

James HUTTON (1726-1797) [II]  
—Theory of the Earth (Abstract) と野外調査—

小林英夫

James HUTTON (1726-1797) [II]  
— Theory of the Earth (Abstract) and Field Survey —

Hideo KOBAYASHI

V) Theory of the Earth (Abstract)

“Abstract”は、1950年、James HUTTON死去150年記念事業の一環として出版された Proceedings, Sect “B” of The Royal Society of Edinburgh の Vol. LXIII, Part IV に、V. A. EYLES によって全文が初めて紹介された (第1図)。

“Abstract”は、文字どおり abstract であって、上記の雑誌で3頁に満たない短いものであるが、その内容は、その後 “Investigation” と “Proofs” として出版された Theory of the Earth の基礎となる HUTTON のもっとも重要な考えを記述したものであって、見のがすことができない。それ故に、筆者の能力の限界と HUTTON の文章の難解さのために、正しく訳出できたかどうか自信はないが、以後の論議の出発点とするため、あえて全文を翻訳し、ここに引用することとした。

Abstract (全文)

この論文の目的は、動・植物が棲息している地球が、今まで経過した時間を見積り、地球上でおこった変化を論理的に考察し、過去の出来事の考察からこの物質体系〔地球〕\*の終末をどの程度まで知ることができるのかを考えることである。

この解答は、人間の記録の中にはなく、自然史の中にある過去の出来事を解明する手段をさがさなければならぬ。この場合、過去に働いた作用を説明するためには、〔現在の〕地球の諸現象を調べなければならぬ。自然科学の法則によって、吾々は、この地球という有機的機構の秩序と体系についての何らかの知識をうることができる。そうすると、自然に生起する出

\*〔 〕内のことは、文章を理解し易くするため、訳者が加えたものである。

来事に関して、合理的な意見を持つことができるようになる。

現在の固い陸地は、海で創られたもので、現在海岸で発見されるものに似た物質からなると一般に思われている。だから、つぎのように結論することができる。

第一に、吾々が住んでいる陸地は、単純なものでも生成以来不変なものでもなくて、それは複合体であり、第二原因の作用によって形成された。

第二に、現在の陸地が形成される以前に、今日おこっているのと同様の海底での作用をとまなう干満現象や海流現象がみられた海と陸からなる世界があった。

最後に、現在の陸地の素が、海洋底で作られつつあった時、当時の陸地にも動・植物が棲息していたし少なくとも当時の海には現在の海と同様に諸動物が棲息していた。



ABSTRACT  
OF A  
DISSERTATION  
READ IN THE  
ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH,  
UPON THE  
SEVENTH OF MARCH, AND FOURTH OF APRIL,  
M,DCC,LXXXV,  
CONCERNING THE  
SYSTEM OF THE EARTH,  
ITS DURATION, AND STABILITY.



第1図 “Abstract” の扉

だから、吾々は次のように結論する。陸地の大部分は、全体ではなかったとしても、この地球にとって自然な作用によって作られたと、しかし、この陸地を水の作用に抗して恒久的な物体とするためには二つのことが必要である。第一に、粗くてくつきにくい物質の集積によって作られた塊りが固まること。第二に、これらの固くなった塊りが、それが集積した場所である海底から、水準面より高い場所へ上昇することである。

ここでは、相互に説明しあうことができる二通りの変化がある。なぜなら、同じ対象はこれら二通りの変化を経験するようにしむけられていて、(この対象の検討から)これらの出来事の性質を体得することができるので、一つの変化についての知識は、吾々をもう一つの変化の何らかの理解に導くことができるからである。

こうして、この課題は勿論二つの部分に区分され、別々に検討される。第一に、いかなる自然の作用によって粗い物質の層が固い塊りとなるのか。第二に、いかなる自然の力によって、海の底で固化した地層が陸地に転化するのか。

この第一の問題、つまり、地層の固化に関しては、この作用が完成されたと考えられる二つの方法がある。すなわち、第一に、水への物質の溶解と溶媒から分離されたときの溶けた物質〔溶質〕の凝固。第二は、熱による物体の溶融とその後の凝固 (congelation) である。

水の作用に関しては、第一に、この溶媒の力がどの程度までこれらの地層の自然環境で働いて、その効果を生み出すのに充分なかが考察される。そして、ここで何ら他の作用因がない場合には、水だけではあの環境にある地層を固めることができたとは考えられないことがはっきりしている。第二に、あの環境で地層を固化させることができる水を考えると、自然現象を調べて、これが実際におこったことが結論されるに違いないと考えられるかどうかを考察される。ここで再び水は溶ける性質をもっているような物質と一緒になれば、地層を固めることぐらいはできるという原理に立って考察を進め、〔地層は現実には〕あらゆる種類の物質で固められているのだから、地層は一般に水溶液によって固化されたのではなかったと結論される。

熱と溶融 (fusion) といったもう一つの可能な方法に関していえば、あらゆる種類の物質は、熱せられると軟くなるか溶融され、地層は実際にあらゆる種類の物質とともに固まっていることが知られているので、

熱の溶融は今検討されている目的を実現するのに完全に適当であることがわかる。

一層特殊な議論が展開される。地層がこれらの特別の物質で固められたのは、水溶液によってではなく、熱と溶融によるのだということが明らかにさるべきであるという観点で、ここでは考察されている物質は二つのことなる部門に分類されるものと思われる。すなわち、珪質の物体と硫黄質の物体である。

この物体が溶融した状態 (melted state) で存在しつづけたことを示すために、水に溶ける物質としての Sal Gem<sup>\*</sup> がつぎに考察される。そしてこの例は fossil alkali<sup>\*\*</sup> の一つによって確認される。鉄鉱の特別の性質をもった Septaria<sup>\*\*\*</sup> の場合は、鉱物体のなかの一定の晶洞のように、同じ事実の例として与えられる。彼等自体は、すべて多様な鉱物物質が固化し溶融の状態から直接に晶出したという証拠である。彼等の隙間にこのような流動的物体をもちこみ、こうして地層が固められた物質の実際におこった溶融を証明し、彼等固有の物質の単純な溶融によって固化した地層のばあい次が次に考察される。その例は地球の最もありふれた地層、すなわち珪質の地層と石灰質の地層である。ここでもまたその固化作用は溶融であったという証明が与えられる。

水溶液ではなしに、熱と溶融が海底に集められた複雑な物質の固化作用の前におこったというこの一般的結論に到達して、これらの固化した地層がつぎに検討される。ここで、彼等の連続した自然状態からの脈とか破れ目による地層の変形が考察される。そして地層は水溶液によってではなく、溶融によって固められたということの明快な証拠が見出される。なぜなら、地層は脈によって切られているからである。つまり、溶液によって単純に固められたのとは矛盾する出方をするだけでなく、地層が多少なりと固まるのにつれて、彼等は固有の対応した脈と破れ目をもつようになる。

第二の問題に関しては、固まった地層がいかなる力で陸地にかえられるのか、すなわち、海面上に押し上げられるのかを考え、あらゆる種類の鉱物物質を溶融

\* Sal Gem . 岩塩のことである。

\*\* Fossil Alkali . 地下から掘り出されるアルカリ。

\*\*\* Septaria. Theory of the Earth. Vol. I, Plate 2に、Septariaをもつ鉄鉱石の例が図示されている。HUTTONのSeptariaの出来方の説明はつぎのとおり、「石の内部の均質な収縮により、中心部分が外縁部よりつよく収縮した場合に Septa が形成された」(Theory, Vol. I, p. 82)

した非常に力強い熱の力は、海の底から海面上の今日それが占めている位置まで陸地を上昇させるのに十分な膨張力を生み出すことが出来たと考えられる。ここで、海底に沈積した堆積物又は蓄積物により形成された地層がどの程度そのもとの規則正しい状態で見出されるのかということ、あるいは、どの程度地下の熱と激しい膨張の作用によってこわされ、曲げられ、巻込まれて変えられているのかを検討するなかで、吾々は再度自然と関係をもつこととなる。しかし、地層は正にこの想定どおりに実際に激しく割れ、曲がり、ねじれた状態になっているので、吾々はつぎのように結論する。陸地は生物が棲息しうる世界になるために、海面上に上昇させられ、同時に、海水面上に維持し海洋の激しい影響に抵抗するため地下の熱の力によって固められたと。

この理論は、地球の大きな裂け目で、それが切る地層とは全く異質な物質を含んでいる鉱物脈の検討により、また鉱物領域 (Mineral Region)\*すなわち、火の活力ある力と熱の膨張力が内在する場所からもたらされた物質の検討によって確められる。

鉱物領域の作用を考察するばあい、吾々は、自然現象のなかにこの力のあらわれを捜さねばならない。吾々が地球上に散在する火山から噴出する赤熱物質をみるのはここである。そして、それは吾々が今調べている力〔固化と上昇をもたらす力〕と同じ力の効果であると結論する。火山はありあまった力の適切な発散と考えられ、自然の営みでの偶然の出来事と考えるべきではなく、人類の安全にとって役立つものとして、地球の構成要素であると考えべきである。

この教義は、地球をしらべ、古い火山の多くの証拠のほかに、豊富な地下の噴出しなかつた溶岩を、いたるところで、玄武岩質岩石、スウェーデンのトラップ岩\*\*、toadstone\*\*\*、ragstone、及び特別の例が引用されるブリテンとアイルランドのwhinstone\*\*\*\*のな

\* 鉱物領域ということばは、地層に対置されているようである。今日の火成岩、マグマと結びつた物質の世界をさすのであろう。従ってここに使われる“鉱物脈”は、狭義の鉱物脈だけでなく、脈岩なども含むものと解すべきであろう。

\*\* トラップ、trap、緻密、細粒火成岩（溶岩、シル、岩脈）の今はあまり使われない名称。

\*\*\* Toadstone、ドイツ語のTödestein=dead stoneに由来する。有用鉱物の欠除した岩石の意。イングランドのダービーシャーの地方の鉱山用語。後にどこでも使われるようになった。進入岩、噴出岩、火山砕屑岩に用いられ、塩基性溶岩、シル及び各種成層砕屑岩を含む。イギリスの鉱山開発が伝統的にドイツ（特にサクソニー）の技術者に負うところが多かった事実の名残り。

\*\*\*\* Whinstone、粗粒玄武岩、玄武岩、安山岩といった暗色の細粒火山岩をすべて含む用語。Northumberlandを北東一南西に横断して分布するGreat Whin Sillに由来する。このSillの丘の上にハドリアンウォールが作られていた。

かに見いだすことによって確証される。またあの噴出しなかつた溶岩〔深成岩〕が発見される三つの異なる形態についての記載が与えられる。

この地下溶岩〔深成岩・マグマ〕の特異な性格がつぎに調べられ、この玄武岩質の岩石は普通の火山溶岩とははっきり区別される。

最後に、特別の場所では、ここでの研究は関係がない特別の産物を伴っているけれども、全地球の陸地での完全な類似を見出すことによって、鉱物層に関するこの理論は、地球のあらゆる部分に拡大される。

こうして、鉱物系に関して一つの理論が形成される。この体系では、固い物体は海底に集積された軟かいルーズで粘着性に乏しいものから形成される。そして海洋の底は上昇し、海水準以上にあらわれた陸地になり、肥沃で人が住めるようになる。

この理論には空想的なものは全くないということは、〔それが〕過去におこった自然現象から、すでに起つた物事、その特別の物体の構成のなかに、その生成の様式のかげらを残したものを、またきわめて正確に調べられ、科学が提供しうる全く明快に理由づけられた物事から（合理的に推論されたということから）明らかである。このように科学をとり入れることによって始めて、自然に見出される知又は設計の知識によって科学が人を啓蒙することができるので、今提起された体系は疑問の余地のない原理から科学者の注目をひくであろうし、多くの進歩の諸段階が知られていないままであるにもかかわらず、自然の働きに関する吾々の思索にとり入れられるであろう。

こうして深く検討された原理に立って考察を進め、つぎの結論をうる。

もし吾々が今住んでいる地球の部分が、時間の経過のなかで過去の地球の物資から作られたのであるならば、吾々は、〔現在の〕陸地をしらべれば、現在の地球が出来つつあつた地質時代の世界の性質を論理的に考えることができるデータを発見するであろう。またこうして吾々は、過去の地球の性質を理解し、植物を育て動物を榮えさせる点でどれだけそれが現在に似ていたかを理解するようにしむけられるであろう。しかし、この興味ある点は、植物生成の多様なあらゆる様式を見だし、あらゆる種類の海の生物を吾々が地層のなかに見いだすことによって完全に確認される。

こうして地球の現存する陸地が、まず海洋底で形成されてから海面上にもち上げられたという規則正しい体系を確認し、時間に関する一つの問題、すなわち、

この大仕事をやりとげるのに要した時間はどの位であったのかという問題が当然のことながら生ずる。

この課題に関する判断を下すために、吾々の注意は、地球の体系における他の事件の進行、つまり、かつて存在した陸地の破壊にむけられる。さて、この目的のためには、現在の陸地の現実の破壊があり、これは眼前でつねに進行しつつある出来事で、これによって一つの見積りを行うことができる。この破壊は、雨の氾濫、波の作用による海岸の破壊による吾々の土壌の漸次的な洗浄である。

もし破壊作用によって消耗に向う現存する島の進展、その海岸への沈降を測定することができるならば、吾々は過去の動植物を支え、現在の陸地の建設に必要であった物質を海に供給した陸地の実際の持続時間を知ることができるであろう。したがって、吾々是对応する時間を測定する物差し、すなわち現在の陸地の形成に要した時間を知らなければならない。

逆にもし計り知れないが疑う余地のないこれらの自然作用の観察から、現在の地球の存続期間または崩壊の時期を確定できないならば、吾々はつぎのような結論を引き出さなければならない。第一に、今日の陸地を作り出すには、若干の時間が必要であった。第二に、現在の物質がやって来る以前の陸地の建設には、等しい時間が費やされた。最後に、現在の海洋底に将来の陸地の基礎が現在横たわっている。これは限定できない時間ののち、将来いつの日にか、海面上にあらわれるはずである。

しかし、人間の観察のなかには、地球上の陸地の消耗を測る適当な手段がないので、つぎのように結論される。すなわち、吾々は現在見ているものの継続時間を見積ることはできないし、それが始まった時期を算出することもできない。それゆえ、人類の観察に関しては、この世界には始まりも終りもない。

この理論を勇気づけるため目的因の考察から引きだされた精神的性格の論証により努力がなされる。ここでは現在の理論と自然における弊害とか無秩序が必然的に含意されるあの学説とが比較され、自然の想定された英知の上に、完全秩序が認められる一つの理論の正当性が主張される。

この理論によれば、植物の成長に適した土壌は必然的に準備され、注意深く維持されている。また、生物が住んでいる陸地の必然的消耗のなかでこの生きている世界の体系を支えるために未来の大陸のための基礎ができていく。

こうして、自然を賢明で善良であると考え、この理論の論証がなされるか、または、この理論が真実であると想定して自然のなかに認められる知と善に関する論証が確定されるかどちらかである。このようにして、ここに思惟する人に興味ある課題、自然の体系に関して理性を働かせるべき課題および人間の精神に情報と面白さを提供する課題が公然とあらわれる。

以上紹介した論文は“Abstract”であるから、これ以上要約する必要はないかもしれないが、念のため要点を列挙すると次のようにまとめることができよう。

1. 論文の目的、地球の年齢を知り、その発展過程を検討し、終末の見通しについてのべる。

2. 文献のなかにはではなく自然現象のなかに地球の歴史を知る鍵をさがさねばならない。現在は過去の鍵である。

3. 自然法則によって地球の歴史を解明することができる。聖書の創世記の無視。

4. 陸地の起源は海にある。海底でできた軟弱な堆積物を固めて地層とし、その地層を持ち上げて陸地にする原因は地球内部の熱である。

5. 地球内部の熱は様々な火山岩の出現が暗示する深成岩、マグマにより確認される。

6. この理論は空想ではなく論理的に考察された結論である。

7. 地球の古さは現在の地球の諸作用の早さがわかれば求められるはずである。しかし、それを測る手段を今のところ持ちあわせていないので、この世界の始まりも終りも知ることはできない。

## VI) HUTTONの野外調査

“Abstract”をRoyal Society of Edinburghで1785年、3月と4月に講演し、それを8月に出版したHUTTONは、彼の理論を支える事実の貧弱さを自覚した故にか、それともOyster Clubのメンバーの忠告によるのかはわからないが、この年、1785年の秋から精力的に野外調査を開始した。Glen Tilt (1785年)、Galloway (1786年)、Arran島、Jedburgh (1787年)、Man島、NorthumberlandとWestmoreland、Siccar Point (1788年)でおこなった野外調査がそれであった(第2図)。

“Abstract”から判断されるように、彼の関心の中心は、地球内部の熱の問題であった。この問題を解明する鍵は、火山岩類(またその源となる地下溶岩〔深成岩、マグマ〕)に握られているという判断は、“Abst-



第2図 James HUTTONとGeorge CLERKが行なった1764年のスコットランド旅行の推定経路およびHUTTONが農業実習や野外調査の目的で訪れた地域の位置(斜線部分)を示す。

ract”にもべられている。HUTTONがこの観点にたつて、花崗岩の重要性にいつ思い当たったかはわからない。しかし1785年秋のGlen Tiltの調査を皮切りに始められた彼の野外研究の中心テーマは、一貫して花崗岩と、花崗岩とそのまわりの岩石との関係であった。

A. GEIKIEは、Theory of the Earth, Vol. IIIの脚注にこのべている\*。

「1785年の春、Royal Society of EdinburghでTheory of the Earthの最初の概要を講演したとき、HUTTONは、PeterheadとAberdeenでの観察を除いては、露頭で花崗岩を見たことはなかった。」(Theory of the

\* Theory of the Earth, Vol. IIIはHUTTONの遺稿にしたがって1899年にA. GEIKIEによって編集・出版されたことは周知のことであるが、Vol. IIIの文体はVol. I及びVol. IIにみられるHUTTON特有の文体とは全く異なることに注意しなければならない。

Earth, Vol. III, P. 1) \*

HUTTONの理論にとって花崗岩問題は要である。しかし、GEIKIEがのべていることが正しいとすれば、1785年に“Abstract”を発表したときにはまだ花崗岩についての知識は全く貧弱であったといわなければならない。

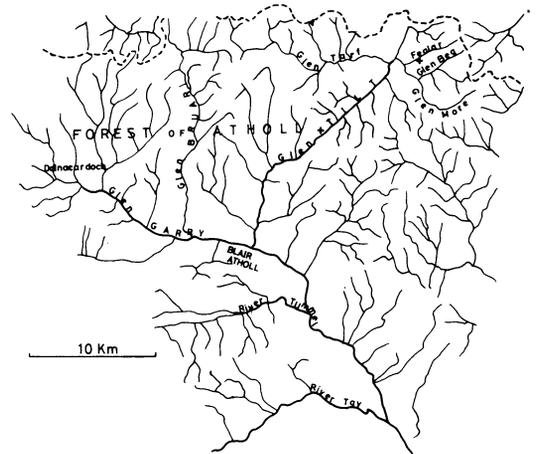
“Abstract”を出発点にして、内容ある“Theory”を展開するためには、彼の理論の要であり支柱である地球内部の熱の源、マグマ、その代表的産物である花崗岩についての豊富な知識が不可欠と考えるようになったのであろう。

この問題ととりくむ最初のフィールドとして、HUTTONはGlen Tiltを選んだ。

### 1) Glen Tiltの調査(1785年)

Glen Tiltを調査地に選んだいきさつは、HUTTON自身が次のように説明している。

「Dee川の源流に花崗岩地帯があり、Tay川の源流ではalpine schistus\*\*以外は何も発見されないことを知って、私はこれら二つの岩体(花崗岩とalpine schistus)の関係を明らかにするには、上記二つの川の間地域をしらべるのがもっとも適していると考えた。またTay川の川床には、花崗岩と斑岩の転石が



第3図 Glen Tilt調査の際、HUTTONが踏査した河川や沢、+印はATHOLL公爵家の狩猟小屋。

\* 以下しばしばTheory of the Earth, Proofs and Illustration... Vol. I及びVol. IIIを引用するので、それぞれTheory, Vol. I又はTheory, Vol. IIIと略記することとする。

\*\* 翻訳にくいので、schistusとして記述する。A. GEIKIEによれば、HUTTONは“schistus”に今日のschistだけでなく、schistに伴なわれる珪岩、石灰岩のような岩石を含む、このことを急傾斜し褶曲したグレイワック、グリット、Southern Uplandのシルル系頁岩にも用いた。(Theory, Vol. III, P. 6)

沢山あるので、この川の北東の支流で私が望んだもの〔花崗岩とschistusの接触部又は両者の関係を示す露頭〕を見いだすことができると信じた\*。CLERK\*\*と私はこの秋ATHOLL公爵\*\*\*を訪ね、彼の猟場の森の鉱物を調べ、川のなかに転っている花崗岩がやってきた山を訪ねたいという私の希望を公爵に話した。公爵は快く吾々の考えに理解を示し、CLERKと私は公爵の親切な援助をえて、さもなくば困難が多かったであろうのに、たのしい心持良い一行に加えてもらうことができた。(Theory, Vol. III, P. 10)

彼等は、Glen Tiltの中流にある公爵の狩猟小屋を基地にして調査を進めた。Glen Tiltにはいたるところに流れで磨かれた露頭があり、岩石相互の関係がよくわかった。公爵も同行したが、彼は鹿撃ちに熱中していたようである。

この時の様子をPLAYFAIRは、CLERKの手記をもとにつぎのように書いている。

「彼等がこの谷〔Glen Tilt〕を7マイルばかり逆上ったところにある狩猟小屋に到着したとき、HUTTON博士は彼がしらべたいと思っていた対象の真只中にあることを知った。川床には沢山の赤い花崗岩の脈が黒い雲母質のschistusを切っているのがみられ(1マイルのあいだに6本を下らない大きな脈)、色彩のコントラストを作り出して、なれていない観察者でも、すぐわかる効果を創り出していた。彼は、彼の体系の多くの重要な結論を証明する光景をみて非常によこんだ。彼があまりにも感激したので、彼に同行した案内人は、こんなに喜ぶのは、金か銀の脈を発見したからにちがいないと思って疑わなかったほどであった。」(PLAYFAIR, 1803, P. 68-69; BAILEY, 1967, P. 53)

Glen Tiltの地質をHUTTONはこう説明した。

「この谷〔Glen Tilt〕の南側〔左岸〕では、地層は、alpine schistus、特に粒状石英と雲母質石灰岩\*\*\*\*か

らなっていて、これらの地層は南〔南東〕に傾斜している。この谷の北側〔右岸〕では、丘の急斜面は美事な赤色花崗岩の転石でおおわれ、これは谷の南側では一粒もみられない。だから吾々は正に望みどりの場所、つまり吾々の研究にとって何よりの場所にいることになる。」(Theory, Vol. III, P. 12)

Glen Tiltは地質学的にはGrampian Caledonidesに含まれる。この構造帯の北西部を構成するNorthern Grampians Nappe-Complex (MoinianとDalradianからなる)と東南部を構成するSouthern Grampians Nappe-Complex (Dalradianのみよりなる)が接する面が、Glen Tiltに沿って、北東-南西方向に走っている。したがって、Glen Tiltの右岸と左岸では全く地質が異なる。HUTTONはこの差異を識別していた。

また、Glen Tiltの中流のATHOLL公爵家の狩猟小屋の北西に、中規模の花崗岩体が分布する。それに対し、右岸に露出する変成岩類は、Blair Atholl石灰岩で、これはHUTTONが雲母質石灰岩と呼んだものである。

HUTTONはこのあたりの地質を正確に観察している。HUTTONの記述をつづけて紹介しよう。

「現在の問題は花崗岩に関係があることを想いおこさなければならない。どの程度それ〔花崗岩〕はalpine schistusとの関連で一次岩体(Primary mass)\*として考えられるのか。このばあい〔一次岩体であるばあい〕には花崗岩の岩片がschistusに含まれているが、schistusは花崗岩には含まれないはずである。しかし、確めなければならないこの問題以外に、私はこの事の前の部分で玄武岩と地下溶岩〔マグマ〕と同じであるとさえ考えられる限り、花崗岩の博物学に関する非常に可能性の高い結論を引きだした。吾々は、今や、この二つ〔Primary massとmagma〕の問題の完全な結論を下した。花崗岩は様々な形態で地層をやぶり変位してあらわれ、こわれた岩片を含み、地層のあいだに実に様々な方向に侵入した。このことはこの谷の一ヶ所だけではなく、岩石があらわれ川が地層をむき出しにしていろいろの場所で見られる\*\*。

こうして重要問題を確めたので、花崗岩の地つきの

\* この種の情報をどのようにして入手したのかは不明。Tay川に関しては、1764年、George CLERKとおこなった北スコットランド巡検旅行のさいに通過し、自ら得た知見かもしれない。Glen TiltはTay川の北東の支流である。

\*\* 拙論 James HUTTON〔I〕を参照されたい。

\*\*\* ATHOLL公爵。John Murray, 第四代ATHOLL公爵(1755-1830)。ATHOL, ATHOLEと綴るばあいもあるようである。Scotlandの名家、多くの武勲を残した家系で、広大な土地を所有した。Glen Tiltのあたりは広い範囲、今日、Forest of Athollとよばれている。1872年(明治5年)秋、岩倉使節団の一行は招かれてBlair Athollを訪れた。その時の記録は「特命全權大使米欧回覧実記」第32巻 高蘭山水の記にくわしい。一行はこのあたりの森林の美事に感嘆した。ATHOLL公爵家は代々植林、特にカラマツの植林に熱心であった。

\*\*\*\* 今日Dalradian limestone又は時にBlair Atholl limestoneとよばれる。

\* Primary massということばは、「一次岩体」と訳しておいたが、前後の文章から、WERNER学派(水成論)のPrimitiveと同じ意味につかわれていると考えられる。HUTTONはTheory, Vol. Iの340頁あたりで、PALLASの論文を引用した部分では、実際に「Primitive」を用いている。このことは、HUTTONが、直接WERNERの著書からではないにしても、PALLASやKIRWANの論文をとおして、水成論に通じていたことを示していると思われる。

\*\* 花崗岩がマグマからできたことを説明した部分が重要。

岩体 (solid mass) を踏査する必要が生じた。なぜなら Glen Tilt の北の丘が花崗岩であるのは明らかであったが、表面が芝土と土壌でおおわれたガラガラした岩塊しか見ることができなかったからである。だから、かなり苦労して山の尾根につながる急峻な、山羊がやっと歩けるような川床を登った。」(Theory, Vol. III, PP. 12—14)

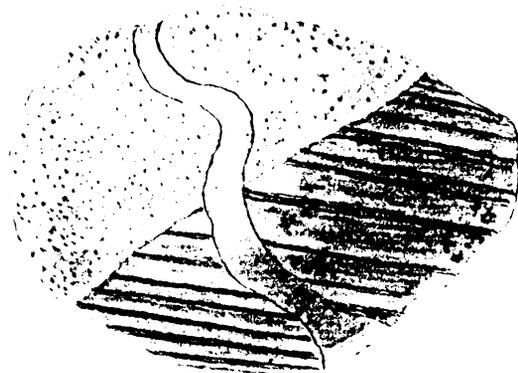
HUTTON は慢然と歩き易い道路や川すじだけを調査したのではなかった。花崗岩の転石の観察にあきたらず、それを露頭で確めるために、急峻な小沢にも足をふみ入れたのである。この小沢の調査で HUTTON 等は、つぎの計画を実行した (第3図)。

「alpine schistus の下に一見地層と同様に平行に走る成層しているようにおもわれる花崗岩を発見した。……………吾々は、吾々が発見した花崗岩体は花崗岩以外はみられない Dee 川までつづく岩体であるのかどうかを知りたいと考えた。吾々はこれまで Glen Tilt の公爵の狩猟小屋を基地にしていた。公爵はもっと辺りな所に吾々を案内し、彼の猟場の森で鹿狩りをして吾々を楽しませようと申し出た。吾々は Glen Tilt を逆上り、支流の Tarf 川を渡り Fealar 川にあるもう一つの狩猟小屋にやって来た。Fealar の猟場は、水系が Tay, Spey 及び Dee 川の諸川に流れこむ〔分水嶺〕地域の最高地点近くにあった。公爵はここで3頭の牡鹿と一頭の牝鹿をしとめた。すばらしい鹿であった。吾々は Glen More と Glen Beg の間の山地の頂上で花崗岩と alpine schistus を見だし、好奇心を満足させることができた。」\*(Theory, Vol. III, P. 16, 17)

HUTTON の一行は、花崗岩体の拡がりをおさえるために、Grampian 山脈の最高地点近くまで踏込んで調査した。最近の地質図を見ると、Glen Tilt 中流の狩猟小屋の西にある花崗岩体と Dee 川の花崗岩体は連続していないことがわかる。

Glen Tilt の最も奥深いところまで調査した HUTTON 等は帰途についた。

「公爵の一行は、Glen Tilt の北の丘の森を通って帰ることを望んだ、吾々も快く同行した。そこは調べる必要のある重要な部分だったからである。……………Glen Tarf と Glen Tilt の間の尾根の南側で、吾々は alpine schistus が山を作りあげている花崗岩の上位にあるのをみた。……………吾々は他の自然研究者\*\*とは全く異なる



第4図 Glen Tilt 調査のとき、注意深く観察した転石。John CLERK によるスケッチ。schistus (Dalradian) を白色花崗岩が貫き、そのあとで赤色花崗岩の脈が切る関係を描いている。

結論を引き出す。彼等〔他の自然研究者〕は山の尾根の両側で、花崗岩の上に schistus が乗っているのをみると、成層した schistus は花崗岩の上で現在の位置で形成されたかと結論する。〔吾々は〕逆に、schistus はもともと水平で、花崗岩はこわされ変位させられた地層の間に入りこんだもので、これらの地層よりあとに形成されたものと考えなければならない、と結論する」(Theory, Vol. III, PP. 16—18)

HUTTON の野外調査は、彼自身の文章からわかるとおり、本格的なものであった。そして、調査だけに止まらず、観察した現象を、彼自身の考えと“水成論”の考えの両方で解釈してみて、そのつど自身の考えの正しさを確認していったようである。

また HUTTON は、現象の時間的順序を知ることに努力した。

「Tarf の谷で、花崗岩とこわされた schistus からなる転石を沢山発見した。この花崗岩は一般に赤い Glen Tilt のものと異なり白色である。これらの転石の一つは、花崗岩とこわされた schistus の両者さらに切る脈を含んでいた。したがって、この schistus の破壊と花崗岩の進入につづいておこったもう一つ別の作用の証拠があることになる。」(Theory, Vol. III, P. 19)

一個の標本でも、そのなかに示された各種岩種相互の関係から、出来事の順序、歴史を読みとろうとした HUTTON の態度を、上記の文章から知ることができる。

HUTTON, CLERK, それに ATHOLL 公爵の一行が加わった Glen Tilt 調査のまとまった記録はない。ここまで書いてきたことはすべて Theory of the Earth の各所の引用である。記録らしいものとしては、CLERK の

\* 地名は、第3図を見られた。今日の地質図にはここで HUTTON がいているものに該当する花崗岩はみあたらない。

\*\* WERNER 学派の人々を指すものと思われる。

家計簿に記された。

1785年9月24日

BLAIR ATHOLL への旅費

6ポンド7ペンス

だけである。(CRAIG et. al., P. 38)

しかし、CLERKは文章として記録は残さなかったが、この調査で観察した露頭の沢山のスケッチを残した。その一部は

James HUTTON's Theory of the Earth :

The Lost Drawings, edited by G. Y. CRAIG,

1978, Scottish Academic Press

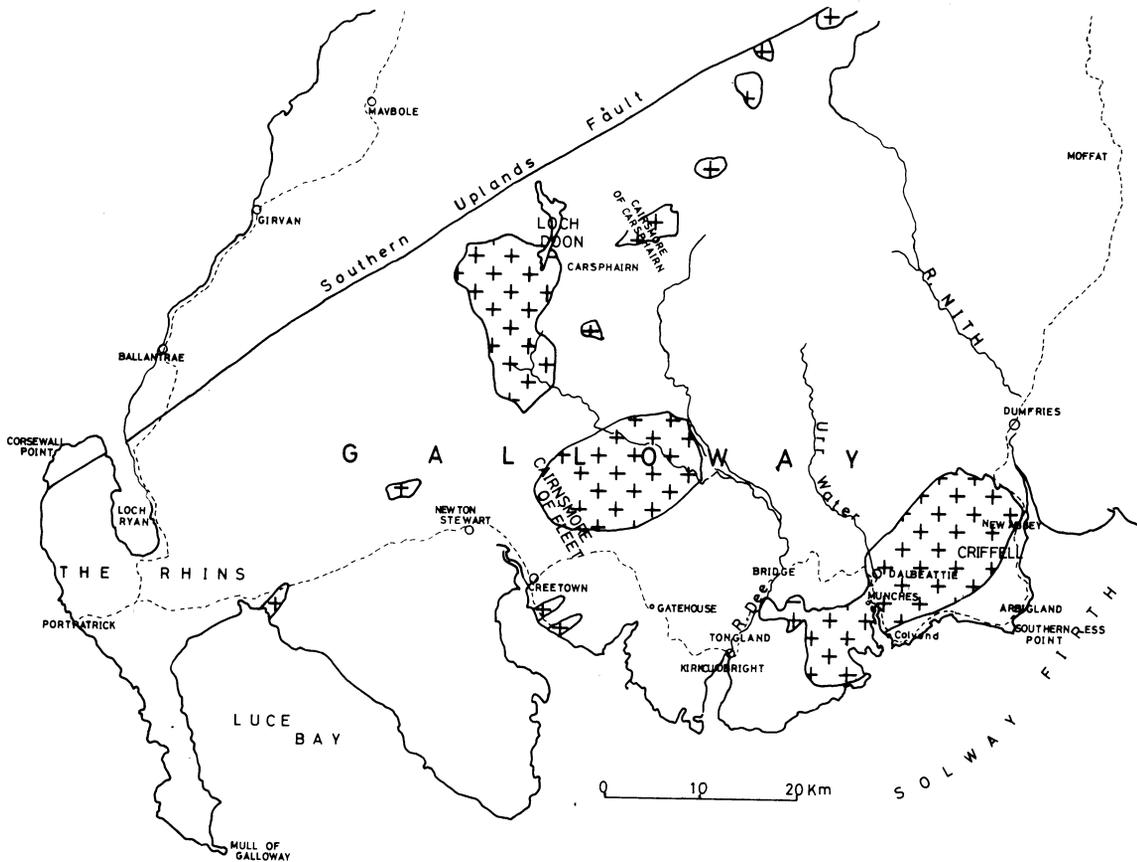
として復刻、出版された。

## 2) Galloway調査(1786年)

1786年秋、HUTTONとCLERKはArran島に旅行するつもりで、その途上Glasgowに立ち寄った。しかし、季節がこの島の山岳地帯を調べるには遅すぎたことがわかった\*。そこで9月8日Glasgowに一泊したのち、AyrshireとGalloway両州の海岸をまわる巡検旅行に切り替えることにした。

彼等はまず手始めにAyrshireの海岸を訪れて、Skelmorrie付近で、頻繁にあらわれる岩脈に注目した。これは、第三紀Whinstone岩脈群の一部である。CLERKはこれら岩脈の貫入状況を数多くスケッチした。

つぎに訪れたGallowayはすでに述べたように\*\*、CLERK家由縁の地で、同家はこの地方に広い領地を持



第5図 Galloway地方のHUTTONが調査した地点、旅行径路、HUTTONが主たる研究対象とした花崗岩の分布を示す。

\* Arran島の最高峰Goat Fellの水準測量を行なったことのあるIRUINE博士の助言と思われる。

\*\* 小林(1985); James HUTTON(1)島大研報, 第4号, P. 3

ち、このあたりの鉱山を経営し、麻、綿の工場を設立していた。

前年行なった Glen Tilt の調査は、ATHOLL 公爵の好意に支えられ、今回の調査では同行した CLFRK がいろいろ面倒をみてくれた (第5図)。

Galloway 調査の主目的も、Glen Tilt の場合と同様に、花崗岩及び花崗岩とその周辺の岩石との関係を明らかにすることであった。

Galloway の大部分はイギリスの地質構造上の重要な単位である Southern Upland に属し、この地域の北部を北東-南西に走る Southern Upland Fault の北側は、Midland ないし Lowland に属す。ここは、主としてデヴォン系と石炭系からなり、Southern Upland に属する Southern Upland Fault の南側の地域は、下部・上部シルル系、下部石炭系及びこれらを大きく不整合でおおうベルム系からなり、これらは三つの花崗岩体 (Loch Doon\*, Cairnsmore of Fleet 及び Criffell) によりつらぬかれる (第5図)。

これらの花崗岩体はいずれもカレドニア造山期に活動したもので、岩体のまわりに接触変成作用を与えている。

HUTTON は Loch Doon の岩体について次のように述べた。

「私は以前に、花崗岩地域と schistus 地域が接している Loch Doon の中央近くで (Loch Doon は南北に長くのびた湖である)、花崗岩と schistus の接触部をみたことがあった。私は海岸の水の作用と石の磨減作用が岩石の美事な露頭を作り出し、鉱物学者に興味深い自然を展示するところで、この接触部を見出すことをつよく期待していた。しかし Ayrshire と Galloway の海岸では転石をみることはできたが、露頭の形では花崗岩の存在の情報を手に入れることはできなかった。

Maybole から Girvan へ行く途中で、吾々は右手に Whinstone の山を見、左手には alpine schistus をみながら砂岩と泥灰岩と炭層の上を旅した。この道路沿いでは、土壌の大きな石の大部分は円っこい花崗岩の塊りで、これは Ayrshire と Galloway の境界にある Loch Doon 付近にある花崗岩の山から来たものである。」 (Theory, Vol. III, P. 34-35)

HUTTON のこの文章から判断すると、彼は Loch Doon の花崗岩を以前にすでに観察したことがあったので、今回の旅行では観察対象から外したと考えられる。

CLERK と HUTTON は Maybole から Girvan への道を進み、そこから Ballantrae へ行った。Ballantrae では、赤色砂岩が露出していること、その砂岩が Ayrshire の Skelmorie 付近の赤色砂岩と異なる性質をもっていることを記述している。Ayrshire の赤色砂岩は Old Red Sandstone であり、Ballantrae のそれは Newer Red Sandstone である。両者の差異に気づいたことは、HUTTON の観察力の非凡さを物語っている。

Southern Upland Fault は Ballantrae の町のすぐ南を通り Rhins (Rinns) の半島をかすめて North Channel に没する。これは大きな構造線でこれを境に北と南で地質条件が急変することは先にも述べたとおりである。HUTTON は、もちろん、Southern Upland Fault の存在を指摘しているわけではないが、Theory of the Earth, Vol. III で「Ballantrae の南の第二の山地は南東に傾斜し北東の走向をもつ急傾斜した真の alpine schistus からなる。そしてこれは花崗岩、斑岩、Whinstone を除いて、Portpatrick と Damfries の間の Galloway 全域にわたって続く」(Theory, Vol. III, P. 38) とのべ、また Theory of the Earth, Vol. I では、「西の海岸の Portpatrick から東海岸の St Abb's Head に到る間、一つづきの schistus の山脈があり、そこでは地層は一般に急傾斜している」(Theory, Vol. I, P. 421) と述べて、Southern Upland Fault の北側の地質との差違を暗示した。

同行した CLERK は、今回も各地で露頭、風景のスケッチをおこなった。Rhins 半島では、Portpatrick と Stranraer の間の断面図を画いた。ここでは陸地の上昇により作られたいくつかの平坦面地形の存在に注目した。陸地の上昇は、「Abstract」でとりあげられた重要問題の一つであった。

CLERK と HUTTON の調査はここから東に向って進められた。二人は、CLERK 家が経営していた鉛鉱山が近くにあった Newton Stewart に入り、その責任者に会って、これ以後の調査ルートを選択について助言を求めた。

9月20日、Newton Stewart を出発、南下し Ferrytown (今日の Creetown) へ。

9月20日の記録「吾々は Newton Stewart から数マイルと行かないところで、花崗岩地域の近くにいる証拠を観察した。川の中には花崗岩の転石が沢山あった……吾々は馬車で Ferrytown に行き Cairns Muir (Cairnsmore of Fleet) をとおってこの課題を追求するため、吾々を案内してくれる馬と案内人をやとった。」

\* Loch は湖。

(Theory, Vol. III, P. 44)

Creetownからは Cairnsmore of Fleet の花崗岩の丘(標高1496フィート)がみえた。Creetownからみると Cairnsmore of Fleet は2つの頂上をもった円い丘で、HUTTON は「巨大な円い山」と呼んだ。CLERK はこう書いた。「9月21日、写生したのち Ferrytown を立つ。Cairnsmore of Fleet はうつぶせになった人間の背面に似ている。」この日 CLERK は、Creetown の南の Carsluith と Barholme の城の素描をおこなった。

彼等は Cairnsmore of Fleet の花崗岩を調べるため、古い軍用道路である Course-o'-Slakes を通って山越えて Gatehouse of Fleet に出た。この間、花崗岩が schistus を貫いているのを確認した。

Gatehouse of Fleet から Kirkcudbright へ。その途中 Tonguland (Tongland) あたりで、Dee 川の露頭を観察した。

「これらの岩石が一種の滝又は急流を作っている Tonguland Bridge のすぐ下で、吾々は schistus と川を同時に切る3本の斑岩の岩脈の美事な平面図と断面図を見ることができてよこんだ。最大のものは、幅が14ヤードもあった」(CRAIG et al., 1978, P. 49) と HUTTON はのべ、CLERK は「Tonguland Bridge にやってくる前に、花崗斑岩岩脈を発見する。橋の下に3~4本の脈が地層を切っているのを見る。これはここでも顕著な川の中の大きな滝となる。写生してから Kirkcudbright に入る。」(CRAIG et al., 1978, P. 49) と書いた。

Kirkcudbright から Dalbeattie へ向い、この町の南数マイルのところにある Munches に宿泊した。Munches は John CLERK の親戚に当たる MAXWELL 家の領地であった。HUTTON は Munches に泊めてもらっただけでなかったようである。「わが友 MAXWELL 氏は力の限り吾々を援助してくれた」(Theory, Vol. III, P. 55) という HUTTON のことばがこのことを物語っている。

9月24日、両人は Munches を出発、Colvend (Coend) に向った。ここでは Criffell 花崗岩と schistus との接触部が期待できたからである。HUTTON の文章を引用することとする。

「私が、石炭と砂岩の層が発見され、Criffell の山が海岸近くまで花崗岩の大きな塊りを提供していることを知っていた Coend (Colvend) と Arbigland の間の海岸をしらべることをねらって、吾々は Kirkcudbright を出発、以前には軽装馬車は一度も通らなかつたと思われる道を進んだ。吾々の期待は外れなかつた。なぜなら、吾々が Munches に近づくと、左手に花崗岩があら

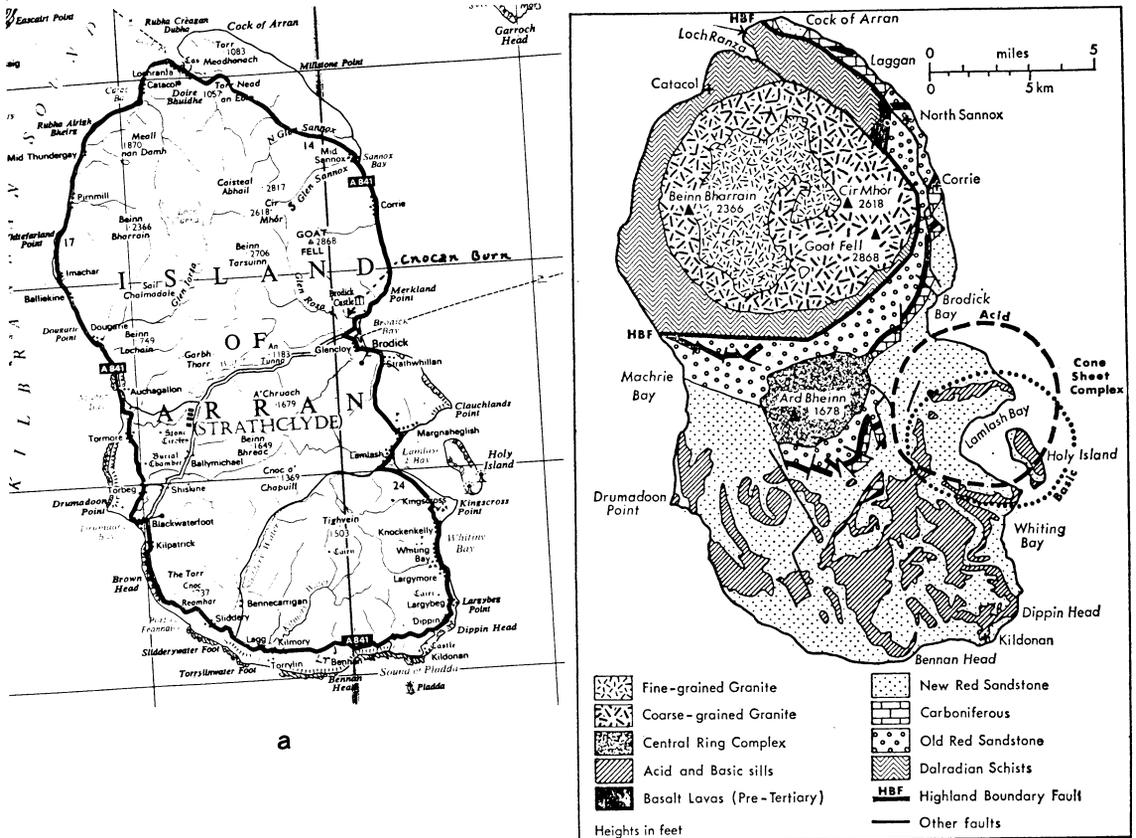
われ、schistus と互層していたからである。

……………しかしこの二種の岩石の接触部はみられなかつた。吾々は、低くはあるが、Criffell の山に続き Nith 川の近くの New Abbey で終る花崗岩地域に入った。……………Coend Kirk からの道は、もし道とよべるならの話なのだが、ちょうど Solway Firth の末端又は入口のなかにある小さな砂浜\*にみちびく。ここでは、海が荒れたときには、海辺を離れ、馬に乗って、吾々が目ざす Arbigland 近くの Saturness (Southernness) 岬に進むのがふつうのやりかたである。この道は、近道で易しく速く行ける道であったが、吾々はそれを利用しなかつた。なぜなら、今や岩の多い海岸があらわれ、この重要な地点で興味あるものを発見することを期待できる理由をもっていたからである。だから吾々は馬車を降り、長い距離歩いて行き、丘の上に登った。一方吾々は、海で洗われ干潮で岩が出ている海岸まで砂の多い湾の奥を根気よく進んでいった時、陸地が終る右手で schistus がさまざまに曲って美事に立っているのを見、左手には再び花崗岩があらわれた。そして上方では花崗岩の丘が急傾斜の地層の上のしかかっているようであった。……………しかしここでは草むらがおおっていた。だから吾々は、不安と期待相半ばした状態にあった。草むらとバラをおしわけ、岩場をよじ登って……………探検の目的の満足すべきものを見ることが出来た。それはこわされた地層又は急傾斜した schistus の末端に接した花崗岩であった。……………大局的にみて、吾々はここでつぎのように結論することができる。流動状態にある花崗岩を〔実際に見なくても〕、これが事実である可能性を示す十分な証拠がある。つまり花崗岩は溶融した状態で、地下の力でこわされあらゆる方法で、あらゆる程度に変形された地層のあいだを流れた。」(Theory, Vol. III, P. 58-60)

1786年の Galloway の調査では、花崗岩がかって溶融状態にあり、流動し、地殻をおしわけて進入してきたものであるという「火成論」の重要な考え方を裏づける動かしがたい証拠を手に入れた。

大きな成功をおさめた Galloway 旅行を終えた CLERK と HUTTON は、Dumfries, Moffat を経て帰途についた。途中、Midlothian の炭田に立ち寄り、ここの断面図を作り、9月22日、Edinburgh に帰着した。22日間の旅行であった(第5図)。

\* A. GEIKIE の加えた註によれば、これは、おそらく Douglas Hall とよばれる小さな海水浴場の Sandyhills Bay のことであろう、ということである。



第6図 a. Arran島の地図。(New Book of the Road, Reader's Digest, P. 224)  
 b. Arran島の地質図。(Whittow, 19 Geology and Scenery of Scotland, Fig. 9, P. 69) HUTTONが発見した不整合の場所は, Arran島北端のHBFの文字がみえる当りである(矢印)。

3) Arran島調査 (1787年)

Arran島は, Ayrshireの沖約20数kmのところにある南北20km, 東西10kmの島で, Clyde湾をへだててスコットランド本土と対している(第6図, a)。

WHITTOWによれば, 「アイルランドからやって来た何世代もの旅行者は, D. STAMPの「Arran島の荒々しい神秘的な美しさは, Clydeへの海路を世界で最も美しい景観にするのに大きな役割を果している」という考えに同意するだろう。」(Geol. and Scen. Scotland, P. 67)

HUTTONはArran島についてこう書いた。

「スコットランド本土, Lanark州のShott Hillsから見たArran島の美事な急峻な姿には, 昔から私はひきつけられていた, そこで私は山の性質, 山の生成と崩壊の諸段階がどこよりも良く調べられることを期待した。」(Theory, Vol. III, P. 193)

HUTTONは1786年にArran島調査を計画したが,すでに述べた事情でその年は中止し, Galloway調査に切り換えざるをえなかった。

Arran島の調査は1787年8月に行なわれた。

「1786年, CLERKと私がGallowayへの途上, Glasgowに寄った時, IRVINE博士\*と翌年の夏Arran島と一緒に行くことを約束した, IRVINE博士はかつてArran島のGoatfield (Goaffell)の高さを測定するためにこの島に渡ったことがあり, 彼は舟でClyde川を下る途中, 吾々の案内をしてくれることになっていた, しかしIRVINE博士は今年逝去された, [今年]8月末まで天候が不順でCLERK of Eldinの都合がつかなかった, それで私は一人でArran島に渡るつもりでいた, その時, John CLERK of Eldin, Junior (1757-1832)が親

\* William IRVINE (1743-1787), BLACKの教え子であり, 助手で, この頃はGlasgow大学の化学の講師であった。

切にも私に同行することを申し出てくれた。」(Theory, Vol. III, P. 191)

Arran島の調査はHUTTONの思いつきではなかった。「この探険を計画したとき、私は一つの目的をもっていった。それは花崗岩の性質及び花崗岩とそれに接する地層との結びつきを明らかにすることであった。」(Theory, Vol. III, P. 193)しかし調査を開始するとHUTTONはArran島のもっと多様な問題に興味を持つようになった。

「私は、Arran島を鉱物調査の目的に関する適当な対象と永い間考えていた。またこの島の構造を調べたいと思っていた。BLACK博士と私がこの観点で旅行を計画してから多くの年月がたったが、私の健康がすぐれず、スコットランドの西海岸より遠くには行けなかった。1787年夏、永年の懸案を実行した。」(Theory, Vol. III, P. 198)

HUTTONは彼がArran島を研究対象に選んだ理由をこう述べた。

「もしこの小さな島の鉱物体の形と配置が、陸地すなわち生物が棲息する地表の形成に必要なすべての知識に導くようなものであるならば、それが小さいことは、それを調べる自然研究者の働きにとって明らかな利点となるだろう。」(Theory, Vol. III, P. 199)

Arran島調査を計画したHUTTONの先見性は次のWHITTOWのことが証明している。

「Arran島は地質学者の楽園である。なぜなら、それはスコットランド地質の縮図を代表しているからである。」(Geol. and Scen. Scot., P. 68)

Arran島は地質学的には、スコットランド本土の延長部に当り、Highland Boundary Faultによってほぼ二等分される。断層の北側はScottish Highlandの地質と地形の特徴を示し、これはArran島の核を構成する。断層の南側はHUTTONがsecondary or tertiary massとよんだ部分である。この部分はLowland又はMidlandの特徴をもっている(第6図, b)。

HUTTONとJohn CLERK of Eldin, Juniorは、Arran島東岸のBrodowick (Brodict)に基地をおいて、精力的に調査した。彼等はSouth Sannox, North Sannox, Glen Roza等々の急流をさかのぼって、Arran花崗岩とそれに接するalpine schistusを観察した。今回の調査でも彼等の主目的は花崗岩とそれに接する岩石との関係の解明であった(Theory, Vol. III, P. 217)。

Glen Rozaでは、両者の接触部を確認することはできなかったが、Loch Ranzaへの道路上、North Sannox川で両者の接触部を発見し成果をあげた。またGlen

Shant川(Cnockan Burn)では花崗岩とschistusとのジグザグ状の接触部を観察した。ここで600ポンドの重量の標本を採集しEdinburghに持ち帰った。」(Theory, Vol. III, P. 225)

花崗岩が分布する島の北部についてHUTTONはつぎのように説明した。

「花崗岩地域は標高 $\frac{1}{2}$ マイル以上の高い山塊を作り、四方八方深い谷で切りこまれている。花崗岩は均質で長石は白色ないし多少色づく程度である。石英は透明で、雲母は黒くガラス光沢をし少量しか含まれていない。この花崗岩の最も顕著な性質は、結晶質であることと石英の結晶が規則正しく成長した晶洞をもっていることだけではなく、長石が自形性であることである。」(Theory, Vol. III, P. 205)

Arran島の花崗岩は、Glen TiltとGallowayでHUTTONが観察した花崗岩類と異なり、第三紀深成活動の産物である。Glen TiltとGallowayの花崗岩類は、カレドニア造山期の深成岩に属することはすでに述べたとおりである。さきに引用した文章でわかるとおり、HUTTONは綿密に花崗岩を観察した。

Arran花崗岩を取りまくように分布する“alpine schistus”は今日Dalradian schistとよばれているものである。Arran島の北東部、CorrieとLoch Ranzaの間で、海岸沿いに、Old Red Sandstoneと石炭系が分布する。石炭系は基底礫岩、石灰質砂岩、厚い石灰岩からなり一部に炭層を挟む。かつてこの炭層は採掘されたことがあったが、現在は休止している。この旧坑とLoch Ranzaの間の海岸に、HUTTONが発見した不整合がみられる。ここでは、上部古生層のCornstone(一種の石灰岩)が急傾斜したDalradian変成岩の上に乗っている。HUTTONはこの不整合について、

「alpine schistusとlow countryの地層\*との直接的関係は私が永年さがし求めていたことであった。

Grampian山脈に入り、Ammon川(Almond川)\*\*とTay川でそれを発見することを期待したが果せなかった。」(Theory, Vol. III, P. 230)「私がそれ〔両地質系統の直接的関係〕を見た最初の場所は、Arran島の北端に近いLoch Ranzaの入口であった。それは海岸の上にあつて、傾斜した地層が海で洗われ露出していた。観察することができたのは非常に小さな部分だったが、schistusと砂岩の両者が約45°傾斜していたが、一次

\* スコットランドのLowland又はMidlandに分布する地層、デウォン系及び石炭系の地層

\*\* Tay川の支流、Perth近くで合流する。



第7図 Arran島の東西地質断面図。CRAIG等の説明では、おそらくJohn CLERKが画いたものであろうとされている。しかし、Arran島調査にはJohn CLERKは参加しなかった。したがって、John CLERKが、彼の息子とHUTTONの説明をもとに画き上げたものと思われる。中央頂上部分の切れ込みはIorsa川の谷であり右の切れ込みはGlen Rozaであろう。この断面図には第三紀花崗岩の進入機構が生き生きと画かれている。

Dalradianの包有岩が岩体上部で小さくなって行く様子、マグマ溜りから出た岩脈が花崗岩本体とDalradianを貫いている様子などが美事に画かれていて200年前の断面図とは思えない。ただし、上部古生層とDalradianの間の不整合も書きこまれているが、表現に適切さを欠く部分がないわけではない。

層 (schistus) と二次層 (砂岩) はほぼ反対方向に傾斜していた。それでそれらは (その接触の角のところ) で少し乱されていたが) ギリシャ文字のラムダ ( $\lambda$ ) の二辺又は家の儀装のようにくつつきあっていた。これら二つの異なる地層の位置から判断して両地層がもともとこの位置〔関係で〕で形成されたとは考えられない。私は砂岩などが上に乗ったときに schistus はいかなる状態にあったのか、ここで知ることはできなかった。」(Theory, Vol. I, PP. 429, 430)

HUTTONが不整合を始めて発見したのは、ここに述べられているようにArran島のLoch Ranzaの近くでの事であったが、発見当初はその意義を理解することはできなかったようである。しかし、後述するJedburghとSiccar Pointで同様の地層の関係(不整合)を見る機会をもち、正しい解釈を下すことになる。

HUTTONのArran島調査の結論と総括はTheory of the Earth, Vol. IIIにくわしく記述されているが、CLERKにより画かれた同島の地質断面図は、言葉による説明にまさる美事な説得力をもっている(第7図)。

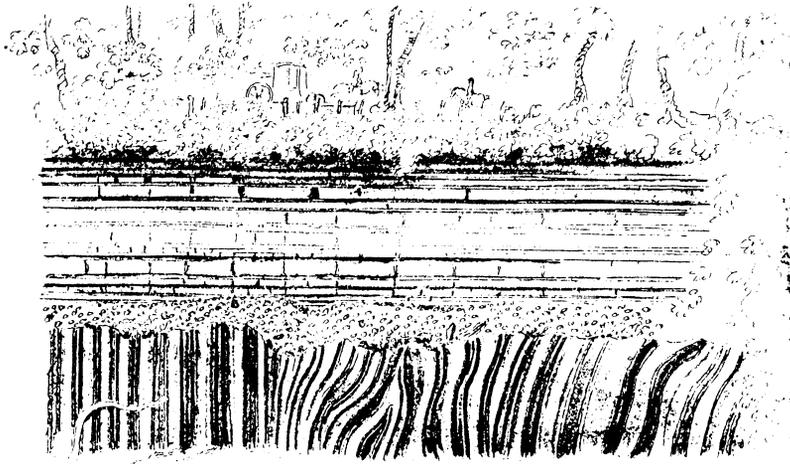
この断面図はほぼ200年前に画かれたものとはとても思えない出来ばえである。花崗岩と“alpine schistus”(Dalradian)との関係。花崗岩マグマ進入、そのメカニズム。これらの出来事のあとでおこったドームアップ、岩石と地形との関係をこの断面図は立派に表現してい

る。おしまれるのは、Dalradianと古生層との不整合関係の書き方が適切でない点であろうか。

#### 4) Jedburghの不整合(1787年)

HUTTONは、Arran島の調査を終えたのち、Lammermuirの山地に出かけ、Jed川の露頭で不整合を発見した。その時の事情をHUTTON自身の文章で紹介しよう。「私がArran島から帰り、その旅行記録を書いたあとで友人を訪ねてJedburghに行ったとき、あの課題〔不整合〕に関する私の心は、上述のような状態〔まだはっきり不整合の意義を把握していなかった〕にあった。私はTweed川を越えTiviot (Teviot)\*川に行きつく前に、始めてあらわれた水平層のなかで考察した。ここでは地層はBerwickshireにおけるのと同様に、美事に水平である。地層は、砂岩、泥灰岩、粘土質並びに雲母質の地層の互層からなる。これら水平層は、しばしばWhinstoneの小脈や丘を作る大きな岩体によって貫かれる。……………偶然に私が期待も予想もしえなかったことを私に示してくれた。Tweed川上流のMelroseの町の下流\*\*で、その水平層のなかにschistusの垂直層があらわれる。そこでこれら褶曲した岩体は、山地の多くの場所におけるように石英脈で切られていないが、

\* Jedburghの北西約15kmのところにある町、Tweed川の上流にある  
\*\* Tweed川の支流



第8図 Jedburghの不整合。Theory of the Earth, Vol. IのPlate 3に示された同不整合の木版画は、このJohn CLERKによる描写をもとに作られたものと思われる。

私はそれらを同じ種類〔山地に出る schistus と〕のものと考えてことにちゅうちょしなかった。泥灰質の物質が、その場所をはげしく変えた作用により褶曲し固化したのである。…………

Teviot川は期待どおり広い谷で、泥灰質又は風化した物質の水平層の上を流れ、そのゆるく傾斜した川の土手は礫と土壌でおおわれ固い地層はほとんどみられない。しかし、Teviot川の南にあるJed川の場合はそうではない。この川は多くの場所で水平層の上を流れ、深い堤を掘り下げ、その崖は規則正しい水平層の深い美しい断面を示す。Jed川に流入する小さな支流は深い通路を掘り下げ、水平層の斉一性を示している。

このように、これらの鉱物体〔地層〕のなかにせいぜいかつて見たことがあったものをさがすつもりでいたが、ある時Jedburghの町の上流の美しい谷を歩いていて、私は堤は水平線からなると確信していた川床に垂直な層があらわれたのに驚かされた。私はこの現象に満足し、地球の博物学にとって非常に興味ある（私が永い間さがして見つめることができなかった）対象に偶然出くわすことができた幸運をよるこんだ。

ここでは、Tweed川の川床にあるものに似た垂直な地層があらわれ、これら垂直な層の上にこの地域全体に広がっている水平層が乗っている。」(Theory, Vol. I, PP. 430-432)

以上がHUTTONによってJedburghで不整合が発見されたときのいきさつである。このJedburghの不整合の露頭は、CLERKにより描写され、Theory, Vol. I

Plate 3に収録された（第8図）。

上記引用文につづいて、HUTTONはこの不整合現象について考察している。HUTTONは不整合を作りうると思われるいくつかの場合を仮定する。これらの仮定を検討し、可能性の低いものを消去して行き、結局つぎの結論に到達した。

「吾々はずきの結論にみちびかれる。海底又は垂直な地層〔不整合面の下の、この場合シルル系〕の表面は、乱された地層の残さが運び去られた時と新しい物質がその上に堆積した時では全く異なる状況にあったのだと結論する。

もしこのことが正しい見方としてみとめられるならば、乱された地層は、多かれ少なかれ海岸面より上に持ち上げられ、川、風、干満の効果によって垂直な地層の表面は洗われ、この表面はその後これら破壊作用の影響の及ばない〔海の中に〕沈められ、破壊により準備され運ばれた物質の蓄積という反対の効果に適した場所におかれたと考えるのが妥当であろう。」(Theory, Vol. I, PP. 434, 435)

##### 5) Man島の調査(1788年)

HUTTONがJohn CLERK of Eldinと行なったMan島の調査は、彼の最後の長期研究旅行となった。PLAYFAIRによれば、HUTTONとCLERKのMan島調査の目的はこの島の“Mineral Survey”をすることで、“二人は、彼等を以前に歓待してくれた貴族の親切なもてなしをうけた”ということである(PLAYFAIR, 1805, P. 74)

ここに“以前に歓待してくれた貴族”と書かれているのは、John MURRAY、第四代 ATHOLL 公爵のことである\*。

また Joseph BRACK の遺品のなかに、“1788 年夏、ATHOLL 公爵の鉱石”と書かれた紙片があり、それには方鉛鉱、黄銅鉱、石炭、Fuller's Earth など 10 種類の鉱物の鑑定がついていた (CRAIG et al., P. 12)。これらは、HUTTON と CLERK によって一組みにして Man 島から持ち帰られたものと考えて良いであろう。このことは、今回の Man 島調査は、文字どおり“Mineral Survey”を目的にして ATHOLL 公爵の要請で行なわれたことを物語っているのかもしれない。

そもそも Man 島は 1736 年以来、ATHOLL 公爵家の所領であったが、1765 年、ブリテン政府はこの島を 7 万ポンドで購入した。しかし、1788 年当時、Man 島はなお公爵家の大きな収入源であった。それは、公爵家が、国王とそのあとつぎに載冠式のたびに、二羽のハヤブサを捧げる nominal rent (名目賃貸料) の代償として Man 島の漁業、採鉱、水車、石切り場の権利を保持していたからである。当時、この島は Galloway 海岸経由でスコットランドへの密輸の悪名高い中心であった。公爵は 1829 年、残っていたこの島の権利をすべて売却した。

Man 島の調査が、Glen Tilt の場合と同様 ATHOLL 公爵の世話でなされたのには、このような背景があったのである。

Man 島はアイリッシュ海の中にあり、Cumberland の海岸からほぼ 50km 沖に位置していて、構造的には北部イングランドの Lake District と共通した多くの特性をもっている。この島の主体を作り上げている Manx slate は、本土の Skiddow slate (上部カンブリア系-下部オルドヴィス系) に対比され、石炭系が不整合にこの slate を被っている。この島の北部にみられる平坦な海岸地形は、隆起海岸の典型的な地形である。

HUTTON の Theory of the Earth, Vol. III には、Glen Tilt, Arran 島、Galloway 地方の調査のかなりくわしい記述が含まれていることは、すでに認めたところであるが、彼にとっての最後の長期調査となった Man 島の調査については、ほとんどふれられていない。CLERK の筆になる、褶曲した地層の描写、海岸地形の描写に

残されているだけといつてよい。

HUTTON と CLERK は、Man 島調査の帰途、北部イングランドの Cumberland, Westmoreland で schistus や greywacke を観察したことは、Theory of the Earth, Vol. I に記されている。

「CLERK と私は、1788 年夏 Man 島から帰り、Cumberland と Westmorland の alpine schistus 地域を旅行した。吾々は Lowwood Inn 近くの Windermere 湖の堤の上で石灰岩の石切場をみつけた。私はその石灰岩を詳しく調べたが化石 (organized body) の何らの証拠もみつけられなかった。この石灰岩は石灰質の地層をはさんで schistus に移りかわっているようである。しかし幸なことに私はついに sparry な状態の (へゲ石状の) 化石の仕業と認められる破片を発見した。私はこのことを CLERK と吾々に同行した地主の WRIGHT 氏に話した。私はこの標本を持ち帰り、それを砕き磨いた。それは明らかに entrochi の破片でつまっている。そのとき WRIGHT 氏はこれらの山々の slate の中に海の物体の明らかな印象をみたと私に語った。そして彼は手に入れることができれば直ちに標本を私に送ってくれることになっていた。

ここに、あの否定的な主張に立って形成された推測のすべてを直ちにひっくりかえす一つの標本がある。Cumberland の schistus mountain は、この点では、この観察以前には、地球上のどことも同じように、完全な Primitive mountain であった。今やそれは見から作られた石灰岩に違いないという理由からその権利はなくなった。」(Theory, Vol. I, PP. 330-331)

ここで HUTTON が“あの否定的な主張”といっているのは、WERNER の主張、いわゆる水成論、と解釈するところに引用した文章全体の意味を理解し易くなる。つまり、schistus から出来ている山地は WERNER の言葉で言えば、Primitive mountain ということになる。Primitive mountain の特徴の一つは、化石を含まないということである。しかしながら Windermere 付近の slate からはまぎれもない化石が発見された。したがって WERNER の学説の一部はひっくりかえされた。

この部分から、HUTTON が決して化石に無関心ではなかったことがわかるし、前にも触れたように、彼の著書のどこにも WERNER という人名を見出すことはできないが、WERNER の主張には通暁していて、その誤りを明らかにするのに熱意を傾けていたと推測されるのである。

\* ATHOLL 公爵は、HUTTON たちより一足先に、Royal George 号に乗り Firth of Clyde の Greenock を出発 Man 島に向い、7 月 7 日 Man 島の Douglas の港に到達している。HUTTON と CLERK はそのすぐあとで公爵に合流した。(CRAIG et al., P. 60)

## 6) Siccar Point の調査 (1788年)

Theory of the Earth Vol. I の第VI章は、Primary層とSecondary層の観察、研究によって説明される海と陸の交替の理論、という表題がつけられ、これは Sect. I—Primary層とSecondary層の注目すべき様相。Sect. II—この課題を説明する目的でなされた観察により確かめられた理論、に分けられている。

先に引用したJedburghの不整合に関する記載はSect. Iでおこなわれ、Sect IIではSiccar Pointの不整合についての説明が展開されている。

Jedburghの調査にもとづいて、不整合のもつ重要な意味を理解したからであろう、HUTTONはその翌年(1788年) Jedburghの東方で不整合の調査をおこなった。

この調査には、Sir James HALLとJohn PLAYFAIRが加わったがこれまで大抵の調査に同行し、素晴らしいスケッチを画いたCLERK of Eldinは参加しなかった。

調査地は、Berwickshireの海岸のSiccar Point。ここはSir James HALL\*の家のあるDunglassの真東5kmの海岸であったことから、Sir James HALLの世話で準備されたものとみてよいであろう。

HUTTONはこの調査について、こう書いている。

「Primary mineral bodyとSecondary mineral bodyについてのはっきりした見方を身につけ、研究すべき特別の対象を知り、この自然の歴史の一部を調べ説明するためには私はどこに行けばlowcountry層とalpine schistusの接触部を発見することに成功出来るだろうかと考えつつあった。私はMerse川の家とEdinburghの間にある山脈を横切る機会を幾度ももったWhitehallのHALL\*\*氏に問いあわせ、私の満足のみたしてくれるWhittater川\*\*\*の地層を調べてくれるようHALL氏に懇願した。\*\*\*\*

HALL氏はSir James [HALL]が海外旅行中[1783-1786] Sir James HALLの領地の郵便道路の大改修を計画し監督したさいにPease burn\*\*\*\*\*とTour burnを調べる機会を持ち、Tour burnでschistusと砂岩層の接触部が見られるはずであると教えてくれた。PLA-

\* Sir James HALLは、Sligh Houseの時代HUTTONが親しくつきあったJohn HALLの息子。HALL家の家があったDunglassはEast LothianとBerwickshireの境界上にあり、その境界を作るDunglass burnの川はその近くを流れている。

\*\* Sir James HALLとは別の人

\*\*\* Whittater川は今日のWhiteadder川のことか。

\*\*\*\* この文章から、HUTTONは色々な手づるで情報を集めていたのではないかと推測される。

\*\*\*\*\* Dunglass burn, Pease burn等の“burn”は小川の意味。

YFAIR教授と私は、Sir James HALLをDunglassに訪ねるつもりであった。丘の上と海岸沿いに鉱物調査をする最適の時を選ぶことにして、訪問を急がなかった。

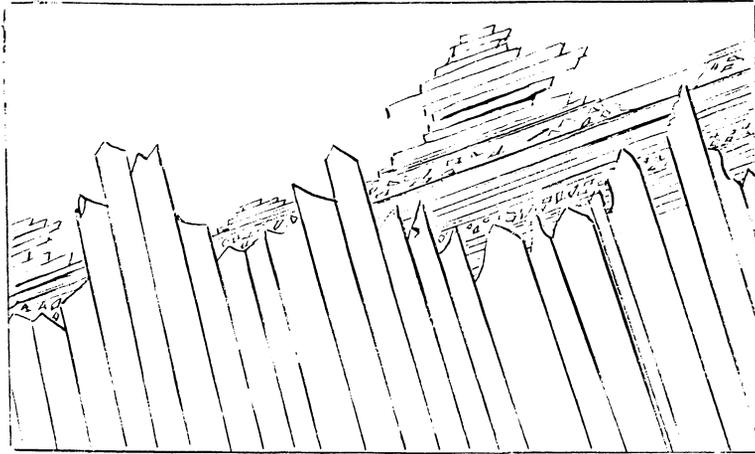
Sir Jamesが街を離れたのは1788年の晩春で、PLAYFAIR氏と私は7月の始め頃Dunglassに行った。探險の間はほとんど素晴らしい天気だった。そしてここに吾々の観察結果を説明しようと思っている。

Dunglass burnはEast LothianとBerwickshireの境界上にあり、垂直に〔傾斜した〕地層と水平な地層の境界にあたる。このburnと美しい邸宅の北西に石炭、石灰岩、泥灰岩、砂岩の層がある\*。この地層はかなりの間水平な方向に海岸沿いにのびている。しかし南のLammermuirの丘が作られているschistusに近づくと次第に傾斜を強める。

この二つの地層〔石炭-砂岩の水平層とschistus〕の間の境界は、この地方の性質から丘を登りながら観察すれば、容易に知ることができが正確な接触部はわからない。これら二つの地層の広範な境界で、接触部そのものは岩石が川又は海で洗われ露出しているが、接触部が露出しているところで、これは極くわずかなのだが、知ることができただけである。海は海岸を侵食しつつあり岸は200フィートの高さがあり、時には急傾斜を作り時には垂直の崖を作っている。St Abb's HeadとFast Castleは海に突き出た岬で、西に入りこんだ湾をかかえ防波堤になっている。そこでは海が水平な層を侵食している。固い地層は崖にも海辺にも露出している。だからDunglassからschistusの上にあるFast Castleまで行けば接触部にまちがいをなく出会う。しかしこれは海からしか行けない。吾々はまずTour burnとPease burnに出かけてその接触部を調べ、吾々は接触部を発見できることを知った……。

Dunglass burnでボートに乗り、吾々は海岸を調べるために出発した。Pease burnの近くで、schistusの方にせり上っている水平層を観察した。またSt Helensの海岸とSea bankでschistusと一般に西のburnsで観察したものに対応する〔対比される〕赤色砂岩及び泥灰質の地層の接触部を発見した。しかしSiccar Pointで吾々は海で洗われ露出した接触部の美事な画〔のような情況〕を発見した。砂岩層は一部洗い去られ一部は垂直なschistusの〔上〕端に残っている。そして多くの場所でschistus層の尖った部分が、砂岩の間をつきぬけて突っ立っているのが見られた。その背後には

\* 下部石炭系の地層をさすと思われる。



第9図 HUTTONに同行し、Siccar Pointの調査をおこなったSir James HALLのスケッチ。定規を用いて画かれている。

再び schistus の岩片を含む砂岩層の自然の断面がある。

このさきでは、Red heugh で垂直層の上に砂岩と泥灰岩が発見されるまでは schistus 以外何もない。Red heugh の湾から Fast Castle までは schistus 以外何もみることとはできず、この schistus は中断されることなく St Abb's Head までつづく……………」  
(Theory, Vol. I, P. 453-458)

1785年、“Abstract”として発表していた同年3月、4月におこなった Royal Society of Edinburgh での講演は、約100頁の論文、“Theory of the Earth, Investigation”にまとめ、Transaction of Royal Society of Edinburgh, Vol. I, PP. 209-304に発表された。

この論文に対して、アイルランドの有名な化学者、鉱物学者であった Richard KIRWAN が、Examination

of the Supposed Igneous Origin of Stony Substance (1794), Trans. Royal Irish Academy を発表して、このなかで HUTTON の考え（いわゆる火成論）を、WERNER 学派（水成論）の立場にたって批判した。

KIRWAN の論文を読んだ HUTTON は、病をおして、ただちにこれに答える大著に挑戦した。これが、Theory of the Earth, Proofs and Illustrations (1795) である。二巻からなり、このなかには、1785年から1788年までにおこなった Glen Tilt に始まり Siccar Point に終る一連の野外調査の成果が盛りこまれた。しかし、著者の基底に流れるものは、1785年、Royal Society of Edinburgh でおこなった講演の考えかたであった。したがって、本書の第一章には、Theory of the Earth, Investigation (1788) が、そのほんの一部の字句の訂正と、脚注の増補を加えただけで、転載されている。