

# 夏季のロフト空間における夜間換気が室温と冷房負荷に及ぼす影響に関する数値計算

源城かほり\*

## Numerical Calculation on the Effects of Night Purge in Loft Space during Summer on Room Temperature and Cooling Load

by

Kahori GENJO\*

Numerical simulation was carried out using multi-zone heat calculation program TRNSYS, the effects of night purge in loft space during summer on room temperature and cooling load were compared among six cities in Japan. The room temperature reduction effect of night purge was remarkable between 10 times/h and 50 times/h of ventilation rate, and not so much when the ventilation rate was between 50 times/h and 200 times/h. It was found that increasing the size of the loft window or providing it face-to-face during night purge slightly reduces the room temperature at night, but increases the room temperature during the day. It was also found that as the nighttime ventilation rate increased in both August and September, the cooling load decreased.

**Key words** : loft, night purge, numerical calculation, cooling load, ventilation rate

### 1. 目的

密集した斜面住宅地の多い長崎市において、土地の有効利用のため、ロフトを用いた解決策を取っている住宅が多く見られる。しかし、温熱環境の観点から見ると、夏季のロフト空間は高温となり熱的快適性に問題がある。このような問題を解決する手法の一つとして、夜間換気がある。本研究の目的は、夜間換気がロフト空間の温熱環境と空調負荷に及ぼす影響を明らかにすることである。

### 2. 数値計算の概要

本研究では、夏季のロフト空間における夜間換気が室温と冷房負荷に及ぼす影響に関する数値計算を実施した。

#### 2.1 計算プログラム

#### (1) 生活スケジュール自動生成プログラム

生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE Ver. 2.0 は、空気調和・衛生工学会 住宅の消費エネルギー計算小委員会(1993年4月～1996年3月)の作業の一環として作成された、任意の家族構成、任意の建物における生活行為に伴う室内発熱パターンを生成するプログラムであり、照明・動力他用及び給湯用エネルギー消費量を算出可能な住宅用エネルギー計算プログラムである<sup>1)</sup>。

#### (2) 多数室熱計算プログラム

多数室熱計算プログラム TRNSYS Ver. 16 を用いる<sup>2)</sup>。TRNSYSはアメリカ Wisconsin 大学の太陽エネルギー研究所(1975年3月)で開発された、モジュール方式を持つ構造的なシミュレーションプログラムであり、空調システムの動的挙動を精密に計算、分析する際に用いられ、現在世界中で最も利用されている動的シミュ

レーションプログラムである。モジュール方式とは、シミュレーション対象システムの各要素機器をモジュール化し、それらを「TYPE」と定義される基本的なモジュールの入出力関係を記述することにより、空調システムのシミュレーションモデルを構築する方法である。TRNSYS LIBRARYには、様々な機器のモジュールが予め用意されており、ユーザはこれらの入出力をTRNSYSに規定されたフォーマットで接続するだけで、さまざまなシステムをシミュレートすることができる。

## 2.2 計算対象建物

計算対象建物は既報<sup>3)</sup>に示したロフト空間を有する実測対象住宅(住宅B, 延床面積 18.55 m<sup>2</sup>)の建物構成を参考に、別の既報<sup>4),5)</sup>で求めた集合住宅の専有面積に対するロフト面積の割合が 34.5%に近い値になるように調整して作成する。計算モデルはロフトの形状と面積は住宅Bを反映させ、1階部分を調整して専有面積に対するロフト面積の割合が前述の 34.5%に近づくように作成した結果、計算モデルにおける専有面積に対するロフト面積の割合は 32.5%となった。Fig. 1 に計算モデルの平面構成を、Fig. 2 に 3D 化した計算モデルを示す。計算モデルは単純化のため、実際の住宅Bの構成とはやや異なっており、温熱環境への影響が小さいと考えられる玄関部分や、通常はドアを閉鎖しているトイレや洗面室等の非居室は計算モデルから除いている。計算モデルのうち、1階部分はAtriumとFloor1という2つの空間から構成される。2つの空間の間に壁は設けておらず、互いに繋がった空間のため計算結果への影響は小さいと考えられる。

壁体構成には日本建築学会標準問題用の木造住宅モデルを用いる<sup>6)</sup>。計算モデルの壁体構成と各材料の物性値を Table 1 に示す。Table 1 中のガラスウールの厚さは住宅Bが建設された年において適用されていた次世代省エネルギー基準で定められていた厚さとしている<sup>7)</sup>。なお、窓は二重窓を使用している<sup>7)</sup>。

## 2.3 計算因子

### (1) 換気

窓開放による換気を行っていないときでも建物全体に分布している隙間から自然換気が行われていることを想定して全室で常時換気を行う設定とする。換気回数 は建築基準法に倣って 0.5 回/h と設定する。

### (2) 空調

ロフト以外の全室で一年を通して空調を設定する。冷房設定温度は住宅Bの設定温度である 24℃とする。但し、ロフトでは、空調設定はなしとする。

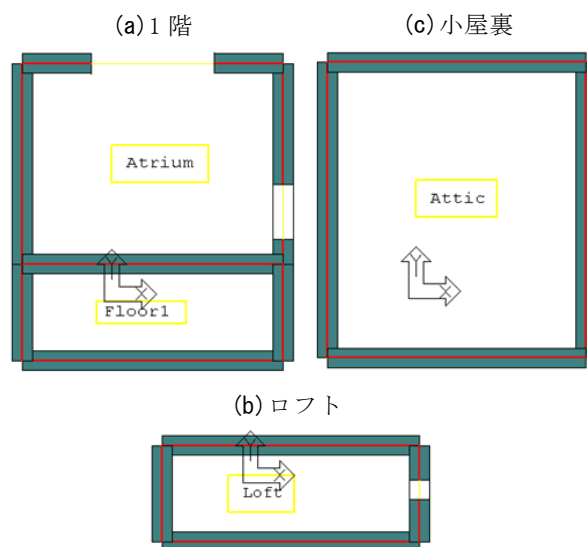


Fig. 1 計算モデルの平面構成

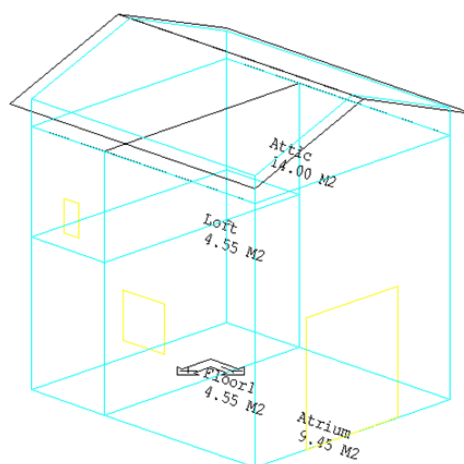


Fig. 2 3D 計算モデル

Table 1 計算モデルの壁体構成と各材料の物性値

部材	材料名	厚さ(mm)	熱伝導率(kJ/mhK)	比熱(kJ/kgK)	比重(kg/m <sup>3</sup> )
外壁	石膏ボード	12	0.628	1.13	910
	ガラスウール	100(16K)	0.163	0.84	16
	空気層	-	0.047*		
	構造用合板	12	0.648	1.30	550
	モルタル	30	5.442	0.80	2000
1階床	床板(合板)	10	0.540	1.30	520
	構造用合板	12	0.648	1.30	550
	ガラスウール	100(16K)	0.163	0.84	16
2階床	構造用合板	12	0.648	1.30	550
	空気層	-	0.047*		
	石膏ボード	12	0.628	1.13	910
屋根・天井	スレート	12	4.312	1.21	1500
	構造用合板	12	0.648	1.30	550
2階天井	ガラスウール	200(10K)	0.188	0.84	10
	石膏ボード	12	0.628	1.13	910

\* m<sup>2</sup>hK/kJ

### (3) 内部発熱スケジュール

前述の SCHEDULE Ver. 2.0 を用い<sup>1)</sup>、住宅Bの床面積と各種電気機器、居住者の平均的な1日のスケジュールから床面積 14 m<sup>2</sup>の居間に勤め人(男性)が1人生活

しているという設定で発熱スケジュールを生成しそのスケジュールと生成された発熱量を用いている。発熱スケジュールと時刻別発熱量を Table 2 に示す。計算では住宅Bの居間に相当するAtriumを対象として内部発熱条件を設定したが、1年を通して同じ発熱スケジュールを用いた。なお、住宅Bの居住者はロフト部分を寝室として用いていたため、就寝時の発熱はロフト部分に設定した。

(4) 計算対象地点と対象年

計算対象地域を長崎、札幌、福島、東京、敦賀、那覇の5つの地点とし、それぞれの気象データを用いて室温を計算する。敦賀と那覇は既報のロフトを備えた住戸の都道府県別分布より<sup>4),5)</sup>、ロフトを備えた住戸数が最も多い県と少ない県であるため選んでおり、札幌は寒冷地、福島は準寒冷地のロフトにおける室温と冷房負荷の検討を行うために選んでいる。気象データには、拡張アメダス気象データの標準年である2000年を用いて計算する<sup>8)</sup>。Table 3 に計算対象地点の緯度、経度と標準時との差を示す。

(5) 夜間換気

夜間(19時~6時)においてロフト内を換気回数0.5回/h、10回/h、50回/h、100回/h、200回/hの5条件にて検討する。なお、5つの換気条件それぞれでロフト以外の空間は換気回数0.5回/hで換気を行う。5つの条件のうち、換気回数0.5回/hの条件は基準となる自然な状態の室温(自然室温)を計算するために設けており、夜間における換気回数は、夜間換気をしない通常の換気回数である0.5回/h(昼間と同一)とする。

(6) ロフト内の窓

ロフト内の窓の条件において温熱環境の観点から効果的な条件を明らかにすることを目的として、住宅Bを参考にして計算モデルのロフトの窓の条件を Table 4 に示す3つの条件を設定し、検討する。またロフトの窓の異なる3つの条件それぞれの3D化した計算モデルを Fig. 3 に示す。

3. 計算結果

夏季である8月と9月を計算対象期間として計算した。結果を以下に示す。

3.1 ロフトの室温

各地点の8月、9月の上旬(1~10日)、中旬(11~20日)、下旬(21~末日)における自然室温での換気回数0.5回の条件下での夜間(19時~6時)のロフトの室温から換気回数5回、10回、50回、100回、200回の各条件下における夜間のロフトの室温を差し引いた値の

Table 2 発熱スケジュールと発熱量

部屋名	項目	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	日別計	単位				
居間	在室	60	61	61	56	56	56	56	56	56	56	59													59	63	61	824	Wh		
	照明	70	70	70																						70	70	70	420	Wh	
	冷蔵庫	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	40	648	Wh	
	テレビ	2	2	2																						2	2	2	12	Wh	
		568	574	574	297	297	297	297	297	297	297	310	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	569	581	624	kJ

Table 3 発熱スケジュールと発熱量

都市名	緯度(°)	経度(°)	標準時との差(°)
長崎	32.750194	129.8756248	5.1243752
札幌	43.0620842	141.3521674	-6.3521674
福島	37.7611648	140.4687215	-5.4687215
東京	35.6473634	139.6280152	-4.6280152
敦賀	35.6501008	136.0635371	-1.0635371
那覇	26.2121655	127.6769552	7.3230448

Table 4 ロフト内の窓を変化させた条件

条件	横×縦(cm)	特徴
元の窓	26×47	一般的なシングルガラスの窓
条件(1)	47×26	元の窓の縦と横の寸法を入れ替えた窓
条件(2)	55×100	元の窓を同じ縦横比で拡大した窓
条件(3)	100×30	元の窓の面と対面にそれぞれ上下の位置で配置した窓

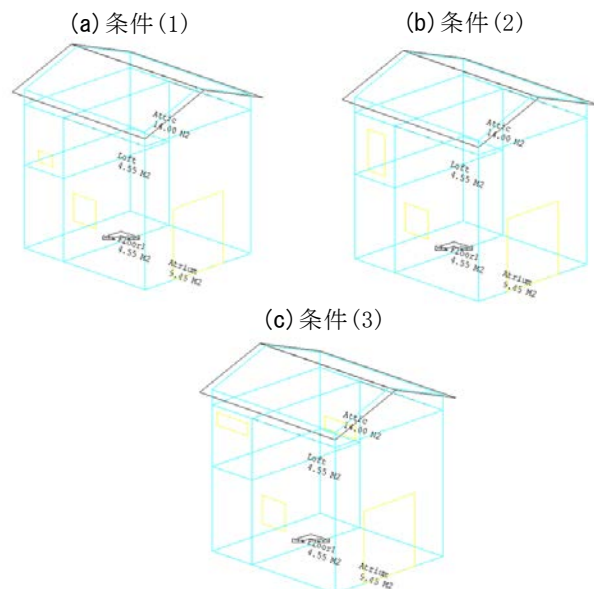


Fig. 3 ロフト内の窓を変更させた3D計算モデル

日別最大値の中央値(°C)を Table 5 に示す。この値が大きいほど夜間換気による室温低減効果があることを意味する。

まず、全期間に共通して換気回数 10 回の条件から 50 回の条件で表 5 に示す値が大きく増加しており、換気回数 10 回から 50 回の間で夜間換気の効果が顕著に表れている。また、全期間においていずれの地点でも換気回数 50 回を超えて 200 回までの間には Table 5 の値は大きな変化はそれほど見られない。これは換気回数が増加するほど室温が外気温に近づいていき、それ以上、室温が低下しないためだと考えられる。Table 5 の中央値は 8 月から 9 月になるにつれて大きくなっているが、この傾向は換気回数の増加に伴って顕著に見られる。このことから、外気温が低下するにつれて換気回数が多いほど夜間換気の効果が大きくなることがわかる。

3.2 各地点の夜間換気条件毎の適した時期や外気温条件の検討

Table 6 に各地点の 8 月、9 月の月上旬、中旬、下旬毎のロフト室温が基準温度内であった時数を示す。なお、8 月下旬の時数は 264 時間であり、それ以外の時期の時数は 240 時間である。また、本研究では夏季の基準温度を 24~28℃とした<sup>9)</sup>。Table 7 に 8 月、9 月の各換気回数毎の基準温度内であった時間(以降、基準内時数と呼ぶ。)における最高気温と最低気温についても示す。

長崎では換気回数 0.5 回では 9 月上旬以降に基準温度内の時数が見られ、9 月中旬、下旬では時数が 50h を超えている。換気回数 5 回では 8 月下旬以降、9 月下旬になるにしたがって基準温度内時数が増えている。換気回数 50、100、200 回では 8 月下旬において基準温度内であった時数が最も多くなり、100h 前後見られる。基準温度内となる外気温は 8 月は 22.6~27.6℃、9 月は換気回数 5 回と 10 回で 16.4~25.5℃、50 回以上の条件では 20.0~27.4℃と読み取れる。

札幌では 8 月は換気回数 0.5 回から 5 回にかけて基準内時数は増加するが、9 月は減少している。換気回数 10 回に上がると 8 月下旬は基準内時数は増加しているが、それ以外は減少している。換気回数 50 回以上になると基準内時数は全期間他の都市に比べ同程度もしくは少ない数となっている。基準温度内となる外気温は 8 月は換気回数 5、10 回では 15~24℃、換気回数 50 回以上では 17~25℃であり、9 月は換気回数 5 回以上では 14~23℃である。

福島では換気回数 10 回までは全期間基準内時数が多いが、8 月上旬と 9 月中下旬は換気回数 10 回までで時間数が減少をし始め、8 月中旬から 9 月上旬でも換気回数 100 回以上で基準内時数が減少をし始める。基

Table 5 8 月、9 月の各地点の自然室温の夜間のロフトの室温から各夜間換気回数の室温を引いた値の日別最大値の中央値(℃)

長崎	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	東京	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月上旬	1.0	1.8	4.0	4.6	5.0	8月上旬	0.8	1.6	3.7	4.3	4.8
8月中旬	1.0	1.7	3.9	4.6	5.1	8月中旬	1.2	2.1	4.4	5.1	5.4
8月下旬	1.2	2.1	4.6	5.4	5.8	8月下旬	1.1	1.9	3.9	4.5	4.8
9月上旬	1.1	1.9	4.1	4.7	5.1	9月上旬	1.0	1.9	4.1	4.7	5.1
9月中旬	1.6	2.8	6.0	6.9	7.5	9月中旬	1.3	2.2	4.8	5.5	5.9
9月下旬	1.7	3.0	6.4	7.3	7.9	9月下旬	1.5	2.6	5.5	6.3	6.8
札幌	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	敦賀	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月上旬	2.2	4.0	8.2	9.3	10.0	8月上旬	1.2	2.1	4.3	5.0	5.3
8月中旬	1.7	3.0	6.3	7.3	8.0	8月中旬	0.9	1.6	3.5	4.1	4.4
8月下旬	1.7	2.9	6.4	7.6	8.2	8月下旬	1.1	1.8	4.2	4.9	5.3
9月上旬	2.2	3.8	7.9	9.1	9.8	9月上旬	1.2	2.1	4.7	5.5	6.0
9月中旬	1.9	3.4	7.3	8.3	8.9	9月中旬	1.8	3.0	6.2	7.0	7.5
9月下旬	2.7	4.7	9.4	10.6	11.3	9月下旬	1.8	3.1	6.5	7.3	7.8
福島	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	那覇	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月上旬	1.7	2.9	5.8	6.6	7.1	8月上旬	0.9	1.6	3.6	4.2	4.6
8月中旬	1.3	2.3	4.9	5.6	6.1	8月中旬	0.8	1.5	3.5	4.1	4.6
8月下旬	1.2	2.1	4.4	5.0	5.3	8月下旬	0.9	1.5	3.6	4.2	4.6
9月上旬	1.3	2.3	5.2	6.2	6.7	9月上旬	1.1	1.9	4.2	4.9	5.3
9月中旬	1.7	2.9	6.1	7.0	7.5	9月中旬	1.0	1.8	4.1	4.8	5.3
9月下旬	1.9	3.3	7.0	8.0	8.6	9月下旬	1.1	2.1	4.5	5.3	5.8

Table 6 8 月、9 月の各地点のロフト室温が基準温度内であった時数(h)

長崎	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	東京	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月上旬	0	0	4	37	51	57	8月上旬	0	5	16	49	63	70
8月中旬	0	0	11	53	60	66	8月中旬	34	60	79	72	67	69
8月下旬	0	17	33	93	103	111	8月下旬	9	24	50	86	94	101
9月上旬	1	13	26	74	91	99	9月上旬	0	18	34	103	89	97
9月中旬	51	83	97	81	73	62	9月中旬	68	93	100	100	102	101
9月下旬	57	90	101	83	69	54	9月下旬	115	135	140	103	99	92
札幌	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	敦賀	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月上旬	109	110	93	51	48	45	8月上旬	13	32	51	82	84	84
8月中旬	106	119	102	66	54	49	8月中旬	3	8	21	61	72	81
8月下旬	74	111	119	65	49	39	8月下旬	0	3	16	69	87	97
9月上旬	132	118	90	49	45	45	9月上旬	4	28	49	102	104	107
9月中旬	119	132	99	47	42	42	9月中旬	61	98	115	81	61	48
9月下旬	122	104	76	40	41	39	9月下旬	76	107	110	59	46	44
福島	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	那覇	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月上旬	60	76	79	71	74	73	8月上旬	0	0	1	30	47	59
8月中旬	28	58	79	86	88	84	8月中旬	0	0	0	14	23	36
8月下旬	29	75	105	125	122	116	8月下旬	0	1	5	36	54	61
9月上旬	32	70	93	105	96	94	9月上旬	2	19	38	93	107	113
9月中旬	168	172	137	73	68	66	9月中旬	0	0	9	62	78	89
9月下旬	123	117	96	56	47	48	9月下旬	4	24	48	100	116	125

Table 7 8 月、9 月の換気回数ごとの基準温度内であった時間における最高気温と最低気温(℃)

長崎	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	東京	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月最高気温	なし	24.0	26.0	27.2	27.6	27.6	8月最高気温	22.7	24.7	25.9	27.0	27.3	27.4
8月最低気温	なし	22.6	22.6	22.9	22.9	22.9	8月最低気温	19.7	19.7	19.7	20.5	20.5	20.5
9月最高気温	23.9	24.8	25.5	27.1	27.4	27.4	9月最高気温	23.2	24.8	25.5	27.1	27.3	27.3
9月最低気温	16.1	16.4	17.1	19.5	20.0	20.0	9月最低気温	18.4	18.4	18.6	18.8	18.8	18.8
札幌	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	敦賀	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月最高気温	23.5	24.1	24.7	25.6	25.6	25.6	8月最高気温	24.0	25.5	26.2	27.3	27.4	27.5
8月最低気温	13.9	15.0	16.0	17.4	17.4	17.4	8月最低気温	21.5	21.4	21.4	22.1	22.1	22.2
9月最高気温	22.1	22.4	22.6	23.7	23.7	23.7	9月最高気温	25.4	25.4	25.9	27.1	27.1	27.4
9月最低気温	11.0	13.4	13.8	14.3	14.3	14.3	9月最低気温	15.6	15.7	17.3	19.4	20.0	20.0
福島	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h	那覇	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
8月最高気温	24.4	24.0	25.5	26.7	27.0	27.2	8月最高気温	なし	なし	26.3	27.7	27.8	28.2
8月最低気温	17.7	17.7	18.1	18.6	18.6	18.6	8月最低気温	なし	なし	24.9	24.9	24.9	24.9
9月最高気温	23.2	24.7	26.8	26.8	26.8	26.9	9月最高気温	24.7	25.9	27.1	27.7	27.8	27.8
9月最低気温	13.7	14.9	15.4	16.4	16.4	16.4	9月最低気温	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7

準温度内となる外気温は 8 月、9 月共に換気回数 5~10 回では 18~25℃、換気回数 50 回以上では 18~27℃である。

東京では 8 月では換気回数 5 回から 200 回に増える過程で全期間で基準内時数が増えている。9 月は換気回数 50 回以上で基準内時数は変わらないか減少している。基準温度内となる外気温は 8 月、9 月共に換気回数 5~10 回では 20~25℃、換気回数 50 回以上では 20~27℃である。

## 夏季のロフト空間における夜間換気が室温と冷房負荷に及ぼす影響に関する数値計算

敦賀では8月上旬から9月上旬は換気回数200回まで換気回数を上げていくほどに基準内時数が増えていく。9月中旬以降は換気回数50回以上の換気から基準内時数が減少する。基準温度内となる外気温は8月は換気回数5～10回では21～25℃、換気回数50回以上では22～27℃、9月は換気回数5回～10回では17～25℃、換気回数50回以上の条件では20～25℃である。

那覇では8月は換気回数が10回以下であると基準内時数はほぼ0hであるが、換気回数50回になると、基準内時数は増加している。また、9月でも換気回数10回以下であると基準内時数は少ないが、換気回数50回以上になると基準内時数は増えている。基準温度内となる外気温は8月は換気回数10回以上で24.9～28.2℃、9月は換気回数5回で23.7～25.9℃、換気回数10回以上で23.7～27.8℃である。

### 3.3 ロフト内の窓の条件の違いがロフトの温熱環境に及ぼす影響

元の窓の条件における夜間のロフト室温から、窓の条件(1)～(3)における夜間のロフト室温を差し引いた値の日別最大値の8月、9月の中旬、下旬の中央値をTable 8に示す。

Table 8より条件(1)は8、9月の全期間において中央値が-0.06℃であり、元の条件と条件(1)は夜間のロフトの室温はほぼ同じであったと考えられる。次に、条件(2)では、8月上旬から8月中旬は室温の差は小さいが、9月になるにつれてロフトの元の条件よりも室温が下がっており9月中下旬では0.4℃低くなっている。また、条件(3)では条件(2)とほぼ同様の傾向を示した。しかし、外気温の高い12時～18時において条件(2)と条件(3)では元の窓の条件での室温よりも高くなっていた。条件(2)、条件(3)において、8月にはロフトの室温が40℃近くまで到達する日もあり、窓のサイズ変更だけを行っても夜間換気への効果は見られなかった。

### 3.4 居間の冷房負荷

Table 9に各地点の8月、9月における自然室温である換気回数0.5回の夜間の居間の冷房負荷を100%とした場合の夜間換気回数の異なる条件毎のその割合を示す。

Table 9(a)より、8月は全地点に共通して換気回数は5回から200回と大きくなるにつれて、冷房負荷の減少する割合も換気回数0.5回/hに比べ大きくなっている。特に、換気回数が10回から50回に増える場合10ポイント以上減少している。一方、換気回数が50

Table 8 元の窓の条件での夜間のロフトの室温から窓の条件(1)～(3)の夜間のロフトの室温を引いた値の日別最大値の8月、9月の中央値(℃)

時期	条件(1)	条件(2)	条件(3)
8月上旬	-0.056	0.055	0.014
8月中旬	-0.057	-0.023	-0.032
8月下旬	-0.056	0.112	0.064
9月上旬	-0.056	0.092	0.082
9月中旬	-0.053	0.376	0.407
9月下旬	-0.053	0.409	0.422

Table 9 各地点の8月、9月における自然室温で換気回数0.5回/hの夜間(19時～翌6時)の居間の冷房負荷を100%とした場合の夜間換気回数の異なる条件毎の夜間の冷房負荷の割合

#### (a) 8月

地点	条件	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
長崎		100.0	94.8	90.6	80.0	77.1	75.3
札幌		100.0	86.3	76.8	57.9	53.4	50.8
福島		100.0	91.0	84.3	68.4	64.5	62.2
東京		100.0	93.8	89.1	77.6	74.4	72.6
敦賀		100.0	94.1	89.4	78.0	74.9	73.0
那覇		100.0	96.1	93.0	85.0	82.8	81.4

#### (b) 9月

地点	条件	0.5回/h	5回/h	10回/h	50回/h	100回/h	200回/h
長崎		100.0	91.2	84.7	69.7	65.8	63.5
札幌		100.0	87.3	77.8	59.3	55.0	52.4
福島		100.0	88.4	80.0	61.7	57.2	54.6
東京		100.0	91.8	85.7	71.3	67.5	65.2
敦賀		100.0	89.4	81.7	65.1	61.0	58.6
那覇		100.0	94.5	90.1	78.7	75.6	73.7

回から100回、200回と増加するにつれて、冷房負荷の低減割合は1～4ポイントの減少にとどまっている。地点別にみると、札幌と福島では他の地点に比べ冷房負荷の減少割合が大きい。しかし、札幌や福島では表6に示したとおり換気回数を多くすることで基準内時数が減少する傾向があり、冷房を使用しない時期である可能性がある。また、Table 9(b)より9月は前述の8月で見られた夜間換気回数と冷房負荷低減の関係とほぼ同様の傾向が見られるが、8月よりも冷房負荷低減割合が大きい。

## 4. まとめ

多数室熱計算プログラム TRNSYS Ver. 16 を用いて夏季のロフト空間における夜間換気が室温と冷房負荷に及ぼす影響について検討した。得られた知見を以下にまとめる。

① ロフトの室温に関する計算結果より、夜間換気の

室温低減効果は換気回数 10 回/h から 50 回/h の間で顕著に表れ、換気回数 50 回/h から 200 回/h の間ではあまり効果が見られなかった。夜間換気による室温低減は外気温による影響を受けるため、外気温が低下した時期に換気回数 10 回/h~50 回/h 程度で夜間換気を行えば室温低下効果が見られることがわかった。

- ② ロフトの室温に関する計算結果より、夜間換気を行う場合にロフトの窓のサイズを大きくしたり、対面に設けたりすると、夜間に僅かに室温を低減させるが、日中の室温は高くなることがわかった。
- ③ 冷房負荷に関する計算結果より、8 月、9 月とも夜間換気回数が増えると、冷房負荷の減少割合が大きくなることがわかった。夜間換気回数が 10 回/h から 50 回/h に増えると冷房負荷は 10 ポイント以上減少が見られた。外気温度が低い 9 月の方が外気温度が高い 8 月に比べ冷房負荷低減割合が大きいことがわかった。

今後は、室内湿度を加味して温熱環境への影響について評価する必要がある。

**謝辞：**本研究は元工学研究科博士前期課程 2 年勝木健太君の労を多とした。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 空気調和・衛生工学会 空気調和設備委員会 住

宅の消費エネルギー計算法小委員会：シンポジウム「住宅のエネルギー計算用設定条件のモデル化」, 1996.

- 2) 株式会社クアトロ：TRNSYS 日本語マニュアル, 2003.
- 3) 源城かほり, 勝木健太：夏季のロフト空間における夜間換気の効果に関する検討, 日本建築学会九州支部研究報告, 第58号, pp. 273-276, 2019.
- 4) 勝木健太, 源城かほり：賃貸・売買物件データを用いたロフトを備えた住戸の戸数や面積に関する地域別分析, 長崎大学大学院工学研究科研究報告, 第50巻, 第95号, pp. 42-47, 2020.
- 5) 勝木健太, 源城かほり：ロフトを備えた住戸の地域特性に関する検討, 第44回人間-生活環境系シンポジウム報告集, 第58号, pp. 77-80, 2020.
- 6) 宇田川光弘：標準問題の提案 住宅用標準問題, 第15回熱シンポジウム「伝熱解析の現状と課題」, 日本建築学会環境工学委員会熱分科会, pp. 23-33, 1985.
- 7) 財団法人 住宅・建築 省エネルギー機構：住宅の次世代省エネルギー基準と指針, 1999.
- 8) 日本建築学会編：拡張アメダス気象データ, 丸善, 2000.
- 9) 川島美勝：高齢者の住宅熱環境, 理工学社, p. 239, 1994.