

6-2 予測及び評価の結果

1. 予測の内容及び方法

水象（河川水・地下水）に係る予測の内容及び方法についての概要を表 4-6-18 に示す。

1) 予測対象の内容

対象事業の影響要因を踏まえ、工事中及び供用時における対象事業実施区域から流出する河川水及び地下浸透水（対象事業実施区域内の湿地や下流周辺水源）への影響について予測を行った。

2) 予測地域及び地点

予測地域及び地点は、現地調査地域及び地点に準じ、河川の対象事業実施区域からの流出地点及び対象事業実施区域周辺水源と対象事業実施区域内湿地とした。

3) 予測対象時期

予測対象時期については、樹木伐採と土地造成が終了した工事中及び発電施設等による地表改変の終了した供用時を対象とした。

表 4-6-18 水象（河川水・地下水）に係る予測の内容及び方法

影響要因の区分		予測事項	予測方法	予測地域・地点	予測対象時期等
工事中による影響	土地造成	河川水・地下水への影響	水循環系を念頭にタンクモデル法を用いた水収支や水質分析による水文地質的解釈による予測手法等	河川の対象事業実施区域からの流出地点及び対象事業実施区域周辺水源と対象事業実施区域内湿地	工事中
	樹木の伐採				
	掘削				
存在・供用による影響	地形改変	河川水・地下水への影響	水循環系を念頭にタンクモデル法を用いた水収支や水質分析による水文地質的解釈による予測手法等	河川の対象事業実施区域からの流出地点及び対象事業実施区域周辺水源と対象事業実施区域内湿地	施設稼動が定常的となる時期
	樹木伐採後の状態				
	工作物の存在				
	緑化				
	排水処理				

2. 工事中における土地造成や樹木伐採等に伴う河川水・地下水への影響

1) 予測項目

予測項目は、工事中の対象事業実施区域内での土地造成や樹木伐採等に伴う河川水及び地下水涵養量の変化を対象とし、地下水涵養量の変化は、深層の下流域への地下浸透量（下流の水源への供給量）と浅層の地下水流動量（対処事業実施区域内の湿地の湧水への供給量）の変化とした。なお、河川流量等については、水収支結果をもとに流出量による相対的な変化を予測し、河川流量や、個別の水道水源への影響は、供用時に影響が最大となることから、詳細な予測結果は「3. 供用時における発電施設の存在に伴う河川水・地下水への影響」に記載した。

2) 予測地域及び地点

予測地域及び地点は、表 4-6-19 に示すとおりである。

表 4-6-19(1) 予測地域及び地点（河川水及び下流への地下浸透水）

予測地点（流域）	備考
Y-7(茅野横河川中流)	茅野横河川の対象事業実施区域からの流出地点 A 湿地を含む流域
Y-6 (F 湿地下流)	茅野横河川支流（右支流）の対象事業実施区域からの流出地点 E 湿地、F 湿地を含む流域
Y-9 (C、D 湿地下流)	茅野横河川支流（鉄平石採石場上流）の対象事業実施区域からの流出地点 C 湿地、D 湿地を含む流域

表 4-6-19(2) 予測地域及び地点（地下水流動量）

予測地点（湿地）	分布流域	水源区分
A 湿地	Y-7 の流域	湿地湧水
C 湿地	Y-9 の流域	
D 湿地		
E 湿地	Y-6 の流域	
F 湿地		

3) 予測対象時期

予測対象時期は、工事中における土地造成や樹木伐採等の完了後とした。

4) 予測方法

タンクモデル法を用いた水収支による予測として、樹木伐採により蒸発散量が減少することが想定されるが、樹木伐採直後であることを考慮し、現況と同じ値（ソーンズウェイト法による）を用いて水収支を検討し、安全側での予測とした。

【タンクモデル法の概要】

タンクモデルは、図 4-6-40 に示すように、流域帯水層の構造に対応するように 1 段タンクで降雨時の表面流出量、2 段、3 段タンクで中間流出量を含んだ地下水流出量を再現する方法で、水収支や低水流量の流出解析として広く用いられている方法である。

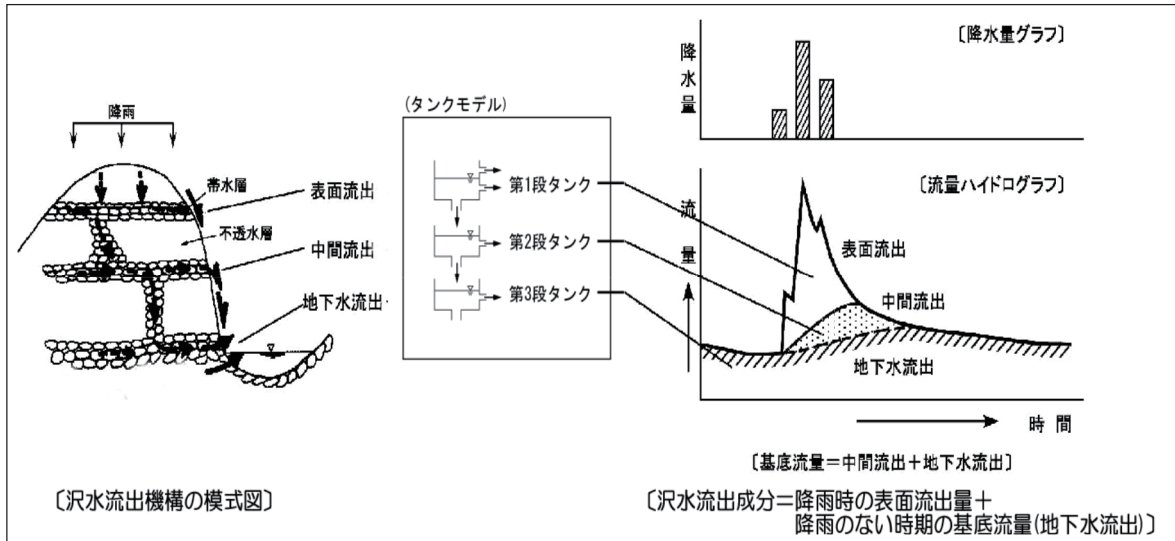


図 4-6-40 地下水流出概念図

【タンクモデルの構造と解析手順】

- 1 段タンクに降水量(蒸発散量[※]を差し引いた水量)の注入
- ※) 蒸発散量は、ソーンズウェイト法により算定
- ・ 1 段タンクの横穴($\alpha_1 \sim \alpha_2$)は、降雨時の表面流出量の設定
- ・ 1 段タンクの底穴(β_1)は、地表面からの地下水涵養量の設定
- ・ 2、3 段タンクの横穴($\alpha_3 \sim \alpha_4$)は、地下水流出量の設定
- ・ 3 段タンクの底穴(β_3)は、流域外や深部への地下水浸透量(下流域への地下水流動量)の設定
- ・ 2 段タンクの横からの矢印(β_1')は、現地調査結果より流域外からの地下水流入の可能性が示唆され、特別に地下水流入を設定

以上の穴の高さ ($L_1 \sim L_2$) や大きさ ($\alpha_1 \sim \alpha_4$) を調整することにより、実測流量と整合の取れた流量再現を行う流出解析方法である。

解析結果を基に現況の表面流出量、地下水涵養量、更に深部への浸透量などを算定し、改変に伴う流出係数の増加による表面流出量、地下水涵養量、深部への浸透量の変化を予測する方法である。

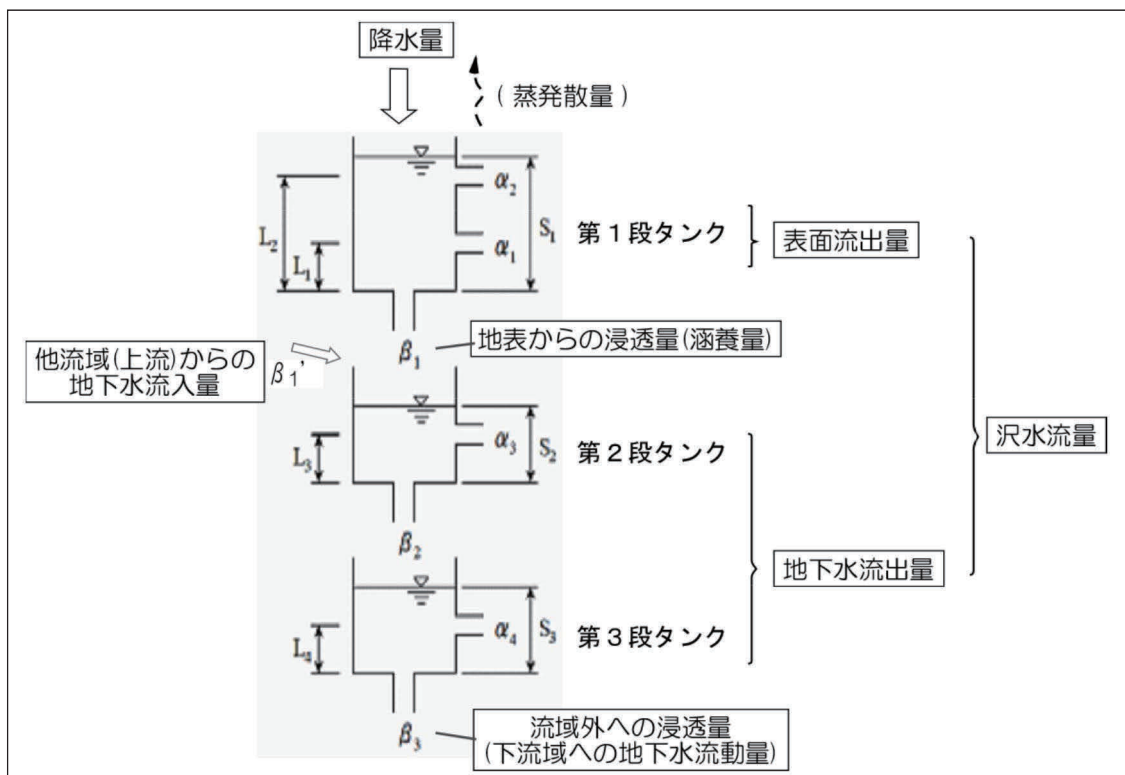


図 4-6-41 タンクモデル概念図

5) 予測結果

(1) 現況及び工事中の流域の水収支予測

① 現況の水収支

現況を再現したタンクモデルを用いて土地造成や樹木伐採の流出係数変化に伴う表面流出量、浅層の地下流動量、深層の地下浸透量の変化を予測した。

なお、現況の水収支結果の詳細は、「3. 供用時における発電施設の存在に伴う河川水・地下水への影響」に記載した。

② 工事中の水収支

対象事業実施区域は、図 4-6-42 によれば、樹木伐採域が Y-6 流域 (0.337km²) のうち 0.140km²、Y-7 流域 (1.255km²) のうち 0.301km²、Y-9 流域 (1.036km²) のうち 0.440km²、合計流域 (2.628km²) のうち 0.881km² となり、対象事業実施区域外、湿地エリアや残置森林エリアなど現状の土地利用が残る区域が、Y-6 流域で 0.197km²、Y-7 流域で 0.954km²、Y-9 流域で 0.596km²、合計流域は 1.747km² となる。

合計流域の樹木伐採域が、流域面積に対して 33.5%、残置森林域が 66.5%の比率となっている。

なお、Y-6、Y-7、Y-9 流域には対象事業実施区域の再下流部に調整池の工事により掘削が行われる計画である。しかし、工事計画では基本的に現河道の河床材料の堆積部に留まり岩盤である溶岩までは掘削しないため、下流の河川流量を維持する浅層の地下浸透量が一部湧出する可能性はあるものの、溶岩中を流動する深層の地下浸透量には影響しない。また、河川の平常時流量は確保し、出水時にも流入水は最終的に下流に流出させる計画であること、浅層の地下流動量の影響を受ける湿地よりも下流で工事が行われることから、掘削による下流の河川流量、地下浸透量（深層）及び湿地への影響は想定されないため、土地造成及び樹木伐採等工事箇所の一部として影響を予測した。

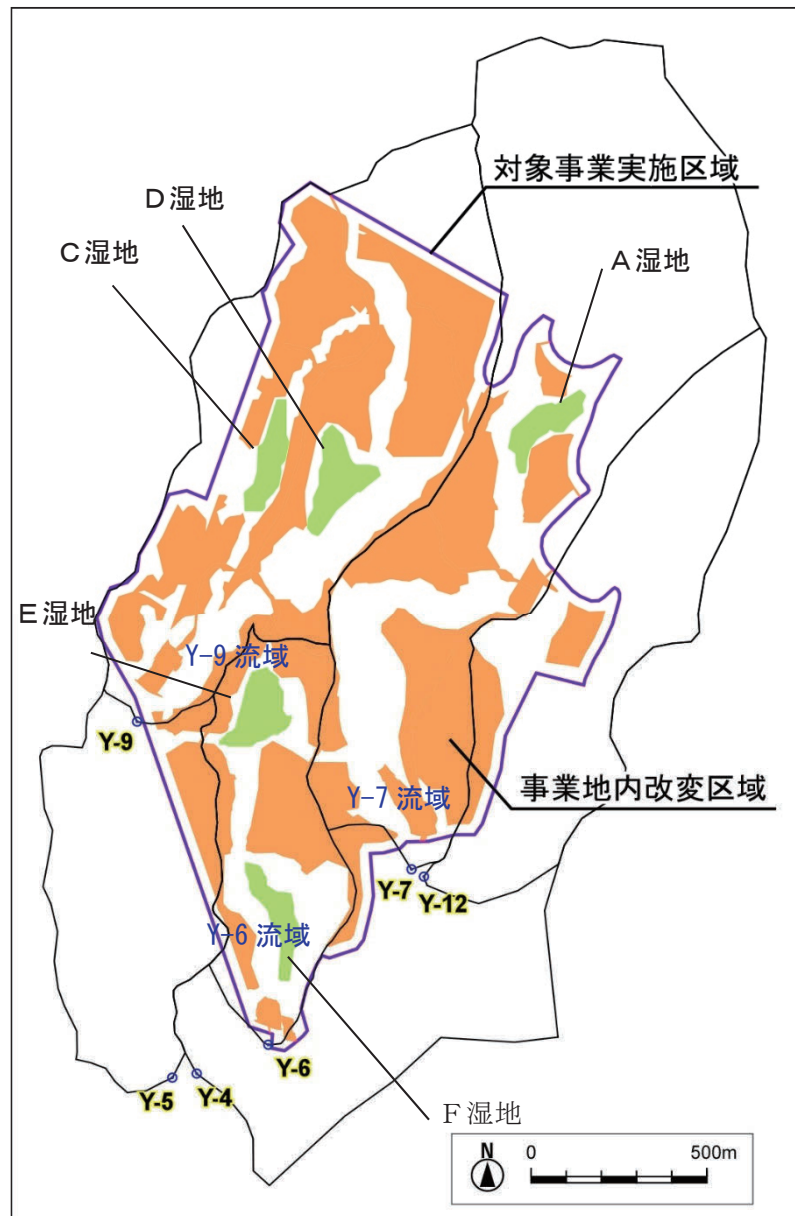


図 4-6-42 工事中の土地造成及び樹木伐採等範囲

a) 工事中の流出係数

流出係数については、長野県の指針「森林法に基づく林地開発許可申請の手引き（平成29年4月版、長野県林務部）」に基づき検討した。工事中の流出係数は、パネル設置前の森林伐採実施の段階では、草地となることから、その中で最も安全側を考慮して「浸透能力小」の値である0.7~0.8から平均値の0.75とした（表4-6-20参照）。

また、沢沿いや湿地範囲、残置森林域の流出係数を現況と同じ（Y-6流域:0.384、Y-7流域:0.576、Y-9流域:0.232）とし、それぞれの流域における面積比と流出係数の加重平均した値を工事中の流出係数とした（下式参照）。

$$(\text{工事中の流出係数}) = (A_p/A \times 0.75) + (A_f/A \times \text{現況流出係数})$$

A_p = 土地造成及び樹木伐採工事面積
 A = 流域面積
 A_f = 残置森林面積

工事中の流出係数は、Y-6 流域で 0.384→0.519（約 1.35 倍）、Y-7 流域で 0.576→0.612（約 1.06 倍）、Y-9 流域で 0.232→0.429（約 1.85 倍）、対象事業実施区域内合計で 0.416→0.528（約 1.27 倍）となる（表 4-6-21 参照）。

表 4-6-20 地表面の流出係数

	浸透能力小	浸透能力中	浸透能力大
林地	0.6～0.7	0.5～0.6	0.3～0.5
草地	0.7～0.8	0.6～0.7	0.4～0.6
耕地	—	0.7～0.8	0.5～0.7
裸地	1.0	0.9～1.0	0.8～0.9

「森林法に基づく林地開発許可申請の手引き（平成 28 年度版）」長野県林務部より引用

表 4-6-21 土地造成及び樹木伐採等に伴う流出係数の算出

流域	流域面積 A [km ²]	土地造成及び樹木伐採等工事面積 Ap [km ²] (%)	流出係数	残置森林面積 Af [km ²] (%)	現況の 流出係数	工事中の 流出係数
Y-6	0.337	0.140 (41.5%)	0.75	0.197 (58.5%)	0.384	0.536
Y-7	1.255	0.301 (24.0%)	0.75	0.954 (76.0%)	0.576	0.618
Y-9	1.036	0.440 (42.5%)	0.75	0.596 (57.5%)	0.232	0.452
合計	2.628	0.881 (33.5%)	0.75	1.747 (66.5%)	0.416	0.542

注：事業地内改変面積は、太陽光パネルエリア、調整池エリア、仮設道路エリアとする

b) 工事中の蒸発散量

樹木伐採により蒸発散量が減少することが想定されるが、樹木伐採直後であることを考慮し、現況と同じ値（ゾーンスウェイト法による）を用いて水収支を検討し、安全側での予測とした。（蒸発散量の検討結果については、「3. 供用時における発電施設の存在に伴う河川水・地下水への影響」に記載した。）

c) 工事中の水収支予測

土地造成及び樹木伐採等工事後の対象事業実施区域の水収支は、流出係数増加に伴う地下水涵養量の減少の可能性もあり、タンクモデルによる水収支検討を行った。

予測結果は表 4-6-22 及び図 4-6-43～図 4-6-45 に示し、各図の上段に現況、下段に工事中の水収支結果を示した。

表 4-6-22 工事中の表面流出量及び地下水流出量の変化

(単位:mm/年)

流域	表面流出量		地下水流出量			
			地下水流動量(浅層)		下流域への浸透量(深層)	
	現況	工事中	現況	工事中	現況	工事中
Y-6	175	251 (143%)	310	272 (88%)	590	552 (94%)
Y-7	388	407 (105%)	287	279 (97%)	399	389 (97%)
Y-9	72	161 (224%)	175	149 (85%)	718	655 (91%)
合計	635	819 (129%)	772	700 (91%)	1,707	1,596 (93%)

()内の数値は現況に対する割合

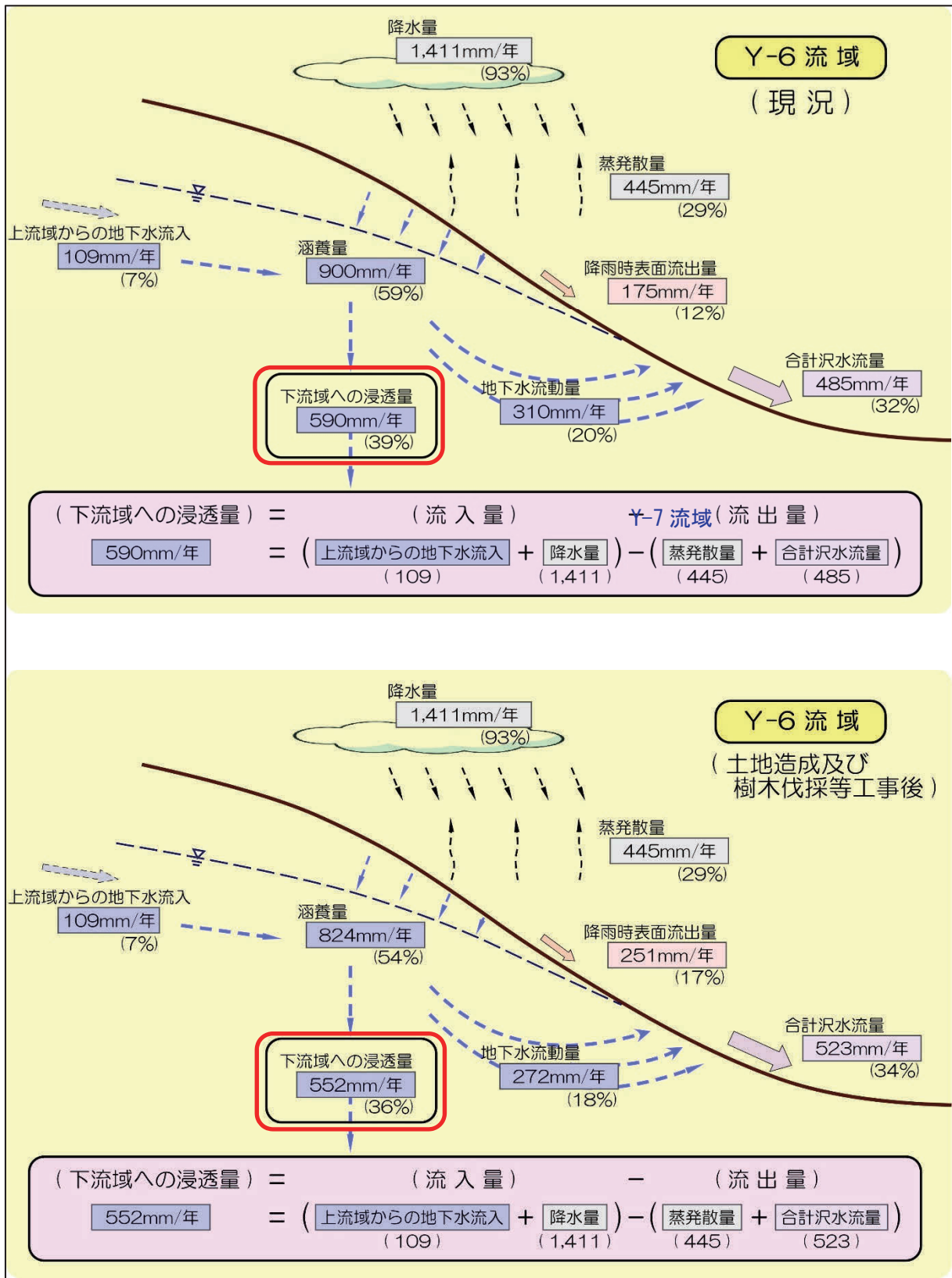


図 4-6-43 現況と土地造成及び樹木伐採等工事後の水収支結果図 (Y-6 流域 : E・F 湿地)

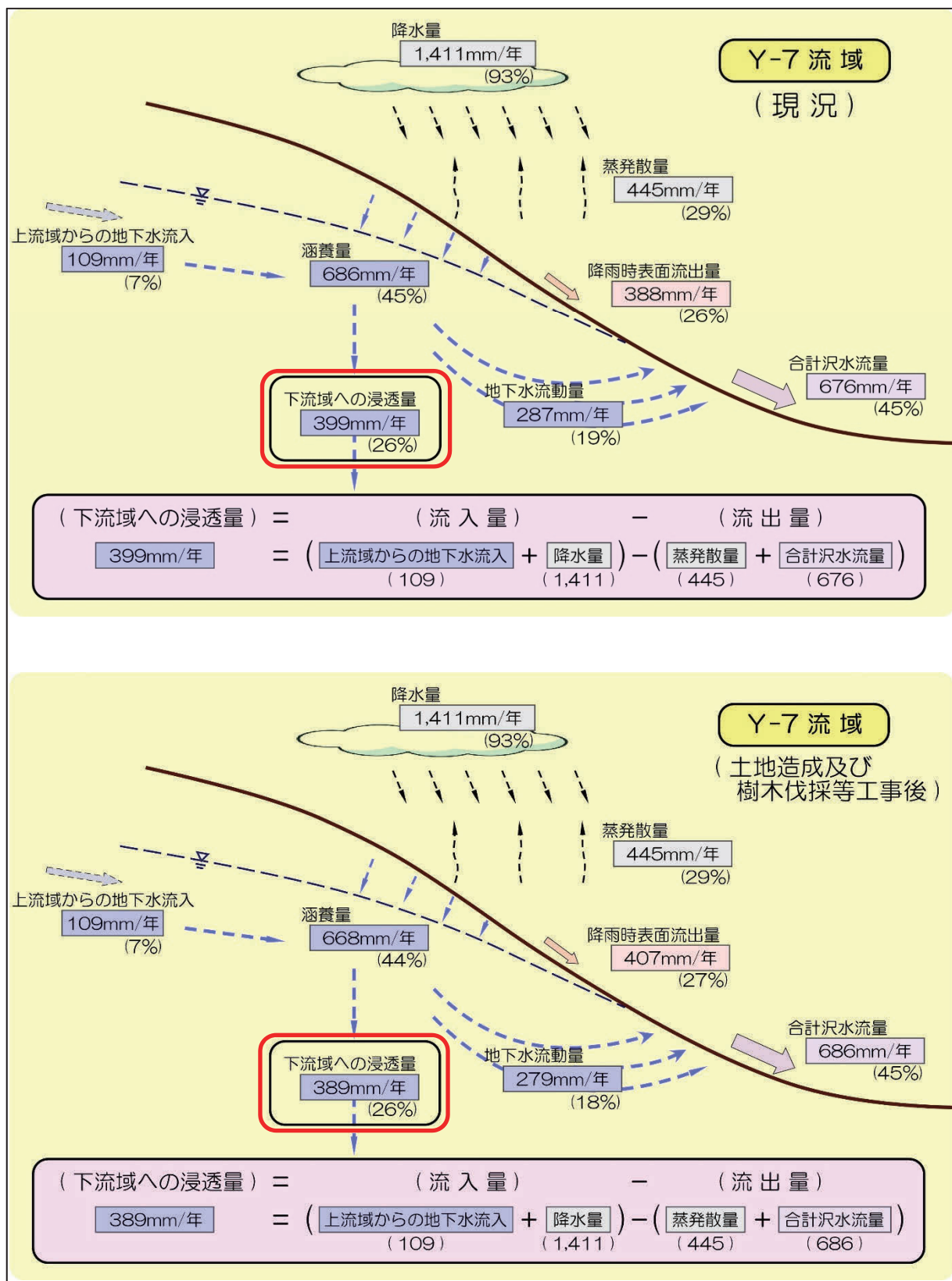


図 4-6-44 現況と土地造成及び樹木伐採等工事後の水収支結果図 (Y-7 流域 : A 湿地)

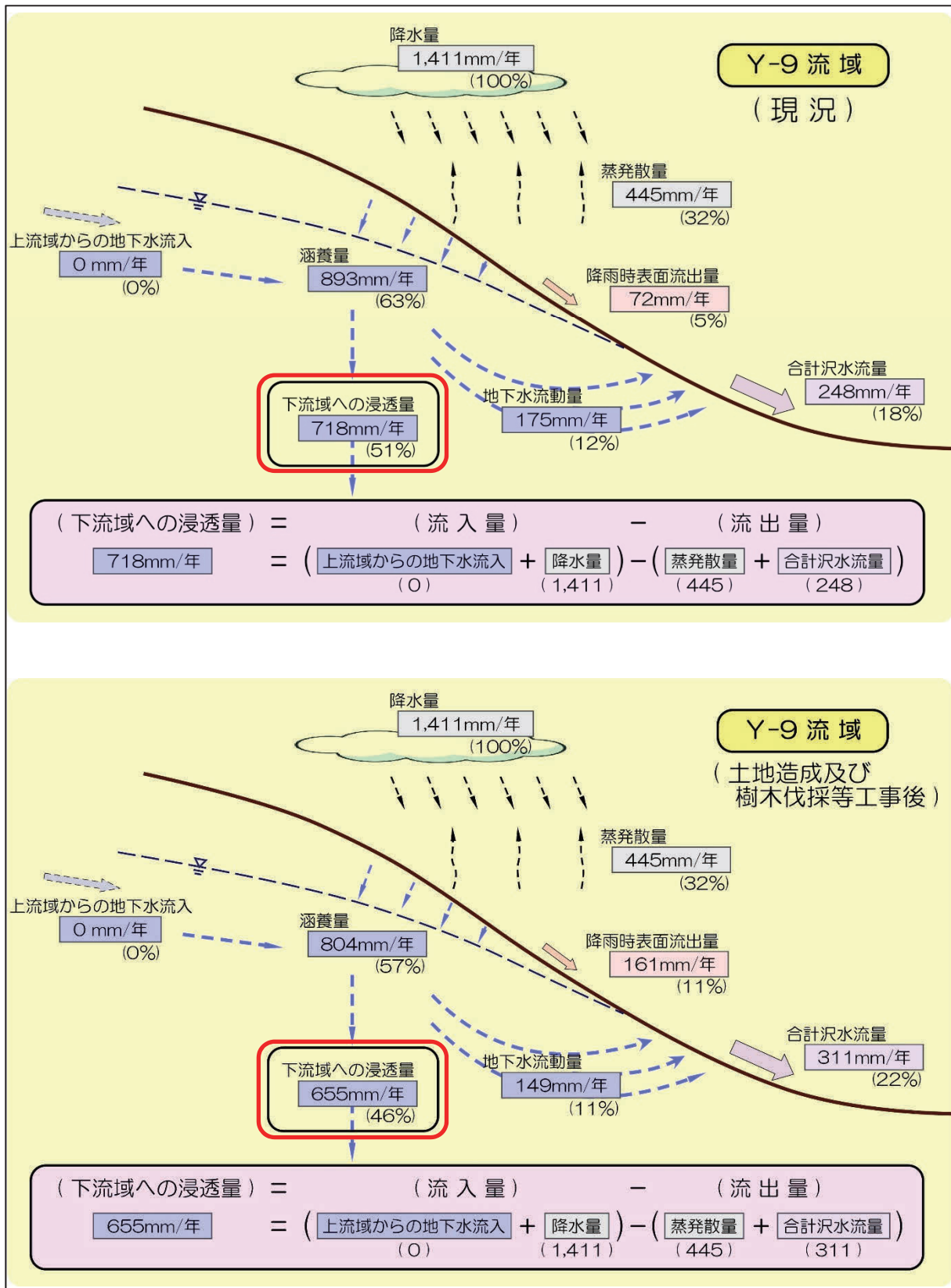


図 4-6-45 現況と土地造成及び樹木伐採等工事後の水収支結果図 (Y-9 流域 : C・D 湿地)

(2) 工事中の影響予測

① 工事中の河川流量の変化

水収支結果のうち、沢水として対象事業実施区域より下流域の河川に流出する沢水流量は、表面流出量と浅層の地下水流動量の合計になる。また、浅層の地下水流動量は、河川の基底流量を示すと推定される。

水収支による沢水の流量予測結果を、表 4-6-23 に示す。

これによると、鉄平石採石場上流の Y-9 流域 (C、D 湿地下流) において、降雨時の表面流出量の増加に伴い、合計沢水流出量は、現況の 248mm/年が工事中は 311mm/年への 25% 増加すると予測される。ただし、河川の基底流量となる浅層の地下水流動量は、現況の 175mm/年が工事中は 149mm/年と 15% の減少に留まる。その他の流域では、合計沢水量が 1～8% の増、基底流量を示す浅層の地下水流動量が 3～12% の減少を示すに留まることから、河川流量の変化による下流への直接的影響は小さいと予測される。ただし、降雨時の表面流出量の増加により地表面侵食が進行する可能性があり、主に樹木の伐採・変更区域内の斜面からの土砂流出や、湿地や河川への土砂流入の影響を受ける可能性がある。

また、対象事業実施区域内の河川については、流域内の降雨時の表面流出量と基底流量となる浅層の地下水流動量が徐々に集まって河川となるが、特に基底流量となる浅層の地下水流動量が減少すると、瀬切れや十分な水深が確保できないなどの河川環境への影響が懸念される。しかし、上記の通り基底流量を示す地下水流動量が 3～15% の減少に留まることから、対象事業実施区域内の河川流量の変化による直接的影響は小さいと予測される。

表 4-6-23 現況と工事中の河川 (沢水) 流量の変化

(単位: mm/年)

予測地点	流域	表面流出量		地下水流動量 (基底流量)		合計沢水流量	
		現況	工事中	現況	工事中	現況	工事中
Y-6 (F 湿地下流)	茅野横河川支流 (右支流)	175	251 (143%)	310	272 (88%)	485	523 (108%)
Y-7 (茅野横河川中流)	茅野横河川中流域 (支流合流前)	388	407 (105%)	287	279 (97%)	676	686 (101%)
Y-9 (C、D 湿地下流)	茅野横河川支流 (鉄平石採石場上流)	72	161 (224%)	175	149 (85%)	248	311 (125%)
合計	茅野横河川中流域 (支流合流後)	635	819 (129%)	772	700 (91%)	1407	1,499 (107%)

注 1) () 内の数値は現況に対する割合

注 2) 小数点以下四捨五入の関係で、合計が合わない場合がある。

② 工事中の地下浸透量 (深層) の変化

下流の水源については、対象事業実施区域内における、深層の地下浸透量の変化の影響を受ける可能性がある。そのため、対象事業実施区域の流域における下流域への浸透量の変化を表 4-6-24 に示す。

工事中的下流域への地下浸透量 (深層) は、各流域で 3～9% の減少であり、全体でも 7% の減少に留まる。そのため、工事の実施による地下浸透量の変化については、直接的影響は極めて小さいと予測される。

表 4-6-24 工事中の地下浸透量 (深層) の変化

予測地点	下流域への浸透量 (深層) (mm/年)		流域の深層浸透量 の減少率
	現況	工事中	
Y-6 (F 湿地下流)	590	552	6%減
Y-7 (茅野横河川中流)	399	389	3%減
Y-9 (C、D 湿地下流)	718	655	9%減
合計	1,707	1,596	7%減

③ 工事中の湿地の変化

湿地の湧水量は、主に浅層の地下水流動量に影響していると推定される。各湿地の流域面積、工事面積及び水収支結果による対象流域の地下水流動量の結果を表 4-6-25 に、それぞれの位置を図 4-6-46 に示す。

A 湿地については、湿地湧水の主な推定涵養域が対象事業実施区域外にあり、流域の伐採・改変率も 1.4%にとどまり、水収支結果による A 湿地の分布する流域の地下水流動量の減少率が 3%に留まることから、直接的影響は極めて小さいと予測される。その他の湿地については、伐採・改変率が 40.9～49.5%あり、地形による対象流域の地下水流動量の減少率では、C、D 湿地の分布する流域が 15%、E、F 湿地の分布する流域が 12%それぞれ減少することから、工事に伴う湧水量が減少する可能性があるとして予測される。なお、E、F 湿地については、流域外からも涵養の可能性はあるが、Y-6、Y-7、Y-9 流域の合計では、伐採・改変率が 33.5%、流域の地下水流動量減少率が 9%と、E、F 湿地の地形による対象流域よりも小さくなる。そのため、E、F 湿地についても、湧水量の減少については、地形による流域内における工事が主な影響要因となると考えられる。

また、降雨時の表面流出量の増加（表 4-6-23 参照）により地表面侵食が進行する可能性があり、湿地への土砂流入の影響を受ける可能性がある。

表 4-6-25 湿地の変化

予測地点	流域面積 ^{注)} (km ²)	流域の土地造成及び樹木伐採等工事面積 (km ²)	伐採・改変率	分布流域	流域の地下水流動量減少率
A 湿地	0.691	0.010	1.4%	Y-7 流域 (茅野横河川中流)	3 %減
C 湿地	0.245	0.106	43.2%	Y-9 流域 (C、D 湿地下流)	15 %減
D 湿地	0.476	0.195	40.9%		
E 湿地	0.095	0.047	49.5%	Y-6 流域 (F 湿地下流)	12 %減
F 湿地	0.304	0.133	43.8%		
Y-6、 Y-7、 Y-9 流域計	2.628	0.881	33.5%	—	9 %減

注) 流域面積は、各湿地の下流端までの流域面積を示し対象事業実施区域外も含む。

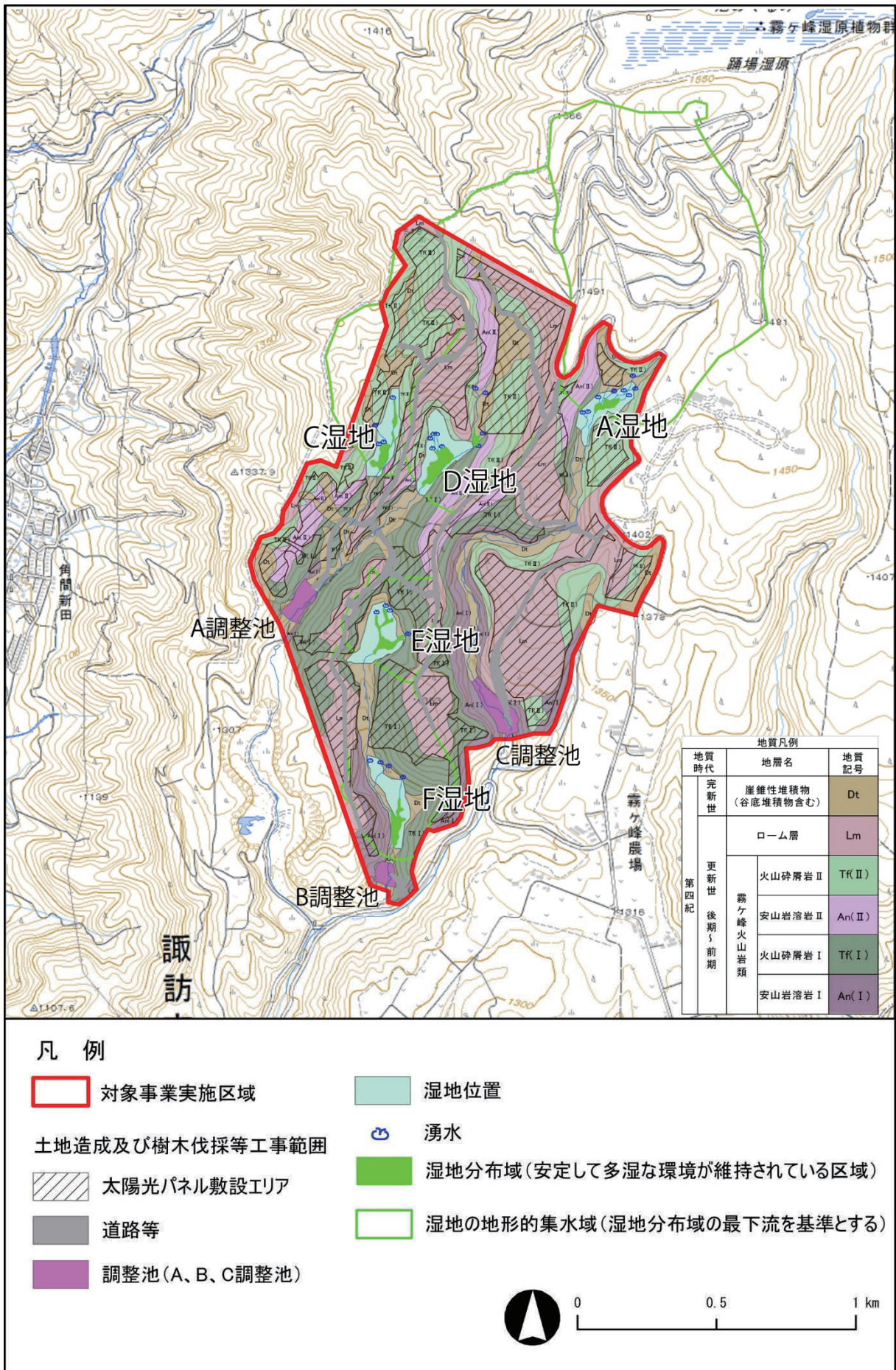


図 4-6-46 対象事業実施区域内の工事範囲及び湿地等位置図