調査・報告

小水力発電研究会報告

諸橋　春夫[*]　星野　公明[*]　渡邉　亮[*]　明歩谷　英樹[**]

Market and Technology Trends of Small Hydropower Generation

MOROHASHI Haruo [*]，HOSHINO Kimiaki[*]，WATANABE Ryo[*]and MYOBUDANI Hideki[**]

1.　緒　　言

持続可能な循環型社会の構築や地球温暖化対策として二酸化炭素削減を行うことは，地球の未来のためには必須の課題となっており，この課題に向けた取り組みとして，小水力発電をはじめとした再生可能エネルギー導入による対策の重要性は，ますます高まっている。また，再生可能エネルギーは，高騰する化石燃料，二酸化炭素排出課題のある火力発電，安全性が疑問視される原子力発電の代替として，さらには地域分散型エネルギーとしても重要な位置づけにある。再生可能エネルギーの中でも小水力発電は，水資源が豊富な新潟県（包蔵水力は全国 4 位）において発電できる地点が多く，気象変化に対しても比較的安定して発電できることから，貴重な新潟県産エネルギーになると考えられる。

以上のことから，小水力発電の導入は非常に意義のあることであり，将来的には小水力発電機に関わる市場は，成長が見込めるのではないかと考えられる。しかし，現時点では，まだ発電コストが高く，その市場も未開拓な状況であるため，発電コスト低減に向けた技術開発が，重要な課題となっている。

このような背景の中，本研究会では小水力発電に関する講演会の開催により県内企業に情報提供を行い，県内外の各種調査を基に県内企業の小水力発電市場参入可能性の検討および各機関の連携推進支援を行うことを目的として活動を行った。

*　　下越技術支援センター
**　　企画管理室

2.　研究会活動

2.1　セミナーの開催

県内企業，自治体，土地改良区等の小水力発電担当者向けにセミナーを 3 回実施し（図 1），小水力発電の現状や課題について情報提供を行った。第 3 回のセミナーにおいては講演の他に可搬式水車発電機の実演も行った。

・第 1 回　7 月 8 日
「新潟県小水力発電導入の可能性調査について」
東京発電株式会社　水力事業部　マイクロ水力営業グループ　マネージャー　富澤晃氏
「小水力発電の今後の展開と産業振興」
茨城大学　農学部　教授　小林久氏

図 1　第 1 回小水力発電セミナー

・第 2 回　8 月 26 日
「エコ水車の開発と普及」
信州大学　教授　池田敏彦氏
「小水力発電における電力の利用について」
新潟工科大学　准教授　佐藤栄一氏

・第 3 回　10 月 7 日
「エコ水車の研究開発」
信州大学　准教授　飯尾昭一郎氏
「エコ水車の開発経緯」
新潟ウオシントン株式会社
サービスセンター　サービス技術チーム
技術担当課長　金子正美氏
「下掛け水車方式による小水力発電技術」
株式会社本間組　土木事業本部　技術部
技術開発研究室　担当課長　岩田秀樹氏
＜可搬式水車発電機の実演＞
信州大学で開発した可搬式水車発電機（図 2）を水道水を用いて発電させ 100 個の LED ランプを点灯させた。

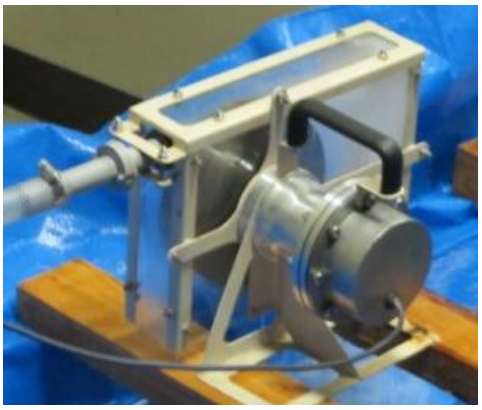

図 2　可搬式水車発電機

2.2　小水力発電の現状調査

水力発電は，二酸化炭素を排出しないクリーンな再生可能エネルギーであり，電力の安定供給の確保，地球温暖化問題への対応などの観点から，重要な自然エネルギーである。本研究会では，小水力発電の現状および県内企業動向，先進事例について調査を行った。

2.2.1　小水力発電の出力規模

水力発電の発電出力規模による分類は明確に規定されていないが，NEDO のガイドブック [1)] では表 1 に示すように分類されている。

電気事業法においては，水力発電設備は電気工作物とされ，電圧 600V 以下，20kW 未満で，

表 1　水力発電の出力分類

分類	出力
大水力	100,000kW 以上
中水力	10,000kW～100,000kW
小水力	1,000kW～10,000kW
ミニ水力	100kW～1,000kW
マイクロ水力	100kW 以下

流量 1m^3/s 未満の水力発電設備（ダムを伴うものは除く）は，一般用電気工作物，それ以外は事業用電気工作物と区分されている。事業用電気工作物は，電気事業法により保安等の規制があり，工事計画の届出，主任技術者の選任と届出，保安規程の制定と届出が必要となる。

また，「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法施行令の一部を改正する政令」（平成 20 年 4 月 1 日施行）において新エネルギー利用等に，「未利用水力を利用する水力発電」が追加され，かんがい，利水，砂防その他の発電以外の用途に供される工作物に設置される出力 1,000kW 以下の発電は，新エネルギー利用等に該当することとなった。さらに，「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」（平成 15 年 4 月 1 日施行，通称 RPS 法）の対象にもなっている。

2.2.2　発電方式

100kW 以下のマイクロ水力発電は，既存施設を利用し，簡易な発電設備を設置することにより水力エネルギーを回収する場合が多く，流れ込み式での発電方式が一般的である。水利用から分類される発電方式として，河川水利用，農業用水利用，湧水利用，上水道利用，下水道利用などがある。上水道を利用する発電は，原水取水箇所から浄水場，または浄水場から配水場までの間で得られる落差を利用する方式である。これらの送水過程では，通常，管路末端部において保有する水圧を減圧するための減圧用バルブ等が設置されており，この減圧される水圧を

水力発電に有効利用することができる。

2.2.3　小水力発電の特徴

小水力発電は，運転中に窒素酸化物や硫黄酸化物を排出せず，発電設備建設なども含めたトータルの二酸化炭素排出量も極めて少ないクリーンエネルギーである。また，小規模であるため，発電設備を設置する際の地形改変が小さく，使用水量も少ないことから，河川水質や周辺生態系に及ぼす影響が小さく，自然にやさしいと言える。さらに太陽光発電や風力発電等の他の自然エネルギーに比較して電力供給の安定性に優れている。その他に小水力発電は，既存の農業用水利施設や上水道施設等の利用が可能であり，また，比較的簡易な設備であることから短期間での建設が可能であるなどの特徴がある。

2.2.4　小水力発電の市場

国内の小水力発電の市場規模は，10 億円程度と言われており，年間数カ所の小水力発電所が建設されているにすぎない[2)]。また，100kW 以下のマイクロ水力発電については，正確な統計を取っているところは見当たらなかったが，現時点では未開拓であると言える。

2.2.5　県内企業の現状調査

県内企業調査では，小水力発電に関して製造販売まで取り組んでいる企業は数社であった。また，発電機を検討中・開発中の企業を含めてもそのほとんどが，対象としている発電クラスは 1kW 以下であった。

2.2.6　県内外の小水力発電先進事例

実証試験で発電した電気の利用として，照明やイルミネーションの他に衛星電話の充電，電気自動車充電設備への供給，鳥獣防除用電気柵などへの活用事例を調査した。また，1kW 以下の小水力発電に関する研究事例は，まだまだ少ない状況であるが，信州大学と新潟工科大学で先進的な取り組みがなされており，両大学と企業数社で構成されたグループが開発した増速機のいらない低速回転対応発電機は，メンテナンス費用や製造コストの低減を可能にする方向性が示されていると思われる。

3.　課題と対応

本研究会のセミナーに参加または調査した県内企業は，そのほとんどが 1kW 以下の発電規模を対象として考えていることから，1kW 以下クラス小水力発電機に関する課題を検討した。検討の結果，①最適水車が開発途上，②製造コストが高い，③市場が未開拓，④発電を妨げるゴミの除去，⑤法律の規制，などが課題として考えられる。

3.1　技術的課題への対応

水力発電の水車には，下掛け水車，クロスフロー水車，フランシス水車など多くあり，それらは使用流量と落差から選定される。しかし，1kW 以下クラス（例えば，落差：1m，使用流量：0.1m^3/s 以下）に対応する水車は一般的にはない。このような現状の中，調査した数少ない開発事例では，コンパクトな水車であるとともに水車の羽根に水を効率よく当てるためのノズルや集水板を使用するという特徴が見られた。小水力発電の場合，多種多様なケースがあるので，このような水を当てる技術を含めた水車設計をする必要があると思われる。

また，小水力発電機は，大手メーカーから一部規格品が販売されている例があるが，ほとんどの場合オーダーメイドで製造されており，これが高コストの要因となっている。従って標準仕様化，簡素化は重要であり，発電コスト低減のためのメンテナンス省略に関わる開発も必要である。調査事例の中には，低回転で発電できる発電機があり，これは水力発電において通常必要な増速機が無いため増速機用のベルト交換が不要であり，さらに防水機能が付加できるものであった。

3.2　その他の課題への対応

1kW 以下小水力発電の市場は，現時点では未開拓であると言える。この市場開拓の方向性としては，発電した電気の利用例を増やしていくことが重要であると考えられる。例えば，電気の通っていない無電地帯での利用（山小屋，バイオトイレ，河川等の監視カメラなど），農業での利用（鳥獣防除用電気柵，ハウス栽培用電源など）などに有効性があると思われる。

河川に流れるゴミなどは発電機を止めてしまうため，ゴミ除去は重大な問題である。これに対してスクリーン，電動除塵機などを設置してゴミ除去，処理を行っている例もあるが，各地点においてその状況は多種多様である。従って発電機設置場所周辺の地域住民の方々の協力が不可欠であると考えられる。

法律の規制に関しては，手続きの煩雑さなどに影響しているが，この煩雑さの難易度は，河川の種別等により全く異なるので，計画地点の河川の種別を知っておくことが重要である。

また，小水力発電に関する開発は，地域にある資源，社会システムを活かし，地域の実情にあった開発を地域が主体的に解決していくことが重要であるため，産学官以外に地域との連携が不可欠であり，当研究所が個別の問題に対し技術指導を行うことは有効な支援になると考えられる。

4.　結　　言

（1）本研究会では小水力発電に関する講演により県内企業に情報提供を行い，県内外の各種調査を基に県内企業の小水力発電市場参入可能性の検討を目的として活動を行った。

（2）1kW 以下クラス小水力発電機に関する課題を検討した結果，①最適水車が開発途上，②製造コストが高い，③市場が未開拓，④発電を妨げるゴミの除去，⑤法律の規制，などが課題として考えられた。

（3）小水力発電に関わる開発は，水車や発電機の他に水を水車の羽根に効率よく当てる工夫等も必要である。また，地域の実情にあった開発が必要であるため，産学官以外に地域との連携が不可欠である。

参考文献

1）NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構），マイクロ水力発電導入ガイドブック，2003，p13.

2）後藤眞宏, 上坂博亨, 小林久，“南ドイツにおける小水力発電の調査報告とわが国の農村地域の小水力発電の今後の展望”，農工研技法，210，2009，p173.