

(1) 調査の目的

今回の調査は、赤倉地内において河床から湧き出る源泉に影響を与えずに「河道改修」により治水対策を実施することが可能かを検討することを目的とした。

湯は岩盤の割れ目を伝って地表面付近に湧き出ており、岩盤を掘り下げなければ源泉に対する影響はないと考えられ、河床付近に分布する岩盤の高さを明らかにする必要がある。また、掘削による影響を検討するためには、地表付近に湧き出る温泉の機構を把握することが必要であり、以下の調査を実施した。

(2) 調査の方法

調査の手法や温泉の湧出機構及び岩盤掘削や河床を掘削し河川水位を低下させた場合に源泉に与える影響の検討については、3名の学識経験者から指導を受けて実施し、了承を受けた。

既存の源泉に影響を与える恐れがあり、ボーリングによる調査は困難なことから、岩盤線の調査には河床等の掘削をおこなわない地形地質調査、物理探査によって推定する方法で実施した。

(3) 調査概要

物理探査 高密度比抵抗二次元探査（電気探査）

左岸山側から河川に向かって抵抗値が著しく低い部分がせり出しており、地中の浅い部分に温泉源が賦存していると思われる。

物理探査 高密度表面波探査（レイリー波）

探査結果や試掘調査により岩盤線の深さを推定した。ゆけむり橋下流から赤倉橋上流付近にかけて岩盤線が地表面の浅い部分に分布していることが確認された。

岩風呂と河川の位置関係について

岩風呂A及び岩風呂Bの底面の高さや河床岩盤の高さは、ほぼ同じ高さである。

河床岩盤からの湧出状況調査

1. 10月6日：河床岩盤確認調査時の自然湧出源泉の水位変化

河床岩盤から湧出する温泉水の状況を確認するため、幅5m、長さ10mの締切りを上下流方向に2箇所設け、排水をおこない調査を実施した。排水をおこなう範囲が狭いため、当初は河川水位を下げても影響は少ないと考えていたが、短時間で直接的な影響があった。

（締切り内の水位低下量：上流作業時 約70cm、下流作業時 約90cm）

①岩風呂Aの水位

- ・ 下流側作業時、約1cm程度の水位低下。上流側作業時、2cm程度水位低下した。

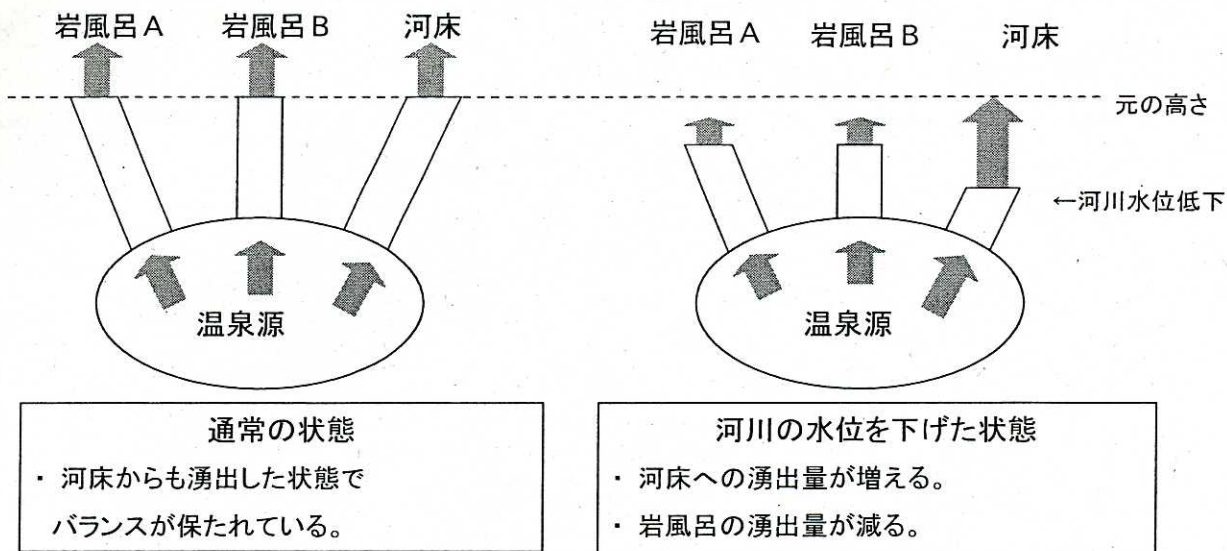
②岩風呂B源泉の越流水深

- ・ 作業開始前8cmの水深であったものが、下流側作業時1.5cmまで減少。上流側作業時3.0cmまで減少した。

2. 岩風呂付近の温泉湧出

- ・ 断層など特定の箇所ではなく、層理面や節理、小規模な断層などほとんどの割れ目から湧出している。
- ・ 岩風呂Bの源泉は深さ5.5mのボーリング井戸である。
- ・ 河川水位と岩風呂A、岩風呂B、河床からの湧出は、微妙なバランスが保たれた状態であると推定される。

河床付近の源泉の関係模式図



3. 河床掘削の影響について

〔3名の学識経験者から指導を受けてまとめ、了承を受けた内容〕

- ・ 岩風呂A・岩風呂Bの源泉については、目視調査のため河川の水位を下げただけで湧出量の減少が明らかに現れた。
- ・ 岩風呂A・岩風呂Bの湯面と河川水位は、微妙なバランスが保たれている。岩風呂Bは深さ5.5mの井戸を源泉としているにもかかわらず、河川水位に敏感に追随することが確認された。一方、岩風呂Aは底面の複数箇所から湧出していることが確認され、岩風呂Bに比べ湧出量が多く河川水位の変化に対して若干のタイムラグを有して反応する。
- ・ 今回の調査では、旅館の営業に影響を与えることのないよう、河川水位を下げる時間を1回当たり1時間として実施したが、河川工事を実施する場合は、長期間にわたり河川水位を下げることになるため、岩風呂A、岩風呂Bに関しては、甚大な影響を与えることは明らかである。
- ・ 今回の目視調査では、河川水位の低下は1m以下であったが、河床の土砂の除去工事等を行う場合は、河川水位をさらに低下させる必要があるため、岩風呂に与える影響はより大きくなると推定される。
- ・ 仮に河床の岩盤掘削を伴う工事を実施する場合は、掘削やそれに伴う振動で温泉水の湧出する位置が変わったり、周辺岩盤に緩みが発生するなどにより、現在の湧出機構の微妙なバランスを崩してしまう。その場合、河川水位を回復させても温泉水の湧出量に変化する可能性が高い。
- ・ 今回の河床岩盤調査では、河川内の一部の水位を低下させただけでも源泉に対して影響を与えることが明らかになっており、河床を掘削することは源泉に対して著しい影響を与える恐れがある。

4. 調査結果に基づいた「河川改修」の結論 ～県の考え～

- ・ 河床岩盤を掘削することは、温泉水の湧出機構を崩すことから、困難である。
- ・ 河床砂礫を掘削することは、河川水位が低下し、水位バランスの崩壊を招き、源泉に対して著しい影響を与えるため、困難である。



赤倉地区の治水対策は、河川改修ではなく、穴あきダムでおこなう

温泉影響調査報告会

調査報告

平成20年12月4日
最上総合支庁建設部河川砂防課

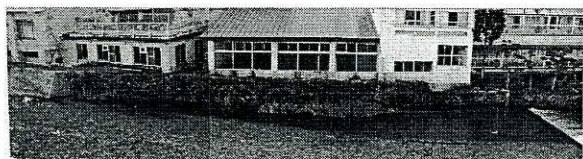
1

調査にあたっての考え

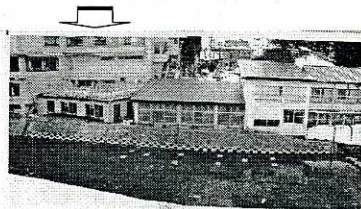
- ・ 県では、赤倉地内において、過去の河川工事で河床の岩盤を掘削した際に周辺の温泉に影響を与えたことから、河床を掘削することは困難であると考えておりました

2

過去の河川工事の様子



着手前

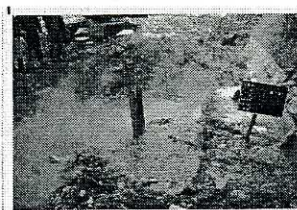


完了

3

過去の河川工事の様子

埋戻しコンクリート施工状況



4

調査にあたっての考え

県では、赤倉地内において、過去の河川工事で河床の岩盤を掘削した際に周辺の温泉に影響を与えたことから、河床を掘削することは困難であると考えておりました



河川改修に対する様々な意見



温泉影響調査を実施

5

調査の目的

温泉が湧き出す仕組みと、河床掘削による温泉への影響を調査



- ・ 河床に分布する岩盤の位置を調べる
- ・ 河床掘削による温泉への影響を調べる

6

調査の内容・方法について、三名の学識経験者からアドバイスを受けて実施

- ・ 温泉が湧き出す仕組み
- ・ 岩盤掘削、河床掘削による温泉への影響

7

調査内容

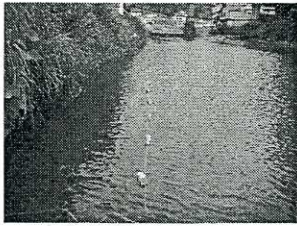
- ・ 河床に分布する岩盤の位置を調査するため物理探査を実施
- ・ 岩盤を直接目で見て温泉が湧き出す仕組みを調査

8

物理探査①の様子

電気探査 (高密度比抵抗二次元探査)

地中に電気を流し、その電気抵抗を測定する。これにより、地下の温泉水の分布状態などがわかる(温泉水は電気抵抗が小さい)



測線設置状況

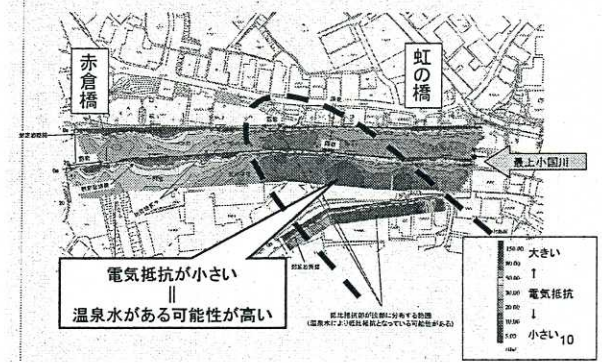


電極設置状況

9

物理探査①の結果

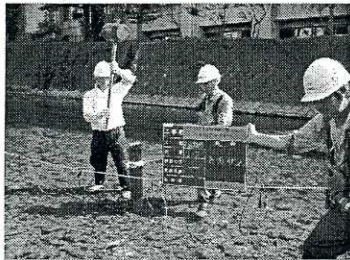
地中の電気抵抗の分布状況が判明した



物理探査②の様子

振動による探査 (高密度表面波探査)

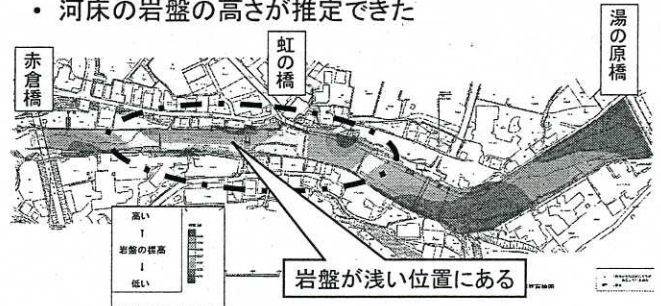
震動が伝わる速度を測定する。これにより地中の岩盤の深さがわかる(砂しきと比較した場合、固い岩盤であるほど、振動が速く伝わる)



11

物理探査②の結果

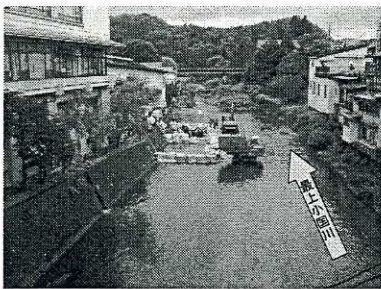
河床の岩盤の高さが推定できた



12

河床岩盤調査

河床岩盤調査は物理探査の結果から、河床の岩盤の位置が確認できた場所で実施した



13

河床岩盤調査

河床から湧出する温泉の状況を“学識経験者”とともに調査

河川を締め切り、河床の岩盤を直接目で見、温泉が湧き出る状況を確認

14

河床岩盤調査の状況

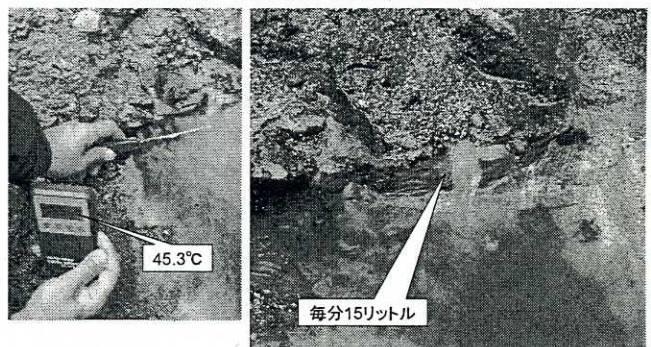
学識経験者による岩盤調査の状況ビデオ



15

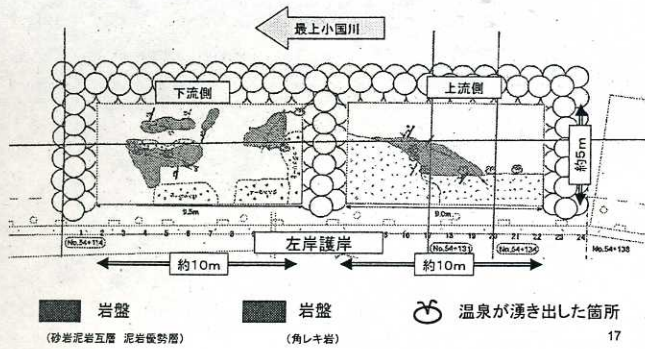
河床岩盤調査の状況

河床の岩盤から温泉が湧き出る状況



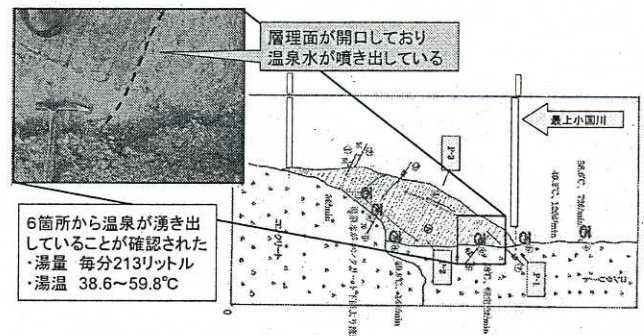
河床岩盤調査の結果

河床岩盤からの温泉湧出状況(全体図)



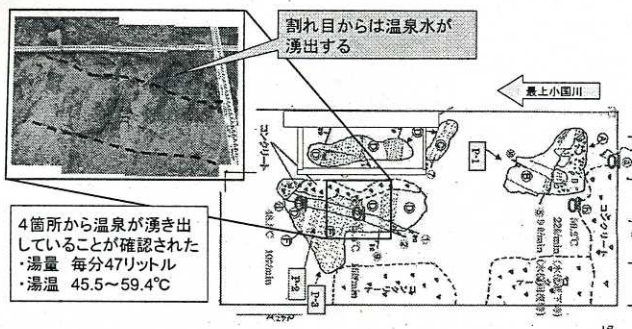
河床岩盤調査の結果

河床岩盤からの温泉湧出状況(上流側)



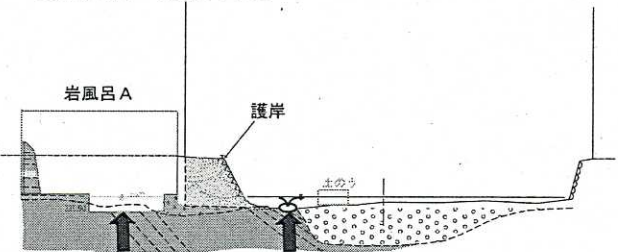
河床岩盤調査の結果

河床岩盤からの温泉湧出状況(下流側)



調査箇所の横断図

- 岩風呂の底面と河床から温泉が湧き出している高さは“ほぼ同じ”



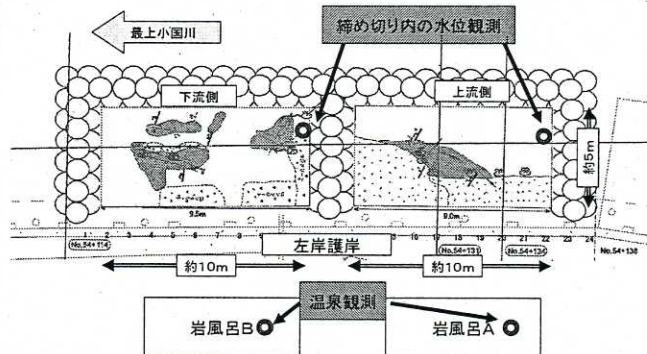
河川岩盤調査に当たっての留意事項

- 河床の岩盤を確認するため河川内を締め切って排水をおこなった

河川水位低下に伴う周辺の温泉の変化を注意深く観測しながら排水作業を実施

21

河川内締め切りの状況と水位観測



河川水位と周辺源泉の変化

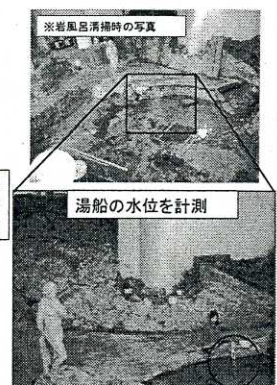
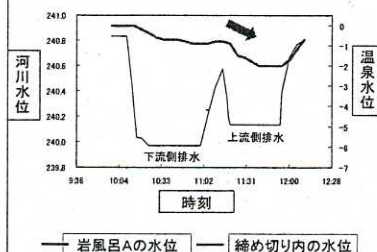
- 締め切りが狭い範囲であったにもかかわらず締め切り内の河川水位が低下すると

2箇所の岩風呂の水位が低下した

23

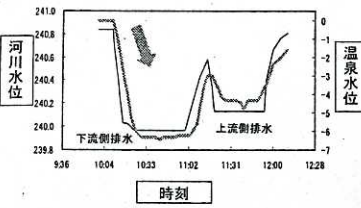
河川水位と周辺源泉の変化

- 岩風呂Aは湯船の水位を計測



河川水位と周辺源泉の変化

- 岩風呂Bは湧き出し口で計測

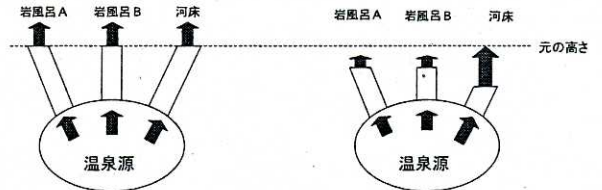


湧き出し口の水位を計測



河床水位と周辺源泉の関係

- 河川水位や岩風呂の水位を低下させた際の水位や湧量の変化から、岩風呂の湧出量と河床からの湧出量は、微妙なバランスが保たれた状態であると推定される。



通常の状態
 ・河床からも湧出した状態で
 バランスが保たれている。

河川の水位を下げた状態
 ・河床への湧出量が増える。
 ・岩風呂の湧出量が減る。

温泉影響調査の考察

温泉湧出機構や岩盤掘削、河床掘削
による源泉への影響のまとめ

27

調査のまとめ

1. 岩風呂の源泉は、目視調査のため河川の水位を下げただけで湧出量の減少が明らかに現れた。
2. 二つの岩風呂の湯面と河川水位は、微妙なバランスが保たれている。
3. 今回の調査では、旅館の営業に影響を与えることのないよう、河川水位を下げる時間を1回当たり1時間として実施したが、河川工事を実施する場合は、長期間にわたり河川水位を下げることになるため、岩風呂に関しては、甚大な影響を与えることは明かである。

28

4. 今回の目視調査では、河川水位の低下は1m以下であったが、河床土砂の除去工事等を行う場合は、河川水位をさらに低下させる必要があるため、岩風呂に与える影響はより大きくなると推定される。
5. 仮に河床の岩盤掘削を伴う工事を実施する場合は、掘削によって温泉水の湧出する位置が変わったり、掘削に伴う振動で、周辺岩盤に緩みが発生するなどにより、現在の湧出機構の微妙なバランスを崩してしまう。その場合、河川水位を回復させても温泉水の湧出量に変化する可能性が高い。
6. 今回の河床岩盤調査では、河川内の一部の水位を低下させただけでも源泉に対して影響を与えることが明らかになっており、河床を掘削することは源泉に対して著しい影響を与える恐れがある。²⁹

調査結果に基づいた 河川改修の検討

30

学識経験者のアドバイスを受けて実施した調査結果に基づいて、山形県が河川改修の検討をおこなった

31

温泉影響調査の結果から

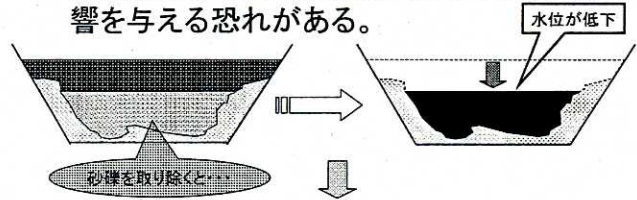
- 仮に河床の岩盤掘削を伴う工事を実施する場合は、掘削によって温泉水の湧出する位置が変わったり、掘削に伴う振動で、周辺岩盤に緩みが発生するなどにより、現在の湧出機構の微妙なバランスを崩してしまう。その場合、河川水位を回復させても温泉水の湧出量が変化する可能性が高い。



影響を与える可能性が高い工事はできない
河床岩盤掘削はできない

32

- 今回の河床岩盤調査では、河川内の一部の水位を低下させただけでも源泉に対して影響を与えることが明らかになっており、河床を掘削することは源泉に対して著しい影響を与える恐れがある。



影響を与える可能性が高い工事はできない
河床砂礫掘削はできない

33

試案 仮に水位を維持する施設をつくった場合

- 現在の水位を保つような施設をつくり、温泉へ影響を与えないようにする場合の試案



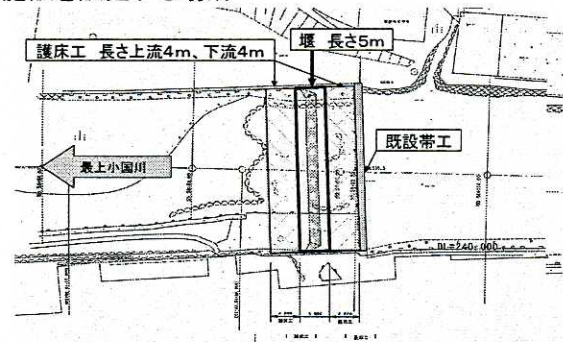
- 現在の水位を保ちながら工事をする必要があるため、現在の帯工の下流に施設を先につくる必要がある

河床岩盤を掘削する必要があるため、温泉に影響を与える → 困難である

34

試案 仮に水位を維持する施設をつくった場合

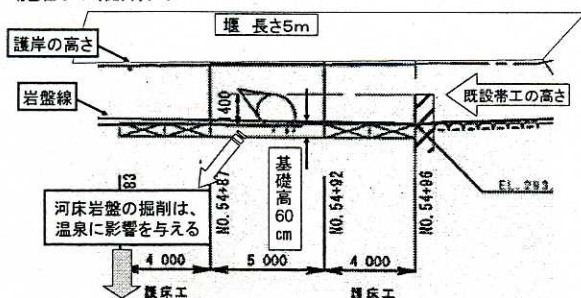
施設を設置する場所



35

試案 仮に水位を維持する施設をつくった場合

施設の縦断面図

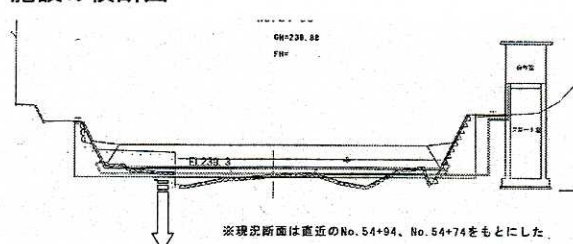


施設の設置は困難である

36

試案 仮に水位を維持する施設をつくった場合

施設の横断面図

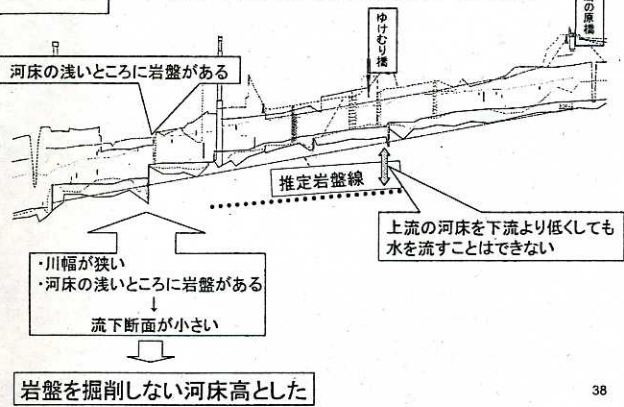


河床岩盤の掘削は、温泉に影響を与える → 施設の設置は困難である

37

試案

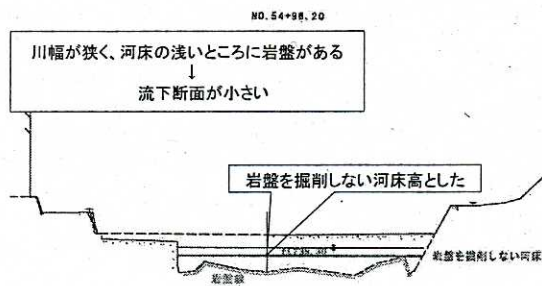
仮に河床砂礫を掘削する場合



38

試案

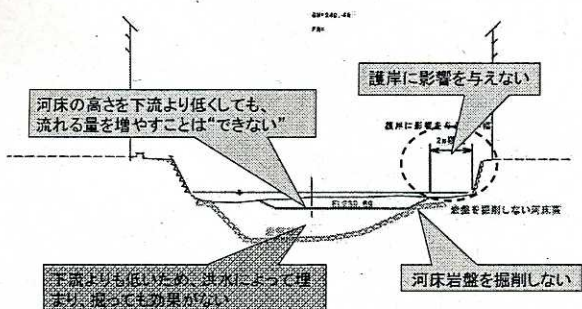
仮に河床砂礫を掘削する場合



39

試案

仮に河床砂礫を掘削する場合



40

試案

仮に河床砂礫を掘削する場合

- 温泉に影響を与えないように、河床砂礫を掘削した場合、流量は
毎秒 約60立方メートル 増える
- 赤倉地点の基本高水流量 毎秒約340立方メートルには“及ばない”ため、河床掘削では対応できない
- 河川水位の低下により源泉に対して著しい影響がある ⇒ 水位を保つための施設設置は困難

41

調査結果に基づいた 『河川改修』の結論

- 河床岩盤を掘削することは、温泉水の湧出機構を崩すことから、困難である。
- 河床砂礫を掘削することは、河川水位が低下し、水位バランスの崩壊を招き、源泉に対して著しい影響を与えるため、困難である。

赤倉地区の治水対策は、河川改修ではなく、
穴あきダムでおこなう

42