

水理実験による津波堆積作用の解明

Hydraulic Experiment of Tsunami Sedimentation

菅原 大助[1], 菅原 正宏[2], 大窪 慈生[3], 今村 文彦[4], 箕浦 幸治[1]

Daisuke Sugawara[1], Masahiro sugawara[2], Shigeki Ohkubo[3], Fumihiko Imamura[4], Kouji Minoura[5]

[1] 東北大・理・地学, [2] 東北大・工・土木, [3] 東北大・工・災害, [4] 東北大・工・災害セ

[1] Earth Sci., Tohoku Univ., [2] Civil Eng, Tohoku Univ, [3] DCRC, Tohoku Univ, [4] Disaster Cntr. Res. Cntr., Tohoku Univ., [5] Geology and Paleontology, Tohoku Univ

海岸域に到達した津波は海底・海浜の堆積物を巻き上げ、陸域に向かって運搬する。その結果、津波遡上の痕跡は津波堆積物として地層中に保存される。津波堆積物の研究は、古津波の復元や津波襲来履歴の解明など、大きな成果を上げてきた。これまでの研究によって、津波堆積物には独特の堆積学的特徴があることが明らかになっている。例えば、津波堆積物の層厚は海側から陸側へ向かうに従って次第に減少し、その断面は楔状になる（陸側薄層化）。また、津波堆積物を構成する砂の粒子径も、陸側へ向かうに従い小さくなってゆく（陸側細粒化）。この二つの特徴は、海岸の平地に分布する津波堆積物に一般的である。これらは津波の遡上に伴い、流れが弱まることによって生じると考えられているが、具体的にどのような関係があるのかは未だ不明である。また、津波研究における重要な側面の一つとして、災害予測がある。一般的に、津波の規模は海岸での波高、陸地への遡上高、または流速によって評価される。将来発生するかもしれない津波の規模を推定する際には、過去に起こった津波の規模を考慮に入れる必要がある。津波の最小遡上高は津波堆積物の分布範囲から求めることができるものの、それ以上の議論は大概定性的になり、津波の規模の具体的な推定につながることは少ない。津波堆積物の分布範囲や堆積量、特徴（陸側薄層化、陸側細粒化）の形成が津波の規模によって決まるとすれば、その関係の解明には水理学的実験が有効であると思われる。数値的な関係が明らかになれば、津波堆積物の実地調査により、過去の津波の規模を具体的に復元できるかもしれない。このような背景から、波の遡上による土砂堆積と津波規模との関係を明らかにすべく、津波の堆積作用を模した水理実験を行った。

本実験で使用した水路の長さは約 9m、幅は 30cm、壁面の高さは 50cm である。また、水路底面の材料はベニヤ板、壁面はベニヤ板またはガラスである。水路の一方の端から長さ 300cm に渡って区画し、これを貯水タンクとして真空ポンプ式のゲートを瞬間的に開放して造波する。タンクの水量を変えることで、津波を模した流れの強さを調節できる。ゲート開放直後の段波先端は不安定であるので、予備実験により段波が準定常状態となる位置を特定し、勾配 1/10、長さ約 3m のベニヤ板製斜面を設置した。流体中における砂の移動形態は、粒子が底面と接触しつつ運搬される掃流状態と、流体中に完全に巻き上げられて移動する浮遊状態に区分される。陸に遡上する津波の流速は数 m/s を超えることもあるので、浮遊砂が卓越するはずである。本実験では、ゲート開放と同時に段波の先端に豊浦標準砂を投入し、砂の浮遊状態を作り出した。実験条件となる貯水タンクの水深を 30cm・25cm・20cm と変え、さらに戻り流れ有り・無しについてそれぞれ実験を行った。戻り流れ有りの条件では、波の遡上が止まり、水が完全に引くのを待って砂を回収した。戻り流れ無しの条件では、波の遡上が止まった時点で、水は透過し砂はトラップする格子を斜面に投下した。さらに、それぞれの実験条件について 3 回繰り返した。

斜面上に堆積した砂は、斜面を 20cm ごとに区画してそれぞれ回収、乾燥後に重量を計測した。戻り流れが無い場合の結果では、斜面上方に向かうに従って堆積量が減る津波堆積物としての特徴（陸側薄層化）が再現された。戻り流れがある場合では、流れがもっとも弱い場合のみ陸側薄層化が再現されたが、流れが強い場合、砂の大部分は斜面下部だけに堆積した。ここで、各区画における戻り流れ有りの時の砂重量を $M1$ 、戻り流れ無しの時の砂重量を $M2$ とすると、 $M1 - M2 < 0$ の時は、その区画で戻り流れによる侵食が起こったことになる。逆に、 $M1 - M2 > 0$ の時は、その区画で戻り流れによる堆積が起こったことになる。実験の結果、流れの強さに関係なく、斜面上部に一度堆積した砂が戻り流れによって侵食され、斜面下部に堆積することが判明した。更に、砂の堆積量と流れの強さとの関係を調べるため、斜面に沿って 20cm ごとに区画して流速の時間変化を測定、流速積分値を算出した。その結果、戻り流れ無しの場合、堆積量 $M2$ と遡上する波の流速積分値 $S1$ は、タンクの水深に関わらずほぼ比例関係を示した。戻り流れによる侵食量 ($M1 - M2 < 0$) と戻り流れの流速積分値 $S2$ は、流れが強い場合には比例関係を示した。戻り流れによる堆積量 ($M1 - M2 > 0$) と流速積分値 $S2$ には、相関関係は現れなかった。戻り流れ有りの場合、堆積量 $M1$ と流速積分値の和 ($S1 + S2$) は比例関係を示した。