海底谷はどのように成長するか

—日本列島海底谷系図—

嶋 村 清*

How do the submarine canyons grow ?

—The chart of submarine canyon systems around the Japanese Islands—

Kiyoshi SHIMAMURA *

Abstract The submarine canyons distributed around the Japanese Islands are mapped as a chart of submarine canyon systems and they are divided into 66 systems. These canyon systems are divisible based on canyon continuity into five types. Type I is the only pass-way of terrigenous clastic sediments from hinterlands to trench or ocean floors. Terrigenous sediments are also transported through the other type canyon systems (Types II, III, IV and V), but they are deposited in deep-sea basins on the continental slope. The distributional pattern of five types of canyon systems is apparently distinguishable among the regions off the Pacific coast of Northeast Japan, off the Japan Sea coast of Northeast Japan and off the Philippine Sea coast of Southwest Japan. Tectonic features in each region is reflected in this distributional pattern. Types I and III are present on the continental slope off the Japan Sea coast of Northeast Japan which is inferred to have been a convergent region since 2 Ma. On the continental slope along the Nankai Trough (trench), Types I, II and III are distributed, where terrigenous sediments passed through Type I and the other type canyon systems are transported into the Nankai Trough and the forearc or slope basins, respectively. The continental slope along the Japan Trench and the Kuril Trench is dominated by Type I canyon system, however trench-fill sedimentary layers in these trenches are thin or not apparent. Because the transported sediments from the Northeast Japan and Hokkaido had been accumulated in the forearc basins, and at present the sediment supply is apparently decreasing due to the reduction of the drainage basins of subaerial rivers. The distribution and sedimentation of the submarine canyon systems in these areas are related to the continuing changes from initial stage to more growing stage of the plate subduction.

は じ め に

今この瞬間にも海底には大量の物質が堆積しつつある。それらは海水中で形成される生物・化学源物質、大気圏外からもたらされる宇宙起源物質(宇宙塵など)そして陸地から運ばれる碎屑性物質に3大分できる。前2者は海の中であれば不偏的に存在する。陸源碎屑性物質

は風で運ばれる分を除けば、供給地である陸地周辺に主要分布域が限定される。これらの堆積物の特性は地史を明らかにしていく上で重要な対象であるが、とくに陸源碎屑性物質の分布およびその供給地と堆積場との位置関係は陸地周辺の地質構造発達史に大きな関わりを持つ。

陸源碎屑性物質の分布を規定する要因は、それらの運搬様式と供給路にあたる場所の地形である。本論で対象とした日本列島を供給源とする陸源碎屑性物質の深海底への主な運搬様式は河川などの液体重力流(fluid gravity flow)および水中土石流や乱泥流などの堆積物重力流

1989年5月25日受付。1989年8月4日受理。

* 九州東海大学農学部一般教育。School of Agriculture, Kyushu Tokai University, Choyo-son, Aso-gun, Kumamoto, 869-14 Japan.

第1図. 研究対象海域. 太実線内の海域が海底谷系の記入・考察範囲.

a. 海溝およびトラフ(I-OT, 伊豆一小笠原海溝, KT; 千島海溝, NT; 南海トラフ), b. 大陸斜面上の小海盆, c. 前弧海盆(1; 日向海盆, 2; 土佐海盆, 3; 室戸舟状海盆, 4; 熊野舟状海盆, 5; 遠州舟状海盆, 6; 最上舟状海盆), d. 深海扇状地(TF; 富山深海扇状地, MF; 茂木ファン), e. 海嶺(KPR: 九州—パラオ海嶺), TB; 対馬海盆, OB; 隠岐舟状海盆, 左上図は日本列島周辺でのプレートの位置関係と相対的な運動方向を示す(OGAWA *et al.*, (in press)から簡略化. EUR; ユーラシアプレート, PHS; フィリピン海プレート, PAC; 太平洋プレート, NAM; 北アメリカプレート. 白抜き三角を付した実線沿いが日本海東縁収束域).

(sediment gravity flow)と考えてよい. 一方, これらの供給路にあたるのは陸上河川の流路や海底谷などの谷地形である. とくに海底谷は陸源砕屑性物質の海域における到達範囲および分布を考察する上で重要な意味を持つ.

日本列島周辺海域に存在する海底谷についての研究は

YABE & TAYAMA(1929)の報告を始めとして, 新野(1950), 田山(1950), 佐藤(1962), 桂・永野(1982)のように古くから頻繁に行われてきたが, 多くは海底谷の成因論あるいは海底谷地形の記載を主としたものであった. 近年ではシービー等を用いた高精度大縮尺地形図(KAIKO I RESEARCH GROUP, 1986; 浅田, 1986 など)

第2図. 日本列島周辺海底谷系図.

第3図. 海底谷系の区分および型分類図. I~V型の各海底谷系に付した番号は第1表参照. 矢印は海溝域に存在する地形的高まりまたは海山(第2図参照). 陸域の白抜きの部分は海溝底または大洋底まで供給堆積物が運搬され得る河川の流域. 黒塗りの部分は供給堆積物が海溝底または大洋底まで達し得ない河川の流域.

が作成されるに伴い, RENARD *et al.* (1987), SOH *et al.* (1988), SHIMAMURA (1989) のように深海扇状地の形成と海底谷からの堆積物供給を特定のテクトニックな枠組の中で論じたり, 深海チャネルの側方移動現象を捉えることも可能になってきた.

本論では日本列島周辺の海底調査に際し広く利用されている 100 万分の 1 海底地形図(海上保安庁水路部, 1979, 1980, 1981a, 1981b)をもとに日本列島周辺海域に存在する海底谷の分布を図示し, 堆積物供給路という観点から海溝, 大洋底および大陸斜面での海底谷による堆積作用について述べる. さらにプレート沈み込み帯に接する陸側斜面上で海底谷がどのように成長するかを論じる.

なお本論ではトラフと舟状海盆をあえて別の地形名として使用した. これらは本来同義の地形名であるが, 海溝との混乱および繁雑さを無くするため, プレーートの沈み込み帯に位置するものをトラフと呼び, そのほかについては舟状海盆という名称で呼ぶことにする. 地形名によっては本論の図中に記入しきれなかったものもある. それらについては 100 万分の 1 海底地形図等を参照され

たい.

謝辞: 高知大学の加賀美英雄教授, 京都大学の志岐常正教授, 九州大学の岡田博有教授ならびに小川勇二郎博士からは, 原稿を読んでいただくとともに貴重な御意見・御助言をいただいた. 本論は 1988 年 11 月の堆積学研究会シンポジウムでの講演内容をまとめたものである. 講演時に, 御出席の皆様からも多くのご意見をいただいた. これらの方々に厚く御礼申し上げる.

日本列島周辺海底谷分布図

本論で考察対象とした海域を第1図に, 作成した海底谷分布図を第2図に示す. 第2図において谷線の記入は客観性を持たせるため次の点に留意して行った.

1: 隣り合う 4 本の等深線の少なくとも 1 本に谷を示す凹部が認められる限り, 谷線は連続するとした(英国地理調査所の陸上河川における水系記入法, SMITH & STOPP, 1978 をそのまま応用).

2: 谷の末端は, 等深線が完全に閉じた凹地に達したところ, あるいは海溝底・大洋底に達したところで終わりとした(海溝底・大洋底において海底谷の延長となる深

第4図. 4a: I型海底谷系における等級1支谷数の水深による変化. 太実線は南海トラフ沿いのI型海底谷系(a; 駿河海底谷, b; 潮岬海底谷, c; 日南海底谷), 一点鎖線は日本海東縁のI型海底谷系(d; 最上深海長谷, e; 富山深海長谷), 細実線は日本海溝沿いのI型海底谷. 4b: 各I型海底谷の最大等級数と谷系面積の関係.

を黒塗りで示したが、このほかにも盆地状地形を示す場所には本来閉じた等深線で表されるべき凹地が存在すると思われる(たとえば、最上舟状海盆の一部など). このことは基準2にあげた谷末端部の認定に重要な意味を持つが、現段階では確認不可能である. 従って、閉じた等深線が認められない以上、谷線はより低い場所まで連続することになり、その結果、第2図中の谷線は連続し得る最大長と言うことになる.

陸域に関しては国土地理院発行の100万分の1地形図日本(国土地理院, 1978a, b, c)をもとに500m間隔の等高線、標高200mの等高線と主要河川の流路を記入した.

谷系区分と谷系パターンの特徴

各海底谷末端部を基準に、記入した谷線を谷系として区分し名称を付した(第3図, 第1表). さらにそれら谷線の連続性および分布海域の地形・地質を考慮してI~Vの5つの型に分けた(第3図, 第2表). VI型分布域の海底地形には明らかにカルデラ起源のものと、局所構造運動により形成されたものがある. しかし海底谷のパターンはどちらにおいても同じであるため1つにまとめた.

後述するように日本列島周辺の海底谷系は地質構造発達史と密接な関わりを持ち、各海域におけるテクトニックな状況を見逃すことができない. I型~IV型の海底谷系分布域はV型分布域に比べれば海底下地質構造等もよくわかっ

第2表. 海底谷の型分類表.

型	海底谷分布範囲
I	大陸棚~上部大陸斜面~下部大陸斜面~海溝底・大洋底
II	大陸棚~上部大陸斜面~下部大陸斜面まで
III	大陸棚~大陸斜面上の小海盆内
IV	海嶺(島弧水没部を含む)頂部に位置する閉じた海盆および内海・内湾 [上部大陸斜面以浅に限定される]
V	大陸棚~大陸斜面~背弧海盆

ており、谷系の諸特徴と地質構造発達史との関連付けが可能である. V型分布域である千島海盆、隠岐舟状海盆、対島海盆そして男女海盆に関しては調査報告も少なく、テクトニックな位置付けが不明確である. また隠岐舟状盆を除いては調査範囲内に海盆全体が含まれないため、谷系の特徴を捉えることが難しく、V型の海底谷系を他と同様に議論することは現状では困難である. そこで本論ではV型の海底谷系は区分するにとどめ、詳しく考察しない.

これらの海底谷系中、I型の谷系パターンには海域により支谷分布状況に特徴的相違がある(第4図). 第4a図は各I型海底谷における等級1支谷数の深度変化を表しており、2つの特徴が読み取れる. 1つは2500~3500m以深における支谷数の減少であり、もう1つは同水深以浅における支谷数の海域による違いである. 後

者の特徴は谷系面積と谷末端部での谷の最大等級数(等級 1 の支谷総数)の関係を表した第 4b 図により一層明らかになる。

第 4b 図に示した Q 値,

$$Q = [\text{谷系面積}] \div [\text{最大等級数}]$$

は, 1 つの等級 1 支谷あたりに堆積物を供給し得る海底の平均面積を意味する。海底の単位面積あたりから一定量の堆積物移動(海底谷を通じての堆積物運搬も含む)が生じると仮定すれば, Q 値が大きいほど, その海底谷系内での移動し得る堆積物量生産能力は大きいということになる。

第 4b 図のプロットは一見散点的に見受けられるが, 各谷系について Q 値を算出すると, 図中の A 群では $Q = 140$ 以上, B 群では $Q = 40 \sim 90$ そして C 群では $Q = 100 \sim 110$ の範囲になる。B 群のまとまりや C 群において谷系面積が 2 倍以上も違うにもかかわらず Q 値がほぼ同じであることは単なる偶然とはいえない。さらに A 群は北海道南岸～東北日本東岸沖, B 群は西南日本外帯沖そして C 群は東北日本西岸沖にそれぞれ分布する I 型海底谷であることを考慮すると, 各海域の地質状況および地史を反映した結果と見てもよい。A 群に属する海底谷系には牡鹿海底谷($Q = 260.9$)や日高海底谷($Q = 404.6$)のように大きな値を取るものもあるが, それらも地質・地理的に特別の位置(たとえば島弧接合部あるいは大構造線の近傍)にあるためと考えれば局所的例外として説明はつく。

海溝堆積物はどこからもたらされるか

日本周辺海域に分布する陸源堆積物の後背地である日本列島において, 現在供給物質が海溝底および大洋底にまで達し得る場所は第 3 図中に白抜きで示した地域で大小計 18 流域である。これらのうち 16 流域は日本列島外帯に位置し, その内訳は 10 流域が千島海溝南西部および日本海溝に, 残り 6 流域が南海トラフおよび琉球海溝北端部に面している。内帯側では, 黒部川流域周辺と, 能代川流域周辺の 2 流域が存在するに過ぎない。その他の流域から運ばれる陸源碎屑性堆積物は, II, III, IV, V 型海底谷系を通じて大陸棚および下部大陸斜面上の海盆(あるいは背弧海盆)までしか達せず, そこではほとんどが堆積してしまうと考えてよい。なお第 3 図では鹿島海底谷への流入河川として利根川が存在するが, 利根川は 1600 年頃の河川改修工事によってそれまで東京湾へ流入していた流路を現在の流路へ変更したことが明らかとなっている(宮村, 1985)。従って, 利根川に直結する海底谷系は東京海底谷をはじめとする

相模トラフ内の海底谷系と考えられ, 図中では白抜きにはしなかった。地形図上で判定できる海底谷による海溝底・大洋底域への陸源碎屑性物質の供給経路およびその供給可能範囲は第 5 図に示すようになる。

現在, 前述した海底谷系中で陸源碎屑性物質を海溝域または大洋底まで運ぶ供給路と成り得るのは I 型のみである。しかし, そのすべてが陸源物質の供給路であるとは言いがたい。なぜなら I 型海底谷系中には陸上河川に直結しないものが存在するからである(たとえば, 根室海底谷, 銚子海底谷, 御蔵海底谷など)。また陸方延長に流入河川が存在する場合であっても, その総流域面積が非常に狭く大量の堆積物流入は期待できない海底谷系もある(襟裳海底谷, 釜石海底谷および日南海底谷)。また海溝地形が明瞭である千島海溝～日本海溝～伊豆一小笠原海溝, 相模トラフ～駿河トラフ～南海トラフ～琉球海溝の軸方向の地形を見ると, 数か所に海山, 海嶺をはじめ堆積物の軸方向移動を妨げる地形的高まりが認められる。襟裳海山, 第一鹿島海山, 伊豆一小笠原海嶺, 九州一パラオ海嶺および第 3 図中に矢印で示した場所にある地形的高まりがその例である(第 2 図)。従って, 海溝における陸源碎屑性物質の分布はそれらの高まりによりさらに制限を受けることになる。

このような地形変化は高精度大縮尺地形図の使用によって明らかにされる。たとえば, 南海トラフにおいては御前崎南方のトラフ軸部に 50～150 m の高まりが存在しており, それによって駿河トラフから運ばれてくる堆積物の運搬は現在阻止されている(SHIMAMURA, 1988)。TAIRA & NIITSUMA(1985)は南海トラフでの堆積速度が 0.44 Ma を境に, 2000 m/Ma から 200 m/Ma へ減少したことを指摘している。従って, 西南日本ではすでに第四紀後期以来南海トラフという海溝域への堆積物供給は減少傾向にあるといえる。

日本海溝～伊豆一小笠原海溝域で, 第四紀を通じて唯一活発な堆積場であったと考えられる場所は房総沖の海溝三重点である。その海溝三重点域へ陸源碎屑性物質を供給してきた経路と考えられている房総海底谷も, シービーム地形図(浅田, 1986; KAICO I RESEARCH GROUP, 1986)から判断すると, 谷軸の数か所に顕著な凹地が存在しており少なくとも現在活発な堆積物の供給路となっているとは考えがたい。SOH *et al.*(1988)によれば, 房総海底谷系末端に位置する茂木ファンの地形的成長は現在不活発であり, その要因として堆積物供給量の急減があげられている。

日本海では海溝にあたる地形的凹地は局所的な小凹地を除き存在しないため, 最上深海長谷, 富山深海長谷を

第5図. I型海底谷における陸源碎屑性物質の供給経路。(日本海域を除き、矢印の先端までが現在の堆積物供給可能範囲を示す。)

通じて運ばれる堆積物は日本海盆底へ達する。BOGGS (1984)によれば、日本海における第四紀を通じての堆積速度は 20~140 m/Ma(最新世後期から完新世にかけては 65~230 m/Ma に増大)であり、西南日本外帯沖や東北日本太平洋岸沖とは逆に海溝域に相当する大洋底への堆積物供給は増加傾向にあると考えられる。

第5図に示した供給範囲は海底谷の谷長同様に、現在陸源碎屑性物質が供給され得る最大限度を示すと考えられるべきものである。

考 察

堆積作用: まず日本列島周辺海域における堆積場を考えてみよう。日本列島東側では、千島海溝、日本海溝とそれらの陸側に位置する大陸棚、大陸斜面域が陸源碎屑性物質の主要堆積場となりうる。しかし現実には、海溝埋積堆積層の層厚は薄く分布も狭い(MARUMO *et al.*, 1979; KAICO I RESEARCH GROUP, 1986)。常磐沖以南の海溝底では、房総半島沖の海溝三重点付近(SOH *et al.*, 1988 のいう茂木ファン周辺)を除き埋積堆積層はほとんど存在しない(佐藤・新妻, 1980)。つまりI型の海底谷系が多

く存在するにもかかわらず、谷末端の海溝域には少量の堆積物しかもたらされていない(藤岡, 1985), ということになる。一方、この海域では大陸棚から上部大陸斜面にかけて古第三紀以後の非常に厚い堆積層の存在が知られており(GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, 1977; VON HUENE *et al.*, 1982)、音波探査の解析記録からこれらの堆積物は海底下に存在する前弧海盆を完全に埋積していることがわかる。

房総半島以西の西南日本外帯沖では、大陸棚から海溝(相模トラフ、駿河トラフ、南海トラフ)までの全域が陸源碎屑性物質の堆積場となりうるが、とくに前弧海盆である日向海盆、土佐海盆、室戸舟状海盆、熊野舟状海盆および遠州舟状海盆(桜井・佐藤, 1983)と上記3つのトラフが主要堆積場である。これらの堆積場のいずれにも 1000 m 以上、場所によっては 2000 m を越す厚い堆積層が存在している(OKUDA & HONZA, 1988; 加藤ほか, 1983; KAICO I RESEARCH GROUP, 1986)。前弧海盆域の埋積堆積物はほとんどが陸源碎屑性物質からなると考えてよく、またトラフ域の堆積物も遠洋性・半遠洋性堆積物の他に堆積物重力流によって運ばれたかなりの量の

陸源碎屑性物質を含んでいることが深海掘削結果等から明らかになっている (INGLE, 1975; KAGAMI *et al.*, 1985). これらの堆積物による埋積は前弧海盆地で中新世以後 (奥田ほか, 1979), トラフ域では遅くとも鮮新世には始まっていたと推定されている (SHIMAMURA, 1989).

上述の如く, 西南日本外帯沖海域には大量の陸源碎屑性物質が堆積していると考えられるが, 第 3, 6 図に示した現在の供給流域からの堆積物をトラフ域まで運び得る経路は,

相模トラフ: 相模川・酒匂川とそれに続く小海底谷および旧利根川とその延長であったと考えられる東京海底谷,

駿河・南海トラフ: 富士川に続く南海深海チャネル, 天竜川に続く天竜海底谷, 紀ノ川, 吉野川に続くと考えられる潮岬海底谷および宮崎県南東部の広渡川に続く日南海底谷

より他には認められない。しかもそれらのうち, 東京海底谷の浅海部には東京湾, 天竜海底谷, 潮岬海底谷の上部大陸斜面域には遠州舟状海盆, 室戸舟状海盆という大きな堆積盆地が存在している (永野ほか, 1977; 加藤, 1984). 従って, 陸上河川から I 型海底谷系を通じて本海域へもたらされる陸源碎屑性物質のうちかなりの量が前弧海盆地で浅の海域に堆積し, 残りが海溝域まで到達すると思われる。

そうであれば駿河・南海トラフに堆積している大量の陸源碎屑性物質はどこからもたらされたのであろうか。一般的意見としては, 活発な地殻変動域を流下する天竜川, 富士川からの流入物質が駿河, 南海トラフの厚い堆積層を形成したとする考えが有力である (TAIRA & NIITSUMA, 1985; 徐, 1986). しかし, 天竜川・富士川の両河川のみで南海トラフを埋積する膨大な量の堆積物をもたらしたとは考えがたい。たとえば現在南海トラフを埋積する鮮新世以後の総堆積物量は, 少なく見積っても $25 \times 800 \times 2 = 40000 \text{ [km}^3\text{]}$ 程度はあり, 前弧海盆の 1 つである土佐海盆における同時代の総堆積物量は多目に見積っても $50 \times 60 \times 1 = 3000 \text{ [km}^3\text{]}$, の 13 倍強あるいはそれ以上となる。従って, むしろ過去のある時代 (現在最も海側に位置する海溝付加体の形成より前) には現在 II 型の海底谷系として認められる土佐海底谷, 足摺海底谷のほか, III 型海底谷系として大陸斜面上の海盆地に認められる日向海底谷, 大淀海底谷系も当時は I 型海底谷系として陸源碎屑性物質をトラフ域へ供給していたと考えたほうがよいであろう。また熊野舟状海盆から南海トラフへ達する海底谷も存在していたかもしれない。

第 6 図. 日本海東縁海域 (1), 東北日本太平洋側沖 (2) および西南日本外帯沖 (3) における地質構造および海底谷系分布の模式図。TR は海溝, B は海盆。

日本海盆, 大和海盆には層厚 1000 m, 場所によって 2000 m に達する堆積層が存在する (TAMAKI, 1988). この厚い堆積層のうち少なくとも上部約 500 m は鮮新世以後の乱泥流堆積物からなり (小泉, 1977), 日本近海のものには富山深海長谷や最上深海長谷等を通じて供給されたと考えられる。本海域における顕著な堆積体である富山深海扇状地は富山深海長谷を通じて供給された陸源碎屑性物質からなり, その形成は徳山・末益 (1986) によれば更新世中期以後である。また西津軽海盆や最上舟状海盆における層厚数 100 m に達する海盆埋積層は鮮新統～第四系と考えられている (加藤ほか, 1986). 富山深海長谷と最上深海長谷に挟まれた大陸斜面域 (佐渡海嶺周辺) および北海道西岸沖の大陸斜面上には孤立した大小数多くの海盆が存在するが, 海岸線に近い位置にあるものを除けばそれらを埋積する堆積層は薄く分布も狭い (岡田ほか, 1985; 加藤ほか, 1986).

第3表. 日本海東縁海域, 東北日本太平洋側沖および西南日本外帯沖における海底谷系の特徴. 形成時期に示す括弧内の年代は現在進行中のプレート沈み込みの開始時期. 海溝水深値は海溝埋積層を取り除いた場合の平均的な水深.

海 域	北海道・東北日本～伊豆・小笠原東方	西南日本外帯沖	日本海東縁収束域
海 溝	千島・カムチャッカ海溝 日本海溝, 伊豆・小笠原海溝	南海トラフ (相模トラフ, 駿河トラフ)	(新生日本海溝; 中村, 1983)
関 係 プレート	北米プレート ✓太平洋 フィリピン海プレート ✓ プレート	ユーラシアプレート ✓フィリピン海 (北米プレート) ✓ プレート	✓ (北米プレート) ユーラシアプレート ?
形 成 時 期	4 0 M a 前 (1 0 M a 前)	5 ～ 6 M a 前 (2 ～ 3 M a 前)	0 ～ 2 M a 前
埋積状況	不完全あるいは堆積層を欠く	ほぼ完全 (層厚: 1000～2000m)	完全 (層厚: 1000m強)
海溝水深	8 0 0 0 ～ 9 0 0 0 m	5 0 0 0 ～ 6 0 0 0 m	4 0 0 0 m 前後
海 底 谷 系	I 型 (主, 広く分布) II 型 (局所的)	I 型 (谷系面積小, 分布限定) II 型, III 型 (広く分布)	I 型 (谷系面積大, 分布限定) III 型 (広く分布)
Q 値	≧ 1 4 0	4 0 ～ 9 0	1 0 0 ～ 1 1 0
その他 の特徴	外縁隆起帯: 存在するが, 前弧海盆域の埋積により地形的には不明瞭	外縁隆起帯: 地形的に明瞭に存在する 前弧海盆周辺が主要堆積場	外縁隆起帯: 不明瞭 (地形的に特定できない)

谷系パターン・堆積作用と地質構造発達に関連: 最後にこれまで述べた海底谷の谷系パターン, 海底谷による堆積作用が各海域の地質構造発達過程とどのように関係しているかについて述べる. 日本列島外帯沖に位置する日本海溝, 南海トラフは明らかにプレート沈み込み帯である. 日本海東部海域には SENO & EGUCHI (1983), 中村 (1983), 小林 (1983) により, 古くとも 2 Ma 頃から形成され始めた新しいプレート沈み込み帯の存在が推定された (第 1 図). 中村 (1983) はそれを新生日本海溝と呼んだ. しかし, この海域に収束型プレート境界としての海溝が存在するという確証は得られておらず, 地形的にも海溝とみなせる明瞭な凹地は認められない. しかしながら, 中村 (1983) が挙げたいくつかの事実および地形・地質構造の考察結果から日本海東部海域に圧縮場が存在することは確実であろう. たとえば, 日本海東縁には逆断層型の地震を伴う陸側に傾いた地震面が存在する (乗富・佐伯, 1971; FUKAO & FURUMOTO, 1975). 従って, 中村 (1983) らが指摘したようにプレート沈み込み (少なくともプレートの沈み込みに類似した現象) が起きている可能性はあり, そこでの地質構造発達機構をプレート沈み込み帯になぞらえて考えてもよいであろう. そこで本論では, この海域をプレート収束境界と類似の現象が起きている場所と考え, 日本海東縁収束域と呼ぶことにする.

日本列島周辺に分布する海底谷の型および分布の特徴を 3 つの海域に分けて第 3 表にまとめ, また各海域のそれらの特徴を第 6 図に模式的に示す. 第 3 表にまとめた諸特徴は, 各海域ごとにその海域内全体にわたって認められ, その海域を代表する固有の特徴と言える. 各海域の特徴の違いは, 同じ水平圧縮場におけるテクトニックな発達過程の違いとしてとらえられ, その主要因として水平圧縮卓越という状況下におかれた時間差が挙げられよう. プレート沈み込みのサイクルは一般に, プレートの沈み込み開始, 沈み込みの進行と付加体の形成および付加体の外縁隆起帯への成長 (同時に前弧海盆の形成) を経て沈み込むプレートの切断による沈み込みの停止に終わる. このサイクルの中で, 海域における堆積作用はプレート沈み込み開始からある時間 (プレート沈み込みによる陸域の変動, たとえば山地の成長と浸食による砕屑性物質の形成に要する時間) を過ぎた頃から活発化すると考えられる (SHIMAMURA, 1988).

1 サイクルの周期はプレートの移動速度により異なるが, 日本海東縁収束域では中村 (1983) は 1～2 Ma からの沈み込みを推定しており, 南海トラフでの現在の沈み込みは約 3 Ma 前から (小林・佐藤, 1979), 日本海溝, 千島海溝での太平洋プレートの現在の沈み込みは約 10 Ma 前から始まっていると推定されている (新妻, 1985).

これらを踏まえた上で、日本列島周辺海域を例に、海底谷における堆積作用と地質構造発達との関連を考えると、次のように段階的な地史の変遷を組み立てることができる。

プレート沈み込みの初期 例：日本海東縁収束域海域

プレート沈み込みの開始により、陸側で活発な地殻運動が開始される。褶曲帯および断層帯が形成され始め(大陸棚～大陸斜面にかけて多数の海盆が形成)、それまで深海平原または海溝域を埋積していた堆積物は付加体として成長を始める。

沈み込み帯に直結する海底谷および大構造線に沿うⅠ型海底谷系を除き、Ⅲ型の海底谷系が広範囲に形成される。

陸域から供給される陸源碎屑性物質は、Ⅰ型海底谷を通じて海溝底・大洋底まで運ばれる他、Ⅲ型海底谷を通じて最も陸域に近い大陸棚～大陸斜面上の海盆から埋積し始める。

プレート沈み込みが進行 例：南海トラフ

プレート沈み込みの進行により、海溝付加体はより成長・隆起し外縁隆起帯を形成する(ridge and trough zone および前弧海盆の形成)。

Ⅰ型海底谷系は、大規模なものまたは堆積物の供給が活発なものを除き、外縁隆起帯の形成およびより海側に新しい海溝付加体が形成されることによって海溝底・大洋底までの谷筋を断たれ、Ⅱ型の海底谷系に変わる。

陸域から供給される堆積物の一部はⅠ型海底谷系を通じて海溝底・大洋底まで到達するが、Ⅱ型の海底谷系が形成されたことによりかなりの量が前弧海盆以浅の海域にトラップされる(Ⅱ型、Ⅲ型の海底谷系による前弧海盆域の埋積)。

プレート沈み込みがさらに進行 例：日本海溝・千島海溝など

前弧海盆の埋積が継続。

大陸斜面上には必従谷が成長して海溝底・大洋底までの新しい海底谷系も形成されるが、供給される堆積物は主に大陸斜面上の海盆の埋積で消費され続け、海溝底・大洋底まで大量の堆積物は到達しない。

海溝埋積堆積物は付加体の形成および構造浸食(tectonic erosion)によって消費され続ける。海溝域での堆積物消費量が供給量を上回り、最終的に海溝は埋積堆積物を欠く状態になる。

海溝域への堆積物供給量減少には、埋積による海底面傾斜の低減が寄与していると考えられる。東北日本太平

洋岸沖に分布する海底谷の前弧海盆域の傾斜は10/1000以下であり、他海域の海底谷より明らかに緩やかである。深海域での堆積物移動は主に堆積物重力流によると考えられることから、海底面傾斜の低減により重力流の移動距離が制限を受けるか、あるいは移動の機会自体が少なくなると考えられる。また陸域からの堆積物供給量の減少は明らかに流入河川の流域面積の減少と関係している。しかしながら、なぜ流域面積の減少が生じるかを本論での考察からは明らかにできない。この問題に関する議論は別の機会に行いたい。

ここに述べた地質構造発達過程を通じ、陸源碎屑性物質の海溝底・大洋底への供給量を左右するのは外縁隆起帯の成長であると言える。この外縁隆起帯の水深は、外縁隆起帯を明瞭に特定できない日本海東縁収束域を除き日本列島外帯沖では(埋積されているものも含め)2000～3000 mであり、前述したようにⅠ型海底谷系の支谷数が増える水深2500～3500 mとほぼ一致する。このことは外縁隆起帯が何故その水深(あるいは比高)まで成長するのかという重要な問題を提起する。

お わ り に

日本列島周辺海域に存在する海底谷の分布図を作成し海底谷による谷系パターン、堆積作用の考察を行い、それらの地質構造発達史との関連について述べてきた。本論には試論に過ぎない面もあり、より精巧な海底地形図が広範囲にわたって作成されていくにつれて当然ながら修正を迫られていくであろう。ここに述べた時間変化のうち、3段階目がプレート沈み込みの途中の段階なのか最終段階に相当するのかを判断する手がかりはなく、その意味では未完成の推定像である。また本文中では海底に分布する陸源碎屑性物質として重力流により運ばれたもののみ対象としたが、現実には風や沿岸流による移動もあり、海底における陸源碎屑性物質の分布を考える場合にはそれらも考慮する必要がある。しかし、少なくともプレートの沈み込みという日本列島を形成した主要因と、その結果の一つであるが現実には複雑で系統的に考えにくい海底谷を、時間変化の枠内で関連付け同列に論じることができた。

文 献

- 浅田 昭, 1986: シービームデータによる三次元表現法(相模トラフから伊豆一小笠原海溝にかけての海底地形への応用。水路部研究報, 21, 113-133.
BOGGS, S., JR., 1984: Quaternary sedimentation in the Japan arc-trench system. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 95, 669-685.
藤岡換太郎, 1985: 東北日本島弧-海溝系の地形と地質。地学雑, 94, 84-101.

- FUKAO, Y. and FURUMOTO, M., 1975: Mechanism of large earthquakes along the eastern margin of the Japan Sea. *Tectonophysics*, **25**, 247-266.
- GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, 1977: *Geological investigation of Japan and southern Kurile trench and slope areas, April ~ June, 1976 (GH 76-2 cruise) Cruise. Rep.* (HONZA, E. ed.), 7 Geological Survey of Japan, 127p.
- INGLE, J. C., JR., 1975: Summary of late Paleogene Neogene insular stratigraphy, paleobathymetry, and correlations, Philippine Sea and Sea of Japan region. In: *Init. Repts., DSDP* (KARIG, D. E., INGLE, J. C., JR. et al. eds.), **31**, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., 837-855.
- KAGAMI, H., KARIG, D. E., COULBOURN, W. T., BRAY, C. J., CHARVET, J., KINOSHITA, H., LAGOE, M., LANG, T. H., LOMBARI, G. A., LUNDBERG, N., MACHIHARA, T., MUKHOPADHYAY, P. K., SMITH, A. J. and TAIRA, A., 1985: Site 583. In: *Init. Repts., DSDP* (KAGAMI, H., KARIG, D. H., COULBOURN, W. T. et al. eds.), **87**, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., 35-120.
- 海上保安庁水路部, 1979: 100 万分の 1 海底地形図, “北海道”, 第 6311 号.
- , 1980: 100 万分の 1 海底地形図, “東北日本”, 第 6312 号.
- , 1981a: 100 万分の 1 海底地形図, “中部日本”, 第 6313 号.
- , 1981b: 100 万分の 1 海底地形図, “西南日本”, 第 6314 号.
- 海溝 I 研究グループ, 1985: 日本周辺の海溝及びトラフの海底地形. 東京大学出版会.
- KAIKO I RESEARCH GROUP, 1986: *Topography and Structure of Trenches around Japan — Data Atlas of Franco-Japanese KAIKO Project, Phase I —*. University of Tokyo Press, Tokyo, 305p.
- 加藤 茂, 1984: 東京湾におけるマルチチャンネル反射法音波探査. 水路部研報, **19**, 1-57.
- ・佐藤任弘・桜井 操, 1983: 南海・駿河・相模トラフのマルチチャンネル反射法音波探査. 水路部研報, **18**, 1-23.
- ・桂 忠彦・浅田 昭・春日 茂, 1986: 1983 年日本海中部地震震源域の海底地形地質. 水路部研報, **21**, 1-20.
- 桂 忠彦・永野真男, 1982: 五島陸棚谷群の形態. 水路部研報, **17**, 71-92.
- 小林和男・佐藤任弘, 1979: 海洋大陸境界部の構造と発達 (I) — 活動縁辺域 (島弧—海溝系と縁海) —. 地球科学, **11**, “変動する地球 II — 海洋底 —”, 岩波書店, 東京, 175-252.
- 小林洋二, 1983: プレート “沈み込み” の始まり. 月刊地球, **3**, 510-518.
- 小泉 格, 1977: 深海堆積物と日本海の歴史 — 氷期に日本海は淡水化したか —. 科学, **47**, 45-51.
- 国土地理院, 1978a: 100 万分の 1 地図日本 I.
- , 1978b: 100 万分の 1 地図日本 II.
- , 1978c: 100 万分の 1 地図日本 III.
- MARUMO, R., NASU, N., OZIMA, M., KUSHIRO, I., TOMODA, Y., KOBAYASHI, K., NAKAZAWA, K., KAGAMI, H., TAKAYANAGI, Y., OKADA, H., NAGUMO, S., MURAUCHI, S., UYEDA, S. and KATSUYA, Y., 1979: *Multi-channel Seismic Reflection Data across the Japan Trench*. IPOD-Japan Basic Data Series, no. 3, Ocean Research Institute, Univ. Tokyo.
- 宮村 忠, 1985: 水害, 治水と水防の知恵. 221 p., 中公新書, 中央公論社, 東京.
- 永野真男・安城龍彦・登崎隆志, 1977: 遠州灘の海底地質. 水路部研報, **12**, 1-33.
- 中村一明, 1983: 日本海東縁新生海溝の可能性. 震研集報, **58**, 711-722.
- 新野 弘, 1950: 特殊海底地形の底質に関する研究. 水路要報増刊, **7**, 83-121.
- 新妻信明, 1985: 変動している日本列島 — 新第三紀テクトニクスとプレート沈み込み. 科学, **55**, 53-61.
- 乗富一雄・佐伯裕治, 1971: 秋田市沖地震について. 東北地域災害科学研究, 99-111.
- OGAWA, Y., SENO, T., AKIYOSHI, H., TOKUYAMA, H., FUJIOKA, K. and TANIGUCHI, H., in press: Structure and development of the Sagami trough and the Boso triple junction. *Tectonophysics*, **160**.
- 岡田博有・LALLEMAND, S., 大塚謙一・LABEYRIE, L., 1985: 日本海東縁の海底地質構造 — 新生海溝問題と関連して —. 静岡大地球科学研報, **11**, 119-133.
- OKUDA, Y. and HONZA, E., 1988: Tectonic evolution of the Seinan (SW) Japan fore-arc and accretion in the Nankai Trough. *Marine Geol.*, **12**, 411-434.
- 奥田義久・熊谷 誠・玉木貴裕, 1979: 西南日本外帯沖の堆積盆地の分布と性格 — 特に構造発達史について —. 石油技協誌, **44**, 279-290.
- RENARD, V., NAKAMURA, K., ANGELIER, J., AZEMA, J., BOURGOIS, J., DEPLUS, C., FUJIOKA, K., HAMANO, Y., HUCHON, P., KINOSHITA, H., LABAURME, P., OGAWA, Y., SENO, T., TAKEUCHI, A., TANAHASHI, M., UCHIYAMA, A. and VIGNERESSE, J.-L., 1987: Trench triple junction off Central Japan — preliminary results of French-Japanese 1984 Kaiko Cruise, Leg 2. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **83**, 243-256.
- 桜井 操・佐藤任弘, 1983: 東海沖 Outer Ridge の地質構造. 水路部研報, **18**, 25-35.
- 佐藤任弘, 1962: 釧路沖海底谷付近の深海地形. 地質雑, **68**, 563-572.
- ・新妻信明, 1980: 日本列島周辺海域の地形と地質. 地球科学, **15**, “日本の地質”, 岩波書店, 東京, 251-301.
- SENO, T. and EGUCHI, T., 1983: Seismotectonics of the Western Pacific. In: *Geodynamics of the Western Pacific Indonesian Region* (HILDE, T. W. C. and UYEDA, S. eds.), *Geodynamics Ser.*, **11**, Am. Geophys. Union & Geol. Soc. Am., 5-40.
- SHIMAMURA, K., 1988: Sedimentation and tectonics of Zenisu Ridge, eastern Nankai Trough and Suruga Trough regions. *Tohoku Univ., Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.)*, no. 58, 107-167.
- , 1989: Topography and sedimentary facies of Nankai Deep Sea Channel. In TAIRA, A. and MASUDA, F., eds.: *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*, TERRAPUB., 529-556.
- SHREVE, R. L., 1966: Statistics law of stream number. *Jour. Geol.*, **74**, 17-37.
- SMITH, D. and STOPP, P., 1978: *The River basin*. Cambridge Univ. Press., 51.
- 徐 垣, 1986: 南海トラフの堆積様式 (予稿). 碎屑性堆積物研究会報, **4**, 61-72.
- SOH, W., TAIRA, A. and TOKUYAMA, H., 1988: A trench fan in the Izu-Ogasawara trench on the Boso trench triple junction, Japan. *Marine Geol.*, **82**, 235-249.

- TAIRA, A. and NIITSUMA, N., 1985 : Turbidite sedimentation in the Nankai Trough as interpreted from magnetic fabric, grain size, and detrital modal analyses. In : *Init. Repts., DSDP* (KAGAMI H., KARIG., D. H., COULBOURN, W. T., *et al.* eds.), **87**, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., 611-632.
- TAMAKI, K., 1988 : Geological structure of the Japan Sea and its tectonic implications. *Bull. Geol. Soc. Japan*, **39**, 269-365.
- 田山利三郎, 1950 : 四国沖の海底地形, 特に大陸斜面の形態について. 水路要報, 増, **7**, 54-82.
- 徳山英一・末益 誠, 1986 : 富山深海扇状地の形成年代と成因. 月刊地球, **8**, 734-739.
- VON HUENE, R., LANGSETH, M., NASU, N. and OKADA, H., 1982 : A summary of Cenozoic tectonic history along the IPOD Japan Trench transect. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **93**, 829-846.
- YABE, H. and TAYAMA, R., 1929 : On some remarkable examples of drowned valleys found around the Japanese Islands. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, Tokyo Univ., **1**, 11-15.

(要 旨)

嶋村 清, 1989 : 海底谷はどのように成長するか—日本列島海底谷系図—. 地質雑, **95**, 769-780.

(SHIMAMURA, K., 1989 : How do the submarine canyons grow? — The chart of submarine canyon systems around the Japanese Islands—. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **95**, 769-780.)

日本列島周辺海域の海底谷分布図を作成し, 66 の海底谷系を区分した. 各海底谷系はその連続性を基準に, I ~ V 型の 5 つの型に分けられる. それらのうち, 海溝底あるいは大洋底までの陸源碎屑性物質の供給路と成り得るのは I 型海底谷系のみである. その他の海底谷系を通じて供給される堆積物は大陸斜面上に存在する海盆の埋積で消費される. 各型の海底谷系分布状況は東北日本太平洋側, 東北日本日本海側および西南日本太平洋側の各海域で明瞭に異なり, 各々の海域での地質構造発達過程を反映している. これらの海域での地質構造発達過程を支配しているのは海洋プレートの沈み込み (あるいはそれに類似の現象) であり, 海底谷系の特徴の相違はプレート沈み込みに要した経過時間の違いを表すと考えられる.