

学位論文題名

北海道中軸部, 日高帯・中の川層群の堆積学・堆積岩岩石学的検討

— 晩新統・中の川層群において認められる3帯の“PETROPROVINCE”とその意義—

学位論文内容の要旨

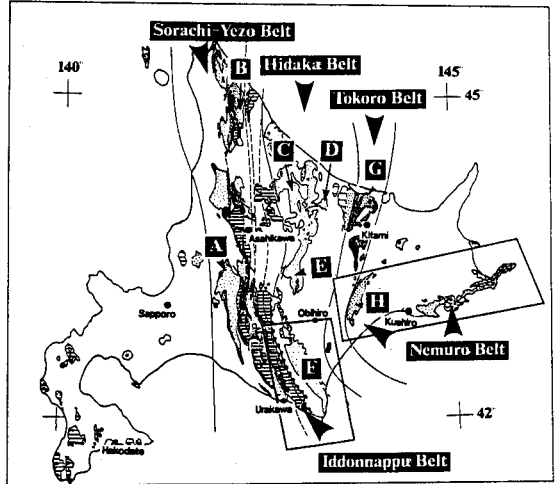
1. 研究目的

北海道中軸部の日高帯は, 1980年代以降ユーラシア東縁を構成していた古(東北)日本弧とオホーツク古陸南縁を構成していた古千島弧の接合帯とする説が有力視されている。特に2つの前弧海盆堆積体, 蝦夷海盆(空知-蝦夷帯)と根室海盆(根室帯)の狭間に広域に分布する日高帯は多量のタービダイト相と少量のメランジ相から構成されており付加体?と解釈されていた。筆者は, 北海道中軸部において, その造構場およびその膨大なタービダイト相の供給・分散システムの解釈が未だ明瞭でない日高帯に焦点をあて, 堆積学的・堆積岩岩石学的検討を行った(図1)。

2. 地質概説

近年, 日高帯および常呂帯・佐呂間層群の碎屑岩類は, 放散虫化石年代ならびに放射性年代の検討から, 根室帯とはほぼ同じ, 最末期白亜紀-古第三紀前期にかけての一連の堆積体と考えられるようになった。この古第三紀晩新世の日高帯が模式的に露出するのは, 日高山脈東縁に分布する中の川層群である(図2)。

中の川層群は, 中央部のヌビナイ川断層以北(北部ユニット)と以南(南部ユニット)では走向方向が大きく異なることが以前から知られていた(紺谷, 1978)。南部ユニットは北北西-南南東の走向が卓越する。それに対して北部ユニットは北東-南西の走向を持ち,



【図1】

しかも東側ほどその走向が時計回りに振れる。両地域とも多数の走向性断層および褶曲構造が観察され, 同一層序がアコーディオン状に繰り返す。また両地域ともその走向は, 日高変成帯の走向と明瞭に斜交している(紺谷, 1978)。この事実, は以下に示す2点において重要な意義を持つ。①現在の中川の川層群の“く”の字形構造を含めた基本構造の成立は日高変成帯成立(Ca. 56 Ma; Owada et al., 1991)以前である。②特に北部ユニットにおいては, その走向が日高変成帯に対して高角に斜交することから, 現在の日高帯北部において観察される東西方向セクションが, 日高山脈東縁においてはみかけ南北方向のセクションで観察されることになる。中の川層群南部ユニットは, タービダイト相から主に構成されるが, その東縁部に前期~中期白亜紀の海洋性複合岩体を含むメランジ相を挟在する。北部ユニットはすべてタービダイト相のみから構成される。

3. 日高帯・中の川層群の3帯の“PETROPROVINCE”

中の川層群は堆積相, 古流系および砂岩組成の特徴から3帯の“PETROPROVINCE”に区分される(図2)。ZONE I: 南部ユニットは数百~数十mオーダーの channel fill faciesから levee faciesの上方細粒化シークエンスが繰り返す。おそらく, 深海底上に広がった large channel & levee complex を形成していたものと思われる。北方に向かって lower-middle fan system が卓越する。古流向は E→W, SE→NW, SSE→

NNWが卓越する。 $Qz/(Pd+Rf)$ 値は、中の川層群において最小で0.09 (SD 0.05)である。単結晶石英は融食構造をもつ酸性火山岩起源のものが、その多くを占める。これらは、ほぼ Undissected Arc、一部 Transitional Arc (Dickinson et al., 1983) のフィールド上に落ちる。本層の砂岩においては、30.35 (SD 6.69) %を火山岩が占める。さらに、13.99 (SD 5.56) %を酸性火山岩類、13.57 (SD 6.36) %を中性火山岩類が占める。また、塩基性火山岩類 (Vol.3) も1.94 (SD 2.10) %と多い。随伴鉱物量は最大8.25%、平均2.59 (SD 1.96) %と特異的に多い。随伴鉱物組成は、単斜輝石、黒雲母、普通角閃石が卓越する。また、不安定成分であるバミス・スコリアを頻繁に伴うことは、本層の碎屑岩が活性島弧域、しかもごく近傍から供給されていたことを裏付けている。

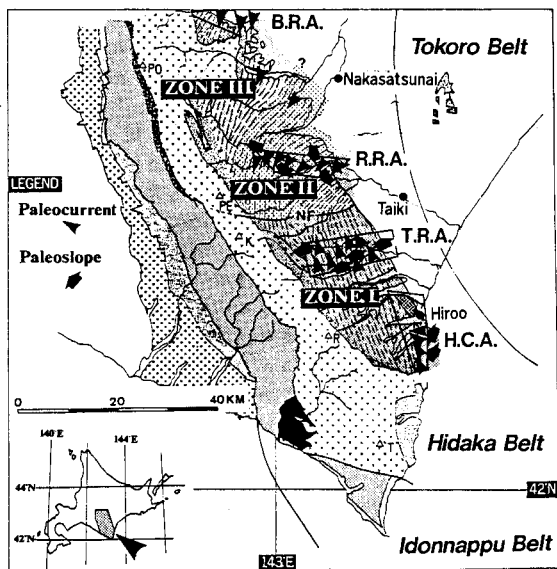
ZONE II: 岩相は安定しており、数十mオーダーの small channel & levee complex (distributary channel system, smooth suprafan lobes からなり middle fan system で説明される。NE→SW, E→W, N→Sと放射状に分散する古流系もこれを支持する。また、levee 部にはスランプ相が頻繁に観察される。 $Qz/(Pd+Rf)$ 値は、中の川層群において中間的で0.19 (SD 0.05)、これらは、Undissected Arc-Transitional Arc (Dickinson et al., 1983) の境界フィールド周辺に落ちる。本層の砂岩においても、23.95 (SD 3.96) %を火山岩が占める。さらに、14.13 (SD 4.87) %を酸性火山岩類、7.58 (SD 2.27) %を中性火山岩類が占める。随伴鉱物量は最大4.70%、平均2.16 (SD 0.78) %である。随伴鉱物組成は、黒雲母、単斜輝石、自形および円磨されたジルコンが卓越する。ZONE III: 主に distal turbidite のみから構成される。一部、smooth suprafan lobe facies を伴う。おそらく海底扇状地末端相を構成していたものと思われる。データ量は少ないが、N→Sが卓越する。 $Qz/(Pd+Rf)$ 値は、中の川層群において最大で0.37 (SD 0.09)、 Pd/Rf 値は、0.41 (SD 0.10)である。特に、粒径が大きく円磨度の低いアンギュラーな単結晶石英、カリ長石、起源不明の多結晶石英が特徴的に多く含まれる。これらは、Transitional Arc、一部 Dissected Arc (Dickinson et al., 1983) のフィールド上に落ちる。本層の砂岩においても、21.77 (SD 4.52) %を火山岩が占め、そのうちの17.43 (SD 4.43) %を酸性火山岩類が占める。中性火山岩片は2.90 (SD 1.70) %と中の川層群においては特に少ない。随伴鉱物量は最大3.57%、平均0.90 (SD 0.76) %であり、中の川層群においては最も少ない。随伴鉱物組成は、黒雲母、自形および円磨されたジルコンが卓越し、ざくろ石、電気石、クロムスピネル、不透明鉱物を伴ない、かこう岩・古期堆積岩起源が想定される。総じて、削剥された島弧深部の様相が強い砂岩といえる。また、一部に波状消光を示す単結晶石英、片理の発達した石英質片岩、黒雲母・白雲母の生じた泥質片岩等の変動帯起源の碎屑粒子、および含放散虫チャート・珪質泥岩等の付加体起源の碎屑粒子も観察される。

4. 北海道中軸帯と3帯の“PETROPROVINCE”

日高帯・中の川層群において想定される“PETROPROVINCE”の供給源ならびに北海道中軸帯におけるテクトニックな意義づけを考察するために、中の川層群とはほぼ同時代の空知・エゾ帯の函淵層群、常呂帯・佐呂間層群中部層、根室帯・根室層群において試料を採集し比較検討を行った。その結果、以下の4点が明らかになった(図3)。

(1) ZONE Iの砂岩は、① $Qz/(Pd+Rf)$ 値、 Pd/Rf 値が低い点、②特にHタイプは中性～塩基性火山岩片に富む点で古千島弧前弧域の根室帯・根室層群および常呂帯・佐呂間層群中部層のものと類似性が高い。ZONE Iの古流向およびスランプ解析からE→Wの供給および古斜面の存在が確認されている。

(2) ZONE IIIの砂岩組成は、北部地域の日高層群および函淵層群のモード組成・岩石学的記載が酷似する。これら砂岩は共通して円磨度の低く粒径の大きな単結晶石英・カリ長石と酸性火山岩片に富んでおり、成熟しかつ開折の進んだ火成弧起源、もしくは大陸縁弧起源と推察される。また、変動帯・付加体起源の碎屑粒子も特徴的に含まれる。以上の砂岩組成の基本的特徴は、古(東北)日本弧(ユーラシア)的であると



【図2】

言える。

(3) ZONE IIの砂岩はZONE IとZONE IIIの中間的な性格を持つ組成と解釈できる。古流向はNE→SWが卓越する。このZONE IIの砂岩の起源は、2つの島弧海溝系のテクトニックな関係を考察する上で、今後鍵になるかも知れない。

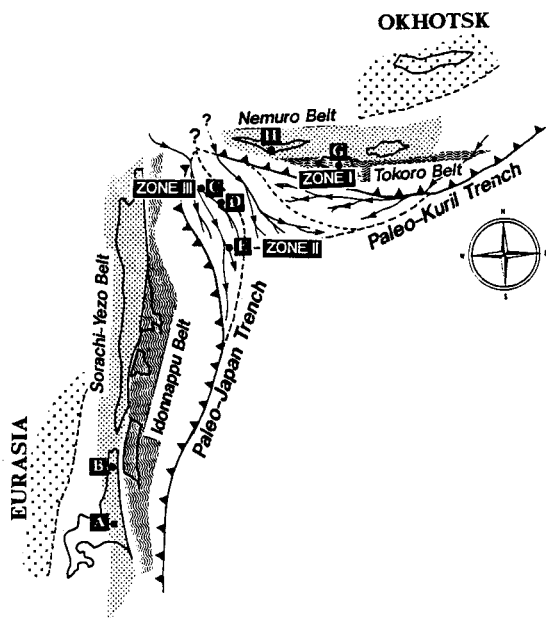
(4) 最末期白亜紀～古第三紀暁新世前期の古千島弧起源の砂岩と古(東北)日本弧前弧域の砂岩を比較した場合、①単結晶石英の含有量比、②随伴鉱物の含有量・組成 および③含まれる火山岩片の性格、割合が有意に異なる。古千島弧型の砂岩は、石英含有率はきわめて低く、火山岩片も中性～塩基性の含有量が特徴的に高いものが存在する。また、不安定成分であるバミス・スコリアが頻繁に含まれる。さらに、多量にカルクアルカリ組成を示す単斜輝石、普通角閃石、不透明鉱物を伴ない、モード比で最大8%を越える特異な試料も存在する。このことは以下の5点と調和的である。

①古千島弧は80-90 Ma前後に成立した火成弧(木村・玉木, 1985)であるとされ、Ca. 60Maの時点においては、その時間間隙がおおよそ20-30Maと短いことから火成弧としては未成熟でかつ開析の進んでいない状態(Undissected Arc: Dickinson, et al., 1983)であったと推察される。②礫岩組成においても、不安定成分であるカルクアルカリ安山岩およびかこう閃緑岩・かこう岩(一部、アルカリ深成岩)が卓越し、しかも、それらの礫径は他のものに比較して大きい。③堆積場のかなり近傍で中性～塩基性火成作用があったらしい(Kiminami, 1983)。このことは、砂岩中にバミス・スコリアが頻繁に観察されることと調和的である。④古千島弧起源の砂岩・泥岩の全岩化学組成は、 TiO_2 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 Al_2O_3 に富むが、 SiO_2 に乏しい。それに対して古(東北)日本弧起源の砂岩は、古千島弧起源の砂岩に対して単結晶石英、カリ長石、酸性火山岩片が卓越する。このことは以下の3点と調和的である。①古(東北)日本弧は、ジュラ紀最末期～白亜紀最前期のアジア東縁で成立した火成弧と推定されることから、すでにCa. 60Maの時点においては、すでに成熟しかつ開析状態のかなり進んだ火成弧であったと推察される。②礫岩組成においてもユータキシティック組織

の卓越するデーサイト～流紋岩質火山岩類類(おそらく溶結凝灰岩起源)、チャート(赤色、緑色および白色)、含放散虫珪質泥岩、石英-長石質アレナイト、黒色泥岩およびホルンフェルス等の安定成分に富む。これらの起源は、(i)西方からの古流向の存在、および(ii)礫岩の岩石学的特徴から北部北上山地～渡島半島起源と推察される。③砂岩・泥岩の全岩化学組成は、 TiO_2 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 Al_2O_3 に乏しいが、 SiO_2 に富む。

5. クロムスピネルの発見と3帯の“PETROPROVINCE”

日高帯・中の川層群を構成する3帯の“PETROPROVINCE”および古千島弧周縁堆積体のタービダイト砂岩中から、多量の碎屑性クロムスピネルの粒子の存在が認識された。①古千島弧起源のクロムスピネルは、 Al 、 TiO_2 量において、当時、古(東北)日本弧の前弧域に露出していたであろう神居古潭帯中の蛇紋岩中に含まれるクロムスピネルのデータとは異なるフィールドを持つ。②ZONE I中には、中～塩基性火山岩起源と推定される high TiO_2 のタイプと蛇紋岩起源と推定される low TiO_2 のタイプが混在する。③現在の釧路沖から十勝沖～豊頃丘陵～白糠丘陵西縁には、正の地磁気異常帯が存在している。また、常呂帯仁頃層群および根室帯根室層群を不整合に覆う上部始新統浦幌層群中にもすでにクロムスピネルの存在が報告されている(Iijima, 1964)。また、その起源も現在の釧路沖30kmの海域、すなわち前述の地磁気異常帯(おそらく蛇紋岩メランジ帯)起源であろうと推定している(Iijima, 1964)。現在、この浦幌層群中のクロムスピネルの分析も現在進行中であるが、予察的な検討ではこの蛇紋岩メランジ帯(古千島弧前縁オフィオライト帯)の隆起の起源がおそらく古第三紀暁新世までさかのぼるものと思われる。



【図3】

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 加 藤 誠

副 査 教 授 中 村 耕 二

副 査 助 教 授 藤 原 嘉 樹

学 位 論 文 題 名

北海道中軸部，日高帯・中の川層群の堆積学・堆積岩岩石学的検討

— 暁新統・中の川層群において認められる3帯の“PERTROPROVINCE”とその意義 —

北海道の背稜をなす日高山脈の形成史は，かつて日高造山運動の体系で統一的に把握された。そして，それはもともと典型的なアルプス型造山運動の例とされたのであった。しかし，地球科学の各分野の発展は，年代論，堆積学，変成作用，火成活動など諸種の点で，旧来の体系を打破してしまった。現在では，プレート・テクトニクスにのっとり幾つかの試案が提出されているが，何れも定説化するに至っていない。それは依然として事実関係の中で不明の部分が残されていることによっている。

申請者は，ここ数年にわたり，日高山脈東縁の堆積岩の地質体を研究してきた。それは中ノ川層群とよばれ，“日高帯”の変成岩，花崗岩のいわば“いれもの”になった地質体である。

まず，広尾海岸，豊似川，歴舟川，美生川に沿って，詳細な地質調査を行った。その結果，中ノ川層群は，走向性の断層によって重複し，厚くパイル・アップされた。東上位の覆瓦状地質体で，主としてタービダイト相よりなり，メランジ相を含んでいることが判明した。タービダイト相中には，7堆積相が識別され，海底ファンモデルを用いてさらに7つの堆積相組合せを想定した。結局中ノ川層群は全体として海溝付近に形成された付加プリズムと見なされる。タービダイト相（いわゆるフリッシュ型堆積物）は，繰り返して発生し，深海底に拡がった混濁流によって形成された。その中には半遠洋性多色頁岩も含まれる。一方メランジ中には前—中期白亜紀（100—140 MA）の年代を示す海洋性岩石（玄武岩および同質火砕岩，チャート，ミクラ

イト質石灰岩など)を含んでいる。

抽出された放散虫による年代は古第三紀暁新世(60MA)を示し、タービダイトに夾在する白色ガラス質凝灰岩より得られたU-Pb年代(58MA)と良い一致を示す。さらに堆積物の示す古流系や、砕屑物組成について検討をすすめ、3つの

“Petroprovince”を認めた。

南部の中ノ川層群(Petroprovince I)は、SSE→NNWの軸流が卓越し、石英、長石片がやや少なく、火山岩片に富む。パミスやスコリヤも含まれる。オホーツク方面の根室層群、佐呂間層群の砕屑物組成と類似する。北部の中ノ川層群(Petroprovince III)では、古流系は基本的にN→Sの軸流で、石英、カリ長石、酸性火山岩片に富み、函淵層群の砕屑物モードと似る。中部の中ノ川層群(Petroprovince II)の古流系はNE→SWで、砂岩組成は、上記の南・北のその中間型を示す。全岩化学分析値でみると、Petroprovince Iは $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ と TiO_2 比がやや大きく、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ も多い島弧型に属する。一方、Petroprovince IIIでは、同様にとったこれらの比はやや少なく、むしろ大陸縁の領域に入る。

以上のような事実をもとに、60MA前の古地理を復元すると、中ノ川層群の南部は、古千島火山弧の前面の付加体をなしていたと判断される。この場合、復元した古流系は東から西へと向かう。なお、Petroprovince IおよびIIで検出されたクロムスピネルは、古千島弧前弧中に存在した隆起帯に由来したものであろう。一方、中ノ川層群の北部は、成熟し、かなり開折され、南北にのびる古東北日本弧の前面に形成された付加体である。両弧の間には、Petroprovince IIとした、砂岩組成からは中間的な、中部の中ノ川層群が存在したことになる。古千島弧と、古東北日本弧の間に存在した海洋地殻は、次第に各弧の下に消費され、古千島弧は、屈曲しながら南進し、これにともなう、両弧と、これにはさまれる付加体は近接し、パイル・アップすることとなった。このあと、新第三紀に向かつて、中ノ川層群の下部では変成作用、火成活動が進行し、やがて、全体として西側へめくれ上がって現在のような日高山脈になったものと考えられる。

これを要するに、本研究は、“日高帯”の根幹となる堆積岩の地質体について、その地質構造、形成年代、形成の態様などを多角的な手法を用いて明らかにしたもので、日高山脈、ひいては北海道島の地質構造発達史に大きな貢献となるものである。北海道は島弧の接合部にあたり、島弧の発展様式の解明にあたって重要な地域であるが、“日高帯”の研究は、島弧地質学の一般則についても重要な意味をもつ。

審査員一同は、申請者が博士(理学)の学位を受けるに十分な資格があるものと認める。