

講座

自然は語る

2. 三角州の地表と地下

かい づか そう へい
貝 塚 爽 平*

三角州とのであい

私の郷里は「焼蛤」や「七里の渡し」で知られた伊勢の桑名である。この町は濃尾平野の西寄りを経て伊勢湾に入る揖斐川河口の右岸にあるから揖斐川はなじみの川であった。小学生のとき、この川とすぐ東隣の長良川をまたいで、国道一号線に伊勢大橋が開通し、祝賀の渡りぞめに加わったが、その長さは1,005mあって、当時(昭和9年)東洋一の道路橋だといわれたものである。桑名の市街から桜の名所だった桜堤にそって揖斐川をさかのぼり、この橋を渡ると、広い川がゆったりと流れ、岸边にはヨシが生い茂っているのがながめられた。一号線を名古屋の方に進むと木曾川にかかる尾張大橋があるが、これを渡って津島神社に詣でたのは中学の“行軍”の折だった。当時このあたりの濃尾平野三角州は春には菜の花が美しかったが、菜種は高いうねに植えられ、鋤をふるって高いうねを作る労働は大へんなことだと感じた記憶がある。

木曾・長良・揖斐三川の改修工事の話は子供のころから聞かされていたが、濃尾平野の「輪中」に興味を覚えたのは地理学科の学生になってからであり、平野の地下構造を知るようになったのは昭和30年ごろからである。さらにこの平野での地盤沈下の著しさになんともやりきれない思いをしたのは、昭和34年の伊勢湾台風の水害被災地となった郷里に急ぎよ帰ったときのことであった。

濃尾平野の三角州とはこういうつき合いがあったものの、自分で三角州の調査を手がけたのは、東京湾沿岸の三角州に始まるから、その話を最初にとりあげよう。

東京湾の三角州——日本での円弧状三角州の典型

日本の海岸線の地図を書きうつすとき、東京湾ほど書きにくいところはない。海岸線の形が人工によって、幾何学的ながら非常に複雑だし、そのうえ、年ごとに埋立てや港湾造成によって形が変化しているから、最新の地図でさえ正確な現況を示しているとはいいがたい。恐らく東京湾の海岸線ほど長距離にわたって人工的改変を受けたところは世界にあるまい。しかし、今の複雑さに比べて、20世紀初めごろの東京湾は、横須賀あたりの入江の多い岩石海岸と

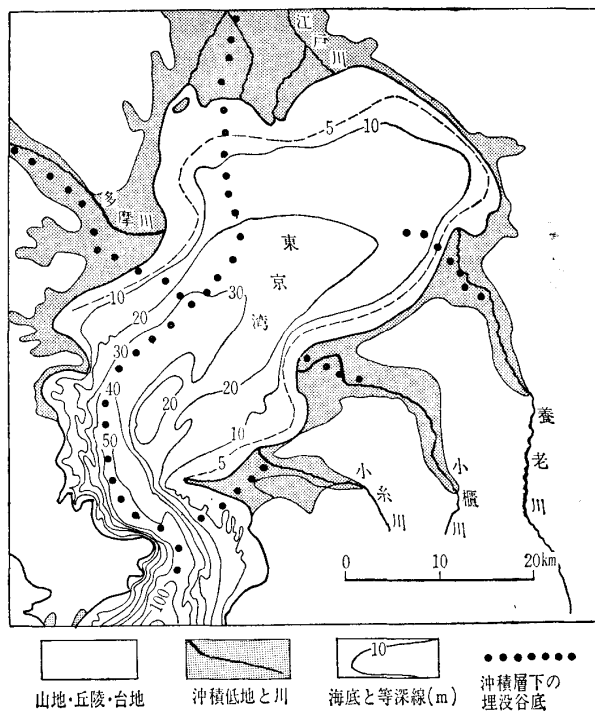


図-2.1 東京湾の三角州

江戸時代から埋立てがあった東京港を別とすると、非常になめらかな海岸線をもっていた。図-2.1 にあげたのはそのころの海岸線である。

この図には5箇所に三角州がはり出しているのがみえる。西岸から時計回りにあげると、多摩川・江戸川・養老川・小櫃川・小糸川の三角州である。このうち、江戸川・養老川・小糸川の三角州は河口部がややとがっているが、他の二つは典型的な円弧状三角州 (arcuate delta) をなしている。日本には東京湾ほどに円弧状三角州がみられるところはほかにない。三角州が円弧状をなすことは後にみるように三角州の浅い地下や三角州前面の浅海底が主に砂よりなるということであり、そのことが東京湾の埋立てによる土地造成を容易にした自然条件でもあるのだが、さかのぼれば三角州前面の遠浅の砂質海岸に江戸時代からアサリ・ハマグリなどの養殖や潮干狩りが盛んに行なわれたゆえんでもある。

東京湾西岸の東京・川崎・横浜での港湾や工業地帯のために湾岸が改変されたのは大正時代に始まるが、東岸の京

* 理博 東京都立大学教授 理学部 地理学教室

講 座

葉工業地帯の土地造成は、日本の高度成長が進みかけた昭和35年（1960年）ごろから急テンポで始められ、現在では東京湾岸で自然の海浜が残されているのは小櫃川三角州の一部だけになってしまった。

千葉県は昭和35年ごろから臨海工業地帯造成のための基礎地盤調査を始め、それには東大生産技術研究所の三木研究室が当たったが、私も地形・地質の立場から加わることになって、ボーリング地点の選定にはじまり、コアの観察、柱状断面や土質試験結果の解析から地盤図の作成までの全過程に関係した。調査地域は江戸川三角州から富津岬までの80 km にわたった。ボーリングは主に水深10m以浅の浅海で行なわれたが、チュウ積層の構成を理解するためには、埋立て予定地ではない陸上や10m以深でも調査の必要があると説いて、そういうところでもボーリングが実施された。このことは結果的にはチュウ積層に埋もれた埋没谷の姿を明らかにし、地盤図を完成するのに大層役立った。また、陸上や海底の地形から予想していたチュウ積層の厚さやその構成がほぼ当たっているのを知り、地形発達史の知識が地盤調査に有用であることを確かめることにもなった。そのことを三角州について具体的に述べてみよう。

まず陸上の三角州平野についてみると、その海側へ低下するコウ配は多摩川三角州で1/1000弱、江戸川三角州で約1/5000、養老川・小櫃川・小糸川三角州で1/1000強である。ところで日本の多くの河川についていえることだが、川のコウ配が1/1000というのは河床にレキがあるかないかの境目にほぼ当たり、コウ配がこれより小さいと河床は砂からなり、平野の地質は砂と泥（シルトと粘土）からなるとレキはない。養老川・小櫃川・小糸川では三角州のコウ配は1/1000強であるが、川自体は曲流し、コウ配は1/1000以下だから砂河床となっている。こういう陸上地形からの予想にたがわず、これら三角州の地質が砂と泥からなることはボーリングによって確かめられた。なお、5つの三角州の表面の微地形を地形図や空中写真でみると、いずれも昔の曲流流路の跡がかなり残されている。また昔の海岸線に沿ってできたと思われる砂州や浜堤（波が打ち上げた砂レキのたかまり）がみられる。これらのことは円弧状の海岸線のりんかくとともに、三角州の地下には広く板状の砂層が分布することを予想させる材料であることが後にわかってきた。

つぎに東京湾の海底地形をみよう。その概要は図-2.1の等深線から読めるように、湾底は水深5~10mの、コウ配が比較的急な地帯で2つに区分でき、それより浅くて平坦な浅海底と、それより深く平坦な海底よりなる。この浅海底のほうが、ノリや貝の養殖地であり、埋立て造成地帯でもある。このような海底地形は三角州から沖合にかけての断面図を作るといっそう明らかになる。そこで図-2.2には、江戸川・多摩川・養老川・小櫃川の三角州の地形断面を描き、ついでにボーリングによってわかった表

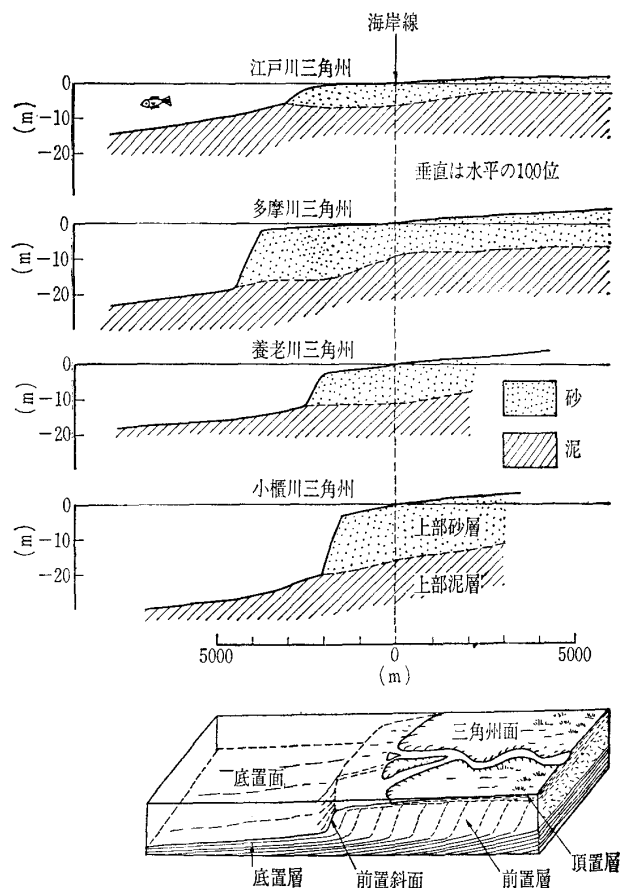


図-2.2 東京湾の4つの三角州の断面と円弧状三角州の構造

層部の構成を、タイ積物を砂と泥に大別して記入してみた。

砂と泥の区別は地盤としても意義があるが、地質の区分としても両者は運搬され方やタイ積した場合の形態に違いが生じるので重要である。運搬され方についていうと、砂は動かされやすい（初動流速は小さくてよい）が沈みやすいので水底近くを掃流され、泥は沈着しているものは動かされにくい（初動速度は砂より大きい）が、一たん動けば沈みにくく、長く水中に浮流する。したがって、砂は川や海岸線にそって線状または帯状に運搬されてタイ積し、泥は洪水時に陸上にハンランするにしても、河口から海中に運ばれるにしてもうすく面状に広がってタイ積するのが一般である。

さて図-2.2によると、三角州の平坦な表面（三角州面）は陸上部分と海底部分があること、その前方は急に深くなって、いわば三角州のフロントをなすこと（この斜面を前置斜面という）、さらに海側には平坦な海底面（底置面）があることが明らかである。つぎにその内部構造をみると、図に書いたように、前置斜面より陸側では砂層が上に、泥層が下に重なるのに対して、海側では泥層のみがある。このような構成はボーリング実施前から予想していたところであった。なぜなら円弧状三角州では、川が運搬してきた砂は一たん河口付近にタイ積するが後に波や沿岸流によって海岸ぞいの地帯にタイ積し、泥は沖合に漂った後、広く海底にタイ積し、それらが繰り返されて三角州

が前進することが知られているからである。図-2.2 の最下段はその過程がわかるように、同時代の砂と泥を一連の点線と実線で表わして描いた模型である。

そういう次第で、江戸川三角州のように前置斜面の比高(上下間の高度差)が小さければ砂層が薄く、多摩川や小櫃川三角州のように比高が大きければ砂層が厚いことが予想されていたが、ボーリングの結果はまさにそのとおりになっていて、前置斜面の比高はほぼ砂層の厚さであることが実証された。ついでにいうと、前置斜面の比高をきめるのは主に、三角州が前進してゆく前面海底の水深である。

なお、前置斜面の傾斜も陸上の地形と関係があるようである。三角州面の陸上コウ配がゆるい江戸川三角州では、川の運搬する砂が細粒であるが、それがより急な多摩川などでは砂は粗粒である。それら砂の粒度の違いが前置斜面の緩・急として反映されるものらしい。

図-2.2 では4つの三角州から一本ずつの断面線を選んで書いてあるが、円弧状三角州なら円弧のどの部分で断面を選んででもほぼ同じ構造が書ける。つまり東京湾岸の三角州では陸上三角州面であれ海底三角州面であれ、砂層の厚さには多少の局地的差異があるにせよ、板状に砂層が広がり、その下にはやはり板状の泥層が広がっている。そこでこれらを一般にチュウ積層の上部砂層・上部泥層(粘土層)と呼んでいる。

このような板状の上部砂層の存在は東京湾沿岸の“開発”にとって非常に好都合であった。上部砂層の N 値は粒径の小さい江戸川三角州では1~20とやや小さいが、養老川・小櫃川・小糸川三角州では10~50であり、軽量構造物の支持地盤となるし、水深5m以浅の浅海ならこの海底にもある上部砂層は、これをサンドポンプ船で吸い上げて港湾用の凹地を作るとともに埋立てができるという、一石二鳥の土地造成を可能にしたのであった。東京湾沿岸の自然が臨海工業地帯の開発のためにすこぶる恵まれていたことが、かえって東京湾岸の自然を全面的に失わせ、東京湾の水を汚染することになったのは、人知の浅さというべきか。

ミシシッピ川の三角州

——典型的な鳥趾状三角州——

東京湾岸の地盤調査を始めて後、昭和41年にミシシッピ川の三角州を訪れる機会を得た。世界的に有名なその三角州を実地にみたいと思ったことと、ミシシッピ河畔の町、バトンルージュにはルイジアナ州立大学所属の海岸研究所(Coastal Study Institute)があり、そこで活発に行なっている三角州や海岸の地形・地質の研究を知りたいと思ったことから、短期間ながらバトンルージュに滞在した。

さて2月の中旬であったが、テキサス州からバスでルイジアナ州に入るころには、窓外は半乾燥の草地から、松林や広葉樹林のある風景へと変わっており、さらに東へ進むと、スパニッシュモスと呼ばれる地衣類が木にぶらさが

のをみるようになる。湿地が増え、川も増える。そういう水郷的風景をながめてバトンルージュに着く直前、バスはミシシッピ川の橋を渡った。それは予想していた大河ではなく、川幅は木曾川や利根川とほとんど同じくらいで、一見日本の大きい川と似ていた。橋の長さも伊勢大橋と大差ない。地形図で測ると川幅は約1kmである。現地で見ると初めて気付くことがあるものだ。どうもおかしいと思って地形図をみると、日本の川とはまるで違うことを発見した。それは川の深さである。1/62,500の地形図には川の水深が数字で沢山書いてあって、100フィート(30m)前後のところが多い。日本の地形図には川の水深の記載は少ないが、その値や河床断面図をみると、利根川でも木曾・長良・揖斐でも、下流部でせいぜい4~8mといったところである。洪水時でも水深が15mを超えることは多くないだろう。一方、ミシシッピは堤防が低いから、洪水時でも平水時より水面はそう高くはならないのだろうが、川は河床を掘りさげること150フィート(45m)に及ぶそうだから、洪水時の水深は50mを超えることになる。

バトンルージュについた翌々日には、海岸研究所長のマッキンタイヤー(McIntire)教授がミシシッピの下流を日帰りで案内してくださることになった。早晩に、ボートを引いた車でバトンルージュを発ち、下流の大都市ニューオーリンズを経、その東方の道路のつきたところで水路にボートを浮かべ、ミシシッピの旧河道跡の水路を東に進んだ。目的としたのはセントバーナード三角州の河口であった。この三角州は図-2.3に書いたように、今から2000年ほど前にミシシッピ本流が三角州を拡大したところで、その地方の郡(parish)の名をとってセントバーナード三角州と呼ばれている。水路の両側は林になっているがそれは

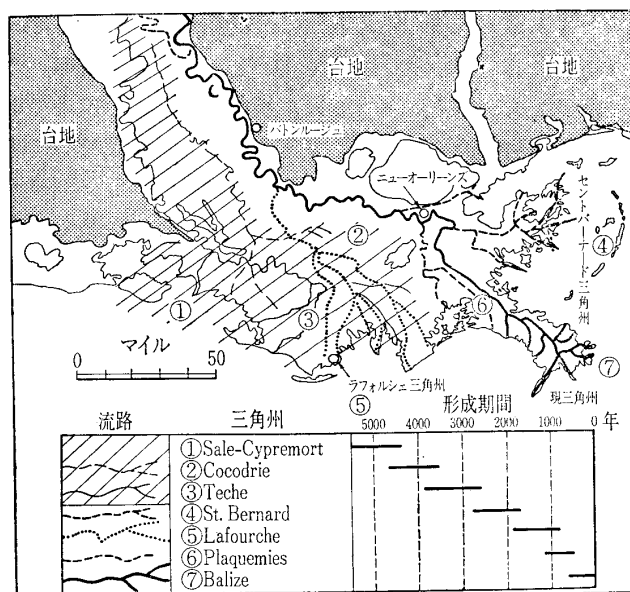
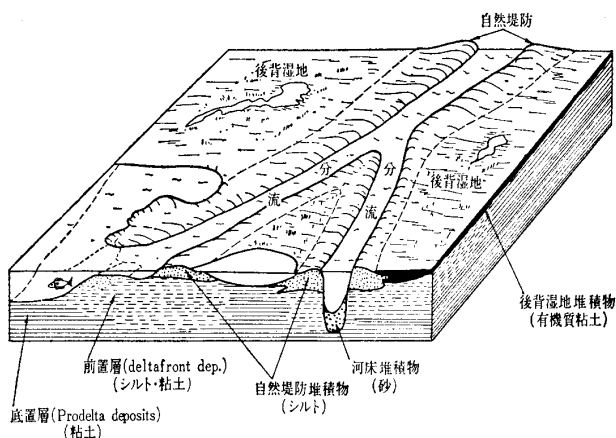


図-2.3 ミシシッピ三角州の変遷
流路はバーナードとルブランク(Bernard & Leblanc) 1956, 三角州とその形成期間はコルブとバナン・ロピック(Kolb & Van Lopik) 1966による

講座



図—2.4 ミシシッピ三角州尖端部の模式図

自然堤防の高みに茂る木々である。

図—2.3 でもわかるが、このセントバーナード三角州の海岸線はきわめて複雑である。それはもとの鳥趾状三角州が地層の収縮のために沈降し、自然堤防のような高みのところだけが沈み残ったために生じた。沈降量は過去 500 年間に 7~10 フィートだという。沈降の証拠はインディアンの貝塚遺跡が水面以下にあることや、沈降による地下水位の上昇と塩分増加のために植生に変化が起きていること、たとえば枯れ木や枯れ株があることなどにみられる。

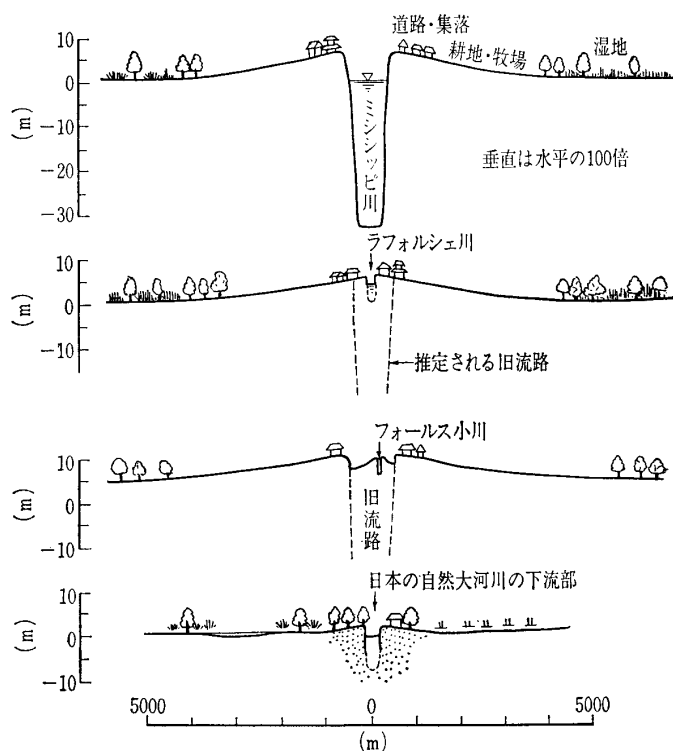
さて、ミシシッピ川がどうして鳥趾状三角州 (birdfoot delta) をなすかであるが、それは分岐する河道先端でのタイ積速度がきわめて早く、海の波や流れによって変形させられるより早く自然堤防の高まりが海中に堤防状にはりだすからだとされる。ここでは川が運搬するのは細砂以下の細粒物質であり、細砂やシルトが河口の出口あるいは河道ぞいにタイ積して自然堤防を高め、粘土は海中に拡散してプロデルタタイ積物 (底置層に当たる) を作るのである。その有様をわかりやすく書くと 図—2.4 のようになる。ここではいずれもシルトまたは砂よりなる、前置層に当たる河口タイ積物 (デルタフロントタイ積物)・自然堤防タイ積物・河道タイ積物 (あわせて河道帯タイ積物, channel deposits という) が川ぞいに棒状にのび、それが粘土よりなり面的に広がる底置層や後背湿地タイ積物の中にはまりこんだ形になっている。東京湾の場合には河口にタイ積した砂が海岸ぞいに運ばれるために、砂が板状の前置層をつくると著しい違いである。

なお、川が砂層中を流れる所では、砂の初動速度が小さいために川は側方に移動しやすいが、粘土層中を流れる所では、粘土の初動速度が大きいために川の側方移動は困難で、河道帯タイ積物は棒状にとどまることになりやすい。ミシシッピ三角州は後の場合である。

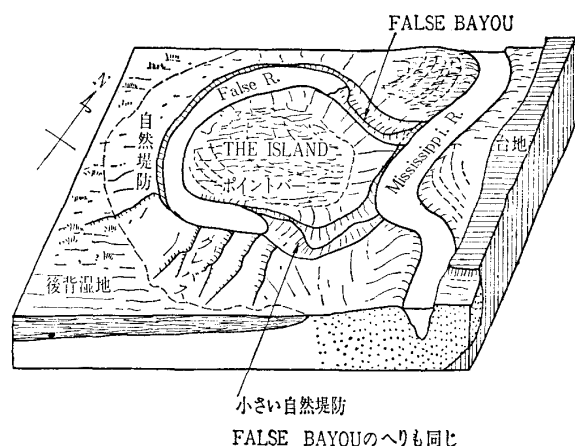
ミシシッピ川について現地で知ったことをほかに一、二つけ加えよう。その一つは現在の本流ぞいの自然堤防と旧本流河道のそれとの違いである。バトンルーージュ・ニュー

ーオーリーズ間のミシシッピ本流は、川幅は約 1 km であり、両側の自然堤防はそれぞれ幅 4~5 km, 高さは川のそばが高く海拔 5~6 m, 末端の後背湿地で 1~2 m だから比高は 5 m ほどである。その断面形を書くと 図—2.5 の上段のようになる。ここに記入したとおり、川に近く道路や農家があり、それより湿地までの自然堤防上が耕地や牧場になっている。地割りは川にほぼ直交する短柵型で、ここではかつて綿のプランテーションが行なわれた由である。ところで、現本流の南西には 図—2.3 に書いたとおり、1000 年ほど前にラフォルシェ三角州を成育したミシシッピの自然堤防がある。地形図でみると、この自然堤防の地形や土地利用は現本流のそれとほとんど同じであるが、一つ違うのは、図—2.5 の 2 段目に書いたように、本流のあったところに旧河道の凹地がなく、ラフォルシェ小川 (Bayou Lafourche) の流路がある点である。もとの大きい旧河道はどうなったのだろうか。それは、ラフォルシェが本流だった時代から現本流へ移るときに、流路変更は急に起こったのではなく、次第に流量が旧流路から減じてゆき、その過程でもとの河道の凹地が埋め立てられたのだといわれる。そのような過程の中間段階を示すつぎのような例があるからこの説はもっともらしい。

バトンルーージュの北西 30 km ほどにはミシシッピ本流のそばに、本流がショートカットしたために生じた三日月湖のフォールス川 (False River——似而非川と訳しておく) があるが、その湖の両端は本流から流入する 2 つの小さい川によって埋め立てられつつある。ところがそのうちの 1 つ、フォールス小川 (False Bayou——これは本もの



図—2.5 自然堤防のいろいろ



図—2.6 ミシシッピ川の一つの三日月湖とその周辺
この図はミシシッピ研究のすぐれた業績を残したフィスク (Fisk) の絵をまねて描いたもの

の川だが似而非小川という名にされてしまった) ともう一つの小川も旧河道の中に小さい自然堤防を作っているのである。地形図をもとにその断面を書くと 図—2.5 の3段目のようである。つまり自然堤防がダブっている。ついでに4段目には、日本の大河川下流部の自然堤防の断面を比較のためにあげておく。この川幅は元荒川や古利根川のような旧河道に基づいて描いたから、今の人工的な川の川幅よりずっとせまい。川幅がせまかった当時の水深がどれほどだったかは書きたいところであるがまだ調べがついていないので点線で書く(資料をお持ちの方はお教え願いたい)。

この三日月湖付近の地形を地形図をもとに絵にすると 図 2.6 のようになる。ここへは、バトンルージュ滞在中のある日の午後、高名な地質学者であり地形学者であった故ラッセル (Russell) 教授がご自身車を運転して案内して下さった。ここでは二重の自然堤防のほかに、日本の川ではほとんどみられないポイントバーとクレパスがみられたからついでにちょっと紹介する。一口に川といっても、いろいろと違う現象があるものだというのをその日に教わったのだった。

ポイントバー (point bar) というのは川の屈曲部 (point) の内側に川岸ぞいにできる細長い砂タイ (堆) である。それは川が移動するにつれてつぎつぎに並走する形で作られ、図—2.6 の川中島 (The Island) では数十も数えられる。砂タイとその間の溝の高度差は1~2m ほどであった。川が移動してゆく側や川が安定しているところでは溢流の繰返しでできる自然堤防が大きく発達するから河床の一部としてできるポイントバーはみられない。

図の自然堤防上に、川側から後背湿地に向かう小さい溝をいくつか示したが、これはクレパス (crevasse) といわれる。クレパスの名は堤防の洪水による破堤箇所にも、鳥趾状三角州の河口近くで本流から分岐する分流にも用いられるが、ここにある溝は洪水のとき本流から溢流した水に

よって掘られたものである。日本の川のように急に水位が高くなる川の自然堤防上にはこういう形のクレパスはまず生じないだろう。

日本の鳥趾状三角州と平滑海岸の三角州平野

日本にはミシシッピのような大きい川はないが、鳥趾状三角州というのは、川のタイ積作用が海の侵食・運搬作用に相対的にまさってできるのだから、静かな入江や湖に入る川なら、たとえ小さい川でも鳥趾状三角州ができてよい。だから日本にも類似のものはある、あるいはあったかもしれない、ミシシッピをみて帰ったのち考えるようになって、現在と過去のそれらしいものに気をつけるようになった。

まず、現在の日本の三角州について、地図で鳥趾状三角州を探してみた。典型的なものはないが、やや類似のものとしては、網走湖に入る網走川、津軽十三湖に入る岩木川、琵琶湖に入る野州川、諏訪湖に入る宮川や砥川などの三角州があげられる。このうち、岩木川下流のチュウ積低地はボーリング資料によると、板状というより棒状とみた方がよい砂のタイ積物が表層にあり、それは河道帯の砂質タイ積物に当たるようである。琵琶湖湖岸のチュウ積低地については、東海道新幹線の地盤調査をされた池田俊雄氏が、東海道海岸のチュウ積層と違った砂・レキ・粘土の重なりがみられることを記されているが、その中には鳥趾状三角州にあるような河道帯の棒状砂層をもつところがあるのかもしれない。地盤のボーリング調査では、ボーリング間隔がはなれているとき、砂層は砂層どうし、泥層は泥層どうし水平的につないだ地質断面図を作る人が多いが、上に紹介した円弧状三角州の上部砂層のように本当によく連続している場合もあるし、鳥趾状三角州の河道帯砂層のように棒状の形態をもっていて、河道帯方向にしか連続しない場合もある。地盤調査をする人は、平野の作られ方を心得えていないと間違った地質断面図や地盤図を作ってしまうことになる。平野の表層地質に関しては、上に紹介したことからわかるように、地表の微地形が地下地質の推察によい手掛りを与えてくれる。

ところで、今の日本には鳥趾状三角州はほとんどないが、昔はどうだったろうか。今から数千年前にさかのぼると、日本の沿岸部のチュウ積平野は現在よりずっと面積がせまく、海岸線ははるか内陸側にあった。当時は今より入江にとんでおり、今より波静かな入江に川がそそぎこんで三角州を作っていたから、鳥趾状の三角州があったことが推測できる。たとえば、河内平野などその実例であろう。河内平野というのは、大阪城から南にのびる上町台地と生駒山地の間にあるチュウ積平野で、ここには1740年につけられるまで大和川がそそぎこんでいた。今から6000年ほど前の縄文前期にはここは大阪湾から入りこんだ袋状の湾だった。縄文晩期から弥生前・中期(2~3,000年前)にな

講 座

るとそこに大和川は鳥趾状三角州を成長させてきたことが、ボーリング資料や考古学的な発掘調査によってわかっている。河道帯砂層が鳥趾状に泥層の中につきだし、その河道帯の高まりに瓜生堂遺跡など多くの集落が立地し、後背湿地は水田となった。ここは畿内弥生文化の一大中心だったといわれる。弥生時代後期にはわずかな海面上昇によってこの三角州は全面的に湖沼・湿地化し、古墳時代になるとあらためて河道帯が前進し、それが現在の玉串川・長瀬川・平野川などの自然堤防を作るに至った。この自然堤防は江戸時代には綿が作られたこと、ミシシippi三角州の自然堤防と共通している。

ところで、現在の日本の大河川下流の平野をみると、三角州が円弧状その他の形で海側へ張り出しているのは、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海、有明海などの内湾のものであって、他の多くの河川、特に日本海に入るものではほとんどの場合、海岸線は平滑である。それは海の波や流れの作用が強力で、三角州が張り出せないことを物語っている。東京湾の三角州の中に海的作用でできた浜堤や砂州のような海岸線にはほぼ平行する砂タイがあるが、平滑な海岸の場合にはこういう砂タイ地形は一そう卓越している。なかには砂丘もある。新潟平野、庄内平野、能代平野、石狩平野、宮崎平野、相模川・利根川・久慈川下流の平野などがそれである。これらの海岸では円弧状三角州の場合に比べると海底は岸近くから深くなり、前置斜面の比高は大きいから海岸ぞいに分布する砂質タイ積物の厚さは円弧状三角州の上部砂層よりも厚く、20~50mほどである。

沿岸に砂タイが発達するところでは、入江の出口が砂州に閉じられ、潟ができることがしばしばある。そうすると、入江にそそいでいた川は、潟にそそぐことになり、その波静かな潟に鳥趾状三角州を作ることになる。相模川のようなかなりの大河川の場合でも、酒匂川から海岸に供給された砂レキが漂流して入江の出口を砂州によりせめられた形になった時代があり、そのために相模川の平野では棒状の河道帯タイ積物が入江ないし潟ならびに後背湿地の泥質タイ積物の中にはまりこんだ形態をもっている。沿岸地帯の厚い砂層はいわば板状に広がっているが、その北から厚木にかけては板状の上部砂層がなく、地表から地下20mほどまで軟弱な泥層からなるところさえある。関東地震のとき

の倒壊率が100パーセントに達したのはそういうところであり、沿岸の砂層地帯の方が震源に近いにもかかわらず倒壊率が小さかった。

三角州をめぐる話のしめくくりを兼ねて、図-2.7を作ってみた。三角州の規模は大小いろいろあり、またすべての三角州はそれぞれに個性的ではあるが、一つのモデル化した系列としてこの図をごらん願いたい。

参 考 文 献

<全 般>

井関弘太郎(1972): 三角州, 朝倉書店, 226p.

<東京湾の三角州>

千葉県開発局(1969): 京葉工業地帯の地盤, 216p. 別図7葉,

貝塚爽平(1976): 東京の自然史, 紀伊国屋新書, 228p.

<ミシシippi川の三角州>

Bernard, H.A. and Leblanc, R.J.(1965): Résumé of the Quaternary geology of the northwestern Gulf of Mexico province, In "Quaternary of the United States" (Wright and Frey Eds.) pp.137-185.

Schumm, S.A.(1977): The Fluvial System, Wiley & Sons, 352p.

<日本の鳥趾状三角州と平滑海岸の三角州平野>

貝塚爽平(1972): 沖積層の層相形態と地盤, 地盤と地下水に関する公害, 日本地質学会, pp.225-233.

Wright, L.D. and Coleman, J.M. (1973): Variations in morphology of major river deltas as functions of ocean wave and river discharge regimes, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., V.57, pp.370-398.

安田喜憲(1977): 大阪府河内平野における弥生時代の地形変化と人類の居住, 地理科学, 27号, pp.1-14.

(原稿受理 1978. 5. 8)

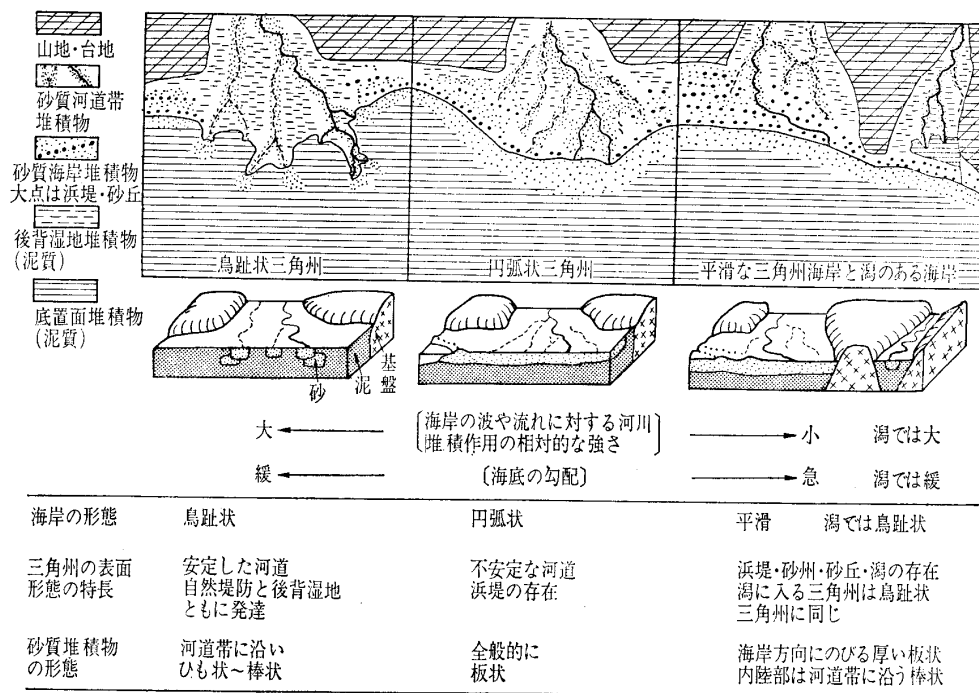


図-2.7 三角州の形態とタイ積物の系列