

# 千曲川における 河床土砂堆積と水害に関する調査研究

●国土問題研究会 千曲川土砂堆積・水害調査団

## 1. 千曲川河道特性と本調査研究の 目的・基本的観点

飯山盆地・長野盆地では千曲川本川の洪水時の流量が同じでも水位は年々高くなってきており、溢水氾濫の危険性が増大している。飯山盆地では昭和57年・58年の洪水時に連続して破堤するという事態が起こっており、水位が上がると堤防からの漏水もある。また、長野盆地では昭和58年には洪水流が盆地下流端の立ヶ花橋上を越流した。また、千曲川に流入する浅川はじめ各支川では洪水のたびに合流点付近で深刻な内水災害が発生している（千曲川の地形概要は次頁図1.1参照）。これらの事態は千曲川における水害発生ポテンシャルが増大していることを示している。

立ヶ花水位観測所の資料により、洪水流量が同じであっても水位が高くなっている傾向があることを以下に見てみよう。表1.1に最近の洪水の最大流量と最高水位を掲げるが、例えば、立ヶ花で、1959年と1983年とはほぼ同じ洪水流量であるが、水位は10.44mから11.13mに上昇している。2006年の流量5,659m<sup>3</sup>/s（後に6020m<sup>3</sup>/sに変更される）は1959、1982、1983年のいずれの洪水時の流量に比べても小さいが水位は最

高になっている。2004年10月洪水、2006年7月洪水では、立ヶ花地点とともに5,600～6,000m<sup>3</sup>/sの流量であり、これは計画高水流量9,000m<sup>3</sup>/sの62～66%ほどであるが、最高水位は2004年洪水では計画高水位（10.75m）以下43cm、2006年洪水では計画高水位まであと7cmにまで達した。1983年洪水では最大流量は計画高水流量の83%であるが、水位は計画高水位を上回っている。

上記のような深刻な問題をはらむ水害ポテンシャルの増大の原因とメカニズムを把握し、千曲川の治水対策に何らかの寄与をしようとするのが本調査の目的である。

表1.1 最近の洪水の最大流量と最高水位

洪水発生年	立ヶ花水位観測所	
	最高水位 (m) 0点324.20m	最大流 (m <sup>3</sup> /sec)
昭和34 (1959) 年 8月	10.44	7,260
昭和57 (1982) 年 9月	10.54	6,754
昭和58 (1983) 年 9月	11.13	7,440
平成16 (2004) 年10月	10.32	5,600
平成18 (2006) 年 7月	10.68	5,659
計画高水	10.75	9,000

### ■国土問題研究会

国土問題研究会は、従来の科学技術が「公共」という名目で開発を進める側にだけ奉仕させられ、ともすれば開発の犠牲となる地域住民のために活用されなかったことに対する反省にたって、昭和37年に設立された。

国土問題研究会のめざすところは、科学技術者の社会的責任を自覚し、住民のための安全で住み良い地域づくり・国土づくりやそのための科学技術がどうあるべきかを調査研究の中で具体的かつ実践的に明らかにしていくことにある。

われわれ国土問題研究会のメンバーは、各々の専門領域での科学的な研究を基礎としながら広い分野の科学者・技術者・自治体労働者等を結集して、住民の立場に立って、問題の起こっている現地に出かけ、住民とともに進める総合的調査研究の実践が是非必要であると考え。われわれは、このような「住民主義」「現地主義」「総合主義」の調査『三原則』を基に、従来の「専門分担型」の調査研究から、「総合討論型」の民主的調査研究の方向を指向し、調査研究を進めている。



### ●助成研究テーマ

千曲川における河床土砂堆積と水害に関する調査研究

### ●助成金額

2007年度 50万円

その目的に対して、本調査研究では以下の3つの観点と問題意識からのアプローチを行う；

- ①河川は巨視的に見ると、侵食区と堆積区に分けられる（木村春彦）。千曲川はその典型例で、浸食区（一般に狭窄部河川、河道が狭く、急勾配）と、堆積区

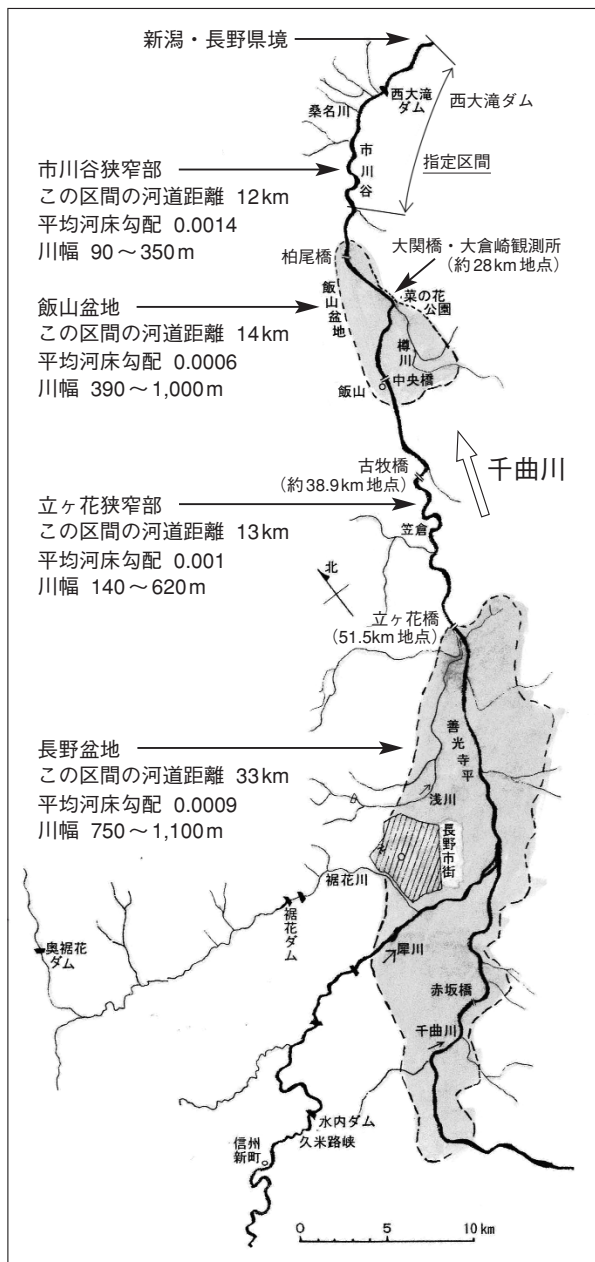


図1.1 千曲川の地形概要

表1.2 各地形区分における河道勾配と平均河床勾配

	西大滝ダム	市川谷狭窄部	柏尾橋	飯山盆地	古牧橋	立ヶ花狭窄部	立ヶ花橋	長野盆地
河道距離		12km		14km		13km		33km
平均河床勾配		0.0014		0.0006		0.001		0.0009
川幅 (m)		90～350		360～1000		140～620		750～1,100

上表において各地形区分の境界を立ヶ花橋、古牧橋、柏尾橋においているが、これはとりあえずの設定である。また、河道距離と平均河床勾配は、国土交通省の1999年作成の千曲川管内図から計算した。川幅は最新の千曲川管内図（千曲川下流部）の範囲内で平面図から計測した。いずれの数値も参考までに概算値を示したものである。

（一般に盆地内河川、川幅が広く、緩勾配）とが、交互に現れる形で連なっている。すなわち、長野盆地→立ヶ花狭窄部→飯山盆地→市川谷（戸狩狭窄部）→西大滝ダム、のようである。図1.1の地図は千曲川・犀川沿川の地形概況を示し、図中破線に囲まれたグレーの範囲は盆地の概要位置を示しているが、上記の千曲川の地形特性が明瞭にうかがえる。

- ②長野県・新潟県境から約13km上流に位置する西大滝ダム（発電目的）がそれより上流の水位にどのような影響を与えているであろうか？ また、堤防・護岸をはじめとする河川構造物の影響はどうであろうか？

- ③千曲川流域はフォッサマグナ地域を含み、また火山を多く含むので、地すべりや崩壊が多く、河川への土砂供給が多い。これにより河床上昇が著しいことも考慮に入れる必要がある。さらに地殻変動による地盤上昇/低下の災害への影響はどうか。

なお、本調査研究では長野盆地より下流、新潟県境までの千曲川を調査の対象とし、その部分を千曲川下流部と呼称することとする。

## 2. 千曲川下流部における洪水流下特性

### 2.1 盆地における河道貯留効果

図2.1は、2004年10月20～23日の洪水について立ヶ花観測所ならびに大倉崎観測所で観測されたハイドログラフ（水位あるいは流量の経時変化を示す図）を示したものである。本図において、立ヶ花流量の最大は $5662.05\text{m}^3/\text{s}$ 、大倉崎最大流量は $5230.00\text{m}^3/\text{s}$ で、上流の立ヶ花における最大流量の方が下流の大倉崎におけるそれよりも $432\text{m}^3/\text{s}$ も大きくなっている。さらに、洪水流量の増加速度、水位の増加速度についても、立ヶ花における増加速度の方が大倉崎におけるそれよりも大きいことがわかる。これらは長野盆地における洪水貯留効果により洪水のピーク流量が低減したことを示しており、盆地の河道貯留効果の重要性を示している。

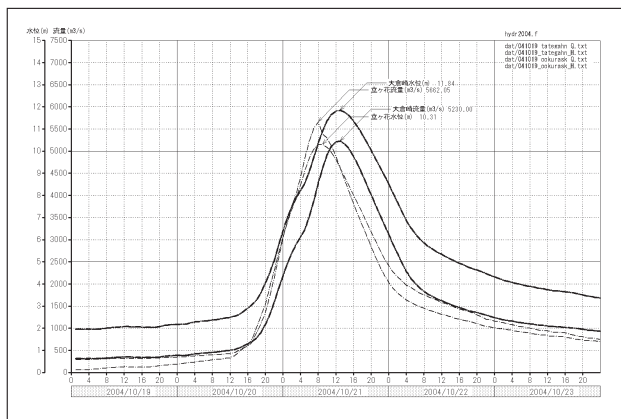


図2.1 2004年10月20～23日の洪水時に立ヶ花観測所ならびに大倉崎観測所で観測されたハイドログラフ

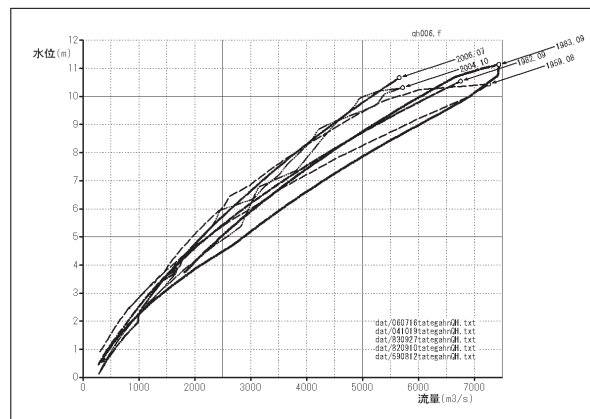


図2.2 過去の主な洪水時における立ヶ花での流量（横軸）と水位（縦軸）の関係

しかし、盆地がこの河道貯留効果を発揮するに際して、立ヶ花では水位にして約10m、大倉崎では約9.7mの上昇を来しており、それが支流流入部における内水排除困難とか、堤防からの漏水、さらには堤防を危険にさらすなどの事態をひきおこしているものであり、この点についても注意を要する。

## 2.2 洪水時水位上昇の実態

図2.2は、過去の主な洪水時における立ヶ花での流量（横軸）と水位（縦軸）の関係を示したもので、一つの左回りのループ状の曲線が一回の洪水の始めから終わりまでに相当しているが、全般的傾向として、最近の洪水ほど曲線の位置が上になっている、すなわち、同じ流量でも水位が高くなっていることが認められる。本図は洪水時水位が上昇していることを明白に示す図である。

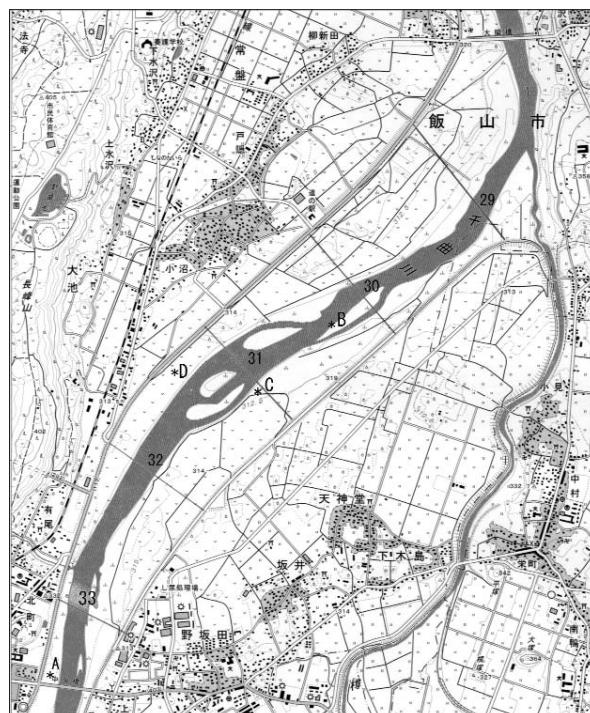


図3.1 調査地点位置図（調査地点A～Dを\*印で示す）

## 3. 千曲川高水敷洪水堆積物調査

### 3.1 調査の目的と方法

高水敷上の土砂の鉛直方向の堆積状況分布をいくつかの地点でサンプリングし、土砂の堆積過程を検討した。

高水敷堆積物を調査する場合、流路に面して堆積物が崩落によって直接断面が露出している場合は、スコップやねじり鎌で堆積物の表面を削って地層断面の観察を行った。草地や畑地の場合は、スコップで表面を掘り、ついでハンデイジオスライサー（高田ほか、2002）を打ち込んで断面サンプルを回収して地層断面の観察を行った。また、地層の壁面やジオスライサーで得た断面の内、一部についてははぎ取り標本を作製し、更にジオスライサーで回収し持ち帰った一部については乾燥したうえ樹脂で固めた固形標本を作製した。

堆積物の記載は、粒度変化・堆積構造・色調・生痕・ゴミなどを含んでいるかどうかなど現地で記載し、

更にはぎ取り標本との比較のうえ、地層区分を行って柱状図に表現した。

### 3.2 調査地点・実施日

現在のところ、調査実施地点は以下の4地点である。調査地点を図3.1の地図上に示す。

A地点：中央橋左岸下流約30m（実施日：2007年5月29日午前）

B地点：中央橋と大関橋の間右岸河川敷河岸崩落箇所（30km地点の上流約200m）（実施日：2007年5月29日午後）

C地点：飛行場直近地点（実施日：2007年5月30日）

D地点：左岸堤防を降りた畑の中（実施日：2007年12月2日）



表3.1 D地点における高水敷堆積物の特徴

地層	地表から地層上面までの深さ (cm)	地層の厚さ (cm)	構成物	粒土変化	堆積構造	生痕	その他
1	0	78	耕作土				
2	78	17	泥～極細粒砂	上方粗粒化			
3	95	12	泥～極細粒砂				
4	107	3	極細粒砂～細粒砂	上方粗粒化			
5	110	6	極細粒砂			糞粒密集	
6	116	10	極細粒砂～細粒砂	上方粗粒化			
7	126	4	細粒砂～中粒砂	上方粗粒化	カレントリップル		ロッチョコデッカイバー
8	130	9	極細粒砂				
9	139	1	泥			糞粒	淡紅色
10	140	6	極細粒砂			上面にミミズ痕	
11	146	2	極細粒砂～細粒砂	上方粗粒化			
12	148	2	泥				
13	150	22	極細粒砂			上面にミミズ痕	
14	172	55	中粒砂～細粒砂	上方細粒化	平行ラミナ		細粒部脱水構造
15	227	3	中粒砂	上方粗粒化	クロスラミナ顕著		泥のラグを介在
16	230	10	泥			糞粒	
17	240	35	泥～粗粒砂	上方粗粒化	細粒部クライミングリップル、粗粒部平行ラミナ		
18	275	25+	細粒砂～粗粒砂	上方粗粒化			

記録（図3.2の左側に表示）との比較を行い河川敷洪水堆積物の堆積時期について検討を行った。

D地点は比高が高いことから、洪水水位の記録値が5mを越えた時の洪水との対比を試みた。そのために洪水水位が5mを越える年の水位記録と柱状図を並べてみたところ、5mを越える洪水の回数と地層の数はほぼ対応するようである。

### 3.5 今後の課題

洪水堆積物の堆積年代についてはある程度まで限定することが可能である。今後他地域との比較と、地層の中に介在する日付の入ったゴミを見つけることにより、また、地層の厚さや堆積構造の変化などから推定される環境変化と、地元の方々の記憶とをすりあわせることにより、時には一枚一枚の地層の堆積時期を特定することが可能になると思われる。

【文献】高田圭太・中田 高・宮城豊彦・原口 強・西谷義政（2002）沖積層調査のための小型ジオスライサー（Handy Geoslicer）の開発。地質ニュース579、12-18。

## 4. 1963年～2005年間の直轄区間の河床変動

1963年と2005年の河床横断面図が入手できたので同一地点における両年の横断面図を重ね合わせることで、1963～2005年の42年間における河床変動・

河道変動特性の概要を調べた。

### 4.1 戸狩狭窄部での河床変動

42年間に平均して1mほどの低下を示している。

### 4.2 飯山盆地での河床変動

#### (1) 30km地点（新潟・長野県境を起点とする）

飯山盆地では川幅は広く、河道横断面は全般的に複断面となっている。飯山盆地における河床変動の典型例として30km地点の横断面の変化を図4.1に示す。この地点は大関橋（およそ28km地点）より約2km上流になる。図において、太い実線は2005年の河道横断面を、そして細い実線は1963年のそれを示す。両年の断面図の左右方向の相互位置については暫定的であり、以下に示す重ね合わせ図についても同様である。

ここでは堤防が改修され川幅が縮小されていることがわかる。低水路で河床が1～3m低下しているがこの現象は飯山盆地内のほとんどすべての断面で観測された。高水敷上で堆積が進行していることが認められるが、このような高水敷上の土砂堆積は必ずしも普遍的ではなく、地点によっては高水敷が洗掘されているところもある。

低水敷の右岸側に堆積が発達し、低水路幅が減少しているが、このような低水路幅の減少傾向は飯山盆地だけでなく長野盆地においても見られる。

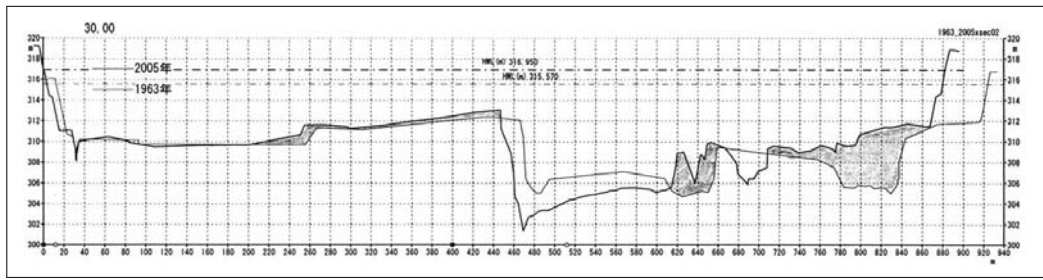


図 4.1 30 km 地点の横断面図。細い実線は 1963 年の横断面を、太い実線は 2005 年のそれを示す（以下同様）。図で、2005 年の断面境界線が 1963 年のそれより上に位置するときにはそこでは 42 年間に堆積が進行したことを意味し、灰色で示されている。一方、両境界線の位置関係が上と逆になる場合は河床低下したことを意味する。

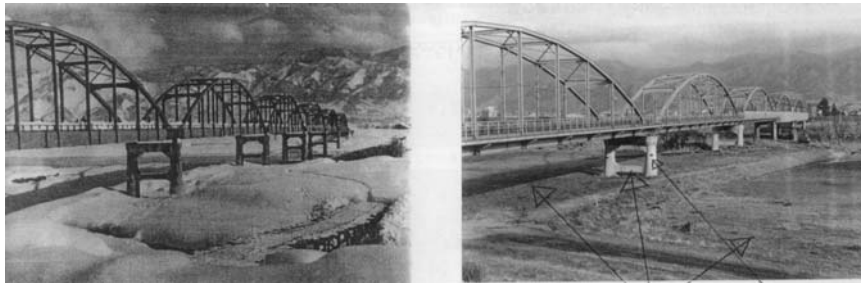


写真 4.1 中央橋の 1957 年撮影の写真と現在の写真との比較

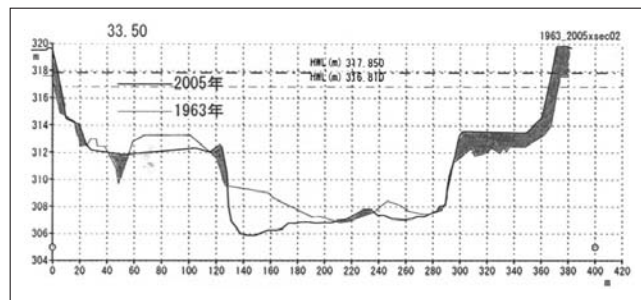


図 4.2 中央橋（33.5 km）地点の横断面図。1963 年（細実線）と 2005 年（太実線）との対比。左岸側高水数は基本的に河床低下しており、写真 4.1 の状況と符合しない。

## (2) 34 km～35.5 km 地点

33.5 km は中央橋で、綱切橋は 34.85 km である。この周辺では綱切橋地点 34.85 km で最も河道幅が小さくなっている。このあたりは河道幅がきわめて小さいにもかかわらず、堆積土量と浸食土量とがほぼバランスしており飯山盆地内では河床低下の少ないところである。

これは綱切橋から下流側 2 km ほどは大局的には飯山盆地の上流端近くに位置し、下流に向かって川幅が増大していくので、洪水時には盆地内河川がダム湖のようになり、ダム堆砂と同様の現象がこのあたりに生じるためと考えられる。

中央橋については 1957 頃撮影された写真（写真 4.1）があり、それと現在の写真を比較すると 3 m 以上堆積が進行していることが指摘される。図 4.2 の断面図がそのことと符合しないのは、1959 年に昭和時代に 2 番

目の規模の洪水が発生し、このとき土砂の堆積があったためかと思われる。

## (3) 35.5 km～38 km 地点

36 km 地点付近（35.7 km～36.5 km）左岸には河川敷と思しきかなり広い土地をかき上げて県庁飯山庁舎やスーパーその他が建設されている。このため、このあたりで河川幅はきわめてせまくなっている。

36.5 km～38 km の間では右岸側の農地を保護するため、1983 年災害の後に低水路近傍に堤防が新設された。そのためこの区間も人工的な狭窄部となっていた。結局、立ヶ花狭窄部の下流端は自然地形の上では古牧橋あたりであるが、上記のようにして狭窄部河道が綱切橋あたりまで延長される結果となっているのである。

1963～2005 年間で、千曲川下流部の低水路は全

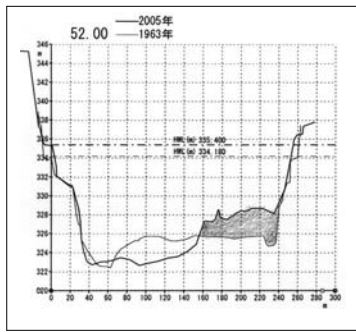


図4.3 52km地点の横断面図

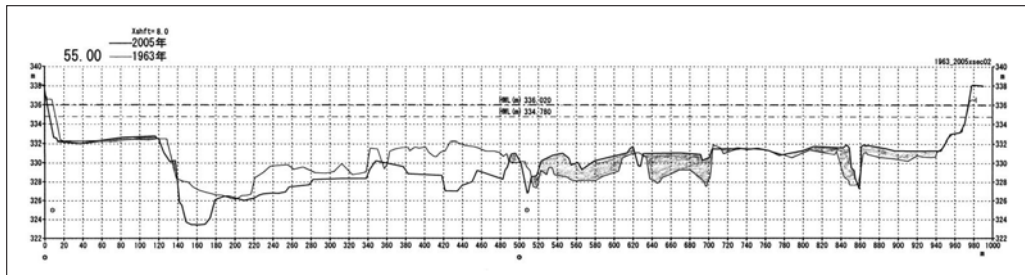


図4.4 55km地点の横断面図

一般的に1～3m低下するが、その理由は、第一に砂防ダム建設等により河川への土砂流出量が激減したこと、第二に河川からの氾濫が少なくなり洪水の最大流量が増加したこと、そして第三に河道が人工的に狭窄され流速が増大したことなどが指摘される。

### 4.3 立ヶ花狭窄部の河床変動

立ヶ花狭窄部では河道は単断面となり、ここでも平均的に1～3m河床低下している。

立ヶ花狭窄部では大石がかみ合って形成された自然の堰が笠倉地区の下流の2箇所と裕地区の集落のすぐ下流の1箇所の合計3箇所ある。これらの存在は河道横断面図には必ずしも反映されていないが、これらが洪水の流下をどれほど妨げているかについて検討が必要である。

狭窄部河道の急湾曲部の内岸側に多量の土砂堆積が見られる。

立ヶ花狭窄部の上流端に付近の立ヶ花橋地点(51.5km)および52kmの横断面のあたりには上流から砂州が進入しており、進入と同時に砂州の高さが高くなっているようであるが、砂州が、別地点の築堤土取得のため浚渫されたようである。広幅部河道から狭窄部に巨大な砂州が進入した場合、河床がどのように変化するかについては検討が必要である。

### 4.4 長野盆地

長野盆地における55km地点の断面を図4.4に示す。ここでは河川幅は1000mに近く、低水路の河床低下は

著しく、同時に低水路幅の減少傾向ならびに高水敷上の堆積傾向がうかがわれる。

## 5. 指定区間における河床変動と洪水流下特性

千曲川の河道距離標は長野県と新潟県との県境で0kmであり、そこから上流に向かって距離が増加していく。千曲川は1級河川で基本的に国管理であるが、0kmから22kmまでの区間は指定区間として県に管理が委託されており、国管理は22km地点より上流となっている。西大滝ダムは距離標にしておよそ13.0kmの地点に位置する。

指定区間の22kmは市川谷あるいは戸狩狭窄部と呼ばれるが、飯山盆地の下流部の狭窄部河道に相当する。したがってそこでの洪水の疎通能力は飯山盆地における洪水に重要な影響をもつ。これが、指定区間の河床変動と洪水流下特性を明らかにしなければならない所以である。

指定区間については河床高さに関する観測資料はじめ諸資料の整備はきわめて貧弱である。まず、河川管理者である県によっては定期的縦・横断測量などはなされていない。ダム管理者である東京電力からは1950年～1988年の間の河床変動に関する観測データが得られたが、非系統的かつ不完全なものであった。また、国交省による指定区間の河床縦横断測量結果は2005年のものだけで、それには11.75kmから上流部の横断が示されている。

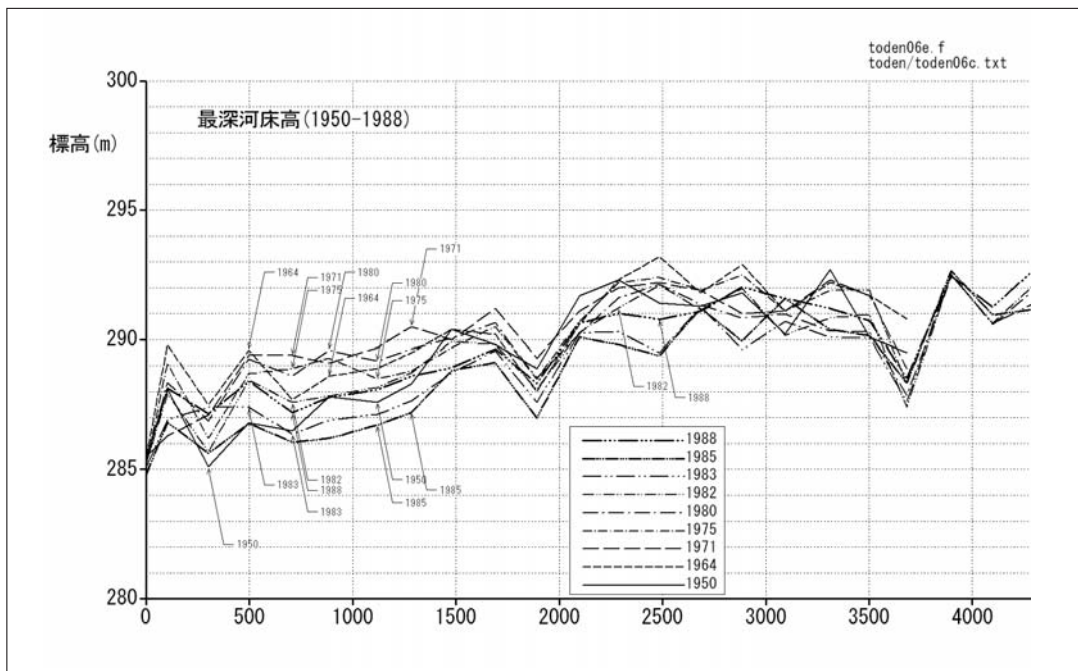


図 5.1 1950 年～1988 年における最深河床高縦断面の経年変化

## 5.1 東電のデータに基づく指定区間の河床変動の特徴

東電による 1950 年から 1988 年までの期間における最深河床高の経年変化資料を図化し図 5.1 に示す。本図の横軸はダム地点から上流に向かってとった距離 (m) であり、縦軸は最深河床高の標高である。この図から以下のことが指摘される；

- ①河床データによると、大洪水時には河床は低下している。すなわち、1980 年→1982 年→1983 年→1985 年にかけて河床は大幅にかつ着実に低下しているが、これは 1981 年に中規模の洪水、1982 年と 1983 年には未曾有とも言えるほどの大洪水があり、それらによるものと考えられる。1980 年～1985 年の間の河床低下は、ダムの上流側 1.5km の区間では 1.5m～3.5m ほどに達している。ダムが河床変動に与える影響が大きいことを示している。
- ②一方、大洪水がない年には基本的に河床は上昇している。本図において特に 0km～1500m の区間に注目してそのことを例示しよう。1964 年～1971 年に最低河床が着実に上昇しているが、この間には大きな洪水はなかった。この間における河床上昇は 1m～2.5m に達する。1971 年の 9 月 7 日～8 日に比較的大きな洪水があり、1975 年の河床は 1971 年のそれより若干低下しているのはそのせいと思われる。その後しばらく大きな洪水がなく、図でも 1975 年から 1980 年にかけて平均 0.6m ほど河床上昇している。その後 1980～1985 年の河床低下は先述のとおりであ

り、次に 1985 年から 1988 年にかけて河床は平均的に 1～1.5m 上昇している。また、根拠を示す図は省略するが 1988 年から 1989 年にかけても全般的に河床上昇している。実際、1985 年に比較的大きな洪水があったがそれ以後 94 年までは大した洪水はなかった。

- ③上に見たように西大滝ダムに近い区間で、特に 0km～3.5km ほどの区間において年毎の河床変動量は大きい。すなわち、洪水年における河床低下も大きいし、大きな洪水がなかった年における河床上昇も大きい。この区間の河床上昇が大きいと、ダムの背水区間で河床勾配が緩くなる。勾配の緩化により指定区間の水位が上がり、飯山盆地の水位を押し上げていることも考えられる。
- ④ダム直上流部 (100m 地点) で河床が異常に高い。排水門のシルの標高は 287.273m であり、この地点の最深河床高がそれを約 2m 上回る年もある。この地点の平均河床高さの資料は 1988 年と 1989 年についてあるが、それによるとそれぞれ 289.78m と 290.39m である。
- ⑤ダムからの距離が 3,580m の地点より上流部は河床変動がないように見えるが、実際は、プロットされている資料が 2～3 個であるためそのように見えているだけである。

## 5.2 ダム上流部の河床変動のメカニズム

前節に述べたところから、ダム上流部ではきわめて河床変動が大きく、これがその上流部の河床変動や水



位上昇に重要な影響を与えかねないことがわかる。本節ではダムの上流側地点における現地でのヒヤリングや視察の結果を記し、河床上昇のメカニズムについて考察する。

### (1) ダム直上流部桑名川でのヒヤリング

- ・ヒヤリングは、千曲川沿いの公園（ダムの上流約2.1km、桑名川合流点より下流1.3km）にて行った。以下に記す内容のほとんどは2003年7月7日に実施したヒヤリングの結果である。
- ・ヒヤリング地点より上流部では、堤防をかさ上げしている。それより下流部では道路が浸水するが放置している。堤防建設中、基本高水 $9,000\text{m}^3/\text{s}$ （100年確率）、これに対して堤防の基本高水流量 $6,500\text{m}^3/\text{s}$ （安全率1/50）。
- ・昭和14年に西大滝ダムが竣工。それ以後河床は逐次上昇した。河床上昇にともなって川は浅く幅広くなっていった。1982年・1983年水害時には2m浸水。
- ・渡し船があったが、堆砂が進み底がつくようになった。1982年に廃止された。
- ・西大滝ダムのダム湖およびその上流部には急流支川（湯沢川、運上川、出川、桑名川、寒川、野々海川）が流入しており、そこからは土石流が頻繁に本川に流入していることが目撃されている。土石流流入により、大量の土砂がダム湖に流入する。とりわけ、人頭大あるいはそれ以上の大きさの岩が多量に流入していることが注目される。
- ・ダムの水位が減少したときは、ダム堤体地点から上流部500m～3kmにわたって、水面が著しく急勾配になる。河床に貯まっている大粒径の礫・岩がかみ合って土砂をせき止めており、それにより急勾配の河床が形成されているのである。

### (2) 野々海川からの土石流流出と堆積の実態

野々海川はダム地点より600mほど上流で千曲川左岸に流入する支川である。野々海川河口には過去に流出した土石流が堆積していた。2005年8月15日に洪水があり、野々海川で土石流が流出した。写真5.1はさらにその後の2006年5月に野々海川河口を千曲川の右岸側から撮影したものである。新しい土石流堆積物は千曲川河道の半ば近くまでのりだし、千曲川本川の河積を狭めている。

河口部に堆積していた土石ならびに本川に張り出した土石流堆積物は、その後、人力で排除された。そのときの砂利採取標識によると、「砂利採取計画の許可年月日：平成18年6月23日、採取する砂利の種類および数量：切り込み砂利・ $27910\text{m}^3$ （官地 $917\text{m}^3$ 、民地 $1874\text{m}^3$ ）、採取期間：平成18年6月23日～9月22日、掘削または切り土をする土地の面積および深さ：



写真5.1 野々海川河口。2006年5月、中沢勇氏撮影。2005年8月の洪水で土石流が流出した。その堆積物は千曲川河道幅の半ば近くまで乗り出し河積を狭めた。

$3620.07\text{m}^2 \cdot 1.5\text{m}$ 」である。

このような経緯から、千曲川下流部で強い降雨があり、上流部ではそうでない場合には、下流部の支川から本川に出た土石流が本川の洪水流でフラッシュされにくいため河床が上がると考えられる。

## 5.3 指定区間の河床変動の特徴

- ①2006年7月洪水時には指定区間の川沿いの国道で5カ所の水没があった。13.5～14.2km、15.0～15.6km、15.8～17.5km、19.3～20.6km、21.1～21.5kmの区間である。西大滝ダムによるせき上げ効果は19kmあたりまで効いていると見なされるので、上記の内19kmより下流の浸水はダムの影響を被っていると言える。
- ②2006年7月洪水時の水位痕跡とヒヤリングによると、水面形状は低下背水状況である。すなわち、ダム地点で流況は常流から斜流に移行し、ダム直下流でジャンプする流況をなしていたと見なされる。もしも何らかのトラブルで洪水時にダム地点で常流から射流への遷移が生じない場合、水面はかなり高くなるので、流木の枝先がダムの橋梁にあたってダム放流部にかかり、流れをせき上げる可能性がある。
- ③西大滝ダムには流れに直角方向の幅が3.636mの堰柱6本、幅2.424mの堰柱が1本設置されており、そのため5つの放流部の幅は15.152m、排砂門の幅は7.273mときわめてせまい。このため流木がこれら堰柱にかかって流れをせき上げる可能性が高く、極めて危険である。
- ④河床高さの縦断形状（図は省略）は波状をなしている。縦断河床の高い地点は、土石流供給支川の流入地点の直下流（例えば、野々海川、桑名川、出川、運上川）あるいは局部的に河川幅が広がって土砂が堆積しやすくなっている地点である。

## 6. 千曲川下流部の地質と地盤変動が 狭窄部洪水疎通に与える影響

本節では、河道地形特性の形成の背景となった千曲川下流部の地質と地盤変動に着目し、それらが洪水疎通阻害に及ぼす影響を考察する。

### 6.1 千曲川下流部の地質と地盤変動

まず、北部フォッサマグナに位置する本地域の地質特性を概観し、次に、最近約100年間の水準点の変動記録と丘陵部の変動地形や活断層調査などの研究成果を整理した。これについては頁数の制約上以下に結論のみ記述する。

- ①国土地理院の水準点の観測資料（1984～2001）をもとに千曲川下流部の地盤変動を考察した。その結果、地盤の変動量は、戸狩狭窄部、飯山盆地、夜間瀬川扇状地、高丘・豊野丘陵、長野盆地などの地域ごとに異なり、飯山・長野の両盆地は狭窄部に対して最近100年余の間に相対的に100mm以上沈降している。
- ②立ヶ花狭窄部の丘陵の変動地形の研究によると、千曲川は第四紀更新世～完新世において丘陵部をおよそ100m下刻した。すなわち丘陵部は低地部に対して相対的におよそ100m隆起した。仮に下刻に10万年を要したとすると100年あたり100mm程度の変動量に換算される。
- ③立ヶ花狭窄部の丘陵の縁における活断層調査によると、1000年余りの間に善光寺地震を含む2回の断層活動によってあわせて丘陵部が低地部に対して相対的に3.4m隆起する垂直地盤変位が生じている。
- ④立ヶ花上流の延徳低地には、およそ3万年の間に約30mの後背湿地堆積物が堆積する沈降運動があったと推定され、これは、100年あたり平均100mmの沈下量に換算される。

### 6.2 地盤変動が狭窄部洪水疎通に与える影響

つぎに、以上の知見をもとに狭窄部の形成などの地盤変動が河床変動に及ぼす影響について考察する。

現地調査の結果、千曲川下流部には各所に“自然の堰”というべき瀬が存在し、古くは“滝”と呼ばれて通船の運航の障害となっていたことが語り伝えられており、これが河川の流れを少なからず阻害していると考えられる。

千曲川下流部の河川勾配を大局的に見ると、「上流の上田盆地で5～7%、長野盆地から立ヶ花下流の狭窄部を経て飯山盆地の間はおよそ1%前後、柏尾橋下流の戸狩狭窄部から西大滝ダムの間は比較的短い区間

にもかかわらず変化に富み最大3%を示す」（千曲川工事事務所、2002）。

現地調査の結果から、河床堆積物の状況は、上田盆地から長野盆地までは礫が優勢であり、長野盆地では礫と砂が繰り返す。立ヶ花下流の狭窄部は第三紀層の岩盤が露出する区間が各所に見られ、飯山盆地に入ると礫と砂および細粒な堆積物が見られるようになり、戸狩狭窄部ではふたたび第三紀層の岩盤が露出する箇所が見られる（詳細未確認）。

一方、“自然の堰”の場所は、狭窄部に集中しており、岩盤が露出する箇所だけでなく、攻撃斜面の崩れに伴う崩積土が堆積する場所であったり、支流からの土石が流れ込む場所であったりとその形成には様々な成因が考えられる。

図6.1には、“自然の堰”と地盤変動の因果関係を考察する目的で、空中写真と現地調査で確認された“自然の堰”（瀬）と周辺の構造線の位置をあわせて示した。

同図において、桑名川の下流は北竜湖断層と重地原断層の延長が千曲川を横断する付近にあたり、また、笠倉集落は長丘背斜軸が千曲川を横断する付近にあたる。

このようにいくつかの“自然の堰”や崩壊の場所は、褶曲軸や断層が千曲川を横断する個所と一致しており、それらの成因には地盤変動が関わっている可能性が高い。

以上のことから、地震断層に伴う隆起などを除けば地盤の変動量は100年あたり平均10cm程度であり、最近数十年の単位で見ると限り地盤変動が千曲川下流部の河床変動に及ぼした影響の程度は小さいと考えられる。しかしながら、千曲川下流部の地質と地盤変動が河道地形特性に深く関わっており、特に狭窄部の形成や洪水疎通阻害に影響すると考えられる。しかしながら、千曲川下流部の地質と地盤変動が河道地形特性に深く関わっており、特に狭窄部の形成や洪水疎通阻害に影響すると考えられる“自然の堰”の形成に関与していることが明かとなった。

## おわりに

本調査研究は2008年10月終結の予定であり、調査研究は現在進行中である。現時点での考察は以下のようである。

1963年以降の資料による限り、盆地内にせよ、狭窄部にせよ河道横断面積は増大している。それにも関わらず、立ヶ花地点の洪水時水位が上昇しているのはなぜであろうか。そのメカニズムとしては以下のことが考えられる。

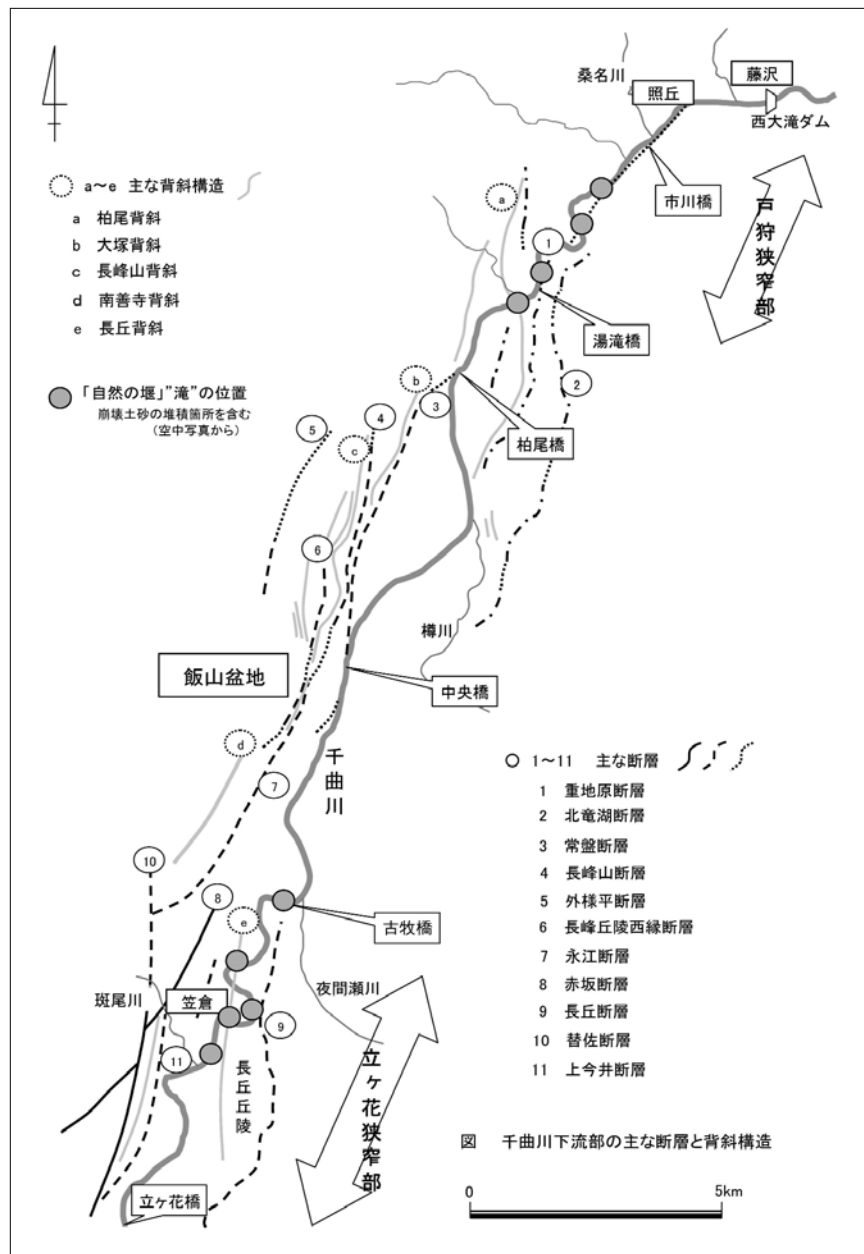


図6.1 千曲川下流部の主な断層と背斜構造

河川改修の進行にともなって河川幅が随所で狭くなった。特に自然の立ヶ花狭窄部の下流端は古牧橋(38.9km)あたりであったと考えられるが、河川改修によってそれより下流、綱切橋(34.8km)まで狭窄部が実質上延長させられた。延長部分は飯山盆地内にあり勾配も緩い。これにともない、立ヶ花狭窄部の洪水に対する疎通阻害力が増大したと考えられる。

飯山盆地の改修が進み、洪水の氾濫が少なくなったその結果、洪水時の飯山盆地の洪水時水位は上昇している。その影響も立ヶ花における洪水時水位上昇に連なっているであろう。

長野盆地での河川改修の進行で洪水流の氾濫が少なくなったことも水位上昇の理由としてあげられる。

千曲川下流部の治水問題としては、洪水時水位上昇

の問題だけではなく、狭窄部問題、弱体堤防、支川の氾濫、内水災害問題、等々あり、問題は深刻である。狭窄部における「自然の堰」が洪水流の水位押し上げにどれほど影響しているかについては今後の検討課題である。

西大滝ダムの存在は上流部特に飯山の住民にとって災害の種をかかえさせられているようなものである。なお、西大滝ダムは、その高さを偽って、河川法44条の従前の機能維持の義務づけを免れてきたという疑問点もあるが、これについては紙面の制約上記述を省いた。

末筆ながら、現地でヒヤリングに応じてくれた多くの方々、現地での作業に協力していただいた方々に深甚の謝意を表したい。また、国交省から資料の提供を受けたことを記して謝意を表したい。