実態調査に基づく可燃物量とその表面積の分析

SURVEY AND ANALYSIS ON SURFACE AREA OF FIRE LOAD

油野 健志*, 山仲 秀利**, 大宮 喜文***, 高橋 清****

田中 哮義*****, 若松 孝旺*****

*Kenji ABURANO, Hidetoshi YAMANAKA, Yoshihumi OHMIYA,
Kiyoshi TAKAHASHI, Takeyoshi TANAKA and Takao WAKAMATSU*

Fire spread to upper floor is mostly incurred by external window flames, which depends on the generation rate of fuel volatiles from combustible products in the fire room. The generation rate of the volatiles is thought to be strongly influenced by the area of the combustible exposed to the fire environment. In order to assess the risk of fire spread to upper floor in high-rise buildings, it is important to know the surface area of combustibles contained in building spaces in actual use. Therefore, the fire loads and surface areas of the combustibles in office, hotel room, and apartment, which are considered to be dominant use of high-rise buildings, are investigated. The correlation between the fire load density and the surface area factor, of live fire load in actual use, was obtained for each of the occupancies.

Keyword: *Fire Risk, Fire Load, Surface Area, Investigation*

火災危険度, 可燃物量, 表面積, 調査

1. はじめに

高層建築物において噴出火炎による上階延焼の危険を評価するためには、火災室内での熱分解ガスの発生量を予測することができる火災性状予測モデルの開発が必要とされる。このモデルの入力条件の中で、予測結果に大きな影響を及ぼし、かつ不確定要素の大きいものの1つが、火災室内の収納可燃物の条件である。

火災室の開口部からの噴出火炎の長さは、火災室内での可燃物の熱分解速度に関係しているが、この熱分解速度は、火災時に区画内ガスからの伝熱に曝される可燃物の総表面積に依存すると考えられる。火災室内の可燃物の量は、その空間の用途や使用目的に依存し、単位可燃物量当たりの表面積は、可燃物の種類や、収納形態によるであろうと考えられる。

可燃物量については、過去の調査により推奨値が提案されているが¹⁾、建物用途によっては、調査当時と今日

において可燃物の量や材質などが変化したものもあると予想される。また、可燃物の表面積の算定方法は、Harmathyにより提示されているが²⁾、これは単独の家具等の重量と表面積の関係について当てはまると考えられ、家具等が壁に接して置かれていたり、書類等が積み上げられていたりする実際的な使用状況における可燃物の収納状態を考慮した時の火炎に露出される面としての妥当性は不明瞭なままである。

そこで本研究では、実際的な使用状況での可燃物量および可燃物の表面積を評価することを目的として、高層建築物の主な用途である「事務所」「ホテル」「共同住宅」について改めて可燃物量の追加調査を行い、可燃物の分布状況や、その表面積について分析した。

* 東京理科大学大学院理工学研究科建築学専攻
** ㈱竹中工務店 工修
*** 東京理科大学大学院理工学研究科建築学専攻 工修
**** ㈱安宅防災設計
***** 建設省建築研究所防煙研究室 室長・工博
***** 東京理科大学理工学部建築学科 教授・工博

Guraduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Sci. and Eng. Science Univ. of Tokyo
Takenaka Corp., M. Eng.
Guraduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Sci. and Eng. Science Univ. of Tokyo, M. Eng.
Ataka fire safety design office
Head, Smoke Control Div., Building Research Institute, Ministry of Construction, Dr. Eng.
Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Sci. and Eng., Science Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

2. 可燃物の算定方法

調査結果をまとめる際、本研究において可燃物量、その換算値、および表面積係数 Φ は既往の方法¹⁾に基づき、以下のように定義し算定している。

2.1 火災荷重の算定方法

可燃物の種類や収納状態を考慮しない単位床面積当たりの可燃物量(実測値)を、本研究では可燃物密度とし、式(1)で求める。

$$q = \frac{\sum G_i}{A} \quad (1)$$

q : 可燃物密度 (kg/m²)
 G_i : 可燃物の重量 (kg)
 A : 火災区画の床面積 (m²)

また、可燃物の重量は、材質により発熱量が異なるため、同発熱量の木材重量に換算される。これを等価可燃物量といい、単位床面積当たりの等価可燃物量を火災荷重という¹⁾。本研究では火災荷重を等価可燃物密度とし、式(2)で求める。

$$q_o = \frac{\sum (G_i \cdot H_i)}{H_o \cdot A} = \frac{\sum Q_i}{H_o \cdot A} \quad (2)$$

q_o : 等価可燃物密度 (kg/m²)
 H_o : 木材の単位発熱量 (kJ/kg)
 H_i : 可燃物の単位発熱量 (kJ/kg)
 $\sum Q_i$: 火災区画内可燃物の総発熱量 (kJ)

本研究では、合成高分子系可燃物の単位発熱量を木材の2倍、その他の書類、書籍、木製家具類などは木材と同じとした¹⁾。

さらに、実火災時の可燃物の発熱性状は、その材質の種類だけでなく、形状、収納形態などによっても異なってくる。このことを考慮した可燃物密度を本研究では換算可燃物密度といい、式(3)で求める。

$$q'_o = \frac{\sum (a_i \cdot G_i \cdot H_i)}{H_o \cdot A} \quad (3)$$

q'_o : 換算可燃物密度 (kg/m²)

a_i : 可燃物の収納形態などにより決まる係数

本研究では、既往の方法¹⁾にならい、係数を次のようにとる。

- ・ スチール製家具(スチール製戸付)に収納 : 0.4
- ・ スチール製家具(ガラス製戸付)に収納 : 0.5
- ・ スチール製家具(戸なし)に収納 : 0.6

2.2 可燃物の表面積の算定方法

通常の収納可燃物の重量と表面積の関係は、Harmathyにより式(4)のように提案されている²⁾。

$$A_f = \Phi G \quad (4)$$

A_f : 可燃物の表面積 (m²)

G : 可燃物の総重量 (kg)

Φ : 可燃物の表面積係数 (m²/kg)

なお、Hamathyによれば、通常の収納可燃物の表面積係数 Φ は $0.12 < \Phi < 0.18$ とされている。

図1 調査部分レイアウト図(一例)

3. 事務所の可燃物調査

火災荷重、可燃物の表面積(露出面積)の火災性状への影響を考え、以下の項目に重点を置いて、2社の事務所ビルについて実態調査を行った。

- (1) 室の用途・大きさ
- (2) 家具類の材質・寸法・重量・配置
- (3) 家具内収納可燃物の材質・寸法・重量
- (4) 家具類上部、床上の物品の材質・寸法・重量
- (5) 可燃物の露出状態

3.1 調査対象

事務所では、既往の調査結果¹⁾が幾つか存在するが、現在はOA化やパーティションの使用の増加により、執務空間の可燃物の変化が予想される。そこで、事務用途において代表的な事務室、会議室などを数例を選び、表1にまとめた部分について調査した。また、図1では調査部分のレイアウト図の一例として、A社5Fの平面図を示している。

表1 建物調査部分(事務所)

調査建物	階数	調査部分	調査建物	階数	調査部分
A社	3F	大ホール	B社	8F	事務室 書庫 小会議室A
	4F	小会議室 中会議室		12F	小会議室B 中会議室A
	5F	事務室 応接室 書庫		13F	中会議室B 大会議室
	11F	食堂		14F	談話室(食堂)
	13F	OA教室			

3.1.1 計測方法

家具類や物品などの重量については、パーソナル台秤(秤量150kg、感度50g)、ヘルスメーター(秤量100kg、感度500g)を各1台、寸法はスチール製巻尺を用いて実測した。その際、重量測定が困難なものは家具のメーカーや型式をもとにカタログなどにより補足調査を行った。

3.1.2 算出方法

事務室は、デスク部分、パーティション部分、書棚部分(図1参照)の3つに大別し、各々について調査した。

①デスク部分

デスク部分では、管理職席について2～3席、一般職席については対向式の、ある1ブロック10席各々について寸法、重量、材質を実測した。その際、机上の書類、OA機器、机周辺の床上に置かれている物品の配置についてはレイアウト図(図2)と、これに対応した調査シート(表2)を作成した。このレイアウト、およびシートに記入された寸法表面積を算出した。これにより、まずデスク1つ当たりの可燃物量、表面積の平均を求めた上で、調査範囲全ての机の個数を乗じて、総可燃物量および総表面積を算出する。

②パーティション部分

パーティション部分は、周囲にある可燃物に、コンピュータ類、コピー機、スチールラックなどの特徴があるため、その特徴が異なる部分について調査を行った。そして、デスク部分と同様実測から、レイアウト図、調査シートを作成し、これより単位長さ当たりの可燃物量および表面積を求めた。また、特徴の類似した部分については、その長さを乗じることで、その部分の総可燃物量および総表面積を算出する。この際、コピー機など重量測定が不可能な大型機器類については、測定可能な小型機より比重を求め、体積を乗じて重量を算出している。

③書棚部分

書棚部分は、各種書棚1つ当たりの収納容量と収納物の重量を実測し、写真などを参考に書棚の個数を乗じて総可燃物量を算出する。また、表面積については、露出部分のみとし、スチール製家具に密閉されたものを除いて算出する。

その他の用途の室(書庫、応接室、会議室、食堂など)についても、代表的な家具について同様の方法を用いて、総可燃物量、総表面積を算出する。

図2 事務所・デスクレイアウト図(一例)

表2 事務所・デスク調査シート(一例)

番号	品目名	材質	縦(cm)	横(cm)	高さ(cm)	重量(kg)
1	A4版書類	紙	30	21	5	4.3
2	A4版書類	紙	30	21	3	3.2
3	B5版書類	紙	26	18	6	4.0
4	ファイルボックス	紙	30	10	21	2.5
5	ファイルボックス	紙	30	10	21	3.0
6	ファイルボックス	紙	30	10	21	1.6
7	ファイルボックス	紙	30	10	21	0.5
8	ファイルボックス	紙	30	10	21	4.5
9	スタンプ入れ	木	14	19	8	0.4
10	電話	プラスチック	23	17	4	0.4

3.2 調査結果

3.2.1 可燃物密度

表3に、事務所の各室用途の可燃物密度、および等価可燃物密度、換算可燃物密度を示している。

表3 事務所の可燃物密度および表面積係数 Φ

建物用途	室用途	対象	可燃物密度 (kg/m ²)	等価可燃物密度 (kg/m ²)	換算可燃物密度 (kg/m ²)	Φ (m ² /kg)
事務所	事務系事務室	A社	32.1	35.8	20.9	0.04
		B社	28.9	32.9	16.5	0.03
	技術系事務室	過去の調査	34.6	35.6	22.3	
		A社	6.6	6.9	6.9	0.18
	会議室・応接室	B社	6.8	7.5	7.5	0.17
		過去の調査	6.9	7.8	7.0	
	図書	A社	226.0	226.0	226.0	0.02
		B社	157.3	157.3	157.3	0.02
	食堂	過去の調査	114.4	115.5	83.1	
		A社	3.1	3.6	3.6	0.22
		B社	3.0	3.5	3.5	0.23
	OA教室	A社	7.4	11.8	11.8	0.12

表4 事務室の部分別の可燃物密度および表面積

対象家具		可燃物密度 (kg)	換算可燃物密度 (kg)	表面積 (m ²)
執務デスク1つ当たり	A社	50.8	49.6	2.1
	B社	67.9	31.6	2.3
	平均	59.4	40.6	2.2
パーティション単位長さ当たり (A社、B社の平均)	OA部分	53.9	82.1	4.2
	コピー機	65.0	91.1	4.3
収納棚単位面積当たり	A社	95.0	38.0	1.3
	B社	45.4	18.2	1.0
	平均	55.0	22.0	1.1
応接単位面積当たり	B社	65.5		1.5

①事務室

事務室の可燃物密度はA社で32.1kg/m²、B社で28.9kg/m²となった。ともに過去の技術系事務室の値34.6kg/m²よりやや小さい値ではあったが、ほぼ同様の値と考えられる。また、事務机や椅子などが合成高分子系可燃物であったため、等価可燃物密度は幾分増幅しているが、可燃物の多くがスチール製のキャビネット・書棚に収納されていたため、換算可燃物密度はA社で20.9kg/m²、B社で16.5kg/m²とかなり低減されている。

②会議室・応接室

会議室・応接室においては、可燃物が一部の木製家具を除いてソファ、テーブル、椅子などで、数量も限定されていたことから、可燃物密度はA社で6.6kg/m²、B社で7.5kg/m²(ともに平均値)と小さかった。また、過去の調査結果とも大差はない。

③書庫

書庫における可燃物密度はA社で226.0kg/m²、B社では157.3kg/m²となり、2社とも他の室用途よりかなり大きな値となったが、これは、室全体に書類などの紙類が満載されていたため、また、フルオープンのスチールラックに収納されていたことから、換算可燃物密度に差は見られなかった。但し、両社とも過去の値と比較すると、1.5～2倍程度の大きな値をとっている。

④食堂

食堂では、可燃物のほとんどがスチール製の脚のテーブル、椅子に限定されていたことから、他の用途の室に比べ、可燃物密度はA社で3.1kg/m²、B社で3.0kg/m²とかなり小さい値となった。

OA教室の可燃物密度は7.4kg/m²と比較的小さかったが、OA機器などの高分子系可燃物が大半を占めていたため、等価可燃物密度は11.8kg/m²と幾分大きくなった。

⑤OA教室

表4には調査部分の家具の種類別に可燃物密度、換算可燃物密度および表面積を示しているが、事務所用途のような室では、収容人数によって家具の数などが決まることから、可燃物量を床面積からではなく収容人数から算定する場合の目安になると考えられる。

3.2.2 表面積

表3に示す可燃物の表面積係数 Φ は、2社の事務室の値が0.04、0.03とほぼ同じであった。ここで、2社の可燃物密度が平均的な事務所の値といえれば、本調査の Φ は1つの目安と考えられる。また、Harmathyの値と比べて、事務室、書庫ではかなり小さな値となり、会議室、食堂では0.18～0.23とHarmathyの値より大きくなった。

表面積係数 Φ の値は、一般に可燃物密度が大きいものほど小さくなる傾向が見られる。これは、会議室、食堂は、可燃物密度が少ないものの、その露出面積が大きく、逆に、事務所、書庫は可燃物密度が多いが、その多くがスチール製の家具などに収納されていることから露出面積が小さくなっているためであると考えられる。また、図3は可燃物密度に対する表面積係数 Φ の関係を示しており、その回帰直線は次式(5)となる。

$$\Phi = 0.54 \times \rho^{-0.65} \quad (5)$$

図3 表面積係数 Φ (事務所)

4. ホテルの可燃物調査

4.1 調査対象

ホテルについては、建物内に収納されている家具の種類や数量が限定されていることから、さほど大きな経年変化はないと考えられる。そこで、過去の実態調査³⁾の中の可燃物量に関する資料を参考に、表5にまとめた部分について文献調査を行った。

表5 建物調査部分(ホテル)

階数	調査部分	階数	調査部分
2F	宴会室A (No.201)	13F	客室H (No.1361)
	宴会室B (No.202、203)	16F	客室B (No.1622)
	宴会室C (No.302~305)	20F	客室I (No.2010)
3F	ロビー		客室F (No.2017)
12F	客室A (No.1204)	21F	客室G (No.2120)
	客室C (No.1220)	22F	客室K (No.2203、2204)
	客室D (No.1227)		客室J (No.2226)
	客室E (No.1231)		

4.1.1 計測方法

過去の調査³⁾によると、家具類の重量はヘルスメーター(秤量150kg、感度50g)を1~4台、寸法はスチール製巻尺を用いて測定している。また、固定された家具や大型の家具類の重量については、各々の容積に比重を乗じて算出している。

4.1.2 算出方法

可燃物密度は過去の調査資料³⁾を用いたが、この資料中に表面積に関するデータがなかったため、各室の平面図(図4)、それに対応した調査シート(表6)、および写真から家具類などの配置を考慮し表面積を算出した。ここで、各家具の寸法は調査シートに記載されているものを使用し、詳細部分を除いて推定による算出はない。

図4 ホテル・客室A平面図(一例)³⁾表6 ホテル・客室A調査シート(一例)³⁾

番号	品目名	材質	縦(m)	横(m)	高さ(m)	重量(kg)
1	机	木	0.55	0.55	0.5	13
2	椅子	木、布	0.65	0.65	0.75	13
3	テレビ	スチール、木	0.38	0.57	0.9	17
4	サイドテーブル	スチール、木	0.45	0.45	0.6	16
5	サイドテーブル	木	0.45	0.45	0.6	12
6	ベッド		2	1.54	0.55	105
7	ベッドボード	木	0.8	1.6	0.04	9
8	フロアスタンド	スチール、木	0.5(直径)		1.7	4.5
9	椅子	木、布	0.4	0.5	0.8	4.5
10	ゴミ箱	スチール	0.17	0.3	0.3	1
11	机	木	0.48	1.8	0.7	43.5
12	冷蔵庫	スチール	0.44	0.48	0.7	32
13	額	ガラス、木	0.51	0.42	0.02	1.5
14	ワードローブ	木	0.71	1.49	2.1	36
15	鏡枠	木	0.03	0.63	1.4	5

4.2 調査結果

4.2.1 可燃物密度

過去の調査資料³⁾によると、客室部分では、全可燃物の約85~95%が木製家具で占められており、高分子系可燃物は、椅子類に使用されるビニールレザーやカーテン、カーペット類が主であった。また、椅子類が家具の多くを占めている宴会室・ロビーを除けば、全可燃物量に対する合成高分子系可燃物の割合は、ほとんどの客室で5%以下で、スチールのみ家具は全くなかった。

表7には、各室用途の可燃物密度、および等価可燃物密度、換算可燃物密度を示している。

表7 ホテルの可燃物密度および表面積係数の

建物用途	室用途	可燃物密度(kg/m ²) ³⁾			等価可燃物密度(kg/m ²)	換算可燃物密度(kg/m ²)	φ(m ² /kg) [平均値]
		範囲	平均値	標準偏差			
ホテル	客室	7.8~13.3	10.4	1.5	10.6	10.6	0.09
	宴会室	2.2~5.9	3.9	1.5	4.6	4.6	0.21
	ロビー	-	2.7	-	1.1	1.1	0.16

①客室

客室の可燃物密度は7.8~13.3kg/m²(平均値10.4kg/m²)であった。わずかに値が分散しているのは、部屋の大きさによって家具の数量や寸法が変わるためであると考えられる。図5に示す客室の可燃物量の分布においては、可燃物量は床面積に対してほぼ比例する傾向が見られる。また、客室内に木製家具以外の可燃物がほとんどなかったため等価可燃物密度は10.6kg/m²で、実測値との差は見られなかった。

図5 客室の可燃物量分布

②宴会室

宴会室の可燃物密度は2.2~5.9kg/m²(平均値3.9kg/m²)と小さいが、この値は宴会の形式や、使用人数によって変化すると考えられ、展示場など特別に利用する場合は、かなり大きくなるとが予想される。しかし、そのような場合を除けば、可燃物はテーブル、椅子類などに限定され、宴会の性質上、上記の範囲を超えるほど極端に多くなることも考えられない。等価可燃物密度は4.6kg/m²と大きくなっているが、これは、椅子類に

使用されているビニールレザーなど高分子系材料によると考えられる。

③ロビー

ロビーの実測は一例のみであるが、可燃物密度は 2.7kg/m^2 と小さい。等価可燃物密度は 1.1kg/m^2 と低減されたが、これは可燃物がスチール製の脚のテーブル、椅子などであるからと考えられる。

4.2.2 表面積

表7に示す表面積係数 Φ はHarmathyの値と比べて、客室では小さく、宴会室では大きな値となった。また、事務所と同様、可燃物密度が大きいものほど Φ の値は小さく、逆の場合、 Φ は大きくなる傾向にある。また、図6では可燃物密度と表面積係数 Φ の回帰直線を示しており、可燃物密度と Φ の関係は式(6)となる。

$$\Phi = 0.39 \times q^{-0.62} \quad (6)$$

図6 表面積係数 Φ (ホテル)

5. 共同住宅の可燃物調査

共同住宅については、室内の家具や物品の材質、寸法などを居住者の観察によるアンケート形式に基づいた過去の調査資料⁴⁾を参考に、可燃物密度と表面積の算出を行った。

5.1 調査対象

この調査において、対象となる住宅へのアンケートの配布、回収状況は表8の通りである⁴⁾。

表8 調査対象(共同住宅)

調査対象	配布数	有効回収数
住宅	283	275
公団	1685	287
合計	1968	562

5.1.1 計測方法

調査資料⁴⁾によると、家具や物品の寸法、形状についてはアンケートに基づき、居住者が幅、奥行き、高さなどを10cm単位程度で測定している。

5.1.2 算出方法

アンケート資料⁴⁾より、室用途を、台所、食堂、居間

(洋室・和室)、寝室(洋室・和室)、収納室、趣味室(洋室・和室)に再分類した。そのデータより非復元抽出を行い、略算式(表9)⁴⁾を用いて、各々についての可燃物量を算出した。

また、この算出結果をもとに、調査対象全体の中から平均的な可燃物量をもつ住戸10数例を抽出し、各々について、平面図から家具類や物品などの配置を推定し、居住者によってアンケートに記入されているそれらの寸法を用いて表面積を算出した。

表9 住居の可燃物量算定の略算式(一例)⁴⁾

物品名	可燃物 Ω (kg)	収納物の可燃物 Ω (kg)
洋服タンス	$M(V^{57.87}+4.27)$	KV^{39}
和タンス	$M(V^{93.8-2.97(V \geq 1)})$	
その他	$M(V^{89.7}(V < 1))$	
本棚		KV^{316}
食器棚	$M(V^{93.85-5.87}(V \geq 0.125))$	
サイドボード	$M(V^{76.6}(V < 0.125))$	
下駄箱		$V^{56.4}$
学習机・事務机(両袖)	57.4	20.0
応接テーブル	13.8	
サイドテーブル		
食卓(N人)	$N^{5.8}$	
学習椅子・食卓椅子	5.5	
ベッド(シングル)	$M(52.9-11.7)+11.7$	
ベッド(ダブル)	$M(89.8-22.6)+22.6$	
じゅうたん(N畳用)	$N^{2.85}$	
仏壇	$V^{128.34+10.11}(V \geq 0.15)$	
	$V^{111.1}(V < 0.15)$	
ピアノ(アップライト)	163.0	

V : 体積(m^3)

K : 収納程度 K=1.0 ; 満杯、不明

K=0.75 ; 3/4

K=0.5 ; 1/2以下

M : 材質 M=1.0 ; 木製、その他、不明

M=0.0 ; 金属製

5.2 調査結果

5.2.1 可燃物密度

この調査では、アンケート資料⁴⁾をもとに各室の用途分類、可燃物密度、および表面積の算出を行ったもので、アンケートは記入者の主観によるところが大きく、データの一貫性について、やや疑問が残る。しかし、データ数が多いことから、全般的な傾向は概ね知ることができると考えられる。

各室用途における可燃物密度を示す表10を見ると、共同住宅では各用途の室とも、可燃物密度は広範囲に渡って分散していることがわかる。また、可燃物密度の平均値は、寝室、趣味室、収納室で $44.1 \sim 58.0\text{kg/m}^2$ となり、台所、食堂、居間の値($23.0 \sim 34.9\text{kg/m}^2$)に比べかなり大きな値であることがわかる。さらに、可燃物量分布の一例として、居間(洋室)での分布を示す図7からは、可燃物量は床面積に対して、必ずしも比例の関係にあるとは言えなかった。また、居間・寝室・趣味室については

各々和室、洋室ともに近似した値であったため、特に区別する必要はないと思われる。しかし、趣味室は室用途分類の際、その使用目的が明確ではなく、収納室の値と類似していることから、趣味室を収納室と考えても差し支えないと思われる。このことから、共同住宅の室用途は、台所・食堂・居間・寝室・収納室の5つに大別できると考えられる。

さらに、住居者数、住居期間、室の利用者などの要素を含めた分析も、可燃物密度推定の有効なデータになると考えられる。

表10 共同住宅の可燃物密度および表面積係数 Φ

建物用途	室用途	可燃物密度(kg/m ²)			Φ (m ² /kg) [平均値]
		範囲	平均値	標準偏差	
共同住宅	台所(K)	0~113.1	23.0	17.5	0.04
	食堂(DK,LDK)	0.9~149.4	28.0	19.5	0.10
	居間(和室)	7.5~121.1	34.9	25.1	0.12
	居間(洋室)	1.5~82.6	30.8	16.1	
	居間全体	1.5~121.1	32.3	19.9	
	就寝室(洋室)	10.5~97.7	44.1	18.6	0.07
	就寝室(和室)	16.5~104.2	46.4	22.7	
	就寝室全体	10.5~104.2	44.6	19.7	
	趣味室(洋室)	1.0~218.9	55.0	38.3	0.05
	趣味室(和室)	4.0~277.3	58.0	32.4	
	趣味室全体	1.0~277.3	56.2	34.8	
	収納室	1.0~211.1	55.5	32.6	0.05

図7 居間(洋室)の可燃物量分布

5.2.2 表面積

表面積係数 Φ は表10で示すように、0.04~0.12の範囲にあり、住宅の全ての室用途でHarmathyの値より小さな値となった。また、図8に示す可燃物密度と Φ との関係は、事務所、ホテルと同様の傾向が見られる。これを室用途別に回帰させると、居間は式(7)、就寝室は式(8)、そして全室用途を区別しない場合は式(9)となる。

$$\text{居間} : \Phi = 6.19 \times q^{-1.11} \quad (7)$$

$$\text{就寝室} : \Phi = 0.77 \times q^{-0.73} \quad (8)$$

$$\text{全室用途} : \Phi = 0.61 \times q^{-0.64} \quad (9)$$

図8 表面積係数 Φ (共同住宅)

6. まとめ

今回の調査目的である火災性状予測モデルの入力条件として可燃物密度を用いるのであれば、対象とする建物が、設計段階あるいは簡易に結果を得ようとする場合において、表3、7、10の値を用いて可燃物量を算定することは有効であると考えられる。また、3用途の建物での可燃物の表面積係数 Φ は、0.02~0.23となり、Harmathyの値が $0.12 < \Phi < 0.18$ であったのと比べて、やや広範囲であった。

本調査の結果、可燃物密度 q と表面積係数 Φ の関係は建物用途とは関係なく、 q が大きくなると Φ が小さくなり、逆に、 q が小さくなると Φ は大きくなる反比例的傾向にあり、図9においてもそれが示されている。

図9 表面積係数 Φ (用途別)

事務所では、室用途によって可燃物密度の値に差があるものの、 q と Φ の関係を回帰させると次式(5)となる。

$$\Phi = 0.54 \times q^{-0.65} \quad (5)$$

また、ホテルでは、可燃物量は床面積に比例し、 q と Φ の関係は式(6)に示す通りである。

$$\Phi = 0.39 \times q^{-0.62} \quad (6)$$

さらに、共同住宅においては、ホテルのように可燃物量と床面積が比例関係を示さないが、 q と Φ の関係は次式(9)のようになる。

$$\Phi = 0.61 \times q^{-0.64} \quad (9)$$

しかし、各用途においてサンプル数などに偏りがあり、可燃物密度の値に差があったものの、可燃物密度と表面積係数 Φ との関係は類似している。そこで、今後さらに調査を行い、データ数を増やし、統一性をもたせて評価する必要があるが、一応これらの式より、可燃物密度がわかれば、概ねの表面積係数 Φ を求めることができると考えられる。

【謝辞】

本研究を行うに当たり、建設省建築研究所の萩原一郎氏、北後明彦氏、東京理科大学学部生の遠藤利彦君、小松明子さん(当時)の協力を得た。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 国土開発技術研究センター編：建築物の総合防火設計法（第4巻 耐火設計法），日本建築センター（1989）
- 2) Harmathy,T.Z.：A New Look at Compartment Fires,Part I /Part II, Fire Technology,Vol.8(1972)
- 3) manu都市建築研究所：建築物内の可燃物量に関する実態調査(1983)
- 4) 新都市型集合住宅システム開発プロジェクト(建設省委託)：新都市型躯体構造システム報告書，日本建築センター（1988）
- 5) 新建築学体系編集委員会：新建築学体系12，彰国社(1983)
- 6) 田中哮義：建築火災安全工学入門，日本建築センター（1993）

(1995年 4 月10日原稿受理，1995年12月27日採用決定)