

## 地盤形成史のわかる地質断面図をつくろう

Making of the Geologic Profile Showing a Formative Process of the Ground

鳴井 幸彦 (かみい ゆきひこ)

㈱興和 技師長

## 1. はじめに

地質断面図（以下、断面図と略称する）の作成は、簡単なようでいて、実はむずかしい作業である。実際、それは高度な判断や熟練を要し、断面図の作成は技術者としての総合力が試されるといった性格のものであり、『断面図を見れば作成した技術者の実力がわかる』と言っても過言ではない。

しかし、多くの場合、断面図は、単に地質柱状図を並べ、同じ岩相同士を（たとえば砂と砂、粘土と粘土、といった具合に）単純につなぐといった形で、機械的に作られているのではないかと推察される。

実際、ボーリング調査に基づいて作られた断面図には地質学的に見ておかしいものが多く、指摘されるまでそれに気がつかない技術者も少なくない。こうした不自然な、あるいは不可思議な断面図は特に平野地盤で多く見られるが、地すべりや道路改良など山地の断面図も例外ではない。学会誌でも堂々と掲載されている例があるので、その根は深いように思われる。

こうした理由の一つには、平野地盤調査の多くが、理学系ではなく工学系出身者により担当されることが多いこと、また地すべり調査の場合には農学系出身の技術者が多く含まれることなどが挙げられよう。

しかし、だからといって理学系が万全かというところでもない。必ずしもフィールドワークを得意としない技術者も多いからである。加えて、近年（とくに1990年代以降）は、全国の地質系の学科において野外調査が敬遠される傾向が一層強まっているため、理学系出身者だからといって決して安心はできない状況にある。

小論では、最近急速に進展している沖積層研究の成果を踏まえ、断面図作成の意義と重要性を改めて指摘するものである。

## 2. 作り手によって大きく変わる断面図

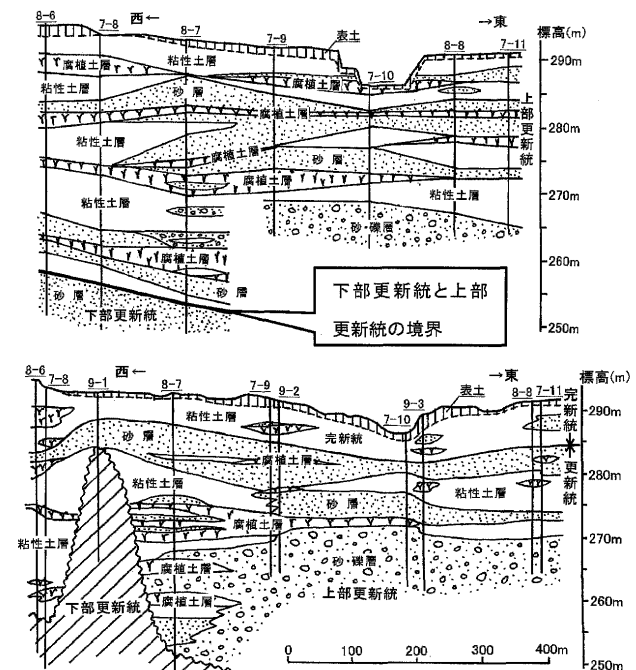
地質学が他の自然科学の分野に比べて大きく異なる点は、同じ材料が与えられても人によって解釈が異なり、成果に個人差が現れるという点であろう。この点は、他の自然科学から見た場合、なかなか理解しづらく、また受け入れがたく、非科学的と思われるかも知れない。地質学では確認や検証が非常にむずかしい場合が多く、新しいデータが追加されるたびに内容も変わってくるのがふつうである。なんと云っても、地質学は経験科学であ

り、経験や観察力が大きくものを言うことも確かである。

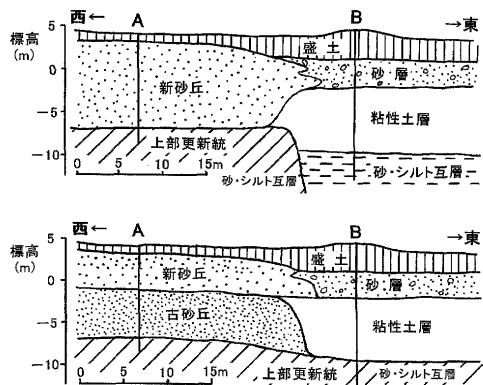
さて、図一1は作り手によって解釈が大きく変わるといふ例である。場所は東北地方のある内陸盆地。上は地質学的な解釈無しに、無造作につないだものである。下は地層の堆積年代を考慮し、地層区分したものである。両者の見かけはこのように大きく違ったものになる。

また、図一2は、砂丘の平野側の縁において、①図の左側（A孔）の砂層全体を新砂丘とするか、下位に分布するややN値の高い砂層を古砂丘と見るか、②右側（B孔）下部の砂シルト互層を完新統と見るかその基盤（上部更新統）と見るか、によって大きく断面図の内容が異なるという例である。このように、異なる2層が接している場合、同時堆積（指交関係）なのか、整合なのか、不整合（その場合は形態も）なのかといった判断、つまり地層の認定（対比）が非常に重要になってくる。

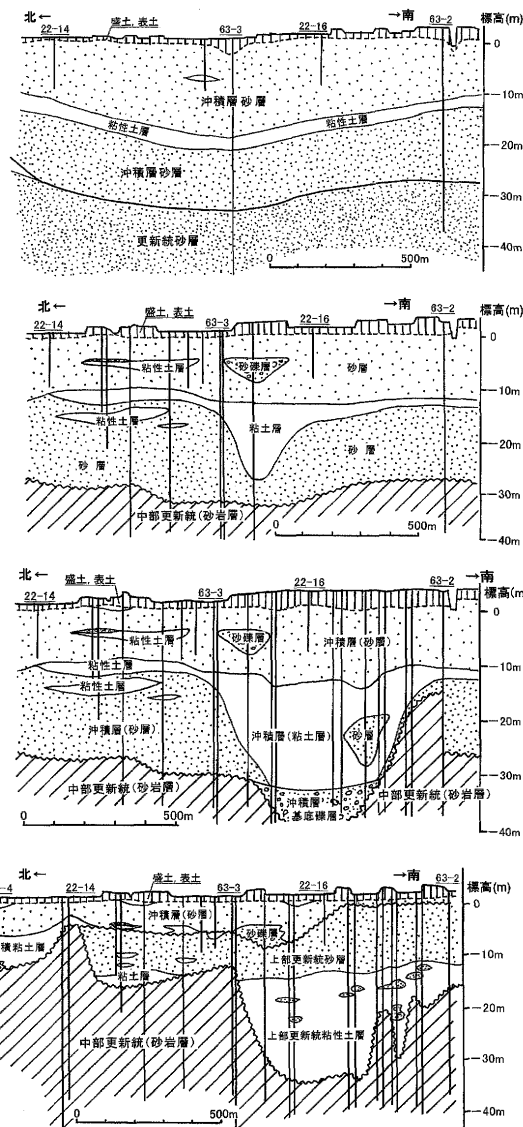
一方、断面図のできばえを左右するもう一つの重要な要素は、資料の量である（質については自明）。一般に、資料が増えれば精度は向上する。図一3は、北陸地方のある道路改良区間において、事業の計画段階から設計・施工段階に進むにつれ、調査資料が増えるにしたがい断



図一1 作り手によって大きく異なる断面図。上の図でボーリング位置は任意に設定されたもの、下は実距離に応じて配置したもの。



図一 2 地層の時代認定の違いにより表現が変わる例



図一 3 調査資料の増加に伴って変わる断面図。途中の解釈に不可解な点もある。なお、3段目の右端に見られる地層のずれは、隣り合った図面同士でのすり合わせミス。

面図が変わっていった過程を示したものである。もちろん、この場合は調査担当者(会社)がそのつど替わっているせいもあるが、結果として、調査資料の増加は解釈の変化につながっている。しかし、だからといって、十分な資料がそろうまで断面図を作らないというわけには

いかない。与えられた条件の中で、現地の地形条件や周辺の地質状況などを十分に考慮し、最大限の努力を払って真実の姿に近づけるべく作業を進めなければならない。ただし、決して無理をするべきではない。

### 3. 沖積層研究の歴史と近年の急速な進展

日本の平野地盤に関する本格的な研究は、関東大震災後に復興局によって、東京、横浜において500 mメッシュの交点で実施された797ヶ所におよぶボーリング調査<sup>1)</sup>から始まったと言ってよい。これにより下町低地の地下に化石谷(埋積谷)の存在が明らかにされた。戦後になって、東海道新幹線建設に伴う地質調査の際にも埋没谷(おぼれ谷)地形が確認され<sup>2)</sup>、やがて、これが氷期の痕跡であって、世界の臨海沖積平野に共通した現象であることが広く認識されるようになった。おぼれ谷には軟弱な沖積層が堆積していることが多いことから、開発が進むにつれボーリング調査の需要も高まっていった。

こうして、臨海沖積平野の沖積層の地質学的研究は海水準の変動と結びつけて進められ、約1万年前に海水準の低下があったとする当時の学説を取り入れ、沖積層は不整合を境に2分された<sup>3)</sup>。九州の有明・不知火海における有明粘土層と島原海湾層、関東平野における有楽町層と七号地層などがその典型例である<sup>4),5)</sup>。

一方、沖積層の研究は濃尾平野を中心に自然地理学分野でも進められ、沖積層基底礫層、下部砂層、中部泥層、上部砂層、上部泥層(頂部陸成層)からなる沖積層の基本層序が提案された<sup>6)</sup>。海津<sup>7)</sup>はこの考えをさらに推し進め、堆積学的な検討を加えた。なお、最近では、沖積層基底礫層(BG層)を沖積層に含めず、沖積層基盤(最終氷期の扇状地性礫層)とみなす例が増えている<sup>8),9)</sup>。

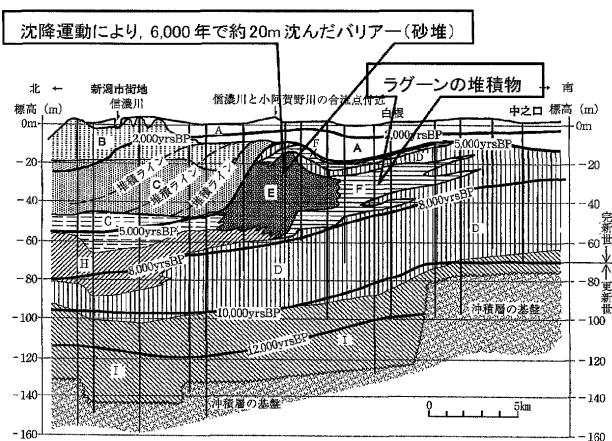
1990年代後半になって日本の沖積層研究は三つの側面から新しい展開を見せ始めた。一つは<sup>14</sup>C年代(炭素同位対比から年代を推定)の普及やテフラ(火山灰)層研究の進展により時間軸が入られるようになったこと、二つは珪藻、有孔虫といった微化石分析やCNS元素分析などにより堆積環境解析が行われるようになったこと、三つは堆積相解析、シーケンス層序学<sup>10)</sup>の手法が導入され、層相変化が堆積学的に検討されるようになったことである。最近では、堆積年代や堆積環境を考慮した断面図が次々と作られるようになった<sup>9),11)</sup>(図一4)。

なお、沖積層を約1万年前の不整合を境に2分する考え方については、①堆積年代が連続的であること<sup>9),11)</sup>や、②後氷期の海水準上昇の過程で海水準の低下はなかったとする最近の学説<sup>12)</sup>などにより、不整合というよりはむしろ堆積環境の違いによる層相変化と見なされるようになった<sup>9),11)</sup>。

### 4. 正しい断面図の作り方

断面図は、その場所における地質状況をわかりやすく表現することによって地質的特徴の理解を助けると同時に、地質上の問題点を浮かび上がらせるものである。したがって、正しく作られた断面図は、その現場における

報告



図一四 越後平野中央部における南北方向の堆積年代線入り層相断面図(文献9)に加筆、一部省略。

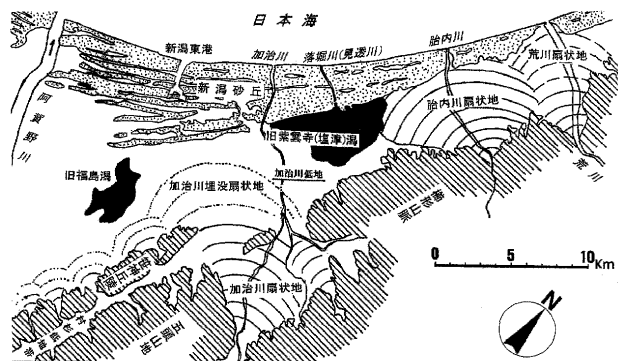
地質面での設計・施工上の課題(地質リスク)を明らかにし、コスト縮減にも大いに資するものである。

一方、地質学の基本中の基本である地質図の作成にあたっては、断面図を描くことによって地質図上の矛盾点を見つけ出し、試行錯誤と修正を繰り返すことによって次第に精度が高められていく。それは、断面図を作成することで、地質図上の矛盾を見つけやすいからである。このように、断面図の作成は、地質調査において重要な位置を占めている。

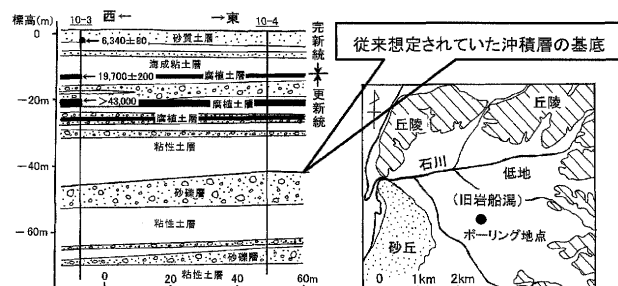
平野部において正しい断面図を作るためには、まず前提条件として、作り手がデルタ(三角州)、自然堤防、後背湿地、氾濫原、潟湖(ラグーン)、エスチュアリー(三角江)、砂州、砂丘、堤間凹地、溺れ谷(埋没谷)、氷河性海水準変動、沖積層、完新統(世)、更新統(世)、テフラ(火山灰)、<sup>14</sup>C年代、層相(変化)、インターフィンガー(指交関係)、整合、不整合、アバット不整合、最終氷期、海進、地層の走向・傾斜などといった基本的な地形・地質用語をその内容も含めて理解している必要がある。そして、その上で地層の堆積年代をきちんと認定し、堆積環境を考慮して慎重に作成されなければならない。

こうして作られた断面図は、その土地の成り立ち(地盤形成史)を説明するものであり、技術者の思想(その地盤に対する考え方)を反映したものである。したがって、そこには作り手の経験やセンスなどが色濃く投影されている。以下に断面図作成上のポイントをまとめる。

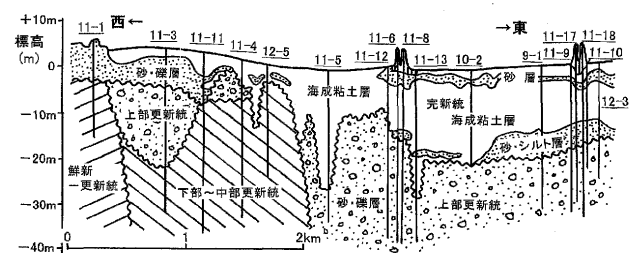
- ① 断面図は単にボーリング柱状図を並べて同じ岩相同士を機械的につなぐといった安易なやり方で作成してはいけない。横方向へのつなげ方が重要である。
- ② その地層が堆積した場所の地形条件(地形配置、場の条件)や堆積した順序を考慮して作成されなければならない(図一五)。
- ③ 土層区分を正確に実施するとともに、できるだけ構成土質の時代を特定する必要がある(とくに沖積層の基底位置の決定が重要、図一六～八)。その際には、<sup>14</sup>C年代測定がきわめて有効である。
- ④ 断面図は、その地盤に対する作り手の見方が端的

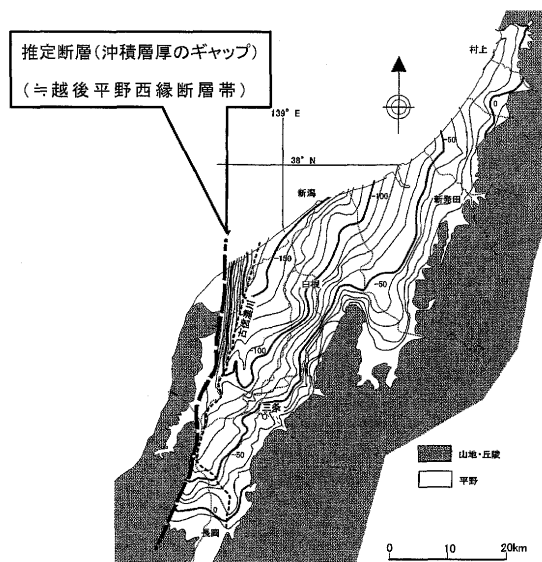


図一五 堆積場の条件(地形的配置)により堆積物の性質とその分布が決まる(文献13)に加筆、一部修正。

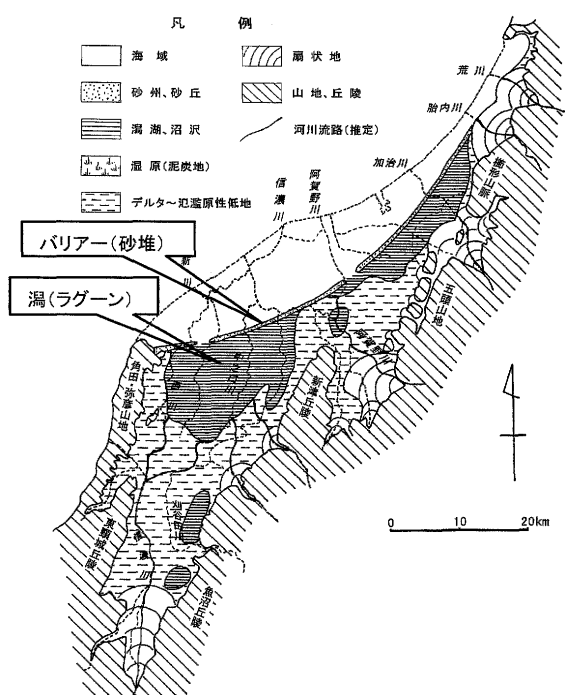


図一六 越後平野北端の旧岩船潟中央部の断面図。年代測定により、沖積層の層厚が従来の想定に比べて極端に薄いことが判明。





図一 8 越後平野における沖積層基底等高線図 (文献 8) に一部加筆)。越後平野全体の沖積層の厚さ分布がよくわかる。なお、越後平野中央部は過去数百万年にわたって沈降を続けている沈降帯に位置しているため、海水準低下量以上に沖積層が厚くなっている (最大 160 m 以上) ことに注意。



図一 9 縄文海進期 (8 000~6 000年前) の越後平野の古地理 (文献 14) に加筆)。軟弱粘土層の分布域と潟の位置とが一致。

## 5. おわりに

かつて、地質系の学科で野外調査が盛んであったころ (1980年代以前)、第四紀層が出現すると調査終了 (研究対象外の意味) とされ、地質図では一括されることが多かった。ましてやその当時、沖積平野が研究の対象にされることは地盤沈下問題の関係者など一部を除き、ほとんどなかったといって良い。

第二次大戦後、資源系の会社が縮小する中で、地質系の卒業生が土木地質分野に進出するようになって、その多くはダムやトンネル、地すべりなどの山地の地質が主な対象であった。

一方、昭和30年代から40年代にかけての高度経済成長期を経て、新幹線や高速道路、高層ビル群などが次々に建設され、平野部を中心に都市化が急速に進んだ。これに伴いボーリング資料も飛躍的に増えたが、地質学的な解析は十分には行われてこなかったように思われる。

以前、構造地質学の大家である藤田和夫 (大阪市立大学名誉教授) は、「応用地質」の巻頭言で、“これまでの日本の地質学は「山地の地質学」であった”が、“これからの応用地質学は、「盆地・平野の地質学」である”と述べ、「地下地質学的教養」を身につける必要性を説いた<sup>15)</sup>。それから10年以上が経って、ようやく平野地盤の地質学的研究が盛んになってきた現在、沖積層が大きく注目されることとなっている。平野部の断面図作成にあたり、地質学的検討が行き届くことを強く願うものである。

## 参 考 文 献

- 1) 復興局建築部：東京及び横浜の地質調査報告，141p.，付図16，1929.
- 2) 池田俊雄：東海道における沖積層の研究，東北大学理学部地質学古生物教室研究邦文報告，No. 60，pp. 1~85，1964.
- 3) 青木 滋・柴崎達雄：海成“沖積層”の層相と細分問題について，第四紀研究，Vol. 5，No. 3~4，pp. 113~120，1966.
- 4) 有明海研究グループ：有明・不知火海域の第四系，地団研専報，No. 11，pp. 1~86，1965.
- 5) 青木 滋：東京低地の第四紀層について，日本地質学会76年学術大会シンポジウム「海岸平野」資料集，pp. 15~20，1969.
- 6) 井関弘太郎：沖積平野，東京大学出版会，145p.，1983.
- 7) 海津正倫：沖積低地の古環境学，東京大学出版会，270p.，1994.
- 8) 新潟県地盤図編集委員会編：新潟県地盤図および同説明書，(幼)新潟県地質調査業協会，A0版4枚，66p.，2002.
- 9) 鴨井幸彦・安井 賢・小林巖雄：越後平野中央部における沖積層層序の再検討，地球科学，Vol. 56，No. 2，pp. 123~138，2002.
- 10) 斎藤文紀：シーケンス層序学による沖積層の捉え方，地質と調査，No. 98，pp. 24~30，2003.
- 11) 木村克己・石原与四郎・宮地良典・中島 礼・中西利典・中山俊雄・八戸昭一：東京低地から中川低地に分布する沖積層のシーケンス層序と層序の再検討，地質学論集，No. 59，pp. 1~18，2006.
- 12) Fairbanks, R. G.: A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. Nature, 342, pp. 637~642, 1989.
- 13) 鴨井幸彦・小林巖雄・Nguyen Lap Van・藤田英忠・坂井陽一：新潟平野北部地域の表層地質と古環境，日本第四紀学会講演要旨集，No. 25，pp. 140~141，1995.
- 14) 鴨井幸彦・安井 賢：古地理図でたどる越後平野の生いたち，土と基礎，Vol. 52，No. 11，pp. 8~10，2004.
- 15) 藤田和夫：盆地・平野の地質学，応用地質，Vol. 38，No. 1，1 p.，1997.

(原稿受理 2008.10.30)