

堆積物流体力学解析装置

Hydrodynamic analyzer for sediments

新妻 信明[1]

Nobuaki Niitsuma[1]

[1] 静岡大・理・地球科学

[1] Inst. Geosci., Shizuoka Univ.

砂の粒径と水中での沈降速度から算出される Reynolds 数は、層流から乱流に遷移する範囲に当たっており、砂の流体力学的挙動を解明することによって、堆積時の流体力学的状態についての豊富な情報が得られることを示唆している。砂の流体力学的解析のために、2重の沈降管に4個の光測定器を付け、試料投入時の突入と分散、壁面と相互作用、下降粒子群の対流などを定量的に測定する方法を開発した。北部フォッサマグナと銚子半島の試料についての解析結果を述べる。

1. 流体力学の指標 Reynolds 数

流体力学における最大の興味は乱流であるが、その指標として Reynolds 数 R が用いられている。 R と乱流の関係は；

[$R < 1$] 流れは定常で、流線は上流・下流の方向にほとんど対称的である。

[$1 < R < 10$] 流れは依然として定常的であり、下流側に一對の渦ができ、その大きさは R とともに増大する。

[$10 < R < 100$] 渦対はますます大きくなるが、その後方の後流の中に振動が現われ、Karman の渦列が形成される。流れは非定常である。

[$100 < R < 100000$] 下流側の渦対は交互に周期的にはがれて、Karman の渦列に吸収される。 R が増加するにつれて Karman 渦列の規則性が乱れる。

[$100000 < R$] 下流側の速度変動は全く不規則となり、外部は層流で内部は乱流と、まったく異なった部分に分かれ、 R の増大とともに境界が明瞭になる。

このように R の増大に伴って流線や渦は著しい変化を起こすが、最も興味深いのは層流から乱流に遷移する範囲の流体力学的挙動である。

2. 砂の流体力学的位置付け

砂の粒径と水中での沈降速度から算出される Reynolds 数は、層流から乱流に遷移する範囲に当たっており、砂の流体力学的挙動を解明することによって、堆積時の流体力学的状態についての豊富な情報が得られることを示唆している。

砂の流体力学的挙動の測定には種々の方法が用いられてきたが、再現性が良くて最も単純な解析法は、水中における沈降実験である。堆積時の流体力学的状態を知るためには、砂の各粒子毎の流体力学的挙動よりも粒子群としての流体力学的挙動の解析が必要である。ここで採用した解析法は沈降管による砂の沈降実験である。

3. 堆積物流体力学解析手段としての沈降管

沈降管では、試料投入時の突入と分散、壁面と相互作用、下降粒子群の対流などが起こるが、これらは流体力学的性質の重要な指標となることから、これらを定量的に測定する方法を開発した。75cm の沈降管の4箇所に光測定器を設け、砂粒子通過に伴う光透過量の変動を定量的に測定できるようにした。この多点測定によって粒子の沈降速度の変化を定量的に捉えることが可能になった。壁面との相互作用は、沈降管の内径が細ければ大きく、太ければ小さくなるので、砂粒子が詰まらない最も細い内径が有利である。この相互作用が内径の増大によってどのように減少するかを定量的に解析するため、異なる内径の沈降管による比較実験が必要である。本装置では、内径 12mm の外管と内径 8mm の内管を設け、外管に光測定器を取り付け、内管を引き抜くことによって、沈降管の断面積を倍に増大できるようにした。

4. 解析結果

解析に使用したのは、銚子半島の海岸砂と更新統沖合砂試料、北部フォッサマグナ地域の砂泥互層から浅海成砂礫にいたる鮮新統堆積物である。

銚子半島の海岸砂は沈降時間に正規分布する頻度曲線を示すのに対して、更新統砂試料は粒径の対数に正規分布をする頻度曲線を示し、明瞭に区別できることが確認された。

北部フォッサマグナ試料については、堆積環境の変遷に伴って流体力学的相互作用が著しく変化することが確認された。