

水力による製材について

桜井敏夫

On the Sawmills

With Hydraulic Motor in Japan

Toshio SAKURAI

はじめに

本調査の目的は、何れも循環資源である木材と水とを合せ利用している我国の山間製材工場が、現在如何なる実状にあるかということを知ることである。そして、その結果から、この種工業に対する水力直接利用の限界点とも称すものを追究したと考えておこなった調査報告である。

調査したのは、中部各県下がその主体である。なほ事前書類調査で、明らかに非稼動と認められたもの、並に破損した数工場については、時間の都合で割愛した。

本調査は主として昭和38年度の文部省科学研究費の補助によって行なった。現地調査等については、各関係営林局・営林署並に県の林務・木材加工専門普及員等から絶大な援助を受けたので、こゝに感謝の意を表する。

I 調査概況

i) 工場所在地と所有者

調査した13工場を Fig. 1 に示し、それらの所在地名並に所有者氏名を Table 1 に示す。Fig. 中のa, b ……e は非稼動と事前に報告されたため未調査。その詳細は省略する。

ii) 使用水車の種類

現に利用されている水車の種類並に型式は総て異なっていて、同一のものは殆んどないが、大別すれば Table 2 に示すように、ほぼA～Cの3郡に分けられる。

A Group の⑩は、この種水車としては非常に大形であり、その径が他のものに比して2倍以上(約7m)あって珍らしい。また、⑨は破損。Bの⑪は非稼動に近く、Cは何れも盛業中である。

iii) 落差・流量

落差と水量が判れば、理論的に利用できる管の水の総エネルギーが計算できる。しかし実際には各種の損失が当然生ずる。水車への有効落差等の実測は、稼動運転中または水車のケーシング等で実測困難の場合が多かつ

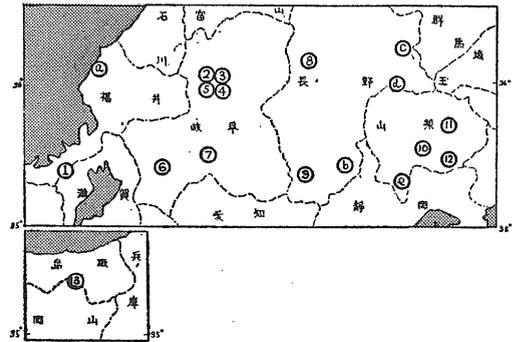


Fig. 1 工場の所在地方
(Locations of the sawmills with hydraulic motor)

Table 1 調査工場の所在地と所有者

工場 No.	所在地 Location	所有者 Proprietor
①	福・遠敷郡上中町河内5号	高木徳右エ門
②	岐・大野郡荘川村一色	清水四五六
③	〃 〃 〃 黒谷	黒谷 芳雄
④	〃 〃 〃 寺河戸	桑田 貴一
⑤	〃 〃 〃 〃	三島 久成
⑥	〃 山県郡谷合村神崎	山本 松市
⑦	〃 加茂郡東白川村大明神	安江 諱六
⑧	長・東筑摩郡波田村	森田 龍馬
⑨	〃 下伊那郡清内路村上清内路	桜井 一美
⑩	山・東八代郡芦川村土芦川	市川 通
⑪	〃 都留市田ノ倉	長田 佐光
⑫	〃 富士吉田市新屋	小佐野久松
⑬	鳥・八頭郡用瀬町尾際	三宅林業K.K

Table 2 水車の種類と使用馬力(推定)

郡 Group	水車の種類 Kinds of hydro. Motors	工場 No. No. of mill	(使用馬力推定) Practical power (HP)
A	Gravity water wheel	①⑧⑨⑩⑬	7~10 (⑩は35)
B	Pelton wheel	③⑤⑪	15~25
C	Francis turbine	②④⑥⑦⑫	17~33

た。しかがって本調査では、見掛けの落差と実測による流量値から、およそその出力可能値を求め、その結果と実際に用いられている製材機並にその他の機器の稼働実況から推定した使用馬力とをTable 3に示す。

Table 3 落差・流量と出力

工場 No.	落差 H Head(m)	流量 Q Flow rate (m ³ /S)	馬力 Power (HP)	
			計算値 Geometrical	(使用値推定) Practical
①	1.2	0.55	8.7	7
②	7.5	0.75	73.9	33
③	12.5	0.35	54.5	25
④	7.5	0.50	49.3	25
⑤	7.5	0.25	24.6	20
⑥	4.5	未測定	—	30
⑦	6.5	0.25	21.3	17
⑧	1.1	0.60	8.6	7
⑨	2.0	未測定	—	8
⑩	2.5	0.45	14.8	10
⑪	7.5	未測定	—	15
⑫	5.0	0.35	21.7	17
⑬	7.0	0.50	46.0	35

一般に、重力水車の効率は60~70% (下掛水車を除く)、他の形式のものは70~94%と称されているから、これ等工場で実際に利用されている効率は非常に低い。その原因については後述する。また、①の工場は上表HPにガソリンエンジンで2~3HP補力して使用されている。

iv) 製材施設とその能力

A Group に属する重力水車工場は、No. 13の大型水車工場を除き、殆んど大丸鋸機による挽材が主である。

B, C工場郡は、帯鋸機(38"~42"程度)を中心とし、小丸鋸1~2台。工場によっては、さらに目立機一式チッパー機さえ設置したものもある。工場別の施設並に製材能力(消費丸太材積)をTable 4に示す。

本表において、設立年月は経営者の記憶によった。併し、父子2代に渡るものは稍不確実と認められる。

帯鋸が多いのは、丸鋸機から近年変えたものであり機械は新しい。目立機類、その他も新しく、電力利用工場と内容外観何れも変らない。

年間の挽材実績については、他の関係もあって多くの工場では明言を避けたが、日産能力から大略の消化石数を推定した。

なお、②③④⑤の所在地は積雪多量地帯であるため冬期3ヶ月以上は工場閉鎖。ために製材量も非較的少ない。また、⑧は仕組板専門であり丸太ベースでの挽材は行っていない。そして今日非稼働である。

v) 利用効率

水力施設全般に渡っての効率測定は、iii) で述べたように簡単に測定できないので、今回は大略の利用効率を次の方法によって求めた。

すなわち、落差・流量から理論的に求めたPowerと、工場稼働現状から推定した利用馬力との間の関係を比較しその結果をFig. 2に示す。

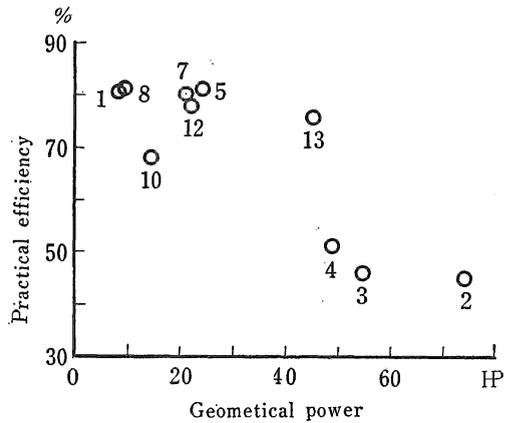


Fig. 2 流量・落差から求めた水車出力と実際の利用効率 (%)

The relations between geometrical power and practical efficiencies

この結果によると、小規模な水力施設を有する工場がむしろ、大規模(比較的)なものより、利用上の効率が低い傾向が認められる。すなわち、水車形式からみれば最つとも原始的である、重力水車工場が、ベルトンやフランス形を使用するものより使用馬力は小さくてもその効率は逆に高い。

この原因の一つは次のように考えられる。すなわち出力が大きい工場ほど全体の工場規模(機械台数を含めて)が大となる。しかし、出力機械は一台(No. 13は2台で例外)であり、その動力伝達が巨雅的に長く、かつ複雑となり、その結果動力の損失がその間で多く生ずるためと見做す。

以上は、本調査全工場の概況であるが、一般的に言って、重力水車設備は全体が総て、露出的で水害・腐朽等の害を受け易く、非稼働なものが多い。タービン形式のものは非較的安定な現状にあると認めた。

II 二、三の工場例について

水力を利用するためには、取水堰堤から放水路の間、水車型式によって異なった設備を必要とする。

こゝでは、水車形式 A, B, C 各 Group から代表的と思われる工場を選出して簡単に説明する。

Table 4 製材用機械と挽材能力

工場 mill No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
設立年月 Age of institution	1921	1952	1948	1937	1927	1953	1952	—	1948	1948	1934	1935	1930	
製材用機械 Sawmill machinery	帶鋸機 Band sawmill	28"	42 38	42 38	42	42	42 38	38	—	—	—	42	40	44 42
	丸鋸機 Circular sawmill	18"	20	24 18	20 15	18 15	18	18 18 15	15 13	36	36	18 16	15 13	18
	日立機類* Filing equipments.	—	Stret. & Sharp.	Stret. & Sharp.	—	—	—	—	—	—	—	Stret. & Sharp.	—	Stret. & Shdrp.
	削片機 Chipper	—	mm 500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	他機械 Other machines	Wood lathe	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
挽材 Sawn lumber	年間 (m ³) Annual	550	2,500	1,500	600	750	2,000	500	250	150	350	400	800	3,000
	材種 Sown timber	SUGI HINO KI	BUNA NARA	BUNA NARA	BUNA NARA	BUNA	BUGI	BUGI	TOGA TOCHI	HINO- KI MO MI TSUG- A	MATS- U SUGI	MATS- O KARA- MA TS- U	MATS- O KARA- MATS- U	BUNA

* Stret.Stretcher Sharp.....Sharpner

A) 重力水車型

本形式水車工場は、Table 2 で示すように5工場であるが、特異な存在と思われた⑬の工場を上げる。

工場は三宅林業KKの経営する製材工場の一つで、鳥取市より因美線乗車、用ヶ瀬下車、バス一時間余の尾際にある。附近の地形図を Fig. 3 に示す。岡山県境に近く、ブナを主産地とする国有林の中心地で、工場は佐治川(千代川支流)の上流で設立以来30有余年、今日なおブナ大径木を含めて日産10m³以上(工員19名)を処理(フローリング用ストップ)している。

工場の実態を Fig. 4・5 に示す。

工場は佐治川底より7~8mの右岸にあり、導水路は床上3mの個所に導かれ、径7mの水車の上部より落水させる上掛水車である。さらにその使用水を用いて第2の小径水車(径3m)をその下流で利用する。

即ち、大小二個の水車で、大車によって帯鋸機2台、小水車を用いて目立機類を稼働させている。

本工場が、他の同形式水車工場が殆んど運休破損状態にある今日なお盛業を維持できるのは、設置個所が比較的河床より高かったことと、他工場水車の径の2~3倍の大径車を用いて比較的に出力が大きかったことに原因すると思われる。(本地区には未だ動力用電気は来っていない。)

B) ベルトン型水車

この形式の水車は高落差で水量が少ないときに有利であって、圧力鉄管によって高処より導かれた水をノズル

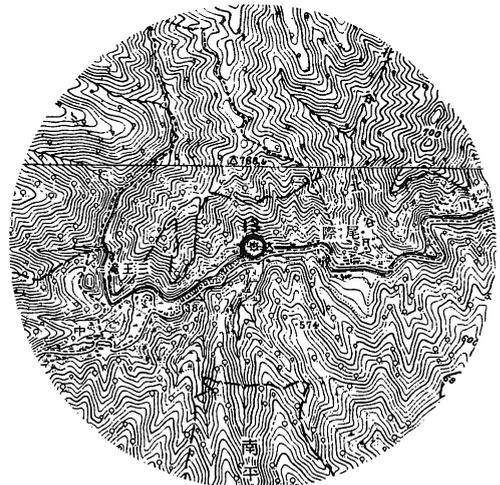


Fig. 3 ⑬製材工場の所在地 (Location of ⑬ sawmill)

から高速度で噴き出させ、これを軸にはめられた円板の周囲に植えつけられた杓子状の水受けを受けて、回転動力を得る衝撃式のものである。

ここに上げる工場例は、岐阜県庄白川にある③である。Fig. 6に所在地の地形を示す。附近は、前者と同様ブナ、ナラ、等を主産地とする中心地で、水車利用工場は Fig. 1 に示すように附近に多数ある。(本調査以外にも存在するが非稼働のよし)

工場は白川街道を狭んで手手に導水路・調圧水槽(Fig. 7)があり、街道と白川との間に工場がある。そ

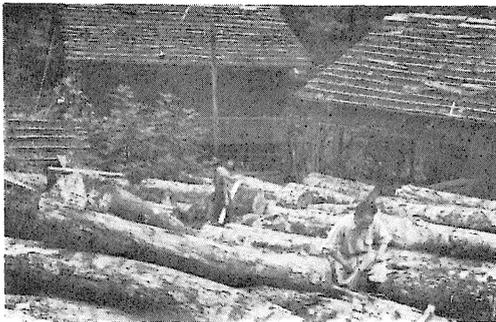


Fig. 4 ㊸の工場原木 (Sowlogs)



Fig. 5 ㊸の工場製品 (Manufactures)

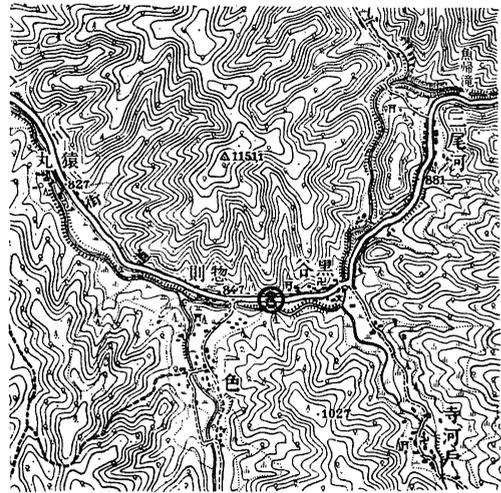


Fig. 6 ㊸製材工場の所在地 (Location of ㊸ sawmill)



Fig. 7 ㊸の導水施設 (Headrace of ㊸sawmill)

してその床下にベルト水車が設置されている。

圧力鉄管は径50cmで、落差は約20m、導水路の長さは本調査工場中最長で約1700m (巾87cm、深さ35cm)。

水車自体は被覆されている(水の飛散を防ぐため)ために実視できない。そして製作所・年月日等も一切不明である。また水車自体の効率も相当低いと見做した。

一般に云って、本形式の工場(㊸㊸)は、落差、流量に比して良成績を上げていないようである。その原因は水車自体の構造が幼稚ではないのかと推定する。

C) フランス型水車

本形式の例は、岐阜県掛斐川の支流神崎川の中流にある㊸を上げる。この附近には杉の薄板製作工場が10数工場あり、その中の一つである。所在地の地形を Fig. 8 に示す。

導水は神崎川の一支流円原川の堰提を利用し、コンクリート製導水路(巾1m・深さ0.8m・長さ約30m)による。堰提を Fig. 9 に示す。取入口即ち水門は本図堰提の左端にある。導水路はFig. 10。この水路は原木の工場内への輸送路ともなる。水路の末端は調圧水槽(2.15m×2.30m、深さ3.04m)に連絡。その底部に Fig. 11 に示すような露出形の単車片吐出し形のタービン水車を軸を水平にして設置されている。円形の導水翼間の径はφ57cmで、水はこの翼間より入り、水車の周囲から中心に向かって斜めに流れ、その間衝突および反動によって

翼をおし、軸を回転する。Fig. 11は、流出管の一部を開きその回転を示す。本軸の他端は工場床下において製材機等の回転に利用される。

なお、本水車の表示仕様は次の通りである。

富士水力タービン			
製造番号	201	水量	30尺 ³ /秒
速度	310回/分	落差	15尺
出力	38.5HP	型	H・O・F

昭和12年12月27日

本水車は、水槽の底部に設置されているが、前口形のもの、この水槽よりさらに水圧鉄管により導水され、その末端を少々大径として、そこに水車をおく。この種のものの代表的なものは、②であって、その明細は次のように表示されている。

富士水力タービン			
製造番号	1565	水量	18尺 ³ /秒
速度	480回/分	落差	30尺
出力	36.8HP	型	F・H・F

昭和15年10月10日④

落差を得るためには前口形がよいが、補修等には前者が便と思う。

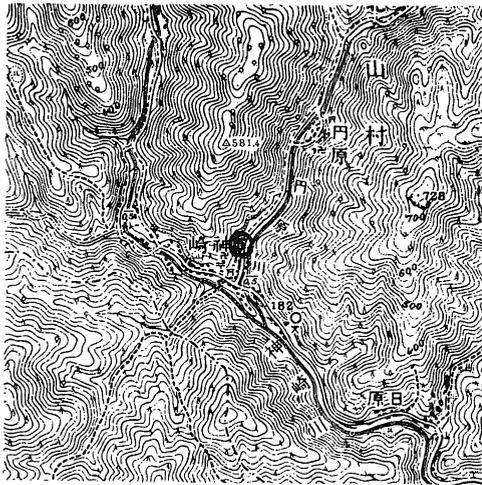


Fig. 8 ⑥製材工場の所在地
(Location of ⑥ sawmill)

Ⅲ む す び

中部地方に散在する12工場と山陰地方の1工場計13工場を調査した。

その結果によると使用水車は種々であって、同一のものゝ殆んどない。

一般に云って、重力水車形式のものは、山陰地区の⑩を除き、出力も僅少であり、工場規模も小さく、今日の状況には到底マッチできない。稼動中のものも、その仕組が露出的であって、水害を直接受ける地点にあり、かつ腐朽し易い構造であること等多くの不利な素因を有する。

ベルトン及びフランシス形水車は、帯鋸を中心とする小製材工場の動力源として、その附近の電力使用工場と共存している場合が殆んどであるが、次の諸点に問題があるように思われた。

1. 簡単に出力の増大が図かれない。



Fig. 9 ⑥の取水堰堤
(Dom of ⑥ sawmill)

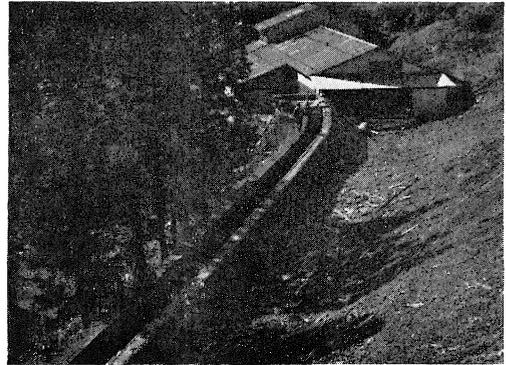


Fig. 10 ⑥の導水路
(Raceway of ⑥ sawmill)

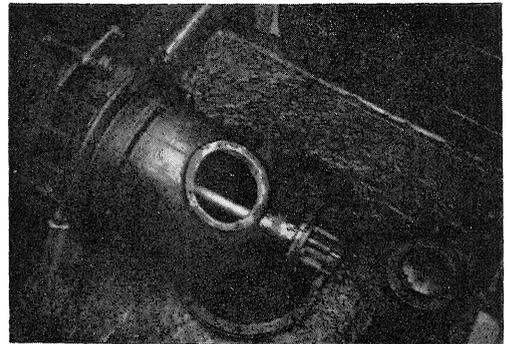


Fig. 11 ⑥製材工場で使用されているフランシス水車
(Francis turbine equipped in ⑥ sawmill)

2. 水力施設に比して、利用されている馬力は低く、効率の問題を考慮する必要がある。
3. 修理改良に適切なメーカーがみあたらない。等々である。

以上の内2の効率の問題については次のように考えるすなわち、出力源の多くは水車一個である。したがって

稼動機械が多くなると、その動力伝達過程が複雑多軌となり易いために中間で相当の動力損失が生ずるためではないかと推定した。

したがって、この種水力を直接に利用する場合には、それが如何なる機械であっても、その出力をできるだけ

集約的に利用するか、伝達し易い電力に変えて使用することが絶対に必要であると思う。以上僅かな調査実状から、たゞちに今日、結論をだすことはできないが、さらに調査・実測をする機会が得られれば、その結果によってはさらに訂正したい。

Summary

A few sawmills with hydroulic motor are found in mountainous regions in Japan and still in operation.

The locations of mills are shown in Fig. 1 and Table 1.

The kinds of the hydroulic motors are classified as Follows. (shown Table 2.)

A groupGravify water wheel (7~10HP)	①~⑬
B	〃Pelton wheel (15~25HP)	③~⑪
C	〃Francies furbine (17~33HP)	②~⑫

Sowmill machineries of these mills are shown in Table 4.

Fig. 2. shows the relations between geometical and practical power. These results show that the practical efficiencies decreased with extending the geometical power of scwmills. One of the reson is, I consider, that the method of power transmission via flat-belts are unsuitable for such sommill machrneries,

(This investigation was supported by the Grant in Aid for Developmental Scientific Rcserch of the Ministry of Education)