

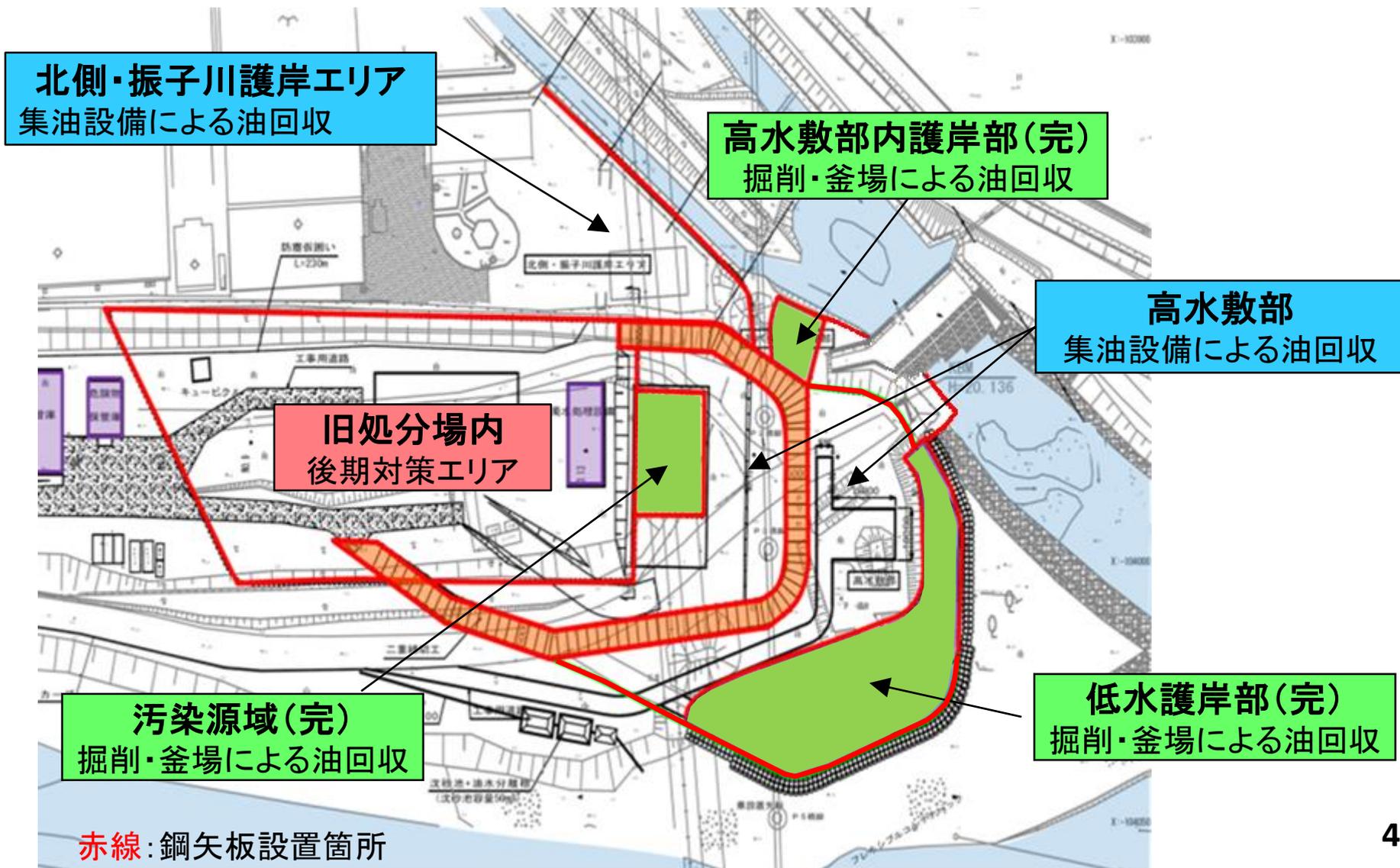
桑名市源十郎新田事案 支障除去対策事業 油回収の状況等について

目次

1. 前期対策の概要
2. 高水敷部及び北側・振子川護岸エリアにおける油回収実績
3. これまでに実施した油回収促進検討
4. 今後の油回収の考え方

1. 前期対策の概要

1-1. 事案地のエリア区分と対策内容



1-2. 支障除去対策事業の実施スケジュール

エリア	対策の内容	対策の実施期間【年次／年度】											
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	
		H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	
		Step 1		Step 2			Step 3~4						
		・油の移動・拡散の防止		・汚染源の除去 ・汚染源域・低水護岸部対策の実施・完了					・旧処分場内の油の回収と処分 ・保管してある油等PCB廃棄物の適正な処分				
前期対策													
全エリア共通	囲い込み工	囲い込み工の実施											
旧処分場外	①汚染源域 (完)	油回収	集油管等による油回収 (掘削後は釜場による油回収)										
		土壌等対策	掘削除去										
	②低水護岸部 (完)	油回収	集油管等による油回収 (掘削後は釜場による油回収)										
		土壌等対策	掘削除去										
	③高水敷部	油回収	集油管等による油回収										
		土壌等対策	追加対策										
	高水敷部内護岸部 (完)	油回収、土壌等対策	掘削除去、釜場による油回収										
	④北側・振子側護岸エリア	油回収	集油管等による油回収										
土壌等対策		追加対策											
後期対策													
⑤旧処分場内	油回収	集油管等による油回収											
	土壌等対策	掘削除去、熱処理等											
全エリア共通	モニタリング・検証	地下水、河川水モニタリング											
	油・廃棄物の保管	P C B 廃棄物の処理情勢を踏まえ一時保管											
	油・廃棄物の処分	処分方法の検討、決定した方法による油等 P C B 廃棄物の処分											
							【中間検証】 【実施計画変更】						

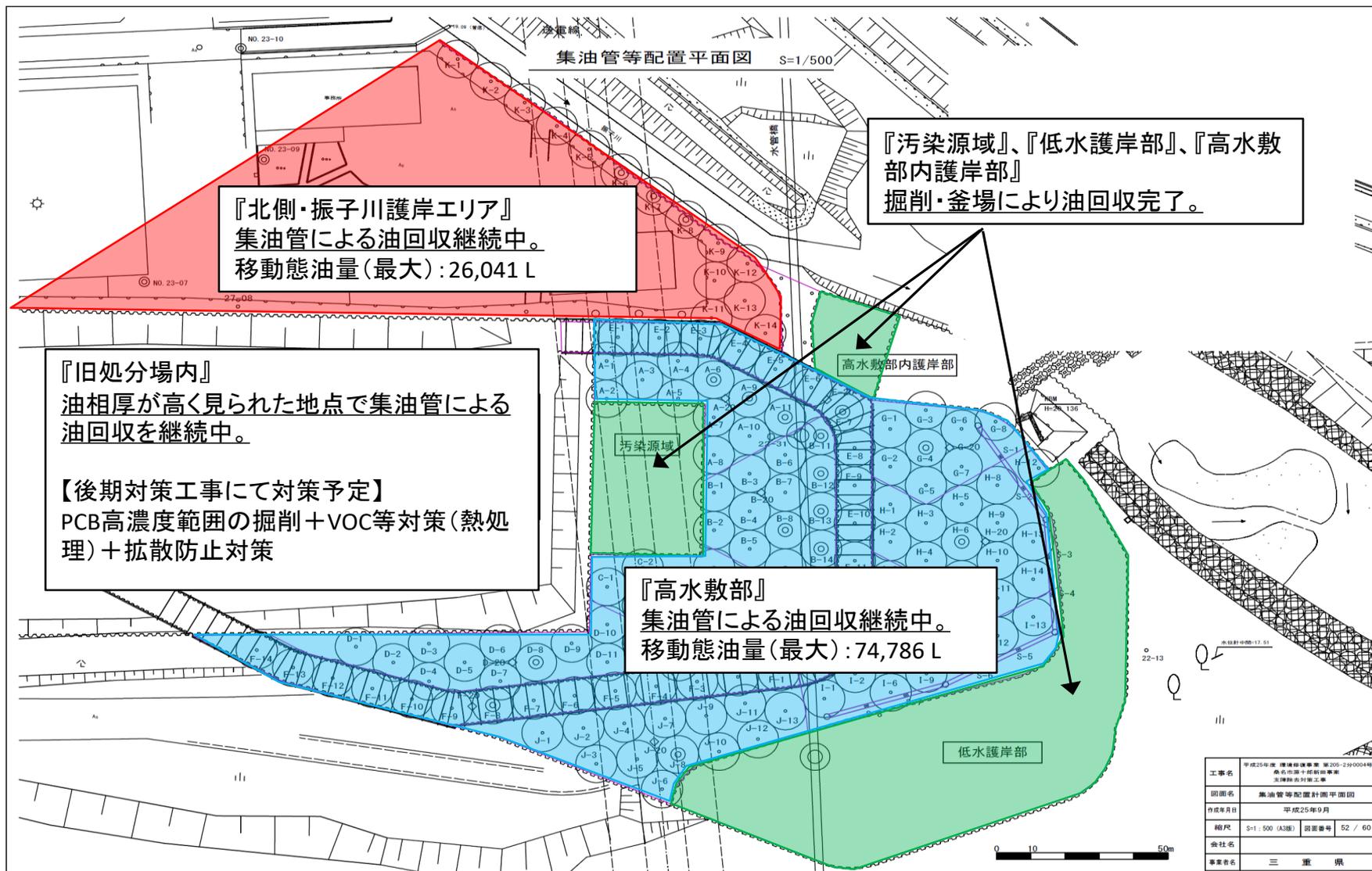
1-3. 第7回技術検討専門委員会における中間検証結果

対策エリア	中間検証の考え方	対策内容	中間検証結果
① 汚染源域	対策の完了を確認する。(汚染原因である廃棄物の除去完了、油相の消滅及び汚染土壌対策の完了)	<ul style="list-style-type: none"> ●掘削・釜場による油回収完了 ●高濃度PCB廃棄物、汚染土壌を除去 ●埋戻し以後、油膜及び水質基準超過なし。 	対策完了。
② 低水護岸部	対策の完了を確認する。(油相の消滅および汚染土壌対策の完了)	<ul style="list-style-type: none"> ●掘削・釜場による油回収完了 ●汚染土壌を除去 ●埋戻し以後、油膜及び水質基準超過なし。 	対策完了。
③ 高水敷部	継続して観測井戸におけるモニタリング等を実施し、油相の状況等を把握する。中間検証では、その対策効果について検証し、さらなる対策の必要性を検討する。	●集油設備による油回収を実施 (移動態油回収の進捗率56～73%)	油回収を継続する。 移動態油回収後、さらなる対策の必要性等について再検証する。
	高水敷部内護岸部	対策の完了を確認する。(油相の消滅および汚染土壌対策の完了)	<ul style="list-style-type: none"> ●掘削・釜場による油回収完了 ●汚染土壌を除去 ●埋戻し以後、油膜及び水質基準超過なし。
④ 北側・振子川護岸エリア	継続して観測井戸におけるモニタリング等を実施し、油相の状況等を把握する。中間検証では、その対策効果について検証し、さらなる対策の必要性を検討する。	●集油設備による油回収を実施 (移動態油回収の進捗率56～73%)	油回収を継続する。 移動態油回収後、さらなる対策の必要性等について再検証する。

対策エリア	中間検証の考え方	今後の対応
⑤ 旧処分場内	旧処分場内の具体的対策については、Step1対策期から継続して検討を進め、PCB廃棄物の処理体制の整備状況を踏まえ、中間検証時に最適な油回収方法を決定する。その際には、Step2から恒久対策として油回収を行っている他のエリアの検証結果を参考とする。	前期対策の実施状況や後期対策区域の実態を踏まえ、最適な対策工法を選定し、対策を実施する。

2. 高水敷部及び北側・振子川護岸エリアにおける 油回収実績

2-1. 各エリアごとの油回収の概要



2-3. 油回収量の状況(油回収実績と平均油相厚の減少)

高水敷部、北側・振子川護岸エリアにおける集油設備による油回収実績量は約 **77,542 L** となった。

(平成27年5月～令和2年3月)

また、両エリアの集油井戸(141本)における月平均油相厚は20.2 cmから18.3 cm減少し、**1.9 cm** となった。

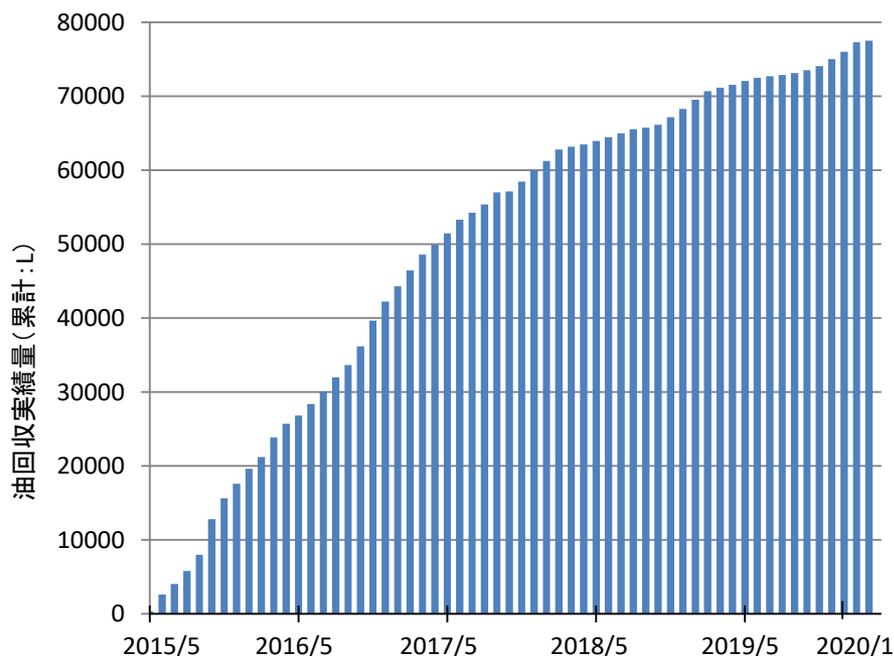
(平成27年5月～令和2年3月)



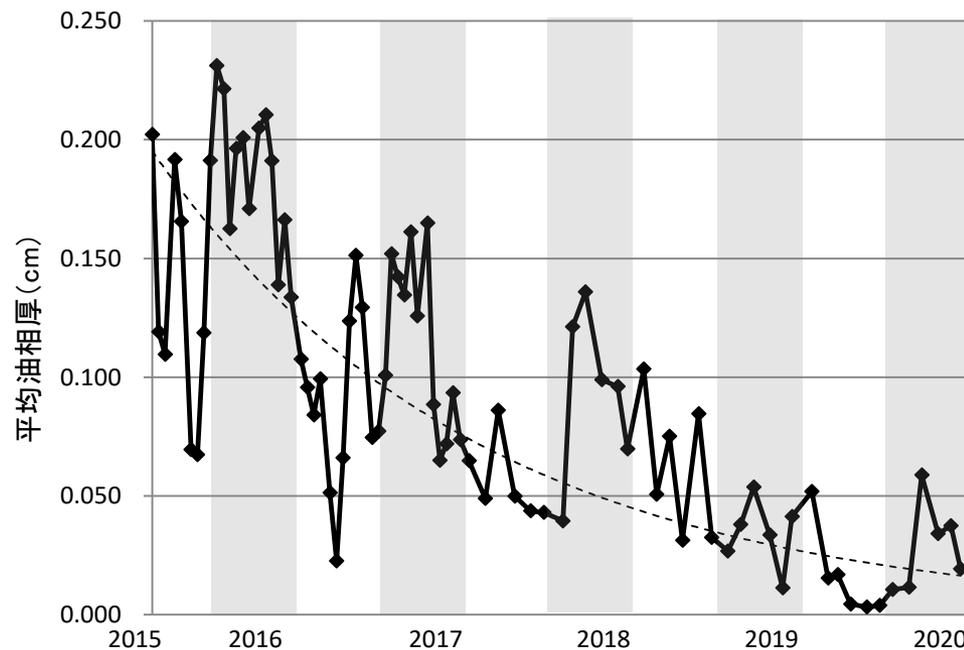
ベルトスキマーによる油回収



ポンプによる油回収



油回収量の累計



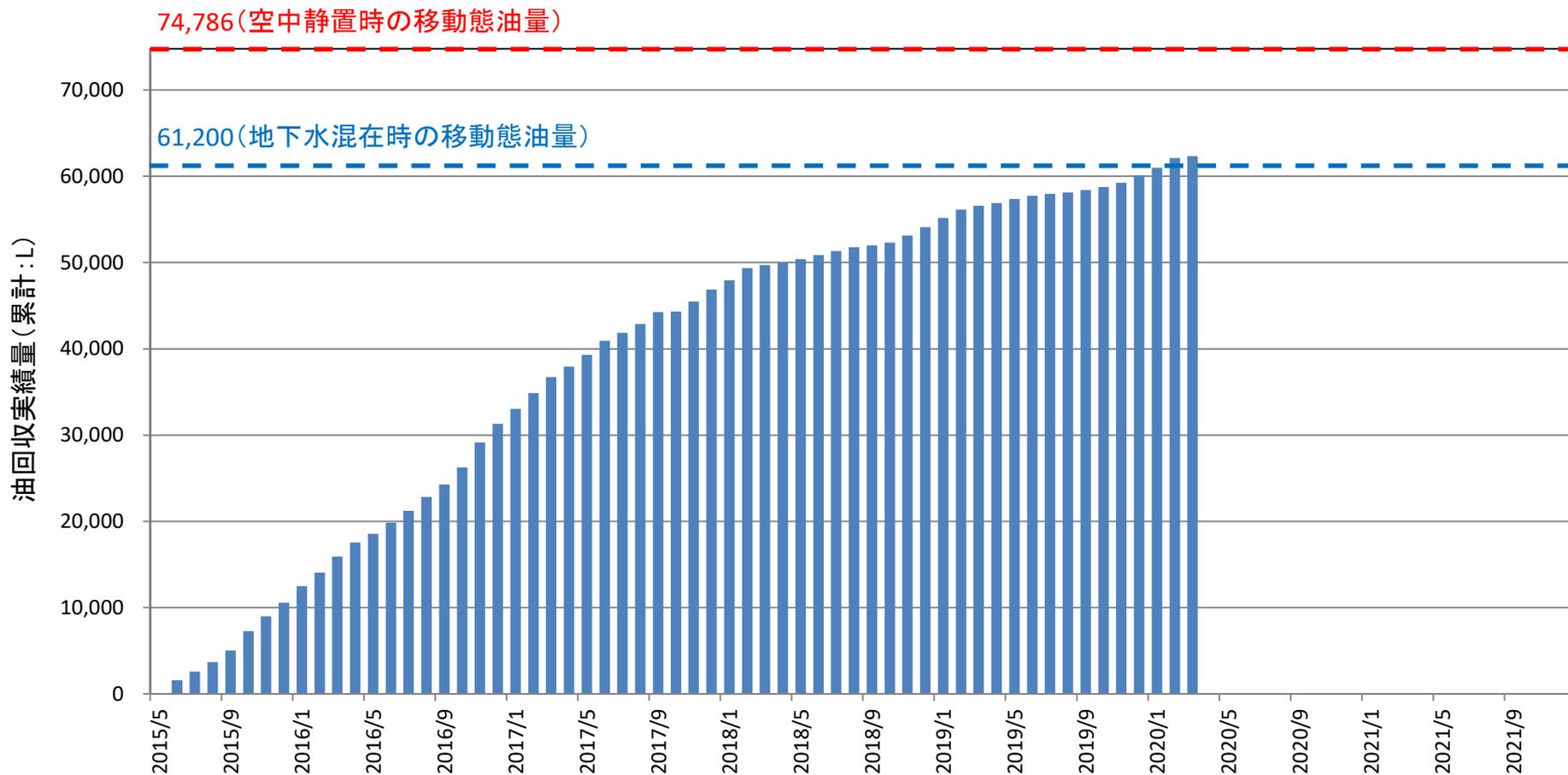
月平均油相厚の変動(着色部分:10~3月)

※集油井戸141本の単純平均値

2-4. 高水敷部の累積油回収量

これまでの累積油回収量(2015年5月～2020年3月)：62,335 L

空中静置時の移動態油量推定：74,786 L 地下水混在時の移動態油量推定：61,200 L



※ 移動態油量 = エリア面積 × 年間平均油相厚(2015年5月～2016年4月) × 土壤間隙率(0.14) × 移動油割合(0.45～0.59) + 2016年4月までに回収した油量

2-5. 高水敷部の油回収進捗評価

1. 前スライドの累積油回収量から、地下水混在時における移動態油量はほぼ回収できている状況であり、地下水位が上昇する夏季においては、移動態油はごく少量になっていると考えられた。

【室内実験結果から算出】

空中静置時の移動油割合：59%

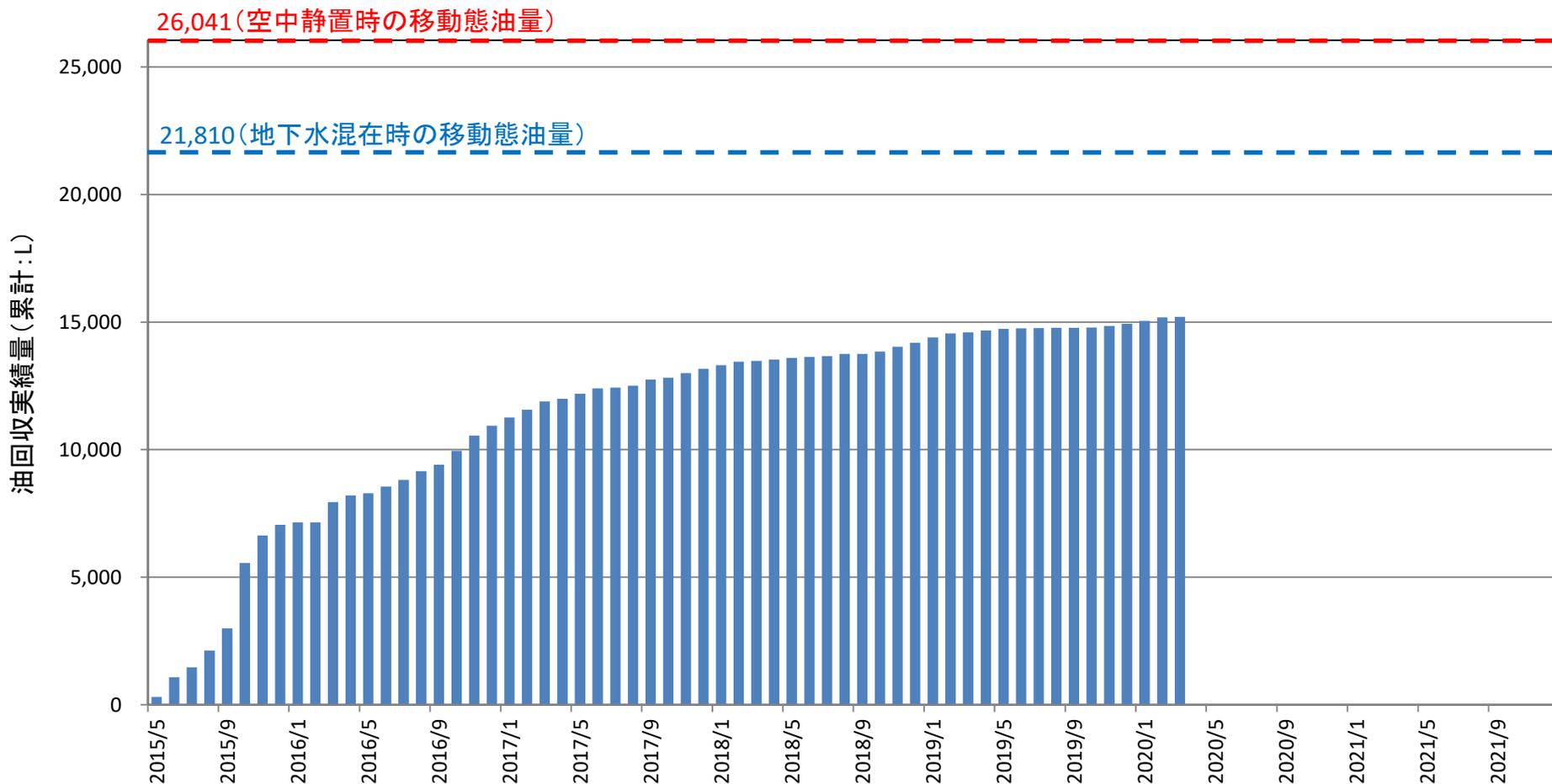
地下水混在時の移動油割合：45%

2. 実際、事案地における油相厚調査においても、高水敷部の月平均油相厚の直近夏季(2019年4月～9月)の平均値は1.67 cmと、ごく少量となっている。このことから、設定した移動態油量は、一定信頼できる値と思われる。
3. 直近の冬季(2019年10月～2020年3月)における平均油相厚は3.05 cmであり、地下水位の低下に伴い回収可能な移動態油量が残存しているものと考えられた。
したがって、対策完了に向けて油回収効率を向上させ、油回収を継続していく必要がある。

2-6. 北側・振子側側護岸エリアの累積油回収量

これまでの累積油回収量(2015年5月～2020年3月) : 15,207 L

空中静置時の移動態油量 : 26,041 L 地下水混在時の移動態油量 : 21,810 L



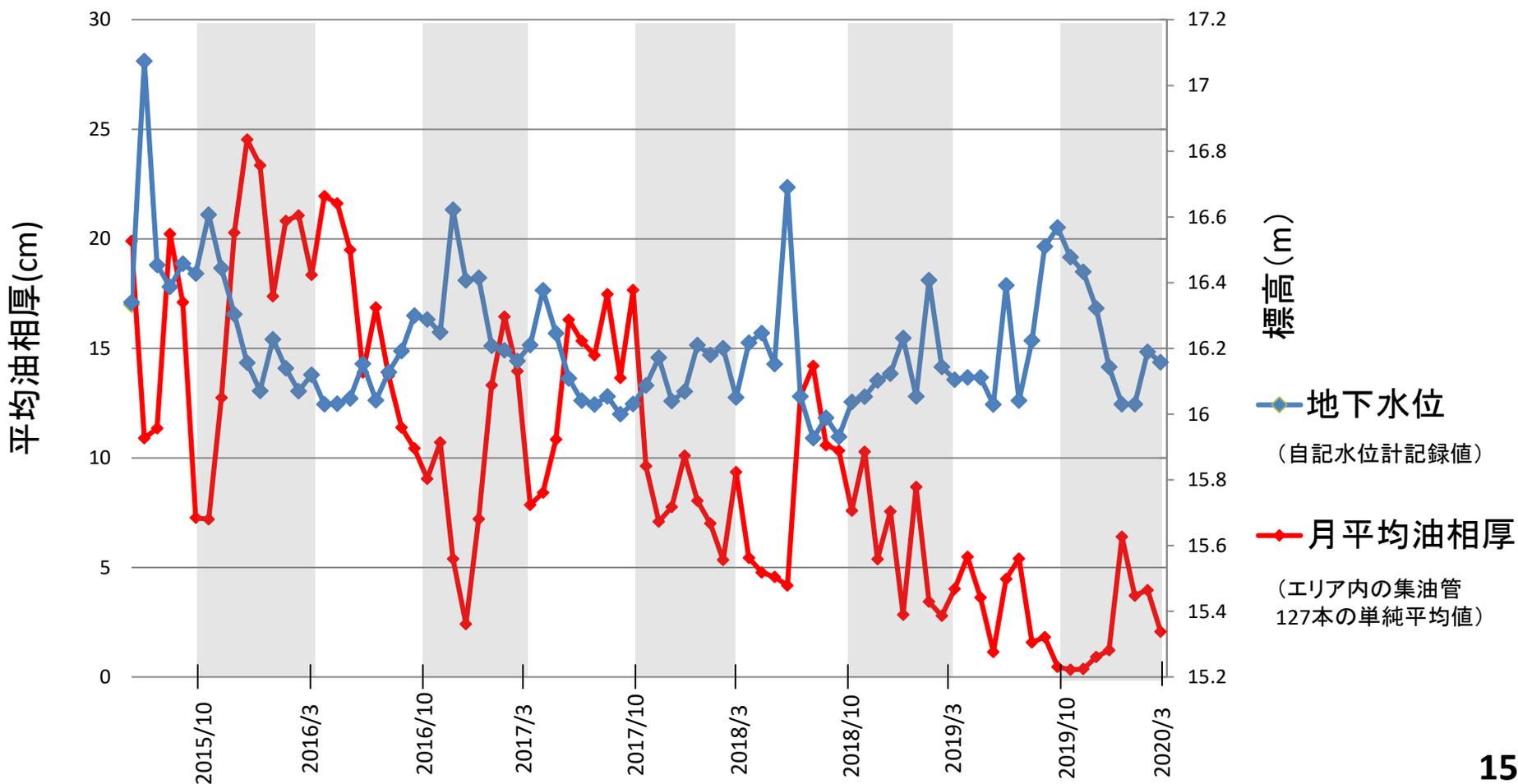
※ 移動態油量 = エリア面積 × 年間平均油相厚(2015年5月～2016年4月) × 土壌間隙率(0.14) × 移動油割合(0.45～0.59) + 2016年4月までに回収した油量

2-7. 北側・振子川護岸エリアの油回収進捗評価

1. 北側・振子川護岸エリアは工業用地として利用されているため、設置することのできた集油管の本数が少なく、その位置も下流側矢板付近に集中している。一方、移動態油はエリア全体に拡散していると考えられるため、高水敷部と同様の方法で移動態油量を推定することは難しいと思われた。
2. 直近の冬季(2019年10月～2020年3月)における平均油相厚は0.92 cmと、ごく少量となっており、移動態油の回収は進んでいるものと考えられた。
3. しかし、油相が消失したわけではなく、油の回収は継続して実施できていることからエリア内に移動態油は残存している。
したがって、対策完了に向けて回収効率を向上させ、油回収を継続していく必要がある。

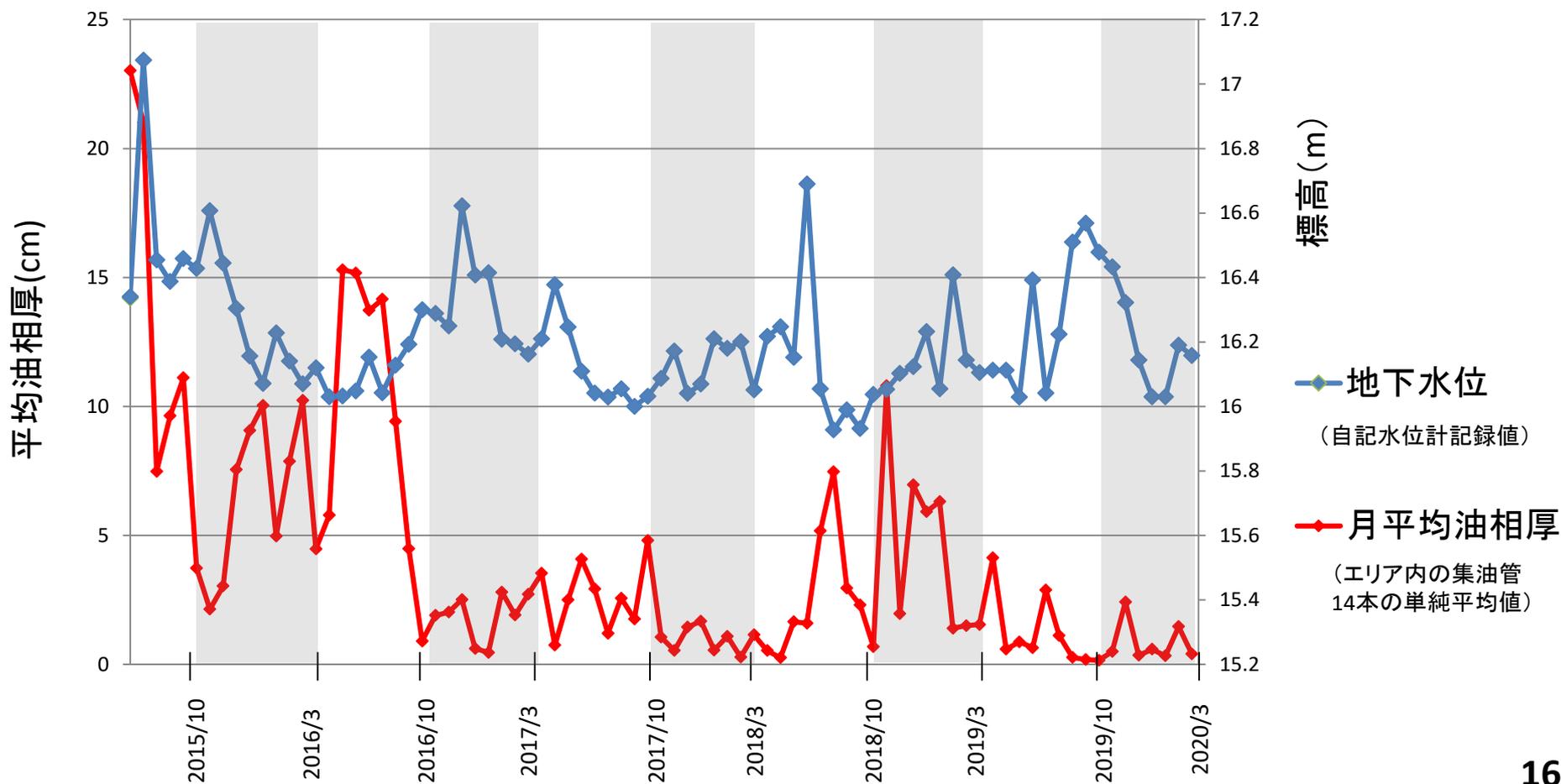
2-8. 高水敷部の地下水位の変動と油相厚

地下水位が低下する時期に油相厚が増加し、地下水位が上昇する時期に油相厚が減少する傾向。



2-9. 北側・振子川護岸エリアの地下水位の変動と油相厚

集油管の数が少ないことから平均油相厚は大きく変動しているが、高水敷部と同様、地下水位が低下する時期に油相厚が増加し、地下水位が上昇する時期に油相厚が減少する傾向。



3. これまでに実施した油回収促進検討

3-1. 油回収促進に係る検討

検討① 『北側・振子川護岸エリアにおける揚水・注水試験』

<実施内容>

単独揚水・群揚水によって水位勾配を形成させ、周辺の集油管と比較して油相の形成に変化が見られるかを調査した。

<実施期間>

平成28年2月9日～2月13日

検討② 『高水敷部における温水循環試験』

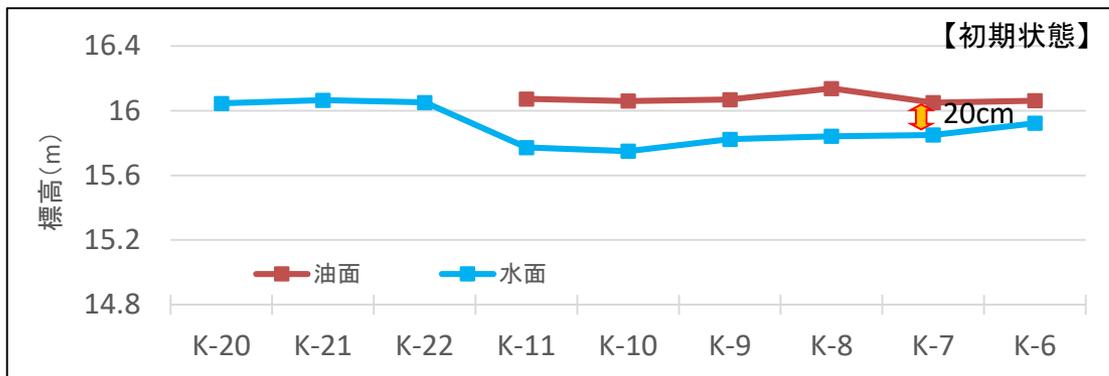
<実施内容>

揚水した地下水を加熱した後注水し循環させることで、地下水温度及び油相温度の上昇させ、油相の形成に変化が見られるかを調査した。

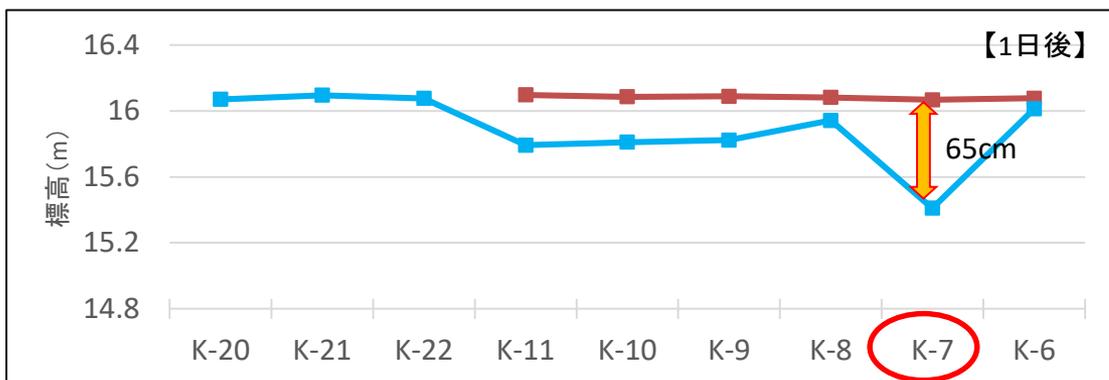
<実施期間>

平成28年7月19日～8月10日

3-3. 単独揚水試験結果

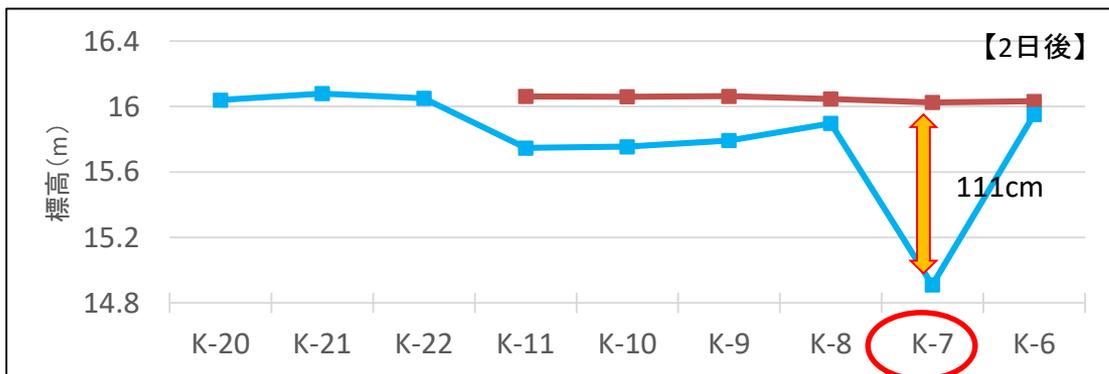


揚水開始前の初期状態では、K-7の油相厚は隣接するK-6、K-8と比較して明確な差は見られない。



揚水開始から1日後

揚水井戸 (K-7) にて地下水面が大きく下降し、油相厚が増加した。しかしながら、隣接するK-6、K-8では、揚水による地下水位の低下は見られなかった。

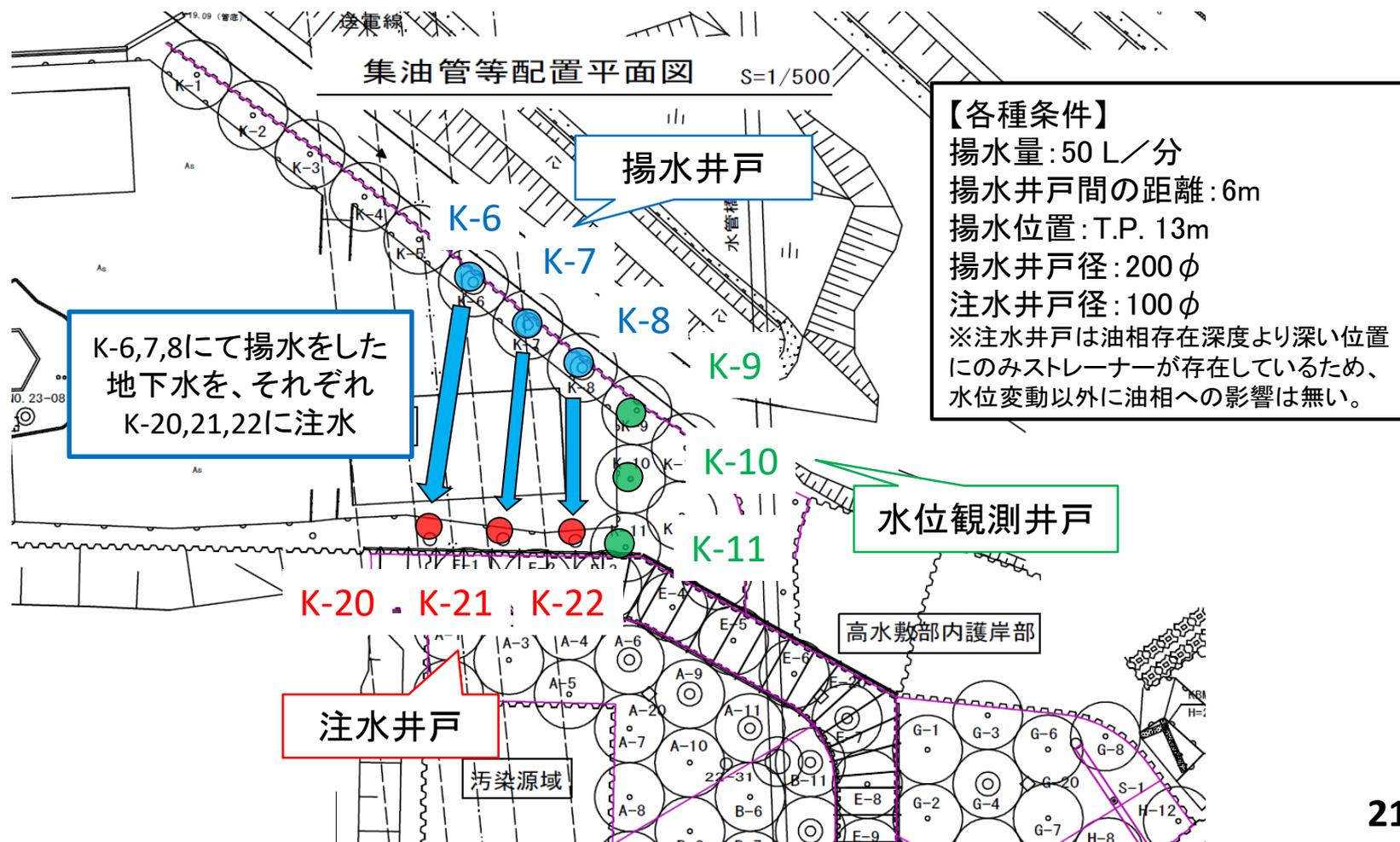


揚水開始から2日後

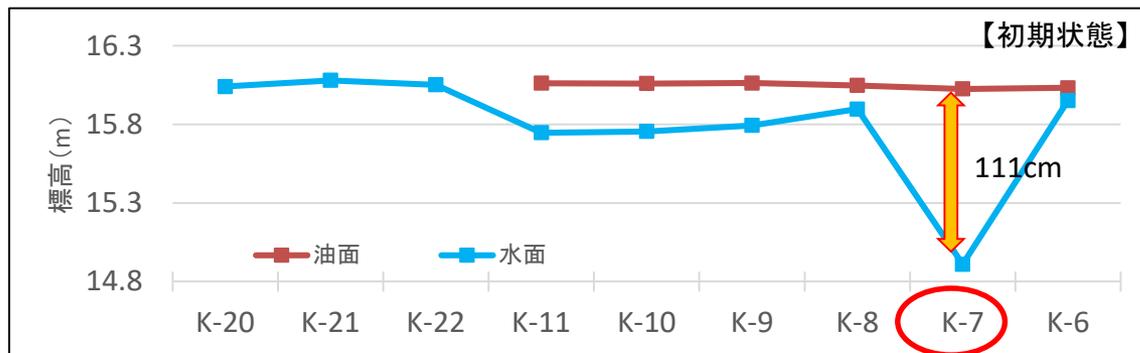
K-7の地下水位はさらに下降し、油相厚が増加した。一方、K-6、K-8における地下水位の低下は見られなかった。

3-4. 揚水・注水試験の実施内容(群揚水)

K-6,7,8から揚水ポンプを用いて油相下の地下水のみを揚水し、それぞれK-20,21,22に注水。その際の揚水・注水井戸及び周辺観測井戸における地下水位、油相の変化を調査した。

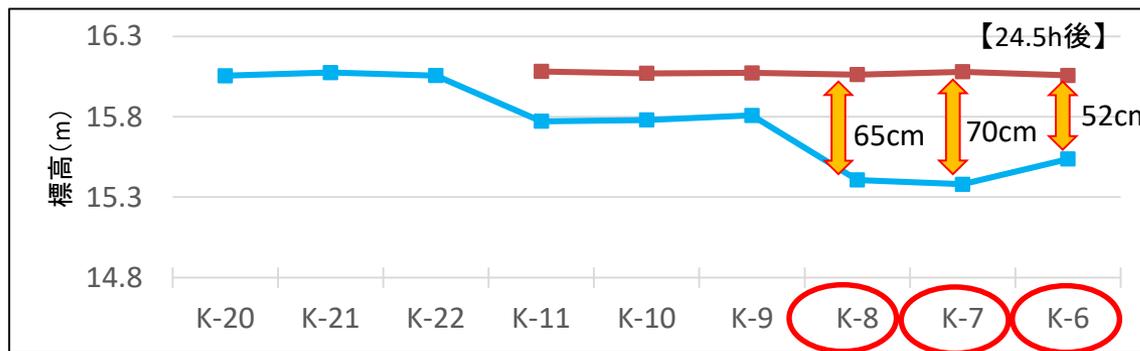


3-5. 群揚水試験結果



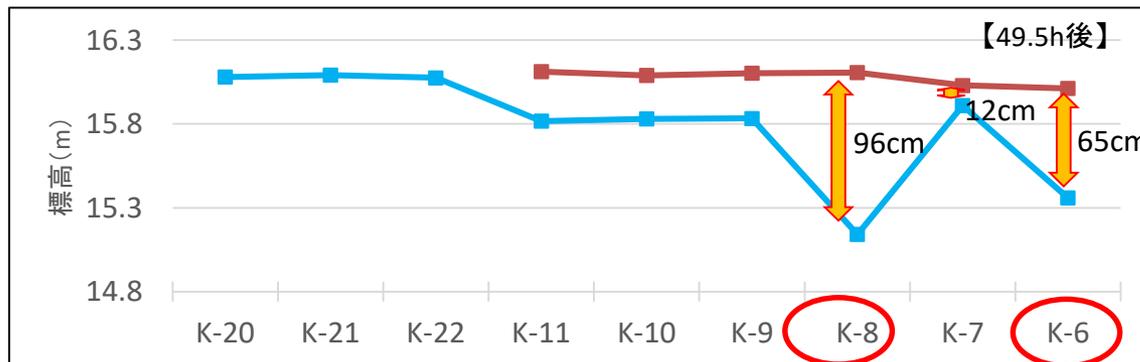
K-7における単独揚水時を初期状態とする。

K-7に加えて、K-6、K-8の揚水を開始



3地点揚水でも液面勾配は見られない。揚水した井戸にて油相厚が増大。

K-7地点での揚水を停止 (K-6、K-8地点での揚水は継続)



揚水を停止したK-7にて油相厚が激減。隣接する両側の井戸で揚水していることに対する影響は無いと考えられた。

3-6. 揚水・注水試験の結果・考察

<揚水・注水試験結果>

1. 揚水ポンプを用いて井内の水位を低下させることで、周辺に拡散している油の流入が促進され、井内の油相厚が上昇した。
2. 現在の集油井設置間隔では、揚水井に隣接する集油井の水位までは低下させることは難しいと思われた。



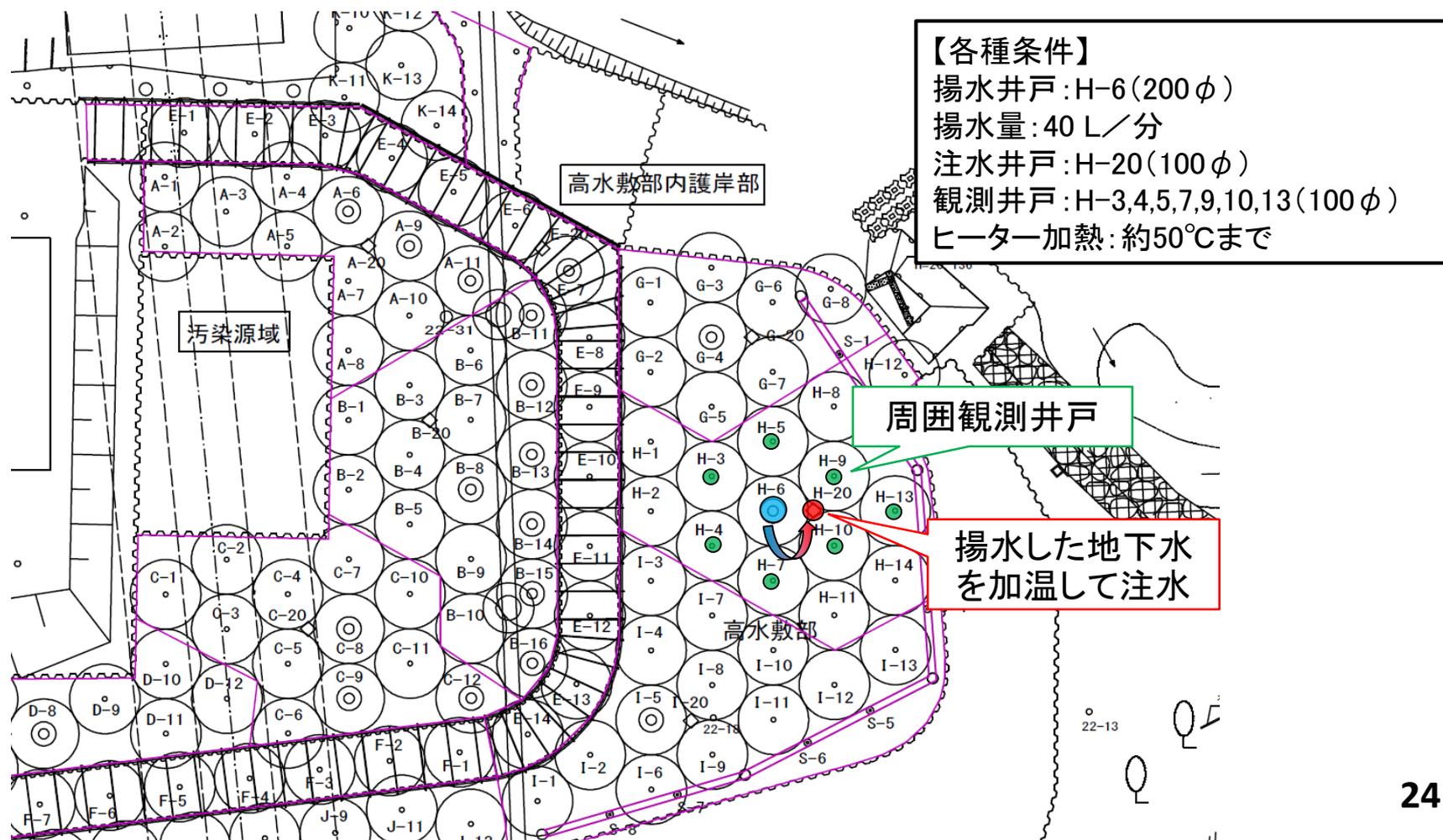
周辺に油が拡散していると思われる集油管にて、揚水により管内の油相厚を上昇させることで、油回収効率を向上させることができると考えられた。

<課題>

揚水により油相厚が増大しているが、地下水の流入によりコロイド状態となっている可能性がある。したがって、増大した油相の状態を確認し、効果的に油を回収することができる方法を検討する必要あり。

3-7. 温水循環試験の実施内容

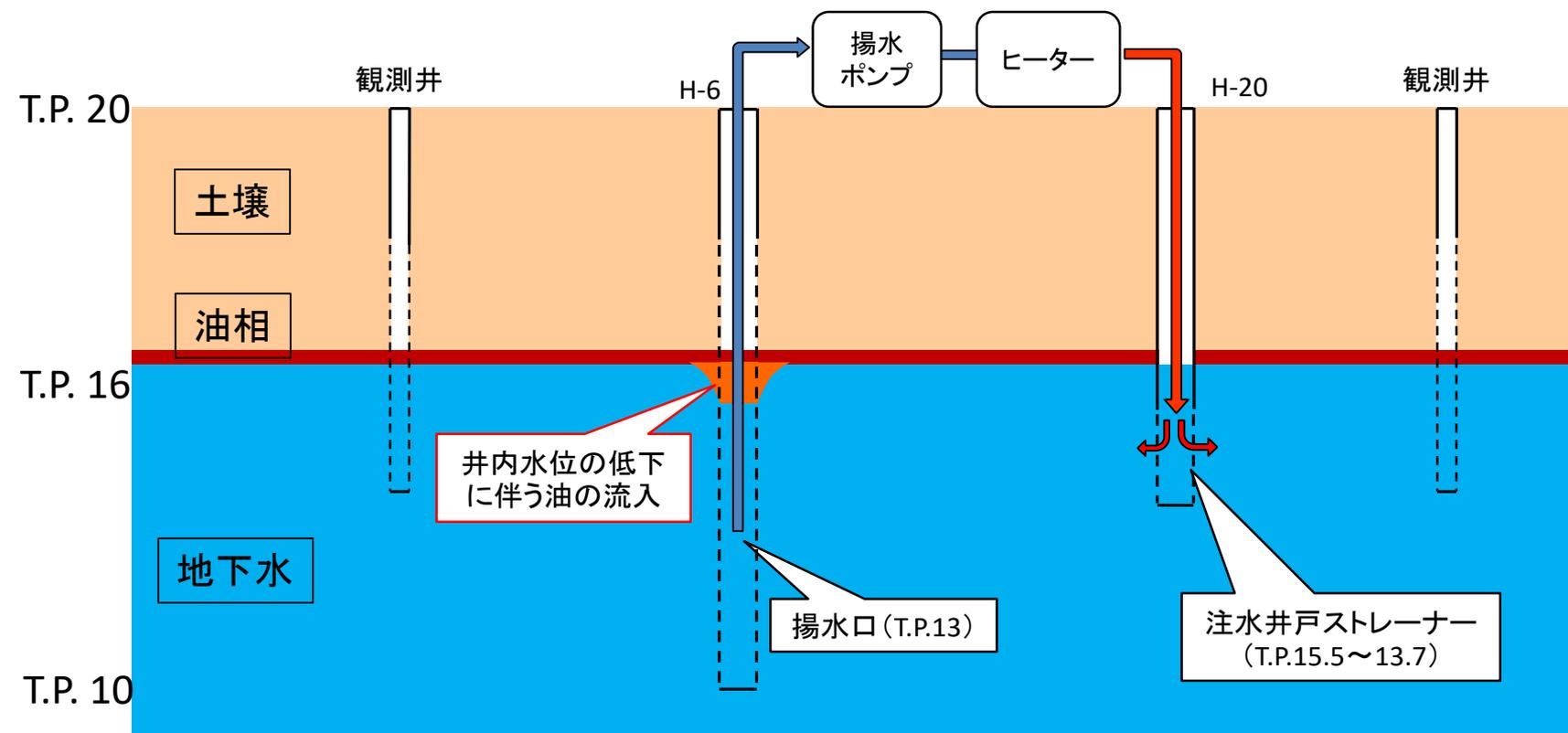
H-6から揚水ポンプを用いて油相下の地下水のみを揚水し、ヒーターで加温。加温後の地下水をH-20に注水して地下水温度及び油相温度を上昇させる。その際の、揚水井戸における地下水位、油相の変化を調査した。



3-8. 試験地点周辺の断面模式図

1. 揚水井戸内のT.P.13にポンプ揚水口を設置して井戸内の水位を低下させ、周辺に拡散している油の流入を促進させる。
2. 揚水した地下水をヒーターで加熱した後、注水（注水井戸ストレーナー位置T.P.15.5～13.7）し、地下水及び水面上の油相の温度を上昇させ、油の流動性を高める。

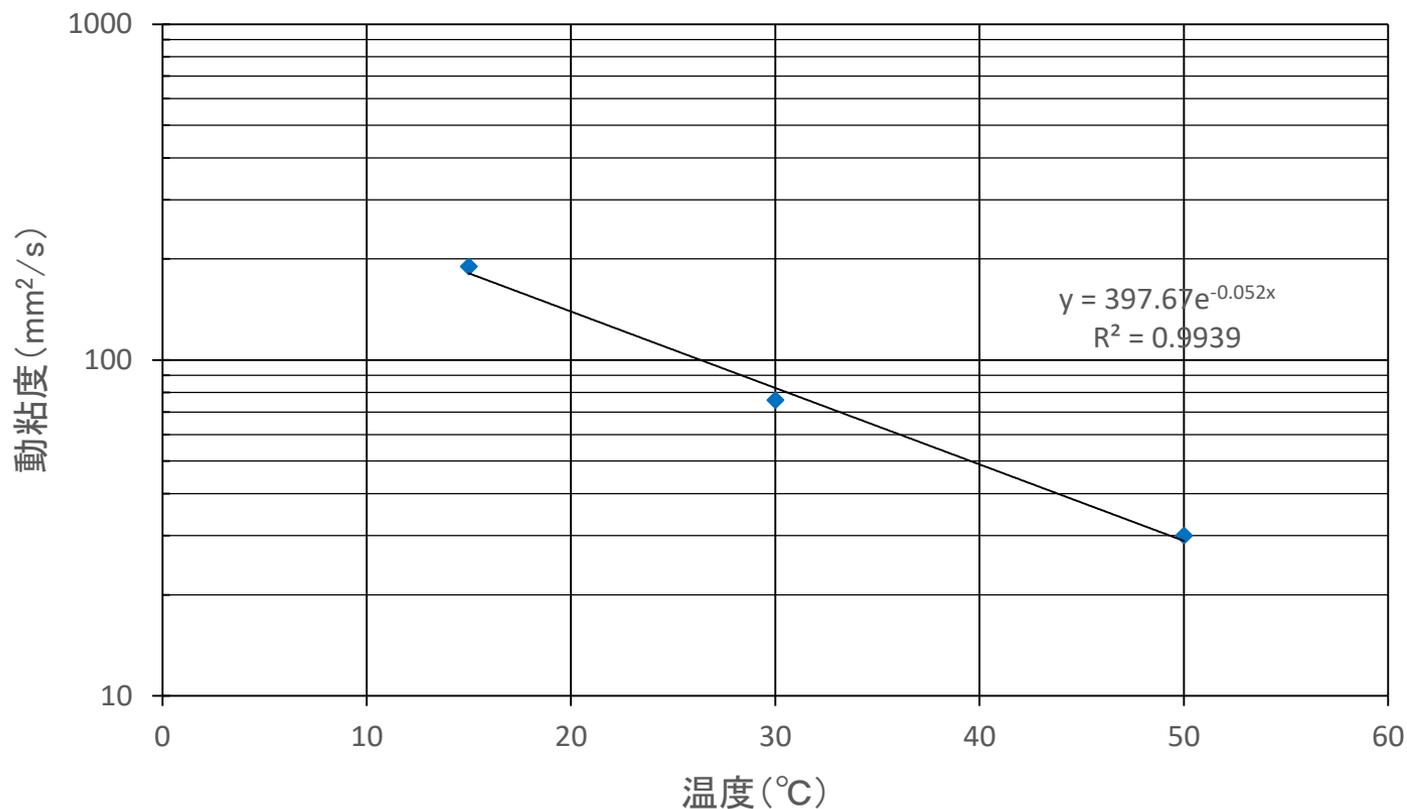
<試験地点周辺の断面模式図>



3-9. 試験地点周辺に拡散している油の動粘度

参考として、H-8から回収した油の温度変化に伴う動粘度の推移を下図に示す。
温水循環により油相温度を50℃まで上昇させることができれば、動粘度は大きく低減(15℃と比較して約6分の1)し、井内の油相厚に影響がみられると想定された。

試験地点周辺から回収した油の温度変化による動粘度推移

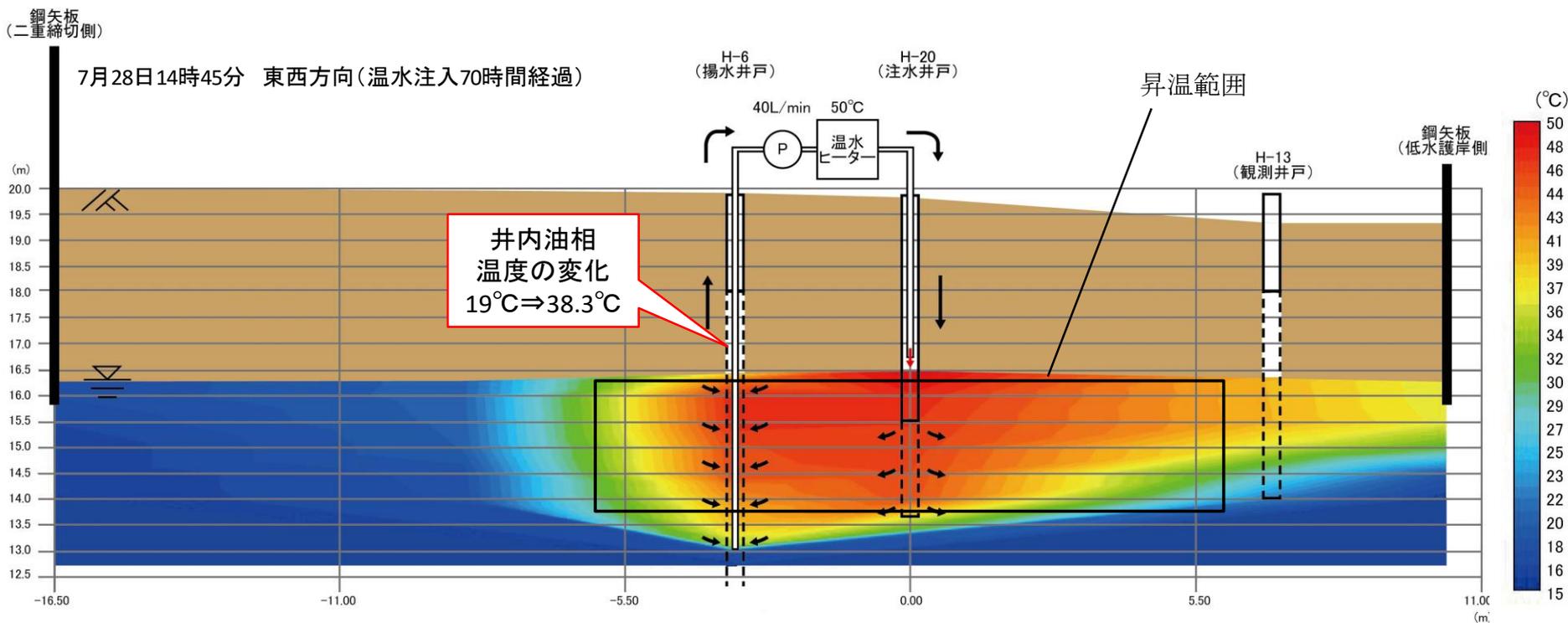


3-10. 温水循環による地下水温度の変動結果(断面図)

1. 温水循環に伴い、注水井戸を中心とした地下水温度の上昇を確認。
2. 温水は密度が小さく地下水面上付近に集まることから、地下水面上に存在する油相温度の上昇を確認。

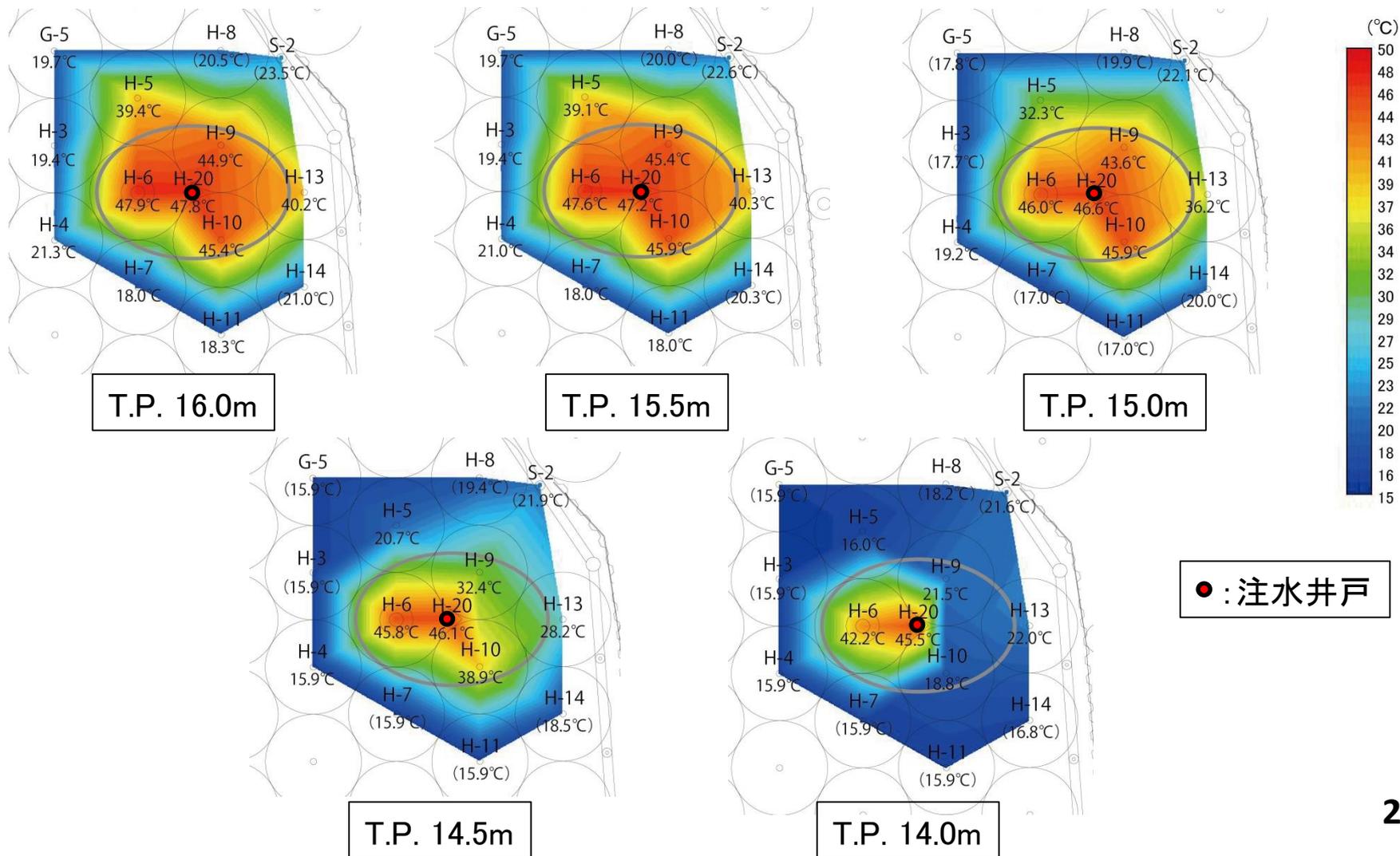
⇒ H-6における油相温度の変化(19°Cから38.3°C)

<温水循環開始から70時間経過後の注水箇所付近断面図>



3-11. 温水循環による地下水温の変動結果(平面図)

温水循環開始から70時間経過後の注水箇所付近の各深度毎の平面図は以下のとおり。
 ⇒前スライドでも述べたように、地下水面付近を中心に水温の上昇が確認された。

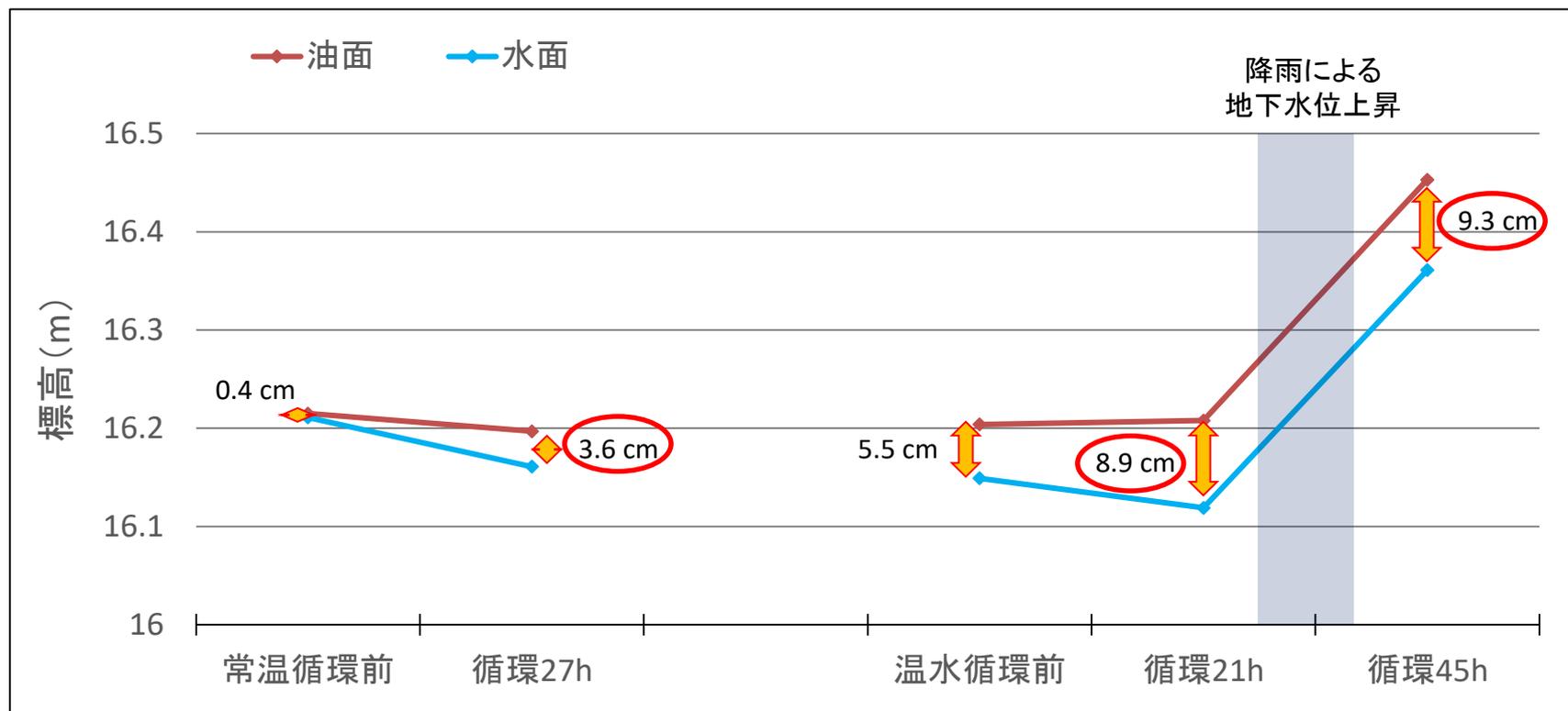


3-12. 常温循環・加温循環中の揚水井戸の油相厚変動

1. 常温循環の結果、地下水面の低下に伴う油相厚の増加が確認。
2. 温水循環の結果においても油相厚の増加が見られたが、常温循環による増加量とさほど変化なし。

⇒油相温度の上昇に伴う特異的な油相厚増加があるとは考えにくい。

<揚水井戸H-6における油面、地下水面の変動>



3-13. 温水循環試験の結果・考察

<温水循環試験結果>

1. 温水循環を行うことで、地下水面上に存在する油相の温度を上昇させることができた。
2. 油相温度を40℃付近まで上昇させたことによる井内油相厚の上昇は、あまり確認されなかった。

温水循環による油回収効率向上は難しいと考えられた一方、揚水による水位低下は油相厚増加に効果的という結果が得られた。



前期対策エリアにおける油回収に、揚水による油回収効率向上策を適用するため、今後検討を進めていく。

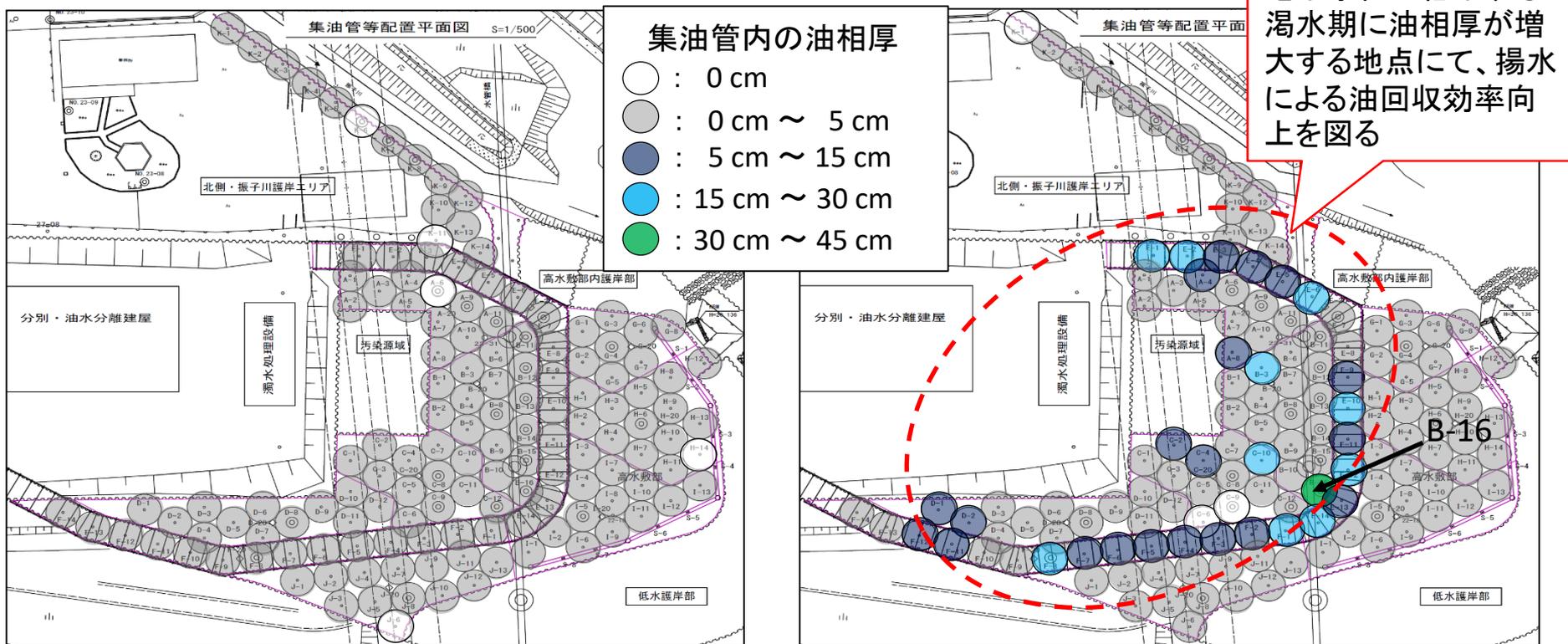
4. 今後の油回収の考え方

4-1. 今後の油回収の考え方

集油管内の油相厚については、対策前と比べて全体的に減少している。

しかし、一部では、(下図に示すように)地下水水位が低下する渇水期に油相厚が増大する地点が見られ、集油管の周辺土壤に移動態油が拡散しているものと考えられた。

したがって、これらの地点にて地下水を揚水し、水位を低下させることで、周辺土壤からの移動態油の流入を促進し、油回収効率を向上させる。



令和元年8月測定のお相厚

令和2年1月測定のお相厚

4-2. 具体的な油回収効率向上策

前スライドにおいて、地下水位の変動によって最も油相が多く見られたB-16を例に挙げて、具体的な油回収効率向上策を示す。

下図のように、B-16井の地下水位が低下した際に油相厚が増加することから、B-16井の周辺土壌のうち、T.P.15.5付近からT.P.15.2付近に移動態油が存在しているものと考えられた。

そのため、B-16井の地下水位が季節変動によりT.P.15.5付近となって油相厚が減少した際に、揚水ポンプを用いて地下水位を低下させることで、周辺土壌に拡散している油の流入を促進し、油回収効率を向上させる。

