

数値流体解析による住宅用調理レンジ上の気流分布に関する研究

T 0 4 K 7 3 3 D 山田奈津子
指導教員 赤林伸一教授

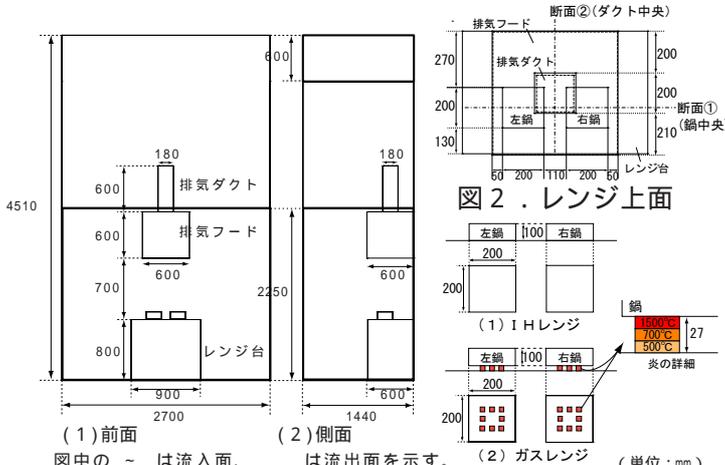
1 研究目的

近年、全電化住宅の普及が進みIHレンジが一般家庭で広く用いられるようになってきた。IHレンジとガスレンジでは炎による高温部の有無などの違いにより、レンジ上の流速、温度分布が異なると考えられる。従って厨房の快適な空気環境を実現するためには、これらの特性の違いによるレンジ周辺の空気環境を明らかにし、適切な厨房設計が行われる必要がある。また、多様な住宅用調理レンジの配置パターンにおいて、ガスレンジ、IHレンジが室内空気環境へ及ぼす影響を検討する際、実験に比べ比較的容易に空気環境の予測ができる数値流体解析を用いることは有効である。

本研究では、数値流体解析によりフードの排気風量を変化させた場合のレンジ上の熱上昇流の解析及び廃気捕集率を算出し、昨年までの実験による結果との比較を行ない、数値解析の精度の検証を行い、更にIHレンジとガスレンジの相違を明らかにすることを目的とする。

2 研究概要

2.1 解析対象：図1に解析対象の概要を示す。排気は排気フードから行なう。図2にレンジ上面を、図3に鍋とレンジの概要を示す。レンジ上には鍋を2つ配置し、ガスレンジでは炎の温度をレンジ上から鍋底まで500、700、1500 []として与える。



図中の ~ は流入面、 は流出面を示す。
図1．解析対象の概要 図3．鍋とレンジの概要 (単位: mm)

2.2 解析方法：表1に解析caseを示す。解析には汎用流体解析ソフト(STREAM)を用いる。フードの排気風量を変化させた場合の流れ場を標準k - モデルにより解析する。コンロ稼動時のレンジ上の流れ場、温度場をCFD解析により求め、トレーサーガス拡散解析により鍋で発生する汚染質濃度を明らかにする。更に、実験により得られた廃気捕集率と比較検討を行なう。解析による廃気捕集率は式(1)で算出する。

$$\text{廃気捕集率} [\%] = \frac{\text{ダクト吸込口の平均濃度} [g/m^3]}{\text{全捕集時の濃度} [g/m^3]} \times 100 \quad (1)$$

3 解析結果

3.1 温度・気流分布：図4にフードなしの時の鍋中央断面の温度分布を示す。IHレンジに比較してガスレンジは上昇気流の温度が相対的に高い。これはガスレンジには炎による高温部が存在するためである。図5に代表的なcaseのIHレンジ上の流速ベクトルを示す。case1-1(排気風量100[m³/h])ではフードの両側面及び前面でフードから外に漏れる気流が見られる。case1-2(排気風量150[m³/h])ではフードから外に漏れる気流はほとんど見られない。図6に代表的なcaseのガスレンジ上の流速ベクトルを示す。case2-1(排気風量100[m³/h])、case2-2(排気風量150[m³/h])では共にフードから外に漏れる気流がある。IHレンジ、ガスレンジ共に100[m³/h]では十分な排気風量とならない。またガスレンジで排気風量150[m³/h]の場合にもフード下から漏れる気流が見られるのは、ガスレンジの上昇気流速度がIHレンジよりも速いためであり、ガスレンジでIHレンジと同程度の捕集率を実現するためには、IHレンジよりも多くの排気風量が必要である。

表1 解析 case

IH	解析種類	フード排気風量	ガス	解析種類	フード排気風量
case1-1	気流解析	100[m ³ /h]	case2-1	気流解析	100[m ³ /h]
case1-2	気流解析	150[m ³ /h]	case2-2	気流解析	150[m ³ /h]
case1-3	気流解析	200[m ³ /h]	case2-3	気流解析	200[m ³ /h]
case1-4	気流解析	300[m ³ /h]	case2-4	気流解析	300[m ³ /h]
case1-5	気流解析	フードなし	case2-5	気流解析	フードなし
case1-6	濃度解析	100[m ³ /h]	case2-6	濃度解析	100[m ³ /h]
case1-7	濃度解析	150[m ³ /h]	case2-7	濃度解析	150[m ³ /h]
case1-8	濃度解析	200[m ³ /h]	case2-8	濃度解析	200[m ³ /h]
case1-9	濃度解析	300[m ³ /h]	case2-9	濃度解析	300[m ³ /h]
case1-10	濃度解析	フードなし	case2-10	濃度解析	フードなし

は、IHレンジよりも多くの排気風量が必要である。

3.2 汚染質濃度分布：図7に鍋内部で発生させたトレーサーガスの各鉛直断面の汚染質濃度分布（排気風量 150[m³/h]）を、図8に各壁等の表面の汚染質濃度分布（排気風量 150[m³/h]）を示す。図内の数値は廃気捕集率 100%の時の濃度に対する室内の汚染質濃度を示す。case1-7（IHレンジ）と case2-7（ガスレンジ）を比較すると IHレンジではフード外に漏れる汚染質が見られないのに対し、ガスレンジではフードに入った汚染質がフード側面及び前面から漏れて空气中に拡散し、フード周辺に拡がっている。

レンジ背面や天井面にはどちらのレンジも汚染質が拡散しているが、フード下の部分ではガスレンジに比べ IHレンジの方が汚染質が広範囲に及んでいる。

3.3 廃気捕集率：図9に実験と解析の廃気捕集率の比較を示す。IHレンジでは排気風量 150[m³/h]で実験と解析に差があるが、排気風量 200[m³/h]と排気風量 300[m³/h]ではほぼ同等である。ガスレンジは実験も解析もほぼ一定の割合で廃気捕集率が增加する。実験値と

解析値はよく一致している。

4 まとめ

- ① IHレンジと比べるとガスレンジは上昇気流が高温になる。このためガスレンジは上昇気流の流速が IHレンジよりも大きく、また流れが乱れている。
- ② IHレンジでは汚染質は上昇する際壁面に付着していく傾向がある。ガスレンジではフードから漏れた汚染質がフード側面に付着し、レンジ周辺に拡散していく傾向がある。
- ③ 70～80%の廃気捕集率を得るための排気風量はガスレンジよりも IHレンジの方が少なく、廃気捕集率は排気風量 300[m³/h]で IHレンジ、ガスレンジ共に約 90%となる。これは実験と同じ傾向を示す。

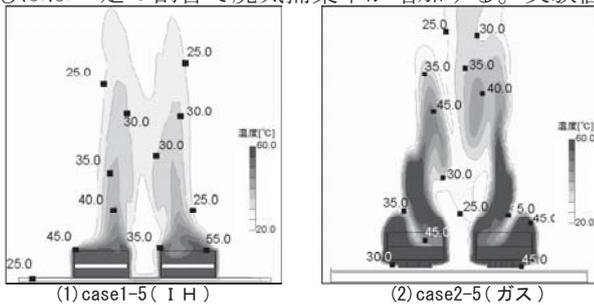


図4 フードなしの時の鍋中央断面の温度分布

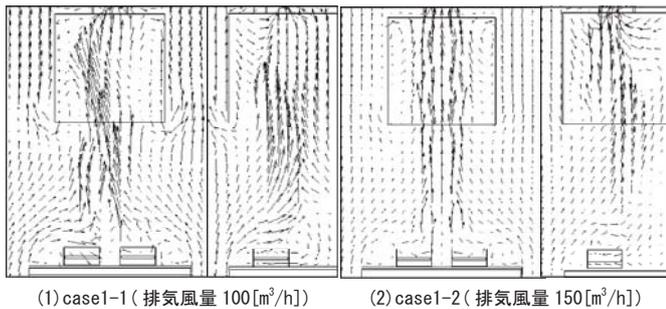


図5 代表的な case の IHレンジ上の流速ベクトル

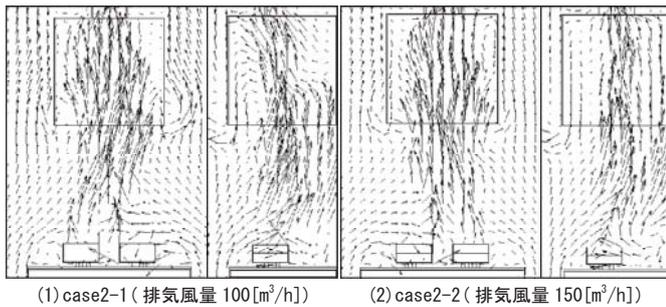


図6 代表的な case のガスレンジ上の流速ベクトル

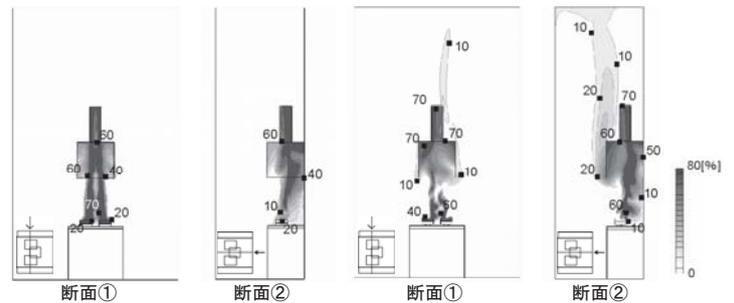


図7 各鉛直断面の汚染質濃度分布 (排気風量 150[m³/h])

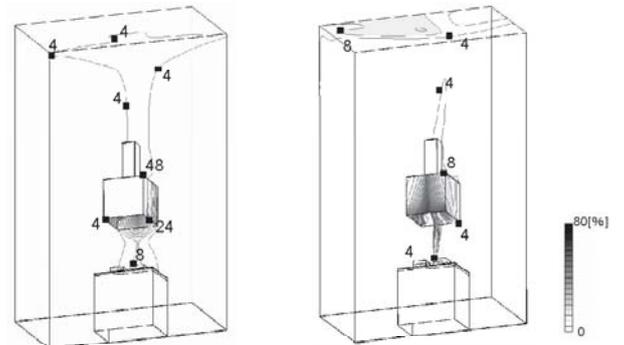


図8 各壁等の表面の汚染質濃度分布 (排気風量 150[m³/h])

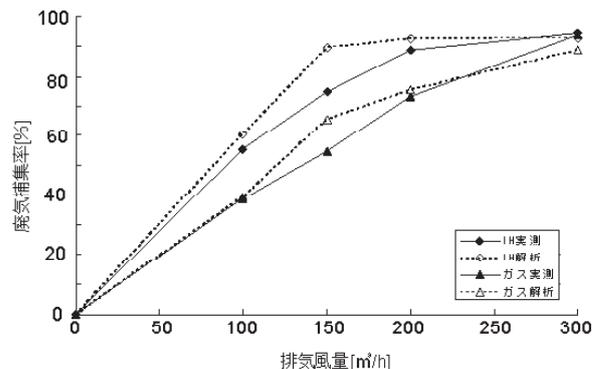


図9 実験と解析の廃気捕集率の比較