

河川や緑地によるヒートアイランド緩和効果の検証

大野 隆史, 樋田 昌良, 久恒 邦裕

Evaluation of the Effects of Rivers and Green Spaces to Mitigate Urban Heat Island

Takashi Ohno, Masayoshi Toida, Kunihiro Hisatsune

都市河川や緑地等によるヒートアイランド緩和対策の可能性を探るため、その周辺の風環境及び熱環境調査を行った。都市河川については、海風がよく進入する場合には、都市河川直上部では周辺に比べて最大、乾球温度と WBGT で 2℃程度、黒球温度で 4~5℃ほど低く、相対湿度で 6~7%高くなった。海風の強度が大きいほど、また河川幅員の大きいほど、ヒートアイランド緩和効果も大きい傾向が認められた。但し、河川の周辺にまでその効果が広く及ぶようなことは認められなかった。

都市緑地公園はその周辺と比べて、概ね乾球温度で 2℃程度、WBGT で 1~2℃弱、黒球温度で 5~8℃ほど低く、相対湿度は 5~10%ほど高くなった。小規模な緑地、公園、街路樹帯や水辺環境等にも、比較的大きなヒートアイランド緩和効果が認められた。

はじめに

近年都市化の進展に伴い、都市部の気温がその郊外に比べて高くなるヒートアイランド現象が顕在化してきており、大都市に特有の「熱汚染」として注目を集めている。

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第 4 次評価報告書によれば、過去 100 年間 (~2005 年) で地球全体の年平均気温は 0.74℃上昇した¹⁾。日本では長期の観測データを有し、都市化の影響の少ない 17 気象官署のデータより、過去 100 年間 (~2008 年) で 1.11℃上昇したことが報告されている²⁾。また、過去 100 年間 (~2008 年) で、日本の中小都市では 1.5℃上昇し、名古屋市では 2.8℃、東京都では 3.3℃上昇したことが報告されている³⁾。名古屋市における気温上昇分のうち、1.1℃が地球温暖化に由来するものとする、その差の 1.7℃の気温上昇がヒートアイランド現象によってもたらされたことになる。

ヒートアイランド現象の成因については、①土地利用状態の変化、②建物の効果、③人工排熱、等が挙げられている³⁾。①については、農地・緑地等からアスファルトやコンクリートの地表面に変化することによって、水分の蒸発に伴う熱吸収 (蒸発潜熱輸送) が減

少し、かつ地表面の高温化による対流顕熱輸送及び輻射熱が増大し、都市部の気温上昇を招く。②については、コンクリートの建物が増加することによって、鉛直分の表面積が増した地表面として作用し、建物壁面や地表面からの反射光をより多く吸収し、①の場合と同様に建物が高温化し、対流顕熱輸送及び輻射熱が増大し、都市部の気温上昇を招く。自動車や冷暖房使用等の、都市活動のエネルギー消費に伴う人工排熱の増加 (③) も都市部の気温上昇を招くが、気温上昇への寄与は①や②の約 1/4 程度と見積もられており⁴⁾、ヒートアイランド現象の主成因は、緑地や水面の減少及び地表面の人工化であると言える⁵⁻⁷⁾。

「風の道」としての海風の進入や、水辺・緑地等によるヒートアイランド緩和対策の可能性を探るため、市内を南北に走る河川や幹線道路、都市内緑地公園等について、海風の進入状況や、冷涼気塊の影響の及ぶ範囲の実態を調査し、有効なヒートアイランド緩和対策についての、若干の知見を得たので報告する。

調査方法

1. 調査概要

調査としては、①川沿い移動調査、②都心部移動調査、③都心部定点調査、の 3 種類の調査を行った。

1.1. 川沿い移動調査

海風が進入しやすいオープンスペースを有し、川面からの蒸散熱で冷涼気塊を形成できる河川について、その冷涼気塊が海風によって、どれほどの範囲にまで影響を及ぼすのかを把握するための調査である。

名古屋市を南北に流れる中川運河と堀川について、平成21年8月と平成22年8月の日中に、橋の上7カ所を南から北上しながら移動し、各橋について30分ほどの測定サイクルで測定した。

併せて、河川だけでなく広幅員の道路についても、オープンスペースとして「風の道」となり得る可能性を検討するため、並行して走る幹線道路等2路線でも同様の測定を行い、その差異を検討した。調査対象幹線道路は、中川運河については市道運河西線（中川運河からの距離：60～80m）と市道名古屋環状線（同400～1000m）、堀川については国道19号（堀川からの距離：200～500m）と市道大津町線（同600～1400m）である。

1.2. 都心部移動調査

公園、校庭、街路樹、水辺、舗装道路等の、地表面や地形、土地利用の違い等による風環境、熱環境の違い、及びヒートアイランド緩和効果の大きさの違い等を把握するための調査である。

名古屋市立東桜小学校（名古屋市東区東桜一丁目）周辺と、久屋大通公園（名古屋市中区丸の内三丁目）周辺で、平成21年8月に調査を行った。東桜小学校は芝生の校庭を有する小学校であり、周辺の土の校庭や、水辺、街路樹帯等との、主に熱環境の差異を検討した。久屋大通公園については、都心部の緑地のヒートアイランド緩和効果について検討した。

東桜小学校校庭と久屋大通公園中心部は固定点として連続的にデータを収録し、その東西各7カ所を、30分ほどの測定サイクルで移動しながら測定した。

1.3. 都心部定点調査

比較的大規模な都市内緑地について、風環境及び熱環境（特に熱環境）を測定し、都市内緑地からの冷気の滲み出しの把握、ヒートアイランド緩和効果等を検討した。

下茶屋公園（名古屋市中区橋二丁目）周辺、名城公園（名古屋市北区名城一丁目）周辺及び熱田神宮（名古屋市熱田区神宮一丁目）周辺で、平成22年8月に調査を行った。公園中心部及びその周辺6地点を固定点として、6時間ほど連続的にデータを収録した。但し、熱田神宮については神宮内の1地点は移動測定とし、15分ほどの測定サイクルで14カ所を移動して測定し

た。

2. 調査項目

2.1. 温湿度

調査項目としては、乾球温度（℃）、相対湿度（%）、黒球温度（℃）、WBGT（℃）の4項目を測定した。

黒球温度は輻射熱を測定するもので、黒く塗装した中空球体の中心温度で測定され、アスファルトと土や芝生といった地表面の違いによる輻射熱（いわゆる照り返し）の差異を検討する上で、必須の測定項目である。輻射熱とは、高温の物体から低温の物体に、その間の空気等の存在に関係なく、直接電磁波の形で伝わる熱であり、太陽の暖かさ等がこれに相当する。

WBGTはWet-Bulb Globe Temperature（湿球-黒球温度）の略で、熱中症等の熱ストレスを表す指標として一般的に用いられるもので、湿度、気温（乾球温度）、輻射熱（黒球温度）から、屋外の日射条件下では以下の式から求められる⁸⁾。

$$WBGT = 0.7 \times Tw + 0.2 \times Tg + 0.1 \times Ta$$

（Tw：湿球温度、Tg：黒球温度、Ta：乾球温度）

2.2. 風向風速

風向風速については、風速（m/s）、南北風向（deg）、東西風向（deg）、S成分風速（m/s）、E成分風速（m/s）の5項目について比較検討した。南北風向は風向について東西を軸とした角度で表したもので、+90°は南風、-90°は北風、0°は東・西風となる。東西風向は風向について南北を軸とした角度で表したもので、+90°は東風、-90°は西風、0°は南・北風となる。S成分風速は風速のうちのS方向のベクトル成分を抽出したもので、以下の式で表される。E成分風速は、風速のうちのE方向のベクトル成分を抽出したもので、以下の式で表される。

$$S \text{ 成分風速 (m/s)} = -V \cdot \cos \theta$$

$$E \text{ 成分風速 (m/s)} = V \cdot \sin \theta$$

（V：風速(m/s)、 θ ：Nを0°とした風向(deg)）

2.3. その他の測定項目

随時、放射温度計を用いて川面や車道・歩道面等の表面温度も測定した。併せて、サーモグラフィー画像も撮影した。

2.4. 使用機器

使用した機器は以下のとおりである。いずれも三脚で固定し、地上約1.2m付近の気象を測定し、1分毎のデータを収録した。なお、温湿度計と風向風速計については、同時並行測定結果から機器間補正を行った。

温湿度計：WBGT-101, WBGT-213B
 (京都電子工業(株))
 風向風速計：Kestrel 4500 (Mistral Instruments)
 放射温度計：IR-302 (カスタム(株))
 サーモグラフィ：サーモショット F30
 (NEC Avio 赤外線テクノロジー(株))

調査結果及び考察

1. 川沿い移動調査

朝からほぼ定常的に強いS系の海風が入った、中川運河での平成22年8月の調査結果を、温湿度についてTable 1に、風向風速についてTable 2に示す。また、橋の上での風向風速の経時変化を⑤八熊橋についてFig. 1に、随時測定した表面温度についてTable 3に示す。

橋の上は運河西線沿いと比較して、乾球温度で1.0～2.9℃(平均2.0℃)、WBGTで0.7～2.1℃(平均1.3℃)、黒球温度で3.1～5.6℃(平均4.2℃)低く、相対湿度で4.1～10.7%(平均6.3%)高くなった。名古屋環状線沿いと比較しても、乾球温度で1.1～2.6℃(平均2.1℃)、WBGTで0.8～1.9℃(平均1.4℃)、黒球温度で3.3～5.6℃(平均4.5℃)低く、相対湿度で4.4～10.2%(平均6.7%)高くなった。橋の上は周辺よりも、乾球温度で約2℃、WBGTで1.5℃弱、黒球温度で4～5℃低く、相対湿度で6～7%高いという結果になった。

風については、朝からほぼ定常的に強いS系の海風が入っていたことから、南北風向(橋の上)で見ると72°となった。南北風向がグラフ上部に偏在しており、Sを中心とする風向が卓越していたことが解る。風速はやはり風の通る橋の上が最大となり4.0 m/s、他の運河西線や名古屋環状線ではその半分の約2 m/sであった。運河西線や名古屋環状線では、建築物の影響等を受けてS系風以外の風も混在し、南北風向が橋の上の約半分になり、そのためS成分風速も橋の上の約1/3ほどとなった。

中川運河と堀川での川沿いの調査から、海風がほぼ定常的に進入する条件下では、橋の上は周辺に比べて最大、乾球温度とWBGTで2℃程度、黒球温度で4～5℃ほど低く、相対湿度で6～7%高いという結果が得られた。

見かけ上、海風の進入によって、川沿いには明瞭な低温・高湿度域が形成された。複数回の調査から、海風の強度が大きいほど、温度低下効果も大きい傾向が認められた。また、河川幅員の大きい中川運河の方が、

幅員の小さい堀川よりも、そのような低温・高湿度域が形成されやすい傾向であった。

但し、中川運河の直近の運河西線ですら、名古屋環状線とほとんど差異のない温湿度変化を示すことから解るように、川の周辺の広範囲に及ぶ範囲まで、その影響が及ぶことはほとんど認められないことから、冷涼な海風が進入してきて、南から順次低温域が拡大すると解釈するよりは、川面からの蒸散熱が奪われることによる、川沿いの限定的な低温・高湿度域の

Table 1 中川運河上とその西側道路上での温湿度差 (2010.8.3)

項目	調査地点	橋の上	運河西線	その差	名古屋環状線	その差
WBGT (°C)	① いろは橋	28.5	29.3	0.9	29.8	1.3
	② 東海橋	29.1	30.9	1.8	30.3	1.1
	③ 蛸橋	29.2	30.3	1.1	30.7	1.4
	④ 野立橋	29.3	30.4	1.1	31.2	1.9
	⑤ 八熊橋	29.5	31.0	1.5	31.4	1.9
	⑥ 長良橋	29.4	31.5	2.1	30.9	1.6
	⑦ 猿子橋	30.5	31.2	0.7	31.3	0.8
	通算	29.4	30.7	1.3	30.8	1.4
乾球温度 (°C)	① いろは橋	29.3	31.2	1.9	31.7	2.4
	② 東海橋	30.4	33.4	2.9	32.7	2.3
	③ 蛸橋	31.8	33.4	1.7	34.0	2.2
	④ 野立橋	32.3	34.0	1.7	34.9	2.6
	⑤ 八熊橋	32.7	34.8	2.1	35.2	2.5
	⑥ 長良橋	32.6	35.2	2.5	34.5	1.9
	⑦ 猿子橋	33.7	34.6	1.0	34.7	1.1
	通算	31.9	33.9	2.0	34.1	2.1
相対湿度 (%)	① いろは橋	73.1	64.9	-8.2	62.8	-10.2
	② 東海橋	66.6	55.8	-10.7	58.5	-8.0
	③ 蛸橋	60.0	55.1	-4.9	52.7	-7.2
	④ 野立橋	55.4	50.3	-5.2	48.4	-7.0
	⑤ 八熊橋	54.5	48.3	-6.2	48.3	-6.3
	⑥ 長良橋	54.3	48.8	-5.5	49.8	-4.5
	⑦ 猿子橋	54.4	50.3	-4.1	50.0	-4.4
	通算	59.3	53.0	-6.3	52.6	-6.7
黒球温度 (°C)	① いろは橋	34.3	37.4	3.1	38.9	4.6
	② 東海橋	37.0	42.6	5.6	40.3	3.3
	③ 蛸橋	36.6	40.0	3.4	41.2	4.7
	④ 野立橋	37.9	41.6	3.7	43.5	5.6
	⑤ 八熊橋	38.5	43.0	4.6	43.5	5.1
	⑥ 長良橋	38.1	43.8	5.6	42.6	4.5
	⑦ 猿子橋	40.1	43.2	3.1	43.8	3.7
	通算	37.6	41.8	4.2	42.1	4.5

備考1: 午前中は曇り気味で時々晴。午後から晴れて日射あり。
 備考2: ほぼ一貫してS系の比較的強風。

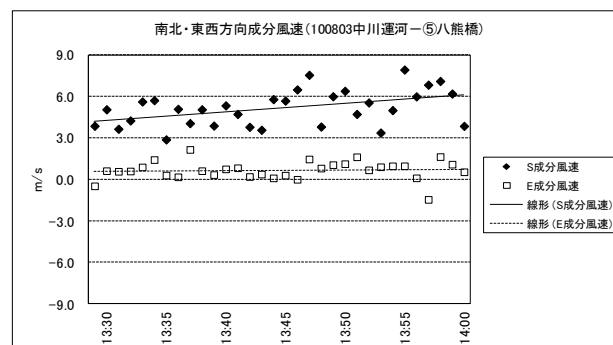


Fig.1 南北・東西方向成分風速の経時変化 (中川運河⑤八熊橋, 2010.8.3)

形成と考える方が妥当である。そのため蒸散熱の寄与が期待できない広幅員道路については、風の通り道としての「風の道」の働きはあるにせよ、それによって低温域が形成されることはなく、ヒートアイランド緩和対策としての効果は低いといえる。「風の道」にある程度のヒートアイランド緩和効果を持たせるためには、水平方向の風のみを考慮することは、「風の道」は途中で温まるので有効ではなく、高層建築物等で

ブロックして都市の「粗度」を上げて、上層冷気を下すような鉛直方向の取り組みが有効であることも報告されている⁹⁾。

従って、「風の道」にそのような都市冷却機能を持たせるためには、水や緑地の蒸散作用を利用すればある程度可能になるわけで¹⁰⁾、ヒートアイランド対策としては、川面と同様に蒸散効果を有する樹木や緑地・公園・水辺環境等の、例えば連続配置等の有機的連結を考慮するとか、保水性・透水性舗装のより一層の進展、親水空間を都市公園等へより多く展開する等、「蒸散熱」を利用して都市を冷やす対策の方が、より効果的であると考えられる。

表面温度については、日向の川面で 25~30℃を保ち、樹木(葉)も概ね 25~30℃ほどで、外気温が高温になると 35℃近くまで上がるものの、温度の変動も小さい。それに対し、アスファルト等の路面温度は最高で 60℃近くに達し、その色の濃いものほど高温となる傾向が認められた。

サーモグラフィー画像で見ても、橋の歩車道部分は 50℃以上の真っ赤であるのに対し、直射日光の当たる川面では 30℃ほどの青色で、樹木も同じく 30℃少しの青色を保っている。自動車についても、エアコンの効いた室内と接する窓が 30℃ほどの低温で、エンジンルームや高温路面と接するタイヤ等が 50℃以上の高温となっている。高層マンションについても、日の当たる側は 50℃近くの高温であり、エアコンの効いた窓がそれより少し低温で、日陰部分は 30℃少しでさらにそれより低温である(別途カラー表示)。

2. 都心部移動調査

東桜小学校周辺での温湿度調査結果を Table 4 に示す。

芝生による気温低減効果については、一定の明瞭な関係は認められなかった。芝生の地表面ごく直近では気温低減効果は認められるものの、地上 1.2m 付近の気温に影響を及ぼすには至らなかった結果であるとされる。

調査地点のうち、西の②地点は、セントラルパーク内の「さかえ川」近傍であり、東桜小学校校庭と比べて、乾球温度で 1.4℃、WBGT で 1.1℃、黒球温度で 2.0℃低く、相対湿度で 2.1%高かった。木陰による日光の遮蔽効果もあるが、水面からの蒸散熱によって、低温・高湿度域が形成されたものと考えられる。

西の④地点については、セントラルパーク南端の植栽の近傍であり、東桜小学校校庭と比べて、乾球温度で 1.0℃、WBGT で 0.5℃、黒球温度で 1.5℃低く、相

Table 2 中川運河上とその西側道路上での風向風速差 (2010.8.3)

項目	地点	橋の上	運河西線	その差	名古屋環状線	その差
風速 (m/s)	① いろは橋	2.4	1.8	-0.5	1.5	-0.9
	② 東海橋	3.7	1.1	-2.6	1.2	-2.5
	③ 蛸橋	3.7	2.0	-1.6	1.4	-2.3
	④ 野立橋	5.2	3.0	-2.2	2.0	-3.1
	⑤ 八熊橋	5.3	2.7	-2.6	2.4	-2.9
	⑥ 長良橋	4.4	1.9	-2.6	3.0	-1.4
	⑦ 猿子橋	3.2	1.7	-1.5	1.8	-1.5
	通算	4.0	2.0	-2.0	1.9	-2.1
南北風向 (deg)	① いろは橋	71	58	-13	11	-60
	② 東海橋	73	49	-25	30	-44
	③ 蛸橋	72	14	-58	27	-45
	④ 野立橋	77	59	-19	59	-18
	⑤ 八熊橋	81	31	-50	36	-45
	⑥ 長良橋	59	37	-23	65	5
	⑦ 猿子橋	68	33	-35	17	-52
	通算	72	39	-32	36	-36
東西風向 (deg)	① いろは橋	-1	-16	-14	39	41
	② 東海橋	15	-18	-32	26	11
	③ 蛸橋	-14	35	50	-10	4
	④ 野立橋	8	-19	-27	-3	-11
	⑤ 八熊橋	8	-33	-41	21	13
	⑥ 長良橋	-30	2	32	10	40
	⑦ 猿子橋	-12	14	26	-6	6
	通算	-4	-4	0	10	14
S成分風速 (m/s)	① いろは橋	2.2	1.5	-0.7	0.1	-2.1
	② 東海橋	3.5	0.8	-2.7	0.4	-3.1
	③ 蛸橋	3.4	0.3	-3.2	0.8	-2.7
	④ 野立橋	5.0	2.3	-2.7	1.7	-3.3
	⑤ 八熊橋	5.2	1.4	-3.8	1.4	-3.8
	⑥ 長良橋	3.7	1.2	-2.5	2.7	-1.0
	⑦ 猿子橋	2.9	0.9	-2.0	0.4	-2.5
	通算	3.7	1.2	-2.6	1.1	-2.6
E成分風速 (m/s)	① いろは橋	0.0	-0.7	-0.6	0.8	0.9
	② 東海橋	0.9	-0.2	-1.0	0.6	-0.3
	③ 蛸橋	-0.8	1.1	1.9	-0.4	0.3
	④ 野立橋	0.7	-1.0	-1.8	-0.3	-1.0
	⑤ 八熊橋	0.7	-1.5	-2.2	1.1	0.3
	⑥ 長良橋	-2.1	0.0	2.1	0.7	2.8
	⑦ 猿子橋	-0.7	0.2	0.8	-0.1	0.6
	通算	-0.2	-0.3	-0.1	0.3	0.5

Table 3 種々の物体の放射表面温度(2010.8.3)

No.	橋	日向				単位:℃	
		歩道	車道	ガードレール(白)	欄干	川面	日陰 樹木
①	いろは橋	34.4	34.9	-	-	30.3	27.9
②	東海橋	40.6~42.4 →(日射無)39.3 →(日射有)43.5	38.3	35.8 (日射有)	-	29.1	26.8
③	蛸橋	44.3 (日射有)	44.3(日射有) →(日射無)→ 40.8~39.8	-	-	28.0	25.8
④	野立橋	47.4(日射有) 50.0(鉄ワク)	47.8	-	32.7~38.3 (鉄・空冷)	29.2	27.8
⑤	八熊橋	49.7	49.6	-	-	28.4	28.6
⑥	長良橋	51.3 (赤色)	50.1	-	-	27.1	28.3
⑦	猿子橋	48.7	50.4	-	-	29.6	30.7

対湿度で 2.6%高かった。これも植栽からの蒸散熱によって、低温・高湿度域が形成されたものと考えられる。

東の⑤地点については、東桜小学校南の栄公園内の木陰であり、東桜小学校校庭と比べて、乾球温度で 1.6℃、WBGT で 1.9℃、黒球温度で 7.2℃低く、相対湿度で 4.1%高く、全 14 移動測定地点のうちで最も東桜小学校校庭との差が大きかった。木陰による日光の遮蔽効果に加えて、樹木からの蒸散熱の効果によって、低温・高湿度域が形成されたものと考えられる。

西の⑤地点については、希望の広場内の噴水「希望の泉」の近傍であり、東桜小学校校庭と比べて、乾球温度で 1.4℃、WBGT で 0.8℃、黒球温度で 1.1℃低く、相対湿度で 2.6%高くなった。この場合は、噴水からの蒸散熱の効果によって、低温・高湿度域が形成されたものと考えられる。

東の⑦地点については、ビルの谷間の日陰であり、東桜小学校校庭と比べて、乾球温度で 1.2℃、WBGT で 1.6℃、黒球温度で 6.0℃低く、相対湿度で 3.1%高くなった。この場合は単なる日光の遮蔽効果であるが、比較的大きな温度低減効果があることが解る。

西の⑦地点については、オアシス 21 上部にある水面の近傍であり、東桜小学校校庭と比べて、乾球温度で 1.2℃、WBGT と黒球温度で 0.5℃低く、相対湿度で 3.2%高くなった。水面からの蒸散熱の効果によって、低温・高湿度域が形成されたものと考えられる。

調査地点のうち、東の③地点は、隣接する名古屋市立富士中学校の土の校庭の中心付近である。この土の校庭は、東桜小学校の芝生の校庭と比べて、乾球温度で 0.8℃、WBGT で 0.1℃低く、相対湿度で 0.1%、黒球温度で 0.8℃高くなった。WBGT や相対湿度はほとんど差がなかったものの、黒球温度で+0.8℃の差異が認められた。このことは校庭の芝生化が、地表面からの輻射熱の低減に、わずかではあるが寄与していることを示唆しているものと考えられる。但し、地表面付近の気温低減についての効果は明らかで、東桜小学校の芝生の校庭の表面温度は、直射日光が当たる状態でも概ね 35℃前後であるのに対し、富士中学校の土の校庭は約 10℃高い 45℃前後である。アスファルトやコンクリートの歩車道については、50℃近くの表面温度となり、鉄製のマンホールの蓋等は 60℃近い温度となる。芝生も日なたでは 35℃前後であるが、日かげでは 30℃前後にまで下がり、芝生と同様の蒸散作用による温度低減効果の期待される植栽等についても、やはり芝生と同様、日なたで 30~35℃前後、日

かげで 30℃程度となることが確認された。

久屋大通公園等の都市緑地公園については、植栽等がより大規模となるため、より大きな温度低減効果が見込まれる。木立に囲まれた都市緑地公園は、周辺と比べて、概ね乾球温度と WBGT で 2℃弱、黒球温度で 7~8℃低く、相対湿度は 5%ほど高いという結果が得られた。木陰による日光の遮蔽効果に加えて、樹木からの蒸散熱の効果によって、都市緑地公園内のかなりの広範囲に、低温・高湿度域が形成されたものと考えられる。

Table 4 東桜小学校とその周辺（東西）との温湿度差（2009.8.20）

項目	地点	東桜小学校校庭	東桜小東	その差	東桜小西	その差
WBGT (°C)	①	27.8	27.1	-0.7	27.1	-0.7
	②	28.4	27.6	-0.8	27.3	-1.1
	③	28.7	28.5	-0.1	28.2	-0.4
	④	29.4	29.7	0.3	28.9	-0.5
	⑤	29.1	27.2	-1.9	28.3	-0.8
	⑥	28.6	28.5	-0.1	29.4	0.8
	⑦	28.9	27.3	-1.6	28.4	-0.5
	通算	28.7	28.0	-0.7	28.2	-0.5
乾球温度 (°C)	①	31.3	30.7	-0.6	30.4	-0.9
	②	32.0	31.2	-0.8	30.7	-1.4
	③	32.5	31.7	-0.8	32.2	-0.3
	④	33.7	34.0	0.3	32.7	-1.0
	⑤	33.5	31.9	-1.6	32.0	-1.4
	⑥	33.1	32.8	-0.4	33.3	0.1
	⑦	33.1	31.9	-1.2	31.9	-1.2
	通算	32.8	32.0	-0.7	31.9	-0.9
相対湿度 (%)	①	46.8	47.2	0.4	47.6	0.8
	②	46.0	45.2	-0.8	48.2	2.1
	③	44.0	44.1	0.1	44.4	0.4
	④	42.1	40.9	-1.2	44.7	2.6
	⑤	43.1	47.2	4.1	45.7	2.6
	⑥	44.0	44.0	0.0	43.4	-0.6
	⑦	46.3	49.4	3.1	49.5	3.2
	通算	44.6	45.4	0.8	46.2	1.6
黒球温度 (°C)	①	40.2	38.3	-1.8	39.5	-0.7
	②	41.1	40.7	-0.4	39.0	-2.0
	③	42.3	43.1	0.8	40.8	-1.5
	④	43.5	44.8	1.2	42.0	-1.5
	⑤	41.8	34.6	-7.2	40.8	-1.1
	⑥	40.2	40.7	0.5	43.8	3.6
	⑦	40.0	34.0	-6.0	39.5	-0.5
	通算	41.3	39.6	-1.7	40.8	-0.5

備考1:②西はセントラルパーク・さかえ川付近(緑被+水面)
 備考2:③東は富士中学校の土の校庭
 備考3:④西はセントラルパーク南端の植栽近傍
 備考4:⑤東は栄公園の木下の日陰、⑥西は噴水(希望の泉)前
 備考5:⑥西はオアシス21近傍の芝生の上
 備考6:⑦東はビルの谷間の日陰、⑦西はオアシス21上の水面近傍

3. 都心部定点調査

熱田神宮周辺での温湿度調査結果を Fig. 2 に示す。ある程度日差しがあった午前中については、熱田神宮外の比較対照地点と比べて、熱田神宮境界の 4 地点については、乾球温度で 2~3℃、WBGT で 1.5~2.5℃、黒球温度で 6~10℃低く、相対湿度で 8~14%高くなり、

熱田神宮内はそれよりも温度低下幅が大きく、乾球温度で3~4℃、WBGTで2.5~3.5℃、黒球温度で8~12℃低く、相対湿度で10~18%高くなった。降雨もあって午後3時過ぎにしか日差しの回復しなかった午後については、温度低下幅がぐっと小さくなり、熱田神宮境界の4地点については、乾球温度で1℃ほど、WBGTで0.5~1℃、黒球温度で1~3℃低く、相対湿度で0~12%高くなり、熱田神宮内については、乾球温度で1

~2℃、WBGTで1℃ほど、黒球温度で2~4℃低く、相対湿度で5~14%高くなった。

また、熱田神宮東境界の地点④が、移動測定を行った地点⑥に次いで、低温・高湿度となった。ここは熱田神宮北部の、人が立ち入らない森からの、冷気の滲み出しがあったものと考えられる。但し、このような冷気の滲み出しは、熱容量の大きな道路を越えて伝播することはなく、道路を越えた比較対照調査地点(①熱田保健所)が最高温度となった。熱田神宮内の流水は18~19℃を保っており、土や石・砂利なども26~27℃ほどで、他の調査地点より2℃ほど低温であった。同様に冷気の滲み出しの考えられる熱田神宮北境界の地点③が、それほど低温・高湿度とならなかったのは、卓越風がN~NW系であったためと考えられる。

熱田神宮の森をはじめとする都市内に存在する緑地はその周辺と比べて、概ね乾球温度で2℃程度、WBGTで1~2℃弱、黒球温度で5~8℃ほど低く、相対湿度は5~10%ほど高いということが言える。この温度低下幅は、都市部移動調査で得られた値とほぼ一致しており、かつ既報値¹¹⁾ともよく一致している。

また、都市緑地公園の規模が大きいほどヒートアイランド緩和効果も大きいことが報告されているが¹²⁾、今回の調査では多くの都市緑地公園についての調査を行っていないこともあり、都市緑地公園の規模による差異はあまり認められなかった。ただ、緑地は小面積でもヒートアイランド低減効果は大きいことも報告されており¹³⁾、都市緑地公園にヒートアイランド緩和効果があることは確かであると言える。

これらの都市緑地公園からの、冷気の滲み出しがあることは明らかであるが、それはごく直近に限定されており、熱容量の大きな道路を越えて伝播することはない¹¹⁾ことから、都市緑地公園の有機的な連結等の対策が、都市緑地公園にヒートアイランド緩和効果を持たせるには必要なことであると考えられる。あるいは都市緑地公園間を、グリーンベルトのような形での広い街路樹帯で結ぶこと等も有効と考えられる。

まとめ

都市河川や緑地等によるヒートアイランド緩和対策の可能性を探るため、その周辺の風環境及び熱環境調査を行った。都市河川については、海風がよく進入する場合には、都市河川直上部では周辺に比べて最大、乾球温度とWBGTで2℃程度、黒球温度で4~5℃ほど低く、相対湿度で6~7%高くなった。海風の強度が大きいほど、また河川幅員の大きいほど、ヒートアイラ

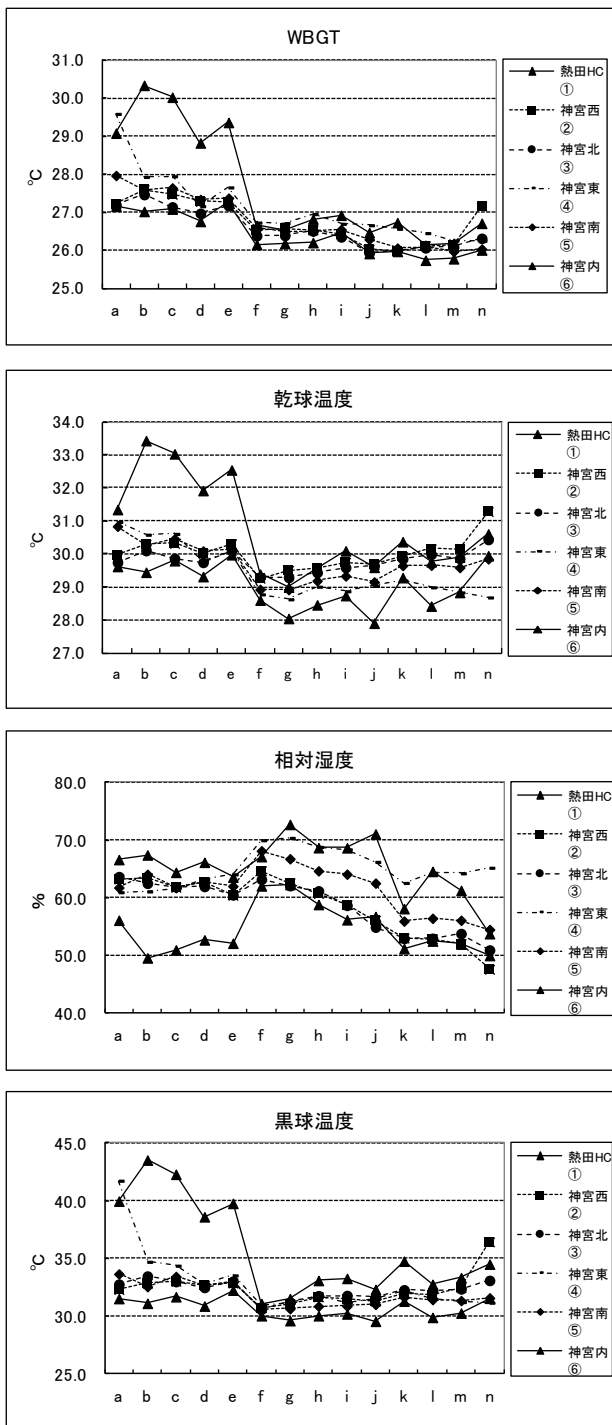


Fig.2 温湿度の経時変化(熱田神宮, 2010.9.13)

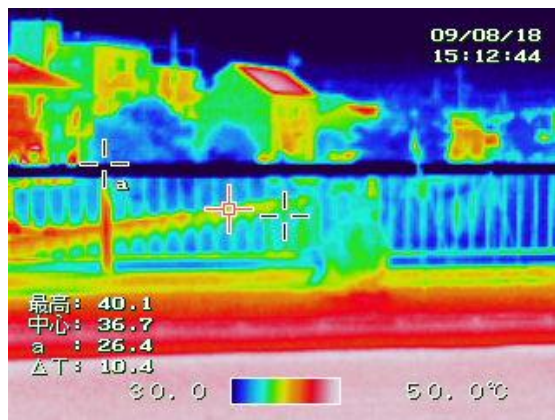
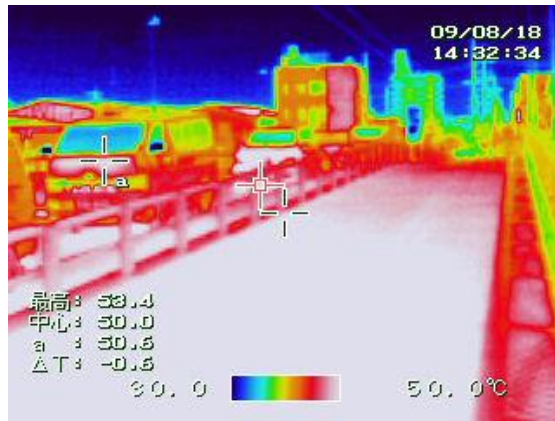
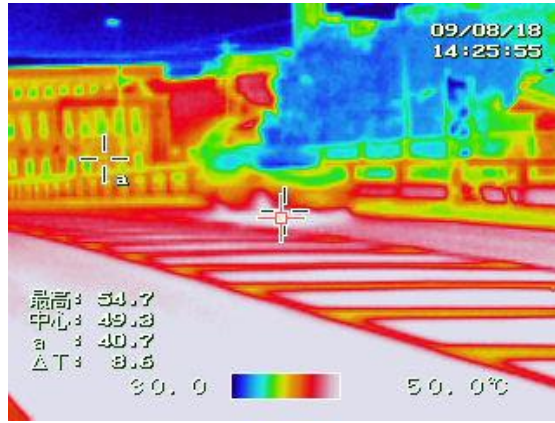
ンド緩和効果も大きい傾向が認められた。但し、河川の周辺にまでその効果が広く及ぶようなことは認められなかった。

都市緑地公園はその周辺と比べて、概ね乾球温度で2℃程度、WBGTで1～2℃弱、黒球温度で5～8℃ほど低く、相対湿度は5～10%ほど高くなった。小規模な緑地、公園、街路樹帯や水辺環境等にも、比較的大きなヒートアイランド緩和効果が認められた。

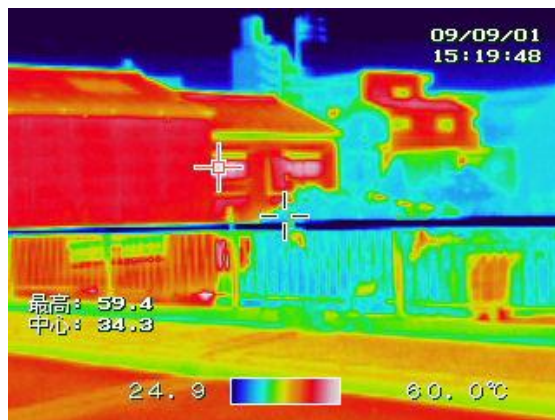
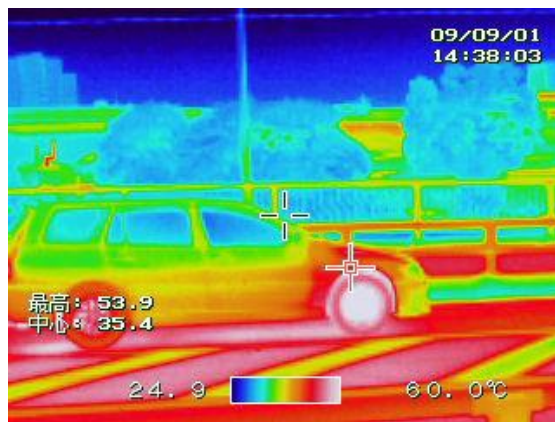
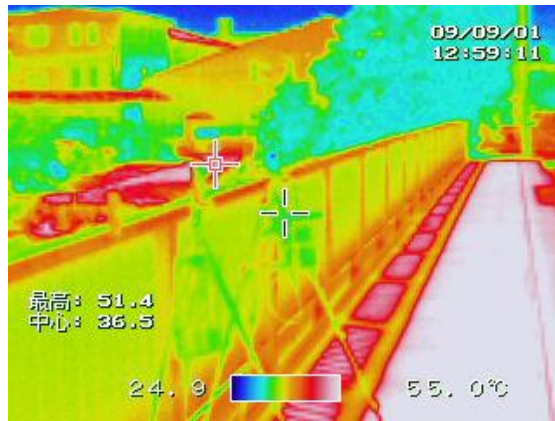
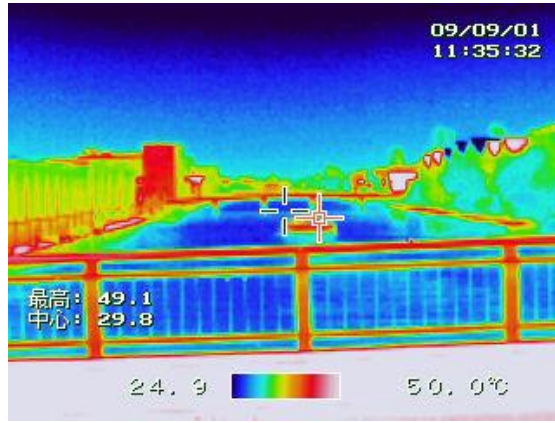
ヒートアイランド緩和対策としては、緑被率の向上が有効である。緑陰による日光の遮蔽効果に加えて、蒸散作用の寄与も期待できる。その他、屋上緑化、壁面緑化、緑のカーテン、駐車スペースの緑化等、様々な対策が考えられる。

文 献

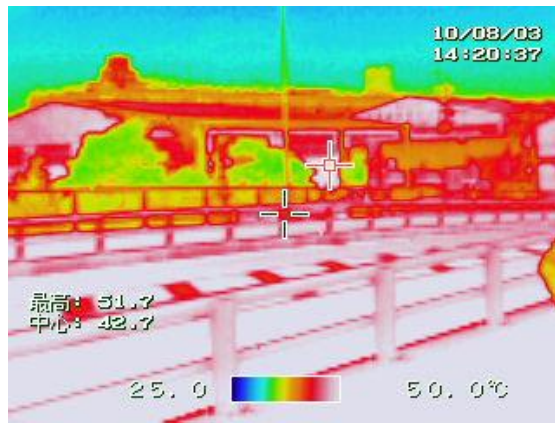
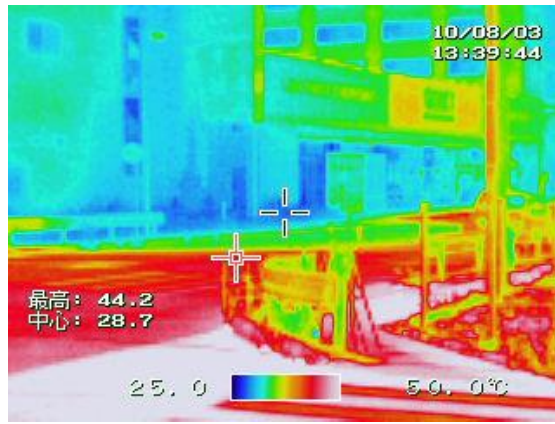
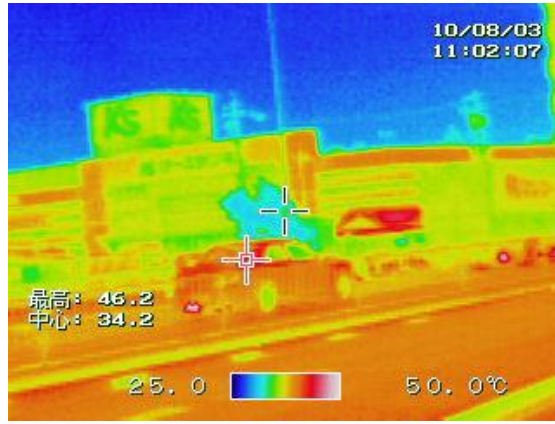
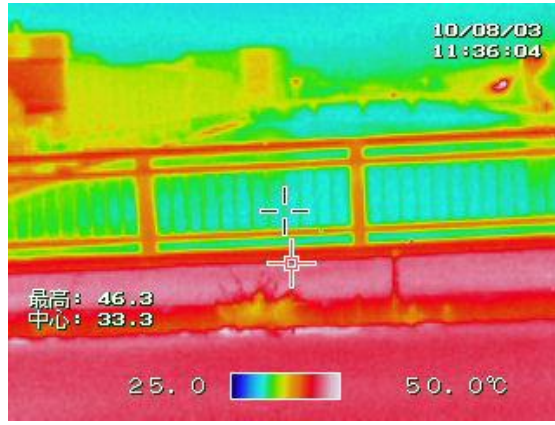
- 1) 気象庁訳：気候変動に関する政府間パネル 第4次評価報告書 第1作業部会報告（2007）
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>
- 2) 文部科学省、気象庁、環境省：温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」（2009）
- 3) 気象庁：ヒートアイランド監視報告（平成20年～東海地方）、平成21年5月
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/himr/2009/himr2009.pdf>
- 4) 気象庁：ヒートアイランド監視報告（平成18年～関東・近畿地方）、平成19年3月
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/himr/2006/himr2006.pdf>
- 5) 東京都千代田区：千代田区ヒートアイランド対策計画<概要版>、平成18年5月
- 6) 梅干野 晃，浅輪貴史：都市のヒートアイランドを可視化する，可視化情報学会誌，**29**（113），96-101（2009）
- 7) 萱場互起：気象庁におけるヒートアイランド監視業務についてー都市気候モデルによる解析事例の紹介ー，日本気象学会誌「天気」，**56**（11），955-960（2009）
- 8) 大橋唯太：温熱指標，日本気象学会誌「天気」，**57**（1），57-59（2010）
- 9) 持田 灯，石田泰之：風の道，日本気象学会誌「天気」，**56**（7），571-572（2009）
- 10) 福田亜佐子，佐保満夫：横浜市内の気温分布調査ー2002年～2003年の結果ー，横浜市環境科学研究所報，28，58-62（2004）
- 11) (社)環境情報科学センター：平成17年度 都市緑地を活用した地域の熱環境改善構想の検討調査報告書，平成18年3月
- 12) 三上岳彦，関田也寸志：都市内緑地のクールアイランド効果とその規模別評価，日本気象学会 2008年度春季大会講演予稿集，p.298（D406）（2008）
- 13) 久野春子，新井一司：森林の経済面，環境面からの機能評価に関する研究（1）樹林の温度画像によるヒートアイランド現象低減の評価，東京都林業試験場年報 平成15年(2003年)度版，p.25（2003）



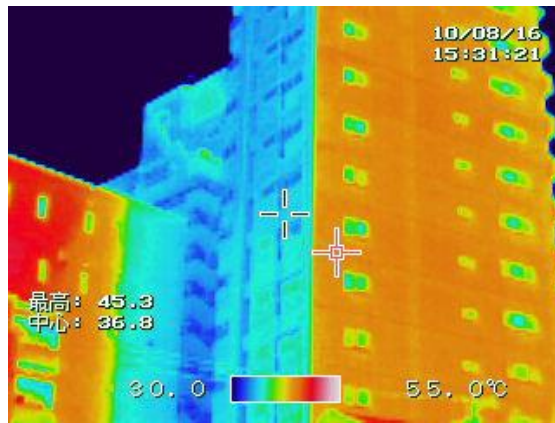
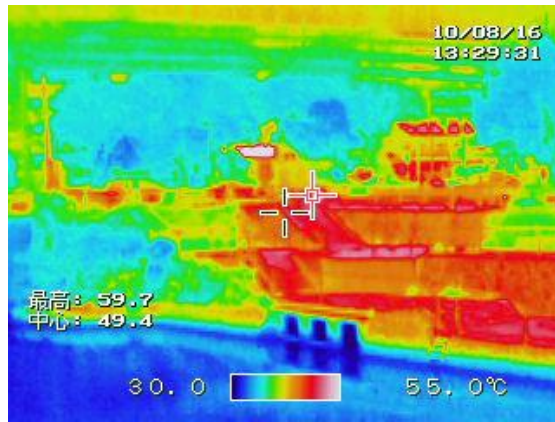
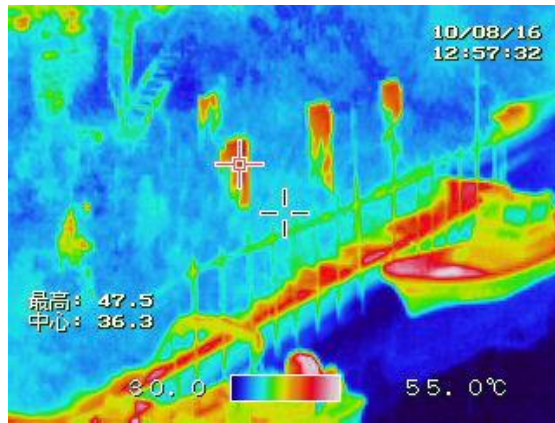
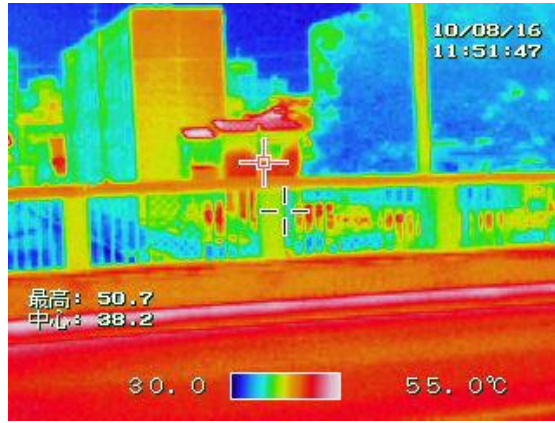
Pic.1 中川運河及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2009.8.18)



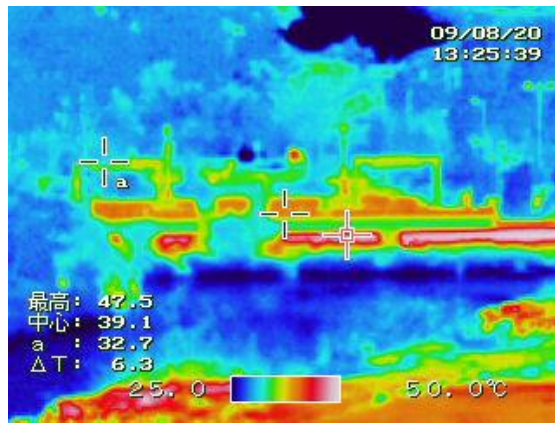
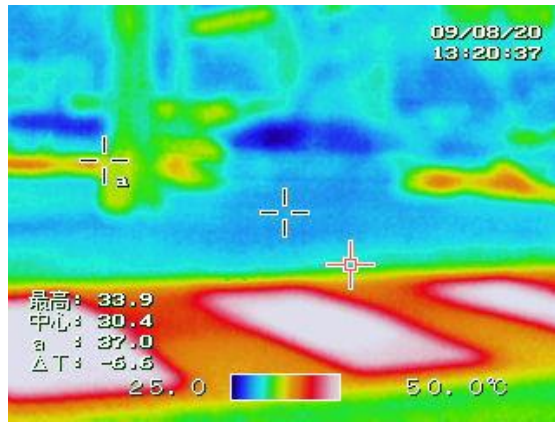
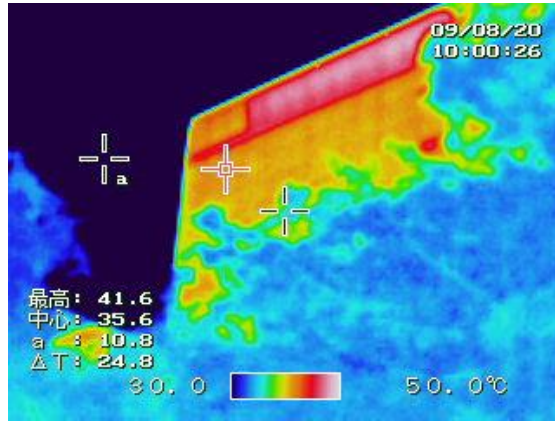
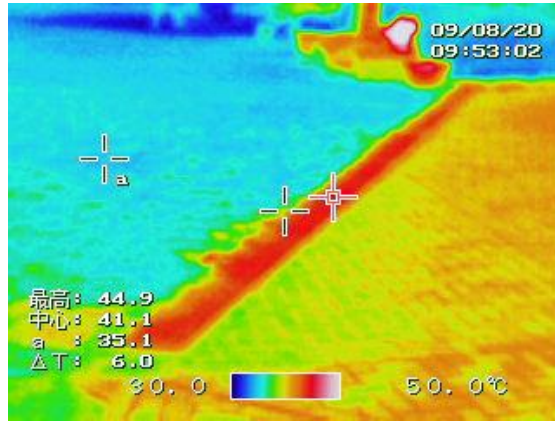
Pic.2 中川運河及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2009.9.1)



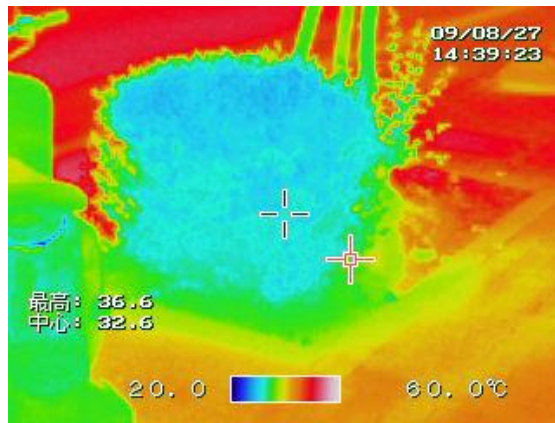
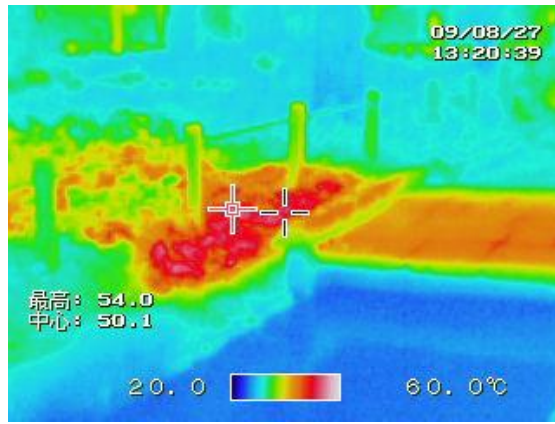
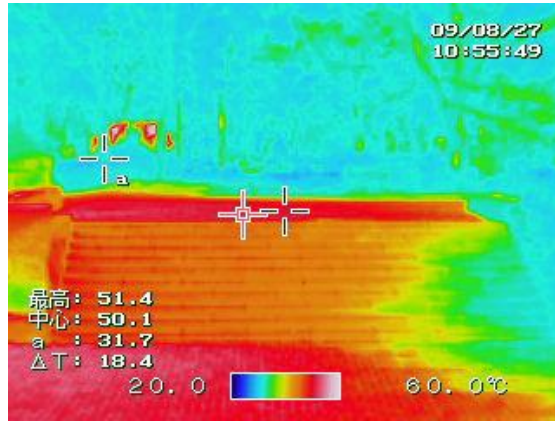
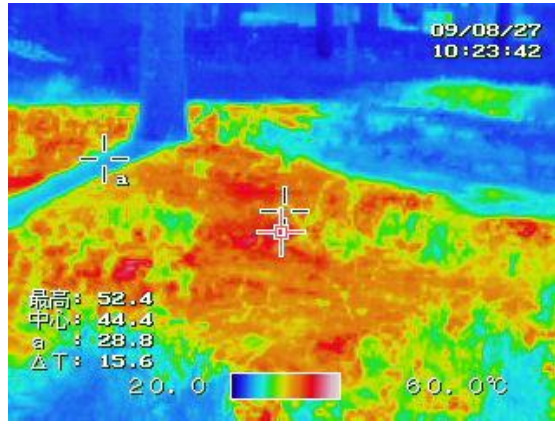
Pic.3 中川運河及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2010.8.3)



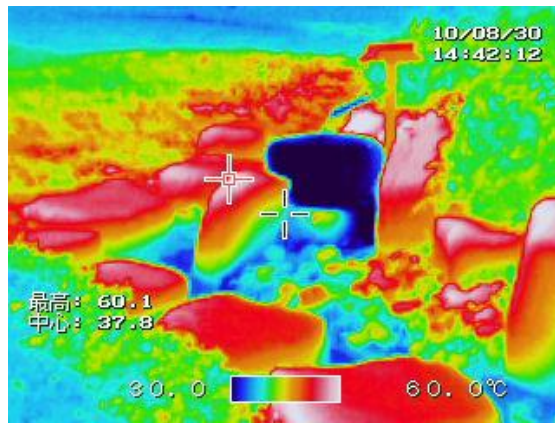
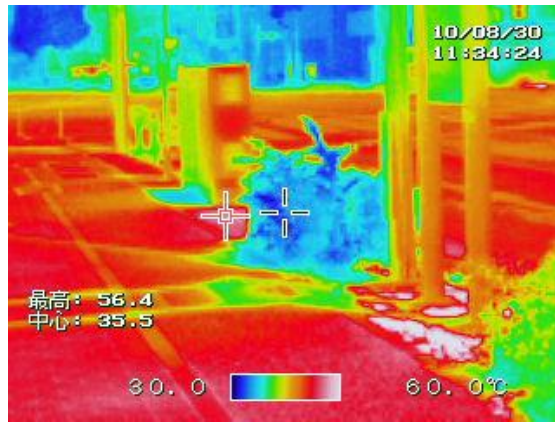
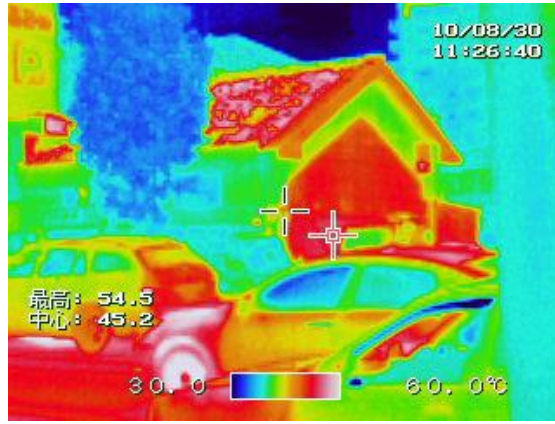
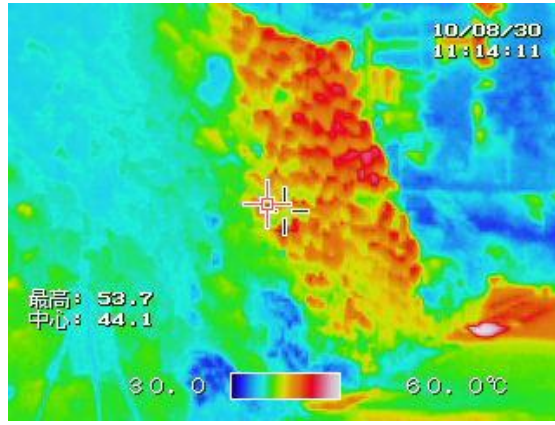
Pic.4 堀川及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2010.8.16)



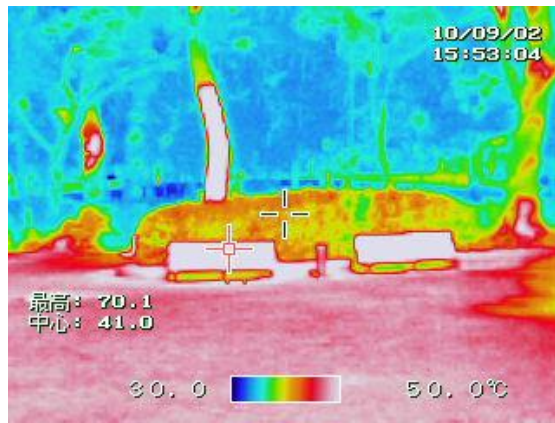
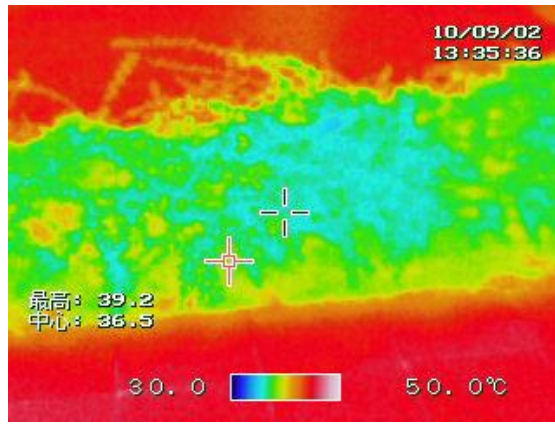
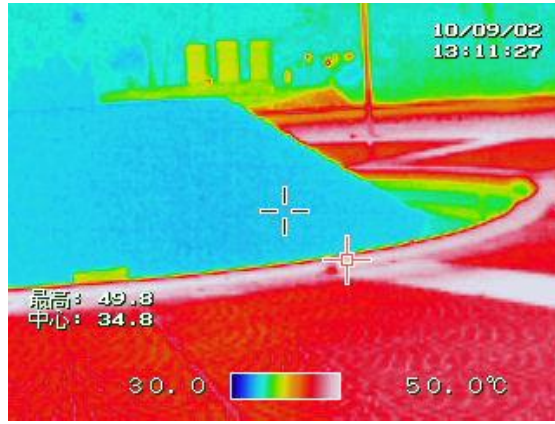
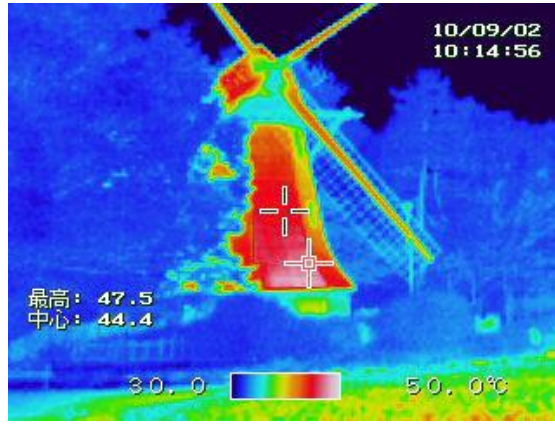
Pic.5 東桜小学校及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2009.8.20)



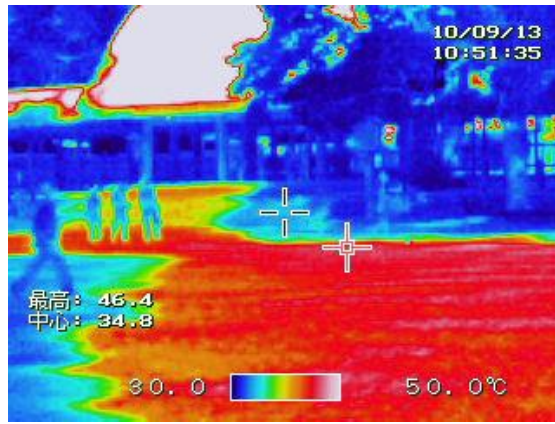
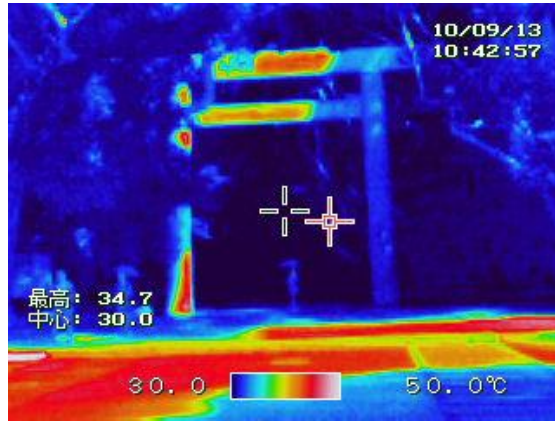
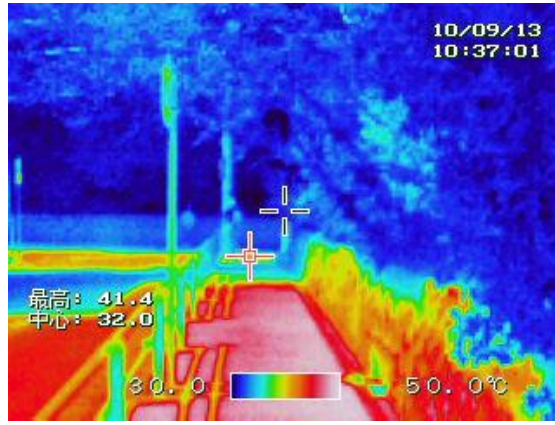
Pic.6 久屋大通公園及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2009.8.27)



Pic.7 下茶屋公園及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2010.8.30)



Pic.8 名城公園及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2010.9.2)



Pic.9 熱田神宮及びその周辺で撮影したサーモグラフィー (2010.9.13)

