

首都圏都市気象による電力とCO₂排出に及ぼす気温年変動の影響

- 2003 年涼夏と 2004 年暑夏の比較 -

松江工業高等専門学校 生産建設システム工学専攻 ○ 小村裕子
 松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 金子大二郎

1. はじめに

本研究は、首都圏の都市気象（ヒートアイランド現象）を対象に、2003 年の夏季が例年よりも明瞭に涼しかった性質を活用して都市気象による電力消費量と CO₂ の排出量の増加を実態データによって概略的に推定する。現実の都市気象の効果を消費電力の増によって推定する方法とは別に、実際の気象変動を利用し、仮想的に首都圏の都市気象効果が下がった場合に生じるであろう電力消費と CO₂ 排出量の減少を分析する。涼夏であった 2003 年と暑夏であった 2004 年を選定し、両年の最高気温を比較し、気温の低下により首都圏の電力消費と CO₂ 排出量がどれ程減少したかを分析した。この方法によって、都市気象の効果が増加させている電力消費量と CO₂ の排出量の規模を推定したので報告する。

2. 使用データ

使用したデータは、首都圏の電力供給量の経年変化や、電力ピーク時の発生状況、電力起源の CO₂ の排出量については、東京電力(株)の公開データである。首都圏の都市気象現象を把握するための気象データは、気象庁の AMeDAS データによった。更に、首都圏の植生指標の平面分布と地表面温度の横断分布は MODIS 衛星を使用した。家庭・冷房による電力使用率も東京電力(株)のデータによった。エアコン販売台数は経済産業省のデータである。

3. 首都圏の都市気象と電力使用量・CO₂ 排出量と気温年変動の関係

3. 1 首都圏の都市気象と電力使用量

都心における地表気温の季節変化を、AMeDAS の東京地点における 2004 年データを用いて図-1 に示した。図中の矢印の位置が、電力使用のピークとなった発生日を示しており、暑い夏であった 2004 年の場合は、7 月 20 日に発生しており、ピーク電力供給量は 61.50 M kW であった。

首都圏のヒートアイランド現象による気温上昇の実態を捉えるために、都心（AMeDAS 東京地点）と郊外の佐倉地点との気温差を図-2 に示した。都市気象による気温差（ヒートアイランド強度）は、最大電力需要発生日で約 6℃であった。この温度差の生じる原因は蒸発散（潜熱フラックス）である。従って、その主要な要因である植生分布を捉えるために、MODIS 衛星による首都圏の植生指標 NDVI の平面分布を 2004 年 8 月について図-3 に示した。都心から神奈川県にかけて植生の乏しい市街（コンクリート構造物・アスファルト・家屋）が広がっている。東京の東の郊外にある佐倉周辺は NDVI が 0.4~0.5 の値を持ち、比較的に植生が豊富である。都心部について分解能の高い Aster による False 画像(2005 年 9 月 3 日)を図-4 に示した。図-3 と同じように都心から神奈川県にかけて植生がほとんど無い図となっている。都心の東側に植生（近赤外によって赤色に表示）が分布している。2004 年 5 月 31 日の MODIS による地表面温度の横断分布を図-5 に示した。郊外の 26~28℃に比べ都心の地表面温度が 36~38℃と高いことが分かる。これらの現象のために都市気象対策として植生が蒸発散量（潜熱フラックス）を増大させるとして有効なのである。

都市の気温上昇をもたらす原因の一つに人工廃熱があり、都市気象と生活水準の向上に伴ってクーラーが普及

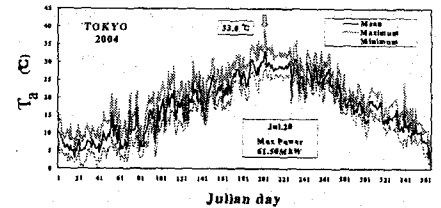


図-1 東京の気温の経年変化

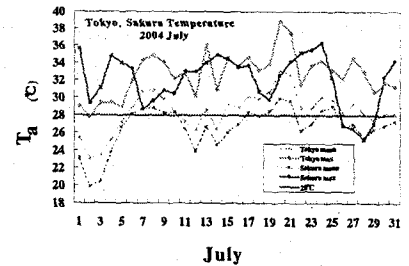


図-2 都心と郊外との気温差の季節変



図-3 MODIS による東京の植生指標 NDVI の平面分布

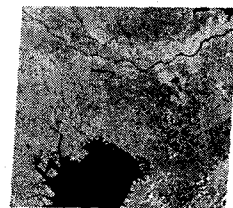


図-4 Aster による関東地方の False 画像

し、廃熱によって都市気温を増大させている。一方、家電の普及によって家庭とオフィスの電力供給量が経年的に増大しており、これらは京都議定書に沿った地球温暖化対策推進大綱の目標達成を妨げてきた。

3. 2 2003 年と 2004 年における気温差 CO₂ 排出量の比較

冷夏の 2003 年と暑夏の 2004 年について、7 月から 8 月までの最高気温の月変化を図-7 に示した。7 月に 2004 年の気温が 2003 年に比較し、最高気温で約 10℃高くなっている。平均気温で比較すると約 7℃であった。この年変化による気温差が、都市気象あるいは温暖化による気温上昇がもたらす電力増というマイナス効果に近似することができる。

温暖化対策の視点から、東京電力（株）の CO₂ 排出量の経年変化を図-8 に示した。2001 年から増加して 2003 年がピークとなっている。涼夏であった 2003 年の CO₂ 排出量が猛暑であった 2004 年のそれより多かった矛盾の原因は、東京電力の原子力の稼働停止に起因する。

表-1 は、東京電力の総 CO₂ 排出量と家庭の排出割合を示している。CO₂ 排出量に及ぼす気温年変動の影響を調べるため、2003 年に原子力が例年通りに稼働しているとした場合の CO₂ 排出量を次のように推定した。2002 年と 2004 年の原子力の稼働率を平均し、2003 年の原子力の稼働率とした。この稼働率の場合の火力による電力の発電量を推定し、更に、火力平均発電端 CO₂ 排出係数の 0.625kg/kWh をかけることによって、原子力が通常の場合の火力による CO₂ 排出量を 85.7Mt と推定した。それらの結果を表-2 に整理した。2003 年で、原子力停止では CO₂ 排出量が 127.2Mt であるが、原子力が通常通りに稼働されていれば約 99.6Mt となったはずである。2003 年と 2004 年を比較してみると、年間販売電力量は、276Mt と 287Mt であり、CO₂ 排出量は 9.6Mt の差があると推定された。

4. おわりに

首都圏の都市気象による電力需要の増大と、冷房使用に伴う CO₂ 排出量への影響について、冷夏の 2003 年と暑夏の 2004 年によって検討した。京都議定書の中で定められた温室効果ガスの排出量の削減目標が達成困難となる見通しの中で、家庭やオフィスビルからの影響を評価してみた。温室効果ガスに関するデータが限られている中で、両年の 1.3℃の気温差に対して火力発電による年間 CO₂ 排出量差 11.5Mt の推定値を得た。夏の都市気象の影響を抽出するためには、今後、冷夏の 2003 年と暑夏の 2004 年における気温差が顕著な 7 月について、電力供給量と CO₂ 排出量を更に検討する必要がある。

参考文献

- 1) 金子大二郎：衛星利用型光合成モデルによる日本の水稻の CO₂ 固定量推定、土木学会水工学論文集, 50, 475-480, 2006. 2) 小村裕子・金子大二郎：首都圏の都市気象による電力消費と CO₂ 排出量増加の推定、中国支部研究発表会, 57, 581-582, 2005. 3) 金子大二郎：首都圏のヒートアイランド現象に及ぼす植生・海風の効果に関するリモートセンシングを用いた実態把握、環境システム論文集, 30, 285-294, 2002. 4) 金子大二郎：都市熱環境に及ぼす植生の緩和効果と影響要因、土木学会第 56 回年次学術講演会, VII-127, 1-2, 2001.

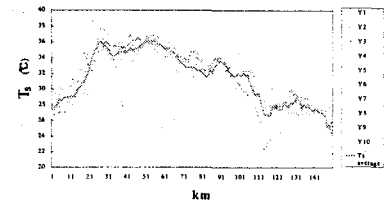


図-5 MODIS による東京都心の地表面温度の東西横断分布

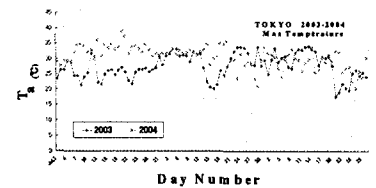


図-7 涼夏 2003 年と暑夏 2004 年の最高気温差の月変化（7～8

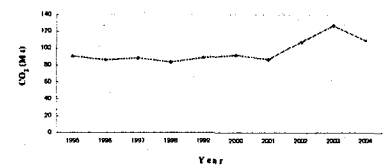


図-8 東京電力(株)の CO₂ 排出量の経年変化

表-1 東京電力の CO₂ 排出量と小口電力の割合

電力量の単位は G kWh、CO ₂ 排出量は Mt							
		2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	
東京電力	年間販売電力量	280.7	275.5	281.9	276.0	286.7	
	年間CO ₂ 排出量	92.2	87.4	107.4	127.2	109.2	
都市気象関連	家庭	年間CO ₂ 排出量	28.2	27.0	34.1	40.0	35.3
		構成比 (%)	30.6	30.9	31.7	31.5	32.3
	合計	年間CO ₂ 排出量	47.3	45.5	56.8	67.4	52.2
		構成比 (%)	51.3	52.1	52.9	53.0	47.8

表-2 2003 年涼夏に起因する電力消費量の相違と CO₂ 排出量の減少効果

実績値 (2003 年 原子力停止)				電力量の単位は GkWh、CO ₂ 排出量は Mt-CO ₂							
	年間販売電 力量	年間CO ₂ 排 出量	火力発電による 年間CO ₂ 排出量	平均温度			最高気温			エアコン	
				6月	7月	8月	6月	7月	8月	販売台数	
2002年	281.9	107.4	93.3	21.6	28.0	28.0	30.3	34.4	34.9	791,521	
2003年	276	127.2	113.3	23.2	22.8	26.0	32.7	31.7	33.9	723,686	
2004年	287	109.2	97.2	23.7	28.5	27.2	32.1	39.0	35.9	749,244	
推定値 (2003 年原子力稼働)											
	年間販売電 力量	年間CO ₂ 排 出量	火力発電による 年間CO ₂ 排出量	平均温度			年平均気 温差 (+)	年CO ₂ 排 出量差 (+)			
				6月	7月	8月					
2002年	281.9	107.4	93.3	21.6	28.0	28.0	0.7	7.6			
2003年	276	99.6	85.7	23.2	22.8	26.0	0	0			
2004年	287	109.2	97.2	23.7	28.5	27.2	1.3	11.5			