

### 3章 行政との連携

#### 3-1 温泉分野

当所は、県内温泉を調査研究している唯一の機関として、日頃から温泉行政との連携を密にして、温泉の保護と有効利用のために尽くしている。特に、箱根温泉、湯河原温泉という全国的にも大きな温泉地を抱える小田原保健福祉事務所温泉課とは、相互に情報提供を行うとともに、共同で現地調査を行うなど、常に連携を図りながら業務を進めている。

##### (1) 自然環境保全審議会温泉部会

自然環境保全審議会温泉部会（以下、温泉部会）は、新たな温泉掘削や動力装置の許可などについて、申請者から出された井戸の掘削工事計画書や揚湯試験結果などから作成された審議資料をもとに外部有識者によって、その可否を審査する場である。

温泉部会の開催にあたっては、事前に温泉行政連絡調整会議がもたれ、申請資料の内容について確認し、審議資料を作成する。

温泉行政連絡調整会議の構成メンバーは、環境衛生課、許認可の申請を受けた各地区保健福祉事務所、それに当所である。

当所は温泉行政連絡調整会議および温泉部会において、資料作成や審査に関わる技術的な助言を行っている。

##### (2) 温泉保護対策調査

県庁の温泉行政担当課（現在は環境衛生課）からの委託で、県内の温泉保護のための調査を毎年実施している。調査対象は、年度毎に当所と担当課で調整して決定される。調査結果は毎年度末に県庁の担当課に報告され、温泉の保護行政のための重要なデータとなっている。1990（平成2）年以降の温泉保護対策調査の概要を以下にまとめた。



写真3-1-1 湯本・総湯の調査(2004年4月)



写真3-1-2 中川温泉の調査(2007年7月)

1990（平成2）年

1990（平成2）年に箱根湯本温泉及び塔之沢温泉の一斉調査を実施し、温泉成分を把握した。1970（昭和45）年、1980（昭和55）年に実施した一斉調査と比較した結果、溶存成分の減少が著しく、1970（昭和45）年と比較して平均温度で2.5℃、塩化物イオン（平均）で160mg/L減少していた（写真3-1-1）。

1991（平成3）～1993（平成5）年

1991（平成3）～1993（平成5）年には、湯河原町の温泉集中化事業の実態を調べるため、集中化完了前に代表的な10源泉を選んで、それぞれ年4回調査を実施した。大部分の源泉の季節変動は泉温で1～2℃、揚湯量で5～10L/min程度の範囲であったが、中には泉温が10℃以上変化する源泉や、揚湯量が50L/min以上変化する源泉も認められた。

1994（平成6）年

1994（平成6）年には、中川温泉の4源泉について月1回の現地調査を行い、過去のデータとの比較を行った。その結果、1968（昭和43）年～1993（平成5）年の25年間で、湧出量が300L/min（34%）、熱量が10500kcal/min（37%）減少したことが判った。静水位の低下も認められ、1981（昭和56）年～1994（平成6）年に約50cm低下していた（写真3-1-2）。

1995(平成7)年

1995(平成7)年には、七沢温泉の調査を実施し、過去のデータとの比較を行った。七沢温泉は、ローム層中の温泉と基盤岩中の温泉に二分されるが、基盤岩中の温泉の開発が急増した結果、湧出量の減少、水位低下、水質の浅層地下水化などの影響が現れており、枯渇化が進行していると結論づけられた。

1996(平成8)年

1996(平成8)年は、横須賀温泉の実態調査を実施した。自然湧泉では湧出量、成分に経年変化が認められたが、動力揚湯の温泉では湧出量、成分とも比較的安定していた。

1997(平成9)～1998(平成10)年

1997(平成9)～1998(平成10)年は、川崎温泉の計18源泉について実態調査を実施した。その結果を基に、総溶容量が少ない(1000mg/L未満)タイプ、溶容量が多く(1000mg/L以上)硝酸イオンが少ないタイプ、溶容量が多く(1000mg/L以上)硝酸イオンが多いタイプの3つに区分できるとした。

1999(平成11)年

1999(平成11)年は、大深度温泉8源泉の経年変化について取りまとめ、安定している源泉はあるものの、地域によって過剰揚湯による枯渇化の進行や浅層地下水の混入が推定される源泉もあり、一括した規制ではなく地域や個別のメニューにより揚湯量の削減等を検討する必要があると結論づけている。

2000(平成12)年

2000(平成12)年は、横浜市南区、港北区、中区及び鶴見区の13源泉について、温度、揚湯量、化学成分の測定を行った。温度は16.6～19.4℃、成分総計は727～1940mg/Lであり、ナトリウムイオンと炭酸水素イオンの比率が高いことが分かった。

2002(平成14)年

2002(平成14)年には、小田原市根府川(3源泉)、伊勢原市大山(2源泉)、藤野町牧野(3源泉)の大深度温泉井について、源泉間の相互影響を確認するため、揚湯装置の運転状況を稼働から停止、あるいは停止から稼働と切り替えたとき、その影響が近接する大深度温泉井の水位に現れるかどうかについて観測を行った。源泉間の距離は200～2000mである。7源泉について静水位、動水位等の貴重なデータが得られたが、揚湯停止時間が1～3時間程度の短時間



写真 3-1-3、3-1-4 小田原市前川の大深度温泉掘削現場  
(2006年6月)

の調査では、特に影響の有無が判定できるほどの水位変化は認められなかった。この結果はJacobの式などから予想される影響の現れ方とは異なっていることから、大深度温泉が深度数百mの温泉と同じように存在しているのではなく、揚湯に伴う影響が出にくい状態で存在していることが示唆された。そして、影響の有無を判断するためにはさらに長時間、例えば、数日から数十日間の揚湯停止による調査時間が必要であると結論づけた。

2003(平成15)年

2003(平成15)年は、県内に所在する大深度温泉井の位置、深度、温度、湧出量、成分などについて、開発時からの様々な基礎データを整理すると共に、今後の調査研究及び温泉行政に活用できるデータベースを作成した。その主な内容は以下のとおりである。

平成15年度までに神奈川県内では大深度温泉の掘削及び増掘は計173件上程されている。そのうち、深度2000mの掘削申請は7件上程されているが、実際に2000mまで掘削した事例はこれまでにない。



写真3-1-5 湯本・滝通りの温泉調査(2006年6月)

動力申請は、61件上程されており、掘削申請の1/3程度の件数となっている。これは、掘削許可後に取り消したもののや、深度1000mに満たなかったもの等が申請数の半数以上にのぼるためである。

2003(平成15)年3月末現在で県内には51カ所の大深度温泉井が存在し、掘削許可にはなっているものの未完成の源泉は25カ所に上った。掘削深度別にみると、最も深い源泉は深度1800mで2カ所、1500mの源泉が18カ所、1000mが13カ所となっていた。泉質別では、Na-Cl泉が11カ所と最も多く、次いで多い強Na-Cl泉なども併せると、半数近い24カ所が塩化物泉となっていた。また、大深度温泉井の年度別源泉数の推移から、平成になって以降急激に大深度温泉の数が増加していることもわかった(写真3-1-3、3-1-4)。

2004(平成16)年

2004(平成16)年は、小田原保健所管内のうち湯本地区及び小田原地区、平塚保健所管内、厚木保健所管内の大深度温泉井について、現地調査を行い、現状を把握すると共に、採水して主要化学成分および酸素・水素同位体比の分析を行った。掘削直後のデータと比較して経時変化をみると、少なくとも小田原地区の温泉1本は枯渇化が進行していることが明らかになった。他の源泉についても枯渇化の可能性が認められたが、過去のデータ量が少なく、今後のデータの積み重ねが必要であるとしている。

2005(平成17)年

2005(平成17)年は、小田原保健所管内のうち湯河原地区(5源泉)及び箱根上地区(3源泉)の大深度温泉井について、採水を行い、主要化学成分および酸素・水素同位体比の分析を行った。過去のデータと併せて検討した結果、湯河原地区については、多少の変化はみられるものの、現在のところ枯渇化は進行していないと判断された。箱根上地区については、元箱根に掘削された源泉について、枯渇化が進行している可能性が認められた。

2006(平成18)年

2006(平成18)年は、箱根湯本温泉及び塔之沢温泉の源泉78カ所について現地調査を行い、成分分析を実施した。温泉地学研究所が行った過去3回(1970(昭和45)年、1980(昭和55)年及び1990(平成2)年)の一斉調査と共通する38源泉について比較した結果、最初の調査である1970(昭和45)年からみると、平均値で泉温は3.2℃低下し、揚湯量は15 L/min減少していることが判った。また、箱根湯本温泉の主要成分であるナトリウムイオン、塩化物イオンは減少傾向が認められ、さらにはカルシウムイオン、硫酸イオンにも減少傾向が認められた。これに対して炭酸水素イオンは僅かではあるが増加しており、浅層地下水の混入による温泉水の冷水化が懸念された。しかし、1970(昭和45)年から1990(平成2)年までの間では主要成分が大きく減少する傾向にあったものが、1990(平成2)年から2006(平成18)年にかけての間は減少は緩やかになっていて、成分の変化にある程度歯止めがかかっている様子が見受けられた。これは、県の実施してきた温泉保護対策が功を奏し始めていることも考えられ、今後の推移に注目する必要がある(写真3-1-5)。

2007(平成19)～2009(平成21)年

2007(平成19)～2009(平成21)年には、箱根湯本地区を除く箱根



写真3-1-6 湯の花沢の源泉調査(2004年7月)



写真3-1-7 芦之湯の源泉調査(2004年2月)

温泉の実態調査を計 160 源泉について行い、成分分析を実施した。2009(平成 21)年は、さらに湯河原温泉の実態調査を行い 93 源泉について成分分析を実施した。これらの調査により、2006(平成 18)年の箱根湯本地区の調査と併せて、ある定まった期間での箱根温泉及び湯河原温泉のほぼ全ての源泉の実態を把握することができた。これは、現状把握という観点だけでなく、今後の温泉保護のためのデータベースを作成したという意味でも、非常に意義が大きいものであった。今後も、5 年や 10 年といった一定の間隔で定期的にデータを収集し積み重ねていくことが望まれる(写真 3-1-6、3-1-7、3-1-8)。

2009(平成 21)年

2009(平成 21)年からは、温泉付随ガスについて成分比の委託分析を実施している。2009(平成 21)年は、県東部の大深度温泉を中心に 6 源泉について実施した結果、可燃性天然ガスを含む源泉の付随ガスは大部分がメタンであり、エタンなど炭素原子が 2 つ以上結合した炭化水素ガスはほとんど含まれていないことが分かった。また、炭素同位体組成分析などから、今回調査した付随ガス中のメタンは、微生物起源であることがわかった。

### (3) 試験検査(温泉分析など依頼試験)

一般の源泉所有者などから依頼を受けて温泉成分の分析などを実施する「試験検査」は、設立当初より重要な業務の一つとして位置づけられてきた(写真 3-1-9)。主な試験検査項目は、温泉小分析、温泉成分分析(中分析)、定量分析、電気・温度検層である。また、東京都渋谷区で 2007(平成 19)年に起きた温泉利用施設における爆発事故を契機として、2008(平成 20)年 10 月より、温泉に付随する可燃性天然ガスの測定試験を実施している。

温泉法には、旅館やホテルなどで温泉を公共の浴用又は飲用に供する場合に、「施設内の見やすい場所に温泉の成分、禁忌症及び入浴又は飲用上の注意を掲示しなければならない」と定められている。



写真 3-1-8 大涌谷造成温泉の調査(2006 年 9 月)



写真 3-1-9 イオンクロマトグラフによる温泉分析(2011 年 10 月)

温泉成分分析(中分析)は、その掲示書の元になる分析書である。当所は、1961(昭和 36)年 11 月 17 日に厚生省(当時)の指定分析機関となり(法改正により現在では登録分析機関に変更)、1991(平成 3)年 10 月の時点で累計 790 件の温泉分析書を発行している(温地研報告第 23 巻第 1 号 30 年のあゆみ(特集号))。

2004(平成 16)年には、温泉偽装事件に端を発して温泉成分の再分析を求める社会的機運が高まったことから、依頼数が増加した。

2012(平成 24)年 12 月末には分析書の発行は累計 1579 件となった。なお、改正温泉法が 2007(平成 19)年 10 月 20 日に施行されて、10 年ごとの温泉成分の再分析と、その結果に基づいて掲示内容を更新することが義務づけられた。表 3-1-1 に、30 年のあゆみ(特集号)以降の 20 年間における試験検査の依頼数を表示した。各種分析試験で得られた結果(情報)は、法律に基づく手続きに利用されるだけでなく、源泉所有者に対する適確なアドバイスや、温泉保護のための行政施策に活用されている。

表 3-1-1 試験検査の依頼数一覧(平成 24 年度は 12 月末現在)

年度	温泉小分析(件)	温泉中分析(件)	定量分析(項目)	電気・温度検層(件)	温泉付随可燃性天然ガス分析(件)
1992(平成4)	2	73	68	3	
1993(平成5)	3	48	72	3	
1994(平成6)	0	27	148	7	
1995(平成7)	6	24	57	1	
1996(平成8)	3	41	126	2	
1997(平成9)	5	37	105	4	
1998(平成10)	2	48	227	4	
1999(平成11)	3	41	172	1	
2000(平成12)	4	25	71	1	
2001(平成13)	9	24	36	2	
2002(平成14)	20	44	28	5	
2003(平成15)	37	31	22	5	
2004(平成16)	37	76	30	1	
2005(平成17)	16	45	34	0	
2006(平成18)	12	28	6	0	
2007(平成19)	18	41	51	4	
2008(平成20)	17	37	2	0	36
2009(平成21)	10	32	3	1	11
2010(平成22)	13	12	13	2	5
2011(平成23)	20	15	2	1	6
2012(平成24)	11	27	8	2	3

### 3-2 地震分野

#### (1) 地震情報の提供

地震観測のテレメータ化が行われた1989(平成元)年以降、観測記録が研究所内で確認できるようになったことから、箱根火山の群発地震や県西部等で有感地震が発生した場合に、これらの活動状況を即時にまとめて、県の防災担当部署、横浜地方気象台等へ地震情報を提供することになった。

現在、総合研究システムによって、観測データを24時間監視し、異常が観測された場合には、自動通知するシステムによって担当所員に知らせるとともに、当所で作成した緊急時措置要領(平成16年1月作成)に基づき、地震情報の提供を行なっている。活動状況によっては、地震予知連絡会や火山噴火予知連絡会、地震調査研究推進本部等への情報提供も行なっている。

地震情報の第1号は、1989(平成元)年7月13日に伊豆半島東方沖の群発地震に伴って微動が観測されたことを報告するものであった。この速報発行の数時間後に伊東沖(手石海丘)で海底噴火(7月13日18時33分頃)が発生したため、伊東市周辺で臨時観測や被害調査を行なった(写真3-2-1~3-2-4)。その後、2011(平成23)年12月現在、115号まで発行されている(表3-2-1)。

これらの情報とは別に、当所で行なっている地震・地殻変動観測結果は、月毎にまとめて関係機関や市町村等(国の機関:4、県機関10、市町村:13、他県:1、その他:12、計40件)へ提供するとともに、当所ホームページで閲覧できるようにしている(ホームページの立ち上げについては1-6(4)参照)。



写真3-2-1 伊東群発地震の臨時観測(1989年7月、伊豆高原のホテルにて)

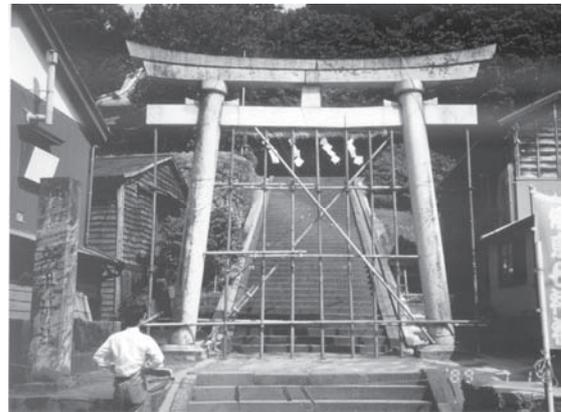


写真3-2-2 伊東市内の鳥居被害(1989年7月)



写真3-2-3 伊東市役所に集まったマスコミ中継車(1989年7月)



写真3-2-4 臨時観測データの確認(1989年7月)

(2) 表 3-2-1 地震速報発行状況

発行年	発行数	備 考	発行年	発行数	備 考
1989 (平成元年)	13	1～8号：伊豆半島東方沖群発地震 (7/11) 9～10号：小田原 (温地研直下) の地震 (M3.0、10/14) 11～13号：小田原 (温地研直下) の地震 (M3.2、10/23)	1999 (平成11年)	1	67号：千葉県北西部の有感地震 (M5.1、9/13)
1990 (平成2年)	1	14号：小田原 (温地研直下) の地震 (M5.3、8/5)	2000 (平成12年)	8	68号：山梨県東部の有感地震 (M4.4、2/11) 69号：箱根群発地震 (4/27) 70号：箱根群発地震 (5/17) 71号：箱根群発地震 (7/6) 72号：新潟近海の有感地震 (M6.2、7/15) 73号：箱根群発地震 (8/30) 74号：箱根群発地震 (9/9) 75号：神奈川県東部の有感地震 (M4.6、9/29)
1991 (平成3年)	5	15号：伊豆半島東方沖の群発地震 (8/21) 16号：小田原 (根府川付近) の地震 (M3.2、8/22) 17号：県西部 (平塚付近) の地震 (M3.7、10/19) 18号：箱根群発地震 (12/7) 19号：伊豆半島東方沖の群発地震 (12/15)	2001 (平成13年)	3	76号～77号：箱根群発地震 (6/12～11/1) 78号：神奈川県西部の有感地震 (M4.7、12/8)
1992 (平成4年)	10	20号：東京湾南部の地震 (M5.7、2/3) 21号：箱根群発地震 (5/11) 21～22号：箱根群発地震 (8/31) 23号：箱根群発地震 (9/14) 24号：神奈川県中部の有感地震 (M4.2、11/8) 25号：山梨県東部の有感地震 (M3.9、11/12) 26号：県西部・湯河原付近の有感地震 (M3.6、11/14) 27号：箱根群発地震 (11/24) 28号：箱根群発地震 (11/30) 29号：箱根群発地震 (12/5)	2002 (平成14年)	3	79号：箱根群発地震 (6/6) 80号：箱根群発地震 (8/26) 81号：箱根群発地震 (12/30)
1993 (平成5年)	5	30号：伊豆半島東方沖の群発地震 (1/10) 31号：伊豆半島東方沖の群発地震 (5/26) 32号：箱根群発地震 (8/29) 33号：箱根カルデラ内の有感地震 (M2.6、10/12) 34号：箱根群発地震 (10/25)	2003 (平成15年)	2	82号：箱根群発地震 (2/5) 83号：伊豆半島東方沖の群発地震 (6/14)
1994 (平成6年)	11	35号：箱根群発地震 (4/6) 36号：箱根群発地震 (5/18) 37号：箱根群発地震 (8/5) 38号：神奈川県西部 (丹沢山地) の有感地震 (M4.1、10/4) 39号：箱根群発地震 (10/5) 40号：箱根群発地震 (10/22) 41号：箱根群発地震 (10/25) 42号：箱根群発地震 (11/12) 43号：神奈川県西部 (足柄平野) の有感地震 (M3.5、12/19) 44号：箱根群発地震 (12/17) 45号：箱根群発地震 (12/25)	2004 (平成16年)	3	84号：箱根群発地震 (2/4) 85号：箱根群発地震 (4/15) 86号：箱根群発地震 (4/23)
1995 (平成7年)	6	46号：相模湾東部の有感地震 (M5.6、7/3) 47号：箱根群発地震 (7/16) 48号：箱根群発地震 (7/22) 49号：伊豆半島東方沖の群発地震 (9/11) 50号：箱根群発地震 (9/29) 51号：神奈川県央地域の有感地震 (M2.2、11/1)	2005 (平成17年)	4	87号：千葉県北西部の有感地震 (M6.0、7/23) 88号：箱根群発地震 (8/14) 89号：宮城県沖の有感地震 (M6.8、8/16) 90号：箱根群発地震 (10/26)
1996 (平成8年)	5	52号：箱根群発地震 (1/22) 53号：山梨県東部の有感地震 (M5.8、3/6) 54号：山梨県東部の有感地震 (M4.7、8/9) 55号：伊豆半島東方沖の群発地震 (10/15) 56号：山梨県東部の有感地震 (M4.9、10/25)	2006 (平成18年)	7	91号：伊豆半島東方沖の群発地震 (4/21) 92号：伊豆半島東方沖の群発地震 (5/2) 93号：東京湾の有感地震 (M4.8、8/31) 94号：箱根群発地震 (9/27) 95号：箱根群発地震 (10/2) 96号：箱根群発地震 (10/12) 97号：箱根群発地震 (11/18)
1997 (平成9年)	3	57号：伊豆半島東方沖の群発地震 (3/3) 58号：神奈川県西部 (小田原直下) の有感地震 (M4.0、11/1) 59号：箱根群発地震 (11/14)	2007 (平成19年)	3	98号：箱根群発地震 (2/16) 99号：箱根群発地震 (2/28) 100号：神奈川県西部 (湯本付近) の有感地震 (M4.8、10/1)
1998 (平成10年)	7	60号：神奈川県西部 (丹沢南部) の有感地震 (M2.0、1/27) 61号：箱根群発地震 (4/13) 62号：伊豆半島東方沖の群発地震 (4/20) 63号：箱根群発地震 (6/14) 64号：東京湾の有感地震 (M5.4、8/29) 65号：箱根群発地震 (10/13) 66号：東京湾の有感地震 (M4.9、11/8)	2008 (平成20年)	4	101号：箱根群発地震 (4/4) 102号：箱根群発地震 (9/9) 103号：箱根群発地震 (9/12) 104号：箱根群発地震 (12/16)
			2009 (平成21年)	6	105号：箱根群発地震 (2/9) 106号：箱根群発地震 (7/29) 107号：箱根群発地震 (8/4) 108号：箱根群発地震 (8/9) 109号：駿河湾の有感地震 (M6.5、8/11) 110号：箱根群発地震 (8/11)
			2010 (平成22年)	1	111号：箱根群発地震 (2/25)
			2011 (平成23年)	4	112号：箱根群発地震 (1/10) 113号：箱根群発地震 (3/11) 114号：静岡県東部 (富士山直下) の有感地震 (M6.4、3/15) 115号：箱根群発地震 (3/31)

### 3-3 地下水分野

#### 3-3-1 地下水保全、汚染

##### (1) 法律・条例に記された地下水関連の調査・研究

「神奈川力構想・実施計画」の主要施策に「地下水保全対策の推進」が位置づけられているほか、戦略プロジェクト「3 2水環境の総合的な保全・再生」に市町村主体事業として「地下水の保全・再生」が位置づけられ、具体的な事業の実施に際しては、温泉地学研究所が技術的な支援等を行っている。

また、県環境基本条例に基づいて策定されている「環境基本計画」でも、「恵み豊かな地域環境づくり」の一環として、温泉地学研究所は水域環境の保全に関する調査・研究に関して、地域の地下水流動機構の解明研究を推進していくこととしている。なお、同事業は環境基本計画のプロジェクト「2 1環境を保全、創造する調査・研究の推進」に位置づけられており、課題の効率的な解決のために、大学等との連携による研究の推進が求められている。

具体的には、県の「土壌・地下水汚染対策指導マニュアル 9-9-3 試験研究機関の役割」として、当所と環境科学センターが、周辺地下水汚染・流動調査、地質状況調査等汚染源の推定調査、土壌ガス調査などにより技術的な協力を行うこととしている。

##### (2) 土壌・地下水汚染対策における当所の役割

神奈川県における土壌・地下水汚染問題は、単独の事業所による地下水汚染（点源汚染）、複数の事業所からの汚染（複合汚染）、硝酸性窒素汚染に代表される汚染原因者や汚染地点を特定することが困難な地下水汚染（面源汚染）、さらに県機関が汚染原因者となる事例や公共工事に伴って発生する自然起源とみられる基準超過土壌の処理の問題、また土壌汚染対策法の施行（浄化からリスク管理への移行）など、汚染の形態や県機関の対応のあり方が多様化してきている。



写真3-3-1 地下水調査のボーリング(2001年7月、津久井にて)

このような状況の変化が進む一方で、県の環境保全関係部局では技術職員の採用減や団塊世代の退職等によって、土壌・地下水汚染問題に精通した担当職員が減少しており、高度に専門化した調査・対策手法についての事業所指導や対策を実施することが困難になりつつある。

これに伴い、当所の役割も、それまでの汚染原因者の特定や汚染範囲の確定などの単なる技術面のみの方担から、汚染全体像の把握や検討会における過去の事例の紹介、汚染機構解明調査の計画・実施や、専門的・技術的な相談やアドバイスなど、土壌・地下水汚染防止対策全般にわたる技術的支援が大きな部分を占めるようになった。

このような新たな役割に対応するため、当所では、県や政令市等が設置する土壌・地下水汚染対策会議に参加して技術協力するとともに、水濁法に基づく調査への積極的な参加や、県の他の試験研究機関や大学等との共同研究によって、土壌・地下水汚染調査手法の向上や、汚染機構解明等の研究を実施している（写真3-3-1）。

- 現在、神奈川県の土壌・地下水汚染における当所の役割として
- ①各地域県政総合センター環境部が主催する土壌・地下水汚染防止対策検討会における科学的・技術的支援
  - ②環境農政局大気水質課が主催する土壌・地下水汚染防止対策連絡会における科学的・技術的支援
  - ③硝酸性窒素に関する調整会議への参画
  - ④県内市町村、事業所からの相談対応などを挙げることができる。

①から③に関わる検討会等への出席状況を下表3-3-1にまとめた。

#### 3-3-2 土壌・地下水汚染問題の多様化

30周年以降の20年においては、県内各地で顕在化した有機塩素

表3-3-1 土壌・地下水汚染対策関連の検討会出席実績  
1999(平成11)年度～2010(平成22)年度

年度	県政総合C 検討会	大気水質課主催 連絡会等	硝酸性窒素に関する 調整会議等	その他
11	11			
12	21			
13	34			11
14	5			4
15	2		2	13
16	10		3	3
17	15		2	1
18	5		4	
19	6	1	2	3
20	3		1	1
21	6	1	1	1
22	7	1	1	1

系化合物による土壌・地下水汚染対策が、大きな課題となった。

トリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなどの有機塩素系化合物は、主に洗浄剤として、大規模な事業者だけでなく、金属加工業やクリーニングなどを営む小規模事業者でも使用されている。その保管や使用の過程に不具合があると漏れいし、土壌や地下水を汚染する。

汚染の発覚は、当初、定点モニタリングや住民による井戸水の検査などによるものが多かったが、中にはNPOなどの団体の自主測定によって検出されたこともあった。

平成10年代に入ると、いわゆる環境ホルモンやダイオキシンなどの内分泌かく乱物質に対する懸念が高まった。企業において国際標準化機構による環境規格であるISO14001の取得が盛んとなり、企業の自主的な調査により顕在化した土壌・地下水汚染への対応事例が増えていったのもこの時期である。

その他の汚染の原因物質としては、燃料タンク等から漏れいした油、射撃場において蓄積した銃弾に含まれる鉛、過去に地中投棄されたヒ素などがある。最近では、ヒ素やマンガンなど、飲用基準に定められた物質について、自然由来かどうかの検討を求められるケースもある。

### 3-4 地質分野

#### 3-4-1 電気検層

##### (1) 使用機器の変遷

当所では創設当初から温泉の管理を行うため検層の重要性に着目し、注水検層など独自の検層方法を開発し実施してきた（大木ほか、1963）。検層に使う装置は30周年誌が編まれる直前の1989年まで自作の機械が用いられてきた。その後1989（平成元）年に、応用地質株式会社製のジオロガー3400がリースで導入された（写真3-4-1、3-4-2）。

ジオロガー3400は、温度と比抵抗のプロープ各1本、井戸内のプロープと地上をつなぐ単芯の1000mケーブル、ケーブルを巻き上げるウインチおよびプロープで観測された値を記録紙に書き込む記録装置からなるセットで、通常の100V交流電源で駆動した。従来のウインチが手動で、プロープの上げ下ろしが人力であったのに比べると、作業は大幅に低減した。この機械は2000（平成12）年前後には老朽化が目立つようになり、何度か修理に出されたが、最終的にはウインチにケーブルを巻き取るために必要なガイドに替える部品が無くなって修理が不可能になったため、2004（平成16）年で運用を終了した。

その後、当所では2005（平成17）年に米国マウントソプリス社製



写真3-4-1 旧型電気検層、プロープの点検(1989年7月)



写真3-4-2 電気検層の実施風景(1989年7月)

MGX II型検層機をリースで導入した（写真3-4-3～5）。この機械もジオロガー3400と大きさや重さ、構成は同じで、ケーブルは単芯であるが、プロープは温度、比抵抗に加え、自然電位、ガンマ線、孔内水比抵抗が一度に計測できる高性能なものである。また、測定データはWindowsパソコンにリアルタイムで直接取り入れられ、解析や報告書の作成は大幅に簡単になった。プロープとしてはこの他、スピナーといって、孔内の上下方向の水の流れを測定する装置も導入した。

この新装置は、上記のように高性能ではあるが、対応温度が75℃までと低いのが問題である。カタログ上の対応温度はジオロガー3400と同じであるが、ジオロガー3400の場合はこれよりも高温でも動作するのにに対し、MGXIIでは80℃が限界である。これは、上述のような多種のデータを取り出すために用いられるプロープ内の半導体チップが高温に対応していないためであった。箱根地域では孔内の最高温度が80℃を超えることは珍しくなく、この対応温度は低すぎる。そこで、2010（平成22）年から、温度だけ120℃まで測定が可能でMGX IIに接続できるプロープ（Mount Sopris CMP-1407）をリースにより導入した。



写真3-4-3 電気検層の準備(2012年6月、湯河原にて)

## (2) 検層の実際

現在、当所の検層業務は以下のような手順で実施している。

検層が依頼されるケースは、新規掘削のものもあるが数的には少なく、多いのは古い井戸の改修時に実施するものである。検層を実施する理由は、湯脈の位置や水止め管の位置確認がほとんどである。古い井戸でも施工時の記録から水止め管の長さや、湯脈の位置くらいは確認しているようなものであるが、長い年月の経過で所有者が昔の記録を紛失したり、あるいは持ち主が変わってわからなくなってしまうことが多い。こういう場合、当所では創設以来のすべての記録を保存しているので、当所で行っていた場合は昔のデータを利用できるとともに、温泉の水位や温度に変化がある場合は新しく検層し直すと、その原因を明らかにすることも可能である。古い井戸の場合は、井戸を<sup>しゅんせつ</sup>浚渫したり、管を撤去する工事の際に依頼されることが多く、大抵は工事の3ヶ月前頃に検層時期について業者から調整の申し込みを受ける。

検層料金は深さによって異なり、現在、深さ150m未満が88,460円、150m以上800m未満が139,350円、800m以上が204,510円である(電気検層)。過去の報告書の再発行にかかる手数料は730円である。この金額は2009(平成21)年の条例改正による。条例では電気検層と温度検層の2種類があることになっており、温度検層の場合は上記の価格より若干低めの金額が設定されている。

電気検層とは比抵抗検層と温度検層の2種類を同時に実施することと当所では解釈している。現在の機種では両方を一度にできる上、比抵抗も温度もいずれも重要なので、ここ10年程は電気検層をいずれの業者も選択している。

検層は、温泉の場合2日間にわけて実施されるのが普通である。まず、検層装置一式を現場に運び込み、検層を実施するが、山中で行われる検層の場合は、業者が一緒になって荷物を井戸があるところ

まで運び込む。

1日目は静水位やケーシング管の下端(管尻といっている)、孔底温度等を確認する。工事の直後だと、工事で使っていた循環水や泥水によって孔内温度がかなり低下しているので、その回復を待つため工事終了から検層までしばらく時間を空けた方が良いが、いろいろな事情で工事直後に検層を実施することが多い。

1日目の最後は孔口から水を流し込む。これは注水検層の準備である。井戸に注水しながら検層を行うと、注水した水は湯脈から流れ出すので、湯脈の上下で温度が大きく変わり湯脈位置がはっきりする。これが注水検層の利点である。流し込む水の量は揚湯量と同程度がよいと考えられている。あまり多すぎると、井戸口から水が溢れ出して周囲が水浸しになるので注意が必要である。2日目はその注水検層である。

検層の速度は現在1分間に5メートルが標準である。従って、500mの場合、検層時間は2時間弱、1000mでも4時間かからない。ジオロガー3400は扱いが難しく、セッティングに時間がかかったり、検層中に動作がおかしくなってやり直したりすることも多かったが、MGX IIではそうした不安定なことはなくなった。

温泉井の検層で重要なのは、静水位、管尻、湯脈および孔底



写真3-4-4,3-4-5 現在の電気検層の実施風景(2012年6月、湯河原にて)

の位置である。このうち、孔底の確認はウインチにかかる重さで判断するが、深い井戸の場合は巻きだしたケーブルの重さがかかりのものになるのでそう簡単ではない。当所では伝統的にかなり時間を使って慎重に確認をしている。

静水位、管尻、湯脈および孔底の位置は井戸の施工に重要なので、その場で現場の作業責任者と一緒に確認をして、以後の工事に役立ててもらおう。正式な報告書は実施後2週間程度で依頼者に発送している。

### (3) 検層業務の今後

当所での検層業務は、研究目的の検層実施はここ10年皆無で、民間業者から受注する有償の依頼分析として実施されてきた。ここ十数年の間に民間で検層を行う業者が増えて、検層専門の業者さえ現れている中、当所が依頼分析として検層を行う意義は徐々に薄れている。実際、検層の受託件数はジオロガー3400の前(1962(昭和37)–1989(平成元年)が325件、ジオロガー3400時代(1989(平成元)–2004(平成16)年)が54件、MGX IIが導入されて現在までに5件で、平均の年間実施件数はそれぞれ12件、3件、0.7件と最近に至って激減している。

従って、電気検層からの撤退もここ10年ほど検討されてきたが、踏み切れない理由は箱根をかかえる当所の特殊事情である。民間の電気検層は車載型の大掛かりな装置である。これは、ケーブルが4芯と太く、ウインチが巨大になるためである。このような車載型の装置は井戸の横に横付けにして測定を実施するが、箱根山中の温泉井戸は工事用のモノレールや索道を使ってようやく到達できるようなところが少なくなく、民間の車載型検層装置ではこうした井戸の検層ができない。箱根山中では当所が維持している可搬型装置が不可欠なのである。

可搬型装置は繊細なところがあり、特にMGX IIは1度米国に送

り返すような修理も行った。検層の受託のために機器を保持するのは、修理金額を考えると全く経済的でないが、当所が受託を取りやめると箱根地域の井戸管理に大きな支障が出るので継続せざるを得ないという状況がある。

### 3-4-2 噴気地帯の調査研究

当所では1970(昭和45)年頃から噴気地域の調査を始めた。実施したのは、早雲山、硫黄山などであるが、詳しいことは記録が残っていないため、わからない。温泉造成については、散水法が大木靖衛の指導により取りやめられるようになる一方で、蒸気井の掘削深度が深くなってきた。蒸気井に関しては、「蒸気井掘削等の取扱要領」が定められている。また、要領が目的とする蒸気井の自主管理のために講習会が開かれるようになったが、これが発展する形で箱根温泉蒸気井管理協議会が1988(昭和63)年に発足した(写真3-4-6、3-4-7)。

### 3-4-3 酸性熱水

地下には中性の蒸気があると考えた大木靖衛のモデルに依拠して、噴気地帯で掘削される蒸気井の深度は深いものが指向されるようになった。しかし、噴気地帯での実際の掘削は強酸性熱水との戦いである。たとえば、箱根登山鉄道が1960(昭和35)年頃に早雲山噴気地帯で掘削した深さ486mのテスト井は孔底付近でpH1に達し、ボーリングロッドが腐食するような強酸性熱水に遭遇した。ヒ素の濃度も高かったため、即時埋め戻しとなった。以後、同社では噴気地帯の中心部を避けて掘削を実施している。大涌谷地域でも同様に酸性熱水の問題があり、掘削深度を深くしても、深度数百メートルではpHは高くない。

このことは、大木モデルが実際と合っていないことを示唆している。大沢ほか(2000)は、早雲山、大涌谷、硫黄山の噴気や蒸気井



写真3-4-6 大涌谷蒸気井の調査(1995年9月)



写真3-4-7 蒸気Iボギ-測定の実施(2011年1月)

などから得られる火山ガスを分析して、大涌谷では二酸化硫黄や食塩を主成分とするマグマ性のガスが多く混入していることを示した。彼らのモデルでは、大涌谷の酸性熱水は二酸化硫黄が自己酸化還元反応によって硫酸に変化することにより生成されると考えられている。この反応が起きている深度や食塩泉の形成過程については不明のまま残されており、今後さらなる研究が必要である。

#### 3-4-4 蒸気エネルギー

蒸気エネルギー測定への受託は1998(平成10)年を最後に、それ以降は無く、各事業者が蒸気量を測定するようになった。これは箱根地域において、蒸気井の自主管理が軌道に乗ったことを示す。各事業者は、事業者自身または委託により蒸気エネルギーの測定を実施しているが、委託先の一つである株式会社地熱が2008年頃に倒産したことから、当所で受託する可能性が出てきた。このため、10年ぶりの測定に向けて機器の修理や、井戸を借りて測定の練習を実施したが、結局ほかにも受託する会社が現れた。

#### 3-4-5 大涌谷地すべり防止地域放熱量調査

##### (1) 歴史

大涌谷では1910(明治43)年に谷頭付近の右岸が大きく崩壊し、土砂が流れ下って早川をせき止めた。翌日これが決壊して土石流となり、下流の塔ノ沢で死者6名、流失家屋30棟の大被害を出した。こうしたことから、神奈川県では大涌谷地域の一部を地すべり防止地域に指定し、砂防堰堤の構築や排水ボーリングの実施を長年にわたって行っている。こうした地すべり防止の取り組みの一環として行われているのが、地すべり防止地域内での放熱量調査である。放熱量の調査は、地すべりの元となる噴気の場所を確認したり、火山活動の変遷をとらえる上で有用と考えられている(写真3-4-8、

3-4-9)。

放熱量調査を大涌谷地域で初めて行ったのは、国立防災科学技術センター(現在の防災科学技術研究所)で、1963(昭和38)年から1965(昭和40)年のことであった。しかし、このときに調査の一環として掘削された井戸の周囲に1973(昭和48)年頃から新たな噴気が生じはじめた(旧神山登山道の噴気)。温泉研究所では、この新噴気の拡大をみて、1975(昭和50)年と1976(昭和51)年にこの井戸周辺の地温分布を調査し、図・表にした。これが、地温分布を地図に落とす作業が当所で行われた初めてのケースであった。

その後、温泉研究所では1977(昭和52)年度まで、独自に旧神山登山道から大涌谷谷頭付近、自然探索路の坊主地獄付近の放熱量分布調査を実施した。1978(昭和53)年度からは小田原土木事務所の依頼により、毎年度測定し、その結果を報告するようになる。1983(昭和58)年度からは、測定は小田原土木事務所が測量会社に発注して実施することとなった。その結果は小田原土木事務所の依頼により当所が解析して、その記録を保存するとともに長期変化を見ている(写真3-4-10、3-4-11)。

##### (2) 業務の実際

測量会社は例年1月から3月頃の2週間程度、あらかじめ定められた地域内の地下50cmの地温を測定する。地温の測定箇所は最近のものは700点前後である。しかし、この測定点だけでは、きれいな等温線をひくのは難しく、実際はさらに測定点を増やしたり、地表の様子を見たりして等値線を引いているということである。等値線図は最近ではCADソフトのデータで引かれているが、小田原土木事務所には国土交通省の電子納品に準じたものが提出されている。当所では現在MapInfoを用いて解析をしていて、それでは電子納品のデータは読み取れないため、業者にDXF形式に変換してもらい、



写真3-4-8、3-4-9 大涌谷・玉子茶屋付近(左:1975年頃 右:2012年5月)

それを用いて解析を行なっている。

DXF形式のファイルはMapInfoに付属しているユニバーサルトランスレータというソフトウェアでMapInfo TABファイルに変換され、温度属性を付与したポリゴンに加工された上で公共座標系に変換されて、GISデータとなる。MapInfoでは大涌沢の地図と重ね合わせてポリゴンの面積が計算される。ポリゴンの温度は、杉山ほか(1985)による地下50cmの温度と熱流量の関係式から熱流量に変換されて、それと面積を掛け合わされることで放熱量が求められる。

当所ではこうして得られた自然放熱量に加え、地温測定と同じ地域内で操業している箱根温泉供給株式会社の所有する蒸気井及び湧泉による放熱量と併せて経年変化を見ている(図3-4-1)。

### (3) 技術の変遷

噴気による放熱量の算出は、地図に正確な位置を落とすことと、地図上での面積の測定が一つのポイントとなる。かつては、紙ベースの地図に等温線を引いて、プランメーターを用いて面積を測定していたが、噴気地帯では測量によりある程度正確な測定点配置が描けても、それが公共座標などの座標系のどこにあたるのかを結びつけるところまではできなかった。ちなみに、当所が現地放熱量調



写真 3-4-10、3-4-11 大涌谷での地温測定(2012年2月、富士箱根測量(株)提供)

査をしていたときは、前述の科学技術庁のボーリングパイプがむき出しになっていたのも、これが測定の起点となっていた(その後、ボーリングパイプは1990年代の終わり頃には所在がわからなくなった)。

放熱量の測定結果をGISに落とすという方針は、紙ベースで蓄積されていた等温線を統一的に扱えるようにすることと、面積測定をコンピュータ上で簡便に行なうことのために導入された。大涌沢の放熱量測定で初めてGISが導入されたのは、1992(平成4)年度に開発された大涌沢地すべり対策調査解析システム(温泉地学研究所、1993)で、これはEsri社のGISソフト(Arc/INFO)をベースとしたものであった。

これは、当所における地図のGIS化の嚆矢として画期的なものであったが、バックグラウンドとなる地形図などが整備されていなかったのも、地図といっても等高線が示されているだけで、わかりにくいと土木事務所には評判が良くなかった。

大涌沢地すべり対策調査解析システムでは、その後、1998(平成10)年度から公共座標系が用いられるようになり、地形図と重ね合わせることが可能になった(それまでの座標は、昭和63年度の青焼き地図を基図としていた)。2001(平成13)年度からは大涌沢地すべり対策調査解析システムの利用を停止して、MapInfoに移行し、先述の手法による解析が始まった。Arc/INFOは高性能だが、高価で、継続的に利用するのは難しかったという事情もある。

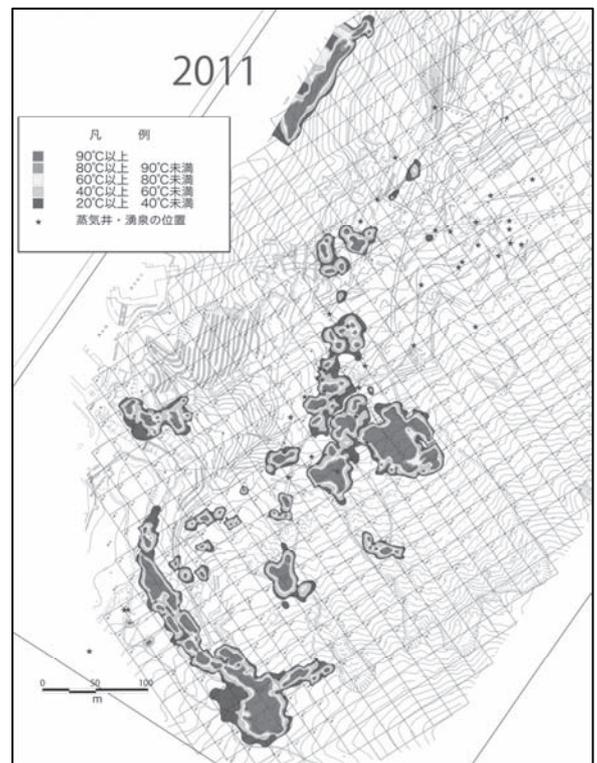


図 3-4-1 大涌谷地すべり防止地域の放熱量分布(2011年3月)

#### (4) 放熱量の変化

大涌沢地すべり防止地域内の放熱量は、調査形態が現在と同じになった 1983(昭和 58)年から減少傾向を示してきたが、1992(平成 4)年に底を打って以後は増加に転じ、2000(平成 12)年以降はほぼ毎年過去最高を記録し続けている。この理由はよくわからないが、火山活動が活発化している可能性も否定できない。しかし、この間、蒸気井の放熱量は下がり続けており、大涌谷地域の放熱量は蒸気井が全体の 5 割以上を占めるので、地域全体としては減っている。つまり、蒸気井が利用する蒸気が減ってきたことに応じて自然噴気が増えているとも言える。

一方、大涌谷地域では 2001(平成 13)年の群発地震以降、従来噴気がほとんどなかった上湯方面の森林地帯で噴気が見られるようになり、広範囲で樹木が枯死している。このことから、地すべり防止地域以外を含めた場合、全体としては噴気による放熱量は拡大しているように見える。

いずれにしても、現時点で放熱量の変化に納得のいく説明はついておらず、さらに息の長い測定が必要である。

### 3-4-6 桧山林道の調査

#### (1) 調査の経緯

箱根の北側斜面は、ヒノキやスギが植林されている。この植林地では林道の整備が少しずつ進んできた。その中で桧山林道は、平成元年から既存の足柄林道と明神林道をむすぶ林道として工事が着手された。この桧山林道は、計画路線の一部が 1995(平成 7)年に「水源の森百選」に選定されたことや、平山断層が横切ることから、南足柄市にある「緑と水源を守る会」は、林道開設によって水が枯渇するのではないかと建設継続に強い懸念を示した。県環境農政部公共事業再評価委員会では、林道開設と断層との関連について専門家に客観的な知見を求めて、その結果を基に住民の理解を求めようとする意見が示された。足柄上地域県政総合センターは、以上のような経緯を受けて、当所に対し、平山断層と林道建設との関連について基礎的なデータ収集を依頼した。

#### (2) 調査の方法

平山断層は、山北町の東京電力山北発電所の対岸に断層露頭が見られる。地形観察からはこの露頭を北端とし、南足柄市地藏堂付近を通過して狩川本流に沿って南下、金時山と明星ヶ岳を結ぶ尾根の中間付近にある火打石岳付近を通過して、宮城野に抜けると想定される。桧山林道は狩川本流を横切るのもので、どこかで平山断層を横切るはずであるが、露頭のある地藏堂より南側は明瞭な断層地形を伴

わず、林道が断層を横切る正確な位置は不明であった。一方、Kaneko(1970)は箱根地域で多数の「断層崖」を検出しており、そのうちのいくつかは林道やその建設予定地を横切っている。しかし、Kaneko(1970)の判読は地形のみに基づいている上、水平変位量は不明なので、実際に断層による崖かどうかは問題がある。そこで、本調査では Kaneko(1970)で検出された「断層崖」を中心に、建設予定地の沢を踏査して、平山断層の位置を確認することを第一の目的とした(写真 3-4-12)。

#### (3) 調査の結果と考察

踏査した結果、狩川最上流部の南北方向に延びる沢筋の河床に、 $N10^{\circ}-5^{\circ}E$ の走向を持つ断層が 2 地点で見られたが、変位が小さい上に連続性が悪かった。平山断層に関連する断層はその他に確認できなかった。また、Kaneko(1970)で検出された「断層崖」を全て踏査したが、断層は見つからなかった。

狩川最上流部では意外に岩盤が露出していたが、明瞭な断層は見つからず、平山断層は、この地域では南北走向の小規模な断層の集合体として存在しているのかも知れない。



写真 3-4-12 平山断層の調査(2003年5月)