

# 松岡牧場バイオガスプラント 下川フィードサービスバイオガスプラント エネルギーと消化液利用について 地球環境へ優しい糞尿処理について



松岡牧場と下川F Sバンカーサイロ



下川F Sしぼりん



消化液散布作業

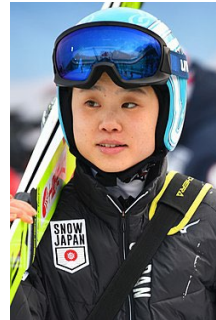
有限会社松岡牧場

有限会社下川フィードサービス 代表取締役 松岡宏幸

## 下川町について



### ・下川といえばスキージャンプ



### 下川町出身

葛西紀明 伊藤有希  
長野五輪金メダル 岡部孝信

下川市街地から見るジャンプ台

- ・環境未来都市 平成23年12月選定される。
- ・バイオマス産業都市 平成25年6月選定される。  
木質バイオマス利用が盛ん。木質チップによる公共施設の暖房。

- ・町の面積の90%が森林。林業の町。

### ・下川の農業

農業生産額の75%が畜産。畜産生産額 27億6600万円。  
耕種農業はハウスでのトマト栽培が盛ん、小麦は初冬蒔き栽培による春小麦生産、そば、  
水田は8.87haまで減少。





## 松岡牧場の沿革

- |       |                                      |
|-------|--------------------------------------|
| 1969年 | 先代が水田畑作に加え酪農を開始。下川町の貸付牛2頭の飼育からスタート。  |
| 1978年 | 酪農専業となる。                             |
| 1997年 | 120頭規模のフリーストール牛舎。8頭ダブルミルクングパーラー等を導入。 |
| 2000年 | 経営を法人化、有限会社松岡牧場設立。                   |
| 2010年 | 140頭規模の牛舎を新築、250頭規模へ拡大。              |
| 2017年 | バイオガスプラントを導入。10月15日売電開始。             |
| 2018年 | 乾乳牛舎を新築。300頭規模。                      |
| 2020年 | 賃貸アパート事業を開始。2棟16戸。                   |



# 松岡牧場バイオガスプラント導入の経緯

下川町の後押しが大きい。この時、プラント設置が出来る経営規模（最低250頭）は松岡牧場だけだった。

R25年5月 町職員とともに北海道内の先進地視察（鹿追町、士幌町）を実施。

R25年6月 下川町がバイオマス産業都市に選定される。下川町バイオマス産業都市構想にメタン発酵発電と熱利用計画が盛り込まれる。

農業収益の向上と環境に配慮した農業経営。耕畜連携による土づくりの奨励。下川町のエネルギー自給率100%を目指す。

売電による収益の向上が魅力

## バイオガス発電施設整備事業（有）松岡牧場：H26～H27） （H26 地域バイオマス産業化整備事業（農林水産省））

### ■目的

家畜糞尿によるバイオガス発電施設を設置し、電力の供給や熱の有効利用を行うとともに、有用な消化液（液肥）を飼料作物への施肥等に利用し、耕畜連携による環境にやさしい農業（土づくり等）の推進を図る。

### ■酪農家規模

- ・生乳生産・加工販売及び乳牛・肉牛の飼育販売 従業員5名
- ・乳用成牛250頭、育成牛150頭 計400頭

### ■施設概要

- ・貯留槽 1基(3,000m<sup>3</sup>、φ31m×4m)
- ・発酵槽 1基(1,107m<sup>3</sup>、φ19m×6m)
- ・ガスホルダー 1基(200m<sup>3</sup>)
- ・発電設備 1基(定格出力100kW) ⇒ 稼働率9割以上(安定稼働)
- ・機械室、機械設備、給湯設備 一式

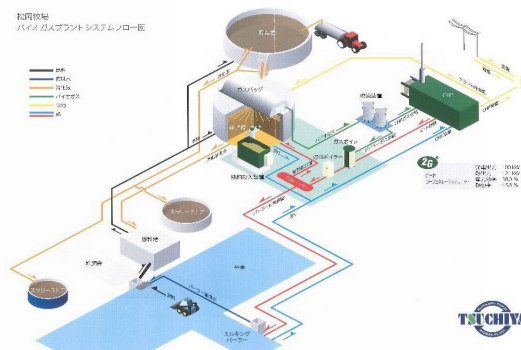
### ■生産計画

- ・原料調達量 7,811t/年(糞尿:19.7t/日、残飼:1.7t/日) ※自家牧場の糞尿及び残飼利用
- ・バイオガス生産量 432,160Nm<sup>3</sup>/年
- ・発電量 788,400kWh(うち売電量 759,930kWh/年) ※売電額 約32,000千円/年
- ・熱利用量 2,877GJ/年
- ・液肥 7,811t/年

### ■事業費(補助金額:交付決定金額)

- ・総事業費 248,400千円
- ・補助金額 57,934千円(FIT対象設備を除く事業費の1/2以内)

### ■施工業者 株式会社土谷特殊農機具製作所(本社:帯広市)





# 有限会社下川フィードサービス（TMRセンター）

2004年 下川町内の酪農家17戸と所属するJA北はるか共同出資により設立。  
圃場面積 1、250haを一元管理。飼料の共同購入、TMR調整等。  
（草地950ha、デントコーン300ha）



2016年 生乳生産部門を新設 牧場名 しぼりん

目的 将来、離農予定の酪農家がいる中、下川の農業基盤を守るには、  
畜産クラスター事業を利用し下川フィードサービスが 直接 生乳生産  
をする必要があると判断。



500頭規模 搾乳ロボット6台 フリーストール牛舎 糞尿貯留槽  
畜産・酪農収益力強化整備等特別対策事業の採択を受け整備

## バイオガスプラントの設置の経緯

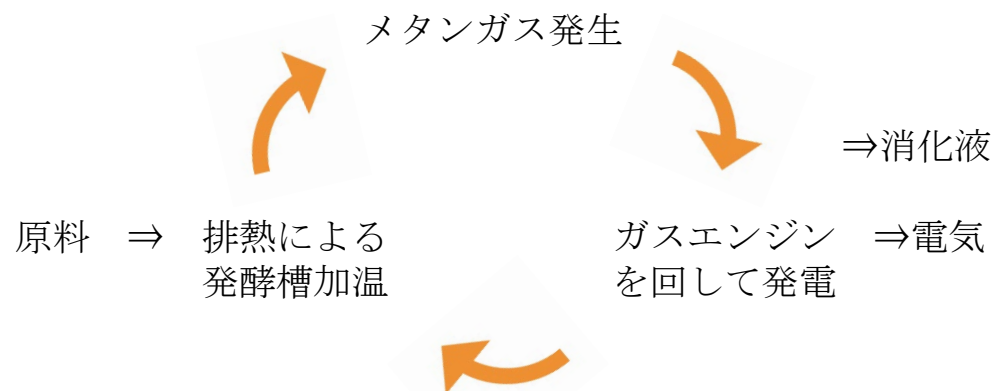
売電による収入よりも、この施設周辺は重粘土地帯であり、晩秋のコーン畑への還元が  
難しいことから、糞尿を完全に発酵させ草地で利用しやすくすること、また、耕種農家に  
利用して頂けないと適正に処理するのが難しいと考えた。

従って、計画時から耕種農家の方々に話を持ち掛けており、先進地、鹿追町、士幌町  
を農協、耕種農家の方々と共に訪問し、少しずつ理解を得た。



事業費 370,00万円 補助事業なし、全額融資を受ける。

# プラントの仕組み

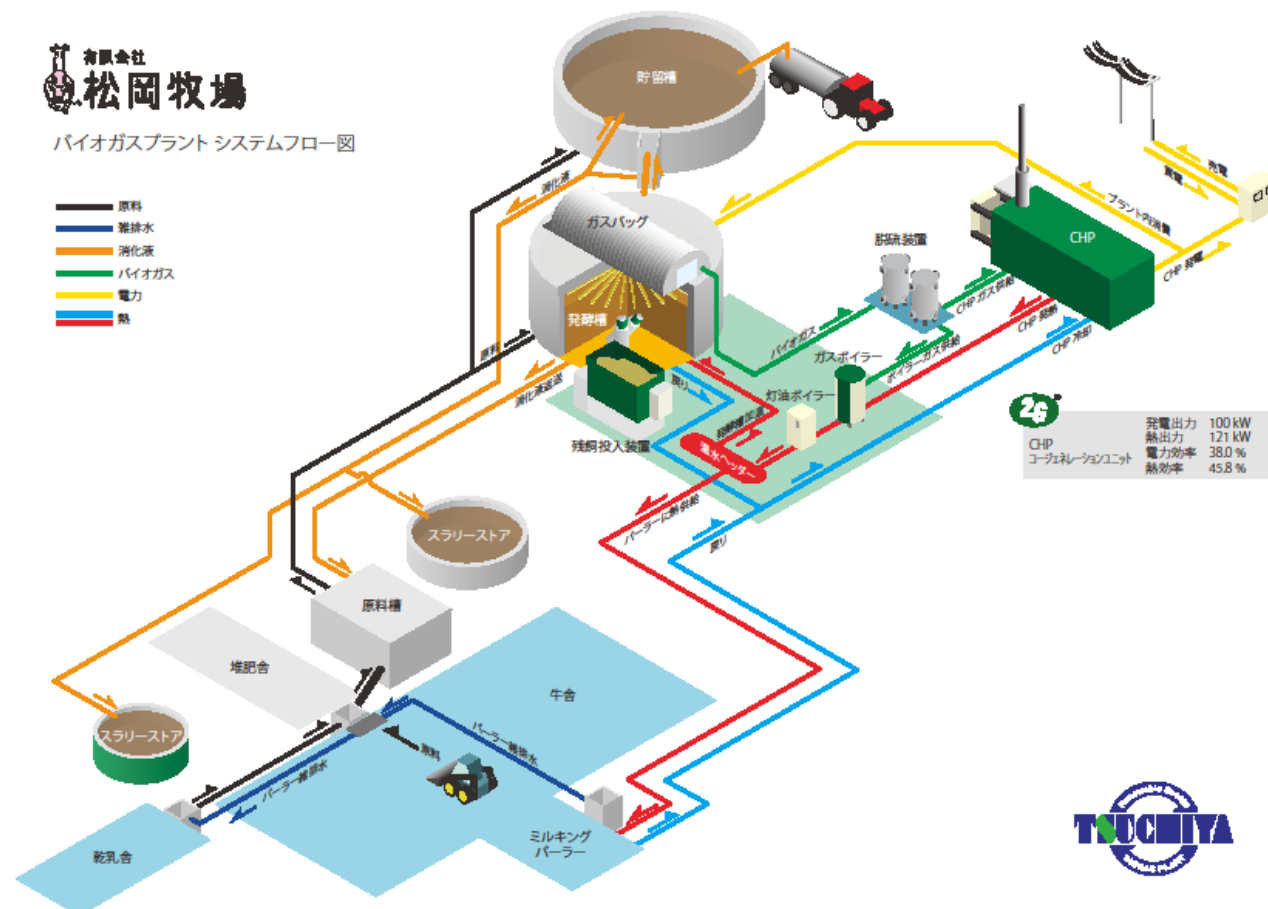


発酵槽内で原料を嫌気性発酵させることで、メタンが産生。それには発酵槽内原料の40℃の保持が必要。発酵槽の加温にエンジン排熱を利用。

原料に

- 自社家畜糞尿
- 食べ残しのTMR
- 廃棄乳（抗生物質含むも可、一度に大量は不可）
- パーラー排水、搾乳ロボット排水
- 牛の給水器の排水

パーラー排水や廃棄乳を投入することで浄化槽のような排水システムは不要となる。



# 発酵槽

コンクリート製の密閉容器。  
側壁内部、床面に温水配管。コンクリート容器全体で加温。  
底部、側壁、天板とすべての面に断熱材を使用。  
発酵槽内部には、松岡牧場3機、下川F S 4機の攪拌用ミキサー。



写真上 中央の円柱状の構築物が発酵槽。  
その上部のガスホルダーがある。



## 施工時の写真

- 写真左 側壁の鉄筋に温水パイプを付けている。
- 写真右 天板にスタイロフォームを置いている。



## 発酵槽内部



発酵槽内部の液面最上部。  
表面に残餌を浮かべてスカム層を形成している。  
白く見えるのは、それに硫黄細菌が増殖しており、  
硫化水素を減らしている。  
(生物脱硫。このためにわずかに酸素を供給している。)

## 脱硫装置



中身は酸化鉄でガスを通して脱硫している。  
発酵槽に適度な残餌を入れ、硫黄細菌の状態を  
良好に保てないと、すぐ酸化鉄交換が必要となり  
コスト増となる。



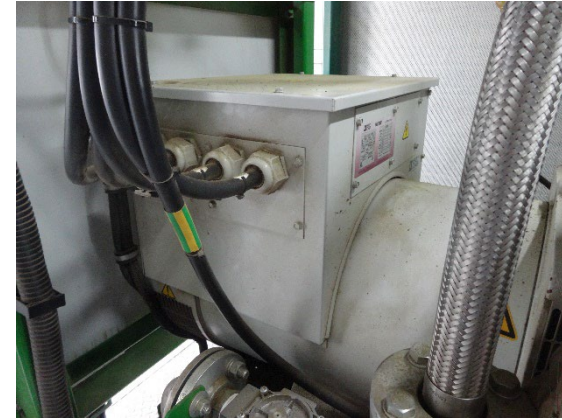
## 発電機



ガスエンジン、発電機が入る。  
海上コンテナを少し小さくした位の大きさ。



ガスエンジンと排熱回収部。排気量8,000 c c  
軽油等は利用できない。点火プラグ付。



発電機 400 Vで発電。  
のち6,000 Vに昇圧

## ガスホルダー



発酵槽の上に設置のガスホルダー格納庫



ガスホルダー。(ガスバッグ) 200 m<sup>3</sup>。



ガスバッグの膨らみに応じて赤の指標が上下し  
これを検知して発電出力の自動制御を行う。



残餌投入装置。発酵槽内液面最上部に投入し、スカム層を作り、硫黄細菌を繁殖させる。



北海道電力の送電線への接合部。  
左電柱が売電側。右は買電。



変電設備。400⇒6,000Vへ昇圧。



プラント操作パネル。  
インターネット接続され遠隔監視、操作可。



## 発生するガス

|       |           |
|-------|-----------|
| メタン   | 50～55%    |
| 二酸化炭素 | 50～45%    |
| 硫化水素  | 0.01～0.5% |
| 酸素    | 0.5～1%    |

## 発電出力

|       |         |
|-------|---------|
| 松岡牧場  | 100kw/h |
| 下川F S | 150kw/h |

F I T制度による北海道電力（株）への全量売電。 売電価格 39円／kw（税抜き）

## 平均年間売電額

|       |             |
|-------|-------------|
| 松岡牧場  | 3,066万円（税込） |
| 下川F S | 4,962万円（税込） |

## 他の再生可能エネルギー（太陽光、風力）と比べて

|       |                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------|
| メリット  | 一定の発電量。風力、太陽光のような発電量の変動なし。                               |
| デメリット | 建設費が高い。エンジンが止まるとガスを捨てるしかなくなる。<br>（大気放出するガスの燃焼システムで改善できる） |

## 余剰熱の利用

エンジンで発生した熱は発酵槽加温に利用するが、更なる余剰分の熱の利用について。

### ① 搾乳室での給湯（松岡牧場、下川F S 共通）

灯油ボイラー（電気温水器）に入る水を熱交換器により、50℃に加温している。



灯油ボイラー上部に設置された熱交換器

### ② 哺乳舎での冬季暖房（松岡牧場）



余剰熱を上手く利用したいと考えていた時、冬季の子牛の管理に苦慮していたことから思いついた。令和2年導入。

外気温-20℃でも、室温が10℃以下になることがほとんどない。

これによって厳寒期の子牛の健康状態が大きく向上。これに伴い、家畜市場での優位性が大幅向上。子牛の下痢による補液（点滴）、獣医師の往診がなくなり、哺乳ロボットも相まって大幅な省力化も実現。



北海道全体で冬季の子牛の死廃は10%位？（酪農家、肉牛育成農家）はあると見込まれ、子牛の冬季暖房の取り組みによって、国産牛肉の生産性が向上するのではないかと。灯油を使用して暖房する農家もあるようだが、やはり灯油代が大変と聞いている。

写真上 松岡牧場哺乳舎内部。哺乳ロボットによる哺乳。

写真下 哺乳舎内部の温風暖房機。自動車のラジエーターと同じ様なもの。



## 消化液利用について（下川フィードサービスの取り組み）

原料となる糞尿は発酵槽内にて40℃で、30日間加温され排出される。

これが消化液である。

糞中の繊維が消化され、原料と比べると粘性度の低い液体。

臭いはやや糞尿を感じさせるが、鼻をつく強烈な臭いはない。圃場に散布しても次の日には臭いはわからないぐらい。

雑草の種が死滅している。

## 発生量

|       |    |          |         |        |
|-------|----|----------|---------|--------|
| 松岡牧場  | 年間 | 12,000 t | 1日1頭当たり | 110 kg |
| 下川F S | 年間 | 21,000 t | 1日1頭当たり | 140 kg |

パーラー排水、搾乳ロボット排水、給水器の排水等もあり相当な量となっている。

松岡牧場の消化液は全量下川フィードサービスに無償供与しており、下川F Sが圃場への散布を行う。

## 消化液の草地、コーン畑への利用

### 散布量（年間量）

|      |             |                       |                      |
|------|-------------|-----------------------|----------------------|
| 草地   | 4 t / 10 a  | 燐安液肥 7-20             | を添加して散布。（商品名スラリープラス） |
| コーン畑 | 10 t / 10 a | （5 t / 10 a × 2回 春と秋） |                      |

表面流出が生じないのは5 t位で、6 tが限界と思う。

草地への散布量の設定はK（カリウム）が制限要因。

Kを大量投入すると、K含有量の多い牧草となり、周産期の牛に悪影響。  
（低Ca血症、起立不能が起こりやすくなる）

### 散布の所要時間

20 t スラリータンカーを利用して

プラント周辺（500M以内） 15分/1台

プラントから4km 30分/1台

平均20分に1台として、8時間で 24台 1日の散布量480 t

# スラリー簡易分析結果

氏 名: (有)下川フィードサービス様  
住 所: 下川町  
調査日: 2022年11月8日  
検査物: スラリー  
サンプルNO.: 松岡さん  
作 物: 採草地

結果作成日: 2022年11月11日

株式会社丹波屋 分析室

担当者: 升見祐人

| 分析項目 | 分析値         |
|------|-------------|
| EC   | 10.65 mS/cm |

| 肥料成分                          | ふん尿処理物<br>処理物中の肥料<br>成分含有率 <sup>1)</sup> | ふん尿処理物<br>1t当たりの<br>肥料成分量 | 肥効率 <sup>2)</sup>  |     | 化学肥料に換算した量 <sup>3)</sup> |     |
|-------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|--------------------|-----|--------------------------|-----|
|                               |                                          |                           | 当年                 | 2年目 | 当年                       | 2年目 |
| T-N                           | 0.43 %                                   | 4.3 kg                    | 40 % <sup>4)</sup> |     | 1.7 kg                   |     |
| NH <sub>4</sub> -N            | 0.21 %                                   | 2.1 kg                    | 0 %                |     | 0.0 kg                   |     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.18 %                                   | 1.8 kg                    | 40 %               |     | 0.7 kg                   |     |
| K <sub>2</sub> O              | 0.44 %                                   | 4.4 kg                    | 80 %               |     | 3.5 kg                   |     |

1)ECを用いた乳牛ふん尿を対象とした簡易推定法から求めています。

2)施用した乳牛ふん尿が、化学肥料何kg分の施用効果に相当するかの割合を算出したものです。

3)ふん尿中の肥料成分量に、肥効率を乗じることにより、化学肥料に換算したものです。

4)施用時期補正は行っていません。

株式会社丹波屋 常務取締役 肥料部長 豊嶋博美





## 散布の問題点 （堆肥でも同じ）

### ① 傾斜地に持って行けない。

消化液は重量があるため、傾斜地では登れない、押される、滑る。  
道路の整備、また、一部の農地をつぶして登坂路を作れば、散布可能な面積が増える。



写真 松岡牧場から400m位の離れたところにある  
7haの牧草地（280t）散布可能な牧草地。  
上り斜面をトラクターがスラリタンカーを牽引  
して登る事が出来ないので、登坂路を作りたい  
のですが、農地法では・・・。

### ② 道路を汚す

特にコーン畑への秋の散布は、季節的に降雨が多く、気温が低く圃場が乾かない為  
タイヤへの土の付着⇒道路への落下⇒通行人からの苦情  
しかし、積雪直前に貯留槽を空にする必要がある。  
道路清掃員の設置、道路の清掃等、著しい作業効率の低下。

## 耕種農家での利用

年間 4, 500 t の下川町内耕種農家での利用がある。

水田へ 代かき時（5月）  
幼穂形成期（7月）



小麦刈り取り後 （8月）

これが出来なければ、下川F Sは糞尿処理が難しくなる。  
これを機に、麦稈を回収させてもらえるようになった。  
敷料として使用するおが粉が高騰し、遠方からの麦稈購入は運賃も  
高騰しているので、麦稈回収のメリットも大きい。耕畜連携の実現。

その他、そば播種前、アスパラ収穫後の投入実績あり



本年度、耕種農家で下川町発酵消化液利用推進協議会が設立される。

## 効率よく消化液散布するためのサテライト貯留槽



下川F S しぼりんは稼働後、消化液の貯留槽の容積が足りないことが判明。  
増設する際、耕種農家の多い地区にあえて貯留槽を建設。  
(下川F S から 7. 5 k m、松岡牧場から 1 5 k m)

輸送は農閑期の3月に行っている。



輸送には、写真の大型車を使用。  
トラクターでは、燃費が悪く、  
タイヤ等にかかるコストが大きく、  
路面凍結の際は危険すぎる為。  
排出用ホースを脱着できる。  
使用しない時はタンクを降ろし  
普通のトラックとして利用している。



## 温室効果ガスの削減？効果

### 考えられること

- ① 化石燃料に由来しない、電気エネルギー、熱エネルギーの産生。  
元々は、植物由来。カーボンニュートラル。
- ② 消化液（完全な有機肥料）を産生することも、化石燃料に由来しない。  
完熟堆肥生産は今の段階では、化石燃料無しでは難しい。
- ③ 温室効果がCO<sub>2</sub>の約300倍の一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）を出さない？のでは。

### その他の環境負荷削減効果

- ① 排水をなくす事ができる。



一体どれだけのN<sub>2</sub>O出してる？

## 今後への期待

- ① 送電線網を整備し、まず地元、そして札幌、本州へ、バイオガスプラントを増設し、再生可能エネルギーの利用割合の拡大。
- ② バイオガスプラントは電気が全てではなく、全て熱に変え、地域熱供給システムなどを作れないか？
- ③ 将来の水素社会の到来にむけ、メタンガスから水素の取り出し。また、ギ酸の製造等。

この3点に期待する。

## 2023年5月 デンマーク ロラン島を訪問。そこにあった理想。

元々、山がなく風力発電に適した風が1年中吹くことから、50年前のオイルショック以降、風力発電が産業として成熟し、この島のエネルギー自給率は現在800%と言われる島。農業はビート、小麦、菜種、酪農もあった。



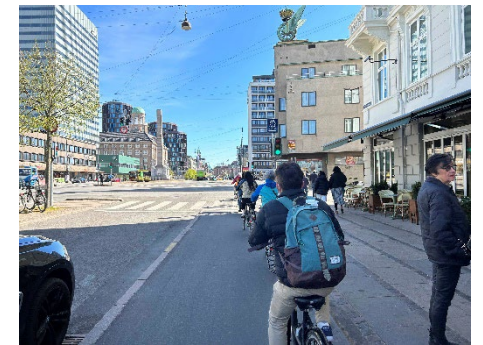
農地に立つ風車。エネルギー自給率800%を可能にしている送電線網があるのがまた凄い！



麦稈を燃やしての地域熱供給システム。1000戸に熱供給。バイオガスでも応用できる。稲わら等でも出来ないか？



コペンハーゲンの廃棄物発電、地域熱供給システム  
コペンヒル。屋根では1年中スキーができる。  
滞在中のシャワーは全てこうした熱由来によるもの。



コペンハーゲンの自転車専用レーンを自転車で行った。日本は自動車を使い易くしようとする社会だがここでは.....