

# 動力としての人力と畜力

The Development of Man Power and Domestic Animal Power

野原 博\*

Hiroshi Nohara

## 1. はじめに

われわれの生活にエネルギーは必要不可欠なもので、これがなければ1日も生活が維持出来ない。現在まだ採集生活を主としているアフリカの未開民族でも、獲物を取るために道具を利用し、食物を調理するために火を使用しており、他の動物とは大きな文化の違いがあり、このギャップを越えることは困難である。なぜこのような差異が生れたのか、人類の祖先はどのような動機でエネルギーの利用に熟達したのかは、多くの学者の研究にも関わらずまだよく判っていない。しかし、長い人類文明の発展の過程は、利用するエネルギーの種類と量を増し、時代を経るに従い加速度を増し、今日のエネルギー多消費の文明社会を作った。

われわれは今、大量の化石燃料の使用、原子力エネルギーの開発によって、地球環境の破壊、地球の温暖化、放射性物質の汚染等文明社会の崩壊の危機に直面している。人類の祖先が長い年月をかけて開発してきたエネルギー利用の原点について考えるのも、将来の持続可能な成長のためのエネルギー政策を考える一助となるものと思われる。

## 2. 人力と道具

### 2.1 人力の発展

大型類人猿のヒト化の最大の仮説の一つは、森林に生息していた類人猿がサバンナなどの乾燥した平開地に進出した適応過程の中に求められるということであるが、サバンナへ出ると木の葉、果実のような植物食料が少なくなるため、何でも食べる雑食に移行せざるを得なくなった。この困難な採食生活の中で草の根を掘り起こしたり、哺乳類等の動物を捕獲するために道具の使用を促した。それは第三紀の中新生の初め頃で、次第に気温が下りはじめ、森林は後退し、疎開林や草

原が広がり初めた。この時代のアフリカ、ヨーロッパ、中国南部からインドにわたる広範囲の堆積層から出土している大型類人猿の骨の化石はドリオピテクス類と呼ばれている。この頃類人猿のあるものが、森林をはなれて身体が大きくなる現象が起り、テナガザルと分岐したと考えられている。

人類の最も有力な候補として古生物学者達が研究していた世界各地のドリオピテクス類の化石を再検討し、整理したサイモンズとビルビームは1965年に、その中のラマピテクスをヒト科の一属とし、その時代は1400万年前と推定した。しかし、現在ではドリオピテクス類は大型類人猿の先祖で、その後多くの種に<sup>1)</sup>適応放散したと考えられている。現在発見されている化石人類の最古の化石猿人(アウストラロピテクス類)は約350~400万年前のものである。ラマピテクスからアウストラロピテクスの間をつなぐ類人猿の化石はほとんど発見されていない。しかし、この間に大型類人猿がオランウータン、ゴリラ、チンパンジーと分岐したと考えられており、最近の<sup>2)</sup>分子進化学の成果によって人類の祖先がチンパンジーと分岐し、二足歩行の生活を選ぶようになったのは約500万年前と考えられている。図-1参照。

二足歩行のメリットとデメリットを比較すると次のようにデメリットの方が大きい。

(1) 二足歩行は四足歩行や腕わたり(ブラキエーション)

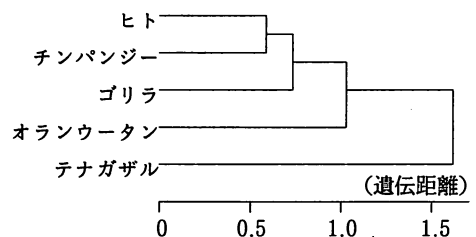


図-1 血液タンパクの多座位電気泳動法にもとづくヒトと類人猿の系統的相互関係(野澤謙, 1990)

\*元 鋳石炭技術研究所

〒152 東京都目黒区大岡山2-6-14

ン)に較べて行動の機敏性に欠ける。

- (2) 足首の関節が固定するため、サルのような跳躍や、急な方向転換をすることが困難で、外敵から逃げる場合に不利である。
- (3) 二足歩行をするために、皮膚の軟らかな腹部を前にむき出しにしなければならない。
- (4) 足首の関節が固定するため、敵から逃げる場合に、木登りするのに不利である。

これに反して、メリットは直立することにより、より遠くを見ることが出来、敵の発見が早くなったこと、手がフリーになったため、道具が使い易くなり、体力を充分に発揮出来るようになった位である。このようなデメリットのため、初めから二足歩行の道を歩いたのではなく、ナックル歩行をするあるグループが常習的に二足歩行となったと思われる。猿人類の中には既に火を使用し、石器を加工したものが現れたと考えられているが、まだ完全な二足歩行ではなく、原人(ピテカントロプス類)になって二足歩行になりホモ・エレクトゥスと呼ばれており、この進化の過程には長い年月が必要であった。二足歩行は初め大きなメリットはなかったが、使用する道具が増えるに従い各種のデメリットを克服する方法を発見し、体力を実力以上に高めることができた。

後期石器時代になり、新人(クロマニヨン人)が現れると衣、食、住に対する改善が進み、農耕は土地の開墾、灌漑等の自然に対する挑戦、改善の始まりで、道具の開発と人力の有効利用の技術が向上した。農耕社会になり、身分制社会が成立し、富の蓄積が行なわれるようになると部族や国家間の戦争が起り、被征服民族の捕虜を奴隷として労働に使役するようになった。これは頭脳をもった動力としてのメリットが大きかったためである。奴隷は主人の財産の一部とされ、人格も認められず、生きた動力として扱われたため労働生産性は低く、自己の利益のために働く者に較べて能率は半分位であったと云われている。

道具の利用による人力の発展の例として製粉の発展段階を図-2に示す。新石器時代にすり石、たたき石による製粉が既に行なわれていた。古代エジプトではサドルカーンと呼ばれる平たい石の皿に麦粒を入れて、上石ですりつぶす道具が使われた。前1,000年頃になり、オリエントに回転石臼が現れ、梃子を利用して石臼を動かすようになり、形は改良されているが現在も使用されている。しかし、前一世紀頃のギリシャに水車による製粉機が現れ、その後ロバや馬による回転石

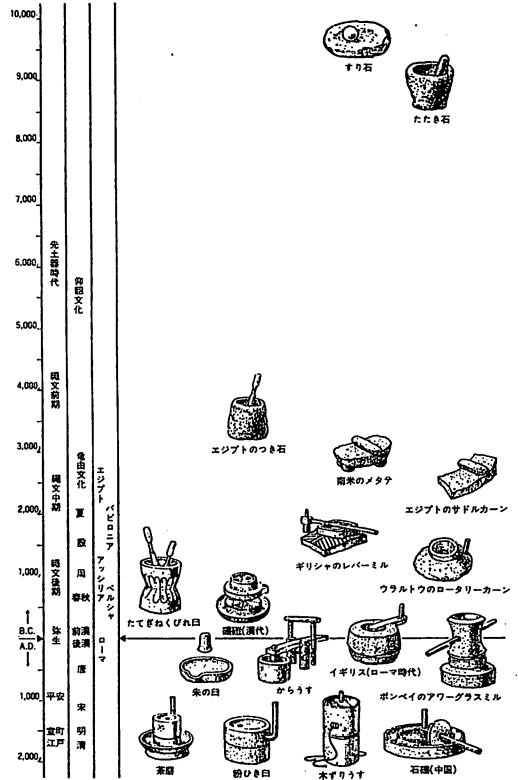


図-2 製粉の歴史(小麦粉博物誌2)

臼が現れた。風車製粉機はイスラムで7世紀頃に開発された。

- (1) 適応放散—進化した生物群が、数においても種類においても、急激に増加する現象。
- (2) 分子進化学—同一起源を有する生物の蛋白質分子のアミノ酸配列を各種生物間で比較すると進化の時間に比例してアミノ酸が置換されると考えられ、分子進化とよばれる。

2.2 道具の使用と能率の向上

人類の特長は道具を製作し、使用することであるが、人類の祖先が使用したと思われる最古の道具で、現在われわれが見ることが出来るのは猿人類が製作し、使用したといわれている石器である。しかし、突然にこのような道具を製作し、使ったとは考えられない。

石器製作以前の道具使用の長い歴史があったはずである。木の棒や河原石、動物の骨等を他の動物の攻撃や護身用の道具として使用していたとしても、それは現在残っていないが残っていたとしても判別することが困難である。しかし、このような道具の使用が推定にすぎないとかたづけられないのは、最近猿や類人猿の生態に関する研究が進み、各国の研究者の野外にお

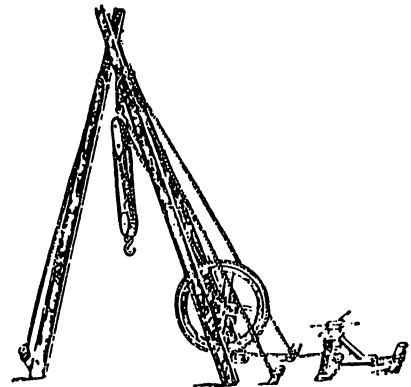
ける観察によって、類人猿の初歩的な道具使用の実体が明らかになり、人類の祖先の道具使用の源流もこのようなものであっただろうと推定出来るようになったためである。

人類の文化の歴史の中に占める石器を道具とした時代はほとんど99%以上にあたり、人類史に占める石器時代は極めて長い。又単に長いばかりではなく、その間に蓄積された文化、技術は今日の社会に成長した基本的なものが準備され、この時代の終り頃には、家畜の飼育、農耕、漁撈の技術を生み、更に絵画、彫刻等の芸術作品を生み出した。これは道具使用により次第に技術が進歩したためであり、又副産物として脳の発達を促し、情報の伝達、文化の学習が出来るようになった。石器は初め狩猟や料理の道具として作られたが、次第に動物の捕獲・解体、木の伐採・加工、農耕具等の目的に応じた石器を製作するようになり、現在われわれが使用している道具の主なものが全て作られるようになった。

石器は初め手近に得られる河原石等なんでも使用され、製作は馴ればそれ程困難なものではない。しかし、文明が進み目的に応じた精密な石器を必要とするに及び石の材質が問題となり、切れ味を必要とするものにはフリントや黒曜石等の硬い石が選ばれた。石器の発掘現場と原石の産地の距離が非常に離れている場合が沢山あり、この時代に既に原石が海岸地域で取れる乾燥した魚貝類や海草と交換するために、道路の未発達な山道などを通して運搬された。

紀元前3000年頃になってメソポタミアを中心とするオリエントの文化圏が青銅器時代に入り、前1900年頃ヒッタイト文化が鉄器時代に入った。そのため道具を作る材料も石材から青銅、鉄に次第に変わり、より優秀な道具が製作出来るようになり、大きな建造物を作ったり、家具、日用品、装飾品を作る技術が向上した。特に鉄器時代に入り武器、工具、農耕具の性能が大きく向上し、戦争、農業に大きな影響を与えた。しかし、人力は約10分の1馬力で牽引力は50~60kgであるため、梃子や滑車等を利用して数倍にしか力を増加出来ないため、大きく重い石材、木材を運搬したり、沢山の土石を移動する大工事には沢山の人力を動員しなければならなかった。前3000年頃にメソポタミアやエジプトに強力な王国が生まれ、立派な王宮、オベリスク、ピラミッド等の石の巨大な建造物が沢山作られるようになったが当時は未だ運搬に蓄力は利用されていなかった。又梃子、車軸、滑車、ねじ等の単一機械が研究使

用されるようになったのはギリシャ時代になってからで、当時はまだ充分利用されていない。ギリシャ、ローマ時代になって滑車を組合せた起重機が作られた。図-3参照。



(科学技術史事典 弘文社)  
図-3 ローマの起重機

エジプト最大のクフ王（前2600年頃）のピラミッドは高さ156mで2.5トンの石が230万個使用されたと考えられている。ギリシャの歴史家ヘロドトスはこれを作るのに「10万人の労働者が毎年3ヶ月ずつ働いて、20年の歳月を要した」と考えている。

前1880年頃のエジプトの墓の壁画に、約60トンのそりに乗せたアラバスター製の巨像を敷板の上に油をそそいで沢山の人で引張っている絵がある。又新王国時代（前1567~1080年）のハトシェプト女王の葬祭殿の壁に2箇の長さ57mのオベリスクをアスワン採石場からテーベに輸送する船の様子が描かれているが、オベリスクをどうして船に乗せたか等の詳細は判っていない。

1586年、ローマ教皇シクストゥス五世が聖ピエトロ大聖堂の裏手にあった高さ23m、重さ327トンのオベリスクを大聖堂の正面広場まで運搬して立てた工事の記録がある。このオベリスクは、ローマのカリグラ帝が前40年頃エジプトのヘリオポリスから運んだもので、当時の運搬については詳しくは判っていない。この大聖堂の正面は裏手より少し低くなっており、その間の運搬距離は約340mであった。この工事を命ぜられた建築係長D. フォンダは周到な準備の後、労働者800人、馬140頭、主要な器具として巻上機40個、約13mの強力な梃子5個とその外支柱や枠組みの木材、鉄製の道具類などを準備し134日で作業を完了した。この作業

はルネッサンス時代の代表的な技術的成果の一つだとされている。この時使った機械、器具類や馬の牽引力などはエジプト時代の建設、運搬には利用出来なかった。これらの作業の時間的な隔たりを考えれば、古代、中世の技術の進歩の緩慢さが考えさせられるが、これは18世紀になって蒸気機関が発明され、鉄鋼材料による強力な構造設備が作られるようになるまで大きな進歩はなかった。この工事を今日行くとすれば、大型クレーン車を使って準備期間を入れても10数日で完了出来るだろう。

### 3. 畜力

#### 3.1 動物の家畜化

家畜とは人間の生活に役立つために飼育される動物で、性質が穏和で、人間の生活環境の中に順応し、容易に繁殖し、改良されることが必要な条件である。家畜化、すなわち人間の手によって新しく作り出された動物種と人類との共同生活は、進化の過程でみられる全く新しい現象である。どんな動物でも家畜化できるというものでなく、日本のアイヌは熊狩りのときに捕獲した子熊を飼育するが、大人になると野性が現れ、凶暴になるため熊祭りを行って殺し、神に捧げる。

一番早く家畜化された動物は狼で犬と呼ばれるようになった。犬は陸生哺乳類の中で霊長類につぐ知能をもっており、適応力にすぐれている。人間と狼は、北半球で大型の草食動物を獲物として生活する競合する狩師であった。人間と狼との間の狩猟競走がはげしくなるにつれ、野性動物の狩猟技術は人間にかなわないため、狼は次第に人類に道を譲るようになり、人間の狩猟についてまわり、野営地のまわりで人間の獲物の残り物をあさって食べるようになった。このような状態が長く続くうちに、狼のあるものは本来の特徴である順応性を発揮して、かなり早い時期から古い習慣をすて、人間の狩猟を助けて食糧の分け前にあづかるようになり、従属関係が成立し家畜化したと考えられる。

農耕、牧畜に関係のある家畜の成立についてはいろいろな説があるが、古くから三段階説が信じられていた。これは採集・狩猟から牧畜、農耕というように三段階をえて発展してきたというもので、これはギリシャ、ローマ時代からの考え方である。近世になり、この説に反対し、農耕の中から牧畜が発生したとする農耕起源説、自然崇拜的な古代民族の神に供えるいけにえとして家畜化した等、この外にも各種の説がある。

日本の学者は、牧畜の成立を生態的見地から次のよ

うに考えている。中央アジアの草原では野生の羊、山羊、馬等の群が沢山生息していた。初めそれらの群を追って生活していた狩猟者たちは、機会に恵まれれば沢山の頭数を殺していたが食べきれないものは捨てなければならず、それだけ群の数を急激に減らすことになるため人間にとって不利である。そのため群を減らさないよう注意して捕獲するようになり、動物と人間の共生の道を求め、遊牧者となったというものである。遊牧民の対象となっているのは草食性の群をなす動物に限られており、羊、山羊、馬、牛、ラクダ、トナカイ等の有蹄類である。

牧畜というのは、家畜を殺して生計を立てるのではなく、活かしながら家畜群の余剰と乳で生活するということである。そのため、子供を沢山産ませたり、乳を沢山出させたり、乳製品を開発する等の牧畜技術を研究、発展させた。又皮は衣服にしたり、移動式住居の天幕等に利用し、家畜の糞は乾燥して炊事用の燃料にするなど自給自足の遊牧民の生活型式を完成させた。イラクのクルデスタン地方にあるジャイモ遺跡は、チグリス河支流の丘陵の上から発掘された世界最古の農村遺跡の一つである。その文化は新石器時代の無土器文化で前7000年位のもので、大麦、小麦、豆などが栽培され、又羊、山羊、牛、豚等が家畜として飼育されていた。石器としては鎌や鍬が出土している。農耕と牧畜の両方を行っていたことはたしかである。

家畜を牧畜民から穀物との交換で入手したのか、農耕民が独自に飼育に成功したものか判らないが、農耕民も初めは採集・狩猟と小規模の農耕から始まり、次第に農耕専門に移行したものと考えられるので、狩猟の際に入手した牛、猪等の子供を飼育するようになり家畜化したと考える方がより妥当と思われる。

家畜には有蹄類の外に犬、猫、兎、鶏等があり、狼から進化した犬、猪から進化した豚は頭蓋骨の形、容貌が変化し両者を容易に見分けることができるため最も早く家畜化され、それは約5万年前と考えられている。

#### 3.2 畜力の利用

原始的農耕民が既に農耕と牧畜を行っていたことから、家畜を荷物の運搬、農耕の動力として自然に利用するようになったと考えられる。家畜の中では牛とロバが最も早く運搬用に利用され、背中に荷物を乗せて使用し、時には人間が背中に乗るようになった。

荷物運搬用に使用する車輪の起源ははっきりしない。しかし、細長い丸棒をローラー（ころ）として大きな

石や重い木材を運ぶことは先史時代から行なわれており、この方法が改良されて一対の車輪を一本の軸樺の両端にさし込み、荷台の底に取付けて荷車を作ること発展したと思われる。最初の車輪は太い丸太を輪切りにした一枚板の中実車輪で、前3000年頃に使用され始めた。その後三枚板を横木で打ちつけて固定し円形に切ったものが現れた。これは中央の板を少し厚くしてこしき（車の輻の集まる中心の丸い部分）を中心に孔を開けてさし込み、こしきの中心に車軸を通したものである。

物を輓かせた最初の動物は牛で、車輪を付けた運搬具の使用はメソポタミアでは前3500年頃から、北シリアでは多分もっと早くから使われていた。前3000年にはそれはメソポタミアとエラム（イラン南西）とシリアで広く使用されるようになり、前2500年頃インダス河に達したがエジプトではなおずっと後まで知られていない。ロバも牛とほとんど同じ位早くから牽引用に使用された。

前3000年以後のシュメールでは、ロバに戦車を引かせたり、旅行や輸送に二輪車や四輪車を引かせたが、車輪のスポークスは発明されていなかった。前2000年位までオリエントでは牛とロバだけが農耕や運搬に使われ、馬はまだ使用されていなかった。

馬の家畜化は牛、羊等よりかなり後であるとされている。それはおそらく前4000年から前3000年とする説が有力で、イラン高原から西トルキスタンにわたる草原地帯から始まったとされている。前2000年代の前半になって突然馬と戦車を持ったインド・ヨーロッパ系の民族がオリエントに現れ、さらに彼らに動かされて北方の民族の大移動が起り混乱した。前18世紀末ヒクソス人がエジプトに侵入し、約150年間占領したのもこの頃で、スポークスのある車輪を付けた戦車の力が大きかった。この頃からオリエントでもスポークスのある車輪が使用されるようになった。しかし、首環式の馬のくびきはまだ無く、馬の牽引力を充分に発揮出来なかった。又乗馬用のくつわのはみ、拍車、鞍、あぶみ等もなく、前1400以後これらの馬具が逐次開発されるか又は伝来された。騎兵隊の誕生は前800年頃のアッシリアであるといわれている。ローマ帝国は占領した諸国との間に敷石で固めた道路を建設した。馬が引く車輪つき乗物は四輪車が主となり、「すべての道路はローマに通ず」と云われた道路網と共に属州の統治に力を発揮した。

オリエントの丘陵地帯に起った農耕文化がチグリス、

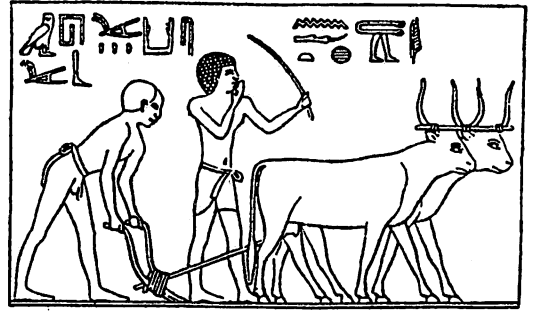


図-4 犁を引く牛（失われた動力 岩波新書）

ユーフラテス河の沖積平野に移った時、地味が豊かで穀物の収穫が多くなった。この頃になると農地を耕すことと灌漑をすることが穀物の生産性を高めるために必要であることが判り、土を耕すための犁が考案された。これは木の又を利用した簡単なもので、最初は人力で引張ったと思われる。土の軟い沖積平野ではこれでも耕すことができたが、能率が非常に悪く、疲労も大きかった、このため家畜として飼われていた牛に犁を引かせる発想が生れたのは当然のことと思われる。これは前3000年以上前のことである。初めは図-4に見られるように2頭の牛の角に樺をわたり、牛の中間に樺を付けて犁を引張った。この方法は牛の筋力を充分に引き出すことができなかったため、その後牛の首に杵をはめるくびきが考案され、牽引力が増加し、牛の持つ筋力を充分に発揮出来るようになった。

メソポタミアやエジプトでは耕作地が沖積層で軟いため2頭の牛に犁を引かせたが、欧州内陸部の耕作地で粘土質の土壌のところでは犁を改良して重くし、4頭の牛で犁を引かせなければならなかった。

馬は調教が困難なことから、体形上牛のくびきがうまく適合しなかったため、牛と同じ位の筋力がある力が充分に引き出すことが出来なかった。しかし、早く走ることができ敏捷性と耐久性が牛より大きい利点があるため、戦争や輸送に重要視され飼育が増加した。

馬の牽引力を充分に引き出させる新しいくびきは、中央アジアのステップ地帯で開発され、トルコを経て8～9世紀頃ゲルマン人等によって初めてヨーロッパに伝えられた。このくびきはいたって簡単で、馬の肩で支えられる首環に引き綱又はながえを取り付けたもので、このくびきの型式は現在も使用されている。このくびきによって馬の肩にある牽引力が充分に発揮されるようになり、耐久力、敏捷性は牛よりすぐれており、早く走ることができるため軍事、輸送、農耕、工

業等に盛んに使用されるようになった。動物の牽引力は体重に比例し、最大牽引力は体重の30~50%、持久牽引力は体重の10~12%位である。又乗馬用としての馬具類が改良されたため騎兵は戦争における情報の連絡、戦闘に重要な役目をこなすようになった。

アレキサンダー大王の東方への大遠征、ジンギスカンの中国から欧州にわたる大帝国の建設、ナポレオンの欧州制覇はいずれも強力な騎馬軍団によるものであった。

馬のひづめは牛のひづめに較べて損傷しやすい。ひづめに蹄鉄を打ち付けて保護する方法はどこで最初に使われたか確かでない。たぶん、前2世紀頃にゲルマン人が東方のステップ地帯から導入し、それがヨーロッパにゆっくり伝えられ、9世紀末に一般に普及したものと考えられている。それより前は、地面の固い所や滑りやすい所では、ひづめの底に金属とか皮とかかわらじを付けていた。この蹄鉄の普及によって馬の利用はあらゆる地形で可能になった。

馬のもうひとつの欠点は大食漢でカラスムギを主食とするため飼糧に費用がかかることであった。この問題は、ヨーロッパでは8世紀頃から始まった三圃農法によって解決された。この農法はヨーロッパ北・中部で行なわれた耕地制度で、耕地を三分し、第一の農地に大麦、小麦等の秋穀、第二の耕地に大麦、カラスムギ等の春穀を栽培し、第三の耕地は休耕して地力の回復をはかるもので、この方式を三年周期で循環させるものである。この農法は従来二圃農法に較べて生産力がふえ、馬を飼育するのに必要な穀物をまかなえるようになり、馬を増殖することが出来るようになり、畜力の利用は馬が最も主要なものとなった。

初め牛、馬等の畜力は運搬、農耕用として使われたが、次第に製粉、揚水、ふいご等の動力として使用されるようになり、特に中世末から近世になって鉱山の採掘深度が深くなると捲上機、揚水機、送風機、坑内の鉱車運搬等に利用され鉱山の運営になくてはならない重要な動力となった。図-5は鉱山における馬力による捲上機である。

中国は古くから北方の騎馬民族の侵入になやまされておられ、家畜としての馬は知られていた。秦の始皇帝の墓から大量の兵馬俑が出土しており、強力な騎馬兵団を持っていた。三国誌に製鉄炉に風を送る馬排（畜力を利用したふいご）があり、古くから工業用動力としても利用された。しかし、明末の宋応星が書いた技術書「天工開物」には畜力を使用する絵が10枚挿入さ



図-5 馬力による鉱山の捲上機

(アグリコラ『デ・レ・メタリカ』より)

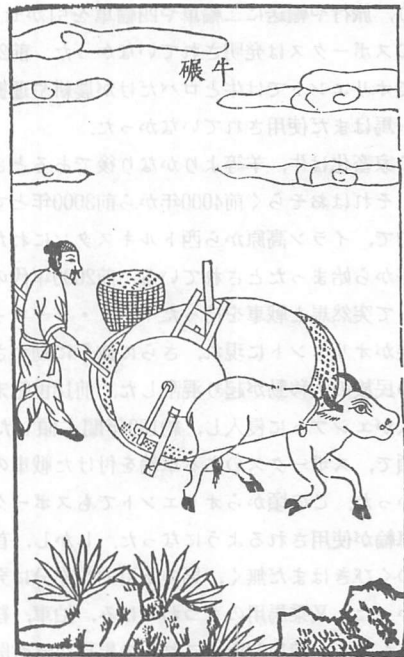


図-6 牛力を使う碾(天工開物)

れているが牛を使用しており、馬を使用しているのは1枚だけである。この外に車輪を引く馬の絵が2枚と戦争で火薬を使用する場面に乗馬用の馬が画かれている。

図-6は牛を使った碾(碾とは脱穀ないし精白を行う

表1 人間と各種の家畜との筋力(1日の仕事量の最大値)

	圧力出力 (ポンド)	速 度 (毎秒/フィート)	毎秒/フィー ト・ポンド	比
ふつうの牽引馬	120	3.6	432	1.00
雄 牛	120	2.4	288	0.66
ラ バ	60	3.6	216	0.50
ロ バ	30	3.6	108	0.25
ポンプ作業をする人(上下運動)	13.2	2.5	33	0.076
巻上げ機を巻く人(回転運動)	18	2.5	45	0.104

[注] 1馬力=毎秒75キログラム・メートル

石製のランナー)である。アジアの各国では日本を含めて農耕用として牛が主に使用された。これは飼糧が多く必要であったことと去勢(幸丸を取りさること)の技術が一般化していなかったためと思われる。

私が中国の万里の長城を見に行った時、案内の通訳の話では磚築(大型煉瓦)を運ぶのに山羊を使ったということであった。長城は山の陵線に沿って建設されており、険しい山の斜面を材料を運ぶために、山地の動物で山を登ることが得意な山羊は最適である。

現在工業で用いられる仕事量の単位を、1頭の馬が長時間にする平均仕事量(馬力)で表している。この単位を初めて使ったのはジェームス・ワットで、彼が作った蒸気機関の能力を表す方法として当時鉱山で盛んに使われていた馬の牽引力と比較して、馬何頭の牽引力と云ったのが初まりである。これはイギリスとフランスで多少異なる。イギリスは

$$HP=550 \text{ポンド} \cdot \text{フィート} / \text{s} = 0.746 \text{KW}$$

フランスは

$$PS=75 \text{kgW} \cdot \text{m} / \text{s} = 0.7355 \text{KW}$$

19世紀のイギリスの技師ランキンが調査した人間と家畜動物の筋力(1日の仕事量の最大値)を比較したものが表1である。ここで、圧力出力というのは、力量計で測った有効圧力で、実際に運搬する荷物の重量を示すものではない。この表の比から、1日に馬がする仕事は人間の約10倍であることがわかる。

#### 参 考 文 献

- 人類の誕生(世界の歴史1) 今西錦司 河出書房新社  
 古代オリエント(同上2) 岸本通夫 同上  
 霊長類の進化 ル・グロ・クラーク 金井 塚訳 どうぶつ社  
 人間ホモ・サピエンスへの道 江原 昭 日本放送文化協会  
 人間の由来 上 河合雅雄 小学館  
 原始人の技術にいとむ 岩城正夫 大月書店  
 失われた動力文化 平田 寛 岩波新書  
 小麦粉博物誌2 日清製粉K.K編 文化出版局  
 人類と機械の歴史 S.リリー 伊藤新一外訳 岩波書店  
 技術の歴史 R.T.フォープス 田中 実訳 同上  
 天工開物 宗応 星 蔽内 清訳 平凡社  
 文明とエネルギー エネルギー利用の歴史  
 野原 博 展転社  
 科学技術史事典 伊東俊太郎 外編 弘文社

協賛行事ごあんない

## 「第32回燃焼シンポジウム」について

1. 主催 日本燃焼学会
2. 共催 日本学会会議熱工学研究連絡委員会  
他
3. 開催日 平成6年11月21日(月)~23日(水)
4. 会場 仙台国際センター

#### 5. 問い合わせ先

〒980 仙台市青葉区片平2-1-1  
 東北大学流体科学研究所内  
 第32回燃焼シンポジウム事務局  
 TEL 022-227-6200(内2831, 2433)