

気象データから見たドライミストの適用性

2003～2005 年と 2013～2015 年の比較

東京理科大学工学部第二部 建築学科

辻本研究室

大宮 雄

目次

第一章 研究の背景と目的	1
第二章 ドライミストの仕組と特徴	2
第三章 研究方法	3
3-1 利用した気象データ	3
3-2 対象地域	4
3-3 対象期間	4
第四章 日本におけるドライミストの適用性	5
4-1 限界条件が測定されていない地域について	5
4-2 限界条件が測定された地域について	5
第五章 2003年～2005年と2013年～2015年各都市の比較	6
(函館)	6
(仙台)	9
(東京)	12
(名古屋)	15
(大阪)	18
(松山)	21
(福岡)	24
第六章 まとめ	27

付録

第一章 研究の背景と目的

現在ヒートアイランド現象が問題となっている。その緩和対策として屋上緑化の推進や義務化が進められている。屋上緑化は対策のひとつとして有効とされているが、「植物を植えれば、地表の日射吸収率が上がるということは否めない」という問題点があり、それならば、植物の蒸散効果だけを残せば良いのでは、という考えのもとからドライミストは研究・開発がなされてきた。しかし、ドライミストの蒸散冷却効果は気象状況に左右され、ある程度気温が高く、相対湿度が低い状態でより効果を得ることができるが、高温多湿の状態では効果は得られない。本稿では、2006年の辻本研究室の卒論である「気象データから見たドライミストの適用性」²⁾の2003年～2005年の気象データと2013年～2015年の気象データを比較するとともに、各地の気象条件の変化を理解し、過去10年間と現在のドライミストの適用性の変化を再検証することを目的とする。

第二章 ドライミストの仕組みと特徴

ドライミストの原理を簡単に説明すると、ドライミストは、水を微細な霧の状態にして噴霧し、蒸発する際の気化熱の吸収を利用して、局所的に空間を冷却する装置である。

自然現象でミストは霧(平凡社大百科事典:直径数 μ ～数十 μ の水滴が1 m^3 の空气中に数個～数百個含まれている。1ミクロン=1/1,000mm)と考えればよい。自然のものはこれで定義がすむが、人工でミストを作る時はノズルから出る水滴の粒径をある範囲に限定した水滴を作るとは難しい。現在では、統一的な粒径の測定方法は確定されておらず、ミストを利用した多くの人が不快と感じることのない、「ドライ」な「ミスト」を実現させるために、He-Ne レーザーを用いたフランホーヘル解析法で粒径分布を求め、平均粒径としてザウター平均値(総体積/総表面積) : 16 μ のノズルを採用している。このミストを体験した者が、濡れた感じのしないものを目指し、試行錯誤で選択された。また、ノズル先からどれだけ水を出すか、すなわち蒸散量は、クスノキ林の真夏の蒸散量(7.5cc/分/ m^2)を基準としている。

霧吹きで原理で圧縮空気が開放されるときに水が吸い出されて霧状になる方法(2流体式)を使うと、分布が整い、粒径の小さな霧ができるが、これはエネルギー消費が大きい。一方、エネルギー消費の小さい1流体式のノズル(水を直接圧縮)を使うと、分布にばらつくものが多い。

このようなドライミストを利用したこれまでの実績は、外気風速が低ければ 2～3 $^{\circ}\text{C}$ 気温を下げられるという実測がされており、緑地の効果と同等であると判断される。

エネルギー消費の実測値としては、クスノキ林の値で換算して、森と同等の蒸散量を確保するのに1 m^2 あたり1.1Wの電力で済むということが実証されている。

ともなれば、「とても暑い」を「少し暑い」に変化させ、クーラーの使用頻度を下げるとともに、エネルギー消費を大きく減ずるという効果が期待できるということになる。

ここで必ず指摘を受けるのは、「日本は高温多湿だから蒸発冷却は無理。ミストを噴けば湿度は上がるし、体感上、蒸し暑くなるだけではないか？」ということである。

確かに、蒸散効果を得るためには「気温が高くて相対湿度が低いほど良い」ことがいえ、高温多湿になると効果を失う。

第三章 研究方法

ドライミストの適用判断基準として、第二章で述べたように、ドライミストは気温が高くて相対湿度が低いほど効果が期待でき、かつ、高温多湿になると効果を失うということが手がかりのひとつである。そこで、この研究においては、ドライミストの適用できる限界条件値を仮に「気温 30℃以上、かつ湿度 70%以上」とし、各地域の気象データから、この値に該当するデータを抽出する。本報では 2003 年～2005 年の気象データを元に、2013 年～2015 年の気象データと比較し、現在の各都市でのドライミストの適用性を再検証する。

3-1 利用した気象データ

● 日本に関する気象データ

気象庁ホームページから、過去の気象統計データ検索「地点ごとのデータ(昨日まで)」において、表 1 にある各地の 1 時間ごとの値を用いた。

このデータは、日本全国の気象台、測候所、地域気象観測所(アメダス)で観測されたデータである。

また、各項目に記載された値の条件は下記のとおりである。これらは、気象庁の天気相談所にて問い合わせた回答と「地上気象観測指針 2002」を参考にしたものを書き記す。

気温：正時の瞬時値 *₁

相対湿度：正時の瞬時値 *₂

風向：観測時刻前 10 分間の平均値

風速：観測時刻前 10 分間の平均値(風速が 0.2m/s 以下の場合は静穏と表記)

降水量：観測時刻前 1 時間の積算量(0.5 mm 単位で表記されており、0.5 mm 以下の場合は「0.0」、降水量がなかった場合には「--」と表記される。)

*_{1, 2} 前 1 分間にデータ変換装置が出力する正 10 秒毎の値(6 個)を平均し、気温の正 10 秒値とする。気温または相対湿度の正時値は、対応する時刻の正 10 秒値である。

表 1 仙台 2005 年 8 月 1 日

	現地気圧	海面気圧	気温	相対湿度	風向	風速	降水量	日照時間	全天 日射量
時刻	hPa	hPa	℃	%		m/s	mm	時間	MJ/m ²
1時	1004.6	1009.6	23.4	95	東南東	0.9	--		
2時	1004.5	1009.5	23.5	95	東北東	0.9	--		
3時	1004.4	1009.4	23.4	94	北東	1.5	0		
}									
24時	1005.1	1010.1	24.8	91	東南東	0.9	--		
平均現地気圧	平均海面気圧	平均気温	最高気温	最低気温	平均相対湿度	平均風速	降水量	日照時間	全天日射量
hPa	hPa	℃	℃	℃	%	m/s	mm	時間	MJ/m ²
1005	1010	24.7	28	23.3	89	1.8	0	3.8	16.6

3-2 対象地域

ヒートアイランド現象が問題となっている地域と、比較のために選出した地域。

(函館、仙台、東京、名古屋、大阪、松山、福岡)

以上の7都市を対象として、各都市2003年～2005年と2013年～2015年の10年間での気象条件の変化を比較する。

3-3 対象期間

2003年～2005年の、ドライミストの適用範囲と考えられる期間である各6月～9月を研究の対象とした。ある時刻に1つのデータを1コマという表現にし、1時間ごとのデータで1日24コマのデータを収集する。よって各地域24コマ×122日(6月～9月)×6年分(2003年～2005年、2013年～2015年)=17,568コマが対象である。

第四章 日本におけるドライミストの適用性

4-1 限界条件が測定されていない地域について

対象地域・対象期間内で限界条件値が測定されていないのは 2003 年～2005 年の函館と東京であった。

4-2 限界条件が測定された地域について

対象地域・対象期間内で限界条件値が測定されたのは 2003 年では、仙台、名古屋、大阪、松山、福岡であった。2013 年～2015 年では、全 7 都市で限界条件値が測定された。

表 2 から解る通り、2013 年～2015 年の 3 年間は明らかに限界条件が増加している。函館、仙台に関しては若干の増加であるが、東京、名古屋、大阪、松山、福岡の 5 都市に関しては増加が倍以上と著しい。東京に関しては比較するとコマ数が 0 コマから 101 コマに変化している。福岡に関しては 18 コマから 141 コマに増加している。大阪と松山は他の 2 都市に比べると増加は少ないが、約 5 倍増加している。

表-2 各都市の限界条件値の計測回数比較

	函館		仙台		東京		名古屋		大阪		松山		福岡	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003	0	0	0	0	0	0	4	4	6	7	1	4	1	1
2004	0	0	1	1	0	0	4	6	3	3	0	0	5	5
2005	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	1	1	9	12
合計	0	0	3	6	0	0	8	10	9	10	2	5	15	18
	函館		仙台		東京		名古屋		大阪		松山		福岡	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013	1	1	2	3	19	51	7	16	9	20	12	18	23	69
2014	0	0	4	6	15	27	4	6	6	12	7	10	11	35
2015	0	0	2	2	11	23	5	6	8	17	6	8	19	37
合計	1	1	8	11	45	101	16	28	23	49	25	26	53	141

第五章 2003年～2005年と2013年～2015年各都市の比較

(函館)

・気象台の観測点所在地

函館市美原 3-4-4(函館地方気象台)

・限界条件値の計測回数比較

限界条件が測定されたのは、表2のとおりであり。2003年～2005年では0コマ/8784コマであるが、2013年～2015年では1コマ/8784コマであった。コマ数に関してはあまり変化がないと言える。

・限界条件計測時刻の比較

限界条件値が計測された時刻は図1のとおり、2013年～2015年で14時であった。

・相対湿度と気温と蒸気圧の比較

表-4は2003年～2005年と2013年～2015年の気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差を表した表である。また、図2,3はそれぞれ気温と相対湿度、気温と蒸気圧を24時間値平均値で比較したグラフである。表-4と図2,3を見ると、気温、相対湿度、蒸気圧ともに2013年～2015年で増加している。特に、気温の変化は0.8℃の増加に対し、相対湿度は3%増加している。蒸気圧に関しては1.8hP上昇しており、蒸気圧の影響で相対湿度が上昇したと考えられる。

・ドライミストの適用性

表-4のとおり、2003年～2005年と比較すると、気温と相対湿度が上昇している。気温は25℃を超える時間が少なく、それがゆえに相対湿度が高く、尚且つ上昇している。ドライミストの適用範囲にはあるものの、気温が低く湿度が高いため、十分な蒸散冷却効果が得られるとはいえない。

表-3 函館の限界条件値の計測回数比較

函館	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
函館	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013年	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
2014年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1

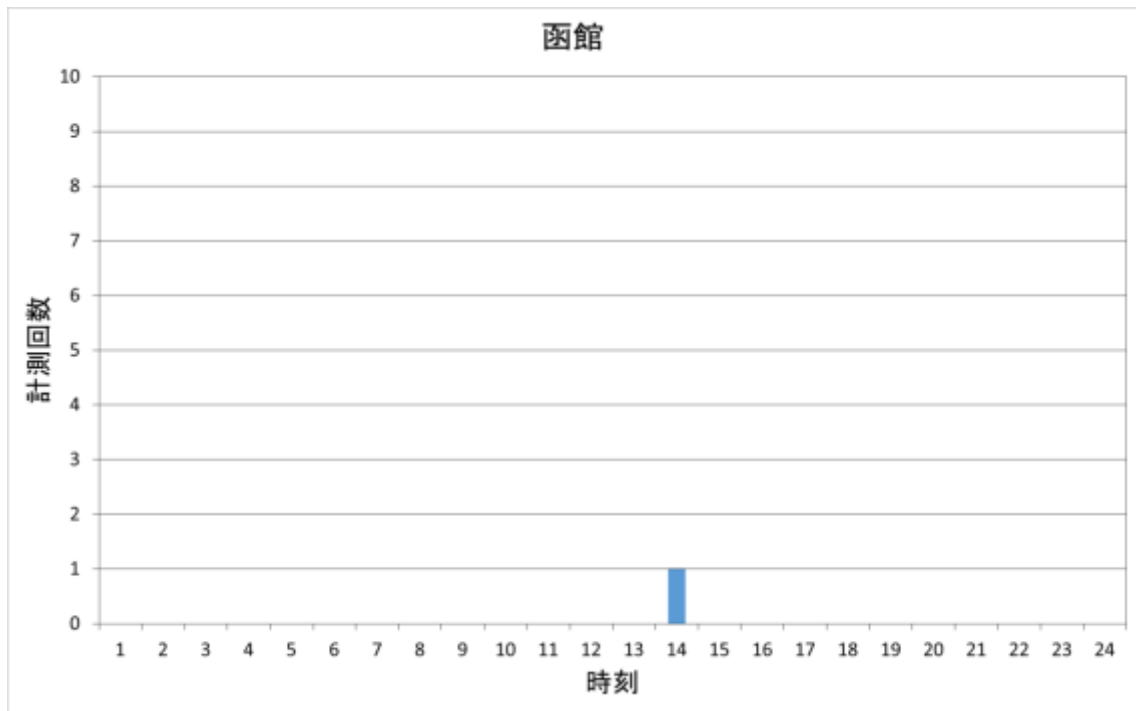


図1 函館 2013年～2015年 限界条件値計測時刻分布

表-4 2003～2005年と2013～2015年 気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差

函館	2003年～2005年	2013年～2015年	平均値差
気温 (°C)	21.9	22.7	0.8
相対湿度 (%)	78.4	81.4	3
蒸気圧 (hPa)	20.7	22.5	1.8

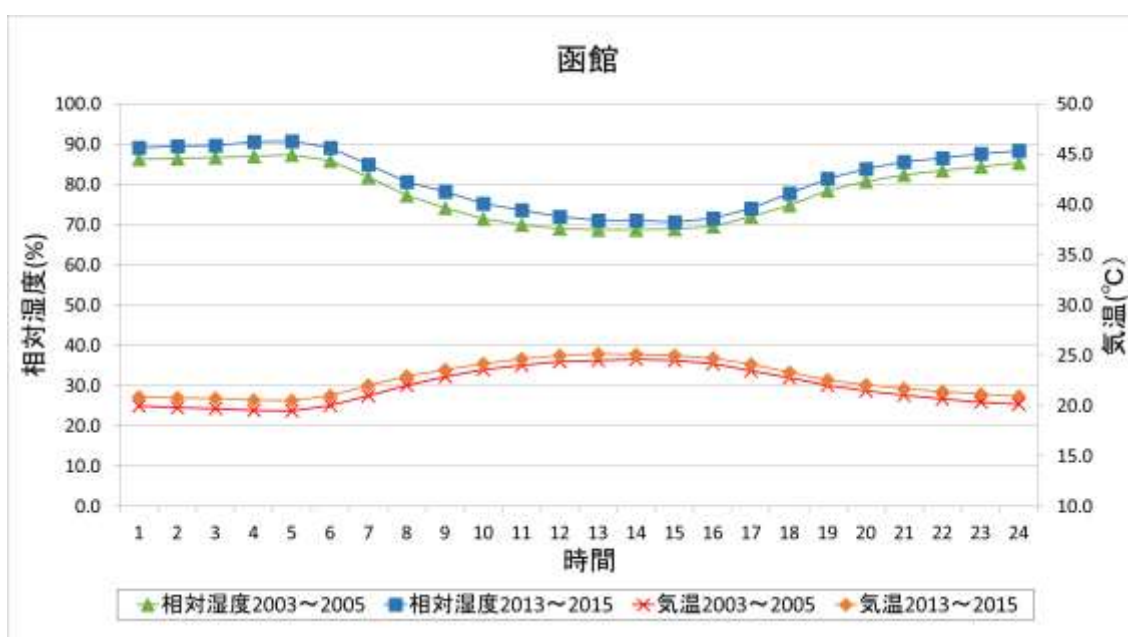


図2 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 相対湿度・気温の24時間値平均値比較

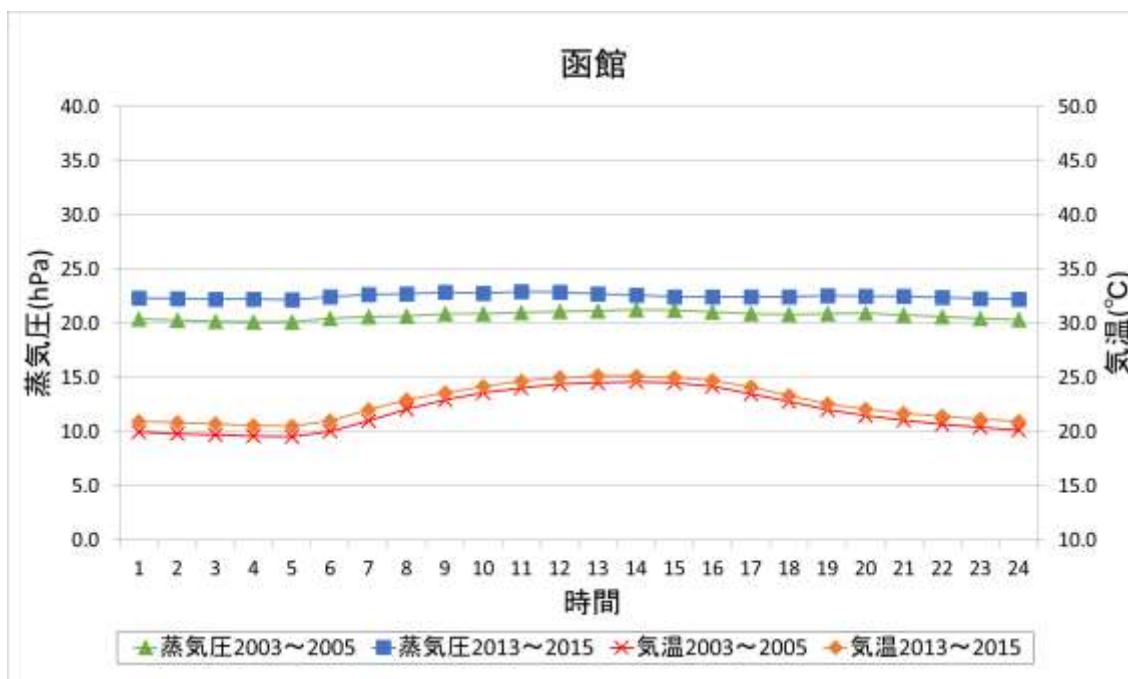


図3 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 蒸気圧・気温の24時間値平均値比較

(仙台)

・気象台の観測点所在地

仙台市宮城野区五輪 1-3-15(仙台管区気象台)

・限界条件値の計測回数比較

限界条件が測定されたのは、表 5 のとおりであり。2003 年～2005 年では 6 コマ/8784 コマであるが、2013 年～2015 年では 11 コマ/8784 コマであった。コマ数に関しては、全体的に少ないものの、約 2 倍に増加している。

・限界条件計測時刻の比較

限界条件値が計測された時刻は図 4.5 のとおり、2003 年～2005 年では、10 時～11 時、15 時～16 時の時間帯で計測されている。2013 年～2015 年では、8 時～19 時の間で幅広い時間帯で計測されている。

・相対湿度と気温と蒸気圧の比較

表-6 は 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年の気温・相対湿度・蒸気圧の 24 時間値平均値差を表した表である。また、図 6.7 はそれぞれ気温と相対湿度、気温と蒸気圧を 24 時間値平均値で比較したグラフである。表-6 と図 6.7 を見ると、気温、蒸気圧に関しては 2013 年～2015 年で増加しているが、相対湿度は-1.4%と減少している。

・ドライミストの適用性

図 6 のとおり、2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年を比較すると、深夜～早朝にかけて相対湿度は変わらないが、2013 年～2015 年では、早朝 6 時から相対湿度が下がっている。気温は平均値差で約 1.2℃上昇しているため、気温の影響で相対湿度が下がったと考えられる。このように、限界条件の測定された時間数は少ないので、ドライミストの適用範囲にはあるものの、相対湿度が高く、十分な蒸散冷却効果が得られるとはいえない。

表-5 仙台の限界条件値の計測回数比較

仙台	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004年	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
2005年	0	0	0	0	2	5	0	0	2	5
合計	0	0	1	1	2	5	0	0	3	6

仙台	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013年	0	0	0	0	2	3	0	0	2	3
2014年	0	0	0	0	4	6	0	0	4	6
2015年	0	0	1	1	1	1	0	0	2	2
合計	0	0	1	1	7	10	0	0	8	11

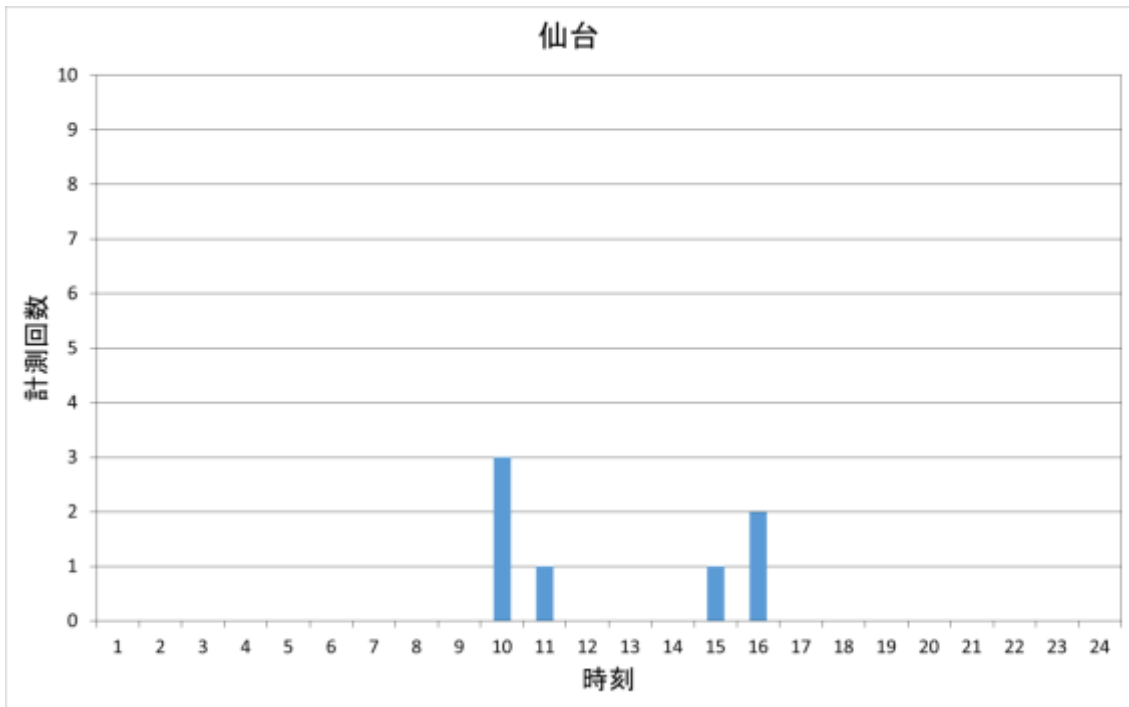


図4 仙台 2003年～2005年 限界条件値計測時刻分布

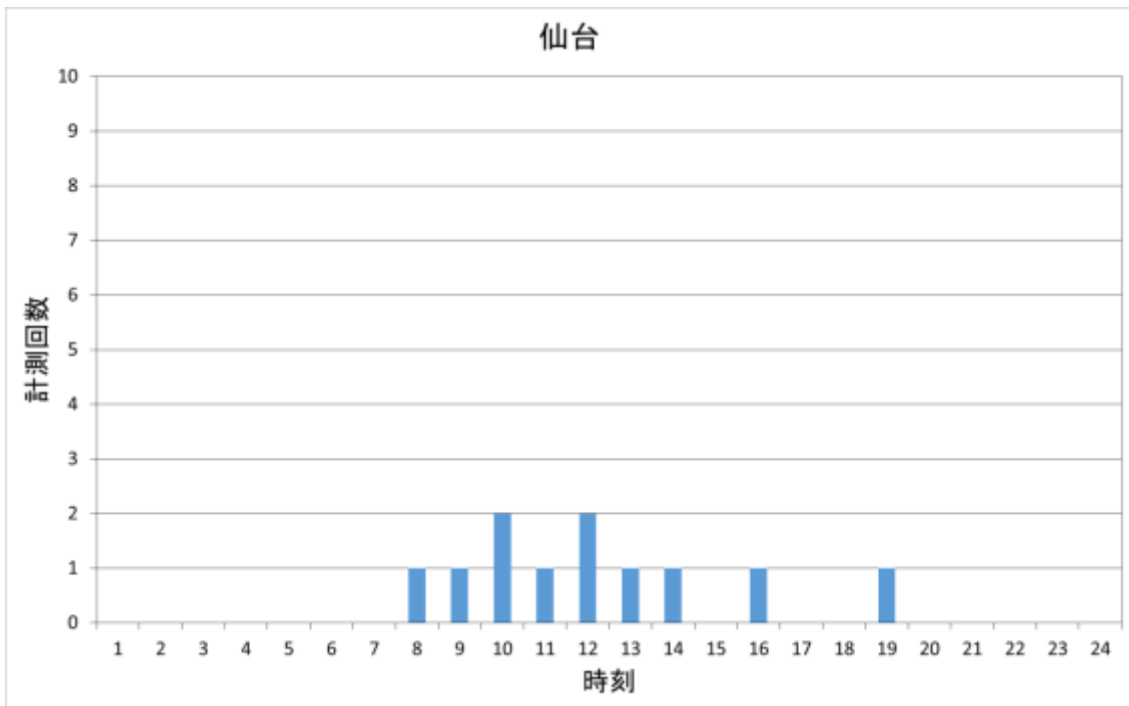


図5 仙台 2013年～2015年 限界条件値計測時刻分布

表-6 2003～2005年と2013～2015年 気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差

仙台	2003年～2005年	2013年～2015年	平均値差
気温 (°C)	23.6	24.8	1.2
相対湿度 (%)	81.6	80.2	-1.4
蒸気圧 (hPa)	23.7	25.0	1.3

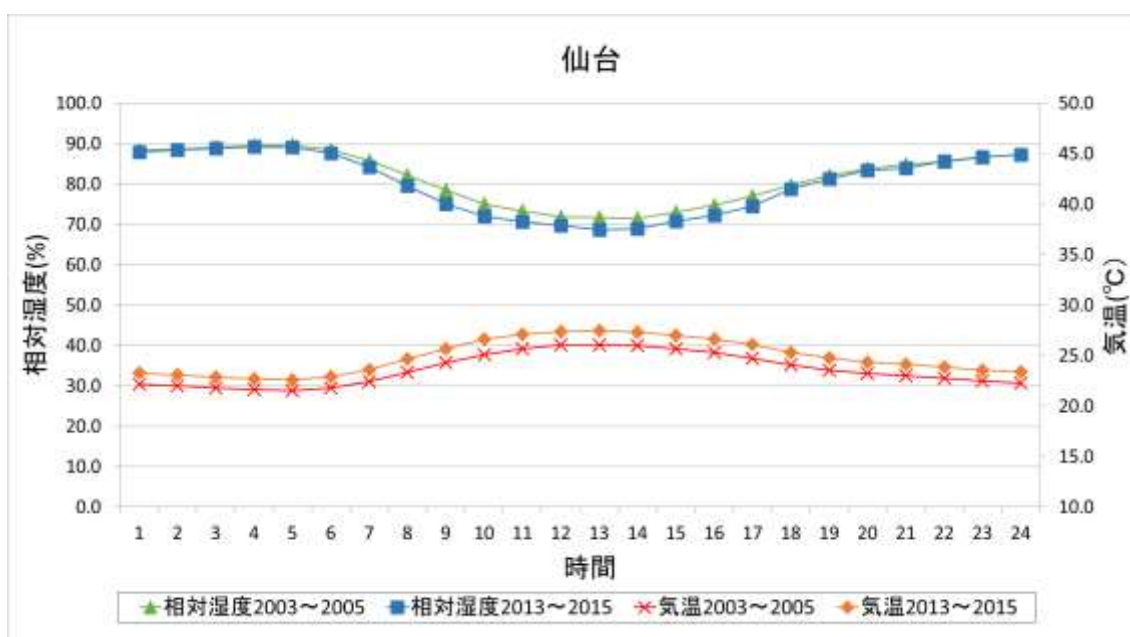


図6 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 相対湿度・気温の24時間値平均値比較

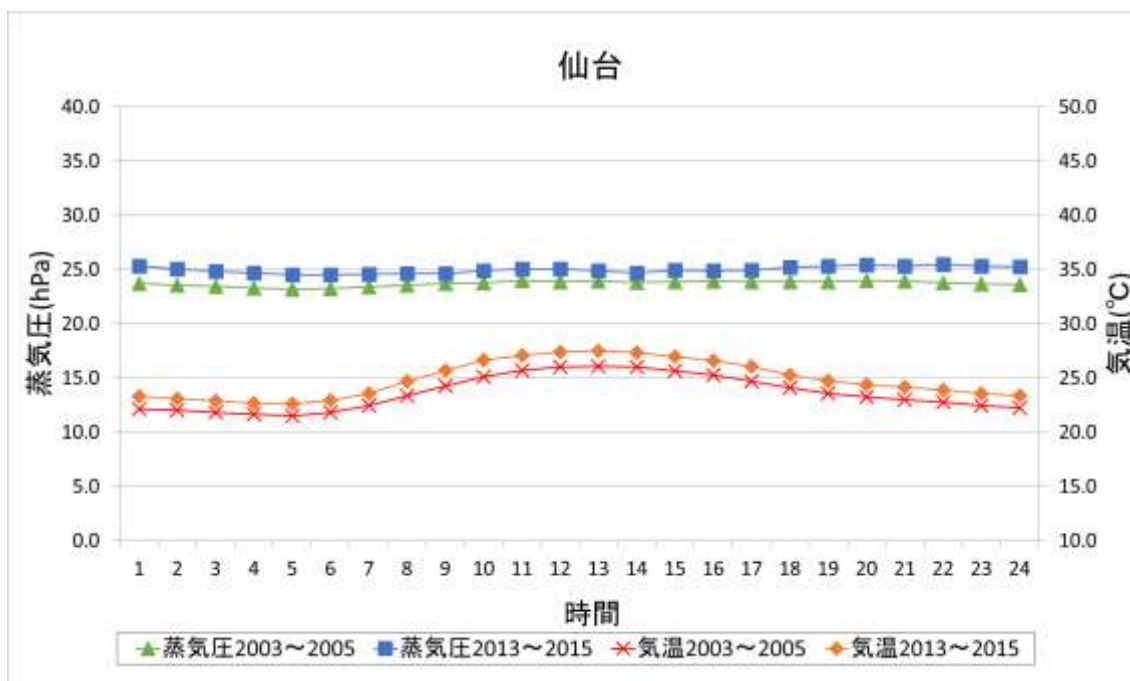


図7 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 蒸気圧・気温の24時間値平均値比較

(東京)

・気象台の観測点所在地

千代田区大手町 1-3-4(気象庁)

・限界条件値の計測回数比較

限界条件が測定されたのは、表 7 のとおりである。2003 年～2005 年では 0 コマ/8784 コマであるが、2013 年～2015 年では 101 コマ/8784 コマであった。コマ数に関してはかなり増加している。

・限界条件計測時刻の比較

限界条件値が計測された時刻は図 8 のとおり、2013 年～2015 年では、深夜の 3,4 時を除く全時間帯で限界条件値が計測された。16 時～19 時にかけて増加し、深夜にかけて計測されている。8,9 時に計測されているのも特徴的である。また図 9 は限界条件値計測回数が多かった東京の 2013 年 8 月 9 日 限界条件値日別分布のグラフである。このグラフからも 17 時から深夜にかけて、気温が下がりにくく、相対湿度が高いことがわかる。

・相対湿度と気温と蒸気圧の比較

表-8 は 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年の気温・相対湿度・蒸気圧の 24 時間値平均値差を表した表である。また、図 10,11 はそれぞれ気温と相対湿度、気温と蒸気圧を 24 時間値平均値で比較したグラフである。表-8 と図 10,11 を見ると、気温、相対湿度、蒸気圧ともに上昇している。

・ドライミストの適用性

図 10,11 から 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年を比較すると、気温の変化があまりなく、蒸気圧が一定の幅で増加しながら推移し、相対湿度も増加している。このことから、蒸気圧の上昇により、相対湿度が上昇したと考えられる。このように、2003 年～2005 年では「気温が高くて相対湿度が低い」という効果を上げる条件に当てはまっていたが、2013 年～2015 年の気象データでは相対湿度の上昇による限界条件値の増加から、十分な蒸散冷却効果が得られるとはいえない。

表-7 東京の限界条件値の計測回数比較

東京	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東京	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013年	0	0	4	4	13	43	2	4	19	51
2014年	0	0	5	9	10	18	0	0	15	27
2015年	0	0	5	9	6	14	0	0	11	23
合計	0	0	14	22	29	75	2	4	45	101

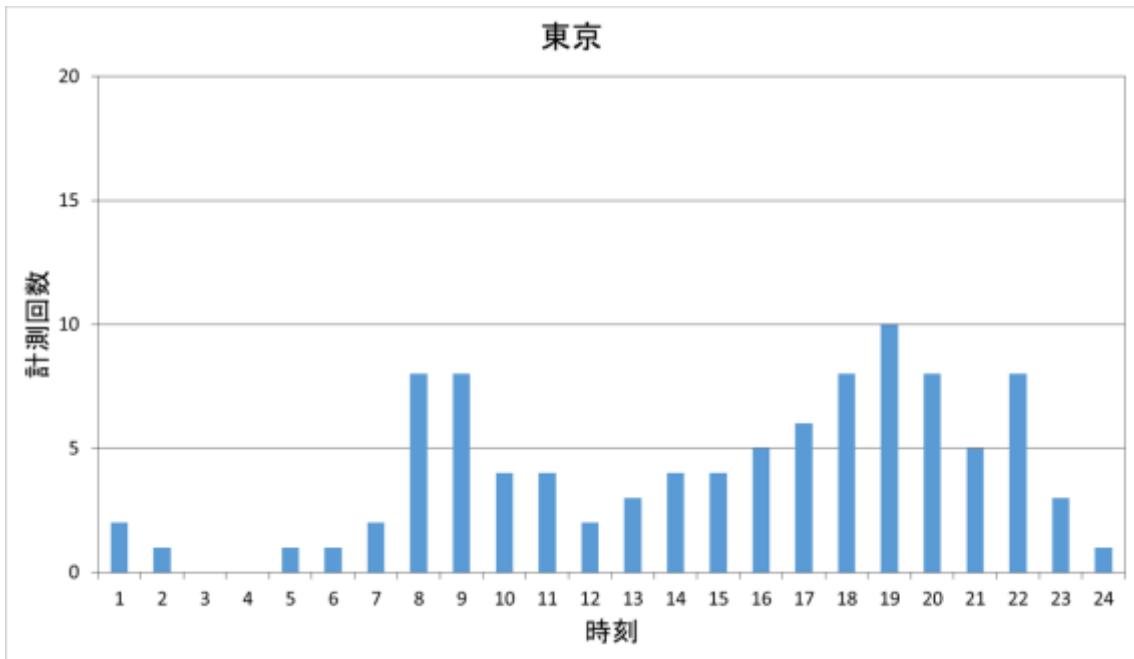


図 8 東京 2013 年～2015 年 限界条件値計測時刻分布



図 9 東京 2013 年 8 月 9 日 限界条件値日別分布

表-8 2003～2005年と2013～2015年 気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差

東京	2003年～2005年	2013年～2015年	平均値差
気温 (°C)	27.8	27.1	0.7
相対湿度 (%)	73.9	68.5	5.4
蒸気圧 (hPa)	24.3	27.4	3.1

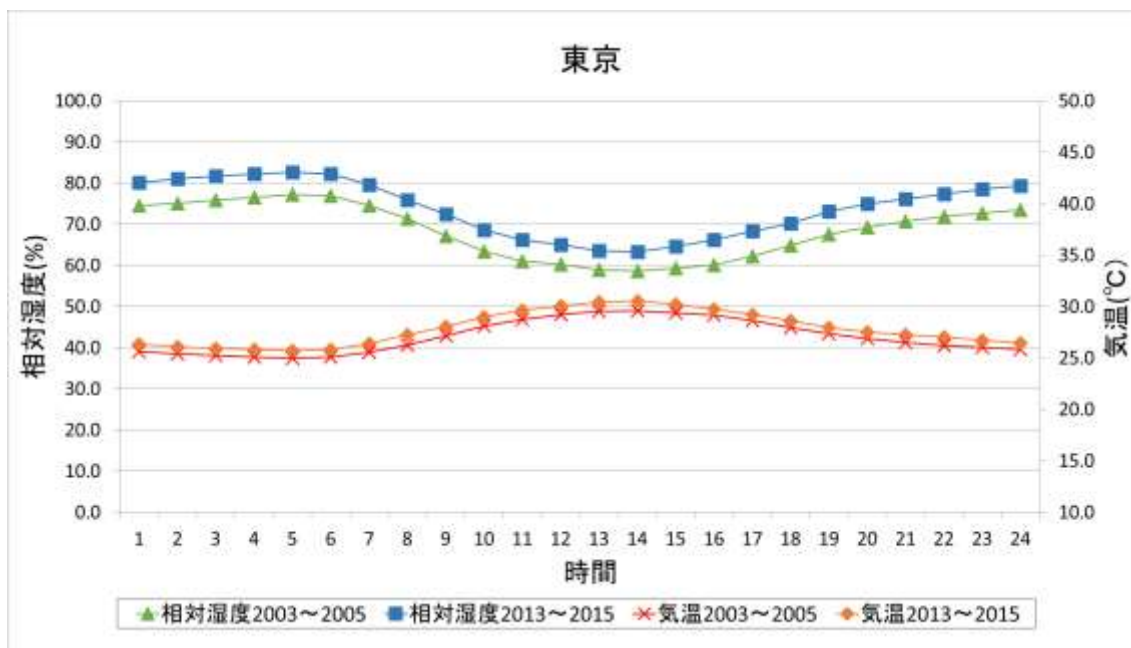


図 10 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 相対湿度・気温の24時間値平均値比較

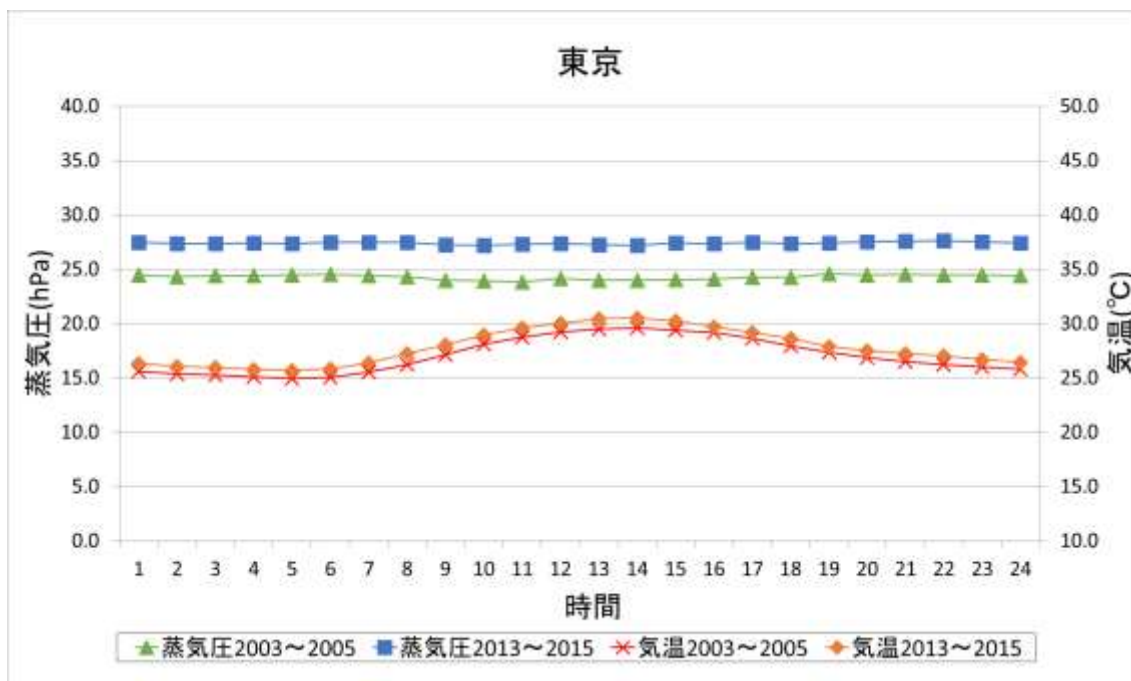


図 11 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 蒸気圧・気温の24時間値平均値比較

(名古屋)

・気象台の観測点所在地

名古屋市千種区日和町 2-18(名古屋地方気象台)

・限界条件値の計測回数比較

限界条件が測定されたのは、表 9 のとおりである。2003 年～2005 年では 10 コマ/8784 コマであるが、2013 年～2015 年では 28 コマ/8784 コマであった。約 3 倍近く増加している。

・限界条件計測時刻の比較

限界条件値が計測された時刻は図 12,13 のとおりである。比較すると 2013 年～2015 年では、日中に関しては、あまり変化がないが、16 時以降に限界条件値計測回数が増加している。また 2003 年～2005 年では、19 時以降の計測はないが、2013 年～2015 年では 21 時と 22 時に計測されているのが大きな違いである。

・相対湿度と気温と蒸気圧の比較

表-10 は 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年の気温・相対湿度・蒸気圧の 24 時間値平均値差を表した表である。また、図 14,15 はそれぞれ気温と相対湿度、気温と蒸気圧を 24 時間値平均値で比較したグラフである。表-8 と図 10,11 を見ると、気温、蒸気圧に関しては 2013 年～2015 年で増加しているが、相対湿度は-1.3%と減少している。

・ドライミストの適用性

図 14 のとおり、2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年を比較すると、深夜～午前 9 時にかけて相対湿度は変わらないが、2013 年～2015 年では、午前 10 時から相対湿度が下がっている。気温は平均値差で約 1.3℃上昇しているため、気温の影響で相対湿度が下がったと考えられる。このように、限界条件値の計測回数が約 2 倍に増加しているが、日中における平均気温が高く、相対湿度が低いいため、ドライミストの適用範囲内で、十分な蒸散冷却効果が得られると考えられる。

表-9 名古屋の限界条件値の計測回数比較

名古屋	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003年	0	0	0	0	3	3	1	1	4	4
2004年	0	0	1	1	3	5	0	0	4	6
2005年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	1	6	8	1	1	8	10

名古屋	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013年	0	0	2	6	4	9	1	1	7	16
2014年	0	0	0	0	4	6	0	0	4	6
2015年	0	0	2	2	3	4	0	0	5	6
合計	0	0	4	8	11	19	1	1	16	28

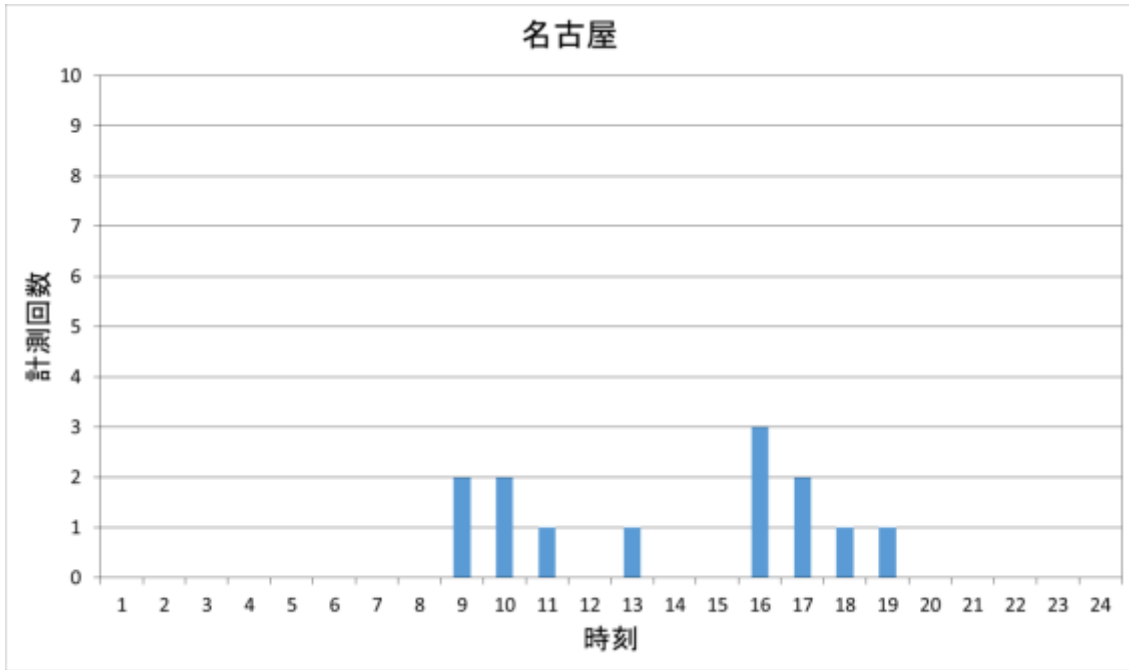


図 12 名古屋 2003 年～2005 年 限界条件値計測時刻分布

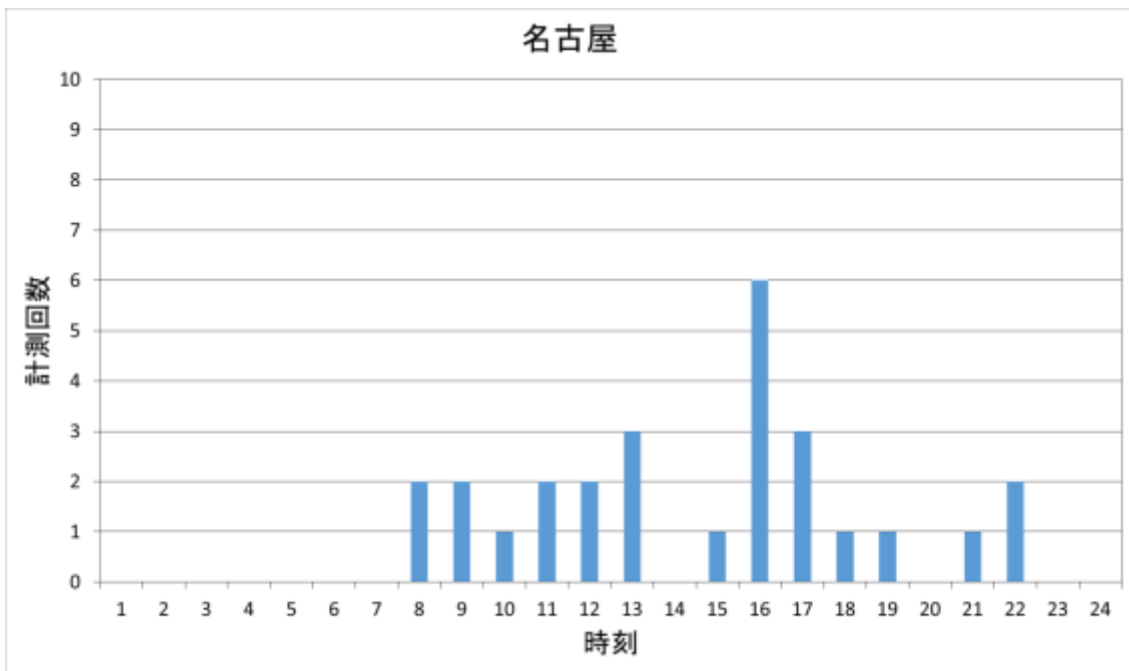


図 13 名古屋 2013 年～2015 年 限界条件値計測時刻分布

表-10 2003～2005年と2013～2015年 気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差

名古屋	2003年～2005年	2013年～2015年	平均値差
気温 (°C)	26.9	28.2	1.3
相対湿度 (%)	72.5	71.2	-1.3
蒸気圧 (hPa)	25.9	26.6	0.7



図 14 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 相対湿度・気温の24時間値平均値比較

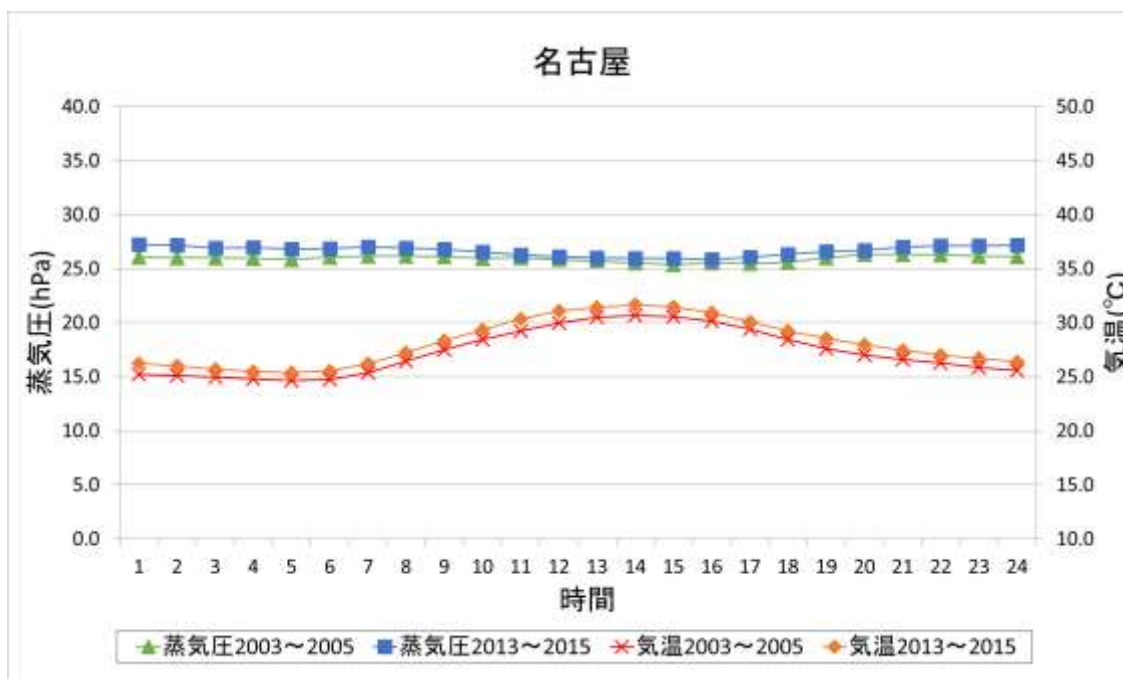


図 15 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 蒸気圧・気温の24時間値平均値比較

(大阪)

・気象台の観測点所在地

大阪府中央区大手前（大阪管区気象台）

・限界条件値の計測回数比較

限界条件が測定されたのは、表 11 のとおりである。2003 年～2005 年では 10 コマ/8784 コマであるが、2013 年～2015 年では 49 コマ/8784 コマであった。コマ数に関しては約、5 倍とかなり増加している。

・限界条件計測時刻の比較

限界条件値が計測された時刻は図 16,17 のとおりである。比較すると 2013 年～2015 年では、限界条件値が計測された時間帯が明らかに増加している。日中よりも、19 時以降の増加が著しく、深夜の 1,2 時まで計測されている。また、2003 年～2005 年では計測されなかった早朝の 7 時～9 時においても、計測された。

・相対湿度と気温と蒸気圧の比較

表-11 は 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年の気温・相対湿度・蒸気圧の 24 時間値平均値差を表した表である。また、図 18,19 はそれぞれ気温と相対湿度、気温と蒸気圧を 24 時間値平均値で比較したグラフである。表-11 と図 18,19 を見ると、気温、相対湿度、蒸気圧ともに若干であるが上昇している。

・ドライミストの適用性

表-11 から 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年を比較すると、気温は 0.3℃、相対湿度は 0.6%、蒸気圧も 0.6hPa 上昇している。限界条件値のコマ数が 10 コマ～49 コマに増加したことを考えると蒸気圧の上昇による、相対湿度が 0.6%上昇したことが原因だと考えられる。

ドライミストの適用性としては、図 17 のとおり、ドライミストの適正時間外の 19 時以降における計測回数が多いことと、日中の平均気温が高く、相対湿度が低いため、ドライミストの適用範囲内で、十分な蒸散冷却効果が得られると考えられる。

表-11 大阪の限界条件値の計測回数比較

大阪	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003年	0	0	0	0	4	5	2	2	6	7
2004年	0	0	2	2	1	1	0	0	3	3
2005年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	2	2	5	6	2	2	9	10

大阪	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013年	0	0	0	0	9	20	0	0	9	20
2014年	0	0	4	7	2	5	0	0	6	12
2015年	0	0	1	4	7	13	0	0	8	17
合計	0	0	5	11	18	38	0	0	23	49

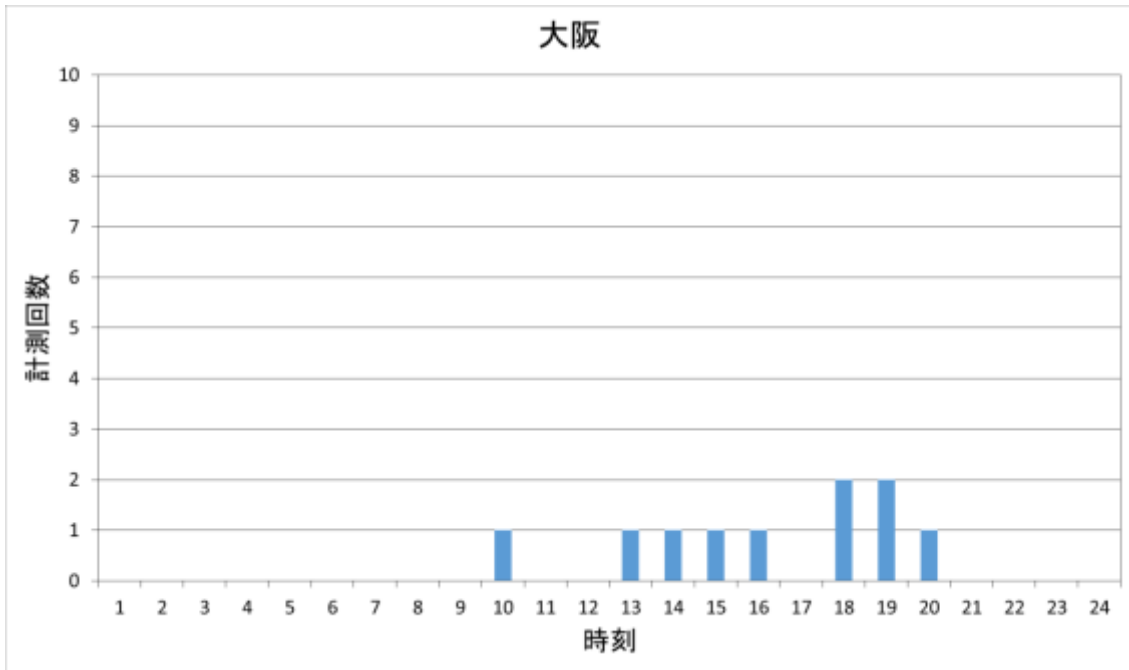


図 16 大阪 2003 年～2005 年 限界条件値計測時刻分布

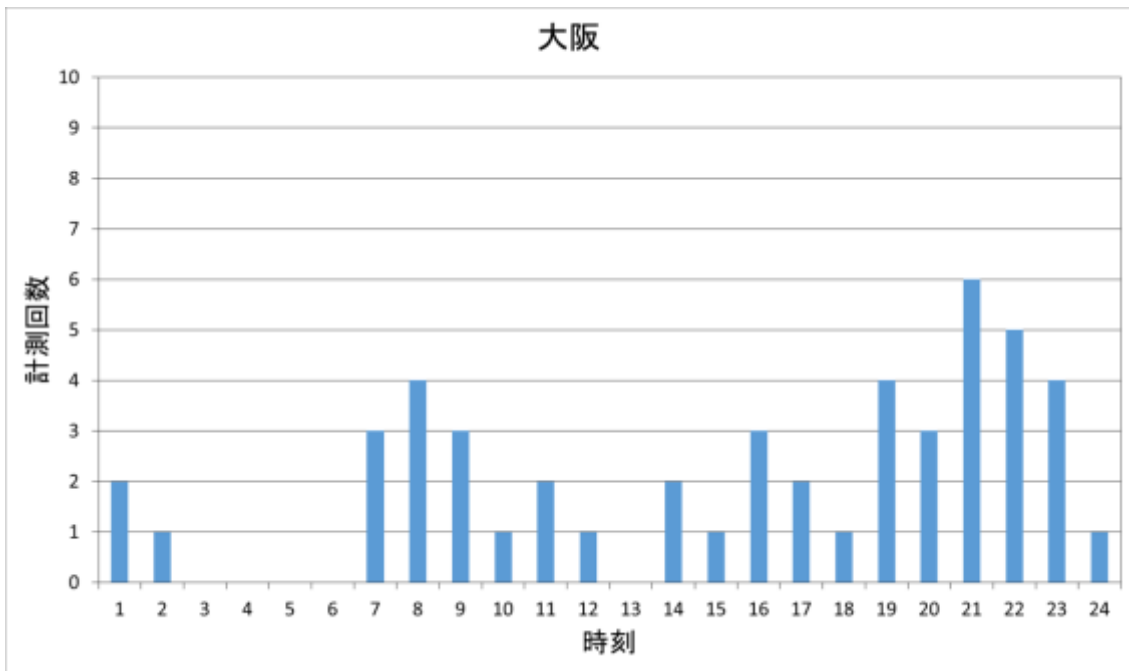


図 17 大阪 2013 年～2015 年 限界条件値計測時刻分布

表-12 2003～2005年と2013～2015年 気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差

大阪	2003年～2005年	2013年～2015年	平均値差
気温 (°C)	28.5	28.8	0.3
相対湿度 (%)	67.8	68.4	0.6
蒸気圧 (hPa)	26.0	26.6	0.6

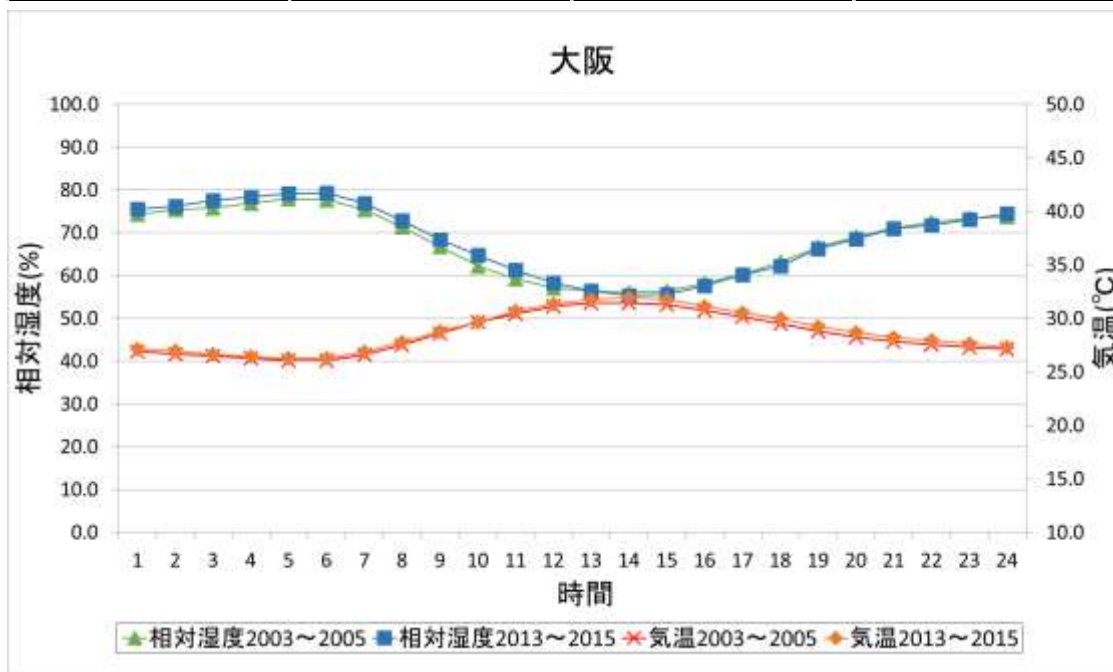


図 18 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 相対湿度・気温の24時間値平均値比較

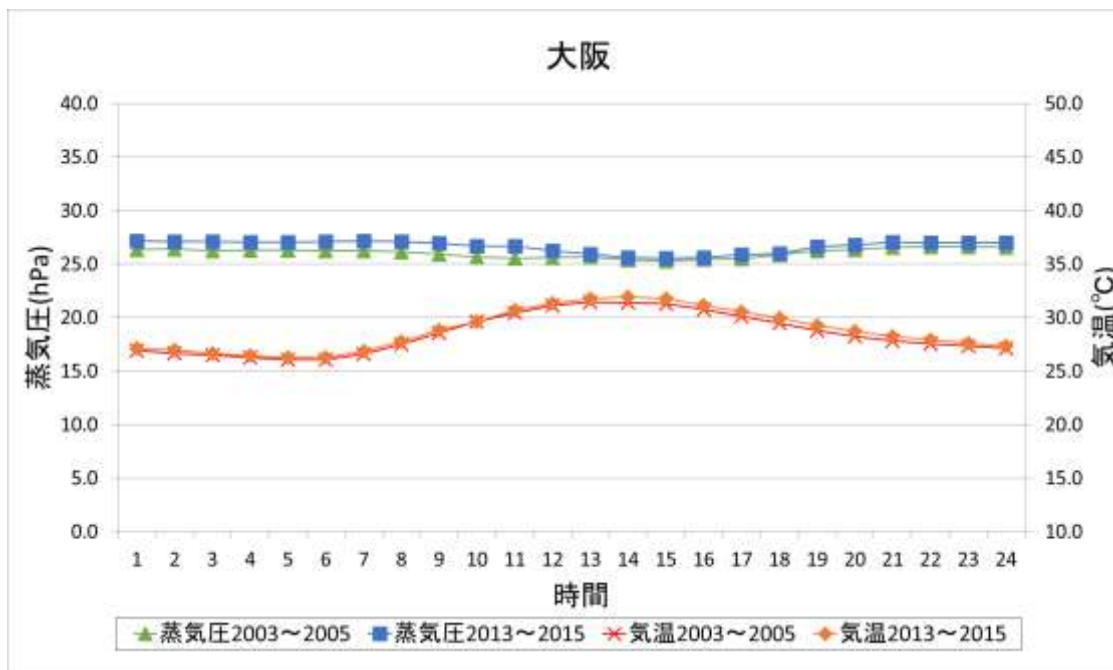


図 19 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 蒸気圧・気温の24時間値平均値比較

(松山)

・気象台の観測点所在地

松山市北持田町（松山地方気象台）

・限界条件値の計測回数比較

限界条件が測定されたのは、表 13 のとおりである。2003 年～2005 年では 5 コマ/8784 コマであるが、2013 年～2015 年では 26 コマ/8784 コマであった。コマ数に関しては約 5 倍とかなり増加している。

・限界条件計測時刻の比較

限界条件値が計測された時刻は図 20,21 のとおりである。比較すると 2013 年～2015 年では、午前 8 時から計測され、日中は 14 時をピークに、夕方の 18 時～22 時にかけて増加している。2003 年～2005 年と比較すると限界条件値が計測された時間帯が明らかに増加している。

・相対湿度と気温と蒸気圧の比較

表-14 は 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年の気温・相対湿度・蒸気圧の 24 時間値平均値差を表した表である。また、図 22,23 はそれぞれ気温と相対湿度、気温と蒸気圧を 24 時間値平均値で比較したグラフである。表-14 と図 22,23 を見ると、気温にあまり変化はなく、相対湿度と気温が上昇している。

・ドライミストの適用性

表-14 から 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年を比較すると、気温は 0.2℃、相対湿度は 2.0%、蒸気圧も 1.0hPa 上昇している。限界条件値のコマ数が 5 コマ～26 コマに増加したことを考えると蒸気圧の上昇による、相対湿度が 2.0%上昇したことが原因だと考えられる。

ドライミストの適用性としては、図 21 のとおり、日中における限界条件値の計測回数は多いが、日中の平均気温が高く、相対湿度が低いいため、ドライミストの適用範囲内で、十分な蒸散冷却効果が得られると考えられる。

表-13 松山の限界条件値の計測回数比較

松山	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003年	0	0	0	0	0	0	1	4	1	4
2004年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005年	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
合計	0	0	0	0	1	1	1	4	2	5

松山	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013年	0	0	1	2	11	16	0	0	12	18
2014年	0	0	4	4	3	6	0	0	7	10
2015年	0	0	4	6	2	2	0	0	6	8
合計	0	0	9	12	16	24	0	0	25	26

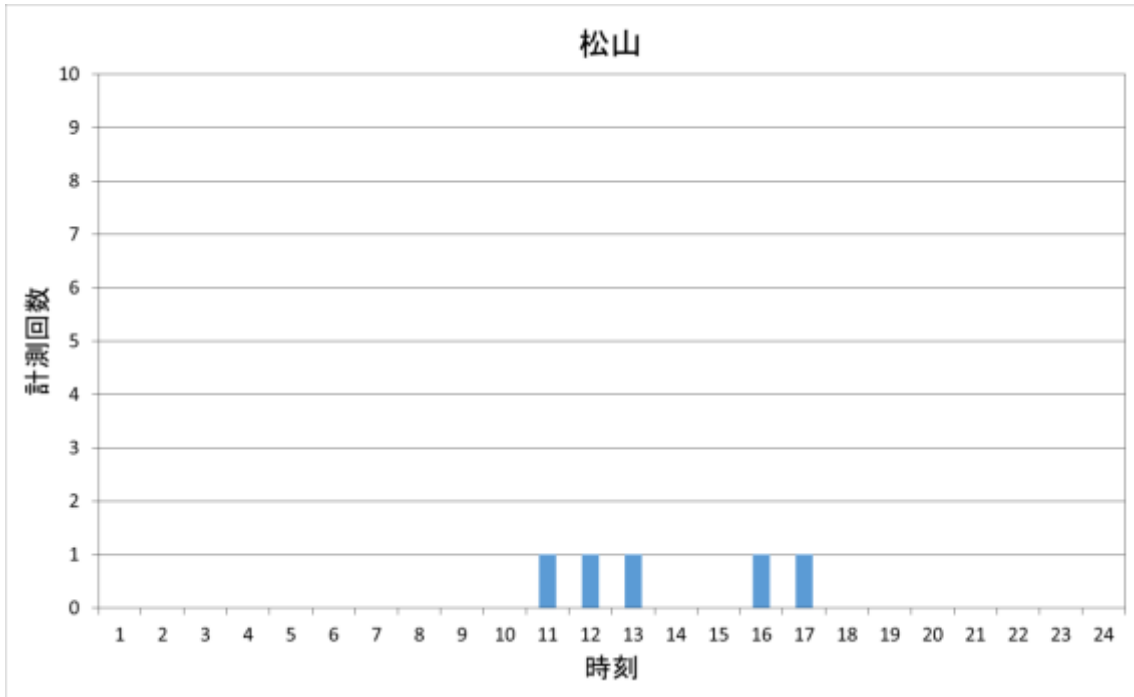


図 20 松山 2003 年～2005 年 限界条件値計測時刻分布

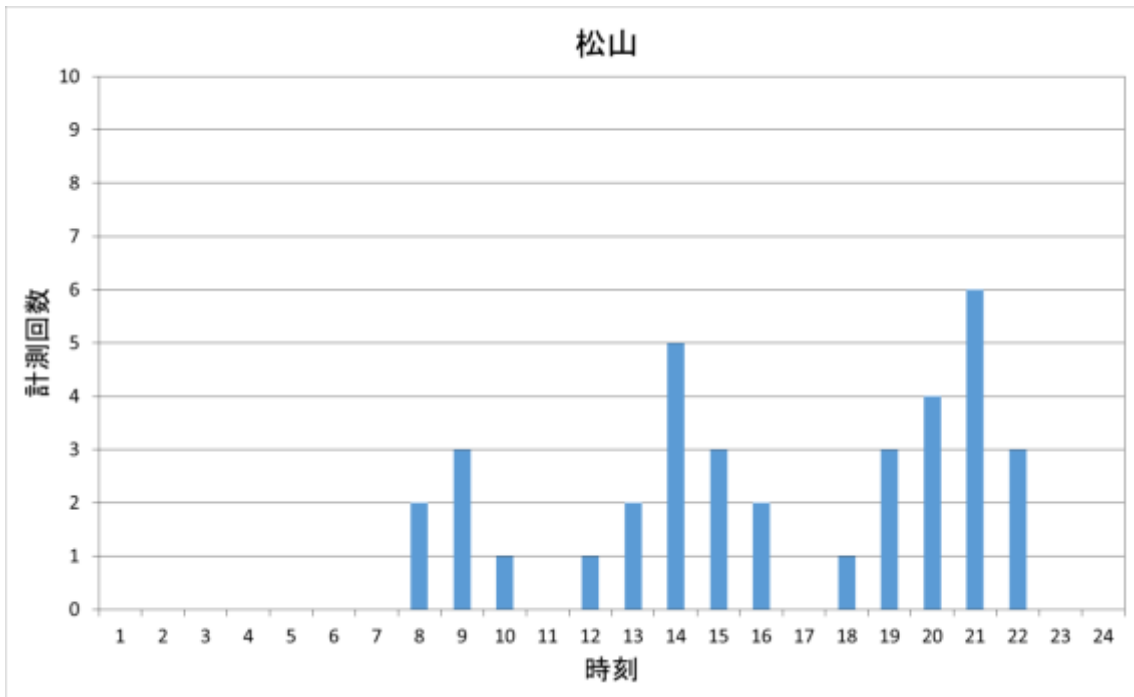


図 21 松山 2013 年～2015 年 限界条件値計測時刻分布

表-14 2003～2005年と2013～2015年 気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差

松山	2003年～2005年	2013年～2015年	平均値差
気温 (°C)	27.5	27.7	0.2
相対湿度 (%)	72.2	74.2	2.0
蒸気圧 (hPa)	26.3	27.3	1.0

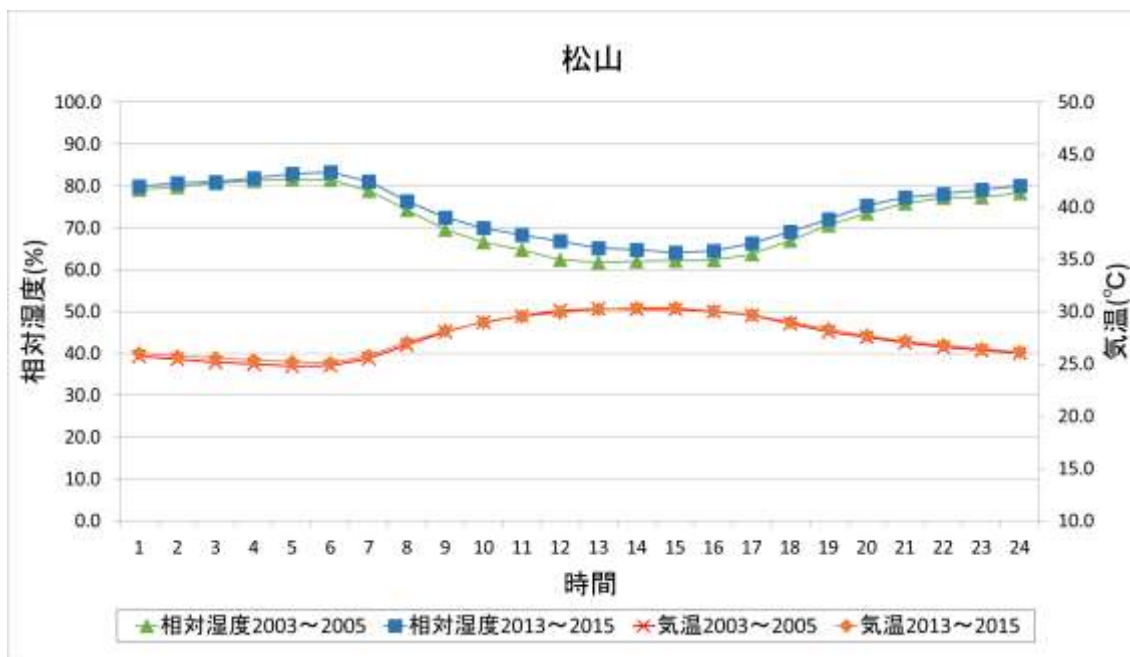


図 22 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 相対湿度・気温の24時間値平均値比較

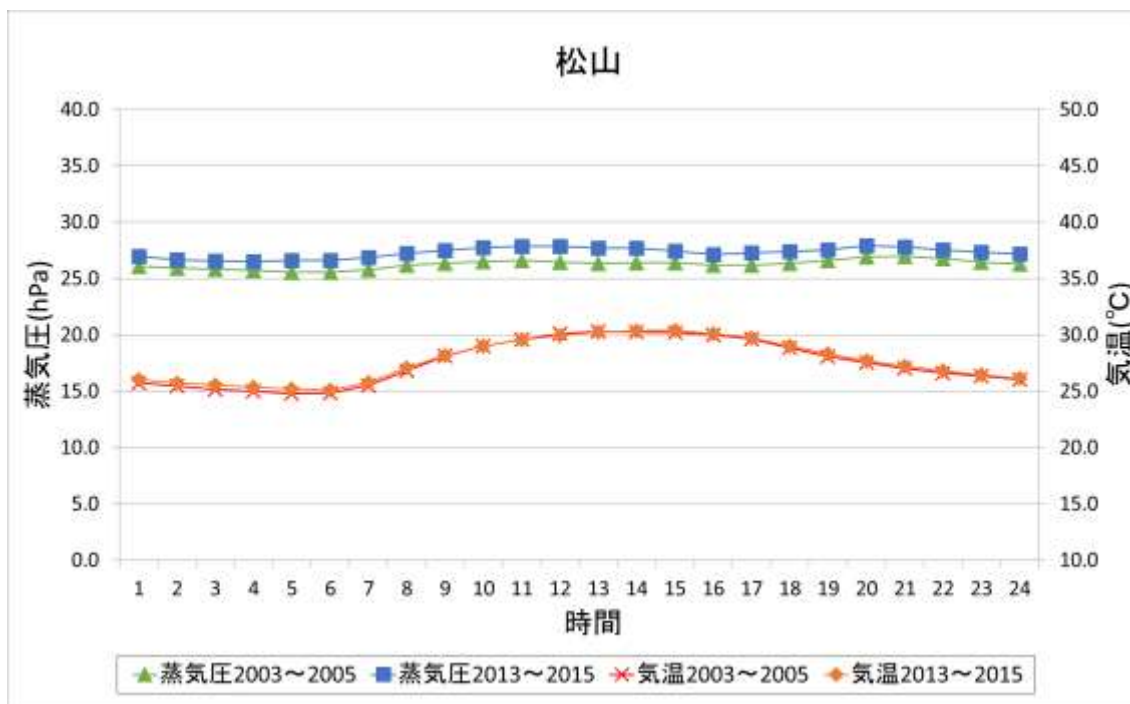


図 23 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 蒸気圧・気温の24時間値平均値比較

(福岡)

・気象台の観測点所在地

福岡市中央区大濠（福岡管区気象台）

・限界条件値の計測回数比較

限界条件が測定されたのは、表 15 のとおりである。2003 年～2005 年では 18 コマ/8784 コマであるが、2013 年～2015 年では 141 コマ/8784 コマであった。コマ数に関してはかなり増加している。

・限界条件計測時刻の比較

限界条件値が計測された時刻は図 25 のとおり、2013 年～2015 年では、早朝の時間を除く全時間帯で限界条件値が計測された。日中から増加し、夕方から深夜にかけての増加が著しい。特に 19 時に計測された 17 回は、本研究における 7 都市で一番多い計測数となった。

・相対湿度と気温と蒸気圧の比較

表-16 は 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年の気温・相対湿度・蒸気圧の 24 時間値平均値差を表した表である。また、図 10,11 はそれぞれ気温と相対湿度、気温と蒸気圧を 24 時間値平均値で比較したグラフである。表-16 と図 26,27 を見ると、気温は若干下がり相対湿度、蒸気圧ともに上昇している。特に蒸気圧は 7.8%の上昇と著しい。

・ドライミストの適用性

表-16 図 26,27 から 2003 年～2005 年と 2013 年～2015 年を比較すると、気温が-0.4℃下がり、相対湿度が 7.8%上昇している。相対湿度について、本研究の 7 都市で一番の上昇率となった。また、蒸気圧も 0.6hPa 上昇したことから、相対湿度が上昇し、限界条件値の計測回数が増加したと考えられる。このように、2003 年～2005 年では「気温が高くて相対湿度が低い」という効果を上げる条件に当てはまっていたが、2013 年～2015 年の気象データでは相対湿度の上昇による限界条件値の増加から、十分な蒸散冷却効果が得られるとはいえない。

表-15 福岡の限界条件値の計測回数比較

福岡	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2003年	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
2004年	0	0	3	3	2	2	0	0	5	5
2005年	0	0	3	3	5	7	1	2	9	12
合計	0	0	6	6	8	10	2	3	15	18

福岡	6月		7月		8月		9月		合計	
	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ	日	コマ
2013年	0	0	6	11	17	58	0	0	23	69
2014年	0	0	8	30	3	5	0	0	11	35
2015年	0	0	9	23	10	14	0	0	19	37
合計	0	0	23	64	30	77	0	0	53	141

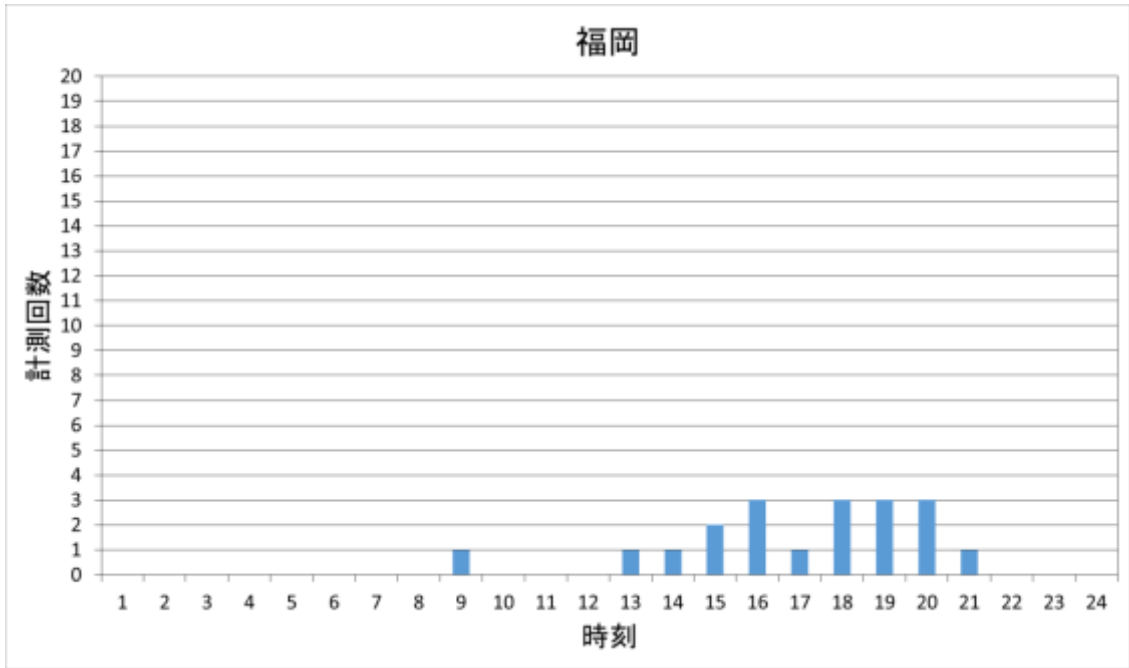


図 24 福岡 2003 年～2005 年 限界条件値計測時刻分布

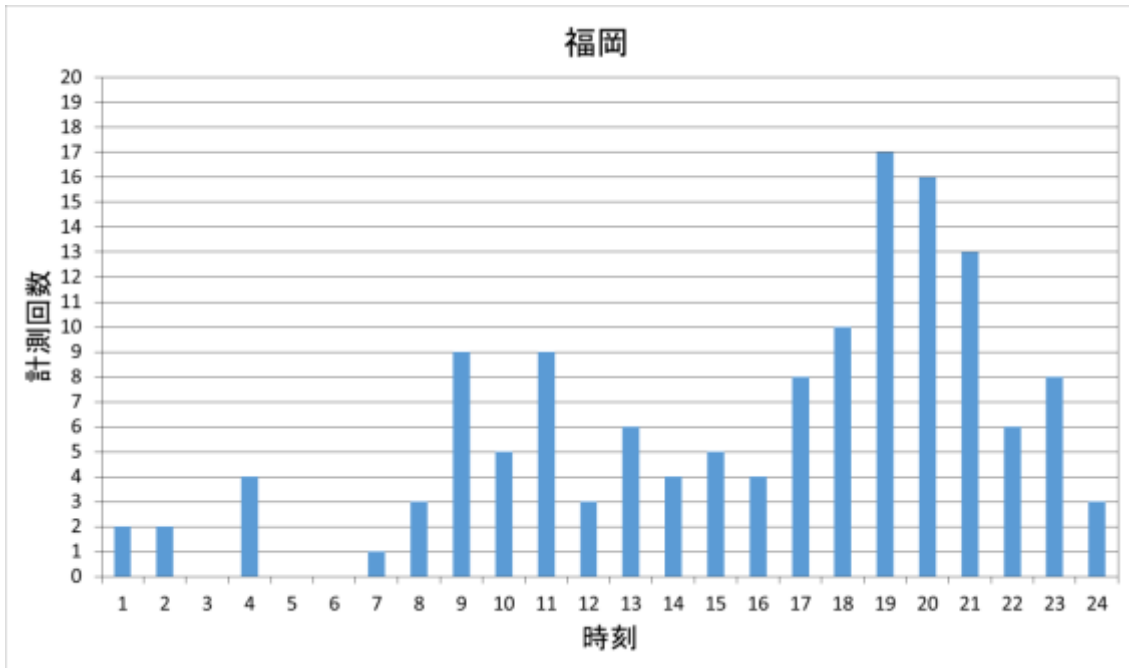


図 25 福岡 2013 年～2015 年 限界条件値計測時刻分布

表-16 2003～2005年と2013～2015年 気温・相対湿度・蒸気圧の24時間値平均値差

福岡	2003年～2005年	2013年～2015年	平均値差
気温 (°C)	28.0	27.6	-0.4
相対湿度 (%)	70.4	78.2	7.8
蒸気圧 (hPa)	26.5	29.1	0.6

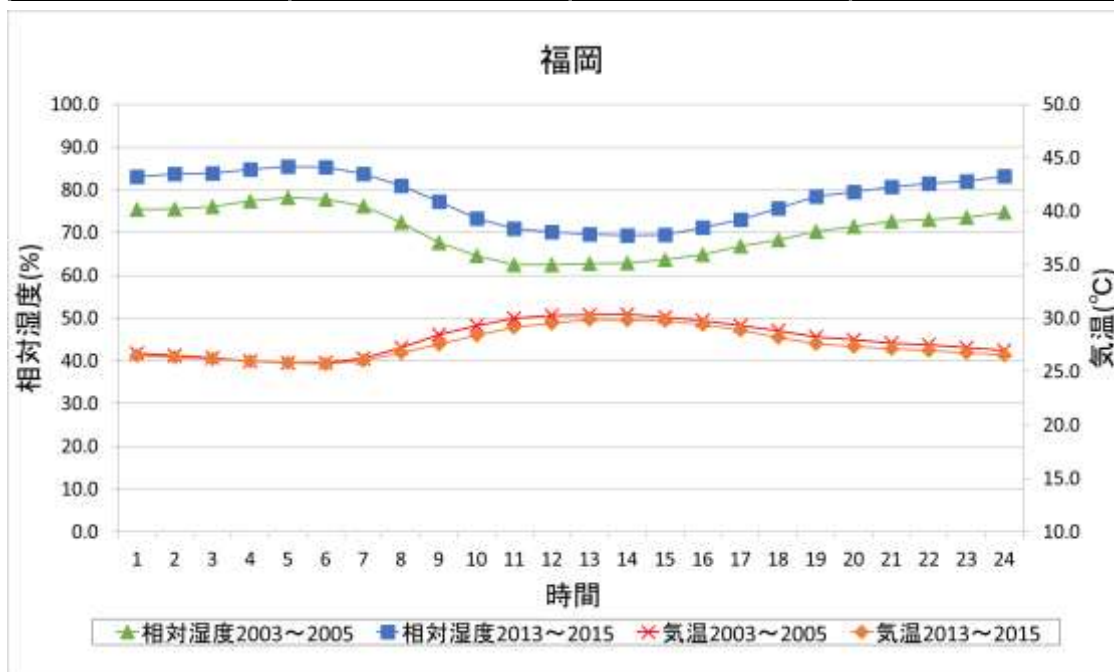


図 26 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 相対湿度・気温の24時間値平均値比較

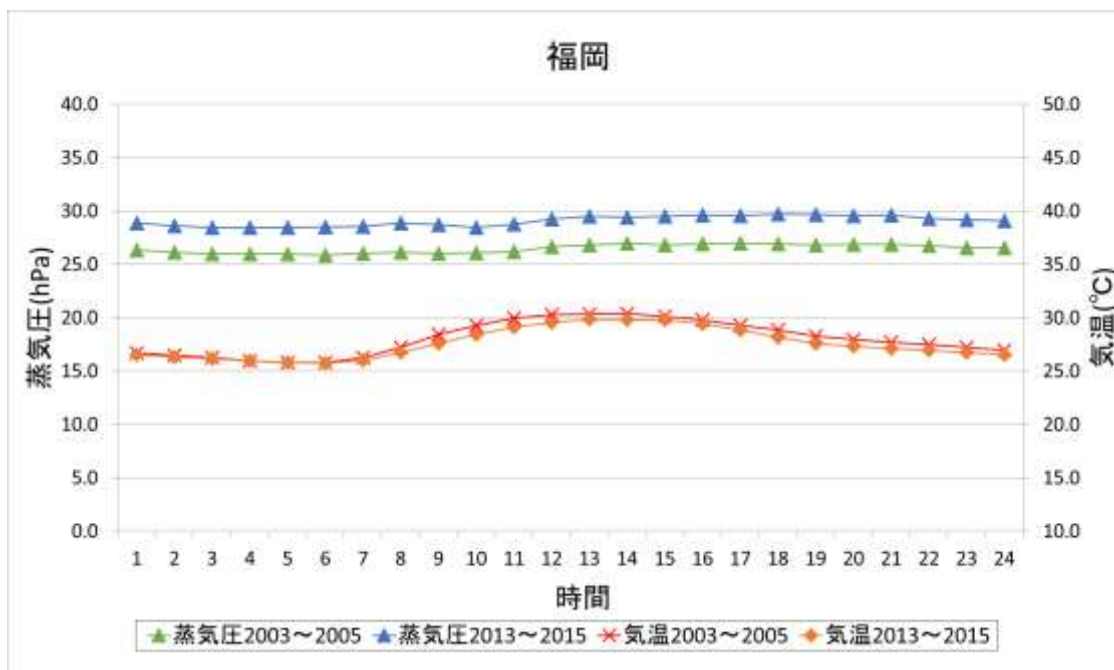


図 27 2003年～2005年と2013年～2015年の8月 蒸気圧・気温の24時間値平均値比較

第六章 まとめ

2003年～2005年と2013年～2015年のドライミスト限界条件値を比較すると、2013年～2015年では各都市でコマ数が増加している。函館、仙台に関しては若干の増加であるが、東京、名古屋、大阪、松山、福岡の5都市に関しては増加が倍以上と著しい。東京に関しては0コマから101コマに変化している。福岡に関しては18コマから141コマに増加している。大阪と松山に関しては東京と福岡の2都市に比べると増加は少ないが、約5倍増加している。

図28.29から、限界条件値が計測された時間帯を比較すると2003年～2005年では、主に日中の計測が多いのに対し、2013年～2015年では夕方から増加し、深夜から早朝にかけて限界条件値が計測されている。これは、気温30℃相対湿度70%以上がこの時間帯に多いことがわかり、夜間から早朝にかけて気温が下がりにくく、相対湿度が高い状況になっていると推測できる。

表-17から気温・相対湿度・蒸気圧を24時間値平均値で比較すると、気温に関しては、2013年～2015年で福岡以外の全都市で気温が上昇している。相対湿度に関しては、仙台と名古屋は減少し、他の都市では上昇している。特に東京と福岡に関しては上昇が著しい。また、蒸気圧に関しては全7都市において上昇している。特に東京と福岡に関しては相対湿度の上昇と比例するように蒸気圧の上昇が著しい。

本研究における結論として、蒸気圧の上昇に伴い、相対湿度が上昇し、ドライミストの限界条件値が増加したといえる。

各都市のドライミストの適用性に関しては、2003年～2005年の既往の研究では、東京、名古屋、大坂、松山、福岡の5都市が十分な効果が期待できるという結果であったが、本研究においては東京、福岡の相対湿度の上昇に伴う、限界条件値の増加から、2013年～2015年におけるドライミストの適用性は名古屋、大坂、福岡の3都市となる。しかしながら、東京、福岡の両都市は夜間から早朝における限界条件値の比率が多いことから、日中の気温が高く、相対湿度が低ければ十分な蒸散効果を得ると考えられ、今後も適用性は期待できると考えられる。

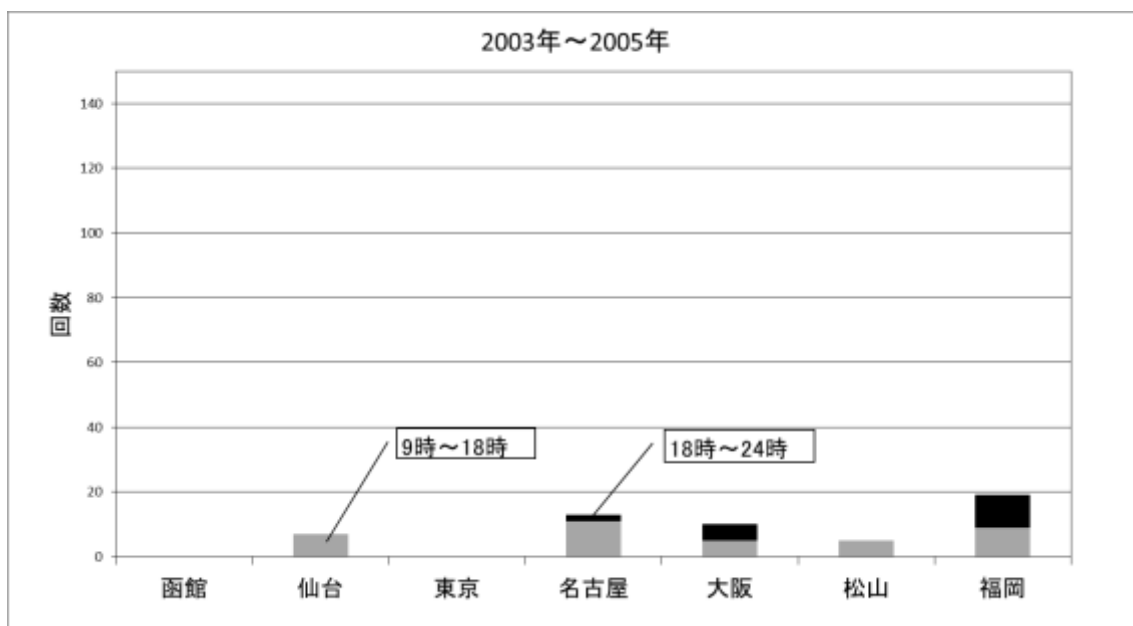


図 28 全 7 都市 2003 年～2005 年 限界条件値計測時刻分布

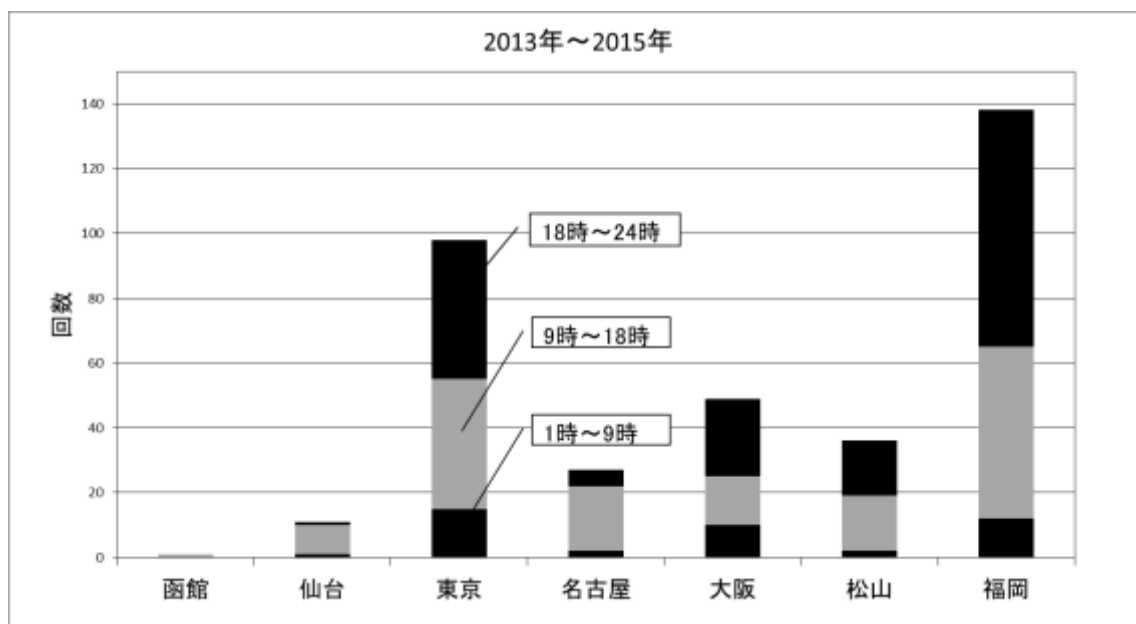


図 29 全 7 都市 2013 年～2015 年 限界条件値計測時刻分布

表-17 2003～2005 年と 2013～2015 気温・相対湿度・蒸気圧の 24 時間値平均値差

	函館	仙台	東京	名古屋	大阪	松山	福岡
気温(°C)	0.8	1.2	0.7	1.3	0.3	0.2	-0.4
相対湿度(%)	3.0	-1.4	5.4	-1.3	0.6	2.0	7.8
蒸気圧(hPa)	1.8	1.3	3.1	0.7	0.6	1.0	2.6

参考文献

- 1) 山田英貴,奥宮正哉,辻本誠,原田昌幸;ドライミスト噴霧による冷却効果に関する研究-愛知万博グローバル・ループにおける実測結果-
学術講演梗概集,P677-678,2006-07-31」
- 2) 柴田由希,気象データから見たドライミストの適用性,
東京理科大学学士論文,平成 18 年度
- 3) 石井智洋,家庭へのドライミストの適用とその実践,
東京理科大学学士論文,平成 18 年度
- 4) 藤部文昭,東京都心における高温日の湿度の経年変化,
日本気象学会,短報,2002 年 6 月
- 5) なごミスト設計有限公司, http://nagomist.co.jp/know_about_company.html
- 6) 国土交通省・気象庁,過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>