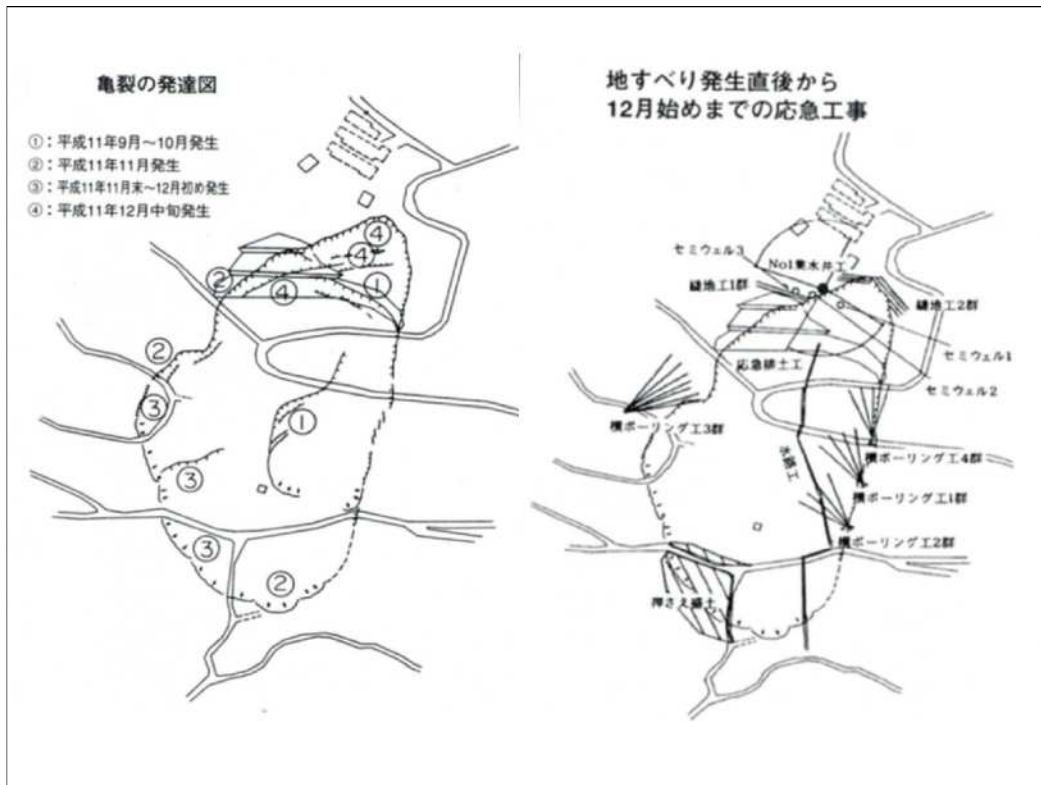


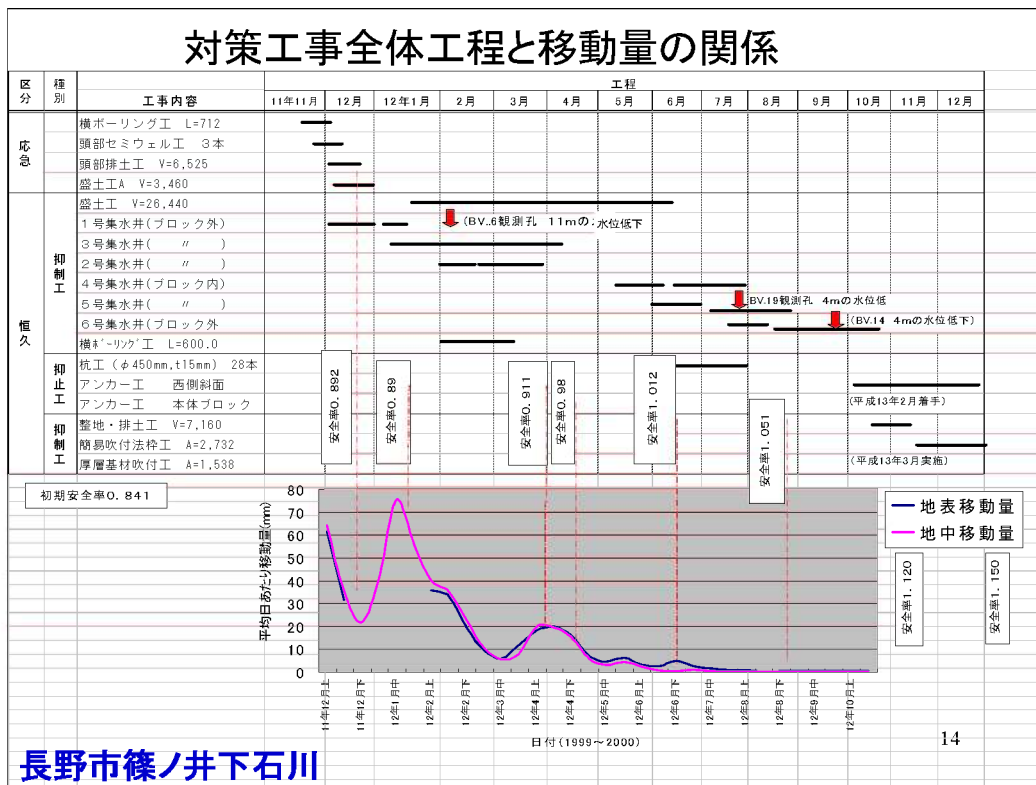
3. 地すべり防止工事

- ・応急工事
- ・地下水排除工事と集水効果



下石川地すべりの応急対策

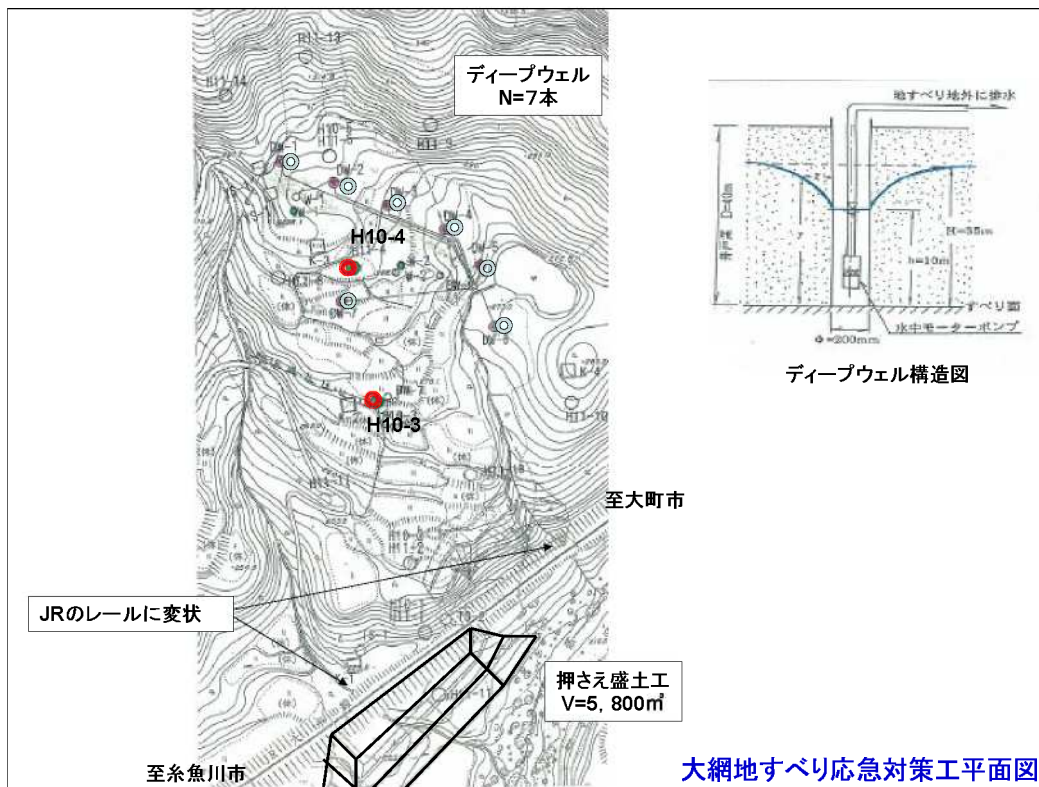
- ・移動速度が速い地すべりであったため、地すべり地外より横ボーリングを計4群実施したが、効果が認められないため中止した。
- ・これに変わる対策として頭部滑落崖上部でセミウェルを実施し、600ℓ/日の揚水を行った。
- ・さらに頭部排土工と排土を流用した押え盛土工を実施した。



佐藤所長: 対策工3

【対策工事の効果】

- ・排土工、盛土工、セミウエルの施工後、効果は直ちに反映され、地すべり滑動の移動量は低下傾向となった。
- ・その後、新たな活動領域の出現により地すべり滑動が再度活発化し、更なる押さえ盛土工を実施し、地すべり滑動の沈静化に至った。

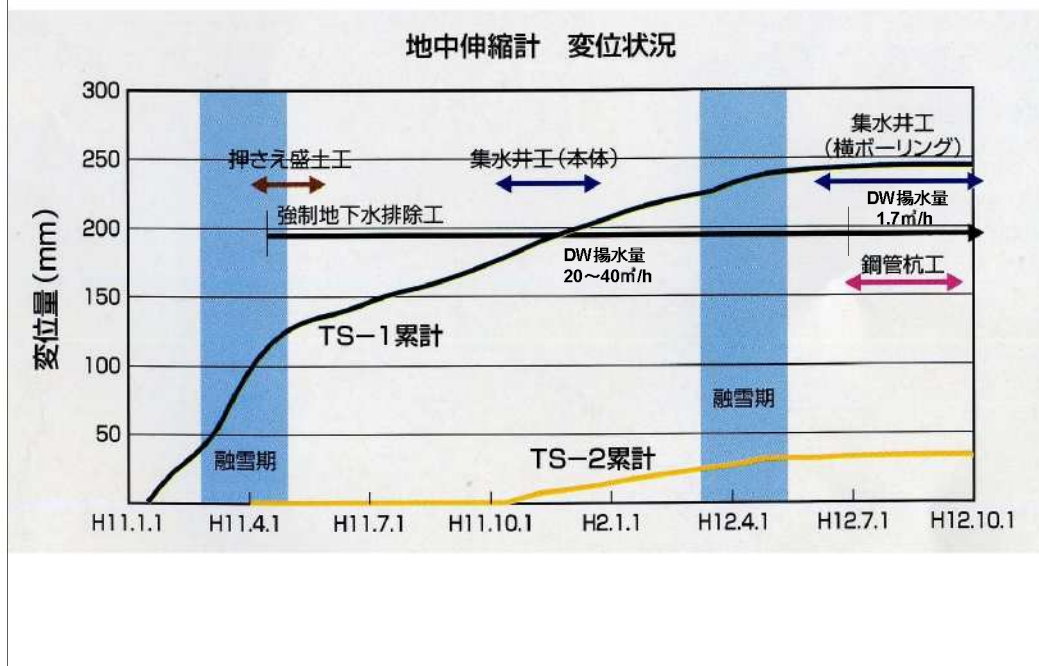


佐藤所長: 対策工6

【大網地すべりの応急対策事例】

- ・平成11年春の融雪期に発生した地すべりで、JP大糸線のレールに変状が発生した。地すべり滑動が継続すると姫川の閉塞、天然ダム形成、土石流の発生等の被害が懸念された。
- ・応急対策としては、地すべり末端部に押さえ盛土工: $V=5,800\text{m}^3$ 、地すべり頭部にディープウェル: 7基を施工した。

小谷村大網



佐藤所長:対策工7 最終スライド

【応急対策工の効果】

・ディープウェル揚水開始時に押え盛土工も全体の約半分が施工されており、移動量が徐々に沈静化した。



川上先生:対策工1

3. 地すべり地での対策工事 その1

図-16 梅池地すべり全景

1985年頃から変状が認められるようになった長野県小谷村の梅池地すべりは、日本では珍しい氷河堆積物の中の地すべりである。2000年の融雪期に、スキー場及び周辺構造物に被害が生じたために、長野県により調査と対策が進められている。写真中央の標高1100～1500m の山腹が滑動している。



川上先生:対策工2

図-17 梅池地すべり全景

地すべりは、写真上部の北俣沢及び下部の南俣沢に挟まれた山腹で発生しているが、写真左端の細長い部分から、写真右側の幅が拡大した円形部分を含む斜面で動いている。2000年以来観測された移動量は、年最大20cmに達している。



川上先生:対策工3

図-18 梅池地すべり全景

地すべり地上部の細長い形状部と下部の円形部の接点付近にヘアピン形状の道路がみられるが、この道路の舗装が毎年破壊されている。その道路の変状を以下の2枚の写真



⑤-4 H11.5 H8、H10を結ぶような亀裂が発生。

川上先生:対策工4

図-19 梅池地すべり中央部道路の変状, 1999年5月



④-2 H8.5 同所 段差を伴う亀裂、亀裂が発生。

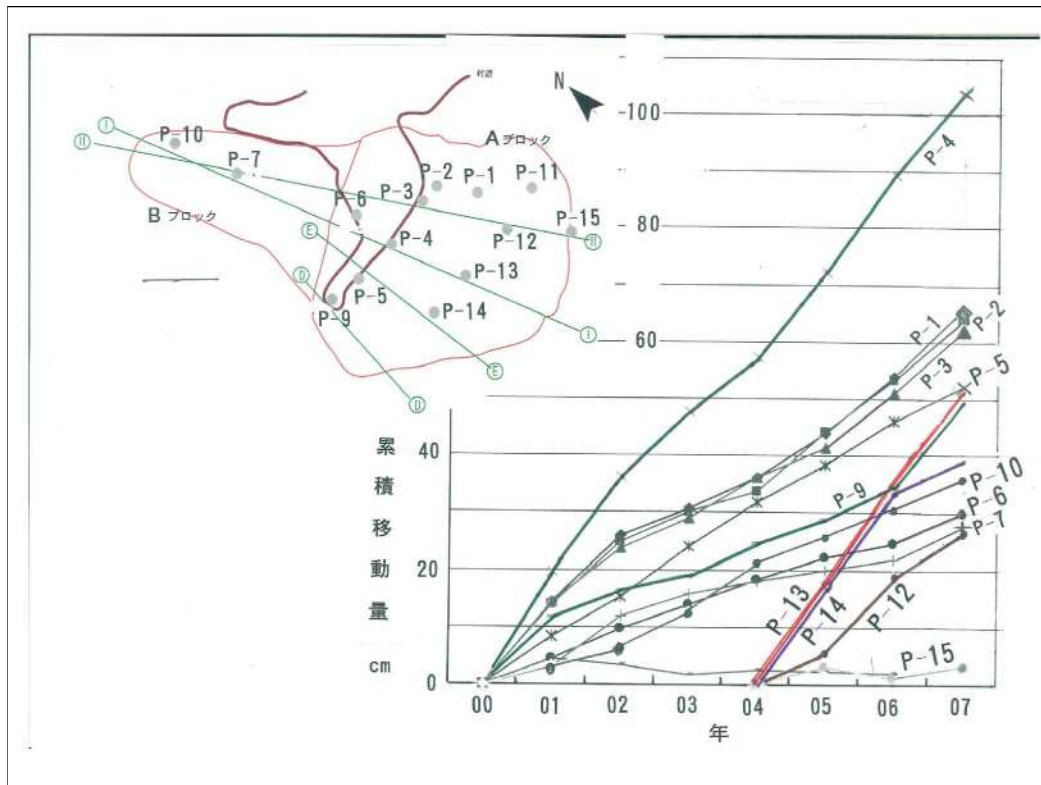
川上先生:対策工5

図-20 梅池地すべり中央部道路の変状, 1996年5月



川上先生:対策工6

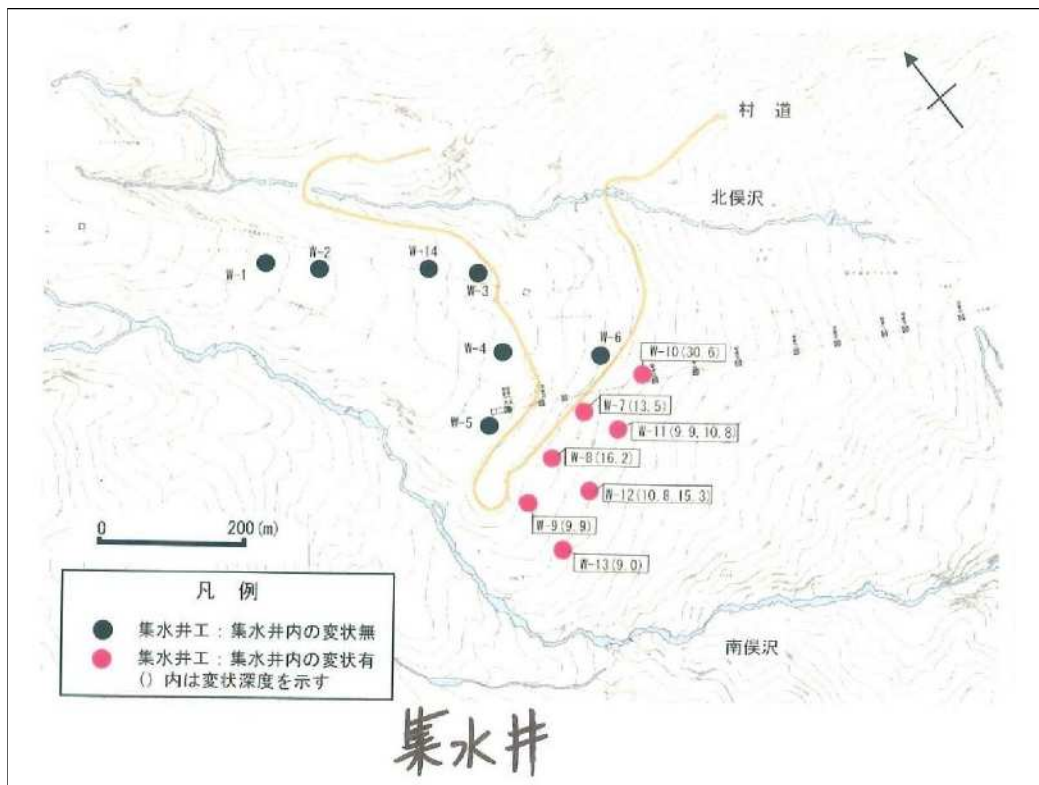
図-21 梅池地すべり道路へアピン部, 1999年5月



川上先生:対策工7

図-22 梅池地すべり測点の移動量

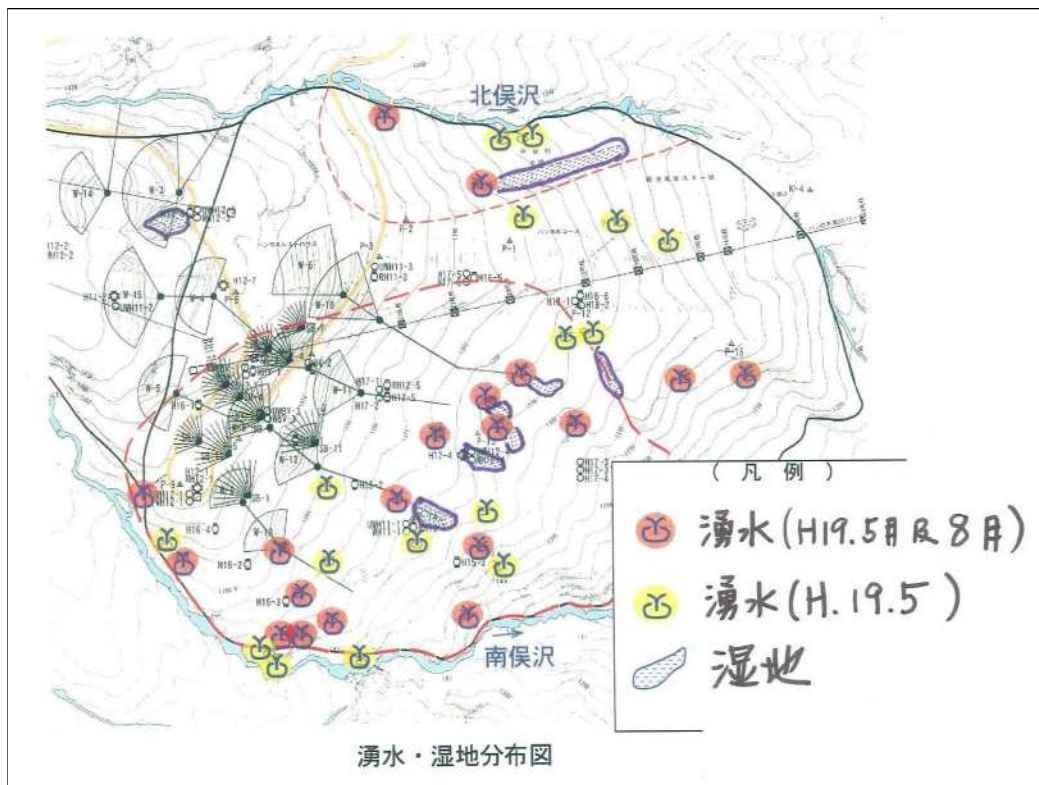
地すべり地下部のAブロックの移動が大きく、年20cmほどの移動を繰り返している。



川上先生: 対策工8

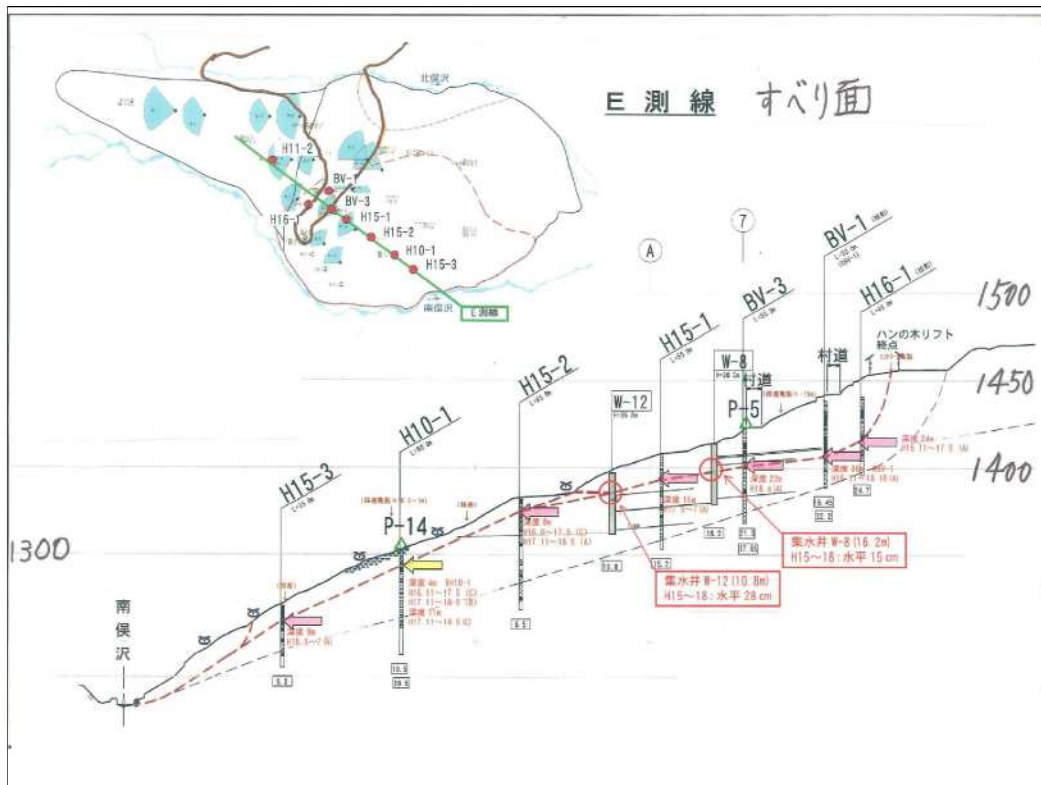
図-23 梅池地すべり集水井の分布

Bブロックの集水井に変状はないが、Aブロックの集水井は深さ6m～16m で変状が生じている。



川上先生: 対策工9

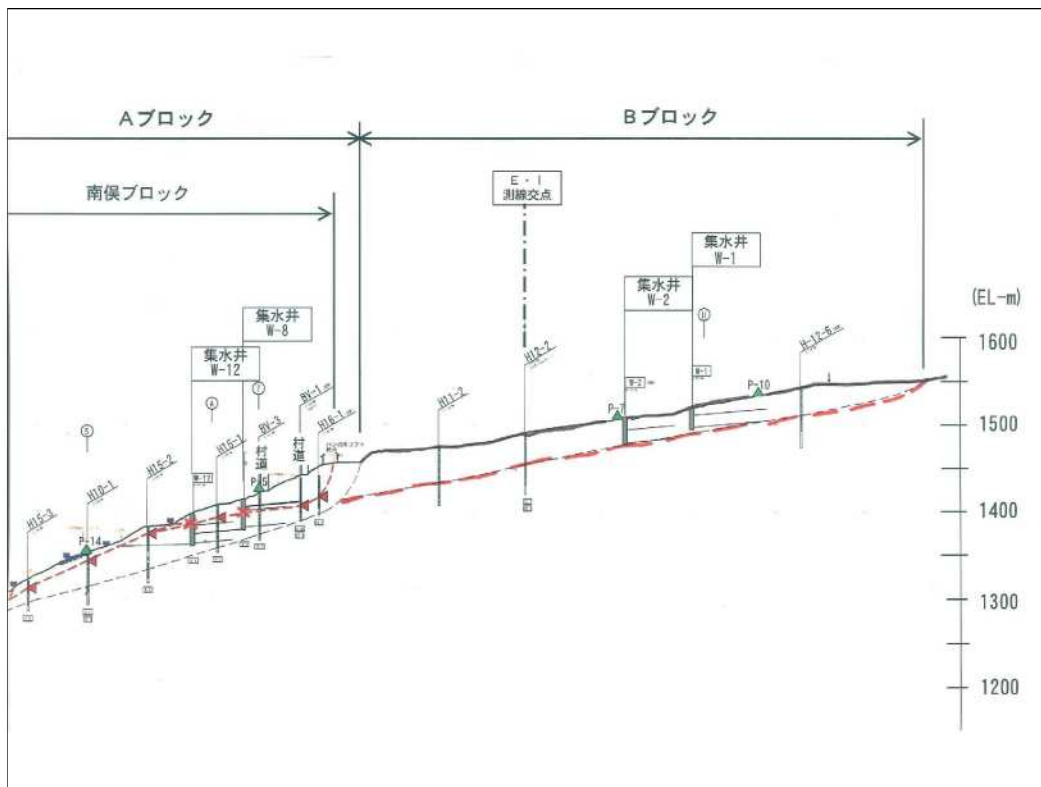
図-24 梅池地すべりAブロックの湧水点の分布



川上先生: 対策工10

図-25 梅池地すべりE測線断面図

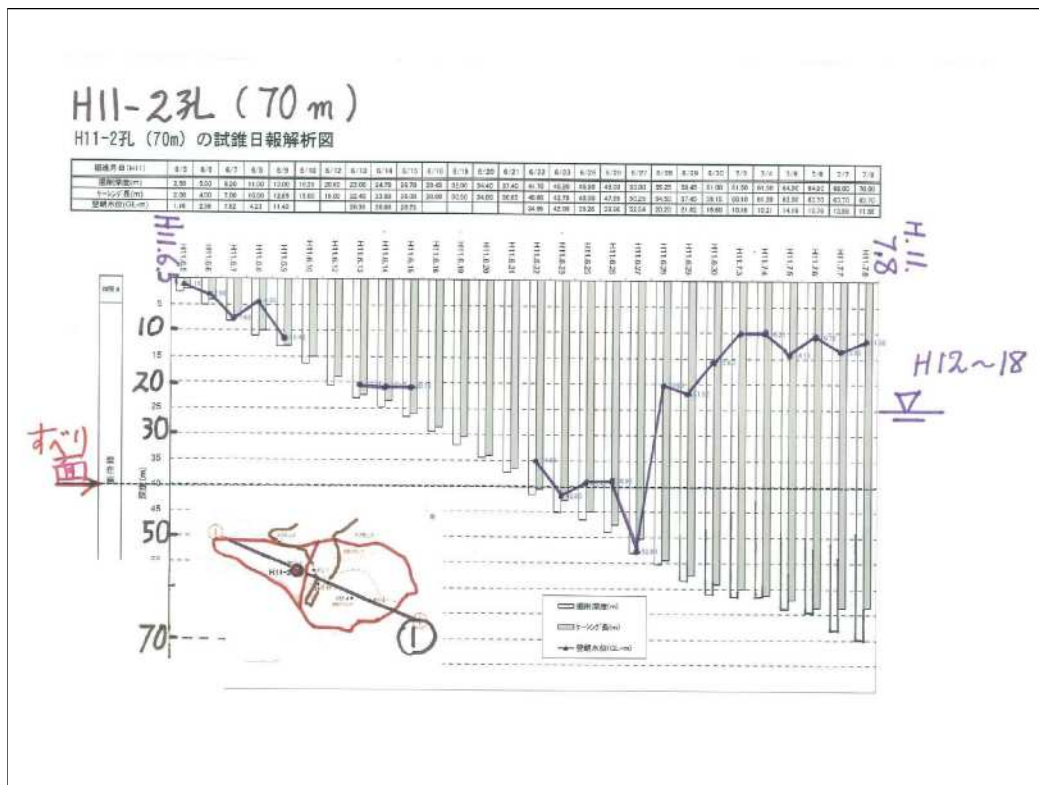
ボーリング孔及び集水井の変状から推定されるすべり面は、10m 前後の浅いものである。



川上先生:対策工11

図-26 梅池地すべりBブロック断面図

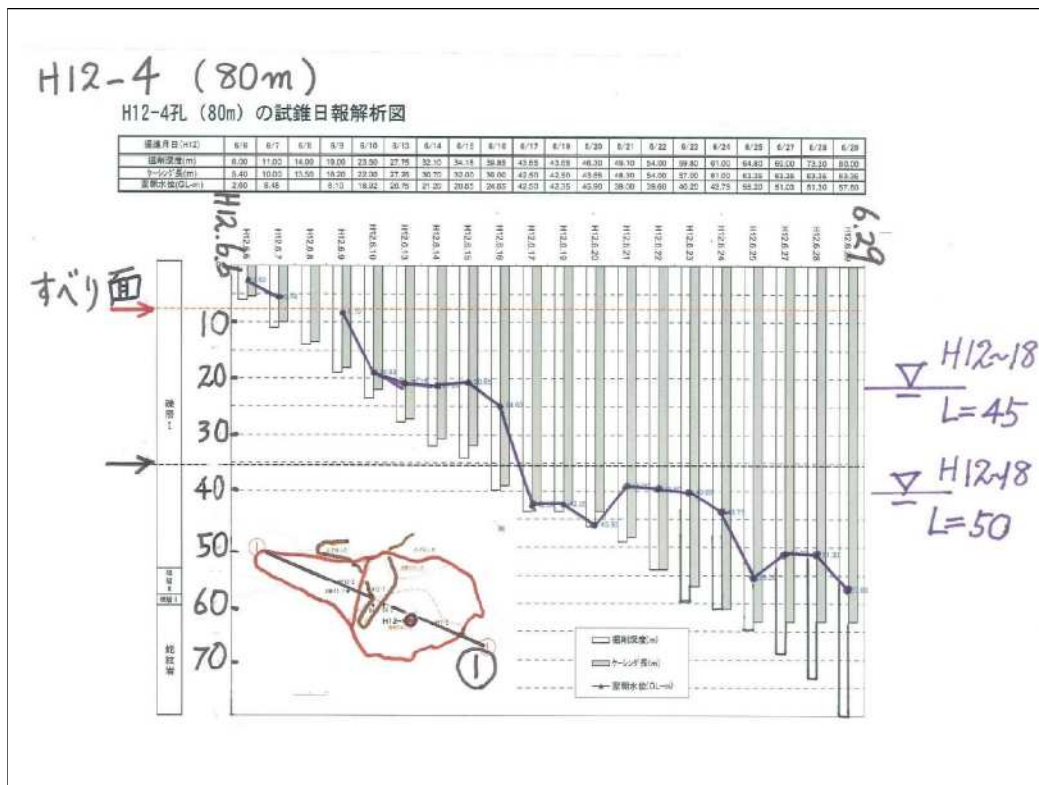
地すべりの上部Bブロックでは、すべり面は深さ40mと深く、また地下水が豊富で地表に近い水頭をもつ流れが存在する。ここに設置した集水井では、水平ボーリングで排水して効果を発揮している。しかし、地すべりの下部Aブロックでは、氷河堆積物が厚く、水は深さを変えて何枚もの流れとなって流下している。



川上先生: 対策工12

図-27 Bブロックボーリング孔の水位

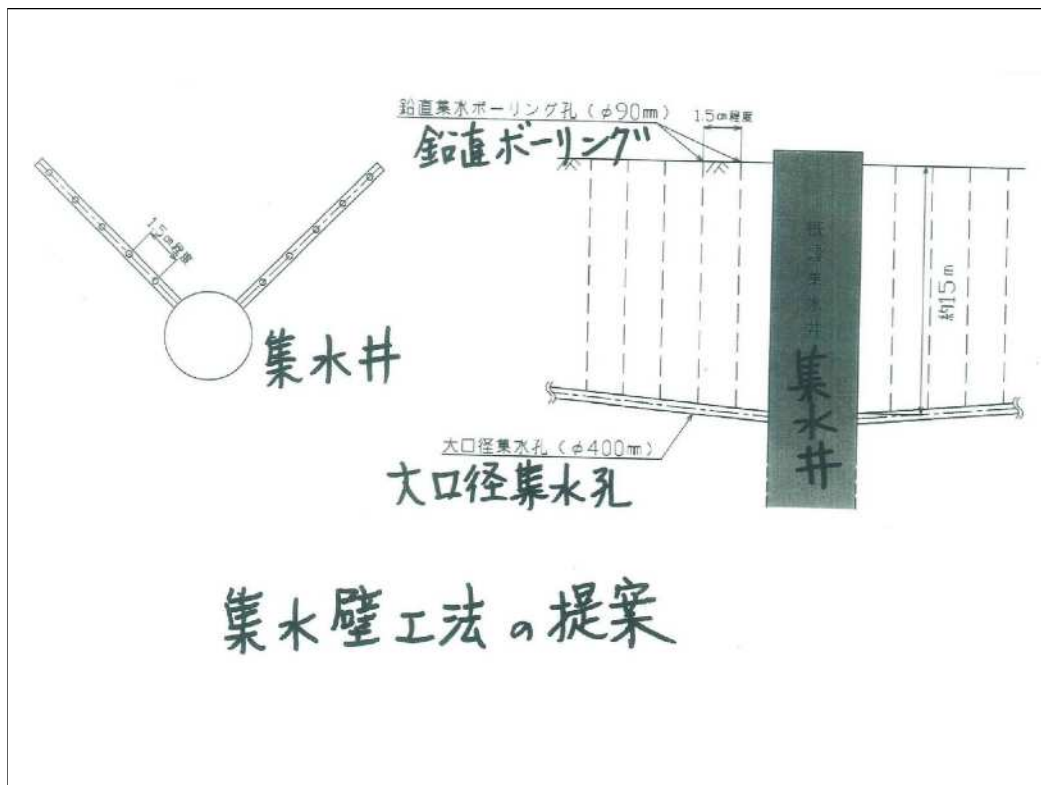
図には、掘削中の水位を示すが、深部で水頭の高い地下水が認められる。全長多孔管による観測でも、すべり面より上に達する水位を示している。



川上先生: 対策工13

図-28 Aブロックボーリング孔の掘削中の水位

深さに応じて、地下水は存在するが、浅いすべりに対応する地下水は、浅層地下水である。全長多孔管による観測でも、すべり面より深い水しか観測されていない。



川上先生:対策工14

図-29 浅層地下水排除のための集水壁

Aブロックでは、すべり面の深さは10m 前後で、この深さの浅層地下水により発生していることは、斜面地表の湧水地点の分布及び集水井の変状からはっきりしている。しかし、この浅層地下水をうまく排水できないでいる。透水性の異なる多数の層状堆積物から、浅層地下水を排除するため、図示した集水壁を考えているが、これも移動があれば、切断される欠点がある。



川上先生:対策工15

4. 地すべり地での対策工事 その2

図-30 倉下地すべり

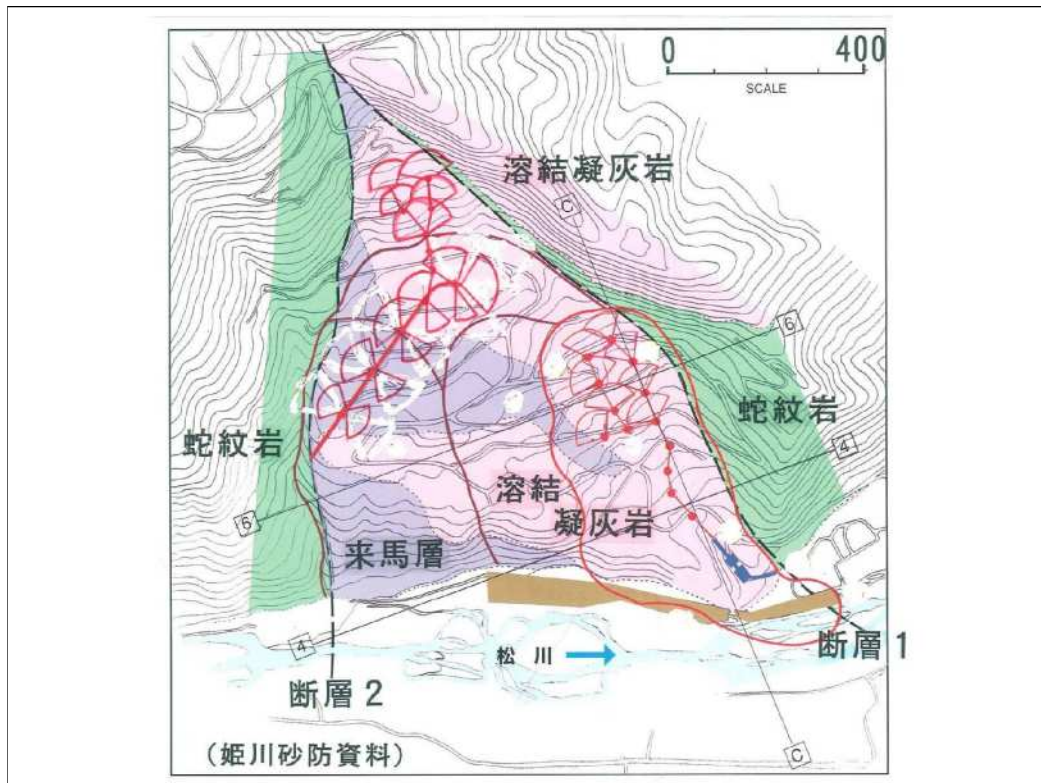
次に、地下水の所在が想定どおりで、対策が効果を発揮している例として、倉下地すべりにふれたい。北安曇郡白馬村の松川砂岩に位置する倉下地すべりは、1995年に松川の護岸工に変状が認められ、1998年の融雪期に地すべりが活発化したので、対策が進められたものである。



川上先生:対策工16

図-31 倉下地すべり

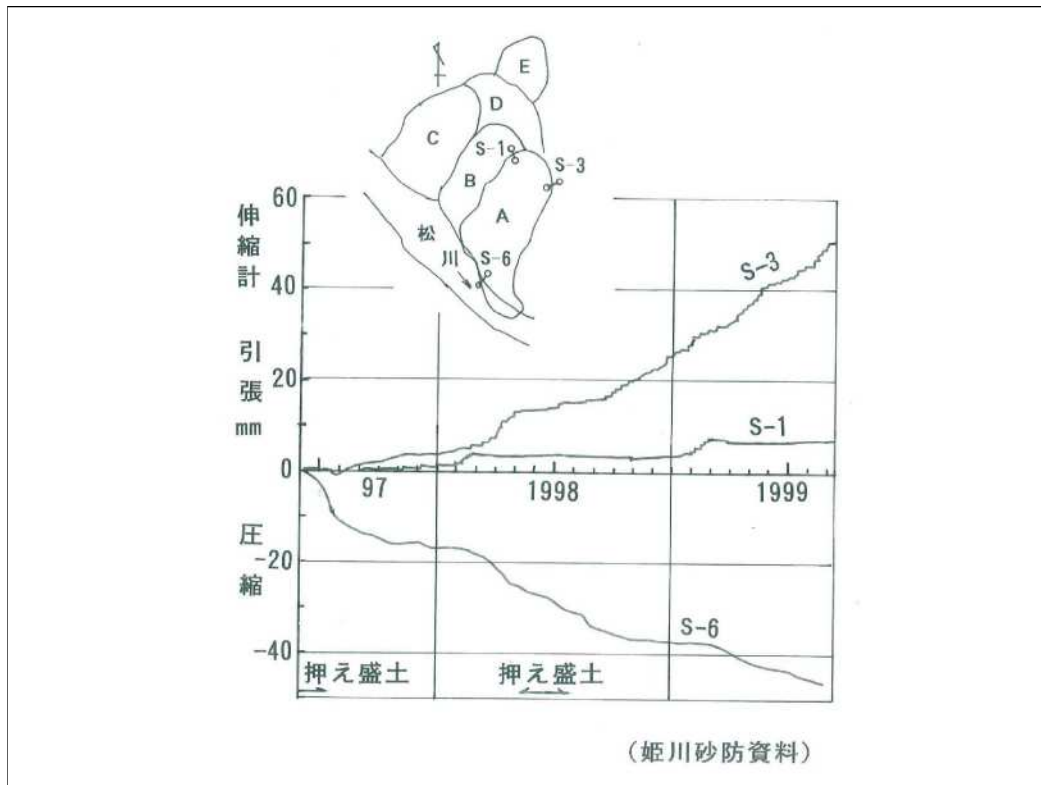
地すべり地は、平均 15° の緩斜面に発生した、幅800m、長さ800mの大規模なもので、松川に向かって滑動している。



川上先生:対策工17

図-32 倉下地すべり平面図

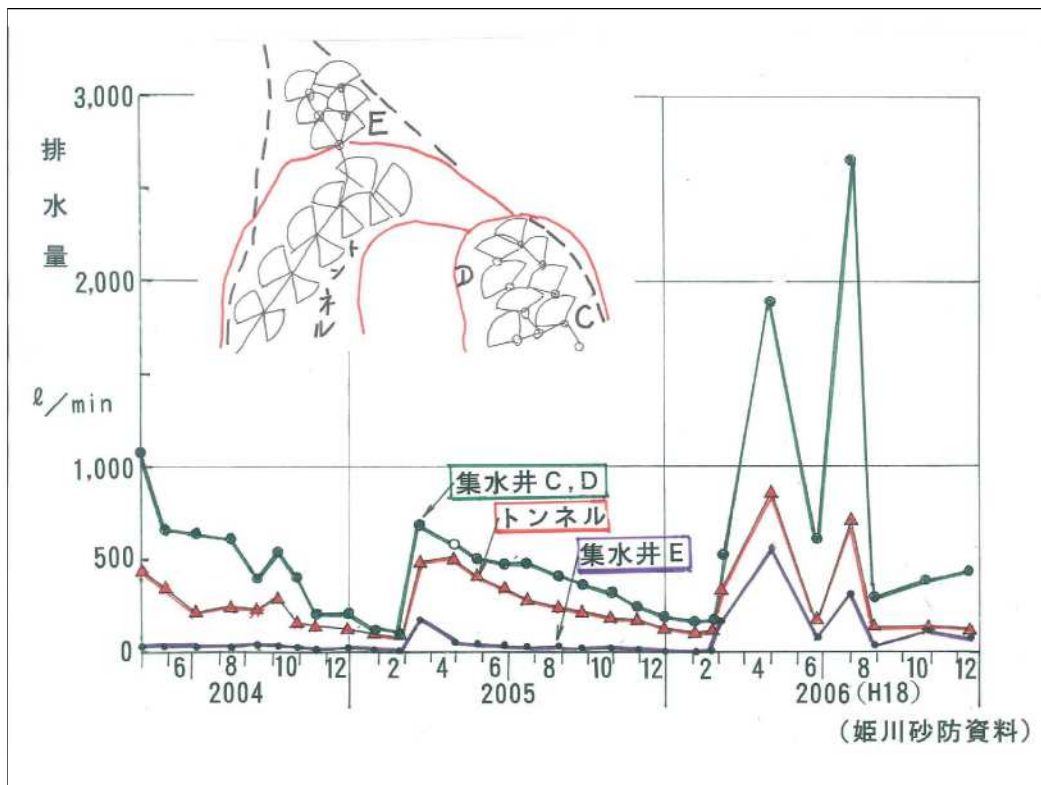
地すべり地は、2本の断層と松川でできた三角形の傾斜地で、地すべり地の西側は沢地形で境して蛇紋岩が分布し、東側は溶結凝灰岩の急崖で規制されている。地すべり地には、中生界ジュラ系の礫岩・砂岩・頁岩よりなる来馬層が分布する。



川上先生:対策工18

図-33 倉下地すべり伸縮計記録

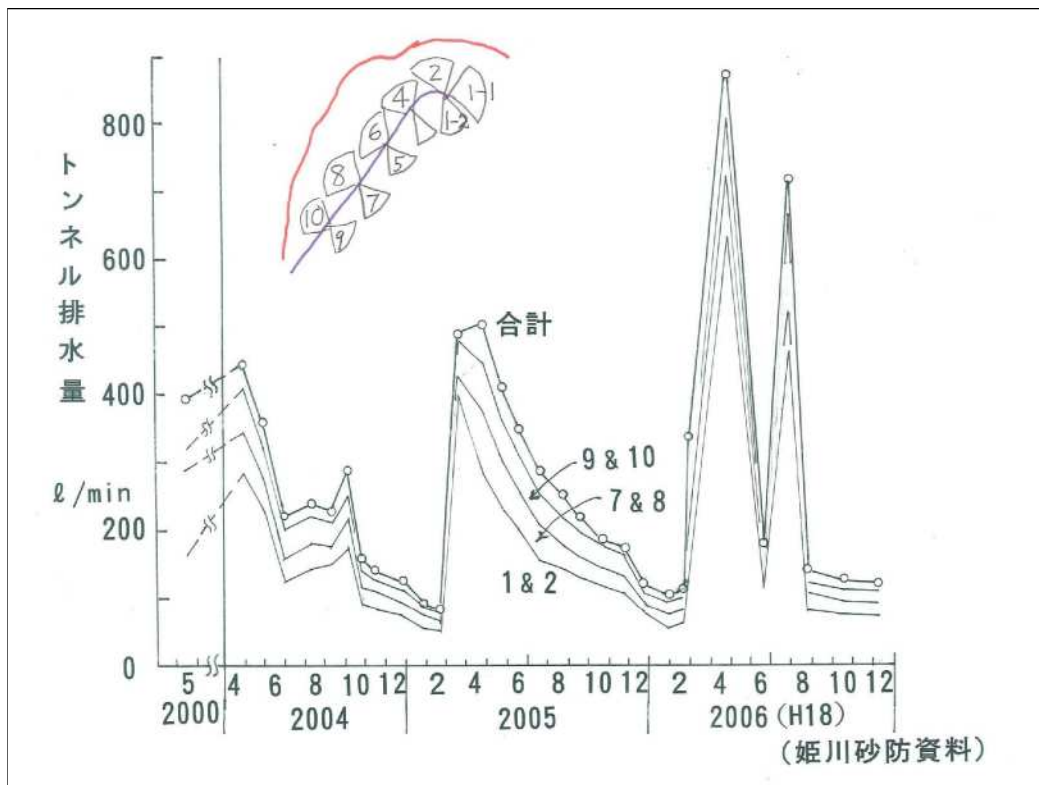
地すべりの主たる滑動域は、東側のAブロックである。



川上先生: 対策工19

図-34 倉下地すべり対策工による排水量

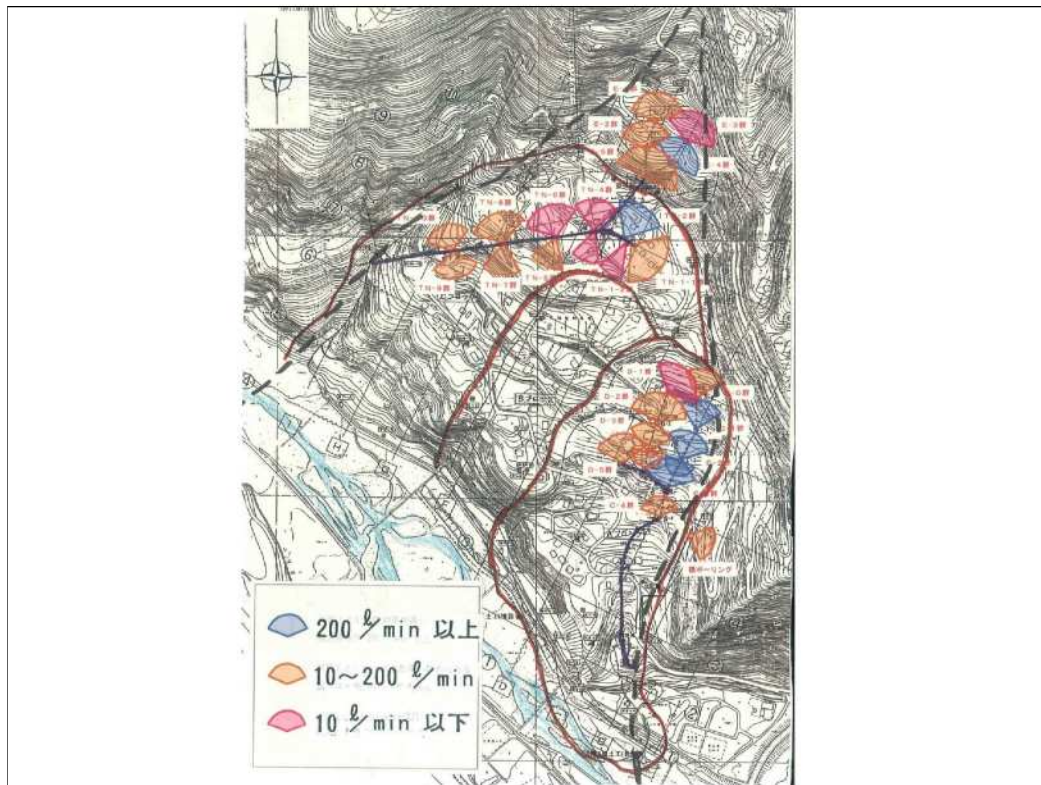
地すべり地の上部には、幅40m、長さ150m、落差20mの陥没帯があり、東西の断層沿いに多量の地下水の流下があるものと推察された。この断層からの排水のために、トンネルと集水井による対策が実施された。地すべり対策の排水工で、2t/minもの排水量を記録している例は珍しい。



川上先生: 対策工20

図-35 トンネルによる排水量

トンネル内のボーリング室の中でも、東の断層に近い1, 2室で、大部分の排水量をえている。



川上先生:対策工21

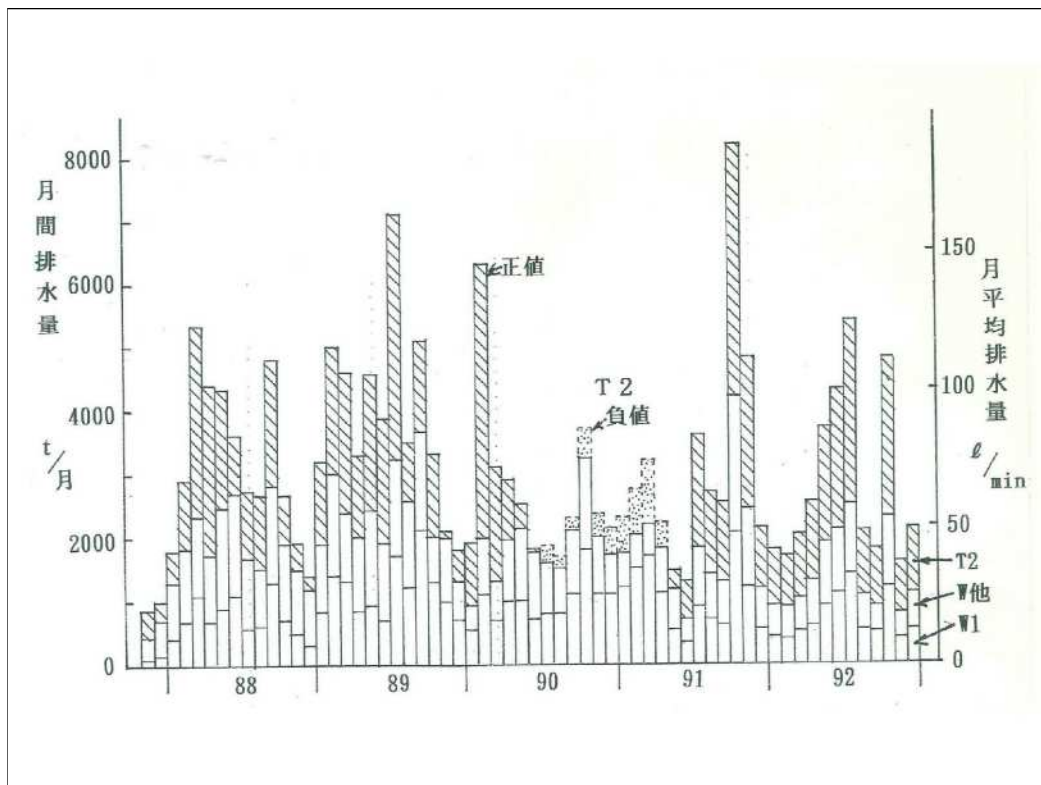
図-36 倉下地すべり対策工による排水量の分布
 東の断層に近い排水工から多量の地下水を排除している.



川上先生:対策工22

図一37 地附山地すべり対策工平面図

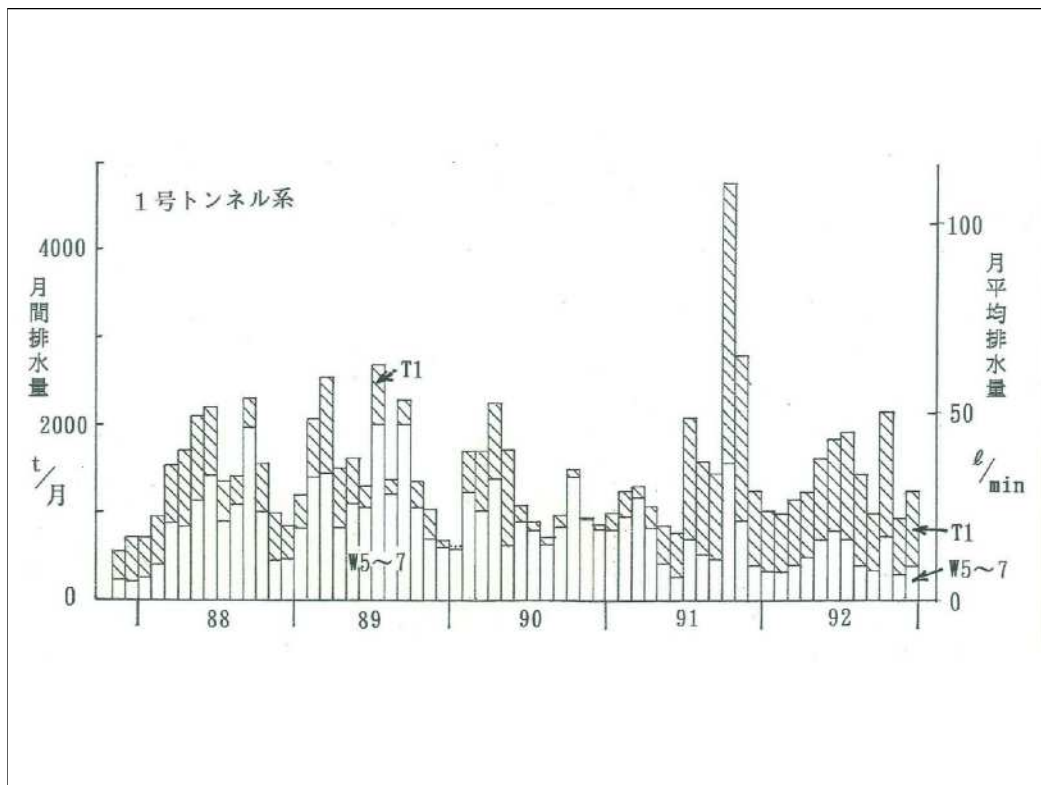
1985年7月大崩落した地附山地すべりでも、事後の対策工として、トンネル及び集水井による排水を実施している、



川上先生: 対策工23

図-38 地附山地すべり2号トンネル系の排水量

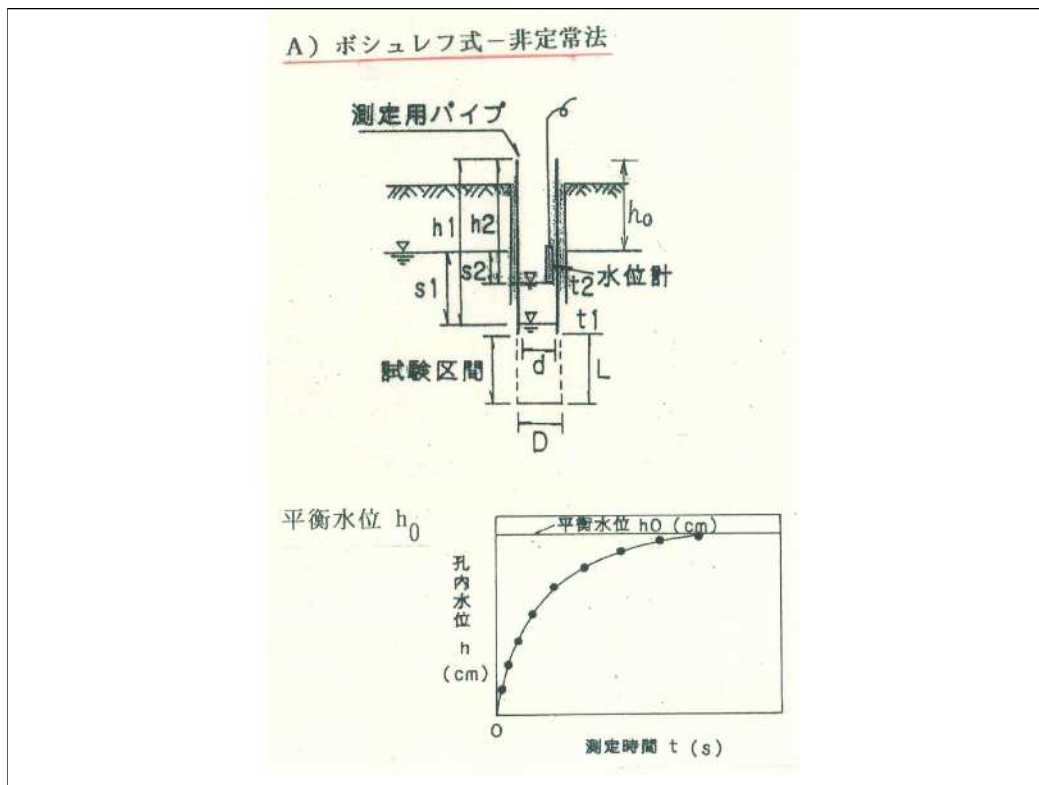
最も排水量が多いと予想した滑落崖直下の2号トンネル系でも、排水量が多い時で150・/min程度である。



川上先生:対策工24 最終スライド

図-39 地附山地すべり1号トンネル系の排水量

1号トンネル系の排水量は、多い時で $100 \cdot / \text{min}$ 程度であった。これらに比し、倉下地すべりでは、1桁多い排水実績をあげている。



川上先生:簡易揚水試験1

5. 簡易揚水試験の有用性

図-40 簡易揚水試験の方法

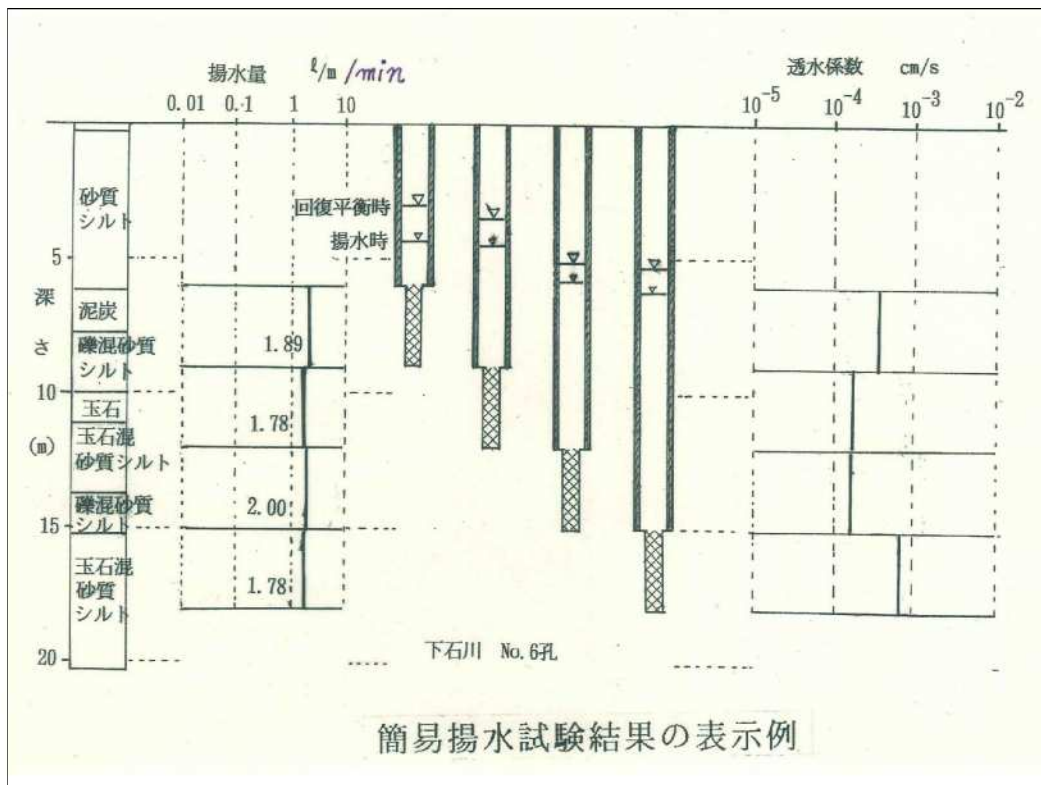
新潟県・長野県の地すべり地では、調査の一環として簡易揚水試験が実施されることが多い。ボーリングの途中の段階で、ケーシング・パイプの下部に裸孔部を設け、孔内水が一定水位を保つよう40分汲み上げる。この時の揚水量とその後の水位回復曲線から、透水係数を求めるものである。地すべり地では、透水係数よりも、一定深度の水頭と揚水量から地下水の豊富な地層を知ることができる意味が大きい。



川上先生:簡易揚水試験2

図-41 篠ノ井市下石川地すべり地全景

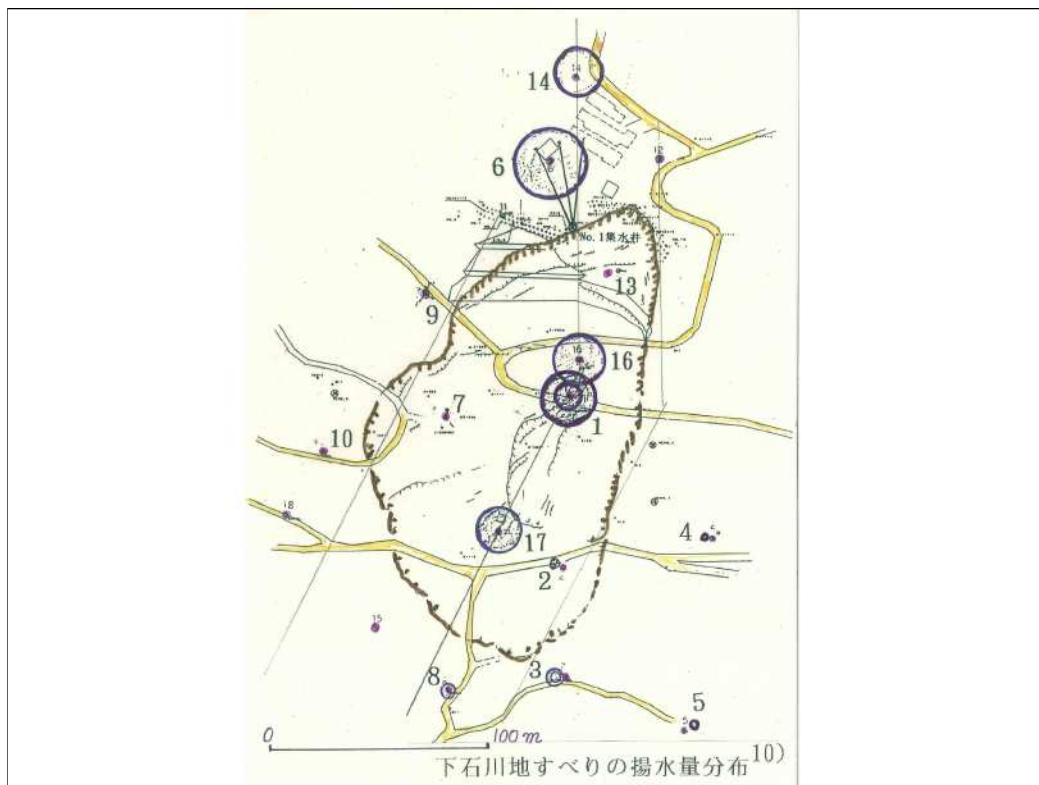
図に見られるブルーシートが滑落崖, 図の下端がほぼ地すべりの末端部.



川上先生:簡易揚水試験3

図-42 下石川地すべりNo.6孔の揚水試験結果

この孔では、3m掘進する毎に揚水試験を実施している。いずれの深度においても、水頭は高く、揚水量も多く、地下水が豊富なことを示している。



川上先生:簡易揚水試験4 最終スライド

図-43 下石川地すべり地の平面図と揚水量分布

ボーリング孔の揚水量の和を、円の面積で表示している。地すべりブロックの両サイドでは、揚水量は小さいが、中心線上のボーリング孔では揚水量が大きく、地下水が中心線に沿って図の上から下へ流下しているとみられる。滑落崖の直下で、この水を排水する対策を立案した。

地すべり地は多様な生態系を持つ

※ 潜在的に地下水が豊富である

地すべり活動 → 地形が変化 → 日照条件が変化
→ 植生が多様化 → 動物も含めた生態系が多様化

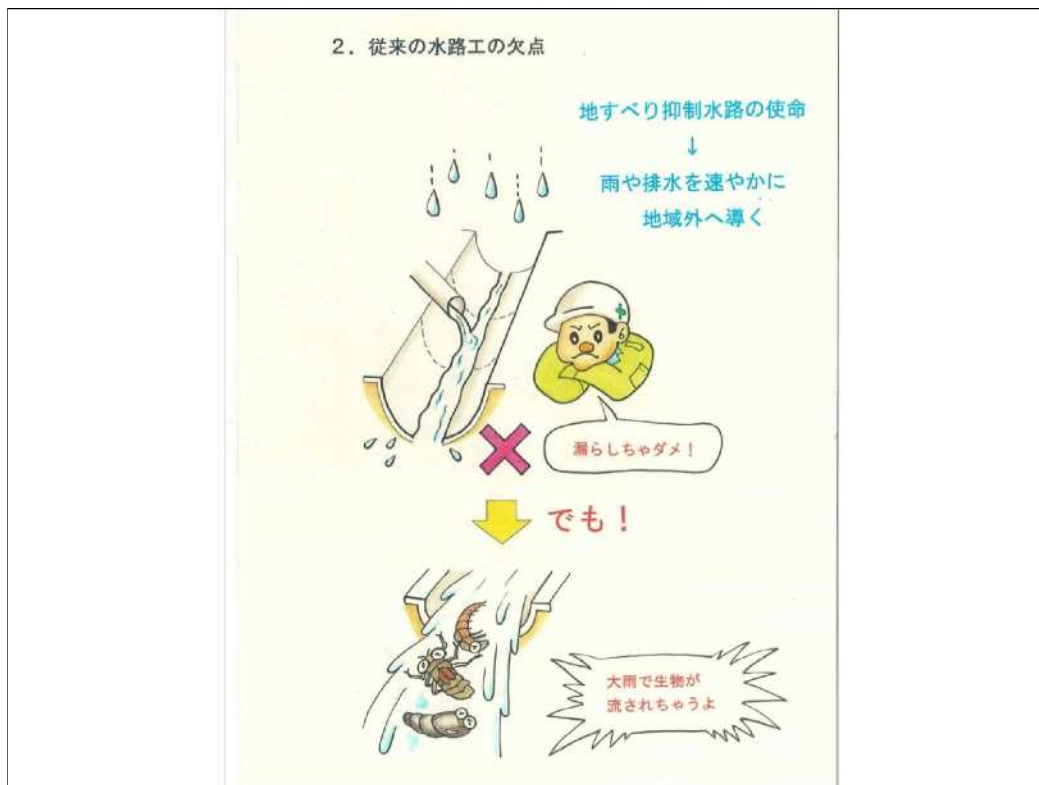
(連鎖的に進展)

内藤さん:循環型水路1

【生物環境に配慮した水路工の事例】

●地すべり地の特殊で多様な生態系が研究・発表されている。地下水が豊富なおうえに地形の段階的変化が日照条件を多様化し、これに伴う植生と動物の生態系が連鎖的に進展するためである。

我々は数千キロに及ぶ水路工を施工して来たが、これらの水路工は特殊で多様な生態系を破壊しているのではという懸念がある。



内藤さん:循環型水路2

●従来の水路工は排水機能を重視するあまり、例え水路工内で植物プランクトンが発生したとしても、降雨によって流失するために非常に貧弱な生態系しか保持できない。



内藤さん:循環型水路3

●施工費を出来るだけ安く上げるため、二次製品をそのまま利用するものとし、水路工内に発生した生物が降雨によって流失するのを防ぐための工夫と、生物が水路の内外を行き来できる工夫を施した。



内藤さん:循環型水路4

●施工直後の写真である。ストッパーと名付けた隔壁の背後に礫を置き、水流の速度を低下させている。両サイドは植生土嚢である。

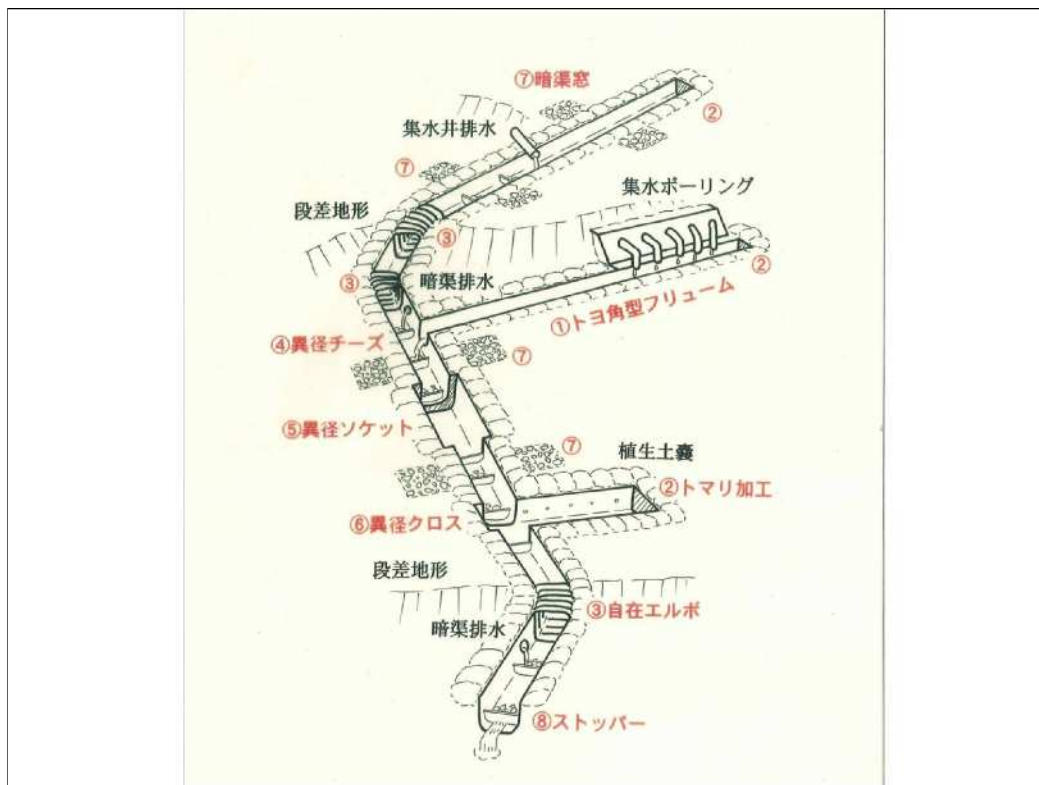
モニタリング結果一覧表

綱名	目名	和名	上流部			BF水路	中間部		
			H16. 8. 30	H17. 4. 28	H17. 9. 21	H17. 9. 21	H16. 8. 30	H17. 4. 28	H17. 9. 21
ミミズ	ナガミミズ	ナガミミズ目		1			1		
ヒル	咽 蛭	ナミイシビル			2		1	1	
甲 殻	ワラジムシ	ミズムシ	1 2	7	1 2		9	1	
		ヒメフナムシ属						7	
エ ビ	サワガニ	サワガニ					1	1	
		コカゲロウ属	2	3 7	1 6	3		1 8	
カゲロウ	クオタニガワカゲロウ	クオタニガワカゲロウ	1					3	
		ミルンヤンマ	1						
トンボ	オニヤンマ	オニヤンマ	1				1		
		フサオナシカワゲラ属	1						
カワゲラ	オナシカワゲラ属	オナシカワゲラ属	3 6	7	6		1 1	9	
		アイズクサカワゲラ		1					
		ミヤマシマトビケラ属			1 6				
トビケラ	シマトビケラ属	シマトビケラ属			8			1	
		レゼイナガレトビケラ			2			4	
		コエグリトビケラ属			2				
		エグリトビケラ科		2				4	
ハ エ	ユスリカ科	ユスリカ科	5	+	3 1		2	+	
		アシマダラブユ属		9	2				
コウチュウ	マルガムシ	2							
種 数			9	7	1 0	1	5	7	
個 体 数			6 1	6 4	9 7	3	2 4	4 1	

※H16. 8 ; 施工3ヶ月前。H17. 4 ; 施工5ヶ月後。H17. 9 ; 施工10ヶ月後。BF水路 ; 生物水路工直上の従来型水路

内藤さん:循環型水路5

●施工後のモニタリングでは、施工前の生態系の殆どが回復している。本水路の上流側に連結されている従来型のBF水路には、僅かの生物しか認められていない。



内藤さん:循環型水路6

●水路工の機能をさらに多様化し、より多様な生態系が生息できるような工夫を考
えており、短区間であるが既に施工もされている。

今後のモニタリング結果が楽しみである。