

令和3年度 林業成長産業化総合対策補助金等  
「地域内エコシステム」技術開発・実証事業

## 発酵熱を用いる木質チップ 自然乾燥手法の高度化

### 成果報告会資料

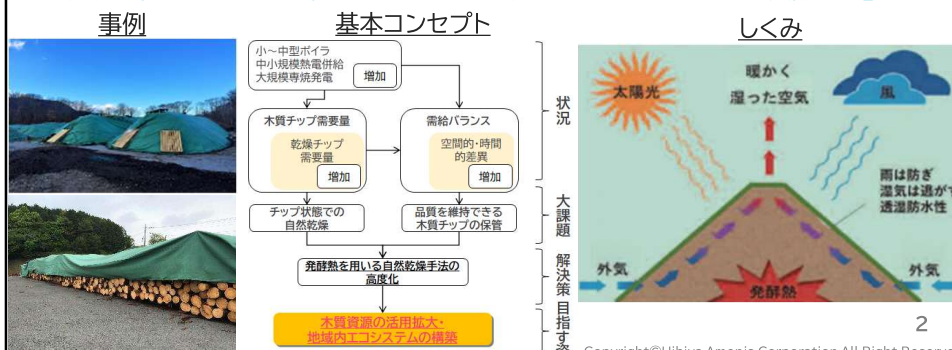
令和4年3月17日  
株式会社日比谷アメニス

1

## 1. 事業背景・目的


AMENIS  
http://www.amenis.co.jp

- 1) 木質燃料に求められる水分管理としての「乾燥」と「保管」
  - 木質チップ需要量増加に対し、品質向上策として燃料材の水分管理が求められている。
  - 丸太・枝条での屋外自然「乾燥」に加えて、チップでの自然乾燥が必要となるケースも。
  - 需給バランスを取るための「保管」については降雨対策と有機物損失の抑制が重要。
- 2) 木質チップの屋外自然乾燥手法
  - 透湿防水性シートは、外部からの雨水の侵入を防ぎつつ内部からの湿気を逃がす。  
→木質チップの自然乾燥は要素(空気温度、日射、風等)に発酵熱が加わる。
- 3) 本事業の目的  
『発酵熱を用いる木質チップの自然乾燥手法を高度化し、簡便かつ低コストで実施可能な手法として確立することで、地域内エコシステムづくりに貢献する』



2

## 2. 実施項目


  
<http://www.amenis.co.jp>

1) 乾燥手法の最適化に向けた情報整理

- 木質チップ樹種や積層サイズ等が乾燥挙動に与える影響を整理する。
- 発酵熱を用いた自然乾燥に適する設置条件の整理を行う。

2) 実証試験による乾燥・保管能力の評価

- 各条件を設定した上で木質チップの乾燥・保管試験を実施し、手法の効果を評価する。

《主な評価項目》

水分管理効果(%)：開始時・中間・終了時のサンプルチップの水分変化により、乾燥・保管効果を確認。  
 有機物損失(%)：木質チップ自身の分解による有機物の減少度合いを推定。  
 燃料品質：実証試験前後にて品質(成分や低位発熱量等)の変化を確認。

3) 効率的な運用手法の開発

- 乾燥期間の短縮：木質チップへのふるい分けを行い、水分変化やチップの品質を比較
- シートの敷設方法：透湿防水シートのかけはがし作業について、人力や機械作業の作業性を確認

4) 本手法に適した事業モデルの構築・パターン化

- アンケートやヒアリング調査による運用実態の把握・実運用を想定した手順の検討
- 運用モデルの構築：本手法に適したパターンを整理し、物質収支や採算モデルの検討を行う。


《主な評価項目》

処理コスト(円/㎡)：本手法に掛かる費用(導入コスト・オペレーションコスト)を算定する。

3

Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved

## 2. 実施概要


  
<http://www.amenis.co.jp>

《実証試験の前提条件》

実証期間：2021年10月～2022年2月(冬季)  
 統一条件：全幹・切削チップ

通年で考察するための基礎固め



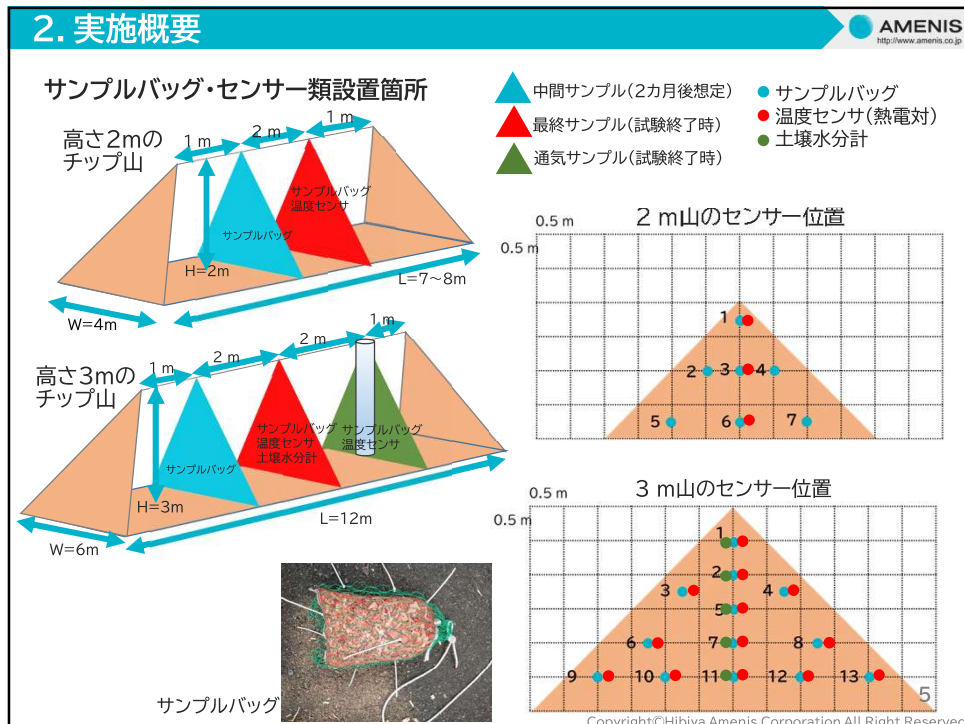
今回の取組み範囲      今後の取組み範囲

《実証試験の試験区と条件設定》

| Pile(山)            | 基準             | はだか            | ふるい             | 広葉樹            | 高水分             | 3m             | 有孔管            |
|--------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| 樹種の違い              | 針葉樹            | 針葉樹            | 針葉樹             | 広葉樹            | 針葉樹<br>(高水分)    | 針葉樹            | 針葉樹            |
| チップ形状の比較           | 切削             | 切削             | 切削              | 切削             | 切削              | 切削             | 切削             |
| 部位                 | 全幹             | 全幹             | 全幹              | 全幹             | 全幹              | 全幹             | 全幹             |
| ふるいの有無             | なし             | なし             | あり              | なし             | なし              | なし             | なし             |
| 透湿防水シート(種類)        | あり<br>(TOPTEX) | なし             | あり<br>(TOPTEX)  | あり<br>(TOPTEX) | あり<br>(TOPTEX)  | あり<br>(TOPTEX) | あり<br>(TOPTEX) |
| 高さ(m)              | 2              | 2              | 2               | 2              | 2               | 3              |                |
| チップ量(㎡)            | 25             | 25             | 25              | 25             | 25              | 90             |                |
| 初期水分<br>W.B.(D.B.) | 46.6<br>(88.1) | 46.6<br>(88.1) | 50.7<br>(103.6) | 38.5<br>(62.7) | 65.9<br>(194.5) | 46.6<br>(87.3) |                |
| 初期灰分               | 0.9            | 0.9            | 1.0             | 1.7            | 1.4             | 0.9            |                |

4

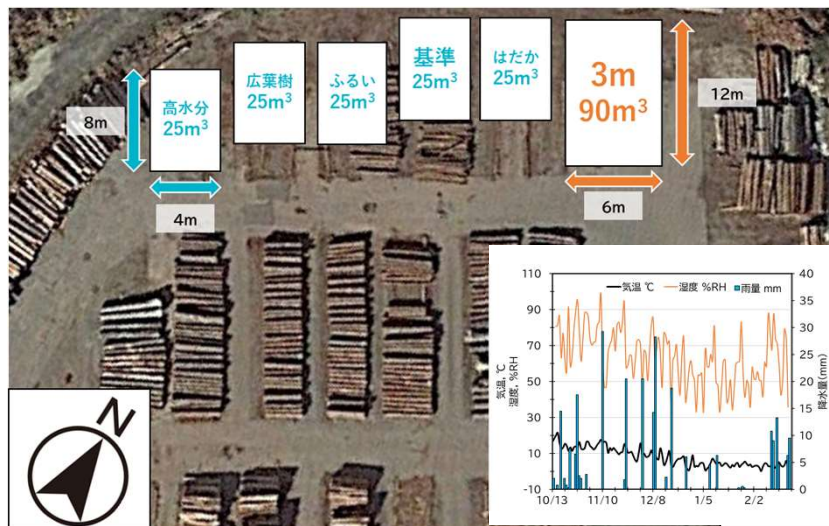
Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved



## 4. 実施場所



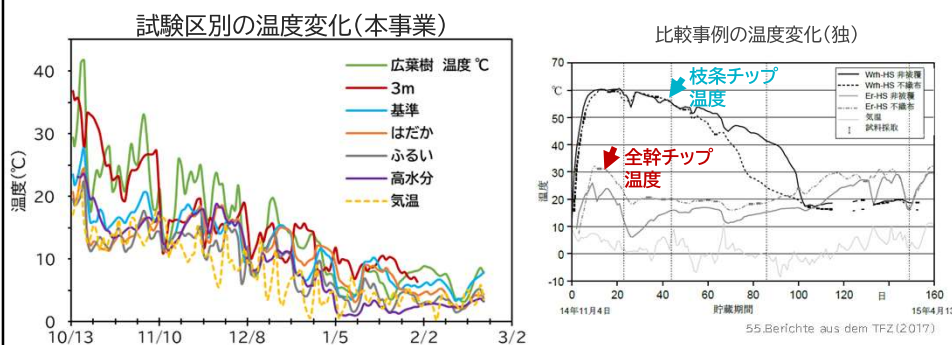
- 実証試験: 原木市場(千葉県袖ヶ浦市)
- 下地状況: アスファルト舗装及びセメント舗装+農業用透水シート
- 気象条件: 気温・相対湿度: 平均8.1℃(0~23℃), 63.7%(32~99%)。  
風向・風速 : 85%が東からの微風。残り15%は北西, 北から3.0~8.0m/s



7

## 5. チップ山中心部の温度変化

2) 実証試験による  
乾燥・保管能力の評価



《実証結果より》

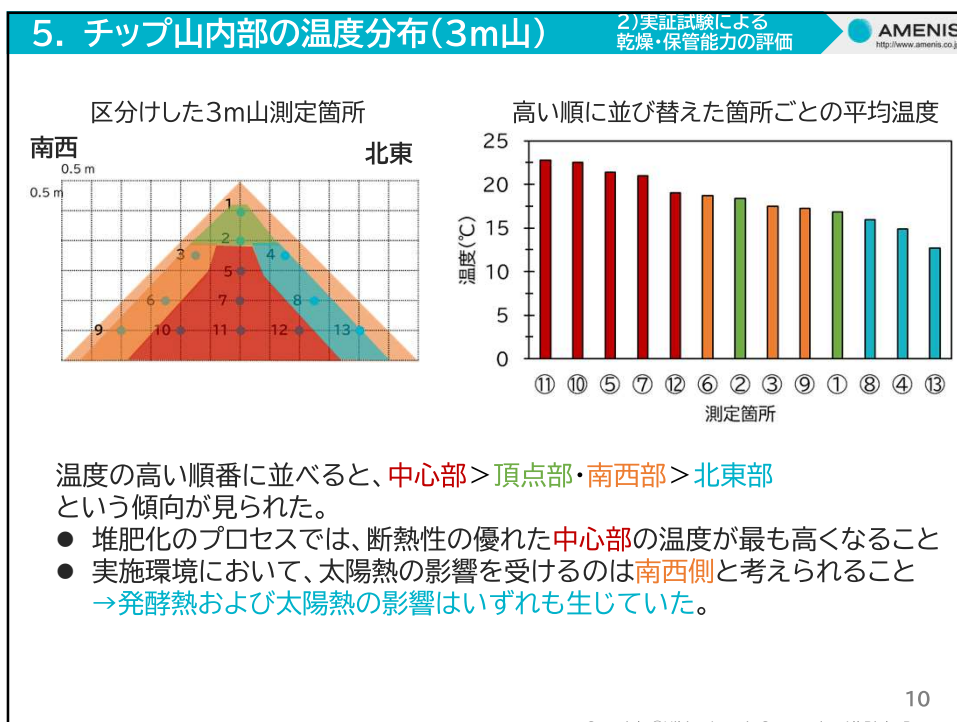
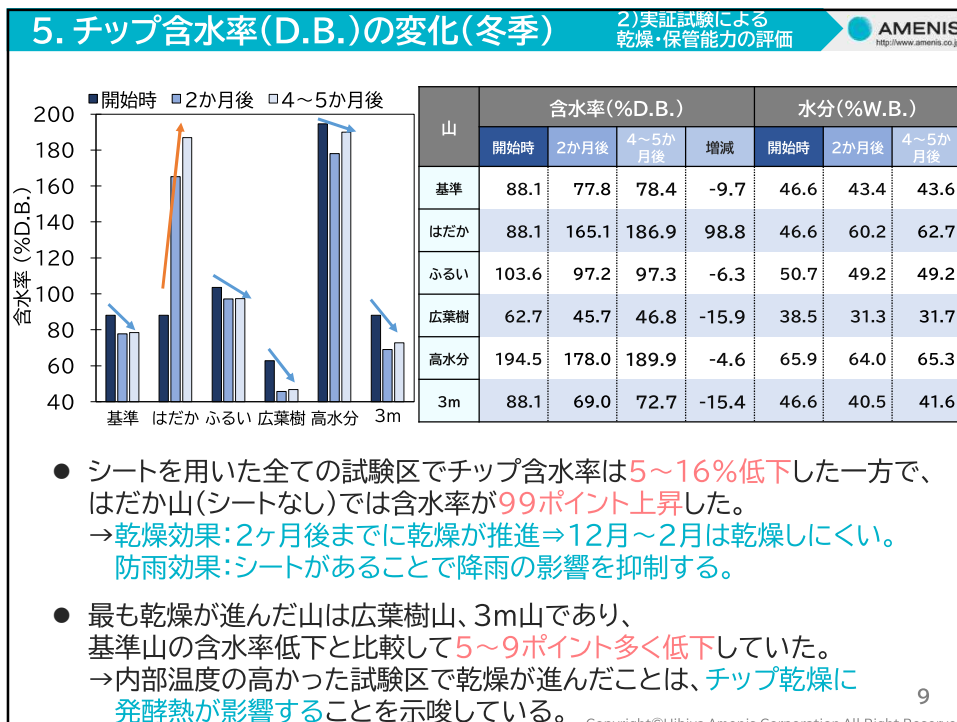
- 広葉樹, 3m山では30℃以上への昇温が確認されており、微生物による分解プロセスが比較的活発に進んだと考えられる。
- 一方で、基準, はだか, ふるい山, 高水分山では測定開始初期に30℃を超える昇温が見られなかった。  
→ 冬季における針葉樹チップの2m山では発酵が進みにくいことが示唆。

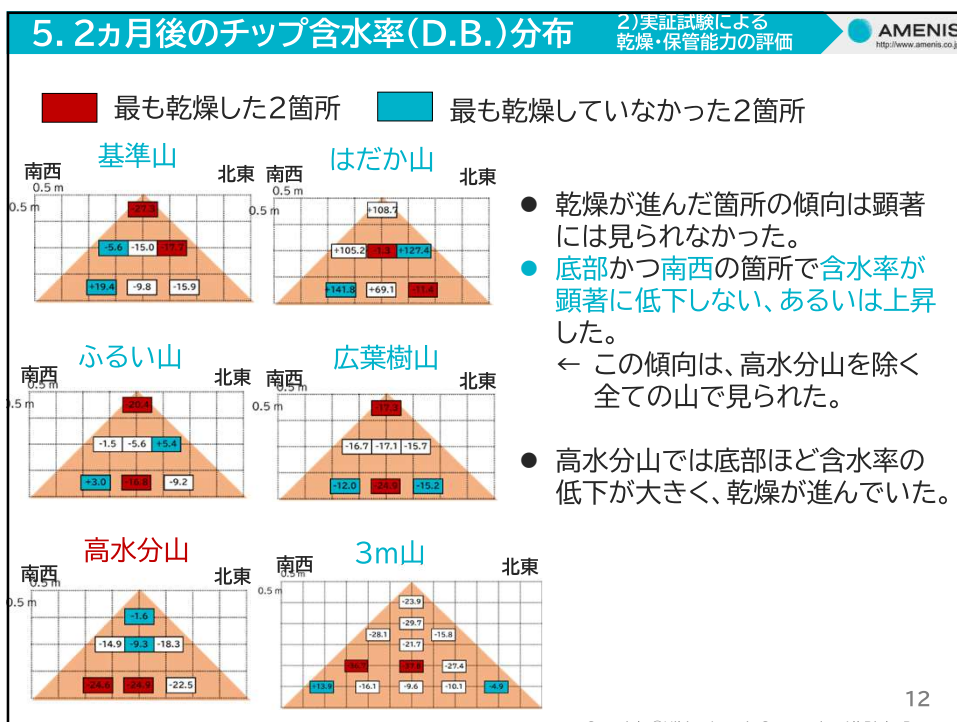
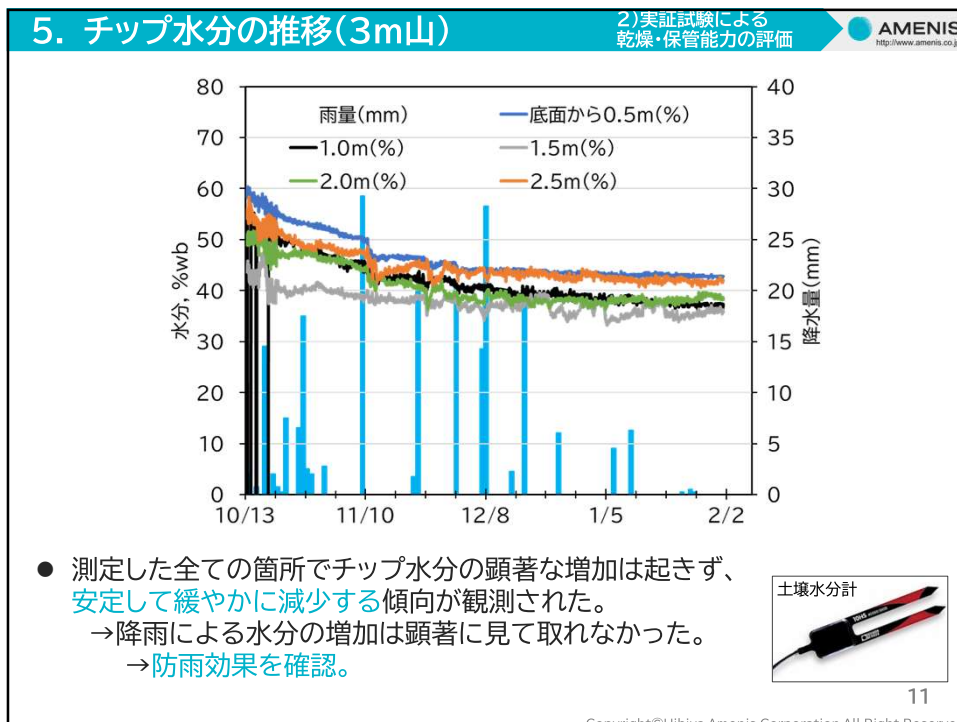
《海外での実証事例より》

- 全幹チップでは、枝条チップと比べて顕著な温度上昇が生じない(夏季も同様)。  
→ 全幹チップにおける微生物分解プロセスは比較的緩やかといえる。

8

Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved





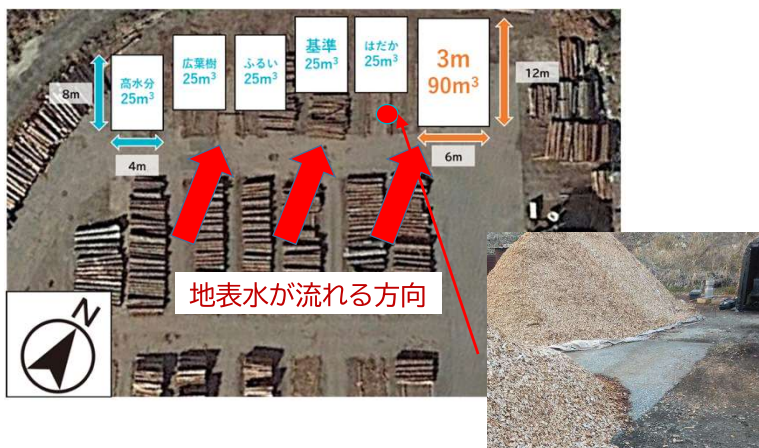
### 5. 2ヵ月後のチップ含水率(D.B.)分布

2)実証試験による  
乾燥・保管能力の評価



南西底部のチップが乾かなかった原因:

- 地表からの雨水浸入が影響したと考えられる。  
高水分山の位置は地表水の浸入を受けにくかったと推察。
- チップ管理の際には、流入する雨水への対策が望まれる。



13

Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved

### 5. 有機物損失の試算

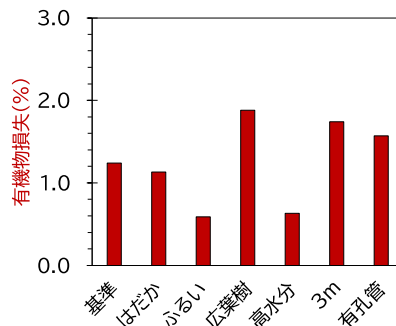
2)実証試験による  
乾燥・保管能力の評価



- 乾物量変化による測定  
微生物活性の度合いが微小であったため、有用なデータを得られなかった。
- チップ温度と乾物損失の関係式(文献値)による推定  
分解率はチップ山の平均温度から影響を受ける。  
→測定した堆積温度から乾物損失を推定した。

| 堆積山 | 平均堆積温度 (°C) | 分解速度 (m-%/week) | 実施期間 (week) | 有機物損失 (%) |
|-----|-------------|-----------------|-------------|-----------|
| 基準  | 11.9        | 0.06            | 21          | 1.24      |
| はだか | 11.5        | 0.05            | 21          | 1.13      |
| ふるい | 9.2         | 0.03            | 21          | 0.59      |
| 広葉樹 | 14.7        | 0.09            | 21          | 1.88      |
| 高水分 | ※中心温度 9.3   | 0.03            | 21          | 0.63      |
| 3m  | 15.4        | 0.10            | 18          | 1.74      |
| 有孔管 | 14.5        | 0.09            | 18          | 1.57      |

参照:55.Berichte aus dem TFZ(2017)



14

Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved

| 堆積山 |     | 水分規格 |     |       | 灰分規格 |       | 寸法規格 |       | 低位発熱量<br>(MJ/kg-wet) |       | 有機物<br>損失<br>(%/4~5ヶ月) |
|-----|-----|------|-----|-------|------|-------|------|-------|----------------------|-------|------------------------|
|     |     | 開始   | 2か月 | 4~5か月 | 開始   | 4~5か月 | 開始   | 4~5か月 | 開始                   | 4~5か月 |                        |
| 基準  | M55 | M45  | M45 | A1.0  | A1.0 | P31   | P31  | 9.46  | 10.59                | 1.24  |                        |
| はだか | M55 | 対象外  | 対象外 | A1.0  | A1.0 | P31   | P31  | 9.46  | 6.13                 | 1.13  |                        |
| ふるい | M55 | M55  | M55 | A1.0  | A1.0 | P31   | P31  | 8.61  | 9.43                 | 0.59  |                        |
| 広葉樹 | M45 | M35  | M35 | A3.0  | A1.0 | P31   | P31  | 10.31 | 12.36                | 1.88  |                        |
| 高水分 | 対象外 | 対象外  | 対象外 | A1.5  | A1.0 | P31   | P31  | 4.94  | 5.33                 | 0.63  |                        |
| 3m  | M55 | M45  | M45 | A1.0  | A1.0 | P31   | P31  | 9.46  | 10.75                | 1.74  |                        |
| 有孔管 | M55 | —    | M45 | A1.0  | A1.0 | P31   | P31  | 9.46  | 11.08                | 1.57  |                        |

<規格参考>  
ISO17225-4:2021[E], 燃料用木質チップの品質規格(木質バイオマスエネルギー利用推進協議会) 15

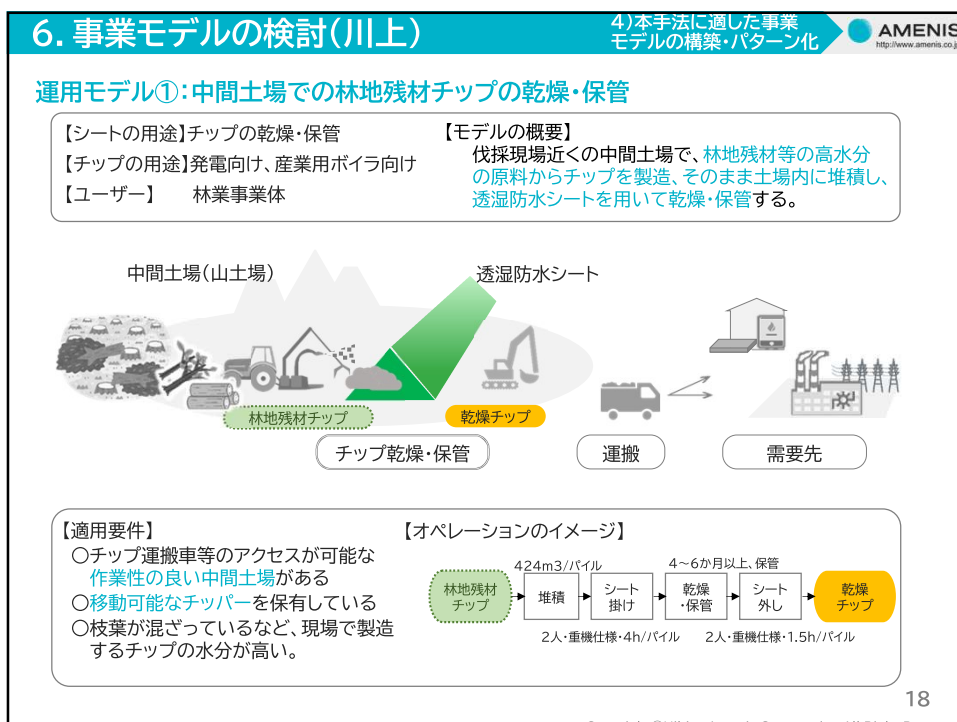
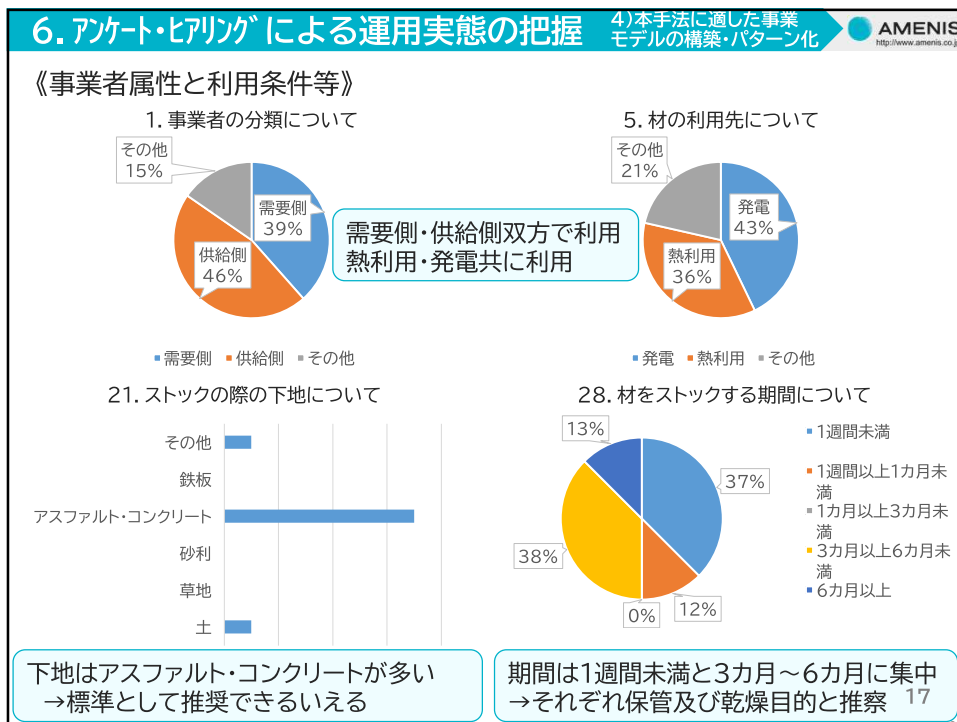
Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved

| 6. アンケート・ヒアリングによる運用実態の把握 |  | 4)本手法に適した事業<br>モデルの構築・パターン化 | AMENIS<br>http://www.amenis.co.jp |
|--------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| 期 間                      | :2021年8月~2022年3月   |                             |                                   |
| 対象事業者                    | :これまでの透湿防水シート購入者   |                             |                                   |
| 経緯                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>複数の導入実績があり、各社で利用状況・使用方法は多様(敷設する材・使用期間・運用上の工夫等)</li> </ul>   |                             |                                   |
| 方法                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>現地訪問でのヒアリング調査               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 事業者と材に対する認識</li> <li>2. 材の品質管理と乾燥</li> </ol> </li> <li>Googleフォームへの回答集計               <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 材のストック状況</li> </ol> </li> </ul> |                             |                                   |
| 展開                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>運用方法の現状を分析</li> <li>適した運用法を事業モデルに組み込む</li> </ul>  |                             |                                   |

16

Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved





### 6. 本手法のパイルサイズと年間処理量 4) 本手法に適した事業モデルの構築・パターン化

AMENIS  
http://www.amenis.co.jp

● 実証試験にて得られた実数値を基に、チップ山のサイズ・処理量・面積等を算出

| 前提条件の整理     | チップ山 H=3m                | チップ山 H=4m       |
|-------------|--------------------------|-----------------|
| チップパイルサイズ   | W=6m L=50m 424㎡          | W=8m L=50m 710㎡ |
| シート利用数      | 2ロール/チップ山 ※ロールサイズ:6m×50m |                 |
| 年間乾燥回数      | 2回 ※夏季等の実証を経て増加の可能性      |                 |
| 年間処理チップ量    | 848㎡/年                   | 1,420㎡/年        |
| 必要面積        | 560㎡/パイル                 | 672㎡/パイル        |
| 想定年間処理量(乾燥) | 15,154チップ㎡/ha・年          | 21,131チップ㎡/ha・年 |

56m  
50m  
6m  
2m  
6m (8m)  
20m(24m)  
作業路  
空地

ホイールローダでの作業試験

シートの掛けはがしの作業試験

Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved

### 6. 乾燥コスト試算(H=3m・4m) 4) 本手法に適した事業モデルの構築・パターン化

AMENIS  
http://www.amenis.co.jp

- 乾燥コストは、186円/チップ㎡(H=3m借地料なし)。
- 借地料や乾燥処理量が大きく影響を与える。

| 区分 H=3m  | 項目      | パイルあたり  | 金額  | 単位                | 備考 |
|----------|---------|---------|-----|-------------------|----|
| イニシャルコスト | 透湿防水シート | 40,600  | 96  | 円/チップ㎡            |    |
| ランニングコスト | 人件費     | 15,406  | 36  |                   |    |
|          | 燃料費     | 4,710   | 11  |                   |    |
|          | 機械損料    | 18,349  | 43  |                   |    |
|          | 借地料     | 168,000 | 396 |                   |    |
| 合計       | 借地料含まず  | 79,065  | 186 | →800円/t(35W.B.)   |    |
|          | 借地料含む   | 247,065 | 582 | →2,500円/t(35W.B.) |    |

| 区分 H=4m  | 項目      | パイルあたり  | 金額  | 単位                   | 備考                |
|----------|---------|---------|-----|----------------------|-------------------|
| イニシャルコスト | 透湿防水シート | 40,600  | 57  | 円/チップ㎡               | 補助金未想定            |
| ランニングコスト | 人件費     | 21,043  | 30  |                      | 普通作業員全国平均         |
|          | 燃料費     | 7,739   | 11  |                      | ホイールローダー・バックホウ    |
|          | 機械損料    | 25,826  | 36  |                      | ホイールローダー・バックホウ    |
|          | 借地料     | 201,600 | 284 |                      | 土地価格1万円/㎡・年 借地料6% |
| 合計       | 借地料含まず  | 95,208  | 134 | →600円/t(35W.B.)      |                   |
|          | 借地料含む   | 296,808 | 418 | →1,800円/t(35W.B.) 20 |                   |

Copyright©Hibiya Amenis Corporation All Right Reserved

