

日調整池発電の可能性

30分～数時間の調整力を持つ小水力発電

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

1

水力発電の形式

水利用形態による分類

● 貯水池式

河川を流れる水の量は、季節的に大きく変化します。このため、水量が豊富で電力の消費量が比較的少ない春先や秋口などに河川水を大きな池に貯め込み、電力が多く消費される夏季や冬季にこれを使用する年間運用の発電方式を貯水池式といいます。



● 調整池式

電力の消費量は、1日の間あるいは1週間の間にも変化します。このため、夜間や週末の電力消費の少ない時には発電を控えて河川水を池に貯め込み、消費量の増加に合わせて水量を調整しながら発電する方式を調整池式といいます。



● 流れ込み式

河川を流れる水を貯めることなく、そのまま発電に使用する方式を流れ込み式といいます。



出典：資源エネルギー庁ホームページ

http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/mechanism/use/

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

2

数時間以下の貯水に価値はあるのか？

これまでは最低でも週間調整規模の「調整池」が常識だった。しかし時間帯別に市場価格がつく時代においては、数時間以内の調整が価値を持つのではないか？

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

3

日変動シミュレーション結果



(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

【主要想定】

- 河川流量
豊川水系布里観測所流量
分布に比例 (6.25%)
- 最大使用水量：0.84m³/s
- 河川維持流量：0.124m³/s
- 有効落差：60.5m
- 最大出力：376kW

太陽光発電の大規模普及により、電力単価がダブルピークになり、数時間の調整でも効果が大きい (1日2サイクル利用)

大流量時は調整の余地がない



どのケースでも1日中フルパワーで発電

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

売電単価の度数分布と年平均値



(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

具体的な建設可能性

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

7

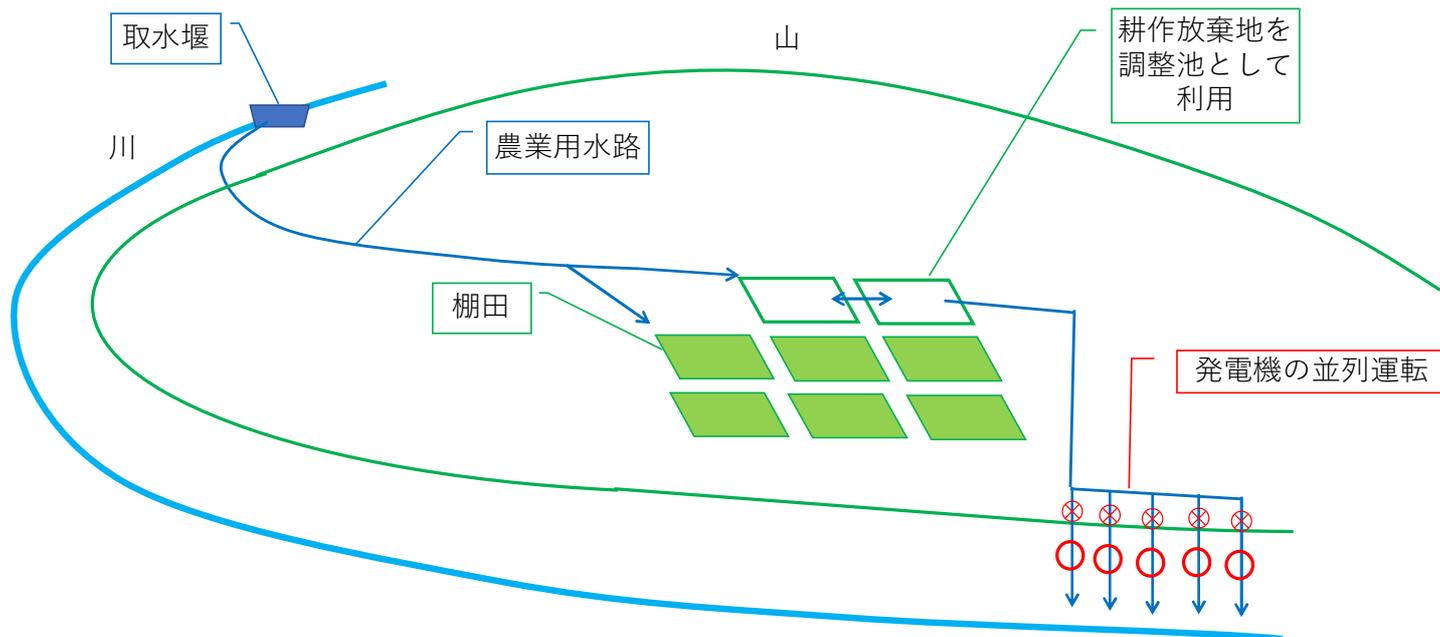
棚田調整池発電

耕作放棄地を調整池にすれば建設費が安価
(貯水容量1時間程度以下)

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

8

棚田調整池発電：棚田の水路を利用し耕作放棄地を調整池として利用するモデル



水車発電機は並列運転し、30分（電力取引単位時間）ごとにバルブ開閉により台数制御する。

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

候補地点の例



使われなくなった農業用取水堰。改修して発電用に再利用するのはさほど難しくないだろう。



取水堰から下流を望む。杉の植林はかなり前に放棄された水田。その下流にも放棄田がある。



杉が育ってしまったため、伐開して調整池にするのは費用がかかりすぎる可能性がある。その下流の耕作放棄地は、さほど費用をかけずに調整池化できるのではないか。

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

耕作放棄地を調整池にする棚田発電の利点（電力）

- 市場価格に応じて発電量を調整できる
- インバランスをほぼゼロにできる
- 多少の濁水であれば、調整池で沈砂し運転継続できる

0.2m³/sの水量を30分間（電力取引単位時間）供給するためには、有効水深30cmとして12アール（1反2畝）の面積が必要

耕作放棄地を調整池にする棚田発電の利点（設備）

- 固定ベーンの安価な水車を利用できる
 - ポンプ逆転水車等の固定ベーン水車は定格流量を外れると急速に効率が低下する。開閉制御であれば運転時の流量は一定。
- 水調運転等と比べて制御系が安価になる
 - 水位と市場価格から取引単位時間（30分）ごとに開閉制御すればよい。
- 点検や故障の際、必ずしも全体を運転停止しなくてよい
 - 予備を兼ねて水車を1台多くすれば、N-1制御も可能。

耕作放棄地を調整池にする棚田発電の社会的意義

- 棚田を活かした発電事業が経済的有利性をもつことにより、山間過疎地の地域活性化につながる
- 地域住民にとって、先祖が開発し代々維持管理してきた水路が稲作以外の面で経済価値を持つことにより、地域の誇りを高める
- 水路や棚田といった社会インフラを発電利用することで維持管理に貢献する

大きい貯水池を造る

数千～1万数千 m^3 級ファームポンドのイメージ
(貯水容量数時間)

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

15

ファームポンドの例 (菊池台地土地改良事業1号ファームポンド)



出典：(一社)農業農村整備情報総合センター『水土の礎』
https://suido-ishizue.jp/kokuei/kyushu/F1/F2/Kumamoto_Kikuchi%20daichi.html

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

16

「大きい貯水池」は費用が嵩む

- スライド4～6のシミュレーションで「4時間貯水」の市場販売差益（出なり比）は年間250万円程度。
- 建設費は、1万m³のファームポンドで1億円程度。
- 建設費は年間差益の10倍程度に押さえたい。そのため以下のような点が今後の課題となる：
 - ⇒市場差益以外の利益（インバランス等）の定量化
 - ⇒出力を上げる（貯水式は出力を上げて利用率を下げるのが普通）
 - ⇒建設費の詳細検討

営農型・日調整池発電？

ファームポンドと発電調整池を共用できればコストを分担できる

- 非かんがい期はファームポンドとしての機能は不要
- かんがい期は概して水量が多く、調整不要の日も多い
 - ⇒かんがい期の渇水時（夏枯れ等）に農業用水優先で運用した場合、発電機会逸失がどれくらいになるかの分析が必要

ファームポンドは農業優先で使用



調整池が利用できないので、出流の出力に制限される

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

19

課題

- コスト
 - 一から建設するのはコスト高
 - 既存施設を有効利用できないか？
- 調整池の安定性
 - 水位変動に関するフィルダムの技術基準：1m/日

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

20

水路に貯水する

水路を兼ねて建設費を抑える
(貯水容量1時間程度以下)

(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

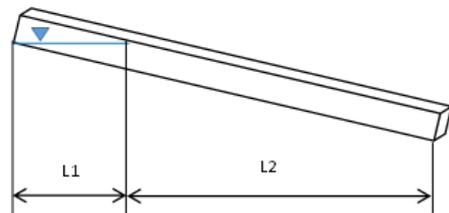
21

水路を兼ねた斜め水槽の可能性

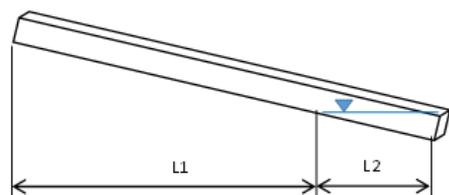
■カルバートを斜め水槽として使用する想定
水槽兼導水管とする

粗度係数	0.014
辺長	1 m(高さも同じとする)
勾配	0.50%
最大使用水量	0.50 t/s
水路延長	2000 m
水位差	10 m
○以下、最大水位時	
L1導水管部延長	200 m
L2水圧管部延長	1800 m
○以下、満水部L2	
貯水量	1800 t
貯水時間	60 分
S潤辺	4
A流積	1
R径深	0.25
v流速	0.5 m/s

最大水位時



最小水位時



(c)中島大 許可なく引用や再配布することを禁止します

22

再エネ「市場統合」の意味

- 価格シグナルで再エネ事業者の行動を調整するのが「市場統合」
- 事業者においては「利益を最大化する行動」が最も日本社会・人類に貢献する

※ もちろん、市場設計が適切であることが前提となる