

## 沈み込み帯における火山列と高重力異常の位置関係 Spatial relationship between the volcanic chain and high gravity anomalies in subduction zones

深畑 幸俊<sup>1\*</sup>  
FUKAHATA, Yukitoshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所  
<sup>1</sup>DPRI, Kyoto University

島弧-海溝系の主要な特徴としては、地震分布、地形、重力異常、火山列の4つがまず挙げられる。地形と重力異常は共に海溝で低く島弧で高くなる。島弧における地形および重力異常の高まりは、海洋プレートの沈み込みに伴う力学的相互作用によって理論的に説明することができる (Sato & Matsu'ura, 1993, GJI; Hashimoto et al., 2004, PAGEOPH)。地形は過去の様々な履歴を引きずるため、理論モデルと比較する観測量としては、地形よりもフリーエア重力異常の方が性質が良い。長波長のフリーエア異常は基本的にテクトニクな力による重力平衡からのずれを表していると考えられる。

火山は、大半の島弧で存在し、通常は火山フロントに沿って列状に並ぶ。従って、フリーエア重力異常と火山列の位置関係に基づいて島弧?海溝系を分類するのは極めて自然なことである。重力異常の高まりと火山列は、共に海溝にほぼ平行に走るため、両者の分布は、一列に一致する場合としない場合とに分類できる筈である。そのような考えに基づいて島弧を分類した結果を以前の連合大会でも発表した (深畑, 2008)、両者の位置関係を論じる上で、十分な客観性が担保されていないという問題があった。特に、高重力異常の位置をどのように認定するかが難しかった。そこで、今回は、より客観的かつ定量的に重力異常の高まりの位置を認定することを試みた。その結果、多くの島弧では前回の認定と変わらなかったものの、伸張場にあるいくつかの島弧では高重力異常がブロードに分布し、その位置を特定の場所に定義することが難しいことが分かった。新たに認定した高重力異常の位置に基づき、それと火山列との位置関係を議論し、島弧地形の成因について考察する。

キーワード: 島弧, 沈み込み帯, 重力異常, 火山フロント  
Keywords: island arc, subduction zone, gravity anomaly, volcanic front

## 養老 - 鈴鹿 - 布引山地の隆起・削剥史：アパタイト FT 解析に基づく制約 Uplift and denudation history of the Yoro-Suzuka-Nunobiki Mountains: Constraints from apatite FT thermochronology

末岡 茂<sup>1\*</sup>; 堤 浩之<sup>2</sup>; 田上 高広<sup>2</sup>; 長谷部 徳子<sup>3</sup>; 田村 明弘<sup>3</sup>; 荒井 章司<sup>3</sup>; 柴田 健二<sup>1</sup>  
SUEOKA, Shigeru<sup>1\*</sup>; TSUTSUMI, Hiroyuki<sup>2</sup>; TAGAMI, Takahiro<sup>2</sup>; HASEBE, Noriko<sup>3</sup>; TAMURA, Akihiro<sup>3</sup>; ARAI, Shoji<sup>3</sup>  
; SHIBATA, Kenji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 原子力機構, <sup>2</sup> 京都大学, <sup>3</sup> 金沢大学

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Kyoto University, <sup>3</sup>Kanazawa University

養老 - 鈴鹿 - 布引山地は、近畿の逆断層卓越地域（近畿三角帯；Huzita, 1962）と中部の横ずれ断層卓越地域（中部傾動地塊；桑原, 1968）との構造境界上に位置しており、西南日本内帯の第四紀テクトニクス解明の鍵となる地域である。本地域の地下には浅い尾根状のフィリピン海スラブ（伊勢湾 - 湖北スラブ）が沈み込んでおり、これが東進するアムールプレートとの間に一種の衝突帯を形成することにより、構造境界が形成されているという説が提唱されている（三好・石橋, 2008）。養老 - 鈴鹿 - 布引山地の東西では、中新世以降に東海層群と古琵琶湖層群の堆積盆が形成され、それぞれの堆積本の中心が北上してきたことが知られている（例えば、横山, 1995；吉田, 1990）。一方、養老 - 鈴鹿 - 布引山地については、断層活動により大局的には堆積盆地の沈降と対になって隆起したという説（岡田, 2004）と、堆積盆地の形成以降に独立に隆起したという説（太田・竹村, 2004）があるように、形成の過程やメカニズムには未解明の点が多い。

本研究では、アパタイト FT 解析により、養老 - 鈴鹿 - 布引山地の主に南北方向における隆起・削剥史の違いの検出・解明を試みている。2014 年 1 月現在、養老山地 1 地点、鈴鹿山脈 8 地点、布引山地 1 地点の解析がほぼ完了しており、その要点は以下の通りである：1) アパタイト FT 年代は 47~30Ma の値を示す、2) アパタイト FT 年代は鈴鹿山脈中部~南部でもっとも若く、南北双方向に系統的に古くなる、3) アパタイト FT 年代と FT 長に基づいた熱履歴解析の結果、鈴鹿山脈中部~南部では最近数 Ma の急冷が検出されるが、鈴鹿山脈北部、養老山地、布引山地では検出されない、4) 本研究で検出された鈴鹿山脈中部~南部の急冷は、鈴鹿山脈の隆起開始（約 1.3Ma；横山, 1995）以降の削剥を反映していると解釈できる。上記の成果をさらに南方でも検討するために、現在、布引山地 7 地点において追加のアパタイト FT 解析を実施中であり、講演当日にはこれらの結果も踏まえた議論を行う予定である。

キーワード: 養老 - 鈴鹿 - 布引山地, アパタイト FT 法, 削剥, 近畿三角帯東縁

Keywords: Yoro-Suzuka-Nunobiki Mountains, apatite fission-track thermochronology, denudation, eastern margin of the Kinki Triangle

## 褶曲の波長と振幅の自己アフィン性 Self-affinities for Amplitude and Wavelength of Folds

菊地 和平<sup>1\*</sup>; 長濱 裕幸<sup>1</sup>  
KIKUCHI, Kazuhei<sup>1\*</sup>; NAGAHAMA, Hiroyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科地学専攻

<sup>1</sup>Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University

地形は、異なる倍率で見た場合においても、その形状が同じように見えるスケール不変性を持っている。そのような地形に対して Matsushita and Ouchi (1989a, b) は、自己アフィン解析を行った。その結果、地形が方向によって異なったスケーリング指数により定義される自己アフィン性を持つことを報告した (Matsushita and Ouchi 1989a, b)。Kikuchi et al. (2013) は、その自己アフィン性が普遍的に地形・褶曲において存在するかの検証を行うために、Matsushita and Ouchi (1989a, b) の解析の方法を、東北本州弧の地形・褶曲に適用した。この分析により褶曲が、振幅と波長において異なったスケーリング指数により定義される自己アフィン性を持つことを報告している (Kikuchi et al., 2013)。

褶曲に対して Shimamoto (1979) は、次元解析の Buckingham の Pi 定理を適用し、波長と層の厚さの関係を導いている。しかし、Shimamoto (1979) では、Kikuchi et al. (2013) で報告されている褶曲の振幅と波長に対する自己アフィン性が指摘されていない。そこで、褶曲の次元解析において自己アフィン性を導くために、Barenblatt (1979) の Incomplete self-similarity 理論を援用した。この理論を使うことにより従来の褶曲の次元解析で考慮されてこなかったゼロまたは無限大になり考慮されてこなかった量を考慮することができる。その量を考慮した結果、褶曲における波長 ( $a$ ) と振幅 ( $L$ ) の関係を次のように導出した:

$$L^{(1-d)} \propto a.$$

Kikuchi et al. (2013) で得られたハースト指数  $H$  と  $d$  との関係は、次式で表現される。

$$1-d=H.$$

ここでハースト指数  $H$  は、振幅と波長に関するスケール指数の比で、 $d$  は Incomplete self-similarity 理論から得られたべき指数である。この  $d$  が 0 でない ( $H \neq 1$  となる) 場合は、スケールされる方向によってスケーリングの違いがある自己アフィン性であることを意味する。この場合は、方向により褶曲の形成のされ方が違ったものと考えられる。もしこの指数  $d$  が 0 である場合、ハースト指数は、 $H = 1$  でスケールされる方向に違いがない自己相似性であることを意味する。この場合は、方向により褶曲の形成のされ方の違いはなかったと考えられる。褶曲はテクトニックな応力場と重力により形成され、その形成過程が等方的か異方的かの違いにより自己相似性、自己アフィン性が表れると考えられる。

### 参考文献

- Barenblatt, G.I. (1979) *Consultants Bureau*, New York.  
Kikuchi, K., K. Abiko, H. Nagahama, H. Kitazato, and J. Muto (2013) *Acta Geophysica*, **61**, 6, pp. 1642-1658.  
Matsushita, M. and S. Ouchi (1989a) *Physica D*, **38**, 1, pp. 246-251.  
Matsushita, M. and S. Ouchi (1989b) *Journal of the Physical Society of Japan*, **58**, 5, pp. 1489-1492.  
Shimamoto, T. (1974) *Tectonophysics*, **22**, pp. 253-263.

キーワード: 褶曲, 自己アフィン, Buckingham の Pi 定理, Incomplete self-similarity  
Keywords: Fold, Self-affinity, Buckingham's Pi-theorem, Incomplete self-similarity theory

## なぜ箱根山は異形で、房総沖三重会合点で海溝軸が最も西寄りなのか～フィリピン海プレートは(やはり)関東平野の奥深くに～ Reason for strange appearance of Mt. Hakone, and Reason why the Boso Triple Junction has moved to the west most

間瀬 博文<sup>1\*</sup>  
MASE, Hirofumi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 所属なし  
<sup>1</sup> none

(図面を参照のこと)

プレート(以下 P) 収束帯の温度構造が陸地を形成するがその先頭は火山である(2)。上昇するマグマの上で垂れるスラブ(以下 S)は存在できない。マグマは S を地表まで支え上げ突き破る。その際上側の P は共存できず切開され脇へ押し遣られる。富士山はフィリピン海(以下 PHS)P の北端を貫き、陸側 P の切開の先端点で、駿河・相模トラフの起点をなす。(以上(1))一方箱根山・三原山は相模トラフの位置決めをしていると考える。

”東海 S”は富士山の北側まで、に対し”相模 S”は関東の奥深くまで沈み込んでいるように見える(3)。一枚の板として不自然である。GPS が捉えた地殻変動は伊豆半島が西進、に対し伊豆諸島や関東南部は北進成分が大きい(4)。東経 135～140 度では、特に 140 度の断面は太平洋側を北上させる(南北圧縮)力が発生する温度構造の条件を満たすことが分かった。つまり PHSP は”相模 S”側だけが過去に大きく沈み込んで現在の状況になったと考える。

では境界となる亀裂(横ずれ断層)はどこか。箱根山の北側に S の沈み込みを象徴する地震の多発帯がある(5)。その分布状況は、西側の縁をなぞれば緩やかなラインで箱根山・三原山を結ぶことができる(図面赤破線)。多発帯を東西に二分する南北方向の空白ラインは箱根山を通る(図面青破線)。赤破線で滑っていた時期もあったが三原山以南で断層が得られず青破線に移行したと考える。箱根山・伊豆半島東方沖・伊豆諸島の並びはマグマを足掛かりとして亀裂が南方まで伸び易い。”相模 S”の西端は青破線までと考える。

箱根山は伊豆諸島以東の PHSP の西端で沈み込みの起点の意味を持つ。山体の地下数 KM では、長年東半分が P が活発に北進、そして沈み込む。つまり南方から物質が押し寄せ、北方へ物質が吸出される作用が働く。箱根山の外輪山やその内外の地形について西半分は平凡な反面、東半分は個性的である。南部はふっくらと盛り上がり X 字状の溝は圧縮力による断層と思われ、北部は引き摺り出された跡の様な巨大な溝が北方へ延びる(10)。

一方、房総沖三重会合点で海溝軸が最も西寄りなのはなぜか。西進する太平洋 P はその上に載る陸側 P と PHSP を東西方向に圧縮するが南北は伸張作用となる。陸側 P と PHSP の重なり部は、ずれて重なりが浅くなり、太平洋 P に対する上盤は南北に伸びる。その分東西圧縮による海溝軸の西進は容易になる。陸側 P と PHSP そして太平洋 P は東西に窮屈となり褶曲やつぶれが発生する。それでさらに海溝軸が西進し易くなる。普段のストレスは褶曲やつぶれに吸収され巨大地震が発生しても海溝軸は東へ戻りにくい。これが「海溝軸西寄り」の原因である。安定した宮城沖の海溝軸に対し、福島・茨城沖のそれが西へなびいている(6)根本の理由がこれで示された。

参考文献

(1) 間瀬博文(2009)/プレート内の自壊から始まる南海地震が関係する地域のシステム～沈降できないプレートと単独活動できない東海地震～/地震学会 2009 年/P3-64

(2) 間瀬博文(2012)/島弧と海盆を形成し維持する力～なぜ西日本は海盆でないのか～/地球惑星科学連合 2012 年/SCG67-P06

(3) 遠田晋次(2005)/関東直下の新しいプレート構造の提案/図 1/従来のモデル(Noguchi1999)/産総研活断層研究センター/研究成果 2005 年 06 月 10 日

(4) 国土地理院/地殻変動アニメーション 1996 年 4 月～1999 年 12 月鳥瞰図

(5) 気象庁/地震・火山月報(防災編)/平成 13 年 12 月/東海・南関東地域の地震活動/図 5

(6) 間瀬博文(2013)/東北地方太平洋沖地震が茨城県沖の海溝海側斜面でやったこと～海溝軸、瞬間転移か～/地震学会 2013 年/P2-45

(10) ウィキペディア(Wikipedia) 箱根山/箱根山の地形図

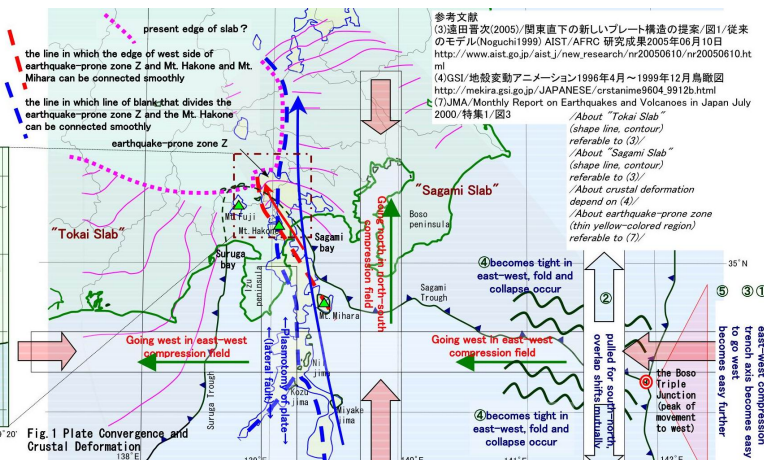
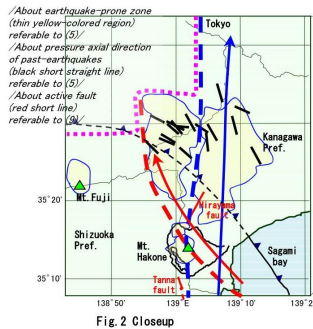


SCG66-P04

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 30 日 18:15-19:30

参考文献  
 (5)JMA/ Monthly Report on Earthquakes and Volcanoes in Japan December 2001/  
 東海・南関東地域の地震活動/図5  
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/gaiko/index.html#monthly>  
 (3)Hot Springs Research Institute of Kanagawa Pref./  
 新相模川の詳細な震源分布に関する研究/図4  
<http://www.onken.odawara.kanagawa.jp/modules/mysection1/rt/emp.php?itemid=9>



参考文献  
 (3)遠田晋次(2005)/関東直下の新しいプレート構造の提案/図1/従来のモデル(Noguchi1999) AIST/AFRC 研究成果2005年06月10日  
[http://www.aist.go.jp/aist/j/new\\_research/nr20050610/nr20050610.html](http://www.aist.go.jp/aist/j/new_research/nr20050610/nr20050610.html)  
 (4)GSI/地震変動アニメーション1996年4月~1999年12月鳥瞰図  
[http://mekira.gsi.go.jp/JAPANESE/crstanime9604\\_9912b.html](http://mekira.gsi.go.jp/JAPANESE/crstanime9604_9912b.html)  
 (7)JMA/ Monthly Report on Earthquakes and Volcanoes in Japan July 2000/特集1/図3

① east-west compression trench axis becomes easy to go west becomes easy/further  
 ② pulled for northeast over the Sagami Trench  
 ③ The Boco Junction Peak of movement  
 ④ becomes tight in east-west, fold and collapse occur  
 ⑤ becomes tight in east-west, fold and collapse occur