

7 水象

7-1	前提	.....	7- 1 ページ
7-2	予備調査	.....	7- 2 ページ
7-3	スコーピング	.....	7- 4 ページ
7-4	調査	.....	7- 8 ページ
7-5	予測	.....	7-15 ページ
7-6	環境保全措置	.....	7-19 ページ
7-7	評価	.....	7-20 ページ
7-8	事後調査	.....	7-21 ページ

7 水象

7-1 前提

(1) 考え方

水象とは、環境中での水の状態のことであり、具体的には河川、湖沼、地下水及び温泉等の水に関わる諸現象を指す。これらは、降雨や蒸発散も含めると、水の循環現象そのものを構成している。言うまでもなく水はあらゆる生物にとって生きていくための基礎であり、この面からだけでも、環境の重要な要素であることは明らかである。また時として、河川の氾濫など水象に関する災害は、人間の社会生活に大きな被害をもたらすことから、その制御については古来より重要なテーマとして取り扱われている。

水の豊富な我が国にあって、河川や湖沼は、漁業や農業に密接に関係し、また、それ自体が景観を構成する重要な要素であり、自然との触れ合い活動の重要な場でもある。また、本県は源流県であることから水資源のかん養に特に留意する必要があるとともに、県内では地下水や湧水が多く水道水源として利用されている。加えて、中央構造線や糸魚川－静岡構造線などの大小いくつもの断層が県土を走り、多くの火山が連なることから温泉地が数多く存在し、それらの保全は非常に重要な課題である。

このようなことから、水象の環境要素では、事業の実施による、河川、湖沼、湧水及び温泉（鉱泉を含む。）の直接的改変による影響、河川、湖沼及び地下水の水量、水位、温泉の湧出量への影響を予測評価し、さらにそれに伴う利水及び水面利用に対する影響について検討を行うものである。

河川、湖沼、湧水及び温泉の改変や水量、水位等が変化することにより、そこに生息、生育する動植物や生態系に対する影響、景観への影響、触れ合いの活動の場への影響等を生じる可能性があるが、これらについては水象の予測評価結果を踏まえ、それぞれの要素において予測することとする。また、河川及び湖沼の水量、地下水及び温泉の流動等は、水質（水温含む）や土壌汚染、地盤沈下等の予測の条件でもある。このようなことから、水象は、関連する環境要素の予測、評価の基礎情報ともなるものであることを意識して実施する必要がある、関連する環境要素に係る影響の重大性が高い場合には水象についても重点化項目とするなど、スコーピングにおいて十分留意する必要がある。

(2) 環境要素

水象における環境要素は、以下のうちから適切に選定する。

環境要素	内容、観点
河川及び湖沼	<ul style="list-style-type: none"> ・河川及び湖沼の水域又は水辺の直接的改変 ・河川及び湖沼の水量に対する影響。河川では、流量、流況、水深等、湖沼では、水位、貯水量、水域の面積等により把握 ・水量に対する影響は、大きく分けて造成等に伴う流出特性の変化による影響と、取水・排水等による影響が想定される。造成等に伴う影響は、標準的には、長期的観点（特に流況の変化や基底流量の低下等）を主とし、必要に応じ短期的観点（主に洪水時の防災的観点）についても対象とする。

地下水	<ul style="list-style-type: none"> ・湧水の直接的改変 ・地下水及び湧水の水位・水量や流動に対する影響。造成等に伴う流出特性の変化によるかん養量の変化、地下掘削工事等に伴う地下水の排除、地下構造物の存在等による地下水流動の変化、地下水の取水等による影響が想定される。
温泉	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉の直接的改変 ・湧出量等に対する影響
利水及び水面利用等	<ul style="list-style-type: none"> ・河川、湖沼及び地下水の変化による水道水源、農業用水等の利水、漁業利用等の水面利用等に対する影響 ・レクリエーション及び温泉の利用については、触れ合い活動の場で扱う。

7-2 予備調査

(1) 予備調査の目的

予備調査の目的は、水象のうちどの項目を対象として環境影響評価を行うか及び調査、予測及び評価の手法（環境保全措置の方針を含む）を検討するために必要な情報を得ることにある。そのため、対象事業実施（想定）区域及びその周辺区域における河川、湖沼、地下水、温泉及びそれらの利用状況の概要を把握するとともに、水象の状況に関係する地形・地質、降水量、土地利用の状況や、水象の変化により影響を受ける可能性のある動植物、景観、触れ合い活動等について把握する。

(2) 予備調査の項目

予備調査の対象とすべき事項は、①水象の状況と②水域の利用状況を基本とし、その他関連項目について、水象の観点から以下のような事項を把握する。

予備調査項目	調査内容
①水象の状況	<ul style="list-style-type: none"> ○河川等 <ul style="list-style-type: none"> ・水系（河川の他、沢、水路等含む）の位置、規模、形態、集水面積、流量、流況、周辺河川の流下能力、河川改修などの計画等 ○湖沼等 <ul style="list-style-type: none"> ・湖沼・ため池等の位置、規模、貯水量等 ○地下水 <ul style="list-style-type: none"> ・地下水分布の概況、井戸・湧水等の位置、水位、水量等 ○温泉 <ul style="list-style-type: none"> ・温泉の分布の概況（施設の設置場所及びその周辺地域の温泉や噴湯の分布）、主成分、温度及び湧出量等
②水域の利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ○利水 <ul style="list-style-type: none"> ・河川・湖沼・地下水の利水（上水道用、農業用、工業用等）の取水位置、用途、利用実態等。特に水道水源位置に留意 ○水面利用 <ul style="list-style-type: none"> ・漁業権の設定状況及び利用の状況（位置、季節、漁獲量、利用者数等）、その他水域の利用状況等
③地象の状況	<ul style="list-style-type: none"> ○地形 <ul style="list-style-type: none"> ・地形区分、尾根・谷の分布、谷密度、傾斜、斜面形状等 ○地質 <ul style="list-style-type: none"> ・表層地質、地質構造、帯水層・不透水層・地熱貯留層の分布など水理地質等

④気象の状況	・降水量（降雨量、降雪量）の状況
⑤土地利用の状況（又は植生の状況）	・土地利用又は植生（雨水の浸透能に係る区分別）の分布状況、流域ごとの構成比等
⑥法令等による指定及び規制等の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・河川法 ・水道水源保全地区（長野県水環境保全条例）、水資源保全地域（長野県豊かな水資源の保全に関する条例）、市町村による地下水・湧水等に係る条例・要綱等 ・保護水面（水産資源保護法）、自然公園特別地域（自然公園法） ・国民保養温泉地（温泉法） ・環境基本計画、その他県、市町村における水環境に係る計画等
⑦水象の変化により影響を受けるおそれのある関連環境要素の状況	・水象の変化により影響を受けるおそれのある注目すべき動植物等の状況、主要な景観資源及び主要な景観の状況、触れ合い活動の場の状況等
⑧その他	<ul style="list-style-type: none"> ・将来の水象や水利用に影響を与えると想定される人口、産業、開発の動向 ・過去の水害の発生状況、水象に関する問題の発生状況 ・水環境保全に係る地域活動等

(3) 予備調査の範囲

予備調査の範囲は、対象事業実施（想定）区域及びその周辺区域における水象の広域的に見た位置付けが可能な範囲とし、対象事業実施（想定）区域の水系に係る流域及び地形・地質等を考慮して設定する。

(4) 予備調査の方法

予備調査の方法は、既存文献等の整理・解析を基本とし、必要に応じ聞き取り、現地確認を行う。

予備調査項目	調査方法
①水象の状況	<ul style="list-style-type: none"> ○河川等 <ul style="list-style-type: none"> ・位置、規模、形態、集水面積等は、地形図、河川図、現地確認等 ・流量・流況は、流量年表等の収集、整理 ・流下能力、計画等は、県その他関係機関の聞き取り ○湖沼等 <ul style="list-style-type: none"> ・地形図、市町村資料等の収集、整理、現地確認等 ○地下水 <ul style="list-style-type: none"> ・概況は、市町村誌等 ・井戸、湧水等は、市町村資料等の収集、整理、聞き取り、現地確認 ○温泉 <ul style="list-style-type: none"> ・既存文献等の収集、整理、聞き取り
②水域の利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・上水道、水利権、漁業権等に係る県及び市町村資料 ・市町村等の聞き取り、現地確認
③地象の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・土地分類図、土地分類基本調査、地形図、市町村誌等の収集、整理
④気象の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・長野県気象年報、アメダスデータ、市町村資料等の収集、整理

⑤土地利用の状況（又は植生の状況）	<ul style="list-style-type: none"> ・土地利用図、地形図、植生図等の収集、整理 ・対象事業実施（想定）区域については、必要に応じ空中写真判読、現地確認による把握 ・広域を解析する場合は国土数値情報の土地利用データ、1/50,000 現存植生図のGIS 又はメッシュデータ等を用いた解析
⑥法令等による指定及び規制等の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・県、市町村資料の収集、整理 ・水源地、地下水・湧水に係る条例、要綱等が市町村で制定されている場合があるので注意
⑦水象の変化により影響を受けるおそれのある関連環境要素の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・関連項目の予備調査結果 ・既存文献等の収集、整理だけでなく、必要に応じ聞き取り、現地確認
⑧その他	<ul style="list-style-type: none"> ・関連項目の予備調査結果 ・開発動向、地域活動等については、市町村等の聞き取り

(5) 予備調査結果のとりまとめ

●水象の概況の記述内容及び作成図表例

1 対象事業実施（想定）区域及びその周辺区域における水象の概況

1) 河川及び湖沼の概要

- ・対象事業実施（想定）区域及び周辺の河川、湖沼等の状況と、その広域的な位置付け、流域の流出特性等について記述

【図表】 1/50,000 程度の河川・湖沼分布図（集水域含む）

必要に応じて、大縮尺の対象事業実施（想定）区域河川・湖沼分布図流量模式図、流況表等

2) 地下水の概要

- ・広域的にみた地下水の賦存状況の概要、井戸・湧水等の状況から推定される対象事業実施（想定）区域及び周辺の地下水の賦存状況、流動等について記述

【図表】 地下水の賦存状況の概念図（断面図等）や地下水予察図（地質等から見た地下水のかん養、貯留、流動、流出の領域の大まかな区分等を図化したもの）、対象事業実施（想定）区域周辺の井戸・湧水等分布図等

3) 温泉の概要

- ・温泉の分布状況の概要、主成分、温度及び湧出量について記述

【図表】 対象事業実施（想定）区域周辺の温泉の分布図等

2 対象事業実施（想定）区域及び周辺区域における水域利用の概況

- ・対象事業実施（想定）区域及び周辺の水域利用の特性を示した上で、対象事業により影響を受ける可能性のある水域利用について記述

【図表】 1/50,000 程度の利水・水面利用位置図、利水状況一覧表等

3 水象保全上の留意点

- ・上記の内容及び関連する③から⑧の内容を勘案し、対象事業実施（想定）区域及び周辺における水象保全上の留意点を記述（③から⑧の関連項目のうち、水象に係る内容については概要を記述。また、必要に応じ⑦の水象の変化により影響を受けるおそれのある要素の図・表等を掲載）

7-3 スコーピング

考え方

<事業特性によるスコーピング>

- ・ スコーピングにおいては、事業の実施に伴う行為（影響要因）を把握し、その行為

により「河川及び湖沼」、「地下水」又は「温泉」への影響が想定される場合、影響要因の大きさ、水象の変化により影響を受けるおそれのある利水や水域利用、動植物等の存在の有無や対象の重要度等に応じて選定する。

- ・ なお、「利水及び水面利用」の選定は立地条件に応じて行うものとし、これを選定する場合は、必ず対応する「河川及び湖沼」又は「地下水」を選定する。

【河川及び湖沼に係る影響要因】

- ・ 河川及び湖沼に係る主な影響要因としては、工事中は、①工事中の河川・水路、湖沼等の水域及び水辺の直接的改変、②土地の造成工事、植物の伐採等による流出特性の変化、③工事中の河川・水路の流路の変更や土地の造成による集水域の変更、④工事用の取水が主なものとして挙げられる。
- ・ このうち①、②及び③については、通常は工事中のみならずその後も影響が存続するものであるため、基本的には存在・供用による影響として供用時に予測評価を行う。ただし、工事期間中のみに供用時に比較して重大な影響が想定される場合には、対象として選定する。
- ・ 供用時の影響要因としては、①河川及び湖沼の水域や水辺の直接的改変、②土地の造成工事、植物の伐採、工作物の設置、舗装等による流出特性の変化、③河川・水路等の流路変更や造成による集水域の変更、④取水、⑤排水、⑥ダムの存在・供用（による下流流量の低下）、⑦ダムにおいて取水した水の他の水系への放水が主なものとして挙げられる。
- ・ 本県の特徴から水循環や水資源のかん養が非常に重要であることから、このうち①及び②は、面的な造成を行う場合に標準的に選定する。ただし、特に重点化項目とする場合を除いては、比較的簡易な手法をもって、直接改変域の明確化や雨水の浸透能の変化の予測評価を行うものとする。

【地下水に係る影響要因】

- ・ 地下水に係る主な影響要因としては、工事中は、①工事中の湧水地の直接的改変、②土地の造成工事、植物の伐採等による流出特性の変化（浅層の地下水・湧水のかん養量の低下）、③トンネル工事等大規模な地下掘削工事（地下水の排水）、④土地の造成工事や比較的浅い地下掘削（浅層の地下水の排水）が主なものとして挙げられる。
- ・ このうち①及び②については、通常は工事中のみならずその後も影響が存続するものであるため、基本的には存在・供用による影響として供用時に予測評価を行う。ただし、工事期間中のみに供用時より重大な影響が想定される場合には、対象として選定する。また、④は立地条件に左右されるもので、全ての造成工事において対象とするものではない。
- ・ 供用時の影響要因としては、①湧水地の直接的改変、②土地の造成工事、植物の伐採、工作物の設置、舗装等による流出特性の変化（浅層の地下水・湧水のかん養量の低下）、③トンネル、地下室、ダム等の大規模地下構造物の存在（地下水の挙動への影響）、④地下水の揚水、⑤ダムの存在（堤体上流域の水位上昇、下流域の水位低下）が主なものとして挙げられる。
- ・ このうち②は、河川及び湖沼の②と連動するものであるが、地域の自然条件や社会条

件から地下水や湧水に留意する必要がある場合には別途選定し、予測評価を実施する。

【温泉に係る影響要因】

- ・ 温泉の主な影響要因としては、土地の造成工事と地熱発電施設の存在等が挙げられる。

＜立地条件によるスコージング＞

- ・ 河川及び湖沼については、山地・丘陵部は水資源のかん養域であるとともに雨水の直接流出の制御が重要であり、低地部の農地等では遊水機能を有することから内水氾濫防止の観点が必要であるとともに農地等から浸透した水は河川や地下水をかん養することも踏まえ、面的な造成を行う場合は基本的に対象とし、簡易な手法で予測評価を行うこととする。
- ・ 地下水については、地形・地質の状況等から推定される地下水の分布の可能性に留意して選定する。地下水は、一般的に、扇状地や谷底平野その他低地部に分布する。低地部の地下水は、不圧地下水が多いが被圧地下水もあるため、立地と掘削の深度等に応じ選定する必要がある。また、台地の段丘崖や山地・丘陵部の斜面の遷緩線付近、火山地の山麓等では不圧地下水が湧出する場合が多い。さらに、地すべり地においても地下水に留意する必要がある。
- ・ 温泉については、地形・地質の状況等から推定される温泉等の分布の可能性に留意して選定する。
- ・ 利水及び水面利用等は、事業実施による水象の変動によって影響を受ける可能性のある地域（一般的には対象事業実施区域及びその下流側）に水道水源、農業用水、工業用水等としての表流水や地下水の利用、漁業権の設定がある場合等において選定する。
- ・ また湧水は、水道水源等の利用のほか、地域住民等に親しまれているもの、かつては利用されていたもの、信仰や伝説の対象となっているもの等（これらは、触れ合い活動の場として選定することもできる。）にも留意する。なお、利水及び水面利用等を選定した場合は、それに係る河川及び湖沼又は地下水を必ず選定する。
- ・ このほかに、事業実施による水象の変動によって影響を受ける可能性のある地域（一般的には対象事業実施区域及びその下流側）において、河川、湖沼、地下水又は温泉に関連する注目すべき動植物や生態系、景観、触れ合い活動の場等がある場合には、関係する河川及び湖沼、地下水又は温泉を選定する。なお、この場合、水象の変動は水象の要素において予測評価するが、それに伴う動植物等への影響の予測評価は、それぞれの要素で実施する。

＜重点化項目、簡略化項目の明確化＞

【事業特性】

- ・ 河川を直接改変するダムの建設、地下水脈に直接的影響を及ぼす可能性の高いトンネル工事や大規模地下構造物工事、温泉の状況に影響を与える地熱発電所等、特に負荷が大きい事業において重点化について検討を行う。

【立地条件】

- ・ 水源として利用されている地下水は重点化について検討を行う。また、事業実施による水象の変動によって注目すべき動植物や生態系、景観、触れ合い活動の場等が影響を受ける可能性のある場合には、これに係る河川及び湖沼等又は地下水は重点化に

ついて検討を行う。

- ・ 自然公園の特別地域、水道水源保全地区、水資源保全地域、国民保養温泉地、市町村の条例・要綱等により水象の保全が図られている河川、湖沼、地下水又は温泉については重点化について検討を行う。
- ・ 下流域で浸水被害等を生じているような地域、下流河川の流下能力が低い水系等においては、事業特性を踏まえ、必要に応じて河川流量について重点化し、洪水防止の観点から短期的流出についても予測評価の対象とする。
- ・ その他河川、湖沼、地下水又は温泉について既に問題を生じている場合、水質が既に汚濁している水域の水量の減少を生じるおそれがある場合等についても、重点化について検討を行う。
- ・ 類似の事業例から影響の程度は比較的小さいことが想定される場合においては簡略化について検討を行う。

環境要素	選定に際しての考え方	概略の影響検討の要点
河川及び湖沼	<ul style="list-style-type: none"> ・ 面的な造成を行う場合に選定 ・ 相当程度の取水又は排水、流路及び流域の変更、ダムの存在等により、河川の流量及び流況、湖沼の水位に変化を及ぼす可能性がある場合に選定 ・ 一般的には、供用時に実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ダムの建設、取水量・排水量が著しく大きい場合は重点化について検討を行う。 ・ 影響を受ける注目すべき動植物、景観、触れ合い活動の場等がある場合は重点化について検討を行う。 ・ 下流域で浸水被害を生じている場合、下流河川の流下能力が低い場合は重点化について検討を行う。(洪水時についても対象とする) ・ その他水象で問題を生じている場合、減水する可能性のある水域で水質汚濁が進行している場合等は重点化について検討を行う。
地下水	<ul style="list-style-type: none"> ・ トンネル工事等大規模な地下掘削工事を行う場合に選定(工事中) ・ トンネル、その他大規模な地下構造物が想定される場合に選定(供用時) ・ 湧水等に影響の可能性がある場所での面的な土地造成等の場合に選定(供用時) ・ 地下水の揚水等を行う場合に選定(供用時) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 影響を受ける地下水が水道水源等として利用されている場合は重点化について検討を行う。 ・ 影響を受ける注目すべき動植物、触れ合い活動の場等がある場合は重点化について検討を行う。
温泉等	<ul style="list-style-type: none"> ・ トンネル工事等大規模な地下掘削工事を行う場合(工事中) ・ トンネル、その他大規模な地下構造物が想定される場合に選定(供用時) ・ 温泉に影響の可能性がある場所での面的な土地造成等の場合に選定(供用時) ・ 地熱発電所等の存在により温泉の状況に影響を及ぼす場合に選定(供用時) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 影響を受ける注目すべき触れ合い活動の場等がある場合は重点化について検討を行う。 ・ 地熱発電所の存在については重点化について検討を行う。
利水及び水面利用等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 利水及び水面利用のある河川・湖沼、地下水の流量及び流況、水位等に変化を及ぼす可能性がある場合に選定 	

7-4 調査

(1) 調査の内容

(技術指針 別表第3)
<p>1 河川及び湖沼 対象事業実施区域並びにその周辺区域における河川の流量、流況及び侵食・堆砂の状況並びに湖沼の水位等について把握する。</p> <p>2 地下水 対象事業実施区域並びにその周辺区域における地下水の帯水層、水位及び流れ等について把握する。</p> <p>3 温泉 対象事業実施区域並びにその周辺区域における温泉の成分、温度及び湧出量等について把握する</p> <p>4 利水及び水面利用等 対象事業実施区域並びにその周辺区域における水道用水、農業用水及び工業用水等の利水の状況並びに水面利用等について把握する。</p>

- ・ 以下の表を参考に、予測手法との関連を考慮して適切に選定する。

環境要素	調査内容
河川及び湖沼	<p>河川等</p> <p>①位置・形状：位置、延長、護岸の形状、河川工作物、河床形状等</p> <p>②流量：長期的な流量変動（流況）、降雨後の流量</p> <p>③雨水の浸透能（流出係数）：植生、土地利用等より算定</p> <p>④降水量</p> <hr/> <p>湖沼等</p> <p>①位置・形状：位置、形態、湖岸の形状、貯水容量等</p> <p>②水位等：長期的な水位変動及び流出入量の変動等、降雨後の水位及び流出入量等</p> <p>③雨水の浸透能（流出係数）：植生、土地利用等より算定</p> <p>④降水量</p>
地下水	<p>①湧水の分布、湧水量</p> <p>②地下水位：平面分布（一斉観測）、長期的な変動（長期観測）</p> <p>③地下水質：陽イオン、陰イオン、トリチウム（三重水素）等</p> <p>④河川流量（河川等の調査と一体的に計画する）</p> <p>⑤降水量（河川等の調査と一体的に計画する）</p> <p>⑥水理地質構造：帯水層、難透水層、基盤等</p> <p>⑦地層の水理特性等：透水係数、透水量係数、貯留係数等</p>
温泉	<p>①温泉の分布</p> <p>②温泉の湧出量、温度、pH、電気伝導度</p> <p>③温泉の成分：陽イオン、陰イオン等</p> <p>④水理地層構造：帯水層、難透水層、地熱貯留層、基盤等</p> <p>⑤地層の水理特性等：透水係数、透水量係数、貯留係数等</p>
利水及び水面利用等	<p>①河川水・湖沼水の利用：利用目的（水道用水、農業用水、工業用水等）、取水位置、取水量（年間、月別、日量等）、給水人口・灌漑面積等、用排水系統等</p> <p>②地下水の利用：利用目的、井戸等の位置、井戸の深さ・口径等、水位、揚水量（年間、月別、日量等）、湧水の状況等</p> <p>③内水面漁業：漁業権設定範囲、対象魚種、漁法、漁期、漁獲高、放流量、産卵場、遊魚者の利用状況・利用範囲等</p> <p>④その他の水面利用：利用の目的、利用の範囲、利用状況等</p>

- ・ 造成等に伴う流出特性や浸透能の変化の予測、評価を標準的に行う場合は、河川の

位置・形状と、対象事業実施区域の浸透能を把握し、必要に応じ事後調査における検証のため、流量（対象事業実施区域からの流量）と雨量について把握する。

- ・ 造成等に伴う流出特性や浸透能の変化の予測、評価を詳細に行う場合は、対象事業実施区域の小流域区分ごとの流量、降水量、流出特性等について調査する。また、基底流量や水資源のかん養に重点を置く場合は水収支の観点からの解析を、洪水流量の抑制に重点をおく場合は降雨後の流出の解析を行うなど、予測、評価の目的に応じた解析を行う。
- ・ ダムの減水影響や、取水・排水等による流量変化の影響を予測、評価する場合は、基本的には対象事業実施区域より下流部の流量（流入等の状況含む）や河川形状等を把握する。
- ・ 地下水では、地下水位と地下水の流動、かん養域等の把握を主とし、基本的に①から⑥について実施する。
- ・ ⑦は、特に重大な地盤沈下や地下水汚染が想定される場合等において地下水流をモデル化する場合に実施するものとし、地下水流動の数値モデル化を検討する。

(2) 調査の方法

(技術指針 別表第3)

(河川及び湖沼)

既存文献等により河川及び湖沼の状況を把握し、必要に応じて現地調査により確認する方法等とする。

(地下水)

既存文献等により地下水の状況を把握し、必要に応じて現地調査により確認する方法等とする。

(温泉)

既存文献等により温泉の状況を把握し、必要に応じて現地調査により確認する方法等とする。

(利水及び水面利用等)

既存文献等又は聞き取りにより、利水及び水面利用の状況等を確認する方法等とする。

<河川及び湖沼等>

① 位置・形状等

- ・ 地形図、空中写真、現地調査により確認する。地形図は、1/5,000 程度のものを使用し、既存のものが存在しない場合には、航空測量等を実施する。
- ・ 護岸（湖岸）の形状については、自然護岸、石積み護岸、蛇籠、鋼矢板、コンクリート等の区分を把握し、それぞれ延長を計測し、河川毎や区間毎等に集計する。
- ・ 河床形状は、淵、瀬の分布、中州の存在、河床の岩や礫の状況等を把握する。
- ・ 取水やダム等による流量変化の予測、評価を行う場合、下流部での生物（特に魚類）や景観への影響を検討するため、工事中又は供用後において流量に対応する水位や水面幅、淵や瀬の変化等を予測する必要があるため、主要な地点や区間を代表する地点の横断面、河川勾配等を計測、図化しておく。
- ・ 湖沼の貯水量等は、既存文献等の収集・解析等による。

② 流量、水位等

【長期的な流量変動（流況）】

- ・ 長期的な流量変動（流況）は、豊水量、平水量、低水量、渇水量、年平均流量等に

より把握する。ただし、これらは最低1年間のデータがないと把握することはできず、また、その年の降水量により変動があることから、少なくとも5～10年程度の平均的な状況を把握する必要がある。

- ・ したがって、一般的には対象事業実施区域に最も近い既存の測水所のデータから比流量を求め、流量を算定する。
- ・ ただし、既存の測水所は一般的に大河川の下流部にあり、箇所数も限られていることから、対象事業が山間部や中小河川流域の場合、実態とは合わない可能性が高いことを認識した上で、目安として使用する。

【調査地域の流量】

- ・ 上記の既存文献等からの把握結果を踏まえた上で、調査地域の流量を把握する。
- ・ 造成等による影響は、一般的には浸透能（流出係数）の変化により予測、評価することとし、予測条件として流量を用いないが、必要に応じて事後調査結果と比較できるよう、低水期等の一定期間のデータを得ておくことが望ましい。
- ・ 造成等による影響を詳細に予測、評価する場合は、対象事業実施区域内の流出解析ができるよう、小流域ごとに一年間以上の連続的なデータを把握する。その場合、調査年の降水量が平年に比べてどのような状況であったかを把握しておく。調査結果については、流量と降水量を対比できるように整理するとともに、小流域ごとに月別等の平均流量、比流量、総流出量、降雨に対する流出率等を算出する。
- ・ ダムや取水等による流量変動の影響の場合は、取水等の地点より下流側での流量や流入量等相対的な流量の関係が把握できるよう調査を実施する。
- ・ 流量の測定には、基本的に流速と断面積から算出する方法、河道内に堰等構造物を設置し定型的な断面とすることにより測定する方法、水位流量曲線を用いて算定する方法等がある。
- ・ 流速計を用いる方法が一般的ではあるが、流量の少ない溪流等では堰等の手法を用いる方が良い場合がある。また、水位計の観測方法には、フロート式、水圧式、電気式、超音波式等がある。流量や水位は自記記録計による連続測定を行うことが望ましい。

参考

流量の測定方法

種類	測定方法
流速・断面積法	流速計測法、浮子測法、超音波測法、航測法
流量測定構造物による方法	堰測法、フリューム法
薬品濃度の希釈を利用する方法	薬品（食塩）濃度法
水位－流量関係を利用する方法	水位流量曲線法

【降雨後の流量】

- ・ 洪水流量の予測等を行う場合は、降雨時のハイドログラフの作成等により解析を行う。
- ③ 雨水の浸透能（流出係数）
- ・ 植生調査結果等を用いて、一般的な流出係数から対象事業実施区域における流出係数を算定する。一般的な流出係数としては、日本内地河川の洪水時の流出係数として物部が与えている値（土木学会発行の「水理公式集」参照）、河川砂防技術基準の流出係数標準値、下水道施設設計指針と解説における工種別の流出係数及び用途別総括集

流出係数の標準値等がよく用いられる。

- ・ 重点化項目では、流量と雨量の実測結果から、降雨ごとに流出量を求め流出係数を算定し、降雨の状況等を検討した上で、流出係数を設定する。

④ 降水量

- ・ 流量同様、長期的なデータにより把握する必要があるため、基本的には、近傍のアメダスデータや、気象庁観測平年値メッシュ統計値の降水量（地上気象資料及びアメダス資料等から多変量解析により約1 kmのメッシュごとの平年値を推定したもの（（財）気象業務支援センターで販売している）等により把握する。アメダスデータ等既存の観測地点のデータを用いる場合は、標高が高くなると降水量が増加することを勘案し、使用する観測地点を選定する。
- ・ 重点化項目では、雨量計を設置し、連続測定を行う。

<地下水>

① 湧水の分布、湧水量

- ・ 既存文献等、地域住民の聞き取り結果及び地形・地質の状況を踏まえ、湧水の可能性のある地域を踏査し、湧水の平面的位置、標高を記録する。
- ・ 湧水量は、湧出口近傍や、湛水池の流出部等に堰等を設置し測定する。
- ・ 長期的な変動を把握する場合は、堰上流部に自動記録装置を設置する。

② 地下水位：平面分布（一斉観測）、長期的な変動（長期観測）

【平面分布〈一斉観測〉】

- ・ 地下水の賦存状況や動態を把握するため、ある広がりを持った地域に対して短期間に一斉に地下水位の観測を行う。
- ・ 一般に数日間無降雨が続き、地下水位が安定した時期に実施する。
- ・ 既存の井戸を使用するほか、必要に応じ観測井を設置して調査を行う。観測井は地形・地質の状況等から地下水の流動を推定し、位置を設定する。低地部の地下水位の面的分布を把握する場合等には、格子状に観測井を設置することも有効である。観測井の孔径は、揚水試験等を行う場合は大きくなるが、浅層の地下水位を短期間観測するだけであれば小孔径が良い。なお、観測井の設置に当たっては、周辺の地下水や井戸に影響を与えないよう十分留意する。
- ・ なお、一斉観察と同時に湧水量の調査、表流水の流量調査を実施する。
- ・ この結果は、等地下水位線図、主要断面図等として整理する。

【長期的な変動〈長期観測〉】

- ・ 地下水位の長期的な変動を把握するため、原則として一年以上の水位の連続測定を行う。観測には、自記水位計を使用する。

③ 地下水質：陽イオン、陰イオン、トリチウム等

- ・ 地下水質は、地下水のかん養・流動機構を把握するために実施する。地下水は、雨が地中に浸透し、地中を流れる間に様々な溶存物質を含むため、溶存物質の量やパターンにより地中の流動時間の長短や流動系を推定できる。そのため、併せて雨水、表流水の水質も分析しておく。
- ・ 対象とする主な物質は、ナトリウムイオン (Na^+)、カリウムイオン (K^+)、カルシウ

ムイオン (Ca^{2+})、マグネシウムイオン (Mg^{2+})、塩素イオン (Cl^-)、重炭酸イオン (HCO_3^-)、硫酸イオン (SO_4^{2-}) 及び珪酸 (SiO_2) 等の主要成分と、電気伝導度、鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、硝酸イオン (NO_3^-)、アンモニウムイオン (NH_4^+) である。

- ・ 調査結果は、2物質の相関図や、陰イオンと陽イオンに分けたバーグラフ（要素棒グラフ）、濃度を放射状にプロットして水質をパターンで表すヘキサダイアグラム（シュティフダイアグラムとも呼ばれる）、イオンのパーセント組成によるキーダイアグラムやトリリニアダイアグラム等に整理する。相関やパターンの類似性等から、地下水の流動について推定する。
- ・ このほかに、トリチウム濃度や水温を用いた流動の推定も可能である。

④ 河川流量

- ・ 河川及び湖沼において重点化項目とした場合と同様、小流域ごとの連続調査を実施する。期間等は地下水の長期観察に合わせる。

⑤ 降水量

- ・ 河川及び湖沼において重点化項目とした場合と同様、連続調査を実施する。期間等は地下水の長期観察に合わせる。

⑥ 水理地質構造：帯水層、難透水層、基盤等

- ・ 地形・地質の調査結果（既存文献等及び現地踏査、ボーリング調査等の結果）等をもとに、必要に応じ地表面から地下の地質構造を調査する物理探査、ボーリング孔を用いた物理検層を行い、水理地質構造を把握する。

区分	調査・試験等
物理探査	電気探査、地震探査（屈折法・反射法）、放射能探査、温度探査、電磁探査、重力探査、磁気探査
物理検層	電気検層、速度検層、放射能検層（密度検層）、地下水検層、温度検層、キャリパー検層

⑦ 地層の水理特性等

- ・ 地下水流動の数値解析を行う場合等には、物理試験や原位置試験により透水係数、透水量係数、貯留係数等の諸定数を求める。
- ・ また、地下水の取水を行う場合には、現場の揚水試験を行っておく。

⑧ 結果の解析

- ・ 以上の調査結果から、地下水の分布と流動の推定、調査地域の水収支の算定等を行う。重点化項目では、地下水の流動モデルを作成する。
- ・ 地下水の分布と流動は、帯水層、難帯水層の区分、地下水位、地下水質等の結果から、どこにどのような深度で地下水が分布し、どのような方向に流動しているか等を推定する。これにより、掘削工事や地下構造物により地下水に影響を与える可能性があるか否かの検討の基礎的な情報が得られる。
- ・ 地域の水収支の算定では、降水量、河川流出量、地下水・湧水の収支（出入り）の概要を検討する。造成等による浅層の地下水のかん養への影響を予測、評価する場合、地下水の流域やかん養域は表面の地形とは異なる場合があり、小流域の収支を把握することにより、影響の推定や環境保全措置の検討の基礎的な情報が得られる。
- ・ 地下水流動のモデル化は、地下水影響を定量的に予測するためのものである。流動

解析には様々なモデルが考案されているが、現地調査結果の再現性を十分吟味しておくことが重要である。

<温泉>

① 温泉の分布

- ・ 既存資料、地域住民からの聞き取りの結果及び地形・地質の状況を踏まえ、温泉等のある地域を踏査し、これらの平面的位置、標高を記録する。

② 温泉の湧出量、温度、pH、電気伝導度

③ 温泉の成分：陽イオン、陰イオン等

- ・ ②及び③の泉質の調査方法については、「鉱泉分析法指針（平成 26 年改訂、環境省自然環境局）」に掲げる調査方法等に準拠し、温泉等のかん養源を推定する。

④ 水理地質構造：帯水層、難透水層、地熱貯留層、基盤等

⑤ 地層の水理特性等

- ・ ④及び⑤の調査については、地下水に準じて行う。

<利水及び水面利用等>

- ・ 県、市町村及び関係機関の既存文献等の収集、整理を行う。必要に応じ、井戸の利用者などへのアンケートや聞き取り等を行う。
- ・ 水面利用については、既存文献等の収集、整理の結果を踏まえ、現地で確認する。
- ・ また、地下水の揚水量のデータがある時は、水収支の算定等に組み込む。
- ・ 利水や水面利用等の調査結果は、河川及び湖沼等、地下水の水量などの保全すべき水準等、評価及び環境保全措置の検討の方針を定める根拠となる。

(3) 調査地域及び地点

(技術指針 別表第3)

調査地域は、対象事業の実施により水象に対する影響が想定される範囲を含む地域を設定する。

調査地点は、地形図その他の既存文献等又は聞き取りを参考に、調査地域を適切に把握できるように設定する。

<調査地域>

- ・ 調査地域は、事業の実施により水象に影響を及ぼすと予想される地域とし、流量や水位の変化が想定される下流側の地域を中心に、予備調査で把握した水系や地下水及び温泉の分布、地形・地質、利水及び水面利用の地点、水象の変動により影響を受ける可能性のある動植物、景観、触れ合いの活動の場等の分布を考慮して設定する。その際、既存事例を参考としたり、概略の影響算定等により変化が想定される範囲を設定する。
- ・ なお、対象事業実施区域の上流側は、集水域に留意して適宜含めるものとする。また、既存の流量や雨量測定点等、既存文献等に係るものも適宜含める。
- ・ ただし、ダムでは、堤体の上流側の湛水による地下水位への影響、地下構造物等では、地下水流の遮断による上流側への影響等が想定されるため、このような点にも留意して設定する。

<調査地点>

水象に係る調査のうち、地点を設定して実施するのは、流量、地下水位、温泉の湧出量、降水量等である。これらの調査地点は、選定した項目の特性、重要度や予測手

法に応じて設定する。

【流量】

- ・ 土地の造成等による影響については、事後調査における検証等を考慮し、対象事業実施区域の最下流部等、対象事業実施区域全体からの流出量を把握できる地点（1地点で把握可能な場合は1地点で可）とする。
- ・ なお、対象事業実施区域の水系が複数に分かれ対象事業実施区域の近傍の下流地点で合流するような場合で他の事業等の影響が想定されないような場合は、合流後の地点としても良い。
- ・ 土地の造成等について詳細に調査を行う場合は、対象事業実施区域内の小流域区分ごとの流量を把握できる地点。
- ・ 利水及び水域利用への影響については、利水及び水域利用の地点。
- ・ 影響を受けるおそれのある注目すべき動植物や景観、触れ合い活動の場等がある場合には、これらの地点。
- ・ 下流側の流下能力に問題がある場合などは、問題となる区間を代表する地点。
- ・ ダムや取水・排水等による影響の場合、堤体位置や取水・排水地点、下流の支派川流入地点や合流点等の地点。

【地下水位・水質等】

- ・ 既存の井戸、湧水地点
- ・ 別途地質調査等でボーリングを行った地点
- ・ 地形等の条件からみて、調査地域内の地下水位の分布を状況を把握するのに適した地点（格子状の交点等）
- ・ 影響を受けるおそれのある注目すべき動植物や景観、触れ合いの活動の場等がある場合には、これらの地点
- ・ 一斉観測は多数の地点を設定し、その中から、地下水の流域の代表性、長期継続観測が可能かどうか等を勘案し、長期観測地点を設定

【温泉の湧出量・成分等】

- ・ 調査地点は地下水に準じて設定する。

【降水量等】

- ・ 対象地域の降水量を代表する地点（通常の場合、1地点で可）

(4) 調査期間等

(技術指針 別表第3)

調査期間は、年間を通じた状況を把握できるよう設定する。
 調査時期は、豊水又は渇水等の季節変動等を考慮して設定する。
 調査時間帯は、周辺区域の取水の状況等を考慮して設定する。

- ・ 既存文献等による河川流量、降水量の把握は、5～10年程度の長期的な平均値を把握する。また、井戸についての聞き取り等による地下水位については、できる限り過去の状況の推移等について把握する。
- ・ 造成等の影響について、現地における河川等の流量及び湖沼の水位、降水量等の調査は、事後調査結果との対照を想定し、渇水期に相当する時期に1月間程度の連続測定を行う。渇水期の設定は、最も近い既存の流量又は水位観測地点等のデータを参考

として設定する。

- ・ その他の影響について、現地における河川等の流量及び湖沼の水位、地下水位、温泉の湧出量、降水量等の調査を詳細に行う場合は、1年以上の連続測定を基本とする。ただし、地下水位の一斉調査、地下水質、温泉の成分等の調査は、豊水期、渇水期に留意し、年2回以上行うこととする。
- ・ 利水及び水面利用がある場合の河川等の流量及び湖沼の水位等の調査は、取水期、非取水期等に留意して設定する。
- ・ 影響を受けるおそれのある動植物、景観、触れ合いの活動の場等がある場合には、これらの利用時期、魚類の産卵・ふ化の時期等、影響が特に大きいと想定される時期に留意して実施する。

7-5 予測

(1) 予測の内容

(技術指針 別表第3)

直接的・間接的影響による以下の項目に対する変化の程度又は消滅の有無を予測する。

- 1 河川及び湖沼
- 2 地下水
- 3 温泉
- 4 利水及び水面利用等

- ・ 予測の内容は、スコーピングで選定した内容に準じる。予測の内容を整理すると以下のようなものがある。

<河川及び湖沼>

- ・ 河川及び湖沼の水域及び水辺の直接的改変の程度
- ・ 河川の流量の変化
 - ▷ 標準項目では、浸透能（流出計数）の変化により把握
 - ▷ 重点化項目では、年間の流況の変化、基底流量、洪水流量等
 - ▷ 必要に応じ、流量変化に対応した水深、水面幅、河川形態等（魚類、景観等への影響を予測する必要がある場合等）
- ・ 湖沼の水位・水量の変化
 - ▷ 標準項目では、浸透能（流出計数）の変化により把握
 - ▷ 重点化項目では、年間の水位変動、渇水時、洪水時等

<地下水>

- ・ 湧水地の直接的改変
- ・ 地下水位の変化、湧水量の変化

<温泉>

- ・ 温泉の直接的改変
- ・ 温泉の湧出量等の変化

<利水及び水面利用等>

- ・ 水量の減少等による利水への支障の程度
- ・ 水域及び水辺の直接改変、水量・水位変動等による水域利用への支障の程度

- ・ なお、魚類その他動植物、景観、触れ合い活動の場への影響については、水象の予測結果を踏まえ、それぞれの要素で予測評価する。

(2) 予測地域及び予測地点

- ・ 予測地域は、調査地域のうち、水象の影響が想定される地域とする。
- ・ 予測は、基本的に調査地域全体を対象として実施し、予測地点は、特定の利水及び水域利用への影響を予測する場合、動植物、景観、触れ合い活動の場等への影響が想定される場合で保全すべき場が特定されている場合、予測結果について事後調査により検証を予定する場合等において設定する。
- ・ 予測地点の設定方法は調査地点に準ずる。ただし、河川の減水や増水による影響が想定される場合、予測地点の予測結果のみを示すのではなく、どれだけの区間でどの程度の影響が出るのかを明らかにすることが目的であり、予測地点の結果は、あくまである区間の代表値として示すことが重要である。その場合、区間の代表としての予測地点設定の根拠について明らかにしておく必要がある。

(3) 予測対象時期等

<工事中>

- ・ 工事中の影響の予測を行う場合は、工事による影響が最大となる時期とし、基本的には、掘削工事、取水等の影響要因となる行為が最大の時期とするが、影響を受ける利水及び水面利用、動植物、景観や触れ合い活動の場の利用状況等に季節的な変動がある場合、利用の多い時期や影響を受けやすい時期等に留意して設定する。
- ・ なお、地下水、温泉では影響の出現までに時間がかかる場合や、一定期間の水象の変動が問題となる場合等もあるため、このような場合、工事期間全体や工事終了時を予測時期とする。
- ・ 工事計画において工期・工区が設定され、それぞれの工事が間隔をおいて実施される場合には、各工期・工区ごとの予測を行う。

<供用後>

- ・ 地形改変及び工作物等の存在による影響の場合は、工事完了後の適切な時期とする。
- ・ 水象の影響は一定期間の変動の状況を対象とするものであり、また、地下水、温泉の影響は出現までに時間を要する場合もあることから、予測対象期間は、年間を基本単位とし、5年間程度を目安に一定期間の予測が必要である。
- ・ ダムの減水影響や取水・排水等供用による影響は、事業計画において予定されている施設等が通常の状態稼働する時期とする。施設等の稼働が段階的に行われ、その間隔が長期に及ぶ場合は、それぞれの段階ごとに予測する。

(4) 予測の方法

(技術指針 別表第3)

直接的影響は、対象事業計画を重ね合わせることにより予測する。
 直接的影響に伴う水象の変化については、理論式、実験式、水理模型実験、現地実験又は類似例等により予測する。
 間接的影響は、類似例又は経験則等により予測する。

<河川及び湖沼、湧水、温泉の直接的影響>

- ・ 河川及び湖沼、湧水、温泉の直接的影響は、事業計画による改変区域図を作成し、

河川及び湖沼等分布図、湧水分布図、温泉の分布図等と重ね合わせるにより予測する。

- ・ この場合、直接改変により失われる水域の面積、水辺の延長（必要に応じ、護岸形態別の変化の状況等）等を計測し、表等にまとめる。

<直接的影響に伴う水象の変化>

- ・ 直接的影響に伴う水象の変化とは、工事、地形改変及び工作物の存在、取水・排水等による河川及び湖沼の水量や水位、地下水位、温泉の湧出量等への影響を指す。
- ・ 土地の造成や土地利用による河川及び湖沼への影響（地下水のかん養も含む）については、対象事業実施区域における雨水の浸透能（流出係数）の変化の程度、又は浸透能の変化による水収支の変化の程度（直接流出の増加、地下浸透分の減少の程度）を把握することによる。
- ・ 浸透能（流出係数）は、一般的な知見の値により、事業計画における土地利用面積、雨水貯留浸透施設等の規模により算定する。
- ・ 重点化項目では、雨水の流出のモデル化により実施する。
- ・ モデルには、短期流出を扱うモデルと長期流出を扱うモデルがある。また、物理法則に依拠する物理モデルと、降水量と流出量の応答特性だけに着目した応答モデルがあるが、応答モデルは測定値のモデル化を行うものであり、土地改変等の物理的構造の変化に対応できるものではないため影響評価には適用できない。
- ・ したがって、物理モデルの中から、予測及び評価の目的、地域特性に応じて選定する必要がある。また、必要に応じ、複数のモデルによる検討を行ったり、条件設定等により想定される将来値の幅について予測したりするなど、予測の不確実性に対応するとともに、使用したモデルの再現性について明確にしておく。
- ・ なお、洪水時のピーク流量の予測には、一般的に合理式が用いられることが多い。
- ・ 合理式において用いる洪水到達時間を求める方法には、クラーヘン式、等流流速法、土研式、ルチーハ式がある。また、洪水時のピーク流量予測では、降雨強度をどのように設定するかが問題であるが、100年確率の降雨強度を設定することを基本とする。
- ・ 地下水については、一般的に、地下水位の分布及び流動の推定結果と、工事や地下構造物の位置、深度等から影響を生じる可能性を定性的に検討する、又は小流域ごとの水収支の状況と計画による浸透能の変化等から地下水や湧水のかん養に与える影響を定性的に検討する方法による。
- ・ 地下水について重点化項目とした場合は、地下水流動モデルにより地下水位や湧水量の変化の程度を定量的に予測する。地下水のモデルについても、モデルの再現性の検証や、必要に応じ複数のモデルにより予測するといった不確実性への対応を行う。
- ・ 温泉について、地熱発電所の発電に利用する地熱貯留層と既存源泉の温泉帯水層や蒸気層との関係の有無について、地質、地熱構造（熱構造、貯留構造、地熱流体の性状を要素とする。）の観点から総合的に解析し、地熱流体の採取及び熱水の還元に伴う既存温泉等に係る環境影響を予測する。

<間接的影響>

- ・ 間接的影響とは、利水や水域利用に対する影響を指し、これらは、河川及び湖沼等

の流量や水深、地下水位、湧水量等の予測結果に基づき、現在の利用状況の解析結果等と比較することにより、支障を生じないか否かを定性的に検討する。その際、既存事例等を参考として、できる限り具体的に支障の内容等について検討する。

参考 河川等の流出モデルの分類

区分		モデル名
短期流出モデル	物理モデル	合理式、タンクモデル、貯留関数法、Kinematic wave モデル、Dynamic wave モデル、浸透流モデル
	応答モデル	単位図法、流出関数法、貯水池モデル
長期流出モデル	物理モデル	タンクモデル
	応答モデル	情報理論的モデル、べき乗変換法、非線形応答モデル

注：影響予測には、応答モデルは適用できない。

参考 河川及び湖沼の流出予測モデル等一覧

区分	モデル	特徴	適用条件
短期流出モデル (最大洪水流量の予測)	合理式	<ul style="list-style-type: none"> ある強度の雨が流域に一樣に、洪水到達時間の間降ったときのピーク流量を求める。 ピーク流量を、流域面積、ピーク流出係数、洪水到達時間内の平均有効降雨強度で表した式。 洪水到達時間を求める手法には、クラーヘン式、等流流速法、土研式、ルチーハ式がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 中小河川、下水道等で、洪水調節施設を含まない場合の排水計画に一般的に用いられている。 一般に強度が時間的に変化する雨に対しては、この式は厳密には成立せず、近似式である。
(洪水時の地表流、中間流の予測)	タンクモデル	<ul style="list-style-type: none"> 流域をタンクに置き換え、雨量をタンクに流入させるとき、タンクの側壁に設けられた孔から流れ出す流量が流域末端からの流出量となるようにしたもの。 複数個のタンクを直列、並列に連結して複雑な流出機構に適合させることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> タンクの流出孔での浸透係数、流出孔の位置、初期水深を定数として与える。 これらの定数は、試行錯誤的に決定するため、タンクの数が多いと複雑となり、一般的には直列2段又は3段の構造を用いる場合が多い。
	貯留関数法	<ul style="list-style-type: none"> 流域内の降雨による流出を、流れの連続式と運動方程式により非線形として扱うモデルである。 	<ul style="list-style-type: none"> 降雨量と流出量の関係よりモデルの定数を同定する必要がある。
	Kinematic wave モデル	<ul style="list-style-type: none"> 流域内で雨水の流れを追跡し、流域末端から流出する流量を算出する。 開水路の非定常流に用いられる基本式を運動波 (Kinematic wave) 近似した方程式を用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> このモデルは、主に山腹斜面、河道が急勾配の流域に適用する。
	浸透流モデル	<ul style="list-style-type: none"> 流域の地形、地質、植生等の特性をパラメータとして組み込める。 	<ul style="list-style-type: none"> このモデルは、主に低平地流域に適用する。
(洪水時の中間流の予測)	浸透流モデル	<ul style="list-style-type: none"> 流域内の土壌への雨水の浸透、大気への蒸散による流下斜面の下端での流出量を算出する。 森林による樹冠遮断、蒸発・蒸散、土壌内での水の移動等、降雨が流出に至る過程が評価できる。 Richards の不飽和浸透方程式を二次元化して用いる二次元モデルと、そのまま用いる三次元モデルがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 二次元モデルは、斜面流下方向、土壌垂直方向への二次元化のため、流域斜面の横方向の起伏が一樣で横方向への浸透が少ない場合に適用する。 三次元モデルは、流域の起伏が複雑で雨水が流域斜面の横方向にも浸透する場合に適用する。
長期流出モデル (低水流)	タンクモデル	<ul style="list-style-type: none"> 短期流出のタンクモデルと基本的に同じであるが、洪水流出が1サイクル内の現象が対象であるのに対し、長期流出ではハイド 	<ul style="list-style-type: none"> モデル自体に雨水の保留機構を持っているため、特に有効雨量の算定の必要がない。

量の予測)		ロググラフ全体の波形や低水不の解析が可能である。	・直列4段（表面流出、中間流出、地下水流出、下部帯水層）のタンクで表現する例が多い。
-------	--	--------------------------	--

参考 地下水等の予測モデル等一覧

区分	モデル	特徴	適用条件
数値解法 （地下水 流動のモ デル）	平面二次元 地下水流動 モデル	・帯水層の水位変動をシミュレートする。 ・三次元の微分方程式において鉛直方向（帯水層厚）の変化を一様として二次元化したもの。 ・どの位置でどの程度地下水を採取すれば地下水位がどの程度低下するかを把握するのに適している。	・対象領域が広域の場合に適するが、鉛直方向の地質等の相異により精度が左右される。
	断面二次元 地下水流動 モデル	・平面上の一方向の地下水の流れを無視して、断面方向のみの地下水流動を扱うモデル。	・対象領域での地下水系が平面的に方向性があり、鉛直方向に多層帯水層系の場合に適する。
	準三次元地 下水流動モ デル	・帯水層の流れを表す平面二次元モデルと、加圧層の流れを表す鉛直一次元モデルを連立させたもの。 ・ただし、帯水層では水平方向のみ、加圧層では鉛直方向のみに限定して扱っている。	・加圧層（粘土層）と帯水層（砂礫層）が連続して互層となっている場合に適する。
	三次元地下 水流動モデ ル	・地下水流動を三次元的にとらえたもの。 ・計算量が膨大であり、かつ、変数が多いため必要なデータを得ることが困難。	・基本的に地層構造等の制約がない。 ・水質の変化や地下水汚染の変遷などを推定するためには三次元的な流動解析が不可欠である。
（地熱流 体流動モ デル）	地熱流体流 動モデル	・地熱流体の流動を規制する構造（地質体の分布や断層等の地質構造）をモデル化し、各種の水理パラメータ（透水性、空隙率、熱伝導率、比熱、密度等）を入力し、熱源等を与えて地熱流体対流系を再現し、影響を予測するもの。	・既存の温泉井や観測井等による基本データが得られないと、精度の高い解析を実施することは困難である。

7-6 環境保全措置

予測結果に基づき、環境に対する影響緩和の考え方から、環境保全措置を検討する。
なお、具体的な環境保全措置の例としては、以下のようなものが想定される。

1 回避

- ・ ダムの堤体位置や取水・排水地点の変更による、水道水源等利水や水面利用、注目すべき動植物、地形・地質、景観、触れ合い活動の場等へ流量の変動等に伴う影響の回避
- ・ 計画の位置や区域、造成計画等の変更による、水面利用や生物の生育・生息基盤、地形・地質、景観、触れ合い活動の場等として重要な河川及び湖沼の水域又は水辺、湧水、温泉等の直接改変の回避
- ・ 計画の位置や区域、造成計画等の変更による、水源や生物の生育・生息基盤として重要な地下水・湧水等のかん養域への改変の回避
- ・ 造成計画等の変更による流域の改変の回避

2 低減

- ・ 水のかん養機能等に留意した地形改変及び植生改変面積の最小化等造成計画の変更、土地利用計画の変更や舗装の最小化等による浸透面の確保等による、浸透能（流出係数）の変化の最小化

- ・ 水のかん養機能等に留意した造成計画の変更、土地利用計画の変更等による、水源や生物の生育・生息基盤として重要な地下水・湧水等のかん養域への改変の最小化
- ・ 造成計画等の変更による、河川及び湖沼等の水域又は水辺の改変の最小化
- ・ 適切な河川維持流量の確保、取水、排水量の見直し等による流量変化の最小化
- ・ 調整池による洪水流量の抑制
- ・ 雨水の貯留・浸透施設の設置等による減少する浸透能の補完
- ・ 利水や水面利用、景観などに配慮したダムの放水の実施
- ・ 改変した河川・湖沼等の復元・再生
- ・ 地下掘削工事における密閉型シールド工法等、地下水の排出をできる限り少なくするような工法の採用
- ・ 法面等における適切な排水、遮水工等の実施
- ・ 供用時における節水等による取水量、地下水使用量、温泉の揚湯量等の削減

3 代償

- ・ 失われた水域、水辺等の機能を代償するための、調整池、排水路等を活用した水域、水辺等の造成

7-7 評価

(1) 評価の内容

- ・ 評価の内容は、予測の内容に準じる。

(2) 評価の方法

- ・ 評価は、調査結果、予測結果及び環境に対する影響緩和の考え方を踏まえ、次の観点から事業者の見解を明らかにする。

① 環境に対する影響緩和（ミティゲーション）の観点

- ・ 環境影響評価項目ごとに、回避、低減に係る環境保全措置を盛り込んだ複数案について、以下の観点から比較検討することにより、事業者が実行可能な範囲において、できる限りのミティゲーションが図られているか否かを判断する。
 - ▷ 流域の変更、河川及び湖沼等の水域及び水辺の改変、湧水、温泉の改変による影響の緩和が図られているか。
 - ▷ 浸透能（流出係数）の変化による影響の緩和が図られているか（対象事業実施区域の河川等の流入先の地点の流域全体で考えるのではなく、対象事業実施区域内において、できる限り浸透能を低下させない配慮が必要）。
 - ▷ 利水や水域利用への影響の緩和が図られているか。
 - ▷ 洪水時の流出量が下流河川の流下能力以下となっているか。
- ・ 複数案の比較を行わない場合は、その理由及び当該案により緩和が図られていることを明らかにする。
- ・ なお、動植物、景観、触れ合いの活動の場等への影響は、それぞれの要素で評価を行うこととする。

② 環境保全のための目標等との整合の観点

- ・ 以下のような目標等との整合が実行可能な範囲においてできる限り図られているか

否かを判断する。

- ▷ 事業者自ら設定した目標
- ▷ 長野県及び関係市町村の環境基本計画、長野県水環境保全総合計画等における目標等
- ▷ その他、人の健康の保護、生活環境の保全、自然環境の保全上望ましい水準に係る科学的知見

7-8 事後調査

(1) 事後調査の項目

- ・ 以下のような場合、選定項目のうち、関連する項目を事後調査の対象とする。
 - ▷ 予測条件、モデルの適合性から見て予測の不確実性が高い場合（ただし、影響の程度が著しく小さいことが明白な場合を除く。）
 - ▷ 環境保全措置として新たな工法を用いるなど、環境保全措置の効果の不確実性が高い場合
 - ▷ 大規模な取水や土地改変、森林の減少等が想定される場合
 - ▷ 利水及び水域利用を標準項目又は重点化項目として選定した場合
 - ▷ 動植物、景観、触れ合い活動の場等への影響が想定される場合
 - ▷ 地下水、温泉を標準項目又は重点化項目として選定し、影響が想定される場合（ただし、影響の程度が著しく小さいことが明白な場合を除く。）
 - ▷ 既に水象に関する問題が発生している場合

(2) 事後調査の内容

- ・ 河川及び湖沼の流量・水位、地下水の水量、水位等、温泉の湧出量等
- ・ 事業の実施状況、事業による取水、排水等の状況

(3) 事後調査の方法

- ・ 調査手法に準じる。

(4) 事後調査期間等

- ・ 調査時期は、原則として予測対象時期とする。ただし、地下水及び温泉については影響の出現までに時間を要する場合もあり、相当程度の影響が想定される場合は、工事完了後5～10年間程度を目安に継続的な事後調査を実施すること。