世界の幸せをカタチにする。
Creating Peace & Happiness for the World
Musashino University
武蔵野大学 学術機関リポジトリ
Musashino University Academic Institutional Repository

Watermills Worldwide, Japanese Watermills, and the Watermills used in Hino City

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-03-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 塩澤, 豊志 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1471

世界の水車・日本の水車・日野の水車

Watermills Worldwide, Japanese Watermills, and the Watermills used in Hino City

塩　澤　豊　志*
SHIOZAWA Toyoshi

1　はじめに

2020 年は人類史に残るパンデミックな 1 年となった。新型コロナウイルスの感染拡大は、中国に始まり、11 月初旬の現時点で、世界の感染者 4 千 7 百万人、死者 120 万人がカウントされている。コロナ禍により、日本でも、催し物・集会は軒並み中止、大学新入生はオンライン授業を余儀なくされ、入学後一度もキャンパス生活を経験できない状態が続いている。

水と緑の日野・市民ネットワーク（略称　みみネット）は、2006 年から毎年、環境分野の専門家を招いてシンポジウムを開催してきたが、コロナ禍で今年の開催は危ぶまれていた。幸い、日野市はいわゆるクラスターの発生に見舞われずに済み、9 月 26 日に第 15 回目のシンポジウムを開催することができた。ソーシャルディスタンスの確保などに配慮しながらも、会場の日野市カワセミハウスは満員の盛況であった。

みみネットシンポジウムは、これまで、日野の歴史と自然をテーマにしたシリーズ（水と暮らし、緑と里山、生き物、地質、気象）、東日本大震災を考えるシリーズ（被災地の現状と日野市、災害から見た日野市の地層）、黒川清流公園シリーズ（植物、生き物たち、水と緑）に続いて、昨年度は、地図研究家として著名な今尾恵介氏による基調講演「地図でたどる日野市の変遷」および日野市の郷土史家からの話題提供がなされた。第 15 回目の今年度シンポジウムは、水車研究の第 1 人者で産業遺産学会水車と臼分科会代表小坂克信氏による基調講演「ヨーロッパの水車と日本の水車」の後、話題提供①「日野市の水車」（上野さだ子氏）、②「向島用水の水車で環境学習」（日野の水車活用プロジェクト）③「用水でマイクロ水車発電を」（小水力発電を実現する市民の会）④「日野市内の田んぼと用水の変遷と現状」（日野水の会）の報告が行われた。

みみネットは、水と緑の保全などに係る 14 の市民活動団体からなる組織で、日野市環境共生部緑と清流課が窓口となっている。会の目的は、参加団体が有機的に連携・協力して市内の水と緑の環境を守り育て、次世代へ引き継いでいくことである。活動内容は、① 共同イベントの開催（今年度分は前述）、② ボランティアリーダーの人材育成　その中心は「日野市雑木林ボランティア講座」で、フィールドワークを中心に年間 9 回開催され、8 割以上の出

* 環境研究所 客員研究員

受理日：(2020 年 11 月 9 日)
発行日：(2021 年 2 月 26 日)

席で「日野市雑木林管理士」修了証が授与される。修了者は市内の雑木林の維持管理をボランティアで担っている。③は、「水と緑の保全･整備に関して対応すべき事態が発生した場合には、行政との協働で解決に当たる」とされている。今年度は、近隣の多摩平団地造成工事に伴う黒川清流公園水路の白濁・枯渇問題に取り組んでおり、その概要は紀要第 9 号にて紹介した。

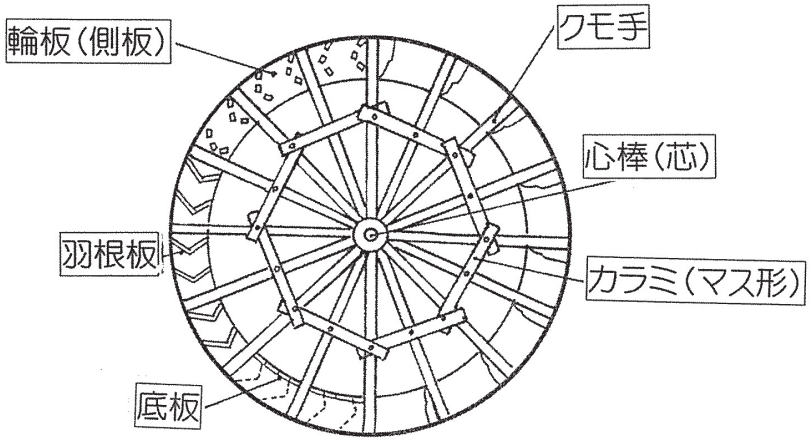
日野市内の用水では、つい 70 年前まで 57 台もの水車が動いており、精米・製粉の動力として無くてはならないものであった。現存する水車小屋は、向島用水親水路と水車堀公園の 2 か所のみとなり、行政･市民団体･地元住民の協働によって維持･管理がなされている。田んぼ・用水・水車は三位一体となって農あるまち日野の原風景を形成し、日野市の産業、市民生活と深くかかわってきた。1989 年（平成元年）には 100 ha あった水田面積が 2013 年（平成 27 年）には 1/10 の 10 ha に減少し、令和に入ってさらに減ってきている。1960 年まで「東京の穀倉地帯」と言われるほど稲作が盛んであった名残が総延長 116 km に及ぶ用水路であり、その清流は今も水のまち日野を特徴づけている。2010 年には総延長 126 km あったので、対策を講じなければ、開渠用水路の減少が進んでしまうことが危惧される。ここで、日野の用水・湧水のルーツを見ておきたい。日野台地（洪積台地）、沖積低地、河岸段丘、七生丘陵・多摩丘陵が日野に特徴的な地形・地質を与えており、水の郷日野の基礎をなす地勢は、どんなに開発が進んでも、また、将来的にも変わることはあり得ない。田んぼありきの「灌漑用水」から、防災・景観など多面的な価値を持つ「地域用水」、「環境用水」として存続を図る道もあるのではなかろうか。稲作農業への積極的支援が望まれるが、同時に、未来を見据えた新たな「水辺空間」の創造という視点にも魅力はないだろうか。一つの試みとして、小水力発電があり、その概要を紀要第 8 号で紹介した。2019 年 7 月、日野市は宇都宮市やさいたま市などと共に「SDG s（持続可能な開発目標）未来都市」に選定（東京都内では初）され、今後、次世代に引き継ぎたいと思える地域づくりに取り組むことが宣言されている。このような状況下、みみネットは、今年度シンポジウムのテーマとして、「世界の水車･日本の水車・日野の水車」を取り上げ、水車の歴史を学びながら再生可能エネルギーへの理解を深め、地域資源である「水・土・緑」に覆われた水域の保全に思いを馳せるひと時を企画した。

2　水車の分類と起源―中国の水車技術

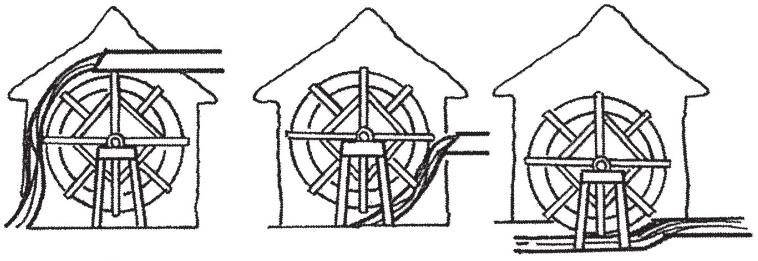
ここでは、みみネットシンポジウムの内容を要約して紹介し、持続可能な未来社会への展望を探ってみたい。

水の力で車を回し、仕事をさせるものを総じて水車と呼ぶが、物理学的定義としては、「羽根車に流水・落水を当てて起こる回転により、水の位置エネルギーを機械的エネルギーに変える原動機」ということになろう。水車の分類を述べるにあたり、まず、水車の部分を指す呼び名を図 1(a) に示したので、確認されたい。水輪への水の掛かり方による分類では、上掛け、中掛け（胸掛け）および下掛けの 3 種類がある（図 1-b)。用途による分類では、動力用水車と揚水用水車に大別される。動力用水車は、心棒の回転を利用して杵を持ち上げるも

ので，挽臼を回して精米・製粉などに使われる（図 2-a,b）。

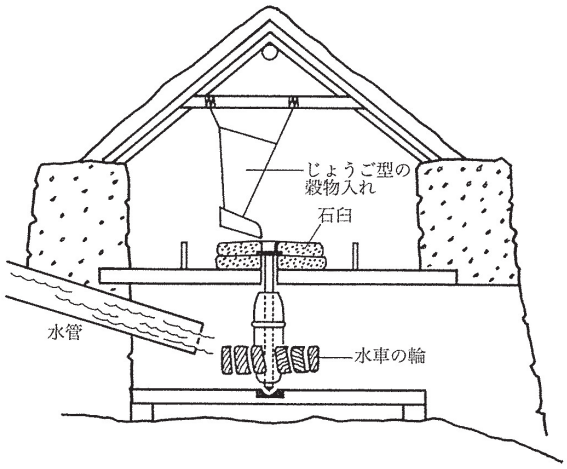


（a） 水輪各部の名称

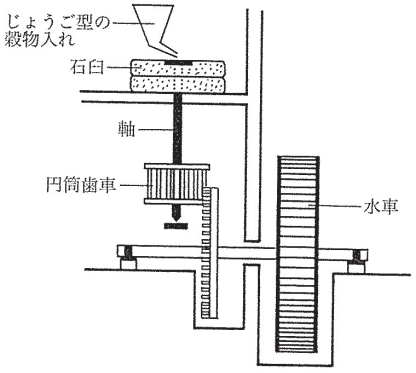


（b） 水のかかる位置による違い

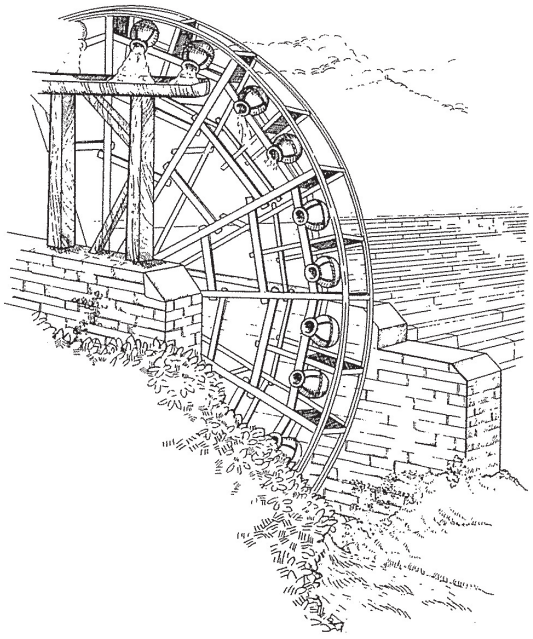
図 1　水車の形式



（a） 横型水車で動く粉挽き機



（b） 縦型水車で動く粉挽き機



（c） 揚水水車（ノリア）

図２ 横型水車・縦型水車・揚水水車

図 2(a) の横型水車は、紀元前 200 年頃、アルメニアの山地で回転式挽臼から直接発展したものと言われている。横型水車は、水量が少なく流れが緩やかな川に適しており、水の流れに対して垂直な回転軸を上方に伸ばして簡単に回転式挽臼につなぐことができた。これに対し、より強力な縦型水車の遺跡（4 世紀）が南フランスのバルブガルに残っている。縦型水車では、流れに対して水平な車軸を伸ばし、互いに直角に取り付けた一対の歯車につないで第 2 の歯車が上にある臼を回した（図 2-b）。一般的に下射式水車の機械効率は 15 ～ 30% で、穀物を挽くには充分であったが、さらに大きな仕事をするには効率の良い上射式水車が必要になる。上射式は水路や水管に通した川の水を水車の上部にかける仕組みで、水の重みをすべて水車にかけるため、機械効率は 50 ～ 70% に達する。ただ設置にあたっては堰や取水路、制水門や放水路や歯車装置が必要なため高額の初期費用を要した。

揚水水車は、田んぼに水を汲み上げる水車で、水輪の先に水を汲む小さなバケットが付いているタイプが原型である（図 2-c）。図 2（c）はノリアと呼ばれる水車で、これは下を流れる川の水流によって運転する下射式水車である。車輪の縁に括りつけられた壺が川水で満たされ、それから高所にある樋にその水を吐き出す。

18 世紀後半にイギリスで始まった産業革命により、機械製工業の急速な発達が起こって生産性が向上し、資本主義社会への移行が進んで世界経済の人類史が塗り替わった、と我々は理解してきた。それ以前の中性（西暦 500 年～ 1500 年）は、とくにヨーロッパでは、「暗黒時代」と言われ、中世社会は「野蛮と宗教の勝利」による知的活動の停滞の時代と思われてきた。天動説と錬金術はそれを象徴するものであった。しかしながら、今日では、これとは対照的な見方が一般的で、中世の革新的技術は、実際に手を動かし頭を使った多くの人々の共同作業が生んだ地道な成果であったと考えられている。この画期的な変革は一つ一つの発明ではなく、徐々に進んだ目立たない革命の積み重ねであった。農業をはじめ、水車・風車などの動力、建築、布づくり、通信、冶金などあらゆる分野で道具や技術や仕事の仕方をゆっくりと少しずつ変えていった革命であった。中世ヨーロッパの技術革新がアジアとの対話によってもたらされたことはあまり知られていないが、シルクロードの歴史から、その事実を推測することは可能である。古代～中世ヨーロッパが借り入れた技術の最も重要な供給源は中国であった。

独自の文化パターンと思考様式を持ち、古代文明の中で最も孤立していた中国は、ギリシャの影響を受けずに科学を発達させた。科学的思考の交流は容易に進まなかったが、テクノロジーはそうではなかった。13 世紀までの間に革新的技術はゆっくりと確実に、進んだ東洋から遅れた西洋へと浸透していった。推論や理論よりも、実用的価値のある発明の方が伝播する傾向が強かった。中国からの技術輸出の中でも、水車利用には目を見張るものがある。技師の杜詩が「鉄製の農機具を鋳造するために水力往復機関を発明した」という記録があり、西暦 31 年までには水車を利用した製鉄が行われていたことがわかる。1313 年の中国の書の絵（ケンブリッジ大学出版局）にその製鉄の様子が描かれている（図 3）。また、同じ書物には、王貞による「大型水力紡績機」の挿絵が紹介されている（図 4）。

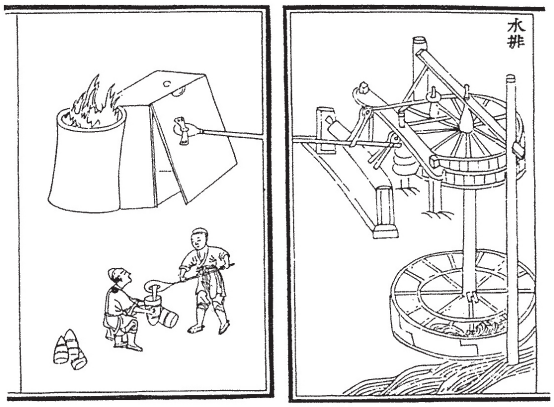


図３　横型水車で動く治金用ふいご

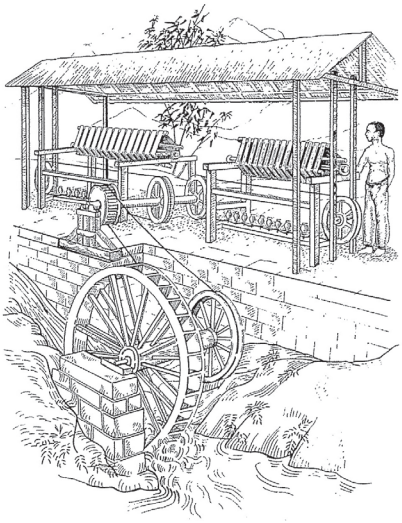


図４　大型水力紡績機（糸巻き機）

中国人は水車を利用してさらに驚くべきことを成し遂げた。水車の力で天文機器を機械化し、ついには時を刻むことに成功したのだ。惑星模型や渾天儀という天体観測機器、機械的に回転する星図などを組み合わせた高さ 12 m の時計台が、北宋の首都開封で建造されたのは西暦 1090 年のことである（図 5）。これを建造したのは中国人技術者の蘇頌（そしょう）であった。時計の心臓部であるエスケープメントは、機械の動きを一定のペースに保つ仕掛けで、重りや留め具などが複雑に組み合わさった装置である。常に水の重さを測ることで水の流れを均等にし、水車の回転を一定のペースに保っていた。

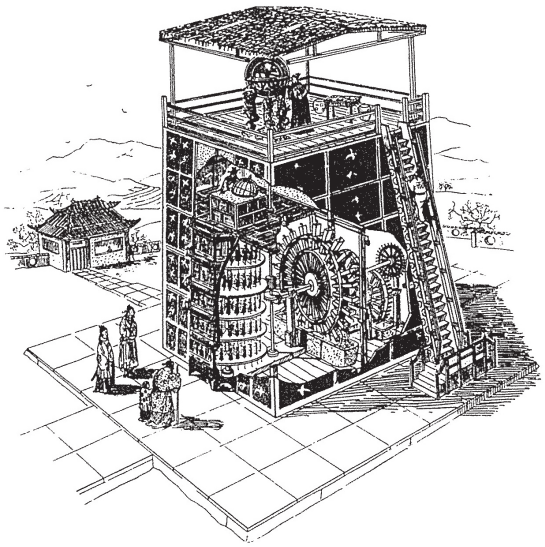


図５　蘇頌の時計台

人間の弱い力を増大させる方法を探った中世ヨーロッパが最も有効な道具として見つけたのが、縦型水車である。縦型水車は、蒸気機関が発明されるまで、世界の主要な動力源であり続けた。水車の利用に伴い、ギヤ、カム、クランク、はずみ車といった機械の補助装置の利用も進んだが、これは水車がもたらした重要な副産物と言える。蒸気機関の初期の目的の一つが、水車用の水溜池（ポンド）に水を汲み上げる仕事であったことはあまり知られていない。

3　世界の水車と日本の水車

小坂氏の講演内容を要約すると、以下のようである。

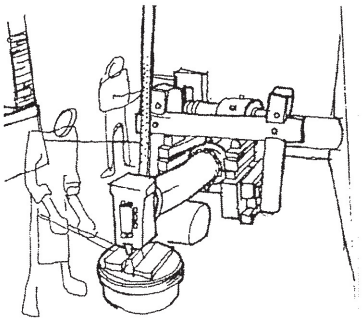
水車の始まりは、紀元前 1 世紀頃トルコ周辺と言われている。日本には 610 年高句麗の僧雲徴によって伝来したと記録されている。43 年、ローマ帝国がイギリスを征服した時に水車がもたらされたが、ローマ人は水車と言う貴重な発明品を手にしながらその大きな可能性に気づくことがなく、これは、動力利用の面で犯した重大な失敗であったと言われている。以下に日本の近・現代における水車の主な用途を挙げるが、これらの技術はヨーロッパから伝来し、日本特有のものづくりのために江戸時代から改良が加えられて広く利用されてきた。

精米・精麦　　製粉（小麦粉、黄な粉、そば粉）　　製油　　寒天　　漢方薬　　蒟蒻
酒米　　七味唐辛子　　石灰・セメント　　線香　　澱粉　　陶磁器　　ビール　　干鰯
藁打ち　　エボナイト　　油　　火薬製造　　ベンガラ　　送風装置　　製材　　製茶
煙草　　撚糸　　製麺　　ベントナイト　　綿紡績　　籾摺り　　ろくろ　　芋洗い
からくり人形　　砂糖製造　　針金　　釉薬

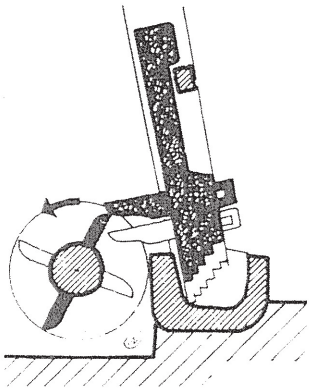
まず、ヨーロッパにおける水車の用途を概観してみる。1086 年ウィリアム 1 世の土地台帳には、5624 台の水車が記録されており、粉挽が主な用途であったが、ハンマーで鉄を叩き、ふいごを動かす製鉄水車ハンマーミルも存在した（図 6-a）。1327 年 130 台の縮絨（フリングミル）の記録がある。これは、布をアルカリで湿らせ、木のハンマーで叩いてフェルトにするものである（図 6-b）。

製紙も水車の重要な用途で、1690 年に 106 台、1710 年に 350 台の記録がある。紙が日常的に使用されていたことを物語っており、ビーダーでぼろ布を細分する上下運動を水車が行った。日本では、岡山県津山市の和紙作りに楮を叩くのにビーダーが使用されていた。16 世紀には火薬製造に水車が使用され、1700 年頃から鉱山の湧水と揚水水車が用いられた。17 世紀には高炉に風を送るのに水車が使われ、安くて質の良い鉄が製造できるようになった。この頃から水車の一部は木製から鉄製へと変わっていった。18 世紀初めから、繊維や陶磁器など多くの産業に水車が使用されるようになり、ヨーロッパでは水車の飽和状態が見られた。このように、ヨーロッパの水車技術は、衣食住のすべてにわたって人力に代わる動力源であったことが伺える。恒常的な動力源であるためには常に水車が回っていなければならず、流れの穏やかなヨーロッパ河川の中流域では専用のポンドが設けられることが多く、現在でもこれが

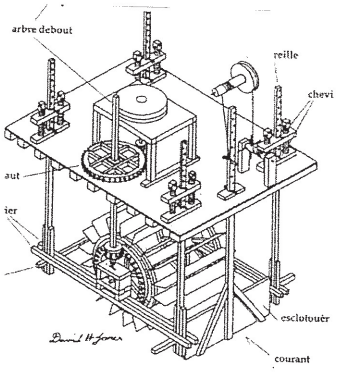
生きている。18 世紀におけるイギリスの産業革命により、自然エネルギーから蒸気機関への大転換が起こり、木製から大型で出力の大きい鉄製縦型水車へと変化していったが、水車の需要は多く、綿紡産業では 40% を水車動力が占めていたという。19 世紀後半からは、電力の使用により水車は激減していき、20 世紀になると，廃水車や風車は住宅に改造されたり、一部は博物館となって現在に至っている。先端技術や新製品にはこのようなローテクから発想やヒントを得たものが多いことに驚かされる。



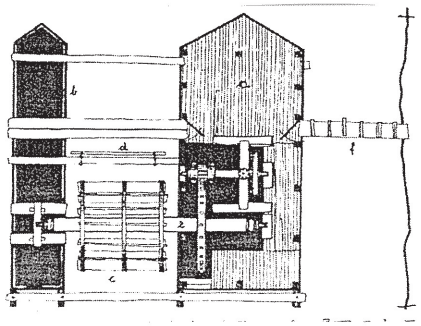
（a） ハンマーミル



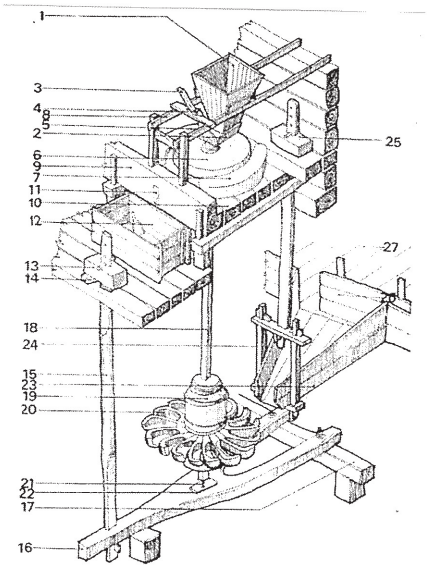
（b） フリングミル



（c） 上げ下げ水車



（d） 舟水車



（e） ホリゾンタルミル

図 6　アストラ博物館ガイドブック記載水車の例

イギリス・フランス・ドイツは水車においても先進国で、直径 10 m 以上の大型水車が今でも残っている。イギリススタンフォード伯爵の館水車は、1616 年にトウモロコシ製粉を始め、1860 年には製材に用いられたと記録されており、1976 年ナショナルトラストの管理となった。広く国民や地域住民から寄付金を集めて貴重な自然や歴史的な建物を買い取り、保存・活用されている。陶磁器製造への水車の貢献も注目に値する。シーリー水車・チェッドルトン水車が有名で、原料や製品を運ぶための運河が多く作られた。日本では、岐阜県端浪市で釉薬を粉にする水車が用いられていた。イギリスリディッチ･フォーグの製鉄水車では、1730 年から針が製造され、19 世紀末には年間 35 億本の針がここで製造されたという。世界遺産であるドイツランメルスベルク鉱山では、千年以上前に銀、その後は銅、亜鉛、金が採掘されたが、枯れて閉山した。ここではダムと貯水池、用水路などが 800 年間使用され、直径 11 m 、30 ～ 40 馬力の水車 3 台で鉱物の上げ下ろし，鉱夫用エレベーターに利用された。ドイツハイドロワット社製の発電水車「元気くん」は､山梨県都留市役所前で平成 18 年から稼働している。

ルーマニアやポルトガルには、小型ながら古い技術をとどめた水車が数多く残され、文化遺産を形成している。ルーマニアのアストラ博物館は、世界最大の野外博物館で、東京ドーム 75 倍の敷地内に水車や民家､教会など約 150 の建物が移築されている。館内にある水流回転の水車模型は子供たちの遊び場になっている。ルーマニアルダリアのの水車村では水車を観光資源として活用しており、ホリゾンタルミルが 2 台置かれている（図 6-e)。欧米の川は流れが緩やかで、水車には自然を生かしたものが多く、橋のそばには上げ下げ水車（図 6-c）や舟水車（図 6-d）が多く見られた。日本の舟水車は、江戸時代後期から、愛知県矢作川、多摩川や荒川の上流でも使用されていた。天竜川支流の阿多古川には、わが国で唯一の現動製材水車がある。専用のダムを持つ水車小屋はめずらしく、夏場はプール代わりに利用されているという。水田稲作中心の日本では、すべての水はまず水田耕作用が用途の優先順位第 1 位であった。パン食文化圏の大量の小麦粉需要と比べ、大都市以外では大量の米を必要としなかったこともあって、日本の水車はヨーロッパの水車と比較して歴史が浅く、飲料水用の揚水水車が最も古い記録となっている。

イスラム圏においても、主として農業用に揚水水車が用いられた記録が残っている。製粉水車も存在したが、ヨーロッパのような工業用動力源としての使用はなかった。ビザンチン帝国時代の痕跡を残すハマーの水車（ノリア）が有名であり､大規模な 17 基の農地灌漑用水群が現在でも残っていて、観光名所となっている。ハマーの水車は、小さいものでも直径 10 m , 大きなものでは 22 m もある（図 7）。



図7　ハマーの水車

中世ヨーロッパにおける水車の歴史は、パン食文化定着の基礎をなした粉挽き水車の普及から始まったと考えられる。それは、省力効果というよりも、領主である修道院と小作人の関係に根があったようである。領主の製粉所で粉を挽くには、「粉挽き料」という手数料を支払う義務を意味する「禁令」が小作農に課せられていた。小作人たちは高い料率に苦しめられたが、この法令は次第に拡大され、油や葡萄搾り、パン焼きや製鉄にまで手数料が課されるなど、粉挽き水車は、より広範な抑圧のシンボルとなったのである。自由権を得ようとしたセント・オールバンズの農民が、公然と手回し臼で粉を挽き、領主である修道院長に挑んだ事件も起きた。反乱は鎮圧され、修道院は農民の挽き臼を押収し、広間の床に埋め込んだ。50年後の1381年の反乱のとき、農民たちはこの床を掘り起こして挽き臼の破片を分け合ったという。他にも同様の反乱があり、どれも税金や労働奉仕や法的地位についての根深い不満の表れであった。最近の研究によれば、自由な小作農や農奴が保有する独立した水車小屋の存在も明らかにされている。領主による強制を受けない粉挽き水車経済の仕組みが成立していたようである。

4　日野の水車

東京都日野市では、江戸時代後期から昭和30年頃まで、用水の水を利用した精穀水車が通算57台回っていた（図8）。450年前に日野用水が開削されて以来、米作りが盛んとなり、日野は多摩の米蔵と称された。総延長116 km の用水路は残っているが、水車小屋は、向島親水路と水車堀公園の2か所に新規建設されているのみである。

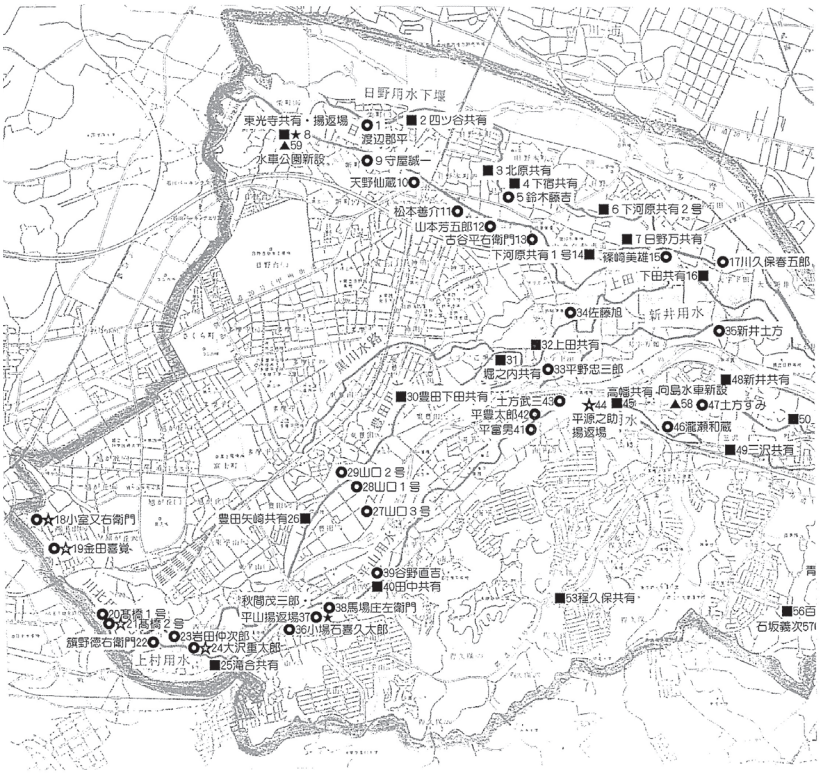


図８　日野の水車位置図

渡辺群平水車、四谷共有水車、下宿共有水車、万願寺共有水車、川久保水車などがあった。『日野市史』によれば、「四ツ家共同水車協議案」が明治 33 年（1900 年）に施行され、水車の使用方法を改めて、世話人の選出や会費の徴収など万般の事務処理が定められたと記されている。明治 31 年（1897 年）に新設された万願寺共有水車は、昭和 10 年に電動機械を入れ、平成 12 年（2000 年）まで用いられたが、24 年に解体された。

上堰用水の主な水車には、東光寺共有水車、北原共有水車、天野仙蔵水車、松本善介水車、伊藤留吉水車などがあった。「共有水車」とは水車仲間の村民が共同出資して作った水車で、養蚕が盛んであった東光寺地区の共有水車では、生糸を商品化するための「揚げ返し場」も併設されていた。伊藤留吉水車については、慶応 3 年（1867 年）水車新築時の記録文書『水車新規仕立て外諸入用一式覚』が残されており、水車研究には欠かせない資料となっている。共有水車が、村民が株式で拠金して作った小規模な精米小屋であったのに対して、個人が経営する精米工場であった個人水車は概して大規模で、「水車と酒造りは金に困らない」と言われたほどである。江戸時代末期、隣宿八王子では織物が盛んになり、人口が増えて白米の需要が高まった。日野宿でも養蚕が盛んになって貨幣経済が進んだ。日野の富裕層の一部が水車を作り、家の臼や地唐臼で精米していた周辺の農民の米・麦・栗・稗を賃搗きした。また、地主の小作米などを買い取り、精米して八王子や立川で販売し、地主たちは小作米を個人水車に売って現金化した。臼数は 2 ～ 30 台で製粉用の挽き臼のあるところが多い。武蔵野の畑作地帯では、小麦を製粉して江戸へ出荷したが、日野には近所に販路があったのである。

5　小水力発電による地域再生

日本は地球儀的にはモンスーン地帯に属し、年間降雨量・降雪量が多く、水資源に恵まれている。さらに、ヨーロッパなど大陸の河川に比較して、上流から下流にかけて急峻な河川の多い日本は、地形的にも水エネルギー資源の利用に適している。水資源の豊富な日本では、夜間・雨天時発電不可能な太陽光発電や、発電量が不安定な風力発電に比べて、水力利用はきめ細かな運用が可能である。灌漑用水がただ流れているような耕作放棄地でも、水力が利用できれば、それによって生活の便宜と豊かさを改善できる可能性がある。太陽光発電や風力発電は、ここ数十年で急速に発展した技術によってもたらされたものであるが、これに対し、水力発電は長い歴史を経て確立してきた技術でもある。また、水の持つエネルギーは落差と水量で決まるので、回収電力量をあらかじめ予測できるという安定性もある。小水力発電には大規模水力発電とは異なる相応の工夫が必要であるが、基本的には慣れ親しんできた工学・電気・土木の常識が適用されるので、原理が理解しやすく、親しみやすい技術である。

2020 年 11 月現在、新型コロナウイルスの世界的拡大、パンデミックの嵐は、収束する気配を見せず、東京における 1 日の感染者数が 200 人以上ということも多くなった。コロナ禍によってあぶりだされた人類の現実＝格差・差別・貧困に対し、環境科学は、分析・提言・行動する義務があるのではなかろうか。コロナ収束後の未来社会を展望するうえで、化石燃料から再生可能エネルギー（自然エネルギー）への穏やかな移行、東京一極集中型から地域内循環型経済への移行、さらに、世代間を超えた協力の見直しというパラダイムの転換を図ることが重要だと思われる。アメリカの著名な物理学者エイモリー・ロビンス氏は 2014 年、次のような指摘をしている。「日本はエネルギー小国だと思い込んでいるが、実際は再生可能エネルギーが主要工業国の中でも最も豊富であり、その保有量はドイツの 9 倍と試算される。」つまり、日本は潜在的な再エネ大国であるにかかわらず、力が発揮されていないのである。地方に眠る国産の自然エネルギーを現代のテクノロジーで蘇らせることが可能になってきている。新しい分散型社会の中心技術が再生可能エネルギーによる発電事業である。安定性の高い小水力発電を基幹として、他のクリーンエネルギー資源を組み合わせてエネルギーの地産地消を実現させた地域が続々と現れてきている。ここにその実例を紹介することとする。

福島県土湯温泉は、バブル経済の崩壊を経て客足が次第に遠のき、東日本大震災後には、16 軒あった温泉旅館のうち 5 軒が廃業に追い込まれたという。土湯温泉を消滅の危機から救った立役者は、地熱バイナリー発電所であった。バイナリーとは 2 つという意味で、温泉熱と有機媒体ペンタンの 2 つの熱系統を使うことを指している。ペンタン C_5H_{12} は、沸点 36℃の炭化水素で、温泉熱を利用して気化させ、その蒸気でタービンを回して発電する。温泉のお湯は、熱交換機を通る際に熱を少し奪われるだけでペンタンとは一切触れることなく、成分はそのままで温泉街に供給される。土湯温泉におけるもう一つの発電事業が小水力発電である。町を流れるいくつもの川に 35 基の砂防堰提が設置されており、その豊かな水と高低差に着目して、堰提横に水力発電所が建設され、2015 年 5 月に竣工、運転が開始された。ここで作られた電気も固定価格買取制度（FIT）に基づいて電力会社に売電されている。地熱バイナリー発電と小水力発電を合わせた売電収入は年間 1 億 2 千万円にのぼり、加えて、温泉

街の一般家庭と旅館を合わせた町全体の電力を自給自足している。土湯温泉では、このようにエネルギーの地産地消が実現し、地元に大きな富をもたらした。余った温水によるエビ養殖事業も順調に進んでいるという。

岐阜県と福井県の県境、霊峰白山の登山口標高 700 m の山間に石徹白（いとしろ）集落はある。2018 年、集落の人口は 250 人、高齢化が進んで限界集落となり、一時は地域消滅の危機を迎えた。そんな石徹白集落が今、地域を流れる豊かな水を活かした小水力発電の導入で活気づき、30 代、40 代の若い移住者が相次ぎ、人口増加に転じたというのである。集落の中心部にはひときわ目立つ直径３m の上掛け水車がある。農業用水の流れを利用して一般家庭 4 世帯分の電気を作り出し、隣にある農産物加工工場にも供給している。集落の名産品は非常に甘いトウモロコシで、農協などの流通には乗らず、インターネットや直売所でしか購入できない貴重品であるため、あっという間に完売するのだという。さらに、近隣の道路脇の水路には、幅 1 m ほどの螺旋型水車発電機が設置されている。出力 0.8 kW 、メンテナンスが簡単で、2009 年から 10 年たってもトラブルなく運転を続けている。2013 年に岐阜県が石徹白集落にある農業用水路を使った水力発電所を造りたいと連絡してきたことをきっかけとして、地域にお金が還元されるような仕組みを作ろうと住民 17 名が立ち上がり、集落の全世帯から出資金を募って発電所建設のための新しい農協を設立、2016 年 6 月、「石徹白番場清流発電所」が稼働した。出力 125 kW で、発電量は約 130 世帯分と、石徹白の全世帯分を上回る発電を続けている。北陸電力への売電収入は年間 2400 万円にものぼり、収益はすべて地元に還元されている。移住者が増えたことで集落に活気が戻り始め、集落の願いであった「将来にわたっても石徹白小学校を残す」というスローガンの通り、4 人まで減っていた生徒数が 2009 年には 9 人にまで増えた。

2019 年 9 月千葉市付近に上陸した台風 15 号は、最大瞬間風速 57.5 m という観測史上最強の暴風を吹かせた。この影響で約 2 千本の電柱が倒壊し、房総半島を中心に最大 16 日間に及ぶ大停電が起こったが、その原因は杉の倒木にあったと言われている。倒れた木の多くは、地元特産で 250 年以上前から植林されてきたサンブスギであった。幹の途中で折れたサンブスギの断面は、円形ではなく、溝が入ったような状態で歪んでいた。これはいわゆる「非赤枯性溝腐病」という千葉県の風土病で、枝打ち作業をせずに放置したために、木が弱って病気にかかったのである。

全国で林業が衰退して森の荒廃が進む中、林業の再生によって若い人たちが増え続けている「奇跡の村」が存在する。岡山県北部、人口 1500 人の西粟倉村である。西粟倉村では、捨てられていた間伐材で高品質の手作り家具を製作・販売し年商 3 億円を生み出した。2008 年に打ち出された「百年の森林構想」が始まりであった。山を村が 10 年間一括管理・運営し、得られた利益を所有者に還元することを条件に間伐材を搬出する仕組みを確立したのである。特筆すべきは、村が起業家を一般募集し、ローカルベンチャースクールを開催し、若い起業家の育成に成功した点である。若い移住者は延べ 180 人、34 社が起業し、年間 15 億円を売り上げたという。村の産業経済の基盤となったのは、2015 年に再整備された小水力発電所で、290 kW の出力を誇り、約 400 世帯分の発電を続けている。さらに、2020 年 12 月には、200 kW の第 2 発電所が完成予定で、2 つの発電収入を合わせると年間 1 億円以上になる

計算である。小水力発電による売電収入で得たお金が、村の 93 % を占める山に投入され、山が活性化し、バイオマス（木質チップボイラー）技術で熱利用されることにより、新たな雇用が生まれている。小水力発電は村のリーディングプロジェクトであり、西粟倉村改革の原資を生み出しているのである。

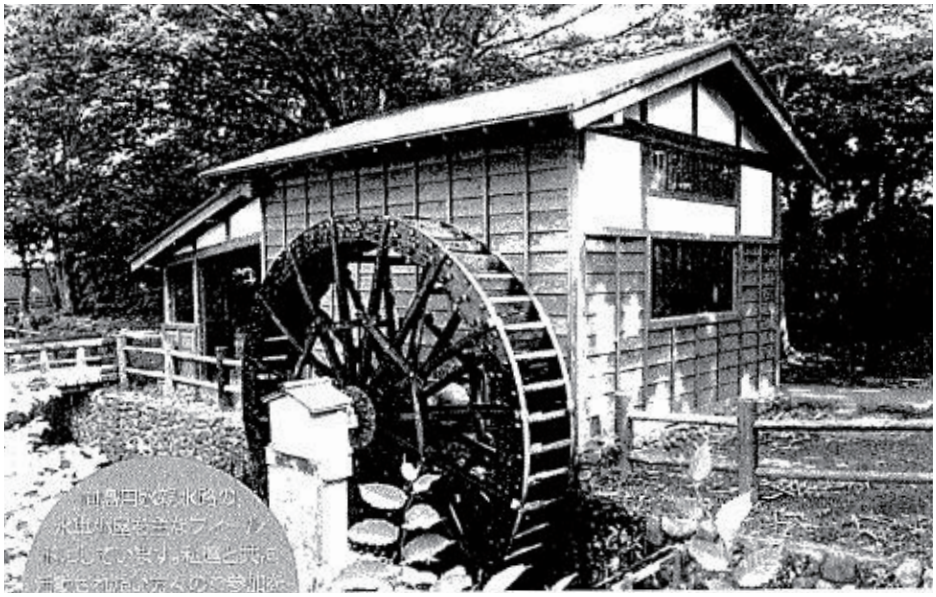
6　結びにかえて―日野市における水辺空間の活路

世界の水車、日本の水車の用途、歴史を概観し、水車がローテクながら衣食住を支える産業と深くかかわり、そこでの発明・工夫が後の技術革新の原動力となったことを確認してきた。

地球上に暮らすわれわれが使うエネルギーの起源は、すべて太陽エネルギーである。化石燃料と核燃料は地下資源であって、その枯渇と廃棄物（CO_2, 放射能）処理が現在最大の環境問題を引き起こしている。これに対して、政令で定められている「再生可能エネルギー」（太陽光・風力・水力・地熱・太陽熱・自然界の熱・バイオマスの 7 種）は、みな日常的にわれわれが実感できる、地表に存在するエネルギー資源である。違いはそれだけではなく、前者が大規模集中型高電圧送電網システムに依拠せざるを得ないのに対して、後者の自然エネルギーは、地産地消を可能とする分散型電源として、持続可能な地域づくりに直結するということでもある。

エネルギー政策の世界的な流れを見据え、日野市「小水力発電を実現する市民の会」では、市内用水路におけるマイクロ水力発電（発電出力 100 kW 以下）の可能性を探ってきた。市内に現存する水車小屋の一つ「向島用水親水路水車小屋」（図 9-a）は、精米体験のような環境学習や地域コミュニティの場として活用されているが、日常的な発電は行なわれていない。図 9(b) に示したようなマイクロ水力発電が日野用水で実現することが望まれるが、そのためには用水の存続が条件となる。

2022 年には、生産緑地 30 年期限問題（農地の解除・継続の選択）で、農家には厳しい判断が迫られ、田んぼ面積の減少に拍車がかかることは避けられない（図 10）。日野の水文化を育み、自然環境、生態系、防災など、はかり知れない恩恵を市民にもたらしてきた市内用水路網（図 11）の存続について、かつての日野の田園風景へのノスタルジックな価値をアプリオリに地域に提案することは望ましくない。行政や専門家は、市民の生活感覚・生活知を抑え込んではならないと考える。用水保全の試みと都市農業との接点がない現状を打開する市民運動が不可欠であろう。



（a）　向島用水親水路水車小屋



（b）　マイクロ水力発電に使われている水車（長野県）

図９　日野の水車小屋と発電水車

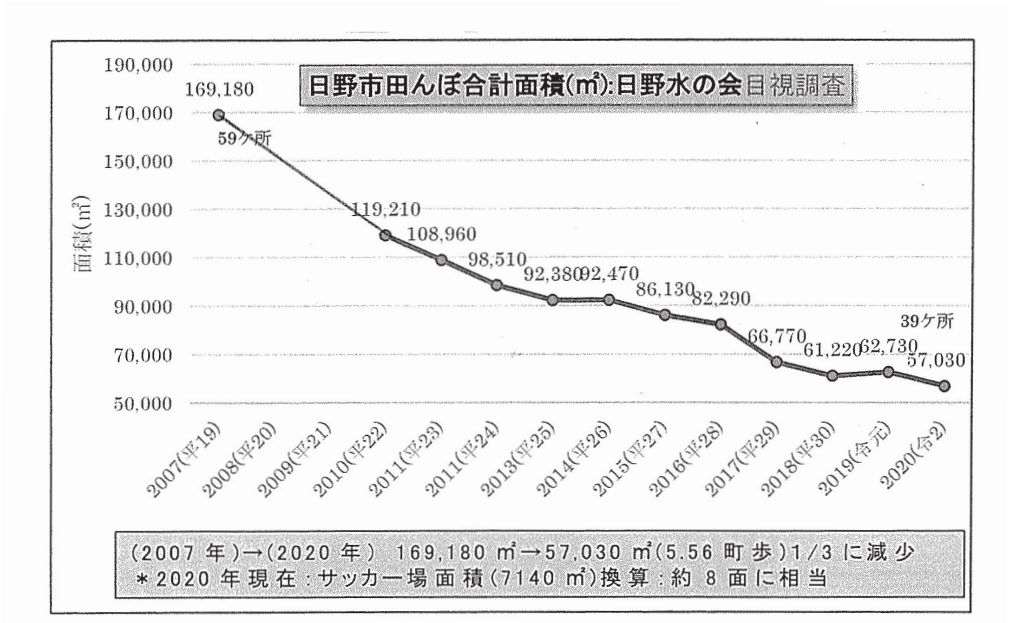


図 10　日野市田んぼ面積の変遷

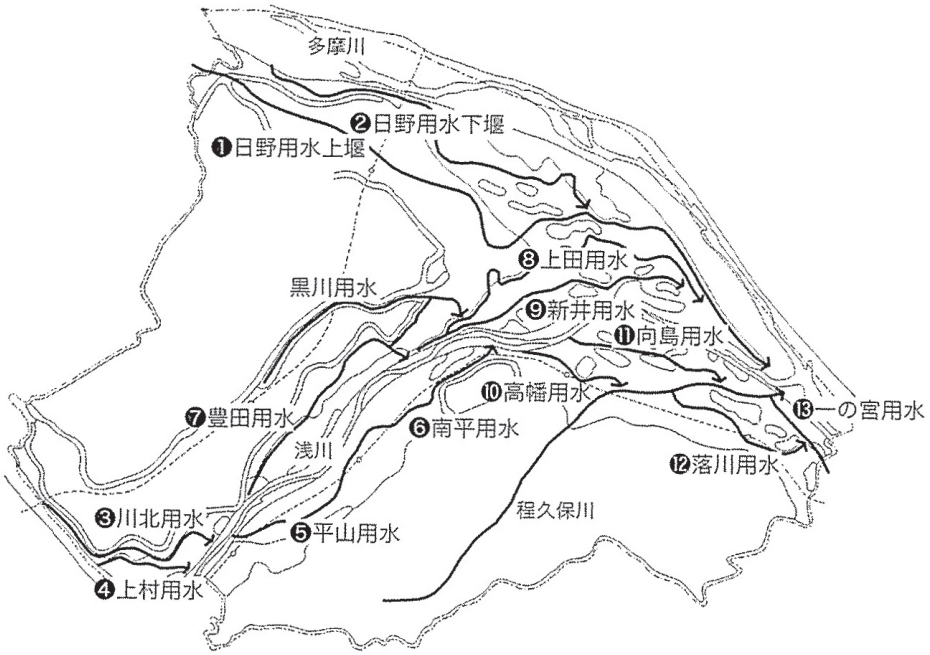


図 11　日野市内を流れる用水

参考文献

吉田燿子（2000）『水車の作り方の本』小学館文庫 .
ジョセフ・ギース / フランシス・ギース　栗原泉訳（2019）『大聖堂・製鉄・水車』講談社学術文庫 .
川上顕次郎（2005）『日本の水車』オフィス HANS.
日野市環境共生部緑と清流課（2017）『日野用水 450 年 !―昨日と今日、そして明日へ―』日野用水開削 450 周年記念事業推進委員会 .