

**Key Issues:** その他  
**気候区分:** 温帯湿潤気候(Cf)  
**主題:** 貯水池内立木リサイクル  
**効果:** 立木リサイクルによる資源の有効活用  
 及びコストの縮減  
**プロジェクト名:** 富郷ダム  
**国:** 日本、愛媛県 (アジア)  
 (N 33° 53', E 133° 29')  
**GP実施機関:** 水資源開発公団  
 (現 独立行政法人水資源機構)  
**GP実施期間:** 1998～  
**キーワード:** 立木伐採、リサイクル、チップ材(パーク)、バイオマスエネルギー  
**要旨:**



写真 - 1 富郷ダム

富郷ダムは試験湛水開始(1999年3月24日)に備え、貯水池内立木の伐採を1997年度末から計画し、伐採立木の処分は先行ダム同様、貯水池内での焼却処分を計画した。しかし、1997年12月1日の廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令及び施行規則の改正により廃棄物の焼却について規制が強化され、貯水池内の立木伐採・処理を行うにあたり、伐採立木が一般廃棄物に扱われることにより野焼き処分が出来なくなった。このため、富郷ダムでは伐採立木をチップ材に処理し、チップ燃料、パーク堆肥としてリサイクルすることにより、資源の有効活用及びコスト縮減を図った。今回この事例を報告するものである。

## 1. プロジェクトの概要

銅山川は愛媛県東予地方に位置し、徳島県で吉野川に合流する、流路延長64.2km、流域面積316.5km<sup>2</sup>の一級河川である。

富郷ダムは銅山川の上流に建設されている、堤高106m、堤頂長約250m、堤体積約51万m<sup>3</sup>の重力式コンクリートダムで、洪水調節、都市用水の供給及び発電を目的とする多目的ダムである。表-1にダム諸元を示す。

1974年に実施計画調査を開始し、1982年に建設に着手した。1992年9月に本体工事の発注を行い、1995年4月から堤体コンクリート打設を開始、1997年12月に堤体打設を完了した。

1999年3月に試験湛水に係る地すべり対策を完了し、1999年3月24日から試験湛水を開始した。試験湛水に伴う立木処理は1998年3月から13ヶ月を要し、面積約65haの雑木、竹等を貯水池内の仮設備跡地でチップ処理を行いチップ燃料としてリサイクルした。

表 - 1 富郷ダム諸元

河川名	吉野川水系銅山川
型 式	重力式コンクリートダム
堤 高	106m
堤頂長	約250m
堤頂幅	7m
堤体積	約510,000m <sup>3</sup>
集水面積	101.2km <sup>2</sup>
湛水面積	1.5km <sup>2</sup>
天端標高	EL 456.0m
サーチャージ水位	EL 454.0m
常時満水位	EL 445.0m
最低水位	EL 400.0m
総貯水容量	52,000,000m <sup>3</sup>
有効貯水容量	47,600,000m <sup>3</sup>
洪水調節容量	12,500,000m <sup>3</sup>
利水容量	35,100,000m <sup>3</sup>

## 2. プロジェクト地域の特徴

西日本には、カシなどの照葉樹林帯である暖帯林が広く分布し、富郷ダム貯水池周辺もそれに該当する。ダ

ム建設工事が開始される以前は、愛媛県の基幹産業の一つである林業が盛んな地域で、スギ、ヒノキ、マツなどの用材が貯水池計画範囲内にも多く造林されていた。

ダム建設工事が開始されると、用材は切り出され雑木も一度伐採された。その時点から現在に至ってほぼ10年が経過し、再び樹高4～7m、樹径2～15cmの雑木や竹が成育した状況にあった。

貯水池内における立木植生の大別は、図 - 1のとおりであり、貯水池内分布は図 - 2のとおりである。また、立木の占める面積割合および、植生別伐採面積は、それぞれ表 - 2、表 - 3のとおりである



図 - 1 富郷ダム位置図

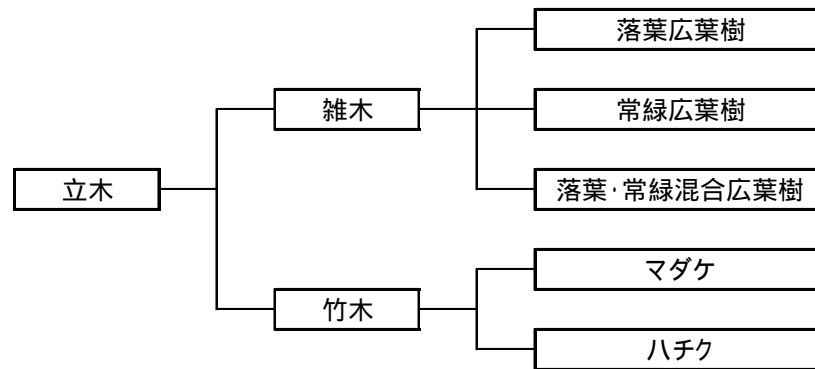


図 - 1 立木植生大別

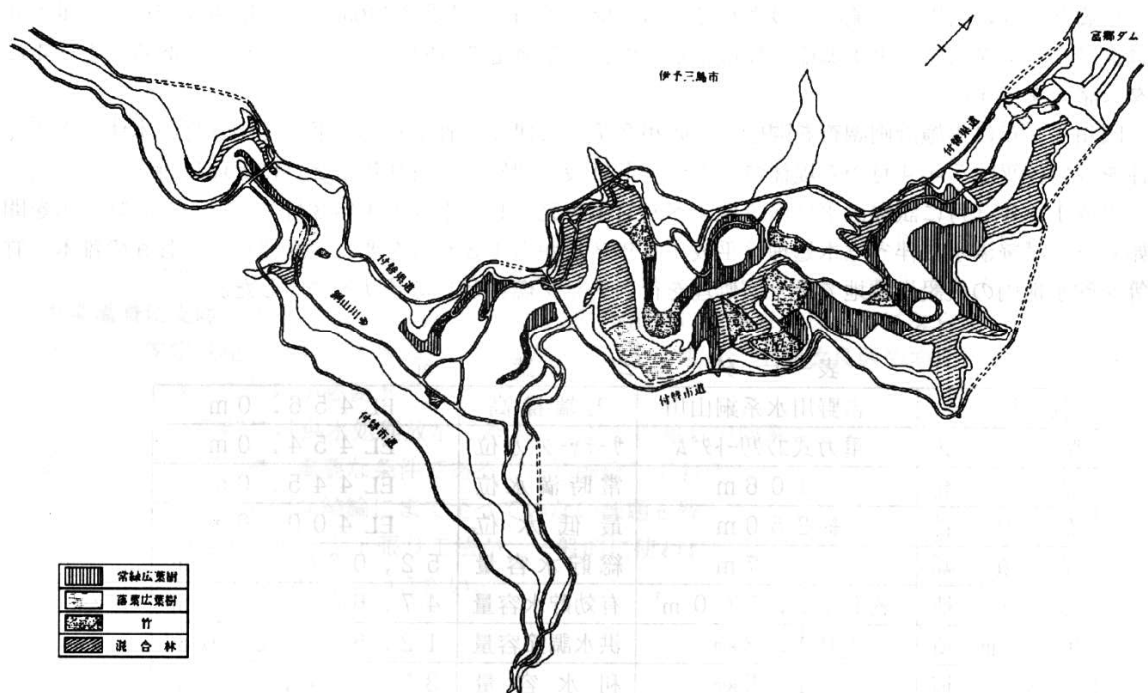


図 - 2 貯水池流木植生分布

表 - 2 貯水池内立木植生面積

種別	面積 (ha)	割合 (%)	備考
貯水池面積	150	100	
立木面積	65	43	
皆伐面積	85	57	工事用地、河床、雑草地の皆伐面積

表 - 3 植生別伐採面積

種別	樹種	伐採面積(m <sup>2</sup> )
雑木	落葉広葉樹林	70,730
	常緑広葉樹林	187,910
	落葉・常緑広葉樹林	305,990
	計	564,630
竹木	マダケ	85,520
	ハチク	4,250
	計	89,770
合計		654,400

### 3. 立木処理方法の検討

#### (1) 立木伐採範囲

立木の伐採範囲は、水際の良い景観維持や貯水池法面からの土砂流出の防止などの観点から、河床部から常時満水位 (EL445.0m) までの範囲とし、常時満水位からサーチャージ水位 (EL454.0m) の範囲は立木を残す計画とした。これは、常時満水位から上位は洪水による一時的な冠水に限定されるのに対して、下位は周期的な水位変動域で長期的な冠水となるため、常時満水位以下を伐採しない場合、将来的に立木の枯死による富栄養化や流木の発生などによる管理上の問題発生を防止するためである。

#### (2) 適用される法的規制

伐採木は、ダム建設の見地からは不要物であり、その処分については、厚生省の所管する「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」と建設、通産などの8省庁の所管する「再生資源の利用の促進に関する法律」が適用される。

同じ不要物であっても、両法律の立脚点の相違から、「再生資源の利用の促進に関する法律」では、有害物質さえなければ積極的に建設副産物として活用しようとする姿勢であるのに対し、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」では、不適切な処理をすれば環境を汚染しかねないとして産業廃棄物として取り締まる方針であり、廃棄物になったり、副産物になったりすることになる。

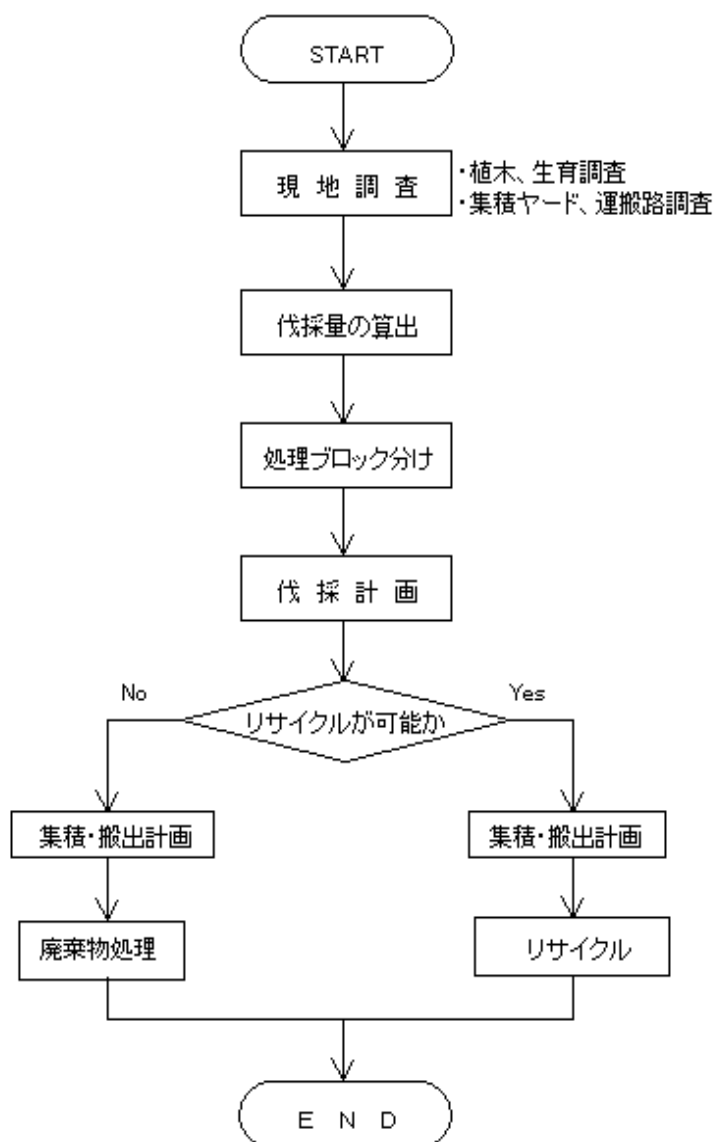
伐採木の処理は、従来、用材以外は現地で野焼き処分されていたが、現在では「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」により保健環境の面から廃棄物の野焼きは禁止されている。焼却する場合は、焼却施設を用いて焼却することが定められている。

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」が1997年12月1日に改正され、木くず等の廃棄物の焼却施設を設置する場合、処理能力が200kg/時、あるいは火格子面積が2m<sup>2</sup>の小規模な施設でも都道府県知事の許可を受けなければならなくなった。また、許可を受けるためには環境アセスメントや地元の同意も必要で、認可までには相当の時間が必要である。

今回、富郷ダムでの関係県・市の保健環境関係の行政担当の判断では、量的な問題もあり、産業廃棄物と判断された。したがって、伐採木の処理は野焼きをせず、貯水池内から搬出し、焼却等外部処理あるいはリサ

イクルによって処理するものとした。図 - 3 に処理検討フローを示す。

図-3 富郷ダム立木処理検討フロー



### (3) 廃棄物処理の検討

廃棄物処理とした場合、伊予三島市の処理場は家庭廃材が対象であり、伊予三島市では処分できないため、松山市など他の都市の廃棄物処理業者に依頼するより方法がない。生木の状態で受け入れる業者の処理能力等は表 - 4 のとおりであり、表 - 5 に示す伐採立木処理費がかかることからコスト面でリサイクルによる処理を検討した。

表 - 4 処理場処理能力及び処理費用

運搬距離(km)	受入状態	処理能力及び処理費用処
40	生木状態 (ただしチップ状態)	処理能力:190t/日 処理費用:20,000円/t

表 - 5 伐採立木処理費用

ダムからの 運搬距離	処理量 (m <sup>3</sup> )	処理費用 (千円)				
		伐採・集積	チップ処理	運搬費	処理費	合計
40km	23,000	308,000	96,000	25,000	173,000	602,000

(4)リサイクルの検討

木材資源の利用形態として一般的なものは、住構造材とパルプ用が大半である。住構造材はいわゆる用材と呼ばれるもので、雑木は殆ど利用されない。また、パルプ用も松以外の雑木は殆ど利用されない。雑木や竹木の活用方法は、図 - 4 に示す様々な方法があるが、仮置きヤードから自由処分するとすれば、炭焼きで木炭の製造か、シイタケ栽培しかない。

しかし、伐採立木をチップ材に処理すれば再利用の範囲は広がるので、伊予三島市森林組合の協力を得て、再利用の検討を行った。その結果、富郷ダムのユーザーである製紙会社の発電所がチップ材を燃料として使用することで再利用が可能となった。また、パーク堆肥についても試験的に行うこととした。表 - 6 に伐採立木をチップ燃料としてリサイクル処理した場合の費用を示す。

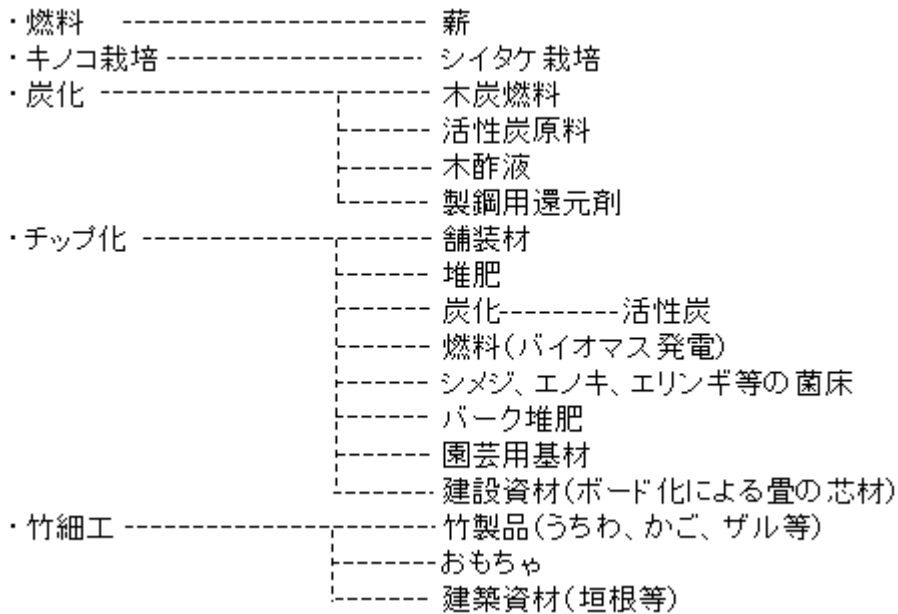


図 - 4 立木の活用方法

(5)リサイクル処理の効果

結果、伐採立木をチップ化し産廃処理工場で廃棄物処理に要する費用(602 百万円)比べ、チップ燃料としてリサイクルする事(404 百万円)によって、約2億円のコスト縮減が図れることがわかった。

表 - 6 伐採立木のリサイクル処理費用(チップ燃料用)

処理量 (m <sup>3</sup> )	処理費用 (千円)			
	伐採	集積・運搬	チップ処理	合計
23,000	308,000	214,000	96,000	404,000

4. リサイクルの概要

(1)チップ処理によるチップ燃料

立木処理は、人力伐採 人力による一次集積 索道による二次集積・トラック積込ヤードへの運搬 処理

場へのトラック運搬 チップ処理 発電所へのトラック運搬の作業フローでチップ処理しチップ燃料とした。チップ処理設備は、貯水池内中央部の2・3次骨材製造設備跡地に3台のチップパー機を設置しチップ処理を行った。

3台のチップパー機諸元は表 - 7のとおりで、平均的な処理能力は3台で約37m<sup>3</sup>/Hである。機械の使用区分は、250型、1100型は木材及び乾燥竹材、395型は粘りのある生竹材の専用機とした。これらの機械は伊予三島市森林組合が所有しているもので、間伐材及び近隣ダムの流木等をリサイクルするため、富郷ダム近傍にチッププラントを設置した。チップパー機毎のチップの処理状況を写真 - 2、3に示し、立木処理施工状況を写真 - 4に示す。チップ燃料は、製紙会社の火力発電所(出力50万kw)で発電燃料として焼却した。発電所には、薬品回収ボイラー、重油ボイラー、石炭ボイラー、スラッジボイラーの4種類の発電用ボイラーがあり、チップ燃料はパルプかすの焼却施設であるスラッジボイラー3基で焼却した。チップ燃料の発生電力量は、発電所の出力調整を重油・石炭ボイラーで行い、薬品回収ボイラー、スラッジボイラーは従属施設であるため不明であった。発電所の排ガス処理設備には脱硫・除塵装置などの環境対策設備が完備しており、無公害で焼却することが可能となった。

なお、富郷ダムの立木処理は建設省(現国土交通省)の「建設副産物リサイクルモデル事業」に選定され、現地に一般者の見学施設を設置するとともにパンフレットを作成しPRを実施した。(写真 - 5)



写真 - 2 グリーンシェルター1100型によるチップ



写真 - 3 250型及び395型機によるチップ

表 - 7 チップパー機の諸元

型式		250型	395型	1100型
エンジン馬力	PS	113	40	160
チップ処理能力	m <sup>3</sup> /H	6～11	3～5	30～60
供給速度全長	m/分	0～36	0～50	0～60
破砕口大きさ	mm	490×305	240×240	1100×400
破砕最大幹径	mm	300	200	400
全幅	mm	2360	1880	2200
全高	mm	2540	2200	3300
全長	mm	4560	3600	7500
重量	kg	2268	1234	8500
カッティング方式		ナイフカット	ナイフカット	ナイフカット
生産国		アメリカ	アメリカ	ドイツ
対象樹種		木材、乾燥竹	生竹	木材、乾燥竹





写真 - 4 立木処理施工状況



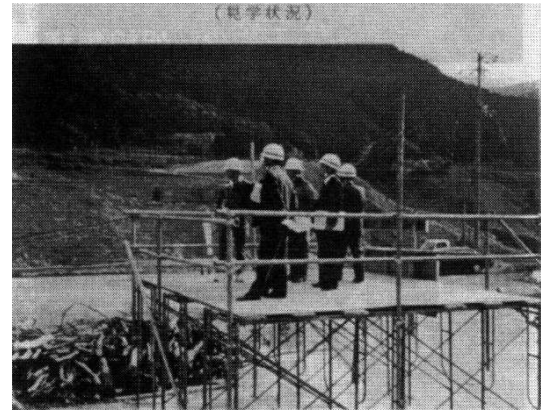


写真 - 5 見学施設及び見学状況

## (2) チップ燃料以外のリサイクル処理

チップ化した立木が発酵処理により保湿作用(水分調整)、空気層保持作用、木質分解に伴う発酵菌の生育作用、臭気の吸着作用など肥料としての役割を果たすことから、バーク堆肥についても試験的に製作した。今回製作したバーク堆肥は、土壌の乾燥・固結化防止、通気性・浸透性の改善、雑草繁殖の抑止等の目的で使用された一次発酵程度のものである。試作はチップ全体量の約3%で、伊予三島市、別子山村、道路公園、近郊農家などに利用された。完熟化したバーク堆肥を製造するためには肥料生産プラントが必要であり、発酵処理の前段階として、チップを更に小粒化(約5mm)し、含水率・発酵熱管理を行い、発酵促進剤を投入することで約3ヶ月で製品化できる。バーク堆肥以外のリサイクル処理として、建設資材製造会社により破砕材をボード化し、畳の心材として利用するものについても試作した。

## 5. 成功の理由

今回の富郷ダムにおける貯水池内の伐採立木のリサイクルについては、チップ燃料を用いる発電所の再利用施設が近くにあり、また、利用者の負担(運搬費用)が採算ベースに乗っていたことなど、立地条件に恵まれていたことがリサイクルにつながった。これを受けて、本事業はリサイクル推進協議会による平成10年度リサイクル推進功労者表彰の「リサイクル推進協議会会長賞」を受賞した。

しかし、一般的なダム現場においては富郷ダムのような立地条件に恵まれるケースはまれであることから、今後はバーク堆肥等への活用により処理を行うことが考えられる。バーク堆肥の製品化までには自然状態で約1年間の期間が必要であるが、土捨て場、原石山跡地等の有効利用をする事で処理場の確保が可能なこと、および発酵促進剤の使用と肥料生産のプラントの設置により約3ヶ月間で製品となることから、今後のダム事業においても十分対応可能なリサイクル処理技術になるものと思われる。

また、コスト面でも産廃処理場処理に比較すれば、バーク堆肥への処理はコスト的に安くなっており、経済的である。今後、ダム事業における伐採立木も有機廃材としないで「ゴミの減量化」を考え、ペットボトル同様リサイクルを検討していく必要がある。

## 6. 詳細情報の入手先等

### 参考文献

- 1) 樹木 野外ハンドブック・6, 7, 樹木1, 樹木2, 山と渓谷社
- 2) (財)省エネルギーセンター: シリーズ資源サイクル4, 5



問い合わせ先

財団法人 新エネルギー財団 水力本部

住 所: 東京都千代田区紀尾井町3-6 秀和紀尾井町パークビル6F

Tel: 03-5275-9824

Fax: 03-5275-9831

Email: [hydropower@nef.or.jp](mailto:hydropower@nef.or.jp)