

資 料

551.240 : 553.9 : 553.068=82=956

縁辺凹地に関する見解について*

A. A. Bogdanow

小 西 善 治 訳

縁辺凹地学説は、台地地域と地向斜地域との相関関係に関する一般的問題と密接な関係があるから、広域地質学の種々の問題に大きな意味をもっている。縁辺凹地帯は台地地域と地向斜地域との hinged zone を構成する特有の造構構造であることはよく知られている。この種凹地帯は、地向斜地域の山化時代に規則的に発生して発達したものである。地形学的にみると、縁辺凹地帯は、台地地域に隣接する平坦地と新期の山脈とをわかっ前山地凹地の容貌を普通そなえている。

沈降運動の発生、発展期には、普通狭長な凹地域が生成され、その凹地帯は、厚い堆積岩累系で充される。したがってこの種の岩石累系の構造には、山間内凹地—隆起地塊間に存在する一と台地 (Plate-forme) の盆地とを区別される特徴が現われている。

縁辺凹地帯には、堆積岩の特徴的な累層が生成される。これらの地帯では、原則として火山活動の現象が全然みられない。すなわちこれらの地帯では造構擾乱の特殊の形態が発達する。すべてのこれらの現象は、造構運動の発生の特殊性と古地理地域に展開された運動特性とが縁辺凹地の成長期に地殻断面に現われる結果として形成される。この種の状態は、台地地域では起らない。すなわち台地地域では、まれに起り、山間凹地帯では、短期間存在する。

縁辺凹地の生成を導く造構運動の特異な発展過程では、有用鉱物の大鉱床の生成がその地帯に結果として起ってくる。すなわち縁辺凹地帯には、石油、可燃性ガス、岩塩、カリ塩、石炭の龐大な集積が形成される。世界におけるこれらの有用鉱物の埋蔵地域の大部分は、縁辺地塊の沈降運動によつて生じたものである。したがって台地地域および地向斜地域の発展史と両地域の相関関係によつて大きな意味をもつ縁辺凹地帯の発達にみられる合則性の探究は、有用鉱物鉱床の探査の確立をめざす研究の流れを、学問的に裏付けるうえにおいてきわめて重要である。

1. 縁 辺 凹 地 帯 の 分 布

異なる地質年代に属する縁辺凹地帯は、地球上の各地域に広く分布している。よく知られているものの地帯は、新生代の褶曲地域の、最後の成長階梯に形成された凹地帯の構造とその限界とである。ユーラシア大陸では、西はロン谷から東はパミル弧にいたるまで長く延び、所々に中斷地帯をもつ大凹地帯があげられる。この大凹地帯は、アルプス系統、カルパティア、コーカサス前凹地帯およびトルクメン、タドシキン凹地帯にあたる。パミルとアルタイ山系との会合部の東方では、この地質年代(新生代)の縁辺凹地帯を見掛上欠如している。ヒマラヤ褶曲帯と Arakan, Pegu 山脈とは、北はカラコルム (Karakorum)、南はインド支那で接している白堊紀の褶曲帯と縁辺縫合帯で隔てられていることが考えられる。

南方では、ユーラシア大陸の新生代褶曲地域は、アフリカ、アラブおよびインド、オーストラリア台地と明確に斑点状に長く延びる凹地帯列によつて断ち切られている。この凹地帯列は、縁辺凹地帯の特徴的な容貌をすべて呈している。縁辺凹地帯は、北アフリカ(アトラス高原とおそらくサハラアトラス山脈の南部前山地)では発達の程度が弱い、イラク・イランでは明

* Zeitschrift für Angewandte Geologie, Band 3. Jan. 1957 Aus den "Mitteilungen der Moskauer Universität" (russisch), 1955, Heft 8

地質調査所月報, Vol. 8, No. 8, p. 472~478 参照

白に現われ、インド地塊の北方では、最大の幅と偏りを示して南方に彎曲し、次で東に延びてインドネシアおよび太平洋の西方海域の海淵を構成している。

縁辺凹地は、このようにしてユーラシア大陸の新生代褶曲地域の両縁辺部に念珠状型をとつて配列している。

古生代晩期および白堊紀の縁辺凹地は、最も新しい時代に生成された広大な拡がりをもつ地体構造と重なっているので完全に知られていない。白堊紀の縁辺凹地の顕著な例としては、狭長な Werchojansk 山脈の前凹地があげられる。この地帯は、Sapter 海峡の南岸からマルダン河の下流地域にわたって大規模な凹地帯を形成して延びている。

西部、中部ヨーロッパの古生代晩期の凹地帯は、明確に斑点状に配列する複雑な沈降凹地帯を構成し、西は Bristol 盆地から Namur, Aachen 盆地を経てポーランド・リトニヤア沈降凹地に延びている。ウクライナ結晶片岩地塊の Podolia 隆起帯の南方からアゾフ (Azov) 海にわたる地域には、古生代晩期の縁辺凹地帯は見掛上認められない。

ロシア台地地域 (Plate-forme) とウラル褶曲帯とを断ち切る地域には、古生代晩期の縁辺凹地帯がみごとな発達を示している。この地域では、ボーリングと物理探査が多数行われ、凹地は、徹底的に研究されている。

古生代前期および先カンブリア縁辺凹地は、いままで僅か研究されているにすぎない。古生代前期には、ロシア台地地域はそれを縁取る褶曲地域と縁辺縫合帯によつて引き離された。この台地域の東方の縁辺地には、原生代の終期に深い海盆が存在し、その海盆に沈積した堆積物—ウラルの古期“無化石層”—の岩相に関しては、その後の地質年代に形成された縁辺凹地のそれと近似している。原生代の終期と古生代の初期には、シベリヤ台地地域 (Plate-forme) は、大規模な Angara-Lena 凹地によつてその南東部を縁取るバイカル褶曲帯と引き離された。この凹地帯は、その規模によつて古生代縁辺凹地と区別できるが、多くの点 (例えば累層状態、断層) において後者と類似性をもっている。

2. 縁辺凹地の累層

縁辺凹地は、一定の堆積岩累層によつて特色付けられる。アルプス・カルパチヤ山麓 (中新世) およびウラル山麓 (古生代晩期) の縁辺凹地は、この点において模式地である。

アルプス・カルパチヤ凹地帯は、中新世前期に島状沈降凹地の型をとつて出現し、その凹地には、フリッシュ状モラッセと含塩淤泥層とが沈積した。トルトニアン中期には、縁辺凹地の拡大が始まり、台地の縁辺部が侵蝕された。初期には、点状に散在していた海盆は、縁辺凹地の拡大が進行するにしたがつて融合して uniform の沈降凹地地域が形成され、巨大な岩石標式的なモラッセの累系で充された。この種堆積物は、隣接の隆起山塊の破壊によつて生成されたものである。中新世終期には、隆起運動が起り、凹地帯は、島状隆起地塊 (核状地殻) に解体し、異なる地史の発達が始まった。アルプス・カルパチヤ縁辺凹地の出現に要した地質時間は、台地と地向斜とが縁辺縫合帯を媒介として接合するに要した先行地質時間—三畳—古第三紀—と比較してきわめて短い (中新世)。この時代 (地質) に沈積した堆積物の (規模) 厚さは、沈降凹地の深い部分では 3~5 km に達している。

ウラル前凹地の生成は、Sakmara (南ウラル) と Artinsk 階 (北ウラル) の生成時代にあたる。本来石炭紀には、南ウラルでは縁辺凹地の代りに、龍大なフリッシュ堆積物で埋伏された特異な地向斜状凹地帯が存在していた。その後 Sakmara, Artinsk 期には、現在のウラルに山脈の生成と関連して縁辺凹地—地形学的には海盆と考えられる—が生じ、その中央部には、規模は小さいが、深海淤泥が沈積した。西部縁辺地帯には、ロシア台地 (Russkii Plate-forme) 東部の陸海と凹地帯とを分つ堡礁が存在し、東辺部の山麓地域には粗粒のモラッセが沈積した。次のウラル前凹地南部の発展階梯 (Kunger 階) は、龍大な硬石膏・岩塩層の堆積で特色付けられる。しかし北部では、挾炭層の堆積が行われた (Petshora 盆地)。凹地の生成の完了した当時の地層 (上部二畳系から三畳系) は、龍大な赤色、粗粒碎屑堆積物からなっている。これらの堆

積物は、古期ウラルの高山地から運び出され、前山地の孤立した大海盆地域に沈積し、凹地帯の解体が始まった。

上述の諸例は、縁辺凹地帯が次のような地層 member の様々な集合で特徴付けられることを示している。

- 1) フリッシュ状モラッセ フリッシュ累層自体は地向斜帯の最後の発展階梯を現わしている。この種累層には石油、可燃性ガス鉱床が賦存している。
- 2) 堡礁、石油、ガス鉱床を含む。
- 3) 含塩砂質、粘土質岩石または岩塩、カリ塩からなる大規模の岩塩鉱床、Sの産出も考えられる。
- 4) 巨大な挾炭層累系、例としては、バリスカン山脈のライン、ウエスト・フェレン外凹地帯に発達した挾炭層(多量の石炭を産出する)があげられる。
- 5) 模式的な海成のモラッセ、石油とガスとの集積はまれではない。
- 6) 赤色、粗粒碎屑堆積物累系(陸成モラッセ、この堆積物中には銅鉱床が出現する)。含銅砂岩型。

この地域(縁辺凹地帯)では、火山活動が実際上まったく行われなから、褶曲地帯の内凹地帯にしばしば特徴的にみられる火山源累層を構成する堆積物に出会しない。

上述の地層の構成 member の時間的相続性ならびにそれぞれの凹地帯への構成 member の出現度は、凹地の形成下の状態を決定する多くの原因によつて異なつてくる。その原因としては、例えば沈降運動に関与した平坦地の沈降度と沈降速度、沈降運動が発達する基盤の構造、隣接山地の隆起度と隆起速度、海盆(内陸海)と連絡水路の有無などがあげられる。

延長数100 km、幅12 kmの規模を普通示す縁辺凹地帯の特徴としては、走向方向において層序の連続性に乱れが認められないが、斜方向において変化が現われることがあげられる。このような関係の典型的な例については、N. M. Strachow, W. E. Bushenzew のウラル縁辺凹地の記載と A. E. Michatlow のカルパチヤ縁辺凹地の記載がある。

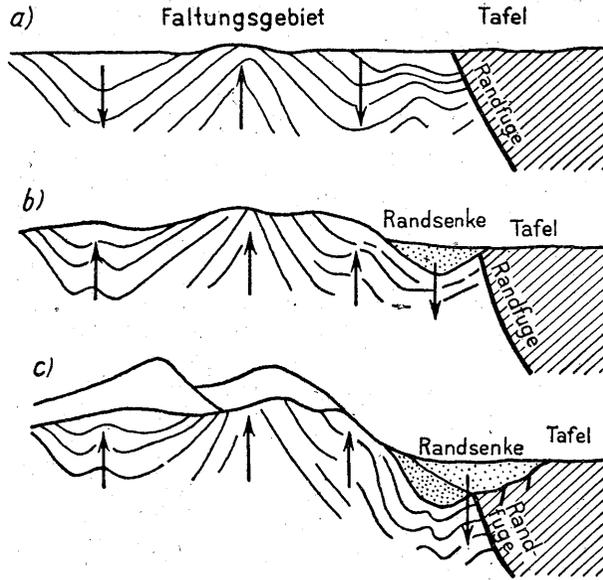
3. 縁辺凹地帯の基盤構造について

台地と地向斜との相関関係に関する問題は、多くの研究者の注目をひいた。筆者の見解によれば、この問題の解決に正しい途を指示したのは、縁辺凹地帯説を提起した N. S. Schatskij である。Schatskij 図式によれば、台地下数100 kmの深所に生ずる狭長な破碎帯によつて台地と地向斜とが引き離されている。Russkii Plate-forme およびシベリヤ Plate-forme の縁辺部の構造に関する最近の報告は、W. W. Beloussow の反対にかゝらず、Schatskij の提唱する図式の正しさを立証している。

縁辺縫合帯と縁辺凹地帯との相関関係はどういう意味であるか? 褶曲帯から台地への移行帯を異なる2型(移行帯)で現わす仮定は正しいであろうか?

縁辺凹地の形成は、褶曲地域では、地向斜帯が造山運動によつて解消するとともに、以前卓越的に働いていた褶曲運動の回春が地塊の隆起で起るときに始まる。縁辺凹地構造の初期発達階梯では、縁辺凹地は、褶曲地域の外海盆地の縁辺部(あたかも)継承発達を繰り返すような状態で褶曲基山地に普通形成される。次の時代には、山地形成地域の拡大が起るから、縁辺凹地の中心が褶曲地域から側方へ(相対的)移動する。したがつて台地の縁辺部は、前山地凹地の強度沈降(運動)地域となる。台地縁辺部の沈降はこの場合階段断層および撓曲を結果として伴なう。

アルプス・カルパチヤ凹地ならびにヒマラヤ凹地、その他の凹地帯はこのようにして発達する。したがつて凹地の異なる部位は、深所のきわめて異なる構造によつて特色付けられる。このような現象は、凹地の異なる部位に働く造構擾乱の強度と性質となつて現われる。したがつて多くの縁辺凹地では、この状態によつて、(凹地)断面の完成度、堆積の規模および造構擾乱の特性(カルパチヤ縁辺凹地、Werchojansker 凹地等)で識別される凹地の内帯と外帯とが明ら



第1図 褶曲地域の発達階梯と縁辺凹地の形成
 a) 褶曲地域の発達の地斜料段階 b) 褶曲地域の山化発達段階(初期階梯)
 c) 褶曲地域の山化発達段階(持統階梯)

かに区分できる。凹地の内帯は、凹地構造の初期発達階梯において褶曲基盤上に出現するが、反対に外帯は、凹地発生地帯の末端部の台地の基盤上に生ずる。

凹地は、上述の一般的な場合のほかにも褶曲地帯にも台地基盤上にも直接発達する可能性がある。第1例としては、Namur-Lüttich, Tadshikii 凹地、第2例としては、ウラル縁辺凹地の南断面の北部(bashkirishen)があげられる。基盤構造が均一性である凹地横断面の種々の部位の内構造(inner structure)が、一層均等(uniform)性を示すようになる。

したがって縁辺凹地は、褶曲地帯と台地地帯との間の縫合帯に生じ、これらの構造系で隔てられる縁辺縫合帯と重なる特殊の造構構造で代表される。

ここで、いかなる条件の下で縁辺凹地が生じるかが問題となってくる。この問題の現在の研究段階では、明確な回答を与えることはできない。縁辺凹地が褶曲地帯と台地地帯との境界に全然出現しない場合が多数知られている。例えばノールウェーのカレドニヤ褶曲帯, Russkii Plate-forme, 南部のヘルシン 褶曲帯, シベリヤ Plate-forme 南西部のカレドニヤ褶曲帯があげられる。Schatskij はこの現象に対して次のような考え方を述べている。すなわち台地の縁辺部の基盤が強度に上昇する場合には、縁辺凹地帯構造の発生にとつて好ましくない状態が出現する。例えばカレドニヤ褶曲帯とバルチック楯盤地域との関係にはこのような状態が実際に認められる。しかしウクライナ楯盤地域に直接するカルパチヤ縁辺凹地帯は、確かに縁辺凹地帯の発生にとつて好ましい状態の下で発達したものである。

縁辺凹地帯構造の発生は、隣接台地構造の特殊性によつて誘起されるものではなくて、褶曲帯の山地(造山運動区)への発展段階を支配する現在未知の重要な合法則性に従うことが考えられる。

4. 縁辺凹地帯の断面の一般的性質と造構擾乱について

縁辺凹地帯は、一定方向—台地方向への凹地帯の移動—発達を示すので、その横断面には強度の非対称性が現われる。長い地質時代にわたつて形成される凹地内帯では、多数の地層の member からなる龍大な地層断面がみられる。累層の厚さはこの地帯ではしばしば 4 km から 6 km に達する。比較的短期間内に発達した凹地外帯では、断面の規模(累層の厚さ約 1 km)

は小さく、唯一の累層(例えば海成モラッセ)の堆積物からなることもまれでない。したがって凹地内帯では、層序断面の完全性で特徴付けられ、岩石累系では、凹地初期発達階梯に沈積した堆積岩類が卓越している。これに反して、外帯には、凹地の台地への移動の最終階梯が記録されている層序断面の上位層準だけを欠失しているから、内帯と外帯とは区分される。

一般に凹地内帯には、複雑な線状褶曲 (Linear folding) が形成され、顕著な不調和が内部構造にしばしば現われている。したがってこの地帯では、脊斜構造(特に岩塩核をもつ)に線状ダイヤビル(diapir)が広く拡大し、衝上(岩塩)げによつて錯雑化した狭長な櫛状(corb-like)脊斜がみられる。これらの複雑な脊斜構造は、幅の広い平坦な向斜構造と区分できる。この種擾乱型は、褶曲山地に存在する内帯の特色となつている。台地に突きあたる部位では、しばしば Dome 状隆起—その上昇度はきわめて小さい—がみられるとともに、台地型の様々な地塊の断裂が発達している。これらの転位型は、“剛性”台地基盤に直接する外帯の特徴となつている。

線状褶曲および縁辺凹地の内帯への衝上げは、褶曲造成運動と褶曲地域縁辺部に起つた大きな Dome 状撓曲運動と関連性がある接線応力の作用で生じる。縁辺凹地外帯の Dome 状上昇は、地塊の半径方向運動(radial movement)と関連し、台地基盤の地塊の転位の型に反映されている。

内凹地帯と区分される縁辺凹地帯の最も重要な特性は、火山活動現象がこの地帯で欠いている点である。したがって変成作用現象も、すでに述べた火山成累層も欠失している。すべてこの理由としては、反中心運動(decenter movement)と地殻下に存在する地塊の流動に求むべきである。このような現象は、縁辺凹地の位置と常に一致する大きな負の重力異常で明らかにできるであろう。これらの特性は、縁辺凹地では火山活動の様々な型態の生成と関連性のある有用鉱物の存在を事実上欠失するが、燃料、岩塩鉱床が広域に発達している理由となつている。