

HCG036-01

会場:202

時間:5月24日 10:45-11:00

## デジタル画像解析法を用いた堆積物の粒度分析研究の現状と課題 Current status and issues of grain-size analysis using dynamic digital image method for sediment

七山 太<sup>1\*</sup>

Futoshi Nanayama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門

<sup>1</sup> Geological Survey Japan, AIST

粒度分布は様々な素材や製品の特徴を評価する上で重要な基礎情報であり、その分析技術も粉体工学会によって JIS 規格化されている。我々地球科学分野においては、礫砂泥等の地質試料の粒度分析を、篩分級法、沈降法またレーザー回折散乱法、もしくはこれらを併用して行うことがこれまで一般的であった。その一方で、我々と同様な土質を取り扱う土木工学や農学の分野では、JIS A 1204 「土の粒度試験方法」に従い、篩法と浮きひょうを使った沈降法の分析結果を 0.075mm で繋ぐ方法が主流であり、現在もこの手法が標準的な分析方法となっている。但し、近年では、土質分野でも近年は泥砂を分離せず同時にかつ短時間で分析できるレーザー回折散乱法による分析報告が増えてきているのが実情である。

昨秋国際粉体工業展東京 2010 (POWTEX TOKYO 2010) を視察したところ、各社のレーザー回折散乱法の最新機種では、10nm-3mm のワイドレンジの粒子群を同時にかつ短時間に計測することが可能となっている。しかし、単一の物性値を持つ工業的な粉体ではなく、様々な割合の複合物である自然界の土砂を検討する際には、未だ多くの技術的な課題が散在するように思える。例えば、サブミクロンオーダーの微小粒子の測定では入射する光の波長が短いほど大きな散乱光強度が得られることが確認されているので、レーザー光だけでは強度が不十分となることが知られている。しかも非球形粒子の形状によって後方錯乱が大きくなり、粒径は細粒側にシフトする傾向が確認されている。また、Mie 理論を利用して逆計算によって粒径を求めるため、粒子屈折率と吸収係数の設定が必要となるが、自然界の複合試料を取り扱う場合、この仮定はユーザー側にとってはたいへん悩ましい。

最近の粉体工学分野での粒子径計測では、画像解析法を用いた新しい機器の開発が増えてきている。静的および動的画像解析法の 2 つに区分されるが、どちらも粒子群をデジタル画像として取り込み統計処理する過程は同じである。そのシンプルな解析手法は明解でありユーザー側の信頼も大きい。さらに、デジタル画像を用いるため、従来の粒度分布情報だけでなく各種粒子形状パラメーター（アスペクト比、円摩度、対称度、凹凸度）の同時計測もできる点が重要であり、この種の粒子形状データも併せて記載することが、今後の粒度分析の新しいスタンダードになっていくことが予想される。

産業技術総合研究所では、一昨年、最新のデジタル画像解析式粒子径測定装置である Horiba CAMSIZER の導入を行っており、これを用いた地質試料の試験的な粒度分析を順次進めている。この機器は 2 台の CCD カメラを使い、30  $\mu$ m-30mm の超ワイドレンジでの再現性の高い高精度な粒度分析が可能である。本講演においては、産総研の導入した CAMSIZER による地質試料の分析結果を例として、これからの地球科学分野での粒度分析研究について、私見を述べたいと思う。

キーワード: デジタル画像解析法, 粒度分析, 現状と課題, 堆積物, 粒子形状

Keywords: current status and issues, grain-size analysis, dynamic digital image method, sediment, particle shape

HCG036-02

会場:202

時間:5月24日 11:00-11:15

## 南アルプスの活動的隆起期に見られる更新統前弧海盆堆積 Pleistocene forearc sedimentation during active uplift of the Japanese South Alps

江川 浩輔<sup>1\*</sup>, 鈴木 清史<sup>1</sup>, 高野 修<sup>2</sup>, 古川 稔子<sup>3</sup>

Kosuke Egawa<sup>1\*</sup>, Kiyofumi Suzuki<sup>1</sup>, Osamu Takano<sup>2</sup>, Toshiko Furukawa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>産総研メタンハイドレート研究センター, <sup>2</sup>石油資源技研, <sup>3</sup>JOGMEC

<sup>1</sup>MHRC/AIST, <sup>2</sup>JAPEX-RC, <sup>3</sup>JOGMEC

南アルプス(赤石山脈)は、フィリピン海プレートの沈み込みと伊豆 - 小笠原島弧の衝突に伴って、特に1 Ma 頃から急速に隆起したと考えられている。この時期を境に隆起帯付近の前弧海盆でも堆積環境が大きく変化した。即ち、大規模な海進で特徴づけられる下部更新統の掛川層群が堆積した後、海底扇状地のプログラデーションを伴う中部更新統の小笠層群が下位の掛川層群を不整合に覆って堆積したことが、陸・海域双方における堆積学的研究から明らかにされている(武藤, 1985, 地質雑; Saito and Masuda, 1996, Sedi. Geol.; 高野ほか, 2009, 地雑)。今回、東海沖の三次元地震探査データを詳細に解析した結果(1)掛川層群相当層は堆積後に圧縮による褶曲作用を被り、その褶曲した海底地形の上に小笠層群相当層が不整合に堆積したこと(2)小笠層群相当層の下部および上部シーケンスには北北東方向および北西方向からの古流向を示すセディメントウェーブがそれぞれ卓越することが新たに判明した。これらの点を踏まえて、本研究では、南アルプスの活動的な隆起期における東海沖前弧海盆の堆積作用について考察する。本研究は、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)で実施されたものである。

キーワード: 東海沖, 更新統前弧海盆, 掛川層群, 小笠層群, 褶曲作用, セディメントウェーブ

Keywords: Off Tokai area, Pleistocene forearc basin, Kakegawa Group, Ogasa Group, compressional folding, sediment wave

HCG036-03

会場:202

時間:5月24日 11:15-11:30

## ネパール中央部，テチスヒマラヤ地域の三畳系泥岩に記録された大陸風化の変化 Decease of continental weathering in the Early Triassic in the Tethyan Himalaya, central Nepal

吉田 孝紀<sup>1\*</sup>, 川村 寿郎<sup>2</sup>, 鈴木 茂之<sup>3</sup>, メグ・ラジ・ディタール<sup>4</sup>  
Kohki Yoshida<sup>1\*</sup>, Toshio Kawamura<sup>2</sup>, Shigeyuki Suzuki<sup>3</sup>, Megh Raj Dhital<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 信州大学理学部地質科学科, <sup>2</sup> 宮城教育大学地学, <sup>3</sup> 岡山大学大学院自然科学研究科, <sup>4</sup> トリブバン大学  
<sup>1</sup>Faculty of Science, Shinshu University, <sup>2</sup>Miyagi University, <sup>3</sup>Okayama University, <sup>4</sup>Tribhuvan University

ネパール中央部，マナン地域には古テチス海に堆積した三畳系堆積物が非常に良い状態で保存されている。この地域から採取された下部三畳系泥岩の化学組成は，三畳紀前期 (Griesbachian-Dienerian) での後背地の高い化学風化と，三畳紀前期後半 (Smithian) における急激な風化状況の低下を示す。この変化は，後背地の置かれた気候状況が化学風化を促す環境からそれを抑制する環境，すなわち温暖な状況から冷涼あるいは乾燥した状況へ変化したことを示唆している。この時期には世界的にアンモナイトの多様化が進み，海面水温の緯度格差が拡大しているとされる (Brayard et al., 2006)。そのため，この風化状況の変化は大きな気候変化を意味していると考えられる。

キーワード: 三畳紀, 大陸風化, 気候変動

Keywords: Triassic, continental weathering, climatic change

HCG036-04

会場:202

時間:5月24日 11:30-11:45

## 北海道夕張地域の新第三系川端層におけるハイパーピクナイト様堆積層の有機地球化学的特徴

### Organic geochemical aspects of hyperpicnite-like sedimentary sequence in the Neogene Kawabata Formation, Hokkaido, Japan

風呂田 郷史<sup>1\*</sup>, 沢田 健<sup>1</sup>, 川上 源太郎<sup>2</sup>

Satoshi Furota<sup>1\*</sup>, Ken Sawada<sup>1</sup>, Gentaro Kawakami<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院理学研究院, <sup>2</sup>道総研地質研究所

<sup>1</sup>Faculty of Science, Hokkaido University, <sup>2</sup>Geological Survey of Hokkaido, HRO

北海道中央部夕張地域に分布している新第三系中新統川端層は、おもに礫岩、砂岩、泥岩の互層により形成されるタービダイト相に特徴づけられている。北海道中央部では15Ma前後に南北方向に長い石狩トラフが形成され、そのトラフを充填するように堆積したのが川端層だと考えられている。私たちは、川端層を対象にして、新第三紀の浅海～半深海環境における陸源物質の輸送・堆積過程とその物質循環像を明らかにするために、堆積学・地球化学的調査を行っている。本発表では、洪水起源とされているハイパーピクナル流堆積層にきわめてよく似た堆積層を発見したので、その有機地球化学分析の結果について報告する。そのハイパーピクナル様堆積層の有機地球化学的特徴に注目して、石狩トラフ海域の後期中新世に機能していた洪水システムによる陸源物質の効率的な輸送と、それに起因した高い海洋生物生産といった陸-海間の地球化学的相互作用について考察した。

夕張地域東山川ルートの中の1つの露頭において、約50cmの厚さに渡って特徴的な層構造が連続する地層を発見した。下位から上位に向かって、均質泥岩、上方粗粒化を示す砂岩、数層の植物片薄層を含む砂岩、植物片が散在する砂岩、上方細粒化砂岩、平行葉理砂岩、均質泥岩が連続する。この連続パターンはハイパーピクナル流堆積物の特徴を呈すると考えられる。これらの層毎に有機炭素含有量(TOC;%)とバイオマーカー組成を調べた。TOCは植物片を含む砂岩から平行葉理部で著しく増加することがわかり、これはハイパーピクナイトの特徴と一致する(Yoshida et al., 2009)。また、バイオマーカー組成において、1)針葉樹由来バイオマーカーが下部の均質泥岩と上方粗粒化砂岩層において著しく高い、2)被子植物が微生物分解を受けたタイプのバイオマーカー濃度が、植物片を含む層で高い、3)熟成度が植物片を含む砂岩層だけ特徴的に低い、という結果から、この地層連続は洪水によって形成されたハイパーピクナル堆積物であると結論づけた。さらに、上位の均質泥岩層において、陸源バイオマーカーの増加に伴って、海生植物プランクトンバイオマーカーの著しい増加ピークが見られた。このことは、洪水によって陸源物質が海洋へと運搬され、それに起因して海洋基礎生産が上昇するという生物地球化学的システムが駆動したことを示唆するものであり、新第三紀オーダーの物質循環・生物地球化学過程を理解するうえで重要な情報であると思われる。

キーワード: 新第三紀古海洋, 堆積システム, ハイパーピクナル, 陸・海間の相互作用, 陸源物質の供給, 浅海域の物質循環  
Keywords: Neogene paleoceanography, Sedimentary system, Hyperpicnal, Land-ocean interaction, supply of terrigenous material, material cycling in neritic environment

HCG036-05

会場:202

時間:5月24日 11:45-12:00

## 東海沖遠州トラフ表層堆積物中のタービダイトの形成年代

Age estimation of a turbidite layer in surface deposit of the Enshu Trough, off-Tokai district

白井 正明<sup>1\*</sup>, 伊藤 拓馬<sup>2</sup>, 丹羽 雄一<sup>3</sup>, 大村 亜希子<sup>3</sup>, 若林 徹<sup>3</sup>

Masaaki Shirai<sup>1\*</sup>, Takuma Ito<sup>2</sup>, Yuichi Niwa<sup>3</sup>, Akiko Omura<sup>3</sup>, Toru Wakabayashi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 首都大地理, <sup>2</sup> 長野市立博物館, <sup>3</sup> 東大新領域

<sup>1</sup>Tokyo Metropolitan Univ., <sup>2</sup>Nagano City Museum, <sup>3</sup>Univ. of Tokyo

東海地方はフィリピン海プレートが日本列島下に沈み込む南海トラフに面しており、海域地震により繰り返し被害を受けている。一方海域地震発生の際には震央付近で海底斜面の崩壊に起因してしばしばタービダイトが形成される。学術研究船淡青丸 KT-08-30 次航海において、遠州トラフ沿いの水深約 1500m の地点より採取されたコア試料には、海底面より 13-21cm に級化を示す明瞭な砂層（タービダイト）が存在する。既にコア試料の人工核種 Cs-137 の出現層準（西暦 1954 年に相当）を基に、乾燥かさ比重と粒度分析の測定結果を考慮し、半遠洋性沈積粒子の堆積速度を求めることにより砂層の形成年代を推定し、その年代が安政東海地震（1854 年）とほぼ合致することを報告したが、堆積速度が遅く Cs-137 を検出できる部分が短いうえ Cs-137 放射能濃度が低いため、見積もり精度に問題があった。今回予察的ではあるが Pb-210 を用いた遠洋性粒子沈積速度の推定を基に砂層の形成年代を推定したので、そのプロセスを紹介し、Cs-137 による形成年代見積もり結果と比較する。

キーワード: タービダイト, 半遠洋性堆積物, 鉛同位体年代, セシウム同位体, 安政東海地震

Keywords: turbidite, hemipelagite, Pb-210 dating, Cs-137, Anse-Tokai Earthquake

HCG036-06

会場:202

時間:5月24日 12:00-12:15

## サンゴ礁上の堆積物分布における台風の高波の役割 琉球列島北部を対象として Effect of the storm waves on the distribution of sediments on the reef at northern Ryukyu Islands

池間 仁子<sup>1\*</sup>, 後藤和久<sup>2</sup>, 宮城邦昌<sup>3</sup>, 箕浦幸治<sup>1</sup>, 今村文彦<sup>4</sup>  
Satoko Ikema<sup>1\*</sup>, Kazuhisa Goto<sup>2</sup>, Kunimasa Miyagi<sup>3</sup>, Koji Minoura<sup>1</sup>, Fumihiko Imamura<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東北大学理学部, <sup>2</sup> 千葉工業大学, <sup>3</sup> 元石垣島地方気象台, <sup>4</sup> 東北大学大学院工学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Tohoku Univ., <sup>2</sup> Chiba Institute of Technology, <sup>3</sup> Ishigaki Island Meteorological Observato, <sup>4</sup> Graduate School of Engineering, Tohoku U

琉球列島では、多くの島々の周囲にサンゴ礁の裾礁が発達している。この地域では、毎年大きな台風が数多く来襲し、海上では高波や高潮が発生するが、島を縁どるサンゴ礁は天然の消波堤として働き、沿岸地域を高波被害から守る役割を果たしてきた。しかし、非常に大きな台風が琉球列島を通過すると、サンゴ礁や礁内の生態系は高波によって破壊され、沿岸地域も大きな波浪被害を受ける。こうして、琉球列島に定期的に訪れる台風の高波は、サンゴやサンゴ礁の成長サイクルに対して、大きな役割を果たしてきたと考えられる。

琉球列島北部地域では、過去約 200 年間大きな津波が襲来した記録はなく、礁上や陸上には波浪によって打ち上げられたサンゴ礁巨礫の分布が確認されている。巨礫の分布特性は、過去の台風の高波によって決定されている (Goto et al., 2010)。琉球列島における台風後の堆積物の移動についての研究には、海岸線の移動に関して述べた長谷川 (1990a, b) や、礁縁～礁斜面における砂礫移動を調査した菅ほか (1994) や Kan (1994) などがある。しかし、台風の高波によって、サンゴ礁上の堆積物の分布がどのように決まるのかに関しては詳しく調べられていない。そこで本研究では、鹿児島県奄美大島笠利半島北東にある用海岸を対象地域として、高波によるサンゴ礁上の堆積物分布を議論するための調査を行った。

現地では、巨礫調査、地形断面測量、方形枠を用いた堆積物の測線調査、巨礫の年代測定を行った。用海岸の礁原上では、巨礫は礁縁から約 200 m 以内に分布しており、その推定重量は陸側に指数関数的に小さくなる傾向を示していた。既往研究と比較すると、奄美大島と沖縄島周辺各島の距離は実に 300 km 近くあるにもかかわらず、巨礫の分布特性がほとんど同じであるという特徴がみられた。これは、奄美大島と沖縄島周辺各島の太平洋岸を襲った過去の高波の規模に大きな違いがないことを示唆しており、その分布限界は高波の規模の上限を規定していると考えられる。また、底質観察の結果、礁池内は大きく陸側の砂質堆積物を主体とする底質と、沖側の藻類や枝サンゴ礁を主とする底質に分けることができた。それより沖側ではサンゴ礁岩盤が底質をなし、長径 1 m 以上のサンゴ巨礫が多数見られた。礁縁からの距離と堆積物の粒径の対数をグラフ上にプロットすると、堆積物の粒径は礁縁から陸側に向かって指数関数的に小さくなる傾向を持つことがわかった。この分布は、リーフ上の高波の波力分布とよく一致する。このことから、台風の高波はリーフ上の堆積物分布を決定する主要因の一つといえる。

キーワード: 奄美大島, サンゴ礁, 巨礫, 礁堆積物, 台風の高波

Keywords: Amami-Oshima, coral reef, boulder, reef sediments, storm wave

HCG036-07

会場:202

時間:5月24日 12:15-12:30

## 構成物の組成と粒径にもとづく津波堆積物の対比および供給・運搬過程の考察 - 北海道東部での事例

### Correlation of tsunami deposits based on temporal change in coastal environment, eastern Hokkaido

中村 有吾<sup>1\*</sup>, 西村 裕一<sup>1</sup>, アンドリュー ムーア<sup>2</sup>  
Yugo Nakamura<sup>1\*</sup>, Yuichi Nishimura<sup>1</sup>, Andrew Moore<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学 地震火山研究観測センター, <sup>2</sup> アールハム大学  
<sup>1</sup>ISV, Hokkaido University, <sup>2</sup>Earlham College

北海道および千島列島では19世紀以前の古文書・観測記録が存在しないため、千島海溝で発生した大地震の長期評価を精度よくおこなうには、過去数百年間の津波の年代、浸水域、波高を、野外地質調査にもとづいて推定する必要がある。本研究では、十勝および根室の臨海低地において野外調査をおこない、過去約3000年の津波堆積物層序を検討した。とくに、堆積物の粒度組成と構成物に着目することで、津波堆積物の対比、供給源、津波の浸入経路、津波発生時の環境について考察した。

過去に生じた津波の規模や陸上での挙動を考察するためには、地層に残された津波堆積物を正確に対比する必要がある。従来の研究において津波堆積物の対比は、層厚、粒径、示標テフラ、放射年代などにもとづいている。しかし、層厚や堆積構造は、微地形の影響が大きく連続性がないため、距離数十～数百mにわたる堆積物の対比には利用できない。また、北海道東部太平洋岸に分布する示標テフラは、樽前aテフラ(西暦1739年: Ta-a)、駒ヶ岳c2テフラ(1694年: Ko-c2)、樽前bテフラ(1667年: Ta-b)、白頭山苫小牧テフラ(約1000年前: B-Tm)、樽前cテフラ(約2700年前: Ta-c)であり、17世紀以前の津波堆積物の対比に利用できるテフラは少ない。放射性炭素年代は、AMS法や暦年補正技術によって精度が向上しているが、試料によっては数十～数百年の誤差あり、また、年代測定に適した試料が得られるとは限らない。このように、津波堆積物の対比は古い層ほど困難である。

本研究では、津波堆積物の対比をより確実にを行うため、1/16精度の高精度粒度組成や、構成物(鉱物組成、珪藻化石組成、含有する火山ガラスおよび鉱物の化学組成)を記載することで、津波堆積物の対比を試みる。粒度組成は、当時の水理条件に応じて層ごとあるいはユニットごとに特徴的な値を示すと考えられる。津波堆積物の構成物は、津波堆積物の供給源の地質・地形環境によって異なる可能性が高い。とくに、軽石および斜方輝石は特定の砂層に特徴的に含まれることから、供給源の違いを示す指標となるであろう。また、津波堆積物に含まれる珪藻化石の組み合わせは、津波発生時に存在した水域の環境を反映すると思われる。

調査をおこなったのは、浦幌町豊北字ヌタバットおよび根室市別当賀の低湿地である。いずれも、ハンディジオスライサー(全長100cmおよび150cm)により掘削した。堆積構造を詳細に記載し、微細粒子による薄層を検出するために、掘削コアのはぎとり試料を作成した。室内分析に用いる試料は、層内が複数のユニットに分けられるときはそれぞれのユニットから、層厚2cm以上の堆積物からは原則として2cmごとに採取した。粒度組成分析にはレッチェ社製カムサイザーを用いた。鉱物など構成物の組成は、双眼実体顕微鏡で1~2粒子を観察して計測した。珪藻化石の同定は600倍および1500倍の生物顕微鏡でおこなった。火山ガラスおよび鉱物の化学組成はエネルギー分散型X線マイクロアナライザーで測定した。以上の分析を、過去約3000年間のイベント堆積物についておこなった。

掘削調査の結果、浦幌ではTa-bとTa-cの間に最大で8層の津波砂層(U-1~U-8)が認められた。8層中4層(U-1, U-2, U-5, U-8)は、粒度組成の平均値で対比が可能である。ただし、上方細粒化などの堆積構造は地点ごとの相違が大きかった。津波砂層の構成物をみると、Ta-b直下の砂層(U-1)は軽石をほとんど含まず、斜方輝石を10%以上含むといった、他の層と異なる特徴がある。このことは、津波発生当時の海岸環境の違い(おそらく季節の違い)を反映すると思われる。また、内陸の地点で採取した試料は、海側の地点の試料に比べて、火成岩および軽石を高い比率で含む傾向にあり、堆積物運搬過程で比重分離が生じた可能性がある。

根室においては、地表面とKo-c2の間に1層(N-1)、Ko-c2とTa-cの間に7層(N-2~N-8)の津波砂層が認められた。根室で採取した津波堆積物に含まれる珪藻化石の約90%は淡水種、5-10%が汽水種であった。このことから、津波は珪藻生息数の少ない外洋を起源とし、陸上の汽水・淡水域を越えて到達したと考えられる。また、上位の津波堆積物層ほど多くの海水・汽水種を含んでおり、過去数千年間の地盤の沈降、または、海岸線の侵食を示唆する。

以上のように、高精度粒度分析結果と構成物によって、津波堆積物の対比はより確実にになった。また、鉱物組成や珪藻化石の組み合わせにより、津波堆積物の供給源や津波発生時の地形・水文環境を考察することが可能となった。

キーワード: 津波堆積物, 粒度組成, 構成物, 対比, 千島海溝

Keywords: Tsunami deposits, correlation, particle size distribution, grain materials, Kuril Trench