

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 29 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21540469

研究課題名（和文）

沖積平野の形成発達過程を制御する海水準変動以外の要因の抽出とその定量化

研究課題名（英文）

Extraction and quantification of the control factor, without sea level change, of the development process of the Alluvial plain

研究代表者

卜部 厚志（URABE ATSUSHI）

新潟大学・災害・復興科学研究所・准教授

研究者番号：20281173

研究成果の概要（和文）：

日本の海岸平野の沖積層は、これまで海水準変動によって形成されたものとして考えられてきた。しかし、沖積層の形成は、構造運動や火山活動による土砂供給などを受けていることが予測される。本研究の結果、特に高田平野では、沖積層において4回の火山性の大規模土砂供給イベントが認定できた。これらの土砂イベントは、平野の埋積を大きく進捗させ、堆積環境の変遷をもたらしていることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

The Alluvium of the coastal plain in Japan has been considered as formed by sea-level change. However, it is predicted that formation of Alluvium has received the sediment supply by tectonic movement or volcanic activity, etc. In the Takada plain, 4 times of volcanic large-scale sediment supply events have been recognized by this research. These sediment supply events have brought about rapid sedimentation and changes of depositional environment of the alluvial plain.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：地球惑星科学

科研費の分科・細目：地質学

キーワード：沖積層，堆積相，堆積システム，海水準変動，火砕物

1. 研究開始当初の背景

多くの大都市が発達する沖積平野を構成する沖積層は、構造物の建設、水資源、地震時の地盤災害の軽減等の観点から多くの研究が行われ、地下構造の把握とともに層序の見

直しや堆積相や堆積システムの解析が進められてきた（関西地盤情報活用協議会，1998；鴨井他，2002；木村他，2006）。この中で沖積層は、最終氷期最寒冷期に形成された谷地形を埋積するように海水準変動の影

響を強く受けながら形成されたものと考えられてきた。しかし、日本のような変動帯のうち、特にフォッサマグナに近い日本海東縁のひずみ集中帯に位置する海岸平野の沖積層では、構造運動などの海水準変動以外の要因も十分に考慮されなければならない。また、第四紀以降も活動的な火山を多く抱える日本では、火山土砂の瞬時に過剰な供給が周辺の堆積システムに与える影響は多大であることは、地層の例からも示されており (Nakayama and Yoshikawa, 1996; Kataoka and Nakajo, 2002)、完新世以降においても火山噴火が沖積平野形成に及ぼす影響を無視できないことは自明である。そこで、本研究では、これまで進めてきた新潟平野の沖積層の検討成果を活かして、新潟地域の柏崎・上越 (高田) 地域の沖積層を事例に柏崎平野では構造運動、高田平野では火山活動にともなう下流域への大量の火山土砂供給に着目して、沖積層の形成に対する海水準変動以外の要因の認定と影響力の定量化を行う。

2. 研究の目的

新潟県内の柏崎や上越 (高田) 地域の平野は既存の地盤資料から推定すると、柏崎地域は後背地に火山活動がなく、現在の海岸砂丘の地下に構造運動に起因したと推定できる基盤の高まりを有しながら河口部から海が進入して埋積したタイプの沖積層と推定できる。これに対して、上越 (高田) 地域は完新世に2回の火砕流噴火や複数の小規模噴火、山体崩壊を繰り返した妙高火山を後背地に有し、火山土砂の過剰な供給の影響を強く受けて形成された沖積層であることが予測される。

このことから、両地域の沖積層について、既存資料を活かしながら、複数地点においてオールコアボーリングを行い、堆積相解析やTS, TOCなどの詳細な検討を行う。これらにより、海水準変動以外の要素の認定方法 (イベントの抽出方法) と影響力の定量化を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 海水準変動以外の要因の解析を目的として、柏崎平野と上越 (高田) 平野の沖積層を対象にオールコアボーリングを実施して、堆積相解析、堆積システムの復元や珪藻化石

などを用いた古環境解析、年代分析など沖積層に対しての基本的な解析を行う。

(2) 柏崎平野では、海岸部の地下に位置する基盤の高まりと沖積低地側の境界付近を重点としてボーリングを行い、構造運動 (イベント的な沈降運動) と堆積相・堆積環境の細かな変化、海水の浸入状況の変化などを詳細に解析する。解析にあたっては基本的な検討方法である年代分析、珪藻、TOC、TS分析に加えて、泥質堆積物の堆積特性と土質工学的検討とあわせて、泥質堆積物に記録された細かい変動の解析を行う。

(3) 上越 (高田) 平野では、後背地となる妙高火山の火山活動に伴う大量の物質供給による沖積層の形成過程を明らかにするため、関川の上流部から河口部にかけての複数地点において、ボーリングを行い、基本的な堆積相と堆積環境に関わる項目の解析を行う。また、肉眼的な層相変化だけではなく粒度組成・鉱物組成や火山ガラスの含有量の時間空間的变化に着目しながら、火山土砂供給の影響を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 柏崎平野に関する研究成果

新潟県中越地域の柏崎・刈羽地域に位置する柏崎平野の沖積層は、新潟県地盤図 (2002) などによると柏崎層と呼ばれ、最大層厚約50-60mを有する全体に粘性土が優勢で薄い砂層をレンズ状に挟む地層とされている。また、柏崎地域の内陸部では海成の粘土層が平野南西縁沿いの湾口部の一部で確認されて、北部 (刈羽地域) の谷奥部では炭質物層を挟在する。一部では、沖積層の基底に礫層を伴う。

沖積層の層序は、全体として、主に粘性土からなる下部、砂層を多く挟在する中部、粘性土からなる上部に区分されている。しかし、14C年代やテフラなどのデータがほとんど未検討のため、層序や堆積年代に関しては検討の余地が大きかった。また、柏崎市街の海岸部には砂丘が発達し、砂丘や海成の砂層の下位には、N値が20前後の塩水湿地や河川氾濫原の堆積環境を示す堆積物が分布する。砂丘列の内陸側の沖積層は、N値が0-5程度の粘土・シルト層やN値10程度の薄い砂層からなることが知られており、海岸部の砂丘砂層・海成砂層の下位にあるN値の比較的高い堆積物は、約20万年前後に堆積した安田

層と称される地層であると考えられてきた。さらに、2007年の中越沖地震では、平野部の限定された地域での建物被害率が高かったことから、基本的な地盤情報としての沖積層の分布や物性などを明らかにしていく必要があった。

そこで、柏崎平野の沖積層の基本的な層序と層相の分布の解明を目的として、海岸部や内陸部の複数の地点において、オールコアボーリングを行い堆積相区分と年代測定等を行った。また、ボーリングデータベースをもとに、沖積層の層相分布、堆積過程、沖積層の基底地形の復元を行った。この結果、内陸部での基本的な層相、層序と堆積年代の推定ができた。また、柏崎市街部の砂丘列が分布している地域は、上述のように砂丘砂層・海成砂層の下位に、更新統の安田層相当層が分布するとされていたが、年代測定の結果、砂丘部地下のこれらの堆積物は、N値は高い数値をしめすが沖積層であることが明らかとなった。内陸部の沖積層とのN値の大きな相違は、両地域における層相と同時期面の対比から、砂丘部地下の沖積層が圧密されていることに起因することが明らかとなった。この圧密の要因は、湾口砂州の発達による河川流路の分布と圧密の進行による部分的な海進によって生じたものと推定できる。これらのN値の高い沖積層は、既存資料の再検討から現在の海岸砂丘に沿って、狭長な分布していることが明らかとなった。

新潟地域の越後平野の砂丘列は、海進によって内陸部にバリアーが形成され、基本的にはこのバリアーが前進（海退）しながら現在の海岸部に位置しているため、現在の海岸砂丘列の地下は、浅海性の砂質堆積物から構成されて、砂丘列の地下で顕著な圧密が進行していない。しかし、柏崎平野部では、海進に伴って現在の海岸の沖合に湾口砂州が形成され、これによって内陸部には粘土主体の堆積物が広がり、最終的には約3000年前以降に湾口砂州が海進する形で、現在の砂丘地形が形成されたものと考えられる。

このように砂丘列が発達する平野（浜堤列平野）でも、谷地形の規模や構造運動などの差によって地形形成のプロセスがことなることが明らかとなった。柏崎地域では、このような沖積層の形成過程を経たことで、海岸部では圧密を受けた沖積層、海岸から約1km内陸ではN値0の沖積層が分布し、これら

の堆積物のS波速度も約2倍の相違を生じている。このS波速度構造が急変する範囲で、2007年の中越沖地震の際は地震動による建物被害率が他の地盤条件の地域と比較して高かった。

このことは、柏崎平野のやや特殊な形成過程をモデル化していくことと併せて、沖積層の層相分布・層相境界だけでなくさらに、値あるいはS波速度構造の差異と地震時の被害についても関係も明らかにしていく必要があることがわかった。

(2) 高田平野に関する研究成果

新潟県西部・上越地域には、高田平野と呼ばれる海岸平野が広がる。高田平野の周辺には、第三系の堆積岩や完新世に活動した妙高火山が分布し、平野の主要な河川である関川は妙高火山を後背地に有する。平野の南東縁辺には、後背地を第三系とする河川系が扇状地地形を形成する。一般に、海岸平野を構成する沖積層は、海水準変動の影響を強く受けて形成されている。しかし、上述のように高田平野の主要河川の後背地には、完新世に活動した火山があり、火砕流噴火や火山の大規模山体崩壊などの活動が知られていることから、火山活動（火山）を起源とする大規模土砂供給が沖積層の形成過程に大きな影響を与えたことが予測される。このため、ここでは沖積層における火山起源の堆積作用と沖積層の形成に与えた影響について評価するため、ボーリング試料を用いて検討を行った。このような検討は、国内外において火山を後背地に有数する平野における火山起源の土砂供給の堆積作用や火山災害としての予測につながるものである。

① 高田平野の沖積層と地形面区分

高田平野を構成する沖積層は、高田平野団体研究グループ（1961, 1981）や新潟県地盤図編集委員会（2002）などによると、臨海部で最大層厚約60m、内陸の上越市付近で約30mを有する。これらは、シルト・粘土層を主体として砂層や礫層をレンズ状に頻りに挟む特徴がある。南北方向でみると平野西部の上越市付近を境にして、北部ではシルト・粘土層が優勢で南部では次第に礫層が多くなる程度の概要が知られている。しかし、地質年代やテフラなどの指標となるデータがほとんど未検討のため、堆積相や堆積年代を加味した堆積システムを検討する必要がある。また、平野部の地形面は、高田面と関川流域を中心に高田面より低い地形面（関川面：関川の流路と氾濫原）に区分さ

れ、これらの地形面の形成要因に対しては、縄文海進以降の小規模な海面変動の影響が指摘されている。

②妙高火山の火山活動・山体崩壊

妙高火山の層序や火山活動は、早津(1985, 2008)によって詳細に復元されている。妙高火山の完新世の活動としては、約4000年前(大田切川火砕流)と約6600年前(赤倉火砕流)に火砕流噴火が発生し、山麓部では大田切川火砕流による厚い火砕物と流下した堆積物による広大な地形面を残している。火砕流堆積物や二次堆積物は関川流域を中心に平野縁辺部まで露出している。これらの堆積物は、角閃石を多く含むことで特徴づけられる。また、大規模な山体崩壊は約9000年前と約10000年前に発生し、このうち約9000年前の堆積物は関川支流の矢代川上流部で発生し矢代川流域に広く分布している。

③火山性二次堆積作用と地形形成

本研究では、上越市内で掘削したボーリングコア試料を用いて、層相の記載、堆積相区分と堆積物の構成鉱物の記載岩石学的検討や化学組成の検討を行い、上述の妙高火山の2回の火砕流堆積物や山体崩壊堆積物との比較検討を行った。火砕流起源の堆積物は自形の角閃石や火山ガラスを多く含むことで特徴づけられ、山体崩壊起源の堆積物も火山ガラスや鉱物組成に特徴があり対比できる。また、平野縁辺部での分布や遺跡での発掘セクションの観察と既存ボーリング資料による検討から、これらの堆積物の広域的な分布と古地理の変遷を推定した。この結果、沖積層において連続的に分布する砂質堆積物のほとんどが妙高火山を起源とする火砕流や山体崩壊の二次堆積物であることが明らかとなった。特に、約6600年前の火砕流二次堆積物は、海進に伴って平野域に分布していたエスチュアリーに流下して狭長なローブ状の堆積体を形成し、約4000年前の火砕流二次堆積物は、ほとんど埋積されていたエスチュアリー～氾濫原に流下したため、現在の海岸部まで堆積物が流下し堆積面(地形面)を形成したことが明らかとなった。この地形面は現在の関川左岸域の高田面として残され、関川の浸食基準面が戻る過程で関川面が形成された。なお、地形学的に同一とされてきた現在の関川右岸域の高田面は、主に粘土質な氾濫原堆積物から構成され、地形面の形成過程が異なるものと推定される。このように、

後背地の火山起源の土砂供給は、平野の沖積層の形成や地形の形成に大きな影響を与えたことが明らかとなった。

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8件)

- ① 卜部厚志・藤本裕介・片岡香子, 越後平野の沖積層形成における火山性洪水イベントの影響, 地質学雑誌, 査読有, 117, 2011, 483-494.
- ② 宮地良典・卜部厚志・田辺 晋・安井賢・稲崎富士・鴨井幸彦・中西利典, 越後平野海岸部の沖積層の地質構造, 数値地質図・海陸シームレス地質情報集「新潟沿岸域」, 査読有, S-2, 2011, 3/1-26.
- ③ 宮地良典・船引彩子・楳原京子・井上卓彦・天野敦子・卜部厚志・岡村行信, 越後平野沿岸部海域・陸域に分布する沖積層の地層対比, 数値地質図・海陸シームレス地質情報集「新潟沿岸域」, 査読有, S-2, 2011, 15/1-13.
- ④ 竹内 章・平松良浩・卜部厚志, 北陸の地体構造と地震・地震災害—これからの地震防災に向けて—, 地盤工学会誌, 査読有, 59-2, 2011, 8-11.
- ⑤ 中西利典・宮地良典・田辺 晋・卜部厚志・安井 賢・若林 徹, ボーリングコア解析による新潟平野西縁, 角田・弥彦断層の完新世における活動度, 活断層研究, 査読有, 32, 2010, 9-25.
- ⑥ 宮地良典・卜部厚志・田辺晋・安井賢・稲崎富士・鴨井幸彦・中西利典・小松原琢・水野清秀, 新潟平野沿岸部のボーリング試料から見た沖積層の地質構造, 平成21年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 査読有, 54, 2010, 127-151.
- ⑦ 卜部厚志・宮地良典・稲崎富士・楳原京子, 新潟市竹野町地域の沖積層に記録された越後平野西縁断層の活動評価, 平成21年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 査読有, 54, 2010, 117-125.
- ⑧ Kyoko S. Kataoka, Vern Manville, Takeshi Nakajo, Atsushi Urabe, Impacts of explosive volcanism on distal alluvial sedimentation: Examples from the Pliocene - Holocene volcaniclastic successions of Japan, Sedimentary

Geology, 査読有, 220(3), 2009, 306-317.

[学会発表] (計 7 件)

- ① 卜部厚志, 新潟県, 柏崎・刈羽地域の沖積層の層序と堆積過程, 日本地質学会, 2011年9月, 茨城大学
- ② 船引彩子・宮地良典・卜部厚志・鴨井幸彦, 越後平野沖積層の堆積様式と堆積速度, 日本地質学会, 2011年9月, 茨城大学
- ③ 稲崎富士・宮地良典・卜部厚志・楳原京子, 高分解能 S 波ランドストリーマー反射法探査およびボーリング調査による角田-弥彦断層の活動性評価, 日本地球惑星科学連合大会, 2011年5月, 幕張
- ④ 船引彩子・宮地良典・木村克己・卜部厚志・鴨井幸彦, 越後平野沖積層の堆積曲線, 日本地球惑星科学連合大会, 2011年5月, 幕張
- ⑤ 卜部厚志, 新潟県柏崎平野の沖積層の層序, 日本地球惑星科学連合大会, 2011年5月, 幕張
- ⑥ 宮地良典・卜部厚志・船引彩子・楳原京子・井上卓彦・天野敦子・岡村行信, 越後平野沿岸地域に分布する海陸の地層対比, 日本地球惑星科学連合大会, 2011年5月, 幕張
- ⑦ 卜部厚志・岡村萌・片岡香子, 新潟県・高田平野の沖積層における火山性二次堆積作用, 日本地質学会, 2010.9, 富山大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

卜部 厚志 (URABE ATSUSHI)
新潟大学・災害・復興科学研究所・准教授
研究者番号: 20281173

(2) 研究分担者

片岡香子 (KATAOKA S. KYOKO)
新潟大学・災害・復興科学研究所・准教授
研究者番号: 00378548