



魚梁瀬ダム。迫力満点のロックフィルダム。

四国のJ-POWERグループの設備

本四連系線  
東岡山 → 高松市  
高松市 → 坂出CH  
坂出CH → 讀岐変電所(四国電力送配電)

西条市  
伊予(開)  
西条変電所(四国電力送配電)

吉野川  
早明浦(発) 42MW  
新改(開)  
奈半利幹線

橘湾火力線  
橘湾火力発電所 2,100MW

久木ダム  
魚梁瀬ダム  
阿南変換所  
魚梁瀬(発) 36.0MW  
二又(発) 72.1MW  
長山(発) 37.0MW

阿南紀北直流水線  
J-POWER R送配電と関西電力送配電の共有設備

土佐発電所(他社共同事業)  
高知市  
南愛媛風力  
南愛媛第二風力(建設中)

奈半利川  
平鍋ダム  
奈半利川

奈半利川は、高矢と鶴島の境界に位置する甚吉森（標高1,423メートル）を主な水源とし、南北に約60キロメートルを蛇行しながら太平洋に突き出る室戸岬の西側の付け根にある土佐湾に流れ込んでいる。流域面積は約310平方キロメートル程度の中小河川（高知県が管理する二級河川）だが、急峻な勾配の上、台風通過地帯であるこの流域は、我が国有数の多雨地域であり、年間総雨量は4,500.0ミリメートルにも達する。水力発電にとつては、絶好の条件が揃っている。

J. I. B. C. O. V. E. (電源開発) の奈半利川水系において、長山発電所・二又発電所・魚梁瀬発電所の三つの水力発電所を一貫開発し、現在も運転を続いている。

同社による奈半利川水系一貫開発は、1955年3月に奈半利川調査所を開設したことから始まる。県道拡幅等の準備工事を経て、1958年6月から長山発電所の新設工事に着工し、1960年7月1日から運転を開始する。これに引き続き1963年1月に二又発電所が運転、1965年6月に魚

秋晴れに恵まれた昨年11月、奈半利川水系を訪れる機会を得た。この記事題では、水力発電の仕組み、現在の課題や今後の展望などについて、松林茂さん（J-POWER高知電力所長）とが期待されている。

# J-POWER 訪ねる 奈半利川水系の水力発電所群を



松林茂さん（左、J-POWER 高知電力所所長）、佐々木俊雄さん（同所長代理）。田子倉電力所、上士幌電力所でも同時期に勤務していたことがある。

図1の魚梁瀬ダムの断面図を見ても、わかるように、ダムは三角柱を寝かせた形状になっている。内部構造を見ていくと、中央部分には水を通さない粘土質の土質しや水壁があり、外側を砂や礫などのフィルターで覆うことで中

心音をうかがっている。さういふのは、その夕飯の間だ。  
「岩の塊が積まれてゐる。「ロツクフ  
イルダムは、粘土質の中央分以外は岩  
の隙間や土の部分に少しづつ水が染み  
込みますが、ダムの安全性には問題は  
ありません」と松林さん。

三つのダムと三つの発電所

魚梁瀬ダムに貯められた水は、取水口から直下にある魚梁瀬発電所に導かれ発電を利用する。落した水は水車を勢いよく回転させる。水車と発電機は同じ回転軸でつながっていて、水車が回転する力が発電機に伝えられるところで発電が行われている。発電機は1台で、出力は3万6000kWである。

このように、ダムの直下に発電所があるタイプの水力発電所の形式を「ダム式」と呼んでいる。115メートルの高さから落下する大量の水が莫大なエネルギーを持つことは、堂々たる様相を誇る魚梁瀬ダムともあいまつてイ

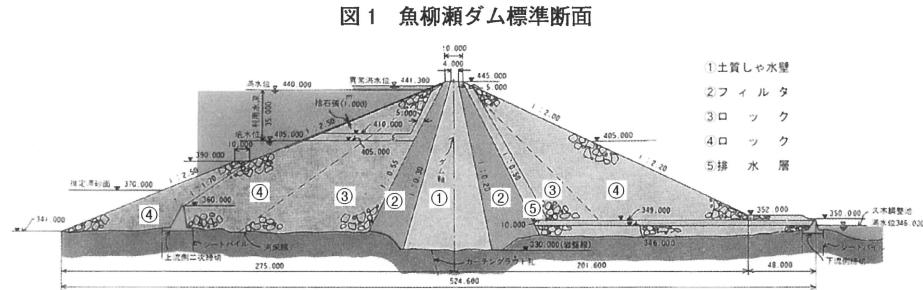


図1 魚柳瀬ダム標準断面

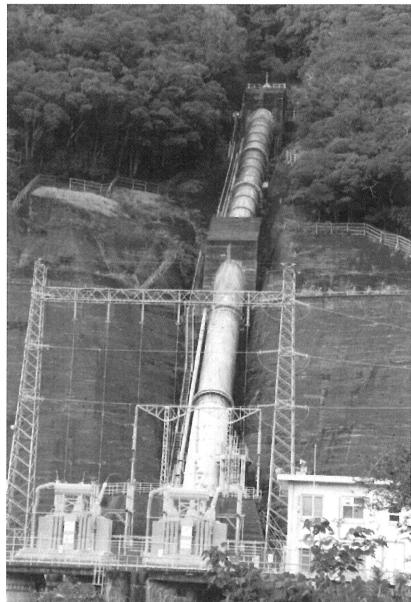
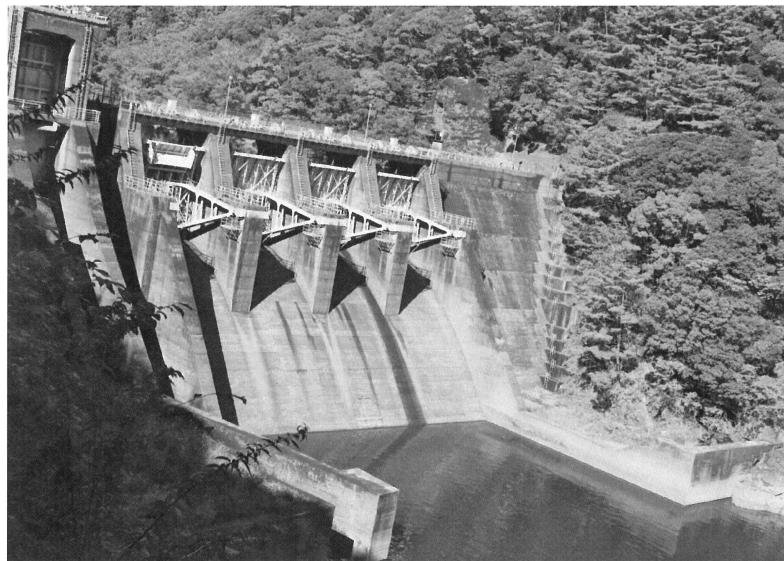
佐々木俊雄さん（同所長代理）にお話  
を伺った。

## 四国最大のロックフィルダム

奈半利川を上流から下流に向けて順番に同社の水力発電所設備を紹介していく。水系最上部の魚梁瀬発電所には、

円柱形の建屋が特徴的な魚梁瀬發電所。

魚梁瀬発電所設備概要	
発電所形式	ダム式
許可出力	36,000kW
発電機形式	立軸回転界磁閉鎖風洞循環型
発電機出力	40,000KVA 1台
水車形式	立軸捲管可動羽根斜流水車
ダム名称	魚梁瀬ダム
ダム形式	ロックフィルム
頂長×高さ	202×115m
貯水池総貯水量	104,625×10×10×10 m <sup>3</sup>
運転開始年月日	1965年6月19日

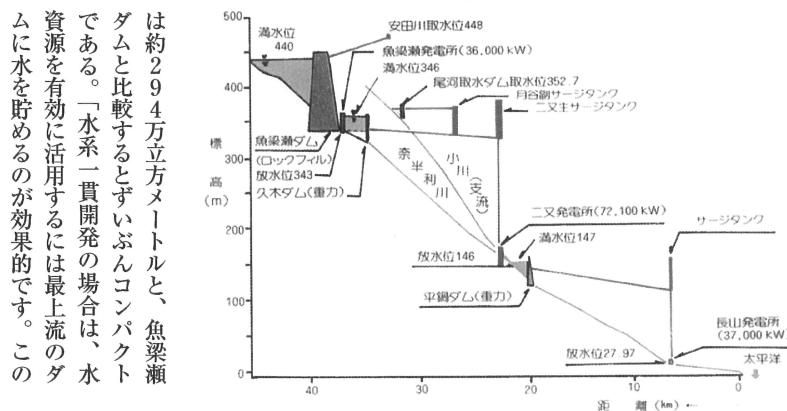


長山発電所に向けて一気に流れ落ちる。

#### 長山発電所設備概要

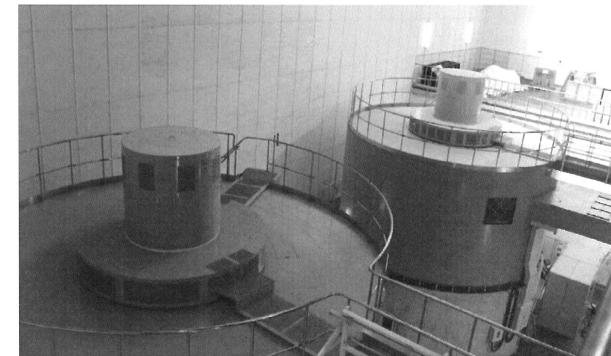
発電所形式	● ダム水路式
許可出力	● 37,000kW
発電機形式	● 立軸回転界磁閉鎖風洞循環型
発電機出力	● 21,000KVA 2台
水車形式	● 立軸単輪単流渦巻フランシス水車
ダム名称	● 平鍋ダム
ダム形式	● コンクリート重力ダム
頂長×高さ	● 124×38m
河川維持流量	● 0.65m <sup>3</sup> /s (4/1—5/31) 0.87m <sup>3</sup> /s (6/1—8/31) 0.65m <sup>3</sup> /s (9/1—9/30) 0.43m <sup>3</sup> /s (10/1—3/31)
貯水池総貯水量	● 4,240×10×10×10m <sup>3</sup>
運転開始年月日	● 1960年7月1日

図2 奈半利川水系の断面図



は約29.4万立方メートルと、魚梁瀬ダムと比較するとずいぶんコンパクトである。「水系一貫開発の場合には、水資源を有効に活用するには最上流のダムに水を貯めるのが効果的です。この

ため、最上流のダムの規模が一番大きくなります」と松林さん。久木ダムに貯められた水は、トンネル（水路）によって二又発電所まで導水されるが、その距離は10キロメート



水車と発電機は一体化している。

#### 二又発電所設備概要

発電所形式	● ダム水路式
許可出力	● 72,100kW
発電機形式	● 立軸回転界磁閉鎖風洞循環型
発電機出力	● 40,000KVA 2台
水車形式	● 立軸単輪単流フランシス
ダム名称	● 久木ダム
ダム形式	● コンクリート重力ダム
頂長×高さ	● 94.5×28m
河川維持流量	● 0.21m <sup>3</sup> /s (通年)
貯水池総貯水量	● 2,940×10×10×10m <sup>3</sup>
運転開始年月日	● 1963年1月28日



役目を終えた水が放水口から放水される。  
水の力を実感。

回る回転軸は電気の源を感じさせるすさまじい迫力がある。

2台の発電機による発電出力は、3万7000kWである。二又発電所の7万2100kWと比較すると半分程度の出力になつてゐるが、この差はどこから生じるのだろうか。

「出力は、落差と水の量に比例します。例えば、同じ出力でも落差が高ければ水の量は少なく済みます。逆に

落差が低ければ、水の量がより多く必要になります。水の量が多い場合は、その分、水車も大きく、ずんぐりむつくりとしたものになります。十分な落差が取れれば、設備も小さくて済みます」と佐々木さん。

長山発電所での発電を終えた水は、ようやく役目を終えて放水口から再び奈半利川の流れに戻っていく。膨大な水が勢いよく放水される様子を見るこ

とは、水力発電の勢いを体感するのに最適ではないか。もつとも、この日は間欠運転だったこともあり、放水量は毎秒10立方メートルと少ないそうだ。

「多い時には毎秒約40立方メートルの水が放水されています」と松林さん。

奈半利川水系を上流から見てきた立場メートルもの水を蓄えられるが、水を貯留するダムと水力発電所は一体の関係になつてゐることがわかる。最上流にある魚梁瀬ダムは、約1億下流の二つのダムにはそれだけの容量はないので、ここに発電量の制限がかかることになる。「上の二つの発電所をフル稼働させると、下の平鍋ダムの貯水量を超えてしまうので、調整が必要になります」と佐々木さん。

また下流の平鍋ダム、久木ダムは貯水量が少ないこともあります。台風や大雨の際には所員がダム管理所に詰めて、洪水吐ゲートを細かく開閉することで放流対応を行つてゐる。「遠方からでも制御できますが、やはり実際に目で



水車が回転軸を勢い良く回す。

水路を一定区間通つてから、発電する形式をダム水路式と呼んでいる。図2

は、奈半利川水系の断面図だが、これを見ると水力発電には落差が必要なことがよくわかる。

久木ダムから二又発電所までの区間は、発電に使用される水はトンネルを通るので奈半利川の水量は極端に減少する。この区間を減水区間と呼んでゐるが、この区間も、河川環境や自然景観の保全を目的に、貯水した水を一定

量放流することを高知県および町村と取り決めている。

導かれた水は、二又発電所に到達する直前に水路が二つに分かれて2台の水車を回す。2台の発電機を可動させることで発電する出力は、7万2100kWになる。奈半利川水系にある三つの水力発電所では最大規模となる。

二又発電所で発電に使われた水は、下流にある平鍋ダム——コンクリート重力ダム、高さ38メートル、貯水量4

### 出力を決める落差と水の量

長山発電所に辿りついた水は、二又発電所と同様に水路が二つに分かれ、2台の水車と発電機を可動させている。長山発電所では、発電機2台のうちの1台が実際に稼働していたこともあり、水車が動かす回転軸を間近に見ることができた。想像していたよりも回転軸の直径は小さく感じたが、力強く

24万立方メートル——に貯められる。同じようにトンネルを通つて、10キロメートル以上も先にある長山発電所まで導かれる。平鍋ダムから、長山発電所の区間にも減水区間が生じる。この区間は鮎釣りが盛んに行われていますので、生物の生息環境に影響が生じないよう配慮するとともに、降雨による濁水の発生を長期化させないようすることも重要な課題になつています（松林さん）」――。濁水対策については、後述する。



松林茂さん  
(J-POWER 高知電力所所長)

貯水池の状況等を見て対応することが大事です。(松林さん)」――。  
三つの発電所の合計出力は14万5100kW、運転以来の年間発生電力は平均で約4億2000万kWhとなっています。発生した電気は、18万7000キロボルト、亘長約120キロメートルの奈半利幹線(J-POWER送変電)により早明浦発電所(J-POWER)を経由し、四国電力送配電の系統に接続する。

発電運転の制御は、愛知県春日井市にある中西地域制御所からマイクロ波伝送路等を使用し、遠隔常時監視制御方式により行っている。また、魚梁瀬発電所の屋外開閉所には四国電力送配電の変電設備が設置され、主要変圧器一次側を需給地点として魚梁瀬地区の役場、学校などに直接配電している。

丸山台地で開催される山師選手権

次に奈半利川水系の開発から現在に

取水設備である。貯水池内では、水の流れが河川に比べて非常に遅くなり、大きい粒子は沈降し沈まない微粒子が濁水となつて発電用取水口に接近する傾向がある。この設備は貯水池内の濁度の分布に応じて貯水池の表面あるいは中層部より取水することを可能にする。つまり状況に応じてよりきれいなほうを取水できるわけである。

近年では、選択取水設備の効果を高めるため、魚梁瀬貯水池に濁水防止フエンスも設置している。また、馬路

村・安田町・林野庁と森林パートナーシップを締結した。「濁水の原因となる山林の荒廃の防止のために、森林の植生や間伐なども共同で行っている」と松林さん。

長山発電所は運転から60年を超えた現在でも日々快調に発電を続けているが、設備の老朽化が否めず、今後更新工事が計画されている。水車の入口にあたる人口弁や水車、発電機を効率の良い新しいものに一式まとめて取り替える更新をリパワリングと呼んでいる。計画では、ダム放流によって年間60日程度発生している溢水(溢れることになった未利用水)を如何に効率に活用できないか、具体的に検討を進めている。

「水力発電所は新規の建設がほとんどないので、更新工事は若手に経験を積ませる場としても重要です。2台ある水車・発電機の取り替えは、それぞれ別メンバーのチームを編成して対応する予定です」と佐々木さん。

貯水池の状況等を見て対応することが大事です。(松林さん)」――。

三つの発電所の合計出力は14万5100kW、運転以来の年間発生電力は平均で約4億2000万kWhとなつていて。発生した電気は、18万7000キロボルト、亘長約120キロメートルの奈半利幹線(J-POWER送変電)により早明浦発電所(J-POWER)を経由し、四国電力送配電の系統に接続する。

発電運転の制御は、愛知県春日井市にある中西地域制御所からマイクロ波伝送路等を使用し、遠隔常時監視制御方式により行っている。また、魚梁瀬発電所の屋外開閉所には四国電力送配電の変電設備が設置され、主要変圧器一次側を需給地点として魚梁瀬地区の役場、学校などに直接配電している。

貯水池の大部分が馬路村魚梁瀬地区に属している。この地域の豊富な雨と温暖な気候は、樹木の成長に絶好の条件が揃っている。ここで育つ魚梁瀬杉は、日本三大杉美林の一つにも挙げられる高級建材であり、長い林業の歴史がある。古くから林業を営む人たちが、ここで生活してきた。ダム建設に際しては、魚梁瀬地区の235戸が水没することになった。水没補償として新天地となつたのが魚梁瀬ダム貯水池のほどにある丸山台地である。

営林署、郵便局、農協、小・中学校、神社、寺、上水道などのすべてを組みこんだニュータウンは、当時ユニークな水没補償として注目された。台地とともにつくられた橋や道路によつて、定期バスも通り、交通の便も改善されることになった。

丸山台地にある丸山公園では、山師

至るまでに直面した課題、今後の取り組みについて紹介していく。

魚梁瀬ダムは、ダム部分が北川村、貯水池の大部分が馬路村魚梁瀬地区に属している。この地域の豊富な雨と温暖な気候は、樹木の成長に絶好の条件が揃っている。ここで育つ魚梁瀬杉は、日本三大杉美林の一つにも挙げられる高級建材であり、長い林業の歴史がある。古くから林業を営む人たちが、こ

こで生活してきた。ダム建設に際しては、魚梁瀬地区の235戸が水没することになった。水没補償として新天地となつたのが魚梁瀬ダム貯水池のほどにある丸山台地である。

営林署、郵便局、農協、小・中学校、神社、寺、上水道などのすべてを組みこんだニュータウンは、当時ユニークな水没補償として注目された。台地とともにつくられた橋や道路によつて、定期バスも通り、交通の便も改善されることになった。

丸山台地にある丸山公園では、山師選手権が毎年開催されている。「木挽き競争(丸太の早切り)」「鞍馬競争(丸太引き)」「杉の実採り競争(丸太のぼり)」など山仕事をちなんだ種目で競われる。「山師選手権には当社のチームも必ず参加しています。役員が駆け付けたこともありました。この2年はコロナ禍の影響で開催できていませんが、大事な地域交流の場になつています」と松林さん。

### 濁水対策とリパワリング

運開以来、課題となつているのが奈半利川の濁水対策である。清流を濁らせる主な原因是、台風や大雨の際に山林表面の土砂が削られ貯水池に流れ込むことにある。「特に魚梁瀬ダム上流域に土砂が流れ込むと濁水が長期化してしまうことがあります(松林さん)」。

濁水対策として1980年6月から運用を開始したのが、魚梁瀬ダム選択

運開100年に向けて

松林高知電力所所长に、さらにお話を伺つていく。

――長山発電所は2020年に運開60周年を迎えました。長い年月が経つても快調に運転を続けています。

松林 長山発電所は、運開以来25名が所長を務めてきて私で26人目になります。今でも運転が続けられているのは、大勢の諸先輩の絶え間ない努力により保守されてきたことに尽きます。今後も努力を惜します、発電所とダムの安定的な運用を行い、次の世代に引き継いでいきたいですね。

私自身は2019年6月から勤務していますが、高知電力所での勤務は2度目になります。1996年12月から99年2月の2年3ヶ月在籍していましてから、20年ぶりです。ちなみに私の誕生日は61年7月なので、ちょうど1歳の時に運開した発電所ということも

あつて、長山発電所には特に親しみを感じています。

—1950年代、60年代は日本各地でダムや水力発電所を建設する大事業が行われていたわけですが、今となっては当時の様子を想像することも難しくなっていますね。

松林 私も土木屋として「ダムをつくりたい」と考えて当社を志望したのですが、入社した時点で大規模なダム建設はあらかた終わっていました。それだけに、リパワリングなどの更新工事は、技術伝承の重要な機会になると考えています。

—奈半利川水系の長い歴史のなかでは、様々なトラブルがあったことと思います。

松林 2011年に大雨が降った際に平鍋ダムの上流で山の斜面が崩れて調整池に土砂が流れ込み、その勢いで調整池の水位が上がりダムを越える「越波」が発生したことがあります。通常はかなりの大雨が降ってもダムを越えることがないように、事前に満水位から水位を低下させて、大雨に伴う洪

水に対しダムに貯められる水の量を多くして余裕のある状況を保つていましたが、この時は想定を超えての事象が起きました。平鍋ダムはちょうど放流中でしたから、ダム操作員は越波する様子を間近で見ていました。「身に迫る危険、恐怖を感じた」と聞いています。

松林 私も土木屋として「ダムをつくみたい」と考えて当社を志望したのですが、入社した時点で大規模なダム建設はあらかた終わっていました。それだけに、リパワリングなどの更新工事は、技術伝承の重要な機会になると考えています。

（終）

現場まで行かなくても、設備の様子を見られたり遠隔操作ができたりする時代になりました。便利ではあります

が、実際に目で見る機会が減ったことで「五感で感じる」能力が衰えてしま

J-POWERハイテックおよびJ-POWERテレコミニケーションサービスの社員たちが現場に入ることになりますが、上流の現場だと到達するのにかかる危険、恐怖を感じた」と聞いています。洪水を安全に下流へ流すと

いう重要な使命を果たしてくれたダム操作員を誇りに思います。

—日々の保守作業で苦労する点は?

松林 水力の現場はどこも同じことが言えますが、悪天候の時には苦労が大きくなります。馬路村の魚瀬瀬は、1回の降雨の総雨量が1000ミリメートルを超えることもあるくらい雨が多いのです。雨が続くと地盤が弱くなつて落石も起きやすくなる。急峻な崩れやすい地形の山間地に位置していますから、道路が狭いことにも苦労しています。

台風や暴風、大雨の襲来が予想される時には、ダムや発電所の保守を担う

ます。

—地域共生の取り組みについてお聞かせください。

松林 地域との交流を深め、貢献しながら共

の一方で、ITのような分野は若手社員のほうが得意ですから、様々なアイデアが出てくることに期待したいとも思っています。経験や現場力に技術革新が融合することで、既存の水力発電が末永く皆様のお役に立てればと考えています。

—地域共生の取り組みについてお聞かせください。

J-POWER（電源開発）は、こ

れまで約70年にわたって水力発電の建設・運営を行ってきた。現在では全国60カ所・総出力約856万kWの水力発電設備を持ち、日本の全水力発電設備の2割近くのシェアを占めている。

戦後の復興期に増大した電力需要を支えたのが水力発電だったことは、資源に乏しい日本のエネルギーの成り立ちを考えるうえで重要なポイントではないだろうか。日本の経済成長を支えた水力発電は、CO<sub>2</sub>フリーの純国産の再生可能エネルギーとしてその存在のイベントに参加しています。コロナ禍ということもあり、この2年間はなかなか地域貢献活動としてできていませんが、このような活動を通じて、発電事業に対する理解を進めていくため、

J-POWERハイテックおよびJ-POWERテレコミニケーションサービスの社員たちが現場に入ることになりますが、上流の現場だと到達するのも一苦労です。いつも「頼むよ」と言って送りますが、危険が伴うことになります。だから荒天時にはやはり心配になります。

—治水面でもダムは役割が見直されていますね。

松林 奈半利川水系のダムは、発電を目的とした利水専用ですが、防災・減災への全国的な関心の高まりもあって下させて、洪水を貯められる容量を確保することを始めています。

（終）