

社団法人 建設コンサルタンツ協会 懸賞論文(学生論文)

# 安心・安全でスマートなエネルギー

～小水力発電普及への提言とその課題～

慶應義塾大学 経済学部 4年  
島田 智樹

## 1 はじめに

今後の日本に必要な社会資本整備を考える時まず頭に浮かぶのは、東日本大震災のような自然災害に備える施設の整備である。2011年3月11日、地震や津波によってもたらされた多くの被害は、忘れることができないものである。

また、この震災において驚いたことは、危険性はわかっているながらも、安全を信じていた原子力発電所における事故であった。現在も現場で事故の収拾に当たられている方々には、本当に感謝の気持ちで一杯である。

この事故が示した原子力発電を利用することに伴う危険性、これが社会資本整備を通して日本が解決しなければならない最優先課題であることは間違いない。本稿においては、リスクが大きい原子力発電にかわる社会資本として小水力発電を提示し、その長所及び整備推進に当たり直面する存在する課題について論じていきたい。

## 2 新たなエネルギーの必要性

電気料金を支払えば、当たり前のようにほぼ無制限に電気を使うことができる。また日々の技術の進歩で、以前のように環境に負荷をかけることなく発電を行うことができるようになってきている。震災前には多くの人々がこれらの考えが常識であると思っていた。しかし、震災によって引き起こされた原子力発電所の事故によりその認識を改める必要が出てきた。

原子力発電が今後も必要であるか否かについて、現在大いに議論されている。原子力発電の存続の有無の議論は賛成反対両論が割拠し、いまだに結論が導かれていない。しかしながら、原子力発電が持つ巨大なリスクの存在という側面を確認した今、原子力発電への依存を減らさなくてはならないことは自明である。

ところが、原子力への依存を減らすためには、原子力に代わる発電エネルギーが必要である。理想の新発電源の性質としては、①設置や運用が安価に行えること②設置や運用が容易に行えること③場所を取らず、電力利用地の近くに設置可能④安定して電力を供給することができること⑤人や環境に悪影響を与えないこと、などを挙げることができる。人への悪影響の例は、原子力発電所の事故による放射性物質の拡散や風力発電に伴う低周波の発生など、環境への悪影響例は火力発電に伴う二酸化炭素の発生などである。

## 3 新発電源としての小水力発電

前述の理想的な発電源としての性質を多く兼ね備えたものとして、小水力発電の存在に注目したい。小水力発電というと馴染みが薄いかもしいないが、「マイクロ水力発電」というと耳にされた方は多いのではないかと思う。定義としてはどちらも純粋な新たな発電方法ではなく、水力発電の一区分に該当するものである。その区分の詳細は以下の表1において示している。一般的に水力発電とされるのは、表1の大水力発電や中水力発電であり、小水力発電は主に設備容量10,000kW以下である。マイクロ水力発電も水力発電の一区分であり小水力発電の一部とされることもある。

表 1 出力による水力発電の分類

分類	設備容量
①大水力 (large hydropower)	100,000kW 以上
②中水力 (medium hydropower)	10,000kW ~ 100,000kW
③小水力 (small hydropower)	1,000kW ~ 10,000kW
④ミニ水力 (mini hydropower)	100kW ~ 1,000kW
⑤マイクロ水力 (micro hydropower)	100kW 以下

出典：「マイクロ水力発電導入ガイドブック」(新エネルギー・産業技術総合開発機構)

「小水力発電」というと、小さな川において木製の水車が回る昔ながらの光景を想像しがちであるが、現在の小水力発電の設置場所は多岐に渡っている。大型の水力発電はその方式に関わらずダムと併設される形が多い一方、小水力発電の場合、河川だけでなく農業用水や、上下水道・工場内の水を利用して設置される場合が主である。マイクロ水力発電の場合、さらに多岐に渡り、小学校内に設置される場合などもある。以下の図 1 は、富山県の農業用水路において、産学官 NPO 法人が共同で設置を行ったらせん水車の写真である。一般的な水力発電のイメージと異なる存在であることを確認できる。



図 1 小水力発電の設置例

設置主としては図 1 の例のように公共団体、企業、NPO が主であり、電力供給だけではなく観光資源としての機能も期待される場合もある。勿論環境への配慮から設置される場

合もあり、近年はその側面も注目されてきている。2003年4月に施行されたRPS法により、小売電気事業者に新エネルギー等から発電される電気を一定量以上利用することを義務付けられたこともあり、政府と企業両者が利用を推進している。設置に当たっては場所等にもよるが、水利権等の公的な申請を済ませた後、設置を行うこととなる。また、主に用いられている水車の形状の例を以下に示す。

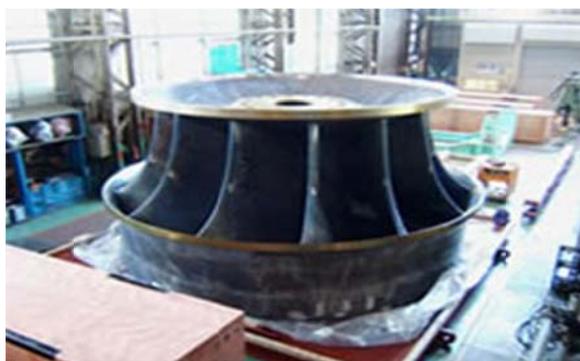


図2 フランシス水車

勿論、この小水力発電のみで日本の電力全てを供給することができる訳ではなく、太陽光や地熱など検討されている他の自然エネルギーとも共存が必要である。

しかし、『平成21年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査 調査報告書』によると、中小水力発電のポテンシャルは最高で年間810億KWhと現在の日本の年間電力消費量のおよそ8%を占める割合を持っており、十分に発電の一翼を担える存在である。

その上で、この小水力発電は理想の発電源に近い存在であると考え、本稿においてはその積極的利用を提言したい。小水力発電のメリットとしてまず御想像頂けることは、人にも環境にも悪影響を与えずらい存在であるということである。基本的に水流によって水車を回す構造であるため、発電を通して有害物質は生成せず、人体に有害な低周波なども発生させない。さらに、その構造から火力発電だけでなく太陽光発電よりも二酸化炭素の発生量が少なく、環境への悪影響も少ないと言える。(東京発電株式会社の推計によると、マイクロ水力発電70万KWhによる二酸化炭素削減量は、太陽光発電79万KWhと同じ)

また、ここでもう一度図1をご覧ください。この図において示されているように、小電力発電の設備は大型でないため場所を取らずその設置は容易である。さらに、規模の小さいものほど多岐に渡る場所に設置可能であるため、生産した電力を使用するところの近くでの発電も可能である。

さらに、設置場所が多岐に渡るということに再度注目すると、電力の安定供給も場所によっては可能であるということも言える。すなわち、河川等に設置した場合は電力の安定供給が河川の流量変動等に左右されてしまう一方、上下水道など比較的流量が安定しているところに小水力発電を設置した場合は、電力の安定供給も可能であるということである。

ここにおいては小水力発電の利点に主に注目したが、その利点は理想の新発電源の一つとして推進されるに値するのではないかと思う。

## 4 小水力発電の課題

前述の利点の記述から、そのような利点の多い発電方法ならば、原子力に代わるエネルギーに関わる議論の中で、その良さに比して名前が出てくる回数が少ないのではないかと感じられるかもしれない。現時点での設置があまり進んでいない原因としては、法律手続きの面倒さと費用対効果の悪さ、保守運用の難しさという課題を挙げることができる。

### 4-1 小水力発電利用に当たっての法手続き

小水力発電は、その着工を考えた時にすぐに設置できるものではない。設置する際には場所にもよるが、国土交通省発行の『小水力発電を行うための水利使用の許可申請ガイドブック』において紹介されているような10ページを超える書類を提出しなければならず、それが設置者の大きな負担となっている。申請窓口も河川の等級によって異なりわかりづらいなど、利用しづらくなっている。以下の表2に許可が必要な権利をまとめた。施設内での設置を除き、煩雑な手続きが必要な状況がわかる。

表2 許可が必要な権利例

河川に小水力発電を設置する場合	水利使用の権利、土地の占用の許可、工事の許可、
農業用水に小水力発電を設置する場合	水利使用の許可
浄水場内に小水力発電を設置する場合	特になし

出典：「小水力発電を行うための水利使用の許可申請ガイドブック」（国土交通省）

小水力発電設置の申請は河川法(国土交通省)、電気事業法(経済産業省)を始め、異なる省庁が関わる多くの法令にのっとり行わなければならない。結果、前述のような複雑さ、困難さを含んでしまっている。これらの点から、小水力発電設置の意欲を持ち、その実行能力も兼ね備えている人がその法手続きの面倒さで設置を断念してしまうことも有り得ると思われる。

### 4-2 費用対効果の悪さ

手続きの面倒さと共に小水力発電の普及を妨げていることが、その費用対効果の悪さである。小水力発電によって発電された電力は自己消費をされる場合が多い。そのため、発電にかかる費用がその量の電力を購入した場合よりも安く収まれば、設置をすることができる。ところが、小水力発電は設置と運用に多額の費用が掛かってしまう。そのため、発電量を決定する有効落差(総落差から、摩擦などによるエネルギーの損失を除いた値)と水の流量が小さい発電場所では費用対効果が悪くなり、発電以外にも付加価値を生む場合を除き設置ができなくなってしまう。落差も流量も少ないところへの設置が多い小水力発電の場合、この点も設置への障壁となっている。

### 4-3 保守運用の難しさ

川沿いを通っていただければ、河川には落ち葉をはじめ様々なものが流れていることを感じるができると思う。これは、農業用水路や用水路などにおいても共通のことである。そのような中に、小水力発電を設置すればどのような結果を招くかは、明らかである。発電用水車に落ち葉やゴミが絡まってしまいその故障を招いてしまう。

そのため必要となること、そのような浮遊物を除去することをはじめとした保守活動である。この活動が設置主の大きな負担となってしまったため、設置への妨げとなっている。

これらの課題があることで、メリットに比べて小水力発電の普及は現状では進んでいない。

## 5 新たな小水力発電の活用へ

現在日本においては原子力や火力に代わる新たな発電源が求められており、多くの新エネルギー候補が検討されている。しかし、そのような状況下で小水力発電は理想のエネルギーとしての側面が多く存在する一方、課題も多く有しているためあまり社会への浸透が図られていない。

そこで、これから小水力発電の普及を図っていく場合、従来のような利用法に限らない使い方も必要ではないかと考えている。その案を以下に示したい。

### 5-1 観光名所としての小水力発電利用

小水力発電が利用されづらい理由の一つとして、その発電量に対する費用の高さを挙げた。そこで、この課題を解決する新たな取り組みとして、小水力発電をただ発電のみに用いるのではなく観光名所として積極的に PR していくという活用を行うことを提案したい。小水力発電の特徴の一つに、その規模の小ささから多岐に渡る場所に設置可能であるという点がある。それを利用して、観光客も足を運びやすい市街地や観光地などに発電した電力で動くギミック付きなど目玉としての装飾を施した小水力発電を設置していくことである。そのように観光にも用いることで、発電だけでは生み出すことができない利益を生むことができ、小水力発電設置を推進することができる。保守の難しさという課題も保守にかかる人件費という側面からとらえれば、利益を増やすことで乗り越えることができる。さらに、アピールなどに用いず余った電力はその他の用途に使うことで、自然にやさしいという長所は消さず行うことができる。

このような使い方は、設置場所がダムと併設など山間部が主である通常の水力発電では不可能であり、小水力発電ならではの使い方であると思う。

### 5-2 循環型システムの一部としての小水力発電

例えば、蛇口の水道の水が送られてくる時のエネルギーが何かに使えないかと考えたことはあるであろうか。現在の技術では難しく将来の技術革新を前提とした提言となるが、日常の様々な水回りに小水力発電を設置し、その設備において利用することでエネルギーの自給自足を行うことを提言したい。例えばトイレの上水道に小水力発電を設置し、その電力によって電力を使用する設備であるウォシュレットの使用電力をまかなう。このようにすることで、発電所において発電すべき電力量を減らすことができるようになると思われる。施設内の水力を利用することで法手続きも簡単または不要であると思われ、落ち葉なども流れてこないため、保守も容易に行えるようになる。さらに、トイレの例でいえば、トイレ利用量が多い時期は多くの電力需要がある反面多くの電力を発電することができ、利用量が少ないときは多くの発電はできないものの電力需要が少ないというように、電力の安定供給も可能となる。技術革新に伴い費用の低減が達成されれば、設置に踏み切る施

設や家庭も増えると思われる。このように無駄となっているエネルギーを再利用することを行えば、クリーンで安全な社会の建設に近づくのではないかと思う。

### 5-3 小水力発電ファンド

現在、小水力発電設置を主に担っているのは、前述したように公共団体、企業、NPOである。しかし、小水力発電をさらに普及していくためには、個人が小水力発電に参画できる機会がさらに必要ではないかと思う。そこで、小水力発電ファンドを提言したい。

例えば、小水力発電を支援したいという人が、電力会社から1口1万円の小水力ファンドを購入する。電力会社に渡った資金は、小水力発電の設置に用いられる。そして、ファンドの購入者に対して利益として、電気料金の割引が行われるというものである。ファンドの種類としては、特定の小水力発電を支援できるタイプと、使用される小水力発電が決まっていないタイプを用意する。また、ファンドの売買に当たっては、取引を円滑に行うために、金融機関が仲介する。

ファンドの購入者に対して電力料金の割引を行うためには、技術進歩による小水力発電の保守費用の低下が必要である。しかし、出資という形で小水力発電に参加が可能になれば、小水力発電への関心はあるが行動の起こし方がわからない、という歯がゆい思いをされている方たちの力を引き出すことができる。そして、小水力発電の普及に貢献することができるのではないかと思う。

## 6 終わりに

本論文のテーマである「今後の日本に必要な社会資本整備とは」という問い。これに対する自分の答えは、「いまだ使われていないものの力を引き出す、社会資本整備」である。

今までの日本は、経済復興や経済発展を追求するあまり、利便性や経済性を重視した社会資本整備を行ってきた。そのことが、火力発電所による環境破壊や原子力発電所の事故の遠因の一つとなった。その半面、日々の生活の中で使われず、無駄になっていると感じるエネルギーやものはまだまだ多い。小水力発電に使える「身の回り」の水の流れもその一つである。

そのような力を引き出していくことが、今後の社会を作り上げていくうえでの鍵になるのではないかと考えている。

### 参考文献

- 1) 佐藤義久・嶋田隆一『図説 電力システム工学』丸善、2002年
- 2) 島田智樹『水を見直す—水力発電の研究—』2007年
- 3) 古内佐知・辻原万規彦・岡本孝美・中村泰人『農業用水路における地域資源としての活用の検討 - 熊本県白川中流域を対象として - 』2006年  
[http://ci.nii.ac.jp/els/110006973421.pdf?id=ART0008883132&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order\\_no=&ppv\\_type=0&lang\\_sw=&no=1317300526&cp=](http://ci.nii.ac.jp/els/110006973421.pdf?id=ART0008883132&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1317300526&cp=)
- 4) 環境省『平成21年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査 調査報告書』  
<http://www.env.go.jp/earth/report/h22-02/>

- 5)国土交通省『小水力発電を行うための水利使用の許可申請ガイドブック』  
[http://www.hrr.mlit.go.jp/contents/pdf/syousuiryoku\\_guide3.pdf](http://www.hrr.mlit.go.jp/contents/pdf/syousuiryoku_guide3.pdf)
- 6)小水力発電データベース  
<http://j-water.jp/database/>
- 7)マイクロ水力発電事業の導入について  
<http://www.tgn.or.jp/teg/091023morioka.pdf>
- 8)<http://goodnews-japan.net/news/team-80/2009/01/10/194>
- 9) [http://www.toshiba.co.jp/thermal-hydro/hydro/products/waterwheel/index\\_j.htm](http://www.toshiba.co.jp/thermal-hydro/hydro/products/waterwheel/index_j.htm)
- 10) <http://homepage2.nifty.com/DFT/1suiryoku30.htm>