

私達の生活と地質

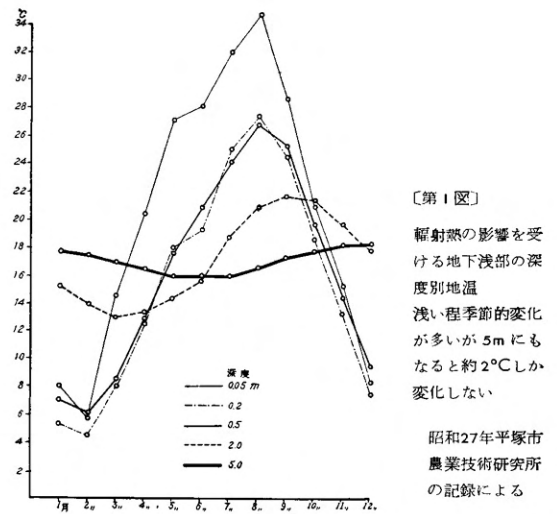
(5)

地 温

〔輻射熱と地熱〕

真夏まひるまの海岸の砂浜は裸足で歩けないくらいあつくなくなっているが、それは午後の2時～3時頃が一番あつい。湘南や御前崎の砂丘の上で、こんなときに砂の温度を計つてみると 50°C 以上で極端な場合には 60°C にもなっている。これは明らかに太陽からの輻射熱の作用によつて、暖まりやすい砂が熱せられているのである。

一方日本は温泉に恵まれている。温泉ブームにつつて至るところにさまざまな種類、さまざまな温度の温泉が湧きいでているが、この温泉の熱源は、地中深くの岩盤のわれ目などを伝わつてやつて来る。何百メートル、何千メートルのボーリングの孔の中では、深くなる程温度が上つていくので、地球の内部が高温の物質からできていることは疑問の余地がない。こうした地底からの熱源を私たちは、輻射熱に対して「地熱」という言葉で呼んでいる。



〔第1図〕

輻射熱の影響を受ける地下浅部の深度別地温
浅い程季節的变化が多いが5mにもなると約2°Cしか変化しない

昭和27年平塚市農業技術研究所の記録による

私達の住む大地はこうして、一方では地表から輻射熱を、また他方地下からは地熱の影響を受けて一定の「体温」を維持している。大地の体温を私たちは種々の温度計を使つて測定し、地中温度とか地温と呼んでおり、地温が高いとか低いとかいつている。

「恒 温 層」

輻射熱は多くの場合地下の浅い部分の地温を支配している。しかし深くなる程その影響は薄れて行き、また太陽から供給される熱源であるから季節や緯度によつても違い、更に熱の伝わり方は、その土地の地質や地下水の状態によつてもおのずから違つている。

もちろん朝と晩、昼と夜とでも変つていく。地



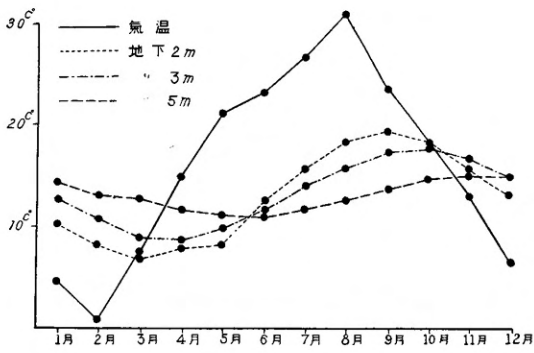
地 温 の 測 定

1m 以上の深さになると打込みパイプに寒暖計をつり下げておき 観測するたびにつり上げて目盛を読み取る



地 温 の 測 定

40 cm 程度までの測定には曲管寒暖計が用いられる 写真の手前地下に直角に曲つたガラス管が入つていて このまま目盛が読みとれる



〔第2図〕 地温と気温との比較

昭和27年松本測候所の記録による。普通測候所では0.0, 0.5, 1.0, 2.0 および 3.0mの地温測定を行っている

下 1m, 2m, 3m, 5m というようにパイプを打ち込んで寒暖計をつり下げ、孔の底の温度を丹念に毎時、毎日観測していると、どの深度までは外界の変化に応じて地温が変化し、地下何mの所ではほとんど変化しないということがわかる。このように輻射熱の影響が感じられない深さ、つまり日変化も季節変化も認められなくなった深さのところを恒温層と呼んでいる。

これを対数減衰率という計算法を用いて求めると、この恒温層に当る地下の深さは本州、四国、九州では10~15m、北海道では8~12m程度で、その示温は各土地の年間平均気温より1~2°C高い程度となつているが、実際には粘土質の土地や乾燥している所では浅く、砂質の土地や湿潤な所では深くなつているなど局所的な変化があつて、相当深い観測孔を作つたり、長期間の観測を多くの箇所で行なう必要があるため、地質の複雑な日本では恒温層に達する深度を実際に調べて探し出すということは非常に面倒な仕事である。

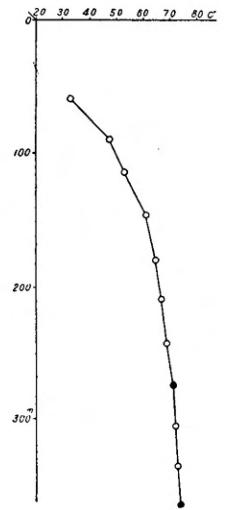
〔地熱の勢力圏〕

こうして輻射熱の影響は恒温層に達した深度を境として、そこから深部にはおよぼ、そこでは地温は100%地熱によつて支配されており、地質によつてもつぱら変化している。従つて同じ深度でもたとえば活火山やその近くでは河口の三角洲や洪積台地よりはるかに高温であり、地質に変化のない限り同一場所の同一深度の地温は年中一定

〔第3図〕

伊豆長岡温泉の北温泉においてボーリングをしながら深度毎にその孔底で計つた地中温度
火山地帯であるから標準の地下増温率よりはるかに大きい

・印はその深さのところで湯湯が湧出している場合



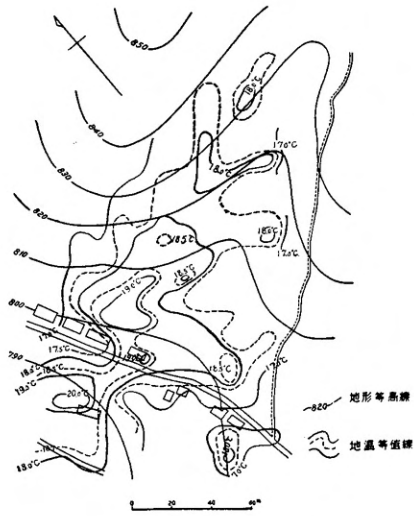
しているから、これすべて恒温というわけで、私たちが俗にいう恒温層とは、この恒温の部分の一番上表面を特別にさしていつているのに外ならない。

地熱の勢力圏ではこうして恒温を維持してはいるが、深くなる程地温が上昇していくという関係は、火山地帯であろうとなかろうと認められる。

“地下増温率”と私たちがふつう呼んでいるこの深度と地温との関係は、多数のさく井やボーリングによつて確かめられている。ふつうには100m深くなる毎に3°Cの割合で温度が上がるが中には同じ100mで1°Cしか高くない場合も



露場における地温測定施設
写真の手前は曲管寒暖計 後方打込みパイプに蓋がしてある 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1, 2, 3, 5m と深度毎に1本ずつならんでいる



〔第4図〕 地温分布図（長野県下諏訪付近の例）

あるし、また 10°C 以上も温度が上がる場合もある。火山地帯や油田・炭田のある地方などでは概してこの地下増温率が多い。

〔地温の利用〕

作物の栽培を研究している人たちは、作物の根が広がる部分の地温を研究して、作物の生長にとってプラスになるように地温を調整している。これはせいぜい地下 50cm か 1m 程度までの問題だから主に輻射熱の関係に属している。

地熱の影響が強い火山地帯などでは、しばしば

地表あるいは地表近くまで地熱の勢力圏がのびてきている場合がある。こうした場合には、深さ 1~2m の孔を掘って寒暖計をその孔底にさし込むと、輻射熱の影響のない地熱だけの地温がわかる。こうした地温を多数の箇所地理的に調べて行くと、地温分布図ができて上がる。

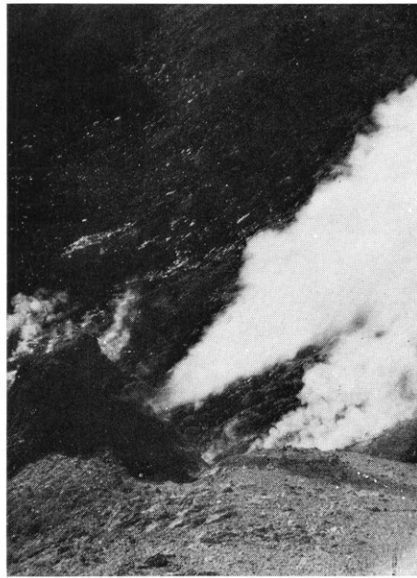
地温分布図の上で、特に高温の部分が温泉の徴候となることもあり、また高温の部分や低温の部分が一定の方向に続いていたりすれば、断層や岩盤の亀裂などを発見するいとぐちとなることもある。

温泉または「**地熱地帯**」で目論まれている地熱発電などは地熱そのものを熱源としているわけであるが、その熱源を探知・発見するために地温分布図は欠くことができない。

また紡績工場では、糸を紡ぐときに工場内の作業によつて出る莫大量の熱のために糸切れが頻繁に生じる。その糸切れを防止するために、工場内を絶えず恒温・恒湿に保つて行くことが必要となるが、その温度・湿度の調整装置には $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ の水温で、恒温の地下水があれば一番経済的に目的が達せられる。大きな紡績工場はたいていこのような目的のために恒温の地下水を使つているが、その「**貴重な水温**」は実に地温からの贈り物なのである。



鬼首の間歇温泉の噴出（宮城県鳴子町鬼首）



地熱噴気孔（富山県立山地区）

〔地温と私達の生活〕

「ぬくい土地」という言葉は、陽当たりがよくて日照時間の長い上、冷たい風などが吹き込まない場所をいうが、結局そうした場所は地熱の影響は別としても地温が高く、植物の

日本各地の地下増温率

地名	1°Cの増温に対する深度 m	測定した深度 ※ m	測定した記録数
秋田県 八橋油田	20.1	1,390~1,600	7
" 院内油田	24.7	745~ 999	4
新潟県 堀の内油田	17.2	525~ 795	2
" 西山油田	22.3	611~1,386	7
" 東山油田	23.5	429~ 726	5
" 頸城油田	22.7	223~ 615	4
福岡県 三池炭鉱	39.2	752.7	1
福島県 磐城炭鉱	25.1	512.8	1
笹子 トネル	39.1	479	1
石狩 平野	25.0	60~ 90	多 数
仙台市 その付近	24.2	40~ 300	"
奈良 盆地	18.0	60~ 150	"
大阪 市	23.6	30~ 400	"
藤川 平野	24.0	30~ 70	"

※ 上の8例は坑井の深度 下の5例は水井戸の収水深度を示している。

生長も目立つてよい。これに地熱の影響が少しでもあれば、私たちが住むにはまことに申し分ない土地である。

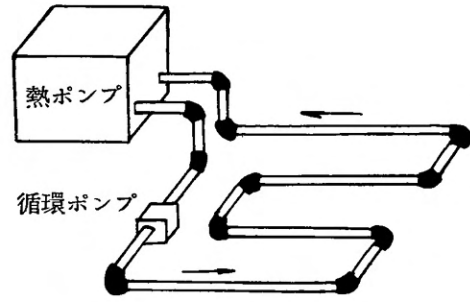
地温の差は地熱の影響を受けていることもあるが、地形や土質によつても異なり、同じように降つた雪でも、高温の部分では早く消え、また霜柱などもできにくい。

真冬に長い鉄管を伝わってくる水道の水は、指先をしびらせる程冷たいが、たつた今まで地温の支配下にあつた井戸水は問題なく歓迎される。石けんの溶け方一つ考えても地温の恩恵は測り知れない。

ビルディングや劇場の真夏の冷房には、薬品を使うものもあるが、地下水を利用しているものもある。つまり夏の気温に比較すれば低い温度の地下水が歓迎されるわけであり、「冷たい大地」を私たちが利用していることとなる。

ところで、今かりに輻射熱が地中奥深くまで入り込んで行くものとしたらどうであろう。真夏の都会地では、その冷たい水も得にくくなるし、地表はまさに焦熱の地ごとく化するに違いない。

しかし一方、先んじて考えれば、その熱源が地表からの輻射熱であれ、地底からの地熱であれ、



地下水を利用しないで コイルを地中に埋設し 管内の流体が管壁を通して 大地から熱を吸収し 熱ポンプの熱源とする ~ 地中コイルによる地温利用の原型の1つ (三機工業守安虎治氏の原図より借用)

適度に制御でき、暖めるときにその熱が引き出せ、冷すときに熱の預け入れができるようになったならば、私達の生活は一層快適なものとなる。熱容量の大きな大地はこうした場合、一面ばかりか不都合な点もあるが、また逆にすぐに同化してしまう腹の太いよさも見せている。

けだし地温は、こうした観点から今後私たちの生活に一層深いつながりをもつてくるもの一つではないかと思われる。 (地質部 応用地質課)

琵琶湖の冬季の冷水を地下に圧入し 夏季の冷却用水に使う地下水の強化を行っている井戸手前がその圧入井~地下水を介して地温の高度利用を行っている1つの例

