

# 潮汐をともなう河口デルタ地形の形成機構に関する研究

Formation of delta when tide is dominant

北海道大学工学院 教授 正会員 泉 典洋 (Norihiro Izumi)  
 北海道大学工学部環境社会工学系 学生員 久世晴日 (Haruka Kuse)  
 北海道大学工学部環境社会工学系 学生員 高橋一徳 (Kazunori Takahashi)

## 1. はじめに

河川上流から輸送されてきた土砂は、掃流力が急激に減少する河口域で堆積し、河口デルタを形成する。河口域では、河川流および潮汐流、波の影響を受け、複雑なデルタ地形が形成されるが、特に潮汐が支配的な場合、タイダルクリークと呼ばれる水路群に特徴づけられる湿地や干潟が形成され、環境の面からも注目を集めている。この研究では、主として、潮汐が支配的な場合の河口デルタとタイダルクリークの形成機構を実験により明らかにする。先行研究として、M. van Dijk & G. Postma, M.G. Kleinhans<sup>1)</sup> が行った実験では、河川流の作用によって、デルタ地形が発展するサイクルが明らかにされている。本研究では、今回、塩化ビニル粉末で作った陸地に、潮汐流を作用させる実験、河川流を作用させる実験、潮汐流と河川流の両方を作用させる実験を行い、結果の比較を試みた。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験1. 潮汐流を作用させる実験

実験装置は、水槽と、コンクリート斜面、しきならした塩化ビニル粉末からなる。水槽を沖合、コンクリート斜面を大陸棚、しきならした塩化ビニル粉末を陸地と見なす。水槽は、あらかじめ水が張っており、自動で切り替わるポンプによって給排水が可能である。水槽に給水を行うと、水位が上昇し、しきならした塩化ビニル粉末の上を水深の浅い水の流れが流れる。次に排水を行うと、水位が下降し、水深の浅い水の流れが水槽に向かって塩化ビニル粉末の上を流れる。給排水することによる水位の上下を潮汐、それにもなつて陸地の上を流れる水の流れを潮汐流と見なす。実験方法は、水槽に給排水を繰り返し行い、その間、しきならした塩化ビニル粉末の表面を20秒間隔で撮影した。塩化ビニル粉末は、あらかじめ、界面活性剤と水を合わせてよく攪拌したものをしき、なるべく全体が同じ状態になるようにした。ならず際は、表面全体がなめらかで、均一な傾斜になるようにした。下流端は、ならず板に斜めの板をとりつけることで、緩やかな傾斜にした。しきならした塩化ビニル粉末は、幅4.9m、奥行き3.4m、高さ9cmであった。給水時間は9分、排水時間は13分であった。

### 2.2 実験2. 河川流を作用させる実験

実験装置は、実験1のしきならした塩化ビニル粉末の奥に溝を作り、穴のあいた鉄板を置いて塩化ビニル粉末と溝を仕切った。溝は、実験1とは別のポンプで水槽からくみ上げた水を、タンクから排水することで、給水が可能である。

溝に給水を行うと、溝の水位が上昇し、水が鉄板の穴を通して、塩化ビニル粉末の上に流れ出し、水槽に向かって流れてゆく。その流れを河川流と見なす。実験方法は、溝に給水を行い、その間、しきならした塩化ビニル粉末の表面を20秒間隔で撮影した。溝の幅は38cmで、鉄板は高さ12cm、幅2m、上から2cmのところから19cm間隔で直径3mmの穴が開いているものを3枚クランクで合わせて用いた。鉄板両端と水槽との隙間は粘度で埋めて、水が漏れないようにした。給水する際、タンク内の水位は一定に保たれる。給水量は、56.2ml/sであった。

### 2.3 実験3. 潮汐流と河川流を作用させる実験

実験装置は、実験2の実験装置を用いた。実験方法は、水槽に給排水を繰り返し行くと同時に、溝に給水を行い、その間、しきならした塩化ビニル粉末の表面を20秒間隔で撮影した。水槽への給水時間は9分、排水時間は13分であった。溝への給水量は、67.6ml/sであった。

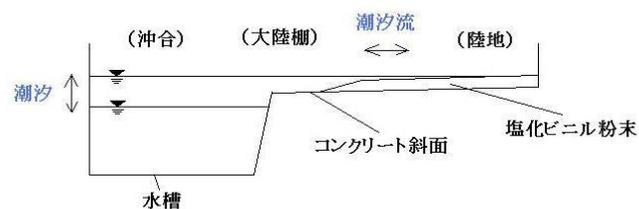


図1. 実験1の装置

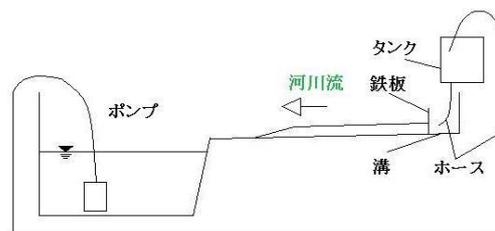


図2. 実験2の装置

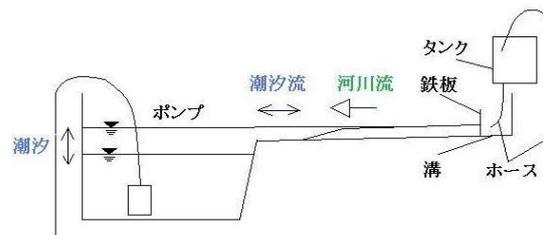


図3. 実験3の装置

### 3. 実験結果

#### 3.1 実験1. 潮汐流を作用させる実験

汐流が陸地の上を流れる時、水と陸の境界線は、直線ではなく、ガタガタしている。陸地の下流端の傾斜部分は、1回目の満ち引きで、3つから4つの段差からなる階段状になり、2回目の干潮時では段差が1つであり、その後は干満のたびに段差部分は上流へ移動した。1回目の満ち引きにより、下流端の階段状の地形のすぐ上流の位置に先端が枝分かれした縦線が横一列にできた。線と線の間隔、枝分かれの本数、線の長さはまちまちであるが、深さや幅に大きな違いはなかった。2回目の干潮時では、前回の干潮時と比較して深くなる線と変化しない線があり、深くなった線は、その後、干満を繰り返すたびに深く広くなりながら上流へ進み、分岐もした。このような、2回目の満ち引き以降、成長をする線を“主な流路”と呼ぶ。潮間帯は、1回目の満ち引きののち、小さな山がたくさんあるような形状になり、その後は干満の度に盛り上がった部分が合体して、大きな盛り上がりになっていった。潮間帯の上の水が主な流路へ流れこむとき、潮間帯に存在する小さな盛り上がりや盛り上がりの中の谷になった部分のうち、数か所が深くけずれ、小さな盛り上がりや盛り上がりが合わさって、島ができ、島の周りに浅い流路ができる。干満を繰り返すたびに、水の通り道が減り、流路は深くなり、主な流路につながる分岐した流路になった。実験を終了した時点で、地形は、全体的に同じくらいの大さの盛り上がりがあり、主要な水路は6本から7本あった。主要な水路の長さは、陸地の下流端から満潮線までの距離の半分くらいだった。

#### 2.2 実験2. 河川流を作用させる実験

河川流と見なした鉄板の穴から流れ出した水は、浅く太い流れの状態、陸地の下流端付近に達した。最初に陸地下流端の傾斜部分の上でうっすらと斜めに一本の細い線ができた。細い線は、上流端で浅く太い流れにつながっており、そこから浅い水が流れ込むことで、細い線は深くなっていった。細い線は、深くなると同時に、先端に傾斜のある末広りの浅い流路ができた。しばらく水が流れると、傾斜のある末広りの浅い流路に島のような盛り上がりができ、そこを避けるように水が流れるようになり、水が流れるところは深く細くなり、島は取り残され大きくなった。水の流れが深く細くなると、再び上流部に傾斜のある末広りの浅い流路が現れ、島のような盛り上がりや盛り上がりができ、細い流路ができた。それを繰り返しながら流路は上流へと進み、4回目でも末広りの浅い流路の中にできる島の数が増え、一気に4本ほどの深く細い流れができた。4本ほどの流れは太くなっていき、実験を終了した時点で、4本の流路が陸地の中間あたり1本に合流するような地形ができた。

#### 3.3 実験3. 潮汐流と河川流を作用させる実験

実験1と同様に、1回目の満ち引きにより、下流端の階段状の地形のすぐ上流の位置に先端が枝分かれした縦線が横一列にできた。浅く太い流れの河川流が縦線の上流端に到達すると、縦線の上流端に多数の分岐が扇状に

できた。主要な流路は7本あり、あまり分岐せずに上流へ進んだ。干満が7回行われたところで、潮汐が停止したため実験を終了した。実験が終了した時点で、河川流が流れる流路は4本であった。



図4. 実験1の結果



図5. 実験2の結果



図6. 実験3の結果

#### 4. 考察

潮汐流と河川流では流路の分岐の仕方が違うと思った。実験3では、潮間帯に存在する小さな盛り上がりや盛り上がりが少ないが、それは単純に干満の回数が少ないためである。もう一度干満の回数を増やして、実験3を行う必要がある。また、実験3では、大きな流路の間に島があり、1と2には見られないが、原因はなんなのか、どのようにしてその島ができるのかを解明するためにも、もう一度実験を行いたい。

#### 参考文献

- 1) M. van Dijk & G. Postma, M.G. Kleinans: Autogenic cycles of sheet and channelized flow on fluvial fan deltas., 2007.
- 2) 堀和明・斎藤文紀：大河川デルタの地形と堆積積物, 地学雑誌, 337-359, 2003