

4.3 地下水用語集

地下水用語集

(立ち上げ段階版)

本文出典：『地下水用語集』公益社団法人日本地下水学会編を参考に作成
図表出典：各図等に記載

目 次

1. 基本用語	1
2. 地下水流動	6
3. 水収支	15
4. 地下水の物理	19
5. 地質	26
6. 地下水調査	29
7. 水利用	34

凡 例

1. 見出し語：既存の報告書等で出現頻度が高いと思われる順序で配列し、関連する用語はできるだけその用語に続けた。見出し語の後に読み仮名、説明文、注記（説明文内の語句の補足説明）の順に示した。
2. 説明文：できるだけ平易な言葉を用い、専門的な用語は（ ）内に記すようにした。（例）：隙間が水で満たされた領域（飽和帯という）
3. 注記：説明文内の語句の補足説明がある場合は、その語句の右上に「*」を付し、説明文の後に記した。
4. 説明文内での見出し語：用語の説明文内で見出し語が出てくる場合は、その語をゴシック体として直後に（ ）付きで掲載ページ番号を記した。（例）：
地下水(1)
5. 単位：原則として SI 単位系を用いた。

索引

あ

圧力水頭	21
圧力ポテンシャル	20

い

位置水頭	21
位置ポテンシャル	20
井戸枯れ	36

う

雨水浸透	12
------------	----

え

塩水化	25
塩淡水境界	24

か

過剰揚水	35
可能蒸発散量	15
間隙水	1
間隙比	23
間隙率	23
観測井	29
涵養	11
涵養域	11

き

機械掘り	34
許容揚水量	36

け

ケーシング	30
減水深	17
検層	31

現場透水試験	33
--------------	----

こ

コアサンプル	27
洪積台地	26

し

実蒸発散量	17
失水河川（失水河流）	12
室内透水試験	33
地盤沈下	34
自噴井	34
自由地下水面	3
シュティフダイアグラム	5
主要化学種	4
蒸発	15
蒸発散	15
人工涵養	11
浸透流解析	14

す

水中ポンプ	30
水文地質図	26
水理ポテンシャル	19
スクリーン	29

せ

扇状地	13
全水頭	20

そ

測水調査	31
------------	----

た

帯水層	2
-----------	---

第四紀.....	27
ダルシーの法則	23
段階揚水試験	33
単孔式現場透水試験	33
淡水レンズ.....	25

ち

地下水.....	1
地下水位	19
地下水域	9
地下水涵養.....	11
地下水検層.....	31
地下水シミュレーション	14
地下水収支.....	15
地下水障害.....	34
地下水の実流速	24
地下水の見かけの流速.....	23
地下水賦存量	7
地下水分水界	7
地下水盆	9
地下水流動系	8
地下水利用.....	34
地質柱状図.....	28
宙水	4
沖積層.....	26
沖積平野	26

て

適正揚水量.....	36
電気検層	31
電気伝導度.....	31

と

透水係数	21
動水勾配	21
透水量係数.....	23
得水河川（得水河流）	12
吐出口.....	30

土壌水.....	1
----------	---

な

難透水層	3
------------	---

ひ

被圧	3
被圧水頭	21
被圧帯水層	3
被圧地下水	4
pH	31

ふ

不圧	3
不圧帯水層	3
不圧地下水	3
伏流水.....	13

ほ

掘り抜き井戸	34
--------------	----

み

水収支.....	15
水循環.....	6

ゆ

湧水	13
----------	----

よ

揚水試験	33
------------	----

り

流域	7
流出域.....	12

1. 基本用語

【地下水】（ちかすい）

地表面より下に存在する水（土壌・岩石の間隙や割れ目に存在する水）の総称。地下水面より上にあり、隙間が水で満たされていない領域（不飽和帯という）の水を**土壌水**(1)、地下水面（**自由地下水面**(3)という）より深く、隙間が水で満たされている領域（飽和帯という）の水を**地下水**として区別する場合もある。地球上の全ての水の量のうち、**地下水**の割合は1%にも満たないとされている（図 1.1）。

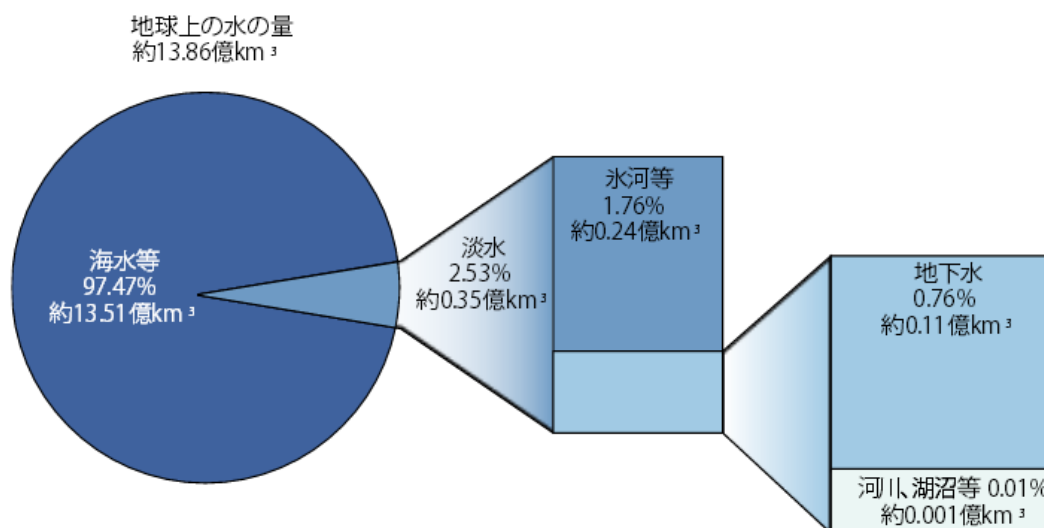


図 1.1 地球上の水の量の分布

（出典：平成 27 年版 日本の水資源の現況、国土交通省水管理・国土保全局水資源部）

【間隙水】（かんげきすい）

土壌や岩石などの多孔質体の隙間部分（間隙という）に含まれる水のこと。不飽和状態では他に気体（一般に空気）が含まれる。

【土壌水】（どじょうすい）

地下に存在する水のうち、土壌層中の全ての水を指す場合と地表面と地下水面の間に存在する不飽和帯の水に対して総称的に用いる場合がある。間隙レベルでは、土粒子との結合力によって存在している吸着水（結合水）、土粒子の微細な隙間にある水の表面張力によって発生する力（毛管力という）によって支えられている毛管水および土壌の隙間にあつて重力により自由に移動可能な水（重力水あるいは自由水という）とがある（図 1.3 および図 1.2）。

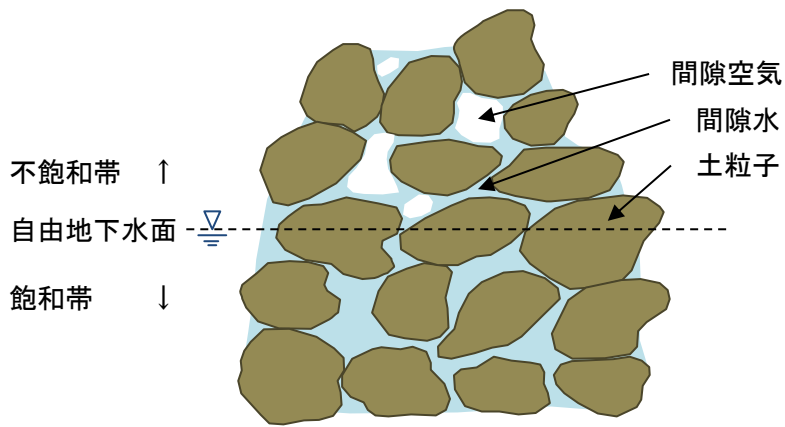


図 1.2 飽和と不飽和

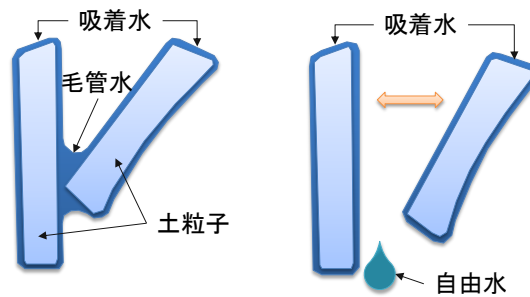


図 1.3 毛管水と重力水（自由水）

【帯水層】（たいすいそう）

水の通しやすさ（透水性という）と水をためる能力（貯留性という）が高く、井戸での取水や湧水として連続して地下水(1)を供給し得る地層のことである。代表的な地層として砂礫層、砂層がある。一般に帯水層は自由地下水面(3)をもつ不圧帯水層(3)と上下を加圧層*に挟まれた被圧帯水層(3)とに分けられる。（図 1.4）。

*帯水層の上部または下部に位置する、それに比べて著しく透水性が低い地層のこと。

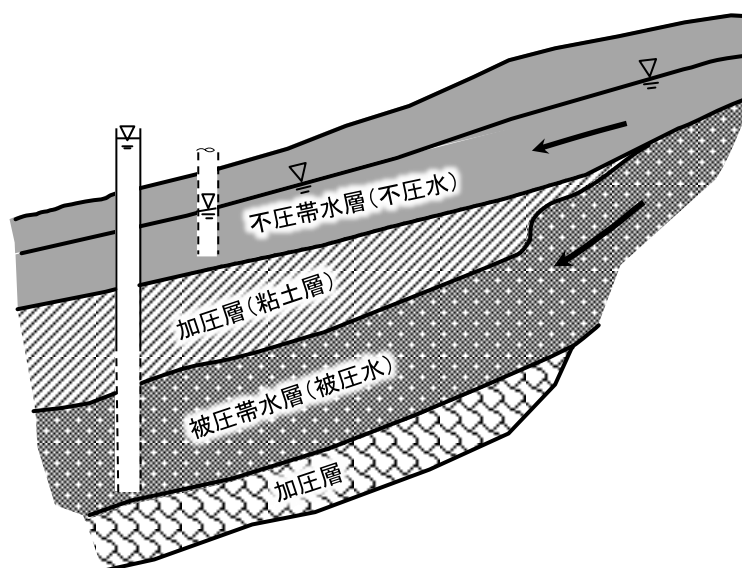


図 1.4 不圧帯水層と被圧帯水層

（出典：土の力学、技報堂出版を元に作成）

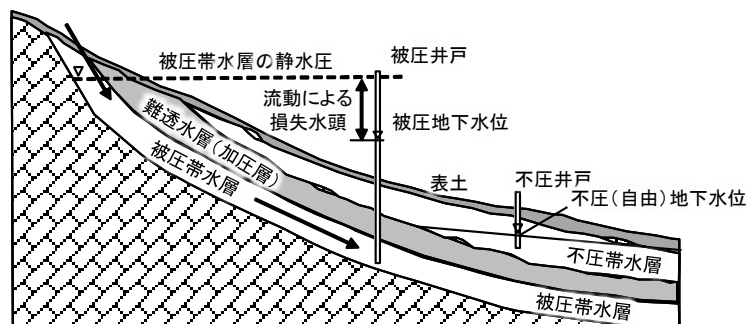


図 1.5 不圧帯水層と被圧帯水層の断面図
(出典：地圏の水環境科学、東京大学出版会を元に作成)

【自由地下水面】（じゆうちかすいめん）

不圧地下水(3) (自由地下水) の水で満たされた飽和帯の上面で、水面上の圧力が大気圧と等しくなっている位置を連ねた面。地表から孔を掘っていき、**難透水層(3)** より上部で最初に水面が現れた位置を多数の箇所について連ねてできる仮想的な面に相当する(図 1.4 および図 1.5)。

【難透水層】（なんとうすいそう）

透水性が非常に小さく、**地下水(1)**が流れにくい地層をいう。代表的な地層として粘土層がある(図 1.5)。

【不圧】（ふあつ）

地下水(1)が自由地下水面(3)を持つ状態をいう。被圧(3)の対義語。

【不圧帯水層】（ふあつたいすいそう）

不圧地下水(3) (自由地下水) を保持し、流動させている帯水層(2) (図 1.5 および図 1.6)。

【不圧地下水】（ふあつちかすい）

一般に地表から最初の難透水層より上に存在し、上面が大気圧と釣り合った状態にある**地下水** (1)。自由地下水と同じ。一般に地下水面は地表からの降雨浸透により敏感に変化する (図 1.5 および図 1.6)。

【被圧】（ひあつ）

地下水(1)が、浸透地域からの水圧、上位の地層の荷重による加圧、難透水層により封じこめられることによる加圧などにより、直上の自由地下水面(3)からの深度に応じた静水圧よりも大きな圧力を有していること。不圧(3)の対義語。

【被圧帯水層】（ひあつたいすいそう）

被圧地下水(4)を貯留し、流動させている帯水層(2) (図 1.5 および図 1.6)。

【被圧地下水】（ひあつちかすい）

一般に上部と下部に難透水層を有した地層中にあり、その地点の自由地下水面(3)位置から計算される静水圧より大きな圧力を有した地下水(1)（図 1.5 および図 1.6）。

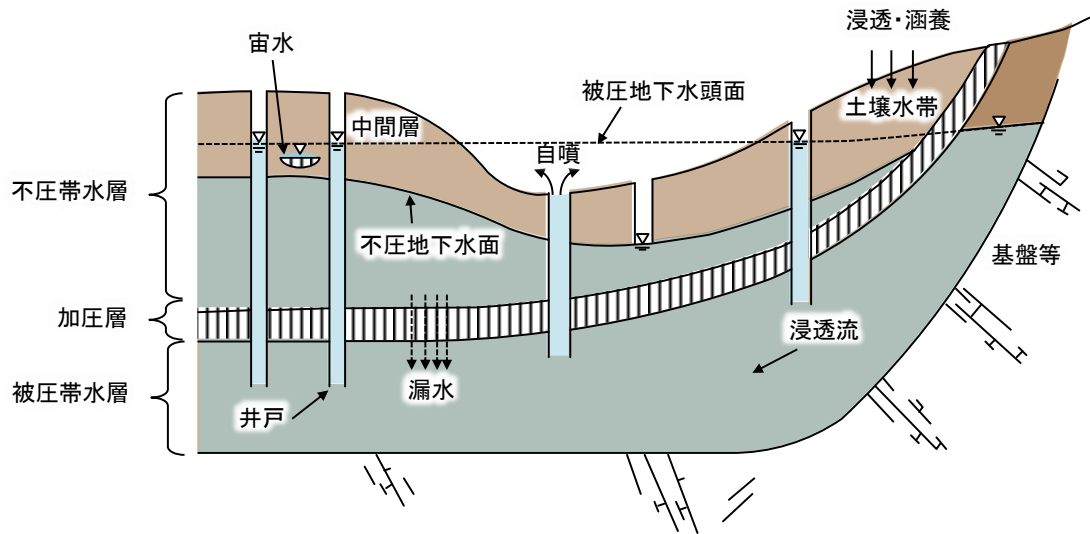


図 1.6 帯水層の形態

（出典：地下水ハンドブック、建設産業調査会を元に作成）

【宙水】（ちゅうすい）

不圧地下水(3)の一種。地表からの浸透水が比較的浅い地層中の、粘土質のはさみ層*などの上に捕捉されたもの。「ちゅうみず」ともいう（図 1.7）。

*比較的厚い層にはさまれた質の異なる薄い層のこと。

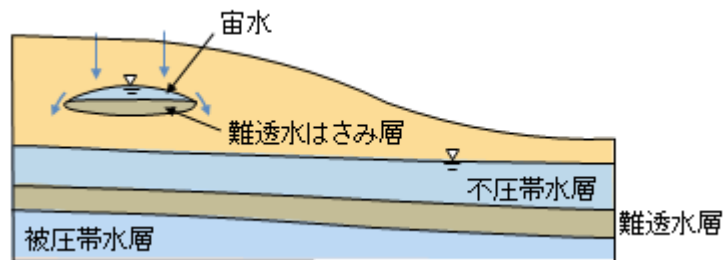


図 1.7 宙水の概要

【主要化学種】（しゅようかがくしゅ）

地下水中に比較的豊富に含まれる溶存イオンを主要化学種という。陽イオン*は Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、陰イオン**は HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} のほか、人間活動の影響のあるところでは NO_3^- が加わる。これらイオンの濃度と組成比は地下水(1)の水質特性を表す（図 1.8）。また、降水、浸透、流動などの過程で水の経路の土壌特性等に依存したイオン種が溶存し、経路や接触時間に応じた地下水水質を形成する（図 1.9）。

* Na^+ ：ナトリウムイオン、 K^+ ：カリウムイオン、 Ca^{2+} ：カルシウムイオン、 Mg^{2+} ：マグネシウムイオン

** Cl^- ：塩素物イオン、 HCO_3^- ：重炭酸イオン、 SO_4^{2-} ：硫酸イオン、 NO_3^- ：硝酸イオン

【シュティフダイアグラム】（しゅていふだいあぐらむ）

河川水や地下水(1)などの水質組成を表現する図法の一つであり、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 $\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ の濃度の大きさを、中央鉛直線からの距離として六角形に示す。中央線から頂点までの長さが各々の成分の濃度を示すので、六角形の大きさが濃度の高低を、また六角形の形が水質組成の特徴を表す。ヘキサダイアグラム、パターンダイアグラム、6成分水質図とも呼ばれる（図 1.8）。

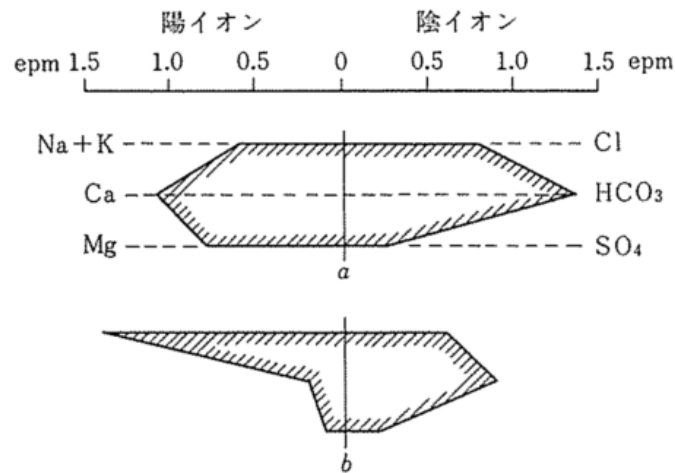


図 1.8 シュティフダイアグラム

（出典：地下水調査および観測指針(案)、山海堂）

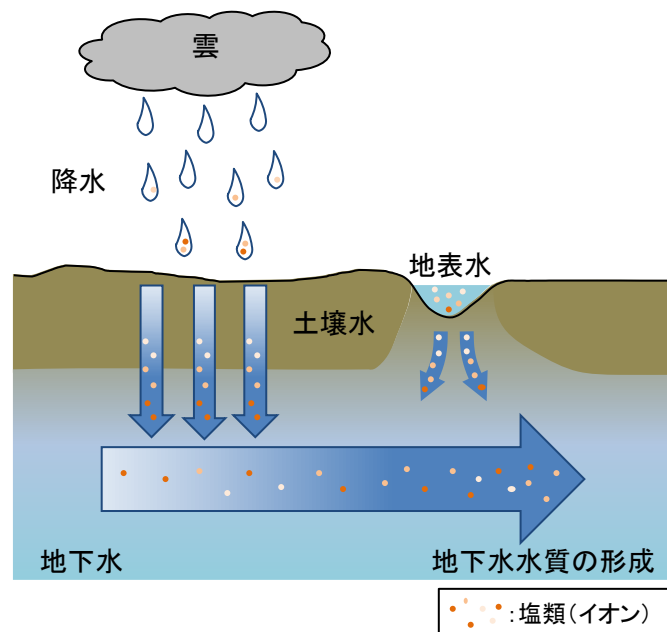


図 1.9 一般的な地下水水質組成の成り立ち

2. 地下水流動

【水循環】（みずじゅんかん）

地球上において太陽エネルギーと重力を主たる原動力として起こる、海洋における蒸発(15)→大気圏を通じた陸域への輸送→降水→表流水・地下水形成→海洋への流出の一連のプロセスを水循環（あるいは水文循環、水の大循環）という。（図 2.1、表 2.1）

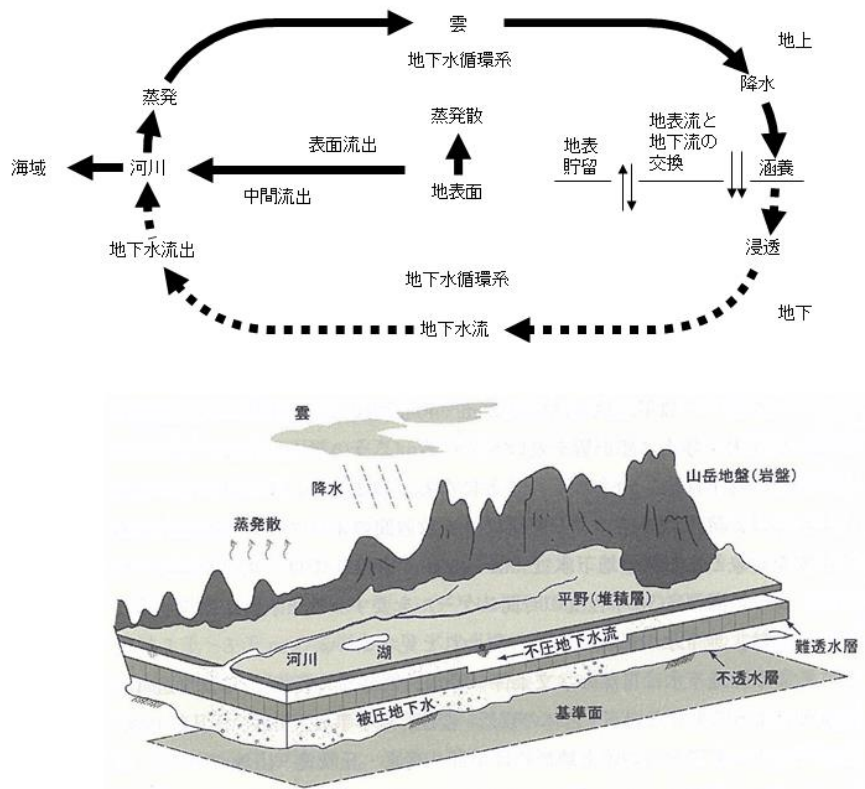


図 2.1 水循環サイクル

(出典：地下水環境・資源マネジメント、同時代社を元に作成)

表 2.1 地下水の滞留時間

(出典：地下水の保全と利用、建設省河川局河川計画課)

地 域	滞 留 時 間
黒部川扇状地*扇端部の砂丘の地下水	0.14 年
黒部川扇状地の深層地下水**	2 年以上
那須岳周辺から基底流出***する地下水	2～3 年以上
南関東の深層地下水	20 年以上
市原臨海部の深層地下水	30 年以上
済州島の火山岸中の地下水	2～9 年以上
オタワ川流域の湖沼水と地下水	約 3 年
チェコスロバキアの山地小流域からの地下水	2.5 年
テキサス州カリゾ砂岩中の地下水	最大 27,000 年
馬拉カイボ湖岸の深層の地下水	4,000～35,000 年
リビア砂漠のヌビア砂岩中の地下水	25,000～35,000 年
中央ヨーロッパの深層地下水	約 10,000 年

*扇状地(13)

**浅い不圧地下水よりも深い被圧帯水層の地下水のこと。

***地下水が低水期や渇水期においても定常的に河川等流れ出ること。

【地下水賦存量】（ちかすいふそんりょう）

地下水盆(9)単位や帯水層(2)単位などで推定される地下水(1)の存在量。対象地域の地下水位分布、帯水層(2)の形状から推定される容積および間隙率(23)などの情報から見積もられる。

【流域】（りゅういき）

対象とする河川に集水される降水の範囲。流域の形状は、一般的に地形の尾根筋を連ねた線（地形分水界という）に基づいて描かれる。

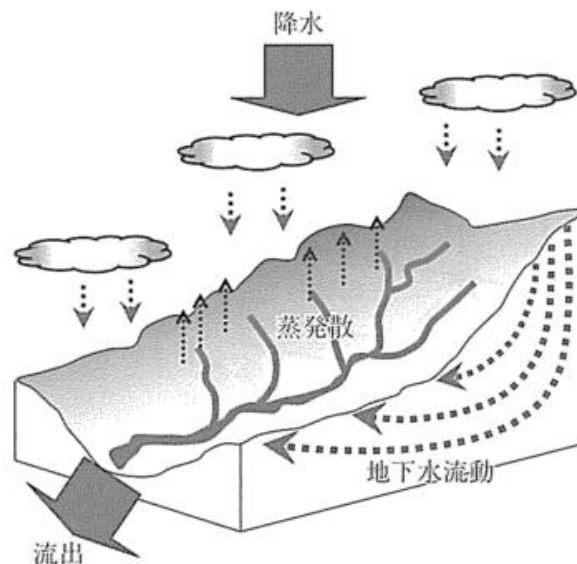


図 2.2 流域の模式図

（出典：地下水流動 モンスーンアジアの資源と循環、共立出版）

【地下水分水界】（ちかすいぶんすいかい）

地下水流動の閉境界（地下水流れが通過しない境界面のことをいう）となる仮想的な線をいう。一般に地質構造が明らかでない場合には、地形の尾根を連ねた分水界（地形分水界という）を地下まで鉛直に下ろし、それを地下水分水界と仮定する場合が多い（図 2.2）。流域(7)地下の地質条件によっては、隣接流域から、あるいは隣接の流域(7)へ地下水(1)が供給あるいは補給されることがあり、この場合、地下水分水界と地形分水界は一致しない（図 2.3）。

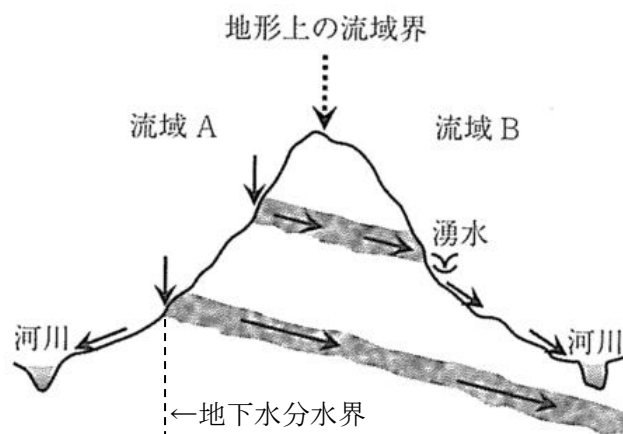


図 2.3 地形上の分水界（流域界）を超えて地下水が流動するイメージ

（出典：地下水流動 モンスーンアジアの資源と循環、共立出版を元に作成）

【地下水流動系】（ちかすいりゅうどうけい）

降水などの水文条件や地形・地質などの特性に支配された地下水流動の地域的総体。地下水流動系には、様々なスケールのもものが混在する。主に、局地的な地形の高低や地質構造に支配された、流動深度が浅く短時間で流出する流動系を局地流動系、**流域(7)**の大地形に支配され流動深度が深く緩慢で、大きな流れを地域（広域）流動系、それらの中間のスケールのもものを中間流動系と区分して呼んでいる（図 2.4）。

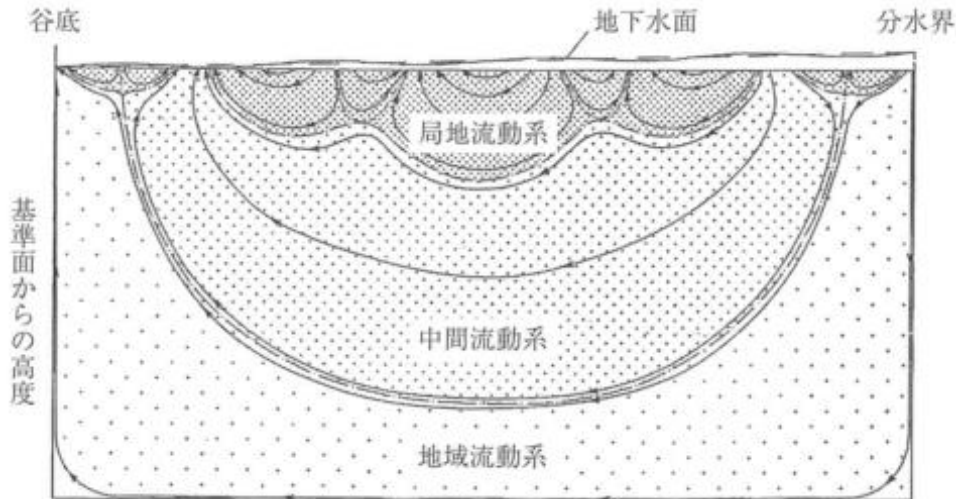


図 2.4 地下水流動系の概念図（Tóth,1963）

（出典：地下水流動 モンスーンアジアの資源と循環、共立出版）

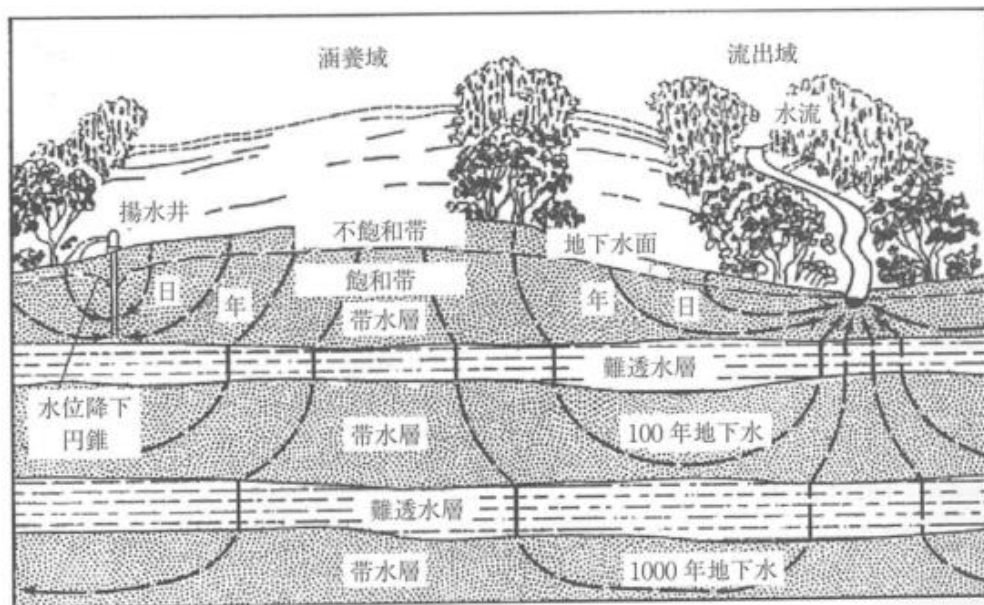


図 2.5 河川近傍の地下水の流れ（Tóth,1995）

（出典：地下水流動 モンスーンアジアの資源と循環、共立出版）

【地下水盆】（ちかすいぼん）

一般に周辺山岳地帯から土砂が流入し、厚い堆積層が積み重なる低平凹地を地質学では堆積盆（堆積盆地）と称するが、そこには同時に良い帯水層(2)が発達することから、地下水学ではこのような低平凹地を地下水盆と呼んでいる。

【地下水域】（ちかすいいき）

地域の地下水流動系(8)全体を指した言葉。地下水盆(9)が地質構造を基礎にするのに対し、地下水域は地質構造や水文学的境界などの自然要因だけでなく、揚水など人為的要因も含め、より広く流域(7)や流動系を見たときに使われることが多い（図 2.6）。

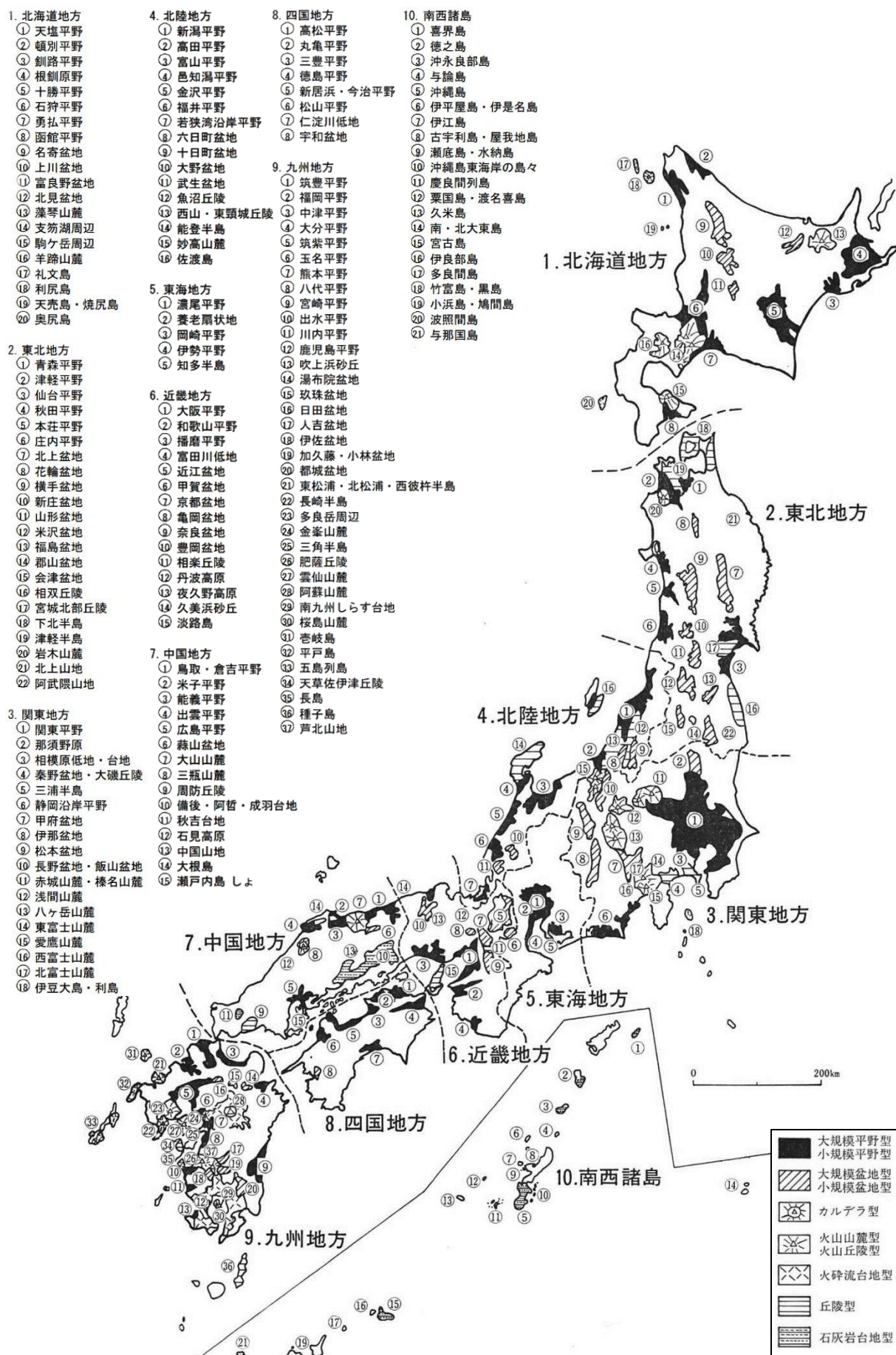


図 2.6 日本の地下水盆地と地下水区

(出典：日本の地下水、地球社を元に作成)

【涵養】（かんよう）

一般に、降水、湖沼水・河川水、貯水池・浸透ますなどの水が地下へ浸透すること（地下水(1)となること）を指す。また、^{かん}涵養が起る場所を^{かん}涵養域(11)と称する。なお、対比される言葉として、流出あるいは湧出が使われる。

【涵養域】（かんよういき）

地表から降水の浸透が起こり、地下水(1)が^{かん}涵養されている地域。流出域(12)（湧出域）の対義語。

【地下水涵養】（ちかすいかんよう）

降水や地表水が地下に浸透して地下水流動系(8)に付加される作用。一般には、降水による^{かん}涵養(11)がその大半を占めるが、河川水・湖沼水の浸透、水田からの浸透、人工^{かん}涵養施設（浸透ます、^{かん}涵養池、還元井など）からの浸透、上下水道の漏水なども含まれる。

【人工涵養】（じんこうかんよう）

水を人工的に地下に浸透させ、地下水補給を行うこと。地表あるいは地下の浅い所から、不飽和帯を通して地中に浸透させる拡水法と井戸を利用して帯水層(2)に直接注入する井戸法に大別される。拡水法による一般的な手法として、浸透ます、浸透トレンチなどがある（図 2.7）。

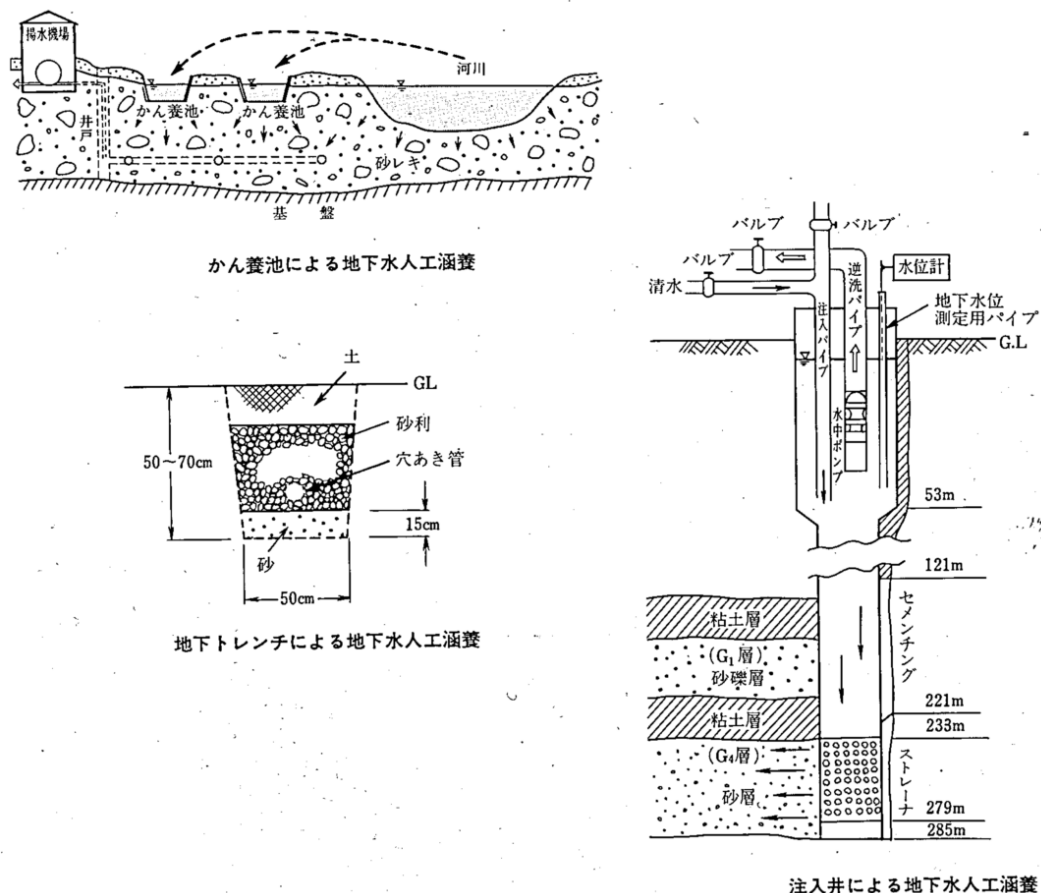


図 2.7 ^{かん}涵養工法の概要
(出典：地下水の保全と利用、建設省河川局河川計画課)

【雨水浸透】（うすいしんとう）

雨水が地表面を通して地下にしみ込むこと。

【流出域】（りゅうしゅついき）

地下水(1)が地下から地表面に向け湧き出す地域。地下水流動系(8)の涵養域(11)と対をなす地域。湧出域とも呼ばれる。

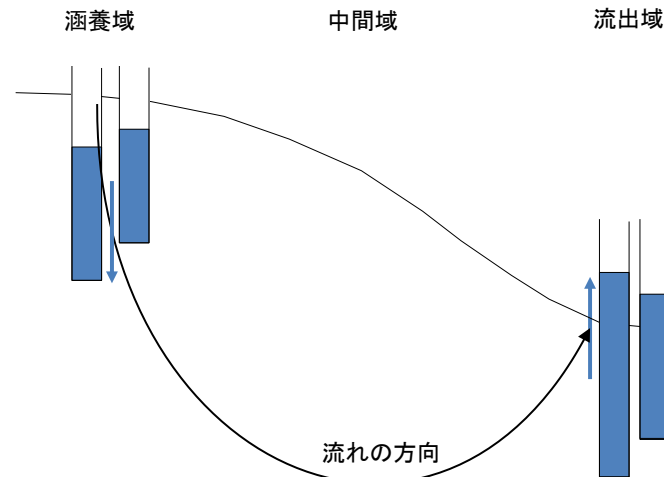


図 2.8 場所による井戸の深さと測定水位の関係の違い

【失水河川（失水河流）】（しっすいかせん（しっすいきりゅう））

地下浸透により河川流量が上流より下流で減少する（あるいは完全に伏流する）河川をいう（図 2.9）。

【得水河川（得水河流）】（とくすいかせん（とくすいきりゅう））

河川のある区間を見たとき、区間上流より下流側で流量が増加する河川（支流の流入がある場合には、その量以上に流量が増加する河川）をいう（図 2.9）。

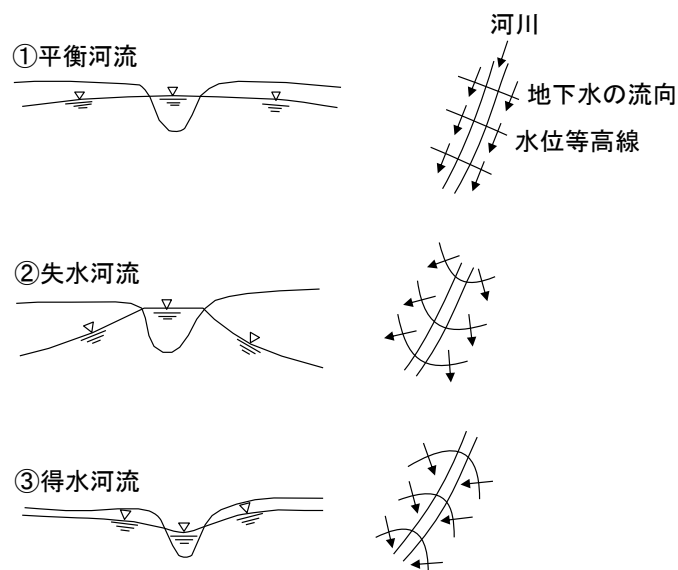


図 2.9 表流水と地下水の関係

（出典：地下水調査および観測指針(案)、山海堂）

【扇状地】（せんじょうち）

山地と平野の境界（谷口という）を頂点（扇頂という）として、下流に向かって扇が開いたような地形。扇頂から中央部（扇央という）にかけては河川水がほぼすべて地下に浸透して潤れ川となることも多く、末端部（扇端という）は上流部で浸透した地下水(1)が湧水(13)として湧き出す地域となる。

【伏流水】（ふくりゅうすい）

高透水性の河床、湖底、裂か（割れ目）などから地下に涵養^{かん}(11)された水をいう。通常の降雨浸透と異なり比較的大量の浸透に対して使われる。

【湧水】（ゆうすい）

地下水(1)が自然に地表面まで流出する現象で、地下水位(19)が地表面以上にある状況で起こる（図 2.10）。湧泉ともいう。

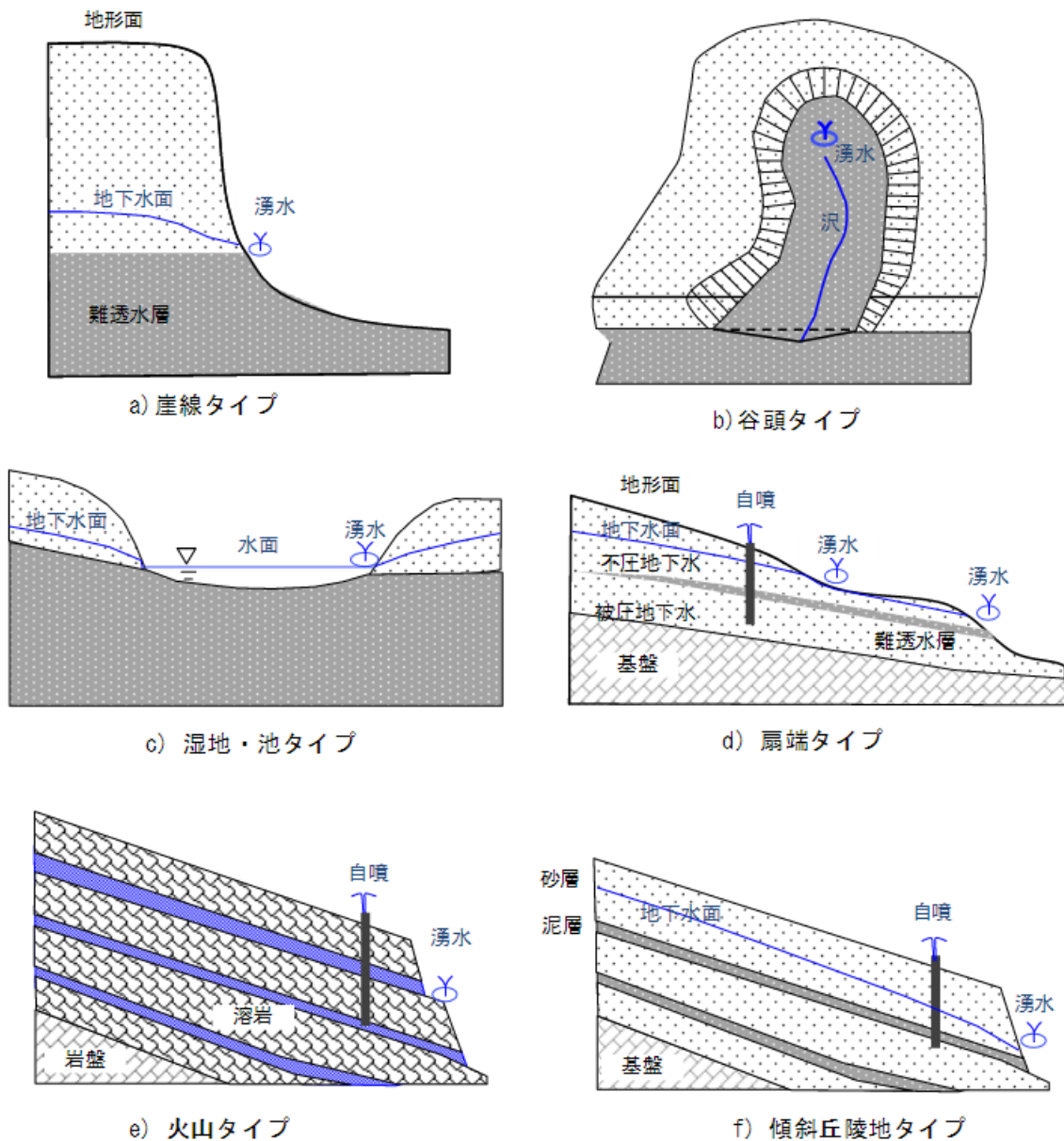


図 2.10 代表的な湧水のタイプ

（出典：湧水保全・復活ガイドライン、環境省）

【地下水シミュレーション】（ちかすいしみゅれーしょん）

実際の地下水(1)の流れ場を何らかの方法で模擬することである。コンピュータを用いる数値シミュレーションと実験的に模擬するアナログシミュレーションに分類されるが、現在では数値シミュレーションを意味することが多い。

【浸透流解析】（しんとうりゅうかいせき）

地下水学において、浸透流とは主に地盤・岩盤内における水またはその他の流体の流動を意味し、浸透流の挙動を解明することを浸透流解析と呼ぶ（図 2.11）。

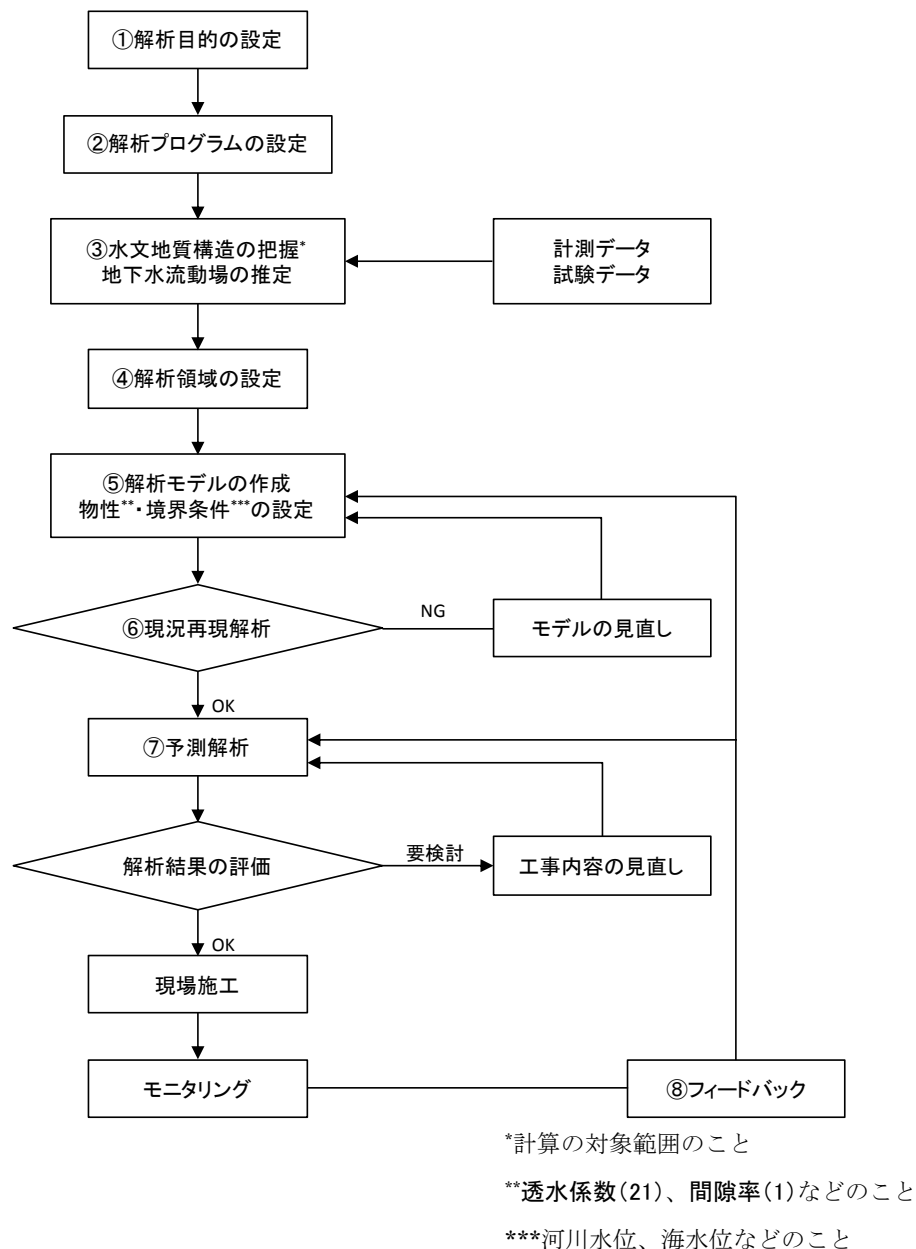


図 2.11 浸透流解析の実務におけるフローの一例
(出典：地下水シミュレーション、公益社団法人日本地下水学会)

3. 水収支

【水収支】（みずしゅうし）

流域(7)や地域において、一定期間の水収支は、

$$P=E+R+\Delta S$$

で表される。ここで P：降水量、E：実蒸発散量(17)、R：河川および地下水による流出量、 ΔS ：貯留量変化であり、いずれも累積値である。水収支法は、この式の各項を実測あるいは推定し、残った一つの項を残差として求める方法。

【地下水収支】（ちかすいしゅうし）

地下水盆(9)や帯水層(2)の単位で推定される地下水涵養量と揚水量・流出量の収支のこと。水文学的水収支は、降水・蒸発散・河川流出・地下水涵養(11)・地下水流出を含めた全体が扱われるが、その一部をより詳しく扱うもの。例えば、帯水層(2)ごとの季節単位、年単位、より長期間の単位での収支の推定が行われる（図 3.2）。

【蒸発】（じょうはつ）

一般に液体分子が運動エネルギーを得て、気体分子に変化すること。温度の上昇とともに蒸発する量が多くなる。水の蒸発は大気と接する水面、葉面、地表面および地下の不飽和間隙中에서도起こる。

【蒸発散】（じょうはっさん）

水は水面および地表面（土壌・岩石面）から蒸発(15)するとともに、植物体内を通じて主に葉面から蒸発(15)が起こり、これを蒸散という。両者を合わせて、蒸発散という。

【可能蒸発散量】（かのうじょうはっさんりょう）

ある気象条件（日射量、気温、風速、湿度など）の下で、十分に地表面に水分が供給されたときに起こる蒸発量（植生がある場合には蒸発散量）の最大値（表 3.1 および図 3.1）。

表 3.1 日本列島各地の月別可能蒸発散量

(出典：地下水調査および観測指針(案)、山海堂)

地域	札幌			仙台			東京			名古屋			高知			熊本		
E 月	E_p	E_t	E_{obs}	E_p	E_t	E_{obs}	E_p	E_t	E_{obs}	E_p	E_t	E_{obs}	E_p	E_t	E_{obs}	E_p	E_t	E_{obs}
1	—	—	—	0.53	—	0.9	1.64	0.13	1.7	0.95	0.13	1.5	1.21	0.27	2.0	0.74	0.19	1.6
2	—	—	—	1.05	—	1.8	1.99	0.25	2.2	1.76	0.21	2.0	1.74	0.36	2.3	1.24	0.27	2.2
3	—	—	—	1.87	0.33	3.2	2.37	0.67	2.6	2.52	0.58	2.8	2.41	0.81	3.0	2.20	0.80	2.8
4	2.59	0.93	—	2.78	1.20	4.8	2.98	1.60	3.2	3.35	1.60	3.5	2.82	1.78	3.5	2.71	1.77	3.8
5	3.65	2.06	3.4	3.47	2.37	5.3	3.53	2.58	3.6	3.83	2.70	4.1	3.64	2.85	3.5	3.85	2.85	4.2
6	3.85	3.14	4.0	3.45	3.30	5.0	3.38	3.50	3.5	3.90	3.90	3.9	3.85	3.83	3.3	3.94	4.18	3.9
7	3.89	4.10	4.0	3.18	4.46	5.1	3.62	4.96	4.1	4.32	5.14	4.7	4.69	50.3	3.8	4.74	5.25	4.8
8	3.48	4.20	3.9	3.40	4.52	4.8	4.27	4.97	4.5	4.93	5.07	5.1	4.81	4.92	4.4	5.04	5.18	5.4
9	2.46	2.80	2.8	2.44	3.16	3.5	2.74	3.50	3.0	3.34	3.70	3.5	3.72	3.78	3.2	3.69	20.6	4.2
10	1.08	1.48	1.7	1.35	1.18	2.1	1.81	2.00	2.2	2.13	2.00	2.5	2.44	1.86	2.9	2.35	2.06	3.3
11	0.40	0.40	—	0.68	0.90	0.8	1.42	1.00	1.9	1.36	0.87	1.9	1.43	1.10	2.0	1.12	1.00	2.3
12	—	—	—	0.19	0.26	0.0	1.29	0.42	1.7	0.71	0.32	1.4	0.96	0.49	1.7	0.53	0.36	1.6

E_p ：ペンマンの方法 E_t ：ソーンスウェイトの方法 E_{obs} ：蒸発計蒸発量 単位：mm/月

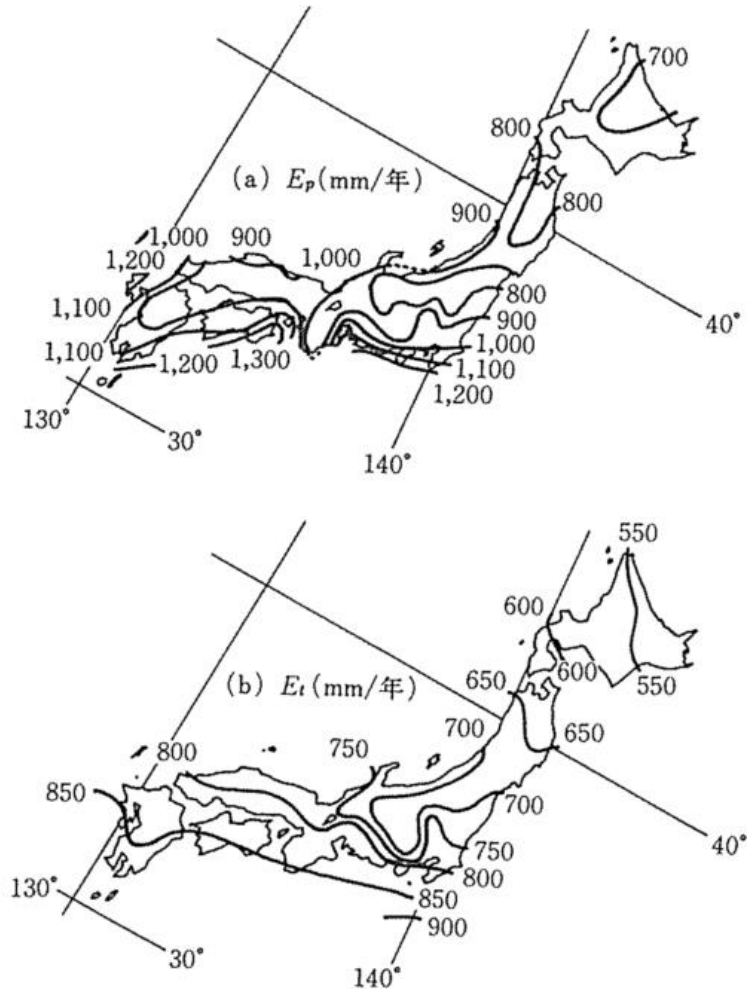


図 3.1 わが国の可能蒸発散量分布図 ((a)ペンマンの方法、(b)ソーンスウェイトの方法)

(出典：地下水調査および観測指針(案)、山海堂)

【実蒸発散量】（じつじょうはっさんりょう）

実際の蒸発散量（の推定値）。

【減水深】（げんすいしん）

水田における蒸発散量と浸透量（鉛直浸透及び畦畔浸透（横浸透））の和を水深単位で表したもの。通常、単位として mm/日を用い、日減水深という。

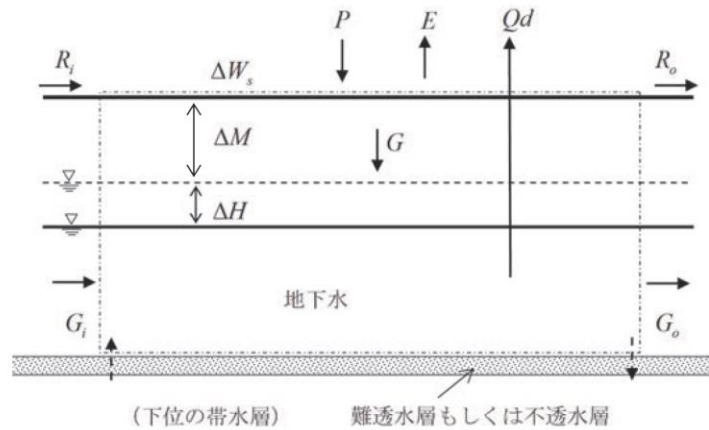


図3-3-1 不圧地下水の水収支概念図
(「地下水調査及び観測指針(案)」に加筆)

・水収支式

地表水 $\Delta W_s = P - E + R_i - R_o - G$ (3-3-1)

地下水 $\Delta H + \Delta M = G + G_i - G_o - Q_d$ (3-3-2)

ここに、

- P : 降雨量
- R_i : 表流水流入量(上流域からの地表水、かんがい水等の流入量)
- R_o : 表流水流出量(下流域への地表水、かんがい水等の流出量)
- G_i : 地下水流入量(上流域からの地下水、異なる帯水層等からの流入量)
- G_o : 地下水流出量(下流域への地下水、異なる帯水層等への流出量)
- E : 蒸発散量
- ΔW_s : 地表における貯留量変化(表流水の水位変化等)
- Q_d : 地下水揚水量・地下水湧水量
- ΔM : 不飽和帯の土壌水分量変化
(地表から帯水層上端までの土壌中の水分量の変化)
- ΔH : 地下水位変化量(対象領域の面積×貯留係数×地下水位変化)
- G : 地下水かん養量(地表から浸透する水量)

である。

対象期間を長期(たとえば1水文年)とすることにより、地表における貯留量変化や、不飽和帯の土壌水分量変化をゼロとみなせる場合がある。短い時間単位や対象領域を細分化した水収支解析は多くのデータを要し、水収支解析は困難になることが多い。その場合、地下水流動解析を行い、その計算結果を集約し水収支を推定することが可能である。

図 3.2 不圧地下水の水収支式の例

(出典：河川砂防技術基準 調査編、国土交通省水管理・国土保全局)

4. 地下水の物理

【地下水位】（ちかすい）

ボーリング孔の中で測定される水面の標高値。**被圧帯水層(3)**の場合は地表面より上になる場合もあるため、より一般的には、飽和地層の任意の点に仮想的な管を立てたときに管内に現れる水面位置（大気圧となる位置）を標高値として表したもの（図 4.1）。被圧帯水層の場合は、地下水圧を指しており、井戸の孔内水位と表現して不圧地下水の地下水位とは区別することもある。

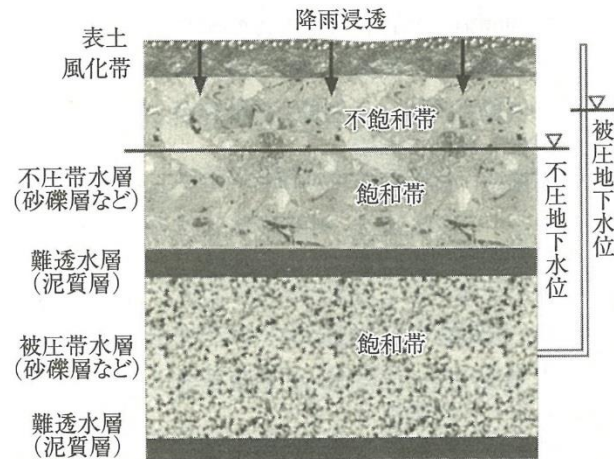


図 4.1 地表付近の帯水状態

（出典：地圏の水環境科学、東京大学出版会）

【水理ポテンシャル】（すいりぽてんしゃる）

流体のエネルギー状態を表すもので、流れはこの値の高い方から低い方に生じる。**地下水(1)**などの間隙流体の水理ポテンシャルは、位置ポテンシャルと圧力ポテンシャルの和として表される（図 4.2 および図 4.3）。

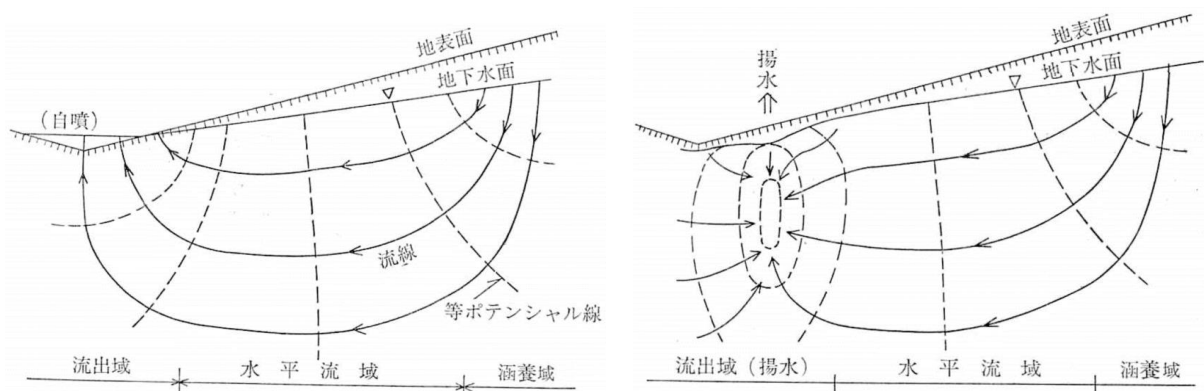


図 4.2 水理ポテンシャルと地下水流動系

（出典：日本の地下水、地球社）

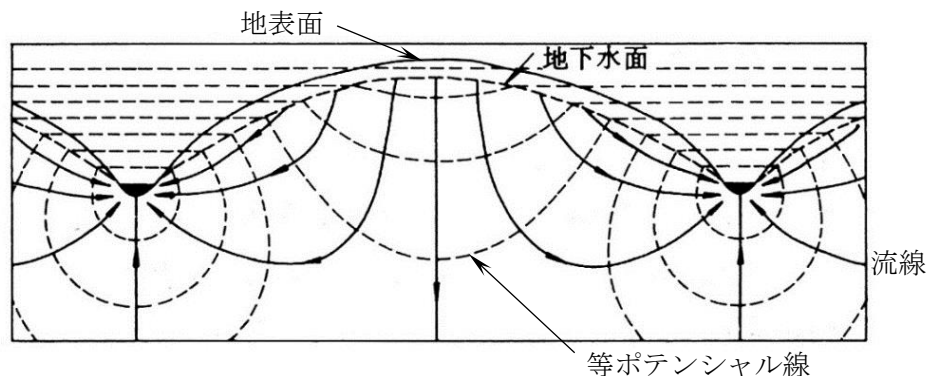


図 4.3 均質な帯水層の流線

(出典：地下水ハンドブック、建設産業調査会を元に作成)

【位置ポテンシャル】(いちぼてんしゃる)

水の位置エネルギーのこと。重力ポテンシャルともいう。

【圧力ポテンシャル】(あつりよくぼてんしゃる)

水の圧力エネルギーのこと。

【全水頭】(ぜんすいとう)

任意の地点の水のエネルギー状態（水理ポテンシャル(19)）を水柱の高さに換算して、例えばメートル単位で表したもの。位置ポテンシャル、圧力ポテンシャルのそれぞれに対応するものとして位置水頭(21)、圧力水頭(21)がある（図 4.4 および図 4.5）。

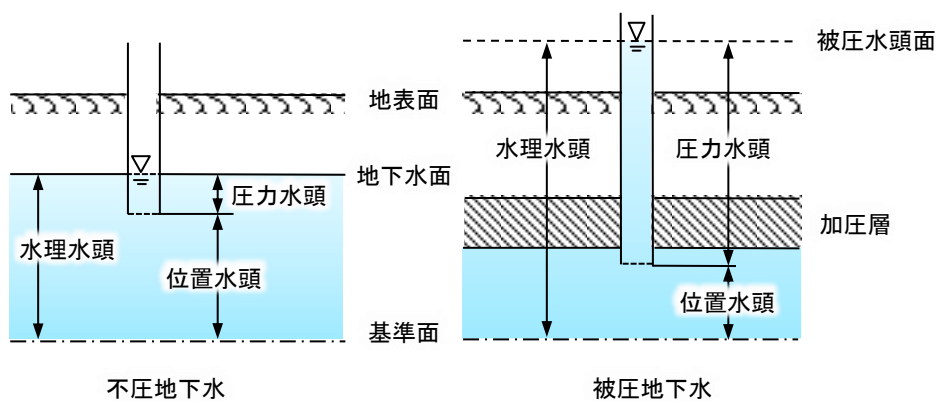


図 4.4 地下水位と水頭の物理的意味

(出典：地下水調査および観測指針（案）、山海堂を元に作成)

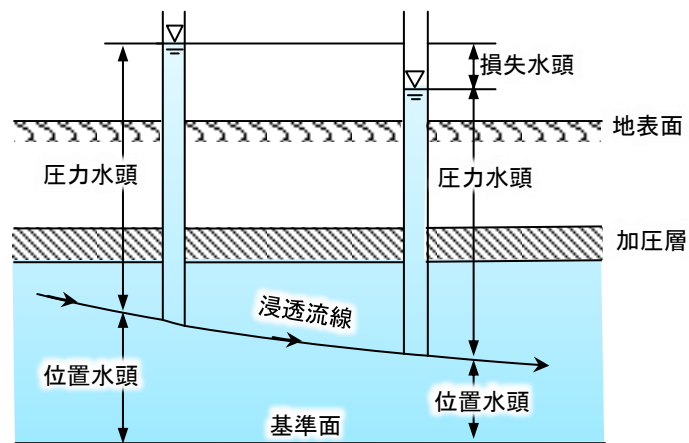


図 4.5 浸透流と水頭

(出典：地下水ハンドブック、建設産業調査会を元に作成)

【位置水頭】(いちすいとう)

位置エネルギーを水柱の高さで表した値。

【圧力水頭】(あつりょくすいとう)

水圧を水柱の高さで表した値。

【被圧水頭】(ひあつすいとう)

被圧帯水層(3)の間隙水(1)の全水頭(20) ((図 4.4 および図 4.5))。

【動水勾配】(どうすいこうばい)

流れに沿った単位距離あたりの全水頭変化(水理ポテンシャル変化)のこと。飽和地下水の流速はこの値に比例する(図 4.6)。地下水勾配とは、浅い不圧地下水(3)の水面の勾配のことをいう。

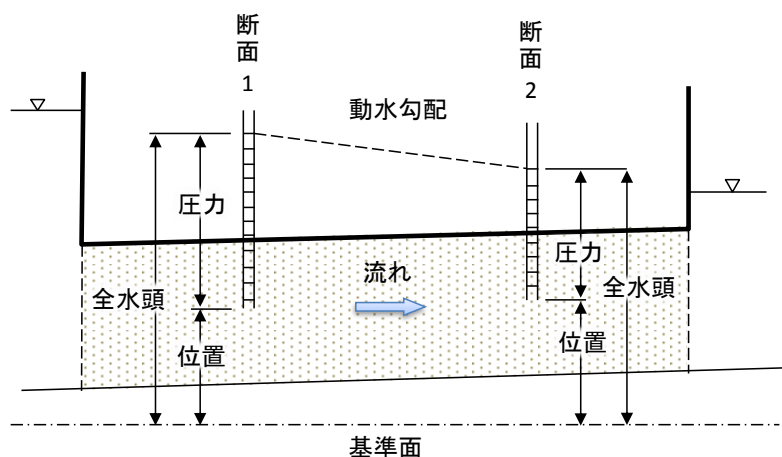


図 4.6 動水勾配の説明

【透水係数】(とうすいけいすう)

水で飽和した土や岩石の透水性(水の通しやすさ)を表す値。多孔質媒体の透水性を扱う場合に広く用いられている(図 4.7)。

透水係数 (cm/sec)				
	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶ 10 ⁻⁵ 10 ⁻⁴ 10 ⁻³ 10 ⁻² 10 ⁻¹ 10 ⁰ 10 ¹ 10 ²
透水性	実質上不透水	非常に低い	低い	中位 高い
対応する土の種類	粘性土 (C)	微細砂、シルト 砂-シルト-粘土混合土 (SF) (S-F) (M)		砂および礫 (GW) (GP) (SW) (SP) (G-M)
透水係数を直接 測定する方法	特殊な変水位 透水試験	定水位透水試験 変水位透水試験 特殊な変水位 透水試験		
透水係数を間接的に 測定する方法	圧密試験結果 から計算	なし		清浄な砂と礫は粒度と 間隙比から計算

図 4.7 土の種類と透水係数

(出典：土質試験の方法と解説、地盤工学会)

【透水量係数】（とうすいりょうけいすう）

透水係数(21)と帯水層(2)の厚さの積。透水量係数は帯水層全体の透水性を判断する指標である。

【間隙率】（かんげきりつ）

土や岩石などの多孔質体中の固体以外の部分を間隙（あるいは空隙、孔隙）と称し、間隙率は間隙部分の体積の全体積（間隙部分の体積+固体部分の実体積）に対する割合（図 4.8 中の①/(①+②)）で表わされる（図 4.8）。

【間隙比】（かんげきひ）

間隙比は、土や岩石の中の間隙部分の体積の土や岩石の固体部分の実体積に対する比（図 4.8 中の①/②）で表わされる（図 4.8）。土質力学などで土の透水性や圧密沈下を考える際に広く用いられる。

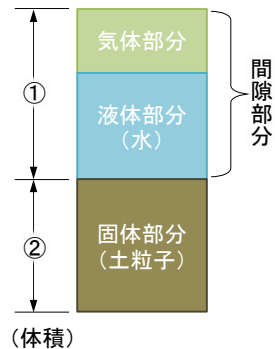


図 4.8 土壌の固・液・気相の体積割合

【ダルシーの法則】（だるしーのほうそく）

多孔質材料中の水の流れを表現する経験式であり、地下流体を扱う分野で広く利用されている基本則。砂カラム中を通過する水の流量 Q は、入口と出口の水頭差 Δh 、試料の長さ L 、断面積 A としたとき、 $Q=KA \Delta h/L$ の関係となる。 K は比例定数で透水係数(21)と呼ばれる。

【地下水の見かけの流速】（ちかすいのみかけのりゅうそく）

多孔質媒体中の流動における流量を通過断面積で除して表わした断面平均流速をいう（図 4.9）。ダルシー流速ともいう。地下水(1)では、一般的に流速とは見かけの流速のことを指す。

【地下水の実流速】（ちかすいのじつりゅうそく）

多孔質媒体中の流動において、土粒子の隙間を水が通り抜ける実際の速さのこと（図 4.9）。実流速は地下水の見かけの流速(23)（ダルシー流速）を間隙率（土粒子断面における隙間の割合）で割ったものという関係にある。

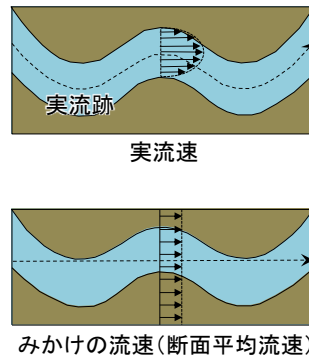


図 4.9 見かけの流速と実流速

【塩淡水境界】（えんたんきょうかい）

海岸地域の地下において、海側の塩水と陸側の淡水地下水の会合により形成される塩分濃度の境界面（遷移領域）のこと。一般に海水密度が淡水密度より数%大きいため、深度が増大するほど海水圧が淡水圧にまさり、海水が地下深部で陸側に入り込んでいる（図 4.10）。

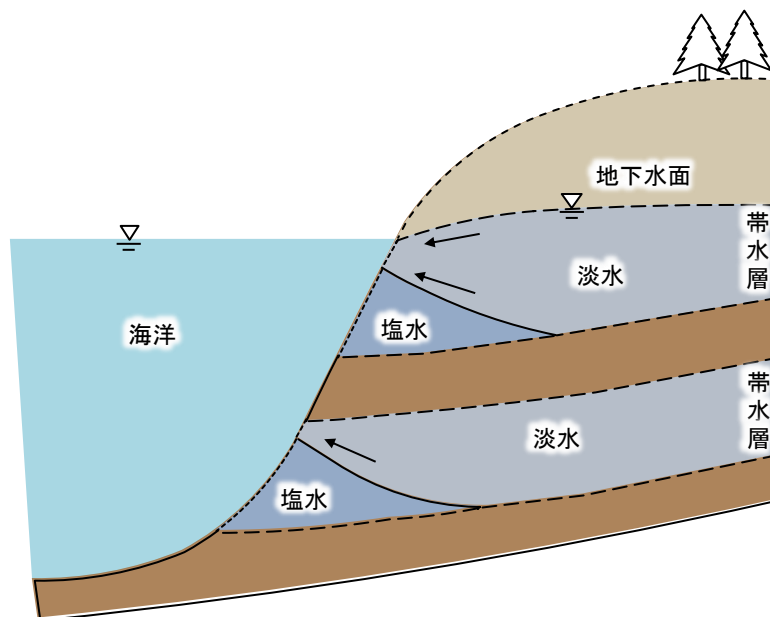


図 4.10 地下水の塩水化の模式図

（出典：最新地下水学、山海堂を元に作成）

【塩水化】（えんすいか）

沿岸地域で過剰に地下水(1)を汲み上げることより、帯水層(2)の淡水領域に塩水が侵入し、地下水(1)の塩濃度（塩素イオン濃度）が高くなること（図 4.11）。

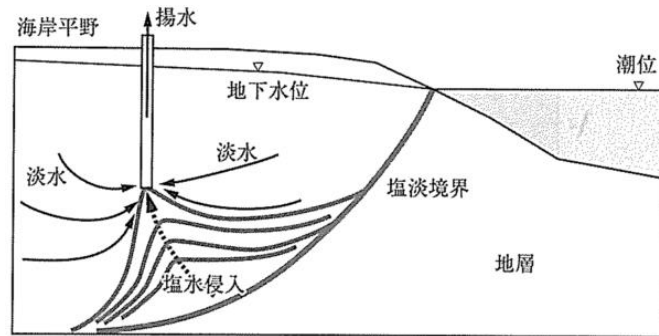


図 4.11 沿岸揚水と塩水化の模式図

（出典：地圏の水環境科学、東京大学出版会）

【淡水レンズ】（たんすいれんず）

孤立した島の地下において、島の直下まで入り込んだ塩水に浮いたレンズ形の淡水部分をいう（図 4.12）。

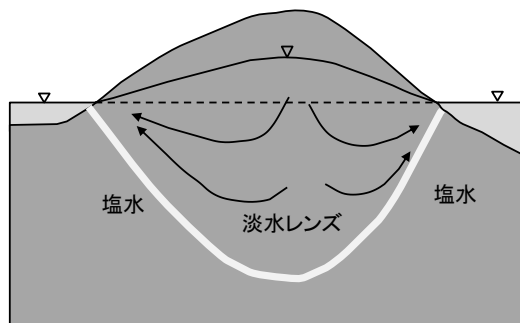


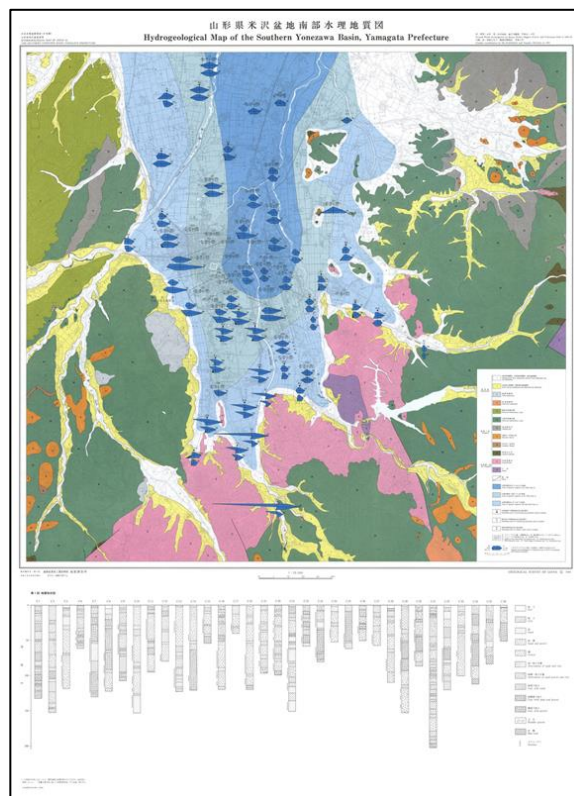
図 4.12 島の淡水レンズ（地下水面と塩淡水境界の間の部分）

（出典：地圏の水環境科学、東京大学出版会を元に作成）

5. 地質

【水文地質図】（すいもんちしつず）

地質図のうち、地表水や地下水賦存形態に着目し、河川、湧水の分布、井戸や地下水位(19)、水理定数、水質特性、人間活動などの情報を記載したもの。一般に調査地域や流域単位で作成されるが、より広域を対象としたものが「水理地質図」、「水文環境図」として出版されている（図 5.1）。



<https://www.gsj.jp/Map/JP/environment.html>

図 5.1 日本水理地質図の例

（出典：水文環境図・日本水理地質図、産業技術総合研究所地質調査総合センター）

【沖積平野】（ちゅうせきへいや）

約 1.8 万年程度前から現在までを沖積世（**第四紀(27)**更新世*末および完新世*）と呼び、この時期の堆積物が分布する平野を称する。

*年代区分名はすべて図 5.2。

【沖積層】（ちゅうせきそう）

約 1.8 万年程度前の最終氷期最盛期以降現在までに堆積した地層で、現在の河岸および海岸平野を最終的な堆積面とするもの。

【洪積台地】（こうせきだいち）

洪積世（更新世*）後期に形成された平地が、地殻変動による地盤の上昇や海水準の変動によって台地化したもの。河岸段丘、海成段丘、開析扇状地などの地形が洪積台地に相当する。

*年代区分名はすべて図 5.2。

【第四紀】（だいよんき）

約 46 億年前に誕生した地球の長い歴史の中で最も新しい時代であり、人類が進化し、活動している時代である。約 260 万年前から現在までの期間にあたり、更新世（258 万年前～1.15 万年前まで）と完新世（1.15 万年前～現在まで）の二つに分けられる。（図 5.2）。

年代	代	紀	世	年代尺度		
顕生代	新生代	第四紀	完新世	現在		
			更新世	1 万 1700 年前		
		新第三紀	鮮新世	258 万年前		
			中新世	533 万年前		
		古第三紀	漸新世	2300 万年前		
			始新世	3390 万年前		
			暁新世	5580 万年前		
			中生代	白亜紀	後期（上部）	6550 万年前
					前期（下部）	1 億年前
	ジュラ紀	後期（上部）		1 億 4600 万年前		
		中期（中部）		1 億 6100 万年前		
		前期（下部）		1 億 7600 万年前		
	三疊紀	後期（上部）		2 億年前		
		中期（中部）		2 億 2900 万年前		
		前期（下部）	2 億 4600 万年前			
					2 億 5100 万年前	

年代	代	紀	年代尺度
顕生代	古生代	ペルム紀	2 億 5100 万年前
		石炭紀	3 億年前
		デボン紀	3 億 6000 万年前
		シルル紀	4 億 2000 万年前
		オルドビス紀	4 億 4000 万年前
		カンブリア紀	4 億 9000 万年前
先カンブリア代	原生代		5 億 4000 万年前
	始生代		25 億年前

図 5.2 地質年代区分表

【コアサンプル】（こあさんぷる）

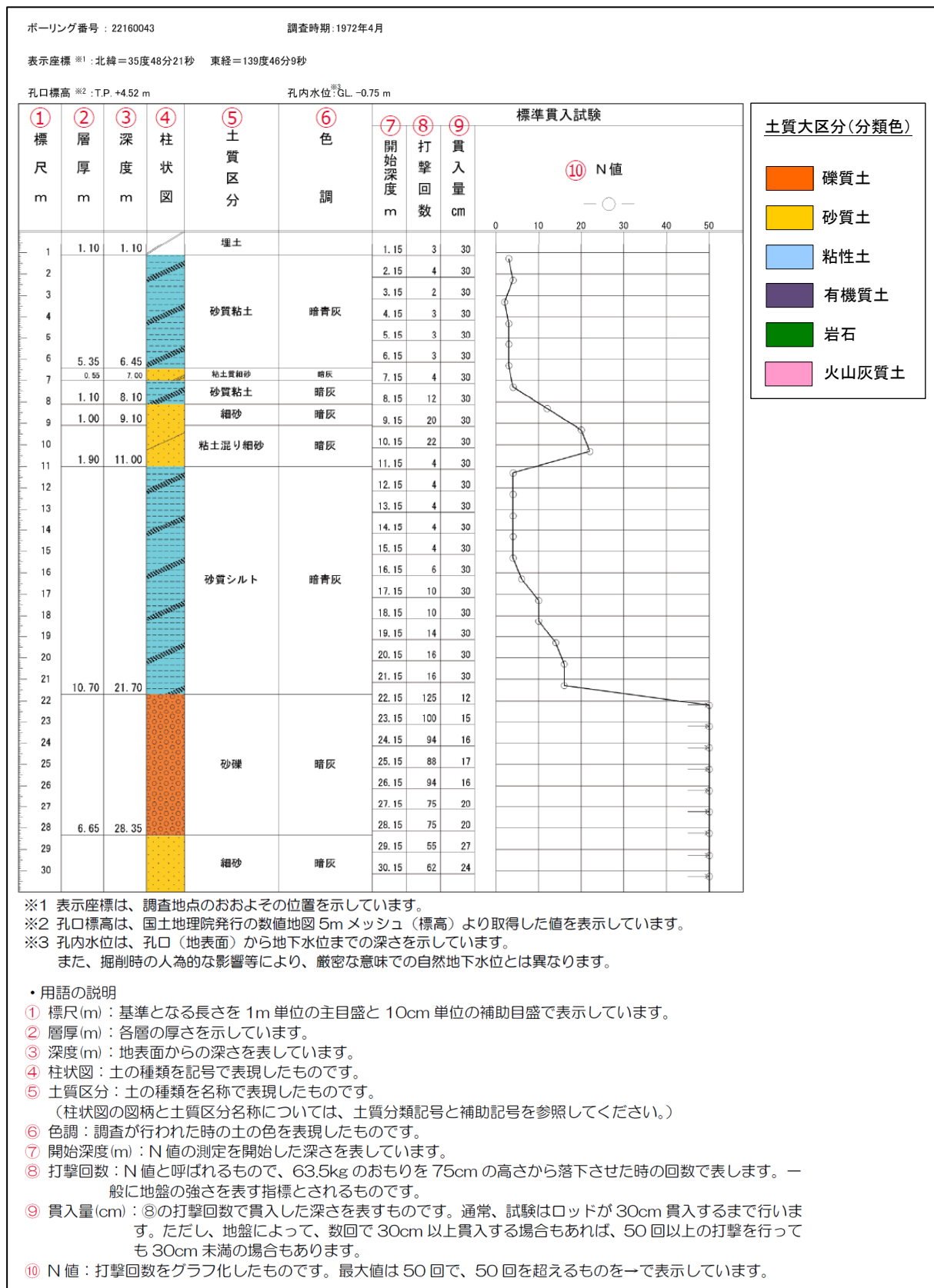
押し込みや掘削（ボーリング）などによって採取される土壌や岩石などの円柱状試料をいう。採取されたコアサンプルは地質観察および実験室での試験に利用される（図 5.3）。



図 5.3 コアサンプルの例

【地質柱状図】（ちしつちゅうじょうず）

ある地点・ある地域の地質情報を長柱状に表した図。ボーリング調査や井戸掘削時の情報、物理検層や透水試験の情報を整理したボーリング（井戸）柱状図などがある（図 5.4）。



<http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyohou/geo-web/manual/柱状図の見方.pdf>

図 5.4 ボーリング柱状図の見方

（出典：柱状図の見方、東京都土木技術支援・人材育成センターを元に作成）

6. 地下水調査

【観測井】（かんそくせい）

地下水位(19)（水圧）、地盤沈下(34)、水質などを計測するために設置された井戸あるいはボーリング孔（図 6.1）。

【スクリーン】（すくりん）

孔などをあけて加工したパイプ（塩化ビニル管、鉄管）で、**地下水(1)**を井戸の中に取り込むために設置されるもの（図 6.3）。ストレーナともいう。開孔部の構造の違いによりいくつかの種類がある（図 6.2）。

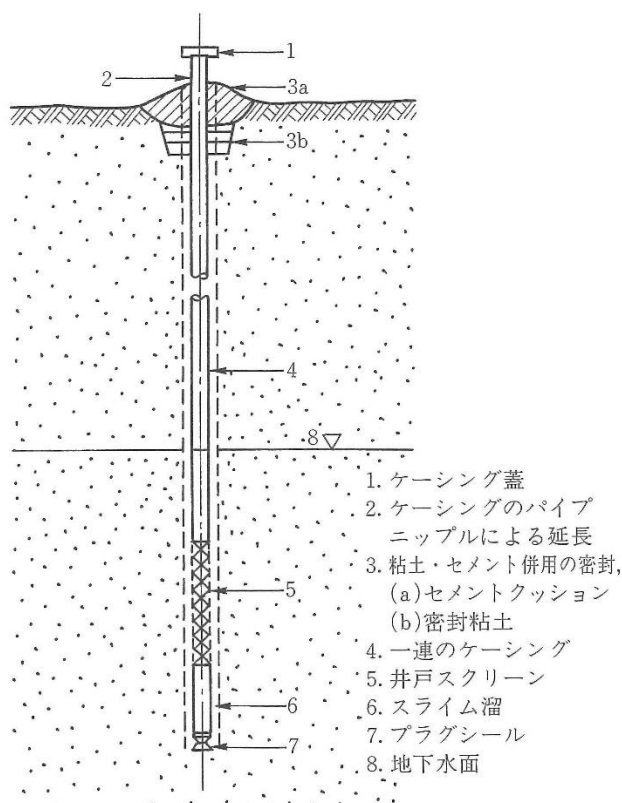


図 6.1 井戸（観測井）の例

（出典：地下水調査および観測指針(案)、山海堂）

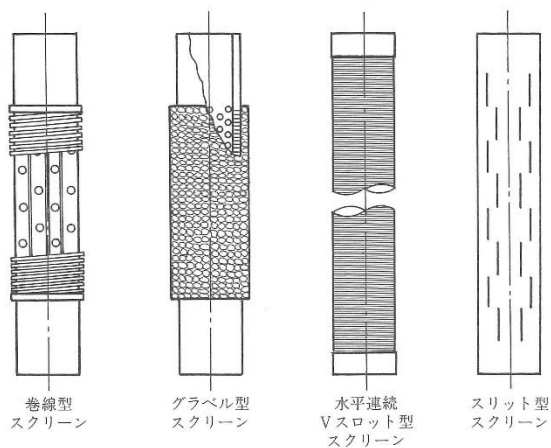


図 6.2 スクリーン構造の例

（出典：地下水調査および観測指針(案)、山海堂）

【ケーシング】(けーしんぐ)

ボーリング孔の崩壊防止・保護などを目的として、孔中に設置する鋼管や塩ビ管のこと。この内部により細い掘削管、揚水管（チュービング）や**水中ポンプ(30)**が入る（図 6.3）。①掘削中および揚水時の孔壁の崩壊防止、②逸水層、湧水層、軟弱層などの遮断、③地下水・温泉層に対する汚染防止、④腐食、浸食または破壊に対する保全などの機能を持つ。

【水中ポンプ】（すいちゅうぽんぷ）

深い井戸内に挿入し、水を汲み上げるための装置。狭い空間の中に設置し、温泉水など高温への対応、水を汲み上げる高さ（揚程という）が大きくても必要な揚水量が確保できることなどが必要で、用途に合わせて様々なものが販売され利用されている。

【吐出口】（としゅつこう）

水中ポンプ(30)の水の吐き出し口。吐出口の断面積は井戸の規模を表す指標として用いられ、関連する法律や条例では規制対象を決定する要素として用いられている（図 6.3）。

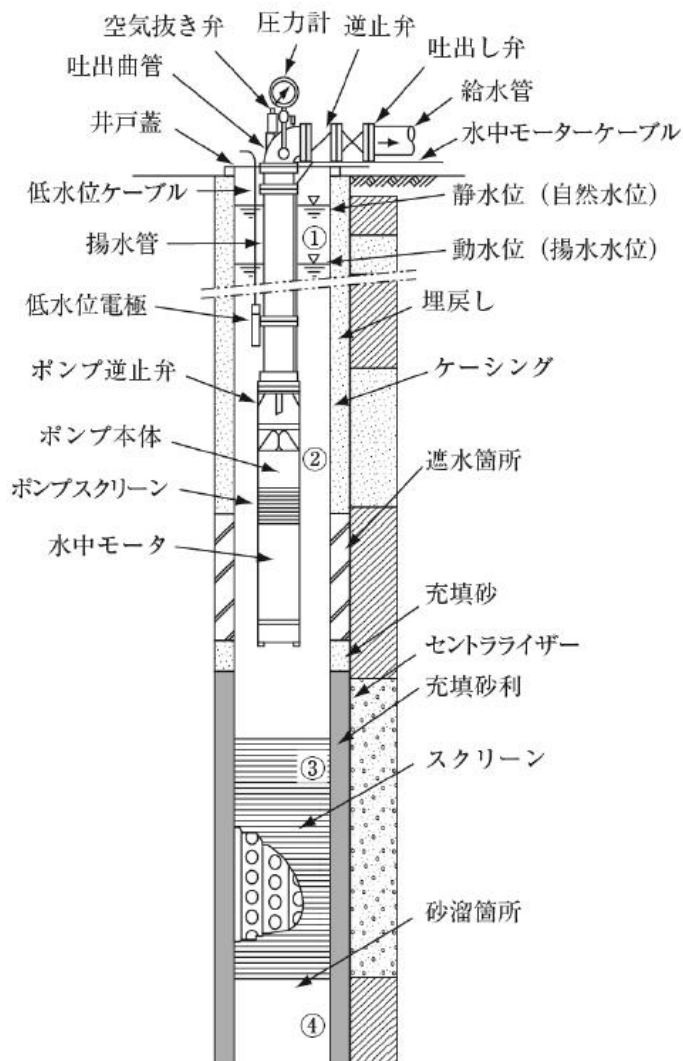


図 6.3 深井戸の構造

(出典：水道施設設計指針 2012、厚生労働省)

【測水調査】（そくすいちょうさ）

一般に水位や水深などを計測する目的の調査をいう。地下水分野では、主として井戸やボーリング孔を用いた地下水位計測を指し、同時に **pH(31)**や水温、**電気伝導度(31)**等を測定することもある。

【pH】（ピーえいち）

水の性質（酸性・アルカリ性の程度）を表し、地中の化学的環境を示す重要な水質項目のひとつ。水素イオンの濃度で表され、0 から 14 の値を取る。常温では **pH=7** が中性、**pH<7** で酸性、**pH>7** でアルカリ性となる。湧水の **pH** は 7 付近が多く、水道水は 5.5 程度～8.5 程度、降水は 5 程度である。

【電気伝導度】（でんきでんどうど）

比抵抗（単位断面積を通る電流に対する単位長さあたりの電気抵抗のこと）の逆数で、電気の流れやすさを示す。水中に含まれる電解質の量が多いほど電流が多く流れて大きな値となるため、**地下水(1)**中の陽イオン、陰イオンの溶存量の目安となる。導電率、電気伝導率、EC とも呼ばれる。

【検層】（けんそう）

ボーリング孔内に様々な測定器を挿入し、孔周辺の地盤の物理的性質を深さ方向に連続的に捉えることにより地質状況を把握しようとする調査方法の総称。一般には物理検層という。原理の違いにより、**電気検層(31)**、**地下水検層(31)**、温度検層などの様々な種類がある。

【地下水検層】（ちかすいけんそう）

単一のボーリング孔を利用して地下水流動層を検出する**検層(31)**の一つ。地下水流動層の数や存在深度、厚さおよび相対的な流動速度の大小に関する情報を得ることを目的に行われる。例えば、自然状態にあるボーリング孔内に電解物質を投入することにより電気抵抗を低下させ、流入する**地下水(1)**により電気抵抗が回復する状況を経時的に測定するなどの方法が用いられる。温水を投入し、温度変化を測定するなどの方法もある。

【電気検層】（でんきけんそう）

ボーリング孔内に電極を降下させて、地層を電氣的に調査する物理**検層(31)**の総称。一般には比抵抗検層（地層に電流を流し、地層の電位差を連続して測定）と自然電位検層（**SP 検層**：坑井内に自然に発生する電位を連続して測定）を用いることが多い。岩相（堆積岩を産状、岩質などにより、同質あるいは類似グループにまとめた時の呼び方）の判定、地層の対比、透水層の位置、岩盤の風化状況などの判定や、**地下水(1)**の水質変化、原油・ガス層の検知などに使われる（図 6.4）。

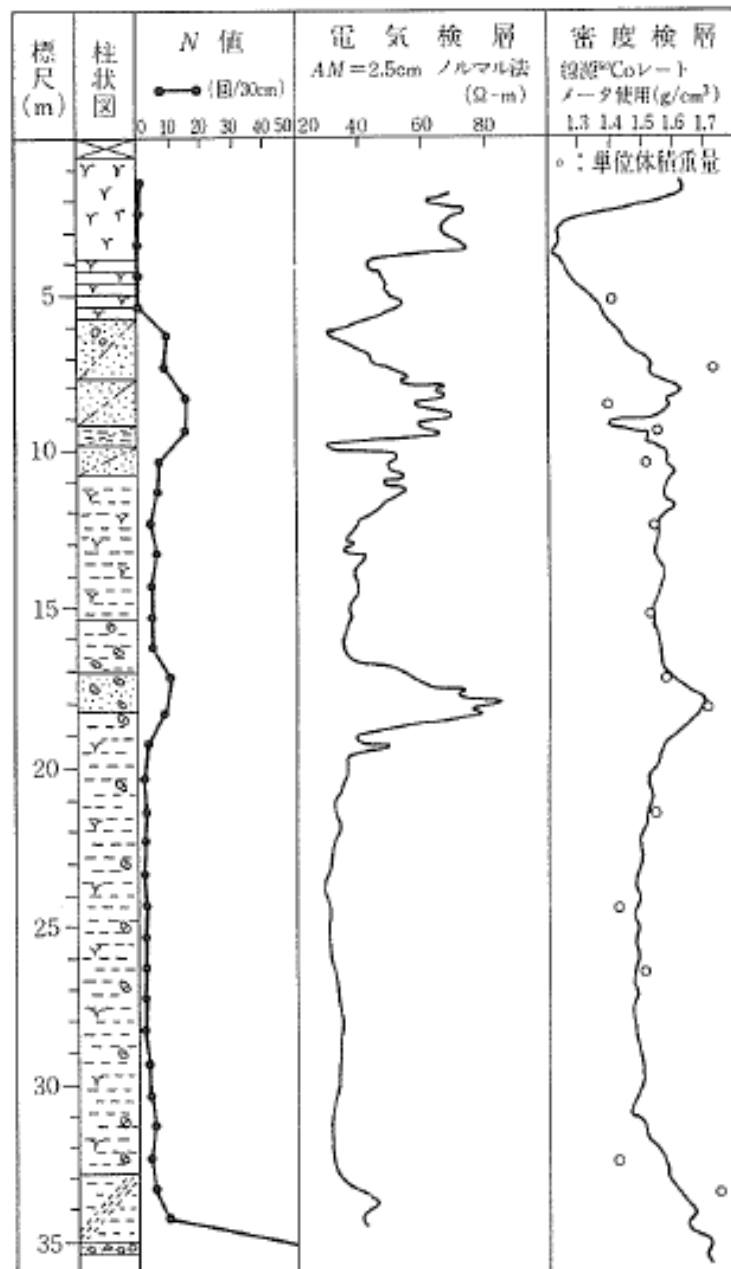


図 6.4 電気検層の結果例
(出典：地下水調査および観測指針(案)、山海堂)

【室内透水試験】（しつないとうすいしけん）

様々な多孔質材料（ガラスビーズ、標準砂、土壌、原位置で採取した試料の成型コア、岩盤の割れ目試料など）を用いて室内で行う透水試験。

【現場透水試験】（げんばとうすいしけん）

現場における調査井（ボーリング孔）などを利用した**揚水試験(33)**、注水試験、回復試験、干渉試験、トレーサー試験などを指す。**コアサンプル(27)**による室内試験に比べて、試験地点周囲の自然状態の平均透水特性やその広がりが推定できる。現位置透水試験ともいう。

【単孔式現場透水試験】（たんこうしきげんばとうすいしけん）

単一の試験孔で実施する現場透水試験法の総称。**揚水試験(33)**、回復試験、注水試験など、多くの**現場透水試験(33)**がこのタイプである。なお、複数の井戸を利用した干渉試験もある（図6.5）。

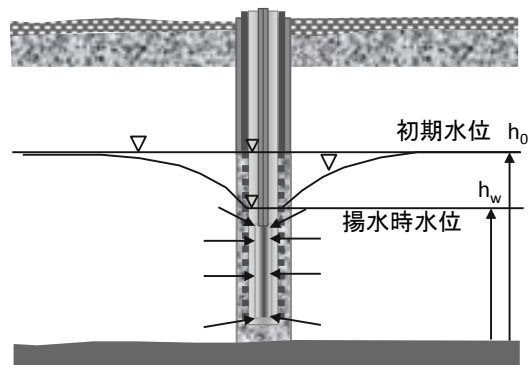


図 6.5 単孔式透水試験の概要

【揚水試験】（ようすいしけん）

井戸周辺の**帯水層(2)**の水理特性・広がりおよび井戸の揚水能力を求めるための試験をいい、前者は帯水層試験とも呼ばれ、揚水井戸と観測井戸を設けて実施する場合もある。一定の揚水量のもとでの平衡水位のデータから、比較的、簡便に透水性や揚水能力が求められる。揚水時だけでなく揚水停止時の地下水位回復データを取り、評価に供することが可能である。

【段階揚水試験】（だんかいようすいしけん）

揚水量を段階的に変化させ、それぞれの揚水量における井戸内の水位低下量を測定する試験。測定された揚水量と水位低下量の関係から揚水に伴う水位差（地層損失あるいは帯水層損失という）や**帯水層(2)**の水頭と井戸内水位の差（井戸損失あるいは井戸ロスという）などを評価するために用いられる。

7. 水利用

【地下水利用】（ちかすいりよう）

地下水(1)を人間活動に利用する行為。飲用・生活水や産業利用をはじめ、温度利用（夏の冷却、冬の暖房・消雪、温泉）、水質利用（温泉の効能）、発電（深部地熱水の利用）、溶存ガス採取（水溶性天然ガス）などがある。

【掘り抜き井戸】（ほりぬきいど）

被圧帯水層(3)まで掘り抜いた井戸。加圧された地下水(1)が掘り抜き時に急激に上昇したり、自噴したりするような井戸のこと。

【自噴井】（じふんせい）

掘削された孔内を地下水(1)が自然に上昇し、地表の井戸口元で湧出する井戸。全水頭(20)が地表より高い位置にある被圧帯水層(3)まで掘り抜いた場合に見られる。

【機械掘り】（きかいぼり）

エンジン等の動力装置を原動力として井戸を掘り下げる工法。強い動力源を用いるため、深い井戸を掘削できるという特徴がある。日本では大正時代以降主流となり、現在では 30m より深い井戸のほとんどは機械掘りによって掘削されている。

【地下水障害】（ちかすいしょうがい）

主に地下水利用(34)や建設工事などにより生じる地下水系の変化に伴う障害で、次のように大別され、①井戸枯れ(36)、②地盤沈下(34)、③塩水化(25)、④地下水汚染、⑤湧水消失・湧出量減少などがある。P 3 4

【地盤沈下】（じばんちんか）

人工的あるいは自然の原因で地表面標高が低下する現象。最も一般的には地下水(1)や水溶性天然ガス、石油などの採取により、地層内の隙間にある水の圧力（間隙水圧という）が低下し、固まっていない柔らかい泥質の地層（未固結泥質層という）から隙間の水が絞り出されて体積が縮む（圧密収縮という）ことによって生じる（図 7.1 および図 7.2）。また、埋立地などでは、地震動により地下水位の高い砂地盤が液体状になる（液状化という）とともに間隙水(1)の排水が生じ地盤沈下が起こる。地下での採鉱や空洞建設など人為的原因でも生じることがある。

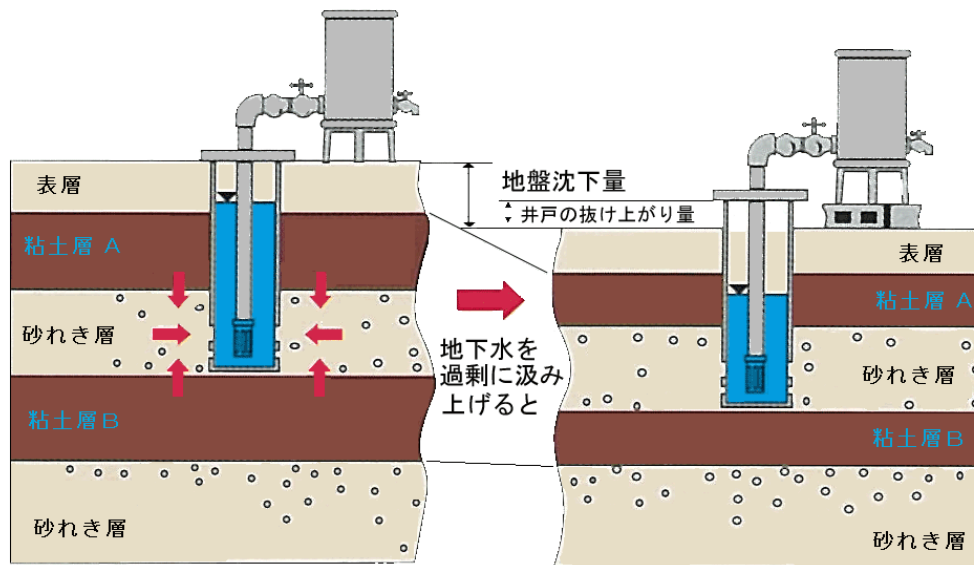


図 7.1 地盤沈下の仕組みと抜け上がり現象

(出典：地盤沈下防止への取組、千葉県HP)



図 7.2 実際の地盤沈下被害

(出典：平成 27 年における濃尾平野の地盤沈下、東海三県地盤沈下調査会)

【過剰揚水】(かじょうようすい)

帯水層(2)や環境に好ましくない影響を与える揚水のことで、井戸枯れ(36)、地盤沈下(34)、塩水化(25)などを起こすもの。

【井戸枯れ】（いどがれ）

不圧地下水(3)を汲み上げる井戸（浅井戸という）において、**地下水位(19)**が低下して井戸内に流入する**地下水(1)**がなくなり、井戸が干上がること（図 7.3）。

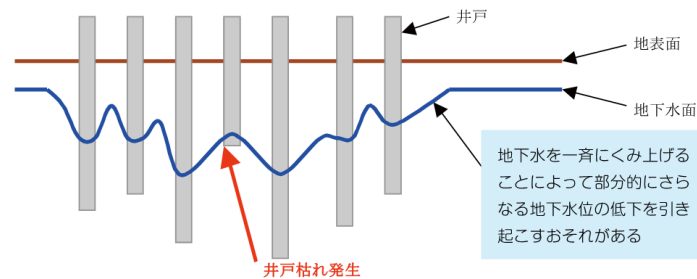


図 7.3 井戸枯れの仕組み
（出典：大野市地下水保全管理計画）

【許容揚水量】（きょうようようすいりょう）

その地域に生活する住民にとって、**地下水(1)**を汲み上げることによって生ずる利益と不利益とを考え合わせて、容認できる地下水揚水量。具体的な揚水量は、**水収支(15)**・**地下水障害(34)**・**親水環境**・**法律**・**経済**などを評価指標とし、**地域の実情**により定められる。

【適正揚水量】（てきせいようすいりょう）

ある設定された評価の考え方や評価指標で見たときの最も適正な揚水量。持続的に地下水利用を行うため、**地域の実情**に応じて関係者の合意のもとに定められ、許容揚水量に対してある程度の余裕を持った量とすることが多い。例えば、揚水にかかる費用と得られた水がもたらす利益を比較して、費用対効果が最大となる揚水量などがある。