

付加体モデル実験

変形を再現する方法として、モデル実験と数値シミュレーション (chapter5.4 図5.7 参照) があるが、ここでは前者について述べる。モデル実験では、地層がどのような性質 (曲がりやすさ、割れやすさ、重さなど) だったのか調査した上で、サイズをどのくらい縮めるか決める必要がある。付加体の実際のサイズは数kmから数百kmであるが、実験室では1mから数m程度に小さくする必要がある。また、数万年スケールの実際の変形時間を実験室での数時間程度に短縮することも必要となる。したがって、実際の付加体形成と同じ意味を持つ (これを「物理的等価」という) モデル実験を実験室で再現するためには、理論的に実験条件を厳密に決める必要がある。これまでに行われた検討によると、地層に比べて非常に弱い (もろい) 材料を使うことによって、実際の付加体形成と同じ意味を持つモデル実験を実験室で行うことができることが分かっている。特に、乾燥した砂やガラスビーズのような粒子の集合体が、付加体モデル実験を行うための条件を最も良く満たすことから、実験材料として広く使われるようになった。乾燥砂を使ったモデル実験では、実験装置を箱の形にして、その中に入れた砂を変形させることが一般的である。このようなモデル実験を「砂箱実験」と呼んでいる。

次に、プレートの沈み込みと付加体の形成をどのようにしてモデル実験で再現するか、検討する必要がある。分かりやすい動かし方は、箱の底に丈夫なシートを引いてその上に砂を乗せる方法である。箱の側壁の一つに窓を開けておき、その窓を通してシートを外側に引っ張ることで砂を動かすことができる。この方法では、シートでプレートの動きを、その上に乗せた砂でプレート上の堆積物を再現している。側壁がシート上の砂を剥ぎ取るように工夫することで、砂が付加体のように変形してゆく様子を再現することができる (図12-1)。このほか、側壁を動かして箱の中の砂を押す方法なども使われている。

実験の様子を観察すると、断層や褶曲などによって付加体によく似た変形ができることが分かる (図12-2上)。変形はもちろん側壁が砂を剥ぎ取ることで生まれるが、徐々に側壁から離れた場所に変形が伝播することや、変形するにつれて付加体が盛り上がりゆくことなどが見て取れる。これらは南海トラフなどで実際の付加体に一般的に見られる現象である。

最近単にモデル実験を行うだけではなく、実験結果を画像解析して、モデルの中で何が起きているのか詳しく検討することが行われている。図12-2下はモデル実験の際に撮影されたデジタル画像を解析して、どこでどのように断層が活動しているのか、詳しく調べた結果である。これを見ると、付加体の先端部にある出来たての断層が活発に動いていることや、それ以外の断層もときどき動くことが分かる。実際の付加体でもこのような複雑な断層運動が起きているらしい。

本コラムで紹介したモデル実験や数値シミュレーションは、一般にはモデリングと呼ばれている手法である。モデリングとは、複雑な自然現象を単純化することでより深く理解しようという考え方とその考えに基づく解析・検討のことである。付加体のモデリングを行うことで、断層の動き方や変形のパターン、力の大きさや向きなどは一定ではなく、頻繁に変化することが分かってきた。このような変化の大きさや程度をモデリングによってより詳しく観察すること、さらにそれを「ちきゅう」などによる海底調査の結果と比較することによって、プレートの沈み込みや付加体形成の仕組み、さらにそれらが地震発生やメタンハイドレートなどの地下資源の形成にどのような影響を与えているのか、より具体的に明らかになってゆくだろう。

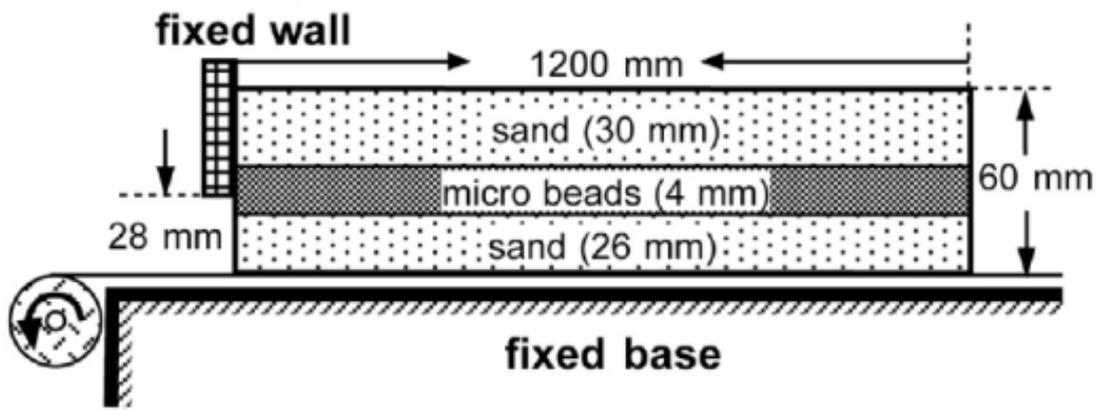


図 12- 1 モデル実験の設定 (Yamada et al 2014)

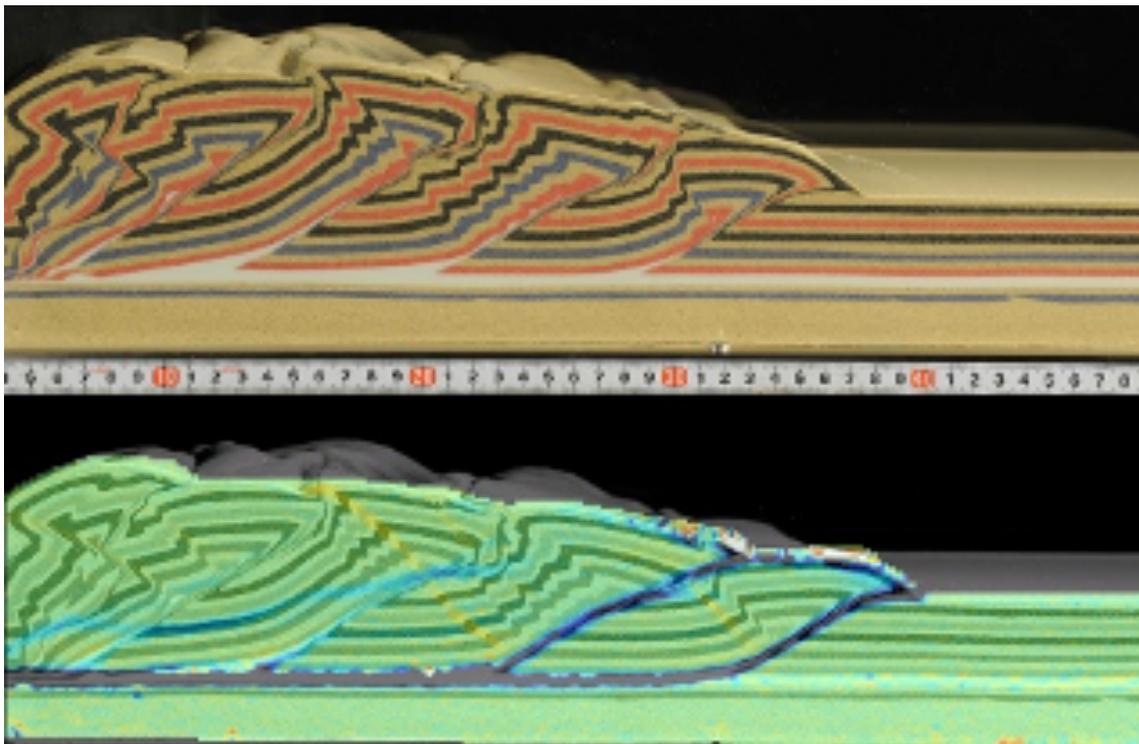


図 12- 2 モデル実験によって再現された付加体 画像解析によって活断層を表示することも可能である(下図)

引用文献：

Yamada, Y., K. Baba, A. Miyakawa, T. Matsuoka, 2014, Granular experiments of thrust wedges: insights relevant to methane hydrate exploration at the Nankai accretionary prism. *Marine and Petroleum Geology* 51, 34-48. doi:10.1016/j.marpetgeo.2013.11.008