

新潟平野の構造, 特に地変および震害との関係について

地震研究所 村 井 勇

(昭和39年7月14日発表—昭和39年8月10日受理)

新潟平野とその周辺地域では、油田ガス田の開発のための地質調査が進められ、また最近地盤沈下のための種々の調査が行われて、その第四系の構造が比較的よく知られている。これらの文献をもとにして、今回の地震によつて起こつた地変と震害とについて地質学的な解釈を試みたいと思う。

新潟平野の発達史と構造

新潟平野は信濃川と阿賀野川の下流に発達する沖積平野で、その周囲を新第三系よりなる褶曲山地でとりかこまれている。この地帯は新第三紀以来の造構造運動が現在なお進行中の地域と考えられ、新潟平野自体が一つの大きな向斜であると見られている。

〔魚沼層の堆積〕 中新世初めより海進が始まり、地向斜が形成されて、中新・鮮新世を通じて3,500 mほどの地層が堆積したが、第三紀末には海退が起こつた。魚沼層はその海退期に堆積を開始したが、洪積世を通じて堆積を続け、異常な厚さ(最大層厚2,300 m)に達した。この地層は砂、粘土の互層を主とし、礫層および炭質物層をはさみ、淡水性ないし浅海性の貝化石を産することから、潟、内湾あるいはきわめて浅い海域の堆積物と考えられる。新潟平野地域は、第三紀末より洪積世を通じて、内湾、浅海の状態を保ちながら沈降を続け、隆起する後背山地より流下する河川が同時に多量の土砂をその海域に注入し続けて魚沼層を堆積させた。現在魚沼層中から天然ガスの採取が行なわれているが、その起源はこのような内湾、浅海域に堆積した炭質物である。¹⁾

〔第三紀末以降の造構造運動〕 魚沼層は新潟平野の中心部で最も厚く、新潟平野は一つの大きな向斜構造を示しており、その主軸は鎧潟と新潟市西部とを結ぶ線上にある。この向斜の東西両翼端は逆断層によつて切れ、灰爪層以下の鮮新・中新統によつて構成される油田をもつた山地と接している。このような断層運動は、魚沼層の堆積中より始まり、おそらく現世まで続いてきたと考えられる。特に、西側の角田・弥彦山地は魚沼層に対して大きく衝上した構造を示し、その変位量はかなり大きい。角田・弥彦山地の東北方延長方向に粟島が位置し、かつ地震の発生にともなつて粟島・馬ノ瀬一帯が隆起し、その東沖の海底に地震断層が生じたことは、第三紀末以来の新潟平野およびその周辺地域における造構造運動の傾向に一致している。

〔後氷期以後の運動〕 魚沼層の構造によつて知ることのできる第三紀末以降の造構造運動は、後氷期に入つてもなお進化したものと考えられる。ヴェルム氷期の海面低下にともない、越後山地周縁部よりその前面の海域にわたる地域が一面に陸化し、この地域一帯

1) 伊田一善; 地質調査所月報, 6(1955), 327-342; 望月央, 石油技術協会誌 27(1962), 347-375, 新潟県, 新潟ガス田の現況, 1959.

に大規模な扇状地・三角洲堆積物が発達した。ヴェルム氷期が終るとともに海面上昇が起こり、新潟平野一帯は再び海面下に没して、海成層の堆積が始まった。現在、洪積世末の旧扇状地堆積層は地表下 120~160 m 程度の深さに分布しており、ヴェルム氷期以後の海面上昇が 100 m 程度であることを考えると、かなり深い位置にあることが知れる。この上に堆積した沖積層の層厚の最も厚い地域は魚沼層の堆積盆地の中央にほぼ一致しており、その部分が沖積世を通じて数 10 m ほど沈降したものと考えられる。沖積層の基底を代表する旧扇状地・三角洲堆積層の西方延長をたどると、現在の新潟平野沖の水深 110 m 内外の海底平坦面に続く。この海底平坦面は逆傾斜を示し、西に行くほど浅くなり、さらに北西方では粟島、馬ノ背の隆起帯に続いている。従つて、新潟平野およびその周囲では、現在の新潟平野中央部を中心とする向斜構造の活動と、その西縁部の角田・弥彦山地およびその延長部分での隆起運動が後氷期以後においても続いたものと考えられる。¹⁾ 今回の地震により起こつた粟島・馬ノ背地塊の隆起と粟島東沖の断層の発生は、これらの運動と一連の関係をもつものと考えられる。

〔沖積層〕 新潟平野内の沖積層の全層厚は 80~160 m 程度で、下部層は、粘土、シルト、砂、炭質物の互層よりなり、貝化石を含み、後氷期の海進によつて堆積した海成層である。この上に厚さ 20 m ほどの均質な海成粘土層が重なる。この粘土層は白根市附近を中心に分布し、その上面は平野内部で深さ 20 m ほどの位置にあり、海岸寄りの地域ではしだいに深くなつている。粘土層の上部には、海岸ぞいの地域では厚い砂洲・砂丘砂層が重なつている。平野内部では、海成のきわめて分級のよい細粒砂層、河成の粗粒砂層、瀉沼堆積物のシルト・粘土まじりの腐泥質細粒砂層の順に重なつている。以上のような沖積層の層序から知れるように、新潟平野は後氷期はじめの海進以来かなり最近まで海域であつた。100 m 以上の海成層の堆積後、海域の前面の角田・弥彦山地に続く地帯に砂洲が発達し、その内側にかこまれた海はしだいに埋めたてられて、ついに平野となつた。海岸沿いの地帯には砂丘列の発達が著しく、その内側に多数の瀉沼が残され、信濃川、阿賀野川などの河川は流路をししばしば変えながら平野内を流れた。瀉沼のなごりや旧流路跡は現在の新潟平野のいたる所で見ることができる。²⁾

第四紀層と震害との関係

大地震による災害を支配する重要な要因として、いわゆる軟弱地盤の問題がある。日本では主要産業都市のほとんどが海岸沿いの沖積平野上に集中しており、特に最近では埋立工事によつて工業都市の建設が進められようとする傾向が強い。これらの地域は地盤が軟弱であるため、震害に対する考慮が十分はらわれなければならない。海岸平野の地盤の性質を十分に検討した上で都市建設を進めることは今後特に留意されなければならない問題である。今回の地震による新潟平野の災害はその意味で貴重な実例を提供したものと言える。

1) 井関弘太郎, 名古屋大学文学部研究編集, 14(1956), 85-102; 中野尊正・武久義彦, 地理学評論 33(1960), 1-9.

2) 第一港湾建設局, 新潟の地盤沈下第 1~3 輯, 1959, 1962, 1963; 西田彰一・茅原一也, 新潟県文化財年報第 1 集 (1956), 1-44.

〔地盤沈下との関係〕 新潟平野では、天然ガス採取と低湿地の乾田化のために大量の地下水汲上げが行なわれ、第四紀層の収縮が起こって各地区で著しい地盤沈下が発生した。沈下の最も著しい区域は内野を中心とする海岸附近一帯と平野内部の白根市を中心とする区域である。海岸附近の沈下は明らかに天然ガス井による地下水汲上げのために起こったもので、主要産ガス層は洪積層中の深度 150~800 m の礫層であり、地層の収縮はこのような深層で起こっており、沖積層はほとんど影響を受けていない。これに対して白根市附近の場合は事情が異なり、農地の乾田化のための揚排水と、自家用ガス井よりの沖積層中の地下水の汲上げとに関係があるものと見られ、沖積層中の粘土層が収縮したために起こっている。¹⁾ これらの沈下の著しい区域において震害が特に大きかったということはない。地盤の軟弱性を決める最大の要因は最上層の堆積物の性質であるようで、深層の収縮による地盤沈下が、地盤の軟弱性と直接関係があるとは考えられない。沈下の最も著しい海岸地帯は、砂丘砂層よりなる比較的安定した地盤をもち、被害をほとんど受けなかつた。

〔被害地域の沖積層の構造〕 前述のように新潟平野を埋めている第四紀層はきわめて厚いが、その異常な厚さが新潟平野での震害を特に大きく支配したと見る必要はなさそうである。被害の分布はむしろ限られた範囲内に集中し、特殊な条件の所のみ起つている。前述のように、新潟平野の沖積層については前述の通りで、今回の地震の被害は、このような沖積層の構造に強く支配されている。すなわち、砂丘列の縁部の砂丘砂層と河成砂層、潟沼堆積物などの指交する部分、旧潟沼・河川流路の跡の低湿地、特に最近の埋立地で不同沈下や噴砂が著しかった。新潟平野の全面的陸化は比較的近い時代に起つたもので、ごく最近まで河川の流路の移動が続き、いたる所に低湿地が残されていた。²⁾ これらの土地が埋立てられて使用されてきたわけで、埋立ての新しい土地ほど著しい被害を受けているようである。信濃川と阿賀野川の河口附近は特に河流の移動が多く行なわれてきた地域であり、この地域は周囲にくらべて特に被害が大きかった。

〔流砂現象〕 今回の地震で被害を大きくした重要な要因の一つとして著しい流砂および噴砂現象がある。新潟平野の海岸ぞいの砂丘地帯は、海成粘土層上にある厚い砂洲・砂丘砂層よりなり地盤は比較的安定している。しかしその縁辺部や内側では、潟沼堆積層および河成の粗粒ないし中粒の砂層の下に 10~20 m の深さの位置に分級のきわめてよい海成の細粒砂層が一様に分布している。この砂層は不透水性の均質な粘土層の上に重なり、地下水で飽和され、間隙水圧は静水圧より高い傾向を示す。流砂はおそらくこの海成砂層の上部か河成砂層の下部の圧密の十分進んでいない部分を中心にして起つたと考えられる。阿賀野川流域の一部などでは平常時にも伏流水のため流砂現象が起こって水田中に噴砂があることがある。新潟平野の沖積層は流砂の非常に起こりやすい構造をもっていたわけである。³⁾

1) 第一港湾建設局 (1959, 62, 63); 中野尊正・武久義彦 (1960).

2) 籠瀬良明, 地理, 5 (1960), 162-167; 西田彰一・茅原一也 (1956).

3) 1) に同じ.