

# One man's trash...

## ただのゴミだと思ったら...

Nature Vol.444 (262-263) /16 November 2006

著作権等の理由により画像を掲載することができません

埋め立て地がゴミであふれるころ、政府には新しいゴミ処理方法が必要になる。プラズマ技術でゴミをエネルギーに変える日本の施設を David Cyranoski が取材した。

重廣伸一は、珍しい悩みを抱えている。「ゴミを集めるのに苦労している」とまじめな表情でいうのだ。彼のところには毎日平均 100 トンという大量のゴミが集められるが、それでは足りず、その 2 倍の量が必要なのだという。

重廣は株式会社エコバレー歌志内（うたしない）の取締役業務部長である。この会社の名前は、北海道のほぼ中央に位置する歌志内市に由来する。エコバレー歌志内では、プラズマアークを使って、大量のゴミをエネルギーに変える。方法は電気衝撃によって炉の中のガスを電離するという方法だが、その際に出る熱の温度は最高 1 万 6000℃にもなり、これは太陽表面温度のほぼ 3 倍に相当する。しかし、会社がこの高価な技術に投資した 70 億円を取り戻すには、大量のゴミを処理しなくてはならないのだ。

歌志内市で集められるゴミの量では足りないとしても、日本全体や世界では、処理に頭を抱えるほどのゴミが排

出されている。日本では、紙や食品、プラスチック、その他のゴミを含む「都市固形廃棄物（MSW）」とよばれるゴミを、毎年 5000 万トン（1 人当たり 1 日約 1 キロ）出している。米国での 1 人当たりのゴミ量は日本の約 2 倍で、2005 年には全体で 2 億 2200 万トンのゴミを排出した。大半の都市固形廃棄物は、埋め立てられるか、もしくは税金から高い焼却料金を支払って焼却処理されるのだが、その過程で土壌や大気が汚染されてしまう。

地域により異なるが米国の場合、ゴミを捨てる際の負担額は、埋め立て処理で 1 トン当たり 30～80 ドル（3500～9400 円）、焼却処理だと 1 トン当たり 69 ドル（約 8100 円）となっている。日本のような国土の狭い国では、1 トンあたり 2 万～3 万円を地方自治体が埋め立て処理場や焼却施設に支払う。これらの埋め立て処理場や焼却施設の存在には、周辺地域の不動産価値の低下や、不

適切な処理が行われた場合の環境汚染のおそれなど、経済的な波及効果が伴う。

エコバレー歌志内の計画者たちは、プラズマアーク技術を使えば、ゴミ処理に関連するこれらの問題を一度に解決できると考えたのだ。理論的にはゴミ処理



Ron Roberts（左）は、フロリダから見苦しい埋め立て地をなくすのに、プラズマ技術が一役買うと信じている。

業は高い利益を見込めるうえ、ゴミをガス化しエネルギーに変えるという環境にやさしいビジネスになる。書類上では、1トンの都市固形廃棄物は、石炭の1/3～1/2のエネルギーを含むとされている。それならばこのエネルギーを利用して処理施設を稼働させ、残りは売って利益を出すこともできるという考え方だ。しかしながら、歌志内のプラズマゴミ処理施設では、2002年の創業以来やりくりしに苦労する状況が続いている。

一方、世界ではいくつかの企業が、この日本企業をモデルに改善を加え、プラズマアークを用いた独自の施設の建設を計画している。米国アトランタが拠点のGeoplasma社では、フロリダ州セントルシーに歌志内の10倍もある施設を建設する契約の最終調整に入っている。もともと裕福な地域ではあるが、広大な埋め立て地のために不動産価値が下がっていた。もしこの計画が実現すれば、この施設は2009年までに1日に2700トンのゴミを処理することになる。また9月には、コネチカット州ウィルトンを拠点にするStartech Environmental社が、1日180トンのゴミ処理が可能な施設をパナマに建設すると発表した。さらに、カナダのオンタリオ州にあるPlasco Energy Group社では、オタワとバルセロナに同規模の施設を建設する交渉を行っている。

### ゴミのガス化

現時点ではゴミの山を金の山に変えるには至っていないにせよ、もしこれらの施設が建設されれば、プラズマアークの未来は明るい。関係者からも楽観視しているようすだ。この技術は「さまざまな要因がそろって起こるパーフェクトストームさながらの勢い」で社会に定着するとともに、汚染物質や上昇するエネルギー価格に対する政治的関心や国民の関心を高めるきっかけにもなると語るのは、Geoplasma社環境部門最高責任者のHilburn Hillestadである。

プラズマアーク技術が大型のゴミ処理施設に応用されるのは新しいことだが、

この技術自体は意外と古い。NASA（米航空宇宙局）は、宇宙船が大気圏に再突入する際の高温を再現するために1960年代からこの技術を使ってきたし、現在では、鉄くずを溶かしたり、有害物を破壊したりするためにプラズマトーチが使用されている。しかし、Startech Environmental社やGeoplasma社の使用するプラズマアークを開発したWestinghouse Plasma社（ペンシルバニア州マディソン）がゴミ処理用プラズマトーチの開発を始めたのは、1990年代初頭になってからである。

この技術はまず強力な電気アークを使用して、トーチ内の空気を電離することでプラズマトーチを起こし、酸素の不足した状態にしてある炉内では、そのトーチによって都市固形廃棄物が、石灰石、コークスとともに熱せられる。この方法であれば、プラズマトーチは混合物を1500℃以上で高温熔融することになる。そうすることで、都市固形廃棄物に含まれる無機物を燃焼せずにガラス状にするのだ。無害化されたスラグも、高くは売れないが建築材料として利用できる。

最も重要な点は、高温熔融することで都市固形廃棄物内の有機分子も分解してしまうことだ。都市固形廃棄物は、燃焼すると大量の二酸化炭素が発生するが、酸素が限られた条件下では一酸化炭素と水素からなる合成ガスに変わる。この合成ガスは天然ガスのように、ガスタービンの電力として使用できる。また、精製された水素はそのまま燃料としても利用可能である。タービンの中に入り込んだり、大気中に漏れたりするおそれのある混合ガスには、窒素酸化物やダイオキシンなどの有害物質が含まれるため、それらを最小限まで減らすよう、さらに処理される。

エコパレー歌志内の施設では、年間3000メガワットの電力が生み出され、この技術自体は成功したといえる。それらはすべて施設の電力として使用される。しかし、肝心のゴミの量は減少する一方である。歌志内市が50年前に正式に市と認められたときには4万5000人

が暮らしていたが、現在の人口は5500人、日本で一番人口の少ない市である。どうやらプラズマアークゴミ処理施設は、深刻化するゴミ処理問題への対応というよりも、ゴミ処理で利益を上げて地元経済への刺激剤にしようという意味合いが強いようである。現状ではゴミ処理をすることで収益が得られるが、当初見込んでいたように余った電力やスラグから作られた建築材料を売って、さらなる利益を上げるまでには至っていない。

平均してみると、当初会社が予測していたゴミ量の60%しか処理していない。プラズマトーチ自体の問題ではないが、この施設では運転上の問題で、2つあるラインのうちの1つがよく停止される。また、両方のラインがフル稼働しているときは、ゴミの量が足りない状況で、反対に1つのラインで稼働しているときは、ゴミの回収を断らざるを得ないこともある。

ゴミを他の町から回収するというのは1つの選択肢であるが、我が町を他の町から回収してきたゴミの処理場にしたいと望む住民は少数である。「ゴミに対して、よいイメージをもつ人はいないだろう」と重廣はいう。米国のいくつかの州では、高い料金を取って他の州のゴミを回収しているし、ニューヨークやトロントなどの大都市でも、ほとんどのゴミ処理をよそに回している。しかし日本では、このようなゴミのやり取りはほとんど行われておらず、地方自治体はよそに捨てるよりも地元で処理することを好むようだ。

Geoplasma社の施設では、毎日1800トンの新しいゴミと900トンの埋め立てゴミを処理することによって、20年間以内には埋め立て地をきれいな土地に戻すと同時に、その期間内には4億2500万ドル（約500億円）の投資金を取り戻すとしている。Hillestadは、会社の売り上げの80%が電力販売による利益になると述べた。160メガワットの電力を生み出し、そのうちの120メガワットを販売するというのが同社の見込みである。



エコバレー歌志内では、一般廃棄物がプラズマトーチによってガス化され、蒸気タービンの動力となっている。

### ゴミの取引

セントルシーと歌志内の処理施設で異なる点の1つは、セントルシーでは合成ガスを電力に変える装置として、ガスタービンを使用することだ。ガスタービンがより多くのエネルギー産出を可能にするのに対し、エコバレー歌志内の施設で使われている蒸気タービンはかなり安価なもので、電力に変換できるエネルギーは全体の15%である。Geoplasma社は4000万ドル（約47億円）のガスタービンを使用する予定で、それはほぼ40%を電力に変換できる。

この効率性は、合成ガスからより多くのエネルギーを取り出すのに重要な鍵となる。しかし、歌志内の施設を設置した日立金属の環境システム部主管技師である長田真一は、歌志内の合成ガスは少量の塩化水素と酸化硫黄物を含んでおり「ガスタービンを腐食させる危険性がある」と説明した。蒸気タービンはガスが水を熱し、タービンに蒸気を吹き付ける仕組みになっているのに対し、ガスタービンでは、高温のガスの流れを使ってタービンを回転させる。この方法は効率的ではあるものの、装置を腐食性のあるガスにさらしてしまう危険性があるというのだ。事実、歌志内では別のプロジェ

クトでガスタービンを使用していたが、日立金属が劣化を心配して蒸気タービンに交換したことがある。

Geoplasma社では、この件について、前処理を行うことで腐食性のガスの濃度は安全な数値まで下がるだろうとしている。「セントルシーに建設予定のプラズマ施設では、その規模の大きさから、このような問題を避けるため、さらに高度な技術への投資も可能だ」とHillestadは語る。

地方自治体の受注に入札する際、ゴミ処理にプラズマ技術を使用している企業は他のゴミ処理方法と競争しなければならない。競争相手のゴミ処理技術もまた、ゴミをエネルギーに変えることや、汚染の危険性の低さを約束する。セントルシーの固形廃棄物責任者Ron Robertsは「我々は、焼却施設、嫌気性消化、ガス化、プラズマアークによるガス化、バイオリクターなど、埋め立ての代わりになるゴミ処理方法について検討した」と話した。6000枚に及ぶ報告書を総合した結果、都市固形廃棄物の処理方法で埋め立てに取って代わることを立証された方法は1つしかないと結論づけられた。「プラズマアークによるガス化がその方法だ」とRobertsは話す。

セントルシーの決断において、重要課題となったのは埋め立て地をなくすという点であった。またGeoplasma社にとっても、この施設計画を進めるためには、埋め立て地から十分な量のゴミの回収が保障されることが必須条件だった。実際、埋め立て地のゴミがすべて処理されてしまえば、ゴミの量しだいでは、会社も施設を閉鎖せざるを得ないだろう。しかし、それまでにはセントルシーの施設建設にかかった投資金は回収できてははずだ。Geoplasma社がハワイでの建設を見送ったのもゴミの量が足りないという理由からで、地方自治体が保障できた1日あたりのゴミの量は300トンのみであった。「このゴミの量では、既にある焼却施設の料金に対抗するのはむずかしい」とHillestadはいう。

埋め立て地は見た目にも悪く、それをなくすことに反対する人は少ないものの、環境保護グループでは、合成ガス中の微量の汚染物質を警戒している。カリフォルニアを拠点に置くGreenaction for Health and Environmental Justiceでは、都市固形廃棄物を加熱変化させる方法をまとめた2006年の報告書の中で、プラズマアークやその他の高温ガス化技術のことを「変装した焼却施設」とよんでいる。

歌志内市の施設では、地方自治体の監査がまだ残ってはいるものの、日本の厳しい環境基準をクリアしたと述べている。しかしながら、重慶は技術が世界に広がるという見方には懐疑的で、「海外から多くの人が施設見学にくるが、実際に建設されたとは聞いたことがない」という。対照的に、エコバレー歌志内を見学したRobertsは「でき過ぎた話だ」というような心配はしていない。なぜなら、実際に稼働している施設を見てきたのだから」と自信をみせた。そして「もちろん我々としては、Geoplasma社の経済面での方程式に間違いがないことを願う」と付け加えた。その是非は、セントルシーの施設で試されることになる。■

David Cyranoski は Nature のアジア特派員。