

29. 地下水研究 50 年史－北海道・美々川の湧水（1）－

(1) はじめに

美々川は新千歳空港の滑走路のすぐ東側の谷に水源を有する小さな河川である。いや正確に言うと水源があった谷は滑走路の下に隠れている。なぜならば滑走路はここを埋め立てて造られているからである。

筆者はこれまでに多くの湧水河川を見てきたが、美々川源頭部の河床から湧出するような豊富な、かつ高い水圧を有する地下水は希少である。このことについて考えてみる気になったのは、美々川での研究は筆者の現役最後の、それも数年にわたって続けた思い出多い仕事だったからでもある。なおこの研究は北海道開発局による「千歳川放水路計画」の一環として行った“地下水工法”に関係するものであるが、本文の内容は一部の公表されたもの以外は筆者らが独自に進めたものである^{脚注}。

美々川は図1に示したように東側を馬追丘陵、西側を支笏火山の山麓斜面によって限られ、北側は石狩川水系の千歳川との分水界によって画された面積約 84km²の流域の水を集めて流れている。

美々川流域の何よりもの特徴は地表部に数十m以上に及ぶ厚い火山噴出物が堆積していることである。その保水性と通水性を兼ね備えた特質は豊富な地下水を包蔵して美々川の源流域に存在する多数の湧水群や河川流量を維持し、加えて美々川の河川景観は勿論、周辺湿地の貴重な自然環境を維持している。その一部を写真1～3に示したが、その自然の美景はこれだけでは到底伝えきれない。

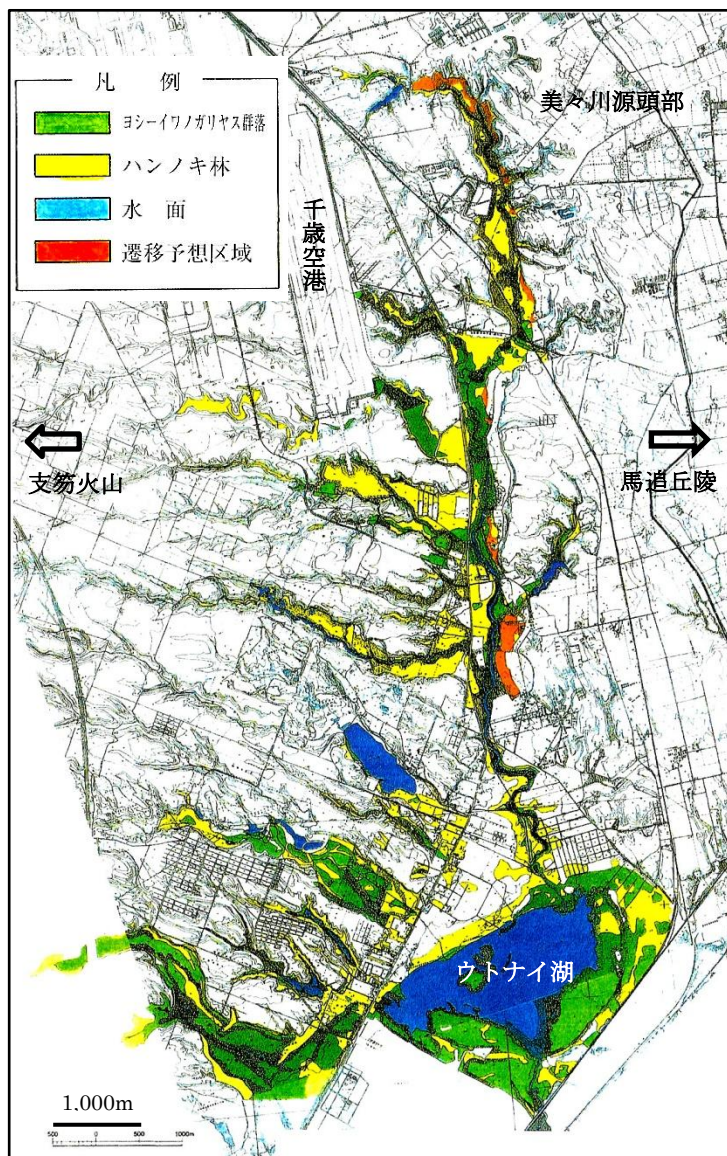


図1 美々川流域図（北海道開発局資料）

脚注：多数の研究室の学生の協力を頂いたが、特に韓国留学生の李 善勲君、卒論研究の山本涼子君の研究成果はここに多く活用させていただいた。



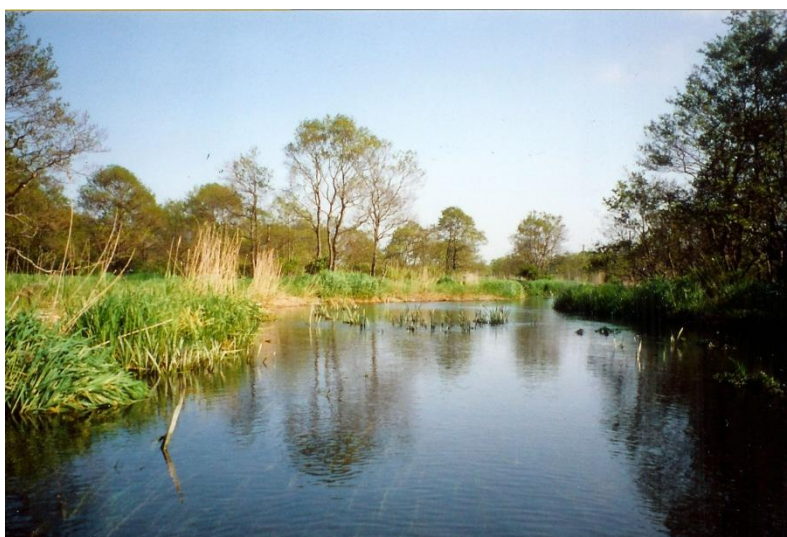
両岸には湿生植物が積み重なって泥炭と化した層からなる高さ 50 cmほどの小段丘がみられる。河床には朽ちた倒木が各所に横たわっている。

写真 1 上流の美々川



最近カヌー下りが観光の目玉になっているらしいが、この調査当時はまだ珍しかった。
左の写真は勿論遊びではない。湧水調査は陸地からでは無理なので、カヌーを利用して行なった。

写真 2 中流の美々川



水辺に佇む白鳥の姿をよく見かける。

写真 3 下流の美々川

(2) 美々川・遠浅川流域の地形の特徴

写真4は国土地理院の5mメッシュ標高データから作成したレリーフマップである。図中○印は本研究で対象とした源頭部であるが、以下に述べるのはそのうち左支源頭部である。

当地域の地下水は大きく千歳川水系と美々川水系の2つに分かれ、石勝線沿いに広がる駒里台地がほぼその分水界に当たる。また東に馬追丘陵があり、西に支笏火山の山麓が伸びてきているので、当地区はちょうど馬の鞍のような地形を呈している。

細かく枝分かれをした美々川源流部の水系パターンがその東西で大きく異なっている点や、東方台地側への谷の発達途中で止まっているように見える点が注目される。地下水との関係が密接な湧水河川の発達過程を考えると、この“非対称性”にはそれなりの背景がある筈である。

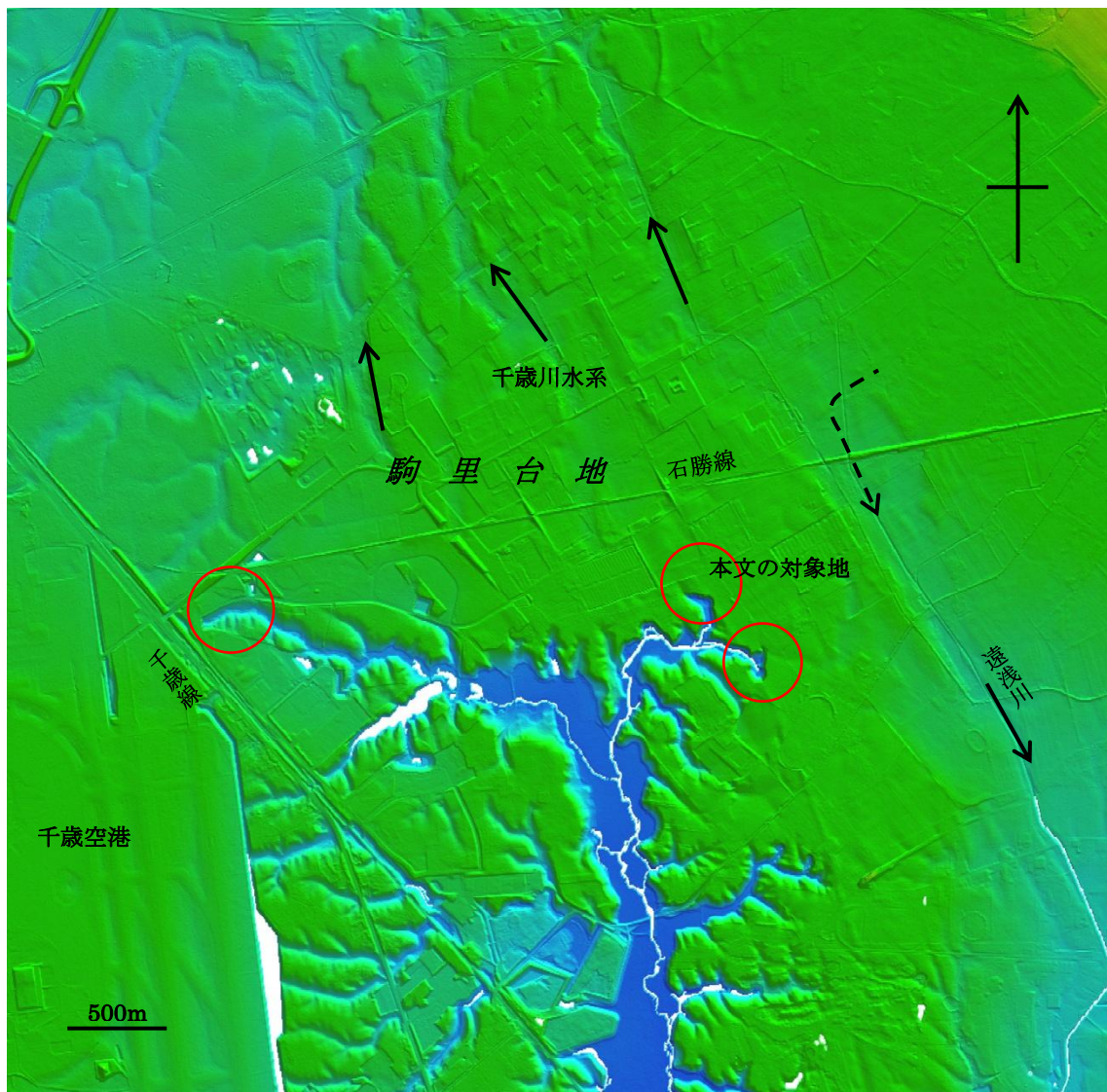


写真4 美々川源頭部付近のレリーフマップ

(国土地理院基盤地図情報より作成)

この地域は“石狩低地帯”と呼ばれる札幌から苫小牧に続く低地帯の一部にあたる。ここには後期中新世以降から引き継がれた向斜性沈降運動にともなう鮮新世～更新世の厚層が堆積しているが、図2の現地形の特徴をみるとそのような運動は現在も継続しているものと考えられる。すなわち遠浅川の流路を中心とした凹地帯やその下流部に最近まで存在した遠浅沼などの湿地帯はこの石狩低地帯の方向と一致し、またその東側を限る馬追丘陵は国安 稔・山田 泰(2004)、その他によれば、上記低地帯と構造線を挟んで対峙する隆起の場にあることが確かめられているからである。一方美々川の複雑な水系パターンは上記の地質構造と関係する局地的な地盤隆起と、激しい浸食作用の存在を考えさせる。このような過程で大きな役割を演じたのは支笏火山堆積物の豊富な地下水を起源とする湧水である。なお遠浅川流域の浅い地下水は現地形に沿って南に流れていて、美々川水系の谷の伸長には殆ど貢献していないと考えるのが理に合っている。

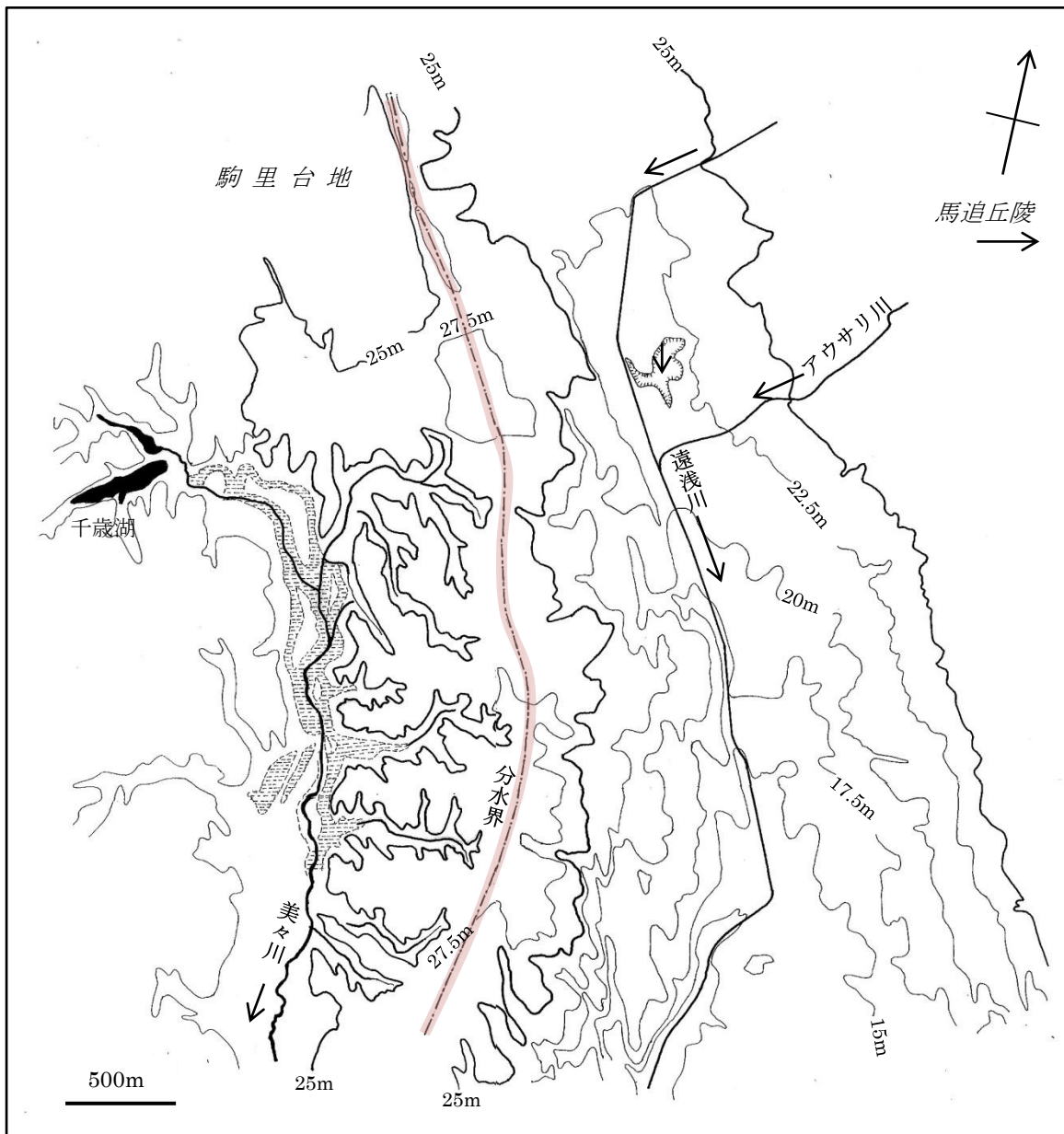


図2 美々川と遠浅川流域の地形

(3) 帯水層について

支笏火山とその山麓に広がる火山灰台地の地下水は、美々川流域の地下水の涵養源として重要な位置を占めている。その主力となっているのは支笏火山堆積物で、千歳川放水路計画にともなってその詳細な調査が行われ、報告書^{脚注}も公開されている。以下のうち、②、③はその一部に加筆して抜粋させていただいたものである。

① 先支笏火山噴出物層

主として海成更新統で構成される。勇払平野の地下におけるこれまでのボーリング資料からは、不透水基盤は未だ確認されていない。岩質は砂礫岩とシルト岩の互層からなり、被圧地下水を包蔵しているが本題とは直接の関係はない。

② 支笏火山噴出物層 (写真 5)

本層は下位の支笏降下軽石層(Spfa)と上位の支笏火砕流堆積物層(Spf1)に分類される。前者はさらに 10 層に細分され、長沼低地の南部から勇払低地の北部にかけて厚層で分布し、さらに馬追丘陵の東方に至る地域までその分布が知られている。

支笏火砕流堆積物層は、その溶結度から弱溶結及び強溶結、非溶結の 3 層に区分される。本層は、東は馬追丘陵の西側、北は豊平川そして南は登別まで分布している。

③ 後支笏火山堆積物層

本層は恵庭岳、樽前山の噴火による降下軽石層(En, Ta)や河成の梅川層(UK)、祝梅川層(SB)、美々川層(BB)等の堆積物で構成される。なお恵庭及び樽前火山の降下軽石層は低地帯の広範囲にその分布が知られているが、河成の堆積物は当地域では、遠浅川や美々川沿いの低地部の限られた地域に分布しているに過ぎない。

本文で特に注目している支笏火山噴出物層は日本各地の同種の地層にみるように透水性にすぐれた地層と言え、また顕著な不透水層の発達をみないため、時空間規模によっては全体として水理的に連続しているとして扱った方が良い。

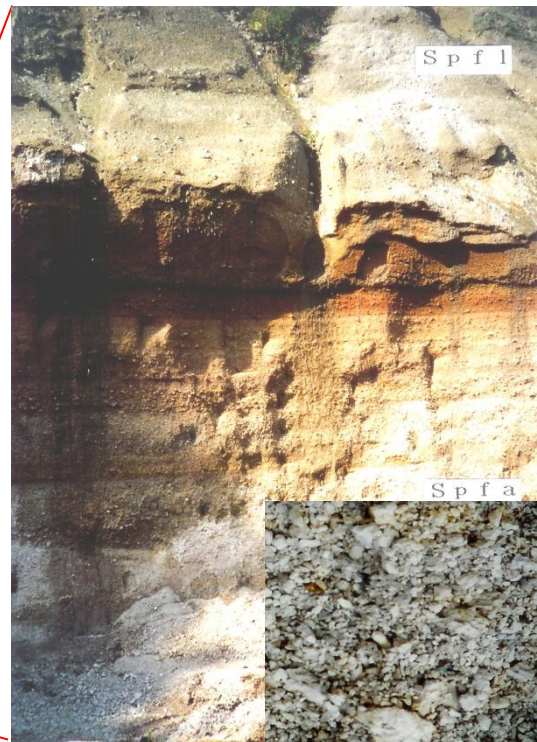


写真 5 支笏火山噴出物層の露頭 (美々橋付近) 右下はその拡大

支笏火山噴出物層がこの地域の地下水や、それを起源とする美々川の湧水にきわめて深いかかわりを有していることに関して筆者は次のように考えている。

大きく見て、下位の支笏降下軽石層(Spfa)は主帯水層として機能し、上位の支笏火砕流堆積物層(Spfl)は蒸発散を除いた降水の殆どを浸透させて透水性を異にする成層部分に懸垂水(宙水)^{脚注1)}として一時的にこれを保留し、その後時間をかけて、徐々に下方へ供給する役割を担っている。その機構は図3、図4に示した恵庭岳、樽前山降下軽石層と支笏火砕流堆積物の粒度組成、および自然含水比の深度分布の状況からうかがい知ることができる^{脚注2)}。筆者が観測した関東ローム層の浸透機構に関しても、このような一時的な滞水現象は複数の層準において認められ、これらが大雨時などに一気に連結して素早い降下浸透を可能にしている。なお美々川周辺の台地上には各所に凹地が点在し、中には写真6のように一過性の湛水も見られる。これらは上記の懸垂水に相当するものであろう。

支笏火砕流堆積物の特記すべき点はその間隙特性にある。図5にあるように間隙比は、1.5~2.5と通常の火山砕屑岩の範囲にあるが、その間隙水のエネルギーレベルは図6のように高いもの、すなわち保水性の大きな間隙と低いもの、すなわち通水性に勝れた間隙とが調和したかたちで配分されていることである^{次ページ脚注)}。

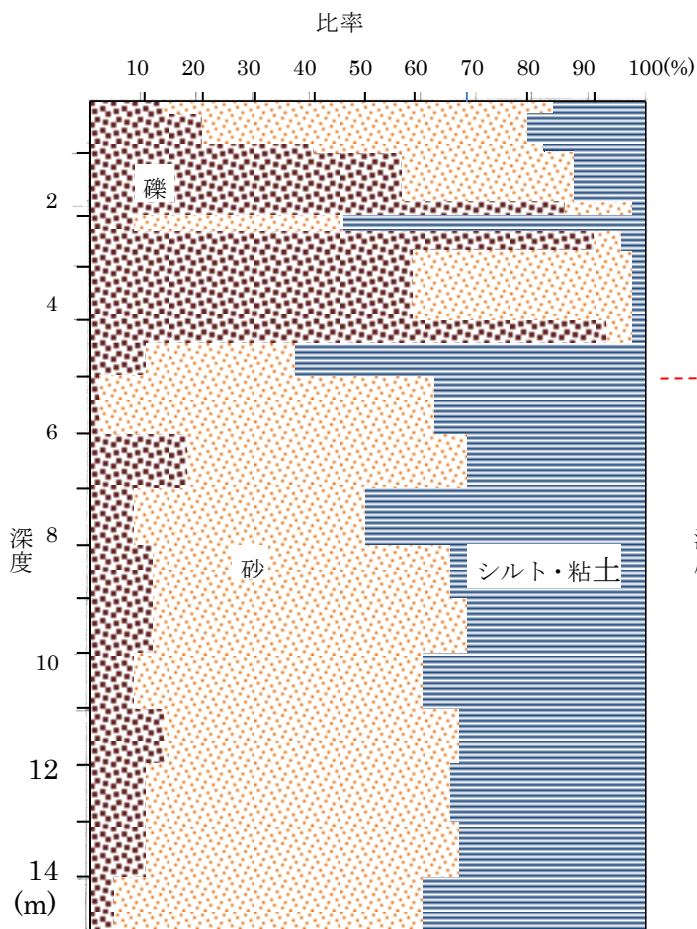


図3 支笏火山噴出物の粒度組成

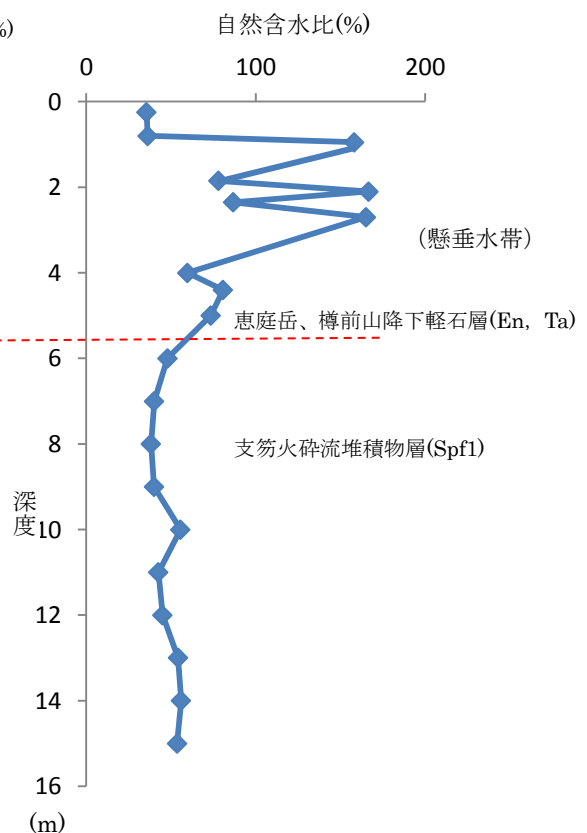


図4 支笏火山噴出物の自然含水比

脚注1：上座毛管水と呼ぶこともある。

脚注2：この資料の場所では下位の支笏降下軽石層(Spfa)は深度16m以深にあることが確かめられている。



懸垂水性の地下水露頭とも言うべきもので、無降雨時には枯渇する。(遠浅川流域)

写真 6 遠浅川流域における一過性の湛水

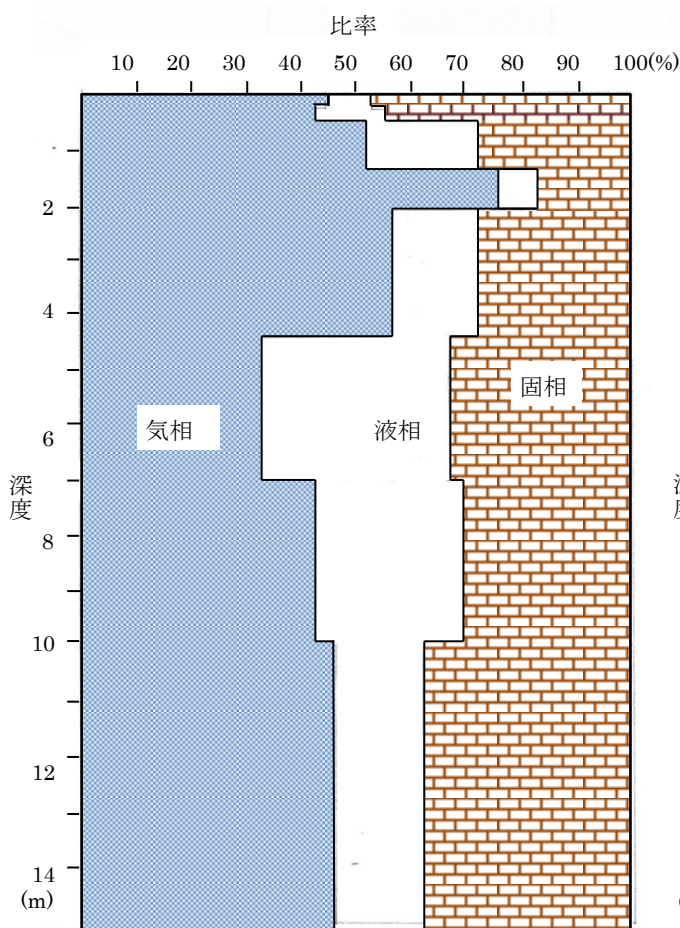


図 5 支笏火山噴出物の 3 相分布

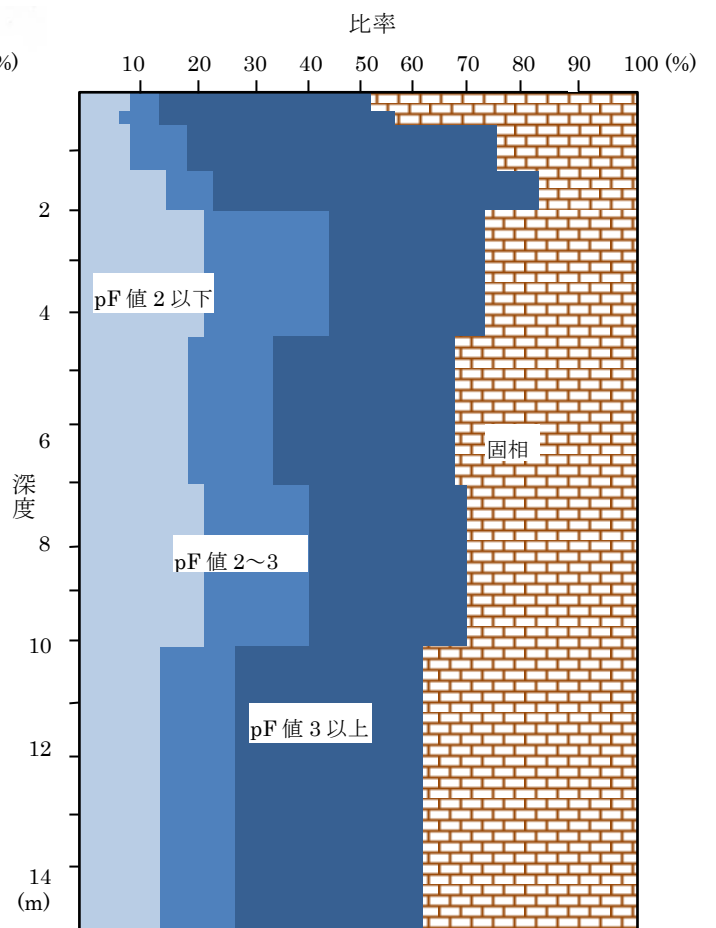


図 6 エネルギーレベル別の液相図

脚注：一般に pF 値 4.5 以上を吸湿水（結合水）、それ以下を自由水としている。また pF 値 1.8 を境に、それより大きいものを懸垂水、小さいものを重力水としている。

支笏火山噴出物の下位にある支笏降下軽石層(Spfa)の水理特性については残念ながら詳細な資料は得ていないので細かな検討はできないが、この層がこの地域の主帯水層になっていることは論を待たない。先に述べたように溶結度から弱溶結及び強溶結、非溶結の3層に区分されているが、それぞれは透水性の違いとも一致する。そのうちもっ



写真7 支笏降下軽石層にみるパイプフロー

とも大きな透水係数を示すのは支笏降下軽石層の最上位の Spfa_{1,2} 層で、 $5 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ である。一方、低いものではこれより 2~3 桁以上も小さい。

美々川源頭部の河岸崖下には Spfa_{1,2} 層が露出していて、そこから写真7(矢印)のようなパイプフローがみられることから、この地層には大管隙 (macro pore) が発達していることが予想される。

(4) 美々川源頭部の状況

源頭部の湧水については写真4に示した3か所について調査・観測を行ったがここでは図3に□で囲った美々川左支について詳しく紹介する。この場所は、ほぼ平坦な台地面から一挙に

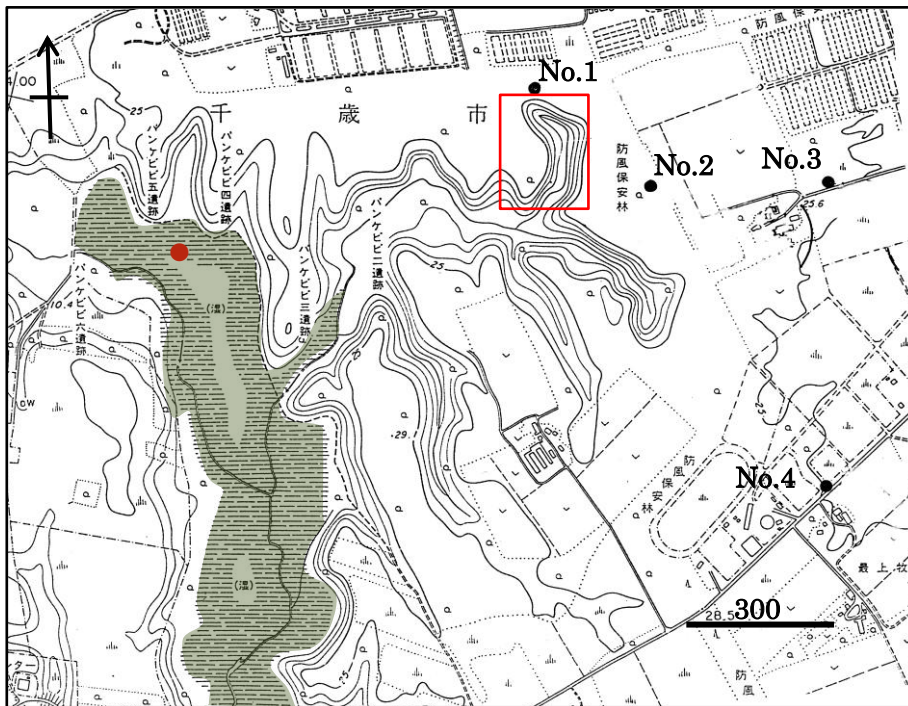


図7 美々川源頭部の地形 (●は写真8の位置)

15m以上の高度差で谷頭部に落ち込んでいるのが特徴で、まさに浸食最前線といったところである (No.1~4は観測井の位置)。これに対して千歳空港側に水源をもつ右支には、図7、写真8に見るよ

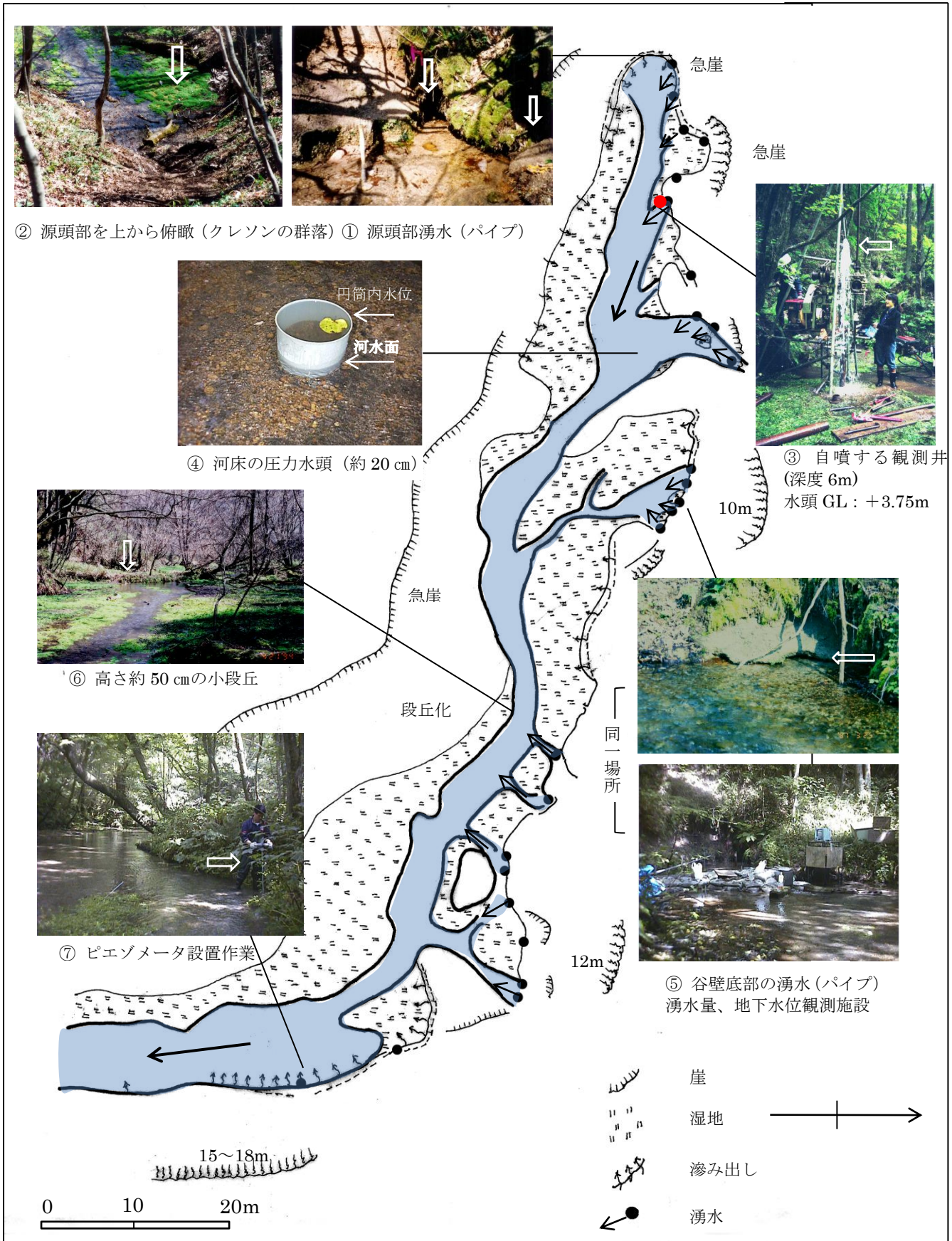


図 9 美々川源頭部の状況

- ② クレソンの群落は、この部分から栄養分の高い地下水が湧き出していることを示す（後述）。
- ③ 谷頭部に掘削された深度 6m の観測井。孔底は支笏降下軽石層(Spfa7)に開口。水位は地表 4m 近く高い（後述）。
- ④ 河床面に設置した円筒。円筒内の水位は河床から 20 cm の高さに達する。
- ⑤ 地下水位、湧水量の観測施設。地下水はパイプフローのかたちで、支笏火砕流堆積物層(Spf1)の基底部から湧出。これに転倒マス式による水量測定器を設置。メンテナンスに苦労する（後述）。
- ⑥ 腐植、泥炭が積み重なって段丘化した河岸。
- ⑦ ピエゾメータはこの図の範囲 34 か所に、0.65m、1.5m、2m の深さにセットで設置。総計 102 本。それぞれに透明チューブを繋いで水位を測定（後述）。なお図 10 にピエゾメータの配置を示す。測定はすべて手作業で行い、時期を変えて 2 年間にわたって継続された。

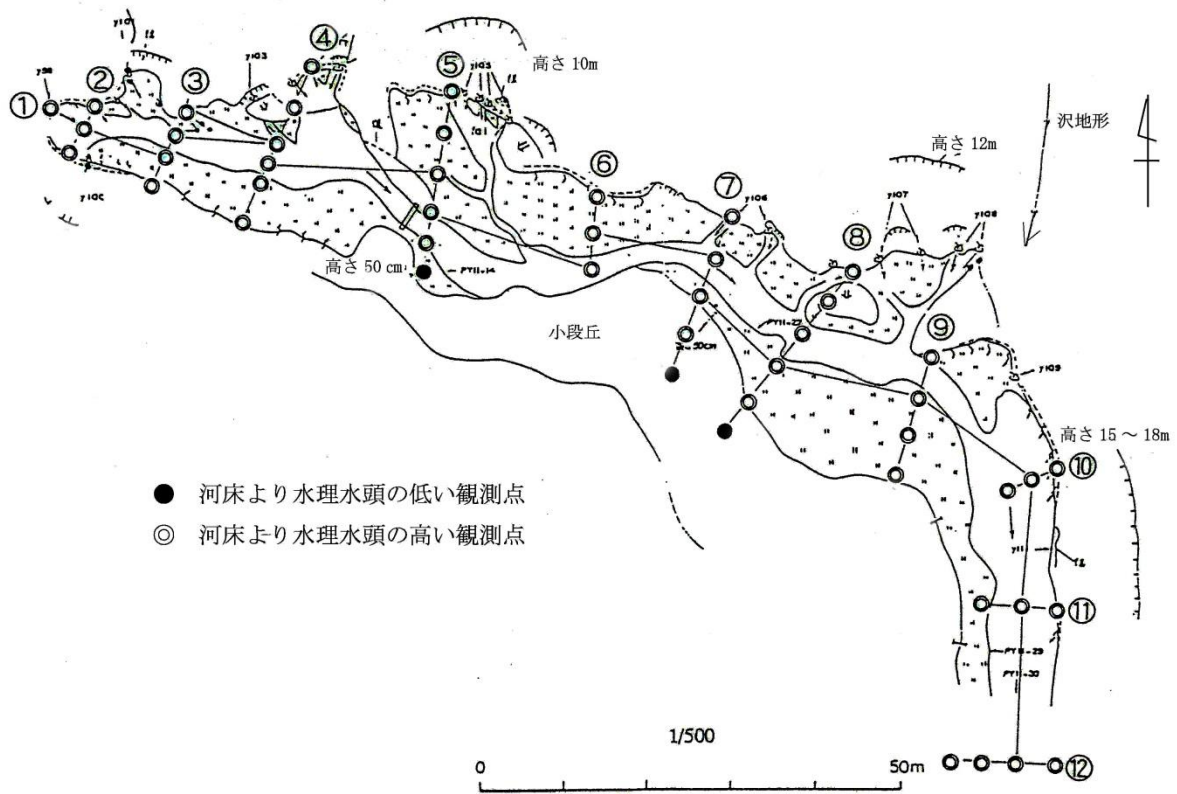


図 10 美々川源頭部におけるピエゾメータの配置

(以下次号に続く)