

小水力発電の現状と普及の課題

基礎研究部長 清水徹朗

〔要 旨〕

- 1 福島原発事故以降、原子力発電のあり方が問われ、再生可能エネルギーの拡大が重要な課題になっている。固定価格買取制度の開始によって全国各地で再生可能エネルギーに対する取組みが盛んになり、小水力発電に対する期待も高まっている。
- 2 水力発電は水の自然循環を利用しているため燃料が不要であり、優れた再生可能エネルギーである。日本では明治期以降水力発電所の建設が進められ、現在全国に1,727の水力発電所があり、発電量の7.5%を担っている。日本には未開発の水力がまだ4割近くある。
- 3 小水力発電はダムを必要としないため、自然環境と調和した発電である。日本には現在1,000kW以下の小水力発電所が522あり、その中には農協や土地改良区が運営しているものもある。欧州では再生可能エネルギー拡大政策のもとで小水力発電の推進を行っており、特にドイツには小規模な小水力発電所が多くある。
- 4 資源エネルギー庁と環境省は小水力発電のポテンシャル調査を行い、環境省は、河川部で19,686か所、898万kW、農業用水で595か所、30万kWのポテンシャルがあると推計している。この推計は過小評価であるとの見解もあるが、その一方で、水量に季節変動があるため過大な推計であるとの指摘もある。
- 5 全国各地で小水力発電に取り組む活動が盛んになっており、小水力発電によって地域が活性化している事例が多い。農業用水を利用した小水力発電や水道局で取り組んでいる事例もあり、鹿児島県では新しい会社を立ち上げて比較的規模の大きな小水力発電所の建設を計画している。
- 6 小水力発電は地域の活性化に貢献し長期にわたって農山村地域に利益をもたらす可能性があり、今後、新しい産業分野として成長していく見込みである。今年7月から始まった固定価格買取制度における買取価格は魅力的な水準であり、蓄電池や電気自動車と組み合わせると可能性はさらに広がるであろう。
- 7 小水力発電を設置する際に水利権の問題を解決する必要がある。20kW以上では電気事業法による規制も受ける。これらの規制は大きな負担になっており、小水力発電の普及促進のため制度の簡素化や規制緩和が必要である。
- 8 脱原発社会の実現のため再生可能エネルギーの拡大を行う必要がある。小水力発電は農山村の資源を活用し分散型エネルギー供給体制を築く上で重要であり、今後、土地改良区等が主体的に取り組む、全国的に広がっていくことが期待される。

目次

はじめに

1 水力発電の概況

- (1) 水力発電の原理
- (2) 水力発電の特色
- (3) 水力発電の歴史
- (4) 水力発電の現状
- (5) 水力発電のポテンシャル

2 小水力発電の意義

- (1) 小水力発電の定義
- (2) 自然環境と調和する小水力発電

3 小水力発電の現状

- (1) 小水力発電の数と発電量
- (2) 農協による小水力発電
- (3) 土地改良区による小水力発電
- (4) 欧州における小水力発電

4 小水力発電のポテンシャル

- (1) 資源エネルギー庁、環境省のポテンシャル調査

(2) ポテンシャル調査の評価

5 小水力発電の事例

- (1) JA山口東
- (2) 岩手県照井土地改良区
- (3) 岐阜県石徹白集落
- (4) 山梨県都留市
- (5) 福岡県糸島市
- (6) 八戸圏域水道企業団
- (7) 鹿児島県の取組み

6 小水力発電普及の課題

- (1) 期待される小水力発電の拡大
- (2) 地域活性化に貢献する小水力発電
- (3) 小水力発電の採算性と可能性
- (4) 制度上の課題

おわりに

—脱原発社会の実現に向けて—

はじめに

福島原発事故以降、原子力発電のあり方が問われており、再生可能エネルギーの拡大が重要な課題になっている。

原子力発電は、比較的少量のウラン燃料から大量の電力を生み出すことができ、CO₂発生量も少ないため、地球温暖化対策としてこれまで拡大路線がとられてきた。しかし、福島原発事故によって原子力発電の「安全神話」が崩壊し、使用済み核燃料の処理について根本的な解決策を持たないまま、日本がここまで原子力発電所を増大させてきたことが、多くの国民に知られる

ことになった。

現在、今後のエネルギー政策のあり方に関する再検討が進められており、国民の多くは将来的な「原発ゼロ」を支持している。政府はこうした世論の動向を受け、2012年9月に発表した「革新的エネルギー・環境戦略」において「2030年代に原発稼働ゼロを可能とするよう、あらゆる政策資源を投入する」との方針を示したが、どのようなプロセスで脱原発社会を実現するのか、再生可能エネルギーの拡大はどこまで可能であり、どの程度の速度で実現できるのか、冷静な検討を行う必要がある。

再生可能エネルギーを拡大するため12年7月より再生可能エネルギーの固定価格買

取制度が始まり、全国各地で再生可能エネルギーの取組みが盛んになっているが、本稿では、このうち小水力発電に焦点を当て、小水力発電の現状と今後の可能性、普及の課題について考察する。

1 水力発電の概況

最初に、水力発電の基本的事項について確認しておきたい。

(1) 水力発電の原理

現代の日本では、照明、テレビ、パソコン、エアコン、冷蔵庫、電車など生活のあらゆる面で電気に依存しているが、その電気は、電力会社が水力、火力、原子力によって発電し供給している。水力、火力、原子力による発電は、いずれも発電機の軸を回転させて電気を起こすことは共通であるが、そのエネルギー源を、火力は化石燃料（天然ガス、石炭、石油）の燃焼、原子力はウランの核分裂から得ているのに対して、水力は自然の水の持っている（自然循環に由来する）位置エネルギーを利用している。

水は高い所にあると位置エネルギーを有しており低いところに流れていく。水力発電はその水の落差（＝位置エネルギー）を利用して水車（タービン）を回し（＝運動エネルギーへの転換）、その回転を発電機に伝えて電気を起こすというのが、水力発電の基本的仕組みである。

水力発電は、ダムを設けて貯水し、それによって生じた落差を利用して発電する

「ダム式」発電所がよく知られているが、ダムを作らなくとも、上流で取水した水を水路で導き一定の落差のある場所で水管で落として発電する「水路式」もあり、また、この両者の組み合わせであるダムの水を水路で導き水管で落として発電する「ダム水路式」もある。小水力発電のほとんどは水路式であり、既存の河川、用水路に水車・発電機を設置しただけの小水力発電もある。

また、上下に二つの貯水池を有し、電力が余剰である夜間に下の池から上の池に水をくみ上げ、電力需要の多い時間帯にくみ上げた水を落下させて発電する揚水発電所^(注2)もある。

(注1) 発電は磁界の中で導体を動かすと電流が流れる現象（電磁誘導）を利用しており、発電機はコイルに対して磁石を回転させることで発電している。

(注2) 揚水発電所は余剰電力を蓄える巨大な蓄電池ということができ、夜間に出力を落とすことが困難な原子力発電の拡大とセットでこれまで建設が進められてきた。

(2) 水力発電の特色

電気を起こす方法として、水力以外に火力、原子力、風力、太陽光、地熱、潮力、波力など様々な方法があるが、水力発電は他の発電方法と比較すると、以下のような優れた点がある。

①水の自然循環を利用しているため、CO₂、廃棄物を出さずクリーンな再生可能エネルギーである。

②燃料が不要であり、輸入燃料に依存しない「純国産エネルギー」である。

③ダムや水路の設置のため土木工事が必要で初期投資は大きい、発電機のメンテ

ナンスを行えば長期にわたって発電が可能である。また、燃料費が不要で運営コストが低いため、発電コストが低い。

④太陽光、風力とは異なり、季節、時間帯によらず安定的に発電することができる。

⑤雨量が多く急勾配の河川が多い日本の風土に適した発電方法である。

⑥発電を止めたり再開するのに短時間で対応が可能である。

その一方で、水力発電には、以下のような問題点、制約もある。

①地形、水量により発電が可能な場所は限られており、条件のよい場所は既に開発済みのところが多い。

②発電能力が大きい水力発電所を設置するためには貯水のための大規模なダムを建設する必要があるが、ダムの建設は河川環境・生態系を悪化させる。また、ダムを建設するためには地域住民の同意など難しい交渉を行わなくてはならず、完成までに時間がかかることが多い。

③ダムの建設には多額の資金が必要であり、投資の回収期間が長い。

このように水力発電の問題はダム建設の問題と密接に関係しており、こうした問題点が、ダムの建設が不要な小水力発電が注目されている理由でもある。

(3) 水力発電の歴史

人類は古代より河川の流れによって回る水車の動力を灌漑、紡績、製粉などの作業に利用してきたが、19世紀末より水車の動力で発電を行うことを始めた。日本でも

1890年頃より銅山、紡績工場で水力発電が導入され、1891年には琵琶湖疎水を利用した日本で最初の事業用水力発電所（蹴上発電所）が設置された。

その後、電力需要の増大とともに水力発電は徐々に広まり、1920年代には木曾川、天竜川などでダム式の水力発電所が建設されるようになった。^(注3)さらに、戦後、経済復興の過程で国土総合開発法（1950年）、電源開発促進法（1952年）などに基づいてダムの建設が盛んに行われ、佐久間ダム（1956年）、奥只見ダム（1960年）、黒部第四ダム（1961年）などの巨大ダムが建設され、これらの水力発電による電力が成長する日本経済を支えた。

その一方で、火力発電所も急速に建設され、日本の電力は1960年代より「水主火従」から「火主水従」の時代に入った。さらに、石油ショック（1973年）を契機に次第に原子力発電所の建設が増大し、水力発電が電力供給全体に占める割合は低下してきた。

(注3) 1910～13年に水力発電の潜在力、候補地を探るため発電水力調査（第1次）が行われ、その後、各地で水力発電所の建設が進んだが、そのなかに後に「電力王」と呼ばれた福澤桃介がいた。なお、発電水力調査はその後第5次（1980～86年）まで行われている。

(4) 水力発電の現状

a 発電所数と発電量

「電気事業便覧」（電気事業連合会編）によると、09年において、日本には水力発電所が1,727、火力発電所が2,791、原子力発電所は17（原子炉は54基）ある。このうち電気事業用は水力発電所1,454、火力発電所196で

あり、火力発電所の多くは自家発電用である。

出力（最大出力）は、水力発電所4,797万kW（平均28千kW）、火力発電所1億8,174万kW（平均65千kW）^(注4)であり、原子力発電所は4,885万kW（1基平均905千kW）である。09年の発電電力量は、水力発電が838億kWhで全体の7.5%を占め、火力発電は7,425億kWh^(注5)、原子力発電は2,798億kWh（25.1%）である。

一方、発電水力調査（資源エネルギー庁）によると、09年において水力発電所は1,907か所（うち一般1,888、混合揚水19）あり、一般水力発電所の出力は2,185万kW（平均12千kW）で、混合揚水発電所の出力は571万kW^(注6)（平均301千kW）である。

(注4) 事業用に限れば火力発電所の平均出力は747千kWと大きく、自家用火力発電の出力（平均15千kW）は事業用に比べて小さい。

(注5) 火力発電（一般電気事業用）の燃料の構成（電源構成）は、LNG（液化天然ガス）48%、石炭40%、石油等12%である（09年）。

(注6) 09年の発電水力調査のデータは、第5次発電水力調査（1980～86年）をベースに補正して作成したものである。なお、発電水力調査では、揚水発電所のうち「混合揚水」（自然流量による発電も行う）のみを算入し「純揚水」（上池には自然の貯水がない）は除いており、純揚水を含む電気事業便覧とは出力計が大きく異なっている。

b 水力発電所の種類

水力発電所を種類別にみると、一般水力発電所のうち流込式が最も多く1,178（出力計523万kW、平均4.4千kW）であり、調整池式が467（出力計1,020万kW、平均22千kW）、貯水池式が243（出力計642万kW、平均264千kW）である。調整池式、貯水池式はダムを

伴う場合が多いが、流込式はダムを設けない場合が多い。^(注7)

なお、日本にはダム（堰を含む）が2,659あり、このうち発電目的が634（うち発電専用が389）で、農業用1,559、上水道用534、洪水調整用745である（『ダム年鑑2012』による）^(注8)。

(注7) 「流込式」は河川の水を貯えずそのまま利用する方法。「調整池式」は短期間の運転に必要な水を貯える方法。「貯水式」は豊水期に水を貯え長期間の運転を行う方法である。

(注8) ダムの目的は大きく治水（洪水調整等）と利水（灌漑、上水道、発電等）に分けられるが、治水・利水の複数の機能を有した多目的ダムも多くある。

c 地域別分布

水力発電所の立地には地域的な偏りがあり、発電電力量が最大なのは富山県（105億kWh）であり、次いで長野県（93億kWh）、岐阜県（90億kWh）、新潟県（88億kWh）、福島県（66億kWh）、静岡県（59億kWh）、北海道（58億kWh）、群馬県（40億kWh）が大きく、この上位8道県で全体（946億kWh）の63%を占めている。水系で見ると信濃川、木曾川、阿賀野川、利根川、天竜川などの発電量が多い。

d 水力発電所の規模

一般水力発電所（揚水を除く）を規模別にみると、1,000kW未満が474（25.1%）、1,000～3,000kWが417（22.1%）であり、3,000kW未満の水力発電所が全体（1,888）の5割近くを占めているが、出力では4.3%を占めるのみである。一方、5万～10万kWが64、10万kW以上が26あるが、出力では5万kW以

第1表 日本の包蔵水力(一般水力,出力別)

(単位 千kW)

	既開発		工事中		未開発	
	地点	出力	地点	出力	地点	出力
1,000kW未満	474	203	8	1	371	242
1,000～3,000	417	745	9	18	1,232	2,263
3,000～5,000	166	625	2	7	523	1,962
5,000～10,000	287	1,942	4	30	340	2,288
10,000～30,000	363	6,037	6	91	209	3,313
30,000～50,000	91	3,467	0	0	21	802
50,000～100,000	64	4,190	11	62	14	879
100,000kW以上	26	4,643	2	543	3	378
計	1,888	21,852	32	750	2,713	12,128

資料 資源エネルギー庁「発電水力調査」(2009)

(注) 揚水を除く。

上が40%を占めている(第1表)。

揚水発電所(純揚水+混合揚水)は44あるが、出力100万kW以上の水力発電所(12ある)は全て揚水発電所であり、50万～100万kWの13の水力発電所のうち揚水発電所でないのは奥只見発電所(福島県,50万kW)のみである。このように、日本では規模の大きな水力発電所のほとんどが揚水発電所であることがわかる。

(5) 水力発電のポテンシャル

それでは、日本で水力発電による発電量を増やす可能性はどの程度あるだろうか。

発電水力調査によると、日本の包蔵水力(技術的・経済的に開発可能な発電水力資源の量、混合揚水を含む)は4,621万kW(4,387か所)であるが、うち既設の水力発電所が2,756万kW(1,907か所)、工事中が75万kW(32か所)であり、未開発の水力が1,904万kW(2,731か所)^(注9)ある。つまり、包蔵水力のうち既に使用しているのは6割であり、未開発が4割あるということになる。

未開発の水力発電のうち、揚水発電所(混

合揚水)が692万kW(18か所)であり、揚水を除いた一般水力発電所は1,213万kW(2,713か所)で(第1表)、原発1基の出力を100万kWとすると一般水力発電所の未開発のポテンシャルは原発12基分あることになる。

未開発の水力発電を種類別にみると、流込式が2,513か所、出力893万kWであり、数で93%を占め、出力でも72%を占めている。ダムが必要な貯水式、調整池式の未開発水力は小さく、貯水式が49か所、92万kW、調整池式が151か所、228万kWである。また、規模別にみると、1,000kW未満が371か所、1,000～3,000kWが1,232か所であり、3,000kW未満が6割を占めている。出力でみると、1万～3万kWが331万kWで最大であるものの、1,000～3,000kWが226万kW、3,000～5,000kWが196万kWであり、今後日本で開発余地が大きい水力発電は中小水力であることがわかる。

(注9) 資源エネルギー庁水力発電研究会の報告書によると、既設の水力発電所は、維持放流(河川環境の維持のために義務付けられている放流)によって使用水量が減少しており、老朽化による出力低下もみられるという。

2 小水力発電の意義

(1) 小水力発電の定義

「小水力発電」とは、その名の通り「小規模な水力発電」のことであるが、どの程度が小規模であるかについて明確な定義は定まっていない。欧州小水力発電協会(European Small Hydropower Association: ESHA)は「小水力(Small Hydropower)」

を「1万kW以下」としているが、日本の水力発電所の7割は1万kW以下であり、ESHAの定義では日本の水力発電所は大部分が小水力になる。

NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）が作成した「マイクロ水力発電導入ガイドブック」（03年）では、1,000～1万kWを「小水力」としており、100kW未満を「マイクロ水力」、100～1,000kWを「ミニ水力」と名づけ、1万～10万kWを「中水力」、10万kW以上を「大水力」としている。

また、RPS法（電気事業者による新エネルギー^(注10)等の利用に関する特別措置法）では、1,000kW以下の水力発電（水路式発電またはダム式の従属発電）を助成の対象としており、再生可能エネルギー固定価格買取制度では買取の対象を3万kW未満の「中小水力」とし、買取価格を、①200kW未満（35.7円/kWh）、②200～1,000kW（30.45円/kWh）、③1,000～30,000kW（25.2円/kWh）の3段階に分けている。

このように小水力の定義は定まっていないが、本稿では主として1,000kW以下の小水力発電について検討する。

(注10) RPS (Renewable Portfolio Standard) 法は、新エネルギーの普及を目的に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割合以上利用することを義務づけたものであり、03年に制定されたが、12年7月より固定価格買取制度（「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」による）が開始したことにより、RPS法は廃止された。なお、97年に制定された新エネ法（新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法）では、当初、小水力発電は対象に含まれていなかったが、08年の施行令改正で小水力発電（1,000kW以下）が追加された。

(2) 自然環境と調和する小水力発電

水力発電は水の自然循環を利用した再生可能エネルギーであり、燃料が不要でCO₂も出さない非常に優れたエネルギー源である。

しかし、戦後の日本では、国土開発政策のなかでダム開発が精力的に進められたため、大規模なダムを新たに建設できる適地はそれほど多く残っていない。特に近年では、大規模な自然改造を伴うダムは環境破壊的であるとの批判が強まっており、またダム建設に伴う地域住民との調整が長引^(注11)ているなど、今後日本で大規模なダムを建設することは困難になっている。

それに対して小水力発電は、既存の河川、農業用水を活用できるため大規模なダムを建設する必要がなく、自然環境と調和した発電が可能である。こうしたことから全国各地で小水力発電に対する注目・期待が高まっており、05年に全国小水力利用推進協議会が設立されたのをはじめ、県レベルの協議会も12県で設立され、これまで全国小水力発電サミットが2回開催されている。特に、今年7月から固定価格買取制度が始まり小水力発電によって発電した電気はこれまでよりも高い価格で売電できるようになったため、全国各地で小水力発電に取り組む動きが盛んになっている。

(注11) 日本には計画から完成まで30年以上かかっているダムが多くあり、その象徴的存在である八ッ場ダム（群馬県）は、調査開始（1952）から60年、建設開始（1970）から42年が経過しても未だに完成していない。

3 小水力発電の現状

(1) 小水力発電の数と発電量

発電水力調査（09年）によると、日本には1,000kW未満の小水力発電所が474あり、その出力の合計は203千kWである。また、1万kW未満の水力発電所が1,344あり水力発電所全体の7割を占めており、その出力の合計は3,515千kWで水力発電所（一般）の出力全体の16%を占めている。

一方、RPS法の認定を受けた1,000kW以下の小水力発電所は全国に522あり、その出力の合計は216千kWである。小水力発電所（1,000kW以下）が多い県は、長野（42）、広島（29）、山梨（23）、静岡（22）、静岡（22）、島根（22）、栃木（22）である。また、設立年をみると、1930年以前に設立されたものが228で4割以上を占め、1945～79年に設立されたものが83、80年以降のものは179である。小水力発電所の建設は70年代から90年代にかけて停滞していたが、RPS法が制定されて以降、設立件数が増加し、11年には新設が19件あった。

RPS法の認定設備のうち情報が公開されている492の小水力発電所について規模別にみると、100kW未満が65、100～200kWが86であり、200～500kWが155、500kW以上が186である。また、事業主体をみると、電力会社（子会社を含む）が286で約6割を占め、地方公共団体が99、農協が47、土地改良区が24で、企業が22である。

(2) 農協による小水力発電

戦前の日本では、農村地域の電化のため電気利用組合による小水力発電所が多く設立されたが^(注12)、戦後になっても農山漁村の一部では電力不足や未電化の地域があったため、1952年に農山漁村電気導入促進法が制定され、小水力発電の導入が進められた。

農山漁村電気導入促進法に基づく小水力発電所は中国地方を中心に全国で200近く設置されたが、現在でも60の発電所が稼働しており、このうち53が中国地方にある^(注13)。

いずれも1,000kW未満の小規模なものであり、1か所当たりの平均出力は192kWである。中国地方の53の小水力発電所のうち、農協が運営しているものが44あり（うちJA庄原のみで9つの小水力発電所を有する）、中国地方小水力発電協会の事務局はJA広島中央会にある。そのほか市町村が5つ、公社が2つ、土地改良区が2つを運営している。そのほとんどは1950～60年代に設置したものであり、既に40年以上にわたって発電を行っている。発電した電気は中国電力に売電しており、JAにとって小水力発電事業は安定的な収入源になっている。

これらの小水力発電所は、既に固定資産の償却が済んでいるものが多く、発電に伴うランニングコストも大きくはないものの、発電機の定期的な点検・修理、将来的な水路等の補修を考慮すると現在の売電価格（平均9円/kWh程度）は満足できる水準ではなく、中国地方小水力発電協会は売電価格の引上げを要望している^(注14)。

(注12) 西野寿章「戦前における電気利用組合の地

域的展開（Ⅰ）（Ⅱ）」（2008, 2009, 高崎経済大学「産業研究」）

(注13) 中国地方に小水力発電所が多いのは、中国電力出身の織田史郎（イームル工業を設立）が小水力発電に精力的に取り組んだためであり、農山漁村電気導入促進法も織田の働きかけによって成立したと言われている。（永井健太郎他「中国地方の小水力の歴史」〈2010, 長崎大学総合環境研究〉, 「60年前から農協発電を支える水力発電メーカー・イームル工業」〈2011.8, 「季刊地域」〉）

(注14) 資源エネルギー庁は、20年を超えた小水力発電については、発電機本体を新規に更新すれば固定価格買取制度の対象とするという方針を示している。

(3) 土地改良区による小水力発電

土地改良区は、戦前の水利組合と耕地組合を合体してできたものであり、農業生産にとって不可欠な農地と農業用水を管理する組織として重要な役割を担っている。土地改良区のなかには早くから小水力発電に取り組んでいる組合もあり、農業土木機械化協会は89年に農業用水を活用した小水力発電に関する冊子「小水力発電事業化へのQ&A」を発刊したが、実際に小水力発電を行っている土地改良区はそれほど多くない。

農林水産省によると、現在、農業農村整備事業に基づいて小水力発電を行っている事例は全国で26地区（出力合計22千kW, 平均845kW）あり、そのうち23地区では土地改良区が小水力発電を運営している。また、現在計画中のものが11地区（出力合計3千kW, 平均286kW）ある。ただし、この26地区は農業農村整備事業に基づいて設立したものであり、それ以外の制度（農山漁村電気導入促進法, NEDO事業等）によって設立した発電所は含まれておらず、実際には土

地改良区による小水力発電は他にもある。

農村部には既存の農業用水路があるため、新たに導水路を設けなくとも小水力発電所を設置できる場所があり、その場合、建設コストが低くなる可能性がある。また、土地改良区は農業用水の管理団体であるため水を扱う専門家がおり、小水力発電の運営管理能力を有している。小水力発電による売電収入は土地改良区の新たな収入源となり、土地改良区の収入を安定化させ農家負担を軽減させるためにも、全国の土地改良区が小水力発電に積極的に取り組んでいくことが期待される。^(注15)

(注15) 土地改良法（第2条, 5条）により土地改良区の事業は限定されており、そのなかに発電事業は含まれていないが、農林水産省はこれまで揚排水施設への電力供給の目的に限って発電所の設置を認めてきた（「見合い施設」）。しかし、再生可能エネルギーの普及拡大が求められるなかで、農林水産省は、土地改良区が行う小水力発電の売電収入を土地改良施設全体の維持管理費に充当できるよう改めた（2011.10.25.農林水産省農村振興局「土地改良事業における小水力発電の取扱いについて」）。

(4) 欧州における小水力発電

EUでは、97年より再生可能エネルギーの普及を積極的に進めており、2020年までに全消費エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を20%とする目標を立てている。EUにおける再生可能エネルギーの割合は、99年に5.4%であったが09年には9.0%に上昇しており、EU各国は2020年の目標達成に向けて努力を続けている。特に大きく伸びているのは風力（10年で8倍）とバイオマス（同3倍）であるが、水力も10年間で6.1%増加している。

EU (27か国)には小水力発電所(1万kW以下)が21千か所(06年)あり、その出力の合計は1,317万kWで、小水力発電の出力は過去5年間で24.1%増加している。ポーランド、チェコなどの旧東欧諸国を中心に小水力発電の潜在力が多くあり、EUでは助成措置を設けて小水力発電の推進を行っている。

特に、ドイツには1万kW以下の水力発電所が8千あり、うち5千kW未満が7,679(平均出力869kW)で、日本(1,057)の7倍以上もある。さらにドイツには、統計には出てこないような小規模な小水力発電(数10kW以下)が1.5万~2万あり、これだけで数10万~100万kWの出力があるとの推計も^(注16)ある。

(注16) 小林久「ドイツ、オーストリアにおける小水力発電の現状」(2007.11, 農業農村工学会誌), 後藤眞宏他「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」(2009, 農工研技報)

4 小水力発電のポテンシャル

水力発電のなかでも小水力発電の開発余地が最も大きいですが、そのことをもう少し詳しく見てみたい。

(1) 資源エネルギー庁、環境省のポテンシャル調査

a 資源エネルギー庁「発電水力調査」

資源エネルギー庁「発電水力調査」(09年)によると、出力1万kW未満の水力発電所が設置できる未開発地点は全国に2,466か

所あり、その合計出力は6,755千kWで、1万kW未満の包蔵水力のうち65%が未開発である(前掲第1表)。

1万kW未満の未開発水力を規模別にみると、1,000kW未満が371か所、242千kW、1,000~3,000kWが1,232か所、2,263千kW、3,000~5,000kWが523か所、1,962千kW、5,000~1万kWが340か所、2,288千kWである。

b 資源エネルギー庁「未利用落差発電包蔵水力調査」

資源エネルギー庁は、99年度より中小水力発電のポテンシャル調査を実施しており、09年3月にそれまでの調査をとりまとめた「未利用落差発電包蔵水力調査報告書」(中小水力開発促進指導事業基礎調査)を発表している(新エネルギー財団に委託)。この調査は、それまでの包蔵水力調査(発電水力調査)では把握していなかった、河川維持用水、利水放流水、農業用水、上下水道などの既往構築物における遊休落差を利用した水力発電の可能性を調査したものである。

この調査によると、未利用のダムは971か所、309千kW、未利用の水路は418か所、22千kWあり、未利用の落差を利用して計331千kWの発電が可能であると推計している。この推計はc、dでみる環境省のポテンシャル調査に比べると非常に小さいが、それはこの調査が新たな開発をしなくとも発電が可能な場所(既往構築物の未利用落差)に限っているためである。

c 環境省「再生可能エネルギー導入 ポテンシャル調査」

環境省は、10年度に「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」を実施しており、そのなかで「中小水力発電」（3万kW未満）のポテンシャルを推計している。この推計は、全国の全ての地域の河川、農業用水について地形、水系、流量、取水量を調べ、そこから3万kW以上の既設発電所を除外するという方法であり、資源エネルギー庁の調査よりかなり細かい地域まで含んだ調査になっている。

この調査によると、中小水力発電の賦存量は、河川部が26,476か所、1,655万kW、農業用水が609か所、32万kWであり、そこから建設単価が高い場所（kW当たり260万円以上）や国立公園特別保全地区等を除外すると、中小水力発電の導入ポテンシャルは、河川部が21,703か所、1,398万kW、農業用水が595か所、30万kWで、合わせて1,428万kWであると推計している。

d 環境省「再生可能エネルギーに関する ゾーニング基礎情報整備」

10年度に実施した上記「ポテンシャル調査」では、3万kW以上の既往発電所は除外しているものの、3万kW未満の既往施設を含んだものになっていたため、環境省は翌11年度に「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」事業を実施し、河川部について前年度に行った導入ポテンシャル調査の精査、再検討、更新を行うとともに、既開発の水力発電所を控除した推

第2表 中小水力発電の導入ポテンシャル

(単位 千kW)

	河川部		農業用水	
	地点	設備容量	地点	設備容量
100kW未満	4,614	289	224	11
100～200	4,431	645	128	18
200～500	5,604	1,793	121	38
500～1,000	3,059	2,129	54	36
1,000～5,000	1,878	3,350	61	117
5,000～10,000	83	530	5	39
10,000kW以上	17	246	2	40
計	19,686	8,982	595	299

資料 環境省、河川部は「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」(2012)、農業用水は「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(2011)

計を行った。その結果、河川部における中小水力発電の導入ポテンシャルは、19,686か所、898万kWあるとしており（第2表）、発電水力調査との差異は前年度の推計よりかなり縮まった。^(注17)

19,686か所のうち100kW未満が4,614、100～200kWが4,431、200～500kWが5,604と、7割以上が500kW未満であり、5,000～1万kWは83か所、1万kW以上は17か所のみである。地域別にみると、東北地方が5,651か所、290万kWと最大である。

(注17) この調査では1万kW未満の地点が2万か所近くあり、発電水力調査における未開発地点(2,466)とは8倍の差があるが、その一つの理由として地点のとり方(=開発の仕方)が異なることが指摘できる。

(2) ポテンシャル調査の評価

以上、資源エネルギー庁、環境省のポテンシャル調査の概要を紹介したが、これらの推計をどう評価したらよいであろうか。

農村部における小水力発電の導入を早くから提唱してきた小林久氏は、昭和10年代の日本では農業用水車が8万台近く稼働しており、富山県のみでらせん型水車が1万

3千台稼働していたことを考えると、環境省、資源エネルギー庁の推計は過小であると指摘している。小林氏が実際の農業用水路で調査を行った結果、30kmの水路で小水力発電の適地が100か所あることがわかり、全国には4万kmの農業用水路があるため、環境省の推計（農業用水で595か所）は少なすぎ、小林氏は日本で小水力発電が可能な地点は100～1,000kWで数千、10～100kWで数万あると推計している^(注18)。

一方、農村工学研究所の研究チームは、東北地方の実際にある農業用ダムについて詳細な調査を行い、資源エネルギー庁、環境省の推計は過大であると指摘している。その主な理由として、これらの推計は他の河川利用者の事情を十分に配慮しておらず、灌漑期と非灌漑期では水量が異なり発電可能水量が安定的に確保できないため発電効率が落ちることをあげている^(注19)。

また、ポテンシャルがあるからといって、その通り小水力発電が設置できるかという点、実際に設置するとなると様々な困難に直面するであろうことは容易に想像できる。奥地になれば設置コストは高くなり、管理コストも増大するであろうし、そもそも近くに送電線がないと売電もできない。さらに、ある程度の規模の小水力発電所を設置すれば、取水口と発電所の間では河川に流れる水量が減少し生態系に影響を与えるであろうし、水利権に関する調整が難航するケースもあるだろう。

このように資源エネルギー庁、環境省の推計はあくまでポテンシャルであり、それ

が全てすぐに利用できるわけではないが、日本に未利用の水力が存在していることは確かであり、再生可能エネルギー拡大の重要な柱として小水力発電を位置付けていく必要がある。

(注18) 小林久「小水力発電の可能性」(2010.1「世界」)

(注19) 上田達己他「東北地方の農業用ダムを利用した小水力発電ポテンシャルの評価」(2012, 農村工学研究所技報)

5 小水力発電の事例

以下で、小水力発電の実際の事例をいくつか紹介する。

(1) JA山口東（山口県岩国市錦町）

既に紹介したように、中国地方では多くの農協が小水力発電所を運営しているが、JA山口東が行っている稗原発電所もその一つである。

岩国市は山口県の東部に位置し、錦町は岩国市の北部、西中国山地の一面にある。その錦町に1967年に稗原発電所が設置され、それ以来45年間、発電機の定期検査・部品交換の期間を除き24時間休まず発電を続けている。水量は0.35m³/秒でそれほど多くないが、有効落差が113mと大きいため、最大出力は300kWである。錦川水系の大野川から取水し、1,510mの導水路を経て水管で落下させ発電している。

発電した電気は中国電力に売電しており、売電単価は8.14円/kWhで、年間売電収入は約15百万円である。

(2) 岩手県照井土地改良区

(岩手県一関市)

照井土地改良区は、北上川水系磐井川を取水源とする農業用水を管理する土地改良区であり、1,500ha（組合員は約2,000戸）の農地に水を供給している。この農業用水の歴史は非常に古く、12世紀に開さくした照井堀を受け継いでおり、近くに中尊寺、毛越寺があり、全国疎水百選にも選定されている。

照井土地改良区は05年に農業用水を利用した小水力発電を導入することを計画し、NEDOの事業補助を受けて10年に小水力発電を設置した。有効落差6.85m、水量1.087m³/秒で、最大出力は50kW（常時出力30kW）である。当組合では、翌11年に二つめの小水力発電施設を設置した（落差2.1m、水量0.44m³/秒、最大出力4.4kW）。

発電した電気は東北電力に売電しており、売電価格は9.1円/kWhであったが、固定価格買取制度が始まったため引上げの方向で協議している。現在の9.1円であっても、常時30kWの発電を行うと年間240万円の売電収入があり、小水力発電事業は土地改良区の新たな収入源になっている。

(3) 岐阜県石徹白集落

(岐阜県郡上市白鳥町)

^{いとしろ}石徹白地区は、岐阜県の北部、白山の南麓（標高750m）にある集落であり、集落の中を水量が多い水路が流れている。かつては白山信仰の拠点として栄え、昭和30年代には210戸、1,200人が住んでいたが、過疎化

が進行し現在では110戸、276人に減少している。

都市工学を学び東京で働いていた平野彰秀氏は、07年より石徹白地区で小水力発電を中心とした地域再生事業を始めた。その後、平野氏は住居をこの地に移し、現在はNPO法人地域再生機構、岐阜県小水力利用推進協議会の事務局の仕事も行っている。

石徹白集落には現在3基の小水力発電（30W、0.8kW、2.2kW）が稼働しており、30Wと0.8kWは既存水路に設置したらせん式の水車、2.2kWは上掛け水車によるものである。いずれも小規模で各種事業の助成を受けて試験的に導入したものであるが、今後、集落全体の電力を自給できる規模の小水力発電を構想している。

こうした小水力発電の取組みによって石徹白地区は全国的に注目を浴びており、小水力発電を契機に地域が活性化し、11年には新たに他の地域から4世帯11人の移住があったという。



農業用水路に設置した小水力発電
(らせん式0.8kW、石徹白地区)

(4) 山梨県都留市

都留市は山梨県の東部に位置し、富士山に近く水が豊富である。江戸時代から水車の動力を活用した織物が盛んであり、明治期以降、都留市周辺の河川（桂川水系等）において首都圏に電力を供給する水力発電所が多く作られた。

その後、織物業は次第に衰退し水車も取り壊されていったが、現在も市の中心を流れる家中川は11kmで160mの落差があり、流れが速く水量も豊富である。そのため、都留市では、01年に大学研究者の協力を得て小水力発電の実験を行い、市制50周年を記念して06年に市役所前に小水力発電「元気くん1号」を設置した。この1号機は下掛け水車方式であり、最大出力は20kWである。次いで、10年に上掛け水車方式の「元気くん2号」（最大出力19kW）を設置し、12年にはらせん式の「元気くん3号」（最大出力7.3kW）を設置した。都留市は、小水力発電を市民参加型とするため、市民債を発行して設置資金の一部に充当した。

都留市では、これらの小水力発電で発電



上掛け水車による小水力発電
(19kW, 都留市)

した電力で市役所の電気をまかなうとともに、夜間等の余剰分は東京電力に売電している。都留市の取組みは先駆的なものであったため全国から視察者が多くあり、10年には第1回全国小水力発電サミットが都留市で開催された。

(5) 福岡県糸島市

糸島市は福岡市の中心から西に20kmの距離にあり、市内に九州大学（工学部等）のキャンパスがある。糸島市南部の羽金山の中腹（標高530m）に名勝地白糸の滝があり、涼を求めて夏季には多くの市民が訪れる。

白糸の滝から発した水は下流に向かって急流となって流れており、この水流を発電に利用できないかと考えた九州大学の研究者が白糸小水力プロジェクト（代表島谷幸宏教授）を立ち上げ、12年4月に滝の近くで水車を使った発電を開始した。この発電量は500Wと小さいものであるが、今後、さらに2つの小水力発電所（16kW, 50kW）を計画しており、白糸の滝のレストハウスと白糸地区の住民の電力を供給することを計画している。

12年6月30日に、九州大学で「小水力シンポジウムin糸島」が開催され、200人近い参加者があり、小水力発電の意義と可能性に関して熱心な討議が行われた。

(6) 八戸圏域水道企業団（青森県八戸市）

これまで紹介したのは河川、農業用水を利用した小水力発電であるが、次に紹介するのは水道の配水事業に伴う小水力発電で

ある。

八戸圏域水道企業団は八戸市、南部町、五戸町などの住民33万人に水道水を供給している公企業であるが、水道水の供給のためには水に圧力をかける必要があり、当地区では水を高い場所に貯えることによって必要な水圧を得ている。しかし、必要以上の水圧がかかる地区もあるため、これまで意図的に減圧することも行っていた。

当企業団では、この減圧のエネルギーを発電に利用できないかと考え、08年より検討を始め11年に小水力発電を設置した。この小水力発電は落差25m、水量0.33m³/秒で、出力は57kWである。発電した電力は、一部は水道事業で使用し、余剰分は東北電力に販売しており（平均単価12～13円）、年間の売電収入は272万円である。

なお、当企業団では水を高い場所にくみ上げるために電力を使用しており、この小水力発電は、それまで捨てていたエネルギーの一部を回収するものということができる。

(7) 鹿児島県の実践

鹿児島県では、これまで見てきた事例よりも規模の大きい小水力発電の実践が進んでいる。吉田功氏は、富山県で開催された全国小水力発電サミットに出席し、これなら鹿児島県でも可能性があるのではないかと考え、地元企業の出資を得て12年1月に九州発電（株）を設立した。

当社は、県内に40か所の候補地をリストアップし、既に20か所について調査を行っ

ている。このうち、肝付町（大隅半島東部）において最初の小水力発電所建設に着手しており、13年末には完成予定である。この発電所は、落差200m、水量1m³/秒で、出力は1,565kWである。建設に12億円かかる見込みであるが、年間1億3千万円の売電収入が見込めるため、ビジネスとして十分成り立つと判断している。既に水利権に関する手続きを終えており、肝付町との間で立地協定を締結した。現在計画している他の候補地も500kW程度の発電が見込め、当社は、今後、九州の他の県でも小水力発電事業を行うことを計画している。

なお、11年に鹿児島県小水力利用推進協議会が設立され、13年には鹿児島県で全国小水力発電サミットが開催される予定である。

6 小水力発電普及の課題

(1) 期待される小水力発電の拡大

福島原発事故以降、原子力発電所は徐々に停止となり、12年の5月には全ての原子力発電所が停止するに至った。原子力発電停止に伴う電力供給の不足分は火力発電所の稼働率を増すことで対応してきたが、CO₂削減の要請もあるため電力を化石燃料に過度に依存することはできず、今後、再生可能エネルギーを大きく拡大させることが必要である。

『自然エネルギー白書2011』（環境エネルギー政策研究所編）によると、10年度において^(注20)自然エネルギーの発電量は403億kWhで、総

発電量に占める割合は3.4%であった。そのうち小水力（1万kW以下）が193億kWhで42.9%を占め、バイオマス（廃棄物発電を含む）が29.7%で、太陽光10.1%、風力10.1%、地熱6.6%であった。

2010年に決定された「エネルギー基本計画」では、一次エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を2020年までに10%にするという目標を掲げているが、現在の増加ペースは遅々としており、目標達成のためには、今後、再生可能エネルギーの飛躍的な普及が必要である。最も期待されているのは洋上風力発電であるが、小水力発電も既にみたようにまだかなりのポテンシャルはあり、今後裾野を広げて普及を加速させる必要がある。

(注20)「自然エネルギー」は「再生可能エネルギー」とほぼ同義の概念であるが、この白書では水力発電については1万kW以下の発電所のみを算入している。

(2) 地域活性化に貢献する小水力発電

事例でみたように、小水力発電に取り組んでいる地域では、地域住民が積極的に参加しており、小水力発電を契機に地域の活力が増しているケースが多い。条件が不利であるとされてきた中山間地域こそ小水力発電に適した地域であり、これまで見捨てられてきた農山村の水流が電力源となり日本の電力問題全体の解決に貢献できると考えると、小水力発電は非常に意義深い活動・事業である。たとえ小規模な発電であっても、エネルギー問題を実感として理解できる身近な施設として小水力発電所は教

育的効果が大きい。

現在、小水力発電に先駆的に取り組んでいる地域はかつて水車を使った紡績業などが盛んであった地域が多く、電力独占体制のなかで電気は買うものとの意識が染みついてしまって豊かな水の流れは見捨てられてきた。しかし、石徹白や都留市の事例のように、かつて使っていた水の力を再び掘り返すことにより、小さな河川・農業用水が電力源として新たな光を浴びることになった。

小水力発電は24時間発電が可能であり、蓄電池や電気自動車を組み合わせることで可能性はさらに広がる。少なくとも大規模ダム建設による地域開発よりは環境調和的であり、長期にわたる利益が得られる可能性を持っている。固定価格買取制度によって売電収入が見込め、再生可能エネルギーは新たな産業分野を生み出すことになろう。

なお、固定価格買取制度が始まったため商社等の大手企業が小水力発電所を建設する動きがあるが、小水力発電は地域住民が主導権を握り地域に収益が還元するような仕組みが望ましい。かつての電気利用組合のような小水力発電を運営する新たな協同組合を設立してもよいし、集落単位、あるいは個人で小水力発電を設置する動きが盛んになることが期待される。資金負担、リスク、ノウハウ等を考えると、ある程度規模の大きな発電所は電力会社（本体あるいは子会社）や企業が行うこともやむをえないであろうが、その際にも地域住民が何ら

かの形で関与する仕組みを構築すべきであろう。

(3) 小水力発電の採算性と可能性

小水力発電の設置に投資した資金は売電によって回収する必要がある、その条件が整わないと小水力発電が広く普及することは難しいだろう。幸いにして12年7月より固定価格買取制度が導入され、1 kWh当たり25.2～35.7円で買い取りが行われることになった。中国地方の農協が行っている小水力発電の売電価格は9円程度であり、これに比べると現在の買取価格は非常に魅力的な水準になっている。

例えば、出力1 kW当たりの建設費が200万円であるとする、10kWの小水力発電所を設置するためには2,000万円が必要であり、100kWでは2億円が必要である。10kWで試算すると、稼働率80%で1年間に発電する電力量は7万kWh^(注21)であり、35.7円/kWhで売電できるので、売電収入は年間250万円になる。ランニングコストを無視すると、建設費は8年で回収できることになる。発電装置はメンテナンスをしっかりと行えば20年以上は使えるので、現在の売電価格は十分採算がとれる水準になっている。

ただし、実際には管理費、修理費等の費用が必要であるため、それほど単純ではなく、また小規模な発電所では建設単価や管理費が高くなるため、発電コストを引き下げるためにはある程度の規模が必要になる。

日本における1世帯当たり平均電力消費量は年間4,200kWhであり、年間、1日を通

して電力消費量が横ばいであると仮定すると0.5kWの発電機があれば1世帯の電力はまかなえることになる。実際には、夏場、昼間の電力消費量が大きいため2～3kWの容量がないと電力不足が発生するが、蓄電池をうまく組み合わせれば1kWの小水力発電でも1世帯の電力をまかなえる可能性がある。こうした小規模な発電装置が100～200万円程度で設置できるような商品が開発されれば、中山間地の世帯にかなり多くの小水力発電装置が普及する可能性がある。電気自動車を導入し夜間に充電すればガソリン代を節約できるし、農業機械や農業用トラックの動力源としても使えるであろう。あるいは石徹白や糸島市で計画しているように、集落でまとまって30kW程度の発電所を設置するという事も考えられよう。

(注21) $10\text{kW} \times 24\text{時間} \times 365\text{日} \times 0.8 = 7\text{万kWh}$

(4) 制度上の課題

このように、小水力発電は優れた再生可能エネルギーであり、固定価格買取制度によって採算的にも十分可能性がある発電方法であるが、実際に発電所を設置すると様々な難題に直面することになる。

その最大の問題は水利権に伴う問題である。河川を発電に利用するためには河川法に基づいて水利権者(行政機関等)の許可を得る必要がある、誰でも自由に河川、農業用水を使っていいわけではない。その許可の手続きは複雑であり、実際に許可されるまで長期間かかることが問題視されている。

水利権の問題に関しては、小水力発電普及の観点から簡素化、規制緩和が進みつつあるが、小水力発電の普及を加速させるためには一層の規制緩和が必要である。

農業用水の管理者である土地改良区は、水利権の問題を比較的容易に解決できる可能性があり、土地改良区は水を管理する能力と体制を備えているため、小水力発電の事業主体としてふさわしい。こうした情勢を受け、農林水産省は、農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギーを促進するため「農山漁村における再生可能エネルギー電気の発電の促進に関する法律案」を国会に提出しており、再生可能エネルギーの拡大を政策的に支援する方針を示している。^(注22)

また、発電事業を行うと電気事業法による規制を受け、事業用電気工作物（小水力発電は20kW以上）を設置する場合は、電気事業主任技術者を選任する必要があり、一定規模以上のダム、水路を設ける場合にはダム水路主任技術者の選任が必要になる。さらに、森林法、自然公園法などの規制があり、これらの規制は小水力発電事業を行ううえでの負担になっており、負担軽減のための制度改革が望まれる。

なお、95年以降の電力自由化によって電気供給事業への参入規制は徐々に緩和されてきたが、送電網を電力会社が独占的に所有していることが電力会社以外の者が発電分野に参入するうえでの制約となっており、小水力発電事業への参入を促し裾野を広げていくためには、発送電分離を含めた電力

改革を検討する必要がある。

(注22) 石川武彦「再生可能エネルギー発電を通じた農山漁村活性化策－農山漁村再生可能エネルギー法案－」(参議院事務局「立法と調査」2012.5)

おわりに —脱原発社会の実現に向けて—

福島原発事故と、その後のエネルギー問題に関する論議のなかで明らかになったのは、日本が原子力発電所で発生した使用済み核燃料（高レベル放射性廃棄物）の処理方法を決めないままに今日に至っているということである。福島第一原子力発電所第4号炉には、現在も使用済み核燃料が1,300本以上残されており、その最終的な処理にはまだ多くの年月がかかる見込みである。

これまで政府は「核燃料サイクル」の構想を掲げ、使用済み燃料の再処理とそこで取り出したプルトニウムをMOX燃料として高速増殖炉もんじゅ等^(注23)で使用し、そのサイクルによって原子力発電を「準国産エネルギー」と位置づけるというものであった。しかし、再処理工場も高速増殖炉も計画から大幅に遅れており完成のメドがたっておらず、そうしたなかで今回の事故が発生した。12年9月に政府が発表した「革新的エネルギー・環境戦略」では、もんじゅを年限を区切った研究施設とする一方で当面は再処理事業を続けるとしているが、高レベル放射性廃棄物の処理問題は依然として未解決であり、この問題が解決しない限り原子力発電所は廃炉に向けて「たたみ方」を^(注24)検討せざるをえないであろう。

これまでの原子力推進路線のなかで再生可能エネルギーに対する日本の取組みは大きく遅れてしまい、日本のエネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合はごくわずかにとどまっている。今回の事故を機に、日本でもようやく電力改革に関する論議が本格化し、固定価格買取制度の導入によって再生可能エネルギーが増加していく条件は整った。小水力発電は、個々の出力は小さいものであるが、裾野が広がっていけば全体としては大きなものになるであろうし、農山村の資源を活用し分散型エネルギー供給社会を構築するうえで非常に重要な電力源である。今後、土地改良区や地域住民が小水力発電に主体的に取り組み小水力発電が日本全国の農山村に広がっていくことを期待したい。

(注23) 高速増殖炉もんじゅの開発が事故続きで遅れたため、日本では再処理で取り出したプルトニウムをウランと混合して既往の原子炉で使用してきた（「プルサーマル」と呼ばれている）。核燃料サイクルに関して、大島堅一氏は、日本の政策当局者やエネルギー政策の専門家、関連主体の多くが、「世界で孤立しつつ、原子力推進こそが使命であると信じ、他の世界とは無関係であるかのように、核燃料サイクルの幻想をいまだに追っている」と指摘し、再処理政策は将来に膨大なツケを残すと批判している（『再生可能エネルギーの政治経済学』）。核燃料サイクル政策を見直す必要性については、フランク・フ

オンヒッペル「増殖炉開発・再処理から『乾燥貯蔵』に進む世界」（『世界』2012年8月号）が明解である。

(注24) 現在でも多くの研究費を投じて核融合研究は進められており、一定の進展はみられるものの、実用化までにはまだかなり時間がかかる見込み（実用化ができたとしても今世紀後半以降）である。また、従来型の軽水炉とは異なるトリウム原子炉の構想も一部にあるが、核融合炉と同様に核廃棄物の問題を免れていないことは共通である。

<参考文献>

- ・織田史郎（1952）『小水力発電』自費出版
- ・小水力利用増進協議会編（2006）『小水力エネルギー読本』オーム社
- ・小林久（2010）「小水力発電の可能性」『世界』岩波書店、1月号
- ・小林久（2011）「農山村の再生と小水力からみる小規模分散型エネルギーの未来像」『季刊地域』農山漁村文化協会、8月号
- ・資源エネルギー庁（2008）「水力発電に関する研究会－中間報告－」
- ・水林義博、前田隆（2011）「農業用水を利用した小水力発電を取り巻く法律・制度の現状と課題」金沢大学「人間社会環境研究」3月
- ・伊藤康（2012）「小水力発電の現状・意義と普及のための制度面での課題」『科学技術動向』5・6月号
- ・河口真理子（2012）「一次産業としての再生可能エネルギーの可能性」大和総研
- ・大島堅一（2010）『再生可能エネルギーの政治経済学』東洋経済新報社
- ・橋川武郎（2012）『電力改革－エネルギー政策の歴史的転換』講談社現代新書
- ・村田武・渡邊信夫編（2012）『脱原発・再生可能エネルギーとふるさと再生』筑波書房

（しみず てつろう）

