

バイオテクノロジー・バイオシステムを利用した地球温暖化の緩和・適応対策ならびに環境計測技術

Utilizing biotechnology and bio-system as global warming mitigation / adaptation measures and environmental measurement.

We are engaged in Biotechnical Eco-management research for mitigation of Green House Gases (GHGs) and environmental analysis/monitoring.

1. The biomass resources are distributed over the world thinly widely. The brown coal which is low-grade coal has many reserves worldwide, but the use is limited to the brown coal dig area mainly. As means to reform brown coal less costly, it is paid its attention the biomass use, and knowledge about fuel properties and the safety after the reforming is demanded. Therefore, we produced a brown coal - biomass substance mixture pellet experimentally, and a characteristic as pellet molding characteristics and the fuel clarified a CO₂ emission reduction effect at the time of the combustion. Rice bran, Jatropha extracted residue and Eucalyptus tips, which are available in local mining areas (Australia and Indonesia), were selected as sample biomass residues. When the moisture content of mixed power was adjusted at 15 wt%, which is a suitable moisture for wood pellets, the coal mixture pellets with rice bran or Jatropha extracted residue formed preferred pellets and their calorific value were improved, though coal ratio was limited to under 10 wt%. On the other hand, pellets with Eucalyptus tips were inferior for moldability. In the case of varied coal ratio, the brown coal/rice bran mixed pellets showed improved moldability; however, the calorific value was decreased as the coal ratio increased. In order to maintain the calorific value of the pellets, the coal mixing ratio was better under 50 wt%. In this case, the ignitability was controlled. If the mixing pellet (brown coal : rice bran = 50:50) was burned as a fuel instead of coal, it was estimated to be a 60% reduction in CO₂ emission, compared to the alternative of steam coal.

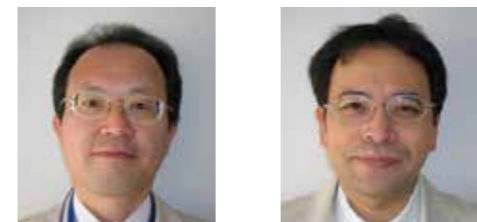
2. We developed the novel catalysts for conversion of CO₂ to valuable substance. Hydrogenation of carbon dioxide to formate was achieved using Cu catalysts in the presence of strong organic bases including amidines and guanidines. Specifically, 1,8-diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene (DBU) proved to be effective for the transformation of a 1:1 mixture of H₂ and CO₂ into its formate salt under increased pressure in the presence of various Cu(I) and Cu(II) salts at 100 °C. A novel complex derived from CuI and DBU equally promoted the same reaction, indicating that DBU-Cu species are involved as real catalysts in the hydrogenation.

本稿を書いている時点 (2016年1月) で、ニュースでは“12年ぶりに原油先物価格 (WTI) が1バレル 30ドルを割り込んだ”ことが報道されている。昨年のアクティビティレポート 2014 で、[2014年は“潮目”が変わった年であると、後年、思い起こされるようになるのではないかと]と書いたが、1年が過ぎて 2015年にそれは事実となった。十二年で一回り前の申年 (2004年) は、年平均原油価格 (WTI) が 48ドル強で、第二次オイルショック後では 1984-2002年の 19年間に渡り1バレル 30ドル以下であったそれが、明確な上昇基調となって現れた。2008年には 100ドルを超え、リーマンショックで一次下がったものの 2011年には再び 100ドルを超えた。

この十二年で一回りの間、世界はどのような問題を認識し、それらにどう向かっていったか。地球温暖化問題、エネルギー・資源問題、安全保障問題、そしてそれらとリンクした国家・民族・宗教との関係が引き起こす摩擦。2015年 11月 30-12月 12日に開催された気候変動枠組条約第 21回 締約国会議 (UNFCCC-COP21 パリ会議) に、約 140カ国から首脳級 (オバマ米大統領、習近平中国国家主席、安倍総理大臣等) が参加したのは、この問題認識を象徴する。

バイオエコマネジメント学分野では、再生可能エネルギー・省エネルギーや資源リサイクルについてバイオテクノロジーやバイオシステムの適用を図っている。これらの技術・システムは、地球温暖化問題、エネルギー・資源問題、安全保障問題の改善に貢献する。2015年夏より急落した石油価格が、これら技術・システムの開発と実適用にどう影響を与えるのだろうか。12年の経験を通じた意義ある展開を、1バレル 30ドルの世界に見つけ出すことが、その答えとなる。

再生可能エネの一つであるバイオマスは、世界に広く・薄く・普遍的に存在する。2015年では、このバイオマスエネをより良く多く活用できるように、世界各国に普遍的・かつ場所によっては多量に存在する「褐炭」と組み合わせ、普遍的なエネルギー形態である「電気」源として使った場合の効果を評価することを行ったほか、「微生物の電気培養法」を用いた未利用廃棄物系バイオマス (グリセロール等) からのバイオ燃料生産技術の開発、有用資源への変換や、環境中化学物質の迅速測定技術の開発、さらに触媒を用いた CO₂ の化学的変換 / 有効利用技術の開発を進めた。



客員教授 渡部 良朋
Professor Yoshitomo Watanabe

客員准教授 松本 伯夫
Associate Professor Norio Matsumoto

1. バイオマスを用いた褐炭改質の意義と褐炭 - バイオマス残渣混合ペレットの試作

バイオマス資源は世界中に広く薄く分布する。低品位炭である褐炭は、世界的に埋蔵量が多いが、その利用は主に褐炭採掘地域に限定されている。褐炭改質技術の開発が進められているが、経済的な課題がある。低コストに褐炭を改質する手段として、バイオマス残渣の利用が注目され、改質後の燃料特性や安全性等に関する知見が求められている。そこで、褐炭 - バイオマス残渣混合ペレットを試作し、ペレット成型性や燃料としての特性、さらに燃焼時の CO₂ 排出削減効果を明らかにした。

(1) 褐炭 - バイオマス混合ペレットの試作 (Fig.-1, Fig.-2)

褐炭採掘地で調達可能なバイオマス残渣として、米糠、ジャトロファ搾油かす、ユーカリチップを選定し、褐炭との混合ペレットを試作した。混合ペレットの水分を 15wt% に調整した場合、褐炭混合率は 1割未満に限定されるが、バイオマス残渣の混合により発熱量は改善された。ペレット形状や発熱量は米糠と搾油かすを混合したペレットで比較的良好で、ユーカリチップでは褐炭の混合により成型性が著しく低下する傾向がみられた。

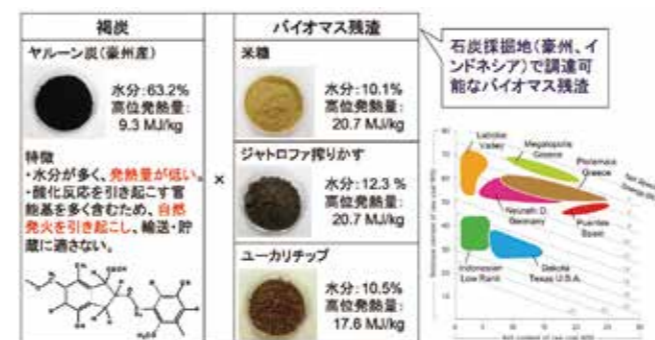


Fig.-1 Pellet raw materials. (quoted from Y. Tsuchiya et al (2015))

混合ペレット	ペレット形状	水分 (%)	発熱量 (MJ/kg)	かさ密度 ¹⁾ (kg/m ³)	微粉率 ²⁾ (%)
褐炭-米糠	成形性: 良好	10.7%	高位: 20.0 低位: 18.4	610	0.9
褐炭-搾油かす	成形性: 良好	10.1%	高位: 19.5 低位: 17.9	690	1.3
褐炭-チップ	成形性: 不良	11.6%	高位: 18.0 低位: 16.4	600	1.7

¹⁾ 3.15mmの篩から落ちたもの割合。数値が小さい方が品質が良い。
²⁾ 数値が大きい方が好ましいが、長さの短い粗悪なペレットが多く含まれる場合にもかさ密度は高くなる。

Fig.-2 Property of the brown coal mixture pellet. (quoted from Y. Tsuchiya et al (2015))

(2) 褐炭 - バイオマス混合ペレットの燃料特性と石炭代替による CO₂ 排出削減効果 (Fig.-3)

発熱量の高い褐炭 - 米糠混合ペレットを対象に、褐炭混合率がペレット性状に与える影響を調べた。その結果、褐炭混合率の増加に伴いペレットの機械的耐久性は向上するが、発熱量を維持するためには、褐炭混合率を 50 wt% 程度に抑える必要があると考えられた。この場合、褐炭の輸送・貯蔵で問題となる自然発火性が抑制される可能性が示唆された。また、この混合ペレットを石炭代替として燃料利用した場合、石炭燃焼に比べて 60% の CO₂ 排出削減になると見積もられた。今後は、褐炭の輸出が想定される地域において具体的なサイトを特定し、エネルギー収支や CO₂ 排出量、経済性の評価を行う予定である。

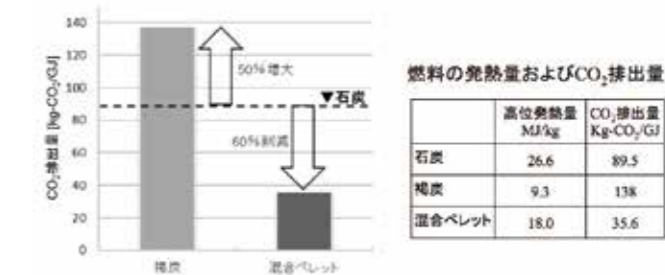


Fig.-3 CO₂ emission reduction effect caused by the mixed pellet combustion. (quoted from Y. Tsuchiya et al (2015))

2. 微生物電気培養法を用いた未利用廃棄物系バイオマスからのバイオ燃料生産技術等の各種特許

未利用廃棄物資源 (バイオディーゼル燃料作成時の副産物であるグリセロール等) から、微生物を用いてバイオ液体燃料 (エタノール、ブタノール) を生産する方法や、微生物の代謝促進や活性化を図る方法についての特許を 4件申請した。

3. CO₂ の化学的変換 / 有効利用技術 ~ 水素化反応の銅錯体触媒の開発 ~

CO₂ を炭素資源ととらえ、これを水素化することで有用化合物へ変換 / 有効利用する技術の開発に取り組んだ。二酸化炭素の水素化反応によるギ酸塩への変換技術について、これまでルテニウム錯体などの希少元素を用いた触媒開発が行われてきた。しかし、大規模な化学プロセスの実現には、存在量の豊富な元素 (鉄、銅、亜鉛など) を利用した触媒開発が不可欠である。今回、二酸化炭素水素化によるギ酸塩への変換において、銅錯体が触媒として有効であることを初めて見いだした。すなわち、種々の 1 価および 2 価の銅塩が、1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene (DBU) 塩基存在下で触媒としてはたらき、水素化反応が促進された。

招待講演等での活動

・学会のシンポジウムでの講演 (2 件)