

図 12 深度 1.5m における水理水頭の分布 (座標系表示、原図：李 善勲)

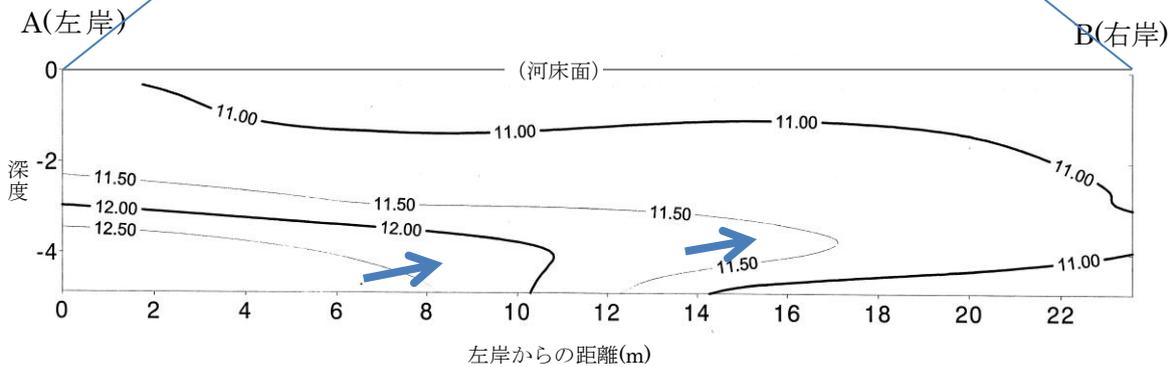


図 13 Line-9 における水理水頭断面 (断面の位置は図 12 の赤破線、原図：李 善勲)



写真 10 源頭部観測井の自噴

河床面と地下水の水理水頭の関係は図 14、15 に示したように、上流ー下流を通して、また時期を通じて地下水頭が河床面の上に位置し、その開きは 1～2m に達する。また深部ほど水頭値は大きくなる傾向が認められ、図 15 左端の支笏降下軽石層に開口したボーリング^{脚注}では写真 10 にあるように高圧地下水の噴出をみる (位置は前号図 9 参照)。

水理水頭の時系列変動についても興味ある現象が認められる。図 16 はその一部であるが、変動は比較的小さく、大降雨時においてもその影響は緩慢あるいは不明瞭で長時間のタイムラグを伴うことが推察され、この水頭変化を支配している地下水系は広域に及んでいることを示唆している。

脚注：観測井の深さは 6m で、支笏降下軽石層(Spfa7)に開口

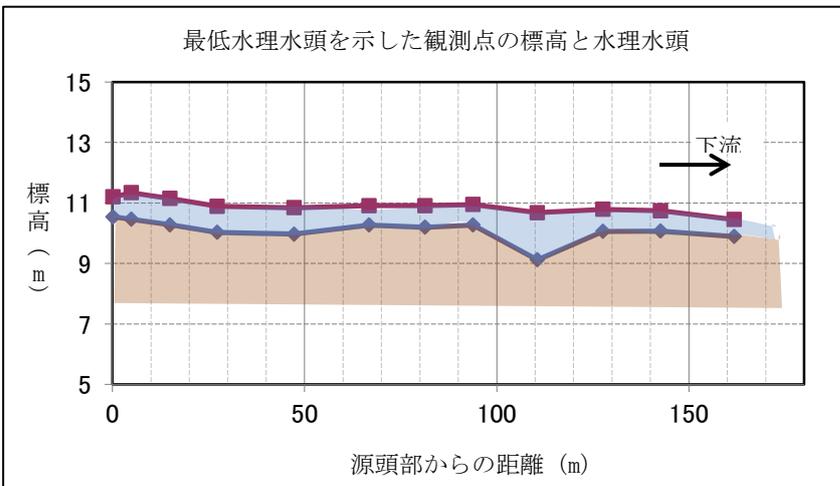
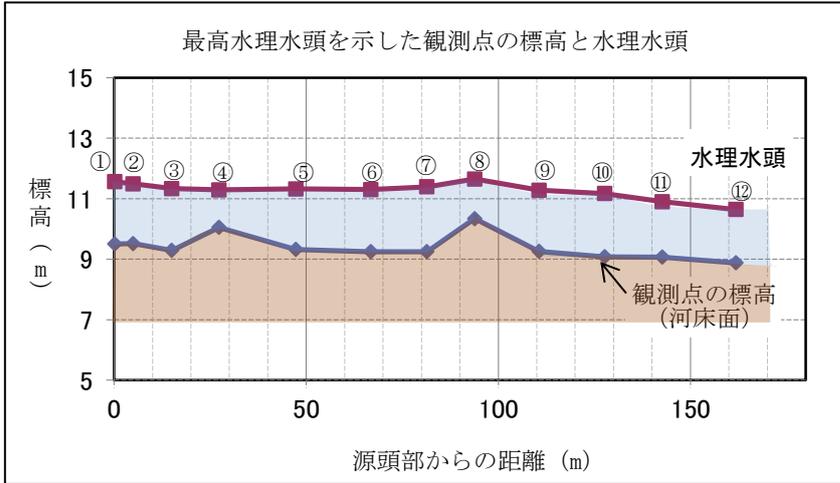


図 14 について
河床面の高低にかかわらず、水理水頭の変動は小さい。
①～⑫は前号図 10 に対応

図 15 について
河床下 1m ぐらいまでは水理水頭はほぼ同じであるが、それ以下から漸増し、4m 以深にいたって急増する。
この図の左端のプロファイルは写真 10 の観測孔のある場所の記録である。

図 14 源頭部を起点とした河床断面と水理水頭

(上は最高水頭を示した時期、下は最低水頭を示した時期のもの、原図：李 善勲)

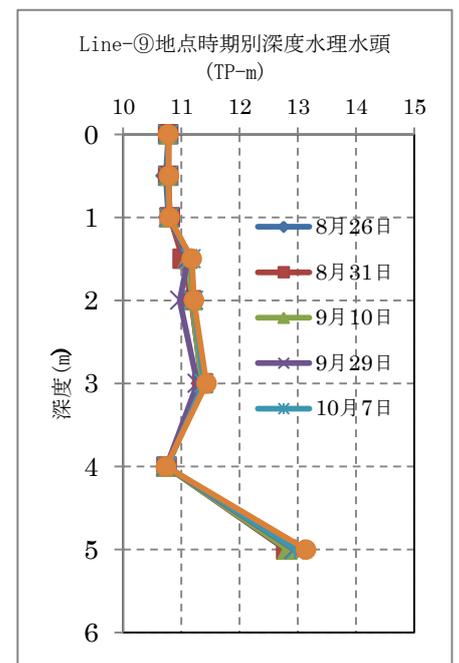
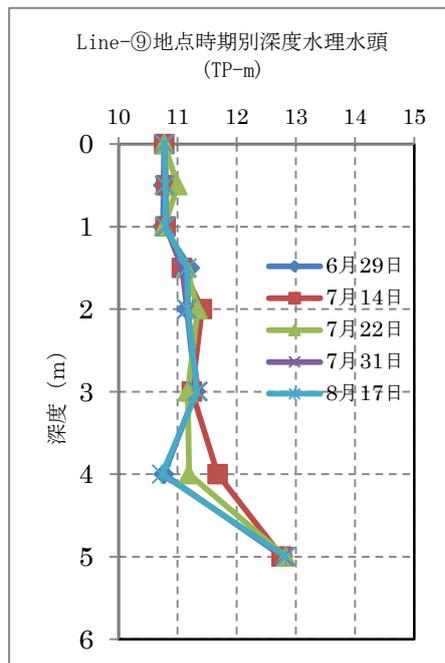
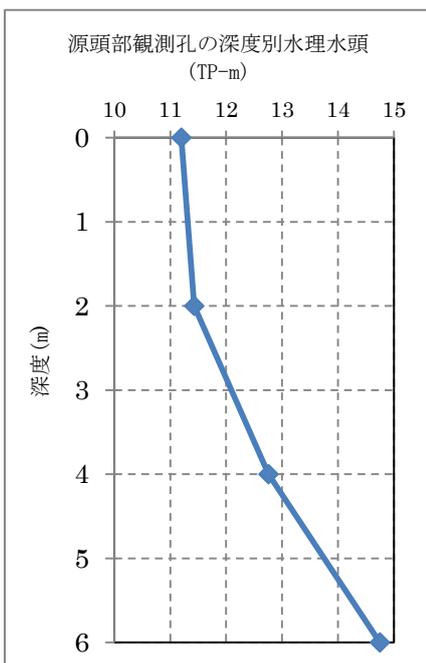
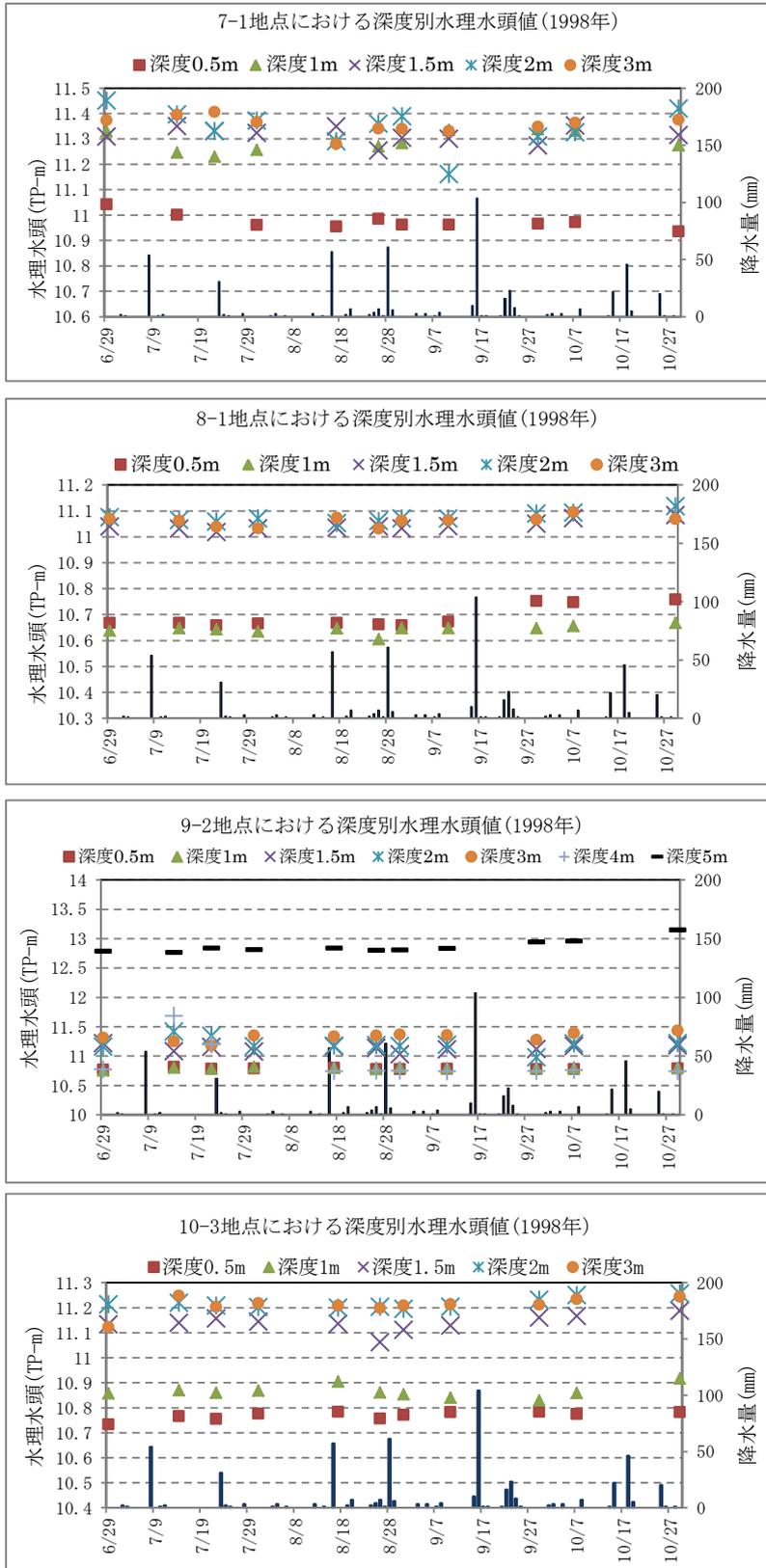


図 15 代表地点における水理水頭プロファイル



前号図 10 の Line - ⑦より下流の記録である。9月の大雨時以降水頭値は上昇傾向を示す。

手作業によるデータなので詳細は不明であるが、上昇が緩やかなことから美々川の湧水が広域地下水の流動に支配されていることを示している。

深度 5m とそれ以下の観測孔との間には 2m 以上の水頭差がみられ、他地点と異なる水文地質境界が存在することを示唆している。

このような細部構造を考慮の外においては美々川の湧水機構の本質には迫れない。

図 16 深度別水理水頭の経時変化 (原図 : 李 善勲)

(6) バックグラウンドとしての広域地下水

美々川の湧水を維持している地下水はその周辺の浅い地下水、西側の支笏火山と東側の馬追丘陵を涵養域とする広域の地下水の 3者である。これに関して以下に考察する。

a) 地下水位と湧水量について

源頭部の観測孔の地下水位と、その近傍に設置した転倒マスによる湧水量の観測は、その維持管理に苦勞した。観測の難しさもあったが、心無い人のイタズラに頭を悩ませ

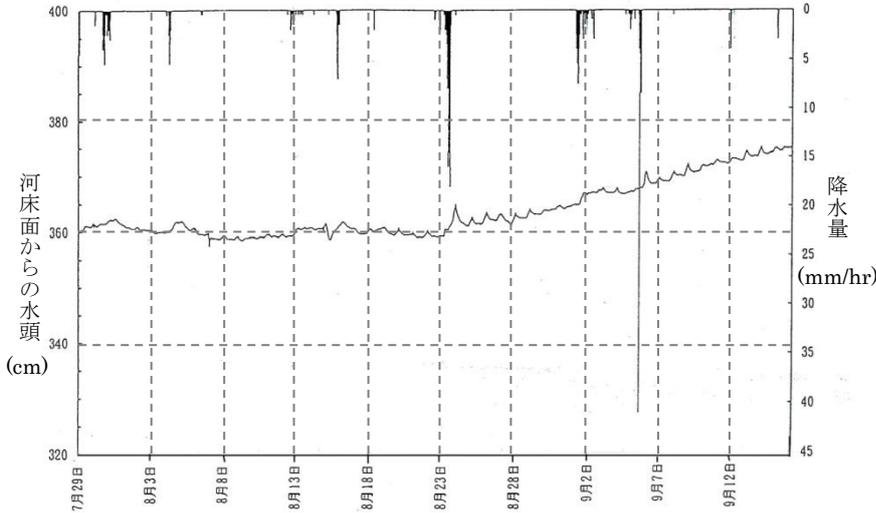


図 17 支笏降下軽石層(Spfa7)に開口した観測孔の記録(1996)

た。図 17、18 はその合間をぬって得られた貴重なデータである。なお写真 11 は地下水頭データの収録状況、写真 12 は河岸湧水の観測状況で、場所は前号の図 9 の⑤地点である。

この 2 つの図にあるように、地下水頭と湧水量の変動は数日以内の短期的なもの、少なくとも 1 ヶ月に及ぶ長期的な現象が重なったものとみられ、そのマグニチュードは長期変動の方が遥かに大きく、美々川の地下水の動向は広域地下水の流動に支配されているとした前節の指摘と整合する。

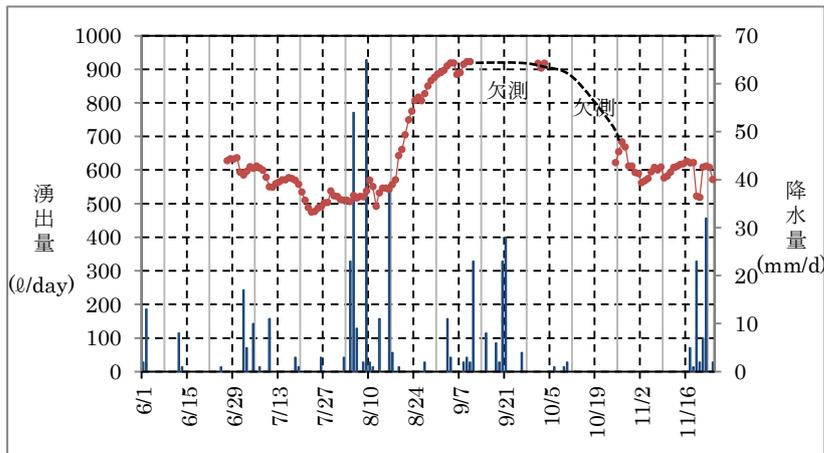


図 18 美々川側壁斜面基底部の湧水量変動
(支笏降下軽石層(Spfa1) からの湧水記録(1997)



写真 11 地下水圧データの収録状況



写真 12 河岸湧水の観測状況

それではその広域地下水の流出域にあたる美々川河道部の地下水とその後背地域の地下水との関係はどのようになっているのであろうか。それを解く鍵は地下水温と地下水質にあるとして、以下の調査を進めた。

b) 地下水温について

北海道開発局千歳川河川事務所が設置した観測井を利用させていただき、地下水温のプロファイルを作成した。測定は40カ所に及び、1996年の9月から10月にかけて実施された。図19は美々川を中心に地下水温プロファイルを東西方向に並べたものである。図の左端のプロファイルの位置は支笏火山の山麓緩斜面（標高約70m）にあたる。このあたりは千歳川支流のママチ川源流部で、写真13のように各所に湧水がみられ、支笏火山体の地下水のローカルな流出域となっている。また図の右端は遠浅川左岸低地にあたる。

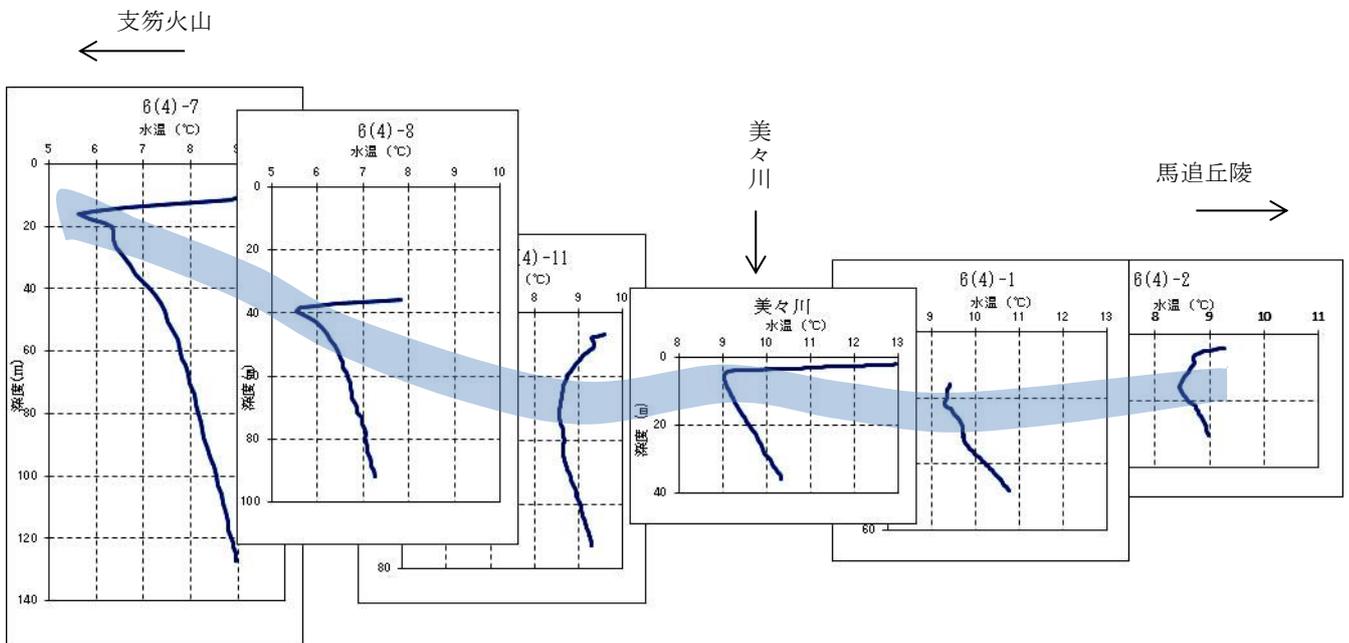


図19 美々川を中心として東西に配列した地下水温プロファイル



写真13 支笏火山山麓緩斜面の景観

図中青色で塗布した部分は気温変化の影響を受けない恒温層の位置を示したものである。支笏火山体側ではその透水性の良さから、通常より深めに位置しているのが特徴であるが、それよりも増して目を惹くのは、美々川河道部分でこれが盛り上がるようにして浅くなっていることである。このこと

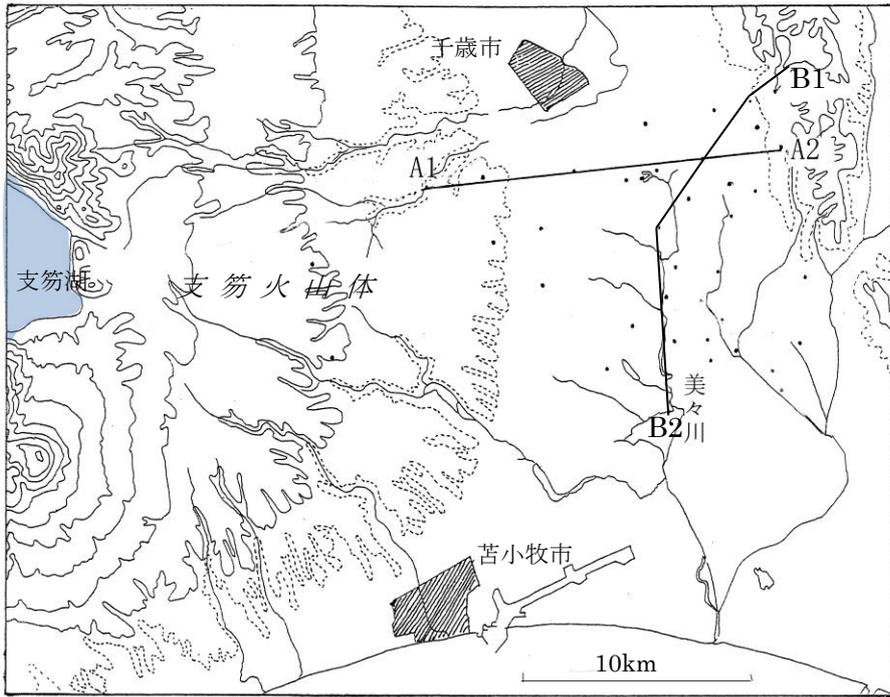


図 20 地下水温断面の位置

は、美々川の河床地下水において、ポテンシャルが高く、かつ水量の多いものほど水温が低いという事実と符合する。

恒温層以深の水温について言えば、周辺部から美々川に向けて水温の上昇傾向が指摘され、美々川を流出域とする広域にわたる地下水流動系の存在を裏付けている。

上述の事象をより明確に把握するために図 20 の 2 断面について等水温線で表したものが図 21 である。なお図中 6(4)-8 等の数字は観測井の番号

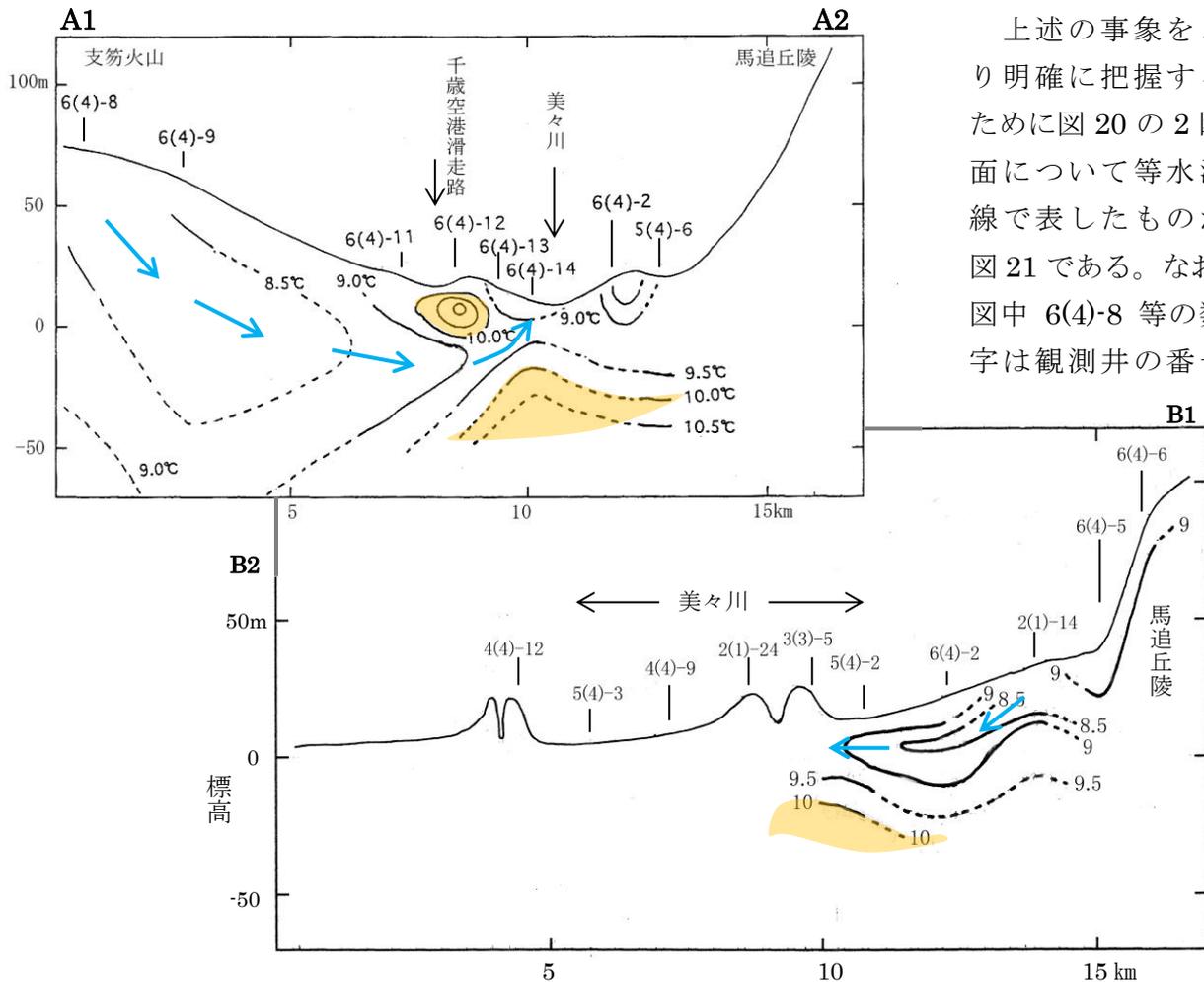


図 21 地下水温断面 (原図: 李 善勲)

である。また黄色に着色した部分は地下水温が 10℃以上を示したところである。図から馬追丘陵系、支笏火山系に加えて、水温の高い地下水塊とも言える停滞性の地下水の 3つの地下水系が区分される。またこれ以外に明らかに千歳空港の滑走路からの熱の影響を受けたと思われる地下水を加えることもできそうである。ここで注目すべき点は馬追丘陵系、支笏火山系の低温地下水が美々川に向かって楔状にせり出している状況である。

c) 地下水質について

図 22 に示したように、地下水の水質は総じて Ca-HCO₃型の範疇にあるごく普通に見る地下水といえるが、深部には Na-HCO₃型の滞留時間の長い地下水も存在し、その上層の Ca-HCO₃型の地下水とはかなり明瞭に画されているようにみえる。その境界は美々川付近で上方に張り出している、その様態は水温分布のパターンに符合する。

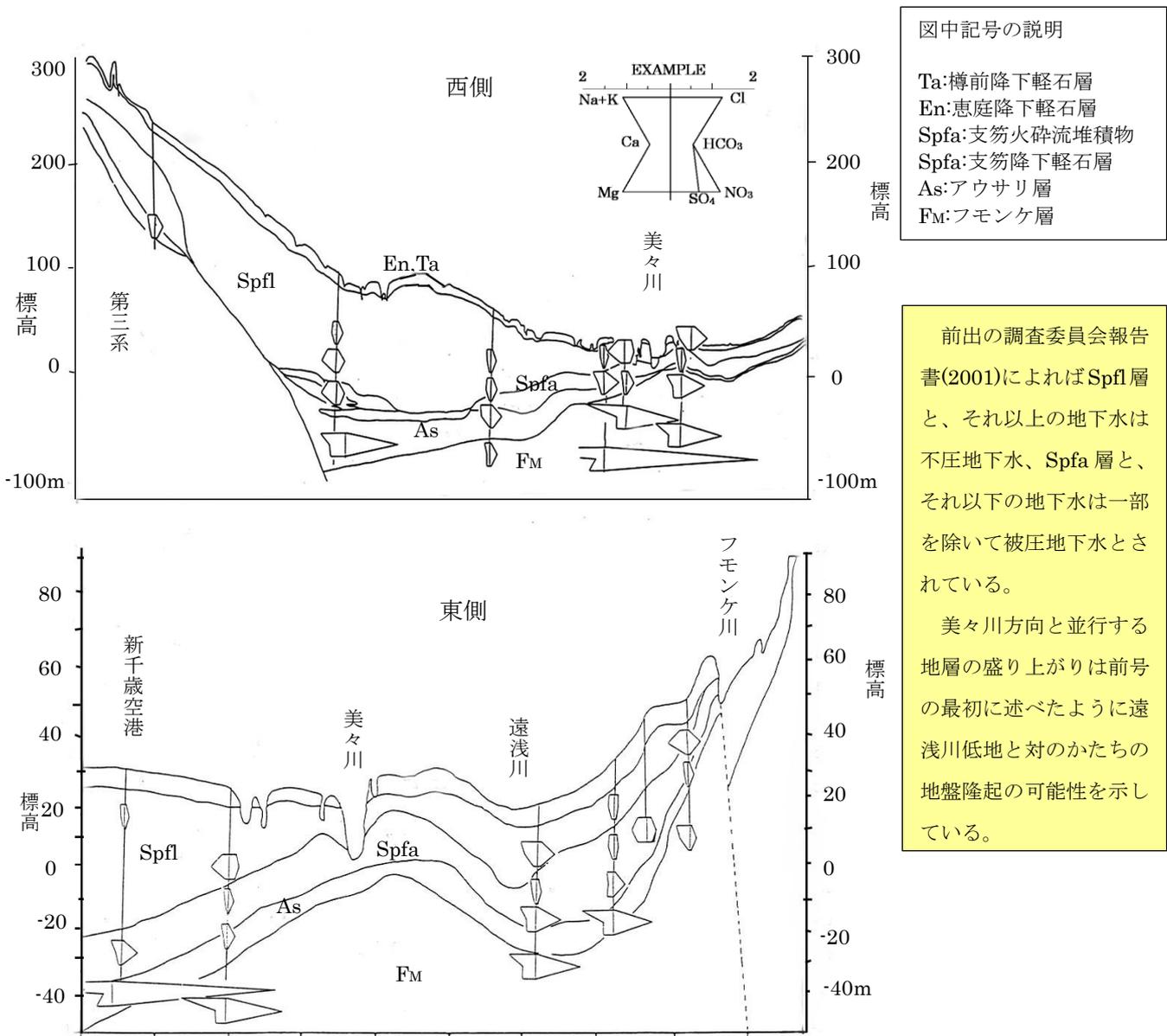


図 22 パターンダイアグラムの 2次元分布 (原図: 山本涼子)

d) 美々川後背地域における地下水状況

美々川周辺台地に設置された観測井の殆どでは支笏火砕流堆積物の浅層地下水の水位が支笏降下軽石層の深層地下水の水位の上であり、地下水は上から下への流れの場にあることを示している。一方河谷底ではその関係は逆転して深層地下水の方が相対的に高く、流出の場となる。これは地下水流動系の基本概念に沿うもので、前出の報告書ではこれを前提とした水理解析を行っている。しかし本当にそれだけで片づけてよいものであろうか？というのが、筆者がこの調査を始めた動機でもあった。その論点は次のようである。

- ① 上記に反して、台地の上にあっても被圧地下水^{脚注}とされる支笏降下軽石層の水頭が不圧地下水^{脚注}とされる支笏火砕流堆積物の水頭と同じか、またはそれより高いところがある。その位置は大きく見て美々川方向に沿う傾向が認められる。
- ② 地下水位の年間変動は深淺問わず小さく、10～70 cmの範囲内にあり、多くは50 cm前後にとどまる。
- ③ 地下水位の降雨応答は一般の浅層地下水にみるような顕著なものではなく、水位変動は大きな波長の上に、降雨後の小さな変動が重なったようなかたちを示す。
- ④ そのパターンは支笏降下軽石層、支笏火砕流堆積物の地下水ともにまったく同様である。
- ⑤ 美々川の河川流量は最大流量に対する最少流量の割合が0.4と比較的安定している。

以上を総合して支笏火砕流堆積物の浅層地下水を支笏降下軽石層以下の深層地下水が高い水頭でこれを支えていて、両者の圧力的平衡が保たれているといった機構が考えられ、美々川をめぐる地下水流動系が単純ではないことが理解される。なお、①については前号で述べた美々川の水系パターンをもたらした地盤変動の影響による地層の局地的擾乱といった現象と関係する可能性が考えられるが、詳細は不明である。

これらの背景を考慮の外において単純に均したモデルで地下水流動を一面的に説明するには限界がある、というのが筆者の見解である(図23)。

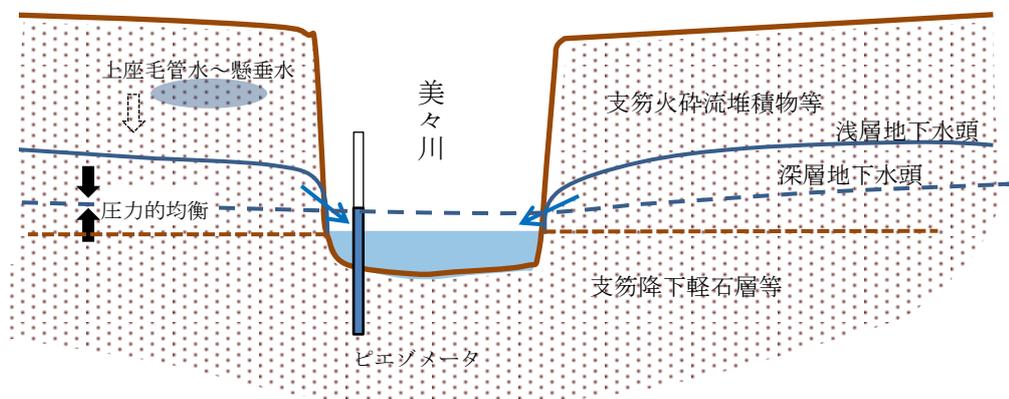


図 23 美々川を中心とした地下水モデル

脚注：この区分は調査委員会報告書(前号)による。

(7) あとがき

先に美々川源頭部にはクレソンの群落がいたるところで繁茂していて、湧水の栄養塩が高いことが推察されると述べた。クレソンは汚水が流れ込むところでも生育するとされ、日本では外来生物法によって要注意外来生物に指定されており、駆除が行われている地域もある。

美々川湧水の後背地には写真 14 のような大規模な養鶏場が各所にあり、その排水が浸透して地下水に混入している可能性が大きい。場所によっては浸透池が造られていて積極的に汚水を浸透させているところもある。さらに上流地域には写真 15 のような廃



写真 14 美々川湧水背後の大規模養鶏場と汚水溜

棄物の処分場もあり、残飯を漁るカラスの大群が舞っている光景もみられる。

硝酸イオンなど汚染に関わる物質の濃度は源頭部ほど高く、しかも年々増加している。電気伝導度についていえば、1993 年時に $154 \mu\text{s}/\text{cm}$ だったものが 1996 年では $208 \mu\text{s}/\text{cm}$ と増大している。一方その値は下流部ほど低くなっていて、地下水による汚染の希釈効果が認められる。

美々川をめぐっては多くの関心が寄せられているが、このような方面には目が向いていないように思われる。美々川はラムサール条約登録湿地となっているウトナイ湖の唯一の水源であり、それを支えている地下水にも関心を持ってもらいたいという気持ちから本文を草した。



写真 15 悪臭立ち込める美々川湧水後背地の廃棄物処分