

エネルギーと経済発展：問題提起に寄せて

角山, 栄
和歌山大学経済学部

<https://doi.org/10.15017/13646>

出版情報：エネルギー史研究：石炭を中心として. 8, pp.29-34, 1977-06-01. エネルギー史研究会
バージョン：
権利関係：



エネルギーと経済発展

——問題提起に寄せて——

和歌山大学 角 山 栄

一九七三年十月に勃発した石油危機は、経済活動におけるエネルギー問題の重要性について、改めてわれわれの注意を喚起した。顧みれば、紀元前七万年頃、ネアンデルタール人が火打石によって人工的に火を得る方法を発見して以来、人間の経済活動の歴史はエネルギーの開発・利用の歴史であり、アンドレ・バラニャックが『エネルギーの征服』の中で、文明の歴史を七段階（火の発明・農耕の発明・冶金術・火薬の発見・石炭と蒸気力・石油・原子力）のエネルギー革命によって区分しているように、文明の歴史もまたエネルギーの歴史であったといっても過言ではない。ところで物理学におけるエネルギーの分類はともかくとして、経済史におけるエネルギーは大きく分けて、熱エネルギー体系と動力エネルギー体系に分けることができる。

一 熱エネルギー革命

前近代社会における熱エネルギーは、主として薪炭に依存していたのであるが、一六世紀中頃からイギリスに起ってきた森林の衰滅↓木材枯渇↓薪炭燃料の不足（エネルギー危機）を契機として、薪炭に代る代替燃料として石炭が登場し、世界史における熱エネルギーの大転換が起ってくる。こうしてイギリスの石炭産出量は、一五五〇年頃約四〇万トン、一六五〇年頃約一五〇万トン、一七〇〇年頃約三〇〇万トン、一七五〇年四五〇万トン、一八〇〇年には一〇〇〇万トンへと急なカーブを描きながら上昇するので

ある。因みに一七世紀後半におけるイギリスの石炭産出量は、全世界のほぼ八五%を占めていたといわれる。勿論イギリスの全熱エネルギー消費量の中で、石炭がどれほどの割合を占めていたかについては明らかでないけれども、少なくとも一七世紀をつうじて大量の燃料を必要とするガラス工業、製塩業、金属工業、醸造業などの諸産業（但し製鉄業は除く）が石炭への燃料転換によって、従来の燃料面からのゆきづまりを打破し生産が上昇に向っていたことは確かである。また家庭用の燃料も石炭へしだいに転換し、それに伴って住宅構造・料理法など生活面でも大きな変化が現われてきた。工業化はしばしば「経済的財貨やサービスの生産に無生物的資源を広汎に利用するようになること」と定義される。そうだとすれば、熱エネルギーの薪炭から石炭への転換はまさに工業化の起点をなすといつてよいであろう。といつても、われわれはイギリス産業革命の起源を熱エネルギー革命によって説明しようというわけではないし、そのような大きなテーマを扱うのがここの目的ではない。ただ問題をエネルギー面に限ってみれば、石炭の燃料革命が工業化への有力な引き金になったといつてよい。しかし、たとえそうであったにしても、それだけでは不十分で、熱エネルギー革命と同時に動力エネルギー革命が伴われねばならなかった、という点に注目する必要がある。

というのは動力エネルギー革命によって、産業革命は真に「革命」の名に値する変革をつくり出したからである。さらにここで注意を促しておく

たいことは、熱エネルギー革命の構造がイギリスにおいて必然的に動力革命を導くことになったという点である。すなわち前近代社会では、熱エネルギー体系と動力エネルギー体系とが別々のエネルギー体系として相互に無関係に存在していた。しかし、それが近代社会では一つの体系に統合される。つまり石炭の熱エネルギーが水に作用して蒸気力となり、それを媒介として蒸気機関という新しい動力を生み出すことになる。

こうした技術過程は、人間の技術史において画期的な発明であったばかりでなく、複動式蒸気機関⇨動力機の発明は、数千年間つづいてきた「農業社会」の動力体系の限界を打ち破るまったく新しい動力体系の出現を意味するものであり、それによって「農業社会」から「産業社会」への移行が決定づけられたのである。そういう意味では動力機の出現は、まさに「革命」的な意味をもつものであった。しかしこうした新しい人工的動力の出現には、それを必要としたイギリスに特有の社会的経済的背景があった。それを考察するために、前近代社会における動力エネルギーの状態を振り返っておくことが必要であろう。

一 前近代社会の動力エネルギー体系とその展開過程

平田寛氏が最近『失われた動力文化』（岩波新書、一九七六年）において、前近代社会における動力エネルギー文化を技術史の立場から詳細に明らかにされたが、平田氏ものべておられるように、前近代社会の動力エネルギー体系は人力、畜力、風力、水力から構成されていた。この四つの動力のうち、古代・中世をつうじてもっとも基本的役割を果していたものは、やはり人力であったといつてよい。人力エネルギーに支えられた社会の典型は古代オリエントの専制君主国や古代奴隸制のなかに見出されるが、この場合人力の補助的動力として、畜力の利用があり、また水力と風力は主として船の場合に限って利用された。中世とりわけ一二世紀以降になると、人力の補助的動力における技術革新が進んだ。馬の新しいくびきが一二世紀頃から普及し、馬の牽引力が増加するにつれて、農耕や運搬の部門で馬が牛にとって代るようになる。また水車の利用が広がり、製粉はもとより西

ヨーロッパでは毛織物工業の縮絨工程にも水車の利用が普及した。（キヤラス・ウィルソンはフリンギング・ミルの出現を「二三世紀における産業革命」とよんだ）

しかし、その後ヨーロッパにおけるエネルギー利用は、畜力増加の方向へ進んでゆくのが特徴である。畜力増加が人口増加とどう関連していたか。例えばイギリスにおける人口増加のトレンドは最近の歴史人口学の成果によってある程度明らかであるが、家畜の増加トレンドについては残念ながら利用可能な統計は作成されていない。だから家畜の増加を数字をもって示すことはできないけれども、とくに一七世紀中頃以降、飼料増産の必要性が次第に高まっていた事情などから、家畜の増加を推測することができる。家畜の増加を可能にした技術革新は、根菜類、クローバーなど飼料作物の栽培導入であり、その整序された土地利用の形態は、いわゆる「ノーフォーク式四種輪作制」である。すなわちイギリス農業革命は家畜の増加にどう対応すべきかという社会的達成要求に対する技術革新として現われてきたものであった。これに対して日本の場合、一七世紀後半以降畜力の増加を抑え、人力と畜力とが土地をめぐって競合する場合は、畜力を切り捨て、人力多投的な方向で封建社会の安定化をはかったのである。このことは一九七六年の社会経済史学会大会で速水融氏が、一七、八世紀のイギリスと日本を興味深く対比し、その発展の相違を明らかにされたから既に御承知のことと思う。すなわち資本（家畜その他）を多く利用する方向に向つたイギリスが「産業革命」Industrial Revolution に到達したとすれば、人力多投的な方向に向つた日本は、「勤勉革命」industrious revolution の方向に向つたというのである。比喩としては興味深い指摘である。

ところで、畜力増加の方向へ進んだイギリスでは、労働生産性が高まったけれども、他方では土地（食糧と飼料）をめぐって、人間と家畜の競合が生れてきた。例えば一八〇〇年の時点における馬の推定頭数は一三五万頭であった。馬一頭を飼うに必要な土地は四〜八エーカーであるといわれる。いまかりに平均四エーカーの土地が必要であるとすれば、一三五万頭の馬を飼育するだけで五四〇万エーカーの土地が必要であるという計算に

馬1頭の牽引力

運河の曳き船路を歩く一頭の馬……………	50トン
航行可能な河川の堤をゆく場合……………	30トン
鉄の軌道上……………	8トン
改修された(マカダム)道路……………	2トン
荷馬車……………	1/8トン
駄馬……………	1/10トン

なる。今日イギリス(連合王国)の農耕地面積(穀物・牧草を含む)が約三〇〇〇万エーカーであるから、それから想像しても当時において、農耕地の約五分の一が馬の飼育のために使われていたという驚くべき数字がえられる。こうした事情であれば当時の識者が、これ以上馬が増える余地はなく、何とか馬を減らす方法はないものかと嘆息したのも無理はない。ともかく増大する動力エネルギーの需要を畜力の増加に依存するかぎり、家畜の増加はやがて人間の生存を脅かすまでに到るであろう。一八世紀イギリスはまさにそうした動力エネルギーの危機の時代であって、人間の食糧のためにいかに畜力を節約するかと同時に、畜力に代るもっと効率的な動力をいかにつくり出すかが大きな社会問題であった。

ところで馬の節約がもっとも効果的に現われるのは輸送面においてである。それに関して興味深い計算例を左に掲げたから、それをみて頂きたい。この計算例によれば、駄馬と比べると、運河の生産性は馬五〇〇頭(五〇〇倍)であった。また道路の改修は馬二〇頭(二〇倍)の節約を可能にしたわけである。このようにして一八世紀イギリスでは、地理的条件と資本支出が可能ながざり、駄馬よりも荷

馬車、道路改修、さらに運河へと展開していった。とくに運河を建設し、運河の両堤に馬を走らせて船を曳かせる(風が出てくれば帆で走る―畜力と風力の組み合わせも用いられた)という方法がもっとも馬の節約に効果があったことは明らかである。一七九〇年代に「運河時代」が訪れるが、要するに運河の功績は、多額の予備的な資本支出を行って、人力と馬力の莫大な節約を可能にしたのである。因みにケンブリッジ・ロンドン・ジャンクシオン運河の建設に当たったハードウィック伯は、この運河の建設によって馬一〇〇

〇頭分を節約できるであろうとのべていた。それでも動力エネルギーを馬に依存するかぎり、その節約にも限度がある。そこで熱エネルギーの危機を薪炭から石炭へ、つまり無生物的資源への転換によって克服しように、動力危機もまた生物的エネルギーから無生物的エネルギーへの転換によって克服されることになる。それが蒸気機関の発明に外ならない。蒸気機関の出現は、馬力よりも強力な人工の動力エネルギーを開発し、馬にとって代ったことにその意義がある。そしてそれを基盤として大規模な資本主義的工場生産が展開してゆくのであって、生産様式の変化がエネルギーのあり方に規定されることは注目すべきである。

なお、畜力への依存から離れる方向に進んだ日本の場合、陸上運送部門はせいぜい駄馬に頼っており、従って車文化の発達が始みられないという、西ヨーロッパからみれば、日本はきわめて生産性の低い停滞社会にとどまったのである(日本の車については、参考文献②(九一頁以下参照)。従来「マニユファクチャ論争」が主として繊維工業部門を中心として、イギリス毛織物工業にみられたようなマニユファクチャが日本の幕末にも見られたかどうかをめぐって論争が行われてきたが、マニユファクチャ段階を織物生産に代表させてきたところに方法的誤りがあったのではないか。マルクスも『資本論』の中で、マニユファクチャについては少くとも織物と馬車と時計の三つのマニユファクチャにふれているが、日本には殆ど存在しなかった馬車や時計のマニユファクチャが、イギリスのマニユファクチャ階段においていかに重要な地位と役割を担っていたか、もう一度マニユファクチャ段階の総体的な再検討が必要である。時計工業のもつ重要性は別の機会にゆずりたいが、馬の利用増大に伴う経済的影響は、たんに馬車のマニユファクチャを全国的規模で広汎に発展させたばかりでなく、馬のひづめのための龐大な鉄需要が、鉄金属加工業↓製鉄業の発展を促進するなど、馬文化⇨車文化の発展が産業革命を着々準備しつつあったのである。

三 蒸気機関の出現とエネルギー体系の転換過程

ところで蒸気機関の出現を必要とした社会的背景を辿ってゆけば、一六

世紀中頃から始まった石炭への熱エネルギー転換にまで遡ることができ
る。すなわちJ・U・ネフのいう石炭業を中心とする「初期産業革命」
(一五四〇—一六四〇年)によって、炭坑の開発が進行するなかで、坑内の
地下水をいかに効果的に排水するかという大きなそして困難な技術的課題
に直面した。もっとも進んだ揚水装置は馬力によるホース・ジンであった
けれども、畜力には限界があった。そこで石炭の熱で水を蒸気に換え、そ
の圧力でもって水を汲み上げるポンプが発明された。最初に現われた蒸気
機関はトーマス・セイヴァリの「坑夫の友」(一六九八年)で、その後ト
マス・ニューコメンの「気圧機関」をへて、ジェイムズ・ワットの複動式
蒸気機関へ改良されてゆくが、ワットが一七八一年に特許をえた蒸気機関
は、ピストンの上下運動を軸の回転運動に転化することに成功し、それ
によって従来のポンプが原動機になったのである。

この原動機の出現によって一九世紀のエネルギー体系は、従来の水力、
風力、畜力、人力などの農業社会の基本的動力体系から、蒸気機関を中心
とする動力体系へ移行する。そしてその過程は産業革命が終ったとされる
一九世紀中頃までに急速に移行を完了していたと普通考えられているが、
実はそうではなかった。むしろその過程は遅く、産業の殆んどすべての分
野で蒸気機関が支配的になるのは一九世紀末である。そしてその過程で
は、逆に水力(水車)、畜力(馬車)また風力(とくに海上輸送)が動力として
大幅に増加し、蒸気力を補ったのである。このことは一九世紀イギリスの
経済発展にとっても注目すべきことであるが、とくに明治維新以後、日本
の経済発展を先進工業国のエネルギー事情と比較する場合に重要な点であ
る。すなわち開国以前の日本では石炭の利用も製塩業以外には殆んどみら
れず、蒸気力、畜力(とくに馬車)の利用が殆んどまったくなかったにか
わらず、急速な近代的工業の発展に成功したのはどうしてであるのか。

ところで、まずもっとも先進的工業国として繁栄していたイギリス産業
の動力構成についてみると、一八〇〇年以後の「工場制度の勝利」は、普
通考えられている以上にその速度は遅く、水車が一八七〇年頃まで長期に
わたって利用され、綿工業や鉄工業以外の多くの工業部門では動力の機械

化があまり進んでいなかったことが明らかにされている(文献(10)参照)。
A・E・マッソンによれば、例えば一八三八年にはもっとも機械化が進ん
でいた繊維工業において、三、〇五三台の蒸気機関(約七四、〇〇〇馬力)
が存在していたのに対して、なお二、二三〇台の水車(約二八、〇〇〇馬力)
が稼動していた。また一八七〇年頃には製造業全体(但し炭坑を除く)の動
力馬力数(蒸気力・水力を併せて約一〇三万二〇〇〇馬力)のうち、繊維工業が
約二分の一強(うち綿工業だけで全体のほぼ三分の一)、製鉄業、機械工業が約
四分の一ないし三分の一を占め、残りは各種工業という構成比になってお
り、一八七〇年においてもなお製造業の全動力馬力数の約五割が水車に依
存していた。繊維産業においては六・五割、製紙業においては実に三〇割
がまだ水車に依存していたのである。

この点は、明治十年代の殖産興業政策において、松方正義が紡績業の振
興・育成にあたり、蒸気力よりむしろ水力利用による水車動力の奨励策を
とったことが、あながちまったくの時代遅れの政策でもなかったことを示
唆している(文献(4)参照)。このことは松方の石炭輸出奨励策と表裏一
体の関係にあった。後程山下氏の報告によって明らかにされるように、こ
の極東市場における日本の石炭供給はイギリスの世界征覇の一環をになう
役割からも、日本の財閥の形成過程においても重要な意味をもつものであ
った。それはともかくとして、古典的な産業革命に成功したイギリスにお
いて、産業革命期はもとより、それ以後においても、水車がなお増加しつ
づけていたことは注目すべきであり、同じことが日本についてもいえるこ
とを今津健治氏の報告が明らかにするであろう。

それでは馬についてはどうか。蒸気機関の出現はさきにもべたよう
に、馬の節約という強い社会的要請に対応したものであったにしても、馬
は減少するどころか、逆に一九世紀をつうじて増加しつづけたことは注目
に値する。それは工場制工業の発展に伴ない、商業・運輸部門、また農業
部門においても、いっそう多くの動力が必要されたからである。例えば鉄
道の発達が同時に短距離輸送のための馬車の需要を活発にしたのはその一
例である。

ところで一九世紀の馬の統計その他馬社会の実状については、從來全くブランクであったが、最近F・M・L・トムソンの分析によって明らかにされるに到った(文献(1)参照)。トムソンの推計によれば、馬の人口は、一八一一年二二八万頭、一八七一年二二一萬頭、一八九一年二八四万頭、一九〇一年三二七万頭と一九世紀をつうじて大きな上昇カーブを描くが、その後自動車の出現によって次第に減少してゆくという趨勢を辿る。馬を用途別によって、農耕用と非農耕用に大きく分けると、一八七一年頃に兩者の比率が均衡し、それ以後は非農耕用馬が増加し、一九〇一年には馬の約三分の二が非農耕用であった。非農耕用馬の多くは、乗客輸送と商品輸送のためのバスと荷馬車用で都市に集中していた。また馬の飼料は主として輸入(とうもろこし)によってまかなわれた。その他工業化過程における馬の問題については、なお論ずべき問題が多く残されているが、今回の報告のなかでは特に予定されていないので省略することにする。

ついで風力の利用についてはどうであったか。とくに問題になるのは海上輸送の場合である。産業革命によって「鉄と石炭」の時代へ移ったといわれるが、一九世紀中頃の海運・造船業においては決してそうではなかった。たしかに蒸気船は一九世紀はじめにイギリス、アメリカにおいて就航していたけれども、一九世紀中頃はまだ木造帆船が圧倒的多数を占めており、しかもイギリスとアメリカは快速帆船でしを削っていた。一八五〇年代はアメリカの優秀なクリッパー船がイギリスを追い抜いた時代であった。そしてアメリカは総トン数においても蒸気船においても完全にイギリスを凌駕した。その世界最新鋭の黒船が日本の開国を迫ったのであった。しかし六〇年代に入って、アメリカは南北戦争に突入し、船舶が帆船から蒸気力を動力とする鋼鉄船へ移行するとともに、アメリカの造船業・海運業は再びイギリスに追い抜かれた。しかもその差は益々開くばかりで二〇世紀になってもその差は縮らなかつた。

蒸気船が帆船に急速にとって代るのは一八六九年のスエズ運河の開通以後のことであり、イギリスの船舶総トン数のうち蒸気船が過半数を占めるようになるのは一八八〇年代中頃以降のことである。そしてイギリスは蒸

気船によって世界の海と貿易を支配するのであるが、イギリス海運業の世界征覇も実はイギリスに特有のエネルギー経済の構造と無関係ではなかつた。すなわちイギリス蒸気船が世界の海を自由に航行しうるためには、大量の良質の石炭が国内で確保できるだけでなく、海外においても十分確保されねばならない。それを可能にするためにイギリスがとった方法というのは、国産の良質炭(主として南ウェールズ炭)を大量に世界各地に輸出し、いたるところに石炭補給基地を設置するという方法である。イギリスの石炭輸出は、一八六九年約一、〇〇〇万トン、イギリス全石炭生産量の約九割であったが、その後蒸気船の普及につれて、石炭輸出量は年々増加し、第一次大戦直前の一九一三年には、輸出九、八〇〇万トン、イギリス全石炭生産量の実に三二・五割を占めるにいたつた。こうして第一次大戦の終りまでに、イギリスは世界中に戦略的に配置された一八一の石炭基地をもつていたし、その他イギリスの所有でない基地の多くも、イギリスの石炭に依存していたのである。つまりイギリス主導の下でつくられた、これら多数の石炭基地の世界的配置が、蒸気船時代を支えるエネルギー戦略であつた(参考文献(6)を参照)。そして、このイギリスのエネルギー戦略の一環をになつたのが日本の石炭であつて、イギリスから遠く離れた極東市場(とくに上海・香港)では、日本の石炭がとくに重要な役割を演ずることになる。三井財閥の形成過程も実はこの石炭輸出を無視しては語れないのである。この点に関しては、山下氏の報告が詳細に明らかにして下さるはずであるし、また、安場保吉氏の報告は、エネルギー転換期の日本の海運業について分析したものである。

四 石炭から石油へのエネルギー転換

石炭から石油へのエネルギー転換は、二〇世紀はじめから三〇年代にかけて起つてきたが、この転換問題は灯油からガソリン、軽油、重油によるディーゼル機関、石油発動機、ボイラーの出現まで、経済・社会構造の一大変化をもたらしたという意味で重要な問題であるけれども、今回の共通テーマではそこまで拡げて取扱うことはできなかった。ただこの

間第二次エネルギーではあるが、電力の出現が与えた影響は無視できないので、井上洋一郎氏にその問題を取扱って頂くことにした。

参考文献

- (1) 平田寛著『失われた動力文化』岩波新書、一九七六年
- (2) 吉田光邦著『機械』法政大学出版社、一九七四年
- (3) 今津健治「明治期の工場用石炭消費量統計」『エネルギー史研究ノート』第六、七号、一九七六年
- (4) 岡本幸雄「創設・勃興期における紡績企業と動力資源問題管見」『西南学院大学商学論集』第二巻一号、一九七五年
- (5) 山村陸夫「日本帝国主義成立過程における三井物産の発展」『土地制度史学』七三号、一九七六年
- (6) 角山栄「エネルギー革命と経済発展」季刊『現代経済』20、一九七五年
- (7) 同「イギリス史におけるエネルギー」『エネルギー史研究ノート』第四号、一九七四年
- (8) Philip S. Bagwell, *The Transport Revolution from 1770*, 1974
- (9) Richard G. Wilkinson, *Poverty and Progress: An ecological model of economic development*, 1973 (『経済発展の生態学』齊藤修、安元稔、西川俊作訳、筑摩書房、一九七五年)
- (10) A. E. Wussan, 'Industrial Motive Power in the United Kingdom, 1800—70' *Eco. H. R.*, 2nd ser., vol. XXIX, No. 3, 1976
- (11) F. M. L. Thompson, 'Nineteenth-Century Horse Sense' *Eco. H. R.*, 2nd ser., vol. XXIX, No. 1, 1976
- (12) Max E. Fletcher, 'From Coal to Oil in British Shipping' *Journal of Transport History*, New Ser., Vol. III, No. 1, 1975
- (13) G. R. Henning and K. Trace, 'Britain and the Motorship: A case of the Delayed Adoption of New Technology?' *Journal of Economic History*, vol. 35, 1975