

すべてのエネルギーは 水で支えられている



よしむら かずなり
吉村 和就

(グローバルウォーター・ビジョン代表
国連アグニカルアドバイザー)

八月に入り日本では灼熱のような毎日が続いている。世界の水関連ニュースを見ても、カリフォルニアやスペインでは、猛暑と水不足で宇宙から見えるほどの山火事が多数発生、イランでは天文学的な猛暑で気温が摂氏四十六度を記録。一方アジアでは、ミャンマーでは二十万人が洪水の被害にあい、インド東部でも洪水で百万人以上が避難し、中国の山西省では記録的な豪雨が続けている。地球上の水資源は一定だが、世界各地で「干ばつと洪水」が繰り返されている。水は人を含む、すべての生態系になくってはならない資源であるが、今回は、水とエネルギーとの密接な関係について述べてみたい。

一、二〇五〇年、エネルギー需要は一・八倍に

世界の人口は二〇一一年に七十億人を突破した後も猛烈な勢いで増え続けており、国際連合と経済産業省の試算によると二〇五〇年に九十億人に達すると予測している。都市部に住む人

の割合も現在の約五〇%が二〇五〇年には約七〇%に上昇すると見込まれている。もちろん人口の増加に比例し、資源に対する需要も高まる。国連食糧農業機関 (FAO) と経済協力開発機構 (OECD) は、二〇一二年から二〇五〇年にかけてエネルギー需要は一・八倍、食料需要は一・七倍、水需要は一・六倍になるという試算を発表している。

二、水はエネルギーを支える主役

現在、世界の水資源の七、八割は農業に使われており、水は食料生産にとって不可欠である。また、水がなければ、人間も動植物も生きていくことはできない。このように「食料生産と水との関係」については多くの人々が深く理解しているが、「水とエネルギーとの密接な関係」については、あまり理解されていない。では具体的に述べてみよう。

・火力発電では

エネルギーの主役である化石燃料 (石油や石炭、天然ガス) を採掘し、精製するために、多量の水が使われている。例えば石炭の選炭工程 (洗浄、分離) でも大量の水が必要で、また石油精製プロセスでは一五万バレル/日の原油処理で二四万 m^3 の冷却水が必要である。もちろん発電工程ではボイラーに供給する純水や蒸気を冷やす大量の水が必要となる。最新の効率的な一〇〇万 kw の火力発電所では、おおよそボイラー用純水が一五〇〇 m^3 /日、冷却水として二一六万 m^3 /日 (日本の場合は海水、フランスなどでは河川水) が必要である。さらにコンバインド型発電所では、サーマル NO_x の低減対策として水噴霧として一〇〇〇〜二〇〇〇 m^3 /日必要である。日本の火力発電は熱効率が良く、節水型であるが、このように、すべて水がなければ成り立たないのが火力発電システムである。

・水力発電は

水を使って直接生み出される持続可能なエネルギーとして代表的なのは、水力発電である。

現在、世界の総発電量の二五～二〇%は水力発電によって生み出されており、水が豊富なノルウェー、ブラジルのような国々では、総発電量の大部分を水力発電が占めている。日本では総発電量に占める水力発電の割合は八・四%であり、最近では小型水力、マイクロ水力発電が開発・設置が進められている。特筆できるのは揚水型水力発電で、「巨大な蓄電池」とも言える役割を果たしている。エネルギー的には約三〇%の損失が生じるものの、揚水型水力発電には、水さえ貯めておけば必要な時にすぐ取り出せる発電安定性やエネルギー効率の高さ、設備寿命の長さ、夜間電力の更なる活用といった利点がある。ちなみに日本国内には四十以上の揚水型発電所があり、その設備容量は二六〇〇万kWで世界最大規模である。

・バイオマスエネルギーと水

バイオマスエネルギーでも、水は重要な役割を果たしている。たとえばアメリカでは、大量の地下水をくみ上げトウモロコシを栽培している。そのトウモロコシ生産量の四〇%である一・二五億トンがバイオ燃料としてエタノール製造に回っているが、この量は日本のトウモロコシ輸入量一五〇〇万トンの約八倍以上である。

「食料用の穀物をバイオ燃料にするな」という反対意見に対し米国農業省はバイオマス燃料用の農産物利用が二〇一九年の一・八二億トンまで増加するが、その後は二〇五〇年までは一定と回答している。さらにバイオマス燃料（アルコール類）を作るための精製過程やその廃液処理の際にはバイオ燃料の体積の四十～五十倍の水が使用されている。エネルギー供給全体の中でバイオマス燃料が主役になる可能性はすくないが、水資源に大きな影響を及ぼし続けるであろう。

・太陽光発電と水

太陽光発電は水とは無関係と思われるが、実はソーラーパネルの製造（シリコンウエハー製造時、銅の精錬など）に多くの水が使われている。

・地熱発電と水

地熱発電は常時、熱水を汲み上げるため、水源が不安定な場合には、蒸気や熱水の枯渇という問題も生じることがある。このため、米国では地熱発電の発電量を増加させる目的で、下水処理水を地下に注入し蒸気を増やしている事例もある。米国・カリフォルニア州のガイザース地熱発電所（二〇二万kW）では、下水処理水を三万m³/日を地下に注入している。

・シェールガスと水

北米を中心に開発が進んできたシェールガスも、その採掘では大量の水を必要としている。九〇年代に、頁岩（シェール）層に高圧水を注入して人工的に割れ目を作る、「水圧破砕法」が開発された。同時に井戸を水平掘削する技術が普及したことにより、従来は困難であった大量のシェールガス採取が可能になった。

水圧破砕法を用いた採掘では、一本の井戸あたり〇・五～一萬m³の水が必要となる。このため、北米ではシェールガス採掘の影響で飲料水が足りなくなるという事態（テキサス州ダラス市）や、水質汚染をめぐる訴訟、微小地震発生の問題も生じている。この対策としてニューヨーク州などでは、シェールガスへの水資源利用を禁じているほか、テキサス州では水の割り当て制を導入している。

・オイルサンドやタールサンドと水

カナダのオイルサンドについても採掘するときにオイルサンド層に高温高圧の蒸気を吹き込み、オイルを分離するので、やはり大量の水が必要となる。また採掘後の地下水汚染や河川水の水質汚染が問題になっている。

・原子力発電と水

基本的には火力発電と同様な水量が必要であるが、原子力発電として緊急炉心冷却用や蒸気タービン用冷却水、燃料プールなどで、さらに多くの水を必要としている。このため、これら

の発電所は海や大きな河川のそばに設置されている。

・水とエネルギーとの関係

国際エネルギー機関の推計(二〇一〇年)によると、エネルギー生産のための世界の取水量は五八三〇億立方メートル(世界の総取水量のおよそ一五%、また産業用の取水量のおよそ七五%)であり、そのうち六六〇億立方メートルが蒸散消費している。二〇三五年までに、世界の取水量は二〇%、消費量は八五%増加する可能性があると公表している。

以上述べてきたことを簡単にまとめると

- ・火力発電は世界の電力生産のおよそ八〇%を占めており、アメリカとヨーロッパ数カ国では、その国の総取水量のおよそ半分の水を利用している。
- ・火力発電所が必要とする冷却水の量は、幾つかの要因によって決まる。例えば燃料の種類、冷却システムの設計、主な気象条件などである。しかし大抵の場合、必要な水量を左右する大きな要因は発電効率である。つまり、発電所の効率が高ければ高いほど、消散すべき熱が少ないため、冷却する必要も低くなる。
- ・バイオ燃料の生産は燃料生産の中でも特に水を大量に使用するため、局地的および地域的な水循環に対する影響は重大となる可能性がある。
- ・非在来型石油(例: オイルサンド、タールサンド)の開発やシェールガス生産は、在来型の石油やガス生産よりも、水を大量に使用する
- ・電力生産者と、その他の水使用者(農業、工業、鉱業、生活者など)や自然環境への配慮の間で水を巡る対立のリスクがさらに高まっている。(水資源の奪い合い)
- ・エネルギーのための世界の取水量は二〇三五年までに二〇%増加すると予測されている。一方、失われる水量は八五%増加すると予測されている。

このように水とエネルギーは密接な関係を持ち、すべてのエネルギーは水で支えられている

のだ。

三、今後必要な水資源は

今年三月に国連から出された「世界水発展報告書2015」によれば、世界の水消費が現在のペースで続いた場合、今後十五年で四〇%の水資源(淡水)が不足するとみられている。世界人口は二〇五〇年には九十一億人に到達すると予測されており、毎年、平均八千万人ずつ人口が増加すれば、水需要も毎年六四〇億cc増えることになる。

また、今後さらに進む見込みの都市部への人口集中も、水供給を圧迫する要因となる。OECDなどの報告では二〇五〇年には一・六倍の水資源が必要とされている。

・急激な都市化で安定した水供給が困難に

エネルギーを生み出すために水は不可欠となっている一方で、水の供給にはエネルギーが欠かせない。日本は国土が狭く、ダムなどからの取水が多いので、上下水道にかかわるエネルギーは総発電量の一・五%であり、上水関連で〇・八%、下水道関係で〇・七%である。水道の方が多いのは浄水場を出たあとの水道水を高い位置に在る配水池に送るポンプの電力である。(そこから家庭に重力差で送られる)逆に国土が広い米国では、水は取水源から使用される場所まで、数千キロに渡ってパイプラインで運ばれている。それがゆえに総発電量の二三%が水の輸送や処理に使われているという。(米国エネルギー省)二〇五〇年には世界人口の七〇八割程度が都市に住むようになる見込みであり、その場合離れた水源地から都市部への水の安定供給は、ますます多くのエネルギーを消費するものみられている。

「エネルギーを支える水」と、逆に「水を支えるエネルギー」とのジレンマをうまく解決することが、今求められていると言えよう。