

花蓮製糖工廠の宿舎にみる日式住宅の蒸暑気候への適応に関する検討

正会員 ○劉 芸唯*
 正会員 高田 真人**
 正会員 辻原 万規彦**

ヒートアイランド現象 表面温度 台湾
 数値シミュレーション 日式住宅 生活空間

1. 研究背景・目的

現代の東南および東アジアの中核～大都市の多くでは、夏季のヒートアイランド現象が深刻化している。その要因の一つは、建物及び地表被覆等の変化に伴う温熱環境の悪化である。この現状に対し、周辺大気への顕熱負荷が小さくその土地の気候特性を活かした快適な都市温熱環境の創造が重要である。

台湾は東アジアの南端にあり、夏季に日本と同様に高温多湿となるだけでなく、1895～1945年まで約50年間、日本の統治下にあった。この時期、日式住宅と呼ばれる日本の伝統的な住宅が数多く建てられた。日本人とは生活や文化が異なるにもかかわらず、戦後、台湾の人々は日式住宅の間取りを一部変更し、生活スタイルを変化させ、これらの日式住宅の多くを現在まで使い続けている。台湾の日式住宅に関する研究は多いが、建造物としての歴史的価値に着目したものが中心であり、異なる気候下で発展した建築を別の土地の気候に適応させるために現地の人々が導入した工夫を、温熱環境の視点から定量的に検討した研究は見られない。そして上記の視点から台湾の日式住宅を評価することは、東南アジアにおける地域の気候特性を活かした快適な都市空間を検討していく上で重要である。

温熱環境を評価する場合、対象建物だけでなくその周辺空間も重要となる。その観点から検討すると、花蓮市の花蓮製糖工廠職員宿舎は、台湾でほとんど唯一、日式住宅が周辺空間を含めて街区スケールで現存している。

以上より、本研究では台湾の花蓮製糖工廠職員宿舎の温熱環境を評価し、日式住宅が台湾の気候へ適応する過程を検討する。

2. 台湾の日式住宅に関する既往研究のレビュー

台湾の日式住宅に関する既往研究は多いが建物の検討が中心となっている。郭(2010)¹⁾は、台北市青田街を対象に、日治時代の居住者であった日本人と現居住者である台湾の人々に居住状況に関するインタビュー調査、現存する建物の実測調査、これらと合わせて日治時代から現在までの居住空間の変容過程についてまとめている。堀込(2008)²⁾は、台湾花蓮の旧製糖工廠の職員宿舎の修復・再利用のための情報を調査し、花蓮製糖工廠の歴史をはじめ台湾日式住宅の一般的な間取り・構造・断面仕様等の特徴と環境への適応機能、実測調査による全棟の状況と代表棟の平面・立面・断面を明らかにしている。

この様に建築史・計画分野から台湾の日式住宅の特性や変遷は扱われているが、温熱環境の視点からは検討されていない。

3. 研究手法の検討

花蓮製糖工廠の日式住宅群の現地温熱環境への適応の検討に

あたり、建造時である当時と台湾の人々により使われた結果である現在とで夏季に形成される温熱環境を比較したい。高田ら³⁾は過去の江戸町人地を対象に、数値シミュレーションより街区と生活空間の両スケールで当時の温熱環境を再現・評価している。上記研究は3D-CAD対応熱環境シミュレータを用いるため、屋外生活空間の表面温度分布を200mmの精度で再現可能であり、構成材料の詳細な指定が可能であるため、本研究目的と合致する。よって本研究はこの手法に則ることとする。

4. 数値シミュレーションとその解析結果

4-1. 必要情報の整備とシミュレーションモデルの作成

解析で使用する対象地の3D-CADモデル及び熱物性DBは、建造当時と現在それぞれの情報を空間形態と構成材料に分けて検討し、街区スケールで整備・再現する。堀込(2008)²⁾より建物自体は当時から変化していないことが明らかとなっているため、同研究が取りまとめた各住区の代表棟の平面図・立面図・断面図より対象地の空間形態・構成材料に関する情報をとりまとめ、建物モデルを作成した(Fig.1, Fig.2)。一方、地表被覆と建物周辺の外構や植栽等に関しては当時と現在とで異なっていた。堀込(2008)²⁾において建造当時として言及している時期が1920～1958年であることを踏まえ、同研究でも使用されている史料「春深帖」⁴⁾内の写真、及び当時の航空写真を参考に、すべての住宅が建築された後かつ史料が遺されている1961年を建造当時と設定し、上記史料を元にこの時期の建物周辺を再現した。現在の外構の再現に関しては、堀込(2008)²⁾及びGoogle Maps (<https://maps.google.com/>)を使用した。

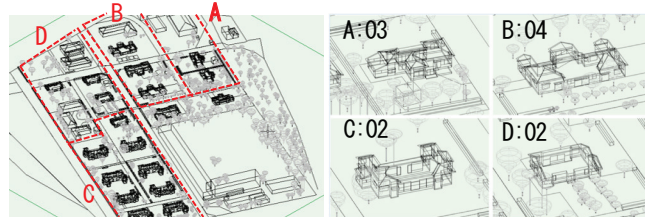


Fig.1 CADモデル(対象地全体) Fig.2 各住区の代表棟(現在)

本研究では、現在と建築当時の空間形態と構成材料の違いに伴う屋外温熱環境の違いを数値シミュレーションにより比較・評価することを目的としているため、本熱収支解析では双方のモデルに対して現代の同一の代表気象データを使用する。具体的には、ASHRAEが「Energy Plus」に対応して整備した台北の標準気象データ(1998.8.4)とした。1時間ごとの外気温・相対湿度・風向・風速・水平面全天日射量・雲量を用いた。

4-2. 各住区の夏季熱環境評価

屋外表面温度計算の際の建物側の境界条件である室温は、建物の使用目的を踏まえ、冷房時間を設定する。熱収支計算にも影響を及ぼすため、対象住区に隣接する建物も境界条件として計算範囲に含めた。

Fig. 3 に、12 時及び 19 時における対象地全体の表面温度分布を示す。12 時において外気温 34℃に対し屋根面の表面温度は 60℃まで上昇しているが、19 時には外気温 31℃に対し 37℃まで低下している。同じ時刻でもアスファルト面の表面温度は 48℃と 36℃であり、特に 19 時に周囲と比較して最大となっている。同様に 12 時と 19 時における裸地の表面温度は 50℃と 34℃であり、日中はアスファルト面より高いが、日没後には逆に低くなる。一方、芝生面の表面温度について日中は 42℃まで上昇するが、それでも他の構成材料と異なり低く保たれていることがわかる。街区スケールの熱環境には構成材料や地表面被覆、そして断面仕様が大きく影響していることがみてとれる。

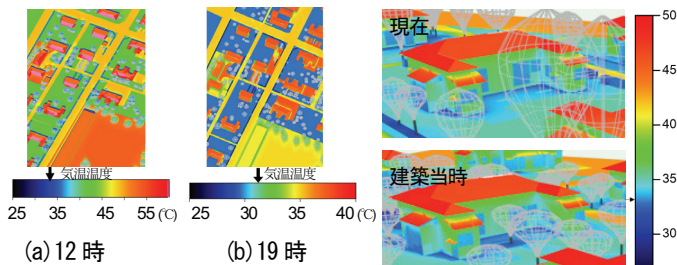


Fig. 3 表面温度分布 (全域)

対象地表面から周辺大気へ与える顕熱負荷の評価指標として、梅干野ら (2007) ⁵⁾ の提案する HIP (=Heat Island Potential) を用いる (式(1))。本指標はある敷地の全表面積から大気への顕熱負荷を温度の次元で表したものである。

$$HIP = \frac{\int_{\text{all surfaces}} (T_s - T_a) ds}{A} \dots (1)$$

T_s : 街区内の微小面の表面温度 (°C)
 A : 街区の水平面投影面積 (㎡)
 T_a : 街区キャノピー内の代表気温 (°C)

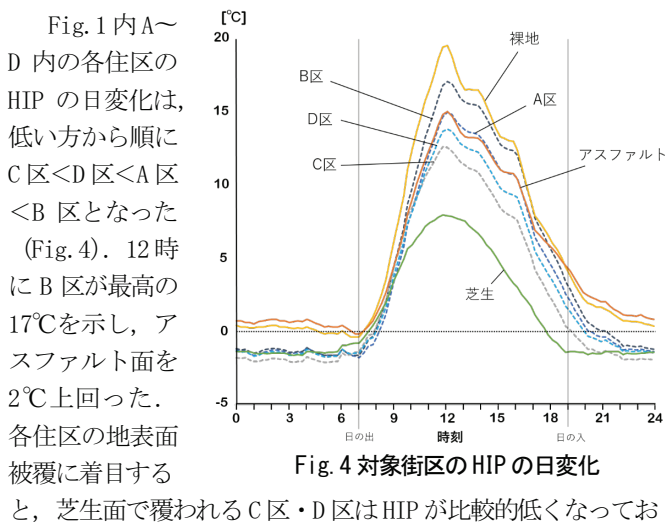


Fig. 4 対象街区の HIP の日変化

* 熊本大学 大学院修士課程・学士 (工学)
 ** 熊本大学 助教・博士 (工学)
 *** 熊本県立大学 教授・博士 (工学)

り、A 区・B 区には芝生面の他に裸地が、更に B 区にはアスファルト面が存在するため HIP が高くなったことがわかる。一方、日没後は深夜から朝にかけて A~D 区の HIP が 0 を下回っており、街区スケールでは対象地のすべての日式住宅が夜間は大気を温める熱源となっていないことがわかる。

4-3. 現代と過去の空間構成の比較にみる蒸暑気候への適応

続いて主要時刻 (12 時・14 時・16 時半・19 時) における各住区の表面温度分布より屋外生活空間の熱環境を評価するとともに日式住宅の蒸暑地域への適応を検討する。Fig. 5 に、16 時半における C 区を一例に示す。二重庇に覆われた壁面の表面温度は日中の南側と夕方の北側がともに 35℃、庇に覆われていない壁面の表面温度は日中 45℃、夕方 41℃となっており、両時代を通して二重庇が対象地の気候に効果的であることがみてとれる。一方、現在のモデルでも中庭は庇で西日が遮蔽されているが、建築当時の場合は北側の広縁は樹木と庇の両方の日射遮蔽効果により表面温度が 33℃以下の空間が広がっている。したがって、建築当時の方が夕方以降は中庭・縁側・座敷・広縁という連続した空間は良好な熱環境となり得ることがわかる。

5. まとめ

本研究では、日本の伝統的な建築の空間構成が東南アジアの蒸暑気候に適応する過程を熱環境の面から把握・検討することを目的に、台湾花蓮糖廠の職員宿舎であった日式住宅群を対象に、建造当時と現在の情報より 3D-CAD モデルと熱物性 DB を作成し、植栽を含む屋外生活空間を街区スケールで再現した。数値解析より対象敷地全体の表面温度分布を算出し、空間形態と構成材料に関して建築当時と現在の熱環境を比較・評価した結果、日本の伝統的な建築の空間構成が東アジア南端の蒸暑気候に適応する過程を確認した。

謝辞 本研究を行うにあたり、台湾 中央研究院 人文社会科学研究中心 地理資訊科學研究專題中心より航空写真を提供していただいた。深く感謝申し上げる。また富永春奈さん (当時、熊本大学学生) にも協力して頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1. 郭雅雯, 清水貴史, 黄蘭翔: 台湾の日式住宅における居住空間の変容過程に関する調査研究—台北市青田街の日式住宅を事例として—住宅総合研究財団研究論文 No. 37, 2010 年版。 2. 堀込憲二: 台糖公司花蓮區處「日式宿舎再利用研究調査委託服務」, 中原大学, 2008 年。 3 高田真人, 村上暁信, 梅干野晃: 数値シミュレーションによる夏季熱環境の評価を目的とした江戸町屋敷の配置計画・空間形態・構成材料の再現江戸時代後期の江戸町人地における居住者の生活行動を考慮した夏季熱環境の評価 その 1, 日本建築学会環境系論文集, 第 648 号, pp237-245, 2010 年 2 月。 4. 鹽水港製糖株式會社, 1936, 《春深帖》, 鹽水港製糖株式會社。(台湾糖業公司花蓮區處經理林祥禎先生提供)。 5. 梅干野晃, 浅輪貴史, 村上暁信, 佐藤理人, 中大窪千晶: 実在市街地の 3D-CAD モデリングと夏季における街区のヒートアイランドポテンシャル: 数値シミュレーションによる土地利用と土地被覆に着目した実在市街地の熱環境解析 その 1, 日本建築学会計画系論文集, 第 612 号, pp97-104, 2007 年 2 月