

# バイオブリケット技術の適正化に関する研究

## Study on effectual conditions for coal-biomass briquette technology

王 青躍<sup>1\*</sup>、金田 昌之<sup>1</sup>、平岩 隆一<sup>2</sup>

Qingyue Wang<sup>1</sup>, Masayuki Kanada<sup>1</sup> and Ryuichi Hiraiwa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 埼玉大学 理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

<sup>2</sup> ユニレックス 株式会社

UNIREX Co., Ltd

### Abstract

In this study, coal-biomass briquette (BB) that is produced from the mixture of Chinese low grade raw coals, biomass and sulfur-fixation agent under high pressure, which can effectively reduce SO<sub>2</sub> and particulate matters. In this case, instead of the raw coal, we developed BB with utilization of waste coal, which typically discarded during coal mining, cleaning and preparation processes. This study suggested that BB produced from waste coal is available on their burning characteristics, which can lead to reduce production costs of BB. Furthermore, we will estimate the BB technology system economically.

**Key Words:** Low grade coal, Sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), Sulfur-fixation, Coal-biomass briquette (BB) and China.

### 1. 目的

近年中国などの発展途上国では、経済の急成長に伴い、エネルギー消費量が増大しつつある。それら国々の一次エネルギーの大部分を占める石炭の多くは硫黄分、灰分割合が高く、発熱量が低い低品位石炭である。そのため、石炭燃焼時に大量のSO<sub>2</sub>などの酸性物質や煤塵が発生するため、大気汚染や酸性雨、また人体への健康影響等が深刻化している。

こうした問題の解決策として、石炭に硫黄固定剤として消石灰、バインダーとして農林業廃棄物であるバイオマスを混合し、圧縮成型して固形燃料とした石炭のバイオブリケット（以下BB）化技術が注目されている。このBBは石炭と比較して、SO<sub>2</sub>や煤塵の高い排出抑制効果を有することが確認されてい

る[1]。しかし、このBB化技術を現地に広範囲普及させていくためには、さらなる低コスト化が求められており、これまで使用されていなかった廃棄石炭の利用が期待されている。

そこで本研究では、廃棄石炭の利用によるBB化技術低コスト化を目指し、これらを利用した新規BBを開発し、その燃焼特性及び民生用燃料としての有用性を検討することを目的としている。

### 2. 実験

#### 2.1 試料の基礎調査

実験に用いた試料は、廃棄石炭（南桐炭）、バイオマス（麦藁）であり、それぞれ乾燥・粉碎して用いた。基礎調査は、JIS-M8812に基づいて行われた。

#### 2.2 BBの作成

廃棄石炭、バイオマス、硫黄固定剤の混合割合を Table 1 に示す。BBには硫黄固定剤としてそれ

\* 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保2 5 5  
電話：048-858-3733 FAX：048-858-3733  
Email：wang@env.gse.saitama-u.ac.jp

ぞれ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を石炭中の硫黄分に対して  $\text{Ca}/\text{S}=2$  (当量比) となるように添加した。廃棄石炭のみの CB、バイオマスのみの BM、及び混合した BB はそれぞれハイプレッシャージャッキ (J-15、Iuchi) で圧縮成型 ( $4 \text{ t cm}^{-2}$ ) させた。また、その BB が輸送に耐えうる強度を有しているか、一軸圧縮試験機により耐圧強度測定を行った。

Table 1. Composition of CB, BM, BB

Sample	Waste coal (g)	Wheat straw (g)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (g)
CB	1.00	—	—
BM	—	1.00	—
BB	0.59	0.20	0.21

### 2.3 燃焼実験

試料はあらかじめ  $600^\circ\text{C}$  に加熱した管状電気炉内に挿入し、1 時間燃焼させた。燃焼排ガスは、希釈部で  $\text{N}_2$  ガスにより希釈・冷却し、 $\text{SO}_2$  計、 $\text{CO}$ ・ $\text{CO}_2$  計に導入し、それぞれの濃度を測定した。また、フィルター等に捕集した粒子状物質を吸収液 ( $2.7 \text{ mM Na}_2\text{CO}_3/0.3 \text{ mM NaHCO}_3$ ) により超音波抽出し、抽出液中の  $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  をイオンクロマトグラフ (DX-100、Dionex) にて分析した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 ブリケット特性

廃棄石炭、バイオマスの基礎調査結果を Table 2 に示す。BB の発熱量、耐圧強度はそれぞれ約  $2,300 \text{ kcal/kg}$ 、 $90 \text{ kg}$  であり、発熱量に関してのみ民生用燃料としての条件 ( $>4,000 \text{ kcal/kg}$ 、 $>40 \text{ kg}$ ) を満たしていなかった。しかし、従来の BB 原料である低品位石炭 (約  $5,000 \text{ kcal/kg}$ ) との混合を考えた場合、この発熱量不足は問題とならない。

Table 2. Properties of tested waste coal and biomass

Sample	Proximate analysis (wt.%, dry base)			Calorific value (kcal/kg, dry base)
	Ash	VM <sup>*1</sup>	FC <sup>*2</sup>	
Waste coal	70.5	13.0	16.1	2,400
Wheat straw	8.3	73.1	18.6	4,600

\*1 Volatile Matter \*2 Fixed Carbon

### 3.2 燃焼特性

CB、BM、BB 燃焼時における硫黄酸化物排出量の S 換算値を Fig. 1 に示す。BB 燃焼時の硫黄酸化物排出量は CB 燃焼時よりも減少していた。

また、硫黄酸化物排出量より計算した BB の硫黄固定率は、 $94\%$  であり、廃棄石炭の燃焼排出硫黄に対しても、効率良く固定できることが確認された。また、CB、BM、BB 燃焼時における  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$  排出量を Fig. 2 に示す。BB において、 $\text{CO}$  排出量は、CB よりも減少し、一方で  $\text{CO}_2$  排出量は CB よりも増加していることが確認され、燃料中の炭素が有効に酸化されていることが示された。この理由として、高燃焼性のバイオマス添加により完全燃焼が促進されたためと考えられる。

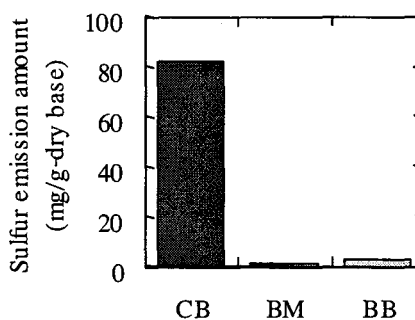


Fig. 1 Sulfur emission amount during combustion.

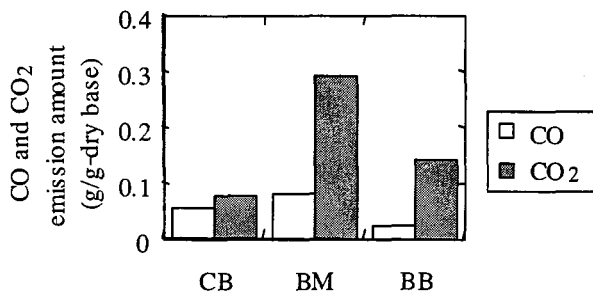


Fig. 2 CO and  $\text{CO}_2$  emission amount during combustion.

以上より、廃棄石炭・バイオマスからの BB 化による燃料のクリーン化、及び燃料としての利用可能性が確認され、低コスト化の可能性が示唆された。今後、廃棄石炭利用 BB の経済的評価を含めて BB 技術の適正化を行っていききたい。

### 参考文献

- [1] Q. Wang, K. Sakamoto, T. Maruyama, T. Mizoguchi, R. Luo, M. Kamide, T. Arai, and S. Hatakeyama: "Coal Biomass Briquetting Process as an Emission Control Technique for Acid-Rain Precursors in Chongqing, China", *Global Environmental Research*, 4(1), pp.95-102(2000).