

4.4 1m 深地温探査結果

1 m 深地温探査は、地下水汚染メカニズムを解明する上で必要となる地下水流動を把握するため、A 井戸を中心とした地区において、特に浅層地下水（およそ深度 15m より上）の平面的な“水ミチ”を把握するために行った。

探査は、地下水の温度が年間を通じて温度変化が少ないことを利用したもので、地況や地表面温度の影響が少ない 1 m 深の地温をメッシュ状に計測することで、地下水の影響により暖められたあるいは冷やされた箇所を帯状につなぎ“水ミチ”とするものである。

4.4.1 探査法

1) 実施時期

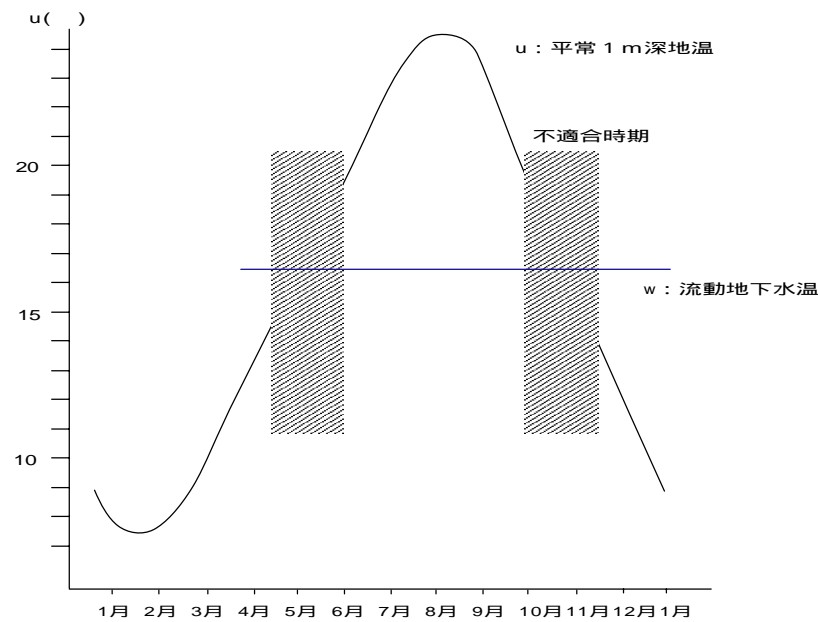


図 4.4.1 1m 深地温の年変化と探査に適する実施時期

流動地下水温の年変化の幅はせいぜい $\pm 1 \sim 2$ 程度であるのに対して、1 m 深地温のそれは $\pm 8 \sim 9$ と大きな年変化の幅を持っている。本調査法は流動地下水の温度 (w) と平常 1 m 深地温 (u : 流動地下水の影響を受けていない所の 1 m 深地温) との差を利用しており、 w と u との差は ± 2.5 以上あればよいとされている。

2004 年 9 月 13 日に現地に存在する調査用試錐孔において w を測定したところその値は 16.0 程度であった。一方、調査地の北緯と調査月日及び平均標高を用いて平常 1 m 深地温を推定すると 23.8 であった。したがって、両者の差は 7.8 であり、1 m 深地温探査の実施時期として適していると判断した。

2) 測点網

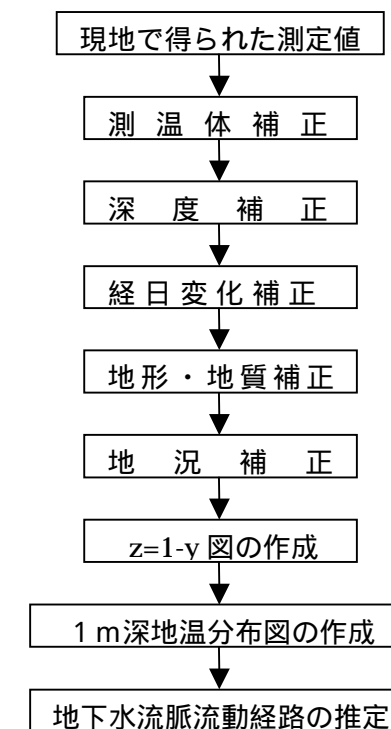
1 m 深地温の測定は、高濃度汚染が確認されている A 南東 90m 付近と A 井戸を含む範囲とし、住居等測定不能な場所は除外した。なお、測点間隔は $5\text{m} \times 5\text{m}$ 、測点数 550 点とした。



図 4.4.2 測点網

3) 解析 (測定値の処理)

現地で得られた測定値には経日変化、地形・地質、及び地表面の状況など種々の因子が関与しているため、以下それらについて検討する。1 m 深地温測定値の解析の流れを示す。



以下、それぞれの補正結果について示す。

(1) 測温体補正

作業能率を上げるために、同一精度を持つ番号の付いた測温体を 10 本用意した。各測温体間で温度の指示に相違が存在する場合には、それを補正する必要があるため、各測温体の補正值として加えた。

表 4.4.1 に各測温体の補正值を示す。測温体番号 2 の+0.09 から測温体番号 4 の-0.17 まで各々測温体にばらつきが認められたため、各測定値に対しこれらの値を加えた。

表 4.4.1 測温体補正值一覧表

測温体番号	測温体補正值()	測温体番号	測温体補正值()
1	-0.09	6	-0.13
2	0.09	7	0.01
3	0.01	8	0.06
4	-0.17	9	-0.07
5	0.00	10	0.00

2004 年 7 月 15 日算出

(2) 経日補正

長期間調査を行う場合、測定値が 1 m 深地温の年変化の影響を受ける可能性がある。そこで、現地に定観測点(測点 10-35)を設け、作業前、昼食時および作業後にそれぞれ測定を行った。その結果を表 4.4.2 に示す。本調査中における 1 m 深地温は徐々に低下する傾向が認められ測定日毎に補正を行った。

表 4.4.2 定点観測結果

月 日	時 間	測定値()	平均値()	天 候	補正值()
9月13日	11:08	24.20	24.17	快晴	-0.23
	12:41	24.12		快晴	
	13:43	24.17		快晴	
	16:55	24.17		快晴	
9月14日	09:11	24.04	24.02	晴れ	-0.08
	11:40	24.01		晴れ	
	15:00	24.00		晴れ	
	16:56	24.03		快晴	
9月15日	09:28	24.02	24.01	快晴	-0.07
	12:09	23.99		快晴	
	13:52	24.02		快晴	
9月16日	09:03	24.03	23.96	快晴	-0.02
	12:02	23.93		快晴	
	13:11	23.96		快晴	
	16:41	23.92		快晴	

9月17日	09:15	23.89	23.85	晴れ	0.09
	11:53	23.86		晴れ	
	13:21	23.84		晴れ	
	17:30	23.82		晴れ	
9月18日	09:10	23.68	23.65	曇り	0.29
	11:58	23.62		曇り	
	14:07	23.66		曇り	
	14:47	23.63		曇り	

(3) 地質の影響

調査地は平面的にはほぼ一様な沖積層でおおわれ、垂直的にも厚い砂礫層ないし砂層で構成されている。従って、著しく熱伝導率の異なる岩種が隣接している状態ではないので、熱的にはほぼ均一な状態にあるとみなし、地質の相違による温度補正は行わなかった。

(4) 微地形の影響

斜面の傾斜方向および標高差等地形的因子が、地温に影響を及ぼすことはこれまで研究者等により指摘されているため、当調査地においてもこの点についての検討を行った。

今回調査した地区は平坦面であるので、斜面傾斜方向の違いによる地温への影響はないと判断される。

また、測点の標高差による温度変化については、これまでに集積された資料によると標高差 350m 以内では 1 m 深地温に有意ある影響を与えないことが示されている。本調査地区は多少の起伏(1 m 以内)は認められるものの問題となるような標高差は認められないので、これによる補正は実施しなかった。

さらに地温測定に際し、微地形の影響は顕著に測定値に反映されることが明らかにされているため、予定した測定地点が微地形急変点付近(石垣あるいは急傾斜地)に存在する場合は、その温度変化を受けないと思われる場所に測点を移設し測定を行った。

(5) 地況の影響

地況(測点を中心として半径 3m 以内の地表面の植生とその有無)が 1 m 深地温に無視できない影響を与えていることは、これまでの調査結果により明らかにされている。当調査地においても地況と 1 m 深地温との関係について検討することにした。

地況はこれまでの経験に基づいて、次のように区分し分類した。

- A - A 裸 地
- C - C 水 田
- D - D 畑 地
- E - E 草 地
- F - F 藪(背の高い草)

現地の複雑な地況分布状況が、1 m 深地温に対してかなり大きな影響を及ぼしている可能性がある

判断されるので、地況毎にその影響について検討した。図 4.4.3 に調査地の地況分布図を示す。

表 4.4.3 に調査地区の地況別統計処理表を示す。地況占有率は、全体に草地と水田が多い。

今回の調査地では、各々の地況の間で $-1.10 \sim +1.10$ の温度差が認められた。これらの温度差は $z=1$ - y 図を用いて水脈の規模と存在深度を推定する場合、あるいは 1 m 深地温分布図を描き地下水流脈流動経路を検討する場合に無視することのできない値であるためこれを補正した。

表 4.4.3 地況別温度統計処理表

地況		N (数量)	max (最大値)	min (最小値)	rang (変化幅)	ave (平均値)	(補正值)	占有 (%)
裸地	A	26	27.57	22.35	5.22	24.86	-1.10	4.73
水田	C	178	24.67	20.71	3.96	22.92	0.83	32.36
畑地	D	8	23.79	22.60	1.19	23.15	0.61	1.45
草地	E	316	28.71	21.11	7.60	24.23	-0.47	57.45
藪(背の高い草)	F	22	23.90	22.11	1.79	22.66	1.10	4.00
	総合	550	28.71	20.71	8.00	23.76	-	100.00



図 4.4.3 地況補正箇所

(6) 孔内水の影響

測定孔の中で、孔内にはっきりと水の存在が認められた測点は 67 点であった。この孔内水は孔壁からしみだしたものであるため、特別な温度補正は行わなかった。

4.4.2 1 m 深地温探查結果

図 4.4.5 に 1 m 深地温分布図を示す。

1 m 深地温の分布状況を解釈するために、調査地内の流動地下水温 (w) と平常 1 m 深地温 (u) の対比を行った。調査地域内の流動地下水の温度は、孔内水温の測定結果によると 16.0 程度であった。これに対し調査時点における平常 1 m 深地温 (u) は、前述のとおり本調査地の緯度 ($N 35.87^\circ$) と平均標

高 (6m) および調査月日 (9 月 13 - 18 日) から推定した値で 23.8 であった。したがって、 u と w との間には 7.8 の温度差が存在する。

一方、現地測定結果から平常 1 m 深地温 (u) を推定すると約 25.5 程度となる。計算値から推定した u と現地測定値から推定した値との間には約 1.7 程度の差が認められる。この原因は地況 (草地と水田が多い) にあると考えられる。ここでは現地測定結果から推定された 25.5 を平常 1 m 深地温として以下の検討に供することとした。この値を用いると、平常 1 m 深地温と流動地下水温との差は 9.5 となる。

当調査地区では、沖積層内に浅層地下水が存在していることが推定される。地下水がこの地層中を流動し、その流動地下水温が 1 m 深地温へ影響を及ぼしていると考えられる。ここである水脈を仮定し、1 m 深地温に及ぼす温度の影響について算出する。この結果と現地測定結果から得られた値との比較を行い水脈の存在深度の検討を行った。

ここでは水脈を存在半径 3.0m、中心軸深度 GL-6.0m と仮定し、その平常 1 m 深地温に与える影響を計算した。算出の際、平常 1 m 深地温 ($u: 25.5$) と流動地下水温 ($w: 16.0$) との差 (9.5) を用いた。

結果、水ミチ直上の平常 1 m 深地温は 3.1 程度が低下させられることが示された (図 4.4.4)。ここで平常 1 m 深地温は 25.5 であり、上記条件下では 3.1 低下により水ミチ直上の 1 m 深地温は 22.4 となる。実際の現地測定結果より 1 m 深地温が 20 程度を示す箇所があるため、場所によってはかなり浅いところに地下水流脈が存在していることが考えられる。

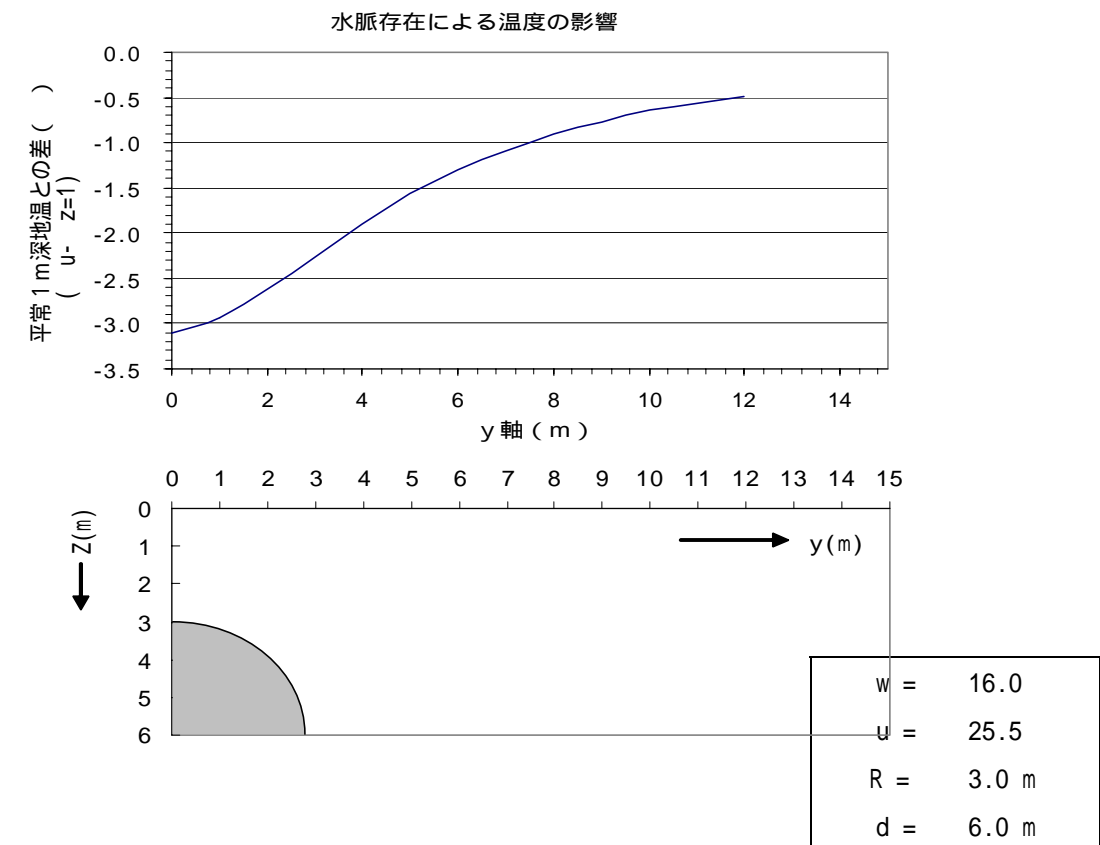
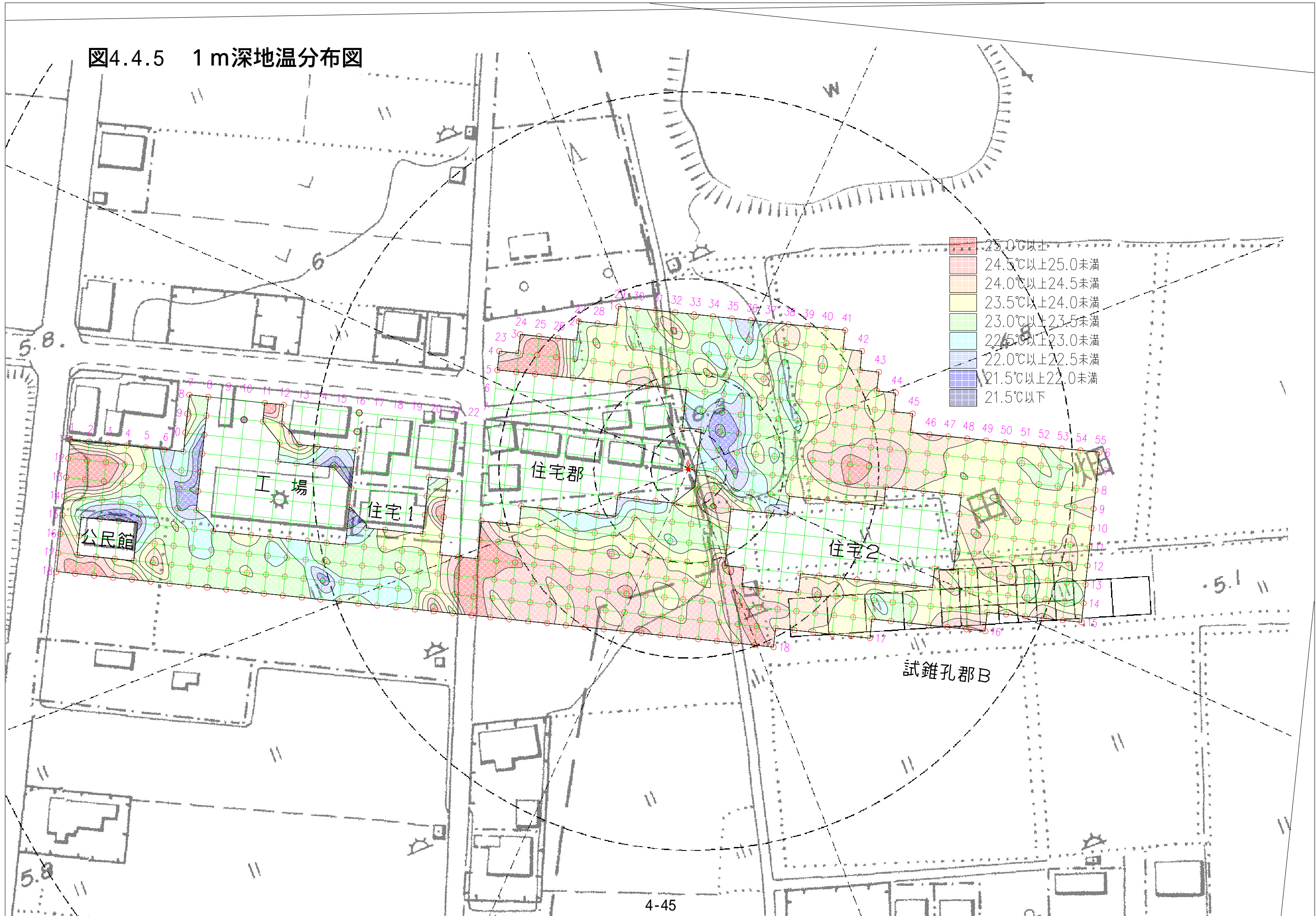


図 4.4.4 水脈存在による 1 m 深地温の乱れ

図4.4.5 1 m深地温分布図



4.4.3 水ミチの評価

図 4.4.5 を見ると、調査地内には住宅、工場などが散在し測定不能箇所があるため、明確な分布図を描くことができていないが、温度の低い部分は大局的に 3 カ所認められる。

調査地西側工場および公民館のあたり（低温部 A）

調査地中央部住宅群あたり（低温部 B）

調査地中央やや東寄り（低温部 C）

これら水ミチと考えられる低温部は、ほぼ南東から北西に伸びており、これまでの地下水等の調査により A 井戸付近の地下水が東から西に流れていることを考えると水ミチの流向も、南東から北西に流れていると考えられる。

また、A 井戸東側約 15m の付近では、今調査の内で最低温部が確認されているため、明瞭な水ミチが存在していると考えられる。

図 4.4.6 に埋土層厚と 1m 深地温分布オーバーラップ図を、図 4.4.7 に 1m 深地温、地下水コンター、埋土層厚および深度 10m の地下水 DPAA 汚染状況図を示す。

図 4.4.6 に示す様に、1m 深地温と埋土層厚には、比較的良好な相関が見られ、埋土層が厚い箇所は 1m 深地温が高い傾向にある。このことは、埋土層の分布状況によって水ミチが支配されていることを示しており、埋土層が周辺自然地盤に比べ透水性が低い細粒土から構成されているためと考えられる。

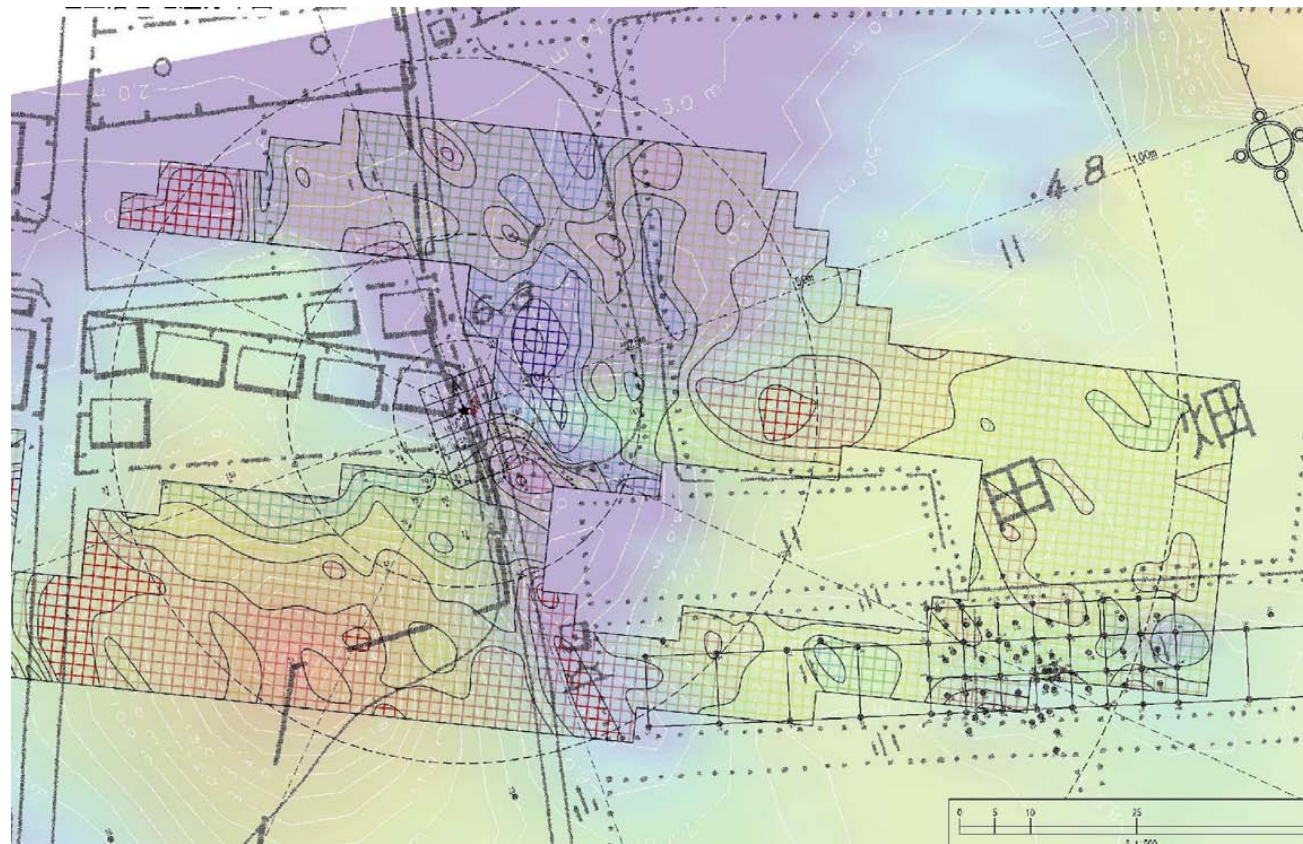
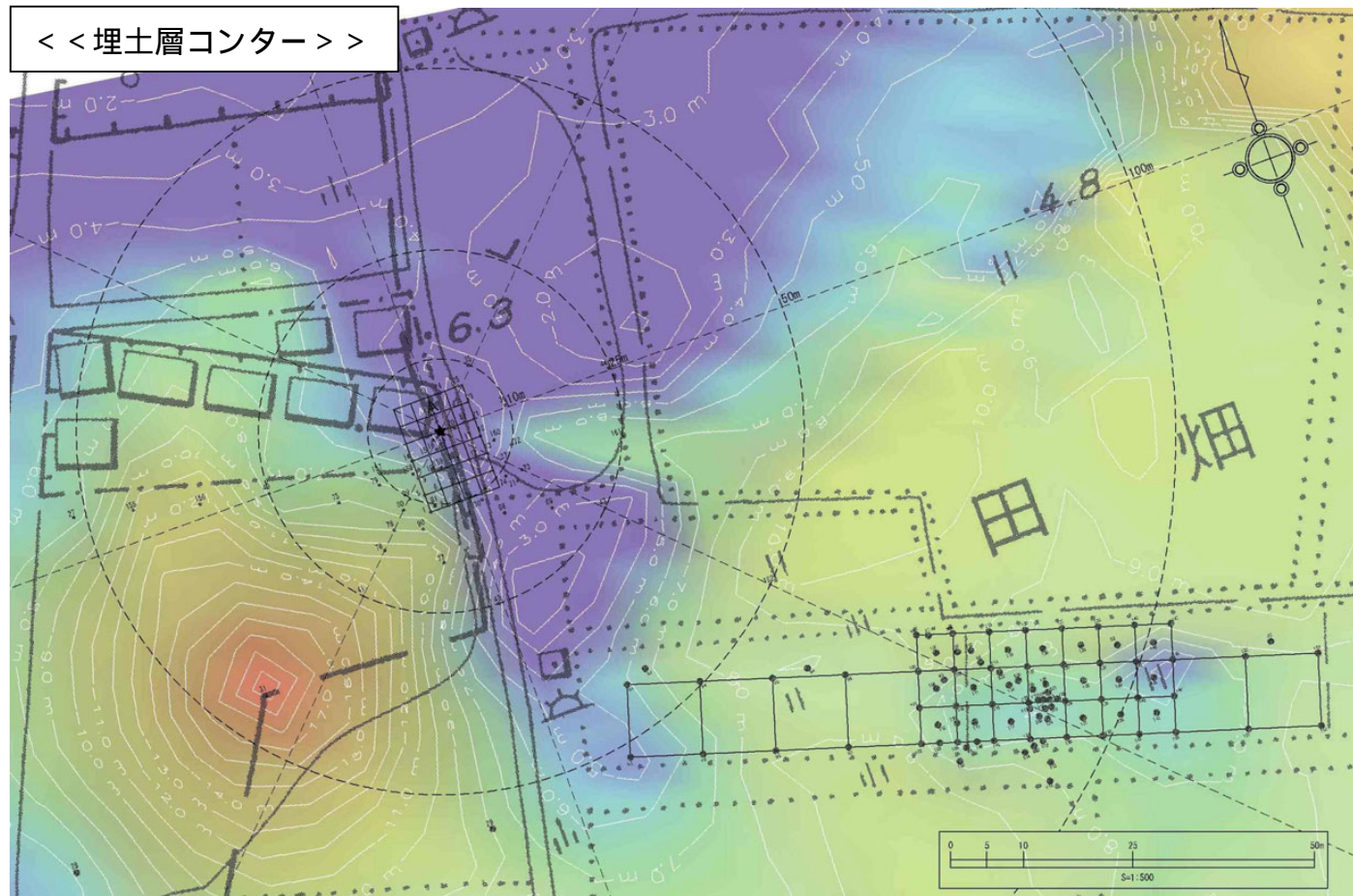
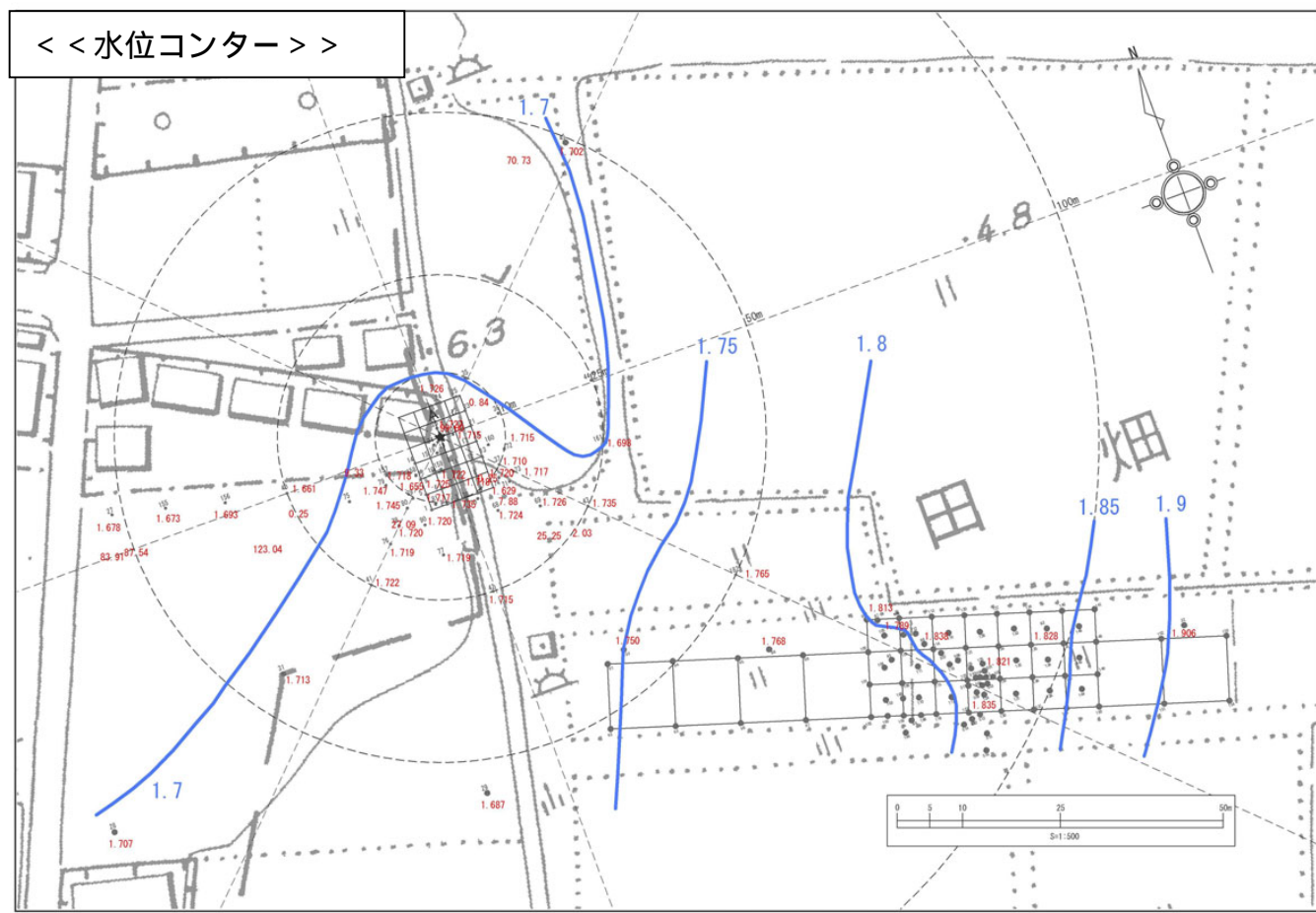


図 4.4.6 1m 深地温と埋土層厚

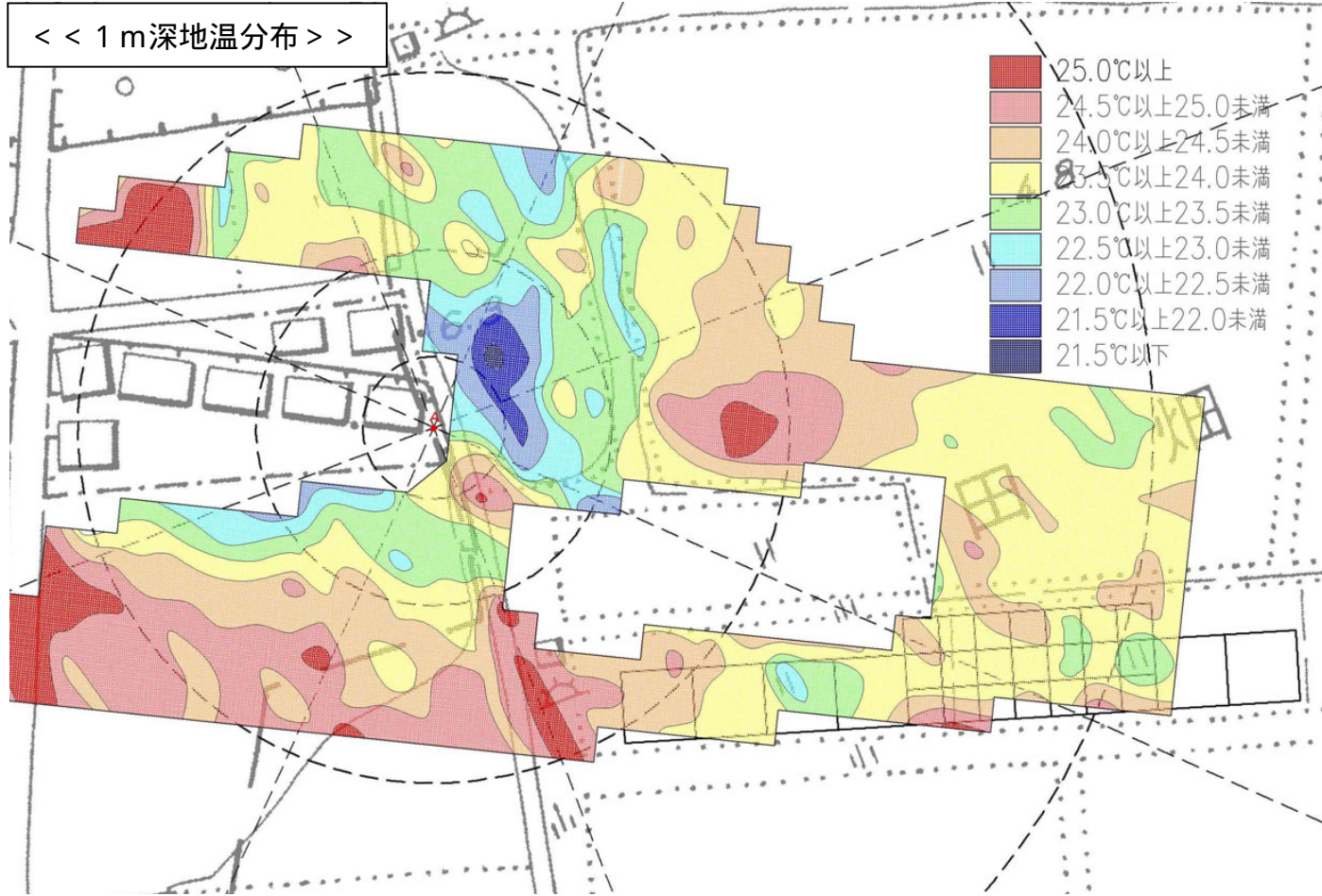
<<埋土層コンター>>



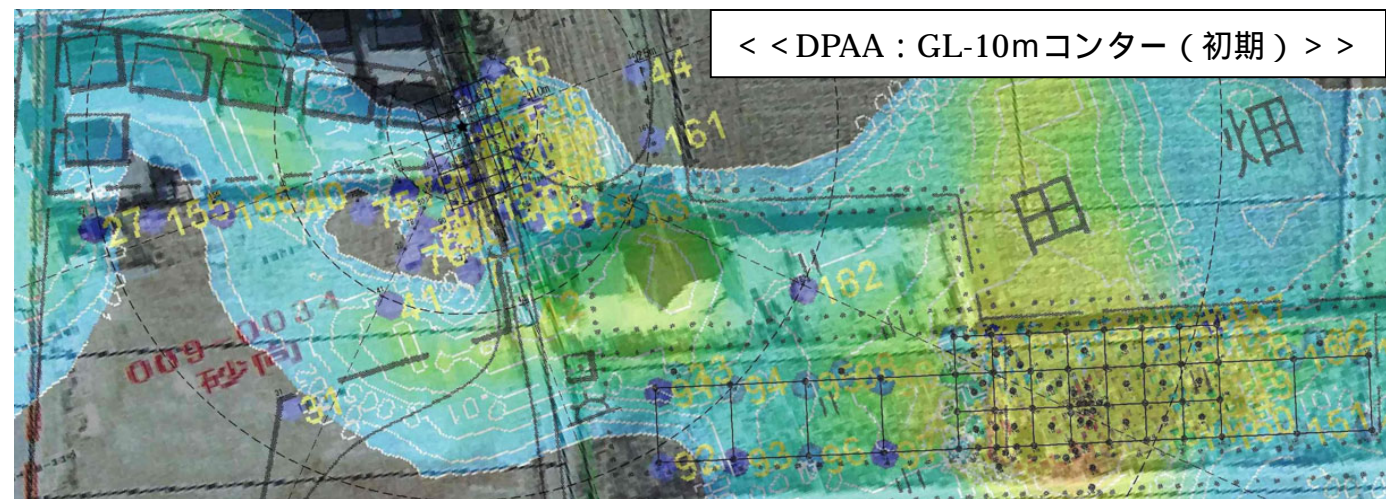
<<水位コンター>>



<<1m深地温分布>>



<<DPAA : GL-10mコンター (初期)>>



<<DPAA : GL-10mコンター (夏季)>>

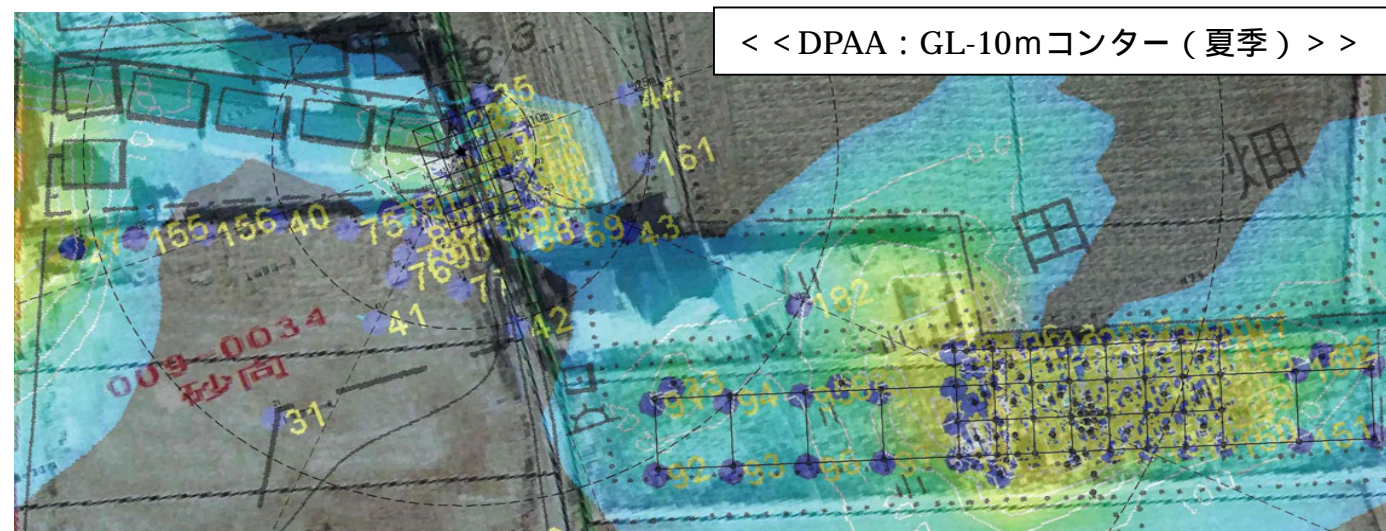


図4.4.7 1m深地温、地下水コンター、埋土層厚および深度10mの地下水DPAA汚染状況図