

審査の結果の要旨

氏名 橋 徹

この論文の筆者は、愛知県知多半島先端部の礫ヶ浦（つぶてがうら）の磯海岸に露出した砂岩・礫岩地層の中に、前期中新世（約 1700 万年前）に津波によって形成されたと見られる堆積層があることに注目し、その成立過程を考察した。この津波堆積層は、砂層、および礫層からなるが、礫（れき）の中には直径が最大 3 m にも達するような大きな岩塊も含まれていた。筆者はまず、これらの砂層、礫層の礫の配列が上流方向に傾斜して配列したインブリケーションを成していることから、この地層が、流水によって運ばれて来て形成されたものであることを論じた。2004 年インドネシア・スマトラ島沖地震津波による海岸に堆積した砂層の構造や、1771 年八重山津波によって沿岸に多数打ち上げられた津波石の配列などと比較し、また往流復流による堆積層が交互に重なっているところが見られる点も考慮して、この構造が津波による堆積構造であると推定した。さらに筆者は、この地層の中にクモヒトデなど水深約 300m 附近の深さに棲息する生物の化石が含まれているため、この堆積層は、水深 300m の海底で起きた急速な水流によって形成されたものと推定した。

従来、地震津波による堆積層の形成は、沿岸の陸上か、海岸線に近いごく浅い海域でのみなされるものと考えられてきた。水深数百メートルの深海では、津波といえども礫を動かすほどの流速とはならないと考えられてきたのである。そこで、この論文の筆者は、直径 3 m にも達するような大きな礫が、水深 300m という地点の海底で流水によって動き出すための力学的条件を考察した。その結果、礫が球状の場合も、角礫状の場合も、どちらの場合にもおよそ毎秒 3.0m 以上の流速がある場合に、転動、あるいは滑動して移動しうることを示した。

この地層が発見された知多半島は、現在は伊勢湾の内部にある。この場所は、南海トラフの海溝が東西に走る海域に面しており、プレート境界型の東海・南海巨大地震による津波をおよそ 100 年に 1 度の頻度で受ける海岸となっている。この論文の筆者は、東海・南海沖の巨大地震による津波によって水深 300m の海底に毎秒 3.0m かそれ以上の流水が発生しうるかどうかを津波の数値計算を行うことによって検討した。筆者は東海地震としてマグニチュード M8.0 程度の標準クラス（昭和 19 年東南海地震や安政東海地震<1854>に相当する）、東海・南海地震が同時に起きたとされる宝永地震(1707)のような連動型巨大地震クラ

ス (M8.5 程度)、および仁和地震(887)や 2004 年インドネシア・スマトラ島地震に比すべきマグニチュード M9.0 程度の連動型超巨大地震を想定して、この 3 ケースについて津波の発生伝播計算を行った。その結果、マグニチュード 9.0 クラスの地震による津波が起きた場合、水深 300m の地点で、海水流速が毎秒 3.0m に達することが証明された。すなわち、津波第 1 波が海岸線に向かって進行してくる時点では毎秒 3.0m の流速には達せず、その第 1 波前半部分が海岸線で反射して、後から進行してくる第 1 波の後半部分とあわさって部分的な定常波を形成する瞬間、その節点 (node) に相当する位置に毎秒 3.0m の流速が現れることが示されたのである。当時の海底地形では、この節点の位置がちょうど水深 300m 地点付近に一致していた。地震の規模がこれより小さな M8.0 程度の場合、あるいは M8.5 程度の場合には、水深 300m の地点での流速は毎秒 3.0m には達しないことが分かった。流速の絶対値が小さいうえに、節点が生ずる水深 300m 地点よりもっと浅い場所にずれて、「定常波形成による流速倍増効果」が生ずる水深 300m 地点では起きないからである。

以上のような津波の数値計算の結果を得て、筆者は次のように指摘する。すなわち「これまでの研究で、津波によっては水深数百メートルの海底の砂礫は移動し得ない、と考えられていたのは、津波を進行波として流速を見積もっていたからである。M9.0 クラスの連動型超巨大地震の津波が、海岸線で反射して定常波を形成するときには、その節点では、進行波の流速の 2 倍の流速が出現する。このため、海底の砂礫が津波によって移動する、ということが起きるのである」というわけである。なお、水深 300m の地点にあった礫は、元は陸上、あるいは海岸線近くにあつて、表面が摩耗された物であつたが、それが水深 300m の地点にまで運ばれたのは、ただ一度の津波によるのではなく、幾度かの津波の作用を受けて徐々に深い海域に移動していったものであると推定している。

本研究の筆者は水深数百メートルの海底での礫の輸送という、これまで理学的にもほとんど解明されることがなかった問題を扱い、その輸送の主役が津波であるという点を明らかにした。このことから本研究は世界の津波堆積物研究に新しい展開をなした独創的なものである、ということができる。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。