

# 岡山県における水車の製作技術

若村 国夫

岡山理科大学理学部基礎理学科

(1990年9月30日 受理)

## 諸言

現代技術のほとんどは西洋から移入されたものである。一方、我国独自の考えや方法は正に消滅しようとしている。しかし、独自の技術もかつて移入されたものが長い時間をかけ、その土地の風土や考えに見合った形へと変化してきた。水車はこのような経過を経た我国唯一の伝統的大型機械であり、その製作方法にも伝統が反映されていると考えられる。一方、第二次大戦後、欧米の鉄工技術が大衆化し、諸民の生活の中で利用され、水車もその影響を受けてきた。このような状況の中で、水車の伝統的製作技術はどのように変わり、西洋技術と融合してきたのであろうか。これ等の事は日本と西洋の技術の違いを見る上で興味を持たれる。

以上の観点から岡山県の木製及び鉄製動力用水車と揚水用水車の製作方法を調べた。4人の水車大工、五ヶ所の鉄工所、二人の揚水用水車製作者からの聞き書きにより、次の点を明らかにした。1) 木製動力用水車では水輪の大きさや回転方式は大工に依存せず、同じ考え方で決められている。2) 水輪材料には肥え松を用い、心棒には樺や松、翌檜、精米部には檜を用いる。3) 心棒と水輪の接合には「鎌がけ」と「根柢組み」の二通りの方式があり、大型水車には後者の方式を多く用いる。4) 心棒と羽根板の接合は心棒へ穴を開けて楔止めにする方式と木柢を用いて栓止めにする方式とがある。なで棒の柢への接合には楔止めを用いる。5) 水輪の製作手順は輪板2枚を一組として尺板、裏板を張り輪板ブロックを作る。このブロックを現地ですらないで胴を作る。つなぎ方には三通りの方式がある。現地での組み立ては、クモ手の心棒への打ち込み、クモ手と輪板ブロックの接合の順で行われる。6) 各部品の接合には木製楔、木栓、竹クギを用いるが、それ等の材質は大工により幾分異なる。7) 鉄製水車の製作手順は木製水車と大体同じである。即ち、輪板の材料には定尺の鉄板を使用するが木製水車と同じ構造の輪板ブロックを作り、これを接合して胴をつくる。8) 胴と心棒の固定方法はどの鉄工所でもボス、キー溝、及びキーを用いる。この接合方式は鉄製心棒と羽根板との接合にも用いられる。9) 鉄製部品の接合にはリベット、熔接、ボルトナットを用い、組み立て順は、水輪と心棒を工場で作る、現地で一体とする場合が多い。

調査の結果から次の事柄を指摘できる。1) 使用条件が厳しく要求されている部分、即

ちクモ手の心棒への取付け及び羽根板の心棒への取付法には大工による方式の差異がほとんどない。しかし、他の部分には大工独自の工夫が見られる。この事は、構造が使用条件の厳しい場合に始めて一つの方向へ変化し収束していく事を示している。2) 木製水車の発展過程では材質のみならず、構造の点からも、強度の増大が追求されてきた。一方、鉄材は材質及び接合強度が十分であるため、特別な工夫は見当らず、鉄製水車の構造が木製水車の写し以上に発展する事はなかったと考えられる。3) 鉄製水車の普及は技術の大衆化と共に盛んになったが、鉄製水車が短時間で消滅したため、鉄製心棒の利点を除いてはその特徴を生かせていない。この事は、工業用水車に、今尚、木製水車が使用されている事を見てもわかる。以上の事は、新しい方法や材料が移入されても、極限の使用状態や長い時間の経過無しには技術が独自の発展へ向かわない事を教える。

## 1. はじめに

奈良時代（西暦600年代）に中国から伝わったと云われる日本の精米用水車は<sup>1-3)</sup>、1800年代迄外国からの影響を受けることなく使用され続けてきた。明治時代になって、西洋式産業機械の稼働に使用され始めたが<sup>1, 4)</sup>、水車そのものの構造は従来のものが踏襲されたと考えられる。このことは水車は代々同じ型に作られると云う若村等の報告<sup>5, 6)</sup>からも伺い知ることができる。

日本の水車のこの孤立的発展は、ヨーロッパやアメリカの水車が互いに影響仕合って発展してきたことと比らべると<sup>7)</sup>、極めて特異な例と云える。同じ形の水車の継承は機械に対する伝統的考えや方法が製作技術にも盛り込まれていることを教えてくれる。又、日欧の機械に対する考えや技術の違いを西洋の水車との比較で見ることが可能にする。

日本に於ける西洋技術の大衆化の一例として鉄製水車を上げることができる。1945年以降、身近でよく用いられるようになったこれ等の水車には、西洋式機械に直面した水車製作者の工夫が盛り込まれている。鉄製水車の製作には日本の伝統的鍛冶屋の技術が生かされ、ヨーロッパのリベット接合法や鉄工作技術が融合して和洋折衷の技術が生れたことも予想される。彼等はどのような考えのもとに西洋式機械を日本の伝統的方法に融合させたのであろうか。これらの事を知るには、日本の伝統的水車や鉄製水車の構造及び製作方法を詳しく知る必要がある。構造や寸法については、即ち一部の地域での詳しい報告があり、<sup>8-12)</sup> 又、一通りの組立て方法の調査結果も報告されている<sup>3, 13, 14)</sup>。しかし作製方法についての系統的な聞き取り調査の報告はないように思われる。この論文では以上の観点から、岡山県での水車大工及び鉄工所の関係者からの聞き書きの詳細を報告する。岡山県は稼働水車台数が全国一多く、幾人かの水車大工が健在であり、水車大工間の技術比較も可能である。

調査した水車の中で、揚水用水車は主に使用者が製作し、専門の大工や表具師の手になる水車は極めて少い。その理由は製作する大工や指物師が極めて少なくなったこと、きちっ

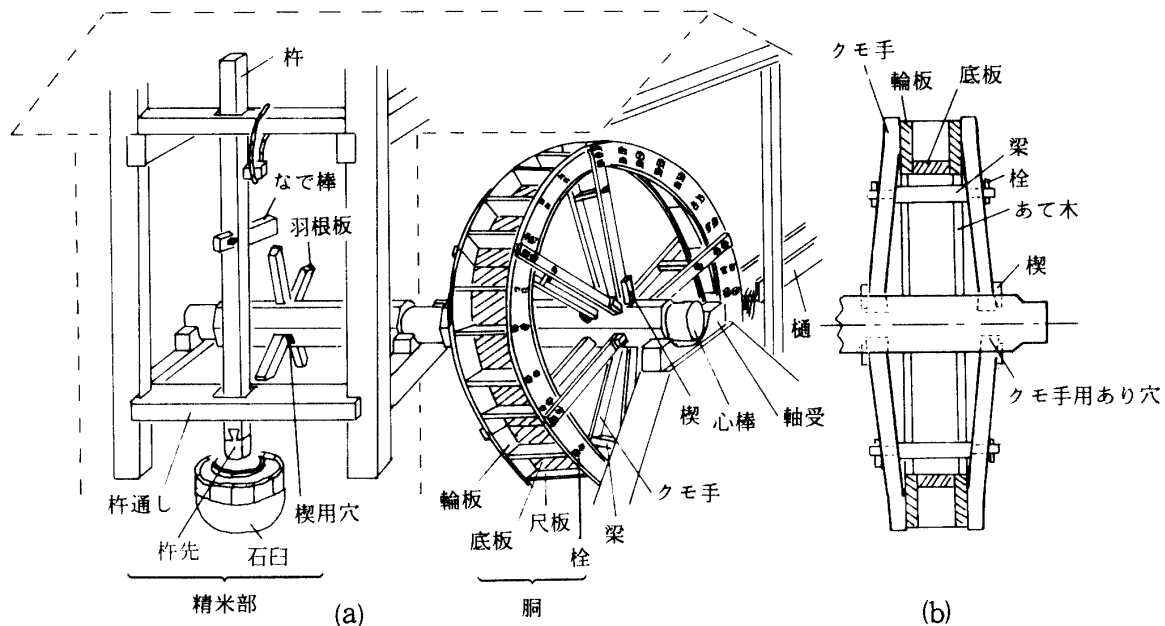


図1. 木製精米用水車見取図  
a) 全体図 b) 水輪部

とした仕上がりでなくとも水車が動くことによる。しかし、専門家の作った水車は構造がきちりしており耐用年数も長く技術的に記録する価値を持つ。一方、精米用水車や工業用水車は水車大工と云われる人々の独断場である。大工は基本的に図面は引かないが長い間に養われた方法や工夫が代々継承されている。この結果、通常の大工では一応の型は造れても長年使用に耐える水車を作るのは難しい。このことから、水車の一通りの製作方法や材料の選択等を記録することは大いに価値を持つと考えられる。

聞き取り調査は、地域による製作方法の差違を見るため、異った地域に住む4名の水車大工及び五ヶ所の鉄工所の関係者に対して行った。又揚水用水車については、岡山県と兵庫県から各一名ずつの大工に聞き書き調査を行った。調査した内容は水車材料、製作手順、切断方法や工作に用いる道具、部品の組立法等である。精米、製粉用水車、工業用水車、揚水用水車の製作技術を紹介し水車大工が使用する方法の中でもよく用いる技術を記述する。

以下第二章では説明に必要な水車各部分の名称、構造の概略と組み立て法の呼称を示し、第三章に、各水車大工、鉄工所からの聞き取り調査の詳細を述べる。各水車大工への質問内容はなるべく同じものにしたが、大工の答は、分量や力点の置き所が異なり、記録は必ずしも同じ style にはなっていない。第四章では製作に関する概略を共通事項と、異なる事柄とを対比させてまとめる。組み立て法や部品の結合方式等は言葉だけでは説明しにくいので代表例としての絵や写真を多用する。第五章では、これ等の製作方法について、水車大工間の比較、鉄製と木製との違いに注目し、幾つかの事柄を指摘すると共に欧米との違いにも目を向ける。

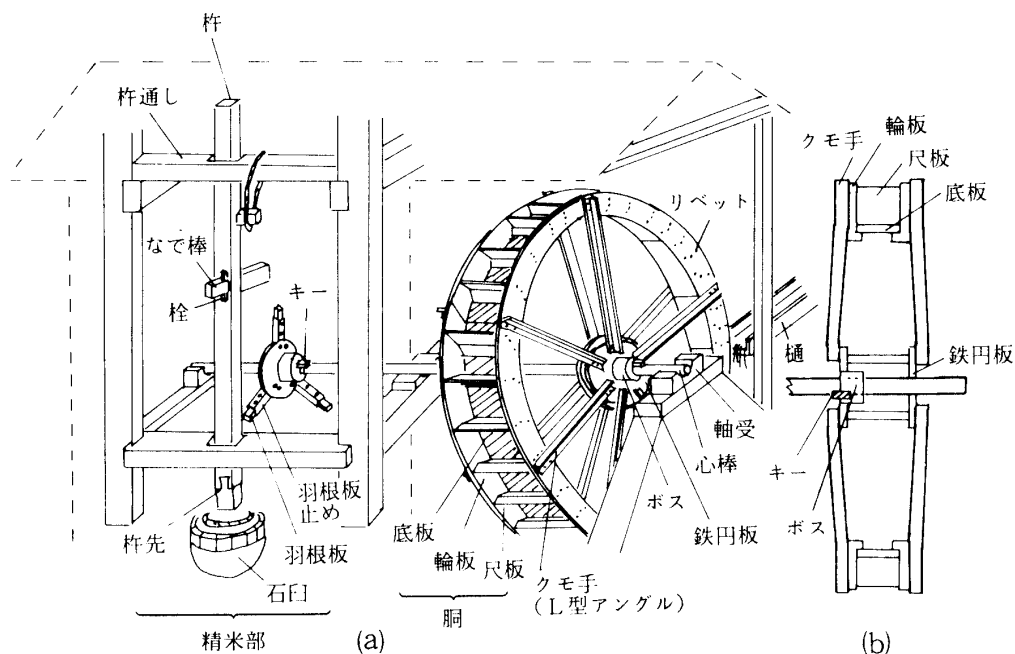


図2. 鉄製精米用水車見取図  
a) 全体図 b) 水輪部

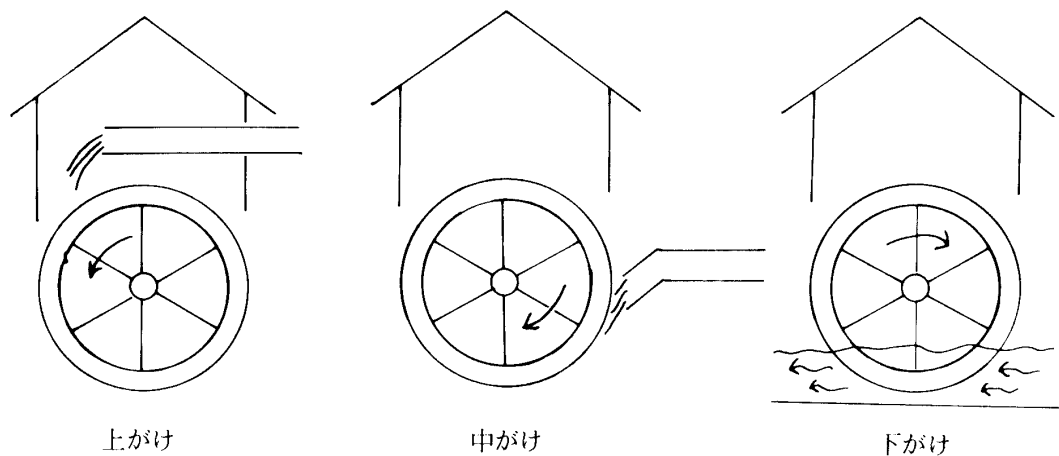


図3. 動力用水車の回転方式

## 2. 調査方法及び水車各部分と回転方式の名称

### 2.1 調査方法

調査は水車大工及び鉄工所の関係から、1～5回、直接話を聞く形で行われた。水車大工はいずれも現役か、最近迄、水車を作っていた人々である。筆者は調査中、清水弥太郎氏の水車製作の場に行き合わせ、完成迄の幾つかの過程を目にすることが出来た。この為、木製水車製作法は清水氏の方法を基準にして記述する。鉄製水車については、水車の製作に直接携わっていた人以外に、手伝う形で参加していた人からも話を聞いた。ここでは水車を直接作り、その方法に詳しい西村清氏の話をもとに製作法を記述する。

## 2.2 水車の構造と回転方式の名称

木製精米用水車の構造と各部分の名称を図1に、鉄製水車のそれを図2に示す。各部分の呼称については地域による違いがあるが、本論文では表記の名称で統一する。図1に見られる様に、水車は水輪部、心棒、精米部に大別できる。水輪はクモ手と胴、尺板、輪板、底板等から構成される。精米部は杵、杵先き、杵通し、なで棒、羽根板から構成される。水車大工は水輪、心棒、精米部及び水車小屋を製作するが、小屋は特別な構造を必要としないので、前者の三部分の製作法を述べる。

工業用水車は、精米用水車の精米部を動力伝達部と工業機械の稼働部とに置き換えればよい。動力伝達には西洋方式が用いられることが多い。即ち、動力は水車心棒と直結する歯車を通して、他の鋳鉄製歯車やプーリーへと伝えられる。従って、水車大工の主な仕事は、水輪と心棒の製作及びこれ等の接合である。しかし、木製歯車、木製プーリー、木製機械を動かす場合には、水車大工がこれを担当する。以上の事から、日本の伝統技術を見るには、水輪と心棒及びそれ等の接合法に目を向けることが重要である。

鉄製水車と木製水車の構造は基本的には同一である。異なる主な点は、心棒への部品の接合方式である。これは後で示すように材料そのものの違いからくるものである。

図3に回転方式の種類とその呼称を示す。県内の水車のほとんどは上げけ方式か中がけ方式である。より詳しい分類については他の文献を参考にされたい<sup>3,8)</sup>。

揚水用水車の典型的構造及び各部分の呼称を図4に示す。揚水用水車には多くの異った型が見られるが<sup>6,8)</sup>、ここでは代表的二例をもって大方の内容を知ることとする。

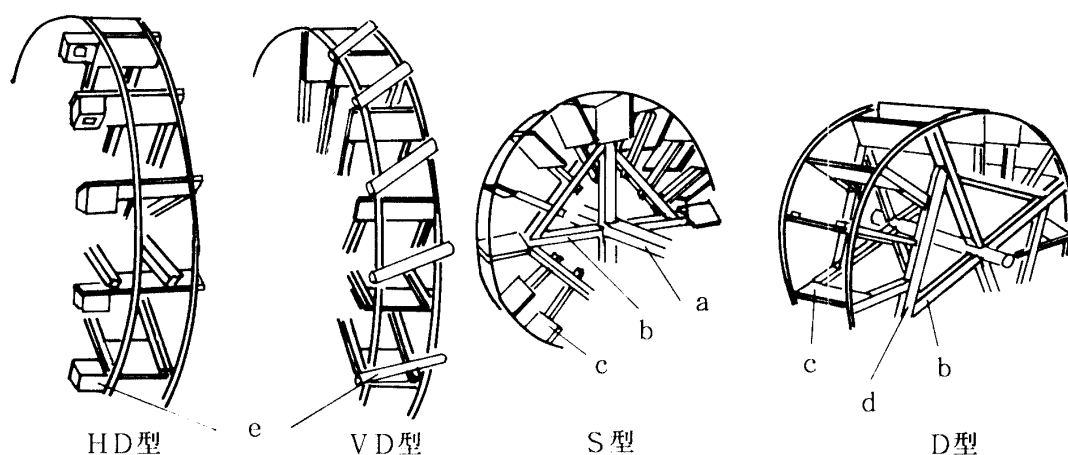


図4. 揚水用水車の四基本形式

H型: 尺(e)の取付け向きが回転方向と同一, V型: 尺の取付け向きが回転方式とほぼ垂直, S型: クモ手(b)が一重, D型: クモ手が二重, c: 羽根, d: 梁

## 3. 動力用水車の製作過程

岡山県の動力用水車は若村等<sup>5)</sup>によれば、1985年から1990年にかけて精米用水車約60

台<sup>6)</sup>、工業用水車5台<sup>9)</sup>が稼働している。この中で、精米用水車は木製が約15台、鉄製水車が45台である。回転方式は上がり約40台、中がけ15台で、この二方式が圧倒的に多い。水車が稼働する搗き臼の大きさは一斗から二斗で、臼の台数は一台から、多いもので十台である。回転石臼は以前には用いられていたが、現在は使用されていない。

工業用水車は木製水輪を持つものが二台、鉄製水輪を持つものが三台ある<sup>9)</sup>。いずれも歯車、プーリーを使用して動力伝達を行っている。水車の主な仕事は製材（木製水輪、勝田町右手）では帯鋸を回転することであり、高速回転、高出力を発生している。線香製造（木製水輪、加茂町山下）では搗き臼20台の稼働、六角ふるいの回転及び加圧抽出器の稼働であり、和紙製造（鉄製水輪、津山市上横野、新見市高尾）ではホルンダーピーターの回転が主な仕事である。又復元されたベンガラ粉碎用水車（木製水輪、成羽町吹屋）は搗き臼2台を動かし、木製歯車を介して回転石臼3台を廻す。

### 3. 1. 木製水車の製作技術

#### 3.1.1 清水弥太郎氏（成羽町吹屋）の製作方法

清水氏は父親の代からの水車大工で、先代からの技術を継承し、水車小屋一式を扱う。第二次大戦中は金属工作にも携わり、木工作、金属工作に通じている。今迄に多くの精米用水車を始め、吹屋ふるさと村のベンガラ粉碎用水車一式、奈良県大塔村や愛媛県久万町ふるさと園の精米製粉用水車一式、又、京都や東京方面から依頼された水車も手掛けている。さらに、動力伝達用木製歯車も数多く製作している。木製歯車は水車以上に製作が難しく、しかも長い製作時間を必要とする。以下に水車製作法を水輪、心棒、精米部の順で述べる。

#### 水輪の大きさ、尺の取付け角度の決定法

この二要素はいずれも経験的に決められる。即ち、水輪の直径は水車設置場所の水流の落差から、水輪の中の大小は水量の多少からである。水量の多少は尺の数、回転方式及び輪板への尺の取付け角度 $\alpha$ （図5 d）と関係する。即ち、水量が多い時には尺板の数を多くし、中がけ方式を採用する場合が多い。尺板の取付け角度は、上がり方式では急角度（ $\alpha \approx 45^\circ \sim 50^\circ$ ）、中がけ方式では少しゆるめ（ $\alpha \approx 60^\circ$ ）にする。この角度の違いは次の理由による。上がり方式は水量の少ない山間部で採用され、尺の取付け角度 $\alpha$ を小さく取ることにより水は長時間尺に貯り、回転力をつけることになる。中がけ方式では尺に入った水を早目に外へ出す必要がある、角度 $\alpha$ を大きく取ることにより、尺の中の水が回転の抵抗になることを防ぐ。下がけ方式は図3に示されるように、水流が尺板と垂直にあたる必要があるので $\alpha \approx 90^\circ$ とする。この場合、底板は必要としない。

#### 輪板及び心棒の材料

輪板には肥え松を用いる。肥え松は20年から30年は腐らないが、そうでない松では大方、10年位で朽ちる。松材は幹の曲った部分を利用し強度の増大と耐用年数の増加が計られる。

輪板の弧と松の幹の曲りが合わない時、松板の巾を幾分広く取り、細木を利用したぶん廻しと呼ぶコンパス（写真1）を用いて、曲線を切り出す。輪板の型取りには木型（写真1）と鋸を用いるが削り出した面は水に弱いので鉋は極力用いない。

心棒の材料には通常、樺を用いる。一部分が水に浸る場合には松を用いることもある。心棒材料は製材所から買入し、四角柱の材木を六角形又は八角形に斧で削り出す（図5a）。心棒には回転を滑らかにするため、両端に鉄角柱を打ち込む場合がある。又、直接鉄心を

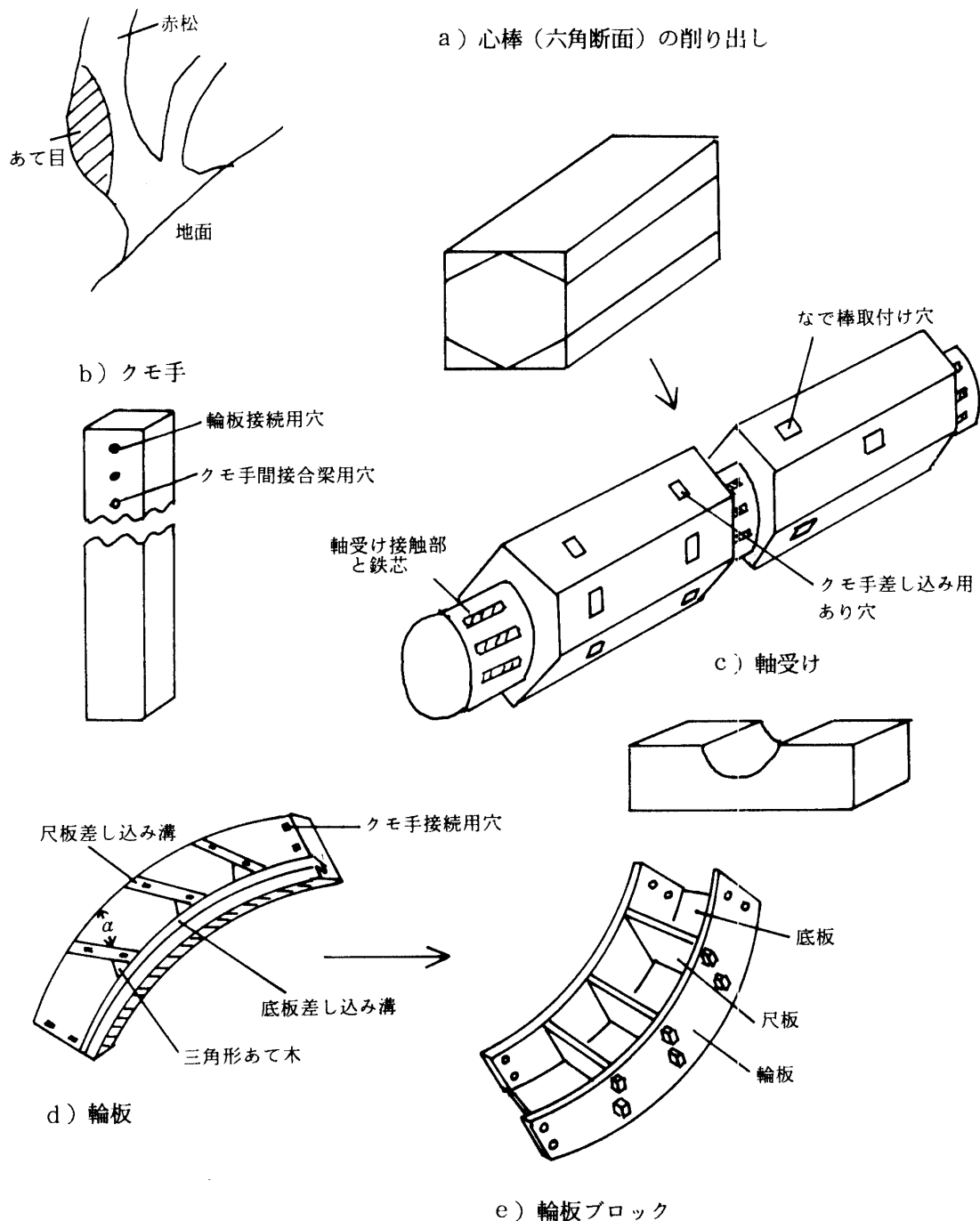


図5. 木製動力用水車の製作行程

木製心棒へ打ち込む場合や、二つに割った木製心棒の間に鉄芯を通して埋め込み、鉄棒（写真2）で木製心棒を締め、一体の心棒を作る場合もある。

### 輪板の工作与組み立て

輪板へは3-5枚の尺板、底板を取付け、その間に三角形断面の当て木（図5d）を取付け、図5eのようなブロック（輪板ブロック、写真5）を作る。底板の厚みは胴全体が同時に朽ちる様、経験的に決める。輪板には弧方向に沿って底板をはめ込む溝及び尺板を差し込む溝を掘る（図5d）。この溝は写真3に示される畦引き鋸とこてのみを用いて工作する。底板を溝で支えると強度が大きく、冬期、氷がこれに付着した時、叩いて落しても尺板がゆるまないと云う。輪板にはさらに、輪板同志の接合用穴、及び尺板の取り付け穴を開ける（図5d）。穴開けには手動又は電動ドリルを用いる。この時の穴の位置や輪板の長さは写真1の木型を用いて墨で印される。物差しを用いないので読み違いによる間違いがないと云う。接合には榫の木栓と楔とを用いる。最初栓や楔は長目に作り、打ち込んだ後、必要な長さに切断する。

輪板ブロック6つで円を作る時6つぎ、8つで円を作る時8つぎと云う。7つぎもあるが8つぎが尤もよく採用される。輪板のつなぎ方には図6のような「重ねづけ」と「いもづけ」の二通りの方法がある。いもづけは工作は難しいが、稼動時に水輪の振動による水漏れが少ない。

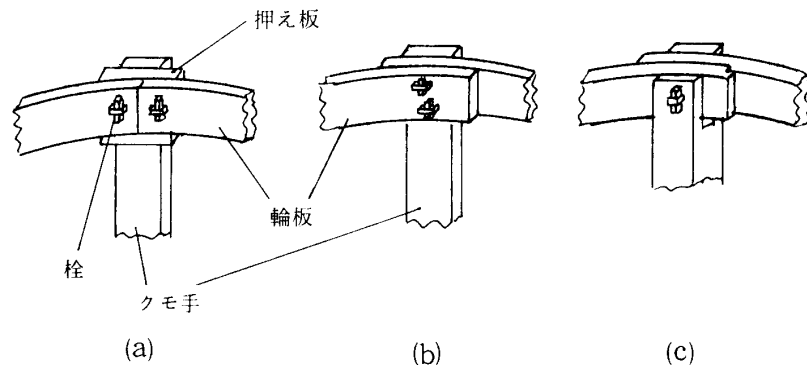


図6. 輪板とクモ手の接合方式

(a)いもづけ (b)重ねづけ (c)はさみづけ

### 心棒とクモ手の工作

クモ手の長さは輪板の半径とほぼ同じ長さであり、太さ2、3寸角（6～10cm角）の松材を用いる。クモ手には輪板との接合穴及びクモ手間をつなぐ梁との接合用穴を開ける（図5b）。クモ手は「鎌がけ」と呼ぶ方法で心棒へ接合する（図7）（写真6、7）。

心棒へはクモ手の太さと同じ寸法の深さの穴をあける。穴の巾はのみの巾の整数倍にするときれいに仕上る。仕上った穴へは、クモ手を差し込み、楔で止める（写真6）。

心棒断面の形は軸受けとの接合部では丸、残りの部分は六角形又は八角形とする（図5a）。心棒の軸受け接触部分には長さ15cm、巾15cmの鉄柱を軸に平行に数本打ち込み、釘



で固定する（写真7）。これにより、心棒の回転が滑らかとなり、摩擦も少なくなる（図5a）。軸受けには櫓の角柱を用い、真中に心棒の直径とほぼ同じ大きさの半月型の溝を鋸で切り取り心棒を受ける（図5c）（写真7, 8）。

**組み立て手順**

胴の組み立ては次の手順1から11)迄の行程で行う。手順1) 軸受けを水車小屋の内、外、及び小屋の壁の三ヶ所に設置する。小屋の外では写真8-10の様に小屋の屋根を支える柱の上に軸受け設置用台（栗や松を用いる）をはめ込み、これに軸受けを設置する。小屋内部の軸受けは図1に示される杵通し保持用柱の上に設置する。手順2) 心棒を軸受けの上に置く。手順3) クモ手を心棒の穴へ差し込み、楔を打ち込んで、ある程度締める。順次、クモ手を心棒へ差し込み、固定する（写真6）。手順4) 輪板ブロックを次の要領でクモ手へ接合する。輪板ブロックの一端を隣りの輪板の一端に重ね、この上にクモ手を重ねる。図6に示すように、クモ手を外側にして、予め開けてある穴へ、長さ10cm程の木栓を差し通し、この柱を固定する（写真7）。手順5) 同じ方法で輪板ブロックを順次つないで胴を完成する（写真8）。最後にはめ込む輪板ブロックには端の底板一枚を張らずにおく。手順6) 一応胴が完成したので、輪板とクモ手を接合している木栓を順次締める。一通り締めたら、心棒のクモ手固定楔を順次締めていく。手順7) 手順(5)で述べた輪板ブロックの空いている底板を釘打ちで張り付ける。手順8) 巾6cm、厚み3~4cmの松板を用いて胴の片面にある8本のクモ手を八角形の型にボルト又は木栓で順次つなぐ（写真8）。この梁はクモ手を互いに引き合う形につないでいるのでクモ手の緩みを最少にする働きをする。手順9) 胴の両側のクモ手を厚み2~3cm、巾6cm程の梁でつなぎ、木栓で固定する（写真8,9）。この時、木栓用の穴は現地であける。手順10) 底板を押さえる為、底板

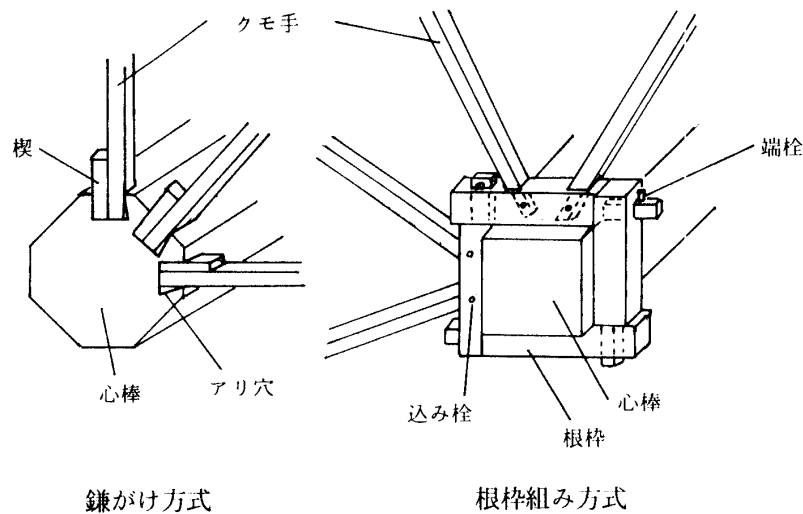


図7. 心棒とクモ手の接合方式  
クモ手は楔で押えられ、あり穴へ喰い込む。木柢は十分心棒へ密着させてから栓をで固定する。

の裏側の両端に、巾3cm、厚み1.5cm程度、長さ1.8mの細木を釘打ちで張り付ける。(写真8)。この添木は使用前に5～6時間は水に浸し、曲り易くしておく。手順11) 胴が完成したので、軸受けに油を差し、胴を廻す。油を差さない前には、キーキーと音をたてていた水輪が、滑らかな音のない回転を始める。

### 精米部の製作

精米部は図1に示すように、心棒、ハネ板、杵、石臼からなる。この部分は水に浸らないので十分乾燥した材料を用いる。ハネ板には羽根の数が三枚か四枚かでその構造及び心棒への取付け方法が異なる。三枚羽根の時、心棒断面を一部三角形に近い形に削り、これに図8bのような木杵をはめる。四枚羽根には二つの取付け法がある。一つは図8aの様に十字字に木を抱き合わせ、これを心棒へ楔止めするもの(写真12)。工作は、心棒に羽根と同じ厚み、同じ巾の穴を貫通させる。これと直角方向に羽根の巾と羽根の二倍の厚みの穴を貫通させる。心棒の中で十字字に羽根を組み、楔を一方向より打ち込んで固定する。この方式は簡単で且つ強度が大きいと云う。第二の方式は、図8cの様に木杵を組んで4つの羽根を作る。この方式は、木製心棒に鉄芯が通っている時等に採用される。

杵には、ハネ板差し込み用の穴及びキネ先き差し込み用のあり穴を開ける(図9)。し

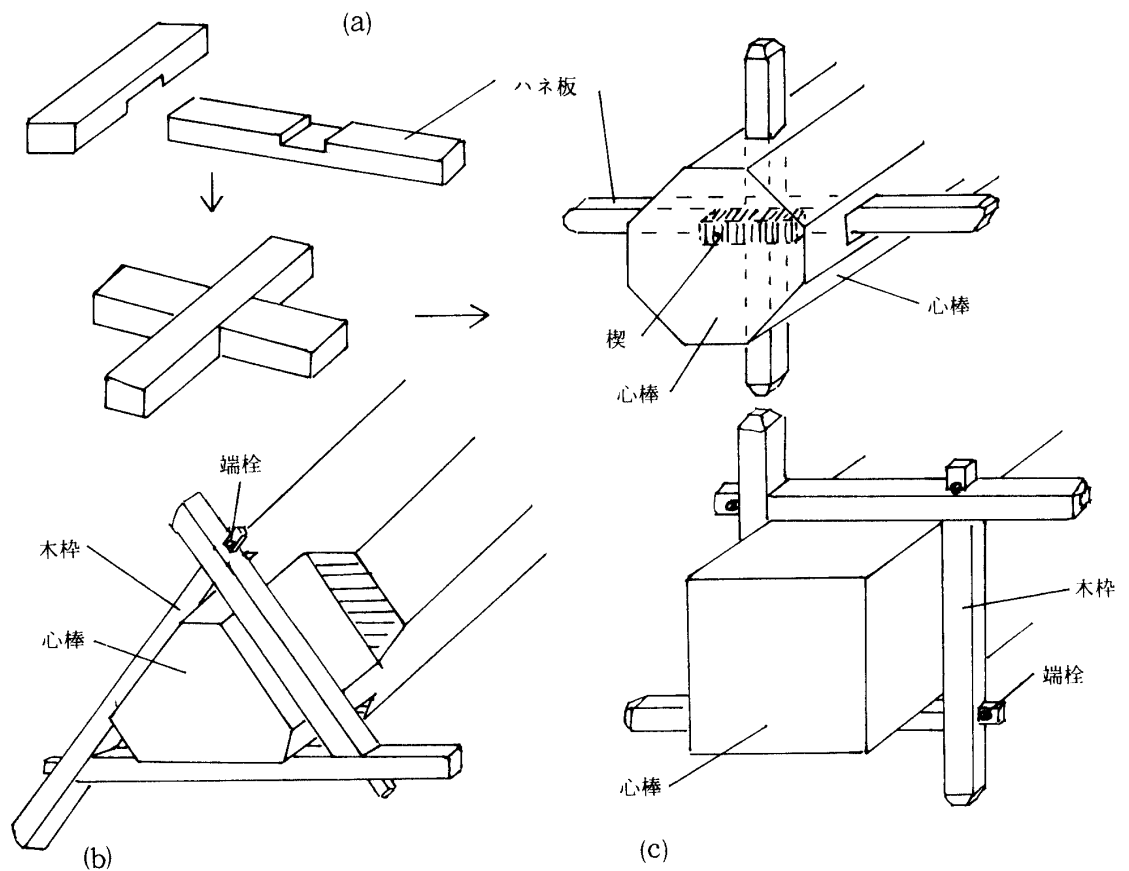


図8. 羽根板の心棒への取付け方式

- (a)十字楔止め方式 (b)三本木杵止め方式  
 (c)四本木杵止め方式

かし、杵先は現在では写真2の様な鉄棒を杵の先にかぶせるので使用しない。なで棒は図9の様に楔で止める。

精米部の組み立てはまず1) 杵通しを支える垂直柱を組み、これに水平柱を組みこの上へ軸受けをのせる。2) ハネ板になで棒が当る位置へ杵と臼をいける。搗臼が既にいけてある場合には杵通し用の穴及び心棒へのハネ板取付け穴は現物に合うように現地であける。3) 杵を杵通しへ入れ、なで棒を杵へ楔止めにする。

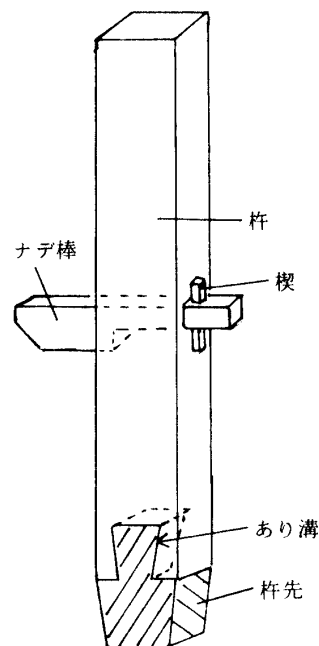


図9. 杵の工作

### 3. 1. 2 平元治氏の方法（勝央町黒坂）

平元治氏は二代目の水車大工である。岡山県でも水車が数多く使用されていた加茂町で父親が水車関係の仕事を行っていた。大正12年前後が木製精米用水車の最盛期であった。1, 2年の間、父親と一緒に仕事を行ったのが、水車とかかわった始めだと云う。その後、神戸の三菱電機で電気工作と金属工作の仕事に従事し、戦後、岡山へ帰り、水車製作を行うようになった。現在迄、50年間、70台以上の木製水車や、歯車を作ってきている。岡山県での最大級の水車である製材用水車（勝田町）や線香製造用水車（加茂町）も平氏の製作である。最近は観賞用水車をよく依頼される。この場合、構造は必ずしも使用に十分耐える作りではないが、飾りを多く付け、見栄えがするような形に作ると云う。以下、順を追って実用水車の製作手順を述べる。

#### 輪板の材料

材質は松、特に肥え松がよい。肥え松とは30~40年間成長した松の中で油が乗って赤茶色になった松を云う。肥え松の中でも湾曲した幹の部分の材料として使用し、木の目が幹の曲りに沿って伸びている部分を利用する。中でも、あて目の部分は最高の材質である。

あて目と云うのは図5に示す斜線の部分の幹である。松は斜面に生えると上向きに曲がって成長する。この曲りの外側の部分には枝を上へ引っ張り上げる力が働くので、木目は常に収縮しようとする性質を持つ。この木目の部分へ楔を打ち込むと楔は圧縮される力を受ける。この特徴は他の幹の部分にはない性質で、水に対しても特に強い。このような松の産地は岡山県では北房町、美星町等広島県境の地域である。この種の材料は以前には先山師や製材所からの情報で入手可能であったが、最近では、山を歩いてこの種の松を見つける人が減ったので入手しにくいと云う。山で見つけた木材は、大きい原木の場合には、木挽きにより適当な大きさに現地で切断し、後、製材所で帯のこにより目的の大きさに切断する。帯のこは昭和20年以後使用されるようになった。それ以前には手斧で削り出した。

材料の中で輪板やクモ手等、水に浸る部分を作る木材は乾燥無しで工作するが、杵や杵通し等水にふれない部分の材料は曲りや縮みを除く為、2～3年の乾燥後工作に使用する。

### 輪板の工作

輪板の工作は次の手順で行う。輪板の枚数は6つぎ、7つぎ、8つぎのどれかを採用するが、7つぎは縁起をかつぐ人々に採用し、普通は6つぎか8つぎである。6つぎは大きな動力を必要としない水車に採用し、水輪の直径は大体4 m以下である。8つぎは大出力の水車に採用し、最も多く用いられる。

輪板は目的の弧に近い曲りを持った松材に弧の形を墨入れし、鋸で大方の型取りを行う。仕上げは鉋で行うが、鋸での切断を上手にしないと後の手間が大変と云う。この鋸は一尺程度の長さのものを使用するが技術を必要とする。

切断した輪板には木栓を差し込む穴と尺板取付け溝を付けて一枚の輪板を完成する。この一枚をもとに全く同じものを必要な枚数だけ作る。次に二枚の輪板の間に尺板を栓止めしこれに底板を張る。底板はクギ止めとする。栓の材料は栗、樺、延寿等を用いる。栗でも渋の多い堅木を用いるが、これは材木市場で選定する。このようにして、6つ又は8つの輪板ブロックを作り胴の完成となる。

### 心棒の製作

心棒の材料には樺を用いる。樺は腐りにくく、堅いからである。軸受けに接する部分の心棒断面は丸である。6つぎで胴を作る場合、クモ手が差し込まれる部分の心棒断面は六角形とする。心棒の直径は最底で6寸(20cm)角を用いる。この角材を手斧(写真4)を用いて六角断面に削り出す。8つぎの場合には八角形に削り出す。この心棒に、クモ手接合穴を開ける時は、つきのみを使用する。羽根板を固定する場合も同様である。

軸受けにも、樺を用いる。樺は目が粗く、油がしみ込み易いので、一度油を差せば、しばらくの間は油が軸受け内に保持される。油の種類は、以前は、えご油やなたね油を用いたが、戦後、灯油となり現在は機械油を用いる。鉄製の軸受けは大正5年頃から使用され始め鍛冶屋が製作した。

### 心棒、クモ手、輪板の接合

クモ手は所定の寸法に製材所で切断し、これに栓取付け用の穴と心棒との接合用加工を図5bと同様に行う。クモ手と心棒の接合には、図7に示すような二種類の方法を用いる。第一の方法は心棒にクモ手の数だけ穴を開け、これにクモ手を差し込んで楔止めする(写真9)。穴の深さはクモ手の太さと同程度の寸法である。楔は滑りを少なくするため、表面を滑らかにせず、削らない状態で使用する必要がある。又楔は長目に作り、打ち込んでから丁度よい長さに切断する。この理由は、木は部分部分で固さが異なり、打ち込んだ時、楔の入る深さが異なるからである。最初から、一定の長さの楔では打ち込んだ後、外に出ている部分が不揃いになってしまう。この事は、図面通りの寸法で材料を切断したのでは目的の製品が出来ない事を示している。平氏は、この点が図面を使用しない理由の一つと云う。第二の方法は根柢組みと呼ばれて大型の8つぎによく採用され、強度も大きい。心棒には穴は開けず、図7b(写真10)の様に心棒へ木柢を密着させ栓で固定する。この木柢へクモ手を差し込み栓止めする。木柢の太さは大体10cm×10cmで材質は松を用いる。

輪板ブロックとクモ手の接合は図6の様に行う。二つの輪板ブロックの端を重ね、これへクモ手を重ねる。クモ手を外側にし、輪板二板とクモ手とに木栓を貫通させて接合する。クモ手の緩みを防ぐため、クモ手同志は梁でつなぎ、木栓で固定する(写真8,9)。梁には6cm×6cm程度の松の角材を用いる。

### 精米部の製作

羽根板やなで棒は檜や檜を用いる。柢には檜又は赤かべを用いるが、檜の方が良いと云う。大きさは大体の重量から計算する。柢の重量は精米状態の大切な要素であり、巾3寸～3寸1分(≈10cm角)、長さ7尺5寸～8尺(2.3m～2.5m)で大体8貫目(30kg)となり必要な重量となる。

羽根板は4枚を原則とし図8と同様な十文字楔止め方式か、四本木柢組み方式を採用する。柢先きには松か檜を用いる。柢の先端に図7の様になり穴を掘り柢先きはありぼとする。最近はその様な柢先きを用いず柢の先端に直接鉄柢をかぶせる。柢を支える柢くぐりは松を用い、接触による柢の摩耗を防ぐ。

### その他

工作で注意することは、手際よく工作すること、つなぎの部分はなるべく厚手の材料を用いること、乾燥してはいけないものは後から工作する事等である。水車の中では上げけ方式が一番力が強く、中がけ方式(流し車と云う)では水流の落差を大きくとり、しかも底樋と呼ばれる補助樋(図10)を作って水を有効に利用する。特に中がけ方式で問題となるのは、尺の中に空気を入れないことである。尺の中に空気が入ると水中から出る時、逆向きの力が働いて回転を防げる。バケツを逆さまにして水から出す時出にくいと同じ理由である。

製作日数は1日8時間働いて25日以上の日数を要する。水車の価格は(大工の一日の手間賃金+特別料金)×労働日数+材料費+諸経費で計算する。

### 3. 1. 3 駒牧朋久氏の製作方法（奥津町河内）

駒牧氏は大工としての修業を大正11年に始め、現在迄、10台以上の水車を始め、大八車、歯車、鳥居、鐘楼等の日本の伝統的な木造物を数多く造ってきた。これらの中では鐘楼と鳥居とが尤も難しい工作を必要とするが、水車も難しい方に入ると云う。

#### 輪板の製作

材料には松を用い、輪板の弧に見合った幹の曲がりを利用する。この松材の入手は製作に用いる木型（写真4）を山へ持っていき、通した曲りの幹をもつ松を見つけ、山主から買入する。最近では、山を歩き材料を探す大工がほとんど居ないので良い松材の入手は難しい。

輪板は6枚又は8枚で一つの円を作るように切断する。この型取りは、写真4の木型を用いて鋸と鉋とで仕上げる。木型には輪板の輪郭や木栓を通す穴の位置、尺板の位置等が墨で描かれている。物指しを用いないのは、清水氏と同じ理由による。又、同じ形の水車を作る時は木型を用いた方が仕事が早いと云う。型取りした輪板を二枚一組とし、これに底板、尺板を楔と木栓で取り付ける。使用する栓の材質は十分に乾燥した延寿を用いる。この木は成長は遅いが堅く弾力があり木栓として最高の材質である。

尺板の取付け角度は、上げ方式では水を多く受ける必要があるので急角度（大体 $\alpha \approx 30^\circ$ 、図5d）にする。中がけ方式は尺に入った水が回転の妨げとならない様、 $\alpha \approx 55^\circ$ 位にして早く水を外へ逃がす。特に水量が豊富な場合、底板を一部張らずにおき、ここから水を外へ逃がす（写真10）。この様にしないと、心棒とクモ手のつなぎ部分がねじ切れてしまうと云う。この様にして同じ大きさの輪板ブロックを6つ又は8つ作る。

#### 心棒の製作

心棒の材料には翌檜が最適である。翌檜は水に強く、木目が真っすぐで、松、檜、樺に優ると云う。心棒の断面の形は、軸受けとの接触部が丸、水輪とのつなぎの部分は四角型、六角形、八角形であり、杵稼働部分は六角形か八角形である。この形への削り出しは製材所から持ってきた角材に斧（写真4）を用いて行う。八角形は角材の角を落すだけでよいが、六角形は図5aの様な面取りを行うので工作の中でも難しい作業の一つである。軸受けと接触する心棒の部分には鉄棒をはめる（写真11,12）。この鉄棒は大正初め頃に既に用いられており、鍛冶屋の製作で鑄鉄のズクだと云う。ズクは排材を溶かして作った鉄材である。はめ込みは、木が燃えない程度に鉄を熱して柔らかくして行う。軸受けは檜で作るが使用時間と共に摩耗するので、時々交換する。

#### 心棒、クモ手、輪板の接合

心棒とクモ手の接合は水輪直径の大小により方法が異なる。直径の大きくない水輪の場合〔大体3.6m（12尺）以下の時〕は、六角形又は八角形断面の心棒の各面にクモ手の指し込み穴を開ける。穴の深さはクモ手の太さと同程度の寸法とする。クモ手の心棒への固

定は図6と同様な方式で行い、楔を用いる（鎌がけ方式）。水輪の直径が15～16尺（ $\approx 4.5$  m～5m）以上の場合、クモ手の数が12本から16本必要なので、心棒へ穴を開けると強度が小さくなる。従って、穴を開けず、四角柱の心棒に木杵を密着する形に組み十分木槌で木杵を寄せた後、木槌で締め固定する（根杵組み）。心棒の数が多くなると取付け角度の計算が難しいので紙の上へ実物に近い図（製作図）を描き角度を割り出す。特に12本の時は根杵の交点へクモ手が入る為穴開けは難しい。輪板とクモ手の接合は図6cに示す様に、クモ手に切り込みを付け、ここへ2枚の輪板の端を重ねてはさむ（挟みづけ）。木杵を、輪板とクモ手とに貫通させて、杵止めとする（写真9）

#### 杵、なで棒、ハネ板の製作と接合

羽根板は心棒断面の形に拘らず、4枚羽根とする（写真12）。このハネ板は巾5～8cm、厚み3～5cm、長さ50～60cm程の櫛の板2枚を組み合わせて作る。心棒への固定は図8aと同様な十文字楔止め方式による。

なで棒には櫛を用いる。杵に開けた穴へ、なで棒を通し、楔止めにする。又杵先きはじめ込み用のあり穴を杵の先端部へあけておく（図9）。杵先きにはほうの木を用い、その固定は杵の先端のあり穴へ横から杵先きを打ち込み、楔や杵は必要としない。

#### 2. 1. 4 安東省氏の製作方法（津山市沼）

安東さんは三代目の水車大工であり、父親と一緒に仕事をして製作方法の多くを受け継いできた。父親の時代には70台以上の水車の仕事を持っており、安東さんはこれ等の修理や作り換えを主に行ってきた。作り換えの場合は以前の水車と大体同じ型、寸法の水車を作ることになる。その理由は水輪の寸法や巾がなで棒や羽根板の高さと関係するからである。水輪の大きさは精米部の寸法に見合っているので一部分を以前と異った寸法や形式に変える事は出来ない。何となれば、通常樋の位置は決まっているので水輪の直径を変えればなで棒取付けの高さや軸受けの高さを変えなければならず、又、水輪の巾を変えれば回転速度が変り、羽根板やなで棒の長さを変えないと杵が具合良く上下動をしなくなるからである。

#### 水輪の大きさ、巾、回転方式の決定

一般的に、水の少ない所では上がけ方式を採用する。尺板の角度 $\alpha$ （図5d）は小さく取り、水の貯りを大きくする。又水輪の巾は小さめに取る。水の多い所では中がけ方式とし、尺板の角度 $\alpha$ を少し大き目にする。底板は尺底の半分程を張り、空いている部分から水が外へ逃げないようにする（写真9,10）水を外へ逃がさないと尺の中に入った空気が水車に小さな振動や音を発生させよくない。

#### 材 料

心棒、輪板、クモ手、根杵等水に浸る部分は水に強い松、特に肥え松、中でも木目の詰んだものを用いる。肥え松は色が赤味を帯び油が乗っている。最近では、この松材は製材所

に仲々入荷せず、入荷しても極めて高価である。特に輪板は松の曲った幹の部分を用いるので入手が難しい。杵、軸受け、なで棒、羽根板には檜を、杵先きにはほうを用いる。杵先きは精米時に米をくずさないよう、柔らかい木材が適している。楔には栗、栓には竹等を用いる。

### 輪板の製作

輪板は六つぎか八つぎの方法で作る。まず、目的の弧に近い弧を持った一枚の輪板に、糸を用いたコンパスで弧を描き、指し金と木型とを用いて、尺板の取付け溝や、栓用の穴の位置へ墨入れする。尺板間の間隔は水輪のどの部分でも同じ寸法にするので、輪板の両端での尺板取付け位置には注意を要する。このようにして写真1又は4の様な型取り用の輪板一枚をきっちり作る。この輪板を使用して、同じ型の輪板12枚を作り、二枚一組として輪板ブロック6つを組み立てる。

輪板ブロックの接合は現地で行いクモ手を用いて図6cの挟みづけ方式で接合する。輪板同志が重なる部分の輪板の厚みを $\frac{2}{3}$ 程に削り、この部分を重ねて、これをクモ手の溝に入れ、木栓を貫通させて止める。

### 心棒の製作

心棒の断面の形は、両端及び軸受けとの接触部分では丸、他の部分、即ち、クモ手との接合部分及び精米部では、鎌がけ方式で且つ6つぎの時には六角形、同じく8つぎの時は八角形、又、根棒組みの場合にはクモ手の取付け部は四角形、精米部は鎌がけ方式の場合と同形である。

心棒は角材を製材所から買入し、電気鉋を用いて六角形断面又は八角形断面へと削り出す。この場合、必要な部分のみ鉋をかけ、他はなるべく削らない様にする。次に、クモ手を差し込むあり穴(図7)及び羽根板用の穴(図8a)を開ける。

軸受けと接触する心棒の両端には回転をよくするため、鋳鉄で作った写真11,12のような鉄棒をかぶせる。取付けは鉄棒が割れないよう、あらかじめ暖めてから行う。この両端の鉄棒中心が木製心棒の中心に入ることが回転を滑めらかにする決め手であり、難しい工作の一つである。

木棒組みの場合(根棒組み)、木棒には厚み $\frac{1}{3}$ のほぞを付け図7の様に組む。クモ手差し込み用の穴を木棒に貫通させて開け、クモ手を差し込んで栓止めにする。クモ手用の穴は八つぎの場合、木棒の各面に2つつ規則的的角度であける。六つぎの場合には組まれた四角の木棒に六つの穴を等間隔角度に開けるので位置の割り出しが難しい。クモ手の固定を木棒(根棒組み)にするか、差し込み(鎌がけ)にするかには特別な理由はない。

### 組み立て方法

まず、心棒を軸受けに乗せ、根棒を心棒の所定の位置へ取付ける。次に、全てのクモ手を根棒の穴へ差し込み栓で固定する。輪板ブロックを次々とクモ手へ固定していく。この時、締め付け方の強さが難しい。使用時に水を含むと、膨張するので、締め付けが強いと



割れたり、ひびが入ったりする可能性があるからである。

**杵、ハネ板、なで棒、杵先の製作**

ハネ板は十分乾燥した檜を用い図8aと同様な方法で心棒へ取付ける。ハネ板の数が多くなる時、写真13の様に取付け位置をずらせて、心棒に加わる力が一様になるようにする。

**その他**

製作時間は大雑把には、一尺一人と云われ、15尺の水輪なら一人が1日12時間程働らいて15日間で仕上ると云う意味である。実際には、これ以上の日数が必要である。

**3.2 鉄製水車の製作技術**

岡山県での鉄製水車は昭和時代初期に既に作られているが、数多く作られるようになったのは昭和20年以降であり、新見市、高梁市、又、加茂川町や賀陽町等岡山市の周辺部でも多く用いられた。製作を手掛けた鍛冶屋や鉄工所もこの地域に数多く分布している。図2に鉄製水車の概観を示す。構造は胴と心棒、精米部とに大別できる。通常、杵や回転石臼用歯車は木製なので、鉄工所では心棒と胴及び羽根板固定部を作製し、残りは水車大工が担当する。以下異った地域の鉄工所での製作方法を見てみよう。

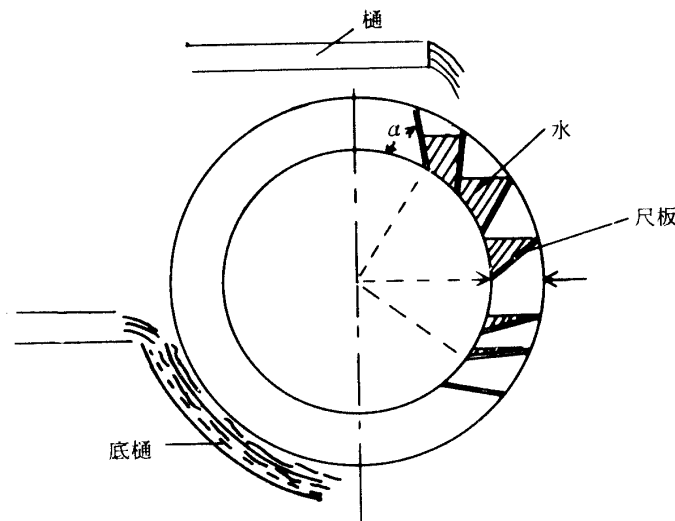


図10. 上げ鉄製動力用水車の回転力の計算

斜線部は水の貯っている部分を示し、破線部に入る尺の体積から回転力を計算する。左下の中がけ方式の樋は底樋を説明する為の図で計算とは関係ない。底樋は輪板に密着した樋で、流水を輪に沿って流す。

**3.2.1 西村鉄工所（現朝日工業）（西村清氏、新見市高尾）の製作方法**

西村氏は鉄製水車を昭和25年頃から作り始めた。この理由は、1) 新見市あたりで鉄板がこの頃入手し易くなった、2) 新見市周辺は山の木材が木炭車等の燃料として切り出され、良い木材の入手が難しくなったこと等にあると云う。鉄工所での電動工具は電力需要

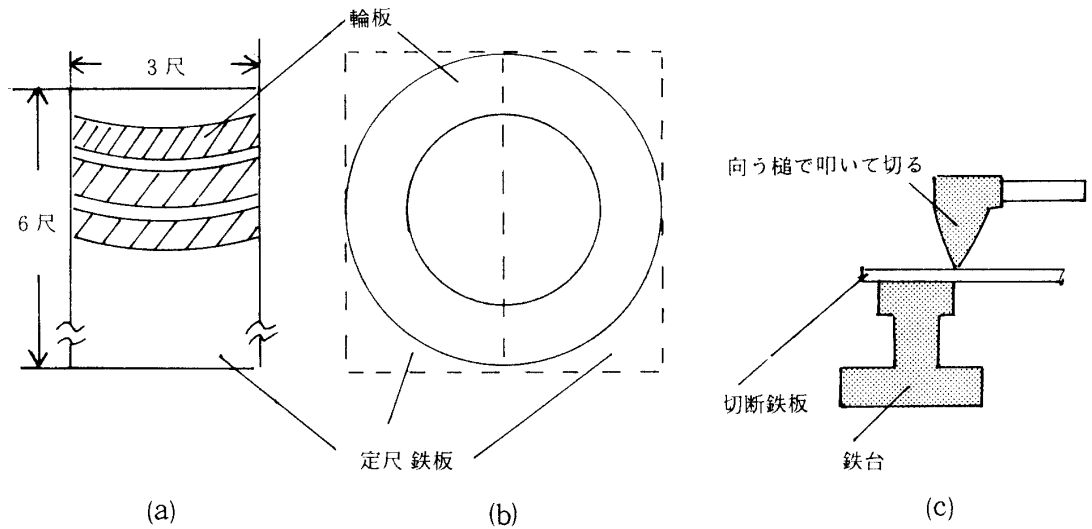


図11. 定尺鉄板からの輪板切り出し方法と切断の図  
 a) 一枚の鉄板から短い輪板を切り出す場合。  
 b) 二枚の鉄板から輪板を取る。  
 c) 鉄板の切断法

のよくなったこととも関係し、昭和35年頃から使用され始めた。水車は次の手順で製作される。

#### 水輪の大きさと回転方式の決定

回転方式には上げ方式、中がけ方式、下げ方式がある（図3）。上げ方式では、水輪の生じる回転力は尺に貯まる水の重量から計算され水の流れの勢いによる力は計算には入れない。例えば、尺の巾30cm、深さ18cm、尺板間距離25cmの時、一つの尺に図10の斜線部の水が貯まるとその体積は  $[(30 \times 18 \times 25) / 2]$   $\text{cm}^3$  と計算され、水の貯まる尺の数（図10の斜線部）を乗じて水の全重量を求める。回転力は（水の全重量  $\times$  水輪の半径）で割り出される。

尺板の輪板への取付け角度は、上げ方式の場合、円周接線に対して  $\alpha \approx 50^\circ$ （図10）に取る。理由は、木製水車と同じく、水が尺に十分貯まるようにする為である。中がけ方式の場合も同様の考えで回転力を計算するが、水の貯まる尺の数が少いので、回転力は上げ方式より小さくなる。尺板の取付け角度は  $50^\circ$  より大きく取る。下げ方式は水流の勢いで水輪を回転するので、水流と直角に尺板を取付ける。尺板とぶつかった水は外へ逃がし、回転力の妨げになることを避ける必要がある。従って底板は張らない。

水車に要求される回転力  $L$  は次の様に計算される。即ち  $L = (\text{動かす杵の重量}) \times (\text{杵の数}) \times (\text{羽根板の長さ})$  である。回転力は樋からの水量にも依存する。樋の巾は水車の巾と大方同じ巾とし、樋の水落下口は上げの場合水輪の中心より30cm程前方へ出す。以上、大体の計算が出来たら、次はいよいよ材料の切断である。

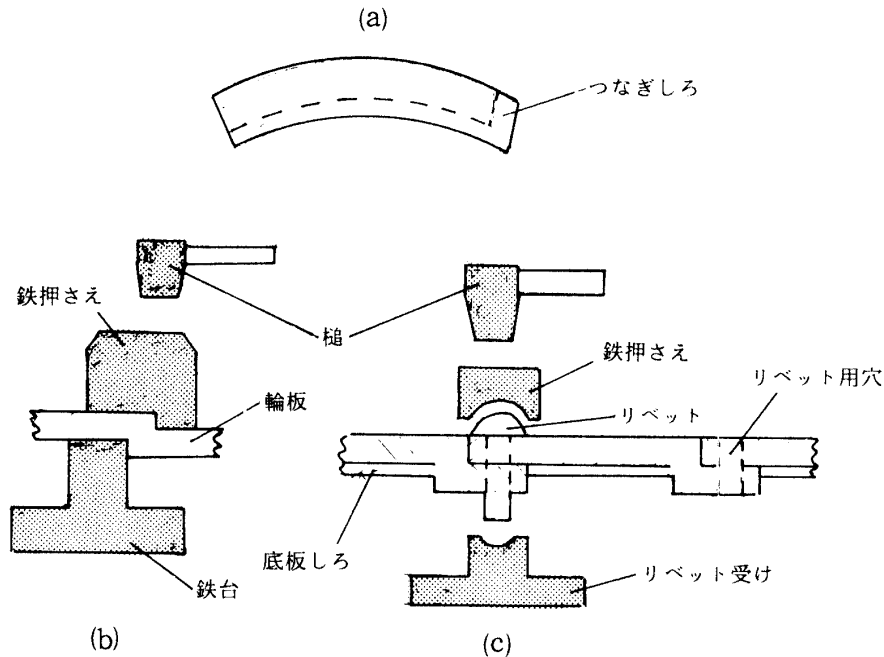


図12. 輪板の加工  
 (a)輪板の曲げしろ  
 (b)曲げ方 (c)接続法

### 輪板の製作

定尺の鉄板（大きさ90cm×180cm）に水輪の曲率に合わせた曲線を図11aの様に毛書きで引き、この線に沿って切断する。鉄板の切断には昭和35年頃迄は、たがねを使用した（写真14）。切断できる鉄板の厚みは2.3mmであった。その後、ジグソー（電動往復振動鉄鋸）が使われ、昭和60年頃からプラズマ切断器（電気放電式切断器）が使用されている。たがねによる切断は図11cの様に、切断部分を鉄製台の端に乗せ、一人がたがねを支え、他の一人が鉄槌（写真14）でこれを打つ。毛書いた位置以外の所に槌を落とすと鉄板に傷が付き、材料を駄目にしてしまうので打ち方（先がけと云う）は経験の豊富な者が担当する。打ち方の技術の習得には3年の年季が必要である。

水輪は直径3mの場合、片側10枚の輪板（図12-a）をつないで円環を作る。各輪板にはリベット差し込み用の穴を開け、他の輪板、底板、尺板、クモ手を接合する。輪板の接合は図12-cの方式で、底板の接合は図13-aの方式で行う。用いるリベットは、予め灰で赤熱し、鈍して柔らかくして用いる。リベットを図12-cの鉄押えで押え、鉄槌で10回程たくくとリベットの先端が鉄押えの内部一ぱいに膨らみ所定の形へと変形する。

底板は輪板の曲げしろ（図12-a）にリベット止めする（図13-c）。尺板は火造りにより目的の角度 $\alpha$ に曲げる。これを底板及び輪板にリベット止めし、輪板ブロックを作る（図13-d）。この様に作った尺は、輪板や底板との合わせ目に隙間を生ずるので、大豆と綿とを叩いて作った粘土状のものを詰める。

### 心棒とクモ手の接合

クモ手にはL型鉄アングルを用いる。次にこのアングルと同じ巾の溝を鉄骨に付け、これを厚み10mm、直径30cm程の円板にリベット又は熔接止めする(図14 a)(写真15-17)。この円板と肉厚鉄製円筒(ボスと呼ぶ)を図14 b, c, dの様子にリベット又は熔接止めする。次に鉄骨の溝にL型アングルの一端を差し込み、他端を輪板ブロックへリベット止めして水輪が完成する。

心棒には直径50mm程度の心棒用鉄材SS41を用いる。この心棒へのクモ手の接合は図14の様なスペル止めと呼ばれる方法で行う。即ち、心棒外周とボス穴の外周に巾10mm、長さ5cm程の溝(キー溝と呼ぶ)を掘り、この溝に図14 bの様子に巾10mm、長さ5cm程の長方形鉄柱(キーと云う)を差し込んで止める(写真15)。キー溝を掘るにはたがねを用い大方半日が必要である。これで水輪と心棒の取付け部が完成したので、いよいよ組み立てに入る。

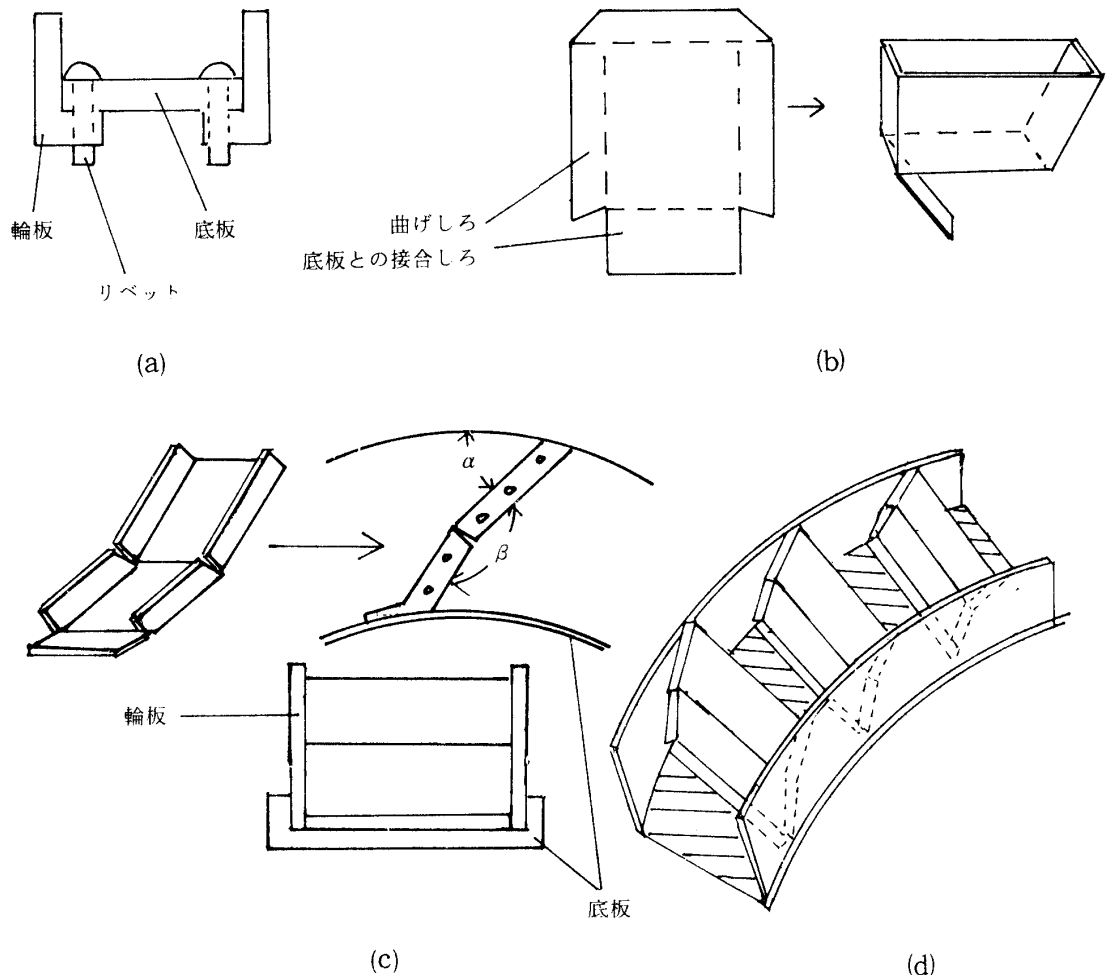


図13. a) 底板の加工 b) 尺板の加工  
c) 輪板への取付け d) 輪板ブロック

### 水輪の組み立て

部品の運搬には昭和20年から30年頃には牛車を用いた。その後自動車に変わった。組立てはまず軸受け支え台及び軸受けを小屋の外、内及び小屋の壁に設置する。軸受けには檜又

は図15 a に示す鑄鉄製軸受けを用いる。心棒に水輪をはめ込み、次に軸受け通す。直径の大きい水輪の場合は二等分して作り、現地でこれをリベット接合する。

**精米部の製作**

心棒が小屋内部迄通して作られている時、鉄心棒への木製羽根板の取付けが必要となり、鉄工所がこれを担当する。精米部の心棒が木製の時、水輪と接合している鉄心棒を、この木製心棒へ打ち込んで一体とする。

羽根板の心棒への取付けは次の手順で行う。(1)まず十文字又は三角形、四角形等の鉄板に羽根板を通す溝を持つ鉄骨を取付ける。(2)この溝に羽根板をボルトとナットとで固定する(写真18~21)。溝を持つ鉄骨を取付けず、鉄板に直接ボルト止めする場合もある(写真21)。(3)次に図14と同様な方式で、鉄板の中心にボスを熔接又はボルト止めする。(4)ボスをスペル止めで心棒へ接合する。

**製作に関する注意、その他**

以上述べた方法の中で良い水車を作るには次の点に注意する。第一は、寸法のきちっとした見積りである。例えば、尺の取付け角度、水輪の巾の寸法等。第二は、リベット接合

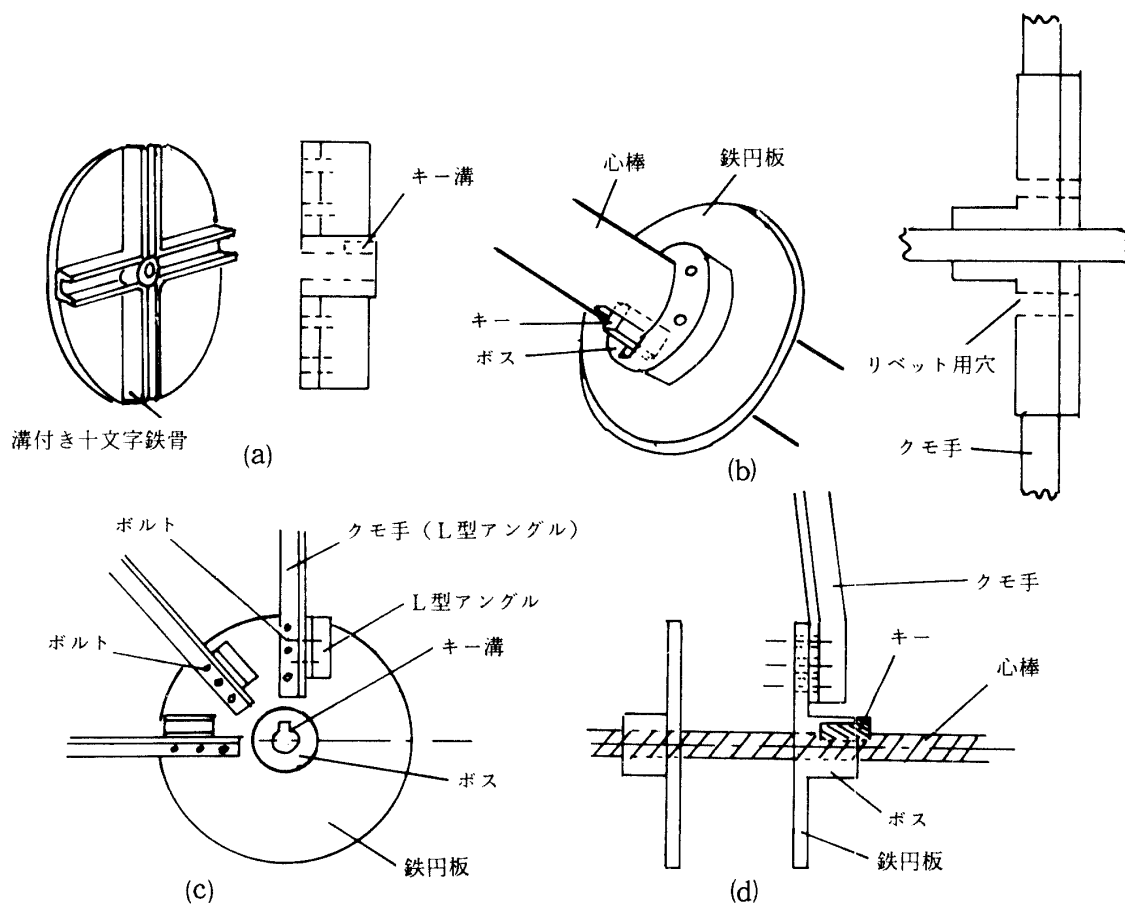


図14. クモ手の心棒への接合法

- a : 溝付き鉄板
- b : 心棒とボス (キーとキー溝による固定)
- c : 鉄板へのクモ手の接合
- d : 接合見取図 (スペル止め)

の際、水輪が円形から歪まないように工作することである。製作時間は二人がかりで約一ヶ月必要であり、手間賃は昭和26年当時、1日100円として一ヶ月3千円、これに材料費、設計料等を含むと大体一万円の水車代金となる。当時は見習い工員の日給が30円、一人前の職人で70円であった。

### 3. 2. 2 小宮山鉄工所（小宮山健次氏、高梁市）

小宮山氏は、祖父の代迄、刀を作っていた高梁松山藩時代からの刀鍛冶の家に生まれた。昭和30年頃から約20年間に20台以上の鉄製水車を父親と一緒に手掛けてきた。しかし、鉄製水車の製作に刀鍛冶の技術は直接には反映されていないと云う。以下に小宮山氏の製作方法を述べる。

#### 輪板の製作

厚み1.6mmの定尺鉄板に図11の様に輪板の曲率に合った円を直接描き、4つ、6つ又は8つに分割した輪板を取る。この切断には初期の頃、押し切りを用いた。押し切りとは二つの刃で鉄板を挟み、上の刃が鉄板を噛み切るものである。昭和35年頃迄には帯鋸を使用するようになった。

輪板の寸法は、以前に用いられていた木製水車と同じ寸法とした。切断した輪板は2枚一組として底板を接合する。次に図13cの様に曲げた尺板を輪板に接合する。この接合には、以前はリベットを用いたが、後には熔接止めとなった。

尺板の曲げ角（図13c）は、一般的に水量の豊富な土地で採用される中がけ方式では、尺に入った水が外へ出易い様に $\alpha$ を大きく取る。上がけ方式では、水を尺の中に長く保持する必要があるので、 $\alpha$ を小さく取る。下がけ方式の場合 $\alpha=90^\circ$ 、 $\beta=180^\circ$ とする。この尺板の取付けにより、図13dの様な輪板ブロックが出来る。次に輪板ブロック同士をつないで胴をつくる。これ等のつなぎは、昭和30年以前にはボルト、ナットを用い、以後は熔接を用いた。

クモ手には巾4cm程のL型鉄アングルを用い、これを胴と接合する（写真15,16）。

#### クモ手と心棒の接合

クモ手を心棒へ取付けるには、厚み1cm、直径50~60cmの鉄円板を用いる。この鉄円板には中心部へボスを熔接する。このボスには予め、キー溝を掘っておく。円板上には長さ10cm~15cmのL型鉄アングルをクモ手の本数だけ熔接する。クモ手はこのL型アングルにネジ止めし、さらに鉄円板にも直接ネジ止めする（図14c）。クモ手は輪板にも接合する。きちっと密着させる為、図14dの様に取付け部を少し曲げてネジ止めする。L型アングルの切断には鉄鋸を用いていたが、後にはガス切断器を使用するようになった。クモ手の心棒への接合はボスを心棒へ差し込んでキーを用いて固定する。心棒へのキー溝の工作は、鉄鋸で溝をつけた後たがねで仕上げる。

#### 木製ハネ板と鉄製心棒の接合

ハネ板は3枚又は4枚で、木製の場合が多い。これを鉄心棒へ接合するには、厚み10mm程の三角形又は四角形の鉄板を利用する。三角形の鉄板の三方向へ長さ30cm、巾8cm程のL型アングルを熔接し、中心部へはボスを熔接する。ボスと心棒にキー溝を掘り、キーをキー溝に差し込んで心棒へ固定する（参写真18）。L型アングルに木製羽根板をボルトナット止めする。

### 3. 2. 3 浜田鉄工所（浜田昇氏、高梁市）の製作方法

浜田鉄工所では昭和30年頃から約10年間、10台以上の鉄製精米用水車を作ってきた。浜田氏は父親が中心となっていた水車製作を手伝っていたので、製作方法の細部迄精通している訳ではないが、大方は記憶している。製作は従来使用されていた木製水車を鉄製に変える形で行われたので、回転方式や寸法等、ほとんどは以前使用されていたものを踏襲して製作した。この理由は、安東氏が述べているのと同じ理由による。高梁市周辺は、谷が深く、上げけ方式が大部分であった。昭和30年頃から高梁市でも鉄板の入手は容易となり、熔接もよく用いられるようになった。これ等のことが鉄製水車の広まりを高めたと云える。

#### 輪板の製作

2～3mmの厚みを持つ定尺の鉄板に、例えば直径3.6mの円を巾20cm程で描き、この線に沿って電動ハンドシャー（電動押し切りとも云う）を用い、切断する（図11b）。ハンドシャーはモーター駆動で上刃が動き鉄板を噛み切るものである。切断した輪板は円の1/4又は1/8である。これを二枚一組として、間を尺板で間仕切り、底板を張る（図13a, d）。尺板は図13cの型に曲げるが、この工作には型を用いて、各尺板を同一の曲がり揃える。曲げの角度 $\beta$ （図13c）は、上げけ方式では水を多く貯める必要から、小さ目の角度とし、中がけ方式では幾分大き目に作る。接合には熔接を用いる。この様にして仕上がった輪板ブロック（図13d）を接合し、胴を作る。接合は輪板ブロックの端同志を重ねずに熔接する。この方法は「つき合わせ」と云い、つなぎしろは作らない。クモ手には、40～50mm巾、厚み3mm程のL型鉄製アングルを用いる。L型アングルの切断には、グラインダー（切断用砥石）を用いる。クモ手の一端は輪板に固定され、他端はボスを用いて心棒へと取付けられる（図14d）。これ等の取付けには熔接を用いるが、熔接時にクモ手の長さが不揃いにならないようにすることが大切である。この為、えび万力でクモ手を所定の位置へ固定し、ボスを心棒へ差し込んで、使用する時と同じ状態にしてから熔接を行う。この中心出しは難しい作業の一つである。

#### 心棒とハネ板の製作

心棒の材料は当時よく用いられていた鉄材SS41を用いた。心棒の太さは、30～40mmで、これに、キー溝を掘る。この工作はたがねで行う。一方、ボスの整形には旋盤を用いた。軸受けはベアリング付きの鉄製のものであった。

ハネ板の心棒への接合は、溝の付いた鉄製十文字板を心棒へ直接熔接し、この溝へ木製

ハネ板を差し込んでネジ止めする。

### その他の注意事項

鉄製水車になり変化した点として、水車の回転が滑らかになったことが上げられる。水車の価格は現在の金額で30万円位、製作日数は1週間程、水輪の設置には3本柱のチェーンブロックを用いて1日が必要である。

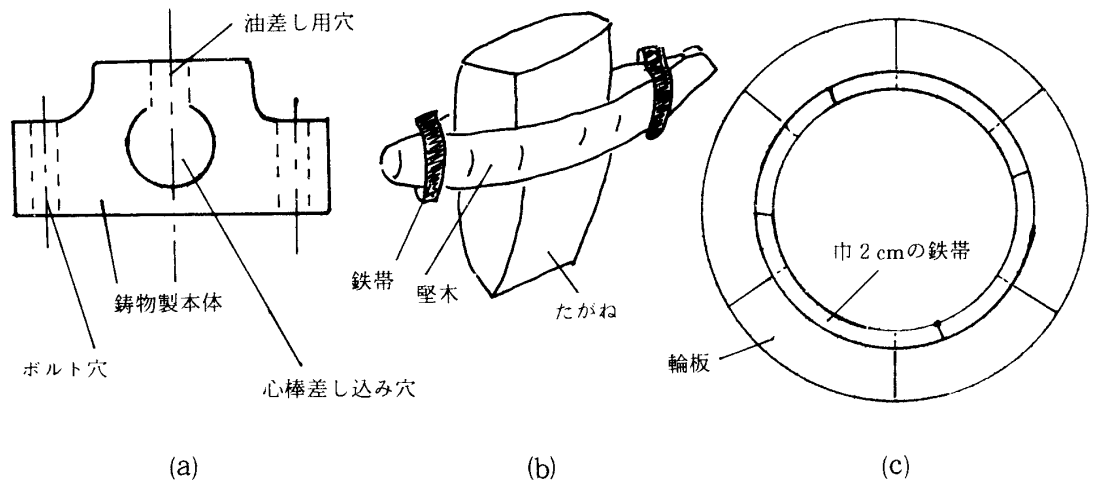


図15. (a) 鑄鉄製軸受け, (b) たがね, (c) 鉄製輪板のつなぎ方 (つき合わせ)

### 3. 2. 4 宮本豊秋 (かんあき) 氏の方法 (加茂川町尾原)

宮本薫さんは父の豊秋氏を手伝って水車製作に参加していた。豊秋氏は大正8年から鍛冶屋を開き農具や刃物を作っていた。水車を手がけたのは昭和10年位からで、昭和20年代に数多くの鉄製水車を手がけた。総計で50台以上の水車を製作した。製作方法は自分の持っていた鍛冶の技術と工夫とであった。仕事場の床は木張りで、そこに幾つかの大きさの水輪の図が描かれていて、これに合わせる型で水輪の形取りを行った。戦前、加茂川町では鉄は岡山市から馬車で運搬した為、必ずしも安価ではなく、又工作道具も手動であった。昭和21年にはドリルも手動から電動へと変り、鉄の価格も安くなったと云う。

#### 輪板の製作

定尺(90cm×180cm, 厚み1.5mm程)の鉄板に糸を用いて円を描く。直径が大きい場合、円の1/4, 1/6等の部分を描き、これを4つ, 6つ等つないで円環とする。円環の巾は輪板同志のつなぎしろ約1.5cm分を含めて切り出す。この輪板の枚数は定尺の鉄板から何枚の輪板が切り出せるかで決まり、クモ手の本数とは関係しない。描いた曲線に沿って切断するが、使用するたがねは図15bの様に榎木で挟み鉄棒で締めて、この木を火ばしでつかむ(写真14)。この榎木の使用により、向う槌(写真14)で打った時の手元への振動が少なくなり、たがねを押え易くなる。この方法は鍛冶職人がよく用いている。<sup>15)</sup> 切り出した輪板には輪板間の接続、クモ手との接続及び底板接合用の穴を開ける。これには最初



手動ドリルを用いていたが、昭和21年頃電動ドリルを使用するようになった。穴開けは薄い鉄板の場合、写真14の様な打ち抜きを使用する場合もあった。

#### 尺板、底板、輪板ブロックの工作

尺板には輪板と同じ厚みの鉄板を用いた。これを図13Cの様に加工し、輪板へリベット止めにする。底板は長さ30～50cmで両側に輪板への接続しろを約1.5cmつける。このしろと尺板接合部分に穴を開ける。底板は輪板の弧に沿って曲げ輪板へ接合する。輪板ブロックの組立て順は、まず輪板の底板接続しろを曲げ、これに底板をリベット止めする。次に尺板を取付ける。取り付け角度 $\alpha$ は上がり方式では中がけ方式より小さい角度にする。尺板と輪板、底板との隙間への詰め物は行わない。仕上がった輪板ブロックは現地でクモ手と接合する。

#### クモ手、心棒、ボスの製作

クモ手にはL型鉄アングルを用いる。切断には鉄鋸を用い、輪板及びボスとの接合用穴を手動ドリルで開ける。心棒には直径50～60mmの鉄丸棒を用いる。キー溝をタガネで掘るが半日を要する。心棒には図14と同様なボス及び四角鉄板を取り付ける。四角鉄板はボスにボルト止めする。ボスは木型を作り、鋳物工場へ製作依頼した。この時、ボスには心棒の通し穴、四角鉄板取り付けボルト穴を付けておく。水輪の巾は心棒部では外周部での巾より広く取る（図2b）。これは水輪の横振れを防ぐ為である。

#### 羽根板の取付けと組立て

取付けには鋳物製のボスを用いる。ボスはクモ手の接合と同じ様に木型を作り鋳物工場へ製作依頼をする。羽根板の枚数は3枚と4枚がある。羽根板はボルト、ナットで鉄板へ接合する（図14）。

出来上がった各部品を一応作業場で組み立てて様子を見、その後、現地迄運ぶ。まず心棒を軸受へ設置する。次にボスを心棒へ差し込み、これにクモ手を簡単にボルト、ナット止めする。次にクモ手と輪板ブロックをボルト、ナットで仮締めする。全体の調子を整えてから、ボルトを締めていく。この組立て方法は木製水車と同じである。

#### その他

部品の運搬には牛車を用いた。又、製作日数は約一週間である。製作の要点は工作の途中で輪板がゆがまない様にすること、輪板ブロックの接合部分を精度よく工作すること、又、水車の横振れを防ぐため、心棒とクモ手の接合は最初ゆる目にし、様子を見て部分的にボルト、ナットを締めながら固定すること等である。

### 3. 2. 5 浮森正市氏の製作方法（加茂川町豊岡）

浮森春代さんは夫の正市氏の仕事を身近で見てきており、水車製作についてかなりはっきりした記憶を持っている。野鍛冶を営んでいた正市氏は農具を手がけていたが、昭和3年頃から鉄製水車を作り始め、加茂川町、旭町等、周辺地域の水車を何十台も手掛けてき

た。水車製作の技術は正市氏が何処かで鉄製水車を見た後、野鍛冶の技術を生かし、見よう見真似で習得していったと云う。

### 輪板の製作

輪板の直径は6尺、7尺、8尺等の尺単位で大きさの種類が大体決っていた。目的の大きさの円を糸を用いたコンパスで定尺(90×180cm)の鉄板に描く(図11b)。この時、輪板を何枚取れるかは輪の大きさによる。輪板同志のつなぎしろを考慮し、描いた線に沿ってたがねで切断する。この輪板を寸法通り切り取ることを「割り出し」と云い一番重要な作業であった。これが上手に行かないと、円形の水輪とならず、回転が滑らかとならない。一枚の輪板をまずきちっと作り(型取りと云う)これをもとに他の輪板を作っていく。切り取った輪板は2枚一組として尺板を取り付ける。この尺板の取付け角度は回転方式により違える。即ち、下がけでは尺板を真先ぐに、上がけは尺板の先を曲げて水を受け易くする。輪板ブロックは巾2cmの鉄板で側面から図15cの様につなぐ。このつなぎや尺板の取付けには、リベットを用いた。リベットは予め焼いて柔らかくしておき、鉄板に開けた穴へ打ち込んだ。穴は最初、ポンチで印をして手動ドリルで開けたが、後には、電動ドリル

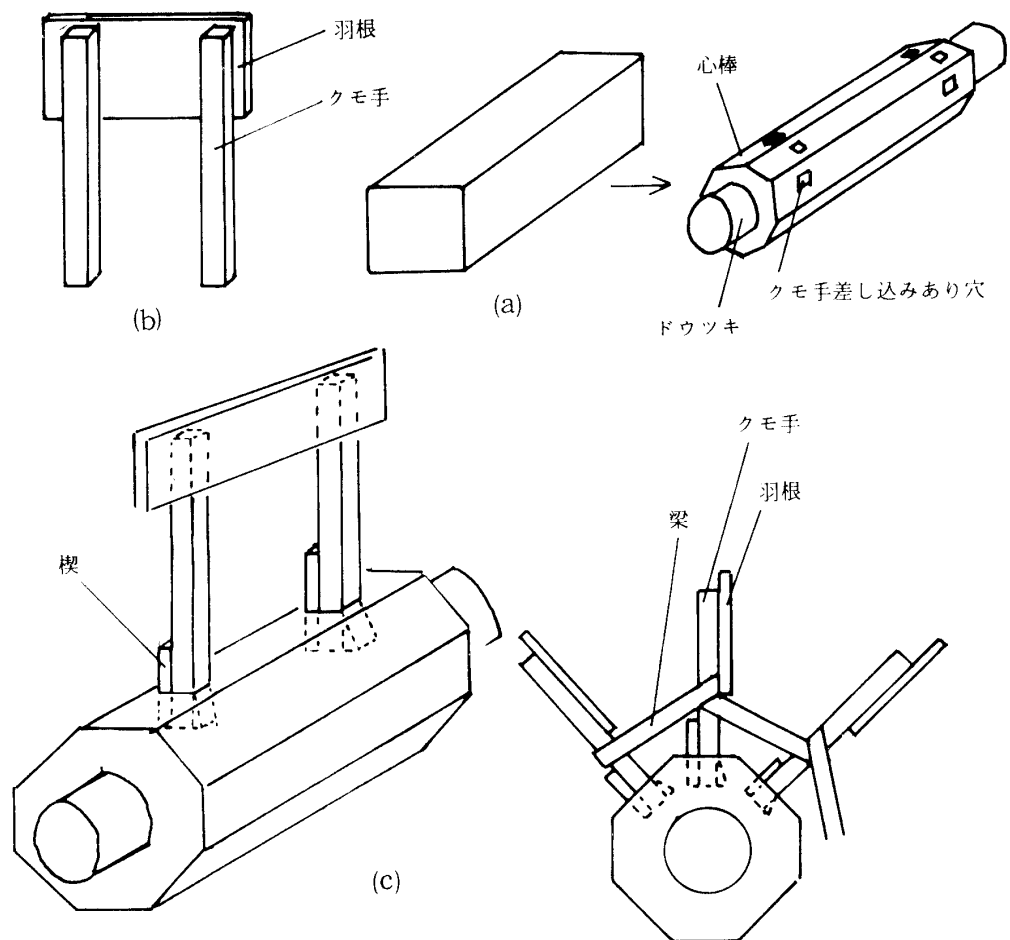


図16. 豊島氏による揚水用水車製作手順

(a)心棒の加工, (b)羽根ブロック, (c)心棒への接合

となった。手動ドリルの穴開けはかなり大変な作業であった。底板には曲げしろを付け図13cと同様な方法で曲げしろを輪板の側面にリベット止めした。この様にして胴の1/2又は1/4を作り、これを現地で接合する。

#### クモ手と心棒の接合

クモ手にはL型鉄アングルを用いる。一端は輪板へリベット止めし、他端は正方形の鉄板にリベット止めする。この鉄板の中心へキー溝のついたボスと呼ぶ鉄円筒を熔接止めする。心棒にもキー溝を掘り、キーを差し込んでボスを止める。心棒には丸棒又は角棒を用いる。角鉄棒の時、軸受けの接触部の断面は丸とする。

#### 精米部の工作

ハネ板の心棒への固定法はボス止めである。ハネ板の本数は2本、3本、4本があり3本の時三角形鉄板、4本の時四角形鉄板（写真18,19参照）にそれぞれ木製ハネ板をボルト、ナット止めする。鉄板の中心には図14bと同様なボスを熔接で接合する。

#### その他

工作の中で大切なことは、水輪の中心に心棒を取り付けることである。この為、クモ手の心棒と輪板への取付けに高い精度が要求される。水輪及び心棒等が完成すると注文主が大八車で引き取りに来るので一緒に行き設置を行う。仕上げ迄には10日間程必要である。価格は昭和10年頃で、注文の多かった6尺物で30円、大きい水車で100円位であった。

### 4. 揚水用水車の製作

揚水用水車の製作者は既に記したように、大部分が使用者である（写真26）。専門家として製作にたずさわっている人々も、いわゆる水車大工ではなく指物師や家大工である。しかし、その作品を見ると専門家の手になる水車は写真23～25に見られる様に、簡結に組まれ、大きい強度と耐用年数の長さが予想される。

岡山県の揚水用水車は基本的には図4の4つに分類されるが、技術的難しさは木の組み方に依存していると考えられる。ここでは以下の二例でそれを見てみたい。

#### 4.1 豊島好文氏の製作方法（岡山市賞田）

豊島さんは八代目の大工で、大工の修業を15才で始め、56年間の間に何十台もの揚水用水車を作ってきた。最初に賞田地区周辺の水車を作ったのは修業を始めて間もなくの頃であった。賞田地区の祇園用水には、揚水用水車が明治時代頃から使用されており、以前には10台以上の水車が動いていたと云う。これらの大方は豊島さんが製作を手掛けてきた。豊島さんによれば、製作は技術的には難しくなく、器用な人なら素人でも作れると云う。

#### 材 質

材質として最高なものは肥え松である。戦前は岡山市周辺の山でも樹齢50～60年以上の肥え松が多くあり、価格も安かった。しかし、昭和20年代初めから松喰い虫が入り、現在

では肥え松の入手はほとんど不可能になったと云う。水車全てを肥え松で作れば10年以上は十分に持つ。二番目の材料としては檜を上げる。檜の中でも木目のつんだ部分を用いると10年は持つと云う。三番目の材質としては杉を上げる。杉でも10年近く持つと云う。他の良い材質としては栗や櫟があるが、価格が高いのでほとんど用いない。これらの材料は乾燥後、工作に使用する。

### 直径、巾の決定

直径は用水路水面から田までの高さ以上を取る。直径が大きくなるとクモ手の本数は10本、12本と多くなるので心棒の太さも増す。5寸(≈15cm)の太さの心棒でも8本のクモ手では差し込み穴間の距離はかなり接近している(写真23~26)。従って、6寸(≈18cm)、7寸(≈22cm)等の心棒を用いることになる。

水車の巾は水流の勢いが強ければ狭くともよい。祇園用水は水流の勢いが強いので羽根の巾は定尺板の寸法の1/3又は1/4で十分である。尺板に使用する板の長さは6尺6寸(≈2m)なので、1/3を羽根の巾とする。1/2では3尺3寸(≈1m)となり広過ぎるのである。

### 心棒の製作

図16に揚水用水車の製作手順を示す。まず、丸太で買入した松材の外皮を手斧ではがし、直径5寸(≈16cm)程の円柱又は八角柱を作る。これにクモ手を取付ける穴の位置を墨入れする。一方、軸受けと接触する胴付き部分を削り出す。深さ1寸(≈3.3cm)程の穴に図16の様に穴を付ける。穴の向きは心棒の中心へ向う方向で水平軸(軸方向)に対して垂直に開ける必要がある。又、穴は心棒の両端に開けるが、一組のクモ手が入る穴は軸方向に平行位置に付いていなくてははいけない。これが守られないと水輪が滑らかに回転しない。工作の中では、この穴開けが一番難しい。心棒の耐用年数は20~30年であり、心棒は水車を作り代える時にも交換する事なく代々使用される。

### クモ手と羽根の製作

クモ手は太さ1寸~1寸5分(3.3cm~5cm)の角材を用い、製材所で切断してもらう。クモ手二本を一組として羽根を図16の様にクギ打ちで止める。これを、例えば8組作り、心棒へ開けた穴へ差し込んで楔で固定する。楔もクモ手と同じ材質を用いる。心棒への穴あけがきちっとしていると、クモ手を取付けた時、外周部でのクモ手の間隔は均一となる。次に梁とクモ手をクギで止める。この梁はハチ巻と云う(写真23)。

### その他

尺は竹で作る。尺の数を多くする時は、羽根外周部に針金を張り、これに尺を連続的にくくりつける。軸受けは以前には川へ木の枝を打ち込んで作ったが、現在では、川がコンクリートとなった為、用水路の両岸へ棒を渡して軸受けとする。水車が壊れ易いのは流れてくるゴミや草等がからむ場合が尤も多い。これを防ぐ為、水車のすぐ上流に木杭を数本打ち込み、これへゴミをからませる。工作に使用する大工道具で特別なものは使用しない。

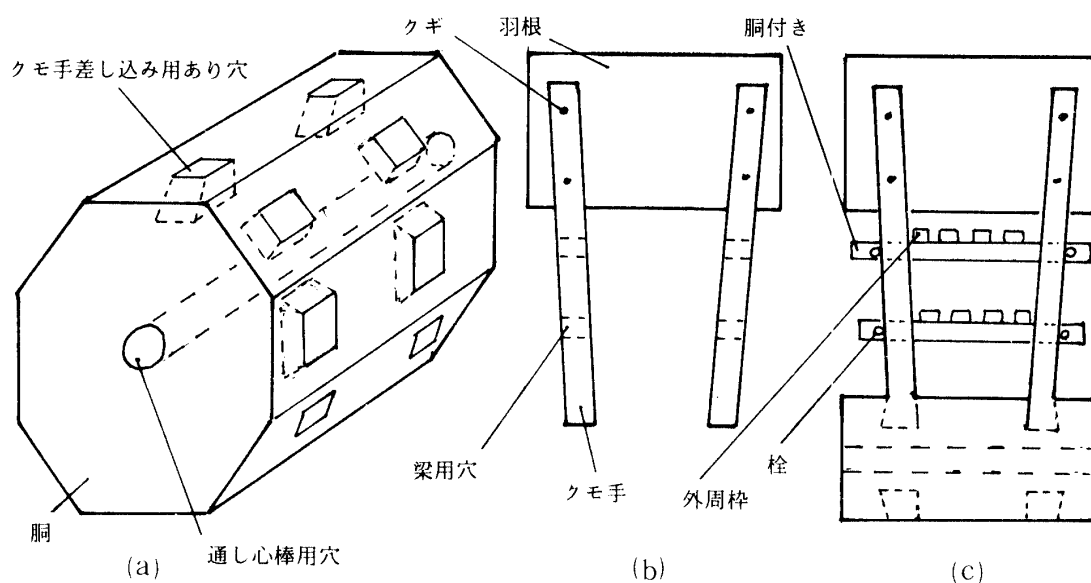


図17. 佐賀氏による揚水用水車製作手順  
 a) 心棒の加工, b) 羽根ブロックの製作  
 c) 心棒への取付けと外周枠の取付け

#### 4. 2 佐賀重夫氏の製作方法（兵庫県神崎郡大河内町新野）

佐賀さんは表具師であり、大河内町新野の揚水用水車を作り始めて20年位になると云う。今迄10台弱の水車を作り、又、動力用水車も一部手掛けてきている。新野の水車は約300年前（享保年間）から使用され、型もほとんど変わっていないと思われる（写真25）<sup>10)</sup>。新野には、かつて20台以上の揚水用水車が動いていたが現在は4台となり、木製水車は佐賀氏が製作を担当している。揚水用水車の構造を図17に示す。

##### 胴の製作

胴の材料には樺を用いる。中でも赤身の部分を使う。白たの部分は水に弱いので使用しないと云う。現在はこの赤身の材料がかなり高価である。羽根はどの種類の材料でもよいが、杉がよく用いられる。

水輪の作り手順を図17に示す。胴は5寸巾（ $\approx 15\text{cm}$ ）、長さ1尺（ $\approx 30\text{cm}$ ）の角柱を用い、真中に心棒を通す直径3cm程の穴を開ける。この角柱を、クモ手の本数と同じ面数を持つ多角形断面に削り出す。この削り出しは角柱の一端の断面に円を描き、必要な等分割線を墨入れしてから行う。

この線に沿って鋸と鉋とで目的の形に削り出す。心棒を通す胴の真中の穴は、昔はのみで開けたが、現在は金属工作に用いる旋盤を用いドリルで開ける。次に胴の各面にクモ手を差し込む穴を開ける。深さは1寸～1寸5分（3～5cm）である。クモ手の軸方向の間隔は中心部で少し狭く、外周部で少し広めにする。これは、少しでも長い水筒を取付けられるようにする為である。この間隔の違いのため、クモ手の位置は図17bの様には平行からはずれ、胴に開けられる穴は軸に対し直角より少し外側に向いた方向にあける。この穴の

傾きは、経験的に決めるが難しい工作の一つと云う。

### クモ手、羽根板の製作

クモ手の材料には檜を用いる。中でも赤身の部分が水に強くこれ以外は使用しない。一端は胴に差し込まれるのでほぞに加工される。二ヶ所の竹製の外周枠は胴付き（梁）で支えられる。クモ手には、胴付きを接合する穴を開ける。クモ手2本を一組とし、図17cの様に胴付きを差し込み楔止めする。この一組のクモ手の先端部に羽根をクギ止めする。以前には竹クギや銅製のクギを用いたが現在は鉄クギを用いる。次の理由から固定は簡単に行う。大雨等で水量が増加する時、流れてきた物が羽根にぶつかるが、羽根だけが流されると、本体は痛まないのである。水車が一番壊れるのは流れてくる物体によるので、この方法は有効である。又、同じ理由から、水筒を取付ける外周枠は羽根より中心側に取付けて水筒の破損を防ぐ。

### 組み立て法

クモ手ブロックのほぞの部分<sup>●●</sup>を胴の穴へ差し込む。全て差し込んだ状態で胴付きに竹製の外周枠をクギ止めする。この時、外周枠のクモ手との交叉位置は製作図から計算して割り出す。この交叉位置が均等でないと、クモ手間の間隔が不揃いとなり回転が滑らかにならない。次に竹製の内周枠を中心側の胴付きへクギ止めする。最後に、尺をひもで羽根と羽根との間の外周枠を取付ける。仕上がった水輪を現地へ運び、胴の真中の穴へ心棒を通し、これを三又の檜の軸受けへかける。稼働時に心棒は回転しないので、軸受けは余り痛まない。

### その他

製作には1週間程必要である。最近では製作した時点で防腐剤を塗布するが、竹製の外周、内周枠を年に一度変えると大変長持ちすると云う。

## 5 水車製作技術の概観

表Iに木製水車製作法の要点を上げる。県内の製作技術は各水車大工に共通の点が多く、相反する方法は見当たらない。このことは製作技術の地域性を示しているのかも知れない。ここで、共通点と異なる点とを抽出してみよう。

### 5.1 木製動力用水車

次の8点にまとめられる。1) 水輪の大きさと回転方式はどの水車大工も同じ考え方で決めている。即ち、水量の多少と動かす杵の本数とから割り出すのである。水輪の直径は経験的に決められるが大きさは尺単位で計られる。これは使用している物指しの目盛りのきざみの為である。上げ方式では、巾は幾分狭くするが、その寸法は上と同じ理由で寸きざみである。2) 心棒の太さと型：太さは大工によらず6寸(20cm)から8寸(25cm)である。断面の形は、軸受けとの接触部で丸、杵稼働部で六角形又は八角形である。円形の軸には、昭和時代の始め頃より鉄杵の使用(写真11,12)や鉄材打ち込み(写真8)が

表 I 木製動力用水車の製作技術の要点, 表中で心棒とクモ手の固定法の名称は図7の呼び名, クモ手と輪板の接合法は図6の呼び名, 又, 羽根板固定法は図8の呼び名を示す。

大工名	平元治	安東省	清水弥太郎	駒牧朋久
住 所	勝央町黒坂	津山市沼	成羽町吹屋	奥津町河内
輪板材料	肥え松	肥え松	肥え松	肥え松
心棒材料	樺	樺	樺, 松	翌檜, 樺
楔, 栓, 杵の材料	樫, あかかべ, 栗, 樺, 延寿	樫	樺	樫, 延寿, 樺
クモ手取付法	鎌がけ, 根杵組み	鎌がけ, 根杵組み	鎌がけ	鎌がけ, 根杵組み
輪板組立法	6, 7, 8つぎ	6, 7, 8つぎ	6, 7, 8つぎ	6, 8つぎ
心棒の型と寸法	4,6,8角7寸角以上	4,6,8角	3,4,6,8角	4,6,8角
部品の固定法	端栓, 込み栓, 楔	栓, 楔	楔, 込み栓, 端栓	栓, 楔
杵 寸 法	7尺5寸, 8尺等 巾3寸~3寸5分	1丈2尺	現物合わせ	7尺, 8尺等
クモ手と輪板の接 続 法	重ねづけ	挟みづけ	いもづけ, 重ねづけ	挟みづけ, クサビ
軸受け材料	樺	樫	樺	檜
羽根板固定法	十文字楔木組み	十文字楔	十文字楔3枚, 4枚木組み	十文字楔
製 作 日 数	25日以上	1尺1人	2ヶ月	8尺なら8人役
使用大工道具	つきのみ, 手斧	通常の大工道具	数種類のあぜ引き 鋸, 専用あて木, こてのみ, 手斧	専用あて木, 斧
図面の使用	否	否	否	否

一部に行われていた。心棒の削り出しはいずれも手斧を主に用いる。3) 水輪と心棒の固定方法には鎌がけ(写真9)と根杵組み(写真10)の二方式が用いられている。後者は主として大型水車に用いられるが、大工は適している方式を採用する。3) 尺の取付け角度はどの大工も同一の考え方で決めている。即ち、上げけ方式は水の少ない地域で採用され、尺の取付け角度 $\alpha$ は $50^\circ$ 位、中がけ方式は水の豊富な地域で採用され、 $\alpha$ は $60^\circ$ 位である。4) 材質については、杵、杵通し、羽根板、なで棒にはいずれの大工も樫を用いる。輪板には肥え松を用い自然な幹の曲りを利用する。平氏は特にあて目の部分を推薦し、より水に強い材料を求めている。この松材の入手には、以前には、どの大工も先き山師等の山に詳しい人を介して情報を仕入れ、山を直接歩いて探した。心棒には樺を推す人が三人であるが、駒牧氏は翌檜がより適していると云う。楔や栓の材料には樺を用いる場合が多いが、駒牧氏は延寿が最適と云う。水のかからない部分の材料は十分乾燥してから工作するが、

水に浸る部分であっても乾燥した方が工作のくろいが少ない。5) 輪板とクモ手のつなぎ方は大工により、又場合により異なる。図6に示される三通りの方式がある。6) 各部分の接合方式と固定方法にはいずれの大工も木栓と楔、竹クギを用いる。最近ではボルト、ナットも併用する。杵となで棒及び杵先きの杵への接合方法は各大工同一であるが、羽根板と心棒の接合はほとんどが楔方式を採用している。7) 組み立て法：いずれの大工も、6つぎ、8つぎを主とし、輪板ブロック、心棒、精米部に分けて製作し現地でこれを組み立てる。組み立ては、クモ手の心棒への接合、輪板ブロックのクモ手への接合の順で行われ、大工には依存しない。8) 材料の切断方法：どの大工もほぼ同じ方法を用いている。輪板には松材を用い目的の厚みに大雑把に製材所で切り、後、大工が専用の木型や鋸を用いて整形する。心棒の削り出しは主として手斧を用い荒削りのまま使用する。

表Ⅱ 鉄製動力用水車の製作法要点

氏 名	西村 清	小宮山健次	浜田 昇	浮森正市	宮本豊秋
住 所	新見市高尾	高梁市	高梁市	加茂川町豊岡	加茂川町尾原
輪 板 材 料	定尺鉄板	定尺鉄板	定尺鉄板	定尺鉄板	定尺鉄板
輪 板 接 合 法	重ねづけ	重ねづけ	つき合わせ	重ねづけ	重ねづけ
心 棒 材 料	SS41	S45C	SS41	鉄丸棒、鉄角棒	鉄丸棒
切 断 用 工 具	タガネ、ジグソー	タガネ、鉄鋸	電動押し切り	タガネ	タガネ
胴と心棒の固定法	キー、ボス	キー、ボス	キー、ボス、	キー、ボス	キー、ボス
輪板、底板、尺の固定法	リベット	熔接	熔接	リベット	リベット
クモ手材料	L型アングル	L型アングル	L型アングル	アングル	L型アングル
軸受け材料	檜又は鉄	檜	—	—	鉄板
製 作 年	昭和24年～	昭和30年～	昭和30年～	昭和2年～	昭和10年～
製 作 日 数	1ヶ月	10日	7日	7日	7日

### 鉄製動力用水車

表Ⅱに鉄製水車製作法の要点を上げる。鉄製水車のほとんどが木製水輪の材質や組立て法を単に鉄に代えたものと見てよい。尺の型、胴の直径や巾、又、胴の中心部の巾を外周部で少し広く作っていること等、木製水車と同じ構造と方法を取っている。異なる点としては、輪板の枚数、羽根板の心棒への固定方式等である。輪板の取り方には図11 a, bに示す2種類がある。

羽根板の心棒への取付け方式は写真18～21に見られるように多くの方式が見られる。又円を作る輪板の枚数は木製では片側6、7、8枚であるが、それ以外に10枚等、クモ手の本数にとらわれない枚数となっている。



各鉄工所で共通な点としては、心棒と胴の固定にボスを用いること。又、輪板ブロックを作り、これを組み合わせて胴をつくと云う組立て手順。接合には以前はリベットを使用した。が、熔接やボルトナット止めも後で用いられるようになった。鉄の切断にはタガネを用いたが、押し切り、ガス切断器、プラズマ切断器が順次使用されるようになった。溝掘りにはたがねが使用され続けた。クモ手にはL型アングルを主に使用している。

### 揚水用水車

揚水用水車の製作方法は二例だけなので共通点をはっきりと判定出来ないが、次の点を上げることができる。1) 材質は肥え松や櫟を良しとしている。2) 工作技術の要点としては胴にあけるクモ手取付けの穴の位置と寸法をきちっと仕上げることを上げている。鉄製の揚水用水車も作られているが、その型は木製水車の写しである。

### 討 論

我々は調査結果を互いに比較することにより次の7つの事柄を指摘できる。1) 羽根板と木製心棒の接合法及びクモ手と心棒の接合法は大工によらず、ほぼ同じ方法を採用している。しかし、クモ手と輪板との接合方法にはかなりの違いが見られる(図6)。これ等の差異から、ぎりぎりの条件が要求される部分、即ち、力の一番加わる部分の製作方法は一つの方向に収束するが、そうでない部分には各大工の工夫が残されると見ることができる。ぎりぎりの条件が要求される部分は、最適な方法以外は使用に耐えず、それ故、いろいろな方法が試された結果として一つの方向に向うと考えられる。しかし、そうでない部分には各自の工夫がそのまま生き残る。以前には、情報の伝達は遅かったと考えられるので、例えば、駒牧氏の翌檜が心棒としてより適していたとしても、それが一般に広まるにはかなりの年月を要するのではないだろうか。何故なら、櫟で間に合う場合には敢えて翌檜を使用しないからである。しかし、大型水車で櫟が心棒として適さない状況になれば新しい材料が探され、翌檜にたどりつくこととなる。この意味において、技術は特殊条件下での製作や、超大型装置の製作により一歩前進すると推測できる。この点から見ると、心棒と水輪の接合法である鎌掛けと根柢組みの違いは大いに意味を持つと考えられる。即ち、鎌掛けと根柢組みとは発想が基本的に異なるからである。根柢組みがいつ頃から使用されているのかは明らかでないが、この方式は構造の点から強度を増す為に考え出されたのではないだろうか。調査結果からは、動力及び揚水用水車の強度の増大は第一には使用する木材の種類に注目することで達成されてきたように見える。しかし、心棒へのクモ手の接合法はこの方向では叶わなかったものと思われる。

上の観点から見ると、なで棒を動かす羽根板と心棒の接合方式にも心棒へ穴をあける方法以外に木柢による方法が考えられてもよさそうである。清水氏や平氏は、この方法を採用しているが必ずしも強度を増す目的からではない。むしろ、強度は工作の仕方で弱くな

ると云う。しかし、この木枠の方式は枠や巾を広げ締めを強くすることにより力を心棒全体へ分散させ、枠以上に重量のあるものを上下動させられる可能性をもつ。欧州では木枠の代りに鉄枠を採用（写真22）し、水車の大きな力を引き出して産業革命へとつなげた<sup>7)</sup>。日本でも大動力の需要があれば、この方向へ向ったかも知れない。

2) 水車大工は製作図は利用するが、いわゆる設計図は使用しない。現在では設計師が設計図面を書いてくるので一応それを参考にするが、元来、図面は引かないと云う。この事も各水車大工に共通である。図面を引かない理由は、木の性質と関係する。即ち、同じ種類の木でも用いる木の部分や木の生育した土壌の違い等で材質が異なり、目的の使用に耐えるには適当な寸法や形に作り上げる必要がある。木の目の向きや堅さも考慮する。この様な事は、図面通りの寸法に工作していたのでは実現されない。一方、鉄を扱ってきた鍛冶職人も図面を引かない。ヨーロッパでも図面を引く水車の製作は18世紀中頃以降と云われ、昔からのものではなかった<sup>7)</sup>。図面の使用は、元来、一様な材質の金属や精度の高い工作が得られるようになって威力を発揮するものである。図面を引く事がより合理的、現代的と考えるのは近代西洋文化だけを見た結果なのではないか。

図面を引かずに、頭の中にそれを記憶するのであれば、かなりの修業年月が必要である。水車技術の伝承が難しいのは、このことと関係していると思われる。又、技術を持った人が居なくなれば、それは後世には伝わらないことにもなる。この点は、日本の伝統技術が急激に失われていく理由の一つであろう。

3) 次に、鉄製水車と木製水車の構造及び製作技術の違いについて見てみよう。まず、クモ手の心棒への固定方法が上げられる。鉄製の場合、心棒へ直接穴を開けてクモ手を差し込むことはせず、ボスを介して固定している。この方法は、木製の根枠組みとよく似ている。ボス、根枠共にクモ手とは接合されているが心棒とは固定されず、キーや楔で締め付けてあるだけである。しかし、その目的は大いに異なる。根枠組みは、クモ手との固定強度を増す為のものであり、鉄製水車がボスにより水輪を心棒と切りはなして組み立てられるのとは異なる。この違いは材料の違いからくると考えられる。リベット、熔接、ボルト等は水に対して十分に強いので接合時の強度に余りとらわれる必要がない。むしろ、修理時の部品の交換や重量の大きさからくる取付け時の簡弁さ等に注意が向いている。木製水車の場合、部分の取換えが簡単なので、むしろ接合の強固さに注目するのではないだろうか。これらの違いとは、現在の欧米の機械が使用中の修理や方式の変更に対してよく配慮されているのに比して日本の機械がそうでないこと関係があるのかも知れない。

4) 第4番目として、組み立て方法の違いを上げることができる。木製の場合、各部分での工作は作業場で行い、輪板ブロック、クモ手等の組み立てを現地で行う。従って現地での修正は、木の変形を利用する以外になく、4 mからの水輪に接合用穴をきちっとした位置へ開けるのには技術を要する。鉄製水車の場合、水輪を工作場で完成し、現地ではキーを心棒とボスに差し込んで止めるだけにしてあるので作り易いと思われる。しかし、宮本

氏の様に、木製水車と同じ組立法を取る場合にはかなりの精度の工作を行っていたことになる。

5) 次に鉄製水車が戦後、急速に広まった理由を考えてみよう。第一の理由は鉄材料の安価な入手と鉄工作工具の容易な使用が可能となったことである。第二は鉄工作を簡単に行う鍛冶屋が庶民の間に存在していたことである。第一の理由は技術の大衆化を意味し、この事は戦前とは大いに異なる点である。戦前の技術の大衆化度は次の話から伺い知ることが出来る。世界の一級の軍艦を造っていた海軍工廠のあった横須賀市では、火災の際の消火活動にリヤカーと手押しポンプを積み、消防団員は会社を早引けして活動したと云う。この話は、大衆化しない軍需産業技術が諸民の生活水準を向上させることが極めて少ないことを教える。鉄製水車の普及は技術の大衆化の現れと云えるのではなからうか。

西村氏や宮本氏、浮森氏の話からは、第二次大戦後、鉄の切断、接合、穴開け等に欧米の技術が入って来たことがわかる。水車を扱った鉄工所の存在は木製水車のよく残っている津山市周辺では余り聞かれず、又鴨方町等でも同様である。一方、高梁市や加茂川町の鉄工所は距離も接近していて水車の需要の多さを教える。この事は鉄製水車の普及が著しかった事を示すと共に、一ヶ所に鉄製水車が入り、急激にその周辺に広まった事を示している。事実、今でも鉄製水車が数多く残っている。しかし、現在、鉄製水車は使用の衰退が著しく、むしろ、木製水車が工業用や精米で残り続けているのを見る時、新しく入ったものが必ずしも、古いものを駆逐するのではない事を教えられる。

7) 水車への鉄材利用の多少は日欧の技術の違いを生んだかも知れない。ヨーロッパでは写真22に示される型の水車が産業革命以前に使用されていたが、これは鉄枠を多用して大きな動力を生み出した。この事が水車を多くの工業に利用させ産業革命の原動力となった。一方、清水氏の話によれば、日本では戦前、鉄が高価だったので、鉄心棒や鉄枠は余り用いられなかったと云う。従って、水車の出せる力は木製部分が破壊されない程度の小動力となり精米、製粉が主要な仕事となった。しかも、我国独自で孤立して発展した故に、ヨーロッパ型の水車の伝達もなかった。しかしヨーロッパの水車の状況が1800年代前半に日本へ入っていたとしても、その技術の大衆化や独自の発展をうながす社会態勢がなければ状況は大きくは変らなかったのかも知れない。

## あとがき

動力用水車の製作方法はその型や大きさと密接な関係がある。構造の地域依存性から見ると製作法にも地域依存性があってもよさそうであるが、岡山県内では大きな違いが見られない。又、大工が認識している一応のルールにも相反するものは聞かれなかった。しかし、岡山県では見られない方式、例えば兵庫県<sup>10)</sup>、熊本県<sup>13)</sup>、福岡県<sup>13)</sup>の水車では10本以上のクモ手で鎌がけ方式を取っている。又、兵庫県では心棒の構造が大きく異なり、山梨県でもクモ手の心棒への固定法が大きく違う。これらを見ると日本の伝統的水車製作技術の

各地域での違いが予想される。従って各地域での技術比較が必要になる。今後、この方面の調査が望まれる。尚最後になったが、論文中に述べた製作方法は聞き書きによるものであり、確かさを心がけたが不適當な記述や聞き違いがあるかもしれない。それ等は今後機会があれば訂正したい。

## 謝 辞

調査に心よく応じていただいた清水弥太郎氏を始めとして、木製動力用水車製作の駒牧朋久氏、平元治氏、安東省氏、又鉄製水車製作の西村清氏、小宮山健次氏、浜田昇氏、浮森春代氏、宮本薫氏、揚水用水車製作の豊島好文氏、佐賀重夫氏及び家族の方々に厚くお礼申し上げる次第です。

## 参考文献

- 1) 例えば、黒岩俊郎、玉置正美、前田清志編「日本の水車」P 149 (ダイヤモンド社、1980)
- 2) 吉田光邦「機械」(法政大学出版局、1974)
- 3) 出水力「水車の技術史」(思文閣出版、1987)
- 4) 参考文献(2)、P 53
- 5) 若村国夫、篠原徹、岡山理科大学紀要 21B、P 141 (1986)
- 6) 若村国夫、岡山理科大学紀要 24B、P 195 (1989)
- 7) T.S.Reynolds、「Stronger than a Hundred Men」(Johns Hopkins Univ, 1983) 和訳「水車の歴史」末尾至行、細川欽延、藤原良樹訳「水車の歴史」(平凡社、1989)
- 8) 若村国夫、篠原徹、岡山理科大学紀要 20B、P 159 (1985)
- 9) 若村国夫、岡山理科大学紀要 22B、P 149 (1987)
- 10) 藤原良樹、門久義、細川欽延、姫路工業大学研究報告 38A、P 31 (1986)
- 11) 新永隆士、黎明館調査研究報告第三集 P25 (1989)
- 12) 末尾至行、関西大学東西学術研究所創立三十周年記念論文集、P 111 (1981)
- 13) 神谷杖治、「まわるまわれ水ぐるま」P 94 (INAX.Booklet Vol 6, No 2, 1986)
- 14) 室田武「技術のエントロピー」(PHP 研究所、1985)
- 15) 例えば 香月節子、香月洋一郎「むらの鍛冶屋」P 36 (平凡社、1986)
- 16) 例えば Von Annemarie & R. Braunburg 「Schöne alte Wassermühlen」(Schneek-luth, München, 1981), W. Foremen 「Oxfordshire Mills」(Phillimore, Sussex, 1983) 及び参考文献 7

## Methods for Making Water Wheel and Water Mill in Okayama Prefecture

Kunio WAKAMURA  
*Department of Natural Science,  
Okayama University of  
Science, 1-1 Ridai-cho, Okayama 700, Japan*

(Received September 30, 1990)

We research the methods for making water wheels and water mills which are used for grinding rice, producing Japanese traditional products, and pumping up water into the paddy field. We interviewed the methods six carpenters and five iron works. Five points which are characteristic and common in all carpenters are described as 1) the material of water wheel and the shaft make from old pine and zelkova, 2) for joining the shaft with the wheel, two methods which employ the hole dug in the shaft or the wooden frame around the shaft are used together with the wooden wedge, wooden stopper, and nail of bomboo, 3) the idea determining the size and style of water wheel depends on the amount of streaming water in the irrigation channel and the number of pestle moved, 4) the wheel is built by combining the blocks having several wooden ladles, 5) the structure of iron water wheel is almost the same with that of traditional wooden water wheel. From these results, we can point out several points about the technique characteristic in the traditional carpenters and also about the technical difference between iron and wooden water wheels.

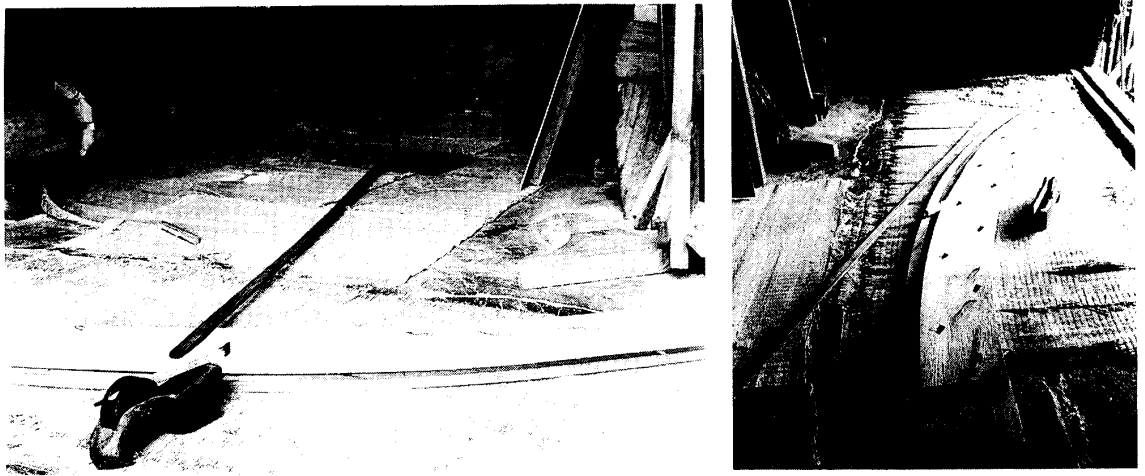
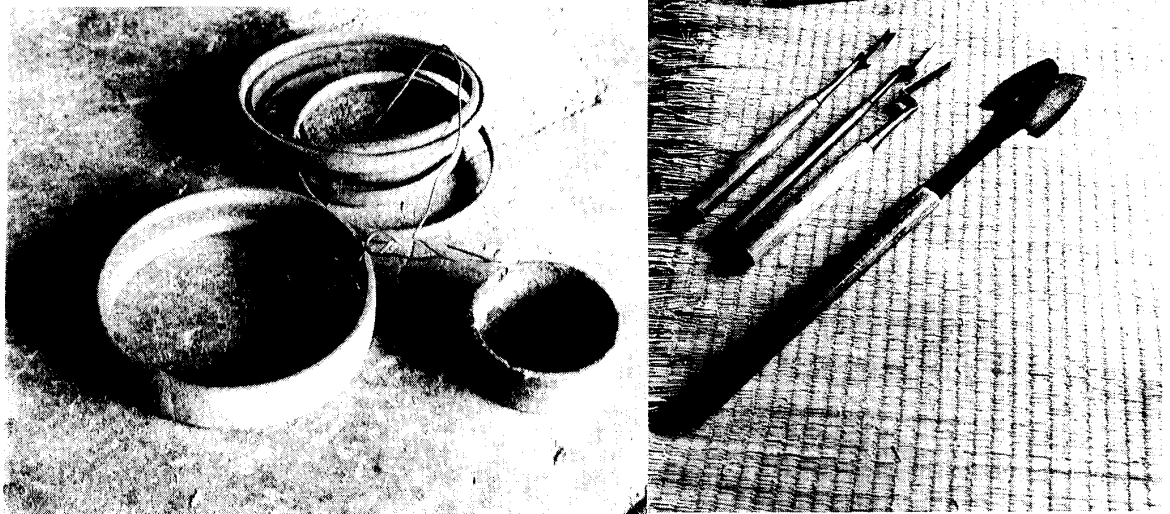


写真1 輪板の弧の切り出しに用いる**ぶん廻し**（コンパス，細長い木）と輪板製作のもとになる木型。右の写真で，輪板の中程にある細い棒を用いると，尺板止め栓用穴の位置を簡単に決められる。（清水氏使用）

写真3 真中の三本の**のみ**はこて型をしたこてのみ，下はあぜ引き鋸（清水氏使用）

写真2 鉄棒三種：左の二種類は木製心棒を締めるのに用いられ，右下は杵先へかぶせるもの（清水氏使用）



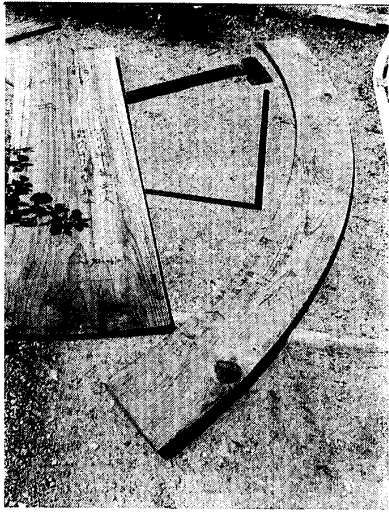


写真4 輪板の木型（写真右），  
斧（写真上），及び差し金，  
木型には尺板取付溝の位置  
や栓の位置が墨入れされて  
いる。（駒牧氏使用）

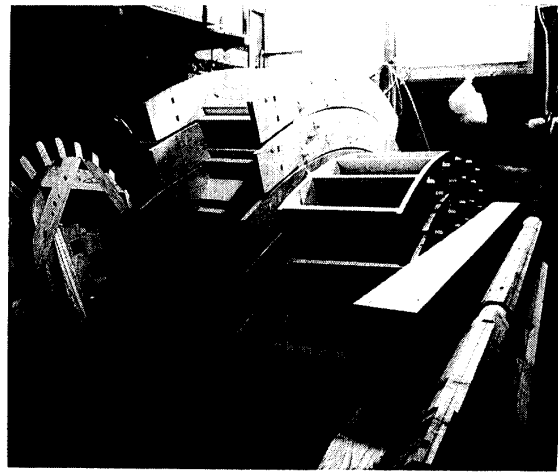


写真5 現地への搬出を持つ輪板ブロック，心棒，  
歯車。輪板ブロックの構造がよくわかる。  
（清水氏の仕事場で）

写真6 水輪の組み立て。クモ手が心棒へ差し  
込まれ楔が打ち込まれている。  
（愛媛県久万町，清水氏製作）

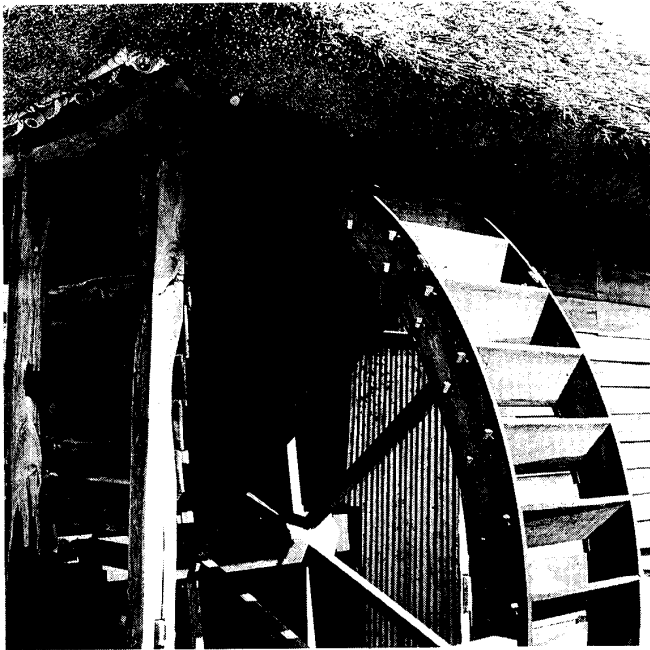
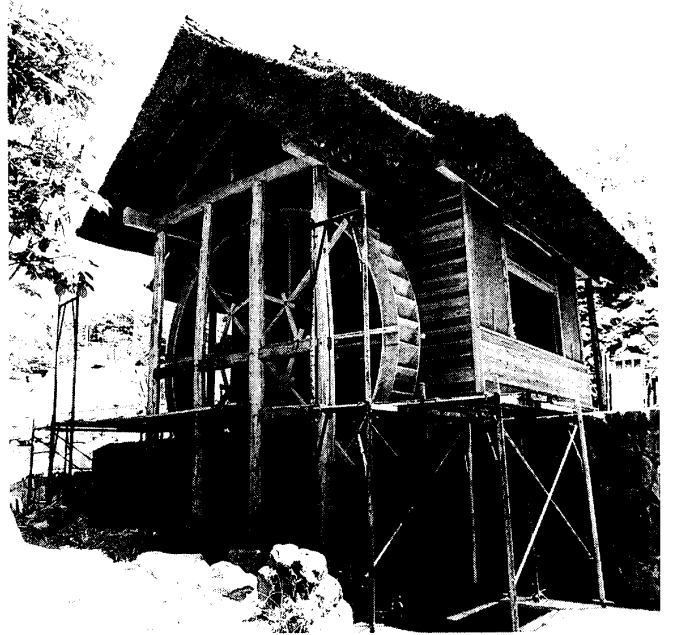


写真7 輪板ブロックとクモ手の接合。一人が輪  
板ブロックを押へ，一人が栓を打ち込む。  
心棒の軸受け部分には鉄角柱が打ち込ま  
れているのが見える。



写真8 組み上られる水輪（清水氏製作、愛媛県久万町）

クモ手間を結ぶ八角型の梁，底板を裏の両側から支える添え木。軸受け，両側のクモ手を結ぶ梁の様子がよくわかる。



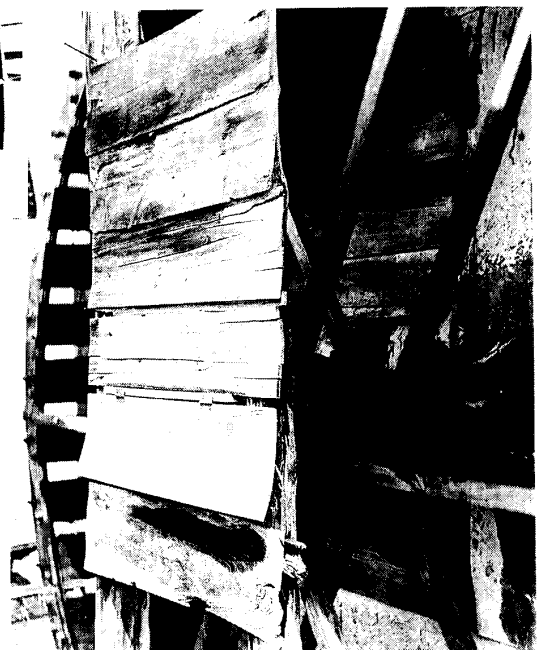
←写真9

鎌掛け方式で心棒へ接合されるクモ手。楔と栓の使い方，クモ手間を結ぶ梁の様子がわかる。中がけ方式なので底板は一部張られていない。

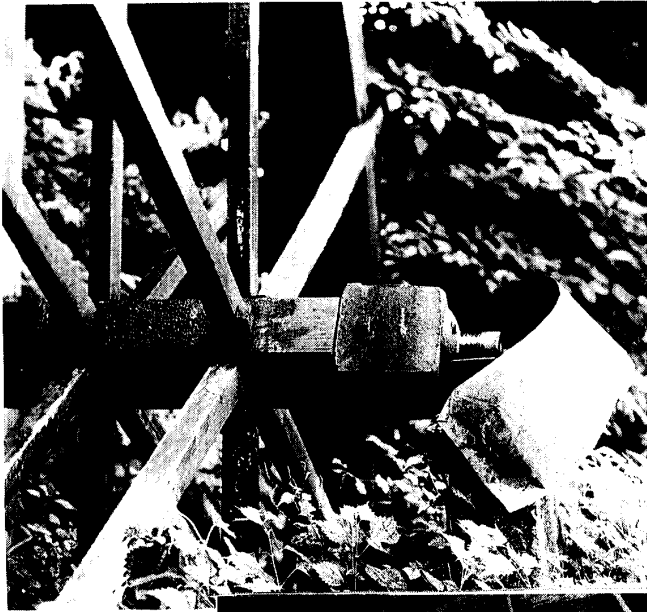
（安東省氏製作，津山市人神）

写真10 →

根枠組みで心棒へ接合される6本のクモ手，不規則角度で根枠と交叉するクモ手，栓の使い方がよくわかる。（安東氏製作及び所有，津山市沼）







←写真11

木製心棒の軸受け部へ打ち込まれている鉄棒。(津山市妙原)

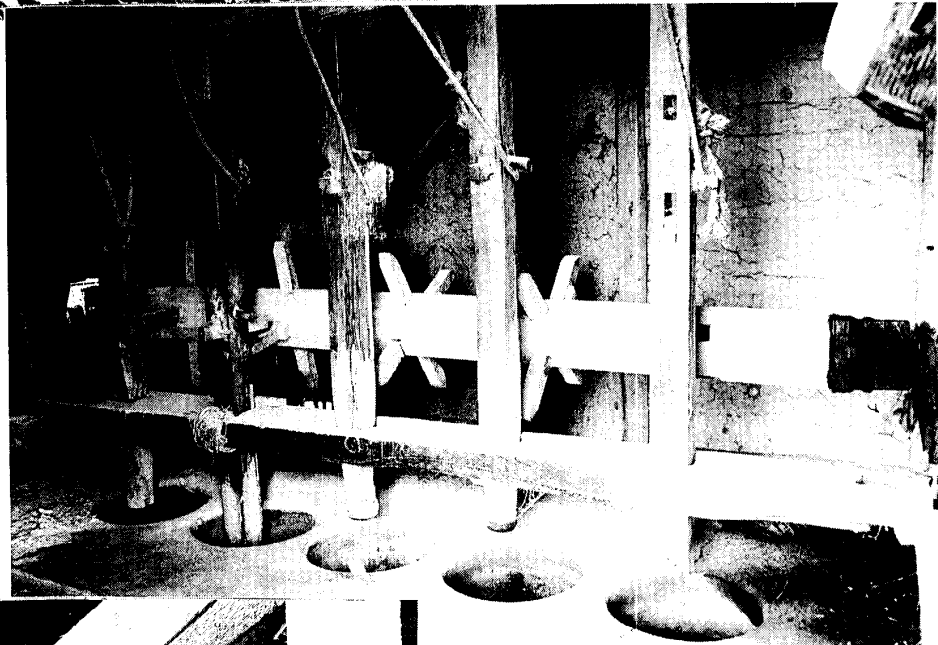


写真12 小屋内部の鉄棒と十文字楔止め方式で心棒へ止められる四本羽根板。楔の位置，なで棒の楔止めの様子がよくわかる。



←写真13 木製心棒と木製軸受け(津山市野村)

羽根板の取付け位置が連続的にづれて一度に心棒に力が加わらない様に工夫されている。



写真14 たがねによる鉄板の切断（宮本薫氏）。

鉄板に輪板の形を毛書くやすり，打ち抜き用穴開け具（右手前），左手前には長さ50cm程の向う槌が見られる。



写真15 鉄製水車（哲多町青木）

铸铁製軸受，L型アングルのクモ手，心棒へのキー止め，輪板とクモ手との接合様式等がよく見える。

写真17 鉄製上げ水車

尺の輪板への取付け及びリベットの様子がよくわかる。

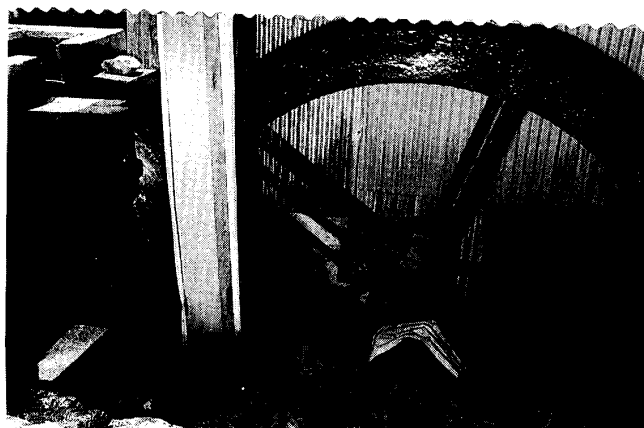


写真16 鉄製中がけ水車（成羽町田原高前）

ボスとクモ手の固定に溝付き鉄骨を用い，軸受けはメタルと呼ばれる鋳物製である。





写真18 四本羽根板を鉄心棒へ固定する溝付き鉄板とボス

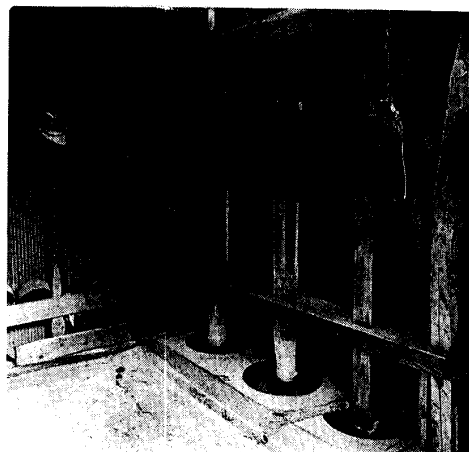


写真19 四本羽根板を鉄心棒へ固定する四角鉄板とボス

写真20 三本羽根板を四角鉄心棒へ固定する鉄枠



写真21 三本羽根板を直接鉄板へ取付けている

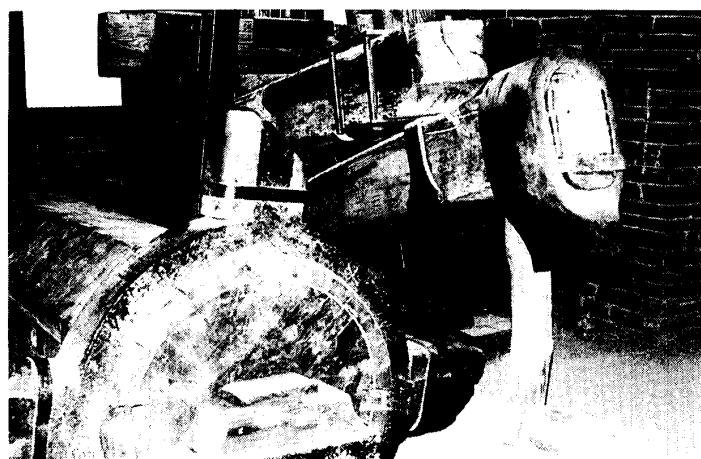
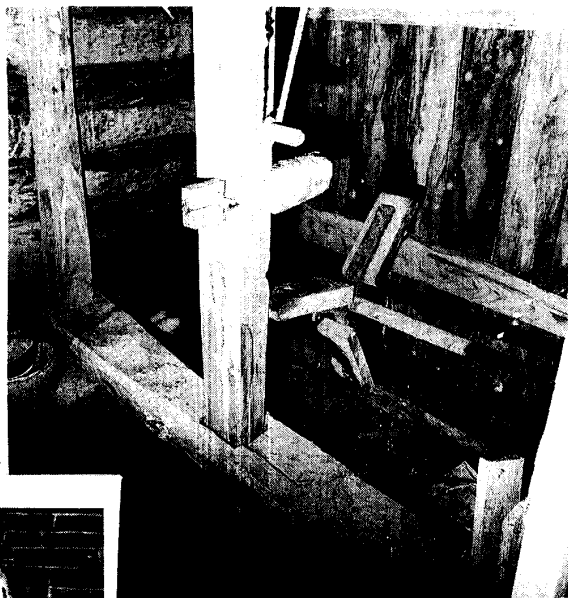


写真22 ドイツ国ハーゲンの野外技術博物館に動態保存されている鍛造用水車。太い鉄枠の多用が特徴的。

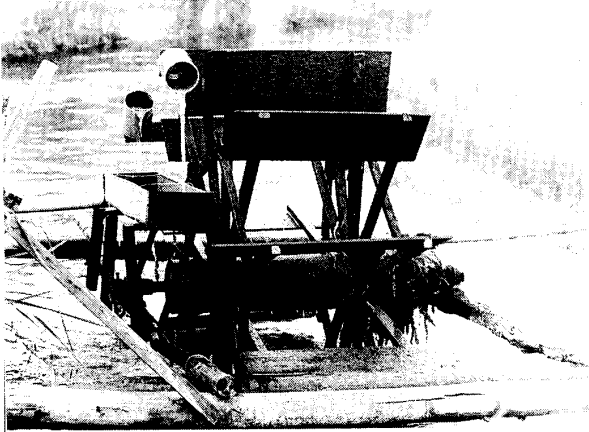


写真23 豊島氏製作の揚水用水車（岡山市賞田）  
心棒とクモ手の接合に楔が用いられていること、鉄製心棒が胴に打ち込まれていることがわかる。

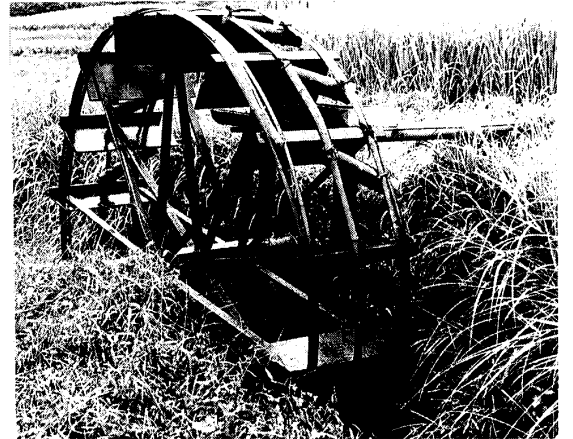


写真24 大工製作の揚水用水車（美作町吉村）  
心棒への精工なクモ手のはめ込みが印象的である。

写真25

佐賀氏製作の揚水用水車（神崎郡新野）  
精工にはめ込まれた15本のクモ手と胴をつらぬく心棒、竹製の外周枠が特徴的である。

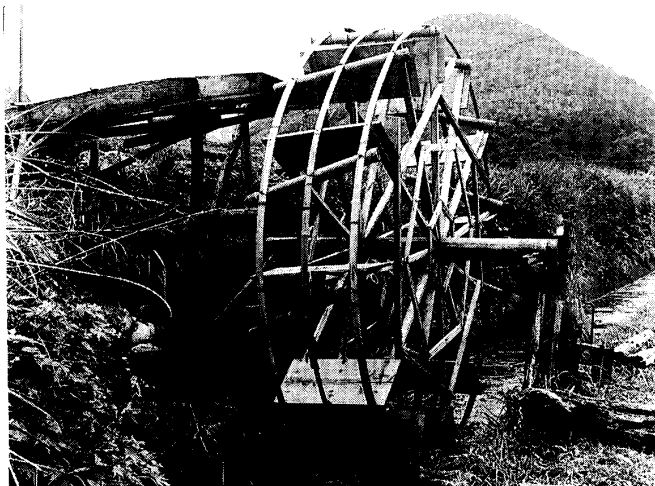
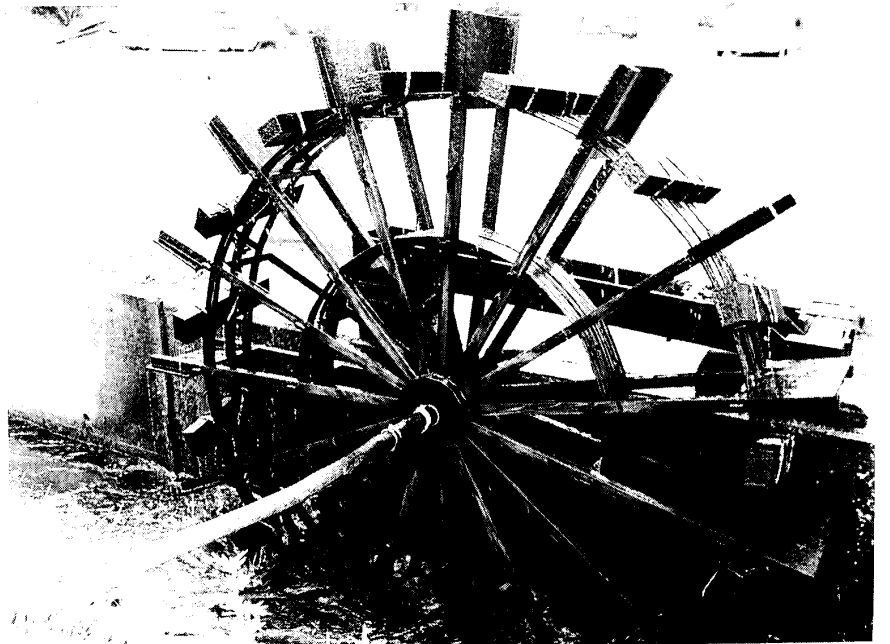


写真26

使用者製作の揚水用水車（大原町立石）

クモ手間をつなぐ梁の多さが目につく、上の三つの水車とは簡潔差の点で対象的である。