

# 知多地域における廃棄物系バイオマスのメタン醗酵

藤澤 寿郎・笠倉 忠夫 (名古屋産業科学研究所 上席研究員)

## 1. はじめに

持続可能な社会を目指して、世界的に再生可能エネルギーの活用が求められている。我が国では 2002 年「バイオマスニッポン総合戦略」が閣議決定され、バイオマスからの再生エネルギー創出の気運が高まり、殊に廃棄物系バイオマスのメタン醗酵によるメタンガス製造が注目されるようになった。

一方、愛知県は国のバイオマス戦略に呼応して未利用資源を活用して新たな資源やエネルギーに変換し地域内で循環利用する新たな社会システムを目指す「あいちゼロエミッション構想」を打ち出した。そしてこの構想の具体的なテーマの一つとして、愛知県知多地域内での廃棄物系バイオマスのメタン醗酵事業の可能性調査が選定され、実施された。著者らはこの調査を受託し検討を行ったが、同時にこれまでに知多地域における廃棄物系バイオマスメタン醗酵については各省庁のテーマとして複数の調査検討を行い、(財)名古屋産業科学研究所を通して報告書を提出している<sup>1)～3)</sup>。そこで、本文ではこれまでの調査結果と今回の調査結果とを総括して、愛知県知多地域における廃棄物系バイオマスのメタン醗酵の評価を行った。何れの調査においても取り上げた廃棄物系バイオマスは、下水汚泥、家畜排泄物及び生ごみ(産業廃棄物中の動植物性残渣を含む)の三種類であるが、知多地域においてメタン醗酵すべきバイオマスは下水汚泥と生ごみであるが、生ごみは出来る限り下水汚泥メタン醗酵の増熱材として用いるべきであり、一方当地域において家畜排泄物は従来の堆肥化処理が適しており、余剰堆肥については固形燃料等での利用を考えるべきであるという結論を得た。

## 2. 知多地域の地勢と特徴

愛知県西部で名古屋南部の伊勢湾に突き出した半島が知多半島(図-1)であり、本文ではこの半島全域を「知多地域」と称している。この半島は先端部が中世代の師崎層群と言われるやや起伏の大きい山地から出来ているが、半島の大部分は矢張り中世代の常滑層群と言われる地層上に広がったなだらかな丘陵地帯から成り立っている。知多地域は東海、大府、知多、半田、常滑の 5 市と東浦、阿久比、武豊、美浜、南知多の 5 町の合計 10 の自治体から構成され、総面積 382km<sup>2</sup>そして人口 62.3 万人の地域である。表-1 に地域内各自治体の製造業、農業及び畜産業の出荷額データを纏めた。

表-1 ; 知多地域各自治体の面積・人口と出荷額比較

	製造品出荷額 (億円/年)	農業出荷額 (億円/年)	畜産出荷額 (億円/年)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (千人)
東海市	14,175	39.7	2.4	43.4	111.2
大府市	7,812	34.3	11.8	33.7	86.9
知多市	9,169	23.5	1.3	45.8	85.8
半田市	7,087	76.4	65.4	47.2	119.8
常滑市	1,541	46.3	26.8	55.6	56.8
東浦町	2,014	32.6	13.8	22.4	50.6
阿久比町	418	25.5	12.6	23.9	26.6
武豊町	4,178	28.1	17.8	25.8	42.6
美浜町	550	46.2	25.2	46.4	23.2
南知多町	195	46.0	14.2	38.2	19.7
合計	47,139	398.6	191.3	382.4	622.7

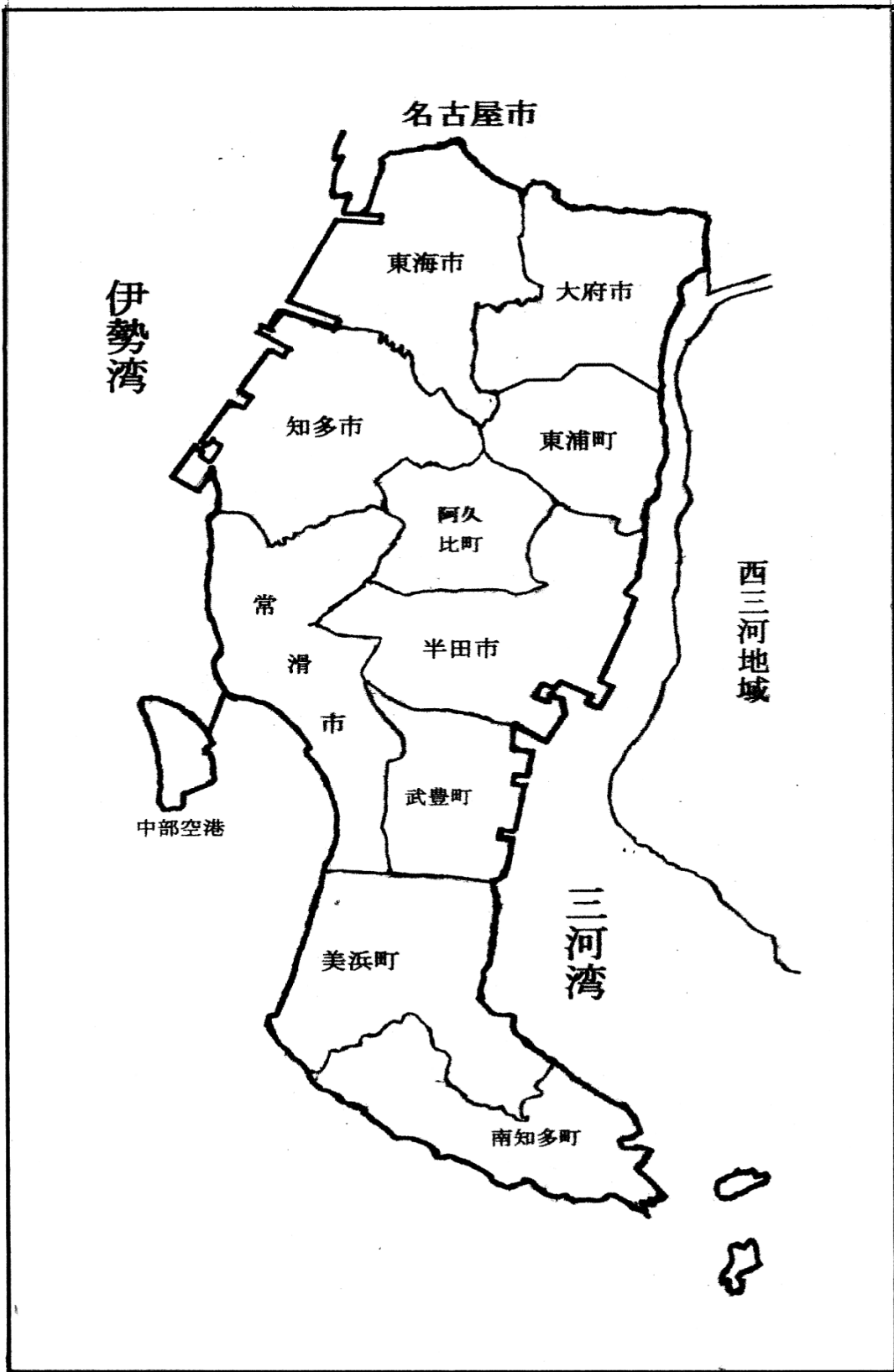


図-1 ; 知多地域の概要図と各自治体区画割り図

表一を見ても、東海市が他に抜きん出た高額な製造品出荷額を示しているが、同市伊勢湾側に新日本製鉄の製鉄所を始めとする大工業団地が存在するため、東海市は工業生産都市と位置付けられよう。伊勢湾側でこの工業団地に連なる知多市は東海市に次ぐ製造品出荷額を示しているが、この市は市域内に多くの住宅団地が造成されており、この市の特性はベッドタウンというべきである。因みに、同市の全人口に対する昼間流出人口が77%にも達しており、この市は明らかにベッドタウンと言うべきであろう。

大府市は、地理的には知多地域に属するが、産業面では自動車等三河地域の産業に繋がっている。同じ三河湾沿いの東浦町も製造業は自動車産業関連が多いが、この町はむしろブドウ、イチゴなどの園芸作物に特徴がある。知多地域で唯一の内陸自治体である阿久比町は嘗ては田園風景の広がる農村地帯であったが、近年では住宅団地が作られベッドタウン化が進んでいる。

知多地域の中心地半田市の三河湾沿いには武豊町に架けて工業地帯が連なっており、両自治体の製造品出荷額を押し上げている。しかし半田市の特性は地域内で最も高い農業出荷額と畜産出荷額を示している事である。当地域は県内で渥美地域に次ぐ畜産業の盛んな地域で半田市はその中心地なのである。常滑市は近年中部国際空港の所在地として知名度が高まっているが、元来この地は常滑焼の町として知られていた。現在では空港に隣接する、りんくう町には「あいち臨空新エネルギー実証研究エリア」があり、新エネルギーに関わる各種の実証研究が行われている。

半島先端部に位置する美浜町と南知多町はいずれも観光と漁業の町であるが、南知多町の漁獲高は愛知県一を誇っている。

以上の通り、一括りに知多地域と言っても各自治体はそれぞれ異なったユニークな特色を有しており、バラエティに富んだ大変興味深い地域である。

### 3. 知多地域で発生する廃棄物系バイオマス

知多地域でメタン醗酵対象となる廃棄物系バイオマスとしては下記4種類が挙げられる；

下水汚泥、家畜排泄物、生ごみ(産業廃棄物中の動植物性残渣も含む)、浄化槽等の汚泥

都市型の地域では一般に下水汚泥と生ごみがメタン醗酵対象廃棄物であるが、知多地域では家畜排泄物も対象廃棄物に入ることが大きな特徴である。又、下水道の普及していない地帯では浄化槽やし尿処理装置などが設置されているが、これらから発生する排水は高度処理をするために地区別に4カ所の集中処理施設に集められ処理される。本文ではこれらから発生する浄化槽等汚泥は下水汚泥に含めて評価する。

#### 3. 1. 下水汚泥の発生量と現状の処理

知多地域で現在稼働中の下水道は県営の衣浦西部流域下水道(集水域；知多市北部地区、東浦町、阿久比町、半田市及び武豊町)と東海市、知多市南部及び常滑市の3公共下水道である。大府市には下水道はあるが、集水した下水は県営境川流域下水処理場に送水しているため、当地域の下水道としては除外した。

表一 2；知多地域の下水処理場での汚泥発生量とその処理状況

		衣浦西部浄化センター浄化	東海市下水浄化センター	知多市南部下水浄化センター	常滑市下水浄化センター
汚水量	日平均 m <sup>3</sup> /d	50,657	18,927	19,200	4,979
	年間 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /y	18,489	6,908	7,265	1,817
汚泥量	発生 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /y	1,300	282.5	190.5	43.8
	濃縮 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /y	260.0	51.6	38.1	8.8
汚泥消化		—	—	中温消化	—
汚泥最終処理		脱水—焼却	脱水セメント化	脱水—焼却	脱水セメント化

表のデータは何れも各自自治体の担当からヒアリングしたものであるが、衣浦西部及び知多市の濃縮汚泥量については単位汚泥量当たりのメタンガス発生量を推定する上から水分95%に換算した量である。

一方、下水道以外の浄化槽等の汚泥については、各施設で発表している脱水ケーキ量（水分80%想定）データより水分濃度95%の濃縮汚泥量を推定して表-3にまとめた。

表-3；知多地域の浄化槽等での汚泥発生量とその処理状況

	東部知多 浄化センター	中部知多 し尿処理施設	西知多 衛生センター	知多南部 クリーンセンター
対象自治体	大府市，豊明市 東浦町，阿久比町	半田市，常滑市 武豊町	東海市，知多市	美浜町， 南知多町
処理能力 t/d	200	220	100	77
濃縮汚泥量 m <sup>3</sup> /y	5,280	9,900	4,690	5,460
脱水ケーキ量 t/y	1,319	2,477	1,173	1,366
汚泥処理	脱水	脱水-焼却	脱水乾燥-焼却	脱水-焼却

表-2及び3から、知多地域ではメタン醗酵の対象となる汚水処理の濃縮汚泥(95%換算)が下水処理から358,500 m<sup>3</sup>/y、浄化槽等から25,300 m<sup>3</sup>/y、合わせて383,800 m<sup>3</sup>/y前後発生している事が分かる。

### 3. 2. 家畜排泄物の発生量と現状の処理

知多地域ではかなり古い時代から半田市に於いて牛乳生産を目的に乳牛を主とした酪農が行われて来た。現在では飼育種も多様化し、畜産業が半田市以外にも広がり、県内有数の酪農地帯となっている。表-4に地元の「環デザイン知多協同組合」が纏めた知多地域における家畜排泄物発生量データを示す。これらの中でメタン醗酵の対象となる排泄物は牛及び豚の排泄物であり、それぞれの排出量は30万t/y及び10万t/yの計40万t/yである。

表-4；知多地域の家畜排泄物に関するデータ

	乳牛(t/y)	肉牛(t/y)	豚(t/y)	鶏他(t/y)
東海市	1,774	—	548	3,444
大府市	19,546	9,271	7,041	11,628
知多市	1,150	—	—	1,524
半田市	90,581	49,968	18,393	29,046
常滑市	10,348	2,212	11,607	82,715
東浦町	2,200	10,366	11,191	4,539
阿久比町	19,053	2,427	—	10,098
武豊町	19,874	7,702	—	10,147
美浜町	17,721	9,731	24,979	11,870
南知多町	17,247	8,760	24,090	—
合計	199,494	100,437	97,849	145,522

### 3. 3. 生ごみの発生量の推定

食品廃棄物を主体とする生ごみは、一般廃棄物及び産業廃棄物として排出される。これらの内一般廃棄物中に排出される生ごみについては、愛知県の纏めた一般廃棄物排出量のデータ（平成23年度愛知県

一般廃棄物処理事業実態調査)を用いて、一般廃棄物中生ごみ平均比率を集収ごみ可燃物中の37.5% (一般に言われる35～40%の中間値)として発生量を求め表-5に示した。

表-5 ; 知多地域で発生する一般廃棄物中の生ごみ量

	可燃性ごみ量 t/y	生ごみ量 t/y
東海市	25,307	9,490
大府市	18,814	7,055
知多市	18,678	7,004
半田市	27,901	10,463
常滑市	16,061	6,023
東浦町	11,223	4,209
阿久比町	6,414	2,405
武豊町	9,834	3,688
美浜町	7,320	2,745
南知多町	7,852	2,944
合計	149,404	56,026

一方、事業所等から排出される産業廃棄物は愛知県産業廃棄物協会尾張南部に所属する業者(48社)が収集運搬を行い処理業者に引き渡すが、当地域の処理許可業者は9社である。ただし、産業廃棄物の場合、業者の業務範囲は地域や自治体に関係なく行われるので、地域での発生量を把握することが難しい。そこで知多地域の動植物性残渣の発生量を愛知県の平成22年度データ；動植物性残渣161,000t/yを知多地域の県に対する人口比で按分して、動植物性残渣13,500t/y、と求めた。一方、これらの産業廃棄物中に含有される比率が一般廃棄物中の生ごみ含有比率と同じと仮定して推定を行って見ると、知多地域の生ごみ比率は県全体(675,294t/y)の約8%であるので、この値からは動植物残渣12,900t/yと上記に近似した値が得られる。従って、本文では知多地域に於ける動植物残渣の発生量を13,000t/yと推定した。

尚、メタン醗酵原料として植物性廃油が優れていると言われるが、現在植物性廃油は再利用の需要が多く、産業廃棄物から除外されており本文ではメタン醗酵原料としては取り上げない。

## 4. 廃棄物系バイオマスのメタン醗酵

### 4. 1. 下水汚泥の消化(メタン醗酵)

#### 4. 1. 1 下水汚泥消化の経緯

我が国で最初にメタン醗酵施設を採り入れたのは下水処理場であった。大正の末から昭和の初期に掛けて東京を始めとして全国の6都市で下水処理が始められたが、これらの処理場では汚泥の減量化と安定化を目的に消化(下水分野ではメタン醗酵を消化と呼ぶ)が行われた。昭和30年代後半になって全国的に下水道建設が行われるようになると、汚泥処理は迅速性と徹底的な減量化が求められ、消化を行わず当時開発されたばかりの機械脱水と焼却が殆どの処理場で採用され、この状況が40年以上続いて来た。

今世紀に入り地球温暖化問題のクローズアップに伴い、下水汚泥消化が生み出す再生可能エネルギー(メタンガス)に注目が集まり、下水汚泥消化が見直されている。ただし、下水汚泥は水分95%前後の濃縮汚泥の状態では消化されるが、単位処理当たりのガス発生量が10～15m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>と低いので後述するように、(財)下水道新技術推進機構によって単位ガス発生量の高い生ごみ等の受け入れが奨励されている<sup>4)</sup>。

#### 4. 1. 2. 知多地域での下水汚泥消化

知多地域の下水汚泥とその処理状況は表-2 に示した通りであるが、この地域では知多南部浄化センターが 1983 年の操業当初から消化を採用している。当浄化センターのデータによれば 66,000m<sup>3</sup>/y 前後の濃縮汚泥を消化し平均ガス発生量は 530,000m<sup>3</sup>/y を得ている。ただし、この発生率はかなり低いものであり、汚泥濃度の低いことや冬季の汚泥温度の管理などに原因があると思われる。又、ガスの利用先も消化槽の加温と脱水ケーキ乾燥に使用するのみで、余剰はフレアスタックで燃焼処分している。このような状況は創建当初の目論見は達成されてはいるであろうが、現在の視点からは再生可能エネルギーとしてより効果的な利用法を模索すべきと考える。

東海市は下水道普及率が 70%を超えて、浄化センターでは知多市南部浄化センターに略匹敵する下水処理量である。現在消化についての具体的な動きは無いが、伊勢湾岸の知多市、常滑市等との広域消化のアイデアもあり是非具体的な検討を行うべきである。

愛知県衣浦西部流域下水道の処理場である衣浦西部浄化センターは知多地域で最も大きな下水処理場である。現有の処理能力は 65,600m<sup>3</sup>/d であるのに対して、処理区域内の人口普及率は約 80%であり、今後大きく伸びる事は予測されておらず、表-2 の汚泥量も大きく変化することは無いと考えられる。

#### 4. 1. 3. 知多地域の下水汚泥消化ガスの発電

バイオマスの消化ガス(CH<sub>4</sub> 60% CO<sub>2</sub> 40%)の利用法としては直接燃料として、或いは発電して電力として利用するなど幾つかの選択肢があるが、最も使い勝手が良く融通性のある方法は電力利用であろう。従って本文では、何れのバイオマスも醗酵ガスは発電して電力として活用するものとする。

知多地域に賦存する下水汚泥(濃縮)の消化ガスを発電した場合の発電量を表-6 にまとめた。一方、知多地域の 4 箇所の浄化槽等処理汚泥をメタン醗酵-発電した場合のデータは表-7 に示す。発電量算出条件は、ガス発生量を先の(財)下水道新技術推進機構が示した水分 95%の単位汚泥当り 15Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>、ガスエンジンによる電力発生量をガス発熱量 23.1MJ/Nm<sup>3</sup>、発電効率 32%で 2kWh/Nm<sup>3</sup>とした。

表-6 ; 知多地域の下水汚泥消化による発電データ

	衣浦西部	東海市	知多市南部	常滑市
濃縮汚泥量 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /y	260.0	51.6	38.1	8.8
ガス発生量 10 <sup>3</sup> N m <sup>3</sup> /y	3,900	774	572	132
電力換算量 GWh/y	7.80	1.55	1.14	0.26

表-7 ; 知多地域の浄化槽等汚泥メタン醗酵による発電データ

	東部知多 浄化センター	中部知多 し尿処理施設	西知多 衛生センター	知多南部 クリーンセンター
濃縮汚泥量 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /y	5.28	9.90	4.69	5.46
ガス発生量 10 <sup>3</sup> N m <sup>3</sup> /y	79.2	148.5	70.4	81.9
電力換算量 GWh/y	0.16	0.30	0.14	0.16

これらの表から当地域においては下水及び浄化槽等の汚泥にはメタン醗酵-発電を通し 11.5GWh/y という電力量が潜在している事が分かる。そしてこの電力は再生可能エネルギーであり、中部電力の CO<sub>2</sub> 排出原単位 0.516kg CO<sub>2</sub>/kWh から 5,930t/y の CO<sub>2</sub>削減に寄与することが分かる。

現在、我が国では生活排水等の処理は各自治体が行う公共事業である。従って、「バイオマスニッポン総合戦略」の主旨からも下水処理や浄化槽等から排出される廃棄物系バイオマスである汚泥からのエネルギー産出であるメタン醗酵は当然自治体として取り組むべきテーマである。ただし、これらは何れも水分

95%程度の濃縮汚泥を原料とするため、醗酵槽への単位投入量当たりのガス発生量が  $15\text{Nm}^3/\text{m}^3$  前後とかなり低く、経済性を考慮すれば発生量の改善が必要であり、その改善策としては先の(財)下水道新技術推進機構が推奨する単位量当たりのガス発生量の高いバイオマス(生ごみ等)との混合醗酵が適しているよう。

浄化槽等汚泥のメタン醗酵は以前から全国的に各所で実施されてきており、近隣では北名古屋市の鴨田エコパークの例がある。このケースでは浄化槽汚泥  $2.5\text{t/d}$  と生ごみ  $2.5\text{t/d}$  を原料として高温醗酵を行い、 $15 \sim 20$  万  $\text{kWh/y}$  の電力を得ているが、経済的負担は極めて大きいと言わざるを得ない。他のケースにおいても事情は同じであると考えられるが、採用の可否は自治体側の判断に任せざるを得ない。

## 4. 2. 家畜排泄物のメタン醗酵

### 4. 2. 1. 知多地域における家畜排泄物メタン醗酵の経緯

家畜排泄物は国内で最も多量に排出される産業廃棄物で国の発表するデータでは年間約 8,700 万  $\text{t/y}$  排出され、その 90%以上が堆肥として再利用していると報告されている。このような状況下で家畜排泄物のメタン醗酵をどの様に位置付けて行くべきであろうか。

羽賀<sup>5)</sup>は我が国における家畜排泄物のメタン醗酵は過去 2 回ブームがあったと述べている。1950 年から 60 年代にかけて農村において新しいエネルギー生産技術として注目を集めたが、安価な化石燃料の普及によりメタン醗酵は使われなくなった。2 回目は 1970 年代と 80 年代のエネルギー危機によって再びメタン醗酵が注目されたが、この時もエネルギー事情の好転でブームは終焉している。しかし、今回は地球環境問題に関わりを持つ再生エネルギー生産という、より根本的な提案であり、現在全国的な畜産地では多様な展開を見せている。

愛知県でも主要畜産地帯の中心地である田原市<sup>6)</sup> や半田市<sup>7)</sup> が家畜排泄物のメタン醗酵事業について調査を行っている。しかし、後述する事情によって何れの市においても家畜排泄物のメタン醗酵事業を採用していない。

### 4. 2. 2. 知多地域での家畜排泄物メタン醗酵とガス発電

知多地域において家畜排泄物のメタン醗酵を行った実績は過去に 1 箇所存在したが、現在では廃業している。今後の展開についても、後の評価の項で述べるが、有望な見通しは立て難い。ここではエネルギーとしての潜在量を把握する目的で地域の家畜排泄物全量をメタン醗酵-発電した場合の試算を行い、結果を表-8 に示す。ただし、鶏糞については高価な肥料として販売されている事や水分が低く燃料としてもニーズがあることから、メタン醗酵原料からは外した。

表-8 ; 知多地域での家畜排泄物のメタン醗酵と発電データ

		乳 牛	肉 牛	豚
排泄物発生量	$10^3\text{t/y}$	199.5	100.4	97.8
ガス発生原単位	$\text{Nm}^3/\text{t}$	15	25	30
発生ガス量	$10^3\text{Nm}^3/\text{y}$	2,990	2,510	2,940
電力換算量	$\text{GWh/y}$	5.98	5.02	5.87

表より知多地域において家畜排泄物のメタン醗酵を行うならば、生成されるメタンガスの発電により潜在量としての電力量が  $16.9\text{GWh/y}$  存在していることになり、同時にそれに伴う  $\text{CO}_2$  削減量は  $8,780\text{t/y}$  となることから分かる。これらの値は、下水及び浄化槽等汚泥のメタン醗酵-発電に比較して約 1.5 倍に相当する再生可能エネルギー量となる。これらの値は当地域において最も大きな潜在量であるが、当地域における家畜業はいずれも民間企業、しかもその多くが個人経営であり、莫大な投資や発電等の技術管理が行い得るかなど起業化に対して課題が多いことが懸念される。

### 4. 3. 生ごみのメタン醱酵

#### 4. 3. 1. 生ごみメタン醱酵の動向

一般廃棄物中に含まれる生ごみは排出量当たりのVS(揮発性物質)含有量が高く、単位量当たりのガス発生量も多くメタン醱酵に適した原料である。ただし、一般廃棄物の生ごみは通常他の廃棄物と混合して排出されるので生ごみを利用する場合生ごみを他のごみと如何にして分離するかが課題となる。生ごみを排出者が他のごみと分別排出する方法が最も簡便な方法であるが、これに対しては分別の煩雑さを嫌って住民反対が強いと言われている。生ごみの分別排出の代替法として、横須賀市は一括収集された一般廃棄物中から生ごみを処理場に於いて機械的に選別する実証実験を行った。横須賀市は3年半に渉る実験結果より、事業評価として経済性を含めて実用化は可能との結論を報告している<sup>8)</sup>。この成果は未だ実用化はされていないが、生ごみメタン醱酵を実施する上での一つの方法ではあろう。

しかし、地球環境問題に対応する再生可能エネルギーを得るためには生ごみを分別排出する程度の住民の自覚は是非必要であろう。例えば、長岡市(人口28万人)は分別排出による生ごみのメタン醱酵一発電事業を決定し、既に施設の建設に入り平成25年度中には操業に入るとされている。この施設は年間2万トン(55t/d)の生ごみをメタン醱酵し、年間410万kWhの電力をえるという。一方、醱酵残渣は固体燃料として100円/kgで売却される。事業はPFIにより実施されるが、施設建設費が19億円、15年間の運営費が28億円とされている。

#### 4. 3. 2. 知多地域での生ごみのメタン醱酵とガス発電

知多地域の各自治体の生ごみ量(表-5)から生ごみ中のVS量を求め、メタン醱酵による発生ガス量及びガス発電による発電量を算出する。ただし、生ごみ中のVS量及びガス発生比率は先の下水道新技術推進機構のデータより、それぞれ16%及び0.74Nm<sup>3</sup>/VSkgとした。又、表中には産業廃棄物中の動植物残渣のデータも加えた。

表-9 ; 知多地域での生ごみのメタン醱酵と発電データ

	生ごみ VS 量 t/y	ガス発生量 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /y	電力換算量 GWh/y
東海市	1,518	1,123.3	2.25
大府市	1,129	835.5	1.67
知多市	1,121	829.5	1.66
半田市	1,674	1,238.7	2.48
常滑市	964	713.4	1.43
東浦町	673	498.0	1.00
阿久比町	385	284.9	0.57
武豊町	590	436.6	0.87
美浜町	439	324.9	0.65
南知多町	471	348.5	0.70
動植物残渣	2,080	1,539.2	3.08

上記の表より、知多地域において排出される産業廃棄物中の動植物残渣を含めた生ごみを全量メタン醱酵しガス発電を行えば、16.4 GWh/yの電力が得られ、8,460t/yのCO<sub>2</sub>削減が可能となる事が分かった。これらの値は家畜排泄物をメタン醱酵一発電した場合の値に略匹敵するものである。

知多地域の民間企業で自社の食品廃棄物をメタン醱酵している例として、東海市のコカコーラ東海工場を挙げる事が出来る。同社は排水処理汚泥、コーヒー粕、茶粕 19.6t/d(7,120t/y)を高温メタン醱酵し、発生ガスを6kW ガスエンジンで発電し、その他は燃料として有効利用している。このメタン醱酵により産業廃棄物の削減効果が年間6,400万円、バイオガス回収メリットが年間900万円、年間合計7,000万円以



上の利益が生み出されていると発表されている(片岡直明他；エバラ時報<sup>9)</sup>。

## 5. 知多地域での廃棄物系バイオマスのメタン醗酵－発電事業の評価

知多地域で排出される3種類の廃棄物系バイオマスについて、これらをそれぞれ全量メタン醗酵し生成するメタンガスを用いて発電した場合、どの程度の潜在的な電力量が得られるかを試算しその結果を表10に示した。

表10；知多地域における廃棄物系バイオマスのメタン醗酵ガスによる発電量

		下水及び 浄化槽等の汚泥	家畜排泄物	生ごみ 動植物性残渣	合計
賦存量	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> or t/y	383.8	397.7	11.04	—
発生ガス量	10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> /y	5,758	8,440	8,172	22,370
電力量	GWh/y	11.52	16.88	16.34	44.74

上表から知多地域ではメタン醗酵－発電することによって、年間約45GWhの電力を生み出す廃棄物系バイオマスが排出されている。現在、愛知県の年間電力消費量は500～600億kWh前後とされており、これを人口比率で知多地域の消費量を求めると年間約45億kWh(4,500GWh)と想定される。従って、廃棄物系バイオマスの潜在的ポテンシャルは消費量の1%前後と言うことになるが、この値をどの様に理解すべきかは議論の分かれる所である。しかも、この地域において廃棄物系バイオマスのメタン醗酵－発電を実際に顕在化し事業化し得る数は、事業採算性などを考慮すると限られて来ると予測される。具体的に当地域においてメタン醗酵をどの様に評価するかをバイオマス毎にまとめて見よう。

下水汚泥の消化は古い歴史を持つが、下水道普及が行われるようになったこの40年間その採用が全く無かった。しかし「バイオマスニッポン総合戦略」が策定されて、下水道施設という公共施設はその施設を積極的に有効活用し、カーボンニュートラルなバイオマス利用の推進を計るべきであるとされ、いま全国的に下水消化が見直されている。ただし、下水汚泥のメタン発生量は低く(95%濃縮汚泥で15m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>程度)、(財)下水道新技術推進機構は先に述べた「下水処理場へのバイオマス(生ごみ等)受け入れの手引き」によって生成ガスの増熱策を推奨している。この様な提案を充分考慮して、知多地域においても下水汚泥の消化は積極的に推進すべきであると考えらる。

生ごみのメタン醗酵は効率が良く、メタン醗酵に適したバイオマスである。ただし自治体単位で考えた場合、その量は少なく単独で施設を建設するのは経済的に不利であり、幾つかの自治体で共同処理をすることなどが必要である。しかし、生ごみの最も適したメタン醗酵法は下水処理場での下水汚泥との共同醗酵である。上記の手引きに幾つかの共同処理のケースが記載されているが、下水処理と廃棄物処理を合算した経費は共同処理によって削減されることが明らかにされており、知多地域も同様な方法で生ごみメタン醗酵を考えて行くべきである。

今回のメタン醗酵ブームでも家畜排泄物のメタン醗酵が最も大きな話題となり、知多地域においても検討が行われた事は先に記した通りである。著者らも先に記した補助金研究において知多地域の家畜は排泄物のメタン醗酵についての調査研究も行ったが、当地域に於いては家畜排泄物のメタン醗酵は不適當であるというものである。その結論については文献3)に詳しいが、主な理由はその経済性にあり、経済性を損なう原因はメタン醗酵処理後の分離液の処理にある。従来の家畜排泄物のメタン醗酵では分離液は液肥等で処分する事で経済性が成り立っていたが、当地域では液肥処分が出来ず、分離液は水処理をせざるを得ない。そしてこの水処理が大きな経済的負担となり、当地で家畜排泄物のメタン醗酵を損なう大きな要因

となっている。現在、当地においては家畜排泄物はその殆どが堆肥化によって処分されている。ただし、堆肥需要の端境期があり余剰堆肥の問題があるが、これについては固形燃料化の実用化検討が進められており、問題解消の目途も付いている。つまり、当地域では家畜排泄物のメタン発酵は不適當であり、従来通りの堆肥化とその合理的利用を進めて行くべきであると考ええる。

## 6. まとめ

愛知県知多地域は、それぞれ特有の性格を持つ10の自治体(5市5町)から構成されているが、そこから排出される3種類の廃棄物系バイオマスはメタン発酵-発電によって年間約45GWhの電力(CO<sub>2</sub>削減量; 23,200t/y)を生み出すポテンシャルを有している。ただし、当地域では家畜排泄物のメタン発酵は廃液処理によって経済性が損なわれ、メタン発酵することは不適當である。従って、当地域でメタン発酵すべき廃棄物系バイオマスは主として自治体が処理分担する下水汚泥及び生ごみであって、今後これらのメタン発酵実現に向けて努力して行くべきである。

### <参考文献>

- 1) (財)名古屋産業科学研究所;「非加水発酵技術の農商工連携による畜産バイオマス地域内循環システムの実証」成果報告書、平成22年3月  
(平成20年度経済産業省、低炭素社会に向けた技術シーズ発掘・社会システム実証モデル事業)
- 2) (財)名古屋産業科学研究所;「チャレンジ25地域づくり事業」、報告書、平成23年3月  
(平成22年度環境省総合環境政策委託事業)
- 3) (財)名古屋産業科学研究所;「地域のバイオマス関連特許・知見による知多半島エリアのバイオマス資源の地域内循環構築のための事業化可能性調査」、平成24年3月  
(平成23年度農林水産省、緑と水の環境技術革命プロジェクト事業;事業化可能性調査)
- 4) (財)下水道新技術推進機構;「下水処理場へのバイオマス(生ごみ等)受け入れの手引き」2010年3月
- 5) 羽賀清典;廃棄物学会誌、Vol.19, No.6, p257, 2008
- 6) テスコ(株);「田原市バイオガスの燃料化及び燃料供給システムのビジネスモデルの作成報告書」、平成19年3月
- 7) 半田市;半田市地域新エネルギービジョン策定等事業「バイオマスエネルギー(畜産等廃棄物)詳細ビジョン策定調査報告書」、平成16年2月
- 8) 浅野悟 他;都市と清掃、Vol.9, No.271, p228, 2006
- 9) 片岡直明 他;エバラ時報、N0.212, p3, 2006/7