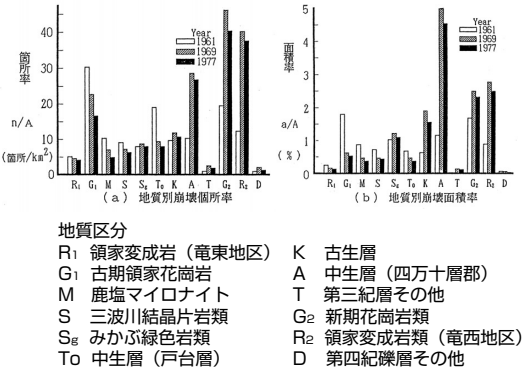


図3.1.2 崩壊地の発生密度と地質

3-2. 渓流における土砂の流送と堆積

崩壊により山腹斜面から滑落した土砂は、渓床に堆積した後、渓床を流れる流水の掃流力によって下流に運ばれる。天竜川の各支川や渓流には現在、図3.2.1に示すように数多くの砂防ダムが建設されているので、それらの影響を受けながら下流に運ばれることになる。

砂防ダムの堆砂域が未満砂の間は、上流から流下してきた土砂のほとんどが砂防ダムに捕捉され、そこに貯留する。満砂状態になった後も、堆砂面がダム建設前の渓床幅に比べて広くなり、かつ渓床勾配がゆるくなるので、同一流量が流れてきても掃流力が弱まりより多くの土砂が堆積する。

このとき、上流から流下する流量と土砂量がその堆砂勾配を支配する。上流からの流砂量が多ければ、流砂量に見合う掃流力になるまで土砂を堆積し、堆砂勾配をきつくする。逆に流砂量が少なくなると、流水の持つ掃流力によって堆砂域に堆積している土砂が下流に運ばれ、堆砂域の勾配は緩くなり、掃流力に見合った堆砂勾配となる。ここで、前者を動的平衡勾配と呼び、後者を静的平衡勾配と呼んでいる。そしてこの両勾配の間の堆砂量を、砂防計画では砂防ダムの「土砂調節量」とよんでいる。

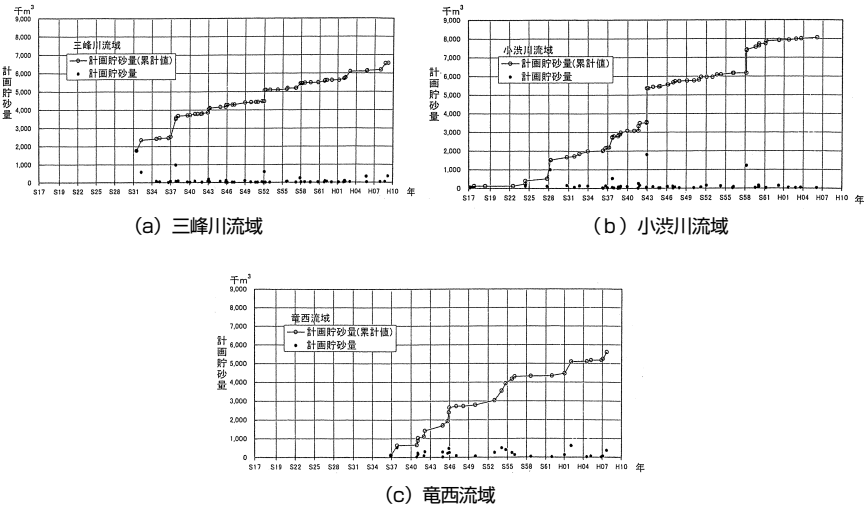


図3.2.1 砂防ダムの設置経過（計画貯砂量）
（天竜川上流河川事務所作成）

天竜川流域は、上流からの供給土砂がきわめて多い地域であるので、新設した砂防ダムも建設後数年で満砂状態となる。そしてその後は洪水の度に、流量と流下土砂量に応じた堆砂形状をとっている。

その一例をみたのが図3.2.2である。小渋川に下流から順次上流に向かって建設された釜沢第2・釜沢第3・七釜砂防ダム（写真3.2.3）の、堆砂量の経年変化をみたものである。上流にダムが建設されると、下流ダムに流下する土砂量が減少する。このため、下流ダムの堆砂域にあった土砂が流量に応じて下流に運ばれ堆砂量が減少する。また釜沢第2砂防ダムでは、昭和57年洪水で若干堆砂量が増えているが、その後数年で従前の堆砂量に戻っている。

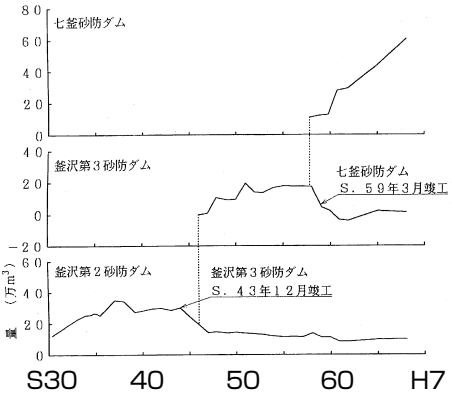


図3.2.2　砂防ダムの堆砂量の経年変化

写真3.2.3
小渋川で下流から上流に向けて順次建設された砂防ダム

次に、小渋川に設置されている各砂防ダムの堆砂量の変化を、昭和57年・58年洪水についてみたのが図3.2.4である。「57洪水」では各ダムとも堆砂量を増やしているが、「58洪水」では七釜ダムの堆砂量のみが増え、他のダムでは減っている。これは、前年に堆砂した土砂を下流に流送したからである。

このように砂防ダムの堆砂域では、流下してくる土砂と流量に応じた堆砂形状を取り、下流への流下土砂を調節している。したがって、満砂状態にある砂防ダムも大洪水時には、上流ダム設置前の過去最大堆砂量まで土砂を貯め込むことが期待できるのである。

写真3.2.5は、砂防ダムの堆砂域における堆砂面の変動の一例である。堆砂域に合流する渓流の出口には急勾配の扇状地が造られ、堆砂域の渓岸には高さ約2mの河岸段丘面が残っている。流出土砂の多い大洪水時には、この段丘面まで再び土砂が堆積するのである。

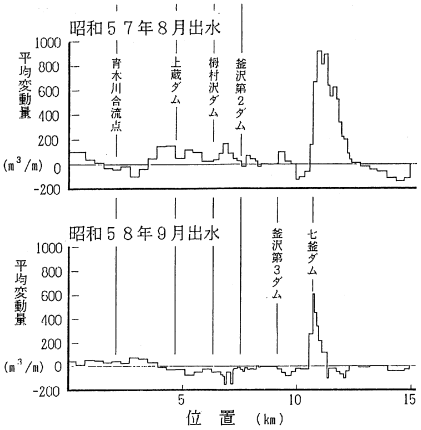


図3.2.4
小渋川に設置された各砂防ダムの堆砂量変化(「57洪水」、「58洪水」)

写真3.2.5　砂防ダムにおける土砂調節
(大洪水時には過去の堆積面まで堆積する。
右手には渓流からの土砂による扇状地も形成されている)

3-3. ダム貯水池の堆砂

水系内の土砂移動に対して最も大きな影響を与えているのが、ダム貯水池である。天竜川にはこれまでに数多くのダムが建設されており、そのたびに土砂移動環境は変化してきている。

ダム名	河川名	型式	ダムの規模			集水面積 (㎢)	総貯水容量 (10^3m^3)	完成年	堆砂量（H5現在）	
			堤高 (a)	堤頂長 (b)	堤体積 (10^3m^3)				量 ($\times 10^3m^3$)	率 (%)
泰　阜	天竜川	G	50	143.0	128	2,980	10,761	S11	8,651	80.4
岩　倉	岩倉川	G	25	100.6	19	8.8	435	S11	155	35.6
平　岡	天竜川	G	62.5	258.0	252	3,650	42,425	S26	37,198	87.7
高　遠	三峰川	G	30.9	76.1	22	438.5	2,310	S32	—	—
美　和	三峰川	G	69.1	367.5	286	311.1	29,952	S34	14,318	47.8
小　渋	小渋川	A	105.0	293.3	269	288.0	58,000	S44	12,612	21.7
松　川	飯田松川	G	84.3	165.0	263.2	60.0	7,400	S49	2,579	34.9
横　川	横川川	G	41.0	282.0	105	38.8	1,860	S61	—	—
片　桐	片桐松川	G	59.2	250.0	210.5	15.1	1,840	H 1	153	8.3
箕　輪	沢　川	G	72.0	297.5	307.0	38.2	9,500	H 4	—	—
佐久間	天竜川	G	155.5	293.5	1,120.4	4,157	326,848	S31	106,101	32.5

表3.3.1　天竜川水系に建設されているダム諸元と堆砂量（平成5年時点）

昭和11年完成の泰阜ダム貯水池においては、計画堆砂域はダム完成後数年にして満砂状態となった。その後も堆砂は進行し、昭和20年頃には天竜峡付近まで達している。その影響は川路・龍江・龍丘地区に及ぶようになり、天竜川上流の国直轄河川改修事業着手の契機となった。その後、排砂や河床掘削なども行われたようであるが、昭和36年6月洪水で川路地区は甚大な浸水被害を受けてしまった。その対策として、浸水区域については建築基準法による「災害危険区域」が指定され、区域内の家屋は移転補償された。さらには昭和60年の泰阜ダム水利権更新に際し、地域の社会経済的な変化もあって、災害危険区域の地上げによる治水対策が実施され、現在の姿になっている。

わが国のダム事業の金字塔ともいえる佐久間ダムは、昭和31年に完成した。貯水池には毎年400～500万m^3、大洪水時には1000万m^3を超える土砂が堆積している。これは、ダム貯水池の機能低下とともに、下流河道の河床低下や河口部海岸侵食の原因の1つとなっている。

天竜川水系にはこの他にも多くのダムがあり、国直轄の多目的ダムとしては、昭和34年に美和ダム、44年に小渋ダム、48年に新豊根ダムが完成している。またその他の多くの支川にも補助ダムが建設されている。ダム貯水池の堆砂対策は重要な課題になり、各種の取り組みがなされている。特に美和ダムでは、既設ダムとしてはわが国最初の、土砂バイパストンネル工事が現在進められている。

美和・小渋ダムはいずれも、支川が山間部から平野に流れ出るところに造られており、しかも水源域が赤石山脈の主稜部である。この2つのダムの流域特性は類似しており、また同時にダム貯水池の堆砂は、南アルプス山地を流域にもつ支川の土砂流出特徴を表しているものと考えられる。

両ダム貯水池の年堆砂量について、経年変化を見たのが図3.3.2である。ここでは毎年の堆砂量とその累計値を示しているが、美和ダムでは、昭和34・36年には200万m^3を、57年には400万m^3を超える堆砂が生じているのがわかる。同様に小渋ダムにおいても、昭和57年・58年には200万m^3を超える堆砂が生じている。

このようにダム貯水池の堆砂は、洪水流量に大きく支配され、大洪水時には一気に数百万m^3の土砂が貯水池に流入する。両ダムにおける、ダム建設後今日までの年堆砂量の平均値（洪水時の堆砂も含む）を示したのが表3.3.3である。年平均堆砂量は、美和ダムは40年間の平均で50万m^3弱、小渋ダムは30年間で60万m^3弱となっている。またこれを集水面積で割った1km^2あたりの比堆砂量で見ると、美和ダム1500m^3/年/km^2、小渋ダム2000m^3/年/km^2となっており、小渋川流域の流出土砂がいかに大きいかが分かる。

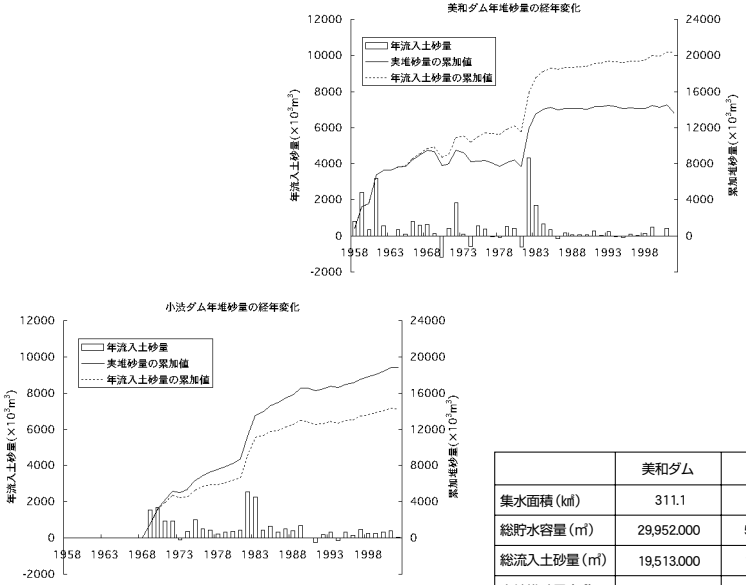


図3.3.2　美和ダム・小渋ダム年堆砂量の経年変化

(H10年時点)

	美和ダム	小渋ダム
集水面積(㎢)	311.1	288.0
総貯水容量(㎥)	29,952.000	58,000.000
総流入土砂量(㎥)	19,513.000	17,831.000
実績堆砂量(㎥)	14,153.000	13,643.000
年平均流入土砂量(㎥/年)	475.900	575.200
堆砂率(%)	65	31
比流砂量(㎥/年/㎢)	1,530	2,000

(総流入土砂量とは、ダムに流入した土砂量の累計値=砂利採取前)

表3.3.3　美和・小渋ダム堆砂量(平成10年時点)

土砂が流れ出ると山が低くなるのではないか？

本文でも見たように、山地からは大量の土砂が下流へと流出している。美和や小渋ダム流域においてその量は平均1,500～2,000㎥/年/㎢にもなり、大洪水時にはさらにその数倍の量が流出する。ここで、これだけ大量の土砂が山地から流れ出ると、**「山が低くなるのか？」**という疑問がわいてくる。

下図は、国土地理院が水準測量により、明治以降この100年間の地盤の上下変動を表したものである。カラーの図を本稿ではモノクロで印刷しているので見づらいところもあるが、わが国において伊豆半島から中部山岳地帯にかける一帯が最も隆起している。隆起の原因はプレート運動、造山運動、地震・火山活動などさまざまであるが、伊豆半島はプレート運動と地震、中央山岳地帯はプレート運動が原因であると考えられている。

中部山岳地帯の隆起量は100年間で0.5～0.6mとなっており、年間平均５㎜の上昇である。一方、山地からの流砂量を仮に1,500～2,000㎥/年/㎢としても、これを換算すると年間2㎜相当である。すなわち、山陵が隆起し高くなるのに比べると、土砂流出による低下は小さいのである。よって、山頂が高くなるのに対し、山腹は削られ谷は侵食されるので、山地の地形はますます険しくなる。そして土砂の流出量も増えることになるのである。

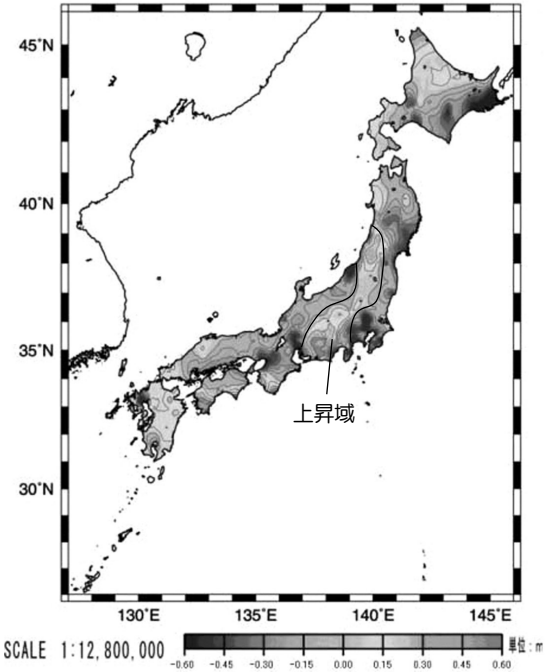
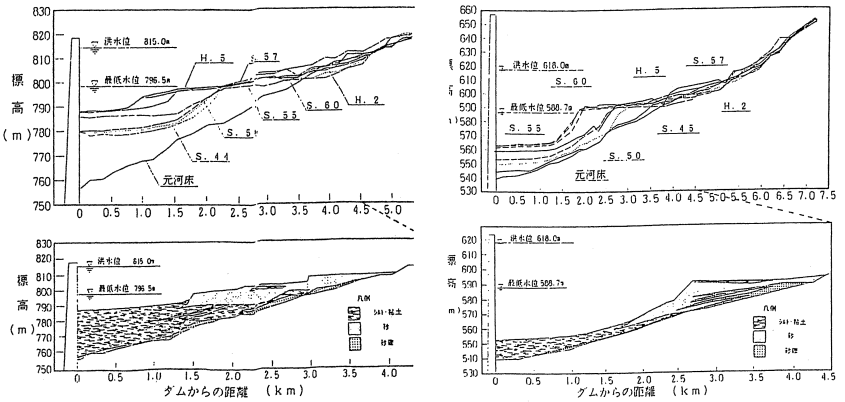


図　水準測量から求めた100年間の地殻上下変動

（GSIテクノニュース第108号　http://www.gsi.go.jp/WNEW/TEC-NEWS/2001/tec.108.htmlより）

美和・小渋ダムともに、ダムの設置地点が土砂の生産域に近いので、貯水池に流入する土砂の粒径は、直径数十cmの礫分から白濁水の原因となる微細粒分まで多様である。図3.3.4は、堆積土の粒径調査から地質区分を推定したものであるが、ここで注目すべきは、細粒分であるシルト・粘土の堆積土に占める割合が40～50%と高いことである。この値は、花崗岩地帯を流域とする丸山ダムや矢作ダム等にくらべて高い。これは流域の地質特性によるものと考えられ、堆積岩からなる赤石山地からの流出土砂には、断層や地すべり活動の過程で生じた粘土等の細粒分が多量に含まれるからだと考えられる。なお、貯水池上流端付近の砂礫質分の堆積する所では砂利採取が行われているので、今後ますます細粒分の占める割合が高くなるものと予想される。



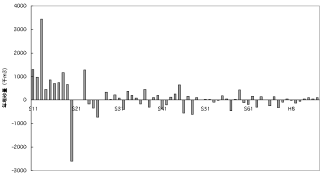
堆積土に占めるシルト・粘土の割合（平成5年現在）

ダム名	全堆砂量※1 $\times 10^3 m^3$	シルト・粘土分 $\times 10^3 m^3$	割 合 (%)	備　　考
美和	14,356	6,974	49	L＜2.2km　H＜790m
小渋	13,740	5,645.8	41	L＜2.0km　H＜565m

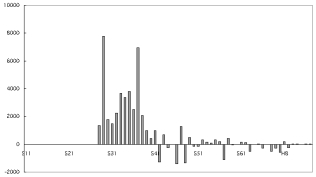
※1:全堆砂量とは堀削量も含めた貯水池への流入土砂量である
L:ダム地点から上流の距離、H:標高

図3.3.4　美和・小渋ダムの堆砂形状と堆積土

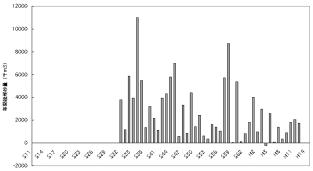
一方、天竜川本川に建設された泰阜・平岡・佐久間ダム貯水池について、堆砂の経年変化と下流ダムへの波及を見ると図3.3.5となる。ここでは、年間の堆砂量を棒グラフで示しその経年変化をみている。泰阜ダムは、前述のように建設後数年で満砂状態になり、昭和20年頃一度大規模の排砂が行われたようである。その後は年によって堆砂・侵食を繰り返し現在に至っている。平岡ダムも同様で昭和40年頃に満砂状態に達し、その後は堆砂・侵食を繰り返している。佐久間ダムでは、貯水容量が大きいため現在でも流下してくる土砂のほとんどを捕捉し、昭和36年洪水では1000万m^3を超える土砂を、58年洪水では850万m^3の土砂を貯め込んでいる。ダム完成後から今日までの、1年あたり堆砂量の平均値は約300万m^3となっている。



泰　阜



平　岡



佐久間

図3.3.5　ダム貯水池の堆砂の経年変化

続いて、泰阜ダム貯水池の堆砂形状の経年変化を見ると図3.3.6のようになっている。満砂状態になった昭和20年以降も堆砂は進行し、徐々に計画堆砂域を超えて上流に波及している。昭和36年洪水後、貯水池末端より上流では、元河床勾配に近い堆砂形状を取っている。これは貯水池の7km上流で阿智川が合流しており、阿智川から供給さ

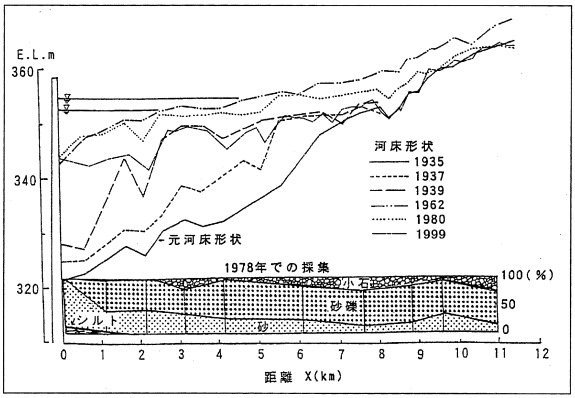


図3.3.6　泰阜ダム堆砂形状の経年変化

れた粒径の大きい土砂が合流点付近に堆積したことに加えて、本川上流から流下してきた多量の土砂に見合った堆砂勾配（動的平衡勾配）で堆積が進んだものと考えられる。

その後、流水の持つ掃流力によって、堆積していた土砂の一部が下流に流送され、河床は若干低下したようである。ところが、昭和61年から始まった飯田市の天竜川整備公社による阿智川合流点上・下流における砂利採取によって、河床は急激に低下した。図3.3.7はその一例として、天竜峡水位観測所の渇水位と、公社による砂利採取量の経年変化を示している。渇水位とは年間の水位の大きいほうから355番目の水位にあたり、河床の低下をそのまま忠実に反映しているのではないかということから採用した。図によると、砂利採取開始の昭和60年以前は4.5～5.0m程の水位にあったものが、60年以降は徐々に低下し、現在では2m以下となっている。水位低下量は3mほどに達しており、このことからこの付近一帯の河床は60年当時に比べ3mほど低下し、最も高かった昭和36・37年当時に比べれば3.5～4mほども低下しているのではないかと推定される。

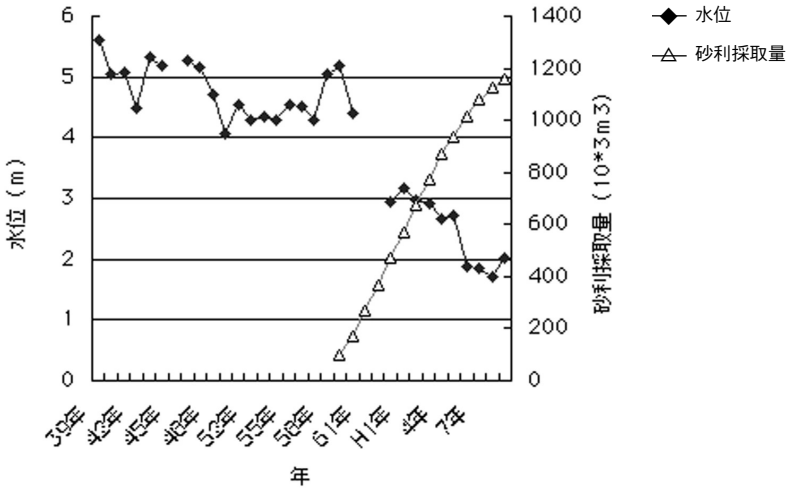


図3.3.7　天竜峡渇水位と砂利採取量

最後に、佐久間ダム貯水池の堆砂形状の縦断変化を示したのが図3.3.8である。堆砂形状にも上流の平岡ダムの影響が現れている。

平岡ダム貯水池が満砂状態になる昭和40年頃まで、佐久間ダム堤体直上流のDensity-current-bed（密度層堆積域）と呼ばれる領域は、元河床に平行に堆砂している。一方でそれ以降は、佐久間ダム平水位(M.W.L)付近を堆砂丘の先端とするデルタが、逐次下流に向かって発達している。

これは上流から流下して来る土砂の粒径によるものと考えられる。

平岡ダム貯水池が未満砂の場合には、粒径の大きい掃流砂はこの平岡ダム貯水池に堆積し、粒径の小さい浮遊砂分のみが下流の佐久間ダムに流送される。よって佐久間ダム貯水池での堆砂現象は浮遊砂を主体としたものとなり、貯水池全域に広く堆積したものと推定される。

現在は上流の平岡・泰阜ダムともに満砂状態に近い状況となっており、佐久間ダムの堆砂形状は、現在の土砂の流下実態を反映したものといえる。したがって、今後も平水位付近を堆砂デルタ丘の先端として、堆砂丘は下流に向かって平行に進展していくものと想像される。

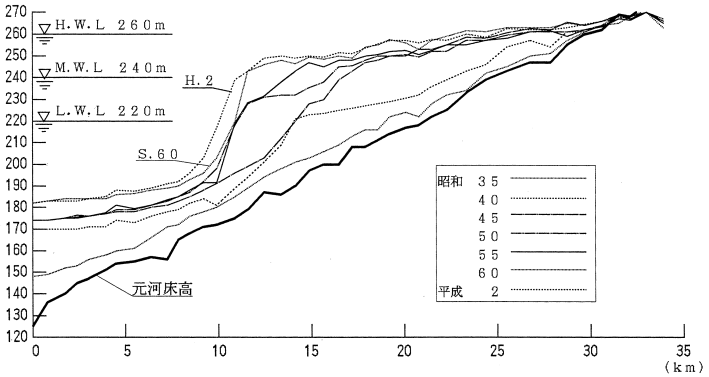


図3.3.8　佐久間ダム貯水池の堆砂形状の縦断変化

図3.3.9は佐久間ダム上流の主要ダムに毎年堆積する堆積土砂量の経年変化を見たものである。昭和36年には2000万m^3を超える土砂が、また昭和57年や58年には1000万m^3を越える土砂が堆積している。近年の年平均でも400万m^3となっており、その7割を佐久間ダム貯水池が占めている。

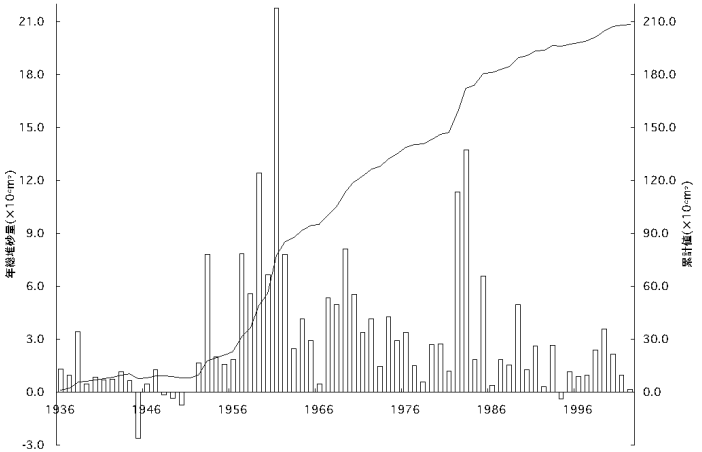


図3.3.9　佐久間ダム上流ダム群年堆砂量の経年変化

3-4. 河床の変化

天竜川上流域の河道では、昭和36年洪水や58年洪水などの大洪水時には、支流や渓流から多量の土砂が供給されるため、河床が上昇する。一方土砂供給の少ない中小洪水時には、河床に堆積している土砂が下流に運ばれていくため、河床が徐々に低下する。

三峰川合流点から天竜峡にかける区間の河床変動を見ると図3.4.1のようになる。河床横断測量結果に基づき大洪水後及び5年ごとに、その間の河床変動を縦断方向1km単位の変化量として表している。図より次に示すいくつかの興味ある事項が読み取れる。

① 「36洪水」や「58洪水」後には、河床の上昇区間も見られるが、それ以外の各年ではほとんどの区間で侵食傾向となっている。

② 侵食傾向は昭和45～55(1970~1980)年頃にかけて顕著である。

③ 侵食傾向の顕著なところは、三峰川合流点から伊那峡にかける区間、及び小渋川合流点から下流の区間である。

④ 大洪水後、時間の経過とともに河床は安定する。「36洪水」後ならば昭和55年以降、「58洪水」後であれば昭和60年以降、河床変動が小さくなっている。

⑤ 小渋川合流点(161kp)から伊那峡(185kp)までの伊那谷中流部は、河床変動の小さい区間である。

⑥ 昭和35年以降今日までの河床低下量は、三峰川合流点から伊那峡にかける区間では30万m^3/km、小渋川合流点から鵞流峡にかける区間では40万m^3/km となっている。

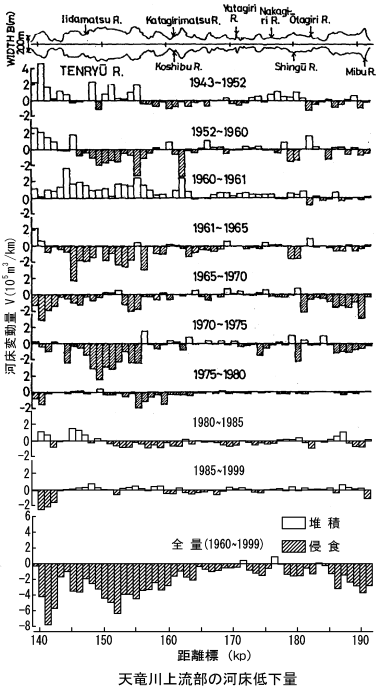
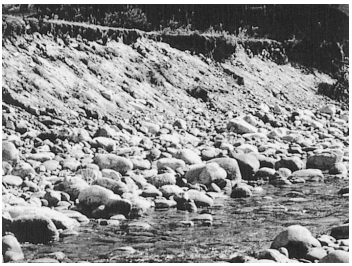


図3.4.1 天竜川本川の河床変動経過

河床低下は、河床に堆積している土砂が流水によって下流に運ばれる自然現象によりて生じる場合と、人為的な河床掘削や砂利採取によって生じる場合とがある。またこの複合現象として、護岸工事や橋脚工事等で河床が掘り起こされた際に、撹乱された河床面から細粒分が下流に流送されることによって河床低下が促進される場合などがある。

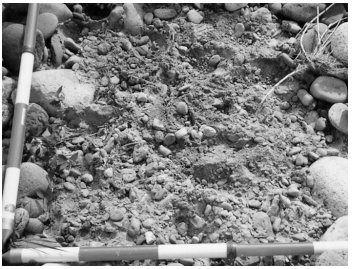
自然現象としておこる河床低下の際には、河床には大きな礫のみがその場に残る。この状況を「アーマコート」と称すが、写真3.4.2はその一例を示したものである。もともと土石流状態で流下してきてそこに堆積した土砂は、その後の洪水の度に、洪水の流量に見合った掃流力で細粒分から徐々に運ばれる。この結果洪水が起きるたびに、河床に近い所ほど粒径の大きな玉石が残り（写真(a)）、河床面は粗粒化し巨石や玉石によって覆われる（写真(b)）。

一度このような状況になると、河床表層の礫を動かすにたる洪水が起きないとこの表層は破壊されないので、河床は洪水の度毎に低下しながら、同時に安定化に向かうことになる。一方で、（写真(c)）に見られるようにアーマコートの下層は大小の礫が混在しているので、一度このアーマコートが破壊されると、再びアーマコートが形成されるまでは河床低下が進むことになる。護岸工事や橋脚工事などで河床面を撹乱した場合には、できるだけ表層に近いところに粒径の大きい礫を置くように心がけると、アーマコートの形成が促進され、河床低下を抑制することができる。またしばしば、砂利採取区間で砂利採取量より河床低下量が大きくなるのも、この河床面の撹乱が一因と考えられる。



(a)

(b)



(c)

写真3.4.2
河床低下とアーマコートの形成

このように現在の河床は、過去の洪水の洗礼を受け過去の洪水に見合った河床が形成されている。このような河床では、人為的な作用を加えない限り、また過去の洪水以上の出水が生じない限り、現状のまま維持されることになる。

写真3.4.3は与田切川合流点直下流の飯沼地先の河床である。中央アルプス山地から流出した花崗岩の巨石が河床を覆い、その間に中小の礫がたまっている。この巨石は小さな洪水では移動しないので、前掲の図3.4.1で見たように、この区間の河床変動は小さい。「36洪水」や「58洪水」のように多量の土砂が供給された場合には、一時的に河床も上昇するが、その後の出水によって中小礫は流送され短期間で元の河床に戻る。

写真3.4.3　与田切川合流点下流の天竜川河床（飯沼地先）
（アーマコートが形成され巨石で覆われている）

さて、これまでにみた自然現象による河床低下よりも、河床変動の直接の原因となるのが、人為的な河床堀削や砂利採取である。天竜川上流部においても昭和50年代初頭まで、各所で砂利採取が行われていた。砂利採取量と河床低下量の傾向を見ると図3.4.4のようになる。砂利採取量と河床低下量は必ずしも一致していないが、砂利採取が盛んに行われていた時代には河床低下も激しく砂利採取量が少なくなると河床低下量も小さくなっていることがわかる。特に三峰川合流点から伊那協峡の区間、宮ヶ瀬から鵞流峡の区間ではその傾向が顕著に現れている。一方、時又から天竜峡にかける区間や伊那峡から宮ヶ瀬にかける区間では、砂利採取量より河床低下量のほうが小さく、支川や上流からの土砂供給の多いことを示している。

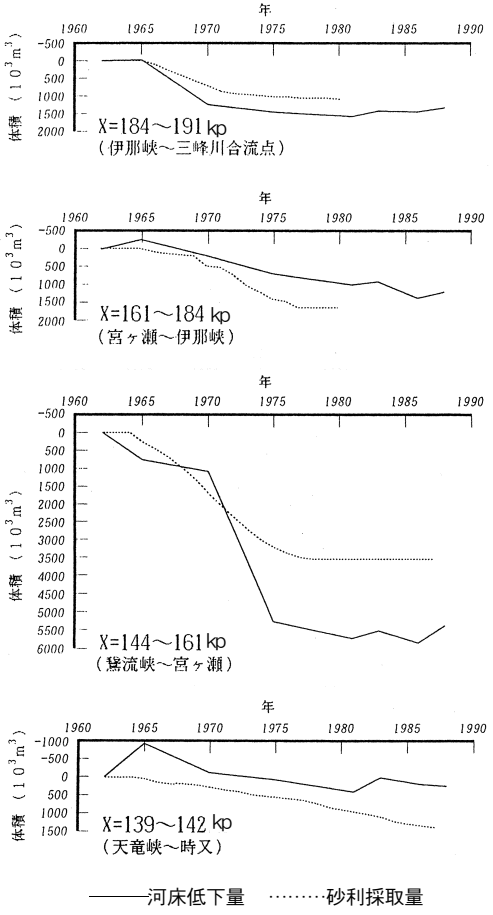


図3.4.4　砂利採取量と河床低下量

このように河床は、山地域での土砂の生産・流出、洪水の発生頻度や規模、流水による河床礫の粗粒化などの自然的要因とともに、砂防工事やダム建設などによる土砂の流送環境の変化、河床掘削や砂利採取等の人為的要因を受け、常に変化している。

図3.4.5は、小渋川合流点から天竜峡にかける区間について、各測点の平均河床高と最低河床高の経年変化を示したものである。なおここで言う平均河床高とは、計画高水以下の通水断面を川幅で割った値を、計画高水位より差し引いた高さのことである。この図から読み取れる特徴的な事象は次のように言える。

① 全域にわたって河床は低下傾向にある。
② 低下傾向は平均河床より最低河床のほうが大きい。
③ このことは、低水路（常に水の流れる澪筋）の河床低下が進んでいることを意味している。
④ 特に147km地点より下流でその傾向が大きい。

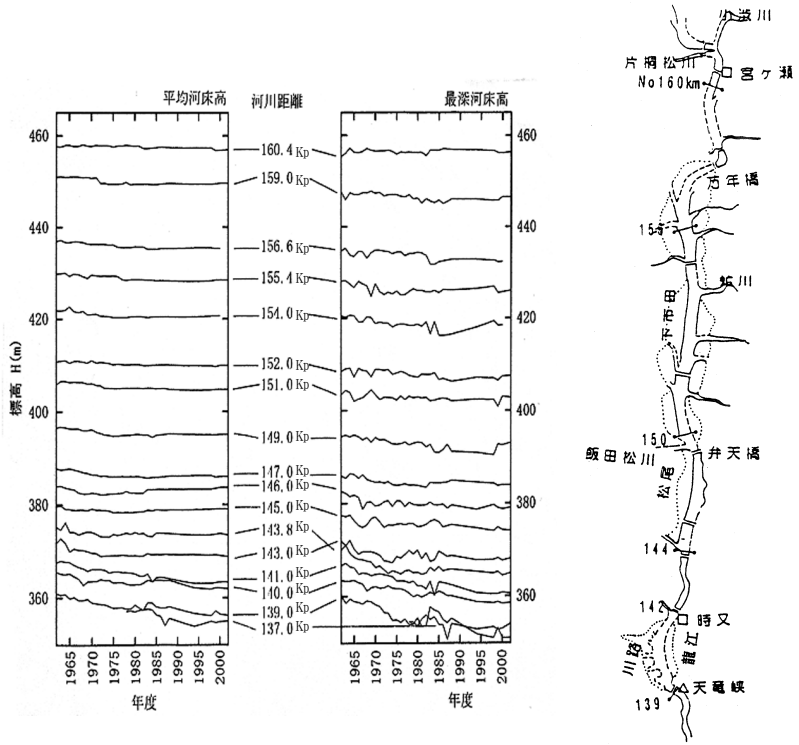


図3.4.5　平均河床と最低河床の低下傾向

図3.4.6は前掲の図と同様に最深河床高、平均河床高、それに計画高水流量（3760 m^3/s）を流した場合の水位低下量を示している。昭和35年を基準として、39・57・58・63年の各河床を比較している。昭和35年の河床を基準としたのは、「三六災」前の河床であり、天竜川の従前河床の代表と考えられるからである。

① 最深河床については、昭和39年時点では高いところが多く、「三六災」の名残がうかがえる。また「58洪水」後も、57年河床に比べて若干高いところもみられる。

② 平均河床については、全区間にわたって低下しており、57年以降大きな変化はない。145kpから155kpにかける区間では、河床低下傾向は上流ほど大きい。

③ 計画高水流量を流した場合の水位低下量は、当然のこととして平均河床の低下傾向と良く類似している。ここでは、35年河床に比べ1m～2mの水位低下となっている。

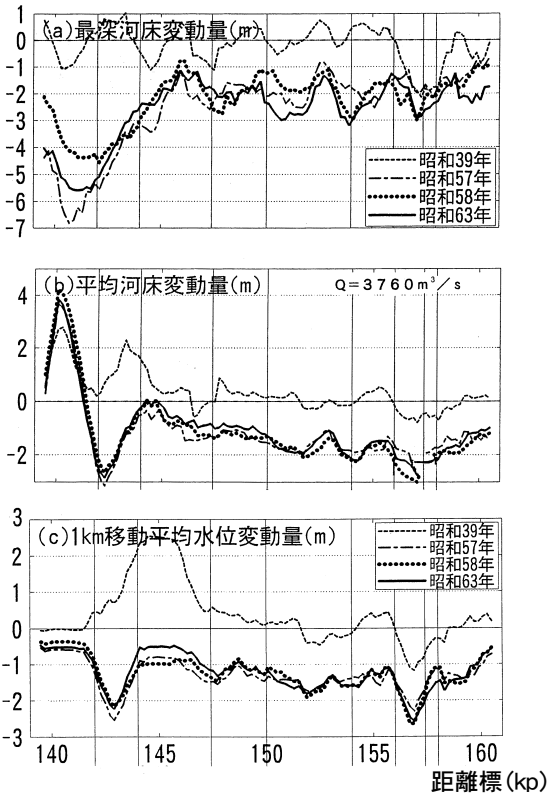


図3.4.6　河床低下と水位変動

さらにもう一つ、低水路部の変化傾向を見たのが図3.4.7である。通常流れている流量に相当する50m³/sを取り、不等流計算を実施し、その結果をもって各年の水深と川幅を比較している。川幅の変化については、昭和35年と63年を比較して35年が広いところは薄く塗りつぶしてある。場所によりさまざまではあるが、総じて昭和35年当時に比べて流水断面幅は狭くなり、水深は深くなっている。これは、澪筋の固定と河床の低下の進んでいる結果である。

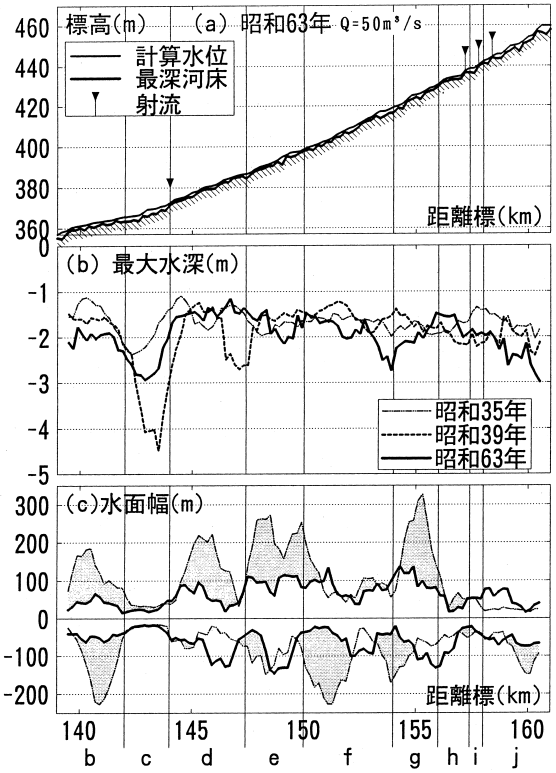


図3.4.7　低水路部の変化

これまでに、河床を代表する要素である最低河床・平均河床に着目して河床の変化を見てきたが、次に数量的に表せない河床の姿（河相と呼ばれることもある）の変化を見ることにする。

図3.4.8は国土交通省天竜川上流河川事務所が作成した図である。地形図や航空写真から、水の流れている澪筋を抜き出し描いている。地形図や航空写真から複製したものであり、精度に対する信頼性や、また詳細な情報にも欠けるところもあるが、明治以降その時々の河床の大まかな状況は見ることはできよう。

この図からは、昭和36年の河床にはいたるところで土砂氾濫がおこっている様子がわかる。また58年河床では河床一面に土砂が敷き均された様子を見ることができる。明治の河床と最近のそれを比較すると、明治時代の河床には多くの澪筋が見られ網状河床となっていることがわかる。

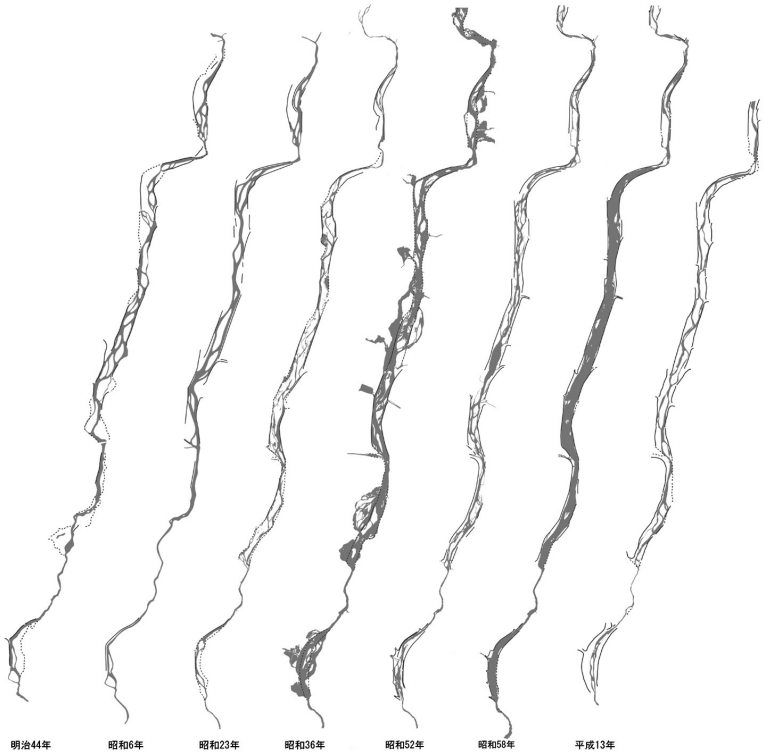


図3.4.8　各時代の河床の澪筋

次にこの河床の変動について、さらに詳細にみることとする。鵞流峡上流の松尾地区・阿島橋上流・三峰川合流点下流の3箇所について、各時代の空中写真から河床の変化を見ることにする。

（1）鵞流峡上流松尾地先

弁天橋から南原橋にかける区間は、先にも見てきたように、伊那谷の下流に位置し上流支川からの流水は全てここに集まる。また下流に鵞流峡の狭窄部を持つことから、土砂の堆積の著しい所であり、過去洪水の度ごとに流路が変遷していた。

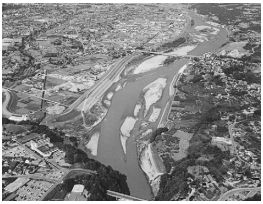
この地区の近年の河床の変遷を写真3.4.9からみると次のようになっている。

- 写真（a）:昭和57年当時は主流部が右岸側を流れ、細い分派した支流が左岸の堤防沿いを流れている。この支流は所々で主流と連絡しているが、広い砂州が河道中央部に連続している。
- 写真（b）:昭和58年洪水の減水期を撮影したものである。
- 写真（c）:同上数日後の状況。鵞流峡直上流に大きな堆積砂州がある。堆積の厚さは2～3mほどもあった。水神橋下流にも大きな砂州が形成されているが、写真(a)当時から存在していた砂州は水神橋上下流の右岸堤防沿いのもののみである。
- 写真（d）:平成5年当時。水神橋上下流の砂州の一体化が進んでいる。その他にはそう大きな変化は見られない。弁天橋から鵞流峡にかけて大きな「S」字状の水路が形成されている。この大きなS字状の低水路は、上流で飯田松川の合流、下流で鵞流峡呑み口の形状の影響を受けて形成されたものと予想され、またこの地区の長い目でみた安定した蛇行形状と考えられる。

(a)

(b)

(c)



(d)

写真3.4.9　鵞流峡上流松尾地先の変遷

(a.d天竜川上流河川事務所提供)

（2）阿島橋上流

阿島橋架橋地点の上下流は、天竜川上流にあって最も安定した河道である。直線河道で川幅も一定、しかも大きな支川の合流もない。このため、土砂の流送環境から見ると、上流から流下してきた土砂はそのまま下流に送られるような環境下にある。写真3.4.10は、4時期の、2枚の垂直写真と2枚の斜め写真である。

- 写真（a）：昭和52年撮影、網状の水路が二ヶ所に見られる。
- 写真（b）：58年洪水後の60年頃、砂州表層には洪水による撹乱が見られ白さが目立つ。水路は複列となっている。
- 写真（c）：平成4年撮影、右岸堤防沿いの主流低水路の直線化、砂州上に植生の定着が認められる。
- 写真（d）：支川加賀須川と壬生沢川合流点の間に見られた河道中央の砂州が消滅している。低水路の単列化、植生の繁茂が進んでいる。

このようにこの地区では、河床が①網状河床→②複列河床→③単列河床へと移行するとともに、主流の低水路は直線化が進み、砂州上では植生の繁茂が進んでいる。

(a)

(c)

(b)

(d)

写真3.4.10　阿島橋上流の変遷（天竜川上流河川事務所提供）

（3）三峰川合流点下流

この地区は、昭和33年に美和ダムが完成し、50年代初めには砂利採取も規制された。昭和54年当時と平成10年の写真3.4.11からこの環境下での河床変化をみることにする。

- 写真（a）:昭和54年当時、砂利採取の名残か、砂州の発達が貧弱である。また砂州表層の撹乱も行われている。その反面、上流の殿島橋下流の河道中央部には、安定した植生の定着した砂州も見られる。
- 写真（b）:平成10年河床には取水用の床固工が川を横断しているのが目に付く。砂州上には植生が繁茂しており、高水敷表面の撹乱がしばらく行われていないことを示している。単列ないし複列の河床形態は昭和54年当時と変わらないが、床固工が目に付くようになったことや低水路幅が狭くなったことなどから、低水路の河床低下が進んでいることが予想される。

(a)（昭和54年）

(b)（平成10年）

写真3.4.11　三峰川合流点下流

（天竜川上流河川事務所提供）

4章. まとめ

天竜川上流域の治水施設整備は、昭和36年6月洪水以降急速に進んだ。主要な支川には小渋ダムを始めとして、松川・片桐・箕輪・横川の多目的ダムが建設された。その他の支川においても多くの砂防ダムが建設された。

昭和36年6月洪水では、特に伊那谷南部地域で小渋川・片桐松川及び飯田松川などから多量の土砂が流出し、支川沿川のみならず天竜川本川沿川の土砂氾濫の原因となった。しかしながら、今日ではこれらの支川からの流出土砂は建設されたダムによってほとんどが捕捉され、本川への供給土砂はダム下流域のみからとなっている。

昭和58年洪水時、小渋ダム貯水池には約200万m^3の土砂が堆積した。その結果、下流河道では昭和36年6月洪水を超える出水があったにもかかわらず、土砂氾濫はなく災害を未然に防いでいる。このとき松川ダム貯水池でも同様に約50万m^3の土砂が堆積している。

ここで、水系における土砂の生産・流下現象を再現するシミュレーションシステムを用いて、仮に昭和36年6月洪水時に小渋・片桐及び松川ダムが存在した場合の試算を行うと次のようになった。小渋ダムには350万m^3、片桐ダムには45万m^3、松川ダムには70万m^3の土砂がダム貯水池で捕捉された。3ダムで天竜川に流出する土砂を約450万m^3減少することになる。

弁天橋や明神橋の架橋地点では、引き堤による河道整備が進められ、洪水時の掃流力の不連続性は改善された。また築堤や護岸整備も進められて、河道の流下能力は向上している。今後の天竜川の河道管理は、後に詳述するように流下土砂の管理と低水路の単列化およびその固定・河床の侵食対策が主要な課題となる。

一方、小支川や山間部の渓流に目を向けると、「三六災」以降整備された多くの砂防ダムは既に満砂状態となっている。砂防ダムは満砂状態になっても、河岸保全や土砂の流下調節能力を発揮するが、「三六災」時のように山腹斜面がいたるところで崩壊し、土石流状態で多量の土砂が流下してくるような洪水時には対応しきれない。

本冊子の執筆に当たり、「三六災」当時の小学生たちの作文集「濁流の子」を読み返してみた。私には所在のわからない沢や渓流の名が随所に出てくる。小さな支川や渓流沿いでたくさんの被害が生じた証拠である。また洪水後災害地をつぶさに見て歩いた当時の建設省の災害査定官は、「伊那谷のような地形・地質の地域においては、「三六災」にみられたように、急流小河川の治水対策が生活基盤の安定を左右する」と述べている。この言葉は、今でもこの地方の治水対策の方向を示すものとして十分に重い。

したがってこれからの中小支川の治水対策は、まず施設整備を進めなくてはならないが、その一方で施設対応だけでは災害を十分に防ぐことはできないの

で、過去の土石流災害の実態を伝える資料を収集・整理し、あわせて地域の地形・地質特性からみた災害特性を明らかにして、災害実態と地域特性に基づいた防災地図を作成することが求められる。この防災地図を住民に配布し、あらかじめ自分の住んでいる土地の災害特性について理解を深めておくことが必要である。また、緊急時の避難や対策には、崩壊や土石流の発生予警報システムの構築が欠かせない事項である。

天竜川本川で河床変動が大きい区間は、伊那谷北部の三峰川合流点から伊那峡までの区間と、伊那谷南部の小渋川合流点から下流の区間である。いずれも、河床は長期的には低下傾向にあり、複列河道から単列河道へと移行して澪筋の固定・低下が進んでいる。またその一方で狭窄部の上・下流は、「三六災」や「五八災」時にみられたように、多量の土砂の堆積により洪水や土砂の氾濫の原因となりうるところである。

したがって、これからの天竜川本川の河道管理は、①「流下土砂の管理」および②「複列河道から単列河道へと移行し、澪筋が固定・低下することを前提とした上での護岸・根固め工の保全対策」が主な課題となる。しかしながら後者は流水環境（多様な流れ）から見た場合には、「複雑・多様な流れ」から「単純・均一な流れ」への移行であり、必ずしも望ましいことではない。

河床管理としては、まず洪水時への対応として、掃流力の不連続部をできるだけつくらないことである。掃流力の不連続部には必ず土砂が堆積する。弁天橋や明神橋の架橋地点では引堤による河道改修が進められ、この不連続部は少なくなったので、今後の課題は自然河岸からなる狭窄部に対してどう対処していくかである。天竜川の狭窄部は、天竜川の個性そのものであり、これを変更することは難しいだろうから、狭窄部を維持しつつ治水対策を考えることが要求される。たとえば、流下土砂を予測した上での人為的な掘削や土砂の堆積ポケットの確保が求められる。

支川からの供給土砂の減少、上流からの流下土砂の減少、及び流下土砂の細粒化は、低水路の固定及び低下へと結びつき、網状河道から単列河道への移行は避けて通れない。そしてこの単一河道化、低水路の固定・低下は、水衝部の発生、ひいては護岸前面の洗掘にも結び付くものである。

現在の河道は複列河道から単列河道への移行期にある。場所によってその移行の段階はマチマチのように想える。移行の方向や段階を把握して場所にあった河道整備、特に低水路法線とその維持・保全対策をきめ細かく検討することが必要である。川の持つ蛇行特性に十分に配慮して、流水の持つ自然営力を利用して、短い水制工や捨石工などの柔構造で低水路の保全に対処することが望ましい。

写真4.0.1は明神橋上流の155～156kp付近にかける区間の河床変化を見たものである。4列で流れていた低水路が単列になり、しかも砂州には植生が繁茂している。明神橋地点は架橋工事の影響もあって、河床は平準化し幅も広がっている。

砂が下流に引き込まれたのであろう。橋上流の左岸側においては、護岸前面の砂州は流され水衝部が生じ、しかも低水路の直線化が進んでいる。

(a)複列河道の見られる昭和54年頃の河道

(b)単列河道となり直線化の進んだ河道（平成10年）

写真4.0.1　複列河道から単列河道へ

このように、河床は常に流量と流砂量の影響を受けて変化している。川の持つ多様性から見てどのような河床形状が一番望ましいのかは、なかなか難しい課題である。護岸や堤防の安定といった面から見ると、護岸の前面には高水敷があり、低水路は緩やかな蛇行をして、高水敷（砂州）と低水路面の連続性が保たれるのが望ましい。写真(b)の左岸側に見られるように、大きく張り出ししかも固定した砂州は、極端な蛇行とこれに起因する水衝部の発生に結びつく。適正規模の砂州とその保全によって安定した河床形態が形成されるものと考えられる。先に述べたように、蛇行特性に合った人為的な河道管理が必要である。

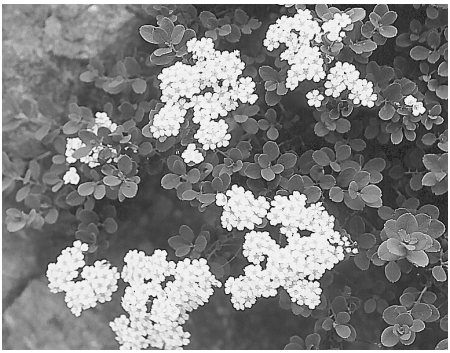
魚類の生息面からみた河床形態のあり方については、私は専門外であり詳しいことはわからない。しかしながら、浅瀬や小水路の消滅は幼魚にとっては厳しい生息環境になるものと想像される。単列河道、低水路の固定・低下の過程では、小水路の消滅は避けられないので、せめて瀬の部分には常に様々な流れがあるようにしたいものである。

その一例が160kp付近に見られる下流に向かって凹形の河床(写真4.0.2)である。河道中央部の水深は深く流速も速いが、両岸によるにしたがって水深は浅くなり流速も遅くなる。しかも流量に応じて流水幅は変動するので、中央では深く両脇では

浅い様々な流れが期待できる。瀬の上流の両脇は水深が浅くなりしかも淀みもできるので、砂の堆積や植生の進入も期待できる。

支川にもこの河床形態に類似した床固め工を導入してほしい。水みちが常に中央にあるので、下流に向かっての流向の制御は容易である。床固め工地点で流量に応じて常に様々な流れがあるということは、成魚・幼魚などさまざまな魚にとって「のぼり・くだり」が容易にできることになる。

写真4.0.2下流に向かって凹形の河床
（左岸側の河床には様々な流れがある）



あとがき

天竜川上流河川事務所から、本「語り継ぐ天竜川」シリーズで「伊那谷の土砂動態」について執筆してくれないかと打診がありました。瞬間「とまどい」、しばらくしてそれは「喜びに」変わり執筆を承諾しました。「とまどい」とはこの歴史あるシリーズの一角を分担することによって、本シリーズに汚名を残すことになりはしないかという不安であり、「喜び」とは全くその逆でこのシリーズの一角に名を連ねることのできる喜びでした。

私は建設省在職中に2度の伊那谷勤務を命じられ、都合4年間この地で生活する機会に恵まれました。豊かな自然と人情こまやかで温かい人々の生活する風土の中で、公私共に充実した日々を楽しく過ごすことができました。流域の境をなす多くの山々に登ることもできましたし、奥茶臼山から、南アルプス主稜の崩壊地を一望することもできました。雪道を恐々訪ねた煙の中での「霜月祭り」や青空の下での「大鹿歌舞伎」も忘れがたい思い出となっています。さらに伊那谷の特徴かあるいは長野県の教育界の特徴か、地元には地域に根を下ろし、地域の地形や地質を研究しておられる多くの先生方も居られました。先生方との交流を通じて、地形・地質と土木事業と深い関係を改めて知り、その後の、仕事や物の考え方の素地になりました。天竜川上流域の諏訪に生まれ18歳になるまで育った私にとって、伊那谷は懐かしさとともに第二の故郷となりました。本冊子を書き終えて、過去2回の勤務とともにこの地にささやかな足跡を残せたことを限りない喜びとしています。

執筆にあたり、久しぶりに遠山郷を訪ねてみました。軌道敷跡地の林道は崩壊しており、遠山川沿いの「柿の島」に行くことはできませんでしたが、下栗から遠山川を越えた対岸の「平畑」は眺望できました。懐かしさとともに嬉しさを覚えました。地域の輝きは20年前ほどではありませんでしたが、手の入った耕地とともに人の生活の息吹が感じられました。人が住まなくなると地域は荒廃します。この地が何時までも人々の生活の地であり、輝き続けることを願わずには居られませんでした。目前の経済効率のみではこの地の保全はかなわないかも知れませんが、この地で生活が成り立つことによって、多くの人々が立ち入りこの地が保全されさらに周辺の自然も保全されるのではないかと思います。そしてその結果として治水効果にも結び付くはずです。

執筆にあたり、担当者から「読む人がワクワク、ドキドキするような文章にしてくれ」と厳しい注文がありました。その注文には十分な対応ができませんでした。また、担当の皆様には大変な迷惑とお世話をかけました。追加データの整理や資料の提供もお願いしました。公務多忙の中献身的なご協力・ご支援によって本冊子を書き上げることができました。個々にお名前をあげることはできませんが、ここに心より感謝申し上げます。

参考文献

- 「水系における土砂動態と流出土砂の管理に関する検討」　昭和58年11月　建設省中部地方建設局　河川部河川計画課
- 「伊那谷の土石流と満水」　平成3年12月　伊那谷自然友の会
- 「中部の砂防」　昭和59年2月　建設省中部地方建設局
- 「天竜川とともに」　久保田稔　平成13年9月　中日新聞社
- 「中央構造線読み方案内」　河本和朗　平成14年3月　国土交通省天竜川上流工事事務所
- 「伊那谷は生きている」　松島信幸　平成4年3月　建設省天竜川上流工事事務所
- 「伊那谷の造地形史」　松島信幸　平成7年3月　飯田市美術博物館
- 「濁流の子―伊那谷災害の記録(復刻版)」　碓田栄一　平成3年6月　「36災」30年行事実行委員会
- 「語り継ぐ災害の記録」　昭和56年6月「36災」20年記念事業実行委員会
- 「天竜川上流域の土砂流出環境と河道の長期的変化に関する研究」　九津見生哲　平成8年3月　豊橋技術科学大学　博士論文

九津見　生哲（くつみ　たかのり）

1940年、長野県茅野市生まれ。
建設省に35年間在職（東京10年、中部地方25年)、このうち伊那谷に2回、
都合4年間勤務。
現在、㈱中央コンサルタンツ常務執行役員・技師長。
愛知工業大学・中部大学非常勤講師。
技術士、工学博士。

主な著書
○『天竜川上流三十年のあゆみ』　編・著
○『天竜川上流域の地質』　企画
○『天竜川上流域の土砂流出環境と河道
　の長期的変化に関する研究』（博士論文）　著
○『三峰川沿川の地すべり跡地の分布』　著

伊那谷の土砂動態

平成16年3月31日　第１刷発行
平成17年2月　1日　第２刷発行

■企画・発行
国土交通省中部地方整備局
天竜川上流河川事務所
〒399-4114　長野県駒ヶ根市上穂南7-10
TEL 0265-81-6415（調査課）

■著者
九津見　生哲
〒507-0826　岐阜県多治見市脇之島町7-27-2

■編集・印刷
㈱宮澤印刷
〒399-4117　長野県駒ヶ根市赤穂4295
TEL 0265-82-2571

「語りつぐ天竜川」の発刊にあたって

南アルプス・中央アルプスという日本を代表する山脈の間に形成された伊那谷と、その中央を北から南へ貫流する天竜川。天竜川流域は、美しく豊かな自然環境に恵まれ、古来より人々の交流が盛んで、固有の文化が育まれる等、数々の天竜川がもたらす恩恵に浴してきました。一方、名にし負う“暴れ天竜”は、昭和36年災害（三六災）に代表されるように、豪雨時には日々の穏やかな表情を一変し、猛々しい牙を剥き、人々の暮しを脅かしてきました。

天竜川上流河川事務所では、天竜川が“母なる川”として優しい微笑をたたえ続けて欲しいと願う人々の切なる気持ちに応えるため、半世紀にわたり、地域の皆さんの多大なご協力のもと、より安全な天竜川、より親しめる天竜川をめざして河川事業や砂防事業といった治水事業に取り組んできました。治水事業の実施にあたっては、流域内の自然環境や伊那谷に暮らす人々が長い歴史の中で築き上げてきた文化等を十分に理解し、地域の皆さんとの意見交換を行い、事業に反映していくことが大切だと考えています。

「語りつぐ天竜川」シリーズは、天竜川に関する地域の知見や経験を収集し、広く地域共有の知識とすることにより、地域の皆さんに天竜川に対する認識を深めていただき、よりよい天竜川を築いていくことに役立てるために、昭和61年度より発刊してきました。シリーズも50巻を数え、好評をいただいておりますが、これも偏に天竜川を愛する地域の皆さん、その気持ちに答えようとお忙しい中ご協力いただいた執筆者の方々のご尽力の賜物と深く感謝申し上げます。

近年も自然災害の猛威は各所で報告されているとおりですが、天竜川流域においても、次なる豪雨に備えたさらなる治水施設の整備に向けた取り組みが求められています。天竜川上流河川事務所では、「安全・安心」「環境」「交流」という３つのテーマをもとに、川づくり、地域づくりにこれからも努めて参ります。皆さんのさらなるご理解とご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

なお、ご執筆頂いた方々には、自由な立場からお考えを披瀝して頂いていますので、国土交通省の見解とは異なる場合がありますことを付言させていただきます。

国土交通省中部地方整備局　天竜川上流河川事務所
事務所長　　三上　幸三

「語りつぐ天竜川」目録

1.	伊那谷の気象	米山　啓一　著
2.	天竜川上流域の立地と災害	北澤　秋司　著
3.	天竜川に於ける河川計画の歩み	鈴木　徳行　著
4.	総合治水の思想	上條　宏之　著
5.	総合治水と森林と	中野　秀章　著
6.	伊久間地先に於ける天竜川の変遷	松澤　　武　著
7.	天竜峡で見た天竜川水位の変遷	今村　真直　著
8.	村境は不思議だ	平沢　清人　著
9.	諏訪湖の富栄養化と生物群集の変遷	倉沢　秀夫　著
10.	諏訪湖の御神渡り	米山　啓一　著
11.	理兵衛堤防	下平　元護　著
12.	近世　天竜川の治水　―伊那郡松島村―	市川　脩三　著
13.	川筋の変遷　―天竜川と三峰川の場合―	唐沢　和雄　著
14.	伊那谷山岳部の降雨特性	宮﨑　敏孝　著
15.	天竜川の橋	日下部新一　著
16.	伊藤伝兵衛と伝兵衛五井	北原　優美　編
17.	天竜川の魚や虫たち	橋爪　寿門　著
18.	天竜川のホタル	勝野　重美　著
19.	天竜川流域の村々	松澤　　武　著
20.	小渋川水系に生きる　―人と水と土と木と―	中村　寿人　著
21.	ものがたり　理兵衛堤防	森岡　忠一　著
22.	量地指南に見る　江戸時代中期の測量術	吉澤　孝和　著
23.	土木技術と生物工学　―生きものを扱う技術―	亀山　　章　著
24.	戦国時代の天竜川	笹本　正治　著
25.	天竜川の水運	日下部新一　著
26.	総兵衛川除	市村　咸人　著
27.	紙芝居　開墾堤防　―下伊那郡豊丘村伴野―	竹村浪の人　著
28.	昭和36年伊那谷大水害の気象	奥田　　穣　著
29.	天竜川の淵伝説　―『熊谷家伝記』を中心に―	笹本　正治　著
30.	天竜川の源流地帯	赤羽　　篤　著

31.	東天竜	三浦　孝美 仁科　英明　著
32.	天竜河原の開発と石川除	塩沢　仁治　著
33.	伊那谷は生きている	松島　伸幸　著
34.	天竜川の災害伝説	笹本　正治　著
35.	天竜川の災害年表	笹本　正治　編
36.	天竜川水運と樽木	村瀬　典章　著
37.	水辺の環境を守る	桜井　善雄　著
38.	諏訪湖　―氾濫の社会史―	北原　優美　著
39.	河川工作物と魚類の生活	中村　一雄　著
40.	天竜川上流域の過疎問題	山口　通之　著
41.	資料が語る　天竜川大久保番所	松村　義也　著
42.	天竜川上流　河辺の植物と植生	関岡　裕明　著
43.	水利開発にみる中世諏訪の信仰と治水	藤森　　明　著
44.	横川山巡覧記　―『辰野町資料第87号』より―	辰野町教育委員会編 赤羽　篤　校訂
45.	天龍川の鳥たち	福与佐智子　著
46.	遠山川流域の民俗とふるさとイメージの創造	浮葉　正親　著
47.	田切ものがたり	赤羽　　篤　著
48.	カエルと暮して	山内　祥子　著
49.	伊那の冬の風物詩　ざざ虫	牧田　　豊　著
50.	みんなの三峰川を次世代に	三峰川みらい会議 事　務　局　編
51.	三峰川ものがたり	三峰川みらい会議 北原　優美　著
52.	天竜川水系の水質 ―「泳げる諏訪湖・水遊びのできる天竜川」を目指して―	沖野外輝夫　著
53.	天竜川の帰化植物たち	木下　　進　著
54.	中央構造線読み方案内　―諏訪から大鹿村地蔵峠まで―	河本　和朗　著
55.	ふるさとの山　駒ヶ岳ものがたり	赤羽　　篤　著
56.	近世信州伊那郡大河原村の自然環境と人間	松原　輝男　著
57.	地名を通して見る　天竜川と人々の暮らし	松崎　岩夫　著
58.	伊那谷の土砂動態	久津見生哲　著