資料２－４

バイオマス発電所の
燃料搬送プロセス等について

2024年3月21日
第20回 電気設備自然災害等対策ワーキンググループ

BPA 一般社団法人 バイオマス発電事業者協会
www.bpa.or.jp

一般社団法人バイオマス発電事業者協会

BPA 一般社団法人 バイオマス発電事業者協会

設立：2016年11月22日（2024年3月現在：会員数116）

目的：バイオマス発電事業の促進とバイオマス産業の健全な発展を図り、持続可能な循環型社会の構築と地球環境保全の推進に寄与すること

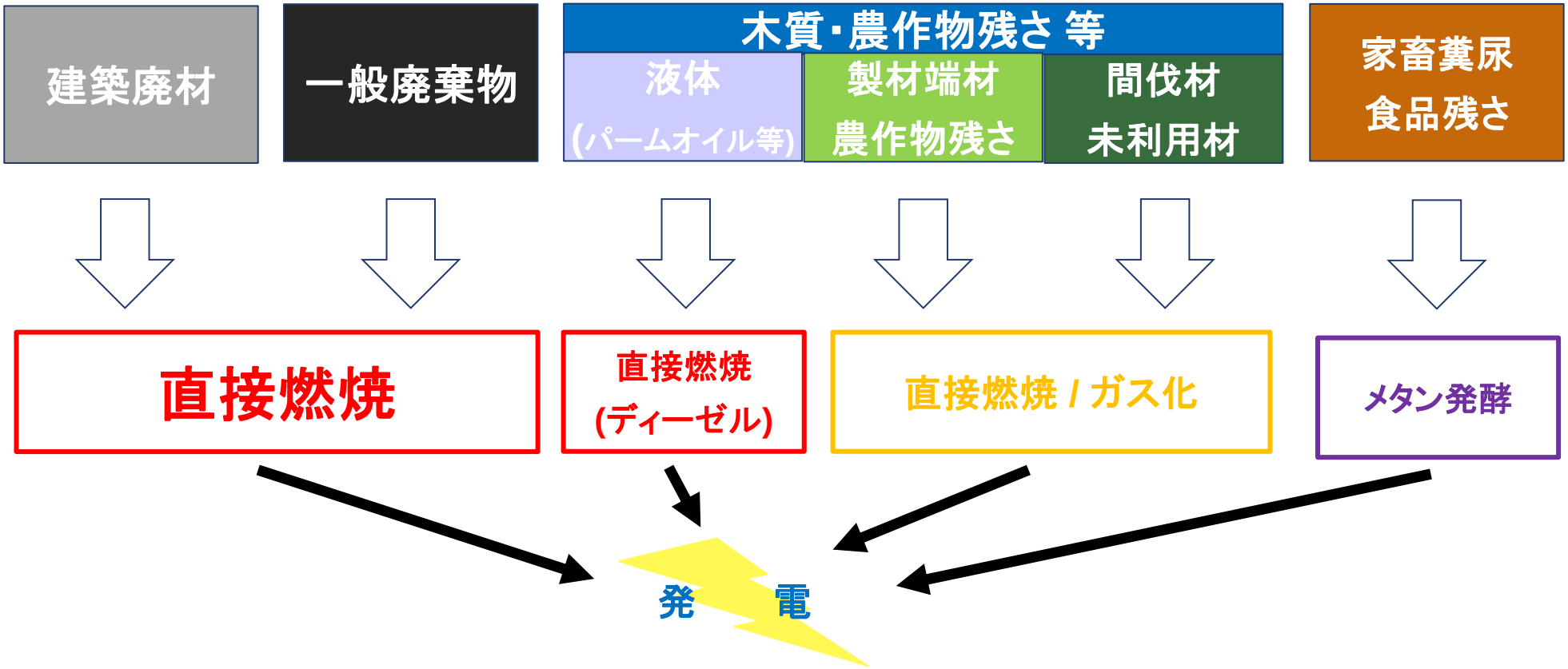
会　員

丸紅クリーンパワー株式会社
Summit energy
シンエネルギー開発株式会社
フォレストエナジー
ユナイテッド計画株式会社
RENOVA
Green
Hitz 日立造船株式会社
Terras Energy
WOODONE
ENE-VISION
日本紙パルプ商事株式会社
ORIX
テス・エンジニアリング
大阪ガス
Q'd 東京エネシス
RENEWABLE JAPAN
EQUIS BIOENERGY
Wind Smile
Blue Capital Management
F-BIT
西松建設
erex
ITOCHU
Blue Biomass Fuel
ダイセン
住友商事
乾汽船
ワケン機械
愛知海運株式会社
商船三井ドライバルク
山九株式会社
荏原環境プラント株式会社
東京産業株式会社
住友重機械
日本国土開発 株式会社
一般財団法人カーボンフロンティア機構
四国工営
太平洋セメント
タカコジ
YANAN
Baker McKenzie
神鋼商事
森・濱田松本法律事務所
Sun Earth
三菱商事エナジーソリューションズ
株式会社 新都心エージェンシー
JFE 商事 株式会社
日本通運
三井住友海上
建設環境研究所
HITACHI 日立建機日本
東洋エンジニアリング株式会社
株式会社 日さく
住友林業
日本自然エネルギー株式会社
三井物産 オルタナティブインベストメンツ
株式会社 シーエス
IHI Realize your dreams
TOKYO GAS
阪和興業
Marubeni
ENEOS
Iwatani
安藤ハザマ
JA三井リース株式会社
OJI GREEN RESOURCES
Japan Inspection Co., Ltd.
MISEC 物産住商カーボンエナジー
日本製紙株式会社
兼松株式会社
中部電力
enviva
日本グリーン電力開発
BIOMASS FUEL
日本スマトラバイオマッセ株式会社
関西電力 power with heart
エアウォーター
豊田通商株式会社
JFE エンジニアリング 株式会社
DG BIOMASS ENERGY
AMENIS
出光興産株式会社
日鉄エンジニアリング株式会社
SAMSUNG C&T JAPAN
TORISHIMA
DAICHU
KLINE KINKAI
nissin shoji
大成建設
株式会社シーエナジー
北陸電力
株式会社関電パワーテック
ガイア環境技術研究所
伊藤忠エネクス株式会社
二次資源建設株式会社
株式会社 デノックス
SIGMA POWER
三洋貿易株式会社
JWE株式会社
AITH Management Inc.
NYK IDEMITSU
FKG
北越コーポレーション株式会社
株式会社大林クリーンエナジー
新日本電工
株式会社アクティブ・リソース
SWIRE BULK
石狩バイオエナジー合同会社
東邦大学

バイオマス発電とは

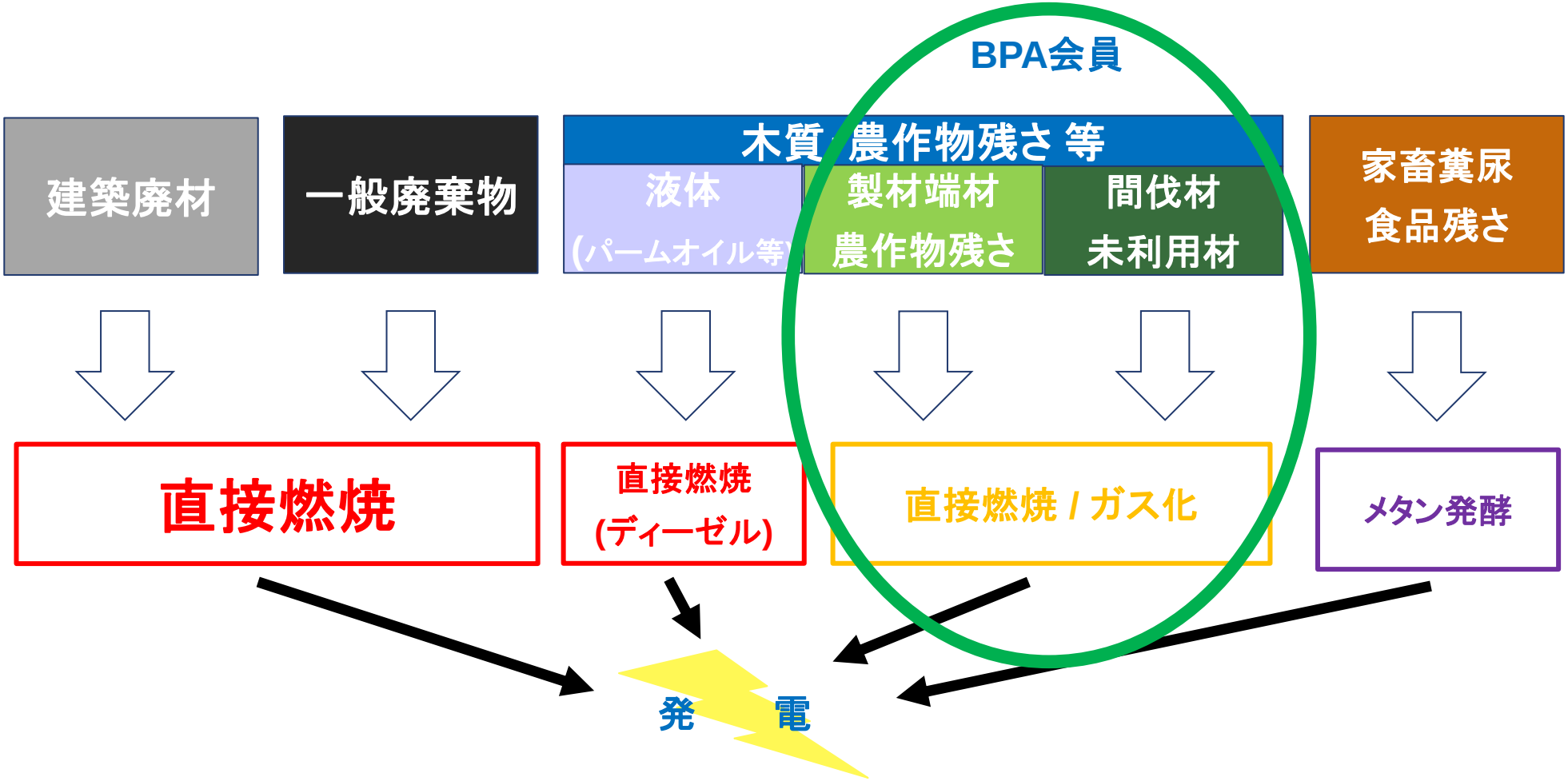
バイオマス発電とは動植物などの生物資源(バイオマス)をエネルギー源とする発電法です。

エネルギー源には以下のようなものがあります。



バイオマス発電とは

当協会は主に**木質燃料および農作物残さ**を燃料として利用するバイオマス発電事業者の業界団体で、本日は上記に関するご説明をさせていただきます。



バイオマス発電の燃料

木質チップ：

間伐材、林地残材、製材端材等を刃物切削やハンマー等の
衝撃的により小片化されたもの

※水分量 30～50%　粉塵発生量 少

木質ペレット：

間伐材、林地残材、製材端材等を乾燥し、細粉、加圧し
直径6～８mm、長さ５～４０mmの円筒形に圧縮成形したもの

※水分量 10～15%　粉塵発生量 多　**★要 屋内保管**

農作物残さ(写真はPKS)：

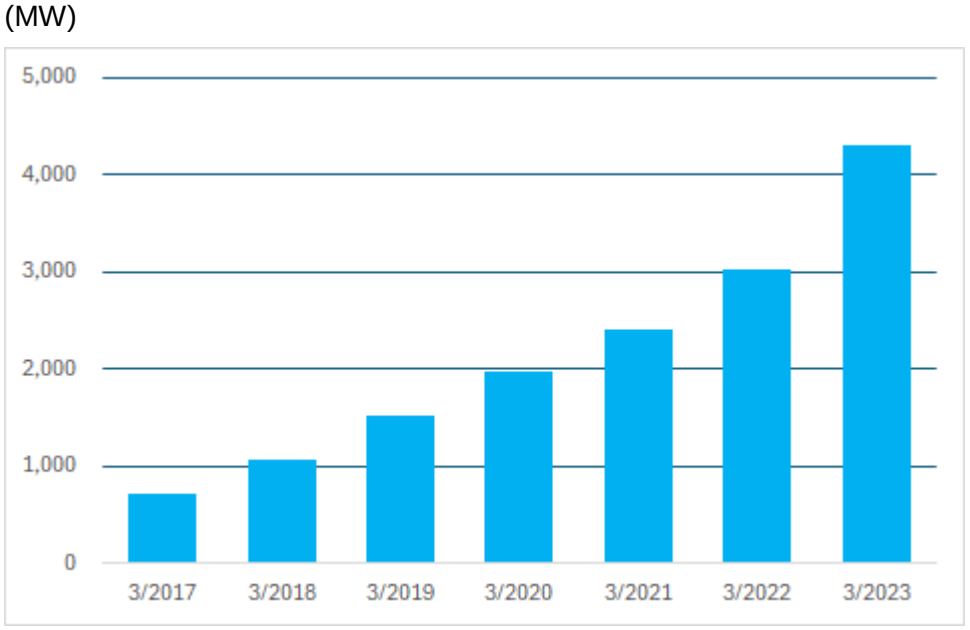
農作物の収穫や、製品化の際に排出される果実の殻等を
乾燥したもの(一部ペレット化するケースもあり)

※水分量 10～15%　粉塵発生量 少(PKSの場合)

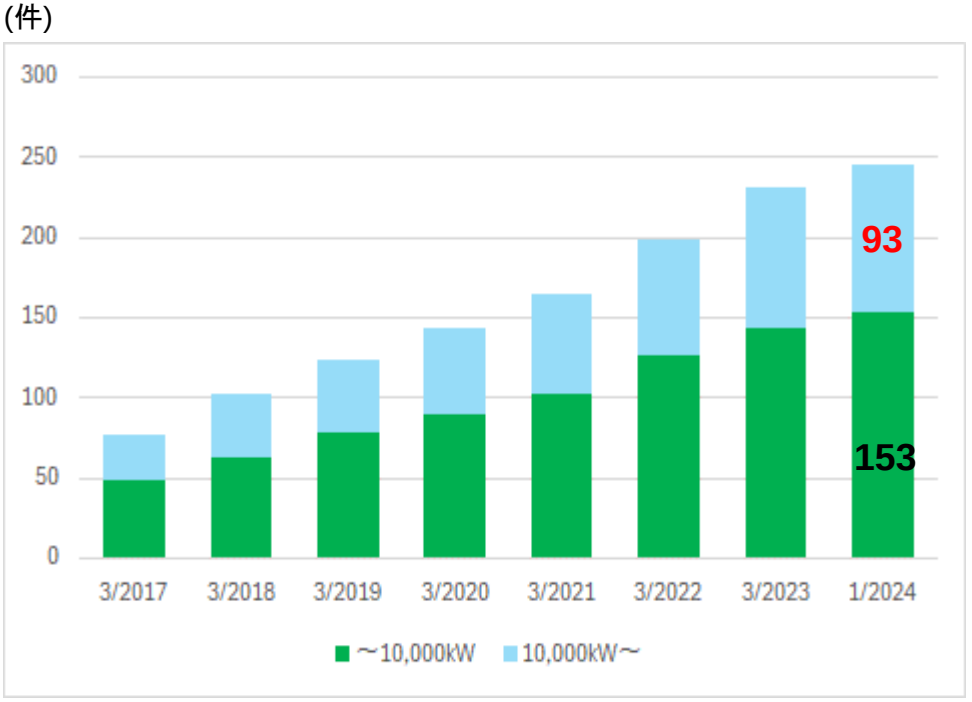
バイオマス発電 – 導入量/導入件数推移

FIT認定を受けたバイオマス発電の導入量、導入件数は以下の通り。
※ペレット、PKSを使用する大型案件も増えて来ている。

導入容量
(一般木質/農作物残さ+未利用材 累積)



導入件数
(一般木質/農作物残さ+未利用材 累積)



発電までの流れ<例>

燃料受け入れ

バルク船(輸入材)、トラック(国産材)等を発電所隣接の燃料ヤードに搬入

一次保管

燃料ヤード等にて野積み保管
*木質ペレットは屋根付き倉庫

トラック、専用重機等で移動

発電までの流れ<例>

燃料加工（チップ）

チッパーにて加工

トラック、専用重機等で移動

二次保管

所内燃料搬送ルートに備えられた燃料タンク、サイロ等で
数日間～数カ月間保管

発電までの流れ<例>

ベルトコンベアー、バケット
エレベーター等で移動

燃焼/発電

搬送された燃料をボイラー内に投入、燃焼しボイラーから
排出された蒸気によりタービンを回転させ発電

燃料の保管

バイオマス燃料は可燃性であり、
消防法に基づく『指定可燃物』の
届出が行われている。

また、保管環境により左記のように
微生物や自然酸化の影響による温度
上昇の可能性があるため、一般的に
燃料タンク、サイロ内は**温度、湿度、
ガス濃度の監視が行われ、窒素注入、
放水設備**が整えられている。

なお、燃料の長期滞留を防ぐため、
燃料の利用については
『先入れ⇒先出し』
が徹底されている。

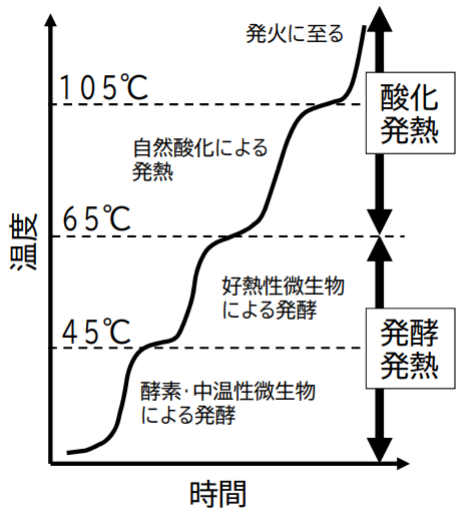


図１　自然発火のメカニズム

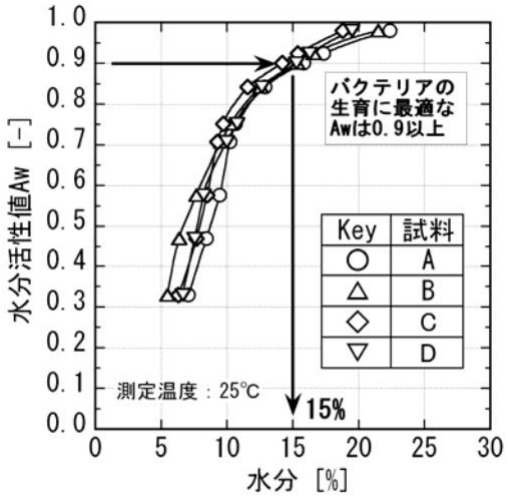


図３　水分濃度と水分活性値の関係

電力中央研究所報告「木質ペレット貯蔵時の自然発火性に関する調査」より抜粋

燃料の所内輸送

●バイオマス燃料はベルトコンベアー、バケットエレベーター等により、保管場所よりボイラー等に移動するが、その経路において燃料の粉塵が発生するケースが多いため、燃料の輸送経路は定期的に清掃が行われ粉塵が溜まることを防ぐよう心掛けている。

●燃料中には異物(金属等)が紛れているケースがあり、金属同士の摩擦により着火源となる可能性があるため、慎重に異物除去が行われている。

●また、バケットエレベーターのバケット部に使用された金属が異物に触れることによる摩擦熱により着火源となる可能性もあるため、バケットについては摩擦が起こりにくい素材が推奨されている。

火災事例に関する考察

バイオマス発電所で発生した火災に関し、直近(2020年～2023年)の事例は
以下の通り。
燃料種類は木質ペレット・木質チップ・PKSその他混在しているが、いすれも
当該燃料単味での火災というよりも、それら燃料の木屑粉が可燃物となり、
何らの着火源により、火災(白煙小火)・粉じん爆発事象に至っていることが着目される。

事故発生場所	概略事象	キーワード
燃料貯蔵設備・倉庫	長時間堆積していた燃料積み下部で小火	自然発火
燃料受入れホッパ建屋	WP投入時に爆発・火災発生	粉じん爆発
燃料搬送コンベア	コンベア建屋内で発煙発生	粉じん火災
貯留槽(サイロ)	貯留槽内で白煙小火・火災発生	自然発火
燃料供給コンベア	ローラに堆積した粉塵に摩擦熱で着火し、ベルト延焼	引火火災
燃料供給コンベア	ローラに堆積した粉塵に配電盤火花着火	引火火災
バンカー	ボイラ火炉からの逆火	急速燃焼
燃料火炉投入コンベア	ボイラ火炉からの逆火	急速燃焼

* BPA調べ

発生事象による燃料種別リスク度合

1．自然発火
- 木質燃料は自然発火する特性がある。
- 木質ペレット、木質チップ、PKS、建築廃材、生木剪定枝等、それぞれ種類によって発熱特性が異なるが、微生物反応による発酵に伴う発熱、更に酸化反応による自己発熱により発火に至る温度域は概ね以下の通り。
  - ☆**発酵発熱：40℃～80℃**
    （40℃～中温性微生物反応活性化、60℃～高温性微生物反応活性化）
  - ☆**酸化発熱：60℃～105℃**
    （酸化反応速度はアレニウス型で温度上昇に対し指数関数的に増加）
    （即ち、温度が高くなると反応速度は速くなる）

なお、燃料中水分のパラメータも重要であり、燃料種により水分含有量/吸湿性が異なるが微生物の増殖に適した水分濃度は15%程度。
従って、定性的には切削チップのように高水分含有のものは自然発火のリスクが低く、木質ペレットの方がリスクは高いと考えられる。

２．粉じん爆発

粉じん爆発の発生条件は次の3要素で構成される。

①　適度な濃度の可燃物粉じん雲が形成され、

②　その場所の酸素が必要濃度以上であり、

③　その粉じん雲を着火させるに十分な能力を持つ着火源が存在すること。

この内『①可燃物』に関しては、木質ペレット、木質チップに限らずそれら可燃物の固体が細粒・細分化して粉じんとなり、単位質量あたりの比表面積が増加するほど爆発に対するリスクが高まる傾向にある。

即ち、比表面積が増加すれば燃焼反応速度は増加し、そこで十分な酸素がある環境条件で、何らかの着火源が存在すると火炎伝播速度が著しく高速となり、粉じん爆発に至る。

従って、粉じん爆発発生に対しての燃料種別のリスクとして、その種類というよりも、粉化度に依存することが大きいと考えられる。

なお、『③着火源』としては、燃料貯蔵倉庫/受入れホッパ建屋内における電気品による火花や密閉式チェーンコンベアでの摩擦火花・可動部不良に伴う摩擦加熱の発生等が挙げられる。

まとめ

1．木質ペレット・木質チップ・その他のバイオマス燃料はそれぞれの発熱特性の差異はあるが、微生物反応による「発酵発熱」⇒「酸化発熱」⇒「自然発火」のプロセスは概ね同等であるが、定性的には次の順列と考えられる。
リスク大：木質ペレット＞建築廃材＞木質チップ（破砕＞切削）＞生木(原木)

2．火災・粉じん爆発の事象で考察すると、それぞれの発生原因として次のように考えるのが現実的。
火災：燃料貯蔵庫や貯留槽で粉化したバイオマス燃料が長時間堆積することによる自然発火での火災（小火）。
ベルトコンベア/チェーンコンベアでコンベア内に堆積した粉状の木屑に機器部品の摩擦熱により引火して発生する火災（小火）。
爆発：燃料貯蔵庫や受入れホッパ建屋内で、舞い上がった木屑粉が粉じん雲となり、何らかの着火源により発生する粉じん爆発。
ボイラ火炉からの熱が着火源となり、上流の密閉式コンベア内に滞留した木屑粉が粉じん雲雰囲気となり、爆発（急速燃焼）する。

以上より、火災・粉じん爆発はバイオマス燃料の形状で区分けすることは難しく、粉化しやすさに依存する割合が高いと考えられ、その観点では、木質ペレットは構成粒子径も小さく粉化度も高い為、他燃料よりもリスクが高いと思われる。

●昨今のバイオマス発電所火災等の事例を受け、当協会においては
火災等の事故経験を持つ発電所担当者による

・事象紹介
・原因究明プロセスの紹介
・再発対策

に関する情報共有のための勉強会を実施し、今後の事故発生を
未然に防ぐ努力を行っている。

※直近の勉強会では協会会員115社中、発電事業者を中心に70社が参加

<参考>石炭/木質ペレット性状比較

性状等		石炭（瀝青炭）	木質ペレット
燃料性状例※	高位発熱量	6,400kcal/kg	4,300kcal/kg
	全水分	9%	10%
	揮発分	31%	73%
	固定炭素	49%	14%
	灰分	11%	3%
大きさ※		50mm 以下	長さ 30mm/ Φ6～8mm
生産方法		豪州等の炭鉱にて採掘後、選炭	木材をペレット工場で加工(粉化/乾燥/加圧)
ハンドリング	保管方法	屋外/野積み	屋内/サイロ
	水濡れ	可	厳禁
	他注意事項	・吸湿熱、酸素吸着熱による自己発熱 ・粉化による粉塵爆発や火災発生	・微生物反応による発酵発熱、自然発火 ・粉化による粉塵爆発や火災発生

※参照：三菱重工技報 Vol.54 No.3 (2017)

ご清聴ありがとうございました