平 20.都土木技術センター年報
Annual Report
C.E.C., TMG 2008
ISSN 1882-2657

12．保水性舗装に散水した場合の気温・湿度への効果

Effect of Water Retaining Pavement on Air Temperature and Humidity with Sprinkle Water

技術支援課　小作好明、鶴田　隆生
道路管理部保全課　　宇野　久実子

1．はじめに

ヒートアイランド現象は、都市化の進展に伴い、舗装やコンクリートで地表面が被覆されたことが原因の一つとして指摘されている。東京都ではヒートアイランド対策を重点事業の一つとして位置づけており、建設局では、ヒートアイランド現象を抑制する取り組みとして、水分を含むことができる保水性舗装を施工している。

平成 17 年(2005)から平成 19 年(2007)年にかけて夏期に、丸の内及び神田、九段の保水性舗装において、散水を行った。散水を行うにあたり、道路管理部保全課が計画を立案し、第一建設事務所が実際に散水車による散水を行った。土木技術センターでは、散水の効果を確認するため、散水日と散水しない日（非散水日）の気温や湿度を観測した。保水性舗装に散水する場合、表面上で流れてしまい、無駄に散水する場合があるので、効率的な散水量や効果的な散水時間帯を知る必要があった。そこで、散水量や散水の時間帯を替えて保水性舗装に散水を実施し、気温等を観測した。しかし、市街地の沿道における気温は、日々異なり、時々刻々と変化する。また、観測値は、自動車排熱や風などの影響を受けており、散水によって気温が変化したのか、空気が流入しただけなのかを判断できず、散水の効果だけを取出して評価することが難しい。そこで、観測値を統計的な仮説検定の手法を用いて分析し、散水の効果について検討した。また、統計的な検討から、無駄の少ない効率的な散水量や散水の時間帯についても考察を行った。

2．調査概要

(1)目標散水量の設定

散水量を計画する際、保水性舗装でサンプリングしたφ10cm×h10cm の供試体の保水量が 7.4～10.3kg/㎡（総降水量 7.4mm～10.3mm 相当）という値が既に得られていたので、保水性舗装は降水量換算で概ね総降水量７～8mm 相当の水を保水すると想定した。しかし、実際に保水性舗装に散水する場合、表面上で流れてしまい、散水した水が保水性舗装に供給されない。そこで、無駄の少ない散水量を検討するため、散水の開始時間は同じにし、総降水量 8mm、5mm、2mm 相当の散水を目標散水量として、夜間散水を実施した。特に平成 19 年夏期では、散水の下限の必要量を検討するため、総降水量 2mm 相当を目標散水量としている。また、効果的な散水の時間帯を検討するため、散水量を総降水量 5mm で統一して、散水開始の時刻を替えた。平成 17 年(2005)に夜間散水、平成 18 年(2006)に夕方散水、平成 19 年(2007)年に午後散水を実施した。目標散水量の一覧を表－1 に示す。

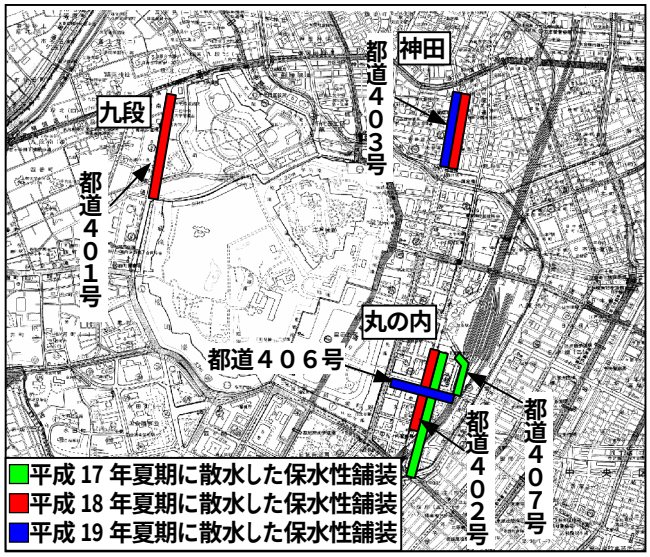
表－1　目標散水量

	丸の内	神田	九段
H17年(2005)	夜間散水 5mm相当 南北路線		
H18年(2006)	夕方散水 5mm相当 南北路線	夜間散水 8mm相当 南北路線	夜間散水 5mm相当 南北路線
H19年(2007)	午後散水 5mm相当 東西路線	夜間散水 2mm相当 南北路線	

(2)散水概要

散水状況を写真－1 に、散水路線を図－1 に、実際の散水量を表－2 から表－7 に示す。散水は、東京都第一建設事務所が散水車によって実施した。駐車車両があって散水できない場合を除き、全車線に散水した。散水する水は、主に下水再生水（高度処理水）であるが、平成 18 年の丸の内の場合だけ、民間との協力を実現して丸の内ビルディングの再生水を使用した。

写真－1　散水状況



図－1　散水路線

表－2　散水量　平成 17 年 丸の内
総降水量 5㎜ 相当夜間散水

散水時刻	散水時間	散水車台数	散水量 m^3
7/20 23:00 ～ 7/21 4:33	5:33	12	75.1
7/24 23:00 ～ 7/25 3:55	4:55	12	74.8
7/29 23:00 ～ 7/30 4:05	5:05	12	74.0
8/2 23:00 ～ 8/3 3:50	4:50	12	83.3
8/6 23:00 ～ 8/7 3:30	4:30	12	73.9
8/10 23:00 ～ 8/11 4:00	5:00	12	73.7
8/18 23:00 ～ 8/19 3:23	4:23	12	77.5
8/22 23:00 ～ 8/23 3:20	4:20	12	73.6
8/29 23:00 ～ 8/30 3:21	4:21	12	73.8
9/2 23:00 ～ 9/3 3:25	4:25	12	74.0
9/14 23:00 ～ 9/15 3:25	4:25	12	75.1
9/17 23:00 ～ 9/18 3:15	4:15	12	73.6
9/23 23:00 ～ 9/24 3:15	4:15	12	73.5
9/27 23:00 ～ 9/28 3:15	4:15	12	74.7
平均	4:36	12	75.0

表－3　散水量 平成 18 年 丸の内
総降水量 5㎜ 相当夕方散水

散水時刻	散水時間	散水車台数	散水量 m^3
8/2 14:05 ～ 8/2 18:40	4:35	12	42.2
8/5 14:00 ～ 8/5 17:14	3:14	12	42.2
8/11 14:20 ～ 8/11 18:00	3:40	12	42.2
8/21 14:00 ～ 8/21 17:50	3:50	12	42.2
8/23 14:00 ～ 8/23 17:48	3:48	12	42.2
8/25 14:00 ～ 8/25 17:11	3:11	12	42.2
8/28 14:00 ～ 8/28 17:10	3:10	12	42.2
9/4 13:50 ～ 9/4 17:10	3:20	12	42.2
9/8 13:30 ～ 9/8 17:32	4:02	12	42.2
9/10 13:35 ～ 9/10 16:40	3:05	12	42.2
平均	3:35	12	42.2

表－4　散水量 平成 19 年 丸の内
総降水量 5㎜ 相当午後散水

散水時刻	散水時間	散水車台数	散水量 m^3
7/26 11:50 ～ 7/26 -	-	6	38.5
8/2 11:50 ～ 8/2 15:20	3:30	6	38.7
8/6 11:50 ～ 8/6 15:50	4:00	6	38.7
8/9 12:05 ～ 8/9 16:10	4:05	6	38.7
8/13 11:50 ～ 8/13 14:55	3:05	6	38.7
8/16 12:00 ～ 8/16 15:07	3:07	6	38.7
8/20 12:00 ～ 8/20 15:10	3:10	6	38.7
8/27 12:10 ～ 8/27 15:15	3:05	6	38.7
平均	3:26	6	38.7

注：7/26の終了時刻は記録なし

表－5　散水量（夜間 平成 18 年 神田）
総降水量 8㎜ 相当夜間散水

散水時刻	散水時間	散水車台数	散水量 m^3
8/2 20:00 ～ 8/3 2:30	6:30	10	71.8
8/5 20:00 ～ 8/6 2:30	6:30	11	71.5
8/11 20:01 ～ 8/12 2:17	6:16	10	71.5
8/21 20:00 ～ 8/22 2:15	6:15	11	71.4
8/23 20:00 ～ 8/24 2:35	6:35	10	71.4
8/25 20:00 ～ 8/26 2:30	6:30	11	72.2
8/28 20:00 ～ 8/29 2:04	6:04	10	71.8
9/4 20:00 ～ 9/5 2:15	6:15	11	71.6
9/8 20:00 ～ 9/9 1:30	5:30	10	71.8
9/10 20:00 ～ 9/11 1:40	5:40	11	71.6
平均	6:12	10.5	71.7

表－6　散水量 平成 18 年 九段
総降水量 5㎜ 相当夜間散水

散水時刻	散水時間	散水車台数	散水量 m^3
8/2 20:10 ～ 8/3 1:45	5:35	9	60.8
8/5 20:00 ～ 8/6 2:55	6:55	9	61.1
8/11 20:00 ～ 8/12 2:30	6:30	9	60.6
8/21 20:00 ～ 8/22 1:35	5:35	9	60.6
8/23 20:00 ～ 8/24 2:30	6:30	9	60.6
8/25 20:00 ～ 8/26 1:40	5:40	9	60.8
8/28 20:00 ～ 8/29 2:30	6:30	9	61.2
9/4 20:00 ～ 9/5 1:30	5:30	9	61.4
9/8 20:00 ～ 9/9 1:50	5:50	9	61.2
9/10 20:00 ～ 9/11 0:40	4:40	9	61.4
平均	5:55	9	61.0

表－7　散水量（夜間 平成 19 年 神田）
総降水量 2㎜ 相当夜間散水

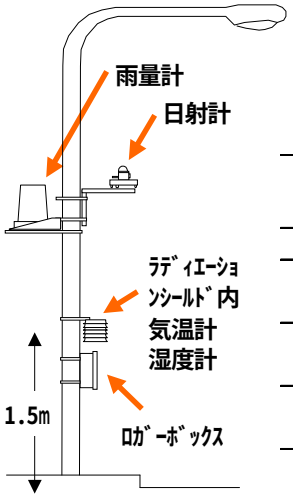
散水時刻	散水時間	散水車台数	散水量 m^3
7/26 20:00 ～ 7/26 21:33	1:33	3	18.0
8/2 20:00 ～ 8/2 21:40	1:40	3	18.3
8/6 20:00 ～ 8/6 21:40	1:40	3	18.3
8/9 20:00 ～ 8/9 21:45	1:45	3	18.3
8/13 20:00 ～ 8/13 21:30	1:30	3	18.3
8/16 20:00 ～ 8/16 21:40	1:40	3	18.3
8/20 20:00 ～ 8/20 21:30	1:30	3	18.3
8/27 20:00 ～ 8/27 21:30	1:30	3	18.3
平均	1:36	3	18.3

丸の内では、平成 17 年(2005)に都道 407 号と都道 402 号の二路線に散水を実施したが、平成 18 年(2006)には、都道 402 号にのみ散水した。平成 19 年(2007)には、都道 406 号が補修工事によって密粒度舗装から保水性舗装に変わったこともあり、また、道路面への日射量が多くなる東西路線の場合を検討するため、都道 406 号に散水を実施した。九段では、平成 18 年(2006)のみ散水を実施し、神田では、平成 18 年(2006)と平成 19 年(2007)に同じ路線で散水した。

(3)観測方法

図－2 に観測機器の設置模式図、写真－2 から写真－4 に観測機器の一例、表－8 に観測項目を示す。

気温・湿度計は、車道面から地上 1.5m の位置に設置した。温度センサが日射に直接さらされるとセンサを温めてしまい、気温の測定ができないので、日除けとなるラディエーションシールド内にセンサを設置して気温と相対湿度を 10 分の記録間隔で観測した。なお、温度及び湿度のセンサに機器差があるので、観測前に閉めきった室内で同時測定し、機器差を補正した。観測期間中の天候を確認するため、日射計と雨量計を設置した。データの記録間隔は、日射計では 2 分毎とし、10 分平均値を用いた。



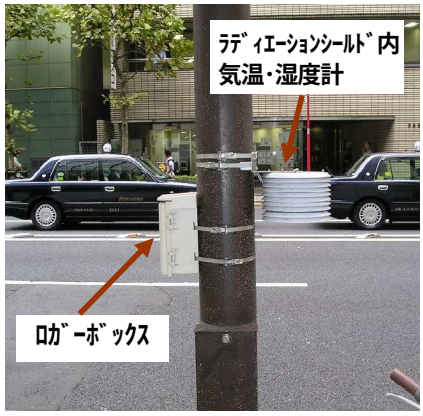
図－2　設置模式

表－8　観測項目

観測項目	観測高(車道面基準)	記録間隔
気温	1.5m	10分
相対湿度	1.5m	10分
降水量	2.5m 以上	10分
日射量	2.5m 以上	2分

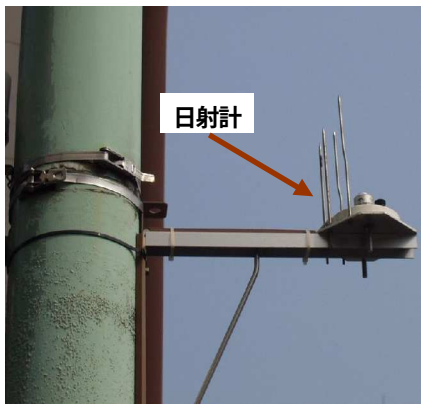
(4)観測位置

図－3～図－8 に平成 17 年(2005)から平成 19 年(2007)の丸の内、神田、九段における気温・湿度、降水量、日射量の観測位置を示す。散水によって気温が下がっているかどうかを確認するため、気温計・湿度計を散水する保水性舗装の沿道に設置した。散水日と非散水日を比較するため、基準地点として、散水とは無関係の位置にも気温計、湿度計を設置した。なお、平成 17 年(2005)から平成 19 年(2007)の観測では、散水路線の変更や観測機器の設置状況を考慮して、観測地点を多少変更した。

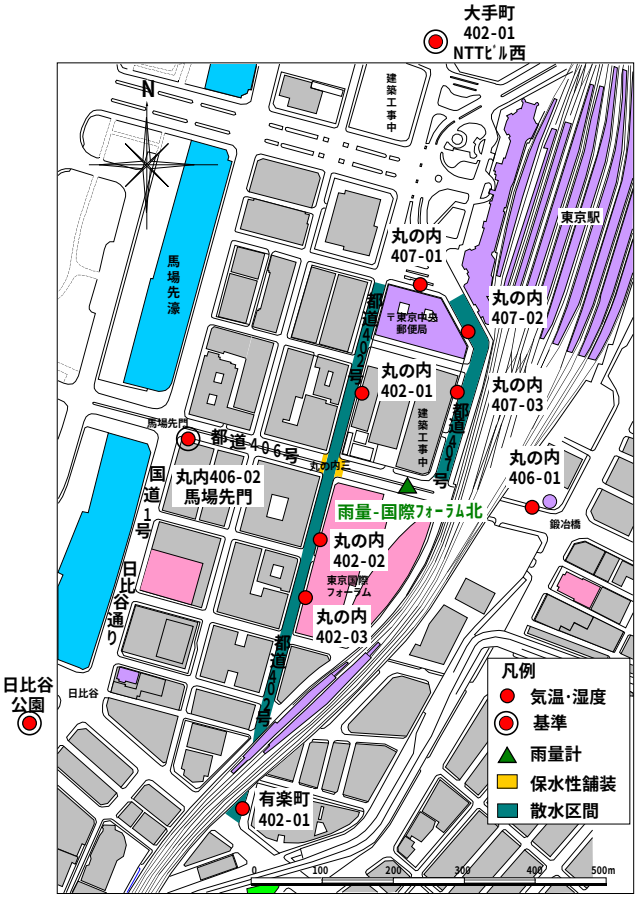


写真－2　気温･湿度計

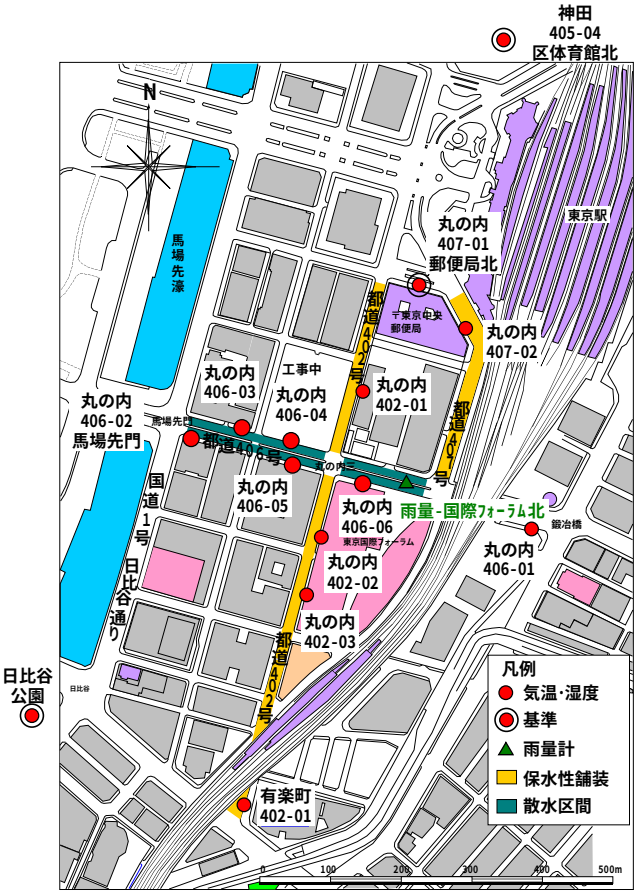
写真－3　雨量計



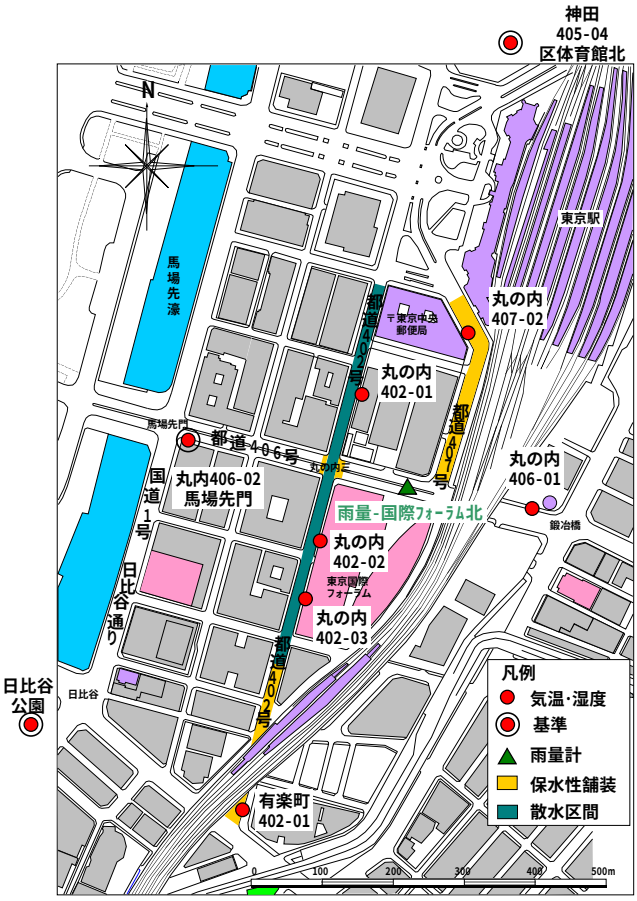
写真－4　日射計



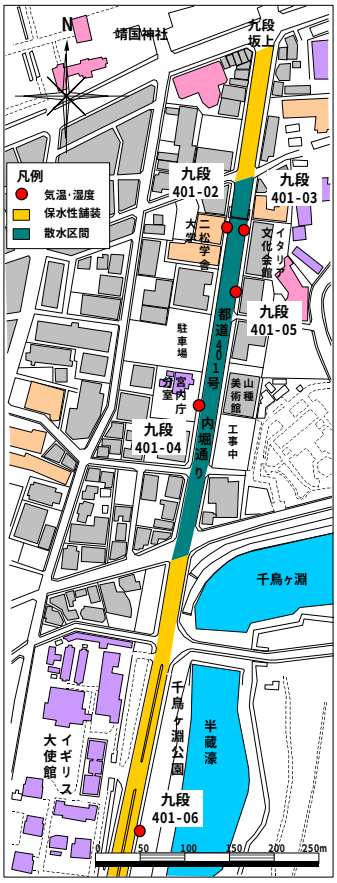
図－3　観測位置（平成 17 年丸の内）



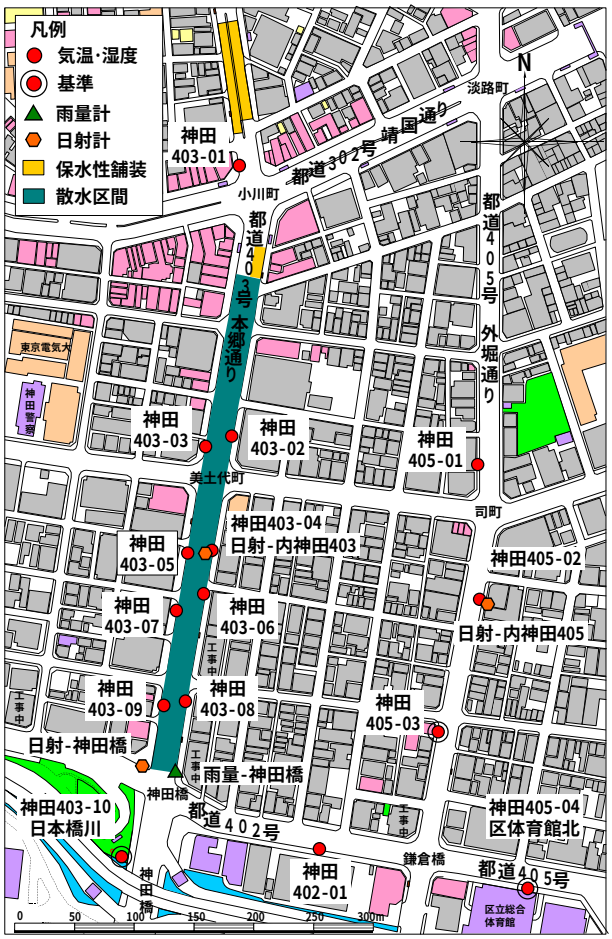
図－5　観測位置（平成 19 年 丸の内）



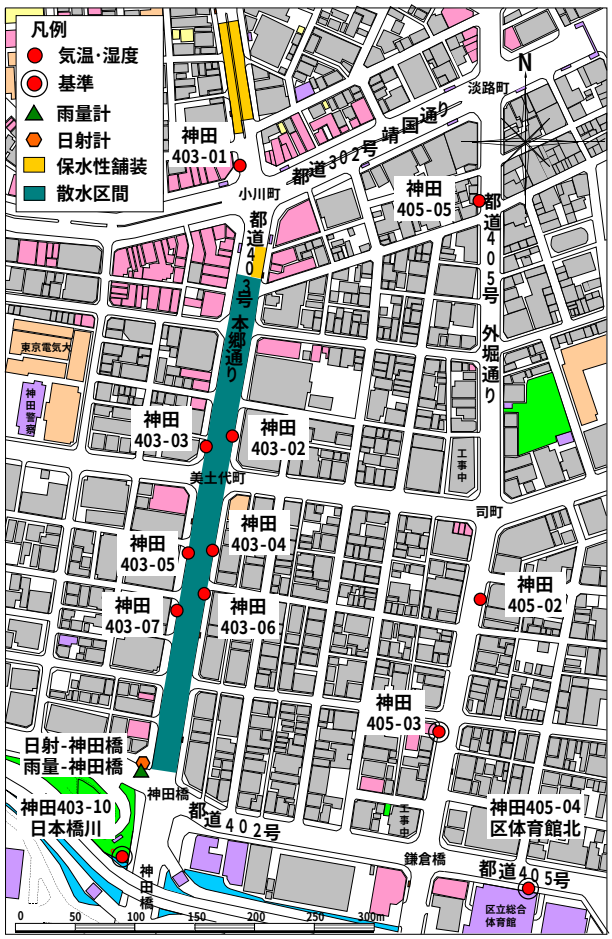
図－4　観測位置（平成 18 年 丸の内）



図－6　観測位置（平成 18 年 九段）



図－7　観測位置（平成 18 年 神田）



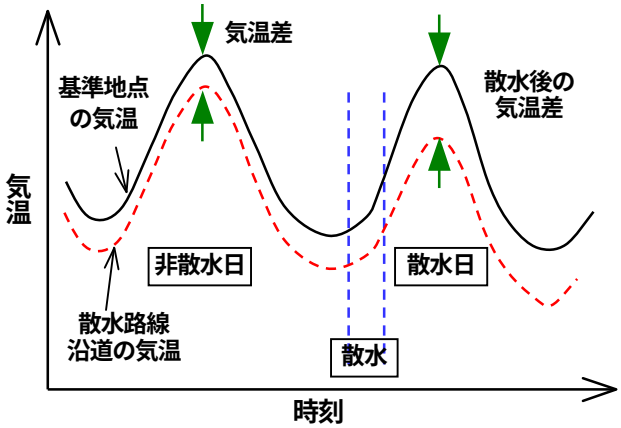
図－8　観測位置（平成 19 年 神田）

３．気温観測結果

(1) 散水による気温低下の評価方法

散水による気温の変化を評価するためには、散水した場合と散水しない場合を比べる必要がある。しかし、同じ場所で散水した場合と散水しない場合を同時に観測することは不可能である。また、気温は日々異なっており、散水した日の気温と散水しない日の気温を直接比較することもできない。そこで、散水とは無関係の位置における基準となる地点を設定して、その基準地点の気温と散水路線沿道の気温の差をとり、散水日と非散水日を比較する。

図－9 に散水による気温低下の概念図を示す。散水した場合、散水路線沿道の気温が下がると、散水とは無関係の基準地点の気温は下がらないので、非散水日に比べ、散水日における基準地点と散水路線沿道との気温差が拡がると考えられる。



[気温差]＝[散水路線沿道の気温]－[基準地点の気温]

図－9 散水による気温低下の概念図

(2) 基準地点の設定

散水によって基準となる地点の気温が変化してしまうと、散水による気温の低下を評価することができない。そこで、散水路線の風上や散水路線から離れた地点を基準地点に選定した。表－7 に基準地点を示す。

平成 17 年の丸の内では、日比谷公園、馬場先門交差点付近(丸の内 406-02 馬場先門)、大手町(大手 402-01)に基準地点を設定したが、平成 18 年では、大手町で観測をしなかったので、大手町の観測地点よりもやや北側の位置(神田 405-04 区体育館北)に基準地点を変更した。平成 19 年では、散水路線を変更したため、馬場先門交差点付近(丸の内 406-02 馬場先門)の観測地点が散水による影響があると考え、散水路線から少し離れた観測地点(丸の内 407-01 郵便局北)に基準地点を変更した。

平成 18 年の神田の基準地点は、日本橋川に架かる神田橋近くの観測地点(神田 403-10 日本橋川)と散水路線と別路線の沿道（神田 405-03、神田 405-04 区体育館北）とした。平成 19 年では、平成 18 年と同じ基準地点とした。

九段の基準地点は、散水路線から離れているが、丸の内の馬場先門交差点付近(丸内 406-02 馬場先門)と神田の基準地点（神田 403-10 日本橋川、神田 405-04 区体育館北）とした。

表－7　基準地点

地区	場所		
丸の内 (平成17年)	日比谷公園	丸の内406-02 馬場先門	大手402-01
丸の内 (平成18年)	日比谷公園	丸の内406-02 馬場先門	神田405-04 区体育館北
丸の内 (平成19年)	日比谷公園	丸の内407-01 郵便局北	神田405-04 区体育館北
神田 (平成18年)	神田403-10 日本橋川	神田405-03	神田405-04 区体育館北
神田 (平成19年)	神田403-10 日本橋川	神田405-03	神田405-04 区体育館北
九段 (平成18年)	丸の内406-02 馬場先門	神田403-10 日本橋川	神田405-04 区体育館北

表－8　気象条件

項目	条件	使用データ
降水	前日および当日 降水なし	設置した雨量計 (丸の内)
気温	最高気温　30℃以上 最低気温　22℃以上	気象官署 (大手町)
風	全風向	気象官署 (大手町)
日射量	日積算日射量 16MJ/㎡ 以上の 晴天日曇天日	気象官署 (大手町)

(3) 気象条件が類似する日の抽出

散水した場合と散水しない場合で比較するためには、その他の条件をできる限り同じにする必要がある。しかし、平成 18 年の夏期は、梅雨明けが例年より遅く、しかも天候が不順であったので、平成 17 年と平成 19 年の夏期に比べると快晴の日が少なかった。そのため、データ数を確保するために曇りの日のデータも含めて表－8 の条件を満たす散水日と非散水日を抽出した。また、降水があると保水性舗装に水を供給してしまうので、前日または当日に降水がある場合は、比較用のデータからは外した。気温については、

表－9　抽出日（平成 17 年夏期 丸の内）

	使用データ	散水j状況	天候			最高気温	翌日最低気温	翌日最高気温	日積算日射量	翌日日積算日射量
			昼間	夜間	昼間	℃	℃	℃	MJ/㎡	MJ/㎡
散水日	2005/7/20 18:10 ～ 7/21 18:00	夜間散水	曇	曇	晴	29.3	23.9	30.8	17.3	20.4
	2005/8/2 18:10 ～ 8/3 18:00	夜間散水	晴	曇	晴	31.6	26.8	32.9	18.1	20.7
	2005/8/6 18:10 ～ 8/7 18:00	夜間散水	晴	晴	晴	34.9	26.8	33.8	24.2	22.7
	2005/8/18 18:10 ～ 8/19 18:00	夜間散水	晴	晴	晴	32.2	26.4	33.6	18.1	22.6
	2005/9/2 18:10 ～ 9/3 18:00	夜間散水	晴	晴	晴	32.4	25.3	32.1	19.3	20.8
非散水日	2005/7/15 6:10 ～ 7/16 6:00	非散水	晴	曇		31.5	25.5		21.0	
	2005/7/18 6:10 ～ 7/19 6:00	非散水	晴	曇		32.9	25.8		24.4	
	2005/7/28 6:10 ～ 7/29 6:00	非散水	晴	晴		33.0	25.2		26.5	
	2005/7/31 6:10 ～ 8/1 6:00	非散水	晴	晴		31.9	25.9		18.5	
	2005/8/1 6:10 ～ 8/2 6:00	非散水	晴	曇		32.3	26.3		17.4	
	2005/8/4 6:10 ～ 8/5 6:00	非散水	晴	晴		35.0	27.6		20.1	
	2005/8/5 6:10 ～ 8/6 6:00	非散水	晴	晴		35.8	27.2		19.5	
	2005/8/20 6:10 ～ 8/21 6:00	非散水	晴	晴		34.3	27.1		23.6	
	2005/9/1 6:10 ～ 9/2 6:00	非散水	晴	晴		31.3	24.2		21.5	
	2005/9/13 6:10 ～ 9/14 6:00	非散水	晴	晴		32.8	25.6		18.4	

表－10　抽出日（平成 18 年夏期 丸の内･神田･九段）

	使用データ	散水状況	天候			最高気温	翌日最低気温	翌日最高気温	日積算日射量	翌日日積算日射量
			昼間	夜間	昼間	℃	℃	℃	MJ/㎡	MJ/㎡
散水日	2006/8/2 12:10 ～ 18:10 ～ 8/3 12:00 18:00	夕方散水 夜間散水	曇	曇	晴	28.5	23.8	32.4	14.7	23.4
	2006/8/5 12:10 ～ 18:10 ～ 8/6 12:00 18:00	夕方散水 夜間散水	晴	晴	晴	35.4	25.8	34.4	24.1	22.5
	2006/8/21 12:10 ～ 18:10 ～ 8/22 12:00 18:00	夕方散水 夜間散水	晴	晴	曇	33.3	26.1	32.3	22.0	16.8
	2006/9/10 12:10 ～ 18:10 ～ 9/11 2:00 2:00	夕方散水 夜間散水	晴	曇	雨	33.7	23.4	28.9	16.4	11.2
非散水日	2006/7/14 6:10 ～ 7/15 6:00	非散水	晴	曇		35.0	26.7		16.1	
	2006/7/26 6:10 ～ 7/27 6:00	非散水	晴	晴		31.7	24.3		25.5	
	2006/8/4 6:10 ～ 8/5 6:00	非散水	晴	晴		33.9	25.3		23.8	
	2006/8/7 6:10 ～ 8/7 22:00	非散水	晴	晴		34.3	24.6		22.8	
	2006/8/19 6:10 ～ 8/20 6:00	非散水	晴	晴		33.9	27.1		23.7	
	2006/9/3 6:10 ～ 9/4 6:00	非散水	晴	曇		31.2	23.1		21.5	

9/11 4:00～9:00頃に降水があるため、2:10からデータを削除
8/8 0:00～8/9 22:00頃に降水があるため、8/7 22:10からデータを削除

気象官署(大手町)の最高気温が 30℃以上、最低気温が22℃以上となる日を対象とした。風については、風向を限定しなかった。日射量については、日積算日射量が 16MJ/m²以上の晴天日と曇天日を対象とした。表－9 から表－11 に抽出した散水日と非散水日の日付を示す。

(4) 散水による気温低下の統計的確認

散水によって気温が低下したかどうかを統計的に確認するため、基準地点の気温との気温差をデータとして、散水日と非散水日の二つの母集団について平均の差の検定を行った。平均の差の検定をする場合、二つの母集団の分散が等しいと考えてよい場合と分散が異なる場合とでは検定方法が異なるので、等分散性の検定を行った上で平均の差の検定を行った。検定の手順を図－10 に示す。まず、散水日と非散水日のデータを使用して等分散の検定を行い、等分散なのか異分散なのかを判断する。次に、「散水日の基準気温との気温差の平均値が、散水しない日の気温差の平均値と等しい。つまり、散水によって平均として気温が低下しない」という仮説を立てる。有意水準５％で仮説が棄却されるかどうかを t 値によって判断する。「散水によって平均として気温が低下しない」という仮説が棄却されれば、仮説が正しいという確率は５％以下ということになり、平均として気温は低下し

表－11　抽出日（平成 19 年夏期 丸の内･神田）

	使用データ	散水j状況	天候 昼間	天候 夜間	天候 昼間	最高気温 ℃	翌日最低気温 ℃	翌日最高気温 ℃	日積算日射量 MJ/m²	翌日日積算日射量 MJ/m²
散水日	2007/8/6 10:10 ～ 8/7 10:00	夜間散水 午後散水	晴	晴	晴	33.0	25.8	33.2	24.3	23.5
散水日	2007/8/9 10:10 ～ 8/10 10:00	夜間散水 午後散水	晴	晴	晴	34.0	27.7	35.7	24.9	20.5
散水日	2007/8/16 10:10 ～ 8/17 10:00	夜間散水 午後散水	晴	曇	曇	37.0	25.9	37.5	17.7	18.4
散水日	2007/8/20 10:10 ～ 8/21 10:00	夜間散水 午後散水	晴	晴	晴	35.9	26.3	34.2	21.3	21.5
散水日	2007/8/27 10:10 ～ 8/28 10:00	夜間散水 午後散水	曇	曇	曇	33.7	24.1	32.6	17.7	12.2
非散水日	2007/7/25 6:10 ～ 7/26 6:00	非散水	晴	晴		30.8	24.9		23.0	
非散水日	2007/7/28 6:10 ～ 7/29 6:00	非散水	晴	晴		32.3	22.8		22.7	
非散水日	2007/8/1 6:10 ～ 8/2 6:00	非散水	晴	晴		31.8	25.7		21.4	
非散水日	2007/8/4 6:10 ～ 8/5 6:00	非散水	晴	晴		34.8	26.4		25.3	
非散水日	2007/8/5 6:10 ～ 8/6 6:00	非散水	晴	晴		33.5	25.9		23.5	
非散水日	2007/8/8 6:10 ～ 8/9 6:00	非散水	晴	晴		33.6	27.0		21.3	
非散水日	2007/8/11 6:10 ～ 8/12 6:00	非散水	晴	晴		36.4	26.7		23.5	
非散水日	2007/8/12 6:10 ～ 8/13 6:00	非散水	晴	晴		33.6	26.6		25.2	
非散水日	2007/8/15 6:10 ～ 8/16 6:00	非散水	晴	晴		35.7	29.4		24.0	
非散水日	2007/8/26 6:10 ～ 8/27 6:00	非散水	晴	晴		33.6	26.4		19.6	
非散水日	2007/9/9 6:10 ～ 9/10 6:00	非散水	晴	晴		30.9	24.4		18.3	
非散水日	2007/9/15 6:10 ～ 9/16 6:00	非散水	曇	曇		31.7	26.1		17.0	
非散水日	2007/9/16 6:10 ～ 9/17 6:00	非散水	晴	晴		32.0	26.5		20.2	
非散水日	2007/9/21 6:10 ～ 9/22 6:00	非散水	晴	晴		31.5	24.0		19.1	

等分散の検定

	仮説 H_0	$\sigma_A^2=\sigma_B^2$	
散水日	平均	$\overline{X}_A$	-0.43
散水日	不偏分散	s_A^2	0.02
散水日	ﾃﾞｰﾀ数	n_A	95
非散水	平均	$\overline{X}_B$	-0.15
非散水	不偏分散	s_B^2	0.07
非散水	ﾃﾞｰﾀ数	n_B	133
分散比 F_0 $F_0 \geqq 1$		$F=s_A^2/s_B^2$ $F=s_B^2/s_A^2$	3.84
自由度 ν_A		$\nu_A=n_A-1$	94
自由度 ν_B		$\nu_B=n_B-1$	132
有意水準		α	5%
F値		$F_{0.975}(\nu_A,\nu_B)$	1.448
$F_0<F_{0.975}(\nu_A,\nu_B)$ 棄却されない		$\sigma_A^2=\sigma_B^2$	－
$F_0>F_{0.975}(\nu_A,\nu_B)$ 棄却される		$\sigma_A^2\neq\sigma_B^2$	○
判定			異分散

仮説　散水日の基準気温との気温差の分散が散水しない日の気温差の分散と等しい

⇩

有意水準５％で仮説が棄却されるか？

⇩

仮説が棄却された ⇩ 等分散扱い

仮説が棄却されない ⇩ 異分散扱い

仮説　散水日の基準気温との気温差の平均値が散水しない日の気温差の平均値と等しい つまり，散水によって平均として気温が低下しないという仮説を立てる

⇩

有意水準５％で仮説が棄却されるか？

⇩

仮説が棄却された ⇩ 仮説が正しいという確率は５％以下 つまり，平均として気温は低下している

仮説が棄却されない

母平均の差の検定（等分散）

	仮説 H_0	$\mu_A=\mu_B$	
散水日	平均	$\overline{X}_A$	-0.43
散水日	不偏分散	s_A^2	0.02
散水日	ﾃﾞｰﾀ数	n_A	95
非散水	平均	$\overline{X}_B$	-0.15
非散水	不偏分散	s_B^2	0.07
非散水	ﾃﾞｰﾀ数	n_B	133
共通標準偏差 s		$\left[\frac{(n_A-1)s_A^2+(n_B-1)s_B^2}{n_A+n_B-2}\right]^{1/2}$	0.22
t_0		$\frac{\overline{X}_A-\overline{X}_B}{s(1/n_A+1/n_B)^{1/2}}$	-9.56
自由度 ν		$\nu=n_A+n_B-2$	226
有意水準		α	5%
t値		$t_{0.975}(\nu)$	2.256
$\lvert t_0\rvert<t_{0.975}(\nu)$ 棄却されない		$\mu_A=\mu_B$	－
$\lvert t_0\rvert>t_{0.975}(\nu)$ 棄却される		$\mu_A\neq\mu_B$	－
			－

母平均の差の検定（異分散）

	仮説 H_0	$\mu_A=\mu_B$	
散水日	平均	$\overline{X}_A$	-0.43
散水日	不偏分散	s_A^2	0.02
散水日	ﾃﾞｰﾀ数	n_A	95
非散水	平均	$\overline{X}_B$	-0.15
非散水	不偏分散	s_B^2	0.07
非散水	ﾃﾞｰﾀ数	n_B	133
t_0		$\frac{\overline{X}_A-\overline{X}_B}{(s_A^2/n_A+s_B^2/n_B)^{1/2}}$	-10.55
c		$\frac{s_A^2}{n_A(s_A^2/n_A+s_B^2/n_B)^{1/2}}$	0.27
自由度 ν		$\frac{1}{c^2/(n_A-1)+(1-c)^2/(n_B-1)}$	207
有意水準		α	5%
t値		$t_{0.975}(\nu)$	2.258
$\lvert t_0\rvert<t_{0.975}(\nu)$ 棄却されない		$\mu_A=\mu_B$	－
$\lvert t_0\rvert>t_{0.975}(\nu)$ 棄却される		$\mu_A\neq\mu_B$	○
			散水効果あり

図－10 検定の手順

表－12 検定結果（散水時間帯を変えた場合）

	平成17年夏期　丸の内 夜間23:00～翌3:30頃散水 総降水量5mm相当散水 南北路線に散水				平成18年夏期丸の内 夕方14:00～17:30頃 総降水量5mm相当 南北路線に散水			平成19年夏期　丸の内 午後12:00～16:00頃散水 総降水量5mm相当散水 東西路線に散水				
観測地点	丸の内 402-01	丸の内 402-02	丸の内 402-03	丸の内 407-02	丸の内 402-01	丸の内 402-02	丸の内 402-03	丸の内 406-02	丸の内 406-03	丸の内 406-04	丸の内 406-05	丸の内 406-06
10:10～11:00								-	-	-	-	-
11:10～12:00								-	-	●	-	-
12:10～13:00					-	-	-	◆	-	◆	-	-
13:10～14:00					●	-	-	◆	◆	●	-	-
14:10～15:00					◆	-	-	◆	◆	●	-	-
15:10～16:00					◆	-	-	◆	-	●	◆	-
16:10～17:00					◆	-	-	●	◆	◆	●	◆
17:10～18:00					◆	-	◆	●	◆	●	◆	◆
18:10～19:00	-	-	-	-	-	-	-	-	◆	◆	●	◆
19:10～20:00	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	◆
20:10～21:00	◆	-	-	-	◆	-	-	-	-	●	-	-
21:10～22:00	-	-	-	-	◆	-	-	-	-	-	◆	-
22:10～23:00	-	-	-	-	◆	◆	-	-	-	-	-	-
23:10～0:00	-	-	-	-	◆	◆	-	-	-	-	-	-
0:10～1:00	-	-	◆	-	◆	◆	◆	-	-	-	-	-
1:10～2:00	◆	-	◆	-	◆	-	-	-	-	-	-	-
2:10～3:00	-	●	●	-	◆	-	◆	-	-	-	-	-
3:10～4:00	◆	●	◆	-	-	-	-	◆	◆	-	◆	◆
4:10～5:00	◆	●	◆	-	◆	-	◆	◆	◆	-	◆	◆
5:10～6:00	◆	●	-	-	◆	-	●	◆	-	◆	◆	◆
6:10～7:00	●	●	●	-	●	-	●	-	-	-	◆	-
7:10～8:00	-	-	-	-	◆	-	-	-	-	-	-	-
8:10～9:00	-	-	◆	-	-	-	◆	-	-	-	-	-
9:10～10:00	◆	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10:10～11:00	◆	-	-	-	-	-	-					
11:10～12:00	-	-	-	-	◆	-	-					
12:10～13:00	-	-	-	-								

表－13 検定結果（散水量を変えた場合）

	平成18年夏期　神田 夜間20:00～翌2:30頃散水 総降水量8mm相当散水 南北路線に散水						平成18年夏期　九段 夜間20:00～翌2:30頃散水 総降水量5mm相当散水 南北路線に散水				平成19年夏期　神田 夜間20:00～21:30頃散水 総降水量2mm相当散水 南北路線に散水					
観測地点	神田 403-02	神田 403-03	神田 403-04	神田 403-05	神田 403-06	神田 403-07	九段 401-02	九段 401-03	九段 401-04	九段 401-05	神田 403-02	神田 403-03	神田 403-04	神田 403-05	神田 403-06	神田 403-07
18:10～19:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19:10～20:00	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20:10～21:00	-	◆	-	◆	◆	◆	●	●	●	-	-	-	-	●	-	-
21:10～22:00	◆	-	◆	-	-	-	◆	-	◆	◆	-	-	-	●	-	-
22:10～23:00	●	◆	●	-	-	◆	◆	-	-	◆	-	◆	-	◆	-	◆
23:10～0:00	●	●	-	●	●	●	◆	-	◆	-	-	-	-	-	-	-
0:10～1:00	●	◆	-	●	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	●	-
1:10～2:00	◆	◆	◆	◆	●	◆	◆	◆	●	◆	-	-	-	-	-	-
2:10～3:00	●	-	-	●	●	●	◆	-	●	-	-	-	-	-	-	-
3:10～4:00	●	◆	-	◆	●	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
4:10～5:00	●	◆	●	◆	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5:10～6:00	-	-	●	●	◆	●	●	-	◆	-	-	-	-	◆	◆	-
6:10～7:00	-	-	◆	◆	◆	◆	●	-	◆	◆	-	-	-	◆	-	-
7:10～8:00	-	-	-	◆	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
8:10～9:00	-	-	-	●	-	●	-	◆	●	-	-	-	-	-	-	-
9:10～10:00	-	◆	-	●	-	-	-	-	◆	-	-	-	-	-	-	-
10:10～11:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
11:10～12:00	-	-	◆	◆	◆	-	-	-	-	-						
12:10～13:00	-	-	◆	-	◆	-	-	-	-	-						
13:10～14:00	◆	-	●	-	◆	-	-	-	-	-						
14:10～15:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
15:10～16:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
16:10～17:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
17:10～18:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

ているという結論になる。

表－12、表－13 に両側検定、有意水準 5%で 1 時間ごとに検定した結果を示す。基準地点の気温を 1 地点だけで仮説検定を行うと、散水日に基準地点の気温だけが偶然に高くなる場合、仮説が棄却されやすくなってしまう。そこで、検定結果の信憑性を高めるため、基準地点 3 地点の気温データを使用した。表中の●は、基準地点 3 地点のデータいずれを使っても散水によって対象地点の気温が低下したことが統計的に確認できたことを示し、表中の◆は、基準地点 2 地点のデータで対象地点の気温が低下したことが統計的に確認できたことを示す。なお、表中の網掛けは、散水の概ねの時間帯を表している。

総降水量 5㎜ 相当の散水量で散水時間帯を変えた場合の結果（表－12）を見ると、夜間散水、夕方散水、午後散水いずれでも、南北路線、東西路線いずれでも、翌朝までは散水によって気温が低下することが統計的に確認できた。これは、保水性舗装に含まれ

る水分がすべて蒸発しないで翌朝まで保水を持続したためと思われ、夜間に散水するよりも夕方や午後に散水した場合の方が効果の持続期間を長くすることができると考えられる。

次に散水量を変えた場合の結果（表－13）を見ると、総降水量で 8㎜ 相当、5㎜ 相当の夜間散水の場合、翌朝まで散水によって気温が低下することが統計的に確認できた。しかし、総降水量 2㎜ 相当の夜間散水では、気温が低下することが確認できる地点と時刻がほとんどなかった。つまり、散水量としては総降水量 2㎜ 相当では不十分であり、5㎜ 相当では効果があるので、無駄の少ない最も効率的な散水量は、2㎜ から 5㎜ の間にあると考えられる。散水による効果の表を表－14、表－15 に示す。

表－14 効果表
散水時間を変えた場合

	丸の内散水	気温への効果
H17年(2005)	夜間散水 5mm相当 南北路線	効果あり
H18年(2006)	夕方散水 5mm相当 南北路線	効果あり
H19年(2007)	午後散水 5mm相当 東西路線	効果あり

表－15 効果表
散水量を変えた場合

	神田･九段散水	気温への効果
H18年(2006)	神田 夜間散水 8mm相当	効果あり
H18年(2006)	九段 夜間散水 5mm相当	効果あり
H19年(2007)	神田 夜間散水 2mm相当	ほとんどなし

なお、散水によって気温が低下することが確認できなかった観測地点がある。これは、散水路線両側の建物の高さが異なって片側が開放される場合など、保水性舗装に沿った空気の流れを気温センサが捉えていないことがあるため、観測地点の選び方が良くない場合、観測地点の状況によっては効果を評価できないことがある。

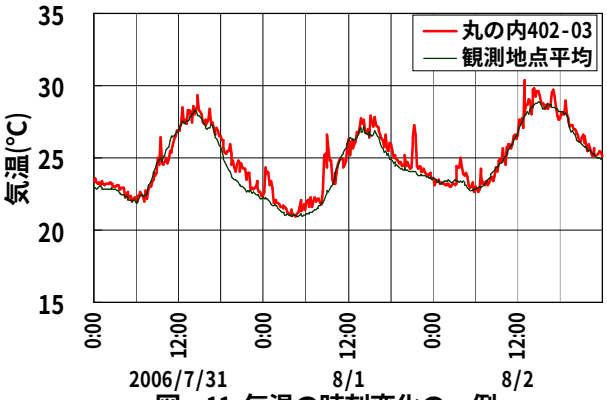
(5) 散水による気温低下量

基準地点と散水路線沿道との気温の差のデータを用いて、平均値としての散水による気温の低下量を算出した。散水による気温低下の算出式を次に示す。

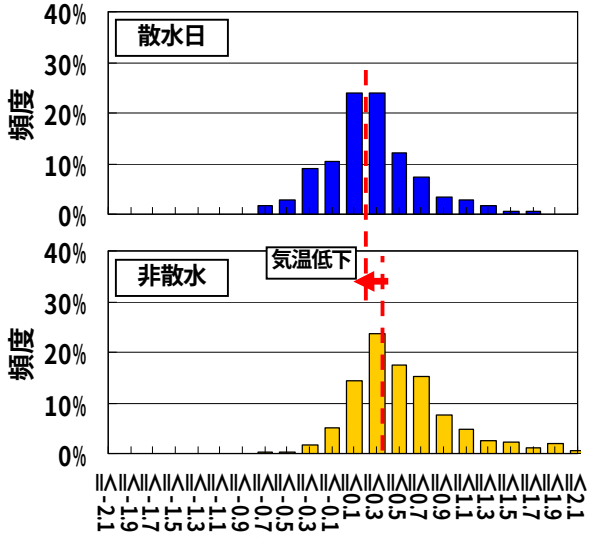
[散水による気温低下]＝
[散水日の平均気温差]－[非散水日の平均気温差]

この評価方法は、気温の値に系統誤差が含まれていたとしても、最後に気温差の差をとるので打ち消してしまい、系統誤差が取り除かれるという利点がある。

表－16 から表－21 に散水による気温低下の算出結果を示す。基準地点の選び方によって数値は異なるが、総降水量 5㎜ 相当以上の散水の場合、散水による平均としての気温の低下は、－0.1～－0.4 度程度になった。ただし、図－11 に示すように、市街地における沿道の気温は、自動車排熱などの人工排熱や風の流れなどの影響を受け、大きくばらつきをもったデータである。図－12 に基準地点の気温と散水路線沿道おける気温の気温差の頻度分布について一例を示す。散水によって気温が下がると気温差の値の小さいデータの数が増し、平均としては、気温が下がるということを表しているが、気温差の範囲は 2 度以上もあり、データのバラつきは大きい上での平均値を算出していることが分かる。よって、データのばらつきが大きく、気温の低下が過小評価されている可能性が残っている。



図－11 気温の時刻変化の一例



観測地点：丸の内 406-04
基準地点：丸の内 407-01 郵便局北
使用ﾃﾞｰﾀ：平成 19 年 16:10～22:00
散　　水：午後散水(12:00～5㎜ 相当)
図－12 気温差頻度分布

表－16 散水による気温低下
平成 17 年 丸の内
夜間散水 5㎜ 相当 23:00～3:00 頃

	散水路線			備考
観測地点	丸の内 402-01	丸の内 402-02	丸の内 402-03	基準地点
使用データ	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	
平均気温低下 (deg)	-0.24	-0.23	-0.26	丸の内402-01 馬場先門
平均気温低下 (deg)	-0.14	-0.20	-0.22	日比谷公園
平均気温低下 (deg)	-0.33	-0.36	-0.40	大手町402-01

表－17 散水による気温低下
平成 19 年 丸の内
午後散水 5㎜ 相当 前日 12:00～16:00 頃

	散水路線					備考
観測地点	丸の内 406-02	丸の内 406-03	丸の内 406-04	丸の内 406-05	丸の内 406-06	基準地点
使用データ	16:10 ～22:00	16:10 ～22:00	16:10 ～22:00	16:10 ～22:00	16:10 ～22:00	
平均気温低下 (deg)	-0.19	-0.15	-0.29	-0.20	-0.13	丸の内407-01 郵便局北
平均気温低下 (deg)	-0.18	-0.18	-0.28	-0.18	-0.12	日比谷公園
平均気温低下 (deg)	-0.39	-0.35	-0.49	-0.44	-0.35	神田405-04 区体育館

表－18 散水による気温低下
平成 18 年 丸の内
夕方散水 5㎜ 相当 前日 14:00～17:00 頃

	散水路線			備考
観測地点	丸の内 402-01	丸の内 402-02	丸の内 402-03	基準地点
使用データ	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	
平均気温低下 (deg)	-0.23	-0.06	-0.34	丸の内406-02 馬場先門
平均気温低下 (deg)	-0.35	-0.19	-0.39	日比谷公園
平均気温低下 (deg)	-0.32	-0.15	-0.43	神田405-04 区体育館

表－19 散水による気温低下
平成 18 年 九段
夜間散水 5㎜ 相当 20:00 頃～2:30 頃

	散水路線				備考
観測地点	九段 401-02	九段 401-03	九段 401-04	九段 401-05	基準気温 地点
使用データ	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	
平均気温低下 (deg)	-0.35	-0.23	-0.43	-0.20	日比谷公園
平均気温低下 (deg)	-0.23	-0.11	-0.31	-0.08	神田403-10 日本橋川
平均気温低下 (deg)	-0.32	-0.20	-0.40	-0.17	神田405-04 区体育館

表－20 散水による気温低下
平成 18 年 神田
夜間散水 8㎜ 相当 20:00 頃～2:30 頃

	散水路線								備考
観測地点	神田 403-02	神田 403-03	神田 403-04	神田 403-05	神田 403-06	神田 403-07	神田 403-08	神田 403-09	基準地点
使用データ	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	
平均気温低下 (deg)	-0.26	-0.21	-0.22	-0.28	-0.31	-0.29	-0.13	-0.18	神田403-10 日本橋川
平均気温低下 (deg)	-0.16	-0.12	-0.12	-0.18	-0.21	-0.20	-0.03	-0.08	神田405-03
平均気温低下 (deg)	-0.35	-0.30	-0.31	-0.37	-0.40	-0.38	-0.22	-0.27	神田405-04 区体育館

表－21 散水による気温低下
平成 19 年 神田
夜間散水 2㎜ 相当 20:00 頃～21:30 頃

	散水路線						備考
観測地点	神田 403-02	神田 403-03	神田 403-04	神田 403-05	神田 403-06	神田 403-07	基準地点
使用データ	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	
平均気温低下 (deg)	-0.10	0.00	-0.09	-0.04	-0.12	-0.04	神田403-10 日本橋川
平均気温低下 (deg)	-0.05	0.02	-0.06	0.00	-0.09	-0.01	神田405-03
平均気温低下 (deg)	-0.01	0.07	-0.01	0.04	-0.04	0.04	神田405-04 区体育館

４．湿度観測結果

(1) 散水による湿度変化の評価方法

散水による湿度変化の評価方法は、気温と同様に基準地点を設定(表－7)し、基準地点と散水路線沿道での湿度との湿度差をとって散水日と非散水日の平均湿度差を算出し、さらにその差をとることによって散水による湿度の変化を評価した。気象条件が類似する日は、気温と同様に表－9 から表－11 のとおりである。

(2) 散水による湿度増加の統計的確認

散水日と非散水日の相対湿度について平均の差の検定を行った。表－22 から表－23 に両側検定、有意水準 5%の検定結果を示す。表中の●は、検定の結果、基準地点 3 地点のデータいずれを使っても散水によって対象地点の湿度が増加したことを統計的に確認できたことを示し、表中の◆は、基準地点 2 地点のデータで対象地点の湿度が増加したことを統計的に確認できたことを示す。

丸の内の散水路線沿道の観測地点では、夜間散水、夕方散水、午後散水いずれでも総降水量 5㎜ 相当の散水によって翌朝まで湿度が増加することが統計的に確認でき、平成 18 年の神田と九段では、総降水量 8㎜、5㎜ 相当の夜間散水でも散水によって湿度が増加することが統計的に確認できた。しかし、平成 19 年の神田では、総降水量 2㎜ 相当の夜間散水によって湿度が増加することができる観測地点や時刻が少なく、総降水量 2㎜ 相当の散水では大気への影響が少ないと考えられる。

表－22　相対湿度の検定結果（散水時間帯を変えた場合）

	平成17年夏期　丸の内 夜間23:00～翌3:30頃散水 総降水量5mm相当散水 南北路線に散水				平成18年夏期丸の内 夕方14:00～17:30頃 総降水量5mm相当 南北路線に散水			平成19年夏期　丸の内 午後12:00～16:00頃散水 総降水量5mm相当散水 東西路線に散水				
観測地点	丸の内 402-01	丸の内 402-02	丸の内 402-03	丸の内 407-02	丸の内 402-01	丸の内 402-02	丸の内 402-03	丸の内 406-02	丸の内 406-03	丸の内 406-04	丸の内 406-05	丸の内 406-06
10:10～11:00								-	-	-	-	-
11:10～12:00								-	-	-	-	◆
12:10～13:00					-	-	(-)	●	-	●	◆	●
13:10～14:00					-	-	(-)	●	●	●	◆	◆
14:10～15:00					◆	◆	(◆)	●	●	●	●	-
15:10～16:00					◆	◆	(◆)	●	-	●	●	-
16:10～17:00					●	●	(●)	●	◆	●	●	●
17:10～18:00					●	●	(-)	●	●	●	●	●
18:10～19:00	-	-	-	-	◆	◆	(-)	●	◆	●	◆	●
19:10～20:00	-	-	-	-	-	-	(-)	◆	◆	●	●	●
20:10～21:00	◆	-	-	-	●	●	(-)	◆	-	●	◆	●
21:10～22:00	-	-	-	-	◆	◆	(◆)	-	-	◆	◆	-
22:10～23:00	-	-	-	-	◆	◆	(◆)	-	-	◆	-	-
23:10～0:00	-	-	-	-	●	●	(-)	-	-	-	-	-
0:10～1:00	-	-	◆	-	◆	◆	(-)	-	-	-	-	-
1:10～2:00	●	●	●	●	●	-	(-)	-	-	-	-	-
2:10～3:00	●	●	●	-	◆	-	(-)	-	-	-	◆	-
3:10～4:00	●	●	●	-	◆	-	(◆)	◆	◆	◆	◆	◆
4:10～5:00	◆	●	-	-	◆	-	(◆)	◆	◆	◆	◆	◆
5:10～6:00	◆	●	-	-	◆	◆	(◆)	◆	-	◆	◆	◆
6:10～7:00	●	●	●	-	●	◆	(◆)	◆	-	◆	◆	◆
7:10～8:00	◆	◆	◆	-	◆	-	(◆)	-	-	-	◆	-
8:10～9:00	◆	◆	◆	◆	◆	-	(◆)	-	-	-	-	-
9:10～10:00	◆	-	◆	◆	-	-	(-)	-	-	-	-	-
10:10～11:00	●	◆	◆	●	-	-	(-)					
11:10～12:00	-	-	-	-	-	-	(-)					
12:10～13:00	-	-	-	-								

※括弧書きは、一部欠測があり、参考値

表－23 相対湿度の検定結果（散水量を変えた場合）

	平成18年夏期　神田 夜間20:00～翌2:30頃散水 総降水量8mm相当散水 南北路線に散水						平成18年夏期　九段 夜間20:00～翌2:30頃散水 総降水量5mm相当散水 南北路線に散水				平成19年夏期　神田 夜間20:00～21:30頃散水 総降水量2mm相当散水 南北路線に散水					
観測地点	神田 403-02	神田 403-03	神田 403-04	神田 403-05	神田 403-06	神田 403-07	九段 401-02	九段 401-03	九段 401-04	九段 401-05	神田 403-02	神田 403-03	神田 403-04	神田 403-05	神田 403-06	神田 403-07
18:10～19:00	-	-	-	-	-	-	◆	◆	-	-	-	-	(-)	-	-	-
19:10～20:00	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	(-)	-	-	-
20:10～21:00	●	-	-	-	●	◆	●	●	●	●	-	●	(-)	●	●	●
21:10～22:00	●	◆	●	◆	◆	-	◆	◆	◆	◆	-	-	(-)	●	-	●
22:10～23:00	●	-	●	◆	◆	◆	◆	-	◆	◆	-	-	(-)	◆	-	●
23:10～0:00	●	●	●	●	●	●	◆	-	●	◆	-	-	(-)	-	-	-
0:10～1:00	●	●	-	●	◆	●	◆	-	●	-	-	-	(-)	-	◆	-
1:10～2:00	●	◆	●	◆	●	◆	●	◆	●	-	-	-	(-)	-	-	-
2:10～3:00	●	◆	-	●	●	●	◆	-	◆	-	◆	-	(-)	◆	-	-
3:10～4:00	◆	◆	◆	◆	●	◆	◆	-	◆	-	-	-	(-)	-	-	-
4:10～5:00	◆	◆	◆	◆	◆	◆	-	-	-	-	◆	-	(-)	-	-	-
5:10～6:00	◆	-	◆	◆	◆	◆	◆	-	◆	-	-	-	(-)	-	◆	●
6:10～7:00	◆	◆	◆	◆	●	◆	●	◆	●	◆	-	-	(-)	-	-	◆
7:10～8:00	-	-	-	-	-	◆	-	◆	●	◆	-	-	(-)	-	-	-
8:10～9:00	-	-	-	-	●	●	-	◆	●	-	-	-	(-)	-	-	-
9:10～10:00	-	-	-	●	-	-	◆	-	●	◆	-	-	-	-	◆	-
10:10～11:00	-	◆	-	◆	-	◆	-	-	●	-						
11:10～12:00	◆	-	◆	◆	◆	-	-	-	●	-						
12:10～13:00	-	-	●	-	◆	-	-	◆	-	-						
13:10～14:00	●	-	●	-	●	-	-	-	-	-						
14:10～15:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
15:10～16:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
16:10～17:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
17:10～18:00	-	-	◆	-	◆	-	-	-	-	-						

表－24 散水による湿度増加
平成 18 年 神田 夜間散水 8㎜ 相当 20:00 頃～2:30 頃

	散水路線								備考
観測地点	神田 403-02	神田 403-03	神田 403-04	神田 403-05	神田 403-06	神田 403-07	神田 403-08	神田 403-09	基準地点
使用データ	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	0:10 ～6:00	
平均湿度増加 (%)	1.6	0.9	1.2	1.3	1.8	1.3	0.8	0.9	神田403-10 日本橋川
平均湿度増加 (%)	1.6	0.9	1.2	1.4	1.8	1.3	0.8	0.9	神田405-03
平均湿度増加 (%)	2.6	1.9	2.2	2.4	2.8	2.3	1.8	1.9	神田405-04 区体育館北

(3) 散水による相対湿度増加量

基準地点と観測地点の気温差のデータを用いて平均値としての散水による相対湿度の増加量を算出した。

表－24 に散水量が多かった平成 18 年神田の場合の算出結果を示す。基準地点の選び方によって数値は異なるが、散水による平均としての相対湿度の増加量は、1～2%程度であり、体感上では蒸し暑さを感じるほどの湿度増加ではないと考えられる。

ただし、気温の場合と同様に湿度差のデータはばらつきが大きく、自動車排熱などの人工排熱や風の流れなどの影響を受けていると考えられる。

６．まとめ

①散水とは無関係の位置における基準地点を設け、その基準気温と散水路線沿道の気温との気温差をデータとして、散水日と非散水日について 1 時間ごとに両側検定、有意水準 5%で平均の差の検定を行った。散水路線の観測地点では、総降水量 5㎜ 相当で統一して散水を行ったところ、夜間散水、夕方散水、午後散水いずれでも、南北路線、東西路線いずれでも、翌朝頃までは散水によって気温が低下することが統計的に確認できた。よって、夜間に散水するよりも夕方や午後に散水した場合の方が効果の持続期間を長くすることができ、効率的な散水の時間帯は、夕方や午後であると考えられる。

②散水の下限の必要量を検討するため、散水の開始時間を同じにして夜間散水を実施した。総降水量 8㎜ 相当、5㎜ 相当の場合、翌朝まで気温が低下することが統計的に確認できた。しかし、総降水量 2㎜ 相当の夜間散水では、気温が低下することを確認できる地点と時刻がほとんどなかった。総降水量 2㎜ 相当の散水では、散水量としては不十分であり、最適な散水量は、総降水量 5㎜ 相当から 2㎜ 相当の間にあると考えられる。

③観測地点や基準の選び方によって数値は異なるが、散水量が総降水量 5㎜ 相当以上の散水では、6 時間分のデータによる平均としての気温の低下は、－0.1～－0.4 度程度になった。ただし、基準気温と散水路線の気温差のデータはばらつきが大きく、自動車排熱などの人工排熱や風の流れなどの影響を受けていると考えられ、気温の低下が過小評価されている可能性が残っている。

④散水量が総降水量 5㎜ 相当以上の散水では、6 時間分のデータによる平均としての相対湿度の増加は、1～2%程度という結果になり、体感上では蒸し暑さを感じるほどの湿度増加ではないと考えられる。

また、1 時間ごとに両側検定、有意水準 5%で平均の差の検定を行った結果、総降水量 5㎜ 相当以上の散水の場合、気温と同様に翌朝まで湿度が増加することが統計的に確認できた。

謝辞

本観測にあたり、観測場所の提供を日比谷公園管理所から頂きました。気象官署(東京)のデータは気象庁の気象月報および気象庁気象統計情報を使用しました。ここに記して感謝いたします。

参 考 文 献

1) 小作好明、廣島実、松村真人、中村正明(2004)、保水性舗装を施工した汐留地区における観測及び測定結果、平 16.都土木技研年報、291-302

2) 小作好明、廣島実(2005)、汐留における気温観測、平 17.都土木技研年報、239-244

3) 小作好明、廣島実(2006)、丸の内の保水性舗装に散水した場合の気温・湿度と熱輸送量、平 18.都土木技術センター年報、181-192

4) 小作好明、春日井哲夫、橋本一郎、古賀 睦、高根澤浩二(2007)、保水性舗装に散水した場合の気温・湿度・黒球温度への効果、平 19.都土木技術センター年報、153-164