

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 行谷 佑一

近年の地震学の成果によって、プレート境界型の巨大地震が発生する際には、その断層面全体において均等にすべりを生ずるのではなく、断層面上の特定の狭い領域でより大きな地震断層すべりが発生していることが明らかとなってきた。このように断層面上で特に大きくすべりを起こす部分はアスペリティーと呼ばれる。地震観測網が確立された近年に発生した地震に対しては、地震波の解析からアスペリティー領域とその領域内でのすべり量が求められている例がある。また、津波が検潮所による測定器観測記録がある場合に対しても、アスペリティーの見積もりが行われた例がある。三陸沖の海域では、過去2回の年代の異なる三陸沖に発生した地震において、両者のアスペリティー位置が一致していることが解明されている。しかしながら、比較検討すべき地震が、近代的な観測が行われる以前に起きた事例である場合には、器械による観測データが存在せず、従来の方法ではアスペリティー分布を推定する方法がなかった。たとえば、南海沖の巨大地震は将来の再来が予測されており、社会的にも深く関心もたれているプレート境界型の巨大地震であるが、この系列に属する巨大地震は近代では昭和21年(1946)の昭和南海地震しか事例がなく、そのアスペリティーは津波記録によって推定されていても、その一周期前の安政南海地震(1854)は江戸時代の幕末に起きた歴史地震であって、近代的な測器によって測定された地震波記録、津波検潮記録がなくアスペリティーの推定のしようがなかった。このため、昭和南海地震に対して求められたアスペリティーが、この地震だけの特徴なのか、それとも歴代の南海沖の巨大地震に共通して見られるこの系列の巨大地震に特有のものであるのかは判定することはできなかった。

本論文の提出者の行谷佑一氏は、歴史記録に現れる津波浸水記録、海岸地方で記録された地盤の沈下・隆起の変動記録を用いて、近代的な観測記録のない歴史上の地震に対してもアスペリティーを推定する手法を提案・確立し、それを安政南海地震(1854)に応用することによってそのアスペリティーを推定し、それが昭和南海地震に相似していること、地震の規模は昭和南海地震のほぼ倍の値となることを解明した。彼は、歴史地震に対して用いることの出来る津波のデータは、近代の検潮儀による連続的な水位変化記録ではなく、ある地点での最高浸水高さの記録のみである、という不利な点を承知の上で、歴史地震に対して適用が可能なインバージョン法によるアスペリティーの推定手法を開発した。すなわち、この手法は南海沖の海域を28個の小断層区域に分割し、そ

のおのおのの断層すべり量を未知数として、変数 28 個の成分からなるベクトルと扱われ、そのベクトルがいかなる値を取るときにもっとも再現される津波、および地殻変動記録が、実際に観測されたデータに合致するかを求める問題に帰着する。彼は、ある断層すべり量ベクトルを与えたとき、それによって得られる津波浸水高さの計算値と実際に記録に残されたそれとの差の自乗を計算し、津波記録の残った 60 箇所あまりの点のすべてについて足し合わせた津波高さ残差指標 $S1$ と、地殻変動について同様の計算をして得られた残差指標 $S2$ との加重和 S の数値が極小となるベクトルを求めることにより、最適解ベクトルを得るという方法によってこの問題を解決した。そのさい、彼は、最急降下法と、Gauss-Newton 法の両者の長所を生かした Powell(1970)の開発した hybrid 法を用いている。津波の浸水標高値を求めるさいには、本研究では、海岸線を鉛直壁・完全反射と仮定した線形計算による結果と、実際の海岸線斜面を与えた非線形計算の両方の方法で結果を得ている。ここに新たに開発された方法は、まず 2003 年の十勝沖地震について試験的に応用され、地震波や津波検潮記録検潮記録によって得られた地震学研究者たちの先行研究の成果と相互検証し、津波の最高浸水高さのみしか用いない本研究の方法でも十分にこれら既成の研究成果とほぼ同一の結果が得られることを示した。これによって、本研究の方法が信頼に値するものであることを検証している。

本研究によってえられた成果によると、安政南海地震のアスペリティーのピークは、高知県足摺岬東方海域、室戸岬付近、および紀伊半島先端部周辺の 3 箇所であり、それらはおのおの昭和南海地震のそれらと重なり合うこと、しかもその各ピークは昭和南海地震のそれらよりより南方海域に伸びていること、および各ピークでのすべりの絶対量がより大きいことが示された。またすべりの絶対量が解明したため、安政南海地震のモーメント・マグニチュードは $Mw8.6$ であると算出された。この数値は、理科年表などに記された数値よりも大きく、エネルギーは従来の研究の推定値の約 2 倍であることが判明した。さらにこの論文の提出者は、歴史記録に残された震度分布が、ここに推定された安政南海地震のアスペリティー分布に矛盾しないかをチェックするために、強震動地震研究者たちによってごく近年開発された経験的グリーン関数法によって内陸部の震度分布の理論値を求めており、それらが歴史記録から推定されたものとよい一致を示していることを指摘している。

本研究は、近代的な観測データのない歴史時代に発生した地震に対してアスペリティー分布を求める方法を開発したという点で、地震工学、防災科学方面のみならず、理学的な地震研究にも大きな貢献をなしたものと認められ、その研究課程は独創的な研究成果と高く評価することができる。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。