

(4) 対象事業実施区域内小流域からの流出状況（概略水収支）

対象事業実施区域内小流域からの流出量は、各地点の水位データからH-Q相関式を基に流量に換算し、表 4-6-15 に流出状況を示すと共に、図 4-6-38～図 4-6-39 に流量時系列変化図として示した。

また、深層における地下水位変化を示す創価学会長野県青年研修道場の井戸水位変化を示した。

冬季凍結していない地点の流量は、上流に A 湿地が分布する Y-7 で 9 月降雨時に最大 6,435 (ℓ/分)、冬季の 3 月で最小 370 (ℓ/分)、E、F 湿地分布域の Y-6 で 9 月降雨時に最大 3,909 (ℓ/分)、冬季の 3 月で最小 64 (ℓ/分)、霧ヶ峰農場水源湧水で 9 月降雨時に最大 2,322 (ℓ/分)、冬季の 3 月で最小 198 (ℓ/分) となり、同じような流量変化傾向を示している。

また、これらの流量変化は、深層における地下水位変化を示す創価学会長野県青年研修道場（井戸深度：200m）の井戸水位変化と一致した変化を示している。

特に、霧ヶ峰農場水源湧水と創価学会長野県青年研修道場井戸の水位変化はほとんど同じ変化傾向を示していることから、霧ヶ峰農場水源湧水の流量変化は降雨直後の直接流出を含まない地山の地下水流出分によるものと推測される。

湿地 C、D 下流の Y-9 流域では、9 月降雨時に最大 5,986 (ℓ/分)、冬季凍結の時期もあるが気温が上昇した 5 月～6 月で枯渇状態となっていた。

対象事業実施区域からの合計流出量（Y-7、Y-6、Y-9 の合計）は、9 月降雨時に最大 16,330 ℓ/分、冬季の 3 月で最小 434ℓ/分、平均で 2,900ℓ/分となっていた。

表 4-6-2 各流域の流出状況

地 点	最大流量 (ℓ/分)	最低流量 (ℓ/分)	平均流量 (ℓ/分)	備 考
Y-6	3,909	64	352	
Y-7	6,435	370	1,591	
Y-8	3,472	0	307	冬季凍結のため 1 月～4 月除く
Y-9	5,986	0	523	冬季凍結のため 1 月～4 月除く
Y-11	3,933	0	140	冬季凍結のため 1 月～4 月除く
Y-13	7,313	184	974	
対象事業実施区域合計	16,330	434	2,900	Y-7, Y-6, Y-9 合計流量
霧ヶ峰農場水源湧水	2,322	198	327	

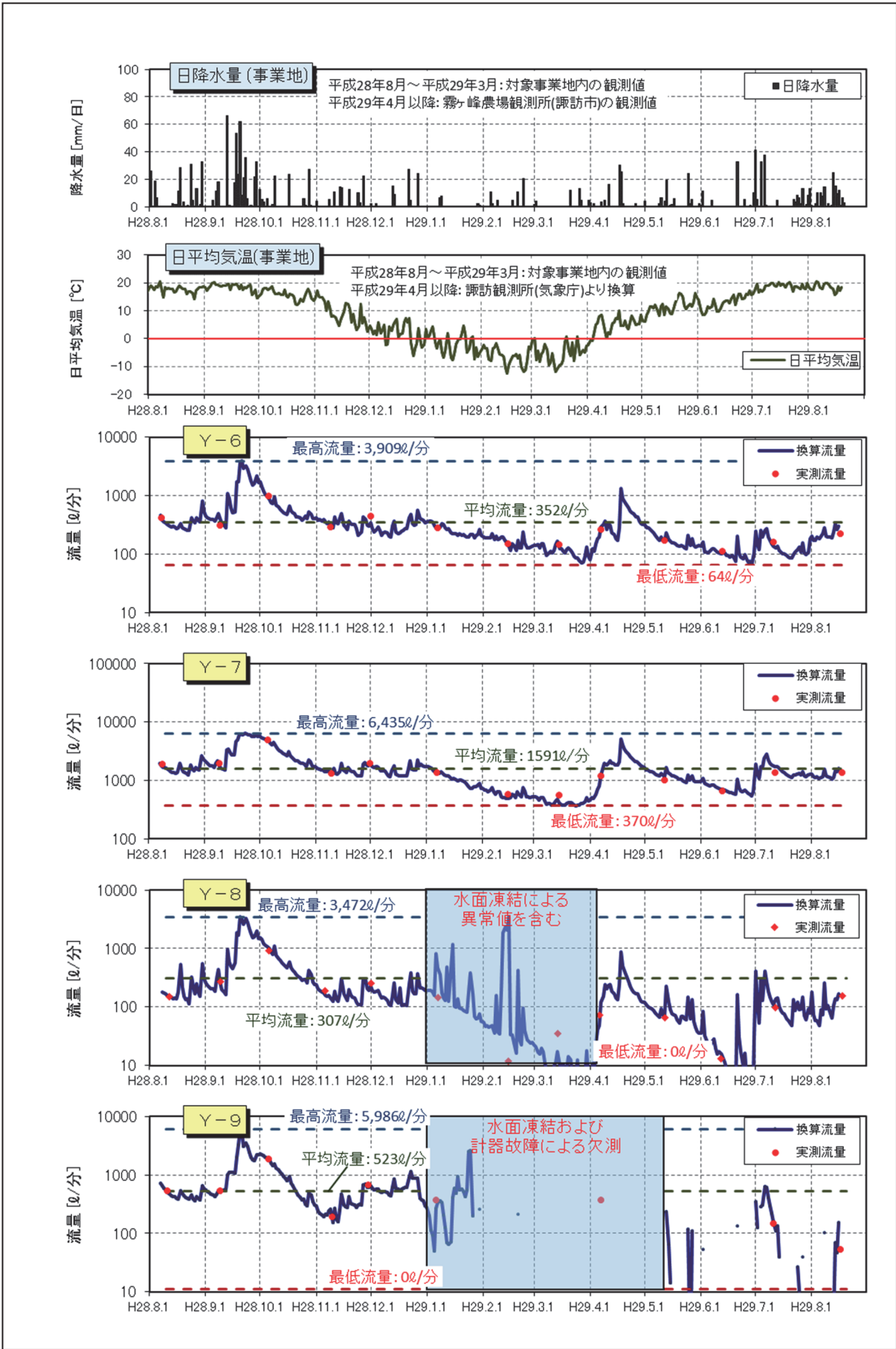


図 4-6-38 流量の時系列変化図(1)

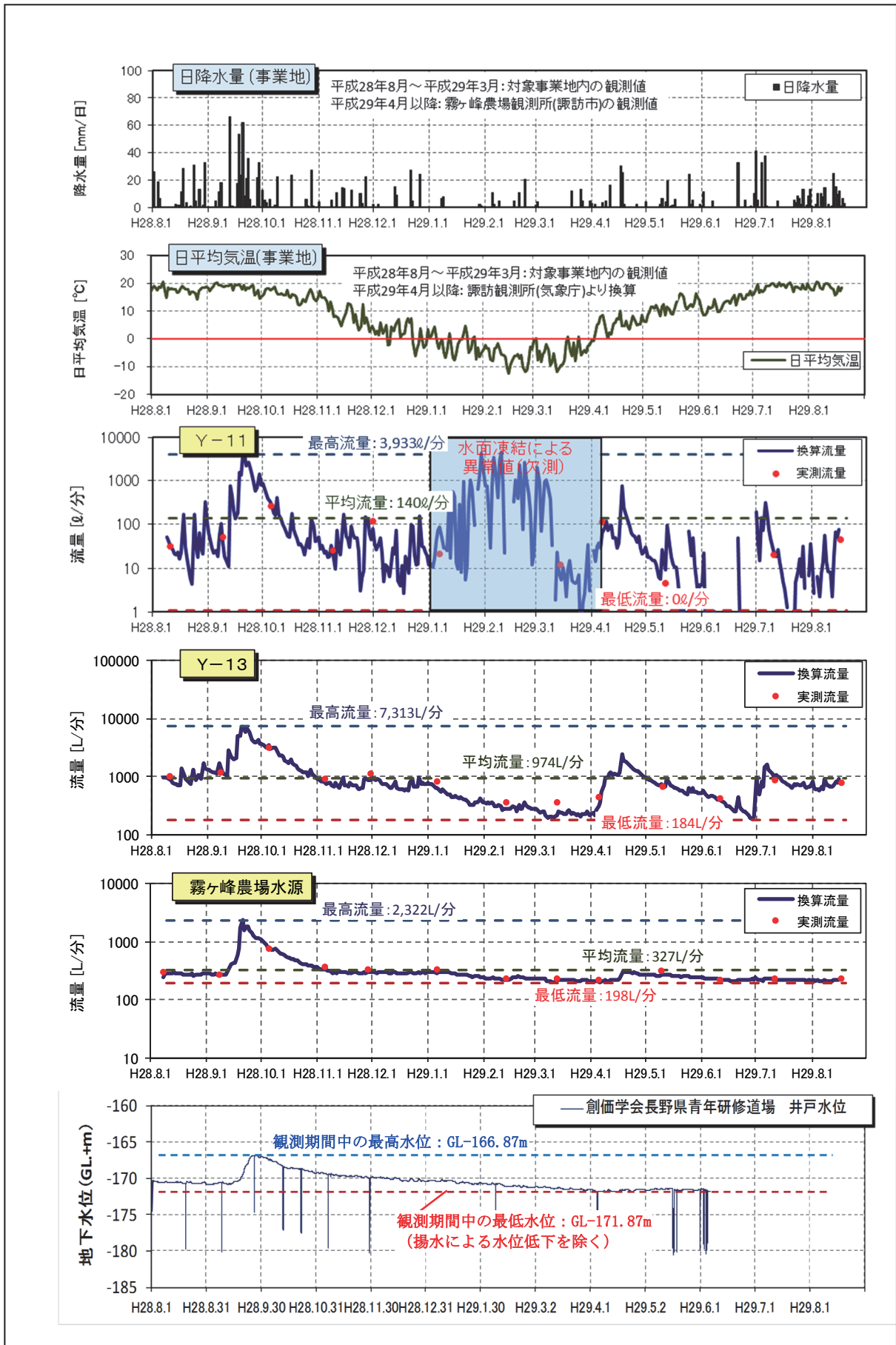


図 4-6-39 流量の時系列変化図(2)

各流域における観測期間中の総流出量と気象データ（降水量、蒸発散量）からその流域における概略水収支を検討し、表 4-6-16 に示した。

深層の貯水量（水位）が一定と仮定した理論上の総流出量は、流域に降った雨（P）から蒸発散量（E）を差し引いた（P-E）が総流出量となるはずである。先述の図 4-6-13 は、対象事業実施区域での平成 28 年 4 月～平成 29 年 8 月間における降水量（P）と降水量から月平均気温を基に求めた蒸発散量（ソーンズウェイト法により算出）を差し引いた（P-E）を月別に示した図である。

上記の気象データを基にした概略水収支は、Y-7 流域で平成 28 年 8 月 9 日～平成 29 年 8 月 16 日までの降水量が 1,463mm、可能蒸発散量が 580mm、理論上の総流出量（P-E）が 883mm となり、流域面積を掛ければ約 1,107,789^m³ となる。

Y-7 流域の実測総流出量は、853,888^m³ であり、（P-E）に比べると約 77%の流出量となっている。このようにして各流域の実測総流出量と理論上の流出量を比較した。Y-6、Y-7、Y-11、Y-13 などの流域も実測総流出量は、理論上の流出量を下回り、約 63～77%の水量となっている。

特に Y-9 及び Y-8 流域は、Y-9 流域で 28%、Y-8 流域で 53%であり、非常に少ない水量となっている。

このような現象は、地下に浸透した雨水が更に下位層に浸透し、茅野横河川下流や流域外に流出していることを示唆する結果となっている。

表 4-6-3 各流域における総流出量及び概略水収支表

地点	流域面積	期間	期間降水量(P)	期間蒸発散量(E)	P-E	理論的な総流出量	実測流出量合計	備考
	[km ²]		[mm]	[mm]	[mm]	[m ³]	[m ³]	
	①		②	③	④=②-③	⑤=①×④×1000	⑥（下段:⑥/⑤）	
Y-6	0.337	H28.8.9 ~ H29.8.16	1,463	580	883	297,470 (100%)	188,789 (63%)	
Y-7	1.255	H28.8.9 ~ H29.8.16	1,463	580	883	1,107,789 (100%)	853,888 (77%)	
Y-8	0.327	H28.8.9 ~ H28.12.31	813	221	592	193,649 (100%)	101,721 (53%)	冬季凍結のため、 H28.12までとする
Y-9	1.036	H28.8.9 ~ H28.12.31	813	221	592	613,519 (100%)	174,691 (28%)	冬季凍結のため、 H28.12までとする
Y-11	0.110	H28.8.9 ~ H28.12.31	813	221	592	65,142 (100%)	48,803 (75%)	冬季凍結のため、 H28.12までとする
Y-13	0.792	H28.8.9 ~ H29.8.16	1,463	580	883	699,098 (100%)	523,127 (75%)	
霧ヶ峰 農場水源	0.157	H28.8.9 ~ H29.8.16	1,463	580	883	138,584 (100%)	175,967 (127%)	

6-2 予測及び評価の結果

1. 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。

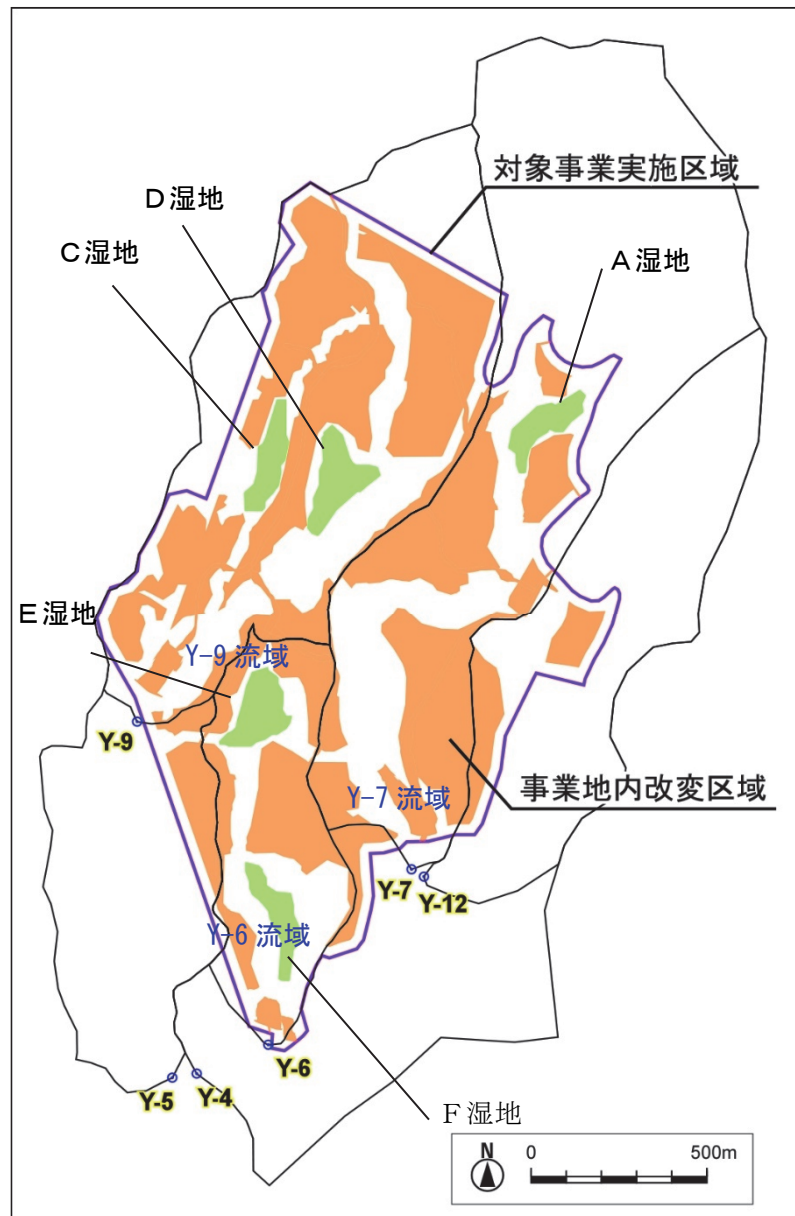


図 4-6-40 工事中の土地造成及び樹木伐採等範囲

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4-6-17参照）。

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 4-6-18 参照）。

表 4-6-17 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 4-6-18 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（ソーンズウエイト法による）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 4-6-19 及び図 4-6-41～図 4-6-43 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 4-6-19 工事中の表面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

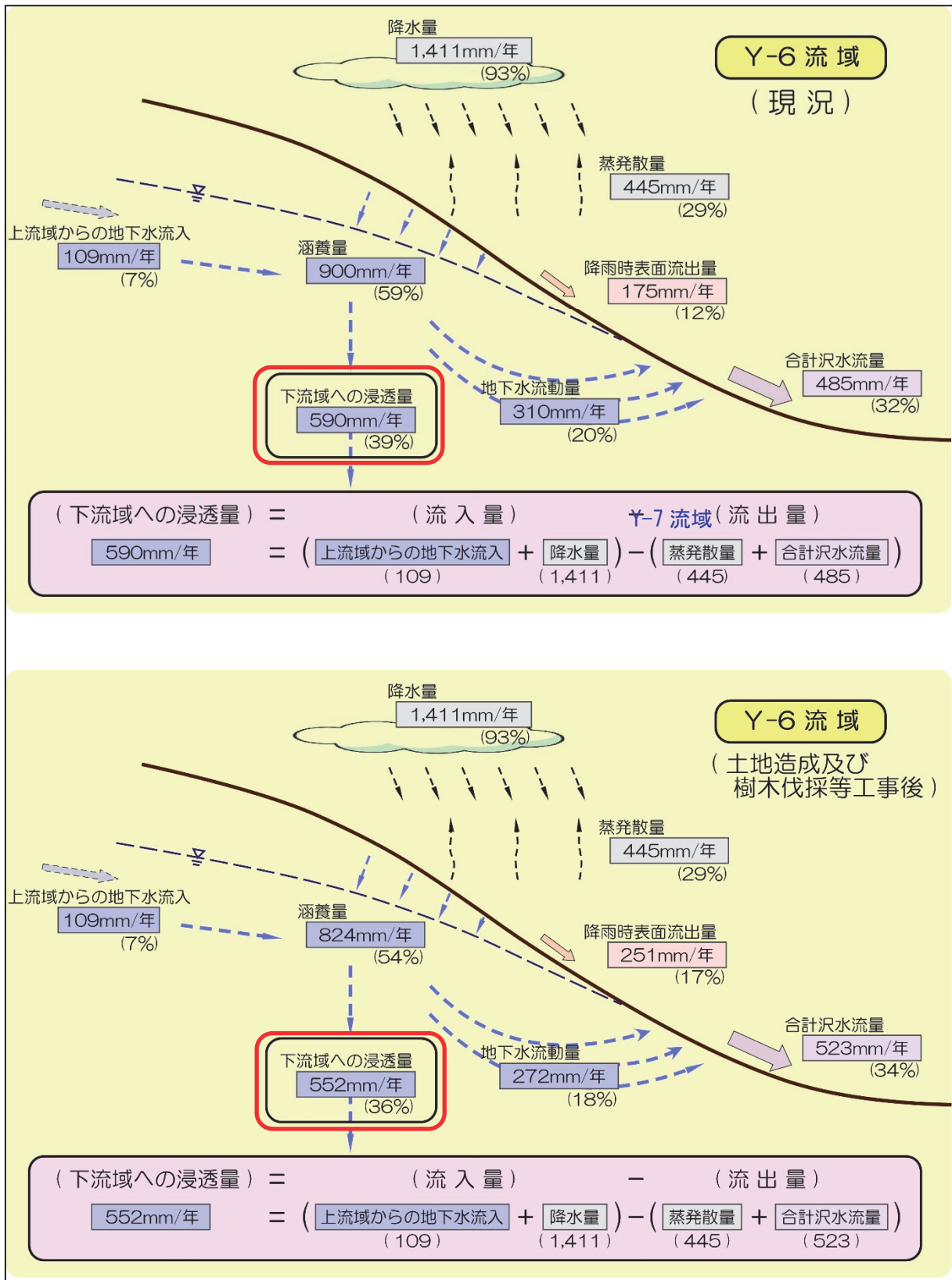


図 4-6-41 現況と土地造成及び樹木伐採等工事後の水収支結果図 (Y-6 流域 : E・F 湿地)

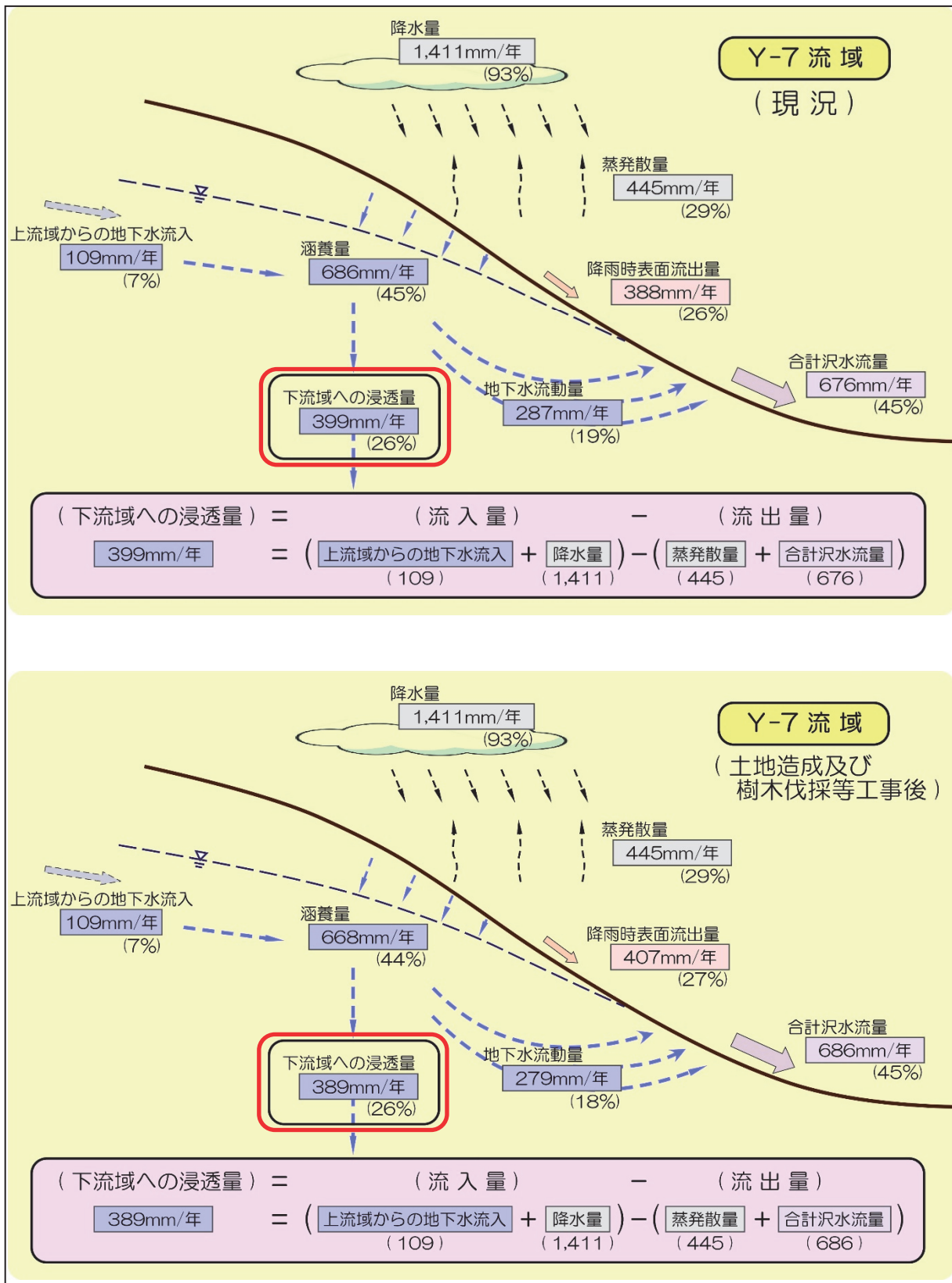


図 4-6-42 現況と土地造成及び樹木伐採等工事後の水収支結果図 (Y-7 流域 : A 湿地)

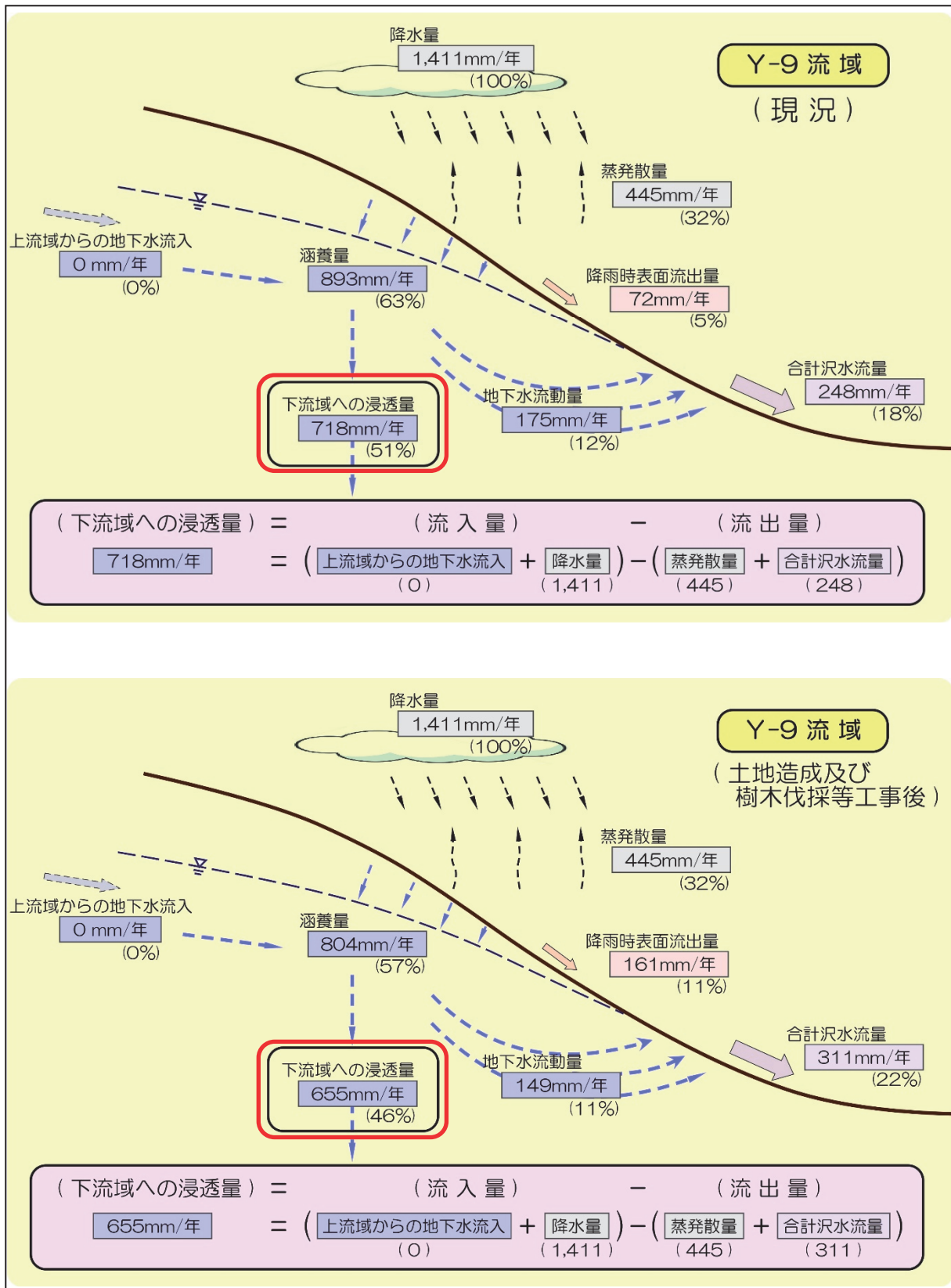


図 4-6-43 現況と土地造成及び樹木伐採等工事後の水収支結果図 (Y-9 流域 : C・D 湿地)

(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 4-6-20 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・改変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 4-6-20 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 4-6-21 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 6% 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 4-6-21 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。

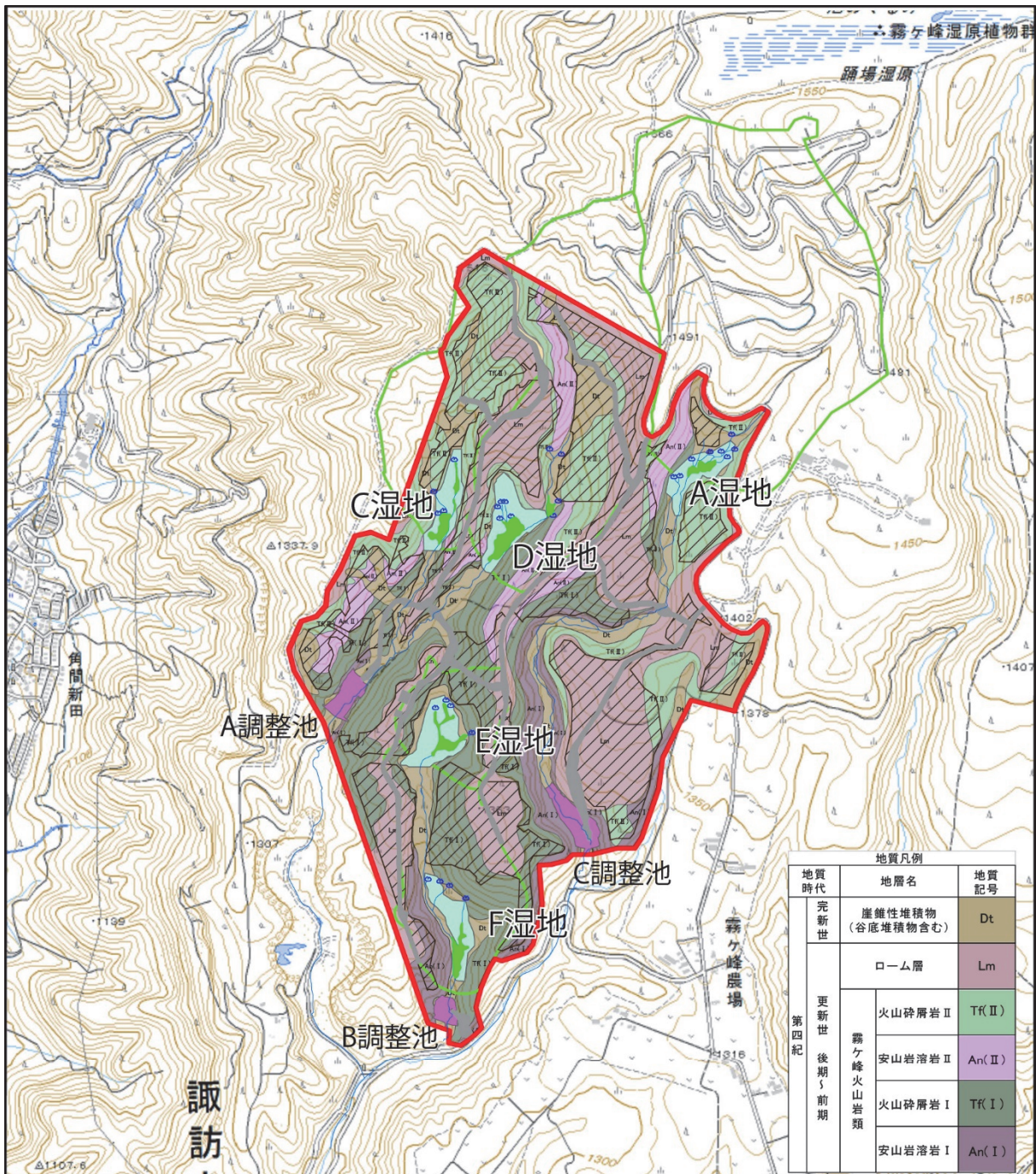
A 湿地については、湿地湧水の主な推定涵養域が対象事業実施区域外にあり、流域の伐採・改変率も 1.4%にとどまり、水収支結果による A 湿地の分布する流域の地下水流動量の減少率が 3%に留まることから、直接的影響は極めて小さいと予測される。その他の湿地については、伐採・改変率が 40.9~49.5%あり、地形による対象流域の地下水流動量の減少率では、C、D 湿地の分布する流域が 15%、E、F 湿地の分布する流域が 12%それぞれ減少することから、工事に伴う湧水量が減少する可能性があるとして予測される。なお、E、F 湿地については、流域外からも涵養の可能性はあるが、Y-6、Y-7、Y-9 流域の合計では、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 4-6-22 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。



凡例

- 対象事業実施区域
- 湿地位置
- 土地造成及び樹木伐採等工事範囲
- ♻️ 湧水
- 太陽光パネル敷設エリア
- 湿地分布域 (安定して多湿な環境が維持されている区域)
- 道路等
- 湿地の地形的集水域 (湿地分布域の最下流を基準とする)
- 調整池 (A、B、C調整池)

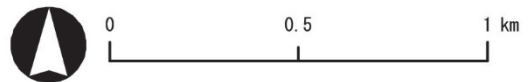


図 4-6-44 対象事業実施区域内の工事範囲及び湿地等位置図