

〔 連 載 〕

流量計測の歴史

< 5 . 中世の動力：水車と風車の発展 >

（株）オーバル 小川 胖
Yutaka Ogawa

今回の連載は本来「流れの計測の歴史」ではあるが、これまでに述べた中では、実績として大気圧の測定が行われたくらいで、「流れの計測」にはまだほど遠い時代である。従って、もう少し「流れの計測」にいたるまでのバックグラウンドの歴史について記述することをお許し願いたい。筆者の興味もあり、5回目は「流体の流れを利用した中世の動力：水車と風車の発展」についてまとめてみた。

1 . 中世の水車

中世において、産業の色々な過程に水力が適用されたことが、イギリスの産業革命期の高度に機械化された綿紡績工場へとつながったとされる。

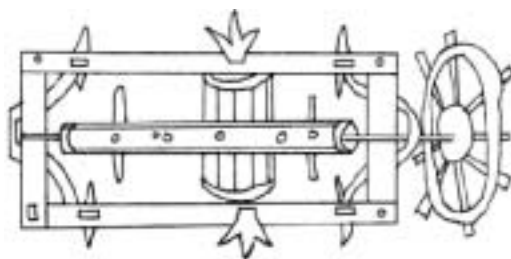
古代から中世の初期にかけては、落下する水の力が利用される仕事はほぼ小麦の製粉のみであったが、16世紀には製粉水車に加えて、金属の溶解、鍛造、切削、圧延、切断、研磨、粉碎、打ち抜き用などの水車が出現した。第1図は1660年頃の刃物製造業に利用した水車の図でGが研削砥石である。また第2図は

中ぐり盤に用いた水車の例で、上部にそのスケッチが描かれている。

東ドイツでは鉱山の坑道の排水用にボロ玉つき鎖ポンプが使用されていた（第3図参照）

軍事需要は、冶金工程での水力利用の拡大に貢献し、例えば1500年～1750年の時期に初めてマスケット銃の銃身や大砲の中ぐり（第4図）、大砲の砲身を旋削する金属旋盤用の動力として水車が用いられた。第4図では4本の水平ドリルが横に並べて置かれ、水力で回転させられる。奥の壁際には研削砥石があり、銃身の外面研磨に使用された。

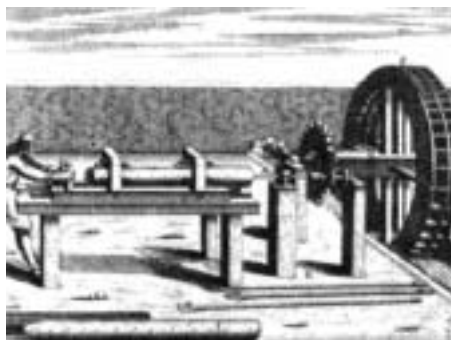
中国でも、1637年発刊の「天工開物」に第5図に示すような田への揚水用水車が記されている。



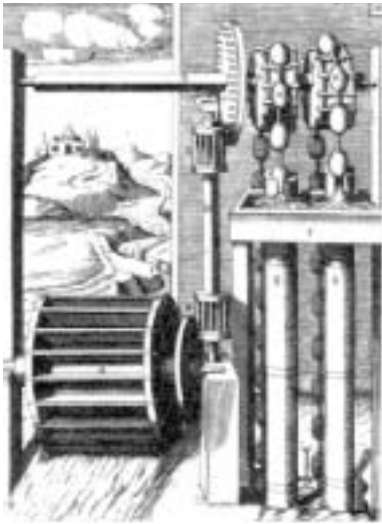
(a) 中ぐり盤のスケッチ（15世紀）



第1図 刃物製造工場（ベクラー、1661）



(b) 17世紀の中ぐり盤
第2図



第3図 ぼろ玉つき鎖ポンプ (ベクラ、1661)

2. 風車の歴史

風車は現代でも使われている翼車型風速計のルーツである。またヨーロッパに行くと各地に古い風車が見られる。

風車は水車のようにその歴史と地理的分布が明らかでないようである。10世紀の初頭ペルシャの写本の中に、水平型風車が644年に始めて使われたという記録が残っているが、モーゼの時代に既にエジプトには存在していたと考えられる。

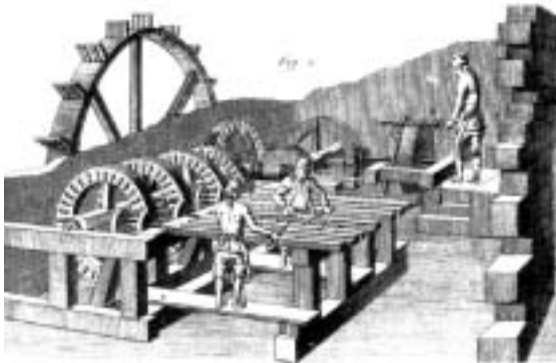
4世紀から15世紀にわたる東西ローマ帝国から、ルネッサンスまでの時代においては、流体機械の進歩は水車と風車の数量の増加となって現れた。

特に10世紀までは、ペルシャでは水平型風車が灌漑の揚水などに使用された。写真1はその復元模型である。

これは製粉用に使われたもので、羽根としてのこの状の帆があり、下方には石臼が見える。左側に風除けがあり、風車に一方方向の風のみが当たる工夫がなされている。現在でもアフガニスタンなどに遺跡が残っている。

この水平型水車は未だにどのようにして、現在の垂直型風車の先駆者と思われる地中海の風車に結びついたかは分かっていない(写真2参照)

今でもクレタ島には6,000台もの揚水風車が回っているという。実際に、ヨーロッパで使われている垂直型風車はペルシャの風車からのものでなく、穀物用水車からアレンジされたものに由来する全く独自の革新であったようである。



第4図 銃身の中ぐり及び研磨機械



第5図 中国の揚水用水車 (1637年)

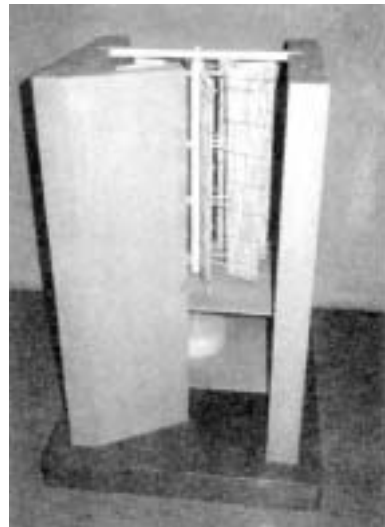


写真1 ペルシャ型風車



写真2 クレタ島(ギリシャ)の帆掛け風の揚水風車

この風車の技術を広めたのは十字軍であり、アラビアの風車の技術を西のヨーロッパに伝えた。一方モンゴルのイスラム侵攻により、東の中国にも伝えられ、特に10世紀から13世紀に至る宋代は風車文明が開化し、その後も各地で相当数が用いられている。

英国では1200年より少し前に風車があった。しかしポーブ・セレスチン3世が風車に十分の一課税を課したため、13世紀の終わりまでに、北欧で発達するようになった。

オランダ(Netherlands)は中世の初めから海面下に位置していた。国は引き続き洪水にみまわれ、特に1421年11月18～19日のものは最悪で、72もの村が破壊された。そこで海水の洪水を防ぐための防壁が建築され、土地が海岸堤防の間のスペースを排水することによって形成された。残った水溜りや湖は空のまま残った。この目的のために揚水風車が使われたのである。

当初の風車は、羽根の方向は固定であったが、風の向きによって風車方向が変えられるように改善されてきた。オランダの風車は1850年ころに最盛期を迎え当時1万台あったという。

写真3はオランダを旅行すると誰でもが訪れるザーンセスカンスの古典的風車群4台のうちの3台を写したもので、粉挽き、排水、製材、マスタードの攪拌などを実演しているそうである。



写真3 アムステルダム近郊 ザーンセスカンスの古典風車

3. 日本の風車と水車の歴史

「東風(こち)吹かば、にほひおこせよ梅の花、あるじなしとて春を忘るな」(1006年)に代表されるように、我が国には古来より風をテーマにした歌や小説が多くある。日本の文化は古くは中国、中世に入ってオランダ、ポルトガルから伝来している。隣国中国では相当の数の風車が利用されたという事実もあり、風車大国のオランダあたりからも技術が伝わってきてもよさそうであるが、おもちゃとしての「かざぐるま」以外には実用風車が用いられた形跡はない。日本は山地が多く雨も多いため、水利に恵まれ水車が発達した。風は歌の題材にはなったにせよ、台風のように災害をもたらすものとして嫌われたようである。また風車を作ったとしても度重なる台風で破壊されてしまうのも、主な理由であったであろう。時代は先に飛んでしまうが、我が国の風車の歴史はというと、明治の文明開化とともに始まったようである。写真4は明治時代中期に「赤い風車の学校」として知られていた横浜のフェリス女学校の揚水用風車が描かれた絵である。



写真4 フェリス女学院の赤い風車

それでは水車についてはどうであったのでしょうか？

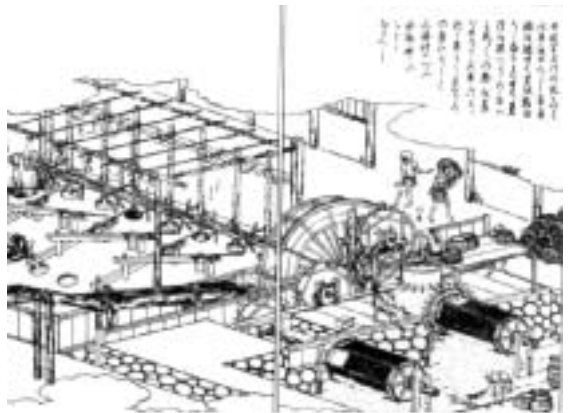
日本の水車の歴史は「日本書紀」による推古天皇18年(610)3月、高句麗の僧曇徴が碾磑(てんがい)を伝えたときにはじまったとされている。以来日本の風土に同化しながら、揚水用や動力用として江戸時代中期の1700年代には全国に普及した。第6図は水車絵として日本最古のもので鎌倉時代1290年代の伏見天皇宸翰「源氏物語抜書」の料紙下絵に描かれている宇治の揚水水車である。

第7図は捨遣都の水車を描写した絵である。

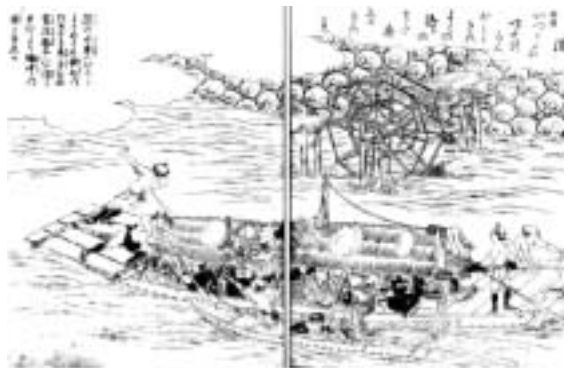
「井堤里玉川の流れを以って水車をめぐらし、昼夜碓(うす)を踏ませて米を精白にし、舂(しょう)をまはせて菜種を挽きわり、あるはもろもろの粉を震はせけり。その車の工他に異なり。」と記されている。大型の1台の水車によって杵を働かせ、さらに歯車(羽車)によって運動を変換することで菜種をひき、さらに蒔まで回転させている。こうした運動装置は日本では珍しい仕掛けであった。

次に示すのは第8図の都の淀水車である。

「淀の水車はむかしよりありて耕作のためにす。秀吉公の室淀殿、これに住したまひしより城中の用となす也。」と記してあることから、秀吉が日本を統一した1590年ころのことである。図は右上方に揚水車として有名な淀の水車を描くが水車の描写は正確ではない。手前は大坂へ通ずるいわゆる三十石舟である。この揚水車は829年に発せられた太政官符によって全国的にその利用が勧められたが実現しなかった。しかし京都付近にはかなり設置されたらしく、「宇治の河瀬の水車」(夫木抄)「大井川の水車」(徒然草)などに記録されているので、1350年頃には日本にも水車が存在していたことになる。ヨーロッパでも水車が普及し



第7図 捨遣都の水車(天明7年、1787刊)



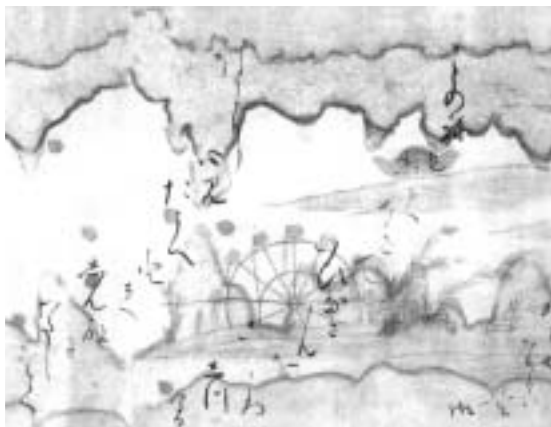
第8図 淀の水車(安永9年、1780刊)

たのは中世であるから、規模を別にすればさほど遅れはとっていないといえる。

これらの絵を発見したときには、大和の国もなかなかやるものだ和我ながらにいたく感激した。

<参考文献>

- (1) T. S. レイノルズ:「水車の歴史」,平凡社
- (2) 牛山泉:「風車入門」,三省堂
- (3) 「日本の技術1 産業技術を描く」,日本産業技術史学会編
- (4) “An encyclopedia of the history of technology” by IAN McNEIL, RouTLEDGE
- (5) 「国史大辞典」8巻,吉川弘文館



第6図 伏見天皇宸翰「源氏物語抜書」鎌倉時代

【筆者紹介】

小川 胖
 (株)オーバル 技術顧問
 〒236-8645 横浜市金沢区福浦1-9-5
 TEL : 045-785-7259