

中国チベット高原の地球科学的考察

石川 輝海

地質学的意義

チベット高原は北上するインドプレートがユーラシアプレートに衝突した衝突境界の北側に形成された高原地帯である。この地域で最も高度のあるヒマラヤ山脈も衝突境界に形成された山脈である。

この衝突境界の形成はインドプレート上にインド大陸よりなる大陸地殻がユーラシアプレートの下へ沈み込むことによって形成された。インドプレートが沈み込むときにインドプレート上に海洋地殻があり、最初に海洋地殻が沈み込むとともに大陸地殻の沈み込みになった。インドプレート上の海洋地殻からなる海はテチス海と言われ、現在のヒマラヤ山脈を形成する物質の堆積の場であった。

インドプレートの沈み込みにより、インドプレート上の物質は付加体としてユーラシアプレートの側面に押し付けられ、隆起部を形成した。そのためこの沈み込み帯に並行する低角の衝上断層が作られた。南部のインドプレートが南側から沈み込み、北側のユーラシアプレート側が衝上した。

インドのガンジス平原は標高100m以下の低地であり、ヒマラヤ山脈の南側から流出した河川水の集水域となり、多くはガンジス川の流域となっている。ヒマラヤ山脈の山麓には山脈より落下した岩石屑よりできたモラッセ堆積物のシワリーク層が形成されている。このシワリー

ク層はシワリーク丘陵を形成し、標高200m～1200mの山麓である。

このシワリーク丘陵と衝上断層を境にして、さらに北は標高1000m～4000mの高さになり、小ヒマラヤ山地となる。境界の衝上断層ではシワリーク層が下盤になり、小ヒマラヤ山地は上盤である。この小ヒマラヤ山地はインドがゴンドワナ大陸の一部であった大西洋型陸縁辺に堆積した地層よりなる。この小ヒマラヤ山地の北は主中央衝上断層を境にして、標高8000m級のヒマラヤ山脈の主峰になり、主ヒマラヤとなる(木村, 1997)。

主ヒマラヤは先カンブリア紀の片麻岩および結晶片岩よりなり、これらはインド大陸を構成していた大陸地殻の岩石と考えられている。主ヒマラヤの北縁に正断層系の構造線があり、その北側にはインド大陸が移動してアジアに到達までに堆積した堆積物(テチス海の堆積物)が広がる。これは幅が100kmほどある。圧縮による弱変成を受け、粘板岩となる。また、中新世の花崗岩類の貫入を受けている。

このテチス海の堆積物の北にインダス・ツアンポー縫合帯(構造線)があり、ヒマラヤ山脈の北側にはほぼ東西方向に延延に延びている。これがユーラシアプレートの下へインドプレートが沈み込んだ境目と考えられている。この構造線の北側は再び標高7000m級の山岳になる。トランスヒマラヤと言ひ。チベット高原へつながる。この地帯はインドプレートが沈み込むと

きの付加体で形成されている。チベット高原は標高5000mの起伏の緩やかな高地である。

本調査は主に、ラサより西方へヤルツェンポ川の上流に向かって調査した。その地域は中生代のテチス海堆積物の分布地域である。

ラサ周辺地域

ラサは周囲が山に囲まれた盆地内に位置し、標高3650mである。人口は44万人で、中国チベット自治区の首都である。チベット自治区は面積123万平方キロメートルで、人口263万人である。

ラサ盆地周辺の山地は石材として石灰岩などが切り出され、建物の材料に利用されている。チベット地域の家屋の多くは石積みによって建設されている。それらは中生代の海成層で石灰質岩である。層理は乱れ、褶曲構造を示す。

ラサ市の西では石灰質泥岩層がほぼ垂直で波状に褶曲する。この層の中では石灰分が多く、石灰岩となった物が選択的に石材として利用されている。また泥岩層の層理に片理面が斜交して発達する(図1)。

石材採取場では厚さ約30cmの石灰岩が採取される。周囲の山々も石灰岩よりなる。粘板岩も石灰岩層中に挟まれている。

シガツェ周辺地域

シガツェはラサの西方280kmに位置し、標高3900mのチベットの第2の都市である。ヤルツェンポ川の水が利用される豊かな農村の町である。穀物は主に麦の栽培がよく行われている。河川の流域は樹木の植林が行われている。山地は裸地になり、家畜の放牧地となる。

地質は黒色粘板岩よりなり、層状構造がよく



図1 ラサ市の泥岩層、層理に斜交して片理面が発達する。

発達する。それらは横臥褶曲あるいは開いた褶曲、また同心円褶曲などが観察できる(図2)。

シガツェのタシルンボ寺はパンチェン・ラマのお寺で有名である。この寺は石造建築で美しい石積みで造られている。その石材は周囲から集められ、この地域の地質を知るのに役立つ。石垣には粘板岩が多く使われ、片麻岩、花崗岩などが集められている。

チベット地域の石積みは大きい石と大きい石の間にスレート状の粘板岩を挟み、装飾的に積まれ、堅固で美しい石積みである(図3)。多くはこの石垣に朱色の泥を塗って装飾する。

ラクパ峠はシガツェとシェーカルの間点にあり、標高5250mである。ヒマラヤ山脈の雪山を見ることができる。山地は草地となり、アンドサケ・タペテ、ペティクラリス、ロンギフロラ、トウビフォルミス、ステレラ・カマエヤスメ、キルシウム・ファルコネリーなどの高

山植物が茂る(図4)(吉田, 1994)。地質はテチス海の堆積物で石灰質および泥質である。層理面が発達し、弱変成を受けて、スレートになり、石材として採取されている。

シェーカルはチョモランマに入る時に入山許可を申請するところである。チョモランマ・ベースキャンプの起点になる小さい集落である。ホテル4軒とレストラン4軒、ガソリンスタンド1つの小さい町である。川沿いに麦が栽培いされた畑があり、主に羊やヤクの放牧である。スレートからなる地質のため地表面は黒色である。このスレートの中にアンモナイトの化石を含む。

標高5000m以上あり、河川などの水源の周りのみが草地となり、まばらに生育している。山地は裸地となり、風化作用は進み、土壌化を示す。

ティンリーはオールドティンリーと言い、



図2 シガツェに発達する同心円褶曲の背斜構造。



図3 シガツェの寺院の美しい石積み。



図4 ステレラ・カマエヤスメ，チベット高原の高山植物。シガツェ周辺地域に多数繁殖する。

チョモランマ・ベースキャンプのベースになる。中国側からは2ヶ所の登山口があるが、そのうちの一つである。

調査した8月はチベット地域の雨季であり。雨季と言っても激しい雨が降るわけではなく、霧が出て、少し湿る程度である。ただし、高い山には雲がかかりティンリーはチョモランマが最もよく見えるところであるが、雲がかかりなかなか見ることができない。今回も多くの観光客(10人程度)がカメラを構えて晴れるのを待っていました。雲の間より少し見ることができました。また、酸素不足で高山病に悩まされました。初めての経験です。

チベット高原

チベット高原は平均5000mの高度を持ち、広大で極めて平坦である。そして地殻の厚さは55～85kmあり、大陸地殻の平均の厚さの35kmより極めて厚い。

この地殻の厚さは大陸プレート同士の衝突で大陸地殻が2倍になり、約70kmの厚さになったと説明がつくが、チベット高原の地形的平坦さを説明できない。地殻が一様に厚くなったのではなければ、ヒマラヤ山脈のような起伏の激しさが必要である。チベット高原はアイソスタシーが成立していない地殻の可能性がある。

また、この地域はユーラシアプレートの中でチベット高原、コンロン山脈、タリム盆地、天山山脈、モンゴル高原と標高が2000m～5000mあり、地殻の厚い地域である。おそらく50km以上である。

この広大な地域の地殻の厚さがインドプレートの衝突、つまりプレートの沈み込み、大陸プレート同士の衝突で説明がつかない。地殻が厚くなり、平均標高が3000m以上になる理論を

確立させなければならない。

地形学的環境

本調査は北京より列車で、北京、西安、蘭州、西寧、コーアルム、ラサと入った。24時間以上の行程であった。

西安を過ぎ、天水へ入ったところより山岳地形になる。列車と並行する河川は黄河の支流である。河川は濁水となり、水は川幅を満たして流れ、上流が雨季となり、河水を十分に満たしているであろう。

車窓より山地は緑豊かで、斜面のいたるところが耕地として利用されている。川沿いの平坦地は耕地として利用されている。そこでは畑作が行われ、とうもろこしおよび麦類の栽培が多い。また果樹の栽培が盛んである。

西寧より奥地に入るにしたがって、標高は高くなる、緑は少なくなり、畑は穀類の実りの時期になっている。標高が増すとともに植物が減少し、裸地が多くなる。鉄道は河川沿いに施設されている。その河の水量は上流ではなくなり、枯川となっている。また、氾濫原は草地となり、家畜が放牧される。牛類が多い。

高原地形で緩やかな起伏である。鉄道沿線には砂防柵および飛砂を防ぐため地表面に法状にグリ石の配置が見られる。その高原地形では乾燥し、風が強いため処置であろう。

チベット高原は標高5000m以上である。面積は日本の4倍以上である。そのためそこに住む民族は多様である。多くはチベット仏教を信じる人たちである。

西寧より青海省へ800km入ったところにゴルムトがある。青海省の中央部に位置し、チベットの入り口である。荒涼とした砂漠の中にできた町である。このゴルムトとラサを結ぶ青

蔵鉄道の建設のために造られた。町は祁連山脈と崑崙山脈にはさまれたツアイダム盆地内にあり、標高2800mの位置にある。

崑崙峠、タンラ峠を越えて、チベット自治区へ入る。タンラ峠は標高5200mあり、青蔵鉄道の最高点である。この一帯は草地よりなる高原地形で、起伏は少ない、平坦かつ、湿原や湖がある（図5）。

ラサはトランスーヒマラヤ帯にあり、ほぼ東西に伸びるトランスーヒマラヤ帯と高ヒマラヤ帯の低地に沿って、インダス・ツェンポ縫合帯が走る。これは構造線であり、地形的にはヤルツェンポ川と並行する。

ヤルツェンポ川はヒマラヤ山脈の北麓を西から東へ流れ、ヒマラヤ山脈の西端でバングラデシュへ流路を変え、ベンガル湾へ流れる。

シューカル、ティンリー付近の河川はヒマラヤ山脈の北麓を流れるが、ヤルツェンポ川と合

流せずに、ヒマラヤ山脈を横切って、ヒマラヤ山脈の南側へ流れ、ガンジス川へ、流入する。このようにヒマラヤ山脈を横切る河川がこの地方に4本もある。これはヒマラヤ山脈が隆起を続け、高くなるとともに河川の浸食作用も増し、ヒマラヤ山脈の隆起速度より、浸食量が大きいためにこのような現象が起きるのであろう。

ヒマラヤ山脈と並行するヤルツェンポ川は褶曲山脈の向斜構造の軸部を軸方向に流れる。ヤルツェンポ川はヒマラヤ山脈とカンティセ山脈の間を流れる。カンティセ山脈の北側には湖群がほぼ山脈に並行に分布し、その北側にはタンラ山脈、チベット高原となる。

メンラ山脈以北はチベット高原で、標高5000m以上で崑崙山脈まで広がり、崑崙山脈の北側にはタクラマカン砂漠となり、タクラマカン砂漠は標高1000～1500mの盆地状低地で



図5 チベット高原の草原地域、タンラ峠付近。

ある。さらに、タクラマカン砂漠の西にはゴビ砂漠となり、標高1000～1500mの盆地状の地域である。

チベット高原内の河川には流出口が存在しない物が多い。高原内の大小の湖内に流入し、これらの湖は流出口を持たない。これは降水量が極めて少ないためである。ラサで年間降水量409mmである。チベット高原内には他の記録がない。7月・8月が雨季であるが、その月降水量は約110mmである。極めて乾燥した気候である。タンラ山脈、ソルチンウラ山脈およびホフシル山脈の東側地域の河川は流出口を持ち、黄河、長江、メコン川およびタンルイン川の源流の流出地となっている。

チベット高原の特性

チベット高原はインドプレートとユーラシアプレートの衝突により大陸地殻が重複したため、極めて厚くなり、厚さ55km～85kmもある。地殻の下にリソスフェアがあるため、それを含めると200km以上になる。このため広大な高原が形成された。チベット高原は平均標高5000mあり、極めて平坦であり、高原内に著しく高い山脈は存在しない。

チベット高原に連なるタリム盆地とモンゴル高原は地殻の厚い地域で地殻のアイソスタシーで標高1000m～5000mの高原を形成しているのであろう。

日本海溝、フィリピン海溝、スンダ海溝、ヒンドスタン平原とチベット高原を取り囲んでプレートの沈み込み帯がある。ユーラシアプレートを中心にプレートの集積により、超大陸ができつつある可能性がある。

チベット高原の特異性は地殻の肥大化により、標高5000mの高原の形成である。そのた

めにインドプレートを構成していた大陸地殻の片麻岩や結晶片岩は大陸地殻の下へ沈み込み、さらに変成作用を受けた。また、ユーラシアプレートの大陸地殻および海洋プレート（テチス海）の堆積物も大陸地殻に付加して、圧縮され、弱変成作用を受けた。その証拠は高ヒマラヤ山脈のアンモナイトを含む白亜紀の堆積岩である。

まとめ

チベット高原は地球で最も高く、広い高原である。平均高度5000mもある。地球上で高度4000m以上の高度を持つ地域の面積の85%以上をチベット高原で占めている（木村，1997）。しかも極めて平坦である。この地形は大陸プレートの衝突によって作られて、沈み込んだインドプレートがユーラシアプレートの奥まで入り込み、広い範囲の地殻を押し上げたのであろうか。

チベット高原の調査で金属鉱床の産出地を見ることはなかった。金属鉱床や石炭・石油などの地下資源の産出は聞かない。金属鉱床を形成する火成活動は花崗岩の産出から認めることができる（図6）。火成活動に伴う金属鉱床はなぜ存在しないのだろうか。また、広域変成作用に伴う鉱床の可能性もある、多くは石灰岩と金属元素が反応して、鉱床を形成する。チベット地域には多くの石灰岩が産出するのにスカルン鉱床はできなかったのであろうか。

また、浸食量が少ないため地下の鉱床が地表に露出しないためであらうか。チベット高原は植生が少なく、全面が露頭である。露出していれば容易にわかるはずである。放牧のため多くの人歩き回っている。現在、見るべき鉱床はない。マグマ性の鉱床が地上に露出するまで浸



図6 スレートの中へ貫入した花崗岩質岩，岩石の表面にチベット仏教の経文が書かれている。

食作用が進んでいないためであろうか。浸食作用は地形が高くなり、河川の勾配が増せば高くなる。チベット高原は標高が5000mと高いが、起伏も少ない、降水量が少ないため、浸食作用が弱く、鉱床が露出するまでになっていないのであろうか。不思議である。

本研究は2007年度の名古屋学院大学研究奨励金を使用しました。関係各位に感謝します。

参考文献

- 石川輝海（1992）：中国秦嶺山脈の土壤浸食と自然景観。名古屋学院大学外国語学部論集，第4巻第1号，p. 89-96。
- 石川輝海（1993）：中国秦嶺山脈に発達する Sole Marking について。名古屋学院大学外国語学部論集，第5巻第1号，p. 47-54。
- 石川輝海（1998）：東アジア地質構造発達史。平成9年度文部省科学研究費成果報告書「中国に関わ

る地域総合情報の体系的整理」

- 石川輝海（1999）：中国内蒙古自治区における地球科学的環境について。平成10年度文部省科学研究費研究成果報告書「中国に関する地域総合情報の体系的整理」
- 石川輝海（2000）：中国における地球環境データの整理。名古屋学院大学論集，人文・自然科学篇，第36巻，第2号。
- 石川輝海（2003）：シベリアの自然環境について。名古屋学院大学論集，人文・自然科学篇，第40巻，第1号。
- 石川輝海（2004）：中国雲南地域の自然解析。名古屋学院大学論集，人文・自然科学篇，第41巻，第1号。
- 木村 学（1997）：5.5 大陸の合体：衝突型造山運動。岩波講座地球惑星科学 9. 地殻の進化，9. 253-270。
- 中尾正義（2007）：ヒマラヤと地球温暖化。昭和堂。
- 酒井治孝（1995）：ヒマラヤの渚。近代文藝社。
- 吉田外司夫（1994）：花のヒマラヤ。平凡社。