

## 島弧-島弧衝突テクトニクスと堆積盆の形成 —南部フォッサマグナを例として—

Tectonics and basin formation in the arc-arc collision zone :  
The example of the South Fossa Magna in central Japan

天野一男\*・マーティンJ. アンドリュール\*・田中館宏橘\*\*

金栗 聡\*\*\*・依田直樹\*\*\*\*・会津 隆\*\*\*\*\*

Kazuo Amano, Andrew J. Martin, Hirokitsu Tanakadate  
Satoshi Kanaguri, Naoki Yoda and Takashi Aizu

**Abstract:** The framework of geological studies on the South Fossa Magna drastically changed after plate boundaries in the South Fossa Magna were proposed by Sugimura (1972). Some geologists then started geological surveys to gain corroborative evidence for the plate tectonics of the South Fossa Magna. These studies became most active during DELP (Dynamics and Evolution of the Lithosphere Project). The hypothesis of multiple collision tectonics of arcs was proposed in this period. At first, this hypothesis was thought of as a "geo-poem", and although many geologists disagreed, much evidence was collected during and after DELP. We review the studies mainly after DELP focused on the sedimentology of trough-fill sediments, the reconstruction of collided ancient volcanic arcs, and the deformation of the Honshu arc to which the paleo-Izu-Bonin arc collided.

**Key words:** *South Fossa Magna, collision tectonics, trough-fill sediment, central Japan, Neogene*

### はじめに

南部フォッサマグナは日本の地質学にとって古典的フィールドであり、日本の地質学の黎明期から研究がなされていた地域である (Naumann, 1885, 1893 など)。ナウマンによる黎明期の研究論文は山ト (1996) により翻訳がなされているので参照されたい。その後、野外調査をもとに詳細な地質図が作成され、構造

発達史に関する実証的論文が発表されてきた (松田, 1958, 1961 による富士川地域の研究など)。この時代は南部フォッサマグナ研究古典期と言える。なお、この時期の研究史の紹介は、本小論の目的でないので別の機会に譲る。

南部フォッサマグナ研究現代史は、プレートテクトニクスの出現とともに始まる。杉村 (1972) は南部フォッサマグナにおいて、はじめてプレート境界の存在を推定した。これが南部フォッサマグナ研究の現代史の幕開けとなった。それ以後、南部フォッサマグナは島弧のテクトニクス研究にとってきわめて重要な地域とされたが、プレートテクトニクスを前提とした本格的野外地質研究は、国際リソスフェア探査開発計画 (DELP) の開始を待たなければならなかった。1980年代に DELP の一貫として南部フォッサマグナが集中的に研究がなされた。この時期にプレートテクトニクスに基づいた南部フォッサマグナの研究は、質的、量的両面で急速に進展し、大きな成果を得た。従来より地質屋銀座といわれ、多くの地質家の訪れた南部

1999年5月17日受付。1999年7月5日受理。

\* 茨城大学理学部地球生命環境科学科  
Department of Environmental Sciences, Ibaraki  
University Bunkyo 2-1-1, Mito 310-8512, Japan

\*\* 川崎地質株式会社  
Kawasaki Geological Engineering Co. Ltd., Mita 2-11-15,  
Minato-Ku, Tokyo 108-8337

\*\*\* 株式会社アイエヌエー  
INA Co. Sekiguchi 1-44-10, Bunkyo-Ku, Tokyo 112-8668

\*\*\*\* パシフィックコンサルタンツ株式会社  
Pacific Consultants Co., Ltd., Sekido 1-7-5, Tama, Tokyo  
206-8550, Japan

\*\*\*\*\* 株式会社日さく  
Nissaku Co., Ltd., Kyobashi 2-4-12, Chuo-Ku, Tokyo 104-  
0031, Japan

フォッサマグナであったが、DELP 進行中は、地球物理、地球化学、地形学、古生物学など様々な分野の研究者が当地を訪れ、活発な学際的議論が行われた。南部フォッサマグナ研究史において、疾風怒涛の時代と言って良いだろう。この期間に、従来の概念にとらわれない新しいアイデアが次々と提案された。DELP を通して得られた成果は、Modern Geology の vol. 14 (1989) と vol. 15 (1991) にまとめられている。

南部フォッサマグナ研究現代史において、いくつかの問題点が提示され、議論されてきた。具体的には次節以下で述べるが、ここでその主要なものについて経緯を簡単に紹介しておきたい。まず第一の問題点は、南部フォッサマグナにおける衝突地塊の認定と衝突時期についてであった。衝突地塊を4つ(楢形山, 御坂, 丹沢, 伊豆)と考える研究者グループと2つ(丹沢, 伊豆)と考えるグループが存在し、議論が戦わされた。後者は御坂地塊は丹沢と一対になっているものと考えていた。この経緯は松田(1989)に詳しく紹介されている。第2の問題点は、衝突時期と関連したトラフ充填堆積物の認定であった。特にトラフ充填堆積物の堆積した時代が問題になった(Soh, 1986; 金栗・天野, 1995など)。また、衝突時のプレートの物質境界と力学境界についての議論がトラフ充填堆積物との関連で議論された。第3の問題点は、衝突してきた地塊の正体についてである。この問題は、現在の伊豆-小笠原弧との比較で論じられた(天野ほか, 1995など)。第四の問題点は、衝突に伴う変形の問題であった。衝突する地塊は、被衝突体に変形を与えうるか否か、衝突後、衝突付加した地塊は再配列をしたのかどうか等議論がなされた(Takahashi and Saito, 1997; 天野・高橋, 1993など)。これらの問題点は、島弧テクトニクス研究にとって本質的なものであるが、必ずしも解答が与えられていない。多くは未解決問題として残されている。

ここで、DELP 以後をふりかえって見よう。DELP が終了すると、水が引くように多くの研究者は南部フォッサマグナから去っていった。その原因は、出るべき仮説がほぼ出尽くして、南部フォッサマグナが研究者の好奇心をそそらなくなったからかもしれない。しかし、南部フォッサマグナで提案された仮説が実証されたかと冷静に考えてみると、あまりにも不十分であることに気づく。上述のように本質的な問題で未解決のものも多い。こんな状況の中でも、現在まで少数の研究者により野外調査等がほそぼそと続けられており、ゆっくりとではあるが研究は着実に進展している。DELP 中に得られた成果の紹介は Modern Geology にゆずることにして、本小論では、Modern Geology であまりふれられていなかった研究や、DELP 以後の研究成果を中心に紹介し、南部フォッサマグナの地質学研究の今後の展望についてもさぐりたい。

## 南部フォッサマグナにおける島弧-島弧多重衝突説

DELP 中に議論された南部フォッサマグナのテクトニクスに関する議論で、最もエキサイティングなものの一つが、「島弧-島弧多重衝突仮説」であった(天野ほか, 1983; Niitsuma and Akiba, 1985; 天野, 1986; Amano, 1991など)。まず、ここで島弧-島弧多重衝突仮説誕生のいきさつを簡単に振り返って見よう。

南部フォッサマグナにおける島弧-島弧衝突説の起源は、杉村(1972)に求めることが出来る。杉村(1972)は、プレートテクトニクスの登場後、時を経ずして日本列島周辺のプレート境界について論じた。その中で、南部フォッサマグナでのプレート境界、すなわちフィリピン海プレートとユーラシアプレートとの境界を神縄断層と考え、そこが本州弧と伊豆-小笠原弧との衝突地域と考えた。杉村(1972)の主張は、先見性を持ったものであったが、当時、その考えに基づいて野外研究がなされることはなかった。プレートの幾何学的分布から推定される可能性の一つとして扱われたのみであった。

前節でも述べたように、プレートテクトニクスに基づいた南部フォッサマグナの本格的な地質学研究は、DELP の開始を待たなければならなかった。DELP 集会は、1985年6月に第1回が丹沢において実施された。この集会の特徴は、既成の概念にとらわれることなくあらゆる分野の研究者によるブレインストーミングにあった。それ以降1989年11月の全体集会まで、5回の集会が開かれた。それぞれの集会では、その時に問題となっているテーマについて、露頭を前にして討論を行った。討論の対象となったフィールドは、足柄(第1回)、桂川(第2回)、富士川(第3回)、甲府花崗岩体(第4回)、南部フォッサマグナトランセクト(第5回)であった。こんな雰囲気の中から島弧-島弧多重衝突仮説は生まれた。

南部フォッサマグナの地質概略図を Fig. 1 に示す。衝突テクトニクスとの関係で最初に注目されたのは足柄層群であった。足柄層群は、プレート境界と考えられた箱根北方の神縄断層付近に分布している。足柄層群最下部は砂岩・シルト岩よりなり、上位に向かって礫質堆積物が卓越する上方粗粒化のシーケンスを示している(天野ほか, 1986)。Huchon and Kitazato (1984)は、足柄層群に含まれる微化石を検討し、堆積環境の復元と時代の推定を行った。それによると、足柄層群下部は深海平坦面上での堆積物であり、中部層の堆積時に、水深は600mから200mへと変化したことが分かった。上部は内湾性堆積物であり、最上部は扇状地性堆積物であることも分かった。時代は初期から中期更新世とされた。時代については古地磁気からもチェックされた(小山・天野, 1984)。以上をまとめ

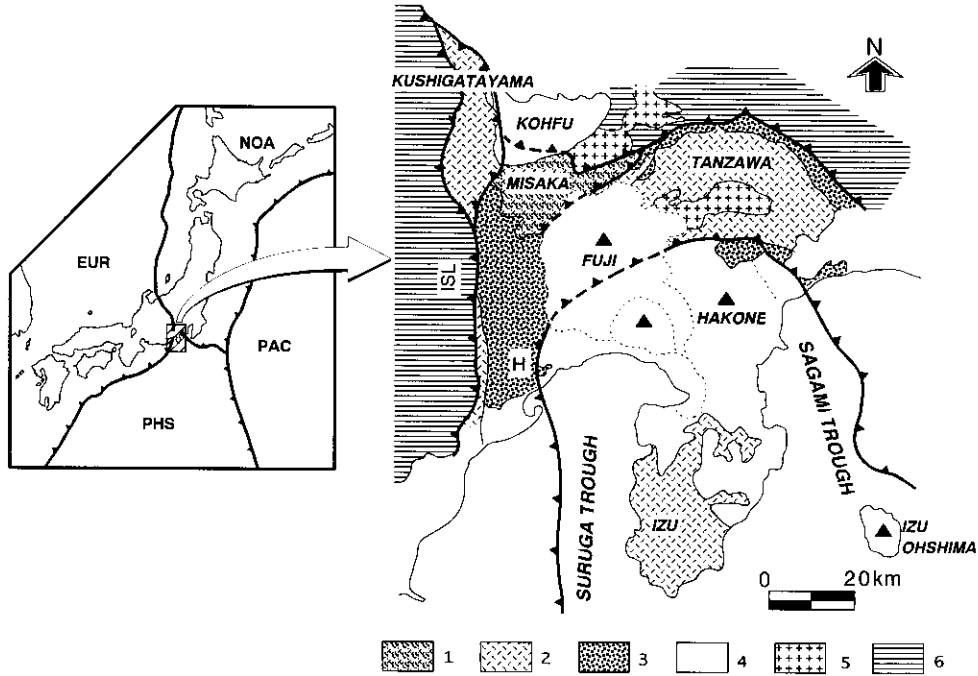


Fig. 1 Geological outline of the South Fossa Magna. 1: accreted back-arc rift, 2: accreted palco-volcanic arc, 3: trough-fill sediments, 4: Quaternary volcano, 5: Tertiary granitoid, 6: pre-Tertiary rocks. ISTL: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, H: Hamaishidake area, PAC: Pacific plate, PHS: Philippine Sea plate, EUR: Eurasian plate, NOA: North American plate.

ると、足柄層群は上方粗粒化、上方浅海化を示す下部から中部更新統ということになる。これをフィリピン海プレートの沈み込みに伴う伊豆半島の衝突テクトニクスという文脈で解釈すると、伊豆地塊衝突前にその前面に存在していた駿河トラフと相模トラフをつなぐ占トラフを埋めた堆積物が足柄層群ということになる。足柄層群の中部から上部に発達する陸源性粗粒堆積物の組成は、丹沢層群起源の火山岩・火山砕屑岩類から花崗岩類へと変化し、伊豆地塊の衝突付加により後背地の丹沢山地が隆起したことを示唆しているものと解釈された。なお、伊豆半島を構成する大部分の岩石は箱根などの第四紀火山噴出物を除くと、大部分が水中火山起源であり、伊豆地塊はかつて占伊豆-小笠原弧に属していた海底火山と考えられた。衝突時期は1 Ma 前後とされた。

南部フォッサマグナにおける火山岩や火山砕屑岩類を主体とし陸源性堆積物を含まない伊豆地塊のような岩体と、足柄層群のようなトラフ充填堆積物の検討の結果、島弧-島弧多重衝突仮説が提案された(天野, 1986 など)。ここでもう一度 Fig. 1 を見てみよう。南部フォッサマグナ全体を見渡してみると、第四紀火山噴出物を除くとおおむね2種類の地層群が分布していることが分かる。一つが足柄層群に類似の陸源性砕屑岩類主体の地層群であり、他の一つが伊豆半島を構成している地層群類似の水中火山岩ないしは火山砕屑岩類主体の地層群である。前者をトラフ充填堆積物、後者を衝突付加した古火山弧と仮定し、伊豆地塊の衝突

にともなう足柄層群の堆積というモデルがそれらに対しても成り立つものとする、伊豆地塊衝突以前にも丹沢地塊・御坂地塊・楡形山地塊の衝突があったことが推定できる。トラフ充填堆積物の地質年代からそれぞれの地塊の衝突時期が推定された(Fig. 2)。それによると最も古い衝突は楡形山地塊の衝突(12 Ma)で、それに続いて御坂地塊の衝突、丹沢地塊の衝突が起こったことになる。このような島弧-島弧多重衝突仮説は、あまりにも単純で大胆であったため、丹沢地塊の衝突以外は、かならずしも多くの研究者の同意は得られなかった(松田, 1989 など)。ただし、Koyama (1991) は、楡形山亜層群・桃の木亜層群の地質学的研究をもとに、楡形山地塊の衝突を支持していたし、Soh (1986) は楡形山地塊の衝突を主張していた。彼ら2人は、数少ない支持者であった。御坂地塊の衝突については、まったく支持者がいなかった。御坂地塊の衝突に対応するトラフ充填堆積物が明確に認められないこと、御坂地塊の地質の実態が良く分かっていなかったことなどが不支持の理由であった。いずれにしても、足柄層群の堆積と伊豆地塊の衝突との関係の単純なアナロジーで南部フォッサマグナ全体の話を進めるのは、それ以上は無理であった。トラフ充填堆積物の堆積学的な研究や衝突付加した火山性島弧の復元といった地道な研究が必要な時期になっていたのである。

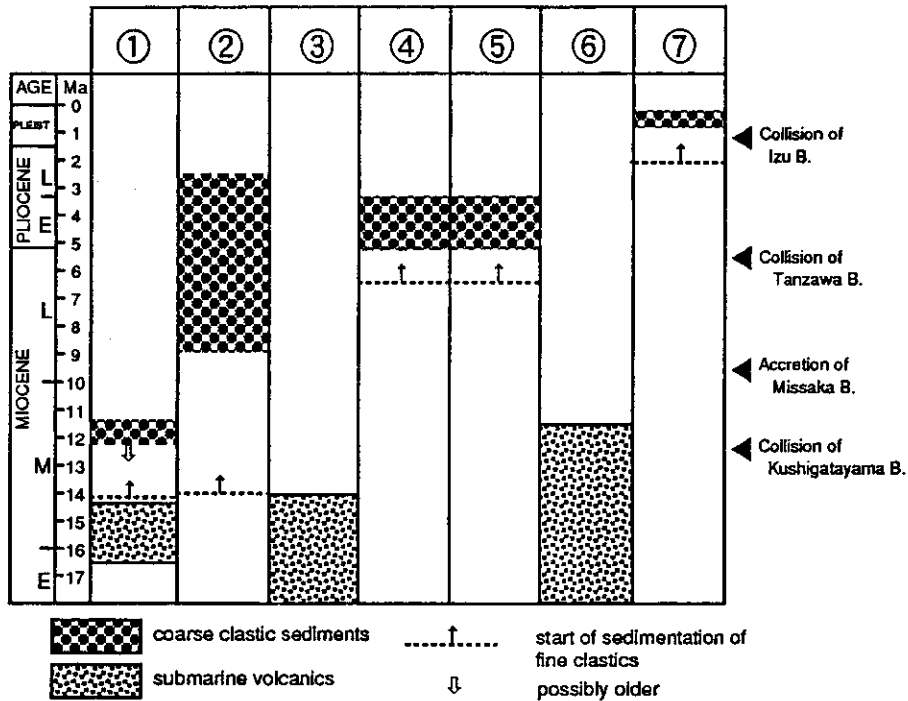


Fig. 2 Schematic columnar sections of the Tertiary and the Quaternary in the South Fossa Magna (Amano and Kanaguri, 1996). 1: Kushigatayama area, 2: Fujikawa area, 3: Misaka area, 4: Nishikatsura area, 5: North-eastern Tanzawa area, 6: Tanzawa area, 7: Ashigara area.

### 島弧-島弧衝突によって形成される堆積盆 (トラフ充填堆積物の堆積学的研究)

堆積物の解析から衝突テクトニクスにせまるためには、トラフ充填堆積物の堆積相解析を行うことが必要である。南部フォッサマグナに分布するトラフ充填堆積物の一部については、衝突仮説が議論されている最初の段階で、堆積学的研究がなされていた。

Ito (1985) は、足柄層群の堆積相解析を行い、足柄層群の堆積環境が下位より深海平坦面→下部海底扇状地→海底火山→中部～上部海底扇状地→臨海扇状地へと変化していることを明らかにした。この結果は、Huchon and Kitazato (1984) や天野ほか (1986) の化石からの堆積環境の復元結果とも矛盾しない。その後、Ito (1987) は、丹沢山地北方に分布するトラフ充填堆積物の堆積相解析を行い、足柄層群と同様の堆積環境の変遷を明らかにした。

富士川流域に分布する富士川層群の最初の堆積学的研究は、徐 (1985) や Soh (1986) によってなされた。それによると中新世後期～鮮新世前期とされる富士川層群身延累層中に含まれる粗粒堆積物は、再堆積性礫岩や含礫砂岩などからなり、海底チャネル充填堆積物とされた。その海底チャネルの最上流部は、西桂地域北部の関東山地付近に想定され、そこから身延地域を経て富士川南部の方沢地域に連続していたものと考えられた。しかし、この時点までに、西桂地域や富士川地域についての年代に関する研究は断片的にはあった

ものの、総合的な検討はなされていない。とりわけトラフ充填堆積物については、化石の産出が少ないこともあって、年代論的研究は遅れていた。ここで、年代論を加味した堆積学的検討が必要となった。

岡田 (1987) は、南部フォッサマグナに分布する海成層について石灰質ナンノ化石による年代を整理した。また、尾田ほか (1987) は南部フォッサマグナの飯富地域に分布する西八代層群、静川層群の年代を、浮遊性有効虫化石群集にもとづいて求めた。これらの研究により、年代論の全体的枠組ができた。金栗・天野 (1995) は、富士川地域南部に分布するトラフ充填堆積物を対象として、ナンノ化石により地質年代を決定し、全体的な年代論の枠組みの中に位置づけを行った。その年代は石灰質ナンノ化石帯の NN 11 に相当し、年代でいうと 7～5 Ma となる。これは、丹沢山地北方に分布するトラフ充填堆積物の年代から推定した丹沢地塊の衝突の時期とほぼ一致している。これは、富士川層群の中に丹沢地塊の衝突に関連した粗粒堆積物が存在している可能性を示している。

その後、ナンノ化石によって年代が決定された堆積物について、堆積相解析を行い、トラフ充填堆積物の特徴を明らかにすることが出来た (Amano and Kanaguri, 1996)。Fig. 3 に富士川地域南部浜石岳地域の堆積相分布を示す。浜石岳地域に分布するトラフ充填堆積物は大きく分けると 2 種類からなっている。一つは礫質堆積物からなる地層群であり、他の一つは細粒堆積物を主体とした地層群である。前者は、下位より

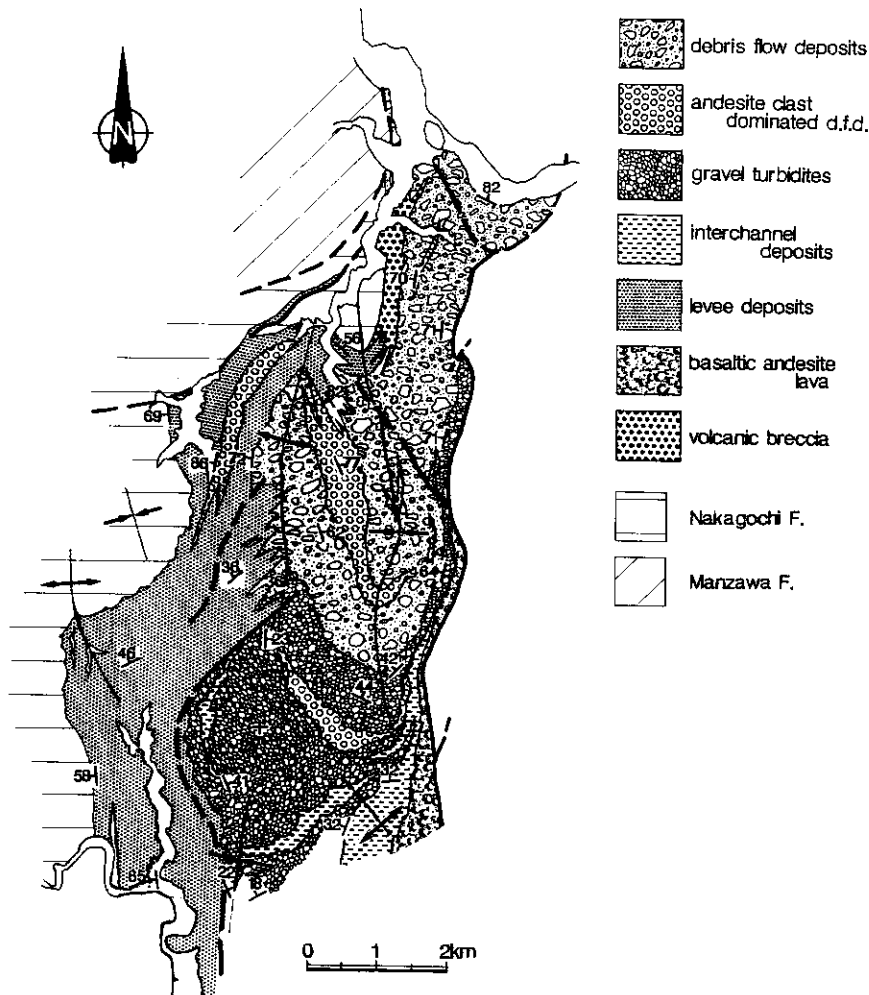


Fig. 3 Facies distribution in the Hamaishi-dake area.

礫質タービダイト、デブリフロー堆積物の順に重なり、明瞭な上方粗粒化のシーケンスを示している。しかし、細かくみるとその上方粗粒化のシーケンスは、上方細流化を示すより小さなシーケンスの集合体であることが分かる。礫種は、花崗岩類が30~70%と最も多く、火山岩類がそれにつき、チャート・頁岩・砂岩等を伴っている。これらの礫は、甲府盆地周辺の花崗岩類、西八代層群あるいは丹沢層群、関東山地起源と推定される。細粒堆積物は主として細粒タービダイトからなり、礫質堆積物とは同時異相の関係にある。これは自然堤防を形成していたものと判断された。底生有孔虫化石により占水深を求めたところ約3,000 mであった。これら浜石岳地域の研究結果に富士川南部全体の地質を考慮に入れて復元したトラフのモデルをFig. 4に示す。これは供給地から離れた場所のトラフの様子を表しているものと考えられる。足柄層群や西桂地域で復元された堆積環境は、供給地に近い場所のものである。富士川、足柄、西桂それぞれの地域を総合的に考えると、衝突地域におけるトラフ内での堆積環境の全貌が見えてくる。

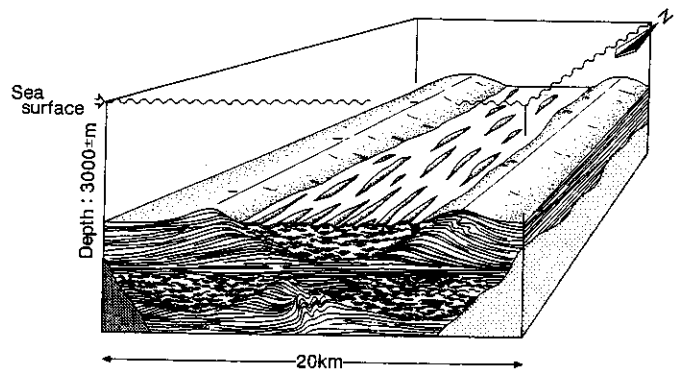


Fig. 4 The model of sedimentation in the paleo-trough in the south-eastern part of the Fujikawa area, based on facies analyses of the trough-fill sediments.

### 衝突した島弧の復元

ここで島弧-島弧多重衝突仮説が全面的には受け入れられなかった理由について、もう一度考えてみたい。前節で述べたように、衝突に伴って形成されるトラフ充填堆積物の堆積学的研究を基礎とした理解は深

まってきた。そして、これは島弧の衝突というテクトニックモデルと比較的矛盾ないように思える。特に、伊豆地塊の衝突に伴う足柄層群や丹沢地塊の衝突に伴う西桂層群・富士川層群については、堆積時代・堆積環境等の復元がなされ、衝突テクトニクスに対して説得力が出てきた。一方、御坂地塊と櫛形山地塊に関しては、衝突地塊とトラフ充填堆積物がうまく対応しない。櫛形山地塊については、桃の木層群がトラフ充填堆積物と考えられているが、堆積学的研究が少ないため、確証が得られていない。その点では、衝突仮説が提唱された初期の研究段階にとどまっている。これらについては、茨城大学によって解析が進められている。御坂地塊に関しては、対応するトラフ充填堆積物が見つからない。これが、櫛形山地塊と御坂地塊の衝突への賛同者が少ない理由の1つである。

衝突テクトニクス仮説実証の上で、上記以外の大きな問題がある。それは、漠然と衝突地塊と考えられているそれぞれのブロックの地質が良く分かっていないことである。従来、それらの古典的な意味での層序学は明らかにされていたものの、地質学的実態については不明のままであった。衝突したとされるブロックは、水底火山岩類や火山碎屑岩類からなっているため、アプリアに古伊豆-小笠原弧に所属する海底火山と考えられていたが、青池ほか(1994)や天野ほか(1995)の研究が出るまで、火山弧のどのような部分に当たるかは不明であった。これら2つの研究は、衝突した古火山弧の復元への最初のチャレンジであり、現

在も精力的に続けられている。以下に現時点までに明らかになったことを紹介する。

島弧-島弧多重衝突仮説の中で、誰からも賛同を得られなかった御坂地塊については、火山岩類・火山碎屑岩類の堆積相解析という手法を使った研究により、その実態が徐々に明らかになりつつある。青池ほか(1994)が層序学的・地球化学的手法にもとづいて、御坂地域の火山活動は島弧的活動から背弧的活動へと移行したと主張した。しかし、火山体の復元にまではいたっていなかった。一方、天野ほか(1995)・Amano et al. (1996)は、御坂山地西部の常葉地域と高萩地域において堆積相解析を行い、古火山体を復元することができた。御坂山地に分布する地層で最も特徴的なものは、大量の枕状溶岩である。御坂山地に枕状溶岩が露出することは古くから知られていたが(水野・片田, 1958)、その分布などは分かっていなかった。我々が注目したのは、pillow lobeの伸張方向が示す枕状溶岩の流動方向であった(Fig. 5)。常葉地域では、枕状溶岩の流動方向の分布パターンは、長径が約3kmの楕円の中心から放射状になっていた。この周辺部に分布する火山碎屑岩類や碎屑岩類の堆積相を解析し、それらを総合するとFig. 6のような単成火山が復元できた。火山体の中心部分は枕状溶岩とハイアロクラスタイトからなり、火山体周辺部には、デブライトやタービダイトが分布している。なお、高萩地域にはこれと類似の単成火山が多数重なり合って分布している。これらの火山群を広く覆って細粒タービダイトが

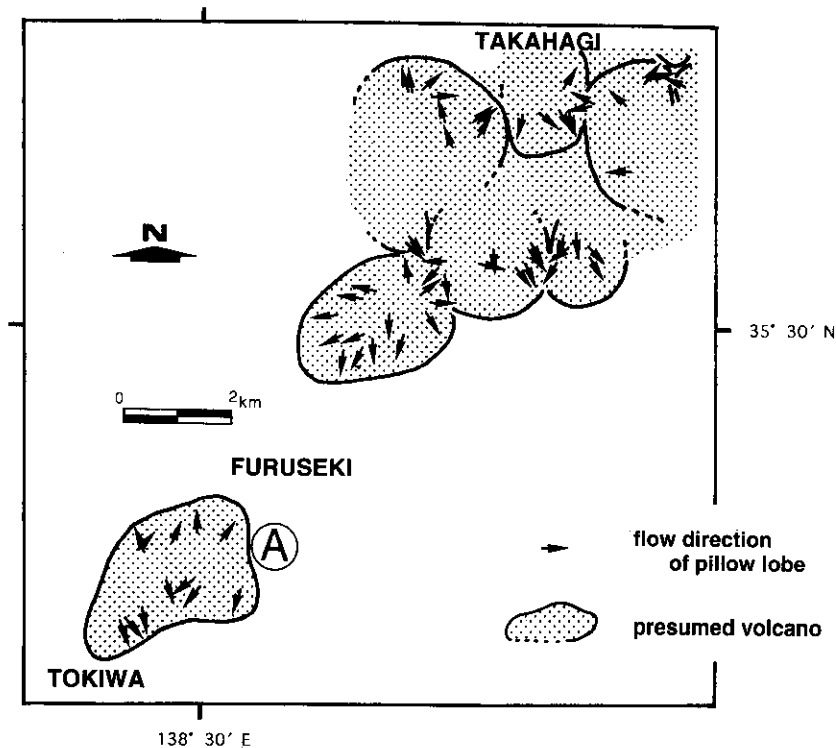


Fig. 5 Flow direction of pillow lobes in the western part of the Misaka mountains.

発達し、その中に水中火砕流堆積物が挟在する。この地質学的状況は、現在の伊豆-小笠原弧のスミスリフトに類似している。少なくとも御坂山地西部はスミスリフト同様の背弧リフト起源であったものと推定される。御坂地塊の衝突に対応するトラフ充填堆積物が無いという矛盾点については、衝突付加したものが背弧リフトであったため大規模な浮遊性沈み込みが起らなかったという説明が可能かもしれない。ただし、御坂山地東部には火山弧が存在していた可能性があり(田中館・天野, 1998), 御坂山地全体の総合的検討は大きな課題として残っている。

楯形山の実態については, Martin and Amano (1999) が、その一部を明らかにした。楯形山に分布する楯形山層群は、大部分が火山岩類・火山碎屑岩類起源のタービダイト, デブライト, 水中火砕流堆積物からなり、一部に粒子粒堆積物を伴っていることが分かった。初成的な火山岩類としては、ハイアロクラスタイト・ペペライト・岩脈などが含まれている。再堆積火山碎屑岩類中には、枕状溶岩やにせ枕状溶岩の破片が含まれている。これらの堆積相の水平垂直分布から、楯形山層群の堆積環境を古伊豆-小笠原弧の前弧域と判断した (Martin and Amano, 1998)。今後、トラフ充填堆積物と想定されている桃の木層群との関係、火山岩類の化学組成の検討を通して、火山弧の全体的な復元が可能となろう。

丹沢地塊については、ほんの一部で水底火山岩類や火山碎屑岩類の堆積相解析が開始されたばかりである (Aoike, 1996)。従って、現時点では古火山弧の復元はできない。茨城大学のグループや青池により研究が進行中であり、まもなくその実態が明らかになるものと期待される。南部フォッサマグナの衝突テクトニクスの解明上、丹沢山地の正体を明らかにすることは、重要なテーマである。

まだまだ多くの課題が残ってはいるものの、島弧多重衝突仮説提案時にはグリーンタフとして一括して扱われた地層に対して、その堆積メカニズムにまで言及できるようになったことは大きな進展である。

### 衝突された側の変形

島弧-島弧衝突テクトニクスは、今まで主として衝突してきた地塊とそれに関連して堆積したトラフ充填堆積物に焦点を絞って研究が進められてきた。この方面では、仮説提案時に比べ、かなり精度の高い議論が可能になってきた。一方、衝突された側のテクトニクスについても近年、精力的に研究が進められている。ここでは、高橋を中心とする研究グループの古地磁気学的研究を紹介し、衝突された側の変形と、それらの研究から提示される問題点について述べる。

Takahashi and Saito (1997) は衝突された側の変形について、古地磁気学的データを整理しレビューしている。Fig. 7に古地磁気のデータを整理して示す。これらのデータによると、関東山地の90度以上の回転運動は、秩父盆地の中新統堆積後(16.6-15.2Ma)に開始された。回転の約半分は15Ma前後の西南日本の時計回りの回転に伴って形成されたもので、残りの半分が古伊豆-小笠原弧の衝突(12-6Ma)によって形成されたものと考えられている。後者が、楯形山地塊と御坂地塊との衝突に対応する。なお、約6Maの秩父石英閃緑岩の古地磁気方位は現在とほぼ同じ方向を向いていて、回転を示していない。これは、丹沢地塊以降の衝突によって衝突された側が変形していないことを示している。すでに公表されている古地磁気のデータに従えば、以上のような話の筋立てとなる。しかし、6Ma以降の変形については最近別のデータも得られている。天野ほか(1998)は、甲府盆地周辺に分布し

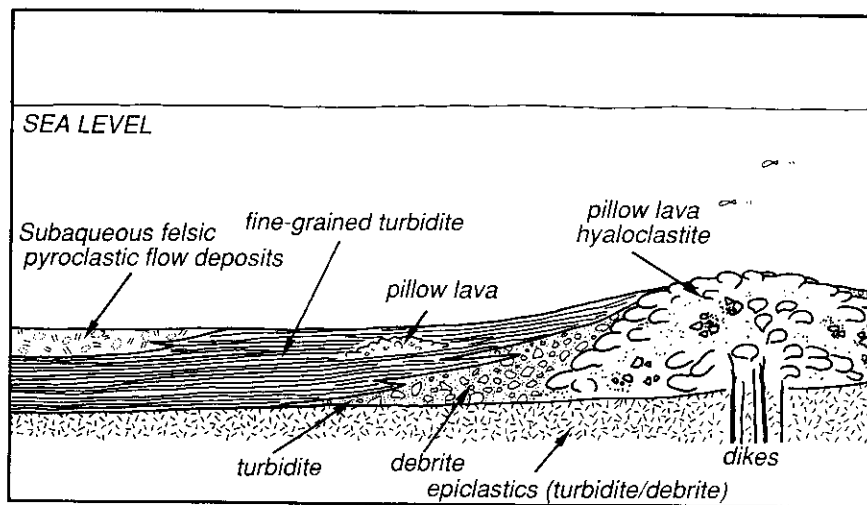


Fig. 6 Schematic cross section of a reconstructed submarine volcano based on facies analyses of volcanics and volcanoclastics.

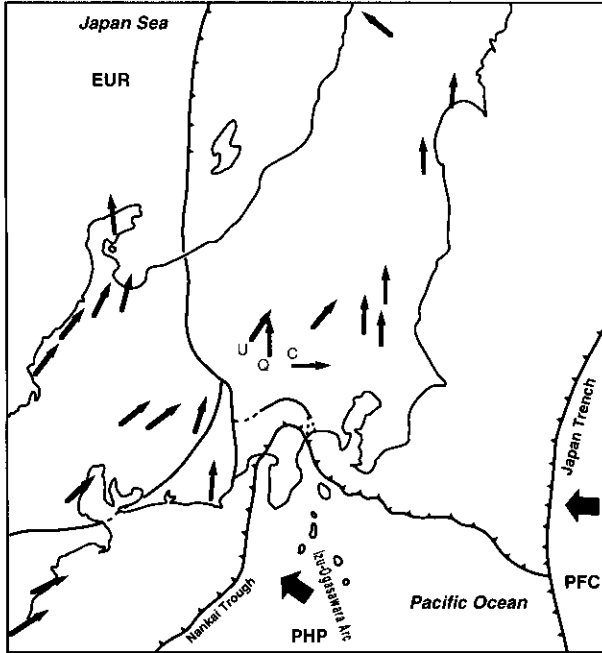


Fig. 7 Paleomagnetic declinations of the Lower Miocene and lowest Middle Miocene in and around central Japan. The data for Uchiyama (12.5-10.2 Ma) and Chichibu Quartz Diorite (6.8-5.6 Ma) are added. Based on Takahashi (1996) and Takahashi and Saito (1997). U: Uchimura, Q: Chichibu Quartz Diorite, C: Chichibu basin.

ている岩脈のうち、年代値の分かっているものを選んで、古地磁気方位を測定した。その結果、2 Ma より古い岩脈は時計回りの最大で 35 度回転をしている可能性が指摘された。南部フォッサマグナに関する古地磁気学的研究は、現在、興味深い成果を上げつつあるが、一層のデータの蓄積によって変形との関連が検討される必要がある。今後の研究に待つところが多い。

最近、Takahashi and Saito (1997) の中部日本変形説に対して、地球物理の立場からの反論がなされた (Ali and Moss, 1999)。最近彼らによって計算されたフィリピン海プレートに対するオイラー極についてフィリピン海プレートの運動を復元すると、南部フォッサマグナで古伊豆-小笠原弧は衝突しないことになるというのである。Takahashi and Saito (1999) は、精度の違うものを比べることの矛盾を論じ、地表で得られている詳細なデータのもついで反論を試みている。地表の地質調査から得られるデータの精密さについて、再認識させられる議論であった。

### 衝突地塊の再配列

最後に、衝突した地塊の再配列について、最近の話題を提示する。Fig. 8 に Satomura (1989) のブーゲー異常の図をもとに推定した衝突地塊を示す。この図中で重力の高異常域の内、1, 2, 3, 5 はそれぞれ楯形山

地塊、御坂地塊、丹沢地塊、伊豆地塊に相当する。衝突付加したブロックが重力異常域として明瞭に現れている。4 については、地表データからは、それが衝突ブロックに相当するかどうかは確認できない。富士山の下に衝突付加した地塊を推定した。それを富士ブロックと名付ける。

Figure 8 の陸上部の負の重力異常は、駿河トラフから富士五湖に至る地域と、相模トラフから足柄谷を通り御殿場を経て沼津から駿河トラフへ至る地域に帯状に配列していることが分かる。これはこの2つの地域にトラフが存在していることを示唆している。御殿場以南の相模トラフの延長部を未発達で形成が始まったばかりのトラフと仮定すると、もともと伊豆ブロックの一部であった富士ブロックが、もとの伊豆ブロックから分離し、それに分離後の伊豆ブロックが衝突あるいは浮揚性沈み込みをしつつあると考えることもできる。これを天野・高橋 (1993) は、富士ブロックと伊豆ブロックの「連続二重衝突仮説」と名付けた。富士火山のテクトニックな位置づけを考える上でも、実証的検討が待たれる課題である。

ここで、衝突ブロックの全体的な配置を見てみよう。フィリピン海プレートの北西方向への沈み込みに伴って、古伊豆-小笠原弧に所属していたブロックが本州弧に衝突付加したものとすれば、丹沢地塊 (Fig. 8 の 3) の位置は、東に寄りすぎている。甲府周辺に分布する貫入岩類や単成火山群などの分布を考え

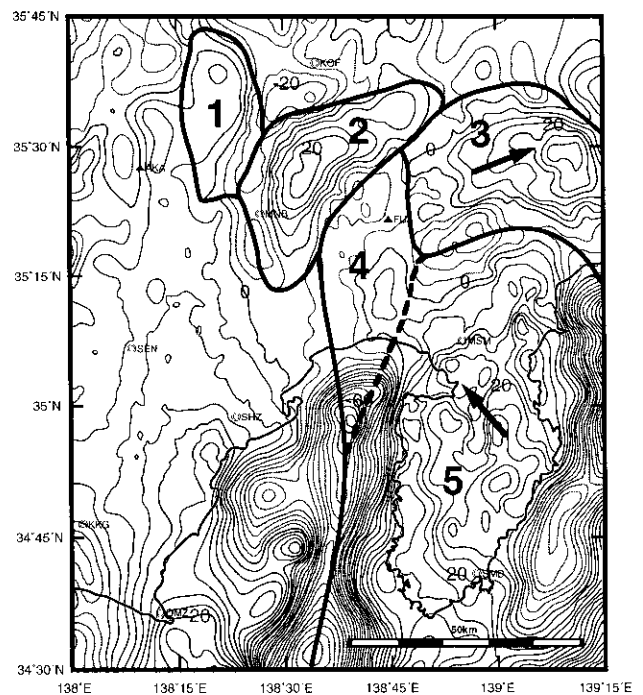


Fig. 8 Arrangement of collided blocks, presumed from the Bouguer gravity anomalies in the South Fossa Magna (Satomura, 1989; Amano and Takahashi, 1993).



ると、丹沢ブロックは、衝突付加時には、現在の場所より西側に位置し、御坂ブロックの南側にあった可能性がある。天野・高橋（1993）は、富士ブロックの衝突によって丹沢ブロックが約10-20 km北東方向へ押し出されたものと仮定し、これを「衝突・押し出しモデル」と名付けた。現時点では、実証的データは得られていない。しかし、今後、調査の精度があがるにつれ、この仮説も実証的段階に入るものと考えている。南部フォッサマグナのテクトニクスに関しては、まだまだ興味深い問題が山積みである。

### まとめ

南部フォッサマグナの地質学的研究は、杉村（1972）が南部フォッサマグナにおけるプレートの境界について論じたことをきっかけに、それ以前とは全く異なったフェーズに突入した。すなわち、プレートテクトニクスに基づいて、地質調査をしながらという気運が高まったのである。その絶頂期がDELPの時期であった。DELPにおける南部フォッサマグナの研究は学際的で自由な雰囲気のもとに進められた。その結果の一つとして「島弧多重衝突仮説」が提唱された。この仮説は、提唱された当初は、まさに geo-poem であったが、DELP終了後も地道な研究が進められ部分的には証拠が上がってきた。本小論では、トラフ充填堆積物の研究、衝突した島弧の復元、衝突された側の島弧の変形に焦点を絞って、DELP終了後の研究成果を中心にレビューした。また、南部フォッサマグナにおける衝突付加ブロックの再配列に関する「連続二重衝突仮説」と「衝突・押し出し仮説」という2つを紹介し、南部フォッサマグナの地質学的研究にはまだまだ未解決問題があることを示した。多くの地質家が南部フォッサマグナに再び集結することを期待したい。

### 文 献

- Ali, J.R. and Moss, S.J., 1999, Miocene intra-arc bending at an arc-arc collision zone, central Japan-Comment. *The Island Arc*, **8**, 114-117.
- 天野一男, 1986, 多重衝突帯としての南部フォッサマグナ. 月刊地球, **8**, 581-585.
- Amano, K., 1991, Multiple collision tectonics of the South Fossa Magna in central Japan. *Modern Geol.*, **15**, 315-329.
- 天野一男・石田 高・アンドリュー ジェイムス マーティン・田中館宏橋・鈴木久美子・菅沼悠介・岡田 誠, 1998, 南部フォッサマグナにおける被衝突地塊の回転運動. 日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 22.
- Amano, K. and Kanaguri, S., 1996, Active arc-arc collision tectonics and sedimentation in the South Fossa Magna, central Japan. *Abstract of IBM Arc System Workshop*, 45-48.
- 天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池 純, 1986, 足柄層群の地質-伊豆微小大陸の衝突テクトニクス. 北村 信教授記念地質学論文集, 7-29.
- 天野一男・高橋正樹, 1993, 南部フォッサマグナ地域における島弧衝突テクトニクスの新しい考え方: 連続二重衝突および衝突・押し出し仮説. 総合研究「東北日本の新生代火山岩類の時空分布の変遷とテクトニクス」研究報告書, **2**, 69-72.
- 天野一男・依田直樹・会津隆士, 1995, 南部フォッサマグナ・島弧-島弧衝突帯における水底火山(御坂地塊の例). 地質学論集, **44**, 93-100.
- Amano, K., Yoda, N. and Aizu, T., 1996, Accreted back-arc rift in active arc-arc collision zone in central Japan. *Abstract of 30th International Geological Congress*, 229.
- 天野一男・横山健二・立川孝志・横田千秋, 1983, 神繩断層周辺の応力場とテクトニクス. 地震学会講演予稿集, **2**, 75.
- Aoike, K., 1996, Field excursion guide to Hayato river, Tanzawa mountains. *Field Guide Book for IBM arc system workshop*, 43-63.
- 青池 實・有馬 眞・小山真人, 1994, 御坂山地西部地域の層序とその造構場. 日本地質学会第101年学術大会講演要旨, 178.
- Huchon, P. and Kitazato, H., 1984, Collision of the Izu block with central Japan during the Quaternary and geological evolution of the Ashigara area. *Tectonophysics*, **110**, 201-210.
- Ito, M., 1985, The Ashigara Group: A regressive submarine fan-fan delta sequence in a Quaternary collision boundary, north of Izu peninsula, central Honshu, Japan. *Sedimentary Geology*, **45**, 261-292.
- Ito, M., 1987, Middle to Late Miocene foredeep basin successions in an arc-arc collision zone, northern Tanzawa mountains, central Honshu, Japan. *Sedimentary Geology*, **54**, 61-91.
- 金栗 聡・天野一男, 1995, 南部フォッサマグナ富士川谷南東部に分布する富士川層群の地質とナノ化石層序. 地質雑, **101**, 162-178.
- Koyama, A., 1991, Collision of the Kushigatayama block with the Honshu arc during the Middle Miocene. *Modern Geology*, **15**, 331-345.
- 小山真人・天野一男, 1984, 神奈川県西部, 足柄層群の古地磁気. 地球電磁気学会講演要旨, 216.
- Martin, A.J. and Amano, K., 1998, The Kushigatayama block: First collided volcanic arc segment in the South Fossa Magna. *Abstract of 105th Annual Meeting of the Geological Society of Japan*, 21.

- Martin, A.J. and Amano, K., 1999, Facies analyses of Miocene subaqueous volcanoclastics in the Koma mountains, South Fossa Magna. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **105**, 552-572.
- 松田時彦, 1958, 富士川地域北部新第三系の褶曲形成史. 地質雑, **64**, 325-345.
- 松田時彦, 1961, 富士川谷新第三系の地質. 地質雑, **67**, 79-96.
- 松田時彦, 1989, 南部フォッサマグナ多重衝突説の吟味. 月刊地球, **11**, 522-525.
- 水野篤行・片田正人, 1958, 西八代層群(中新統)について. 地球科学, **39**, 1-14.
- Naumann, E., 1885, *Über den Bau und die Entstehung der japanischen Inseln*. R. Friedlander & Sohn, Berlin, 91 p.
- Naumann, E., 1893, Die Fossa Magna. *Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japans, II Ergänzungsheft No. 108 zu Petemanns Geographische Mitteilungen*, 16-36.
- Niitsuma N. and Akiba, F., 1985, Neogene tectonic evolution and plate subduction in the Japanese island arcs. In Nasu, N. et al., eds., *Formation of active ocean margins*. Terra Sci. Publ. Co., Tokyo, 75-108.
- 尾田太良・秋元和實・浅井寿光, 1987, 南部フォッサマグナ飯富地域の西八代・静川両層群の浮遊生有孔虫による地質年代. 化石, **43**, 8-14.
- 岡田尚武, 1987, 南部フォッサマグナの海成層に関する石灰質ナンノ化石の生層序と古環境. 化石, **43**, 5-8.
- Satomura, M., 1989, Bouguer gravity anomalies in the South Fossa Magna, central Japan. *Modern Geology*, **14**, 47-67.
- 徐 垣, 1985, 富士川層群身延累層中にみられる古海底チャンネルの堆積相とその形成過程. 地質雑, **91**, 87-107.
- Soh, W., 1986, Reconstruction of Fujikawa Trough in Mio-Pliocene age and its geotectonic implication. *Mem. Fac. Sc., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral.*, **52**, 1-68.
- 杉村 新, 1972, 日本付近におけるプレート境界. 科学, **42**, 192-202.
- 高橋雅紀, 1996, 島弧衝突域の回転テクトニクス(コメント). 構造地質研究会冬の例会講演要旨, 19-20.
- Takahashi, M. and Saito, K., 1997, Miocene intra-arc bending at an arc-arc collision zone, central Japan. *The Island Arc*, **6**, 168-182.
- Takahashi, M. and Saito, K., 1999, Miocene intra-arc bending at an arc-arc collision zone, central Japan: Reply. *The Island Arc*, **8**, 117-123.
- 田中館宏橋・天野一男, 1998, 南部フォッサマグナ御坂山地東部に分布する中新統の堆積相. 日本地質学会第105年学術大会講演要旨, 20.
- 山下 昇(訳), 1996, 日本地質の探求(ナウマン論文集). 東海大学出版会, 東京, 403 p.