

大阪市立大学 学生員○福永佳裕
大阪市立大学 正会員 西村 昂
大阪市立大学 正会員 日野泰雄

1. 研究の方法と目的

近年の環境問題の1つの特徴は、比較的地域性の強いいわゆる公害問題に加えて、グローバルな地球規模での問題が特に指摘されていることである。また、その原因や空間的広がりから、それらの中間的問題特性を持つと考えられる「都市温暖化（ヒートアイランド現象）」の問題が最近注目されつつある。そこで、本稿では、都市の気温変化特性を把握するとともに、これと気象条件や大気汚染濃度との関連性を分析し、都市温暖化問題を考えてみたい。

2. 都市温暖化と超過気温

都市における温暖化の指標として、ここでは超過気温（式－1，2）を取り上げ、これによって地域特性を比較することにした。この超過気温とは、実気温から緯度・高度の影響を取り除いた気温と基準点気温との差のことであり、この値が大きい場合は、都市化などによって温暖化が進展していると考えられる。なお、本研究では過去の研究事例¹⁾で、大阪府の緯度に対する気温上昇率が -3.05 度/緯度と示されていることから、大阪府内に適当に分散するように抽出した9地点（表－1）の内、最も緯度が低く、加えて温暖化の影響も少ないと考えられる阪南市を基準とした。

(各地点の緯度補正気温)=(基準点気温) $\times$ (各地点と基準点の緯度差)……(式1)
(各地点の超過気温)=(各地点の実気温)-(各地点の緯度補正気温)……(式2)
(α :緯度1度当たりの気温変化率。但しここでは -3.05 とする。)

表-1 超過気温分析地域

池田市	大阪市	富田林市
吹田市	八尾市	貝塚市
寝屋川市	泉大津市	阪南市

3. 超過気温変動

まず、季節や時刻による温暖化の変動を調べるために、各地点の超過気温の月別変動と大阪市の時刻別変動をみてみた（図－1，2）。これによると、夏季に超過気温が高く、逆に冬季は低くなっており、

地域別では大阪市からその東部の八尾市、寝屋川市にかけて温暖化の傾向が強まっていることが分かった。また、時刻別でも一定の傾向があり、正午過ぎから夕方にかけて超過気温が高く、その後次第に低下し、明け方頃に最も低くなっている。このことから、気象条件の影響のみならず、都市活動に伴って蓄積されたエネルギー・気温が一定時間をかけて放散していると考えられる。

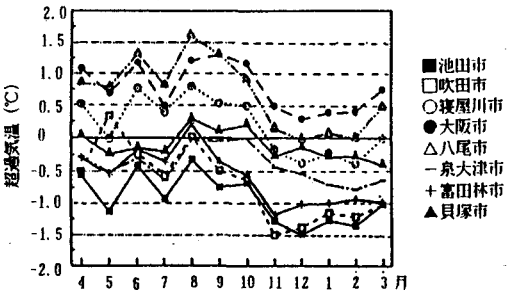


図-1 月別超過気温変動

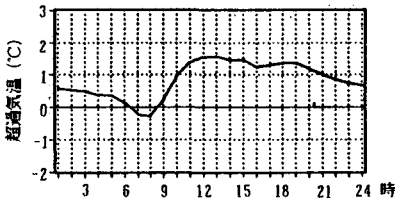


図-2 時刻別超過気温変動（大阪市）

4. 気象条件と超過気温の関連

ここでは、超過気温の変動特性を念頭においた上で、気象条件が超過気温にどのような影響を及ぼしているのかを調べた。なお、都市活動量や地理的条件を考慮して比較できるように大阪市、八尾市を分析対象とした。まず、気象要素として風速と湿度を取り上げ、これらの超過気温に対する関連をみるために、単回帰分析を行った（表－2）。

これより、相関係数は $0.2 \sim 0.4$ 程度といずれの要因も単独で超過気温を説明できる程の相関は認めら

Yoshihiro Fukunaga, Takashi Nishimura, Yasuo Hino

れないものの、各回帰式の回帰係数によってその影響の傾向を評価することは可能であると考えられる。そこで、超過気温に対するこれらの気象要素の影響をみてみると、風速に関しては、昼間の回帰係数は負となり、風速上昇がある程度超過気温低下をもたらす可能性のあることが分かった。なお、夜間には逆に正の傾向もみられるが、これは先の分析より、夜間の超過気温が全体的に低下しているためと考えられる。また、地域別では大阪市の回帰係数の方が低く、温暖化に対する風速の影響度が低いことから、都市活動等に伴うその他の要因の影響の大きさが伺われる。また、湿度に関しては、全体的に超過気温を抑える傾向を示しているが、その程度は風速と同様、特に昼間の方が大きくなっている。

表-2 気象の超過気温に対する単回帰係数

月	時刻	風 速		湿 度	
		大阪市	八尾市	大阪市	八尾市
3~5	6	0.09	0.32	-0.05	-0.18
	12	0.03	-0.13	-0.25	-0.18
	18	0.00	-0.13	-0.29	-0.28
	24	-0.02	0.11	-0.07	0.01
	AVG	0.02	0.04	-0.14	-0.15
6~8	6	0.18	0.42	-0.07	-0.32
	12	-0.49	-0.39	-0.49	-0.46
	18	0.16	0.18	-0.27	-0.36
	24	-0.06	0.16	-0.28	-0.16
	AVG	0.00	0.09	-0.24	-0.21
9~11	6	0.03	0.49	-0.14	-0.33
	12	-0.14	0.04	-0.61	-0.33
	18	-0.22	-0.24	-0.21	-0.15
	24	-0.01	0.23	-0.03	-0.15
	AVG	-0.04	0.13	-0.26	-0.21
12~2	6	0.20	0.35	-0.16	-0.10
	12	0.15	0.02	-0.49	-0.23
	18	-0.12	-0.15	-0.17	-0.04
	24	0.15	0.09	-0.27	-0.18
	AVG	0.00	0.09	-0.24	-0.21
相関係数	MAX	0.28	0.37	0.57	0.53
	MIN	0.00	0.04	0.03	0.02

5. 大気汚染濃度と超過気温の関連

一般に、CO₂には温室効果が指摘されており、0.00857℃/PPM程度の気温上昇率を伴うと試算された例もある²⁾。そこで、ここではその他の大気汚染濃度と超過気温の関係を調べるために8種類の汚染物質を抽出し、各物質濃度の日平均値により相関マトリックスと単回帰係数を算出した(表-3、4)。

表-3 超過気温と大気汚染物質の単相関マトリックス (大阪府)

	超過気温	NOx	NO	NO2	非メタン炭化水素	全炭化水素	CO	SO2	光化学オゾン
超過気温		0.37	0.40	0.20	-0.27	-0.31	-0.34	0.05	0.29
NOx	-0.37		0.97	0.81	0.87	0.89	0.89	0.43	-0.41
NO	-0.40	0.97		0.63	0.87	0.87	0.86	0.28	-0.50
NO2	-0.20	0.81	0.63		0.63	0.68	0.72	0.66	-0.11
非メタン炭化水素	-0.27	0.87	0.87	0.63		0.98	0.88	0.37	-0.40
全炭化水素	-0.31	0.89	0.87	0.68	0.98		0.91	0.41	-0.35
CO	-0.34	0.89	0.86	0.72	0.88	0.91		0.41	-0.32
SO2	0.05	0.43	0.28	0.66	0.37	0.41	0.41		0.24
光化学オゾン	0.29	-0.41	-0.50	-0.11	-0.40	-0.35	-0.32	0.24	

これより、各物質濃度と超過気温との相関係数は概ね0.3~0.4程度であることが分かる。単独の要因としてはそれほど低い値ではないものの、ほとんどの物質で負の相関となっており、むしろ超過気温を低下させる側に働く結果となった。ただし、これらの物質の相互作用をはじめとする影響も考えられるため、今後、更なる詳細なデータの収集・分析が必要となろう。

表-4 大気汚染濃度の超過気温に対する単回帰係数 (大阪府)

月	時刻	NOx	SO2	相シグ
3~5	6	-0.10	-1.03	0.33
	12	0.03	0.61	0.06
	18	0.02	0.90	0.18
	24	-0.07	-0.34	0.07
	AVG	-0.03	0.10	0.16
6~8	6	-0.15	-0.43	-0.09
	12	0.03	0.16	0.19
	18	-0.07	0.04	0.03
	24	-0.02	0.03	0.00
	AVG	-0.04	-0.08	-0.01
9~11	6	-0.13	0.96	0.27
	12	-0.15	0.39	0.37
	18	0.02	0.97	0.19
	24	-0.09	-0.77	0.19
	AVG	-0.07	0.41	0.21
12~2	6	-0.12	-1.19	0.20
	12	-0.08	0.02	0.87
	18	0.01	0.85	-0.23
	24	-0.05	-0.51	0.08
	AVG	-0.06	0.04	0.17
相関係数	MAX	0.45	0.37	0.38
	MIN	0.03	0.01	0.00

6. まとめと今後の課題

本研究では、超過気温を指標として都市温暖化の要因を評価するため、気象条件及び大気汚染濃度との関連の分析を試みた。その結果、地域・季節・時刻によって変動はあるものの、風速・湿度といった気象条件が超過気温に影響を及ぼしているという結果が得られた。しかしながら、大気汚染濃度との関係に関しては、温室効果が指摘されているCO₂のデータが入手できなかったことに加えて、その他の物質についても十分説明できるような結果を得るまでには至らなかった。今後、これらのデータをさらに収集し、分析を深める必要がある。最後に、基礎データを提供して頂いた大阪府公害監視センターの方々に対し、記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 吉田, 西村, 日野: 大阪周辺における都市気温の実態とその要因分析, 土木学会平成5年度関西支部年次学術講演会講演概要, P. IV-32, 1993
- 2) 生田, 茅, 唐沢, 田中: 温室効果ガスと地球温暖化, アグネ承風社, 1989