NCGT 国際オンラインジャーナル グローバルテクトニクスの新概念 An international journal for New Concepts in Global Tectonics 日本語版 Vol. 9, No. 2 (2021年8月) Print edition ISSN 2202-0039 Onlineedition https://www.ncgtj.org/> 編集長: Louis A.G. HISSINK (louis.hissink@bigpond.com) 編集委員: Bruce LEYBOURNE, USA (leybourne@iascc.org) Giovanni P. GREGORI, Italy (giovanni.gregori@idasc.cnr.it) Yoshihiro KUBOTA, Japan (yokbt@icloud.com) Per MICHALESEN, Mongolia (perm@must.edu.mn) 次 目 ■ 編集者から From the Editor [小松宏昭 訳]・・・・・2 ■ 訃報 Obituary – Professor Michihei HOSHINO (1923 - 2021) M. Shiba [柴正博訳]・・・・・3 ■ 原著論文 Distribution of island endemic animals and the late Middle Pleistocene land bridges as evidence of sea level rise of 1,000 m since 430 ka: M. Shiba 43万年前以降の1,000 mの海面上昇の証拠としての島嶼固有動物の分布と中期更新世後期の陸橋 [柴正博訳]・・・・・5 Space weather and geomagnetic activity related to Ecuadorean M7.5 earthquake recorded on February 22, 2019: G. Cataldi, D.Cataldi and V. Straser 2019年2月22日に記録されたM7.5エクアドル地震に関連する宇宙気象と地磁気活動 [村山敬真 訳] ・・・・22 Solar activity and geomagnetic activity related to M6+ global seismic activity recorded on March 20, 2021: C. Gabriele1, D. Cataldi1, V. Straser 2021年3月20日に記録されたマグニチュードM6+世界規模の地震活動に関係する太陽活動と地磁気活動 [岩本広志 訳] ・・・・22 Space weather and geomagnetic activity related to M6+ global seismic activity recorded on 3-4 March 2021: G. Cataldi, D.Cataldi and V. Strafer 2021年3月3-4日に記録された世界規模のM6+地震活動に関連した宇宙気象と地磁気の活動 [赤松陽訳]・・・・・27 Solar activity and geomagnetic activity related to M6.0 South Sandwich Islands region earthquake recorded on March 14, 2021: Cataldi Gabriele, Daniele Cataldi, Valentino Straser 2021年3月14日に記録された M6.0 サンドイッチ諸島南部地域の地震に関連した太陽活動と地磁気活動 [小泉 潔 訳] ・・・・・31 Space weather and geomagnetic activity related to the Vanuatu M6.3 earthquake recorded on March 20, 2019: C. Gabriele1, D. Cataldi1, V. Straser 2019年3月20日に記録されたバヌアツ地震 M6.3 に関する宇宙気象および地磁気活動 [久保田喜裕 訳] ・・・・31 Possible quake-related, pre-seismic impulses near 10 and 15 Hz that were not recorded by a 1 Hz seismometer: J. R. Wright 1Hz 地震計では記録されなかった10Hzおよび15Hz付近の地震前兆インパルスの可能性 [久保田喜裕 訳] ・・・・32 ■ NCGTジャーナルについて · · · · 33 NCGTジャーナルへの連絡・通信・原稿掲載には次の方法をご利用ください。NEW CONCEPTS IN GLOBAL TCTONICS New Concepts in Global Tectonics ジャーナル 日本語版発行チーム 「連絡先」久保田喜裕, yokbt@icloud.com [翻訳メンバー]赤松 陽・岩本広志 (組版担当)・川辺孝幸(翻訳記事選択担当)・窪田安打・久保田喜裕(連絡・組版担当)・小泉 潔・小坂共栄・ 小松宏昭・佐々木拓郎・柴 正博(翻訳記事選択・組版担当)・宮城晴耕・村山敬真・矢野孝雄(翻訳記事選択担当) [事務局メンバー] 赤松 陽・足立久男(発送)・金井克明(会計)・川辺孝幸(HP)・久保田喜裕(代表)・佐瀬和義・宮城晴耕・矢野孝雄

Eメール: louis.hissink@bigpond.com.com, 2. 郵便,航空便など, 33 Fields Road, Tanja, NSW 2550, Australia (MS Word か ODT ファイル, 図はgif, bmp, tiff フォーマットで別ファイルに, 3. 電話 +61 419 283 775. 免責事項: 免責事項: このジャーナルに掲載されている意見,見解, アイデアは寄稿者の責任であり,必ずしも編集者や編集委員会の意見を反映しているわけで はありません. NCGT Journalは国際的査読オンラインジャーナルで,3月,6月,9月,12月に発行されます. ISSN 番号: ISSN 2202-0039

編集者から FROM THE EDITOR

(小松 宏昭 訳)

最近日本の星野通平教授の逝去という悲しい知らせを受け、本誌で柴 正博氏による追悼文を掲載する.また Max Plank が述べた、「科学的な真実は、敵対者への説得による勝利や彼らに光を見出させることではなく、む しろ敵対者が死に、それに精通した新しい世代が成長することで勝利する」という賢明な結論を思い起こさせる ものである.新しい世代とはどこのことであろうか?

本号で柴 正博氏はまた、43万年前に推定された海水準の大幅な(1,000 m)上昇について示唆に富む論文 を紹介している. イタリアの仲間は、地震活動に関連した最近の宇宙天気と地磁気の活動について、5編の連続し た報告を投稿している. そして最後に、John Ricken Wright は、既存の電力インフラを利用した EM 地震前兆 に関するモニタリングについて解説している.

政治的な背景は、前例のない変化を被っているように思える.そしてまた、気候変動情勢においては何の変化 もないように思える.しかしながら、今日 NASA が使用しているハリケーンの強度を予測するために稲妻を利用 するなど、気象現象に対する科学的なアプローチにおいて、いくつかの興味ある変化が起こっている.面白いこ とに、Andres Keiling によって編集された技術書「地球周辺とそれを超えた宇宙空間における電流」のなかで宇 宙のプラズマ現象が非常に重視されている.これは AGU Geophysical Monograph 235 で、2018年に John Wiley and Sons, Inc. とアメリカ地球物理学連合から初版が出ている.その序文を引用する.

(ジオスペースは太陽と地球間の空間に対して使用される用語である.) "太陽風プラズマはジオスペースを貫い て流れていて、同時に磁場が存在しているために、太陽風とともに流れてくる電子と陽イオンはいろいろな流れ の方向に移動し電流が発生する.磁気圏の中のこれらの電子の流れは、地球の電離層と磁場整合性のある電流で 結ばれており、上層大気中の水平方向の流れによって閉じられる.これらの流れによって引き起こされる地上の 影響は、人類の世代を超えて挑戦し続けるのである".(編集者強調).

プラズマ物理学の地質学への応用は、地球膨張に必要な体積の推定される増加を説明するために、最近 James Maxlow 博士によって地球膨張理論に結び付けて提唱されている(https://www.expansiontectonics/ index1.html). この理論は、太陽のイオン化された粒子や電子、陽子が地球に進入し、マントルのD 領域で新し い物質に生まれ変わると説いている. この仮説の理論的な困難さは、電子や陽子が如何にして地殻を通り抜けて マントルに到達するかを説明することにある. というのは、これらの原子を構成する粒子が高エネルギータイプ でより深所へ進入することが可能であるとしても、経験的に水や結晶質な地殻によって簡単に止められてしまう からである.

プラズマ物理学の地質学や地球物理学への適応に関する重要な問題は、プラズマが本質的に破滅的な性質を含 んでいるからである。しかしながら、大英帝国最盛期の19世紀初頭、地質学的斉一説として最初に定説化された 天変地異説は、強い文化的なタブーを残している。そして、それは世界的に地質学的な正統として確立されてき た。しかし、19世紀初頭の地質学の政治的な関連性について歴史家の George Grinnel が1975年に書いたよう に、19世紀初頭の地質学の政治的な関連性、そのゲシュタルトシフト(ルビンの盃)と1807年のロンドン地質 学会の設立について、次のように述べている。

"1807年, Humphery Davy は友人の William Pepys に「われわれは地質学について論じ合うささやかな ディナークラブを設立している. 私は君がそのメンバーになることを希望する.」という手紙を送った. 最初の13 人のメンバーのうち,4人は医師で(そのうちの)1人はユニタリアン閣僚の幹部であった.2人は本の販売者 で,(その中の)Come Jacques-Louis ともう1人はフランス革命から逃れてきた(人物である).4人はクエ カー教徒.そして William Allenn と Humphery Davy の2人は裕福なアマチュア化学者である.George Greenough だけが地質学と鉱物学を学んできた唯一の人物である.彼は最初の数年間,フライブルグのアカデ ミーにゲーテと一緒に通ったが,想像力を膨らませて「生きることについての命題」を追い求めることをしな かった.彼は英国議会のメンバーであった.実にロンドン地質学会に関しての異常さといえば,最初のメンバー に地質学者がいないことであった. 「Davyが主催する取るに足らないお話晩さん会は, 紳士がおしゃべりをす るための集まりであり, ハンマーを岩に打ち当てるような会ではない." (http://www.grazian-archive.com/ quantavolution/QUANTAVOL/rfs_docs/ rfs_4.pdf).

われわれは,政治が科学のはたらきを妨害した19世紀の不運のくり返しを今見ているのであろうか?

訃報 OBITUARY -- Professor Michihei HOSHINO (1923-2021)

柴 正博

追悼

星野通平教授(1923-2021)

私たちはひとりの偉大な地質学者を失った. 星野通平博士 は、日本の東海大学名誉授で、2021年4月29日に98歳で亡く なった.彼は、1923年1月11日に日本の群馬県の赤城山西麓に 生まれた.彼は、東京文理科大学地質鉱物学科を1947年に卒業 し、1950年から1964年まで海上保安庁水路部に勤め、1964年 から1993年まで東海大学海洋学部の教授であった.

水路部では日本周辺の大陸棚上の堆積物を研究し,"日本近海 大陸棚上の堆積物について"(1958)の論文で学位を取得され た.同じころに,"太平洋"(1962)や"海底の世界"(1965),"太 平洋の科学"(1969),"大陸斜面"(1970),"大陸棚"(1972) などの海洋学や海洋地質学についてのいくつかの日本語の普及書 や教科書を執筆した.また,Hans Pettersonの"アルバトロス号 とともに西へ"(1957)と"海洋底"(1959)の翻訳を行った.

1964年からは、1962年に設立したばかりの東海大学海洋学部 で教授として学生を教え、学部運営を行い、彼自身の研究を行っ



た.彼は、日本における海洋学と海洋地質学の偉大な貢献者であった.彼自身の研究では、鮮新世以降、海水準 が 2,000m 上昇したという「太平洋」で提唱された仮説を検証した.すなわち、海底峡谷の末端深度は常に 2,000m であり、侵食された谷底を構成する最も若い地層が上部中新世であることから、鮮新世以降に海面が 2,000m 上昇したという、すなわち中新世末には現在よりも 2,000m 低かったということである.中新世末期に は海水準が現在より 2,000m 低く、その後に海水準を上昇させる原因となった陸側と海底の隆起が同時に起き た.彼は、彼の仮説を検証して "EUSTACY IN RELATION TO OROGENIC STAGE" (1975) を著した.

1970年代には、深海底に長く延びる海溝は地殻が沈降したところではなく、海溝の外側の大洋底が隆起してと り残されたところで、中期白亜紀の海水準は現在より 4,000m 低い位置にあったと主張した。日本海溝の北端に あるエリモ海山の頂上(水深約 4,000m)から中期白亜紀のサンゴ礁の化石が発見されていることから、日本海 溝南端の第一鹿島海山の同様の水深の頂部でも中期白亜紀のサンゴ礁の化石が発見されると推定した。そして、 東海大学の調査船で調査を計画し、中期白亜紀のサンゴ礁の化石を発見した(東海大学海洋学部第一鹿島海山調 査団、1976、1985).

1982年には、1970年代の彼自身の研究をまとめて"海洋地質学"を著した。1980年代の研究計画を海水準変動にかかわる"不整合"や"準平原"という用語を含めて構造地質学や岩石学を勉強することとして、世界中の残留盆地(台地)の地質や構造・火成史を学ばれた。これは1991年に"玄武岩時代一地質学の諸カテゴリー"を英文要約つきの日本語でまとめられた。この本では、地球の歴史を花崗岩時代(始生累代)と、漸移時代(原生累

代-古生代),玄武岩時代(中生代以降)に区分された.現在の地形が形成された玄武岩時代の駆動力はアセノ スフェアで溶解・膨張した玄武岩質マグマの上昇であるとし,その結果として火成活動と高角断層を伴う地塊の 傾動隆起が生じた.地球は火成活動と隆起運動によって少し膨張していて,三畳紀から6,000 mに及ぶ海水準上 昇があったと信じられる.彼は地球は微膨張していると仮定した.

1993年に東海大学を退職されて以降も,彼はこの地球微膨張仮説を探求し続け,1998年に"THE EXPANDING EARTH: evidence, causes and effects"を,2008年には"CRUSTAL DEVELOPMENT AND SEA LEVEL: with special reference to the geological development of Southwest Japan and adjacent"を, 2010年には日本語で"反プレートテクトニクス論"を,2014年には"THE HISTORY OF MICRO-EXPANDING EARTH: History of the Earth from viewpoint of Sea Level Rise"を書かれた.彼は90歳を超えてもさらに元気 でしたが、94歳の2017年に突然、大動脈解離で倒れられた。幸い、2回の手術後の2019年には元気になられ、 96歳のときに最後の本である"地殻の隆起」山はなぜ高いか"を日本語で書かれた。

彼は98年の人生を使って、膨大な世界の地質学の文献を読まれ、地質学のさまざまなカテゴリーを検証し、それらをまとめて壮大で独創的な仮説をうち立てた。その一方で、彼は彼の学生とはとても密接に仕事をした。多くの彼の学生は、彼を尊敬し慕っていて、彼は彼らを卒業後も親身になって世話をした。

星野教授、どうもありがとうございました、ご冥福をお祈りします。

柴 正博

原著論文 ARTICLES

43万年前以降の1,000 mの海面上昇の証拠としての 島嶼固有動物の分布と中期更新世後期の陸橋

Distribution of island endemic animals and the late Middle Pleistocene land bridgesas evidence of sea level rise of 1,000 m since 430 ka

柴 正博 ふじのくに地球環境史ミュージアム,静岡,日本 shiba@dino.or.jp

(柴 正博 訳)

要旨:更新世から現在にかけて多くの固有動物が世界のいくつかの島嶼でみられる.本稿では,世界の島嶼の動物相の分布とそれらの変遷について検討した.その結果,島嶼の哺乳動物の多くは中期更新世後期以降に変換して固有化したことが明らかになった.中期更新世以降に固有の動物相を持つすべての島は,1,000 m 以上の等深線でのみ最も近い大陸と繋がる.陸生動物の移動はその生息環境で行われるため,中期更新世末期に形成された陸橋を通って移動し,その後の1,000 m の海面上昇によって島に隔離されて固有の動物群が形成されたと考えられる.すなわち,中期更新世後期の海水準は現在より1,000 m 低いところに位置し,その後の海水準上昇により大陸とは海で隔てられた島嶼に,中期更新世後期以降の固有の動物相が形成されたと考えられる.

Keywords: land bridge, Pleistocene, insular mammals, sea level rise, Wallacea, Mediterranean

はじめに

世界の島嶼には、更新世から現在にかけて長鼻 目,偶蹄目,肉食目,齧歯目,食虫目,コウモリ 日,ウサギ目など多くの固有の哺乳類が生息していた ことが知られている (Van der Geer et al., 2010). しかし,それぞれの島嶼へどのように動物が移動した か,そしてそれらの固有種がどのように形成されたか については十分に明らかにされていない.

世界の島嶼の化石哺乳類の分布とその動物相の変 遷についてまとめた Van der Geer et al. (2010) は,各島嶼で更新世に動物相の変換があり,そのい くつかで動物相の変換時期が一致する場合があること や,それらの最後の変換時期の多くが後期更新世また はそれ以前であることを示した.

筆者は、島弧や大陸斜面が今から約43万年前の中 期更新世の後期以降に地殻の隆起と海水準の 1,000 m に及ぶ上昇によって形成されたとした(Shiba, 2017a, 2017b, 2021). すなわち、中期更新世後期に は、海水準が現在よりも 1,000 m ほど低く、その後 の島弧や大陸の大規模隆起とそれと同時に起こった海 底の隆起によって,現在までに海水準が 1,000 m 上 昇して現在の陸域と海底の地形が形成されたと考えら れる.

中期更新世後期の海岸線が現在の海水準より 1,000 m 低い位置にあったと仮定すれば,大陸と島 嶼の多くが連結することになる.本稿では,主に Van der Geer et al. (2010)がまとめた世界の島嶼 の哺乳動物相のデータをもとに,島嶼の更新世の哺 乳動物相の進化とそれら動物相の変換時期について整 理する.そして,それらの島嶼周辺の水深 1,000 m より浅い海域が過去のある時期に陸域だったと仮定し て,島嶼の固有哺乳動物相の成因を検討する.この 論文は Shiba (2020)をリメイクして英語に翻訳し たものである.

Van der Geer et al. (2010) では,更新世の基底 を2009年以前の年代に基づき 1.806 Ma のカラブリ アン階の基底としていることから,本稿ではそれをそ のまま引用する.また,本稿において,「矮小化」と 「ピクミー」という用語は, Van der Geer et al. (2010) に従い,「ピグミー」を特に小さな形で祖 先の大きさの半分またはそれ以下に用い,「矮小 化」は 60~80% の大きさとし、「小さい」は 90% の大きさについて用いた.

日本列島の本州域の動物相の変遷

琉球列島を除く日本列島は,主に本州域と北海道 からなる.本州域は本州と九州,四国などの島々を 含む.本州域の周辺境界である津軽海峡,朝鮮海 峡,対馬海峡は,最終氷期に陸化しなかったことか ら,それ以前の数十万年間にわたって本州域は大陸か ら孤立していたと考えられる.そして,その意味から それらの海峡はそれぞれ生物地理区境界線とされてい る(図1).

Kawamura et al. (1989) による小型哺乳類の古 生物学的研究によれば、中期更新世にはシントウト ガリネズミ (Sorex shinto)、ヒミズ (Urotrichus talpoides)、ミズラモグラ (Euroscaptor mizura)、アカ ネズミ (Apodemus speciosus)、タヌキ (Nyctereutes procyonoides)、オコジョ (Mustela erminea) など現存 する哺乳類の半数ほどが化石として出現していて、こ の時期にすでに固有種となっていたという.特にヒメ ヒミズ属、ヒミズ属、ヤマネ属は、属レベルでも固 有で、それらは新第三紀の生き残りとして本州域の哺 乳類相の根幹をなすものであるとされている (Kamei et al., 1988).



図1 生物地理学的境界(白の太い点線)を示す日本 列島周辺の水深図. St:海峡.細い点線は水深 100 mを示す.水深 1,000 m より浅い海底は,中期更新 世後期の陸地を示す.海底の地形はNOAAの水深 データに基づいている.

日本列島は,今から約 2,000 万年前の前期中新世 には中国大陸の東の縁辺で,まだ日本海の南部のほ とんどは陸地であった.しかし,約 1,600 万年前の 中期中新世になると海水準の上昇とともに日本海が 沈水し,日本列島は島弧として出現してきた.そし て,約 1,000 万年前の後期中新世には現在の日本列 島の脊梁が隆起してその原型ができあがり,その後の 特に更新世における島弧の隆起と海水準上昇により 現在の日本列島が形成された(Shiba, 2017a, 2017b).更新世においては,数度にわたり日本列島 は大陸と一時的に陸続きとなり,大陸周辺部に分布し ていた生物の系統が現在の日本列島に移動したと考 えられる.

Kawamura (1998, 2014) と Konishi and Yoshikawa (1999) の長鼻類化石の研究によれば, 約 120 万年前(海洋酸素同位体ステージ MIS 36) に中国から本州域に Mammuthus trogontheri が, 63 万 年前 (MIS 16) に南から東シナ海を経由して Stegodon orientalis が, 43 万年前 (MIS 12) に中国 北部から朝鮮半島を経由して Paleoloxodon naumanni が渡来したとされる. Kawamura (2014) は,大陸 からのこれら動物群の渡来は大量移入ではなく,陸 橋が非常に短期間しか存在せず,また不安定なもの だったために動物群の渡来が限定的であったとし た.

これらの長鼻類は、それぞれの異なった時期に日本列島に移住し、その直後に大陸と海で隔てられて日本列島で孤立して生息するうちに固有の種となったと考えられる. Saegusa (2005) によれば、 Paleoloxodon naumanni は、その頭蓋骨のタイプが中国で発見されているナマディクスゾウ(Elephas namadicus) よりも古いアンティクウスゾウ(Elephas antiquus)のシュトットガルトタイプに近縁で、MIS10(約35万年前)あるいはその少し前に日本に渡来したシュトットガルトタイプが大陸から孤立して残存して進化したと述べている.

すなわち,日本列島の本州域に現在生息する哺乳 類の多くは,後期中新世以降に何度か大陸と接続し た時に日本列島に渡来し隔離されて固有化したもので 構成されている.そして,その移住の最後は,ナウマ ンゾウの祖先が今から 43 万年前の中期更新世後期に 大陸から渡来した時期に当たると考えられる.

琉球列島の更新世の動物相と陸橋

日本における動物区系地理学の旧北区と東洋区の 境界は、日本列島と琉球列島の間の渡瀬線であり、 それは奄美大島と九州の間のトカラ列島南部の悪石 島と小宝島の間にある水深 1,000 m を超える深裂 (トカラギャップ)に対応する(図2).トカラギャッ プの西側では,水深 1,000 m の水深線が琉球列島と その北側の九州と連続するが,この地域は鮮新世~ 更新世の火山堆積物によって埋積されている(Aiba and Sekiya, 1979)ため浅くなっていて,鮮新世~ 更新世には海で隔てられていたと考えられる (Hoshino, 1983).

爬虫類相をみると、奄美/沖縄諸島のほとんどの 爬虫類は小宝島以南を北限とするハブ属(genus Protobothrops)、リュウキュウアオヘビ(Cycophiops semicarinatus)、アオカナヘビ(Takydromus smaragdinus)からなり、トカラギャップの北方の爬 虫類はシマヘビ、アオダイショウなど日本の普通種で あるナメラ属で構成され、それらは属レベルでも奄 美/沖縄諸島には分布しない(Hikita, 2002).

琉球列島から台湾,大陸の間にはさらに3つの分布 境界線がある。蜂須賀線が沖縄諸島と宮古諸島の間 に,南先島諸島線が八重山諸島と台湾の間に,台湾 海峡線が台湾と大陸の間にひかれている。これらの分 布境界線のうち,蜂須賀線に対応するものが,水深 1,000 m を超える最も深い慶良間ギャップである。 さらに,台湾と八重山諸島を隔てる水深 500 m より 深い与那国海峡が南先島諸島線に対応する。それに 対して,大陸と台湾の間は大陸棚で繋がっている。



図2 生物地理学的境界(白の太い点線)を示す琉球 列島周辺の水深図. St:海峡.細い点線は水深 100 m を示す.水深 1,000 mより浅い海底は中期更新世 後期の陸地を示す.海底の地形は NOAA の水深デー タに基づいている.

Hikita (2002) は,琉球列島の陸生爬虫類相の地 域間での比較を行い,沖縄/奄美諸島と八重山/宮 古諸島の間では近縁種のほとんどが種レベルで分化し ているのに,八重山/宮古諸島と台湾の間では多く は亜種レベルでしか分化していないことを発見した. そして,Hikita (2002) は,琉球列島の陸橋は最 初,大陸から台湾を経てトカラギャップまで伸びてい て,その後に慶良間ギャップで分断され,最後に与 那国海峡で分断されたと述べた.すなわち,更新世 の陸橋は,台湾から宮古諸島までしか伸びておらず, 沖縄/奄美諸島はトカラギャップと慶良間ギャップ により他の地域から隔離されていた.

ワラセア区の島々の動物たち

Wallace (1863) は、インドネシアのバリ島とロ ンボク島の間のロンボク海峡からスラウェシ島の西 側、マッカサル海峡を通りフィリピンのミンダナオ島 の南に連続する生物分布境界線(ウォーレス線)の東 西の地域の動物相を区別した。Huxley (1968) はそ の境界線をスル海に通して、さらにフィリピンの西を 通してボルネオとスルの間に伸ばした(図3). この東 洋区の東縁にあたるハックスレー線は、ほぼ大陸棚 外縁の東の端にあたり、最終氷期最盛期の東南アジ アの東端の海岸線に相当する.

ウォーレス線またはハックスレー線と、オーストラ リア区の西端を画するウェーバー線またはライデッ カー線との間の地域は、東洋区とオーストラリア区と の間の境界地域としてワラセア区と呼ばれる.このワ ラセア区の島嶼には、フィリピン諸島やスラウェシ 島、フローレス島などが含まれ、それらの島嶼は現在 でも固有動物種が多く、更新統からはステゴドンな どの長鼻類やサイ、スイギュウ、イノシシ、シカなど の化石固有種が発見される.

ジャワ島

ジャワ島はウォーレス線の西側の島であるが, ワラ セア区の島々の動物分布を考える上で重要であるの で,その生層序についてVan der Geer et al. (2010)に従い概説する.

ジャワ島の島弧は後期鮮新世からの火山活動によっ て隆起が始まり,今から 180 万年前以降に段階的に 隆起してジャワ島の西部と中部が陸化した.前期更新 世にジャワ島に棲む哺乳類は,小さなカバとシカ, 小さなマストドンによって特徴づけられるが,中期更 新世には東南アジア本土の要素が継続してジャワ島に 到着し,この動物相は *Homo erectus* と固有の小さな ステゴドンによって特徴づけられる.中期更新世の終



図3 生物地理学的境界(白の太い点線)と島嶼の長鼻類の分布を示すワラセア区周辺の水深図. 細い点線は水 深 100 m を示す.水深 1,000 m より浅い海底は、中期更新世後期の陸地を示す. 海底の地形はNOAAの水深 データに基づいている.

わりには東南アジア本土の熱帯雨林要素の動物がイ ンドネシア諸島に渡来した.

ジャワ島からは、7つの連続した動物相が認められ ている (De Vos et al., 1982; Sondaar, 1984) が, Van der Geer et al. (2010) では、これらを大きく4 つの時代に区分した: (1) 後期鮮新世〜前期更新世 (the Satir動物相), (2) 中期更新世 (the Ci Saat 動物相, the Trinil H. K. 動物相, the Kedung Brubus 動物相, the Ngandong 動物相), (3) 後期 更新世 (the Punung 動物相), (4) 完新世 (the Wajak 動物相) である. それらの概要を Van der Geer et al. (2010) に従い以下に述べる. (1)後期鮮新世~前期更新世の動物相は、マストドン(Sinomastodon bumiajuensis)とコビトカバ(Hexaprotodon sivajavanicus),未同定のシカとピグミーステゴドン(Stegodon hypsilophus)によって代表される。

(2) 中期更新世の動物相は、インドのシワリク動物 相と密接な類縁があり、Homo electus、ハイエナ、 ジャワステゴドン (Stegodon trigonocephalus)、ジャ ワゾウ (Elephas husudrindicus)、ケンデングサイ (Rhinoceros unicornis kendengindicus)、アンテロー プ (Duboisia santeng)、ライデッカーシカ (Cervus (Axis) lydekkeri) によって代表される。 (3)後期更新世の動物相は、中期更新世の終わりに 典型的な東アジア本土の熱帯雨林動物相の新しい要 素がインドネシア諸島に渡来して形成された.これら は、アジアゾウ(Elephas maximus)、ボルネオオラン ウータン(Pongo pygmaeus)、フクロテナガザル (Hylobates syndactylus)、ミナミブタオザル(Macaca nemestrina)、スンダトラ(Panthera tigris sondaica)、 スマトラサイ(Dicerorhinos sumatrensis)、マレーグ マ(Ursus malayanus)、カモシカ(Nemorhaedus sumatraensis)、スイギュウ(Bubalus bubalis)、イノシ シ(Sus scrofa vittatus)に代表される。

(4) 完新世の動物相は,最近になり現在の種によって置き換えられたものか,または更新世の先住者から進化したものと考えられている.

フローレス島

フローレス島は、東ジャワの小スンダ諸島(バリ 島、ロンボク島、スンバ島、スンバワ島、フローレス 島、ティモール島)のひとつで、スンダ大陸棚の上に あるジャワ島やバリ島とは、ロンボク島の西にある ロンボク海峡によって連続しない。ロンボク海峡は、 最も狭いところで幅 18 km、水深 250 m 以深の等深 線で連続し、最終氷期最盛期の低海水準では連続し ない.

フローレス島は,前期~中期中新世の約 1,500~ 2,100 万年前の間に海面上に出現し (Nishimura et al., 1981),鮮新世の終わりから隆起しつづけた (Van den Bergh, 1999).南半分は鮮新世~更新世 の火山からなり,南東端と南西端は若い活動的な火 山からなる.

フローレス島には中期と後期更新世にピグミーステ ゴドンと矮小化したステゴドン,巨大なネズミ,コモ ドドラゴン,矮小化した原人が棲んでいた.フローレ ス島の動物相は, Van der Geer et al. (2010)によ ると(1)前期更新世(動物相A)と(2)中期更新世 (動物相B),(3)後期更新世の3つの動物相が区別 される.

(1)前期更新世の動物相Aはピグミーステゴドン (Stegodon sondaari)によって特徴づけられ、それは ジャワ島のステゴドン (Stegodon trigonocephalus)の 大きさの約半分で、原始的なものと発展した形質の 混合を示している.この動物相の化石が発見された地 層のフィッショントラック年代は 0.9 Ma である (Van der Geer et al., 2010).

(2) 中期更新世の動物相Bは、ほぼ前期更新世と中 期更新世の移行期にフローレス島への哺乳類の移動が 起こり,その新しい哺乳類の要素は中型のステゴド ン(Stegodon florensis)と中型の洞窟ネズミ

(Hooijeromys nusatenggara),矮小化した原人 (Homo floresiensis) から構成される (Van der Geer et al., 2010). Morwood et al. (1998) は、この生物帯か ら約 0.88 と 0.68 Ma の火山層の年代値を示してい る. この時期の地層からは早期の人類化石は発見され ていないが、彼らの存在を証明する原始的な石器が ステゴドンの化石とともに発見されている.また、同 じ地域の地層からはオーストラリアの隕石飛散域に属 する 80 万年前の年代値を示すテクタイトが発見され ている (Van der Geer et al., 2010).

(3)後期更新世の動物相は、中期更新世の動物相の 大きな転換はなく、中期更新世の動物相が変化した もので、矮小化したステゴドン(Stegodon florensis insularis)で特徴づけられる(Van der Geer et al., 2010).この矮小化したステゴドンは、その前の動 物相の祖先よりも小さい(Van den Bergh et al., 2008).また、この動物相は矮小化した原人(Homo floresiensis)によっても特徴づけられる(Brown et al., 2004).

スラウェシ島

スラウェシ島は以前にセレベス島と呼ばれていた が、ボルネオ島の東にあるスンダ諸島の最も大きな島 である.スラウェシ島とボルネオ島は水深 2,000 m を超えるマッカサル海峡で隔てられているが、その南 側のジャワ海では水深 1,000 m の等深線で連続す る.

スラウェシ島には、現在、バビルサ(Babyrousa babyrussa)、アノア(Bubalus depressicornis)、有袋類の クマクスクス(Ailurops ursinus)、クロザル(Macaca nigra)、ブトンモンキー(M. brunnescens)、ヘックモ ンキー(M. hecki)、ゴロンタロモンキー(M. nigrescens)、ダイアンメガネザル(Tarsius dentatus)、 ピグミーメガネザル(T. pumilus)など多くの固有種ま たは固有亜種が生息する.

スラウェシ島では, Van den Bergh et al. (2001) と Van der Geer et al. (2010) によって (1) 後期鮮新世~前期更新世の Walanae 動物相ユ ニット, (2) 中期または後期更新世の Tanrung 動 物相ユニット, (3) 後期更新世~現世動物相の3つ の動物相が区別されている (図4).

 Walanae動物相ユニットは、スラウェシの矮小 化したステゴロクソドン(Stegoloxodon celebensis)と



図4 スラウェシ島の陸生脊椎動物相の変遷を示す層序図(Van der Geer et al., 2010より). 亜現世から現世にかけての動物群は省略している.

巨大なスラウェシのブタ(*Celebochoerus heekereni*), 矮小化したステゴドン(*Stegodon sompoensis*)によっ て構成される. この動物相の最も古い産出は約250万 年前である (Van der Geer et al., 2010).

(2) Tanrung 動物相ユニットは代表するものが少なく、知られていない.記録された要素は、大きなエレファス(*Elephas* sp.)と中型のステゴドン(*Stegodon* sp. *B*)、短足のスラウェシのブタ(*Celebochoerus* sp.)である(Van der Geer et al., 2010).

(3)後期更新世〜現世動物相は、それ以前の動物相 とは長鼻類と巨大なブタが欠けることで明確に区別さ れ、この動物相は中期更新世の Tanrung 動物相の終 末に向って新たにスラウェシ島に渡来したものが徐々 に固有種に入れ替わり、南スラウェシ島で後期更新 世の間に確立されたと考えられている(Van den Bergh et al., 2001). この動物相は Wallace (1863)が注目したように、また長い期間の隔離と 進化の効果のもとに固有型になったと考えられる.

フィリピン諸島

フィリピン諸島は、ボルネオ島と台湾の間に位置す る 7,000 以上の島々から形成されている. Croft et al. (2006) は、水深 120 m の等深線で区切って最 終氷期最盛期のフィリピン諸島の古地理を復元し、そ れらが大ルソン、ミンドロ、大パラワン、大ネグロ ス,パナイ,大ミンダナオ,大ス ルという6つの大きな古島からなる ことを示した.

フィリピン諸島の北端は,台湾 と 2,000 m 以深の海底によって隔 てられている.南西側のボルネオ 島とはパラワン島が水深 200 m の 等深線で連続するが,大パラワン とミンドロ島は水深 500 m の等深 線でなければ連続しない.また, ボルネオ島とミンダナオ島は水深 500 m の等深線で連続し,ミンダ ナオ島の南端はスラウェシ島と水 深 1,500 m の等深線でなければ連 続しない.

フィリピン諸島には現在,固有 種が非常に多く,その固有の程度 はマダガスカルをも上回るとされ る.それら固有種のおもなもの は,フィリピンサンバー (Cervus mariannus),アルフレッドシカ (Cervus alfredi),フィリピンメガネ syrichta),フィリピンヒヨケザル

(Cynocephalus volans), フィリピンカニクイザル (Macaca fascicularis philippinensis) と, いくつかの コウモリの種と多くの固有の齧歯類(Muridae) であ る (Van der Geer et al., 2010).

ザル (Tarsius

フィリピン諸島についての信頼できる生層序は,化 石記録が乏しく,さらにそれぞれの島での層序対比も 不明なことが多いために,現在確立されていない.し かし, Van der Geer et al. (2010)は,(1)中期~ 後期更新世と(2)後期更新世,(3)更新世末期~ 完新世の3つの動物相を区別した.

(1) 中期~後期更新世の動物相は、大ルソン-大ネ グロス-パナイ-大ミンダナオに分布し、この動物相 にはステゴドン(Stegodon luzonensis)と、大きなエ レファス(Elephas sp.)、サイ(Rhinoceros philippinensis)、ルソンスイギュウ(Bubalus sp.)、ミン ドロスイギュウ(Bubalus mindorensis)、セブスイギュ ウ(Bubalus cebuensis)、ルソンイノシシ(Sus sp.)、ル ソンとパラワンからのシカ(Cervus sp.)が含まれ る.ステゴドンの化石は 80 万年前の年代値を示すテ クタイトと石器とともに発見される(Van der Geer et al., 2010). (2)後期更新世の動物相には、マスバテ島(大ネグロス-パナイ)から小さなシカ(Cervus spp.)と巨大なネズミの頭骨(Rattus cf. everetti)が含まれる(Van der Geer et al., 2010).

(3) 更新世末期~完新世の動物相は,現在の動物相 とその祖先にあたり,更新世の終わりかまたは完新 世の初めにそれらが到達した.これらの種は,隔離 された状態で種分化を行い,その結果,固有種の多 さでは世界で最もユニークな動物相のひとつとなっ た (Van der Geer et al., 2010).

中期更新世以降のワラセア区の動物相とその形成時 期

完新世を除くとジャワ島の動物相は,前期と中期 および後期更新世の動物相により構成される(Van der Geer et al., 2010). そのうち後期更新世の動物 相(the Punung 動物相)は,それ以前のシワリク動 物相と密接な類縁がある中期更新世の動物相に代わっ て,中期更新世の終わりに典型的な東南アジア本土 の熱帯雨林動物相が新しい要素としてインドネシア諸 島に移動して形成された(Van der Geer et al., 2010).

フローレス島では、前期と中期更新世に動物相の変 換があり、後期更新世の動物相は中期更新世の動物 相が変化したものである(Van der Geer et al., 2010).前期更新世の動物相Aと中期更新世の動物相 Bの変換時期は、90 万年前頃の可能性がある.なぜ ならば、動物相Aの層準は 90 万年前であることと、 動物相Bの層準が 88 万年前の火山灰層と 80 万年前 のテクタイトを含む(Van der Geer et al., 2010)た めである.

スラウェシ島も,前期と中期および後期更新世に 動物相の変換があり,そのうち後期更新世〜現世動 物相は中期更新世の Tanrung 動物相に新たに渡来し たものが徐々に固有種に入れ替わり形成されたと考 えられている (Van der Geer et al., 2010).

フィリピン諸島では、中期~後期更新世の動物相か ら後期更新世の動物相への変換は、おそらく中期更 新世の後期に起こったと考えられる.しかし、フィリ ビン諸島の生層序が確立していないことと、諸島の各 地域での生物相の特徴が明確でないことから、その 詳細は不明である.更新世の終わりかまたは完新世 の始めに新たな動物相の渡来も推定される(Van der Geer et al., 2010).

前期と中期および後期更新世の動物相はワラセア 区のジャワ島,フローレス島,スラウェシ島,フィリ ピン諸島で固有である.そのうち,中期更新世の動 物相から後期更新世の動物相への変換時期は,それ ぞれの島々における変換時期の具体的な年代値は不 明だが,中期更新世の後期に当たると考えられる.

地中海の島々の動物たち

地中海は,北と東をユーラシア大陸,南をアフリ カ大陸に囲まれた海であり,西をジブラルタル海峡で 大西洋と接し,東はダーダネルス海峡とボスポラス海 峡を通じてマルマラ海と黒海に繋がる.地中海には たくさんの島がある.その西部と中央には,スペイ ンのバレアレス諸島が,イタリア半島の西側のティレ ニア海にはサルデーニャ島とコルシカ島が,イタリア 半島の南にシチリア島とマルタ島がある.地中海東 部には,ギリシャとトルコの間のエーゲ海にはキクラ デス諸島など多くの島々があり,エーゲ海の南部の 境界にはクレタ島とロドス島,トルコのさらに南に はキプロス島がある.

これら地中海の島々のほとんどは,最終氷期最盛 期に海水準が100 m 低下した時に大陸と陸地で繋が らなかった(図5).しかし,長鼻類やカバ,シカ,カ ワウソ,トガリネズミなど多くの種類の固有哺乳類の 化石がこれら多くの島嶼の更新統から発見されてい る.

キプロス島

キプロス島は、地中海で3番目に大きい島で、中新 世の間に海上に出現した。キプロス島は、トルコ本土 との間は最短でも約 80 km 離れていて、そこには水 深 1,000 m の等深線で繋がる水深 500 m 以深の海 底が広がっている.

キプロス島では, (1) (後期?)更新世と(2) 更新世の終わりかまたは完新世の初めの2つの動物相 が認められている (Van der Geer et al., 2010).

(1) (後期?)更新世の地層からは、ピグミーカバ (Phanourios minor)と矮小化したエレファス (Elephas cypriotes)の化石が産出する.ピグミーカ バは、これまで知られている島のカバのうちで最も小 さく、キプロス島から発見される哺乳類化石の 90%以上を占める.これは、陸生の捕食者または競 争者がいなかったために島のあらゆる環境によく適 応したと考えられる(Van der Geer et al., 2010). Elephas cypriotes は E. antiquus から派生したと考えら れる.エレファスとピグミーカバは中期更新世の後期 にこの島に渡来して、その後の隔離によりその島の面 積に適応して島嶼化、すなわち矮小になり固有化した と考えられる(Van der Geer et al., 2010).



図5 島嶼の長鼻類の分布を示す地中海周辺の水深図. 細い点線は水深 100 m を示す. 水深1,000 mより浅い海 底は、中期更新世後期の陸地を示す. 海底の地形はNOAAの水深データに基づいている.

(2) 完新世の動物相は、基本的には本土の動物群で あるが、かなり貧弱でバランスが悪く、せいぜい亜 種レベルの固有種である。キプロスの完新世動物群 には、アカギツネ(Vulpes vulpes indutus)、キプロスム フロン(Ovis orientalis ohion)、小さなネズミ、コウモ リなどが含まれている。これらの哺乳類は、コウモリ を除いて人間の手によって導入された可能性が高い。

クレタ島

クレタ島はギリシャ最大の島で、ギリシャとトルコ の間のクレタ海にあり、水深 1,000 m の等深線でギ リシャのペロポネソス半島と繋がる.

クレタ島から知られる更新世の固有哺乳類相に は、矮小化したシカや、矮小化した長鼻類、矮小化し たカバ、大きなネズミが含まれる。更新世以前の哺 乳類化石は後期中新世のもので、それは大陸の種類 に属するが、更新世の中に2つの異なった主要な生物 帯が認識され、その生物帯の境界では動物相の大き な変換が認められる (Sondaar et al., 1986; Dermitzakis and De Vos, 1987).

クレタ島は、後期中新世まで本土と繋がっていた. クレタ島は、後期中新世と前期鮮新世の間に、次第 に小さな断片に分割されていった。その地域は、鮮新 世の海進(Dermitzakis and Sondaar, 1978) と知ら れるその間に,鮮新世末に向かって大規模により沈水 し,鮮新世の終わりかまたは前期更新世に現在の地 形がほぼ形成された(Van der Geer et al., 2010). Van der Geer et al. (2010) によると,クレタ島か らは後期中新世の生物帯を除くと(1)前期更新世~ 中期更新世の前期の *Kritimys* 帯と,(2) 中期更新世 の後期~後期更新世の *Mus* 帯の2つの生物帯に区分 される(図6).

(1) Kritimys 帯は、クレタネズミ(Kritimys 属)
と、クレタピグミーマンモス(Mammuthus creticus)、
クロイツバーグの小さなカバ(Hippopotamus creutzburgi)で代表される. Van der Geer et al.
(2010)によると、カバの大臼歯を試料とした
AAR と ESR で得られた絶対年代値は 85 万~ 37 万
5,000 年前までの範囲である. Mol et al. (1996)
は、ピグミーマンモスの本土の祖先は南マンモス
(Mammuthus meridionalis) であろうと推定した.

(2) Mus 帯は、ハツカネズミ (Mus bateae, M.
minotaurus) と、クロイツバーグのエレファス
(Elephas creutzburgi, E. antiquus creutzburgi または



図6 クレタ島の陸生脊椎動物相の変遷を示す層序図 (Van der Geer et al., 2010より).

Elephas cf. *antiquus*), クレタシカ(*Candiacervus* 属の 7種), クレタビロードカワウソ(*Lutrogale cretensis*), クレタンジネズミ(*Crocidura zimmermanni*) などで 代表され, それらは中期更新世の後期以前に渡来して 固有化したとされる(Van der Geer et al., 2010).

エーゲ海の島々

後期更新世の間の矮小化した長鼻類の化石が, エーゲ海のティロス島,ロドス島,ナコス島,デロス 島などでも発見されている.これらの島々は水深 100 mの等深線では大陸と連続することはなく,水 深 500 m ~ 1,000 m の海底の上の海台上に分布す る.

ティロス島では 11,000 もの長鼻類化石が発見さ れ、それらのサイズの変異は大きく、それらは2つの 異なった亜種 (*Palaeoloxodon antiquus falconeri と P. a. mnaidriensis*) に同定された (Symeonidis et al., 1973). Theodorou et al. (2007) は、その中から新 しい種 (*Elephas tiliensis*) を記載し、この新しいのエ レファスの絶対年代は 45,000 ~ 3,500 年前の範囲 であると記載した.

矮小化したゾウに属するナコス島とデロス島からの 化石は、まだ記載されていない、ナコス島からは長鼻 類の上顎が、デロス島からゾウの大臼歯が発見されて いる.加えて、ロドス島、ロス島とセリフォス島、キ ノス島からは長鼻類の化石が報告されているが、ほと んどの種が記述されておらず、資料の追跡は不可能で ある。 (Van der Geer et al., 2010).

シチリア島

シチリア島は中央地中海の中で 最大の島で、イタリア半島の南西 端とは最も幅の狭い箇所で 3 km のメッシーナ海峡で隔てられてい る.メッシーナ海峡は水深 250 m 以深の等深線で半島と連続する.

シチリア島の鮮新世以降の地史 と動物相の変遷について、Van der Geer et al. (2010) は以下の ように述べている.シチリア島は 前期鮮新世から前期更新世には2つ の島からなり、イタリア半島南端 部のカラブリア地方南部もシチリ ア島北部と一連の島となっていた. そして、シチリア島とカラブリア地 方の間、すなわちメッシーナ海峡の

距離は更新世の間の海水準の変化にしたがって変化した。この海峡とは別に,カラブリア地方の北部と南部の間のカタンツァーロの狭窄も陸生動物のシチリア島とマルタ島への移動における重要なフィルターの役割を果たした.

シチリア島は,更新世の間,矮小化したゾウや矮 小化したカバ,巨大なヤマネを含む連続した哺乳類 の固有動物相によって特徴づけられる.その後,シチ リア島は徐々にその隔離が失われ,島に棲む本土の 種類の数が増加した.中期更新世の前期にシチリア 島はマルタ島と接続し,同じ固有の動物相を共有し た.この接続は更新世末期までに失われ,両方の島 はその後にそれぞれの固有動物相をもつようになっ た.

シチリア島の更新世の哺乳動物相は,一般に動物 相複合帯として知られる. Van der Geer et al. (2010)によれば,それらは完新世の動物相を除い て(1)前期更新世(Monte Pellegrino 動物相複合 帯)と,(2)中期更新世の前期~中期(*Elephas falconeri* 動物相複合帯),(3)中期更新世の後期~後 期更新世の前期(*Elephas* '*mnaidriensis*' 動物相複合 帯),(4)更新世末期の Gotta San Teodoro-Contrada Pianetti 動物相複合帯の4つの動物相に区分される.

 (1) 前期更新世の動物相は、テン(Mustelercta arzilla) やトガリネズミ (Asoriculus burgioi)、大きな アカネズミ (Apodemus maximus)、2つの大型のヤマネ (*Leithia* sp. と *Maltamys* cf. gollcheri), ネズミ (*Pellegrinia panormensis*), ウサギ (*Hypolagus peregrinus*) などで代表される (Van der Geer et al. 2010). トガリネズミは他の地中海の島のアカハトガ リネズミと並行して進化し, すべて共通の先祖の群か ら由来したと考えられ, *Leithia* 属と *Maltamys* 属のヤ マネはメッシニアン期 (中新世末期) のより古い動物 相のレリックとみなされている (Van der Geer et al., 2010).

(2) 中期更新世の前期~中期の動物相は、高い固有 化とその種類が少ない。その唯一知られる要素は、ピ グミーゾウ (Elephas falconeri), トガリネズミ (Crocidura esuae), オオヤマネ (Leithia melitensis), 2 匹の大型ヤマネ(Leithia ર cartei **Maltamys** gollcheri)、シチリアカワウソ (Lutra trinacriae)、コウ モリなどがいる (Van der Geer et al., 2010) ピグ ミーゾウの化石からアミノ酸のラセミ化を用いて 455,000 ± 90,000 年前という年代値が出されている (Bada et al., 1991). この動物相は、マルタ島のこ の時期の動物相とほぼ同じもので、シチリア島とマル タ島が接続してひとつの島となっていたことの根拠と なっている. ピグミーゾウの生息地は, Bertoldi et al. (1989) やSuc et al. (1995) が分析した花粉に 見られるように、樹木がまばらで草が生い茂る開放的 な環境で、現存するアフリカゾウの生息地とよく似 ていたと考えられている。シチリア島とマルタ島のジ ネズミは, DNAをもとにした Dubey et al. (2007) の研究で、サハラジネズミ (Crocidura tarfayaensis) から派生したと推定された.

(3) 中期更新世の後期~後期更新世の前期の動物相 は,固有種である小さなゾウ(Elephas 'mnaidriensis') と小さなカバ (Hippopotamus pentlandi) で代表される。その時期には、本土からの 種の新たな侵入が起こった。この動物相の他の新た な島嶼要素は, シチリアダマジカ (D a m a carburangelensis), $\pi - \Box \gamma \partial \chi$ (Bos primigenius), アカシカ (Cervus elaphus), イノシシ (Sus scrofa), ヒ グマ (Ursus arctos), バイソン (Bison priscus), オオ カミ (Canis lupus), ライオン (Panthera leo), ブチハ イエナ(Crocuta crocuta), ナミハリネズミ (Erinaceus europaeus) などがあり,温暖期のすべて 典型である (Van der Geer et al., 2010). Rhodes (1996) によるElephas 'mnaidriensis'と Hippopotamus pentlandi の歯のエナメル質の ESR によ

る年代値は, 146,800±28,700 年前~88,200±19,500 年前の間の範囲示した.

(4) 更新世末期の動物相は、それ以前の Elephas
'mnaidriensis' 動物相の大型哺乳類も含まれるが、ヨーロッパロバ (Equus hydruntinus) を含め多くの本土のタクサが島にこのステージの最後にこの島に到着した。この時期の新しい小型哺乳類には、アカネズミ (Apodemus silvaticus)、サヴィマツネズミ (Microtus savii)、シチリアジネズミ (Crocidura sicula) などある (Van der Geer et al., 2010).

マルタ島

マルタ島 (Malta) はシチリア島の南の小さな島 で,シチリア島とは水深 100 m の等深線では接続し ないが,200 m の等深線では接続する.マルタ島 は,中期更新世の前期にシチリア島と繋がっていた が,更新世末期までに起こった海水準上昇によってマ ルタ島はシチリア島と海で隔てられた.その時期以 降,マルタ島には主に矮小化した長鼻類と矮小化し たシカ,巨大なヤマネからなる固有の動物群が生息 する.マルタ島の動物相は,Van der Geer et al. (2010) によって以下のように,完新世の動物相を 除いて (1) 中期更新世の中期と (2) 中期更新世の 後期, (3) 後期更新世の3つに分けられた.

 (1) 中期更新世の中期の動物相は、シチリアの矮小 化したゾウ(Elephas falconeri)と巨大なヤマネ (Leithia melitensis), 2つの大きなヤマネ(Maltamys gollcheri と Maltamys wiedincitensis), マルタカワウソ

(Lutra euxena) とシロトガリネズミ(Crocidura esuae)によって特徴づけられる.マルタ島は、同じ 種の矮小化したゾウ、ヤマネ、トガリネズミが生息し ていたことからシチリア島と陸続きになった.

(2) 中期更新世の後期の動物相は、新たな渡来者
 により形成されたと考えられ、それらは小さなカバ
 (*Hippopotamus melitensis*)と小さなゾウ(*Elephas mnaidriensis*)によって代表される.この時代のシチ
 リアの動物群とマルタの動物群の主な違いは、マルタ
 のカバとゾウのサイズが小さいことと、マルタの動物
 群の固有性の度合いが高いことである.

(3)後期更新世の動物相は、固有の短い手足のシカ
 (*Cervus* sp.)とアナホリハタネズミ(*Microtus* (*Pitimys*) melitensis)、シロトガリネズミ(*Crocidura* sp.)による主に構成され、すべてが新たな移住者である.マルタ島の後期更新世の動物相は、固有性の

程度がシチリア島のそれより大きく,全体としての動 物相はシチリア島のそれよりより貧しい.

サルデーニャ島とコルシカ島

サルデーニャ島とコルシカ島は、イタリア半島の西 側のティレニア海にある2つの大きな島である.2つ の島は、水深 100 m の等深線で両者は連続するた め、完新世の初めまでそれらはひとつの島であっ た.そのためサルデーニャ島とコルシカ島の動物相 は、実質的にほぼ同じである.なお、コルシカ島と イタリア半島西岸のエルバ島との間のコルシカ海峡 は、幅約 50 km、水深 200 m より深い.コルシカ島 とエルバ島は水深 500 m の等深線で連続する.

サルデーニャ島とコルシカ島は、始新世の間は隣接 する大陸の一部であり、中新世の初めに大陸から隔 離した.後期中新世のメッシニアン塩分危機(Hsü et al., 1977)には、サルデーニャ島とコルシカ島は イタリアのトスカーナ地方の一部になり、トスコーサ ルデーニア古生物地区を形成した。中期鮮新世〜前期 更新世の間に、サルデーニャ島とコルシカ島は再び本 土から離れたが、中期更新世に数度にわたり陸と接 続して新たな動物の要素が渡来した。中期更新世の後 期を最後にイタリア本土から隔離されたと考えられる (Van der Geer et al., 2010).

サルデーニャ島とコルシカ島の動物相は、Van der Geer et al. (2010) により以下のように、(1) 前期~中期始新世、(2)前期中新世、(3)後期中 新世、(4)中期鮮新世~前期更新世、(5)前期更 新世の後期~前期完新世の5つに区分される.ここで は、更新世の動物相を主に焦点をあてるために、

(1) ~ (3) を省略して, (4) から記載する.

(4) 中期鮮新世~前期更新世の動物相は、バランスのとれたものから貧弱なものまで様々であり、ゴーラル様のカブリナ(偶蹄目)(Nesogoral melonii とNesogoral cenisae)、小さなブタ(Sus sondaari)、サル(Macaca majori)、ハイエナ(Chasmaporthetes melei)、小さなウシ(Asoletragus gentry)、同定できないヤギ、イタチ(Pannonictis sp.)と、いくつかの小型の哺乳類によって特徴づけられ、大きなアカネズミ(Apodemus mannu)と小さなノネズミ(Rhagapodemus azzarolii, R. minor)、ヤマネ

(Tyrrhenoglis)、トガリネズミ (Asoriculus aff. gibberodon)、ヨーロッパモグラ (Talpa sp.)、サルデーニャウサギ (Prolagus aff. P. sorbinii)、アナウサギ ('Oryctolagus') などを含む. この動物相は、一般に小さな哺乳類で特徴づけられる. この動物相は、一

般的にゴーラル様のカブリナによって Nesogoral 動 物相と呼ばれ,おそらく中新世末期のメッシニアン期 塩分危機の間に存在した陸橋により移動し,鮮新世 の間のその後の長い時代の隔離の結果形成されたと 考えられている (Van der Geer et al., 2010).

(5)前期更新世の後期~完新世前期の動物相は、イ ヌ科(Cynothertium sp.)、ハタネズミ(Microtus (Tyrrhenicola) sondaari)、オオツノジカ (Megaloceros sp.)、アカハトガリネズミ(Asoriculus similis と Asoriculus corsicanus)とヒト(Homo sapiens)が中心である。サルデーニャ島のオオツノジ カの化石は45万年前と36.7万年前の地層から得ら れている。矮小化したマンモス (Mammuthus lamarmorae)の祖先は中期更新世の後期の間にこの 島に到着したと考えられる。この時代の動物相は、 不均衡で強い固有性をもち、長い時代の隔離を経て この場所での進化を示したと考えられるが、中期更 新世以降からはそれ以前のものと少し異なった動物 相を形成した(Van der Geer et al., 2010).

地中海の中期更新世後期の動物相と形成時期

地中海の島々の更新世の哺乳類相は、それらの多 くで中期更新世の前期と後期以降に大きな変換があ ることを示している.その典型的な例がクレタ島で、 そこでは2つの生物帯が認められていて、それらは、 クレタピグミーマンモスとクロイツバーグの小さなカ バなどで代表される前期更新世〜中期更新世の前期 (*Kritimys* 帯)と、クロイツバーグのゾウとクレタの シカなどで代表される中期更新世の後期〜後期更新 世(*Mus* 帯)である.*Mus* 帯の哺乳類は中期更新世 の後期に渡来して固有化した (Van der Geer et al., 2010).

キプロス島では後期?更新世の矮小化した動物相 があり、それらは中期更新世の後期にこの島に渡来し ていると考えられる (Van der Geer et al., 2010). また、エーゲ海の島々でも、後期更新世のゾウの化 石が発見されていて、 Van der Geer et al. (2010) はキクラデス諸島がおそらく後期更新世の間にひと つの大きな島を形成していたと述べている。

シチリア島とマルタ島では、ピグミーゾウで代表される高い固有化を示す中期更新世の前期~中期の哺乳動物相と中期更新世の後期~後期更新世の前期の 哺乳動物相がある。後者は、シチリア島では、両者 の年代値から中期更新世の後期の 455,000±90,000 年前(Bada et al., 1991)と146,800±28,700年前 (Rhodes, 1996)との間にイタリア本土の種の新た な渡来によって形成されと考えられる、マルタ島の動 物相は、シチリア島に比べてサイズが小さく、島に やってきた種の数が極端に制限されているため、シチ リア島の動物相よりも孤立している.マルタ島の動物 相の構成は、同じ時代でもシチリア島の動物相とは 異なるユニークなものであったと考えられている.シ チリア島は後期更新世にイタリア半島と繋がっていた 可能性がある.

サルデーニャ島とコルシカ島の更新世の動物相は, 中期鮮新世~前期更新世の動物相と,前期更新世の 後期~前期完新世の動物相からなる.中期更新世以 降からはそれ以前のものと少し異なった動物相を形 成し,中期更新世の後期の間に矮小化したマンモス

(*Mammuthus lamarmorae*)の祖先がこの島に到着した (Van der Geer et al., 2010).

このことから、その正確な年代値は得られていない が、地中海の島々の多くで中期更新世の後期のある 時期に、各島嶼への新たな動物が渡来して哺乳動物相 の大きな転換があったことが推定される.

カリフォルニアのチャネル諸島のキツネとマンモス

チャンネル諸島は、太平洋に浮かぶカリフォルニア 州南部の海岸沿い、ロサンゼルスからサンディエゴま で、サンタバーバラ海峡を挟んで8つの島々のグルー プからなっている.この諸島の6つの島には、シマハ イイロギツネ(Urocyon littoralis)と呼ばれるこの諸 島だけにしか生息しない灰色の小さなキツネがい る.

チャネル諸島は北部と南部のグループに分けられ る.北部グループは,幅が約20 kmで水深約 300 m のサンタバーバラ海峡で大陸と隔てられ,東西方向に 並んだ4つの島からなる.それらは東から西にアナガ パ島,サンタクルーズ島,サンタローサ島,サンミゲ ル島からなる.南部グループは,4つの島からなり, 東からサンタカタリナ島,サンクレメンテ島,サンタ バーバラ島,サンニコラス島からなる (図7).

諸島の北部グループでは、現在観察される動植物の うち145種が固有種である.サンタローサ島には、 100種以上の陸鳥、3種の哺乳類(キツネ、スカン ク、ネズミ)、両生類2種、爬虫類3種、そして海鳥や アシカが生息し、この島しか見られない植物の種類 は6種ある(Web site of National Park Service Channel Islands).そして、北部グループのサンタク ルーズ島、サンタローサ島、サンミゲル島のそれぞれ では、矮小化したマンモス(*Mammuthus exilis*)およ びコロンビアマンモス(*M. columbi*)の化石が発掘さ れている(Agenbroad, 1998).



図7 島嶼のキツネとマンモスの分布を示すカリフォ ルニアのチャネル諸島周辺の水深図.細い点線は水 深 100 m を示す.水深 1,000 m より浅い海底は, 中期更新世後期の陸地を示す.海底の地形はNOAA の水深データに基づいている.

シマハイイロギツネ(U. littoralis)は、アメリカ合 衆国からコロンビアにかけて分布するハイイロギツ ネ(U. cinereoargenteus)と類似するが別種とされ、 生息する6つの島でそれぞれ異なった亜種に分けられ ている(Animal Diversity Web Univ. Michigan Mus. Zoology). すなわち、北部グループのサンタク ルーズ島には U. littoralis santacruzae が、サンタロー サ島には U. l. santarosae が、サンミゲル島には U. l. littoralis が生息し、南部グループのサンタカタリナ島 には U. l. catalinae, サンクレメンテ島には U. l. clementae, サンニコラス島には U. l. Dickeyi が生息す る. この諸島の残った2つの島のアナガパ島とサンタ バーバラ島には生息しない. その理由は、これらの島 はギツネが生息する島々に比べてとても小さく、餌 などが不足して生息できなかったと考えられる.

後期更新世〜完新世の北部グループの化石動物相 は、矮小化したマンモス(Mammuthus exilis)、シマハ イイロギツネ(U. littoalis)、ラッコ(Enhydra lutris)、 シロアシマウス(Peromyscus nesodytes と P. anyapahensis)からなる。矮小化したマンモスとは別 に、本土のアメリカマンモス(M. columbi)も産出 し、南部グループのサンニコラス島からは長鼻類の歯 がひとつ産している(Van der Geer et al., 2010).

シマハイイロギツネと矮小化したマンモスがどのよ うにチャネル諸島に生息するようになったかについ て、シマハイイロギツネがアメリカ先住民のペットと して輸送されたという説(Collins、1991)とマンモ スが遊泳して渡った(Johnson, 1978)という説があ る.



図8 島嶼のオオカミの分布を示すフォークランド諸 島周辺の水深図. 細い点線は水深 100 m を示す. 水深 1,000 m より浅い海底は,中期更新世後期の 陸地を示す. 海底の地形はNOAAの水深データに基 づいている.

フォークランド諸島のオオカミ

フォークランド諸島はアルゼンチンのパタゴニアか ら 500 km 離れた南大西洋の海上にあり,東フォー クランド島と西フォークランド島の2つの大きな島と 776の小さな島からなる(図8).フォークランド諸島 は寒冷で,ほとんどが不毛な地であるが,東フォー クランド島の平坦な土地はイギリス人の植民により羊 の牧草地になっている.こんな寒冷な孤島にオオカミ がいた.

フォークランド諸島のフォークランドオオカミ (Dusicyon australis)は、チャールズ・ダーウィンが ビーグル号で1834年にこの諸島を訪れたときには生 存していて、ダーウィンのビーグル号航海記 (Darwin, 1956)にもこのオオカミの記述がある。 フォークランドオオカミは、島に棲むガチョウやペ ンギンのような鳥とアザラシなどの海獣を餌にしてい た.系統学的に、フォークランドオオカミは南アメ リカの化石種である D. Avus と密接な類縁関係にある (Van der Geer et al., 2010).

島嶼の固有動物相の分布と中期更新世後期の陸橋

本稿では、特に更新世以降の世界の島嶼の哺乳動 物相の分布と進化について見てきた。後期更新世以 降、世界の島々に生息していた哺乳類はそれぞれの島 の固有種である。図9 に世界の各島嶼ごとの哺乳動物 相の層序学的分布を示した。

日本列島本州域

日本列島の本州域では,Konishi and Yoshikawa (1999) と Kawamura (2014) により長鼻類の化 石から,43 万年前に中国北部から朝鮮半島を経由し て Paleoloxodon naumanni が渡来したことが明らかに された.このことから,現在に繋がる最も新しい動 物相の渡来は,中期更新世の後期にナウマンゾウの 祖先が渡来した今から43万年前に起こったと考えら れる.この43万年前の海水準が,Shiba (2017a, 2017b) が述べた現在より1,000 m 低い位置にあっ たとすれば,大陸と日本列島の間を繋ぐ陸橋は図1 の水深1,000 m の等深線で表したようになると考え られる.中期更新世後期の陸橋は,その後に海水準 が段階的に上昇して沈水し,本州域は大陸と海で隔て られて,閉じ込められた動物たちが固有種へと進化し たと考えられる.

琉球列島

琉球列島では, Hikita (2002) による陸生爬虫類 相の地域間での比較により,陸橋は最初,大陸から 台湾を経てトカラギャップまで伸びていたが,その 後の更新世には慶良間ギャップで分断されて沖縄/奄 美諸島は本州域と八重山/宮古諸島とは繋がっていな かった.琉球列島では.水深 1,000 m の水深線をた どると沖縄/奄美諸島と台湾/八重山諸島は慶良間 ギャップで分断され, Hikita (2002) が示した更新 世の台湾/八重山諸島陸橋と沖縄/奄美諸島の古陸 の存在がよく説明できる (図2参照).

ワラセア区

ワラセア区のジャワ島やフローレス島、スラウェシ 島、フィリピン諸島において、前期更新世と中期更新 世および後期更新世の動物相は固有である。それら の動物相の最後の変換は中期更新世の後期に起こっ たと考えられる。

Audley-Charles (1981) は、スラウェシ島の周辺 のバンガイ諸島とスラ諸島、セーラム島、ブル島は後 期更新世かまたはそれ以前に広大な陸域(ステゴラ ンド)として露出していて、スラウェシ島の西部は部 分的に露出したマッカサル海峡を通ってボルネオ島に 断続的に連結していたとした。それに対して Van der Geer et al. (2010) は、スラウェシ島の周辺の 海は 1,000 m の深さの海峡になっていて、そのよう な海水準低下は考えられないとした。しかし、水深 1,000 m 以浅の深さの海底がかつての陸地であった とすると、スラウェシ島はスラ諸島からボルネオ島ま で陸続きになる。さらに、フローレス島やフィリビン 諸島も大陸から陸続きとなり、これらの島々の固有 陸生動物の分布が説明できる (図3参照).



図9世界の各島における島嶼哺乳類動物群の層序分布.

地中海

地中海の島嶼,すなわちキプロス島,クレタ島, エーゲ海の島々,シチリア島とマルタ島,サルデー ニャ島とコルシカ島では,中期更新世後期~後期更 新世の固有動物相があり,その動物相の形成やそれ 以前の動物相からの変換は中期更新世後期と考えら れる.図5は,地中海の水深 1,000 m 以深を海域に それ以浅を陸域と示した.もし,中期更新世後期に 現在の水深 1,000 m より浅い地域が陸域だったと仮 定すると,これらの島々には大陸から新しい動物相 が移動してきて,その後にまた大陸とは隔離されて島 嶼となり,固有の動物相が形成したと考えられる.

イタリア半島とアフリカのチュニジアを結ぶ海底 は水深 1,000 m 以浅であり,地中海を東と西に分け るように南北に伸びた地形をしている.もし,この海 底がかつて陸地であったならば,Dubey et al. (2007)に示されたシチリア島の更新世の動物相に みられるアフリカ大陸の動物相との類縁関係も説明 できる.

チャネル諸島とフォークランド諸島

チャネル諸島では、アメリカ西海岸のカリフォルニ アからチャネル諸島の水深 1,000 m の等深線をたど ると、チャネル諸島の8つの島はすべてカリフォルニ アから続く陸域となる.もし現在の水深 1,000 m よ り浅い海域がかつて陸上だったとすると、現在のカ リフォルニアの沿岸地域に相当に広い陸域が存在した ことになる(図7参照).おそらく中期更新世の後期 に、現在のカリフォルニアに棲んでいるハイイロギツ ネとシマハイイロギツネの共通祖先は、今よりも広大 なアメリカ大陸西海岸の自然環境の中で生息していた と思われる.

フォークランド諸島は,水深 1,000 m の等深線で 区切ると南アメリカから連続した陸域となる(図8参 照).すなわち,過去のある時期に海水準が現在より も 1,000 m 低かったと仮定すれば,この島は南アメ リカ大陸の一部であり,その後の海水準上昇により 隔離されたために,フォークランドオオカミは島嶼 の固有種として海獣を餌にして生き残ったと考えられ る.

中期更新世後期の陸橋と陸生動物の移動

本稿で記述した日本列島本州域,ワラセア区の島 嶼,地中海の島嶼,チャネル諸島の中期更新世後 期~後期更新世の動物相は,中期更新世後期に形成 され,またそれ以前の動物相から変換したと考えら れる.このことは、中期更新世後期に起こった陸域 の拡大による島嶼と大陸との接続により、本土の動 物が移動したと考えられる.そして、その時期は、日 本列島本州域で中期更新世後期以降の動物相が形成 されたと同じ時期であった可能性がある.

本稿で紹介した中期更新世以降の固有の動物相を もつ島々は,いずれも 1,000 m 以上の等深線でのみ 最寄りの大陸と繋がる.中期更新世末期に現在の水 深 1,000 m に海岸線が存在していたと仮定すると, 本稿で紹介した島々はすべて隣接する大陸の一部と なる.すなわち,中期更新世後期の海水準は現在よ り 1,000 m 低いところに位置し,その後の海水準上 昇により大陸とは海で隔てられた島嶼に中期更新世 後期以降の固有の動物相が形成されたと考えられ る.

海洋の島嶼への動物の移動について, Van der Geer et al. (2010) はじめ多くの研究者,特に生物 学者はゾウやシカの遊泳能力と自然の筏 (Matthew, 1918) によるSweepstake分散 (Simpson, 1965) に よってそれを説明している. Sweepstakeは競馬や宝 くじなどの意味で,すなわち海を越すことの危険は成 功の機会が少ないが,うまく行けば大成功をすると いうことである (Simpson, 1983).

しかし、ゾウやシカ以外にも、草原性のネズミや 樹上性のサルなど島の固有種はたくさんいる.加え て、動物の移動は大陸から島嶼への一方通行に限ら れる.世界の島々の動物相の層序分布を見ると、多 くの島々ではほぼ中期更新世末期から新しい動物相 が形成されていることがわかる(図9参照).これらの 結果は、島嶼への陸上動物の移動は、主にその生息 環境の拡大にともなって行われるものであり、島嶼の 動物相の形成または変換は偶然に海を越えて動物が移 動したものでないと考えられる.

Sweepstake 分散のように、数頭のゾウやシカが偶 然に島を渡ったとしても、それらが繁殖してそこに住 み続けることはできないだろう.また、そのような偶 然の出来事が頻繁に起こり、島と大陸の間で動物の 交流が行われていれば、島嶼固有性は形成されないと 考える.

Van der Geer et al. (2010) は、島嶼の動物相が 不均衡と貧困を特徴としており、その特徴から島への 渡来については強いフィルター作用があったとしてい る.しかし、それは島に渡来できる陸橋が形成され た時間が短かったり、その陸橋の自然環境が限られ たものであったことが原因のひとつであろう.さら に、島嶼部で孤立して面積が縮小する中で自然環境の 変化に適応できる種が限られて、新たなニッチの構成 により島嶼部内に固有種が形成されることが原因と なったと考えられる.すなわち,島嶼の固有種の祖先 は、それらの遊泳能力や筏に乗れて、宝くじに当たる ような稀有な確率で偶然に移動できたわけではな く、かつて陸続きであった大陸と島との同一の生息 環境の中を移動してきたものと考える.

中期更新世後期以降に海水準がほぼ 1,000 m 上昇 したということは、一般的に信じがたいことかもし れない、しかし、Shiba (2017a、2017b) で述べた が, 駿河湾周辺の更新統の形成には陸域だけでなく 海底の隆起と海水準の上昇があり, 駿河湾の形成や 大陸斜面の形成(井内ほか 1978)もその時期に起 こっている。更新世における 1,000 m に及ぶ海水準 上昇については,星野(1975,1983)がすでに大陸 斜面の平坦面とそこに分布する三角州の堆積物をも とに、Villafranchian 期に海水準が 1,000 m低く、 その後の Sicilian 期の海進によって海水準が 1,000 m 上昇したという先駆的な研究をしている。星野 (1962, 1975b, 1998)は、世界の海底谷の末端深 度はどこでも 2,000 m の深さにあり、谷底を構成す る最も若い地層は中新世末期であることから、中新 世末期の海面は現在よりも 2,000 m 低く, その後に 現在のレベルまで上昇したと主張した.また, Hoshino (1978) は、地中海の水深 2,000 m の海底 にメッシアン期の蒸発岩が分布していること(Hsü et al, 1977) を、中新世末期で海水準が 2,000 m 下 がっていたためとして、地殻の隆起に伴って海水準が 段階的に上昇したことを示唆している.

もし43万年の間に海水準が 1,000 m 上昇すると, その海水準の平均上昇量は 2.33 mm/year となる. 海水準がそのような値で上昇すると, 1,000 年で 2.33 m も上昇することになるが,陸域も同量かそれ 以上に上昇していると考える.海水準の上昇は,大洋 底や海嶺,海膨などの海底の隆起または海底での火 山活動によって海底が上昇してその上の海水を押し上 げることにより起こる(星野,1983,1991, 1992).その原因は,Hoshino (1998, 2014)で述 べられている上部マントルからのソーレアイト質玄武 岩マグナの上昇と地殻内への迸入による地殻の大規 模な隆起運動と考えられる.そのような地殻の隆起は 海底にとどまらず陸域ではより顕著であり,陸域で は海底の隆起よりもより大きく隆起しているために陸 域は陸域であり続けた.

ある地域での海水準は、その地域での地殻隆起量 から海水準上昇量を引いたものとなる.それが正で あれば海水準に対して隆起となり、負となれば沈降 (沈水)となる.すなわち、中期更新世後期以降の 固有種を有する島嶼は、海水準が 1,000 m 上昇した 期間に陸域ほど隆起しなかったために相対的に沈降し て島嶼となった地域である.そして,そこに生息した 動物たちはその孤立した島嶼に適応しながら進化 し,生き残ることができた貴重な遺存動物たちであ ると同時に,生物の進化と地球の歴史を伝える重要 な存在と考えられる.

謝辞:本稿をまとめるにあたり,海水準上昇と生物 分布の関係について先駆的な研究を行ってこられ,筆 者の生物地理学への興味と研究を導いていただいた 故星野通平博士に感謝する.また,本論文をより良 いものにするために適切なアドバイスをいただいた2 名の査読者の方々にも感謝する.

引用文献

- Agenbroad, L.D. (1998) Pygmy (Dwarf) Mammoths of the Channel Islands of California. Mammoth Site of Hot Spring, SD, Inc., Hot Spring, SD, 27p.
- Aiba, J. and Sekiya, E. (1979) Distribution and characteristics of the Neogene sedimentary basins around the Nansei-Shoto (Ryukyu Islands). Jour. Jap. Assoc. Petrol. Technol., 44, 90-103. (in Japanese with English abstract)
- Animal Diversity Web University of Michigan Museum of Zoology http://animaldiversity.org/accounts/ Urocyon_littoralis/
- Audley-Charles, M.G. (1981) Geological history of the region of Wallace's line. In: Whitmore, T.C. (ed). Wallace's Line and Plate Tectonics, Gloucestershire, Claredon Press, 24-35.
- Bada J.L., Beloluomini, G., Bonfigglio L., Branca, M., Burgio, E. and Delitala, L. (1991) Isoleucine epimerization ages of Quatermary Mammals of Sicily. II Quaternario, 4, 5-11.
- Bertoldi R., Rio D. and Thunell, R. (1989) Pliocene-Pleistocene vegetational and climatic evolution of the southern-central Mediterranean. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 72, 263-275.
- Brown, P., Sutikna, T., Morwood, M.J., Soejono, R.P., Saptomo, E.W. and Awe, D.R. (2004) A new smallbodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia. Nature, 431, 1055-1061.
- Collins, P.W. (1991) Interaction between island foxes (*Urocyon littoralis*) and native Americans on islands off the coast of southern California: II. Ethnographic, Archeological, and Historical Evidence. Ethnobiol, 11, 205-229.
- Croft, D.A., Heaney, L.R., Flynn, J.J. and Bautista, A. (2006) Fossil remains of a new, diminutive Bubalus (Artiodactyla: Bovidae: Bovini) from Cebu Island, Philippines. Jour. Mammology, 87, 1037-1051.
- Daams, R. and De Bruijn, H. (1995) A classification of the Gliridae (Rodentia) on the basis of dental morphology. Hystrix, 6 (1- 2), 3-5.
- Darwin, C. (1956) The Voyage of the Beagle. v. I, Uchiyama, K. translated, Shinchyo-shya, Tokyo, 363p. (in Japanese)

- Dermitzakis, M.D. and Sondaar, P.Y. (1978) The importance of fossil mammals in reconstruction paleogeography with special reference to the Pleistocene Aegean Archipelago. Annales Géologiques des Pays Helléniques, 46, 808-840.
- Dermitzakis, M.D. and De Vos, J. (1987) Faunal succession and the evolution of mammals in Crete during the Pleistocene. Neues Jahrbuch Geologische und Paläontologische Abhandlungen, 173, 377-408.
- De Vos, J., Sartono, S., Hardja-Sasmita, H.S. and Sondaar, P.Y. (1982) The fauna from Trinil, type locality of Homo erectus; a reinterpretation. Geologie en mijnbouw, 61, 207-211.
- Dubey, S., Koyassua, K., Parapanoca, R., Ribic, M., Hutterere, R. and Vogela, P. (2007) Molecular phylogenetic reveals Messinian Pliocene, and Pleistocene colonization of islands by North Africa shrews. Molecular Phylogenetics and Evolution, 47, 877-882.
- Hikita, T. (2002) Evolution of Reptiles. Tokyo Univ. Press, Tokyo, 234p. (in Japanese)
- Hoshino, M. (1962) The Pacific Ocean. Assoc. Geol. Collab. Japan, Tokyo, 136p. (In Japanese)
- Hoshino, M. (1975a) Three transgression during the Quaternary orogenic period. Chikyu-Kagaku (Earth Science), 29, 92-99. (in Japanese with English abstract)
- Hoshino, M. (1975b) Eustasy in Relation to Orogenic Stage, Tokai Univ. Press, Tokyo, 397p.
- Hoshino, M. (1978) Was there the high Gibraltar sill in the Messinian stage? La mer, 16, 111-123.
- Hoshino, M. (1983) Marine Geology. Accoc. Geol. Collab. Japan, Tokyo, 373 p. (in Japanese)
- Hoshino, M. (1991) The Basaltic Stage Basic Concepts of Geological Science. Tokai Univ. Press, Tokyo, 456 p. (in Japanese with English abstract)
- Hoshino, M. (1992) The Way the Poisonous Snakes Came. Tokai Univ. Press, Tokyo, 150 p. (in Japanese)
- Hoshino, M. (1998) The Expanding Earth, Evidence, Causes and Effects. E. G. Service Press, Sapporo, 295p.
- Hoshino, M. (2014) The History of Micro-Expanding Earth–History of the Earth from viewpoint of Sea level Rise–. E. G. Service Press, Sapporo, 234p.
- Hsü, K.J., Moutadertet, L., Bernoulli, D., Cita, M. B., Erickson, A., Carrison, R.E., Kide, R.B., Meliers, F. Muller, C. and Wr ight, R. (1977) History of the Mediterranean salinity crisis. Nature, 267. 399-403.
- Huxley, T. (1868) On the classification and distribution of the llectormorphae and Heteromorphae. Proc. Zool. Society London, 294-319.
- Inouchi, Y., Okuda, Y. and Yoshida, F. (1978) On the age of formation of upper continental slope configuration in the south of the Kii Straits. Jap. Jour. Geol., 84, 91-93. (in Japanese)
- Johnson, D.L. (1978) The origin of Island mammoths and the quaternary land bridge history of the Northern Channel Islands, California. Quaternary Research, 10, 204-225.
- Kamei, T., Taruno, H. and Kawamura, Y. (1988) Implication of Mammal Fauna for the Quaternary

Geohistory of the Japanese Islands. The Quaternary Research, 26, 293-303. (in Japanese with English abstract)

- Kawamura, Y. (1998) Immigration of Mammals into the Japanese Islands during the Quaternary. The Quaternary Research, 37, 251-257. (in Japanese with English abstract)
- Kawamura, Y. (2014) Research on Quaternary mammal faunas in Japanese and adjacent East Asians: A review of my research. The Quaternary Research, 53, 119-142. (in Japanese with English abstract)
- Kawamura, Y., Kamei, T. and Taruno, H. (1989) Middle and Late Pleistocene Mammalian Faunas in Japan. The Quaternary Research, 28, 317-326. (in Japanese with English abstract)
- Konishi, S. and Yoshikawa, S. (1999) Immigration times of the two proboscidean species, *Stegodon orientalis* and *Paleoloxodon naumann*i, into the Japanese Islands and

the formation of land bridge. Chikyu-Kagaku (Earth Science), 53, 125-134. (in Japanese with English abstract)

- Matthews, W.D. (1918) Affinities and origin of the Antillean mammals. Bull. Geol. Soc. America, 29, 657-666.
- Mol, D., De Vos, J., Van den Bergh, G.D. and Sondaar, P.Y. (1996) The taxonomy and ancestry of the fossil elephants of Crete. Faunal turnover and comparison with proboscideans faunas of Indonesian islands. In Reese D.S. (ed). Pleistocene and Holocene Fauna of Crete and its First Settlers. Monographs in World Archaeology, 28, Prehistory Press, Madison, Wisconsin, 1- 32.
- Morwood, M.J., O'Sullivan, P.B., Aziz, F. and Raza, A. (1998) Fission-Track ages of stone tools on the east Indonesian Island of Flores. Nature, 392, 173-176.
- Nishimura, S., Otofuji, Y., Ikeda T., Abe, E., Yokoyama, T., Kobayashi, Y., Hadiwisatra, S., Sopohaluwaken, J. and Hehuwat, F. (1981) Physiccal geology of the Sumba, Sumbawa and Flores Islands. In: Barber, A.J. and Wiryosujono, S. (eds). The Geology and Tectonics of Eastern Indonesia. Geological Research Development Center Bandung, Special Publication, 2, 105-113.
- NOAA bathymetry data: https://maps.ngdc.noaa.gov/ viewers/bathymetry/
- Rhodes, E.J. (1996) ESR dating of tooth enamel. In: Basile B. and Chilardi S. (eds). Le ossa dei Giganti. Lo scavo paleontologico di Contrada Fusco, Arnaldo Lombardi, Siracusa, 39-44.
- Saegusa, H. (2005) Current issues on the systematics of Japanese fossil proboscideans. Jour. Fossil Research, 38, 78-89. (in Japanese with English abstract)
- Shiba, M. (2017a) Formation of Suruga Bay ? Large-scale uplift and sea level rise -. Tokai Univ. Press, Hiratsuka, 406p. (in Japanese)

- Shiba, M. (2017b) Geology of the island arcs in the northwestern margin of the Pacific Ocean and their formation by a large scale uplift and sea level rise the formation of Suruga Bay. New Concepts in Global Tectonics Journal, 5, 532-548.
- Shiba, M. (2020) Distribution of island endemic animals and sea level rise of 1,000 m since the late Middle Pleistocene. Jour. Fossil Research, 53, 1-17. (in Japanese with English abstract)
- Shiba, M. (2021) Characteristics of crustal uplift since the Pliocene in central Honshu, Japan, and sea level rise. Earth Science (Chikyu Kagaku), 75, 37-55. (in Japanese with English abstract)
- Simpson, G.G. (1965) The Geography of Evolution. Capricorn Book, New York, 249p.
- Simpson, G.G. (1984) Fossils and the History of Life. Scientific American Books Inc., New York, 239p.
- Sondaar, P.Y. (1984) Faunal evolution and the mammalian biostratigraphy of Java. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 69, 210-235.
- Sondaar, P.Y., De Vos, J. and Dermitzkis, M.D. (1986) Late Cenozoic faunal evolution and Palaeogeography of the South Aegean Island arc. Modern Geology, 10, 249-259.
- Suc, J.P., Bertini, A., Combourieau-Nebout, N., Diniz, F., Russo-Ermolli, E., Zeheng, Z., Bessais, E. and Ferrier, J. (1995) Structure of West Mediterranean vegetation and climate since 5.3 Ma. Acta Zoologica Cracoviensia, 38, 3-16.
- Symeonidis, N., Bachmeyer, E. and Zapfe, H. (1973) Entdeckung von Zwergelefanten auf der Insel Rhodos (Ausgrabungen 1973). Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 78, 193-202.
- Theodorou, G.E., Roussiakis, S.I., Athanassiou, A., Giaourtsakis, Z.I. and Panayides, I. (2007) A Late Pleistocene endemic genet (Carnivora, Viverrifae) from Aghia Napa, Cyprus. Proceedings of the 11th International Congress, Athens, May, 2007. Bull. Geol. Soc. Greece, 40, 201-208.
- Van den Bergh, G.D. (1999) The Late Neogene elephantoid-bearing faunas of Indonesia and their palaeozoogeographic implications; a Java, including evidence for early hominid dispersal east of Wallace's line. Scripta Geologica, 117, 1-419.
- Van den Bergh, G.D., De Vos, J. and Sondaar, P.Y. (2001) The late quaternary palaeogeography of mammal evolution in Indonesian Archipelago. Palaeontology, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 171, 385-408.
- Van den Bergh, G.D., Rokus, A.D., Morwood, M. J., Sutikna, T., Jatmiko, P. and Wahyu, S.E, (2008) The youngest *Stegodon* remains in south-east Asia from the Late Pleistocene archaeological site Liang Bua, Flores, Indonesia. Quaternary International, 181, 16-48.

2019年2月22日に記録された M7.5エクアドル地震に関連する宇宙気象と地磁気活動

Space weather and geomagnetic activity related to Ecuadorean M7.5 earthquake recorded on February 22, 2019

Gabriele Cataldi ¹, Daniele Cataldi ¹⁻², Valentino Straser ³

(1) 電波放射プロジェクト (I). ltpaobserverproject@gmail.com

(2) G.ジュリアーニ恒久財団 – Onlus (I). daniele77c@hotmail.it

(3) 科学環境省UPKLブリュッセル (B). valentino.straser@gmail.com

(村山敬真 訳)

要旨

2019年2月22日10時17分23秒(UTC), M7.5の地震がエクアドルで発生した.著者らは,太陽活動と地上の 地磁気活動をリアルタイムで監視することで,エクアドルの地震発生に先立つ(太陽風イオン流束に対する)72 時間前と(地磁気擾乱に対する)48時間前に,太陽風陽子密度の増加と地上地磁気活動の増加を確認した.この ような相関関係は,2011年に著者らによって初めて観測されたものである.現在までのところ,地球規模で記録 されている破壊的な地震現象は,常に太陽風陽子密度の増加が先行している.

キーワード:陽子密度上昇、地震前兆、太陽活動、地磁気活動、地震予知、

2021年3月20日に記録されたマグニチュードM6+ 世界規模の地震活動に関係する太陽活動と地磁気活動

Solar activity and geomagnetic activity related to M6+ global seismic activity recorded on March 20, 2021

Cataldi Gabriele ¹, Daniele Cataldi ¹⁻², Valentino Straser ³

- (1) Radio Emissions Project, Rome, Italy ltpaobserverproject@gmail.com
- (2) Fondazione Permanente G. Giuliani, L'Aquila, Italy daniele77c@gmail.com
- (3) Department of Science and Environment UPKL, Brussels Valentino.straser@gmail.com

(岩本広志 訳)

要旨

2021年3月20日に2つの潜在的な破壊的地震が我々の惑星で記録された:マッコリー島(南太平洋のニュー ジーランドと南極大陸の間に位置)M6.1+地震,協定世界時5時19分31秒深度10km;日本M7.0地震,世界協定 時間9時9分45秒深度54km.これら2つの地震は,太陽風によるプロトン密度の上昇に伴い,G1(NOAAのGス ケール)に達する地磁気擾乱が発生した後に記録された.この種の相関性は,著者らによって2011年に最初に観 察されたもので,2012年1月1日以降,地球規模で記録される潜在的な破壊的地震現象の前には,必ず太陽風に よるプロトン密度の上昇があり,その結果,地球の地磁気活動が乱されることがわかった. キーワード:太陽活動、地球磁場活動、地震前兆、地震予知、プロトン密度上昇

はじめに

2021年3月20日に発生した2つの潜在的な破壊的地 震が我々の惑星で記録された (図1):

- マッコリー島M6.1+地震,協定世界時5時19分 31秒深度10km
- 2) 日本M7.0地震,世界協定時間9時9分45秒深度 54km

著者らが2012年から今日まで行ってきた研究によ り、地球上で記録されている破壊的な可能性のある地 震活動(M6+グローバル地震活動)はすべて、常に 太陽イオン束の増加に先行していることがわかった [4] [5] [7-24], すなわち, 重要な地磁気擾乱を引き起 こす可能性のある太陽風プロトン密度の増加(惑星 間地震前兆条例 ISP) によるものである [1-3] [5] [6] [11] [13-15] [18] [20] [24] (地震地磁気予兆もしくは SGP)、この重要な結果は、破壊的な被害をもたらす 可能性のあるすべての地震イベントについて確認され ている。これは、地震予知を目的とした研究の歴史 の中でもユニークな科学的成果で, 国際的な科学コ ミュニティではまだ広く議論されていない、この論文 では、2021年3月20日に世界規模で記録されたM6+ の地震イベントに関して得られた、この種の相関関係 の結果を紹介する。

データ解析



図1-2021年3月20日に記録されたM6+地震の震源. 出典:USGS.

筆者らは宇宙天気と地磁気活動の状況を常に監視 し,M6+の世界的な地震活動の再開がいつ予想され るかを把握している。2021年3月18日22時46分 (UTC)に DSCOVR 衛星(ラグランジュ軌道L1) が太陽風プロトン密度の増加を検出し始め(図2), 2021年3月20日03時58分(UTC)に最大レベル

(63.47p/cm3)に達した.協定時間04:10には,この密度上昇は急速に減少し,数時間のうちに2つの強い地震イベントが記録された.

- マッコリー島M6.1+地震,協定世界時5時19分 31秒深度10km
- 2) 日本M7.0地震,世界協定時間9時9分45秒深度 54km

図2を見ると,陽子の増加(惑星間地震前兆: ISP)が地磁気の増加(図2,3)を引き起こし,それ が2つのM6+地震現象(地磁気地震前兆:SGP)に先 行していることがわかる.したがって,地震予知の観 点からは,非常に簡単にモニターできる2つの電磁的 性質をもつ現象(一方は他方の結果)に直面してお り,M6+の世界的な地震活動の再開がいつ頃になる



図2-M6+の地震に関連した電磁的な地震の前兆.上 のグラフは,2021年3月18日から21日の間に記録さ れた,太陽風プロトン密度上昇に関連する変動曲線 (黒線)と,地磁気活動(Kp指数;青線)の変動曲 線を示す.黄色の部分は,2021年3月21日に記録さ れた世界的なM6+の地震活動に先立つ地磁気の上昇 (地震地磁気前兆)を示している.太陽風プロトン 密度の上昇は,2021年3月18日の.... UTC(世界標 準時)に始まった太陽風プロトン密度の増加(紫色 の矢印)は,M6+の地震に関連する惑星間地震前兆 (ISP)を表している.出典:USGS, iSWA, Radio Emissions Project.



図3-2021年3月20日に記録されたM6+の地球規模の 地震活動のKp指数.上のグラフは、2021年3月18 日から21日の間に記録されたKp指数の曲線.赤の 破線で示されているように、M6+の世界的な地震活 動の地震の前に、6度に達する地磁気の上昇(G1度 の地磁気嵐;NOAA Gスケール)があったことが明 らかになっています、出典:iSWA.

のかを一定の時間(平均108時間以内)で示すことが できる.この地震予測法は,破壊的な地震の震源地 を特定することはでないが,M6以上の地震活動の再 開が地球規模で起こることを確実にしてくれる.この メカニズムが,2021年1月1日から現在までに発生し たすべての破壊的な可能性のある地震現象に対して観 測されたことを考えると,これは前例のない科学的成 果であり,国際的な科学コミュニティで十分に評価さ れるべきだと著者は考えている.

また、「太陽風から磁気圏を経て電離層へのエネ ルギー伝達の低次元モデル(WINDMI)」の解析か らも興味深いデータが得られた(図4). 図4のグラフ を見ると、2つの地震に先立って、DST 指数と AL 指 数が上昇していることがわる. これらの指数は、太陽 活動によって引き起こされる地磁気の擾乱の実体を示 す指標、すなわち太陽イオンフラックスの指標. これ らのデータは、図2に示すように、2つの地震の前 に、太陽活動(太陽イオンフラックス)と地球の磁 気圏が結合した結果、地球の地磁気が上昇したこと を裏付けている. 実際、2つのM6+地震が、地磁気が G1クラス(NOAA Gスケール)になる直前と直後に 記録されたのは偶然ではない(図3).

図5と図6は、これまでに述べてきたことを裏付け ている.非常に興味深いのは、2021年3月20日に記 録された2つのM6+地震の何時間も前(マッコーリー 島地震の24時間前と日本の地震の28時間前)に、惑 星間磁場(IMF)の摂動(惑星間地震前兆:ISP)が 強調されている.また、今回の地震では、太陽風の速 度がM6+の地震活動と相関して上昇している.本研 究で分析した2つの地震イベントは、日本の地震の8 時間後に太陽イオン束が約 670km/s に達する急激な 上昇の中で記録された.このような相関関係は、



図4-太陽風から磁気圏を経て電離層へのエネル ギー伝達の低次元モデル(WINDMI).写真は, 2021年3月20日に記録されたM6+の世界的な地震 活動の前の数時間における,AL-index(上)と DST-index(下)の変動を示している(地震のタイ ムマーカーは縦の黒線で示されている).DST-Indexは赤道環流による地球の地磁気水平(H)成 分の変動を直接測定するもので,AL-Index (Auroral Lower)は、基準となる観測者が記録 する地磁気H成分の変動の最小値を常に示し、そ こに存在する電離層電流の増加によって生じる地 球規模の西向きオーロラ電離(WEJ)を定量的に 測定するものである.テキサス大学オースティン校 物理学科核融合研究所が開発したモデル.出典: iSWA, USGS, Radio Emissions Project.

2011年に筆者らが初めて観測したもので、太陽イオン束の密度に注目することができた [4] [5] [7-24].

まとめ

著者らが2012年以来行ってきた膨大な作業のた め,結論は当然のことと認められるべきだが,M6+ の地球規模の地震活動は,太陽活動と密接に関係して おり,より正確には,地球の地磁気の重要な摂動を 決定する太陽風プロトン密度の増加と密接に関係して いることを再確認する必要がある.著者らは,すべて のM6+地震イベントが常に太陽風プロトン密度の増 加に先行していることを確認し,これにより,地球上 でいつM6+地震の再活動が期待できるかを確立する ことができた.今回明らかになったことは,あらゆ る面で重要な科学的成果であり,著者らによれば, 今世紀の最も重要な科学的発見の一つに数えられる べきものである.これは,地球上でM6+地震活動が 再開される時期を予測することができるツールとして (平均108時間の予知で)利用できるからである.こ のツールは,著者らが9年以上にわたってテストして きたもので,他の方法とは異なり,常に信頼できる ことが証明されている.



図5-南サンドイッチ諸島地域のM6.0地震と相関の ある太陽風磁場の摂動.上図はL1ラグランジュポ イントの軌道上にある深宇宙気候観測衛星 (DSCOVR)を通して記録された惑星間磁場 (IMF) の変動を示している.3軸 (By, Bx, Bz)で記録され ている.この変動曲線を解析すると,2021年3月 14日にサウスサンドウィッチ諸島地域で発生した M6.0の地震は,2021年3月13日02:30UTC から 06:00UTC 間に記録された大きな強度の惑星間磁 場 (IMF)の摂動に先行されていたことがわかる. 長い黒縦矢印は,2021年3月14日12:05UTC に記 録されたサウスサンドウィッチ諸島地域のM6.0の 地震の時間的なマーカーを表している.出典: iSWA, USGS, Radio Emissions Project.



図6-2021年3月20日に記録されたM6+の世界的な地 震活動と相関のある太陽風速度.このグラフは L1 ラグランジュポイントの軌道上にある深宇宙気候観 測衛星 (DSCOVR) が2021年3月18日から21日の間 に記録した太陽風速度の変動を示している.この変 動曲線を解析すると、M6+の地震の前に太陽風速度 が上昇していたことが理解できる.黒縦矢印は、 2021年3月20日に発生したM6+地震の時間的なマー カーを示している.出典:iSWA、USGS、Radio Emissions Project.

引用文献

- [1] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2013). Variations Of Terrestrial Geomagnetic Activity Correlated To M6+ Global Seismic Activity. EGU (European Geosciences Union) 2013, General Assembly, Seismology Section (SM3.1), Earthquake precursors, bio-anomalies prior to earthquakes and prediction, Geophysical Research Abstracts, Vol. 15. EGU2013-2617, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [2] G. Cataldi, D. Cataldi and V. Straser. (2014). Earth's magnetic field anomalies that precede the M6+ global seismic activity. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, Vol. 16, EGU2014-1068, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH4.3), Electro- magnetic phenomena and connections with seismo-tectonic activity, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [3] D. Cataldi, G. Cataldi and V. Straser. (2014). Variations of the Electromagnetic field that preceded the Peruvian M7.0 earthquake occurred on September 25, 2013. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, Vol. 16, EGU2014-1075, Natural Hazard Section (NH4.3), Electro-magnetic phenomena and connections with seismo-tectonic activity, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [4] T. Rabeh, G. Cataldi, V. Straser. (2014). Possibility of coupling the magnetosphere–ionosphere during the time of earthquakes. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, Vol. 16, EGU2014-1067, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH4.3), Electro- magnetic phenomena and connections with seismo-tectonic activity. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [5] V. Straser, G. Cataldi. (2014). Solar wind proton density increase and geomagnetic background anomalies before strong M6+ earthquakes. Space Research Institute of Moscow, Russian Academy of Sciences, MSS-14. 2014. Moscow, Russia. pp280-286.
- [6] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2015). Radioanomalies: tool for earthquakes and tsunami forecasts. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard - Tsunami, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, Vienna, Austria. Harvard- Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [7] V. Straser, G. Cataldi. (2015). Solar wind ionic variation associated with earthquakes greater than magnitude M6.0. New Concepts in Global Tectonics

Journal, V. 3, No. 2, June 2015, Australia. P.140- 154.

- [8] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind proton density variations that preceded the M6+ earthquakes occurring on a global scale between 17 and 20 April 2014. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard -Tsunami, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-4157-2, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [9] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind ion density variations that preceded the M6+ earthquakes occurring on a global scale between 3 and 15 September 2013. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-4581, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard -Tsunami, Harvard- Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [10] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind proton density variations that preceded the M6,1 earthquake occurred in New Caledonia on November 10, 2014. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-4167, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard - Tsunami, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [11] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2015). Solar wind ionic and geomagnetic variations preceding the Md8.3 Chile Earthquake. New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 3, No. 3, September 2015, Australia. P. 394-399.
- [12] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2016). Solar activity correlated to the M7.0 Japan earthquake occurred on April 15, 2016. New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 4, No. 2, pp202-208, June 2016.
- [13] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2016). Tsunami related to solar and geomagnetic activity. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2016, Natural Hazard Section (NH5.6), Complex modeling of earthquake, landslide, and volcano tsunami sources. Geophysical Research Abstract, Vol. 18, EGU2016-9626, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [14] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). SELF-VLF electromagnetic signals and solar wind proton density variations that preceded the M6.2 Central Italy earthquake on August 24, 2016. International Journal of Modern Research in Electrical and Electronic Engineering, Vol. 1, No. 1, 1-15. DOI: 10.20448/ journal.526/2017.1.1/526.1.1.15.Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics

Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.

- [15] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar and Geomagnetic Activity Variations Correlated to Italian M6+ Earthquakes Occurred in 2016. European Geosciences Union (EGU), General Assembly 2017. Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-3681, 2017. Seismology (SM1.2)/Natural Hazards (NH4.7)/Tectonics & Structural Geology (TS5.5) The 2016 Central Italy Seismic sequence: overview of data analyses and source models. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [16] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar wind proton density increase that preceded Central Italy earthquakes occurred between 26 and 30 October 2016. European Geosciences Union (EGU), General Assembly 2017. Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-3774, 2017. Seismology (SM1.2)/Natural Hazards (NH4.7)/Tectonics & Structural Geology (TS5.5) The 2016 Central Italy Seismic sequence: overview of data analyses and source models. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [17] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2017). Solar and electromagnetic signal before Mexican Earthquake M8.1, September 2017. New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 5, No. 4, December 2017, pp. 600-609.
- [18] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar and Geomagnetic Activity Variations Correlated to Italian M6+ Earthquakes Occurred in 2016. EGU General Assembly 2017. EGU2017-3681, Vol. 19.
- [19] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2019). Solar wind ionic density variations related to M6+ global seismic activity between 2012 and 2018. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2019, Short-term Earthquake Forecast (StEF) and multy-parametric time-Dependent Assessment of Seismic Hazard (t-DASH) (NH4.3/AS4.62/EMRP2.40/ESS11.7/Gi2.13/SM3.9), General Contribution on Earthquakes, Earth Structure, Seismology (SM1.1), Geophysical Research Abstract, Vol. 21, EGU2019- 3067, 2019, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [20] G. Cataldi. (2020). Precursori Sismici Monitoraggio Elettromagnetico. Kindle-Amazon, ISNB: 9798664537970. ASIN Code: B08CPDBGX9.
- [21] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2019). Wolf Number Related To M6+ Global Seismic Activity. New Concepts in Global Tectonics Journal, Volume 7, Number 3, December 2019, pp. 178-186.
- [22] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2020). The Space

Weather Related to the M7+ Seismic Activity Recorded on a Global Scale between 28 January and 25 March 2020. Acta Scientific Agriculture 4.12 (2020): 55-62.

[23] G. Cataldi, V. Straser, D. Cataldi. (2020). Space Weather related to potentially destructive seismic activity recorded on a global scale. New Concepts in Global Tectonics Journal. Vol.8, No.3, pp. 233- 253, December 2020. ISSN 2202-0039.

[24] G. Cataldi. (2021). Radio Emissions Project – A new approach to seismic prediction. Kindle-Amazon, ISNB: 9798709593411.

2021年3月3-4日に記録された世界規模のM6+地震活動に関連した 宇宙気象と地磁気の活動 Gabriele Cataldi¹, Daniele Cataldi¹⁻², Valentino Straser³

- (1) Radio Emissions Projet (1). Itpaobserverproject@gmail.com
- (2) Fndazione Permanente G.Giuliani-Onlus (1). daniele77e@hotmail.it
- (3) Department of Science and Environment UPKL Brussel (B). valentino.straser@gmail.com

(赤松 陽訳)

要旨

2021年3月3-4日に地球上で7個のM6+地震が記録された:1) 2021年3月3日世界時(以下UTC) 10時16分に 記録されたギリシャのM6.3の地震.2) 2021年3月4日UTC13時27分に記録されたニュージーランドのM7.3の地 震.3) 2021年3月4日UTC16時53分に記録されたバヌアツのM6.1の地震.4) 2021年3月4日UTC17時41分に記 録されたケルマデック諸島のM7.4の地震.5) 2021年3月4日UTC19時28分に記録されたニュージーランドの M8.1の地震.6) 2021年3月4日UTC20時25分に記録されたケルマデック諸島のM6.1の地震.7) 2021年3月4日 UTC23時12分に記録されたケルマデック諸島のM6.2の地震.これらの破壊的地震と潜在的に結びついている特 性は、それらが一連の地磁気の摂動(動揺)によって、2021年3月28日世界時00時00分に始まり、2021年3月5日 UTC00時00分に終わった太陽風のプロトン密度の増加の間に記録されたという事実である.

キーワード:プロトン密度の増加、地震の前兆、太陽活動、地磁気の活動、電磁気の前兆、

訳者註:宇宙気象=太陽フレア、太陽プロトン現象、磁気嵐等の太陽活動に関わる現象.

はじめに

7個のM6+地震が2021年3月3日~4日の間に地球上 で記録された(図1):

- 2021年3月3日UTC10時16分に記録されたギリ シャのM6.3の地震(深度=10km).
- 2) 2021年3月4日UTC13時27分に記録されたニュー ジーランドのM7.3の地震(深度=20.8km).
- 3) 2021年3月4日UTC16時53分に記録されたバヌア ツのM6.1の地震(深度=172.1km).
- 4) 2021年3月4日UTC17時41分に記録されたケルマ デック諸島のM7.4の地震(深度=55.6km).

- 5) 2021年3月4日UTC19時28分に記録されたニュー ジーランドのM8.1の地震(深度=19.4km).
- 6) 2021年3月4日UTC20時25分に記録されたケルマ デック諸島のM6.1の地震(深度=10km).
- 7) 2021年3月4日UTC23時12分に記録されたケルマ デック諸島のM6.2の地震(深度=10km).

7個の地震のうち6つは、2021年3月4日に記録され が、ただ1つは2021年3月3日に記録された.それは 過去10年以上にわたって起こったことが知られてい る前例としてはきわめて数少ない破壊地震の集中であ る.著者らは、この論文でこれら7個の潜在的破壊地 震が、太陽風のプロトン密度の増加と地球の地磁気 の活動における2つの増加に続いて起こったことを紹



図1-2021年3月3日~4日の間に記録されたM6+地 震の震央.上図は、2021年3月3~4日間に記録され たM6+地震の震央の地図を示している.出典: USGS,Radio Emissions Project.

介した相関関係の研究結果を紹介する. このタイプの 相関関係は, 2011年以来, 著者らによって観測され てきた [I-24].

データ分析

この研究は、地球で記録される潜在的破壊地震の 活動が、常に地球の地磁気活動の増加を規定する太 陽活動の活発化によって先行されることを証明するの に役だった[I-24].この傾向を確認するために、 著者らは、2021年3月3日~4日の間に記録された7個 のM6+地震に先行する時間と期間における太陽イオ ンの流量の特徴を分析した:この分析結果は図2で 見ることができる.

DSCOVR衛星(ラグランジュ軌道 L1)のデータに よると、2021年2月28日00:00(UTC)に太陽風プロ トン密度の上昇が始まり、5日後の2021年3月5日 00:00(UTC)に終了した.この間、いくつかの変動 があった(図2).

- 2021年2月28日UTC22時23分にプロトン流は、 最初の強度ピーク (32.27p/cm³) に達した;
- 2. 2021年3月1日UTC01時24分にプロトン流は,最初の強度ピーク(37.23p/cm3)に達した;
- 3. 2021年3月2日UTC06時47分にプロトン流は,最初の強度ピーク(23.84p/cm3)に達した.

一方,地磁気の観点からは,米国海洋大気庁 (NOAA)のデータにより,2021年2月28日から3月 5日にかけて記録された一般的なプロトンの増加に重 なるかたちで、地上の地磁気活動の増加が2回観測さ れた(図2):

- 1. 1番目は、2021年3月1日UTC04時30分にKp指標の6 (G2クラスの磁気嵐) に達し、最大の陽子増加ピークの数時間後に記録された(3つの増加の2番目;2021年3月1日UTC01時24分);
- 2番目は、2021年3月2日UTC19時30分と2021年 3月3日UTC07時30分の間にKp指標の5 (G1クラ スの地磁気嵐) に達し、3番目のプロトン増加後 12時間以降に記録された。



図2-2021年3月3-4日の間に記録されたM6+地震 に関係した太陽系内および地磁気の地震前兆。上の グラフは、グローバルなスケールおよび太陽と地磁 気の活動に記録される潜在的破壊地震の間で存在す る古典的な相互関係を示している. グラフ上部 (赤 色曲線;太陽活動の増加を表示)は、2021年2月28 日と2021年3月5日の間に記録された太陽風の速度 の変化を表している. グラフの下部は、太陽風のプ ロトン密度の増加の変化 (黒色曲線; 2021年2月28 日UTC00時00分以降の太陽活動を表示) と Kp 指 標 (Kp Index) の変化 (青色曲線;地磁気の活動を 表示)を強調表示している. 垂直の黒矢印は, 太陽 (活動)と地磁気(活動)の増加に関連した潜在的破 壊地震の時刻を表している。地磁気活動の増加は, 黄色とオレンジ色によって強調されている。後者 は, Kp に対応する, G2 および G1級 (NOAA Gス ケール)の磁気嵐が地球上で記録された時間枠を表 している。インデックス 5,6 出典: iSWA, USGS, Radio Emissions Project.

G1クラスの2回目の地磁気の増加直後に、本研究で 分析した7つの破壊的な可能性のある地震群(シーケ ンス)が始まった.この2つの強い地磁気の増加は、 一連の太陽風プロトン密度の増加(二次的)に重なっ ており、太陽活動に関連した典型的な地球地震の誘 因パターンとなっている [5] [7-12] [14-24].太陽風 プロトン密度の増加は、M6+の地球地震活動に関連 する電磁的性質をもつ現象であるため、著者らは 「惑星間地震前兆」(ISP)と分類している;同様 に、一つ以上の ISP の結果として生じる地磁気の増 加についても、著者らはこれらの地磁気擾乱を「地 震地磁気前兆」(SGP)と分類している.この分類の 最初の草案は、2012年に著者らによって作成された [1].

結論

2021年3月3~4日の間に記録されたM6+地震群 は,著者らが2010年から2011年にかけて初めて観測 した太陽的性質を持つ一連の電磁現象(ISP),および その後に観測された地磁気的性質を持つ電磁現象 (SGP)と相関していた.本研究では,相関研究のご く一部のデータ(現在も進行中)のみを紹介し,地 球規模で発生しているすべてのM6+地震現象を太陽 風プロトン密度上昇の変動と相関させることができ たとしている.このような分析を行うことで,将来的 には,太陽活動のモニタリング(およびそれが地球の 地磁気に与える影響)と環境電磁場のモニタリングの みに基づいた地震予測手法を構築することが可能に なるだろう [20][24].

文献

- [1] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2013). Variations Of Terrestrial Geomagnetic Activity Correlated To M6+ Global Seismic Activity. EGU (European Geosciences Union) 2013, General Assembly, Seismology Section (SM3.1), Earthquake precursors, bio-anomalies prior to earthquakes and prediction, Geophysical Research Abstracts, Vol. 15. EGU2013-2617, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [2] G. Cataldi, D. Cataldi and V. Straser. (2014). Earth's magnetic field anomalies that precede the M6+ global seismic activity. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, Vol. 16, EGU2014-1068, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH4.3), Electro- magnetic phenomena and connections with seismo-tectonic activity, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [3] D. Cataldi, G. Cataldi and V. Straser. (2014). Variations

of the Electromagnetic field that preceded the Peruvian M7.0 earthquake occurred on September 25, 2013. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, Vol. 16, EGU2014-1075, Natural Hazard Section (NH4.3), Electro-magnetic phenomena and connections with seismo-tectonic activity, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.

- [4] T. Rabeh, G. Cataldi, V. Straser. (2014). Possibility of coupling the magnetosphere–ionosphere during the time of earthquakes. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, Vol. 16, EGU2014-1067, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH4.3), Electro- magnetic phenomena and connections with seismo-tectonic activity. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [5] V. Straser, G. Cataldi. (2014). Solar wind proton density increase and geomagnetic background anomalies before strong M6+ earthquakes. Space Research Institute of Moscow, Russian Academy of Sciences, MSS-14. 2014. Moscow, Russia. pp280-286.
- [6] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2015). Radioanomalies: tool for earthquakes and tsunami forecasts. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard - Tsunami, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, Vienna, Austria. Harvard- Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [7] V. Straser, G. Cataldi. (2015). Solar wind ionic variation associated with earthquakes greater than magnitude M6.0. New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 3, No. 2, June 2015, Australia. P.140-154.
- [8] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind proton density variations that preceded the M6+ earthquakes occurring on a global scale between 17 and 20 April 2014. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard -Tsunami, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-4157-2, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [9] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind ion density variations that preceded the M6+ earthquakes occurring on a global scale between 3 and 15 September 2013. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-4581, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard -Tsunami, Harvard- Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [10] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind proton density variations that preceded the M6,1 earthquake occurred in New Caledonia on November 10, 2014. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-4167, Vienna, Austria. Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard - Tsunami,

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.

- [11] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2015). Solar wind ionic and geomagnetic variations preceding the Md8.3 Chile Earthquake. New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 3, No. 3, September 2015, Australia. P. 394-399.
- [12] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2016). Solar activity correlated to the M7.0 Japan earthquake occurred on April 15, 2016. New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 4, No. 2, pp202-208, June 2016.
- [13] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2016). Tsunami related to solar and geomagnetic activity. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2016, Natural Hazard Section (NH5.6), Complex modeling of earthquake, landslide, and volcano tsunami sources. Geophysical Research Abstract, Vol. 18, EGU2016-9626, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [14] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). SELF-VLF electromagnetic signals and solar wind proton density variations that preceded the M6.2 Central Italy earthquake on August 24, 2016. International Journal of Modern Research in Electrical and Electronic Engineering, Vol. 1, No. 1, 1-15. DOI: 10.20448/ journal.526/2017.1.1/526.1.1.15.Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [15] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar and Geomagnetic Activity Variations Correlated to Italian M6+ Earthquakes Occurred in 2016. European Geosciences Union (EGU), General Assembly 2017. Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-3681, 2017. Seismology (SM1.2)/Natural Hazards (NH4.7)/Tectonics & Structural Geology (TS5.5) The 2016 Central Italy Seismic sequence: overview of data analyses and source models. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [16] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar wind proton density increase that preceded Central Italy earthquakes occurred between 26 and 30 October 2016. European Geosciences Union (EGU), General Assembly 2017. Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-3774, 2017. Seismology (SM1.2)/Natural Hazards (NH4.7)/Tectonics & Structural Geology

(TS5.5) The 2016 Central Italy Seismic sequence: overview of data analyses and source models. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.

- [17] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2017). Solar and electromagnetic signal before Mexican Earthquake M8.1, September 2017. New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 5, No. 4, December 2017, pp. 600-609.
- [18] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar and Geomagnetic Activity Variations Correlated to Italian M6+Earthquakes Occurred in 2016. EGU General Assembly 2017. EGU2017-3681, Vol. 19.
- [19] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2019). Solar wind ionic density variations related to M6+ global seismic activity between 2012 and 2018. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2019, Short-term Earthquake Forecast (StEF) and multy-parametric time-Dependent Assessment of Seismic Hazard (t-DASH) (NH4.3/AS4.62/EMRP2.40/ESS11.7/Gi2.13/SM3.9), General Contribution on Earthquakes, Earth Structure, Seismology (SM1.1), Geophysical Research Abstract, Vol. 21, EGU2019- 3067, 2019, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [20] G. Cataldi. (2020). Precursori Sismici Monitoraggio Elettromagnetico. Kindle-Amazon, ISNB: 9798664537970. ASIN Code: B08CPDBGX9.
- [21] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2019). Wolf Number Related To M6+ Global Seismic Activity. New Concepts in Global Tectonics Journal, Volume 7, Number 3, December 2019, pp. 178-186.
- [22] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2020). The Space Weather Related to the M7+ Seismic Activity Recorded on a Global Scale between 28 January and 25 March 2020. Acta Scientific Agriculture 4.12 (2020): 55-62.
- [23] G. Cataldi, V. Straser, D. Cataldi. (2020). Space Weather related to potentially destructive seismic activity recorded on a global scale. New Concepts in Global Tectonics Journal. Vol.8, No.3, pp. 233- 253, December 2020. ISSN 2202-0039.
- [24] G. Cataldi. (2021). Radio Emissions Project A new approach to seismic prediction. Kindle-Amazon, ISNB: 9798709593411.

2021年3月14日に記録された M6.0 サンドイッチ諸島南部地域の 地震に関連した太陽活動と地磁気活動

Solar activity and geomagnetic activity related to M6.0 South Sandwich Islands region earthquake recorded on March 14, 2021

Cataldi Gabriele ¹, Daniele Cataldi ², Valentino Straser ³

(1) Radio Emissions Project, Rome, Italy - ltpaobserverproject@gmail.com

(2) Fondazione Permanente G. Giuliani, L'Aquila, Italy – daniele77c@gmail.com

(3) Department of Science and Environment UPKL, Brussels - Valentino.straser@gmail.com

(小泉 潔訳)

要旨

2021年3月14日世界時12時5分13秒, M6.0の地震がサンドイッチ諸島南部地域で記録された. 太陽イオン束 の変化と地球の地磁気活動の解析の結果, M6.0の地震の前に, 太陽風の陽子密度の増加と地球の地磁気の増加 が先行していたことを示した. このような相関関係は, 2011年に著者らが初めて観測したもので, 現在では, 全 地球規模でM6.0以上の地震活動の再来が予想される時期を (平均108.4時間前に) 提供できる新たな地震予知法に 発展させた.

キーワード:太陽活動,地球の地磁気活動,地震前兆現象,地震予知,陽子増加.

2019年3月20日に記録されたバヌアツ地震 M6.3 に関する 宇宙気象および地磁気活動

Space weather and geomagnetic activity related to the Vanuatu M6.3 earthquake recorded on March 20, 2019

Gabriele Cataldi1, Daniele Cataldi1-2, Valentino Straser3

- (1) Radio Emissions Project (I). ltpaobserverproject@gmail.com
- (2) Fondazione Permanente G. Giuliani Onlus (I). daniele77c@hotmail.it
- (3) Department of Science and Environment UPKL Brussel (B) valentino.straser@gmail.com

(久保田喜裕訳)

要旨

2019年3月20日15時23分58秒協定世界時(UTC: universal time coordinated),バヌアツの深さ119kmで M6.3の地震が発生した.太陽活動と地上地磁気活動の解析により,著者らはM6.3バヌアツ地震に先立ち,太陽 活動(太陽風プロトン密度; Interplanetary Seismic Precursor)と地上地磁気活動(Seismic Geomagnetic Precursor)の増大を確認した.このような相関関係は2011年に著者らが初めて観測したもので,これまでのと

1Hz 地震計では記録されなかった 10Hzおよび15Hz付近の地震前兆インパルスの可能性

John Ricken Wright

Emeritus Professor of Chemistry, Southeastern Oklahoma State University, Durant, Oklahoma Email: cotterobservatory403@gmail.com

(久保田喜裕訳)

要旨

リーマン地震計(a Lehman seismometer)からの Mタイムドメイン信号をフーリエ変換(Fourier Transformation)すると、0.5~30Hzの周波数の双極性スペクトル(a bipolar spectrum)が得られ、意図した(1.0Hz)共振信号(resonant signal)と寄生周波数(the parasitic frequencies)が完全に分離される。最も高い周波数の寄生共振は、地震のベースラインに対して+/-15.7Hzに見られ、短周期の地震計チャンネルに相当するほど強いものであった。2017年3月19日に Bardwell KY 付近で発生した顕著な地震電磁(SEM)現象(seismoelectromagnetic event)を通じて、14:25:12 UTC に発生したマグニチュード3.2地震の前後に、15.7Hzチャンネルが ELF アウトバースト(the ELF outbursts)に類似した地震インパルスが強まり、ELF 信号の時間のずれとの関係がいくつか認められたため、密接な相互接続可能性(intimate connectivity)が示唆された。10.1Hzの寄生周波数でも、わずかな地震前兆活動が見られた。15.7Hz地震インパルスは少なくとも地震の28分前に始まり、20.3HzELF アウトバーストは地震の約11分前に始まった。この10.1Hz地震インパルスは、来るべき地震のP波から5分以内に始まった。これらの短周期地震信号は、Bardwell SEM 現象の前にも後にも記録されたことがないため、地震の前兆信号の可能性と考えられる。Bardwell 現象中に記録された独特のストロボ(strobing)もユニークで、以前にもそれ以降にも観測されていない。

キーワード:地震電磁 (SEM) 現象, 短周期地震計, ニューマドリード地震帯, スロー地震, ストロボ, 地震前 兆現象, プレート内地震.

NCGTジャーナルについて

NCGTニュースレター(現在のNCGTジャーナルの前身)は、1996年8月に北京で開催された第30回国際地質 学会議でのシンポジウム "Alternative Theories to Plate Tectonics"での議論から始まった。その名称は、1989 年にワシントンD.C.で開催された第28回国際地質学会議に関連して開催されたシンポジウムの名称に由来してい る。NCGTニュースレターは1996年12月に創刊され、2013年にNCGTジャーナルに名称を変更した。

NCGTジャーナルの目的は以下の通りである:

1. 地質学,地球物理学,太陽惑星物理学,宇宙論,気候学,海洋学,電気宇宙論 (electric universe),その 他,地球の核から大気圏の上部に至るまで,地球上で起こっている物理過程に関連ないしは影響を及ぼしている 分野において,新しいアイデアやアプローチを自由に交流するための国際フォーラムを提供すること.

2. 支配的な地殻モデルの領域に収まらない創造的なアイデアのための組織的な目標を創り出すこと.

3. とくに検閲や差別があった場合には、そのような研究の転載と出版の基礎を構築すること.

投稿要領

原稿,手紙,記事,メモは Microsoft Word 文書,余白,上2.54 cm,下1 インチ,左右1.27 cm, 1/2 イン チで提出すること.フォントは Times New Roman とする. 画像は圧縮されていない png, tiff フォーマットと し, Jpeg は不可とする. PDF は受け付けない.容量は最小が望ましい. 言語は米国英語. ページやセクション の改行は認められない. すべての図表は,個々の画像ファイルとして提出し,テキストに貼り付けないこと.表 は Microsoft Excel のワークシートとして提出.

テキストの編集には Microsoft Word を使用し、テキストや画像の組版には、Microsoft Publisher または Affinity Publisher を使用して誌面のレイアウトを行う. Word はライティング/編集用のワードプロセッサ, Publisher と Affinity Publisher はレイアウトを重視する特定のデスクトップ・パブリッシング・アプリケーション (DTP).