

# 炎中での煤の生成過程と粒径決定の要因

## —「古梅園」の伝統的製墨手法を用いて—

奈良県立奈良高等学校：廉明德 久米祥子 筒水雅記

### 背景

地球温暖化について煤がその進行を助長する可能性が指摘されており、影響の程度を推定するには排出直後の煤の粒径の把握が重要である。そのためには、煤の生成過程の理解が不可欠である。下に一般的に言われている煤生成モデルを示す(図1)。多環芳香族炭化水素(PAHs)やグラフェンなどの前駆体を経て、それらの凝集により形成されると言われているが、依然として不明な点も多い。

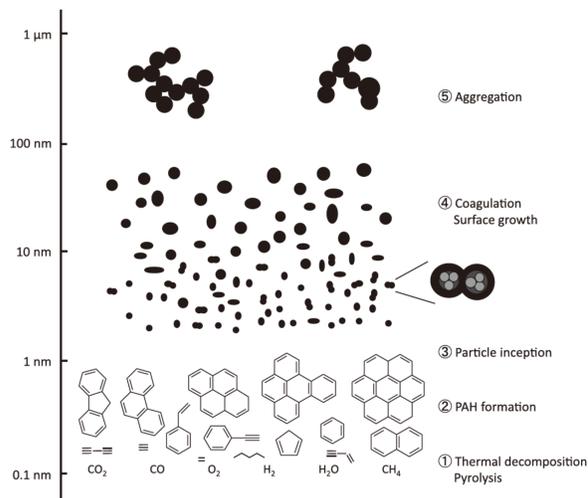


図1 出展：戸野倉 賢一「燃焼場における多環芳香族炭化水素とスス粒子の生成過程」『エアロゾル研究』29巻, 1号, 5-9 (2014) .

### 目的

炎中での煤を追跡し、実測により煤の生成過程を明らかにする。実験にあたり炎と煤発生安定化が課題であるが、煤作りの知見を有する奈良県の伝統的な製墨会社古梅園で行われている手法を参考に、藺草の芯と菜種油の燃料を用いることで、安定化に成功した。



図2：株式会社古梅園の採煙蔵と燃焼中の芯の様子

### 実験方法・装置

作成した装置は以下の通りである(図3)。燃焼に使う芯には、菜種油に1晩浸漬した古梅園提供の80刈用藺草芯を用いた。燃焼皿に菜種油を入れ、絶えず芯に燃料を供給した。煤の採取は炎中に2cm四方の銅板を差し込んで行った。その際、差し込む位置は炎の内側に触れるように2つ、外側に触れるように2つ、炎に触れないように1つとした(図4)。

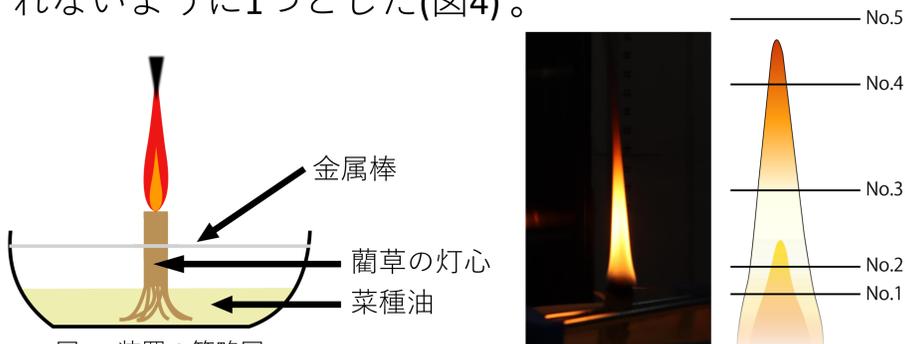


図3：装置の簡略図

図4：銅板を差し込んだ位置

### 結果と考察

煤の付着は炎の外周部にあたる部分でのみ確認できたため、その部分(目視で黒くなっている部分)をSEMで観察した(表1)。

表1：各サンプルの採取した高さ(No.1-5)と銅板上での煤外観

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
根元からの高さ(cm)	約1.0	約1.5	約3.0	約5.0	約8.0
画像					

その結果、全ての高さにおいて、外観形状に違いは見られなかった(図5)。このことから、煤の形成は炎の外周部の初期段階で完了する可能性が考えられる。しかし、外観形状に差は見られなかったものの、化学的な変化は確認できておらず、更なる分析が必要であると考えられる。

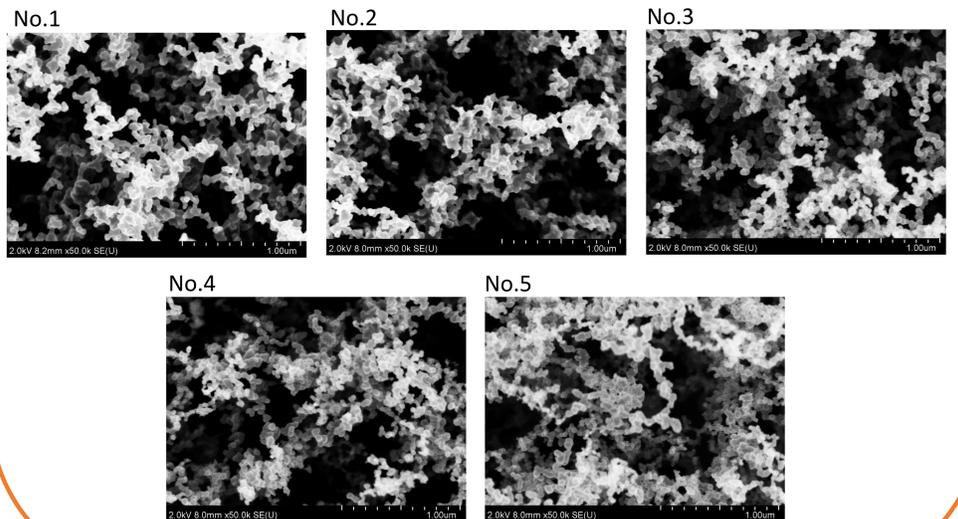


図5：各サンプルのSEMによる煤外観画像

### まとめ

炎の外周部では煤の成長が確認できなかったことから、煤の生成過程を考察するためには、炎の根元に着目する必要があると考える。今回はSEMによる外観形状のみで議論を行ったが、今後は化学的な分析も行い考察を深めていく予定である。

また、今回の実験にあたり古来より伝統的製墨を継承する古梅園の手法を取り入れたが、古梅園では経験則にて生産管理を行っていた。煤生成過程の理解はこうした伝統技能の伝承や保存という面でも、また伝統を生かした新たな事業の創出・拡大という面でも非常に重要である。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なご指導を賜った指導教員の先生方、煤作りに関わる貴重な知見とサンプルをご提供くださった株式会社古梅園様に深く感謝申し上げます。また本研究の一部は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業(京都大学微細加工プラットフォーム)の支援を受けて実施されました。ここに感謝を表します。

### 参考文献

- Ulrike Lohmann et al. Future warming exacerbated by aged-soot effect on cloud formation, *Nature Geoscience*, 13, 674-680 (2020).
- Hitoshi Matsui. Black carbon radiative effects highly sensitive to emitted particle size when resolving mixing-state diversity, *Nature Communications*, 9, Article number: 3446 (2018).
- Henning Bockhorn. A Short Introduction to the Problem — Structure of the Following Parts, *Soot Formation in Combustion*, 3-7 (2000).
- 戸野倉 賢一「燃焼場における多環芳香族炭化水素とスス粒子の生成過程」『エアロゾル研究』29巻, 1号, 5-9 (2014) .
- 三好 明「燃焼からの PAH とすす粒子生成の化学反応 (1)」『日本燃焼学会誌』59 巻, 187 号, 55-60 (2017) .
- 足立 光司「ナノスケールで見るすす粒子」『エアロゾル研究』29巻, 1号, 10-14 (2014) .