

農家レベルでのバイオガス燃焼効率の改善 Improvement of biogas combustion efficiency at farm households

○泉太郎*, チャン・シー・ナム**
Izumi Taro* and Tran Sy Nam**

1. はじめに

家庭用バイオガス発生装置 (BD) は、家畜排せつ物などの有機物残渣を嫌氣的に発酵させ、バイオガスを発生させる装置である。BD の導入により、農家は調理用燃料が確保でき、化石燃料などをバイオガスで代替することにより、温室効果ガス (GHG) の排出を削減できる。さらに BD には悪臭の軽減や水質の改善などの地域環境改善効果があるとともに、BD を導入した農家は調理用燃料の経費節減から利益を得られる。これらの環境面及び経済面での便益から、BD は途上国、特に中国、インド、ネパール、ベトナムなどのアジアの農村地域において、政府や援助機関の支援により、普及が促進されている。

途上国ではバイオガスを調理用燃料として利用するのが一般的であるが、バイオガスをそのまま燃焼 (拡散燃焼) させる場合、不完全燃焼となり、一酸化炭素 (CO) が発生したり、バイオガスの主成分であるメタン (CH₄) が大気中に放出されるケースがある。CO および CH₄ はいずれも GHG であり、とくに CH₄ は、二酸化炭素 (CO₂) の 25 倍の地球温暖化係数をもつ GHG であることから、大気中へ放出された CH₄ は GHG 排出削減に負の影響を及ぼす。これを防ぐためには、バイオガスと空気を予め混合し燃焼 (予混合燃焼) させることにより、バイオガスの燃焼効率を改善する必要がある。本報では、ベトナムの農家におけるバイオガスの燃焼効率の改善を目的として実施した、バイオガスと空気の最適な混合比を検証するための試験結果及び調理用コンロの改良について報告する。

2. 方法

バイオガスと空気の最適な混合比を検証するための試験では、農家で利用されている豚の排せつ物を原料とした BD から採取したバイオガス (CH₄ 濃度 58.7 v/v%) を用いた。

CH₄ の完全燃焼の反応式は、次のとおり表される。



よって、1 m³ の CH₄ を完全燃焼させるためには、酸素 (O₂) 2 m³ が必要となる。空気の組成 (窒素約 79%, O₂ 約 21%) から、1 m³ の CH₄ を完全燃焼させるためには、理論上、9.5 m³ の空気が必要となる。今回の試験に用いたバイオガス (CH₄ 濃度 58.7 v/v%) の場合、理論上最適なバイオガスと空気の混合ガス中の CH₄ 濃度は、約 8.9% となる。

試験は、バイオガスと空気の混合ガスに一定の圧力を加え、燃焼させ、2 L の水 (28°C) を 95°C まで加熱するのに要する CH₄ の消費量と時間を比較した。試験は、バイオガスをそのまま燃焼させた場合と、CH₄ 濃度 6%, 7%, 8%, 9%, 10% の混合ガスを燃焼させた場合の計 6 区分で行い、それぞれ 3 反復実施した。

* 国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences

** ベトナム国カントー大学 Can Tho University, Vietnam

キーワード: バイオガス, 燃焼効率, 調理用コンロ, ベトナム

3. 結果と考察

試験の結果を Fig.1 に示す.

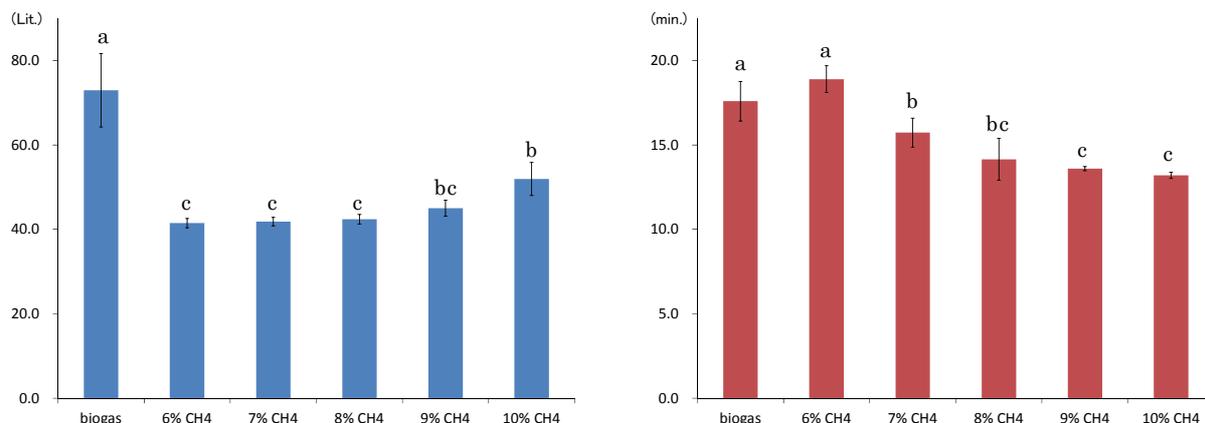


Fig.1 Methane consumption (left) and time required (right) for boiling 2 liters of water

(注) エラーバーは標準偏差を示す(n=3). 異なるアルファベットは 5%水準で有意差があることを示す.

バイオガスをそのまま燃焼させた場合の CH₄ 消費量は 72.9 L で, 混合ガスの場合は CH₄ 濃度 6% の場合が 41.5 L で最も少なく (節減率 43.1%), 濃度が上がるにつれて CH₄ 消費量も増加する傾向にあり, 10% 濃度の場合で 51.9 L (節減率 28.8%) であった. なお, CH₄ 濃度 6%, 7%, 8% における CH₄ 消費量の間には有意差はなかった.

水の温度が 95°C に達するまでに要する時間に関しては, バイオガスをそのまま燃焼させた場合が 17.6 分で, 混合ガスの場合は CH₄ 濃度 6% で 18.9 分とバイオガスをそのまま燃焼させた場合よりも長くなった. 試験した 6~10% の CH₄ 濃度範囲においては, CH₄ 濃度が上がるにつれて水の温度が 95°C に達するまでに要する時間は短くなる傾向にあり, 10% 濃度の場合で 13.2 分であった. なお, CH₄ 濃度 10% と 9% の間で水の温度が 95°C に達するまでに要する時間に有意差はなかった.

以上から, CH₄ 濃度 8~9% の混合ガスが CH₄ の消費量, 熱量の観点から最適な濃度であると考えられた. この結果は, 完全燃焼のための CH₄ 濃度 (約 8.9%) とほぼ一致した.

4. 調理用コンロの改良と今後の展望

農家の実用レベルで CH₄ の完全燃焼を実現するのは容易ではない. 通常の LP ガスなどの調理用コンロは, ブンゼンバーナーと呼ばれる, 高圧のガスをベンチュリ効果により空気と混合させる構造となっている. しかし, 農家レベルでのバイオガス利用の場合, バイオガスを高圧にして利用することは困難であることから, いかにしてバイオガスと空気の混合を行うかが課題となる. 現在, 小型ポンプにより空気を加圧・注入し, 混合部の空気の供給パイプをオリフィス構造とすることで, ベンチュリ効果によりバイオガスと空気を混合させる構造のコンロを試作している (Fig.2).

今後, 燃焼試験を行い, 燃焼効率を確認するとともに, 実証試験により, 農家の受容性を調査することとしたい.

謝辞 本研究はJSPS科研費15H05267の助成を受けたものです.

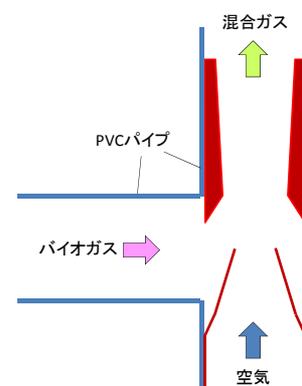


Fig.2 Structure of mixing section