

ジェームズ・ハットンの花崗岩観察へのこだわりと不整合の発見

James Hutton's Continuous Observations of Granite and How it Led to His Chanced Upon Concept of Unconformity within Strata

鎌田 耕太郎*

Kotaro KAMADA*

要 旨

J. ハットンは地層の堆積の中断と構造的不調和をあらわす不整合の概念を初めて示した人として、また始原的岩石からなる基盤岩の形成について火成論の立場から解釈したことにより近代地質学の基礎を築いた人物とされる。しかし不整合の露頭を初めて見た時に彼が得た地質学的解釈は、その後地質学の基礎的概念として認識される内容にまで理解が到達したものではなかった。ハットンは野外の地層や岩石の観察から帰納的に地質学を理解しようとしていなかった。自然界の成立ちを地球を構成する循環システムとしてとらえており、そのシステムに運動エネルギーを与えるものが地下のマグマの働きであり、マグマが流動し周囲の岩石や堆積物を変形させる証拠にあたる野外現象を探し求めたのである。ハットンは始原岩石としての花崗岩が当時の一般的見解である沈積によるものではないことに気が付き、そのことを実証するために野外調査を行った。調査のどこで何を観察しようとしていたのかを理解することによってはじめて、ハットンが不整合の露頭を見つけ出し、不整合を現在の考えに近い意味で考えるようになった全体像をとらえることができる。

彼の思考のプロセスについては後に見つかった原稿で知ることができるなど、不明な点が未だに多い。グールド(渡辺訳, 1990)による解釈やレプチェック(平野訳, 2004)による新たな資料の提示により、より合理的な解釈が可能になりつつある。

Key Words : James Hutton, unconformity, granite, History of Geology, Scottish Enlightenment

はじめに

J. ハットン (James Hutton, 1726-1797) は地質学が独立した学問体系としては不確かであった18世紀において、地質学の基本的概念である不整合現象を野外の露頭ではじめて認めた人である。また花崗岩の起源を地下の溶融した物質の上昇によるものとみなすとともに、斉一説の基本概念を提示するなどの先見性から、近代地質学の創始者または近代地質学の父と称される(清水, 1979, 1996; 小林, 1988; グールド, 1990; Woodcock and Strachan, 2000)。最近でも地球の年齢に悠久の時間を発見した人物として、その研究過程のより詳しい解釈や地質学的思考の到達点について改めて論じられている(グールド, 1990; 都城, 1998; レプチェック, 2004)。

しかし不整合の発見は、始原的岩石からなる基盤岩の形成が、地下の熱の活動による物質の隆起に伴うもので、その野外での証拠探しの一環だったことを知る人は少ない。しかも不整合露頭を見つけた当初は、自分の考え(火成説)を立証する実例が得られたと思ったものの、不整合の概念をただちに見抜いたわけではなかったようだ。小論ではそうした思考の過程を改めて確認するために、ハットンの地質学的主軸をなす論文である「地球の理論」(1795年および1899年)出版までの道筋の中から、火成論構築のための花崗岩観察と不整合の発見に係る経緯について整理する。

ハットンは当時の始原地質系統にあたる花崗岩などの起源を、いわゆる「水成論」で解釈するウェルナー(Werner, A.G.)に対して、「火成論」の立場から解釈を試みた研究者として対峙して論じられる。ハットン

* 弘前大学教育学部理科教育講座
Department of Geology, Faculty of Education, Hirosaki University

の講演や著書の出版を時系列に沿って整理してみると(第1図)、論文発表と野外調査がそれほど組織的、計画的に行われたものではなかったことがわかる。それはどうしてなのか、彼の思考過程に関しては後世の高い評価と対照的にまだ不明な点が多い。

これまでも近代地質学が成立する過程を扱った著書は多数あるが、小林(1988)著「イギリス産業革命と近代地質学の成立」は、特にハットンについて詳しく紹介している。そこでは生い立ちから始まって、思索の出発点や研究経歴を左右する友人関係、そして出版物や調査地を紹介した優れた研究史、解説書である。しかしそれでもハットンの発想の原点や、既述の演繹的ともとれる研究過程の不可解さは明らかでない。そこで小論では小林(1988)や清水(1996)の解説に従って学位取得後の足取りや、研究発表と野外調査の場所や調査対象について図解し、これにグールド(1990)の斬新な評論とレプチェック(2004)による時代背景や新資料に基づいた解説を基に、彼の思考過程を考察する。

1. 「地球の理論」(抄) 執筆以前のハットン略歴

1726年スコットランドのエディンバラに生まれたハットンは、エディンバラ大学入学時(14歳)には化学に強い関心をもった。一時弁護士を志して大学を去ったが、18歳で医者になる決心をして再び大学に戻った。その後パリに渡って化学と解剖学を学び、オランダのライデン大学で血液の循環に関する研究で学位を取得した。しかし帰国後エディンバラに戻った

ハットンは医者にはならず、農業に従事することになった。その後農業実習のためにノーフォークやサフォークに滞在する傍ら、イングランド各地を旅行したが、その時に目にした様々な露頭について注意深く観察を重ねた結果、地質現象に目を向かわせることになった(小林, 1998; 清水, 1996)。

1754年にスコットランドのスライハウジーズに移り、農業経営に専念した。ハットンは農業の傍ら科学的なアプローチや導入を試み、その実践や成果を「農業原理」として出版しようとした。さらにその間、農場で目にした土壌の侵食が後の「地球の理論」執筆への原点と考えられ、グールド(1990)やレプチェック(2004)は詳しく解説している。1768年にエディンバラに移ったが、農場経営の成功と化学工場の収益から裕福となり、自然哲学者との交流に没頭できた。

ハットンは1777年に「石炭とクルム」を書いているが、地質学的に堆積物の違いについて議論した論文ではなく、課税対象となる石炭と、課税対象とならないクルムの識別方法を論じたものである(小林, 1988)。

1778年にはジョゼフ・ブラックやアダム・スミスらと「オイスター・クラブ」を設立し、1783年にはエディンバラ哲学協会が発展的に解消され、エディンバラ王立協会が発足した。このような文芸や科学に関する意見交換や議論の場は Scottish Enlightenment (スコットランド啓蒙運動) と呼ばれ、当時としてはヨーロッパでも最高水準の知識人の集まりとされた(レプチェック, 2004)。

つまり1785年以前には、イングランドやスコットラ

第1表 「地球の理論」(抄) 執筆以前のハットンの居住地と、そこの地学に関するあしどり。

1752	1754	1768	1772	1774	1777	1778	1783
ノーフォーク州 ヤーマス	スライハウジーズ	エディンバラ					
特に地層や堆積物を観察した。	運河ルート策定のためクラークとスコットランド大巡検旅行	ゼオライトからナトリウムを検出	ワットとイングランド中部およびウェールズを旅行	論文「石炭とクルム」公表	オイスター・クラブ創設		エディンバラ王立協会発足

第2表 ハットンの主要講演と発表論文、著書(小林, 1988とレプチェック, 2004から作成した)。それぞれの題目の日本語訳と本論文で扱った略記は小林(1988)に従った。

講演または論文のタイトル	小林(1988)による訳とその略記
1785年3月および4月 (エディンバラ王立協会での講演) A Dissertaion concerning the System of the Earth, its Duration, and Stability	「住むのに適した地球というシステムの持続と安定性に関する研究」
1785年8月 Abstract of a Dissertaion concerning the System of the Earth, its Duration, and Stability	「住むのに適した地球というシステムの持続と安定性に関する研究」 「地球の理論」(抄)
1788年 Theory of the Earth: or an Investigation of the Laws Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe エディンバラ王立協会紀要 第5巻	「地球の理論、地球上の陸地の構成、分解および再生にみられる諸法則の研究」 「地球の理論」(研究)
1795年 Theory of the Earth with Proofs and Illustrations	「地球の理論」(証拠と解説)

ンドを旅行してはいるが、後の著作「地球の理論」に特に結びつくような注目すべき地質学的観察や思索を行った形成はない。

2. 「地球の理論」

1785年3月7日にエディンバラ王立協会で講演する予定の論文「住むのに適した地球というシステムの持続と安定性に関する研究」は、本人欠席のため最初部分のみ友人のブラックによって代読された。しかし、同年4月4日にはハットン本人により同協会にて前回の論文の要旨が読まれ、同題目の後半部分について講演された。その要旨は「地球の理論」(抄)として8月に印刷・公表されている。また発内容は表題を「地球の理論、地球上の陸地の構成、分解および再生にみられる諸法則の研究」と改められ、1788年エディンバラ王立協会紀要第5巻に掲載された。

1785年の講演から1788年の「地球の理論」(研究)をつうじて表明してきたハットンの地質観、特に火成説は、1791年アイルランド王立アカデミー紀要に掲載されたカーワン(Richard Kirwan)著「岩石の火成起源の検討」によって批判を受けた。この頃、ハットンは病気と手術により衰弱していたが、カーワンへの反論として「地球の理論」(証拠と解説)の執筆に取り掛かった(小林, 1988; レプチェック, 2004)。

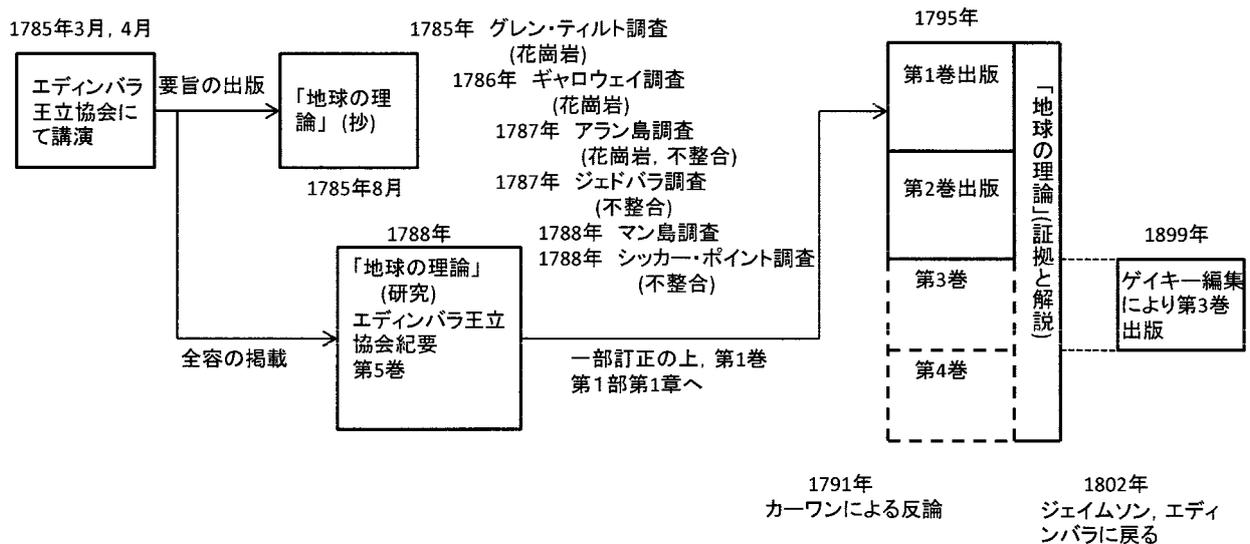
1788年の論文は、一部内容が訂正されて「地球の理論」(証拠と解説)第1巻第一部第一章に用いられた。「地球の理論」は当初4巻の予定で計画されたが、そ

の第1巻と第2巻が1795年に出版され、第3巻はハットンの死後、ゲイキー(Archibald Geikie)の編集により1899年に出版された。第3巻の刊行が遅れた事情ととりまとめへの経緯については清水(1996)に詳しい。また1968年8月にクラーク邸から、ハットンの野外観察に関する未公表露頭スケッチが大量に発見された。これにより遺稿の内容もより判明し、ハットンの地質学的観察の詳細さや解釈の到達度も再認識されるようになった(グールド, 1990; レプチェック, 2004)

3. ハットンはなぜ花崗岩の観察にこだわったのか

ハットンが集中的に野外調査を開始した時期は、彼の考えを初めて公表する前ではなく、発表直後だった。常識では逆ともとれる、このような行動の不可解さを理解するためにも、ハットンの考えが講演や印刷物により公表された後でどのような反響があったのかを知ることは重要なことである。ハットンの研究経過を紹介している小林(1988)やグールド(1990)、清水(1996)でもその点はこれまでに明らかになっていなかった。レプチェック(2004)では1788年の「地球の理論」(研究)刊行後、どのような批評があったのか詳しく紹介している。同様にこれまで不明であった1785年の講演の反響についても、アダム・ファーガソンがソシュール(Horace-Bénédict de Saussure)に宛てた手紙で評価していることを探り当てている。

エディンバラ王立協会での「地球の理論」の講演を行ったが、そこで述べている地球に関する見方の一つ



第1図 「地球の理論」に関する研究業績のとりまとめへのながれ。カーワンによる論文公表が1791年で、ウェルナーに師事したジェイムソンがエディンバラに戻り、水成論の立場から激しく反論した時期は、ハットンの死後(1797年以降)であることに注意。

は、変化のエネルギーの源を地球内部のエネルギーの問題とみなしていることである。

ハットンの考えは始原岩の形成をマグマの活動に求めるもの(火成論)だったので、エディンバラ王立協会での講演や論文の公表以降、その当時世間を席捲していた水成論とは真っ向から対立することとなった。彼の周りには多くの支持者がいたわけではなく、当時はむしろドイツで勃興したウェルナーの水成論による解釈が流布しており、ハットンの考えに対して痛烈な批判が寄せられた。

講演や論文による思索の公表後に、花崗岩を精力的に調査した理由を示すハットン自身による記録は残っていない。しかし、後世のハットンの思索に関する研究からは、彼の理論と調査が演繹的な関係にあったことが指摘されている(グールド, 1990; 都城, 1998)。次章以降では、そのことを検証するために花崗岩の何を観察目的としていたのか、さらには、その観察途上で不整合現象を偶然見つけることによって、火成説の考えのもう一つの側面である隆起現象の存在を確認できたことへの軌跡を辿ることとする。

4. 1785~1787年の花崗岩についての野外調査

グレン・ティルト調査

グレン・ティルトでハットンが観察したのは(約4億年前の活動)新期花崗岩が貫入したダルラディアン変成岩となった先カンブリア系からオルドビス系の堆積岩である(小林, 1988)。ダルラディアン変成岩

はカレドニア造山運動の産物で、それに貫入した花崗岩である(小林, 1988)。

グレン・ティルトの調査記録によれば、1785年以前には、彼の理論を裏づけるような花崗岩の産状を見ていなかったようである。また1805年にプレイフェア(John Playfair)によって書かれたハットン伝記でも、小林(1988)による紹介では彼の考えを裏づけるような産状を確認できたことで、大喜びだったことが述べられている。

通常の堆積岩では起こりえない、花崗岩の脈がアルパイン・シストゥスを貫いているという産状を確認できたこと。さらに両者を貫く斑岩の転石での産状も見つかった。「地球の理論」(証拠と解説)第3巻の記述では、産状の観察に基づく相互関係から過去に起きたことの時間順序について考察を巡らしていたことがわかる。

一連の野外調査の最終年に出版された「地球の理論」(研究)には1785年の講演内容が掲載されているものの、特に1785~88年の調査の成果が盛り込まれてはいない。1785~88年の調査の詳細は、調査の目的とともに死後に出版された第3巻の記述で初めてわかる。

ゲイキーが第3巻の脚注で指摘しているように、1785年以前には、ハットン自身が花崗岩を観察したのは二ヶ所でのみであった(小林, 1988)。しかもその場所はハットンの理論の証明には役に立つところではないとの評価されない見方もある(グールド, 1990)。その意味で、グールドも指摘するように、ハットンの

思考は帰納的というよりは演繹的に構築されたものといえる。しかし後代の研究者はハットンを帰納法の科学的代表者としてとらえることが多かった（グールド、1990）。

ギャロウェイ調査

グレン・ティルトと同様に、花崗岩の調査を目的として次にアラン島での調査が企画されたが、時期的に調査に不都合との理由から、急きょギャロウェイ地方に変更になった。そこにはカレドニア造山期に活動した3つの花崗岩体があり、クリッフェル花崗岩体と周囲の岩石の接触部が観察できる海岸露頭を陸側に追跡し、目指す産状に出会った（地球の理論第3巻）。ここではハットンの考えを支持する、かつて花崗岩は溶融状態で流動していたもので、先に存在していた地層に貫入したものであるとの、花崗岩そのものの形成と運動に関する確信を得たようである。なお、調査対象とならなかったダウン湖南の花崗岩体は、1786年以前に見ていたためである（小林、1988）。

アラン島調査

1786年9月に調査のできなかったアラン島は、翌年に調査した。ここを調査対象に選んだのはハットンの思いつきではないと小林（1988）は述べているが、その理由はよくわからない。アラン島北半部の中央部には、ほぼ円形に花崗岩が分布し、その周囲を狭くアルパイン・シストゥスが取り巻いている。花崗岩体の中央からやや放射状に流れる河川を利用して両者の接触部を調査し、貫入関係にあることを確認した（地球の理論第3巻による）。しかしアラン島では、さらに今日不整合とよばれる異なった地質系統間のギャップを表す現象に相当する、重要な証拠となる予想していた現象を観察できる露頭も発見した。

既述の花崗岩を観察できるいずれの場所に立ち入るにも土地所有者等の調査許可や協力が必要である。この点に関しては幸いにも大学入学以来の親友であるジョン・クラークの実家のクラーク家は、土地所有者のアサル公爵家と親密な関係があり、調査の便宜が図られた。

5. 不整合露頭の発見とその解釈

グレン・ティルト（1785年）とギャロウェイ地方（1786年）、アラン島（1787年）での調査は花崗岩の貫入関係を野外で確認することが目的だった。しかしアラン島での調査の際に不整合現象を露頭で確認したことにより、次には不整合のさらなる確認を目的として野外調査が計画された。

ハットンはアラン島で不整合を偶然に見つけ、発見と同時にその重要性に気がついたのだろうか。それとも予め不整合現象を予想し、その産状を確認できる露頭を探していたのだろうか。

アラン島では北部のロッホ・ランザにて、ハットンらは急角度で傾いたアルパイン・シストゥスの上に、ごく緩く傾いて重なる砂岩の層を発見した。この露頭スケッチは同行したジョン・クラーク二世がスケッチに残したとされるが後に紛失し、第3巻の編集を行ったゲイキーは、ハットンが観察したと思しき地点を確認し、そこで自ら描いた不整合露頭のスケッチ（清水、1979、1996）を掲載した。

1968年に発見された（清水、1996）ジョージ・クラーク二世によるとされるアラン島の東西地質断面図を見ると、アルパイン・シストゥスが花崗岩の貫入により押し上げられて一部垂直に変形しており、それによってできたドーム状構造にデボン・石炭系の堆積岩がアバットして重なること、さらにゴートフェル花崗岩の深所貫入部から派生する岩脈がそれらを貫いていることが表現されている。

「地球の理論」（証拠と解説）第3巻の記述からは、上下の地層の構造的関係が不調和で斜交関係にある露頭の発見をすでに期待し、1785年の調査時には探していたことがわかる。しかしロッホ・ランザでの二層の位置関係の理解については、発見時にはわかっていたとも記述されている。

ジェドバラの調査

アラン島の調査と同年にジェドバラにて不整合関係を示す露頭を発見した。調査目的ではなかった。トゥード川を上流にたどり、それに合流するティヴィオット川からさらにその支流のジェド川沿いに、デボン系の水平層を追跡している中で、ジェドバラの上流の小支流でその下位の褶曲したほぼ垂直な構造をなすシルル系との不整合を示す露頭を見つけた。このことは第1巻に図とともに記述されている。小林（1988）ではジェドバラでの不整合発見のいきさつについて記述されているが、その時にハットンがどのように認識していたのかについては紹介していない。

マン島調査

ハットンは1788年にジョン・クラークとともにマン島を調査している。マン島での調査の経過や結果は「地球の理論」（証拠と解説）1～3巻にはほとんどふれられていないという（小林、1988）。

その当時、始原岩は化石を含むことがないとされていた。ウェルナーは花崗岩を原始海洋の化学沈殿物と

し、そこで形成された岩石には花崗岩のほか結晶片岩や無化石の石灰岩（大理石）も含めていた。しかしマン島でハットンが始原岩相当層から貝化石を発見し、それまでの定説を否定した（小林，1988）。

シッカー・ポイント調査

ロッセ・ランザとジェドバラ近郊で不整合を見つけたハットンは、次にミッドランド低地域で同様の不整合を確認できる場所を想定し野外でその地点を探した。1788年6月にプレイフェアやジェームズ・ホール（James Hall）とともに野外調査を行った。アルパイン・シストゥスとデボン・石炭系の堆積岩の境界付近の地層はいたるところで見ることができたが、両者の just boundary を見つけることはできなかった。結局その延長部として、ボートで海岸沿いに探した結果、シッカー・ポイントで後世に残る不整合露頭（山下，1977；Woodcock and Strachan, 2000；Doyle et al., 2001；Stanley, 2009など）を確認できた（小林，1988；レプチェック，2004）。

6. 考察

ハットンは1785年秋から1788年には野外調査によくかけた（第1図参照）。小林（1988）によるハットンの紹介では、1785年以降、花崗岩を観察目的とした調査旅行に頻繁に出かけた理由について、よく説明されていない。水成論者であったカーワンがアイルランド王立アカデミー紀要に掲載した論文で反論したのは1791年であり、ウェルナー派の信奉者となったジェイムソン（Robert Jameson）がエディンバラに戻ってきたのは1802年で、いずれも花崗岩調査に執着した後である。水成論者の反論や論争に準備するために出かけたわけではないことが明らかである。仮に小林（1988）が推測するように地球内部のエネルギーの問題解明のために花崗岩をよく知る必要があったのであれば、講演以前にその準備をするのが常識であろう。ともかくその期間の調査の目的のほとんどが花崗岩の観察だったことが「地球の理論」（証拠と解説）第3巻の記述からわかる。

ハットンは1787年から1788年にかけては不整合の調査に焦点を絞った。しかし、不整合面を境界とする地層間の構造的ギャップに関して、今日のような不整合の概念を連想することはなかった（ゴオー，1997）。ハットンが期待したのは花崗岩マグマが貫入することによってその周囲の地層は隆起・変形するので、その後に堆積する地層との層序関係に構造的ギャップが生じることである。火成論を支持する現象を探し求めていたハットンにとっては、その（マグマの貫入による）隆起とそれによる変形を示

す証拠を見つけたことに満足したようである。それを裏づけるように1795年の著作には不整合現象にふれているがその意義について記述してはいない。1899年になって初めて、今日われわれが使う定義の記述がみられることが指摘されている（清水，1996；ゴオー，1997；など）。しかし、シッカー・ポイントの調査では、明らかに不整合の現象を含めて、調査の目的が花崗岩の観察から別のもに变化した様子がうかがわれる。また当時は不整合現象を記載する用語がなく、unconformity はジェームソンが使ってはいたが、現在のような定義で使われだしたのは1840年代とされている（清水・公文，1978）。

ハットンの発想の出発点は土壌の侵食現象である（レプチェック，2004）。スライハウジーズに滞在して農場経営に携わり、農作業の改良を工夫し普及に専念していた。しかしこの間に実は後の「地球の理論」の発想に結びつく重要なことを実体験している。

スライハウジーズの耕作地は、従来のスコットランド式犁では耕作後の土壌流失が大きかったが、サフォーク式の犁に変え、さらに畑地を低い石の塀で囲い排水溝を設けるなどの工夫をしている（レプチェック，2004）。このような土壌侵食の観察に加えて、次に地層（堆積物）の形成と結び付けようとする、そこにはかなり長い時間経過が必要とする必然性にたどりつく。また遺稿となった「農業原理」の記述には、スライハウジーズでの施肥の効果を思考した際に、採掘対象とした泥灰岩を構成する地質の違いに注意を払っており、農作業の傍ら地質について考える機会があった。

彼の理論の萌芽となる考えは、スライハウジーズの農業に関わる生活から生まれた侵食についてである。その疑問について考えを巡らすうちにエディンバラに移ってジョセフ・ブラックと新たに親交が深まるにつれ化学の考え方が解釈に向かって道を開く鍵となり、科学実験や議論の中で醸成された（レプチェック，2004）。1768年にエディンバラに戻り、1770年にセントジョンズ・ヒルに建てた家からはアーサーズ・シートが一望できた。アーサーズ・シート（Arthur's Seat）の丘陵を構成するのは、ヴァリスカン造山期の火山岩である。英国ではミッドランドヴァレーを中心に分布し、貫入岩や噴出岩からなる（Woodcock and Strachan, 2000）。アーサーズ・シートは午後の散歩コースになっており、後世に発見された露頭スケッチの水彩画「エディンバラのアーサーズ・シートとサルスペリー・クロス」をみると、火山岩の貫入状況が正確に表現されている。ハットンの最初の思いつきは、このような日頃の観察と結びつくことによって確信が深まり、思考を前進させる原因となったと考えられる。

ハットンの周期に基づく着想は、ニュートン科学の影響を強く受けた結果と考えられている（グールド、1990；レプチェック、2004）。その影響をいつどのようにして受けたのかについては、レプチェック（2004）に詳しく考察されている。ニュートンの弟子を自認し、「導関数論」や「サー・アイザック・ニュートン」などの啓蒙書の執筆等を通じてニュートンの考えを広めたとされるコリン・マクローリンから、ハットンはエディンバラ大学で自然哲学の講義を受けた。マクローリンは理神論者で、彼の著書の中で神の存在と科学の原理との関係について述べた表現は、後のハットンの著書にも見られるという（レプチェック、2004）。

グレンティルトでの露頭や転石からの観察から導かれた結論の意味することは、①花崗岩がウェルナーの言うような沈積による堆積岩起源として形成されたものではないこと。②花崗岩はその当時始原岩とみなされてきたような太古の時代の形成物ではなく、ダルラディアン系に貫入している現象からわかるように、より新しい時期に形成されたものであること。の二点である。①については挿図からも視覚的に理解しやすいためか、ハットンに関する多くの文献で述べられている事柄である。今井・片田（1978）の地学史やグールド（1990）の地球史の時間に関する科学史的議論を扱った著書では①と②について指摘している。②の見解は火成論の立場にあったハットンの理論の核心を突くものであり、グールドの批評はそのことを正確に読み解き、彼の思考の視点に関わる問題点と限界をも的確に指摘している。またゲイキー以降、20世紀後半に出版された地質学の教科書にいたるまで、ハットンの野外調査から帰納法による理論を導いたと誤解して記述されていることを指摘している。

ライエルによる「地質学原理」やゲイキー著「地質学の創始者たち（1897）」の著書は後の影響が大きいものであるが、いずれもハットンの思惑とは逆に、野外調査に基づく理想的な経験主義者と位置づけられ、ハットンの研究姿勢についての誤った解釈に基づく高い評価は20世紀に入っても、多くの地質学の教科書に引き継がれた（グールド、1990）。

1785年に持論を発表した時点でハットンがそれまでに観察した花崗岩は情報的価値のない一か所とされている（グールド、1990）しかもジェドバラの不整合露頭を見たのは1787年なので、ハットンの地球に関する理論はグールド（1990）が指摘するように、不整合露頭でそのような現象を観察する以前のことであった。

ハットンの地質観の基本を構成する一つに、侵食

と隆起が組みになって作用するという、時間循環説（グールド、1990）あるいは定常的地球観（都城、1998）と称される地球の周期的活動に関するとらえ方がある。これはハットンの思索を考察するうえで欠かせないものであるが、本研究の目的とはやや異なった課題であるので、稿を改めて議論することにする。

おわりに

小論で試みたハットンによる花崗岩観察へのこだわりについての考察は、小林（1988）やレプチェック（2004）による詳しい記述やグールド（1990）による解釈なしにはできなかつた。清水（1996）やゴオー（1997）、都城（1998）、レイメント（1998）などによる地質学史でもハットンの業績紹介はあるが、特に花崗岩の観察に伴う不整合の発見という必然性についてはそれほど深く議論されていない。

ハットンは、なぜ火成論に思い至ったのだろうか。ひとつは英国では始原岩にあたる基盤となる地質系統に花崗岩が広く分布するという特徴がなかったからであろう。そして点在する花崗岩の分布はむしろ上昇するマグマの冷却によりできることに気付き、サリスベリー・クラッグスでの貫入岩の産状を見ることで花崗岩にもその根拠を求めたのであろう。マグマの冷却により岩石ができる、火山噴火に関わる現象についてはすでに知っていた。

なお地質学的分野への関心の高さにもかかわらず、他の研究者のように化石についての言及がほとんどないことと、化石に関する研究がないことは気になる。ハットンの身の回りに化石が置いてあったことはわかっているが（小林、1988）、火成岩としての花崗岩についての考え方や不整合をもとにした地球史の時間の議論に対する関心の深さに比較すると、不釣り合いに感じるほど化石そのものについての議論は伝わっていない。

皮肉にもハットンの死後、ウェルナーの考えを深く信奉するジェームソンが1803年にエディンバラ大学の教授となり、水成論が一世を風靡し、水成論と火成論の激しい論争が続いたが、1820年代には水成論は衰微した（小林、1988）。ちなみにダーウィン（Darwin C. R.）は、エディンバラ大学在学中にジェームソンの地質学の講義を聞き、野外でソールズベリー・クレイグズについて説明を受けたことが自伝に残されている（小林、1988；レプチェック、2004；松永、2009）。ジェームソンの水成論に基づく講義は大変な人気だったらしいが、ダーウィン自伝にはその講義の退屈さと、

野外で目にした貫入岩の産状と「水成論」による説明の矛盾について記述されている。ハuttonはウェルナーとは逆に優れた直弟子に恵まれなかったが、友人には恵まれて彼の調査が遂行でき、死後も彼の考えが改善されつつ広められた。

今日でも「James Hutton recognized the meaning of stratigraphic unconformities in 1788.」と表現されることがあるが (Stanley, 2009)、既述のように厳密に判断するとそれは正確ではない。不整合を最初に見たのは1787年であるが、1788年出版の「地球の理論」(研究)は1785年の口頭発表の内容を印刷したものであり、1795年の「地球の理論」(証拠と解説) 1・2巻にも不整合の記載が載っていないことは多くの文献で指摘されている。

彼の最初の講演や論文タイトルに示されるように、自然界の仕組みを循環システムととらえており、おそらく彼は医学における循環の研究を基に、自然界の仕組みも循環やシステムというつながりのある因果関係から成り立つということが思考の基底にできたのだと思われる。このような医学における循環の習得から派生したという点では、ステノニウス (Nicolaus Steno) の思考形態 (カトラー, 2005) にも似通うところがある。

文 献

- アラン・カトラー (鈴木豊雄 訳, 2005) 「なぜ貝の化石が山頂に? 地球に歴史を与えた男ニコラウス・ステノ」 清流出版, 254 pp.
- Peter Doyle, Matthew R. Bennett and Alistair N. Baxter (2001) *The Key to Earth History: An Introduction to Stratigraphy*. 2nd Ed. John Wiley & Sons, 293pp.
- スティーヴン・J・グールド (渡辺政隆 訳, 1990) 「時

- 間の矢・時間の環」 工作舎, 277 pp.
- ガブリエル・ゴオー (菅谷 暁 訳, 1997) 「地質学の歴史」 みすず書房, 330+xxxvi pp.
- James Hutton (1788) *Theory of the Earth; Or an Investigation of the Lows Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe*. (NuVision Publicatiin, LLC.2007) 75pp.
- 今井 功・片田正人 (1978) 「地球科学の歩み」 共立出版株式会社, 206pp. +vi+xiii.
- 小林英夫 (1988) 「イギリス産業革命と近代地質学の成立」 築地書館, 338pp.
- 松永俊夫 (2009) 「チャールズ・ダーウィンの生涯」 朝日新聞出版, 321+xpp.
- 都城秋穂 (1998) 「科学革命とは何か」 岩波書店, 331+16 pp.
- Stanley, S.M. (2009) *Earth System History*. Third Edition, W.H. Freeman and Company, 551pp.
- 清水大吉郎 (1979) ハutton・地球の理論 (1785, 1795, 1899, 1978). *地球科学*, 33, 225-232.
- 清水大吉郎 (1996) 「古典に見る地学の歴史」 東海大学出版会, 152 pp.
- 清水大吉郎・公文富士夫 (1978) Tomkeieff: 不整合—その歴史的研究— (摘訳と紹介・解説). 星野道平編, 不整合討論会予稿集, 45-59, 東海大学海洋研究所.
- レプチェック, J. (平野和子 訳, 2004) ジェイムズ・ハutton 地球の年齢を発見した科学者. 春秋社, 253+xiii pp.
- リチャード・レイメント (阿部勝巳 訳, 1998) 「地球科学の巨人たち」 東海大学出版会, 186 pp.
- Woodcock, N. H. and Strachan, R. A. eds., (2000) *Geological History of Britain and Ireland*. Blackwell Science, 423pp.
- 山下 昇 (1977) ハuttonの不整合. *地球科学*, 31, i-ii, (2009. 8. 7受理)