

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26750106

研究課題名(和文) 三陸海岸沿い沖積平野の掘削調査に基づく第四紀地殻変動の復元と隆起・沈降要因の推定

研究課題名(英文) Reconstruction of Quaternary crustal movement and estimation of cause of uplift and subsidence on the basis of drilling survey in the alluvial plain along the Sanriku coast, northeastern Japan

研究代表者

丹羽 雄一 (Niwa, Yuichi)

東北大学・災害科学国際研究所・助教

研究者番号：20705371

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：超巨大地震に関連した隆起・沈降要因の解明を大きな目標として、東北地方太平洋沖地震時および、地震前の数十年間に地盤の沈降が報告される三陸海岸南部の陸前高田平野および気仙沼大川平野で過去1万年間の地殻変動の傾向を推定した。両地域ともに、沖積層の解析から推定された約1万年前の海面高度が、地殻変動を含まないモデル計算で推定される同時期の海面高度よりも低いことから、当該地域が過去1万年間全体としてみると沈降傾向にある可能性を指摘できた。

研究成果の概要(英文)：For clarification of cause of uplift and subsidence, estimation of Holocene crustal movement was conducted in the Rikuzentakata and Kesenuma Okawa plains, located at the southern Sanriku coast, northeastern Japan. Holocene subsidence trend can be detected on the basis of lower trend of early Holocene relative sea-level estimated from analyses of incised valley fills than that not including tectonic effect.

研究分野：地形学

キーワード：三陸海岸 沖積平野 地殻変動 放射性炭素年代

1. 研究開始当初の背景

(1) 観測する時間スケールによって異なる地殻変動の相違と三陸海岸の地殻変動に関するこれまでの見解

超巨大地震の発生する沿岸域では、地形・地質学的に推定される長期間(数千~十万年スケール)の地殻変動と測地観測記録から推定される短期間(数十~百年間)の地殻変動が異なるという現象が報告されている(Goldfonger et al., 2013)。東北地方太平洋岸に位置する三陸海岸でも、以下のように対象とする期間によってことなる地殻変動の違いが報告されてきた。すなわち、2011年3月の東北地方太平洋沖地震時には最大で1m強の沈降(Ozawa et al., 2011)が、それ以前の数十~百年間でも数~十 mm/yr の速い速度での沈降(加藤・津村, 1979)が報告されていた。一方、当該海岸地域には海成段丘が分布していることが従来指摘され、10万年スケールでは隆起しているとされてきた(小池・町田, 2001)。

(2) 三陸海岸の長期地殻変動に関する既報の見解の問題点

しかし、隆起の根拠となっている海成段丘について詳しく見ると、三陸海岸最北部では、地形面の広域的な分布と段丘形成年代を示す火山灰(テフラ)によって海成段丘の認定と時代が精度よく決められているが、三陸海岸中~南部では編年可能な年代試料が見つからないこと、さらに、宮古以南の三陸海岸南部では、これまでに海成段丘とされた平坦面の分布がとても断片的で、海成である証拠も見つかっていないことから、海成段丘であると断定できない。

また、海成段丘の認定や年代が適切であったとしても、得られる地殻変動の時間スケールは10万年である。測地観測で得られるデータの期間(数十~百年)と海成段丘から得られるデータの期間(10万年スケール)の中間的時間スケール(数千~万年)の地殻変動データが未取得であるという問題点は依然残る。この中間的時間スケールでの現象を記録し得る地形・地質学的媒体として沖積平野・沖積層が挙げられる。三陸海岸において小規模ではあるものの沖積平野が分布する(千田ほか, 1984)。しかし、当該海岸地域の沖積層研究は工事ボーリング柱状図の解析と数点の¹⁴C年代測定値に基づいた研究しかなく、オールコアボーリングを用いた詳細な堆積環境に関する知見や、数多くの¹⁴C年代測定値に基づいた高い時間分解能での議論はされていない。

(3) 沖積層研究の発展

近年、加速器質量分析法による¹⁴C年代測定が発展し、沖積層に高密度に年代測定値を入れて堆積環境変化を議論できるようになった。三陸海岸に分布する沖積平野で同様の検討を行うことで、過去数千~万年間の堆積

地形・堆積環境の変化を詳細に解読できると考えられる。さらに、この得られた堆積地形・堆積環境変化からは、数千~万年スケールの地殻変動が解読できると期待される。

2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究では、三陸海岸に分布する沖積平野で掘削調査を行い、以下の見解を得ることを目的とした。

(1) 沖積平野・沖積層の発達過程を復元する。

(2) 復元された沖積平野・沖積層の発達過程の知見から、数千~万年スケールの地殻変動を推定する

3. 研究の方法

上記の研究目標を達成するために、空中写真や数値標高データの判読に基づく地形判読を行い、沖積層が連続的に得られる場所を選定し、深度40m強のボーリングコアを掘削した。また、平野内のより広域的な沖積層分布の把握のために、震災復興工事で得られた土質柱状図や土質試料も入手した。場所は、海成段丘の分布が断片的でリアス海岸となっている三陸海岸南部に位置する陸前高田平野および気仙沼大川平野とした。

掘削したボーリングコア試料は、室内で半割、写真撮影、記載を行った。貝化石や木片などの炭素含有物質に対しては¹⁴C年代測定を行った。

4. 研究成果

上述した(1)(2)の目的ごとの成果を示す。

(1) 陸前高田平野および気仙沼大川平野を構成する堆積物が概ね以下のような特徴を示すことが明らかとなった。すなわち、平野構成層は、下位から貝化石を含まない砂礫層から構成される河川堆積物、潮汐の影響を示す砂泥細互層が見られ、感潮域や干潟に生息する貝化石を多産する干潟堆積物、塊状の泥層から構成され、内湾潮下帯に生息する貝化石を含む内湾泥底堆積物、内湾堆積物を覆い、上方に粗粒化するデルタ堆積物から構成される。

気仙沼大川平野ではさらに、高密度な¹⁴C年代測定値に基づいて作成した堆積曲線と広域的に得られた土質柱状図の岩相分布に基づいて1000年ごとの古地形を復元した。堆積曲線からは海進初期の速い堆積速度、引き続き海進の進行による内湾化を反映した小さい堆積速度、その後の海岸線の前進に対応した速い堆積速度を明示することができ、当該平野の堆積速度の変化パターンが三角州システムの発達に対応したものであることを明らかにした。さらに、1000年ごとの等時間線を用いて古地形を復元したところ、気仙沼大川平野は遅くとも5000年前以降には三角州平野の発達に特徴づけられる堆積地形が見られることが明らかとなった(丹羽

ほか, 2015; 地形)。

(2) (1)で得られた沖積層の特徴や年代を踏まえ、陸前高田平野および気仙沼大川平野の地殻変動について検討した結果、以下のことが明らかになった。すなわち、両地域とも約10,000~9,000年前の干潟堆積物の分布高度(地殻変動を含んだ同時期の相対的海水準)が地殻変動を含まない理論的な相対的海水準よりも低いことから、当該地域が過去10,000年間全体として沈降が卓越している可能性が示された(丹羽ほか, 2014; 第四紀研究, 丹羽ほか, 2015; 地学雑誌)。リアス海岸であり、海成段丘と断定できる地形のほとんど見られない三陸海岸南部が少なくとも過去10,000年間は沈降傾向にある可能性を指摘できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

1. 丹羽雄一・須貝俊彦・松島義章(2015) 三陸海岸南部・気仙沼大川平野の地形発達過程。地形, 36, 253 - 270. 査読有。
2. 丹羽雄一・須貝俊彦・松島義章(2015) 三陸海岸南部・気仙沼大川平野の完新世における地殻変動。地学雑誌, 124, 545 - 560. 査読有。
3. 丹羽雄一・遠田晋次・須貝俊彦・松島義章(2014) 陸前高田平野完新統の堆積相・堆積速度および推定される地殻変動傾向。第四紀研究, 53, 311 - 312. 査読有。

[学会発表](計 14 件)

1. 丹羽雄一・須貝俊彦・松島義章 (2016) 三陸海岸南部・津谷平野完新統の堆積相と年代。国内・ポスター。日本地理学会春季学術大会。早稲田大学(東京都新宿区)。
2. Niwa, Y., Toda, S., Sugai, T. (2015) Continuous coastal subsidence during the Holocene along a source region of the 2011 great Tohoku-oki, Japan, earthquake revealed from new paleo-geodetic data. 国際・ポスター。米国地球物理学連合秋季大会・サンフランシスコ(アメリカ)。
3. 丹羽雄一・遠田晋次・須貝俊彦(2015) 沖積層の解析に基づく三陸海岸南部の長期的な沈降傾向と測地観測による地殻変動との関係。国内・口頭。日本地震学会秋季大会。神戸国際会議場(兵庫県神戸市)。
4. 丹羽雄一・須貝俊彦・松島義章・松崎浩之 (2015) 気仙沼大川平野における完新世デルタの発達過程。国内・ポスター。日本地理学会秋季学術大会。愛媛大学

(愛媛県松山市)。

5. Niwa, Y., Sugai, T., Matsushima, Y. (2015) Predominance of subsidence during the Holocene in the Kesenuma O-kawa Plain in the southern Sanriku coast, northeast Japan, consistent with century-long subsidence estimated from sediment core analysis and radiocarbon dating. 国際第四紀学連合大会。国際・ポスター。名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)。
6. 丹羽雄一・遠田晋次・須貝俊彦 (2015) 三陸海岸南部・陸前高田平野完新統の堆積過程から推定される長期的な沈降。日本地球惑星科学連合大会。国内・口頭。幕張メッセ(千葉県千葉市)。
7. 山市 剛・須貝俊彦・清水 整・松島義章・松崎浩之・丹羽雄一 (2015) 東北地方三陸海岸南部, 山田平野における完新世の古環境と地殻変動。国内・ポスター。日本地球惑星科学連合大会。幕張メッセ(千葉県千葉市)。
8. 丹羽雄一・須貝俊彦・松島義章 (2015) 気仙沼大川平野完新統の堆積過程と推定される地殻変動。国内・口頭。日本地理学会春季学術大会。日本大学(東京都世田谷区)。
9. Niwa, Y., Toda, S., Sugai, T. (2015) Holocene subsidence in the south part of the Sanriku coast, northeast Japan, consistent with vertical displacement at 2011 Tohoku-oki earthquake inferred from sedimentary sequence: An example from the Rikuzen-takata plain. 国際・ポスター。北淡活断層国際シンポジウム。淡路夢舞台国際会議場(兵庫県淡路市)。
10. Niwa, Y., Toda, S., Sugai, T. (2014) Continuous Holocene submergence of southern Sanriku Coast consistent with the coseismic subsidence of the 2011 Tohoku-0ki Japan earthquake revealed from new paleo-geodetic data. 国際・ポスター。米国地球物理学連合秋季大会・サンフランシスコ(アメリカ)。
11. 丹羽雄一・遠田晋次・須貝俊彦 (2014) 沖積平野地下地質に基づく三陸海岸南部の完新世地殻変動。陸前高田平野における調査結果。国内・ポスター。日本地震学会秋季大会。朱鷺メッセ(新潟県新潟市)。
12. 丹羽雄一・遠田晋次・須貝俊彦 (2014) 陸前高田平野沖積層の発達過程から推定した完新世の地殻変動。国内・ポスター。日本活断層学会秋季学術大会。東北大学(宮城県仙台市)。
13. 丹羽雄一・遠田晋次 (2014) 陸前高田平野の形成過程と地殻変動。東北地理学会春季学術大会。国内・口頭。戦災復興記念館(宮城県仙台市)。

14 . 丹羽雄一・遠田晋次 (2014)段丘地形・
沖積平野地下地質の特徴に基づいた三
陸海岸南部・陸前高田の長期地殻変動・
日本地球惑星科学連合大会・国内・ポス
ター・パシフィコ横浜(神奈川県横浜市) .

6 . 研究組織

(1)研究代表者

丹羽 雄一 (NIWA, Yuichi)
東北大学・災害科学国際研究所・
助教
研究者番号：20705371