

# 水の機能と社会的役割, 水利用のエネルギーと水のエネルギー利用

## Roles and Social Functions of Water, Energy in Water Use and Hydropower Development

茨城大学農学部 ○小林 久

### 1. はじめに

「水」は、水質汚濁、水循環、水力などを通して、環境汚染、地球温暖化、資源枯渇などの問題と原因においても、解決においても関わりがある。ここでは、「水」を水利とエネルギーという側面から考えてみる。

### 2. 水の機能と社会的役割

生物であるわたしたちは、水を摂取しないと生きてゆけない。地球の生物生態系は、食べる食べられる関係で成り立ち、その成立と存在にも水は欠かせない。なぜなら、水は最初に食べられる有機物を生産する光合成の原料であり、光合成を成り立たせるエネルギーフローに深く関わっているからである。さらに、水は暮らしや社会の様々な場面で利用されている。調理、洗浄、水浴、農業、漁業、冷房、発電、舟運、景観、防火など、利用の目的は多様で水がなければ、わたしたちの生活や社会は成り立たないといつてよい。一方、浸水や洪水のように、水は災害を及ぼすものとしても生活や社会と関わりがある。様々に利用され、社会との関わりが深いために、水の関係者は多岐にわたる。各地に用水組合や漁業組合があるし、水防組織もある。〇〇川の環境を守る会、△△流域懇談会というような環境団体や市民団体もあちこちにある。

なぜ、水は多様に使われるのか?その理由は、ものよく溶かす、特異な熱的特性をもつというように性質から説明してもよいし、固体・液体・気体に変化でき、身の回りに大量に存在するというように賦存状況から説明してもよい。しかし、水には、多様な資源性と機能があると説明することもできる。水は、飲用、かんがいのように量を消費する資源である。洗浄や水浴、冷却や流域の汚染を引き受ける水質汚濁という清浄さや水温という質を消費する資源でもある。水を利用して電力や動力というエネルギーも生産もできる。水域の生態系や景観を保全する役割もある。さらに、水は循環・連続的で、上流優位の資源であるため、利用・保全・対策において社会的な協調や合意を必要とすることが多く、社会秩序を形成・維持する機能もある。歴史的経緯を経た水利の調整と権利主体形成には、しばしば地域社会の秩序維持の下敷きの役割が残されている。

水には、「量的資源性」、「質的資源性」、「エネルギー的資源性」、「環境機能」、「社会秩序機能」があるといつてもよい。多様な水利の秩序を適正で持続的なものとするためには、占有・利用の権利や主体を多面的・複眼的に理解して、関係者で調整や合意形成を行うことが必要といえる。

### 3. 水利のエネルギー消費と水のエネルギー的資源性

#### (1) 水利とエネルギー消費

わが国の水田は、地形勾配に従って自然流下でかんがいが行われていると考える人が多いかもしれない。しかし、現在は大区画で効率のよい水田が配置できる低平地の米作が多く、そこでは用水にも排水にもポンプが使われている。

かんがい排水のために消費する農事電力量（平成14年度）は、全国で約16億kWhに及ぶ。都道府県別の水田1ha当たりの年間の農事電力消費量（図1）は、全国平均605kWh（2.2GJ）/haで、約2,000kWh（7.2GJ）/haの県もある。ポンプの動力に電動機以外のエンジンが使われることも多いので、生産する食料エネルギー（米収量5t/ha、73GJ/ha）に対するかんがい排水のエネルギー消費は、決して小さいとはいえない。

農業分野全体の電力消費も小さくない。しかも、ha当たり消費量は増加を続けている（図2）。平成14年度の総電力消費は約65億kWh/年で、平均すると農地1haで約1,400kWh/haが消費されていることになる。

生活用水の利用も、上下水道システムの稼働を通してエネルギーを消費している（表1）。使用量が年約100m<sup>3</sup>/人であれば、100kWh弱/人・年の電力を消費していることになる。

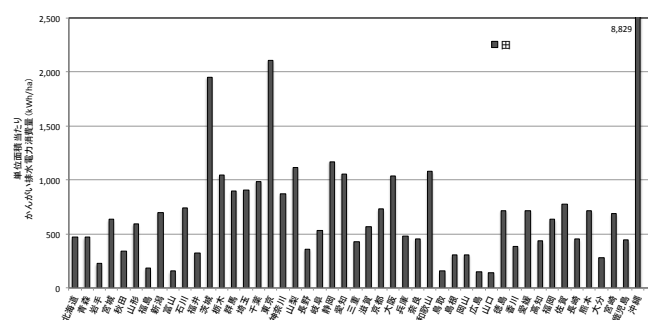


図1 都道府県別かんがい排水のha当たり農事電力消費<sup>1)</sup>

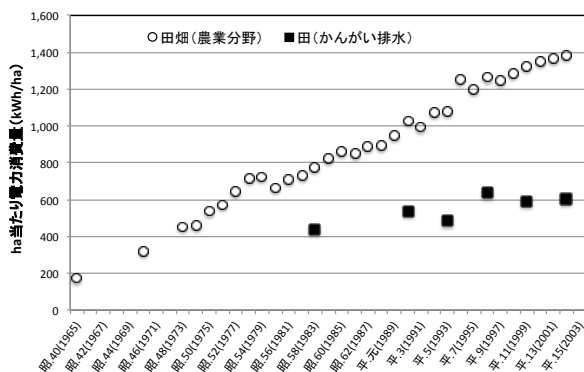


図2 農地1ha当たりの電力消費の推移

表1 上下水道のエネルギー消費例 (m<sup>3</sup>当たり)

	上水	下水(大)	下水(小)
電力 (kWh)	0.35	0.48	22.35
軽油・灯油 (ml)	1.63	3.54	-
都市ガス (ℓ)	0.23	0.87	-

注) 上水および下水(大)は、数百万人のシステム、下水(小)は約千人のシステムの例。(無洗米協会資料を参照)

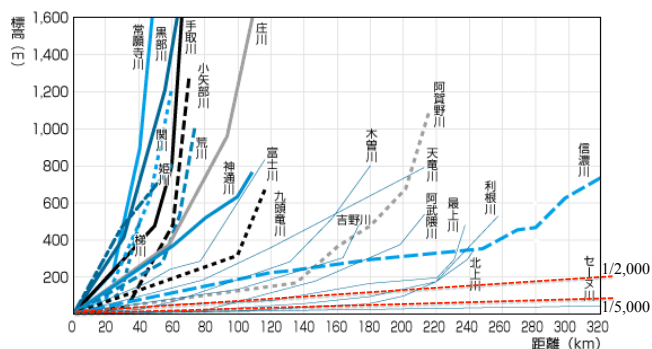


図3 主要河川の河床勾配<sup>2)</sup>

## (2) エネルギーからみた合理的な農業水利

地形を活かして自然流下でかんがい排水することは、エネルギーを消費しない農業水利といえる。勾配のある地形に立地する棚田保全是、エネルギー節約という側面から支持されるといってよいかもしれない。

自然流下による配水が難しい低平な土地の勾配を1/5,000以下とすると、利根川流域では河口から100km以上、北上川で80km程度、信濃川で約50km上流までは、ポンプによる用水が必要といえる。しかし、その他の多くの河川では河口から10~20kmより上流になると、河床勾配は1/2,000より急となる(図3)。自然流下によりエネルギーを消費しない農業水利が可能な農地は少なくない。便利だからといって、むやみに農業施設を電化することの是非は、しっかりと論じられなければならない。

ところで、ポンプに求められる揚程は流量の2乗に比例する。総用水量が同じでも、短時間で大用水量を一気に汲み上げると、長時間でゆっくり用水するよりも

エネルギー消費量は大きくなる。低平な農地でポンプの使用が避けられない場合も、用水ピークを分散させるなどの工夫がエネルギーの側面からの農業水利における重要な視点といえる。

## (3) 水のエネルギー開発

水のエネルギーの積極的な利用が水力発電といえる。水路系の水力の開発可能量は比較的簡単に推計できる。

例えば、表2は水力発電も行われている扇状地上の受益面積約7,200haの用水システムを対象に、水路長に応じて取水量を水路末端までにすべて消費すると仮定して水路の分岐区間ごとの流量を求め、各区間の水路勾配から開発可能量を推計した結果で、総未開発量は出力で21.5kWとなる。年間稼働時間を5,000時間とすると、この用水システムで1億kWh/年以上の追加電力生産が可能と見積もられ、1ha当たり年間約14kWh/haが開発できることになる。かんがい排水の年間の農事電力消費の平均が数百kWh/haであるから、場所によっては農業水利の水のエネルギー開発は意外に有効といえるかもしれない。

表2 用水システムの小水力ポテンシャル推計<sup>3)</sup>

	左岸 (MW)		右岸 (MW)		計 (MW)
	幹線	全水路	幹線	全水路	
総ポテンシャル	12.3	16.3	25.5	38.4	54.7
既開発	10.3	10.3	22.9	22.9	33.2
未開発	2.0	6.0	2.6	15.5	21.5

## 4. おわりに

水利は、エネルギー消費をとまなう。エネルギー問題の最も本質的な解決は利用する量の削減である。農業でも、生活用水でも浪費を避け、節水することが「賢い」利水の基本とあってよい。ただし、栽培法・体系の変化、気候変動、ニーズの変容などの社会・環境変化は、不耕起栽培による浸透増や高温対策のための頻繁な水交換などにより、水やエネルギーの需要に影響を及ぼすかもしれない。

一方、農業分野だけでなく、水利の水はエネルギー生産にも利用できる。水利のエネルギー問題は、かんがい排水や上下水などの水利の科学技術問題としてだけでなく、社会や環境の影響、関係者の調整や協調、さらにエネルギー生産など多様な側面から理解する必要がある。

## 文献

- 1) 農業電化協会, 農業用電気供給統計.
- 2) 北陸地域づくり協会 (2007) 北陸の視座, 北陸の脆弱性と厳しい自然条件を検証する. (<http://www2.hokurikutei.or.jp/lib/shiza.html>)
- 3) 小林久 (2013) 地域の小水力と黒部川扇状地, 黒部川扇状地 38

キーワード: 水利秩序, かんがいシステム, 小水力