

なぜ備長炭に火がつきにくいのか

山形中央高 中島翔太、中島稜太、結城陽成、笹原皓太、斎藤巧、高橋真弓

要旨：備長炭（白炭）は火持ちが良く高火力であるが、火つきが悪い。この矛盾について、備長炭断面に金属光沢から仮説を立て調べた結果、火のつきにくさは自由な電子の物理的振る舞いに関わると仮説を立て調べた。

はじめに

備長炭の特質は炊飯器の釜など多方面に応用されている。反面備長炭単体では点火に長時間を要する。この矛盾を化学組成や微細構造から分析したが有意な根拠は見いだせなかった。私たちは備長炭断面に金属光沢を見だし、自由電子の多さを直感した。自由電子は熱電子として熱移動に関わる。実験仮説を立て調べた結果、火のつきにくさは自由電子の物理的振る舞いであることがわかった。

化学組成

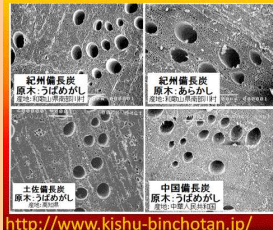
各地の林業試験場の成分分析表を、可燃ガス、助燃触媒の点で比較し、大きな差異はなかった。前者は、炭は本来木を高温で蒸焼きし、揮発成分を除いたものであり、ほとんど含まれなかった。また、燃焼の様子もそれを支持する。微量でも大きく働くものに「触媒」がある。助燃触媒としてのカリウムは、むしろ備長炭で多かった。



構造比較

維管束が残り、大きな差異はない。焼きまわりは、黒炭は体積の27%、白炭で25%と、黒炭と白炭の構造変化は小さい。

電子顕微鏡像の提示(200倍)



予備実験

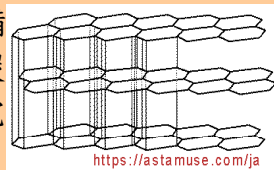
岩手黒炭、飯豊白炭、白鷹白炭、宮崎備長炭で着火試験結果、木質着火剤で岩手黒炭は約8分。他は30分後も着火しなかった。ガスバーナー(約435℃)では、岩手黒炭約4分、他は7~15分要した。

炭の微細構造について

白炭はグラファイト構造をとり、「自由なπ電子」は、金属の自由電子と同様通電し、熱を運ぶ。一方黒炭は微細なグラファイトが不定形に集まり、「自由なπ電子」は広範囲に存在し難く、熱も電子も運び難い

抵抗測定

岩手黒炭の $67M\Omega$ ($6.7 \times 10^7 \Omega$) に対し、飯豊白炭 0.50Ω 、白鷹白炭 0.58Ω 、宮崎備長炭 0.58Ω であった($n=10$)。白炭のグラファイト化による「自由なπ電子」の多さが裏付けられた



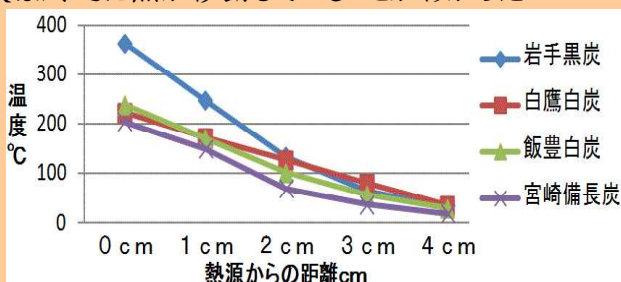
伝導電子を調べる実験

導線にマッチ軸をロウで固定し、直流を通電したまま中央を加熱した。陽極側のマッチが倒れ、自由伝導電子による熱移動が確認された。



炭の熱伝導

炭の一端をトーチライターで20秒加熱し、温度分布を調べた。黒炭は加熱部位が高温になったのに比べ、白炭は周辺に熱が移動していることがわかった



炭微粉の燃焼試験

白炭・黒炭を粉末とし、グラファイト構造の連続を破壊した状態で加熱後空気を送り燃え方を比較観察した。結果、いずれもよく燃え、差は無かった。

考察とまとめ

備長炭や白炭に火がつきにくいのは、「自由なπ電子」が熱を周辺に逃がすため、容易に発火点に至らないという物理的要因が大きいと考えられた。最後に、特級備長炭に劣らぬ白炭をご提供くださった飯豊、白鷹ふるさと森林組合様のご厚志に、ここに深く感謝申し上げます。