

IV 地盤構造と地下水

1 地盤構造

(1) 地盤性状

当該地周辺は、新第三紀鮮新世東海層群大泉累層を基底として、主に員弁川により運ばれた砂～粘性土により第四紀更新世力尾累層、段丘堆積物が上部に堆積し、現段丘面を形成している。当該地は、段丘崖部に位置し、低地部には沖積層が堆積する。

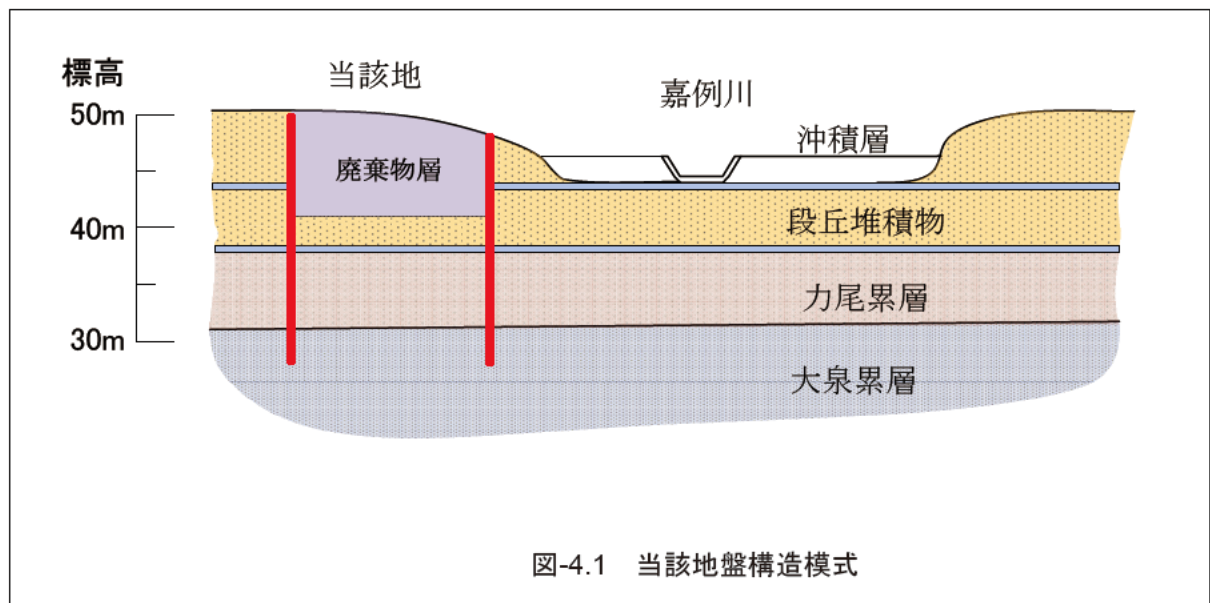
当該地周辺の大泉累層は、数度程度南東側に傾斜しており、第四紀更新世力尾累層、段丘堆積物はほぼ水平である。

沖積層：嘉例川沿いに発達した湿地性堆積物で、粘土及び砂の軟弱層である。

段丘堆積層：桑名丘陵南西部から嘉例川-大仲新田にかけて発達する高位Ⅱ段丘堆積物からなる。主に中～大礫で淘汰はあまり良くなく、古赤色土も含む。粘性土層との互層部分もみられる。

力尾累層：大泉累層を不整合に覆い、全体に礫層が優勢な地層である。所により、砂質土層および粘性土層との互層部分もみられる。

大泉累層：員弁丘陵および多度・桑名丘陵等に分布し、砂質土層および粘性土層の互層よりなる。また、部分的に砂礫層を薄く挟む。



(2) 帯水層性状

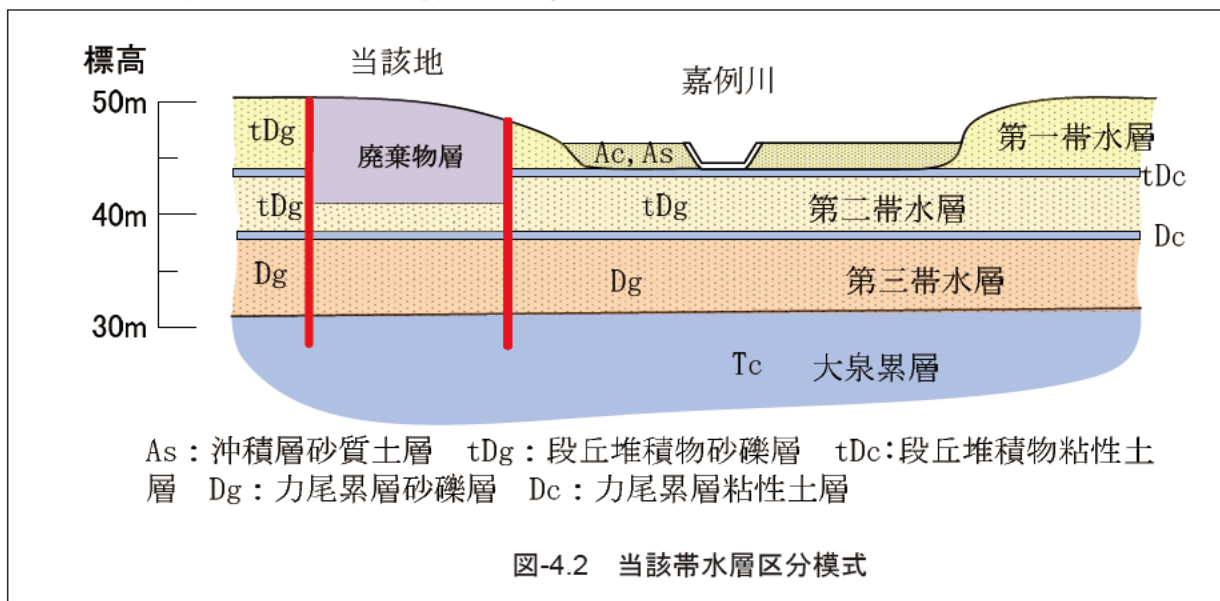
帯水層としては、下記の3つの帯水層に区分される。

第一帯水層：概ね標高45～50mに確認される段丘堆積物砂礫層(tDg層)および沖積層(As)により構成され、段丘堆積物粘性土層(tDc層)を基底面とする。基底面は、員弁川により土砂が運搬された際、ほぼ水平に堆積したものと考えられ、そのため、ほぼ水平である。

第一帯水層と第二帯水層に挟在する粘性土層(tDc)の層厚は、薄い。第一帯水層である段丘堆積物砂礫層(tDg層)は、嘉例川に近くなるほど、層厚は薄くなっている。

第二帯水層：概ね標高40～45mに確認される段丘堆積物砂礫層(tDg層)の下位層で構成され、力尾累層粘性土層(Dc層)を基底面とする。第一帯水層とは粘性土層(tDc層)で区分される。基底面は、員弁川により土砂が運搬された際、ほぼ水平に堆積したものと考えられる。第二帯水層と第三帯水層に挟在する粘性土層(Dc)の層厚は、ボーリング地点による薄い箇所が存在する。

第三帯水層：概ね標高30～40mに確認される力尾累層砂礫層(Dg層)により構成され、大泉累層粘性土層(Tc層)を基底面とする。第二帯水層とは、力尾累層粘性土層(Dc層)で区分される。基底面は、力尾累層砂礫層堆積前に河川により削られ窪んでいるところも見られる。



(3) 嘉例川と帯水層の関係について

第一帯水層地下水は、段丘面では、段丘堆積物砂礫層(tDg層)内を流れているが、嘉例川付近の低地では、沖積層(As)内を流れ、嘉例川に到達する。

第二帯水層地下水は、段丘面では、段丘堆積物砂礫層(tDg層の下位層)内を流れている。嘉例川付近においては、段丘堆積物砂礫層(tDg層)は、嘉例川河床面より深部に位置し、嘉例川河床部との間に粘性土層(tDc層)が挟在している。

2 帯水層の区分について

既往調査結果(地下水位測定結果、地下水イオン分析)を図-4.3、図-4.4 に整理し、各帯水層の地下水性状について検討した。

図-4.3 は、第二帯水層の 1,4 ジオキサン濃度分布が嘉例川方向 M-1 に向かって広がっていることから、M-1 を 0m として各地点距離と地下水位の関係について示し、各帯水層地下水位の分布状況について整理したものである。

図-4.4 は、各地点のイオン分析結果をトリリニアダイアグラムとして整理し、各地点の水質成分の分布状況を整理したものである。

その結果、第一帯水層と第二帯水層には、地質断面図よりその層間に段丘堆積物粘性土層 (tDc 層) が挟在している。一部では、挟在する粘性土層は薄くまたはシルト質砂を含んでいる地域もあり、明確に第一帯水層と第二帯水層とを遮断していない可能性もあるが、地下水位観測結果・水質分析結果からは、第一帯水層地下水と第二帯水層地下水は明確に区分されている。

第二帯水層と第三帯水層は、地質断面図よりその層間に力尾累層粘性土層 (Dc 層) が挟在し、トリリニアダイアグラムからは第二帯水層地下水と第三帯水層地下水の区分は確認されないものの、地下水位観測結果から第二帯水層地下水と第三帯水層地下水は明確に区分されている。

第一帯水層：第一帯水層の基底面はほぼ水平であり、嘉例川に向かって標高が低くなるにしたがって層厚も小さくなり、地下水位も低下するものとする。第一帯水層地下水は、第二帯水層地下水とは連通しておらず、水質的にも他の帯水層地下水とは異なるパターンを示している。

第 1 帯水層地下水位は 2 つ区分されているが、これは標高差によるものと考えられ、標高の高い南側が地下水位も高く、標高の低い北側は地下水位も低くなっている。

嘉例川付近の第二帯水層と地下水位が近似していること (22-14-1、22-19-1) について、22-14-1 と 22-14-2 との間には厚さ 2.65m のシルト層が、22-19-1 と 22-19-2 との間には厚さ 0.45m の粘性土層が挟在していることから、第一帯水層地下水位を示しており、第二帯水層地下水とは区分されていると思われる。近似している原因として、嘉例川付近では第一帯水層の層厚は薄くなり地下水位も低下しており、被圧地下水である第二帯水層と地下水位が近似したためであり、連通しているものではない。

14-1-1 水質について、地下水イオン分析結果から、第二帯水層の分布域に含まれている。14-1 のボーリング時にも第一帯水層と第二帯水層に対応する砂礫層等に「異臭有り」との記載があることから、第一帯水層と第二帯水層は、廃棄物層に起因する水質の影響を受けているものと思われる。水位に関しては、14-1-1 は 46.28m、14-1-2 は 45.74m と、0.55m の水位差があり、14-1-1 と 14-1-2 との間には 0.8m の砂質シルト層が挟在していることから、14-1-1 水位および 14-1-2 水位は各帯水層の水位を示しているものとする。よって、14-1-1 については、地下水位観測結果、地盤性状から第二帯水層地

下水との連通はないと考える。

第二帯水層：第一帯水層と第二帯水層の間に挟在する粘性土層は、既往ボーリング調査結果から、南側には粘性土層が薄い地域やシルト質細砂層(シルト分多く含む)として確認されている場所もあり、確実に遮断されているとは言い難いが、地下水位観測結果およびイオン分析結果から判断すると、第一帯水層地下水とは区分され、連通していないと考える。第三帯水層地下水とはイオン分析結果からは差異がみられないが、地下水位観測結果から地下水位分布が異なっており、連通してないものとする。

22-15-2 について、地下水位が 50.82m と他の第二帯水層水位と比べ高い値を示しており、水質分析結果からも、第一帯水層の分布域に位置していることから、第一帯水層の影響を受けていることが考えられる。22-15-1 と 22-15-2 との間には層厚 1.1m の粘性土層が挟在しており、難透水層として存在していることから、観測井の構造による可能性が考えられる。

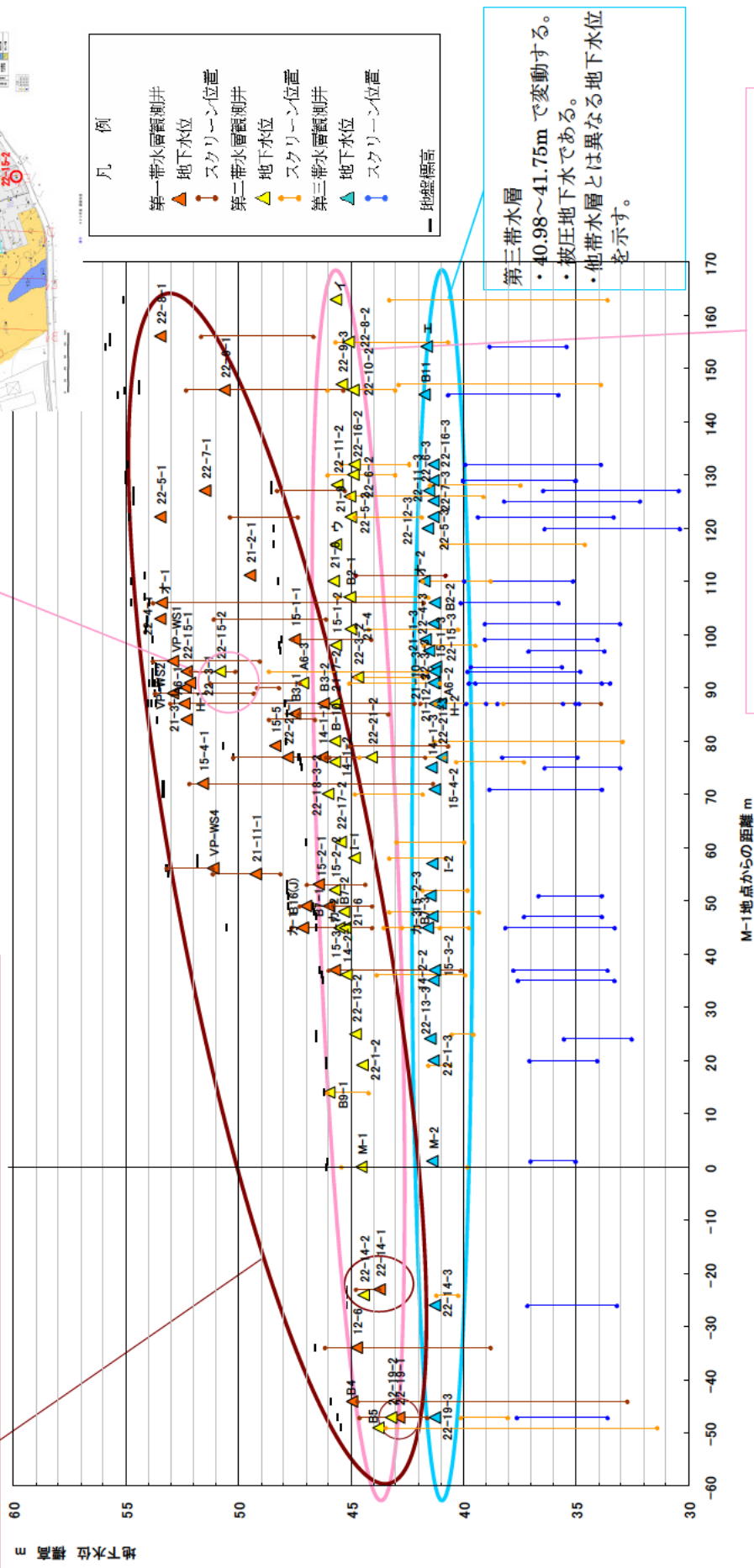
第三帯水層：第二帯水層地下水とは、イオン分析結果からは差異が確認されていないが、地下水位観測結果から地下水位の分布が異なっており、連通性はないものとする。

第一帯水層

- 42.86～53.49m で変動する。
- 地盤標高が、概ね 46m を超える地点においては、地盤標高が低くなるとともに地下水位も低くなる。
- 22-14-1(43.71m)は、H22-14-2 (44.46m) より低い値を示す。
- 22-19-1 (42.86m) は、H22-19-2 (43.21m) より低い値を示す。

第二帯水層(22-15-2)

- 50.82m を示す。
- 他の第二帯水層地下水位とは異なり高い水位を示す。



第二帯水層

- 43.21～47.15m で変動する。
- 被圧地下水である。
- 第三帯水層とは異なる地下水位を示す。
- 嘉例川付近において第一帯水層と近似した地下水位を示す。

第三帯水層

- 40.98～41.75m で変動する。
- 被圧地下水である。
- 他帯水層とは異なる地下水位を示す。

M-1を0mとし、各地点の距離(M-1より北側および北東側については、マイナス表示を行った。各観測井の地下水位は、平成23年6月測定水位を示す。

図4.3 M-1 地点からの各観測井の距離と各観測井の地下水位との関係

第一帯水層水質パターン

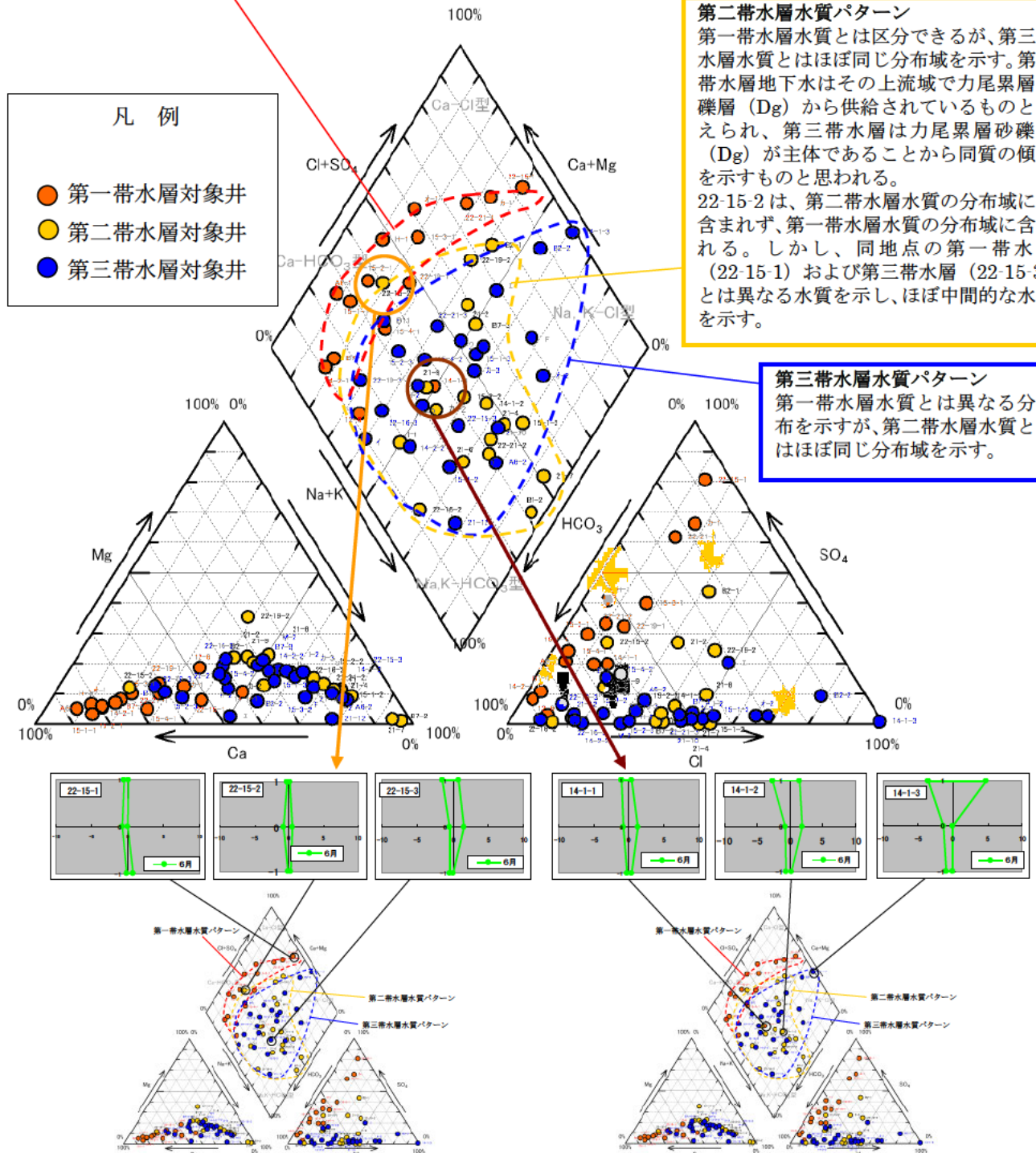
第一帯水層水質と第二帯水層水質、第三帯水層水質は明確に区分できる。相対的にはカルシウム分が多くなり、第二帯水層水質および第三帯水層水質とは異なる分布を示す。14-1-1 は、第一帯水層水質の分布域には含まれず、第二帯水層水質および第三帯水層水質の分布域に含まれる。ただし、同地点の第三帯水層（14-1-3）とは異なる分布を示す。

第二帯水層水質パターン

第一帯水層水質とは区分できるが、第三帯水層水質とはほぼ同じ分布域を示す。第二帯水層地下水はその上流域で力尾累層砂礫層 (Dg) から供給されているものと考えられ、第三帯水層は力尾累層砂礫層 (Dg) が主体であることから同質の傾向を示すものと思われる。22-15-2 は、第二帯水層水質の分布域には含まれず、第一帯水層水質の分布域に含まれる。しかし、同地点の第一帯水層 (22-15-1) および第三帯水層 (22-15-3) とは異なる水質を示し、ほぼ中間的な水質を示す。

第三帯水層水質パターン

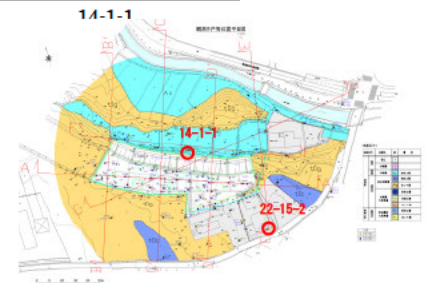
第一帯水層水質とは異なる分布を示すが、第二帯水層水質とはほぼ同じ分布域を示す。



22-15-2 は、第一帯水層水質パターン分布域に位置する。
22-15-1 と 22-15-3 の中間に位置する。

14-1-1 は、第二帯水層水質パターン分布域に位置する。
14-1-2 に比較的近い位置に分布する。

図-4.4 イオン水質分析結果(トリリニアダイアグラム)



3 地下水

(1) 各帯水層の地下水の流れ

各帯水層の地下水性状は、以下のとおりである。

第一帯水層：地下水位は南側の段丘面から嘉例川の北東側(嘉例川の下流側方向)に向かって流れている。局所的には、当該地の東側で地下水位が急に低下する。第一帯水層の一部は沖積層に流れる。概ね地形に沿って流下している（平均流速 $1.2 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ）。嘉例川へは、現地踏査の結果から、コンクリート護岸による三面張りであり、一部浸み出しはあるが、地下水の大量の湧出は確認されていない。

第二帯水層：各地点の地下水位は 43.8～46.6m の幅の中で変動しており、地下水流速は遅いものと思われる（平均流速 $2.0 \times 10^{-7} \text{m/s}$ ）。地下水位は南側の段丘面から北東側に向かって流れている。地盤構造から、当該地付近では嘉例川とは粘性土層により区分されており、嘉例川の下を流れるものと思われる。現地踏査の結果、第二帯水層(tDg 層)の河床への露出は確認されていないが、その上位の tDc 層は確認されており、嘉例川の河川勾配を考慮すると、嘉例川下流で tDc 層下位の tDg 層が河床部に確認される可能性があり、第二帯水層地下水が嘉例川に湧出することも考えられる。

第三帯水層：各地点の地下水位は 40.58～40.74m の幅の中で変動しており、地下水流速は遅いものと思われる（平均流速 $3.7 \times 10^{-7} \text{m/s}$ ）。大きくは南東側に向かって流れているが、局地的に地下水の流下方向が異なる。第二帯水層との連通性はないものと思われる。



図-4.5 地下水水位等高線図(第一帯水層)



図-4.6 地下水水位等高線図(第二帯水層)

第二帯水層

流速		
平均流速算出*	2.0×10^{-7}	m/s

*平均流速=透水係数×水位差/距離

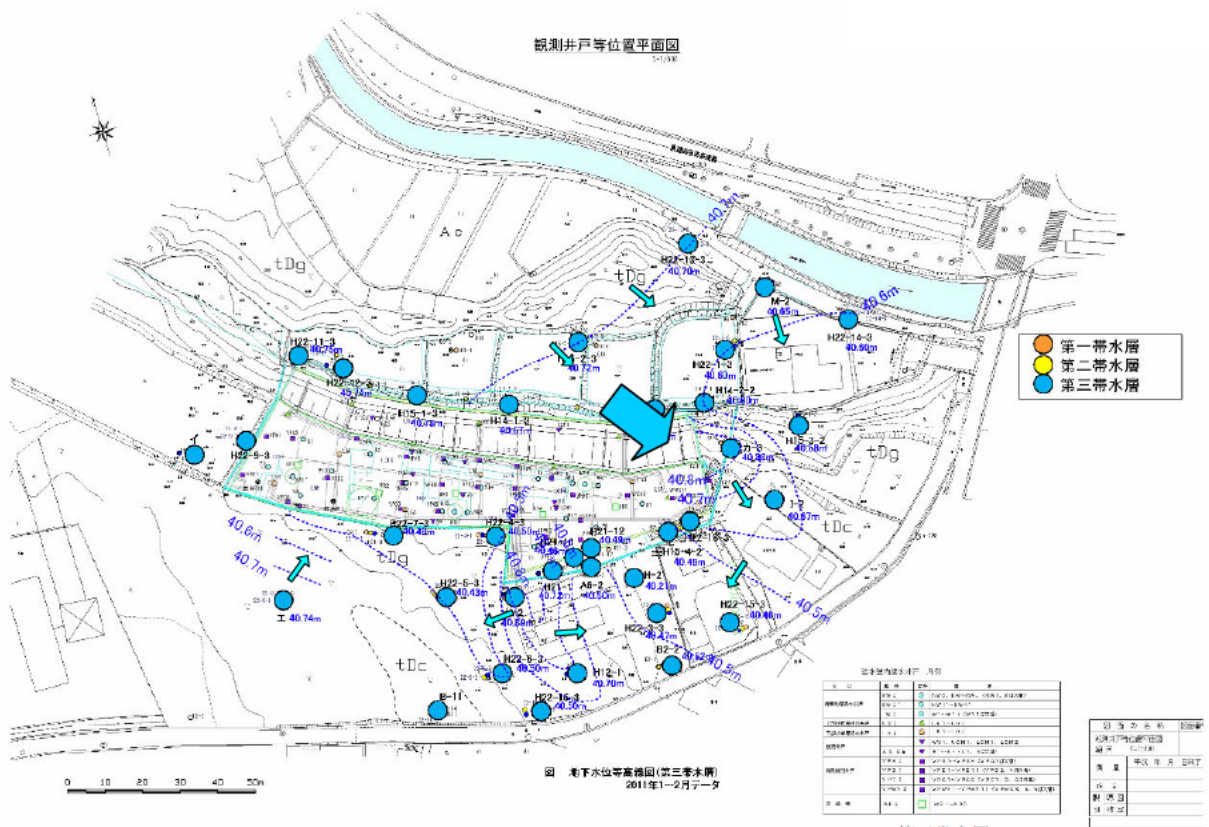


図-4.7 地下水水位等高線図(第三帯水層)

第三帯水層

流速		
平均流速算出*	3.7×10^{-7}	m/s

*平均流速=透水係数×水位差/距離

(2) 現地踏査結果

平成 23 年 9 月 13 日に嘉例川周辺現地踏査を実施した(図-4.8, 図-4.9)。

その結果、以下のことが明らかとなった。

- ・当該地周辺の嘉例川は、コンクリート護岸による三面張りであり、一部浸み出し箇所があるものの、概ねコンクリート護岸からの湧出は確認されない。
- ・一部にコンクリート護岸のない区間も存在するが、tDc 層と考えられる粘性土層が確認されており、河床はコンクリートが打設されている。湧水はない。
- ・当該地周辺には第二帯水層と考えられる砂礫層の河床等への露出はない。

22-20 において、tDc 層は、標高 40.97~42.57m (深度 2.90~4.50m) で確認されている。現地踏査で河床付近に確認されている tDc 層は、ほぼ同じ深度で確認 (道路面から約 3.5m 下で確認) されていることから、ほぼ水平に当該地周辺に面的に堆積しているものとする。当該地周辺の嘉例川の河床勾配は、1/120 (河川改修経緯調書、昭和 63) である。tDc 層が水平に堆積していると考えると、河床付近で tDc 層の確認される地点より約 150m 下流の河床部で tDc 層下位の tDg 層が確認される可能性があり、第二帯水層地下水が嘉例川下流域で湧出することが考えられる。

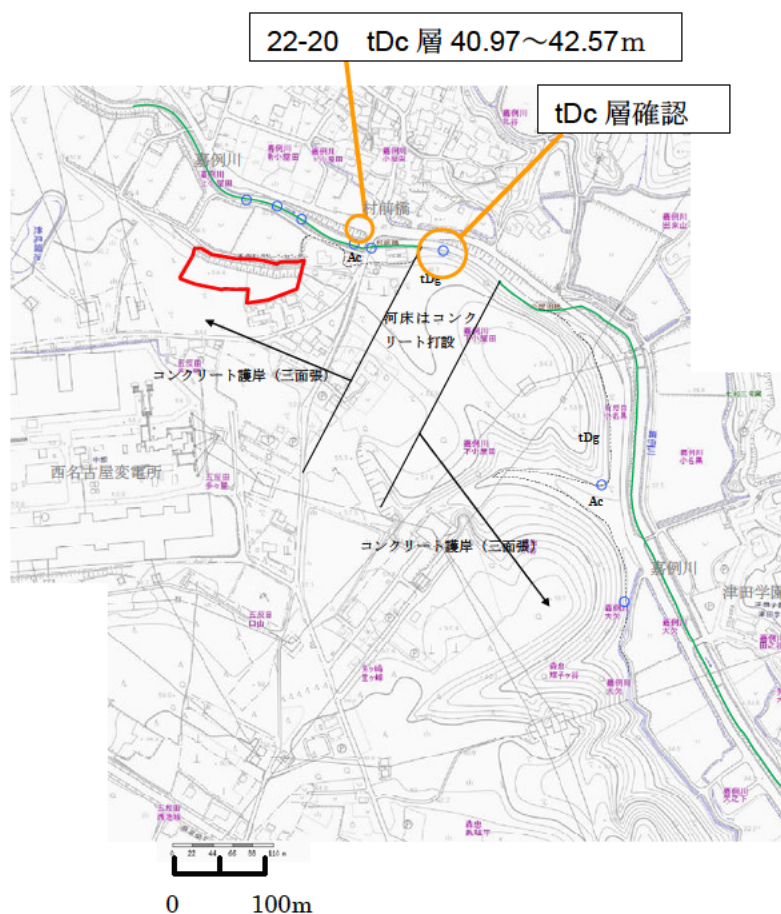


図-4.8 22-20 位置と tDc 確認地点

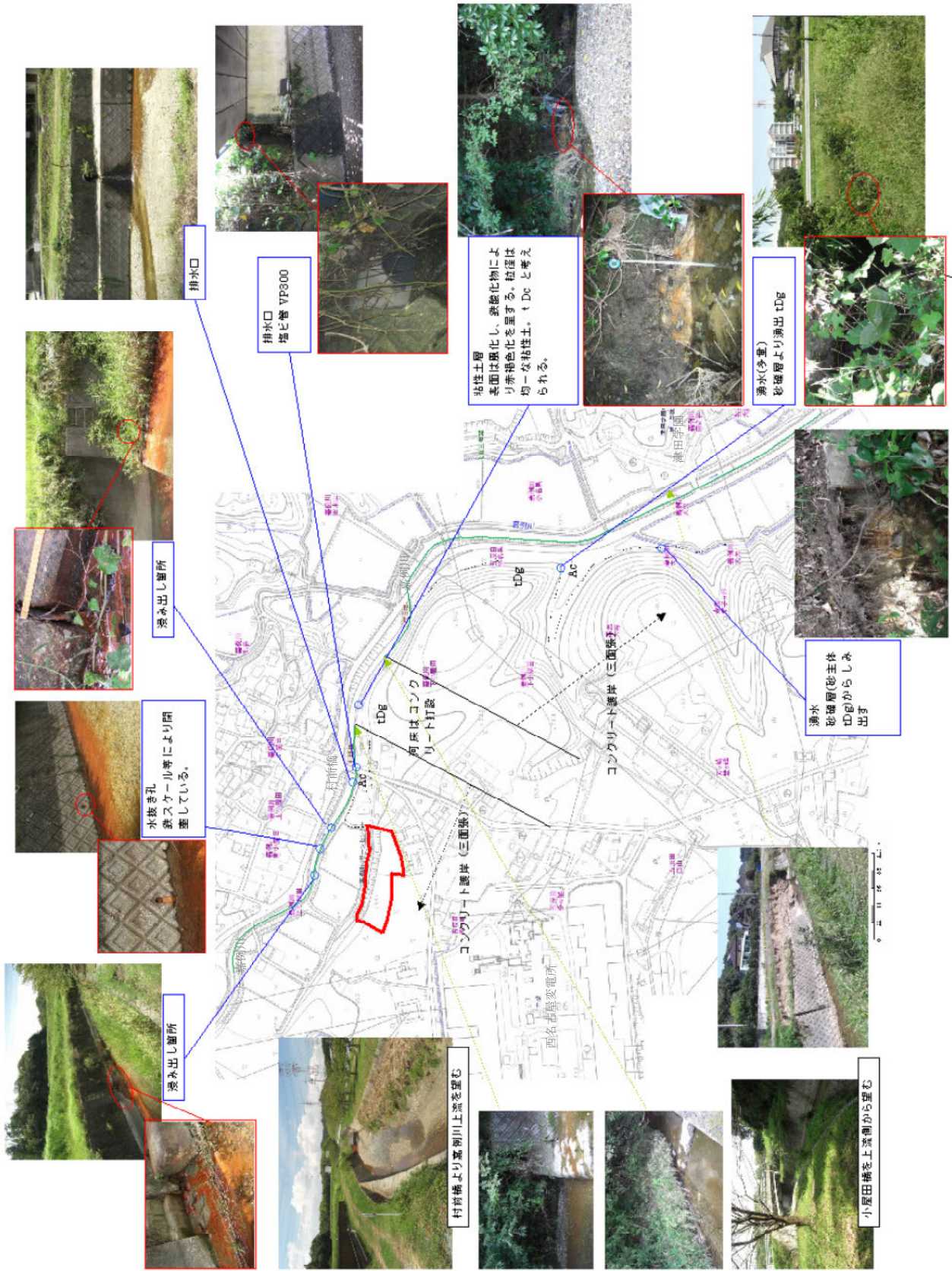


図-4.9 現地調査結果写真(平成 23 年 9 月 13 日)

(3) 1,4-ジオキサンの嘉例川への拡散経路

1,4-ジオキサンの嘉例川等への拡散経路について、以下に示す。

第一帯水層：地下水位は南側の段丘面から嘉例川の北東側(嘉例川の下流側方向)に向かって流れており、一部は沖積層に流れる。沖積層よりコンクリート護岸から嘉例川に浸み出す可能性が考えられる。

第二帯水層：地下水は南側の段丘面から東側に向かって流れている。地盤構造から、当該地付近では嘉例川とは粘性土層 (tDc 層) により区分されており、嘉例川の下を流れるものとする。第二帯水層の地下水は、地下水位分布、地下水イオン分析の結果により第一帯水層および第三帯水層とは区分されていると考え、当該地周辺において、嘉例川への浸出はないものと考えられる。よって、現時点では地下水の流れにより移流・拡散した 1,4-ジオキサンにより嘉例川付近は汚染していないといえる。

しかし、現地踏査の結果から、第二帯水層の河床への露出は確認されていないが、その上位の粘性土 (tDc 層) が確認されている。嘉例川河床勾配及びその周辺の地形勾配を考慮すると、嘉例川下流で第二帯水層が河床部に確認される可能性があり、第二帯水層地下水が嘉例川を含め嘉例川下流域で湧出することも考えられる。

第三帯水層：地下水は、大きくは南東側に向かって流れているが、局地的に地下水の流下方向が異なる。第三帯水層の地下水は、地下水位分布、地下水イオン分析の結果により、第一帯水層および第二帯水層とは区分されていると考えられる。このため、当該地周辺において、嘉例川への浸出はないものとする。