

リヒトホーフエン以前のドイツ語圏における地形研究

北野善憲

序文

リヒトホーフエンは一般にドイツにおける近代地形学の父と称され、彼以前には地形研究がほとんどなされなかったような印象を受ける。とりわけこのイメージに決定的な役割りを果たしたのは、彼の直系の学者達の論文である。すなわちヘットナーの論文、フィリップソンの通史および何よりも19世紀後半から論を進めたシュミットヘナーの論文『ドイツ地形学の興隆』がそうである¹⁾。これらの影響力の強い論文によって、さまざまな学史によって多少なりとも取り扱われていたリヒトホーフエン以前の地形研究さえ無視されるようになったと述べても過言ではない。科学史の中において、一度固定観念が形成されると、それが拭いさられるのは容易なことではない²⁾。とりわけ本格的な研究者の少ない分においてはそのような傾向が強い。英語圏においては、地形学史家デイヴィーズが、古い時代には地形研究のほとんど行われていなかったということに疑念を抱き、英国地形学史『朽ちる大地』を書き著すにいたった³⁾。この種の作業はかなり労苦を伴うものであり、現在においてもあまりこのような研究はなされていない。それゆえに、それほど問題にされることのない時代は、彼にならぬと研究されてよい。

このような観点からドイツ語圏における地形研究の歴史を眺めてみると、デイヴィーズが英国の例で驚いたように、古くから非常に多くの学者達が地形研究を行っている。一般には地形研究のまっとなされていなかったと思われる時代にも⁴⁾、研究そのものは、レベルはともかく綿々と続けられていた。本来なら、これらすべてを取り上げるべきであるが、本稿においては、とりあえずその概要を追求したい。

() ウェルナー学派の地形研究

あらゆる学問分野におけるように、地形に関する研究も古くは古代にまで遡れるが、ドイツ語圏における研究はとりあえず18世紀から19世紀初頭にかけて一世を風靡したウェルナーを取り上げたい。もちろん、彼以前にもキルヒャーやショイヒツァーおよびゲスナーなどのあやしげな学者や、後年ウェルナーに影響を及ぼしたレーマンなどの地質学者や、自然地理学の中で地形を論じたカント、および何よりも山脈形成に関して独自の学説を展開させたパラスなども存在した。しかしながら、国内外における圧倒的な影響力を考慮すれば、まずウェルナーを取り上げることに異論はなからう。

ウェルナー (A. G. Werner) は⁵⁾、1749年にヴェーラウ (現在はポーランド領) において代々鉱業に關与した家庭に生まれ、それゆえに幼少の頃より鉱物になじみ、しかるべき勉学を終えた後で、

当然のごとくフライベルクの鉱山アカデミーの教授となった。彼の在籍は1775年から没年の1817年までである。この期間に彼はゲオグノジーを講じ、実に多くの弟子を育てた⁶⁾。彼の弟子達は、ウェルナー放射とも言い表されるようにヨーロッパの各地に広がり、恩師の学説を広めた⁷⁾。

ウェルナーの学説は、一般に水成論として知られているが、これはあくまでも当時の火成論ないしは深成論と比較されてのことである。その水成論の内容は、公表された彼の著作物が少ないために、ウェルナーの指導を受けていないものには、あまりくわしく知ることのできない欠点があった。それゆえに、ウェルナーの学説は、彼自身の著作物よりも、どちらかといえば彼の弟子達の著作物によって間接的に知られるはめになった。水成論と火成論との論争の際には、岩石の水成論が必要以上に強調されたために、彼の学説の他の部分がないがしろにされがちであったのは否めない。とりわけ、後世の科学史においてはホイッグ史観によって一方的に悪者扱いされた。最近の気鋭の学史家ローダンですら、ハットン派は、成因の斉一性を述べ、野外観察の必要性を主張し、地質時間の無限性を説いたために勝ち誇ったと述べているが⁸⁾、これらはいずれも、ウェルナー自身が持ち合わせていたものである。したがって、ウェルナーを正当に評価することは必要であろう。この点に関しては、近年、ヴァーゲンプレート、グンタウなどによって、ウェルナーの手稿などから彼の学説が詳細に研究され、従来考察されなかった面に光が当てられている⁹⁾。ここにおいて、彼らに従いウェルナー説に目を向けたい。

まず、ウェルナーの水成論とは、文字通りほぼすべての地質生成物が水中で生じたか、水によって形成されたというものである。すなわち、固体の大地は、人類の知る限りにおいては、元来、水によって全面的に形成されたものであり、地下の火は、その作用に関してはごく限られており、それと同時に弱々しい状態にある。そして、大地の表面はほぼ全体が水によってつくられ、火の関与は、全体としては取るに足りないという。

次にウェルナーの地史を詳しくみたい。彼の地球史はもちろん水成論の枠組みの中で唱えられたものである。原初の段階においては、おそらく百万年前に、大洋が地球全体を覆い、地表は現在のものとはまったく異なった様相を示していた。海面、すなわち原始大洋の上には濃い霧が立ち込め、それゆえに、大洋は暗かった。まだ、陸地は存在しなかったので動植物もみられなかった。水中にも生物はほとんど存在しないか、ないしはまったく存在しなかったという。これによって、始原層に化石のないことが説明された。

ウェルナーは、生物が水塊の化学的組成を決定したと考えていたので、この時代には有機物と石灰の含有量はわずかであり、これに対して、硫酸や鉍物質が多量に含まれているとみなされた。海陸の相違がなかったため、当然のことながら碎屑物はまだなかった。化石もほとんど期待できなかったため、原初の生成物は化学的なものであった。この際に、まず水に溶けにくいもの、したがって、その中に保持されないものが分離したという。ウ

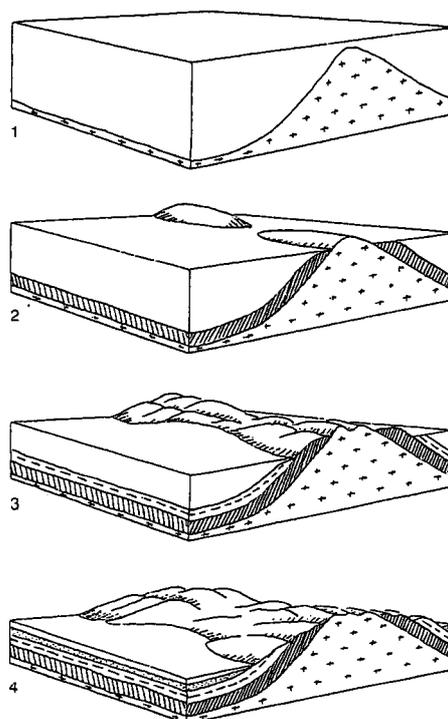


図1 ヴァーゲンプレート(1999年)によるウェルナーの地史

エルナーは、特に粘土・珪酸物質と金属化合物を想定した。

第二段階への移行期に、そのプロセスの緩慢性が強調された。この時期に陸地が海面から顔を出す。この陸地は沈殿物の凹凸による。陸が現れるのは、海面が低下したためである。水に覆われない地表の出現とともに破壊作用がおこり、砕屑物が生じる。地球に生物がすむようになり、可燃性物質が鉱物界にできる。したがって、大陸の存在する時代は、二つに、すなわちカオスの時代と、生物のすむ時代とに区分されるという。

大気はますます強く作用し始め、太陽熱もいっそう激しい影響を及ぼす。今や、集中的に発達した生物は、海洋における堆積物の変化にも、大陸上における岩屑の生産にも同じように重要となる。これらの条件下で形成された岩石にはとりわけ石灰岩や「死滅し分解される動植物」からなる有機物があげられる。それらからは化石が大々的に生じるだけでなく、歴青質と塩質の堆積物もできる。砕屑物は増大するが、性質は異なるとはいえ、相変わらず化学的生成物もみられるという。

以上の地史はいくつかの段階に分かれ、それぞれ性格は異なる。キュヴィエのものとは似ているが¹⁰⁾、ウェルナーは、変革を激変ないしは地史上のプロセスの急激な中断とはみなさず、時代から時代へと徐々におこる推移と考えた。

ウェルナーの学説は、多くの科学史において述べられているように、ノアの洪水を意識したものではなく、むしろそれから逃れたものであった。すなわち、超自然的なものは排除されていた。また、後にライエルの推し進めた斉一論的な概念も持ち合わせており、これは次の文においてもうかがえる。「我々が陸地について表面から知る限りにおいて、陸地は時の子供として、自然の作用の結果として、そして物体とその上で今なお作用し続ける営力の作品としてみえる。」¹¹⁾

ウェルナーは、また、激変も認めており、彼の立場はかなり現実主義的なものであった。激変の中には、山地の低下や、海面の上昇も含まれている。これらによって、化学的变化が生じ、海流が変化し、水が陸に作用して地表の凹凸が徐々に均されるという。これらの詳細なメカニズムは論じられておらず、この点に関する後の学者への影響は希薄であったと思われるが、外的営力についてはたいていのものを認めていた。しかしながら、ドイツ語圏においては、ウェルナーのこの面についてはうまく伝わらなかったようである。次に彼の弟子達について考察したい。

(1) フンボルト

ウェルナーには実にたくさんの弟子がいたが、彼らの中で一際目立つのがアレキサンダー・フォン・フンボルト (A. von Humboldt) とレオポルト・フォン・ブッフ (L. von Buch) である。そして地形研究に関しては最晩年の弟子ナウマン (K. F. Naumann) があげられる。

フンボルトの経歴については、すでに数多くの著作において紹介されており、本稿においては最低必要限のものにとどめたい¹²⁾。

フンボルトがウェルナーの弟子であったことは、ことあるごとに言及されるが、彼がウェルナーの影響をどれほど、どのように受けたかという点に関しては、あまり知られていない。結論から言えば、フンボルトが恩師の水成論を早々と放棄したことや、外的営力、とりわけ河川の侵食能力を軽視したことなどから、ウェルナーのフンボルトに対する影響は、少なくともこの分野においてはほとんどなかったように思われる。彼が河川の侵食作用を軽視したことは、後述のようにフォン・ホフによって痛烈に批判されている。

では、このように、フンボルトが河川の侵食能力を軽視した原因はどこにあるのだろうか。一般

には、熱帯における調査によって、フンボルトは、河川の侵食能力の脆弱性に目を止め、その後の河成論の成立にマイナスの役割を果たしたとよく言われる。たとえば、『自然の景観』アカデミー版の編集者による注釈がそうである¹³⁾。しかしながら、フンボルトは、熱帯を旅行したとはいえ、ヨーロッパ大陸で生まれ育った人間であり、この地域の河川にははるかになじみがあり、ヨーロッパの他の学者と同じような考えを抱いても不思議ではない。したがって、彼の熱帯における観察のみが、彼に反河成論的な立場を取らせるに至ったと考えるには、少なからず無理があるのではなからうか。

この時代には、まだ谷の成因については意見が統一されておらず、河川の侵食作用による河谷形成が一般に認められるようになるのは、もっと後のことである。それゆえに、フンボルトが河川の侵食能力を軽視したことについては、さらに他の原因も追求されるべきであろう。たとえば、当時の多くの学者は、とりわけフンボルトのいたフランスの学者がそうであったようにノアの洪水、ないしはより科学的には、世界的な大洪水の水が引く際の流水の侵食能力をを重要視した。このような雰囲気の中では、河川の侵食能力をを重要視するほうが異端であった。フンボルトについては、本来、河成論に懐疑的なところに、熱帯での観察によってその意が強められたとも考えられる。

この点に関するフンボルトの地形観は次の一節によく表われている。「オリノコ河の岸辺に腰を下ろし、岩の堤にさまたげられた流れが轟音とともに砕け散るのを眺めている。この急流地帯の景観や規模が数世紀後にはどのように変わっているのだろうかという思いが去来する。私は水の衝撃が花崗岩の塊や珪石のような鉱物に対して著しい侵食作用を及ぼすとは考えていない。」この後おう穴論を経て、次のように論じられる。「一つ一つの滝を見れば、わずか6ブースの落差しかないシエネの奔流の現在の状態を古代人が残した大げさな描写と比較して、その落差をナイル川の河床に対する侵食や水流の作用によって説明しようとする考えのあることは、私も承知している。地質学は長い間こうした作用によってアンデス山系に生じる谷や地層の断裂の成因を説明できると考えてきたわけである。だが、現地で行われた調査は、必ずしもこうした主張を支持するとは言い難いものであった。我々としても、川が古期層の脆い土壌を流れている場合には、水流の作用を否定するわけではないが、エレファンティナの花崗岩の岩山は、モンブランやカクニー山の頂上同様その高さをおそらくここ数千年の間まったく変えていないのである。さまざまな気候下における雄大な自然の景観を子細に観察すれば、深く穿たれた谷や立ち上がった地層、散在する岩塊などの大変動の痕跡が、現時点では落ち着いた状態にある。地球の表面は、穏やかに作用する侵食のような現象とはまったく異なる異常な原因によって生じたものであることは明らかである。(中略)一部の地質学者の主張とは裏腹に、私には山の麓の峡谷に小石がとどまることによって、アルプスやピレネー山脈が、その標高を減じるとは思えない。」¹⁴⁾

フンボルトには地形形成営力に関する考察は欠如し¹⁵⁾、この分野においては博物誌的方法が色濃く認められる。彼の地形研究はあくまでも形状把握にすぎない。とはいえ、断面図の作成や地形計測は、後年の定量的研究の足掛かりとみなせる¹⁶⁾。

フンボルトには、むしろ内的営力による地形の分野において功績が認められる。すなわち、火山の地下の深所における原因や、その帯状の分布と、山脈の平行性は、彼によって唱えられたものである。

(2) ブッフ

火山の研究については、何よりもこの時代の中心的な役割を果たしたレオポルト・フォン・ブッフは、1774年にベルリン近郊で生まれた¹⁷⁾。フンボルトよりも5歳若い、彼とは同世代、同郷ということになる。また、父親がプロシアの官僚で、母親が裕福な貴族の出という境遇も似かよっている。15歳のときにブッフは、ベルリンにおいて、鉱山アカデミーの入学に必要な鉱物学と化学を学び、1学期後にフライベルクで入学が認められた。この点は少し回り道をしたフンボルトとは異なる。鉱山アカデミーにおいては、恩師ウェルナーの家に下宿しながら勉学に励んだ。彼はまさしく一番弟子の扱いを受け、ウェルナーの期待のほどがうかがい知られる。ブッフは、3年間フライベルクに滞在するが、途中の1年間は、フンボルトと机を並べ、生涯の友となった。卒業後、彼はハレとゲッチンゲンにおいて法学と行政学(ときたま鉱物学)を学び、1796年にプロシアの官僚となった。しかしながら、フンボルトを同じように、ブッフもこの職はすぐに放棄し、学問の世界に没頭する。ブッフもフンボルトに負けず劣らず研究旅行をし、中世の放浪学者にたとえられるほどであった。そしてこの旅行によって、ウェルナー説に対する疑念が次々とわきあがるようになった。

皮肉なことに、ウェルナー説は、高弟によって、しかも自国の一番弟子によって覆される。ダーウィンの酷評によって有名なスコットランドのジェームソンなどの外国人のほうがむしろ忠実にウェルナーの学説を守った。

ここにおいて、ブッフがウェルナー説から離れる過程を探りたい。ブッフはまず玄武岩の水成論を巡る論争に自ら決着をつけるために、すなわち活火山を、とりわけベズービオ火山を見るためにイタリア旅行を試みる。この際に彼はアルプスを越えた。このとき彼の目にとまったのが、アルプスの複雑な地質構造である。水成論者にとって、変位した地層は説明のむずかしいものであった。たとえば、傾斜した地層は元来その位置で堆積したものであるという間に合わせの説明がそうである。ウェルナー説においては、図1のように、始原層を挟んで、より新しい地層は左右対称に分布するはずだった。しかしながら、アルプスの層序はそのようにはなっていない。ブッフは、ここで頭を痛めるが、とりあえずその場しのぎに、北からの水流と、南からのものとの堆積作用の相違を持ち出して、いわゆる「堰き止め説」を唱える。この時点においては、ブッフはまだ水成論を懸命に擁護していた。

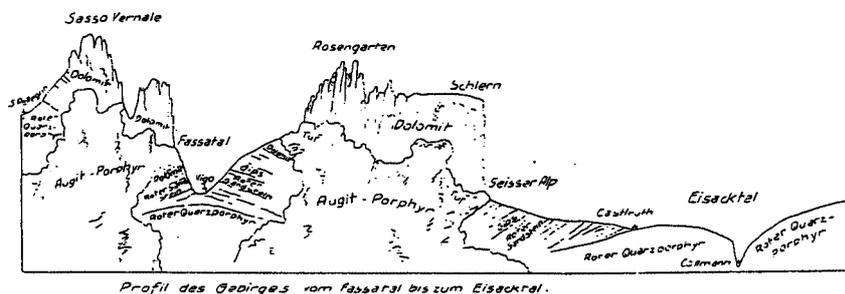


図2 ブッフの隆起説によるアルプスの断面図 (Wagenbreth, 1999)

次にブッフの心を揺さぶったのは、ドロミューの助言である。すなわちフランスのオーベルニュ地方の火山が花崗岩の上に載るということである。恩師の学説では火山は石炭のような可燃性の物質が燃えること

によって生じる現象であり、化石の燃料を一切含まない始原層、すなわち花崗岩の中には火山の原因となるものがないからである。これ以降、ブッフは何回かオーベルニュ詣でをする。このオーベルニュ地方は、河成論者を育んだ土地として地形学の中では有名であるが、ブッフはこの死火山地域の研究を進めるにつれて、隆起火口説を進展させる一方で、河成論からはますます離れていく。

ブッフのウェルナー離れとは、一般には水成論から火成論への転向が意識されるが、これよりも

むしろ、ウェルナーの大地の静止説から、変動説への変わり身の方が重要である。すなわち、彼の隆起火口説はもちろん山脈の隆起説や谷の割れ目説も、地殻の変動なしでは説明されえないからである。ブッフは一度に変動説に傾いたわけではなく、まず、本来水平に堆積しているはずの地層の変位に注目した。ウェルナー派の中には、地層の傾斜も元来の位置と説明するものもいた。しかしながら、ブッフは、イタリアにおける観察によって、あっさりと地殻変動説に傾く。この契機が、ローマにおいてブライスラクの案内で行った巡検である。すなわち、火山地域において、層をなす噴出物の規則正しく30度に傾斜しているのをブッフは発見し、地殻変動説に心を傾ける。ついで、ベズーピオ火山の観察の際に、海の生物の化石の存在により、その近辺の隆起を想定した。

ブッフは、この年の夏にオーベルニュ地方に行き、現在においては湧出円頂丘と呼ばれる死火山の丘陵を、隆起作用によるものとみなし、ますます地殻変動説に確信を抱くようになった。

とはいえ、何よりもブッフに地殻変動を確信させたのは、北歐旅行である。この地域の海岸線の後退は古くから知られていた。その説明もさまざまな観点から行われていた。ブッフが行った推論は以下のものである。すなわち、海面が変動するならば、その変動幅は一定であるが、実際には北部の方がその隆起量が大きい。したがって、そのような不均等な隆起は陸塊が不当に隆起したために生じるもので、そうとしか考えられないという。この時点において、ブッフの頭は隆起説で満たされ、地殻変動の眼鏡をかけてあらゆる事物を観察することになった。ついでカナリア諸島における観察がそれに追い討ちをかけた。

これはさらに過激なものとなり、1835年以降、ブッフは火山以外の山脈もことごとく隆起説で説明するようになる。そして、当初持ち合わせていた河成論も放棄し、谷がすべて地殻変動による割れ目にみえるようになったのである。

(3) ナウマン

カール・フリードリッヒ・ナウマンは、1797年にドレスデンで生まれた¹⁸⁾。彼は1816年にフライベルクのベルクアカデミーに入学し、まさしくウェルナーの最晩年の弟子となった。その後はライプチヒ大学とイエーナ大学において学び、イエーナ大学において学位を修得し(1819年)、また後年教授資格も得た。彼が最初に名をあげたのは、鉱物学の分野である。その後、岩石学や地質学の分野において着々と業績をあげ、名声を博した。教授資格を得た後は拠点をライプチヒ大学に移し、1842年にそこで正教授となった。この教席は、30年間にわたって彼によって占められることになる。教授時代には、鉱物学、ゲオグノジーおよび自然地理学を講じ、そのテキストの中において彼の地形論が展開された¹⁹⁾。

ナウマンはまず大陸の平面形から話を進める。次いで、その立体形が論じられている。大陸の平均高度がまず論じられるが、これはフンボルト説にしたがったものである。総論に続き、山地がテーマとなる。山地についてはあくまでも地形誌に終始している。すなわち山地の定義から始まり、山脈の種類が論じられ、山脈の走向の問題が取り上げられる。ピュッフォンやピュアーシュの学説

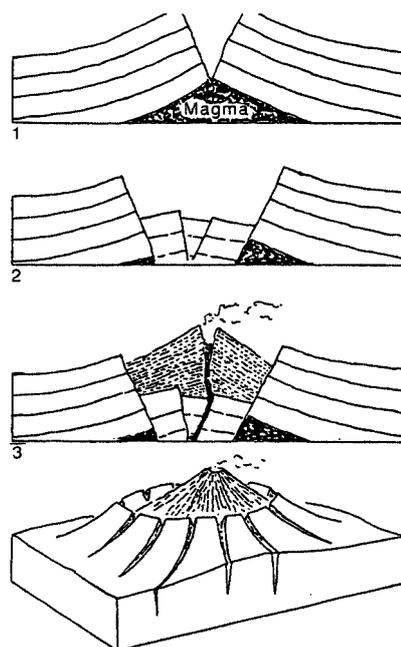


図3 ブッフ隆起のクレーターの模式図 (Wagenbreth, 1999)

などが引き合いに出されるが、何よりも、山脈が北東から南西へ、地軸に対して45～52°の方向に走る傾向にあるというフンボルト説が最重要視された。標高と比高との相違が説明された後で、最高位と平均高度との差の問題が論じられる。これもフンボルト説による。このような徹底した形状把握がナウマンの地形論の特色であるが、これはまさしくフンボルトの流れをくむものである。

その後でより詳細な地形、すなわち尾根、山稜、山腹、谷などが論じられ、ようやくナウマン独自の論が展開される。もちろん形状把握の段階を大きくこえてはいないが、地形の成因や地形形成プロセスに関する考察が、若干出てくる。

まず、谷の成因に関しては、次のような箇所がみられる。「各山脈の山体は、その斜面に、大なり小なり深く長く、溝のようになった多くの切れ込みによって穿たれているように見える。これらは規模と形状に応じて、谷、峡谷、グリユンデ、シュルンデン、溝、ルンゼなどと名付けられている。それらは、現在の形態においては大部分流水の作用によるものである。これに対して、多くのものは、少なくとも起源については、隆起か沈降、あるいは山地の断裂か分断によって生じたものである。」²⁰⁾

ナウマンは、これらが水系をつくることを論じ、オーダー区分についても言及している。谷についてはさらに横谷、斜谷および縦谷について論じてられているが、成因については越流説と滝の後退による後退説がふれられているにすぎない。

ナウマンは、河谷みられる様々な地形をあげるが、段丘や河床段などについては成因を論じることとはなかった。しかしながら、自然堤防については、ほぼ現在の説明と変わらない記述がみられる。「比較的小さな小川においても、比較的大きな河川の谷においても、谷床に生じるのがまれでない変形地形は、自然堤防ないしは河岸の高まりである。これらは両側で谷の水を囲む。それらは、勾配の急な溪流では、比較的粗い礫からなるが、もっと大きな河川では比較的細かい岩屑、すなわち砂、粘土、泥からなるのが常である。そして、それらは、前者のところでは狭くてかなり険しいが、後者のところでは幅広く緩やかに傾いているように見える。それらは、水そのものによって徐々に形成されたものである。水は、洪水の際に、一部は荒く、また一部は細かい多量の岩屑を運び、兩岸であふれ、これらの岩屑の大部分を岸辺に堆積させる。ここでは流速と水の運搬能力がただちに衰える。この自然の岸辺の高まりが、ある程度まで大きくなると、水はあたかも人工的に造られた堤防の間を流れていくようになる。そして水が本来の谷底よりもはるかに高いところに位置するようになって、谷床へはあふれ出ないというようなことさえもある。」²¹⁾

その後、高原、山地、丘陵地および低地が論じられる。中でも低地については、一般的状況から、低地の立体的構造、さらに低地にみられる微細な地形が言及される。低地にみられる漂石やエスカーなどの氷河に起因するものも、それらの成因についてはふれられていない。一部に平坦化をほめかすような箇所がみられるが、具体的に発達過程を論じたものではない。

次に特殊地形の章になり、火山が再び論じられ、ブッフの隆起クレター説が援用された。隆起クレターにみられる放射状の谷は、それゆえに割れ目説で説明される。

海底地形が論じられた後に、大陸と山脈の生成が取り扱われ、ようやく成因が大きく取り上げられた。しかしながら、ここにおいても、おおむねフンボルト説や、ブッフ説と、それを敷衍したエリー・ドゥ・ボーモンの学説が主に紹介されているにすぎない。したがって、ナウマンの地形論はブッフの隆起説に束縛されたものであり、侵食説に傾こうとするがそれによって押し戻されたような形となっている。それは次の一節によく表われている。「山脈は隆起するや否や、その表面は

大気や水の活動の舞台となる。天水は流下して集まり細流や小川となる。これらは、直ちにあらゆる裂け目や割れ目、窪みや深まりに流路をとる。これはそこでその全能力を発揮するためである。それらと共に、冬の凍結と春の融解による洪水、軽微ではあるがやむことのない風化作用の牙そして決して休止することのない重力が作用する。高山では氷河の強力な作用がそれに加担するが、時折おこる地震の作用もそれに加わる。」²²⁾そしてこれらが長年作用し続けると、山脈の本来の姿は変形し、凹地や割れ目は谷となり、出っ張りは尾根となる。かくして多種多様な地形が出来上がるという。

さらに「山地の谷は、最初に形成された時の支配的な条件によって、割れ目谷、隆起谷、沈降谷²³⁾および侵食谷に分けられる。それらすべてについて、水(一部は氷河)や大気の侵食作用が、最終的で今なお働く営力とみなされる。多くの隆起谷は褶曲谷と言い表せる。なぜなら、それらは山脈が隆起する際に分厚い地層全体が側方に圧縮され、褶曲することによって生じたからである。そこでは上向きに凹の褶曲は谷に、上向きに凸の褶曲は尾根となっている。後者は、その際に頂上部で縦にはぎ取られていることがまれではない。そして、それらはそのような場合に独特の隆起谷をつくることがある。これは剥離谷と命名することもできる。それと同じ褶曲谷は、たとえばスイスジュラにおいてはごく普通の現象であり、後者は上述の細長く伸びた楕円形の谷となっていることが多い。これらは環状の隆起谷によって、隆起クレーターを連想させる。山脈のたいていの縦谷は隆起谷と、大部分の横谷は割れ目谷とみなされる。」²⁴⁾

ナウマンは、最後に隆起説の系譜に軽くふれ、ブッフがそれを確立させたことを主張し大陸と山脈の生成の項で論述を終えている。したがって、彼は基本的にはブッフの割れ目説を受け継いでおり、この派の代表的学者といえる²⁵⁾。

() ブルーメンバッハ学派の地形研究

18世紀末から19世紀初頭にかけては、まさしくウェルナーのゲオグノジーの全盛の時代であり、ドイツ語圏においては地質に関する研究が、ことごとく彼の影響下でなされたかのような印象を受ける。しかしながら、実際には、地球科学に関する研究は、もう一つの有力な流れの中で行われていた。これが、これから論じるブルーメンバッハを始祖とする学派である。

ヨハン・フリードリヒ・ブルーメンバッハ(J. F. Blumenbach)は²⁶⁾、一般には比較解剖学者および人類学者、すなわち人間を学問の対象とした最初の人物として有名であるが、博物学の講義によって多くの若者に地質学などの学問に興味を抱かせ、多くの地質学者を育てた。後述するホフ(K. E. A. von Hoff)、レオンハルト(G. Leonhard)、シュトゥーダー(B. Studer)などがそうである。中でもレオンハルトは、弟子にツィッテル(K. A. von Zittel)をもち、このツィッテルの下でドイツ地形学の一時代を築き上げたアルプレヒト・ペンク(A. Penck)が学んだことを考えれば、上述の「有力な流れ」という表現は決して誇張されたものではない。ツィッテルは、また、人文地理学の分野において多大な影響力を持ったラッツェル(F. Ratzel)の恩師でもある。

この流れを考察する前に、まずブルーメンバッハについて論じたい。彼は1752年にゴータで生まれ、イエーナとゲッチンゲン大学で学び、1775年にゲッチンゲン大学において医学の学位を得た。1776年には員外教授および博物館標本館管理者に任命され、1778年に医学部の正教授に昇格した。

そして、大学の有力者の娘と結婚し、大学における影響力を強めた。ブルーメンバッハが教職についたのは、ウェルナーがフライベルクにおいて教授職についたのとほぼ同じ時期であり、両者は平行して弟子を育てたことになる。

両者の交流はほとんどなかったようであるが、弟子達は、たとえばフンボルトのようにブルーメンバッハの指導を受けながらも、ウェルナーの下で鉱物学を本格的に学び両者と親密な関係を持続したものや、レオンハルトのようにゲッチンゲン大学に入学した後で、フライベルクをめざしたが、一身上の都合で断念し、文通による交際はしたもの、彼の指導はほとんど受けずに、ブルーメンバッハの門下生になったものもいる。それゆえに、二つの学派を峻別することはむずかしいが、ウェルナー派とブルーメンバッハ派との大別は可能である。

ブルーメンバッハとウェルナーとの相違点として、学風の違いが指摘される。ゲッチンゲン大学は、ハレ大学と並び当時の最高学府であり、アカデミックな研究に力を入れたのに対して、鉱山アカデミーは徹底的に実学を追求した²⁷⁾。ウェルナーは、弟子のドゥ・リュックの造語である「ゲオロギー」を嫌い、「ゲオグノジー」にこだわった。これは、地質学からロギーを取ることによって、思弁を排除し、実用的な学問を行うのが、彼の目的であったからである。フンボルトやブッフが卒業後に鉱山の検査官として働いていることは、それを如実に示している。本来、ベルクアカデミーの目的はそのようなものであった。

非常に長い年月を経て生じる変化を学問の対象にすることは、実学の枠内ではむずかしく、ブルーメンバッハ派がそれを担ったのは、対立というよりも、むしろ役割分担と称したほうがよい。それゆえに、両者は、本来相補的なものであるが、対立的色彩を深めていったか、あるいは対抗意識を強めた。この結果、ブルーメンバッハ派が、その時代に絶大な影響力を持ったフンボルトやブッフの陰に隠れて学史の中で、ますます垂流扱いされるはめになった。

とりわけ、ウェルナーに真っ向から反旗を掲げたのはホフである。次にこのホフについて論じたい。

(1) ホフ

カルル・エルンスト・アドルフ・フォン・ホフは、アレキサンダー・フォン・フンボルトより2年遅れの1771年にゴータで生まれた²⁸⁾。誕生の11月1日は、西暦79年のベズーピオ火山の大噴火、およびリスボンの大地震の日でもあり、ホフ伝を書き著したオットー・ライヒは、この日になぞらえてホフとの因縁を述べているが、あまり意味のあることとは思われない。ホフと鉱物学との最初の出会いは、父親に連れられてコーブルクで珪化木を見物したときであるという。彼は当時の地質学者フォアグトとも知り合い、ギムナジウムを卒業すると、イエーナ大学に入学する。これは1788年のことであり、彼は2年後にはゲッチンゲン大学に変わる。ここでブルーメンバッハと出会い、彼の講義によって再び地質学に興味をもつようになった。

ブルーメンバッハは、ホフと同じゴータ出身であり、彼をとりわけ鼻息にしたようである。後述の懸賞論文もホフが受賞するように配慮されたといわれる。博物館の収集品も随時ホフが見られるように便宜が図られたほどである。

このような状況ではあるが、ホフ自身は当初は、反ウェルナー的な意識は保持していなかった。卒業後、むしろ積極的にウェルナーの弟子でフンボルトの友人でもあるシュロートハイムから、ウェルナー説を学んでいる。ホフは、彼の指導の下で鉱物学を修め、1798年にはイエーナの鉱物学会

の会員となり、1801年には自ら鉱物学雑誌を発行するようにもなった。しかしながら、地質学の分野においてホフに大きな転機が生じたのは、皮肉にもシュロートハイムの紹介でウェルナーと面会してからである。この際にホフはウェルナー説に嫌気がさし、彼の学説からは完全に離れる。この原因は、上述のライヒによって二点あげられているが²⁹⁾、ブルーメンバッハの指導を受けたホフにとって、当初からウェルナー説にはなじめなかったものと思われる。

これと平行して、ホフの関心は鉱物から地質へ、そして地形へと変わる。彼自身の証言では、ベルリン近郊で川中島が突然誕生し、この河相の変化が地形に本格的に取り組みきっかけになったという。

一般に地形研究不毛の時代と称されるこの時期に、地形を本格的に研究する学者が誕生したわけである。彼の成果は、最終的には『伝承によって示された地表の自然の変化に関する歴史』全5巻となるが³⁰⁾、すべての巻が同時に出版されたわけではない。この著作のきっかけは、恩師のブルーメンバッハがホフの試みを認め、ツィッテルによればおそらくブルーメンバッハが提案したと思われる懸賞論文を募ったことである³¹⁾。この課題とは、「歴史の中において示される地表の変化に関する最も徹底的で最も包括的な研究と、歴史の範囲外にある地表の変革の調査によって、それに関する知識を獲得できる方法」というものである。『徹底的』も『包括的』も最高級など必要ない形容詞であり、ここにもホフに受賞させたいという意気込みがうかがえる。

応募者3名の中から選ばれたのは、もちろんホフであった。この際の受賞論文は第1巻のみであり、それ以降の巻は受賞後に順次出された。

第一巻は1822年に発行された(原稿は1821年に完成していた)。「海陸の割合の変化」が全巻を通じてのテーマとなっている。これは、さらに5つの主題に分かれている。すなわち、第一主題は海域の増大、第二は一つの海からもう一つの海への大貫通、第三は推定される大陸全体ないしは島嶼の海中への水没、第四は陸地の拡大、第五は歴史時代以降の海水準面の総体的な上昇ないしは下降が、認められるのかどうかという問題に分かれている。

第一巻は、「大地と海は、地表において目に見える二つの主要な構成要素である。それゆえに、この上で起こりうる変化を考察すれば、これら二つの構成要素の割合に関するものは、我々には最も目立って、最も注目に値するものとなろう。したがって、まず第一にこれらに目を向けたい」という書き出しで始まる。

「この割合がそれ自体および全体として、あるいは個別の地域および土地で変化をこうむったのか、あるいは引き続き変化しているという歴史的証拠があるのだろうか、ないしはそのようなことは暗示されるだけのものであろうか。これらの証拠、これらの暗示とはどのようなものであろうか。変化はどこにみられるのであろうか。それらは地表の本質や両主要構成要素(海と陸)の相互作用について、どのような推論をさせてくれるのであろうか」という問いかけがそれに続く。この答えをホフは、求めようとしたわけである。

しかしながら、海陸の割合の変化が、歴史的証拠によって裏付けられるか、否定されるかは、非常にむずかしい問題であり、冒頭において現在のところは、答えを出すのは不可能であるとのことわりを入れている。もちろん、これは、その時代には両極地やその周辺はまだよく知られておらず、その他に十分に知られていないところもあったという事情にもよる。

ホフは、引き続き具体的に資料をもとめるわけであるが、局地的な原因で一般化することの危険性を主張している。

この後、海域の増大から考察が進められている。海岸破壊の原因として、大気、降水、陸水および攻撃する波の力があげられている。海岸破壊の事例としては、まず、パラスのクリミア半島の観察が引用されている。石灰岩と粘板岩の互層が、水を吸収することによって流動的になり、湧泉や溪流によって破壊され、海流によって洗い流されると、下部がえぐられ、地滑りがおこるといふ。さらに海岸の破壊には、地震や火山の作用および陸地の陥没もあげられている。

次に具体的に地域例が出される。中でも、北海に浮かぶヘルゴラントについては地図が添えられており、紀元800年、1300年および現在の姿が図示されており、一目で島の縮小の様が分かる。しかしながら、ツィッテルによればこれは贋作であるという³²⁾。

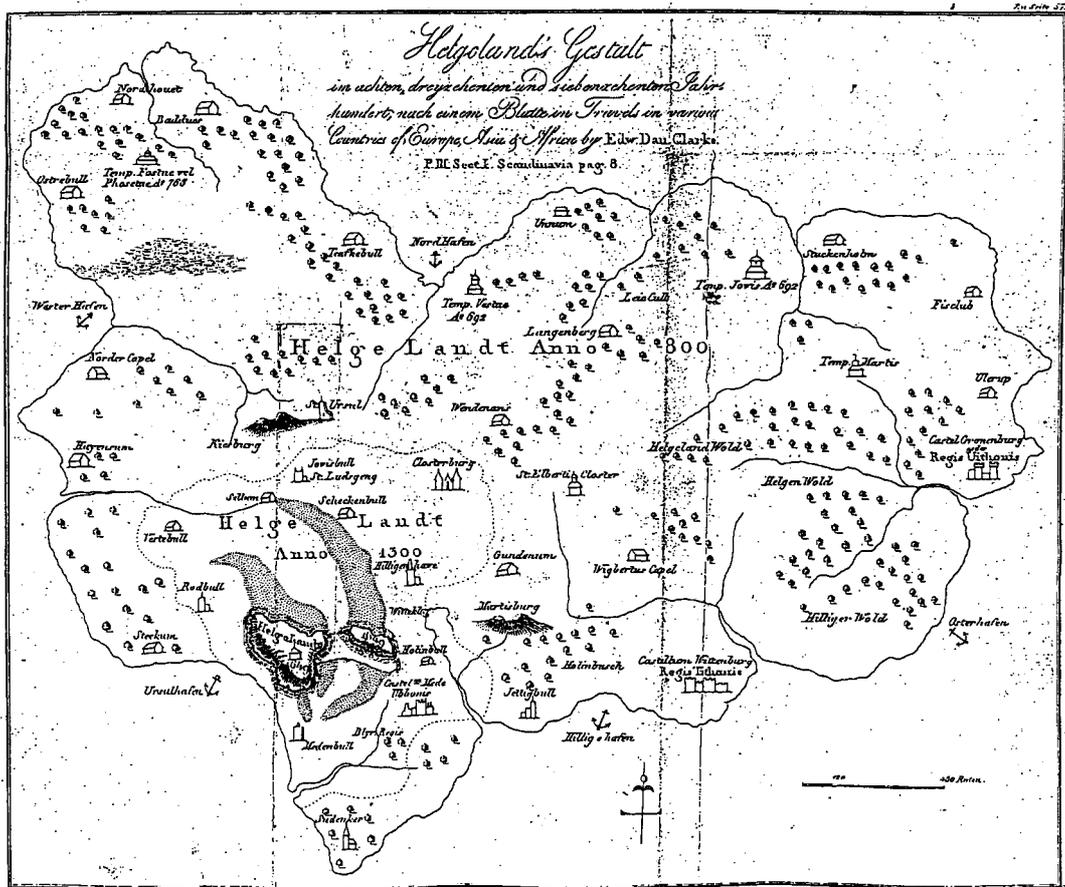


図4 ホフによって採用されたヘルゴラントの地図

海陸の割合に関して、水を受け入れる余地のある凹地に、海水が何らかの原因で入り込めば、海の割合は確実に減少する。それゆえに、貫通の問題は大々的に取り上げられた。これが二番目の主題である。大貫通の例として、まずボスポラス、ついでジブラルタル海峡があげられている。ここでは断面図が掲載されているが、A・ホームズが地質学のテキストで用いたのと同じようなものであり³³⁾、水深測量はどのようにして行われたのか興味もたれる。地中海の干上がった時代の存在したことが、最近の研究で確認されており³⁴⁾、それは単なる伝承として片づけられない問題である。

第三の主題は、推定上の大陸ないしは島嶼の水没である。これについては、何よりも有名なアトランティスが話題となる。ホフは、このテーマについては比較的詳しく論じてはいるが、結論的には単なる夢想として、あっさりそれを退けている。フリースラントやその他の島の水没伝説についても同様である。

第四の主題は陸地の拡大である。この原因については、多様であるとのことわりが入れられ、論が進められている。ホフは、現在で言うユースタチックな海面変動は支持してはいないが、海水準面の低下が最大の原因という。しかしながら、次の三つの原因もあげられている。すなわち、1) 火山活動や地震による隆起、2) 陸地が引き裂かれて海に放出されること、3) 空中の物質が海に落下して海面にまで堆積することがそうである。2)と3)はやや非科学的である。

この章で特に問題とされるのは、陸地の一部が除去されて、海にもたらされることである。これによって、海底が高まる。そして海岸付近の堆積作用によって、海岸が拡張されるか、沿岸に沖積土が形成されるという。

この現象のプロセスは次のようである。流水がそれぞれ流路を穿ち、それを深く幅広くする。このようにして、岩の地面でさえ流水によって切り刻まれる。侵食された物質は、水がほとんど流れないか、静止するところまで運ばれる。この結果、現在、山や谷として姿を見せる外形や輪郭は、火山、地震、山崩れなどが作用した若干の例外を除いて、流水の作用によるという。ここでは、完全な河成論が展開される。これは一見何も目新しくは思えないが、ハットンやプレイフェア以降も河成論を巡る論争が1862年頃まで続いたイギリスの状況を考慮すれば³⁵⁾、かなり時代を先取りしたものとなっている。河成論を早々と放棄したライエルと比較しても、この点は強調できる。

しかしながら、河川の営力が十分な仕事をするには、かなりの時間を要する。したがって、この点に関して、河成論に対する反論のあることを、ホフは抜かりなくあげている。ホフは、時間の十分にあることを強調して、さらに河成論を擁護し続ける。「確かに谷を形成する手段はきわめて単調ではあるが、強力で確実なものである。フンボルトでさえ河川によって硬い岩盤から物質の洗い流されることは、人々が普通に考えるよりも取るに足りないと考えている。彼はこの作用を、軟らかい岩石や、ルーズな土においては認めようとはしているが、硬い始原層については否定している。フンボルトは、大きな谷の形成や山脈の分断を、地球の大変革によるに違いないと考えている」という。ここにおいて、ホフは痛烈なフンボルト批判をする。「滝が低くなったとするなら、河床が沖積土で高められたためであるとフンボルトは言う。この沖積土とは何であろうか。それらは河川が高所から運び込んだ砂礫や土に他ならない。しかしながら、これは軟らかい礫とルーズな土のみであろうか。谷床全面や、広い平原全体が、かなりの深さまであらゆる種類の円礫や、きわめて硬い岩石の礫によって満たされるのを見出すことはないであろうか。最も硬い始原層の中に、流水によってのみ明瞭に切り刻まれ、時にはねじ曲がったり、磨かれたりする渓谷が、絶えず形成されつつあるのを見かけないのであるか。花崗岩の岩や山の峰が、大気の磨食作用によってぼろぼろにされたり、丸くされたりするのを見ることがなかったのであるか。」そして、極めつけが次の一言である。「他の人々が見ることのなかったたいそう多くのものを見たフォン・フンボルト氏は、誰もが目にするこのことに気がつかなかったのであるか」と。

この痛烈なフンボルト批判によって、ホフとフンボルトとの関係は険悪なものとなったように見えるが、フンボルトは別に気にも止めなかったようである。後に、フンボルトはホフの著作の一読をライエルに勧めている³⁶⁾。

いずれにしても、河成論を巡っては見解が大きく分かれた。これは、フンボルトとホフとの対立ではなくて、ウェルナー派とブルーメンバッハ派との対立ととらえられる。というのは、ウェルナー自身は反河成論的な立場にいなかったが、ウェルナー派はおおむね反河成論者であり、ブルーメンバッハ派はほぼ河成論を支持したからである。とりわけブルーメンバッハはドイツ語圏に近代河

成論の始祖とも称せるハットンを紹介した人物であり³⁷⁾、弟子たちはその影響を強く受けている。後述のように、孫弟子のツィッテルやリュートマイヤーに至るまで、その影響は色濃く認められる。

ホフの河成論はさらに、「流水は谷の形成に大々的に関与している。それによって、高所における多量の物質も低所に搬入され、そこに堆積させられる。その一部は、かつての海底、ならびに現在においても存続し続ける海の底に堆積し、蓄積すると徐々に山地の麓に大平坦地を形成する。これらはルーズな（物質の）互層をなす。この作用ははるか先史時代にまでさかのぼる。また、この作用は、地球上に凹凸ができ、大気中の液体が降下したときに生じたに違いなく、現在に至るまで引き続き働いている。それは造山期にはとりわけ強力に作用し、今なお人類の目の前で働いている。この点において、その作用はこの研究の対象となる」と続く。ここにおいて彼の斉一論的な立場も明確にうかがえる。

次に、陸地を侵食する河川の勾配が問題とされる。陸上の物質が河川によって海に搬入され、それが堆積岩の素になることは、すでに頻繁に論じられていたが、河川による陸上の侵食作用がさらに具体的に論じられたのは、おそらくこれが初めてであろう。すなわち、河川の勾配と、侵食・運搬・堆積作用との関係が初めて詳しく論じられた。もちろん、それはあくまでも一般的なものであるという。細かなプロセスが、局地的な状況に左右されることも述べられている。この際に、ホフは植生を重要視し、植生が洗滌作用を軽減することや、耕地においては侵食作用が助長されることにふれている。

次に河口付近で生じる現象が話題となる。すなわち、海浜やデルタが論じられるが、デルタについては、ナイルデルタの論述が詳しい。当時比較的好く知られた世界各地のデルタなどについて言及された後に、第五主題が取り扱われる。

これは、歴史時代以降の海面の総体的な上昇ないしは下降が確認されるのかどうかという問題を取り扱っている。海陸の境界線が変化していることは明白であり、これに関する多種多様な情報が収集されている。ホフ自身は、おおむね海盆への土砂の搬入による海水準面上昇を支持する立場にあり、プッフが主張するような陸地の変動に関する学説や、現在風には氷河性ユースタシーに該当する水そのものの現象に関する学説には懐疑的であった。

この章では、ライエルの『地質学原理』³⁸⁾の中の挿絵でとりわけ有名になったイタリアのプッツオリにおけるジュピター寺院の残骸の事例も、彼に先駆けて取り上げられている。ライエルは、これを無条件に海面変動の証拠としているが、ホフはかなり慎重で、柱の一部に確認される穴が、穴掘貝のものと断定できるのかとか、その穴が寺院に柱の建立されてから穿たれたということに疑問の余地はないのかとか、本来穴の穿たれた岩を石材として使用したのではないのかなどと問いかけて、さらなる追求の必要性を主張している。

以上が、受賞の対象となった論文の大まかな内容である。非科学的なところも多くみられるが、この論文の書かれた時代を考えれば、時代をかなり先取りしたところもあり、それらがホフの評価を低めることはない。

第二巻は1824年に刊行された。序文はその年の7月1日付けとなっている。第一巻に寄せられた反論に対する反駁もみられるが、第二巻においては、火山と地震によって生じた地表の変化、すなわち内的営力による変化が取り扱われている。この分野に関しては、おおむねフンボルトやプッフ説にしたがっている。したがって、ホフがもっぱらフンボルトに批判を浴びせたのは河成論に関してであった。フンボルトが、ライエルに一読を勧めたのが、この第二巻であったのは、よく理解で

きる。

第一主題は一般論で、その内容は、1) 突発的な地割れ、2) 地面の陥没、3) 地面の内部からの隆起、4) 火山、5) 地震、6) 温泉となっている。第二主題以降は、世界の具体的な地域を取り上げた各論となっている。

第二巻においては、大地そのものの変化に目が向けられている。現在、外的営力と呼ばれているものについては、物理的なものと化学的なものとは峻別しにくい、内的営力については化学的作用によるという。上述の現象が、相互にたいそう似かよった面を持ち合わせているので、総体的には唯一の原因が想定されており、プレートテクトニクス論よりもはるか以前に、このような主張のなされたことは面白い。

火山の原因については、その当時のさまざまな学説が紹介されているが、ホフ自身は、原因は目下のところ不明で、真相の解明は将来の人類に託されていると述べている。彼の立場はかなり慎重なものであり、火山と地震、火山と温泉との関係や、火山の原因が地下の深所にあることや、火山の帯状の分布、火山の走行などについて、かなり控えめな推論をしてこの巻を終えている。

第三巻は、第二巻の十年後ようやく出された。ホフ自身の説明によると、彼の職務が二度変わり、そのつど住まいも変更したためであるという。しかしながら、出版の遅れの原因はそれだけではなく、この間の地球科学も大きく進展し、それに対応する必要もあった。とりわけライエルの『地質学原理』の出版されたことは、ホフにとっては衝撃的なことであつたに違いない。というのは、一般にはライエルの手柄とされている斉一論を、ホフ自身はすでに主張していたことを、序文において真っ先に述べているからである。ライエルに対する対抗意識はかなり強かったが、ライエルの著作からの引用も数多くみられる。

第三巻は、主に現在外的営力と呼んでいるものによる大地の変化が論じられている。相変わらず河成論が主張され、さらに強固なものにされている。すなわち、水は化学的にも物理的にも作用し、風・雪・氷などの中では水の作用が最も強く、広範囲に分布し、それゆえに最も重要であるという。

第四・五巻は、ホフの死後にまとめられたものであり、内容は年表である。

このようにして、ホフは孤軍奮闘したかのようにみえるが、実際には援軍もあり、次に彼の同窓でもあるレオンハルトに目を向けたい。彼らの関係は、フンボルトとブッフとのものに匹敵する。

(2) レオンハルト

ホフとほぼ同時代に活躍したブルーメンバッハの高弟に、カルル・ツェザール・レオンハルトがあげられる³⁹⁾。彼は1779年にハーナウ近郊のルンペンハイムで生まれ、フンボルトとは十歳年下になる。彼は、18歳でまずマールブルク大学に入学し、その後ゲッチンゲン大学に移り変わった。ここで彼はブルーメンバッハに出会い、彼の影響を受けて鉱物、地質などに関心を抱くようになり、盛んに鉱物を採集し始めた。ブルーメンバッハは鉱物学の専門家ではないので、レオンハルトはウェルナーの下でそれを本格的に学ぼうとした。しかしながら、この試みは早婚のために断念せざるをえなかった。

とはいえ、フライベルクへの想いは断ち切れず、文通によって、ウェルナー、フォアクト、ブッフさらに終始水成論を貫いたゲーテなどと交際した。

徐々に力をつけたレオンハルトは、1805年以降数多くの著作を発表し、自らも学術雑誌を発行す

るほどになった。1815年にはミュンヘンのアカデミーに招かれ、1818年にはハイデルベルク大学に招聘された。この教授職は没年の1862年に至るまで保持された。ホフが教職につくことなく直接の弟子を残していないのに対して、レオンハルトは長期にわたる教授職の中で多くの弟子を育てた。この中の一人がツィッテルである。

レオンハルトは、気持ちをかなりフライベルクに傾けてはいたが、当初の水成論は教席につく頃には放棄して火成論に転向している。そして何よりも、彼は河成論を終始保持し、ブルーメンバッハの教えを忠実に弟子達に伝えた点において、純然たるブルーメンバッハ派とみなせる。事実、彼は、後年、ことあるごとにブルーメンバッハに献辞を送り、ゲッチンゲンの流れにいることを誇示している。

レオンハルトは主に鉱物学に関する著作を残しているが、講義の中では地球科学全般についての話もしている。これをまとめたのが、1841年に発行された『地質学、あるいは地球の自然誌』⁴⁰⁾である。第51講義以降においては地形が論じられている。とはいえ、大部分が地形誌と称せるものであるが、一部において成因にふれたところが認められる。以下主要な部分を引用したい。

まず谷の形成については次のような箇所がみられる。「谷の形成に関する学問は地質学に属する。それに関する学説は古くから非常に分かれていた。誰もが毎日見る機会をもてるような現象、すなわち水が、流下する地面に切れ込むことによって、軟らかい土ないしは弛緩した岩の底に溝を掘るという状況、流水と流水との摩擦、特にそれらによって洗い流され運搬されている物質と、水がそのうえに流路を持つ面との摩擦によって、例の溝状の河床が部分的に深められ広げられるという事実。これらの現象は、谷が地表における元来の凹凸によるというかつての意見が放棄された後で、緩慢な侵食作用という仮説を導き出すに至った。すべての谷は、無限に長い時の流れの中で、水の作用、すなわち部分的には現在においても、その切れ込みの中を流れているのと同じ水の作用の結果とみなされる」という。これは上述のホフの考えとまったく同じとみなせる。

谷の成因については、さらに次のように続ける。「谷の生成に関しては、流水がその形成や、さらにその後の変形作用にも関与していることには疑問の余地はない。平坦な土地における多くの河川は、巨大な水塊によって洗い流されたかのように見える。それは、硬さの程度にもよるが、岩の底にも作用する。かなり平坦な谷床をもつ幅広い谷は、湖盆のような外見を見せる。これは、最も低いところで、そこに搬入された砂礫や、さまざまな種類のルーズな物質で満たされている。前者の谷においても、広範囲に猛烈に通過する洪水の作用は認められない。両側で相応するほぼ水平な地層が確認できる場所や、何もかもが、山地がずれたり移動したことのないことや、それらの間の固結した塊のみが、まさしく一切れに『切り取られて』、この欠けた部分が除去され運び去られたことを暗示しているかのようなところでは、そうである。すべての現象は、流水が溝を穿ち、この溝が徐々に拡大して、河床、そしてついには河谷になることを、目にも鮮やかに、決定的に示す。そのような谷は、洗い出され、洗い掘りされたものである。これらは『侵食谷』と普通には呼ばれる。蛇に似た湾曲は、多くの谷に独特のものであるが、その谷壁の優角・劣角は、確かに凶暴に通過した洪水という仮説には合致しないようである。」⁴¹⁾穿入曲流を河川の侵食作用の証拠にしたのは、スクロップなどと同じである⁴¹⁾。

レオンハルトは、河成論を断固として主張したが、すぐに態度を軟化させ慎重な姿勢もとる。すなわち、「しかしながら、おそらく比較的わずかと思われるが、すべての谷がもっぱら流水の作用によるわけではない。流水が谷の生成に関与した割合を、それほど広げるわけにはいかないである

う。硬い岩石からなる谷床の侵食作用は、よく想定されたほどは大きくない。

しかしながら、この迷いを振り払い河成論を断固として突き進めていくのがスイスの学者である。次に彼らについて目を向けたい

(3) シュトゥーダー

ベルンハルト・シュトゥーダーは⁴²⁾、ウェルナーの最晩年の弟子の一人として名前があげられているが⁴³⁾、これは登録のみで、実際には一度もウェルナーの指導を受けたことがない。彼が地質学を学んだのはもっぱらゲッチング大学においてであり、自らもそこで別人になったとの証言をしている。したがって、彼は、ブッフを始めとするウェルナー門下生とは親しく交際したものの、純然たるブルーメンバッハ派とみなせる。

1794年にベルンで生まれたシュトゥーダーは、聖職者でありかつ後に神学教授となった父親の影響で、当初は神学を学んだが、父に連れられて野外で自然を観察するとともに、またしても父の影響により地質に興味を持つようになった。彼は、後年父親のフィールドノートの紛失を大いに悔いたことから、父親もかなり地質に関心を示していたことがうかがえる。シュトゥーダーは、1816年に神学とは決別し、その年の秋にゲッチング大学に入学した。1818年にベルンに戻り、ギムナジウムで数学の教師を務めた後で、1825年に鉱物学の助教授になり、その後ベルン大学の正教授となった。

シュトゥーダーの著作は、主に鉱物・岩石学に関するものであり、彼の地形観は『自然地理学および地質学教科書』(1844年)にみられる⁴⁴⁾。この中で侵食作用に関しては、風によるものから、湧泉によるもの、そして天水によるものが論じられている。彼の言う侵食作用とは、風化作用や溶食作用などを含めたものであり、意味内容が幅広いため注意を要する。その作用の中には、凍結破碎作用およびカレンや岩城や土柱の形成などが雑然と論じられている。森林の減少による侵食作用の増大についてふれられていることは、大地の変化について並々ならぬ関心を寄せていたことを示す。

流水による侵食作用は、すべて天水によると論じているところに彼の特色がある。「侵食作用は、山稜の形態だけでなく、谷の形成にも影響を及ぼす。その量は、かつては過大視されたが、最近では過少に見積もられている」という⁴⁵⁾。彼は歴然とした河成論者であるが、中庸の立場をとり、河川の侵食作用の様式や程度、その具体的な事例についてふれる。この問題に関して、彼が重大な関心を示していたことは、谷の形成に関する学史を比較的詳しく論じていることからうかがえる。

シュトゥーダーの学説を忠実に受け継ぎ、さらに発展させたのは、彼の最大の弟子ともいえるリュウティマイヤーである。

(4) リュウティマイヤー

『谷と湖の形成』⁴⁶⁾を書き著したことによって、本来比較解剖学の分野において功績が認められる学者が、地形研究の分野においても名をとどめるはめになったカルル・ルードヴィッヒ・リュウティマイヤー(K. L. Rüttimeyer)は、1825年にスイスのベルン県のビグレンで生まれた⁴⁷⁾。彼は、当初、神学と医学を学んだが、シュトゥーダーの影響によって博物学と地質学に興味を持つようになった。彼は1840年代に盛んに野外調査を行い、地質学者としての基礎を固めた。その後、パリ、ロンドン、ライデンなどに留学し、ベルン大学の比較解剖学の準教授に招かれるが、すぐにやめて、留学時代に交流のあったイギリスの高名な地質学者マーチソンとロンドンで暮らす。これは1854年

のことであった。しかしながら、彼は1855年にバーゼル大の正教授に任命されると、それを受け入れた。

リュウティマイヤーの『谷と湖の形成』は、奇しくもペッシェルの『比較地理学の新問題』と同年の1869年に出版された。ペッシェルの『新問題』が、主に小縮尺の地図を用いて、グローバルな観点から地形を考察したものであるのに対して、リュウティマイヤーのものはもっぱら中・大縮尺の地図を用い、スイス国内の地形を論じている。好対照をなす両書は、リヒトホーフエン直前の二大古典と称せる。しかしながら、ペッシェルのものに対して、リュウティマイヤーのものは、名前がよく知られている割には、あまり読まれてはいない。ヘットナーによっては、まったく孤立したものであるという評価がくだされるほどである⁴⁸⁾。

リュウティマイヤーの著作がもう一息普及しなかった原因の一つに、細かい地名が頻繁にあげられ、スイスの土地勘のないものにとって、非常にわかりにくい書き方がなされている点があげられる。これは、シュトゥーダーの著作と比較すればよく理解できる。彼の徹底した河成論の主張が明快であるだけに、この点は惜しまれる。

『谷と湖の形成』は、ペーター・メリアンの学究生活50年を祝した論文集のために書き下ろされたものである。シュトゥーダーへの献辞もなされ、彼の学説からそれないことも願っているが、河成論に関しては、はるかにシュトゥーダーのものより進んだものとなっている。その構成は谷と湖の部分に分けられている。谷の形成については、地質学の中で最も込み入った問題であり、湖が問題にされるようになったのは最近のことであるという。河川の働きの弱いヨーロッパにおいて、スイスほどその作用の痕跡を残しているところはないというのが、谷と湖の生成の問題に取り組む最大の理由となっている。

前半の谷の形成の章は、地殻変動を受けていない地層における谷と、変動を受けた地層上の谷とに区分されている。

地殻変動をこうむっていない地層、とりわけ水平層の上においては、割れ目や褶曲による谷はまずないということから、野外において侵食作用による谷が検証される。特に、水平層上において谷が枝分かれし、一つの系をなしているところでは、最小のものから最大のものに至るまで、その中を流れている河川の穿ったものであり、その規模の違いは年代の相違によるという。河川の年齢についてはデーヴィスより先んじたとも言われるが、これは進化論の影響というより、比較解剖学者でもあるリュウティマイヤーがごく自然発生的に表現したものであると思われる。「^{さなぎ}蛹の時期」などという表現は彼以外には、普通には思いつかないものであろう。

次に変位した地層上における谷については、まず横谷が取り上げられる。これには代表的なものが4谷取り上げられた。リュウティマイヤーは、割れ目説には目もくれず、徹底した侵食説を唱える。しかしながら、横谷の成因横谷の成因については、英国においてようやく明らかにされたばかりで⁴⁹⁾、最初の原因は不明という。したがって、先行谷の可能性は一部指摘されてはいるものの、谷の発達については、侵食作用が及ぶようになってからのものと主張される。

とはいえ、谷の発達を時系列の中でとらえ、図式で示したのは少なくともドイツ語圏においては最初期のものである(図5)。切れ込み期、拡大期、埋積期、除去期の繰り返しが想定された。発達がサイクルでとらえられているところが、侵食サイクル説の先駆けとも言える。流水による侵食作用が長期間続けば山体が消滅するという準平原につながる考えも出された。プロセスの変化については、地殻変動や気候変化があげられている。準平原が再び侵食作用をこうむり始めるのは気候の

変化によるという。切れ込みは下方侵食に、拡大は側方侵食に相当するが、この交代に関する原因はあげられていない。侵食基準面の概念も出されていない。

次に縦谷に話に移る。向斜谷は水によらないが、背斜谷と単斜谷は水によるという。

スイスにおいて避けることのできないのは、氷河の問題である。レオンハルトは、氷食谷に躊躇したが、リュウティマイヤーは何のためらいもなく、氷食谷においても流水による侵食作用を矢面に出す。氷河はルーズな物質を除去するのみで研磨作用は及ぼせるものの、岩盤を穿つことはできないという。したがって、氷河の発達した時代は、谷の発達の休止期となる。

湖に関しても、リュウティマイヤーは流水の作用を最重要視し、湖はかつて河川であったという。湖は河谷が何らかの形で堰き止められてできる。この原因として、谷壁からの岩屑、モレーンおよび硬岩が指摘された。モレーンが取り上げられているものの、上述のように氷河は凹地をつくる営力とはみなされず、湖の生成の原因としても強調されていない。この時代は、まだ氷河説は少数派であった。この点に関しては、反氷河説をとる彼の恩師シュトゥーダーや、ロンドンで世話になったマーチソンの影響がうかがえる。

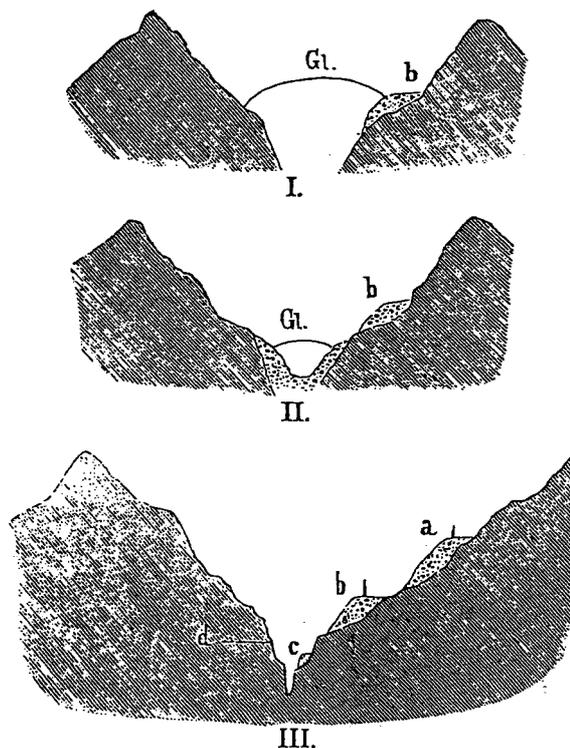


図5 リュウティマイヤーによる谷の発達
(a: モラーレ段丘, 1500m b: アルタンカ段丘, 1160m c: 新たな段丘の生成開始 d: 氷河の下限 Gl: かつての氷河)

() その他の学者

上述の二学派は、あくまでも大別であり、両派のいずれかに明瞭に組み入れることのできない学者を最後に考察したい。

(1) リッター

ここではまず、フンボルトにふれたのであれば無視することのできないカルル・リッター(K. Ritter)を取り上げたい⁵⁰⁾。リッター伝は、すでに数多く出されており、彼の経歴は簡潔にしたい。彼は、当時の最高学府であるハレ大学とゲッチンゲン大学の両方に入学しており、ゲッチンゲン大学においてはブルーメンバッハの影響を多少なりとも受けたと思われる。しかしながら、その影響は明確ではないので、彼は純然たるブルーメンバッハ派とはみなせず、本章で取り上げることにした。

山脈のの走行や海岸の出入りと人文現象との関係を論じたリッターは、かの骨体説を唱えたビュアーシュの誤りを最初に指摘した人物としてもよく知られている。すなわち彼は、「地形論」⁵¹⁾の中においてビュアーシュ批判を始めるが、これはもっぱら谷および水系と山脈との関係に関するも

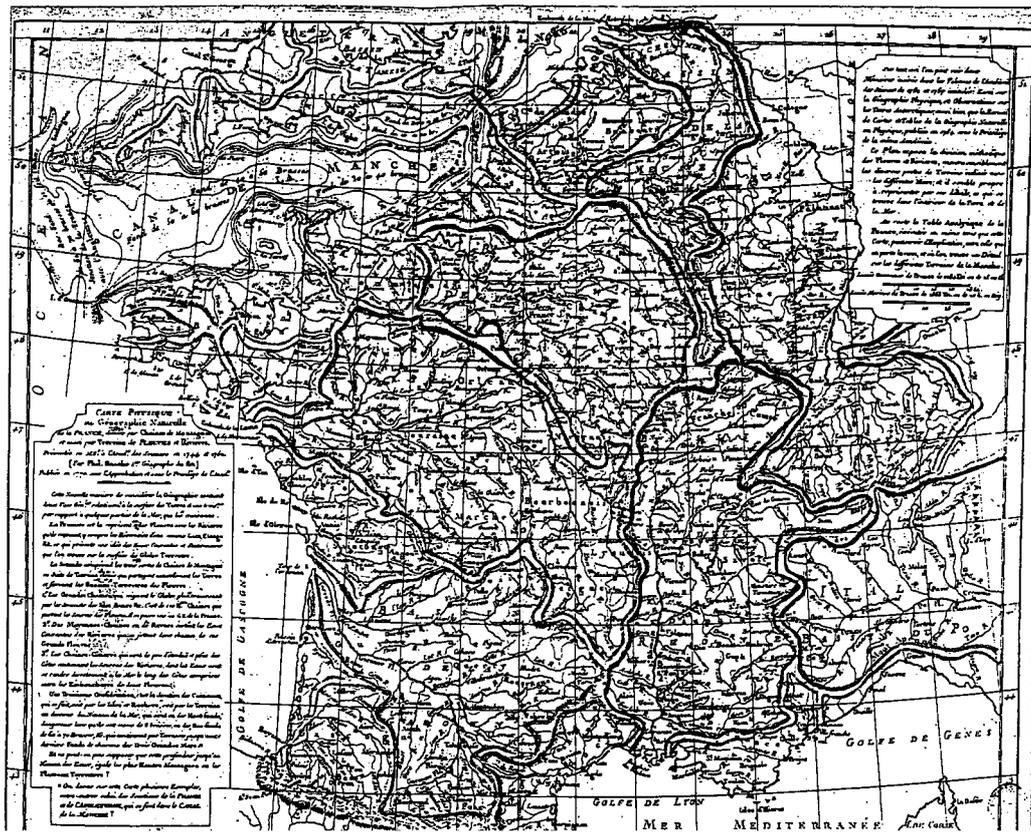


図6 ビュアーシュによるフランス全土の地図 (Broc, 1969)

のである。架空の山脈について厳しい批判をした後で、リッターは、谷が後退侵食によって山脈の突き破られる可能性を指摘し、山脈が必ずしも水系の区切りとならないことをいう。これについては、ピレネーやアルプスなどの横谷の事例がさらにあげられる。

リッターは、まだ河成論の確立していない時代において、河川の及ぼす営力についてはほとんど疑念を抱くことがなかった。そして彼は続けて、河川の上流、中流および下流域の地形を論じる。

河川の上流部を特色付けるのは、河床の急勾配であり、ここでは水は流れるのではなく、落下するという。滝や急な谷壁と並んで湖の存在もその特色としてあげられる。湖の存在は、アルプスやヒマラヤなどの氷食地域に源流を持つ河川を念頭においているためであり、その成因については、何の説明もなされていない。

中流域は、勾配がよりの緩やかになり、河床と水流とが一致しなるといふ。流路は谷の真ん中ではなく、水深の深くて急な谷壁あるほうに向かい、比較的平坦な土地においては曲流が形成される。そしてこの蛇行が中流域の特徴となる。これは現在の自然堤防帯を連想させるが、リッターのいう中流域とは、具体的にはライン川においては、シャフハウゼンからシュトラスブル下流までと、ラーデンプルクからビンゲンまでをさす。さらに陸化した湖をも中流域の特色として、彼はあげている。それゆえに、リッターの中流域の概念はあくまでも彼独自のものである。後述のペッシェルの中流に関する論考は、リッターのものをかなり意識したものである。この中流は、早瀬で終わる。

下流域は、何よりも緩傾斜によって特色づけられる。河床の縦断面は、おもに当時の水理工学者のデータによる。この地域を特色づけるのは分流であり、また、潮の満ち引きの影響を受ける感潮帯であることが、指摘される。したがって、下流域は、現在の三角州地帯とほぼ一致する。リッ

一は、流速の決定因子を傾斜だけでとらえず、流量も重要な要素とみなしている。それゆえに、下流域は流速の衰える地域とはみなされず、勢いをもつ水流が流路を頻繁に変化させるところという。流速が衰えるのは言うまでもなく、河川が海に流入してからのことであり、ここでの沖積作用は重要視される。

地形論の最後にリッターは、流域の三分に呼応して、大陸が同じように三分されることを述べ、それを三段の階段状の地形にみたてた。この地形を切り刻むのが、河川であることは、河川が同じレベルで合流することから言えるという。これは、有名なプレイフェアの法則をそのまま援用したものである。リッターは、ハットン説を解説したプレイフェアをドイツ語圏に最初の人物とみなせる。

しかしながら、リッターはやはり人文地理学者であり、河川の上流・中流・下流域のその後の発達についてふれることはなく、河川の縦断面とその平滑化をほのめかすようなところはあっても、それを明言化することはできなかった。最後には人文現象との関係を論じた締めくくりがなされ、地形に関心をもつものには物足りなさを感じられる。このリッターの穴を埋めるべく登場したのがホフマンであった。彼は、ドイツの大学において、観察に基づいた科学としての自然地理学を教えた最初の教師であった⁵²⁾。

(2) ホフマン

フリードリヒ・ホフマン (F. Hoffmann) は、1797年にオストプロイセンのヴェーラウにおいて生まれた⁵³⁾。ベルリンに移り住んだ後は、そのギムナジウムに入り、卒業後にベルリン大学に入学した。この時期にはまだ地質学には関心がなかったようである。その後、1819年にゲッチンゲン大学に入学し、ハウスマンの講義によって、地質学や鉱物学にひかれ、それが一生の研究目標になったという。ブルーメンバッハの影響も、多少はあったとは思われるが、ホフマンの経歴にはブルーメンバッハの影はあまり強く出てこない。したがって、彼を純然たるブルーメンバッハ派とみなすことはできない。

ホフマンはベルリンに戻ると、ヴァイスの下で鉱物学を本格的に学ぶかわら、1820年以降盛んに地質調査を行った。この報告書がフンボルトとブッフによって評価され、おそらく彼らの推挙によって、ハレ大学の私講師となった。1823年から24年にかけての冬学期に講義を始め、すぐに助教授となった。彼は地質学の他に自然地理学も講じたが、この時代にはおもにイタリアでの調査旅行に専念する。これらは、火成論の台頭とともに、火山を詳しく知る必要があったためである。この期間は、彼の代りに物理学者が自然地理学の講義をした。

彼がイタリアから戻ったのは、1833年3月のことであるが、ハレではなくベルリンであった。ホフマンはリッターによっても高く評価されていたので、おそらくリッターがホフマンを招聘したものである。まさしくリッターの穴が彼によって埋められようとしたわけである。ホフマンの請け負った講義は自然地理学、水文学、ゲオグノジー、火山・地震学であった。当初の2年契約はその後延長されたが、わずか4学期講義をただけで、ホフマンは1936年に逝去する。死後出版されたのが、『自然地理学、ゲオグノジーの歴史および火山現象論』⁵⁴⁾であった。この本はペングが学生時代に最も影響を受け、彼によって高く評価されたものである。次にその内容を考察したい。

ホフマンはまず、地球の誕生から話を進め、重たいものから順に層を成すタマネギ状構造を地球がもつことを指摘するが、大陸は例外であるという。この大陸は過去においてさまざまな激変をこ

うわり、これは化石によって証明されるという。地史に関してはおもにビュッフォンやキュヴィエなどのフランスの学者の影響を受けており、ウェルナーの影響はほとんどうかがえない。

ホフマンはこのように激変論を支持する一方で、現在の地形変化に関してはかなり斉一論的な立場をとる。そして彼は、現在作用を及ぼしている営力として水と火をあげた。これはまさしくライエルが主張したものであり、ライエルの影響もかなり色濃く認められる。漂石の説明に漂流説を持ち出しているところや、海的作用によって凹凸のできるというところなどは、まさしくライエル説そのものである。

水の営力とは今日の外的営力を想定したものであるが、風の営力などについてはふれられていない。水はそれぞれ気体、液体および固体の状態で作るといふ。固体の状態での作用は、凍結破砕作用から氷食作用に至るまでのものをさす。アガシーの氷河研究の発表される直前の著作であるが、高山の氷河の作用については疑念のかけらもみられない。水の作用は物理的なものと化学的なものとに分類され、溶食作用については比較的詳しく論じられている。地滑りも水の作用に含まれる。水の作用にはもちろん海的作用があげられ、海食作用については比較的詳しく論じられている。しかしながら、彼が比較的重要視したのは雨水による流水の作用である。

ホフマンは、「急な岩肌の山腹にみられる流水による溝は、ミニユチアの谷である。その形成や分布には非常に多くのものが影響を及ぼしたかもしれないが、徐々に働く水の作用は、現在の河谷の形成に紛れなく貢献している」といふ。ここにおいては、正真正銘の河成論が展開され、さらにスクロープや非河成論者に転向する前のライエルなどの論文が援用される。すなわちオーヴェルニュやエトナなどの火山地域における比較的新しい溶岩が、河川によって切り刻まれている事実が引き合いに出された。

とはいえ、横谷の成因に割れ目説の可能性を持ち出したために、後の学史においてホフマンが非河成論者として評価されることもあった。しかしながら、これは誤解であり、彼はあくまでも歴然とした河成論者である。火山に関してフンボルトやブッフ説を持ち出したことも、彼に対する評価を誤らせる一因となったようである。

(3) ペッシェル

オスカー・ペッシェル(O. Peschel)は、1826年にドレスデンで生まれた⁵⁵⁾。ギムナジウムを中退した後で、徒弟生活を送り、その後独学して、ハイデルベルク大学とライプチヒ大学において法学を学んだ。この時点では地形学どころか地理学にも無縁であった。彼が地理学と係わるようになるのは、当時ドイツ唯一の地誌・民俗学雑誌であった『アウスラント』誌の編集者として活躍してからのことである。この雑誌の編集を通じて地理・地質・地形の知識を得たと思われる。というのは、『アウスラント』誌においては、当時の一流の学者の研究が紹介されていたからである。進化論が彼によってドイツに最初に紹介されたのも、当然のなりゆきといえる。地質学の分野ではライエルやダーナを紹介したのも彼である。編集者の時代におびただしい情報を得た。学識においてはフンボルトの再来とも称された。自ら地形に関する記事を書くのは1867年以降のことである。このように地形研究者としては異例の経歴の持ち主であるが、ハイデルベルク大学において学生生活を送っており、この分野においてはレオンハルトの影響を受けたと思われる。したがって、彼を不明瞭ではあるがブルーメンバッハ派に入れられないことはない。

ペッシェルの地形研究は、一般に地図上においてのみなされたとの悪名が高い。とりわけ、この

印象を強めたのが、フィヨルド研究である。彼の『比較地理学の新問題』⁵⁶⁾においては、それは真っ先に取り上げられたが、これは読者の理解の便宜をはかってのことである。ほぼ『アウスラント』誌に発表された順番とはいえ、山脈の隆起、海岸の隆起と沈降、正と負のデルタの成因を潮汐や海流などと関連付けて論じたデルタの形成、横谷の問題にふれた谷の形成などの章が先に置かれていたら、ペッシェルの地形研究に対する印象は、もっと変わったものとなっていたであろう。

彼のフィヨルド研究は、世界地図を用いたものとしては、あまりにも鮮やかであった。すなわち世界地図の中でまずフィヨルドの分布をおさえ、次いでその分布条件を探った。フィヨルドが高緯度地域に分布することから、まず気温の条件を持ち出す。これには年平均気温10℃があげられる。低温地域との関連によって、オーストラリア、アフリカ、南アジアにそれらの存在しないことが納得できるという。

次に降水条件が提示される。意外な感がするが、氷河は比較的降水量の多いところに発達するので、的外れなことではない。後半において、アルプスの氷食谷との比較研究が引用されているので、明言はされていないが、彼は氷食谷との関係についてはかなり確信があったと思われる。カムチャッカにフィヨルドがないのは、降水量が少ないためという。

もう一つの条件として、ペッシェルは地形を取り上げ、フィヨルドが急峻な海岸に分布することを指摘する。確かに山地以外のところでは氷食谷の生じることはないので、これも的外れではない。

以上の三条件が、野外において緻密に検証・実証されたものであるならば、世界地図から地形を研究した学者との汚名は免れたことであろう。確かに、野外での研究は行っていないが、後のこの学問分野に関する重要なアイデアは、かなり出している。たとえばウェゲナーよりもかなり前に大陸漂移説を唱え、南北アメリカの西側に大山脈のあることから大陸が西側に移動したことを指摘したり、パウエルの手柄とされる先行谷の可能性もいち早く論じている。

ラッツェルはさすがにこの点を見逃してはいない⁵⁷⁾。ヘットナーが、ペッシェルについて目新しいものは何もないと手厳しく評したのに対して⁵⁸⁾、ラッツェルは、ペッシェルの鋭い指摘を大いに評価し、問題があるとするならば、後継者にあるという。

確かに、ペッシェルは野外調査に基づいた地形研究は行っておらず、河川の侵食作用に関する知識も希薄であったと言われたりするが⁵⁹⁾、ライン谷の生成に関する越流説を実証するためには、山脈の背後に存在したはずの湖成堆積物を確認すればよいことを指摘している。野外調査に関するセンスがまったくなかったわけではない。ペッシェルがもう少し長生きしていたら、状況は多少は変化していたであろう。とはいえ、地理学史を書き下ろす際にかかなり健康を害していたので、野外調査はいずれにしても無理であったと思われる。ライプチヒ大学においてペッシェルの後任の選定にあたり、わざわざ地質学を修め、自身の研究に基づいた地理学者という条件がつけられたのもこのような状況を物語る。後任のリヒトホーフエンが着任後に盛んに野外巡検の重要性を強調したことはよく理解できる。

ペッシェルの地形研究の最後の詰めは、リッターと同じように人文現象との関係を論じることに終始している。リッター批判からペッシェルは地形研究を始めたが、比較解剖学の方法は、『比較地理学の新問題』の冒頭で主張されたほどには用いていない。唯一ボルネオ、セレベスなどの島嶼の説明にそれらしき方法が用いられたが、これは単にダーウィンの沈降説を不完全に真似たにすぎない。

ペッシェルは谷の成因に関して両派，すなわち河成論派と非河成論派の依然として存在することを指摘するが⁶⁰⁾，自身の立場をそれほど明確にはしなかった。すなわち，彼は谷ができてからの流水による侵食作用は論じてはいるものの，谷生成の第一因に関しては口をつぐんでいる。それゆえに，おおむね河成論者とみなしえても，断固たるブルーメンバッハ派とみなされない。河川の流速に関しても，流量との関係を考慮しておらず，この点に関してはリッターよりも後退している。とはいえ，ペッシェルは，自然誌から自然史へと移り変わった19世紀の思考法を徐々に活用し，奇しくもリュウティマイヤーと同じように地形発達史の中において幼・壮・老年期という後年のデーヴィスにつながるアイデアを出している。この点は大いに評価できるが，彼の手によって地形学がそれ以上発展させられたかどうかについては，容易に結論を下せない。シュミットヘナーが苦慮したように⁶¹⁾，ペッシェルに対する評価はむずかしい。

結論

ドイツ語圏における地形研究は，リヒトホーフエン以前においても比較的盛んになされていた。しかもそれは，一般にイメージされるように一枚岩ではなく，とりわけ河成論を巡ってはイギリスの場合と同様に賛否両派が認められる。もちろん火山を始めとするその他の地形現象についても見解の相違は存在したが，河成論に関する立場の相違は，二つの大きな学派，すなわちウェルナー派とブルーメンバッハ派とを生じさせるに至った。これらは，その後のドイツ語圏における地形研究に大きな影響を及ぼすことになった。

すなわちウェルナー派は，ウェルナー自身とは異なりおおむね反河成論者で構成され，フンボルトからローゼを経てリヒトホーフエンへと反河成論的な立場が受け継がれることになる。

他方，ブルーメンバッハ派はほぼ河成論者で構成されいた。中でもホフは鮮明に河成論を唱え，厳しいフンボルト批判さえしている。ブルーメンバッハ派は，他にもレオンハルトやシュトゥーダーなどの強力な学者を排出しながらも，ウェルナー派の陰に隠れて学史の中においては，従来，軽視ないしは，場合によっては無視されてきた。しかしながら，ドイツ語圏において河成論を脈々と保持し続けてきたのはこの派である。レオンハルトからツィッテルを経てペンクへの流れや，シュトゥーダーからリュウティマイヤーに至るまでの流れは，これを如実に物語っている。

両派の流れは，後にはリヒトホーフエン派とペンク派との流れとなって引き継がれる。ペンクは，ベルリン大学においてリヒトホーフエンの後任におさまったが，学問の上では後継者とはならなかった。ペンクは，むしろリヒトホーフエン色を懸命に消そうとしている。これは一見不可解なことであるが，両者がそれぞれ別の流れの中で地形研究を行ったことを考慮すれば，よく理解できる。リヒトホーフエン以降の地形研究については稿を改めたい。

注

1) Hettner, A. (1906): Ferdinand von Richthofens Bedeutung für die Geographie, *Geographische Zeitschrift*, Bd.12, S.1-11.

Phillipson, A. (1896): Die Morphologie der Erdoberfläche in dem letzten Jahrzehnt(1885-1894), *Geog. Z.* Bd.2. S.512-527, 557-576, 626-639, 688-703.

Schmitthenner, H. (1956): Die Entstehung der Geomorphologie als geographische Disziplin, Petermanns Geog. Mitt. Bd. 100, S. 257-268.

彼らの論文と、ツィッテルやラッツェルの通史とを比較すれば、このことは明確にわかる。とりわけホフの扱いについては、相違が明瞭である。ツィッテルやラッツェルは、ホフを比較的詳しく論じている。

Zittel, K. A. von (1899): Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts, München und Leipzig.

Ratzel, F. (1901-2): Die Erde und das Leben : Eine vergleichende Erdkunde.

英語圏における地質学通史，ガイキーやアダムスのものはホフを完全に無視している。

Geikie, A. (1905): The Founders of Geology, Macmillan, London.

Adams, F. D. (1938): The Birth and Development of the Geological Science, Baltimore.

ドイツ語圏における通史としては主に下記のを参照。

Hummel, K. (1925): Geschichte der Geologie, Berlin und Leipzig.

Beringer, C. (1954): Geschichte der Geologie und des Geologischen Weltbildes, Stuttgart.

Hölder, H. (1960): Geologie und Paläontologie in Texten und ihrer Geschichte, Freiberg und München.

Wagenbreth, O. (1999): Geschichte der Geologie in Deutschland, Stuttgart.

2) 都城秋穂 (1998) 科学革命とは何か，岩波書店。

Green, M. T. (1982): Geology in the Nineteenth Century, Cornell Uni. Press.

ここにもゆがめられた学史についての論考がみられる。

3) Davies, G. L. (1969) : The Earth in Decay, New York.

4) Chorley, R. J., Dunn, A. J. and Beckinsale, R. P. (1964): The history of the study of landforms, or the development of geomorphology before Davis, Methuen, London.

5) Guntau, M. (1984): A. G. Werner, Leipzig.

Gümbel, C.W. von (1880): Werner, A.G., Allgemeine Deutsche Biographie (以下 ADB)

6) Wagenbreth, O. (1999)によれば，ウェルナーは約41年間に600ほどの弟子を育てた。そのうち外国からの留学生は101名であった。

7) Laudan, R. (1990): The history of geology, in Olby, R. C. et al ed." Companion to the History of Modern Science", Routledge, N.Y.

8) Laudan, R. (1987): From Mineralogy to Geology, The Uni of Chicago Press.

9) Guntau, M. (1984): ibid.

Wagenbreth, O. (1999): ibid.

10) Cuvier, G. (1821): Discours sur les révolutions de la surface du globe.

11) Guntau, M. (1984): ibid.

12) フンボルト伝に関しては多数の著作があるが，主に以下のものを参照。

Biermann, K-R. (1970): Humboldt, Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von, Dictionary of Scientific Biography (以下 DSB)

Beck, H. (1959-1961) : Alexander von Humboldt, 2 Bde, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.

Dove, A. (1880): Alexander von Humboldt, ADB.

Meyer-Abich, A. (1969): Alexander von Humboldt, Bonn.

Botting, D. (1973): Humboldt and the Cosmos, London.

Duviols, J-P. et al. (1994): Humboldt, Paris.

13) Humboldt, A von (1987): Ansichten der Natur, Hrsrg. von Beck, H., Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

14) アレクサンダー・フォン・フンボルト，大野英二郎他訳 (2002) : 「新大陸赤道地方紀行 中」 17・18世紀大旅行記叢書 [第 期] 第10巻，岩波書店。

15) Ratzel, F. (1901-2): ibid.

- 16) Humboldt, A. von (1853): Kleinere Schriften, Stuttgart und Tübingen.
- 17) Nieuwenkamp, W. (1970): BUCH, [CHRISTIAN] LEOPOLD VON, DSB
 Gümbel, C. W. von (1876): Buch, ADB
 Ewald, J. (1867): Leopold von Buch's Leben und Wirken bis zum Jahre 1806, in Ewald, J. et al. ed. (1867-1885): Buch's gesammelte Werke, 4 Bde, Berlin.
 Wagenbreth, O. (1953): L. von Buch und die Entwicklung der Theorien über Gebirgsbildung und Vulkanismus, Bergakademie, 5, S.332- 338, 369 - 374.
 Wagenbreth, O. (1999): *ibid.*
- 18) Burke, J.B. (1970): NAUMANN, KARL FRIEDRICH, DSB
 Gümbel, C. W. von (1886): Naumann, ADB
- 19) Naumann, K. F. (1850-1854): Lehrbuch der Geognosie, 2Bde.
- 20) Naumann, K. F. (1850-1854): *ibid.*, S.323.
- 21) Naumann, K. F. (1850-1854): *ibid.*, S.336
- 22) Naumann, K. F. (1850-1854): *ibid.*, S.371
- 23) 彼のいう隆起谷, 沈降谷とは, それぞれ向斜谷, 背斜谷に該当する。
- 24) Naumann, K. F. (1850-1854): *ibid.*, S..371-2
- 25) 割れ目説の最終的な主張者はゾンクラーである。
- 26) Baron, W. (1970): BLUMENBACH, JOHANN FRIEDRICH, DSB
 Hoff, K. E. A. von (1826): Erinnerung an Blumenbach's Verdienste um die Geologie bey der fünfzigjährigen Jubelfeyer seines Lehramtes am 24. Februar 1826.
 Plischkem H. (1937): Johan Friedrich Blumenbachs Einfluß auf die Entdeckungsreisenden seiner Zeit, Abh. der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, philo.- hist. Klasse Dr. Folge Nr. 20.
- 27) LeNoir, T. (1981): The Göttingen school and the development of transcendental Naturphilosophie in the romantic era, Studies in the History of Biology, v. 5, pp.111-205.
- 28) Freyberg, B. von (1972): HOFF, KARL ERNST ADOLF VON, DSB
 Ratzel, F. (1880): HOFF, ADB.
 Reich, O. (1905): Karl Ernst Adolf von Hoff, Der Bahnbrecher moderner Geologie, eine wissenschaftliche Biographie. Leipzig.
- 29) Reich, O. (1905): *ibid.*
- 30) Hoff, K. E. A. von (1822-1844): Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche, 5Bde, Gotha.
- 31) Zittel, K. A. von (1899): *ibid.*
- 32) Zittel, K. A. von (1899): *ibid.*
- 33) Holmes, A. (1965): Principles of Physical Geology, 2nd ed. NY.
- 34) Hsu, K. J. (1987): The Meditaranian was a Desert, Priceton Uni. Press.
- 35) Chorley et al. (1964): *ibid.*
- 36) Wilson, L. (1972): Charles Lyell, the Years to 1841 : The Revolution in Geology, New Haven, Yale Uni. Press.
- 37) Wagenbreth, O. (1999): *ibid.*
- 38) Lyell, Ch. (1830 -1833): Principles of Geology, 3 vols, London.
- 39) Gümbel, C. W. von (1883): Leonhard, Gustav, ADB
- 40) Leonhard, G. (1841): Geologie oder Naturgeschichte der Erde, Stuttgart.
- 41) Chorley et al (1964): *ibid.*
- 42) Gümbel, C. W. von (1893): Studer, ADB
 Rüttimeyer, L. (1887): Prof. Bernhard Studer, Verh. d. schweiz. naturforschenden Gesell. Bd. 70, 177-205.
 Tobein, H. (1976): Bernhard Studer, DSB.

- 43) Wagenbreth, O. (1999): *ibid.*
- 44) Studer, B. (1844): *Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie*, Bern Chur und Leipzig.
- 45) Studer, B. (1844): *ibid.*
- 46) Rüttimeyer, K. L. (1869): *Über Thal- und See-bildung*, Basel.
- 47) Nelson, C. M. (1970): RÜTIMEYER, KARL LUDWIG, DSB.
- 48) Hettner, A. (1906): *ibid.*
- 49) Davies, G. L. (1969): *ibid.*
- 50) Ratzel, F. (1889): Ritter, K., ADB
Linke, M. (1981): Carl Ritter, 1779-1859, *Geographers : Biobibliographical Studies*, vol. 5.
Beck, H. (1973): *Geographie : Europäische Entwicklung in Texten und Erläuterungen*, Freiburg und München.
Beck, H. (1979): *Carl Ritter, Genus der Geographie : Zu seinem Leben und Werk*, Berlin.
- 51) Ritter, K. (1852): *Einleitung zur allgemeinen vergleichenden Geographie, und Abhandlungen zur Begründung einer mehr wissenschaftlichen Behandlung der Erdkunde*, Berlin.
- 52) Engelmann, G. (1983): *ibid.*
- 53) Gümbel, C. W. von (1880): Hoffmann, ADB.
Engelmann, G. (1983): *Die Hochschulgeographie in Preussen 1810-1914*, Wiesbaden.
- 54) Hoffmann, F. (1838): *Geschichte der Geognosie und Schilderung der vulkanischen Erscheinungen*, Berlin.
- 55) Ratzel, F. (1887): Peschel, O. F. P. , ADB
- 56) Peschel, O. (1869): *Neue Probleme der Vergleichenden Erdkunde, als Versuch einer Morphologie der Erdoberfläche*, Leipzig.
- 57) Ratzel, F. (1887): *ibid.*
- 58) Hettner, A. (1906): *ibid.*
- 59) Dickinson, R. E. (1969): *The Makers of Modern Geography*, Routledge & Kegan Paul, London.
- 60) 遺稿の自然地理学の改訂版においても , この点は訂正されていない。
Leipoldt, O. Herausg. (1885): *Physische Erdkunde*, Leipzig.
- 61) Schmitthenner, H. (1957): *Oskar Peschel und die Geomorphologie*, Petermanns Geog. Mitteilungen, Ergänzungsheft, no.262, S. 1-8.

(本学非常勤講師)