

連続型亜臨界水式有機廃棄物処理装置

微細化・連続処理化・亜臨界水等技術の融合

株式会社 丸に



はじめに

ゴミ処理問題に頭を痛めていない国、自治体は恐らく存在しないであろう。

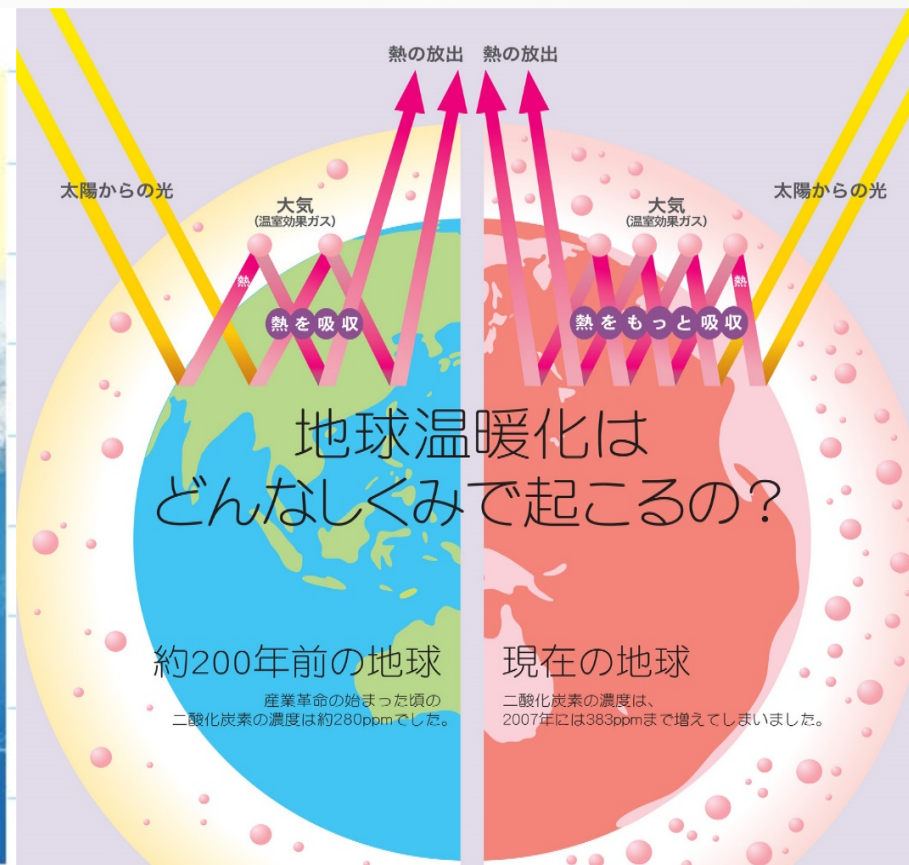
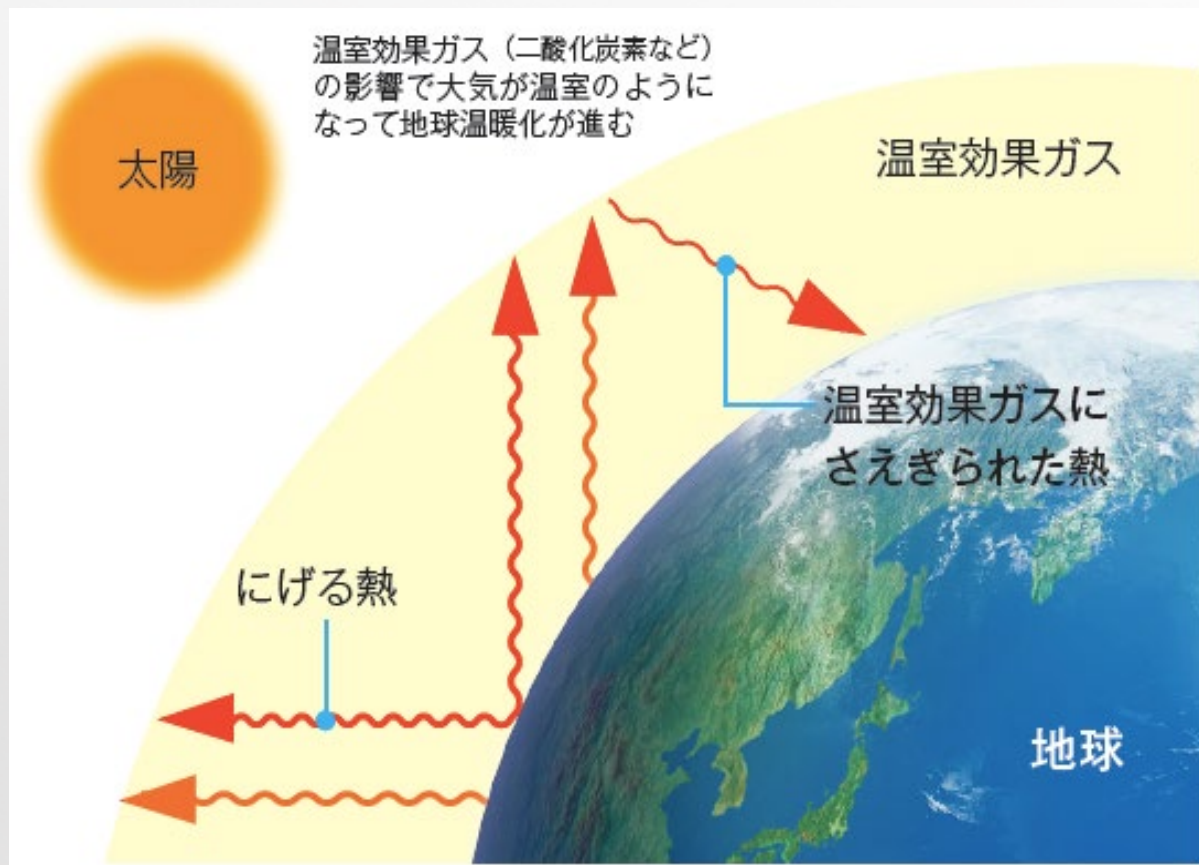
それほどにゴミ処理問題は生活に密着した切実な問題であり、人類が裕福になればなるほど大きな問題として人類の前に立ち塞がる問題である。

「廃有機物連続再資源化技術」はそうしたゴミの問題を従来の様に受身で悲観的な考えから、ゴミ処理費用が掛からなくなるばかりか、資源として販売し利益を得る事が出来る事業に置き換えられる資源製造技術である。

ゴミはゴミでは無く正に「資源が詰まった宝の山」であり、ゴミとして扱えばその処理方法に頭を痛め、環境破壊にも繋がってしまう。廃有機物連続再資源化技術を導入する事で環境保全に貢献しながら、新たな市場の創造に因る利益追求が出来る21世紀に相応しい技術・装置の最新動向である。

現在社会から近未来社会へ

有限の地球資源を技術の粋を集め環境保護を最優先させ
脱二酸化炭素に向けたゼロエミッション技術を提案します



微細化・連続処理化・亜臨界水等技術の融合



肉牛、乳牛より
糞を回収



糞を微細化粉末



生分解性プラス
チックを製品化

熱可塑性樹脂（プラスチック）の現状

プラスチックを取り巻く世界の状況

世界中で使用される容器包装用プラスチックの使用量は、1964年に1,500万トン、2014年では3億1,100万トン、2050年の予測値は11億2,400万トンで、最初の東京オリンピックが開催された1964年（昭和39年）を1とすると、50年後の2014年には20.7倍に、86年後の2050年には75倍にも上るとされています。

2050年の予想値が実際の数値となった場合は、海洋中のプラスチック量が魚の量を超え、石油消費量の20%以上をプラスチック製品が占め、全二酸化炭素排出量中の15%を超えると言う試算も為されています。

脱石油由来プラスチックの現状

世界を上げて脱プラスチック容器に向けた取り組みが始まってはいますが、その抜本的解決策を見出せない為に遅々として進んでいないのが実情だと思います。

バイオプラスチックに関する特許出願も盛んに行われていますが、何れも大きな問題点を抱えていて実用化には程遠い状況にあると思われます。

現在では事実脱プラスチック化進んではいますが、全てのゴミから生分解性プラスチックが作られるのが当社の技術で有ります、その事がお金を生んで新しい技術開発に進んで参ります。

生分解性熱可塑性樹脂（プラスチック）の現状

バイオプラスチックの課題

生分解性熱可塑性樹脂の実販価格は1kg当り1,100～1,300円と高価である為に2014年時点での出荷量は1万トンに過ぎずさもこの中で植物由来となれば微々たる量である事は言うまでもない。特許出願された殆どの技術は、「籾殻や竹の微粉碎紛主原料、コーンスターチ等の澱粉を副原料として、生分解性プラスチックをバインダーとして、生分解性プラスチックを製造する」に集約されるが、いずれの技術もバイオプラスチックを構成する各素材の微粒子化が出来ない事が大きな問題点であり、主原料の含有率が40%未満と低く、バインダーとして高価な生分解性プラスチックを35～60%と多用せざるを得ないと言う課題を解決できない

課題を解決したバイオプラスチック

我々は、「連続的に高純度な均一・超微粒子を製造する技術」を使用する事で「バイオプラスチックの課題」を解決した。

特許出願明細書及び様々な文献から得られた情報では、いずれの事案についても

- ・ 主原料の粒子径が $40\mu\text{m}$ ～5mm
- ・ 副原料の粒子は40～70 μm の凝集体で存在
- ・ 生分解性プラスチックの粒子径は大凡30 μm

であり、いずれも粒子が余りにも大き過ぎる。

生分解性プラスチック（ペレット）の現状

- ▶ 各粒子が大き過ぎると判っていてもこれ以上微細化する技術が無い。
- ▶ 粉体は基本的に幾ら微細化出来たとしても、結局40～70 μ m程度の凝集体を形成して安定さす事の認識が無い。
- ▶ これ等の問題点を例え解決できる技術を開発したとしても、大量生産処理する術が無い。
- ▶ 100%植物性生分解性熱可塑樹脂の知識、研究が不足している。



このゴミの素材は殆どが石油から出来た分解のしない物体である。



このゴミの素材は殆ど石油製品で軽いが故に海中で浮遊物として海中生物に一番の大敵です。



このゴミの素材は石油から出来た漁網ですが心無い方が海に放棄、結果亀に巻きつく。

生分解性プラスチック（ペレット）の現状

対向衝突型播砕装置

- 我々が開発した回分式「対向衝突型播砕装置」を使用して、主原料の植物残渣等と植物由来生分解性熱可塑性樹脂を当該装置内で混合して粒子を $1\mu\text{m}$ 以下に微細化し一体化した混合物を製造する。
- 製造された素材の混合物は $40\sim 70\mu\text{m}$ の凝集体として回収するが、その凝集体1個の中には、主原料の植物残渣微粉末と植物由来生分解性可塑性樹脂微粉末が夫々32,000～17,200個程度が混在した物質である。
- こうして調製された原料粉末は、副原料の添加を必要とせず、100%植物由来生分解性熱可塑性樹脂粉末若しくはフィルム、ペレット、等の製造が可能にする。
- 使用可能な原料としての植物残渣は、籾殻、稲藁、蕎麦殻、麩、乾燥したオカラ、落花生殻、コーンコブ、等その他の原料としては、木材片（針葉樹、広葉樹、照葉樹を問わず）、竹、笹、廃菌床、等の使用が可能である。
- 植物残渣物と植物由来生分解性熱可塑性樹脂との比率は、75～85%対25～15%であり製品価格としては石油由来のプラスチックと比較しても遜色無い程度に低減が可能となる。
- 主原料に籾殻を使用した場合、シリカを20%程度、稲藁を使用した場合にはシリカを12%程、夫々含有しているので、耐熱温度が通常プラスチック製品対比での耐熱特性が向上する。
- 使用後の当該容器は土に埋め込むと土壌菌に拠る分解が始まり、6ヵ月～2年程度を経て肥料となり豊かな土壌を形成する。

生分解性プラスチック（ペレット）現状での価格対比

本方式による製品価格の試算

我々の技術を用いたバイオプラスチックのペレット化迄の試算を行い、石油由来プラスチックとの価格競争力についての試算を行った。

- ① 植物残渣物を80重量部と植物由来熱可塑性樹脂20重量部の組成分比率で構成される原料を当社製「搗碎装置」を使用して、超微細均一混合体粒子を製造して、バイオプラスチック製品の素材とする。
- ② 植物由来熱可塑性樹脂は、一般的には其の価格が高く生産量も少ないのが現状である。が、唯一米国ネイチャーワークス社製の「インジオ；Ingeo」は、1kg当り400円程度で生産量も年間6万トン程度の量産をして居り然も国内に複数の代理店がある事から同社世品を使用しての試算を行う。
- ③ 植物残渣物の入手価格を1kg当り30円とする。
- ④ これ等の数値から1kgのバイオプラスチック製品原料の価格は、 $(30円 \times 0.8) + (400円 \times 0.2) = 104円$ となる。
- ⑤ 一方で、石油由来熱可塑性樹脂の価格は、容器、トレー等に主に使用されているポリプロピレンは概ね1kg当り160円程度で推移しているので、単純比較すれば当社方式で製造される**バイオプラスチックの方が30%位下がる**程度的大幅な原価低減が可能である。

牛糞の再資源化技術と其の装置化検討

始めに

牛糞の含水率は約80%で全国での牛糞排出量は、乳牛が2,442万トン、肉牛で2,357万トンの合計4,799万トンで、**家畜排泄物総量8,295万トンの58%を占めている**。この膨大な排泄物の有効利用は其の極一部に於いてメタン発酵によるガス化等の再資源化や堆肥化での再利用が試みられているが、その殆どは再資源化は疎かその処理にも窮しているのが実情である。

以下に、3案の牛糞を有効利用する為の方策について検討する。

1) 亜臨界水方式に依る水資源化の検討

牛糞を構成している物質中で水が全体の80%（湿量基準含水率）と最も多いので、亜臨界水の物理的性質を利用して、有機物を全て水と二酸化炭素化する事で水資源を再生する。

牛糞を搗碎装置を使用して微細化牛糞を調製してから、高粘度処理物対応の高圧ポンプで5MPa(約50気圧)に加圧して、あらかじめ200～250℃の範囲内に加熱した反応管中に連続挿入する事で、牛糞は15～30分程度の間に水と二酸化炭素に分解して行く。

水中には無機物の「窒素(N_2)；約1%」、「燐酸(P)；約2%」、「カリウム(K)；約2%」、「石灰(Ca)；約1%」等が含まれるので、浄水装置を使用して「濃縮された液体肥料」と「中水」を回収するか、中水を更にイオン交換樹脂を通過させて上水化が可能。

収量

1トンの牛糞から1トンの水（中水、上水を問わず）が得られる。

全国で年間に排出される牛糞を水にする事で計算上は4,799万トンの水が得られる事になる。

牛糞の再資源化技術と其の装置化検討

2) 乾燥超微細化方式に依る熱可塑性樹脂化の検討

牛糞を乾燥させて含水率3%以下にした上で、牛糞75～85%と共に100%植物由来の熱可塑性樹脂15～25%を合わせた原料を搗碎装置を使用して均一混合された微細化粒子群を製造して、是の微細化粒子粉を使用してバイオプラスチックペレットを製造し商品化する。

再資源化されたバイオプラスチックの性状

強度、耐熱特性は添加する植物由来熱可塑性樹脂の物性に依存する。 透明度は無い。
使用後に土に埋める事で、土壌菌により6ヵ月から2年程度で分解消滅して行く。

市場競争力

通常容器で使用されているポリプロピレン（PP）の価格は1kg当り160円程度と思われるので、現在我々が入手可能な100%植物由来熱可塑性樹脂の価格は1kg当り400円程度であり、400円の原料を20%使用する事で製品化可能な事からバイオプラスチック1kg製造に必要な原料価格は80円となり、PPとの競争力は十分にある。

製造量

全国での年間牛糞排出量は4,799万トンなので、100%植物由来熱可塑性樹脂の供給量に問題が無ければ、牛糞の絶乾量約960万トンで出来るバイオマスプラスチックの量は1,200万トンとなる。
全国のプラスチック消費量は大凡1,000万トンとされているので、数字だけを見れば100%代替が可能と言う事になる。

牛糞の再資源化技術と其の装置化検討

3) 熱分解方式に依る燃料資源化の検討

牛糞の含水率は大凡80%である事から、牛糞を搗碎装置で微細化した後に高粘度処理物対応の高圧ポンプで、予め600～1,000℃の範囲内に加熱した反応管中に連続注入する事で、牛糞は高温配管中を移動しながら10～20分程度で熱分解を起こして「ガス成分」、「油成分」、「水成分」、「灰分」に分解されて行く。

「灰分」以外は全て気体として排出されるので「冷却装置」で「ガス成分」と液体を分離抽出・回収した後に油水分離器を用いて「油成分」と「水分」とを分離抽出・回収する。

高温ムース状の灰分は冷却器と切断機を使用して炭のペレットとして回収する。

再資源化された各資源の生成物と其の想定される性状

ガス成分	メタンガス；30～40%、一酸化炭素；20～30%、二酸化炭素；20～25%、水素；13～18%
低位発熱量	25～27MJ/kg
油成分	動粘度；10～20cSt（20℃）、低位発熱量；7～10MJ/kg、硫黄分；0.25～0.35%
炭成分	灰分；55～65%、低位発熱量；9～11MJ/kg、嵩密度；0.25、硫黄分；0.25～0.35%

再資源化された各成分の想定配合比率

ガス成分	40～50%
油成分	20～30%
炭成分	25～35%

牛糞の再資源化技術と其の装置化検討

再資源化物の問題点

- ガス成分 低位発熱量がメタンガス (210MJ/kg) 対比での12~13%と低い事
- 油成分 低位発熱量が灯油 (43.5MJ/kg) 対比での16~23%と低い事

再資源化物の優位点

- 炭成分 低位発熱量が木材 (乾量基準含水率67% ; 8.45MJ/kg) 対比で6.5~30%と高い事

牛糞4,799万トンを既存エネルギーに換算すると

固形分の重量は、約960万トンなので、

- ガス成分 384~480万トン ; メタンガス換算で47.5~59.4万トン (66,527~83,193万 m³)
- 油成分 192~288万トン ; 灯油換算で37.5~56.3万トン
- 炭成分 240~336万トン ; 木材換算で284~397.6万ト

「連続型亜臨界水式有機廃棄物処理装置」の工程図

有機廃
棄物

加水

加熱最大
270℃

圧力
制御

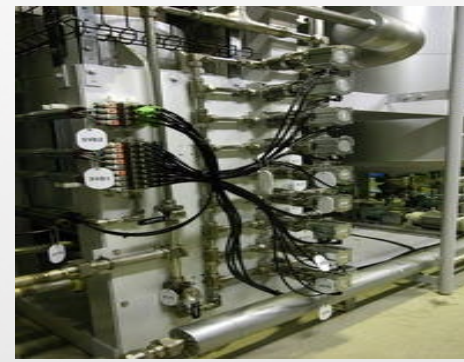
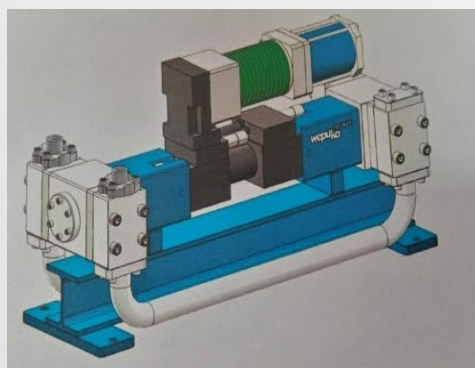
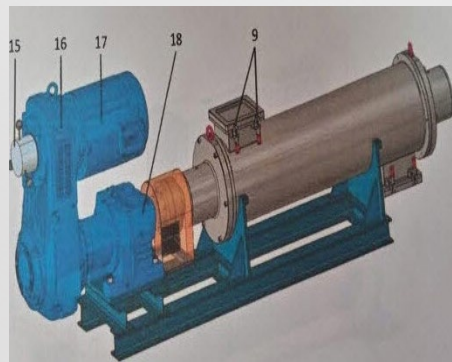
有機物は全
て水と炭酸
ガス化

微細化

加圧最大50
気圧

亜臨界水
分解反応

冷却



連続型亜臨海水式有機廃棄物処理装置の応用編

- 対向衝突型連続湿式乳化・分散装置
- 対向衝突型連続湿式分散・破碎装置
- 対向衝突式エマルション燃料連続製造技術・装置
- 対向衝突式藍藻類(アオコ)の駆除技術・装置
- アオコ等の藻類から燃料油の連続抽出回収技術・装置
- 廃鉱物油、廃植物油を原料とした対向衝突式連続燃料油化技術・装置
- 対向衝突式重質油連続改質技術・装置
- 対向衝突式重質油改質油のエマルション燃料連続製造技術・装置
- 対向衝突式廃グリセリンの連続燃料化技術・装置
- 物系バイオマスの連続再資源化技術・装置
- 対向衝突式石炭エマルション燃料連続製造技術・装置
- 動物性バイオマス連続式再資源化技術・装置
- 微量試料の対向衝突型湿式乳化・分散・解碎装置
- 対向衝突式アスファルト、ビチューメン、サンドオイル等の連続バンカーC重油
- 対向衝突式アスファルト、ビチューメン、サンドオイル等の連続バンカーC

連続型亜臨海水式有機廃棄物処理装置の応用編

- 対向衝突式バンカーC重油の連続軽油化技術・装置
- 対向衝突式バンカーC重油の連続脱硫技術・装置（開発要素あり）
- 対向衝突式バンカーC重油の連続脱硫軽油化技術・装置（開発要素あり）
- 発泡スチロールの連続ゲル化技術・装置
- 高強度舗装用アスファルトの連続製造技術・装置
- 廃アスファルトの連続高強度再生アスファルトの連続製造技術・装置
- アスピレーター対向衝突式均一混合・分散・微粒子化装置
- 回分式湿式乾式両用対向衝突型搗碎装置
- 高粘度高濃度懸濁液高圧ポンプ
- 鶏糞焼却灰の連続再資源化技術・装置(開発中)
- 対向衝突式水と二酸化炭素を原料として連続的に軽油を製造する技術・装置(開発中)
- 水素燃料自動車対象の車載型水の連続ブラウンガス化(HHOガス)化技術・装置（開発中）
- 窒素ガス、二酸化炭素ガス、水を原料とした連続水素ガス転換技術・装置(開発中)
- 木質バイオマスと廃食油を原料にした固形燃料の連続製造技術・装置(研究課題)
- 木質バイオマスと廃発泡スチレンを原料とした建築用告材の連続製造技術・装置(研究課題)

連続式超微粒子製造装置納品先リスト（抜粋）

大学関係・政府

- 京都大学薬学部
- 熊本大学医学部
- 東京工業大学工学部 化学工学科
- 東京大学薬学部
- 徳島大学薬学部
- 名古屋大学工学部 応用物理学科
- 通産省工業技術院 科学技術研究所

医薬品

- 協和発酵工業(株) 土浦工場
- エーザイ(株) 研究開発本部
- 塩野義製薬(株) 研究所
- (株)ツムラ 技術研究所
- 三共(株) 生物技術研究所
- 三菱化成工業(株) 医薬開発部
- 山之内製薬(株) 焼津工場
- 持田製薬(株) 製剤研究室
- 小野薬品工業(株) 開発本部
- 大正製薬(株) 大宮工場
- 大塚製薬(株) 徳島研究所
- 大日本製薬(株) 製品研究所

- 第一製薬(株) 中央研究所
- 中外製薬(株) 開発研究所
- 帝人(株) 生物医学研究所
- 田辺製薬(株) 製品研究所
- 藤沢薬品工業(株) 開発研究所
- 日本化薬(株) 高崎研究所
- 日本新薬(株) 中央研究所
- 日本赤十字社 中央血液センター研究部
- 富士レビオ(株) 中央研究所
- 武田製薬工業(株) 光工場
- 明治乳業(株) 中央研究所 他

化粧品

- ポーラ化成工業(株) 研究所
- ライオン(株)
- 花王(株) 東京研究所
- (株)資生堂 掛川工場
- (株)小林コーセー 研究所
- 御木本製薬(株) 化粧品製造部
- 鐘紡(株) 化粧品技術開発センター 他

化学

- 旭化成工業(株) ポリマー加工研究所
- 三井石油化学工業(株) 岩国高分子研究所
- 住友化学工業(株) 筑波研究所
- 出光石油化学(株) 化成品研究所
- 日産化学工業(株) 中央研究所
- ジャパンゴアテック(株) ポリマーセンター
- 日立化成工業(株) 下館工場
- 住友ベークライト(株)
- 保土谷化学工業(株) 中央研究所
- 富士写真フイルム(株) 生産技術部
- 住友スリーエム(株) 生産技術部
- 花王(株) 情報科学研究所
- 昭和電工(株) 塩尻研究所
- 住友ベークライト(株)
- 日本油脂(株) 塗料研究所
- 三井東圧化学(株) 大牟田工業所
- 日本カーバイド工業(株) 魚津工場 他

連続式超微粒子製造装置納品先リスト (抜粋)

電気機器

- キヤノン(株) 生産技術研究所
- (株)リコー サプライ事業部
- 富士ゼロックス(株) 画像形成材料事業部
- 富士通(株) プリンタ事業部
- T D K(株) 秋田工場
- シャープ(株) 電子部品事業本部
- (株)村田製作所 生産本部
- (株)東芝 柳町工場
- 松下電器産業(株) 生産技術本部
- 松下電子部品(株) セラミック事業部
- 松下電池工業(株)
- 太陽誘電(株) 開発本部中央研究所
- 電気化学工業(株) 大牟田工場
- 日本マクセル(株) 磁気テープ事業部
- 三菱電機(株) 相模原製作所
- 富士電機(株) 松本工場 他

食料品

- アサヒビール(株) 中央研究所
- キューピー(株) 研究所
- 森永製菓(株) 研究所

- 雪印乳業(株) 開発センター
- 味の素(株) 中央研究所, 油脂研究所
- 明治製菓(株) 食料開発研究所
- 理研ビタミン(株) 京都工場 他

製紙

- 王子製紙(株) 研究開発本部
- 三菱製紙(株) 高砂工場
- 本州製紙(株) 中津工場
- 川鉄工業(株) 他

繊維

- 三菱レイヨン(株) 大竹事業所
- 三菱化成工業(株) 四日市工場
- 東レ(株) 千葉工場
- 東洋紡績(株) 総合研究所 他

その他

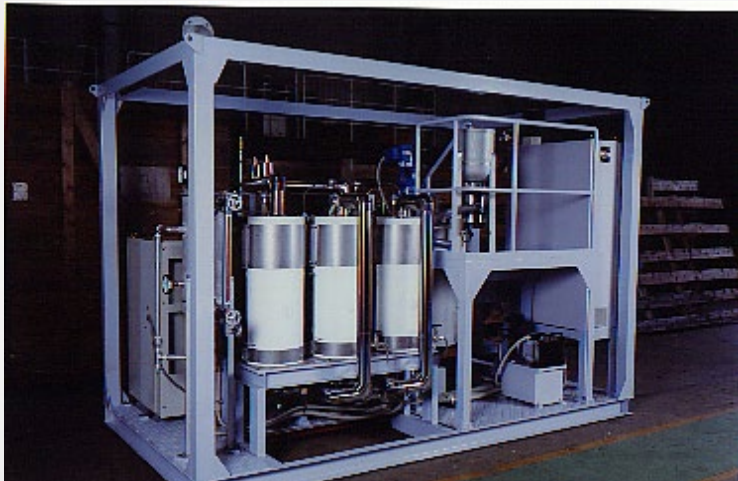
- 日本板硝子(株) 筑波研究所
- 住友大阪セメント(株)
- 宇部興産(株) 研究開発本部
無機材料研究所

- 宇部興産(株) 研究開発本部
無機材料研究所
- 日本ガイシ(株) 研究開発本部
- 住友金属鉱山(株) 別子事業所磯浦工場
- 大建工業(株)
- (株)ニコン 精機事業部
- 横浜ゴム(株) M B技術開発センター
- 関西ペイント(株)
- 古河電気工業(株) 研究開発部
- 三菱重工業(株) 技術本部
- 石川島播磨重工業(株)
技術本部技術研究所 他

外国企業

- Xerox Corp. (USA & Canada)
- Degussa AG (Germany)
- LG Chemical Ltd (Korea)
- Samsung Corning Co., Ltd. (Korea)
- Dongjin Semichem Co., Ltd. (Korea)
- Samsung Electric Co., Ltd. (Korea)
- Hong Kong Fuji Electric Co.,Ltd
(Hong Kong)

JAXA納入装置や林野庁委託研究設備等の紹介



JAXA納入同型装置 (500kg/day)



側より撮影



JAXA納入同型装置スラリーポンプ



宮崎県にて実施の公開実証実験風景

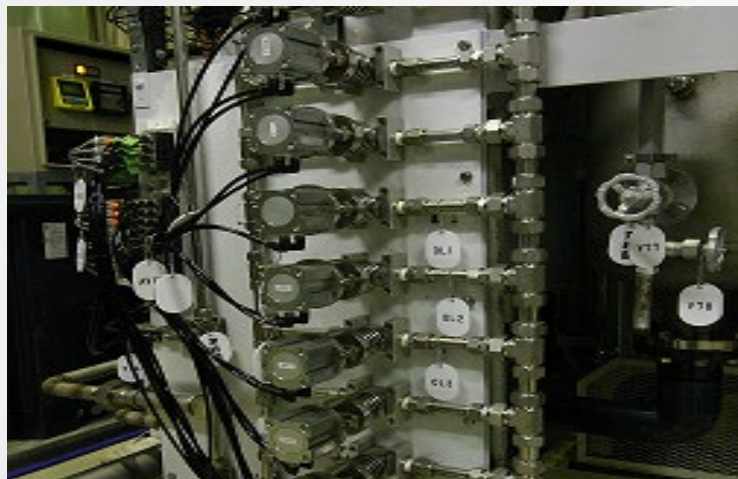


焼酎廃液処理用装置(20t/day)



焼酎廃液処理装置(20t/day)

JAXA納入装置や林野庁委託研究設備等の紹介



焼酎廃液処理装置圧力制御部



処理前、処理途中、処理後の芋焼酎廃液



焼酎廃液処理装置の反応塔部 (20t/day)



装置全景写真(15t/day)



反応塔



高圧スラリーポンプ

JAXA納入装置や林野庁委託研究設備等の紹介



圧力制御ノズル・バルブ群



資源回収



冷却装置



林野庁委託研究装置設置場所



同、実験棟の全景

廃有機物再資源化技術の最新動向

始めに

地球上に生物が存在する以上、動物は勿論植物でも例外なく廃棄物は必ず排出する運命にある。太古においてはこれらの有機廃棄物が累々と積み重ねられた結果、気の遠く為る様な時を経て動物性廃棄物は石油へ、植物性廃棄物は石炭へと夫々が変化したと考えられている。

人類が出現し地球を支配し始めて以来、この様な長期間隔での自然淘汰を待つ余裕が無くなった結果、人類は有機廃棄物の処理に奔走している。環境保全、省資源、と叫ばれている現在、有機廃棄物を再資源化出来る技術が存在し其の技術もここまで来ており、まさに現代版錬金術と言って良い技術に成長して来ている。

「対向衝突の理論」を原点に20年以上にわたり高圧、高温を制御・駆使した装置の数々を開発した技術者がその知識と経験を基に「地球温暖化阻止」、「ゼロエミッション (Zero emission)」の願いを込めて「廃有機物連続再資源化技術」の最先端開発状況を最新の資料を交えながら紹介する。

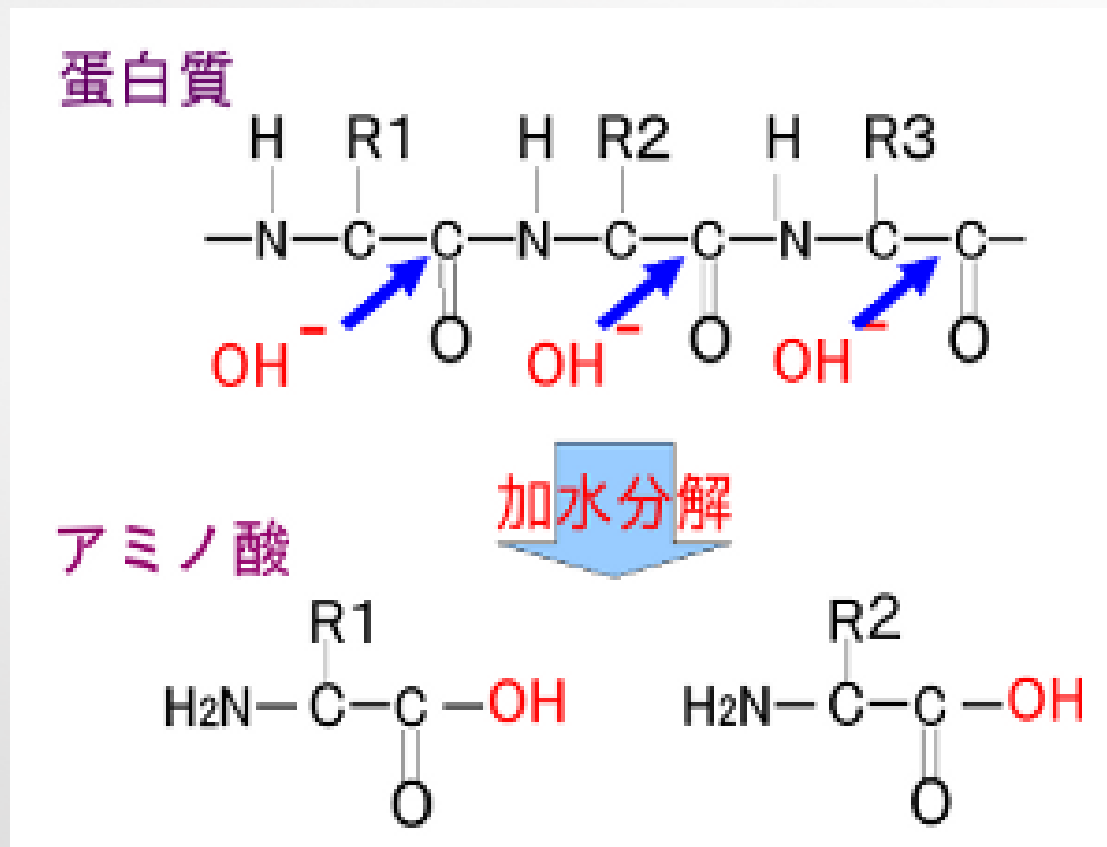
1. 開発の経緯

2000年、国立研究所日本航空宇宙研究所〔(NAL) 現；独立行政法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)〕からの要請で「将来人類が宇宙で生活をする様に為った場合、宇宙空間で全ての物資を自給自足する為に必要な技術・装置」と位置づけた装置の共同研究開発を受けて開発に着手した。最終的に“NULLASSEN SYSTEM”として連続処理装置の試作機2台を完成させ、1台はJAXAへ納入、1台は当社の評価実験用装置とし、独自に研究開発を続行している。其の後、スケール・アップ装置の受注が有り、連続処理装置“NULLASSEN SYSTEM”日量20トン処理装置を完成させた。

2008年、農林水産省林野庁から林業活性化の手段として、未利用部木材の連続糖化装置の委託研究事業の打診有り「森林資源活用型ニュービジネス創造対策事業」*3として受託した。

2009年2月に農林水産省所管の独立行政法人中央農業総合研究所内に日量15トン連続糖化装置の第一期工事を完成させた。現在同装置を稼働させながら、各種データを集積中で有り、得られた資料を基に更なる改善・改良を行っている。23

廃有機物再資源化技術の最新動向



亜臨界水に抛る加水分解の様子を
図1に示す。

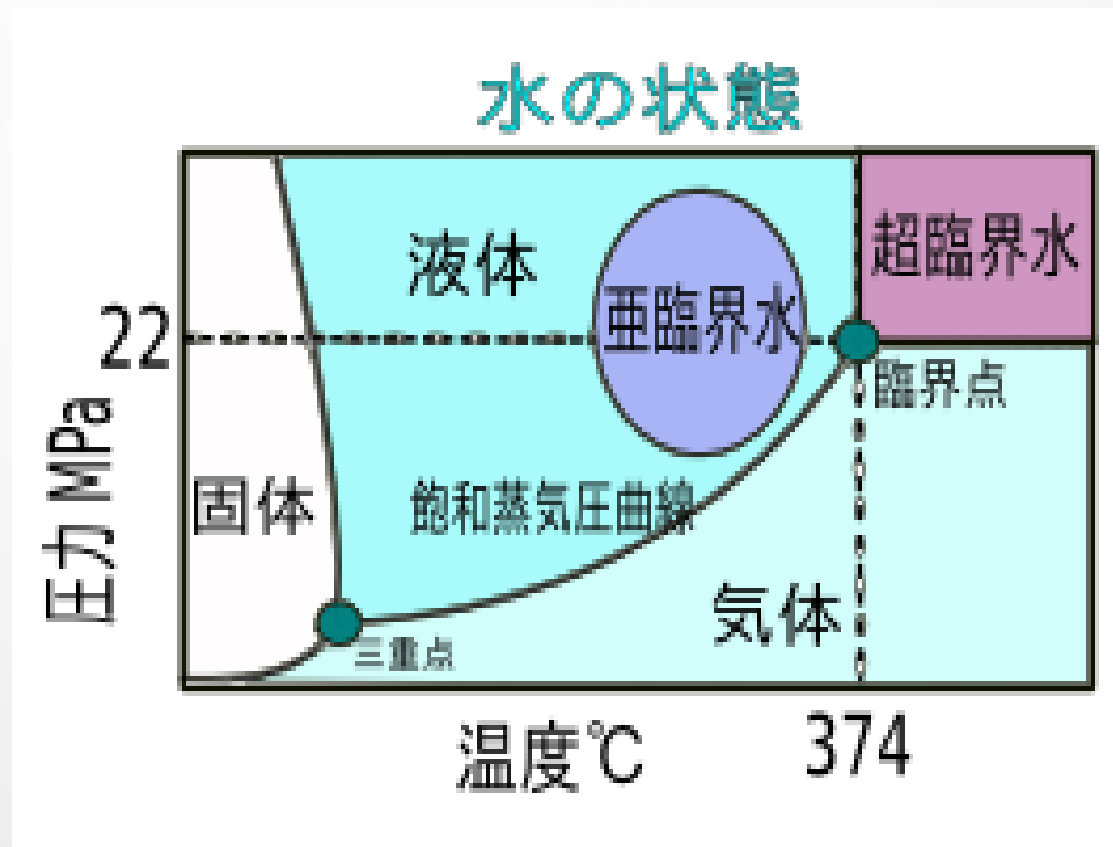


図1； 亜臨界水に抛る加水分解の様子

廃有機物再資源化技術の最新動向

2. 廃有機物の再資源化を可能とする基本理論

水は大気圧下100℃で沸騰し気体になる。水は圧力22.1MPa下で374℃迄は液体状態を保ち、是以上の圧力、温度下では水と水蒸気の区別がつかなくなる「超臨界水」になる。これより低い圧力・温度の水を「亜臨界水」と呼ぶ。

(1を参照)

水は常温、常圧でも水分子の衝突に拠り電離しているが、温度が上昇するに従い水分子の衝突頻度が上昇し電離が進む。超臨界の状態では通常の水対比水酸化イオン (OH^-) の濃度が非常に高くなる。



この水酸化イオンが有機物を加水分解する。

超臨界水ではステンレスをボロボロに腐食したり、蛋白質をアンモニアに迄分解したり協力的な反応を起こすが、これでは反応が強過ぎて扱い難いので374℃以下の温度と22.1MPa以下の圧力にした亜臨界水を利用する。

亜臨界水では酸化反応は殆ど起こらず、有機物はアミノ酸、脂肪酸、グルコース、等の分子迄分解はするが、適切な条件設定に因り二酸化炭素を短時間で発生させる迄には至らない。

廃有機物再資源化技術の最新動向

3. 廃有機物の再資源化可能な範囲

亜臨界水処理での可能範囲は、生塵、廃木材、紙屑、動物の糞尿、下水処理、廃油、プラスチック等、有機物であれば全て分解が可能である。

廃棄物からアミノ酸、油、グルコース、等の有用成分を抽出し、そのまま使用若しくは、醗酵方により2次加工して、エネルギー源として使用若しくは、水と二酸化炭素にして再循環させる事も可能である。

図3に亜臨界水処理での処理手順を示す。

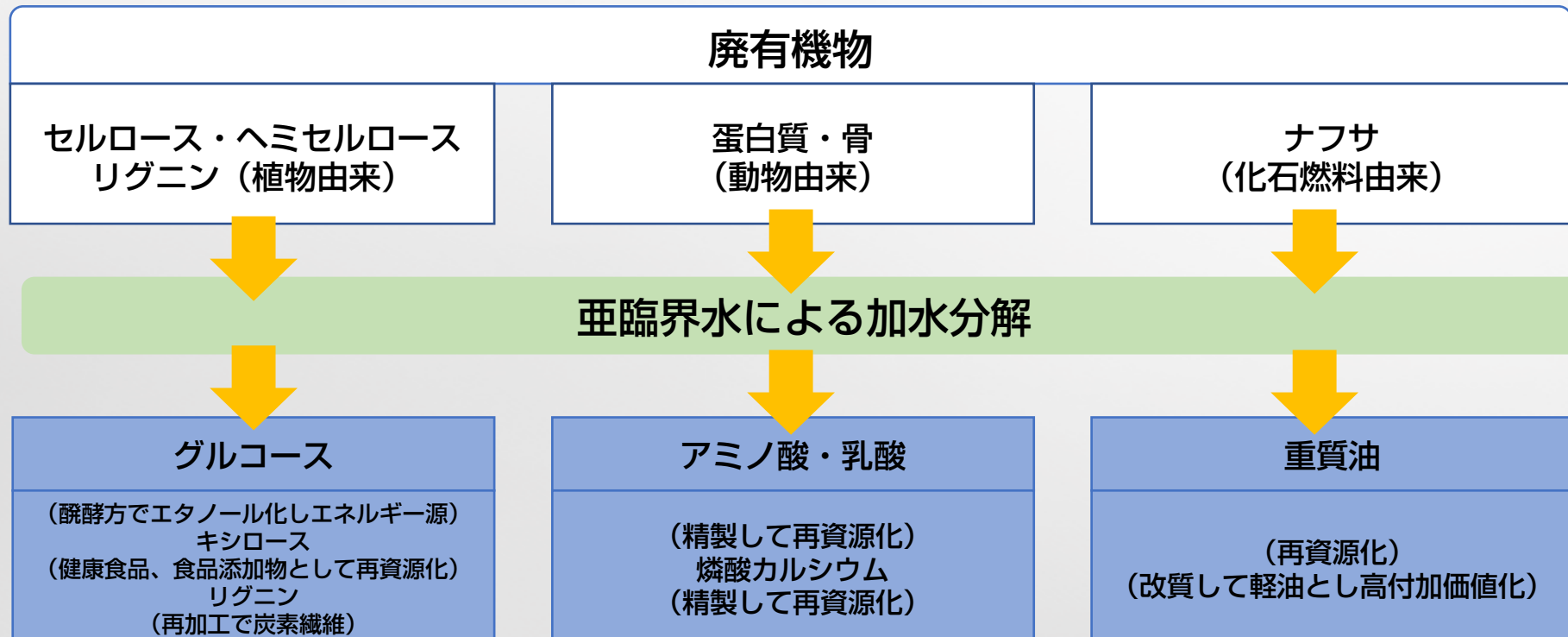


図3
亜臨界水処理での処理手順

廃有機物再資源化技術の最新動向

4. ゼロエミッションの技術と其の必要性

まず前置きとして、「ゼロエミッション」と「リサイクル」は全く異なる。古紙（使用済みの紙）を原料に戻して再生紙を作るのはリサイクルであり、再生には莫大なエネルギーを必要とするが、「ゼロエミッション」は同じ物に戻すのではなく、違う有価物に転化させる事を指す。廃棄物を出さない事は不可能であるから、それらを有価物に変えて、社会全体として廃棄物が無くなる状態に近づけて行く事が「ゼロエミッション」本来の語意である。

日本では毎年4億5千万トン強の廃棄物が排出されているが、その大部分は下水汚泥、糞尿、生塵、プラスチック等の有機性廃棄物で有る。これらの多くはリサイクルもされずに焼却、埋め立てで処理しているが、焼却すれば膨大なエネルギーを必要とするが故に大量の二酸化炭素を排出し、焼却灰は焼却前体積比で5～10%程度も出る。埋め立て処理に至っては、是等の焼却灰処理も含めて全国の最終処分場も一杯になってきており、不法投棄や周辺環境の破壊等が深刻な問題になって来ている。

そこで我々は、高温高压の「亜臨界水」と呼ばれる状態にした水を利用して有機廃棄物を短時間で連続的に焼却方式の1/5程度のエネルギーで分解・抽出する技術を開発した。滅菌も同時に出来て臭気もそれ程出なくなる。

魚は、略55%が食べられる部分で残り45%は頭、骨、内臓、等の「あら」は食べられない部分であり、この部分は殆ど焼却処分している。然し、それらの部位には、DHA、EPAと言った成分が多例えば含まれている。この「あら」を亜臨界水処理すれば5～10分程度で連続的に抽出する事が可能で有り、健康食品として販売が可能である。肉の部分は有用なアミノ酸、乳酸等に分解する。骨は燐酸カルシウムの溶液状で抽出が可能である。燐は窒素、カリウムと共に三大肥料のひとつであるが、燐鉱石が今後20年程度で枯渇すると言われている。ただし、動物の骨は燐酸カルシウムその物であり、今後は亜臨界水処理で作る燐酸が鉱石に取って変わる時期がくると思われる。勿論この他の利用方法として、加水分解の時間を調整する事で、完全滅菌された液体肥料の抽出も可能であり、鳥インフルエンザ対策等には打って付けの肥料の提供も可能である。

廃有機物再資源化技術の最新動向

又木材の枝、葉、根の部分、間伐剤、等は商品価値が無いばかりか処分費用が発生する為に林業衰退の要因ともなっているし、穀物の藁・籾殻、花序軸（玉蜀黍の芯）、の処理も深刻である。然し、是等の組成も科学的には略一緒であるから亜臨界水処理をすれば10～20分程度でリグニンはグルコースへ、ヘミセルロースはキシロール、キシロオリゴ糖へ、リグニンはリグニンペレットとして抽出が可能であり、グルコースは醗酵方で容易にエタノール化出来るのでエタノール原料として、キシロース、キシロオリゴ糖は砂糖同様の甘味を持つが人体内では消化吸収しないので健康志向食品、ダイエット食品、糖尿病患者の甘味料等の高付加価値商品として、リグニンペレットは航空機素材等への使用が可能な高付加価値商品炭素繊維の原料として又は、電気自動車等の普及に欠かせない軽量・硬張・耐熱特性を有する高付加価値熱可塑性樹脂原料として夫々販売が可能である。

5. 湿式酸化装置の歴史と現状

廃有機物処理装置等の総称を「湿式酸化装置」若しくは「触媒湿式酸化装置」と呼ぶ。「触媒」が付くか付かないかは文字通り「触媒を使用しているかないか」の違いであり同義語で有る。又は、「亜臨界水処理装置」と呼ぶ場合もある。

開発の歴史は40年程度以前からアメリカで製紙工場の排水中に多く含まれるパルプの処理装置として開発が為されて来た。日本国内に於いては、日本触媒、大阪ガス、が中心になり開発と製品化が進んで来たが、何れも廃有機物の濃度が低く工業排水処理の域を出る事が出来なかったが、低濃度スラリー処理装置として主に工業排水処理装置としては相当数を販売と稼動実績が有る。

一方で、高濃度スラリーを対象とした研究は主に、京都大学、大阪府立大学、名古屋大学、高知大学、信州大学、熊本大学、等の大学及び、独立行政法人の産業技術総合研究所、森林総合研究所、等の旧国立研究所が中心と為って開発が進められて来ているが、全て「回分処理（バッチ式）」であり、「連続式」は現在の処、世界中を見渡しても当社のみの独占技術である。

廃有機物再資源化技術の最新動向

ちなみに、1年程前に招待されて独立行政法人産業技術総合研究所バイオマス研究センター（広島）が開発、稼働中の装置を見学する機会を得たが、日量処理能力5トンのバッチ式装置の装置製造価格が15億円、エタノールの製造価格が1ℓ当り2千円であった。〔日本では、2030年にガソリン中にエタノールを10%入れる事が決まっているが（E10と言う）此の時の政府購入予定価格は1ℓ当り百円である〕以上記述の通り、低濃度有機物スラリーに対応した連続処理技術・装置は略確立されている物と思われるが、高濃度有機物スラリーに対応した連続処理技術・装置は当社以外に見当たらない。

6. 当社装置の特徴

最大の特徴は、今迄に述べた通り「連続処理装置」で有る事だが、連続処理を可能とさせる要因は次の4点である。

6-1. 高圧・高速パルス発生装置

最大10MPa、0.5Hzの断続加圧力で、繊維質が多く含まれる有機物を効率的に破碎して、亜臨界水との接触面積を増加させる事で処理時間の短縮を図る。木質系に於いては、リグニン成分の事前分離を行い反応管の管内にリグニン成分の付着を防止する。

6-2. 高濃度対応高圧スラリーポンプ

連続湿式分散・破碎・乳化装置“ULTIMAIZER”で培った技術を応用した部品であり、林野庁事業を通じて得られたその後の技術を加え、現在では殆ど流動性がないスラリーを20MPa迄に加圧・移送が可能なポンプである。

6-3. 同軸チューブ式反応管

内側に全長に亘り10 μ m*8程度の開口部を設けたフィルター状のチューブを、外側は耐圧性能を持つチューブを配した二重構造のパイプで構成されている。

反応管内にて亜臨界水処理に抛り分解が進み、所定の資源に変化したと同時に即回収をする事で過分解を防止する。又、フィルターの開口部が微細な為に開口部が閉塞しない様に超音波振動子を取り付けて閉塞を防止している。

廃有機物再資源化技術の最新動向

6-4.エバポレート式高純度化・高濃度化装置

コアキシャル・チューブで回収された資源は純度、濃度共に低いので、此の装置に抛りと濃度を上げる。同時に、回収された水蒸気を復水器を経由して装置加温源として使用する。

6-5.圧力制御用バルブ群

装置全体の圧力を制御し、保証する。その技術も“ULTIMAIZER”で培った技術を応用した部品である。複数のノズルと耐熱バルブで構成されており、コンピュータ制御に抛り常に最適なノズルの組合せを選択し、装置の安全と管内が飽和水蒸気圧以下にしない事を保証し装置全体で、運転中は常時通水している構造を採っているために日本では、高圧ガス保安法に基づく「圧力容器」に非該当で有る唯一の高圧、高温運転装置である。

7. 事業としての採算性

日本における廃有機物の焼却費用は都道府県毎に、対象物毎に千差万別であるが、一般生塵を対象に言えば概ね1t当り15,000円と思われる。日本国内での廃棄物総量は年間4億5千万トンと前述したが、仮にその内の3億トンが有機物であると仮定し是を全て焼却処理したとすればその経費は4兆5千億円にも上る。これに対して、廃有機物連続再資源化装置は文字通り再資源化装置であるので、環境保全に貢献すると言う大きな意義を度外視しても、処理をする事で利益が生じる装置だと言う事が廃棄物処理装置とは大きく異なる点である。

開発者の思い

■物質は粒子の塊であり、粒子を形成するのは分子である事は誰でも知って居る事ですが、物質を構成する粒子を極限迄細かくして行くと全く異なった物性を示す事は余り知られていません。

■産業界が競って製品開発や性能向上の為の研究開発に勤しむ大きな課題の中に微粒子（然も高純度で均一なと言う条件付の）化の研究が含まれ、其れは各種物質の潜在物性を探索する研究と言っても過言ではありません。

■1992年（平成4年）「対向衝突の理論」を発表して以来30年近くが経過しましたが、其れは、微粒子化の原点を探し求め彷徨って来た30年で在るとも言えます。

■「湿式対向衝突型破碎・分散・乳化装置」の黎明期より実に様々な業種の様々な職種の方々と共に用途開発、装置の大型化・高圧化、等の装置化を行って行く過程で数多くの事柄を学ぶ機会を得ました。と同時に、数多くの業種や企業成長のお役に立つ事も出来たと思って居ます。

■これからも、高純度均一超微粒子の持つ未知の物性探索手段である「対向衝突型破碎・分散・乳化の技術と其の装置の用途開発」と「各用途向け技術と其の装置化」に邁進して行きたいと思って居ます。