

倉敷美観地区における暑さ対策に関する研究 —夏季熱環境の現状把握と地区特性を踏まえた対策検討—

横 山 真 守 田 悠 斗

要旨

本研究では重伝建地区の1つである「倉敷美観地区」を対象地として実測調査を行い、美観地区における夏季熱環境の現状を把握した上で、それらの結果を活用して、景観を含む美観地区の地区特性を踏まえた暑さ対策を検討した。

結果として、①倉敷川沿いでは気温や黒球温度が他の地点よりも低いこと、②どの時間帯においても日陰の地点では日向よりも黒球温度が大きく低下すること、③日陰の地点においても黒球温度が高い地点が一部見られ、それらの地点では周囲の表面温度が高いままであったこと、等を明らかにした。さらに美観地区の地区特性を踏まえた暑さ対策として、①景観を阻害しない日陰の創出、②表面温度の低減、③水辺空間の活用を検討した。

キーワード：都市高温化、気候変動適応、重伝建地区、景観配慮

1 はじめに

近年、各地の都市域では地球温暖化および都市ヒートアイランド現象による「都市高温化」が生じている。この都市高温化は、夏季を中心に「屋外空間の快適性低下」や「熱中症患者数の増大」を引き起こしており、人々の生活に深刻な悪影響を及ぼしている。特に多くの人々が集まる都市中心部や観光地では、屋外空間を利用し、暑さに暴露される人々の数が多いため、積極的な暑さ対策の導入が望まれる。

そのような場所の1つとして、重要伝統的建造物群保存地区（以降、重伝建地区）を始めとした「歴史的なまち並みを有する地区」が挙げられる。重伝建地区は、城下町、宿場町、門前町といった全国各地に残る歴史的な集落や町並みを保存するための制度であり、2024年8月時点では129地区が選定されている¹⁾。これらの地区には、国内外から多くの観光客が訪れており、それらの人々は保存された建物や雰囲気のある街並みを見るため、主に屋外空間を歩行しながら観光を楽しむと考えられる。

一方、歴史的なまち並みを有する地区では、景観や建築に関するルールが条例等により定められていることが多く、暑さ対策を導入する際にはそれらに対する配慮や調和が求められるため、景観を含む地区特性を踏まえた暑さ対策の検討が必要である。先行研究では、重伝建地区である滋賀県東近江市五個荘金堂地区の夏季熱環境を調査した研究²⁾や江戸町屋敷の屋外生活空間における熱放射環境を数値シミュレーションにより評価した研究³⁾、上越市高田の伝統的設えである「雁木」を暑熱環境緩和の視点から評価した研究⁴⁾等が行われている。しかしながら、実際の重伝建地区を対象として夏季熱環境の実態を把握し、さらにその地区の暑さ対策のあり方を検討した事例は見られなかった。

以上の背景より、本研究では重伝建地区の1つである「倉敷美観地区（以降、美観地区）」を対象地として実測調査を行い、①美観地区における夏季熱環境の現状を把握すること、それらの結果を活用して、②景観を含む美観地区の地区特性を踏まえた暑さ対

策を検討すること、の2つを目的とした。

2 研究概要

2.1 対象地概要

美観地区（図1参照）が位置する倉敷市は、古くから街並み保存に関する取り組みが盛んであり、美観地区は「倉敷市倉敷川畔」として昭和54年5月21日に重伝建地区に選定されている⁵⁾。重伝建地区に指定されているのは15haの「第一種美観地区」であり、倉敷市が条例で定めている6haの「伝統美観保存地区（第二種美観地区）」を加えた合計21haが美観地区として現在の町並み保存の対象となっている。

美観地区はJR倉敷駅から約500m南東の市街地内に位置しており、観光客が公共交通機関によりアクセスしやすい立地である。そのため、一年を通して多くの観光客で賑わっており、令和4年の観光客数は約230万人であったと報告されている⁶⁾。

また倉敷市は年間を通した降水日数が全国で最も少ない「晴れのまち」を掲げており、人々が暑さに暴露される日数も多いと考えられる。一方で、美観地区の中央には倉敷川が流れており、水面や河川上を吹く風による気温低減効果も期待される。以上のことから、美観地区を今回の対象地として選定することとした。

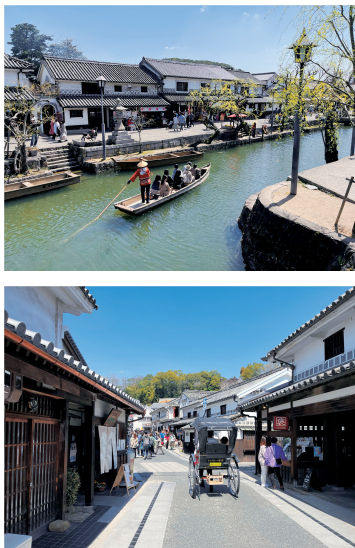


図1 美観地区の様子

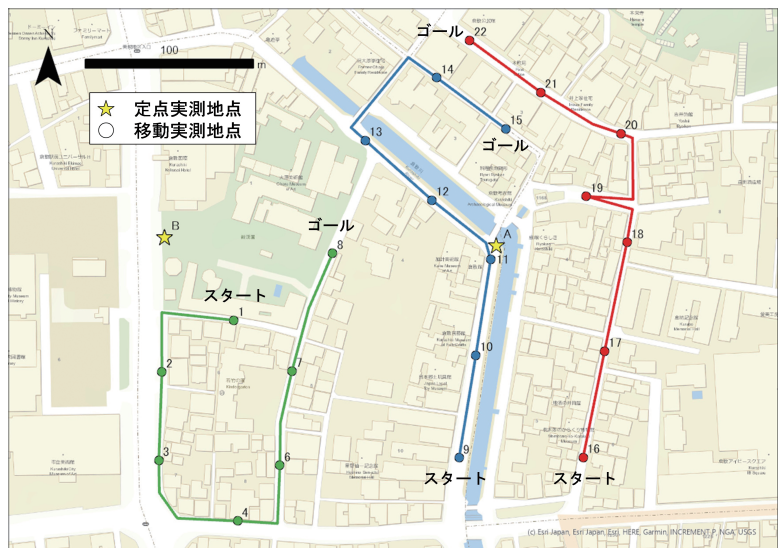


図2 実測調査地点

2.2 研究の流れ

本研究は以下の手順で進めた。

- 1) 定点実測調査による熱環境の時間変化把握(3章)
- 2) 移動実測調査による熱環境の空間分布把握(4章)
- 3) 地区特性に配慮した暑さ対策の検討(5章)

まず3章では、定点実測調査の結果を用いて、調査日における熱環境の時間変化を把握する。次に4章では、移動実測調査の結果を用いて、熱環境の空間分布傾向を把握する。最後に5章では、対象地における熱環境の特徴を踏まえて、景観を含む地区特性に配慮した暑さ対策のあり方を検討する。

3 定点実測調査による熱環境の時間変化把握

3.1 定点実測調査の概要

2023年8月10日および8月21日に、熱環境の定点実測調査を実施した。具体的には、図2中に示す2地点（A、B）に定点実測機器（図3参照）を設置し、10:00～17:00の風向・風速、気温、日射量（地点Aのみ）を1分間隔で測定した。なお風向・風速の測定には三杯式風速計および矢羽根式風向計を、気温の測定には放射シールド（自然通風式）に内包した温度センサーをそれぞれ用いている。また地点Aは倉敷川沿いに、地点Bは倉敷国際ホテル南側の広場にそれぞれ位置しており、周囲の建物の影響

を受けにくいオープンスペースとなっている。

3.2 定点実測調査の結果

図4に、地点Aで測定した2日間の日射量の推移を示す。なお10:00に調査を開始し、17:00に終了したため、10時台から16時台までの1時間毎の日射量を示している。図4より、8月10日は12時以降に日射量が大きく減少しており、午前中は晴天であったが、午後にかけて曇天となっていた。一方で、8月21日は夕方にかけて太陽高度の変化に伴い日射量は減少するものの、調査終了時まで連続して晴天であった。

図5に、2日間の日射量の推移をそれぞれ示す。図5より、8月10日は8月21日より1日を通して日射量が大きく、比較的天気が強い日であったことが分かる。8月10日は、九州地方の西側を台風6号が通過しており、その影響を受けていると推察される。また8月10日の日射量を地点間で比較すると、地点Aで地点Bよりも日射量がやや大きい。これは地点Aが倉敷川沿いに位置しており、地点Bよりも風通しが良いためと考えられる。一方で8月21日については、日射量が大きくなる際（例えば12:45頃）に地点Aで地点Bよりもやや日射量が大きくなるものの、平均的には地点間の差はほとんど見られなかった。

図6に、2地点の日射量推移をそれぞれ示す。図6より、日射量は2日間で概ね同様であり、地点Aでは主に川の方向に沿った南南西～南西方向の風が、地点Bでは主に東南東～南東方向の風が吹いていることが分かる。美観地区の南側約500mに位置するアメダス倉敷で観測された日射量データを見ると、2日とも日中には主に東南東方向の風が吹いており、地点Bの日射量に概ね一致している。このことから、地点Bではこの地域全体に卓越する風が、地点Aでは倉敷川に沿って流れる局所的な風がそれぞれ吹いていると推察される。

図7に、2日間の気温の推移をそれぞれ示す。8月10日は12時過ぎに最高気温（地点A：約34.5℃、地点B：約33.0℃）に達しており、それ以降は夕方にかけて気温が徐々に低下している。これは午後には曇天となり日射量が大きく低下したためと考えられる。一方、8月21日は午後まで気温が上昇し、15時前に最高気温（地点A：約38.5℃、地点B：約38.0℃）に



図3 定点実測機器（左：地点A、右：地点B）

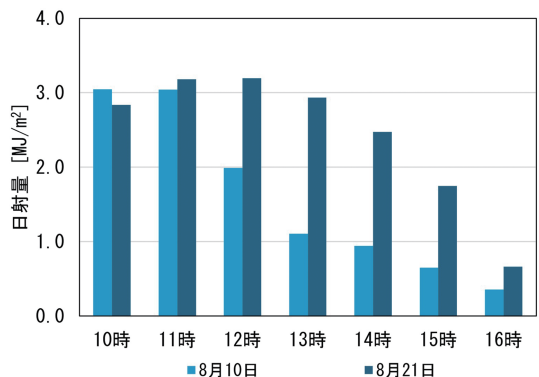


図4 日射量の推移（地点A）

達している。そのため、8月21日は非常に気温が高く暑さが厳しい日であったことが分かる。また、両日ともに地点Aの気温は地点Bよりも常に1℃程度低く推移していることが分かる。これは倉敷川の影響と考えられるが、風速が小さい8月21日において特に気温差が大きくなっている。これは風が弱い条件においては、アスファルト等の地表面から発生した

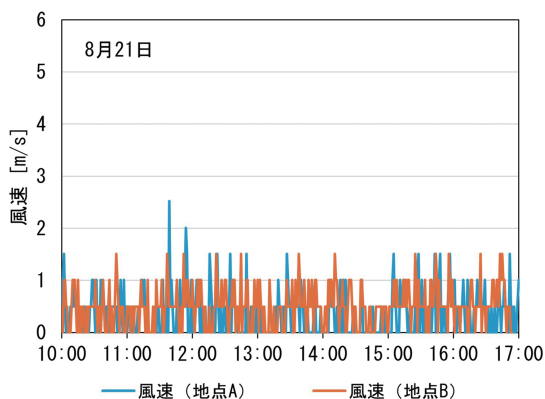
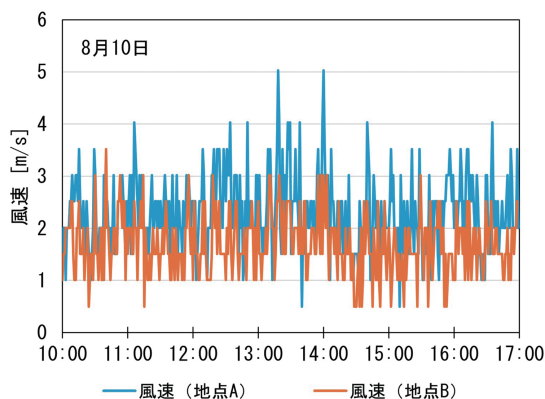


図5 風速の推移 (左: 8月10日, 右 8月21日)

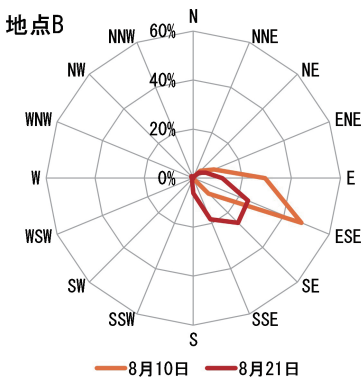
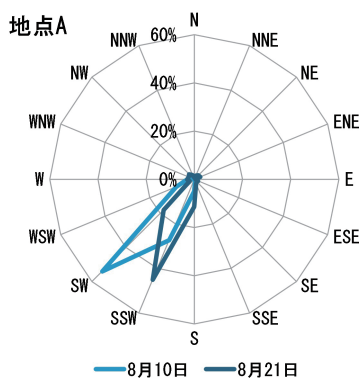


図6 風配図 (左: 地点 A, 右: 地点 B)

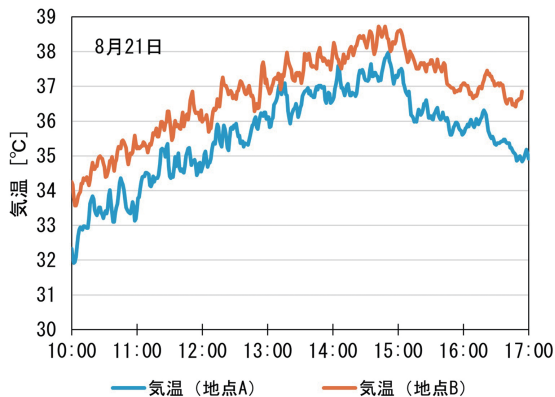
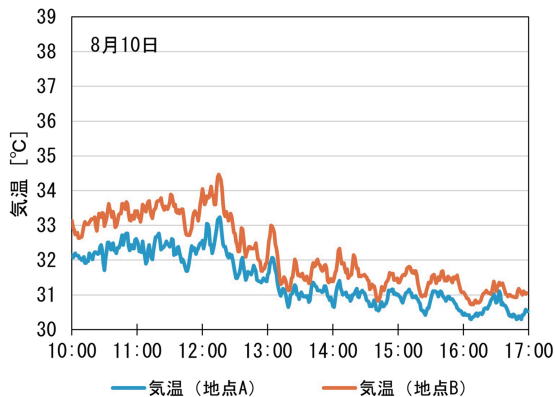


図7 気温の推移 (左: 8月10日, 右 8月21日)

熱や川による冷却効果が拡散されにくく、2地点間の熱環境の違いが大きくなったためと考えられる。

以上の定点実測調査の結果から、倉敷川沿いの地点Aでは、川に沿った局所的な風が吹き、周囲の気温

を低下させていることが明らかとなった。また調査日に関して、8月10日は曇や台風の影響を大きく受けていた一方で、8月21日は終日晴天が続き、非常に暑い日であった。そのため、次章以降の分析では

8月21日の結果を用いることとする。

4 移動実測調査による熱環境の空間分布把握

4.1 移動実測調査の概要

定点実測調査と同日に、熱環境の移動実測調査を実施した。具体的には、放射シールド（自然通風式）と黒球に内包した熱電対を自転車に取り付けた移動実測機器（図8参照）を作成し、美観地区内を移動しながら気温と黒球温度をそれぞれ1秒間隔で測定した。また放射カメラを用いて測定地点周辺の表面温度を記録した。

図9に、移動実測調査のルートを示す。3ルート作成し、ルート内にそれぞれ7地点の測定地点を設定した。具体的な測定方法としては、1地点目で5分間静止して測定を行い、その後次の地点に移動して、再度5分間測定を行う手順を繰り返した。これは、気

温と黒球温度の値が安定する時間を考慮したためである。そのため、1ルートの測定（7地点+移動）に要する時間は、概ね50分であった。3ルート同時に測定を行い、1地点目の開始時刻を10時、12時、14時、16時として、1日あたり4回の移動実測調査を実施した。



図8 移動実測機器



図9 気温分布

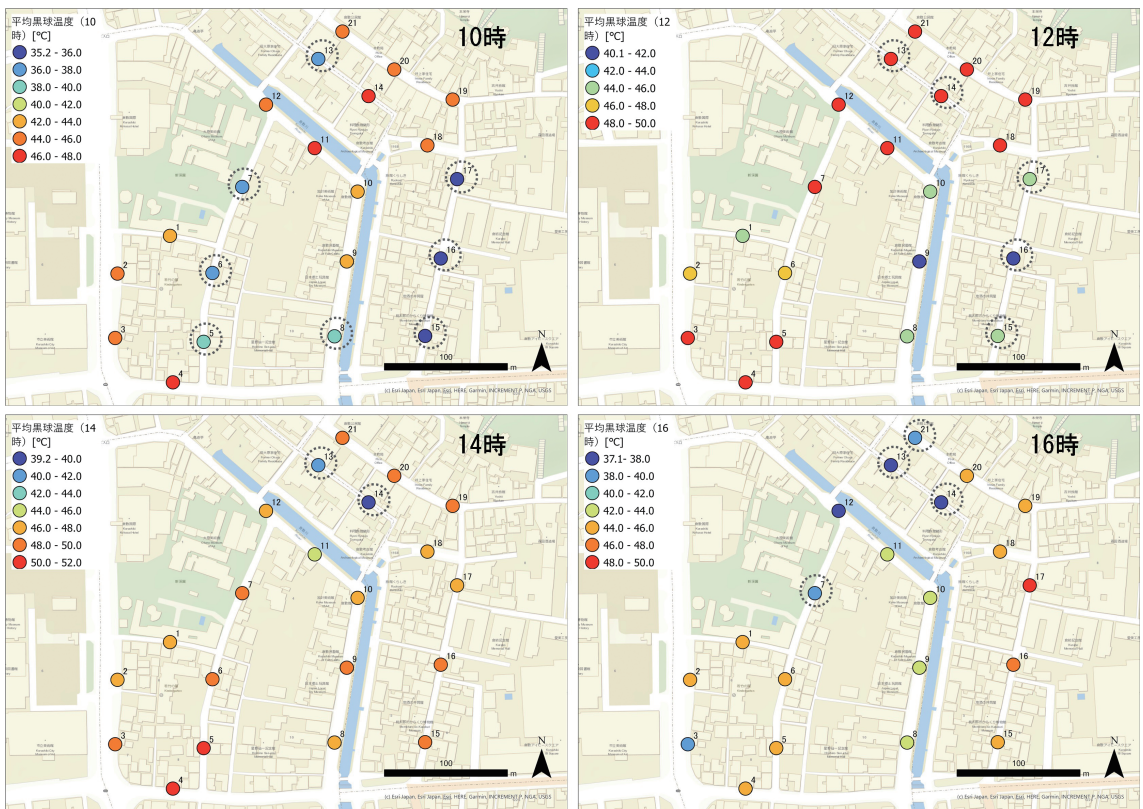


図10 黒球温度分布

4.2 移動実測調査の結果（気温分布）

図9に、移動実測調査の結果から作成した8月21日の気温分布を示す。図9中に示した気温は、各地点で静止して測定した5分間の平均気温である。また、地点間の条件を揃えるため、アメダス倉敷の気温データを用いて、時刻補正を行った⁽¹⁾。

図9より、地点毎の気温にはばらつきが見られ、時間帯によりやや異なるものの最大値と最小値の差は2～4℃程度であった。1日を通して気温が低いのは倉敷川沿いに位置する地点（8～12）であり、周囲よりも2～3℃程度気温が低い。これは定点実測調査の傾向と同じであり、倉敷川の影響を受けて気温が低下していると考えられる。また10時には、西側の地点（1, 6, 7）で気温が低い。これは新溪園を始めとした周囲の緑による冷気のにじみだしが生じていることが推察される。16時には、北側の地点（13, 14, 21）で気温が低くなっている。これらの地点は

川沿いを吹く風の風下に位置するため、局所的に気温低下が風下に広がっていると推察される。

一方で10時を除き、南西側の地点（1～6）で気温が高くなっている。これらの地点は美観地区の縁辺部に位置し、交通量の多い道路に面している。そのため、人工排熱やアスファルト等の周囲の人工物の影響を受けて気温が比較的高くなっていると考えられる。その他にも各時間帯で気温が高くなっている地点が点在しており、これらの地点では局所的に風通しが悪くなっていることが推察される。

4.3 移動実測調査の結果（黒球温度分布）

図10に、移動実測調査の結果から作成した8月21日の黒球温度の分布を示す。黒球温度は、直射日光や高温化したアスファルトといった周囲から受ける熱輻射の影響を加味した温度であり、今回は気温よりも人が感じる暑さに近い指標として用いている。

なお図10中に示した黒球温度は、各地点で静止して測定した5分間の内、最後の1分間の平均値であり、平均する時間については5分間の黒球温度のばらつき具合を見ながら判断した⁽¹⁾。

図10より、地点毎の黒球温度にはばらつきが見られ、時間帯によりやや異なるものの最大値と最小値の差は10～13℃程度である。黒球温度が低い地点は、図中の点線で囲んだ日陰の地点に多く分布しており、これらの地点では直射日光が遮られ、黒球温度が日向よりも大きく低下している。一方、日向の黒球温度はどの時間帯においても総じて高くなっているが、倉敷川沿いでは黒球温度が一部低くなっている箇所や時間帯が見られる。これは気温と同様に涼しい川の影響を受けていると推察される。図11に、各時間帯における日向と日影の黒球温度の平均値をそれぞれ示す。図11より、いずれの時間帯においても日陰の黒球温度は日向よりも低く、それらの差は2～8℃程度である。そのため、直射日光を遮る日陰空間を創出することで、人々が感じる暑さを大きく低下させることができる。

また図11の12時を見ると、日向と日影の温度差が他の時間帯と比べて小さくなっている。これは図10より、12時では日影においても黒球温度が高い地点（13、14）と低い地点（15、16、17）が混在しているためである。この違いを明らかにするため、放射カメラで12時台に撮影した地点14および地点16の熱画像を図12に示す。図12より、地点14では周囲の壁面の表面温度が高く（約45℃）、地点16では低い（約35℃）ことが分かる。地点14は直前まで日向であったため、日陰になっても周囲の表面温度が高いままであったと考えられる。このように黒球温度は、日影であっても周囲の地面や壁面の表面温度の影響を大きく受けていることが分かる。

5 地区特性に配慮した暑さ対策の検討

本章では、前章までの熱環境の分析結果を踏まえて、倉敷美観地区の地区特性に配慮した暑さ対策の検討と提案を行う。具体的には、①景観を阻害しない日陰の創出、②表面温度の低減、③水辺空間の活用である。それぞれの詳細を以下に示す。

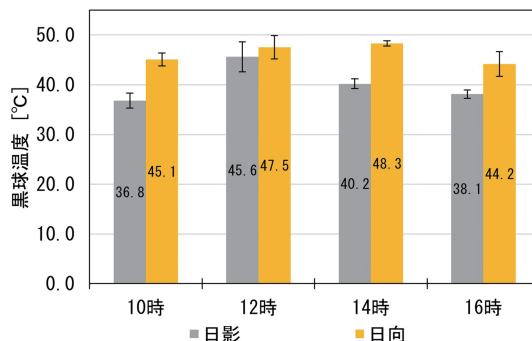


図11 日向と日影の平均黒球温度

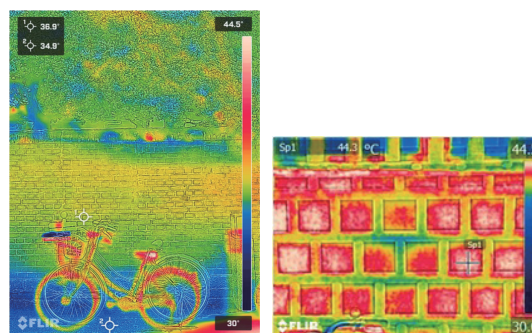


図12 8月21日12時台の表面温度
(左：地点16，右：地点14)

① 景観を阻害しない日陰の創出

前章の黒球温度の分析結果からも分かるように、屋外での暑さ対策としては日陰空間を創出し、直射日光を遮ることが最も効果的である。一方で、倉敷美観地区では条例や景観計画などにより建物の高さ規制や景観配慮が定められており、高い建物、樹冠の大きな樹木、大規模な休憩施設等による日陰空間の創出は難しいと考えられる。そのため、オーニングを含む現存する建物前の日陰空間（図13参照）を最大限活用することが望まれる。例えば店舗前に積極的にベンチを設置し、後述する保水性舗装・ブロックや打ち水と組み合わせることで、小規模ながらも快適な空間を創出できると考えられる。またソフト的な対策として、和傘のレンタルサービスが挙げられる⁷⁾。日傘としても使用できる和



図13 店舗前の日陰空間
(オーニング)



図14 倉敷川西側の段差（左）と親水階段（右）

傘を使用することで、歩行者に対する直射日光を遮り快適性を向上させるだけでなく、美観地区の歴史的な街並みと調和することで景観形成や観光促進にもつながると考えられる。具体的な貸出・返却の場所は、観光客の動線を分析して設定していく必要がある。

② 表面温度の低減

前章の最後で述べたように、日陰となっている場所においても周囲の表面温度が違うことで黒球温度に差が生じることがある。そのため、日影空間の創出に加えて地面や壁面の表面温度を低下させる対策が必要である。例えば、終日日陰にならない場所や日陰になる時間が少ない場所に保水性舗装・ブロックを導入することで、地面の表面温度を低下させ、歩行者の快適性向上につながると考えられる。また保水性舗装は表面にある程度のデザイン（色や模様等）を施すことができるため、美観地区の歴史的な街並みに配慮しながら導入することができる。さらに保水性舗装は散水システムや打ち水と組み合わせることで、より効果を発揮するとされているため、店舗や観光施設等の前に導入し、住民や事業者と協力しながら暑さ対策を進めていくことが望まれる。

③ 水辺空間の活用

前章までの結果によると、倉敷川沿いの測定地点では気温や黒球温度が相対的に低い傾向が見られた。これは倉敷川や川沿いに吹く風が影響しているためと推察される。そこで、

人々を川沿いに誘導することが美観地区を涼しく過ごすために効果的と考えられる。例えば、現在も川の東側を中心にいくつかの親水階段（図14参照）が見られるが、西側では道路と水面の間には2m程度の段差が見られるため、これらをつなぐ階段を設けることで、人々と水面の距離を近づけながら、川の近くに腰掛ける滞留スペースを創出することができると考えられる。

6 おわりに

本研究では重伝建地区の1つである「倉敷美観地区（以降、美観地区）」を対象地として実測調査を行い、美観地区における夏季熱環境の現状を把握した上で、それらの結果を活用して、景観を含む美観地区の地区特性を踏まえた暑さ対策を検討した。得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 定点実測調査と移動実測調査の結果により、倉敷川沿いでは気温や黒球温度が他の地点よりも低いことが明らかとなった。またこの傾向は、風の弱い日において顕著であることが推察された。
- 2) 移動実測調査の結果により、どの時間帯においても日陰の地点では日向よりも黒球温度が大きく低下していた。
- 3) 移動実測調査の結果により、日陰の地点においても黒球温度が高い地点が一部見られた。これはこれらの地点で周囲の表面温度が高いままであることが影響していると推察された。
- 4) 定点実測調査と移動実測調査の結果を基に、美観地区の地区特性を踏まえた暑さ対策として、①景

観を阻害しない日陰の創出, ②表面温度の低減, ③水辺空間の活用を検討した。

今後の展望としては, さらなる実測調査や数値シミュレーションを実施することにより, 分析対象地を増やしていくことや, 今回検討した対策を導入した際の効果を定量的に評価していくこと等が挙げられる。

【謝辞】

実測調査の実施に際しては, 岡山大学鳴海研究室の皆さまにご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。なお本報は守田⁸⁾を再構成し, 新たな考察を追加したものである。

【注釈】

- (1) 1 ルートの移動実測に要する時間は約50分であるため, この間に気温が上昇し, スタート時とゴール時で同じ場所でも気温の違いが生じる。そのため, 以下の手順で気温の時刻補正を行った。なお黒球温度については, 時間の経過に伴う温度上昇地点毎の周辺環境により大きく異なると考え, 時刻補正は行わなかった。
 - ① アメダス倉敷の観測データからスタート時とゴール時の気温差を算出する。
 - ② スタートからゴールまでに要した経過時間(秒)を算出し, ①で算出した気温差をこの経過時間で除することで, 1秒当たりの気温上昇量を算出する。
 - ③ 各測定値から, 1秒当たりの気温上昇量にスタート時刻からの経過時間(秒)を乗じたものを引くことで, 時刻補正後の気温とした。

【参考文献】

- 1) 文化庁：伝統的建造物群保存地区
<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/hozonchiku/>
 (アクセス日：2024年10月1日)
- 2) 橋本剛・長野和雄・石井仁・堀越哲美：滋賀県東近江市五個荘金堂地区に形成される屋外熱環

境—伝統的建造物群集落における夏季の小気候—, 日本生気象学会雑誌, 第47 巻1号, pp.13-23, 2010

- 3) 高田真人・梅干野晃：夏季熱放射環境にみる江戸町屋敷の屋外生活空間の特徴と居住者の滞在空間の評価—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4—, 日本生気象学会雑誌, 第47 巻第1号, pp.13-23, 2010
- 4) 三坂育正：地域特性を活用した暑熱適応まちづくりに関する研究—上越市高田「雁木」の暑熱環境緩和における連続性の効果評価—, 人間生活環境系シンポジウム報告集, 第46巻, 2022
- 5) 文化庁：倉敷市倉敷川畔(岡山県)
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/hozonchiku/pdf/94105901_83.pdf
 (アクセス日：2024年10月1日)
- 6) 倉敷市：令和4年倉敷市観光統計書, 倉敷市文化産業局文化観光部観光課, 2023
- 7) 熊谷市：えんむすび日傘事業
<https://www.city.kumagaya.lg.jp/atsusataisaku/all/taisakupro/enmusubihigasa.html#:~:text=門前町に似合う市の花>
 (アクセス日：2024年10月1日)
- 8) 守田悠斗：重伝建地区の夏季熱環境に関する研究—倉敷美観地区における景観に配慮した暑さ対策の検討と提案—, 福山市立大学都市経営学部令和5年度卒業研究論文, 2024

Study on Measures against Summer Heat in Kurashiki Bikan Historical Area —Assessing the current summer heat environment and studying countermeasures based on district characteristic—

Makoto YOKOYAMA, Yuto MORITA

Abstract

In this study, we conducted a field survey of the Kurashiki Bikan Historical Area, one of the Important preservation districts of historic buildings, preservation and practical use, to understand the current summer heat environment in this area, and then used these results to study heat countermeasures based on the characteristics of the area, including its landscape.

As a result, we found that (1) air temperature and black-bulb temperature were lower along the Kurashiki River than at other locations, (2) black-bulb temperature was much lower at shaded locations than in the sun at any time of day, and (3) black-bulb temperature was higher at some shaded locations, while ambient surface temperature remained high at those locations. Furthermore, as heat countermeasures based on the characteristics of the district, we examined (1) creation of shaded areas that do not obstruct the landscape, (2) reduction of surface temperature, and (3) utilization of waterfront space.

Keywords : Urban warming, Climate change adaptation, Important preservation district of historic buildings, preservation and practical use, Landscape consideration

DOI : 10.15096 / UrbanManagement.1711