

平成28年度木質バイオマス加工・利用システム開発事業

木質バイオマス燃焼灰循環利用のための 林地還元技術の開発



 中国木材株式会社

 国立開発研究法人森林総合研究所

1. 課題の背景

- FIT(電力固定価格買取制度)の進展により、大型木質バイオマス発電所の稼働が増加
- 燃料としての木質バイオマスの使用増加と共に、燃焼に伴う燃焼灰の産出量も増加
- 産廃処分コストや処分地も増加し、事業者の採算性圧迫や環境負荷の増加
- 木質バイオマス専焼ボイラーからの焼却灰は有効利用されれば、廃棄物とみなさない
(環境省通達)

2. これまでの取り組み

燃焼灰の有効利用に向け、**飛灰**を対象に

- 肥料としての有効性を確認（H26）
- 径級が小さいほど肥料成分（特にカリウム）が高くなること解明（H27）



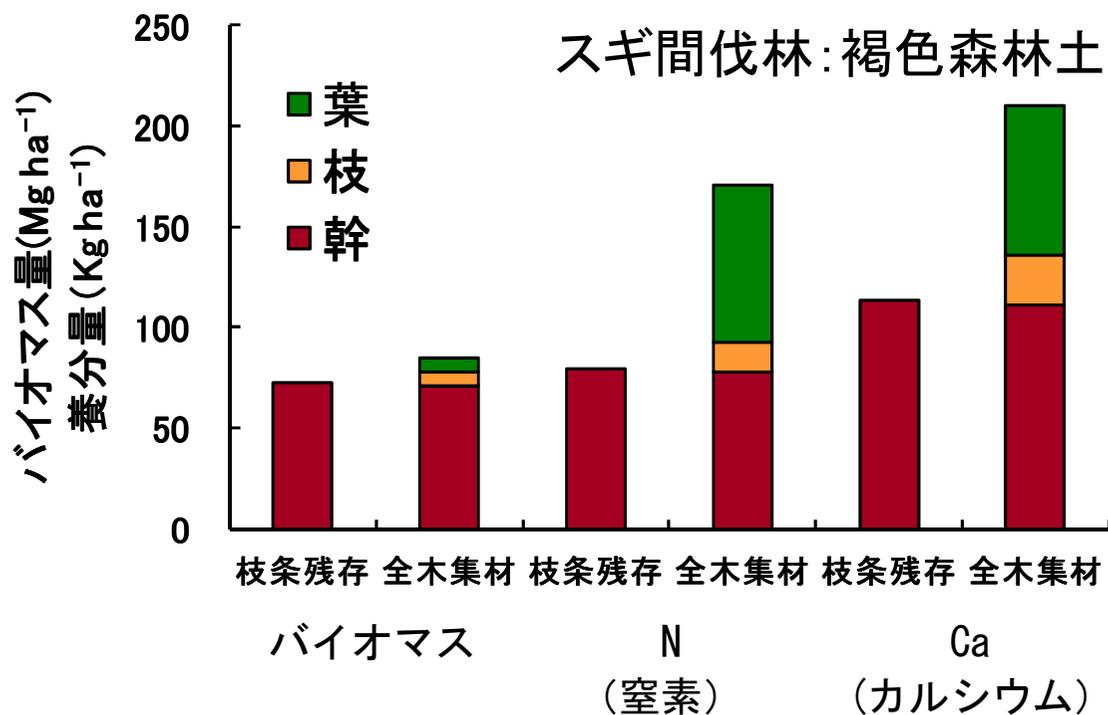
- 資源としての**主灰**の利用開発が課題

今年度（H28）

主灰の利用開発として林地還元を検討

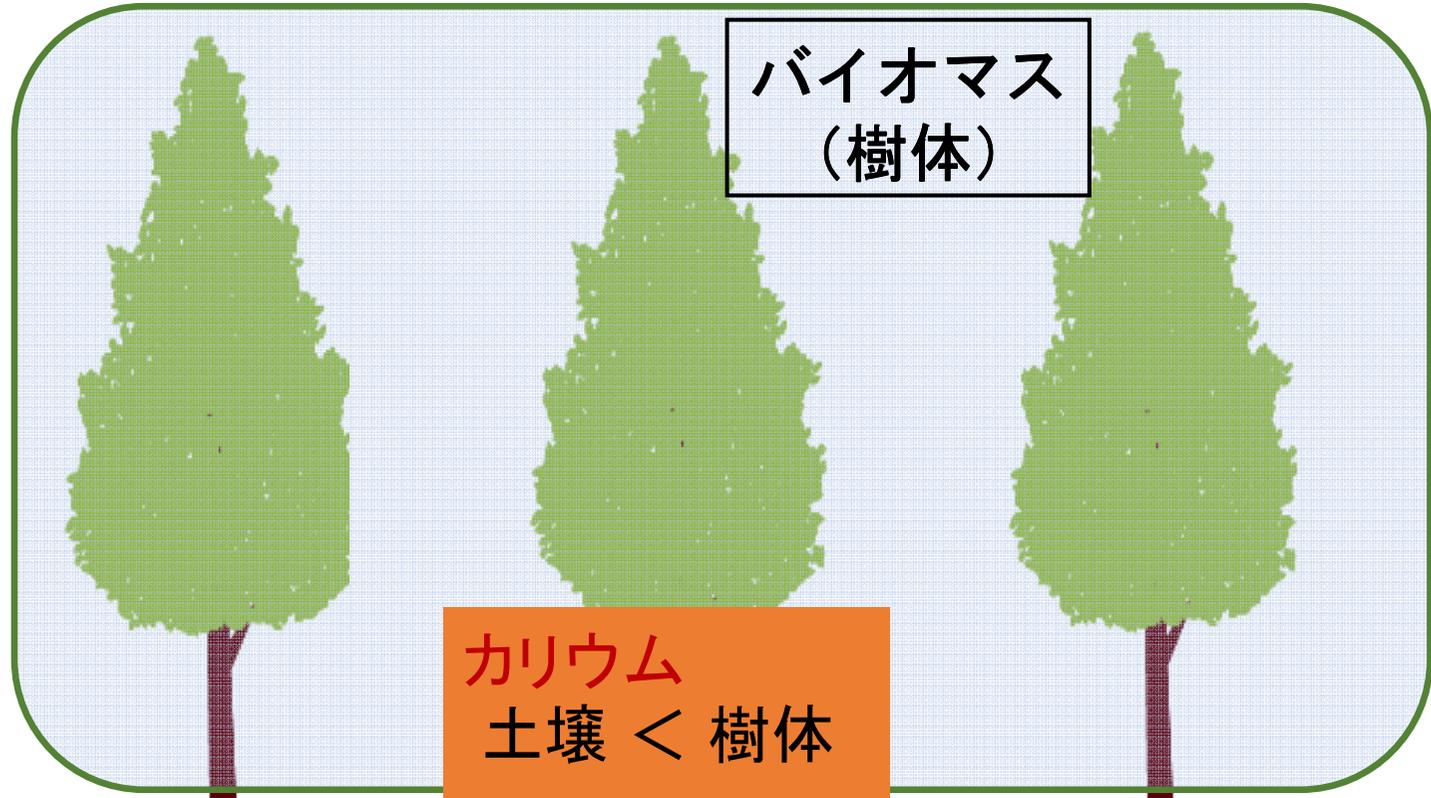
3. 森林からの収穫養分量

枝葉まで持ち出すと養分収穫量はどうか？



幹材に加え枝条まで全て収穫すると、
バイオマス収穫量では2割増だが、
養分収穫量では2倍増になる。

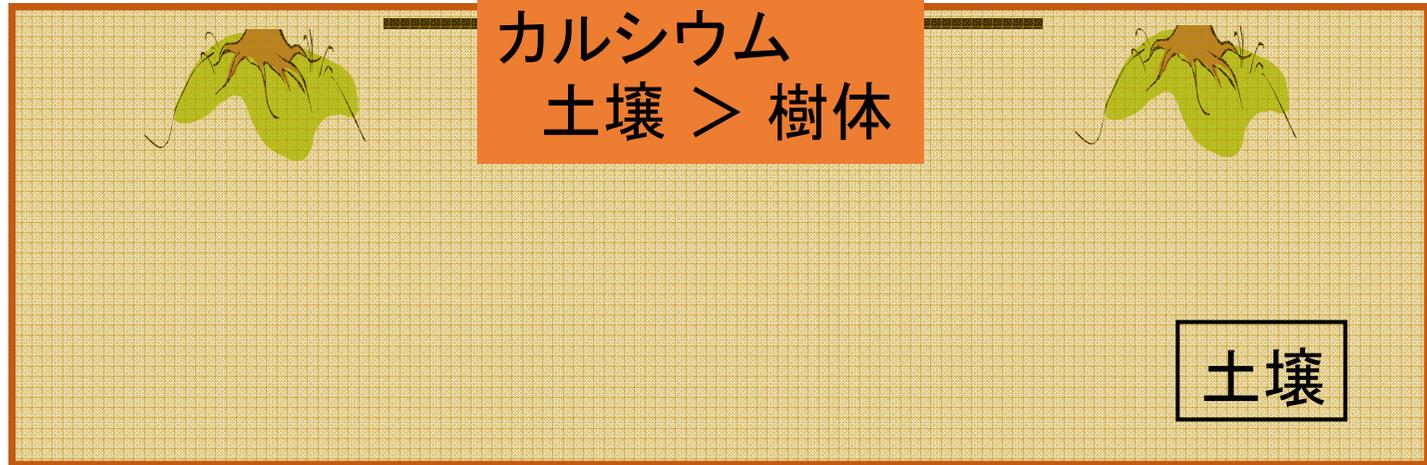
4. 森林の養分蓄積量



バイオマス
(樹体)

カリウム
土壌 < 樹体

カルシウム
土壌 > 樹体



土壌

5. 森林の養分と燃焼灰の利活用技術開発方向

全木集材の増加

養分濃度の高い枝葉の収穫

地上部バイオマスと土壌養分のアンバランス

カリウム不足(生産力低下)の可能性

バイオマス発電等による多量の燃焼灰産出

カリウムに富む木質バイオマス燃焼灰の林地還元

燃焼灰(主灰)有効利用と技術開発

6. 燃焼灰林地還元技術開発と循環利用のイメージ

バイオマス収集



燃料



森林・林地



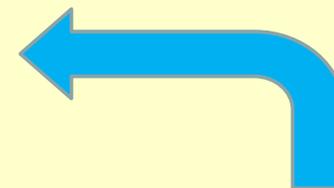
森林バイオマスの
循環利用



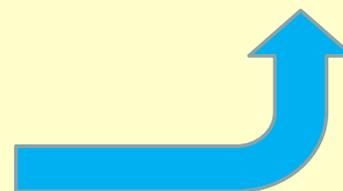
燃焼

林地還元

失われた養分を補う
酸性土壌を改良する



燃焼灰



7. 事業目的と理念

目的

- 未利用木質バイオマス専焼の発電所から産出した
燃焼灰(主灰)循環利用のための林地還元技術開発

理念

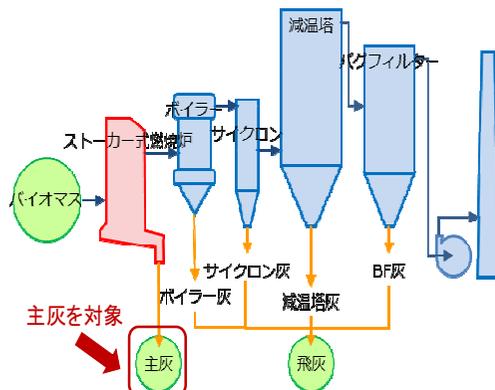
資源としての燃焼灰の林地還元による森林
林業への貢献と循環型社会の構築

- 養分保全効果
バイオマス生産・利用に必要な生産基盤の持続性確保
- 経済効果
燃焼灰の産廃としての処理費と処分地削減

新規性・特色

森林から収穫したバイオマスの燃焼利用で得た灰を、養分資源として林地に還元する取り組みを、処分コストと比較して検討する。

8. 事業実施概要



○ 時期別の含有肥料成分変動(安定性)評価:
計6回

K ₂ O	%-dry	E
TiO ₂	%-dry	
Pb	mg/kg-dry	
Cd	mg/kg-dry	
T-Hg	mg/kg-dry	
As	mg/kg-dry	
NiO	mg/kg-dry	
T-Cr	mg/kg-dry	
Cr(VI)	mg/kg-dry	
水溶性K ₂ O	%-dry	
SiO ₂	%-dry	
Al ₂ O ₃	%-dry	
CaO	%-dry	
Fe ₂ O ₃	%-dry	
Na ₂ O	%-dry	
MgO	%-dry	
P ₂ O ₅	%-dry	
Zn	mg/kg-dry	
	%-dry	
	%-dry	

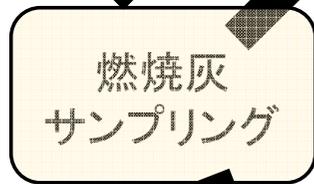
1. 燃烧灰の林地還元技術の開発

a 燃烧灰の成分安定性評価

b 林地への燃烧灰還元効果および環境影響評価

○ 施肥効果と土壤・樹木への短期影響 (1生育期)

○ 燃烧灰循環に関する国内外動向調査



2. 燃烧灰の有効利用に関するコスト分析による発電事業安定性の評価

a 燃烧灰林地還元コスト評価: 運搬費, 撒布費のコスト評価

b 廃棄物処理コスト評価: 灰の産廃処理費用

- コスト比較
- 費用対効果

総合
評価

有効利用技術開発

9. 事業実施体制

① 中国木材株式会社

コスト分析による発電事業採算性評価

- ・ 燃焼灰林地還元コスト評価
- ・ 産業廃棄物処理コスト評価

燃焼灰林地還元技術開発

林地還元技術開発

- ・ 燃焼灰成分安定性評価
- ・ 林地への還元効果環境影響評価



国立開発研究法人森林総合研究所

10. 実施場所

熊本県あさぎり町（燃烧灰林地還元技術開発）

あさぎり町皆越団地

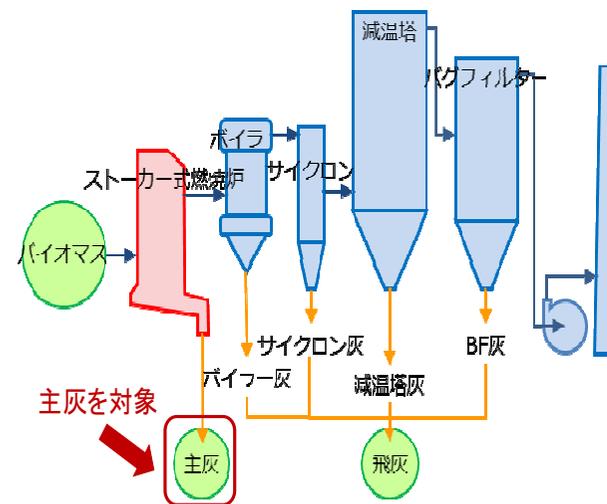
スギ2年生林分（密度：2500本/ha）



宮崎県日向市

（燃烧灰の成分安定性評価、コスト分析）

日向工場（ストーカ式ボイラー）



11. 燃焼灰の林地還元技術の開発

1) 燃焼灰(主灰)の肥料成分の安定性

(4-10月の間に6回サンプリングし成分分析)

○ 燃料構成(スギ製材端材が主)

チップ > オガ > バーク > PKS



6回の分析でほぼ安定

○ 肥料成分 オガが少なくバークが多くなる時期が一部存在

カリウム > リン酸、窒素は含まない

バークが多いと肥料(カリウム)成分は低下

肥料成分安定にはバークの割合を小さくすることがカギ

12. 燃焼灰の林地還元技術の開発

2) 林地への燃焼灰還元効果および環境影響評価

ボイラー産出主灰



調整後の主灰



散布した主灰



肥料登録した主灰を林地に散布 : 5t/ha (カリウムとして100kg/ha)

直後(6月)



2ヶ月後(8月)



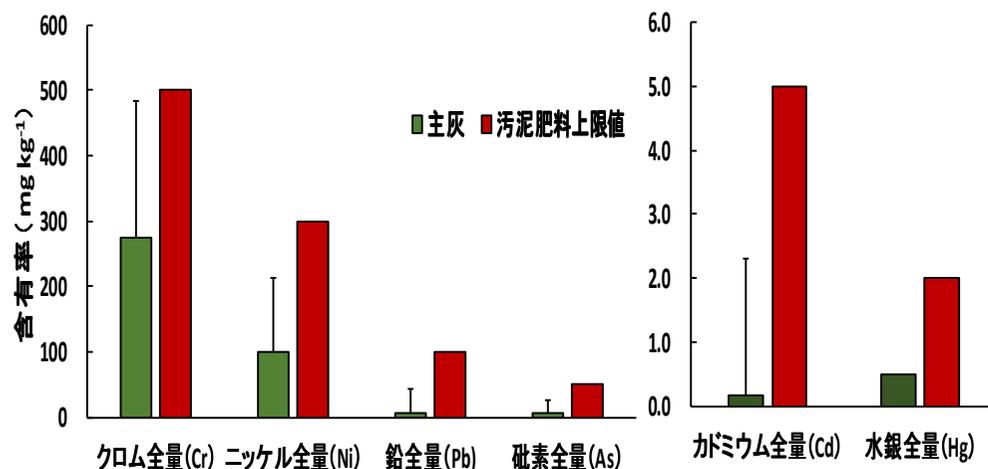
5ヶ月後(11月)



13. 燃焼灰の林地還元技術の開発

2) 林地への燃焼灰還元効果および環境影響評価

主灰の重金属成分



属成分は取り扱い相当とされる汚泥肥料の基準値の範囲内にあった。

散布後土壌中の重金属成分

	分析値	土壌汚染対策法基準値
カドミウム及びその化合物	<0.001	0.01
シアン化合物	<0.1	ND
鉛及びその化合物	<0.005	0.01
六価クロム化合物	<0.02	0.05
砒素及びその化合物	<0.005	0.01
セレン及びその化合物	<0.005	0.01
ふっ素及びその化合物	<0.08	0.8
ほう素及びその化合物	<0.1	1

濃度 (mg/L)

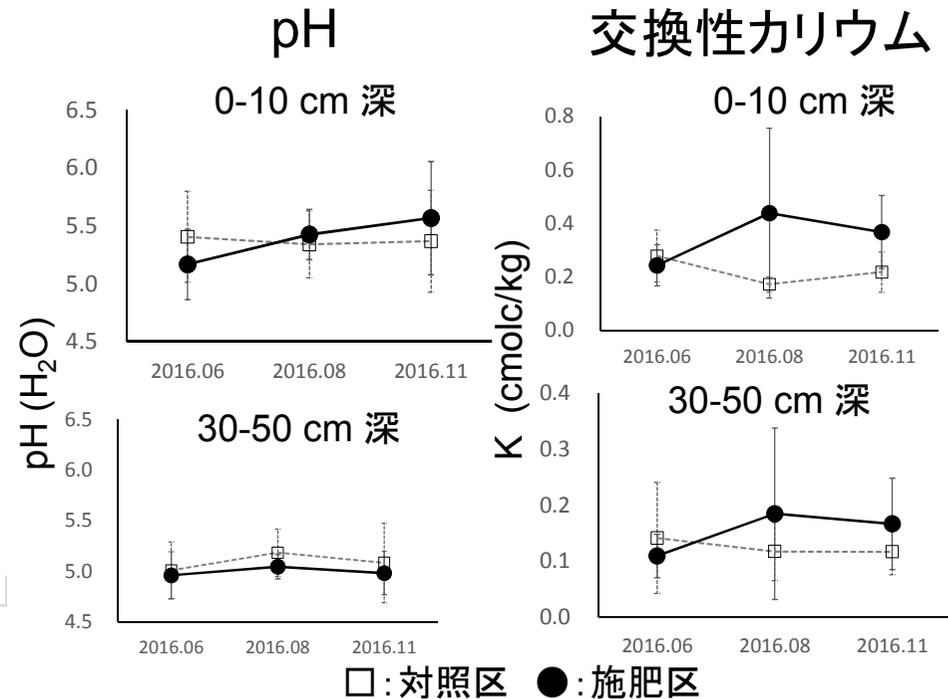
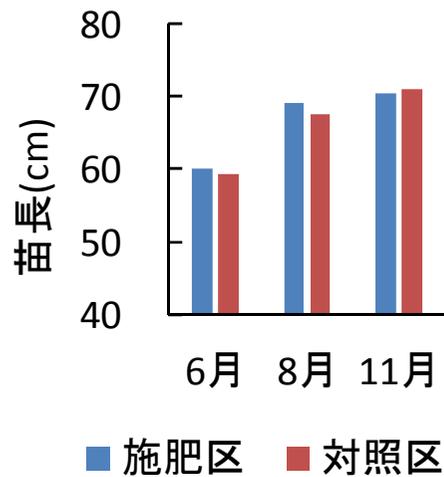


燃焼灰林地還元2ヶ月後および5ヶ月後の土壌(0-50cm深)から、環境基準を超える成分の検出は認められなかった。

14. 燃焼灰の林地還元技術の開発

2) 林地への燃焼灰還元効果および環境影響評価

○ 施肥効果と樹木、土壌への短期影響



- ・施肥時の平均樹高：約60cm
- ・生育終了後11月までの平均樹高成長量：14-15cm
- ・処理による違いは無い。

- ・施肥区の方が対照区よりpHや交換性カリウムも高く、施肥区で養分が保持される傾向。
- ・ただし統計的には有意でない。

15. 燃焼灰の林地還元技術の開発

2) 林地への燃焼灰還元効果および環境影響評価

○ 日本への燃焼灰の林地還元導入に向けた課題解明

・林地等への還元の取り組み

(国外)

- ・ 林地での養分収支の均衡を念頭に、長期的な土壌生産力の維持と土壌酸性化の矯正目的に積極的に還元 (スウェーデン)
- ・ 植栽木の成長量促進のための経済性重視 (フィンランド)
- ・ 農地への肥料としての還元 (ドイツ・オーストリア)
 - ー 主灰・飛灰の区別なく利用してる。
 - ー 産出量の多くが利用されているわけではない。



(国内)

- ・ 比較的高い窒素やリンなど肥料成分を含む灰もある
- ・ 林地還元と肥料としての農地利用の取り組み
- ・ 埋め立て資材や林道・作業道の路盤材



16. 燃焼灰の林地還元技術の開発

2) 林地への燃焼灰還元効果および環境影響評価

○ 日本への燃焼灰の林地還元導入に向けた課題解明

施肥量と散布法

- ・標準散布量は3t/h
- ・フィンランド:ヘリ散布、スウェーデン:自走式散布機が主流



林地還元の基準(含有重金属類)

- ・還元可能な濃度基準値が設定
- ・散布総量が施肥前の収穫バイオマス中の含有量を超えない事

燃焼灰の林地還元に関するハンドブック

「Recommendations for extraction of harvesting residues and ash recycling」



各国の重金属使用許容基準

元素	フィンランド		スウェーデン	デンマーク	ドイツ	日本	日向工場主灰
	濃度 (mg/kg)	施用総量 (g/ha/60年)	濃度 (mg/kg)	濃度 (mg/kg)	濃度 (mg/kg)	濃度 (mg/kg)	濃度 (mg/kg)
ヒ素	40	160	30		40	150	3.6(0.2-8.7)
水銀	1		3		1	15	<1
カドミウム	25	100	30	20	1.5	150	0.1(0.1-0.2)
クロム	300		100	100			5.9(5.6-7.0)
六価クロム					2	250	<0.3
銅	700		400				83.3(80.0-93.3)
鉛	150		300	250	150	150	0.2-19.5(5.4)
ニッケル	150		70	60	80		6.3(5.0-7.2)
亜鉛	4500		7000				18.9(15.0-24.2)

平均値(最小-最大値)

今回対象の日向工場
産の燃焼灰はいずれ
も基準値以下

17. 燃焼灰の林地還元技術の開発

燃焼灰の有効利用に関するコスト分析

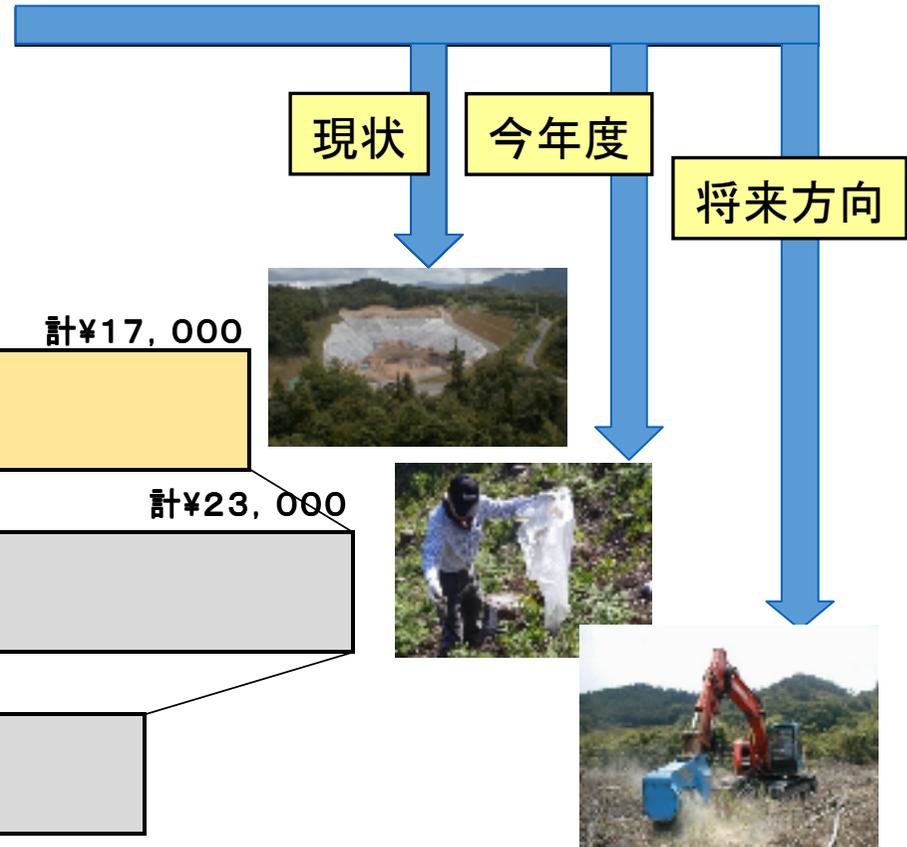
灰林地還元工程



日向工場



積み込み・運搬



・コスト比較/t (試算例)

・日向工場 灰処分費/t

計¥17,000

運搬費 ¥3,000	産廃 税 ¥1,000	産廃処分費 ¥13,000
---------------	-------------------	------------------

・灰林地還元コスト(人力)/t

計¥23,000

運搬費 ¥5,000	灰撒布費用 ¥18,000
---------------	------------------

・灰林地還元コスト(機械)/t

運搬費	灰撒布費用
-----	-------

今回の人力による散布方法では、産廃費用よりもコスト高になる見込み(業者見積より)
 機械化による散布を行えば、産廃費用より低コストになる可能性有り

18. まとめ

1. 燃焼灰(主灰)の主な肥料成分はカリウムで、その成分安定にはバークの割合を低く抑える事が重要である。
2. 海外事例を参考に5 t/haの燃焼灰を林地に施肥し、土壌の重金属成分は環境基準以下に収まることを確認した。
3. 林地還元に必要な経費を試算したところ、現状では産業廃棄物コスト以下には収まらなかった。

19. 課題と今後の方向

1. 欧米と同等の林地施用量であれば、樹木成長や環境影響はなく、林地還元による有効利用の可能性は高い。
2. 燃焼灰の林地施用による環境への中長期影響を継続して評価することや、散布許容量の基準設定が必要である。
3. 日本の傾斜地でも有効な機械化を含めた散布方法の確立とそれに伴うコスト削減が課題として残された。

これらは次年度以降に検討を続け、解決する。