

平成 22 年 3 月 15 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2005～2008  
 課題番号：17300295  
 研究課題名（和文）地形と表層地質情報に基づく自然環境の定量的近未来予測に関する基礎的研究  
 研究課題名（英文）Fundamental research on quantitative forecast of the physical environment in the near future based on surface geological data  
 研究代表者  
 奥村 晃史（OKUMURA KOJI）  
 広島大学・大学院文学研究科・教授  
 研究者番号：10291478

研究成果の概要：地球表層の物質を対象とする汎用性の高い新しい年代測定手法を取り入れ、複数の年代測定の長所を集めて、高度な表層地質の年代決定を行った。地球環境変動・自然災害予測の研究にこの高度な年代決定手法を応用し近未来予測精度の向上を実現した。さらに、地域と環境に応じた地球環境変動と自然災害の履歴解明の手法を火山灰、沖積低地、サンゴ礁、変動地形などを対象に体系化し、普遍的な適用の方法を検討した。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005 年度	4,900,000	0	4,900,000
2006 年度	3,000,000	0	3,000,000
2007 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2008 年度	2,900,000	870,000	3,770,000
年度			
総計	14,200,000	1,890,000	16,090,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：自然環境・表層地質・第四紀・年代学・放射性炭素同位体年代・火山灰編年学・将来予測・地形学

## 1. 研究開始当初の背景

近未来予測の基礎情報として、1990年代から多数の氷床コアや海底コアが取得され分析されて地球環境変動を明らかにしてきた。しかし、実際に人間が活動する場所における精度の良い基礎情報は十分に取得されていなかった。そのため、海底や氷床の膨大な情報が存在しても、人間を取り巻く環境の変化をモデル化して予測することに直接の寄与は限られていた。その傾向は、特にアジアの人口・産業密集地域において著しく、この問題の解決のためには、環境を異にする地球上の多くの地域でより精度良く過去の環境変動や自然災

害の発生を解明することが必要であった。研究代表者らは、1997年度から過去数万年間の環境変動と自然災害の発生時期をより高い時間分解能で解明することを目標とした研究を継続してきた。一連の研究では、主に放射性炭層同位体年代を用いた高精度年代決定手法を開発し、実用化させてきた。同時に、一連の研究の一環として、環境変動と自然災害の性質や空間的拡がりも検討してきた。2005年からの4年間の研究では、それまでの成果を近未来予測に結びつけるための、方法論的な問題の検討を技術的な問題の解決と併せて行った。その成果と設備を活用して、より積

極的に近未来予測を行うための研究を提案した。申請と前後して、2004年スマトラ沖大地震とインド洋大津波、2004年新潟県中越地震による大きな災害が発生し、自然災害素因と誘因の解明が研究代表者らの重要な使命となった。また、2007年に向けたIPCC AR4に向けた研究成果の総括も本格化しており、本研究はきわめて時宜を得た重要な研究として開始された。

## 2. 研究の目的

- (1) 近未来予測の根拠となる地形・地質情報の時空間分布、特にその偏りと欠落を解明するための研究手法の確立。
- (2) 地形・表層地質データの分解能の検証と定量的評価の手法の確立および分解能改良手法の体系化・予測精度向上のためのカタログの質的・量的改善とその手法確立。
- (3) 年代決定の普遍化、高精度化、年代値の信頼性の客観的表手法の検討。
- (4) フィールド調査にもとづく近未来予測の実施とその精度・信頼度評価の試行。
- (5) 第四紀後期の地形・表層地質分析技術の改良と年代決定の高度化を基盤とし、その技術とデータを合理的な近未来予測にむけて再編成し不完全な部分を補うことにより、安全で安定した社会の維持に貢献することを目的とする。

## 3. 研究の方法

- (1) 地形・表層地質情報に基づく近未来予測手法のレビュー：従来から実施されてきた地形・表層地質情報に基づく近未来予測手法の事例を収集し、データの質と量、予測手法、予測の有効性につき資料を収集し、体系的に整理する。
- (2) 従来の研究からの経緯で特に重要な既存施設である<sup>14</sup>C年代測定装置および関連装置、およびテフラ分析装置の性能を維持し効率よく年代測定を実施する。
- (3) 従来の年代推定手法を補完して近未来予測に有効な手法について調査し、手法間比較のための試験的な測定・分析を外注ベースで行って、本研究に活用するためのフィジビリティを検討する。
- (4) 地形・表層地質情報にもとづく突発的自然事象や環境変動の高精度近未来予測の実証研究を実施するためのフィールドを選定して詳細な調査、資料収集、分析を行う。

## 4. 研究成果

- (1) 加速器質量分析計をもちいた放射性炭素同位体年代を高精度に行って火山噴火年代を正確に推定し、噴出物を包含する堆積物から噴火現象の環境影響評価を行い、気候変動に伴う環境変動と、それに影響を与える噴火活動による環境変化をあわせて解明した。また、ウイグルマッチング、バイズ理論による年代推定の改良を推進して実用に供した。
- (2) 関東地方・九州地方とその周辺においてテフラ層と種々の地形と表層地質情報のデータを収集し、100年～100000年スケールで火山活動史、海面変化史、断層活動史を詳細に解明しテフラ層とその高精度年代に基づく近未来予測について検討を行った。
- (3) サンゴ年輪とサンゴ礁コアの解析による10-100年オーダーの古環境の高精度復元を行い、さらにサンゴ年輪の窒素同位体比の解析によって、湧昇や人為活動の変動を復元する手法開発や、海面変動や波浪場の環境を復元することに成功した。
- (4) 2004年インド洋大津波被災地域の自然環境を表層地質および<sup>14</sup>C年代測定結果に基づいて解明し酸性硫酸塩土壌の分布との関係を検討し、またサンゴを示標とした長期的な地殻変動とその発生時期を検討した。

## 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 50 件)

- ① Hongo, C. and Kayanne, H.: Holocene coral reef development under windward and leeward locations at Ishigaki Islands, Japan. *Sedimentary Geology*, 214, 62-73, 2009. (査読有)
- ② 長岡信治・新井房夫・檀原 徹：宮崎平野に分布するテフラから推定される過去60万年間の霧島火山の爆発的噴火史。地学雑誌, 119, 121-152, 2009. (査読有)
- ③ Kondo, H., S. Toda, K. Okumura K. Takada and T. Chiba: A fault scarp in an urban area identified by LiDAR survey: A Case study on the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, central Japan. *Geomorphology*, 101, 731-739, 2008. (査読有)
- ④ Nakamura, T. and M. Minami: Ra-

- diocarbon dating of charcoal remains excavated from TB75. Chapter 10-1 of Tang-E Bolaghi -The Iran-Japan archeological project for the Sivand Dam salvage area-. Al-Shark 3, (eds. Tsuneki, A. and Szeidi, M.), Univ. of Tsukuba, Japan, 155-161, 2008. (査読無)
- ⑤ T. Suzuki; Analysis of titanomagnetite within weathered middle Pleistocene KMT tephra and its application for fluvial terrace chronology, Kanto Plain, central Japan. *Quaternary International* 178: 119-127, 2008. (査読有)
- ⑥ Uchida, A., Kayanne, H., ほか 5 名 (5 番目): High sensitivity measurements of nitrogen isotopic ratios in coral skeletons from Palau, western Pacific: Temporal resolution and seasonal variation of nitrogen sources. *Geochemical J.*, 42, 255-262, 2008. (査読有)
- ⑦ 守安 誠・奥野 充・高島 勲・長岡信治・阪口和則・鮎沢 潤: 新期雲仙火山, 古江・礪石原・湯江川火砕流堆積物の熱ルミネッセンス年代. *福岡大学理学集報*, 38 (2), 21-28, 2008. (査読無)
- ⑧ 鈴木毅彦・村田昌則: 東北南部会津地域を給源とする前期更新世に噴出した隈戸火砕流とそれに伴う降下テフラ. *第四紀研究*, 47, 339-348, 2008. (査読有)
- ⑨ 鈴木毅彦ほか 5 名 (1 番目): テフラ編年による立川断層活動史の復元. *第四紀研究*, 47, 103-119, 2008. (査読有)
- ⑩ Hori, K., R. Kuzumoto, D. Hirouchi, M. Umitsu, N. Janjirawuttikul, and B. Patanakanog: Horizontal and vertical variation of 2004 Indian tsunami deposits: An example of two transects along the western coast of Thailand. *Maine Geology*, 239, 163-172, 2007. (査読有)
- ⑪ Hori, M.K. Howhino, K. Okumura, and A. Kano: Seasonal patterns of carbon chemistry and isotopes in tufa depositing groundwaters of southwestern Japan. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 72, 480-492, 2007. (査読有)
- ⑫ Morimoto, M., H. Kayanne, O. Abe, and M.T. McCulloch: Intensified mid-Holocene Asian monsoon recorded in corals from Kikai Island, subtropical northwestern Pacific. *Quaternary Res.*, 67, 204-214, 2007. (査読有)
- ⑬ Mirabueno, M.H.T., M. Okuno ほか 4 名 (2 番目): AMS Radiocarbon dating of charcoal fragment from the Irosin Ignimbrite, Sorsogon Province, Southeastern Luzon, Philippines. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, 52, 241-244, 2007. (査読有)
- ⑭ Nakamura, T. ほか 12 名 (1 番目): High precision  $^{14}\text{C}$  measurements and wiggle-match dating of tree rings at Nagoya University, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B259, 408-413, 2007. (査読有)
- ⑮ Nakamura, T., M. Okuno ほか 11 名 (7 番目): High precision  $^{14}\text{C}$  measurements and wiggle-match dating of tree rings at Nagoya University. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B259, 408-413, 2007. (査読有)
- ⑯ Nakamura, T., M. Okuno ほか 4 名 (4 番目): Marine reservoir effect deduced from  $^{14}\text{C}$  dates on marine shells and terrestrial remains at archeological sites in Japan. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B259, 453-459, 2007. (査読有)
- ⑰ Nakamura, T., M. Okuno, ほか 9 名 (2 番目): Application of  $^{14}\text{C}$  wiggle-matching to support dendrochronological analysis in Japan. *Tree-ring Research*, 63, 37-46, 2007. (査読有)
- ⑱ Nakamura, T.: High-precision radiocarbon dating with accelerator mass spectrometry and calibration of radiocarbon ages. *The Quaternary Research*, 46 (3), 195-204, 2007. (査読有)
- ⑲ Suzuki, T.: Tephra studies on Quaternary explosive eruptions in the Japanese Islands. *The Quaternary Research* 46: 283-292, 2007. (査読有)
- ⑳ Tokoro, T., H. Kayanne ほか 6 名 (3 番目): Measurement of air-water  $\text{CO}_2$  transfer at four coastal sites using a chamber method. *J. Marine Systems*, 66, 140-149, 2007. (査読有)

- ②① Tanaka Y., and H. Kayanne: Relationship of species composition of tropical seagrass meadows to multiple physical environmental factors. *Ecological Research*, 22, 87-96, doi: 10.1007/s11284-006-0189-3, 2007. (査読有)
- ②② Yamano, H., Kayanne, H ほか 5 名 (2 番目): Atoll island vulnerability to flooding and inundation revealed by historical reconstruction: Fongafale Islet, Funafuti Atoll, Tuvalu. *Global and Planetary Change*, 57, 407-416, 2007. (査読有)
- ②③ 海津正倫・高橋 誠: バンダアチェにおけるインド洋大津波の被害の地域的特徴. *E-journal GEO*, 2-3, 121-131, 2007. (査読有)
- ②④ 村田昌則・鈴木毅彦・中山俊雄・川島眞一・川合将文: 武蔵野台地南東部地下における上総層群のテフロクロノロジー. *地学雑誌* 116: 243-259, 2007. (査読有)
- ②⑤ 筒井正明・奥野 充・小林哲夫: 霧島・御鉢火山の噴火史. *火山*, 52, 1-21, 2007. (査読有)
- ②⑥ A. Watanabe, H. Kayanne ほか 7 名 (2 番目): Analysis of the seawater-CO<sub>2</sub> system in the barrier reef-lagoon system of Palau using total alkalinity-dissolved inorganic carbon diagrams. *Limnol. Oceanogr.*, 51(4), 1614-1628, 2006. (査読有)
- ②⑦ Narama C. and M. Okuno: Record of Glacier variations during the last glacial in the Turkestan range of the Pamir-Alay, Kyrgyz Republic. *Annals of Glaciology*, 43, 397-404, 2006. (査読有)
- ②⑧ Kayanne, H. ほか 5 名 (1 番目): Indian Ocean Dipole index recorded in Kenyan coral annual density bands. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L19709, L19709, doi:10.1029/2006GL027168, 2006. (査読有)
- ②⑨ Moriwaki, H., M. Chikamori, M. Okuno, and T. Nakamura: Holocene changes in sea level and coastal environments on Rarotonga, Cook Islands, South Pacific Ocean. *The Holocene*, 16, 839-848, 2006. (査読有)
- ③⑩ Yamano, H., H. Kayanne ほか 7 名 (9 番目): Evaluation of various satellite sensors for waterline extraction in a coral reef environment: Majuro Atoll, Marshall Islands. *Geomorphology*, 82, 398-411, doi:10.1016/j.geomorph.2006.06.003, 2006. (査読有)
- ③⑪ Park, J.S., T. Nakamura and D.M. Price: Estimation of the age of a pre-industrial iron site in Korea. *Archaeometry* 47 (4), 861-868, 2006. (査読有)
- ③⑫ Umitsu, M., C. Tanavud and B. Patanakanog: Effects of landforms on tsunami flow in the plains of Banda Aceh, Indonesia, and Nam Khem, Thailand. *Marine Geology*, 242, 141-153, 2006. (査読有)
- ③⑬ Nagaoka, S., Danhara, T., Itaya, T., Sakuyama, T., Watanabe, M., Kidong Bae, Matsufuji, K.: Stratigraphy and age of Quaternary basaltic lavas in the Chongok Basin, Korea. *Proceedings of New Development in Age Dates and Geology of the Chongokni Paleolithic site Korea*, Institute of Cultural Properties, Hanyang University, 5-6, 2006. (査読無)
- ③⑭ Nakamura, T., M. Okuno ほか 10 名 (1 番目): High precision <sup>14</sup>C measurements with AMS and applications in archeology and geology at Nagoya University. *Proc. of the 1st East-Asian Symposium on Accelerator Mass Spectrometry*, 26-27 January 2006, Univ. of Tsukuba, Tsukuba, Japan, 57-62, 2006. (査読無)
- ③⑮ 井上 弦・遠部 慎・長岡信治・西山賢一: 島原半島南西部における火山系暗赤色土の性状. *ペドロジスト*, 50 巻, 2 号, 60-67, 2006. (査読有)
- ③⑯ 井上 弦・長岡信治・杉山真二: 島原半島東南部における始良 Tn テフラを挟在する黒ボク土の成因. *第四紀研究*, 45, 303-311, 2006. (査読有)
- ③⑰ 稲永康平・奥野 充・高島 勲・福島大輔・鮎沢 潤・小林哲夫: 南九州, 入戸火砕流堆積物の熱ルミネッセンス年代. *福岡大学理学集報*, 36 (1), 25-30, 2006. (査読無)
- ③⑱ 奥野 充・中村俊夫・長岡信治 ほか 7 名 (1 番目): 北部九州, 檜原湿原でのボーリングコア (KS0304) の堆積物物性と放射性炭素年代. *福岡大学理学集報*, 36 (1), 31-

- 41, 2006. (査読無)
- ③⑨ 海津正倫・Tanavud, C.・Patanakanog, B.: タイ国アンダマン海沿岸 Nam Khem 平野の地形と津波の挙動および津波堆積物の空間的分布. E-journal GEO, 0, 2-11, 2006. (査読有)
- ④⑩ 海津正倫・平松孝晋・C. Tanavud: SRTM データおよび GIS を用いたタイ南部ハジャイ平野の微地形と洪水に関する研究. 地形, 27, 205-219, 2006. (査読有)
- ④⑪ 山下大輔・吉川周作・塚腰 実・長岡信治・熊原康博: 愛媛県大洲・内子盆地に分布する下部-中部更新統の層序と編年. 第四紀研究, 45, 463-477, 2006. (査読有)
- ④⑫ 小林 淳・萬年一剛・奥野 充・中村俊夫・袴田和夫: 箱根火山大涌谷テフラ群 -- 最新マグマ噴火後の水蒸気爆発堆積物. 火山, 51, 245-256, 2006. (査読有)
- ④⑬ 織田志保・茅根 創・白井厚太郎・高畑直人・佐野有司: サンゴ骨格中の Sr/Ca, Mg/Ca 比測定-ICP-AES, SIMS, EPMA 分析法の評価-. 地球化学, 40, 231-238, 2006. (査読有)
- ④⑭ 長谷義隆・平城兼寿・中原功一朗・岩内明子・松島義章・奥野 充・中村俊夫: 堆積物, 花粉・珪藻化石解析および 14C 年代に基づく熊本平野および有明海南東海域の後期更新世 -- 完新世環境変遷. 地質学論集, no. 59, 141-155, 2006. (査読有)
- ④⑮ Kayanne, H. ほか 9 名 (1 番目): Seasonal and bleaching-induced changes in coral reef metabolism and CO<sub>2</sub> flux. Global Biogeochemical Cycles, 19 (3) GB3015, doi:10.1029/2004GB002400, 2005. (査読有)
- ④⑯ Kayanne, H., M. Hirota, M. Yamamuro, and I. Koike: Nitrogen fixation of filamentous cyanobacteria in a coral reef measured using three different methods. Coral Reefs, 24 (2) 197-200, 2005. (査読有)
- ④⑰ Iijima, H., Kayanne, H., Morimoto, M. and Abe, O.: Interannual sea surface salinity changes in the western Pacific from 1954 to 2000 based on coral isotope analysis. Geophys. Res. Lett., 32, L04608, doi:10.1029/2004GL022026, 2005. (査読有)
- ④⑱ Suzuki, T., D. Eden, T. Danhara and O. Fujiwara: Correlation of the Hakkoda-Kokumoto Tephra, a widespread Middle Pleistocene tephra erupted from the Hakkoda Caldera, northeast Japan. The Island Arc, 14, 666-678, 2005. (査読有)
- ④⑲ 奥村晃史, オンフォールト古地震学の展開: 地震発生時期の解明を中心に. 地理科学, 60, 167-174, 2005. (査読有)
- ④⑳ 奥野 充: 最近 10,000 年間の噴火史編年と <sup>14</sup>C 年代測定. 火山, 50, S209-S217, 2005. (査読有)
- [学会発表] (計 17 件)
- ① Hongo C., Kayanne, H.: Spatial and Temporal variations of coral species diversity in the Pacific during the past 10,000 years, The 11th Pacific Science Inter-Congres, Tahiti, French Polinesia, 2009 年 3 月 7 日.
- ② Okumura, K.: Active tectonics of the 16 July 2007 Earthquake near Kashiwazaki, Central Japan: a key for seismic risk assessment of nuclear powerplants, 32nd International Geological Congress, Oslo, Norway, 2008 年 8 月 7 日.
- ③ Iijima, H., Kayanne, H.: Past 100 years Inter-annual Sea Surface Salinity Changes in the Western Pacific Based on Coral Isotope Analysis, 11th International Coral Reef Symposium, Fort Lauderdale, USA, 2008 年 7 月 10 日.
- ④ 茅根 創: ケニヤのサンゴ年輪による過去 115 年間のインド洋ダイポールモードの復元, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 幕張, 2008 年 5 月 27 日.
- ⑤ Kayanne, H.: Decadal variability of IOD over the last 115 years recorded in Kenyan coral. 2008 Western Pacific Geophysics Meeting, Cairns, Australia, 2008 年 7 月 8 日.
- ⑥ Kayanne, H.: Indian Ocean Dipole Index for the Last 115 Years Recorded in Kenyan Coral Annual Bands, 11th International Coral Reef Symposium, Fort Lauderdale, USA, 2008 年 7 月 8 日.
- ⑦ Hongo, C., Kayanne, H.: Pattern of fossil coral communities from Ryukyu Island, Japan and Palau Islands during

- Holocene sea-level change, 11th International Coral Reef Symposium, Fort Lauderdale, USA, 2008年7月10日.
- ⑧ Kayanne, H. : Land formation and early settlement induced by sea level fall in Majuro Atoll, the Marshall Islands. International Symposium on Quaternary Environmental Changes and Humans in Asia and the Western Pacific. International Symposium on Quaternary Environmental Changes and Humans in Asia and the Western Pacific, Tsukuba, Japan, 2007年11月21日.
- ⑨ 奥村晃史 : 自然災害予測のための高精度  $^{14}\text{C}$  年代, 日本第四紀学会主催シンポジウム「考古遺跡から何がわかるか?: Geoarchaeology」, 東京, 2008年2月2日.
- ⑩ Nagaoka, S. : Stratigraphy and Ages of Quaternary basaltic lavas from Choogaryong Volcano, Center of the Korean Peninsula. Cities on Volcanoes 5, Shimabara, Japan, 2007年11月24日.
- ⑪ Kayanne, H. : Holocene and Last Interglacial paleoceanography in the Pacific subtropical gyre from coral annual bands of Okinotori-shima Island, northwestern subtropical Pacific Ocean First International Sclerochronology Conference, St. Petersburg, Russia, 2007年7月20日
- ⑫ Okumura, K. : Quaternary Geology of Earthquakes: the New Horizons, 17th INQUA, Cairns, Australia, 2007年7月26日.
- ⑬ Iijima, H., Kayanne, H. : Recent salinity change in the western Pacific warm water pool reconstructed by coral paleo-salinometer. First International Sclerochronology Conference, St. Petersburg, Russia, 2007年7月20日.
- ⑭ Kayanne, H. : Indian Ocean Dipole index for the last 100 years recorded in Kenyan coral annual bands. First International Sclerochronology Conference, St. Petersburg, Russia, 2007年7月19日.
- ⑮ 茅根 創 : 化石マイクロアトールが示すアングマン諸島北西部の過去の巨大地震イベント 日本地球惑星科学連合 2007年大会, 2007年5月22日.
- ⑯ Okumura, K. : Segmentation model of a long fault zone based on the size and temporal stability of the segment boundaries, AGU WPGM, Beijing, China, 2006年7月25日.
- ⑰ Okumura, K. : Studies on extreme geologic events in Late Quaternary for the mitigation of the severest hazards, The 2006 Japan-Taiwan Earth Science Symposium, Taichung, Taiwan, 2006年3月12日.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

奥村 晃史 (OKUMURA KOJI)  
 広島大学・大学院文学研究科・教授  
 研究者番号：10291478

### (2) 研究分担者

中村 俊夫 (NAKAMURA TOSHIO)  
 名古屋大学・年代測定総合研究センター・教授  
 研究者番号：10135387

茅根 創 (KAYANNE HAJIME)  
 東京大学・大学院理学系研究科・教授  
 研究者番号：60192548

海津正倫 (UMITSU MASATOMO)  
 名古屋大学・大学院環境学研究科・教授  
 研究者番号：50127883

長岡信治 (NAGAOKA SHINJI)  
 長崎大学・教育学部・教授  
 研究者番号：80244028

鈴木毅彦 (SUZUKI TAKEHIKO)  
 首都大学東京・大学院都市環境科学研究科・准教授  
 研究者番号：60240941

奥野 充 (OKUNO MITSURU)  
 福岡大学・理学部・准教授  
 研究者番号：50309887