

# 住宅における通風利用に関する総合的研究 (梗概)

石井 昭夫

## 目次

1. 緒論
2. 通風の涼房効果
3. 風の特性
4. 通風の促進と住棟配置計画
5. 通風の室内熱環境改善効果
6. 通風の省エネルギー効果
7. 総括

## 1. 緒論

### 1.1 研究目的

わが国は、ほとんどが温帯多雨気候に属し、夏は高温多湿でしのぎにくいことは周知のとおりである。そのため、かの有名な「徒然草」にもあるように、わが国の住宅は夏をむねとして開口部は大きく風通しが良いように造られている。

このように通風は古来より最も利用されてきた対暑方法であり、クーラーの普及が著しい現在でも、わが国の住宅においては広く利用されている。図-1.1は福岡の集合住宅で行った通風利用に関するアンケート調査の結果であるが、特に昼間の通風利用率が高いことが示されている。

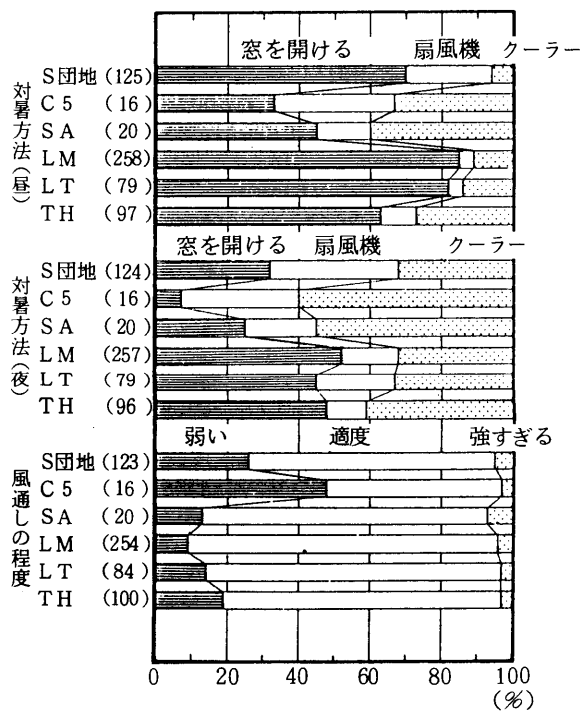
自然風には扇風機の風やクーラーによる冷房では得られない「さわやかさ」がある。これは自然風の変動性、いわゆる「そよぎ」によるところが大きいものと思われる。通風が住宅で好まれるのは、この自然風の特長によるものである。一方、原動力の面から見ると、通風は自然力を利用しているので、省エネルギー効果がある。通風がパッシブ・クーリング手法の1つと見なされるゆえんである。この点に注目されて、日本の開放型住宅とは異なった閉鎖型住宅である欧米においても、最近は通風に関する研究も増えてきている。

このように住宅の設計計画において通風を充分に考慮することは、快適な居住空間の醸成の点からも省エネルギーの見地からも肝要なことである。通風は涼しくて気持ちが良いとか、窓と窓を結んだ風の道のようなことは誰でも知っていることであるが、このような定性的な知識だけでは設計に取り入れることは困難である。どの程

度涼しくなるのか、あるいは、何 m/s の室内風速が得られるのか、というような定量的なデータが必要なのであるが、そのような通風に関する実用的な資料は乏しいと言うのが現状であろう。かかる点に鑑み、本研究は実験及び実測によって、建築計画及び住宅地計画に際して通風に関する検討ができるような定量的資料を得ることを目的として行ったものである。

### 1.2 研究内容

通風の本来の目的は言うまでもなく、居住者に快適感を与えること、すなわち、温熱効果を得ることである。温熱効果の判定はいわゆる体感温度によって行われるが、風速（室内気流速）は体感温度を左右する温熱要素



SA : 商業地域  
C5 : 商業地域・準防火地区  
S団地, LM, LT : 住居地域,  
TH : 準工業地域

( )内はデータ数

図-1.1 集合住宅における通風利用状況 (福岡)

の1つである。

室内通風をもたらすものは建物まわりの外部風であるが、建物まわりの風は、建物の形・配置・地形・天気などによる影響を受ける。窓の大きさは室内への風の流入量を左右するが、窓の形・配置あるいは家具の配置などによって、室内の風の流れ、すなわち、風速分布も変わってくる。

このように、住宅における通風利用に対しては多くのことがら関わっている。以上のような観点から、通風に対する影響要因を、気象条件・地理的要因・周辺環境要因・建築的要因・生活要因の5つに大別して示したものが、図-1.2である。

前出の図-1.1を図-1.2と照らしあわせて見よう。

住居地域（郊外）のS団地・LM・LTでは80%前後、準工業地域（市街地）のTHが60%以上が通風を利用しているが、商業地域（都心部）のC5およびSAでは40%前後と低く、用途地域・広潤度等の周辺環境の影響がう

かがえる。

夜間は昼間に比べて通風利用率が低くなるが、夜間の風速は昼間よりも低くなるという一般的気象特性や、夜間と昼間の生活パターンの相違などが影響しているものと思われる。

また、図-1.1には風通しの程度に関する回答も載せてあるが、通風利用率が昼夜ともに最も低かったC5について見ると「弱い」が50%近くを占めている。風通しの程度は外部の風向風速によるものであり、さらに風向は住棟方位、バルコニー方位と相対的に関係する。本調査対象建物の中ではC5のみが南北軸の建物、すなわち、開口部が東西に面している建物である。第3章で後述するごとく、夏季の福岡は海陸風が発達し、昼間は北寄りの海風、夜間は南寄りの陸風が圧倒的に多い。つまり、東西方向の風の頻度はかなり低く、この建物では通風の利用はあまり期待できないということになる。このように、C5の回答結果には住棟方位の影響も見られる。

図-1.2の諸要因のうち、特に住宅地計画および建築

計画と関係が強いものは住棟配置（街路計画）・住棟形状・住戸平面（開口部計画を含む）である。これら計画的要因と前述した通風の物理的特性の関連を簡単にまとめて図-1.3に示す。

したがって、住宅において通風計画を行うためには、計画的要因が通風の物理的特性に及ぼす影響を明らかにしておくことが重要である。本研究では、計画的要因としては主に住棟配置を取り上げる。住棟配置を変えた場合に、通風の駆動力である建物前後差圧がどうなるかを風洞実験により検討する。さらに、その結果を利用して、シミュレーション・モデルによって室内熱環境の推定を行い、省エネルギー量の見積を行うことによって、通風の温熱効果を検討する。温熱効果については、実際の通風室内における在室者の温熱感覚に関する申告実験によっても検討を行った。また、建物まわりの風の入力とも言うべき地域風に関しては、わが国の都市の大半が海岸に発達しているという立地性から、代表的都市の風観測データを用いて海陸風の特性的解析を行った。

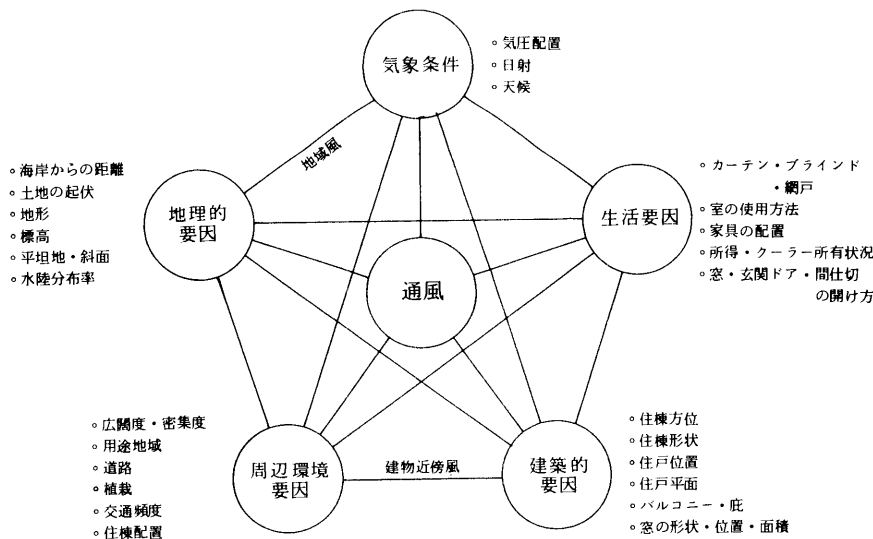


図-1.2 通風利用に関する影響要因

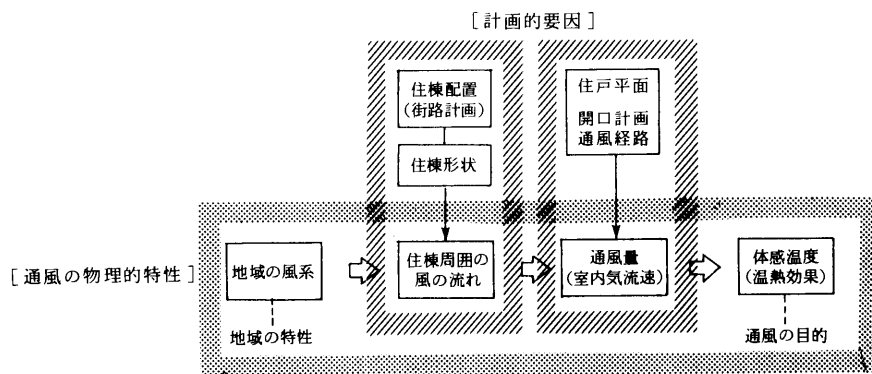


図-1.3 通風の物理的特性と計画的要因

## 2. 通風の涼房効果

### 2.1 はじめに

通風の涼房効果、すなわち人体冷却効果、を調べるためには、実際の通風室内で被験者に対して温熱感覚を問診するのが最も直接的な方法である。本章では、このような、いわゆる申告実験の結果に基づいて、各種温熱感覚に関し略述するが、特に通風環境の最大の特徴である風速との関連を中心として解析をする。

### 2.2 実験概要

実験は福岡市の7～12階建のアパートの住戸において行った。その住戸平面図を図-2.1に示す。被験者は20代の男女各5名で、着衣量0.3cloの実験用着衣を着て、椅子座安静状態で主風向の気流に正対して通風環境に60～90分暴露する。被験者は全身の快適感に変化を感じたときに押しボタンによりそれを申告表示し、その直後に他の温熱感覚について口頭で回答する。風下側の実

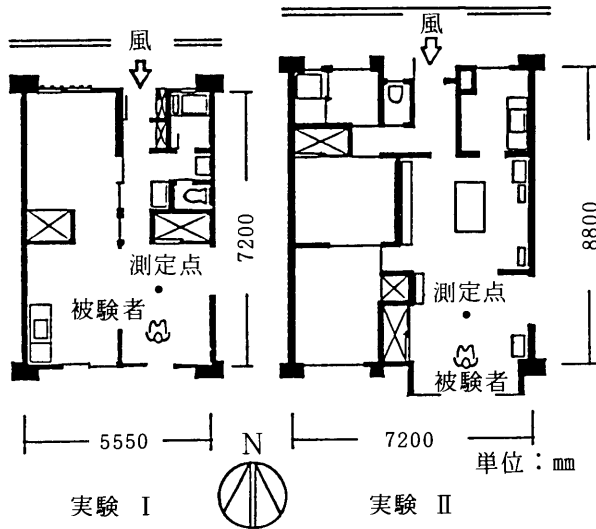


図-2.1 温熱感覚申告実験の実験住戸

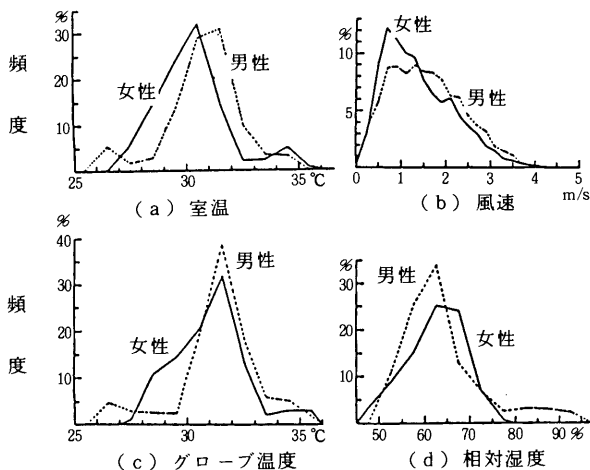


図-2.2 実験室内環境条件の頻度分布

験室中央では、環境量として、気温、相対湿度、風速およびグローブ温度を自動連続測定している。

実験室内の環境条件を男女別の頻度分布によって図-2.2に示す。室温は25～35℃の広範囲にわたっているが、男性では30～32℃、女性では30～31℃にピークが表われている。グローブ温度は室温より1℃前後高く、31～32℃にピークが見られる。風速は平均が1.5m/s前後であるが、2 m/s以上の風速もかなり見られ、いずれの住戸も良好な通風状態であったと言える。相対湿度は55～70%のやや湿った状態が占める割合が多い。男性の場合に80%以上の高湿度が10%以上見られるのは降雨時のものである。

### 2.3 各温熱感覚と環境要素の比較

図-2.3は男女別に気流感と風速の相関を示す。風速は快適感の変化直後の各カテゴリースケールにおける1分間の平均と標準偏差により示してある。本章における以下の図も同様である。男女共に相関は非常に高く、男女間の相違は少ない。被験者別に見ても両者の相関は高い。

図-2.4に男女別に温冷感と風速の相関を示すが、両者の相関は高く、風による冷却効果が明瞭に示されて

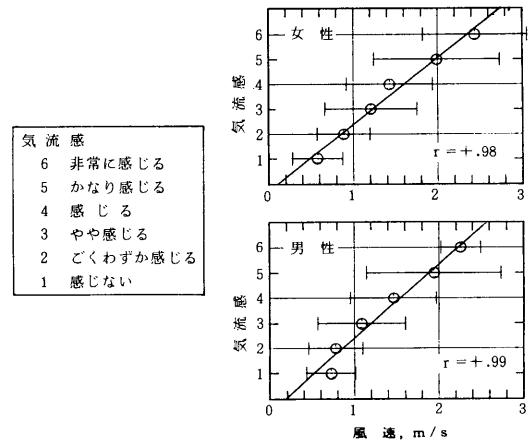


図-2.3 気流感と風速

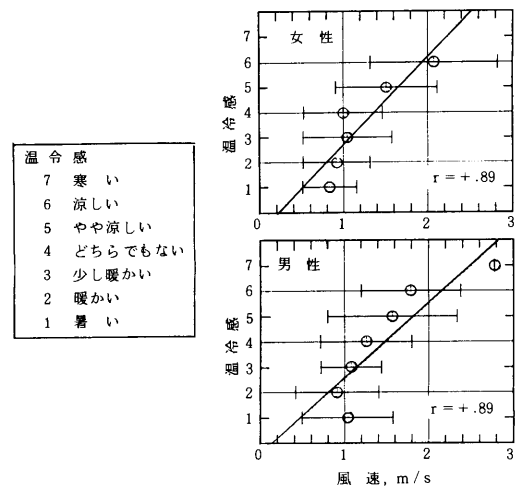


図-2.4 温冷感と風速

いる。図中には回帰直線が示してあるが、むしろ対数曲線の方が良いかも知れない。

図-2. 5には温冷感と室温の関係をもつ二つの風速階級に分けて示す。風速が1 m/s以下の男性では相関が非常に高いが、女性ではあまり高くない。風速が1 m/s以上の場合には出現室温の範囲が狭いこともあって、相関は高くない。今回の実験の環境条件では、室温よりも風速の方が影響が大きいものと思われる。

乾湿感も欧米ではあまり取り上げられないが、蒸暑気候のわが国に特有の温熱感覚と言える。空気が「乾いている」とか「湿っている」とかよく言われるが、実際には乾湿感がどのように捕えられているか明らかではない。ここでは、環境要素の風速  $v$  および相対湿度  $rh$  を取り上げ乾湿感と比較する。

図-2. 6は乾湿感と風速  $v$  との関係を示すが、女性のレベル7を除けば、男女間の相違は小さく、相関は非常によい。

乾湿感と相対湿度  $rh$  との相関を図-2. 7に示すが、

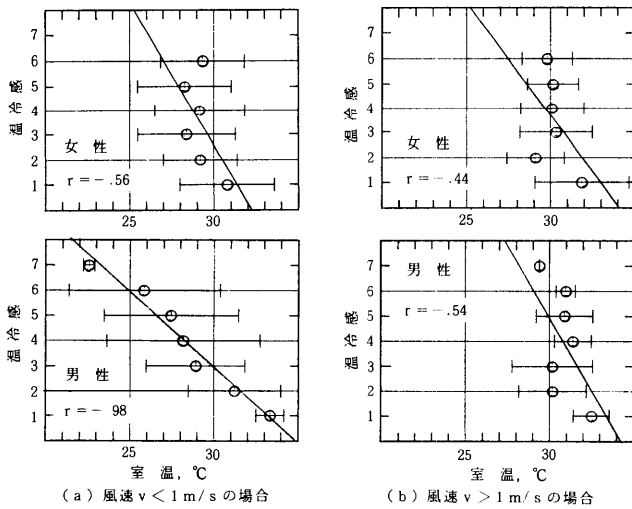


図-2. 5 温冷感と室温

両者の相関は低く、特に女性では低い。

快適感には以上の各種温熱感覚に対して、総合的な温熱感覚と言える。

図-2. 8は快適感と風速の関連を示す。男女共相関が高いが、女性の場合には図-2. 4の温冷感と同様に対数関係の傾向が見られる。

図-2. 9には風速階級別に快適感と室温の関係を示す。女性の場合はいずれの風速階級においても、レベル1以外のレベルの平均室温に相違がみられなくなる。男性では風速が1 m/s以上では高い室温を好むがごとき傾向さえ見られる。

図-2. 10は快適感とASHRAEの標準新有効温度  $SET^*$  (体感温度)の関連を示す。男性の相関は低く、女性の相関は高い。

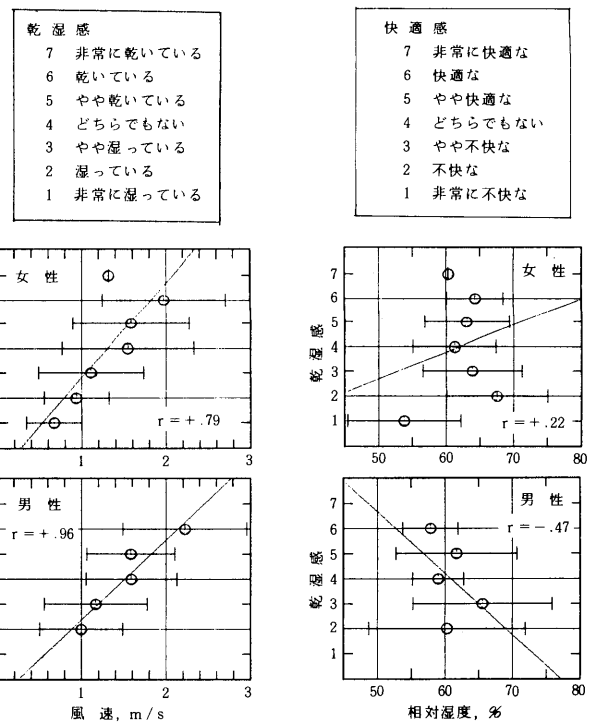


図-2. 6 乾湿感と風速

図-2. 7 乾湿感と相対湿度

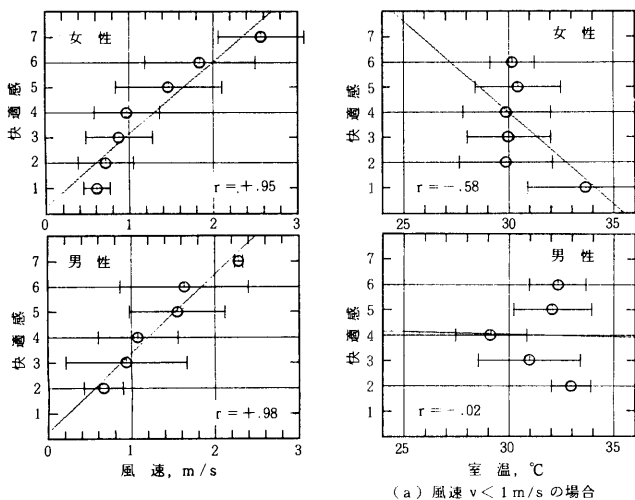


図-2. 8 快適感と風速

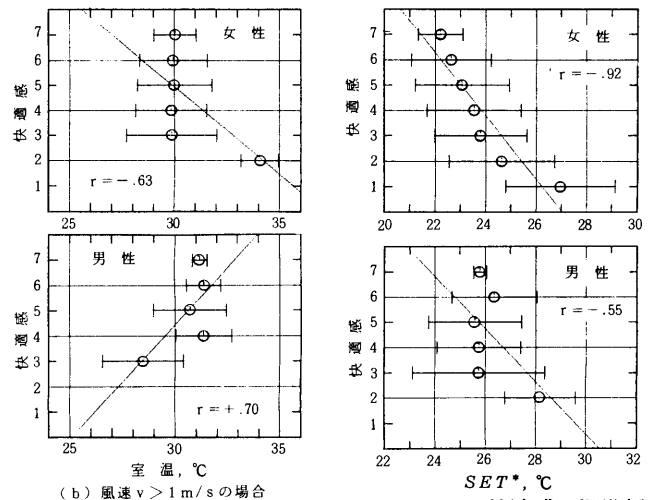


図-2. 9 快適感と室温

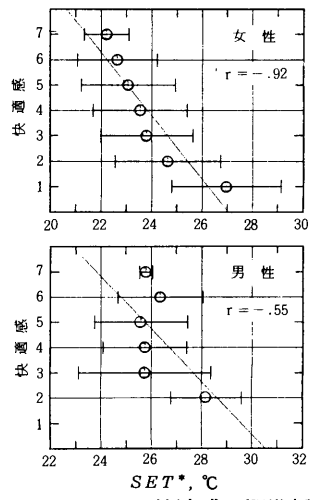


図-2. 10 快適感と標準新有効温度  $SET^*$

### 3. 風の特徴

#### 3.1 はじめに

住宅における通風の原動力は、建物周囲を吹く風である。さらに大きく見れば、地域を吹く風である。これは図-1.3に示したことであり、また、地域風の通風利用率に対する影響という点については、図-1.1で南北軸の建物に関連して述べたことでもある。

したがって、地域の風の特徴を明らかにしておくことは、通風利用を計画的に検討する上から、極めて重要である。計画的な通風利用をはかるには、定まった風向の風が高い頻度で吹くこと、そしてその風速が、強からず弱からず、通風に適度な強さであることが望ましい。

海国であるわが国においては、多くの都市は海岸に発達しており、海陸風の観測例の報告も多い。海陸風は熱的成因によるため、気圧傾度風とは異なって、風速が3 m/s前後の微風(Breeze)である。また、海陸風は文字通り、昼間は海から陸に向けて風が吹き、夜間にはその反対方向に風が吹くものである。すなわち、正対する2つの方向の風が卓越するわけであり、上述した条件に照らし合わせると、通風利用にはまことに好都合である。特に集合住宅の場合には、住戸の開口部を向かい合わせて配置することが多く、通風利用に適しているものと言えよう。

以上のごとき観点から、本章ではわが国諸都市の風の特徴について述べるが、特に海陸風について解析を行う。

#### 3.2 全国20都市の風特性

解析に用いた資料は、図-3.1に示す全国20都市の

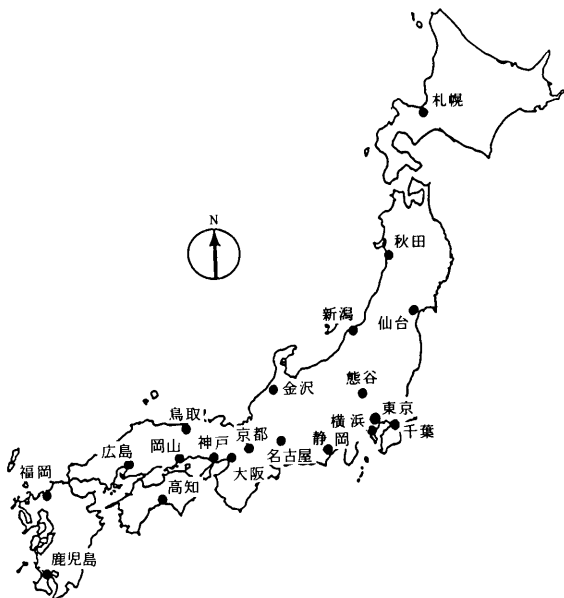


図-3.1 解析対象都市

AMeDAS データの中の風向、風速の特別値であり、観測期間は1980~84年の5年間である。なお、各観測データについては経年変化を調べ、観測点の移動などによるデータの異常の有無を確かめた上で使用している。

局地循環による風の特徴は、その成因が日射による加熱である点を考えると昼間と夜間の分類により顕著になることが予想される。そのような点からここでは昼間を12:00~16:00、夜間を24:00~4:00としてデータを昼夜に分類する。

全年データを用いて昼間と夜間の風配および風速出現頻度を作成したところ、概括的な特徴としては、ほとんどの都市において卓越風向が認められ、その風向は昼間は海側に、夜間は陸側に寄っており、また風速については夜間に比較して昼間の方が大きいことがあげられる。さらに、各都市の風の特徴を抽出すれば以下のごとくである。

- 札幌 昼夜による卓越風向が明確に表われている。また、全年を通して、昼夜の風向はほぼ一直線上に並ぶような形を示す。
- 秋田 札幌と同様に昼夜の卓越風向は明確で、かつ直線的である。
- 仙台 昼間はSE、夜間はNNWの卓越が明確である。
- 新潟 昼間は海岸寄り、夜間は陸寄りであるが、多少分布は広がっている。
- 熊谷 夜間の卓越風向ははっきりしているが、昼間ははっきりしない。
- 東京 昼間の風向はSとNNWに2分され、夜間はNNWが卓越している。
- 横浜 夜間の卓越風向は顕著であり、昼間の風向よりもかなり安定している。
- 千葉 周辺の影響を受けているような形を示している風配であり風向は定まらず、また風速が比較的大きい。
- 金沢 風向は扇のような広がりを持っており、突出した風向きが多数存在しているが、昼間は海寄り、夜間は陸寄りの傾向がある。
- 静岡 昼間は海寄りの風向Sが卓越している。夜間は卓越風向がはっきりせず、他の地域に比較して静穏の頻度が多い。
- 名古屋 昼間および夜間共に陸寄りの風向(N~NW)が卓越している。
- 京都 風向は広がりをもち、主風向も定まらず、どちらかといえば夜間の方が安定している。また、夜間は静穏の場合が非常に多く、風速も小さい。
- 大阪 昼間は海寄り、夜間は陸寄りの風向が卓越している。

- 神 戸 昼間は海寄り，夜間は陸寄りとなっているが卓越風向は特には認められない。
- 岡 山 昼間，夜間共に卓越風向は認められない。夜間における静穏の頻度が大きい。
- 鳥 取 昼間は海寄りのNNW，夜間は陸寄りのESEの風向が卓越している。
- 広 島 昼間は海寄りのSW，夜間は特に陸寄りのNNWの風向が卓越している。他の都市と異なり，風速は昼間と夜間でほぼ等しい値を示している。
- 高 知 昼夜による風向の違いは明確で，卓越風はほぼ直交するような形で吹いている。
- 福 岡 昼間は海寄りのN~NNW，夜間は陸寄りのSEの風向が卓越している。
- 鹿児島 昼夜の風向の別は明確であり，特に夜間のNNW~NWの風向が卓越している。

次に昼夜の分類によって見られる局地循環の傾向を季節毎に調べた例として，東京における風配および風速出現頻度を春(3, 4, 5月)，夏(6, 7, 8月)，秋(9, 10, 11月)および冬(12, 1, 2月)に分けて図-3. 2に示す。秋と冬においては昼夜の別なく陸寄りのNNW

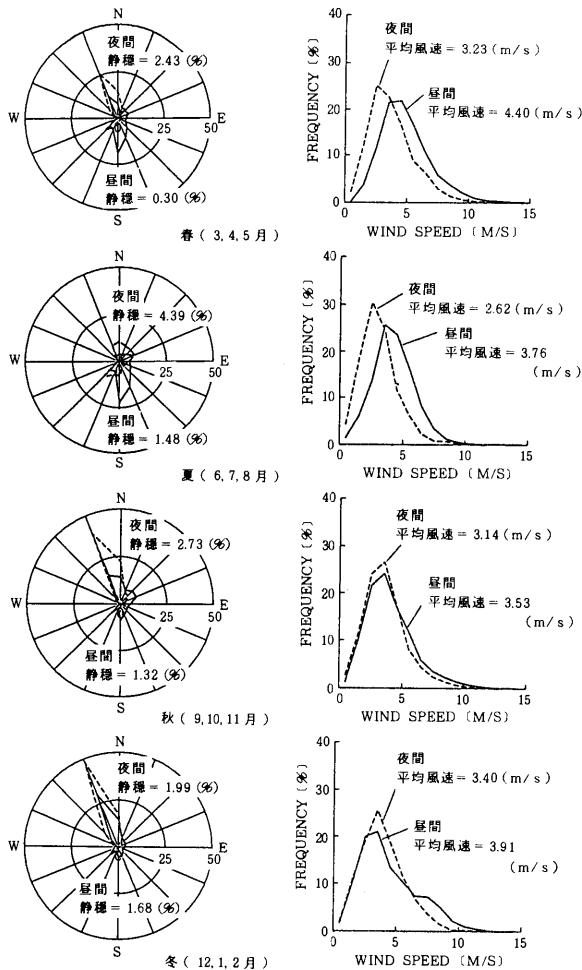


図-3. 2 季節別にみた東京の風の特徴

の風向が卓越しており海寄りの風向は少ない。しかし，春と夏においては昼間に海寄りのSの風向の頻度が大きくなる。夜間と昼間の風速の差について見ると，秋と冬には小さく，春と夏に大きい。

他の都市においても夏季に卓越風向がより顕著になる傾向が見られる。また夏季には主に夜間の風速が小となり，昼夜間の風速の差が秋と冬の場合に比較して大となる傾向がある。

### 3. 3 湾岸都市の風の分布特性

昼間と夜間の卓越風向が明確に分離され，海陸風ベクトル成分も大きい福岡市を例として，湾岸都市内における海陸風の分布を調べる。

#### 1) 解析資料

解析対象として扱うのは，市内常時観測点7ヶ所における1982年7月21日~1983年8月6日の約1年間の毎時の風向，風速データである。データはすべて毎正時の前10分間の平均である。なお，気象台の1982年度のデータはAMeDAS (MT) によるものである。

海陸風の出現，発達条件として考えられる気象要素に，気圧，日射量，気温日較差および海水，地表面温度等がある。ここでは気象台で測定された日積算水平面全天日射量(以後，日射量と略す)と気温日較差のみについて扱う。気圧配置が安定している晴天日は海陸風が発達しやすく，またその時の日射量と気温日較差の相関が高くなると仮定する。このような条件がある程度見られる日射量を基準日射量とする。この値は便宜的に決定したものである。また日射量の多い夏には他の季節よりも海陸風が発達が予想される。したがって，通風が最もよく利用されるのが夏であることも考えあわせて，ここでは夏(6, 7, 8月)の基準日射量以上の日のみを解析対象

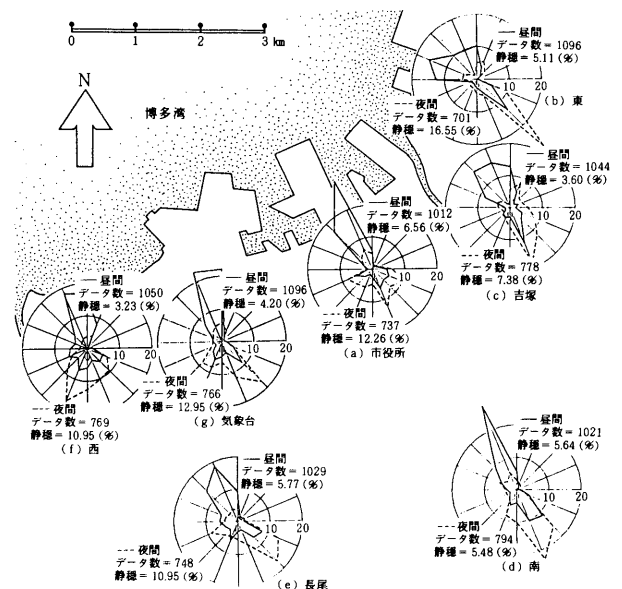


図-3. 3 湾岸都市内における夏季風配の分布例 (福岡)

とした。

## 2) 風向特性

図-3. 3は昼間(6時~18時)と夜間(20時~5時)に分けて、市内7地点における風配の分布状態を示したものである。風配図の中心が観測点である。いずれの地点においても、昼間と夜間では反対方向の風向が卓越し、風配に明瞭な相違が見られている。また各観測点から最も近い所に位置する海岸線はほとんど埋立地であるため、明確な海岸線の方法を示す事は困難であるが、各観測点における卓越風向はほぼ海岸線に対する法線方向に近い。

各観測点についてさらに詳細に見ていくと、(e)長尾および(g)気象台において南寄りの風向が東へ振れているのは、福岡市南西部に広がる丘陵地の影響と考えられる。(c)吉塚の卓越風向は最も近い海岸線の法線とは若干ずれているが、これはより大きいスケールでの海岸線または福岡市東部の丘陵の影響と考えられる。(b)東と(f)西については、ほとんど東寄りの風が見られないが、これは風速計の東側に風の障害となる煙突や屋上給水タンクがあることも影響しているものと考えられる。以上のように、各観測点特有の立地条件の影響も若干はあるものの、図-3. 3を全体的に見れば、昼間には海寄りの風が、夜間には陸寄りの風が市内全域にわたって、かなり高い頻度で吹くことが期待できる。

## 4. 通風の促進と住棟配置計画

### 4. 1 はじめに

通風・換気の駆動力は建物前後の風圧の差である。壁面に対する風圧  $P$  [kg/m<sup>2</sup>] は基準風速  $V$  [m/s] により

$$P = C(\gamma/2g) V^2$$

で与えられる。ここで、 $g$  は重力加速度 (=9.8m/s<sup>2</sup>)、 $\gamma$  は空気の比重量 (20℃で約1.2kg/m<sup>3</sup>) で、 $C$  は風圧係数である。したがって風圧は風圧係数が大きいほど強く

なるが、風圧係数は建物形状、建物部位、風向及び建物周囲状況によって異なる。建物周囲状況とは具体的には対象建物の周囲にある建物や樹木の並び方であり、本稿で述べる住棟配置がこれに当る。

建物の風上側(流入)及び風下側(流出)にそれぞれ添え字  $W$  及び  $L$  を付けて表わせば、それぞれの壁面における風圧は

$$P_W = C_W (\gamma/2g) V^2$$

$$P_L = C_L (\gamma/2g) V^2$$

したがって、風上側と風下側の風圧差  $\Delta P_{WL}$  は

$$\Delta P_{WL} = (C_W - C_L) (\gamma/2g) V^2$$

である。

風圧差による換気量(通風量)  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] は、開口面積  $A$  [m<sup>2</sup>] 及び流量係数  $\alpha$  を用いて

$$Q = \alpha A \sqrt{(2g/\gamma) \Delta P_{WL}}$$

で表されるので

$$Q = \alpha A \sqrt{(C_W - C_L)} V$$

となる。なお、流量係数  $\alpha$  は形状・開け方・遮蔽物等、開口部の特性により変わる。

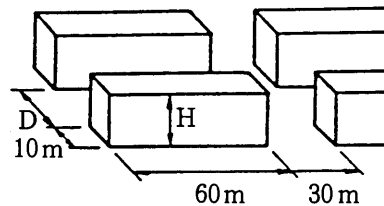
このような点から、筆者らは、建物配列が建物前後差圧に及ぼす影響を調べるために、建物の縮小模型を用いて風洞実験を行ってきた。ここではこれまでの実験結果に基づいて集合住宅に関する知見を述べる。

### 4. 2 実験方法

表-4. 1は実験対象とした建物の概要を示したものであるが、縮率(模型と実物の大きさの比率)は Blocking Effect の関係から1/400とした。ここに示したものは1例を除いて5階建集合住宅であり、配列は整型(格子状)配列である。本章では主に容積率をパラメータにして検討をする。なお、ここで容積率とは、1住棟の建築延べ面積を対象住棟と隣接住棟の中心線で囲まれた敷地面積で割ったものを表わす。独立建物は隣棟間隔が無限大の場合と考えられるが、このときは敷地面積も無限大になるので、容積率は0%となる。

表-4. 1 実験対象建物の概要

F (stories)	BV (%)	D (m)	H (m)	$\theta$ (°)
5	0	—	15	0
5	25	123	15	0
5	50	57	15	0
5	75	34	15	0
5	100	23	15	0
5	50	57	15	45
10	50	123	30	0



F: 階数, BV: 容積率, D: 建物間隔, H: 建物高さ

$\theta$ : 建物方位 (0°: 南向き) D及びHは実寸で模型の縮率は1/400

### 4.3 平均風圧係数

図-4.1は住棟群真正面から風が吹いた場合の風上側及び風下側の風圧係数の差の平均  $C_w - C_L$  の風下方向への変化を示したものである。数値そのものは異なるが、いずれの容積率においても同様な変化傾向が見られる。すなわち、第1棟目から2棟目にかけて大きく減少するが、3棟目で回復し、5棟目以後ではあまり変化せずおおむね一定の値となる。このような点から、本稿ではこれ以後の風圧係数についての記述は、特に断わりのない場合、5棟目の平均風圧係数を用いることにする。

図-4.2は風上側および風下側の風圧係数を容積率によって比較したものである。風圧係数は妻側を除く中間階の平均である。容積率が0%（独立建物）から25%に上がると、風圧係数（絶対値）の大きな低下が見られるが、特に風上側で顕著である。しかし、それ以後では、容積率の増加に対する風圧係数の低下は緩やかである。容積率50%の場合には10階建ての風圧係数も示してあるが、風上側と風下側の壁面風圧係数の差  $C_w - C_L$  は、5階建てに比べて、約50%大きい。

図-4.3は容積率が50%の場合の風向による風

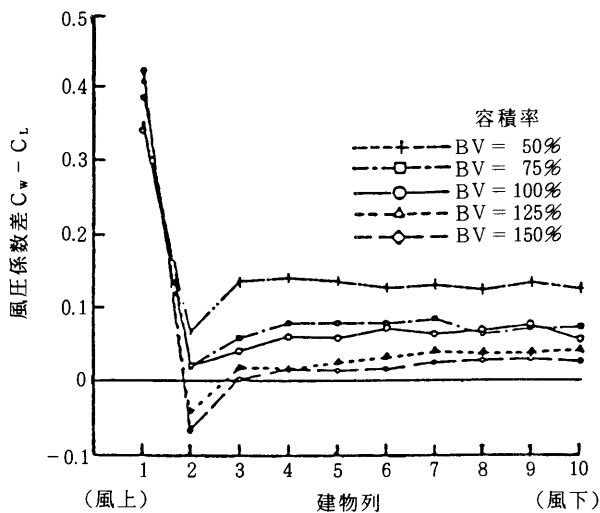


図-4.1 風圧係数差の風下方向への変化（5階建）

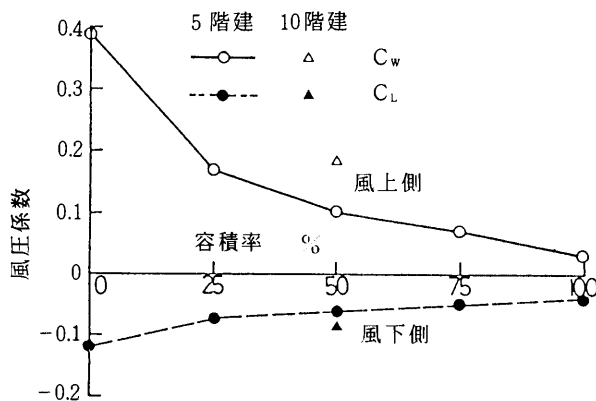


図-4.2 風圧係数の容積率による変化

圧係数の変化を示す。風向が60°以下の時には  $(C_w - C_L)$  は風向によって余り変化しないが、60°を越えると  $(C_w - C_L)$  は顕著に低下する。

## 5. 通風の室内熱環境改善効果

### 5.1 はじめに

通風の室内熱環境に対する冷却効果について、実測調査による報告は筆者らはすでに行っている。本稿では、これらの実測調査及び前章の風洞実験の結果に基づき、集合住宅における室内熱環境及び省エネルギーについて、地域・建物方位・容積率・通風利用方法等を種々変化させてシミュレーションにより検討する。

### 5.2 計算方法

対象住戸（床面積62m<sup>2</sup>）のプランは図-5.1の通りであるが、以下に示す計算結果は居間と台所からなるA室に対するものである。対象住戸の位置は5階建て住棟の場合は3階中央部、10階建ての場合は6階中央部とする。通風時はA、B及びC各室の外壁面の開口及び各室間の間仕切りを開放し、非通風時はこれを総て閉鎖する。

室内の環境要素は多数室の室間相互換気及び室内放射伝熱を考慮した計算プログラム PSSP/MV1により求めた。窓は3mm厚の普通ガラスで、器具・人体の発熱及びブラインド・カーテンの使用はないものとする。

室内熱環境の評価はASHRAEの標準新有効温度

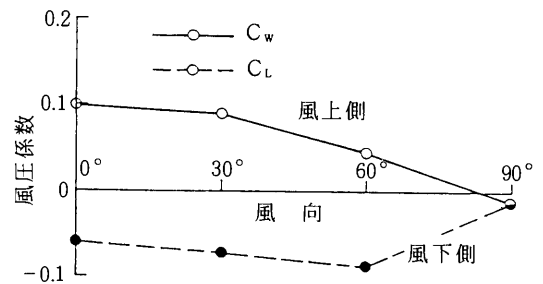


図-4.3 風圧係数の風向による変化

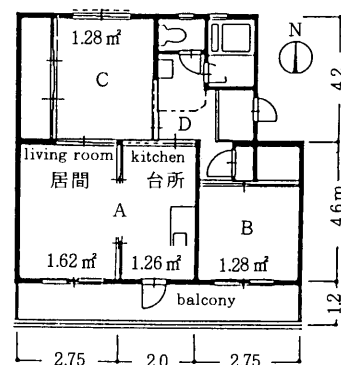


図-5.1 シミュレーション対象住戸の平面図



SET\*により行う。外界気象条件からシミュレーションによって算出した対象住戸の環境条件及び着衣量0.4 clo, 代謝量1.2met を用いてSET\*を求める。

室内熱環境に対する通風・換気の有効性はその地域の外気温・風向、風速などの外界気候に影響される。この点を明かにするため、札幌・東京・鹿児島<sup>の</sup>3都市を選び比較する。入力データは、最も代表的な夏と見なされる8月1日～7日の1週間の標準気象データを用いる。ただし、初期設定値の影響をなくするために、1週間前の7月24日より計算をする。

通風の利用方法としては、図-5. 1に示した開口の開け方により、以下の3つの場合を考える。

- a) 一日中開放する（終日通風換気）
- b) 昼間（8:00～21:00）のみ開放し夜間は閉鎖する

(昼間通風)

- c) 一日中閉鎖する（終日閉鎖、非通風住戸）

### 5. 3 SET\*による室内熱環境の比較

図-5. 2は3つの通風利用方法に対するSET\*の変動によって、通風・換気の有効性を3都市で比較したものである。

札幌では、非通風の状態でも、SET\*が26℃を越える割合は小さく比較的夏が<sup>しの</sup>過ぎやすいことを示しているが、さらに昼間通風を用いると室内熱環境がかなり改善される。終日通風換気の場合、夜間にはむしろ冷え過ぎの傾向すら窺える。

東京になると、昼間通風の効果は札幌ほどではないが、終日通風換気では非通風に比べて平均1.7℃低く、その効

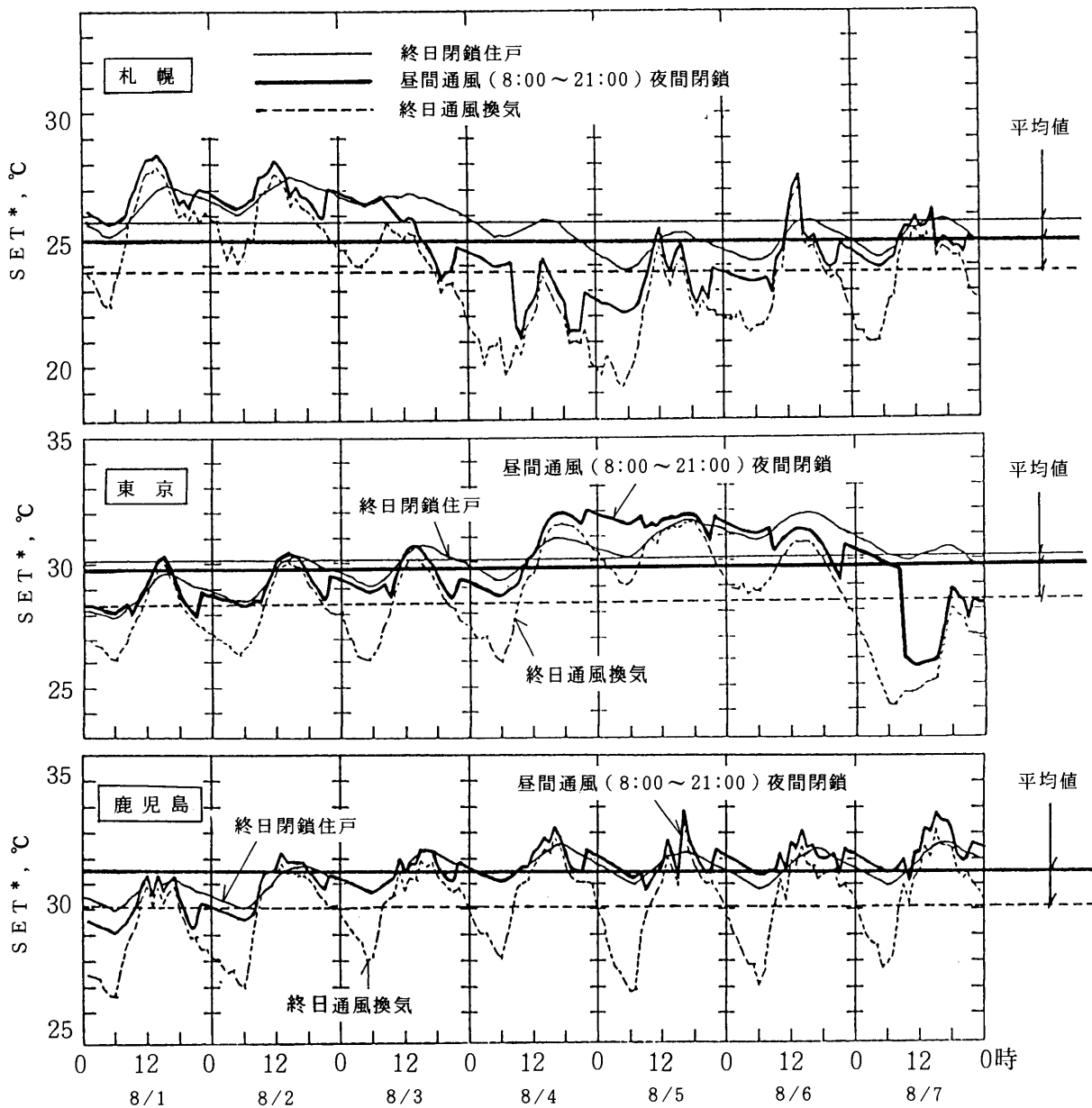


図-5. 2 室内熱環境(SET\*)の通風利用方法による比較  
(5階建、容積率50%、建物方位：南)

果は依然として大きい。

さらに鹿児島になると、昼間通風の  $SET^*$  の平均値は非通風住戸と等しくなり、その効果はほとんど見られない。これは、一つには昼間の外気温が高いこともあるが、住棟が南北向きであるのに対して、風向（海風）が東西成分が多く風速そのものも低いという風の特長にもよる。しかし、終日通風換気の効果はやはり大きく、特に夜間の熱環境の改善が著しい。

容積率が異なると、図-4.2に示したごとく建物前後差圧が変わるが、隣棟建物との関係により日射等受熱の様相が変わる可能性もある。したがって、室内の熱環境も影響を受ける。図-5.3は室内の平均  $SET^*$  を容積率によって比較したものである。非通風住戸では容積率の影響はほとんど見られない。通風住戸では容積率が大きくなると  $SET^*$  が高くなるが、これは建物前後差圧の減少により室内気流速が低下するためである。この傾

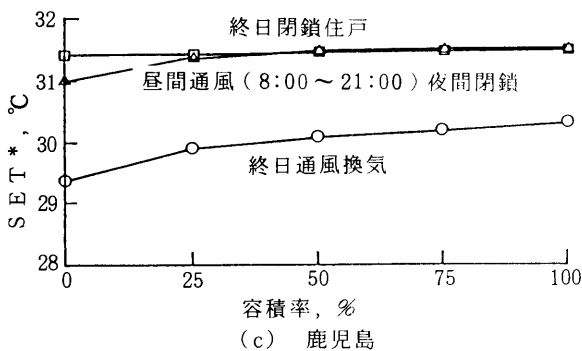
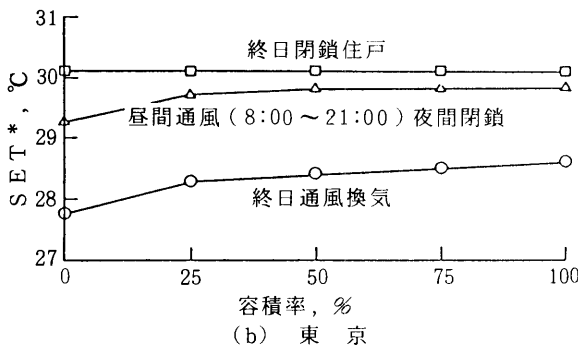
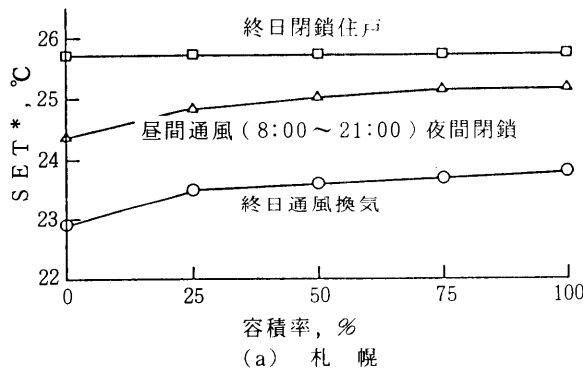


図-5.3 室内温熱環境 ( $SET^*$ ) の容積率による比較 (5階建, 建物方位: 南, 8月1日~7日)

向はいずれの都市でも同様である。鹿児島では昼間通風住戸の  $SET^*$  は非通風住戸とほとんど変わらないが、これは図-5.2でも見られている。

## 6. 通風の省エネルギー効果

### 6.1 はじめに

通風をパッシブ・クーリング手法の1つとして考えると、アクティブ・クーリング手法である空調と比較することも重要である。ここでは、非通風住戸における室内熱環境を通風住戸と同等程度のもとするために必要な空調エネルギーを求め、通風の省エネルギー効果を検討する。

### 6.2 検討方法

図-6.1は室内の基準温度を  $SET^*$  26°Cと設定した空調運転方法の基本的考え方を示す。すなわち、一点鎖線(曲線af)で示される非通風住戸を、空調によって太い実線(曲線abcdef)の  $SET^*$  に調節する。まず、非通風住戸の  $SET^*$  が26°Cを越えたら空調を行って26°Cにする(ab)。通風住戸の  $SET^*$  (破線)が26°C以上になったら、通風住戸の  $SET^*$  を基準温度として空調する(bc)。非通風・空調住戸の  $SET^*$  の方が通風住戸よりも低くなったときには、空調を停止する(cd)。非通風住戸の  $SET^*$  がふたたび通風住戸よりも高くなったときには、空調を再開する(def)。そして、非通風住戸の  $SET^*$  が26°C以下になったら空調は停止する。ここで、空調の吹出空気温度を15°C、相対湿度を90%とし、機器のエネルギー効率を100%とする。

### 6.3 省エネルギー効果の比較

以上のようにして求めた3種類の住戸の  $SET^*$  と通風によるエネルギー量の変動を東京を例にとって図-6.2に示すが、夜間において大きな効果がみられる。これに対して昼間の省エネルギー量は8/7を除くとほとんど0に等しいが、これは夜間の蓄冷効果の表われと考えられる。

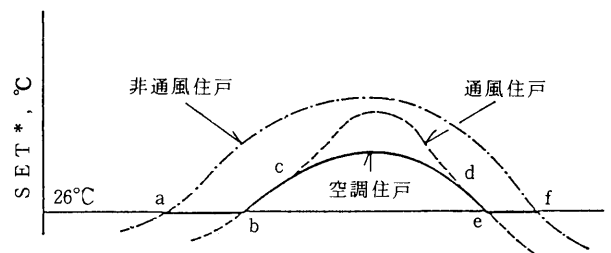


図-6.1 通風による省エネルギー量の検討模式図

図-6. 3は通風の省エネルギー効果を都市別に容積率によって比較したものである。札幌では図-5. 3で見たように非通風の状態でも  $SET^*$  が $26^{\circ}\text{C}$ を超えることが少ないため、省エネルギー量は終日通風でも少ない。鹿児島は東京よりも暑いにもかかわらず、省エネルギー量は東京よりも少なく、鹿児島の終日換気の効果は東京の昼間換気と同程度である。これは図-5. 3の  $SET^*$  に関する比較からも分かることであり、図-5. 2に関して述べたごとき外界気候の特性によるものである。終日通風では昼間通風よりも容積率の影響が大きい。

図-6. 4は通風の省エネルギー効果を建物方位によって比較したものである。南向き ( $\theta=0^{\circ}$ ) では10階建ての建物も示してあるが、5階建てよりも大きな省エネルギー効果が得られている。これは図-4. 2に示した如

く10階建ての方が前後差圧は大きくなるからである。住棟方位を東または西に $45^{\circ}$ 傾けた場合は、東京・鹿児島ともに南向きよりも通風の効果が大きく表われるが、特に鹿児島において顕著である。

## 7. 総括

以上述べたことを簡単にまとめると次のようになる。

- 1) 通風室内における人体のいろいろな温熱感覚に対しては、風速そのものの影響が極めて大きい。
- 2) 日本の大多数の都市では、夏の場合は、昼間は海から陸への風、夜間はその反対方向の風が吹くことが多く、通風を計画的に利用することが可能である。
- 3) 湾岸都市の例では、各観測地点における昼間の卓

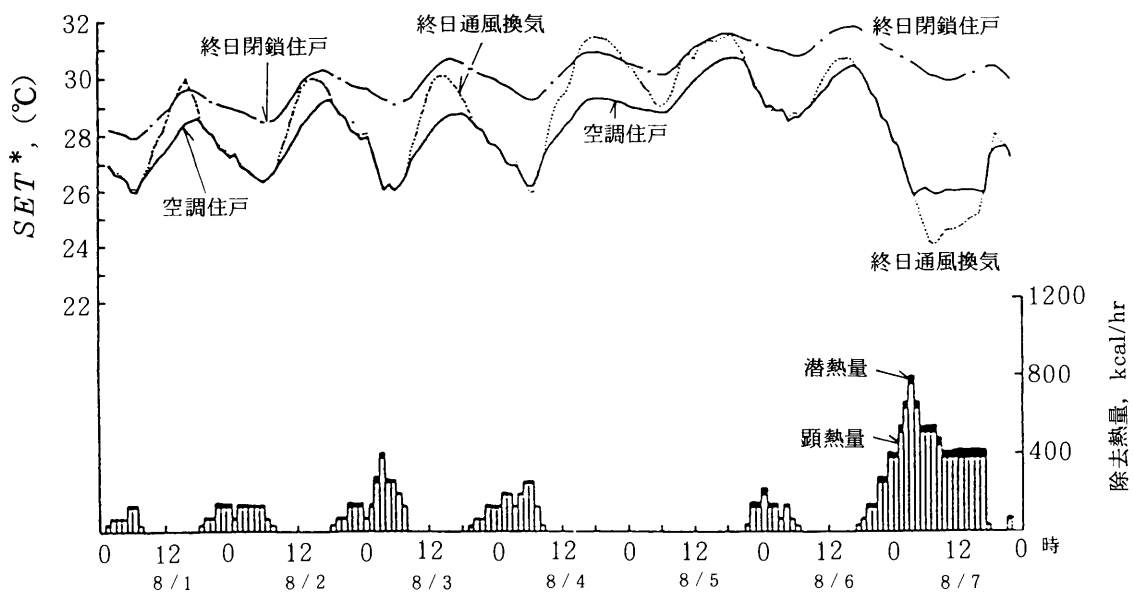


図-6. 2 通風住戸・非通風住戸・空調住戸のA室における  $SET^*$  の比較および空調による除去熱量 (東京, 5階建, 容積率50%, 建物方位: 南)

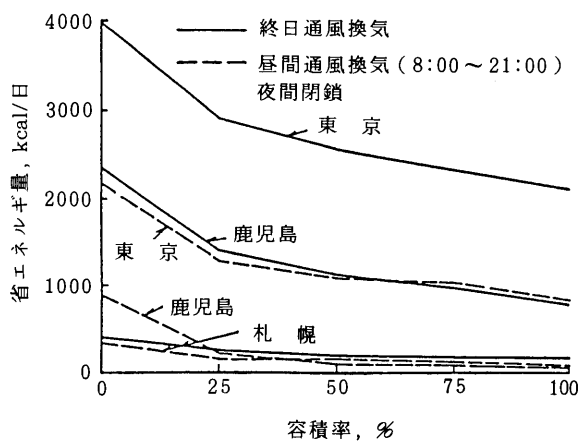


図-6. 3 通風の省エネルギー量の容積率による比較 (5階建, 建物方位: 南, 8月1日~7日)

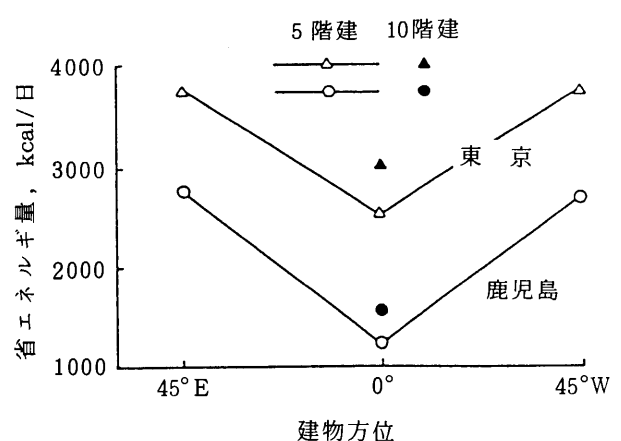


図-6. 4 通風の省エネルギー効果の建物方位による比較 (容積率50%, 8月1日~8月7日)

越風向は海岸線に直角となる傾向が強くみられる。

4) 片廊下型あるいは階段室型の集合住宅団地で通風を促進させるには、バルコニーを卓越風向に正対させ、容積率を小さくすると良い。ただし、これに際しては、日照・日射の調整や土地の有効利用などに関しても十分に考慮することが大切である。

5) 上記集合住宅団地を南向きにした場合の通風の熱的效果を、シミュレーション・モデルにより SET\* 及び省エネルギー量を求めて検討した。東京においては大きな効果がみられたが、特に夜間通風も併用するとその効果が著しい。卓越風向が東西成分が強い鹿児島では、住棟方位を東西方向に振ると、南向きの場合よりも効果が大きくなる。

6) 容積率を小さくすると、4) に述べた如く通風が促進されるため、熱的效果も大きくなる。

#### <研究組織>

主査	石井 昭夫	九州芸術工科大学教授
委員	片山 忠久	九州大学教授
	西田 勝	九州産業大学教授
	榊原 典子	京都教育大学助教授
	堤 純一郎	東和大学講師