

連続式装置を用いたグルコースの水熱ガス化における 運転条件の影響

(新菱冷熱工業株式会社) 近 都 州 彦*, 奥 山 遥, 前 田 幸 輝
(広島大学) 松 村 幸 彦

[1] 緒言

脱炭素社会の実現に向けて、大量生産・大量消費型の経済活動から、持続可能な形で資源を活用するサーキュラーエコノミーへの移行が世界的な潮流となっている。事業活動から排出されるバイオマスを対象とした資源循環に貢献する技術として、バイオマスのエネルギー利用が挙げられる。近年では FIT・FIP 制度を活用した、特に乾燥バイオマスの木質系廃棄物を原料とした事例が増加している。一方、食品廃棄物や下水汚泥などの湿潤バイオマスは、含水率が高いことから乾燥処理に大量のエネルギーを投入する必要があるため、エネルギー利用はあまり進んでいない。

そこで、湿潤バイオマスを乾燥処理することなくガスと水に分解する水熱ガス化技術に着目した。本報では、連続式水熱ガス化装置を用いたグルコースの水熱ガス化における運転条件の影響について報告する。

[2] 実験

連続式水熱ガス化装置のフローを Fig.1 に示す。プランジャーポンプで搬送するグルコース水溶液を 25 MPa まで加圧し、予熱器で反応温度まで加熱した。反応器では反応温度を維持するように制御した。反応器通過後は冷却器で常温まで急速冷却して水熱ガス化反応を停止させ、背圧弁で常圧まで減圧した。その後、気液分離器により分離したガスをサンプリングバッグにて捕集した。実験条件を Table 1 に示す。実験は、グルコース水溶液濃度 0.5 wt%、装置内圧力を 25 MPa で一定とし、反応温度と流量を変えて実施した。回収したガスの成分はガスクロマトグラフにより分析した。また、反応状況に大きな差異がないか確認するため、同条件で複数回の実験を行った。なお、無触媒条件ですべての実験を行った。

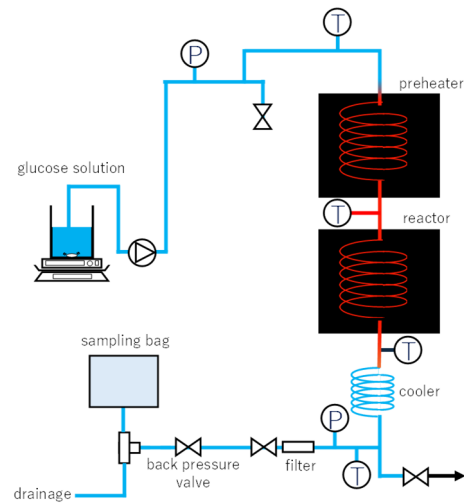


Fig.1 Experimental apparatus

Table 1 Experimental conditions

glucose solution [wt%]	pressure [MPa]	reaction temperature [°C]	flow rate [mL/min]
0.5	25	500, 600	10, 20, 30

[3] 結果と考察

反応温度 500 °C における回収ガス量、ガス構成比を Fig.2 に示す。流量 20 および 30 mL/min の条件では、流量あたりの回収ガス量はほぼ同じ値を示した。一方、流量 10 mL/min は他の条件に比べて 2 倍程度のガス量となった。ガス構成比をみると、各条件とも、H₂ は約 45 %、CO₂ は約 35%、CO は約 15% であった。

反応温度 600 °C における回収ガス量、ガス構成比を Fig.3 に示す。流量 10 mL/min の条件では CO がほぼ含まれていないが、20 および 30 mL/min の条件に比べて CO 以外のガス生成量は 1.8 倍～4.8 倍大きい結果となった。ガス構成比をみると、各条件とも H₂ は 45 % 程度となっているが、流量が少ないほど CH₄ および CO₂ の割合が上昇し CO が減少していることがわかる。これは、流量が

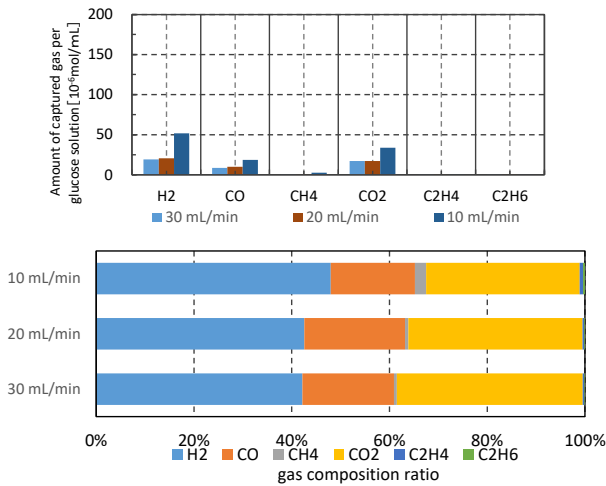


Fig.2 Amount of captured gas and gas composition ratio at reaction temperature of 500°C

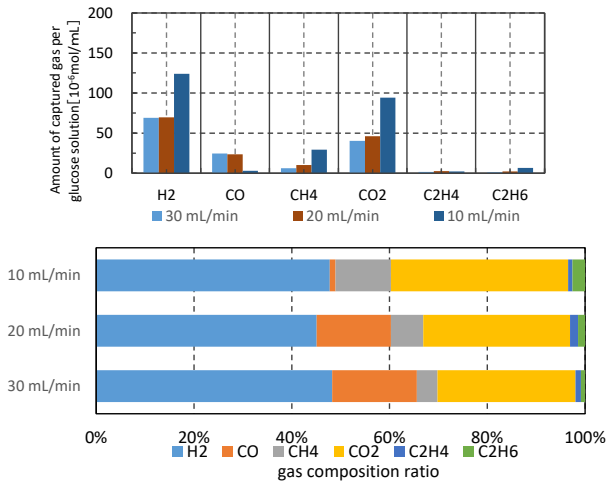


Fig.3 Amount of captured gas and gas composition ratio at reaction temperature of 600°C

少ないほど装置内の滞留時間が長くなり、水性ガスシフト反応、メタン生成反応が進行したためと考えられる。

回収ガスの炭素収率と滞留時間の関係を Fig.4 に示す。ここで、滞留時間は反応器の容量を流量で除した値とする。本実験では、反応温度 500 °C のとき、回収ガスの炭素収率は最も高い結果でも 40 % 以下であるが、反応温度 600 °C では滞留時間 345 s の条件で回収ガスの炭素収

率は約 90 % で最も高い値となった。反応温度が高く滞留時間が長いほど、回収ガスの炭素収率は高くなる傾向がみられ、グルコースの分解が進んでいることがわかる。なお、炭素収率の最も高い反応温度 600 °C、流量 10 mL/min (滞留時間 345 s) の条件において、排水中の炭素量を評価するため、追加で実験を実施した。回収したガスの成分をガスクロマトグラフにより分析し、排水中の炭素量の分析には TOC 計を用いた。炭素収率を算出すると回収ガスは 90.9 % であった。排水中の無機炭素は 8.2 %、有機炭素は 0.1 % であり、排水中の有機炭素がほぼ検出されていないことから、反応温度 600 °C 流量 10 mL/min の条件では、グルコースはほぼ完全に分解しガス化することがわかった。

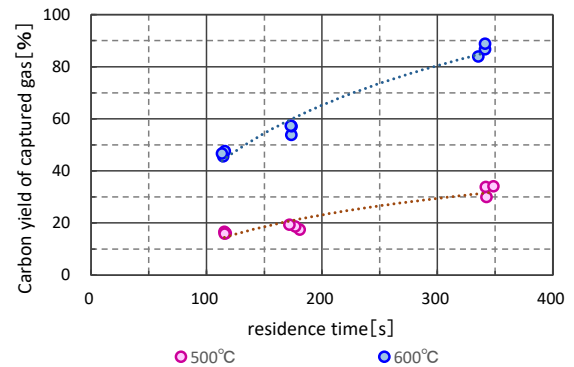


Fig.4 Carbon yield of captured gas

[4] 結言

本研究では、連続式水熱ガス化装置を用いたグルコースの水熱ガス化における運転条件の影響について検討した。反応温度 500 °C の条件では、回収ガスの構成比は、H₂ は約 45 %、CO₂ は約 35 %、CO は約 15 % であり、炭素収率は最大で約 35 % であった。反応温度 600 °C の条件は 500 °C の条件に比べて炭素収率が大きく上昇している。特に流量 10 mL/min の条件では、炭素収率は約 90 % となっており、グルコースがほぼ完全に分解しガス化していることがわかった。