ジェイコンビシステム（造粒乾燥方式）による下水汚泥の石炭代替燃料化について
～地球温暖化の抑制に向けて～

Sewage sludge granulated and dried by J-COMBI system as an alternative coal energy
～a solution for the protection of global warming～

當間　久夫　Hisao Tohma
エネルギー事業部*
ジェイコンビ推進室シニアマネジャ

臼井　肇　Hajime Usui
エネルギー事業部
ジェイコンビ推進室マネジャ

田中　寿史　Hisashi Tanaka
エネルギー事業部
ジェイコンビ推進室

村田　雄一　Yuichi Murata
エネルギー事業部
ジェイコンビ推進室

抄　録

近年、地球温暖化防止に向けた取り組みの一環として、再生可能エネルギーの開拓が進められる中、カーボンニュートラルな化石燃料代替物として下水汚泥バイオマスに注目が集まっている。当社では下水汚泥が有する熱量を損なうことなく固形燃料（造粒乾燥物）に加工できる「ジェイコンビシステム」について開発を進めてきた。実際の石炭火力発電所にて混焼実験を行い、本システムによって製造された燃料は石炭代替燃料として使用可能であること、及び本燃料の使用によって正味の温暖化ガス排出量の抑制効果が見込まれることを確認した。なお、本稿では本システムの日本初の実施例についても紹介する。

Abstract

As a part of efforts to prevent global warming, renewable energy development is actively progressing in recent years. Sewage sludge biomass is drawing attention as fossil fuel alternatives of carbon-neutral. We have been making efforts to develop "J-Combi system" that can process sewage sludge into granular dry fuel without damaging its own calorific value. We found that this fuel was available as a coal alternative as a result of the experimentation with a power plant, and we verified the inhibitory effect of net greenhouse gas emissions is expected. Furthermore, this paper introduces the first plant of this system in Japan.

1 緒言

近年、地球温暖化防止に向けた取り組みの一環として、再生可能エネルギーの開拓が盛んに進められている中、バイオマスが新しいエネルギー源として注目されている。バイオマスはその生長過程で大気中のCO_2を取り込んだ有機物であることから、これを燃焼させても大気中のCO_2を増加させない「カーボンニュートラル」という特質を有しているためである。

＊〒804-8505　福岡県北九州市戸畑区大字中原46番地の59　Tel：093-588-7084

中でも、下水汚泥(＝下水処理場で発生する主に微生物からなるバイオマス)は、その集積性や安定性(量、質)等に優位性があるため、特に注目を集めている。

そこで、この下水汚泥を固形燃料に加工し、石炭代替物として火力発電所で混焼利用することを実現すれば、地球温暖化防止に貢献するとともに、従前果たせなかった下水汚泥の長期安定的なリサイクルを実現することも可能となる。

当社では、下水汚泥が有する熱量を損なうことなくハンドリング性の良いペレット状燃料に加工できる「ジェイコンビシステム(造粒乾燥方式)」について開発を進めてきた(2004～2006年日本下水道事業団との共同研究[1),2)]により技術評価を受証)。

本稿では本システム及び汚泥燃料化物の特徴について説明すると同時に、本方式での国内初の実施例について紹介する。

2 ジェイコンビシステムの概要および特徴

ジェイコンビシステムとは下水汚泥を代表とする有機性脱水汚泥を、球形状の造粒乾燥物(乾燥ペレット)として固形燃料化する装置である。概略フローを図１に示す。

本システムは二軸ミキサで脱水汚泥と循環造粒乾燥汚泥を混合・混錬することで造粒を行う「造粒プロセス」と、乾燥ドラム(回転数約10rpm)内で約400℃の熱風により乾燥される「乾燥プロセス」で構成される。

造粒乾燥の工程を経た汚泥は分級機により分級され、所定のサイズを製品である乾燥ペレットとして排出し、その他は循環乾燥汚泥として「造粒プロセス」に戻される。

乾燥ガスは熱交換器で加熱されて循環するが、蒸発水相当量がコンデンサに引き抜かれ、水冷却により水分を凝縮除湿後、残ガスは熱風発生炉に送られ燃焼脱臭される。

本システムの特徴を以下に示す。

①乾燥ガスは閉回路を負圧で循環するため、熱損失を抑制すると同時に、臭気や粉塵を外部に放出しない

②対象汚泥は消化、未消化を選ばない

③助剤、添加剤等を必要とせずに造粒が可能

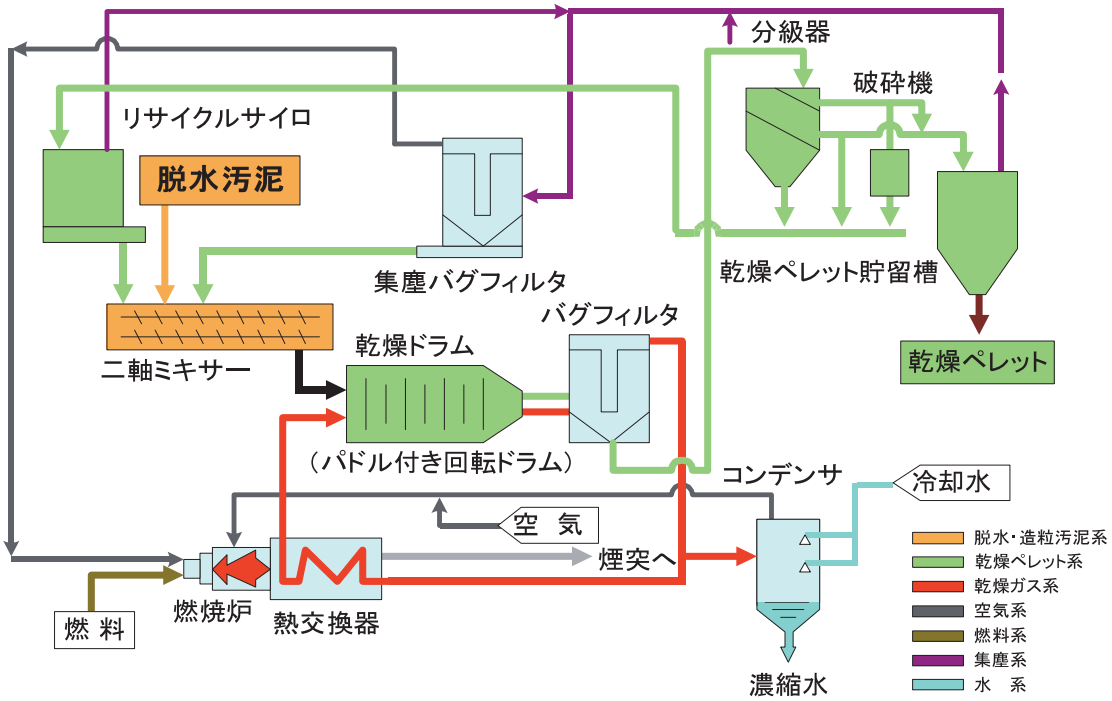

図１　ジェイコンビシステム概略フロー
Fig. 1　Schematic Flow of J-Combi System

④運転操作や保守が容易かつ安全性が高い
・設備構成がシンプル(炉は１つ)
・運転の立上・立下が速い
⑤消化ガスや木チップ等を燃料として利用することも可能
⑥本システムの CO_2 排出量＜製品利用による CO_2 削減効果を実現

図２に脱水汚泥(未消化)90t／日処理規模での計算事例[3)]を示す。

下水汚泥が有する熱量を損なうことなく固形燃料化されること、及び乾燥ペレットとしての回収率が高いため、正味の温暖化ガス排出量の抑制効果が見込まれる。炭化方式では実現できないジェイコンビシステムの最大の利点である。

⑦N_2O の排出が微小

汚泥焼却炉等の排ガスに含まれる N_2O ガス(地球温暖化係数310倍)は、ジェイコンビシステムの排ガス中には僅かしか認められない。

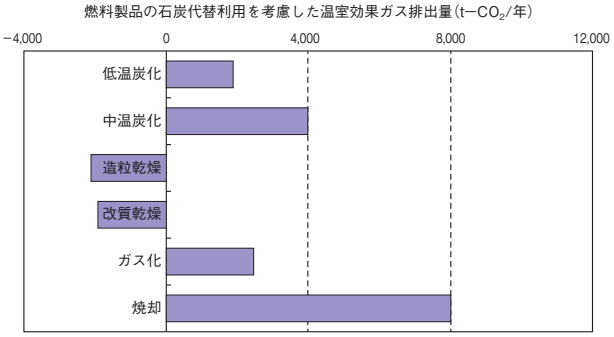

図２　下水汚泥固形化燃料利用を考慮した温室効果ガス排出量[3)]
Fig. 2　Net Greenhouse Gas emission by Systems

3 乾燥ペレットの特徴

本システムで製造される固形燃料(乾燥ペレット)は以下のような特徴を有する。乾燥ペレットの外観を写真１に示す。

①ハンドリング性が良好
・直径１～５mm 程度(標準)の球形
・粉塵が少ない
・空気搬送が容易
②含水率は10％以下
③発熱量は3,500～4,500kcal/kg(原料の脱水汚泥に依存)
④保管性が良好(図３、図４)

写真１　乾燥ペレット
Photo. 1　Dry Pellets

表１　乾燥ペレットと石炭の成分比較
Table 1　Comparison between Dry Pellets and China coal

測定項目		単位	乾燥ペレット	中国炭の例
工業分析	揮発分 VM	wt%	71.6	36.0
	固定炭素 FC	wt%	10.7	55.2
	灰分 ASH	wt%	17.7	8.8
発熱量		kcal/kg	4,006	5,927
元素分析	炭素 C	wt%	42.4	76.0
	水素 H	wt%	6.0	4.9
	窒素 N	wt%	5.2	1.5
	酸素 O	wt%	29.6	8.5
	硫黄 TS	wt%	0.87	0.46
	塩化物 TCl	wt%	0.16	0.02

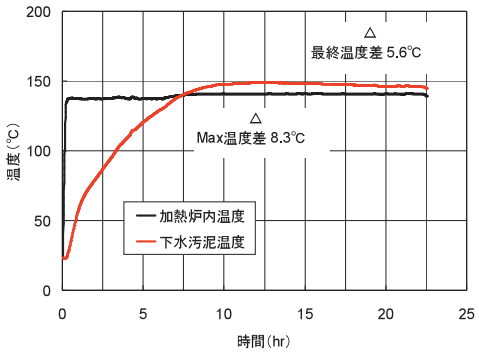

図３　自己発熱性試験結果
Fig. 3　Result of Self Heating Test

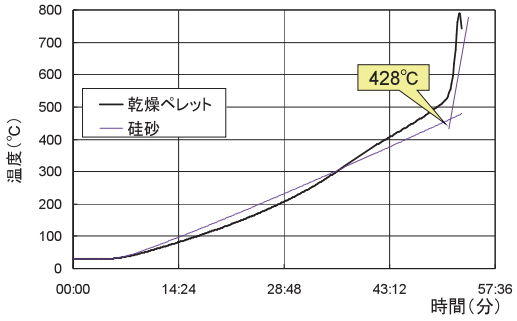

図４　発火点試験結果
Fig. 4　Result of Ignition Point Test

・自己発熱性が低い
・発火点温度が高い
・発酵しない
・硬く、形崩れしにくい

以上、乾燥ペレットは石炭と同様の装置でのハンドリングが可能といえる。

ただし、乾燥ペレットは雨等の水分の影響を受けないホッパ等での保管を基本とし、屋外貯蔵は不可である。なお、水没させても元のケーキ状には戻らず、粒状を維持する。

4 日本下水道事業団との共同研究

冒頭にも述べたとおり、下水汚泥バイオマスの固形燃料化技術の確立を目指し、北九州市殿のご協力のもと、日本下水道事業団殿との共同研究を実施した。

まず、北九州市北湊処理場にジェイコンビシステムを設置し、乾燥ペレットの製造試験を実施し、下記課題の解決に取り組んだ。

・運転コストの実証確認
・環境への影響確認(排ガス及び排水の確認)

その結果、燃費が良好であること(システムのCO_2排出量＜製品利用によるCO_2削減効果)、本システムからの排水や排ガス等は環境基準を満足すること等を確認している。

また、本システムで製造したバイオマス燃料である乾燥ペレットを、八幡製鉄所の石炭火力発電所にて実際に石炭と混焼することにより、下記項目についても本共同研究の中で明らかにしてきた。

・微粉炭器への影響確認
・基本燃焼特性の把握(着火状況、炉内温度、火炎の状態等)
・炉への影響確認(スラッギング、ファウリングの有無)
・環境への影響確認(排ガス組成、排水性状の確認)
・灰性状の分析確認(フライアッシュ、ボトムアッシュ)

その結果、重量比で２％程度までの混焼においては、ボイラや環境への影響が見られないことを確認した。また、灰性状に対する影響は微少であり、灰処理に関する技術的な問題点はないものと判断している。

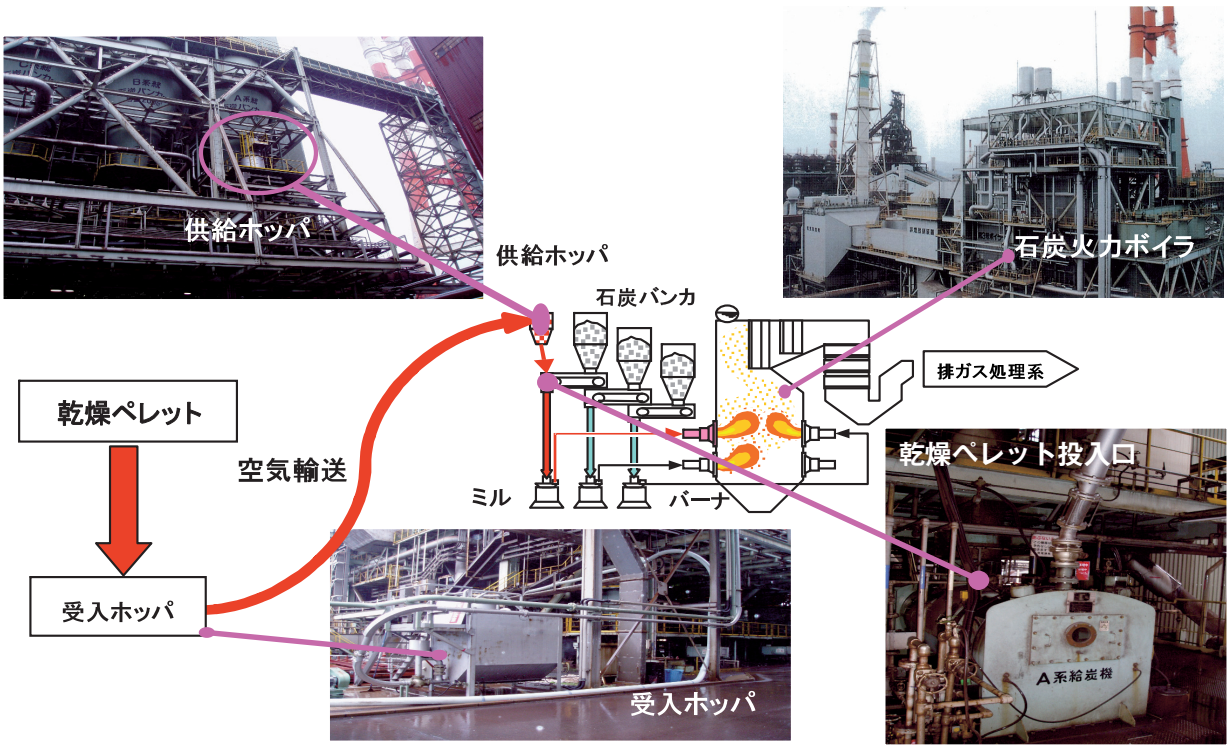

写真２　石炭火力発電所における混焼実験
Photo. 2　Coal-Dry pellets co-firing experinentation at Electric Power Plant in YAWATA works

5 ジェイコンビシステムの実施例

当社はジェイコンビシステムによる下水汚泥の固形燃料化設備を国内で初めて建設(平成20年２月末に竣工)したので、ここに紹介したい[4]。

(1) 概要

事業主：バイオソリッドエナジー㈱
場　所：山形県新庄市
汚　泥：下水(消化、未消化)、農集、し尿
能　力：30ton／日(脱水汚泥含水80％)
製　品：6.5ton／日(乾燥ペレット含水８％)
　　製紙会社ボイラで使用

(2) 特徴

①乾燥熱源として木チップ使用(調整用としてＡ重油併用)。
②木チップ炉定修時のバックアップ熱源として、別途Ａ重油炉を具備
③乾燥ペレットホッパには、COガス及び温度の常時計測と安全装置としてN_2ガス及び水噴射装置を装備
④用水として隣接の下水処理場からの処理水を使用し、排水は下水処理場へ返送
⑤運転立上下げ時の乾燥ガスの脱臭用として脱臭炉を具備するほか、建屋内の脱臭用に活性炭設備を保有
⑥豪雪地帯のため、全ての設備を建屋内に設置

図５に本設備の概略フローを、写真３に設備全体を、写真４に二軸ミキサ、写真５に乾燥ドラムを示す。

写真３　設備全景(山形新庄設備)
Photo. 3　a view of entire Yamagata Shinjo Plant

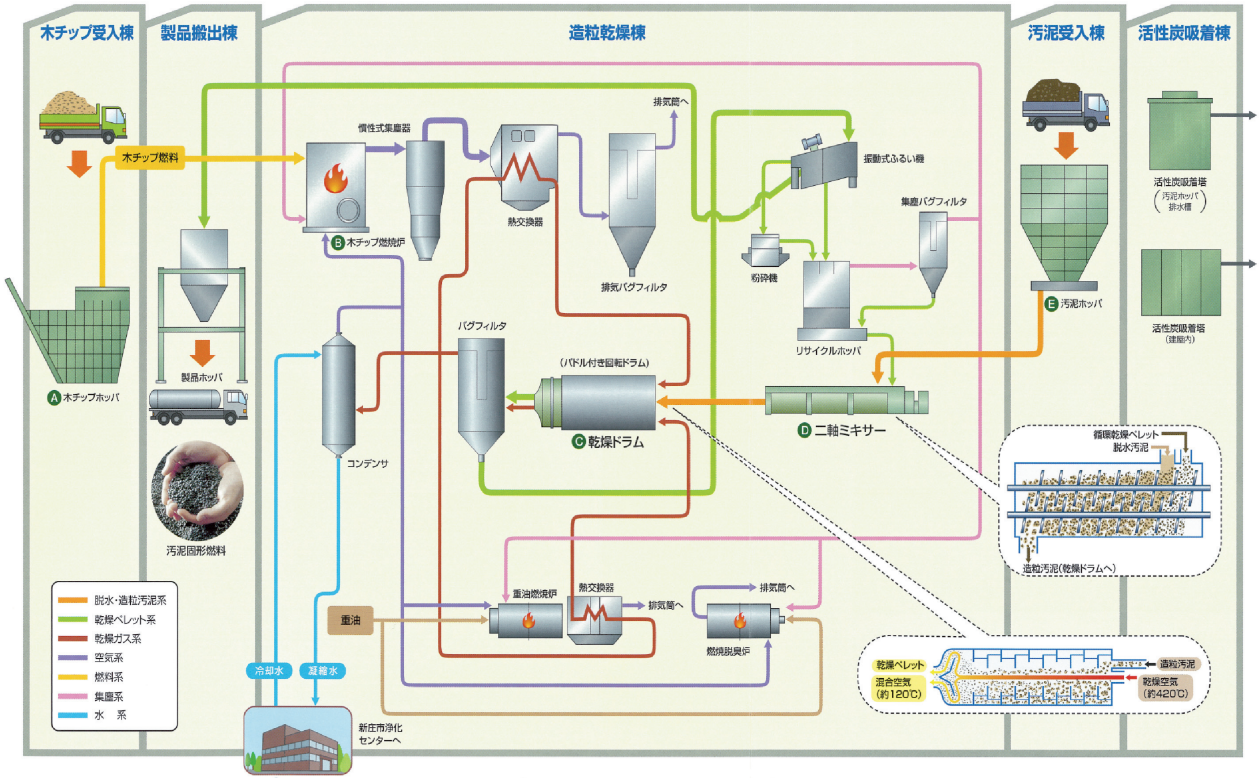

図５　概略フロー(山形新庄設備)
Fig. 5　Schematic Flow of Yamagata Shinjo Plant

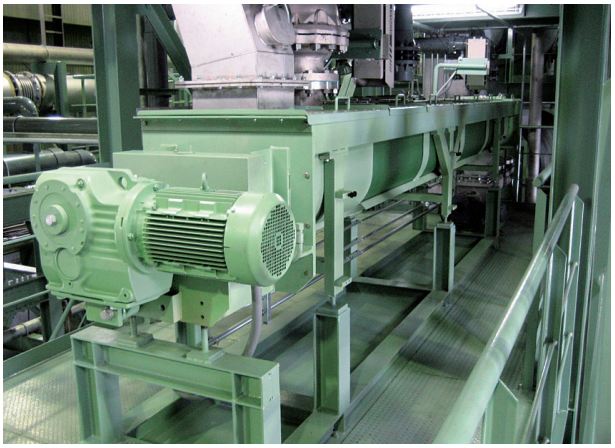

写真４　二軸ミキサ
Photo. 4　Twin Shaft Mixer

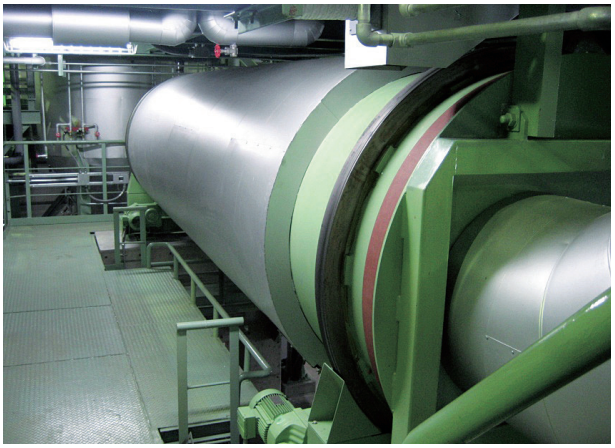

写真５　乾燥ドラム
Photo. 5　Drying Drum

6 結言

多くの自治体にとって、下水汚泥の処理処分問題は、行政コストの縮減化という基本問題に加え、地球環境保護・温暖化対策という新たな観点からも喫緊な対応を求められるようになった。このような状況下、下水汚泥の固形燃料化はこれらを解決に導く一つの有効な方式と考えられる。

特に、下水汚泥が持つカロリー価値を損なわないエネルギー回収効率の高いジェイコンビシステムは、本課題の解決に対し最も効率的な燃料化方式と考えている。今後とも、本システムの普及を通して、これらの問題解決の一助となれば幸甚である。

最後に、写真の掲載をご許可戴きましたバイオソリッドエナジー㈱様に書面をお借りして御礼申し上げます。

参考文献
1）「汚泥の乾燥造粒物の石炭代替燃料化の開発」第42回下水道研究発表会，日本下水道事業団　島田正夫他
2）「造粒乾燥方式による汚泥の石炭代替燃料化の開発」第44回下水道研究発表会，日本下水道事業団　山本博英他
3）「下水汚泥のガス化、燃料化等についての必要エネルギー等に関する研究」下水道機構情報，2009年７月，Vol. 3，No. 9，㈶下水道新技術推進機構　内田賢治
4）「汚泥を燃料化→製紙工場のボイラへ」下水道機構情報，2008年10月，Vol. 2，No. 6