

より、湿原は僅かとなり、草原へと変化している。文化財指定地も土砂の流入等により、湿原としての環境に変化をきたしている。

神奈川県環境部自然保護課は、湿原保護の立場から1976～1977（昭和51～52）年度にわたり、仙石原湿原環境調査を計画した。この計画は、仙石原湿原の環境を、植生、土壌、地質、水質、水位観測等の各分野にわたって調査しようとするものである。

温泉地学研究所はハンド・オーガーを使用して試錐を実施し、浅層の地質調査を行った。1976（昭和51）年度に11本、1972（昭和52）年度に15本の試錐を研究所員が行った。

他の機関が行った深さ20mの調査用試錐のデータも考慮して検討し、この付近の層区分を上部から第0層～第13層の14層に区分した（図2・4・15、図2・4・16）。

第3層は今から約3,100年前の神山山崩れ堆積物CC₉と考えられる。現在の湿原堆積物は第0層に該当する。この地層は、黒色腐植土を主体とし、砂礫層と互層していて、過去にこの湿原に、砂礫が何回も流入し、湿原に適した環境と不適な環境が繰り返されたことを示している。これらの砂礫は富士山の火山灰の断続的な降下、台ヶ岳方面からの土砂の流入などによりもたらされたものである。

現在の湿原の出現時期を考えてみる。湿生花園での神代杉発掘溝の資料によると、第1層に相当するローム層の上位に巨大な神代杉の根や幹が多数埋没していて、仙石原には杉の巨木の森林があったことを示している。杉の根の直下に見出された土器片は弥生中期（1,800年前）のものである。それ以後、仙石原は湿原と化したと推定される。

3 災害に関する地質の時代（1978～）

3・1 大涌沢地すべり対策調査

箱根火山は大涌谷火砕流（2,900年前）を発生させた噴火以後噴火活動はないが、火山ガスを噴出している噴気地帯が大涌谷（写真2・4・3）、早雲山、硫黄山に分布している。これらの地域は酸性の地下水により岩石が変質し粘土鉱物などを多く含むようになり、脆くなる。また、これらの地域は急傾斜であるため噴火と関係しない地すべりが発生する危険がある。1953（昭和28）年に早雲山で大規模な地すべりが発生し、死者10名、負傷者16名の被害がでた。この対策として神奈川県土木部は火山性噴気ガス（主に水蒸気）を抜く地下排気ボーリング工事を1954（昭和29）年から大涌谷で始め、1955（昭和30）年からは早雲山で始めた。その後、地下排気ボーリング孔が閉塞すると火山性水蒸気は近くの割れ目を通して地表に噴出し、ボーリング孔の周辺の岩石を変質させるので地すべり対策上好ましくないことが判ってきた。現在は水平の排水ボーリングを掘さくし、浅層の硫酸酸性の地下水をなるべく早く排除し、少しでも岩石の変質を防ぐ努力が図られている（大木ら、1981）。

1973（昭和48）年の秋頃から大涌谷－神山の登山道沿いに新たな噴気地帯が出現し徐々に広がった。この場所は大涌沢上流の急斜面の冠頭部に位置していた。かってこの付近は草木が繁茂し、登山道の



写真 2・4・3

旧神山登山道新噴気地帯の
科学技術庁の調査井（1981年）

写真 2・4・4

大涌沢上流部の左岸（1985年）



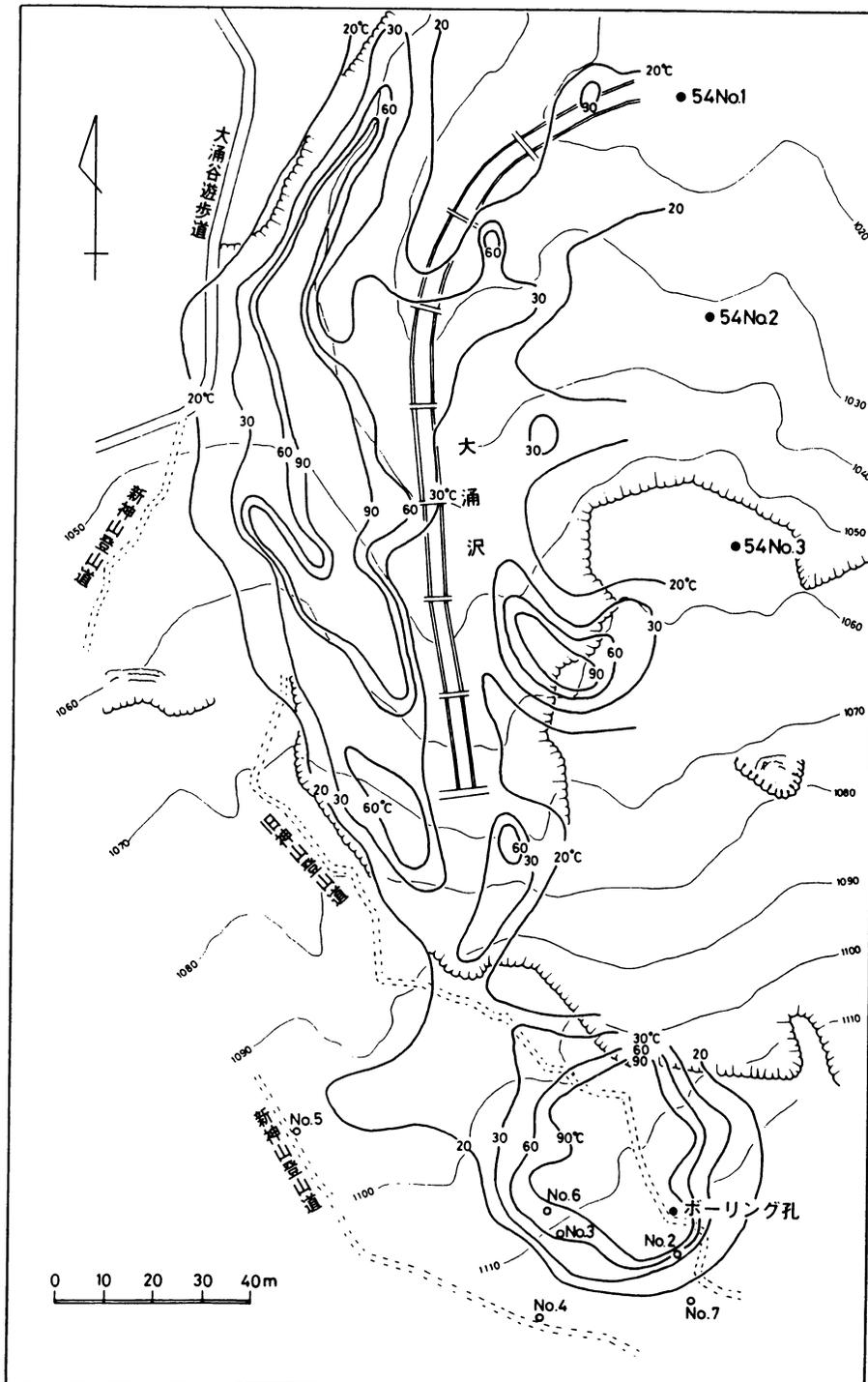


図2・4・17 旧神山登山道新噴気地帯と大涌沢上流部の地中温度分布図（深度50cm、1982年5月測定）

わきに科学技術庁が1964（昭和39）年に掘削した火山性地すべり調査井の鉄管から蒸気が僅かに噴いていたにすぎなかった。新噴気地帯（旧神山登山道）の蒸気は当初この孔井（写真2・4・3）の近くから噴出し始め、次第に勢いを増し、拡大した（広田ら、1977）。そのため新神山登山道が新噴気地帯を迂回して造られた。

温泉研究所は1975（昭和50）年から噴気活動の調査を始めた。調査方法は深さ50cmの地中温度の測定とそれに基づく地中温度分布図の作成であった。1975年～1977（昭和50～昭和52）年は旧神山登山道噴気地帯を調査し、1978年～1982（昭和53～57昭和）年は旧神山登山道噴気地帯と大涌沢上流部を調査した（図2・4・17）。その結果旧神山登山道噴気地帯の噴気活動は1977（昭和52）年を頂点としてそれ以後衰退化し、大涌沢上流部は殆ど変化がみられなかった（小鷹ら、1979～1981；杉山ら、1982、1983）。

1983（昭和58）年からは大涌沢全域を3分割し、3年間で全域の放熱量と水質を調査した（杉山ら、1984～1986；平野ら、1985、1986）（写真2・4・4）。

その後は毎年大涌沢全域を3分の1ずつ地域を変えて放熱量を調査し、噴気活動の変化を監視している。現在までのところ大きな噴気活動の変化は生じていない。

大涌谷以外の噴気地域の硫黄山と早雲山については大山ら（1973、1980、1981）によりそれぞれの地域の放熱量が調査されている。

3・2 土地分類基本調査

1984（昭和59）年から温泉地学研究所は土地分類基本調査に参加した。この調査は国土調査法に基づく調査で、国土庁国土調査課の指導助言のもとに各都道府県が調査を実施にあたるもので、神奈川県では企画部企画調整室が受け皿となり、横浜国大、温泉地学研究所、農業総合研究所、林業試験所が参加し、神奈川県試験研究連絡協議会に土地分類基本調査専門部会を作って、調査を実施した。調査は既存資料をもとに、県下全域にわたって5万分の1の縮尺で、7地域に分け、それぞれ地形分類図、表層地質図、土壌図、土地利用現況図、同履歴図、自然災害履歴図を作成するもので、温泉地学研究所は地形・地質検討会に属し、土地利用現況図、同履歴図、自然災害履歴図を担当した。また、調査全体から土地利用の指針についていくつか検討した。

3・2・1 自然災害履歴図

自然災害履歴図の作成を続けるうちに、神奈川県は台風や、ほぼ周期的な地震に襲われ、集中豪雨や地震は災害発生の誘因となっていて、全国的にみても災害の起こりやすい県である事に気がついた。災害の都度、それぞれの時代に各行政機関は詳細な被害報告書を作成したが、年数がたち、資料の大部分が散逸してしまっているのが実状であった。また、自然災害に関する資料は文書に残されていても、そのほとんどは地図に表現できないものが多かった。地図に表現されている資料であっても地形

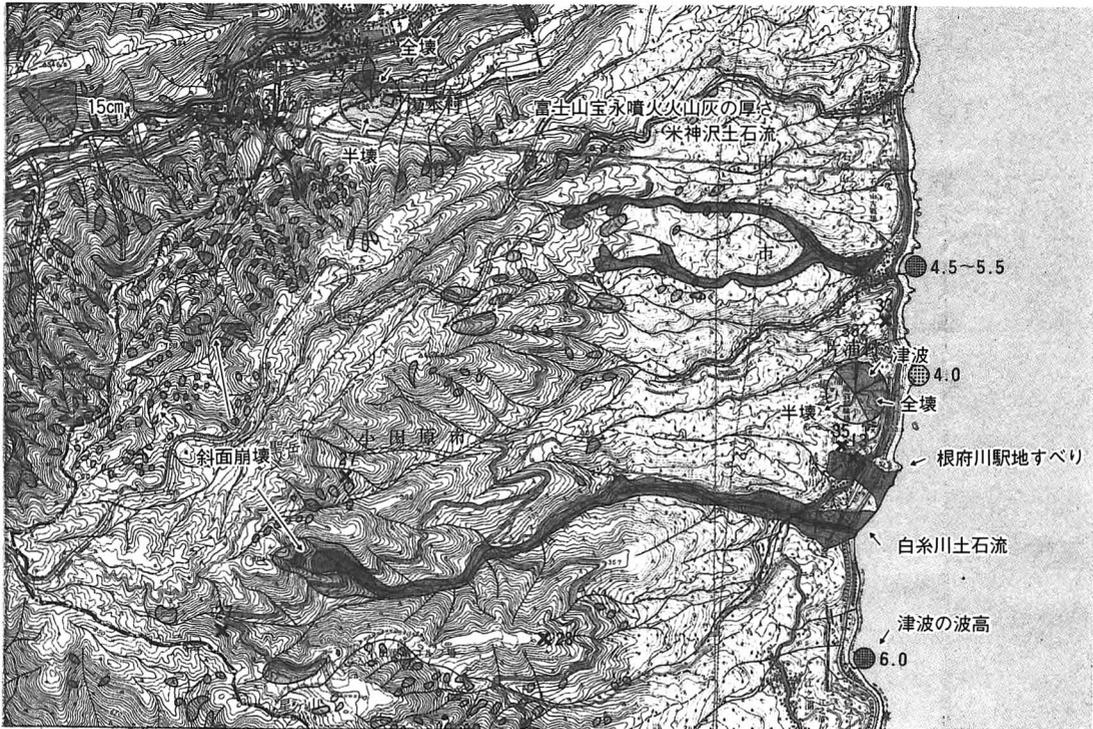


図 2・4・18 自然災害履歴図（湯本～根府川付近）

図の精度が低いため、現在の地形図に位置が正確に表現できないものもあった。地図で表すことのできるものを全て地図に表現する方針をとった。そのため、地図に多くの災害が記されている市町では記入のない市町に比べて災害の発生が多いとは限らない結果となった。数年、数十年、数百年毎に来襲する台風、地震、火山噴火などの災害と取り組むためには、長期間にわたる正確な災害資料の蓄積が必要であり、今後の積極的で組織的な資料収集が期待される。

図 2・4・16 は自然災害履歴図の小田原図幅の一部を示している。図 2・4・18 で、白糸川、米神沢に沿って関東大地震の際土石流が流下し、根府川駅正面では地すべりが発生した。細かな点は関東大地震で起きた山崩れの地点で、箱根山地いたるところで山崩れが発生している。円グラフは同地震における片浦村（戸数382戸）、湯本村（同477戸）の被害状況で、山津波や津波による倒壊、地震動による全壊、半壊、被害無しの割合を示している。×印は集中豪雨等の大雨によって山崩れが起こったところを示している。海岸の○印と数字は津波とその波高を示す。○印内の網目模様は関東大地震、点模様は元禄地震（1703）の区別を表す。

3・2・1・1 根府川駅地すべり

根府川駅前正面の山で発生した地すべりは根府川駅に停車していた列車を線路ごと海まで流し出し、



写真 2・4・5 関東大地震白糸川の土石流（手前）と根府川地すべり（遠方）

多くの人命を奪った。小田原警察署管内震災情況誌（1923）によると「鉄道熱海線を運転中の東京発真鶴行き下り列車は根府川駅にて停車場諸とも崩壊して海中に沈み、乗客駅員約400名の殆ど全部が相模灘の藻屑と消え………」とある。震災予防調査会報告（松沢武雄、1925）によると「海岸に沿って400m、海岸から200mの山腹から約30m程滑り出している。土地全体として海中まで滑り出したものであ滑った跡を見ると一塊の岩石の山でなく、粘土と大きな岩とからなっていて、風化その他の化学的変質がかなり進んでいて、変形に対する山の抵抗力はかなり小さくなっているように見える。この辺のこ山は崩れ易い時代に達していると思われる」と記されている。写真2・4・5には震災後白糸川の右岸に立って、土石流で残った橋脚、遠方に根府川駅前の地すべりで崩壊してできた崖が写っている。

3・2・1・2 白糸川土石流

白糸川の土石流についてはこの災害を体験した、根府川在住の内田一正氏のご健在で、いろいろお話を伺ったり、資料をいただくことができた。当時10才だった内田翁の話によると「9月1日は前夜から降り続いた雨が午前10時ごろあがり、蒸し暑い日であった。二学期の始業式が終わって、午前中に下校し友達の家で幻灯を見ているときドーンという地鳴りと共にいままで経験もしなかった大きな地震が来た。みんな外に飛び出した。一回目の地震がしばらくしておさまったので、すぐ家に帰っ

た。村の会合に行こうとしていたおじいさんも途中から急いで引き返してきた。4尺土管から水があふれて辺りは水浸しだった。そのとき2度目の地震が起こった。それも大きな地震で、家の戸袋がとうとう地面に振り落とされてしまった。この地震がちょうどおさまったとき、“山がきたぞ”と誰かが叫んだ。ふり返ると寒の目山の方からもうもうと砂塵を上げながら山津波が襲いかかってきた。夢中で台地の上の桑畑まで駆け登った。ふり返ったときは根府川の集落の大半は赤土の中に消えていた。」

先の松沢武雄氏の震災直後の白糸川流域の現地地調査によると「河口から谷の両岸は20mの高さまで草木が一本も生えておらず、山崩れのようにになっている。このような状況が谷の続く限り奥まで続いているのであるから驚く」とあり、土石流による激しい侵食で土石が谷壁を削った様子がうかがえる。

土石流の発生の源は、白糸川の河口から3.5kmほどさかのぼった大洞と言われている。小林芳正氏(京都大学)の計算によると土石流は白糸川の谷を100万 m^3 の規模の土砂の流れとなっており、平均速度25m/sec、最大瞬間速度45m/secで流下し、関東大地震の主震後約5分で根府川の集落に達したとされている。土石流は約70戸の民家を土砂の下に埋め、地震によりトンネルの出口で動かなくなった東海道線(当時熱海線)の汽車を下りて白糸川にかかる鉄橋をわたっていた人々を鉄橋ごと海中まで運び去って、更に多くの犠牲者を出した。この土石流の犠牲者は336~406人とされている。土石流の堆積土の厚さは熱海線鉄橋の付近で、最大10mにも達し、現在この堆積物の上に多くの民家が立てられている。

3・2・1・3 米神沢土石流

米神沢の土石流については被害が少なかったこともあって震災後もそれほど調査が行われていない。震災予防調査会報告書と鉄道省にわずかに記録が残っている。泥土が谷を埋めている写真から判断すると白糸川の土石流に比べ水が多いタイプの土石流だったように見える。

箱根山地や丹沢山地の勾配の急な溪流では数百年、数千年と河床に土砂がたまると、土石流となって一度に土砂が流れ出、大きな災害を引き起こす。そのようなところに住んでいる人は河床の実態をよく知って、地震や大雨の時には避難できるような心構えと対策を作っておく必要がある。

3・2・2 土地利用現況図・土地利用履歴図

土地利用現況図は主に明細地図を使って土地利用状況を分類し、作成した。土地利用履歴図は1974(昭和49)年の企画部発行の土地利用現況図と古い明細地図を基に土地利用の変化を調査し、作成した。基図が2万5千分の1であったため原図の作成は細かい作業であった。また、印刷の段階に入って校正の回数が非常に多かった。この業務は1990(平成2)年に横浜・川崎図幅が印刷されて県下全域が完成し、土地分類基本調査は終了した。

3・2・3 土地利用の指針(自然条件からみた住宅地の評価)

住宅地を評価する場合、社会的条件と自然条件から評価することができる。社会的条件とは都心ま

での移動時間や公共施設からの距離等を指し、自然条件とは地形、土壌、地質、災害履歴を指す。

白井（地理学の社会化、大明堂、1985）は千葉県習志野台地南縁の谷底低地の土地条件について詳しく述べている。ここでは、白井の土地条件を参考にして、主に土地分類基本調査から得られる情報をもとに、自然条件からみた住宅地の評価を試みた。評価点の計算方法は省くが、災害履歴のあった所の評価点は非常に低くなるような計算式になっている。評価した地域は鎌倉市源氏山と小田原市早川付近（図2・4・19）である。

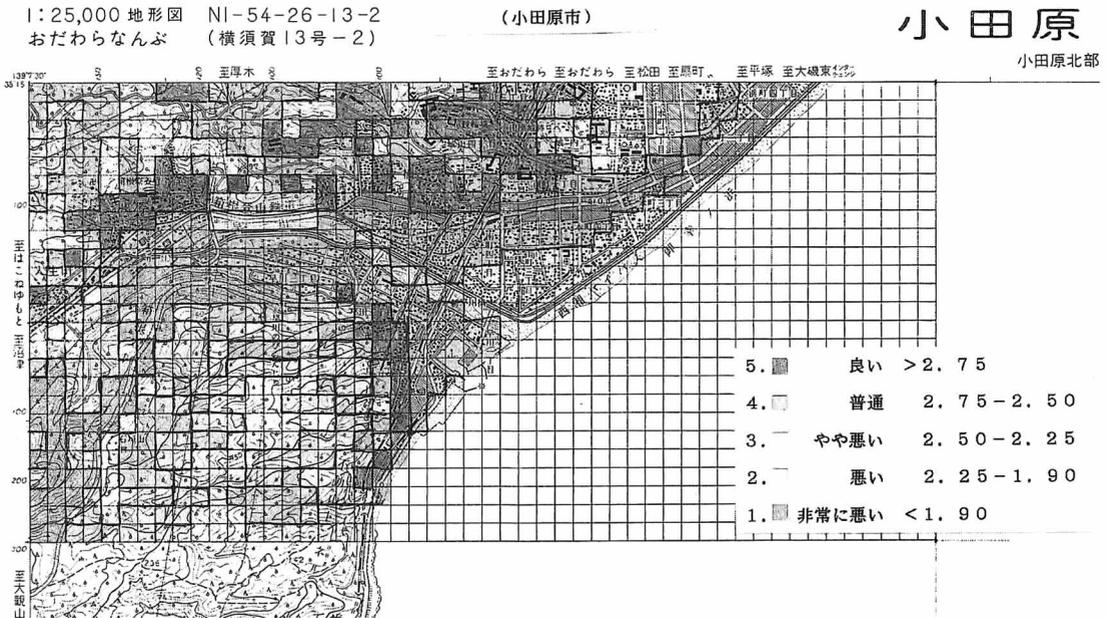


図2・4・19 自然条件からみた住宅地の評価図（小田原市早川付近）

4 現在と今後の地質研究

4・1 箱根火山、湯河原火山の地質構造の再検討と深部熱水変質作用

箱根火山、湯河原火山の地質構造については KUNO et al (1970) と久野原著 (1972) によりほぼ終了している。その後、箱根カルデラの内外で1,000m級の温泉ボーリングが掘削され、今後も続くことが予想される。それらのボーリング資料をもとに深部の地質構造を明らかにするとともに深部熱水変質作用を研究する。

4・2 箱根火山の噴火活動の編年

箱根火山の噴火は40万年前に始まり断続的に繰り返し、2,900年前の大涌谷火砕流が最後である。

最近、約7,000年前の箱根火山の噴火が確認されている。二子山噴火を4,500～5,000年前とし、神山崩れを3,100年前とすると、7,000年前以降は2,000～3,000年周期で噴火しており、今は噴火の周期に当たっていると考えられる。

今後は中央火口丘の時代も含めて、それ以前の噴火活動の年代を明らかにする。

4・3 丹沢層群、足柄層群、湯河原火山、箱根火山の岩脈、貫入火成岩の調査

足柄山地、箱根火山、湯河原火山はフィリピン海プレートの先端にあり、そのフィリピン海プレートは丹沢山地のユーラシアプレートに衝突したり沈み込んだりしている。そのためプレートの境界付近は圧縮応力場と考えられる。岩脈や貫入岩は圧縮応力軸に平行に発達する傾向があるのでその方向や年代を調査し、フィリピン海プレートの数100万前から数万年前までの運動の変遷を明らかにする。

4・4 箱根カルデラの地すべり調査

箱根峠付近のカルデラ内には大小の地すべり地形が認められる。そのほかに箱根カルデラにいくつかの地すべり地形が認められる。今後は箱根の地形を再検討し、多くの地すべり地形を発見し、それらの発生年代や発生機構を明らかにする。