

グラルス・ナッペの発見者
アーノルド・エッシャー

構造地質学ノート

①アルプス地質学の誕生

星野一男（燃料部）

1. アルピニストとジオロジスト

山に興味を持っている人なら誰でも知っているように登山にはアルピニズム (Alpinism) と ヴァンデルンク (Wanderung) がある。目もくらむような岩壁をザイル1本に身を託して登って行くのが前者であり 嶺から峠へと足にまかせてひたすらに歩くのが後者である。前者は男性的であり 後者は女性的であると言えよう。アルピニズムの語源となったのは ヨーロッパ大陸の中央に連なる有名なアルプス (die Alps) である。

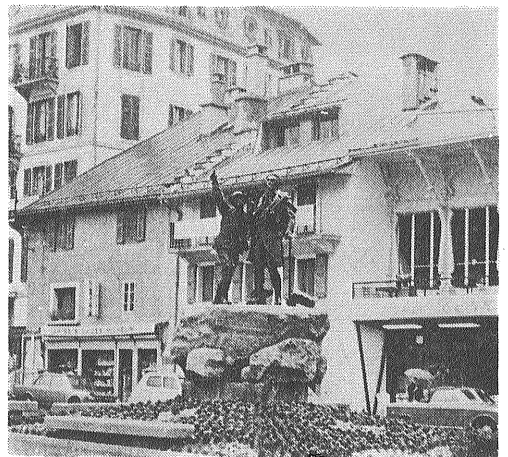
この言葉が端的に語っているようにスポーツとしての登山は スイス・アルプスに始まったのである。そしてこのことはあまり人には知られていないが スイスにおけるアルピニズムの濫觴こそ構造地質学を地質学界に齎すことになるのである。むしろ 構造地質学の誕生がアルピニズムというスポーツをこの世に授けたのだと言ってよいであろう。

この「ノート」のまえがきに代えて私はこれからアルピニズムから構造地質学が生まれた物語りを書いてみたいと思う。

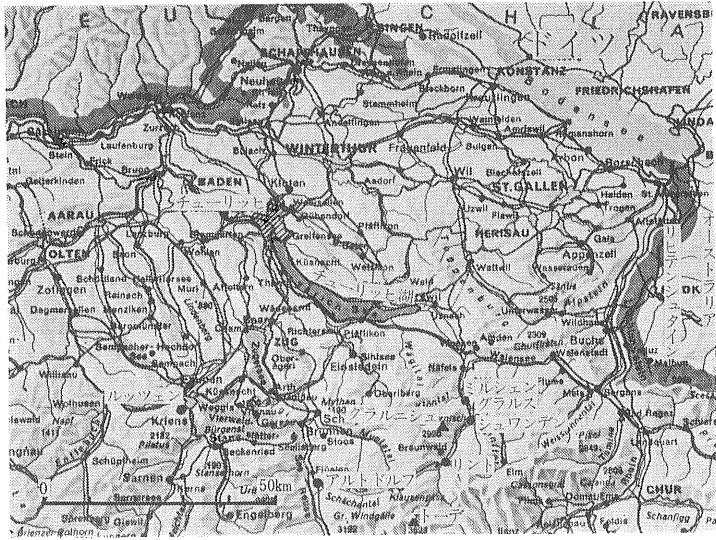
世界史の中で最初に近世の曙光に輝いたのはイタリアであった。その項 アルプス以北のヨーロッパはまだ中世の扉の中であった。中世から近世への道を求めて人々は険しいアルプスの谷間を往来するようになった。ルネッサンスの太陽はやがてアルプスの嶺を照らし始め新しい意識を持った人々は 今まで悪霊の棲家と考えられ 何人も敢えて近寄らなかつた怪異な岩山にも好奇の目を向けるようになり アルプスをめぐるタブーは次々に泡雪のように溶解し始めた。このようにしてアルプス登山史において黎明期と呼ばれている時代が始まる。この辺の経緯は以前に地質ニュースに書いたので (第214号) ここではド・ソーシュール (DE SAUSSURE) の有名な足跡を紹介するに止めたい。

ド・ソーシュール (1740—1799) は ジュネーブ生れの自然科学者である。彼は1786年に地元の農夫と医師

にすすめて (莫大な懸賞金の話を持出したと言われている) 想像を絶する苦難の末にヨーロッパ最高峰のモンブラン (Mon Blanc, 4,810m) に初登頂させた。翌年1787年にはド・ソーシュール自身もその頂上を極め 学術上の研究を行なった。その背景と困難性から見ればこの壮挙は現代の南極行以上の学術探険であることは容易に同意して頂けるであろう。事実この登山行は近代的な意味で「登山」の嚆矢と考えられている。モンブランの麓 現在登山とスキーの地として名高いシャモニーの街の中央には ソーシュールと農夫バルマの銅像があり 彼は登山術 (アルピニズム) の父と称えられバルマはアルプスのガイドの先達とされている。ソーシュールはアルピニストとして山々を探検し 浩瀚な著書「アルプス旅行記」(Voyage dans le Alpes) を1779—96にわたって刊行している。地質学と言う言葉 géologie (仏) geology (英) を最初に提唱したのはソーシュールその人であり 彼こそはジオロジストと自称した最初の人であろう。銅像のソーシュールは毅然としてモンブランの方向を凝視し 傍に侍するバルマの右手は高くかかげられて誇り高いVサインかとも見える。アルピニストであることがジオロジストの条件であったこの時代の背景を これほど直接に我々に語ってくれるものはない。



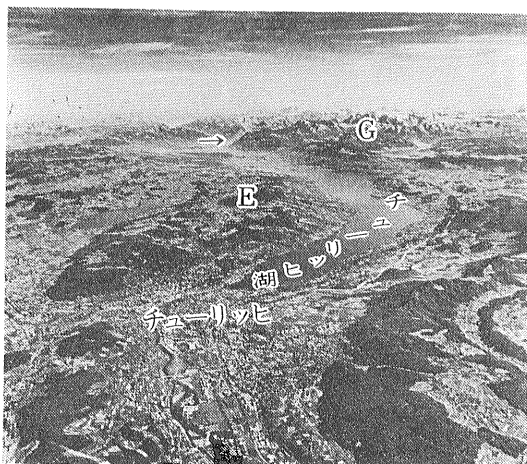
第1図 シャモニーの街に立つ アルピニズムの父 ソーシュール(右)の像



第2図 スイス北東部

アルプスの最高峰モンブランの征服を契機として 悪魔の国として恐れられていた岩と氷の山々は 次々に人々の挑戦をうけるようになった。 宗教の神秘から目を醒した科学者達は 自然を自分達の意志で観察しようと考えたのである。 ここで舞台をシャモニーからスイスの東部に転じ チューリッヒから程遠からぬリント (Linth) の谷へ移してみよう。 時代はソーシュールから半世紀のあとである。

スイス最大の都市チューリッヒは細長く 三日月のような形で横たわる湖の北西端に位置している。 このチューリッヒ湖はリス・ウルム期に猛威を振った氷河がモラッセを削り去った跡であり チューリッヒは氷河が最も北方に押し出したリス期につくられたモレインの上に



第3図 チューリッヒ上空より南東を望む。 G グラルス連山。 E Egg。 矢印はリント渓谷の入口

築かれたローマ時代の要塞がその起源となっている。 チューリッヒ湖が東南にその湖水を失うあたりにはほぼ南より流れて注ぐのがリント渓谷である。 チューリッヒまで押し出した氷河の源はリント渓谷の上流に在ったのである。 リント渓谷を遡ると左右はこの氷河によって削られた雄大なU字谷の岩壁の重なりである。 現在では氷河はリント渓谷の源流付近の高度約2,500mまで後退してしまって トーデ(Todi, 3,623m)の頂付近にしか見られない。 リント氷河が南北から東西に向きを変えてチューリッヒまでの長い距離を押し出した理由は当時の地形の影響であろうが リント氷河とチューリッヒのモレインを結びつける証拠となったもの

つまり チューリッヒ・モレインがリント氷河に由来するものであることが判ったのはある特殊な岩石のためなのである。 ベルカーノとこの地方で呼ばれているこの岩石は 赤色あるいは灰緑色の火山質礫岩でまさに名前のとおり Verrucano である。 これは Muschelkalk や Buntsandstein を含む三畳系の下位に現われ 二畳系に属することが確認されている。 ベルカーノはリント渓谷の東側の峯々を形成しており 他所では分布していない。 このベルカーノがチューリッヒ・モレインの礫の中に多数見出されるのである。

ウルム・リスなど私達にとって馴染の深い名前は チューリッヒから程遠からぬミュンヘン近傍の地名に由来することで知られるとおり 最盛期に今の北海あたりにまで発達した氷床がその後アルプスにまで後退した道すじは今世紀初頭のヨーロッパの地質家達によって詳細に調べられ ベルカーノのような特殊な分布を示す岩石を手がかりに段々と判ってきたのであるが ベルカーノがこのとき早速リント氷河の道筋の案内として注目されたのはこの頃すでにこの岩石がヨーロッパの地質家の仲間ですごく著名であったからである。 ベルカーノは世界ではじめてのナップ(Nappe)発見を導く手がかりとなった岩石であり 発見の立役者は カットに掲げられたスイスのアルピニスト兼ジオロジスト エッシャー (ARNOLD ESEHER VON DER LINTH, 1807—1872) であった。

エッシャーは名前の示すとおりリント渓谷の古い家柄の家に生れた。 ここで ナップ発見の主人公エッシャーを迎える前に舞台と時代をもう少し説明しよう。

リント渓谷の一带は スイスではグラルス(Glarus)と

呼ばれている。 溪谷の中程に同名の人口2・3万の街があり、これがグラルスの首府である。 スイスは25の州（カントンと呼ばれる）からなる連邦であるが、グラルスは12世紀以来のスイスで最も古いカントンの1つである。

奥深い溪谷はヘルベチア・ナッペ群の中央に位置しており、溪谷の兩岸の雄大な懸崖は、ナッペの構造をそのままに露呈して地質学者の目をたのしませてくれるのだが、観光路から外れているために、いまだに中世村落のおもかげを残しているところでもある。

グラルスは曾ってスイスにおける家内繊維工業の中心地であった。 18世紀に木綿織がスイスに伝えられると、リント溪谷はたちまちその最大の中心地になったのである。 中心といってもカントンの人口が4万にもならない山国だから、街の大きさも知れたものであったろうが、ともあれ、グラルスはその最盛期を1860年ごろに迎える。 インド織りと称せられるスイスはグラルス産の織物は当時各地の市場の人気を占有して高貴な婦人の身を飾る服地に珍重されたと伝えられている。

読者はエッシャーが育った環境、19世紀のロマンチズム華やかなりし頃のヨーロッパ、しかし現実にはその影響からは程遠いアルプス山奥の静かなしかも適度に活気ある山村……を想い浮かべるのに、それ程抵抗を感じない事であろう。 このマニファクチュアによってスイスで最も早くブルジョアの雰囲気染ったリント溪谷がアルピニズムというスポーツにも先駆けていたことは容易に理解できることである。 トーデはリント溪谷を遡った最奥の岩峰であり、主峰の高度は僅か3,600m余

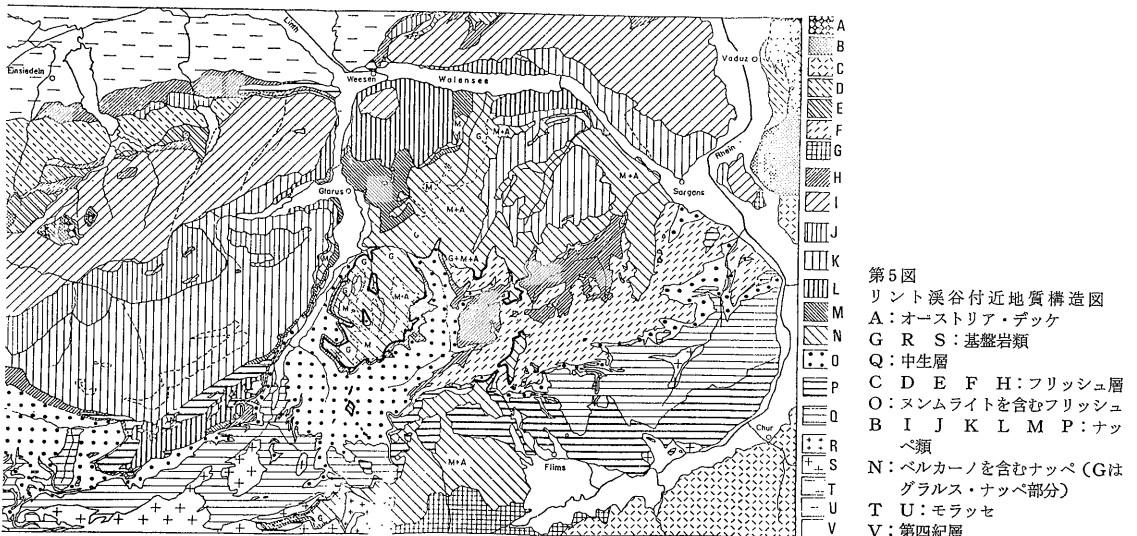


第4図 リント溪谷。 中央はリントの村落。 右側は古第三系フリッシュェ。 左側は中生代石灰岩層よりなる。

に過ぎないが、チューリッヒからも望み得るその山容は、天駆ける奔馬の白い馬身を思わせる美しい山である。 トーデ山頂そのものは1824年、ソーシュールらによるモンブラン征服後37年後に初登頂の洗礼を受けた。 その後、トーデはスイス・アルピニストの開拓者達のメッカとして生まれ、やがてこの山にスイス最初の、ということはおそらく世界最初の山小屋が建てられることになる。 それは1863年のことであって、ウインパー等によるマッターホーン初登頂に先立つこと2年前のことであった。

2. グラルス・ナッペの発見

リント流域の東側には先程話に出たベルカーノの岩層がむしろ山稜近くに連る。 ベルカーノは本来スイスと境を接するオーストリアのチロル地方に広く分布し、この地方では厚い三疊紀のドロマイト層などの下位層とし



て発達し 三畳系が海成層であるのに反して 二畳系の陸成層を代表するものとして 層序的位置がすでに明らかにされている岩層であった。

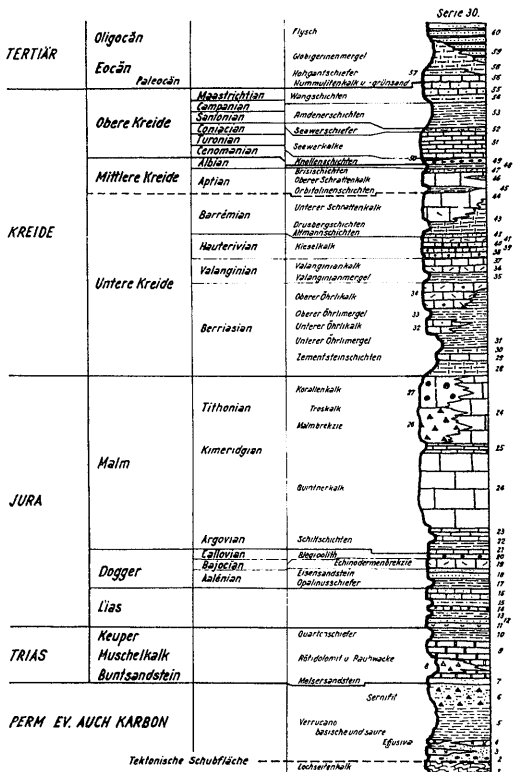
ベルカーノの赤あるいは緑の特殊な岩質は 特長的で遠い距離からでも見あやまることはなかった。 エッシャーはリント流域ではどこでもベルカーノの下に砂岩と泥岩よりなるフリッシュが見られることに気がついた。フリッシュの中には 第三紀始新世を示すヌムライト (Nummulite 貨幣石) を豊富に含んでいるヌムライト石灰岩があった。 このあたりは高さ2,500から3,000mの岩峯が連なっているのだが ベルカーノはそれらの頂き近く2,000から2,500m以上を占めている。 岩壁は巨大なリント氷河で削られたU字谷の絶壁であった。近づけば観察をさまたげるものは何もない (第4 16図など)。 エッシャーはこれらの高峯の1つ1つを攀じ登ることによってベルカーノとフリッシュは1~3mの遷移帯をへだてて接していること 接触面は非常にきれいな平面状であること 遷移帯を構成するものは この付近に分布する石灰岩に似ているが非常に微細な流動構造をもつ岩石であることを明らかにして行ったのである。ヌムライト石灰岩はどこでもベルカーノの下位で見出せなかった。

これは当時としては大変なことであった。 当時 すなわちライエルの Principles of Geology が刊行されて間もないころであり イギリス フランスを中心として漸く層位学の原理である地層累重の法則などが確立されたときである。 下位の地層は上位の地層よりも古いという事を前提にして地質学の体系が成立し始めたときである。 ベルカーノが二畳紀に属しヌムライト石灰岩が始新世であるということはこの原理を基礎におくことによって導かれた結論であった。

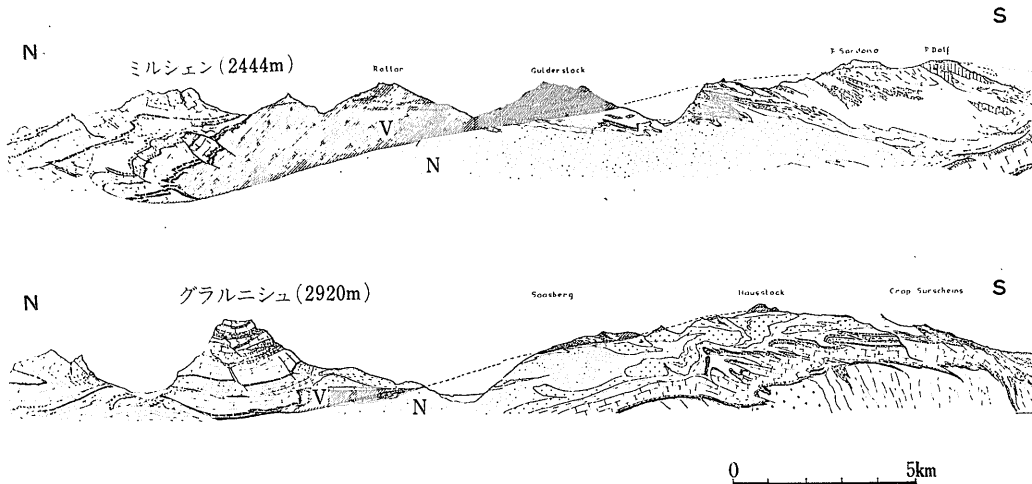
道は2つしかない。 折角 一大公理として認められその基礎の上に体系化されつつあったそれまでの地質学を御破算にしてしまうか あるいはそれまでの体系を認めた上でこの事実を説明する新たな原理を作り出すかである。 この時代のスイスのジオロジストとして エッシャーはまた卓越したアルピニストであった。 エッシャーはあまりの重大さに彼の観察を認めようとしぬい仲間を頂上近くまで連れて行って 彼等自身の目で確かめさせた。 この“逆転”が少なくとも20~30kmの長さにわたって続いていることは最早疑うべからざる事実であった。

人々を困惑させたのは若し累重の法則を認めるならば1 km 以上もの厚い地層 巨大な重量の岩層を逆転させ衝上させた力はないかということであった。 この点はウェーゲナーが初めて大陸漂移説を唱えたときに地塊が漂移するという機構を説明することの困難さの故にすべての地質学者・物理学者が背を向けてしまったのに似ている。 大陸漂移説が初期においては単なる仮説にすぎなかったのに反して グラルスにおける大逆転は厳然たる事実であった。

エッシャーが地質学史上に彼の名を不朽ならしめたこの大きな発見をなしとげたのは地元では 1840年8月1日であるとされている。 しかし この日付の根拠はあまり明瞭ではない。 後にグラルス・ナッペ (Glarus Nappe) と呼ばれるようになったこの衝上構造が学界に文字となって発表されたのは時代をはるかに下って1878年のことであり エッシャーの死後に弟子であるアルベルト・ハイム (ALBERT HEIM) によって書かれた 造山作用のメカニズムに関する研究 (Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung) の中であった。ハイムによればエッシャーのグラルス・ナッペの発見は1846年になされたことになっている。 8月1日という日付に至ってはさらに解らない。 8月1日で思い当たるのはこの日はスイスの建国記念日なのだが いくら美しい山と湖を誇りとし観光を国是としている国でも 地質学上の発見の日を 建国の日と一致させる程地質学が尊



第6図 スイス 北東部の地質柱状図



第7図
リント溪谷の東側(上)と西側(下)における南北方向地質断面図。V ベルカーノ。N ヌムライトを含むフリッシュ。

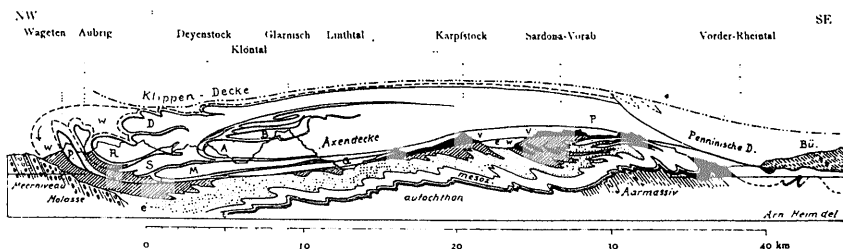


Fig.126. Schematic section through the Alps of Glarus.

G = Glarner nappe; M = Mürtchen nappe; A = Axen nappe; S, R, D = Säntis-Drusberg nappes. (After HEIM, 1921.)

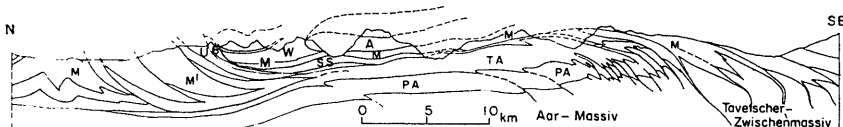


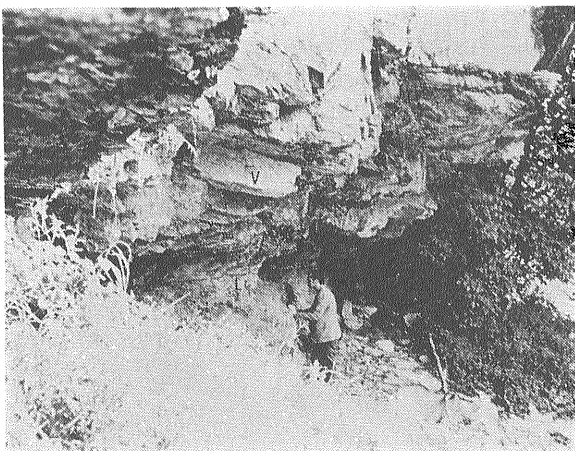
Fig.127. Cross-section through the Alps of Glarus, northeastern Switzerland.

M = molasse; M' = zone of overthrust molasse along the northern border of the Helvetides; U = Ultrahelvetic flysch; W = Kreide-Decke (= Säntis-Drusberg, or Wildhorn nappe); A = Jura-Decke (= Axen nappe); M = Verrucano-Decke (= Mürtchen nappe); SS = Glarner-Decke; TA and PA = par-autochthonous and autochthonous Tertiary flysch and Mesozoic; B = Bündner Schiefer. (After BUXTORF and NABHOLZ, 1957.)

第8図
グラルス付近のナッペ構造についての2断面図(RUTTEN, 1969より)

重されている訳でもなさそうである。

グラルスの町から更に上流に上ったところにリント川の支流があり シュワンデンという小邑がある。この道路脇にベルカーノとフリッシュの接触している露頭がある。正確に言えばフリッシュの本体は数米の間草に被われているのだが ここは登山靴をはかずに接触部の見える唯一の露頭である。遷移部の岩質 流理構造もまことによく観察される。このいわば断層粘土に相当する遷移部の岩石は露頭のある土地名をとって Lochseiten Kalk と呼ばれている。ハイムの第2作 スイス地質誌 (Geologie der Schweiz, 1920-22) にはこの場所のスケッチと詳細な記録が誌されている。この露頭に最近 30cm 大の銅板が埋め込まれた。すなわち



第9図 リント溪谷 シュワンデン近傍におけるグラルス・ナッペの露頭。V ベルカーノ(二疊系)。L Lochseiten 石灰岩。写真の下部にフリッシュが分布する。

グラルス・ナッペの発見を記念するプレートである。

「1840年8月1日アーノルド エッシャーによって古期岩層（二畳系ベルカーノ）が より新しい地層（始新世頁岩）の上に衝上していることがこの地において最初に発見され これによりアルペン・ゲオロギイの基礎が確立された」という文章が説明図と共に書き込まれている。

エッシャーはやがてチューリッヒ連邦工科大学（Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, ETH と呼ばれる）に創立された地質学教室の初代教授となった。グラルスに育まれたエッシャーが典型的なアルペン・ジオロジストとして岩峰を渡り歩くことを日常当然なこととして一向に苦痛を感じたかたと伝えられているのも驚くことはないだろう。彼は1872年7月に65才で世を去るが死の数週間前まで山歩きを続けていたということである。エッシャーは徹底した観察主義者で予見を与えるおそれのある学説 仮説の類を一切拒否し 自分の目を見たもの以外信用しなかったという。ETHの地質学教室には今も 教室の創始者としてエッシャーの肖像画が掲げられているが（カット写真） タカの如き鋭い双眸はエッシャーに帰せられることになった榮譽が偶然以上のものであったことを頷かせるだろう。エッシャーのあとを継いで2代目の教授となったのはアルベルト・ハイムであった。

ハイムは単にチューリッヒ大学においてエッシャーの後継者というだけではなく エッシャーの発見の意義を同時代の誰よりも適確に判断し エッシャーの内部に胚胎した思想を開花させた人であった。大作 Geologie

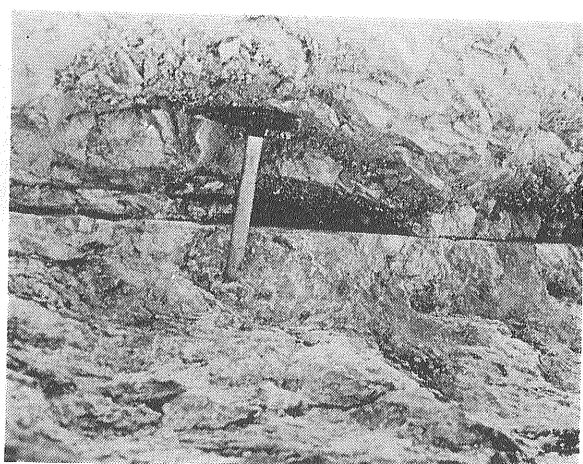
der Schweiz が今日もなお生命を失わず現代的な文献として屢々引用されるのは 地質誌一般の寿命の短さを考えればまさに驚くべきことであろう。

ここでエッシャーの発見の意義を確めるために同時代に戻って地質学界の様子を見てみよう。

19世紀初頭はまだウエルナー派の汎水論とハットン派の汎水論の論争が続けられていた時代であった。すでに1669年にステノ（NICOLAUS STENO）がアルプス南部や北イタリアの地層観察から今日地層壘重の法則および水平性の法則といわれているものを見出し 山脈は当初水平であった地層が傾動して高くなったという正しい結論を導いている。その後 ウエルナー（ABRAHAM GATTLER WERNER, 1750—1817）が現われ 岩石を 原始岩層（Urgebirge） 遷移岩層（Überganggebirge） 成層岩層（Flözgebirge） 沖積岩層（Aufgeschwemmte Gebirge） および火山岩（Vulkanische Gestein）の5種に分類した。ウエルナーの偉大さはこの時点においてそれ迄のいろいろな考えを1つの体系にまとめ上げたことにあったのだが その基本となったものは地球は昔って完全に大洋によってとり囲まれ そこから地殻の岩石が化学的沈澱のように析出し生成するのだという考えであった。彼の考えは堆積作用を非常に重視するもので それ故に “水成論者” の名が与えられた。すべての岩石を堆積作用で割り切ろうとする考えが無理なことは明らかで ウエルナーが原始岩層と分類したなかには花崗岩 斑岩などが含まれており これらは彼の時代においてさえ多くの観察者によって正当に火成的起源を有つものと考えられていたのである。



第10図 第9図の場所に打込まれた エッシャーのナッペ発見を記念するプレート（本文参照）



第11図 第9図の断層付近の拡大図。上 ベルカーノ、下 断層滑剤として 断層面に沿ってはさみ込まれた Lochseiten 石灰岩

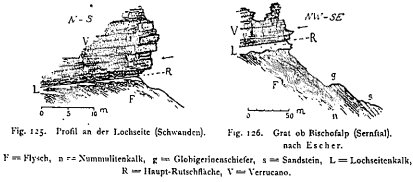


Fig. 125. Profil an der Lochseite (Schwauden). Fig. 126. Grast ob Rütchfalp (Seralfal), nach Escher.
 F = Flysch, n = Nummulitenkalk, g = Gähigerienschiefer, s = Sandstein, L = Lochseitenkalk, R = Haupt-Rütchfläche, V = Verrucano.

Films bis Truns scheint der Verrucano sich direkt in das Tavetscher Zwischen-M. fortzusetzen (S. 203 und Taf. VI u. VII). W Brigels erscheint er zwischen den aufsteigenden Massivteilen verteilt und stellenweise sogar rückgestülpt eingewickelt zu sein (Brigelserbörner).

An der W-Seite über den Brigelserbörnern und dem Kistenpass endigt die Verrucano-D. mit Erosionsrändern. Am Saasberg bei Linthal wie auf der S-Seite des

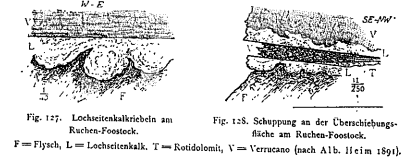
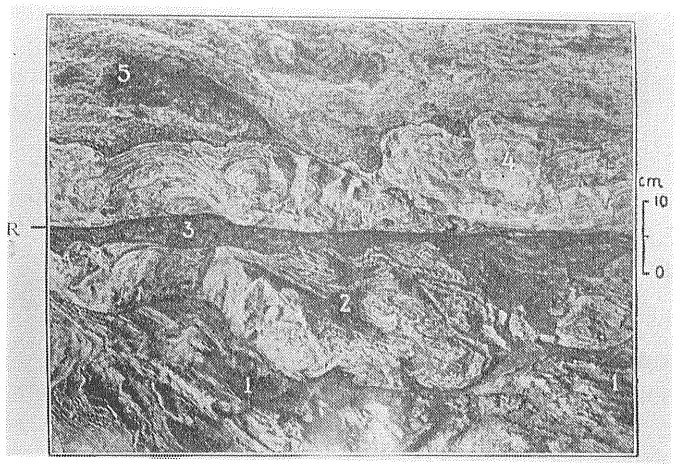


Fig. 127. Lochseitenkalkriehen am Ruchen-Footstock. Fig. 128. Schöpfung an der Überschiebung am Ruchen-Footstock.
 F = Flysch, L = Lochseitenkalk, T = Rotidolomit, V = Verrucano (nach Alb. Heim 1891).

第12図 ハイムのスイス地質誌に誌されている第9図のスケッチ (左上 Fig. 125)

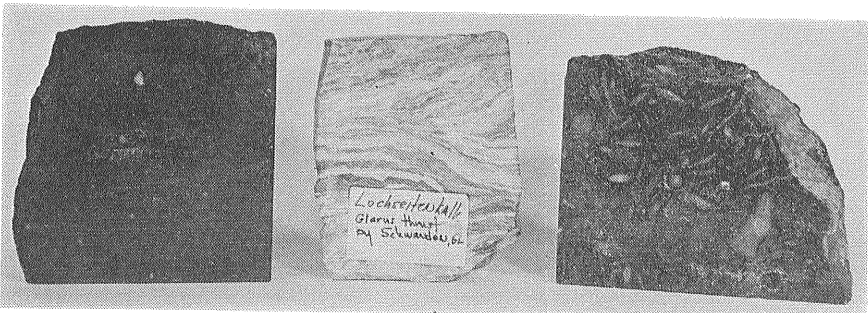


第13図 ハイムによる断層面のスケッチ. 1 フリッシュ性頁岩 2 4 Lochseiten (Malm) 石灰岩と呼ばれる混入断層滑り層 3 断層粘土帯 5 ベルカーノ断層面

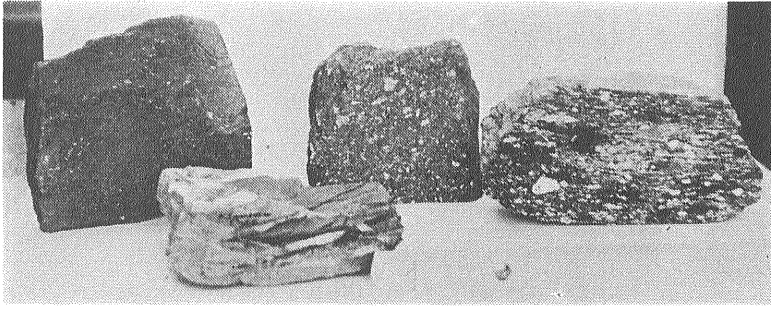
ウエルナーの汎水論はハットン (JAMES HUTTON, 1726—1797) らにより覆えされる。ハットンはスコットランドの岩脈の接触部を観察して これらが火成岩であることを結論し 火成活動について今日我々が理解しているような説明をしている。18世紀後半の数10年にわたって 玄武岩の起源について これが水成か火成かが両派によって激しく論争されたが 観察が重なるにつれ後者に軍配が上げられたのである。このようにして19世紀初頭にはハットン派の勝利が歴然としてきた。しかし構造地質の立場から見ると 汎水論の勝利は困った情況をもたらすことになった。

それはこう言うことである。ウエルナーによってまとめられた岩石5分類には ともあれ 始原的地層から沖積的地層へと現在の地質学の萌芽とも言えるものが潜んでいる。この頃 岩層の起源について キュヴィエ (Cuvier, 1769—1832) の激変 (Katastrophen) 説が1時期支持をうけたことがあった。キュヴィエは地層が変わると古生物に大きな変化がある事を観察して 地殻には生存中の動物や植物を絶滅させるような激変作用が訪れることがあると考えた。

ハットン派はウエルナーを否定すると共にキュヴィエにも反対しなくてはならないと考えたらしい。彼等は激変説を斥けて 地層の隆起や傾動は火山の噴出作用に起因すると説明した。近代地質学の父といわれるチャールズ・ライエル (Charles Lyell, 1797—1875) はハットンの学説を一層科学的に発展させたと言われている。ライエルの著 Principles of Geology (1830—33) で地史的構成の基本的考え方として強調されたのが斉一論 (Uniformitarianism) である。これは 地球上に起こったさまざまな変動・変革はその本質において現在我々が経験するものと同じであり したがって現在の過程を研究することによって過去の過程も理解し得るという考えである。ライエルのこの“原理”が地質学から自然を何か神秘的なものとして考えるとか 人間界を離れた宗教的観念で看るとか中世的思考を1掃するのに役立つ 地質学を確固とした自然科学の1部門として 定着させた功績は否定することはできない。Principles of Geology に提示された層序表には現在と同じような第三紀の地層名がみられるなど基本的考え方は現在にそのまま通ずると言ってもよい。反面 Uniformitarianism を



第14図 左から ベルカーノ (赤色凝灰質砂岩) Lochseiten 石灰岩 含ヌムライト石灰岩



第15図
ベルカーノを構成する岩石類。後 左より 赤色凝灰質砂岩 緑色火山質礫岩 緑色層状礫岩

基礎原理として採用することによって 平穏な現代の出来事以外の“地質的変動”は“原理的にあり得ない”ことになってしまったのである。ともあれ 学界はまことに時宜を得た指導原理を授けられたようである。万帆にあたる風は順風であった。1840年8月1日までは、

3. 構造地質学の誕生

エッシャーによる1840年のグラルス・ナッペの発見のかげには1つの あまり日本では知られていないエピソードがある。

エッシャーと 同時代人にシュツェデル (BERNHARD STUDEE, 1794—1887) という地質学者がいた。当時はエッシャーよりもシュツェデルの方が有力者であり著名家であった。その証拠にシュツェデルはハイムが大著2巻のスイス地質誌 Geologie der Schweiz (1920—22) を刊行する以前半世紀前に同名の著作を行なっているのである。1851年から53年の3年間にわたって発刊されたシュツェデル著 Geologie der Schweiz は同様に2巻に及ぶ大作であったが これは 間もなく忘れられてしまった。ハイムの著作が刊行後半世紀以上も経った今日でも第一級の文献として利用されているのとは全く対照的である。この理由は明らかである。シュツェデルの著作が単なる岩石・鉱物の記載以外の何ものでもな

いたためであった。それは岩層分布の記載のみで終始したのである。今日 我々はスイス・アルプスの地質がいわゆるナッペ構造より構成されていることを知っている。そこでは同一層がナッペによって何回も重畳してくるのである。このような場所からナッペを抹消し ナッペによる地層の繰返しということを考えずに地質の記載を試みたらどのようなことになるだろうか。観察に忠実に 分布を正確に表わそうとすればするほど地質図は收拾のつかない結果を生むだけであろう。

ハイムのスイス地質誌はシュツェデルの仕事の紹介に多くの頁を費している。その態度は冷静で尊敬に満ちたものであり はじめてスイスにおいて地質の知識を集約し 体系化した人として讃辞こそあれ 批判的表現は全く見られない。

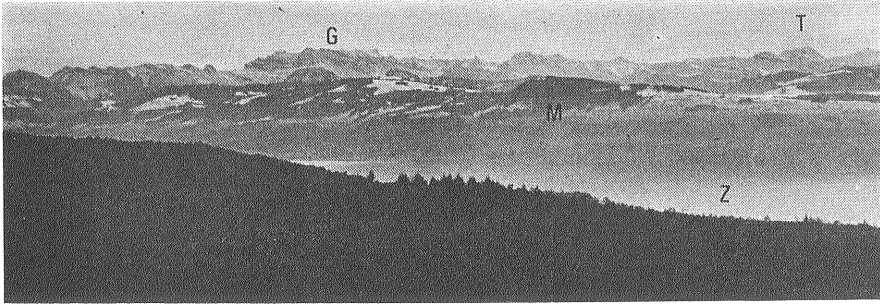
それではシュツェデルはそれ程卓越した学者でありながら グラルスの逆転構造に気がつかなかったのだろうか。スイスの至る所に存在しているナッペ構造を何故見逃してしまったのだろうか。この疑問を解く鍵はハイムの著作の中に見出すことができる。ハイムの記述によるとシュツェデルはハットン派すなわち汎火論を信奉し 93才の高令で死ぬまでその立場を変えることがなかった。彼は従って地殻激変作用を信じなかったと伝



第16図 Segnes 峠(グラルス南方)におけるグラルス・ナッペの遠望 (ハイム原図)。1 ベルカーノ 2 Lochseiten 石灰岩 3 フリッシュ



第17図 グラルニシュ(グラルス・アルプス)の雄大な北側壁面。第7図地質断面図参照



第18図
 チューリッヒ Eggより見るス
 イス・アルプス
 T: トーデ (3,623m)
 G: グラルニシュ (2,920m)
 M: モラッセ
 Z: チューリッヒ湖

えられる。シュツエデルの時代はウエルナー派とハットン派との論争がもっとも激しく展開されたところであった。ハットンの名著地球論(Theory of the Earth)が刊行され、ハットン派の優位がはっきりしてくるのはシュツエデルがスイス地質誌を刊行してから約40年後である。シュツエデルは、いずれにせよ一方の派にわれと我身を投じてしまったのである。当時はハットン派がいわば学界の主流派であった。シュツエデルのこの行為が学界における彼の世俗的各声を高めるのに関係があったのかどうか判らない。明らかなことは結果論であるが、この事が彼にとって自縄自縛をもたらしてしまった事である。汎火論を採った勢でシュツエデルは激変説に反対せざるを得なかった。シュツエデルがこの立場にこだわる限り、グラルスの逆転をたとえ観察したとしても正しく理解できなかったのは当然のことである。

これに反して、エッシャーは徹底した観察主義者で、自分の目を見たもの以外は信用しなかったと伝えられる人であった。

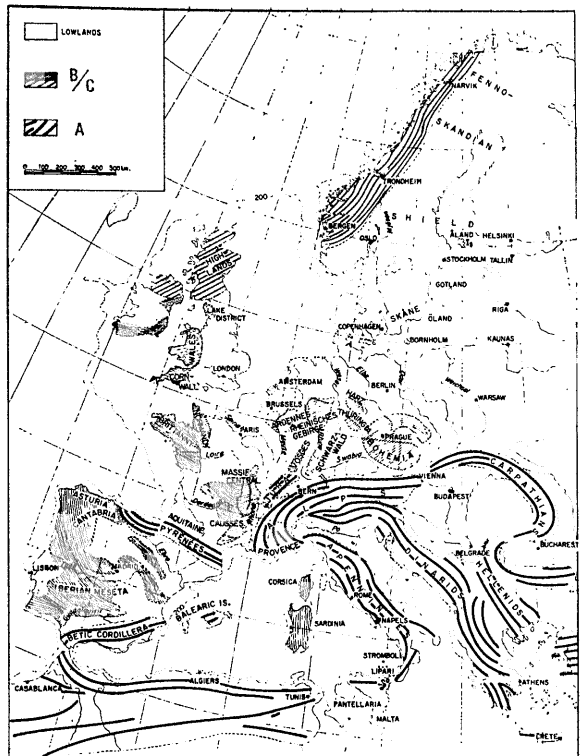
平凡な教訓のくりかえしであるが、我々は科学において予断が如何に危険であるか、観察が如何に重要であるかの貴重な例示を、グラルス・ナツペ発見のエピソードから見るのである。

幅数キロのチューリッヒ湖の兩岸は、氷河の浸蝕より免れた800から900米の高さの丘であって、ところどころEggと呼ばれる平坦面がある。チューリッヒから約15キロ離れた私の家は、この1つの面の上であり、家の窓からはグラルスやトーデの山々が重畳してそびえるのを良く見ることができた。夕刻になると西日をうけた高山の氷河がオーロラの様に輝いた。階下に子供のない若いスイス人夫婦がいた。親切なその夫人は、遠い地球の裏側からこの山国へきた東洋人が珍しらしく、家内のもとへ買物の案内とか、スイス料理を教えとか言ってしげしげと出入りしていた。その夫婦はグラルスのふもとに、遠い日本にまで鳴り響いている有名な岩石があり、それを見るために、わざわざこの国に来たという事を聞いても、しばらくは信じられない様であった。彼等はチューリッヒ湖の対岸にあるモラッセの山がどんな意味があるのかも知らなかった。

当然のことである。彼は広告社につとめるデザイナーであ

り地質屋ではない、という事は十分に承知していても私は実に奇妙な気持であった。飛行機ですら2.30時間かからなければ到着できぬような国の人が知悉していることを生れながらにその山を朝夕眺め、そのほつりを幾たびもすぎた人が路傍の草花のように、その名を知ろうともしない、ということに不思議な気持であった。世紀の碩学の足跡も永遠なアルプスの自然の中では無名の草花にも匹敵し得ぬ様だ。Eggからグラルスを見望むとき、つねに私は、ここで為されたあるスイス人の仕事が、その人の意志とは無関係にスイスの外に波紋を惹きおこして行ったその玄妙さに、惑わざるを得なかった。

エッシャーの発見は当初は母国であるスイスでよりも、外国であるドイツやイギリスで高い評価をうけた。その波紋の大きさは、彼自身が予想できなかった事であろう。



第19図 ヨーロッパにおける造山帯。A アルプス期 B/C パリスカン およびカレドニア期。RUTTEN (1969) による。

グラルスのようなナツペはスイス・アルプスの地質構造の主体をなしていることが確かめられ 同じような構造はスイス以外のところ オーストリアやドイツ 更にヨーロッパ大陸を越えて北米大陸にも見られることが認識されてきた。 地形的に山脈あるいは高地と呼ばれている地帯の地質的特徴がスイス・アルプスと本質的に同様であり ライエルが Principles of Geology で規定し 地質学の基本理念としたものでは律することのできないものである事が いまや明らかになってきたのである。 新しき理念は 新しき名前と呼ばれなければならない。 グラルスのほりでエッシャーが確立したと誌されるところのアルペン・ゲオロジイが正にそれであった。 ここにいわれる *Alpengeologie* (英語では *alpine geology*) の意を簡単な日本語で表現することは難かしい。 単にアルプスの地質という意味ではないことは勿論である。 一応 アルプス地質学と書くことにしよう。

アルプス地質学が対象とするものはアルプスそのものである。 衝上し 褶曲する地層である。 たゞそれが現在に生きる我々の体験を超えたものであっても我々はこの様な“構造”の謎を解かなければならない。

この新しい地質学の1部門が構造地質学 (*structural geology*) と呼ばれるのは時代が20世紀に入ってからである。

エッシャーが取り上げた胎児は急速に成長する。 北アメリカのアパラチア帯に見出される厚い堆積層に対してデーナ(DANA)が地向斜 *geosyncline* という名を与えたのは1873年のことであった。 やがて 造山輪廻の概念…地向斜から反転して 大褶曲を生み なお進行する

巨大な圧力によって 複背斜やナツペを作りだして隆起する造山作用へと進む一連のプロセスが体系化された。

このようにしてアルプスの名はこの過程で生長する造山山脈と同義語となった。 シュテイレは造山運動の概念を空間的に更に拡張し 時間的規則性を設定した(*Stille, Grundfragen der vergleichender Tektonik, 1924*)。 シュテイレによれば造山運動は汎世界的規模で生じしカンブリア紀以後に3大運動期が算えられる。 すなわち カレドニア期 パリスカン期 アルプス期である。 また 地向斜が造山運動を終える時期になるとその外縁に新たな地向斜を生じ…… それは更に外縁により新しい地向斜を生み……かくて大陸は生長するに至る。

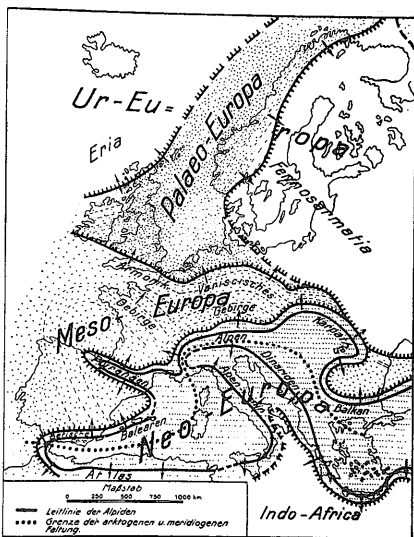
これはむしろ雄渾な詩である。 古典的構造地質学の骨格はかくて完成された。 日本に地質学が移入されたのは正にこの時期であった。 たとえば 東京大学に小藤紀念室の名を残した小藤文次郎教授が欧州に留学したのは1880—84年であり ドイツのライプチヒ ミュンヘン大学などに学んだ。 秋吉台で逆転構造を発見した小沢儀明教授が渡欧したのは1924年であった。 ちなみに地質調査所の設立は明治15年 1882年のことである。 この時期にヨーロッパで学んだ日本の地質学者がこの様な風潮に 忽ち決定的な影響を受けたであろうことは想像するに難いことではない。

現在 ETH 地質学教室に在ってアルプス踏査の第一人者と言われるトリンピイ (TRUMPY) 教授によれば アルプス構造地質学の古典時代は1924年に終る。 この年シュテイレの上記の刊行を見 またシュタウブ (STAUB) は *Bau der Alpen* を著した。

やがて世界は戦争と混沌の時代に突入する。 造山帯と地向斜から組立てられた古典的構造像も試練の時を迎えることになるであろう。

あとがき グラルス・ナツペの構造についての地質的説明を行なうことは意識して避けた。 文中で紹介したAlbert Heim, *Geologie der Schweiz (I II)* を直接見て頂きたい。 また スイス全般に関する最近の文献として下記のものを御紹介したい。

- TRUMPY, R., 1960: Paleotectonic evolution of the central and western Alps, *Geol. Soc. Amer. Bull.* vol. 71, p. 843—908.
- Hsu, K. J., 1960: Paleocurrent structures and paleogeography of the ultrahelvetica flysch basins, Switzerland, *Geol. Soc. Amer. Bull.* vol. 71, p. 577—610.
- RUTTEN, M. G., 1969: *The geology of western Europe*, Elsevier, Amsterdam.



第20図 STILLE (1924) の描いたヨーロッパの地質構造発達図。 造山輪廻の繰返しにより 古期ヨーロッパ (palaeo-Europa) から中期 新期ヨーロッパ (Meso-E., Neo-E.) へ成長したと考えた。