

越前町における集約バイオマスメタン発酵の経済性検討*

高島 正信^{*1}Economical Evaluation of Integrated Methane Fermentation System
of Waste Biomass in Echizen TownMasanobu TAKASHIMA^{*1}^{*1} Faculty of Engineering, Department of Architecture and Civil Engineering

The economic feasibility of an integrated methane fermentation facility was investigated by applying the Ishikawa model cost function to Echizen Town, where many treatment facilities exist after the merger of towns and villages. It was found that sludge alone is economically disadvantageous, but the addition of the entire amount of food waste generated can be economically advantageous. On the other hand, when processing 30% of the food waste, the costs for the existing facilities were same as those for the integrated Ishikawa model. Since food waste is often incinerated as combustible waste, a future challenge is how to collect it. Other biomass such as fishery waste, pruned branches and mowed grass should also be considered as targets for methane fermentation.

Key Words : Biomass integration, Echizen town, Economic evaluation, Methane fermentation,

1. はじめに

越前町は、人口 19,822 人、面積 153.15 km² で、特産品として越前焼、越前水仙、越前がに、越前がれい、鯖へしこ、宮崎たけのこ、織田とうふ、観光名所として剣神社、福井県陶芸館、玉川洞窟観音、越前岬、越前焼の館、越前町織田文化歴史館、越前岬水仙ランドなどがある⁽¹⁾。平成 17 年に、旧朝日町・旧宮崎村・旧越前町・旧織田町の 4 町村が合併し、新生“越前町”として誕生した。4 町村とも人口が分散している地域であることから、合併後の町内に小規模生活排水処理施設が多数点在する状況にある。

一方、石川県鹿島郡にある中能登町では、近隣のバイオマスを集約した高濃度メタン発酵施設（以後、メタン活用いしかわモデルと呼ぶ）が 2017 年より本格稼働している。発生した消化ガスは、発電や加温・乾燥に有効利用されている。また、処理残渣の消化汚泥は、肥料として地域住民へ還元されている。わが国では、2050 年をめどに地球温暖化ガス実質排出量ゼロの目標が掲げられており、メタン発酵はそういった方向に合致する処理プロセスである。

本研究では、バイオマスの集約・高濃度メタン発酵が越前町において経済的に有効であるかどうかを、メタン活用いしかわモデルを基にして検討することとした。

2. メタン活用いしかわモデル

Fig. 1 に示す中能登町メタン発酵施設は、鹿島中部クリーンセンター内に建設された。クリーンセンターで発生する下水汚泥に加え、町内の他処理施設で発生する下水脱水汚泥、集排脱水汚泥、し尿汚泥、浄化槽汚泥と工場等から発生する生ごみ、食品廃棄物といった地域バイオマスを集約して処理する。これらを混合後、濃度を 10% 程度に調整してからメタン発酵槽に投入することによって、発酵槽の小型化が可能となる。発生した消化ガスは

* 原稿受付 2024 年 4 月 30 日

^{*1} 工学部 建築土木工学科

E-mail: takasima@fukui-ut.ac.jp

ガス発電設備により発電し、メタン発酵後の汚泥は発電余熱を用いて乾燥し、肥料として農地に還元する。発生した電力は再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）を活用して売電することによって、低コストのメタン発酵システムを実現している。

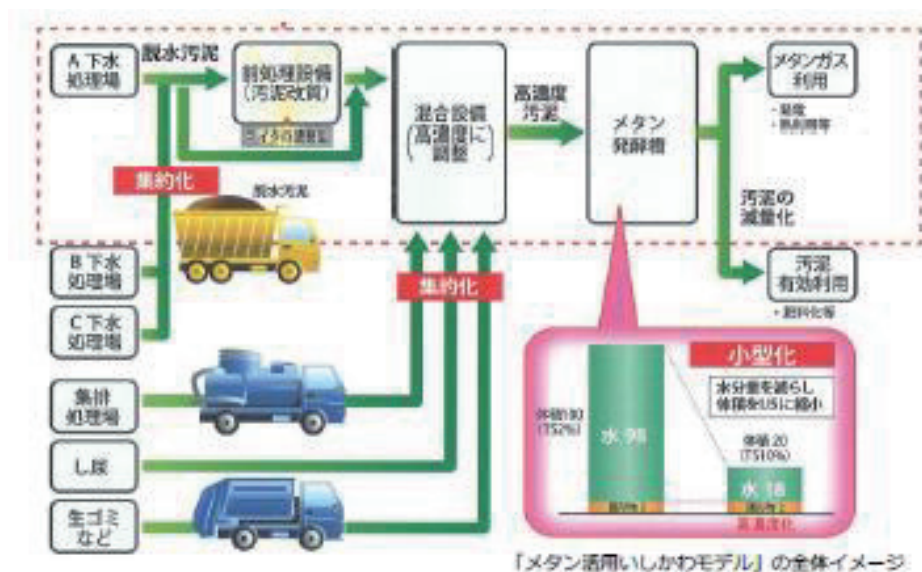


Fig. 1 Methane fermentation facility in Nakanoto Town⁽²⁾

3. 越前町の下水道等処理施設

越前町における公共下水道、特定環境保全公共下水道、農業集落排水、漁業集落排水および小規模集合排水の施設数等を Table 1 に整理し、Fig. 2 に場所を示す。処理施設の数はい計 14 あり、汚水処理人口普及率は 95%以上に達する。

4. 検証方法と結果・考察

4.1 メタン活用いしかわモデルによる計算

越前町における発生汚泥量は、Table 2 のように推定した。越前町にある全処理施設を対象にしたが、各処理施設の詳細が入手できなかったため、比較的規模の大きい公共下水道は織田浄化センター、比較的規模の小さい他種の施設は農業集落排水の玉川処理場を汚泥発生量の基準として計算した。

Table 1 Domestic sewerage treatment facilities in Echizen town⁽³⁾

Type of facility	No. of facility	Population (person)
Public sewerage	2	10,734
Specified environmental conservation public sewerage	1	1,796
Agricultural area domestic sewerage	8	2,972
Fisheries area domestic sewerage	2	3,657
Small-scale collective sewerage	1	21
Total	14	19,180

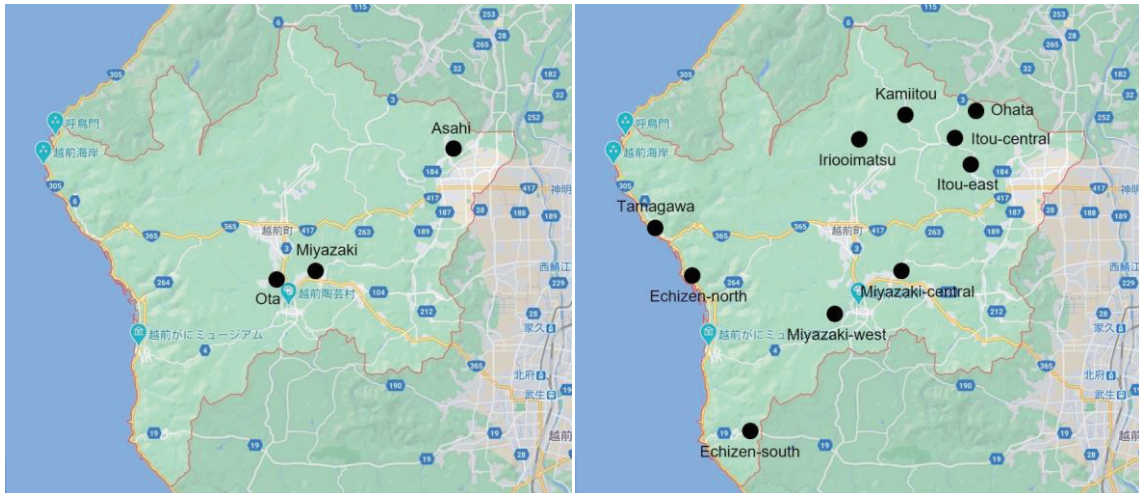


Fig. 2 Location of domestic sewerage treatment facilities in Echizen town
(left: public sewerage, right: others)

Table 2 Estimated sludge production in Echizen town

Type of facility ^{a)}	Name	Population (person)	Max daily flow (m ³ /d)	Sludge production (kg/d)	Sludge production -dewatered (m ³ /d)	Sludge production -concentrated (m ³ /d)
PS	Asahi	7544	5281	377.0	2.357	
	Ota	2704	1893	135.1	0.845	
SPCPS	Miyazaki	1755	579	41.4	0.258	
FADS	Echizen-north	2991	987	70.5	0.440	
AADS	Kamiiitou	372	123	8.8		0.438
	Itou-centrak	790	261	18.6		0.931
	Itou-east	233	77	5.5		0.274
	Ohata	15	5	0.4		0.018
	Miyazaki-west	114	38	2.7		0.134
	Miyazaki-central	1073	354	25.3		1.264
	Iriooimatsu	45	15	1.1		0.053
	Tamagawa	202	67	4.8		0.238
	Echizen-south	666	220	15.7		0.785
SSCS	Rokuroshi	21	7	0.5		0.025

a) PS: public sewerage. SECPS: specified environmental conservation public sewerage, FADS: fisheries area domestic sewerage, AADS: agricultural area domestic sewerage, SSCS: small-scale collective sewerage.

越前町の全処理施設を対象とし、いしかわモデルの費用関数⁴⁾を用いて計算した事業費をFig.3～Fig. 6に示す。政府による補助なしの場合がFig. 3、補助ありの場合がFig. 4である。補助事業があってもなくても、集約処理の方が建設費、維持管理費、収集運搬費が増して事業費合計が高くなり、逆に処分費は残渣汚泥の肥料化によりゼロとなった。

Fig. 5 は、バイオマスとして生ごみも収集・処理すると仮定した場合の計算結果である。生ごみは、越前町で発生すると想定される全量 (4.6 ton/日) を対象とした。生ごみ発生量は、文献(5) (越前町ごみ排出量 813g/人日) と文献(6) (ごみのうち生活系 72%およびそのうち食品廃棄物 38%) に基づき、次のように計算した。

$$813\text{g/人日} \times \text{生活系 } 72\% \times \text{食品廃棄物 } 38\% \times 2.07 \text{ 万人} = 4.60\text{t/日}$$

越前町で発生する生ごみ全量を対象にした場合、事業費合計は既存処理体系の 85%と経済的になった。

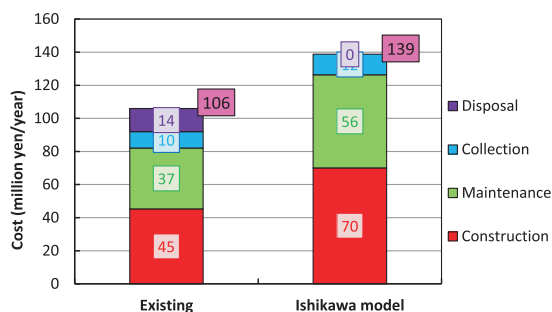


Fig. 3 Cost calculation of Ishikawa model (without subsidy)

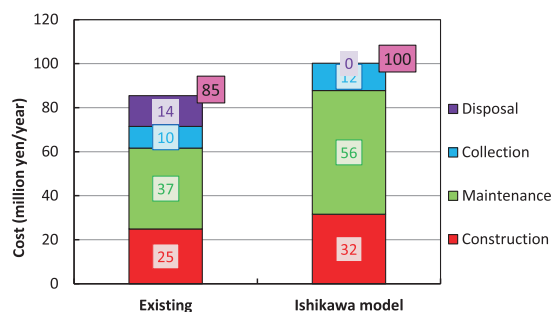


Fig. 4 Cost calculation of Ishikawa model (with subsidy)

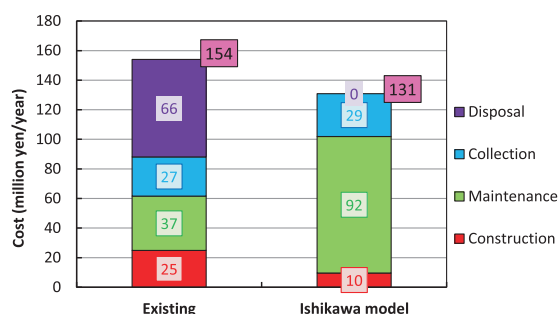


Fig. 5 Cost calculation of Ishikawa model (with subsidy, including 4.6 ton/day of kitchen waste)

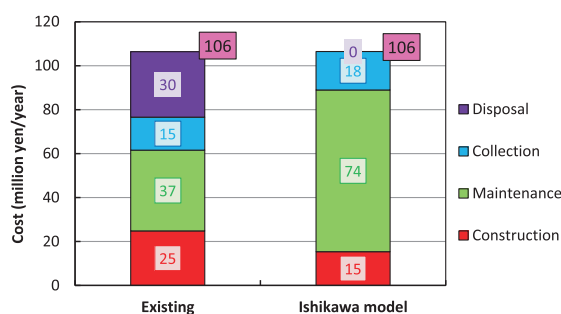


Fig. 6 Cost calculation of Ishikawa model (with subsidy, including 1.4 ton/day of kitchen waste)

一方、既存処理といしかわモデルは、生ごみ 1.4 ton/日（発生全量の 30%）の集約処理において事業費が同じになった。生ごみは、燃やせるごみとして排出されることがほとんどと考えられ、再利用は各家庭において細々とコンポスト化されることが多い。都心部のマンションなどの場合はディスポーザーが近年使用され始めているが、生ごみの収集に課題が残る。現在、例えば愛知県豊橋市⁷⁾のように、家庭からの生ごみを収集し、下水処理施設でのメタン発酵を実現している自治体も存在する。

4.2 未利用有機性資源

上記した計算結果から明らかなように、生ごみ等、他のバイオマスの混合がメタン発酵施設経済性のポイントになる。Table 3 には、調査年度はかなり前だが、越前町における未利用有機性資源量をまとめる。例えば、漁業が盛んな旧越前町では水産廃棄物、森林の多い旧織田町では木質系廃棄物が多量に発生している。生ごみをはじめ、これらを効率的に集約することがメタン発酵施設成功のカギになると思われる。

5. おわりに

町村合併後、多数の処理施設が現存する越前町を対象にし、石川県中能登町のいしかわモデル費用関数を適用した集約メタン発酵施設の経済性検討を行った。その結果、汚泥だけだと経済的に不利であるが、発生生ごみ全

Table 3 Unused biomass in Echizen town (unit: ton/year)⁽⁶⁾

Town	Food waste	Straw	Livesrock waste	Fisheries waste	Wood waste
Former Asahi	1,060	3,040	0	0	1,810
Former Miyazaki	440	1,750	1,350	0	380
Former Echizen	990	60	0	370	290
Former Ota	700	1,420	0	0	5,760
Total	3,190	6,270	1,350	370	8,260

量を混合すれば経済的にプラスになることがわかった。一方、生ごみ発生量の 30%を集約処理する場合に、既存施設といしかわモデルの事業費が同額となった。

生ごみは燃やせるごみとして焼却されることが多いため、生ごみをいかに分別回収するかが今後の課題である。また、他のバイオマスである水産廃棄物、剪定枝、刈草などについても、メタン発酵の処理対象として検討すべきである。

参考文献

- (1) 越前町ホームページ, <https://www.town.echizen.fukui.jp/> (参照日 2024 年 11 月 24 日)。
- (2) 中能登町, バイオマスメタン発酵施設パンフレット (2017)。
- (3) 越前町, 公共下水道事業等経営戦略 (2016)。
- (4) 石川県, メタン活用いしかわモデル導入の手引き (2019)。
- (5) 越前町: 越前町環境基本計画 (平成 28~32 年度), 2020。
- (6) 福井県: 福井県未利用有機性資源活用計画, 2011。
- (7) 豊橋市上下水道局, <https://www.city.toyohashi.lg.jp/30705.htm> (参照日 2024 年 4 月 24 日)。

(2024 年 8 月 2 日受理)