

18世紀末のイギリス鉱山業

——チャールス・ハチェットの旅日記を中心に——

中 村 進

はじめに

18世紀の英国は夥びただしく日記や手紙が書かれた時代であった(T. S. Ashton, *Economic Fluctuations in England 1700-1800*, 1959, p. 1.). これらの多くの日記や手紙のなかから1790年代にこの国を一周した一科学者の旅日記(A. Rastriker, *The Hatchett Diary: A tour through the Counties of England and Scotland in 1796 visiting their Mines and Manufacture*, 1966. 以下 *Diary* として引用)をとりあげ、産業革命の一側面、とくに技術的な面に光をあてて、当時の様相を描きだしてみようと思う。

周知のように、産業革命の本質をめぐる論争は、トインビーやマントウの有名な書物が発端となって約80年間にわたり多様かつ複雑に展開されてきているが、いまだにその概念の把握は統一されておらず、むしろ多面化し、逆に産業革命という用語じたいを、過去を見通す力に光を与えるというよりは曇らせる傾向にあるという理由(アシュトン、板橋重夫訳「経済史と経済理論の方法」小松芳喬監修『経済史の方法』(弘文堂)昭和44年、137ページ。アシュトン、中川敬一郎訳『産業革命』(岩波書店)1953年、2-3ページを参照)によって、経済史から取りのぞこうとしたアシュトンのような研究者がいるほどである。

しかしながら産業革命について考察された膨大な文献を整理すると、結局産業革命は2つのきわだった観点から、つまり工業化の始点としてか、あるいは資本制の画期としてかどちかの視点(矢口孝次郎『産業革命研究序説』(ミネルヴァ書房)5ページ。)から把握されていることに気付くのである。そしてその際に

あらわれた産業革命の本質理解の差異は、究極的には「歴史において何が生じたかについての論争よりも歴史の分析と解釈の方法（フィリス・ディーン、石井摩耶子、宮川淑訳『イギリス産業革命分析』（社会思想社）昭和48年、12ページ。）をとおしてうまれてきている。とりわけ工業化の始点として捉える後者の立場は、戦後のいわゆる経済成長史学の進展につれて（この点に関しては、角山栄『経済史学』（東洋経済新報社）昭和45年を参照）、理論的にも実証的にも発展強化されていき、それとともに産業革命は広く工業化、離陸（take-off）、ビッグ・プッシュ（big push）、イニシャル・プッシュ（initial push）、突破（breakthrough）、最小臨界努力（critical minimum effort）という用語に代置（リチャード・ギル、安場保吉他訳『経済発展論』（東洋経済新報社）昭和40年、50—51ページ。）されるようになってきた。

さらにこの観点から書かれた最近の産業革命の概説書を概観し、その諸現象を検討してみると、それらのなかに共通してみいだせる事項は「無生物的資源の組織的利用の拡大」（角山、前掲書、19ページ。）が産業革命の大きな特徴的性質の1つになっているということである（C. M. Cipolla ed., *Fontana Economic History* 3, 1973, p. 1.; P. Deane, 'The Industrial Revolution in Great Britain,' Cipolla ed., *Fontana Economic History* 4, 1973, p. 162.; D. S. Landes, *Unbounded Prometheus*, 1972, p. 1. を参照）。このような特徴は、とくに産業革命を例えばロストウ（W. W. Rostov）のテイク・オフ論のように資本制の確立という歴史の固有の問題としてではなく、超体制的、超歴史的、超地域的に捉え（矢口、前掲書、10ページ注。大塚久雄「産業革命と資本主義」『大塚久雄著作集、第5巻』（岩波書店）昭和44年。）、それを契機に生産力の飛躍的な増大が生じ、その結果人一人あたりの国民所得が毎年自己維持的に増大すると考えるとき、その不可欠な条件として、前面にあらわれてくる（P. マサイアス、小松芳喬監訳『最初の工業国家』（日本評論社）昭和47年、11—12ページ。）、

つまり工業化を起点として、成長が社会の正常な状態となり、経済はこれまで利用されなかった資源や生産方法を利用（W. W. ロストウ、木村健康他訳『経

済成長の諸段階』〔ダイヤモンド社〕昭和36年、12—13ページ。)することになる。いわば自然資源、労働、資本といった生産要素の大きな拡大(Ashton, 'Some Statistics of the Industrial Revolution in Britain,' *Essays in Economic History*, vol. 3, 1966, p. 238.; Flinn, *Origins of the Industrial Revolution*, 1966, p. 69.)が工業化過程のなかで生じてくるのである。こういった産業革命の捉え方は J. U. ネフ, E. A. リグリー (E. A. Wrigley), M. チボラ, R. G. ウィルキンソンなどの諸労作 (J. U. Nef, *The Rise of the British Coal Industry*, vol. I., 1932. (以下 Nef, *Coal Industry* として引用); E. A. Wrigley, 'The Supply of Raw Materials in the Industrial Revolution,' *The Causes of the Industrial Revolution in England*, 1967. M. チボラ, 川久保公男他訳『経済発展と世界人口』1972年。ウィルキンソン, 斉藤修訳『経済発展の生態学。貧困と進歩』昭和50年。)のなかに発見できる。かれらの考え方には多少の差異があるとしても、その中心は、工業化の過程において、有機質資源(動植物資源)から無機質資源(鉱物性資源)への転換が起こり、それによって生産力が大きく増大するという点である。例えばネフが、薪燃料経済(Wood-burning-economy)から石炭燃料経済(Coal-burning-economy)への転換(Nef, *The Conquest Material World*, 1964, p. 142.)という表現でもって英国の燃料転換の歴史的な過程を実証的研究したことはすでによく知られている。この点をもうすこし立入って説明すれば、次のようになる。

16世紀後半に木材不足による燃料転換に直面した英国は、どの大陸の国ぐによりもはやく薪から石炭への燃料転換を迫られた結果、石炭産業が勃興し、それが本格的に展開していった。それとともに、17世紀をとおしてはやくも家庭内とガラス製造業や塩業などのほとんどの消費財生産部門において、また18世紀には製鉄業などの生産財生産部門において、燃料転換が技術的に可能になり、次々とそれぞれの部門で実現された。そのため、かなりの速度をもって家庭と製造業に根深く石炭が入りこみ、国民生活の不可欠か、基本的な燃料として認められていくのに平行して、石炭消費量も年々増加していった(拙稿「産業社会論」生島広治郎, 大泉行雄監修『経済学ハンドブック』〔好学社〕昭和43年, 角山

柴「産業革命論」『今西錦司還曆論文集. 人間』[中央公論社]昭和41年.). 最近こういった当時の切迫した事情を反映した英国の技術変化の特徴について、第1にほとんどの変化が石炭の使用と密接に関連していて、いわば石炭燃料技術(Coal-fuel-technology)が発展したこと、第2に石炭は製造の過程に重要な技術変化を与えないで製造業に採用されることはなかったということの2点(J. R. Harris, *Industry and Technology in the Eighteenth Century: Britain and France*, 1972, pp. 3-9.; W. W. Rostow, *How it all began*, 1975, p. 179.)が指摘されていることから示されるように、16世紀後半から18世紀にかけて、英国の工業技術は薪から石炭への燃料の転換のうえに構築されていたのである。

さらにこの石炭燃料技術のもっとも重要なものは採鉱、輸送、石炭の工業的利用という領域においてひきおこされた。それらはそれぞれ具体的に①かなりの深さの炭坑から排水すること、②安価な陸上輸送手段、③鉄を石炭で溶鉱することを意味しているが、これらの技術的な問題の解決のうえに英国の産業革命は成立していたし、それらを解消することによって産業社会の一特性である機械経済の究極的な採用が全面的に可能になったのである(Nef, 'Coal Mining and Utilization,' *A History of Technology*, ed. C. Singer, A. R. Hall. and E. J. Holmyard, vol. 3, p. 77, 81, 84. do., *Coal Industry*, I, pp. 254-255.). そのため英国の産業革命の技術側面の中心は薪から石炭への燃料転換が提出した課題、より明確には蒸気機関と低廉な良質の展性に富んだ鉄をうみだしたコートの攪拌式精錬法に集約されているといってもいいすぎではない(ディーン. 前掲書, 152, 153ページ.). 一方こういった原料および燃料の有機質から無機質への転換は、持続的な工業成長の必須条件であった。というのは工業成長が動植物性原料および燃料に依存しているかぎり、英国のような木材資源がはやくから不足している国では、工業生産に天井ができ、この天井は動植物資源の依存から解放されたときに、つまり鉱物資源の開発が必要に迫られて、積極的におこなわれたようになったときに、はじめて取りのぞかれるからである(拙稿, 403ページ. Wrigley, *op. cit.*, p. 97.).

したがって英国に例をとると、さきにも述べたように豊かに存在する石炭資源が他の国ぐにに比べて大規模に採掘され、また約2世紀にわたって製造業や家庭において燃料転換が展開され、さらに18世紀の製鉄業における石炭燃料の使用と坑内排水のための蒸気機関によるポンプの発明という諸過程を経て、ここに人類は、資源供給による制約（ウィルキンソン）、別言すれば永年の自然の有機的拘束から解放され（黒松巖『工業経済学』〔有斐閣〕昭和41年、29ページ。ウェーバー、黒正巖、青山秀夫訳、『一般社会経済史要論』（下）〔岩波書店〕昭和30年、141、157、159ページ。）、工業化の中心的問題である1人あたりの実質所得の比較的急速で連続的に増大する自己維持的な経済成長の技術的な基盤をつくりだしたのであった。

このような意味において、われわれが産業革命を工業化の始点として理解する場合、燃料としての石炭、動力としての蒸気機関、石炭に溶鉱された鉄といった無機物資源の存在が、英国における産業革命推進の須要の条件であった。小稿ではこのような重要性をもった石炭と蒸気機関の18世紀末における状態について、いま論じてきたような観点から、チャールス・ハチェットという一科学者の旅日記の炭鉱業と鉱山業の記述をとおして考えていきたい。そこでまずハチェットとその旅日記の意義について考え、つぎにハチェットのみた炭鉱業と鉱山業とについて、前者に関しては坑内運搬、後者に関しては蒸気機関の発明と普及という技術問題に焦点をあわせてとりあげ、18世紀末のこの産業の状況を解明するつもりである。

I

チャールス・ハチェット (Charles Hatchett) は1766年1月2日にロンドンのロング・エィカア (Long Acre) でエリザベスとジョーンの一人子として生れた。かれの父は、すでに馬車製造業によって十分名声を得ていて、チャールスも1787年の結婚のとき、徒弟の助けを借りずに馬車製造業に積極的に従事していた。またかれの教育については何もわかっていないが、化学の知識を身につ

け、鉱物学と鉱石の分析に非常な興味を示すようになった。1790年にかれの父は、四輪大型馬車をロシアのキャサリン2世(Catherine II)に送った。そのときチャールスは、セントペテルブルクまで行き、それを届ける役割を引きうけた。かれはその機会を利用して、ロシアや大陸の多くの貴族を訪れ、かれらにハチュェット四輪大型馬車の関心を高めさせる一方、当時の著名な科学者と会う機会をもった。

つまり1790年9月、ロシアへ行く途中、かれはベルリンでウラニュームの発見者、クラプロス(Klaproth)教授を訪問しているし、セントペテルブルクではパラス博士(Dr. Pallas)と会い、かれをとおして、この地で当時の重要な人物を紹介されたし、この地やモスクワにある鉱石コレクションや鉱山を見学することができた。このように当時の一流の科学者や人物に歓迎されたことはすでにかれが科学者また実業家としての地位が十分に認められていたことを物語っている。

翌年の1791年にかれは、ワルシャワ経由でロシアからの帰途、鉱脈に関しての理論を纏めたばかりのウェルナーにフライブルクで接した。このウェルナーの業績やこの人物との出会いはハチュェットの熱心な鉱脈の視察に大きな刺激を与えずにおかなかったし、のちのかれの英国の周遊においてスコットランドやイングランドで示された玄武岩の性質や起源への興味を触発した。またフライブルクにおいてはナポリ生れの鉱物学者、サヴァルシ(Savaresi)を知り、この人物は1796年の旅行の同伴者となった。ハチュェットは本国へ帰ると、ますます自己の化学と鉱物学の研究を発展させ、その業績を英国学士院の『哲学紀要』に発表し、鉱物化学者の地位を着々と確立していった。1797年3月にはかれは、「とくに化学と鉱物学における自然知識の獲得のために顕著であった真のジェントルマン」として英国学士院会員に選出された。

ハチュェットの公的な仕事も多彩であった。例えば18世紀末に流通している金貨の重さが減じていくことによって政府が混乱したとき、かれは枢密院からこの損失がどのような欠点のために生じたのかを確かめるように依頼され、一連

の同列の金属の合金を調査の結果、銀と銅をコインに使用するためには、金よりも適した金属であるという結論をだし、1801年4月にその報告書を完成した。また、大英博物館の膨大な鉱物コレクションの整理にはかれの卓越した知識が必要であった(以上は *Diary*, pp. 10-14. と *Dictionary of National Biography* IX, p. 153. による.)。

このように見てくると、非常によく設備の整った研究所をもち、化学や鉱物学の分野に多大な業績をあげる一方、父から馬車製造業を受けつぎ、それをおし進めたハチェットも、アシュトンのように工場と研究室を頻繁に往来して、そのどちらにも精通しており、ロイヤルソサエティのリストにのっているという(アシュトン。前掲書、17ページ。)当時の企業者の1つの典型であった。こうした科学者としてのハチェットの活動は、1796年の旅行中にも種々なかたちであらわれその日記に残されている。

例えば7月1日にエジンバラ大学を訪問して、農業に関するコンベトリイ博士 (Dr. Conventry) の講義を聞き、「早口と小さな声でわたくは3語に1語は聞きとれなかった」(*Diary*, p. 84.)とその印象を記述しているし、その5日後には、ウォーカー博士 (Dr. Walker) の鉱物学の講義に出席しようとしている (*ibid.*, p. 86.)。また医学の教授であるダンカン博士 (Dr. Duncan) (7月6日) や化学者のホープ博士 (Dr. Hope) (6月29日) や自然史のウォーカー博士をかれは訪問し食事をともにしている。さらにかれの科学者としての評価は7月4日にウォーカー博士と「エジンバラの学士院の会合に出席し、そのときわたしは会員に推薦された」(*ibid.*, p. 85.) という旅日記のなかにあらわた事実から容易に想像することが可能である。

このハチェットの旅日記は、1796年の春から夏にかけて、イングランドとスコットランドを旅行したときの記録であって、その大きさは8インチ×6½インチであり、5冊からなり(1冊が72ページ、あと4冊が56ページ)、ページのすみずみまでびっしりと文字で埋められ、長短はあるが毎日つけられていた (*ibid.*, p. 7.)。

いうまでもなくハチェットの旅行した18世紀末の英国は、この国の工業化を技術的側面から研究する場合に非常に重要な時期（E. W. Gilboy, 'The cost of Living and Real Wages in Eighteenth-Century England,' A. J. Taylor ed., *The Standard of Living in Britain in the Industrial Revolution*, 1975, p. 1.）であった。英国の産業革命の始期についての理解が研究者によって異なることはよく知られているが、かれらの多くは豊かな研究成果を根拠に、その開始の時期を1796年以前に置いているからである。例えば古典的産業革命論となっているトインビーは1760年を、産業革命における石炭と鉄の結合を重視したネフは1785年を、一連の統計的数値からアシュトンは1780年代を産業革命の始期¹⁾としているし、ロストウによる英国のテイク・オフ期は1783年—1802年であった。したがって1796年の英国は、すでに産業革命が進行中であり、ボルトンとワットの蒸気機関が新しい動力源として鉱山業や木綿工場などに入りこみ、鉄工業では構造材としての鉄の需要が増大し、鋼を製造する新方法が採用された(*Diary*, p. 7.)。こうした動力、原料（燃料）の転換が、換言すれば無生物資源の使用の拡大がハチェットの旅行したところに、過去の技術的成果にささえられて、確実にしかも着実に生じつつあった。逆にみれば、ハチェットは旅行することによって、この新しい時代の重要な萌芽を目にすることができたのである。

もともと手紙や旅行記はそれらの書かれた時代を鋭敏に反映しているので、その時代をよく理解するための大切な手がかりであることは誰れもが認めるところである。ハチェットより約70年前、申し分のないジャーナリスであり商人であったデフォー（Defoe）が同じ土地をすどい近代の目で目撃してその姿を散文調の詳細な筆致で極めて豊富に描写した旅行記（G. M. トレヴェリアン、林健太郎訳『英国社会史2』（山川出版社）昭和25年、142—143ページ；D. George, *England in Transition*, 1967, p. 29.）は、いまや18世紀を知る上の貴重で不可欠な遺産となっているようにである。われわれはそれらの作者として、即刻、リーランド、

1) Ashton, *An Economic History of England: the 18th Century*, 1955. p. 125. (以下、Ashton, ①として引用); Nef, *Western Civilization since the Renaissance*, 1963, pp. 284-285. ここではネフの周知の「初期産業革命」については問題にしない。

ヤング、エイキンなどのなじみ深い名前が浮かんでくる。ハチェットも18世紀末の英国を科学者の目得的確に観察し、それを記録し、われわれの前に呈示した。

これはデフォーのものところが、当時の社会経済的側面というよりは、技術的側面が強調されているため、われわれは、科学者が科学のかなたにおいて捉えることのできた新しい世界を再現し、さきに指摘した観点から整理することが可能である。この作業によって18世紀末の英国がその工業化の過程にとってどのような意味をもっていたかがある程度明確になると信じる。そして何よりもいまから約180年前に書かれた日記を読み、その時代を蘇がえらせる意義を「歴史をうしろにさかのぼって読み、その当時の人々が見聞したことやものの見方からではなく、現代人の立場からのみ過去を観察するという悪い習慣を打ちくだしたために、われわれは当時の著作物を読まなければならない」(George, *ibid.*, p. 29.) という D. ジョージ (D. George) のことばにあらわれた歴史に接する1つの基本的な研究姿勢のなかに求めるのである。

II

「1796年4月26日、ソールズベリー (Solisbury) 乗合馬車で朝6時にハマーミス (Hammersmith) を出発した」(*Diary*, p. 15.) という一節でハチェットの旅日記は始まっている。そして、その日からかれは約3カ月半にわたり、イングランドとスコットランドを遍歴し、自分の行動を馬車運賃、食事代、宿泊代などのような1日の支出金額の記録とともに、こまかく日記に書き残したのである。かれの旅行中の関心の範囲は別に限られていなく、次々と場所的(空間的)に変化していく英国の姿がある場合は科学者の目をもって観察し、別の場合には好奇心の旺盛な一旅人としてそれに感嘆し、それらのきわめて多くの事柄を淡々とした筆致で簡潔に書きしるした。しかしながらこの人の日記の内容の中核をなすものは、18世紀末の英国の地質、自然、都市、道路の様子と鉱山(炭鉱、銅錫鉛の鉱山)や製造業(とくに製鉄業、金属加工業、大砲などの武器製造業)の状態であって、それらの中味はどれをもっても確実に当時の貴重な歴史的証

拠となり得る。その豊かな内容のなかから、鉱物化学者、ハチュットとしては非常に興味があるのにちがいがなかったこの国の自然や地質の様相に関しての吟味は小稿の目的ではないので除外して、ここではかれの捉えた鉱山業にのみ照準をあわせて、われわれの問題視角から、18世紀末のこの産業の状態を描きだし、当時の鉱山業における技術側面を検討したいと考えている。その際、鉱山業を炭鉱業と銅錫鉛鉱山に区別して述べるつもりである。

石炭産業の発展が産業革命とその機械の広範な利用にとって絶対に不可欠であった (Gilboy, *Wages in Eighteenth-Century England*, 1934, p. 147.) ことはいままでに度々指摘されてきた。すでにフランスからやってきたティク氏がかれの祖国にあてた1738年の書簡のなかで石炭を英国の製造業の発展の核心とみなし、さらに自国と比較してこの国の石炭の普及に驚嘆しているように (Nef, *Coal Industry*, I, pp. 222-223.), 18世紀の英国において石炭は、国民生活のなかにすっかり定着し、その燃料としての重要性は薪や木炭よりもはるかに大きくなっていった。当然それとともに、石炭の消費量は増大していった (C. Wilson, *England's apprenticeship 1603-1763*, 1965, pp. 198-199; Nef, *ibid.*, part I and part II. Gilboy, *ibid.*, p. 147.)

一方、石炭を産出する側を見ると、ネフはデフォーの著作を引用して、石炭が炭鉱の切羽から消費者の手に渡るまで、このかさばった物体を運搬するために、ある場所から他のところへ5度、積荷を移動しなければならなかったと記述しているが (Nef, *ibid.*, pp. 347-348.), ハチュットが観察したのは、その第一の積荷の移動の段階、つまり切羽から石炭を坑口へ、さらにそこから港へ荷馬車で運搬される場所であった。いうまでもなく18世紀に入って、この第一の段階の状態も、当時の製造業ならびに家庭での国内需要の増大という状況に刺激されてより多くの石炭を産出するために、技術的な改善を加えなければならなかった。その内容はハチュットの旅日記からもよく看取でき、それに従うと坑内運搬の効率化と坑内排水の問題に絞られるであろうが、まずかれのみた18世紀末の炭鉱業の現状を紹介し、当時この産業がかかえていた技術的な問題を

摘出してみることにしたい。

ハチェットはその旅日記において、石炭について大きな関心があったらしく、この燃料に関する記述は比較的多く見いだすことができる。けれども、実際にかれが訪問し、その目で確めた炭鉱は4個所で、とりわけ北部イングランド地方のヒートン炭鉱 (Heaton Colliery) とミッドランド地方のシェーフィールド・パーク炭鉱 (Sheffield Park Colliery) といった地域の異なった2炭鉱をかなりのページをさいて描写しているのだから、それらの炭鉱を中心に、かれが辿ってきた道を検討するのが適当であると考えられる。

〔A〕 シェーフィールドパーク炭鉱 (6月13日)

……われわれはノーフォーク伯 (Duke of Norfolk) が所有している4炭鉱のうちの1個所へ行った。この炭鉱はシェーフィールド・パーク炭鉱と呼ばれ、この町のなかで南西にむかって位置している。採掘も丘のふもとで同じ方向 (つまり南西) におこなわれている。人々が徒歩でこの切羽へ立ち入ることができる水平坑道、あるいは入口があるけれども、われわれは (時間を節約しトラブルをなくすために) 堅坑の入口に連れて来られた。この堅坑によって石炭が Corves (炭函) とよばれる鉄で束ねられ、被いつけられた木製の容器のなかに入れられて揚げられる。シェーフィールドで使用されているこれら各々の炭函の容量は500から600ハンドレッウェイトである。これらの炭函は、その底に4つの小さな鉄の車輪があり、それによって鑄鉄のレールの上を地下においても地上においても走っている。水 (力) によって稼動されカー氏 (Curr) が発明した巧妙に工夫された機械をもって、これらの2台の車輪つき炭函は揚げられ、残りの2台は同時に下げられ、同じ機械によって昇降台が坑口の上をすべる。そして2台の満載された車輪つき炭函は次に下降する2台の空の車輪つき炭函によって押され、さらにそこで人が昇降台のすみにそれを転がす。そこではまたカー氏が発明した積荷をおろす機械によって、車輪つき炭函の積荷は荷馬車のなかにあけられる。各々の車輪つき炭函は堅坑を上下する間に、摩擦ロー

ラーによって動かされて、これらの車輪つき炭函が堅坑の真中のあたりで出会うので、堅坑はいく分そこでは……2つに分けられている。1台の車輪つき炭函にのったカー氏と別の車輪つき炭函にのったカー氏の兄弟とサヴァルシ氏とともに、わたしは25ヤードの深さがあった堅坑を約30秒で降りていった。堅坑の底にわれわれが到着すると、空になった車輪つき炭函が降りてきたとき、それを受けとり、部屋で積まれてきた車輪つき炭函をひっかける2,3人の男子と1人の男がいることを知った。積載された車輪つき炭函は、石炭が採掘されている場所から選ばれる（そしてこの堅坑底から1マイル $\frac{1}{4}$ から1マイル $\frac{1}{2}$ までである）。つまりこれらの車輪つき炭函は1人の男子が操っている1頭の馬で鉄製のレールに沿って運搬される。そして250ヤードごとにこの男子と馬は別の男子と馬に出会い、どちらか一方が空になった車輪つき炭函をもち帰り、他方が積載された車輪つき炭函をもっていく。これらの男子が車輪つき炭函を交換するので、各々の男子と馬は特急馬車のように決められた場所の250ヤードを行ったりもどったりしている。各々の車輪つき炭函は約250ハンドレッドウェイトの重さであり、石炭が積まれたとき5~6ハンドレッドウェイト加わるけれど、それでいてカー氏の鉄製レールの発明によって、またほとんど完全に水平である通路をもって、1頭の馬は容易に12から14台の積載された車輪つき炭函を一度に牽くことができる。これに反して、鉄製レールがまた使用されていないときには、2台の車輪つき炭函のみを一度に牽くことができた。これによって200トンの石炭がこの炭坑で1日に9頭の馬の助けを借りて積み上げられたのである。そして地上の機械もいまのべたとおりである。鉤が鎖によって車輪つき炭函は背中あわせに固定される。現在完全に石炭は採掘されていないので、1日に150トン産出されている。車輪つき炭函が会い、馬と馱者を交換する場所はパスバイ (Pass bys) とよばれる。なぜならこれらの場所では車輪つき炭函のみ通過できるからである。

われわれは堅坑の底からわずかな距離を歩いたのち、各々の車輪つき炭

函に乗りこんだ。それは他の車輪つき炭函とつながれているため、レールを受け入れるのに十分広い道路に沿って、すでに述べた方法で、前方へ牽かれていった。だからわれわれが出発した堅坑の底から12マイル $\frac{1}{4}$ のところの切羽に到着するまで、異なったパスバイへ9度移された。これらの通路の高さは約5フィート半から6フィートちかくある。……この炭鉱の主な炭層は約6フィートの厚さがあるが、真中ちかくに一般に約12~30インチの淡色のついたねん土がある。通風孔は2分の1マイルごとに掘られている。同時に2本の堅坑が稼動しているので、空気の流通を保つために、1本の堅坑の底で火がたかかっている。適度な空気の流通が不足して、ガス爆発が起こるので、ローソクをもって入らないように警告された坑道のつづきが切羽の付近であった。炭層は露出部の20ヤードあるいはそれ以上に対してある割合をとり、のぞくとき、坑夫は切羽で木製の支柱をもって、かれらのうしろの露出された部分を支える。そしてかれらが前進するとき、その支柱を取りのぞき、はり出した炭層は次第に落ちこんでいき、空間をいっぱいにする。このことは屋根が砕けやすく、あまり強くない場合にのみ（炭層が1ヤードにつき3.5インチ傾斜している）、なされるはずである。それとは別なときに、かれらはただ石炭を6あるいは8ヤード切りとり、そこで8ヤードをニューカスルのように支柱として残す。石炭はつるはしで掘られ、一般に大きな塊である。これらはシェーフィールドにおいてハンドレットウエイトあたり3ペンスで売却される。坑夫は1日8時間働く（つまり午前3時から11時まで）。小山の頂上から坑道までは約150ヤードあり、揚水のための2台の蒸気機関がある。……(Diary. pp. 70-72.)

ハチェットはそのあとノーフォーク伯の2炭鉱も訪問し、堅坑の深さは100ヤードあり、コールブロックディルのように1台の小さな蒸気機関とカー氏の発明した車輪つき炭函がここでは2台である以外は、シェーフィールドパーク炭鉱と同様であると記している。(Diary, p. 72.)

[B] ヒートン炭鉱(6月23日)

……この堅坑は3つの部分にわかれている。石炭はこれらの区分の最初の2つを用いて揚げられていて、第3のものはエンジンロッドのためである。この石炭は良質である。……ここでは石炭は6ブッシェルいれられる運搬かご (basket corves) で揚げられる。石炭は小さな鉄製の車輪をもった木製のワゴン (Wagon) とよばれるものによって海辺に運搬される。そしてその荷馬車には木製のレールに適した容器が付けられている。運搬かごは石炭が揚げられるロープに鉤によってしばりつけられている。各々の坑口にこれらのロープが2本あり、その1本が他のものが降りている間に、上昇している。揚げられてきた運搬かごは坑口で1人の男によっておろされる。かれは1頭の馬によってひかれた小さな籠にそれを置くと、すぐに空になった運搬かごを鉤にかけて、炭坑のなかへ投げこむ。馬車は8つのかごを積むことが可能である。ロープは直径70インチあるシリンダーをもつ蒸気機関によって作動されている。同じ蒸気機関が炭坑から1かき300ガロンの水をあげる。ヒートンの良質な石炭はまだ到達されていない85フアザムの深さにある。……シェーフィールドよりも多くの馬を使用する(炭鉱が80~100頭)。ヒートンからわれわれはビッグアースメイン炭鉱 (Biggar's Main) へ行った。それは非常に大きい。ガス爆発で悩まされ、多くの場所ではローソクの代わりに火打鉄装置 (Steel Mill) と火打ち石を使用しなければならない。この道具を用いてさえも、ときどき爆発が生じたニューカスルの付近のすべての炭鉱は、シェーフィールドよりガス爆発が発生しやすく、そのことが石炭を異なった方法で採掘している1つの理由である。——つまりニューカスルにおいて、石炭は約6ヤード四方の部屋を残すために採掘される。その部屋の各々の間に、かれらは約8ヤード四方の石炭の柱を残す。炭坑のあるものは地下4マイルまで坑道が伸びている。…… (Diary, pp. 80-82.)

以上、われわれは一科学者の旅日記から、18世紀末の英国の炭鉱業を再現し、その様相を把握することに努めた。さらにこの旅日記をとおして当時の炭鉱業

が直面していた技術的な課題の一部を浮きぼりにすることは不可能ではない。すでに指摘したように、18世紀の石炭消費の着実な増加は、炭鉱業に大量の石炭を生産するために、坑内排水、地下運搬、坑底から坑口への巻き揚げ、通風などについて多様な技術的問題を投げかけた。それらのなかでハチェットの観察の目は主として坑内の石炭運搬と坑内排水²⁾に注がれていたと考えられるので、いまずこしこれらの事柄に触れてみよう。

まず日記を一読して、Corf という用語の内容が北部イングランド（ヒートン炭鉱）とミッドランド（シェフィールド・パーク炭鉱）の2地域の間で、異なっていることに気が付く。そしてこの Corf のもつ意味の相違のなかにこそ18世紀の坑内運搬の技術的改善を解明する鍵を発見するのである。したがって18世紀の炭鉱業の坑内運搬の技術的発展をあとづけるために、どうしても坑内運搬の改良に寄与したジョン・カー（John Curr）という鉱山技術者について言及しなければならない。このカーはハチェットがシェフィールド・パーク炭鉱を見学したときに、その案内人をつとめたカー氏と同じ人物であった。ハチェットはかれとの最初の出会いの印象を「朝、ノーフォーク伯の炭鉱代理人であるカー氏を訪れ、マクナブ博士（Dr. McNarb）からの紹介状を手渡した。カー氏は非常に手あつくもてなす親切な人で、有能な熟練工のように思える」（*Diary*, p. 69.）と記し、かれのシェフィールド滞在中、カーとともに、先に紹介した炭鉱をはじめ、銅製造所を訪問したり（6月13日、14日）、食事をともにして（6月12日、13日）、極めて密接に接触していたようだ。

カーは西部ダラムの炭鉱地域に1756年に生れ、そこで少年時代を過ごし、1770年のはじめにシェフィールドのノーフォーク伯炭鉱（この炭鉱については R. A. Mott, 'Tramroads of the Eighteenth Century and their Originator: John Curr,' *Trans. of Newcomen Soc.*, vol. 42, [1969-70], pp. 2-3. を参照。）に移ってきた。かれはこの炭鉱の監督官（viewer）になり、その完全な管理を委託された。この職に就くと、かれは石炭の地下運搬とそれを堅坑をおして地上へ巻き揚げる方

2) 炭鉱業の坑内排水問題については次章で検討する。

法について新しく連続的な変化をもたらすことに没頭した。かれのこれらの石炭運搬のもっとも重要な考案は1776年に石炭を運搬されるかごを小さな4つの車輪のついたかご、つまり地下道で軌道に沿って少年たちが押した四輪つき炭函 (four wheeled corf) というものに替えたことであった。このカーによる地下運搬の改善の事実はハチュートの日記において、Corf ということばの意味が北部イングランドのそれと異なって使用されているという点にあらわれてきたわけである。北部イングランドの Corf はハチュートによれば「4分の1ブッシュルを収容できるかご」であり、シェーフィールドの Corf は「底に4つの小さな車輪をもった木製の容器」を指し示していた。この車輪つき炭函はカーの「諸発明の最初のものであり、約21年前にシェーフィールド炭鉱で導入された」(J. Curr, *The Coal Viewer & Engine Builder's Practical Companion*, 1797, (rep. 1970), pp. 5-6.) ものであった。一方、従来、北部イングランドに普及していた運搬方法はカーに従うと、切羽から坑底まで1台の小型の轎の上ののせたかご (corf) をひくことであり。坑道がのび、馬の価格と維持が非常に大きく増大していくにつれ、この方法は炭鉱所有者にとって耐えがたい負担となった。だから監督官がこの目的のために木製のレールや馬車道を地下に導入し、2-3のかごを載せることができる枠組を車輪のうえに固定したことは全く正しいことであり、それを1頭の馬が軌道の上を牽引するのである (*ibid.*, p. 8). このようにカー自身のことばをとおして、軌道を馬によって地下運搬する方法はすでに北部イングランドで実践されて、技術的に新しくないことをわれわれは知るのである。それゆえ、かれは車輪つき炭函の走るレールを木製のものから軽い铸铁製のものへかえることをいつも考えていて、1790年ごろに石炭の坑内運搬のために铸铁レールが用いられた。ヒートン炭鉱では木製レールであったけれども、パーク炭鉱では铸铁レールであり、この導入により以前2台の車輪つき炭函のみひくことができなかつた1頭の馬がいまでは「12~14台の石炭を積んだ車輪つき炭函を一度に容易にひくことができる」とハチュートも铸铁製レールの優位性を指摘している。

また鑄鉄レールの利点は、パーク炭鉱の方がヒートン炭鉱よりも馬をすくなく保有していたというハチェットの記述に十分あらわれている。これらのカーの諸考案である四輪車とかごの結合と鑄鉄レールには、切羽から堅坑底まで運搬された石炭がその車ごとそのまま積みかえられずに地上まで巻き揚げられたとき、いっそうの革新性を示した。つまり四輪車は石炭を地上へ巻き揚げ機によって揚げるときに積みかえる手間を省き、石炭がバスケットに容れられて運ばれているときより、馬による多くの石炭の運搬が可能になったのである。この点についてはハチェットのパーク炭鉱の記録の前半に論じられているとおりである。

一方、地上の巻き揚げの場合、上下する車輪つき炭函の間の衝突を防止するために、対の木製レールが堅坑の向いあった側面に掘えつけられ、車輪つき炭函が取りつけられている横木の両はしがそれらのレールの間の溝を走るようになっていた。またいままで木製レールに固定された鑄鉄板のレールが完全に鑄鉄で製造されるようになったし、車輪つき炭函が輪縁のある車輪によってレールに保たれていたかわりに、レール自体に出縁が施こされた。その上、自動の傾斜主坑道が地上地下に導入されたし、1805年には地下の石炭運搬のための最初の蒸気機関が使用された³⁾。こうしたカーの諸考案⁴⁾のほとんどがハチェットによって凝視され、かれの日記に生き写しされて、われわれに伝えられてくるのである。

このようにハチェットの旅日記に導かれて、われわれは18世紀末の炭鉱業における坑内運搬について、とりわけカーの諸考案を中心にして論じてきたので

3) 以上の考案については、とくにことわりのないがぎり、Ashton and J. Sykes, *The Coal Industry of the Eighteenth Century*, 1929, pp. 64-68.; R. L. Galloway, *Annals of Coal Mining and Coal Trade*, vol. I, 1898, (rep. 1969) pp. 321-325 (以下 Galloway, *Annal.* として引用); do., *History of Coal Mining in Great Britain*, 1882 (rep. 1969.) pp. 116-120.; Atkinson, *The Great Northern Coalfield 1700-1900*, 1968, pp. 27-30.; Mott, *op. cit.*, pp. 1-7.; T. J. Taylor, *The Archaeology of the Coal Trade*, 1858 (rep. 1971), pp. 50-51.; F. Bland, 'John Curr Driqinator of Iron Tram Roads,' *Trans. of Newcomen Soc.* vol. 2. (1930-31). によっている。

4) このような諸考案に対して、カーは10の特許をとった。Bland, *op. cit.*, pp. 121-122.

あるが、さらにこの坑内運搬の技術改良と英国社会における薪燃料経済から石炭燃料経済への移行にともなう炭鉱業の発展をどのように関連づけたらよいか、またそれが当時の炭鉱業にどのように寄与したのかを今度は「20年以上の研究と実践」(Curr, *op. cit.*, p. 5.)をもとに、1797年に書きあげたかれ自身の書物を手がかりにして考察していくことにする。ハチェットの観察した炭鉱の様子と炭鉱業の発展との関係を説明する場合、このカーのかつて稀覯だった本が橋渡しの役割を演ずるように思われるからである。

以上、この王国で採掘されていた露出炭層や、かなり地上から浅い深さの炭層の石炭の大部分が掘り尽されてしまうと、より深いところに切羽を設けなければならず、この地下深く炭坑を掘り、そこから機械による巻き揚げ機を使用して石炭を地上へひきあげる作業には非常に高い費用が支出されなければならなくなった。そのためいったん炭坑を深く掘れば、地下で通常おこなわれているよりも遠い距離から石炭を運搬する必要が生じた (*ibid.*, pp. 7-8.)。これがカーをとおして伝えられた18世紀の炭鉱業の一般的な状況であった。このなかになれわれは18世紀の石炭消費の増大の結果、深層移行がおこなわれるようになると、坑道が以前より長くなり、そこに石炭の地下運搬の技術改善の余地が生まれるという事情を感知し、それゆえに「地下で石炭を運搬するもっとも簡易で速度の早いかたちを工夫することが炭鉱において主要な事柄となった」(*ibid.*, p. 8.) ことを当時の炭鉱技術者の生のことばをとおして理解するのである。そして幸運にもこのカーによる一連の地下運搬における技術改良がほとんど完成されたところにパーク炭鉱を訪れてそれを目撃し、記録したのがハチェットであった。カーの「簡単に速度の早い堅坑底への石炭の運搬」はまずシェーフィールドの2つの炭鉱に導入された。それは「7年の経験の結果がわたしに教えてくれた以前に実践されたどのようなものよりも優れた型」であった。そこで、その導入により「ニューカスルアポンティンやサンダーランドの運搬の改善された方法でさえも1頭の馬が2-3個のかごしか運搬できなかったのに対して、1頭の馬はニューカスルアポンティンやサンダーランドと同じ大きさのかごを

9ないし10個を無理なく運ぶことができた。」(*ibid.*, p. 9). この非常に好ましい結果は、カーの鑄鉄製レールと車輪つき炭函が優秀な技術改良によるものであったことを明示している。

さらにカーの諸考案の技術の卓越性は、実際の経営成果にも反映された。この点、バドル1世(J. Buddle I)は1787年のかれの報告書のなかで興味深い比較をおこなっている。旧来の運搬方法とカーの鑄鉄製レールによる新しい運搬方法とを比べると、1年に14,000ワゴンロードの石炭の産出があったとき、1台の馬車にかかる費用が旧型のもので10½ペンス、それに対して新型のもので6½ペンスとなり、結局、新型にかえることによって、3½ペンスの費用が節約され、全体では1年に312ポンド10シリングの費用の節約が可能になった(Mott, *op. cit.*, p. 5; Ashton and Sykes, *op. cit.*, pp. 64-65.)。ここでもかれの諸発明の採用は炭鉱業にとって有利であったことが経営的な数字のうえでの確に証明されたわけである。だから当然かれの鑄鉄レールと車輪つき炭函はそれ自体がもつ能率性とその使用ならびに維持における経済性とのために、他の地域にも普及していった。その普及の状況については1801年のかれの書簡において「ヨーク、ランカスター、サラップ、ダービー、スタンフォード、ウォリック、ウェールズの大部分の州における約16の炭鉱が石炭を運搬するこの方法を導入してきたし、ロンドン付近でいまや採用されつつあるし、ニューカスルアポンタインの周囲では2-3年前から使用されてきた」(Ashton and Sykes, *ibid.*, p. 67. Mott, *ibid.*, p. 7.)と記されている。

結局、かれの非凡な才能が炭鉱業にもたらした大きな業績は、地下運搬に鑄鉄レールを採用し、その上に車輪つき炭函を走らせ、さらに2台の車輪つき炭函が同時に地上に巻き揚げられるようにしたことであった。これらの一連の技術改良の意義は、何よりも炭鉱労働者を奴隸的な坑内運搬の苦痛から解放した点にあった。つまりかれの有益な諸考案により、炭鉱業におけるこのやっかいな部門に従事する労働者の割合は確実に減少することになったのである。18世紀初期ではるかに多くの労働者が石炭の採炭よりも運搬に雇用されていた。

1681年にボネス (Bo'ness) では37人の運搬夫に対して28人の採炭夫, 1769年にダンモア (Dunmore) では28人の採炭夫に対して74人の運搬夫, 初期のまだ発達していない坑内運搬組織が採用されたノーザンバーランドやダラムでさえも1769年には同数の採炭夫と運搬夫が必要であった。しかし地下運搬の技術改善の直接の結果がでてくる19世紀初期には, 採炭夫はほとんどつねに石炭運搬夫を数の点で上まわることになった。具体的にはハチュートの訪れたヒートン炭鉱では1806年に143人の採炭夫に対して84人の運搬夫, ヨークのミドルトン (Middleton) では1808年にその比は90対60, ワシントンでは1813年に67対40というような数字 (Ashton and Sykes, *op. cit.*, pp. 67-68.) を得ることができる。これらの数字によって示される成果は, いうまでもなく「カー業績の結果」 (*ibid.*, p. 68.) であった。

このように, われわれはハチュートの旅日記によって, 当時の坑内運搬の状況を知り, これらの諸考案がカーという炭鉱監督官および炭鉱技術者によって遂行されたことを学び, さらにこのような一連の地下運搬における技術問題の発生の背景をカー自身の書物によって明らかにした。つまり薪にかわる石炭燃料の定着にともなって石炭需要が増大した結果, 地下深く石炭を求める深層採行が炭鉱において一般的になると, 炭坑を深く掘るために投下された多量の資本や労働に匹敵する生産量をあげなければならず, 以前より遠い距離の坑道を掘る必要が生じてきた。その結果, カーのこぼを借りれば「地下で石炭を運搬するもっとも簡易で速度の早いかたちを工夫する」という技術問題が新しく発生したのである。要するに当然のことながら, ハチュートのみた炭鉱業の一技術側面 (地下運搬) が当時の石炭燃料の国民への定着, 別言すれば16世紀の燃料危機を原因とする薪から石炭への燃料転換と強く結びついていることを丁度同時代に書かれたハチュートの現場の記録とカーの実践と経験とによる著作をもって明確にすることができた。そしてこれらのカーの諸発明に代表されるような炭鉱における石炭運搬の工夫や改善が, やがて近代産業社会の輸送手段である鉄道の技術的基礎になることは周知の事柄である。

III

炭鉱に限らず、他の鉱山もハチェットの尽きることのない興味の対象であった。もとより鉱山の位置はその地理的条件によって大きく左右されることは明白で、18世紀の英国の場合、銅錫はコーンウォール地方、鉛はカンバーランド、ダービシャー、西部ダラム、陶器の土はスタンフォードシャーやコーンウォール地方がよく知られていた(Ashton, ①, p. 92.)。とりわけ銅錫といった非鉄金属は、デフォーに従うと、コーンウォール地方の「真に豊かで貴重な宝」(D. Defoe, *A Tour Trough England & Wales*, vol. I, 1959, p. 242.)であり、18世紀後半までにこの地方の経済のメインストレイ(Ashton, ①, p. 92.)となっていた。

銅の採鉱に例をとると、コーンウォール地方において、銅鉱石の鉱床は錫のそれに沿って開発され、17世紀末までその産出量は決して十分ではなかったけれども、1748年にこの年から40年ちかく続いた銅生産の増大の端緒をむかえた。そして衰退していく錫生産にかわって、コーンウォール地方の鉱山都市はより地下深く探索されていく銅の採掘をとおして蘇り、19世紀の初期にこの地方とデヴォンをあわせると、世界の銅生産の3分の2以上を占めるようになった。一方1768年にアングルシィ(Anglesey)のバリス山で良質でないが、夥しい銅鉱石の鉱床が発見され、英国は2個所の主要な銅鉱石の供給源をもつことになった。1780年代までにコーンウォール地方とアングルシィの両地方において、銅の生産量は8,000トンを超え、これらの生産量は当時の価格で60万ポンドであった。それが1788年の銑鉄産出量の総価値の2倍にあたったという事実からも、この国の18世紀の非鉄金属の重要性は量的にいても決して過小に評価されるべきではない⁵⁾。銅や錫によって製造された製品が鉄や鋼が現代ほどありふれたものでなかった時代に、明らかにその代用品となった。例えば銅は台所

5) 以上は、Deane and W. A. Cole, *British Economic Growth 1688-1959*, 1969, pp. 55-56.; H. C. Darby ed., *A New Historical Geography of England*, 1973, p. 392.; A. Raistrick, *Industrial Archaeology: An Historical Survey*, 1972, pp. 225-226.; A. C. Tod and P. Laws, *Industrial Archaeology of Cornwall*, 1972, pp. 11-15, pp. 20-23. による。

用品などの日用品のために使用されたし、銅錫の合金である青銅は装飾金属品に不可欠なものであった（J. Lord, *Capital and Steampower 1750-1800*, 1923 (rep. 1966) p. 9.; J. R. Leifchild, *Cornwall: Its Mines and Miners*, 1855 (rep. 1968), pp. 235-239.).

このような銅錫などの非鉄金属の生産量が増大していくためには、より深い鉱床を求めて採掘しなければならず、ここにわれわれが次に取りあげる18世紀の重大な技術的問題、別言すれば、ハチェットが旅日記で蒸気機関の使用の有無というかたちでとりあげた坑内地下排水の問題が新しく惹き起された。つまり18世紀の蒸気機関の発展は炭鉱業だけではなく、コーンウォール地方などの鉱山業にも大きく関連していたわけである。すでに知られているように、蒸気機関の発明は鉱山業の年代記に生じたもっとも重要な出事事（Galloway, *Annals*, p. 236.）であった。そのために量的に決して多いとはいえない鉱山業の概説史はたいていこの問題のために1章をさいているほどである（例えば Ashton and Sykes, *op. cit.*, pp. 33-53. Galloway, *A History of Coal Mining in Great Britain*, pp. 76-82. B. F. Duckam, *A History of Scottish Coal Industry*, vol. I, pp. 73-79.）。

実際この発明以前には無数の鉱山は水びたしとなり、排水の仕事はこの時代の利用可能などのような機械の能力をも超えていた。例えば「炭坑はもし水がなければ、黄金の山とよばれてもよいであろう」（1708年）という当時の人々の切実な声のなかに、坑内排水が手に負えない技術問題となっていたことが十分に察知できる。また1561年から1668年の間にイングランドで公布された特許の4分の3は、直接間接的に石炭産業に関連していて、7分の1は排水問題に関係していたこと（Wrigley, *op. cit.*, p. 112.; Nef, *Coal Industry*, I, 255.）も特筆に値する。このことは、鉱山業の大規模化とともに、鉱山技術者がいかに鉱山の地下排水に強い関心を示したかを、逆にいえば、排水の問題がいかに社会的関心を集めていたかをよくあらわしている。

そこでまずこのような鉱山業における当時の技術問題がハチェットの日記にどのように映っているかを考えてみることにする。ハチェットは、かれの日記

のなかで21の英国の鉱山について記録している。その記述の内容は鉱山によって多少の差はあるけれども、およそ次の3項、つまり第1に鉱脈について(地質学的考察)、第2に採炭方法とくに動力として蒸気機関の使用の有無と堅坑などに関して、第3に「40-50人の男女が坑内で雇用されている」(5月7日、ヒュールフレンドシップ鉱山〔Huel Friendship Mine〕)とか「1ヶ月の産出量は40トン」(同)といった記述に見られる簡単な経営状態についての3つの項目から構成されている。

さしあたってかれの旅日記から比較的纏まっている鉱山の記述をここに引用して、当時の鉱山業の概況を描きだしてみたい。当然のことながらかれの鉱山についての描写は日記の前半、すなわち鉱山資源が他のイングランドのどの州も所有しないほど豊かに存在する(W. Page ed., *A History of the County of Cornwall*, vol. I, 1906, p. 513.) コーンウォール地方を訪れた時期に集中している。そのなかでも5月15日(日)のカンボーン(Camborne)付近の鉱山の描写は有益である。

Heul Gons 5月15日 銅山

西部あるいはカンボーンから行くと、最初の鉱山がヒュールゴンスで、現在の仲間、つまり銅組合によって開発されてきた銅山であるが、以前には銅鉱脈の背後にある錫を採掘していた。この鉱山にはエンジンシャフトで150ファザムの深さのものがあり、他に3つの堅坑がある。ポルトンの原理に基く蒸気機関1台と直径36フィートの2台の水車がある……成人男子と男子をあわせて150人が地下地上で働いている。……地上から20ファザムの深さにある横坑はカンボーンの鉱山に通じている。鉱脈は10~12フィートの幅がある。現在4台の搗鉱機が使用されており、1トンあたり90ポンドの価値がある鉱石を1ヶ月に80ないし100トン生産する(*Diary*, p. 37.)。

Dolcoath Mine 5月15日 銅山

ドルコウスはヒュールゴンスの東へ、同じ方向にある銅山である。……この鉱山は非常に生産的で、鉱石はヒュールゴンスにおけるのと同様である。コバ

ルトもまた数トンの量まで、銅鉱石とともに発見される……エンジンシャフトの深さは174ファザムである (*Diary*, p. 38.).

Cooks Kitchen 5月15日 銅山

これは世界でおそらくもっとも有名な銅山の1つである。この鉱山はドルコッスの東部にある。蒸気エンジンシャフトの深さは地表から145ファザムである。……蒸気機関は36インチのシリンダーをもつボルトンのもの1台である。水力エンジンシャフトは大あるいは北鉱脈の上であり、110ファザムの深さがある。3台のうち2台は地上にあり(直径42フィートと48フィートのもの)、第3のもの(直径54フィート)は地下に設置されている。蒸気機関が坑底から水を引きあげ、水力機関がそれを地上から25ファザムの深さにある横坑へ運ぶ。全部で340人の成人男子と男子が雇用されている。——170人が地下にいる。……すべての採鉱は4個所の堅坑をとうしてなされている。……1トンあたり平均8ポンドの鉱石が毎月300から350トン産出される。最近の10年において10万ポンドの純利益が、地主に対する6分の1の支払いと鉱山の支出を差し引いたあと、生みだされた (*Diary*, pp. 37-40.).

Tin Croft 5月15日 銅山

ティンクロフトはこの列のもっとも東にあり。エンジンハウスがクックスキチンのそれから80ファザムのところにある。いま採掘されているところはダンキンスと呼ばれている鉱脈と同じものの上にある。蒸気機関はホーンブローアの原理のものである。81ファザムあるエンジンシャフトとともに堅坑が6個所あり、200人の男が雇用され、そのうち140人が地下で働いている (*Diary*, pp. 39-40.).

Sea Hole 5月16日 錫山

……もっとも有名な錫山はシホールと呼ばれている。エンジンシャフトの深さは90ファザムである。蒸気機関はボルトンのもの1台である。……この鉱山には400人が雇用されていて、錫を主として銅も産出されている。……

(*Diary*, p. 42.)

Mine of Polgooth 5月10日 錫山

……5月10日に「有名なポォルグウス鉱山」(ハチエット)へかれはやって来た。この鉱山はヨーロッパでも、またおそらく世界でももっとも大きくて生産的な錫山の1つであり、主な鉱脈は東から西へ走っている。……50の堅坑のうち現在26が操業している。エンジンシャフトの深さは126ファザムで、坑内坑外あわせて700人が雇用されている。蒸気機関はボルトンとワットのものである (*Diary*, pp. 27-21).

Cock Well 6月6日 鉛山

アッシュウヴァ (Ashover) の南へ約1.5マイルのところにクックウェルという鉛鉱山がある。深さ75ファザム。さらに南2へマイルないし1.75マイルのところにダービーシャーでもっとも有名な鉛鉱山であるグレゴリーヒロック鉱山 (Gregory Hillock Mine) がある。……この鉱山は150ファザムの深さがあり、1台の蒸気機関と重労働のためにもう1台、ボルトンのものが設置されている。…… (*Diary*, p. 63.)

Ecton Mine 6月8日 鉛山

……エクトンは小さな村であるが、豊かな鉛と銅の鉱山として有名である。エクトン鉱山の名前で知られ、デヴンシャー (Devonshire) 公1人の財産である。1760年まで、それはある会社に貸されていたけれども、それ以来、公爵が金を投じてかれの利潤のために採掘されてきた。非常に生産があがったときには、1年に30万ポンドをかれにもたらしたと言われる。現在は下り坂になっている。全体の深さは蒸気機関が設置されている山の頂上から200ファザムある。(ボルトンのもの) 高さ25ファザムあるこの山のふもとに、まったく便利な鉱山への広い入口があり、多くの鉱石が1本の水平坑道から馬のひく小さな車で積みだされている。…… (*Diary*, pp. 65-66.)

以上、いま紹介してきた18世紀末の英国の銅錫鉛の鉱山は非常に生産的で、「ヨーロッパ一、おそらく世界一」などのことばで表現されているように、大

第1表 1796年のC. ハチェットの訪問した鉱山とその鉱山の蒸気機関の使用の有無

鉱山名	訪問日	蒸気機関	鉱山の深さ	産出される石
Vytifor	5/6	水力	(フアザム) 21	錫
Huel Jewel	5/7	水力	50	錫
Huel Friendship	5/7	水力	28	銅
Huel Change	5/9	水力	30	銅
Polgooth	5/10	有(B)	123	錫
Huel Wherry	5/13	有	114	錫
Huel Gons	5/15	有(B)	150	銅
Cooks Kitchen	5/15	有(B)	145	銅
Dolcoath	5/15	有(B)*	174	銅
Sea Hole	5/16	有(B)	90	銅錫
Tin Croft	5/16	有	81	銅
Huel Unity	5/17	不明	—	銅
North Down	5/17	有(B)	—	銅錫
Cock Well	6/6	不明	75	鉛
Gregory Hillock Mine	6/6	有	150	鉛
West Edge	6/6	有	35	鉛
Ecton	6/7	有(B)	200	鉛
Huel Jewel	6/8	不明	—	—
Odin	6/10	不明	—	鉛
Speedwell	6/10	不明	12	鉛
Lead Hill	7/26	不明	13	鉛

出所 Lord, *op. cit.*, p. 155. による。

[有] は蒸気機関を使用している鉱山。

[有(B)] はボウルトンとワットの蒸気機関を使用している鉱山。

[水力] は揚水機の動力が水力に依存している鉱山。

[不明] はハチェットの旅日記に蒸気機関の使用の有無が記述されていない鉱山。

規模な設備のものが多く、それらに共通してみられることはほとんどが地下深いところで採掘されていて、蒸気機関による排水がおこなわれていたという点である。さらに同じような描写の方法はとってはいないが、このほか約15の鉱山についてわれわれにハチェットは記録を残しているの、それによってかれが訪問した鉱山とわれわれとともに当時の人々の関心事でもあった蒸気機関の使用の有無とについて第1表に整理することができた。

第2表 1976年のc. ハチェットの訪問した炭鉱とその炭鉱の蒸気機関の使用の有無

炭 鉱 名	訪 問 日	蒸気機関の使用の有無
Bovey Coal Pit	5/5	無
Sheffield Park	6/13	有
Attercliffe Colliery	6/13	有
Heaton Colliery	6/23	有
Biggar's Main Colliery	6/23	有
Wigton	7/28	無
Whiteheaven の諸炭鉱	7/29	有

その結果、ハチェットの訪れた鉱山のなかで蒸気機関を使用している鉱山は11箇所、その事柄についてかれの言及のない鉱山が、すなわち不明の鉱山は6箇所、水力を動力として使用している鉱山は4箇所となっていることがわかる。このように鉱山業における1796年の蒸気機関の普及の現実の一面について当時の旅日記から明瞭に把握することができる。そこでハチェットのみた世界の範囲内で判断すれば、われわれは蒸気機関の発展と18世紀の鉱山業とは深く関連していたと強調しても決して誤りではないと考える(不明の数字はここでは一応考慮外におく)。さらにこの当時の現状をより正確にとらえるために、鉱山業と18世紀の蒸気機関の発展の過程との関連を一般的に論じてみる必要がある。

動力を不確かな自然力から解放して、蒸気機関に求める本格的な試みは1698年のトーマス・セイヴァリーの「坑夫の友」というポンプの発明と実用化とから始まった。しかしかれのエンジンは、100フィート程度しか水を吸みあげないことや爆発の危険をとまっていたことなどの理由により、コーンウォール地方のヒュールヴォアの鉱山で建設されたものを含めて、わずか数箇所の炭鉱や鉱山で使用されるにすぎなかった。このコーンウォール地方の銅錫の鉱山でも排水が主要な問題であった。雨や地上の水の浸水が地下水とともに鉱山に浸入し、採掘を中止させたため、鉱山から水を吸引する適当な手段が必要とされて、現実に2-3のこの地方の鉱山において、鉱夫の仕事のもっとも大きな量が、炭鉱と同様に鉱石の巻き揚げでなく坑内からの水を排することに向けられ

たのである (Galloway, *Annal*, pp. 241-242. Lord, *op. cit.*, p. 36. Page ed., *op. cit.*, p. 550. Liefchild, *op. cit.*, pp. 180-181.).

セィヴァリィのエンジンは周知のように、その欠点を克服したニューコメンの気圧機関の出現によって、その姿を消していった。一方、ニューコメンの発明は石炭生産の連続的な拡張に不可欠なものとなり、短期間に炭田地帯に普及し、1765年までに北部イングランドのタイン河とウェア河の河岸で約100台のかれのエンジンが使用されることになった。だがニューコメンのエンジンは、例えば完全な冷水の注入によって、シリンダーの冷却したあと再びそれを暖めるために多くの燃料を消費したので、それを使用し維持していく費用が非常に高くつくという欠点があった。そこで、このエンジンの使用は、炭田地帯をもたないために他の地域から石炭の供給をうけ、したがって輸送費のために高価なものになっていった石炭を燃料にしなければならなかったコーンウォール地方においては必ずしも適当でなかった。それでも1742年以来、ニューコメンの気圧機関は急速に普及し、36年間にこの地方の銅、錫山においてこのエンジン60台以上も建設され、その半分以上が再建されたり、拡張されたりしたものであった (Page [ed.], *ibid.*, p. 550.). この事実からして、疑いもなくかれのエンジンが以前のものに比べて、その効率を発揮したことは理解できるが、18世紀の後半にボルトンとワットの蒸気機関によって完全にこれは置きかえられた。

元来、燃料がすくなくてすむという「蒸気機関の経験され確認された卓越性」(マントウ)は安価な石炭が豊富に入手できる炭田地帯では、それを使用する大きな動機とはならなかったけれども (Ashton and Sykes, *op. cit.*, p. 40. Derby ed., *op. cit.*, p. 453.), 石炭の供給が困難なコーンウォール地方においては、この新エンジンの導入の十分な理由になり得た。かれらのこの地方での最初のエンジンがチエスウォーター (Chacwater) に建設された1777年以来、5年のうちに21台が備えつけられた。反対に1790年までにニューコメンのエンジンはすべて消え去っていった (Page [ed.], *op. cit.*, p. 550.). ワットのエンジンの石炭

消費はニューコメンのその3分の1ですみ、実際3台のワットのエンジンで1年に7,200ポンドを節約できたといわれた (Liefchild, *op. cit.*, p. 193.). この燃料の経済性という蒸気機関のもつ特性こそボウルトンとワットがかれらの大部分の顧客をこの州でみいだした大きな原因にほかならなかった⁶⁾.

こうしてコーンウォール地方(銅錫)の鉱山の発展は、明らかに蒸気によってもたされた新しい動力に依存していた。事実、揚水のための蒸気機関の発明は大規模な銅山の興隆とほとんど一致していて、その歴史は銅山の歴史と平行していった (Page ed, *op. cit.*, p. 565.) といっても決して誇張ではない。コーンウォール地方には18世紀末にハチェットの訪問した鉱山もふくめて、45の銅山と18の銅錫山が存在 (*ibid.*, p. 565.) していたといわれ、それぞれの鉱山の深さもニューコメンの気圧機関を使用した場合、最大90ファザムまであったのに対して (1720年から1778年)、ワットの改善された機関をもし使用すれば、約200ファザムの深さまで採掘が可能となり⁷⁾、地下深く埋蔵されている資源の新しい開発が約束された。ボウルトンとワットの蒸気機関の使用と鉱山の深さとの関連はハチェットの記録にも明確にあらわれていて、かれの訪問した100ファザム以上の鉱床を採掘している鉱山はたいてい、かれらの蒸気機関を使用している事実を発見するのである (第1表を参照)。

以上のように、ハチェットの記録によって与えられた1796年の鉱山業における蒸気機関の使用の状態をより明確に位置づけるために、18世紀の蒸気機関の発展と鉱山業の一般的な関連をとりわけコーンウォールの鉱山業を中心に歴史的に考察してきた。われわれの簡単な分析からでも、18世紀の蒸気機関の発展は鉱山業によって促進されてきたことがわかる。とくにワットの蒸気機関がコ

6) J. C. and B. Hammonds, *The Rise of Modern Industry*, 1925, p. 124. 「1780年代までに40台がコーンウォールで売却され、20台がすでに稼働していた」 (Galloway, *Annals*, p. 289.).

7) Page ed. *op. cit.*, p. 565, p. 550. 19世紀に入ると、クックチキン鉱山では210ファザム、ドルコース鉱山では228ファザムの深さまで採掘されていた (*ibid.*, p. 565.).

なお、以上の論述は、とくにことわりのないかぎり、前掲拙稿399-400ページ、角山、産業革命論、164-165ページ、小松芳喬『英国産業革命史(再定版)』(一条書店)昭和41年、115-120ページ、によっている。

ーンウォール地方の高価な石炭燃料からの解放と密接に結びついていたことは興味深い事実であった。この点はハチェットが5月上旬から中旬にかけて精力的に訪問したこの地方の鉱山に関する記述からも感じられたところである。再びハチェットの注視した炭鉱に目をむけると、やはりここでも石炭消費の増大→深層稼行という厳然とした図式ができあがる。揚水ポンプの技術革新が不可避的な課題となり、16世紀の石炭産業の勃興以来、蒸気機関の到来が切実に待たれたわけである。ハチェットの記録の範囲で判断すれば、つまり第2表のように7個所の炭鉱に関する記述のうち、5個所が蒸気機関を採用していたという事実から判断すれば、この関係は十分に裏付けられてくるように考える⁸⁾。

ただ鉱山業と炭鉱業の蒸気機関の採用を考えてみると、どちらもより深い炭層あるいは鉱床を求めて鉱物を採掘するようになると、地下水の排水のために蒸気機関による揚水機を使用して、大量の生産をあげなければならないという目的は同一ではあった。けれども炭鉱業においては薪から石炭への燃料転換にともなう石炭の大規模な消費のために、換言すれば需要に応じた新燃料を確保するために、蒸気機関の出現が待たれたのであるが、鉱山業においてはもちろん生産拡大が第一義的な目的であったにしろ、むしろコーンウォール地方の鉱山業を概説したときに明らかになったように、揚水作業における石炭の節約、いわば燃料の経済性という点に蒸気機関の採用（とくにボルトンとワットのものの場合）の大きな原因があったことは見逃せない。

以上 ハチェットの旅日記をとおして、当時の鉱山業における蒸気機関の普及の現実を垣間見た。一方では簡単に18世紀の鉱山業（とくにコーンウォール地方の）と蒸気機関の発展の一般的関連を概観し、またかれの観察した炭鉱における蒸気機関の使用の状態を考慮して、われわれは鉱山がのちに工業の至るところに拡がっていくようになったいくつかの新技術の革新者もしくは初期の使用者であった（J. A. Robey and L. Porter, *The Copper & Lead Mines of Ecton*

8) なお、ハリス教授の算定によれば、1712年から1733年に60台の、1733年から1781年の間に223台のさらに18世紀全体をとおして1,200台の蒸気機関が建設された（Darby [ed.], *op. cit.*, p. 372, p. 452. B. Trinder, *The Industrial Revolution in Shropshire*, 1973, p. 160).

Hill, Staffordshire, 1972, p. 2.) ことをある程度確かめることができた。まさしく鉱山業はその必要性から揚水のための蒸気機関を世に送り出すことによって新技術の革新者となり得たのであった。換言すれば蒸気機関こそ鉱山業の有益な産物であった。最後にこのような蒸気機関の出現は工業化(産業革命)の過程において、どのような意義をもっていたかを検討しなければならない。

蒸気機関の重要性は工業目的のために以前には決して利用できなかった大規模な動力を生み出した点にあった。この機関が導入される以前は工業用の機械や道具を稼働させるために必要な動力は、たいてい人力、畜力、あるいは水力や風力といった自然力に依存していた。これらの動力は非常に不確実、不連続であった。例えば水力や風力の場合、これらの動力は費用が設備以外には不要であるという利点はあるけれども、水流は凍結したり涸渇したりするし、水車に好適な場所のある川の数は制限されていた。また、風は常に吹くとは限られないというように、こうして動力源は時間的にも場所的にも拘束されていた。要するにこれらは、人間の力で統御できない自然の変化に支配されていたのである。この限りにおいて、工業生産の増大における将来の可能性は、きびしく制限されることになっていた。そして蒸気機関の出現は、その成長に対する制限を取りのぞいた。

初期の蒸気機関は、在来の動力、つまり人は0.1馬力、牛は0.7-1馬力、水車は2-5馬力、風車は2-8馬力程度であったのに対して、7馬力から100馬力であったけれど、19世紀末にはその能力は10万馬力に達していた。また1870年に英国の全蒸気機関の出力は約400万馬力もあって、これは600万頭の馬あるいは4,000万人の人間の力によって生みだされる動力に匹敵していた。したがってこの力を蒸気機関なしに維持しようとすれば、一年に小麦3億2,000万ブッシェルが必要とされた。つまり、1867-81年の英国の年間生産量の3倍以上の小麦が生産されなければならなかった。畜力が飼料生産に使用される土地に依存し、それにむける土地が次第に減少し、畜力利用の相対的費用が上昇するときに、この生産は、従来の自然力や人、畜力のうえにたった生産方法で

はとうてい実現不可能であった。だからこのような大規模な動力は、蒸気機関の出現によって、はじめて可能になったといってもよく、その生産性はいうまでもなく以前のそれとは異なった次元のものであった (Wrigley, *Industrial Growth and Population Change*, 1962, p. 4.; Landes, *op. cit.*, p. 98. ウィルキンソン・前掲書, 135ページ, 内田星美『産業技術史入門』〔日本経済新聞社〕昭和49年, 35—38ページ. ディーン, 前掲書, 152—153ページ.)。

とにかく蒸気機関の導入以前には1年に900ポンド以上の費用を支出して、50頭の馬を使用していたウォリックシアのグリフ炭鉱において、18世紀の初期に蒸気機関が導入されると、その1年の支出は150ポンド以下、すなわち以前の9分の1に減少した例が率直に伝えているように (Galloway, *Annal.* p. 241.), 経済性においてもその能率においても動力としての蒸気機関は、以前の動力よりはるかに優れていた。ここに「手際わるいよくない気長な努力は……初めて『火によって、水を揚げること』の可能性を示し」(ウェーバー, 前掲書, 158ページ.) ていくことになった。そして16世紀の石炭産業の勃興以来、炭鉱業(のちに鉱山業全体)に提出された技術問題の1つ、換言すれば坑内の排水問題が自然からの解放というかたちで解決されることとなった。同時にこの蒸気機関の発明は「産業革命を可能にし、また工業化と技術的変化の連続的な過程を保証し、したがって持続的な経済成長を保証した」(ディーン, 前掲書, 153ページ.) という意味において、決定的に重要であった。チャールス・ハチェットの観察した世界は、このような重大な変化が起りはじめていた時期に英国はまちがいなく到達していたことを示すものであった。

おわりに

われわれは18世紀の炭鉱業と鉱山業の技術的な状態について、前者においては坑内運搬を、後者においては坑内排水の問題を中心にハチェットの旅日記によって検討してきた。18世紀の炭鉱業の技術的な側面を分析する場合、ハチェットの記述に従うと、カーの地下運搬がほぼ中心になっているように思われる。

この問題は結局前に触れたように、石炭生産の増大という当時の避けられない目的が炭坑を深層化させ、狸掘りの際のようにそこに投下された資本を考えると、容易にその坑道および切羽を放棄できなくて坑道が延長され、ここに坑内運搬の技術的改良(隅谷三喜男『日本石炭産業分析』(岩波書店)昭和43年, 388ページ。)が考慮される。だからカー自身の非凡な地下運搬に関する諸考案の背後に、われわれは動植物性資源から鉱物資源への燃料転換による国民生活への石炭の定着をみるのである。

鉱山業の排水の場合、これは燃料転換に成功した直接の結果であり、「露出炭層の枠を破って前進するためには、生産の前進休止に関係なく、坑内にその流出する湧水を坑外へ排除することが不可欠」(隅谷, 前掲書, 378ページ。)となり、これを解決しなければ「石炭産業(鉱山業—引用者)の大規模化する道」(隅谷, 前掲書, 391ページ)は開かれなかった。しかしこの揚水ポンプのための動力は18世紀初期まで自然の力や人力、畜力に求められていたのであるが、これらの動力は自然的制約を受け、一定の限界があった。これをみごとに克服するものとして熱エネルギーを動力エネルギーに転換した蒸気機関による揚水機の出現であった(角山栄「エネルギー革命と経済発展」『季刊現代経済』20, 1975冬, 81ページ)。そしてこの蒸気機関の発明の経過は、鉱山業の発展と関連させてすでに論じてきたが、それは鉱山業(炭鉱業を含む)の地下深く採鉱・採炭をするという深層稼行の歴史に強く結びついていて、この画期的な発明はいわば炭鉱業と鉱山業のもたらした重要な技術的成果であったことも確認した。

このワットの蒸気機関はさらにピストンの上下運動の軸の回転に転化することに成功すると、それは動力機に変化し、工場の機械を動かす動力として使用されることになり(角山, 同論文, 82ページ。), ここに人類は鉱山業においてのみならず広く一般に動力の自然制約(有機的拘束)から解放されることになる。このような現代の産業社会の技術的端緒ともいえる現象が18世紀末にどのように進展していたかを、ハチェットの旅日記を読むことによって確かめられたのである。したがって、カーの一連の諸考案の背景にわれわれは薪から石炭への

燃料転換の普及よるる石炭生産の増大を知り、当時の蒸気機関の鉱山業での採用をとおして動力の転換をみきわめた。そしてこの蒸気機関と石炭にならんで英国の産業革命において今1つ重要なものは生産財としての鉄であり、これも18世紀に製鉄の過程で薪から石炭への燃料転換に成功し（コートの攪拌式精錬法）、安価で強い鉄の大規模な生産が可能になり、工業化に必要な鉄を十分に供給できるようになった。

もとより「1人あたりの生産の成長は一方においては利用できる自然資源に、他方においては人間の行動に依存している。……したがって自然資源の貧困さは1人あたりの生産に厳格な制限をもうける」(A. Lewis, *Theory of Economic Growth*, 1955, pp. 10-11.) のであるが、英国の場合、自然資源の貧困、つまり木材資源に代表されるような限られた資源の供給から、石炭、鉄、蒸気機関といったもので象徴される石炭燃料経済への転換、すなわち無生物資源の利用を拡大することによって、解放され、その結果「世界史において、近代をすべての時代から区別する特徴」(Cole and Deane, 'The Growth of National Income,' *The Cambridge Economic History of Europe*, ed. M. M. Postan and H. J. Habakkuk, VI, 1966, p. 1.) である近代経済成長（自己維持的成長）を経済社会の現実にしたのである。

このような事情はチャールス・ハチネットが「すばらしく美しくてロマンティックなコールブロックディル」（5月31日 Diary, p. 56.）を訪れたときの「ここではセーヴェン河岸の山で鉄鉱石、石炭、石灰石をみつけるのに著しい利点をもっているので、自然はここで鉄鉱石を溶解するためにあらゆる欠くことのできない原料を提供したのである」（6月1日 *ibid.*, pp. 56-57.）という記述のなかにはっきりと感じとることができる。これは鉄と石炭の新しい時代の到来を告知したものである。