

ヒートアイランドから見た大阪市域における エネルギー供給の時空間特性

Space-Time Characteristics of Energy Supply in Osaka City from Heat Island Viewpoint

西村 伸也* ¹	鍋島 美奈子* ²	西岡 真稔* ²
Nobuya Nishimura	Minako Nabeshima	Masatoshi Nishioka
谷口 一郎* ³	柁元 慶子* ⁴	野邑 奉弘* ¹
Ichiro Taniguchi	Keiko Masumoto	Tomohiro Nomura

*¹ 大阪市立大学大学院工学研究科機械物理系専攻 Department of Mechanical and Physical Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka City University

*² 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 Department of Urban Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka City University

*³ 大阪市都市環境局 Environment and Sewerage Bureau, Osaka City

*⁴ 大阪市立環境科学研究所 Osaka City Institute of Public Health and Environmental Sciences, Osaka City

Corresponding author : Nobuya Nishimura, nisimura@mech.eng.osaka-cu.ac.jp

ABSTRACT

Time-space distributions of energy supply both by electricity and town gas in Osaka city were investigated precisely in order to estimate effects of local artificial heat generation on the heat island phenomena. Daily variations of electric power supply of 20 points of secondary substations during July 13th to July 27th in 2000 were presented and analyzed in the paper. Also, monthly town gas supply amounts at each "ku" of Osaka city were presented from April 2002 to March 2003. And those data were drawn on the map by using geographic information system and were analyzed in order to determine diurnal variation of local energy supply characteristics. It was revealed that the electric power supply amounts per unit floor area are quite different between central commercial and business area and suburban residential area. The amount of electric power supply per unit floor area became 430W/m² in the city central part with many commerce and amusement facilities. And the amount of maximum power supply per unit total floor area at central commercial and business area was nearly 100 W/m². Meanwhile, the amount of maximum power supply in suburban residential area was nearly 10 W/m². Moreover, many town gas was supplied at both central commercial and business area and the coastal industrial area. The amount of maximum supply of the town gas in July were about 50W/m² at central commercial and business area and about 10W/m² at suburban residential area.

キーワード:ヒートアイランド, エネルギー供給, エネルギー密度, 電力, 都市ガス, 地理情報システム

Key words : Heat island, Energy supply, Energy density, Electricity, Town gas, Geographical information system

1. まえがき

近年, 地球温暖化により地球の気温が上昇している。そのペースは20世紀の100年間で約0.6℃と言われていた。しかし, それをも上回るペースで気温が上昇している地域がある。その地域とは大阪や東京など, 大都市と呼ばれている地域である。この大都市部では, 100年間で2~3℃気温が上昇している。この温度上昇の原因となっているのが, ヒートアイランド現象である[1]。

ヒートアイランド現象は, 「住みやすさ」や「働きやすさ」, 「訪れやすさ」などの観点から, 都市環境の質の低下を招いている。ここで, 都市を, 著者らの居住地であり本研究の対象地域でもある大阪に置き換えると, ヒートアイランド現象は, 「大阪の都市格」の悪化を招き, 「住みにくい大阪」を助長させていると考えられる。

そのため, 著者らは, 大阪市のヒートアイランド対策の一環として, 大阪市域のヒートアイランド現象の抑制, 解消を目的として, 平成15-16年度の二年間に渡ってプロジェクト研究を実施した。そのなかで, ヒートアイランドの将来予測と対策立案の観点から, シミュレーションの精度向上, ならびにきめの細かい地域的な対策立案

を念頭に従来の研究を概観したとき, 大阪市のような広域な地域(約220km²)に関しては, エネルギー供給の実データに基づくエネルギー消費の時空間構造の定量化が不十分であることに気づいた。そこで, 大阪市域におけるエネルギー供給の実態を調査することによって, 各種のエネルギー消費に由来する人工排熱量を明確にするとともに, その時空間的な変化をも含めたエネルギー供給・消費に関するデータベース構築を進めてきた。

上記プロジェクト研究の特色は, 電力および都市ガスのエネルギー事業者の協力を得て, 都市スケールではこれまでほとんど行われてこなかった大都市におけるエネルギー供給量の時空間分布を正確に把握し, そこから発生する人工排熱量の定量的な評価をGIS (Geographic Information System) を用いて行い, 大阪市におけるエネルギー消費の時空間解析を行ったことである。これにより, 従来人工排熱量の予測に用いられてきた建物のエネルギー消費原単位の信頼性や適用限界などについても検討を加え, 都心の商業・娯楽施設集積地域では正確な予測が困難なことなど, 新しい知見を得ることができた。

以下, それらの結果について述べる。

2. 大阪市におけるヒートアイランドの現状

まず始めに、本研究の背景である大阪市のヒートアイランドの現状について概説する。

図1に過去120年間の大阪市の年平均気温の経年変化を示す[2]。年平均気温は20世紀の100年間に約2.0℃上昇している。これは、この間の日本全体の年平均気温の上昇度1.0℃を大きく上回っており、ヒートアイランドの影響が明白に現れていると言える。

ついで、同期間における熱帯夜の出現日数の変化を図2に示す。熱帯夜は1970年代中盤からの約30年間で約二倍に増加している。

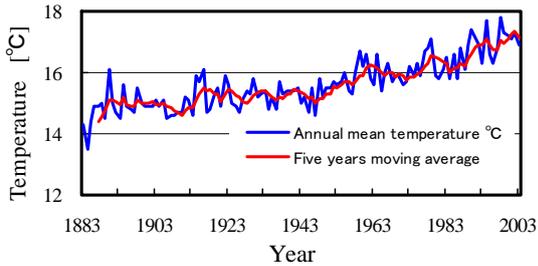


Figure 1 Annual mean temperature changes in Osaka city since 1883

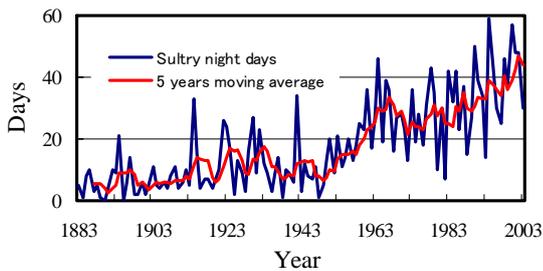


Figure 2 Numbers of sultry night of a year in Osaka city since 1883

3. 統計データを用いた大阪地域におけるエネルギー供給の実態把握

大阪市内で供給されるエネルギーの時空間分布の推定を行うにあたって、推算結果の信頼性を確認するために、まず大阪市が調査を行っている電力・都市ガスの供給量についてのマクロ統計データに関して調べた。大阪統計書[3]（昭和33年～平成15年版・大阪市計画調整局）を基に作成した1953～2002年の49年間の消費電力量を、図3に1945～2002年の57年間の都市ガス需要（供給）量を図4に示す。都市ガス需要量については途中に行われた燃料転換による発熱量補正を行っている。

図3に示す電力総供給量は、1953年の1.7TWh（テラワットアワー）から2000年には23.0TWhになり、ここ50年弱の間に約13.5倍に増加したことがわかる。なお、2002年に供給量が急減しているのは電力自由化により2万ボルト以上（契約電力原則2,000kW）の特別高圧電力が調査対象から除外されたためである。

一方、図4に示す都市ガス需要も、年々増加する傾向にある。1950年～2000年の間に約26.6倍に増加している。また、近年、工業用の伸びが大きいが、これは、SO_x

などの排気ガス対策や、地球温暖化問題に関連して、天然ガスがクリーン燃料として、石油に代替しているためだと思われる。大阪市内におけるエネルギー供給とヒートアイランドの関係を知るため、電力・都市ガスによるエネルギー供給量（熱量換算：46MJ/Nm³）と年平均気温の関係について調べた結果を図5に示す。

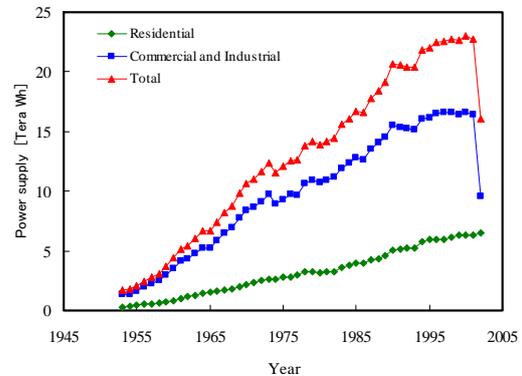


Figure 3 Annual electric power supply changes in Osaka city since 1958

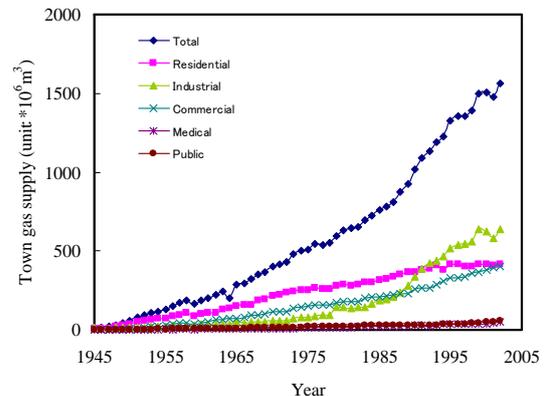


Figure 4 Annual town gas supply changes in Osaka city since 1945

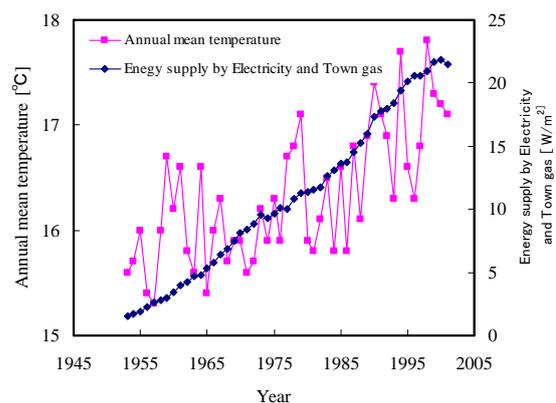


Figure 5 Relation between annual mean temperature and the energy amount of supply since 1953

電力・都市ガスによるエネルギー供給量の増加に伴い、年平均気温は上昇しており、これらは密接に関係していることがわかる。1960年以降について見ると、電力・都市ガスによるエネルギー供給量は、約11.2倍に増大しており、この間に年平均気温はおおよそ1.5℃ほど上昇し

ている。また、以上のデータより、大阪市(面積約 220km²)における電力・都市ガスの単位地表面積当たりの年平均の単位時間当たり供給量を求めると、それぞれ 11.9 W/m²、9.9 W/m²となり、日射に由来する地表面の受熱量(日平均約 142 W/m²)に比べてかなり少ないことが判る。

しかし、以上の統計データからは、ヒートアイランド対策のために必要となる大阪市内の各地域における時刻別ならびに地域別のエネルギー供給とそれに伴う人工排熱の排出特性に関する情報は得ることはできない。

4. 電力供給および都市ガス供給の時空間分布

4.1 本研究における調査項目の概要

以上のようなことから、本研究においては、大阪市におけるエネルギー供給の時空間分布を精度良く推定するために、時刻別ならびに地域別のデータが得られると考えられる電力ならびに都市ガスについて調査を行うこととした。電力データに関しては、大阪市の行ったシミュレーションに対応させて、平成 12 年 7 月 13 日から 27 日までの時刻別電力供給データを、都市ガスに関しては、平成 14 年度(平成 14 年 4 月～平成 15 年 3 月)の市内各区の月別販売データ(46MJ/Nm³換算)を用いた。

4.2 地理情報システムを用いたエネルギーデータベースについて

大阪市のような広域領域におけるエネルギー供給の時空間分布を明らかにするためには、市内のおおのこの地域におけるエネルギー供給の時間的な変化を明らかにし、そのパターンの特徴を抽出することが必要不可欠である。そこで、本研究では、GIS を用いて大阪市についてのエネルギー供給分布図を作成することにした。

4.3 電力供給データ

電力に関しては、大阪市の行ったシミュレーションに対応させる目的から、平成 12 年 7 月 13 日から 27 日までの時刻別電力供給データを用いた。大阪市内には 100 以上の二次変電所があるが、本研究では、変電所の供給エリアと営業所の使用電力量実績を勘案し、市内を都心(業務・商業)、工場地区、住・工混合地区ならびに住宅地に分類して調査を行った。図 6 に変電所の位置を示す。また、表 1 に変電所の位置する行政区を示す。

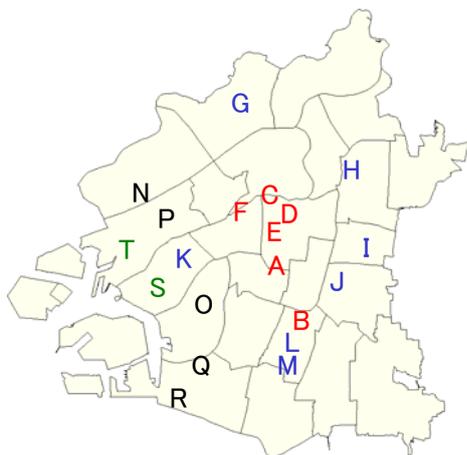
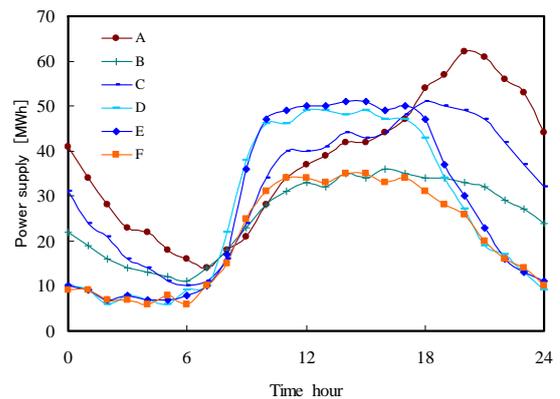


Figure 6 Locations of each secondary substation within Osaka city

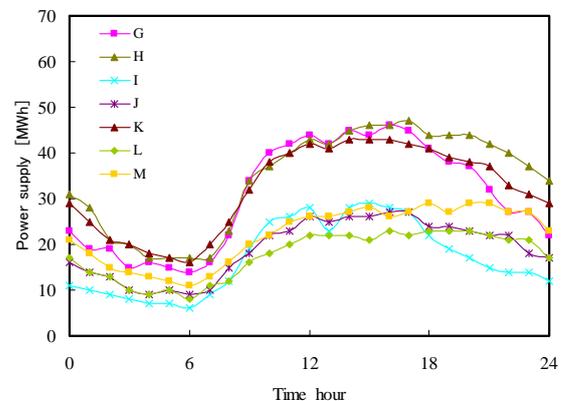
図 7 に、平日で最高気温が 36.0℃と高かった 7 月 19 日の都心ならびに住宅地の各変電所における電力供給量を示す。変電所の供給エリアの広さは地域により大きく異なるので、都心と住宅地の供給量の大小について考察することはあまり意味を持たない。ここではおのおのの地区における時刻別傾向について論じる。

Table 1 Locations of secondary substation

Area	Ward	Area	Ward
A,D,E	Chuo	J	Ikuno
B,L,M	Abeno	K,S	Minato
C,F	Kita	N	Nishiyodogawa
G	Yodogawa	O	Taisho
H	Joto	P,T	Konohana
I	Higashinari	Q,R	Suminoe



(a) Central area (Business,commerce and amusement)



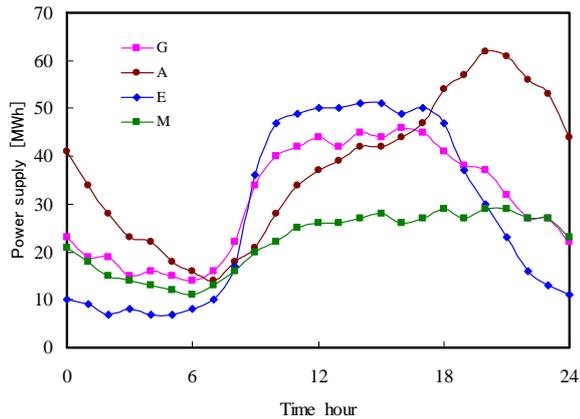
(b) Suburban residential area

Figure 7 Diurnal variations of electric power supply in central area and suburban residential area (July 19)

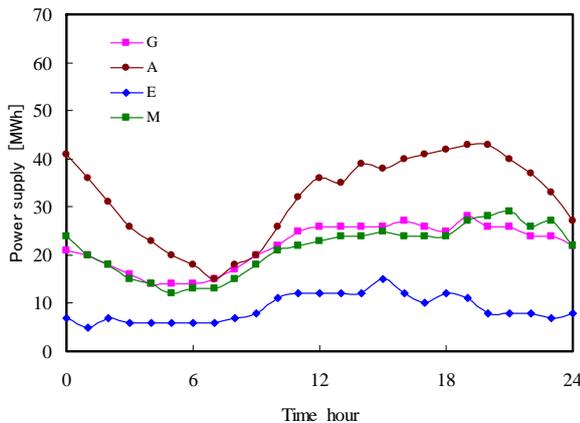
図 7(a)に示す都心ではそれぞれの地区の特性がよく現れている。業務地区である D、E では業務時間帯である 9 時から 18 時の間で供給量が多く、娯楽施設や飲食店・宿泊施設が多い A では 21 時ころに最大値をとり深夜遅くまで供給量が多い。大阪一の繁華街であり、また業務施設も多い C は両者の中間的な特性を示している。

一方、(b)に示す住宅地においては、純然たる住宅街と考えられる市南部の L や M においては、供給量が 6 時から増え始め 21 時ころまで徐々に増加している。一方、都心に近く業務用途の多い G や H では業務地区に近い特性を示しているが、純然たる業務地区である D や E に比べて、昼夜の差が少なく、両者の中間的な特性を有して

いる。図8に都心と住宅地の傾向の違いについてさらに検討するために平日と休日の電力供給量の比較を示す。



(a) Weekday (July 19)



(b) Holiday (July 20)

Figure 8 Comparison of diurnal variations of electric power supply between weekday and holiday

同図より、住宅地においては、平日および休日における時刻別供給特性がほとんど変わらないのに対して、業務地区では全く異なった傾向を示し、地区Eにおいては、休日の昼間の供給量は平日に比べて約 1/5 まで減少することが分かる。また、飲食・娯楽街である地区 A においても、休日の夜は供給量が減少している。

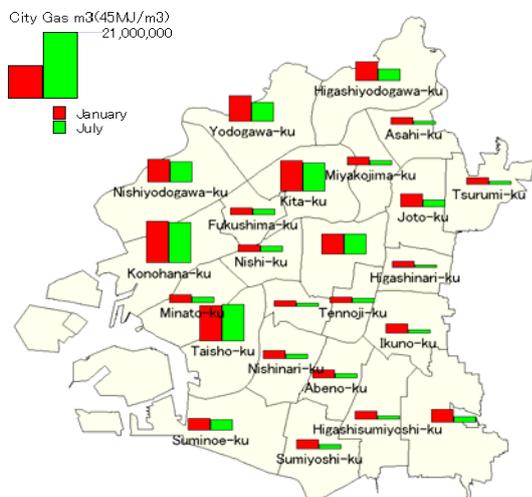


Figure9 Amount of town gas supply in Osaka city

4.4 都市ガス供給データ

図9に平成14年7月ならびに平成15年1月の各行政区別の都市ガス供給量を示す。都市ガスの供給量は臨海部の工場地帯である此花区ならびに大正区で多いこと、また、市中心部の北区、中央区といった業務地区でも多いことが分かる。併せて、業務地区である中央区では夏場の販売量が冬場を上回ることも分かる。

本研究の目的である大阪市域におけるエネルギー供給量の時空間分布を明らかにするためには、都市ガスについて電力と同様に時刻別の供給量を知る必要がある。しかしながら、上述のように、都市ガスはその供給方法から時刻別データは存在せず、時空間分布は、建物の利用用途[4]、延べ床面積[5]、ならびに業務用ビルや住宅のエネルギー消費原単位[6,7]から、シミュレーションにより推定した。推算の手順を図10に示す。なお、月別データから日別データの変換においては、月中のすべての日における供給特性が同じものとした。したがって、以下に示す都市ガスの時刻別供給量は月平均を意味する。

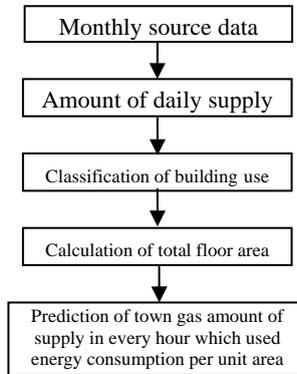


Figure 10 Prediction method of hourly town gas supply amount

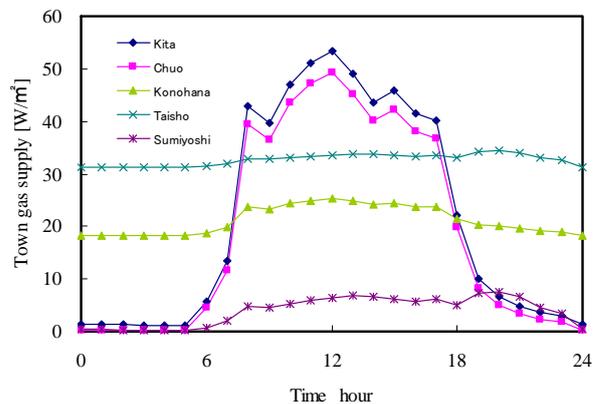


Figure 11 Prediction results of hourly town gas supply amount in July

以上の手順を踏んで、都市ガスに由来する大阪市各区のエネルギー供給量を推算する。商業・業務地区の北区、中央区、工業地区の此花区、大正区、住宅地区の住吉区の代表5区を例にとって、7月における推定結果の一例(熱量換算し、単位は W/m^2 に換算した)を図11に示す。7月の供給量は冬場の1月に比べて全体的に減少した。しかしながら、北区、中央区の商業・業務地区では、夏冬を問わず昼間の供給量はほぼ一定となった。これは、

同地域の業務用ビルでは、夏期の冷房ばかりでなく冬場の暖房も含めて、ガス空調が多いことが原因の一つと考えられる。また、工業地区では、工場におけるガス消費の時刻別変化が少ないため、24時間通してほぼ一定となった。住宅地である住吉区はそもそも絶対量が少ないので、夜間に少し値が高くなっただけで、その他の地区と比較すると、供給量が極めて少ない。

5. エネルギー供給量の時空間分布とヒートアイランドの関係

5.1 調査結果に基づくエネルギー供給量の時空間特性

以上に示した電力、都市ガスの供給・販売データから大阪市におけるエネルギー供給特性のあらましを知ることができた。しかし、ヒートアイランド解消のための対策を考えるには、供給面積の大小によらない地表面積当たりの時刻別エネルギー供給特性を知ることが極めて大切である。以下に検討結果の概略を示す。

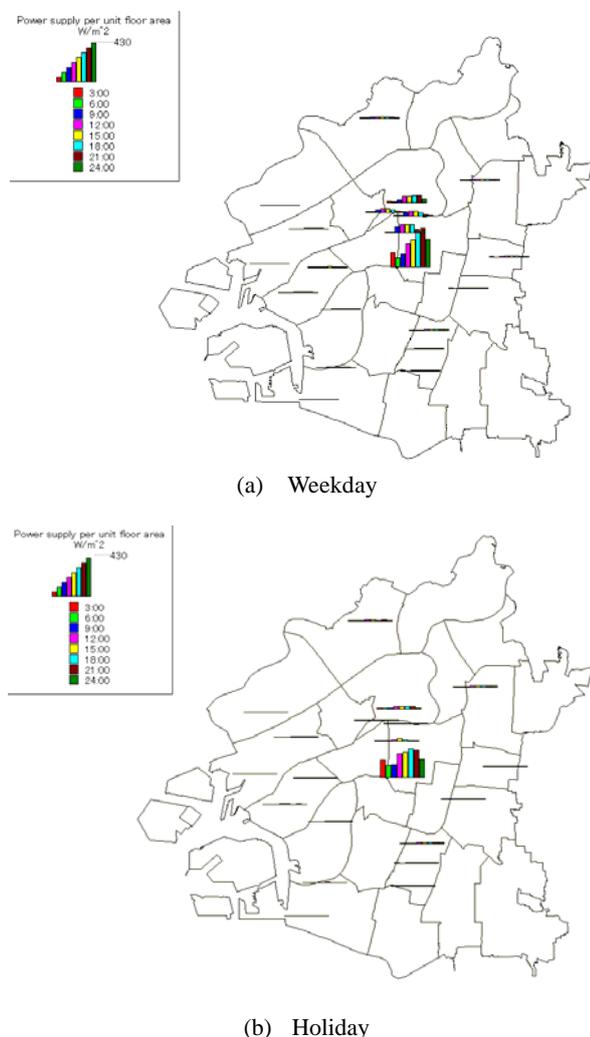


Figure 12 Comparison of diurnal variations of electric power supply in each area between weekday and holiday

図12に電力について、変電所ごとの建物単位床面積(1階床面積基準)あたりの平日、休日の電力供給量の比較結果を示す。図には午前3時から24時までの3時間おきの

の供給量が示してある。図より、建物単位床面積当たりの供給量と比較すると、市中心部に位置し商業・娯楽施設が集積している地区Aが際立って多いことがわかる。図7に示したように同地区の電力供給ピークは21時頃であるが、この時刻における建物単位面積当たりの電力供給量、つまり電力に対するエネルギー需要密度は430 W/m²に達している。なお、同地区の建物占有率が約60%であることを考慮すると、道路などの非建物部分も含めた単位地表面積当たりでも約260 W/m²の電力密度となる。また、大阪駅から本町地区周辺の都心でも100 W/m²以上の供給量となった。これは、市中心部では建物の高層化が進んでいると言えばそれまでであるが、ヒートアイランドの視点からは重要な知見であるといえる。

図13に、調査期間は異なるが、電力と都市ガスの使用による、各変電所供給エリア単位地表面積当たりの合計エネルギー供給量の分布を示す。地区Aを中心に都心でエネルギー供給が極めて多いことが分かる。したがって、都心では、給湯など熱需要による排熱の下水道への流出分を差し引いても、エネルギー消費に伴う人工排熱の影響は無視できず、ヒートアイランドとの相関関係を解明しなければならぬ必然性が理解できる。

なお、以上に示した都心におけるエネルギー供給量は、第3章で述べた大阪市の統計資料から得られる単位地表面積当たりの供給エネルギー量より4.5~12倍程度とかなり大きく、大阪市の平均日射量を上回る地域も存在した。この結果から、ヒートアイランドの検討に当たっては、エネルギーの供給・消費の地域的な変化が大きいかを十分に考慮しなければならないことは明白である。

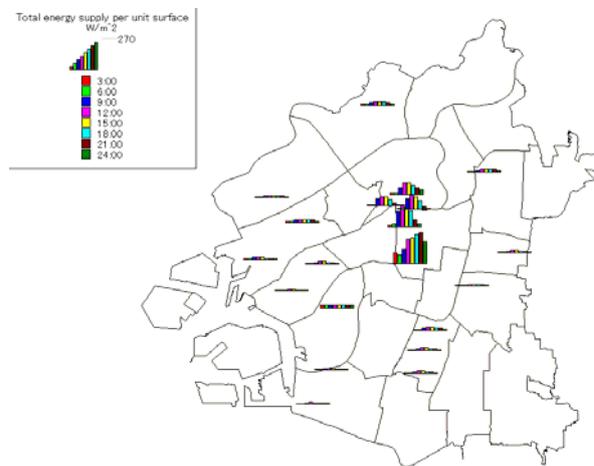


Figure 13 Total amount of energy supply by electricity and town gas in each area at weekday

5.2 エネルギー消費原単位法によるエネルギー消費の時空間分布予測結果との比較検討

第4章および本章第1節において本研究で行った電力・都市ガスの実供給データに基づく大阪市域のエネルギー供給の時空間特性について述べた。ここでは、この結果を、建物のエネルギー消費原単位を用いた従来法によるエネルギー消費の時空間分布推算結果と比較し、エネルギー供給の時空間特性を明確にするとともに、従来の予測法の正確さと適用限界について検証を行う。

従来法による地域ごとの電力・都市ガスの消費量推算にあたっては、平成12年度土地利用現況調査データならびに平成13年建物床面積調査データ(いずれも大阪市計画調整局作成)を利用し、町丁目ごとに推算を行った。表2に各変電所供給エリアの土地利用状況の概要を示す。表中の土地利用型(Land use classification)は、同局の「三角座標による土地利用型判定基準」を元に、建物用途割合に応じて決定したものである。この表より、都心(A,C,D,E,F)、市南部の郊外(L,M)、西部の臨海地域(S,T)における土地利用は大きく異なっていることがわかる。また、エネルギー消費原単位としては、大阪市を含めた関西地区のデータが不可欠であると考え、空気調和衛生工学会の「関西地区建物エネルギー消費実態調査報告書」(1994年度調査)によって整備されたデータ[6][7]を用いた。表3に使用した建物用途別原単位を示す。

Table 2 Existing land use of object areas

Area	Land use detail			Land use classification
	Residential Use %	Commercial Use %	Industrial Use %	
A	3.5	87.4	7.0	Commerce
B	69.6	25.0	4.3	Residence
C	2.6	94.2	2.0	Commerce
D	2.8	93.4	3.2	Commerce
E	1.7	94.9	3.1	Commerce
F	7.8	88.0	3.0	Commerce
G	51.3	31.4	16.2	Semi-commerce
H	72.1	15.2	11.3	Residence
I	57.0	14.9	26.8	Residence
J	71.8	12.7	11.9	Residence
K	48.4	32.5	17.2	Seme-commerce
L	83.8	11.5	2.7	Residence only
M	85.5	9.3	3.3	Residence only
N	34.1	10.2	54.1	Mixture
O	59.8	13.1	25.7	Residence
P	67.7	13.1	17.6	Residence
Q	28.8	15.1	55.2	Mixture
R	41.2	25.3	32.8	Mixture
S	44.5	17.2	37.2	Mixture
T	7.7	17.0	74.8	Mixture

Table 3 Energy consumption rates for every building use

Building use	Energy consumption per unit area for every fuel kind MJ/m ² year			
	Electricity	Gas	Heavy Oil	Kerosene
House	241.4	205.4	0.0	58.2
Apartment	290.9	289.7	0.0	21.5
Shop	1353.6	464.6	8.9	85.6
Office	524.2	174.1	50.9	13.7
Amusement	490.2	471.9	0.0	52.2
Accommodation	733.7	1143.2	37.9	28.5
Culture	338.3	284.3	25.0	14.1
School	89.4	61.7	10.8	1.4
Hospital	568.8	593.6	193.0	21.9
Government facilities	230.6	67.8	20.7	86.1

なお、実供給データについても、比較検討のために、変電所供給エリアの建物の延床面積を用いて、単位延床面積当たりの電力供給量を算出した。よって、求めた結果は、図12および13に示した結果と比べて、都心の建物密集地区では小さく、一方、郊外の住宅地区ならびに臨海部の工場地区では大きくなる。

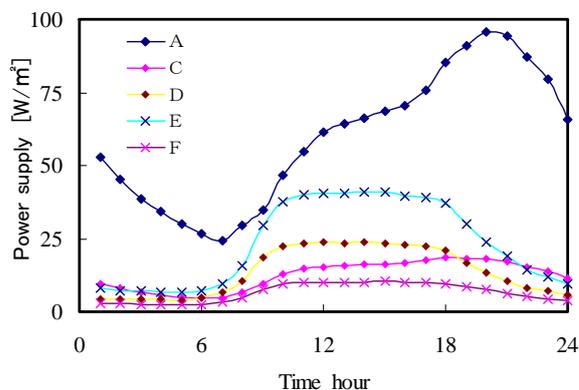
図14および図15に都心の商業・業務地区、および住宅地の電力の実供給量とエネルギー消費原単位法による算出値の比較結果を示す。

まず、ほとんどの地区において原単位法による算出値が実供給量を上回る結果となった。この原因としては、

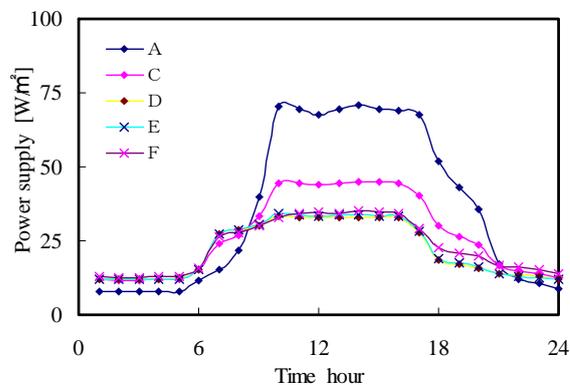
- (1) 実供給データには特別高圧電力が含まれていない。
- (2) 同じく自家発電分が含まれていない。
- (3) 省エネ製品の普及、建物の断熱性向上により、実際の建物のエネルギー消費量がエネルギー消費原単位より減少している可能性がある。

等が主に考えられる。

まず図14に示す都心の商業・業務地区についてみると、実供給量と原単位法による推定値の時刻別変動特性が異なっている地域が見られる。特に商業・娯楽施設が多い地区Aでは全く異なった時間変化をしている。これは、原単位法の元となる各種のエネルギー消費調査において、同地区のような、比較的小規模な商業・娯楽施設が集積した地域における調査が実施面の困難さからほとんど行われていないためであると考えられる。この傾向は大阪駅に近い地区Cにおいても伺われる。



(a) Real power supply data



(b) Calculation by energy consumption table per unit area
Figure 14 Comparison of the power supply per unit area (Central area : Business,commerce and amusement)

図 15 に示す住宅地についてみると、原単位法による推定値は午前 10 時頃から実供給量を大きく上回るようになり、17 時～21 時の時間帯において、その違いが顕著に現れた。住宅の電力消費は一般的に夕食時間帯である 19 時前後に最大になると考えられているが、実供給量からはそのような傾向は見られず、就寝時間帯を迎える 21 時頃まで緩やかに増加している。この結果から伺えることは、一般的にも知られているように世帯の家族構成やライフスタイルが多様化し、都市部においては、戸建住宅や集合住宅などの多い住宅地でさえ、原単位法によるエネルギー消費量の正確な推定が困難になっていることである。また、それ以外にも、工学的な観点からは、エアコンや照明を始めとして家庭電気機器の性能向上がめざましく、このために消費電力量が減少していると考えられること、一方、パーソナルコンピューターやデジタル映像機器などの急激な普及により、これら電気製品を常時稼働させることにより電力負荷ピークが鈍化している可能性があるなど、数多くの要因が考えられる。これらについても早急な調査・解決が待たれるところである。

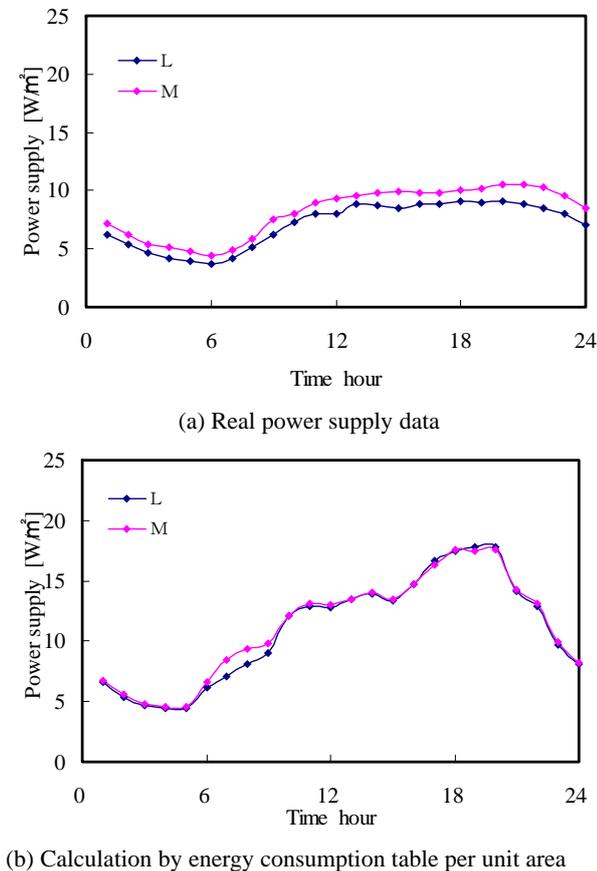


Figure 15 Comparison of the power supply per unit area (Suburbs : Residence)

5.3 電力供給量の気温感応度

気温が上昇することによって、冷房負荷の増加や熱源の COP の悪化、さらには室内滞在時間の長期化に伴い、建物におけるエネルギー消費量は増加する。ここで、気温 1℃の上昇に伴って増加する電力消費の伸びを「電力消費に関する気温感応度」と呼ぶことにする。これは、今後、ヒートアイランド対策の必要性に関する判断材料

としての活用が期待される指標である[8]。そこで、夏季の気温上昇が地域の電力供給量に及ぼす影響を検討することを目的として、都心（業務・商業）の A, C, E, 工場地区の S, 住・工混合地区の N ならびに住宅地の M における気温感応度に関する感度解析を行った。

図 16 に平成 12 年 7 月 13～26 日までの各供給地区の最大電力供給量を示す。これと同期間における大阪市日最高気温（大阪管区气象台データ）より図 17 に示す日最高気温と最大電力供給量の関係を求めた。なお、本来ならば対象となる変電所エリアごとの気温データを用いなければならないが、そのような観測データは公表されていない。したがって、以下の結果は、対象エリアの気温が管区气象台による測定結果に応じて変化すると仮定したものであり、得られた結果も定性的な傾向であることを断っておく。同図から分かるように、地域ごとにばらつきは見られるが、日最高気温が 1℃上がるごとに、電力の最大供給量は 0.5～1.2 MWh 増加することがわかる。

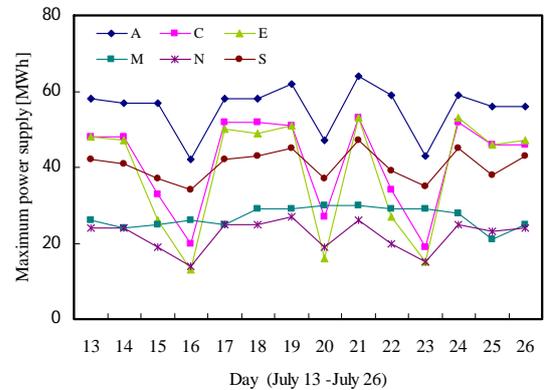


Figure 16 Daily fluctuation of maximum electric power amount

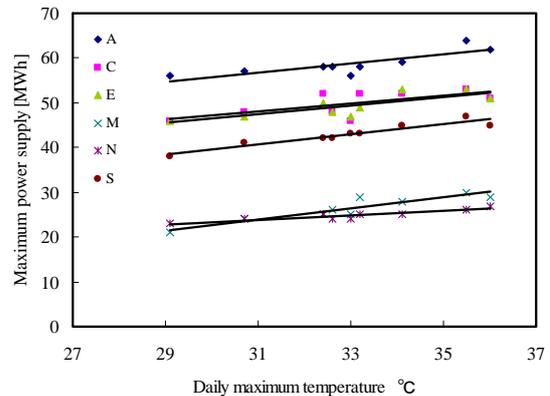


Figure 17 Relation between the maximum temperature and the maximum power supply

図 18 および図 19 に、各時刻の気温変化に伴う時刻別電力供給量変化から求めた気温感応度を示す。同図は平成 12 年 7 月 13 日の、都心（業務・商業）ならびに住宅地の時刻別気温感応度を比較したものである。図 18 に示す都心では、全体として、午前 8 時～10 時の間に、午前 6 時ごろまでの 0.2～0.6MW/℃から急激に上昇し、17 時ごろに最大値 1.0～1.6MW/℃をとり、18 時ごろから減少している。ただし、娯楽施設や飲食店・宿泊施設が多い地区 A では、21 時ごろに最大値として 2.0MW/℃に近い

値をとり深夜遅くまで大きい値を示している。図 19 の住宅地においても、気温感応度は都心と同様午前 6 時ごろから増加するが、G, H, K は最大値が 1.4MW/°C であるのに比べ、I, J, L, M は最大値が 1.0MW/°C 未満であり、最小値はすべて 0.2MW/°C である。

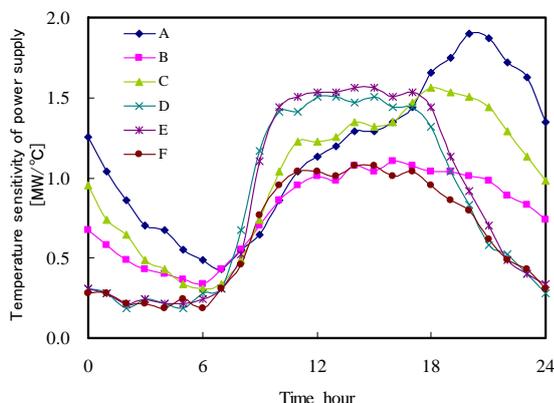


Figure 18 Temperature sensitivity of power supply (Central area)

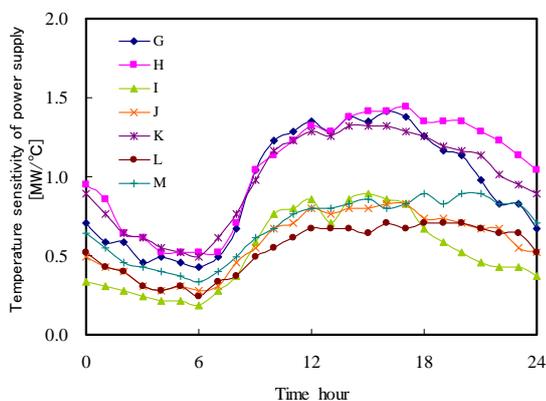


Figure 19 Temperature sensitivity of power supply (Suburban residential area)

6. まとめ

(1) 大阪市内で供給・消費されるエネルギー量の時空間分布の推算を行うにあたって、まず、大阪市作成の統計データに基づき、過去約 50 年間の電力、都市ガスの需要量の経時変化について調べた。その結果、大阪市内における 2000 年の電力供給量は単位地表面積当たり 11.9 W/m²、都市ガス供給量は 9.9 W/m² となった。そして約 50 年の間に、各々の供給量は電力が約 13.5 倍、都市ガスが約 26.6 倍と急激に増加したことが分かった。

(2) 大阪市内で行ったヒートアイランド予測の数値シミュレーションに対応させる目的から、大阪市内に存在する二次変電所のうち、土地利用用途の異なる 20 箇所を対象に、猛暑であった 2000 年夏 (7 月 13~27 日) の時刻別電力供給量の時空間特性について調べた。その結果、商業・業務施設の多い都心部と住宅の多い郊外部では、時間的な電力供給特性が大きく異なることが判った。

(3) 電力の需要密度について調べるために、土地利用用途や建物床面積に関する大阪市の調査データを利用して、単位地表面積当たり、また、単位延べ床面積当たりの電力供給量を算出した。その結果、都心の商業・娯楽

施設が集積した地区においては 21 時頃に供給ピークを迎えること、そして建物の単位床面積 (1 階床面積基準) 当たり約 430 W/m² (単位延べ床面積当たり約 100 W/m²) にもなることを明らかにした。また、これらの結果をエネルギー消費原単位による従来の予測法による結果と比較したところ、実際の電力供給・消費の時間特性は、原単位法によるものと大きく異なることを示した。全体的に、エネルギー消費原単位法による推定値は実供給量を上回ったが、市中心部の商業・娯楽施設が多い地区 A については実供給量が推定値を大きく上回った。そして、時刻別の供給特性も大きく異なった。

(4) 2002 年度の市内 24 行政区ごとの月別・用途別都市ガス販売データを用いて、都市ガス利用に伴うエネルギー消費の時空間分布について検討を加えた。その結果、都市ガスの需要は市西部の臨海工業地区ならびに北西部の住宅・工場混合地区で多いことが判った。また、市中心部の業務地区においても年間を通して供給量が多いことが判った。この原因としては業務ビルにおけるガス空調の普及などが考えられ、人工排熱の時空間分布を予測する観点からは注意しなければならないことである。

謝辞

本研究は大阪市立大学と大阪市都市環境局のプロジェクト研究「ヒートアイランドの現状調査と対策評価手法に関する研究」(平成 15-16 年度)の一環として行ったものである。調査にご協力いただいた関西電力(株)ならびに大阪ガス(株)に感謝の意を表します。また、プロジェクト研究の発足にご尽力いただいた故三木信博大阪市立大学教授に感謝の意を表します。最後に、データの整理・解析に協力いただいた当時大阪市立大学学生の大西高広、和田英晃、安永智彦の各氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] 大阪市, 大阪市ヒートアイランド対策推進計画, pp. 3-5, 大阪市, (2005).
- [2] 大阪管区气象台, 大阪の気象百年, pp. 154・194(1982).
- [3] 大阪市計画調整局, 大阪市統計書, 第 46 回(昭和 33 年版)一第 91 回(平成 15 年版).
- [4] 大阪市計画調整局, 大阪市の土地利用データ~平成 12 年土地利用現況調査~, 大阪市計画調整局, pp.49-97, (2004).
- [5] 大阪市計画調整局, 平成 13 年建物床面積調査, CD-ROM (2 枚組).
- [6] 空気調和・衛生工学会近畿支部, 関西地区建物エネルギー消費実態調査報告書, (1997).
- [7] (社)環境情報科学センター, 平成 16 年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書, pp.38-49, (2005).
- [8] 鳴海大典ほか 4 名, 大阪府域を対象とした電力供給量に関する気温感応度, 空気調和・衛生工学会平成 16 年度大会学術講演論文集, pp. 1071-1074, (2004).

(Received June 12, 2006, Accepted July 13, 2006)