長崎大学環境科学部の堆積実験水槽マルジ2号

武藤 鉄司*

Invitation to the sedimentological flume system 'Margi-2'

Tetsuji Muto*

1998年8月末, 筆者のデザインによる堆積実験水槽(系)が長崎大学環境科学部に設置された。堆積盆縁辺域(basin margin)における堆積過程を定性的に再現することを念頭においてデザインした経緯から, 筆者はこの水槽系をマルジ2号(Margi-2)と名付けた。マルジ2号は全国の研究者に開かれており, 堆積学や水理学を愛する同好の士なら誰でも使用することができる。以下, この装置の概要を紹介したい。

マルジ2号は, (1)観察水槽, (2)貯水槽, (3)流量制御盤, の三つで構成されている(図1)。観察水槽はいわば「海」を模したものである。その内寸は長さ2.0m×幅1.0m×深さ70cmで, 厚さ19mmの透明アクリル板を使用している。強度を保つために底面と側面および側面コーナーの各所に鉄枠が付けてある。ただし, 最大側面(2m×70cm)の一つからは鉄枠に遮られることなく水槽内を観察することができる。アクリル板と鉄枠の間に薄いゴム板が敷いてあるが, ゴム板は鉄枠側で接着してありアクリル板側には固定されていない。鉄製のカゴの中にアクリル水槽が載せてあると思えばよい。基本的には, アクリル板の強度だけで満水状態での水圧に十分耐えられることになっている。

貯水槽は, 観察水槽へ供給される水を溜めておくためのものである。ステンレス製で, 内寸は1.0m×1.0m×深さ75cm。ここへの給水は水道の蛇口から直接おこなう。観察水槽へ高流量の水を供給する場合は水道の蛇口を開けたままにしておくことが多い。

図1 マルジ2号の全容。マルジ2号は, 観察水槽と貯水槽(奥のコーナー), 流量制御盤(その左手前), で構成されている。パソコン(NEC製PC9821Xn)は流量制御盤とケーブルで繋がれている。流量制御盤の電源は三相200V(写真上端左)。観察水槽をまたぐ二本の角材は観察水槽内に置かれる水路キットを固定するためのもの。支柱に取り付けてある容器等は観察水槽内から家庭用ポンプで汲み上げた水を整流して水路キット内へ流し込むための装置。

流量制御盤はマルジ2号の頭脳である。ポンプ, 電磁流量計, PFCユニット(制御盤)からなる。PFCユニットは電磁流量計からのフィードバック信号によりポンプの回転数を補正し, 貯水槽からの取水流量(i. e., 観察水槽への給水流量)を高い精度で制御する。流量の設定は制御盤内のダイヤルでおこなう。制御盤には流量設定値だけでなく実際の計測値も表示される。この装置で安定的に制御できる給水流量は50~830cm³/秒の範囲である。これを観察水槽の水位上昇速度に換算すると0.15~2.5cm/分になる。大きな設定値のもとで始動したときまたは途中で流量を大幅に変更したとき, 計測値が新しい設定値に収束するまでに数秒を要する。なお, 観

受付: 1998年10月9日 受理: 1998年10月20日

*長崎大学環境科学部

Faculty of Environmental Studies, Nagasaki University,
1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki, 852-8521 Japan.

察水槽の排水ホースをポンプの取水口に接続すれば、上と同じ速度で観察水槽内の水位を下げるができる。

PFC ユニットをコンピュータに接続することによって、流量の制御をコンピュータ上でおこなうことができる（ダイヤル操作が不要になる）。マルジ2号で使用しているソフトは西日本流体技研製「流量制御」で、Windows95がインストールされているコンピュータ上で作動する。このソフトのもとで給水流量とその継続時間を記述するファイルを作成しておく、途中でコンピュータと PFC ユニットのいずれにも手を触れることなく流量を時間的に変化させることができる。

マルジ2号の最大の特長は水槽内の水位変化を精度良くコントロールできる点にある。したがってこの装置が最も威力を発揮する実験は、海水準変動速度を時間的に精度良く変化もしくは一定に保ったときの堆積過程の変遷や堆積体の進化についての検討であろう。たとえば Mutti (1985) が提唱した三タービダイト系と海水準変動との関係、Posamentier and Vail (1988) のシステムズトラクト (systems tracts) のモデル、Muto and Steel (1992, 1997) の海岸線自動後退理論なども容易に検証できると思われる。マルジ2号を使って実際に実験するときは、観察水槽内に開水路を置き、そこへ試料（水や砂泥、染料など）を流し込むようにする。水を流し込むのであれば、その水は観察水槽内から家庭用ポンプなどで採るようにする（水路内を流れ下った水は観察水槽内の水面へ還るので、観察水槽内の水位への影響はほとんどない）。どのような水路を用いるかは実験の目的によって異なるだろう。マルジ2号を利用したい方は、それぞれ目的に合った水路キットを自分でお考えになり持参していただくとよい。水路キットを持ち運ぶのがめんどくなら、水路キットのデザインだけをあらかじめ考えておき製作は現場においてになってから、ということでもかまわない。水路の材料に厚さ数 mm の透明アクリル樹脂材を用いると加工から接着まで1～3時間程度で済む（水路の構造と形状にもよる）。アクリル樹脂材どうしの接着にはそれ専用の接着剤を使う。接着後ただちに使用できる。

水位を固定した実験ももちろん可能である。その場合、観察水槽は単なるプールでしかないが、透明アクリル板の利点はそのまま生かせる（すなわち水槽内がよく見える）。たとえば、各種堆積物重力流の

発生とその下流側への変化、大陸斜面を流れ下った混濁流が斜面基部で経験するハイドロリックジャンプの形態、アップスロープ・タービダイトの生成実験、デルタ斜面の安定性と崩壊過程、などといったテーマが即座に思い浮かぶ。水位を停止させて実際にデルタを作ってみると、その前置斜面が連続した単一の面にはならないことに気づかされる。堆積粒子の供給が続いているあいだは前置斜面が複数の移動するロブで構成されているのが観察できて非常におもしろい。このようなたぐいの小発見はほかにいくらかでも期待できよう。

初めに述べたように、マルジ2号は誰に対しても開かれた堆積実験装置である。この装置に興味のある方、また実際に使って実験をおこなってみたい方は筆者まで是非御一報いただきたい。水槽実験の喜びを共有できれば幸せである。

謝 辞

1997年9月、筆者は京都大学の増田研究室を訪問し、以前から聞き及んでいた三次元水槽を見学させてもらった。そこには巨大な鉄の「なべ」としか言いようのない容器が置いてあっただけなのだが、筆者の脳裏には強烈な印象となって残った。実はこの鉄のなべこそマルジ2号の原型に他ならない。筆者にとって初めての実験水槽であるにもかかわらずあえて「2号」を付したのは、この四角い巨大な鉄のなべに敬意と畏れを表してのことである。

マルジ2号のデザインを考えるにあたり、増田富士雄氏からは多岐にわたって有益な意見—給水系に電磁流量（流速）計を組み込むとよいこと、大きな水槽の中に別の水路キットを置くようにするといういろいろな実験が楽しめること、などなど—を得たほか、実験遂行上のさまざまなノウハウをお教えいただいた。ここに厚く感謝申し上げる。なお、マルジ2号の製作実務に携わったのは西日本流体技研（佐世保）である。同社の豊水洋一氏には電磁流量計の性能上の問題点を詰めてもらったほか、実験遂行に関しても有用な助言をいただいた。マルジ2号の製作に1998年度文部省科学研究費補助金（基盤研究(C) 10640442）を使用したことを記しておく。

文 献

- Muto, T. and Steel, R. J., 1992: Retreat of the front in a prograding delta. *Geology*, 20, 967-970.
Muto, T. and Steel, R. J., 1997: Principles of regression and

- trasngression: the nature of the interplay between accommodation and sediment supply. *Jour. Sed. Res.*, 67, 994-1000.
- Mutti, E., 1985: Turbidite systems and their relations to depositional sequences. In G. G. Zuffa, ed., *Provenance of arenites*, NATO Advanced Scientific Institute. Dordrecht, D. Reidel, 65-93.
- Posamentier, H. W. and Vail, P. R., 1988: Eustatic controls on clastic deposition II —sequence and systems tracts models. In Wilgus, C. K., Hastings, B. S., Kendall, C. G. St. C., Posamentier, H. W., Ross, C. A. and Van Wagoner, J. C., eds., *Sea-Level Changes: An Integrated Approach*, SEPM Spec. Publ., 42, 125-154.