実態調査に基づく公共賃貸住宅 の内装汚れの経年変化

AGING OF STAIN ON INTERIOR FINISHING IN PUBLIC APARTMENT HOUSES BASED ON THE ACTUAL CONDITION SURVEY

長谷川拓哉 — * 1 千歩 修 — * 2
福山智子 — * 3

Takuya HASEGAWA — * 1 Osamu SENBU — * 2
Tomoko FUKUYAMA — * 3

キーワード：
汚れ, 公共賃貸住宅, 内装, 実態調査

Keywords:
Stain, Public apartment house, Interior finishing, Actual condition survey

In order to clarify the aging of interior finishing materials in residences, we carried out actual condition survey on stain of interior finishing in public apartment houses located in Sapporo city. According to the survey results, we found good correlation between duration of residence and brightness change as an indicator of the stain. We also observed that detergent or other cleaning methods for the interior finishing were not able to clean sufficiently after 10 years long residence.

1. はじめに

近年、建築物の長期耐用化を求める社会的要請を背景に、維持管理の重要性が高まってきている。住宅の場合、快適性維持や衛生上の観点から、内装の美観維持についても重要と思われる。内装の美観を維持しやすい材料の選定や、適切な清掃、更新を考える上で、「どのような環境下で、どの位の時間で、どの程度汚れるのか」を定量的に把握することが必要である。既往の研究では、内装汚れの実態調査の報告は多いが^{例え ば 1), 2), 3)}、公共建築が主対象であり、住宅とは汚れ方が異なると考えられる。また、住宅の汚れを総合的に検討された事例⁴⁾もあるが、感覚による評価が主であり、定量的な把握は難しいと考えられる。内装汚れの定量的な研究として、たとえばこの汚れに関する研究^{例え ば 5)}、手の接触汚れによる研究^{6), 7)}などがあるが、汚れの原因を特定した研究であり、実際の汚れの経年変化の把握には、複数の汚れの原因を組合せたものが必要と考えられる。

そこで、本研究では、間取りや内装仕様がほぼ同一である公共賃貸住宅に着目し、居住年数の異なる空き住戸に対して内装汚れを測定することで、内装汚れの経年変化の定量的な把握を試みることにした。本報告では、札幌市の公共賃貸住宅の内壁を対象として、居住年数 30 年までの内装汚れの実態調査を行った結果を報告する。

2. 調査の概要

調査概要を表 1 に、調査した団地の概要を表 2 に示す。調査は、札幌市の公共賃貸住宅の 3 団地に対し、居住年数 5、10、15、20、25、30 年となる空き住戸各 3 戸を対象とした。なお、ここで「居住年数」とは、新築または内装リフォーム後、1 世帯が居住した年数

としている。居住年数は、各年数±1 年を同じ年数（例えば居住年数 4~6 年は居住年数 5 年）とした。また、住宅管理者による居住中および退去後の内装の更新等は行われていないことを確認している。

本報告では、内装のうち壁を対象とした。以下、内装は壁を指している。ここで、事前に住宅管理者に対し、賃貸住宅の壁に頻繁に見られる内装汚れの主な原因をヒアリングした。その回答として、日焼け、家電汚れ（家電の後ろ側につく煤等の汚れ）、油汚れ、たばこの汚れ、塵埃汚れ、黴による汚れがあげられた。日焼けは厳密には汚れではないが、内装の美観を低下させるものであることから、本報告では汚れの一つとして取り扱う。これらの汚れがみられる代表的な箇所として、壁①~④の各住戸 4 箇所を測定場所とした。壁①は、南面の部屋で日当たりがよく、台所が無い部屋の壁、壁②は台所に近い窓の上の壁、壁③は台所と同じ部屋にあるが、台所から遠い壁、壁④は北面の部屋で日当たりが悪く、台所が無い部屋の壁を選定した。窓上の壁②を除き、壁①、③、④には家電汚れがあることを想定した。表 1 中に代表的な平面図を示しており、調査対象住戸の間取りは概ね同様であるが、部屋の大きさ、形状、配置が異なる場合があり、その場合は前記の条件に合致する場所を測定場所とした。なお、調査対象住戸において、換気口は、壁①、②の近くにはあるが、壁③、④にはないことを確認した。住宅管理者からのヒアリングで得た測定場所に使用されている内装材料を表 3 に示す。1 住戸のみエマルションペイントが用いられている以外は全てビニールクロスであった。なお、同じ仕様とされるビニールクロスでも長期的には品質が異なることが考えられるが、汚れに対する特性は大きな違いがないと仮定して検討を行うこととした。

^{*1} 北海道大学大学院工学研究院空間性能システム部門 准教授・博士（工学）
〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目

^{*2} 北海道大学大学院工学研究院空間性能システム部門 教授・工博

^{*3} 北海道大学大学院工学研究院空間性能システム部門 助教・博士（工学）

^{*1} Assoc. Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

^{*2} Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

^{*3} Assist. Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

表 1 調査の概要

調査対象	居住年数	調査数	内装材料	測定場所(代表例)
公共賃貸住宅	5年 10年 15年 20年 25年 30年	各年3戸 ずつ	石膏ボード + ビニルクロス または エマルジョンペイント (EP)	
測定箇所概要				
壁①	日当たり良い、台所無し、換気口あり、家電汚れあり(頻繁)			
壁②	日当たり普通、台所近い、換気口あり、家電汚れなし			
壁③	日当たり普通、台所遠い、換気口なし、家電汚れあり(時々)			
壁④	日当たり悪い、台所無し、換気口なし、家電汚れあり(時々)			
測定項目				
・L*a*b* (図1に示す箇所およびふきとり位置における洗浄前後を色彩色差計により測定) 洗浄方法: 乾いた布で拭く(乾布)、水で濡らして拭く(水洗)、 弱アルカリ洗剤で拭く(洗剤)、消しゴムをかける(消しゴム) ・水接触角(壁に水を滴下したところをカメラで撮影し、図2の関係より算出) ・静電気の帯電状況(静電気計により測定)				

表 2 調査した団地の概要

団地	階数	総戸数(戸)	供用開始
A	5階建て	830	昭和47年～昭和50年
B	9階建て	236	昭和56年～昭和58年
C	4または5階建て	343	昭和63年～平成3年

※上記の他、局所的に汚れている場合はその箇所

図 1 各壁の測定箇所

図 2 垂直と水平で測定した水接触角の関係⁸⁾

表 3 測定場所に使用されていた内装材料

居住年数	団地	調査箇所	クロス種類	居住年数	団地	調査箇所	クロス種類
5年	団地A	壁①	クロス1	20年	団地A	壁①	クロス1
		壁②	クロス2			壁②	クロス2
		壁③	クロス2			壁③	クロス2
		壁④	クロス1			壁④	クロス3
	団地B	壁①	クロス10		団地A	壁①	クロス1
		壁②	クロス6			壁②	クロス2
		壁③	クロス6			壁③	クロス2
		壁④	クロス2			壁④	クロス3
	団地A	壁①	クロス1		団地A	壁①	クロス1
		壁②	クロス2			壁②	クロス2
		壁③	クロス2			壁③	クロス2
		壁④	クロス1			壁④	クロス3
10年	団地A	壁①	クロス1	25年	団地A	壁①	クロス1
		壁②	クロス2			壁②	クロス2
		壁③	クロス2			壁③	クロス2
		壁④	クロス5			壁④	クロス3
	団地A	壁①	クロス1		団地A	壁①	クロス1
		壁②	クロス2			壁②	クロス2
		壁③	クロス2			壁③	クロス2
		壁④	クロス5			壁④	クロス3
	団地C	壁①	クロス9		団地A	壁①	クロス1
		壁②	クロス9			壁②	クロス2
		壁③	クロス9			壁③	クロス2
		壁④	クロス9			壁④	クロス3
15年	団地A	壁①	クロス1	30年	団地A	壁①	クロス8
		壁②	クロス2			壁②	EP
		壁③	クロス2			壁③	EP
		壁④	クロス1			壁④	クロス3
	団地B	壁①	クロス4		団地A	壁①	クロス1
		壁②	クロス2			壁②	クロス2
		壁③	クロス2			壁③	クロス2
		壁④	クロス1			壁④	クロス3
	団地A	壁①	クロス1		団地B	壁①	クロス4
		壁②	クロス2			壁②	クロス7
		壁③	クロス2			壁③	クロス7
		壁④	クロス3			壁④	クロス3

表 4 各内装材料の色と水接触角

内装材料	色(初期値)			水接触角 (°)
	L*	a*	b*	
クロス1	89.14	-1.05	8.10	86.2
クロス2	89.29	-1.12	8.63	91.6
クロス3	79.66	1.10	18.08	114.8
クロス4	79.65	-0.05	24.53	121.5
クロス5	73.19	-0.09	22.51	103.1
クロス6	87.41	-0.32	6.54	84.9
クロス7	90.98	-0.89	8.60	103.2
クロス8	86.84	0.40	11.94	113.5
クロス9	88.86	-1.44	1.27	85.3
クロス10	87.48	-0.19	11.59	66.2
EP	84.79	-0.81	11.08	127.1

測定項目として、目視によるスケッチおよびカメラによる撮影の他、L*a*b*、水接触角、静電気の帯電状況を測定した。L*a*b*は、図1に示す9箇所を色彩色差計により測定した。なお、1箇所につき約10×10cmの範囲を3点測定し、その平均値をその箇所の値とした。また、壁の中部において比較的汚れがわかりやすい箇所を選定し、各種洗浄を行い、前後のL*a*b*を測定した。洗浄方法は、乾いた布で拭く(乾布)、水で濡らして拭く(水洗)、弱アルカリ洗剤で拭く(洗剤)、消しゴムをかける(消しゴム)の4種類とした。L*a*b*の初期値は、同じ仕様の壁紙は同じ値と仮定し、測定値の中で家具の陰にあった等で特に綺麗な箇所での値か洗浄後測定した値で最も明度が大きい値とした。図1以外で家電汚れや油汚れ等局所的に汚れている箇所についてもL*a*b*を測定した。水接触角は、壁の綺麗な箇所を対象として、スポットにて壁に水を滴下し、流れ落ちる前に迅速に横からデジタル顕微鏡カメラ(200倍)で撮影し、図2⁸⁾に示す水接触角を垂直と水平で測定した場合の関係をを用いて、水平で

の水接触角を求めた。静電気の帯電状況は、静電気計で図1に示す(1)～(9)で測定を行った。各内装材料の色(初期値)と水接触角を表4に示す。ビニルクロスは白色系が多かった。

3. 調査結果

3.1 調査結果の概要

各住戸では、住宅管理者のヒアリングで回答された、日焼け、家電汚れ、油汚れ、たばこの汚れ、塵埃汚れがみられた。なお、今回の調査では明確に黴が原因と思われる汚れはみられなかった。また、塵埃汚れの中には居住者の手による接触汚れ等も含まれていると考えられる。ここで、たばこによる汚れは、居住者の喫煙の状況が不明のため今回の検討の対象外とし、明らかにたばこの汚れが顕著な場合は測定値から除外した。たばこによる汚れは、クロスが著しく黄変しており、内装汚れに及ぼす影響が大きい要因といえ、今後の課題としたい。また、静電気の帯電状況は、各住戸で大きな違いが

図3 各壁の上中下における明度差

写真1 局所汚れの例 (家電汚れ)

図4 局所汚れの明度差

なく、今回測定した範囲では、内装汚れに大きな影響を与えないと仮定した。また、今回は、対象とする内装材料の色が異なる場合もあるため、汚れの指標として、 ΔL^* の明度差を用いることとした。

3.2 内装汚れの経年変化

図3に壁①～④の上部、中部、下部の明度差（初期値からの明度の差）を示す。それぞれ、図1の(1)～(3)の平均を上部、(4)～(6)の平均を中部、(7)～(9)の平均を下部とし、それぞれ3戸の平均を示している。図より、居住年数と明度差は概ね直線的な関係となっていることがわかる。壁の部位における明度差は、上部が最も大きく、中部、下部の順に小さくなる傾向が伺える。明度差が生じた主な原因は塵埃や日焼けと考えられ、これらは家具の設置や居住者による清掃等の影響をうけると考えられる。そのため、家具や清掃等の影響をうけやすい下部ほど明度差が小さくなったものと思われる。測定場所による影響として、壁②の明度差は他の壁に比べて大きくなった。これは、台所の近くであり油汚れの影響が大きいと考えられる。壁④は、壁①に比べて明度差が小さい結果となった。これは、日当たりが悪い条件であり、日射の影響が小さかったことや、家具の設置による影響と考えられる。壁③は、壁①と壁④の中間的な明度差となった。これらの壁は日当たりの条件が異なっていることから、日射による影響が考えられる。今回は、壁に入射する日射量等の定量的な測定は行っていないため、この影響を明確にできなかった。今後検討が必要と考えられる。壁③、④では、下部は、明確な関係を示さなかった。この原因は明らかではないが、家具の設置による影響が大きかったこと等が考えられる。これらの結果より、居住年数30年までの内装材料の明度差は、概ね居住年数と比例関係にあるといえる。この関係を用いることで、ある時点の壁の明度を測定すれば、そこから将来の壁の明度の予測ができる可能性がある。なお、年数と明度差の関係が明確でない場合もあり、比例関係で表

せない場合も考えられ、今後のさらなる検討が必要と考えられる。

局所的な汚れとして、家電汚れ、油汚れがあげられる。家電汚れの一例を写真1に示す。これらの汚れの居住年数と明度差の関係を図4に示す。直線的な関係を示しており、局所的な汚れについても、壁の一般的な場所と同様に概ね居住年数と比例関係にあるといえる。

3.3 内装汚れの経年変化に及ぼす材料および住まい方の影響

図5に壁①および③の水接触角と壁全体の明度差を居住年数で除した値（図3、4における直線の傾き）の関係の例を示す。壁②、④での結果も含め、両者には明確な関係がみられなかった。各材料の平均値（図中の●）をみると、壁①では、水接触角が大きくなると明度差を居住年数で除した値が大きくなる傾向が伺える一方、壁③ではその逆の傾向となった。水接触角では評価できない汚れがあった可能性もあるが、値が大きくばらついていることから、各材料の影響以上に、その壁のおかれていた状況（家具の設置状況、日射の当たり方等）によって大きな影響を受けたことが考えられる。

図6に各場所における居住年数と初期値との明度差の変動係数（標準偏差を平均値で除した値）の関係を示す。この変動係数は各場所の明度差のばらつきを表すものであり、このばらつきには、材料、日当たり、家具の設置状況、喫煙の有無、居住者の使い方等様々な条件の違いが影響していると考えられる。材料や日当たりの違い等の要因も含まれているものの、住戸の使い方の違いによってどの程度汚れ方が異なるかがこの変動係数に表れていると考えられる。図より最大で1近く、平均で0.4程度の変動係数となっていることがわかる。壁の上部、中部、下部の違いは明確ではなかった。各居住年数の明度の変動係数の平均値（図中の●）をみると、20年目までは小さくなる傾向が伺えるが、25年以降は逆に大きくなる傾向がみられた。この原因は明確ではないが、居住年数が長い場合、居住者の意思によって、居住途中でクロスの張替や清掃等が行われてい

図5 水接触角と明度差/居住年数の関係の例(壁①、③)

図6 居住年数と明度差の変動係数の関係

図7 居住年数と初期値に対する洗浄前後の明度差の関係

た可能性が考えられる。居住年数 20 年目までで考察すると、居住年数 5 年目では明度差の変動係数が大きかったものが、年数を経ると小さくなっている。最初はそれぞれの居住者の住まい方の影響が大きく表れるが、やがて経年による影響が大きくなり、居住者の住まい方による影響が小さくなっていくことが考えられる。

3.4 洗浄前後における明度差の変化

図 7 に各壁における居住年数と洗浄前後の初期値に対する明度差（3 住戸の平均値）の関係を示す。なお、図 6 において居住年数 25 年目以降はクロスの張替や清掃の可能性も示唆されたことから、ここでは 20 年目までを示している。明度差が 0 に近ければ初期値の近くまで汚れが落ちているといえる。洗浄方法の違いによって洗浄前後の明度差は異なっており、汚れの原因の違いによることが考えられる。一般に乾いた布で拭くだけでは明度差の変化は小さく、洗剤を用いることで明度差の変化が大きくなった。また、居住年数 10 年程度までは初期（新築時あるいはリフォーム時）に近い値に戻っているが、それ以降は洗剤等を用いても初期値に近い値にならない場合があることがわかる。特に日当たりがよい壁①ではその傾向があり、日射の影響が大きいことが考えられる。

4. まとめ

札幌市の公共賃貸住宅を対象として、壁の内装汚れの実態調査を行った結果、以下の知見を得た。

- (1) 内装汚れの指標である初期値との明度差は、居住年数 30 年まで居住年数と概ね比例関係にある。比例関係の場合、ある時点の明度差の測定により、将来の明度差を予測できる可能性がある。
- (2) 家電の後ろ側に付着する汚れや油汚れの局所的な汚れについても、初期値との明度差は居住年数と概ね比例関係にある。
- (3) 居住年数 20 年目までにおいて、居住年数 5 年目では住戸間の初

期値との明度差のばらつきが大きい、経年によりばらつきが小さくなる傾向がみられる。

- (4) 洗浄して汚れを落とす場合、居住年数 10 年程度までは初期（新築時あるいはリフォーム時）に近くなるまで汚れが落とせるが、それ以降は洗剤等を用いても初期に近い値には落とせない。

謝辞

本調査にあたり、株式会社 UR コミュニティ様、札幌市都市局様の多大なご協力を得ました。また、調査実施では、本学の元大学院生、田中智康氏、元学部生、安田有希氏をはじめとする当研究室の学生各位の協力を得ました。ここに記し謝意を表します。

参考文献

- 1) 山田淳史、池永博威：室内の汚れに関する実態調査、日本建築学会大会学術講演集 A-1、pp. 51-52、2003. 9
- 2) 八木康夫他 5 名：公共建築の汚れ・減耗の実態について—O 市役所を対象として—、日本建築学会近畿支部研究報告集、pp. 649-652、1996. 7
- 3) 正田浩三、垣鏑直：建物内の汚れ度と汚染度の関連性と汚染除去に関する研究、日本建築学会環境系論文集第 77 巻第 677 号、pp. 615-621、2012. 7
- 4) 北浦かほ他 2 名：住まいにおける汚れ程度と掃除の関係、日本建築学会近畿支部研究報告集、pp. 297-300、1995. 6
- 5) 川村清志、木下賢一、北後寿：たばこ煙による汚れの実状の把握：視覚的観点からのたばこの煙による壁仕上材料の汚れの相対的評価方法に関する研究(その 1)、日本建築学会構造系論文集第 487 号、pp. 29-37、1996. 9
- 6) 川村清志、馬場浩：手の接触による壁仕上材料の汚れに関する研究日本建築学会学術講演梗概集 A-1、pp. 39-40、2001. 7
- 7) 横山裕、田所創史、片木 詩子：人間の接触行為による内壁のよごれの評価方法：その 1 よごれの評価指標の提示およびよごし動作の選定、日本建築学会学術講演梗概集 A-1、pp. 43-44、2001. 7
- 8) 田中智康他 3 名：実態調査に基づく内装汚れ予測手法の提案、日本建築学会北海道支部研究報告集 No. 87、CD-ROM、2014. 6

[2014 年 10 月 14 日原稿受理 2014 年 12 月 2 日採用決定]