

# 那須野ヶ原土地改良区連合における水力発電 等再生可能エネルギーの取り組み

The match by which small hydroelectric project in Nasunogahara land  
improvement district union is renewable energy

星野恵美子\*

## 1. はじめに

那須野ヶ原土地改良区連合の愛称は『水土里ネット那須野ヶ原』と称し、人間を始めとする地球上の生物にとって必需品である『水』を扱っている。日本には毛細血管のように、40万 km にも及ぶ水路網を大地に張り巡らせてきた農民達の労働蓄積がある。

しかし、限りある水を周到に使い回す水利システムや今日まで育まれてきた水の文化が、高齢化に伴う担い手農家の減少やグローバル化の進展に伴って、失われつつある。こうした仕組みの弱体化は、日本を補ってきた多くの農業・農村の機能が消えてしまうことを意味しているとも言える。

その観点から当地では、未利用エネルギーの開発支援など農業・農村における宝探しのための新たな試みや、土地改良施設見学（毎年/6,500人受入）、施設めぐりや田んぼの学校開設などの学校教育支援、土地改良施設を開放したカヌースラローム大会、日本学生トライアスロン大会、健康ウォークなどのスポーツ振興支援など、女性の視点から企画した様々な都市と農村の交流活動を積極的に実践し、地域と共に歩む組織を目指している。

## 2. 活動エリア

栃木県の北東部に位置し、那珂川と箒川に挟まれた約4万 haの広大な複合扇状地に約4,300 haの受益地が点在する。関係市是那須塩原市・大田原市である。この地域の扇中央部から扇頂部にかけては古くから水に乏しく、人の住みつきにも制限を余儀なくされ、長い間、水との闘いを強いられてきた地域である。

昭和42年（1967年）に地元の長年の夢が叶って農林水産省直轄事業として国営那須野ヶ原総合開発

事業が着工した。那珂川上流に有効貯水量約2,100万 m<sup>3</sup>の深山ダムを築造するとともに、120万 m<sup>3</sup>の赤田調整池、100万 m<sup>3</sup>の戸田調整池を新設して水源を確保するほか、板室ダム、西岩崎頭首工、新・旧木ノ俣頭首工等の移設、改修等が行なわれ、幹線・支線水路延長約330 kmが更新整備された。那須野ヶ原扇状地に無尽蔵に張り巡らされている用水路は落差が大きい。このため、所々に落差工を設け減勢し下流に配水するという構造になっている。気付けば、至る所が水力発電の可能性を秘めている。こうした条件に沿って、土地改良施設の維持管理費を軽減することを目的として小水力発電所の建設に至る。この発電所が、当連合における再生可能エネルギー開発の原点として、戸田調整池に併設された。国営土地改良事業としては我が国で初めて計画、設置され、『那須野ヶ原発電所』と名付けられた。現在、順調に運転を行っており、国産クリーンエネルギーの開発に大きく寄与してきた。この小水力発電事業の導入を機に、農家負担の軽減に寄与すべく、様々な再生可能エネルギーの推進事業に取り組んできたので紹介しよう。

## 3. 農村地域には資源がいっぱい

昨今、小水力発電事業の事例地区として、当地区が注目されている。確かに、小さいながらも大小様々な小水力発電所を建設してきたことは事実である。そもそも、水土里ネット（土地改良区等の愛称）のフィールドは水や耕地である。水路などの農業施設も存在し、自然エネルギーの宝庫でもあり、水・太陽光・風・家畜排泄物などのバイオマス利用も可能な条件が整っている。

当地は、那須おろしで有名な“からっ風”が吹く

\* 那須野ヶ原土地改良区連合 専務理事

ため、風力発電の可能性も検討した。しかし、からっ風のような突風は風力発電には適さず、年間の利用率は19%にも満たないという試算結果が得られ、風力利用については当分、技術の推移を見極める必要性を感じた。

次に、太陽光を検討した。4万 ha に広がる広大な那須野ヶ原扇状地は平野部が多いうえ、赤田・戸田調整池などの農業施設を有効に利用することにより、太陽光発電が可能と考えたからである。堤体斜面に発電パネルを張り付けることにより、草刈りなどの管理経費を低減させる一方、発電した電力を土地改良施設の電源に供給し、維持管理費の軽減と未利用エネルギーの有効活用を図ろうと試みた。

まずは、土地条件など実現可能な要件が良好であることから、地元企業との連携のもと、平成18年度から次世代エネルギー推進のため、戸田調整池を利用した「太陽光発電新技術等フィールドテスト事業」を、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）との共同研究により開始した。

平成26年度には赤田調整池敷地内に400 kWの太陽光発電所も導入（写真1）した。長期的な観点から、農地シェアリングも視野に入れながら、未来図を描こうと考えている。

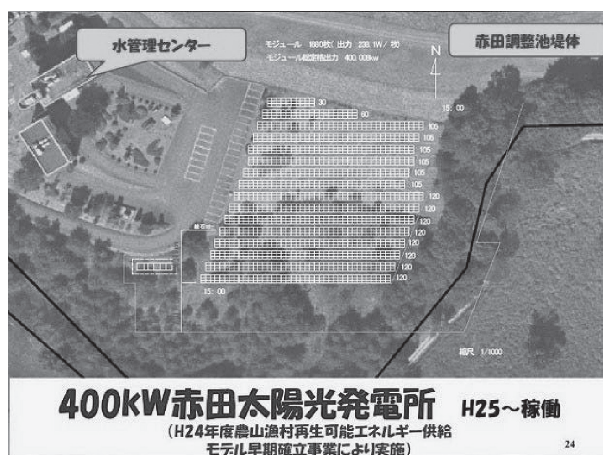


写真1 赤田太陽光発電所全景

また、家畜排泄物である家畜糞尿の活用についても検討している。

内地で一番の生乳生産量に比例して大量の家畜排泄物が存在する地域の特性を考慮しての思考である。バイオガス利用に適しているスラリー状のふん尿だけでも、毎日およそ1,230トンも排出される。このため、バイオガス発電導入のための可能性調査を行ってきた。バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業・同事業調査等、NEDOとの共同研究な

どによる各種調査を踏まえつつ、発酵残渣による液肥利活用実証事業を独自の事業として展開中である。

液肥実証試験の内容は、バイオガスプラントから排出される消化液（発酵残渣）の大地還元の可能性を見極めつつプラント稼働の経済性を検証するもので、水稻（コシヒカリでは日本初）、二条大麦、大豆、菜種の4種について検証した。中でも大豆・二条大麦の成績は抜群であった。二条大麦は水稻との輪作を行うことにより、50 kg/10aの収量増が明らかになった。また、大豆にあっては、消化液区が236 kg/10a（大粒：89%、中粒10%、小粒1%）、慣行区が153 kg（大粒：90%、中粒9%、小粒1%）などの成果が得られ、化学肥料の施肥と遜色ないという結果が得られている。病気や害虫による被害は殆ど無く、収量も勝っている結果が得られている。

家畜排泄物は捨てれば産業廃棄物、使えば資源となる。捨てるシステムから、活用する方向へシフトすることの必要性は明らかであり、資源のリサイクルに努めていきたいと非常に意欲を燃やしている。

こうした経緯を踏まえ、あらゆる再生可能エネルギーの活用について、具体的な調査研究を進める中で、那須野ヶ原扇状地に無尽蔵に張り巡らされている用水路の落差に注目したのは自然の流れであった。所々に落差工を設け減勢し下流に配水するという用水路の構造は、実はエネルギーを殺していることになり、至る所が水力発電の可能性を秘めている。現地調査等を踏まえ、水力発電所として効率的な地点が何地点か存在するため、平成16年度から「ハイドロバレー計画開発促進調査」がNEF（財団法人 新エネルギー財団）直轄調査が開始された。この結果、効率の良い地点が数カ所発掘されたことにより、経済性等の優先順位を定めつつ、次の通り、様々なスタイルの発電所建設に至ったといっている。

#### (1) パイプラインの遊休落差を活用した那須野ヶ原発電所

この発電所は、国営那須野原地区で建設された戸田調整池に導水する戸田東用水路の遊休落差を利用しており、平成4年6月から稼働している。

戸田東用水路は、上段東幹線用水路および新・旧木ノ俣用水路の落水を戸田調整池に導水する延長約1,400 mのパイプラインである。この間に生じる約30 mの落差を減圧弁により減圧後、戸田調整池に注水する。用水路の落差を利用した農業用水完全従

属型の流れ込み式発電所である。(図1)

発生電力は、一旦東京電力の送電系統に送電し、同社の送・配電線を利用して地区内の各土地改良施設に供給される方式であるが、電気事業法上は自家発電施設として位置付けられている。しかしながら、FIT制度が制定されていない時期の導入であったため、電力会社との売電交渉は大変であった。

最大使用水量 1.60 m<sup>3</sup>/s、有効落差 28.0 m を得て横軸フランシス水車発電機 1 台を運転し、最大出力 340 kW を発電する。放水管路(鉄筋コンクリート管 φ 1,200 mm×68 m)を経て戸田調整池へ放流するという仕組みだ。なお、運転管理は、発電所から約 18 km 離れた位置にある那須野ヶ原総合開発水管理センターにおいて遠方監視制御装置により随時制御を行うこととし、上水槽(ヘッドタンク)水位により応動する応水制御装置によって農業用水の流量に応じて自動的に起動、出力調整並びに停止させる全自動制御方式とした。

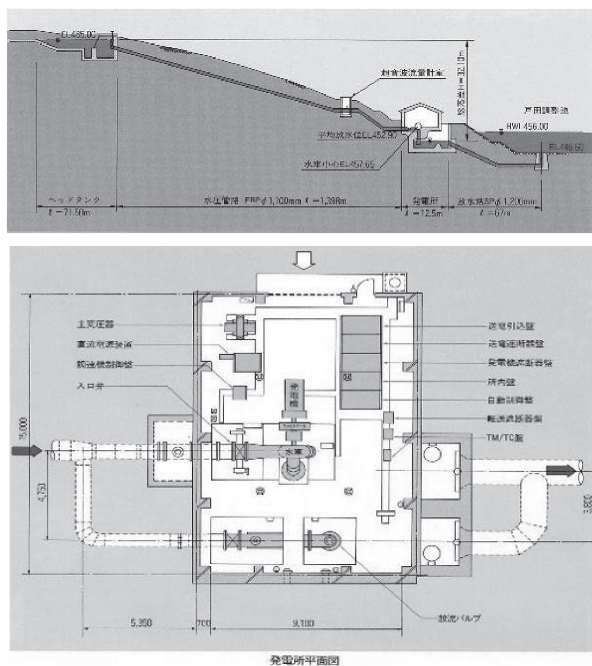


図1 那須野ヶ原発電所 縦・断面図

## (2) 開水路落差工用発電システムによる百村第一・第二発電所

農業水利施設に潜在する遊休落差を利用して発電を行い、国産クリーンエネルギーの開発等に資し、当地域のエネルギーの地産地消を目的とする。ハイドロバレー計画開発促進調査に基づく調査並びに低落差発電機の開発に貢献するため、平成 16 年 4 月から平成 17 年 9 月末まで当連合の管理する水路を

利用した実証試験を実施しており、その実証試験を踏まえて、平成 17 年度に導入したものである。発生電力はすべて水利施設の電源として供給される。水利施設とは農業用水の遠方監視及びゲート制御施設等であるが、降雨時は地域の雨水排水の排除(洪水対策)にも使用している。これらの水利施設は、防火用水など様々な地域用水施設としても位置付けられている重要な施設で、極めて公共性が高い。

農林水産省補助事業により導入した 1 基は、平成 16 年度からの新規事業「新農業水利システム保全対策事業」のセミハード事業により対応した。この事業は、農業水利システムの保全を図る計画策定(ソフト事業)と施設整備(セミハード事業)を一体的に実施し、農業の構造改革と施設管理の省力化を同時に実現するものである。百村第一・第二発電所の直下流に手動巻き上げ機により操作する分水工が整備されていた。しかしながら、受益者の高齢化が進み、迅速なゲート操作に支障をきたし、20 km 離れた当土地改良区連合事務所から職員が出向き操作を行ってきた。このため、管理の省力化を図る必要に迫られ、ゲートの自動化を行った。それに伴う補助電源確保のためにひらめいたのが、直上流の落差工を利用した発電システムを導入することであった。

本事業により発電設備を設置する場合、受電する施設の需要電力とバランスが取れていることが条件となり、必要以上の発電設備の導入が認められず、発電施設とゲート自動化の電力需給バランスを確保しなければならない。このため、(全国土地改良事業団体連合会発行の小水力発電の手引き参照)小水力発電施設の L5 出力の計算式に基づき算出した結果、最大出力 30 kW1 基の導入が可能となった。(図 2)

- ・ 発電施設の規模 (L5 出力) ≤ 土地改良施設の操作に必要な出力の合計値
- ・ 発電による売電料金 ≤ 土地改良施設の消費電力料

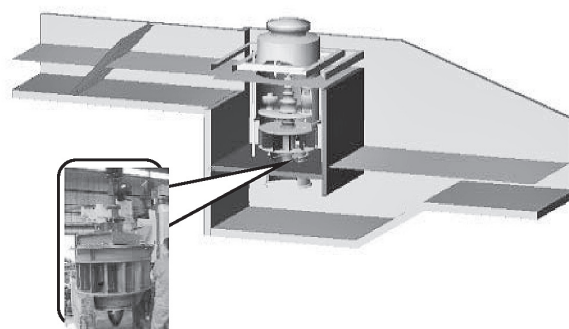


図2 百村第一・第二発電所の構造

金+施設管理経費

※ L5 出力：昭和 58 年（1983 年）5 月 9 日付け、農林水産省「かんがい排水事業における水力発電施設の取り扱いに係る確認メモ」による。

また、発電施設から負荷施設までの距離が L = 300 m 以上離れていることから、この間の電線の敷設や施設の維持管理を考えた場合、一時的に東電に売り渡し、必要電力を購入することが合理的と判断した。

さて、この発電所のように最大出力 30 kW 程度の小さい発電所の採算性を確保するためには、スケールメリットを考慮する必要がある。このため、併せて 4 基の発電所を一括導入することとし、農林水産省補助事業の他、3 基は NEDO からの補助金 3/10 の助成金を受け実施している。

(3) 開水路にパイプラインを敷設した臺沼第一・第二発電所

平成 21 年 2 月には、2 カ所併せて最大出力 540 kW の臺沼第一・第二発電所を稼働させた。農業用水路に潜在する未利用エネルギーを活用して水力発電を行い、土地改良施設の電源の確保と同時に、二酸化炭素排出量の削減を図り、地球温暖化防止に貢献することを目的としており、先進的取り組みの一事例である。

臺沼第一発電所は、横軸フランシス水車により年間約 130 万 kW（一般家庭約 350 軒分）の発生電力量を見込んでいる。最大使用水量 1.6 m<sup>3</sup>/s、総落差 29.11 m、最大出力 340 kW となる。臺沼第二発電所は、横軸軸流プロペラ水車であり、年間約 50 万 kW（一般家庭約 138 軒分）の発生電力量を見込み、最大使用水量 1.6 m<sup>3</sup>/s、総落差 15.51 m、最大出力 170 kW である。（図 3）

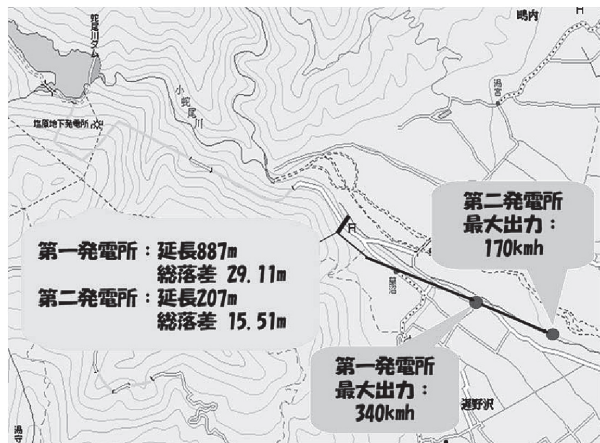


図 3 臺沼第一・第二発電所位置図

これら二つの発電所の特徴は、対象用水路である臺沼用水路をヘッドタンクに置き換え、工事費の低減を図りつつ、同用水路に新設する水圧管路延長 887 m（材質：鋼管・FRPM 管ダクトイル 鋳鉄管）により各発電所まで導水、発電後、放水路で同用水路に放流する形式とし、水力設備の一般的な設備である取水堰・取水口・導水路・余水吐を省略した。

また、ヘッドタンク設置地点直上流には、臺沼用水路の沈砂池があり、この沈砂池は発電に必要と考えられる沈砂機能を有していることから、沈砂池も設置不要とした。更には、既設制水ゲートも設置されているため、ゲートの設置も省くことができた。

このように、農業用水路などの土地改良施設を利用した小水力発電システムは、既存設備の利用が可能であることから、発電所建設の過程における CO<sub>2</sub> 排出量が極めて少なく、風力・太陽光に比べてもその効果は絶大。本発電所は、従来型の水力に対し半分、太陽光の 10 分の 1 の排出量に留まったことは参考にすべき点であろう。

(4) 既存水路に併設して圧力管を設置した新青木発電所

当該地点は、すでにハイドロバレー計画開発促進調査が行われていたが、概算総事業費が約 14 億円という極めて高額であったことに鑑み、導入は見合わせざるを得なかった。しかしながら、平成 24 年 7 月からの固定価格買取制度導入を見据え、急遽、従来から組織していた内部の『那須野ヶ原自然エネルギー普及・開発検討会』により概算設計書の見直しを行ったところ、ほぼ半額程度で効率の良い発電所が設置可能との判断に至り、同年、単独事業により実施設計書作成業務を発注。続いて、エネ庁への認証手続き並びに系統関係協議等を経て、平成 25



写真 2 新青木発電所全景

年度の工事実施に至る。この間、ハイドロパレー計画開発促進調査に基づく基礎データが整っていたことに起因して極めて短期間の中での事業施工が実現したことは、改めて、事前調査の必要性を痛感することとなった。発電所概要は、新青木発電所概要に示すとおりだが、最大出力 500 kW と地区内最大規模の発電所が誕生した。(写真 2)

#### (5) 環境省の市民共同発電推進事業を活用した那須野ヶ原用水ウォーターパーク

平成 22 年 4 月に開園した。(写真 3)



写真 3 那須野ヶ原用水ウォーターパーク

農業用水路に小水力発電設備等を設置して、これらを活用した自然エネルギー教育と多くの方々に「未利用エネルギーの活用」を身近に感じ、具体的なイメージを掴んでいただくことは、再生可能エネルギーの利用拡大と環境意識の向上に寄与することとして整備したものである。

日本三大疏水である「那須疏水」を利用した展示用小水力発電システムと太陽光・風力を電源とした歩道照明、LED 電球を使った「疏水のあかり」や EV への充電が可能な「パーク分電盤」なども設置した。

隣接地の千本松牧場から施設へのアクセスとして間伐材を利用した木道も整備している。一見の価値あり。

#### 4. まとめ

我が国の食糧自給率はおよそ 37%、エネルギー自給率は何と 4% 程度である。4% を一日に使用できる電力に換算すると僅か、1 時間程度しか利用できないとか。23 時間は、電車も走らなければ、パソコンを使うことも出来ない。寒い冬の暖房はもち

ろん、夏の暑い日々冷房を使うことも出来ないことになる。もちろん、ライスセンターも冷蔵庫も機能しなくなるため、命をつなぐために不可欠な食糧備蓄はどうなるのだろうか、と不安は尽きない。

これらに鑑みて、当地では、農業・エネルギー・教育を 3 つの柱とした持続可能な社会モデルを創造するため、再生可能エネルギー利用の体験学習広場などを設立するための異業種連携 (LLP 事業組合) による組織を、平成 19 年 2 月に立ち上げた。水土里ネットの職員、農家、燃料電池開発を手がける地元企業、電気屋さん、旅館経営者、土建業などが集まり、自然エネルギーの有効利用に意欲を燃やしている。

また、那須塩原市内に新電力(株)を設立するため、那須塩原市、地元企業等の有志らとともに、課題の整理や合意形成に向けた意見交換会などを通し準備を進めている。

一方、気候変動がますます顕著になる中、当地での些細な取り組みが大きな力となって、抑制効果を発揮することを願いつつ、平成 26 年から NPO 法人「1000 年の森を育てるみんなの会」を設立した。太陽エネルギーの原点である水を生み出す森の健全な育成に向けて、地域住民と共に水源林育成事業にも取り組んでいる。森の健康診断や鳥の大家さんと題した巣箱づくりをはじめ、国土緑化推進機構の助成による森の幼稚園創設のためのワークショップを定期的に開催するなどの活動も行っている。

「那須野ヶ原モデル」としてのこうした様々な取り組みが広く活用され、地球上の生き物すべてに貢献できることを願いつつ。

#### プロフィール



星野 恵美子 (ほしの えみこ)

1976 年に那須野ヶ原土地改良区連合に就職後、事務局長、参事を経て 2018 年に専務理事 (兼ダム水路主任技術者) に就任し現在に至る。この間、那須野ヶ原発電所 (1992 年)、百村第一・第二発電所 (2006 年)、蓼沼第一・第二発電所 (2009 年)、赤田太陽光発電所 (2013 年)、新青木発電所 (2014 年) を運開した。現在、那須塩原市環境連絡会副会長、福島県再生可能エネルギー導入推進連絡会委員、栃木小水力利用推進協議会副会長、農研機構農村工学研究部門中課題検討会外部有識者、全国小水力利用推進協議会顧問、那須塩原市上下水道事業審議会委員を兼務し、全国各界、団体等への講師、農業土木

学会誌などへの執筆を行っている。

受賞歴：水資源功労賞受賞（1990）、21世紀土地改良区創造運動大賞受賞（2003）、日本水大賞：農林水産大臣賞受賞（2005）、むらの伝統文化顕彰 農林水産省農村振興局長賞受賞（2008）、地球温暖化「一品・一村知恵の輪づくり」事業、栃木大会最優秀賞

受賞（2008）、ストップ温暖化「一村・一品大作戦」全国大会 環境大臣賞受賞（2009）、農業農村整備事業広報大賞 優秀賞受賞（2009）、田んぼの学校「那須苗取り田植唄保存会」第4回地域再生大賞受賞（2013）