

辰巳用水から見た近世初期の木管技術

羽咋測量設計(株) 正会員 青木 治 夫

A study on the technique to apply wooden pipe for water supply
from a View-Point of TATUMI service water

by Haruo Aoki

概 要

辰巳用水は360年前の1632(寛永9)年に造られ、先ず逆サイフォンによって城内三の丸の濠に注がれ、次いで二の丸に導水された。この木管による導水工法は、我国では神田上水で初めて本格的に採用された。その後、辰巳用に受け継がれるまでの間、近江八幡(1607)、赤穂(1614)、福山(1619)、中津(1620)、桑名(1626)の水道がこの技術を用いて造られた。辰巳用水に続いて、高松(1644)、尾久島(1646)、宇土(1652)で用いられている。

神田上水で実現した木管工法は、我国で開発したものか、南蛮技術によるものかは明らかにされていない。そこで、神田上水の初期のものと同じ木管工法を用いた辰巳用水の1981(昭和56)年の発掘調査から、当時の木管埋設工法を調べてみた¹⁾²⁾。

[キーワード：近世初期、上水、木管工法]

1. はじめに

近世初期、金沢城下町は高台にあったから、水に恵まれていなかった。1631(寛永8)年法船寺大火で、城と共に城下町の大半が焼失したので、消火用水が切望された。加賀藩謀反の嫌疑がはれた1632年、辰巳用水が造られた。

築造後、数十年を経てから書かれた文書によると、用水は先ず奥村屋敷北の方まで導水され、そこから埋樋によって、城内三の丸の堀に注水された。その二年後、二の丸まで揚水が成功した。この時期逆サイフォンの取入口が何処であったかは、最近まで明らかでなかった。多くの人々は、藩政末期に木管から石管に改造された頃の取入口を対象としてきた。しかし、今の兼六園一帯は寛永期には侍屋敷地であり、その地の屋敷は法船寺大火で焼失していたが、取入口とする箇所は家老の奥村屋敷地であったから、筆者は他の地点を考えていた。たまたま、1981年に行われた辰巳用水の総合調査中、兼六園に連なる石引町の辰巳用水路敷下から木樋が出土した。これが、逆サイフォンの一部ではないかと考えられ、

この区間前後で発掘調査を行うと共に、各種の資料調査を行った。

2. 逆サイフォン

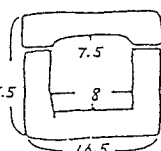
辰巳用水の重要目的である城中導水には、石川門前の低地を通過するため、逆サイフォンが用いられた¹⁾。この工法は、当時我国では珍しいものであったが、海外ではヒタス・ジュラス・フロンティス(40~104)が著書『ローマ市の水道について』²⁾で、逆サイフォン現象の存在を示す記述がなされている。この頃、海外で水道の圧力導管に金属管や陶管・穿孔した石も用いられていたという。

南蛮禁書に入った『天学初函』に収録された『泰西水法』³⁾には、逆サイフォンについては書かれていないが、我国では神田上水の水道管の部分的敷設に当たり、低地や堀割を通過する際、逆サイフォン構造になった箇所があったようである⁴⁾。神田上水の給水には木管を地中深く埋め、呼び樋と呼ばれた竹筒で分岐し、樽を逆さにして積み重ねた井筒で造

った井戸に配水し、住民はこの井戸から水を汲みあげて飲料水にした⁵⁾。この井筒の中の水位は、木樋内の摩擦損失と速度水頭を差引いた高さであることまた堀割では架橋上か堀底に埋めたと伝えられているから、ここで逆サイフォンとサイフォンの原理を知ったといえよう。

金沢では、逆サイフォンを城中導水に当たって設けた取入口の変遷については4・で述べる。逆サイフォンの最低部にあたる石川門からの導水経路については、1758(宝暦8)年以降に描かれたらしい、財団法人成巽閣蔵の「金沢城繪図」から類推できよう。

図-1 神田上水木樋⁶⁾
(単位 cm)



3. 埋樋

江戸上水に用いた木管は、「江戸上水木樋」⁶⁾によって、同館に収蔵された各種木樋から知ることができる。その中の上水系別の木樋と図版によって、辰巳用水に先立って造られたことが明らかな神田上水の木樋がわかる。

古泉弘氏は、『歴史手帳』12-8⁷⁾の「発掘された水道・井戸」の中で、上水関係の設備が正式な発掘調査によって検出された例が極めて少なく、千代田区外務省構内・港区芝離宮庭園など数例を数えるのみであると述べ、各地で出土した木樋は、おおむね「割貫式」と「寄木式」に大別され、樋は配水の本管に近いものほど太く、遠いものは細いと述べている。

1966(昭和41)年9月17日中央区日本橋3丁目1番3号日本新薬東京支店新築現場で地表下約4mから出土した図-1の木樋は、金沢市石引町の辰巳用水路敷下から3月に続き、1981(昭和56)年8月29, 30, 31日と10月27, 28, 31日に出土したものと全く同形である。

河越逸行氏は、『掘り出された江戸時代』⁸⁾の「江戸上水道と木樋脇の首」の中で、1961(昭和36)年7月10日小伝馬町上町23番地で出土した時の木樋写真を紹介している。それも辰巳用水の出土木樋と同形である。

これ等の出土箇所は、「正徳年間江戸上水配水系統図」⁹⁾によって、寛永期以前の神田上水の配水系統区域にあることが確かめられた。

4. 辰巳用水での城中導水

既に、第四回日本土木史研究発表会の「辰巳用水と兼六園」¹⁰⁾の中で、金沢城中導水について述べた。ここで、石引町で出土した埋樋の年代推定に必要な関係事項を再述する。

城内に用水を導くには、地表面から深く掘り下げられた城濠の百間堀と白鳥堀を区切って設けられた石川門前の土手を渡らなければならなかった。この土手は、周辺より一段低かったから、ここを通るには、逆サイフォン工法を用いなければならなかった。この工法を用いるには、城内の取出口より高い箇所に取り入口を設け、両地点を密閉管で結び、かつ管路の最低部で土砂や空気によって流れの断絶を防ぐと共に、屈曲部で管路が外れない工夫が必要である。

埋樋の設置について、『三壺聞書』¹⁰⁾に

川の上に上辰巳と云ふ在所あり、夫より山の根を掘廻して、無程小立野へ水上がる。奥村河内屋敷の北の方へ流し懸けて、金沢町中へ広まりけり。その時は町の中に川を通し、越前福井の如く有りれり共、後には埋樋に成りて所々へ水を取る。とあり、また『加越能金砂子』¹¹⁾にも

奥村河内屋敷の北の方へ水を流し懸けて、夫より埋樋にて御城中へ水を入にけり。とある。これ等の文書は、辰巳用水が造られてから70年後の著述であり、必ずしも正しく当初を伝えたと断言できない。この奥村河内屋敷の北の方の位置(A点とする)は、「延宝金沢図」¹²⁾と現在の兼六園図とを重ねると、寄観亭脇にある藩政末期の遺構である二条石管路の落尻屈曲部にあたる。

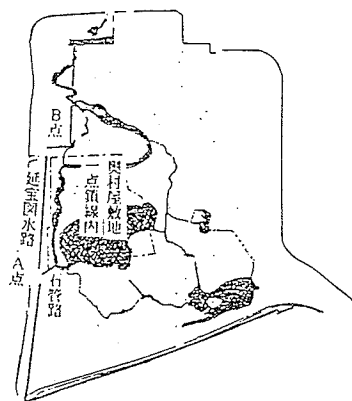


図-2 延宝金沢図と現兼六園図重ね合わせ
(作製:青木) 縮尺 1/7000

辰巳用水が完成した1632年には、先ず城中三の丸の堀に注水した。その時の推定標高を比較してみると、A点の標高は4.8mであり、三の丸はそれより3.4m低いから注水できた。しかし、2年後二の丸まで揚水するときには2.2m低いので、取入口をA点よりも高い位置に移動しなければならない筈である。先述の図の重ね合わせによって、用水路が奥村河内屋敷に行き当たる（B点とする）と水路は向きを北東に変え、屋敷の北東側で現在の兼六園地法尻を通っていた。このB点の標高は52.3mであるから、二の丸まで揚水が可能な地点となる。ここを取入口とし、管路の屈曲を避けて奥村河内屋敷を横断したとも考えられる。この屋敷は前年の法船寺大火で罹災し、この時期、再建築されていたかは明らかでない。藩主の威光をもってすれば、この屋敷地内に敷設することが可能であったろうが「延宝金沢図」によると、B点付近には取入口に相当する橋が描かれてない。そこで、図上から取入可能な地点を上流に求めると、横堀付近か、石引水門

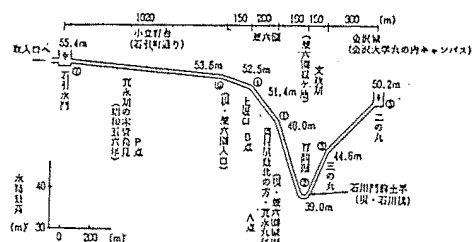


図-3 逆サイフが縦断面²¹⁾

(単位 m)

となる。著者が後者であろうと考えた。その理由として、この時期に幕府への配慮があったし、また町中で用水が汚染するのを避けたと推定したからである。この石引水門説は後述の埋樋敷設年代に関係がある。

5. 埋樋の発掘と年代考証

1981(昭和56)年3月、石川県単道路工事と金沢市の下水道工事の共同施行で、石引町の辰巳用水路改良工事を実施し、水路敷を掘削していたところ兼六園上流640mの石引町2丁目中程にある広谷電機商会前(P点とする)で、数本の木管(角樋という)が壊れた状態で発掘された。その角樋は身と蓋からなる構造樋で、蓋を身に取り付けに用いた

舟釘(搔折釘)は、黒光りで鋭い角を保っていたその構造・寸法が『明治以前日本土木史』¹⁴⁾にある玉川上水の建設当初のものらしい木管と殆ど同じものであった。

その角樋の中の1本に、3行の墨書と3種類の焼印があったから、角樋の敷設年代を知る手掛かりが得られると考えた。この墨書の中央行には、12cm角程の多数の文字があったが、その中で「式門」しか判読できなかった。左右行の細字の中では「付替」の文字がようやく判読できた。この「付替」に大きな意味のあることが、後日になって分かった。

次に、鉄の材質が慶長期を区切って変化したといわれていることから、年代判定の手段として舟釘の特性を調べてもらったが、慶長期以後の特徴を示していた。

角樋にあった3種類の焼印の3cm角の「福」と2cmの「出」・「」について調べた。しかし、この角樋は見本として造られたもので、使用許可を受けたものらしいことがわかったが、その製作者や許可者の確認は得られなかった。

以上のように墨書や舟釘・焼印から敷設年代の判定ができなかったので、この時同時に出土した上流の角樋を用い、科学的手法で年代推定をすることにした。その方法として、近世の木材なので疑問視する声もあったが、C₁₄による方法を選んで、金沢

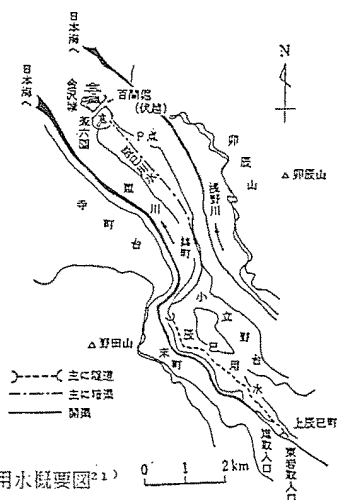


図-4 辰巳用水概要図²¹⁾

大学に年代測定を依頼した。この年代測定は、金沢大学、東北大学、京都産業大学において、それぞれ別の方法で行われた¹⁾。その結果

1950年を零年として、95.5%の確率で288±74年、63.8%の確率で288±37年
 が得られた。この年代は、それぞれ1588（天正16）年から1736（元文元）年の間、1625（寛永2）年から1699（元禄12）年である。辰巳用水でこの付近に手が加えられたのは、19世紀に入ってからであるから、この樋の敷設は1634（寛永11）年の可能性が濃くなった。従って、筆者等は逆サイフォン管路の一部であろうとし、それを確認する意味もあって、P点前後の発掘調査を実施することになり、P点下流は5月と10月、上流は8月と10～11月に発掘調査を行なった。

（1）発掘

次に、その概要を月日順に述べる。

a）5月21日，22日

P点下流70mから98mの間では、用水左側の野面石布積の台木（長さ3.6m前後、断面縦横共20cm程の隅丸方形）数本が掘り出されただけで、角樋は発見されなかった。

b）8月29日，30日，31日

P点上流30mから48mの間では、用水左側寄り水路敷下から、埋設時のままの状態で管路が発見された。それは角樋・継手木や角樋を固定した縦・横木からなり、継手木の上部が多少腐食していたが、角樋は真新しい色調で、失われたものはなく、遺存状態は良好であった。継手木が多少腐食していたのは、上部が敷下腐植土層にあったためであろう。角樋は真新しい色調を保たれていたが、水中で良質の粘土層に包まれていたからであろう。後日、出土した角樋は、殆ど同一状態であった。この角樋の内

部には、木質腐植物と黒色粘土が充満していた。この出土品は現在水中保管されている。

図-5は角樋の埋設状態を示し、用水左岸の四段布積石下の土台木の前面近くにあり、用水敷下50cmに埋設されていた。角樋は縦・横木で固定され、継手木を用いて連続体としていた。その縦木は、径10cm前後の長さ50cmの雑木丸太で、中央に凹状の切り込みを入れ、角樋の両側に配置してあり横木は土台として用いたもので、縦木よりやや短いが、同径の雑木丸太であった。一本の角樋には縦木4～10本、横木3～9本を楔を用いて固定してあった。幅8.5cm・高さ15cm・長さ50cmの角材が切り込みを入れて、角樋の上面に楔で固定してあった。この角材は角樋を継手木に押し込む時、上下流の角材に縄を巻付け、締め付けるのに用いたものらしい。

角樋は、長さ4.5mで、真直な草摺の心持材の四面を削落として大凡20cm角として、縦に挽き割り、厚さ4cmの板と角材の身とにし、身に12cm角の溝を彫り込み、それに板を履せ、長さ12cmの舟釘を21cm間隔で左右千鳥に打ち込んで管にしたものである。継手木は、厚さ20cm、継手面（A面という）は幅28～30cm・長さ80cmの松角材で、A面に押し込む角樋と同寸法の穴を両側から彫り込み、中央部に幅3cm、高さ2cmの凸部の止めを設け、押し込んだ角樋は楔を用いて固定してあった。

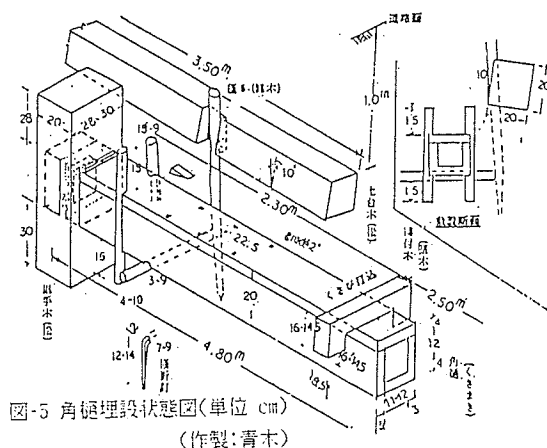
c）10月14日，15日

P点上流70mから98mの間でも角樋が出土した。

d）10月27日，28日，31日

P点下流10mから60m、98mから148mの二区間には、角樋は敷設されて無かったが、三本の角樋が石積の台木に転用されていた。これは寛政大地震後、兼六園の石引町側の敷地を拡張し、道路取り付け位置をかえた時、石引町中程からの道路方向を変更した。その時、用水路の位置が変わり、埋樋の一部も付け替えられたらしい。ついで、文化・天保の間（1804～1843）、逆サイフンの取入口を兼六園内に移転した時、不要になった角樋を転用したのであろう。

e）11月4日，5日，6日



P点上流48mから120mの間には、b)に連なる角樋が発見され、大部分が原形のまま出土した。その箇所は、P点上流30mから上流に33.15m、87.5mから上流に36.15mの二区である。

(2) 調査結果

これ等の発掘調査から、a)のP点までの約30m、b)の上流にはなお約7m存在したことが明らかなので、角樋の実延長が約100mとなった。しかも、P点下流には台木に転用の角樋があったから、これ等は城中揚水の逆サイフォン管路の上流端で、石引水門が取入口であろうと推定したのは正しいと考え、なお過去の関係事実や聞き取り調査を行い、下流との連なりを考えてみた。

a) 現在、石引町道路がP点30m下流の位置で兼六園に向かい右回りに僅かに屈折している。

b) 辰巳用水路もa)と同様に、P点下流26mの位置で、道路に沿って屈折し、兼六園まで道路の右側にある。

c) 「延宝金沢図」によると、辰巳用水路は道路の右側にあり、石引町突当たりには横堀があって、今の兼六園内は侍屋敷であった。

d) 「辰巳用水文化六年絵巻」¹⁶⁾では、石引町突当たりには横堀が描かれ、その手前で辰巳用水路が道路を横断し、左側にわたっている。

e) 「辰巳用水天保五年絵巻」¹⁶⁾では、石引町突当たりの横堀が無くなり、そこに「竹沢御屋舗」とあり、用水は道路の右側のみとなる。

f) 昭和53年、P点下流約100mの紫錦台中学校前道路下で、角樋が発見されている。

g) 昭和58年、兼六園内霞ヶ池入口にある城中取入口遺構の少し上流の曲水沿いで、角樋を掘り当てられている。

なお、「延宝金沢図」と同様に、辰巳用水路を道路の右側に描いた地図は、1734(享保19)年の「加陽金府武家町細見図」までで、「寛政後期金沢地図」となると、「辰巳用水文化六年絵巻」と同様に、道路の左側にわたって描かれている。従って1799(寛政11)年の大地震後、石引道路の付替えが行われたと立証されるが、この時はまだ、角樋はそのまま存続し、水路のみ移設されたため、P点下流では道路敷下になったらしい。

これ等から、埋樋の取入口には分水槽が必要であることから、寛永期に石引水門を造り、延長1500mの木管路が造られたことになる。

従って、昭和56年に発掘された角樋群は、神田上水初期のものと同じであることから、江戸開府に当たり、全国の大名に命じて行った都市計画工事で経験した技術の一つである上水道技術が金沢に伝えられたことになる。

石川門前の土手上を逆サイフォンや水圧の高い場所に用いた導水工法については、6の類似例で述べる。

6. 類似例との比較

上水の配水管に木樋を用いたことが明らかな例として、既に神田上水を筆頭にし、辰巳用水建設時後の地名を述べた。その内、正式な発掘調査がなされたものや、木樋出土で辰巳用水に関係ある所について述べる。

1) 東京

「江戸上水木樋」には、神田上水系の出土品として、辰巳用水と同形の「斜貫式」の木樋と継手木を図示している。これ等の木樋は、「正徳年間江戸上水配水系統図」によると、配水管の末端近いものである。その継手木は、辰巳用水と比べると少し小型であるが、同形の構造である。玉川上水系の木樋には「寄木式」のものもある。江戸では身と蓋の接合面には検皮を用い、辰巳用水の出土樋には検皮を用いたものはなかったが、いずれも舟釘で接合している。江戸上水の樋には、二重構造のものや木樋相互を直接接合したものもある。

神田上水の時代、既に石樋があり、東京水道記念館にある玉川上水の構造石樋の模型で知られよう。「金沢城趾の発掘」¹⁷⁾によると、石樋が発見されたが、角樋の上部にあり、角樋より時代が下がるとしている。その石樋の中に腐った木樋も発見されたと報告されている。

2) 高岡

『高岡水道史』¹⁸⁾によると、1609(慶長14)年水道敷設時の木樋が地下5.6mから発見され、その構造は神田上水と同一であった。その木樋は、木材を20cm角に成形し、その両端を12cm角

まで締め、継手木にはめ込み易くしてあり、辰巳用水と同様、縦に身と蓋板に挽き割り、身に4.5cm角の溝をえぐり、身と蓋板の接合面に漏水防止のためか、堅木のパッキン(2cm×1cm)詰め込んで舟釘でとめたものと、角材を対角線で挽き割つたものがある。辰巳用水に前者のようにパッキンを詰め込んだものは、喜内敏氏が『土木学会誌』¹⁹⁾に発表された1779(安永4)年のものがある。これは石川門土手上の水圧の高い所で工夫されたものらしい。

この出土樋から神田上水の技術が加賀藩の高岡水道に伝えられ、ここから辰巳用水に伝えられたとも考えられる。

3) 福山

水源から沈殿池を通り、堀割によって流し、所々に溜を造り、そこから木樋や土管で桶に引き、竹管で各戸に引いたという。『福山水道史』²⁰⁾の口絵にある木樋は、神田上水の出土樋と近似している。

4) 桑名

1626(寛永3)年、町屋川から1780m(990間)余の水道を掘り、町中は地下に水路を設け、水汲井戸によって、住民の用水に供したという。1982(昭和57)年9月23日、ガス水道工事の際井戸石組が発見されたが、埋樋の状態は調査できなかったという。

5) 高松

1644(正保元)年、亀井霊泉の湧水を水源とし、これを貯留する配水池を兼ねた新井戸を設け、木樋や土管を地中に設けて、町々の要所ごとに設けた共同井戸から汲みとって使用したという。戦前、下水道工事で、道路下2mから掘り出されたという。

6) 水戸 笠原水道

1662(寛文2)年、総延長10km余の内、上流部3.4kmを岩樋(岩の厚さ3寸・深さ9寸幅1尺1寸)、支線は木樋、竹管を敷設したという。

7. おわりに

辰巳用水に用いられた木樋は、C₁₄による年代測定により寛永期説が濃厚となり、かつ類似例からも神田上水の水道技術が、全国の城下町に伝えられる過程の中で、加賀藩領内の高岡新城築造の際、城下町建設に用いたと考えられよう。高岡での経験と神

田上水で堀割をわたる特殊技術が辰巳用水に生かされたのではなかろうか。

従って、これまで板屋兵四郎が能登で経験した技術によって辰巳用水が造られたと考える郷土史家が多かったが、辰巳用水の築造に当たって用いた技術は、我国の近世初期の先端技術であったことからして、神田上水から継承された技術と考えたい。

参考文献

- 1) 高岡勝喜編、『加賀辰巳用水』、辰巳ダム関係文化財等調査団、1983
- 2) 高橋裕・鈴木高明訳、: H. ラウス・S. インス、『水理学史』、P. 24、1974
- 3) 静嘉堂文庫蔵本
- 4) 堀越正雄、『井戸と水道の話』、論創社、P. 111、1981
- 5) 喜田川季荘、『守貞漫稿(別名風俗誌)』、1837~1853
- 6) 『東京都新宿区立図書館資料室紀要3』、1969
- 7) 12巻8号、名著出版、?、28~、1984
- 8) 雄山閣、P. 20、1975改訂版
- 9) 同上、P. 24
- 10) 青木治夫、土木学会、P. 176 ~、1986
- 11) 山口四郎エ門編、1704~1710
- 12) 著者不明、1732
- 13) 1673~1680、石川県立図書館蔵、金沢市立図書館蔵
- 14) 土木学会、1936
- 15) 武部建一氏蔵、『加賀辰巳用水』付図所載
- 16) 石川県歴史博物館蔵、『加賀辰巳用水』付図所載
- 17) 井上鋭夫、金沢大学金沢城学術調査委員会、P. 19~
- 18) 高岡市水道史編纂委員会編、高岡市水道局、P. 64~、1979
- 19) 「辰巳用水考」、P. 53~、1978.2
- 20) 福山市水道史編纂委員会編、福山市水道局、1968
- 21) 土木学会中部支部編、『国造りの歴史—中部の土木史』、P. 38~、1988.2.25