

業務用厨房における局所排気フードの捕集原理に関する研究
(その 22) 人体擾乱下における 2 方向付加噴流を用いた排気フードの捕集性能向上手法
Capture and Containment Mechanism of Local Exhaust Hood in Commercial Kitchen
(Part 22) Improvement of Capture Performance of Exhaust Hood using Two
Directional Additional Jets under Air Disturbance caused by Movement Body

学生会員 ○千田 紗恵 (大阪大学)
正会員 小林 知広 (大阪大学)
学生会員 寺本 大智 (大阪大学)

技術フェロー 山中 俊夫 (大阪大学)
正会員 袁 継輝 (豊橋技術科学大学)

Sae SENDA^{*1} Toshio YAMANAKA^{*1}
Tomohiro KOBAYASHI^{*1} Jihui YUAN^{*2} Daichi TERAMOTO^{*1}
^{*1} Osaka University ^{*2} Toyohashi University of Technology

In the commercial kitchen, the working environment is growing worse due to cooking pollutants and combustion exhaust gas, so an appropriate ventilation design is necessary. In order to improve the capture efficiency, we study exhaust hood using two directional additional jets. This device can be retrofitted to local exhaust hood. In addition, in order to simulate the actual cooking environment, we study the effect of air disturbance caused by movement body. As a result, it was found that the capture efficiency decreased when air disturbance occurred, and we verified the effect of the two directional additional jets.

はじめに

業務用厨房では、食材の揮発成分や油分などの調理生成物質や燃焼機器による燃焼排ガスが発生することで、労働環境が劣悪となりやすく、適切な換気量設計が必要である。近年、局所排気フードに関する研究において、排気フードの捕集性能を高めるため、ジェットによるエアカーテンが利用されているが、1 方向のジェットが多く 2 方向に吹き出すものは少ない。そこで本報では、既存のフードに後付けできる 2 方向付加噴流装置 (HALTON 製) に着目し、2 方向付加噴流を用いた場合のキャノピーフードの捕集性能について実験により評価を行った。また、実際の調理環境を模擬するため、人体擾乱を発生させた条件の検討を行った。さらに、下向きのジェットが捕集率に及ぼす影響について平面噴流の湾曲理論を用いて検討した。

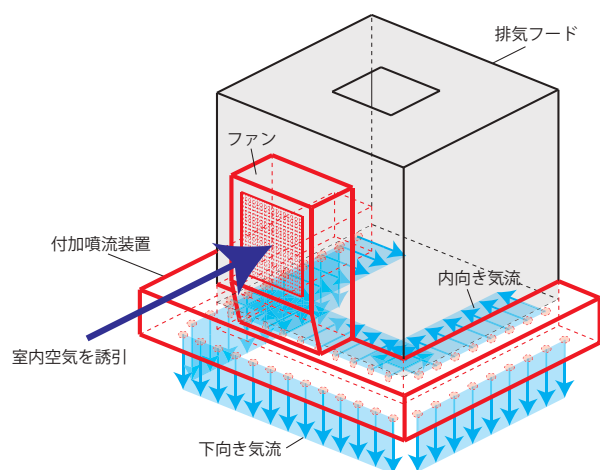


図 1 付加噴流装置イメージ図

1. 実験概要

1.1 付加噴流装置

本報で用いた付加噴流装置は装置の下端と内側に小孔が一定間隔で設けられており、上部のファンから室内空気を吸い込み、小孔から吹き出す仕組みになっている。付加噴流装置を取り付けた排気フードのイメージ図を図 1 に示す。付加噴流による効果を、既往研究¹⁾で提唱された捕捉 (Capture)・保持 (Containment) の観点から推測すると、フード下端から鉛直下向きに吹き出されたジェットによって捕捉効率が上昇し、さらにフード下端から内向きに吹き出されたジェットによって保持効率が上昇することが期待される。付加噴流装置は水平方向の孔がフードの下端面の少し下に位置するように取り付けた。また付加噴流装置のジェットの影響のみを評価するため、装置のファンの吸い込み口に内径 149mm、厚さ 1mm、長さ 1m の円形ダクトを取り付け、排気フードから漏れ出した汚染物を装置のファンから再捕集しないようにした。

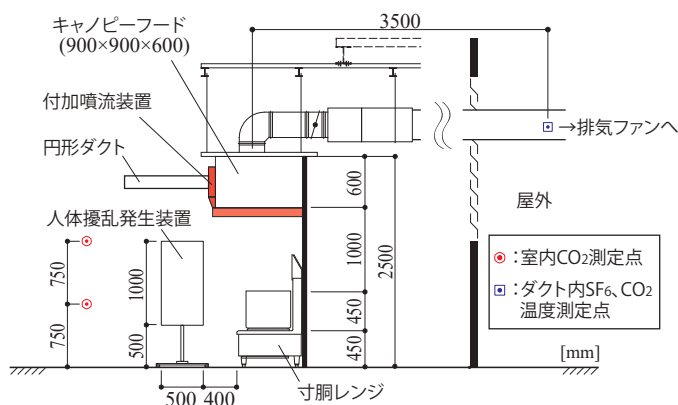


図 2 立面図

図4 人体擾乱装置の設定

3. 実験条件

3.1 フード排気量

建築設備基準で定められている面風速 0.3m/s を基準とし、0.15m/s(381m³/h)、0.2m/s(508m³/h)、0.3m/s(762m³/h)、0.35m/s(889m³/h)、0.4m/s(1016m³/h)の5条件で測定した。

3.2 付加噴流装置

付加噴流の風量を既報⁴⁾のように設定し、付加噴流装置非稼働時と稼働時の2条件を設定した。

3.3 人体擾乱装置

人体擾乱なし条件と人体擾乱あり条件を設定した。

4. 側圧を受ける下向き給気の湾曲特性

于らの既往研究³⁾より、下向きジェットの湾曲半径は捕集率を支配する1つの重要な要素である。側圧を受ける平面気流の湾曲理論を基にした給気孔からの流線の円弧の半径(湾曲半径)を予測する式を式(3)に示す。

$$R = \frac{\rho}{2a(\sum L)^2 \times S} \times \left(\frac{q_0}{Q}\right)^2 \quad (3)$$

R : 平面噴流の湾曲半径 [m]

a : 給気吹出し口幅の1/2 [m] (=1.0×10⁻⁴m)

$\sum L$: 給気吹出し口の全長 [m] (=2.604m)

q_0 : 下向きのジェットの風量 [m³/h]

Q : フード排気量 [m³/h]

ρ : 給気の密度 [kg/m³]

S : 定数 [kg/m⁷]

ここで、 S は給気流の湾曲半径によって変化すると考え

られるが、取扱いの簡便さを考慮し定数と仮定している。なお、本報で用いた付加噴流装置は、小孔が一定間隔で並ぶ給気口であり于らが考察に用いたスリット型とは異なるため、給気口を装置と等面積のスリット型に置き換えて考察を行った。

5. 結果

測定データを用いて式(1)及び式(2)より捕集率の算出を行う。なお濃度の測定結果は、濃度測定機器の校正によって補正を行っている。また、完全捕集時と通常捕集時ではダクト内の温度が異なるため、超音波流量計の温度を用いて完全捕集・通常捕集それぞれの排気量をノルマル流量に換算している。図8に擾乱なし条件、図9に擾乱あり条件における排気量と捕集率の関係を付加噴流の有無で比較した結果を示す。また建築基準法で定められた必要換気量である、調理機器の定格出力 20.9kW に理論排ガス量 0.93m³/kWh を乗じた理論燃焼ガス量の40倍の換気量(40KQ)を示す。さらに、付加噴流装置稼働時における下向きのジェットの湾曲半径 R と定数 S の積($R \cdot S$)をとって捕集率との関係を示したグラフを図10に示す。 S は複雑で求めることができないため、式(3)の両辺に S を乗じて $R \cdot S$ を算出した。

6. 考察

(1) 燃焼排ガス捕集率と調理生成物質捕集率

図8及び図9より、全てのフード排気量において燃焼

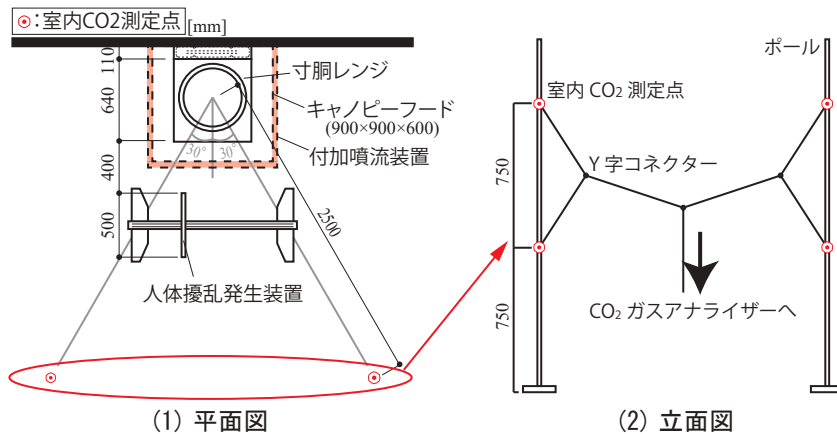


図5 室内CO₂測定点



図7 完全捕集

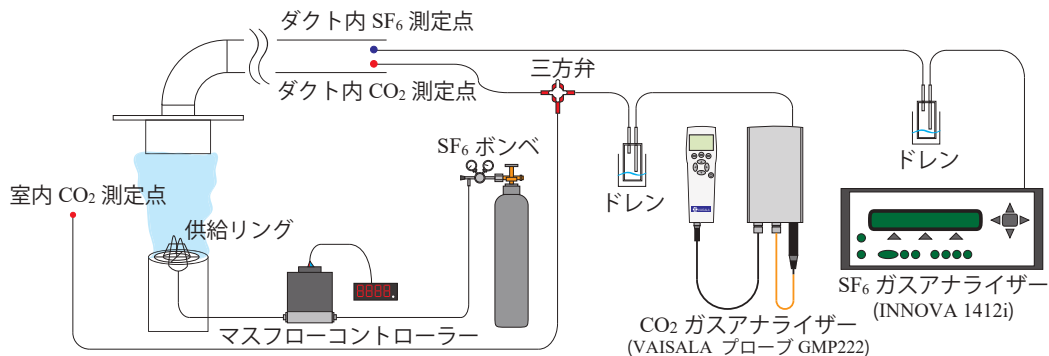
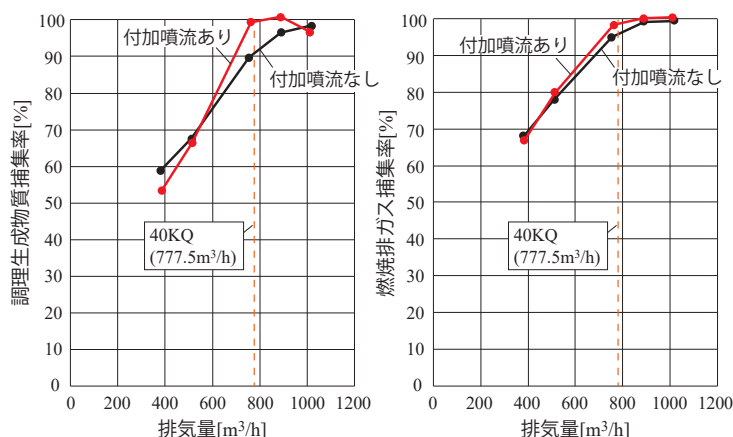
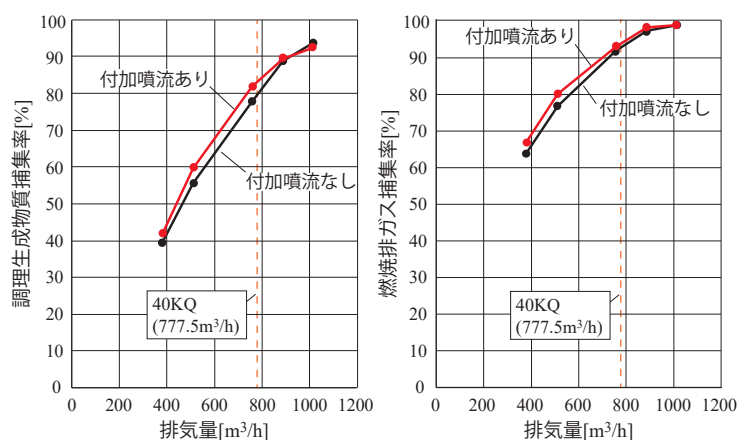


図6 系統図



(1) 調理生成物質捕集率 (2) 燃焼排ガス捕集率
図8 フード排気量と捕集率の関係(擾乱なし)



(1) 調理生成物質捕集率 (2) 燃焼排ガス捕集率
図9 フード排気量と捕集率の関係(擾乱あり)

排ガス捕集率が調理生成物質捕集率よりも高い結果となっている。この原因として、燃焼排ガスが湯面より高い位置にある排気筒から排出されるためにフードに取り込まれやすいことが挙げられる。概要を図11に示す。

(2) 付加噴流装置による影響

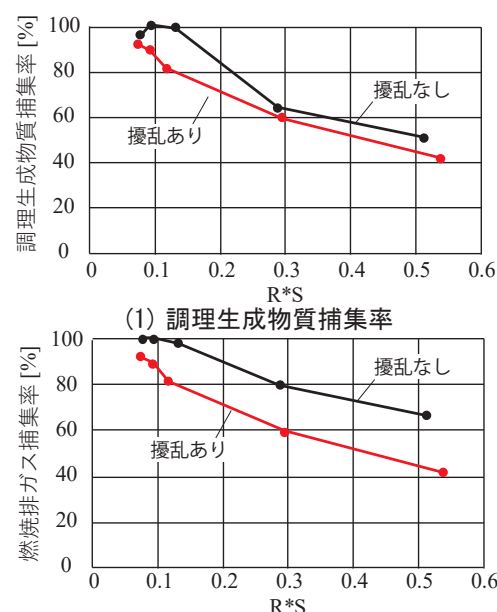
図8及び図9より、擾乱の有無に関わらず付加噴流あり条件で捕集率が上昇していることから付加噴流による効果が確認できる。また、図9(1)の低排気量において付加噴流あり条件がなし条件よりも捕集率が低下しているが、これは内向きのジェットがフードの排気を妨げていることが原因であると考えられる。なお、実際には円形ダクトは設置されないため、排気フードから漏れ出した汚染物の再捕集により測定結果よりも捕集率が向上する可能性がある。

(3) 人体擾乱による影響

図8と図9を比較すると、フード排気量によらず人体擾乱があると捕集率が低下している。また、人体擾乱下の付加噴流あり条件で捕集率が上昇していることから、実厨房空間においても付加噴流による効果があると考えられる。

(4) 捕集率と湾曲半径の関係

図10より $R \cdot S$ が小さいほど捕集率が高くなっている。これは、湾曲半径が小さいほど、給気流の下方への到達距離が小さいため、よりフードから排気されやすくなる



(1) 調理生成物質捕集率 (2) 燃焼排ガス捕集率
図10 下向きジェットの $R \cdot S$ と捕集率の関係

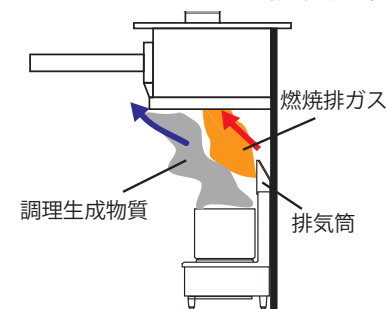


図11 概念図

ことが原因として挙げられる。

おわりに

本報では、2方向付加噴流装置を用いることによる効果を擾乱あり条件と擾乱なし条件のそれぞれで比較し性能を検証した。結果から、人体擾乱を発生させると調理生成物質捕集率、燃焼排ガス捕集率共に低下するが、擾乱あり条件においても付加噴流による効果が見られたため、実際の厨房空間において付加噴流装置は有効であると考えられる。さらに、捕集率と下向きジェットの湾曲半径には相関があることがわかった。今後は、内向きのジェットによる捕集率への影響も考察する必要がある。

謝辞

本研究は大阪ガス(株)との共同研究によるものであり、種々の便宜を図っていただいた関係者各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 山中俊夫：厨房の局所排気フードの捕集率と制御面風速，日本建築学会近畿支部研究報告集，第54号，環境系，pp.309-312, 2014.06
- 2) JSTM V 6201:2017 業務用ちゅう(厨)房に設置される排気フードの捕集率測定方法
- 3) 于穎，檜崎正也，佐藤隆二，山中俊夫：住宅厨房の給排気設計に関する研究 ガスレンジあるいはレンジフード周辺からの局所強制給気方式，日本建築学会計画系論文報告集，第445号，pp.35-44, 1993.03
- 4) 寺本大智，山中敏夫，小林知広，袁繼輝，千田紗恵：業務用厨房における局所排気フードの捕集原理に関する研究(その2)2方向付加噴流によるキャノピーフードの捕集性能向上，空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会，2020.03