平成24年度土地改良建設協会研修会

農村における水車の果たした役割と今後の展開

水土文化研究会（第10回）講演

株式会社イームル工業顧問　沖　武宏

「中国地方の小水力発電所60年の歴史に学ぶ」

ご紹介いただきました沖です。私は、イームル工業という水力発電専業の水車メーカーで、50年間仕事をしてきました。イームル工業の設立をお話すれば、再生可能エネルギーとしての小水力発電は、今新しく考えられたことではなくて、65年前に1人の男が小水力発電を考えて、国に働き掛け、法律を作り、中国地方に90カ所の事業用の小水力発電所を造って地域に貢献してきました。そして今、新しい視点で小水力発電が見直されるようになり、この間の経緯を私は部下として見てきました。

地域に根差した小水力発電がどのような形で展開してきたかをお話しますと、今から65年前の昭和22年に、小水力発電の必要性を訴えて、その普及に生涯を捧げる男がおりました。この人は「織田史郎」と言い、昭和21年、50歳の時に、電力会社役員を退職し、残りの人生を社会貢献に尽くしたいと考えました。専門であった水力発電技術を使い、戦後の電力不足解消と農村の活性化を目的とした地域経営の全量売電式の小水力発電所を考案し、昭和23年には「農村の危機に備えて、小水力発電事業の構想」「農業電化及小工業に適する小水力発電」を、そして24年には「農村電力と小水力発電所の開発」というパンフレットで通産省・農林省にその必要性を訴えました。

当時は、戦後の国内状況は、電力不足でした。そこで、織田さんの小水力発電の必要性が認められ、昭和25年に農村の無点灯地域解消のもと、全国で16カ所に、1億円の補助金が出ることになりました。全国16カ所のうち13カ所は織田さんが計画した中国地方5県の全量売電方式で農村地域経営の小水力発電所でした。他の地方では3カ所しか計画できなかったのです。電力会社等の水力発電所とは目的が違う、小水力発電所という固有名詞が使われたのは、この時からです。

■織田史郎という人

織田史郎さん（写真―1）は、明治29年（1892）に広島県海田町に生まれまして、大正3年（1914）に今でいう工業高校に技術者になろうと入ったのですが、学校へ行っても常に自分で先に勉強していって、先生が教えようと思っても、先に質問してしまうというようなことで、2年生の時に退学になった。結局、自分は電気屋として生きていくのだからということで国家試験を受けて、そして電力会社にも入り、水力発電所の技術員として、電気主任技術者の第1種を取ってからは、建設の責任者として仕事をするようになりました。昭和12年には理事（取締役）になり、21年に筆頭理事で中国

写真―1　織田史郎氏

配電株式会社（現在の中国電力）を退任しました。

織田さんは、昭和25年に小水力発電の運動を行っていましたが、運動だけでは発電所が出来ないので、小水力発電のコンサル業務と、水車発電機設備を製造するイームル（ＥＡＭＬ）工業という小水力発電専業の会社を設立しました。そして昭和30年に電源開発功労者として黄綬褒章を受章しました。

この織田さんの10歳違いの弟が日本のオリンピック史上初めて金メダル（アムステル五輪）を取った三段跳びの織田幹雄さんです。今日の話に直接関係しないのですが、織田さんを知っていただく意味で、お話ししました。

社名のＥＡＭＬ、イームル工業は、Electric（電気）と、Agriculture（農業）と、Machine（機械）と、Life（生活）、これらを組み合わせた生活向上を図りたいということで、頭文字を発音しやすいように並べたものです。

イームル工業は、総合設計をする技術部門と、機器を現地で設置して運転するための工事部門の２つを主体に会社を設立したのですが、重電機メーカーに発注していた機器が、急激な価格高騰で、小水力発電のコストに見合わないという問題が起きました。織田さんは、水車については自分にノウハウがあるので、技術マニュアルを作り水車メーカーを興しました。そして発電機は、電力会社時代から親しかった明電舎の重宗雄三社長（当時は参議院議員）に協力を願い、明電舎製でスタートしました。

イームル工業は、中国地方の小水力発電所90カ所のうち75カ所に納入し、全国では現在までに百数十カ所へ納入している会社です。

昭和27年に、農山漁村電気導入促進法が議員立法で成立しました。これが小水力発電の公式的なスタートです。前年の昭和26年に電力再編で９電力会社による電気事業の地域独占がスタートし、自家用の発電事業は自家消費分しか認められないことになりました。それが、地域団体で発電事業が行える農山漁村電気導入促進法で、小水力発電が認められたわけです。

この法律の目的は、電気の供給が十分でない地域に電気の導入を図り、生産力の増大と生活の向上を図ることとして、発電事業者を認定するものです。法律の概要ですが、発電所の建設資金である初期投資が、当時としても１千万～２千万円掛かりましたので、日本政策金融公庫の低利な資金が活用できるということ、適用法人は、農業協同組合、土地改良区、森林組合、水産業組合に限定すること、ただし、電気の売買については電気事業者（電力会社）に協議を求め、電気事業者に不当な負担を課さない方式による売電でなければならない。つまり、電気のない地域に電気を必要とする発電を行い、売電が目的でないということが、その後売電方式の小水力発電が、他の地域では行えなかった大きな要因になりました。これは、地域独占の電気事業法により、卸売電気事業者としては認めないということで、小水力発電事業者と各電力会社との個別の交渉となり、各電力会社は余剰売電として買いうことになりました。余剰売電を買うことですから、コストは無視されます。中国電力のみが、織田さんの力で売電価格に発電原価を認めてもらい、全量売電の方式を認めてもらった。結果、中国地方に90カ所の小水力発電が成立しました。

同時に、織田さんは昭和27年に中国５県の関係市町村・県・通産局が構成員となる「中国小水力開発協会」を広島通産局を事務局として設立し、国会議員や関係省庁への陳情活動を開始しました。その後、役所関係を外して、農協と関係市町村による「中国小水力発電協会」に移行しました。当時全24発電所の24事業者が加盟し、現在では農協合併などにより、53発電所、29事業者になっています。

中国地方の小水力発電所が60年間継続しているのは、全事業者が協会に加盟して、政府や電力会社に対する交渉窓口としていることが、大きな力となっています。協会の一番大きな仕事である売電価格の変更は、各事業者の各発電所の発電原価を２年ごとに見直すもので、協会が

一括して中国電力と交渉しています。各発電所の発電原価は、協会が窓口となって交渉する仕組みになっています。

織田さんは協会の設立や、設立後は顧問として支援していました。イームル工業は賛助会員として、現在でも協力しています。協会は、平成24年に60年を迎え、『中国小水力発電協会60年史』を発行し、盛大に祝いました。

売電価格、電気料金の改定経過をみますと、昭和41年まではあまり変わっていないのです。昭和25年からスタートしまして、当時の売電価格が2円70銭／kWhで、昭和41年には3円50銭位で、ここまであまり価格変動はありません。その後、少しずつ上がり、石油ショックで自然エネルギーに認められて、9円台／kWhまでようやく上がりました。

■中国地方の小水力発電所

中国地方の小水力発電所90カ所は、現地調査を含めてすべて織田さんが設計しました。そして昭和25～45年の間に建設されました。

発電所事業者（法律上の認定事業者）は、農業協同組合（JA）が一番多く、次が農協合併時に財産である発電所を旧農協の側に残して発電所を運営している電化農協、その他、農協の発電所を市町村が運営しているものが数カ所、土地改良区が2カ所です。

小水力発電所の発電規模は、原則として渇水量基準で設計されていますので、常時出力になります。発電規模100kW以下が60カ所で、最小が40kWです。100～200kWが20カ所、200kW以上が10カ所で、最大が450kWで、土地改良区の発電所です。

取水の方法は、灌漑用のダムを利用するものが1カ所、土地改良区の水路を利用するものが2カ所、その他は全て発電専用の水路です。発電用水を取水する堰堤は、2カ所が砂防ダムを利用していますが、その他の堰堤は、全て発電専用の堰堤です。この発電所の専用施設が後々一番大きな負担になります。つまり、当時は発電用の堰堤と水路を造り、逆に灌漑用水へ補償用水として補償する方式で、小水力発電所を造りました。昭和20～30年代には、まだ灌漑用の水路を整備する時代ではなく、先に発電用の水路が出来てしまい、その水路から灌漑用水を取ることになってしまいました。

水量は最小が0・2t、最大が5・6tです。落差では一番少ないところが12m、最大が164m。水路の長さは最短のものが248m、最長のものが4・8km。水車と発電機の種類は、フランシス水車と誘導発電機が80カ所で、誘導発電機がコストも安く、メンテナンスも楽ですから、ほとんどがこの方式です。

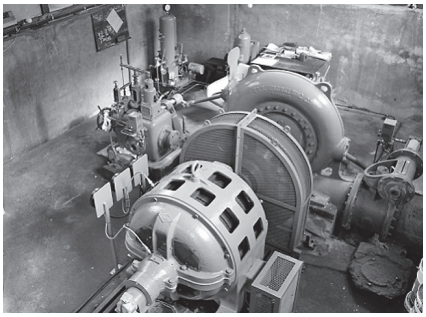
小水力発電所の写真を見ていただきます。灌漑用の三川ダムの維持放流を利用したダム式発電所の例です（写真―2）。

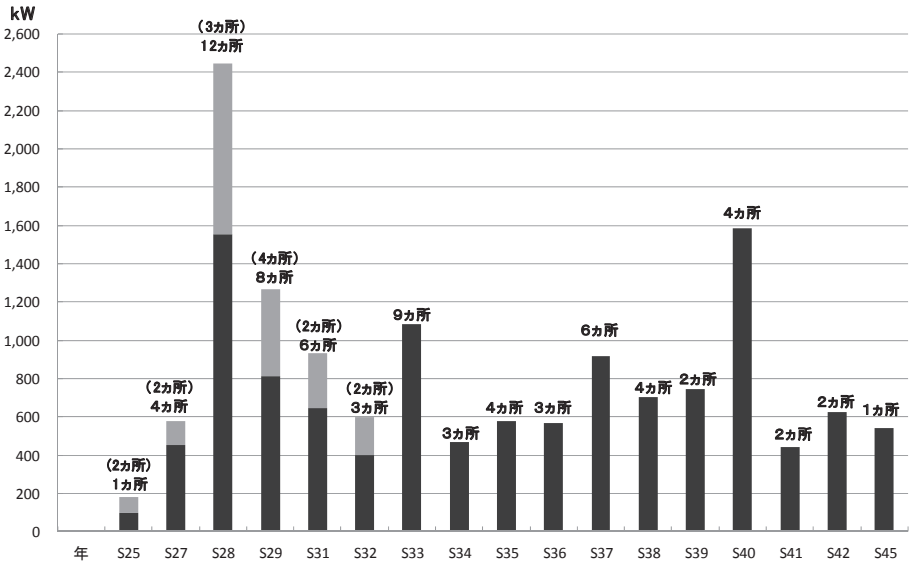
これは一般的な発電専用の堰堤（写真―3）ですが、建設当初は魚道がなかったのですが、その後、魚道付けました。一般的な発電機（写真―4）の状況です。経済性がある発電所では自動除塵機が備えられています。

数少ない土地改良区の発電所、岡山県の香々美川土地改良区の540kWの発電所で、落差は89mです。鳥取県の天神野土地改良区の90kWの発電所の

写真―2　三河ダム

写真―3　発電専用の堰堤


写真―4　発電機



図―1　小水力発電所の設置

2カ所しか土地改良区の発電所はありません。

中国地方の小水力発電所の建設推移（図―1）です。グラフの縦線が合計出力（kW）で、縦線上のカ所数が建設数を示しています。25年には2カ所。法律の出来た27年には4カ所。翌28年には実に12カ所も出来ました。それ以降は、29年8カ所、33年9カ所の他は、2～4カ所という推移です。建設された発電所の合計出力は、28年に2400kWですが、以降は多くても1000kW、600kW程度で推移しています。総出力は1万2200kW。その後廃止等がありまして、現在は1万790kWが稼働中です。

■小水力発電所建設の効果

小水力発電所の地域への経済効果を説明しますと、昭和20年代後半～30年代前半は、昭和の市町村合併の時代で圧倒的に村が多く、そこの農協が小水力発電所を造るということは、一大事業です。しかも、機械施工以前の人力の時代に堰堤、水路、水圧管路、発電所の大きな建設工事を、短いところでも1年間、常時数百人の雇用が発生します。ですから農業だけの村に、大きな経済効果が発生しました。

小水力発電所の売電による経済効果は、昭和20年後半～30年代半ばは、売電単価がkWh当たり平均3円位で、仮に、100kWの小水力発電所では、年間100万円の純利益が出て、農協活動を通じて地域経済に大きく寄与しています。100万円の当時の価値は、農協職員の給料が月5千円位でした。発電所の勤務者は1日3交代制ですから農業や商売との兼務ができたので、少し安い3～4千円の報酬を設定できました。この時代に100万円の純利益が出るということで、中国地方の村や農協は、小水力発電所の建設をやりたいとなったわけです。

出力100kWで100万円の利益を単純試算しますと、渇水量基準での設計ですから、年間では8000時間の運転が可能です。kWhでいうと80万kWhになり、売電収入は売電単価3円を掛けると240万円となります。一方、総建設費を1500万円とすると、償却を20年として75万円ぐらいが償却に当たる。運営費が金利4％を入れても50万円として、差し引き粗利益が1年に100万円以上になる。100kWの小水力発電所でそれだけの利益が出るので、農協や農村に大きな経済効果がありました。

しかし、問題点もありました。1発電所の単独事業ですので、維持費がすべて発電原価に含まれます。従って、年月が経ち、施設が老朽化してきた時に、この維持費問題が大きくのしかかってきました。また、水路や発電所の敷地は、売電料金の一部を地域に還元する目的で、全部借地方式としました。その後農協合併が進み、地元の発電所という意識も薄れ、世代も変わり、地主とのトラブルも発生するようになりました。それから自然災害があります。山肌に沿って水路が造られていますので、台風や大雨の山崩れによる水路崩壊もありました。土木設備に対しては保険制度がありませんので、国の災害支援しか頼るしかない。しかし、その指定にはならない場合が多いということです。発電所の

電気機器は保険の対象になりますので、万が一の時には保険が適用できました。

■小水力発電開発運動を全国に展開

織田史郎さんは、昭和30年代前半に中国地方での開発が順調に進んだので、全国に展開しようということで、日本全土の5万分の1の地形図1255枚を購入し、自ら小河川の等高線や雨量を調べまして、発電所の適正場所での発生電力と投資金額を試算しました。この資料を基に、自費で開発可能地点の現地調査を行い、地方団体にPRし賛同を得たのですけれども、電力会社が余剰売電としか認めてくれませんので、結局、採算が見込めず未達成に終わりました。

日本の電力は、昔から水主火従と思っていました。実は火主水従の時代へ変わりつつあったのです。これは昭和30年中期から日本の急速な経済発展と、そして電力消費の急増に伴い、安い石油による大型石油火力発電が技術的に開発されて、大幅に発電原価が下がりました。

当時、原油は1バーレル6ドルで、それによる発電原価は2円／kWhでした。小水力を含めて水力では、どうやっても4円／kWhは切れない。ということは、石油火力発電は半分の価格です。ですから、もう水力は要らない、日本は石油でいくと、変わりました。水力発電は火力に比べて規模が小さく、コスト高です。ですから電力業界では水力発電無用論まで出ました。小水力発電も平均コストに見合うよう査定されますから、地域開発の売電単価は成り立ちません。昭和45年に中国地方の小水力発電の建設は止まりました。

織田さんは、小水力発電のコストは、地域活性化と国産エネルギーとしての役割を考慮すれば2円の差は高くないと懸命に説いて回ったのですが、結果的に国も電力会社もそれには対応してくれなかった。従って、100kW未満の小水力発電は採算が合わなくなり、減価償却の終わった設備から老朽化による廃止や休止が始まりました。そのほか、ダムの建設や再開発で、水没による廃止もありました。

昭和48年に石油ショックが起きました。アラブ・イスラエルの中東戦争によって原油価格が急騰したことで、国内電力の中心であった石油火力発電から石炭火力発電への転換が行われました。同時に水力発電への見直しも始まりました。通産省は小水力発電開発に補助金（10～30％）が出されました。電気卸事業者である公営企業では、これを活用して各地で新規の発電所建設が進められました。中国地方では岡山県や島根県において、県営の小水力発電所が数多く建設されました。これは、公営企業では、それまでに発電規模が数万kWの設備を持っていて、減価償却もかなり進んでいますので、比較的発電コストが低く、小水力発電の発電原価が高くてもその原価を吸収することができますから、公営企業による小水力発電は出来たのです。

しかし、自家用小水力は単独事業ですから、余剰売電のため売電単価は石油ショックがあっても4～6円程度と低く設定されていたため、新規開発ができなかったわけです。ただ、農林省の補助金（50～70％）の適用を受けた土地改良区では、建設が少し行われました。

その後、地球温暖化に伴う環境対策として小水力が、1000kW以下のものが自然エネルギー利用促進に該当するということで、3円／kWhを上乗せする料金制度もなりましたので、大体9円ぐらいにはなりました。

それでも100kWの発電所では年間売電料金が700万円程度ですから、老朽化に対する設備の改修費等を考えると、経費が厳しい実態が続いています。ただ、JAが合併して、複数の発電所を経営する場合には、発電事業として十分成立するようになりました。残念ながら合併時に、発電農協にしたところは、今までのコストでは採算が取れにくく、厳しい経営を行っています。

■中国地方の今後の展開

今後、中国地方の小水力発電はどのように展開するかということですが、新しいFIT制度（再生可能エネルギーの固定価格買取制度）を

適用する場合には、現状の水路・発電施設で最低限水車発電機と電気設備を取り換えれば、ＦＩＴの制度を適用することが認められました。そこで大半の既存の発電所はこの制度を利用するため、機器更新の計画が今進んでいます。貴重なエネルギーとして、新たな地域貢献に取り組もうとしています。

既設発電規模が１００～４００kWで、投資額が１億５千万～３億円の場合、売電単価が、２００kW基準で29～34円ですので、現状の３・６倍以上の売電単価ですので、10年程度で償却可能となります。問題点は、先ほどの専用水路の問題で、水圧管路等も改修を必要としますと費用がさらに上乗せになります。この制度は20年と言われていますが、20年後にどうなるのかという問題があります。

それから、小水力発電所工事がなくなったことから、専門コンサルタントがいないという問題でして、コンサルタントへ仕事が集中したものですから、全くお手上げ状態です。大量の仕事が消化できないのではと心配しています。逆にメーカー側は今まで商売にならないといっていたのですが、今度は商売になるということで、いろんなメーカーの新規参入が急増し、入り乱れての売り込みが始まりました。発電所は家電とは違い、売った後のメンテナンスをどうするのか。我々は60年間メンテナンスを続けて守ってきましたが、ある製品が安いといって買ったのはいいが、長期のメンテナンスの保証はどうなるのか、経営者はわかっているかと心配になります。

さらに、小水力発電所の経営を合理化して集中管理をすればコストも下がるのですが、事業者が地域単位で異なるため、それは難しいということです。それから電化農協は発電所だけの運営ですから、大きな投資ができる事業体ではなく、更新投資もできずに更新計画が進んでいない状況です。

■新規開発の可能性

小水力発電の新規開発の地点としては、中国地方には織田史郎が有望地点をほとんど開発したので、新しい地点は少ない。その結果として、廃止された発電所地点の位置や流量の見直しですとか、既存ダムでの維持放流や利水の活用が計画されて、何カ所かは具体的に計画が進んでいます。最も有望なものに、砂防堰堤がたくさん出来ましたので、堰堤に短い水路を造って発電できないかという検討もされています。農業用水路は残念ながら規模が小さく、事業用発電には使えるものはないと思っています。

小水力発電の事業主体をどこでやるかということになるのですが、既存設備の改修では、ＪＡは新たなものは難しい。市町村では、第３セクターにするかどうかということを頭に置きながら、地点調査は今熱心に取り組んでいます。運営をどこがするかは、まだ考えられておりません。民間ではやりたいという希望がたくさんあるのですが、小水力発電は地域財産としての価値が一番大きな大切なことですので、民間企業がやるのはちょっと難しいと思っています。

中国地方の小水力発電は、適正な維持ができれば60年以上建設当初と変わらぬ電力を発生して、地域のエネルギーとして貢献することを証明してます。織田史郎さんの考案した小水力発電は、理念も正しく、地域社会に大きく貢献しました。しかし、時代が変わるとともに厳しい状況に追い込まれたことも事実です。そして今、貴重な国産エネルギーとして再び認められる時代が来ました。今、危機的状況にある日本のエネルギー対策は、60年の歴史を刻んだ中国地方の小水力発電から学び、新たな出発としてもらいたいと、そのように私は考えております。

沖（おき）　武宏（たけひろ）

株式会社イームル工業顧問。１９４１年生まれ。１９５８年イームル工業入社。専務取締役を最後に退任。２００５年から顧問として全国の小水力発電開発啓蒙に取り組む。

本講演要旨は広報委員会が取りまとめました。