

クック諸島ラロトンガ島カレカレ湿地の花粉分析
Pollen analysis of Karekare Swamp in Rarotonga, Cook Islands

藤木利之^{1*}・奥野 充^{1,2}・森脇 広³・河合 溪⁴・中村俊夫⁵
Toshiyuki Fujiki^{1*}, Mitsuru Okuno², Hiroshi Moriwaki³, Kei Kawai⁴, Toshio Nakamura⁵

¹福岡大学国際火山噴火史情報研究所・²福岡大学理学部・³鹿児島大学法文学部
⁴鹿児島大学国際島嶼教育研究センター・⁵名古屋大学年代測定総合研究センター

¹AIG Collaborative Research Institute for International Study on Eruptive History and Informatics,
Fukuoka University・²Faculty of Science, Fukuoka University・³Faculty of Law, Economics and Humanities,
Kagoshima University・⁴Research Center for the Pacific Islands, Kagoshima University・⁵Center for
Chronological Research, Nagoya University

*Correspondence author. E-mail: tengmu104@yahoo.co.jp

Abstract

Rarotonga is a small island in central Polynesia having the circumference of approximately 32 km. The highest peak is 652 m above sea level and a reef flat extends several hundred meter to the reef that then slopes steeply to deep water surrounds the island. Rarotonga is densely covered with a jungle of ferns, creepers and towering trees. Karekare Swamp in Matabera, located in the northeast of the island is a back swamp. We obtained a 340-cm sediment core at the site of the swamp (21° 12' 57.5"S, 159° 44' 23.1"W) using a hand auger sampler. The core sediments were divided into three layers, *i.e.* sandy peat from 0 to 90 cm, undegraded peat from 90 to 250 cm, and dark brown peat from 250 to 340 cm in depth. This paper presents results of pollen analysis and AMS radiocarbon (¹⁴C) dating on the cored sediments.

Eight ¹⁴C dates obtained from charcoal and plant fragments indicate that cored sediments cover the past 6000 years. Arecaceae pollen grains are dominant in all of the sediments. While *Barringtonia* pollen decreases rapidly in the upper part. The appearance ratio of *Pandanus* pollen is high in the lower part, but it decreases rapidly in upper layers. The appearance ratio of herbaceous plants such as Poaceae and Cyperaceae is remarkable in the upper layers. Considering that *Barringtonia* and *Pandanus* grow in the hinterland, decrease in *Barringtonia* and *Pandanus* and increases in herbaceous plants suggest a disturbance of the hinterland vegetation. The appearance of Chenopodiaceae pollen of upland weeds and Cucurbitaceae and *Vigna* pollen grains of cultivated plants suggests definite traces of humanity upper 130 cm. The appearance ratios of *Pandanus* pollen and monolate type fern spore show the increase in 157 to 147 cm. The radiocarbon age indicates about 3700 BP. Judging from the increase of *Pandanus* pollen and monolate type fern spore, this result suggests human activities. Hence human settled in Rarotonga at about 3700 BP, which is considerably older than that of settlement in eastern Polynesian obtained before.

Keywords: pollen analysis; vegetation change; human impact; human migrations; radiocarbon age

はじめに

メラネシアから西ポリネシアを経て、東ポリネシアへの人類拡散に関する研究は、言語の類縁関係 (Bellwood, 1979 ; Marck, 1996) ・遺伝子解析 (Murray-McIntosh *et al.*, 1998 ; Kayser *et al.*, 2006) ・考古学的研究 (Sinoto, 1968) など多く視点から論議されているが、西ポリネシアから東ポリネシアへの人類移動については未だ意見の一致を得ていないのが現状である。この中で人工遺物を扱う考古学的データが優先される傾向があり (印東, 2012)、人類は AD800~1000 ごろにマルケサス諸島へ到達したと言われている (Sinoto, 1968)。メラネシアからポリネシアへの人類の壮大な移動に関し、サモア、トンガなどの西ポリネシアからクック、マルケサス、タヒチなどの東ポリネシアへの初期居住の時期の大きなギャップの謎は、多くの研究者の興味を引いてきた (森脇, 2008)。したがって、西ポリネシアから東ポリネシアの入り口にあるクック諸島は、東ポリネシアへの人類移動時期のギャップの解明には好適かつ重要な場所であるといえる。

南太平洋島嶼地域における自然環境変動と人類移動に関する研究は、これまで多くの研究者によって論議されてきた (Irwin, 1990・1992 ; Kirch and Ellison, 1994 ; Nunn, 1997 など)。Irwin (1992) は、航海的な分析から東ポリネシアには 3000 BP にすでに到着していたと指摘している。Ellison (1994) や Kirch (1996) は、クック諸島のマンガイア島での花粉分析や炭化物の分析から、約 2000 BP において人為的な森林破壊を報告した。また Sinoto (1970) はソシエテ諸島・マルケサス諸島で 2000 cal BP に考古学的痕跡を確認している。しかし、Spriggs and Anderson (1993) は東ポリネシアにおいて AD300~600 以前に人類定住の実証は全くないと述べている。このように花粉分析などの年代と考古学資料の年代のずれがよく見られる (印東, 2012)。今回、高分解能な花粉分析と放射性炭素 (^{14}C) 年代測定により人類による植生改変から新たに人類到達年代を検証することを目的として、2009 年 8 月にクック諸島ラロトンガ島の東岸にあるカレカレ湿原内の南緯 21 度 12 分 57.5 秒、西経 159 度 44 分 23.1 秒において 400 cm の堆積物を採取した (Figure 1)。本稿では、これらの予察的結果を報告する。

調査地域の概観とコア試料

ラロトンガ島は、サンゴ礁に囲まれた周囲 32 km、海拔 652 m の火山島である。内陸部は深い森に覆われ、人類の移動に伴って入ってきた外来種があるが、固有動植物も多い。Merlin (1985) は、ラロトンガ島の植生を、1) *Homalium* 属 (ヤナギ科) の山林、2) *Fagraea* 属 (リンドウ科) -*Fitchia* 属 (キク科) の尾根林、3) *Metrosideros* 属 (フトモモ科) の雲霧林の 3 つに分けている。

今回の調査地点であるカレカレ湿原周辺にはゴバンノアシ (*Barringtonia asiatica*)、アダンの仲間 *Pandanus tectorius*、オオバマボウ (*Hibiscus tiliaceus*)、ヤシなどが生育し、湿原内にはイネ科やカヤツリグサ科の草本植物が繁茂している。この中で *Pandanus tectorius* は初期ポリネシア人が持ち込んだ外来種の可能性があるが、詳細は不明である。

採取したコア試料は、深度 0~137 cm が暗灰色粘土質泥炭、深度 137~170cm が暗褐色未分解泥炭、深度 200~350 cm が樹木片を多く含む案褐色未分解泥炭、深度 350~370 cm が暗灰色粘土、深度 370~400 cm が赤褐色粘土であった (Figure 2)。

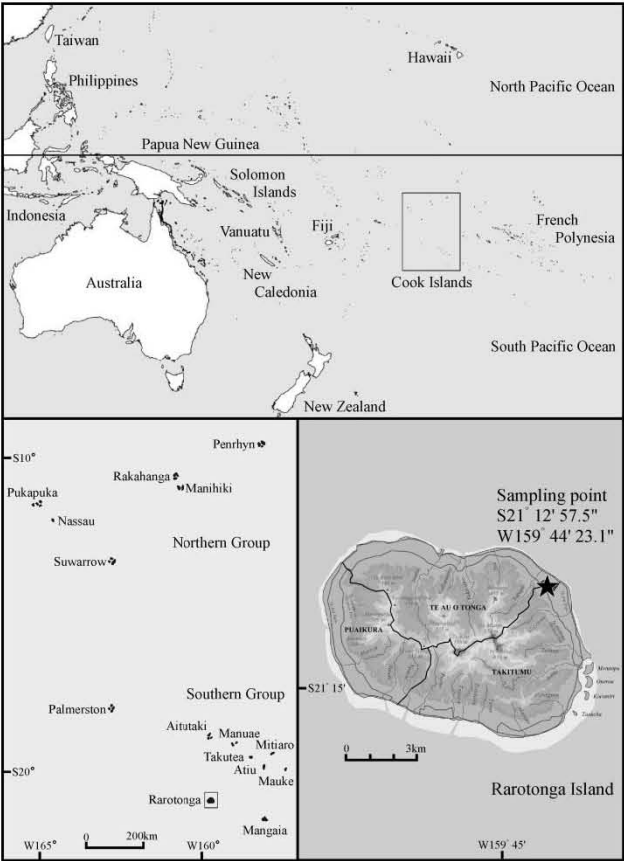


Figure 1 Location maps (after Wikipedia).

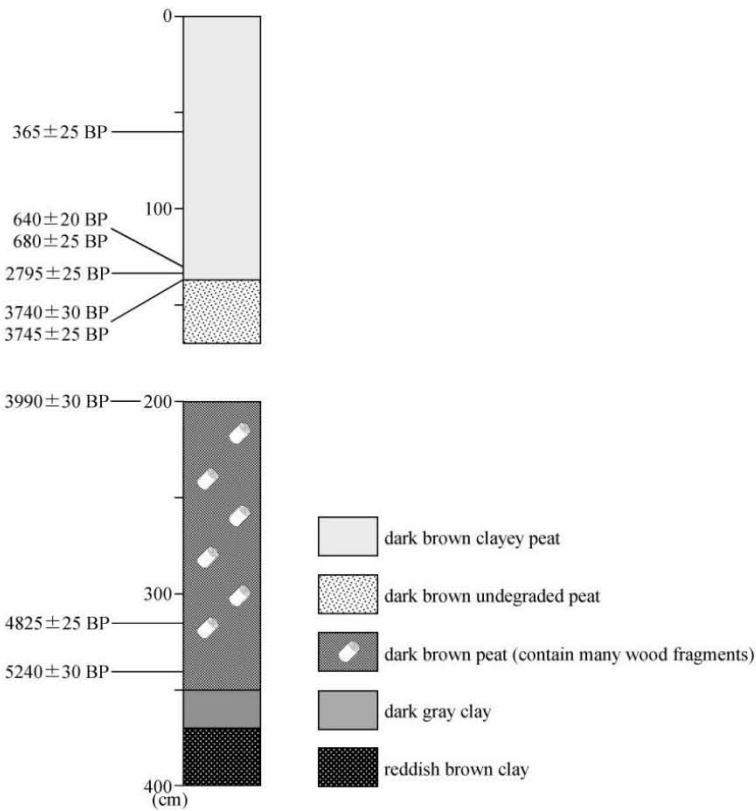


Figure 2 Stratigraphic columns from of Karekare Swamp in Rarotonga.

分析方法

^{14}C 年代は、深度 60、130、132、137、140、200、315、340 cm から採取した炭化木片または植物片を試料として、加速器質量分析 (AMS) 法によって測定した。まず、試料に酸—アルカリ—酸 (AAA) 処理を施し乾燥させた後、酸化銅と共に石英管に真空封入して、約 2 時間 850°C に加熱した。生じたガスを真空ライン中で精製して二酸化炭素 (CO_2) を抽出し、Kitagawa *et al.* (1993) の水素還元法によってグラファイト・ターゲットを作製した。このターゲットについて、名古屋大学のHVVE 社製のタンデム加速器質量分析計 (Nakamura *et al.*, 2004) を用いて ^{14}C 濃度を測定した。一部の試料は、AAA処理した後、(株) 加速器質量分析研究所に送付し、同社によるグラファイト化、 ^{14}C -AMS 専用装置 (NEC社製) による ^{14}C 濃度測定を行った。どちらも ^{14}C 濃度の標準体に NIST シュウ酸 HoxII を用い、グラファイト粉末をバックグラウンド試料とした。なお、試料の $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) は、AMS 装置により求め、同位体分別効果を補正した。

花粉分析は、約 10 cm 間隔で処理した。まず、試料に水酸化カリウム処理、塩化亜鉛比重分離処理、アセトリシス処理を施し、得られた残渣をエタノールシリーズ (30、60、80、99.5%) で脱水し、その後キシレンに置換して、オイキットにて封入した。このプレパラートを光学顕微鏡観察用とした。電子顕微鏡用試料は、2% 四酸化オスミウム溶液で固定と導電染色を行い、エタノールシリーズ (60%、80%、99.5%) で脱水をし、キシレンに置換し、試料台上にて自然乾燥させ、金パラジウム合金を 5 分間蒸着させた。写真撮影には日本電子 JSM-6300F (国際日本文化研究センター所有) を使用し、加速電圧 4kV で行った。なお、350 cm 以深からは化石花粉を抽出できなかった。

結果と考察

^{14}C 年代測定および暦年校正の結果を Table 1 に示す。 ^{14}C 年代値は Libby の半減期 5568 年を用いて算出し、測定誤差は 1 標準偏差 (1σ) で示した。 ^{14}C 年代 (BP) は、IntCal09 のデータセット (Reimer *et al.*, 2009) とコンピュータプログラム Calib 6.0 (Stuiver and Reimer, 1993 ; Stuiver *et al.*, 2010) を用いて、暦年代 (cal BP) に校正した。得られた年代は、コア試料の層序と矛盾のないものであったが、深度 130 cm 付近で大きな年代差が認められた。

花粉分析では、全層において 44 種類の化石花粉・胞子を検出した。それらを樹木花粉 (AP)、非樹木花粉 (NAP)、シダ胞子 (FS) に分けて下記に示し、主要な花粉・胞子化石の変遷図を Figure 3・4 に示し、走査電子顕微鏡写真を Figure 5 に示す。

AP: *Pinus*, *Casuarinaceae*, *Ficus*, other *Moraceae*, *Castanopsis*, *Proteaceae*, *Elaeocarpus*, *Myrtaceae*, *Oleaceae*, *Barringtonia*, *Apocynaceae*, *Glochidion*, *Crtton*, other *Euphorbiaceae*, *Malvaceae*, *Wikstroemia*, *Gardenia*, *Mussaenda*, other *Rubiaceae*, *Erythrina*, other *Lagerstroemia*, *Araliaceae*, *Tristellateia*, *Rhizophoraceae*, *Arecaceae*, *Pandanus*.

NAP: *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Urtica*, *Chenopodiaceae*, *Vigna*, *Cardiospermum*, *Onagraceae*, *Cucurbitaceae*, *Umbelliferae*, *Epilobium*, *Pharbitis*, *Valerianaceae*, *Campanulaceae*, *Artemisia*, other *Compositae*, *Nymphaeaceae*.

FS: monolete type FS, trilete type FS.

Table 1 Results of AMS ^{14}C dating.

Depth (cm)	Material	^{14}C age (BP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Calibrated age range (cal BP; 2 σ probability%)	Labo. no.
60	Charcoal	365 $\pm$ 25	-23.1	318 - 394 (43.6%) 424 - 499 (56.4%)	NUTA2-19299
130	Charcoal	640 $\pm$ 20	-23.1	558 - 602 (59.0%) 628 - 660 (41.0%)	IAAA-120416
		680 $\pm$ 25	-23.4	563 - 591 (33.9%) 639 - 677 (66.1%)	NUTA2-19302
132	Plant fragment	2795 $\pm$ 25	-25.4	2802 - 2819 (2.4%) 2844 - 2960 (97.6%)	NUTA2-19301
137	Plant fragment	3740 $\pm$ 30	-26.1	3984 - 4157 (96.4%) 4205 - 4223 (3.6%)	IAAA-120417
		3745 $\pm$ 25	-25.4	3988 - 4047 (24.4%) 4067 - 4157 (72.0%) 4205 - 4224 (3.6%)	NUTA2-19301
140	Plant fragment	3705 $\pm$ 25	-24.9	3976 - 4096 (91.1%) 4117 - 4145 (8.9%)	NUTA2-19303
200	Plant fragment	3990 $\pm$ 30	-29.2	4416 - 4523 (100%)	IAAA-120418
315	Plant fragment	4825 $\pm$ 25	-26.6	5480 - 5530 (53.3%) 5578 - 5604 (46.7%)	NUTA2-19304
340	Plant fragment	5240 $\pm$ 30	-27.9	5920 - 6025 (78.0%) 6048 - 6064 (2.4%) 6078 - 6116 (12.7%) 6152 - 6176 (6.9%)	IAAA-120419

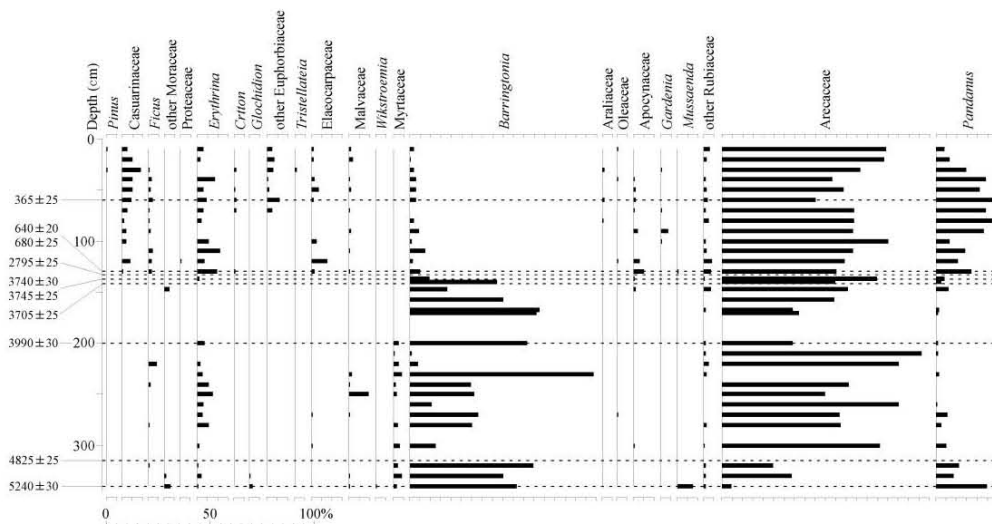


Figure 3 Arboreal pollen diagram for Karekare Swamp in Rarotonga.

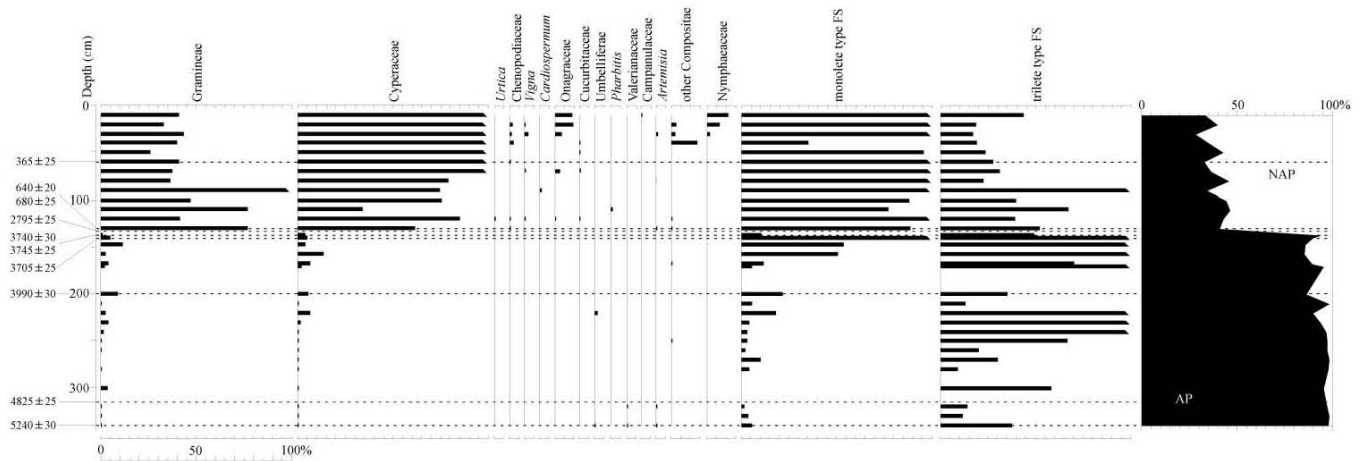


Figure 4 Non-arboreal pollen diagram for Karekare Swamp in Rarotonga.

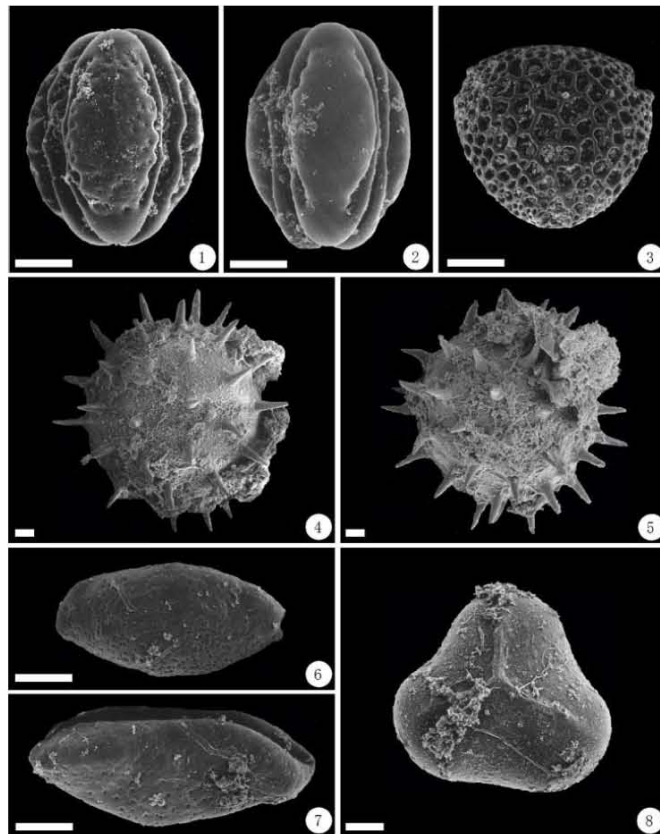


Figure 5 SEM microphotographs of the fossil pollen found from Karekare Swamp in Rarotonga.

Scale bars are 10μm. 1-2: *Barringtonia*, 3: *Erythrina*, 4-5: Malvaceae, 6-7: Arecaceae, 8: trilete type fern spore.

樹木花粉ではサガリバナ属とヤシ科、タコノキ属花粉が優占する。サガリバナ属は 140 cm 以深では 10～89%と優占するが、140 cm 以浅では 0.2～9%に急減する。ヤシ科は全層を通じ 25～80%で優占する。タコノキ属は最下部で 25%出現するが減少し、散発的に出現するのみとなるが、深度

147 cm から増加し 25%程度出現するが、上部で再度減少する。モクマオウ科は 130cm 以浅のみで出現し、フトモモ科は 200 cm 以深のみで出現している。デイゴ属は深度 250 cm 付近と深度 130～50 cm で 2～9%とやや多く出現するが、その他の深度では散発的に出現するのみである。その他の花粉は全層を通じ低率で出現するか、散発的に出現するのみである。非樹木花粉ではイネ科、カヤツリグサ科、単条溝型シダ孢子と三条溝型シダ孢子が優占する。イネ科とカヤツリグサ科は深度 220 cm 付近から微増し、深度 130 cm から急増する。単条溝型シダ孢子は深度 220 cm から微増し、深度 157 cm から急増する。アカザ科、アズキ属、ウリ科などは 130 cm 以浅のみで出現する。またアカバナ科、キク科、スイレン科は上部でやや多い傾向を示す。その他の花粉は散発的に出現するのみである。深度 137 cm でのサガリバナ属の急減と深度 130 cm でのイネ科・カヤツリグサ科の急増、さらに 130 cm 以浅での畑作雑草のアカザ科や栽培植物由来と考えられるウリ科やアズキ属などの出現することから、約 680 BP には確実な人類の痕跡が見られた。現在、ゴバンノアシ（サガリバナ属）が沿岸部に優占していることを考慮すると、ゴバンノアシ林が破壊され、その跡にイネ科やカヤツリグサ科、シダ類の草本、そして *P. tectorius* が侵入し草地が広がったとみられる。

おわりに

マンガイア島での花粉分析で、Kirch and Ellison (1994) と Kirch (1996) は、2500～1800 BP に起こった *Ficus* (イチジク属) や *Palmae* (ヤシ科) などの減少と、その後の *P. tectorius*、*Cyclosorus interruptus* (ヒメシダ属) と *Dicranopteris linearis* (コシダ) の増加に着目し、これをポリネシア人のマンガイア島での定住と関連があるとしている。本研究においても、深度 157 cm から単条溝シダ孢子が、深度 147 cm からタコノキ属が増加している。これを人為的な植生変化と考えると、約 3700 BP にはポリネシア人がラロトンガ島へ定住した可能性が出てくる。今後はさらに細かく花粉分析と年代測定を行い、古ポリネシア人が本島へ到達した時期について論議する予定である。

謝辞：現地調査に際して、Gerald McCormack、George Cowan、Paul T. Maoate の各氏の献身的な協力を得た。この研究には、文部科学省および日本学術振興会からの科学研究補助金（基盤研究（B）、課題名：南太平洋、クック諸島の完新世海面変化と海岸環境変化に関する研究、課題番号：20401004、研究代表者：森脇 広；課題名：新学術領域研究（研究領域提案型）、課題名：年縞堆積物による環太平洋諸文明の高精度環境史復元、課題番号：21101002、研究代表者：米延仁志）の一部を使用した。記して謝意を表する。

引用文献

- Bellwood, P. (1979) Man's conquest of the Pacific: The prehistory of Southeast Asia and Oceania. Oxford University Press. 462pp.
- Ellison, J. (1994) Palaeo-lake and swamp stratigraphic records of Holocene vegetation and sea-level changes, Mangaia, Cook Islands. *Pacific Science*, **48**, 1-15.
- Kayser, M., Brauer, S., Cordux, R., Casto, A., Lao O., Zhivotosky, L.A., Moyse-Faurie, C., Rutledge, R.B., Schiefenhoevel, W., Gil, D., Lin, A.A., Underhill, P.A., Oefner, P.J., Trent, R.J. and Stenking, M. (2006)

- Melanesian and Asian Origins of Polynesians: mtDNA and Y Chromosome Gradients Across the Pacific. *Molecular Biology and Evolution*, **23**, 2234-2244.
- Kirch, P.V. and Ellison, J. (1994) Paleo-environmental evidence for human colonization on remote Oceanic Islands. *Antiquity*, **68**, 310-21.
- Kirch, P.V. (1996) Late Holocene human-induced modifications to a Central Polynesian island ecosystem. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **93**, 5296-5300.
- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E. (1993) A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C measurements. *Radiocarbon*, **35**, 295-300.
- Marck, J. (1996) Was there an early Polynesian 'sky father'? *The Journal of Pacific History*, **31**, 8-26.
- Merlin, M. (1985) Woody vegetation in the upland region of Rarotonga, Cook Islands. *Pacific Science*, **39**, 81-99.
- 森脇 広 (2008) 東ポリネシアの初期居住に関する自然史的背景. 近森 正 (編) サンゴ礁の景観史 - クック諸島調査の論集 -. 慶應義塾大学出版会. pp. 21-26.
- Murray-McIntosh, R. P., Scrimshaw, B. J., Hatfield, P. J., & Penny, D. (1998) Testing migration patterns and estimating founding population size in Polynesia by using human mtDNA sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **95**, 9047-9052.
- Nakamura, T., Niu, E., Oda, H., Ikeda, A., Minami, M., Ohta, T. and Oda, T. (2004) High precision ^{14}C measurements with the HVVE Tandetron AMS system at Nagoya University. *Nucl. Instr. Meth. Phys. Res., Sec. B*, **223-224**, 124-129.
- Nunn, P.D. (1997) Late Quaternary environmental changes on Pacific islands: controversy, certainty and conjecture. *Journal of Quaternary Science*, **12**, 443-450.
- 印東道子 (2012) 海を越えたオセアニア. 印東道子 (編) 人類大移動 アフリカからイースター島へ. 朝日新聞出版社. pp. 87-118.
- Irwin, G. (1990) Human colonisation and change in the remote Pacific. *Current Anthropology*, **31**, 90-94.
- Irwin, G. (1992) The prehistoric Exploration and colonisation of the Pacific. Cambridge University Press, New York. 260pp.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2009) IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **51**, 1111–1150.
- Sinoto, Y. (1968) Position of the Marquesas Islands in East Polynesian prehistory. In Yawata, I. and Sinoto, Y. (eds.) Prehistoric Culture in Oceania. Bishop Museum Press, Honolulu. pp. 111-118.
- Sinoto, Y. (1970) An archaeologically based assessment of the Marquesas Islands as a dispersal center in East Polynesia. In Green, R.C. and Kelly, M. (eds.) Studies in Oceanic Culture History. Pacific Anthropological Records 11. Bishop Museum Press, Honolulu. pp. 105-132.
- Spriggs, M and Anderson, A (1993) Late colonization of East Polynesia. *Antiquity*, **67**, 200-217.
- Stuiver, M. and Reimer, P.J. (1993) Extended ^{14}C data base and revised CALIB 3.0 ^{14}C age calibration

program. *Radiocarbon*, **35**, 215–230.

Stuiver, M., Reimer, P. J. and Reimer, R. W. (2010) CALIB 6.0. Available online at: <http://calib.qub.ac.uk/calib> (accessed 25 Feb., 2013).

要旨

南太平洋のクック諸島のラロトンガ島は、サンゴ礁に囲まれた周囲32 km、海拔 652 mの火山島である。ラロトンガ島北東部に位置するカレカレ湿原において400 cmの堆積物を採取し花粉分析を行った。樹木花粉ではサガリバナ属、ヤシ科、タコノキ属花粉が優占し、非樹木花粉ではイネ科、カヤツリグサ科、単条溝型シダ孢子、三条溝型シダ孢子が優占する。サガリバナ属の急減とイネ科・カヤツリグサ科の急増、さらに畑作雑草のアカザ科や栽培植物由来と考えられるウリ科やアズキ属などの出現から、約680 BPに確実な人類の痕跡が見られた。現在、ゴバンノアシ（サガリバナ属）が沿岸部に優占していることを考慮すると、ゴバンノアシ林が破壊され、その跡にイネ科やカヤツリグサ科、シダ類の草本や*P. tectorius*が侵入し、草地が広がったとみられる。また約3700 BPあたりでタコノキ属と単条溝シダ孢子の増加がみられる。これを人為的な植生変化と考えると、ポリネシア人がこの時期にラロトンガ島に定住した可能性がある。