

岡山県における工業用水車の構造と使用形態

若 村 国 夫

岡山理科大学基礎理学科

(昭和61年9月30日 受理)

要 旨

水車の利用は、その時代的背景と、水車の構造とにより終焉を迎えようとしている。しかし一方で、きれいな自然エネルギー利用の点から水車を見直す動きもある。即ち水車の再利用の観点から、揚水用及び精米用の在来水車について、その問題点を幾つか指摘してきた。他方、機械動力源としての工業用水車はどのような利点を持ち、どのような工業に適し、どのような形態で使用されてきたのだろうか。これ等のことは現在残っている小数の水車動力機械に対し、機械の構造、作業内容、使用者の意識等を調らべることにより明らかになる。岡山県には現在、数種類の工業用水車が使用されていて、このことが可能である。

県内の工業用水車についての聞き取り調査及び実測により、次の4点が明らかとなった。

- (1) 昭和61年現在、稼働中の工業用水車は5台あり、その作業内容は、線香製造、和紙製造（2台）、製材、旅館の水汲み揚げポンプ作動である。
- (2) 水車の担当する作業には西洋式機械構造と仕事内容をもった、線香用加圧成型器、木皮繊維叩解用ビーター及び塵取り用スクリーン（和紙製造）、木材切断用帯鋸、鉄製ポンプ（和紙製造及び旅館用水汲み上げ）の各機械が使用されているが、水車を用いた伝統的機械のみによる機械化は行われてこなかった。
- (3) 現在水車を使用している理由としては、燃料経費の節約、従来から使用を続けていること、水車が作業に適している（線香製造、和紙製造）の三つがあげられる。
- (4) 水車の導入時期は明治末から昭和20年代迄に渡っており、比較的最近と云える。

これ等の調査結果と他県での工業用水車との比較から次のことが云える。

- (1) 5台の水車全てに西洋式構造が組み込まれ、機械材料や作業方式も西洋式である。このことは、水車を用いた本格的機械駆動には西洋の技術が不可欠であったことを示す。
- (2) 岡山県では、現在のスタイルの水車が導入される以前には、作業は人力にたよっており（和紙及び線香製造）、日本の伝統的機械技術を用いて伝統的作業方法を水車動力で機械化する姿勢は弱かったと思われる。
- (3) 岡山県での水車導入が遅れたのは、効率のよい西洋式機械の普及に伴って初めて水車が導入されたからである。
- (4) 水車動力は製材のような大出力作業や、和紙製造でみられる高速回転作業に対しては現代の役割を十分に果し得ない弱点がある。従って低速回転、低出力の機械にその利点が活かされることになる。

以上の4つの事柄については他県でも似たような結果が期待され、科学技術導入の歴史的特色が現われていると云える。

1. はじめに

身のまわりの生活空間の中で、日本の伝統的生活用具や技術はほとんど見あたらないと云ってよい。これは戦後の急激な生活様式の変化が、日本の伝統的なものを発展させる形ではなく、西洋様式への置き換えと云う形で行なわれてきたことを示している。水車に対してもこのことは当てはまる。揚水や精米のための水車は、その型や作業内容が江戸時代のものとはほとんど変わっていないと云う点では、伝統的技術が生きてきたとも云えるが、水車が現代に適合した型へ脱皮できなかったことは水車に関する伝統技術の発展がなかったと云えるのではないだろうか。このような西洋化は工業界において特に顕著であったと思われる。工業用水車はどのような形で西洋技術と関係し使用されてきたのだろうか。

工業に用いる動力源は一般的には大きな出力を一定な状態で供給する能力が必要である。歴史的には、人力、蓄力、水力、風力等が用いられてきたが^{1,2)}、これ等は特別な工夫をしない限り、上記の条件を満たしえない。明治時代以降、この条件を満たす動力源として、蒸気タービン、石油発動機、ガス発動機、モーター等が導入され、多種の作業が機械化されるようになった。一方江戸時代から用いられていた工業用大型水車は菜種油しぼり、鉾石や陶石の粉碎、線香用杉葉の粉碎等、簡単な作業に使用されてきたが、これ等も多くは現代的動力源へと変わっていった³⁾。その理由は、取扱いの簡便さもさることながら、上に述べた機械動力源としての本質的性能に関係しているものと考えられる。

しかし、現在尚、水車動力が使用されている作業も存在する。例えば陶土粉碎、そば粉の製粉、発電、線香や和紙の製造等である³⁻⁶⁾。これ等の作業内容に注目してみると、複雑な近代的様式で行なわれている場合と、昔からの簡単な伝統的方式を引き継いでいる場合とに分けることができる。例えば陶土粉碎やそば粉製粉等の水車は、その構造及び作業内容共昔からの方式であるが、大出力、高速回転を必要とする製材や製紙用水車は明治時代以後になって導入されたものである。水車そのものが江戸時代からあることを考えると、この事実は、水車の回転力を大出力や高速回転の作業に起用することが簡単ではなかったことを示している。従って水車動力利用の技術上の問題点は、水車本体以外、例えば動力伝達機構や作業機械等に強く関係し、この部分の進歩が、水車利用技術を高めてきたことになる。

水車の回転運動を効率よく利用するには、高速回転に耐える歯車材料や軸受け機構が必要である。これ等は近代になって西洋の技術や材料を取り込み、その型や方式を大きく変えてきている。従って西洋技術との関係では、現在使用されている工業用水車の作業内容、機械の材質、動力伝達機構等が江戸時代からのものか、近代になってからのものかということが重要な Point となろう。

全国規模のアンケート調査を参考にすると⁴⁾、水車の使用場所は、一ヶ所に集中している場合と点存している場合とに分けることができる。水車が集中している場合（岐阜県瑞浪市、

栃木県今市市、大分県日田市等）は水車に適した地勢や水車に適した作業内容等、経済的、機械的効率が直接的にはっきりと認識できる場合である⁴⁾。これに対し、後者の場合は、はっきりした一般的利点はなく、むしろ、使用者個々の意識や、いきがかり的要因によるところが多いと思われる。きれいな自然エネルギーの観点から水車動力の再利用を考える場合には⁷⁾、はっきりした利点が表面に現られていないにもかかわらず水車使用を続けている場合にこそ注目すべきであろう。現在のようにモーターやガソリンエンジンが手軽に利用できる時代において、尚、水車動力を利用し続けているのは、使用者が水車利用の良さを認識しているとも考えられるからである。従って点存地域での水車利用に対し、使用形態や利用を続ける理由を調らべることは重要であり、今後の水車利用に対し何らかの示唆を与えてくれるものと思われる。このようにみると、岡山県は以下に見るように水車利用が点存地域で行なわれているという点でより目的にかなっている。

筆者の今迄の調査によれば、現在使用されている工業用水車は4種類5台であり、その種類において他県と比較しかなり多いと云える^{4,5)}。このことは岡山県が昭和10年代に石油発動機の利用を全国に先がけて最も活発に行った地域の一つであること⁸⁾を考えると、全く対照的である。又、この現象は揚水用水車や精米、製粉用水車の使用台数が全国一であることとも無関係ではあるまい⁹⁾。大工や鉄工所の技術をたやすく供給できる環境、水車導入が遅かったこと等、水車が生きのびていける条件が揃っていたのかも知れない。

現時点での工業用水車は、その歴史の最後という点で技術的にも最高のものを持っているはずであり、それが現在の工業機械の中で、どのような作業を担当できるのか、又変遷期という点から、それがどのような型で西洋式のものに置き換ったのであろうか？

この論文では、上に述べた水車利用の技術的変遷、水車再利用の可能性、岡山県における多用な水車利用の原因等を念頭におき、現在稼動している県内工業水車の構造、使用形態、使用者の水車に対する意識等の調査結果を報告し、一般的及び局所的特徴について議論する。国内の特定の地域に限った工業用水車については、使用目的、存在場所、出力等、大まかな報告はあるが^{4・6,10)}、幾つかのタイプの水車に対して具体的構造や作業内容等の統一的報告は見あたらない。広範囲の調査はその共通点を抽出し、又、個々の相違点を明確にする。さらに工業用水車がほとんどなくなりつつある現在、上記の事を明らかにしておくことは資料としても意味があるものと思われる。

工業用水車は一般的には、その構造や作業内容の多さの点で複雑であるが、調査したデータをもとに、今後、他県で使用されているものとの比較、水車に使用される機械の歴史の変遷、技術の地域依存性や日本の伝統的技術への西洋式機械からの影響等、一般的事柄を明らかにしていきたい。工業用水車は、その性能や効率が、製品の出荷量や利益率等とも関係するので、厳密には、用いられる時代の国内産業の経済的状況をも反映するが、岡山

県で現在使用されている水車による工業はこの点では大きな影響を受けていないと思われる。従ってここでは水車の構造的、技術的側面及び使用者の意識の問題を中心にみていくことにする。以下2章で県内水車の概観を、3章で個々の水車の構造及び各作業行程を、4章でこれ等のまとめを述べる。

2. 県内工業用水車の概観

岡山県において現在工業生産に使用されている水車について数年来の調査結果を表1に示す。その台数は4種5台である。これをみると、加茂町山下の杉線香製造は昭和5年より、又、加茂川町の旅館用水吸み上げは昭和33年より始められている。これ等はいずれも県内で唯一ヶ所であり、他所では行なわれていない。特に杉線香は、倉敷市玉島長尾や奈義町高円でも製造されているが、水車は使用されていない。これ等のことは水車利用の決定が、他の条件ではなく、使用者の意志で決められてきていることを示している。

県内での製材用水車は、明治40年代に導入され昭和30年頃迄、かなりの数の水車が県北の津山市、苫田郡、英田郡、勝田郡、上房郡等の製材所で使用されてきた¹¹⁾。又和紙製造は、津山市、新見市の他、昭和20年頃迄は成羽町、和気町、加茂町等でも行われており、水車も使用されていたと云う¹²⁾。これ等水車使用の土地はどれも山間部の川の上流で、水の豊富な所であった。このことは工業用水車が、小さな流れで廻る精米用水車とは異なり、その設置に地理的制約を大きく受けることを示している。

一方使用機械については、水車が使用されていた製材所、和紙製造所等、数ヶ所での調査から、各所で使用されていた水車の構造、動力伝達機構、及び稼動機械の構造は大方同じものと考えてよいようである。従って現在使用されているものを調べることにより、かつて岡山県各地で使用されていたこれ等諸機械の概観をつかむことが可能と思われる。

以下、水車動力による稼動機械系に対し、表Iに示される水車本体の寸法や構造、水車と機械間の動力伝達機構、駆動機械等の要点をもとに、各水車に共通な特徴をみてみよう。結果は3～5回の現地訪問での実測と聞きとり調査から得られたものである。

水車の直径及び巾は精米用に比べて共に大きく、大きな回転力を得ることを可能にしている。しかし逆に回転数は直径に逆比例するので高速回転を必要とする機械を動かす場合、大きな直径の水車では、特別の用水路を用いるか、それに見合う歯車やプーリーを用いる必要がある。多くの場合、大きめの用水路を用いて直径比の大きい歯車やプーリーが多数用いられている。直径比の大きい歯車には、回転始動時に、歯先や心棒に大きな負荷が加わる。従ってこれ等の材質が木の場合には出力に限界が出てくる。結局、鉄製心棒や歯車の出現が、水車での大出力、高速回転を可能にし、機械の出力源として水車が用いられるに到ったと考えられる。現在の水車がいずれも鉄製心棒、鋳物歯車を用いているのはこの

表1 岡山県工業用水車の状況（記号 w, t, ϕ はそれぞれ巾, 深さ, 直径を示す。）

使用目的	線香製造	和紙製造	和紙製造	製材	旅館用水道
所在地	苫田郡加茂町山下	津山市上横野	新見市高尾	勝田郡勝田町右手	御津郡加茂川町小森
水車直径 (m)	6.0	5.3	2.4	4.6	3.6
巾 (cm)	50	55	37	95	25
水車材質	松	鉄	鉄	松	鉄
回転方式	中がけ	中がけ	上がけ	上がけ	上がけ
1回転の時間	10秒	5秒	5秒	4秒	5秒
ハリ太さ (cm)	8 (角型)	5 (L型アングル)	4 (平板)	10 (角)	3 (L型アングル)
ハリ本数	10	12	6	24	6
ハリ材質	松	鉄	鉄	松	鉄
心棒直径 (cm)	10	7	4	12	4
心棒材質	鉄	鉄	鉄	鉄	鉄
軸受け	木	木+コンクリート	鉄	ベアリング	鉄
桶大きさ	70 ^w ×30 ^t	40 ^w ×45 ^t	40 ^w ×20 ^t	95 ^w ×30 ^t	8 ϕ
桶材質	用水路	コンクリート	木樋	木樋	塩ビ管
作業内容	①杉葉製粉, ②ふるいかけ, ③線香の加圧成型	①三極木皮繊維の叩解 ②ちり取り ③ポンプ送水	楮木皮繊維の叩解	木材の切断	水槽への揚水
稼動機械	①縦型搗臼 ②回転式ふるい ③加圧成型器	①ホーレンダービーター ②スクリーン, ③ポンプ2台	ホーレンダービーター	帯鋸	ピストン型ポンプ (水車1回転で4往復)
使用歯車直径 (cm) 及び 個数	(70 ϕ ×2)+(40 ϕ ×4)+25 ϕ +50 ϕ +5 ϕ ネジ棒	(90 ϕ ×2)+(25 ϕ ×2)+44 ϕ +12 ϕ +笠歯車(36 ϕ +18 ϕ)	50 ϕ +25 ϕ	120 ϕ +100 ϕ +30 ϕ +25 ϕ	—
材質	鉄	鉄	鉄	鉄	—
プーリー直径 (cm) 及び 個数	(25 ϕ ×2)+60 ϕ +18 ϕ +直径可変型(36 ϕ ~18 ϕ)	(70 ϕ ×3)+(50 ϕ ×4)+(40 ϕ ×3)+12 ϕ +25 ϕ +5 ϕ +20 ϕ +30 ϕ	(75 ϕ ×2)+(25 ϕ ×2)	70 ϕ +35 ϕ +40 ϕ +30 ϕ +(100 ϕ ×2)+2+はずみ車(210 ϕ)	80 ϕ +8 ϕ
材質	いづれも木	いづれも鉄	いづれも木	いづれも鉄	鉄
使用ベルト巾 (cm)	8	8, 8, 4.5, 1.2	8	7, 10	2
使用開始時	昭和5年	昭和初期	昭和25年	昭和12年	昭和23年
使用者数	個人	4軒	個人	会社	個人
製作所	大工 (勝央町)	鉄工所 (津山市)	大工 (新見市)	大工及鉄工所	鉄工所 (岡山市)

為である。又鉄製心棒は軸受けとの摩擦を小さくするという大きな利点もある。しかし後で述べるように、このようにしても尚、目的を果たせず、現在ではディーゼルエンジンを併用して回転力を増している例もある。このことは水車が現代の機械動力源としては不適當であることを暗示しているようにも見える。

プーリーには、木製のものが見られるが、次のような理由で必ずしも鉄製を必要としない。プーリーはベルトの摩擦力を利用して力伝達を行う為、ベルトが滑ったり、切れたりするような大きな力の伝達には用いられない。新見市高尾の紙すきや加茂町山下の線香製造の場合は、この木製プーリーが一台の機械のみを動かしている為、大きな力の伝達を必要としないのである。又木製プーリーは任意の直径のものが作り易く、しかも軽く、軸受けとの摩擦力も少ないと云う利点がある。このようなプーリーの特徴を生かした使用法は鉄製プーリーでも見られ、一つのプーリーに機械一台が連結されている〔和紙製造（上横野、高尾）、製材〕。さらにプーリーの心棒の位置決めは、歯車の場合に比べて精度が低くてよい。この点でも、強い力の加わる連結部分や狭い空間での力伝達の変換を除けば、プーリーの方が歯車より使用しやすいであろう。

水車の回転方式は表に見られるように中がけ2に対し上がけ3である。この回転方式の決定は、精米用水車と同じく、第一には引水の地勢的条件で決められるが、強い力を必要とする場合には水の落下力を上手に利用できる上がけは有利である。事実大きな力を必要とする製材用水車では岡山県の他、静岡県天竜市にあるものも上がけである。水車の巾は40~95cmと広いが、この巾の水路に豊富な水を導びく為には、川のごく近くという条件も必要となる。かつて製材所が存在した加茂町、勝田町、中和村等でもその多くは、川のごく近くに存在していた。一方使用する流水は、農業用水とも関係するので、これに影響を与えない位置へ製材所が設置されたと聞く。現在の共和林業も製材所をはさんで川の上流と下流とに田があるが、製材所と並ぶ位置にはないので田の引水への影響はない。

使用稼動機械を見てみると線香製造の加圧容器、製材用の帯鋸、和紙原料製造のビーターやスクリーン等には、近代的西洋式機械が採用されており、杉葉製粉用搗き臼及び回転式ふるいについては伝統的の日本式のものが用いられている。特に和紙製造では、京都府奥黒谷¹³⁾や高知県大豊町⁴⁾の水車作業が木製杵の上下動による伝統的方法であるのと比べると岡山県で使用しているビーターは近代的装置と云えるだろう。前者は、手仕事で行っていた方法を水車に引き継がせているが、ビーターは、後で述べるように全く異なる西洋式のものである。

和紙製造、製材、及びポンプ揚水では全てが西洋式機械を用いており、線香製造システムにのみ和洋各々の機械が用いられている。前の三つの機械は、作業方式も西洋方式となっている。例えば和紙製造では伝統的な叩いて繊維をほぐす方法が掻き廻してほぐす方法に変わり、製材では、木挽き鋸の往復運動が、帯鋸や丸鋸の一方向への運動に変わった。これ等

の行程は日本の伝統的製品を作る一過程であるにもかかわらず、伝統的作業方法ではなくなっているのである。

一方線香製造は、その作業行程に、日本の伝統的方法である抽出の行程を受け継ぎ、これに西洋式機械を上手に用いている。線香そのものが西洋にない為、直接製造機械を導入するわけにはいかず、独自に工夫した成果であろう。岡山県では、この種の水車利用は昭和になってからであり、又玉島の油圧ポンプ方式のものは、昭和20年代になってから導入された。玉島ではそれ以前には昔からの木製人力加圧器を用いていたのである¹⁴⁾。これ等をみると、西洋の材料や方式の導入が、水車の工業への利用を可能にし、この導入を待った為、水車の使用開始時期が、明治末頃から昭和中期と比較的遅くなったものと思われる。特に線香製造用水車が、製材や和紙製造にくらべて、導入時期が遅かったのは、水車に見合った独自の機械をつくり出すまでに時間が必要だったのではなかろうか。

以上のことから、岡山県の工業用水車についての特徴としては、西洋技術による近代化された機械が使用されていること、及び導入が比較的遅れたことがあげられる。精米用や揚水用水車が古来からの型を保持していたのとは様を異にしている。しかし、水車利用の期間は長くなく、長いもので50年、短いもので30年程で、現代の機械へと引き継がれていったのである。又機械の材料として、木及び鉄が用いられているので、製作、修理の点では水車大工の他、いわゆる村の鍛冶屋が重要な役割を果たしてきたことになる。事実、これ等の装置の製作は近くの水車大工及び鉄工場で試行錯誤的に行なわれてきたのである。

次に水車が使用し続けられている理由をみてみよう。現在の水車所有者は二代目の人が多い為か、「今迄使用してきたから」と云う共通の答えが多かったが、次のような利点や欠点とも関係があるのではなかろうか。

各作業での共通な利点としては燃料経費の節約が上げられる。又個々には次のような場合がある。線香製造ではモーター駆動粉碎による杉葉粉にくらべて、粘りのある線香が仕上る。モーター駆動と違い水車で加圧スピードは遅いため、ゆとりをもって機械作業を行なうことができるの2点。一方和紙製造に対し、大型装置を用いている津山市上横野ではビーター回転時の回転数があがらない欠点を上げるが、個人使用の小型ビーター使用の新見市高尾の赤木氏は、逆に回転が遅いため、運転時間の長短のむら[・]が仕上りに余り影響しないので使い易いと云う。さらに、作業時の大敵である手の汚れの原因となる注油を必要としない利点も上げている。製材の場合には使用時の回転数の減少、冬期の水車への氷結の欠点がある。製材のような大出力を必要とする作業に現在でも水車が使用されている理由の一つとして、所有者の小椋氏は電力が昭和50年代迄引かれなかったことを上げている。又旅館の揚水ポンプ駆動水車に対しては、停電の多かった昭和30年代に安定した動力供給源であったことが使用開始理由の一つとなっている。

以上のことから、小規模、低速回転の機械に対しては燃料節約と水車の利点とを活かせることが期待できる。

次に水車利用に関係した作業行程の特徴をみてみよう。線香製造行程は県内同一の方法で、江戸時代より続いている方法である。又線香製造の盛んな栃木県今市市や熊本県山江村とも同じ方法である^{5,15)}。和紙製造については、使用する原料により行程が少し異なる。即ち繊維の短い三桎では打解器を必要としないが、楮では、これを用いた後ピーターにかける場合もある¹⁶⁾。しかし、大方の行程は県内で同一である。製材は木材の切断だけでなく、鋸の目立作業迄含めて、静岡県天竜市と同一の方法である⁶⁾。大型設備の場合、何処かのメーカーが売り出した装置が広くいきわたり、各地域の独自性は少ないのではなかろうか。

3 各種の作業に用いられる水車

A 線香製造（加茂町山下）

線香製造は岡山県内では現在、加茂町山下の他、玉島長尾、奈義町高円で行われている。後者の2地域では、水車は使用されていない。玉島長尾の線香製造は江戸時代より行われており85才になる線香製造70年の古老の話によると、昔から水車は使用せず、杉葉粉末は和歌山県や兵庫県等から購入していたと云う。製造に用いる加圧器も、てこを利用した木製のもので全て手仕事による作業であった¹⁴⁾。現在10数件ある線香製造所では油圧ポンプ作動機械を使用しているが、中には昭和50年頃、始めて油圧用加圧成型器を導入した家もある。但し、作業に従事する人数は1台あたり3人で人力加圧成型器の時と同じ人数である。これを除いては加茂町山下と同じ方式の機械、同様の行程で作業を行っている。

奈義町高円は昭和50年代になって線香製造を始めた所である。ここでも杉葉粉末を購入し、玉島と同様な油圧器、加茂町と同様な攪拌器を用いて、後で述べる作業を行っている。

加茂町山下は附近がよく手入れされた杉の植林地域であり、阿波川に沿って家が並び、井上線香製造所もこの川辺りにある。この川より引いた用水路に沿って、写真1で見られるような製造小屋（間取りは図1）と水車が設置されている。水車がどのような作業位置を占めているのかをみる為線香製造過程をみてみよう。

A-1 作業行程

- | | |
|---------------|------------------------------------|
| 1) 杉葉の採取 | 6) 杉葉粉末と [・] のりを湯でもってこねる。 |
| 2) 杉葉の切断 | 7) 加圧成型器による成型。 |
| 3) 杉葉の乾燥 | 8) 棒状線香の乾燥。 |
| 4) 杉葉の粉末化 | 9) 乾燥線香の包装。（卸し先は津山市、姫路市等） |
| 5) 杉葉粉末のふるいかけ | |

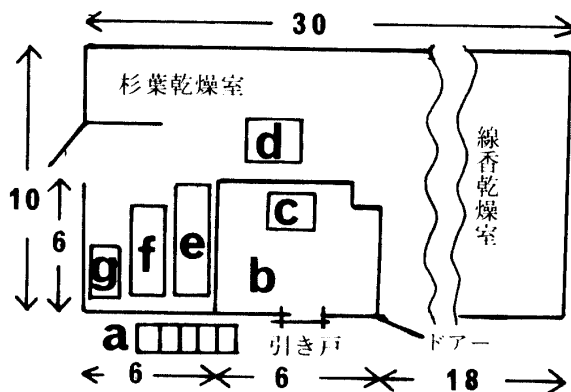


図1 線香製造工場間取図(加茂町山下)

a : 水車, b : 加圧成型器, c : 攪拌器
d : 切断器, e : 縦型搗臼列 A,
f : 縦型搗臼列 B, C, g : 回転式ふるい。

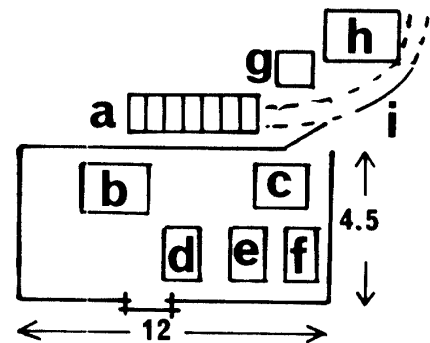


図2 和紙原料調整小屋間取図(津山市上横野)

a : 水車, b : ビーター, c : スクリーン, d : ディーゼルエンジン,
e : いけす, f : いけす, g : 貯水タンク, h : 沈澱池, i : 用水路

まず、行程(1)では次のことが重要である。香りのよい杉葉は3月～5月頃によく熟した杉の枝葉であり、材木として伐採する時のものを使用する。線香製造が杉山の近くで行われる理由でもある。若い杉の木の葉や下枝を刈り取ったもの等は香りが少なく、粉末時での歩留り率も悪いとい云う。さらにこの種の杉葉ではのりを多量に必要とする。

杉葉は回転歯のついた切断器（モーター駆動）で、5～8cmの長さに切断された後、乾燥される。自然乾燥を主としているが、雨の長く続く時や、冬期には電気による風を用いた乾燥を行う。しかし風を用いた場合には十分な乾燥状態が得にくく、粉末化した時の歩留りも悪いと云う。自然乾燥の場合は夏で1日、秋で2日位を必要とする。この乾燥を十分に行うことが、杉葉の微粉化を可能にし、歩留りのよい、良質な線香をつくる条件である。粉末化には縦型つき臼が使用される。24時間程搗いた後、ふるいに20～30分かけ粉末粒径を揃える。荒い粉末はふるい内に残るので、再度、臼で搗きなおし、ふるいにかける。

出来上った粉末をのりと一緒に湯で20～30分こねる。湯を使用すると粘りが増すという。のりは以前は、王ウスという植物を使用したけど最近台湾あたりから輸入されるシナ粉と称するものも用いている。これも植物の根である。のりの量はこの時の杉粉の状態で微妙に変えると云う。

出来上った粘土状のものを加圧容器に入れ、容器底に開いた小さい穴から押し出し、これを切り板で受ける。線香は切り板の長さに合わせて竹ベラで切る。竹は線香に付着しないので具合がよいと云う。切り板は長さ30cm、巾15cm程の木板である（写真2）。三種類の直径の線香を作るため、加圧容器の底に、「スジガネ」と呼ぶ取外しのできる穴のあいだ真ちゅう板（寸法は約25cm×10cm×3cm）が置かれている。大方、穴の直径は3～6mmで

数は50～60ケである。真ちゅう板の代りに木板が使われることもある。

切り板上の線香は受け手により「乾し板（又はハリコ）」¹⁷⁾と呼ばれる巾30cm、長さ1m程度の板に移され、同じ長さになるように竹べらで切揃えられる（写真2）。これを日陰乾燥して出来上りである。1日で100枚程仕上がると云う。この乾燥は夏で3日、冬で10日位である。この作業の中で、難しいのは、切り板の上に線香を平行に揃えて並べることである。押し出された線香を何げなく受けているようだが、揃えて受けるのには年期が必要なのである。

以上が製作行程の概略である。以前はこれ等の作業の中で、杉葉の切断、粉末化、ふるいがけ、ねり、押し出しと、全ての作業を水車で行っていたと云うが、現在は杉葉切断機及び、練り機はモーター駆動である。行程1～9迄の作業は図1に示される間取りを持った小屋（広さ10m×30m）内で行われる。杉葉粉碎のための部屋には製粉用杵と臼、回転式ふるいがある（写真3～5）。線香押出及び練りのための部屋には、湯をわかす釜、線香を並べる為の作業場等と一緒にになっている（写真2）。

水車で作業がどのような方式の力伝達、及び作業機械を用いて行われているのかをみるため、線香製造用水車動力伝達部を図3に示す。

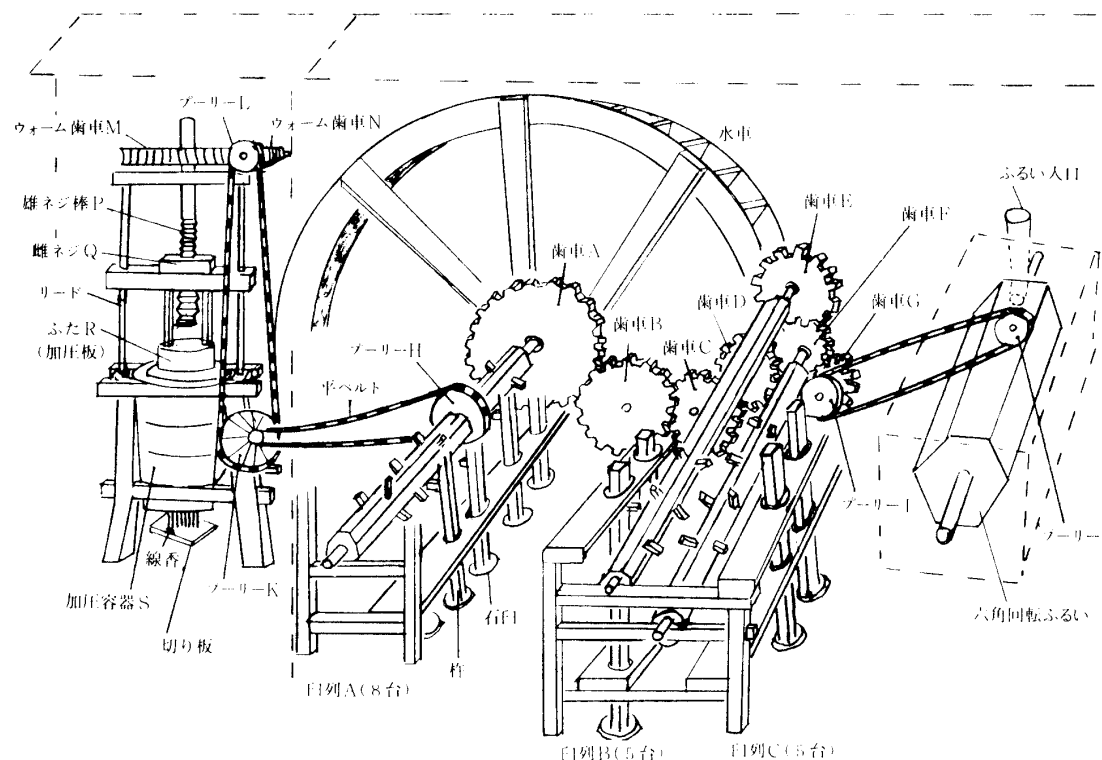


図3 線香製造用水車動力伝達機構（加茂町山下）

図からわかるように一つの水車の回転力が、主心棒、歯車、プーリー、ベルト等により伝達されて多くの仕事を請け負っていることがわかる。これだけの規模の機械一式がいつ頃から使われていたのかは明らかでないが、先代の井上氏が始めた昭和5年から既にこの構造であったと云う。先代の井上氏は兵庫県神崎郡の人から線香作りを聞いて始めたというので、構造は兵庫県のものと同様と思われる。神崎郡は杉葉粉の製造元が多く、玉島の各家へもこれを卸している。

以下で動力伝達及び機械の構造を詳しくみてみよう。

A-2 動力伝達機構

図3に見られるように水車の鉄心棒(10cmφ)は小屋外壁に埋め込まれた軸受けで支えられ歯車A(直径40cm)をスピル方式¹⁸⁾で同軸固定している。歯車Aは歯車B(直径70cm), C(直径70cm), D(直径40cm)を通して、歯車E(直径40cm), F(直径40cm)を廻す(写真6)。このE, Fはそれぞれ臼列B, Cの杵作動用心棒B, Cと直結している。この時, E, Fは互いに逆回転になる為、臼列Bと臼列Cの杵は両方とも、心棒についたハネ板で下から上へはね上げられる。歯車はいずれも鋳物製である。

さらに歯車Fは、歯車G(直径40cm)と噛み合い、GはプーリーI(直径25cm)と同軸固定されている。プーリーIはベルト連結で、プーリーJ(直径25cm)を回転させるが、Jは回転式ふるいの心棒と同軸固定されていて、これを回転する(写真5)。これらのプーリーはいずれも木製である。

主心棒の中程には木製プーリーH(直径60cm)が同軸固定されていて(写真4)、隣の部屋の円錐台型木製プーリーK(直径18cm)とベルト(巾6cm)を通して連動される(写真7)。このプーリーはベルトとの接触位置で直径が変わる巧妙な造りになっている(写真8)。これが天井下に設置された鉄プーリーL(直径18cm)とベルト連動される。Lは片方の端にネジが切られていて、ウォーム歯車N(直径5cm)となり、もう一方のウォーム歯車M(直径50cm)を回転する。ウォーム歯車Mの心棒P(直径5cm, ピッチ1.5cm)にはネジが切ってあるので、Mの回転はPの回転となり、雄ネジPと噛み合う雌ネジのついた台Qを押し下げる。Qには加圧板R(直径20cm)が固定されているので、Rが下降して容器S(直径20cm, 高さ50cm)のふたを下に押し下げる(写真7)。従って容器内に入っている線香原料は容器の底の穴から線状の棒となって押し出される。以上が、水車による動力伝達の全てである。粉碎、ふるいかけ、押出しの3つの作業が同時に一つの水車で行われているのである。

A—3 使用機械の構造

イ) 水車本体

直径6 m、巾50cmの木製で県内第二位の大きさであり、昭和47年に勝央町の車大工が製作したものである。写真1にみられるように、各部分の固定には主に木製クサビが用いられている。但し、ハリと心棒、及びハリと外周枠の固定には、ボルト、ナットが用いられている。これ等の構造は精米用水車と変わらないが、木の太さに水車の力強さが見られる。組立ては木工作業場で一度組立て、それをバラして、現地で再び組立てた。まず心棒とハリをボルト、ナットで固定し、ブロック化した外周枠及び尺の部分のをこれにナット止める。この方法での取付けは手間が少なかったと云う。

心棒は鉄製であるが軸受けは木製角材を置いただけのもので、ベアリングや鉄製軸受けのような精密な工作はしていない。軸受けの一つは小屋の外に、他は小屋の外壁に埋め込まれて置かれている(写真1)。

ロ) 縦型搗臼

臼は木をくりぬき底に鉄板を置いた直径48cm、深さ48cm(ほぼ2斗)の容器で土中に埋められている。図1に示されるように三列に並んでいて、全部で18台、臼列Aは8台、臼列B、Cは各5台である(写真3)。ハネ板は四枚羽根で、八角型の本製心棒(直径25cm)はクサビによるナデ棒の取付けを容易にしている。図3の臼列Aの主心棒は全長6mで、3mの所に中継ぎがされている。臼列B、Cの心棒は同じ直径で3mの長さである(写真3, 4)。

ハ) 心棒

いづれも木製であるが、木製軸受けと接触する部分のみ直径10cmの鉄丸棒で継いでいる。臼列B及びCの心棒はそれぞれ設置の高さが異なる為、各列の枠に取付けてあるナデ棒の高さも異なり、その違いは約70cmである。臼列Bの心棒は地面より140cmの所に設置してある。ハネ板の取付け穴は、心棒方向に沿って八角型の各面に順ぐりに穴が開くように取付けてあり、水車に加わる力が平均化されるように工夫されている。これは精米用水車の場合と同様である。

ニ) 杵

杵は10cm角、長さ2.5m程の檜の角材で先端に鉄板を張ってある。使用が激しい為か、杵支え台と接触する部分は極端に細くなっているものが多い(写真3, 4)。この杵の上下動は約20cmであって製粉の場合とほぼ同じである。又一部の杵を停止させる時は、杵の通る杵支え台の大きめの穴の端へ杵をづらして、ナデ棒とハネ板とがぶつからないようにする。これは精米用の場合に杵をひもで上部へ固定していたのとは異なる方法である。

ホ) ふるい

ふるいは木枠で作った六角柱の筒で中心に心棒が通してあり、この心棒にプーリー（直径25cm）が同軸固定され、水車で回転される。ふるいの大きさは直径50cm、長さ140cmで、これが一つおきに六角筒の外面に貼ってある。六角筒の両側面中心部には円型のくり抜きがしてあり、ここへ杉葉粉末を導入するための筒がついている（写真5）。このふるいは『拾遺都名所図会』にも見える古い型式のものである。

ヘ) 練り器

練り器は写真9にみられるように、まっすぐな棒と曲ったつめとをもった回転翼をモーターで回転させる方式のものである。大きさは高さ50cm、長さ70cm、巾40cmで、内部は金属メッキがしてあり、錆に強い工夫がしてある。この装置は、小豆島で製麺に使用されていたもので以前は水車でこれを動かしていたと云う。奈義町高門でも同じ練り器を使用しているが、玉島長尾では、参考写真1に見られような大型のものが使用されている¹⁹⁾。

ト) 加圧成型器

加圧成型器は写真7に見られるように、容器**S**と加圧板**R**とから構成されている。ネジ棒**P**の回転によって**R**が鉄製容器**S**（直径25cm、高さ40cm）の内部へ入ってくる。又**Q**は10cm角の木製の台に支えられ、これが鉄製のリード棒**V**で導びかれて**R**を押す。同じ加圧器でも玉島長尾では油圧ポンプ式のものが使用されている（参考写真2）。機械の原理は同じであるが、装置は大型で、一部が油圧向きに作ってある。大阪での製造である。

チ) ベルト停止器

加圧器は一度水車と連動すると、水車を止めない限り動き続ける。これでは困るので、仕事を休むときには、プーリー**K**と連動しているベルトをはずし、加圧器を止める。この時、作業を行っている位置でベルトをはずせるよう、写真8の装置がある。上部の細い鉄棒**T**を右へ動かすと、ベルトがプーリー**K**の直径の大きい方へ押しやられ連結状態となる。逆の場合は連結解除となる。

B 和紙製造

県内における手すき和紙の製造は昭和61年現在、津山市上横野（五軒）、新見市高尾及び正田、倉敷市水江の計8軒で行われているが、水車を使用しているのは上横野及び高尾だけである。

上横野での製紙の歴史は奈良時代迄遡上することができるが、製紙業は天保（1830—1844年）の頃から盛んになり、安政（1854—1860年）の頃、津山の代表的製紙会社でもある中尾製紙が始まったと云う。明治の中頃には市内数ヶ所で製紙が行われ、津山箔合紙として知られる金箔用和紙製造が始まったのもこの頃である。津山市内では戦中戦後の変動期に

製紙をやめた家が多く、上横野でも徐々に数が減り、現在では5軒を数えるだけである。4軒は金箔用和紙、他の1軒は民芸用和紙を作っていて、いずれも一年を通して紙漉きを行っている^{12,20)}。昭和20年代迄は楮を用いた障子紙や傘紙も作っていた。

新見市での製紙は、鎌倉時代以前に既にその存在が文書に見られ。江戸時代には京都、大阪へ多数紙を送り出していたと伝えられる。生産は明治時代に盛んになり、障子紙、三つ折、提燈や傘用の紙が中心であったが、これ等の使用が少なくなる昭和になって製造業者の数が急激に減少していった。昭和20年頃5軒となり、現在は高尾及び正田の2軒だけである。上横野と異なり、^{のり}の状態のよい冬期のみ紙すきを行っている^{12,21)}。

以下に、伝統的手すき和紙の製造作業の中で、水車がどのような役割を担ってきたのかをみる為、製造行程を具体的に見ていこう。この過程は上横野及び高尾共ほぼ同じである^{12,20-22)}。

B-1 和紙製造行程

- 1) 原料の栽培 上横野では三桮を、高尾では、楮を主として用いている。三桮は県内の勝田町、久世町、勝山町、奈義町梶並あたりで栽培され、又、楮は新見市の近くで栽培されている。三桮は施肥を余り必要としないので山での栽培が可能だが楮は施肥を必要とするので平地栽培である。
- 2) 原料の伐採
- 3) 蒸し上げ 伐採された木の枝を蒸し上げる。
- 4) 反むき 三桮は夏で一昼夜、冬で二日間程、流水に浸け表皮（鬼皮）を庖丁で削り白皮として乾燥する。傷のついた白皮は製品にならないので、こづが必要と云う。
- 5) 浸水 白皮を使用する前に流水に浸す。
- 6) 煮熟 例えば、三桮白皮14貫の場合、石灰20kgを使用して煮熟釜（口径約80cmの平釜）で2時間程煮沸する。火を止めた後、2～3時間そのままの状態で蒸す。煮熟した原料を流水に一昼夜浸す。これで灰を十分に抜くことにより、次の叩解^{こうかい}をよくする。これにより、箔合紙特有の赤い色としなやかさが出ると云う。
- 7) 叩解^{こうかい} 繊維をほぐすための機械（ビーター）を20～30分動かして、水と一緒にして白皮を細い繊維にほぐす。これを「クダ」と云う。
- 8) 塵取り ほぐされた繊維を含む溶液はスクリーンと呼ばれるふるいにポンプで導びかれ、塵が除かれる。スクリーンの目の荒さは（6/1000）mmであるが、（7/1000）mmでは使用出来る繊維まで塵りとして捨てることに

なってしまう、経験的に歩留りの良い径として(6/1000)mmが決定されたと云う。

- 9) 紙 漉 き すき身と呼ばれる容器に半分位の水を入れ行程8で仕上ったクダを溶かし込む。これをモーターで攪拌する。これにのり（普通はトロロアオイの根を砕いて液状にしたもの）を加え、すだれを侵して十分溶液が行渡るようにゆすって後、引き上げる。
- 10) 圧 擦 すだれを木枠からはずし、繊維の付着した面を下にして紙とすだれとを引きはがす。次々とこの上に同じ手続きで紙を重ね、一晩置いた後、加圧して水分を押出する。
- 11) 乾 燥 松材の干し板を用いて、板干しを1～2時間日陰で行う。現在は電気乾燥器を用いる場合もあるが、自然乾燥の場合には風のある日に板を家の外へ出し、雪が降ってくると内へ入れる雨耕晴読の日々だと云う。

以上が大体の行程である。各工程を上横野、高尾の例で詳しくみてみよう。行程(1)での三桧の伐採は、植えてから三年を経たものを11月から花の咲く3月位迄に切り取る。楮は一年草で春に刈り取る。

行程(3)での三桧の蒸し上げには、レンガ造りの炉の上に直径80cm程の釜を置き、これに水を入れ三桧の枝を山積みする。この上からこしきと呼ばれる大きな竹かご（直径120cm, 高さ180cm程）（写真10）をかぶせる。こしきの移動には滑車が用いられる。蒸す時間は3時間程である。

行程(7)で使用されるビーターには、ホーレンダービーターとナギナタビーターの2種類がある²³⁾。上横野、高尾共ホーレンダービーターを用いている。ホーレンダービーターは写真11, 19に見られるように、木製円筒の外周上に、円筒の軸に沿って細長い歯が付けられている。ビーターの歯と相対している容器の底板にも歯が設置されており、ビーターを回転すると両方の歯の隙間を柔らかくなった白皮が通り、径の細い繊維となる。隙間を狭くすることにより、又、ビーターの回転数を大きくすることにより、より細い繊維に仕上ると云う。三日分の分量で大体20～30分の使用である。昔は「バエ」と呼ばれる叩き台の上へ乗せ、櫂の叩き棒で、2時間程叩いた。この仕事は誰でもできる仕事だが重労働なので家族全員で行っていた。夕方になると方々の家々から楮を叩く音が聞こえてきたものと云う。白皮は叩いた後、馬鋤^{マンガ}によって繊維をほぐされる。現在はこの打解と、ほぐしの作業とを合わせて、ビーターが行っている。上横野ではリング箱一ぱいの白皮をビーター容器（90cm×180cm×深さ約50cm）8分目程の水と混ぜる。このビーターは打解の労力を大変軽減したが、叩いてほぐす昔からの方法で作る和紙の方が紙の

質はよいと云う。

ほぐされた繊維は行程(8)のスクリーンへ送られるが、このままでは繊維の濃度が高くスクリーンがうまく機能しない。この為、水を加えて適当な濃度にする。これを行うのにチェストと呼ばれる容器（直径120cm、深さ130cm）を使用する。この中で、加えられた水と一緒に攪拌される。（津山市上横野、写真（15））

行程(8)の塵取りは原料の溶液を写真(12)に見られるような簀子状の網を通過させて行う。上横野では昭和30年頃迄は白皮を目で見て塵を取り除いていた。この塵取りは黒皮及び白皮の状態、又、煮熟と打解の前後でそれぞれ行っていた。家族全員で行う根気のいる仕事であった。上横野では現在この仕事をスクリーンを用いて20～30分で終えるが、高尾では現在でも目で見て塵を取除いており、大方二日分の仕事に用いる分量の塵取りを行うのに4人で4時間程が必要である。

塵は用いる水にも含まれる。上横野では、川からの水を沈澱池（4m×4m×深さ1m）に導びいて、ここからポンプでタンクへ貯える。以前、川の水をそのまま使用していた時にくらべて紙の質がよくなっていると云う。

行程(9)で使用するトロロアオイの分量は、紙の原料の種類や原料の質、叩解の状態等によって微妙に変える。上横野ではこれを埼玉県あたりから買入しているが、高尾では使用量も少ないので自家生産である。

次にこれ等の行程で用いている水車動力による機械の構造についてみてみよう、水車動力は上横野では、ビーターの回転、スクリーン稼動及び2台の送水用ポンプ稼動、高尾ではビーターの回転に用いられている。

B-2a 動力伝達機構（津山市上横野）

動力伝達の概略を図4に示す。水車動力は、歯車A（直径90cm）、歯車B（直径25cm）、歯車C（直径90cm）、歯車D（直径25cm）及び心棒（7cm \varnothing 及び5cm \varnothing ）を介して、Dと同軸固定されているプーリーE（直径70cm）とつながる（写真13）。プーリーEはベルトを通じてプーリーF（直径40cm）を回転する。Fは天井に設置された鉄シャフト（天シャフトと呼ぶ）に固定されているので、これが回転する。このシャフトには写真14に見られるように7つのプーリーが同軸固定されていて、既に述べた作業を同時に行なうことができる。一番左のプーリーG（直径50cm）はスクリーン駆動に、又、左より二つ目のプーリーは上に述べたプーリーFで水車動力伝達に使用されている。左より三つ目のプーリーH（直径40cm）はプーリーL（直径20cm）を介してビーターの回転に、左より四つ目のプーリーI（直径70cm）はポンプ作動に、又、左より五つ目のプーリーJ（直径50cm）は2m程の高さに設置された直径12cmの鉄シャフトを回転し、鉄シャフトの他端に取付けられた

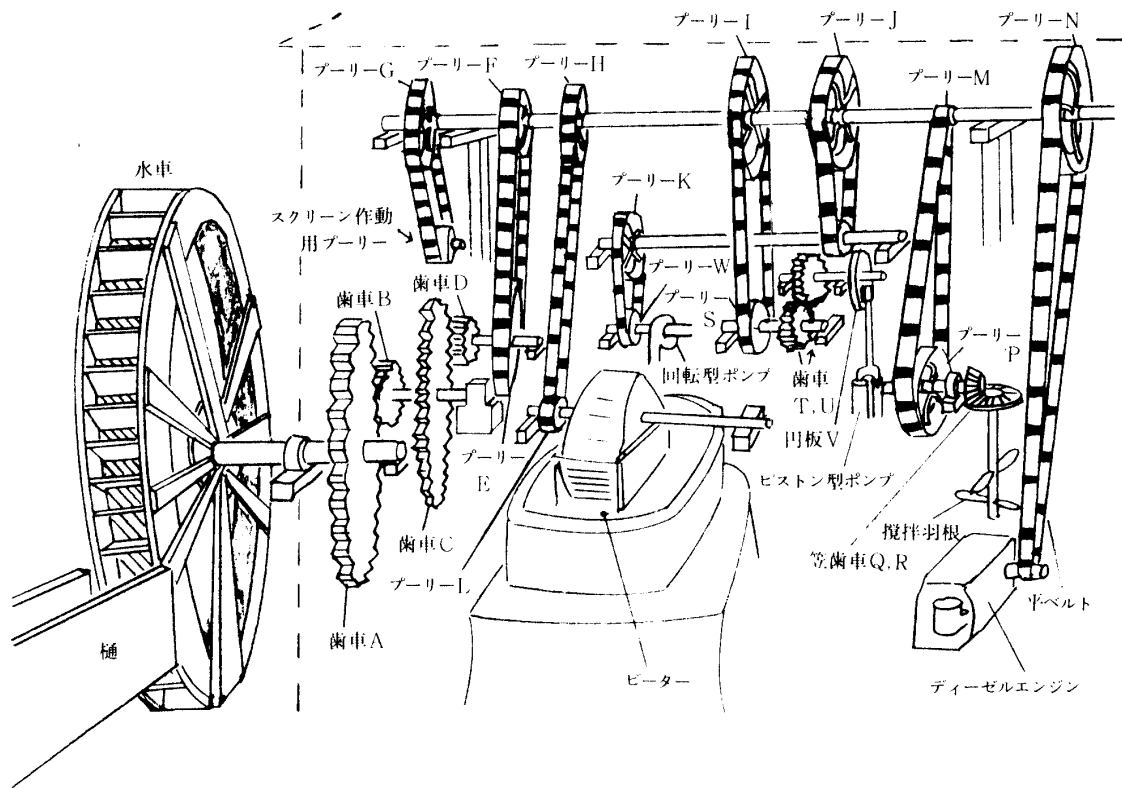


図4 和紙製造用水車動力伝達機構（津山市上横野）

プーリーK（直径40cm）を廻す。Kは回転型ポンプ（ロビンポンプ）の駆動を行う。左より六つ目のプーリーM（直径6cm）は、ビーターを通過した原料液をさらに水で薄める時の攪拌に用いられる（写真15）。一番右側のプーリーN（直径70cm）はディーゼルエンジンからの動力を伝える。全てのプーリー及びシャフトは、鉄製で、歯車は鋳物製である。大きな力の加わる歯車は、写真13に見られるように、スピル止めであり、他の歯車やプーリーは写真15に見られるようにボス止めである¹⁸⁾。これ等は津山市の鉄工所で昭和25～28年頃製作された。

プーリーの直径は機械の回転数に依存する。目的の直径のプーリーは、鉄工場から借りてきたプーリーをあてはめて試行錯誤の結果決められたという。

B-3a 使用機械の構造（津山市上横野）

イ) 水車本体

直径5.3m、巾55cmの県内最大の水車である。写真16、17に見られるように鉄心棒とL型アングルのハリを用い、これらの接続及びハリと外周枠との接続には、ボルト、ナットを使用している。軸受けはコンクリート台の上に木製角材を固定したものであるため、心棒

との摩擦力はかなり大きいと思われる。製作は昭和40年頃で、それ以前は木製水車であった。この水車は表1に示されるように巾40cm、深さ45cmのコンクリート製の用水路で導びかれた横野川の水で廻される。

ロ) ビーター（繊維分離用回転円筒歯）²³⁾

上横野のホーレンダービーターは写真11に見られるような型で、直径50cm、長さ50cmの円筒回転歯を持つ。高尾では写真19に見られるように同型で、直径50cm、長さ30cmである。いずれも本体は木製、歯は鉄製である。ビーターの回転スピードは上横野では約600回転/分、高尾で約200回転/分だが、水の少ない冬等は回転数が上らず繊維がビーターにからんでうまく動かないので上横野ではディーゼルエンジンを併用している（写真14）。昭和30年頃、石油発動機を導入したが、それ以前は水車だけで運転し、仕上げるのに長時間を必要としたと云う。

高尾のビーターは回転数は低い繊維の長い楮には三極の1.5倍程の時間をかけている。一度に扱う分量が少ないため、この方法で十分なのである。しかし楮の叩解には、打解器及びナギナタビーターを用いる製造者もいる¹⁶⁾（参考写真3，4）。

上横野や高尾では大正期中頃からビーターが導入され共同利用の水車を用いてこれを運転したという。ビーターが導入されたことにより、叩いてはぐす作業が回転歯（ローラー）で掻き廻してはぐす作業に変わったのである。この作業は次のスクリーンの作業と一緒にして、「ビーター切り」と呼んでいる。

ハ) チェスト（原料液希薄容器）（写真15）

原料液はビーターを通った後、隣のチェストと呼ばれる容器（直径120cm、深さ130cm）へ移され水を加えて薄められる。この容器には2枚羽根のプロペラが2本取付けられていてプーリー**M**、**P**（直径50cm）及び筈歯車**Q**（直径18cm）、**R**（直径36cm）を介して水車で回転され原料液を攪拌する。繊維濃度が高いと次のスクリーンの目を通りにくいからである。以前はチェストなしであったが、これを用いてスクリーンが大変やり易くなったと云う。チェストからスクリーン容器への送水にはピストン型ポンプが用いられる。

ニ) スクリーン（塵取用ふるい）

木箱（110cm×130cm×深さ22cm）の底にスクリーンと呼ぶすのこ状の網を張ってある（写真12）。網の下にはゴム板が張られ、ゴム板はさらに下から木板で支えられている。この木板の下に2本の鉄製の足（直径10cm、長さ30cm程度）が下に伸びていて、足の下端はカムに取付けられている。このカムが水車で回転され、足は上下動を繰り返す。下降の時、原料液はスクリーン下へ引き込まれ、上昇の時、引き込まれた繊維を含んだ原料液はスクリーン容器側面にある突出口**F**へ押し出されて塵のみがスクリーン上に残る（参考写真5，12）。

ホ) 簀 (いけす)

スクリーンより押し出された原料液は木樋(断面積 $10\text{cm} \times 15\text{cm}$, 写真12)を通して, 簀($8\text{m} \times 10\text{m} \times$ 深さ 45cm)と呼ばれる容器へ導びかれる。木枠の底にビニール製の網を張ったもので水だけが落ちて繊維のみを網の上に残す装置である。

ヘ) ポンプ 2 台

使用されているポンプは写真18に見られるようなピストン型(原料ポンプと呼ぶ) **A** と回転型(ロビンポンプ) **B** の 2 台である。**A** は原料容液の移動に, **B** は沈澱池から貯水タンクへ注水をするために用いられる。各過程で使用する水は, このタンクから, 高低差を利用して注水される。ピストン型ポンプは図4のプーリー **I**, **S** (直径 45cm), 歯車 **T** (直径 45cm), 歯車 **U** (直径 12cm) を介して金属円板 **V** (直径 30cm) を回転する。**V** の一端に止められたピストンが円板の回転により上下動をくり返す構造である。回転スピードが早いと送水先のスクリーン容器から原料溶液が溢れ, スピードが遅いと仕上りの時間が長くなる。具合のよいプーリーを探すのに苦労したと云う。回転式ポンプはプーリー **K**, **W** (直径 20cm) で廻され, 小屋外に設置した高さ約 3m の貯水タンクへの送水に使用されるので, この高さ送水が上昇するための回転数が必要である。この条件を満たすプーリーの直径の決定も試行錯誤で大変であったと云う。

ト) 作業小屋

小屋は使用者の集落よりおよそ $300 \sim 500\text{m}$ 離れた場所に設けられている。スレート葺きで広さは $4.5\text{m} \times 12\text{m}$ で外部は写真16, 17に示される。内部は図2に示されるように, ビーター使用の部屋とスクリーン使用の部屋に分けられている(写真12)。現在は三極のみを扱い四軒で共同利用しており, 年間経費は均等負担である。ビーターやスクリーンは, 取扱う原料の繊維が違えば水洗いしなければならないので, 一種類の繊維だけを扱っていることは能率的と云える。

昭和20年以前はビーターのみの設置であった。ビーター稼働の共同利用水車は新見市高尾でも以前にはみられたものである。又水車の回転数調節の為の用水路遮へい板は小屋の裏口を出たすぐの所で取扱えるようになっていて便利である(写真17)。裏口には貯水タンク($1.5 \times 1.5 \times 1.5\text{m}^3$ 程度の大きさ)及び川の水の沈澱池がある(写真16)。

B-2b 作業行程及び動力伝達機構(新見市高尾)

作業行程は塵取りの行程を除いて, 津山市上横野とはほぼ同じである。

動力伝達機構の概略図を図7に示す。写真20に見られるように水車は鉄製歯車 **A** (直径 50cm), **B** (直径 25cm) を介して, 木製プーリー **C** (直径 75cm) と連動する。プーリー **D** (直径 25cm) は軒下に設置され(写真21), これと $4\text{cm}\phi$ のシャフトに同軸固定されてい

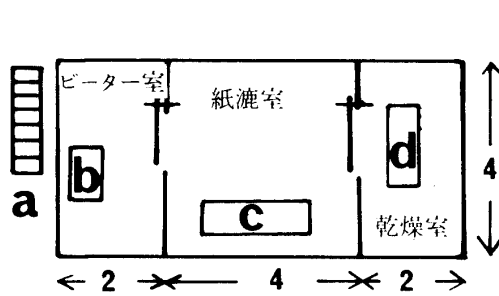


図5 和紙製造作業小屋間取図

(新見市高尾)

a : 水車, b : ビーター, c : 漉舟
d : 電気乾燥器

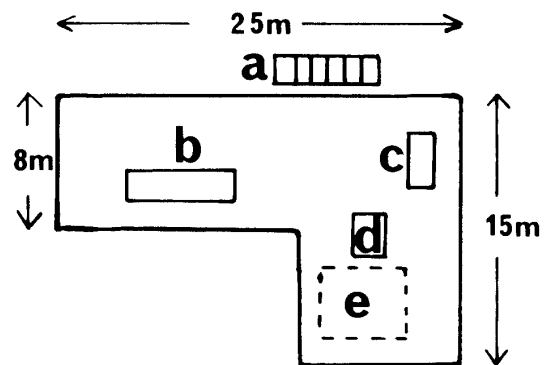


図6 製材所間取図(勝田町右手)

a : 水車, b : モーター駆動帯鋸
c : 丸鋸, d : 水車駆動帯鋸
e : 2階鋸目立室

るプーリーE(直径75cm)が小屋内の天井に設置されている。これから出たベルトが、ビーターの回転軸に同軸固定されているプーリーF(直径25cm)を廻す(写真19)。歯車A,

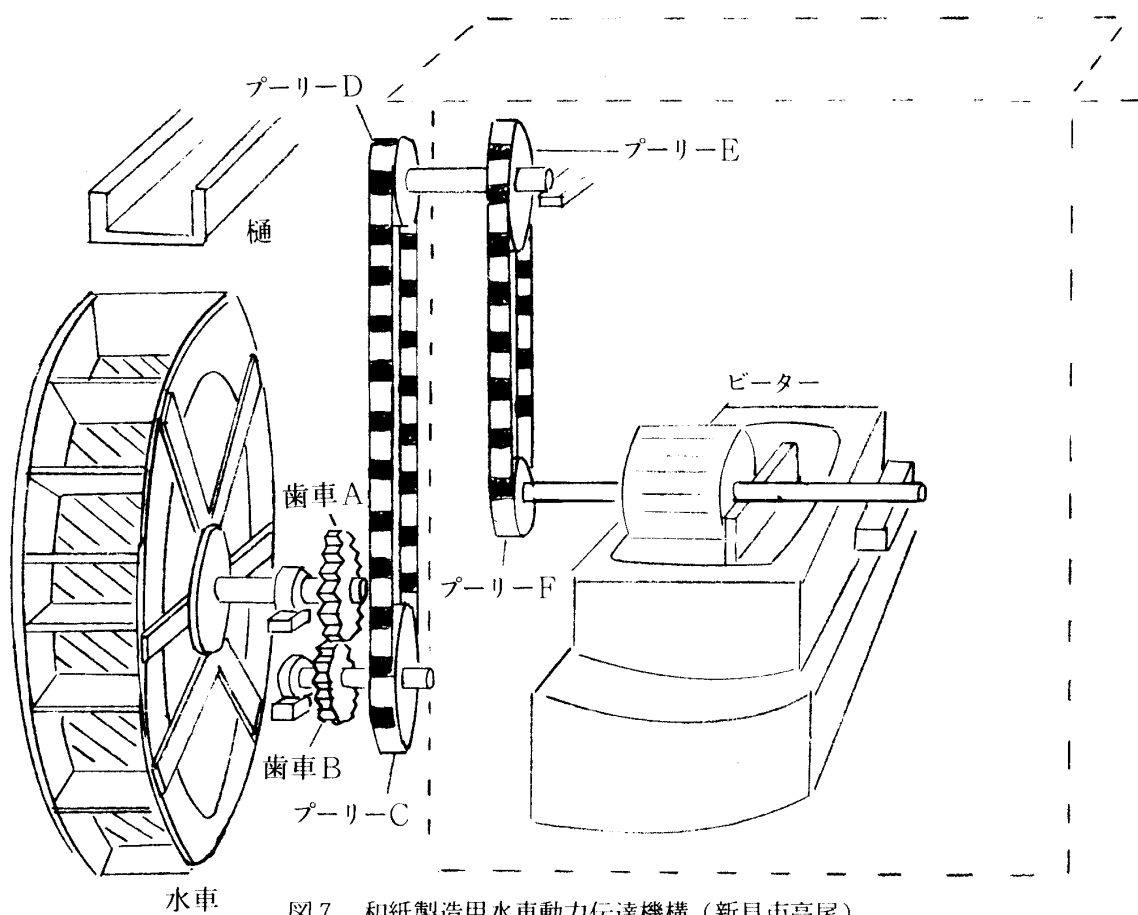


図7 和紙製造用水車動力伝達機構(新見市高尾)

B 及びプーリーの直径比から、水車一回転でビーターは18回転することになり、1分間で大体200回転である。プーリーはいつでも松材を使用し軽い。大工による昭和25年頃の、製作である。

B-3b 使用機械の構造（新見市高尾）

イ) 水車本体

総鉄製の上がり水車である。ハリと尺、ハリと心棒とはビス止めである。一年に一度のコータール塗布により製作時点から一度も修理を必要としていない。冬期のみの使用なので、全面をトタンで囲って風雨の影響を避けている（写真21）。

ロ) ビーター及び塵取り

ビーターの使用時間は15分位で、この間に徐々にビーターの上下歯間のすき間をせばめていく。せばめるスピードは、繊維のほぐれ具合を見ながら決める。ビーターの構造は上横野と同じである。（写真11, 19）新見に始めてビーターが導入されたのは大正8年で県の指導課の指導により、津山の鉄工場で作られたとのことである。ビーターの設置されている容器は最初木製であったが、腐りかけた時、表面をコンクリートでおおって現在に至っている。

ハ) 作業小屋

小屋（写真21）は4 m × 8 mの広さで内部を図5に示す。ビーター稼動室、紙漉き室、乾燥室に分れていて、上横野と違い小屋内で全ての作業が出来るようにになっている。個人所有故に一ヶ所での一貫作業が可能である。水車を使用していないが、県内で勢力的に手漉き和紙を作っている丹下氏の作業場も同様な造りである²⁴⁾。

C 製材（勝田町右手）

製材は以前には木挽き職人による木挽き鋸を用いた手仕事であり重労働であった。明治時代中頃になって機械製材が徐々にこれに変わっていった。初期には丸鋸を電動機、石油発動機、蒸気タービン、ガス発動機、水車動力等で動かしていたと云う。岡山県では明治38年に電動機による機械製材が導入されたが¹¹⁾、これは木材の多い静岡県の明治8年と比べると大分遅いことになる⁶⁾。各動力源の使用台数と馬力数の割合がどのくらいであったのかを、国の統制を受けていた昭和17年でみると、電動機、石油発動機、ガス発動機、水車動力の順に29 : 12 : 11 : 6 となっている¹¹⁾。従って昭和初期に即ち水車利用製材は少なかったことがわかる。調査中に、製材に従事している古老からしばしば聞いた言葉、「昔は皆水車製材であった」という話を合わせると水車製材が全盛であったのは昭和初期以前のことだったと思われる。昭和17年での水車利用地域は岡山市、倉敷市、真庭郡、阿

哲郡等多くの地域名が記されているが、これ等の地は、木材消費地と産地とに渡っている。現在でも多くの製材所はこれ等の地域の川端に存在し、かつて水車を利用していたことがうかがえる。

勝田町右手にある共和林業は、山林からの木材の伐採から製材迄を一貫して行っている。会社設立は昭和12年だが製材所としては既に大正時代初期に存在し、帯鋸もこの頃導入されたと云う。現在は従業員5人が製材に関係している。

製材所の仕事は山から伐採された原木の皮むき及び目的の形や寸法に合わせた木材の切断である。共和林業では皮剥きは伐採現場で鎌に似た道具を用いて行う手仕事である。4月～10月頃は木の成長季節なのできれいに皮が剥ける。現在では蒸気や螺旋回転歯を用いて製材所でこれを行う所も多い

木材の切断は多くの場合、モーター駆動帯鋸を使用して行なわれるが、特定の角度をつけて切断する場合に水車動力帯鋸を使用している。この作業は図6に示される小屋で行われ、使用頻度は平均して週四日程である。

水車は昭和47年、勝央町の車大工の製作だが現在でも傷みは少ない。製作者の腕がよく木組み等に弛みが少ないので寿命が長いと云う。

木材の切断に伴う重要な作業として鋸の目立の作業がある。これ等を含めて、以下に水車でやっている作業を述べる。

C-1 動力伝達機構

概略図を図8に示す。水車の心棒と同軸固定された歯車は、いくつかの歯車、プーリー、はずみ車を通して、帯鋸用プーリーを回転する（写真22）。歯車には大きな力が加わるため、鋳鉄製である。鋳鉄は脆いので、急激に大きな力を加えると歯先が欠けることがあり、特に鋸始動開始時には注意をしていると云う。

水車の鉄製心棒には、写真22に見られるように、小屋内の軸受けの反対側に歯車**A**（直径120cm）が取り付けられている。歯車**A**と**B**とが上下で噛み合い、歯車**B**（直径25cm）の心棒と歯車**C**（直径100cm）は同軸固定され、**C**は歯車**D**（直径30cm）と噛み合う。**D**の心棒は軸受けを境にしてはずみ車**E**（直径210cm）とプーリー**F**（直径70cm）と同軸固定されている。プーリー**F**は巾10cmのベルトにより床下のプーリー**G**（直径30cm）と連動する。このプーリーから出たベルトは図8からわかるように床下を通して3つのプーリーを介して、プーリー**K**（直径40cm）（写真27）を回転させる。**K**は帯鋸用プーリー**B**（直径100cm）と直径6cmの鉄心棒で同軸固定されている（写真26, 27）。回転数は大体800回転／分となるように水車とトイの位置を調整してある。モーター駆動の場合でも大体同じ回転数で使用する。上のように水車から長い距離を隔ててあるのは、図6のCの位置に設

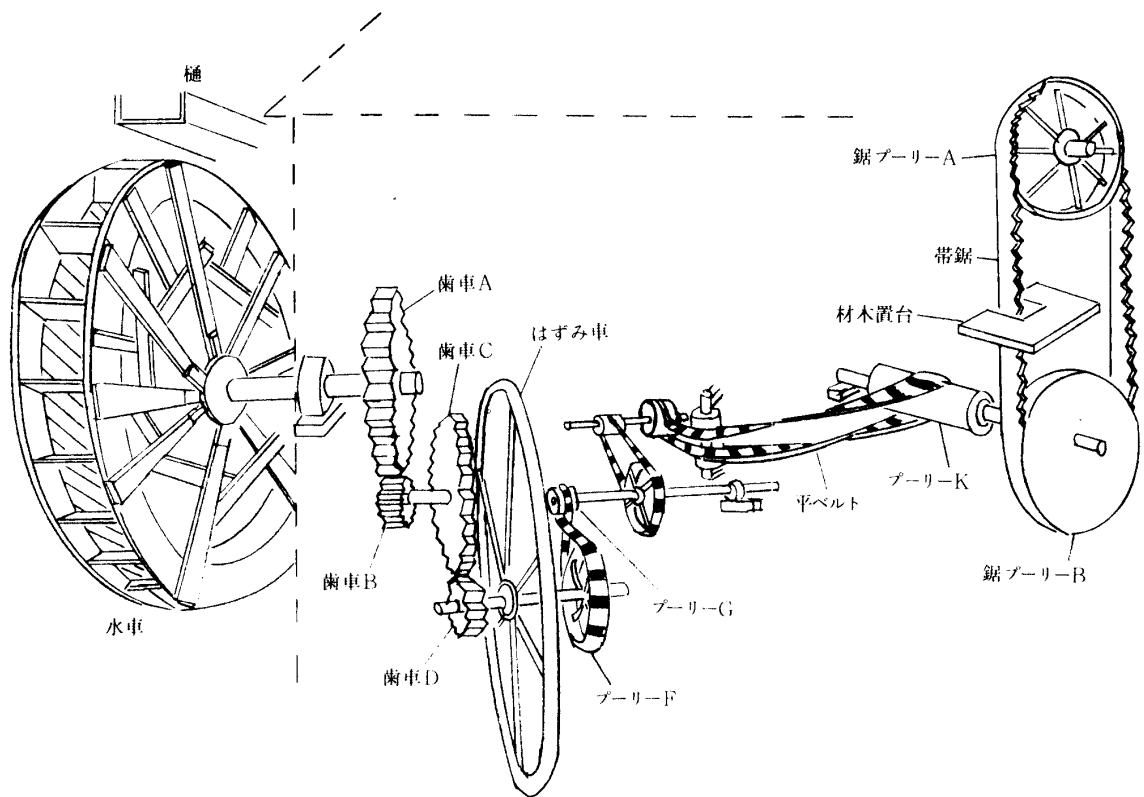


図8 水車製材動力伝達機構（勝田町右手）

置した丸鋸を以前に水車で動かしていたからである。後から導入された帯鋸は作業し易い場所に設置され、水車と離れた位置となった。

回転スピードの調整は、水量調節のみで行っている。水量の調節は写真23にみられるような小屋裏口にある棒**A**（長さ約3 m）を下げることにより、テコ**D**は用水路に挿入されている庶断板を下降し、水車への流れをせき止めるようになっている。棒**A**の高さは二段階に調節でき、作業小屋の裏口から出た所で、この操作が出来る。季節による水量の多少の増減はあるが、水量のある梶並川から直接水を引いているので、水車稼動にはさしさわりのないが、むしろ冬期水車に付着する氷のため、水車が動かなくなることが困るという。

小さな木や洋材を切断する時は、回転数を約500回転／分、やわらかな木材（杉、ひの木等）では800回転／分で使用する。又太い木材を切断する時鋸歯と木とが接触しはじめると回転スピードが落ち、それだけ切断に時間を必要とする。このスピードの減少は、モーター駆動の時にはほとんど生じないので、現在での製材に水車を用いる場合の弱点とも云える。特に決められた時間内に大量の木材切断を行う時には大きな問題となるだろう。

C-2 使用機械の構造

イ) 水車本体

車の直径4.6m、巾95cmと大型であり、その構造も県内での木造水車とは大分異っている。特にハリにそれが見られる。(写真24, 25) はほぼ同じ直径の水車である加茂町山下の線香製造用水車(写真1) と比べると、ハリの太さは変らないが、ハリの組み方が十分丈夫に作ってある。これは、線香製造では回転数は小さくてよいが、製材用では表1に見られるようになかなか大きいので、これに耐えるためである。ハリは水車の両側面内及び面間に渡されている。木製ハリと鉄製心棒の固定には鉄円板(直径33cm厚み1.5cm)を用い、ボルト止めである。水車の位置と帯鋸dの位置は図6に示される。

ロ) 心棒

心棒と軸受けは以前にはそれぞれヒノキ及び松であったが昭和40年頃、鉄製心棒、鉄製ベアリング軸受けに変えた。この為回転状態が大層よくなったという。水車自身は木製(松)であるが、鉄製より軽いので回転状態がよいという。このことは、軸受け部での摩擦力が水車の重量に大きく依存していることを示している。摩擦が小さければ、重い鉄製の方が慣性力が大きいので、製材時に生ずる回転数の減少の欠点を減らすことができるが、木製水車の使用は、軸受けとの摩擦の方が大きな問題であったことを示している。

ハ) 鋸

水車で動かす鋸には、丸鋸と帯鋸(ベルト鋸)とがある。丸鋸は鋼製円板の外周に歯のついたもので、これを水平台の上に半分程出して、これへ木材をあてて切断をする。歯は円板の両側面に交互に張り出している為、厚みが5mm程になる。これに対して帯鋸は、この張り出しが小さい為、厚みは約2mmである。従って切断時にかける木の損失容積を小さく出来ると云う大きな利点がある。帯鋸が導入されたのは大正5年頃で、現在では主にこれを利用している。

帯鋸は(写真28, 29)に見られるように、長さ5.5m、巾10cm、厚み約2mmの带状をしたエンドレスのハガネ帯の片側に歯をつけたものである。これを本機と呼ばれる写真26にみられるような2つのプーリーA(直径100cm、巾9cm)及びB(直径100cm、巾8cm)の間にはめ込み、上側のプーリーAを上下動させ、帯鋸を強く張る。プーリーBは水車で回転し、プーリーAは自由回転する。プーリーBは鉄製の円板であるが、はずみ車の役目も担っているため、重い造りとなっている。これに対し、プーリーAはスポーク作りで軽い。

写真26にみられる鋸歯支え台Cは上下移動できるようになっており、直径150cm位の木材も切断できると云う。写真26は木材に角度をもたせて切断を行う角度器を取付けた状態で写真にみられる針で角度を決めるようになっている。いくつかのハンドルは上に述べた機械各部分の調整に用いられるものである。この装置は水車動力用に造られたものではなく、

モーター駆動で使用している製材所もある。材木設置台は作業の仕易いように一部が床下に設置されているので、動力伝達装置は全て床下に設けられている（写真22, 27）。

帯鋸は常時、目立を必要とするので、作業場2階には目立室がある。（写真28, 29）目立は、写真29に見られるような15cm ϕ のグラインダー装着の自動研磨器を用いて2時間程で仕上げる。写真29のプーリーAが回転すると研磨円板が回転すると同時に、研磨円板支え台が慣円型のカムにより周期的に上下動を繰り返す。これが上になった時、鋸歯が同期して移動する。この行程は帯鋸を3～4回廻して約20分間行なう。現在はモーター駆動にしているが、以前は水車でプーリーを回していたという。いくつかのプーリーを用いて小屋の一階から、ベルトを通して2階迄水車動力を導いていた。この部屋ではこれ等の他、破損した鋸をつなぐ焼付け器や、鋸の使用開始時に鋸の背の肉厚を少し薄くして歯先を外側に張り出す圧延器等がある。これ等を全て使用して常時、帯鋸を使用できるのである。これ等の装置はその方式や構造から、西洋方式のものであることは明らかであり、このことから帯鋸や丸鋸の使用には西洋技術が不可欠であったことがわかる。また、このような装置は他県での製材所でも使用されていたものである⁶⁾。

D ポンプ作業（加茂川町小森）

小森温泉は昭和28年に開所したが昭和33年頃から水車を用いてポンプを動かし、旅館で使う水を泉源より吸み上げて3～4 m高い所にある貯水槽に貯めている。現在ではこの水は手洗い用にのみ用い、他の用水はモーターで揚げている。夏にはプールや池へも貯水槽の水を導びく。温泉は加茂川の川端にあり、一年を通して水車稼動が可能である。ポンプ作動に水車を用いることを考えついたのは現在の所有者である。当時は停電が多くモーターでは今一つ不安であったからだと言う。

D-1 動力伝達機構

水車心棒と固定された写真30のプーリーA（直径80cm）は巾4 cmのベルトを通してプーリーBを（直径8 cm）を回転する。プーリーBの心棒とピストン型ポンプの回転軸とが直結して回転運動を直線運動に変える。温泉源より引かれた水は、写真30のポンプの両側のパイプより吸引され、中央部の鈎鐘状の頂点の部分より出ているパイプへ押し出される（写真30, 31）。

D-2 水車本体

参考写真6に見られるように引水は川の200m上流から塩ビ管で行い、水車の斜め上部より水を落とす上がりピッチバック方式である。水車は鉄製で、心棒は直径4 cmの鉄丸棒、

軸受けも鉄製である（写真30，31）。

水車は岡山市で製造され，半分ずつ組み立てられて，現地でボルト，ナット止めされ，組み立てられた。手入れはポンプ本体及び，水車心棒の摩擦部に注油するだけで十分であり，30年近く休みなく動いている。プーリーの直径や水車の直径は現所有者宇野春夫氏の設計であるが，水車の回転数がポンプ作動に適するようにプーリー **A**，**B** の直径を決めるのに苦心したという。何回かの試行錯誤の後，今の直径に決定された。

使用しているポンプは高さ25cm，縦横は各々15cm程の小さいものである。

4 まとめ

以上県内での工業用水車について，一般的特徴及び，個々の使用機械，使用形態をみてきたが，これ等の結果から問題点をいくつかあげることができる。

まず現在稼動している工業用水車導入以前には，伝統的作業に対して水車が使用されていなかったことである。このことは，岡山県で水車が多用されてきた背景を考えると奇妙に思われる。製材及びポンプ作動については西洋式機械を用いている為，西洋技術の導入以後，機械が入ったのであろうが，線香及び和紙は伝統的日本の製品であり，作業の簡単な部分に対しては水車による機械化が可能であったはずである。実際には西洋技術導入後にこれが行なわれている。この遅れを，機械材料の点からみてみよう。

江戸時代の絵画に見られる工業用水車は木製歯車や部品を用いているが，これ等は既にみたようにその強度，材質の点で大出力作業には向いていなかった。しかし小規模作業は可能であり，図9に示す人力線香加圧成型器や写真（11，19）の回転円筒歯は十分稼動が可能であったと思われる。しかし，このような装置の考案は岡山県においても，又，他県においてもその例を聞かない。従って，水車による機械化が積極的行なわれなかった理由としては，既に精米用水車でも指摘したように，人力の軽減化に注意を向けないことがあげられる。しかし，和紙原料の打解作業に見られるように，京都府奥黒谷や高知県大豊町では，かなり以前より簡単な水車打解器を用いていたが，岡山県ではビーター導入時迄人力に頼っていたと云う地域依存性が見られる。

水車応用の技術上の問題点としては，動力伝達機構及び作業機械を上げたが，この予見は適中しているとみてよい。何故なら水車からの動力伝達部で最も重要である水車心棒及び歯車には鉄及び鋳物が用いられてきているからである。これは現代でも用いられているもので，鋳物歯車が容易に街の鉄工場で取扱えるようになった時，水車による機械化が普及し始めたとも考えられる。大きな力を必要としない作業は木製歯車でも可能であろうが，人力に頼りがちな日本の工業では，人力で間に合うこのような作業に水車を適用することは少なかったと思われる。人力では得られない大出力の場合にのみ水車動力への目を向け

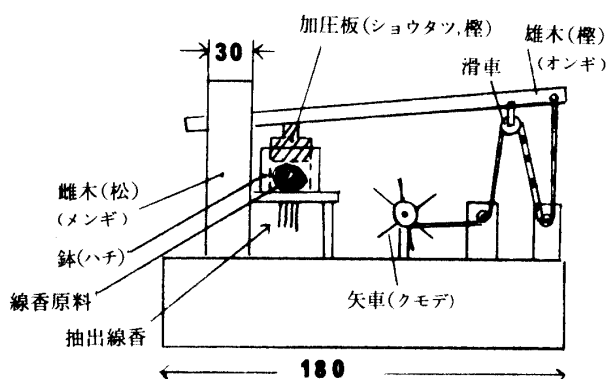


図9 線香製造用人力加圧成型器（倉敷市玉島長尾）矢車を人力で廻し、雄木で加圧板を押す。抽出線香の受け手と乾し板へ並らべる人、合計3人で仕事を行なう。数値の単位はcm。（構造は守谷英夫氏による）

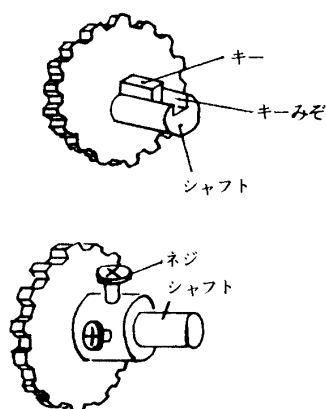


図10 スピル止め（上）とボス止め（下）

たが、これは鋳物製歯車の出現する近代になって始めて可能となった。聞き取り調査によると、岡山県でのこれ等西洋技術の普及は昭和に入ってからと考えられる。このことは「水車は昔からのもの」と云う認識を「水車は新しいもの」と変えなければならないことを教える。

作業機械についても同様なことが云える。用いている機械がいずれも西洋式のものであることから、西洋技術が水車導入に不可欠であったと断言できるだろう。さらにこの機械導入に伴って作業方式も西洋式に変っていることを考えると、日本の伝統的作業方法を西洋の技術で機械化するのではなく、作業を西洋式機械へ置き換える形で機械化が進んできたことがわかる。

しかし単に置き換えと云っても機械の設置には、小さな工夫や努力が要求されてきた。例えば鉄工所や車大工は注文通りの歯車やプーリーを作るが、どのような構造で直径何cmのプーリーを組み合わせるのかということまでは受け負ってくれなかったと云う。結極、作業を行っている者が、作業に適するように、又、機械の性能が出るように試行錯誤で求めていったのである。このことは、水車の回転が水流により異なること、又、使用機械の性能が目的の作業に合うか否かは当事者が一番よく知っている等の理由によると思われる。現在残っている5台の水車には、いずれもこのような使用者の努力の跡が見られる。又、性能の向上を心がけて作られてきた機械故に現在迄使用が可能となっているのかも知れない。現在買入されるブラックボックスとなった機械にくらべ愛着と誇りを持ちつづけているようにもみえるが、このことは水車使用を続ける理由と無関係ではあるまい。

水車を使用している理由の中で、点在地域故のはっきりした特徴は見あたらないが、使

用者は経済的、機械的効率以外の点にも水車使用の意味を認めているようである。例えば、線香や和紙の製造では、低速回転の利点をあげた。低速と云うだけならばモーター駆動でも可能であり、使用開始時や停止時もボタン操作一つで簡単である。しかし、使用者は水車の回転のゆるやかさ、力の弱さのため、作業が安心して行えるという点に重きをおいている。一方油圧型成型器の使用者は、モーター駆動の為作業時に気を抜けないことを訴えている。

きれいなエネルギー利用という点でも、経済的機械的効率以外に重きをおくこのような使用者の意識が重要と思われる。作業時の不便さや、ある程度の出力の増加、効率の上昇等は現代的機械材料や技術を用いて解決が可能であろう。昨今の原発事故や公害を考えると、エネルギー＝電力、石油と考える単一思考を改める必要があるのかも知れない。しかし、このことは、昔流の水車の使用につながるものではなく、又、一年を通して連続的供給の簡単でない水車用水をどうするかという問題もある。これ等を含めて、現代的な水車の生きる道が探される必要があるのではなかろうか。

最後に今回の調査で聞き取り、実測、及び写真撮影に協力していただいた線香製造の加茂町山下の井上茂、已智恵御夫妻、倉敷市玉島長尾の守谷英夫氏、和紙製造の津山市上横野、早島敏夫氏、上田数男氏、安藤昭徳氏、新見市高尾の赤木浦治氏、倉敷市水江の丹下哲夫氏、製材では勝田町右手共和林業の小椋巍十郎氏及び従業員の皆様、小森温泉の宇野春夫氏、その他協力していただいた方々に心から感謝の意を表したい。又、一部機械の状況については岡山理大工作センターの上砂原一夫氏に協力いただき、小森温泉の水車の存在は国立歴史民俗博物館篠原徹氏より情報をいただいた。

註

- 1) ジョセフニーダム「中国の科学と文明」1965年（日本語訳 第8巻 思索社）。
- 2) 吉田光邦「機械」1974年（法政大学出版局）。
- 3) 前田清志「日本の水車発達史」1980年、『日本の水車』（黒岩、玉置、前田編、ダイヤモンド社、1980）p. 149。岡山県でもかつてはベンガラ用鉍石の微粉化、素麺用製粉等にも水車が使用されていた。
- 4) 青木国夫「わが国における水車稼動の実態調査」1982年『国立科学博物館研究報告』。
- 5) 平岡昭利「九州における水車動力の利用形態」鹿児島地理学会紀要**24**（1981）34。
- 6) 室田武『技術のエントロピー』（P H P 研究所、1985年）。
- 7) 水車の再利用については、西日本水車協会、水車村会議（静岡県藤枝）及び室田（一橋大学）等のグループが積極的に取組んでいる。室田武「水車利用の経済性評価の試み」一橋大学研究年報、経済学研究**26**、1985年及び「わが国における自然エネルギー利用の実態の解明とその評価」（財団法人・政策科学研究所、1985年）。
- 8) 黒岩俊郎「水車はなぜ衰退したか」前掲書『日本の水車』p. 215。
- 9) 若村国夫、篠原徹「岡山県の揚水用水車」岡山理科大学紀要**20 B**（1985）159、及び若村国夫、篠原徹「岡山県の精米用水車」岡山理科大学紀要**21 B**（1986）141。
- 10) 黒岩俊郎「水車はなぜ衰退したか」前提書『日本の水車』p. 215。

- 11) 金谷正之『岡山木材史』(岡山木材協同組合, 1959年)。
- 12) 臼井英治『岡山の和紙』(岡山文庫, 1982年)
- 13) 室田武, 河野裕昭『水車の四季』(日本評論社, 1983年)
- 14) 概略図を図9に示す。
- 15) この点は次の文献にも述べられている。井坂順子「低速が粘りを生む」, 『まわる, まわれ水ぐるま』 p. 64 (INAX.BOOKLET 6 No. 2, 1986年)。線香については, 中川浩一「現代の水車6, 筑波, 多賀の山麓」前掲書『日本の水車』 p. 68及び星野秀郎「現代の水車7, 今市」『日本の水車』 p. 89。
- 16) 楮は三桎にくらべ繊維が長いので, 倉敷市水江の丹下氏は打解器(参考写真1)で叩いた後, ナギナタビーター(参考写真2)を使用して繊維をほぐす。この打解は, 京都府奥黒谷や高知県大豊町でも行なわれているが, 岡山県新見市高尾の赤木氏はこれを行っていない。
- 17) 乾し板は県内では2種類用いられている。一つは杉板に木枠をつけたもの, 他の一つは木枠の上に紙を厚く貼ったもので, 「ハリコ」と呼ばれ, 前者にくらべ軽い。
- 18) 歯車をシャフトに固定するには大別すると2通りの方法がある。一つはスピル止めと呼ばれる方式で, キー及びキーみぞを利用して止める。大きな力が加わる時はこの方式が有効である。他はボス止めと云い, ネジを用いる方法である。いずれも図10に概略図を示す。これ等の方式は現在でもごく普通に用いられている。
- 19) 練り器のローラーは直径50cm, 厚み22cm, 容器は直径120cm, 深さ40cmである。容器一ぱいの分量で1日の作業分が20~30分で仕上ると云う。機械の構造上, ローラーに手を引き込まれる危険度が高い。
- 20) 『津山市史』 p. 56, 津山市, 1980年及び柳橋真『和紙』講談社, 「津山箔合紙」 p. 58。
- 21) 浅野良子, 五十川礼子, 神谷美穂, 松井由美, 三宅理恵子「高尾紙について」『生活文化』 1号, (1985) 69。
- 22) 製造行程概略については文献及び聞き取り調査の結果である。特に岡山県産手漉和紙製造行程や各種原料及びのりの種類等については, 丹下哲夫『手漉和紙の出来るまで』自費出版, 1978年に詳しい。
- 23) ホーレンダービーターの名の由来は聞き取り調査では定かでないが, ビーターは英語の beat (打つ) からきていると思われる。構造は写真11, 19に示される。主として繊維の短い三桎や雁皮に使用する。楮等の長い繊維は歯にからまる為, 参考写真3の長刀(ナギナタ)ビーターを用いる。歯が長く, 歯間の隙間が広い為, からむことがない。
- 24) 丹下哲夫氏の作業場は倉敷市水江にあり, 2種類のビーター及び打解器, スクリーン等が揃っていて, 各種原料による紙漉きが可能である。県内一の設備が整っていてさながら手漉き和紙製造博物館のようである。参考写真3, 4, 5は使用機械の一部で, いずれもモーター駆動である。

Water Wheels for Industrial Use in Okayama Prefecture

Kunio WAKAMURA

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

(Received September 30, 1986)

Water wheels for the industrial use in Okayama prefecture have been researched from the points of view of historical changes in the mechanical structure and the process of works accompanied.

Five water wheels have been used for manufacturing a stick of incense, manufacturing the paper of Japanese style, sawing, and moving a water pump. The mechanical systems of those are composed of the western style equipments. Before the introducing the water wheel, the works were performed by only the traditional handworks. By introducing the systems, the processes of works were changed from the Japanese style to the western style. The water wheels in Okayama prefecture were begun to use in the year from about 1920 until 1955. The period corresponds to the time popularizing the western technology.

From the comparison of these results with the water wheels in other prefectures, it is concluded that the mechanization for the Japanese traditional works will not be realized without the help of western technology. Japanese has not tried actively to make the labour of worker decrease with a water wheel.

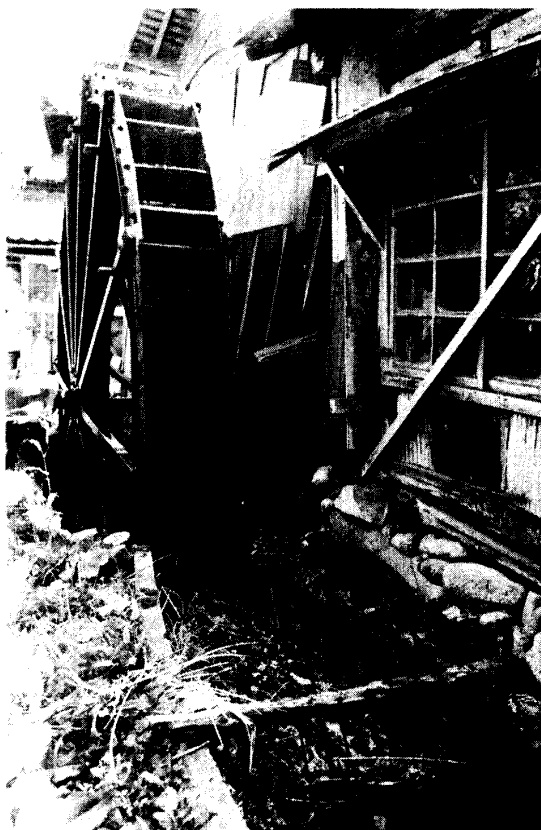


写真 1.

線香製造用水車（加茂町山下）

中がけ方式で直径6 m巾50cmの木製水車。鉄心棒とハリの固定は鉄円板を用いたボルトナット止め、それ以外はクサビ止めである。手前の鉄柵は用水のゴミを除く。



写真 2.

線香成型作業（加茂町山下，井上線香製造所）

30㎡程の作業場。加圧成型器の下へ出てくる線香を切板で受け、これを受け手が干し板の上へ並べる。右奥に杉葉粉をねる湯をわかす釜がある。今日はお盆の前，忙しい毎日である。

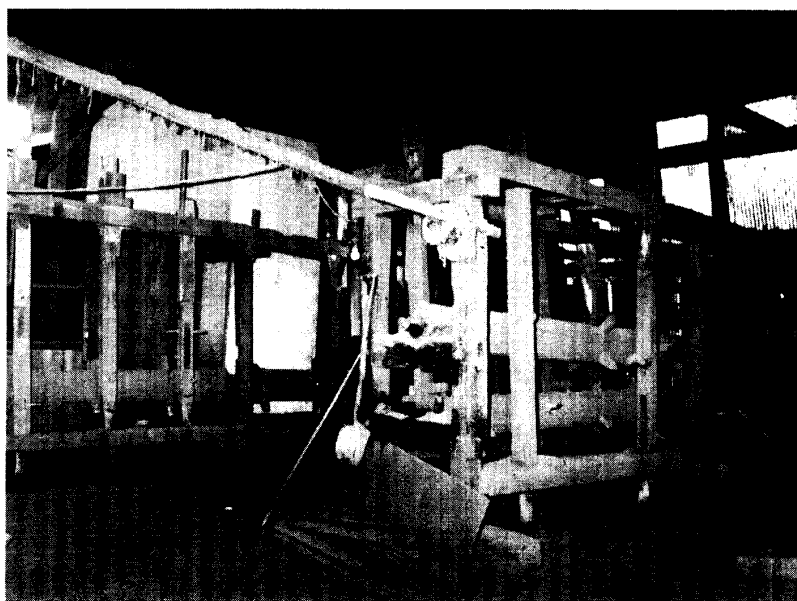


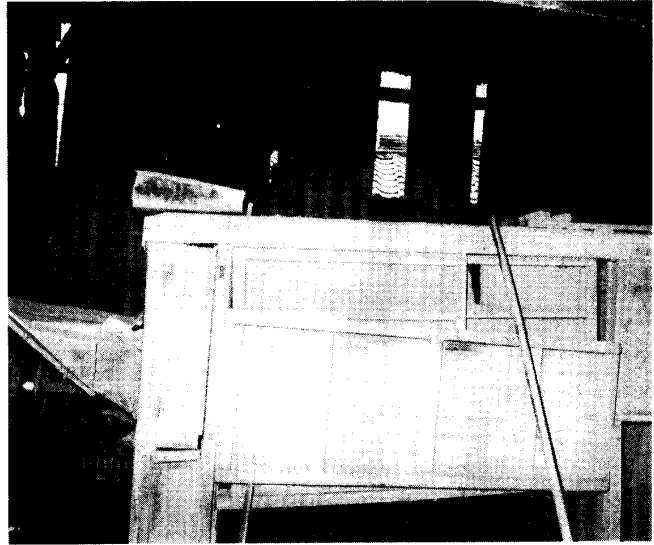
写真 3.

杉葉粉末製造用縦型搗臼（加茂町山下）

左側臼列A（8台），右2列は臼列B（5台）及びC（5台）。Aの中程に心棒のつながりが見える。右トタン板の外で水車が廻っている。

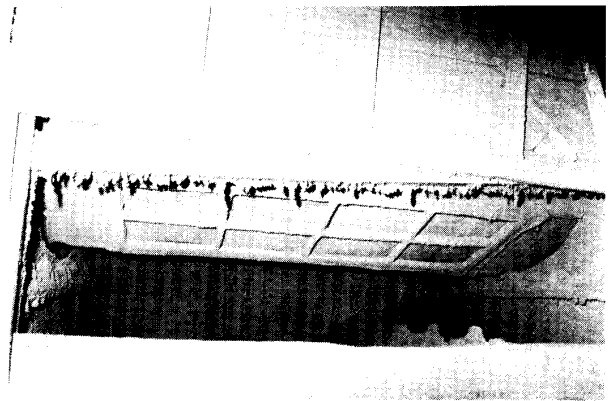


↑
写真 4.
杉葉粉碎用杵及び力伝達用歯車（加茂町山下）
左側（F1列A）の心棒，プーリー（K）がみえる。正面歯車の向う側（トタン壁の外）に水車が廻っている。



a

写真 5.
回転式六角ふるい（加茂町山下）→
a：左側に回転用プーリー及び杉葉粉注入用筒入口がみえる。
b：六角形の筒に張られた網。回転を導く円型くり抜きが両端にみえる。



b

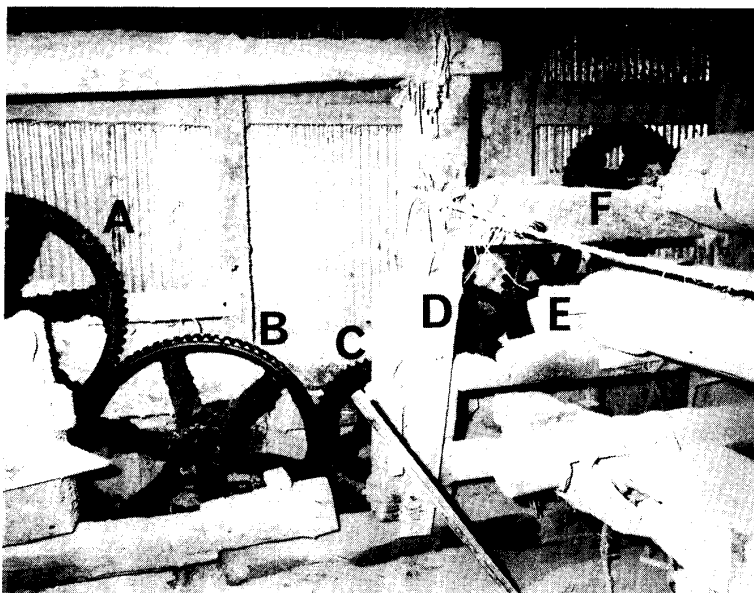


写真 6.
線香製造用水車の力伝達機構（加茂町山下）
鋳物製歯車の接触部分以外は杉葉粉末がこびりついている。右側上段心棒はF1列B（本文中），下段心棒はF1列C（本文中）を動かす。

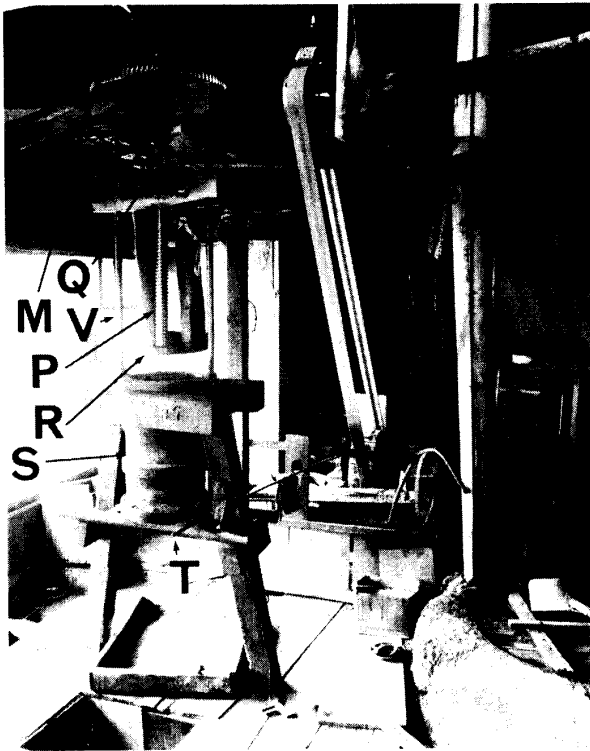


写真 7.
線香加圧成型器（加茂町山下）
容器Sは木の台に固定され、鉄棒のリードVに
ふたRについた腕が支えられている。ウォーム
歯車Mと一体となったネジ棒Pが雌ネジQを動
動かすとRが動く。床の四角い穴は作業時に座
るためのもの。鉄棒Tを手前に引くと、ベルト
が連動して作業開始である。

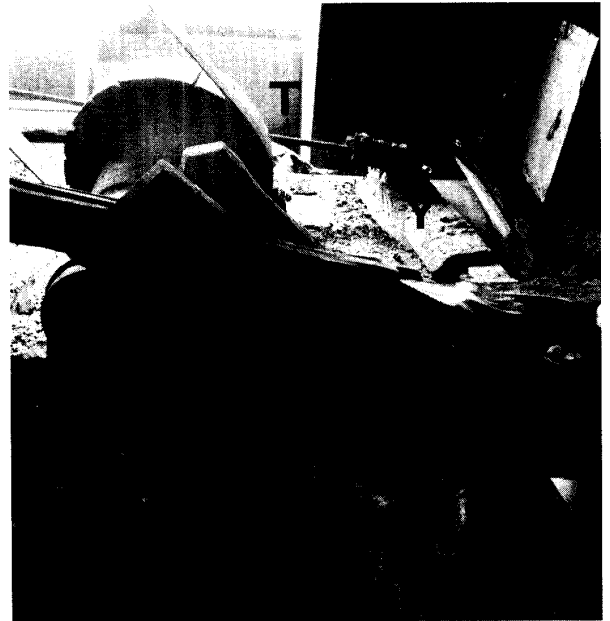
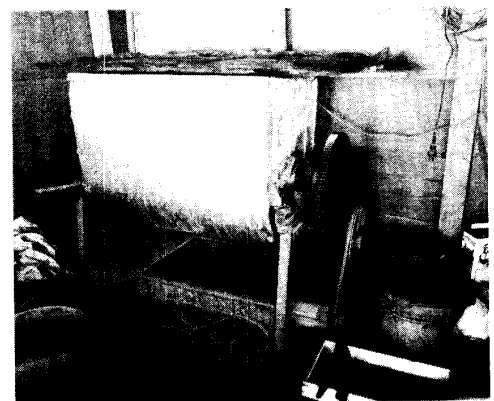


写真 8.
ベルト連動停止器
中程に、プーリーHと連動している弛んだベル
トが見える。上部の鉄棒Tが右側に押されると、
木製でYが動いてベルトがプーリーKの径の
太い方へ移動する。ベルトの弛みがなくなり、
プーリーKが回転する。



a



b

写真 9.
練り器内部（a）、外部（b）
内部は金属メッキがしてあり錆にくい。駆
動は写真（b）右下のモーターで行う。

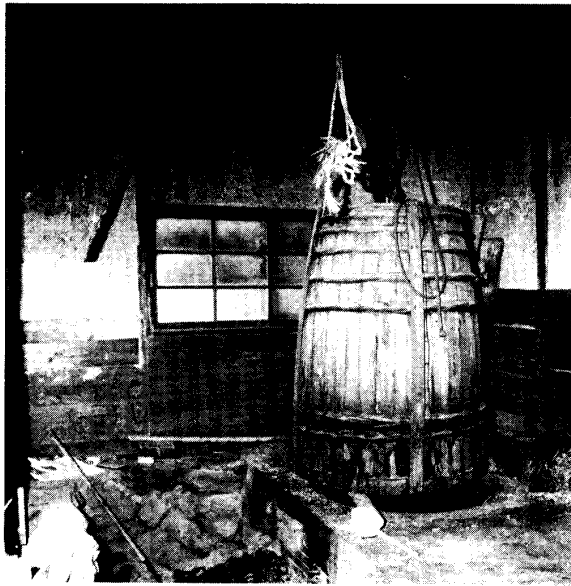


写真 10.

こしき（蒸籠）（津山市上横野）

レンガ積みのかと鉄釜，その上に置かれたこしき。上部のひもは滑車でのつり上げにつかわれる。

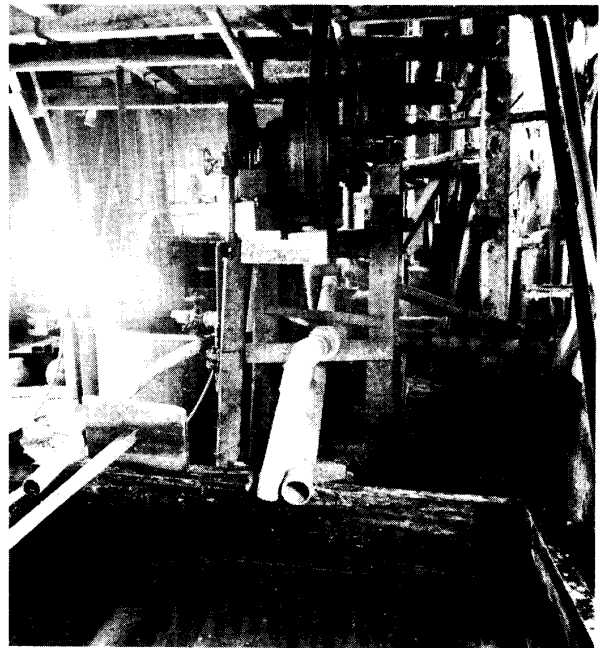


写真 12.

スクリーン（津山市上横野）

写真上：手前が金属簀の子状のスクリーン。正面
上部のブーリーはピストン型ポンプを，
中程左側のブーリーは，チェスト内での
攪拌を行う。パイプは原料液及び水の注
入用である。

写真下：奥のスクリーンEの左に排水口Fがあ
る。Fから出た原料液は木製樋Gを通っ
て簀（いけす）Hへ導びかれる。左にピ
ストン型ポンプIが見える。

写真 11.

ベルトで廻されるホーレンダービーター（津山市上横野）

木製カバーは溶液の飛散を防ぐためのもの。その下に円筒歯が見える。上部の笠歯車をまわすとビーターの位置が上下移動する。

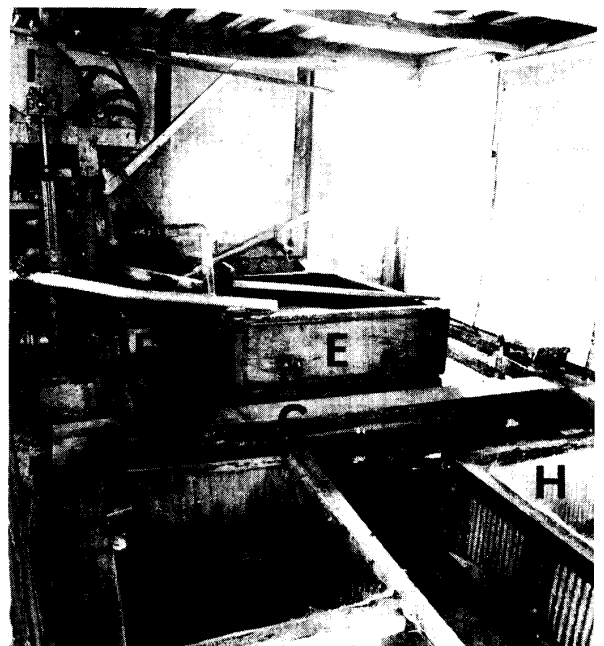
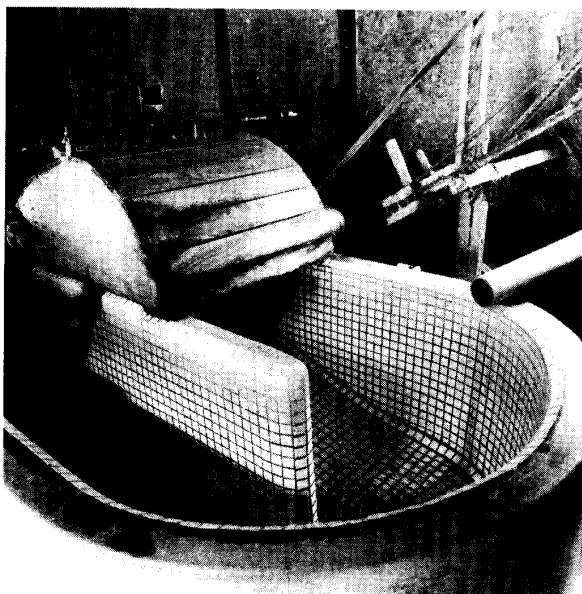




写真 13.
和紙製造用水車の力
伝達機構（津山市上
横野）

歯車A, B, C, D
とプーリーEの組み
合わせ。右はビーター
である。B, Cの
スピル止めの構造が
よくわかる。

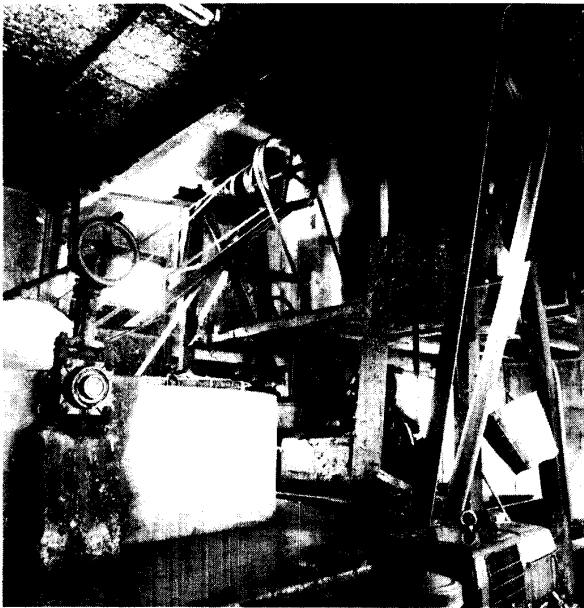


写真 14.

和紙原料調整小屋内部（津山市上横野）

天井に設置された7つのプーリー、中程に
3つ、床上には5つのプーリーと歯車が8
つ。これ等が動き始めると小屋全体が振動
を始めるものすごさだ。右下はディーゼル
エンジン、左側にビーター、右奥はスクリ
ーン室である。

写真 15.
攪拌器（津山市上横野）

左側のプーリーと同軸固定された垂直笠歯
車及び水平笠歯車と同軸固定されているブ
ロペラ2つ。歯車の軸にナットの山が見え
ていてボス止めであることがわかる。



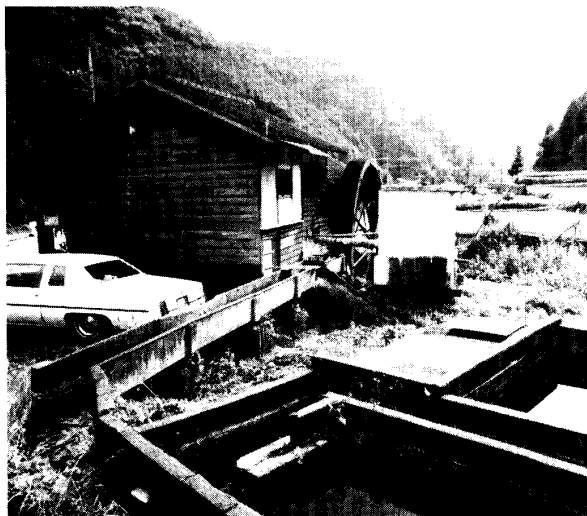
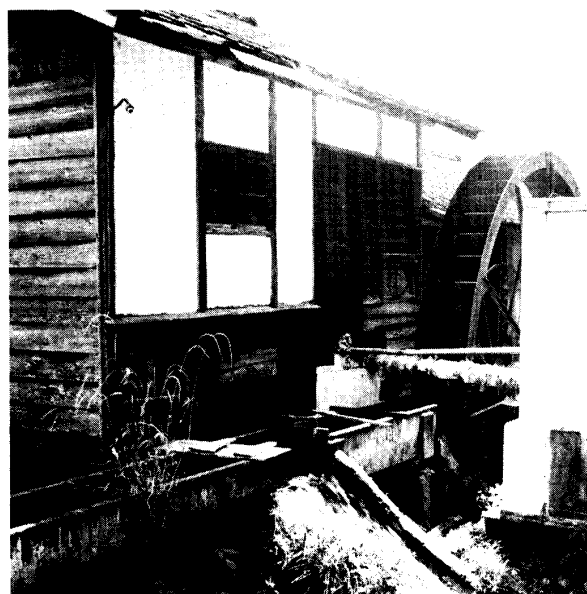
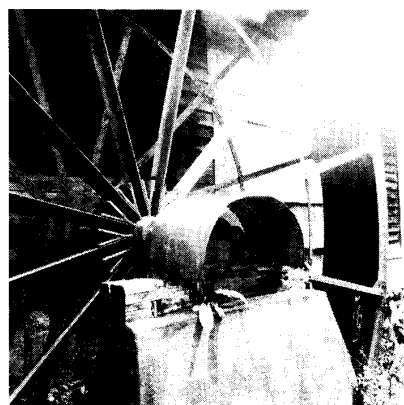


写真 16.

和紙製造用水車小屋全景（津山市上横野）
手前は沈澱池で用水路の途中から水が引かれている。中央の白い箱は貯水タンク、小屋の裏口がみえる。下の写真は軸受け部の拡大。



↑

写真 17.

水車小屋裏口と水流調節板（津山市上横野）

水車を使用しない時、水は手前の用水路出口より川へ流れる。



写真 18.

ポンプ 2 種（津山市上横野）

A：ピストン型、B：回転歯車型、手前のブリーは攪拌器用のもの。

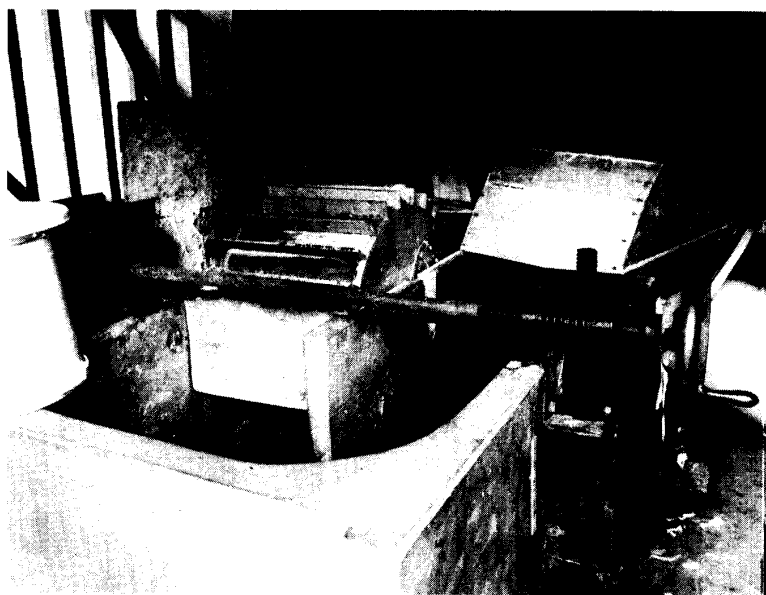
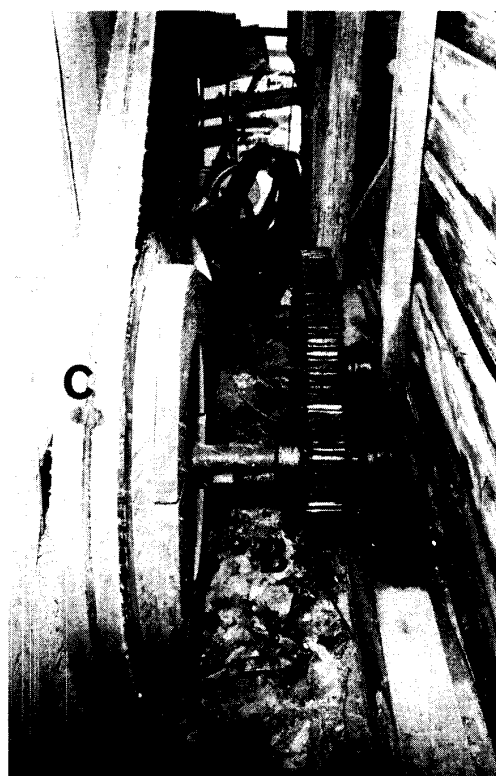


写真 19.
ビーター（新見市高尾）
回転歯（ローラー）は木製
円筒に鉄歯がついている。
右手前のハンドルでローラ
ーの上下動を行う。下の写
真はビーターとブーリーの
関係を示す。



↑
写真 20.
和紙原料調整用水車の力伝達機構（新見市
高尾）
右木壁の外に水車があり、左上壁はビータ
ー小屋である。



写真 21. →
和紙原料調整水車小屋（新見市高尾）
左の軒下に水車が格納されている。
Dはベルトとブーリー。

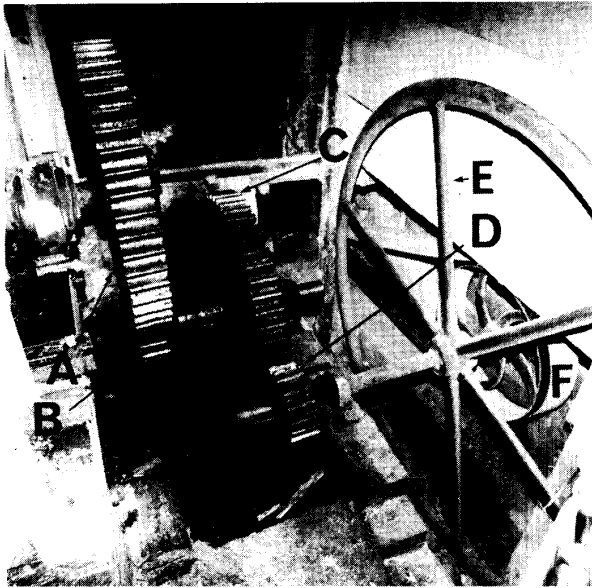


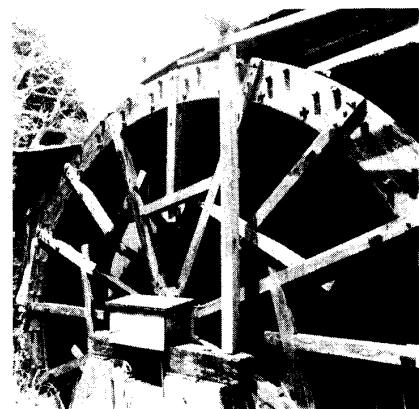
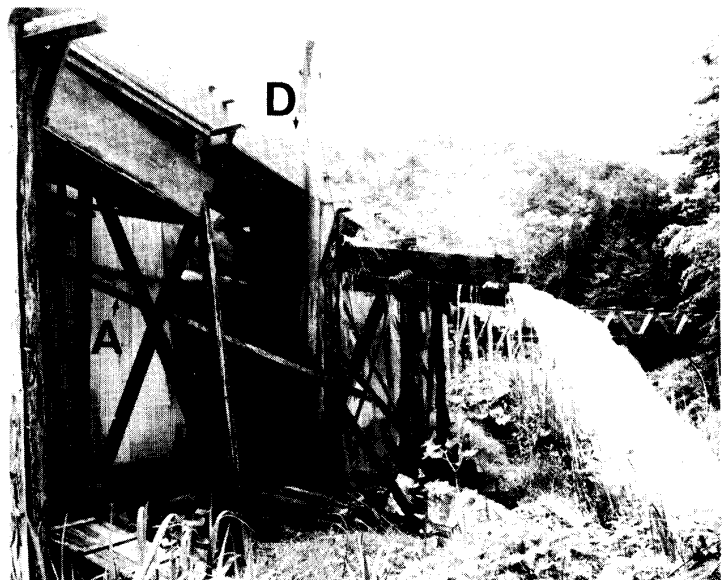
写真 22.

製材用水車動力伝達機構（勝田町右手）
床下に設置された、歯車、はずみ車E、プーリー。左壁外に水車が廻っている。

写真 23.

製材用水車回転数調整機構

小屋の裏口を出ると、そこに回転数調節棒Aがある。Aを下へ動かすと、てこDが矢印方向へ動き水門が下において水が右側の樋から梶並川へ流れる。



←写真 24.

製材用水車本体
ほとんどがクサビ止めであるのがわかる。

写真 25.

豪快に廻る製材用水車
(勝田町右手, 共和林業)
県内最大の木製水車, 直径4.6m, 巾95cmである。地響きと水しぶきが辺りを圧倒する。



写真 26.

製材用帯鋸回転装置 (本器) (勝田町右手)
プーリー A, B で帯鋸を張る。手前から奥へ材木を送って切断する。C は鋸支え台で上下移動できる。

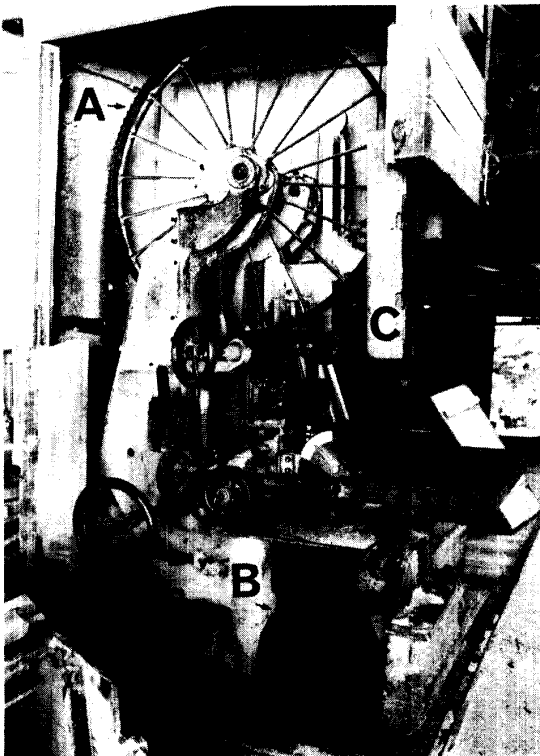


写真 27. →

本器の床下にあるプーリー
このプーリー K と帯鋸用プーリー B
(写真上) は同軸固定されている。

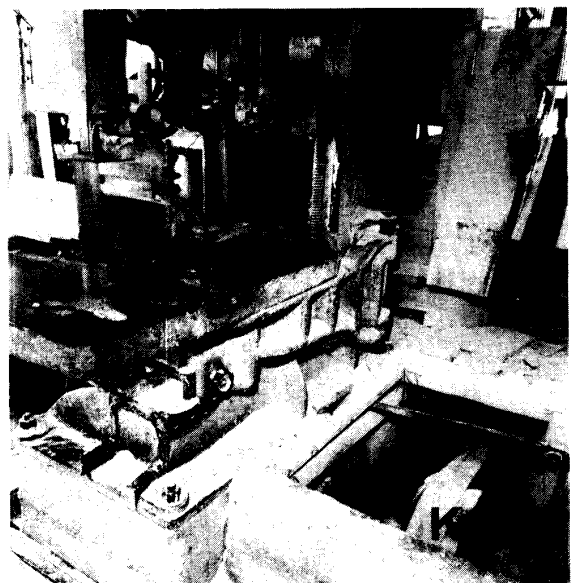




写真 28.

帯鋸目立室（勝田町右手）

天井に吊られた帯鋸各種。木の種類により鋸目の荒さを変える。正面奥にあるのは自動目立器である。

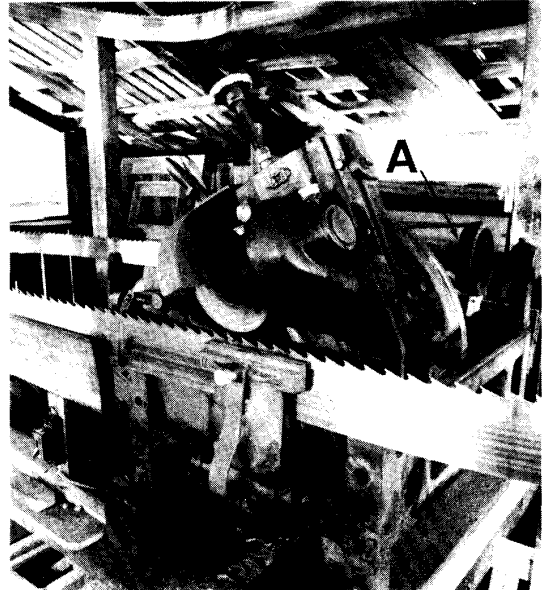


写真 29.

自動帯鋸目立器（勝田町右手）

プーリー A がモーター駆動されると、カム回転により、正面の回転円板砥石（15cm φ）が上下動を繰り返し、同時に鋸が移動する。

写真 30.

旅館用水吸み上げポンプ（加茂川町小森温泉）

手前の白いパイプより水を吸い込み釣り鐘状の上に出ているホースより押し出す。水車の向うに旅館が見える。右側のプーリー A は水車心棒に同軸固定されている。

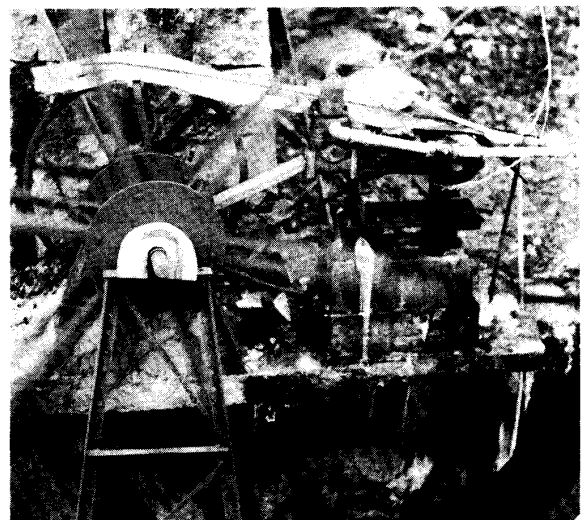
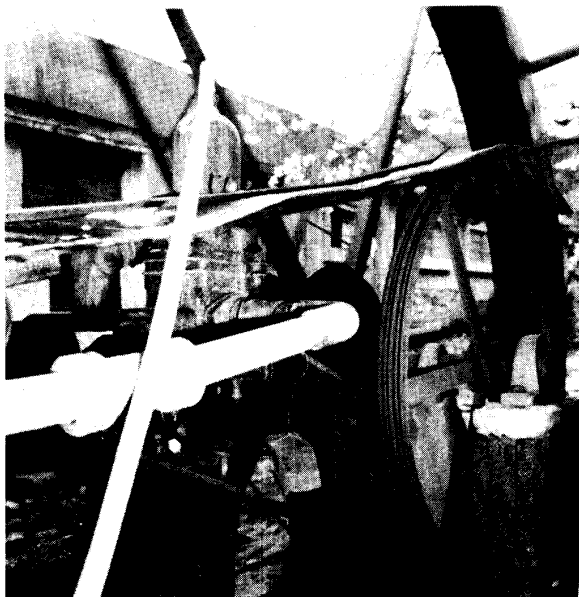
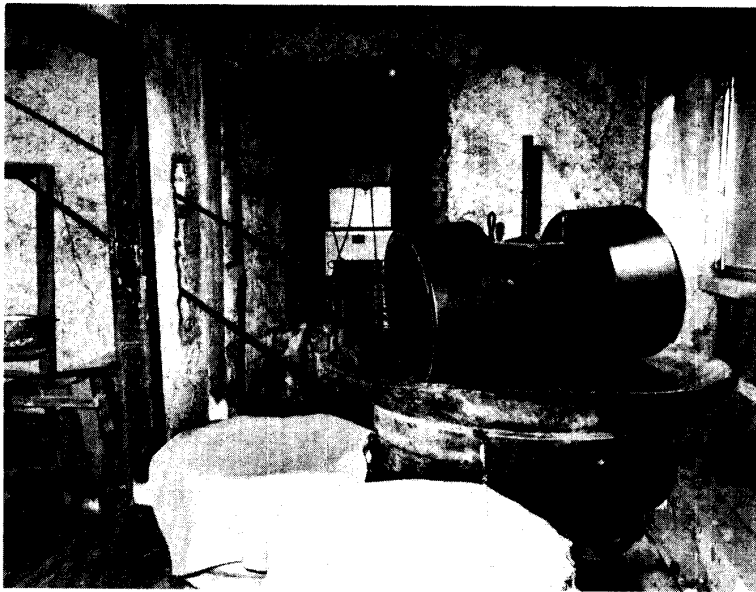


写真 31.

ポンプ全景と水車の位置関係



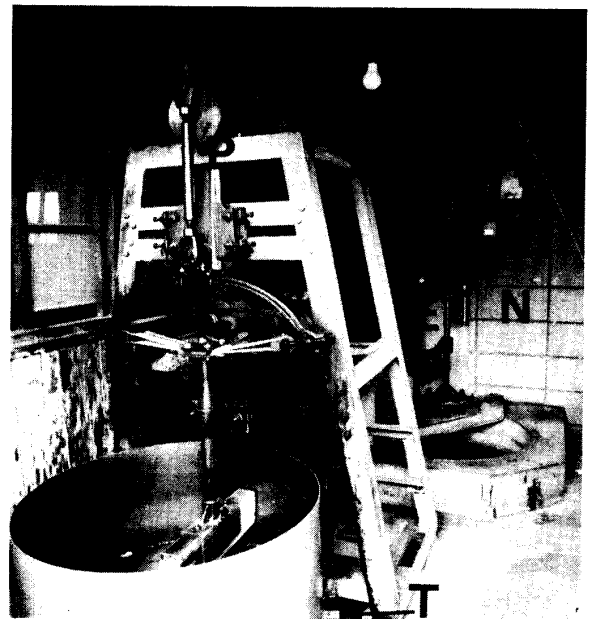
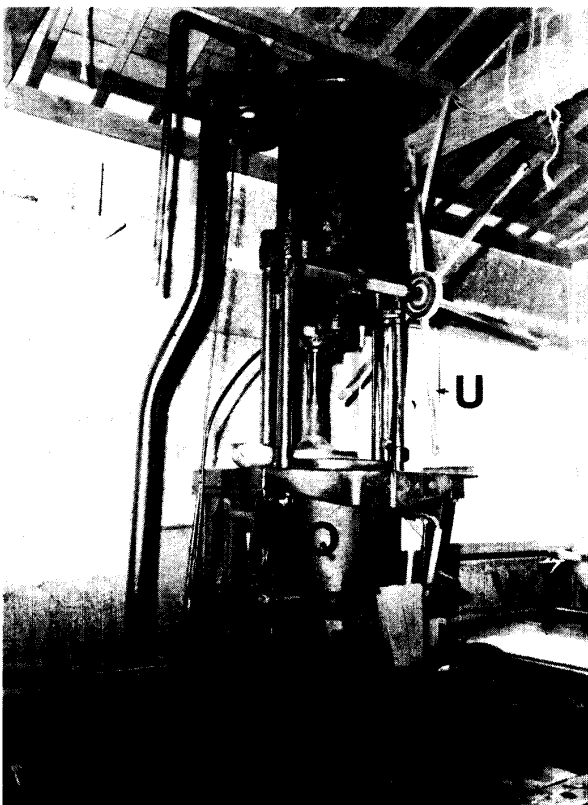
参考写真 1.
線香用練り器（倉敷市玉島長尾）

直径50cm, 厚み22cmのローラーが直径90cmの容器内を廻る。真中のハンドルでローラーの高さ調節を行う。左の部屋の天井にモーター駆動のプーリーが設置されている。

参考写真 2.

油圧式線香用加圧成型器（倉敷市玉島長尾）
モーターWにより油圧タンクVに圧力が加わる。成型器Qの下にある分銅Tは、Q内の原料の量を知るためのもの、ハンドルUは加圧板の上下移動に使用される。

↓

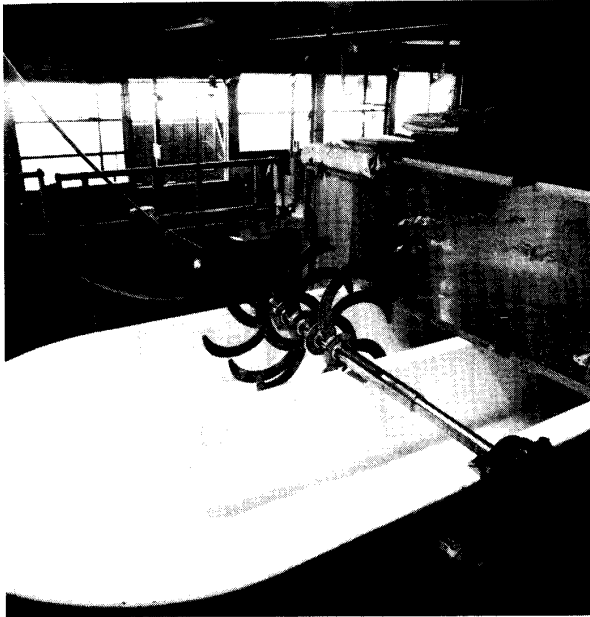


↑

参考写真 3.

木皮繊維打解器 2 種（倉敷市水江）

奥の打解器は爪Eがモーターで回転すると円板Vは上下動と同時に爪の接触で回転を行なう。伝統的打解器のモーター化である。京都市奥黒谷や高知県大豊町ではこの型式のものを水車稼動で使用している。手前は山形県で作られたもので、上部のピストンPが動くと同時に、容器の乗っている歯車Tが回転する。



参考写真 4.

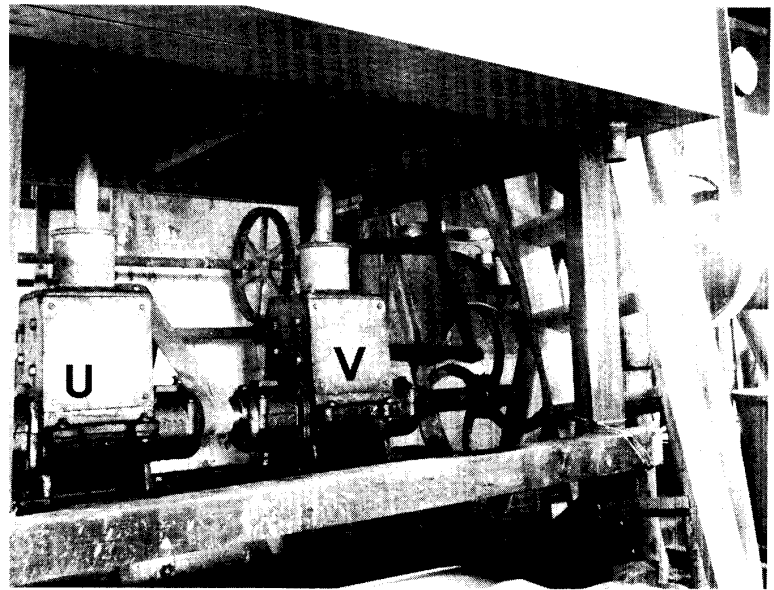
ナギナタ（長刀）ピーターと漉舟（倉敷市水江丹下氏の手漉和紙工房）

巴状の歯の間隔は広く、歯間距離も長い。楮の叩解に用いる。プーリーは大シャフトを介してのモーター駆動である。窓下に漉舟が3つ、4つ並んでいる。

参考写真 5.

スクリーン底下に設けられたゴム板振動機工（倉敷市水江）

大シャフトを介してモーターによりプーリーが廻されると、これに同軸固定したカムがU、Vの中で回転する。これによりゴム板につけた足が上下動をくり返す。津山市上横野もこれと同じ装置を用いている。



参考写真 6.

旅館用水吸み上げポンプ全景（加茂川町小森）

水車の左斜め上に塩ビ管の樋が見える。水車は一年中動いている。旅館は川をはさんだ対岸にある。