

# 中国江南の龍骨車に見るトライボロジー

## Keel Type Water Wheels in Ancient East of China and Their Tribological Aspects

亀谷 勝 M. KAMETANI

### 1. はじめに

中国で仕事をする機会を得て最初に東北地方に勤務しその後、華中に転じた。その間、たまの休日に長江(揚子江)や江南の水郷を訪れた。少しずつその地に漬かりつつある時期に揚子江の南、即ち江南地方に“龍骨車”というのがあるという情報を得て調査を始めたのが、今回の紹介の発端である。

江南は中国に於ける最も豊かな農村であり、その発展は農業、とりわけ稲作の最先端技術を進行させて来たのであろう。龍骨車とは何ぞやから手探りで入って行ったが、そこから展開する人力、畜力、自然エネルギー利用(水車、風車)の古代のシステム化された農業機械技術が、500年～1800年前に見ることができるので、それを支えるトライボロジー要素技術と共に一端を紹介したい。

### 2. 龍骨車を求めて

農業機械技術史の中に龍骨車があるらしいという情報を基に、まず無錫市博物館に出向き、ここで無錫呉学研究所研究員の馮普仁先生を紹介頂き、先生からは、龍骨車は呉文化公園内に手がかりがあると教えられ、早速出向いた。

さらに、江蘇省民俗学会、蘇州市民俗学会の金煦先生を紹介頂いた。金先生は“呉地の伝統農業の沿革”を執筆中で先生の御厚意でその発表前の原稿を頂いた<sup>1)</sup>。さらに、金先生の御友人で画家である陸志明先生を紹介頂いた。陸先生の御先祖は龍骨車を作っておられたが、現在、龍骨車はこの地域に残っておらず、揚水は電動ポンプに代わっている。陸先生は、古代中国の世界に先駆けた農業技術の消える事を憂い、先祖が作り自分が見つけて来た龍骨車を絵に残し、後世に伝えたいとの情熱を持っておられ、その直筆の絵を頂く事ができた<sup>2)</sup>。

これらの諸先生方の情熱と資料を頂きその利用に快諾頂いた御厚意に応えることが、今回のまとめの動機となった。

### 3. 龍骨車の構造

呉文化公園に展示されていた龍骨車(翻車)の全体を図1に示し、図2、図3にその詳細を示した<sup>3)</sup>。これらは手動式のもので比較的水位の低い揚水に使われたと思われる。



図1 龍骨車の全体<sup>3)</sup>



図2 駆動部と撥部<sup>3)</sup>



図3 連頭と斗板<sup>3)</sup>

龍骨車の構成は、本体の枠組(これを「厚斗」と呼ぶ)と龍骨(1枚1枚の木板で作られた水かき部)と「撥」(ギヤ部)で構成される。龍骨を連絡する部品を「連頭」と呼び、これを作る大工さんは「鶴膝」と呼んでいる由、各連頭には各々一枚の木板が付いており「斗板」と呼ぶ。これらは現代のチェーンと同じで、その動きは龍の推骨運動の如くであり、それによって川水を水田へ引き上げる役目を果たしている。

画家、陸志明先生から頂いた龍骨車の全体と「撥」(ギヤ部)の図面を図4に示した<sup>2)</sup>。駆動ギヤは「撥」と呼ばれ、「撥」は、はねるとか動かすの意味で連頭を動かすのは木製ギヤであり龍骨車に付く撥は水に漏らすので「水撥」と呼ばれる。川部に付くのを「小水撥」と呼ばれ、それには6つの歯があり両側の軸受部と「奴迷肩」と呼ぶ。上部、水田側に付くのは「大水撥」で軌道軸には18個の歯が取り付けられている。軸受の潤滑については詳細な記述が見当たらないが、多分水そのものであったと推察される。

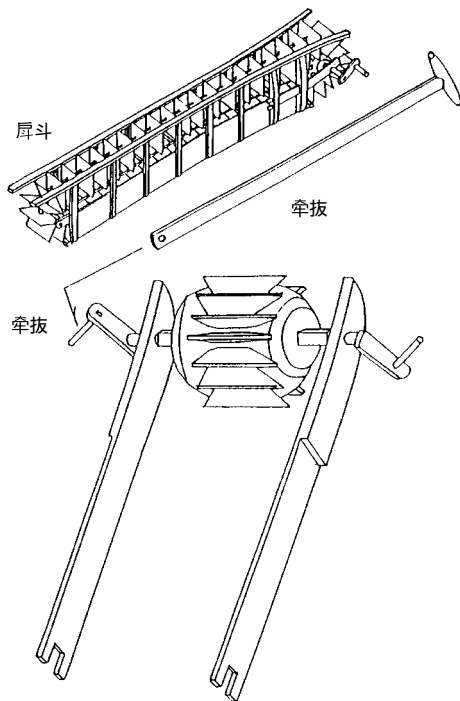


図4 龍骨車の図<sup>2)</sup>

龍骨車は木製で技術的要求レベルが高い。例えば「撥」は機械製ギヤの前身であり手工作で丸木の回りを均等に1個1個の歯を作り出す。水撥は扇子型でかなり薄く、負荷の違いによって寸法形状は様々であったようだ。さらに、牛車、風車の寝軸に付くのは早撥と呼び、歯が長方形かつ荷重が大きいので厚くしている。

「撥」への技術的要求事項は、堅固、平穩、低摩

擦、無噪音(低騒音)、かつ、摩耗しにくいこととされている<sup>3)</sup>。

#### 4. 人力から蓄力、風力の利用へ

##### 4.1 手回し式・足踏み式

「王禎農書」によれば翻車は龍骨車であると記されていて、翻車が出現してすでに1700年以上の歴史があり、日本へは唐代に伝わったとされている。その翻車は最初は図5「拔車」の如く手まわしによるものであったと思われる<sup>4)</sup>。さらに揚水水位が高くなるにつれ、図6の如く足踏み式が考案されたと思われる。



図5 拔車(手まわし翻車)<sup>4)</sup>

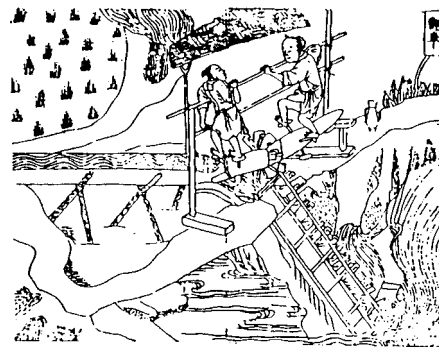


図6 足踏み翻車<sup>4)</sup>

##### 4.2 畜力式

蓄力利用による牛転翻車の例として、龍骨車による揚水機構の現物が呉文化研究所に展示されていた。一方、天工開物に示された牛転翻車を図7に示したが<sup>4)</sup>、「手まわし翻車」に比べると龍骨車としての揚水器が長くなっているのが判る。だんだん揚水の水位が上がってきたことに対する進化と思われる。

このメカニズムを示す現物が図8であり、その軸端と軸受部を図9に示す。その軸受部は円形で受けるのではなく、長円形になっていてその方向は木製歯車のかみ合わせによる反力の方向に長円形となっている。

さらにそのピボット軸受部は軸心(龍芯)の先端部が大径歯車の全ての荷重を受け、全ての駆動中心をセンタリングしている。ピボット軸受実物を図10に示した<sup>3)</sup>。

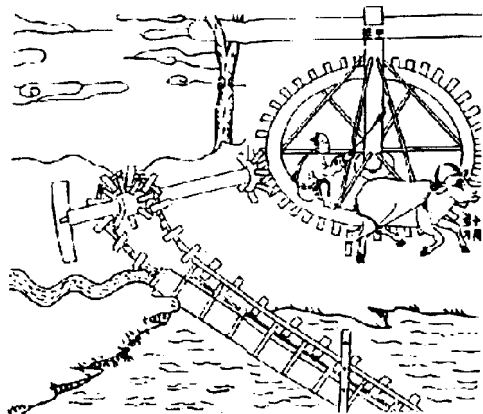


図7 牛転翻車<sup>4)</sup>



図8 メカニズムの全体<sup>3)</sup>



図9 軸端と軸受部<sup>3)</sup>



図10 ピボット軸受部<sup>3)</sup>

### 4.3 風力式

私の今回の調査の過程で最も感激したのは横軸方式の風力翻車(風力龍骨車)(図11)との出会いである。それはご厚意により頂いた陸志明先生直筆の横軸風車と龍骨車の図<sup>2)</sup>で、動力源としては、6枚の帆布の羽根に横方向の風を受けて駆動させ、メカニカル部分を介して龍骨車により揚水をするものである。図11の龍骨車の長さも前述の手回し翻車、足踏み翻車と比べると龍骨車が長くなっていることがわかる。

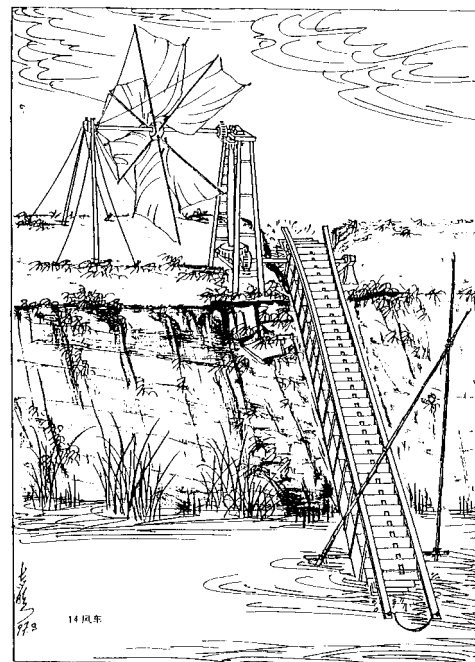


図11 横軸風車と龍骨車<sup>2)</sup>

水田面と取水面の差がだんだん大きくなった技術的要求と、多分推測であるが、長江、太湖の風の特長、太湖に浮かぶ帆船からの帆の経験から先人の知恵として作り上げられて来たのであろうと思われる。

## 5. おわりに

今回の調査には多くの人々のご協力を得た。全くの土地勘、人脈の無い私を支援して下さった無錫の名士 王建鳴先生、私のつたない中国語を助けて頂いた郁 卫君、白永霞さん、無錫市博物館 馮普仁先生、江蘇省民俗学会副会長・蘇州市民俗学会会長金煦先生。金先生には執筆中で未発表の“ 呉地の伝統農業の沿革 ” の原稿を頂いた。

あわせて金先生から友人の画家である陸志明先生を紹介頂いた。陸先生は、御先祖が龍骨車を作っておられ先生もまた小さい頃からその過程を熟知しておられた為、後世にそれを残したいと情熱を持っておられた。先生からは風車とそれにつながった龍骨車の絵というか、作るための設計図に近い貴重なものを頂いた。あわせて大連の宋陶陶先生には「天工開物」の中国語版の入手にご協力を頂いた。

以上の中国の多くの方々的心温まる御支援と御厚意により、このまとめができたことに心から感謝の意をささげたい。

## 参考文献

- 1) 金煦著：呉地伝統農具鉤況の原稿( 呉地の伝統農業の沿革 )(1999)。
- 2) 陸志明作図(1999)。
- 3) 無錫呉学研究所 呉文化公園収蔵展示品。
- 4) 宋應星著：天工開物 明代 崇禎丁丑(1637)。
- 5) (社)日本トライボロジー学会 機械技術進展史研究会：江南技術史調査交流紀行(2002)。

(2001年3月の(社)日本トライボロジー学会第3種研究会機械技術進展史研究会での講演原稿をもとに要約し掲載したものである)。

## 筆 者



亀谷 勝\*  
M. KAMETANI

\* 軸受事業本部 顧問