

# 南房総地域における沈み込み現象 —JUDGE 計画の地質学的側面—

齋藤実篤<sup>1)</sup>

## 1. はじめに —スラブ掘削の意義—

沈み込み現象の解明は地球科学における最も中心的な問題の一つである。なぜなら、プレートの沈み込みによる火成作用と島弧地殻の衝突・集積は、地球史を通じての大陸成長そのものであり、沈み込んだスラブによるマントルの冷却は、地球内部循環の駆動に大きく寄与しているからである。また地震活動や火山活動などの予測は防災の面で人間活動と密接に関わっている。

沈み込み帯の地球科学は陸上や海域での地質学的・地球物理学的・地球化学的研究によって進展してきたが、近年特に付加作用は沈み込み帯を最も特徴付ける現象として解明が進んだ。四万十帯をはじめとする西南日本外帯の地質学的研究により付加体の認定方法が確立され、地質体の再配列・短縮過程が示された事によって(例えば, Taira et al., 1988), 日本のみならず世界の造山帯の地質解釈が一変した。また南海トラフ付加体をはじめとする世界各地の付加体の深海掘削は、付加作用の実証のみならず、付加体浅部の内部構造や温度構造、堆積物物性、流体移動等が明らかにされた(例えば, Hill, Taira, et al., 1993)。一方、沈み込み帯深部の現象については、in-situ な観測ができないために不明な点は多く、発震機構、付加作用、変成作用などは地震学的な観測・解析や、実験岩石学的手法によって間接的に推定されてきた。

10-15 km レベルでの陸上科学掘削を行い、沈み込み現象の直接検証、沈み込むプレート内部の物性・熱学・力学を明らかにするために、JUDGE 計画というプロジェクトが立案されている(浦辺ほか, 1995)。スラブ掘削により、実際に岩石を採取し、

孔内計測を行うことによって、沈み込み帯深部の実証的地球科学を進歩させるだけでなく、東海—南関東地域の巨大地震の断層面の確認や予知も目的としている。スラブを直接掘削するための技術的条件はスラブの深度が10 km 以内で、しかも温度が400°C 以下であるという(浦辺ほか, 1995)。この条件を満たす掘削候補地は東海地域と南房総である。小論では上盤の付加体と沈み込んでいるであろう下盤の層序が比較的良くわかっている南房総地域に焦点を絞り、掘削によって期待される成果を地質学的側面から論ずる。

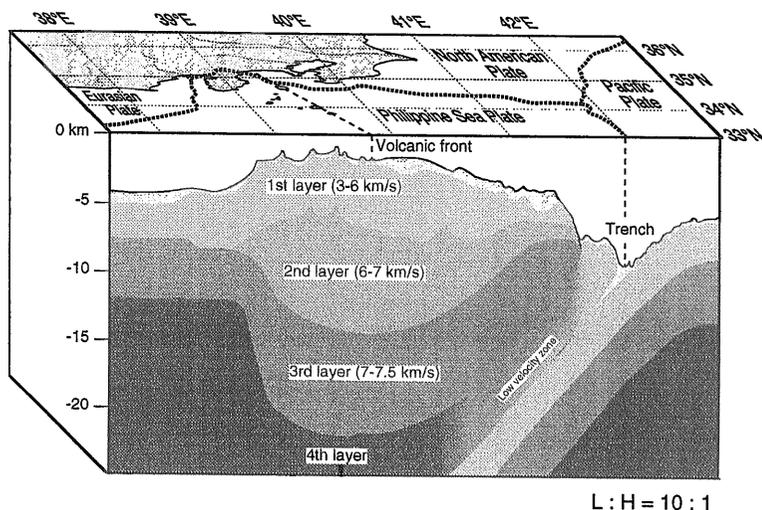
## 2. 南関東・東海地域での沈み込み現象

日本列島周辺の沈み込み帯では、太平洋プレートが日本海溝—伊豆・小笠原海溝で、フィリピン海プレートが相模トラフから琉球海溝にかけて沈み込んでいる。これらの沈み込み帯では、中央海嶺や背弧海盆で生産された玄武岩溶岩を主体とする海洋地殻が沈み込んでいる。ところが、相模トラフから駿河トラフにかけては海洋地殻ではなく島弧(伊豆・小笠原弧)が沈み込んでいる。

この領域の特殊性は房総半島南東域に存在する世界にただ一箇所しかない海溝—海溝—海溝型の三重会合点の存在に起因している。このプレート配置の幾何学的制約によって、島弧に島弧が沈み込むという現象が生じる。島弧地殻の浮揚性は沈み込みを妨げるため、地塊の衝突を引き起こし、上盤の前弧域を広域的に屈曲・隆起させる。一方、付加作用に着目すると、南海トラフでは、背弧海盆玄武岩、半遠洋性堆積物、トラフ底粗粒堆積物が沈み込み、その一部が付加している。それに対し、伊豆半島周辺で

1) 東京大学海洋研究所海底堆積部門：  
〒164 東京都中野区南台1-15-1

キーワード：JUDGE 計画, 房総半島, 伊豆・小笠原弧, 付加作用



第1図  
南関東—東海地域でのプレート配置と伊豆・小笠原弧の地殻構造概念図

は伊豆・小笠原弧の火山弧が、東海地域では背弧雁行海山列から四国海盆が、そして房総半島付近では非火山性の前弧域(前弧海盆)が沈み込んでおり、その一部が付加している(第1図)。南海トラフで進行している典型的な付加作用に比較すると、力学的にも、物質的にもユニークな現象が進行しているといえる(例えば、小川・谷口, 1987; 斎藤ほか, 1991)。

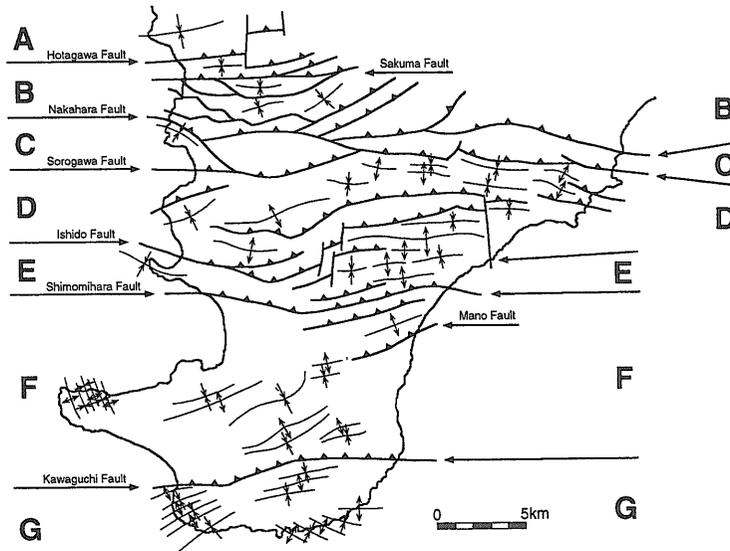
東海—南房総での陸上スラブ掘削を可能にしている要因は、浮揚性沈み込みと前弧域の隆起という特殊性である。特殊性から沈み込み現象の普遍性を導くためには、掘削を計画する前にこうした現象の地質学的特性を理解しておく必要がある。

### 3. 沈み込むスラブの層序と地殻構造

南関東地方や東海地域の地下に沈み込んでいる伊豆・小笠原弧の地殻の層序や構造に関する最近の知見を以下に紹介する。伊豆・小笠原弧では1989年に国際深海掘削計画(ODP)によって初めて掘削が行われた(Fryer, Pearce, et al., 1992; Taylor, Fujioka, et al., 1992)。この掘削によって伊豆・小笠原弧の表層地質の大枠が明らかになった。外弧の基盤は始新世の島弧火山岩(ボニナイト)、前弧海盆の基盤は漸新世の島弧火山岩からなることが判明し、火山フロントおよび背弧凹地からは鮮新世以降の火砕岩が回収された。これは海側ほど古い島弧の火山岩が存在し、島弧の中心部ほど新しい地殻が形成されて

いることを示している。前弧海盆を埋積している堆積物は始新世の石灰質軟泥、漸新世の火山砕屑性堆積物、前期中新世の石灰質軟泥、中期中新世以降の火山砕屑性堆積物からなる(第2図)。一方1990年から1992年までに東京大学海洋研究所が行った海底地殻構造の調査(平, 1993)によると、伊豆・小笠原弧の地殻構造は4層に区分される(第1図)。第1層は海洋性島弧の上部地殻上位に相当する。第1層はさらにマルチチャンネル音波探査記録から上位の堆積層と下位の音響的基盤の2層に大別される。第1層上位は前弧海盆及び背弧凹地の埋積層に相当する。第1層下位は深海掘削孔の基盤である始新世以降の島弧火山岩及び火砕岩に相当する。第2層(6.1-6.3 km/s)は海洋性島弧上部地殻下位に相当し、そのP波伝播速度は海洋性地殻には一般には存在せず、大陸性上部地殻下位に共通してみられる。第3層(7.1-7.3 km/s)は海洋性島弧の下部地殻に相当する。この層は四国海盆の海洋性地殻第3層に比較して厚く、やや高速である。第4層(7.8-8.0 km/s)は海洋性島弧ウェッジマントルの最上部に相当する。それぞれの各層に対応する岩石は、第1層上部は堆積岩類、第1層下部は島弧火山岩及び火砕岩類、第2層はトーナル岩、花崗閃緑岩、第3層はガブロ、アンフィボライトから成ると考えられる(平, 1993)。

これらの地殻層序は、既存の大陸性地殻を一切含まず、海洋性地殻を“基盤”に、種類の異なるマグマを次々に供給することにより島弧地殻が成長して



第2図 房総半島南部の地質構造図。A~Gは構造单元。

いった過程を示しているのであろう。そしてこの様な地殻層序が、相模トラフ-駿河トラフにかけての領域で沈み込み、その一部が付加している。

#### 4. 伊豆・小笠原弧北縁部での付加テクトニクス

南房総においてフィリピン海プレートの沈み込みを示す付加体は中期中新世以降に認められる。若いもので鮮新世の年代を示し、陸上の付加体としては世界的に見ても最も新しいものである(斎藤ほか, 1991)。東海地域には中期中新世以降の付加体は陸上に露出していない。

南房総に発達する地層群は東西方向に発達する断層群と褶曲群によって層序が繰り返し、南北方向に著しく短縮している(斎藤, 1992; 第2図)。地質構造の特徴には南北極性が認められ、南方ほど、すなわち海溝側ほど地層の年代が若く、北方ほどより古くからの変形を蓄積して地層が短縮している。このような地質構造は付加体の成長・短縮過程を示している。また、房総半島南端域でシロウリガイ化石が見られることも、沈み込み帯を特徴づける地質現象である。この地域は堆積速度が速いために、現在の南海トラフ付加体で見られるような付加体表層部を覆うスロープベーズンが厚く発達し、付加作用が進行して間もないために、それらが侵食されずに広く

分布していることが特徴である。付加体を構成している物質は、石灰質の半遠洋性泥岩と、伊豆・小笠原弧起源と考えられる火山碎屑性堆積物である。これらの火山碎屑性堆積物の堆積学的・岩石学的特徴は、表層堆積物の調査や深海掘削によって明らかにされている伊豆・小笠原弧の前弧海盆を埋積している堆積物と同様に、低Kソレアイトのバイモーダル火山活動の特徴を示している(斎藤ほか, 1992)。前期中新世以前の地層には、そのような伊豆・小笠原弧起源の物質を含まないことから、中期中新世から伊豆・小笠原弧が南関東地域に到達したことがわかる。

#### 5. 南房総地域のスラブ掘削で何がわかるか

南房総・東海地域における沈み込むプレートまでの掘削によってまず明らかにされることは、最も新しい付加作用の検証と、この地域におけるフィリピン海プレート上面の地質学的境界面の確認である。そのためには実質的に活動しているデコルマ面を、断層面の確認、岩石の変形様式や物性変化等を手掛かりに確認する必要がある。ただし、南房総における沈み込み帯の認定は単純ではないであろう。南房総で沈み込んでいるフィリピン海プレートは前述したように、下位から第3層(下部地殻:ガプロ、ア

ンフィボライト), 第2層(上部地殻下位: トーナ  
ル岩, 花崗閃緑岩), 第1層上部(上部地殻上位:  
島弧火山岩及び火砕岩), 第1層下部(上部地殻上  
位: 前弧海盆埋積層)から成る. これらの各層の境  
界は岩石物性のコントラストが大きいので, いずれ  
もデコルマ面として機能することが可能であろう.  
従って, 一次デコルマの陸側にアクティブな二次デ  
コルマが存在し, より深部の層準がアンダープレ  
ーティングしている可能性がある.

デコルマ直上の年代を決定することもこの地域の  
付加作用を検証するために重要である. この年代は  
房総南端において現在成長しつつある付加体の下限  
年代に相当する. 近年, 複数の研究者が房総半島の  
陸上地質から導いた付加作用の仮説(例えば, 小川  
・谷口, 1987; 斎藤ほか, 1991)が妥当であれば,  
房総南端に発達している鮮新世から後期中新世の地  
層群(千倉層群, 三浦層群)がデコルマまで繰り返し  
重なっていると考えられる. それは沈み込む伊豆・小  
笠原弧の島弧火山岩より上位の前弧海盆の下部の層  
準, すなわち第1層上部と第1層下部の境界付近  
に相当する. 逆に上記の仮説に反して, 中期中新世  
以降に活発な付加作用が行われていないならば, 房  
総半島や三浦半島に見られる, 前期中新世の地層群  
(保田層群, 葉山層群)がデコルマよりも上位に存在  
していなければならない. 海溝軸から数10 km ま  
では堆積物のオフスクレーピング(剥ぎ取り)が主要  
な付加作用であることから, 南房総付近では第1  
層上部と第1層下部との境界が最初に活動し, 陸  
側(深部)へ向かうに従って, 第1層下部, 第2層  
がアンダープレーティング(底付け)し, 最終的には  
第2層—第3層境界付近がフィリピン海プレート  
の上面になっているというのが筆者の考えである.

デコルマがどの深さに存在するのかを予想するの  
は非常に難しいが, Ishida (1992)によると南房総  
での地震学的なフィリピン海プレートの上面は10  
km 付近に存在することから, おそらくデコルマも  
10 km 付近かそれ以浅に存在するのであろう. デ  
コルマに到達し, さらに沈み込むスラブの掘削が成  
功すれば, 沈み込んだ伊豆・小笠原弧の地殻の層序  
が復元できる. 復元されたスラブ層序を, 深海掘削  
等で明らかにされた, 北緯35°付近の伊豆・小笠原

前弧の層序と対比することによって, 世界で唯1  
つの活動的島弧の沈み込み現象を検証できる. また  
沈み込み帯やその上下層準で起こっている現象, す  
なわち付加体内での温度構造や流体移動, 物性変化  
に関しても, 孔内計測の技術を駆使して多くの情報  
を得ることができよう. これらのデータを南海トラ  
フ等の付加体前縁部のデータと比較し, 10–15 km  
までの沈み込み帯の統合モデルを構築することがで  
きよう.

本論文を投稿する機会を与えてくださった, 地質  
調査所鉱物資源部の浦辺徹郎博士に深く感謝致しま  
す. 本稿をまとめるにあたり, 東京大学海洋研究所  
の平 朝彦教授, 徳山英一博士には建設的な御助言  
を頂きました.

#### 文 献

- Fryer, Pearce, et al. (1992): Proc. ODP Sci. Resalts. 125, 716 p.  
Hill, Taira, et al. (1993) Proc. ODP Sci. Resalts. 131, 531 p.  
Ishida, M. (1992) Geometry and relative motion of the Philippine  
Sea Plate and Pacific Beneath the Kanto-Tokai District,  
Japan. Journal of Geophysical Research, 97, B1, 489–513.  
斎藤実篤・酒井豊三郎・尾田太良・長谷川四郎・田中裕一郎  
(1991): 房総半島南部の三浦層群—陸化した現世前弧域—.  
月刊地球, 13, 15–19.  
斎藤実篤(1992): 房総半島南部の新生界の層位学的研究. 東北大  
学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, no. 93, 1–37.  
斎藤実篤・青木謙一郎・吉田武義(1992): 房総半島に発達する火  
山岩及び火砕岩の化学組成とそのテクトニクス上の意義. 東  
北大理学部原子核理学研究施設研究報告, 25, 241–255.  
小川勇二郎・谷口英嗣(1987): 前弧域のオフィオリティック・メ  
ランジュと嶺岡帯の形成. 九大理研究報告, 3, 411–420.  
平 朝彦(1993): 島弧における地殻構造の高分解能三次元探査—  
ストラトテクトニクス理論構築に向けて—, 平成4年度科学  
研究費補助金特別推進研究(2)研究成果報告書.  
Taira, A., Katto, J., Tashiro, M., Okamura, M., and Kodama, K.  
(1988): Modern Geology, 12, 5–46.  
Taylor, Fujioka, et al. (1992): Proc. ODP Sci. Resalts. 126, 1002  
p.  
浦辺徹郎・伊藤久男・宮崎光旗・池田隆司(1995): 国際陸上科学  
掘削計画(ICDP)と日本列島における超深度掘削(JUDGE 計  
画), 本誌, 14–18.

SAITO Saneatsu (1995): Subduction at Southern Boso  
Peninsula, Japan—Geological aspect of JUDGE  
Project.

〈受付: 1995年1月5日〉