流水堆積物の応用地質学的研究

* 林田 精郎

Applied- Geological Study of Stream's Deposits

by Yoshiro Hayashida

はじめに

大陸諸国の平野の多くが侵食によって形成されたものであるのに対して日本のそれは山麓部や浅海底に堆積して作られたものであることから、沖積平野のわずかな凹凸が人間の生活の場を左右している。沖積平野の微細な地形は沖積層が堆積するときに生じた同時性のものと、堆積後に生じた外力的なものとある。同時性の微細地形は沖積層の最表層部の堆積相と密接な関係があり、外力的なものにはそれに関係のあるものと、全く関係のないものとある。関係のないものの代表として沖積期の河岸段丘をあげることができよう。

河口のDeltaの表層部や河川中流の平地の堆積物は水路の変更によってsand bar, channel fill, 自然堤防がいくつも組合わさって複雑な微細地形が作られている。これらの堆積のしかたは微視的にみれば立体的にもまた複雑な堆積をしていることがうかがわれ、地表面では堆積相と微細地形とが極めて密な関係があり基礎地盤及び伏流水開発の立場から重要なことである。このような現象は流水による堆積相からなっている沖積層表層部ではいつもみられることで、沖積平野の土地利用の上に顕著にあらわれている場合が多々みられる。

流水による堆積のしかた

流水による物質の運搬は運搬力の減少とともにその流路の側や流路内に堆積をまねく。河川の水量と流速は時々刻々変化するので山から運搬されてきた物理的な作用で運搬されるものは直接最終地点まで運ばれずに水量、流速の変化によって一時的に堆積し、その後また運搬されるといったことを繰返して、より細粒化され、容積を増大させ乍ら下流に移動してゆくものである。これらのうちのあるものは半永久に河川中流部にとりのこされて移動しないものもある。

堆積を起す原因には流速の減少、流量の減少、流路断面の増大がある。流速の減少は流床勾配の減少、流量の減少、谷の形、運搬され難い巨砕の堆積、岩脈などによるせきとめ、湖などえの流入によって起る。流量の増減は季節的に変化する河川が多く、高水位時には多くの粗粒なものが下流に運搬され、低水位時には主としてそれらは堆積する。Deltaのような平坦地では流路が多数に分岐して各流路の流量は減少するが、流路の全断面はむしろ増大する。またこのような

* 大阪市立大学理学部応用地質学研究室

地域では流路は広くなりしかも平坦になるので流速は急激に減少して運搬力も低下するので多量の岩片を流路に堆積せしめ、流水はそれらの上を流れることになり流路はまたより分岐しやすくなってゆく。

流水による堆積の場合は主として河口、流路、山麓、氾濫原などで、それらは形及び堆積場所から Alluvial fan, Alluvial cone, bar, channel fill, flood plain, Alluvial terrace, delta, Alluvial apron, natural levee などと称されている。これらのうち bar, channel fill, natural levee について考察してみよう。

流路の中やすぐ側に堆積する bar, channel fill 及び natural levee は種々雑多な形をしているが、それらは group をなして、あるものは流路のまわりに堆積し、gravel と sand とからなり、またあるものは流路の内側が流速が小さいのでそこに堆積したりする。これらの堆積物は低水位のときには水面上に露出するが、高水位になるとその位置が移動したり、形をかえたりする。また場合によっては完全に破壊されて他の場所に運搬されることもある。

洪水時には氾濫原は流水で満たされるが流水の展開は急激な流速の低下をきたし、流路の近くに多量の砂礫を堆積せしめ氾濫原の方へは細粒な silt, mudなどを運搬してゆく。このようにして流路のすぐそばの砂礫は急激に成長して高くなり、流路から離れるに従ってだんだん低くなる地形が形成されてゆく。このようにして形成された微高地はそれ程高くない高水位時には侵食されないが、ひどい高水位時には破壊されるのは前述したとおりである。このような堆積は delta の topset にも勿論おこっている。そのために delta の表面には低い ridge があちこちに点続していて低水位時にはそこは島のようにになっている。

微細地形と堆積相

bar, channel fill, natural levee などは前述したように周囲よりやや高い微高地をなしている。これらは同時性のものであって堆積後の侵食によるものではない。これら微高地には砂礫層が発達しているがこれらの規模はそれが堆積した当時の地質的な環境によって、すなわち、洪水時の水位、水量、流速、運搬量、河川勾配などによって左右される。

古く中世以後に日本の平野は改造された。すなわち、米作の可能な場所を耕すという形で平野の開発が進められたが、洪水に対して安全でしかも近くに米作可能な土地のある場所はこれらの微高地が最も適していたわけで、昔時沖積平野に作られた集落や畑などはすべてこのような微高地に形成されている。

淀川右岸の茨木市には安威川、茨木川の流水による沖積層があり比高 5～12.5 m の間に最もよく発達している。地形図から河川は周囲の氾濫原よりも高いところにその流路があり、ここには粗粒堆積層がよく発達しているが、河川と河川間の低湿地では細粒堆積層が発達している。粗粒堆積層が発達している微高地の中にも総持寺公園アパートにみられるように地形の凹凸があり、低湿地の堆積層がみとめられる。

図-1 秦木市付近地形図

図-2 総持寺公園丁パークト地形図及び電気探査図

ここでの電気探査その他の基礎地盤調査と微細地形を比較してみると、団地内の微細地形は10 cm 毎の等高線を画くことによって、団地中央部でしかも西寄の地域が高く、だんだん東方に低くなっている。この微高地の北側及び南側はやや低い地域となっている、このことからこの沖積層は安威川によるもので、淀川に向って高度を低下せしめている、電気探査の $\rho_a - a$ 曲線から微高地と微低地とでは堆積相がことなっていることがわかる、これは地形の凹凸よりもより大きな深度まで根本的に堆積層がことなっていることから現在の地形の基礎は沖積層が堆積したときに形成され、それがその後の侵食によってあまり破壊されなかったものとみられる。工事の際に微高地を掘削したが、砂礫層は5~10 cm の厚さのレンズ状のものが複雑に組合わさっていたし、水平方向の相の変化も激しかった。

低湿地の地下にも場合によって

は bar, channel fill,

natural levee が仕在している

ことがある。地表面からは何の

変化もない沖積平野のように考え

られる地域で、このような堆積層

が伏在していると面食うものである。

茨木市宇野辺の神戸製鋼茨木工場の敷地は比高9.5~9.7 m の

間にあり最上層は砂質シルトから

なっていて低湿地の堆積相である

が、この下に厚さ約4 m の砂礫層

が伏在している。この砂礫層はC

線に沿って深度2~3 mであるが、

それ以外ではうすくなっていたりまた欠けていたりする。この砂礫層の上面には凹凸があり図に

示されているような形をしている。この図で8 m以上の地域には砂礫層が存在せず、積層が支持

層となっている。こうした地域であったために基礎杭の長さがまちまちで施工上困難をきたした。

流水堆積層を帯水層として取扱う場合には地下水は当然伏流水である。伏流水は channel

fill, bar などに胚胎するもので、地質の上から二つの型、すなわち channel fill や bar

が地表面まで存在して微高地をなし、これらの上に広い粘土層などの不透水層が存在しないもの

(open 型)と channel fill, bar などが不透水層によって完全に覆われている場合(closed

型)がある。後者の場合には表層近くに低湿地の堆積相が覆っているために地形からそれらの存

在を予測できないことが多いが、前者はそれが比較的簡単にできよう。

open 型の場合の伏流水は河川だけから供給されるものではなく、地表の降雨、水田などから

図-3 茨木市宇野辺神戸製鋼茨木工場

基礎杭支持層深度図 (in meter)

(山下氏による)

相当量のものが供給される。

このためにこの型は水位、水温、揚水量の季節的変動が顕著にみられる。closed型は open 型よりも安定で、しかも場所によっては被圧していることもある。このために温度が問題になる場合には closed 型が有利である。しかし open 型は夏期に揚水量が急激に増加するので水量によって水温の上昇をカバーできる。

表層堆積相と地下水についてはこの程度に留め置き、最後に兵庫県豊岡市における調査実例を述べよう。

豊岡市は山陰地方屈指の荒れ川円山川の河口より少し上流にある北部兵庫県を中心地である。円山川そのものにも応用地質学的にはい

ろいろ問題がある。円山川下流部の沖積層は30m以上の厚さをもち、しかも粘土ないしはシルト質層が主体で軟弱地盤を構成している。このために当地方は水害、震害の多発地帯であることは広く知られているところである。円山川の支流に奈佐川という小支流があり豊岡市中心部の下流で円山川に合流するが、この奈佐川の堤防が伊勢湾台風による異常出水のために破壊し、豊岡市の大半は洪水被害をこうむった。破堤現場は国鉄山陰線奈佐川鉄橋のすぐ上流で、破堤の原因はその箇所に堤体の局所的な沈下があったために over flow によるものであったことが水準測量から判明した。そこでこの局所的な沈下の原因を究明し、あわせて堤体改修の基礎資料を得るために1962年初夏に地質調査が実施された。

前述したように当地域の沖積層は30m以上の厚さがあるが、基盤の凹凸や沖積層深部の堆積相のちがいによって高さ6m程度の堤体が不等沈下をするとは考え難かったが電気探査やペネトロメーターによる表層部の調査から表層部の堆積相のちがいにその原因があると考えられた。

図一4 豊岡市奈佐川調査図

ρ_a -a 曲線によってそれらを比較すると表層部の砂層が場所によって発達したりしなかったりする。またある場所では数枚の砂層があるが他の場所ではそれらは全たくみられないこともあった。これらの事から奈佐川の流水堆積層は上流部から発達してくるが、他方、円山川の channel fill, bars などが山陰線のところまで堆積している。これはこの附近の微細地形から当然考えられることであり、また ρ_a -a 曲線も明らかにそれを示している。この円山川によって形成された微高地の上に山陰線と下流部の堤体がある。ここは下流であるために当然基盤も深く軟弱層も厚いので堤体の沈下も大きくなければならぬのに、逆にこの附近では堤体の沈下はみられず、ここより上流で沈下している。これは先述したように堤体の不等沈下は表層部の堆積相によるものであることを立証している。

結局、円山川による微高地の背後である奈佐川側に低湿地が発達して軟弱な地盤を形成したものとみとめられる。地形及び地質から奈佐川側は本質的に軟弱層が発達しやすい場所であり、それで沖積期初期から奈佐川側には低湿地になる要素があり、そのすぐ下流は微高地として発達する要素があった。そして現実にもそのように一方は微高地として、他方は低湿地として発達してきたのである。

ま と め

沖積層の最上層で局所的な堆積の場をもちしかも変化の激しい流水堆積層の表面には堆積当時堆積相に密接な関連性をもつ微細地形が形成されている。人間は微高地に生活の場を求め集落を発達せしめてきた。微高地の地下には砂礫層が発達しているために洪水に対して安全であるばかりでなく地下水を容易に得ることもできたことがそこに集落を発達せしめた第二の要因でもあった。

流水堆積層は水平的な広がりがあるが帯状に分布している場合が多いので、応用地質学においてはその場所の堆積作用を知ることにより効果的な調査法をその場所場所できめてゆかねばならない。このときに微細地形を知ることによってその目的はある程度達せられ、また堤防などの基礎地盤を調査する上においては微細地形は見逃すことができない。

本研究においていろいろ御指導して下さいました諸先生に深謝します。

(昭38. 5.17 受理)

参 考 文 献

池田 俊雄

軟弱地盤の生成環境について

応用地質 Vol.4 No.1 1963

中野, 小林

日本の自然 岩波新書 1959

William H. Twenhofel

Treatise on Sedimentation, Dover, 1961

William H. Emmons and other

Geology, McGrawhill, 1955

(Abstract)

Deposits made in or out a stream's channel are called bars, channets fill and natural levees. They are mounds of gravel and sand that form shoal near the stream. Deposits so formed, when exposed during the low-water stage of a stream, are the familiar sandbanks or pebble beaches etc.. At the high-water stage, they are subject to a shift in position or an alteration in form.

They form a low ridge, which is seldom more than a few decimeter higher than the backland. On the backland, there are a fine grain deposits, therefore, in the case of the stream's deposits, the microtopographies are exposed clearly by the facies deposited on the top surface.

The above-mentioned microtopographies, characterized by the deposited facies, will serve useful purpose for a engineering geologists.

会 告

会員募集のお知らせ

昭和38年7月8日現在正準会員376名, 賛助会員27(121口)となり, 学会登録後55名の会員が増加しました。今後の発展のためなお広く会員を募集します。直接地下資源関係以外の応用地質学に関心をおもちの方々へ会員各位から積極的におすゝめ下さるようお願い致します。

入会手続

個人会員は氏名, 勤務先, 勤務先所在地を明記して会費を御送金下さい。会費は年正会員500円, 準会員(学生)400円です。御送金になるべく振替を御利用下さい。賛助会員は団体名称, 所在地, 口数, 会誌部数を明記して会費を御送金下さい。会費は年1口につき1000円です。会誌は1口につき1部を限度として御希望の部数を送ります。