

## 中国地方の小水力エネルギー利用に観る 自然エネルギーに基づく地域づくりの思想

藤本 穰彦\*・皆田 潔・島谷 幸宏\*\*

Community Based Small-Scale Hydro power in Chugoku Area, Contributions and Challenges to the Sustainable Community

FUJIMOTO Tokihiko・MINATA Kiyoshi and SHIMATANI Yukihiro\*

### 要 旨

今日、自然エネルギーに基づいた産業の創生が期待されている。本論では、小水力発電に着目し、1950年代に、中国地方で爆発的に普及した地域小水力発電の事例を取り上げ、導入促進要因を検討すると共に、現状の課題を検討した。その結果、地域小水力発電の普及は、1952年の「農山漁村電気導入促進法」に基づいたものであることを示し、さらに、技術面・精神面から支えたイームル工業株式会社と創業者の織田史郎の存在が欠かせないことを示した。そのうえで、小水力エネルギーの導入を起点とした地域づくりの可能性を展望した。キーワード：自然エネルギー、小水力発電、農山漁村電気導入促進法

### I はじめに

今日、持続的な地域づくりのために、自然エネルギーに基づいた産業の創生が期待されている。自然エネルギーの利活用のためには、地域が有するポテンシャルを適切に評価すると同時に、地域の自然環境やこれまでの空間利用の「履歴」、地域住民との合意形成に基づいた計画づくりが重要となる。しかし、現状では、生物や環境への影響評価の方法が確立していないことや、自然エネルギー導入への道筋が確立されていないこと、社会的合意形成の困難さを理由に導入が進んでいないと言いが難い。とりわけ、本論で取り上げる水力エネルギーは、水利権や漁業権などの地域が有している権利との調整が必要であり、地域住民の積極的な参加に基づいた導入計画を策定する必要がある。

我が国では、地域の農業協同組合（以下、農協）が経営する、小規模な水力発電所の多くが、中国地方に存在している。秋山（1980）によれば、1955年3月末までに、

全国に181施設建設された農協などが経営する小水力発電所のうち、約90施設が中国地方に建設されたという<sup>1)</sup>。

今日に至るまでに、災害や老朽化、経営不振、あるいはダム立地による水没などを理由に休止・廃止されている施設もあり、1980年には74施設となり<sup>1)</sup>、現在では54施設が、なお発電を続けている<sup>2)</sup>。現在稼働中の54施設は全て1,000kW未満で、最大で660kW、最小は24kWであり、平均は189.1kWである<sup>2)</sup>。54施設の設備容量の合計は10,209kWである<sup>2)</sup>。

一般的に、小水力発電は、「ダムなどの大規模開発を伴わない、環境に配慮した水力エネルギー」（IEA：国際エネルギー機関）、「大規模ダム（貯水池式）、中規模ダム（調整池式）ではなく、河川の水を貯めることなく、そのまま利用する発電方式」（全国小水力利用促進協議会）と定義される。中国地方の小水力発電所は、山峡を流れる河川の水を堰上げして導水路に導き、自然の地形を利用した落差で、水力エネルギーを得ており、上述の

\*島根県中山間地域研究センター客員研究員（現九州大学大学院工学研究院環境社会部門学術研究員）

\*\*九州大学大学院工学研究院環境社会部門教授

定義に当てはまる。

小水力発電は、ダムなどの大規模施設建設の必要がないため、それほど大きな投資を行わず、基本的には地形と流量に依存する。流量は、降水量、地質、森林、土地利用の履歴などに依存するので、水力エネルギーは、自然の恵みそのものと言える。したがって、小水力エネルギーの基本的権利は、地域に帰属する性格をもつと考えられる。中国地方の小水力発電所の経営主体は、電力会社ではなく、地域の農協であり、この性格を満たしていると言える。

以下、本論では、上述のように中国地方でのみ大規模に導入が進んだ地域小水力発電について、導入促進の要因を分析し、小水力エネルギー利用を地域の力で進めるための方法と現状の課題を明らかにしたい。

## Ⅱ 小水力発電の基本的な考え方

### 1. 水力エネルギーの考え方

水力エネルギーは、「流量」と「落差」によってその出力が規定され、次式のように求められる(1)<sup>3)</sup>。ここで、P：出力，Q：流量，H：有効落差(=総落差－損失)，g：重力加速度，η：総合効率(0.6～0.8)である。

$$P(\text{kW}) = Q(\text{m}^3/\text{s}) \times H(\text{m}) \times 9.8(\text{m}^2/\text{s}^2) \times \eta \quad (1)$$

### 2. 地域小水力発電の導入プロセス

次に、地域小水力発電の導入プロセスについて述べる。図1は、水車メーカーや発電機メーカー、コンサルタント、地方自治体、発電事業者、大学教員、そして地域住

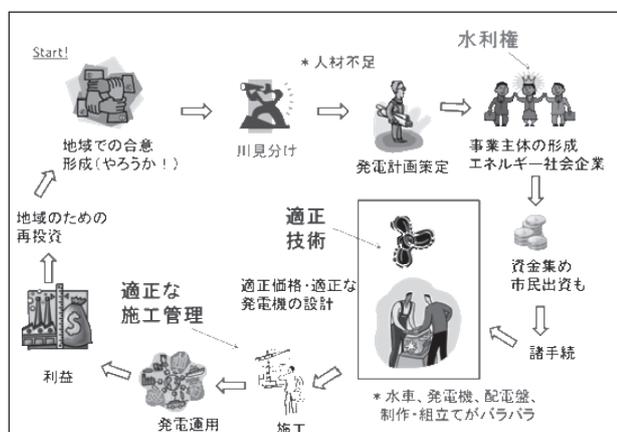


図1 適正な地域小水力発電の導入プロセス

民などへの広範囲にわたるヒアリングを行い、地域小水力発電の導入に際しての社会的障壁を明らかにしたものである。

小水力発電は地域に根ざしたものであり、水利権など地域の権利に従属するものであるため、地域住民の合意形成が出発点となる。次に、流量観測や環境評価を行い、発電ポテンシャルを評価し、適正地点と発電計画を策定する。並行して、事業主体を形成し、資金を集め、手続きをクリアする。そして、水力発電システムを製作し、施工・運用の開始に至る。

ヒアリングの結果、小水力発電を地域で導入するにあたっては、次の4点の課題が明らかとなった。①ポテンシャルの評価や適正な発電計画策定を行える人材が極端に不足していること、②発電事業では、開発者が権利を得るため、地域の利益となる発電所設置のためには、資金集めの方法に工夫がいること(市民出資など)、③水力発電システムは、受注生産であり、コストが高く、納期も長い(8～10カ月)、④すべてのプロセスがつながっておらず、合意形成から施工、運用までをトータルにマネジメント出来る人材(あるいは組織)がない、という課題である。

さらに、水力発電所が完成した後は、水路の管理、取水口の清掃、さらには、広報・取材対応や見学対応、トラブル対応やリスク管理など、総合的な維持管理システムの構築が必要となる。

### 3. 地域小水力発電所の設置の考え方

水力発電所の設置の段階は、主に次の3パートから成る。①(取水や配管などの)土木の設計と工事、②水車、増速・調整機、発電機など発電機器の設計と製作、③発電した電気の制御や系統連携、あるいは蓄電などの電気関係の設計と工事である。設備の維持管理や老朽化の観点から考えると、取水地点と発電地点は近い方が好ましい。また、取水地点については、日常的な管理が必要となるため、地域住民が日頃から活用している地点や、生活のなかで立ち寄れるような地点に出来るとなお良い。水路や導水管の設計にあたっては、流量と落差が十分に取れる地点を考え、これまでの落石や地崩れ、洪水などについての情報をしっかりと収集し、地形や地盤に合わせた設計が必要となる。

以上をふまえて、壬生発電所（広島県山県郡北広島町，JA広島北部）を見てみよう。表1は、壬生発電所の概要をまとめたものである。

表1 壬生発電所の概要と設備

水系河川名	江の川
電気使用区域	北広島町(旧千代田町)壬生一円
発電主体	広島千代田農業協同組合(現在はJA広島北部)
発電開始年	1957年(昭和32年)10月
取水口の種類と高さ	水路式 4.1m
水路の延長	開渠 1,382m、蓋渠 685m、水路橋 28m
水路管路	鉄管 21.99m
水車の種類と容量	フランス式 178kW
有効落差	19.9m
流量	1.1m <sup>3</sup> /s
発電機の種類と容量	三相誘導210KVA
発電機の力率	86.5%
発電機の電圧	3,450V
発電機の出力	181kW
受電電力の容量	162kW
連携電圧	3,300V
連携配電線	中国電力川西線86号柱

出典：JA 広島北部より資料提供（2011年9月26日）

壬生発電所は、江の川水系に位置し、1957年に稼働を開始、現在まで約50年間電気を生産し続けている優良な発電所である。使用流量は、1.1m<sup>3</sup>/sで、有効落差19.9m、出力は最大で178kWある。流量が多いため、20m程度の落差でも150kW強の発電量が得られている(図2、写真1、写真2)。

### Ⅲ 1952年「農山漁村電気導入促進法」成立

第二次世界大戦後、急速な工業化・産業化に伴う電力需要に対応するために、GHQの指導のもと、対日援助見返り資金による融資によって、大規模な水源開発が行われた<sup>4)</sup>。

並行して、農山漁村や離島における未点灯集落の解消を目的として、小規模の水力発電の開発も進む<sup>1)</sup>。1951年には、「農林漁業資金特別融通法」により長期融資の措置が講ぜられた。さらに1952年の、「農山漁村電気導入促進法」(1952年12月29日、法律第358号、最終改正：2011年5月2日、法律第37号)が大きな意味を持っている。

この法律は、松田鐵藏議員ほか62名による議員立法で

ある。松田議員は、立法趣旨を次のように述べている。少し長くなるが、同法の思想がしっかりと反映されているので、引用して確認しておきたい<sup>5)</sup>。

戦後我が国の民主化を推進いたしますためには、総人口の半ばを占める農山漁民の生活文化を向上し、農産漁家の経済を安定し、あわせて農林漁業の生産力を高めることが最も肝要であります。しかるにわが国農山漁村の実情を見ますと、いまだに電燈さえなく文化の恵みを受けることができない農山漁家が全国で20万戸を越える状況であります。さらに動力線が入っておらないために、生産にぜひとも必要な動力機械を使うことができない農山漁村も、全国に多数存在している現状であります。これらの未点燈部落、あるいは電力不足地域に生活しております農山漁業者が万難を排して、電力を導入しようと熱烈な要望を抱いていることは、きわめて当然のことです。従いまして戦後、見返り資金あるいは農林漁業資金融通法によりましてある程度資金が供給され、現在までに約100箇所ほどの小水力発電所が建設された次第であります。しかしながら、これだけでは単に一部の希望を満たしたにすぎないのでありまして、いまなお数100箇所の地点で建設を希望しながら資金を得られないため、貧しい暗い生活を余儀なくさせられている状況であります。従いましてわれわれといたしましては、これらの恵みを受けることの少ない人々に、光を与えようといまして、この法案を提案いたす次第であります。

次に「農山漁村電気導入促進法」の内容について検討していこう。まず、第一条の目的は以下のように定められている。

この法律は、電気が供給されていないか若しくは十分に供給されていない農山漁村又は発電水力が未開発のまま存する農山漁村につき電気の導入をして、当該農山漁村における農林漁業の生産力の増大と農産漁家の生活文化の向上を図ることを目的とする。

さらに同法では、日本政策金融公庫による資金の貸し付け(第4条)や、国の補助(第5条)が明確に位置づけられたうえ、電気事業者との売電交渉について明記されていることに大きな意味がある(第9条)。また、発電事業主体については、「当該農山漁村にある農業、林業又は漁業を営む者が組織する営利を目的としない法人

で政令で定めるもの」(第2条)とされており、農協や漁協、土地改良区や森林組合などの農林漁業団体が、地域エネルギー事業の主体として明確に位置づけられている。

中国地方の小水力発電は、「農山漁村電気導入促進法」に基づいて推進されたものである。では、なぜ中国地方でのみ爆発的に普及したのか。

#### IV イームル工業株式会社・織田史郎の存在

II-2. で議論したように、小水力発電を地域の力で導入するためには、地域の合意形成に始まるトータルのプロセスをマネジメントする必要がある。

中国地方での導入が進んだ背景には、それを行えた人物と企業の存在がある。中国地方の小水力発電を調べていくと、必ず行き当たる人物がいる。イームル工業株式会社の創業者、織田史郎(1895-1986)である。

織田は、1895年広島県安芸郡海田町生まれ。19歳で広島県電力に入社して以降、一貫して水力発電事業に携わる。織田は1946年に電力会社を辞し(取締役まで務める)、「水力発電で農山村を活性化させる」という哲学で、1947年イームル商会(後、イームル工業)を創業する<sup>2)</sup>、<sup>6)</sup>、<sup>7)</sup>。

当時のイームル工業は、織田が先頭に立ち、土木コンサル業務から低価格の発電機の製造までを手がけ、川見分けや発電計画の策定から水力発電システムの開発・施工までを一手に担ったという。織田を中心に、イームル工業では、土木、水力システム、電力システムのそれぞれを担う技術者が育成され、また、開発に係る全ての過程をマネジメント出来る人材が輩出されていった(現在は、土木の設計・施工は行っていないようだ)。

織田は、1953年、「中国小水力発電協会」(現在の事務局は、広島県農協中央会にある)を設立し、顧問となる。中国小水力発電協会は、各農協のネットワーク組織となると共に、中国電力との売電価格の交渉窓口ともなった。中国電力の小水力発電に対する柔軟さは、織田の貢献によるところが大きいと言われている<sup>2)</sup>、<sup>7)</sup>。

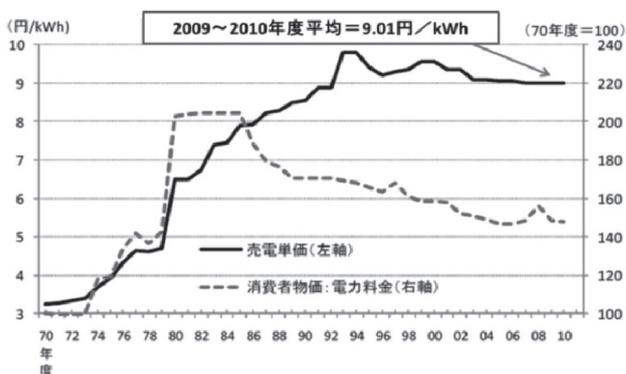
#### V 地域小水力発電所の現状と課題

##### 1. 発電所の収益の考え方と売電価格の推移

水力発電所の売上の考え方は単純で、発電所の年間発

電量に、売電単価を掛け合わせると年間の売り上げになる。小水力発電の年間稼働時間は、一般的に、6500~7000時間と言われており、設備稼働率は、太陽光発電の6~7倍となる。そのため、設備は小規模でも、大きな発電量が得られることが特徴である<sup>3)</sup>。

図3は、中国電力への売電単価の推移を示したものである。オイルショックや経済成長により70年代中頃以降、売電価格は上昇したが、90年代以降は9円台に落ち着いている。2009~2010年度の平均は、9.01円/kWhとなっている<sup>8)</sup>。



資料:中国小水力発電協会(事務局:広島県農協中央会)資料より作成

図3 中国小水力発電協会の売電単価の推移<sup>8)</sup>

発電所の年間売上を概算してみよう。例えば、先の壬生発電所では、出力178(kW)×6500(h)×9.01(円/kWh)=10,424,570円/年となる。ここから、人件費や水路・設備維持費、設備更新費の積み立てなどを除いたものが年間の収益となる。

現在、2011年に制定された「再生可能エネルギー全量買取法案」の具体的な検討が進んでおり、買取価格の決定と、同法の施行が待たれる。2012年5月11日現在、200kW以下の小水力の買取価格は、34円(税抜)で議論されている。既設の取り扱いについての具体的な議論はまだわからないが、壬生発電所がこの価格で買取されると仮定すると、年間の売り上げが39,338,000円/年となり、大幅な収益増が見込まれる。

##### 2. 老朽化と設備更新

小水力発電所の収益を支えるためには、効率が落ちることなく、出来るだけ長時間発電所を運転することが求められる。そのためには、定期的な設備更新やメンテナ

ンスを行う必要がある。中国地方の小水力発電所は、稼働から40～50年経過しているものも多く、設備更新の時期を迎えている。

中国新聞の調査によれば、水路の補修や管路の再整備、水車や発電機などのメンテナンスにはそれぞれ、1～4千万円程度かかる。水車が摩耗し、設備が老朽化すれば発電効率が下がり、発電量が減る。そうすると、売上が減る。設備更新や補修のための補助金は無く、各事業主体が自主財源で行っている。修繕費が膨らんでいるため、赤字に陥っている発電所も多く、現在稼働中の54カ所のうち、2006年には26カ所、2010年は20カ所が赤字だったという。

しかし、赤字だからといって発電所を廃止するのも容易ではない。発電所は借地に建設されていることが多く、廃止するためには土地を原状回復させる必要があり、廃止のコストも数億円かかる場合があるという（以上の記述は、2010年4月9日中国新聞、2011年8月26日中国新聞に基づいている）。

### 3. 地域住民の主体的な参加

小水力エネルギーの基本的権利は、地域に帰属する性格をもつ。そこで、小水力発電を導入するためには、地域住民の積極的な参加に基づいた導入を促進しなければ、権利関係の処理が難しいし、合意は形成されない。そのためには、地域が主体となり小水力発電を進めることが、もっともスムーズで地域のためになる。設置後も、取水口や水路の管理を日常的に行う必要がある。とりわけ、草刈り時期や落葉時期には、一日に数度ごみ取りを行っているほか、イノシシやイタチなどの動物が水路に落ちていることもあるという（写真3参照）。このような観点からも、地域住民の積極的な参加に基づいて進められる方が、持続的なものになる。

この点について、イームル工業顧問の沖武宏は、これまでの開発を振り返り、次のような考えを述べている<sup>7)</sup>。

中国地方では小水力発電により、今でも農協の収入になっている。結果として地域に還元されていますが、一人ひとりには実感はない。発電所をつくるときには村中が沸いてね。竣工式は学校でやるんですが、織田は当然、現場担当の私も呼ばれてもうへとへとになるまで飲まされるほど喜んでもらった。ところが数年して行ってみる

と、みんな関心がなくなってるの。つくるときは村人が雇用されたりして恩恵があるんだけど、済んだら農協にしかお金が入ってこないから。だから、これからはそういうやり方ではなく、「地域のエネルギーなんだ」という意識を長期にわたって持ってもらえるような仕組みが必要。本当に実感してもらおうと思ったら、自分たちで出資して配当を受け取るとか、雇用の場にしないで、というのが私の思いです。

今後の地域小水力発電の開発・設置にあたっては、地域の合意形成だけでなく、地域住民の主体性が生成され、かつ、それが持続するような仕掛けが合わせて必要である。そのためには、沖が言うように、地域の雇用を創出するなど、小水力発電の導入が、地域の課題を包括的に解決する起点になるような枠組みを構築することが重要な課題となる<sup>9)</sup>。

## VI 結論

本論では、まず、水力エネルギーの基本的な考え方や地域小水力発電の導入プロセス、発電所設置の考え方を確認した。そのうえで、地域小水力発電の導入が進んだ中国地方を対象として、歴史的経緯を紐解くなかで、その促進要因と現状の課題を明らかにした。

中国地方の地域小水力発電所の調査を行っているところ、現在も稼働している発電所は、自然の地形に基づき、地域の空間のなかに適正に配置されたものであることに気付かされる。他方で、休止あるいは、廃止された発電所は、取水口から発電所までの導水路が長い、大きな落差を取るため圧力管部分が長い、水路の点検・保守が困難など、少し無理をしていると感じられる空間利用が多いように映った。自然の地形に根ざした利用からかい離すればするほど、日々のメンテナンスが困難になり、設備更新のための費用も増大するため、施設の維持が困難になる。第一次産業が、「直接に自然からなにものかをとりだす産業」<sup>10)</sup>であるとする、自然環境や地域の地形、空間からエネルギーをとりだす地域小水力発電は、真に第一次産業である。

中山間地域に残された数少ない「資源」のひとつが、自然エネルギーである。地域の自然や地形、そして空間のなかで適切に利用されてこそ、自然エネルギーに基づいた地域づくりは持続的なものになる。今後の展開に期

待したい。

なお、本論は、(独) JST社会技術研究開発センター「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」研究開発領域の研究開発プロジェクト：「I/Uターンの促進と産業創生のための地域の全員参加による仕組みの開発」(研究代表 島谷幸宏)の成果の一部である。

最後に、本論が成るにあたっては、広島県内での文献や資料の収集・分析以外にも、イーメル工業株式会社、JA広島北部、志和堀電化農業協同組合、北広島町役場、NPO法人INE OASAなどにヒアリングさせて頂き、現場を案内して頂いた。また、出版委員2名には丁寧に査読して頂いた。ここに記して感謝申し上げる次第である。

## Ⅶ 引用文献

- 1) 秋山武 (1980) 農協小水力発電の歴史と問題点. 協同組合経営研究月報 第323号 : 55-68.
- 2) 沖武宏 (2011) 60年前から農協発電を支える水力発電メーカー・イーメル工業. 季刊地域 第7号 : 60-65.
- 3) (独) JST社会技術研究開発センター編 (2010) 小水力発電を地域の力で. 公人の友社
- 4) 中瀬哲史 (2005) 日本電気事業経営史——9 電力体制の時代. 日本経済評論社
- 5) 衆議院農林委員会 (1952) 第15回 国会農林委員会第8号.
- 6) 中国地方電気事業史編集委員会編 (1974) 中国地方電気事業史. 中国電力株式会社
- 7) 沖武宏 (2011) 小水力発電の巨人織田史郎. 水の文化第39号 : 28-33.
- 8) 渡部喜智 (2011) 農協等の取り組む小水力発電事業への期待と課題. 農中総研 調査と情報 : 第26号 : 8-11.
- 9) 山下輝和・藤本穰彦・石井勇・島谷幸宏 (2012) 小水力エネルギーを起点とした地域住民の主体生成過程に関する一考察. 河川技術論文集 : 掲載決定済 (2012年6月刊行).
- 10) 鶴見和子 (1974) 社会変動のパラダイム——柳田国男の社会変動論. (思想の冒険——社会と変化の新しいパラダイム. 鶴見和子・市井三郎編, 筑摩書房) : 145-186.

## ABSTRACT

In this work, we introduce small-scale hydro power based on community and the natural geographical environment. In Chugoku area, from of old, the small-scale hydro power Plants were developed by agricultural cooperative association for promotion of regional revitalization. In these practices, we make the concept of community based action to use renewable energy clear.

Keywords : Renewable Energy, Small-Scale Hydro power, Act on the Promotion of Introducing Electricity into Farming and Fishing Village



図2 壬生発電所の位置 (出典 : Yahoo Japan)



写真1 壬生発電所(北広島町)の取水口の様子 (2011年9月26日, 藤本撮影)



写真2 壬生発電所（北広島町）の建屋（2011年9月26日，藤本撮影）



写真3 「雨でも雪でも掃除しやすいように」という工夫（志和堀発電所・東広島市の取水口）  
（2011年11月16日，藤本撮影）