

大塚山廃棄物最終処分場埋立地からの保有水（C1）等の
浸出の原因究明結果と漏洩に対する完璧遮水対策

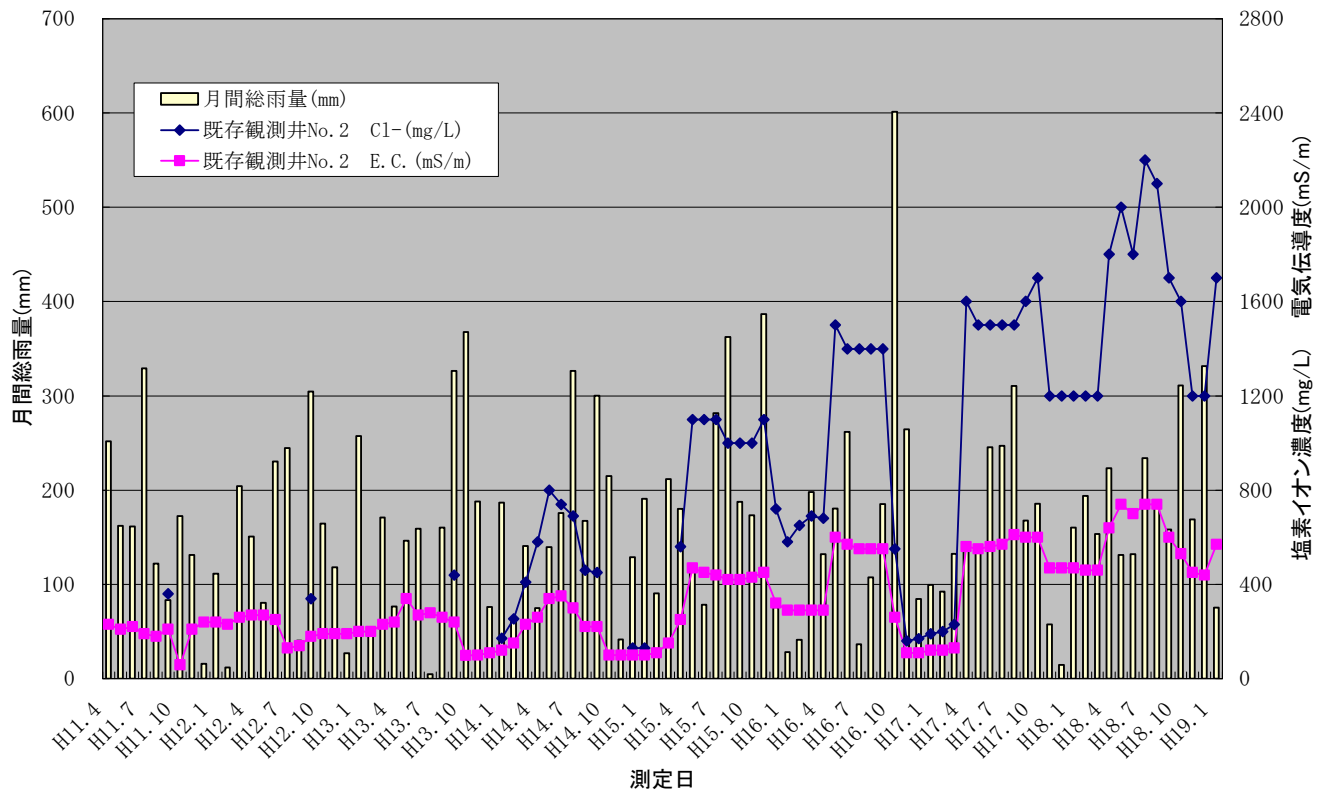
—概要報告—

平成19年3月

内閣府認証 NPO 法人
日本地質汚染審査機構

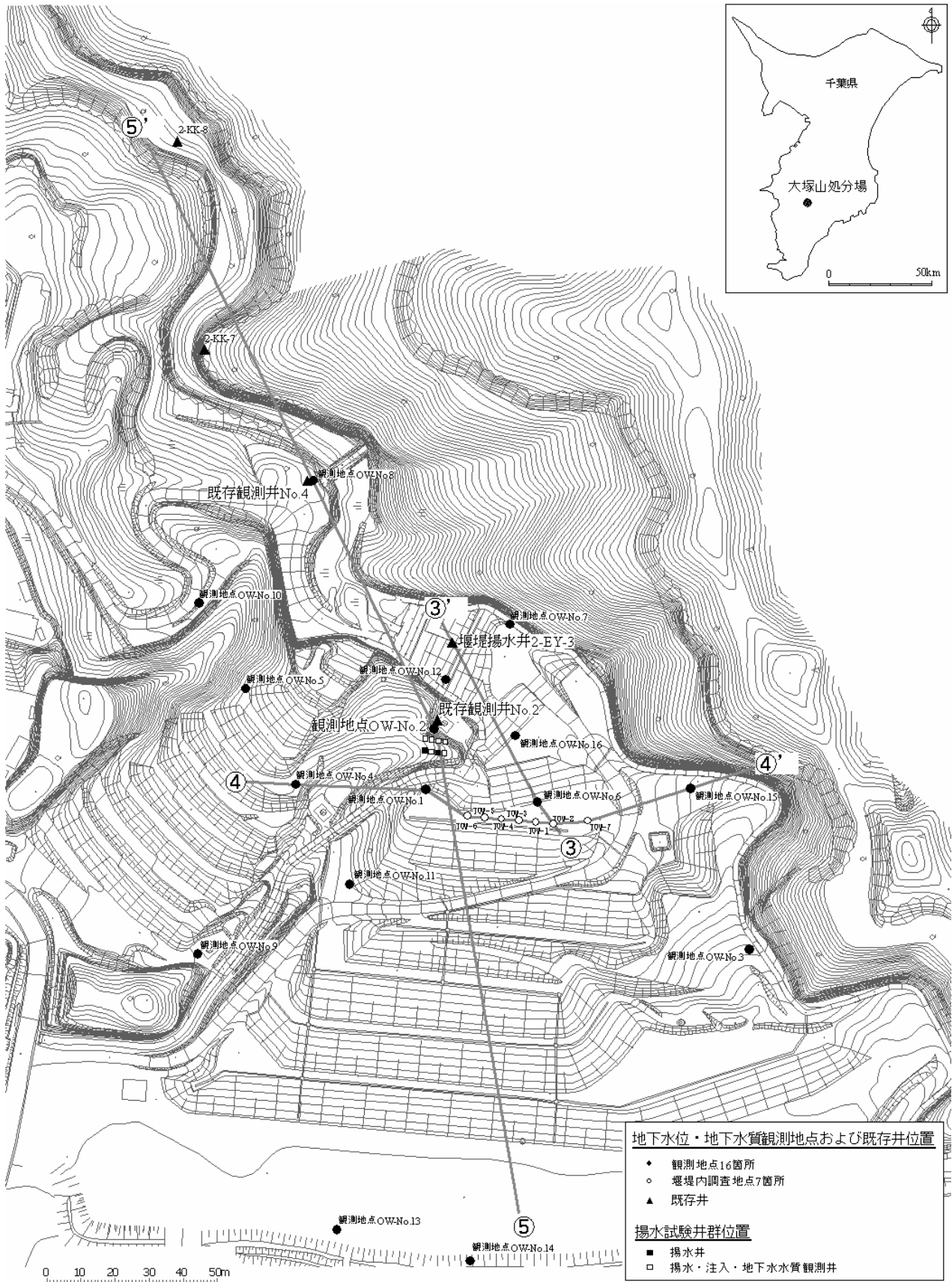
1. 既存観測井 No. 2 (2-KK-2) の位置と地下水中の塩素イオン濃度 (Cl⁻) の上昇

- 既存観測井 No. 2 の位置は、第2大塚山最終処分場の場外の下段に位置する。
- 既存観測井 No. 2 の地下水中の Cl⁻ 濃度は、平成 14 年のほぼ 500 mg/l から上昇し、平成 18 年には 2000 mg/l 以上になる。
- 電気伝導度も Cl⁻ 濃度の上昇と同じ傾向を示す。



図—1 既存観測井 No. 2 の塩素イオン濃度 (Cl⁻) ・電気伝導度と雨量の関係

- Cl⁻ 濃度・電気伝導度の値は、鋸の歯状に増加と減少を繰り返しながら上昇する傾向を示す。この鋸歯状の両値の増加・減少傾向には、降雨量が関わっているものと思われる。
- 降雨量と既存観測井 No. 2 の地下水位変動に関しては、地下水位の観測期間が短く相関性を論ずるまでの資料が調っていない。



図—2 既存観測井 No. 2・新規観測井の位置および揚水試験井群位置 (各断面線位置図)

2. 透水層の単元と既存観測井 No. 2・新規観測井 No. 2(観測地点OW- No. 2) の構造及びスクリーン設置の透水層の単元

2-1 透水層の単元

地層の透水性は、ほぼ地相に見られる大きい粒子・小さい粒子、あるいは微粒子に支配される。つまり、軽石層や砂層は水を通しやすく、泥層は透し難い。観測地点 No.2 の地層は下位より、**第1大塚山泥層・Kd38 火山灰層束泥互層・第2大塚山泥層・下部砂泥互層・第3大塚山泥層・上部砂泥互層**からなる。

既存観測井 No. 2・新規観測井 No. 2 における地相の地層単元と透水層の単元は、ほぼ同じである。したがって、水の通しやすい透水層の単元は下位より、**Kd38 透水層・下部透水層・上部透水層**からなる。これらが透水性が高い理由は、軽石の薄層が挟在するからである(図-3)。

表—1 観測地点 OW-No. 2 における地層単元の分布状況

上部透水層	層厚 6.19+m (G. L. -0.26~6.45m)	上部砂泥互層	層厚 6.19+m (G. L. -0.26~6.45m)
第3大塚山難透水層	層厚 1.07m (G. L. -6.45~7.52m)	第3大塚山泥層	層厚 1.07m (G. L. -6.45~7.52m)
下部透水層	層厚 3.98m (G. L. -7.52~11.50m)	下部砂泥互層	層厚 3.98m (G. L. -7.52~11.50m)
第2大塚山難透水層	層厚 7.92m (G. L. -11.50~19.42m)	第2大塚山泥層	層厚 7.92m (G. L. -11.50~19.42m)
Kd38透水層	層厚 3.85m (G. L. -19.42~23.27m)	Kd38火山灰層束泥互層	層厚 4.98m (G. L. -19.42~24.40m)
第1大塚山難透水層	層厚 4.73+m (G. L. -23.27~28.00m)	第1大塚山泥層	層厚 3.60+m (G. L. -24.40~28.00m)

2-2 既存観測井 No. 2 の構造とスクリーン設置の透水層単元

既存観測井 No. 2 は、硬質塩化ビニールの通称 VP100 である。深度は 20.34m(G. L.) である。スクリーン深度は、20.16m~16.43m(G. L.) である。スクリーン設置の対象透水層は、**第2大塚山難透水層**であるが、一部 Kd38 透水層にもかかる。スクリーン部の多くが、難透水層に設置されていることは、地下水位・地下水質を観測する観測井としては好ましくない構造である(図-3)。しかし、スクリーン設置不適正観測井であっても、Kd38 透水層中の Cl⁻の上昇傾向を示唆していた。

2-3 透水層単元にスクリーンが適正に設置された観測井群（新規観測井群 No. 2）

新規観測地点 No. 2 には、以下の4本からなる観測井群が設置されている。

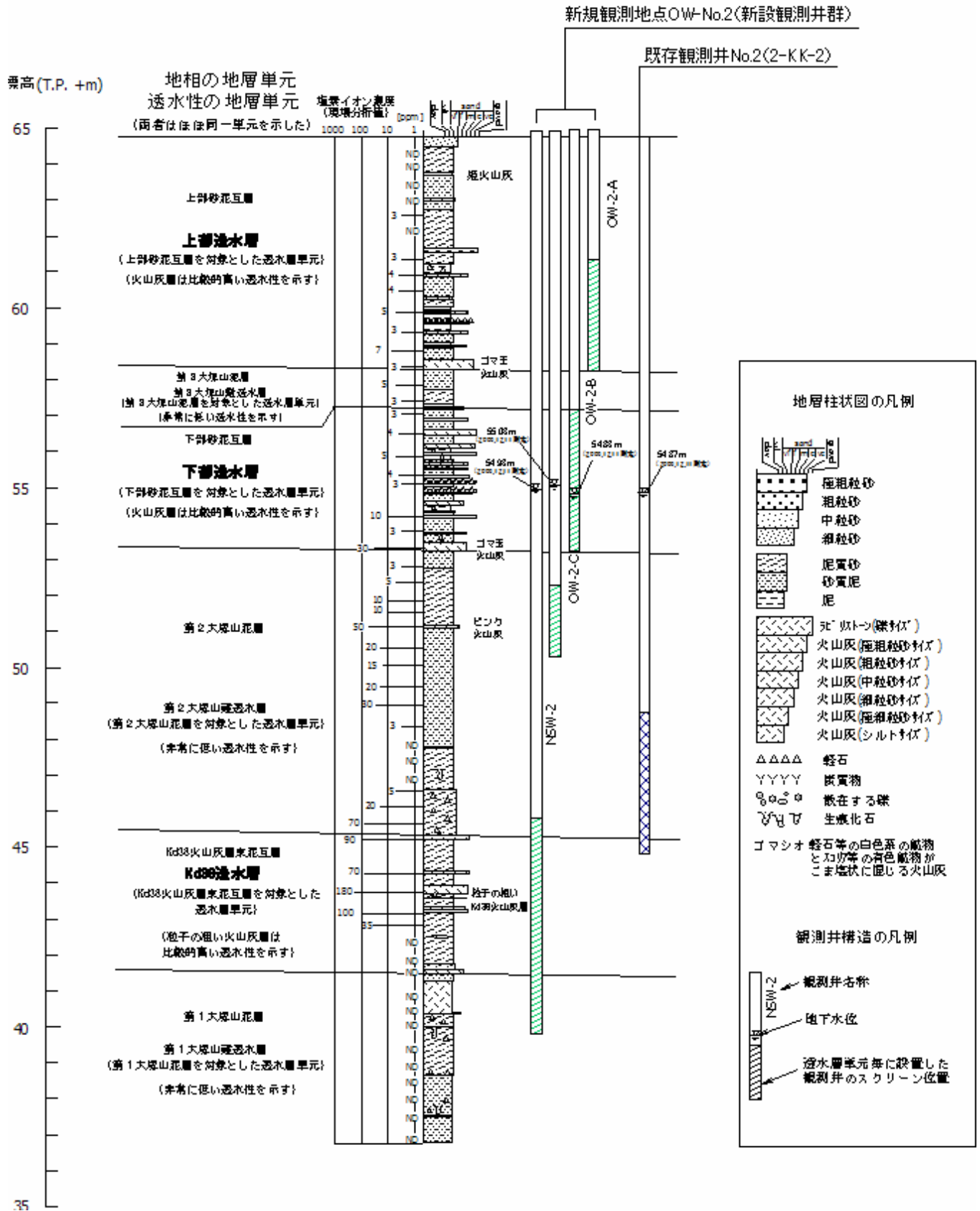
その観測井は NSW-No. 2 観測井・OW-No. 2-C 観測井・OW-No. 2-B 観測井・OW-No. 2-A 観測井である。

NSW-No. 2 観測井のスクリーンは、Kd38 透水層に、OW-No. 2-C 観測井のスクリーンは、第2大塚山泥層中のピンク火山灰層層準に、OW-No. 2-B 観測井のスクリーンは下部透水層に、OW-No. 2-A 観測井のスクリーンは、上部透水層にそれぞれ設置されている（図-3）（表-1）。

Kd38 透水層中の Cl⁻ 濃度測定機能を高めるために、スクリーン設置不適正観測井（既存観測井 No. 2）に代わる、新規観測井（NSW-No. 2）を設置した。NSW-No. 2 観測井は新規観測地点 No. 2 の観測井群の1本にあたる（表-2）。

表-2 観測地点 OW-No. 2 における観測井の設置状況

観測井名称	スクリーン深度		スクリーン長	スクリーンの対象透水層単元	備考
	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)			
NSW-No. 2	19.00	25.00	6.00	Kd38透水層	VP100
OW-No. 2-C	12.50	14.50	2.00	第2大塚山難透水層中の ピンク火山灰	VP100 スクリーン部裸孔
OW-No. 2-B	7.50	11.50	4.00	下部透水層	VP100 スクリーン部裸孔
OW-No. 2-A	3.10	6.45	3.35	上部透水層	VP100
既存観測井No. 2 (2-KK-2)			3.73	第2大塚山難透水層および Kd38透水層の一部	VP100



図—3 観測地点 OW-No. 2 における透水層単元の分布状況と既存観測井 No. 2・新規観測地点 No. 2 の観測井構造

3. 地下水の流れと Cl^- の地下水濃度分布

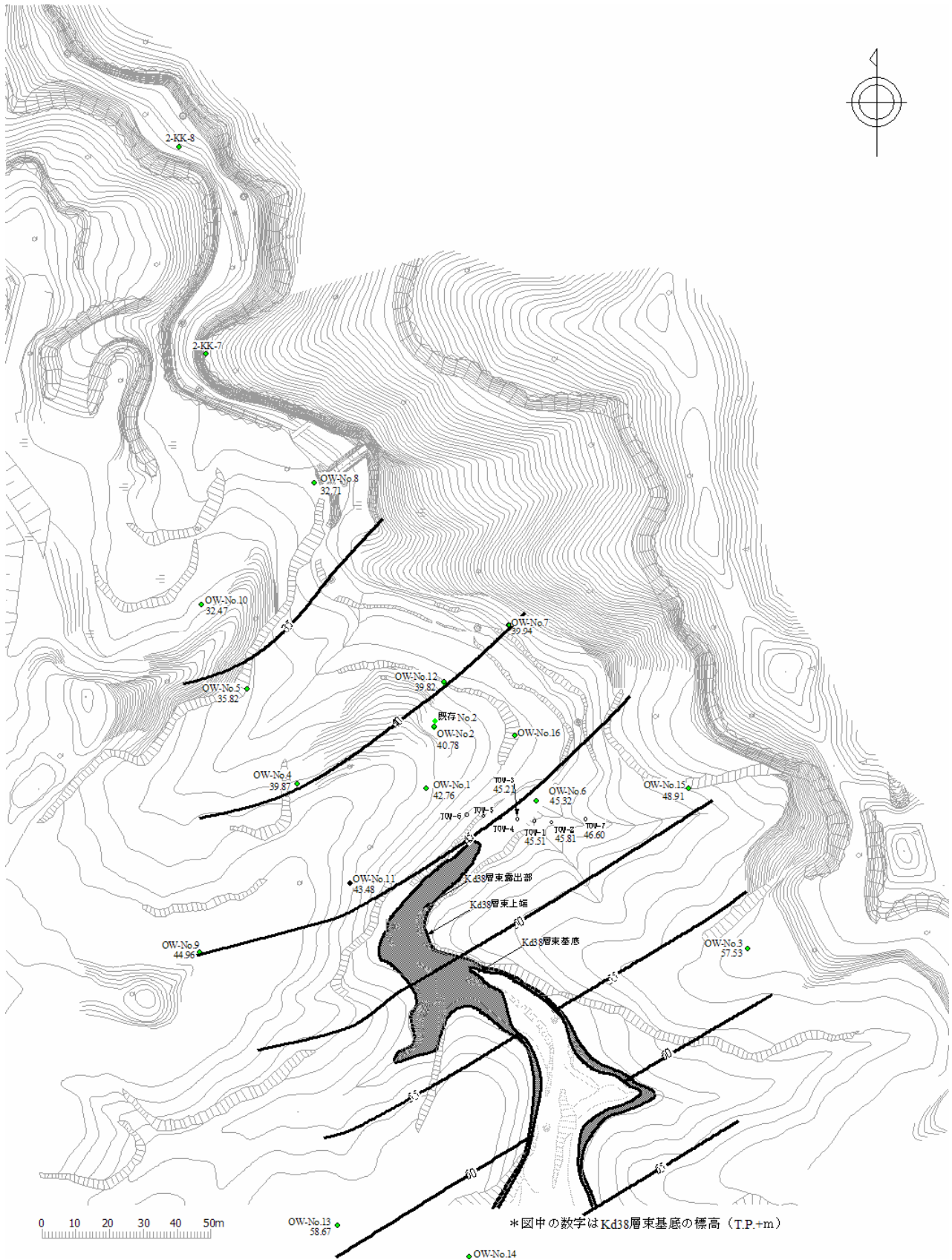
3-1 Kd38 透水層と地下水の流れと Cl^- の地下水濃度分布

3-1-1 Kd38 透水層の分布方向

Kd38 透水層は、Kd38 層束泥互層（層厚：4～5 m）に対応する透水層である。したがって、Kd38 層束泥互層の分布方向が、Kd38 透水層の分布方向を反映していると理解することが出来る。

Kd38 層束泥互層の走向はほぼ北東で、北西方向に傾斜する（図—4）。角度は堰堤付近で10度、下流域では6度の値を示す（図—5）。

一方、廃棄物処分場内では廃棄物投入前（旧地形）の谷筋に、Kd38 層束泥互層が分布するので、Kd38 透水層（層厚：4～5 m）も旧地形上の谷筋に分布することになる（図—6）。つまり、Kd38 透水層は、処分場内の廃棄物層下にある谷筋から北西方向に深度を増すことになる。



図—4 Kd38 透水層 (Kd38 層東泥互層に対応する透水層) の地下での広がりの方角 (基底深度分布)

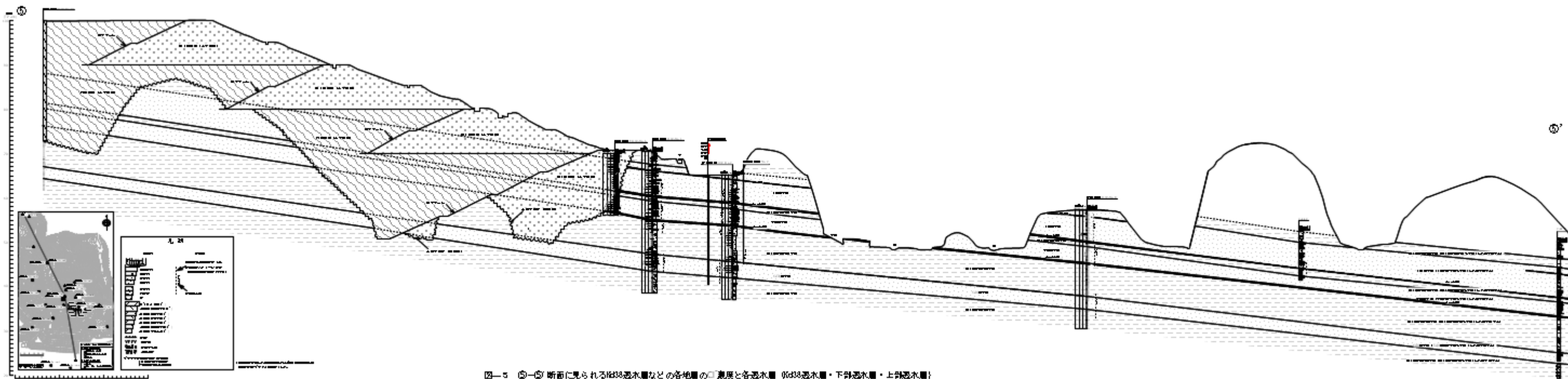


図-5 ⑤-⑦断面に見られるKd38透水層などの各地層の□濃度と各透水層 (Kd38透水層・下部透水層・上部透水層)

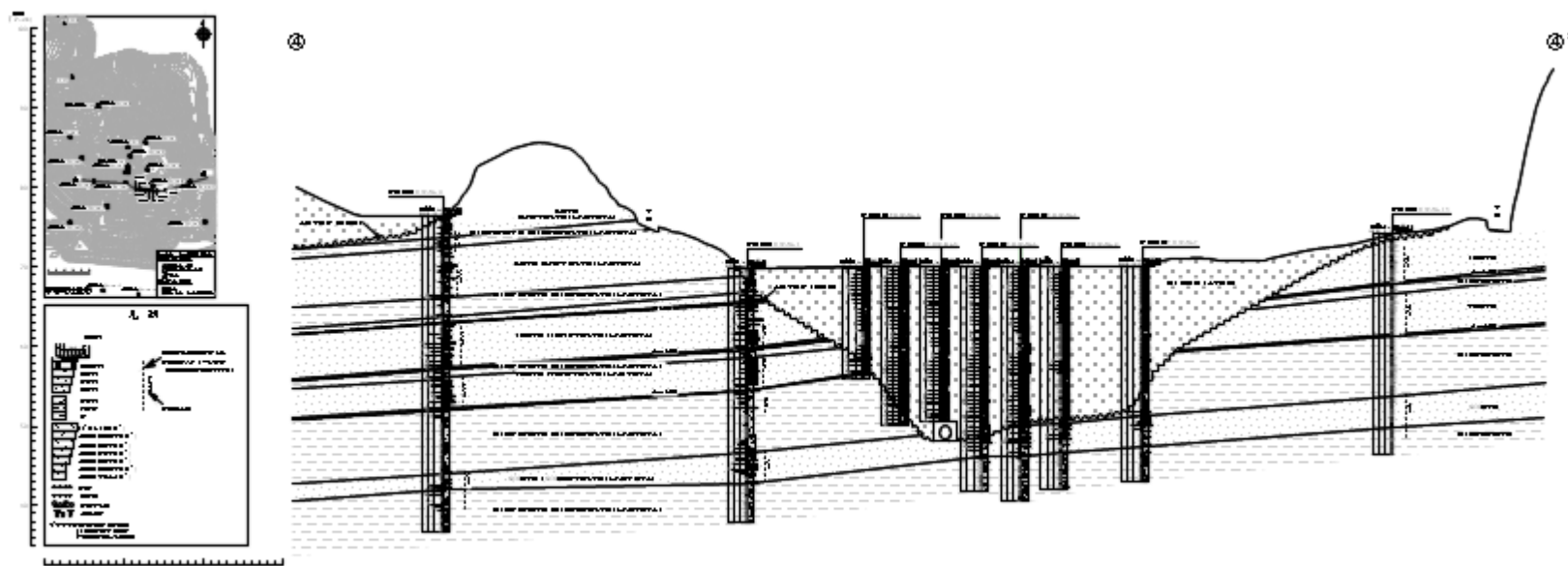
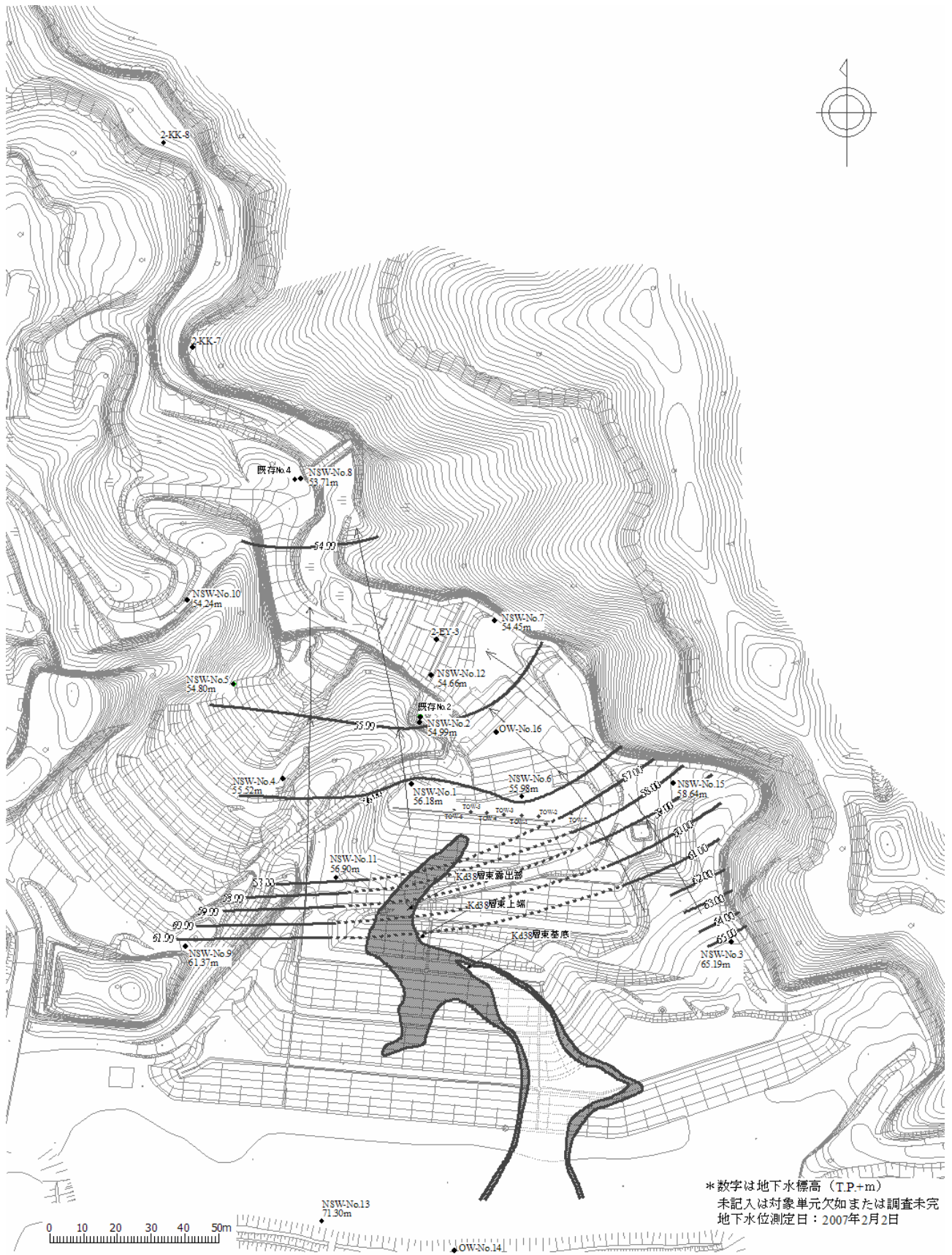


図-6 ⑥-⑦断面に見られる各地層の□濃度と各透水層 (Kd38透水層・下部透水層・上部透水層・A透水層)

3-1-2 Kd38 透水層中の地下水の流れ

- ふたつの流動系が認められる。①第2処分場の堰堤から下流域にむけて、ほぼ南北方向に流れる流動系（図—7・8）。②東側壁に沿って北北西方向に流れる流動系。そして、両流動系は、堰堤下流域の谷狭窄部で収斂する。また、下流域にむけての南北方向の流動系も堰堤部では、谷地形に支配される局所的流動系（local flow）の存在も僅かながら認められる（図—9）。
- 堰堤部で地下水位等値線が密になり、下流域では緩やかになる。この現象は、地下水流動系が現在の堰堤の形態が地下水位を高めた効果に大きく支配されていることを意味している。また、段階的に構築された堰堤の各時期には、その時期の処分場の形態に支配された地下水流動系が形成され、段階的に形成された地下水流動系の総体が現在の流動系である。この一連の流動系を地史的流動系（historical flow）と呼ばれているが、物質移動を解釈する場合には、この概念で解釈する必要がある。



*数字は地下水標高 (T.P.+m)
 未記入は対象単元欠如または調査未完
 地下水位測定日: 2007年2月2日

図—7 Kd38 透水層中の地下水の流れ

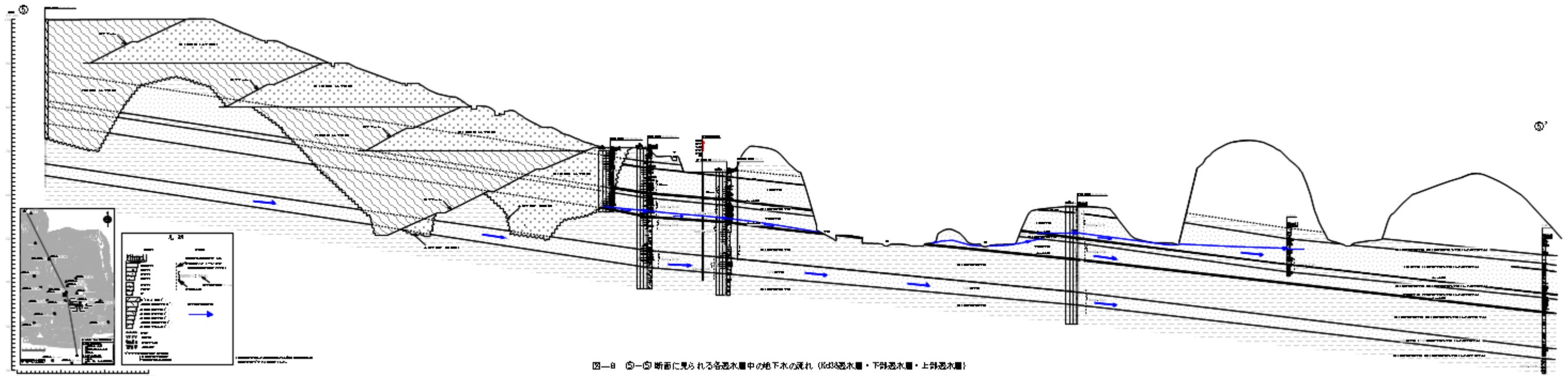


図-8 ⑤-⑤'断面に見られる各透水層中の地下水の流れ (1633透水層・下群透水層・上群透水層)

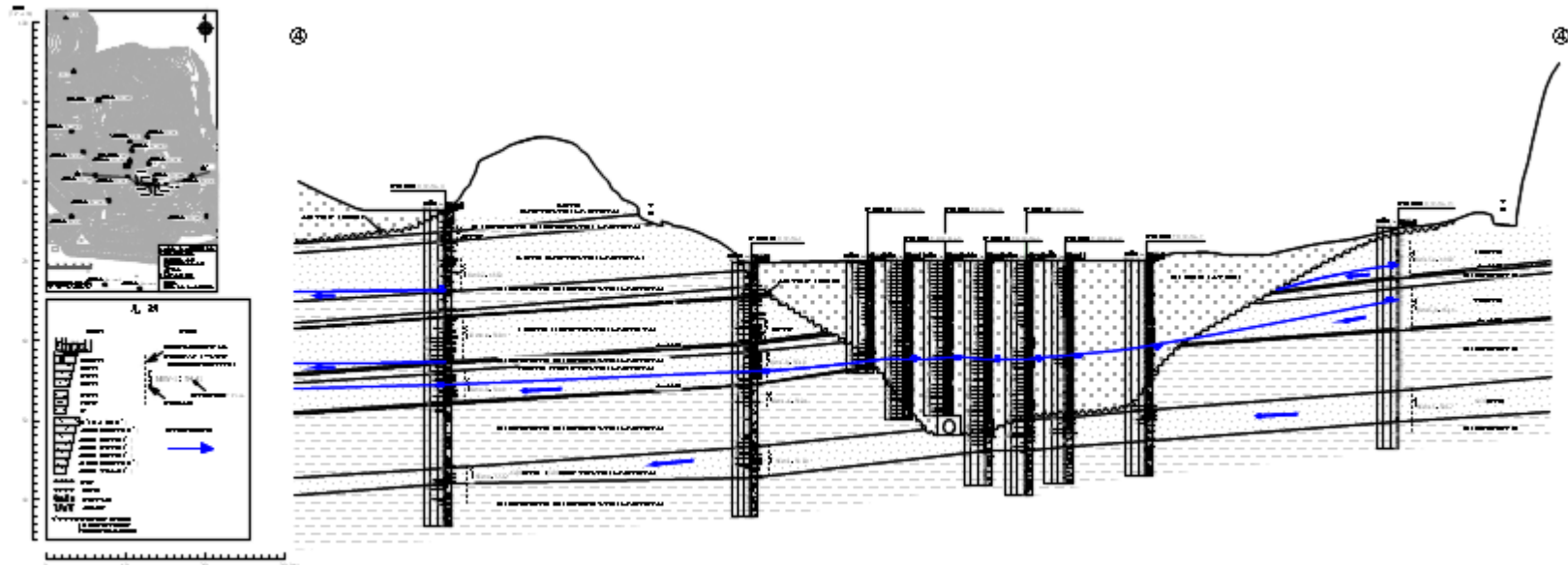


図-9 ⑥-⑥'断面に見られる各透水層中の地下水の流れ (1633透水層・下群透水層・上群透水層・A透水層)

3-1-3 Kd38 透水層中の地下水 Cl⁻ 濃度分布

地下水 Cl⁻ 濃度の高い地下水塊 (Cl⁻ 地下水プリューム) の主体は、第2処分場堰堤下部の直下付近から旧地形の狭窄部にあたる旧河川直下にかけて存在する。そして、第2処分場堰堤から 80m 以内の範囲に限られている (図-10)。また、1000 mg/l から 0 mg/l にかけて急激な濃度変化を示す (図-10)。地下水 Cl⁻ 濃度断面図を見ても、急激な濃度変化傾向は同じである (図-11, 図-12)。Cl⁻ 濃度が 1000 mg/l 以上を示す地下水の高濃度部は Kd38 透水層単元を主体とし、第2処分場堰堤から 80m 以内の範囲に限られている (図-11, 図-12)。そして、廃棄物層からの Cl⁻ 高濃度地下水が、処分場下の旧地形に露出している Kd38 透水層に流出していることを暗示している。



図—10 Kd38 透水層中の地下水Cl⁻濃度分布

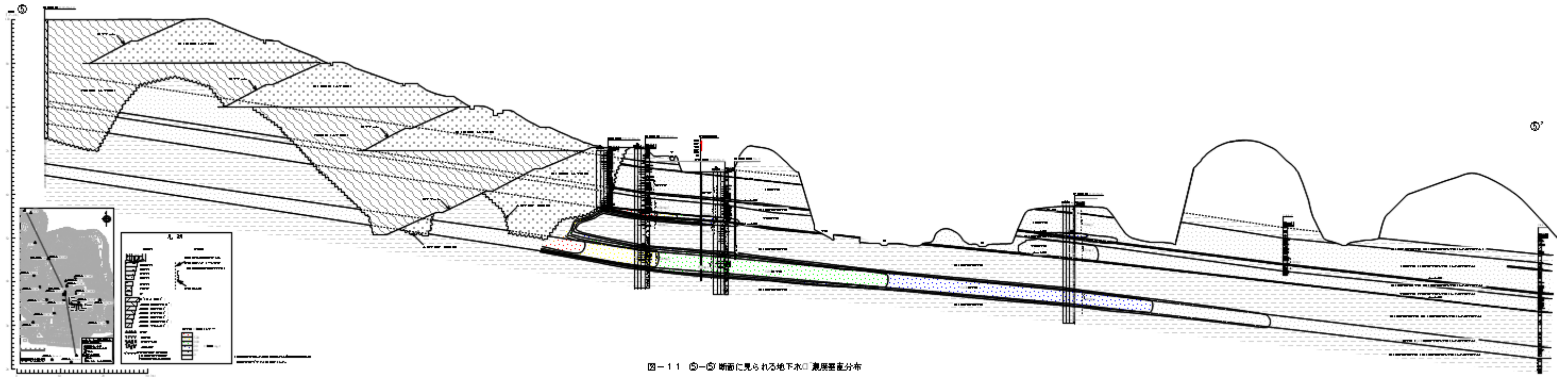


图-1.1 ①-② 断面に見られる地下水の濃度分布

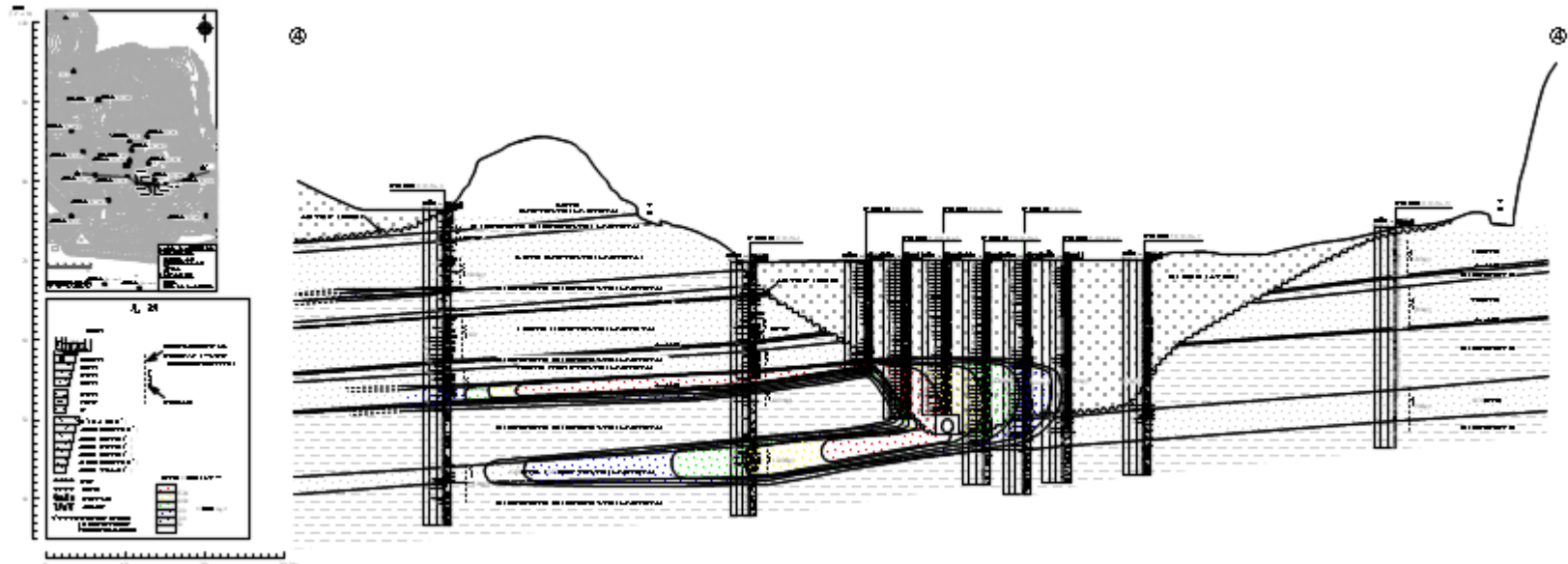


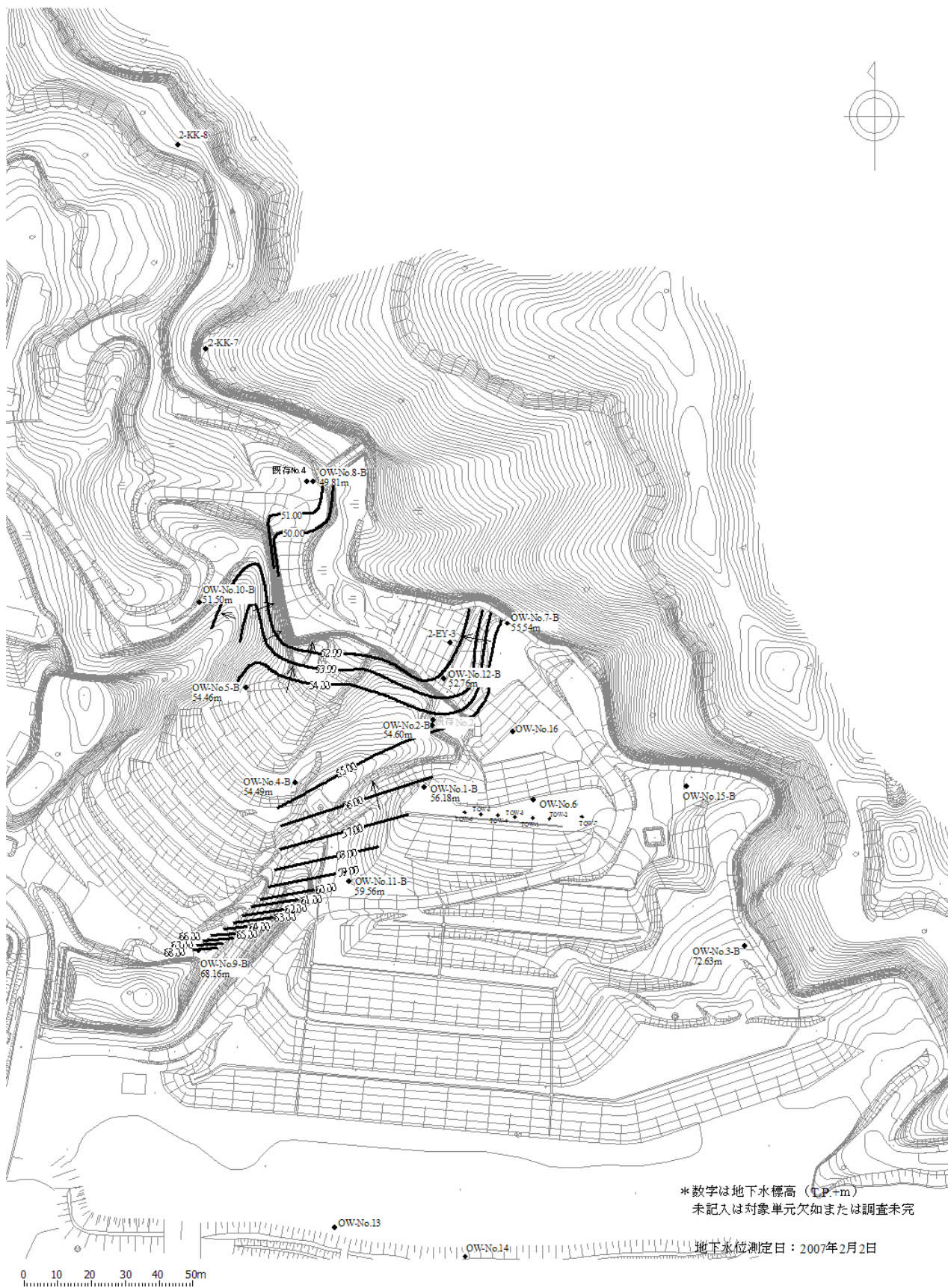
图-1.2 ③-④ 断面に見られる地下水の濃度分布

3-2 下部透水層と地下水の流れと Cl^- の地下水濃度分布

3-2-1 下部透水層の地下水の流れ

下部透水層の地下水位平面図(図-13)をみると、堰堤斜面部と赤壁などの人工的掘削壁付近で、それぞれ地下水位等値線が密になる。前者の堰堤斜面部では、堰堤中部と下部で密になる。そして、堰堤下部で密になる地下水位等値線は崖線と平行して分布し、当然赤壁崖線とも平行する。ちなみに、赤壁崖線から浸出水が湧出するのは、人工的な掘削での赤壁崖線形成と地下水位等値線の切断で、動水位勾配が急になったためである。この地下水位平面図から見られる傾向は、断面図からも認められる(図-8・9)。

つまり、下部透水層の地下水流動系は、局所的地形に支配されている典型的な局所的流動系であり、また堰堤下部から赤壁にかけての流域は、下部透水層の地下水流出域である。



図—13 下部透水層の地下水の流れ

3-2-2 下部透水層中の地下水Cl⁻濃度分布

下部透水層の地下水Cl⁻濃度分布を見ると、第2処分場から人工的掘削壁（赤壁）方向に向かうCl⁻地下水塊（プルーム）が認められる（図-14）。

Cl⁻濃度は1500ppm・1000ppmの値を示し、このCl⁻地下水塊（プルーム）が、赤壁で切断されている。つまり、人工的掘削で急壁が形成され、その結果で地下水流動が加速し高濃度のCl⁻と鉄イオンを含む地下水塊を切断し、その湧水中における鉄の酸化で赤壁となり、高濃度のCl⁻水も流出する結果となった。



図—14 下部透水層中の地下水Cl⁻濃度分布

3-2-3 ”赤壁” (通称) を作ったメカニズム

赤壁には、下部透水層と上部透水層が露出する。いずれの湧水からも 1000ppm といった値の地下水 Cl⁻ 濃度が測定される。第2処分場からのびる Cl⁻ 地下水塊が、赤壁で切断されている現象である。つまり、人工的掘削で写真-1 に示す急壁が形成される。その結果は、地下水流動を加速させたこととなり、高濃度の Cl⁻ と鉄イオンを含む地下水塊を切断したことともなる。その湧水中における鉄の酸化で赤壁となり、高濃度の Cl⁻ 水も流出する結果となった。

当然、下部透水層の Cl⁻ 地下水は、第2処分場からのものである。上部透水層のそれは現在のところ不明である。

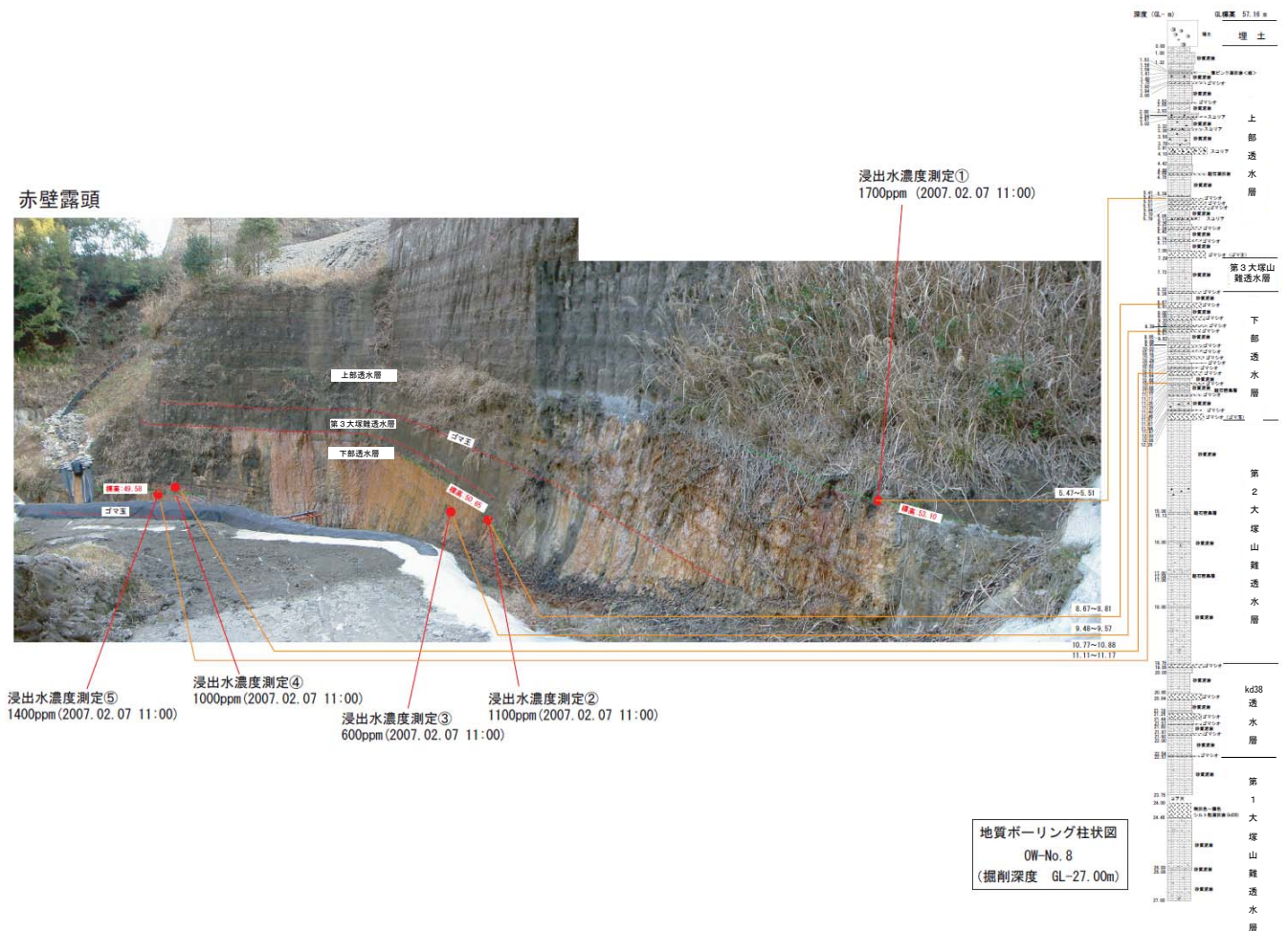


写真-1 ”赤壁” (通称) で露出している透水層

3-3 第2処分場におけるCl⁻ 浸出水の漏洩部について

3-3-1 Kd38 透水層と廃棄物層の接触部

第2処分場内を旧谷地形も含む東西地質断面図を作製すると、Kd38 透水層と廃棄物層とに接触することが予測できる (図-15)。

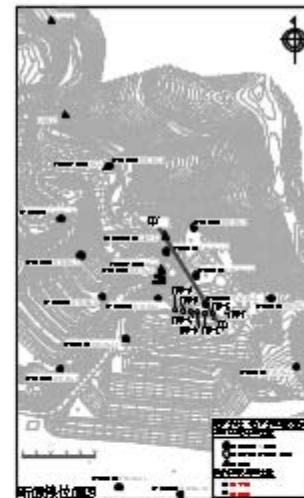
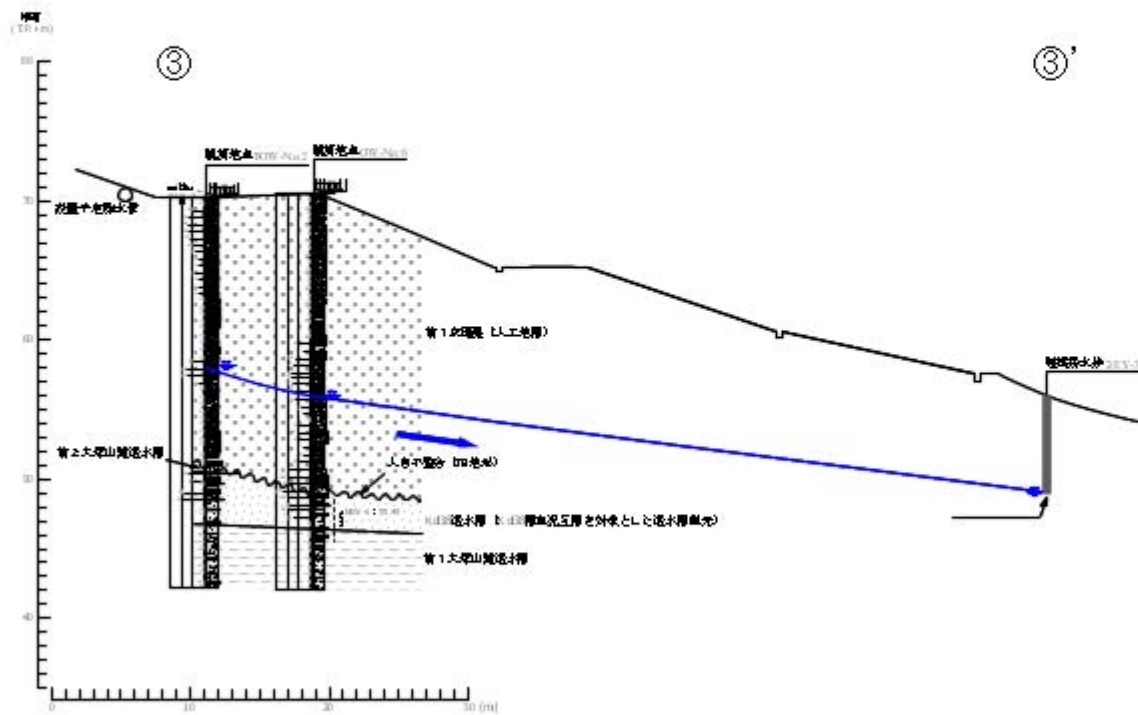


図-16 第1次堰堤における地層のCl⁻濃度分布および水文地質断面図 (③~③')

3-3-2 透水試験結果

Kd38 透水層单元中の軽石薄層の透水係数を測定した。層理の直角方向の1成分と層理面に水平な2成分である。測定試料採取位置は、図-15に示した。

	自然含水比	透水係数 $k ; 15C^{\circ}, \text{cm/s}$
上下方向	9.1 %	3.50E-04
水平	10.5 %	1.76E-03
水平直角	9.3 %	1.53E-03



写真—2 Kd38 透水層单元中の軽石薄層



写真—3 透水試験に使用した Kd38 透水層单元中の軽石薄層の試料

3-4 Kd38 火山灰層束泥互層より下位層(Kd38 透水層より下位層準)における各地層の Cl⁻ 濃度

ほぼ Kd38 透水層に対応する Kd38 火山灰層束泥互層より下位には、次の地層単元が知られている。下位より大塚山泥層-1 (T.P. 72.48m 以深)・Tec 砂泥互層 (T.P. 72.48m—61.00m)・大塚山泥層 0 (T.P. 61.00m—57.49m)・Asa 砂泥互層 (T.P. 57.49m—50.81m)・第 1 大塚山泥層 (T.P. 50.81m—41.39m)。

各地層単元の Cl⁻ 濃度をみると、ほとんどの深度で不検出である(図-17)。深度 T.P. 72.48m—61.00m にある Tec, 砂泥互層の 2 層準で、5ppm と 3ppm の値が認められるが、この値は、自然地層中で認められる値でもある。

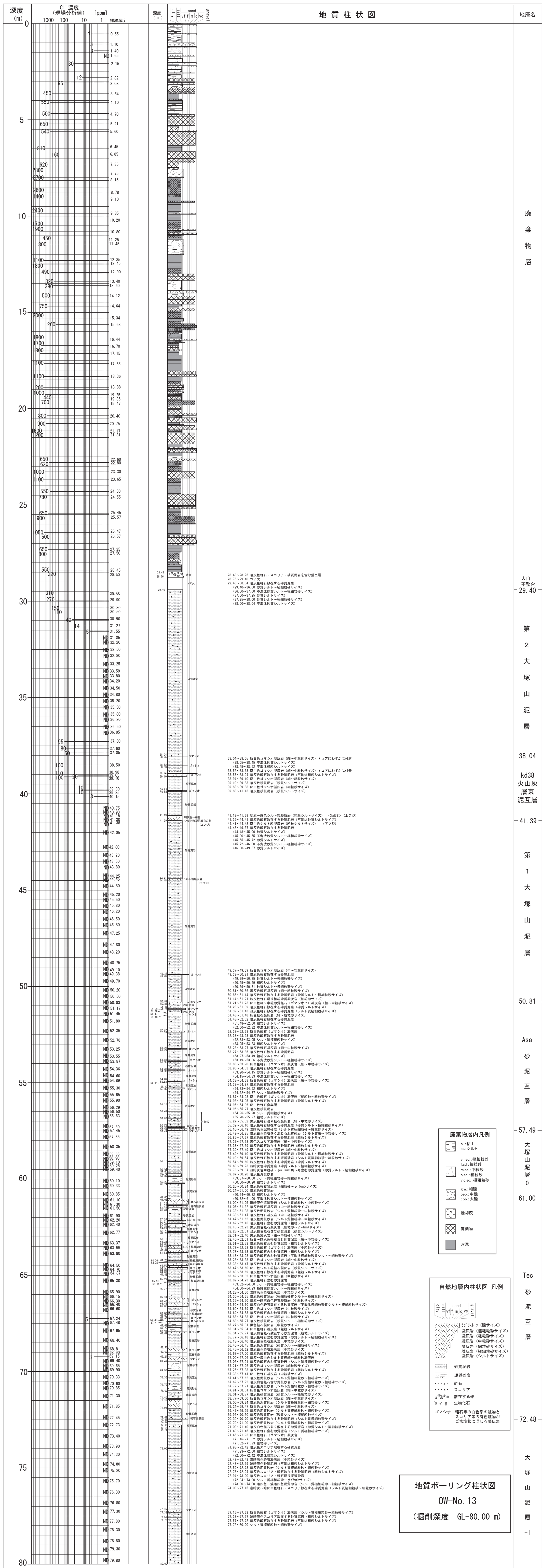


図-17 kd38火山灰層末泥互層の下位層準における各地層のC1濃度