

インドネシアの都市スラムにおける健康リスク環境策の究明

主査 萩島 理 *¹

委員 Martyas Solli Dwi*², Handayani Kusumaningdyah Nurul*³

インドネシアのスラカルタ市において都市スラムの住宅の現地調査を行い、上下水道設備には深刻な問題がある事、室内は熱的快適域から逸脱する時間が90%程度と非常に長く、快適性・熱中症リスクの両面で問題がある事を示した。また、都市スラム改良プログラムにより建設された新街区の住人332名を対象としたアンケート調査から、新規に建設された住宅は、プライバシーや雨漏りの頻度などの問題は改善された一方で、室内の熱環境や空気質については悪化していると感じている住民が非常に多い事が確認された。限られた財政条件下でより良い室内熱環境を実現するため設計計画段階のプロセスの検証やaffordableな建築デザインの模索が今後の課題である。

キーワード：1) 都市スラム, 2) カンボン, 3) 室内熱環境, 4) 室内空気質, 5) 水質,
6) 都市スラム再開発, 7) 実測調査, 8) アンケート調査

STUDY AIMING FOR ENVIRONMENTAL MEASURES TO MITIGATE HEALTH RISKS AT URBAN SLUM HABITATS IN INDONESIA

Ch. Aya Hagishima

Mem. Martyas Solli Dwi, Handayani Kusumaningdyah Nurul

A series of surveys of Surakarta's urban slum housings revealed significant issues with water and sewerage systems, along with prolonged indoor discomfort, posing comfort and heat stroke risks for residents. In addition, a questionnaire survey of 332 residents in newly constructed districts as part of an urban slum improvement program showed improvements in privacy and leak frequency. However, many residents reported hotter and less comfort indoor thermal condition and poorer air quality. Addressing these challenges involves optimizing design and planning processes to enhance indoor comfort within limited budgets and exploring cost-effective architectural solutions.

1. 緒言

本研究がフィールドとするインドネシアは人口2.6億を擁し、近年、堅調な経済成長を続けている。それと軌を一にした都市化により、現在の都市人口は全人口の55%を占め、更にその数値は増加を続けている^{文1)}。一方で貧富の格差はまだ大きく、インドネシア中央統計庁によれば2023年3月時点の貧困率は9.36%、貧困人口は2590万人に達する。こうした貧困と急激な都市化、インフラ整備の遅れが相俟って、都心部では高密度で低品質の住宅地が無計画に広がっている^{文2)}。

インドネシアのurban informal settlementはカンボン(kampung, 都市村落)と呼ばれる。現地では都市スラムに区分されるカンボンは、地縁血縁のある村落の人々がまとまって都市に移住した経緯からムラの要素を有し、物理的な貧しさを凌ぐ共助の社会的組織を有していると云われる^{文3)}。カンボンには零細な工業下請け・内職、商

店など多様なHome-based Enterprise (HBE)の拠点として職住両面の機能を有する住宅が多数存在し、小規模ながらコミュニティの経済活動を支えている^{文4)}。そのユニークなコミュニティは多くの研究者を惹き付け、そこに住む人々のライフスタイル^{文5)}、コミュニティの発達^{文6)}、空間利用実態^{文7)}、観光利用^{文8)}など、建築計画学や社会科学分野などで多くのフィールド調査が行われてきた。こうしたカンボン研究には、近代化が進んだ先進国のanonymousな都市コミュニティが既に失ってしまった地域固有の歴史や文化、地縁社会の生活実態などに対する社会科学的な関心を動機とする研究者も多いように見受けられる。

一方、インドネシアでは都市人口の約5分の1が都市スラムや低品質な住宅に居住する^{文2)}と報告されている。特に、街区成立の経緯や住民の経済水準などの要因から、カンボンにおける上下水道設備や住宅の質は概して低い。

*¹九州大学 教授 博士(工学) *²九州大学 研究員 博士(工学) *³Senior Lecturer, Architecture Department, Universitas Sebelas Maret, Ph.D

現代人は一日の大半の時間を屋内で過ごす事から、室内環境が健康安全や快適性に及ぼす影響は極めて大きく、カンポンの住宅においても低品質な居住環境により様々な問題が生じている事が指摘されている^{文9)}。例えば、社会疫学分野においてはインドネシアの住宅の上下水道設備が腸チフス^{文10)}、下痢^{文11)}、デング熱^{文12)}の有病率に関係することが報告されている。また、筆者らによるジャワ島における443人を対象としたアンケート調査においても、カンポンの住人の咽頭炎、下痢、頭痛などの健康問題の発生頻度は都市部非カンボン街区の居住者に比べ有意に高い事が確認されている^{文13)}。

加えて、日最高気温が常に30℃を超える熱帯のインドネシアでは、都市ヒートアイランド及び地球温暖化の相乗効果で今後は更に猛暑日の頻発が予測されている。しかし、カンポンの低所得者世帯は熱性能の低い簡素な住宅に住み、エアコンは持たない。そのため、外気温上昇は即、高温への曝露時間の増加、すなわち熱中症リスクの増加に繋がる事が懸念されている^{文14)}。また、高温多湿な熱帯気候下で、漏水や結露によるカビの繁殖、それによる空気質の悪化についても指摘されている^{文15-17)}。

これに対しインドネシア政府は、都市スラムの劣悪な住宅の問題に対処するため、1969年に「カンボン改善プログラム」をスタートさせた^{文18,19)}。特に近年は様々な都市において、住民参加型の合意形成によるボトムアップの計画手法に基づく都市スラムの再開発や住宅の建て替え事業が実施されている^{文20)}。しかし、こうした都市スラムの再開発プロジェクトにおいて新たに建設される住宅の設計計画段階でその物理的環境の質が考慮される事例は、中高層集合住宅を対象とした久保田らによる研究プロジェクト^{文21)}以外にはまだ殆どない。

このような背景から本研究は、インドネシアの都市スラムの住環境に起因する健康リスクの低減への貢献を目標としている。具体的には、ジャワ島中部に位置するスラカルタ市を主たるフィールドとして、都市スラムの住宅の現状とその改善に向けた自治体の取組状況についての現地調査結果を報告するとともに、カンボンに立地する住宅の水質・室内空気質及び室内熱環境について、実測調査に基づきその特徴を報告する。加えて、スラカルタ市における都市スラム改良プログラムにより新しい低

層住宅街に転居した居住者に対して実施したアンケート調査に基づき、転居前後の住環境の質の変化についての分析を行う。

2. 対象地域の都市スラムの状況

2.1 地域概況

主たるフィールドとして選定したスラカルタ市は中部ジャワ州に位置する人口約57万人の地方都市である。スラカルタ市は熱帯気候に分類され2015～2018年の年平均気温は26.9℃、年間総降水量は804.3mmである。5ヶ月の乾季(5～9月)と7ヶ月の雨季(10～4月)を有するが、月別気温の標準偏差は0.9℃と年間での気候変化は小さい。

同市はインドネシア公共事業・住宅省が推進する2016年全国スラム改良プログラム(NUSP)における30の優先都市の一つに選定されており^{文22)}、都市スラムの減少と住環境の改善に対し特に積極的に取り組んでいる自治体の一つである。2020年のスラカルタ市長令640/69.9号「スラカルタ市におけるスラム住宅および居住地域の所在地の決定について」においては、市内の4街区と16エリアにまたがる総面積135,971ヘクタールが都市スラム地域として指定されている。

インドネシアの民間企業の54%以上がインフォーマルセクターの小規模企業であると言われるが^{文23)}、スラカルタ市内の都市スラムを歩くと実に多様なHBE住宅を目にする事ができる。その一例として図2-1にスラカルタ市Serengan地区Kampung BlangkonのHBE住宅を示す。

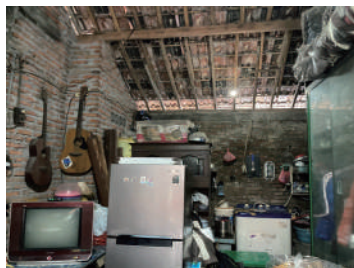
レンガ造木造屋根葺きの古い住宅で、窓は非常に小さく室内は薄暗い。周辺の建物と近接した立地である事から、適切な換気通風を確保するのは困難である。室内には家具や家電、その他様々な品物が積み上げられており団欒できるようなスペースは非常に狭い。そこで、住人は玄関脇の軒先を職場として利用し、ジャワ島における伝統的な男性用の帽子(ブランコン)の製作を行っている。底下や道路沿いの屋外空間をHBEの作業場や近所の人との団欒スペースとして活用するのは、この住宅に限らず、スラカルタ市のカンボンにおいて広く行われている。



(a) 外観



(b) 軒先での作業



(c) 室内



(d) 水回り入口

図2-1 スラカルタ市 Kampung blangkon に位置する HBE 住宅

2.2 都市スラム再開発の担当者との情報交換

筆者らは 2022 年 9 月にスラカルタ市を訪問し、都市スラム改良プロジェクトの実施を担当しているスラカルタ市住宅局と NGO との合同情報交換会を開催し、担当者から現状についての説明を聞くことができた（図 2-2）。担当者によると、市域全面積に対しスラム地域が占める割合は 2016 年時点の 6.5%からスラム改良事業により 2020 年には 3.1%に減少しており、今後も 2026 年までには 0.7%に減少させることを目指しているとの事であった。とは言え 2021 年時点では市内には総面積 3.6km²、28 のスラム地域が残り、スタンダードを下回る劣悪な住居が 18,625 戸残っている。市内でスラム地区として指定されたエリアの中でも重点地域の Pasar Kliwon 地区 Semanggi 街区については、35.45 ヘクタールのスラム地域の再開発が様々なセクターの協力により進行中であった。インフォーマルな居住地の問題解決において担当者は、自治体の財政的な限界に加え、住民の土地所有権に関する問題、カンボンの住民の合意形成の難しさなど多くの困難に直面している^{文 24}。Pasar Kliwon 地区 South Semanggi 街区については、総合住宅局の管轄として、総合地域計画課が KOTAKU プログラムを通じて再開発を計画中であった。

スラカルタ市において実施されている都市スラムの再開発事業においては、スラムの住民に対するワークショップを開催し、住民目線で現在の居住地の問題点を共有した上で、再開発後の街区・住宅に対する具体的要望などをコミュニティ内で十分に意見交換し、全住民の合意により同一地域での建て替えや最寄りの空地への移転などが計画・実施されるプロセスが取られている。市担当者は再開発後に街区が再びスラム化するのを防ぐ重要性に留意しており、住民参加型のボトムアップでの再開発とする事が結果として人々のコミュニティに対する愛着を高め、共用空間を長く良好な状態に保つことに寄与する、との事であった。

再開発により建設される住宅は、利用可能な敷地の広さや建設費用などの制約があるため、その床面積は概し



図 2-2 スラカルタ市住宅局との意見交換



図 2-3 都市スラム再開発における住宅建設（RW 01 Mojo 地区）

て小さく複数住戸が界壁を接する 1 階建ての長屋形式が多い。図 2-3 に対策重点地域の一つである Kawasan Semanggi 街区 RW01 地区の建設途中の様子を示す。プロジェクトの多くはプレキャストコンクリートによるモジュール構造、コンクリートブロック壁やレンガブロック壁、ガルバニウム鋼板屋根などを採用し、躯体など雨風を凌ぐための最低限度の建設費用のみを自治体が負担した上で、建具や佐官・塗装、日よけの設置などの仕上げ工事は、住民の負担により、世帯毎の好みやライフスタイル、経済力に応じて個別に行われることが多い。改良住戸の建設においては低コストが最優先事項である事から、設計施工段階で住み心地やデザイン性、環境や空気質に関する専門家の知識やノウハウが反映される余地はそれほど無い。一方、民間企業による寄附を得て再開発が行われたケースでは、夜間の道路照明などの外構、外壁仕上げなどにはデザイン性が重視された装飾が多く設置されていた。

表 3-1 水質及び空気質の検査結果（*は基準値超過を示す）

		House 1	House 2	House 3	House 4	House 5	House 6	基準値	単位
水質	大腸菌群	1600*	2	<1.8	130*	46	>1600*	50 注1)	MPN/100mL
	糞便性大腸菌	79*	1.8*	<1.8*	7.8*	13*	920*	0 注1)	cfu/m ³
空気質	空中微生物数	1430*	1610*	770*	760*	356	870	700 注2)	cfu/cm ²
	床 表面付着微生物数	3	3900	22	41	5600	2400	-	cfu/cm ²
	壁 表面付着微生物数	0-1	0-1	0-1	0-1	30	0-1	-	-
	溶血性連鎖球菌	-	-	-	-	-	-	0 注2)	-
	緑膿菌	-	-	-	-	-	-	0 注2)	-
	ブドウ球菌	-	-	-	-	-	Positive*	0 注2)	-

3. カンポンにおける住宅の水質及び空気質

スラカルタ市から 60km 程度離れたジョグジャカルタ市に位置する Ahmad Dahlan 大学 Nurkhasanah 博士の協力を得て、同大学近郊のカンポンに立地する 6 戸の住宅の井戸水及び室内空気をサンプリングし、水質・空気質の検査を行った結果を表 3-1 に示す。井戸水の大腸菌群は 2 戸で 1600 MPN/100mL 以上と基準値の 30 倍以上の非常に高い値を示しており、もう 1 戸も基準値の 4 倍を超えている。また、糞便性大腸菌は調査した 6 戸全てで確認されている。また、室内空気の微生物数も 4 戸で基準値を超えている。調査対象としたのは中所得世帯の住宅で、規模や設備の状況は一見するとスタンダードなものであったが、この検査結果はカンポンの上下水道設備に大きな問題がある事を浮き彫りにするものとなった。

4. HBE 住宅の室内熱環境

4.1 実測概要

スラカルタ市の東端のベンガワン川沿いに位置する面積 0.482km² の都市スラムにおいて、筆者らは 2019 年 3 月 26 日～5 月 5 日の 41 日間、17 戸の住宅において室内熱環境実測を行っている。この地区の住居の 30% が貧困世帯に分類されており、スラカルタ市の典型的なインフォーマル居住地である。17 戸の室内熱環境と住戸条件

(規模・在室・室体積当たり外皮熱容量など) の関係について統計分析した結果については既に報告済みであるが^{文 14)} が、本稿ではこのデータベースを活用し住人の在宅時間が特に長い HBE 住宅 4 戸について、その室内熱環境の特性について分析を行った結果を報告する。

分析対象とする 4 住戸の概観及び幾何形状を図 4-1 及び表 4-1 にそれぞれ示す。4 戸はいずれも 1 階建てレンガ造壁の室内外面をセメントプラスター被覆した外皮を有する。表 4-1 からいずれの住宅も窓や開口部(換気口やドア)の面積が壁面の 10% 以下と極めて小さい事が分かる。これは、壁がレンガ積みである事に加え、周辺建物との距離が非常に近いか、若しくは界壁を他住戸と共有している事により部屋の複数の壁に開口を確保する事が難しい状況に関連していると思われる。こうした建物デザインでは、自然通風による効果的な換気は難しく、室内で発生する水蒸気や臭気の淀み、それによる結露やカビ発生のリスクが高い事が推察される。

これらの住宅の居間または寝室において、直射日光が当たらない位置の高さ 1.5m に温湿度計を設置し、10 分間隔でデータを記録している。また、気象条件として、地区内の小学校の運動場に面する建物屋根上で、外気温、相対湿度、風速、全天日射量、降水量を測定している。測定の詳細については文 14) を参照されたい。



図 4-1 室内熱環境実測を行った HBE 住宅の概観

表 4-1 測定対象住戸の幾何パラメータ

住戸名	業種	床面積	建物容積	壁面に対する窓面積比	壁面に対する開口部面積比	屋根材料
B	人形制作	63.3m ²	221.6m ³	0.040	0.076	粘土瓦
F	食品菓子販売	91.5m ²	320.3m ³	0.020	0.078	粘土瓦
H	衣料品販売	48.5m ²	169.8m ³	0.034	0.078	ガルバニウム鋼板
L	チキン麺販売	51.0m ²	178.5m ³	0.025	0.051	粘土瓦

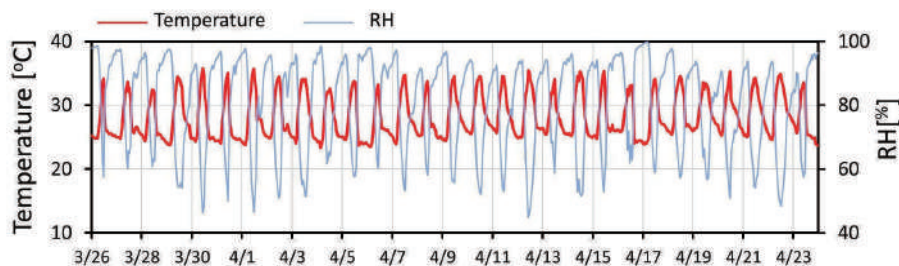


図 4-2 測定期間中の外気温湿度の経時変化

4.2 外界気象条件

図 4-3 に測定期間中の外気温及び相対湿度の経時変化を示す。外気温の日変動は概ね約 23℃～36℃の範囲で、測定期間中の日による違いは小さい。一方、相対湿度の日変動は約 50～100%の範囲で、夜間に非常に高い湿度を示している。

4.3 室内温熱快適性に関する分析結果

室内温湿度の時系列観測値を用いて、環境 4 要素（気温、湿度、放射温度、風速）と人体 2 要素（代謝率、着衣量）から人間の標準的な温熱快適感を評価する PMV (Predicted Mean Vote) を算出した。なお、放射温度は室温の測定値と等しいとした。また、風速については、各住戸の居住者が扇風機使用時間帯は 0.3m/s、窓開放時間帯は 0.2m/s、窓を閉め扇風機を使わない時間帯は 0.1m/s と想定している。また、居住者の代謝率を 1 met、着衣量は各居住者の日常の服装に応じ 0.5～0.7clo の範囲で設定している。

算出された 41 日間の PMV の時系列データの確率密度分布を図 4-4 に示す。また、PMV が -0.5～+0.5 の範囲の熱的快適域となる時間割合を図 4-5 に示す。

4 住戸のいずれも、PMV の確率密度のピークは +1 (slightly warm)～+2 (warm) の領域に生じており、熱的中立に近い快適条件となる時間割合は 10%前後と非常に低い値となっている。いずれの住戸も、物品製造や調理、食品販売などのため長時間在室する HBE の熱環境としては好ましくない状態である。

特に、住戸 F 及び H は PMV が 3 を超える確率密度が大きく、外気温が高く日射の強い昼間に室内熱環境が劣悪である事が確認できる。また、住戸 H は熱的快適条件となる時間割合が 4 戸の中でも特に低い。住戸 H は 4 戸の中では最も床面積と建物容積が小さい事に加え、屋根は断熱性が低く熱容量の小さなガルバニウム鋼板であった事から、日中の日射加熱による大きな室温上昇を招きやすい建物条件であったと推測される。

4.4 室内湿度に関する分析結果

建材におけるカビの発生及び成長の予測評価モデルとして広く使われている VIT 法では、室温 20℃以上において相対湿度 80%を臨界値として、それ以上の高湿度でカビが成長する機構がモデル化されている^{文 25)}。そこで、各住戸のカビ発生リスクの指標として、室内空気の相対湿度が 80%を超える日毎時間数の箱ひげ図を図 4-5 に、ヒストグラムを図 4-6 にそれぞれ示す。いずれの住戸も 75 パーセンタイル値は約 7～12.5 時間と長い。特に住戸 H は、四分位範囲が約 4～12.5 時間のレンジとなり、頻繁に高湿度条件が長時間発生する事が分かる。これは熱容量の小さなガルバニウム鋼板の屋根を有する住

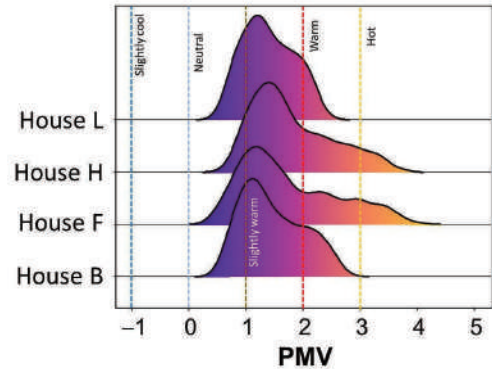


図 4-3 各住戸の PMV の確率密度分布

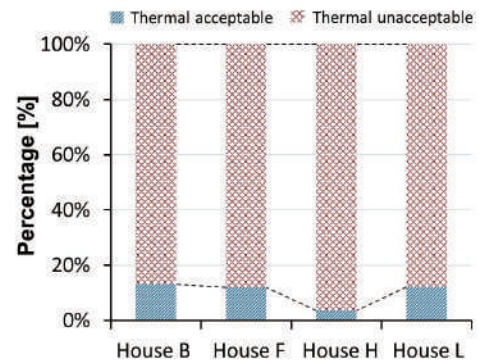


図 4-4 各住戸の熱的快適状態となる時間割合

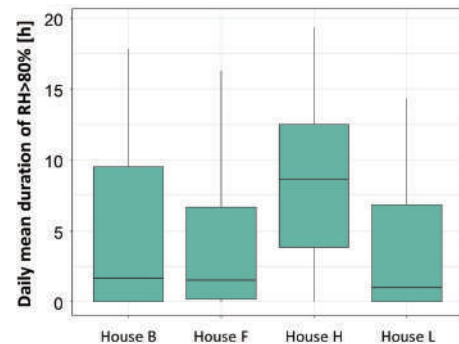


図 4-5 日毎の相対湿度 80%超過時間の箱ひげ図

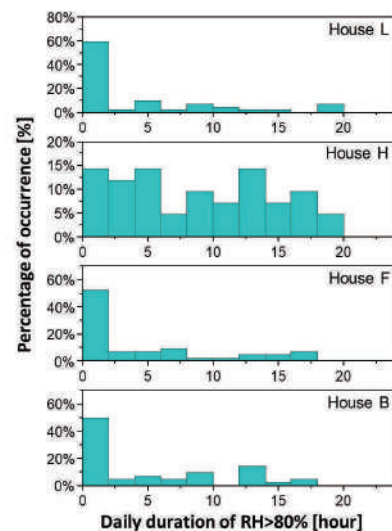


図 4-6 日毎の相対湿度 80%超過時間のヒストグラム

戸Hは、他住戸に比べ夜間の放射冷却による屋根温度及び室温の低下が大きく、結果として相対湿度が高くなっているためと推測される。図4-6からも住戸Hの高湿度条件が頻繁に生じている様子が確認できる。なお、住戸Hは図4-4に示した熱的快適性においても4つの住戸の中で最も性能が低いことから、室内の温湿度環境の観点からは特に改善が必要であると言える。

4.5 HBE住宅の居住者のライフスタイルと認識

室内温湿度の実測調査に加え、2023年3～5月に当該住宅の室内空間の目視調査及び居住者へのインタビューを行った。その結果、全ての住戸の居住者は自宅の室内空気質に対し満足しておらず、特に下水の不快感臭いと湿気を具体的な不満として回答した。また、こうした空気質の問題の原因として、外気を取り入れるための開口部が小さく、周囲も建て込んでいるため部屋の空気の循環が殆ど無い事を指摘した。これは4-1節における考察と整合する意見である。

各住戸の室内を観察した結果、壁や天井の隅角部などに結露の跡やカビ発生が確認された。室内での調理や入浴、洗濯を行う水回り空間とその他の居室を隔てるドアがないこと、井戸水の水量が不安定なためか、常に水回りに水を溜めた容器を多数設置する習慣、建物の施工精度の悪さから頻繁に生じる雨漏りなどが、室内での水蒸気放出源となっている事が窺われた。

5. 都市スラム再開発後の街区におけるアンケート調査

5.1 調査概要

スラカルタ市が実施している都市スラムの再開発事業の中で、図5-1及び表5-1に示す3つの改良住宅街区（以下、A～C街区とする）の住人332名を対象として、転居前及び転居後の住環境に対する評価などについてアンケート調査を実施した。これらの街区の住人は、転居前は都市スラムの低品質の住居に住み、現在は再開発事業として設計計画された住居に住んでいることから、当該事業による住宅の変化の良否をどのように認識しているか、把握しようというものである。

アンケートは2023年7月26日～9月20日の約3ヶ月間、訪問調査によるインタビュー形式にて行った。質問項目は回答者の属性に加え、自宅の室内環境の評価に関する12問、コミュニティや自宅の環境美化行動に関する7問の3つのカテゴリから成り、後者の2分類については転居前後の両方について質問している。

5.2 回答者の内訳

表5-2に各街区の回答者の属性内訳を示す。いずれの街区も就業年齢となる20～60歳の割合が70%を超えているのに加え、女性の比率が60～68%と高い。一方、地域

表5-1 アンケート実施対象街区の概要

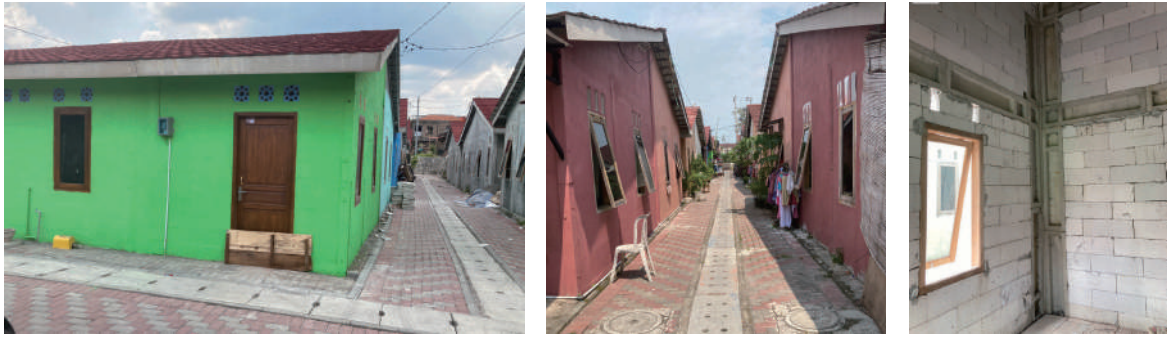
A 街 区	街区名: Kampung Eks HP 00001
	住所: Kenteng, Kelurahan Mojo, Pasar Kliwon, Surakarta 総世帯数: 529, 1階建コンクリートモジュール構造, コンクリートブロック壁
B 街 区	街区名: RW01
	住所: RW 01 Kelurahan Mojo, Pasar Kliwon Surakarta 総世帯数: 56, 1階建コンクリートモジュール構造, レンガ壁
C 街 区	街区名: Kampung Sangkrah
	住所: RW 2,3,4,5, Kelurahan Mojo, Pasar Kliwon Surakarta 総世帯数: 558, 1階建コンクリートモジュール構造, レンガ壁

の標準月収を基準とする世帯の経済水準に関しては、標準以下と答えた割合が47～62%と高い。また、職業については3街区のいずれにおいても、臨時雇いの割合がほぼ過半を占める。また、A, B街区については在宅事業も13～17%を占めており、再開発後の新居においても住宅がHBEの拠点として利用されている様子が分かる。転居前の住宅の床面積は40m²以下と答えた回答者の割合は3街区でバラツキがあるが、全体回答者の約56%を占め、次いで40～80m²と答えた割合は約37%である。なお、再開発街区における新居の標準的な床面積は21～36m²で、転居前に比べ総じて大きく減少している。住民にとっては再開発により土地・建物の正規所有権獲得のメリットが大きいことから、住宅サイズの減少というデメリットを敢えて受け入れてプロジェクトに合意したと言えよう。

表5-2 アンケート調査の回答者内訳(%)

属性	A街区 (n=197)	B街区 (n=35)	C街区 (n=100)	
年齢	12-21歳	2.5	0.0	0.0
	21-45歳	37.6	34.3	41.0
	46-60歳	43.7	45.7	38.0
	60歳以上	16.2	20.0	21.0
性別	男性	32.0	37.1	40.0
	女性	68.0	62.9	60.0
経済水準*	標準以上	4.1	0.0	2.0
	地域標準	48.2	42.9	36.0
	標準以下	47.7	57.1	62.0
職業	在宅事業	13.7	17.1	5.0
	臨時雇い	66.5	48.6	60.0
	正規雇用	18.3	33.1	26.0
	専業主婦	1.5	1.1	9.0
転居前 住宅の 床面積	40m ² 以下	43.1	94.3	68.0
	40-80m ²	48.7	5.7	24.0
	80-120m ²	6.6	0.0	5.0
	120m ² 以上	1.6	0.0	3.0

* 地区の標準月収(150米ドル)基準



(a) A 街区



(b) B 街区



(c) C 街区

図 5-1 アンケート実施対象街区の概観

5.3 再開発前後での住環境の変化に対する住民の認識

図 5-2 に転居前後の住環境に対する住民の評価を比較した結果を示す。建物構造の堅牢性や施工品質などに関連する項目として、プライバシー、材料の品質、雨漏りの頻度については、いずれも転居後に良くなったと住民は感じている事が図 5-2 (a)～(c) より確認できる。特に、材料の品質については、Good または Very good と答えた回答者の割合は転居前の 30% から 70% 程度へと大きく増加している。また、雨漏りの頻度についても Never または Almost never と答えた割合が 45% から 62% に増加している。

一方で、室内空気質に関連する図 5-2 (d) 通風換気については、Very poor または Poor と答えた割合が 38% から 45% へと大幅に増加している。室内空気質についての質問の結果 (図 5-2 (e)) については、環境悪化したという認識が更に顕著で、Very Poor または Poor と答えた割合

が 38% から 55% へと大きく増加している。熱環境に関する質問についても、室内で暑さを感じる頻度は Always または Frequently と答えた割合が転居前は 20% と少なかったのに対して、転居後は約 4 倍の 80% へと増加し大多数の住人が熱環境の悪化を感じている。部屋が高温である事による睡眠不良の頻度に関しても、Always または Frequently と答えた割合が約 10% から 5 倍以上の 53% へと増加している。これに対し、図 5-2 (h) に示されている結露の発生頻度が転居後に減少したという住民の認識は、改良後の住宅の室温が転居前に比べ概して高いであろう事と整合していると言えよう。

図 5-1 に示した改良後の街区の写真からは、カラフルな外壁やデザインを意識した袖壁のタイルなど、一定の品質を有した住宅街が形成されているかのように見受けられる。しかし、図 5-2 のアンケート回答の結果を見ると、再開発における住宅の計画・設計においては、ま

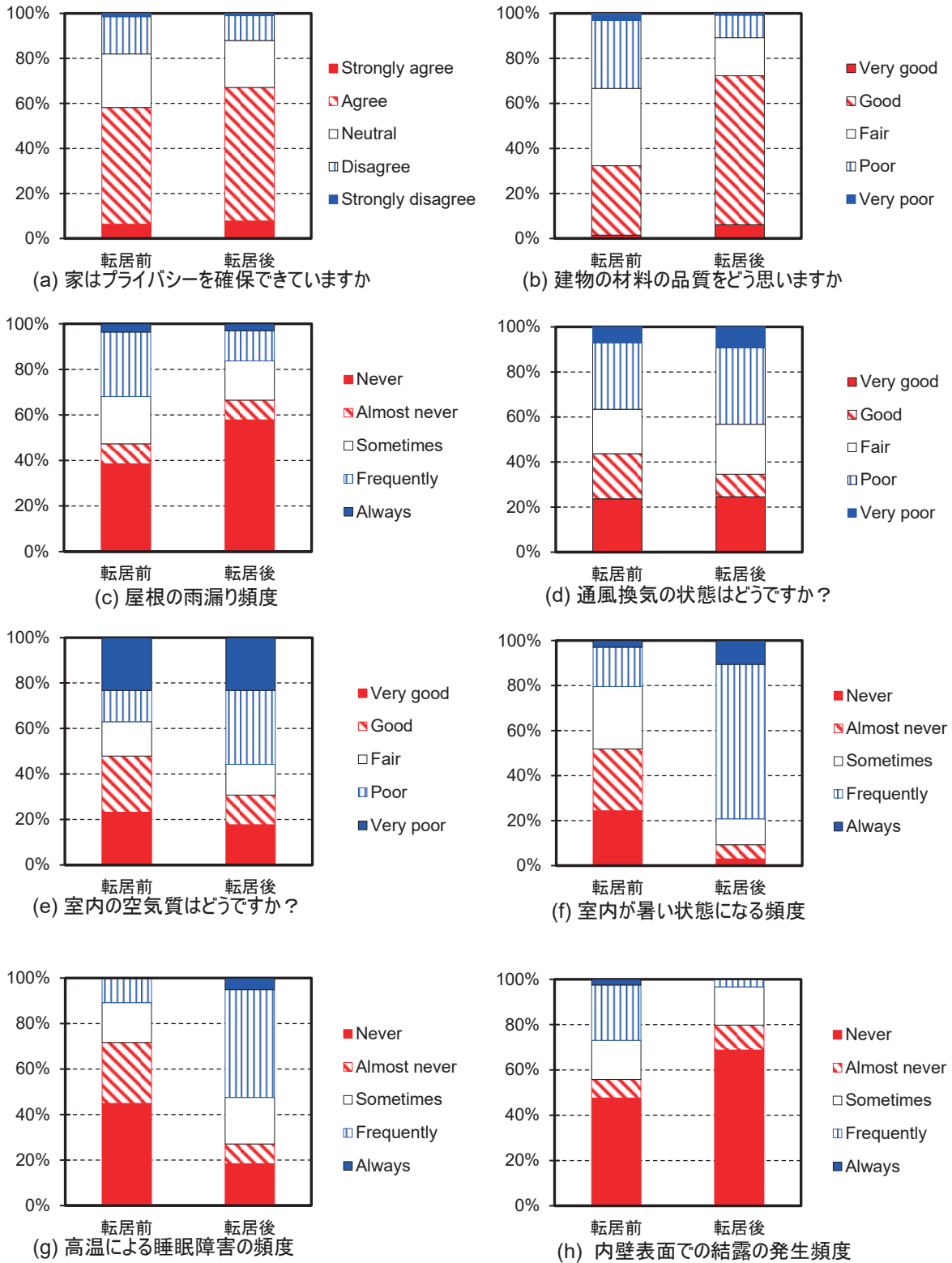


図 5-2 都市スラム再開発事業の転居前後の住環境についての変化

だ改善すべき点が多く残されている事が示唆される。現地調査のため何度も当該地区を訪問した筆者らも、住宅の室内環境が熱的中立からは大きく乖離し、換気通風による気流感が非常に得られにくい状況である事を体感している。こうした劣悪な室内熱環境は小さな開口面積で cross-ventilation が確保できない間取り、熱容量が大

きなコンクリートブロックやレンガ積みの外皮など、4節で報告した都市スラムの HBE 住宅の建築デザインを改良後の住宅も踏襲しているも要因の一つであろう。加えて、転居前に比べ多くの住宅は床面積が小さくなった事から、部屋容積当たりの外皮熱容量は更に大きくなっていると推測される。

6. 結語

本稿ではインドネシアのスラカルタ市を主たるフィールドとして、カンボンと呼ばれる都市スラムの様々な住宅の現状を把握すべく実施した水質、空気質、熱湿気環境に関する現地調査について報告を行った。その結果、調査した6住戸の全てにおいて、敷地内井戸水に糞便性大腸菌が検出されたのに加え、2戸では大腸菌群が基準値の30倍を超えるなど、上下水道設備の品質には極めて深刻な問題がある事が明らかにされた。加えて、住宅4戸の室内熱環境データの分析結果からは、温熱快適性指標PMVの快適域を大きく外れる時間帯が90%程度と非常に長く、快適性及び熱中症リスクの両面からHBEの作業場としては不適切な環境である事が示された。また、カビ発生のリスクが高くなる高湿度条件の発生時間も長い事が明らかになった。

一方、劣悪な居住環境の解消を意図してスラカルタ市で進められている都市スラム改良プログラムにより建設された新街区の住人332名を対象としたアンケート調査の結果、新規に建設された住宅は、建築物の堅牢性や施工精度の点では改善されたとの住民の評価を得たが、一方で、室内の熱環境や空気質については悪化していると感じている住民が非常に多い事が確認された。財政的な制約により、住宅の規模、デザイン、材料のいずれの面でも適切な選択肢を検討する余地が少ない上に、専門家のサポートを得るだけの時間的、人的余裕が無かった事が背景にあると思慮される。本調査研究の結果に基づき、今後は、現地の経済、気候風土、人々のライフスタイル、入手可能な建築材料や構法など、多様な観点を踏まえて、今後の都市スラム改良プログラムにおいて実装可能な住宅・街区の設計計画の在り方について更に研究を続ける予定である。

<謝辞>

住宅の熱環境実測やアンケート調査においてはセベラスマレット大学工学部建築学科Urban-Rural Design and Conservation Laboratoryの学生の皆さんの多大な協力を得た。また、調査対象街区の多数の住民の方にはインタビューや実測調査に対して快く協力して頂き、貴重なデータを得る事ができた。ここに記し感謝の意を表す。

<注>

- 1)インドネシア水質基準No.416/ Menkes/Per/IX/1990
- 2)インドネシア健康省基準No.1077/ Menkes/Per/V/2011

<参考文献>

- 1)Mardiansjah F.H., Rahayu P., Rukmana D: Urban population growth and the growth of towns and cities in Indonesia, Proceedings of the 55th ISOCARP World Plan Congress, Jakarta-Bogor, Indonesia, 9-13 September 2019; Vol.2019, pp.624~643, 2019.9.

- 2)WRI Indonesia: Seizing Indonesia's Urban Opportunity Compact, Connected, Clean and Resilient Cities as Drivers of Sustainable Development; WRI Indonesia: Jakarta, Indonesia, 2021.3.
- 3)布野修司 編, アジア都市建築研究会著: アジア都市建築史, 昭和堂, 2003.
- 4)Kusumaningdyah N.H., Deguchi A., Sakai T., Prasanna D.: The Impact of Home-Based Enterprises to Kampung Settlement-Case Study of Serengan District, Surakarta, Proceedings of 8th International Symposium on City Planning and Environmental Management in Asian Countries, pp.297-310, 2012.3.
- 5)大井慈郎, インドネシア郊外ニュータウンの多層性—アジア的空間編成への視座—, 社会学年報, Vol.40, pp.51~61, 2011.7.
- 6)澤滋久: ジャカルタの居住環境改善事業における住民参加:カンボン改良計画をめぐって, 経済地理学年報, Vol.40(3), pp.165~182, 1994.9.
- 7)平尾和洋, 高尾克樹, 瀬戸口健, 長谷川豪: インドネシア・ジョグジャカルタ市のロモ・マゴン・カンボンの居住環境改善経過に関する考察, 日本建築学会計画系論文集, Vol.8(574)8, pp.105~112, 2003.12.
- 8)Setyaningsiha W., Iswati T.Y., SriYuliani, Nuryanti W., Prayitno B., Sarwadi A., Low-Impact-Development as an Implementation of the Eco-Green-Tourism Concept to Develop Kampung towards Sustainable City, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol.179, pp.109~117, 2015.4.
- 9)World Bank Group: Indonesia poverty & equity. In Brief, World Bank Group: Washington, DC, USA, 2021.10. https://databankfiles.worldbank.org/public/ddpext_download/poverty/987B9C90-CB9F-4D93-AE8C-750588BF00QA/AM2021/Global_POVEQ_IDN.pdf (2023年10月閲覧)
- 10)Gasem M.H., Dolmans W.M.V., Keuter M., Djokomoeljanto R.R.: Poor food hygiene and housing as risk factors for typhoid fever in Semarang, Indonesia. Trop. Med. Int. Health, Vol.6, pp.484~490, 2001.6.
- 11)Komarulzaman A., Smiths J., Jong E.D.: Clean water, sanitation and diarrhoea in Indonesia: Effects of household and community factors. Glob. Public Health, Vol.12, pp.1141~1155, 2017.9.
- 12)Widawati M., Astuti E.P., Prasetyowati H., Hendri J., Nurindra R.W., Hodijah D.N.: Risk factors associated with dengue incidence in Bandung, Indonesia: A household based case-control study, Health Sci. J. Indones. Vol.11, pp.45~51, 2020.6.
- 13)Murtyas S., Toosty N.T., Hagishima A, Kusumaningdyah N.H.: Relation between occupants' health problems, demographic and indoor environment subjective evaluations: A cross-sectional questionnaire survey study in Java Island, Indonesia. PLoS ONE, Vol.16, pp.e0254460, 2021.7.
- 14)Murtyas S., Hagishima A., Kusumaningdyah N.H.: On-site measurement and evaluations of indoor thermal environment in low-cost dwellings of urban Kampung district, Build. Environ., Vol.184, pp.107239, 2020.8.
- 15)Adinugraha K.B., Kubota T., Sumi J., Surahman, U., de Almeida Parisi C.: Dampness, mold, and health

- conditions of residents in kampongs: A case study of Bandung, Indonesia. In EduARCHsia & Senvar 2019 International Conference; Atlantis Press: Yogyakarta, Indonesia, Vol.192, pp.19~29, 2020.2.
- 16) Sani H., Kubota T., Sumi, J., Surahman U.: Impacts of air pollution and dampness on occupant respiratory health in unplanned houses: A case study of Bandung, Indonesia, Atmosphere, Vol.13, pp.1272, 2022.8.
- 17) Murtyas S., Minami Y., Kusumaningdyah N.H., Hagishima A.: Assessment of Mould Risk in Low-Cost Residential Buildings in Urban Slum Districts of Surakarta City, Indonesia, Buildings, Vol.13(5), pp.1333, 2023.5.
- 18) Santosa H., Astuti W: Comprehensive kampung improvement programme to support better settlement and poverty reduction. In CIB Work Comm W110 Informal Settlements Afford Hous, CIB Report Publication: Surabaya, Indonesia, Vol.2, pp.32~42, 2009
- 19) Djajadiningrat H.M.: Sustainable Urban Development in the Kampung Improvement Programme: A Case Study of Jakarta, Indonesia, 1997
<https://theses.whiterose.ac.uk/14841/1/390208.pdf>
 (2023年1月閲覧)
- 20) Sunarti S., Syahbana J.A., Manaf A.: Slum upgrading without displacement at Danukusuman Sub-District Surakarta City. Int. Trans. J. Eng. Manag. Appl. Sci. Technol, Vol. 5, pp.213~225, 2014.5.
- 21) JST SATREPS, Kubota T: Development of Low-Carbon Affordable Apartments in the Hot-Humid Climate of Indonesia towards Paris Agreement 2030,
https://www.jst.go.jp/global/english/kadai/r0104_indonesia.html (2023年10月閲覧)
- 22) World Bank Group. Kotaku: Delivering Healthy, Safe and Vibrant Neighborhoods in Indonesia. 2022, pp.2016~2022,
<https://www.thegpsc.org/sites/gpsc/files/indonesia.pdf> (2023年1月閲覧)
- 23) Rahman L.: Summary of Indonesia's Private Sector Development Assessment, ADB Papers on Indonesia, Vol.13, 2015.12.
- 24) Rukmana D.: Upgrading housing settlement for the urban poor in Indonesia. In Metropolitan Governance in Asia and the Pacific Rim; Grant, B., Liu, C.Y., Ye, L., Eds., Springer: Singapore, pp.75~94, 2018.5.
- 25) Johansson S., Wadsö L., Sandin K.: Estimation of mould growth levels on rendered façades based on surface relative humidity and surface temperature measurements, Building and Environment. Vol.45, pp.1153~1160, 2010.5.

<研究協力者>

Agung Tri Wijayanta : Sevelas Maret 大学教授
 Nurkhasanah, M.Si. Apt : Ahmad Dahlan 大学薬学部助教授
 蕭耕二郎 : 九州大学大学院人間環境学研究院 准教授
 南 雪希 : 九州大学大学院総合理工学府修士課程