

A.A.グリシャエフ「孤立巨大波の発生とこれに対する受動的防御」

日本語版について

この訳文は、論文"Гришаев А.А., Происхождение одиночных гигантских волн и пассивная защита от них"のロシア語原文からの全訳である。原文は <http://newfiz.info/gigwave.htm> に掲載されている。

著者： アンドレイ・アリベルトヴィッチ・グリシャエフ (Андрей Альбертович Гришаев, Andrei Albertovich Grishaev)。ロシアの物理学者で、自身の個人サイト"Наброски для новой физики" (<http://newfiz.info/>) (新たな物理学のためのスケッチ) において注目すべき多数の論文や本を発表している。

著者はくだけた調子で書かれた一般読者向けの論文では O.H.デレヴェンスキー (O.X. Деревенский, O.H. Derevenskii) という筆名を使っている。

訳者：吉田 正友 (サイト：「物理の旅の道すがら」 <http://naturalscience.world.coocan.jp/>)

日本語版公開：2016年4月

* 訳文中の角括弧 [] 内は訳注である (文献番号を除く)。

孤立巨大波の発生とこれに対する受動的防御

A.A.グリシャエフ

全連邦物理工学・無線工学研究所時間・空間度量衡研究所
141570 モスクワ州メンデレーエボ

古来、船乗りたちは海洋における高さ 20 ~ 30 m の恐るべき孤立波について語ってきた。そのような波は風の状態でも突然発生し、船に襲いかかって船体を破損させ、あるいは海底に送り込む。最近まで、アカデミズム科学はそのような出来事の科学的説明が存在しないという理由で、生き残った目撃者たちの話を信じようとはしなかった。しかし、巨大波現象の研究に対して研究資金が割り当てられるようになった現在では、この問題に対する科学的アプローチは根本的に変化した。マスメディアの報道記事は「殺人波^{〔訳注〕}が獲物を求めて海を徘徊している！」と叫び立てている。

ところで、次の点を明確にしておきたい。巨大波を目撃した船乗りたちは、その波が海原をうろつき回っているのを見たなどとは、けっして語っていない。目撃者たちの様々な証言は次の 1 点において一致している。すなわち、巨大波は船のすぐ近傍で盛り上がり、船に襲いかかった後、ただちに消え失せる。「あの波がどこから姿を現したのかも、どこに姿を隠したのかもわからない」——これこそが巨大波と遭遇した者が語っていることなのである。

時間と場所を異にする多数の目撃者の話を信じない根拠を我々は持っていない以上、すべてはまさにそのように生じているとみなすことにしよう。そうであるならば、この現象を説明する上で、例えば孤立巨大波の発生は風波同士の干渉、あるいは潮流同士の衝突と関係を持っているとするモデルは、我々にとって不要となる。我々の見解によれば、これらのモデルは不自然である。それとは逆に、孤立巨大波の発生は、我々の津波に関する理解 [1] にもとづいて自然に説明することができる。

その理解によれば、津波を生み出す波は表面波ではなく、水層中を伝播する圧力差の波 [以下「圧力波」という] である ([2] も参照のこと)。そのような波の波源は、十分に強力な局所的な圧力上昇——例えば水中爆発、海底地震、あるいは急激な水位上昇、特に狭隘なフィヨルド内における崖崩れ、あるいは海水の蓄積的噴出 [1] に伴う局所的な圧力上昇——である。[1] で指摘されているように、圧力波の波面はいわゆるニュートンの音速、すなわち

$$c = (P/\rho)^{1/2} = [(P_{\text{atm}} + \rho g d)/\rho]^{1/2} \quad (1)$$

で運動する [3]。ここで P は擾乱を受けていない水中の圧力、 ρ は水の密度、 P_{atm} は大気圧、 g は自由落下運動の加速度、 d はそれに関して速度が決定される深度である。この式から見て取れるように、速度 c は深度に依存しており、波面の海底近傍区域がそれ以外のすべての区域と比べて最も大きな速度で運動する。大洋の大水深の場合、公式 (1) における大気圧の寄与は無視することができる。大洋の水深が D のとき、波面の海底近傍区域は速度 $(gD)^{1/2}$ で運動する。この値は、津波を発生させる事象から海岸への第 1 波衝突までの時間間隔の多数の測定値とよく一致している。ところで、第 1 波衝突はまさに底波によってもたらされていることを示す、多数の証拠が存在する。例えば、津波の通過後に自分がよく知っている場所に潜った潜水者たちは、その海底が壊滅状態にな

〔訳注〕 「殺人波」は killer wave。日本語ではこの言葉はまだ学術用語になっていないようであるが、ある論文では、「浅海域の場合に起こる巨大な波は、深海域での Freak wave とはかなりイメージが違う。混乱をさけるために、むしろ“Solitary Killer Wave”と呼んだほうがよいかもかもしれない」と述べられている（「浅い水の波の振幅増大機構と KP 方程式の解の関係」（丸野健一，辻英一，及川正行，2005）参照。この論文はこの題名でネット検索することにより入手することができる）。

っていることに注目し、どうすれば表面波がそんなことをやってのけられるのか理解できないと述べている。もう1つの例をあげると、2004年12月26日の津波で被害を受けた東南アジアの一連の沿岸域では、第1波によって深海生物が海岸に打ち上げられた[4]。これは底波以外のいかなる波もなし得ることではない。

さて、次の点に注意を向けよう。今論じている圧力波は、海底に沿って進行するだけでなく、最終的には水層全体に沿って進行することになる。そこで今度は、その波の先端の海面に沿った進行がもたらす効果が我々の興味を引く。公式(1)から導き出されるように、海面近傍における速度 c はかなり小さい。海面における圧力は大気圧と等しく、ここから $c \approx 10 \text{ m/s}$ が得られる。深度が増大するにつれてその速度は増大し、圧力波が十分に平坦な海底の上を伝播してきたとすると、波源から著しく離れた所で波面は海面に出て、海面に対してほぼ平行になるはずである。海底に起伏が存在する場合には、その起伏がこの描像を大きく歪ませる可能性がある。例えば、底波は海底山脈に達すると、それに沿って上昇し、その結果、正の圧力波はきわめて風変わりな仕方で海面に到達する可能性がある。それには波面の海面近傍進行区域の形での到達の仕方が含まれ、それらの区域は海面との間で様々な角度(傾斜角)をなしている可能性がある。45°の傾斜角を持つ平波面の海面近傍進行区域が、船の舷側の水中部分という形での障害物に近づいていくとしよう。そのとき、波面は自らと舷側との間の楔形の中の水を封じ込め、自らの運動を続けることにより、その水を上方へ突き上げる。その結果、船のすぐ近傍において高波が形成される。

その高波の波高を推測しよう。この目的により、簡単化のためにいくつかの仮定をしよう。船の舷側板は直方体であるとし、その水中部分の高さを Z とする。波面は平らで(突き上げられる水にとって)絶対剛体であり、海面に対して45°の傾斜角なし、舷側の真横から船に接近してくる。その舷側は厳密に垂直であるとする。水は非圧縮性であり、進行する波面と舷側との間の楔形の端面からの水の流出はないとみなそう(無限に長い舷側の近似)。すると、波面が1単位分の前進運動をするごとに、舷側、波面および擾乱を受けていない海面の水位の間に挟まれている楔形の水の量が減少し、その減少が、その水位より上に押し出される水のそれと同じ量の増加を引き起こす。波面の前進速度が $\sim 10 \text{ m/s}$ の場合、押し出される水の表面には緩和するだけの時間がなく、しかも波面に対する法線が舷側に向かう成分を持っているため、押し出される水は舷側に向かって「引き寄せられる」ことになる。ここで、波面の1単位分の前進運動の間に押し出された水は、横たわった小楔形の形状を持ち、舷側近傍におけるその楔形の厚さが、形成される高波の波高の1単位分の増分を決定する。波面が1単位分の前進運動をしたときに押し出された小楔形の水は、それより前に押し出された水を下側から「支える」ことになり、それゆえ、高波が成長するにつれて、高波の塊のより大きな部分が舷側近傍に蓄積されるようになる。高波が最終的に達する波高の現実的な推測を行なうため、次のことを考慮しよう。すなわち、進行する波面との間の舷側楔形の水が、その垂直寸法が高波の幅の特性値よりも小さくなるほど減少したとき、水の逆流によって高波の成長は停止するものとしよう。ここで、高波の幅の特性値とは、高波の波高の半分の高さにおける幅ということにする。次に続く波面の前進運動の垂直方向の値が Δs のとき、舷側近傍における高波の波高は $2\Delta s$ に増加することを考慮すると、波面と舷側との間の楔形の水の最初の垂直寸法がおよそ4分の1に減少した場合には、今取り決めた高波の成長停止条件が満たされることになる。したがって高波の幅は舷側の水中部分の高さ Z の4分の1となり、求める高波の波高は $\approx (3/2)Z$ となる。この結果は理想化のための一連の仮定の上で得られたものであるから、現実の高波の波高はそれより若干小さくなるであろうということ想定しておく必要がある。我々はその波高として $\approx (4/3)Z$ という値を推奨する。

この推測値を信用するとすれば、船の喫水が15 mのとき、孤立巨大波は舷側のすぐ

隣で 20 m の高さまで上昇する可能性があるはずである。これは、巨大波を目撃した船乗りたちの話と完全に符合している。

以上述べてきたことを考慮すると、海底山脈、また大陸棚端部の上にいる船舶は、孤立巨大波の衝撃を受ける危険にさらされていることになる。それゆえ船舶は、津波警報を受信した際、あるいは音による前兆——例えば海底地震によるうなり——を自ら検出した際は、それらの危険水域から脱出するべきである。

引用文献

1. A.A. Grishaev 「海水の蓄積的噴出」 (<http://newfiz.info/tsunami.htm> で入手可能 [邦訳版はサイト「物理の旅の道すがら」 <http://naturalscience.world.coocan.jp/> に掲載]) .
2. A.A. Grishaev 「潜水艦"スレッシャー"を沈没させたのは……海竜か？」 (<http://navy.h1.ru/Page15/tresh1.html> で入手可能) .
3. M.A. Isakovich 『一般音響学』, モスクワ, "Nauka", 1973.
4. インターネット上で検索語句«цунами выбросило на берег чудовищ + фото» (津波が海岸に怪物たちを打ち上げた+写真) により閲覧することができる。

出所 : <http://newfiz.info>

サイト掲載 : 2005 年 3 月 21 日