

【日本機械工業連合会会長賞】

バイオマス発電施設 CO₂ 供給設備 (t-CarVe)

株式会社タクマ

兵庫県尼崎市

1. 機器の概要

近年、トマトなどの野菜栽培において、大規模グリーンハウス内の CO₂ 濃度を 600～2000ppm 程度に上昇させることで作物の生育を促進し収量を増加する方法 (CO₂ 施用) がオランダなどを中心に普及しており、国内でも技術導入されている。しかし、現状国内での CO₂ 供給源には液化炭酸ガスや灯油燃焼装置排ガス、LPG 焚貫流ボイラ排ガスなどが使用されており、いずれもコストが高く、CO₂ 施用の普及の妨げになっている。

そこで当社では、安価に安全な CO₂ を大量に供給できるシステムとして、バイオマス発電施設の排ガスを浄化して CO₂ を供給する設備「t-CarVe (ティー・カーブ, takuma Carbon dioxide to Vegetable system)」を開発した。本設備の実用化によりバイオマス発電施設で発生した熱、電気、CO₂ をグリーンハウスで利用する「バイオマス・トリジェネレーションシステム」を構築し、脱炭素社会に適合したシステムを提供することを可能とした。

作物の生育促進に必要なグリーンハウス内の CO₂ 濃度は、バイオマス燃焼排ガス中の CO₂ 濃度と比べて低濃度であるため濃縮して回収する必要がなく、そのためバイオマス燃焼排ガス中に含まれる作物および作業者にとって有害となる可能性のある成分 (一酸化炭素 (CO)、窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x)、塩化水素 (HCl)、エチレン (C₂H₄) など) を許容値以下に低減すれば安全な



図1 t-CarVe 外観
(SARA パワー発電所殿納入設備)

CO₂をグリーンハウス内へ供給することができる。

本設備のバイオマス発電施設への適用は、世界初の試みである（当社調べ。対象：SARA パワー発電所殿納入設備・図 1 参照）。CO₂供給量は世界最大規模であり、2.75t-CO₂/hr を供給できる。また、カーボンニュートラルであるバイオマス発電設備の排ガス中の CO₂をさらに有効利用しているため、カーボンネガティブを達成しており、CO₂排出抑制に効果の高い設備でもある。さらに、設備導入する際に補助金がなくても採算が取れる低コストで経済的にも優れたシステムである。

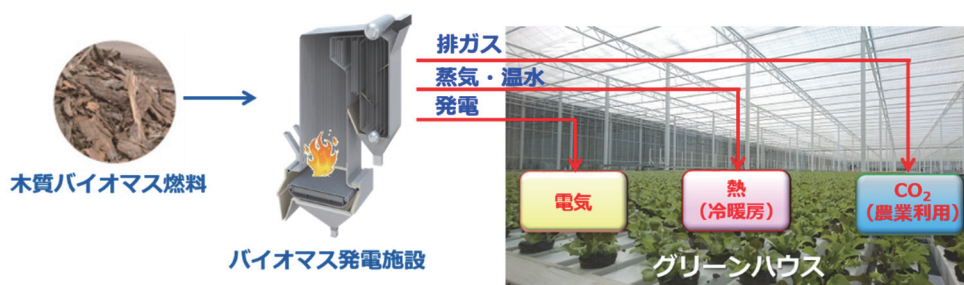


図 2 バイオマス・トリジェネレーションシステムの概略図

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

本設備の開発には、バイオマス燃焼排ガス中に含まれる有害となる可能性がある成分を許容値以下にするための知識および除去する技術だけでなく、野菜栽培に係る知見が必要となる。そこで、本設備の開発にあたり、野菜栽培のエキスパートである株式会社サラ殿の知見と、ごみ焼却施設およびバイオマスボイラ施設などの多くの実績で培われた当社の排ガス処理技術を融合することで、適正な排ガス浄化・CO₂供給設備を実現することができた。

本システムは、発電施設の排気筒から排ガスの一部引き抜き、酸性ガス除去、CO 除去、NO_x 除去を行った後、ガスを冷却してグリーンハウスに供給するフローとなっている（図 3 参照）。

本設備では、各装置において独自の技術を用いており特許権を取得している（現在、5 件特許登録済み）。酸性ガス除去装置ではバグフィルタでの「反応層初期形成方式」を採用し、低濃度まで HCl、SO_x を安定して除去している。CO 除去

装置では、触媒寿命の延命化を目的に、有機シリコンなどによる触媒被毒抑制に配慮した設計としている。NOx 除去装置ではフィードバック制御とフィードフォワード制御のハイブリッド方式を採用し精度の高い制御を行っている。

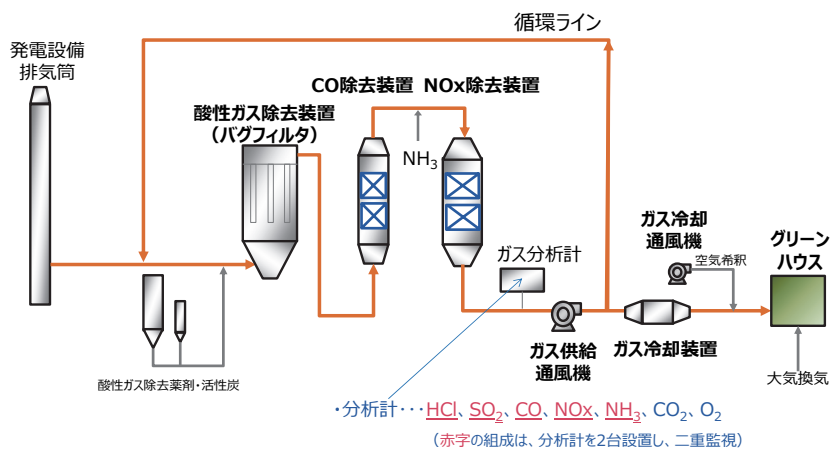


図 3 t-Carve のフロー図

万が一にも排ガス中の有害物質がグリーンハウスへ供給されないように、NOx 除去装置出口に分析計を 2 系列設置し、設備内で W チェックを行っている。さらにグリーンハウス内でもモニターすることで 3 重のチェック体制を構築し、作物および作業員への安全性を十分に確保している。また、発電設備での燃焼が突発的に不安定になり、CO ガスなどが高濃度で排出された場合には、CO₂ のグリーンハウスへの供給を緊急遮断し、排ガスを本設備内で循環運転するシステムとしている。さらに、バイオマス発電設備ではほとんど排出されないダイオキシン類についても、安全・安心を確保するために酸性ガス除去装置に活性炭吹込み装置を設置し、大気中と同等の濃度まで除去している。

本設備は立上げ・立下げを含め全自動運転としているため、専属の運転員は不要である。必要な作業は払い落とした薬剤 (フレコン受け) の回収のみである (頻度 1~2 回程度/週)。

2.2 効果

木質バイオマス燃焼時に発生するカーボンニュートラルな CO₂ を安価にトマト

などのグリーンハウスへCO₂源として供給するシステムは、CO₂排出削減の観点から、トータルではカーボンネガティブ（マイナス）なシステムとなる。バイオマス発電施設排ガスを利用してグリーンハウスでのCO₂源として供給した場合のCO₂排出量削減効果は、11ha規模のグリーンハウスでは10,845t-CO₂/年（11ha規模向け本設備定格CO₂供給量2.75t-CO₂/hr×12hr/日×330日/年=10,890t-CO₂/年。設備からのCO₂排出量（使用薬剤、消費電力分）=44.9t-CO₂/年。10,890-44.9=10,845t-CO₂/年）となる。CO₂の有効利用技術はCCUS（Carbon dioxide Capture Utilization and Storage）として世界中で研究開発が進められているが、原油増進回収（EOR）以外で実用化して採算が取れている例はまだ稀有であるのに対し、本設備では年間10,000t-CO₂以上の利用が可能である。

経済性の評価として、11ha規模のグリーンハウスで液化炭酸ガスを用いてCO₂を供給する場合は、液化炭酸ガスの単価を40円/kgとすると、年間約4億円のランニングコストとなる。本設備を導入することでランニングコストを大幅に低減でき、設備費を数年で償却することが可能であるだけでなく、農業設備での増益に貢献することができる。

3. 用途

t-Carveの受注実績は、SARAパワー発電所殿（岡山県笠岡市、株式会社サラ殿）に納入した1件であり、2019年4月から稼働中である（2020年6月30日現在）。当該設備はバイオマス発電施設（発電規模10,000kW）の排ガスの一部を本設備で浄化したCO₂を隣接するグリーンハウス（パプリカ棟3.4ha、トマト棟6.0ha、レタス棟2.5ha、合計規模11ha）に供給している。納入先からは、「従来は液化炭酸ガスが高価であり、近年価格がさらに高騰しているため、CO₂の供給量を制限する必要があったが、本設備の導入によって常時最大量のCO₂を供給することが可能となり助かっている。特に夏季は液化炭酸ガスの購入が困難であるため（ガス会社においてドライアイス製造を優先するため）効果が大きい。」との評価をいただいている。

現在、既に複数の引き合い案件が寄せられている。本設備の導入によりCO₂施用を伴う大型農業設備が多く建設されることで、CO₂排出抑制効果が拡大し、次世代農業の普及が全国的に広まることが期待される。