

第四紀變動図について

高橋 博

地震予知の研究をすすめその実用化をはかるためには観測体制を整備し 強化していかなければならないが観測を効果的に行ない その結果を地殻の問題として解析してゆくためには 地震活動の歴史を地域的に明らかにする必要がある。一方 今日の大震災にともなわれる地殻変動が第四紀における地殻変動とほとんど同じ様式でおこり 量的にも後者は前者を積算したものにはほぼ等しい場合の多いことが最近かなりよくわかってきた。とすると 日本列島においては第四紀の地殻変動はそのかなりの部分が地震にともなわれて生じたこととなり地震予知にとって非常に重要な意味をもってくる。筆者ら第四紀地殻変動研究グループ(白鷗高校・石井良治 横浜国大・太田陽子 都立大・貝塚爽平 武蔵高校・小森長生 東大・杉村新 防災センター・高橋博 大阪経済大・成瀬洋 神代高校・羽鳥謙三 東大・吉川虎雄 米倉伸之)は このような背景のもとに 第四紀における地殻変動の時間的・地域的特性を日本列島全体につきとらえるために共同研究を1963年以来すすめてきた。

してまず 第四紀全体—— 10^6 年オーダーの変動をとらえることとした。調査方法は 期間が長いので古文書などは用いられないので 地形学と地質学的方法により また地殻変動の要素としては 隆起沈降 断層 しゅう曲をえらんだ。実際の作業はこれまでの研究成果から各要素ごとにデータを抽出し(資料ファイル) それらを整理・解析して 最後に各要素ごとに $\frac{1}{200万}$ 縮尺の変動図としてまとめた。1964年と1966年に予察的および中間的な第四紀地殻変動量図を発表したが 1966年特定研究「地震予知に関する地形・地質学的研究」の研究組織が全国の地形・地質研究者の協力をえて成立し その研究成果や発表した図に寄せられた多数の意見を参考にして 図の完成に努めてきたところ 1969年夏ようやく第四紀地殻変動図として おおやけにすることができ(防災センター発行) 国際第四紀学連合(INQUA 1969年8月 パリ)で最初に発表した。この図は 隆起沈降量図3面 断層しゅう曲各1面と接峯面図の6面からなる。その縮尺は $\frac{1}{200万}$ で 他の地質関係の図との比較が行ないやすいように地質調査所発行の図と同じ投影によった(接峯面図は除く)。また 位置の検出をしやすいように $\frac{1}{20万}$ 地形図のわくも入れてある。以下に そのあらましを紹介する。なお 説明書や用いた資料集は現在執筆中または整理中で1970年度に印刷する予定である。

地殻変動の時間間隔については $10^2 \sim 10^6$ 年の間で種々考えられ それぞれとりあげる意義がある。また 各オーダーの年間の地殻変動量が明らかになれば それらを比較することによって 第四紀の間における地殻変動の速さの時間的推移を知りうる。そこで 第一段階と

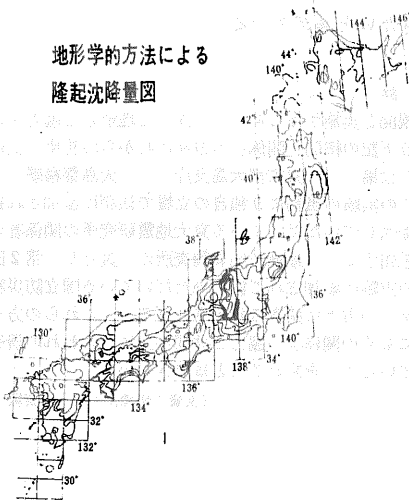
1. 隆起沈降量図

地殻変動の大きさやその gradient の地域的分布は隆起沈降量図によって示される。地形学的方法と地質学的方法により別々に隆起沈降量をもとめた。そして両者を比較検討して一つの分布図を集成した。

1.1 地形学的方法による隆起沈降量図

地形学的方法とは第三紀末または第四紀はじめに形成された侵食平坦面の海拔高度を第四紀における隆起沈降量とする方法である。厳密にいえば これらの侵食平坦面の作られた時の海拔高度の補正をしなければならぬがその gradient がもともと小さく 補正をすれば いくつかの仮定をおかなければならないのでそれは行なっていない。作業としては くわしい調査によって侵食平坦面の形成期が明らかにされている基準地域

地形学的方法による
隆起沈降量図





日本付近の有史以来地震の放出エネルギーの分布 (防災センター高橋末雄作製)

をいくつかえらびだし それらの地域を中心として上述の侵食平坦面の広がりをもとに $\frac{1}{5}$ 地形図を用いてもっとも近い他の基準地域まで追跡して その当否を確かめる方法をとった。この侵食平坦面のえられない地域では それにもっとも近い鮮新世のある時期に形成されたと考えられる侵食平坦面の高さを用いた。この方法で $\frac{1}{5}$ 地形図 1 枚当り 4~16 点の侵食面高度を読みとり それらから $\frac{1}{20}$ 地形図や接峯面図を参考にして 代表的な 3~4 点をえらんで $\frac{1}{200}$ 白地図に記入し 100m ごとの等値線をひいた。こうしてえられた隆起沈降量は厳密には同一期間内の値とはいえないが 第四紀を通じての変動量の第一近似と考えてよいであろう。なお沈降の著しい地域では 上述の面が新しい地層におおわれているので この方法は用いられない。

1.2 地質学的方法による隆起沈降量図

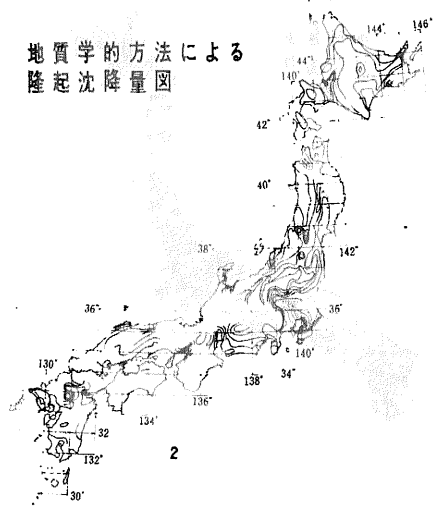
地質学的方法とは 第三紀-第四紀境界層準の分布上限高度または深度を 第四紀における隆起沈降量とする方法である。この場合にも その層準の堆積した時の高度(陸成層)または深度(海成層)の問題がある。ただ日本の場合 一般的には陸成層が内陸に堆積した場所の高度と地表の gradient は以後の変位量や傾動に比べて小さいと思われ また海成層の堆積深度も浅いものが多いと考えられるので その補正はしていない。この境界層準の発達していない地域では 上部鮮新統の分布高度をとったり 中部洪積統の値に適当な係数をつけるなどした。係数をつけることには はなはだ問題があるので 他に資料がなく かつ甚大な過誤を導かないと考えられる場合に限った。数値は $\frac{1}{5}$ 図幅あたり 1 点を原則とし 隆起においては図幅中の最高値 沈降の場合は最深値をとり $\frac{1}{200}$ 白地図に記入して 100 m ご

との等値線をひいた。用いた地層が上述のように第三紀-第四紀境界層準をはさんで若干の幅をもっているので この方法でえられた値も第四紀における隆起沈降量の第 1 近似的なものである。

1.3 集成隆起沈降量図

ふたつの隆起沈降量図を比べてみると全体的には分布様式は似ている。両図が局部的に著しくあわない場合いずれかの資料の信頼性が薄いためである。全体として地質学的方法によりえられた値の方が地形学的方法の場合より 200~300m 程度一般に低い傾向がみられる。これは山地に分布する鮮新統がかなり侵食されていて必ずしも堆積面の高さを示していないことや もともと侵食平坦面は 海成堆積面よりある程度高いことなどから生じた結果であろう。従って 山地については その

地質学的方法による隆起沈降量図

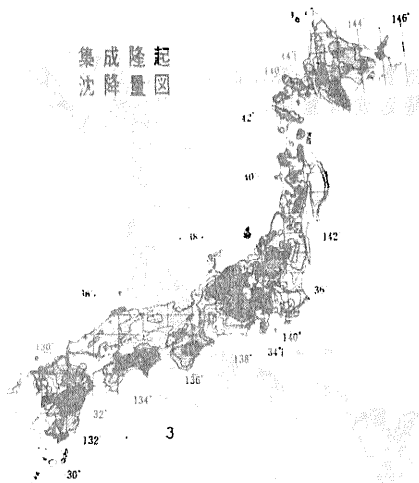


分布の広いことも考えあわせて侵食平坦面の海拔高度を山麓部や丘陵地域においては 鮮新統が侵食されているも量的にはさほど大きくないと考えられるので地質学的方法による値の方が適切であると考えられる。そこで海拔高度 200m 以上の山地については 地形学的方法によってえられた値を それ以下の丘陵地や低地については地質学的方法によってえられた値をとると両者の分布はほぼ調和的な等値線を描く。このような検討を加えうたがわしい場合はもとの資料を再検討して 2つの方法の図を集成して 1枚の集成隆起沈降量図を作った。隆起量 1,000m以上と沈降量 500m以深は500mごとに中間の高度は250mごとに区切って変動量を表現した。

1.4 隆起沈降量の地域的特性

隆起沈降量の地域的特性の分析はこれからであるがおもな特徴は次のようである。

1. 日本アルプスを中心とする地域は隆起がもっとも大きく飛騨山脈で最大値 (1,700m) がみられる。その周縁は大きな gradient で減っている。
2. その他の隆起量 1,000m以上の地域は日高・夕張山脈 越後・魚沼山地 紀伊・四国・九州の山地で 北上・阿武隈・中国山地や北海道北部は750mに達しない。
3. 日本列島を通じて第四紀隆起量は現在の山地高度の 1/2 前後に達し 2/3 に近い所もある。したがって 日本列島の現在の大起伏は第四紀の地殻変動による所が大きいと考えられる。
4. 大きな平野はすべて沈降地域で (最大沈降量: 関東平野 1,400m 大阪平野700m 石狩平野600m 新潟平野500m)



いずれも盆地構造をなし 周縁部の gradient は大きく沈降から隆起地域へかなり急激に変わっている。

5. 日本列島全体をみると隆起沈降量とその分布様式が若狭-伊勢湾の線の両側で対照性が著しい。さらに西南日本では内帯と外帯の隆起量の差が著しく 中央構造線にそって gradient が大きい。東北日本では北上・阿武隈山地と脊梁・出羽山地の間で隆起量に差があるが 西日本の内外帯の場合ほど著しくない。
6. 火山は東日本では一般に山地高度および隆起量の大きい所に分布し 東日本火山帯のフロントの内側に それにほぼ平行して最大隆起量の軸が走るようにみえる。

2.1 断層分布図としゅう曲分布図

地震予知のためには 過去の地震の分布から確率論的にみちびかれた河角の地震危険度分布図のようなものより これまでに大地震が起こった所より それとにた地域で まだ(または久しく)地震のおきていない所の方が危険であるという考えが最近強い。筆者らの中にこのような考え方が強調される前から 詳しいリストのついた第四紀断層 しゅう曲分布図の作成をすすめていた。それは 地質構造 とくに断層 しゅう曲 さらにその中でも第四紀に活動した断層としゅう曲の分布を知ることが 地震のおこりそうな地域を推定するのに必要かくべからざるものであるとの考えからである。

先に予報の図を発表したとき 断層分布と等値線のこんだ所が一致していないという意見があった。隆起沈降量図では断層は余程落差が大きく 延長も長くないとあらわれてこない。そこで 隆起沈降量図には明瞭にあらわれてないものをおもに断層・しゅう曲分布図であらわすこととした。図の作成のために 断層については まず上部鮮新統以上の地層または段丘面を切る断層と地震断層で長さ 1km以上を抽出し $\frac{1}{20万}$ 地形図に記入し その方向 変位量 変動をうけたものなどその状態を示す諸要素の一覧表を作った。その数は 558 に達したが 最終の図が $\frac{1}{200万}$ であるため推定にすぎないもの長さ 10km以下のものを除き 混みいつている所では 15km以下のものを省略したり複数のものをまとめるなどして 132本の活断層を図に示した。なお 南北方向の断層が多数集まっている茂原・大多喜地区は周囲をかこって斜線模様で表わした。しゅう曲についても上部鮮新統以上の地層または段丘面を変形させているものの中から 波長 0.5~30kmのものをえらんだ。波長のこれより大きいものは隆起沈降量図にあらわれていると考える。ちゅう積世のしゅう曲は地質・地形学的には抽出困難なので 水準測量からわかる測地学的しゅう曲とともに除いた。こうして約 80のしゅう曲を集めたが その 1/3 は段丘面の変形としてあらわれている。

2.2 断層・しゅう曲分布の地域的特性

全国的にみると第四紀に活動した断層やしゅう曲の密な地域は 鮮新統の発達地域に一致している。これは地殻変動の実態がこうであったとみより 主として鮮新統の地層を變形せしめているものをとった結果と考えられる。なお より古い地層で第四紀に變形・変位を受けたものがあつたとしても 証拠がない限り採用されていない。また 図でしゅう曲が東北日本により多く分布しているのは この理由以外に しゅう曲の強さが新第三紀層の厚さの分布と関係あることによる。

このようなわけで 今回作成した断層・しゅう曲分布図は 地震予知のためのものとしては理想に程遠いようにみえる。特に海底の地質構造は現在の所ほとんどわかってなく 日本列島について活断層 活しゅう曲をみれなく収集した分布図を作ることも当分の間期待することができない。従つて 今回の図をそのまま地殻の活動度の反映とみることはできないであろうが これから地殻活動度の分布のパターンを推察することはあるていど可能と思う。また断層・しゅう曲軸の方向の地域性(分布密度とは無関係)はその地域の地殻変動の性格を直接的に示す指標の一つと考えられる。すなわち東北日本内帯から北陸地方にかけては断層・しゅう曲ともに本州弧に平行なものが卓越する。中部日本では特に顕著な跡津川断層と阿寺断層の方向(ENE—WSW NNW—SSE)は断層についてのみ認められる。近畿地方では NNE—SSW 方向の断層が卓越する。紀伊半島・四国では 中央構造線の新期の活動(右横ずれ断層)が知られており 中国・四国・近畿・中部地方の水平ずれ断層はことごとく一つの strain system (最大圧縮応力軸ほぼ東西)に属せしめうる。

2.3 接峯面図

日本列島は 最近の地質時代に地殻運動が活発であつたので山地の高さは主として最近の地殻運動によって定まつたと考えられる。それで 接峯面図によって地形発達に対する第四紀地殻変動の役割を推定することなどに役立つ。岡山教授(明治大学)が100mコンター $\frac{1}{80万}$ 縮尺で日本全体の接峯面図(3面)を作つておられたので 筆者らは これを $\frac{1}{100万}$ 1面にまとめ さらに200mコンター $\frac{1}{200万}$ に縮めて印刷した。従つてこの図だけは他の5面と投影法が一致していない。

3. おわりに

これらの図やデータを分析し 地殻変動の様式と量の地域特性 現在の地殻変動と あるいは新第三紀の地殻変動との関係などを明らかにする仕事が今後に残されている。ここに日本列島の第四紀地殻変動による zoning を試みた。その境界は地殻変動の量や性格の違いについて討議し 意見の一致をみた所にひいた。その際隆起沈降の gradient をもつとも重視した。もちろん隆起沈降の地域的な変動量の大きさや断層・しゅう曲も考慮に入れた。地殻変動の激しい方からアルファベットの順に5段階に日本列島を区分した—

- A: 南関東甲信越区
- B: 日高夕張区 会津利根川区 西南日本外帯区
- C₁(断層が卓越): 近畿北陸濃尾区
- C₂(しゅう曲が卓越): 東北日本内側区
- D: 北海道東部区九州区
- E: 北上阿武隈中国瀬戸内区

この区分は現代および有史時代の地震活動やそれにと

もなわれた地殻変動をまったく考慮していない。そのため現代の地震活動にあつてはいかにみえる所もある。この区分そのものも今後検討するが 地震予知研究の素材として 第四紀を通じての地殻活動のパターンを示したものである。

(筆者は元所員 現 国立防災科学技術センター)

