

# 地山に着目した農業用水隧道「鼻んす」の成立要因に関する一考察

第一工業大学 学生会員 ○比良剛也 第一工業大学 正会員 本田泰寛  
早稲田大学 正会員 岩波 基

## 1. はじめに

鹿児島県出水市に築造された農業用水路（五万石溝）の隧道群には、「鼻んす」と呼ばれる隧道が見られる。通常、用水路が小丘などの障害を通過する場合は1本の隧道を用いるが（以下1穴式）、「鼻の穴」を意味する鼻んすは、その名が表す通り2本の隧道が併置（以下2穴式）されている（写真-1）。

今のところ2穴式は本稿で取り上げる五万石溝と宮内原用水路（鹿児島県霧島市）以外に確認されておらず、独特の工法である可能性が高い。しかしその技術的背景については、建設時の資料が存在しないため、近隣にあった鉾山技術の影響が示唆されるにとどまっている<sup>2)</sup>。

ところで素掘り隧道の土木構造物としての特徴は、地山そのものが本体をなしていることにある。したがって地山の特徴を知ることで、2穴式となった背景もある程度明らかになるのではないかと考えた。そこで本研究では、トンネルの掘削に対して大きく影響する地山の地質と土かぶりに着目し、独特な方法が出現した背景の解明を試みた。また、江戸期の農業用水隧道として2穴式が有する合理性について考察した。



写真-1 五万石溝の鼻んす

## 2. 五万石溝について

### (1) 概要<sup>3)</sup>

出水市と旧高尾野町（現出水市）にまたがっている大野原洪積台地は、出水平野のほぼ中心に位置している。この大地は腐植質に富んだ地味の肥えた土地であり、高度が高いため川が無く、従って水田を開くことができず長い間自然の山林のままであった。そこで、五万石溝は、米ノ津川の水を遠く大川内平野から取り入れ、山地を迂回しながら広大な大野原洪積台地に引き入れ、最後は米ノ津海岸に注ぐ、延長 20 km、新田面積 120ha、旧田補

水 489ha を灌漑する大工事を完成させ田を潤した。完成は 1734（享保 19）年である。

しかし、築造については維持管理が難しく、国営出水平野水利事業による高川ダム completion によって昭和 52 年に五万石溝は役目を終えた。

### (2) 隧道群について

五万石溝には全部で 23 の隧道が建設されたといわれているが、利用されなくなって久しく、管理者も用水路の経路や隧道の位置などは把握していないとのことであった。本研究では、可能な限り水路跡をたどりながら現地調査を実施し、17 の隧道の存在を確認した。このうち2穴式は5箇所（上流側が1穴で下流側が2穴となっているものが1箇所）、1穴式は12箇所であることがわかった。また、素掘り隧道は15、RC補強が1であることがわかった。なお、残り6か所の所在については引き続き調査を継続する予定である。

## 3. 地山に着目した分析

### (1) 地質と断面数（1穴/2穴）の関係

現地調査によって判明した水路の位置を表層地質図上にプロットした（図-1<sup>4)</sup>）。五万石溝は、山間部のほとんどの場所で地質の境界線に沿うように通過していることが分かった。実際には、比較的施工が進めやすいと思われる粘土・砂・礫に分類される地質の場所を選択しつつ、砂岩・頁岩互層、砂岩、安山岩、シラスと多様な地質に対応した隧道を築いたものと考えられる。

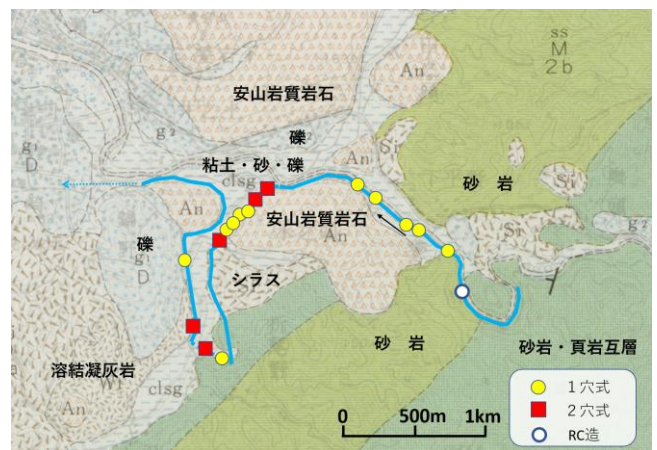


図-1 五万石溝と隧道群（表層地質図上にプロット）

表層地質図上ではそれぞれの隧道の正確な位置の把握は困難であったため、現地調査を行い、表層地質図の

分類に従ってそれぞれの隧道の地質を分類した(表-1)。なお、表中の番号は上流から順に割り振っている。表からは、岩盤部分では1穴式、シラスや礫などの部分は2穴式という傾向を読み取ることができる。つまり、地山の強度が期待できる場所では1穴式とし、そうでない場所では2穴式が選択されたと考えられる。

表-1 現存が確認できた隧道群

	長さ(m)	1穴/2穴		地質
①			RC造に改変	
②	計測不可	1穴式	入口 出口	安山岩
③	17.4	1穴式	入口 出口	安山岩
④	19.4	1穴式	入口 出口	安山岩
⑤	72.0	1穴式	入口 出口	安山岩
⑥	68.5	1穴式	入口 出口	安山岩
⑦	17.5	2穴式	入口 出口	礫
⑧	35.5	2穴式	入口 出口	礫
⑨	20.0	1穴式	入口 出口	安山岩
⑩	16.5	1穴式	入口 出口	安山岩
⑪	14.0	1穴式	入口 出口	安山岩
⑫	計測不可	1穴式	入口 出口	安山岩
⑬	11.3	2穴式	入口 出口	砂岩頁岩交互
⑭	計測不可	1穴式	入口 出口	溶結凝灰岩
⑮	4.50	2穴式	入口 出口	RC管補強
⑯	17.5	2穴式	入口 出口	溶結凝灰岩 砂岩頁岩交互
⑰	計測不可	1穴式	入口 出口	安山岩

## (2) 土被りと断面形状の関係

隧道の安定においては、土被りが重要となる。『土地改良事業設計基準設計「水路トンネル」<sup>5)6)</sup>』によれば、地山の地質によって異なるものの、無圧トンネルの場合の最小土かぶり<sup>7)</sup>は5De (De:掘削断面直径)を最小とするよう記されている。また水資源機構によると3Deを最小とするとの記載もある<sup>7)</sup>。今回、実測が困難であったために写真から判断せざるを得なかったが、五万石溝の2穴式の坑口付近の土かぶりが3Deを確保しているとみなせるものは1箇所のみであった(表-2)。

つまり五万石溝の建設では、地山の安定が期待できる岩盤ではなく、かつ十分な土かぶりも見込めない場所に隧道を通さざるを得ない場合には、掘削断面を小さくする(Deを減ずる)ことによって、可能な限り土かぶりの確保を試みたものと推察される。掘削断面直径Deの減少は水路幅の減少を意味するが、2穴式とすることで水路幅の確保を図ったものと考えられる。

表-2 2穴式隧道の坑口付近の土かぶり

		左岸側	右岸側
⑦	入口	判別不可	0.5De
	出口	1De	0.5De
⑧	入口	判別不可	0.5De
	出口	0.5De	0.5De?
⑬	入口	3De(1穴式)	
	出口	2De	1De
⑮	入口	1.5De	1.5De
	出口	1De	1De
⑯	入口	判別不可	
	出口	2De	3De

## 4. 2穴式構造に見る合理性

### (1) 崩落のリスク低減

前章でみたように、五万石溝の隧道のうち、2穴式が採用されている場所は表層地質が礫やシラスの場所に集中していた。これらの隧道は十分な土かぶりを得るに至っていないことも先に示した通りである。したがって隧道の掘削は難工事であったものと想像される。

建設当時の関係者はこのような地山の性質を踏まえた上で、掘削断面直径を小さくすることで安定性を確保し、完成後に起こる崩落を避けることも狙っていたものと考えられる。

### (2) 崩落時の通水機能の担保

稲作を中心とした地域社会において、用水路が崩落し通水機能が途絶えることは致命的なことである。隧道を2穴式としておくことで、仮に片方の隧道が崩落したとしても、用水路の機能を完全に失うことなく水の供給を継続することができる。当時の関係者がこのような明確な意図を持っていたのか定かではないが、地質条件に従った結果考案された2穴式の隧道は、想定される問題に一時的とはいえ対応できるような工夫を備えるに至ったと言うことができる。

## 5. おわりに

本研究では、地質および土かぶりに着目し、鼻んすが2穴式となった技術的背景を明らかにした。2穴式は崩落の恐れがある地山が連続する場所で、一定の用水の幅員を確保するという両立困難な条件に対して見出された独特な解決策であった。

しかもそれは、供用後の崩落の危険性を抑え、なおかつ万一崩落した場合でも通水機能がある程度担保されているという、冗長性を有する方法であったと言える。

### 参考文献・注記

- 1) 馬場ら:「近世以前の産業・土木遺産」ホームページ
- 2) 宮内原土地改良区:『宮内原用水300年のあゆみ』、平成24年、
- 3) 出水市教育委員会:『出水の川と生活の歴史』、pp.62-65、1991
- 4) 5万分の1都道府県土地分類基本調査(出水)、国土交通省・5万分の1都道府県土地分類基本調査ホームページ
- 5) 土地改良事業計画設計基準:『設計「水路トンネル」農村振興局、農村水産省』、2012
- 6) 技術書:『3.4 トンネルの最小土かぶり厚さ』
- 7) 水資源機構:『水とともに7・8月号』、2017