

新田開発と開削工事の歴史

● 関川支川流域の特徴と考察

上越地域には、関川、保倉川支川等が流れ、その流域に高田平野が広がり、わが国有数の稲作地帯を形成している。

この広大な平野を、米山地、東頸城丘陵、関田山脈、南葉山地、西頸城山地などの山々が取り囲み、海岸線には砂丘が続き、砂丘と平野の間には天然の湖沼群が点在している。

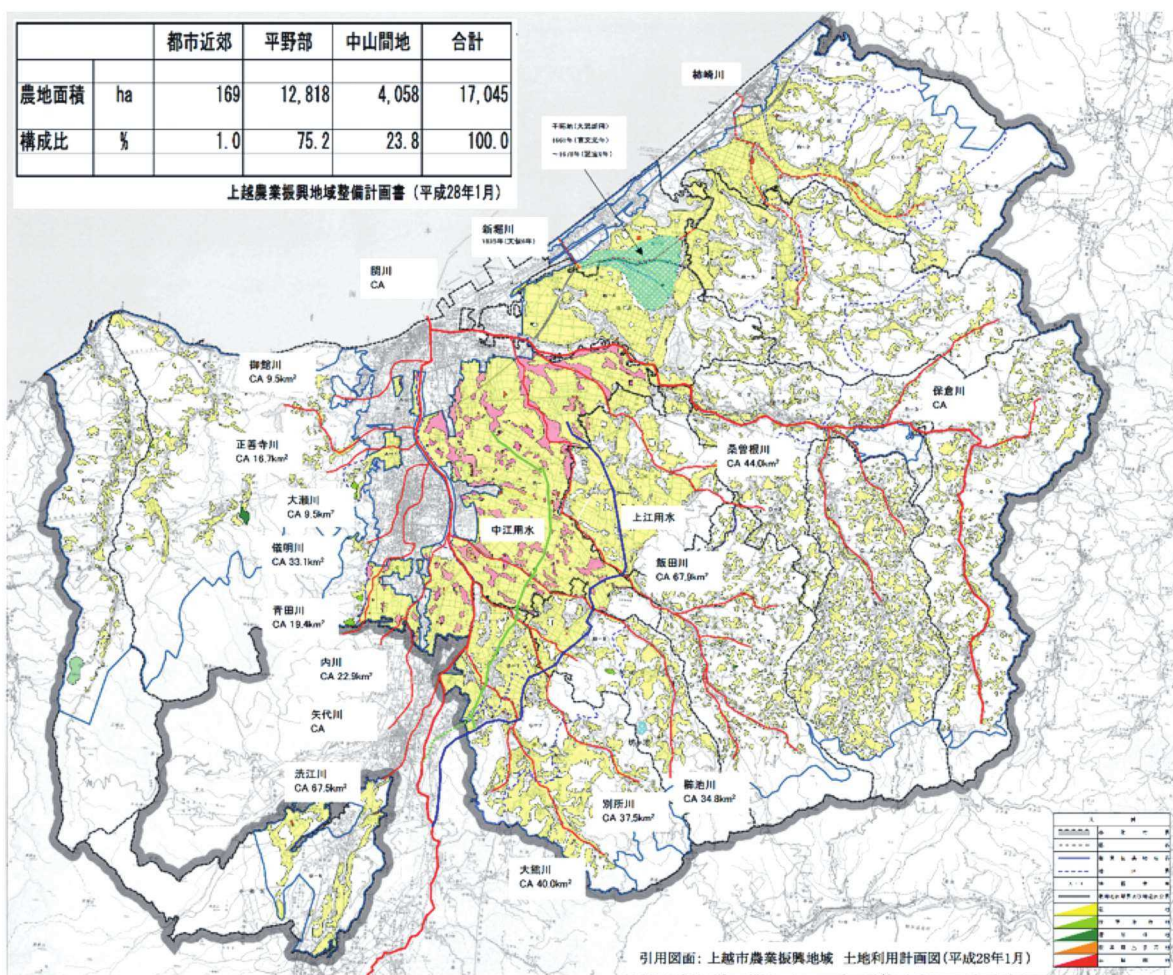
このように上越地域は、平野部、山間部、海岸部と変化に富んだ地形を有し、山間地では不安定な地形と脆弱な地質により、全国有数の地すべり地帯である。

また、この地すべり地帯では我が国でも他に例を見ないほど棚田が広く分布し、上越地域の農地面積の約四分の一（二三・八％）を占めている。

これら山間地域の農地は、上江、中江用水の開削以前から水田が存在するとされている。

このため、流域面積が比較的大きい関川支川（大熊川、別所川、櫛池川、飯田川など）でも平野部の新田開発に必要となる安定的な用水が得られなかったものと考えられる。

【関川支川における農地分布図】



●高田平野の水田農業の成り立ちと用水開発の過程

高田平野は、新潟県南西部の関川流域に広がる平野で越後の三大沖積平野の一つで頸城平野とも呼ばれている。

南北の長さ二十km、面積二百八十km²で三角形を呈し、堆積面は放射状に流出する矢代川、別所川、飯田川、保倉川などによって複合扇状地面を形成している。

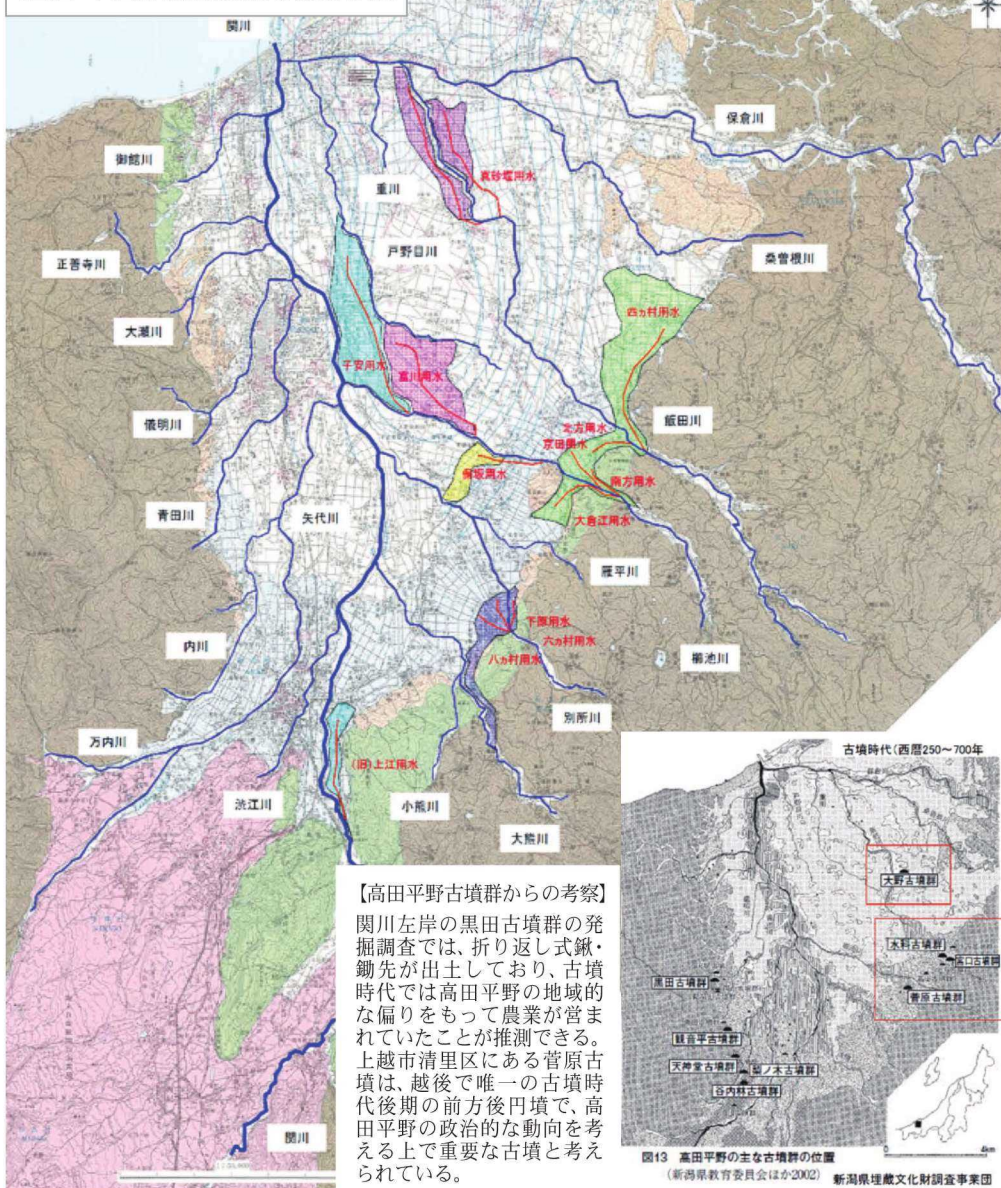
越後ではもっとも早く開発の進められた平野で、古代は越後国の国府、国分寺が置かれた久比岐郡の中心地で、里五十公野、高士あたりには条里遺跡も残る。当時の古墳群は、飯田川、櫛池川の上流域に多く、文化・集落形成は丘陵地から始まった。

このことから、高田平野での新田開発は、関川各支川の扇状地で水利に恵まれた地域から始まり、この新田開発が支川上流から下流に移るに従って用水不足が生じ、新たな水源として関川本川からの大規模取水と用水路の掘り継ぎが行われていくのである。

高田平野は江戸時代初期の一六一四年（慶長一九年）、徳川家康の六男である松平忠輝が築いた高田城を中心とする高田藩領に属し、一六八一年（天和元年）からは幕府領への移行や度重なる藩主の交代がなされた。この時代において、大規模な河川改修や用水開発などによる新田開発が進められ、飛躍的に耕地が増加し今日の水田農業の礎が確立された。

頸城郡内で生産された米は、関川（荒

【上江・中江用水開削以前の農業水利】



川）、矢代川、保倉川、飯田川などの舟運や柿崎などのからの灘廻しによって直江津に運ばれ、上方や江戸、蝦夷地（北海道）へ運ばれた。また、寛文年間（一六六一〜一六七三年）には砂丘裏の大養潟湖干拓が進められ、多くの新田村が生まれた。

上江用水
※上江用水の掘り進みには、既に柳池川流域の新田開発が進み、下流には取水堰が存在。後発である上江用水では、柳池川からの注水や平面交差は下流利権者の同意が得られず、更に路線が地区外を通過するため、やむを得ず延長633mにも及ぶ三丈掘隧道となったものと推測。

		国営関川地区事業計画書	
名称	取水口	受益面積 S51.3	用水量 国営以前
		ha	m³/s
上江用水	関川	2,351.7	6.34
参賀用水	関川	120.4	0.40
中江用水	関川	3,104.1	7.95
宮川用水	柳池川	205.4	0.47
北条用水	関川	35.1	0.15
三ヶ字用水	関川	66.6	0.29
十ヶ字用水	関川	429.6	1.45
稲荷中江用水	矢代川、関川	403.4	0.98
大道用水	別所川	246.3	0.67
下稲塚用水	柳池川	30.1	0.14
子安用水	柳池川	186.0	0.45
岡田用水溜	上江用水残水	186.8	0.46
善九郎用水	矢代川	17.6	0.04
前川原用水	矢代川	22.3	0.07
計		7,405.4	19.86
鳥坂発電所	関川		16.70

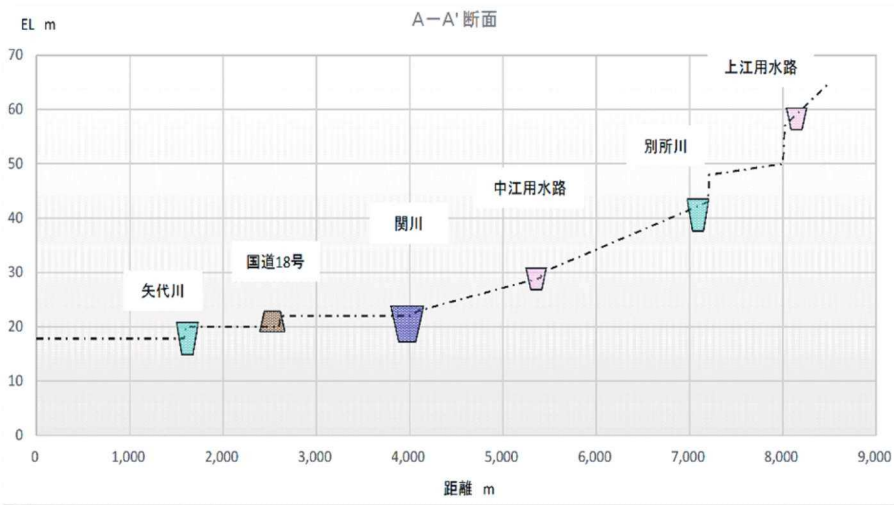
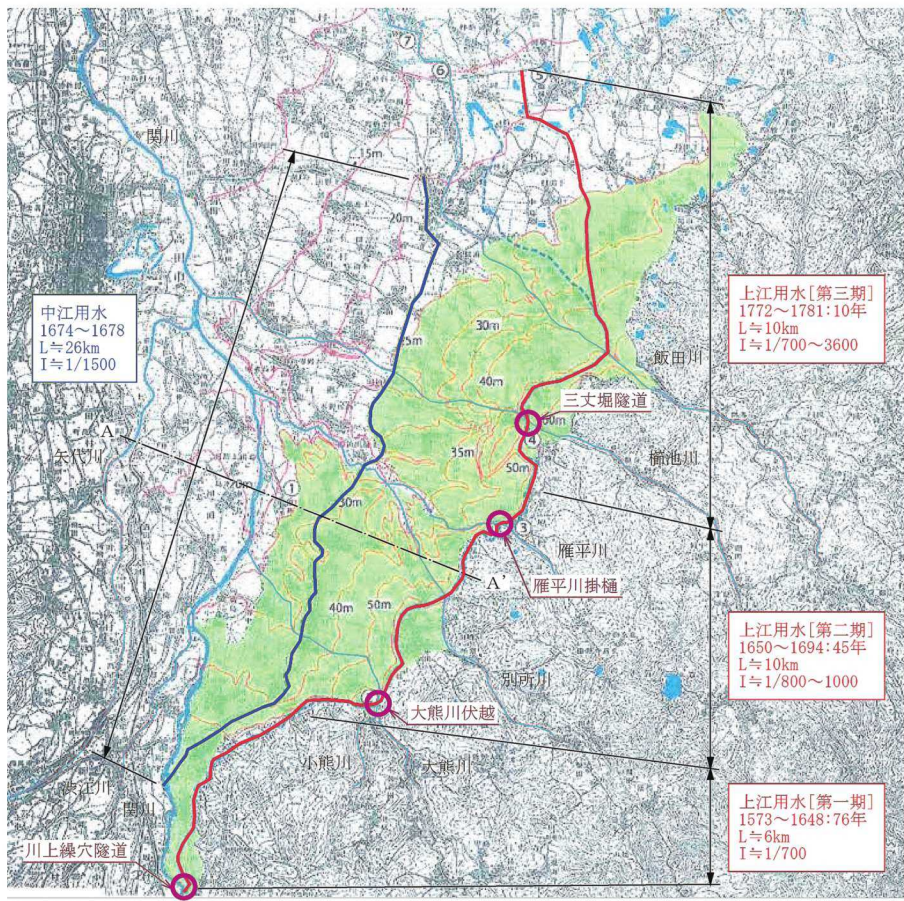
上江用水路の土木技術的特徴

●上江用水路路線配置の特徴

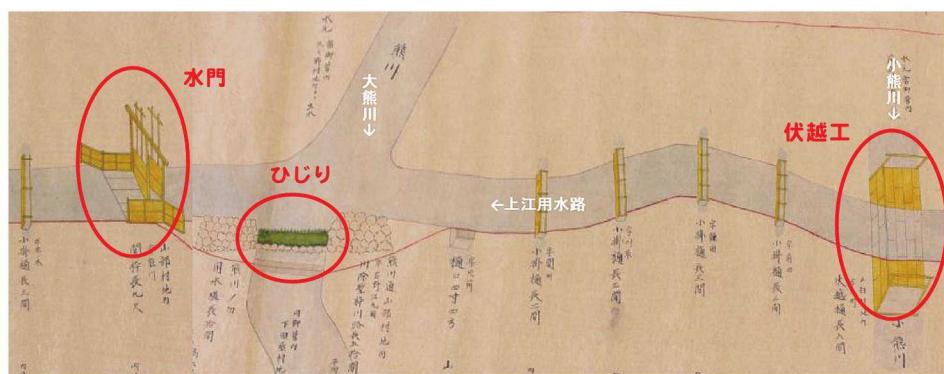
開削当時の上江用水路の路線（取水地点から末端受益地までの約二六km）は、現在もほぼ同じ線形である。高田平野の地形状況から、上江用水路の路線選定の特徴を考察すると以下のとおりである。

- ① 長大な開水路系のため、山腹等高線を縫うように高位部に用水路が配置されている。
 - ② 山腹水路のため、山地からの排水も補給水として利用が出来る。
 - ③ 平地では、末端にまで用水が到達できるように地形勾配に沿った水路線形で利用水頭が最大限に活かされている。
 - ④ 開削以前の用水路（諸支川からの取水）は、伏越又は掛樋で上江用水路と分離（立体交差）されている。
- このことは、水争いが激しい時代でもあり、確実に下流域へ用水を届けるための手段とも考えられる。

【上江用水路諸元と各施設横断位置図】

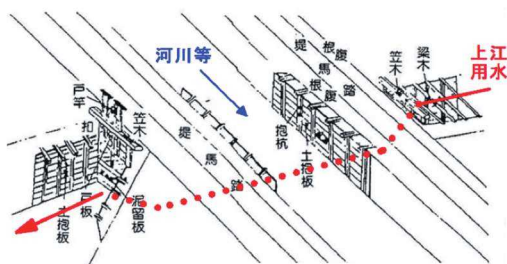


⑤ 上江用水路は、当初から全体計画があつた訳ではないと推測されている。すなわち、長い歳月と共に上流から一期、二期、三期と掘り継ぎが進むにつれて、下流の受益面積が増加し、その都度、開削済の上流部の断面拡幅を余儀なくされたものと考えられる。また、掘り継ぎと共に関川から取水した用水が自然流下で通水できるよう隧道、掛樋で位置エネルギーが無駄なく引き継がれている。



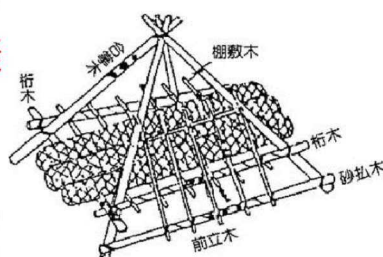
【伏越（ふせこし）】

埋樋の一つで、川水路や川越しに水を引く樋を川底に埋設した物を言う。サイフンの一種。



【聖（ひじり）】

川をせき止めるのに用いた木製の構造物。これを川の中に10～20組ほど並べて大石で固定する。



上江用水路には、取水口や水門、川を超えるための施設などの様々な構造物が全線約二十六km中、三一〇か所存在する。これは、1km当たり十二か所もの構造物が点在することとなる。こうした必要構造物を設置しつつ、関川から取水した水を長距離にわたり導水し、必要な位置エネルギーを保ったまま自然流下を可能とさせる技術は、当時の時代背景を考慮すると称賛に値するものである。

【水路断面の検証】（有利断面との比較）

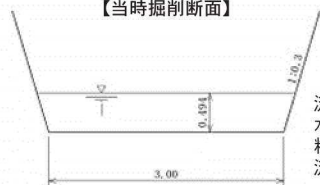
ここでは、上江用水路開削当時の水路諸元を比較検討し、水理学的見地を踏襲した現行の設計基準の考え方を当てはめた上で、当時の技術の妥当性を検証する。

【検証①：水路断面の検証】

用水流量 客水区域～古組（第1期工事～第2期工事）33か村 面積A=360.3ha

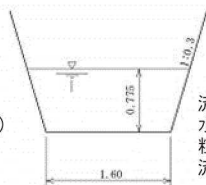
$$Q = 0.00231 \times 360.3 \text{ha} = \underline{0.832 \text{m}^3/\text{s}}$$

【当時掘削断面】



流量 $Q = 0.832 \text{m}^3/\text{s}$
水路勾配 $I = 1/800$ (文献)
粗度係数 $n = 0.035$
流速 $V = 0.535 \text{m/s}$

【現行基準で考える有利断面】



流量 $Q = 0.832 \text{m}^3/\text{s}$
水路勾配 $I = 1/800$ (文献)
粗度係数 $n = 0.035$
流速 $V = 0.586 \text{m/s}$

当時の掘削断面は最有利断面より水路幅が倍近く設定されており、与えられた条件下での有利断面としては近似しない。しかしながら、上江用水路は背後に山林などの排水流域を多く抱え

ており、降雨時には多くの排水流入があったことが想定される。この不測の流入を処理する上で、余裕を施した断面は結果的には有効に機能していたものと考ええる。

【検証②：許容流速の検証】

先の計算で、開削当時の断面における流速は 0.535m/s と算出された。この値は上記現行の最小許容流速の中で、藻の繁茂は懸念されるものの、土砂の堆積は解消される流速となってい

る。山間部を通過する上江用水路においては、土砂の流入が頻繁にあったものと考えられるため、この条件を解消する流速及び勾配の確保は非常に有効なものとなったと考える。

最小許容流速

水路状況	最小許容流速
浮遊土砂の堆積の懸念される水路	0.45～0.90m/s
水中植物の繁茂の懸念される水路	0.70m/s