
家庭用ドライミストの効果測定

渡辺 明美

第一章 研究の背景と目的

1.1 研究背景

ドライミストとは植物の蒸散分（夏季のクスノキ林の蒸散量 $7.5\text{ml}/\text{分}\cdot\text{m}^2$ ）に相当する細かい水の粒を噴霧する装置である。水に直接圧力をかける（1流体式）ことにより低エネルギーで空中に噴霧することができ、半屋外空間の環境を『暑い』から『少し暑い』へシフトすることを目標としている。ドライミストを使用することで、設置している建物を冷却するだけでなく、その周辺建物内の空調負荷も抑えることができ、最終的にはヒートアイランドの緩和に繋がると期待されている。この考えに基づき、平成15年度に中部経済産業局地域新生コンソーシアム研究開発事業『ドライミストの蒸散効果によるヒートアイランド抑制システムの開発』と称して研究が始められた。公共の場で実際に噴霧されたのは平成17年に開催された愛知万博で初めてで、他に六本木ヒルズ、秋葉原クロスフィールド、相模鉄道二俣川駅などがある。

本研究室では、昨年度からこのような大規模向けだけでなく一般家庭への設置を視野に入れた小型化の研究が始められた。その結果、超磁歪素子を用いたポンプを開発することができ、家庭用ドライミストの試作品が出来上がった。

1.2 研究目的

本研究の目的は、この家庭用ドライミストを実際に家庭で使用する際、どの程度の効果が期待できるかを知ることである。

第二章 家庭用ドライミストとは

2.1 家庭用ドライミストの仕様

ポンプ・・・超磁歪素子を用いた小型ポンプ

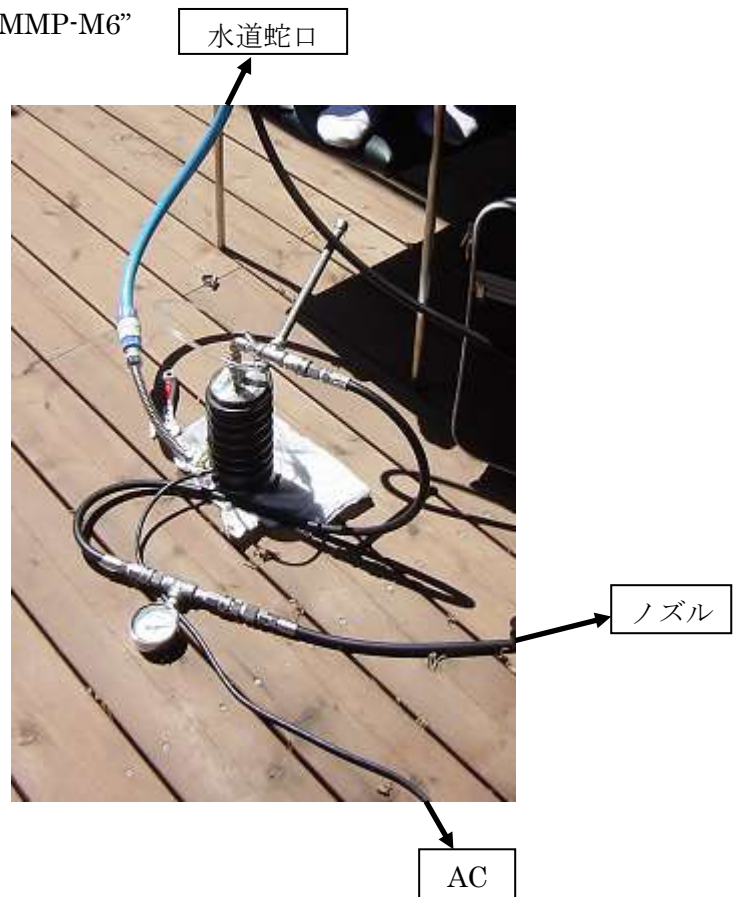
GMM テック (株) 社製 “GMMP-M6”

電力：150(Wh)以下

給水用ホース・・・家庭での園芸用ホース

その他の配管・・・Swagelok 社製

本研究では GMM0705 2号機を使用し
ノズルは3つとした。



2.2 水量測定結果

実験で用いた家庭用ドライミスト2号機が1分間あたりどれだけの水量を噴霧したのかを調べるために水量測定を行った。また、本研究では防音装置であるチャンバーを用いず実験したため、この水量測定でも実験時同様、チャンバーを用いてはいない。

測定日：2007年10月24日

測定方法：各ノズルにロートをラップフィルムで巻き付け固定し、ロートから流れる水をメスシリンダーで測定した。ポンプの電源をONにしてからしばらく放置し(今回は5分間とした)、その後の完全に定常状態となった2分間の噴霧量を測定した。この手順を3回行った。また、それぞれの回の圧力も噴霧量に影響するため同時に測定した。

測定結果：図1のようになり、3回分の合計から平均を出すと噴霧量は 125.5ml/分 となった。

		ノズル番号			合計	圧力(Mpa)
		No.269	No.154	No.7		
水量 (ml/分)	1回目	40.8	45.0	42.4	128.2	4.8
	2回目	40.9	44.2	41.6	126.7	4.8
	3回目	40.0	40.8	41.0	121.8	4.7



第三章 実験計画

3.1 実験の概要

一般家庭に設置し使用することを想定し、噴霧時間・噴霧角度や室外の条件（天気など）の条件が変わることで、室内環境がどのように変化するかを調べる。
今回は 3.2 で述べる実験住宅となったため、測定室の広さ等を考慮した結果、家庭用ドライミストにつなぐノズルは 60 cm 間隔で 3 つとした。

3.2 実験住宅

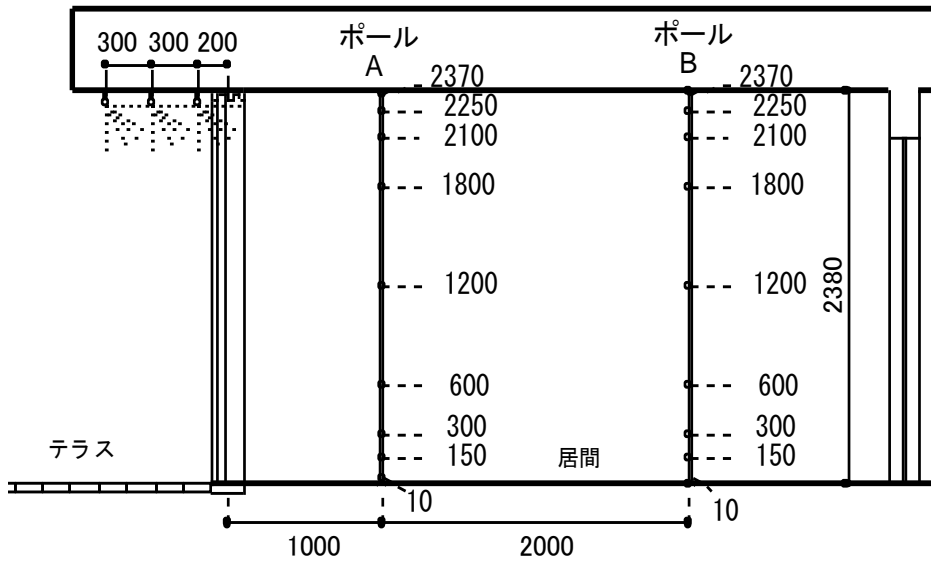
3.2.1 実験場の選定方法

今回、家庭用ドライミストを設置するにあたって、インターネットのミストブログ (<http://blog.livedoor.jp/misuto601/>) と本研究室のホームページ (<http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/tujimoto/index.html>) において、巻末の参照の通り、設置させてもらえるモニターを公募した。6 件の問い合わせメールがあったが、実際の家庭に設置すると測定のために何度も訪問しなくてはならず、またモニターの家庭生活を考慮した測定条件にせざるを得ない。本研究ではそういった枠にとらわれず、多くの条件で検証してみたいと思ったため、この公募したモニターとは別ルートで見つかった、都内にある実験住宅に設置することになった。（公募モニターは本研究室の吉田が担当した。）

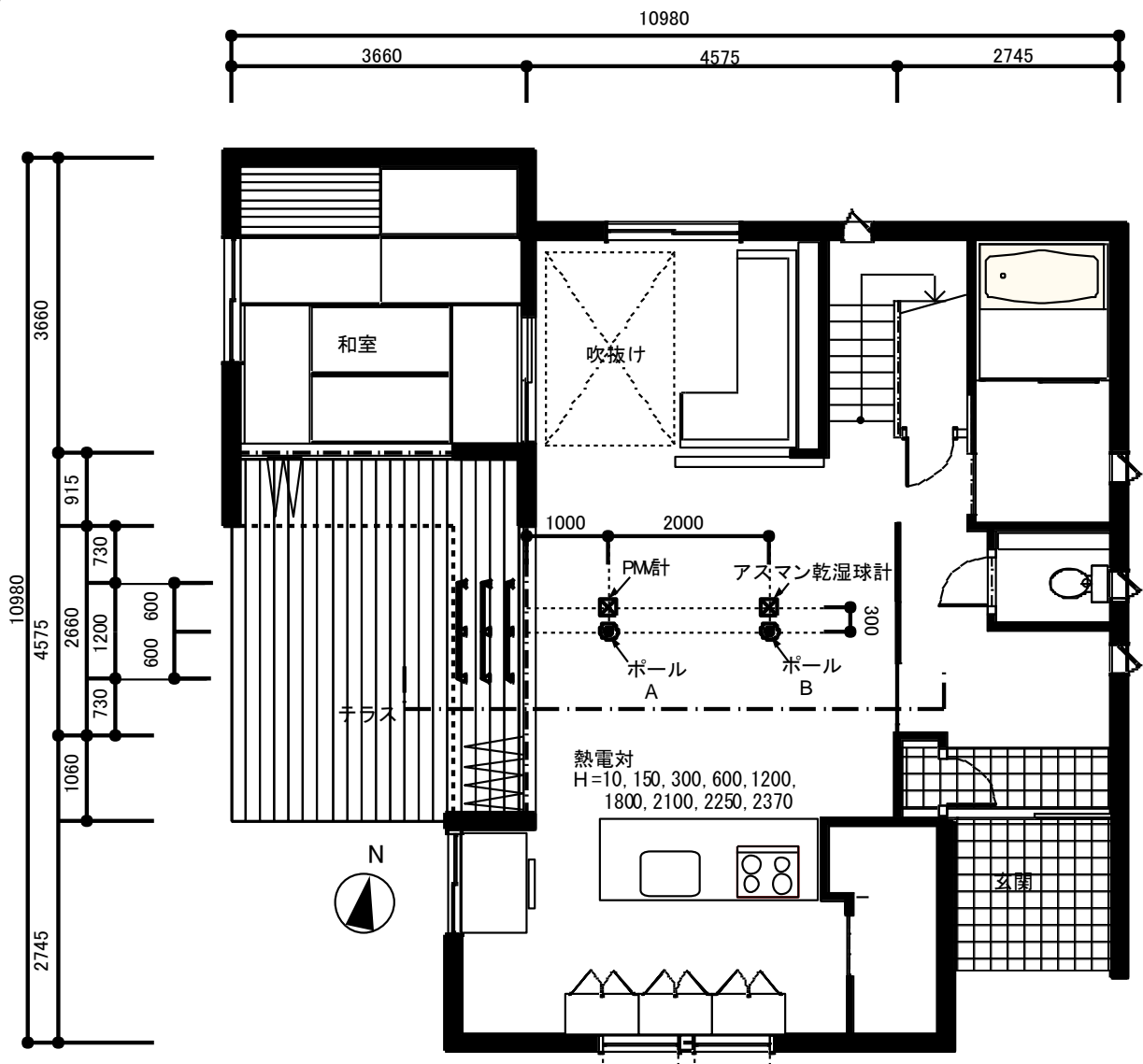
3.2.2 実験住宅について

東京都板橋区にある、鉄骨造 2 階建て実験住宅の 1 階居間を対象とした。
この実験住宅は住宅メーカーが実験や撮影等を行うために建てられたもので、通常の仕様より断熱材の量が少ないこと以外は、家具が設置され、水道・電気も通してあり、一般の住宅に近い状態といえる。次ページの 1 階平面図と断面図を参照されたい。

測定点拡大断面図



実験住宅 1階平面



実験住宅 外観写真 (西南方向から)



実験住宅 内観写真



3.3 家庭用ドライミストの設置方法

3.3.1 設置場所と配管

ドライミスト全体の配管について

実験住宅の1階、リビングにある開口部テラスに面した庇下面に配管を設置し、リビングに向かって噴霧できるようにした。方法として、この庇は900mm幅があるのだが、この下面に開口部からの距離が3段階に分け設置できるよう、フックを取り付けた。フックの位置は開口部からそれぞれ200mm、500mm、800mmである。

そしてこのフックとドライミストの配管、ちょうどノズルのある位置3ヶ所を結束バンドを用いて右の写真のように固定した。



(写真では開口部から800mmのフックに設置している)



ポンプについて

ポンプは2階ベランダに置き、コンセント及び水道につなぐ。ノズル等の軒下に設置した配管とつながる高圧ホースは、ベランダの手すり部分に固定する。



3.3.2 ノズルの位置と角度

前記した通り、軒下のフックとドライミストの配管は結束バンドによって設置した。

ノズル角度は、配管の自重と結束バンドとの摩擦によって任意に定められる。

今回の実験条件の角度に固定した様子は下図の通りである、

	0度	30度	45度	60度	90度
800 mm	①	②	③	④	⑤
500 mm	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
200 mm	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮

3.4 測定装置

3.4.1 熱電対

これにより、室内の上下の温度を計測する。

設置方法は、開口部の中央から、それぞれ 1000mm と 3000mm 離れた箇所に直径約 30mm の突っ張り棒への固定である。この 2 本の突っ張り棒(以下、開口部から 1000mm、3000mm 離れたものをそれぞれポール A、B とよぶ)に熱電対を 9 点ずつ、ねじりっことマスキングテープで設置した。A、B の位置は 1 階平面図にも示してある。

この 9 点は床からの距離が 5mm、150mm、300mm、600mm、1200mm、1800mm、2100mm、2250mm、2375mm となるようにした。熱電対で測定されたデータは、データロガーにより 1 分ごとに記録されるよう設定した。

熱電対のポール A(左手前)、ポール B(右奥)

データロガー



3.4.2PMV 計

PMV 計により以下を測定する。

気温 (0~50℃)、グローブ温度 (0~50℃)、平均輻射温度 (0~50℃)
相対湿度 (0~100%RH)、風速 (0~5m/s)、PMV 値 (-3~+3)、
PPD (0~100%)

また、PMV 計の測定精度は以下の通りである。

温度 : ±0.5℃ (15~35℃)、相対湿度 : ±3% (20~80%RH)
風速 : ±0.1m/s (0~1m/s)、±0.5m/s (1~5m/s)

設置場所は1階平面図に示した通りである。



サッシュからPMV計まで
1000mm

3.4.3 ウェザーステーション

Davis 社製の”vantage pro2”

・測定項目：

風向／風速 (m/s) ／最高風速 (m/s) ／
室外温度 (°C) ／最高室外温度 (°C) ／
最低室外温度 (°C) ／室外湿度 (%) ／
室内温度 (°C) ／室内湿度 (%) ／体感
温度 (°C) ／露点 (°C) ／気圧 (hPa)
／熱指数 (°C) ／雨量 (mm) ／紫外線
指数／日射(W/m²)

・設置場所：実験住宅 2 階屋根



3.4.4 アスマン乾湿球計

今回アスマン乾湿球計は 2 台使用した。
アスマン乾湿球計は温湿度を正確に測定することが
できるが、これを測定室内のドライミストに
近いか遠いか、あるいは室内の上部と下部で
どの程度違いがあるかをしるためである。
実験開始後すぐは 1 台を PMV 系に下げ(サッシ
ュから 1 m)、もう一台を脚立(サッシュから 3
m)に下げ、床から 1200mm のところで測定して
いたが後半は写真の通り、脚立のおいてちた
ところに代わりに洗濯物干し用の三脚(サッシュ
から 3 m)に上下で設置した。床から 350mm と
1350mm である。
本論で扱うアスマンデータは後者であるため、
1 階平面図にはこの位置を示してある。



サッシュからアスマンまで
3000mm

第四章 実験での失敗について

4.1 実験での失敗について

8月2日以降、熱電対による温度データがロガーの故障で記録されていないことに気付かず実験を終了していた。このため、アスマン乾湿球計及びそれ以前の温度データを採用する分析することとした。そのため、次章以降はデータの残っているものを記している。また、本研究で行ったものの再実験が必要と判断される。

第五章 実験結果と考察

5.1 実験の日程及びその概要

5.1.1 熱電対データのある実験

2007年7月26日 開口部は全て開けた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	繰り返し回数
1	11:27	1分 ON 5分 OFF (6分間を1セット) ※800mm 30° 網戸あり	5回繰り返す
2	12:02	2分 ON 5分 OFF 繰り返し2回目で失敗したため終了	
3	12:28	2分 ON 5分 OFF (7分間を1セット) ※800mm 30° 網戸あり	5回繰り返す
4	13:10	5分 ON 10分 OFF (15分間を1セット) ※800mm 30° 網戸あり	3回繰り返す
5	14:00	20分 ON 30分 OFF (50分間を1セット) ※800mm 30° 網戸あり	2回繰り返す

備考 15:20 に雨が降り出したため実験を終了した。

2007年7月27日 開口部は全て開けた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	回数
6	11:20	15分 ON ※800mm 30° 網戸あり	1回のみ
7	12:00	60分 ON 20分 OFF (80分間を1セット) ※800mm 30° 網戸あり	2回繰り返す
8	15:00	20分 ON 15分 OFF (35分間を1セット) ※200mm 45° 網戸あり	1回のみ
9	15:35	20分 ON 15分 OFF (35分間を1セット) ※200mm 45° 網戸なし	1回のみ

2007年8月1日 開口部は全て開けた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	繰り返し回数
10	12:00	30分 ON 20分 OFF (50分間を1セット) ※800mm 60° 網戸なし	2回繰り返す
11	14:30	30分 ON 20分 OFF (50分間を1セット) ※800mm 60° 網戸あり	1回のみ

5.1.2 熱電対データの無い実験

2007年8月2日 開口部は全て開けた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	繰り返し回数
1 2	10:30	3分 ON 3分 OFF (6分間を1セット) ※800mm 90° 網戸なし	3回繰り返す
1 3	11:00	3分 ON 3分 OFF (6分間を1セット) ※800mm 0° 網戸なし	3回繰り返す
1 4	11:30	3分 ON 3分 OFF (6分間を1セット) ※800mm 60° 網戸なし	3回繰り返す
1 5	12:05	3分 ON 3分 OFF (6分間を1セット) ※800mm 30° 網戸なし	3回繰り返す
1 6	12:30	3分 ON 3分 OFF (6分間を1セット) ※800mm 45° 網戸なし	3回繰り返す
1 7	13:20	20分 ON 10分 OFF (30分間を1セット) ※500mm 45° 網戸なし	4回繰り返す
1 8	15:20	20分 ON 10分 OFF (30分間を1セット) ※500mm 60° 網戸なし	1回のみ
1 9	15:50	20分 ON 10分 OFF (30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ

2007年8月3日 開口部は全て開けた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	繰り返し回数
2 0	10:55	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 45° 網戸なし	3回繰り返す
2 1	12:25	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ
2 2	13:25	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 90° 網戸なし	1回のみ
2 3	13:55	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 45° 網戸なし	1回のみ
2 4	14:25	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ
2 5	14:55	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 60° 網戸なし	1回のみ
2 6	15:25	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 30° 網戸なし	1回のみ
2 7	15:55	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 90° 網戸なし	1回のみ

2007年8月16日 開口部は全て開けた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	繰り返し回数
28	11:10	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 60° 網戸なし	1回のみ
29	11:40	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 45° 網戸なし	1回のみ
30	12:10	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ
31	12:40	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ
32	13:05	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 30° 網戸なし	1回のみ
33	13:50	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ
34	14:30	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 90° 網戸なし	1回のみ
35	15:10	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ
36	15:50	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※500mm 0° 網戸なし	1回のみ

2007年8月20日 開口部は全て開けた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	繰り返し回数
37	10:00	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※800mm 45° 網戸なし	1回のみ
38	10:40	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 45° 網戸なし	1回のみ
39	11:20	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 0° 網戸なし	1回のみ
40	12:00	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 60° 網戸なし	1回のみ
41	12:40	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 0° 網戸なし	1回のみ
42	13:20	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 0° 網戸なし	1回のみ

西面サッシ以外の開口部を閉めた状態

実験 No.	実験開始時間	実験概要と条件	繰り返し回数
4 3	15:00	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 45° 網戸なし	1回のみ
4 4	15:40	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※800mm 45° 網戸なし	1回のみ
4 5	16:20	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※800mm 45° 網戸なし	1回のみ

2007年8月21日

開口部を全て全開にした状態で、1日の温湿度を計測する。

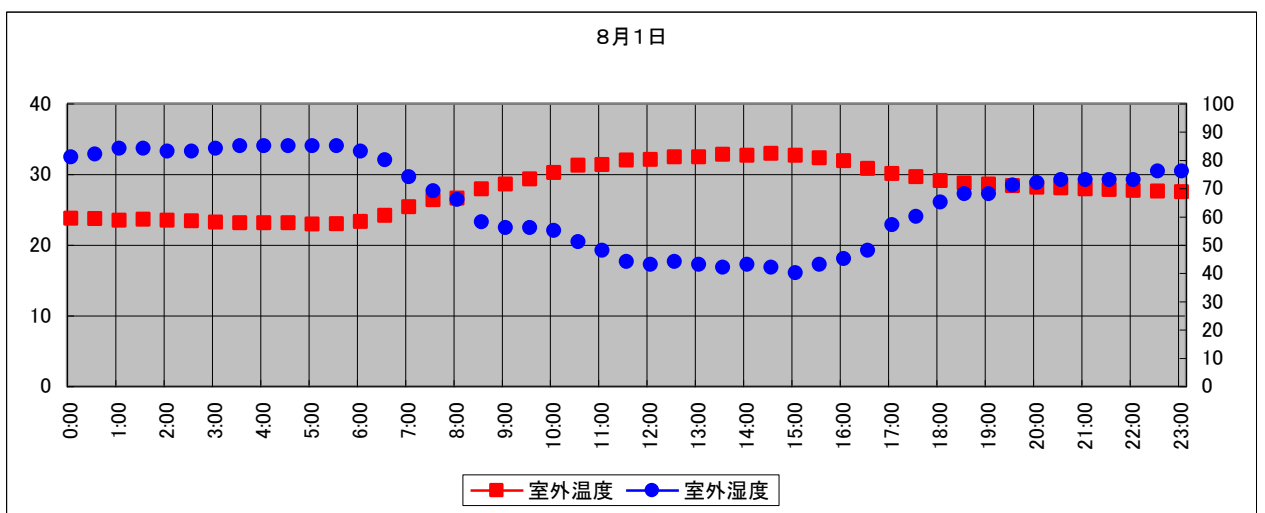
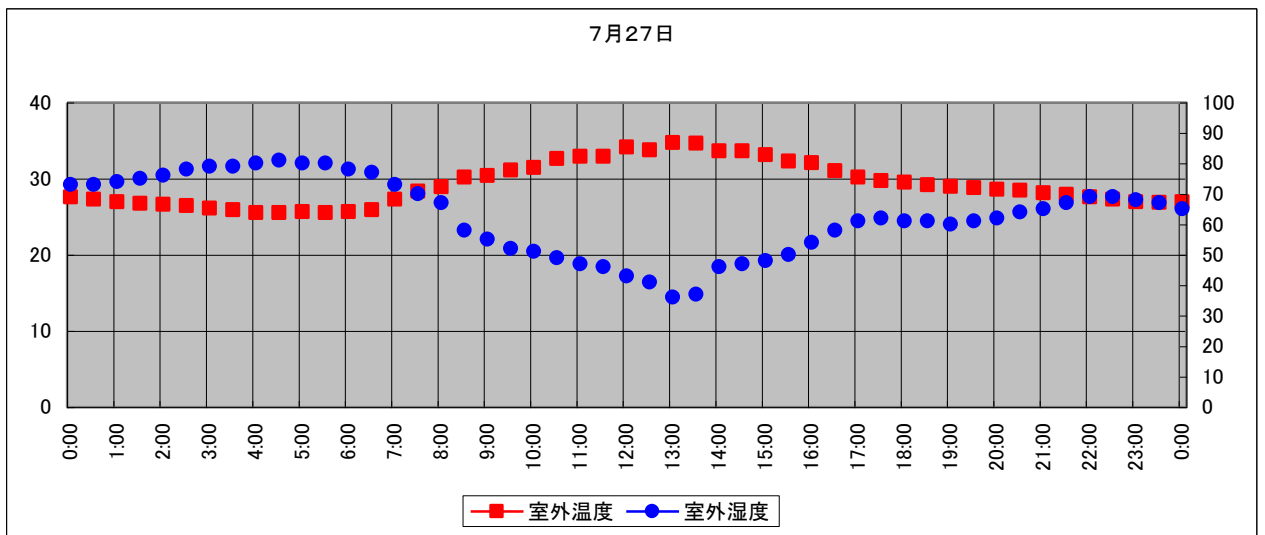
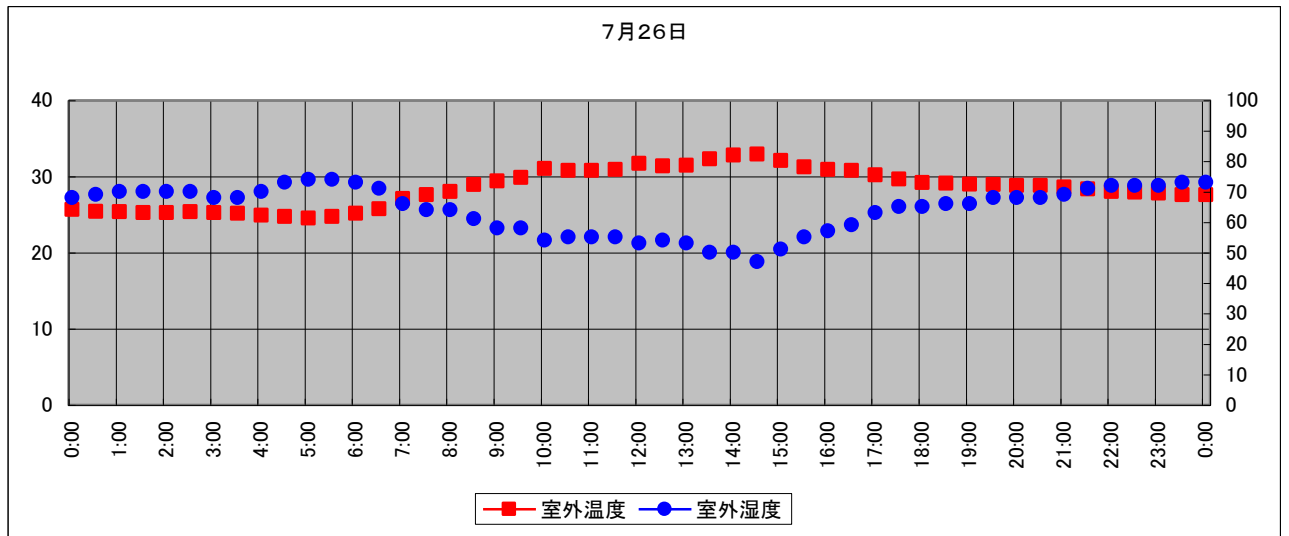
2007年8月24日

日中断続噴霧実験(5.4を参照のこと)

2007年8月27日 風向などにより開閉を変える

実験 No.	実験開始時	実験概要と条件	繰り返し回数
4 6	10:00	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※800mm 45° 網戸なし	1回のみ
4 7	10:40	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 45° 網戸なし	1回のみ
4 8	11:20	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 0° 網戸なし	1回のみ
4 9	12:00	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 60° 網戸なし	1回のみ
5 0	12:40	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 0° 網戸なし	1回のみ
5 1	13:20	20分 ON 10分 OFF(30分間を1セット) ※200mm 0° 網戸なし	1回のみ

また、ウェザーステーションにより得た、熱電対データのある3日間の実験日の室外気温と室外湿度データをグラフで示すと下図のようになる。



5.2 連続噴霧実験 結果

この実験はシンプルに、とにかくドライミストを噴霧してみて、室内の環境はどのように変化するかを知ろうというものである。そして後述する 5.2 の日中断続噴霧とは違い、室内がどのように変化しても、あらかじめ決められた時間によってドライミストの ON/OFF を行うものである。また、4.1 で述べたような失敗がなければ、3.3.2 の全 15 パターンの条件での実験の比較や、網戸の有無による違いも検証したかったところである。

何分間噴霧すべきか手探りであったため、5.0 に示した通り噴霧時間は様々であるが、噴霧時間が短いものは結果がわかりにくいため、20分以上噴霧した時で、熱電対データのあ
る実験のみを本研究では扱うこととする。

これに該当するのは、実験 No.5、7、8、9、10、11 である。

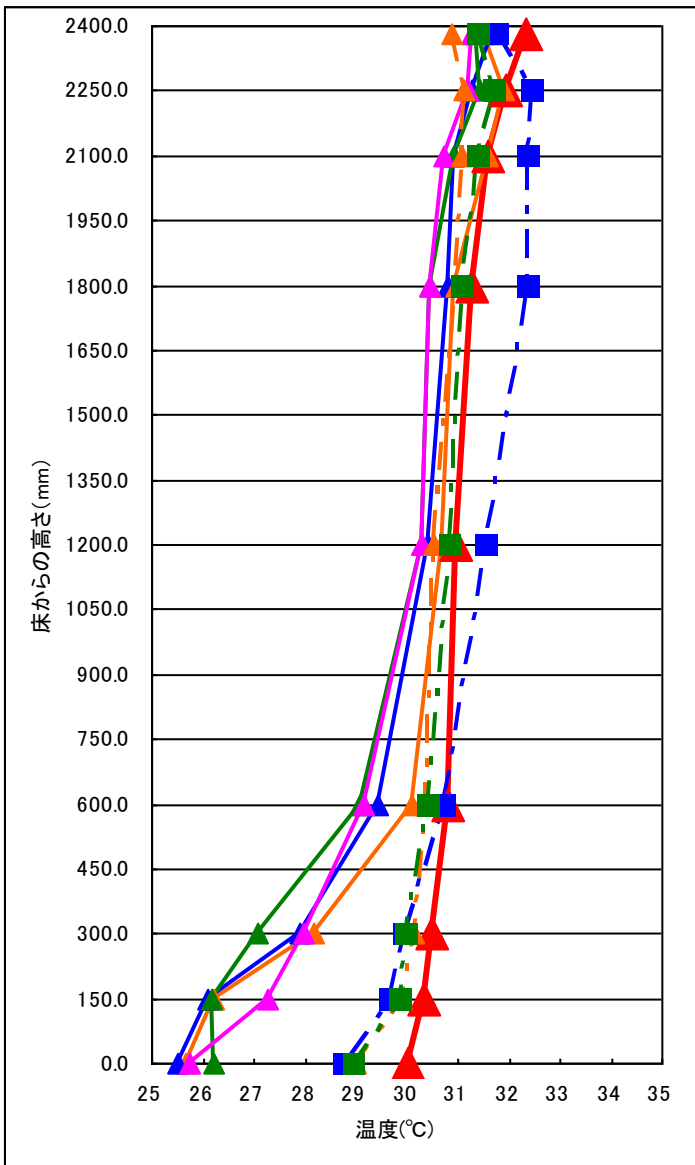
実験 No.5

20分 ON 30分 OFF (50分間を1セット) これを2回繰り返す

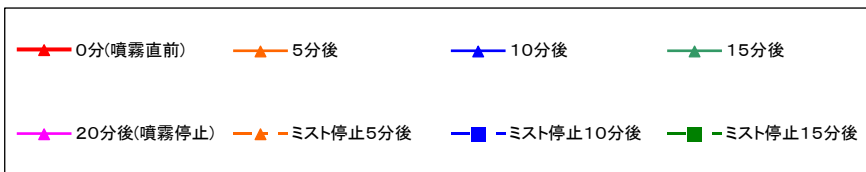
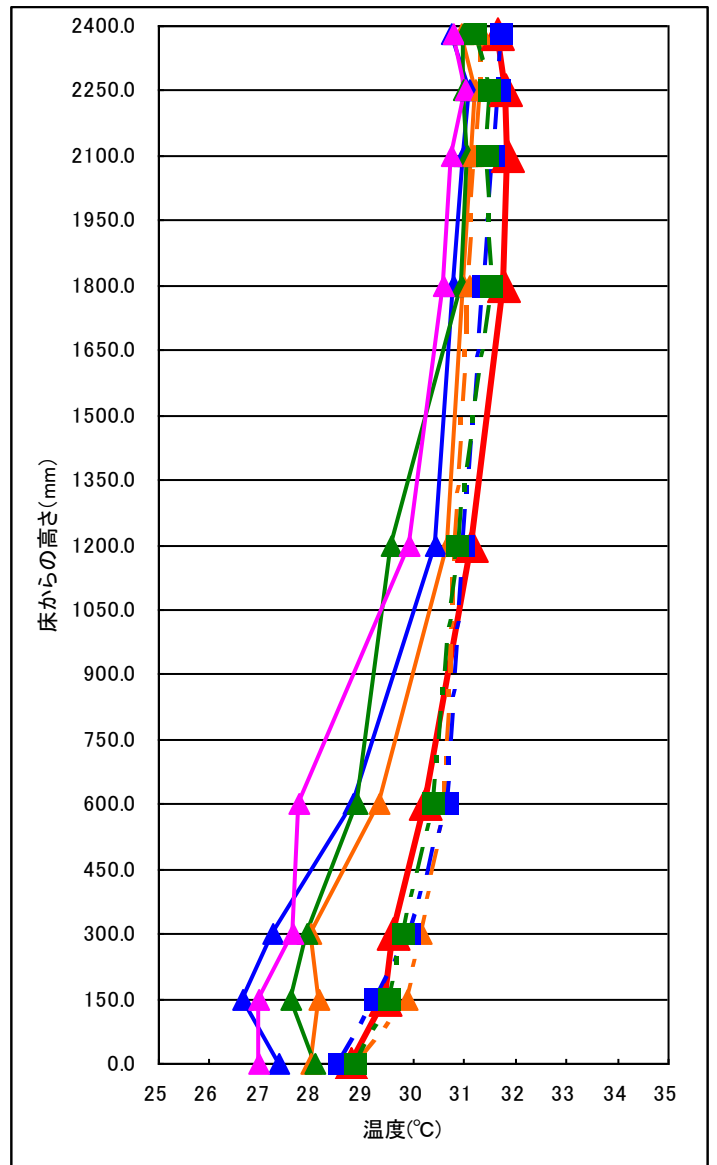
※800mm 30° 網戸あり

1回目 噴霧開始時間 14:00 噴霧終了時間 14:20

サッシュュから 1 m



サッシュュから 3 m



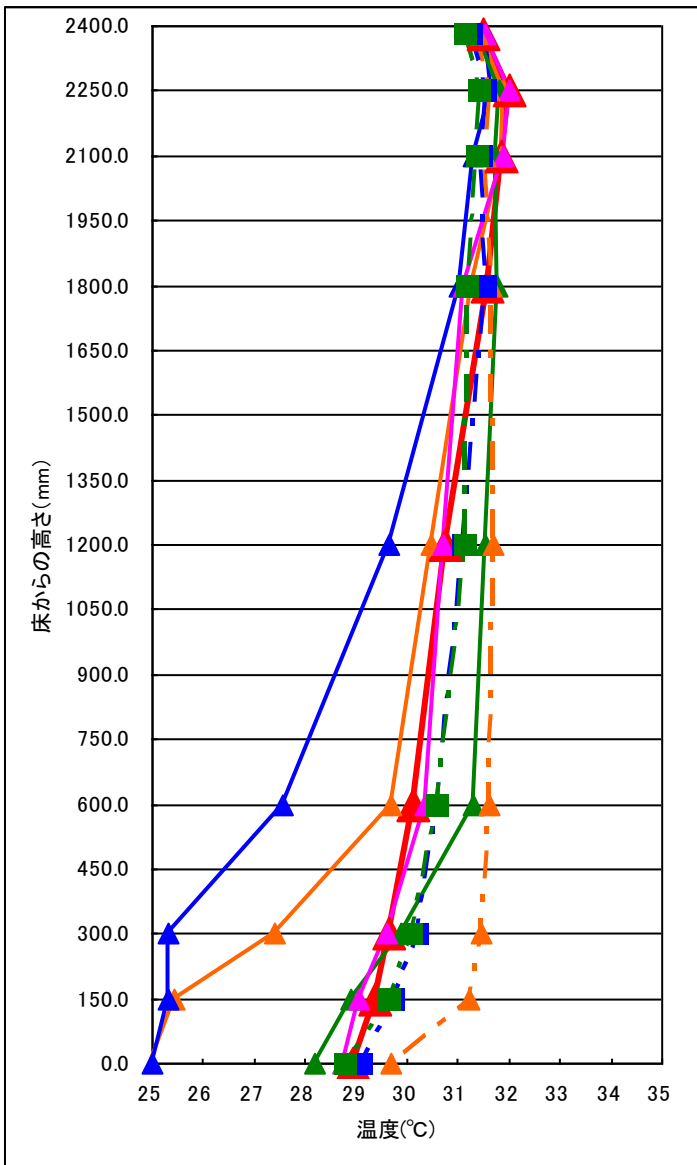
実験 No. 5

20分 ON 30分 OFF (50分間を1セット) これを2回繰り返す

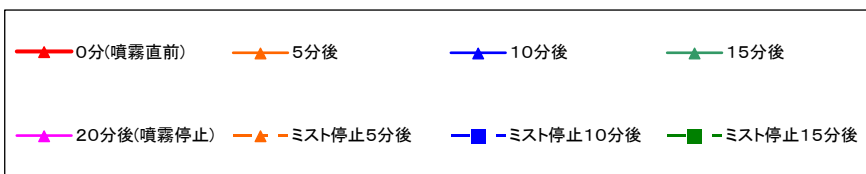
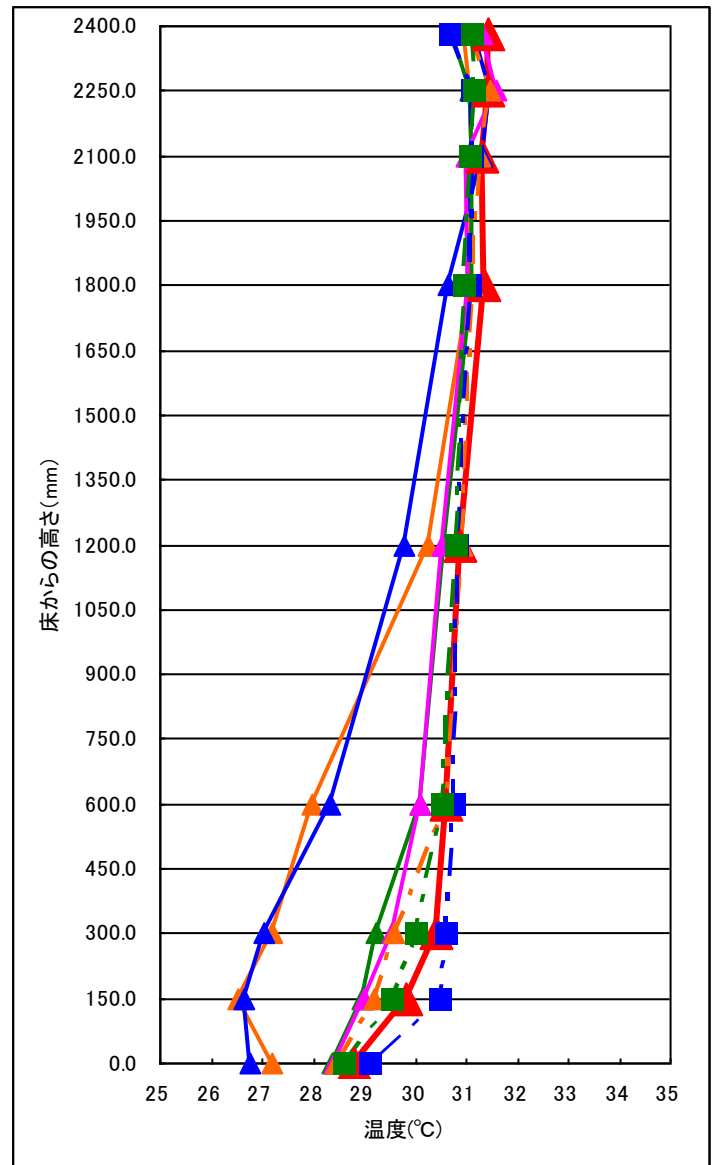
※800mm 30° 網戸あり

2回目 噴霧開始時間 14:50 噴霧終了時間 15:10

サッシュから 1 m



サッシュから 3 m



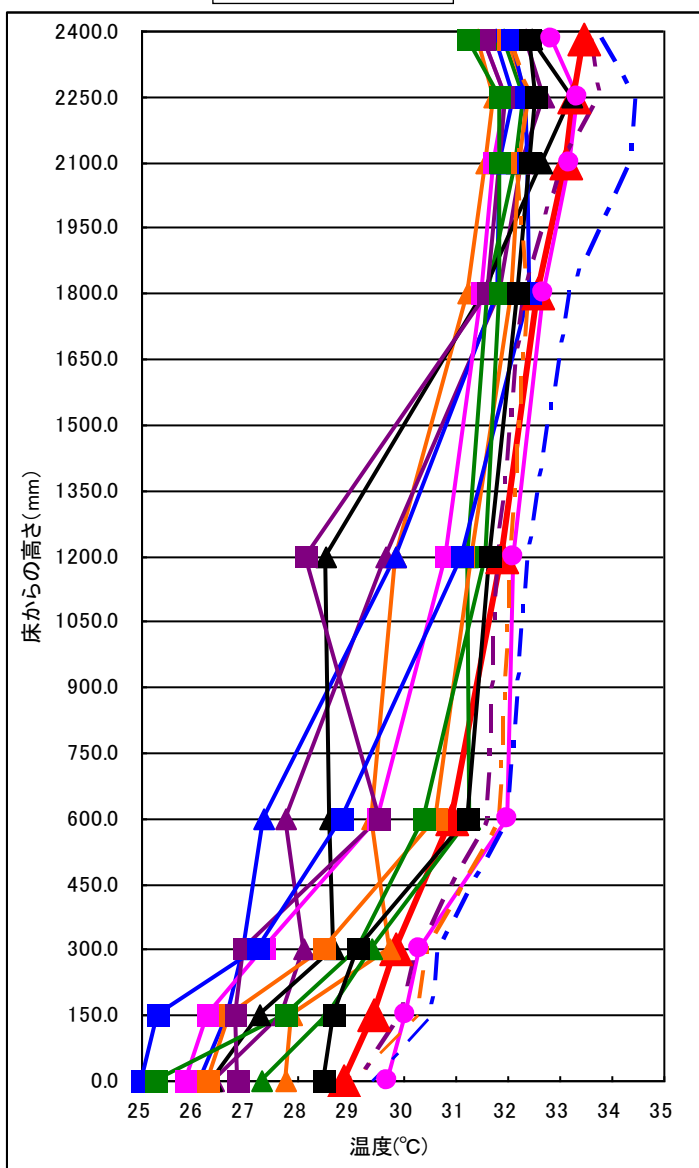
実験 No. 7

60分 ON 20分 OFF (80分間を1セット) これを2回繰り返す

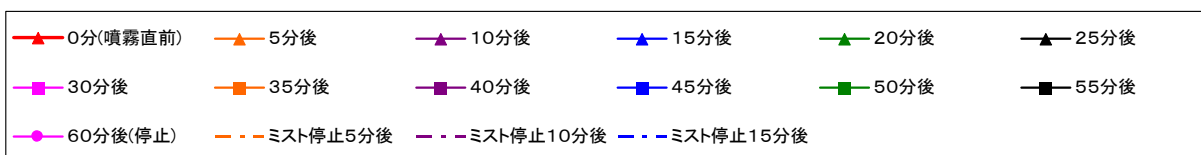
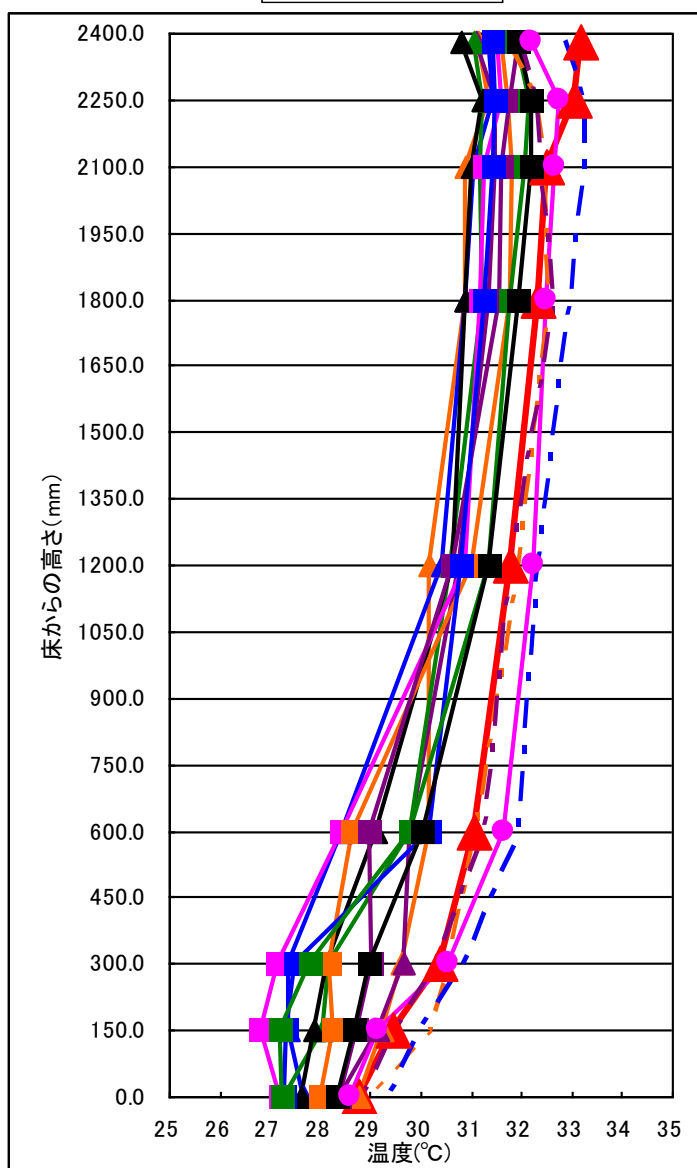
※800mm 30° 網戸あり

1回目 噴霧開始時間 12:00 噴霧終了時間 13:00

サッシユから 1 m



サッシユから 3 m



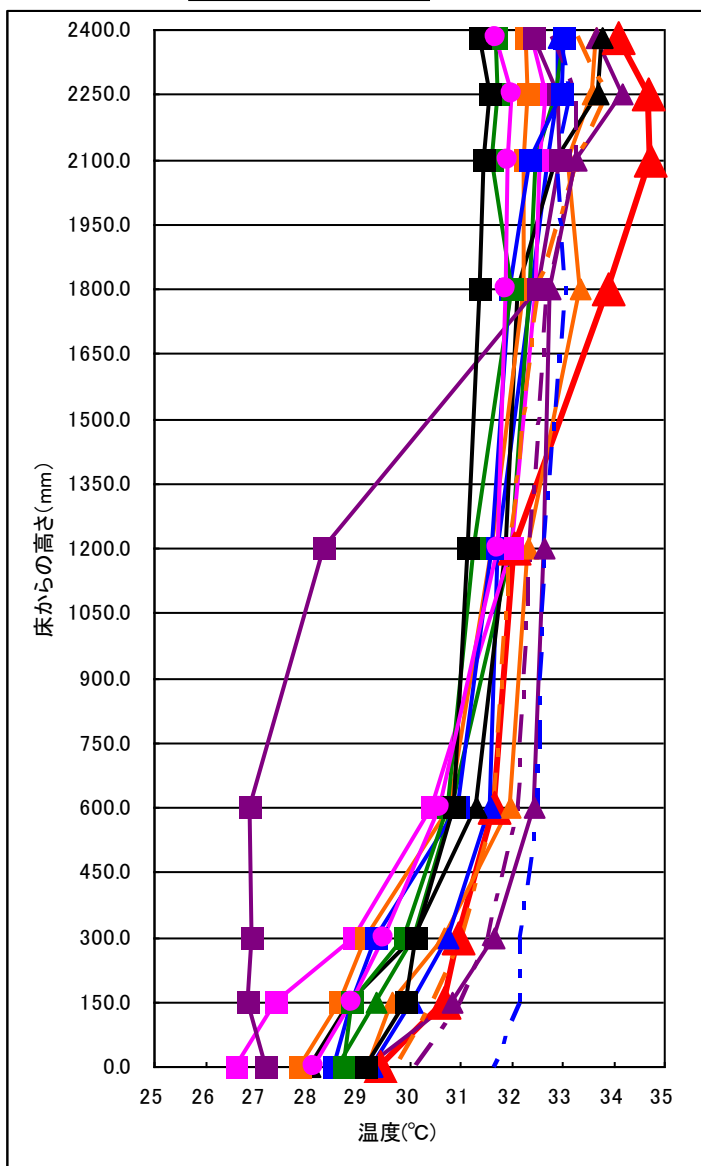
実験 No. 7

60分 ON 20分 OFF (80分間を1セット) これを2回繰り返す

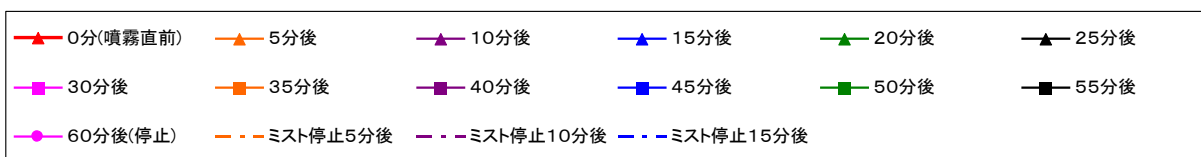
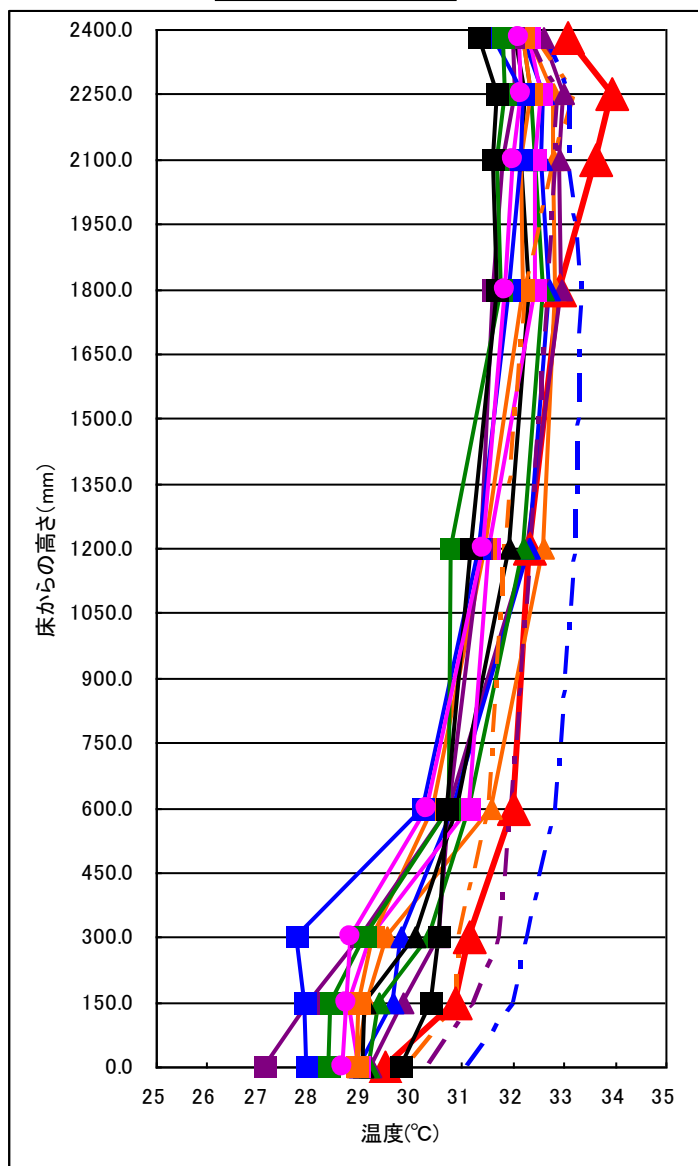
※800mm 30° 網戸あり

2回目 噴霧開始時間 13:20 噴霧終了時間 14:20

サッシュュから 1 m



サッシュュから 3 m

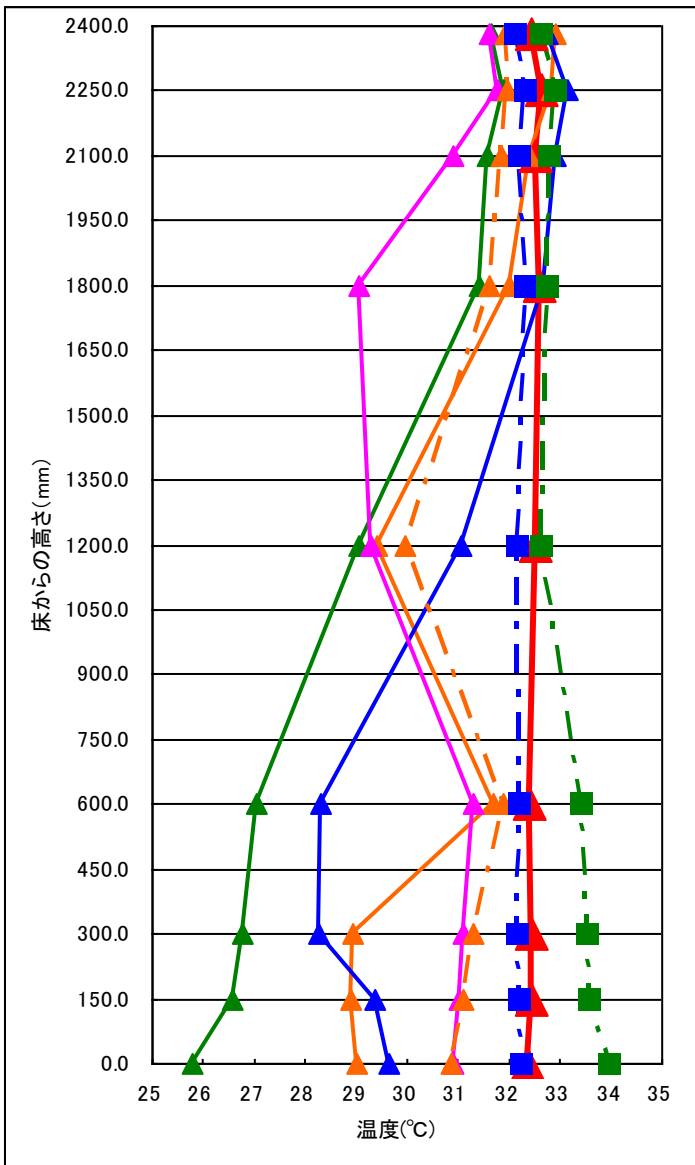


実験 No.8

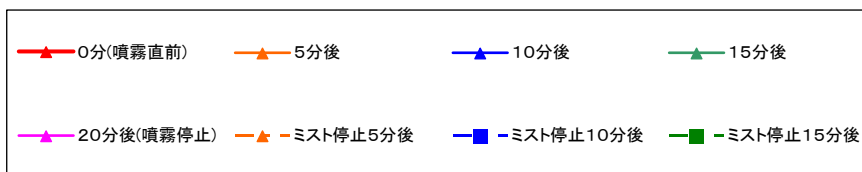
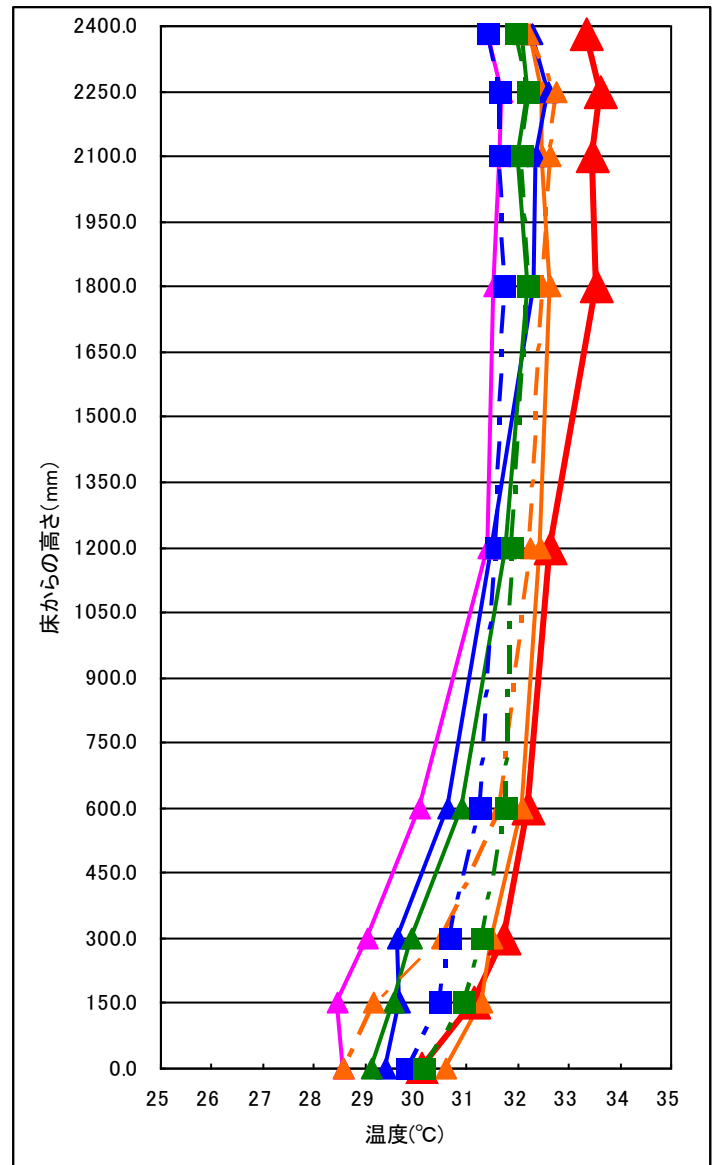
20分 ON 15分 OFF (80分間を1セット) 繰り返しなし
 ※200mm 45° 網戸あり

噴霧開始時間 15:00 噴霧終了時間 15:20

サッシユから 1 m



サッシユから 3 m



実験 No.9

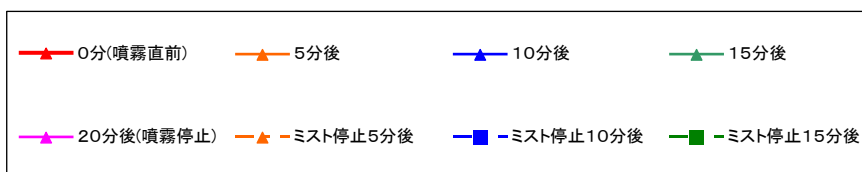
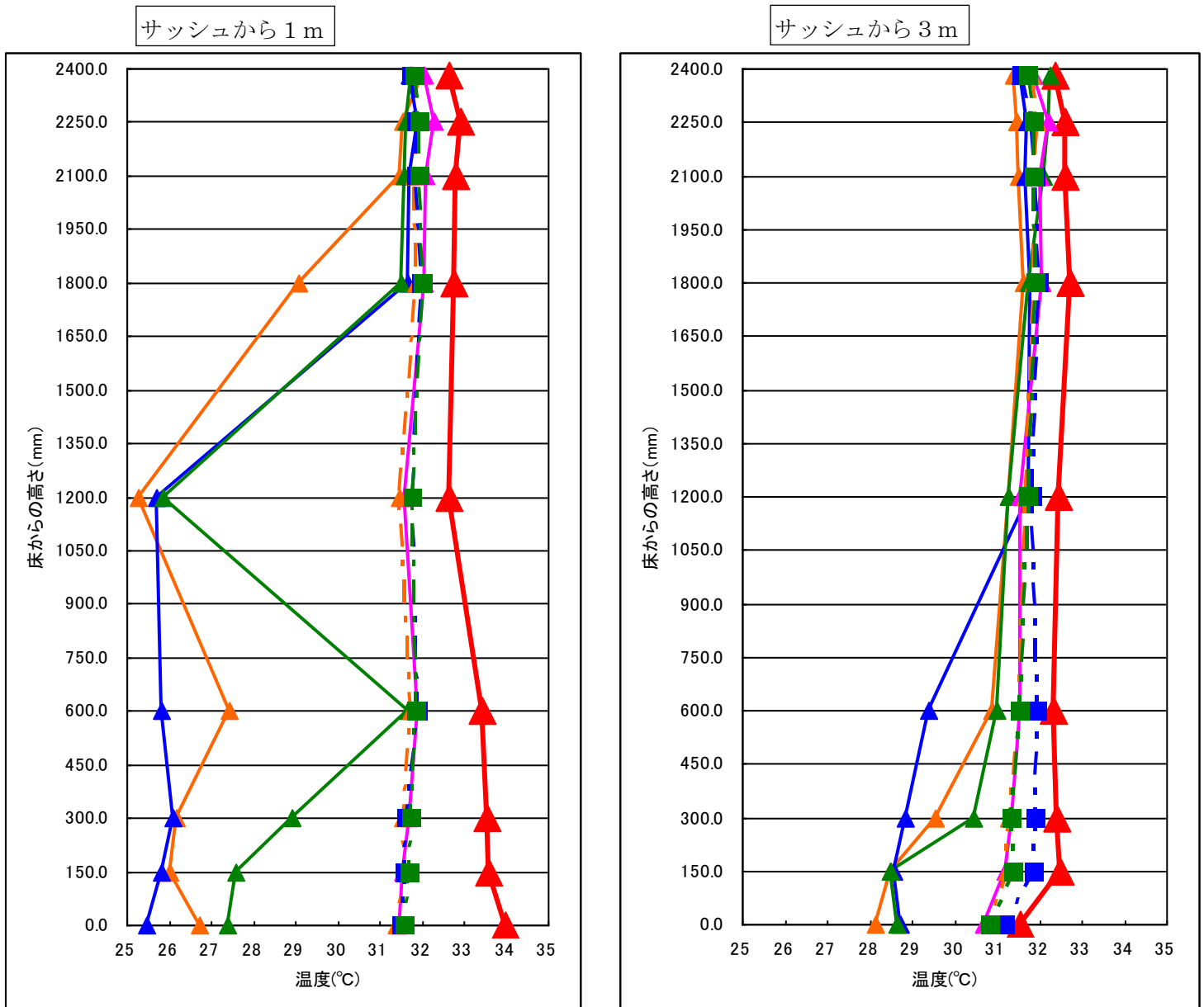
20分 ON 15分 OFF (80分間を1セット)

繰り返しなし

※200mm 45° 網戸なし

噴霧開始時間 15:35 噴霧終了時間 15:55

備考 実験 No.8 と条件は網戸の有無が違うのみ



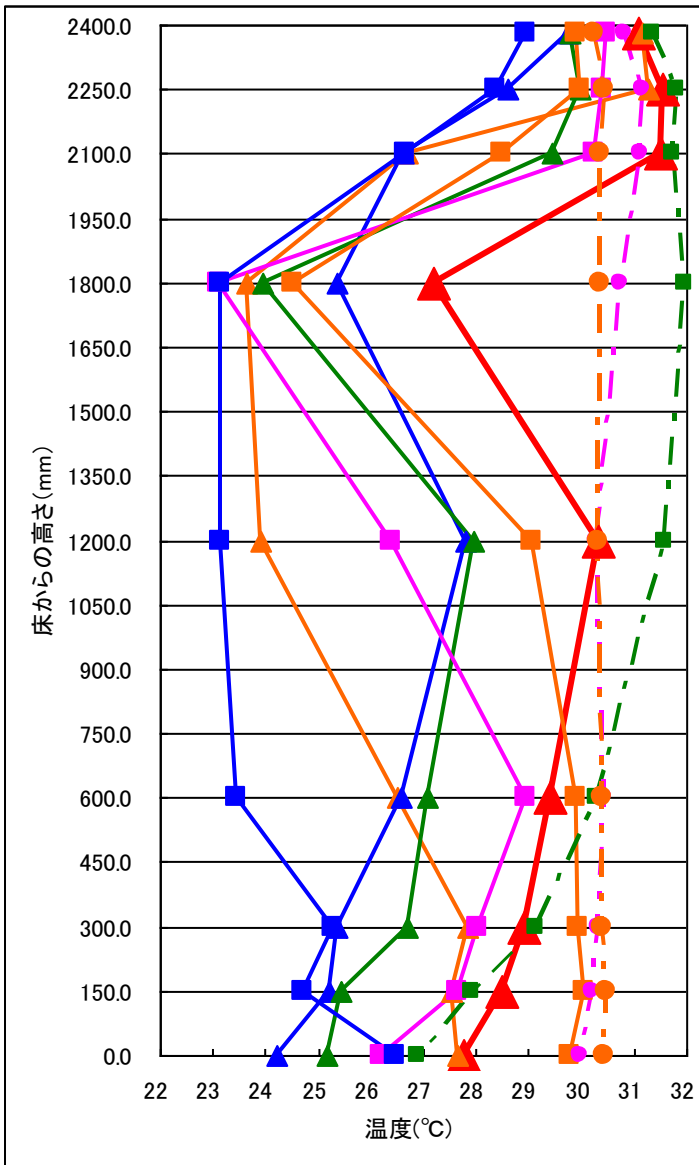
実験 No. 1 0

30分 ON 20分 OFF (50分間を1セット) これを2回繰り返す

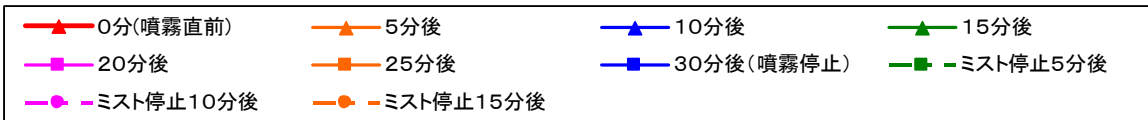
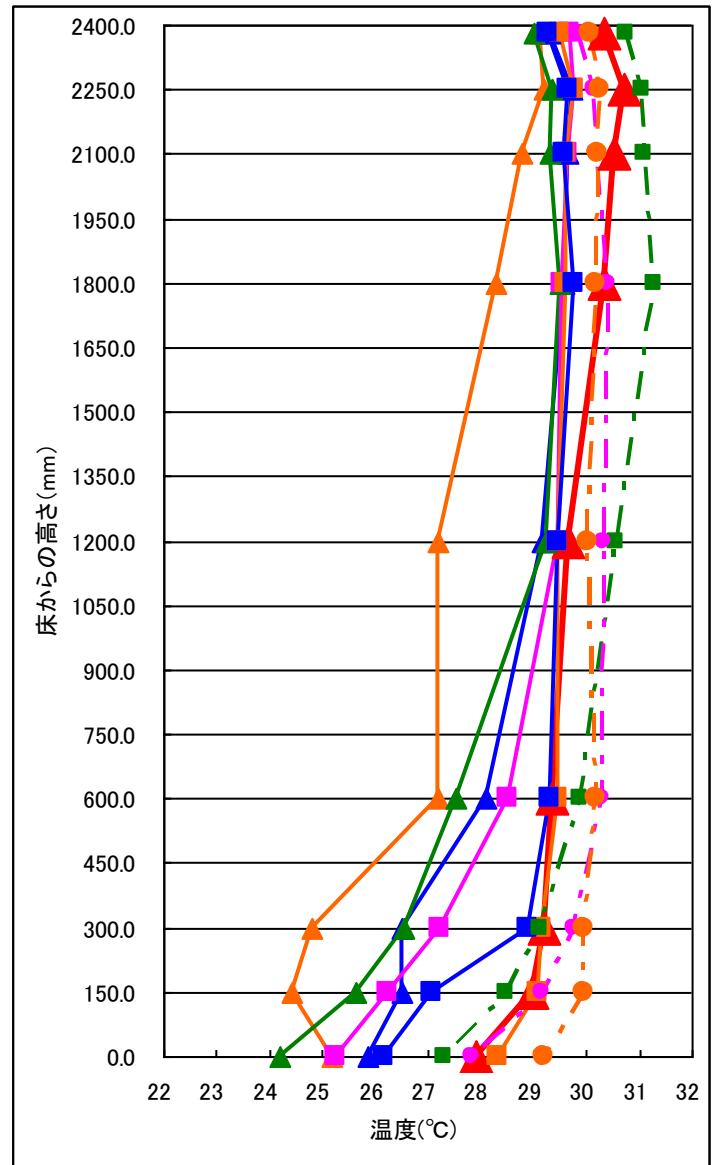
※800mm 60° 網戸なし

1回目 噴霧開始時間 12:00 噴霧終了時間 12:30

サッシユから 1 m



サッシユから 3 m



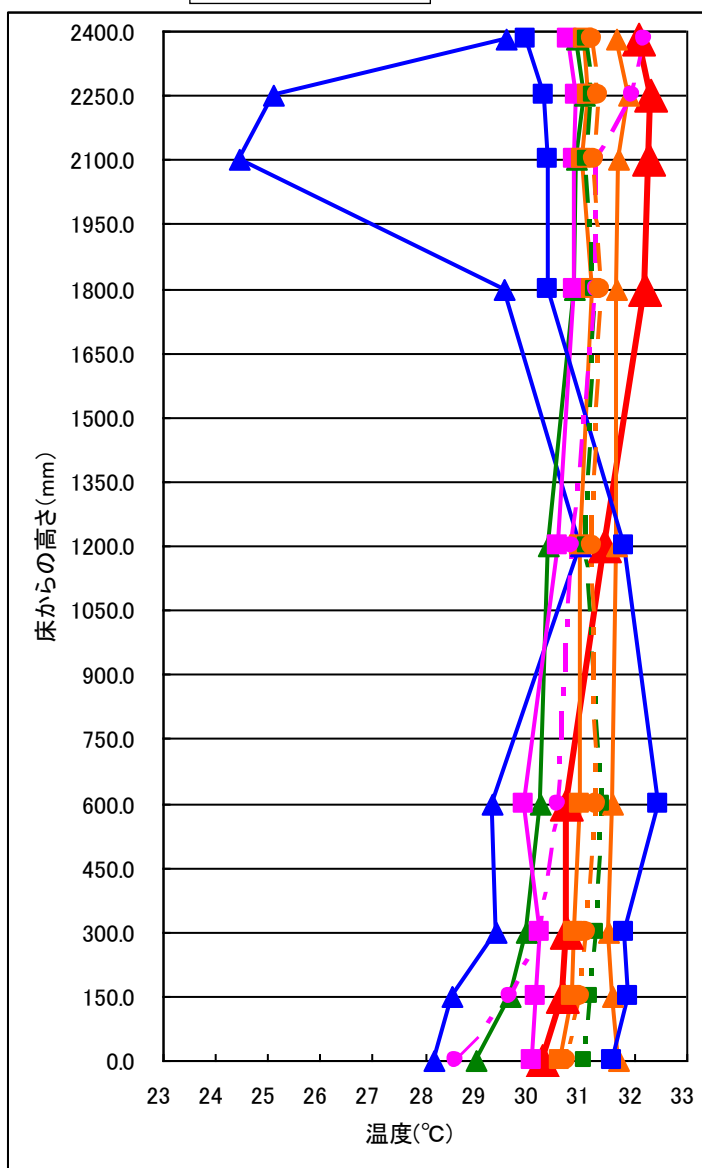
実験 No. 1 0

30分 ON 20分 OFF (50分間を1セット) これを2回繰り返す

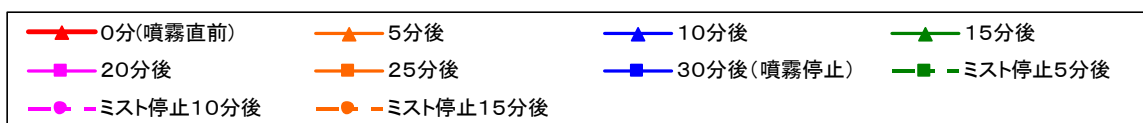
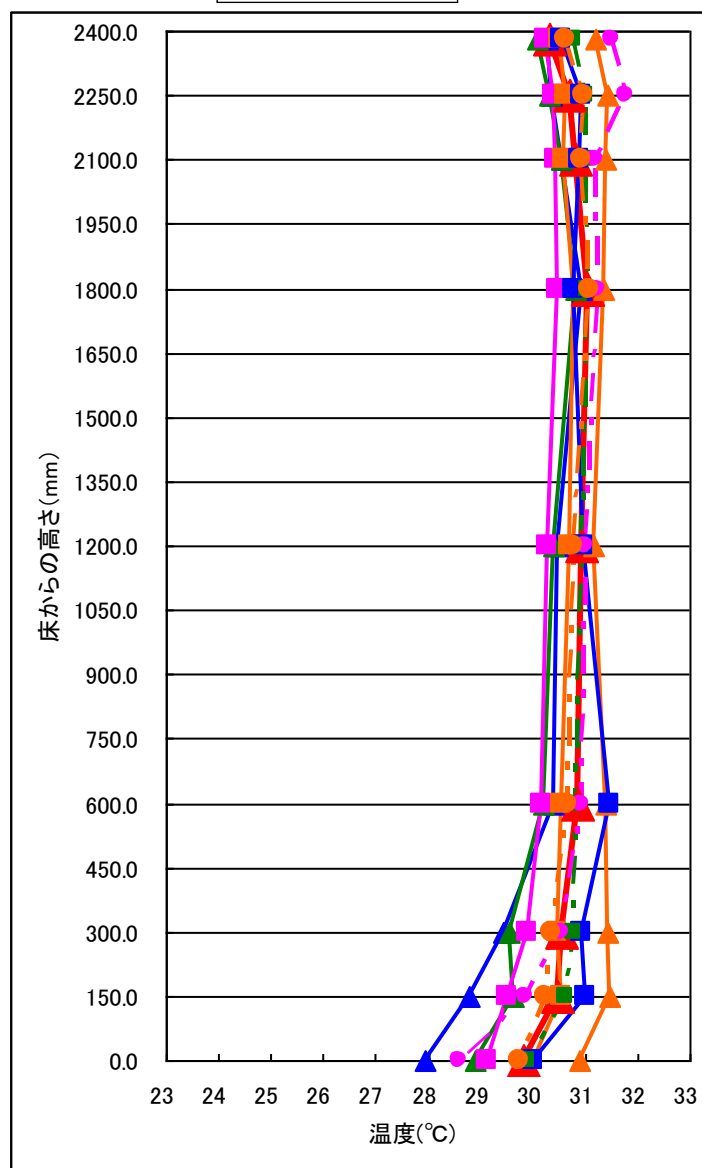
※800mm 60° 網戸なし

2回目 噴霧開始時間 12:50 噴霧終了時間 13:20

サッシユから 1 m



サッシユから 3 m

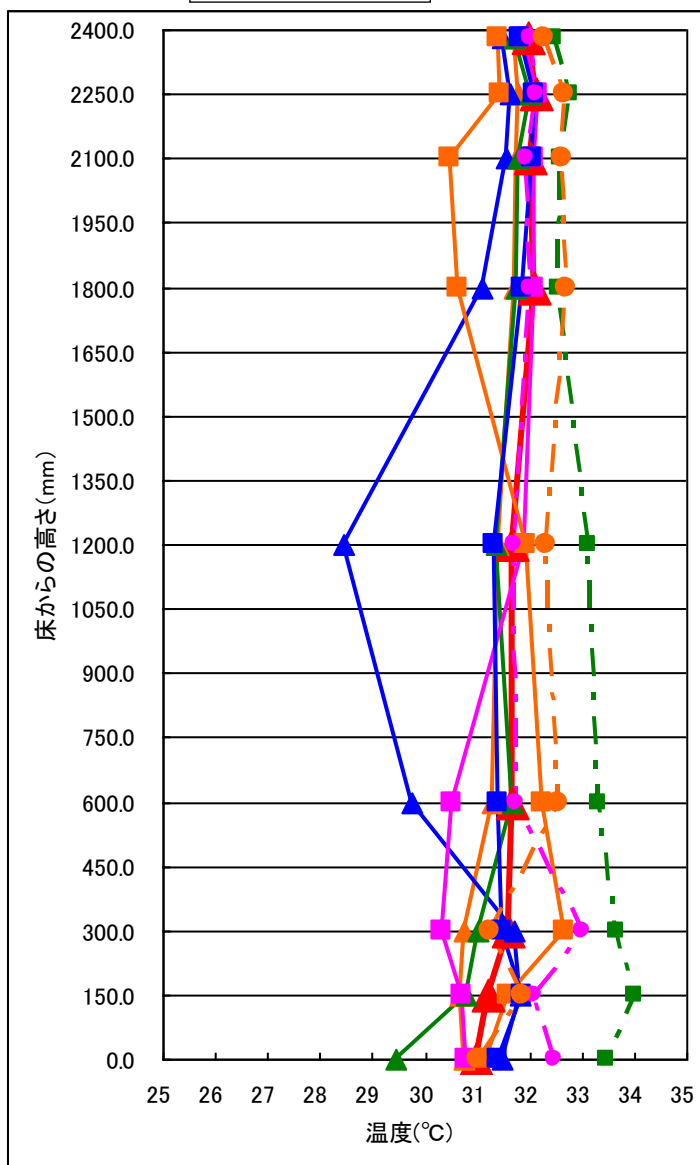


実験 No. 1 1

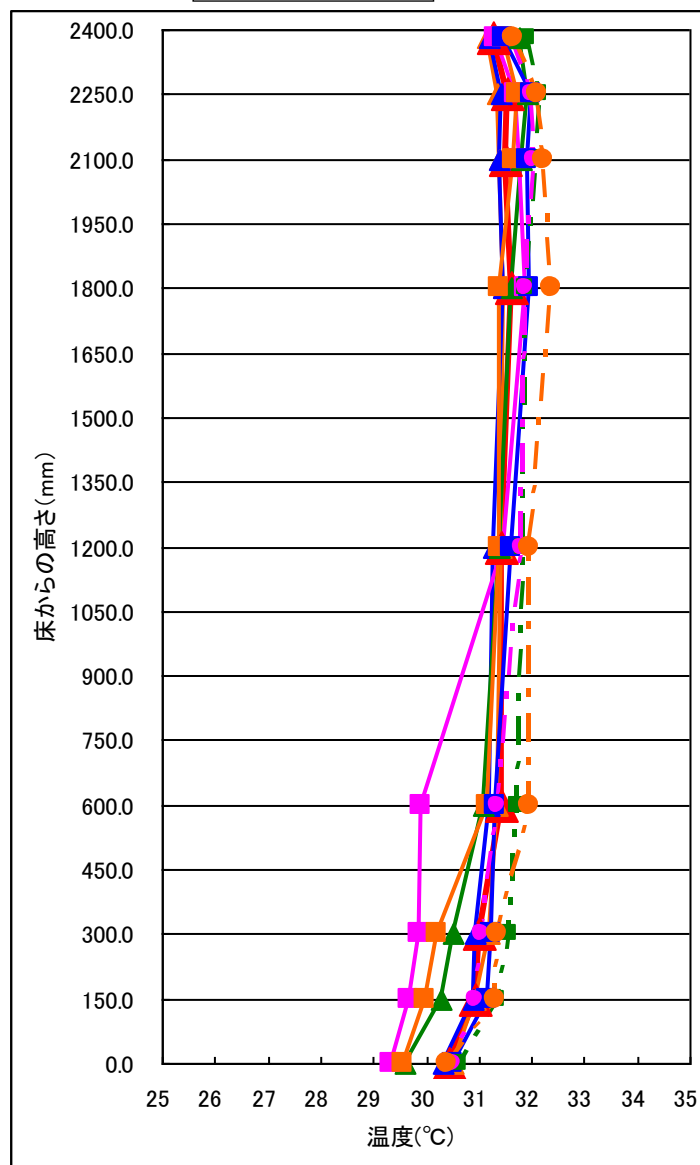
30分 ON 20分 OFF (50分間を1セット) 繰り返しなし
 ※800mm 60° 網戸なし

3回目 噴霧開始時間 14:30 噴霧終了時間 15:00

サッシュュから 1 m



サッシュュから 3 m



- | | | | |
|-------------|-------------|--------------|------------|
| ▲ 0分(噴霧直前) | ▲ 5分後 | ▲ 10分後 | ▲ 15分後 |
| ■ 20分後 | ■ 25分後 | ■ 30分後(噴霧停止) | ■ ミスト停止5分後 |
| ● ミスト停止10分後 | ● ミスト停止15分後 | | |

5.3 連続噴霧実験 考察

天気や時間帯によって実験結果は様々であるが、ドライミスト噴霧中は噴霧直前の温度分布の状態と比べ、温度降下がみられる。噴霧し続けると室内が飽和水蒸気圧に近づき効果は低くなるが、それでも噴霧中は平均的に $1.5^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ は温度が低下したままである。また、床からの高さが 30 cm 以下の点では温度低下が顕著であり、逆に室の上部はあまり変動がみられないことがわかった。

ドライミスト噴霧中に温度上昇がみられるところもあるが、これには 2 つの原因が考えられる。1 つは風によりミストがほとんど有効に働かなかったことによるもの。もう 1 つはドライミストは有効に働いているが外気温が上昇、もしくは日射量が大きくなることによるものである。だが、それぞれの結果から噴霧直前の温度分布と噴霧停止後の温度分布を比べると噴霧停止後の方が高い温度であることが多いため、この原因は後者が大きいと考えられる。

サッシュュから 1 m とノズルに近い A 点の方が、サッシュュから 3 m の B 点に比べ温度変化が大きい。これはドライミストの影響が大きいことに加え、風など外部の影響があると考えられる。また、サッシュュから 1 m の温度分布で著しく温度が低い点（床からの高さ $1200\sim 2200\text{ mm}$ ）があるが、これはこの点の熱電対がノズルに近く、噴霧角度によって熱電対が濡れてしまったためと考えられる。

5.4 日中連続噴霧実験 結果

5.3 で述べたように、連続噴霧実験では測定室の上部の温度が下がらなかった。これはそもそもドライミスト設置位置が、高い位置から噴き下ろしているためではないかと考え、庇下面のフックにそのまま設置するのではなく、低い位置から室内上部に向かって噴き上げるという設置方法に行き着いた。また、ドライミストを噴霧し続けると蒸散しきれず床や家具など室内が濡れる。5.3 の実験でもほとんどの場合、噴霧を開始して10～20分後には濡れていた。そこで理想的な断続噴霧を、目視により床が濡れたと判断できた時点で停止し、それが乾いた時点で噴霧を再開するという手法でこの日中断続噴霧実験を行った。

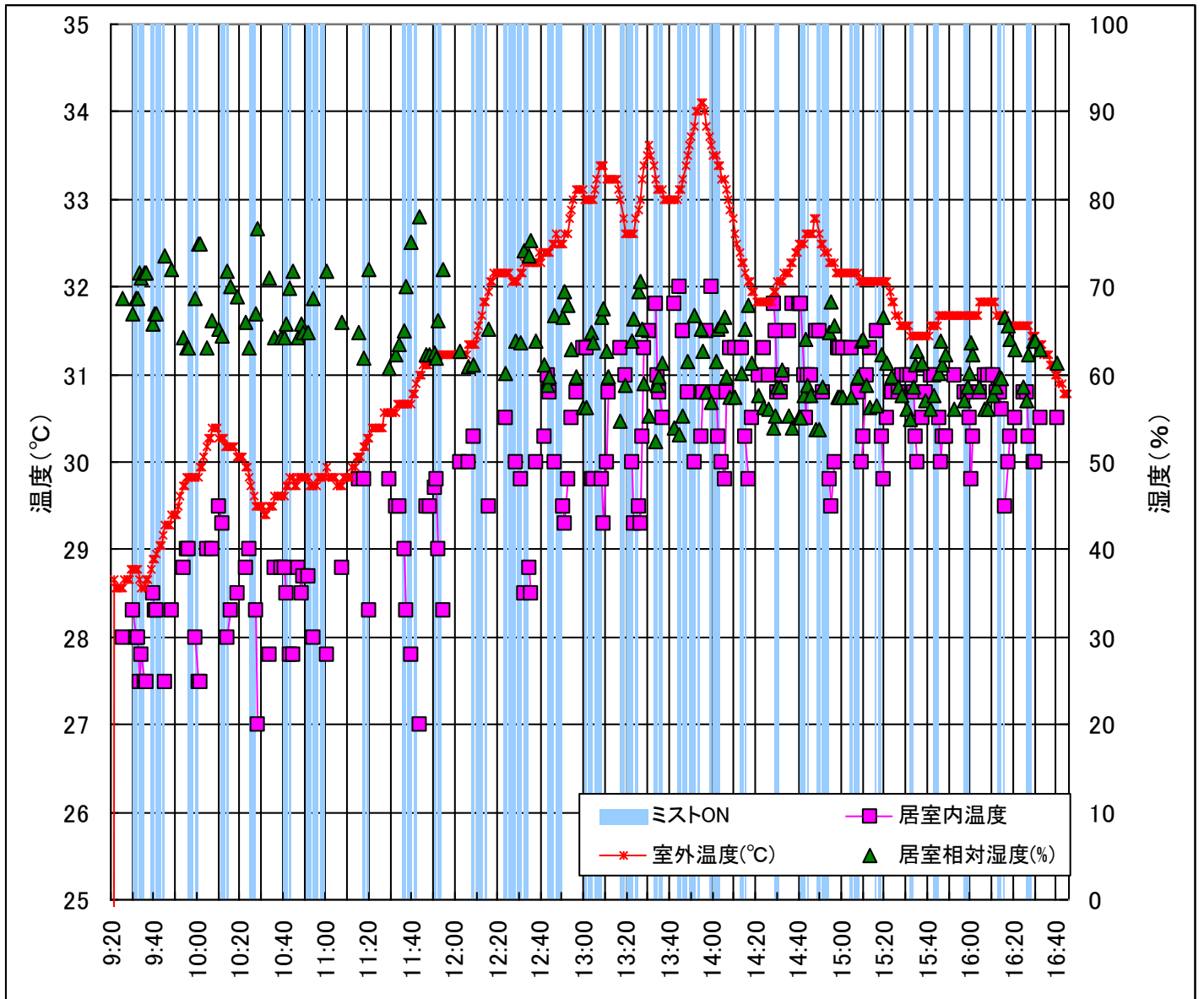
2007年8月24日

実験開始 9:30 実験終了 16:30

※サッシュからの距離 500mm 床からの高さ 1200mm 網戸なし
ノズルの向き 上向きに 60° (写真参照)
アスマン乾湿球計(床から 1350mm) により室内は測定。
ウェザーステーションにより室外温度を測定した。
また、風向などにより、開口部の開閉を変えた。

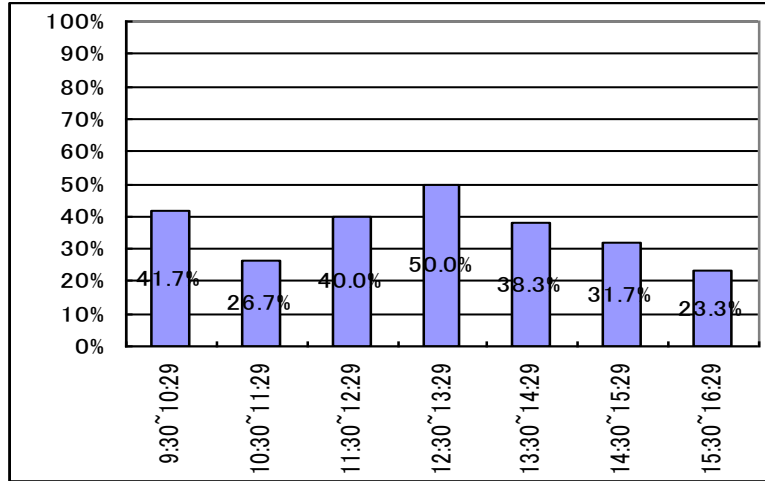


結果は図の通りである。



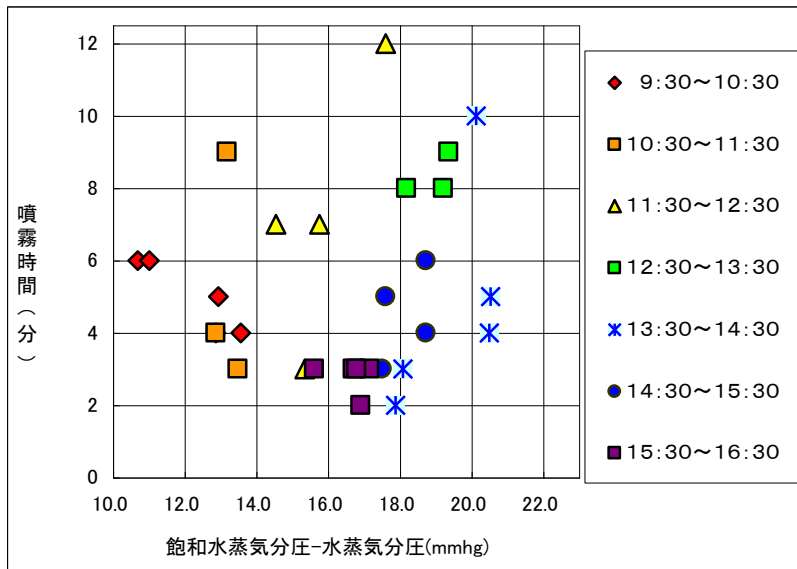
5.5 日中連続噴霧実験 考察

大きいところでは約3℃の温度低下がみられる。また、この日は快晴であったが14時ごろから夕方まで雲がかかる天気だった。これが午後の効果が小さい理由の一つと推測できる。また、測定時間の420分中、ドライミストを噴霧していた時間は合計151分で、これは全体の約36%であった。各時間帯の噴霧量を下図に示す。1時間噴き続けたとしたら100%としている。これより開始後の1時間が多い以外は気温の変動にほぼ相関することがよみとれる。また、125.5ml/分のため、100%の時の全噴霧量は約7.5ℓである。



▲時間ごとの噴霧量グラフ

また、この時の噴出し時の室外における飽和水蒸気圧と水蒸気分圧の差とドライミスト噴霧時間にも相関も下図に示す。目視による実験のため、バラつきもあるが、時間帯ごとの相関はこの図からも確認できる。また、前述の通り14時過ぎに天候の変化があったため、飽和水蒸気圧に達する時間が早まっているようだ。



▲室外の飽和水蒸気分圧と水蒸気分圧の差と、噴霧時間の相関図

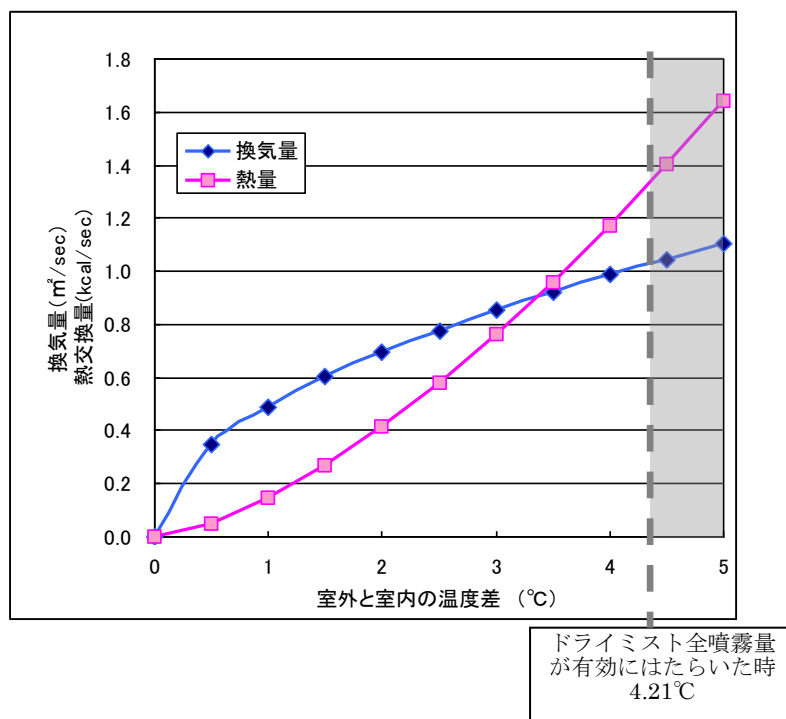
第六章 測定室の換気量とドライミストの効果

6.1 測定室の換気量とドライミストの効果について

最後に測定室の自然換気量とドライミストの効果について考察する。

本論では測定室の開口が西面のみ(2.660m×2.380mH)の場合に、室内外の温度差で換気される量及びこれにより移動する熱量と噴霧したミストの蒸発潜熱を比較し、ドライミストの効果を推定する。ただし、4.1に説明する理由により熱電対の温度測定データを得ることができなかつたため、西面以外にも開口のある条件での測定結果を用いている。

モデルの単純化のため室内外の気温が均一だとする。また、ここではNo. 8の20分間連続噴霧実験を例にとる。室外気温は33.1℃、この時の温度差と換気量と熱交換量を計算により求めると下図のようになる。この条件下でミストの全噴霧量(2.08ml/sec)が有効にはたらいたとすると、図内の点線で示した通り室内温度は4.21℃下がることになる。



仮に居室温度が

ミスト噴霧開始5分後の32.2℃で代表されるとすると

温度差は1.1℃となり、換気量は0.47(m³/sec)である。この時の移動熱は0.15(kcal/sec)となり、ミスト蒸発潜熱のうち、12.3%が室内に供給されたことになる。

ミスト噴霧開始20分後の30.7℃で代表されるとすると

温度差は2.6℃となり、換気量は0.76(m³/sec)である。この時の移動熱は0.59(kcal/sec)となり、ミスト蒸発潜熱のうち、47.7%が室内に供給されたことになる。

第七章 本論文で用いた数式・算定方法

7.1 換気量と熱交換量を求める式について

ここでは第六章と同様、実験 No. 8 の時のミスト噴霧開始 20 分後の 30.7℃で代表されるときの値を用いる。

測定に用いた室の、自然換気量は以下の式で求まる。

$$\begin{aligned} \text{[換気量]}(\text{m}^3/\text{sec}) &= \text{[速度 } v \text{]}(\text{m}/\text{sec}) \times \text{[開口部の幅]}(\text{m}) \\ &= 0.286 \times 2.66 \\ &= 0.76(\text{m}^3/\text{sec}) \end{aligned}$$

ここで [速度 v] は以下の式で求められる。

$$v = \frac{2}{3} \sqrt{2gH' \left(\frac{\gamma_0 - \gamma_1}{\gamma_0} \right)} \quad \begin{array}{l} H' : \text{開口部高さの半分} \\ \gamma_0 : \text{室外空気の比重量} \\ \gamma_1 : \text{室内空気の比重量} \end{array}$$

熱交換量から仮定できる結果と実際の測定結果の比較

ドライミストの全噴霧量が有効にはたらいたとき、冷やしうる熱交換量は以下の式で求まる。

$$\begin{aligned} \text{[噴霧量]} \times \text{[水の比熱]} \\ &= 2.083(\text{cc}/\text{sec}) \times 593(\text{cal}) \\ &= 1.24(\text{kcal}/\text{sec}) \quad \text{-①} \end{aligned}$$

これに対し、実際に冷やされた熱量は以下の式で求まる。

$$\begin{aligned} \text{[換気量]} \times \text{[空気の密度]} \times \text{[空気の比熱]} \times \text{[室内外の温度差]} \\ &= 0.76(\text{m}^3/\text{sec}) \times 1.24(\text{kg}/\text{m}^3) \times 0.24(\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}) \times 2.60(^\circ\text{C}) \\ &= 0.59(\text{kcal}/\text{sec}) \quad \text{-②} \end{aligned}$$

この時にドライミストがどの程度有効であったかを求めると、

$$\text{②} \div \text{①} = 0.474 \dots \approx 47.4\%$$

となり、今回の実験中ではドライミスト噴霧量のうち、この 47.7%以上が温度低下に有効にはたらいたといえる。

7.2 アスマン乾湿球計の値から相対湿度を求める式について
アスマン乾湿球計の乾球温度を $X^{\circ}\text{C}$ 、湿球温度を $Y^{\circ}\text{C}$ とおく。
 $X^{\circ}\text{C}$ の時の飽和水蒸気圧 $E(X)$ は以下の式で求まる。

$$E(X)=6.11*10^{(7.5*X/(X+237.3))}$$

同様に $Y^{\circ}\text{C}$ の時の飽和水蒸気圧 $E(Y)$ は以下の式で求まる。

$$E(Y)=6.11*10^{(7.5*Y/(Y+237.3))}$$

これより相対湿度 $P(\%)$ は以下の式で求まる。

$$P=E(Y)-0.5*1013*(X-Y)/755$$

この式は 20°C より低い温度の時は誤差が大きくなってしまいが、ドライミストに適した温度の時では誤差が 1% 未満と少ないため、本論で用いることに問題はないと判断した。

7.3 相対湿度から絶対湿度を求める式について
温度を $X^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度を $Y\%$ とする

この時の飽和水蒸気圧を $E(X)\text{hPa}$ とすると、これは 7.1 の通り求まる。

これらより水蒸気分圧は

$$[\text{水蒸気分圧}] (\text{hPa})=E(X) \times Y / 100$$

上式を用いて、絶対湿度は以下の式によって求まる。

$$[\text{絶対湿度}(\text{g}/\text{m}^3)]=18/29 \times (760 - [\text{水蒸気分圧}]) \times 1000$$

参考文献

建築学大系編集委員会:新訂建築学大系 21-建築防火論、彰国社、S51.4

石原正雄:建築換気設計、朝倉書店、S44.3

GMM テック(株) ホームページ <http://www.gmmtech.co.jp/page3.html>

謝辞

本論文を書くにあたって、辻本誠先生、西田幸夫先生には大変お世話になりました。親身なご指導、多岐にわたる助言をたくさん賜りましたこと、心よりお礼申し上げます。そして辻本研究室での1年間を楽しく、とても充実したものにくださった皆さまに、心から感謝しております。ありがとうございました。

