

夏季のロフト空間における夜間換気の効果に関する数値計算

勝木健太*・源城かほり**

Numerical calculation on the effects of Night Purge in Loft Space during Summer

by

Kenta KATSUKI* and Kahori GENJO **

The objective of this study is to clarify thermal environment in summer and measures to improve thermal comfort for apartment houses with loft. Measurement of room temperature and numerical simulation were carried out using results of the measurement and 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 five cities in Japan. This paper describes the results of numerical simulation of room temperature and cooling load using TRNSYS.

Key words : loft, attic, summer, night purge, numerical calculation

1. はじめに

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になるため、熱的快適性に問題がある。小屋裏空間に関する既往研究はいくつか見られるが¹⁾、ロフト空間の温熱環境に関する調査研究はあまり見られない。そこで、本研究ではロフトを有する集合住宅を対象として夏季における温熱環境の実態と熱的快適性の改善策を明らかにすることを目的とし、夏季のロフト空間における夜間換気の効果に関する実験を行い、その結果を実測した。しかし、実測で得られた結果は実測住宅内の環境や実測期間中の外気条件に影響される。そこで熱計算プログラムを用いて計算することによりその年の気候条件の影響を受けない客観的な結果を得ることは意義が高い。さらに数値計算では計算地点を変えることで、実測した地点だけでなく日本各地における検討が可能となる。夜間換気の条件をさまざまに変え、その効果について検討することも可能になる。以上のことか

ら、本報では、多数室熱計算プログラム TRNSYS を用いた室温と冷房負荷の数値計算を実施し、地域や換気回数の違い、ロフト内に設置された窓におけるカーテンの有無が温熱環境と冷房負荷に及ぼす影響について述べる。

2. 計算の設定

2.1 計算モデルの設定

計算モデルは本研究において実測対象住宅であった住宅 B の構成を参考にして作成する。理由としては、本研究で使用する計算するモデルはロフトを有する必要がある住宅 B はこの条件を満たすということと、実測結果との比較を行うためである。Fig. 1 に計算モデルの平面構成、Fig. 2 に 3D 化した計算モデルを示す。作成した計算モデルはできるだけ単純化するため、実際の住宅 B の構成とはやや異なる部分があり、温熱環境には影響しにくい玄関部分や、普段ドアを閉鎖しているトイレや洗面室といった非居室は除いたモデルとなっている。また、計算モデルにてロフトを構成する

平成**年**月**日受理

* 大学院工学研究科総合工学専攻 (Graduate Student, Department of Advanced Engineering)

** 大学院工学研究科システム科学部門 (Division of System Science)

際の仕様として、便宜的に1階部分を Atrium と Floor1 という2つの空間に分けた構成となっている。2つの空間の間に壁は設けられておらず互いに繋がった空間のため計算結果には影響はないと考えられる。計算モデルの延床面積は 18.55 m² である。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²⁾。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 中のグ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る値を示している³⁾。窓の性能も次世代省エネルギー基準に則って二重窓を使用している³⁾。

2.2 計算因子の設定

(1) 換気設定

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) 暖冷房設定

暖冷房を全室で一年を通して設定する。設定温度は

実際の住宅 B の設定温度と同じ温度とし、暖房、冷房ともに 24℃ と設定する。暖房は室内温度が 24℃ を下回った時に作動し、冷房は室内温度が 24℃ を上回った時に作動する。但し、暖冷房の設定を行うと室内温度が 24℃ に統一されてしまうため、ロフトの温度の結果を得るために計算を行う際は例外的にロフトの暖冷房のみ設定を行わない。

(3) 発熱条件設定

照明や各種電気機器のほか在室者による内部発熱条件を設定する。発熱量は先述の生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE Ver. 2.0 を用い、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 m² 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。TRNSYS に発熱スケジュールを入力するには発熱量の単位を Wh から kJ に換算している。本計算では住宅 B の居間に相当する Atrium のみを対象とし、1年を通して同じ発熱スケジュールを用いた。

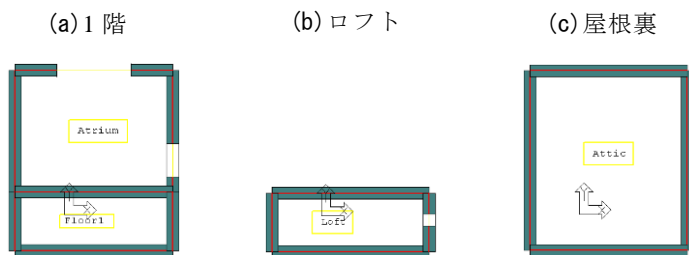


Fig. 1 計算モデルの平面構成

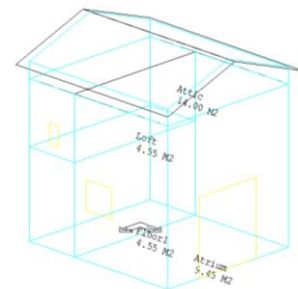


Fig. 2 3D 計算モデル

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 ³)
外壁	石膏ボード	12	0.628	1.13	910
	グラスウール	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
	グラスウール	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	グラスウール	200(10K)	0.188	0.84	10
	石膏ボード	12	0.628	1.13	910

* m²hK/kJ

(4) 対象地域の設定

計算対象地域を長崎、小樽、福島、東京、金沢の5つの都市とし、それぞれの気象データを用いて室温を計算する。気象データには、拡張アメダス気象データの標準年を用いる⁴⁾。Table 3に対象となる各都市の緯度、経度と標準時との差を示す。各都市を選んだ理由として、長崎は本研究の目的である長崎市のロフトの温熱環境の改善策を明らかにするため、小樽は寒冷地におけるロフトの温熱環境を明らかにするため、福島と金沢は準寒冷地における太平洋側と日本海側の違いを比較するため、東京は都市部でのロフトの温熱環境の実態を明らかにすることは有用であると考えたためである。

(5) 夜間換気等条件の設定

ロフトの夜間換気が効果的となる条件を明らかにしていくために、換気回数やロフト内の窓におけるカーテンの有無といった条件を変えながら上述の5つの都市で計算をする。夜間(19時~6時)における換気条件とロフト内の窓におけるカーテンの開閉条件を組み合わせた5つの条件についてTable 4に示す。条件(1)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、この場合は夜間換気をしない条件なので、夜間の換気回数は昼間と同様の0.5回/hである。換気回数を変化させた条件を設けた目的は夜間換気に適切な換気回数は何かを明らかにするためであり、1回/hと3回/hの2条件について検討する。カーテン開放閉鎖の条件はロフトの窓に厚手のカーテンが常時開放された状態か、もしくは常時閉鎖された状態という2条件とする。これらはカーテンにより日射を妨げられロフト内の温度上昇を抑制する効果があるかどうかを

検討するため計算条件に含めた。

3. ロフトの室温に関する計算結果

3.1 全都市に共通した気象条件と温熱環境の関係

夜間換気の効果を検討する上で、8月の1週間(8月10日~8月16日)と9月の1週間(9月10日~9月16日)をそれぞれ対象期間として考察する。これらの期間を選んだ理由としては気温の高い時期の盛夏と気温が下がり始めた時期の夏の終わり頃でそれぞれ計算を行って比較するためである。そのため夜間(19時~6時)の最低外気温が最も高い日から1週間の8月10日~8月16日を盛夏とし、夜間の最低外気温が25℃以上を記録した次の日から1週間の9月10日~9月16日を気温が下がり始めた夏の終わり頃と設定した。Fig. 3(a), (b)に8月10日~8月16日の長崎の各条件における1時間毎のロフトの室温と外気温の推移と9月10日~9月16日の長崎の各条件における1時間毎のロフトの室温と外気温の推移をそれぞれ示す。同様に小樽、福島、東京、金沢の結果についてFig. 4からFig. 7にそれぞれ示す。

全都市の8月と9月のそれぞれの期間における夜間換気を行わない自然室温での条件(1)の夜間(19時~6時)のロフトの室温から条件(2)~(5)の夜間のロフトの室温を引いた値の日別最大値の中央値(℃)をTable 5に示す。前述のTable 4に示したとおり、条件(2)は夜間換気時の換気回数が1回/h、条件(3)は夜間換気時の換気回数が3回/h、条件(4)はカーテンを閉鎖し夜間の換気回数が1回/h、条件(5)はカーテンを閉鎖し夜間の換気回数が3回/hの条件である。

Table 2 発熱の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	日積算	単位				
居間	在室	68	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	40	649	Wh		
	テレビ	2	2	2																				2	2	2	12	Wh			
		598	574	574	297	297	297	297	297	297	297	310	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	569	581	624		kJ

Table 3 各都市の緯度、経度と標準時との差

都市名	緯度(°)	経度(°)	標準時との差(°)
長崎	32.73	129.87	4.72
小樽	43.18	141.02	-6.43
福島	37.76	140.47	-5.88
東京	35.69	139.76	-5.17
金沢	36.59	136.64	-2.05

Table 4 夜間換気とロフト内窓のカーテンに関する条件

条件	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
夜間(19時~6時)の換気回数(回/h)	0.5	1.0	3.0	1.0	3.0
カーテン	開放	開放	開放	閉鎖	閉鎖

凡例

—— 自然状態の室温 —— 換気回数:1回/h - - - 換気回数:3回/h
—— カーテン閉鎖, 換気回数:1回/h - - - カーテン閉鎖, 換気回数:3回/h —— 外気温

(a) 8月10日～8月16日

(b) 9月10日～9月16日

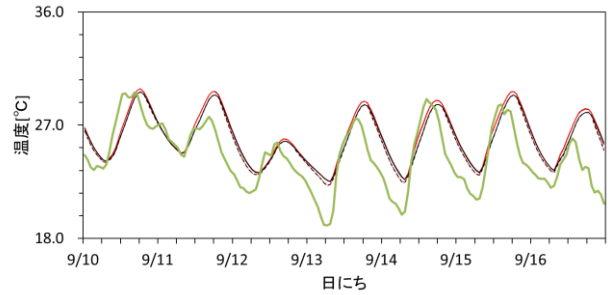
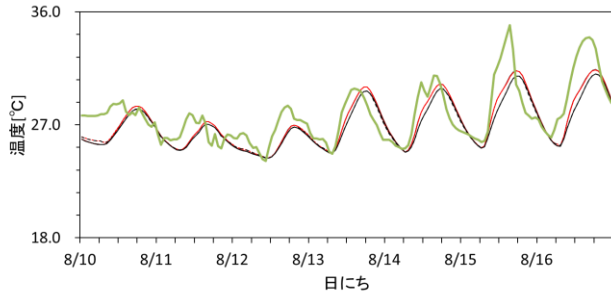


Fig. 3 長崎の各条件におけるロフトの室温と外気温の時刻別変動

(a) 8月10日～8月16日

(b) 9月10日～9月16日

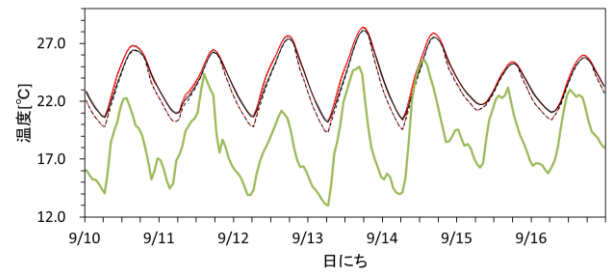
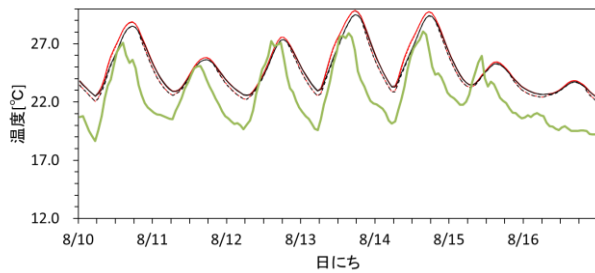


Fig. 4 小樽の各条件におけるロフトの室温と外気温の時刻別変動

(a) 8月10日～8月16日

(b) 9月10日～9月16日

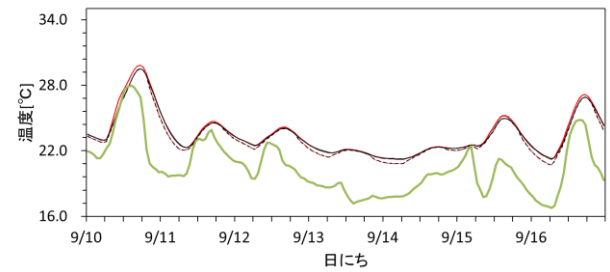
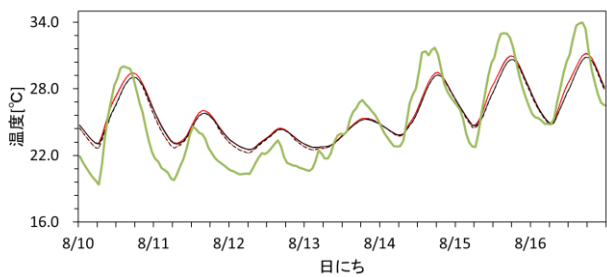


Fig. 5 福島各条件におけるロフトの室温と外気温の時刻別変動

(a) 8月10日～8月16日

(b) 9月10日～9月16日

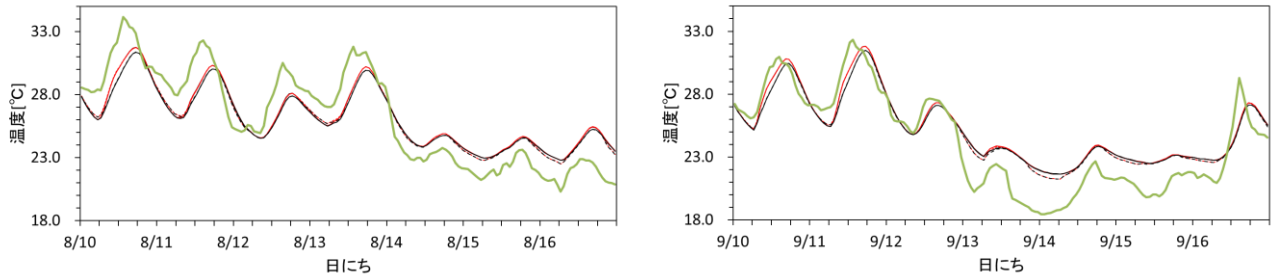


Fig. 6 東京の各条件におけるロフトの室温と外気温の時刻別変動

(a) 8月10日～8月16日

(b) 9月10日～9月16日

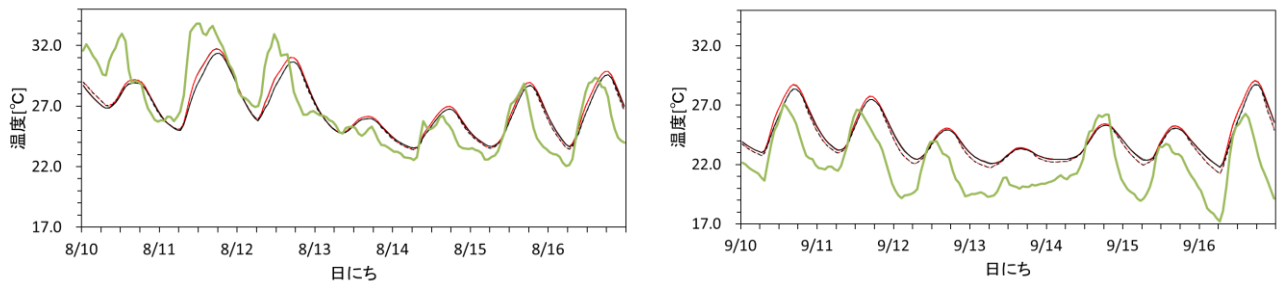


Fig. 7 金沢の各条件におけるロフトの室温と外気温の時刻別変動

Table 5 各都市の条件(1)の夜間のロフトの室温から条件(2)～(5)の夜間のロフトの室温を引いた値の日別最大値の中央値

(a) 8月の各都市の条件(1)の夜間のロフトの室温から条件(2)～(5)の夜間のロフトの室温を引いた値の日別最大値の中央値

(b) 9月の各都市の条件(1)の夜間のロフトの室温から条件(2)～(5)の夜間のロフトの室温を引いた値の日別最大値の中央値

(°C)

	(2)	(3)	(4)	(5)
長崎	0.021	0.118	0.214	0.237
小樽	0.054	0.462	0.156	0.507
福島	0.030	0.262	0.152	0.302
東京	0.028	0.202	0.187	0.247
金沢	0.021	0.175	0.167	0.280

(°C)

	(2)	(3)	(4)	(5)
長崎	0.047	0.416	0.180	0.461
小樽	0.113	0.944	0.162	0.956
福島	0.057	0.472	0.060	0.474
東京	0.030	0.242	0.077	0.247
金沢	0.056	0.465	0.091	0.485

Fig. 3～Fig. 7とTable 5より条件(2)～(5)におけるロフトの温熱環境で各都市に共通した特徴を述べる。まず、8月、9月に共通して換気回数1回/hの条件(2)、(4)より換気回数3回/hの条件(3)、(5)の方がTable 5の値が大きいことから換気回数3回/hの条件の方が夜間換気の効果が大きいことがわかる。換気回数1回/hでカーテンを開放した条件(2)においては全都市でTable 5の値が小さいことから夜間換気の効果は小さ

いと言える。Table 5の中央値の8月から9月への増分は換気回数1回/hの条件よりも換気回数3回/hの条件の方が大きい。これより外気温が下がるにつれて換気回数が多い条件の方が夜間換気の効果は大きくなっていくことがわかる。また、小樽、福島を除いた各都市の8月における換気回数3回/hの条件では0時前後で温度が上昇する日があるため、盛夏の換気回数が多い日の0時前後では窓を閉鎖した方がよい。また、8月に

において昼間の外気温度が低い日は夜間換気により室温が下がりにくく、逆に昼間の外気温度が高い日は夜間換気により室温が下がりやすいことがわかった。これは、外気温度が高い日は最高外気温度を示した時間以降にロフトの温度があまり下がらず、外気温度がロフトの温度よりも低くなるためである。したがって、夜間換気で室温より温度の低い外気を取り入れることになるため夜間換気の効果を得やすくなり、ロフトの室温低下の効果が出やすくなる。

次に、ロフト内の窓におけるカーテン開閉による温熱環境への影響について述べる。カーテンを閉鎖した条件(4)、(5)の室温が条件(1)の室温よりも最も下がる時間は室温が一日の中で最も高い時間で、それは外気温度が最も高い時間の1時間後が多い。そのため外気温度が高くなる午後までにロフト内の窓のカーテンを閉めておくことはロフトの温度を下げる効果があると言える。また、8月の昼間におけるカーテン閉鎖の条件(4)、(5)の室温と条件(1)の室温の差は9月の値よりも大きくなっている。これは8月が9月に比べて日射量が多く、カーテン閉鎖の効果が顕著に表れたためだと考えられる。そのため盛夏においてロフト内の窓のカーテンを閉鎖することはロフトの温度を下げるために効果的であると言える。Table 5より8月、9月ともに条件(2)、(3)の中央値に比べ条件(4)、(5)の中央値の方が大きい値を示している。つまり、日没後の夜間までカーテンを閉鎖した影響でロフトの室温が低くなっている。また、9月における条件(4)の中央値よりも8月における条件(4)の中央値の方が大きい。そのため8月は夜間換気の換気回数が1回/hの条件でもカーテンを閉め、夜間換気を行った方が良いことがわかる。

3.2 夜間換気実施時の気象条件の検討

Table 6に各都市の8月、9月の各期間における日別夜間最低外気温度(°C)、日別夜間風速中央値(m/s)を示し、この値を基にロフトにおける夜間換気に適した気象条件について述べる。

まず、8月における夜間換気に適した気象条件について述べる。前述のTable 5より小樽、福島では条件(4)以外の中央値の値が高い。これは8月の検証対象期間における小樽、福島の気象条件が夜間換気に適していることを意味する。Table 6(a)より8月の小樽、福島において、ロフトの夜間室温を下げる効果がある特徴として日別夜間最低外気温度が他の都市に比べ低い点が挙げられる。小樽、福島ともに8月の日別夜間最低外気温度は一部の日を除けば20°C前後である。先に示したとおり、Fig. 4、Fig. 5より全条件で夜間のロフト

の室温は25°Cを下回っており、過ごしやすい温度環境であると言える。そのため夜間の最低外気温度が20°C前後の条件において夜間換気を行えば夜間のロフトの温熱環境を改善できると言える。次に、前述のTable 5より条件(4)において長崎、東京、金沢の値は小樽、福島の値に比べ大きくなっている。Table 6(a)、(b)より8月において長崎、東京、金沢の値と小樽、福島の値で違いがある点として、長崎、東京、金沢において一部の日を除けば、日別夜間最低外気温度が20°C~27°Cと高く、日別夜間風速中央値が1.0 m/s~3.0 m/sと小樽、福島に比べ大きい点が挙げられる。これより、8月の条件(4)(夜間換気回数1回/h、カーテン閉鎖)において長崎、東京、金沢の前述のTable 5の値が大きくなった理由として考えられることを以下に述べる。まず、日別夜間最低外気温度が高い日には昼間の日射が強いが、カーテン閉鎖による日射遮蔽効果が夜間のロフト温度に大きく影響し室温を下げるようになったと考えられる。次に、夜間の風速が強いために、条件(4)のような夜間換気回数1回/hの下でもロフト内の換気を促す効果が生じてロフトの夜間の室温を下げるようになったと考えられる。以上より夜間換気回数1回/h程度で日別夜間最低外気温度が20°C~27°C、日別夜間風速中央値が1.0 m/s~3.0 m/sのような気象条件の日にはカーテンを閉鎖し、夜間換気をすることでロフトの夜間温度を低下させることができると言える。

次に、9月における夜間換気に適した気象条件について述べる。前述のTable 5より小樽、金沢は全ての条件における中央値が他の都市に比べ高く、福島は条件(4)以外の中央値の値が高い。Table 6(a)より9月の小樽、金沢、福島では8月と同様に日別夜間最低外気温度が他の都市に比べ低いという特徴がある。金沢の9月の日別夜間最低外気温度は8月の小樽、福島と同様に20°C前後となっており、前述のFig. 7より金沢では全条件で夜間のロフトの室温は25°Cを下回り、過ごしやすい温度環境であると言える。そして、9月の日別夜間最低外気温度は小樽では15°C前後、福島では19°C前後であり、前述のFig. 4、Fig. 5よりそれぞれの夜間のロフトの室温は全条件で20°C前後を示している。室温としては少し低いため、夜間換気は室温を見ながら必要に応じて行う必要がある。他方、前述のTable 5より9月の条件(4)においては長崎、小樽、金沢の中央値が高い。Table 6(b)よりこれらの都市に共通して見える気象条件の特徴は日別夜間風速中央値が高いという特徴であり、長崎は0.2m/s~2.1m/s、小樽は1.1m/s~2.4m/s、金沢は0.3m/s~2.0m/sという値を示している。前述のTable 5の条件(4)の値が大きい都市の気象

Table 6 各都市の8月、9月の各期間における日別夜間最低外気温度(°C)と日別夜間風速中央値(m/s)

(a) 各都市の8月、9月の各期間における日別夜間最低外気温度(°C)

	(°C)				
	長崎	小樽	福島	東京	金沢
8/10	25.4	20.5	19.8	27.9	25.7
8/11	25.1	19.7	20.3	25.0	26.9
8/12	24.9	19.6	20.6	27.0	25.4
8/13	25.1	20.1	22.8	23.2	22.5
8/14	25.6	21.8	22.8	21.2	22.6
8/15	26.0	20.6	24.8	20.3	22.0
~	長崎	小樽	福島	東京	金沢
9/10	25.2	14.5	19.7	26.7	21.5
9/11	21.6	13.9	19.4	25.5	19.2
9/12	19.0	13.0	18.6	20.2	19.3
9/13	19.9	14.0	17.6	18.4	20.2
9/14	21.1	16.6	19.0	20.6	18.9
9/15	22.0	15.8	16.8	21.0	17.2

(b) 各都市の8月、9月の各期間における日別夜間風速中央値(m/s)

	(m/s)				
	長崎	小樽	福島	東京	金沢
8/10	2.5	0.9	0.7	1.6	1.6
8/11	1.9	0.9	1.7	1.8	1.2
8/12	1.3	0.7	1.4	1.1	2.4
8/13	0.4	0.9	1.0	2.7	3.1
8/14	2.3	0.9	2.3	2.2	2.9
8/15	2.9	2.6	1.0	1.9	1.9
~	長崎	小樽	福島	東京	金沢
9/10	1.5	1.7	1.0	1.4	0.3
9/11	0.6	2.4	0.9	1.6	0.6
9/12	0.2	1.1	0.3	2.5	1.7
9/13	1.7	1.9	0.3	2.2	1.7
9/14	1.3	1.9	1.2	1.6	2.0
9/15	2.1	1.7	0.7	1.1	1.1

条件の特徴は8月においても日別夜間風速中央値が高いという特徴があった。これより、8月、9月に共通して夜間換気回数が1回/hの下では日別夜間風速中央値が高い日はカーテンを閉鎖することで夜間換気によるロフトの夜間の室温低下の効果を得やすいと言える。

4 居間の冷房負荷に関する計算結果

Table 7に各都市の8/10~8/16, 9/10~9/16における夜間の居間のTable 4に示した条件別冷房負荷を条件(1)の冷房負荷を100%として条件(2)~条件(5)までの冷房負荷の割合を示す。各条件の冷房負荷の割合より、夜間換気によりロフトの夜間温度の低下のために効果的な条件に加えて居間の冷房負荷低減効果を明らかにする。

まず、Table 7 (a)より8/10~8/16においては夜間換気回数1回/hの場合、ロフトの窓のカーテンを閉鎖した条件(4)で条件(1)に比べ、2~3%の冷房負荷低減効果が見られ、夜間換気回数3回/hの場合、ロフトの窓のカーテンを閉鎖した条件(5)で条件(1)に比べ1~6%の冷房負荷低減効果が見られる。また、Table 7 (b)より9/10~9/16においては、夜間換気回数1回/hの場合、ロフトの窓のカーテンを閉鎖した条件(4)で条件(1)に比べ、2~4%の冷房負荷低減効果が見られ、夜間換気回数3回/hの場合、ロフトの窓のカーテンを閉鎖した条件(5)で条件(1)に比べ2~8%の冷房負荷低減効果が見られる。夜間換気による冷房負荷低減効果は地域によって異なっており、8月、9月とも小樽で大きく、東京で小さい傾向が見られる。また、Table 5, Table 7より夜間のロフトの温度が下がるほど冷房負荷も低減していることがわかる。しかし、Table 5では条件(2)→(4)→(3)→(5)の順に室温が下がるが、Table 7では条件(2)→(3)→(4)→(5)の順に冷房負荷が低減す

る傾向にある。つまり、ロフトのカーテンを閉鎖することで居間の冷房負荷は低減しやすいと言える。Table 7では条件(2)→(3)→(4)→(5)の順に冷房負荷が下がる傾向が見られるが、例外もあり8月の小樽と9月の福島はこのような順になっていない。理由としては8月の小樽ではTable 5よりカーテンを閉鎖してもロフトの温度を下げる効果が小さく、夜間換気回数が3回/hであれば室温低下の効果が大きいためであり、一方、9月の福島では夜間換気回数1回/hの条件(4)によるロフト温度の低減効果が極端に小さいためである。また、Table 7より条件(2)や条件(3)では冷房負荷が100%を超える、つまり夜間換気をしておらず、ロフトの窓のカーテンを開放している条件よりも冷房負荷が増えるケースが見られる。カーテンを開放したままで夜間換気をするると夜間のロフト温度は下がるが、居間の冷房負荷は増えることがあるということになる。特に小樽では8月、9月ともに条件(2)の冷房負荷は100%を超えている。小樽においてはカーテンを開放したまま夜間換気回数1回/hで夜間換気を行うと、居間の冷房負荷が増える傾向があることがわかる。これは8月には日射の影響が大きいためだろう。小樽は8月、9月のいずれも条件(4)から条件(5)への低減幅が大きい。いずれもカーテン閉鎖の条件で夜間換気回数だけが異なるため、先述のように小樽では夜間換気回数3回/hの場合に夜間のロフト温度を低下させる効果が大きいと言える。また、東京は8月、9月のいずれもどの条件でも冷房負荷が他の都市に比べ大きい。これより、東京は夜間換気によりロフトの夜間温度を低下させることができたとしても居間の冷房負荷の低減効果が小さいと言える。

Table 7 各都市の8月、9月の検討期間における夜間の居間の夜間換気の条件別冷房負荷(%)

(a) 各都市の8/10～8/16における夜間の居間の条件別冷房負荷(%) (条件(1)を100.0%とした場合)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
長崎	100.0	99.9	99.5	97.9	97.6
小樽	100.0	100.0	96.7	96.8	93.7
福島	100.0	99.7	98.5	97.7	96.6
東京	100.0	99.9	100.2	98.4	98.8
金沢	100.0	99.9	99.0	97.9	97.1

(b) 各都市の9/10～9/16における夜間の居間の条件別冷房負荷(%) (条件(1)を100.0%とした場合)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
長崎	100.0	99.9	97.7	97.6	95.6
小樽	100.0	101.4	97.3	95.6	91.6
福島	100.0	99.9	95.5	97.2	92.8
東京	100.0	100.0	99.6	98.4	98.1
金沢	100.0	100.1	97.0	95.6	92.9

5 まとめ

本研究から得られた知見を以下にまとめる。

① 夜間換気回数の違いによるロフトの温熱環境への影響

8月、9月ともに条件(5)が最も夜間換気の効果が大きく、条件(2)が最も夜間換気の効果は小さい。条件(1)のロフトの温度と夜間の各条件の温度差の8月から9月への増分より、外気温が下がるにつれて換気回数が多い条件の方が夜間換気の効果は大きくなっていくことがわかる。換気回数3回/hの条件では0時前後で温度が上昇する日があるため、盛夏の換気回数が多い日の0時前後では窓を閉鎖した方が良い。外気温が高い日は最高外気温を示した時間以降にロフトの温度があまり下がらず、外気温がロフトの温度よりも低くなるため夜間換気によるロフトの室温低下の効果が出やすくなる。

② ロフトの窓のカーテンの有無によるロフトの温熱環境への影響

カーテンを閉鎖した条件(4)、(5)の室温が条件(1)の室温よりも最も下がる時間は室温が一日の中で最も高い午後の時間で、それまでにロフト内の窓のカーテンを閉めておくことはロフトの温度を下げる効果があると言える。8月、9月ともにカーテンを開放した条件(2)、(3)に比べカーテンを閉鎖した条件(4)、(5)の方が夜間の自然状態の室温と夜間の各条件の室温の差が大きく、ロフトの窓の日射遮蔽をすることで夜間換気の効果が大きくなると考えられるが、その効果は日射量が多い8月の方が大きい。また、条件(4)の夜間の自然状態の室

温と夜間の各条件の室温の差は9月よりも8月の方が大きい。そのため換気回数が1回/hの場合はカーテンを閉め、夜間換気を行うと9月よりも8月の方が効果を得られる。

以上のように、多数室熱計算プログラム TRNSYS を用いたロフト空間を対象とした室温と冷房負荷の数値計算を実施し、夜間換気回数の違い、ロフト内に設置された窓におけるカーテンの有無が温熱環境と冷房負荷に及ぼす影響について定量的に把握した。夏季のロフト空間の排熱方法として夜間換気とロフトの窓の日射遮蔽が重要であることがわかったが、それらが温熱環境と冷房負荷に及ぼす効果は地域によって異なることを示した。

参考文献

- 1) 楠元秀規, 尾崎明仁, 芳谷忠治, 岩崎祐加: 屋根形状の違いが小屋裏の自然換気量に及ぼす影響と夏期の排熱効果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.577-578, 2016.
- 2) 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, 1985.9.
- 3) 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, 1999.11.
- 4) 日本建築学会編: 拡張アメダス気象データ, 丸善, 2000.1.