



水の文化
小水力の
包蔵力

ポテンシャル



- 倉阪秀史「中山間地はエネルギー先進地域」
三野 徹「水路を『共の論理』で運用する」
編集部「働く水車が伝える水のポテンシャル」
小林 久「エネルギー自立型から供給型へ」
(財)新エネルギー財団「環境を自分たちの力で守るエコ意識」
阿部敏明「排出量取引の現状」
水の文化楽習実践取材「ミニ発電でくるくる地域づくり」
永島敏行「水、土、木、無心になれるもの」
古賀邦雄 水の文化書誌「水路」



小水力の包蔵力

ポテンシャル

「日本は水力発電の国」

終戦後から高度経済成長期までの日本のエネルギー政策は、風土や気象条件を生かした水力でやっていく、というものでした。

火力と水力が逆転したのが、1955年。以来、電力供給の多くを火力、そして原子力が担うようになりました。

そんなエネルギー事情は、温室効果ガスという視点から、今、変革を求められています。

落差と流量が生み出す水エネルギー。

その包蔵力は意外なほど大きく、物理的な力を超えて、人と社会の包蔵力まで引き出す勢いを持っています。

日本は小水力のポテンシャルを生かして持続可能な国を目指すことができるのでしょうか。

愛媛県新居浜市には、住友グループの礎となった別子銅山関連の近代産業遺産が数多く残されている。

この端出場（はでば）旧水力発電所もその遺産の1つで、別子銅山へ電気を供給するため1912年（明治45）に建築され、1970年（昭和45）まで稼働を続けた。

明治後期、大量出鉱体制を整えつつあった別子銅山は、電力の増強が課題であった。そこで銅山川とその支流を利用した水力発電を行なうこととした。

集められた水は、第三通洞《1905年（明治38）貫通》と日浦通洞《1911年（明治44）貫通》を通り、水路で石ヶ山丈（海拔約750m）の水槽まで誘導し、落差597.18mを利用して発電した。

1973年（昭和48）別子銅山の坑道は海面下1,000mの深部に至り、地圧と地熱の増大により283年の歴史を閉じ、閉山する。

発電所は廃止されたが、煉瓦造の建物内に残る、ドイツ・シーメンス社製の発電機や同国フォイト社製の水車は、建築物とともに、運転開始時の姿を残す貴重な文化財である。

このような発電所が全国にどのくらいあるのだろうか。それらを眠りから醒し、新たに稼働させることは望めないのだろうか。



水の文化 28号 2008年2月

特集「小水力の包蔵力」
ポテンシャル

永続地帯指標から見る小水力と地域づくり

中山間地はエネルギー先進地域 倉阪秀史

水路をエネルギーの路へ 三野徹

水路を「共の論理」で運用する 10

みたか水車博物館

働く水車が伝える水のポテンシャル 小坂克信 16

地域小水力発電のポテンシャル

エネルギー自立型から供給型へ 小林久 22

小水力発電の普及は住民参加型の発電所運営が鍵

環境を自分たちの力で守るエコ意識 (財)新エネルギー財団 28

市場原理を利用した気候変動回避への取り組み

排出量取引の現状 阿部敏明 32

水の文化学習実践取材

〈長野県大町市〉NPO地域づくり工房 編集部 38

ミニ発電でくるくる地域づくり 編集部 38

みずだより水、土、木、無心になれるもの 永島敏行 44

水の文化書誌 水路 古賀邦雄 46

文化をつくる小水力の包蔵力 編集部 48

2007ミツカン水の文化交流フォーラム レポート 50

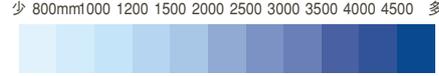
インフォメーション 51

エネルギー永続地帯

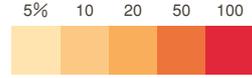
100%以上一覧 (2006)

市町村	指標%	主要エネルギー
1 福島県河沼郡柳津町	3,290	地熱
2 大分県玖珠郡九重町	3,123	地熱
3 群馬県吾妻郡六合村	1,333	小水力
4 青森県下北郡東通村	1,269	風力
5 熊本県球磨郡五木村	907	小水力
6 宮崎県児湯郡西米良村	774	小水力
7 長野県下水内郡栄村	759	小水力
8 山梨県南巨摩郡早川町	717	小水力
9 岩手県岩手郡零石町	709	地熱
10 北海道苫前郡苫前町	702	風力
11 熊本県球磨郡山江村	501	小水力
12 神奈川県足柄上郡山北町	464	小水力
13 熊本県球磨郡水上村	406	小水力
14 北海道有珠郡壮瞥町	401	小水力
15 北海道茅部郡森町	391	地熱
16 北海道磯谷郡蘭越町	385	小水力
17 奈良県吉野郡上北山村	362	小水力
18 北海道天塩郡幌延町	347	風力
19 長野県南佐久郡小海町	342	小水力
20 宮城県刈田郡七ヶ宿町	339	小水力
21 青森県上北郡六ヶ所村	337	風力
22 北海道虻田郡二セコ町	320	小水力
23 秋田県鹿角市	317	地熱
24 岡山県真庭郡新庄村	293	小水力
25 新潟県糸魚川市	291	小水力 + パイオ
26 福島県麻郡磐梯町	284	小水力
27 山形県西村山郡西川町	283	小水力
28 長野県下伊那郡泰阜村	271	小水力
29 熊本県上益城郡山都町	255	小水力
30 青森県上北郡横浜町	250	風力
31 岩手県八幡平市	245	地熱
32 長野県下伊那郡阿南町	245	小水力
33 鹿児島県肝属郡南大隅町	236	風力
34 岡山県苫田郡鏡野町	236	小水力
35 岩手県岩手郡葛巻町	233	風力
36 北海道上川郡愛別町	231	小水力
37 高知県高岡郡津野町	225	風力
38 長野県下伊那郡阿智村	219	小水力
39 愛媛県上浮穴郡久万高原町	209	小水力
40 群馬県利根郡片品村	206	小水力
41 高知県長岡郡大豊町	203	小水力
42 新潟県東蒲原郡阿賀町	202	小水力
43 宮崎県児湯郡川南町	195	小水力
44 静岡県富士郡芝川町	189	小水力
45 岩手県下閉伊郡川井村	188	小水力
46 長崎県北松浦郡鹿町	181	風力
47 長野県木曾郡上松町	179	小水力
48 熊本県阿蘇郡小国町	179	小水力
49 長野県北安曇郡小谷村	165	小水力
50 福島県南会津郡下郷町	163	小水力
51 宮崎県東臼杵郡北川町	160	小水力
52 京都府相楽郡笠置町	154	小水力
53 岩手県下閉伊郡岩泉町	153	小水力
54 宮崎県西臼杵郡日之影町	152	小水力
55 富山県下新川郡朝日町	151	小水力
56 新潟県妙高市	150	小水力
57 北海道稚内市	147	風力
58 長野県木曾郡大桑村	146	小水力
59 長野県木曾郡南木曾町	143	小水力
60 京都府相楽郡南山城村	137	小水力
61 鳥取県日野郡江府町	136	小水力
62 山形県西村山郡朝日町	135	小水力
63 山形県最上郡大蔵村	135	小水力
64 長野県水上内郡信濃町	126	小水力
65 秋田県湯沢市	124	地熱
66 宮崎県西臼杵郡五ヶ瀬町	123	小水力
67 新潟県中魚沼郡津南町	119	小水力
68 北海道島牧郡島牧村	119	風力
69 富山県中新川郡立山町	118	小水力
70 鹿児島県指宿市	116	地熱
71 長野県小県郡長和町	112	小水力
72 北海道虻田郡豊浦町	108	小水力
73 熊本県阿蘇郡西原村	106	風力
74 長野県下高井郡木島平村	104	小水力
75 北海道久遠郡せたな町	103	風力
76 熊本県上益城郡甲佐町	103	小水力

年間降水量



永続地帯



中央の永続地帯地図は日本のエネルギー永続地帯の試算 - 小水力発電の実力と可能性について - 千葉大学公共研究センター 倉阪秀史 with NPO法人環境エネルギー政策研究所 より作図

調査の結果、思っていたよりも自然エネルギーが使われている、

市町村レベルで76カ所

です。ですから現在発表している永続地帯指標は、中間段階とお考えください。

これを市町村レベルまで分けて考えると、76の市町村が100%

平均すると低くなってしまいうこととす。

ところが都道府県別にバラしてみると、かなり高い数字を挙げている地域もあることがわかりました。つまり、ばらつきがあるために、平均すると低くなってしまいうこととす。

から、今から「見える化」をしていこう、というのが私の研究の発端です。

人はエネルギーだけで生きていくわけではありませんから、永続地帯という際には、食料とエネルギーについて考えていきたいなと思っています。今回の試算ではエネルギーだけ、しかも民生用の電力だけを対象にしています。民生用といった場合には、家庭だけではなくオフィス（業務用）も入りは入っていませんし、熱量も計算には入っていません。

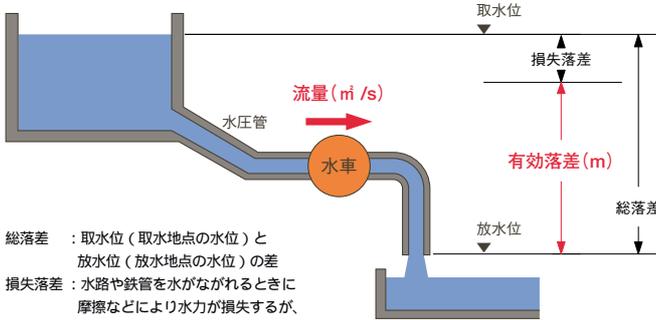
これはポテンシャルではなく、現状で既にまかなえている数字です。これには、かなりビックリしました。これらを全国平均にならしてしまおうと3・35%という低い数字になってしまいい、「こんなものかな」という予測とかなり近くなります。

予想外だったのは、都道府県レベルでも自然エネルギーでまかなえている所があったことです。大分県の31・8%を筆頭に、秋田、富山、岩手を含めた4県が民生用の電力を2割以上自然エネルギーからまかなっていると。これはポテンシャルではなく、現状で既にまかなえている数字です。これには、かなりビックリしました。これらを全国平均にならしてしまおうと3・35%という低い数字になってしまいい、「こんなものかな」という予測とかなり近くなります。

発電出力の求め方

発電出力は有効落差と流量の積で求められる。
したがって、水量が多いほど、また有効落差が高いほど
たくさんの電気をつくり出せることになる。

$$\text{発電出力 (kw)} = 9.8 \times \text{流量 (m}^3/\text{秒)} \times \text{有効落差 (m)} \times \text{効率}$$



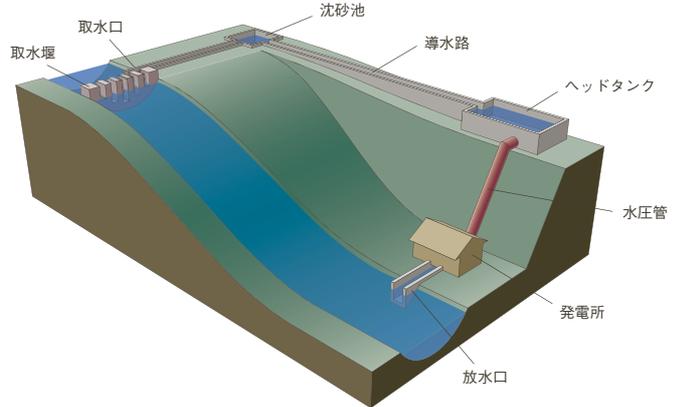
総落差：取水位（取水地点の水位）と
放水位（放水地点の水位）の差
損失落差：水路や鉄管が水がながれるときに
摩擦などにより水力が損失するが、
これを落差に置き換えたもの
有効落差：総落差から損失落差を差し引いた値
流量：水車に流れる水量
効率：水車や発電機の稼働効率

発電方式の種類

水力発電は水位差（落差）を利用するものである。その方式は、利用方法の側面から見て、流れ込み式、調整池式、貯水池式、揚水式の4種類に分類される。また、発電に利用する落差をいかに確保するかという側面から見ると、水路式、ダム式、ダム水路式の3つに分類される。

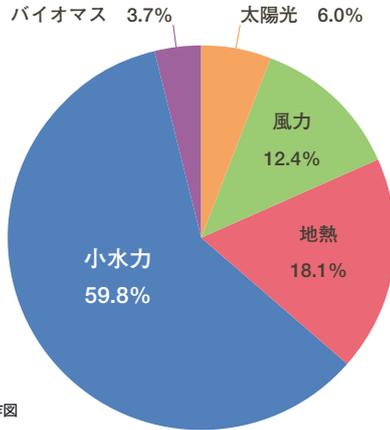
小水力発電は、身近にある比較的少ない流量と小さな落差を利用する場合が多く、実際にはさまざまなケースが想定されるとはいうものの、水をダムなどに貯留しない流れ込み式・水路式の発電方式が基本となる。

水路式発電方式の利点は、レイアウトが比較的自由に決められるところにある。逆に課題となるのは、取水堰下流から放水口までが「減水区間」となることである。農業用水路を利用する場合は法的規制がないとはいえず、生態系や景観、水質、既存水利への配慮が求められる。



再生可能な自然エネルギー起源の電力供給状況

(日本全国：電源別：2006)



グラフは
日本のエネルギー持続地帯の試算
- 小水力発電の実力と可能性について -
千葉大学公共研究センター 倉阪秀史
with NPO法人環境エネルギー政策研究所 より作図

小水力発電の設備容量と発電量

資源エネルギー庁 [2006年] より倉阪秀史作成

設備容量	地点数	設備容量の合計	電力量 (MWh)	設備利用率 (%)
～ 1,000kW	445	195	1,249,280	73.1%
1,000 ～ 3,000kW	421	752	4,221,711	64.1%
3,000 ～ 5,000kW	165	622	3,321,659	60.9%
5,000 ～ 10,000kW	285	1929	9,963,840	59.0%
10,000 ～ 10,000kW	871	3303	17,507,210	60.5%

小水力発電が断然トップ

もう一つ驚いたのが、小水力発

自前の自然エネルギーだけで民生用の電力需要を供給しています。76の市町村の中で上位の所は100%を越えています。76の市町村が全国の市町村の中に占める割合は3・8%で、これもまあ、多くはないわけですが、将来的に永続地帯が広がっていくというストーリーが描けるんじゃないでしょうか。

電でした。これも、どの規模までを含めるかで意見が分かれるところでしょうが、今回用いたのは国際的に小水力発電といわれている1万kW以下です。それも流れ込み式（水をダムなどで貯留しない発電形式）に限って入れてあります。日本では1000kW以下が小水力発電といわれています。政策的な後押しもされていない状況で、それでも日本の自然エネルギー電力の59・8%が小水力発電によってまかなわれていることがわかりました。これは思っていた以上に、高い

数字です。風力、太陽光が注目を浴びていて、設置の伸び率からいうと、そちらのほうが大きいんです。ただ、現状の発電量からいうと小水力が意外と健闘していることがわかりました。これも都道府県別に見ていくと、小水力による発電量は富山県、長野県が多い。富山県は小水力だけで20%以上に達しています。長野はだいたい12、13%ぐらいでしょう。どちらも県の中の自然エネルギーのほとんどが小水力発電です。このように山がちで落差が得られやすい所では、現状でもこれだけの発電量があります。このような結果を見ると、政策をちゃんとやれば、まだまだ小水力発電が伸びる余地があるんじゃないかと考えられます。

日本の原風景を思い浮かべた場合、水車が回っている国なんですね。風車ではなく、自然エネルギーという日本は海外に習いがちで、風車やバイオ燃料をそのまま持つてくる、という傾向があるんです。でも自然エネルギーというのは、地域や風土に応じたものを選択すべきであって、「海外でやっているから日本でも」というのは違うのではないかと思います。

この試算を踏まえながら小水力発電ということを考えますと、これまで残念ながら日本では水資源

について、政策としてきちんと考えてきたのだろうか、という思いかられます。

国土交通省には水資源部がありますが、そこで全部やっているかというと、農業用水は農林水産省、工業用水や水力発電は経済産業省、上水道は厚生労働省、河川は国土交通省というように、用途別にバラバラです。

中央官庁レベルでも、水資源に関する政策は非常に弱く、そのために水に関する統合的な政策がなかなか立てづらい状況にあったのです。

待たれる規制緩和

小水力発電を進めていくにあたり、まずやらなくてはいけないのは水利権との調整です。農業用水などにはかなりポテンシャルがあるはずなんですが、水利権がネックになっています。

大町のNPO法人地域づくり工房に見学に行っておわかりになったと思いますが、(38ページ参照)まともに許可を取ろうとしたらダム1基つくるのと同じような申請書が要求されます。

水を汚すわけでもなく、蒸発させるわけでもなく、少しだけ水を動かして利用するだけなのに、上流下流の同意を得た上に、あれだ

けの申請書類を用意しなくてはならないというのは馬鹿げています。これには規制緩和などの制度的な後押しが不可欠です。

制度的な後押しをやった上で、次にやらなければいけないのは、地方できちんと考える筋道をつくることです。エネルギー政策の地方分権を進めていくべきだ、と思います。

小水力発電をたくさん入れるということは、実は地域を強くすることにつながります。地域固有のエネルギー源を増やすということは、将来的に地域の持続可能性を高めて、地域に住むことへの安心感を増やしていく政策なんです。

具体的にいうと、エネルギー特別会計を地方分権しないといけません。エネルギー特別会計の半分ぐらいを地方に渡し、自らの発案でそれを使えるようにしていく必要があります。

また、現在は補助金がエネルギー種ごとなっていていますが、それでは各地方ごとにニーズに合ったエネルギーを選択できません。特に小水力には補助金のような政策はありませんから、地方が補助金のリストを見て自然エネルギーを選択した場合、選択肢の中から小水力発電が抜けてしまう恐れがあります。実際のポテンシャルは高く、設置コストも安くなっている

のに、小水力発電が選べ取られない可能性が高いのです。

昨今の石油価格高騰で、自然エネルギー以外の火力や原子力発電では燃料代などのコストが上がっています。しかし水力は燃料代はいらなから、それで試算し直すと、自然エネルギーの中でも水力が一番コストが安くなるはずなんです。しかもダムをつくらなくても小水力発電というのは、実際に経済的にも一番お得になっているのです。

ところが、政策的にも視野におかれていないために地方のほうも気がつかないし、中央のほうも立て割り行政があつて、なかなか推進していかないというのが現状です。

こういう状況というのは、いわば制度の問題ですね。制度を変えていって、地方が自分の判断で風土に適した自然エネルギーを提案して、エネルギー特別会計のお金を使えるようにする。そのための制度化が不可欠です。

もちろん、規制緩和の問題もあります。

RPS法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法:Renewables Portfolio Standard(再生可能エネルギー利用割合基準))に入れていく、というのも有効な手段です。RP

S法というのは電力会社に対して一定の割合で風力や太陽光などの新エネルギーの導入を義務づけた法律です。

しかし、その一定割合がそもそも小さい上に、小水力を1000kW以下と定義するかどうか、コンセンサスが取れずにいるような段階なので、使用すべき自然エネルギーの中に組み込まれてすらいなという状態です。

日本には急峻な山岳地帯があつて、豊富な雨量があります。しかも、農業用水路という形で、水路が大変整備されています。それを使えるように水利権の調整をしなくてははいけません。

小水力発電の利用は、地域が自然エネルギー基盤の経済社会に移行していく呼び水にもなっていくと思います。

日本の理論包蔵水力に見るポテンシャル

永続地帯という観点で見てもみましょう。

繰り返しになりますが、自然エネルギー発電は、民生用の電力使用量の3・35%をまかなっています。そのうち小水力発電は59・8%。つまり日本の自然エネルギー発電の6割を、1万kW以下の小水力発電で、すでにまかなっている

る、ということになります。

戦後直後、「日本は水力でやっていくんだ」と思っていた時期がありますね。資源調査会が『日本のエネルギー資源』という調査報告書を出していますが、それを見ると日本のエネルギー資源は水力だ、といっています。急峻な地形と豊富な降雨量という条件を備えた日本においては、エネルギーは水力でまかなっていくべきだ、と書いています。

これを受けて「ダムをつくらう」という動きが起りました。多目的ダム法をつくり、いろいろな用途を重ね合わせることによってお金を集めてきて「ダムをつくらう」というものです。

そのときに工藤宏規さん(8ページ上段参照)という人が日本の理論包蔵水力を計算しています。今も推計式を変えてアップデートされています。工藤さんは、日本の利用可能包蔵水力を水系ごとに河川を6段階の落差をつけて利用することとして算出し、それらを足し合わせて日本全体の包蔵水力を出しています。その数字が、2003年の民生用電力使用量の65%をまかなえるだけのエネルギー量になっています。

ちなみに現在、経済産業省や資源エネルギー庁が出している包蔵水力はダムを念頭に置いています。

Area	Area	Total Precip.	Total Precip.	Annual Runoff (%)			Annual Runoff (10 ⁶ m ³)		
				(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
0	779.7	1,773.65	2,252.0	39.6	30.8	27.6	47	36.0	31.9
100	980.0	1,393.00	2,252.0	78.4	67.4	62.7	127.0	108.0	100.0
200	1,070.0	785.00	2,252.0	47.7	42.4	40.0	77.0	68.0	64.0
300	1,070.0	396.00	2,252.0	22.4	21.1	20.4	44.0	41.0	39.0
400	83.4	187.00	2,252.0	10.0	11.5	12.4	22.0	25.0	27.0
1,000	3.4	1.37	2,252.0	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8



6.66. 矢作川水系 Type II

Area	Area	Total Precip.	Total Precip.	Annual Runoff (%)			Annual Runoff (10 ⁶ m ³)		
				(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
0	1,037.7	2,558.65	1,848.0	18.0	18.0	16.0	36.0	36.0	32.0
100	1,115.0	2,265.00	1,848.0	79.0	68.0	64.0	147.0	126.0	120.0
200	1,203.0	1,310.43	2,011.2	37.0	32.0	29.0	76.0	66.0	60.0
300	1,272.0	1,210.00	2,011.2	26.0	22.0	20.0	54.0	46.0	42.0
400	630.0	600.00	2,011.2	11.2	10.0	9.0	23.0	21.0	19.0
1,000	12.2	26.65	2,011.2	0.6	0.6	0.6	1.2	1.2	1.2

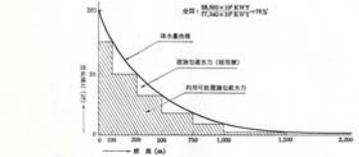


落差利用の限度は、今後の調査研究にまかなければならないが、水力発電方式の項で述べたように(3.3.参照)、山境または山塊群の周辺をほぼ同一標高の貯水池とこれら水路により連絡して何段階かで海面までの落差を利用することとし、全国について1,500、1,000、750、500、300および100メートルの6段階に落差を利用した場合の利用可能包蔵水力を計算してみよう。

利用可能包蔵水力は、2.1.2. に依り

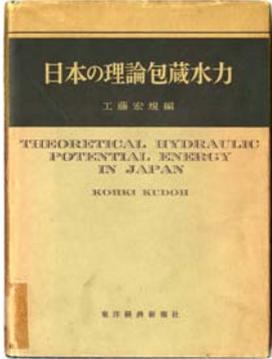
$$\sum (P_{100} - P_{1000}) \times 1,500 + (P_{100} - P_{1000}) \times 1,000 + (P_{100} - P_{1000}) \times 750 + (P_{100} - P_{1000}) \times 500 + (P_{100} - P_{1000}) \times 300 + (P_{100} - P_{1000}) \times 100$$

図2.1. 利用可能包蔵水力



となる。これを図2.1.について説明すると、上式は各段階と同軸とに囲まれた面積(図2.1.において斜線を加した部分)に比例し、理論包蔵水力(THPS)は降水量曲線と同軸とに囲まれた面積に比例する。したがって、利用率はこれらの面積比で示され、この場合は76%となっている。

かりにこの利用率を全国に適用し、復出係数を75%、水路損失および機械損失等を含めた総合効率を80%とすれば、技術的に開発可能な発電量は
 $93,000 \times 10^6 \text{ KWH} \times 76\% \times 80\% = 42,400 \times 10^6 \text{ KWH} (371,400 \times 10^6 \text{ KWH})$ (注3)



工藤宏編著「日本の理論包蔵水力」(東洋経済新報社1958)日本の川がどれくらいどのポテンシャルを持ち、どの程度の水力発電ができるかを推計したもの。工藤宏さんは、戦後の資源調査会主要メンバー。

河川の持つている運動エネルギーのポテンシャルは時間が経ってもあまり変わらないはず。水力発電は落差を細かく利用していく技術ですので、全面的に導入できれば、工藤さんの試算以上に発電量が得られる可能性があります。日本にはせっかくなこれだけ条件が整っているのですから、理論上の包蔵水力をいかにして引き出すのか、ということを考える必要があります。

永続地帯という概念でエネルギーに着目して調べてみた結果、こういうポテンシャルがあるということがわかりました。ですから政策的に支援するように、制度を整えていってほしいですね。

自然エネルギーは分散型
 そのインセンティブとして、いつまで化石燃料がもつか、という問題もあると思うんです。しかし無くなることはないとしても、安く使える石油が無くなるのは確実です。天然ガスの埋蔵量は石油と比べて変わらなれないといわれていますが、石油と比べて使い始めたのが30年遅かったので、使えなくなるのは一世代後になるでしょう。それだつて、いざれば使えなくな

それでも残る石炭は炭素の塊ですから、CO₂排出の側面からいって、とても使えません。今後はCO₂排出の問題が重視されていきますから、化石燃料でも水素分を燃やすようになっていくと思います。

化石燃料から自然エネルギーに移行する中間形態としては、水素分の多い燃料から水素だけを取り出して使う、という方法が取られるでしょう。

ヨーロッパでは、EUで2020年までに自然エネルギー利用を2割にしよう、と言っています。太陽光とバイオマスというのは、ピークカット効果を持つているエネルギーなんです。太陽光は、夏のエネルギー消費期に照りつける日光でエネルギー効率が上がり、電力消費のピークカット効果が見込めます。反対にバイオマスは、冬の電力消費期にピークカット効果を持つというエネルギー源です。一方、水は絶えず流れていますし、風もどこかで止まっています。どこかで吹いているものだから、安定しており、ベースラインの電源として利用できます。こういう自然エネルギーはうまく組み合わせ使うことが大切だと思います。

自然エネルギーというのは分散して出てくるエネルギーです。しかも、それぞれの地域でつかまえていかななくてはならない。従来いわれてきたスケールメリットの対極のような発想なんです。

つまり、単体での発電規模が大きくなるほど単位あたりの発電コストが少なくなるというのではなく、小規模でも多数の発電所を分散させたほうが社会的な発電コストは低くなるというものです。工藤宏規さんが算出した数字も、細かく細かく拾って足していくとこれだけになるよ、というもので、スケールメリットでは語れないものがあります。

そこには「利潤」だけではつかまえない何かがある。地域の持続可能性とか地域的な価値は、利潤だけからは説明できないのです。ですから「地域のお金を箱物や道路をつくることにはばかり費やすのではなくて、地域をずっと支えるようなインフラとして小水力発電を導入しようじゃないか」というように、地域で決定することに意味があるんです。

今後は、コミュニティビジネスのように、いくつもの小規模な企業が、それほど儲けを追求しないけれど持続していくような方向で地域にながしかの利潤を落とすような、また地域に喜びをもたらすような展開が望まれるのではないのでしょうか。

これは、より皆さんの利潤を追求してこう、というようなスケールメリットを志向する大企業の経済行動からは出てこない、小資本で少ない利益でも、それをいくつもまとめて持続させるような企業者の発想に、お金が回っていくように誘導する制度に変えていく必要があります。

ですから誰が意思決定していくのか、という点から変えていく必要があるのです。自然エネルギー利用に関して資源エネルギー庁が意思決定していたんでは、せいぜいが3%止まりでしょう。意思決定の主体を地方分権して、多様な小規模エネルギー需要や用途ニーズに応えられるように、お金を使う権限もそちらのほうに委譲しないとダメですよ、ということなんです。

自給自足とは違う

よく勘違いされるのですが、永続地帯という自給自足をして域外とは取り引きをしなくて済むような形態を目指している、というイメージを抱く人がいます。このことは一番最初の段階から懸念していたことです。将来的に考えれば、化石燃料が枯渇した場合に、エネルギー供給を自給自足で考えなくてはならないときがくるかもしれないませんが、永続地帯というの

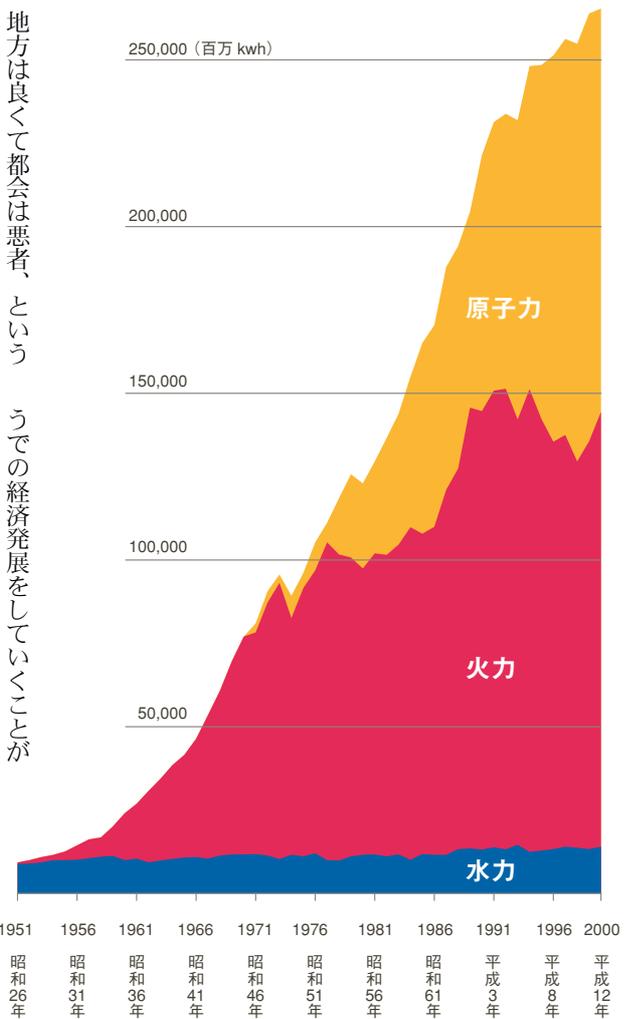
は、決して自給自足をいうのではありません。エネルギーでもグリッド（送電網）につないで余った分を売っても構わないし、食料を都会に売っても構わない。計算上まかなえればいいんです。

そのことを「見える」ようにしたのが、永続地帯の概念だと理解してください。域内で完結しない、という考えではないということです。

また現状の生活レベルを落とせ、と言っているわけでもありません。例えば、今すぐに日本全体が永続地帯になりなさい、と言ったら、今の生活レベルを落とさざるを得ないかもしれません。しかし、そんなことは言っていません。風車の1本も立てたらすぐに永続地帯になれる地域がありますよ、やってみたらどうですか、という考え方なのです。

こういうことを知ること、地方が勇気づけられたらいい、というのが永続地帯指標の究極の目的です。そして、そういう元気な地方が増えていけば、自然エネルギーを中心とした経済社会に移行しやすくなる。

都会には都会のやり方があつて、例えば自然エネルギー証書なんかをつくって、永続地帯をサポートする側に回るとか、やり方はいろいろあると思うんです。決して



戦後の電源別発電量の推移

東京電力の自社発電量。『関東の電気事業と東京電力』より作成

地方は良くて都会は悪者、という図式ではない。今は都会で化石燃料を使って生活しているけれど、

心は永続地帯にあつて、将来は永続地帯に移住できる権利を買うとか、いろいろな発想に転換できると思っていますよ。

イギリスの経済史家のE・リグリーという人が「産業革命には、

実は2つの経済があつた」というんです。高度有機経済が前段階で、途中から化石燃料が入ってきた。それで鉱物資源基盤のエネルギー経済に変わっていった。そのため、高度有機経済の技術というのは、そこでストップしてしまいます。

リグリーはまた、「江戸時代というのは、高度有機経済がもつとも発達した形態である」と言っています。これからは、そちらのほ

うでの経済発展をしていくことが重要ではないか、と言っているんですね。

地域が持つポテンシャルを「見える化」

良質な電気を安定的に供給しな

ければならない、という供給責任も、自然エネルギーの導入を阻んでいる一要因ですね。一般用の電力は、たまに停電ぐらいするものだ、という制度にすればもつと自然エネルギー発電が進むと思えます。

グリッド全部に良質な電気を安定的に供給する、そのために粗雑な電気は入れない、という発想を変えていく必要がありますね。もちろん工業用や医療設備では

停電したら困りますが、それらは非常用の別電源を用意しておけば済むのですから。用途別を選択肢が増え、バッテリーが発達すれば

停電しても問題が起きないようになるかもしれません。一年のうちの最大時の使用量をまかなえるところを標準にするのには、もはや無理があります。時代は、スケールメリットを追求するのは違う方向に進んでいるのですしね。

環境問題というと、よく経済を停滞させるとして、経済発展と対立して考えられることがあります。しかし、消費者は不要物をたくさん出すことに幸せを感じているわけではありません。商品が便利

で、効用があり、満足感が豊かに得られることに幸せを感じているのです。ですから、重さや体積で測られる「物」の量を増やすのではなく、満足感や効用の大きさを測る「サービス」の量を大きくすることで経済を発展させることは、環境を守ることと矛盾しないはず

です。

再生可能資源を基盤とする経済社会への移行をうながすために、永続地帯指標という概念を提案したのも、地域が従来持っているポテンシャルを「見える化」して引き出すためです。

永続地帯指標で見ると、日本の市町村には、高いポテンシャルが見出されました。その中でも、小水力の持つ包蔵力を知り、可能性を確信しています。

ですから、今は限界集落とか言われている中山間地に、どんどん小水力発電を導入して、その電力を売ってお金を得る、と。そうすることで新たな形の第一次産業を興していくことも重要だと思えます。小水力であれば、バイオエネルギーと違って食糧生産ともバッキングしませんが、

現在、過疎地帯と呼ばれている中山間地が、もつとも先進的な永続地帯となる日が、いつか必ずくると考えています。



水路を「共の論理」で運用する

水路をエネルギーの路へ



日本の風土に合った水利インフラとして千年以上にもわたる歴史を持っている水路。日本には、大小合わせて40万kmもの農業用排水路が張り巡らされていますが、これらは食糧生産のために安定した水を給排水すると同時に、エネルギーを運ぶ路でもあります。国民的資産である水路を「エネルギーを持続して使う」ための新たな社会的共通資本 (Social Overhead Capital) とするためには、「信頼を生み出すような、人々のかかわり (社会関係資本: Social Capital)」、すなわち「共の論理」を育てることが不可欠です。

三野 徹

みつのとおる
滋賀県立大学客員教授
京都大学名誉教授

1943年生。京都大学農学部卒業後、同大学院修士課程修了。同大学農学部助手、助教授、岡山大学農学部助教授、教授、同大学環境理工学部教授を経て、1997年より京都大学大学院農学研究科教授、2007年定年退職、現職。専門は灌漑排水学、水環境工学。主な著書に『地域環境水文学』(朝倉書店 1999)、『灌漑排水(上)(下)』(養賢堂 1986) 他



世界の水管理の潮流 「社会的管理から 経済的管理へ」

農業用水と水力エネルギーの関係を話しする前に、イスラエルの水源であるガリラヤ湖(キンネレット湖)の例を話したいと思います。シリア、ヨルダンとの国境にあり、イスラエル最大の淡水湖です。この湖の水をポンプで汲み上げ、わずか数十年でシナイ半島にまで至るイスラエル全域を灌漑開発しました。紀元後すぐに国が消滅して以来、世界中に散らばっていたユダヤ人がいつせいに戻ることによって急増した人口を吸収したのが、この灌漑開発だったんです。これは1948年(昭和23)に独立したイスラエルのその後の発展にとって、歴史的に大きな意味を持つことになりました。湖の集水域であるシリア領ゴラン高原を、イスラエルが占領したのが1967年(昭和42)の第三次中東戦争です。つまり中東紛争は、水を巡る争いという一面も持っていたのです。したがって、中東紛争を抑えるためには、国境を越えた水の調整を避けては通れません。シリアは今このところこの水を使っています、自分の領土に降

った雨をイスラエルに全部使われてしまうのは面白くないので権利を主張しています。

イスラエルはその水利用のための投資をして、インフラ建設を行ないました。そのために国家を挙げて水を守ろうとしてきましたが、最近方向が変わってきました。その調整を経済原理に任せようとしています。国家が管理するのではなくて、市場原理に任せようというのです。国と国が経済的に強く結びつけば、戦争をすることができなくなります。イスラエルはこれまで社会的に管理していたものを、経済的管理に切り替えようとしているのです。

市場原理に委ねることにより、経済合理的にいつそう水の利用効率は促進することになり、和平をもまた、実現しようとしています。社会実験として、中東和平の仲介者であるアメリカの研究者とイスラエルの研究者が中心となって進めています。この「経済原理によって水利の調整を行なう」ことは、遠い国の話ではなく、日本でも県レベルで行なわれています。後でお話する「琵琶湖総合開発」も、その出発点は「琵琶湖周辺地域が、湖の水を京阪神地域に供給する代わりに水源地域が経済的見返りを得る」ことでした。

ガリラヤ湖でも、琵琶湖総合開発と同じように湖沼をダム化して、ヨルダン川と地中海沿岸流域へ水を流す管理をしています。しかし、ややもすると自然の供給量以上に水を使いすぎ、ヨルダン川に放流する分が少なくなり、最後に流れ込む死海が縮んでいきます。

農業水利システムの原型

死海は湖面の海拔がマイナス418mという低位置にあつて、流れ出る川がなく、死海からの水の蒸発によってのみバランスを取っているため30%もの高い塩分濃度を持つようになりました。イスラエルの建国以降、死海の湖面の低下と海岸部の地盤沈下が観測されており、死海の保全にはヨルダン川以外の水量確保が重要視されています。

それでは、水田が中心の日本のような湿潤地ではどうなのでしょう。日本では歴史的に見ると、現在の国土が形成されると同時に、農業用水システムができて上がってきました。

戦国末期から江戸前期にかけて、急激な人口増加が見られます。実は、その背景には新田開発がありました。戦国武将たちは、自力で農地を開発して富国強兵を図らなくてはなりません。土木技術で河川を固定し、領地を拡大したわけです。土木技術が進んだことで、それまでは洪水のたびに変わっていた下流域の流路を、堤防で固定できるようになりました。堤防ができること、今まで農地には使えなかった河川周辺の原野が水田開発適地となったため、戦国武将たちはこぞって水路整備に励みました。武田信玄がつくった「信玄堤」は有名ですね。

堤防を築いた堤内地には、かつて暴れ回っていた流路が幾つも残っています。それらを利用して河川上流から水を取り入れ、各水田に水を配りました。同時に堤内地に降った雨を水路に集め、河川に排出することで、地区内の環境を整えた。つまり堤内地の流路が、



用水路と排水路を一本で兼ねた「用排水兼用路」として開発されたのが、我が国の伝統的農業水利システムです。

ですから、治水技術と水路開発は表裏一体ということですね。これが今の農業用水路の原型となっています。

上の田んぼの人が排水として流した水を下の人は用水として使い、また同じ水路に返すのが、用排水兼用システムです。繰り返し水を利用しますから、効率的なシステムになっています。ポンプもない時代ですから、重力のみを利用するわけです。地形に沿って流れていく水をうまく使うという、水の管理体系が形成されました。

こうした管理のためには、受益者である村人全員の協力が必要です。誰か一人でも反する行為をす

で言われるようになっていますが、水利システムを共有資源と見なすことによって生まれてきた社会関係資本は、社会運営のための大事な元手（資本）なんです。水社会では、流れる水そのものは「自然資本」、それを流すための土木構造物は「社会資本」、それをどう管理していくかというソフトは「制度資本」であり、この三者が一体となって、はじめて有効な水利用ができるのです。

以上で述べたように、日本では国土や環境、社会と調和しながら水利システムができてきました。

途切れた水循環

高度成長期には、もっぱら基盤の整備が先行しました。ダムや水路のような社会資本ばかりがつくられました。人々の絆、つまり社会関係資本はほとんど崩壊していったわけです。崩壊すると、集団で水を管理できなくなる。だから絆をハードな基盤で埋め合わせようと、水路を三面貼りしたり、パイプにしたりしたため、変化に拍車がかかりました。それまでは健全な水の循環システムができていたのに、水路の利用効率ばかりに特化したため、水の循環システムの役割もゆがめられたわ

大きな負の影響を与えます。経済原理による水管理は、畑作中心の乾燥地での水利用の一般的な考え方になりつつあります。

水利システムができてきたのは、水社会の健全な水の循環システムができていたのに、水路の利用効率ばかりに特化したため、水の循環システムの役割もゆがめられたわ

今、社会関係資本（ソーシャル・キャピタル）つまり、「信用を醸成し政治経済活動のパフォーマンスを左右するような人々の協力関係」が大事である、と各方面

水利システムができてきたのは、水社会の健全な水の循環システムができていたのに、水路の利用効率ばかりに特化したため、水の循環システムの役割もゆがめられたわ

けです。

その一つの典型が、水路敷地の利用です。水路に蓋をして、その上を道路や駐車場にしました。水をパイプの中に閉じ込める、いわゆる水路のパイプライン化が進みました。この変化は、「エネルギーを運ぶ水路」という側面にも目に見える変化をもたらしました。水を送る機能を中心に見てみましょう。水をパイプの中に封じ込めることは、エネルギーをパイプの中に閉じ込めるということなんです。水に圧力を持たせることで、地形には関係なく、どこへでも水を運ぶことができる技術を手に入れたということです。

もう一つは汚い水が混じらないようにする用水・排水分離です。効率の良い水の運搬を考えると、パイプ化して水を自由に送れるようになるとともに、汚い水を混ぜないで、きれいな水だけ送ることが可能になり、水の利用率を一層高めることができます。

琵琶湖周辺の多くは湿地帯で、水を利用するとともに、琵琶湖の周辺にも開発利益を及ぼさうというものです。

琵琶湖周辺の多くは湿地帯で、農作業にも田舟を使うような土地柄でした。今までは低湿地であった所を堤防で仕切って、水をいったん琵琶湖に排除し、必要な水だけポンプで汲み上げる。つまり逆水灌漑地域を整備しました。琵琶湖周辺の1万ha以上の農地に、こういう水循環の再編成が行なわれたのです。

琵琶湖総合開発は1972年(昭和47)～1996年(平成8)の25年間をかけて実施された事業

ただ、本来そのまま利用したらいい水をいったん低い位置にある琵琶湖に貯めて、ポンプで圧力をかけて再び灌漑するので、それに費やす石油や電気エネルギーは無駄といえるわけです。



琵琶湖の西岸、高島市では地下水位が高いため、真空式の下水道が埋設されている。左は下水道の機能がうまく働かなくなったときの警報機。ブザーが鳴ったら役場の下水道局に電話することになっている。このような地下水位の高い地域に、逆水灌漑がされているのだ。

標高の低い地域では、パイプの中の水の圧力は極めて高いため、農業用水パイプのバルブが壊れるとご覧の通りの水柱が立つ。背丈を超えるこの水はすべて琵琶湖の水だ。

写真上と右：『針江水ごよみ』滋賀県高島郡新旭町（現高島市）より

農業用水の水道化を

もたらした日曜濁水

コミュニティも大きく変わりました。琵琶湖総合開発以前は、集落で水を管理していましたから水利コミュニティが生きていた。ところが、圃場整備され、効率的な農業へと切り替わると大きな変化が起こってきました。

1960年代には、10a当たりの生産労働時間は、180～200時間でしたが、現在、整備された水稲の生産性の高い水田では10時間を切っています。農作業時間の短縮で、労働力が余ってきました。これは「工業部門への農業労働力の再配置」ということにつながり、兼業農家が増えました。農業をやめて、都会へ出て行った人も少なくありません。

農村地域全体が余剰労働力を吐き出して、効率化されていったのです。こうなると農村の労働力がなくなってしまうから、共同で管理しようにも、人がいません。

また、兼業農家の場合、平日は出勤するため、農作業をするのは休日だけ。実際、それでも収穫ができるようになったわけですが、代掻きの季節などは、農作業が土日に集中して行なわれます。すると、集落中の人がいっせいに水を

使うため、「日曜湯水」という言葉が生まれたくらいに水が足りなくなるのです。

そこでみんなが望んだのは、「パイプを開いたらすぐ水がくる」というシステム。上水道のように蛇口をひねればすぐ農業用水が出てくる仕組みを生みました。

いつでも水がくるようになったので、兼業農家の人は田んぼの水尻を開けたまま勤めに行くようになり、流し放しの状態になります。肥料は安いですから撒き放題で、排水とともにそのまま環境に排除されてしまいます。このような流れによって、汚濁した水が琵琶湖に流れ込みました。それが1970年代から80年代の琵琶湖の赤潮発生の一つの原因となりました。

電気も石油も高くなった今、琵琶湖周辺農家の人たちは、水には困らない代わりに電気代の高さを音上げるようになりました。集落の組織も人も変ってしまつたため、昔のような用排水兼用システムにも戻りません。小水力発電で水路からエネルギーを取り出すどころか、逆に水路にエネルギーを投入しなくてはならなくなつた、というのが高度成長期の農業用水路の姿だったわけですね。

「パイプ化すると、水が遠くなる」とは、現滋賀県知事・嘉田由紀子

さんの言葉ですが、これが琵琶湖周辺の現状です。これは、高度成長期以降全国で一般的に見られた姿なんですね。

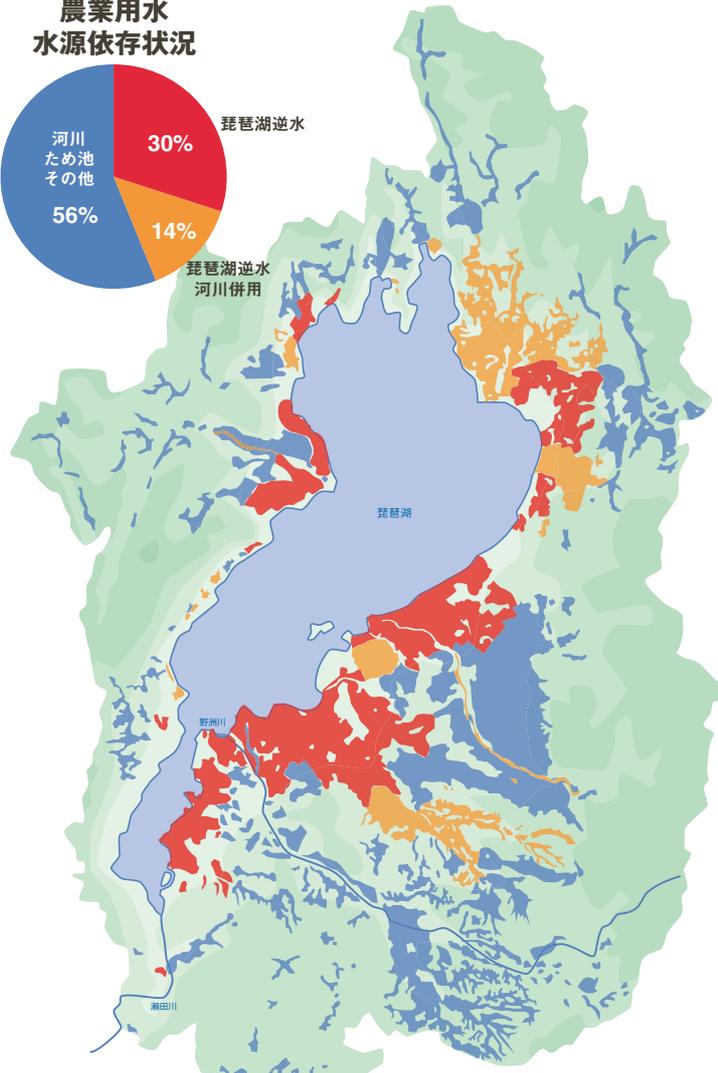
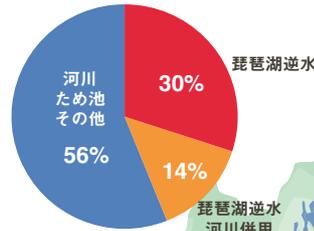
新たな「共」組織で水路を管理する

90年代になると、環境意識も変わって、水路に対する意識も劇的に変化しました。

「大きな政府・公の拡大」で行政コストは高騰し、「小さな政府・私の拡大」は行き過ぎると個人の活動に歯止めがきかない。「水路を管理するにも、もっといい形があるのではないか」と思うようになってきた。そこで今、改めて見直されているのは、「公」と「私」の間にある「共」の仕組みです。これまで述べてきた社会関係資本とか、人と人のかかわり・絆といつてもいい。

「共」の見直しは、とても大事だと思います。高度成長期を支えたといつても過言ではない5次に渡る全国総合開発計画（全総）に代わり、国土利用の質を重視した「国土形成計画」を新たに策定することが2005年に決まりました。現在策定中ですが、そこでは新しい「公」の形として「共」的な部分をもっと広げよう、という方向になってきています。

農業用水 水源依存状況



赤で示す逆水地域は、琵琶湖を水源として、ポンプとパイプラインによって灌漑用水を供給する。ほとんどは琵琶湖総合開発関連事業として整備された。『水で結ばれた琵琶湖・淀川流域の水循環と社会』（第9回世界湖沼会議実行委員会2001）より作図

全総のころは土木構造物を意味していた「社会資本」という言葉も再定義され、今は自然資本と制度資本も含めた社会的共通資本を、社会資本と定義し直すに至っています。

では水路はどう変わるのか。農林水産省は「水路と水を守るには、昔のように地域社会全体で管理するようなシステムを再度つくらなければならぬ。そのためにしっかりとした人の組織を再生させよう」と盛んに言い始めています。

今の農村地域は90%が非農家なので、もう農家だけでは水路を守りきれない。非農家の人やNPOも一緒にあって、農業的な価値だけではなく、水路そのものにも新

しい価値を見出そうというわけです。これが2007年（平成19）から、「農地・水・環境保全向上対策」として始まりました。農業とは、本来農産物を生産・販売して市場から所得を得る産業ですが、それだけでなく環境も社会に売ろうという対策と考えることができます。生産を多少落としても、環境が提供してくれるサービス（環境サービス）を充実させる。環境サービスは市場原理だけではコントロールできませんから、これを行なう人に税金から払う、いわゆる環境支払制度の導入です。

EUではCAP（the Common Agricultural Policy 共通農業改革）政策の中で環境サ

ービスを行なった場合の補填を行なっていますが、直接支払う先は個別農家です。日本では集落や協議会など「共」に支払います。この違いは「水」とのかかわりの根本的な違いではないでしょうか。ヨーロッパは個人経営が中心の畑農業が主体ですが、日本には水田というものが持っている「共」的な仕組みがあり、その社会関係資本に着目し、活用しようとするものです。

CAP…1993年にEU委員会が提案した「マクシャリー改革」のこと。1997年には「アジエンタ2000」及び、それに基づく1999年の加盟国間合意によって、

- 1 農産物価格引き下げによる国際競争力の向上
- 2 食品の安全性、品質の保証

- 3 農業社会維持のための安定的所得と適正生活水準の確保
 - 4 環境保全、動物愛護
 - 5 環境目標の取り込み
- という5つの目標が掲げられ、その達成のための具体的手段について加盟国間で交渉が行なわれた。

環境サービスを高めるために、水路の再生も必要です。「共」として水路や生態系、景観を保全するところには、お金を出して支援しようとしています。

「農地・水・環境保全対策」では、基礎的な活動と同時に、地域独自の使い道が自由な交付金制度を設けています。これが大きな特徴です。条件はつきませんが、地域ごとに独自の目的を持たせることができます。

地域独自の意志で決められるので、「地域全体で発電して、CO₂を減らそう」という所があってもいいかもしれませんね。

小水力という観点で琵琶湖周辺を見直してみると

このように、新たな利用方法が潜在する社会的共通資本という視点から見ると、琵琶湖逆水には大きな可能性が秘められているといえます。なぜなら、余計なエネルギーを使って、水が移動させられている仕組みが既にでき上がっていますから、そういう意味でもったいないことなんです。



滋賀県・高島市の針江を流れる大川では、年に数回住人による川のメンテナンスが行なわれる。川底の水草を刈り、琵琶湖に流れ込む前に引き上げる（10ページの写真）。かつて刈り取った草は、田んぼの大事な堆肥であった。各戸から1人参加するのが原則だが、ここでも人不足が悩みの種だ。そこで高島市では、水路やかばた（水路を屋内に引き込んで利用する水場）を

世代を超えた地域資源と捉え、さまざまな啓発活動を行なった。その結果、「針江生水（しょうず）の郷委員会」という市民組織も発足し、地域活動にもつながることになった。住人の多くが農業に携わることのなくなった現在、川や水路の包蔵力を農業だけではなく多様に受けとめなければ、メンテナンスへのモチベーションを維持することができなくなってくる。

例えば、送水するためにかけた圧力のままでは強すぎる所が出てきます。そこで出口でわざわざ圧力を殺しています。圧力と水量を乗じたものがエネルギーですから、発電機器で減圧分を電気に換えるなどして回収すれば、それを必要などとして使えます。

傾斜があつて自然流下でいける所もパイプ送水されている場合があります。そこでも水を安定して

送るために減圧している。それを拾い上げると、効率良くエネルギーが得られる。ただ水利権の問題があるので、制度を整える必要があるんですが、小林久さん（22ページ参照）の言うようにこれは将来大きな可能性を持っている。ピンポイントじゃなく、日本の水利施設全部で可能性があるわけですから。地域で生み出されたエネルギーは自家消費を中心として利用し、余剰が出たら都市に配ればいいのです。

土地改良区と水利権の変遷

このようにエネルギーを得る目的まで考えると、エネルギーと水利権を再統一して、新しい水利システムをつくり直すほうが効率的な場合があります。しかし、ここには、水利権の問題など土地改良の歴史を背景にした課題があります。

今の農業の担い手は、農地解放以降に自作農となった人々で、いわば小さな地主がいっぱいいる状態なんです。少数の大地主と土地を借りている多数の小作人という戦前の図式とはまったく逆です。そして、水路は土地所有者の財産的価値の一部になっている。土地改良をするには、集団で意思決定をするわけですが、多数の小地主

の合意形成をしていくのは非常に難しい。小水力発電も、うまくいっている所はどういう所かというところ、規制緩和で社会実験をしている特区か、水利権を持っている河川管理者が特別に行なっているケースです。

日本の河川が、厳密に国家によって管理されていることはご存じだと思います。1896年（明治29）に制定された河川法は「治水」中心でしたが、1964年（昭和39）の改正以降はより「利水」に軸足が移されました。

ダム建設による貯水量増加といった水資源開発行政と、河川流水利用者を農業用水、工業用水、生活用水、発電用水の各利用者に水利権を許可する利水行政の2つで河川水を管理してきました。現在は発電に関して「自然エネルギー」を利用する方向になってきていますが、小水力発電をしようとすると、現行の利水行政とうまく合わなくなってくるでしょう。

本来は「共」の管理である農業用水に、「公」が介入しすぎているからかもしれません。江戸時代末期に用排水兼用路の体系ができ上がったところには、集落でも集落間でも「共」としての秩序ができていました。ところが河川法を制定することで、ヨーロッパ近代法の体系を取り入れようとした

が、水の権利の帰属をなかなか明確化できなかった。そこで旧来より入会として水路を使用してきた人の農業水利権、つまり「共」としての慣行権を許可したものと認めたのです。そして今の土地改良区の原型である「普通水利組合」や「耕地整理組合」を組織して、地主や農家が共同で水路の整備や開発にかかわるような制度の整備を行ないました。

その状況が、昭和恐慌や世界恐慌でがらりと変わります。米騒動で地主は農業投資から手を引き始めました。そこで農村を救済するために、国や県が中心となって公共事業を盛んに行なうようになります。それまで地主が行なっていた幹線の水路整備を、「公」が肩代わりするようになったのです。1949年（昭和24）には、土地改良法が制定されます。農地解放後、大量に生まれた自作農が集団で水を管理するために土地改良区ができます。そのときに、普通水利組合は全部土地改良区に吸収され、水利権も土地改良区や市町村に移りました。

河川法では、慣行水利権を持った集落が、土地改良事業実施や取水施設の改築を行なう際には、許可水利権に切り替えるように取り扱われている。

土地改良制度というのは、食糧増産に必要な「農地」という個人

財産を、一部公費を投入して改良する制度で、戦後の復興過程を反映しているといえるでしょう。農業用水は繰り返して使うため「誰がどの水をどれだけ使った」とはいえませんが、水利権は改良区とか市町村という「共」的な団体には個人所有してはいる土地の中の水が流れていると、「水の共」と「土地の私」は微妙な関係になります。私は、この微妙な関係を共を広げる形でカバーすることができないかと考えています。

地域用水と水路の弾力運用

琵琶湖周辺の一部都市化した地域では「環境用水」についての検討が進んでいます。農業用水と一口にいっても「農業用水（狭義）」と「地域用水」の2つの目的があります。

狭義の農業用水は灌漑用水、水路維持用水、営農用水に分かれ、地域用水は地域活動用水、レクリエーション用水、環境用水に分かれます。水利権には利用目的をはっきりさせなくてはなりませんから、この区分は重要なのです。ちなみに、環境用水は水質保全のための水や生物多様性を保全するための水、さらに地域活動に必要な

農業用水の分類

農業用水（狭義）	灌漑用水	水田灌漑、畑地灌漑、ハウス灌漑、など
	水路維持用水	取水位維持、雑草抑制、など
	営農用水	土地浸食防止、凍霜害防止、防除、施肥、家畜用水、など
地域用水	地域活動用水	生活用水、消防、消・流雪、養魚、水車動力、小水力発電、など
	レクリエーション用水	景観保全、公園用水、親水、水泳、水遊び、など
	環境用水	生物保全、水質保全、地下水涵養、など

水があります。

滋賀県の嘉田知事は、地域用水という目的で水利権を許可していますが、これもまだ微妙です。河川法では、水利権は「上水」「農水」「工水」とされています。昨年からは環境用水が認められるようになりまし。しかしながら、その適用については必ずしも安定しているとは言えず、今後、いろ

いろな点から研究が必要な段階と思われ。改良区の農業用水の二次使用とゆるやかに解したほうが、当面はより実質的ではないかと思えますね。

「共」を拡大し水路を効率に利用できるか

さて、望ましい農業水利システムですが、支線レベルでは用排水を分離して、1枚1枚の水田を効率的に利用することが必要。そして幹線レベルでは、水田の排水路が集まって幹線に結びつく所で用排水を統合し、全体として水を反復利用する形が望ましい、と私は考えています。

ポンプとパイプラインがあれば、低い所にある水も再利用できます。しかし、反復利用を多くすると、河川から取る量は少なくなり、公共公益的立場と受益農家としての立場では、反復利用を巡り、まったく逆のインセンティブが働いてしまう。

一歩進んで「積極的に節水したら、管理費が安くなり、他の目的にも水が利用できる」となったら、農業用水の節水と転用が進むかもしれませ。実はすでに、琵琶湖周辺で、このような量水制が適用される例があります。「管理費が高い。節水したい」という組合員

の声に応え、土地改良区の主導で始まりました。

節水した所は管理費が安く、たくさん使う所は高いという量水制がうまくいく秘訣は、量水制にして知恵や工夫で集落同士の節水競争を見えるようにしていくことです。これまでのような面積賦課では節水競争がよく見えません。面白いもので、集落間競争になると、水尻を閉めて回る人が出てきたりして、集落の中の新たに「共」の意識が出てきます。改良区は、集落間の秩序を取りまていく役割を担えばいい。このような新しい水利秩序が形成されていくことが予想されます。今後どうなっていくか、期待を込めて見守ってるところです。

これから農業用水の管理費が高くなったり、量水制が始まるようになると、水路を水の路・エネルギーの路・エントロピーの路としてより効率的に利用したいというインセンティブも生まれてくるのではないのでしょうか。小水力発電はその重要な役割を果たすでしょうし、それをうまく活用するかどうかは、農業用水を管理する人々が自主的に水路を運用するという「共」の論理が拡大できるかにどうにかかかっているといえそうです。



働く水車が伝える 水のポテンシャル

「動力革命」の立て役者だった水車は、
食糧増産と産業発展の陰の功労者。
当時の最先端のテクノロジーを体現していました。
1897年（明治30）の統計では全国で6万台を数えた水車も、
動力が蒸気、電気へと転換し、
河川の水量が減ったことなどで、急激に衰退していきます。
しかし小水力発電の視点で見たときに、
日本の風土に合った水車は、
水の持つポテンシャルを思い起こさせてくれる生き証人です。

水車の歴史

今でこそ、水車は田舎とか農村部のイメージを持つが、人力に比べて圧倒的な動力を持ち、大量生産を可能にした「動力革命」の立て役者だった。しかも、それは都市の動力だった。「水車は農村のもの」というイメージは、都市に動力用電力が整備されることで水車がなくなっていく、農村部のみ残ったために形成されたのである。

エネルギー源としての動力水車のほかにも、田畑に水を引く揚水水車が活躍し、それまで水を得にくかった土地に灌漑を施し農地を広げていった。

つまり水車は、食糧増産と産業発展の陰の功労者。水車の「力」なくしては、日本の繁栄は有り得なかったと言っても過言ではない。日本に水車が入ってきたのは610年（推古天皇18）だといわれている。『日本書紀』に高麗からの伝来とあるが、粉食に適した白だったようで粒食を主とする日本には普及しなかった。その後、水車を671年（天智天皇9）製鉄に利用したという記録が残っている。

揚水用水車を灌漑に使っていたという最古の記録は、829年

（天長6）『類聚三代格』の太政官符に見られる。

江戸時代には動力水車が大いに発達した。主に米搗きや菜種油絞りに使われたが、江戸中期から発達した背景には酒造業の発展や城下町への人口集中があった。短期間に大量の米搗きをする必要があることから、大型水車で多数の搗き臼を動かした。

江戸後期になると、米搗き以外にも火薬製造や針金づくり、鉱石の粉碎、ふいこの動力、漢方の生薬挽きなどにも利用され、各種産業に応用されるようになる。現在の東京・小平市では火薬製造中に大爆発が起き、「所々で鳴動があった」と、江戸時代の名主の日記（東京・立川市）に記録されているから火薬製造はリスクと背中合わせ。したがって、高い手間賃を取ることができた仕事でもあった。

この他にも、ノコギリを動かして製材をする水車、線香の材料となる杉の葉を挽く線香水車、陶土をこねる陶土用水車、と水の力を動力に変換して、考え得る限りに利用され尽くしたといえる。

北関東と中部地方の製糸工場では、撚糸水車が活躍する。糸を染色してから織る先染織物は、生糸が細くて傷みやすいために、生糸を何本か撚り合わせる撚糸工程を経てから染色する。そのため、先



右上：使われなくなった道具、メンテナンスされなくなった道具は一気に風化する。そして人の息吹きさえも消えてしまう。道具を保存するためには、使い続けることが要求されるのだ。白抜きの図版は、三鷹市教育委員会編集・発行の『水車屋ぐらし』より作図。

上：水車の回転運動は、杵を上下に動かすピストン運動に変換されて利用された。手前の10個の搗き臼の背後に水輪（みずわ）が平行しており、その背後には4個の搗き臼、2個の挽き臼と篩（ふるい）昇降機がある。これらを動かす力を、流れる水が生み出したとは、水車が息を吹き返すことができたなら、水音と木と木とが軋み合う響き、臼を搗く振動が、多くの人の胸に水の力強さを伝えるに違いない。

染織物の製造には大量の撚糸を必要とするのだ。その動力として、水車が活躍した。

今の群馬県・桐生の岩瀬吉兵衛が、一度に10〜20錘の糸を同時に撚れる八丁車と水車を結びつけて撚糸の大量生産に貢献したのは、1783年（天明3）といわれている。その後、栃木県・足利や東京都の八王子、半原（現・神奈川県愛川町）などにもその技術は伝えられた。

増大した江戸市民の胃袋を満たすために、各地から米が輸送されるようになったことも、動力水車の増加に拍車をかけた。

五街道の入り口（東海道・品川・中山道・板橋、甲州街道・内藤新宿、奥州街道と日光街道・千住）には米穀問屋が立ち並び、その周辺の渋谷や目黒などの村々には、精米用の水車がつくられていた。こうしてできた搗き米屋は人力によるものも含めて、2000軒に

も上るといわれている。

1697年（元禄9）に、現在の三鷹市役所付近に水車がつくられたという記録も残っているが、江戸人口のさらなる増大で、武蔵野など江戸近郊にも米搗き水車は広がっていったようだ。ただし、この水車は無許可でつくられたため、すぐに取り払われてしまう。当時の武蔵野地方は、江戸幕府の直轄領で、水車1台つくるにも、代官所の許可が必要だったのだ。

正規の許可を得た水車が増えてきたのは、安永年間（1772〜1780年）のこと。この時代、武蔵野地方では新田開発が進み、村落が安定すると江戸へ小麦粉を売る商いが始まったからだ。

玉川上水の記録文書『上水記』には、1788年（天明8）、「武蔵野台地には33台の水車があった」と記されている。水車の持ち主は、豪農や村役人が多かった。水車は建造にも維持管理にもお金がかかったので、個人が持つとした場合、必然的に富裕層の所有になる。しかしこのことは、結果的に村の共有資源であった水を有力者たちが個人使用したことになる。これに対して、村民がかなり反発したという記録も、当時の公文書には残っている。

余談であるが、日本の水車は村で共同利用されることが多いのに



右から：水輪（みずわ）に使われる材は赤松。

：水輪の回転を直角に変換している2つの歯車。一番トルク（回転力）のかかる部分だけに、大小2枚のギアを張り合わせた木製のベベルギア（傘歯車）を使っている。

：水輪の反対側の稼働部分。手前から、篩（ふるい）挽き臼、4個の搗き臼。奥の壁にはパーツなどが整理して掛けてある。中央の挽き臼の左は、昇降機の動力を2階へ伝えるシステム。斜めの角材はドライブシャフトだ。

：奥が水車システム。手前左は、電動モーターを動力にした精穀機。水車が止まった後も、電化して製粉業が続けられていた。

対して、ヨーロッパでは領主や教会などがパンをつくるのに欠かせない製粉事業を独占するために、水車に高い税金をかけた歴史がある。水車小屋の番人はしばしば税の徴収人を兼ねた。ヨーロッパで水車に悪魔のイメージがあるというのも、そうした虐げられた農民の差別意識からくるものといえる。セルバンテスの書いた『ドン・キホーテ』に粉挽き小屋の番人を悪魔と間違えて攻撃するシーンが出てくるのも、こうした背景があるからだ。中国や中東でも水車所有はヨーロッパ型だったそうである。

明治期の水車

明治時代になると動力水車はますます発達し、地域の産業を支えた。動力水車はいわばモーターで、用途に合わせて何にでも使える。

この時代には、武蔵野にも燃系用水車がつくられるようになっていた。1905年（明治38）東京・国分寺にあった燃系用水車は、長野県岡谷市の片倉製糸の所有。明治時代、繭の一大生産地となっていた武蔵野に拠点を設け、絹の燃系を現地生産したというわけだ。砂川や国分寺で生産された絹糸は横浜港で船に積まれ、海外に送られた。当時の絹糸は、多額の外貨を稼ぐ貴重な輸出品でもあった。

日本の山地は、急峻な地形の所が多い。小水路を利用して、小型の水車を設置するのに適していた。しかし比較的ならかな武蔵野台地では、大規模な水車を見ることができたそう。今の東京・西新宿にあたる淀橋にあった水車は、1887年（明治20）の改修で、水輪（水を受けて回転する部分）の直径約6・67m、搗き臼59個、挽き臼3個という巨大なもの。ここまでになるとコトコトコトンの水車ではなく、まさに「機械」と呼ぶにふさわしい規模になる。

水車の衰退

水車が近代日本において、いかに重要だったかを物語るものとして、「水車業規則」がある。これは1897年（明治30）に東京府で制定された法律で、水車の新設、所有権の委譲、機械設備の変更、廃止などの届け出が義務づけられた。『水車屋くらし』（三鷹市教育委員会編 2000）によれば、東京府の水車について長年研究してきた末尾至行や鈴木芳行の調査で、増設台数は1894年（明治27）から1917年（大正6）の23年間に多く、1921年（大正10）以降になると新設が0となり、一気に衰退していくという。

特に製粉は、明治後半に水蒸気



を使ったロール製粉機が登場。1896年（明治29）には約90%が水車による製粉だったが、1908年（明治41）には50%を切り、その後は一気に需要が減っていく。

ロール製粉機

対になったロールのかみ合いに、小麦またはストックを通して砕く機械。ストックとは加工途中の小麦、小麦をいっぺんに砕いて小麦粉まですると、表皮の破片が混じって、色がくすんだり喉越しの悪い仕上がりになるため、最初は大きく割っただけの小麦を入れ、ふるってから粒度別にして数回に分けて砕いていく。ロール製粉機の登場で、1台で一気に粉にする従来の製粉機は駆逐されていく。

また、水車は水のエネルギーで回転させるため、当然のことながら自然条件に左右される。早魃かんばつの水不足のときには動かない。そのため大規模な工場では、すでに明治の後期から、水力から蒸気力へと転換を図っていくのだ。

ところが水車の総数は、この時点では減るところが増えている。1897年（明治30）の統計では、全国で6万台に達している。

大正期に入るとさすがに減少を始めるが、水利に恵まれ、生産物の消費地に近く安定した経営が見込まれた地域では、水車は1970年（昭和45）ごろまで生き残ることとなる。東京近郊の水車が意外と長く残ったのは、こうした条件に恵まれたからである。

蒸気と電力の動力が水車を駆逐した、と一般には考えられがちだ

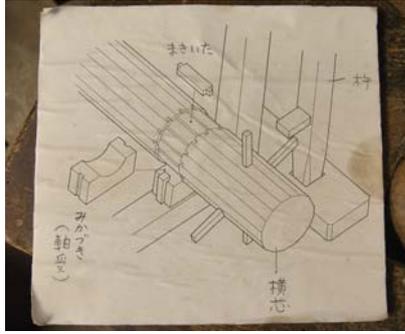
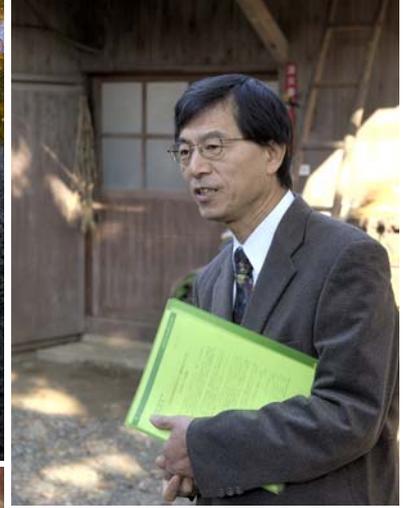
が、電気を引くために遠隔地まで電信柱を立て、電線を引っ張っていくコストが見合わないような地域など、実際にはさまざまな事情があった。水車を利用したほうが安上がりな生産物もたくさんあった。作業効率の悪い「粉碎」などには、ただで水の力が利用できる水車は、まだまだ競争力を持った動力だったのだ。

水車衰退の理由は、動力の転換が主だが、ダム建設や河川改修などによって川の水量が減ったり、水路がつけ変えられたりしたことにもよるのである。

現在は正式な統計も無く、水車の実数は把握されていない。しかし、研究者によれば、オプジェ的なものを除き、純粋な「働く水車」の存在は風前の灯であるという。

武蔵野の新車

野川にかかる相曾浦橋から下流を見ると、右岸の一面にある休憩所に水車が回っている。しかし真正銘の「働く水車」が、そのすぐそばに保存されていることは、ちよつと見ただけではわからない。「みたか水車博物館」として公開されているその水車は、川の上にかかった水車という一般的なイメージとは趣を異にして、覆屋さやと呼ばれる水車小屋に入っているのだ



上：「みたか水車博物館」を案内しながら水車の歴史を解説してくださった小坂克信さん。
現状の水輪の材は、井の頭公園から手に入れたが、昔は使った木を近隣の山林でまかなった。修復を行なったら次に使う材料を用意し、乾燥させておく。今の水輪は1959年のもので傷みがひどく、年間8,000人近く訪れる見学者の多くも「水輪の回っているところが見たい」という。左：新しくつくった交換用の水輪パーツを並べた写真と、峯岸清さんの水輪製作風景は小坂さんの取材・撮影によるもの。直径4.8m、横に寝かすとその大きさに驚かされる。木材でつくられた水車システムは、非常に細かいパーツで構成されている。というのも、こすれて擦り減る部分が、消耗品としてすべて交換可能なパーツに分かれているからだ。機能的で、実に美しい。

目に触れないのだ。
「新車」と呼ばれるその水車は、水輪の直径4・8m、幅0・97mで、精米製粉用の水車としては大規模なものだ。
東京・立川で育ち、小学校教諭として玉川上水の研究などに携わってきた小坂克信さんは、「産業考古学会・水車と臼分科会」の代表も務めている。玉川上水の歴史を子供たちに教えるために調べているうち、160年間働き続けた新車に出会ったという。以来、水車の魅力にみせられ、研究まで始めてしまった。
その小坂さんに、「みたか水車博物館」を案内していただき、新車について次のように解説してもらった。

多摩川の支流、野川の水流を利用して新車がつくられたのは、1808年（文化5）のことです。200mほど上流に大沢村の名主が設置した水車があり、これが「大車」と呼ばれていたことから、この水車は「新車」と呼ばれるようになりまし。峯岸家では大車を力ミ、新車をシモと呼び合って、親戚つき合いをしていたそうです。
峯岸家8代目、1910年（明治43）生まれの清さんが、1968年（昭和43）まで稼働させてきた新車。その起源は峯岸家に残る

文書によると、「大沢村の名主半兵衛と地主久衛門から敷地の提供を受けて、府中経頭の五郎右衛門と上石原村の五右衛門が新車を設置した」とあります。
しかし、当初は思うように経営がたちゆかず、2名の出資者が経営から離れました。1817年（文化14）からは、峯岸家5代目（改名）が新車を譲渡され、以来峯岸家で水車経営を続けてきたということ。
1903年（明治36）、新車には搗き臼10個、挽き臼1個があり、その後、挽き臼を1個増やしています。また時期はわかりませんが、水流に平行だった臼の列を直交させる大工事もしています。しかし、また水流に平行するよう元のスタイルに戻しています。1919年（大正8）の改修は、清さんの叔父の藤三郎さんが担当しましたが、途中で亡くなっています。
杵の列が水流と平行に置かれている例は、私も近隣では見たことがなく、清さんに理由を尋ねますと、「このほうが作業がしやすい」ということでした。また、叔父さんからは「後を大事に守ってくれ」と、よく言われたそうです。
現在は、搗き臼は鉄製で、2斗（36ℓ）入る二斗張りが2個と四斗張りが12個。挽き臼は御影石製で、小麦用の挽き臼が直径一尺八寸（約55cm）、大麦用の挽き臼が直径一尺四寸（約43cm）で各1個ずつある、メカニックで大がかりな水車です。
近隣の顧客のために精米・精麦と製粉を引き受けるほか、清さんの父親の繁蔵さんの代には、千駄ヶ谷に米の販売店を構えていました。粉の売上げ高は、近隣と東京ではかなり差があり、1881年（明治14）当時の東京・小金井市の記録には1年間に、村落内では1500円、東京市に出荷すると2000円と記されています。
明治後期、ロール製粉機の普及に危機感を覚えた武蔵野の水車屋は、新しい製品をつくることで活路を開こうとしました。七味唐辛子の原料となるミカンの皮を搗いたり、バッテリーなどの材料となるエボナイト、洗剤などに使われるベントナイトの粉砕を請け負うところもあり、カレーに使うスパイスを搗くうち、ノウハウを覚えてカレー製造業に転じた水車経営者もいるほどです。
1924年（大正13）、甲州街道沿いに電気の動力線が敷かれました。さらに同じ年に、玉川上水が水道水に利用され始め、分水の水量が減ってきます。電気は通るは、水量は減るのはダブルパンチで、武蔵野からも水車は徐々に消



新車は野川の水を利用して稼働していたが、河川改修のために取水できなくなった。左写真の右側が水車、排水溝は向こう側の野川に水を戻す流路。「さぶた」と呼ばれる仕切り版が取水された水の流量を調節する。
峯岸さんの作業風景の写真も、「みたか水車博物館」の貴重な財産だ。



しかし、本来であれば「働く水車」で、貴重な水車が保存されることになったのは喜ばしいことです。

「働く水車」の文化を継承

05年からは休業しています。

文があれば製粉などを行なって

でも稼働できるようにしていま

贈っています。

10)には「武蔵野(野川流域)の

新車は1978年(昭和53)に、

母家は1994年(平成6)「古

えていく運命にありました。

木を伐採して、次回の修復に備え

生活の道具ならではの合理性が

この先、常にこすれて傷みやす

3回ほど水輪の交換に立ち会っ

今の新車の水輪は、1959年

この先の材料の配手が思いや

手に入りにくくなっています

は、武蔵野らしい樺や檜の

では望みません。

のノウハウと技術もセツトで

身も見たいですし、子供たち

直しにまではつながりません。

が、我々周囲の気持ちです。

単なる形だけの水車を復刻

で、水輪の部品も納屋で眠

2003年(平成15)、清さん

が用意しておいた材料を使

民の協力を得て技術の記録・

恵の一つです。最後の改修

よそ50年経って、使われな



エネルギー自立型から供給型へ

地域小水力発電のポテンシャル

小水力発電を活用したエネルギー自立型農村。
夢のような話ですが、
日本の水路が持つポテンシャルを考えれば、
決して実現不可能なものではありません。
地域の特性を活かした
村づくりに携わってきた小林久さんが、
その可能性とクリアすべき問題点を提示し、
エネルギー自立型をさらに進めて
エネルギー供給型農村に至る道筋を語ってくれました。



小林 久

こばやし ひさし

茨城大学農学部地域環境科学科准教授。農学博士。

1977年新潟大学理学部地質鉱物学科卒業、静岡大学大学院農学研究科農芸化学専攻(修士)修了、東京農工大学大学院連合農学研究科生物生産学専攻(博士)修了。民間コンサルタント会社勤務、コンサルタント事務所主宰を経て1996年より現職。2000年より東京農工大学大学院連合農学研究科博士課程併任。全国小水力利用推進協議会理事。専門分野は農村計画学、地域資源管理学。

主な著書に『有機性資源の利活用(改訂農村計画学)』(農業土木学会 2003)、『肥料年鑑2006 第二章ライフサイクルアセスメントによる肥料の環境影響評価』(肥料協会新聞部 2006) 他

愛媛県新居浜市別子山地区の集落。一番奥にある片流れ屋根の建物(別子山支所(役場))

小水力発電推進協議会発足

急峻な地形を一気に流れ落ちる水を、日本はうまくシステム化してききました。雨が多く、水は山肌を縫うように流れて、扇状に張り巡らされる。こうした地形や気候を活かせば、小水力をそのシステムの中に親和的に融合させることができるのではないかと私は考えています。

もともと、地域の特性を生かした村や町づくりが私の研究テーマです。その調査の過程で富山県南砺市の城端じょうはなと大分県日田市の中津江村を訪ねました。

城端と中津江は、かつて稼動していた水車を復活させて、地域を活性化しています。城端の場合は、90年代に市民から提案された「からくり水車復元」を実行し、町おこしを試みました。歯医者さんが歯磨き指導を目的につくった歯磨き水車や曳山水車など、「水車ウォッチングロード」にはすでに40基以上が稼動し、観光客もある程度呼べるようになっていきます。

一方中津江は、鯛生金山たがひの開発時から水車による発電が行なわれていた地域。水車は20年ほど前に停止していましたが、2004年に「鯛生小水力発電所」を再生させました。この発電所は津江川の

砂防ダムを利用したもので、中津江村の観光施設や村民の電力をまかない、余剰が出たときは九州電力に売って、経済的にもかなりうまく稼動しています。

こうした例を実際に見聞きし、小水力発電に希望を抱いている人たちと出会ったことから、私たちは2005年に「小水力発電推進協議会」を発足するに至りました。

揚水水車と動力水車

元来日本は、揚水水車で灌漑を行なって農業を発展させ、動力水車は穀物の精白・精米や製材、製糸などに利用して、産業の基礎を築いてきました。つまり、結果的に水がある所が生活や産業の始まりになりました。群馬県の桐生では燃糸に水車を使っていましたし、山梨県の都留や長野県の諏訪なども水車活用の良い例です。

日光では線香をつくるのに、杉の葉を搗く動力として水車を利用していました。このように、水車は日本の中に「普通の施設」として自然にあったことがわかってきました。それで小水力利用は文化的な話と関連づけていく必要があるなと思っています。

そればかりではなく、私は自然エネルギー関係の人とつき合うようになって、水車は魅力的という

か、水自体を魅力的と感じるようになりまし。それは、単純に作物用の水、飲み水、用水としてだけでなく、動力まで得られる資源として意味があると思つたからです。

新エネルギーとしては風力発電も注目されていますが、オランダやデンマークなど常に一定の風が吹く地帯でない効率が悪いうえ、風車自体も日本の景色にはなじみにくいような気がしています。

9 電力体制と農村電化事業

小水力発電の可能性をお話しする前に、日本の電気事情について簡単に説明しましょう。現在、日本の電力は基本的に発電も配電も10電力会社によって行なわれていますが、かつては各地に大小の民間電力会社が点在していました。いわゆる「9電力体制」（後に沖縄電力が加わり10電力会社に）の源には、戦争遂行のために電力事業の国家統制が望まれるようになった時代背景がありました。1938年（昭和13）には「国家総動員法」とほぼ同時に「電力管理法」や「電気事業法」が制定され、翌年にはそれに基づき国策企業の日本発送電株式会社が設立されました。電力会社は、国家プロジェクトとして日本発送電株式会社と

関連する9配電会社に再編され、水力開発を進めていったのです。結局は、戦後の全国総合開発計画と結びついたこの体制が、電気事業法の大幅改正がなされ電力自由化が始まった1995年（平成7）まで続いたわけです。

一方、昭和20年代は（1945年〜）まだ電気が通っていない農村地帯が日本中に数多くありました。そこで行なわれたのが農村電化事業。農協などが発電用の水利権を取り、発電機を入れて日本の各地で農山村の電化に取り組みました。

1952年（昭和27）に施行された「農山漁村電気導入促進法」がこの事業を後押しする形で、農村電化は一定の盛上がりを見たようです。しかし、9電力会社の配電網が農山村を広くカバーするようになり、農村電化事業はやがて下火になります。実は中国地方には今もこの事業の名残が残っています。農協などが持っている発電所がいくつかあり、現在も電気を中国電力に売っています。すべて1000kW以下の小規模発電所ですが、中国地方全体で50力所ほど稼動しています。

先日、西部鳥取農協が持っている発電所を1カ所見学してきました。昭和20年代の建設ですから、歴史は50年以上。川から水を取り、

もう一度川に戻すときに発電する仕組みで、なかなか感動的な景観でした。

住友の特定電気事業

次に、愛媛県の新居浜にある住友共同電力の例をご紹介します。これは最近まで9電力の傘下に入らないで、農村電化事業を行ってきた例です。

そもそも住友グループは、新居浜から内陸に入った別子山村の銅山から興りました。

1919年（大正8）新居浜市所在の住友系工場事業場に必要電力を確保・供給するため、住友共同電力の前身である土佐吉野川水力電気株式会社が設立されました。1927年（昭和2）には、別子鉱業所有の端出場、大保木両水力発電所、新居浜火力発電所などの自家用電気設備を譲り受け、電気供給事業を開始します。土佐吉野川水力電気株式会社から始まった住友共同電力は、今も地元の住友グループに電力を供給しています。

一方、別子山村は農村電化のために森林組合をつくり、発電所を建設・経営し、村に電力を供給していました。この別子山村森林組合は5年前まで独自に村の電力をまかない、余った分は住友共同電

力に売っていました。

ところが2003年4月、別子山村は新居浜市に合併されることになり、森林組合の発電配電事業を「四国電力に組み込んでもらうか、住友共同電力にするか」という選択を迫られました。

結果として、「もともと送電線などの設備も整っており、新たな設備投資が必要ないから」という理由で、別子山村の発電配電事業は住友共同電力に引き継がれ、村は住友共同電力から電気を買うことになりました。

1995年に、電力会社と同様に供給地域と供給責任を持つという条件の下で、電力会社以外の事業者が小売までできるよう規制改革が行なわれ、自前の発電設備と送配電設備を持つ事業者が、特定の電力需要家に直接、電気を売ることができるようになりました。これを特定電気事業といい、別子山村は、この枠内で営業しています。（次ページ上図参照）

一般家庭が電力会社から電気を買う場合、個別に需給契約書を交わす手続きは省かれています。別子山地区の住民は住友共同電力との個別契約を更新しながら、地元でつくった電気を買っているのです。

灌漑も発電も同じ水で

別子山地区の発電施設を見て以来、私は小水力発電の可能性をますます追求したくなりました。そういう目で日本国内を見回すと、小水力発電の持つポテンシャルは非常に大きいと思います。日本にはすでに灌漑排水路が張り巡らされ、水量を安定的にコントロールしやすいインフラが整備されていますから。

たとえば愛媛県の道前道後という灌漑システム。ここは高知県のダムから集めた水を、松山市の道前側と道後側に配っています。ダムから水を下ろしてくる箇所に発電機がいくつか入っていますが、下流部分にも落差がある。

途中で工場への給水のために水が吐きだされる地点では、30mぐらい落としていますから、ここでも十分に発電できると思います。さらに言えば、その地域ではみかん畑に水を揚げるためのポンプ場がたくさんつくられるほど落差がある地域ですから、灌漑システムで発電した電力は、この揚水ポンプにも使えるのではないのでしょうか。

もちろん灌漑と発電では目的がまったく違いますし、競合する点もあります。水車を入れると淀み

電気工作物と電気事業者

一般電気工作物 (10kW 未満)	事業用電気工作物 (10kW 以上)					
	自家用電気工作物		電気事業の用に供する電気工作物			
	自家用電気工作物を設置する者	卸供給事業者	特定規模電気事業者	特定電気事業者	卸電気事業者	一般電気事業者
	地方公共団体 土地改良区 民間、個人 などの事業者	公営企業局 (計 31 事業者) 北海水力発電(株) など (計 17 社)	サミットエナジー(株) ダイヤモンドパワー(株) などの事業者 (計 22 社)	住友共同電力(株) 諏訪エネルギーサービス(株) などの事業者 (計 6 社)	電源開発(株) 日本原子力発電(株) (計 2 社)	東京電力(株) 沖縄電力(株) などの電力会社 (計 10 社)

特定電気事業区域

供給先：新居浜市別子山地区 約170世帯



住友共同電力(株)の別子山発電所と小美野発電所から電力供給されている新居浜市別子山地区の山林は、住友林業が植林再生産を永久に繰り返す「保続林業」の思想に基づいて管理され「住友の森」と呼ばれている。下の写真の手前が別子中学校、奥に小学校がある。

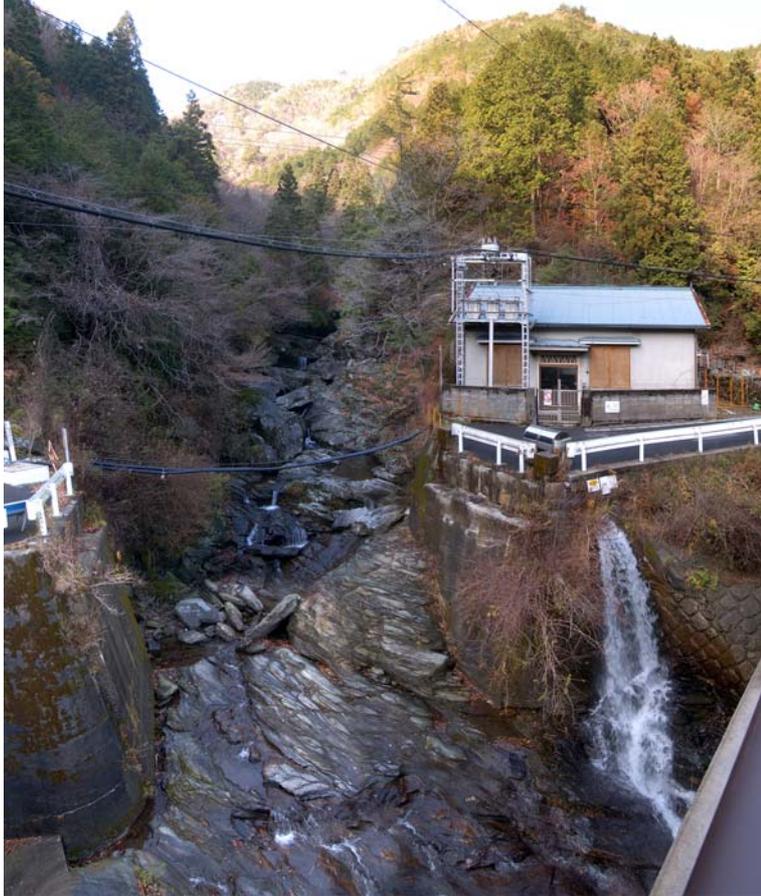


新居浜市周辺の住友共同電力(株)の施設

住友共同電力(株)の主な電力・蒸気供給先

住友化学(株)および関連会社/住友金属鉱山(株)/住友重機械工業(株)/日本エイアンドエル(株)/住友重機械ハイマテックス(株)
住友イートン/パ(株)/日本キッチン(株)/日本キャタリストサイクル(株)/新居浜電子(株)/住友林業(株)/住友林業クレスト(株)
三井住友建設(株)/(株)リーガロイヤルホテル新居浜/(株)住共グリーンセンター/住共エンジニアリング(株)/エス・エヌ・ケー(株)
新居浜コールセンター(株)

住友共同電力(株)は住友グループ各社の工場へ電力および蒸気を供給するとともに、一般電気事業者との電力相互融通、また特定規模電気事業者のサミットエナジー(株)を通じて他地域への電力供給、さらに特定電気事業者として新居浜市別子山地区へ電力供給を行なっている。



別子山地区では、今なお2つのミニ水力発電施設が稼働している。71kWの別子山発電所(左)と1000kWの小美野発電所(右上下)はともに銅山川の流れに沿っている。

ができますから、健全な流れが維持できないこともあるかもしれません。灌漑に比べ発電の歴史は短いので、「同じ水で灌漑も発電も一緒にしましょう」というシステムは非常に少ないのが現状です。

しかし、化石エネルギーの限界が見えた今、再生可能なエネルギーとして水力を再認識したり、新たに可能性を模索する必要性に迫られているのではないかと私は思っています。

これまで日本の基幹灌漑システムは、水が高い所から低い所に流すというやり方が常識になっていて、「10cmでも高い所には水が配れない」との基準で取水地点を選び、受益地を決めていた歴史があります。それを上で取って、下に落とすときに発電し、落とした水を先につくった電力を使ってポンプアップして田や畑に配るのです。余った電力は、他の目的に使えません。良い事例がカリフォルニアにあります。

カリフォルニアでは、サンフランシスコより南側に広がっている砂漠を、農地にする計画が持ち挙げられました。水は北側から谷に溜めたり、山を越えて供給しなければなりません。山を越える場合、日本の灌漑水路を導入するとしたら、山を大きく迂回するか、山の裾野から長いトンネルを掘ると

思います。

しかし、トンネルの掘削工事は莫大な費用がかかるため、できる限りトンネルは短いほうがいい。そこで、山の上部にトンネルを掘り、反対側で水を落とす際に発電して、その電気を水を汲み上げるのに使うという仕組みをつくったわけです。つまり、日本では水路を「灌漑水路」としてしか考えていないのに対して、ここでは「灌漑と発電のための水路」と見た。そして、導水トンネルを山の上部につくるとポンプアップするために必要な電力量が必要となるけれど、トンネルの長さは短くてすむ。両者がバランスする地点で掘削することにしました。

この例は日本人の私から見れば、水路をエネルギーの路と見ている点で斬新であり、同時に「新しい発想の水利施設」として日本でも活用できるのではないかと、思っています。

水車4万基のポテンシャル

2007年度から農林水産省が小水力発電に適した農業用水を調査し始めました。1997年に制定された「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」が改正され、2008年4月から再生可能な新エネルギー開発の中に小水

力発電が組み込まれることを受けての活動です。

先程言ったように、可能性を秘めている地域はいくつもあると思います。ただし、実践にあたって立ちほだかるのは水利権や送配電設備利用の問題ですね。水利権とは所有権ではなく、河川などの水を利用する権利で、農村地帯では主に土地改良区に許可されています。

土地改良区の方々は、地元の電力会社さんとの関係性を考えて「発電は採算に合わない」と思っているかもしれません。でも、ここにも発想を転換する余地があると私は思うのです。

問題となっている水利権に関して言えば、現在、土地改良区に許可されている水利権を、公共的なあらゆる用途に使える権利にすることで、解決できると考えています。送配電設備利用は、1985年(昭和60)に電電公社がNTTとして民営化したときに、公有財産であった電話線を新会社に貸し出すことで普及が促進されたのと同様のやり方を取り入れることが考えられます。

「この灌漑用水を利用して発電したい」。市町村なり公的なセクターがそう申し出たら、水の流れを乱さないことだけ担保して許可を与えればいい。実行する価値があ



山梨県都留市の市街地を流れる家中（かちゅう）川。1636年（寛永16）甲州谷城城主、秋元但馬守秦朝が3年の歳月を費やして開削し完成した人工河川だ。桂川の水を引き込み、防火をはじめ生活用水や農業用水として、日常生活に欠くことのできない水路として利用されてきた。都市化の

影響で、水路は一部小学校のグラウンドの下を流れている。人家のすぐ横を、ゴゴと音を立てて滝が流れ落ちる様子は圧巻。富士山の裾野として湧水が多く、傾斜もきついため、流量、落差ともに発電には充分。大きな位置エネルギーを望める、小水力発電の適地である。

水力発電のまち アクアバレーつる



写真中段は市庁舎と小学校の間に設置された水車
元気くん1号。
スペック：直径6m
最大出力20kW、平均8.8kW
落差2.1m
水量0.77～2.00 t/s

山梨県都留市は、2005年から市街地中心部を流れる準用河川「家中川」の豊富な水量を利用して、都留市が事業者となってドイツ・ハイドロワット社製の下掛け水車 元気くん1号 を回している。発電した電気は市庁舎で利用され、使用量の15～20%（金額にすると約170万円）をまかなっているそうだ。

この小水力発電が目ざされているのは、地域特性を生かした「市民参加型」で実行されたところ。事業費の一部は、山梨県初の試みである市民ミニ公募債「つるのおんがえし債」でまかなわれたが、人口3万5000人の小都市で、40人募集のところに実に161人が応募、約4倍の倍率での抽選となった。

水路つけ変え工事まで含めて事業費は約4000万円、年間の維持費は15万円ほど（ほとんどが保守管理料）。開放型水車のため、部分的な損傷は、パーツ交換ですむ。除塵機の設置によって流入したゴミが目に見えるようになり、ゴミの量が減るといふ思わぬ環境教育効果も上がったという。

都留市では、「都留市地域新エネルギービジョン」を2002年（平成14年）度に策定、自然エネルギーの導入を促進する一環として「小水力発電のまち アクアバレーつる」構想を進めている。

「都留市地域新エネルギービジョン」では、小水力市民発電所 元気くん1号 以外にも、森林バイオマス発電システムや温泉の排熱利用などといった水力以外の新エネルギーとマイクロ水力発電を組み合わせる利用することにも積極的に取り組んでいる。

市庁舎に設置された 元気くん号 以外の場所でも実験的な発電をしているが、家中川に隣接する谷村工業高校の生徒が管理を行なっているそうだ。



る地域は、数多いと思います。

日本は大規模発電には優秀な技術を持っていますが、小規模発電になると技術が確立していません。大規模発電の技術は小規模発電にも応用できるのですが、需要がなかったために進んでいないのです。したがって、今、小規模発電を実現するには莫大なコストがかかります。

しかしこれも、小規模発電所をたくさんつくるという「数のスケールメリット」を活かせば改善されるでしょう。9電力会社に統合される以前、日本全国では4万基の固定式水車が稼動していました。ということは、今もこれに近い数の小水力発電ができる可能性があるので、毎年1000基のオーダーがあれば、マーケットとしての魅力も出るし、買電価格もかなり低くできると思います。

水力発電は初期投資が大きいことがネックといわれます。しかし、7年でリターンするといわれている太陽光発電でも、一般家庭に導入すると20年ぐらいかかる。稼働率を考えると、太陽光発電より1年中発電できる水力発電のほうが有利です。年間の稼働時間は、太陽光が約1000時間、風力が2000時間前後なのに対し、水力は5000時間以上になると思います。水力発電の1kW設備は太陽

光発電の5kWに相当する、といえます。しかも、水力は安定した電力を生産できますから、他の再生可能なエネルギーとは性質そのものが違うわけです。

エネルギー自立型から エネルギー供給型集落へ

前に挙げた別子山地区のような形態にすれば、自立して電力をまかなえる集落はたくさんあると思います。特に山間地域では、千葉大学の倉阪秀史さんが提唱する「永續地帯(4ページ参照)のような、エネルギー自立型農村が生まれそうなのがするのです。それをさらに進めると、エネルギー自立型からエネルギー供給型農村ができるんじゃないかという感じがしています。

30戸規模の集落が発電機を入れて、自分たちの電力をまかなうケースを想定してみましよう。1軒の家庭が1年間で消費する電力は5000kWhぐらいです。ということは1軒につき1kWの発電設備でまかなえますから、30軒で30kWの発電機があればいいわけです。仮に1kW100万円として、30世帯で3000万円集めて初期投資し、あとは維持管理のコストを見ておけば採算は取れます。こういう集落が増えたら、不足

分が出たり余ったりしたときにお互い融通し合えばいい。小さな集落がお互い融通し合うことで、自立していけることが私の描く農村の理想図です。

さらに理想を進めると、石油にまったく依存しない農村が生まれればいいと思います。

今のところ石油を使わないとできない化学肥料や合成農薬は別にして、田植え機や軽トラックも集落でつくる電気で作くようになれば、究極の自立型農村ができそうです。

すべてクリーンなエネルギーで運営し、「このキュウリは温室効果ガスをまったく排出しないでつくりました」などという農産物ができたら、魅力的だし、付加価値をつけてもいいと思いませんか？

もしかしたら「2/3割高いキュウリでも送ってほしい」とか、「その地域のクリーンな電気を買いたい」という支援者が出てくるかもしれません。

まだこれは夢の話ですが、決して実現不可能な夢ではないと思うのです。

かつての富山では農家の9割が、10万以上の持ち運び式の螺旋水車を稼働させていたといわれています。昭和初期の水車の本があるんですが、それを見ると現在ある水車の理論がほとんど載っている。

効率なども含めて、計算の原型になっっているようなものがあります。そのころにはもう、海外から導入された技術も確立して、村の鍛冶屋さんがその辺りの計算までできるほどになっていたということですね。

また、水路は維持していかないと荒れたり壊れたりするので、日本の農村には水路を維持管理をする仕組みや伝統が既に備わっています。みんな自分の家の前を流れている水路の水が、どこから来るのか知っているんです。その意味では、水を地域社会の中での資源というか、ごく当たり前のもの、ごく身近なものとしてちゃんと使っていたかと思うのです。

ただ、大雨が降ったとき、水が水路に長く滞留すると困るため、発電には使わせたくないとか、用水として使う農業側と、動力源として使いたい産業側はよく競合しました。管理の仕方も、用水と動力とは異なります。

一番大きな違いは、農業用水として水をたくさん使う時期は、代掻きや田植えなどせいぜい8月末までということなんです。それに比べて水車の場合は、できるだけ変動なく1年中を通したほうが効率は高まる。また統制される前に何万もあつた水車は、ほとんどが農業用の水車です。発電用の水車は、

「発電」が日本に入ってきてからわずか100何年の歴史ですので、既存の水車を発電用として転用したのではなく、最初から独自の水路と発電水車をつくったのではないかと思います。今までは「電気を起こして、灌漑も一緒にやりましょう」という水路システムはほとんどなかったわけですが、小水力利用を進めるためには、地域ごとに時期に合わせて使用水量をうまく調整することが必要になるでしょう。「水路にはゴミは流れてきてほしくない」という意識は、どちらにも共通しますね。今は失われている「水路は地域の共有財産」という意識も、水路を用水と動力両方の資源として見ることで回復するかもしれません。

そう考えると、現在65歳以上が集落人口の過半数を占める「限界集落」と呼ばれている過疎地帯にも、価値のある水源が眠っているかもしれません。今後は逆に、そういう地域がエネルギー自立型農村としてスポットライトを浴びる可能もあるような気がしています。これまで私たちは、「エネルギー」と言われると中東の油田地帯だけに目を向けがちでしたが、もつと足元の水を見直すときがきているのです。



小水力発電の普及は住民参加型の発電所運営が鍵

環境を自分たちの力で守る

エコ意識

インドネシア・コタワイ発電所

4村430戸を対象とした出力93kWの電化計画。流量0.57m³/s、落差37m。自然の岩場（淵）を利用し、取水ダムを省略。発電用水車はインドネシア製のクロスフロー水車。



太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスなど、化石燃料に替わる新しいエネルギー源を調査・研究し、国内外の情報を日本に普及させる活動を行なっているのが、

財団法人新エネルギー財団（NEF）です。

「日本の風土に適した小水力発電」と言われますが、

海外ではどのような取り組みがなされているのでしょうか。

その現状や、日本が果たしている役割についてうかがいました。

『新エネ大賞』：（財）新エネルギー財団は、新エネルギーの普及促進を図ることを目的に「新エネ大賞」（新エネバングード21）を実施している。平成8年度（当初の名称は「21世紀型新エネルギー機器等表彰」）から、公募で集められた新エネルギー機器の開発及びその導入普及啓発などの活動の内、優れたものを表彰している。

「新エネ大賞における新エネルギー」の定義は次のとおり。1.太陽 2.風力 3.雪氷（雪、天然氷） 4.バイオマス（発電/熱利用/燃料） 5.廃棄物（発電/熱利用/燃料） 6.温度差 7.クリーンエネルギー

自動車 8.天然ガスコージェネレーションシステム 9.燃料電池 10.その他再生可能エネルギー（小水力/地中熱/波力など）

山梨県都留市の「小水力市民発電所元気くん1号」（26ページ）は平成18年度第11回「新エネ大賞」優秀導入活動地方公共団体部門で『新エネルギー財団会長賞』を受賞している。水資源が豊富な地域特性を活かして、市民参加型の小水力発電所を設置し、併せて普及啓発につながる広報活動の実施している点が、行政主導の導入促進事業の規範として高く評価されたことによる。

上松 泰介

（財）新エネルギー財団
水力本部調査部



磯野 淳一

（財）新エネルギー財団
水力本部国際部

橋本 雅一

（財）新エネルギー財団
水力本部国際部



橋本 信雄

（財）新エネルギー財団
水力本部国際部



小水力発電 ヨーロッパでの事情

ヨーロッパ諸国でも、日本と同じように大規模水力発電の開発がほぼ終わり、比重は小水力に移っています。ヨーロッパでは発電電力1万kW以下を「小水力」ととらえています。地球環境問題の高まりで、再生可能エネルギーによる電力供給の比率を大きくすることが求められており、その一つである小水力開発についても議論が行なわれています。

国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）の水力実施協定に1995年、当時の通産省、外務省、科学技術庁から実施機関として指定され、当財団が調印し、以後ここでの活動を通して情報を収集しています。現在この実施協定に加盟しているのはノルウェー、フィンランド、スウェーデン、カナダ、ブラジル、中国です。

再生可能エネルギーにかかわる実施協定には、水力をはじめ、太陽光、地熱、バイオマスなど10の実施協定があります。当財団は、

加盟当初から水力実施協定の中に設けられた環境分野及び、教育分野の作業部会の活動に参画し、2006年度からは小水力作業部会の活動に参画しています。現在、参加各国やヨーロッパ小水力協会と連携して、最新技術を探ったり、情報を集めています。

ヨーロッパの河川は、日本に比べると年間流量が比較的安定しています。灌漑水路もよく整備されています。EU15カ国で運転中の小水力発電所は約1万4000カ所あり、その出力計は1万800MWにもなります。近年は、既設発電所の設備更新が活発に行なわれているようです。さらに閘門^{こうもん}開閉の水位差を利用して、タービンをつけて無駄に流れてしまうエネルギーを回収したり、イギリスの湖水地方でも石積み建屋の中に景観を壊さないように設置された発電所など、未利用のポテンシャルを環境と適合してうまく開発している例があります。

東南アジア諸国での地方電化

東南アジアには、まだ未電化地域が多いですね。例えばポルトガルという不幸な歴史を持つカンボジアは、国内に水力発電所が2カ所あるだけで、ほとんどがディーゼル発電となっており、国全体の供給能力も30万kWに満たないしかも、その8割は首都プノンペンで消費されてしまいます。隣国のタイやベトナム、ラオス（予定）からの輸入電力などでその場をしのいでいる状況ですが、その3国ももちろん電気が余っているわけではありません。

「電化率を100%にしよう」というのが、東南アジアの国々共通のエネルギー政策ですが、多くの国の中央政府にもそのために必要な資金はなく、大規模な発電施設の開発財源は海外援助に頼っている現状です。

当然、未電化地帯には、まだ送電線もきていない所がかなりあります。日本では送電網（グリッド）が整備され、大規模発電所からの電力供給（グリッド電力）が100%なされているのに加え、自然エネルギー用にマイクログリッド（小規模送電網）の可能性についても議論されているわけですが、



フィリピン・マハグナオ発電所
3村300戸を対象とした出力65kWの電化計画。流量0.45m³/s、落差25m。水圧管路に日本の技術基準で定められている管厚より薄い管を使用。発電用車はインドネシア製のクロスフロー水車。

東南アジアでは基本的な送電網が整備できていない状態なんです。彼らも電気が欲しいから送電線がくるのを待っているけれど、くる保証はない。だから別の形で電化を進めたい。これがアジアの課題です。

ところが、そういう村にも電化製品はあるんです。自動車用のバッテリーを充電して、例えばテレビを見ていたりする。東南アジアの貧しさと一口に言っても、今晚の食に困る所もあれば、自然採集でそこそこのげりような、日々の食糧に困るほどではない所もあるんです。極端な話、雨露がしのげる家があり、近くに川とバナナの木があれば「大丈夫」というような大らかさもある。そういう所では、電灯はもつとも基本的な電気使用ですが、冷蔵庫よりテレビやカラオケなどの情報・娯楽ツールの需要が高いんです。

ラオスやベトナムでは、「ピコハイドロ」と呼ばれる500W規模の水力発電装置が20ドルほどで売られています。家の裏側に流れている小川でも、石などで小さな落差をつくれれば、そこに入れるだけで発電できるタイプです。個人レベルで手軽に使用して便利ですが、端子部分や家に電力を引き込む電線が剥き出しで、感電の危険性も大きい

ため安全性を高める必要があります。未電化の集落では、電気がくるのを待っていたら10年も20年もかかりそうなので、「自分で使う電気は自分でつくろう」という気運を感じますね。そこで日本などが援助して、電力会社からの配電系統がつかない地域でも電化が進められるようにしています。

一番簡単な電源はディーゼル発電機です。しかし、これに使う軽油は値上がりが続いています。ディーゼルを使っている人たちから、「燃料費が払えなくて止まってしまった」、「軽油を節約するために、今まで5時間給電していたのを2時間にしなくてはならない」などの声を聞きました。

そこで、大きく期待されているのが、小水力発電なんです。24時間発電できる小水力なら、昼も夜も電気が供給され、夜中も仕事や勉強ができる。それで生活レベルが向上し、電気を買うお金にも困らなくなる。ローカルな地域の人々にとって大事なことは、大きな発電所をつくって送電線を引くことに時間をかけるのではなく、送電線が無くて早く電力の恩恵を手に入れるようにすることなんです。

小水力発電で、こうしたプラスの循環ができればいいなと思っています。

マイクロ水力発電の実証試験

当財団では1996年から、インドネシア、ラオス、ベトナム、フィリピン4カ国の未電化地域で、単独系統のマイクロ水力発電の実証試験を行ない、マイクロ水力発電所を建設・運営支援してきました。

この実証試験の目的は、国内の規制基準にとらわれずに、発電設備の大幅な合理化・簡素化・海外資機材の導入などを行ない、それらの耐久性・運用性・性能を評価することでした。また、副次的効果として、海外の未電化地域の電化を進める手助けができるという意味もありました。

発電所の規模は、いずれも100kW前後。この規模の発電所を実証試験の対象としたのは、300kW以下の日本の発電所をすべて調べた結果、100kW規模のものが一番多かったためです。

また、実施地域では1世帯当たりの消費電力が150〜200W。そのため、100kW規模の発電所で対応できることを基準に計算し、候補地を300〜500世帯の集落に絞りました。

発電所の建設に最適な場所を見つけても、需要地が離れてい



ベトナム・ナチャ発電所
5村552戸を対象とした出力120kWの電化計画。流量0.30m³/s、落差54m。水路は地元でも補修可能な石積み水路。発電用水車はイギリス製のターゴインパルス水車（ノズルから噴き出す水の力で水車を回す中・高落差用水車）。



アクセスのための道路づくりから始めなくてはならず、実現は難しかったため、候補地選びは難しかったですね。一番困ったのは、流量観測です。水力発電の計画を行なう場合、日本なら最低10年間の観測データを参考にしますが、アジアの大半の国には河川の流量を観測するシステムが整備されていないんです。

対象国のうち、ベトナムだけは一部包蔵水力調査を行なっていますが、前提条件が違う上、十分な観測ではなかったため、必要なデータは得られませんでした。結局、1年中でもっとも雨量の少ない乾季の流量を調査し、その量で100kWの発電が可能な地域を実証地点に選びました。

実証試験の期間は6年間。最初の1、2年で調査と建設を行ない、残り4年は試験運転をしてデータを収集しました。

水力発電の場合、耐用年数は30〜40年ですから、私たちが引き上げたあとは、地元の人たちが責任を持って管理していかなくてはなりません。ですから地元の人たちによる組合組織をつくって、試験運転期間の4年間で管理、運営を覚えてもらってから引き渡す形にしたんです。

これは、このプロジェクトの大きな成果の一つで、発電所の保守

管理の中では、村人総出で取水ダムに堆積した土砂を定期的に取り除いたり、運転日誌を几帳面に記録したりして、技術的にも経済的にも自立した管理・運営ができるようになり、現在も順調に運転が続けられています。

モチベーションアップ

フィリピンのレイテ島中部につくったマナグナオ発電所のように、試験運転直後につまずいてしまった例もあります。

ダナオ湖から流れるアワサン川の上流につくったこの発電所は、流量や河川勾配、それに村へのアクセス面でも恵まれ、順調にスタートしたはずでしたが、当初目論んでいたほど電気が使われず、いきなり運営難に見舞われたのです。徴収した電気代だけでは作業員の給料が払えず、運転員は仕事を放棄してしまいました。

初期投資費用が準備できないことが原因でした。電気メーターや屋内配線は利用者の自己負担としたため、そのお金が払えない人たちが大勢いて、需要が増えなかったのです。そこで、「貸付」という方法が考えられました。ローンを組んで、地方政府からお金を貸し付けることで、電気メーターや屋内配線の経費を払うことができ

るような仕組みをつくったのです。多数の人に重荷にならない程度の少額金融を行なうマイクロ金融の手法を取り入れたわけです。

しかし、これだけでは根本的な解決にならないため、その地域にもともとあったマニラ麻の産業を利用した村おこしを考えました。

マニラ麻はアバカという植物の葉を漉いてつくられます。それまでは漉いて繊維にした状態で出荷していましたが、それを紙やロープなどに加工して売ることにしたのです。繊維のままより、二次製品として出荷するほうが収入は増える。それに加工の過程で使う電気も増えるため、村の電化組合も潤います。電力を投入し、生業が豊かになって、現金が入るようにしたわけです。

これらの実行の過程で、ワークショップを頻繁に開きました。我々が年に2、3回の頻度で村に行くとき、村の人に集まってもらい、ディスカッションします。期限を決めて目標設定を行ない、前回立てた目標は達成できたか、できなかった場合何が悪かったのか、解決するにはどうしたらいいか、誰が責任を持つか、といったことをみんなで話し合っていく、ワークショップによる参加型の計画手法を含むPCM (Participatory Community Management) を



ラオス・ナムモン発電所
7村469戸を対象とした出力70kWの電化計画。流量0.55m³/s、落差18m。取水ダムは布団籠をコンクリートで補強した構造。発電用水車は日本製のポンプ逆転水車（ポンプを逆転させる構造）
（事例写真は、すべて（財）新エネルギー財団より提供）



用いました。効果は絶大でした。マニラ麻の産業は発展し、電気の需要も増えて、安定して給料を受け取れるようになった運転員は継続して働いています。

人から説明されるだけでなく、常に目的意識や問題点をコミュニケーションの中で話し合うことで、みんなやる気が出てきました。施設を大事にするようになるし、運営もうまくいきます。電化に限らず、アジアでプロジェクトをうまく進めるには、この「応分の責任を自

発的に持つてもらうこと」が鍵になる気がします。そうすれば、責任に応じた富が少しずつ手元に貯まり、暮らしを良くするために投資に回せるかもしれないし、それが地域を活性化する元手にもなります。

日本の技術援助の一環で、施設見学を通して途上国同士の情報交換を行なう場合があります。ラオスの村で組合員が自主運営している発電所を、カンボジアから見学に行ったそうです。その際、視察に参加したカンボジアの人々は

いに刺激を受けて「これなら俺たちだって、ちよつとがんばればできる」と言ったそうです。先進国といった遠い国の事例ではなく、レベルの近い国の成功例を見せるとやる気がわくんですね。これはモチベーションを上げるのに大いに役立ちます。このことは、日本でもたぶん同じでしょう。

まず取り組みたいのは「標準化」

アジアでの実証試験で、簡素化した設備でも安全性を確保しながら運転できることがわかりました。しかしながら、コスト削減のためにはこれだけでは充分ではありません。

同様な計画諸元の開発計画に対する電気機器などの「標準化」もその一つであると思います。一般に日本の水力技術者は、とことん効率を追求します。落差が少しでも変わると、それに合わせて設計も変えるんです。そのこだわりのために、小水力発電の装置や設備もカスタムメイド傾向となってしまう。「標準化」した製品開発、もつという少々条件が変わってもほとんど効率がいい「緩い製品」の開発が、コスト削減に貢献する可能性があります。

海外には、すでに何段階かの標

準タイプを市販しているメーカーもあります。ベトナムのナチャ発電所に採用した「ターゴインバルス水車」などもその一つです。

こうした標準型の発電装置の開発は、コスト削減の一策と思われるます。

「環境を自分たちの力で守る」Eゴ（Eゴ）意識

日本の場合、アジアの未電化村の人たちのように「発電が自分の生計に結びつく」切実さはありません。日本で小水力発電を進める鍵になるものがあるとすれば、それは環境意識だと思えます。

小水力発電を含め自然エネルギーを利用した発電は、他の電源に比べて経済性に劣るものの、環境に負荷を与えないで電気をつくるのが可能です。それを使えば少しでもCO₂の排出量を減らすことができますから「環境に配慮した生活を送りたい。そのために多少高い電源にも投資をする」という、良い意味での自己満足意識が満たされるでしょう。

小水力発電の普及も、そこに「環境を自分の力で守る」という意識が加われば、ぐっと推進力が増すはずです。



市場原理を利用した気候変動回避への取り組み

排出量取引の現状

地球温暖化の原因とされる

「温室効果ガス」の排出抑制の手法として、
注目を浴びる排出量取引。

しかし、

その仕組みが正しく理解されていない場合も見受けられます。

排出量取引の仲介・コンサルティングを専門に行なう、
ナットソース・ジャパン（株）
アドバイザーユニットの阿部敏明さんに、
排出量取引の仕組みと現状を説明してもらいました。

阿部 敏明

あべとしあき
ナットソース・ジャパン（株）
アドバイザーユニット
トランザクションユニット



気候変動と排出量取引

気候変動は、今現在、実際に起こっている現象です。

地球全体の表面気温が上昇していることは間違いない事実です。その原因は、人類が排出する二酸化炭素をはじめとする「温室効果ガス」であることは、ほぼ疑いようのない事実と断定されるまでになりました。

北極の海水の縮小や、世界各地での氷河の融解、異常気象の頻発など、既に気候変動の影響は目に見えるまでに拡大しています。同時に、このままのペースで人類が温室効果ガス排出を続けた場合、地球表面の平均気温が21世紀末までに最大6.4℃上昇すると予想されています。

その結果、海面の上昇や、水の需給バランスの崩壊による降水量の偏りの拡大が引き起こされ、マラリア蚊などの生息域の拡大によって熱帯性感染症が広がるなど、社会や健康への影響をはじめとして、地球全体の生態系、環境に深刻な影響が出るのが予想されています。

このような深刻な影響を最小限に食い止めるためには、できるだけ早い段階で温室効果ガスの排出量を削減し、自然（海洋や森林な

ど）が吸収できる水準以内に抑制することが必要です。一つの目安として、人為的な温室効果ガス排出量を、2050年までに50%以上削減することにより「気温上昇を2℃以内に抑制できる可能性がある」という予測があります。

気温上昇を2℃以内というのは、「環境や社会への影響が破局的な水準にはならない」ギリギリの数値であるとの予測から、環境の先進地域である欧州などはこの数値を長期目標として採用しています。

温室効果ガスの排出は、経済活動を続けていく限り、ある程度不可避なものであるため、「可能な限り経済に対する負の影響を抑えながら、大幅に温室効果ガスの排出量を減らす」というのが気候変動対策の本命となっております。この観点から生まれたのが、温室効果ガスの排出量取引という手法です。

ちなみに「排出権取引」「排出枠取引」などの呼び方もありますが、ここでは「排出量取引」で統一します。

排出量取引は、1990年代前半から酸性雨などの原因物質である硫酸化物の排出規制のために、アメリカで取り入れられてきた手法です。各火力発電所に硫酸化物の排出枠を定めた上で、排出枠を下回った発電所が、排出枠を上

回った発電所に余剰となった枠を売却する制度です。

対象となる発電所は、排出枠以下に排出を抑えれば、排出枠の売却益を得ることができます。そのため、排出量、削減余地がともに大きい発電所において、硫酸化物除去装置の設置が進みました。この仕組みを用いることで、低コストでの効率的な硫酸化物の排出量の削減に大きく貢献したといわれています。

京都議定書が定める温室効果ガスの排出量取引は、この排出枠の対象を温室効果ガスに換え、対象となる発電所を各国政府に置き換えたものです。

京都議定書では、先進国における削減率を1990年基準として各国別に定め、共同で約束期間内（2008年～2012年）に目標を達成することを約束しています。そして、その削減目標の遵守のために、用いることができる温室効果ガスの排出枠（クレジット）という「目に見えない価値」が世界各地で取り引きされています。

例えば、「日本政府がクレジットを購入した」という昨今の報道は、京都議定書目標（日本は1990年比マイナス6%）の達成のために、海外で余剰となっている排出枠や、海外での排出削減事業から生み出されたクレジットを購入

入したことを報じているものです。京都議定書の定める制度のもとでは、主に3種類のクレジット(左上表)を京都メカニズムに基づいて取引することができ、取得した国が自国の削減目標の達成の一部として利用することができます。

- 1 あらかじめ各国に割り当てられた排出枠 (A A U : Assigned Amount Unit)
- 2 先進国が協力して実施する排出削減事業 (J I : 共同実施 Joint Implementation) の実施により創出されたクレジット (E R U : Emissions Reduction Unit)
- 3 途上国における排出削減事業(クリーン開発メカニズム)(C D M : Clean Development Mechanism) の実施により創出されたクレジット (C E R : Certified Emissions Reduction)

欧州排出量取引制度 (E U - E T S) は、E U 域内の施設に排出枠 (E U A) を割り振り、余剰の E U A の取引を認める制度

これらをまとめて京都クレジットと呼びます。

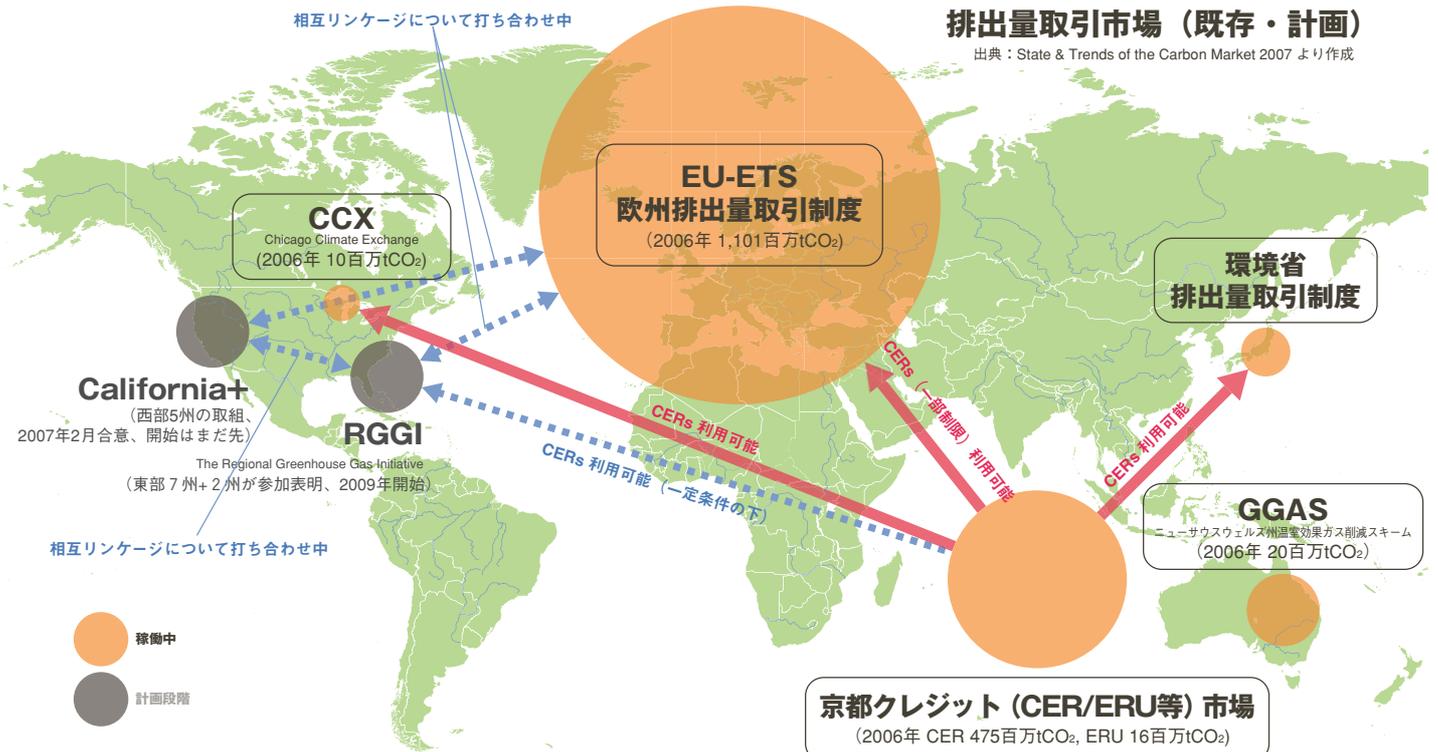
しかし今日、排出量取引といつた多くの場合には左表の2つのいずれかを指し、世界中で取引されている排出枠(クレジット)のほとんどがどちらかに相当しています。

- 1 途上国における排出削減事業 (C D M) の実施により創出されたクレジット (C E R) の取引
- 2 E U A (E U アロウンス) E U 域内で通用する排出枠の取引

京都議定書によって直接定められている排出量取引の制度とは別に、地域レベルでの排出量取引も動き出しています。E U A というのは、地域レベルでの排出量取引の代表的なものである欧州排出量取引制度 (E U - E T S) が定めた排出枠です。E U - E T S は、欧州連合が京都議定書の自国・地域の目標(1990年比マイナス8%)を、費用対効果の高い形で実現するために導入しました。E U 域内の一定規模以上の発電所や製鉄所、製油

排出量取引市場 (既存・計画)

出典: State & Trends of the Carbon Market 2007 より作成



京都議定書
気候変動に関する国際連合枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change : U N F C C C) の趣旨である「1990年代末(1999年)までに温室効果ガスの排出量を1990年の水準に戻すことを目指していくこと」という取り決めに賛同した有志による議定書

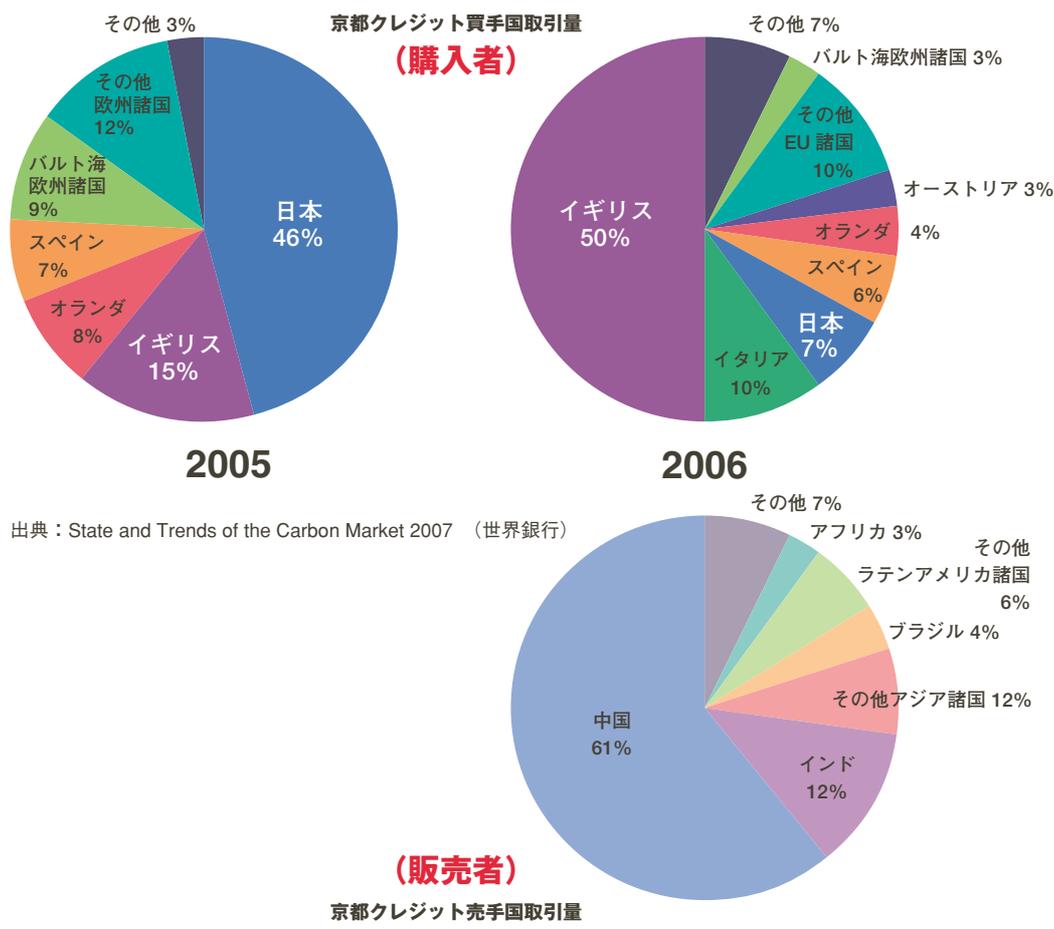
所など、一定規模以上の工場、1万1000カ所以上の施設に排出枠 (E U A) を割り振り、各施設に余剰の E U A の取引を認める制度です。
この制度は2005年1月から運用を開始しており、金融機関や取引所も参加した大きな市場が生まれつつあります。なお、E U - E T S においては特定の条件の下で、C E R や E R U といった京都クレジットを、E U A の代わりとして用いることもできます。
実際に世界中で取引が行なわれている、C E R と E U A の2つについて、簡単に紹介するとともに、排出量取引制度自体の展望に関しても触れてみたいと思います。

クリーン開発メカニズム
(CDM) 由来のクレジット
(CER) の取引

CDMは、京都議定書において定められている制度の一つで、途上国において適切と認められる排出削減事業に対して、国連がCDMとしての認定を行ない、実際の排出削減量に応じてCERを付与するものです。

途上国の非効率的な設備の改善や、再生可能エネルギー（風力や水力など）の開発、化学工場からの温室効果ガス排出の削減などが、CDMの対象となり得る事業です。途上国での排出削減コストは、先進国の数十％数百分の一に留まるため、日欧の企業や政府は、CERを購入することにより、自国で行なうより低コストで排出削減目標を達成することができます。また、今日ではこうした政府や企業の需要を見越して、転売ビジネスとして購入している企業もあります。

CDMには、現行の京都議定書では排出削減目標を有していない途上国に対して、CERというインセンティブを付与することにより「排出削減事業活性化を促進させる」という側面もあることから、多くの途上国において政府の後押

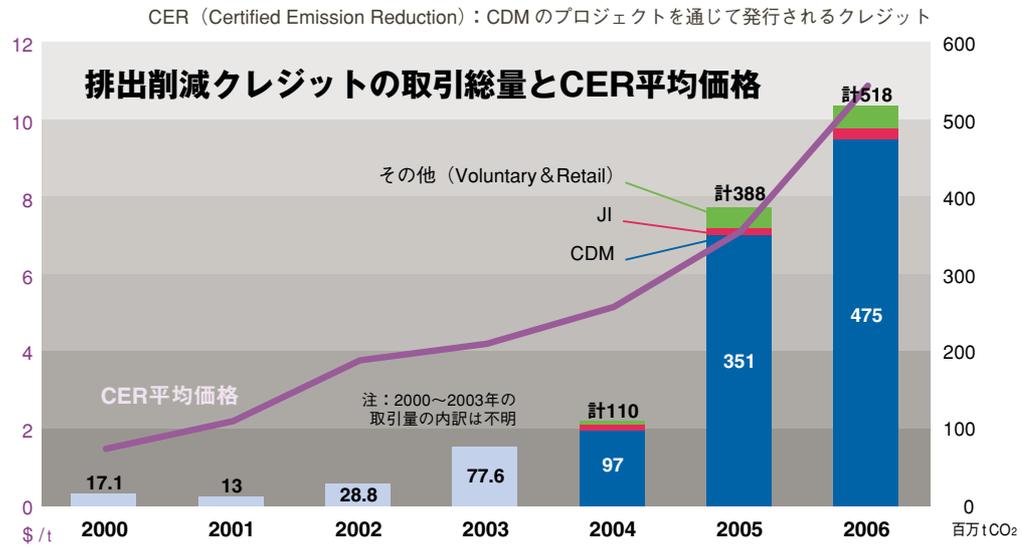


しを受けながら急速な広がりを見せています。CERの取引は、2006年における排出量取引全体の取引高(約US\$300億)のうち、約18%を占めています。

この種のクレジット購入者は、2005年には日本企業がその主役でしたが、2006年にはイギリスの企業などに抜かれてしまいました。これは、ロンドンの投資銀行やファンドなどが、日欧の削

減目標保有企業に対して転売する目的などで、積極的に市場に参加してきていることを意味しています。CERを生み出すCDMプロジェクト自体は、現在、目覚ましい

経済発展を続けるインド、南米、中国などを中心に広がっています。が、実際に取引の中心となっていますのは大部分が中国のCDMから創出されたCERです。中国のCERは、約60%のシェアを占めて



います。

中国は国策として国内企業のCDM実施を支援しており、各省にCDMセンターを置き、省内企業のCDM実施を支援しています。

また、中国政府はCDMプロジェクトのできるだけ早い段階、つまり国連による認定が行なわれる前の段階で、CEERの売買契約を締結するように国内企業を指導しています。そのため、CDMとして認定されるかどうか、また、きちんと事業が進むかどうか不明確なまま売買契約を締結することになるため、リスク分だけ価格が割り引かれ、他地域に比して安い価格でCEERを売らざるを得ない状況に置かれています。

この状況も、安くクレジットを調達したい日欧の企業にとつては都合がよく、CEERの取引の大部分が中国に集中する要因になっています。

一方で、南米やインドのCDM事業者は、中国のような政府の指導がなく、できるだけ高い値段でCEERを売却しようとするため、CDMプロジェクトがある程度進み、発行が済んだCEERを売却しようとしています。この場合、国連認定前のCEERを売却する際と比べるとリスクが小さくなり、その分の割引も小さくなるため、比較的高い値段で売却することも可能と

なります。ただ、コスト増を嫌う日欧の企業からは敬遠されており、CEER購入を希望する顧客を中国に取られる構図となつています。

中国、インド、南米のように、CDMの利用が着実に拡大している地域がある一方、アフリカでのCDMはその数もCEERの量も非常に少ない状況です。それは、次のような理由があるからです。

・ 実施受け入れ国の政府に、CDM実施のためのプロジェクトの精査や、受け入れ制度の確立、国連との連絡などの能力が不足していること。

・ 風力などの再生可能エネルギープロジェクトを受け入れるだけの余力のある電力網（グリッド）が整備されていないこと。

・ そもそも排出量が少なく、削減余地が少ないこと。

気候変動によつてもつとも大きな影響を受け、最貧国が多く存在するアフリカに、排出量取引の恩恵がほとんどもたらされていない、というのは皮肉なことです。このようなCDMプロジェクトの偏在は、市場メカニズムである排出量取引には避けては通れないことではあります。しかしEU-ETSでは、2013年以降の制度において最貧国からのCEERを優遇するなどの対策を講じて、徐々に是正を行なつていこうとしています。

また、国際交渉の場でも対策が議論される見通しとなっています。

欧州排出量取引制度

(EU-ETS)における、排出枠(EUA)の取引

EU-ETSは、現在では欧州27カ国で実施されています。この制度の下での排出枠(EUA)の取引は、2006年における排出量取引総額の約82%を占めており、現在の排出量取引の中心ともいえることができます。

先程述べましたように、対象となる施設にはこれまでの排出実績に応じたEUAが配分されています。各施設はこのEUAを下回る排出量に留めることにより、余剰が生じたEUAを売却することが可能となります。なお、EUAの代わりに、途上国からCEERを用いることもできますが、この場合特定のCDMプロジェクト(大規模水力発電・植林など)からのCEERは認められないか、認められなくても制限が加わることとなります。2005年から2007年までが、試行期間である第一フェーズ、2008年から2012年が第二フェーズ、2013年から第三フェーズとなつており、保有するEUA以上の温室効果ガス排出をしてしまった企業には、その超過

量に応じて罰金が課せられます。第一フェーズは40ユーロ/tCO₂、第二フェーズは100ユーロ/tCO₂。

実際に、イギリスの製鉄業者の中には、この制度の下で数億円の罰金を支払うことになってしまった企業もあり、欧州は既に「温室効果ガス排出はコスト」という社会通念が生まれている、といえると思います。

なお、EUAは、制度開始時に各対象施設に配布されるものであるため、CEERとは異なり、事業

者が最初から排出権を持つている状態からスタートします。

対象施設を保有する事業者が、仲介業者や取引所、銀行などを介してEUAの売買を行なつているほか、トレーディング目的のファンドや投資銀行なども取引に参加しており、株式や為替のように、日々売買が行なわれています。対象となつている施設は、大きな規模のものでは発電所や製油所など、小さい規模のものでは大学や病院などとさまざまです。



現在はまだ始まっていませんが、イギリスでは近い将来、個人にも排出枠を課して、国全体で削減に取り組んでいこうという動きが見られます。

EU-ETSをご紹介する上で避けては通れないのが、2006年4月～5月にかけて起きたEUA価格の暴落です。グラフ（下図）を見ていただければわかるとおり、この期間の前には1t当たり30ユーロを越える価格帯で取引されていたEUAの価格が急激に下がっているのがわかります。この時期を境にして、EUA（厳密には、「EUAの一部」である第一フェーズ用のEUA）の価格は下落を続け、2007年12月時点の取引価格は0・03ユーロと、最高値の時期の1000分の1程度にまで下落してしまいました。

この暴落は、この時期にEU-ETS制度全体で「EUAが余っている」ことが明らかになったために起きたものです。EU全体の対象施設が、制度管理者である欧州委員会から必要な量以上にEUAを受け取ってしまったことが原因です。結果として、EU-ETS対象施設は安価なEUAを購入して、大量に排出を行なうことができようになってしまったことことから「第一フェーズは排出削減策としてうまく機能してい



なかった」と言えるかもしれません。

第二フェーズ以降はこの教訓を生かして、大幅にEUAの配布量が削減されているほか、第三フェーズからは、配布量の60%を有償で配布するという計画もあり、これにより対象業者の排出削減圧力がより一層強化されていく見通しとなっています。「今後はEUAは不足するだろう」という見通しから、2008年以降に有効なEUA（第二フェーズ用のEUA）の価格は、2008年1月時点で20ユーロ前後と、堅調に推移しています。

排出量取引の今後の展望

EU-ETSも、CDMをはじめ

めとする京都メカニズムも、京都議定書に基づく温室効果ガスの排出削減数値目標が存在して初めて生きてくる制度です。国や企業に課せられた数値目標を達成するための手段の一つとして、排出量の取引という手法を使うというものですので、当然といえば当然なのですが、おおもとの異なる国別の排出削減数値目標が存在しなければ、排出量取引制度自体が意味を成さないことになってしまいます。

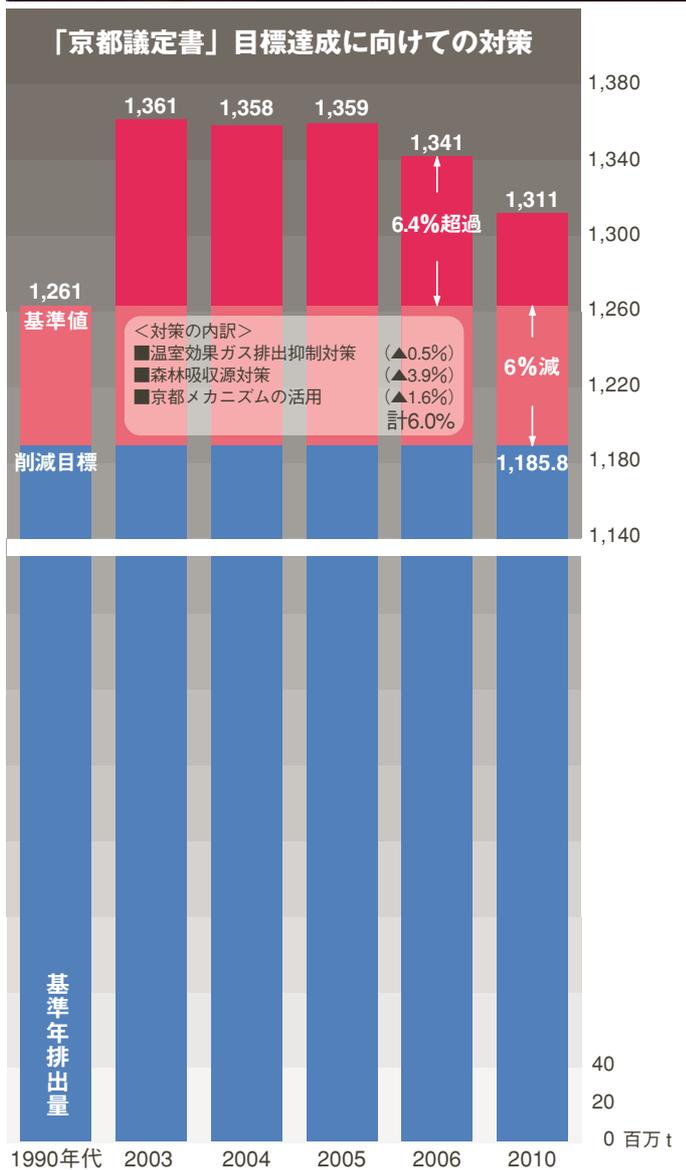
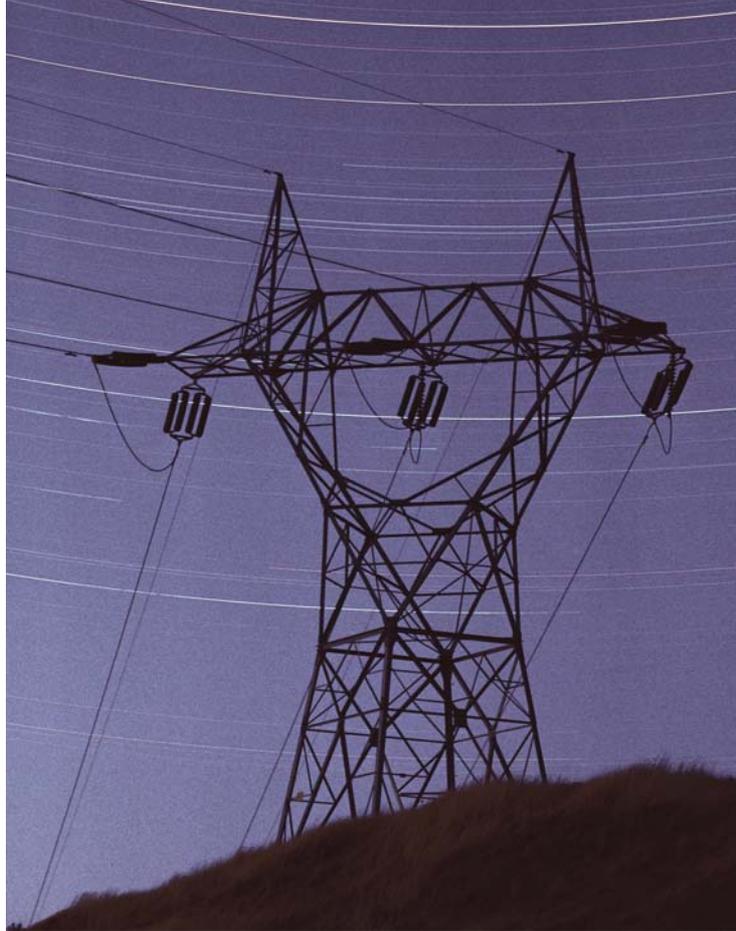
京都議定書では、アメリカを除く先進各国が排出削減目標を受け

入れ、今年から始まった第一約束期間の目標達成に向けて、削減努力を続けています。しかし、第一約束期間以降、すなわち2013年以降の数値目標に関しては、欧州以外はまだ白紙といわざるを得ません。

いち早く排出量取引制度の運用を開始した欧州は、「2020年までに1990年比20%削減」という数値目標を掲げ、EU-ETSをその達成のための最重要施策として用いながら、中長期的な排出削減を行なっていくという姿勢を明確にしています。

一方、削減目標の設定に慎重な日本やカナダ、「自国の経済に不利益を与える」と反対の姿勢を明確にするアメリカなど、先進国内部で鋭い対立があります。

さらに2013年以降の枠組みを不確実に行っているのは、途上国、特に中国やインドといった大排出国の意向です。こうした国々は、自国に対する数値目標の設定を拒絶する一方で、「現在起きている気候変動は、先進国のこれまでの温室効果ガス排出が原因」との視点から、先進国に対して気候変動対応技術・資金の移転を迫っており、「途上国も削減を進めなければ、気候変動は抑制できない」とする先進国との間で対立が生じています。



こうした各国の対立から、昨年暮れに行なわれたインドネシア・バリのCOP/MOP13では、「まず、2013年以降の先進国全体での程度の削減目標とするか」という点に焦点をあてて、会期を延長してまで議論が行なわれたものの、ついに決着が付きませんでした。

この目標を設定してしまうと、結局は国別目標を受け入れざるを得なくなると判断するアメリカなどが反対したものです。現時点で世界最大の排出国であるアメリカが数値目標を設定した排出削減に対して消極的であるまま、先進国全体に、そしてさらには途上国

まで、数値目標の設定の対象を広げていくことは、非常に困難であるといえるでしょう。

世界全体が気候変動問題に丸となって対処していくためには、アメリカの姿勢が現時点では最大の鍵を握っているといえます。なお、バリでの会議では、これから約2年間にかけて、「どのようなスケジュールで、国際的な削減のための合意をつくり上げるか」という行程表が決定されています。

ただ、頑なに数値目標の設定を拒絶しつづけるアメリカにも、徐々に変化が生まれています。京都議定書から離脱した現在のブッシュ政権の方針とは異なり、カリフォルニア州や、北東部や中西部の諸州などが、独自の削減数値目標設定と、EU-ETS型の排出量取引制度の導入に動き出しています。こうした取り組みに参加、ないし参加を検討している州の数は、既にアメリカ全州の半分以上を超えています。また、アメリカ国内の複数の大企業が、連邦政府に対して排出量取引制度の導入を訴える、アメリカ合衆国クライメット・アクション・パートナーシップ (USCAP: United States Climate Action Partnership) という活動を展開しています。

さらに、昨年12月には、アメリカに削減数値目標の設定と排出量

取引制度の導入を義務づける「気候安全保障法案」が、議会上院の環境委員会を通過し、上院を通過する可能性もあるともいわれています。また、現在、大統領選挙が行なわれていますが、民主党・共和党に限らず、多くの候補が削減数値目標の設定と排出量取引制度の導入を公約として掲げています。

こうした、産業界、議会、次期大統領選といったアメリカの動きを見てみると、ブッシュ政権以後のアメリカは、気候変動問題に対する姿勢に大きな変化が生じる可能性があります。この変化は、気候変動問題と排出量取引制度の拡大にとって、プラスと

なることはあっても、マイナスとなることはないとも思います。気候変動の影響を破局的な水準になる前に食い止めることは、いかに迅速に現在の世界の排出量を削減していくか、という点にかかっています。

2050年までに世界で半減、という欧州や日本の提案をベースに、各国が数値目標を負い「排出量取引などの方策を取り入れながら効率的に削減していく」という手法は、現時点では気候変動回避のためにもっとも合理的な道ではないか、と個人的には考えています。



ミニ発電でぐるぐる地域づくり

〈長野県大町市〉NPO地域づくり工房

マイクロ水力発電で、
地域おこしに取り組んでいる市民団体があります。
地域の個性を生かした仕事おこしをしよう、と旗揚げした
「NPO地域づくり工房」の小水力発電への取り組みに学びます。



傘木宏夫さん

内発型の開発を目指す

「NPO地域づくり工房」は、2002年の10月に発足し満5年を迎えた、長野県大町市にある市民団体だ。

「NPO地域づくり工房」の代表理事である傘木宏夫さんは、国からの援助や補助金、プロジェクトに頼りがちな傾向が強い中で、地域の個性を生かした仕事おこしをしよう、と、有志で会を発足させた。

会の理念は、「市民からの仕事おこし」。もともと大町は、戦前から昭和電工、東洋紡といった大企業の立地があり、戦後はダム開発があり、近年ではオリンピックがある、というように外からの開発によって発展してきた地域だった。

た。そのような体制に慣れてきてしまったために、そうしたことが

望みにくい時代になった近年、苦戦を強いられるようになっていた。

まず発足からの半年間、「仕事おこしワークショップ」を計6回行なった。このワークショップは、地域で見捨てられている資源、生かされていない資源、いわば「ニッチ」を探そう、ということを目的に行なわれた。

部屋を埋め尽くした人たちが、「この地域で生かされていないもの・こと・人・情報」をカードに書き出して、壁全面に貼った模造紙に分類しながら貼っていった。

次に青い紙に「では、それを生かすためにはどうしたらいいか」ということを書いて出してもらった。ただし、「行政に何かしてもらおう」というのは禁句だよ、というルールだったそうだ。

それらの意見を再び整理して、最終的に6つのプロジェクト案が残ることになった。

その後、話し合いを進め、「菜の花エコプロジェクト」と「ぐるぐるエコプロジェクト」の2つが誕生した。なにぶん弱小貧乏団体なので、最初に立ち上げたときに寄附してもらった虎の子50万円をそのプロジェクトにあてるため、無計画なことではない。できるだけ効果的に使えるように、計画は

慎重に吟味された。

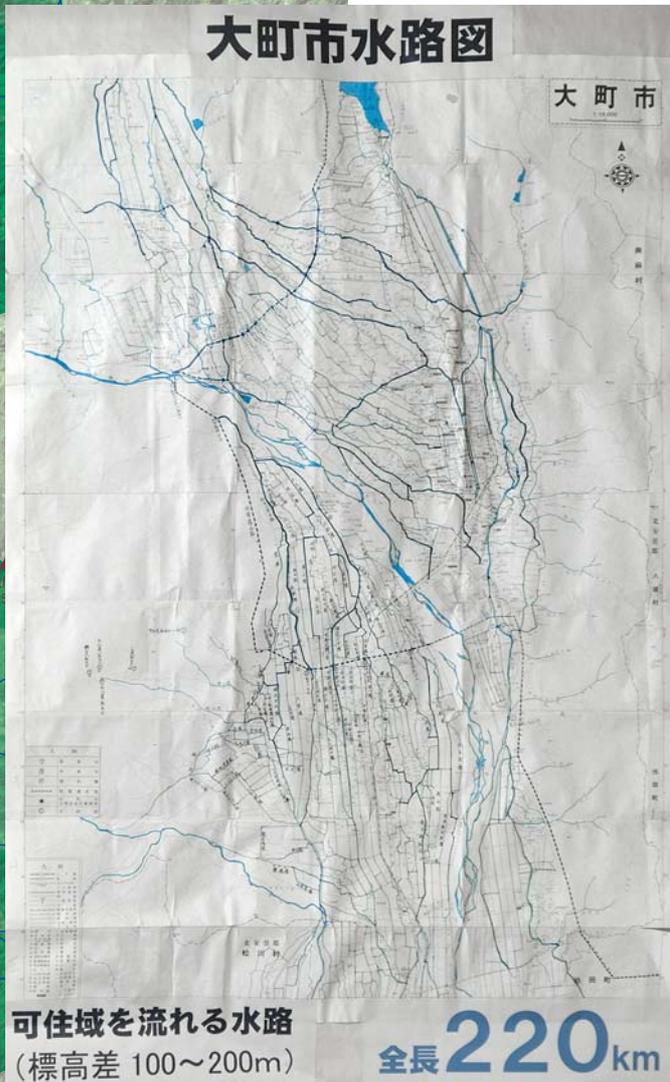
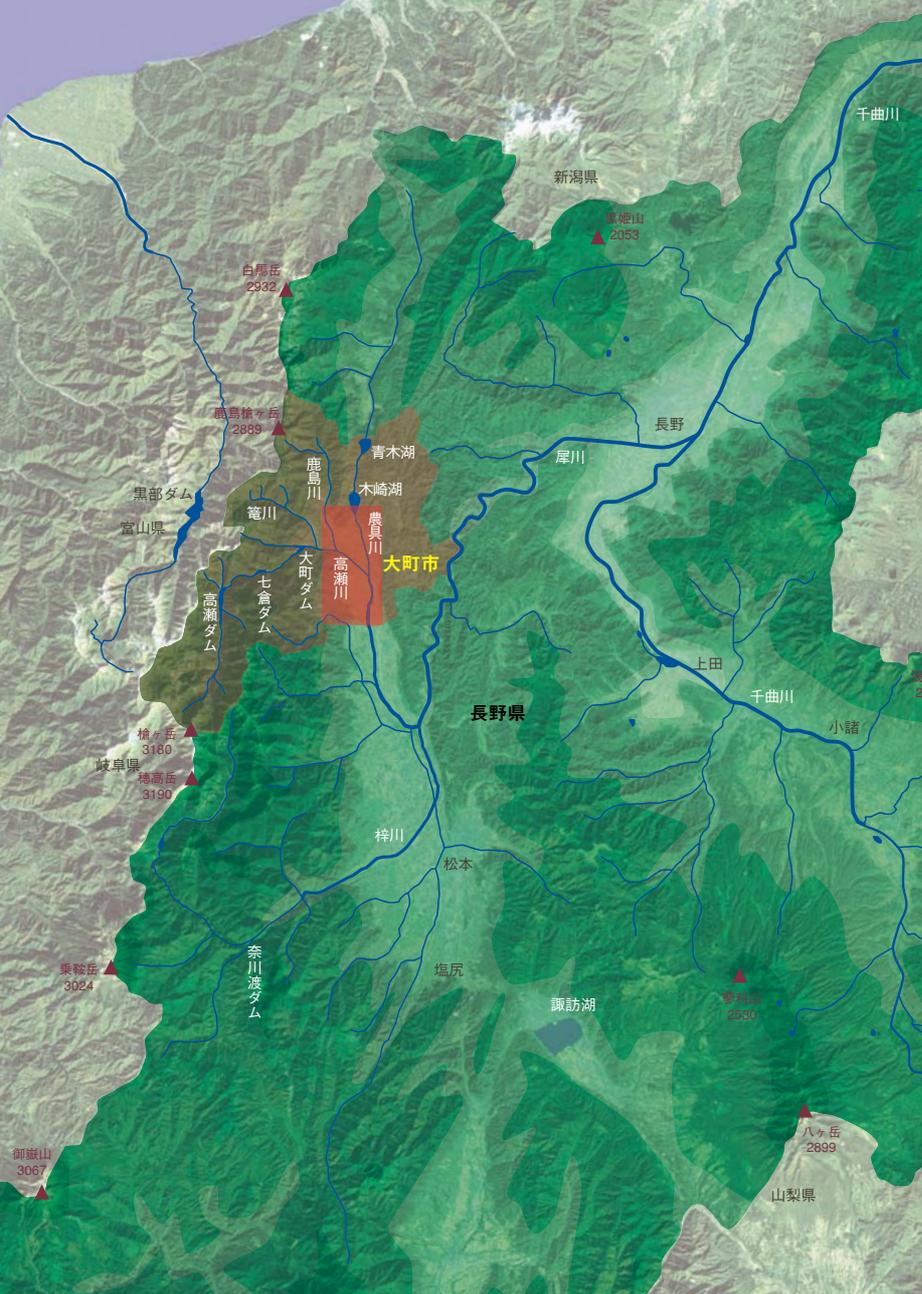
誰でも経験があると思うが、アイデアというのは思いっつきだけだったらいくらでも出てくるもの。しかし、具体的な一歩を考えること、つまり自分たちが持つ資源をどう活用するかを見極めることとなると難しい。それを半年間、ワークショップという形で、なだめたり叩いたりしながら練ってきたというのだ。

クモの巣状の水路

小水力、いやマイクロ水力発電とも言うべき「ぐるぐるエコプロジェクト」は、市内に張り巡らされた用水路を資源として生かそうというものだ。

大町には2つの土地改良区があつて、それを1枚の水路図にまとめてみた。そこに書かれた水路を全部つなげると、実に220kmにもなるという。この辺りには、山から南に向けて標高100mから200mの扇状地が広がっている。鹿島川と高瀬川という2本の川が流れている間を、クモの巣のように支流が張り巡らされている。

信濃大町駅から「NPO地域づくり工房」の事務所まで歩いてきても案外気がつかないのだが、自転車でも来るとずつと登り坂だということがよくわかるという。実際



38ページ：背後に大町ダムを控えたコラミ平ミニ水力発電所。
 上：高瀬川と鹿島川がつくった扇状地を浮き彫りにしている水路図。NPO地域づくり工房の壁に大きく張り出されている。それにしても、信濃川千曲川の流域は広大だ。

に、南に行くときは自転車を漕がずに行つて、帰りは押して帰るほどの傾斜がある。この「勢いよく流れる水路網」が地域おこしの元手となると考えたわけだ。

農業水路は宝の山

農業用水路には、田んぼに水を入れる、山から出てきた冷たい水を温める、酸素を混ぜる、という3つの目的があつて、そのため水路の途中に落差工ちゅうさこうというのをつける。

田んぼに対して水平に水を送つておいて、ストーンと落とす。こうして勾配を調整しているのである。山から引いてきたまま田んぼに入れると勢いがつきすぎるとか、水が温まらないとか、勾配の調整が難しいとかいった不都合なことがあるからなのだが、落差工を利用するとそれらがうまくいくのである。水が落ちるときに、空気が一杯混ざるといふメリットもある。

落差工は50mから100mに1カ所ぐらいずつあるので、大町市内全体でいったら、それこそ無数にある。こういうものを地域のエネルギーとして生かせないか、そのエネルギーを利用して地場産品をつくれなにか、そしてそこを地域の新しい拠点として、遊び学習やらイベントやらを展開していこ

うじゃないか、というのが「NPOの地域づくり工房」のコンセプトなのだ。

こうした計画案が2003年3月にまとまって、春に実行委員会が発足した。

初期の段階から、傘木さんたちは何が障壁になるのか、といった議論を重ねていった。

一つは、技術的な課題。本当にこんな小さな水路で発電ができるのか、という疑問が、まずあつた。また取れた電気を有効に使えるのか、ということも問題だ。よくいわれるのは、水力発電で取れた電気の波形は非常に雑で、安定していないため「粗雑な電気」と言われたりする。そんな電気を、果たしてうまく使っていけるのだろうか。

最大の難関は、制度の壁であつた。本当に、水利許可が取れるのだろうか。

水利権を取るには、たとえ水利権者が富山県や長野県であっても、発電に関しては、国の許可を取る必要がある。1kW以下のマイクロ発電のようなものであつても、基本的には水利権を取得しなければならぬ、という通達が過去にも出ていたのである。

全国の事例を調べてみたところ、黙ってやっているところはあつたこともわかつた。しかし、傘木さん



コラミ平ミニ水力発電所

使用水路：釣堀センター園内水路
最大電力：300W
設置者：北安中部漁業協同組合
企画管理：NPO地域づくり工房
設計施工者：川上 博（高工舎）
協力者：丸山工工（空閑工事・日野電機製作所）
ナクスエナジー&リソース

発電の概要

この発電所の設置に際して、平成17年度経済産業省「環境コミュニティ・ビジネスマネジメント事業」及びトヨタ財団の助成を受けました。

北安中部漁業協同組合・NPO地域づくり工房
この事業のお問合せはNPO地域づくり工房

私たちは「NPOとして取り組む」ということは、小水力発電の可能性を社会に広げていくことを目的として考えるわけだから、黙ってやるのではなく、正面から申請書を出そう」と考えた。

ところが国土交通省からは、「前例がないのでダムと同じ書式で出してください」と言われ、つくった書類は、厚さ2・5cmにもなった。しかも、実験ということで申請しているのに、毎年更新。各関係機関の同意についてもその都度取らなければならない。かなり面倒なことは事実であるが、傘木さんたちは正々堂々と正攻法でいくことを選んだ。

また農業用水路の三面コンクリート張りというと、環境破壊という見方が強い。「でも、こうして小水力発電をやるようになると、違う見方ができます。三面コンクリート張りの必要悪の部分があるんなら、そのミチゲーション（mitigation）開発事業が環境に与える影響を緩和するための保全行為」としてのミニ水力発電の可能性ということは今後充分考えられると思います」という傘木さん。

農業人口が減ってきている中で、農業水路の存在価値がそんなところで見出されたら、新しい可能性が生まれるだろう、とも言う。

3カ所同時スタート

記念すべき2003年の10月18日、駒沢ミニ水力、川上ミニ水力、小西ミニ水力の3つの発電所が、公開実験で同時にスタートした（小西ミニ水力は現在は閉鎖）。3カ所同時に始めたということ、多方面から大変注目された。

まず川上ミニ水力の川上博さんは、ワークショップの中で行なった関係者分析（関係機関の役割、問題、現状を把握することを目的に、プロジェクトに関連する個人、機関、グループを分析すること）という手法で個人名を挙げていく中で、登場してきた人。こんなすごい人がいるよ、と紹介されてワークショップにかかわってもらったうちに、「くるくるエコプロジェクト」の顧問を引き受けるようになった。旧国鉄で変電所の仕事をしていた技術者だった。

以前から「自分の家の前を流れている水路を使って水力発電がしたい」と思っていたが、いろいろな手続上の問題があつて諦めかけていた。そんなとき、「NPO地域づくり工房」と出会ったという。駒沢ミニ水力発電所は、「くるくるエコプロジェクト」の実行委員長、駒沢一明さんがつくったもの。いつも自分の家の横を流れる



北アルプスを背景に見事な菜の花畑が出現



菜の花は5月上旬～中旬若葉の頃が見ごろである

ソバの花(9月)と菜の花で養蜂も行っている

収穫(10月上旬)はコンバインで、休む間もなく播種の準備が待っている

菜の花農業生産組合
 菜の花エコプロジェクト
NPO地域づくり工房



40ページ：養殖池に設置されたコラミ平ミニ水力発電所。「見える」ミニ発電としては、迫力満点。「NPO地域づくり工房」は「くるくるエコプロジェクト」を含めた活動だけではなく、商店街を中心に流通する地域通貨を後押ししたり、多角的な取り組みにチャレンジしている。

下：工房の向かい側の商店。建物とアーケードの屋根の角度を見ると、かなりの坂道だ。歩道の下には暗渠化した水路があり、傘木さんは、商店街の中でもマイクロ発電の可能性を探っている。



水路を見ながら「発電したいなあ」と思っていたそう。

小西ミニ水力発電所は、育苗家の小西国広さんが始めた。小西さんは、21基ものビニールハウスを持つている。実はビニールハウスで花を育てるといのは「電気を花にする」といわれるほど、電気を大量に使う仕事である。それを商用電力でやっていたんでは競争力がつかないから、自分の畑の横を流れている水路から発電ができないものか、というのが動機だそう。

実行委員会を立ち上げて検討しているという記事が取り上げられたとき、それを見た駒ヶ根の建設会社の社長が、「これまでの建設会社は公共土木に頼ってきたが、水力発電というのはエンドユーザー対応の仕事だ。落差や水量に合わせて、すべてオーダーメイドの必要がある。そういうものに対応するには、地元の水利をわかっている中小企業の仕事になるだろう。だから勉強のためにも協力させてほしい」と言って、駆けつけてくれた。

しかし今、傘木さんたちは小西ミニ発電所の件で土地改良区のことを、もっと思いやるべきだったと反省している。

「水利権というのは、豊臣の時代からの歴史があるものです。そう

いうことに対して、我々の配慮が足りなかった、と思っているところです。コミュニケーション不足の一言に尽きます。そういう意味では、非常に良い勉強になりました」

また、水利というものは、こういった歴史的な背景を持っているのだ、ということを感じた一件だったともいう。

データの裏づけが取れるところまで実験が続けられなかったのが確かなことは言えないが、小西ミニ水力発電所は8・9kWの出力があり、傘木さんは「継続していたら事業的にも成立できるのではないか」という手応えを得たという。

つくった電気の使い途

水力発電は粗雑な電気だ、といわれている。電気の波形がうねる部分があるため、大手の発電会社はその部分をカットして、安定したところだけを供給している。しかし、ミニ水力発電では発電量が少ないのだから、不安定部分を捨ててしまっても構わない。

粗雑な電気をいかに使うか、という解決方法の一つは、蓄電池に充電して全部使うというもの。しかし、変換したときのロスがあり、装置が大きくなってしまいうという



三面張りの用水路に設置された駒沢ミニ水力発電所。ベトナム製の発電機は渦巻く水でプロペラを回すタイプだ。プロペラの軸が垂直で、上部にある発電機ヘダイクトに回転を伝える。風呂桶のような青いバットの下にパイプが長く伸びているのは、落差をつくって水の位置エネルギーを取り出すため。発電された電気は、すぐ近くの畑の電気柵に用いられているが、発電機からの配線が少々心もとない。

デメリットがある。

そういう意味で、害獣避けの電柵や熱に変換して使えば、無駄なく全部使える。また手掛けていないが、傘木さんが是非やってみたいものに「融雪」がある。これも、無駄なく使える良い方法に思える。たとえ変換しなくても、買電のために送電すると、そこでもロスが生じる。だから何に利用するか、効率の良い利用方法を考えるから取り組むことも重要になる。

発電方法に関して言えば、それぞれの地域の特性を考えると、水力でも風力でも太陽光でもいい。大町市は地図を見たらわかるように、水力に大きなポテンシャルがあるから、そこに着目することに意味があるのだ。

自然エネルギーによる小規模発電の鍵は、地域特性に合わせて、

発電方法と使い途を選択するところにある、と言っても過言ではないだろう。

見て楽しい発電所

「NPO地域づくり工房」の発電所の特色の一つには、「見て楽しい」ということがある。水が回っている、うねっている、落ちていく、という姿が見えるのは、魅力的だ。大町は観光地でもあるので、「見て楽しい」という要素は重要だ、と思ってるという。

また国産の発電機を使った場合、1kW以下の小さな発電所で採算を取るとするのは、ほとんど無理。それでも普及させていくんだ、というインセンティブは、単にエネルギーとしてだけではなく「地域資源」としての存在価値を認めるところにある。

傘木さんは、「見て楽しい発電機」を増やしていくという戦略で、10年間で10カ所ぐらいのミニ水力発電所をつくっていきたいと考えている。

似たような地形の地域から視察に来ることも多いという。その場合、「NPO地域づくり工房」は他地域の手伝いはしない。代わりに登録している会員企業などを紹介しているそうだ。

実は、水利許可が必要とされな

い場合もある。河川に指定されていない沢水をはじめ、落ち水や残水と呼ばれる水利の用途が終わった水、例えば工業用水や浄水場の水は、取り込むときには使えないが、使い終わって河川に戻っていく途中の水は、許可がなくても使える。

「NPO地域づくり工房」の申請がきっかけとなって、発電を始めた例も意外と増えているという。

小水力発電所は、これからどうなる？

実験ということで立ち上げているプロジェクトなので、いつまでもこの状態が続いているわけにはいかない、という悩みもある。ただ「NPO地域づくり工房」には、年間で2000人を越える人たちが見学や視察に来る。環境学習やエコへの関心の喚起という啓発のための拠点としての実績ができつつあるのも、また事実。発電のために水路を利用しようという人がもっと増えれば、法の整備も進んで、もう少し楽になるだろう。申請する人が多くなって運動にまでなれば、状況が変わる可能性だってある。

つまり、小水力発電技術を、利用方法と結びつけて事業化し、それを地域産業振興に結びつけると



水利使用許可標識	
河川名	一級河川信濃川水系 豊島川
許可年月日	平成19年6月28日
許可番号	国北勢大河第4号
許可期限	平成20年3月31日
許可種別	国土交通省地方整備局長
水利使用者住所	長野県大町市大町3302
氏名	NPO地域づくり工房 傘木 宏夫
水利使用の目的	ミニ水力発電の実証実験のための(駒沢)ミニ水力発電実験所
取水	最大 0.13m ³ /s 常時 0.13m ³ /s
理論水力	最大 1.53kw 常時 1.53kw
取水施設管理番号	大町市土地改良区
所轄事務所	北陸地方整備局 千曲川河川事務所



いう点において、「NPO地域づくり工房」の力量が問われつつあるのだ。

傘木さん自身、実践的な運動はやってきたけれど、政策提言を示し多くの人が参加する運動を興すところには、「まだ至っていない」という認識があるという。

例えば申請書に関しても、1kW未満のマイクロ水力発電レベルであれば、許可制ではなく届出制で充分というシナリオもあるだろう。規制緩和によって改善されたらもっと多くの人が取り組みやすくなるのではないかな。

そのためには、もつと政策的なバックアップが得られるような活動にしていかなければいけないな、とみんなで話し合っているという。ミニ水力発電のレベルでは、電力エネルギーのことだけを言っていたら支持されない。もつと違う切り口で、例えばそれにかかわる人や地域に与える影響、電力とは違う意味でのエネルギーをアピールしていかなければ、支持は得られない。

「電力エネルギーと人的、地域的エネルギーをセットで訴えていきたい」と

と傘木さんは考えている。例えば事務所がある商店街でも、水路を使ってミニ水力発電をやるという声がある。実は暗渠にな

っている水路には、いろいろな物が捨てられて流れてくる。水力発電をやる時には流入物が無いというところが必要条件になるので、汚さないで使おう」と訴えていくこともできる。水に関心を向けることができる。

大町は河川の最上流にあたる地域。そこで水を汚していたらいけない。そういうことに気づくきっかけとしても、ミニ水力発電は大変役に立つだろう。

小学校で話をする機会もあるそうだが、話し終わって最初の質問に「水の何が電気になるんですか？」と聞かれたそう。

「我々は当たり前前に考えているけれど、そこから話をしなくちゃいけないかったんだと思いましたね」と傘木さんは言う。

「水が落ちるときは力強さを子供たちが知っていたら、そこから電気ができることや水にはエネルギーがあるんだ、という話が実感できると思います。そこら辺のプールの水とは違うんだ、ということが納得できると思う。そういう意味でも見て楽しい発電というのは、水の力を知らせる意味があると思います」

川で泳ぐ子供が減ってきている中で、ミニ水力発電は水の力を思い起こすことにも貢献できるので

はないかな、とも言う。

「倉阪秀史先生の永續地帯という考え方も、大変面白いと思います。それで2003年の11月に来ていただいたら話をうかがいました。」

すぐにそこまではいかないとしても、大町はダム町の町で、万が一、日本が諸外国から経済封鎖されたとしても、電気を売って外貨が稼げるだけの力を持っているんです。都会はやっていられないでしょうが、大町は独立を宣言してもやっていられる。これは極端な話ですが、大町はそういう意味で永續地帯となれる素質を持っています」

ダムは環境的には負の遺産という側面もあるが、その歴史があるからこそ、この町には電力に欠かせない川上さんのような人材がいる。そしてコンクリート三面張りの農業用水路も、環境的には負の遺産という側面もあるけれど、ミニ水力発電に生かそうと思ったら大変大きな財産になる。そういう先人たちが築いてきた遺産を、持続可能な地域づくりに生かしていこう、というのが「NPO地域づくり工房」の目標だ。「NPO地域づくり工房」の仕事は、こうした遺産を次の世代に「見えるように」つないでいくことなのだ。



水、土、木、無心になれるもの

米づくりも15年になって、注目されるようになったけど、それほど大義名分があつて始めたことじゃない。

もともと旅館のうちの子供だったから、食の有難さや大切さ、料理して食べることに関心があつたんです。

田んぼにかかわるきっかけは、秋田の十文字映画祭。

秋田でも次々に映画館が閉鎖され、危機感を持った地元映画好きの青年たちが、1982年（昭和57）に自主上映サークル「夜間飛行」を結成しました。

手探りで始めた上映会は大成功。でも、資金や運営の生き詰まりで活動継続が危機に。それを救ったのが、1991年（平成3）に各市町村に配布された「ふるさと創生基金」の内から与えられた補助金100万円だった。そのお金で、話題性のある映画祭を目指すことになったんです。

スタッフの一人が大学時代の野球部仲間だったのがきっかけで、映画祭にもかわるようになったんだけど、そいつが「休んでいる田んぼが借りられるよ」って。

ちようど娘が生まれて3年目。思いつ切り泥んこになって遊ばせられる場所が欲しかったのと時期が重なった。うちともう一組の家族とで、1993年（平成5）から年に4、5回通いながら米をつくった田んぼも、最初は1反の半分、今は1反に増えま

した。

11年前から始めた千葉・成田の田んぼは、3反。JA成田の協力で「米づくり教室」をしている。

若い家族がやって来て、夢中になって田んぼで働く。150人から200人がやって来るんですよ。まあ、お母さんは「日に焼ける」、「爪が汚れる」と言つて嫌がる人と、のめり込む人と二極化して、お父さんは一生懸命な人が多いかな。僕たちの世代が同じように若かったときと比べると、格段に熱心ですよ。

水・土・木には、無心になれる本能のようなものが備わっているのかもしれない、と。

長野県の小谷村では、米づくりだけではなく、地域にもかわつてほしいと言われ、荒廃して見捨てられていた棚田を開墾しました。2005年（平成17）に棚田オーナー制度「中谷郷が元気になる会」もスタート。美しい棚田の風景が蘇っています。

こんなことを続けてきて僕が感じたことは、「農業の真似事はできるが、自分には農業を生業にできない。しかし、この国の食を力強く養なぐさえている生産者の夢、問題、現実を多くの人々に知ってもらうための人寄せパンダにはなれるのではないか」ということ。

趣味が講じて、2005年には「有限会社 青空市場」までつくつちやいました。この会社では、農業にかかわる人が正当に儲けられるシステムをつくる、「農業デザインビジネス」を目指してます。



永島 敏行

ながしま としゆき

1956年、千葉県出身。1978年映画「サード」(ATG)でデビューし、第2回日本アカデミー賞主演男優賞など、各賞を受賞。俳優として映画・テレビ・ラジオ・舞台などで幅広く活躍する一方、ライフワークで米づくりに参加。農業に強い関心があり、定期的に青空市場を開催している。2005年には、(有)青空市場を設立、農業コンサルタント活動も行なう。

<http://www.aozora-ichiba.co.jp/>

どこの田んぼでも、機械は使わない。それは始めたときからの信念。「自分の身体を通してどれだけやれるかやってみよう」というのがまずあって、続けてきた。

今、日本中が「誰かがどうにかしてくれる」というスタンスでいる。でも、自分が動かなかったら誰も何にもしてくれない、ということにそろそろ気づいているんじゃないかな。水と空気で食べ物、やはり他人任せにはできないよね。

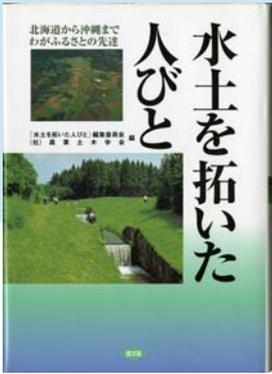
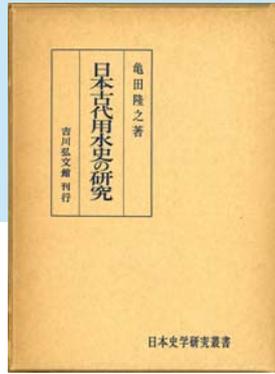
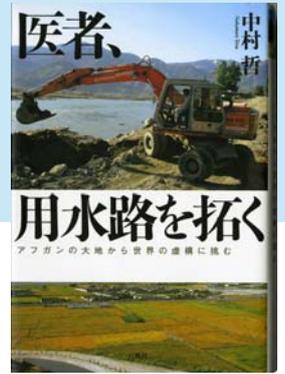
うちの娘は高2になつたけど、別に誘わなくてもついてくる。地域の古老に話を聞いたり、親以外の人と楽しそうに話している。少しでも自分の手が加わったものを食べる達成感や喜び、いろいろな価値

観を持った人間とつき合う大切さを、田んぼから教わつたんじゃないかなあ。

食えることつて、自分で自分を守ることなんですよ。食えることが保障されていたら、老後の不安も減る。都会に住んでいたつて、プランターで大葉を育てるだけで、食えることに関心が持てる。それが大切なんだと思う。

人間の才能つて、一つじゃない。農業ができなくても絵が描けるとか、何か役立つことがある。だから僕は、会議室でモノを考えるのではなく、身体を動かして、人寄せパンダとして働きたいと思つているんです。(談)





水の文化書誌 19 《水路》 水と食糧とエネルギーの根幹



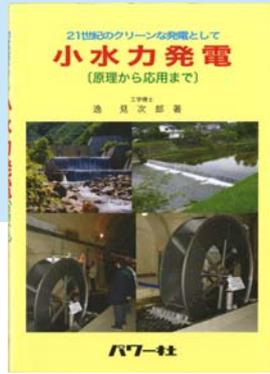
古賀 邦雄

こがくにお
水・河川・湖沼関係文献研究会
1967年西南学院大学卒業
水資源開発公団
(現・独立行政法人水資源機構)
に入社
30年間にわたり
水・河川・湖沼関係文献を収集
2001年退職し現在、
日本河川開発調査会
筑後川水問題研究会に所属

真の国際交流、国際貢献とは、
一体どのような活動を指すのらうか。それはパキスタン、アフガニスタンの戦火の中で、1984年(昭和59)から医療サービスを続ける「ペシヤワール会」の活動にみる事ができるようだ。その行動は、医療行為だけでなく、生命の水の確保に、井戸掘り、カレースの復旧、さらに農業用水路開削にも力を注いでいる。ペシヤワール会代表中村哲著「**医者、用水路を拓く**」(石風社2007)は、アフガン・クナール河に斜堰の取水堰を造り、全長13kmのマルワリード用水路の開削に悪戦苦闘する

物語である。その諸元は、取水量4・5m³/s、5・5m³/s、灌漑面積約9700ha、柳など水路沿いの植樹約12万5000本、分水路7・2km、付帯施設(橋・水道橋・遊水池)である。
クナール河はヒンズークシユ山脈の雪解け水が一気に押し寄せてくる荒川、と思えば干天が続くと優しい川に変化する。低予算で、近代的な土木機器を欠く中で、人力に頼り、材料は近くの山から岩や石を採取し、多くの蛇籠じまごかごに拠った。用水路の土地は、地主や両岸の人々の確執に遭遇しながらも医療活動で培った長老たちの人脈で解決。竣工直後の洪水で取水堰、水路、遊水池が壊され、再々の改修に苦悩するが、4年の歳月を経て完成する。今では、沙漠地帯に緑が広がっている。
この取水堰設置の際に、筑後川における山田井堰の斜め堰を参考にしたというから驚く。中村哲はマルワリード用水路の施工中何度か帰国し、菊池川、白川、緑川を歩き、加藤清正の水制・石列いしはね、鼻ぐり井出工法を学び、さらに山田井堰堀川水路を訪れ、斜め堰の水利を調査研究している。江戸期に完成した山田井堰に関しては、鶴田多穂著「**山田井堰堀川三百年史**」(山田堰土地改良区1981)、福岡県朝倉町史料編さん委員会編

「堀川物語」(朝倉町教育委員会2005)があり、その型式は傾斜堰床式石張堰で、取入水路、魚道、舟通しが設置されている。
1953年(昭和28)6月、山田井堰は筑後川の大水害で決壊するが、改修がなされ、筑後平野へ灌漑用水を送り続けている。筑後川とクナール河における斜堰の施工には、時空を越えた不思議さを感じさせる。なお、アフガニスタンの水利灌漑については、東京大学西南ヒンドウクシユ調査隊編「**アフガニスタンの水と社会**」(東京大学出版会1969)が発行されている。
我が国は稲作の伝来により、用水路が各地に拓かれてきた。古代国家の律令制における用水支配の問題を論じた亀田隆之著「**日本古代用水史の研究**」(吉川弘文館1973)、實月圭吾著「**中世灌漑史の研究**」(目黒書店1950)がある。
近世の水利開発については、水士を拓いた人びと編集委員会・農業土木会編「**水と土を拓いた人びと**」(農文協1999)には、北海道から沖縄までの新田開発、用水路溜池の建設に尽力した人々の業績を纏めた。その業績にかかわる書として、稲生川土地改良区編発行「**稲生川土地改良区史**」(2003)、根本博著「**安積疏水と郡山の発展**」



(歴史春秋社 2002)、西那須野町郷土資料館編・発行「明治開拓と那須疏水」(1985)、小田原市教育委員会編・発行「萩窪用水の歴史と見どころ」(1990)、

浅川清栄著「諏訪の農業用水と坂本養川」(中央企画 1998)、

明治用水史誌編纂委員会編・発行「明治用水」(1953)、寺井敏夫著「大槻七兵衛(高瀬川開削)」(HNS 2002)、江口辰五郎著「佐賀平野の水と土」(新評社 1977)が挙げられる。このように土地は自然の作用だけでなく、労働の投下によって絶えず変貌していく。古島敏雄はその名著「土地に刻まれた歴史」(岩波新書 1967)で、そのことを実証している。

農林水産省は、先人が拓いた用水路について、次世代に継承するために歴史的、文化的な疏水百選を認定した。林良博監修・疏水ネットワーク著「心やすらぐ日本の風景疏水百選」(PHP新書 2007)には、明治の三大用水(安積疏水、那須疏水、明治用水)をはじめ十二貫野用水、東播用水、香川用水などが紹介されている。全国の河川からの取水施設は11万4000カ所に及び、疏水総延長は40万kmで地球10周分にあたり、農地面積470万haの隅々まで行き渡り、農業生産とともに環境保

全にも重要な役割を果たしてきた。しかも今日、これらの水路は、10kW〜1000kWをおこす小水力発電にも利用されている。

2007年(平成19)12月1日〜4日第一回アジア・太平洋水サミットが大分県別府市で開催された。この中で、農業用水を活かした小水力発電に関するシンポジウム田市であり、那須野ヶ原水路における、落差が2〜3mあれば、その流水によって発電できる事例が報告された。

小水力利用推進協議会編「小水力エネルギー読本」(オーム社 2006)によれば、水土里ネット那須野ヶ原(那須野ヶ原土地改良区連合)では、1992年(平成4)から農業用水の遊休落差を利用して、最大出力340kWの那須野ヶ原発電所が稼働。さらに2005年(平成17)には用水路に開水路落差発電システム4基が設置された。その内容を見てみると、水源那須野ヶ原上段幹線、発電の形態水路内据付け(落差工利用)、有効落差2m、水路幅2.05m、使用水量最大2.4m³/s(非灌漑期1.29m³/s)、水車立軸力プラン水車、回転速度2004回/min、発電機三相かご型誘導発電機、最大出力30kWとなっている。

さらに、開発地点や流水・水路の条件に合わせた小水力発電システム

の例として、茅野市オーレン小屋発電所(水源夏沢川、出力9.15kW)、春日部市庄和水力発電所(水源浄水場内の浄水池、出力35kW)、横浜市江ヶ崎発電所(水源水道用水路、最大出力170kW)、愛知県幸田町幸田製作所工業用水排水小水力発電所(水源工業排水、出力12.4kW)、京都市嵐山保勝会水力発電所(水源桂川、出力最大5.5kW)を上げている。このように見てくると、小水力発電システムは、農業用水路のみでなく、小河川からの引水浄水場からの水、水道用水路、工業排水路でも簡易に設置できるとがわかる。

その簡易さが、今、小水力発電システムを見直すこととなったのである。逸見次郎著「小水力発電原理から応用まで」(パワー社 2007)では、次のような小水力発電のメリットを論じている。

- ・クリーンなエネルギーでCO₂など地球温暖化を招くガスを排出しない
- ・資源が無尽蔵で流量がほぼ一定していることから安定した発電出力が得られる
- ・大型設備も必要としないので短期間の工事で進み、維持管理も容易・河川や用水路に直接設置でき、周辺の生態系に及ぼす影響は小さい

- ・需要家に近い場所で発電できる
- ・発電された電気を地域振興や各種事業に利用できる。

終わりに、石崎彰・古市正敏編「小水力発電読本」(オーム社 1982)、パワー社発行による千矢博道著「これからやりたい人の小型水力発電入門―身近な水力利用術」(1992)、同著「身近な水を活かす小型水力発電実例集―自然との共生を目指して」(2004)、川上博著「小型水力発電実践記―手作り発電を楽しむ」(2006)、竹尾敏三著「小型水力発電機製作ガイドブック」(1977)、石田正著「超小型(ピコ)水力発電装置製作ガイドブック」(2007)、それに飯能市郷土館編・発行「飯能の水力発電―吾野・名栗に電気がひけた日」(2005)を挙げる。

以上、いくつかの書で水路や小水力発電の役割について述べてきた。21世紀は地球温暖化の影響で、世界における水、食糧、エネルギーの紛争が増大していく可能性を含んでいる。この解決の一つには水路の有効な活用が重要な力を与えているといえる。

村ちゅうの水路うごける五月かな
川本昂



再生可能エネルギーの時代

石油の値上げが、家計を直撃している。ガソリンや灯油の高騰のみならず、輸送費などのコスト増が消費財の価格に跳ね返ってきているのだ。

化石燃料が枯渇資源だということとは、以前からわかっていたことだ。近年はそれに加えて、温室効果ガスの発生源としても非難の対象になっている。

そうした背景を反映して、俄然脚光を浴びているのが更新性エネルギーとか再生可能エネルギー(Renewable energy)といわれる自然エネルギーである。

日本では現在、エネルギー資源の主力として利用されている化石燃料や原子力に替わるものとして「新エネルギー」と命名した再生可能エネルギーを奨励している。

1997年(平成9)には、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」として「石油に対する依存度の軽減に特に寄与するもの」の利用を推進する法律が定められている。

こうした動きを受けて、NPOや各種団体が旗揚げし、太陽光、太陽熱、風力、地熱、水力、バイオマス、海洋温度差、潮力、波力などといった自然エネルギーの多様な利用が試みられている。

近くて遠い水力利用

ところが、再生可能エネルギーの先進国がヨーロッパであるために、どうしても、それらの国で実績を上げた方式や機器が採用されやすい傾向がある。太陽光パネルや風力発電などがそのよい例である。

しかし実際には、ヨーロッパ諸

国とは気象や風土も違い、そのまま持つてきても日本の条件にはそぐわない場合も多い。

にもかかわらず、かつて日本の農業と産業を支えた水力は、ほかの自然エネルギーと比べて案外、見直されていない。

なぜ、水力が見直されないのだろうか。

大規模にダムをつくって発電するという従来の水力発電の方式が、流域の環境破壊という観点から、ネガティブにとらえられているのも一因だろう。選挙でダム建設の是非がしばしば争点にされるのも、そのような理由による。しかし、大規模ダムを争点にするあまり、小規模ダム(堰)の可能性を満足に考えてこなかったことは問題だ。

しかも新たに大規模ダムを建設しようとしても、日本ではもう適地確保が難しいというのが現状である。たとえつくられたとしても、膨大な数の地権者の了承を取り、流域漁業権の保障などという、複雑な手続きを必要とする大規模なダム式の水力発電は、完成までに何十年もの時間が必要とされるから実現性に乏しいというハンディ

もある。何より、土地の強制収用や地域生活の剥奪、自然の大規模な変態といった手段を使つてまでも発電しなければならぬのか、という社会的判断基準そのものがゆらいでいる。

また、温室効果ガスの発生という見地から、原子力発電所や火力発電所も、新しい価値基準での見直しが進められている。

いづれにしても、もう大規模ダムの時代でないことだけは確かである。

そうは言っても、豊富な水力エネルギーを利用しない手はない。日本の風土に合った水力エネルギーをどのように利用したらいいのか、真剣に考えなくては「もったいない」ではないか。

水力エネルギーを積算する

今でこそ、田舎ののどかな風景として描かれる水車だが、ある時代においては、産業振興のための動力源として大活躍した、最先端のテクノロジードット。

その水車を回す「水のエネルギー」に1958年(昭和33)以前

に既に着目した人がいた。水系ごとに河川を6段階に分割して利用可能包蔵水力を算出したのは、『日本の理論包蔵水力』(東洋経済新報社1958)の編者である工藤宏規さんだ。工藤さんが日本の主な河川が包蔵する水エネルギーを細かく細かく拾つていった数字は、2003年(平成15)の民生用の電力使用量の65%をまかなえるだけになっている。

新エネルギーの概念によく加えられた(といっても施行令レベルではあるが)小水力を語ろうとすると、「今さら水車でもあるまい」という話で終わってしまう。しかし、日本の理論包蔵水力は「今さら」どころか、「今だからこそ」の頼りがいのあるデータ。そのことを裏づける工藤さんの研究は、小水力発電に取り組むモチベーションを向上させるものだ。

ともあれ、ダムに頼らない水力発電を実現するには、みんなの頭の中から「スケールメリット」をいったん排除する必要がある。これまでのエネルギー利用への常識、すなわち「集中的に大量に発電し、広範囲に供給することが効率的」





と私たちが思ってきた常識を問い直さなければ、これから先には進めない。

「日本は水車の国だというのが、どの程度のポテンシャルがあるの？」という疑問から始まった今回の特集。ポテンシャル(包蔵力)が高いことはわかったが、クリアしなくてはならないハードルが高いことも、また、わかってきた。

単一目的がそぐわない時代

日本ではよく、「水と空気はタダ」と言われる。実際には水はタダではないが、それだけ豊富だということを表現している言い回しだ。

その豊富な水からエネルギーを引き出して使うときに、ネックになるのは水利権の問題である。

全国に張り巡らされた灌漑用水路や身近な河川を利用しようにも、それぞれに管理者がいて、国から許可された水利権が設定されているため、許可されていない勝手な(目的外の)個人使用が許されない状況なのだ。

山梨県都留市で市が事業者となつて進められた「小水力市民発電所元くん1号」が順調に実現したのは、準用河川の家(な)中川を利用したため、水利権は市の権限で処理でき、施設の土地は市の持ち物だったから。逆に許可取りに苦労しながらも実践しているのは、長野県大町市のNPO地域づくり工房のケースだ。

私たちの食の基盤を支える農業を守ることは、大切なことだ。そのためにも許可水利権という形で、土地改良区が灌漑用水路の管理主体になっていることも理解できる。しかし、農業へのかかわり方が変わってきた現在、農業用水路の維持・管理も、農家だけでやってい

られる時代ではない。柔軟で多目的な水路利用権を、米づくりにだけでなく、観光目的や生態系の維持、住民の憩いなど、時と場所に応じて変わる目的にも認めるようにして、そこに「小水力発電」も加えてみてはどうだろう。そうすれば維持・管理という「使いながら守るための仕事」も、農家だけではなく住民すべてに広

げることが当たり前になるのではないだろうか。

そうすることで、農業からも水からも遠くなった住民を、近くに引き戻すことができるのではないかと。

その結果、弱まっていた地域の力を強めることに通じれば、地域の活性化にも役立つはずだ。

市場ができれば「見える化」が進む

温室効果ガスの削減方法として、例えば日本で減らそうが中国で減らそうが「1tは1t」という考え方から、「排出量取引」という仕組みができた。経済発展を優先している途上国にあつても、CDM(クリーン開発メカニズム)が後押しすることで、省エネ投資がビジネスとして成立するようになりつつある。

大きなトレンドで見ると、CDMを目当てに、省エネ投資が前倒しになってきているのは事実。しかも、そのことが情報開示誘因を生み出すメカニズムを引出し、市場を成熟させ、インセンティブを高めているのである。

この発想は、小水力発電にも応用できる。情報が開示されることで、住民は新エネルギーの選択肢の一つとして「小水力」を評価す

るようになるだろう。そもそも情報が開示されないと、技術革新へ向かう誘因すら生まれない。

EJは、既に生活者のエネルギー利用権を認め、同時に義務も割り当てようとしている。日本でも、「これから」の水路の利用権を、国だけではなく生活者にも認めることを検討する段階に進むべきではないだろうか。

永続地帯実現の鍵は小水力

ちなみに「小水力市民発電所元くん1号」の場合は、事業費の一部を公募地域債、その名も「つるのおんがえし債」でまかされた4倍の応募があつて抽選になったということ、市民の心意気もなかなかのものである。

どの地域が再生可能資源ベースの経済社会に近いのか。それをわかりやすくしたのが、倉阪秀史さんの「永続地帯」という概念。とっかかりとして、再生可能エネルギーの自給率を指標にしているが(つるのおんがえし債)は永続地帯証書の第一歩というべきもの。こうした事例がどんどん増えて、小水力発電の機器も多くなれば、太陽光パネルのように標準化が進み、一般にも普及するようになるだろう。「購入した証書の価値を低めないように」というインセン

ティブが働いて、持続的利用のための努力にもつながるに違いない。

例えば日本で太陽光パネルを導入する人のほとんどは、厳密な見返りをあてにしている訳ではないだろう。初期投資のコストを考えたら、電気代で元が取れることは、よほどのことがない限り望めないのだから。そうであれば、「環境に対して自分ができる何らかの貢献がしたい」という気持ちも、自然エネルギー導入のモチベーションアップにつながっているということだ。そういう人たちが、選択肢の一つとして小水力発電を選び取れるようにできないものか。

日本の風土に適した小水力利用を可能にするために、さまざまなハードルを排除するには、「共に支えられた」これからの水路の「利用権」の設定が不可欠だ。

今回の特集は小水力を、「今の生活にあてはめてみよう」という折衷的なものではなく、「風土を活かす新たなエネルギー供給・取引に、新たな設計思想を持つようではないか」という主張である。

小水力の「力」は、単に発電パワーを意味するのではなく、それらを効率的に活かすための社会に包蔵された「力」を意味するのである。



ミツカン水の文化交流フォーラム2007

「2107年の水文化～少人口・温暖社会という悲観シナリオを超える夢～」

2007年10月31日 開催

「100年後の2107年の水文化を語ることに意味があるのか？」答えは「大いにある」です。「温暖化対策」と「少子化」が相互に影響を及ぼし合う重要な問題であることを私たちは既に知っています。現在の延長として未来を描くのではなく、自分は生きていなくても子どもや孫の時代を考えると、今つくるべき社会の方向性が見えてくるのではないのでしょうか。そこで、本フォーラムでは「日本の水文化 100年後の夢」についてディスカッションを行ないました。

【テーマセッション】

「地球シミュレーターが描く 将来の水環境」

江守正多 国立環境研究所地球環境研究センター温暖化リスク評価研究室長

「日本の人口・経済社会と気候変動」

鬼頭 宏 上智大学経済学部教授

「市場経済を超えることはできるか」

小長谷有紀 国立民族学博物館教授

「地球環境問題と水文化」

村上陽一郎 国際基督教大学大学院教授

【パネルディスカッション】

「2107年 日本の水文化の夢をかなえる10のポイント」

コーディネーター：沖大幹 東京大学生産技術研究所教授



テーマセッション

地球温暖化のシミュレーション研究を行なっている江守正多さんは「100年後には夏が今より2カ月くらい多い感覚になる」などシミュレーション結果をいくつか紹介し、「実際に温暖化を止めるためには6%ではなく、今より60%くらいの排出量を減らさなくてはいけないことになる。50年から100年かけて、二酸化炭素をほとんど出さないような新しい文明を我々は目指していかねばならない」と結んだ。

歴史人口学を研究してきた鬼頭宏さんは、縄文時代以降の歴史を振り返ると、人口の増加減少には波があると述べる。時々人口収容力を規定するのは食糧生産などに影響を与える「文明のシステム」であって、気候変動がただちに人口増減をもたらす単純なものではないと述べ、「どのように国土を利用するか考える上で、水をめぐるライフスタイルは重要」と、文明システムを変えることの重要性を指摘した。

モンゴルをフィールドに、最近では牧畜社会への市場化のインパクトに注目している小長谷有紀さんは遊牧民の生活写真を示し、「これを遅れていると見るにしろ、懐かしいと思うにしろ、私たちが持つ『社会が開発されていくことを無意識に前提にしていること』が環境問題の本質にある」と鋭く指摘した。また、モンゴルの遊牧の世界では植生に合わせ



て移動できる距離が環境保全のために必要だったのに、現在、市場との距離が重要視され、食用にされるオスが市場に近い都市近郊では少なくなっているというデータを示した。そして「環境保全型経済を考えよう」とすると、お布施の論理のような互酬経済を皆で考えなければならぬのではないかと提言した。

日本における科学史研究の第一人者である村上陽一郎さんは「資源としての水」、「基本的な人権としての水」、「水戦争や水への民間投資の問題点」などの話題を紹介し、予測において科学という方法が持っている本来の不確実性の存在を指摘した。「それを前提とするならば、私たちは『事前警戒原則 (precautionary principle)』で環境問題に対処していかざるを得ない。100年後、私たちが会うことのない子孫たちが喜んでくれることを達成するためには、何でもやっつけていこう」という世代間倫理を持つことが「悲観シナリオを超える夢」なのではないかと結んだ。

どの報告も、最後には「どのよう文明をいかに築くか」という視点に収斂されており、単なる偶然で済まされない、これからの方向性を感じさせられた。

ディスカッション

コーディネーターは沖大幹さん。水の専門家の立場でフロアからの質問を取り上げた。一見水とは直接関係ない事柄を議論に載せ、これからの水文化を考える本質的な視点に切り込んでいった。

詳細については、当センターホームページでご覧いただくとして、最後に沖さんの一言を紹介しよう。

「今の時代、手段の目的化が起きているのではないだろうか。本当は100年後もみんなが幸せで健康で文化的な生活を送ってほしいから、その目的を実現する手段として温暖化対策や国土形成計画を考えるのに、いつのまにか手段が目的になっている。そうならないように、私たちは常に物事の本質を忘れないように、目的を押さえていくことが必要なのではないでしょうか。」



アンケートに寄せられたコメント

100年後の日本を考えるよい機会となった。子孫のためにも今後も考えていきたい。

月並みな環境論より、本質に肉薄することへのヒントが多かった。

センスを感じた。水の話をするときに水そのものにフォーカスしているだけでは問題解決が進展しないから。水以外の話が実は水に関連していることが大事だから。

私は生きていない先のことですが、貧しくて豊かに生きていたのである100年前を振り返ると、今、私の生きている環境がもっと生きやすい環境となることを望んでいるから、自然の恵みを大事に地球を守りたいものです。

現在を飛び越えた最先端の言葉が聞けなかったのは残念であった。例えば水河が溶けていけばどうなるのか、国際的に大変な問題になるというイメージは何も伝わってこなかった。

100年後にはあまり意味がない。問題点が弱くなる。

■水の文化29号予告

特集「水産の流通文化史」(仮)

生活者にとって守るべき魚食文化とは。魚流通の川上から川下までの流れ、つまりフードシステムを追いかけながら、さまざまな技術が現代の魚食文化をいかに変えてきたのか、どのように変化していくのかを探ってみます。



水の文化 Information

『水の文化』に関する情報をお寄せください

本誌『水の文化』では、今後も引き続き「人と水とのかかわり」に焦点を当てた活動や調査・研究などを紹介していきます。ユニークな水の文化学習活動や、「水の文化」にかかわる地域に根差した調査や研究などの情報がありましたら、自薦・他薦を問いませんので、事務局まで情報をお寄せください。

ホームページのお問い合わせ欄をご利用ください

<http://www.mizu.gr.jp/>

水の文化 バックナンバーをホームページで

本誌はホームページにてバックナンバーを提供しています。すべてダウンロードできますので、いろいろな活動にご活用ください。

編集後記

◆ 石油の高騰が、暮らしに大打撃を与えるこの頃だが、このことが、資源エネルギー基盤型から、自然エネルギー基盤型に変わる、政策のキッカケとならないだろうか。この国の風土や地域性に、小水力は適していると思えるのだが、制度的な後押しが不可欠のようだ。(新)

◆ 日本には資源がないと思っていたし、水力はひと昔前のもの、と思いついでいた。とんでもない誤解でした。今回の取材で、水の力でこれだけのことができるんだ！と知り、感動。小水力を活用した未来の社会は、面白い社会になると思う。(百)

◆ ダイナミックに動力を産み出す水車の記憶は残念ながら、ない。蕎麦屋の飾り程度のものだ。生まれ育った横須賀は山が多く坂も多い。斜面を利用して今に宅地開発が進む。せめて水車でも置けないものか、と妄想する今日この頃だ。(ゆ)

◆ 今回、小水力利用が大きな可能性と実効性をもっていることを、実感できた。そう思っていたら、経済産業研究所の小林慶一郎氏が「排出権本位制のスズメ」(朝日新聞、2008.1.26)という小論を世に問うている。自然エネルギー活用への潮流は、予想以上に強い。(中)

◆ 「えっ、小水力発電？ それが県の発電量の2割以上？ へえ～、故郷を見直した！」。酒席での自然エネルギーの話題は、富山県出身の友人を刺激した。現在は神奈川県立高校の教師だが、それ以来故郷の自然エネルギーに関心しきり。郷土愛は自然エネルギー開発の原動力になりそうだ。(恵)

◆ 小水力発電所のような規模の小さな施設は日本の地形にも合う。小さな力を足し合わせる、という考え方には目からうろこが落ちた。こんなに日本が水力エネルギーに富んだ国だとは思わなかった。(力)

◆ 太陽の熱や光、風は誰でも自由に利用できる。しかし、雨は一度地面に落ちると、そこから恩恵を受けるには高いハードルがある。小水力利用は、まずは、所有が確定している「自分ち」の雨水利用から始めるしかないのだろうか。(賀)

ミツカン水の文化センター機関誌

水の文化

第28号

ホームページアドレス
<http://www.mizu.gr.jp/>

禁無断転載複写

発行日 2008年(平成20年)2月

企画協力 沖 大幹 東京大学生産技術研究所教授
古賀邦雄 水・河川・湖沼関係文献研究会
陣内秀信 法政大学教授
鳥越皓之 早稲田大学教授

編集制作 秋山道雄 新美敏之 百瀬友美 小林夕夏 辻美代子
中庭光彦 緒方大輔 浅野恵子 賀川一枝 中野公力 賀川督明

発行 ミツカン水の文化センター

〒104-0033 東京都中央区新川1-22-15 茅場町中笠ビル9F
株式会社ミツカングループ本社 社会・文化活動センター内
Tel. 03(3555)2607 Fax. 03(3297)8578

お問い合わせ

ミツカン水の文化センター 事務局
〒104-0043 東京都中央区湊1-13-2 アリス・マナーガーデン11F
Tel. 03(3552)7504 Fax. 03(3552)7506



ミツカン水の文化センター

表紙上：動力として直接的な力を使っていた水車だが、小水力発電では水のエネルギーを電気に換えて利用する。効率だけでいったらシステムが見えないパイプの中の水車の方が有利。しかし、見える水車は水のエネルギーの大きさ、迫力を意識させるという別の役割も果たしている。

表紙下：水路を守るには、「共」の意識が大切。しかし、それは個人々人にとって価値のある「共」であることが前提となる。

裏表紙上：長野県大町市の木崎湖。湖の水位を調節したり、下流の水量コントロールのために設けられた水門。

こうした水門や閘門の内側と外側とは、水位が違っているはずだから、小さい落差からエネルギーが得られるという、小水力発電の優れた特徴を活かす最適地ではないだろうか。

裏表紙下：水路に隣接する新旧の川端（かばた）。滋賀県高島市には、敷地内に湧水を持つ家が多く、水路沿いに小さな離れが並んでいる。もし、これが小さな水力発電所で、各戸が自分の使用するエネルギーをまかなえたらと夢が膨らむ。芋洗い水車も小水力発電も同じようなもの、と思うのだが、いかがであろうか。

