

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：34428

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26630267

研究課題名(和文)海風の卓越する大都市における「風の道」の創出に関する研究

研究課題名(英文)The creation of Wind corridor in a large city prevailing sea breezes

研究代表者

森山 正和(Moriyama, Masakazu)

摂南大学・理工学部・教授

研究者番号：70047405

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：海風の卓越する都市として大阪市を想定し、「風の道」の創出による弱風環境の改善を目的として弱風の成因と改善方法及び改善効果について研究した。弱風空間の事例として大阪市にある東横堀川公園を検査し改善案として構造物による強制的な風の流れを提案した。一般的な市街地の事例として大阪市北浜地区において夏期に測定を行い、日影の下に風が通る空間の重要性を指摘した。また、80m四方程度の都市公園のもつ夜間冷気流出現象(にじみ出し)を測定し、市街地冷却効果の程度を明らかにした。市街地の形態を角柱と円柱が規則的に並んだ状態と仮定して風洞実験と数値計算により風速の考察を行い、弱風域の性状を検討した。

研究成果の概要(英文)：The cause and the improvement methods of the weak wind are investigated as the purpose improving a weak wind environment through the creation of the "ventilation lane", in Osaka city where sea breezes dominate. The forced wind flow by the structure was proposed as the improvement of the weak wind environment at the Higashi-Yokobori river park. As the example of general urban areas, the measurements were carried out at Kitahama area in Osaka. It was pointed out that the ventilated space under the sun shade was most important for thermal environment in summer. The content of urban cooling effects was confirmed through measurements of the night time cool air drainage from a urban park where the size was about 80 m X 80 m. The properties and conditions of weak wind areas were investigated through the wind tunnel experiments and numerical simulations for the prism and cylinder considered as the buildings.

研究分野：建築・都市環境工学

キーワード：風環境 ヒートアイランド 海風 風洞実験 数値計算 遮風昇温効果 大都市 クールロード

1. 研究開始当初の背景

(1) 市街地における「風の道」に関する研究はまだ十分な成果を上げておらず、基本的に既成市街地の追認から考えられている。その結果、ヒートアイランドを強める方向に働く弱風域の問題がなおざりにされて来た。

(2) 大都市における「風の道」の意味として、「風の道」のもたらず風通しは暑熱環境緩和に大きな効果を持ち、大気拡散を促して大気汚染濃度の上昇を防ぐと同時に、間接的に適正なオープンスペースの必要性を明らかにしてきた。しかし、建て混んだ都市の街路空間や地形的に下がった風下側地域などでは上空に比較的低温な海風が吹いていても地表付近は弱風域を形成してその恩恵にあずかることは少ない。

(3) 日本には古来、煙出しのような自然換気パッシブ手法はあったが、上空の風の力を利用して相対的に気温の低い空気を強制的に上から引き下ろす手法は見られなかった。上空空気を強制的に引き下ろすような手法も検討の余地があると考えられた。

2. 研究の目的

本研究は、既成市街地の弱風空間形成の成因を明らかにし、既成市街地をもとに将来の市街地形態について模索するものである。海風の卓越する都市として大阪市を対象とした具体的な場所におけるケーススタディと、角柱、円柱といった一般的なモデルとを通じて「風の道」計画の在り方を考察するものであり、外部空間における自然風のコントロール技術のさらなる確立を目指すものである。

3. 研究の方法

本研究では、研究方法として「既成市街地における実測調査」と「風洞実験及び気流の数値計算」を併用した。

(1) 既成市街地における実測調査 弱風空間の事例として大阪市にある「東横堀川公園」を検討し改善案として構造物による強制的な風の流れを提案した。一般的な市街地の事例として「大阪市北浜地区の市街地」において夏期の温熱環境の測定を行った。また、100m 四方程度の都市公園のもつ夜間冷気流出現象(にじみ出し)を測定し、市街地冷却効果の程度を明らかにした。

(2) 風洞実験及び気流の数値計算 都市公園の持つ夜間冷気流出現象のドライアイスを用いた模型実験、市街地の形態を角柱と円柱が規則的に並んだ状態と仮定して行った風洞実験と数値計算。風洞実験において風向風速の測定と計算を行い、弱風域の性状を考察した。

4. 研究成果

(1) 弱風空間の事例として大阪市にある「東横堀川公園」を検討し改善案として構造物による強制的な風の流れを提案した。

対象エリアの実測結果では、昼間は海風が到達し、主風向が西風であるが、公園の風向は上空と逆に東風であり、風速 0.5~1.0m/s と弱かった。数値計算の結果、高架道路は公園内の地上付近の風向風速にはほとんど影響せず、西面の低層建物が無いケースは現状より風速が弱かった。これは公園内の地盤面が周辺の地盤面より平均的に 2.5m 低いためであると考えられる。東横堀川公園は測定により、公園内の風通しがよくないことが明確になった。

この公園の風通し環境をよくするために、「通風コントロール設備」を持った構造物を川沿いに設置することを検討した。数値計算にはSTREAM(ソフトウエアCradle)を利用して構造物の設置前後の風流れを解析した。公園の川側に10枚の開閉可能なガイドベーンを持った構造物の設置を仮定し、ガイドベーン

の枚数により、開口部の大きさが調節できるように仮定した。風のある時は下部の通風口を開放して、上空の風が建物より高くなっている構造物の部分に当たって、ガイドベーンに沿って地面付近まで誘導できるように考えた。構造物を設置しない場合には、河川公園上に弱風域を形成し、明確な循環流は見られない。構造物がある場合とない場合では、河川公園上で風速が弱いことはほぼ同じであるが、構造物がある場合には、いずれの場合も明確な循環流がみられる。開口の位置による循環流の強さについては明確なことは言えない。しかし、循環流は河川公園上で、体感的に感じる風であることが期待される。

(2) 一般的な市街地の事例として「大阪市北浜地区」の街路において夏期の温熱環境について測定を行った。快適なクールロードの創出方法の提案を目的とし、実際のオフィス街の現状を把握し、それを元に熱環境や風の流れをどう変更すればクールロードを創り出すことができるかを検討した。測定を行った結果、北浜地区の気温は、全測定地点(3点)とも气象台よりも高く、黒球温度は、日向・日影の影響を大きく受けていた。風速は、高層建物の影響を受けていると考えられる観測地点では変動が大きく、大きな交差点では風は比較的強く吹いていた。測定結果より算出した WBGT は、黒球温度の高かった日当たりのよい地点が高かった。SET^{*}も WBGT 同様、黒球温度の高かった地点が高かった。風の変動が大きい地点では SET^{*}の値も影響を受けていた。これらより、日影を創ることがクールロードの創出に最も効果的であると考えられる。日影が快適性を向上させる大前提であるが、日影での風の存在は快適性をさらに向上させるのに効果的であるということが出来る。

(3) 大阪市北浜近くにある 100m 四方程度の都市公園のもつ夜間冷気流出現象(にじみ出

し)を測定し、周辺市街地の冷却効果の程度を明らかにした。測定結果によると午前3時頃から風速が 0.5m/s 程度の冷気の流出がみられた。気温は常に市街地の方が公園より高く、温度差はおよそ 1 であった。公園内外の温度差により冷気が公園から流出する循環気流が生まれていたと考えられた。

(4) 都市公園緑地の持つ夜間冷気流出現象(にじみ出し現象)について、ドライアイスを用いて地面(床面)に傾斜をつけて層流に近い冷気の流れ作った冷気流による模型実験を行った。建物模型の形状は一辺 5cm の四角柱と直径 5cm の円柱であり、街路内の温度と風速の垂直分布を測定した。風速については、「建物背後」では、模型の形状とほとんど関係なく、無風に近い状態となった。これは「建物背後」にはほとんど流れがないことが考えられた。「交差点」では、四角柱より円柱の方が流速は弱かった。これは交差点の見かけ上の断面積が四角柱より円柱の方が大きくなるためであると考えられた。冷気流は層流に近い流れであり、渦が生じないため、スムーズな流れが形成された。

(5) 市街地の形態を角柱と円柱が規則的に並んだ状態と仮定して行った風洞実験を行った。風向風速の測定と計算を行い、弱風域の性状を検討した。風洞による実験では、風が街路内で生じた渦に応じて変化している様子が測定された。また、風洞実験により、円柱は四角柱より建物背後の街路断面に生じる渦が弱くなることで円柱の風環境緩和効果が示唆された。なお、風洞実験及びコンピュータによる数値計算については、現在も引き続き研究中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

森山 正和、建築・都市と自然環境 クリ

マアトラスと風の道、建築と社会、査読無、
96 巻、2015、40-43

〔学会発表〕(計 13 件)

Ayana Fukui, Xiaue Wang, Masakazu Moriyama, Hitoshi Kono, The Influence of building shapes to the street wind flow -Using wind tunnel experiment and numerical computation -, 8th Japanese-German Meeting on Urban Climatology, march 27, 2017, Kansai University

福井 彩奈、森山 正和、三浦 美之、河野 仁、風洞実験による建物の遮風昇温効果に関する研究、平成 28 年度(第 46 回)近畿支部学術研究発表会(大阪)、2017 年 3 月 13 日、大阪大学中ノ島センター

③ Ayana Fukui and Masakazu Moriyama, Study on the Creation of Cool Roads in a Business District in Summer, 13th International Symposium of Asia Institute of Urban Environment, Green Building and Smart City, 7th Oct. to 10th Oct., 2016, Changchun, China

福井 彩奈、森山 正和、中規模公園緑地における夜間冷気の市街地への流出現象に関する研究、日本建築学会大会、2016 年 8 月 26 日、福岡大学

福井 彩奈、森山 正和、夏季の外部空間におけるクールロードの創出に関する研究、第 11 回日本ヒートアイランド学会、2016 年 7 月 9 日~10 日、広島工業大学

福井 彩奈、森山 正和、夏季の外部空間におけるクールロードの創出に関する研究、空気調和・衛生工学会近畿支部、2016 年 3 月 9 日、大阪大学中ノ島センター

Xiaue Wang, Masakazu Moriyama, Study on Improvement of Wind Environment in Higashi-yokobori-River Park, 12th International Conference of Asia Institute of Urban Environment, October 10-12, 2015, The University of Kitakyushu

中林 俊喜、森山 正和、夏季昼夜間における表面温度観測による熱帯夜の影響因子に関する考察、日本ヒートアイランド学会大会、2015 年 8 月 28 日~30 日、日本工業大学宮代キャンパス

王 霄月、森山 正和、市街地内緑地のにじみ出し現象の模型実験に関する研究、日本建築学会大会、2015 年 9 月 4 日~6 日、東海大学

森山 正和、王 霄月、中林 俊喜、稲地秀介、榊 愛、都市部の温暖化対策、土木学会関西支部 水辺空間を活かした都市大阪の再生に関する調査研究 東横堀川をケーススタディとして 平成 27 年度講習会、2015 年 7 月 31 日、建設交流館

Xiaue Wang, Masakazu Moriyama, Shusuke Inachi, Ai Sakaki, Study on Improvement of Wind Environment in Higashi-yokobori-River Park in Summer, 7th Japanese-German Meeting, October 6-10, 2014, Hannover University, Hannover, Germany

Toshiki Nakabayashi, Masakazu Moriyama, Shusuke Inachi, Ai Sakaki, Study on the evaluation of thermal and wind environment in Higashi-yokobori-River Park in Summer, 7th Japanese-German Meeting, October 6, 2014, Hannover University, Hannover, Germany

王 霄月、森山正和、稲地秀介、榊 愛、都市における風環境の改善に関する研究 東横堀川沿い講演を対象として、日本建築学会大会、2014 年 9 月 12 日~14 日、神戸大学

〔図書〕(計 2 件)

Yasunobu Ashie, Takahiro Tanaka, Satoru Satohara and Shusuke Inachi, (Edited by Edward Ng and Chao Ren), Routledge, THE URBAN CLIMATIC MAP for Sustainable Urban Planning, Chapter5 Urban climatic map studies in Japan Tokyo and Yokohama, 2015, 474 (51-61)

Takahiro Tanaka and Masakazu Moriyama ,
(Edited by Edward Ng and Chao Ren)、
Routledge、THE URBAN CLIMATIC MAP
for Sustainable Urban Planning, Chapter5
Urban climatic map studies in Japan Sakai in
Osaka, 2015, 474 (73-78)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

森山 正和 (Masakazu Moriyama)

摂南大学・理工学部・特任教授

研究者番号：7 0 0 4 7 4 0 5

(2)研究分担者

稲地 秀介 (Shusuke Inachi)

摂南大学・理工学部・准教授

研究者番号：5 0 6 1 2 3 1 3

(3) 研究分担者

榊 愛 (Ai Sakaki)

摂南大学・理工学部・准教授

研究者番号：6 0 5 8 1 3 1 1

(4)研究協力者

王 霄月 (Xiaoyue Wang)

(5)研究協力者

中林 俊喜 (Toshiki Nakabayashi)

(6)研究協力者

福井 彩奈 (Ayana Fukui)