

地域の気候（その1・都市気候）

【今日の内容】

1. 気候のスケールと定義
2. 「都市気候」とは？
3. 都市気候の形成過程
4. 都市がつくる気候
5. 都市大気の構造と都市気候
6. 都市の発展と都市気候の変化
7. 何故、都市気候を学ぶのか？
8. 参考文献
9. 参考 URL
10. スライド

【今日のポイント】

- ・都市に特有な「都市気候」の概略を理解しよう。
- ・都市気候を学ぶ意味について考えてみよう。

1. 気候のスケールと定義（参考文献 [20] ～ [23] などを参照）

気候 (climate) : ある地域の長期間にわたる天候・気象の状態。

地球をとりまく大気の規則的な日変化，年変化の現象と，一時的，不規則な現象との複合的な大気現象が時間的，一般的に一般化したもの。もっとも出現確率の高い大気の総合状態で，かつ長い期間のものを指す。

+ 人間生活の場としての大気の現象

天候 (weather) : 天気より幾分長い期間（数日から，2，3ヶ月くらいの期間）の大気の状態。

比較的短い期間における大気の総合状態。ある時点における大気の総合状態である天気と，長年の気象から抽象された気候との中間概念で，天気の時系列にあたる。

天気 (weather) : ある時刻の大気の状態のこと。

ある時刻, またはある時間帯の気温, 湿度, 風, 雲量, 視程, 降水などの気象要素の統合された状態のこと。

気象 (atmospheric Phenomena) : 大気中の諸現象のこと。

大気中でおこるさまざまな自然現象のこと。

大気の物理学。

→ 気象学 (meteorology)

表 気候のスケール (出典: 参考文献 [1], p.3)

気候	地域の水平的広がり	垂直的広がり	気候現象の例
大気候	200km～40,000km	1m～120km	季節風, 東アジアの雨季
中気候	1km～200km	1m～6km	盆地の気候, 関東平野の風
小気候	10m～10km	10cm～1km	斜面の温暖帯, 霜道
微気候	1cm～100m	1cm～10m	水田の気候, 温室内の気候

この講義の中で, 今後取り扱う「都市気候」は, 上記の「小気候」にほぼ該当する。

(補足) 気候要素と気候因子

- ・気候要素 (天気または気象要素) :

日照, 日射, 気温, 湿度, 降水量, 気圧, 風 (風速, 風向) など

- ・気候因子 :

気候要素の分布に影響を与える因子

地球上の位置 (緯度・経度), 地形, 水陸分布, 地理的条件 (西岸, 東岸など), 植生など

→ 対象とする気候のスケールに応じて変化する

2. 「都市気候」とは? (参考文献 [2] (pp.17～18) などを参照)

都市が建設され, そこで人間が生活するようになると, その気候が田園や森林であった当時と比べて変化する。そして都市域では, 郊外や周囲の田舎とは異なった気候が生じる。この都市固有の気候を「都市気候」と呼ぶ。

都市気候の存在は, 都市内部に等温層や逆転層をもたらし, 都市内部から排出された大気汚染物質を封じ込める結果となり, 都市の大気環境を著しく悪化させる原因となる。その主な原因は,

人間の集中・活動による地表面での熱収支が変化することにある。これは、都市域が郊外地域に比較して気温が高くなる現象で、一般にヒートアイランドと呼ばれているものである。すなわち、都市域を中心として都市の気温が島状に分布することから名づけられた。

逆転層・等温層

通常、気温は高度が増すに伴って減少するので、上空ほど低温である。しかし、高度とともに気温が上昇することがあり、これが見られる気層を逆転層と呼ぶ。また、気温が逆転するに至らず、等温（鉛直方向に）であれば、等温層と呼ばれる。

3. 都市気候の形成過程（参考文献 [20] ～ [23] などを参照）

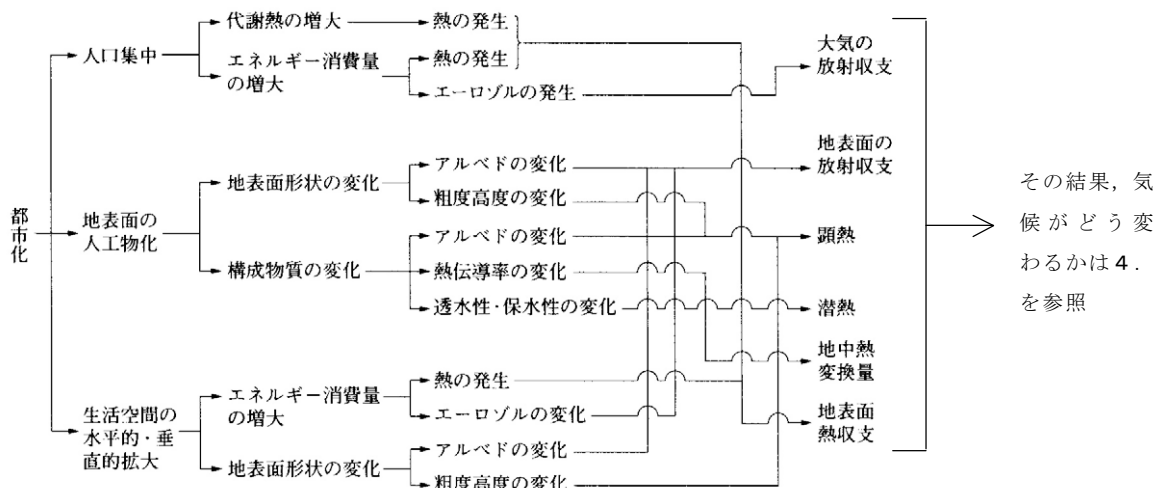


図 都市化による放射収支・熱収支の変化（出典：参考文献 [3], p.2）

1) エーロゾル

エーロゾル (aerosol) とは、気体 (分散媒) の中に、固体や液体の微粒子 (分散質) が分散しているコロイド分散系を指す言葉であるが、一般には微粒子そのものもエーロゾルと呼ぶ。

エーロゾルは、太陽からの放射を始めとする放射を散乱したり、吸収したりする効果のほかに、曇粒子の凝結核となり、雲の光学的性質を変える効果も誘発する。

2) アルベド

アルベド (albedo) とは、ある面に入射した日射 (単位は放射束密度) に対する、反射された日射の比率のこと。日射の反射率、あるいは日射の反射能とも言う。

例えば、地表面構成物質が、森林や土壌に比べてアルベドの大きい (白っぽい) コンクリート

などになると、太陽からの放射を反射しやすくなるので、地表面が吸収する熱は減少する。

3) 粗度

粗度 (roughness) とは、地表面のあらさ程度を表す。ふつう粗度定数 (z_0 , 粗度パラメーターともいう) で表される。地面粗度の大きさによって、その上を吹く風速の鉛直分布や乱流が大きく変化する。

都市では、建物などの障害物の存在により都市の外側から流れ込む空気の流れが弱められると同時に、風の乱れも大きくなる。また、高層建築物にぶつかった上空の相対的に強い風が地表面付近に降りてくる結果、道路部分で異常に強い風 (ビル風) が吹くなどの影響が見られる。

4) 顕熱

顕熱 (sensible heat) とは、物体の相変化や化学変化を伴わずに温度変化だけに消費される熱のこと。

5) 潜熱

潜熱 (latent heat) とは、物体において、温度を変えずに、蒸発・凝縮・融解などの相変化だけに消費される熱のこと。水の場合、氷から水への融解熱、水から水蒸気への蒸発熱などがこれにあたる。

4. 都市がつくる気候

表 都市の気候要素に与える影響 (+ : 増加ないし上昇, - : 減少ないし下降)

(出典 : 参考文献 [3], p.8, に加筆)

日射 : 総量に対して- , 散乱日射に対して+

雲 : 雲量, 霧は+

降水 : 雷雨性降雨に対しては+

微雨に対しては+

都市化の段階で-
降雪に対しては- } → 乾燥化

気温 : 年平均, 最高・最低ともに+ → ヒートアイランド

湿度 : 相対湿度は- ← 気温が上昇するため

絶対湿度は地表面レベルでは- , 上空では+

風速：年平均，極値は- ←凸凹ができ，粗度が+になるため
局所的に極値は+
静穏は+

5. 都市大気の構造と都市気候（参考文献 [3] (pp.16～25) などを参照)

都市に特有の気候，例えば，ヒートアイランドなどは，都市の表面層のみに見られる現象ではない。都市上空を覆う大気は，ブランケットを被ったような状態で，簡単に消滅することはない。このような都市を覆う大気を都市大気と言う。

一般風があるときには都市大気は風下に流され，都市大気の中は都市表面の建築物などの摩擦で複雑な流れを形成する。風下へ流された都市大気はブルーム（定常的な浮力源によって発生するジェットの運動）を形成し，風下側の郊外にはルーラル境界層ができる，都市大気の上層には対流性の雲が発生することがある。

無風状態では都市大気はドーム状になり，都心部を中心に非常に弱い対流が生ずる。暖気は上昇し，それを補償するために周辺から空気が集まる。全体として対流性の循環が形成され，これを都市循環という。また，郊外の空気は温度が低く，重いので都市部へ向かう郊外風となる。模式図では中心部の上昇流や郊外からの下層郊外風が明瞭な矢印で示されているが，ともに非常に弱い風で，通常の風速計では測定できない。

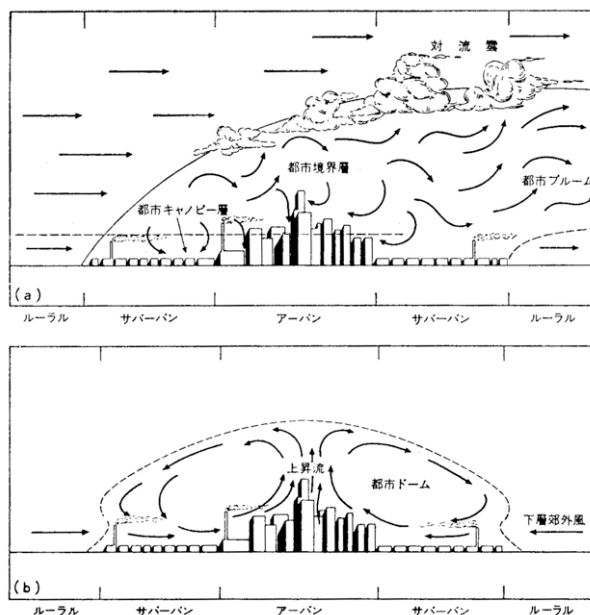


図 都市大気の模式図（上：一般風があるとき，下：無風に近いとき）

（出典：参考文献 [3]，p.17）

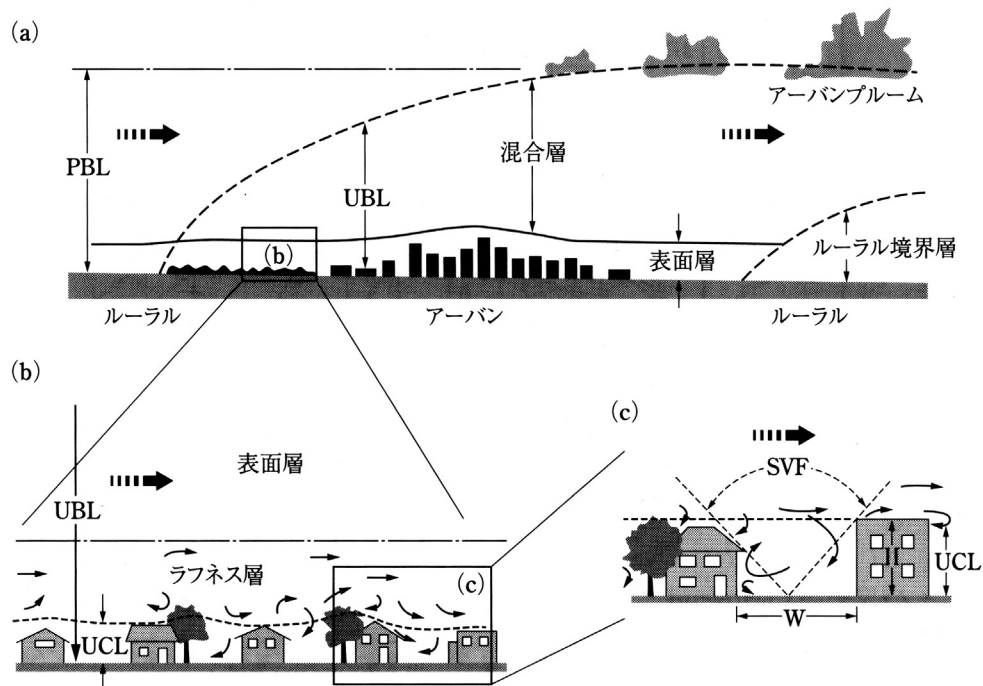


図 6.1.2 都市大気の模式的な垂直構造

(a) 都市全体（メソスケール），(b) 土地利用帯（ローカスケール），(c) 街路キャニオン（マイクロスケール）を考えたときの都市大気。

PBL：惑星境界層，UBL：都市境界層，UCL：都市キャニオン層，W：街路の幅，H：建物の高さ，SVF：スカイビューファクター。

（出典：参考文献 [4]，p. 209）

6. 都市の発展と都市気候の変化（参考文献 [3] (pp. 400～407)，[5]などを参照)

世界的な大都市である，東京の都市気候は，次のように変化した。

1) 第1段階（1880（明治13）～1920（大正9）年）

「日最低気温が上昇し，相対湿度が低下する」のがもっとも顕著な段階で，都市気候が形成される初期的な時代。

2) 第2段階（1926（昭和元）～40（昭和15）年）

日最低気温は明らかな上昇を示し，日最高気温も上昇，したがって日平均気温も上昇を示し，ヒートアイランドがもっとも顕著になる時代といえる。また微雨日数や霧日数は増加するのは，凝結核の供給が都市内で大きくなった結果と考えられる。水蒸気圧はほとんど変化しないが，気温が上昇するので相対湿度は低下する。

3) 第3段階（1961（昭和36）年以降）

日最低気温は、小さい変動はあるが上昇を続ける。しかし日最高気温の経年変化はゆるやかな下降に転じる。これは、①都市域が拡大し、また都市活動がさらに盛んになるため、大気汚染質の拡散がひどくなり、「日がさ効果」が日中の温度上昇を妨げるため、②地域的なスケールの気温低下傾向のため、の2つの理由が考えられる。現在のところ、どちらかはわからない。一方、水平視程はよくなり、霧日数は減少し、相対湿度ばかりでなく、水蒸気圧（水蒸気量）も減少（少）し、年降水量は減少する。これは、都市の下水道が完備し、コンクリート・石などで地表面が覆われて地中に浸透する水分が少なくなるため、都市の大気は乾燥化する時代である。近代化した都市は、この第3段階の状態になるから、東京はその時代が1961年以降に始まったと考えられる。

表 東京における各都市気候要素の時代的变化（出典：参考文献[3]，p.406）

	第1段階	第2段階	第3段階
	1880-1920年	1926-40年	1961年以降
年平均日最高気温	±0	+ (変動小)	- (変動大)
年平均日平均気温	±0	+ (変動小)	+ (変動大)
年平均日最低気温	+	++ (変動小)	++ (変動大)
年降水量	+	±0	-
年微雨日数	±0	+	-
年降水日数	0 (+)	-	±0
水蒸気圧の年平均値	±0 (-)	±0	- (変動大)
相対湿度の年平均値	-	-	--
視程5km以下の年間日数	欠	欠	--
視程10km以上の年間日数	欠	欠	++
年霧日数	+	++	--

-：ゆるやかな下降傾向，+：ゆるやかな上昇傾向，--：顕著な下降傾向，++：顕著な上昇傾向，±0：明らかな上昇・下降傾向なく，変動が大きい，0：明らかな上昇・下降傾向なく，変動は小さい，()：または，を意味する，欠：欠測。

7. 何故、都市気候を学ぶのか？

都市にある密度以上に人々が集中して居住するようになると必然的に周辺環境に影響を持つことになる。それは、不要物を排出することで環境を悪化させる問題（「下流側」に対しての問題）とあわせて、都市へ水，エネルギー，物資を供給する部分（「上流側」）に対してもそこでの環境破壊をもたらす問題をあげることができる。

都市における人間活動によって排出される二酸化炭素は、いわゆる「温室効果ガス」の主役であり、これを大量に排出し続けることは、地球の温暖化を促進させる。その結果、冷房負荷が増大し、更に二酸化炭素の排出が進むという悪循環を生み出す。

また、大気汚染や都市の砂漠化など、都市気候の形成によって、私たちの生活に悪影響を及ぼしている。

それに対して、問題の所在はどこなのか？どの程度問題なのか？私たちはいったいどのように対策すればいいのか？を明らかにする必要がある。

→日本における都市気候学の研究の歴史については、参考文献〔3〕(pp. 410～426),〔6〕(pp. 95～102) や〔7〕(pp. 208～227)などを参照。

【補足】都市における公害と環境問題（出典：参考文献〔8〕, p. 139）

公害：1960年代から。原因は比較的明確に特定できる産業活動。比較的短期間に技術的に対処可能。

環境問題：1980年代から。原因は不特定多数の住民。現象が比較的時間をかけて広い範囲に広がる。技術のみの対処は難しい。

8. 参考文献（〔〕内は、熊本県立大学附属図書館所蔵情報）（*印は辻原所蔵せず）

配付資料での引用文献

- [1] 『新建築学大系 8 自然環境』（新建築学大系編集委員会編，彰国社，1984年1月，¥4,700+税，ISBN：4-395-150008-X）〔開架2，520.8||KE1||8D，0000086787〕
- [2] 『都市の風水土 都市環境学入門』（福岡義隆編著，朝倉書店，1995年4月，¥3,500+税，ISBN：4-254-16332-0）〔開架2，519||F 82，0000220148，0000221369，0000221370〕
- [3] 『都市環境学事典』（吉野正敏・山下脩二編，朝倉書店，1998年10月，¥16,000+税，ISBN：4-254-18001-2）〔参考2，518.8||To 72，0000215322〕，〔開架2，518.8||To 72，0000233012〕
- [4] 『環境気候学』（吉野正敏・福岡義隆編，東京大学出版会，2003年9月，¥4,600+税，ISBN：4-13-062710-4）〔開架2，451.8||Y 92，0000279235〕
- [5] 『洋泉社 Mook シリーズ StartLine8 図解・何かがおかしい！ 東京異常気象』（三上岳彦監修，洋泉社，2005年8月，¥1,000+税，ISBN：4-89691-942-4）〔開架2，451.913||Mi 21，0000300770〕
- [6] 『日本の気候 II 気候気象の災害・影響・利用を探る』（吉野正敏監修，気候影響・利用研究会編，二宮書店，2004年11月，¥3,200+税，ISBN：4-8176-0223-6）〔開架2，451.91||Ki 21||2，0000288622〕
- [7] 『気候学の歴史 古代から現代まで』（吉野正敏，古今書院，2007年6月，¥5,600+税，ISBN：4-7722-3102-2）〔開架2，451.8||Y 92，0000311038〕

- [8] 『気象利用学』（気象利用研究会編，森北出版，1998年11月，¥2,800+税，ISBN：4-627-94471-3）〔開架2，451||Ki 58，0000322448〕

都市気候を扱った文献

- [9] 『都市環境学』（都市環境学教材編集委員会編，森北出版，2003年5月，¥3,200+税，ISBN：4-927-55251-3）〔開架2，518.8||To 72，0000275609〕
- [10] 『CFDによる建築・都市の環境設計工学』（村上周三，東京大学出版会，2000年9月，¥5,200+税，ISBN：4-13-062201-3）〔開架2，519||Mu 43，0000245576〕
- [11] 『大気圏の環境』（有田正光編著，東京電機大学出版局，2000年1月，¥2,800+税，ISBN：4-501-61760-8）〔開架2，519.3||A 77，0000263277〕
- [12] 『環境学入門 10 都市環境論』（花木啓祐，岩波書店，2004年5月，¥2,600+税，ISBN：4-00-006810-5）〔開架2，519.08||Ka 56||10，0000281665〕
- [13] 『都市と環境』（中村英夫編，ぎょうせい，1992年12月，¥6,019+税，ISBN:4-324-03272-6）〔開架2，519||N 37，0000176460〕，〔書庫，519||N 37，0000158518〕
- [14] 『都市環境学へ』（尾島俊雄，鹿島出版会，2008年2月，¥5,000+税，ISBN：978-4-306-08518-3）〔開架2，519||O 35，0000317425〕

都市気候を扱った文献（気象分野から）

- [15] 『応用気象学シリーズ 第8巻 人間空間の気象学』（木村龍治編，近藤裕昭著，朝倉書店，2001年6月，¥4,000+税，ISBN：4-254-16708-3）〔開架2，451.3||Ko 73，0000255704〕
- [16] 『環境理学 太陽から人まで』（野上道男編著，古今書院，2006年5月，¥3,200+税，ISBN：4-7722-3057-2）〔開架2，451.8||N 93，0000310923〕
- [17] 『気象の教室2 ローカル気象学』（浅井富雄，東京大学出版会，1996年3月，¥3,500+税，ISBN：4-13-064702-4）〔開架2，451.08||Ki 58||2，0000218613〕
- [18] 『伊勢湾岸の大気環境』（大和田道雄，名古屋大学出版会，1994年4月，¥2,200+税，ISBN：4-8158-0230-0）〔開架2，451.3||O 93，0000319659〕
- [19] 『知りたい！サイエンス 都市型集中豪雨はなぜ起こる？- 台風でも前線でもない大雨の正体-』（三上岳彦，技術評論社，2008年10月，¥1,580+税，ISBN：978-4-7741-3621-9）〔開架2，451.64||Mi 21，0000327682〕

辞書・辞典など

- [20] 『最新 気象の事典 第4版』*（和達清夫監修，東京堂出版，2001年4月，¥9,800+税，ISBN：4-490-10328-X）〔参考2，451.033||Sa 22，0000287108〕
- [21] 『気候学・気象学辞典』*（吉野正敏・浅井富雄・河村武・設楽寛・新田尚・前島郁雄編著，

二宮書店，1985年10月，¥12,800+税（2006年10月現在品切れ），ISBN：4-8176-0064-0）

〔参考2，451.033||Ki 22，0000236451〕

[22] 『新版 気象ハンドブック』*（朝倉正・関口理郎・新田尚編著，朝倉書店，1995年11月，
¥32,000+税，ISBN：4-254-16111-5）〔参考2，451.036||Ki 58，0000249283，0000249283〕
→現在は，第3版が出ている。

→『気象ハンドブック 第3版』*（新田尚・住明正・伊藤朋之編，朝倉書店，2005
年9月，¥38,000+税，ISBN：4-254-16116-6）〔参考2，451.036||Ki 58，0000294308〕

[23] 『わかりやすい気象の用語事典』（二宮洗三・山岸米次郎・新田尚編，オーム社，1999年8
月，¥2,500+税，ISBN：4274-02399-0）〔参考2，451.033||W 25，0000253259〕

9. 参考 URL

[1] 配付資料のダウンロード

<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/chiiki.html/chiikikan.html>

[2] 「熊本の環境」ホームページ（熊本県環境白書などあり）

<http://www.kumamoto-eco.jp/>

[3] 環境省のホームページ

<http://www.env.go.jp/index.html>

[4] 国土交通省のホームページ

<http://www.mlit.go.jp/>

[5] 独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センターのホームページ

<http://www.cger.nies.go.jp/ja/index.html>

[6] 独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センターの一ノ瀬俊明先生のホームページ

http://jglobal.jst.go.jp/detail.php?JGLOBAL_ID=200901022094691739&t=1&d=1&q=0000050803

http://www.nies.go.jp/social/profile/ichinose/ichinose_profile.html

[7] 信州大学教育学部理科教育研究室（榭原研究室）のホームページ

<http://rika.shinshu-u.ac.jp/sakaki/sakaki.htm>

[8] 気候影響・利用研究会のホームページ

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsgcia/index.html>

[9] 日本工業大学工学部建築学科成田研究室のホームページ

<http://leo.nit.ac.jp/~narita/>

[10] 日本ヒートアイランド学会のホームページ

<http://www.heat-island.jp/>

