

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18405013
 研究課題名（和文） 南米中南部における古第三紀以降の植生変遷と地球科学的変動に関する研究
 研究課題名（英文） Studies on floristic and global-environmental changes in southern South America since the Paleogene
 研究代表者
 西田 治文（NISHIDA HARUFUMI）
 中央大学・理工学部・教授
 研究者番号：70156082

研究成果の概要：チリ南部の南緯 33 度から 54 度までの地域で、白亜紀後期から中新世の植物化石の採集調査を行い、鈹化ゴミ化石群という新たな概念の化石群集を含む良質の化石植物群を発見した。産出時代決定に当該地域では初めて渦鞭毛藻類による生層序区分を試み、有望な成果を得た。化石の解析から、第三紀初期のフロラが温暖な要素を含み、同時代の南極との植物地理学的関連が確認された。鈹化ゴミ化石の高解像度 X 線 CT という新手法も試みた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2007年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	13,200,000	3,960,000	17,160,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生物多様性・分類

キーワード：植物、系統、化石、環境、地質、チリ、パタゴニア、ゴンドワナ

1. 研究開始当初の背景

現在の南米南部の植生は、その起源を被子植物が世界的に分布を拡大した白亜紀後期にまでさかのぼることができる。古第三紀前半の温暖期まで、熱帯から亜熱帯性の植生が南米南端までみられたが、ゴンドワナ大陸の分裂が進み、南米と南極が分離することにより出現した周南極海流の影響を受けた 3500 万年前の地球規模の寒冷化によって、南極からの寒冷地域植生が繰り返し侵入した。さらに、500～200 万年前に起きたアンデス造山は、チリ側とアルゼンチン側とに顕著な植生の相違をもたらすとともに、アンデス高地では新たな種分化が起きたはずである。その後、

約 1 万年前まで繰り返し訪れた氷期・間氷期を経て、現在の植生が成立した。植生は、このような地球科学的変動の影響を強く受けている一方で、個々の種や植物群集は、それぞれの時代における環境の指標となりうる。

化石植物研究では、西田が平成 12 年度～14 年度までチリ南部で白亜紀以降の化石採集を行い、あわせて第四紀最終氷期以降の花粉群集解析も行うなど、これまで情報が希薄であったチリ側の古植物学的情報が徐々に蓄積してきた。さらに、パタゴニアのアルゼンチン側では、Wilf らの研究により、始新世などの植物化石新産地について研究が進展し、対比のための同時代のチリにおける情

報が渴望されている。また、植物だけでなく葉を食害する昆虫など他の生物の多様性研究も進んでいる。

したがって、上記に代表されるような、アルゼンチン側での研究に対応する研究成果をチリ側でも挙げるのが求められており、それにより、チリ中南部における新生代の生物多様性の変遷がより詳細に復元できると共に、南米中南部全体の各地質時代ごとの気候変動も総括して理解できるようになることが期待されていた。

2. 研究の目的

本研究では、新生代古第三紀以降における南米南部の植生の成立過程を明らかにするとともに、大陸移動、気候変動、造山運動などの地球科学的変動の存在や規模、植生との関連を推定することを目的とする。パタゴニアのチリ側で、良質の印象化石、材化石産地あるいは新たに産地を発見して、化石採集を行う。さらに、研究代表者による平成14～16年度の現地調査において南米では初めて発見、注目した鉍化植物破片を含むノジュールを調査地域において広範に探索することも重要な目標である。また、チリは、南北に長いために、緯度の大きく異なる地域での資料収集を行い、植生の時空分布を南緯34度から54度の間で明らかにできるよう、調査範囲をチリ中部まで拡大する。

具体的には、平成18～20年の3ヶ年を計画年度とし、新生代古第三紀以降の化石植物を研究対象とした。申請時の計画では、一部の現生植物の分類地理学的研究も含めたが、予定した研究分担者の参加が不可能になったため、計画実施時から化石植物のみを研究対象とした。古代三紀の植生は、直前の白亜紀後期の植生の影響も受けており、可能な場合は白亜紀後期の化石も採集する。化石については、分類学的研究、相観解析（形態的特徴から平均気温などの環境情報を抽出する手法）による気候変動の推定、化石産出層準の堆積学的検討による化石種の生育環境の推定などを行う。

3. 研究の方法

平成18、19年度にチリ南部において現地採集調査を実施、20年度はチリから研究協力者1名を招聘して、国内で研究会を開催し、採集資料の研究状況について意見交換した。現地調査では、植物印象化石、材化石、含鉍化ゴミ化石ノジュール、年代決定用の岩石資料を採集し、輸出許可取得後日本に船舶輸送した。一部は海外研究協力者 Hinojosa の研究室（チリ大学）で保管・研究されている。

国内搬送分の資料は、研究組織内で分担保管し形態学、分類学、植物地理学、生態学、層位学など目的に応じた研究を継続してい

る。成果は逐次学会発表し、英文論文として発表する。また、一般向け冊子や書籍などを通じて成果を社会に発信する。また、これまでに研究代表者を始めとする研究者がチリにおいて実施した学術調査で採集し記載した新種のタイプ標本は、チリ側との協定に基づき、逐次サンチアゴにある国立自然史博物館に寄贈返還している。

4. 研究成果

(1) 平成18年12月26日～平成19年1月28日にチリ南部のマゼラン州プンタアレナス近郊のラスミナス、リエスコ島及びドロテア、チリ中部のアラウコ州アラウコ及びコ Cholge において古第三紀の植物化石採集と地質調査を行った。総計571個の化石標本を採集した。本研究では、前回までの調査で南米南部では初めて発見報告した含植物破片ノジュールの広範な地域における採集と産出層準の特定、年代推定のための渦鞭毛藻研究資料の採集、及びドロテア産材化石の産出層準特定を主な目的としたが、いずれも十分な成果を得られた。また、新たに調査地として加えたアラウコ州においてもノジュール、材、葉化石を採集し、チリ国内における古第三紀植生の南北比較に必要な資料を収集できた。

(2) 平成19年12月26日～平成20年1月28日の期間に、チリ中部のナビダッド、チリ南部のマゼラン州プンタアレナス近郊のラスミナス、リエスコ島付近及びドロテアにおいて、古第三紀の植物化石採集と地質調査を行った。総計約200個の化石標本を採集した。本研究では、ナビダッド層産葉化石の検討、チリ南部での含植物破片ノジュールの広範な地域における採集と産出層準の特定、ラスミナス周辺産地の時代検証、及びドロテア産葉化石の追加採集を主な目的としたが、いずれも十分な成果を得られた。また、ラスミナス南方のレニャ・ドゥラ川で材化石の新産地を見いだした。

(3) 平成20年度は、海外研究協力者 Rancusi を7月に招聘し、同月19日（土）に研究連絡会を開催し成果の情報交換と、平成21年度以降にも同様の研究計画を継続すること、特に南極での調査を検討することを確認した。

(4) 具体的に明らかになった事実

① ゴミ化石の発見と重要性

新たに白亜紀から新生代始新世にまたがる含鉍化植物破片化石ノジュールの産地を南緯53度のリエスコ島及びその周辺地域において発見した。さらに、同様のノジュール産地を南緯37度のコンセプション地域 Cocholgue で発見した。この新たな化石群は保存が非常に

良好で、湿潤温暖な気候を示す多様な分類群を含むことが明らかになった(図1)。中には多様なシダ類、針葉樹、被子植物が含まれる。特に、シダ類のコケシノブ類や小型菌類などふつう化石として見つかりにくい化石群が含まれることは、Nishida et al. (2006)で Riesco 島の資料について指摘したのと同様で、注目される。また、ヒカゲノカズラ類の孢子囊穂とみられる化石(図1C)は、異形孢子性を示しており、現在南米では暖温帯から熱帯の湿潤域に分布するクラマゴケ類のものである可能性が高い。チリ中南部には湿潤温帯林が分布するにもかかわらず、現生のクラマゴケ類はない。アンデス造山など、地史的な変化がこのような特異な分布をもたらした可能性があり、興味深い発見である。

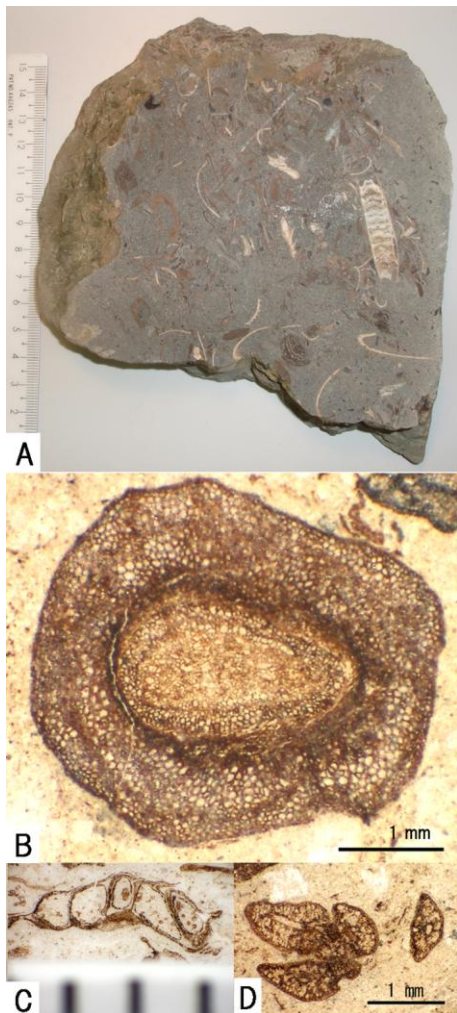


図1. Cocholgue で新たに発見した鉱化ゴミ化石群集。白亜紀後期。アンモナイトを含む。A, ノジュール断面。B, シダ植物根茎の横断面(コバノイシカグマ科?)。C, シダ植物ヒカゲノカズラ類の孢子囊穂。D, 針葉樹の葉とシュート(ヒノキ科?)。

このような保存形態の化石研究の将来性が

再確認され、西田はこれを鉱化ゴミ化石と名付け、国内外の学会で発表して注目を集めた。また、このような化石研究に高解像度X線CTスキャナによる非破壊観察が有効であることを世界で初めて示し、2008年の国際古植物学会(IOPC)で発表し、高い評価を受けた(図2)。

また、Nishida (2006)が報告した Riesco 産のゴミ化石ノジュールは、当初晩新世のものと推定されたが、栗田の渦鞭毛藻類による時代推定では、始新世である可能性が高くなった。また、平成18年度に調査を行った同島の Rio Boer 川沿いには、白亜紀後期から始新世にわたる鉱化化石産出層が露出していることがわかった。さらに綿密な調査が必要である。

Riesco 産ノジュールからは、下記報告書後、新たに被子植物果実(図2)、グネツム類あるいは絶滅したシダ種子類(図3)とみられる雌性生殖器官、多数のシダ類、などの発見が続いている。

参考

Nishida H. et al. 2006. Preliminary report on permineralized plant remains possibly from the Paleocene Chorrillo Chico Formation, Magallanes Region, Chile. In: Nishida H. (ed.), Post-Cretaceous Floristic Changes in Southern Patagonia, Chile, 11-27, 2006

今後、植物ゴミ化石の探索と研究を南米南部で継続するだけでなく、密接に関連する南極半島においても実施したい。

② 材化石研究における進展

寺田、朝川、Rancusi らと継続してきた材化石研究が進展し、特に産出層準と時代同定に難があった Dorotea 産材化石の産出層準が今回特定されただけでなく、栗田の研究による渦鞭毛藻による生層序の確立が可能になり、同様の手法による化石群集の時代決定を、さらに南米南部から南極に展開することが可能となった。材化石記載は、アルゼンチン及び南極の資料を扱う外国研究者と共同で行う合意をしており、多数の新種を含む材化石群集の記載を始めている。寺田はこれらの新事実を総説して2008年9月に国際学会で発表した。

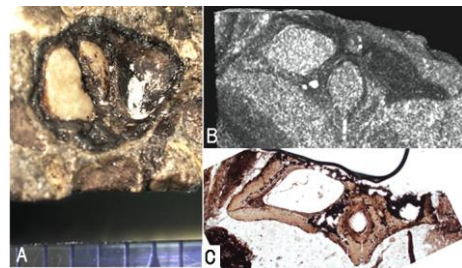


図2. Riesco 産始新世ノジュール中の果実化石。A, 岩石表面に露出した縦断面。B, X線CTによる横断面。C, ほぼ同位置の実際の横断面顕微鏡切片。



図 3. Riesco 産始新世ノジュール中の裸子植物雌性生殖器官化石。

③ 葉化石研究における進展

葉化石については、植村と研究協力者の矢部による解析が継続中である。チリの Hinojosa は、葉の相観解析を独自に行っており、植村、矢部による研究と相互検証を行う予定である。パタゴニア地域の葉化石群集の年代決定にもこれまで不確かさが指摘されていたが、栗田による渦鞭毛藻類を用いた年代推定が、葉化石産地においても進展し、今後同様の手法が南米南部及び南極の海成層分布域の化石研究に広く採用されるはずである。

なお、本研究と関連して西田による平成 14 年度の調査で採集したマゼラン州 Cerro Guido 産の白亜紀後期葉化石群の同定が進み、ソテツ類などの温暖要素を含む多様な植物群の存在が明らかになりつつある。成果の一部は、2009 年 3 月 14 日から上野の国立科学博物館で開催される南半球の恐竜展で紹介される。

④ 渦鞭毛藻類生層序の有用性と将来性

これまで言及した通り、栗田は世界でも有数の本手法の専門家であり、本研究の成果によって、これまで詳細な研究が行われていなかった南米における渦鞭毛藻類生層序の有用性を明確に示し、将来にわたる比較研究に先鞭をつけた (図 3)。パタゴニアにおける本研究資料採集地のほとんどにおいて、注目すべき発

見があり、本研究においても特筆すべき成果で、現在発表論文を準備中である。

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 6 件)

① Nishida, H. Benefits of high resolution X-ray CT for the study of permineralized plants. IPC-XII/IOPC-VIII Bonn 2008, Abstract, p. 206, 2008, 査読有

② Terada, K., Nishida, H., Ohsawa, T., Rancusi, M. Vegetation changes from Cretaceous to Neogene in Chilean Patagonia based on fossil wood assemblages. IPC-XII/IOPC-VIII Bonn 2008, Abstract, p. 281, 2008, 査読有

③ 西田治文、チリ南部パタゴニアにおける暁新世鉍化植物化石群の発見とその意義、*Bunrui*、8、p. 29-30、2008、査読有

④ 寺田和雄、米パタゴニアの第三紀植物化石からみた気候と植生の変遷、*Bunrui*、8、p. 61-68、2008、査読有

⑤ 西田治文、植物ゴミ化石の魅力と有用性、*Bunrui*、7、p. 5-22、2007、査読有

⑥ 西田治文、鉍化植物から植物の進化を探る、*顕微鏡*、42、p. 118-121、2007、査読有

[学会発表] (計 5 件)

① 西田治文、チリ南部パタゴニア産鉍化ゴミ化石植物群の多様性と有用性、日本古生物学会第 108 回例会、2009 年 1 月 31 日、琉球大学、那覇

② Terada, K. Vegetation changes from Cretaceous to Neogene in Chilean Patagonia based on fossil wood assemblages. IPC-XII/IOPC-VIII Bonn 2008, 3 Sept. 2008, Bonn, Germany

③ Nishida, H. Benefits of high resolution X-ray CT for the study of permineralized plants. IPC-XII/IOPC-VIII Bonn 2008, 31 Aug. 2008, Bonn, Germany

④ 西田治文、高解像度 X 線 CT による植物鉍化石観察の実例と応用への将来性、日本植生史学会第 22 回大会、2007 年 11 月 17 日、大阪市立自然史博物館、大阪

⑤ Nishida, H. Microscopic X-ray CT for the study of permineralized plant fossils, International Symposium on Paleontology and Stratigraphy, 5 Oct. 2007, Benxi, China

[その他] (計 7 件)

① 西田治文、「植物の“漬け物”化石から探る世界と自分—諸君は何を探していますか?」、*Biophilia*、5(1)、アドスリー、p. 66-69、2009

② 西田治文 (監修)、「植物化石 フィルムに写される太古の世界」、サムワン、107、リバネス出版、p. 7、2009

③ 植村和彦、「白亜紀末の植物」、大恐竜展解説図録、読売新聞社・国立科学博物館、p. 48-49、2009

④ 葛西奈津子、「進化し続ける植物たち」第2章「化石は語るー植物と地球環境の歩み、西田治文先生に聞く」、化学同人、p. 19-38、2008

⑤ 寺田和雄、研究ノート「南米チリ植物化石調査旅行記」、福井県立恐竜博物館ニュース Dinosaur、20、p. 6、2007

⑥ 植村和彦、「南米パタゴニアに植物化石を求めて」、国立科学博物館研究者紹介 html、2007

http://www.kahaku.go.jp/research/researcher/my_research/geology/uemura/pdf/uemura.pdf

⑦ チリパタゴニア調査関連報告書 (Nishida, H. ed., 2006) 公開ページ

<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~helecho/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西田 治文 (NISHIDA HARUFUMI)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：70156082

(2) 研究分担者 (平成 18, 19 年度)

植村 和彦 (UEMURA KAZUHIKO)

(独) 国立科学博物館・地学研究部・室長

研究者番号：50000138

栗田 裕司 (KURITA YUJI)

新潟大学・理学部・准教授

研究者番号：60334645

朝川 毅守 (ASAKAWA TAKESHI)

千葉大学・理学部・助教

研究者番号：50213682

山田 敏弘 (YAMADA TOSHIHIRO)

金沢大学・自然科学研究科・講師

研究者番号：70392537

(3) 連携研究者 (平成 20 年度以降)

植村 和彦 (UEMURA KAZUHIKO)

(独) 国立科学博物館・地学研究部・室長

研究者番号：50000138

栗田 裕司 (KURITA YUJI)

新潟大学・理学部・准教授

研究者番号：60334645

朝川 毅守 (ASAKAWA TAKESHI)

千葉大学・理学部・助教

研究者番号：50213682

山田 敏弘 (YAMADA TOSHIHIRO)

金沢大学・自然科学研究科・講師

研究者番号：70392537

(4) 研究協力者

寺田 和雄 (TERADA KAZUO)

福井県立恐竜博物館・主任研究員

矢部 淳 (YABE ATSUSHI)

福井県立恐竜博物館・研究員

(海外)

Luis Felipe Hinojosa O.

チリ大学・理学部・助手

Miguel Rancusi Herrera

コンパニア・デ・マリア高等学校 (チリ)・教諭