

③ 供用後の湿地湧水への影響予測

対象事業実施区域内の湿地は、周辺の地下水流動量（浅層）の湧出により存在している。各湿地が分布する流域の供用後における地下水流動量（浅層）の予測結果を表 4-6-42 に、施設用地及び湿地等の位置を図 4-6-75 に示す。

水収支予測結果によれば、供用後の地下水流出量の流域平均減少率は、A 湿地の分布する Y-7 流域で約 5%、水量にして約 6850/分が約 6490/分となり、360/分の減少量となる。F、E 湿地の分布する Y-6 流域では、減少率約 16%、水量にして約 1990/分が約 1660/分となり、330/分の減少量となる。C、D 湿地の分布する Y-9 流域では、減少率約 19%、水量にして約 3450/分が約 2800/分となり、650/分の減少量となる（表 4-6-42 参照）。

表 4-6-42 供用後の地下水流動量（浅層）の予測結果

流域	流域面積 (km ²)	地下水流動量（浅層） mm/年 (ℓ/分)			
		現況	供用後	変化量	減少率
Y-7 (A 湿地)	1.255	287(685)	272(649)	-15(-36)	5 %
Y-9 (C、D 湿地)	1.036	175(345)	142(280)	-33(-65)	19 %
Y-6 (E、F 湿地)	0.337	310(199)	259(166)	-51(-33)	16 %

各湿地の流域面積、施設用地の面積（改変面積）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 4-6-43 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 5%（水量にして 6850/分が 6490/分に 360/分減少）に留まることから、本事業による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、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 19%減少（水量にして 3450/分が 2800/分に 650/分減少）、E、F 湿地の分布する流域が 16%減少（水量にして 1990/分が 1660/分に 330/分減少）することから、供用後に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があり、F 湿地でその傾向が比較的強いと考えるが、Y-6、Y-7、Y-9 流域の合計では、改変率が 33.5%、流域の地下水流動量減少率が 11%で、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改変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 4-6-38 参照）により地表面侵食が進行する可能性があり、湿地や河川への土砂流入の影響を受ける可能性がある。

表 4-6-43 湿地の変化

予測地点	流域面積 ^{注)} (km ²)	施設用地の面積（改変面積） (km ²)	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(茅野横河川中流)流域	5%減
C 湿地	0.245	0.106	43.2%	Y-9(C、D 湿地下流)流域	19%減
D 湿地	0.476	0.195	40.9%		
E 湿地	0.095	0.047	49.5%	Y-6(F 湿地下流)流域	16%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%	—	11%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。

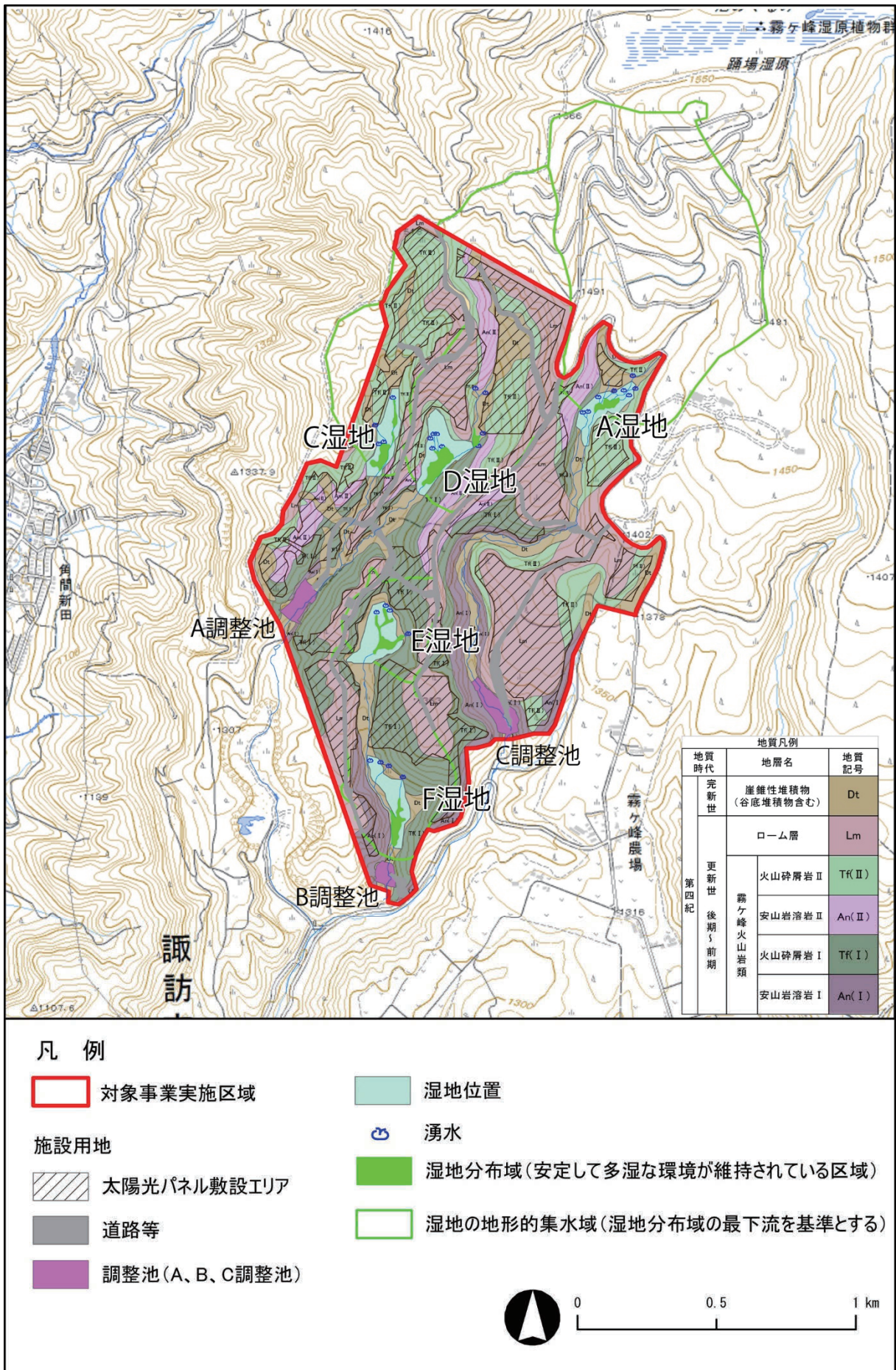


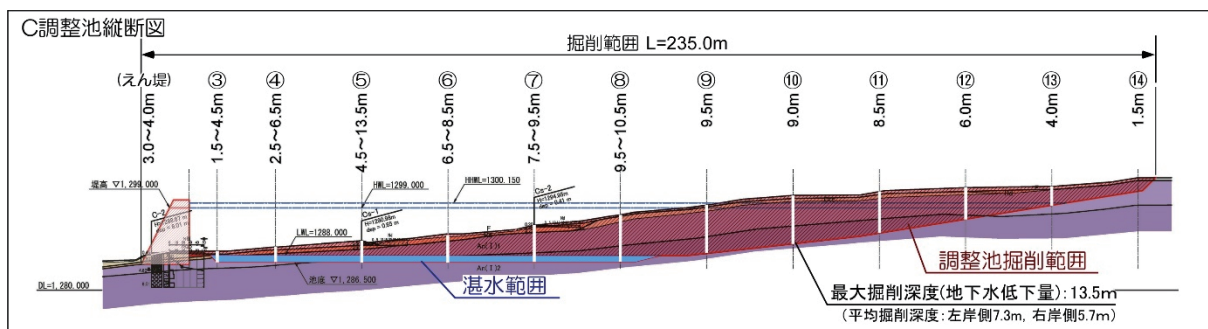
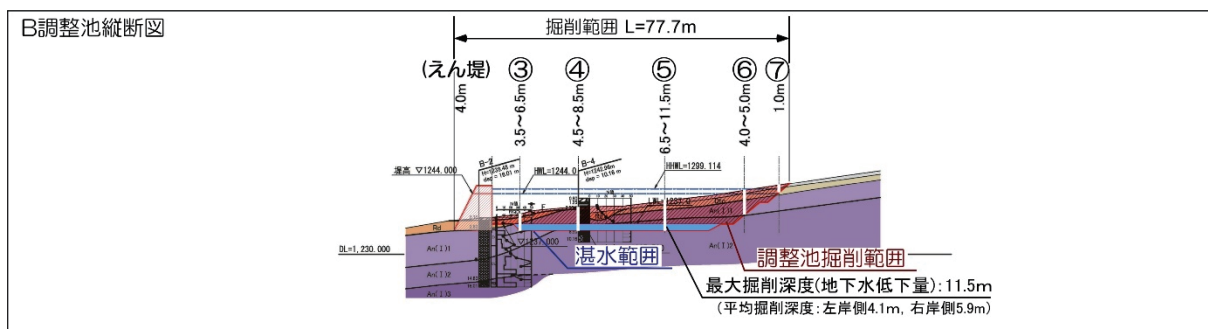
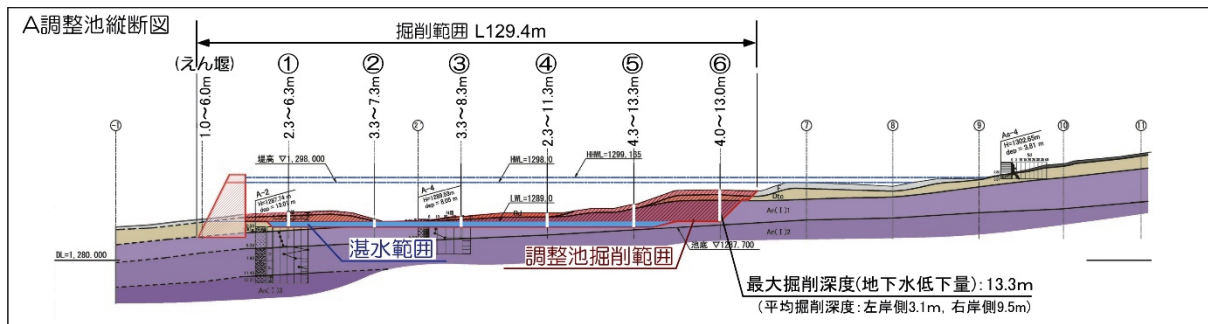
図 4-6-81 湿地と改変エリアの位置図

また、対象事業実施区域内の各湿地と調整池及の関係（図 4-6-81 参照）をみると、A 湿地の下流に位置する C 調整池、C、D 湿地の下流に位置する A 調整池については、湿地からの離隔が確保されており、湿地やそれを涵養する湧水の帯水層の掘削等は想定されないことから、調整池の存在による A、C、D 湿地への影響は極めて小さいと予測される。

また、E、F 湿地の下流に位置する B 調整池については、F 湿地に近いことため影響が懸念されるが、B 調整池の掘削面は F 湿地及びそれを涵養する湧水の帯水層と考えられる凝灰角礫岩層の下層にある安山岩層であり、湧水からの離隔が確保されていることから、調整池の存在による E、F 湿地への影響は極めて小さいと予測される。

④ 供用後の調整池周辺水位変化

供用後の調整池は、図 4-6-47 に示すように対象事業実施区域から流出している流域出口に位置する。各調整池は、対象事業実施区域西側 Y-9 流域の A 調整池、対象事業実施区域中央部 Y-6 流域の B 調整池、東側 Y-7 流域の C 調整池である。これらの供用後調整池は図 4-6-82 の各調整池縦断面図に示すように、河川水位は堤体出口が調整池底面から 1.5m 高い位置となり、人工的な揚水もないことから上流域が一部湛水状態となる。そのため、施工中に比べ地下水位が 1.3m (A 調整池) ~1.5m (B・C 調整池) 上昇し、多少影響範囲が狭くなることが考えられる。



地質層序表

時代	地層名	土質・地質区分	地質記号	H27年報告書 調整池断面図 地質記号対比
完新世	表土	黒ボク	F	F
	河床谷底堆積物	玉石混じり砂礫	Rd	Rd
	崖麓性堆積物	礫混じりローム 玉石混じり砂礫	Dtc	Dtc
第四紀 更新世前期と後期	火山砕屑岩 I 凝灰角礫岩	強風化岩	TR(1)1	—
		風化岩	TR(1)2	—
	安山岩溶岩 I	強風化岩	An(1)1	TR(1)(D) An(1)(D)
		風化岩	An(1)2	TR(1)(CL~CM) An(1)(CL~CM)
新鮮岩	An(1)3	An(1)(CM~CH)		

図 4-6-82 供用後における各調整池の縦断面図

供用後の影響範囲の算定には、掘削域を架空の穴を設けた状態と同じと仮定し、①式を用いて地下水影響範囲の検討を行った。影響範囲は①式を用いて各断面での影響範囲を算定し、その点を結んだ範囲として図 4-6-83～図 4-6-85 に赤色のハッチングで示した。各調整池の計算条件は表 4-6-44 に示した。

$$\text{供用後の影響範囲} : R = \frac{(H^2 - h^2)}{2IH} \quad \dots\dots ②$$

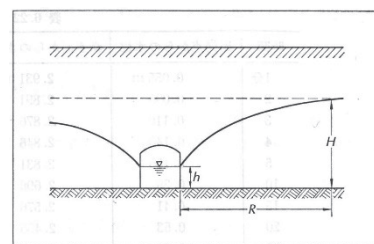
ここで L : 掘削区間長 (m)

H : 水深 (m)

h : 供用後の後の水深 (m)

R : 影響範囲 (m)

I : 動水勾配



※新版地下水調査法 山本荘毅書による。

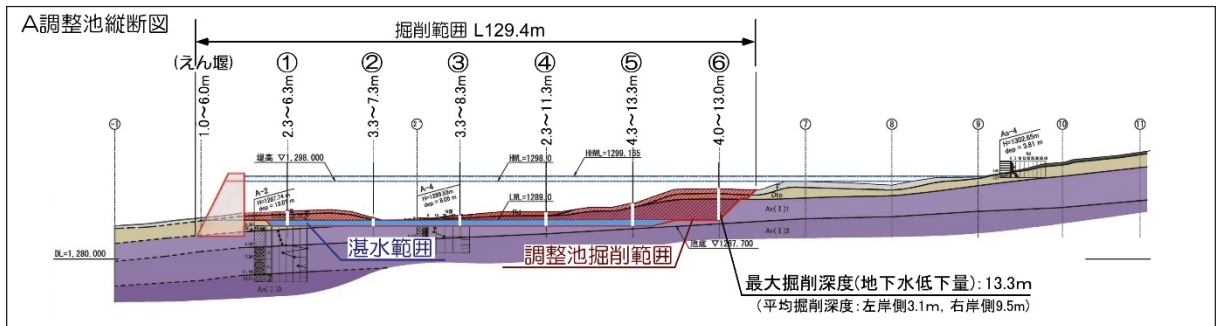
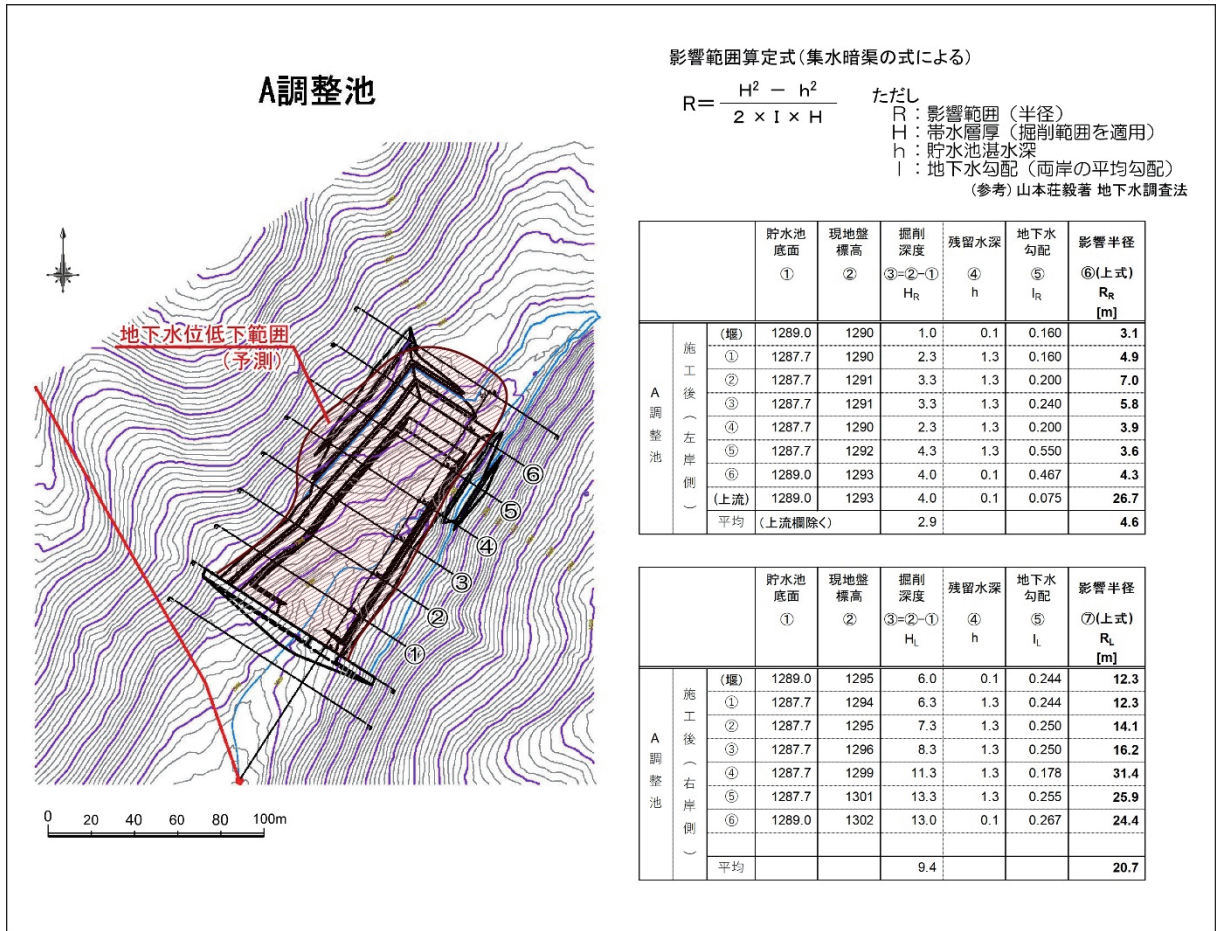
表 4-6-44 供用後の調整池周辺影響範囲の計算条件

調整池	掘削長 (L : m)	透水係数 (K : m/sec)	水深 (H : m)	掘削後水深 (h : m)
A 調整池	129.4	4×10^{-4}	13.3~2.3	0.1
B 調整池	77.7	5×10^{-6}	11.5~1.0	0.1
C 調整池	235.0	1×10^{-4}	13.5~1.5	0.1

※ 透水係数は第 8 節「地形地質」8-1, 5, 3), (3)の現場透水試験結果による

供用後における周辺の水位低下は、A調整池では掘削箇所から最大 26.7m、B調整池では最大 21.7m、C調整池では最大 16.4mと予測され、工事中と同様、地下水位低下範囲は調整池付近のみに限られると推定される。特に、図 4-6-47 の調整池位置図から、A調整池から最も近いE湿地までは約 200m、B調整池から最も近いF湿地までは約 70m、C調整池から最も近いE湿地までは約 300m離れていることから、供用後において湿地内の地下水には影響は及ばないと予測される。

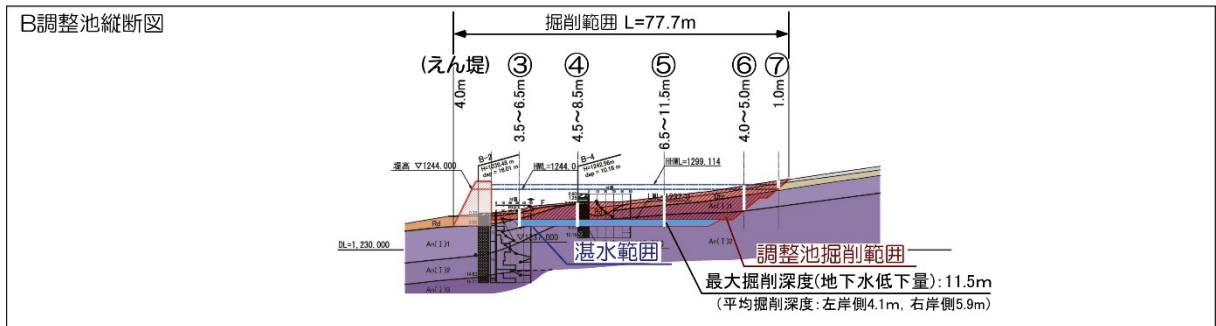
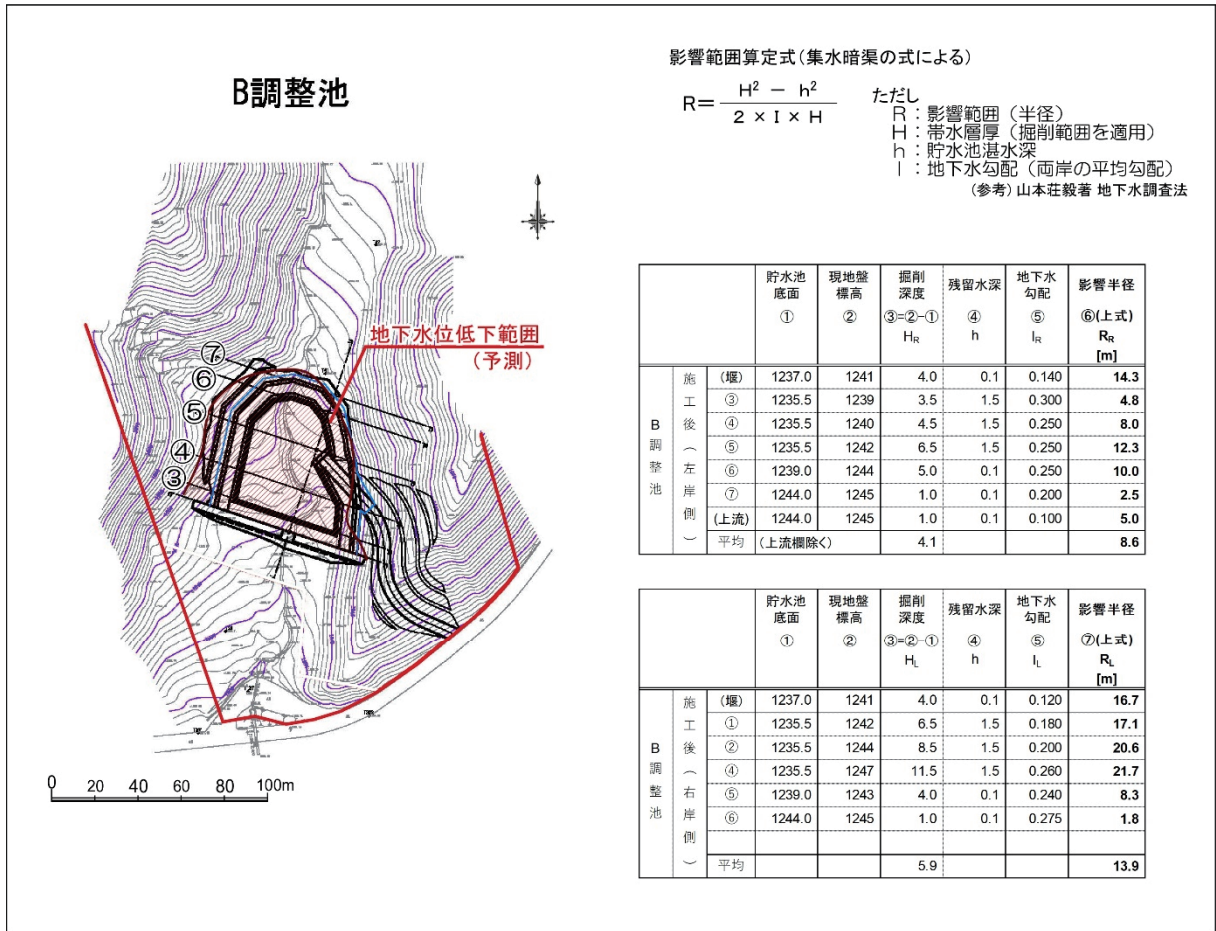
なお、本調整池の流出口は現況の河床標高から変化しないことを考えると、通常時の調整池からの流出量は現況と変化しないものと考えられる。



地質層序表

時代	地層名	土質・地質区分	地質記号	H27年報告書 調整池断面図 地質記号対比
完新世	表土	黒ボク	F	F
	河床谷産堆積物	玉石混じり砂礫	Rd	Rd
	産能性堆積物	礫混じりローム 玉石混じり砂礫	Dtc	Dtc
第四紀	火山砕屑岩 I 凝灰角礫岩	強風化岩	TR(I)1	—
		風化岩	TR(I)2	—
	更新世前期～後期 安山岩熔岩 I	強風化岩	An(I)1	Tr[1] (D) An[1] (D)
		風化岩	An(I)2	Tr[1] (CL~CM) An[1] (CL~CM)
	新鮮岩	An(I)3	An[1] (CM~CH)	

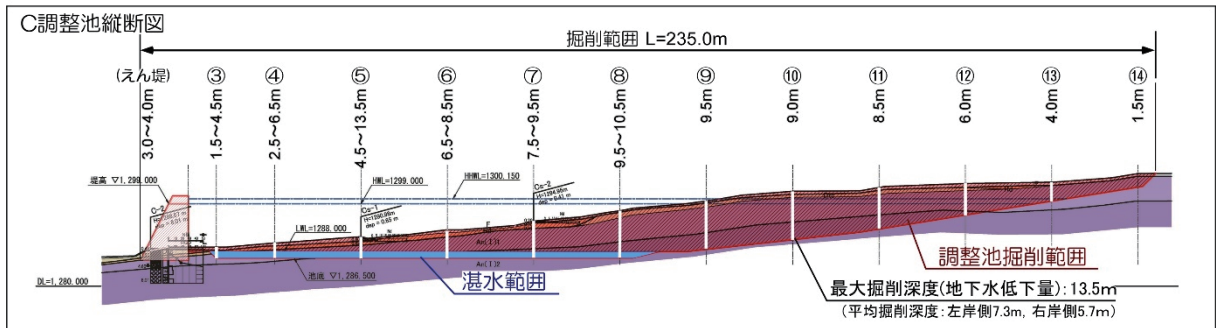
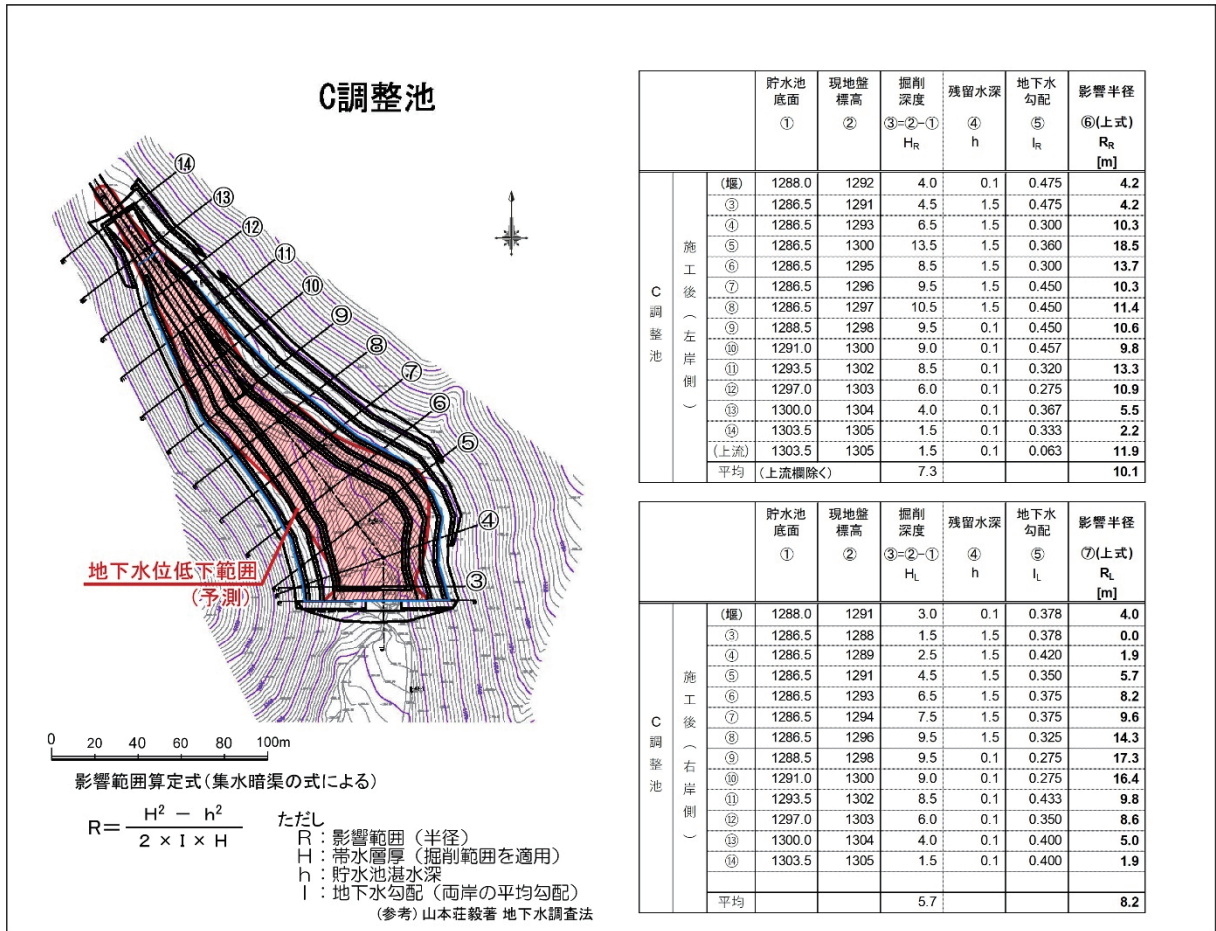
図 4-6-83 供用後の調整池周辺の影響範囲図 (A調整池)



地質層序表

時代	地層名	土質・地質区分	地質記号	H27年報告書 調整池断面図 地質記号対比	
完新世	表土	黒ボク	F	F	
	河床谷底堆積物	玉石混じり砂礫	Rd	Rd	
	崖壁性堆積物	礫混じりローム 玉石混じり砂礫	Dtc	Dtc	
第四紀	更新世前期~後期	火山砕屑岩 I 凝灰角礫岩	Tf(1)1	—	
		風化岩	Tf(1)2	—	
	安山岩熔岩 I	強風化岩	An(1)1	Tf(1) (D)	An(1) (D)
		風化岩	An(1)2	Tf(1) (CL~CM)	An(1) (CL~CM)
		新鮮岩	An(1)3	An(1) (CM~CH)	An(1) (CM~CH)

図 4-6-84 供用後の調整池周辺の影響範囲図 (B調整池)



地質層序表

時代	地層名	土質・地質区分	地質記号	H27年報告書 調整池断面図 地質記号対比	
完新世	表土	黒ボク	F	F	
	河床谷底堆積物	玉石混じり砂礫	Rd	Rd	
	崖麓性堆積物	礫混じりローム 玉石混じり砂礫	Dtc	Dtc	
第四紀	火山砕屑岩 I 凝灰角礫岩	強風化岩	TR I J1	—	
		風化岩	TR I J2	—	
	安山岩熔岩 I	強風化岩	An(I)1	TR[1] (D)	An[1] (D)
		風化岩	An(I)2	TR[1] (CL~CM)	An[1] (CL~CM)
新鮮岩	An(I)3	An[1] (CM~CH)			

図 4-6-85 供用後の調整池周辺の影響範囲図 (C調整池)

6) 予測結果の信頼性

定量的な予測に用いた現況タンクモデルは、表 4-6-45 に示すとおり計算流量と自記流量観測データとの平均相対誤差が 0.149~0.174 の範囲であり、現況を再現しているものと考ええる。また、表 4-6-46 に示す自記流量観測で実測した流出量と計算流量は、近似した値であり、モデルの信頼性を実証する根拠となる。

予測の信頼性に係る条件設定内容と予測結果との関係を表 4-6-47 に示す。

供用後の流出係数は、改変を 0.9 とし安全側での評価となり、信頼性のある結果である。また、樹木伐採に伴う蒸発散量は、現況に比べ減少することが考えられるが、供用後の予測について現況の値を用いることにより安全側の予測結果となっている。

ただし、供用後の下流水源への影響予測、供用後の湿地への影響予測については、既存事例等を参考とした

表 4-6-45 タンクモデルによる計算流量と実測流量の相対誤差

地 点	計算流量と実測流量の 相対誤差
Y-6 流域 (E、F 湿地下流地点)	0.149
Y-7 流域 (A 湿地下流地点)	0.174
Y-9 流域 (C、D 湿地下流地点)	0.170

表 4-6-46 タンクモデルによる計算流量と実測流量

地点	流域面積 [km ²] ①	期間	期間 降水量 (P)[mm] ②	期間 蒸発散量 (E)[mm] ③	P-E [mm] ④=②-③	理論的な 総流出量 [m ³] ⑤=①×④×1000	実測流出量 Σ Q [m ³] ⑥	再現流出量 Σ Q [m ³] ⑦
Y-6	0.337	H28.8.9 ~ H29.6.11	1,114	350	764	257,468 (100%)	174,793 (68%)	161,352 (63%)
Y-7	1.255	H28.8.9 ~ H29.6.11	1,114	350	764	958,820 (100%)	739,043 (77%)	776,475 (81%)
Y-9	1.036	H28.8.9 ~ H28.12.31	813	221	592	613,312 (100%)	174,692 (28%)	182,080 (30%)

表 4-6-47 予測の信頼性に係る条件設定内容と予測結果との関係

項目		設定内容	予測結果との関係
タンクモデル法	現況の水収支の再現	現地地調査結果（湿地湧水が他流域からの流入があるなど）を踏まえ、地下水流入（2段目タンクに入れる）を考慮した3段タンクモデルとした。	計算流量と自記流量観測データとの平均相対誤差が0.149～0.174の範囲で、現況を再現しているタンクモデルの適応は適切であると考え
	供用後の流出係数	改変エリア（施設用地及びソーラーパネル設置エリア）の流出係数を一律に0.9に設定した。	河川流量の変化や地下水涵養量の減少による影響が最大となる条件設定であり、安全側での予測条件を考慮していると考え。
	樹木伐採に伴う蒸発散量	現況の値で設定した。	現況に比べ減少することが考えられるが、予測でも現況の値を用いることにより安全側での予測条件を考慮していると考え。
供用後の河川流量の影響予測		タンクモデル法による水収支予測結果により定量的に予測した。	対象事業の実施による水収支の変化の予測については、タンクモデル法に基づく安全側の予測と考える。
供用後の下流水源への影響予測		現地調査結果（地形・地質及び水質調査結果等）から水循環系を推定し、対象事業の実施による下流域への地下水涵養量の変化について、水収支予測結果及び既存事例等を参考に間接的影響の程度を定性的に予測した。	対象事業の実施による水収支の変化の予測については、タンクモデル法に基づく安全側の予測と考える。 ただし、地下水の水循環系については調査結果から推定したものであり、間接的影響の範囲や程度に予測の不確実性を伴う。
供用後の湿地への影響予測		現地調査結果（地形・地質及び水質調査結果等）から水循環系を推定し、対象事業の実施による湿地の水位変化について、水収支予測結果及び既存事例等を参考に間接的影響の程度を定性的に予測した。	対象事業の実施による水収支の変化の予測については、タンクモデル法および水理公式（暗渠の式）に基づく安全側の予測と考える。 ただし、個別の湿地の間接的影響については定性的なものであり、影響の範囲や程度に予測の不確実性を伴う。

7) 環境保全措置の内容と経緯

角間川下流域水源湧水（南沢水源、地蔵寺湧水など）への影響は、利用上支障がないと予測されるが、南沢水源などの帯水層となる下部層（古期火山砕屑岩類）への浸透量が対象事業実施区域で約9%の減少、水文地質的な観点から考えられる茅野横河川流域（Y-1）で約3%が減少すると予測される。

そのため、少しでも河川水として流出することによる下部層への浸透量の損失分を低減するため、表4-6-48に示す環境保全措置を検討した。

対象事業実施区域内の湿地湧水では、供用後の流域全体での地下水流出量の減少率（約11%）は比較的小さいと予測される。ただし、個々の湿地湧水の分布する流域では、減少率が5～19%でばらつきがあり、特に対象事業実施区域西側に位置するY-9流域（C、D湿地分布域）、Y-6湿地（E、F湿地分布域）で減少率がそれぞれ19%、16%と比較的影響が大きいと予測される。

そのため、湿地維持のための水量確保の環境保全措置について検討した。また、降雨時の土砂流入による湿地の埋没は、湿地維持上きわめて重要と考えられ、改変エリアからの土砂流出防止のための環境保全措置を検討した。

予測及び保全対策には、不確実性も伴うためY-6、Y-7、Y-9の3流域の自記流量観測、A、C、D、E、F湿地水位観測、下流水源の流量観測など供用後2～3年程度の事後調査が必要と考えられる。

表4-6-48 環境保全措置（供用時の太陽光パネルの存在等による影響）

環境保全措置	環境保全措置の内容	環境保全措置の種類
現況地表面の残存の考慮	河川水として流出する損失を少しでも地下水涵養できるため、現況の地表面を残し極力雨水浸透を阻害しないものとする。	低減
流域の地下浸透量の維持	改変エリアに設置する排水溝等は、地形に沿ったものとするとともに可能な限り浸透性の高いものを採用し、流域内に降った雨は可能な限り同流域内で浸透・流出させる。	低減
表面浸食防止工の配置	河川水として流出する損失を少しでも地下水涵養できるため、ソーラーパネル面からの雨滴落下地点には、周辺の礫などを敷き詰め、雨滴による表面浸食防止する（図4-6-86参照）。	低減
管理道路の砂利敷設置	河川水として流出する損失を少しでも地下水涵養できるため、管理用道路は、原則砂利敷くとする。	低減
湿地湧水の保全（木製杭等を用いた堰の設置）	湧水を効果的に湿地全体に供給できるため、改変エリアにおいて湿地への湧水や雨水流入地点に木製杭等を用いた堰を設け、湧水及び雨水の地下浸透を促す。	代償

注) 【環境保全措置の種類】

低減：継続的な保護又は維持活動を行うこと等により、影響を低減する。

代償：代用的な資源もしくは環境で置き換え又は提供すること等により、影響を代償する。

a) 低減措置

対象事業実施区域を含め霧ヶ峰一帯は、もともと浸透性が高い水文地質状況であり、少しでも河川水として流出する損失分を低減するため環境保全措置を行う。

低減措置としては、太陽光パネル敷設エリアの地表面はシート張り、コンクリート施工や表土の置き換えなどでなく伐採木の抜根を極力行わず現況の地表面を残して草地植生の維持・復元に努め、極力雨水浸透を阻害しないものとする。また、排水溝等は浸透性の高いものを採用するとともに地形に沿った配置とし、流域内に降った雨は可能な限り同流域内で浸透・流出させる。更に、図 4-6-86 に示すように太陽光パネル面からの雨滴落下地点には、周辺の礫などを敷き詰め、雨滴による表面浸食を極力小さくする工夫を実施する。また、管理用道路は浸透性舗装や砂利敷とするなどの浸透性の維持を図る。

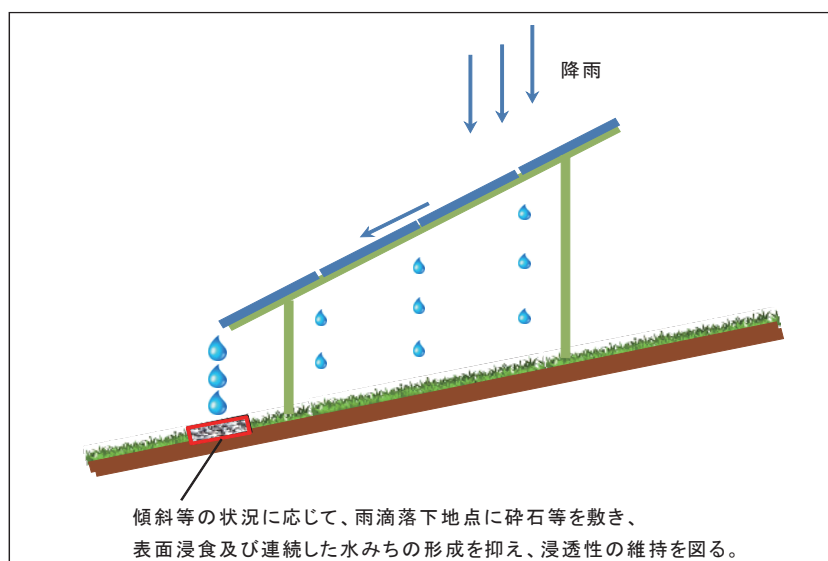


図 4-6-86 太陽光パネル面からの雨滴落下地点の改善措置（概念図）

b) 代償措置

対象事業実施区域内の Y-6 流域及び Y-9 流域に分布する C、D、E 湿地を中心に湿地の維持には、減少した水を確保する必要がある。水確保の観点から考えれば、代替井戸水案、茅野横河川本川からの導水案なども考えられるが、将来的な維持管理、措置の実効性等を考慮すれば色々な問題がある。湿地湧水は、湧水や雨水による浅層の地下浸透水で涵養されている。それらの地下浸透水は、土地利用計画で周辺の植生を含め一定の面積を保全する計画であり、湿地全体に残った水が行きわたれば、湿地の維持は可能と考えられる。

図 4-6-87 に示すように、太陽光パネル敷設エリアにおいて湿地へ流入する水の入り口に木製の杭と板で千鳥に組んだ段差堰を設けることにより、湿地全体に水が行きわたる工夫を実施する。なお、供用後洪水時は、表面流出量が多くなり、水とともに土砂も流出する可能性があり、降雨時の土砂流出を防ぐ効果も期待できる。

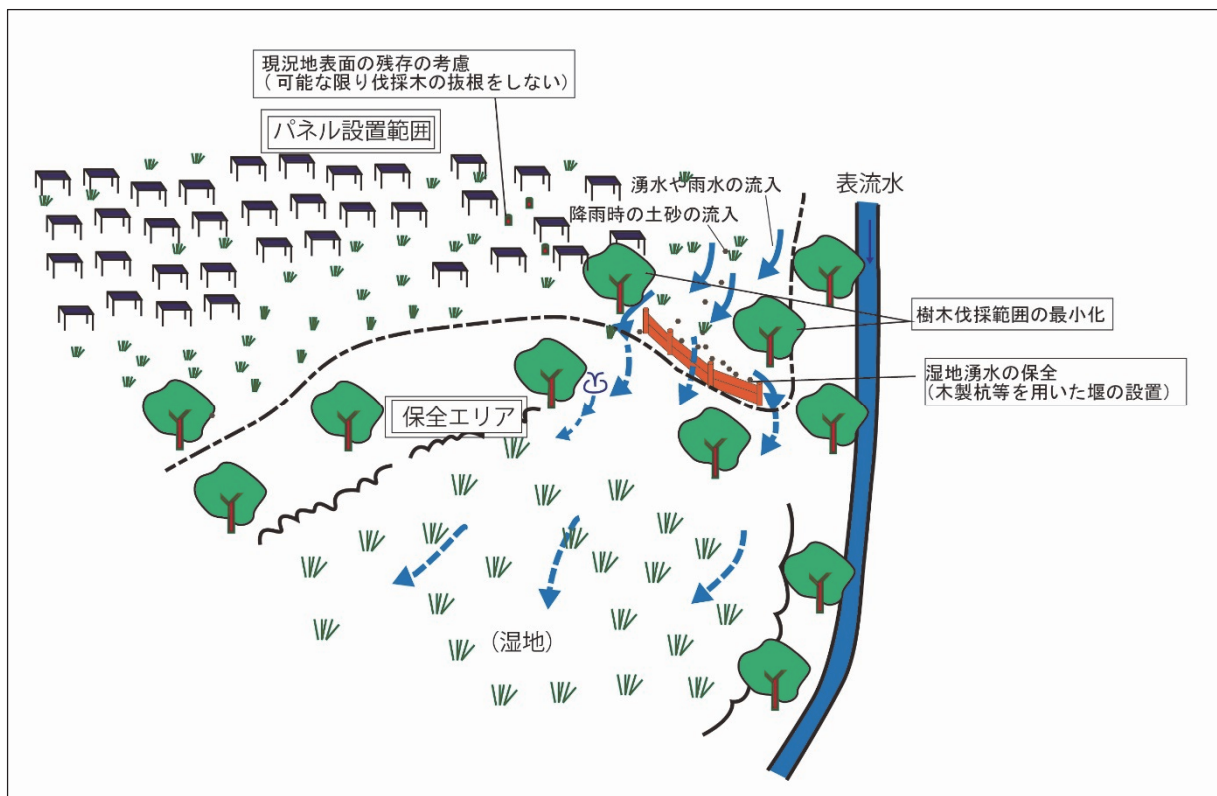


図 4-6-87 湿地湧水の保全の概念図

8) 評価方法

調査及び予測結果並びに検討した環境保全措置の内容を踏まえ、水象（河川水・地下水）に係る環境影響が実行可能な範囲でできる限り緩和され環境保全についての配慮が適正になされているかといった観点から評価を行った。

9) 評価結果

事業実施にあたっては、事業者としてできる限り環境への影響を緩和するため低減措置として「現況地表面の残存の考慮」、「流域の地下浸透量の維持」、「表面侵食防止工の配置」、「管理道路の砂利敷設置」。代償措置として「湿地湧水の保全（木製杭等を用いた堰の設置）」といった環境保全措置を講ずる計画である。

また、工事前から引き続きモニタリングを行い、現状を把握するとともに下流水源の変化や、湿地の水位低下等が起きた場合には、必要に応じて専門家の意見を踏まえ対策を検討する。

以上のことから、供用時における土地造成や樹木伐採などに伴う河川水・地下水への影響が緩和できると評価する。