

韓国における 日韓協力地殻熱流量調査に参加して

馬場 健三

はじめに

筆者は昨年10月末から12月末までの約2カ月間韓国に出張し地殻熱流量調査に参加した。以下その調査の意義 調査中の雑感などをつづることとする。この調査はもともと韓国地質調査所 李正煥所長および同所探鉱部金元祚部長と 日本側では東京大学理学部竹内均教授と 地質調査所物理探査部早川正巳部長らの じん力で話が具体化して実現したもので 海外技術協力事業団の事業として取り上げられた。日本からは中央大学の小林直太教授と東京大学の竹内研究室の水谷仁氏および筆者が参加し 韓国側から韓国地質調査所の張定鎮・李千薫および姜竜世の3氏が参加した。意外なことにこのような両国の協同の自然科学の分野の学術調査は 両国の国交がはじまって以来今回がはじめてのケースとのことであった。思えば両国の不幸な関係が清算され 正常な国交がはじまったのもごく最近のことであり これももっともなことなのかもしれない。ともあれ そのような事情から韓国側からも多くの関係の人から注目をうけ おかげで暖い協力もえられ 共に愉快地に仕事できた。

地殻熱流量調査とは

地下の温度は地表から20m位の深度より深いところでは いつも一定の値を示すようになり 深さと共に 100mにつき3.3℃ 位づつ上昇するといわれている。この値は 世界各地における平均的な値であり 私共もよく

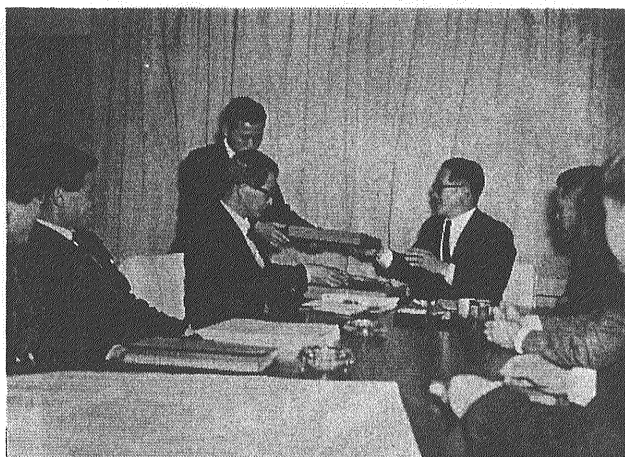
知っていることである。そしてこのような温度勾配の結果 地球内部から地表方向に熱エネルギーの流れが起こっているわけである。その量は岩石の熱伝導率を k とすれば $Q(\text{熱流量}) = -k \frac{dT}{dz}$ で表わされる。

ここで $\frac{dT}{dz}$ は地温の深さ方向の勾配である。これはもちろん熱エネルギーの流れが伝導だけによることを考えているのであり 地下水などのものの移動がおこっているところでは成立しない関係である。従ってある地域の地温勾配を知り その岩石の熱伝導率をみつめることができれば その地域の地殻の熱流量を決定できる。

地温勾配を測定するためには地下深くに達する穴が必要であり 石油・天然ガスその他有用鉱床などの開発のためほられる穴が利用される。一方岩石の k については実際岩石をサンプリングして実験室内で測定を行ったり あるいはまたその場で測定してきめる。

地殻熱流量の測定は陸上における上記のような穴を利用して行なうほかに海洋底から海水に向かっての熱の流れについても現在行なわれている。これは船上から海底に温度計をさし込み微小な温度勾配を測定し 一方その場で あるいはサンプリングを行ない実験室内で底をなしている地層の熱伝導率をきめ先の式にもとづき地殻熱流量を算出するのである。

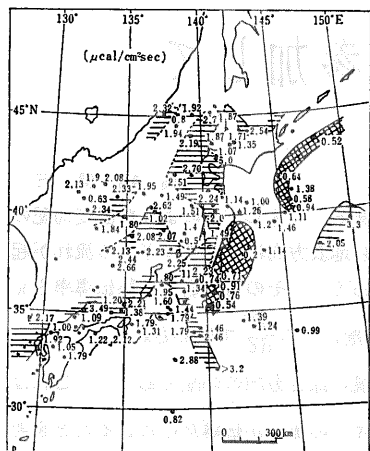
わが国および近海における上記の地殻熱流量の測定は東京大学の上田誠也教授らを中心に近年行なわれ 輝やかない成果を上げており 第1図はその結果であるが



李正煥所長(中央右)と記念品を受取る小林直太教授(左側座席) その左側は筆者 所長の右側は金元祚部長 立っているのは姜龍世氏



地下温度測定中 温度計はサーミスタ使用 左はしり水谷氏 李千薫氏 張定鎮氏 張氏の足もとに深い穴がある



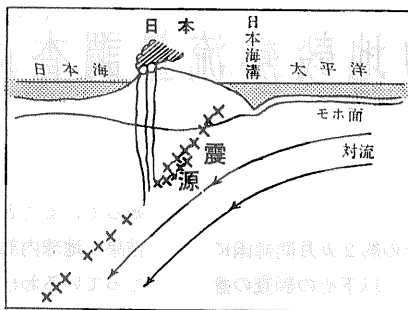
第1図 日本地域での地殻熱流量の分布 (上田 宝来 安井らによる) 単位 $10^{-8}\text{Cal/cm}^2/\text{sec}$

この図はいろいろのところに引用されている。

さてこのようにしてえられた流量の分布は 一様なものでなく ある種の規則正しい分布を示す。そしてそれぞれの分布には当然地学的意味を考えることができる。それは地下構造を知る有力なキイになる。

世界的に大陸や海洋底における熱流量のデータが集積した結果 海洋底での値が初期の予想に反し大陸での値と大差無いことがわかり このことが地球内部のマンテル対流という考えにつながった。この間の事情は最近の地球に関する成書にもよく紹介されている。

簡単に記せば次のようなことになる。この熱流量を維持する熱源は一応地殻の岩石中に濃縮して含まれている U Th K などの放射性元素の崩壊に伴うものと考えられるが 大陸と海洋底における地殻の厚さは後者における方がかなり薄い。従って海洋底における熱流量は大陸におけるよりずいぶん小さいことが期待されていたのであるが 結果は予期に反していた。そこでその



第2図 日本列島の地下構造模式図 (竹内 上田による)

原因がさらに深いマンテルにあるのではないかという考えがもち出された。そこに熱対流がおきており海洋底はその上昇部にあたり そのためここではマンテルから地殻に有効に熱がこぼれ 大陸部に匹敵する熱流がそこでも見られるというのである。

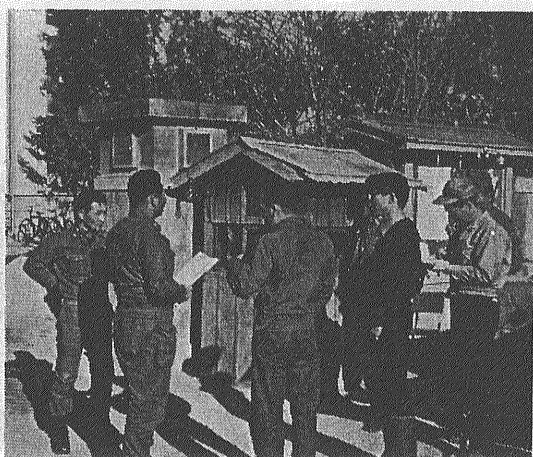
次に日本付近についてはなしであるが 日本およびその付近の熱流量の図をみると 日本

列島の太平洋側の日本海溝・千島海溝付近に低い地殻熱流量を示す地帯があり 一方高いところが日本海岸にみられる。日本海の海域もそれに続いて高い値を示している。

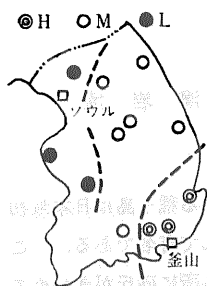
竹内・上田両教授はマンテルの対流の日本付近のようすと地殻熱流量の測定結果とを結びつけて 第2図のような模式的地下構造を提案している。地殻のすぐ下のマンテルは太平洋から日本列島にかけて東から西に動きこれが日本列島にぶつかり四十五度位の角度で下降しはじめる。そしてそこがちょうど日本海溝にあたり また低地殻熱流量のところである。このマンテルの下降の面にそって日本付近の地震の震源の一つの分布が考えられている。日本海溝より西にいくと 高い熱流量と地熱の活ばつな活動である火山がある。マンテルが下降しているにもかかわらず このような現象がおこるのは そこでまた何か特別のことがおきていると考えざるをえない。すなわちここでは マンテルの下降に伴って特に火山活動の源であるマグマが発生し日本の火山活動を維持しているものと考えられる。また日本海における高熱流量もやはりマグマがマンテル下降に伴い発生



調査旅行にはこの自動車で行った。地方の鉱山めざしてせまい道を進んで行ったが 途中遂に道路幅がせまくなり 前進を断念 方向転換。付近の村人が見物している。



めざす鉱山への道を要所警備の兵隊(左はし2人と右はし)にたずねることもしばしばあった。ここでも日本人はたいへん珍しがられた。毎度親切な案内がつけられた。



第3図 韓国の地殻熱流量分布 H, $2.0 \times 10^{-6} \text{ Cal/cm}^2/\text{sec}$ 以上 L 1.0×10^{-6} 以下 Mはその中間程度を示す点線で示したように 高いところ 普通のところ 低いところの3つに区分できる。

今回の調査の結果 韓国国内で12ヵ所の地殻熱流量をきめることができた。その概略を第3図にしめした。図中「M」として示したのはほぼ全世界の平均的値と同じもの「H」はそれより幾分高いもの「L」はそれより低いものを表わす。

日本海側に面した韓国の南端部が若干高い値をしめすのみである。日本海における高熱流量の原因としては先にのべた説明とは別に日本海が実は大陸の一部であり放射性物質を多く含んだ地層が厚いところなのだとすることもいえそうである。

この考えと先のマントル対流下降の影響との2つの対立する説明のきめ手の一つが 今回の韓国における調査でえられたと考えることができる。

韓国における熱流量分布が半島のごく東南部を除いては高い値を示さないことは 両説のうちマントル対流説の方に好都合である。日本海の高熱流量を地殻が厚いことに原因をもとめれば あきらかにそれにつながる地殻の厚い韓国も当然同じように高い値を示すはずである。

マントルの下降流はだんだん西に行くにつれ深くなりあるところで行き止まりになる。そしてそれより西側に韓国があり もはやここではマントル下降流の影響がみられない。行き止まりになる深さは約700km位で日本と日本海の地熱の高いところは深さ700kmまでに震源をもつ深発性地震がおこる場所である。700kmより先になぜ対流が行かないか そこに何が起きているのかなどにつき まだまだ未解決の問題が多い。

今回の韓国における地殻熱流量調査の結果は 日本海の構造について大きな知識をわれわれに与えてくれた。また韓国内だけに限ってみても 第3図にしめしたような規則正しい分布は その地下構造を考へて行く上に貴重なデータを与えているものといえよう。

今後現在空白である北朝鮮や沿海州の測定がなされ

し ここでもそれが上に上ってくる。しかしその発生場所がかなり深いので 地表に火山現象をもたらすまでには至らない。いずれにせよこのためとにかく日本海に高い熱流量をもたらすことになる。このような考えをさらに確かめるためにも 日本海の西側すなわち韓国の地殻熱流量を調べる大きな意義があるといえよう。

韓国における今回の調査結果

ばさらに確実な知識がえられよう。一方また日本付近では北は千島・アリューシャンからアラスカ 南は沖縄 台湾 フィリピンにいたるデータは いわゆる環太平洋造山帯の問題の解明に欠くことができないものである。そのためにもこれらの地域での観測が望まれてならない。

さいごに

東京大学の水谷氏と筆者は10月21日ソウルに先着した。小林教授は大学での講義の都合で出発が遅れ11月になって到着された。そして12月25日の帰国までの間に北は非武装地帯(DMZ)のごく近くから南端まで 現在韓国政府の支配下にある半島内全域を旅行したことになる。主として釜山を訪れその数は25~30位になる。釜山の種類もバラエティに富み 鉄釜山あり 金山あり 炭田あり その他もろもろという調子であったし その規模も大小さまざまであった。第2次大戦後の韓国独立後はじめて開発されたような新しい釜山もあったし 戦前日本人が発見し開発に着手したというところもあった。いづこでも非常な好意を持って迎えられた。釜山の技術者には日本で勉強した人も多く そんな人に会おうと暫く日本に行っていた時の話を聞くのも私共の仕事の一つであった。一般民衆の生活はやはりまだまだ動乱の破壊・打撃のせいで苦しいものがあるように感じた。しかし治安面などはまことによく われわれも何の不安もなく何事もなく国のすみずみまで旅行できた。

人情・習慣などこの国と類似のものが多い日本の現状は そのさまざまな面がやはり韓国の人々の一つの目標になっている。はやく日本に追いつこうという言葉がしばしば聞かれる。北朝鮮と不断の対立下にあつて きん張した毎日を送る韓国の人々は また非常に勤勉な日々を送っていると見受けた。工業面などについてもわが国のレベルに達するのにも そんなに遠くはないとの感じがした。

韓国はわが国にとっては地理的に最も近い国でありながら他面ではまだ遠い国といわれている。これは全くお互いの不幸という他ない。その意味で今回のような共同事業は彼我の科学者・技術者の相互理解を深めるに大きなプラスであり 今後もこの種の仕事が両国間にドンドン増して行くのを祈って止まない。

李所長をはじめ今回われわれが接した韓国の人々も今後の両国の交流がますますさかんになることについて非常な熱意をもっていることを知り これはとりわけ嬉しいことであった。今回の調査結果についての細い検討は現在われわれと韓国側とでそれぞれ行っており いずれ意見の交換も行なうことになっている。これまた楽しみの一つである。

(筆者は 物理探査部)