

意宇川切通し視察報告書

水資源・環境分科会

四方田穆、井上正一、寺田彰憲

福島昭一、大掛敏博、西田修三

意宇川は、天狗山を水源地とし岩坂地区に入って平原川、桑並川、東岩坂川と合流して日吉地区を経て中海にそそいでいる。延長は約 16 km で、下流一帯は大昔から田畑が開かれ、国庁がおかれて政治、文化の中心地であった。日吉村では釧山という丘が左岸側からせりだしており、川の流れが大きく湾曲していて度々洪水を引き起していた。当時（慶安 3 年、1650 年）は松江藩の財政困難と度重なる洪水のため、農民は困窮の極みにあった。意宇川の切通しの事業は周藤彌兵衛家正、二代宗因、三代良利の三代 97 年にわたって、この釧山を開削して河流を直線にし、新たな川を作る川違えを行い洪水から田畑を守り、新田を開発したものである。初めは官費で行われていたが、大部分は私費を投じて行われた。当分科会では昨年の佐陀川視察に続いて 2 回目としてこの事業についての研究を行うことにした。以下視察についての報告を行う。

1. 日時 平成 23 年 10 月 15 日（土）13 時～16 時
2. 視察場所 松江市八雲町日吉地区
3. 参加者 四方田穆、井上正一、林秀樹、渡辺修、木佐幸佳、寺田彰憲、大掛敏博、服部義昭、富田茂喜、角谷篤志、西田修三（計 11 名、太字は分科会員）



4. 講師 八雲公民館 石倉知樹館長

5. 視察内容の要旨

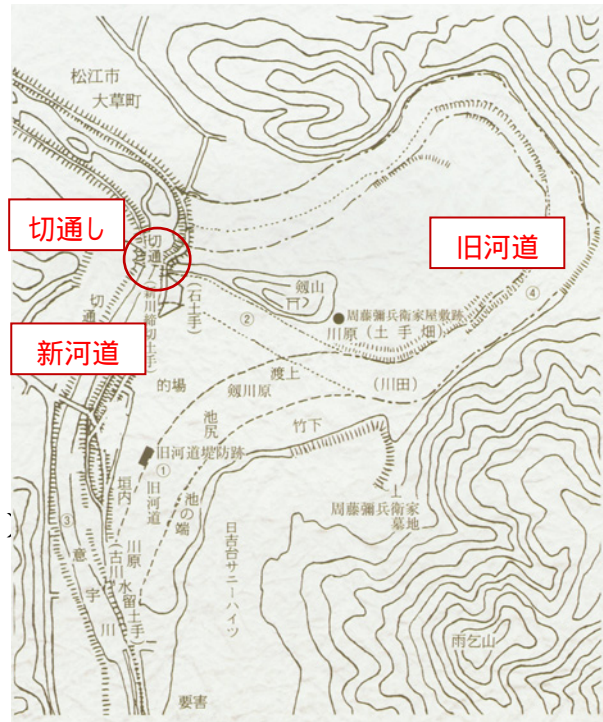
1) 意宇川開削の要因

①度重なる洪水、②松江藩の財政困難、③農民の困窮、④新田開発

2) 周藤家三代の功績

慶安 3 年（1650 年）初代周藤彌兵衛家正第 1 期工事着手、宝永 3 年（1706 年）三代周藤彌兵衛良利第 2 期工事着手、正徳元年（1711 年）第 3 期工事着手、延享 4 年（1747 年）工事完成。

3) 事業の概要



(「周藤彌兵衛と切通し 松江市八雲公民館」より)

工事の内容は、切通し掘削工事と、旧河道を新河道に切替える川違え工事に分かれており、その内容は次表のとおりである。

期	切通し工事		川違え工事	
	掘削量	人夫数	工事内容	人夫数
I	2,800 m ³	9,520 人	掘削 62,100 m ³	83,700 人
II	2,500 m ³	9,750 人	土手築造、修復他	15,050 人
III	4,000 m ³	15,600 人	古川締切堤防 19,000 m ³	33,000 人
		34,870 人		131,750 人

6. 事業の経済的検証

1) 工事費の推定

工事にかかった人夫数とその賃米は次表のとおりである。

期	当代	切通し開削工事		川違工事等		合計	
		人夫数	賃米	人夫数	賃米	人夫数	賃米
1期	家正 (藩直営)	9,520人	333俵	83,700人	2,951俵	93,220人	3,284俵
2期	良利 (自費)	9,750人	341俵	15,050人	527俵	24,800人	868俵
3期	良利・兵蔵 (自費)	15,600人	546俵	33,000人	1,155俵	48,600人	1,701俵
合計		34,870人	1,220俵	131,750人	4,633俵	166,620人	5,853俵

(「周藤彌兵衛と切通し 松江市八雲公民館」より)

現在の米の価格を、1俵当り1万8千円とすると、

切通し開削工事 1,220俵×18,000円 =21,960千円

川違工事 4,633俵×18,000円 =83,394千円

合計 21,960 + 83,394 = 105,354 千円

2) 新田開発の効果

浸水被害があったと思われる旧河床の低平地面積は測定の結果、23.9ha である。これがすべて田になったと仮定すると、新田開発の効果は次のようになる。

米の収穫量 10 a (1 反) 当り 4 俵 (現在こしひかりで 7 俵) と想定すると、

全体収穫量 $23.9\text{ha} \times 100\text{a} / 10\text{a} \times 4\text{俵} = 956\text{俵}$

金額換算 $956\text{俵} \times 18,000\text{円/俵} = 17,208\text{千円}$

現在の米の価値とは比較の対象にならないが、支払った賃米と収穫量を比較すると、かなりの経済的效果はあったように推察できる。

$105,354\text{千円} \div 17,208\text{千円/年} = 6.12\text{年}$

単純に考えると、7 年目から新田開発の効果が表れることになる。



写真 (「周藤彌兵衛 八雲村企画振興課」より引用)

7. 洪水量の推定

工事は 1 期から 3 期に亘って行われており、その都度断面が拡大されている。このことは、当時洪水量の推定が難しかったことであると思われる。三代目良利はその量を 32 坪 (約 192 m³/s) と推定し、2 年確率洪水量相当 (「周藤彌兵衛」の編集者中村氏) としている。現在でもこの地点における河川計画はなく、流量観測も行われていない。そこで別紙の示すように切通し地点での洪水量の推定を行った。その結果、10 年確率流量で概略 250~300 m³/s 程度ではないかと推定され、この程度の流下能力は有するものと結論づけられる。

6. 今後の活動計画

当分科会は歴史的な水利構造物に焦点を当てた調査研究を行うことを目的に昨年度は佐陀川の視察を行い、今年度は意宇川の視察を行ったところである。今後の予定項目は、千本ダム、荒島新田開発、出雲荒木浜の開拓などの調査研究を行いたい。

意宇川切通しの推定洪水量

1. まえがき

意宇川・切通しは現在の松江市八雲町日吉において、鋸山を迂回して流下していた意宇川の流れを岩盤掘削と新川開削（ショートカット）によって直線的に流下させることによって、一帯の農地を洪水から防御するとともに河川敷などを新田開発しようという計画で 1650 年頃から実施された。

意宇川・切通しの断面形は、パンフレットによれば底辺 28.5m の台形断面となっているが、岩盤を手作業で掘削したままの凹凸の激しい断面形であり、かつ下流は滝のような流れとなっていることから、水理的に流量を求めることは難しい状況にある。事業実施時点で洪水量を測定することは不可能であったと思われる、1 期から 3 期工事へと断面が拡大されていることから見て、試行錯誤 (trial and error) 的に洪水量に対応したものと推測される。また現在でもこの地点における河川計画はなく、流量観測なども実施されていない。

そこで以下のようにして切通し地点での洪水量推定を行うこととした。

2. 合理式法による洪水量算定

河川流れの水理的な追跡は困難であることから、まず合理式を用いて流域洪水量を求める。合理式は次式で表される。

$$Q_p = 1/3.6 \cdot r_e \cdot A, \quad r_e = f \cdot r \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 Q_p : ピーク洪水量 (m³/s), A : 流域面積 (km²), r_e : 有効降雨強度 (mm/h)

r : 洪水到達時間内降雨強度 (mm/h), f : 洪水流出率,

洪水到達時間は次の角屋式によって算定する。

$$t_p = C \cdot A^{0.22} / r_e^{0.35} \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 t_p : 洪水到達時間 (min), C : 流域による定数,

降雨強度は降雨継続時間によって変わる (時間が短くなるほど強度は大きくなる) ので、推定降雨継続時間は洪水到達時間と等しくなるように試算を繰り返して求める。

流域面積について：地形図から判断するとほぼ旧八雲村全村に相当する。旧松江市との境界と切通し地点とは多少のずれは有るものの、便宜的に流域面積 ≒ 旧八雲村面積と考えて、

$$A = 56.0 \text{ (km}^2\text{)}$$

(注) 後出文献では流域面積 56km²としている。

降雨強度式について：八雲村 (現松江市八雲町) における降雨強度式は公表されていない。そこで、島根県河川課による近傍の松江及び広瀬における降雨強度式 (10 年確率) を適用する。ここに、降雨継続時間 t は (min) である。

$$\text{松江} : r(t) = 709.62 / (t^{0.585} + 2.00) \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{広瀬} : r(t) = 639.01 / (t^{0.614} + 1.89) \quad \dots \dots \dots (4)$$

ピーク洪水量の算定：(1) 式の洪水量は降雨強度によって左右され、洪水到達時間 t_p 内における値が必要である。他方 (3)、(4) 式の降雨強度は同様に時間によって左右されるので、上式の t は (2) 式の t_p と等しくなければならないから、 t を適当に仮定して、 $t \rightarrow r(t) \rightarrow r_e = f \cdot r(t)$

→ t_p の繰り返しによって $t = t_p$ となるまで試算を繰り返す必要がある。

① 小さな設定：洪水到達式の定数 $C=250$ 、洪水流出率 $f = 0.6$

松江の 1/10 降雨による計算：

$$t = 227\text{min}, r(t) = 27.4\text{mm/h}, r_e(t) = 16.4\text{mm/h}, t_p = 227\text{min}, Q_p = 256\text{m}^3/\text{s}$$

広瀬の 1/10 降雨による計算：

$$t = 254\text{min}, r(t) = 20.1\text{mm/h}, r_e(t) = 12.0\text{mm/h}, t_p = 254\text{min}, Q_p = 187\text{m}^3/\text{s}$$

② 大きな設定：洪水到達式の定数 $C=200$ 、洪水流出率 $f = 0.7$

松江の 1/10 降雨による計算：

$$t = 162\text{min}, r(t) = 32.8\text{mm/h}, r_e(t) = 23.0\text{mm/h}, t_p = 162\text{min}, Q_p = 357\text{m}^3/\text{s}$$

広瀬の 1/10 降雨による計算：

$$t = 202\text{min}, r(t) = 22.9\text{mm/h}, r_e(t) = 16.0\text{mm/h}, t_p = 202\text{min}, Q_p = 249\text{m}^3/\text{s}$$

3. 文献による検討

中村勝信著「周藤彌兵衛」平成 14 年 3 月 29 日（以下文献）の中で切通しの流量に関する記述があるので、これらの値を検討する。ただし洪水量の計算結果は示されているが、根拠や流速計算式などについては明らかではない。

周藤彌兵衛による記述：良刹は洪水時水量を 32 坪と算定した。1 坪は 1 間（1.818m）立方なので、

$$32 \text{ 坪} = 32 \times 1.82^3 = 192\text{m}^3/\text{s}$$

「新川開削断面」からの検討：文献によれば、「周藤彌兵衛事跡」に記載されている新川開削断面は川幅 30 間（54.5m）、堤防高 3 間（5.5m）なので、中村氏は水深を 2.5 間（4.5m）と仮定すると $Q = 982.4\text{m}^3/\text{s}$ になると計算している。なお、新川とは意宇川旧河道入口から切通し地点下流までのショートカット部分のことと思われる。同氏は、この数字は現在の意宇川流下能力の 3 倍以上となり、現実味に欠けるとしている。そこで堤防高 3.0m、水深 2.2m と想定して、 $Q = 299.3\text{m}^3/\text{s}$ と算定し、実際はこの程度ではなかったと推測している。

現在の神納橋付近の流下能力：同じく文献によれば、中村氏は神納橋付近の河川断面は

底幅 = 34.0m, 側法 = 1 : 1.0, 水深 = 2.5m, 堤防高 = 3.5m, であって、

通水面積 = 91.3m^2 , 流速 = 3.6m/s , 流下量 = $328.7\text{m}^3/\text{s}$,

としている。同じく流速公式は示されていないが、上記流速公式が Manning 式によるものと仮定して、余裕高を考えないで水深 = 3.5m まで流下出来るとすれば、最大流量は

$$\begin{aligned} Q_2/Q_1 &= (1/n \cdot R_2^{2/3} \cdot 1/I \cdot A_2) / (1/n \cdot R_1^{2/3} \cdot 1/I \cdot A_1) = (A_2^{5/3}/P_2^{2/3}) / (A_1^{5/3}/P_1^{2/3}) \\ &= (A_2^{5/3}/A_1^{5/3}) \cdot (P_1^{2/3}/P_2^{2/3}) = (A_2/A_1)^{5/3} \cdot (P_1/P_2)^{2/3} \end{aligned}$$

$$Q_2 = (131.25/91.25)^{5/3} \times (41.02/43.90)^{2/3} \times 328.7 = 575.8\text{m}^3/\text{s}$$

まで可能となることになる。

ここに、 A ：流水断面積 (m^2) , P ：潤辺長 (m) , R ：径深 (m) , n ：粗度係数,

I ：水路勾配, サフィックスは水深が 2.5m の場合を 1、3.5m の場合を 2 とする。

ちなみに後出島根県によれば、満流を許容した不等流計算で最大 $460\text{m}^3/\text{s}$ 程度である。

4. 島根県からの聞取り

意宇川の河川管理に関して、下流から上流へ向かって現況河川の断面から不等流計算を行い、

流下能力を検討した。その結果、流量が $200\text{m}^3/\text{s}$ 以下の区間が多い 3.8km 地点から上流部について改修計画を検討し、5.1km 地点、御用橋付近まで工事は完了している。

この区間より下流地点において、2.227km 地点（現況取水堰）の流下能力 $270\text{m}^3/\text{s}$ が最小であるため、この数字が改修の目安とされた。これより上流区間について、現時点では河川改修計画はない。ちなみに切通しは 6.2～6.3km に位置し、改修区間よりもさらに上流に位置する。

切通し部分についての計画流量は定められていないが、上記検討の過程で $280\text{m}^3/\text{s}$ 程度ではないかとされている。いずれにしても切通しの存在（流下能力）がさらに上流区間の流下に支障を与えることはないと思われる。

5.まとめ

流量を検討するための確たる資料がないため、まず合理式法によって流域のピーク流出量を求めた。流出率 f は、物部によれば山地小河川で 0.45～0.75、農業土木の計画基準では山地丘陵で 0.5～0.8、土研式では畑・原野で 0.6、山地 0.7 となっている。角屋による洪水到達式の定数 C は自然山地で 290、放牧地で 200 とされている。したがって 2 項の想定条件から大きめと小さめの間に存在するとみなされる。

従って松江と広瀬の 10 年確率降雨強度には 1.4 倍程度の開きがあるが、切通し地点における大まかな値として $250\sim 300\text{m}^3/\text{s}$ 程度ではないかと思われる。

この程度の値を念頭に置いてその他の検討結果を考える時、周藤彌兵衛の 32 坪 $\div 192\text{m}^3/\text{s}$ は文献中で中村氏が述べているように 2 年確率洪水量相当とすれば、この値は先の合理式法による松江の 2 年確率（平年値）降雨強度相当のピーク洪水量に相当するため、10 年確率降雨強度時には $360\text{m}^3/\text{s}$ 程度（先の 2 項②参照）となる。

（注）合理式法で 2 年確率降雨強度の場合、①小さめの設定時、松江：139、広瀬 111、

②大きい目の設定時、松江 196、広瀬 158（各 m^3/s ）となる。

先の島根県からの聞き取りのとおり、意宇川の切通し地点に関する計画流量が設定されていないとすれば、以上の推定値の評価は難しいが、10 年確率の流量は $250\sim 300\text{m}^3/\text{s}$ 程度と思われる、この程度の洪水に対して、切通しの流下能力は有るものと結論づけられる。