

魚沼山地の三紀層地すべり地帯における河川トンネル*

River Tunnels on the Tertiary Landslides Zone in the Uonuma Mountains

岩屋 隆夫**

By Takao IWAYA

概要：2004年に発生した中越地震の被災域の一つ、魚沼山地の三紀層地すべり地帯には河川トンネルが複数箇所が存在している。本論は、これら河川トンネルの存在に着目し、具体的には信濃川右2次支川下貫木川の河川トンネルの現地調査ならびに魚沼山地の地形地質条件の考察と国内に散在する河川トンネルの類型化を通して、魚沼山地の三紀層地すべり地帯における河川トンネルの特徴を述べる。本論で得られた結論は以下の2点である。すなわち、魚沼山地の三紀層地すべり地帯に存在する河川トンネルは、①国内の他の河川トンネルとは全く異相の存在で、②地すべりの発生にともなう河道閉塞対策として開発された可能性があり、非対称的な地形条件下における土砂ダムの出現に際しては、速効性があり、かつ安定性が高い工法であると考えられる。

1. はじめに

新潟県中越地方には広範囲に地すべり地帯が広がっている。山古志村の山腹斜面に展開する大小の棚田がこれを物語っている。そして、この地域を調査すると、山間部には幾つかの河川トンネルを見出すことができる。本論で措定する河川トンネルである。

本論は、魚沼山地の三紀層地すべり地帯の地形地質条件を考察し、併せて国内諸河川に存在する数多くの河川トンネルを類型化した上で、魚沼山地の三紀層地すべり地帯における河川トンネルの性格や開発目的などを明らかにするよう試みたものである。これを通して魚沼山地の三紀層地すべり地帯における小河川流域の土砂ダム（天然ダム）対策を提示している。ただし、魚沼山地の河川トンネルのなかで、現地調査を行ったのは信濃川右2次支川の下貫木川に限っている。これ以外の河川トンネルは、現地へと通じる道路が中越地震の発生後、2005年3月に至ってもなお通行止めで、現地に入ることが出来ないからである。したがって、本論は試論という枠組を出ていないことを冒頭に述べておく。なお、地すべりや斜面崩壊に伴う土石の押し出しによって生じることがある河川のダムアップは、これまで「天然ダム」と標記されてきたが、2004年の中越地震以降、これが「土砂ダム」と言い換えて使用されるようになっていっているので、本論もこれにあわせて以下、土砂ダムと標記している。また本論タイトルにある魚沼山地という呼称の問題や当該地域の地すべりを三紀層地すべりと呼ぶ理由は後述する。

2. 魚沼山地の地形地質と地すべり

中越地方の小千谷市、魚沼市、十日町市、南魚沼市、

山古志村などの山間部、つまり魚沼山地を中心にして形成されるのが三紀層地すべり地帯である。以下、当該地域の地形地質条件と地すべりの特徴をみていく。

(1) 魚沼山地の地質条件

信濃川中流部六日町の信濃川左岸堤から対岸を望むと、遠くにかすむ上越国境の山嶺、すなわち越後三山、巻機山、谷川岳など1,500mから2,000m級の山嶺の手前に、低い山並みが見える。これが400mから1,000mの標高をもつ魚沼山地である。

魚沼山地は、東側の地形境界が比較的明瞭で、南北に走る新発田－小出構造線によって上越山地と画され、図-1に見るように、この構造線上を信濃川右支川魚野川と2次支川破間川が流れている。一方、西側境界線には魚沼山地主稜線の背斜軸に対置される向斜軸の存在が指摘されており¹⁾、この線上に信濃川が流れている。南端は中里村で苗場山地へと移行し、北端は高度を落としながら栃尾市と長岡市の境界付近で栃尾・下田丘陵へと遷移している²⁾。魚沼山地は、以上のように東側を魚野川と破間川、西側を信濃川に挟まれ、全体として見れば北北東から南南西に延びる狭長な地域を形作っている。

他方、山地の中央部には、図-1に示すように、新発田－小出構造線に平行するかたちで数列の背斜軸と向斜軸、断層線が並列して走っている。そして、この魚沼山地に広く分布するのが未固結の砂層や粘土層、泥層、砂礫層を主体とする魚沼層群、また砂岩、泥岩を主体とする西山層と灰爪層で、各地層の走行は、前記の構造線や背斜軸と向斜軸に支配されて、その多くが北北東－南南西の方向となっている。他方、各地層の傾斜は、多くが西北西に約15°傾く単斜構造をなしている^{3)・6)}。これが三紀層地すべりの舞台となる地質である。

魚沼山地内を走る構造線や背斜軸、向斜軸、また地層の走向は、このように北北東－南南西の方向が支配的で、この方向線に対して各地層が西北西に落ち込むように傾

***keyword:** 地すべり、土砂ダム、河川トンネル

**正会員 工博 東京都土木技術研究所技術部
(〒136-0075 東京都江東区新砂1-9-15)

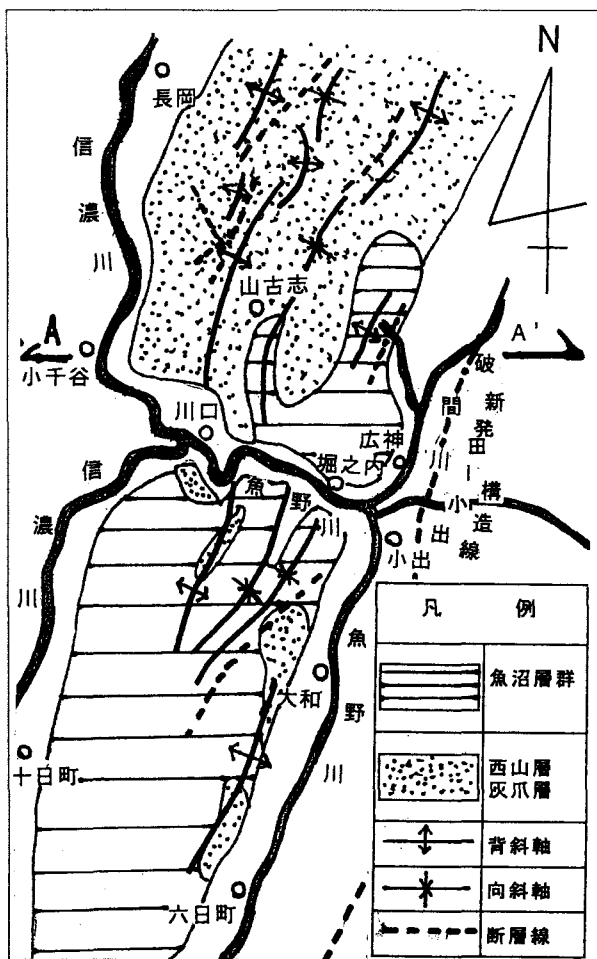


図-1 魚沼山地の地質

(『土地分類調査・十日町／表層地質図』³⁾, 『土地分類調査・小千谷／表層地質図』⁴⁾, 「1/200,000地質図・高田」⁵⁾を修正図化)

斜している。そして、山体を構成する岩体は、未固結の魚沼層群と砂岩泥岩から成る西山層、灰爪層に大きく二分されるのである。

ところで、本論で措定する地域の山城の名称は、前述したように魚沼山地と呼んでいる。既往の研究成果のなかで、経済企画庁の『土地分類調査・新潟県』の地形分類図²⁾や国土庁の『新潟県土地保全図』の付属資料⁷⁾にはそう記載されているし、新潟県の『土地分類基本調査・小千谷』など⁸⁾・⁹⁾にも魚沼山地と記述されている。しかし、一部の文献、たとえば、経済企画庁の『土地分類基本調査・長岡』¹⁰⁾には、魚野川の西側の山城、つまり山古志村周辺の山城の呼称として東山丘陵という名称があげられている。当該山城の名称として何が最も妥当でまた正確なのかは何とも判断し難く、また魚沼山地という名称が市民権を得ているかどうかとも判然としない。ただ言えることは、東山丘陵という、何処にでもありそうな名称よりも、魚沼という中越地方の固有名詞を冠した名称を使った方が場所を特定できるという点で妥当であると考えているので、本論では魚沼山地という名称を使用している。

本論で使用する名称の問題をさらに続けると、魚沼山

地の主要部を構成する魚沼層群は、正確には三紀層ではない。例えば、当該地域の地質状況を明示する最も新しい地質図の一つ、通産省地質調査所の「1/200,000地質図・高田」(1994)など³⁾・¹¹⁾・¹²⁾は、魚沼層群の形成時期が第三紀鮮新世から第四紀更新世にあるとしている。つまり、魚沼山地の主要地域を構成する魚沼層群は、第三紀から第四紀という2つの地質年代を跨いで形成されたと考えられているのである。従って、こうした地質の年代区分に基づけば、魚沼層群に起因する地すべりは、三紀層地すべりと呼ぶことが不適当であるかもしれない。しかし、地質関係の文献の幾つか、例えば、経済企画庁の『土地分類調査・新潟県』など⁷⁾・⁹⁾は、魚沼山地が日本有数の三紀層地すべり地であると記述している。

実は、地すべりの名称にこだわるのは、それなりの理由がある。かつて小出博は、『日本の地すべり』¹³⁾を発表し、このなかで地質条件や土地利用形態、地すべりの崩落状態などを通して、国内の地すべりを大きく3区分した。すなわち、三紀層地すべりと破砕帯地すべり、温泉地すべり、という3区分である。地すべりを理解する上で非常に判り易い分類手法であり、実際、地すべりに関する既往の研究成果の多くは、小出による上記の地すべりの分類に基づいて記述されており、小出博も魚沼山地の地すべりを三紀層地すべりとして扱っている¹⁴⁾。本論も以上のような理由から、魚沼山地における地すべりを三紀層地すべりと記述するものであって、魚沼層群の形成時期を第三紀という地質年代に限定して考えているものではないことを断っておく。

(2) 魚沼山地の地すべりと非対称的地形

魚沼山地にあつて最も特徴的な地形条件は、地すべりの発生に伴って形成された地すべり地形である。国土庁の『土地保全図・新潟県／地すべり詳細分布図』¹⁵⁾には、新潟県全域の地すべり地形が数多くの箇所にわたって図示されている。そこで、魚沼山地における地すべりがどのような場所で最も活発に活動して来たか、という視点から文献調査し、その結果を表-1に示す。つまり、魚沼山地の主要な地すべりの経歴である⁶⁾・¹⁶⁾・¹⁷⁾・¹⁸⁾・¹⁹⁾・²⁰⁾・²¹⁾・²²⁾。

次に示すのが図-2の魚沼山地における棚田分布状況図である。地すべり地形の上で展開される水田、換言すれば地すべり田の分布である。これは国土地理院の1/25,000の現行の地形図のなかで、魚沼山地と関係する図幅から転記して作成したもので、山間部の谷底平野は含んでいない。ここで、表-1の主要地すべりの発生箇所と図-2の棚田の分布域を重ねると、魚沼山地の主要な地すべりは、小出町のケースを除く全てが棚田地域に含まれてしまう。魚沼山地における主要な地すべりは、棚田地域を中心にして発生して来たのである。この点につき、小出博は三紀層地すべりの土地利用の特徴の一つとして、緩傾斜な地形と地すべり地の保水力、或いは豊富な湧水を利用した棚田の形成を明らかにしているが¹²⁾、棚田分布域と地すべり発生箇所の一致は、これを裏付けている。

表-1 魚沼山地で発生した主要な地すべりの被災歴

発生年月日	発生場所	被災概要
1498(明応7)	中条村轟木東原	前沢まで押しだし
宝暦年代	栃尾市東中野俣	127戸移転
1698(元禄11)	十日町市船坂	羽根川埋積
1713(正徳3)	栃堀村横畑	増沢の流れが変わる
1776(安永5)	十日町市新水	3戸全壊
1783(天明3)	守門村東野名	破間川堰き止め
1824(文政7)	山古志村中野	11戸全壊
1962. 3. 16.	栃尾市東中野俣	死者6名, 6棟倒壊
1969. 4. 26.	広沢村水沢新田	死者8名, 10棟全壊 小屋柄川埋積
1970. 1. 22.	小千谷市川井	飯山線高場山トンネル崩壊
1976. 4. 18.	小出町	88世帯避難
1980. 4. 9.	山古志村虫亀	滝ノ林川・朝日川埋積
1980. 12. 30	長岡市濁沢	12戸倒壊・太田川埋積
1981. 5. 14.	川口町小高	相川川埋積
1985. 5. 15.	長岡市蓬平	6戸倒壊・蓬平川埋積

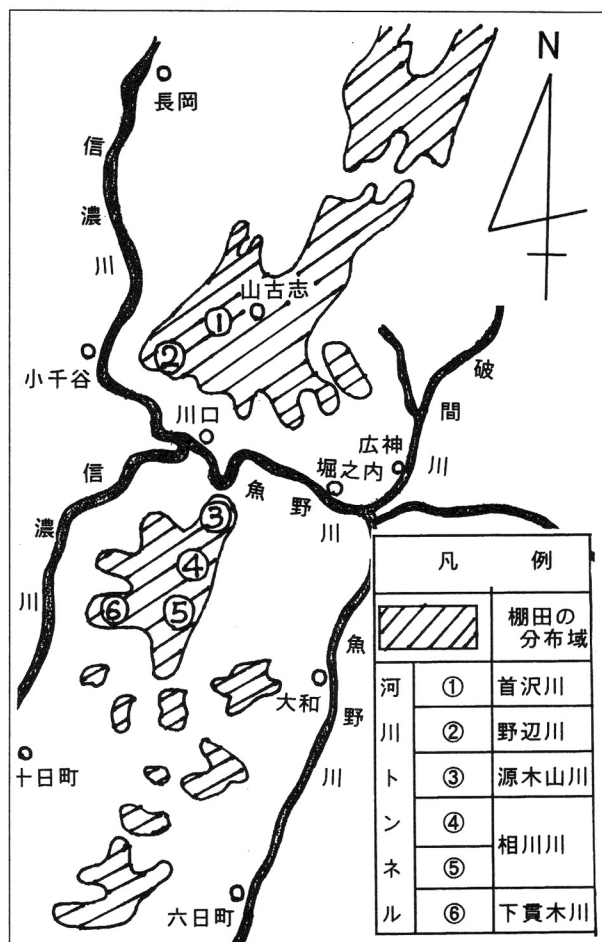


図-2 魚沼山地の棚田の分布と河川トンネルの位置図

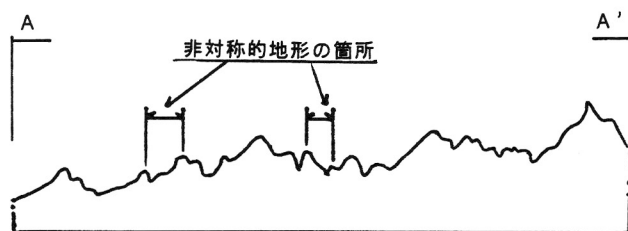


図-3 魚沼山地の地形断面図

(『土地分類調査・小千谷／地形分類図』⁸⁾を修正図化)



写真-1 前沢川の非対称的地形(撮影:岩屋, 2004. 12. 3.)

他方、魚沼山地の地すべり地には、地すべり地形と対峙するような地形がある。つまり、非対称的な地形条件で、地すべりは、その多くが山頂から緩い傾斜で谷側へと延びて徐々に高度を落としているのに対し、地形上凹部を構成する河道を挟んで、地すべり地形の対岸に急な崖が存在しているのである。図-3は、地形断面図に見られる非対称的地形で、新潟県の『土地分類基本調査・小千谷』などは^{1), 6)}、これをケスタ地形と呼んでいる。実際、こうした非対称的地形は、地形図には表現できないような小規模なものが魚沼山地の各所で見られ、例えば、中越地震の被災域の一つ、芋川左支川前沢川では、写真-1に見るように、右岸側(写真左側)が緩やかな傾斜を有してその上に小松倉集落を形成するのに対して、左岸側はほぼ直立した急崖を成して河道へと落ち込んでいる。この前沢川の場合、2004年の中越地震によって崖を構成する岩体の一部が崩落しているけれども、それは崖表面の剥離といって良く、斜面崩壊という段階には至っていない。ほぼ直立した急崖ではあるが、意外に安定しているとみられるのである。

地すべり地形とこれに対峙する急崖の存在という非対称的地形は、地すべり地帯における河川トンネルを考える際の重要なキーワードである。

一方、魚沼山地の地すべりで特徴的なのは、河道の埋積である。表-1のなかで流路の変動を含めると、その数が9件ある。2004年の中越地震で芋川や相川川などが埋積して土砂ダムが出現し、地すべりと河道埋積の関係が一躍注目を集めるようになったが、魚沼山地では、こうした状況が度々発生していたのである。

3. 魚沼山地の河川トンネル

魚沼山地を貫流する河川には、山間部に幾つかの河川トンネルが存在している。国土地理院の1/25,000地形図のなかで、魚沼山地と関係する図幅にこれを見ると、当該地域には表-2に示すような、複数の河川トンネルを見出すことができる。そして、これらの河川トンネルは図-2に見るように、全てが棚田域に包含されている。これが本題にある魚沼山地の三紀層地すべり地帯における河

表-2 魚沼山地の河川トンネルのリスト

河 川 名	箇所数
魚野川左支川相川川	5箇所
同上 相川川右支川源木山川	1箇所
信濃川右2次支川下貫木川	3箇所
信濃川右支川野辺川	2箇所
信濃川右2次支川首沢川	1箇所
信濃川右支川樽沢川	不明

注：樽沢川の河川トンネルは地形図に記載がない。



写真-2 下貫木川の河川トンネル入口
(撮影：岩屋, 2004. 12. 4.)

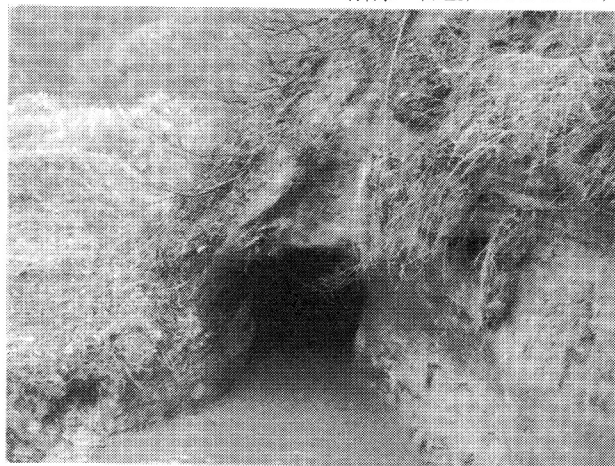


写真-3 下貫木川の河川トンネル出口
(撮影：岩屋, 2004. 12. 4.)



写真-4 下貫木川河川トンネル出口直下の状況
(撮影：岩屋, 2004. 12. 4.)

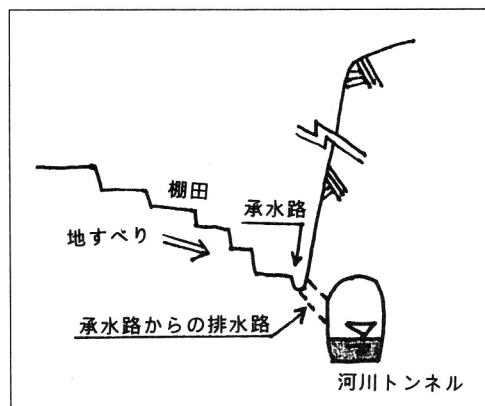


図-4 下貫木川の河川トンネル周囲の横断方向の概念図

川トンネルである。

ただ、これらの河川トンネルに関する調査報告や既往の研究成果は樽沢川の事例を除き皆無で、既往の各種文献にも一切記述が無い。このため、河川トンネルの開発経歴や開発目的も確たるところが不明である。そこで、各トンネルに関し、国土地理院の旧版地図に記述の有無を見ると、相川川の5箇所、下貫木川の3箇所は、明治44年測図の1/50,000「小千谷」にあり、野辺川2箇所は明治44年測図の1/25,000「小千谷」に図化されている。源木山川は、大正14年の鉄道補正図1/50,000「小千谷」には無いけれども、昭和6年修正測図1/50,000「小千谷」に見出すことができ、首沢川の河川トンネルは昭和4年鉄道補正図1/25,000「小千谷」にある。従って、相川川の5箇所、下貫木川の3箇所の河川トンネルは、少なくとも1911(明治44)年以前に開発されていたと考えて良く、現在まで延べ94年以上にわたって、流域をもった河川の唯一の幹川河道として機能していたことになる。

表-2に示した河川のなかで最大は相川川で、幹川流路延長は図上計測で約11km、流域面積は約30km²である。最小は首沢川で、その幹川流路延長は約1km、流域面積は0.4km²である。河川トンネルが存在する河川は、このように幹川流路延長が短く、流域面積が狭い小河川である。なお、表-2に示した河川のうち樽沢川は後述する。

表-2に示す河川トンネルの現地調査は、本論冒頭で述べたように、唯一、貝野川の右支川下貫木川だけにとまっている。そこで、以下、下貫木川の河川トンネルの状況を述べることにする。

写真-2、写真-3、写真-4は、下貫木川の3箇所の河川トンネルのうち最下流のもので、各々、トンネル入口と出口、出口直下の河道の状態を示している。河川トンネルは覆工が無い全くの素掘りで、人力掘削が可能な硬度のシルト層がそのまま露出している。延長は約150m、トンネル形状は馬蹄形で、高さが約3m、幅が約2mある。

図-4は、河川トンネル周囲の横断方向の概念図で、トンネルは、ほぼ直立した急崖下の崖側の岩体を掘り抜いて造られている。一方、トンネルの上部は急崖に接して地すべりが押し出し、そこに棚田が拓かれている。急崖

表-3 国内の河川トンネルの類型

トンネル開発の目的・目標		開 発 事 例		現川と河川トンネルとの関係、河川トンネルの性格など	
トンネル放水路	水害防除・地域開発	狩野川放水路 塩屋谷川放水路等		現川の洪水の全部又は一部を湖海や他河川へと放流するために開発される河川トンネルで、現川は存置され河川トンネルと分岐。	
一 川 水 路	水害防止・河積の確保 ／トンネル捷水路	糠川トンネル水路 新湊川 等		現川沿川の水害防止を目的に開発されるトンネル型式の捷水路。現川は現地形の状態で廃川され駐車場等に利用される。	
	河川分離	鶴田川逆サيفون 十川逆サيفون		現川の合流先を変更して新川開発を行う際、現川の合流先河川などとの交差箇所を用いられる逆サيفون型式の河川トンネル。	
	排水規制	御新田川蝦穴 青木定盤		地域内の排水改良を目的に開発される新川に対し、新川合流先の河川沿川の住民が放流量を制限するため、新川の開水路の途中に建設される河川トンネル。	
	都市基盤・交通基盤開発	新川右支大山川 等		現川の上部空間を飛行場や道路に利用するために建設される河川トンネルで、現川のリフト変更の有無や改廃状況が確認不可。	
	閉塞湖沼の干拓	八沢浦川 池川トンネル 等		砂丘などによって排出口が閉塞された内陸湖沼の干拓を行うために、砂丘の下などで開発される河川トンネル。	
路	河道の新田開発／川廻し	小櫃川 鯖江川 等		現川河道敷きで新田を開発するため、山地丘陵部を穿入蛇行する現川をカットオフして建設される河川トンネル。	
	地すべりによる土砂ダム対策	下貫木川 等		地すべりによって埋積した現川の代替えとして、地すべり地の対岸の急崖下に開発される河川トンネル。	

と棚田の接点には幅30cmほどの承水路が設けられ、末端には前記の河川トンネルの壁面に向かって径50cmほどのトンネルが穿たれて、これが承水路の排出路となっている。またトンネルの入口近傍には、異常な洪水位を示すような洪水痕跡が見られないから、トンネルによる洪水の疏通障害は、少なくともここしばらくの間生じていないと考えられる。

河川トンネル入口また出口近傍の地形は、トンネル箇所との地形と近似している。つまり、左岸側の岩体は急崖を成して河道へと落ち込むのに対して、右岸側は山塊が緩やかに河道に延びて地すべり地形を呈し、全体として見れば、下貫木川の開水路の箇所は右岸側の地すべりに押されるように、左岸の急崖直下を流れている。また、トンネル上部の急崖は、斜面崩壊や崩落した形跡が無く、比較的安定した急斜面であるとみられる。

さて、ここで問題とするのは、河川トンネルが開発される以前の現川河道がトンネル近傍の何処にも見当たらないことである。現地を調査する限り、現川は右岸側から押し出す地すべりの下に埋まってしまったと判断せざるを得ないのである。つまり、下貫木川の河川トンネルの開発の契機は、右岸側の地すべりの発生とこれに伴う河道の埋積にあったとみられるのである。

一方、魚沼山地、広く新潟県下には、こうした素掘りの河川トンネルの開発を可能にする技術的背景が存在したと考えている。例えば、新潟砂丘に連続する弥彦、西山山塊では、藩政時代から綿々と河川トンネルが建設されてきた。なかでも、寛政年間の間歩隧道という排水トンネルの開発には、佐渡金山と関係する「間歩堀」を生業する職人が関与したことが判っている²⁴⁾。

他方、棚田の水稲耕作に必要な灌漑用水は、「つつみ」と「井」に求められて来た。「つつみ」とは灌漑用水の水源確保と水温管理を目的にした小規模な溜池で、今日、魚沼山地一帯でこれが鯉の養殖池に利用されている。「井」とは横井戸あるいは間歩と呼ばれるトンネルのことで^{16)、25)、26)}、こうした横井戸は「水田

の適地と思われる近くの山を見定めて、山の深い方、そして北に向かって掘っていき、水を含んでいる断層を幾つも切り進んでいって、だいたい50mから60mほど掘ると、必要な量の水は出てきた」と言われている²⁷⁾。魚沼山地の棚田の農家にとって、山腹斜面のトンネル掘削は、農業生産を行うに必要不可欠な活動であった。広く新潟県下、特に魚沼山地には、このような土着のトンネル掘削技術が存在していたのである。逆に言えば、魚沼山地の三紀層地すべり地帯の岩体の多くは、土着のトンネル掘削技術で開発可能な岩体硬度なのである。

4. 国内の河川トンネルの実態とその類型

本論ではこれまで、魚沼山地の地形地質の特徴と地すべり地帯に存在する河川トンネルの状況を述べてきた。そこで、以下は、国内諸河川に存在する各種の河川トンネルの類型化を行ってみる。河川トンネルの類型化を通して、魚沼山地の地すべり地帯における河川トンネルの性格や役割がここから見えてくる。

さて、国内諸河川には数多くの河川トンネルが存在している。素掘りのトンネルや煉瓦で巻立てたトンネル、あるいは河川に蓋掛けして、その上部を道路に利用した結果として河川トンネルになった事例などがある。

こうした河川トンネルを類型化する場合、最も注意すべきは河川の平面計画上の問題であると考えている。何故ならば、河川平面計画の上で放水路とこれに対峙される一川水路は、その役割と機能が決定的に異なるからで、例えば土淵川放水路や大岡川分水路、塩屋谷川放水路などの河川トンネルは、現川と分岐して、現川の洪水の一部また全部を湖海や河道へと放流するトンネル放水路である。これと対峙されるのが一川水路である。その一つ、糠川トンネル水路や新湊川などは、現川の全流量を湖海や河道へと放流する河川トンネルであって、現川は新川の工事起終点で締め切られて廃川となっている。つまり、一川水路は、新川と現川が分岐せず、新川が独立した流域をもつ幹川、一筋の水路であって、これは放水路とは

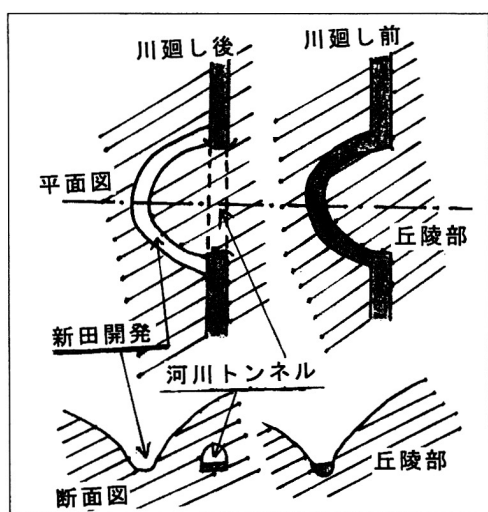


図-5 川廻しの概念図



写真-5 小櫃川左支川笹川の鍋石地点の川廻し
(撮影：岩屋, 2003. 6. 29.)



写真-6 鍋石地点で開発された新田(現在は公園化)
(撮影：岩屋, 2003. 6. 29.)

呼べないのである。

ところで、国内の河川トンネルのうち、トンネル放水路の実態や特徴などは、既にこれを整理して『日本の放水路』に記述している²⁴⁾。しかし、放水路の対極にある一川水路の河川トンネルの開発実態は、これまで必ずしも明らかにされていない。このため、河川トンネルを

考える場合、どのような指標でこれを類型化すれば良いか、或いは河川トンネルの役割にはどのようなものがあるか等、実に数多くの課題が残されている。例えば、河川トンネルの類型化の指標として考えられるものには、水路断面の大きさや形状、覆工の種類や構造、水路延長や水路勾配などがある。しかし、こうした指標に基づく類型を通して河川トンネルの特徴や性格を読み取ることが出来るかどうかは不明である。

そこで、ここでは河川トンネルの平面形状と開発目的に着目し、国内の河川トンネルを表-3のように分類してみた。大分類は前述したように、放水路と一川水路である。そして、後者の一川水路は、その開発目的や開発目標を指標にして、表-3に示す7つに類型化した。この7類型のなかで、一般に理解し難いのが川廻しと地すべり対策ではないかと思われるので、以下はこの2つの河川トンネルの開発目的や役割などについて述べる。

川廻しとは、図-5に見るように、山地丘陵部を穿入蛇行する現川のカットオフで、廃川となる現川の河道敷きは水田に利用される。つまり、新田開発が一義的な課題となった新川開発で、千葉県房総半島の養老川や小櫃川、小糸川の上中流部に数多くある。写真-5、写真-6は、その一例、小櫃川左支川笹川の川廻しの現状である。蛇行部をカットオフする新川は素掘りの河川トンネルで、廃川となった現川河道は平坦な水田として生まれ変わっている。こうした房総半島の川廻しの数は100とも200とも言われ、正確な数が判らないほど多く、山道を歩く以外にアクセスの方法が無いような場所があるので、未だ全貌が判明していないのが実情である。実は、川廻しとは、房総半島におけるこうした新川開発、また新田開発そのものを指す地域性の高い用語であって、必ずしも全国的に定着した表現ではないし、学際的に認知された用語でも無い。しかし、これ以外に適当な用語が無いので、ここでは「川廻し」という表現をそのまま使用している。

川廻しは、房総半島以外にも見られ、例えば、紀伊半島と四国の破碎帯、また中国地方の花崗岩真砂地帯に数多くある。開発年代は房総半島の事例を含め、多くが藩政時代から明治初期・中期のもので、その構造も多くが開水路である。これとは別に、魚沼山地内や山地の近くにも河川トンネルを用いた川廻しがある。前者は表-2に示した樽沢川で、後者は信濃川左支川鯖江川の上流部、高柳町にある。樽沢川の河川トンネルは、1/25,000地形図に記載がないけれども、『小千谷の自然』²⁸⁾には、「大崩下の…樽沢川のほとんどは、ずい道の中を流れている。ずい道は、対岸の十日町市願入よりの魚沼層群の中を通してある」とある。また同書には、トンネル開発と同時に現川敷きに拓かれたとみられる平坦な水田の写真が掲示され、これに「川床跡にひらかれた水田」とキャプションがある。従って、樽沢川の河川トンネルは川廻しと考えて間違い無い。高柳町のものは『高柳町史』²⁹⁾に、「弘化元(1844)年、岩野山の堀穴の開通…と開田」とあり、川廻しのことが「堀穴」と呼ばれている。

こうした川廻しは、地形図の読図によって、それと判断できる場合が多い。山地丘陵部を穿入蛇行する河川にあって、カットオフされた現川敷きに相当する箇所には、平坦な水田が地形図に明示されているし、新川と現川に囲まれた場所には図-5のように残丘が残るからである。

これに対し、表-2中の樽沢川を除く下貫木川などの河川の場合、河川トンネルが存在する箇所では現川は山地丘陵部を穿入蛇行していない。むしろ、ほぼ直線状の河道形態となっており、トンネル周囲には残丘も存在しない。地形図の上では沖積地におけるカットオフのような状態で図示されている。筆者が調査した範囲で言えば、国内に存在する河川トンネルのなかで、こうした事例は、魚沼山地の他、糸魚川-静岡構造線の西側、すなわち西南日本に疑わしいものが数箇所あるだけで、この点からみても極めて珍しい事例であると考えている。

仮に、上記の河川トンネルが沖積地の水害防止を目的にしたカットオフであるとするならば、新川は施工上、また河川管理上から開水路であることが望ましく、ここには岩体内にトンネルを掘り抜いて蛇行部などをカットオフするような必要性や必然性は何処にも無いのである。加えて、下貫木川など魚沼山地の河川には、表-3に示す排水規制を前提にした河川トンネルの開発が成立するだけの背景、つまり排水慣行も無い。或いは、下貫木川の場合には現川の埋め立てによる新田開発とこれに伴うトンネルの掘削というケースも考えようによつては、あるかも知れない。しかし、下貫木川のトンネル上部は、前述したように、地すべり然と盛り上がっている。このため、これに要する埋め立て用の土砂は、トンネル掘削から発生する土砂量だけでは不足するから、その分、大量の土砂を運搬、搬入する必要がある。しかし、山間部にあって、トンネル掘削に加え大量の土砂運搬を行って新田開発をすすめるには、経済的な視点や必然性からみて説明がつかない。

魚沼山地の河川トンネルは、表-3に示す他の河川トンネルとは全く異相の存在であるとみられ、こうした河川トンネルを開発する必然性があるとすれば、ここには外的条件、つまり地すべりによる河道の狭窄、これの最終形態としての河道埋積に求めざるを得ないのである。

なお、山間丘陵部における新川開発の河川構造について付記しておく、山間丘陵部の新川は大きく2極に分化している。河川トンネルと開水路という2極である。放水路の場合、この2極分化は比高差、すなわち計画河床高と山地丘陵部の最高地点の標高差20mが指標になっている²⁴⁾。放水路とは異なる一川水路の場合、特に川廻しの2極分化も同じように比高差20mが指標になっているのではないかと考えている。

5. まとめ—土砂ダムの排水対策としての河川トンネル

2004年の中部地震では、地すべりの発生に伴い各所で河道閉塞とこれに付随する土砂ダムが生じた。最大の土砂ダムは魚野川右支川芋川、東竹沢地区のもので、地震



写真-7 芋川東竹沢地区の土砂ダム
(撮影：岩屋, 200. 4. 12. 3.)

発生後の10月23日から16日目に相当する11月9日から排水ポンプを用いた湛水排除が行われると同時に、閉塞箇所の越流防止工が着手されている。その後、12月28日まで、地すべり堆積域を通る開水路の仮排水路の設置が完了している。そして、恒久的な排水施設の整備方針などは、芋川河道閉塞対策委員会のなかで検討されるようになっていくが、その基本は開水路型式の排水路にあるという情報を得ている。

では、こうした土砂ダムの発生に対して、これまでどのような排水対策が行われてきたか、という視点で以下、考えてみる。なお、ここで言う対策とは、あくまで河道埋積に伴うダムアップの排水対策であるから、地すべりの再活動などを防止するという本質的な地すべり防止対策ではないことは言うまでもない。

地すべりなどの山地災害による土砂ダムの実態とその対策を論じた書籍また論文は少なからずあり、例えば、田畑茂清、水山高久、井上公夫は『天然ダムと災害』³⁰⁾のなかで79を数える土砂ダムの発生事例を挙げ、これ以外にも水山高久ほかの論文がある³¹⁾。しかし、土砂ダムの排水対策として紹介されているのは多くが堤体開削で、地山における排水路の開発事例の紹介は2件しかない³⁰⁾。例外的な2事例は、1983年のユタ州シスルの地すべり、1985年の神戸市明石川の清水地すべりで、地すべりの着岩部、すなわち、地すべりにより生じた土砂ダムの対岸に、前者は緊急洪水吐としてトンネルが、後者には応急的な開水路が建設されている³⁰⁾。国内の土砂ダムの排水対策は、このように、地すべり堆積域で開水路型式の排水路を建設することが主体となって進められて来たのであって、地すべり対岸における河川トンネルの施工例がどれほど有るかは不明である。

土砂ダムの堤体の開削工法は、危険性を内包しているところに問題がある。土砂ダムの発生源は地すべりであるだけに、堤体の開削中に地すべりが再活動する可能性があり、また再活動によって開水路などが圧迫を受けかねないからである。写真-7に見るように、芋川の東竹沢の土砂ダムの堤体、つまり堆積域における重機を用いた

念入りな転圧は、地すべりの再活動の防止と堤体の強化が眼目になっている。

一方、前掲の『小千谷の自然』には、土砂ダムの排水対策としての河川トンネルについて、興味深い記述がある。すなわち、樽沢川の川廻しを事例に引き「このずい道の効果は、もうひとつ重要な意味を含んでいる。地すべりでくずれ落ちた地質はもろく、小河川といえども、その浸食は大きい。このまま放置すれば、地すべりは続くにちがいない。対岸よりの安定した地質の中を通すことにより、くずれた土砂の浸食をくいとめるという、地すべり地に住む住民の一石二鳥の知恵であったのである」²⁸⁾。

樽沢川の河川トンネルは川廻しが主眼となって開発されたとみられるから、『小千谷の自然』には一石二鳥と表現されているが、地すべりの対岸に安定した急崖が存在する場合には、その急崖直下に河川トンネルを掘削することの有用性がここに述べられている。つまり、地すべりの対岸に急崖が存在するという非対称的な地形条件下では、前述した下貫木川のように、急崖直下の地山にトンネルを建設することによって、土砂ダムの湛水を排水することが可能なのである。ここで下貫木川の河川トンネルの事例を再掲すると、トンネルは開発から1世紀弱が経過して、崩落することなく機能している。換言すると、急崖は危ういように見えても安定しているのである。

以上を整理すると、土砂ダムの排水対策として河川トンネルを開発する際の条件が以下のようにまとめられる。すなわち、①小河川流域における②非対称的な地形条件と③地すべりに対置される急崖の安定性、そして④掘削が比較的容易な岩体硬度である。勿論、これ以外にも、河川トンネルには、流木や土砂の流入という本質的な課題がある。トンネル口径が小さくて済むような小河川にあって前記の条件を満たす場合、急崖直下における河川トンネルの開発は、それが恒久的な施設では無く仮設工であったとしても、速効性がありかつ安定性が高い土砂ダムの排水対策の一工法であると考えられるのである。

謝辞：2004年の中越地震の被災地調査にあたり、東洋大学国際地域学部教授の松浦茂樹氏ならびに独立行政法人土木研究所水循環研究グループ長の佐合純造氏に協力を得た。各氏にはここに記して謝辞を表する。

参考文献

- 1) 新潟県、『土地分類基本調査・十日町／簿冊』, pp. 11-32, 1978.
- 2) 経済企画庁、『土地分類図・新潟県／地形分類図』, 1973.
- 3) 新潟県、『土地分類基本調査・十日町／表層地質図』, 1978.
- 4) 新潟県、『土地分類基本調査・小千谷／表層地質図』, 1977.
- 5) 通商産業省地質調査所, 「1/200,000地質図・高田」, 1994.
- 6) 新潟県, 『土地分類基本調査・小千谷／簿冊』, pp. 15-37, 1977.
- 7) 国土庁土地局, 『土地保全図・新潟県／付属資料』, p. 7, 1982.
- 8) 新潟県, 『土地分類基本調査・小千谷／地形分類図』, 1977.
- 9) 経済企画庁, 『土地分類図・新潟県／付属資料』, p. 5, 1973.
- 10) 経済企画庁, 『土地分類基本調査・長岡／簿冊』, pp. 1-3, 1968.
- 11) 『南魚沼』, 新潟県教育委員会, pp. 83-135, 1977.
- 12) 新潟の自然刊行委員会, 『新潟の自然第3集』, pp. 1-39, 248-259, 1977.
- 13) 小出博, 『日本の地回り』, 東洋経済新報社, pp. 67-73, 1955.
- 14) 小出博, 『日本の国土(上)』, 東京大学出版会, p. 143, 1973.
- 15) 国土庁土地局, 『土地保全図・新潟県／地すべり詳細分布図』, 1982.
- 16) 村史編集委員会, 『山古志村史通史』, 山古志村, pp. 207-209, 230-233, 1985.
- 17) 市史編纂委員会, 『十日町市史通史第3巻』, 十日町市, pp. 255-260, 264, 1995.
- 18) 村史編纂委員会, 『広神村史下巻』, 広神村, pp. 523-525, 1980.
- 19) 町史編纂委員会, 『川口町史』, 川口町, pp. 1063-1064, 1986.
- 20) 『長岡市史通史編上』, 長岡市, pp. 555-556, 1997.
- 21) 『長岡市史通史編下』, 長岡市, pp. 93-932, 1997.
- 22) 市史編纂委, 『栃尾市史上』, 栃尾市, pp. 30-33, 755-756, 1977.
- 23) 小出博, 『日本の国土(下)』, 東京大学出版会, pp. 470-483, 1973.
- 24) 岩屋隆夫, 『日本の放水路』, 東京大学出版会, pp. 4-12, 162-163, 342-350, 2004.
- 25) 『堀之内町史通史編下巻』, 堀之内町, p. 624, 1998.
- 26) 市史編纂委員会, 『十日町市史資料編8 民俗』, 十日町市, 472-474, 1992.
- 27) 村史編集委員会, 『山古志村史民俗編』, 山古志村, pp. 404-407, 1983.
- 28) 小千谷の自然編集委員会, 『小千谷の自然1』, 小千谷市教育委員会, p. 175, 1976.
- 29) 町史編纂委, 『高柳町史本文編』, 高柳町, pp. 417-424, 1985.
- 30) 田畑茂清, 水山高久, 井上公夫, 『天然ダムと災害』, 古今書院, pp. 1-196, 2002.
- 31) 水山高久, 石川芳治, 福本晃久, 「天然ダムの決壊と対策」, 「土木技術資料」第31巻第11号, 建設省土木研究所, pp. 564-570, 1989.