

日本の主要都市における近年の湿度変化

Recent Secular Change of Air Humidity in some Japanese Cities.

三 澤 正

Masashi MISAWA

I はじめに

都市気候の中の顕著な現象の一つとして、都市の湿度が周辺部に比べて低いことがある。都市における湿度の低下は、都市化の進展に伴って顕著なものになってきた。都市における湿度低下には、都市気候によるものと広域的な気候変動によるものがあるが、都市気候によるものとしては次の2つの現象を考えることができる。1つは、Heat Island現象による気温の上昇に伴うものである。2つめは、水蒸気圧の低下に伴うものである。都市の地表面は多くはコンクリート・アスファルトなど不浸透性の物質からなり、土壌の露出面は限られている。したがって、降水の多くは表面流出によって域外に排出され、地下への浸透量は少ない。その結果、蒸発量は郊外地域に比べて少なく、水蒸気圧が低くなる。都市化の進展は、Heat Islandを強化するとともに、都心部の不浸透性地表面を増加させる。このようにして、都市の湿度の低下はますます顕著なものになっている。

筆者は先に、東京（東京管区気象台）と横浜（横浜地方気象台）における今世紀1990年までの湿度変化の実態を明らかにするとともに、湿度変化に対する気温変化の影響と水蒸気圧変化の影響とについて検討した（三澤，1997）。その結果、両都市とも戦後の湿度低下が顕著であるものの、急激な湿度低下が認められる時期や、湿度低下に対する気温上昇の影響と水蒸気圧低下の影響の時代的推移についてはやや異なった様相を呈していることが明らかになった。

そこで本論では、日本の主要大都市を取り上げ、湿度変化の実態および湿度変化に対する気温変化と水蒸気圧変化の寄与について考察した。解析対象は、札幌・仙台・東京・新潟・名古屋・京都・大阪・広島・福岡・鹿児島島の10都市における年平均湿度である。解析期間は1951年から1995年までの45年間とした。

II 湿度の永年変化

図1に、年平均湿度の1951年以降の年々変化を示した。表1には、1951～1955年の5年平均湿度と最近（1991～1995年）の5年平均湿度、および両者の差を示した。さらに表1には、45年間の湿度変化を一次回帰式で表現した場合の回帰係数も示した。図1および表1から、各都市の湿度低下は明らかである。1951～1955年の5年平均湿度と最近（1991～1995年）の5年平均湿度を比べると、最も湿度低下が著しい東京では9.0%、最も低下量の少ない仙台でも4.2%の湿度低下が存在する。回帰係数は名古屋の $-0.21\%/year$ を最大として、最低の仙台でも年間0.1%以上の割合で湿度の低下が進行したことがわかる。

このように、本論で解析対象とした各都市の湿度低下は明瞭であるが、湿度変化の様相は各都市によってやや異なっている。以下、図1および表1をもとに、各都市毎に湿度変化の特徴を述べる。なお、湿度変化傾向の時代的な相違をやや微細にみるために、11年間の回帰係数を算出した。この場合、対象とする11年間の1年づつ移動して回帰式を求めたが、以下この11年間の回帰係数を、11年回帰係数という。また、11年の対象期間を中心年によって表現する。すなわち、1951～1961年の回帰係数を、中心年1956年の11年回帰係数という。

札幌：1951年からの5年平均値と1991年からの5年平均値の差は-4.8%，45年間の回帰係数は-0.13%/yearで，湿度の低下は他都市と比べて小さい。1960年代までは漸減傾向で推移したが，1970年代に急激な湿度低下が認められる。11年回帰係数は中心年1975年の-0.55%/yearが最小で，1969～1980年の11年間で約6%の湿度低下が存在する。1980年代以降は，ほぼ横ばい状態で推移している。

仙台：1951～1955年の5年平均値と最近の5年平均値の差は-4.2%，45年間の回帰係数は-0.11%/yearで，湿度の低下は，対象とした10都市の中では最も少ない。1950年代からの湿度低下は1960年代まで継続したが，1980年代初頭に一時的な湿度の増加が認められる。最も湿度低下が大きかったのは1960年代で，中心年1966年の11年回帰係数は-0.51%/yearである。

東京：1951年からの5年平均値と1991年からの5年平均値の差は-9.0%で，解析対象とした10都市では最も大きな湿度低下量である。45年間の回帰係数は-0.19%/yearである。1950年代から1960年代は極めて大きな湿度低下が存在するが，1970年代以降はほぼ横ばい状態で推移している。11年回帰係数でみて最も大きな湿度低下があったのは，中心年1963年の期間で，その値は-0.76%/yearである。

新潟：5年平均値は77.6%から70.8%へと，40年間で6.8%低下している。この湿度低下量は，都市の規模に比べて大きく，京都と同じ値となっている。1980年代当初に湿度の高まりがみられるが，1980年代までは一貫して低湿度化が進行したといってよい。1990年代にはいつてからの湿度は微増傾向にある。45年間の回帰係数は-0.18%/yearであるが，11年回帰係数でみて最も大きな湿度低下があったのは，中心年1984年の-0.32%/yearで，1980年代に比較的大きな湿度低下が存在する。

名古屋：1951年からの5年平均値と1991年からの5年平均値の差は-7.6%である。

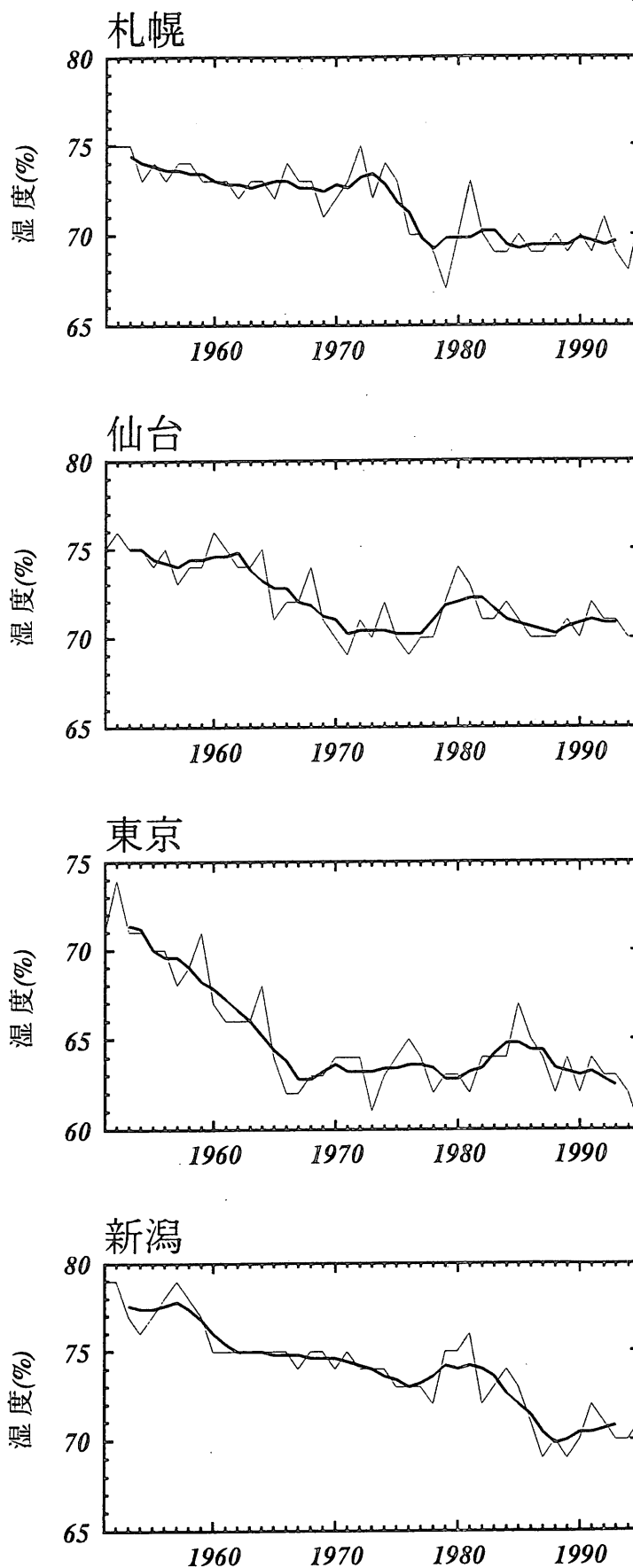


図1 (a) 札幌・仙台・東京・新潟における湿度の経年変化
太線は5年移動平均値

45年間の回帰係数は $-0.21\%/year$ で、10都市の中では最も低下率が高い。湿度の経年変化をみると、1960年代後半、1980年代前半、1990年頃にやや大きな湿度の増加が認められる。その結果、湿度変化は、1970年頃、1980年代半ば、1990年頃の3つの極大を持ち、他都市と比べて増減に富んだものとなっている。湿度低下が最も顕著だったのは、中心年1974年の $-0.78\%/year$ であるが、これは10都市の11年回帰係数の中で最も大きな低下率である。

京都：1951～1955年の平均湿度73.8%に対して、最近(1991～1995年)の5年平均湿度は67.0%で、この間6.8%の湿度低下である。また、45年間の回帰係数は $-0.18\%/year$ で、名古屋・大阪・東京について大きな低下率となっている。湿度の経年変化は、東京の場合と類似したものである。すなわち、1950年代から1960年代は極めて大きな湿度低下が存在するが、1970年代以降はほぼ横ばい状態で推移している。中心年1968年の $-0.68\%/year$ が、11年回帰係数では最も湿度低下率が高い。

大阪：5年平均値は71.0%から62.8%へと、40年間で8.2%低下しているが、この湿度低下量は、東京の9.0%に次いで大きい。45年間の回帰係数は $-0.20\%/year$ であり、この低下率は、名古屋に次いで第2位である。大阪における湿度は1970年代までは一貫して低下してきたが、1980年代に入ってやや増加している。最も大きな湿度低下があったのは、中心年1962年の $-0.47\%/year$ である。

広島：1951年からの5年平均値と1991年からの5年平均値の差は -6.4% 、45年間の回帰係数は $-0.15\%/year$ である。1970年代半ばまでは漸減傾向で推移しているが、1980年代前半に一時的に増加、その後1980年代後半に比較的大きな湿度低下が認められる。11年回帰係数では、中心年1985年の $-0.56\%/year$ が最も大きな低下率を示している。

福岡：1951～1955年の平均湿度76.8%に

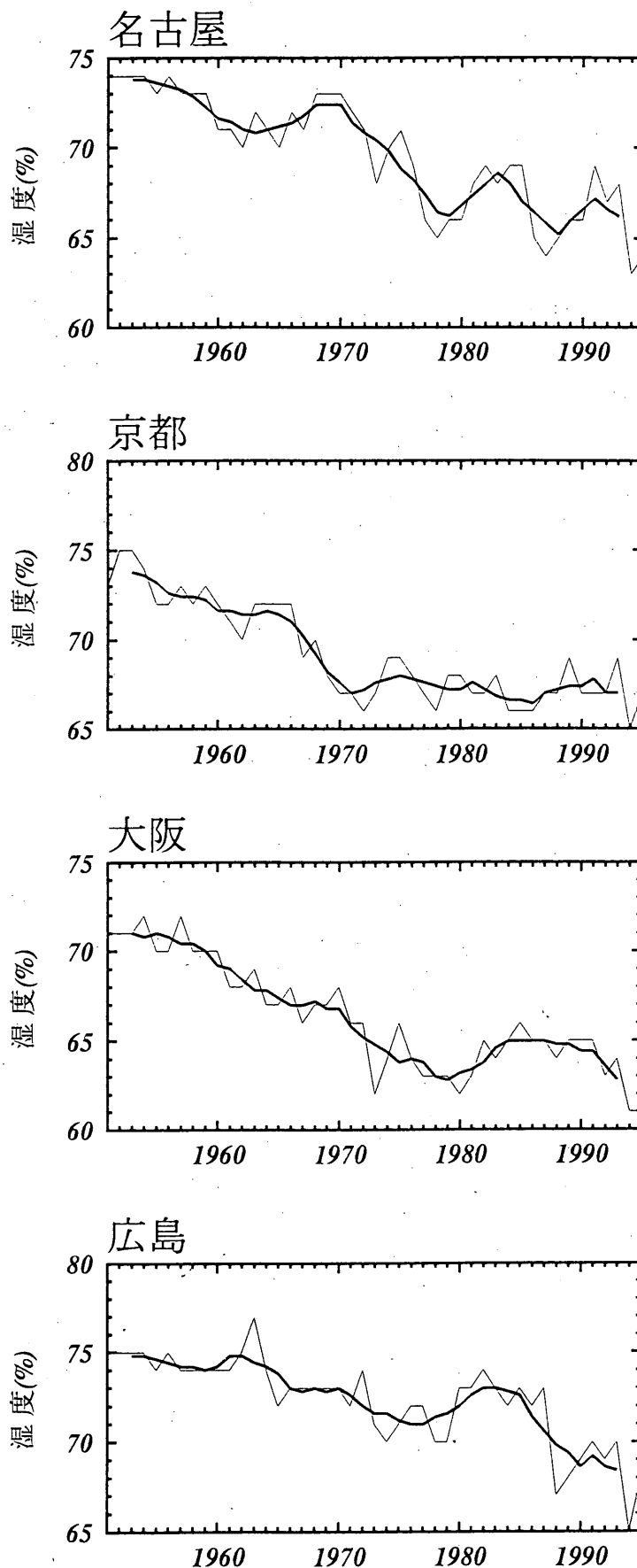


図1 (b) 名古屋・京都・大阪・広島における湿度の経年変化
太線は5年移動平均値

対して、最近（1991～1995年）の5年平均湿度は69.6%で、この間7.2%の湿度低下である。45年間の回帰係数は $-0.16\%/year$ で、解析対象の10都市の中では中位に位置する。福岡における湿度変化は、大阪の場合と類似したもので、1970年代までは低下傾向、1980年代前半は増加傾向、1980年代後半以降はほぼ横ばい状態で推移している。11年回帰係数でみて最も湿度低下が大きかったのは、中心年1957年の $-0.62\%/year$ である。

鹿児島：5年平均値は76.2%から70.4%へと、40年間で5.8%低下している。鹿児島の湿度は、5年移動平均値でも年々の変動がやや大きい。しかしながら、他の9都市ではいずれも湿度の一時的な増加や最近の横ばい状況が見て取れるのに対して、1960年代以降最近まで一貫して低下傾向が継続していることが特徴である。45年間の回帰係数は $-0.16\%/year$ である。

以上、各都市毎に湿度変化の様相をみて

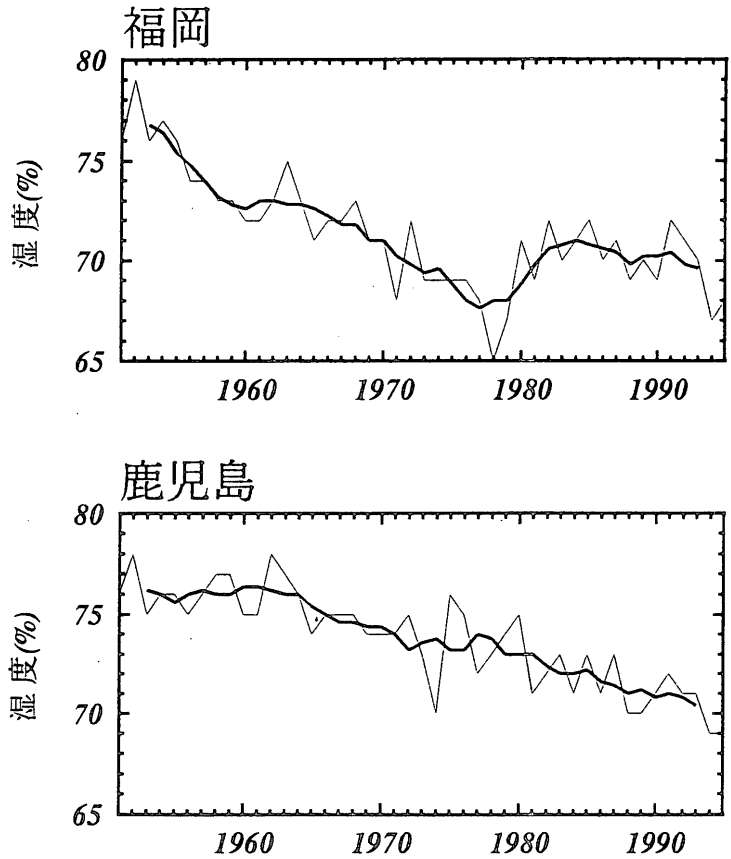


図1(c) 福岡・鹿児島における湿度の経年変化
太線は5年移動平均値

表1 湿度変化および回帰係数

	1951～55年 平均湿度	1991～95年 平均湿度	湿度変化 (1991～95) -(1951～55)	回帰係数 (%/year)
札幌	74.4	69.6	-4.8	-0.13
仙台	75.0	70.8	-4.2	-0.11
東京	71.4	62.4	-9.0	-0.19
新潟	77.6	70.8	-6.8	-0.18
名古屋	73.8	66.2	-7.6	-0.21
京都	73.8	67.0	-6.8	-0.18
大阪	71.0	62.8	-8.2	-0.20
広島	74.8	68.4	-6.4	-0.15
福岡	76.8	69.6	-7.2	-0.16
鹿児島	76.2	70.4	-5.8	-0.16

きたが、各都市とも戦後の湿度低下は明らかである。1951～55年の5年平均値と1991～95年の5年平均値との差をみると、東京の湿度低下が最も大きく、この間9.0%の湿度低下量である。次いで、大阪の8.2%、名古屋の7.6%、福岡の7.2%の順で大きな湿度低下が認められる。このような湿度の低下量の大小は概ね各都市の規模や都市化の

進展の程度に比例していると考えられることができる。都市内外の気温差 (Heat Island) を都市人口数によって評価する試みがなされている (福岡, 1995; Oke, T.R., 1987)。Kato. H. (1996) は, 日本の主要都市における気温の長期的変化傾向から都市化の影響による変化を分離し, 都市化の影響による気温変化と都市人口との関係を明らかにしている。これらによれば, 各都市における Heat Island の強さと人口数には明瞭な正の相関関係が存在し, 人口が多いほど Heat island が強いことが明らかにされている。都市の規模や都市化の程度を表現する指標を定義することは困難ではあるが, ここでは一次的な考察の段階として, 福岡 (1995)・Oke (1987)・Kato (1996) らにならって都市の規模や都市化の進展の程度を表現する指標として人口を取り上げてみた。

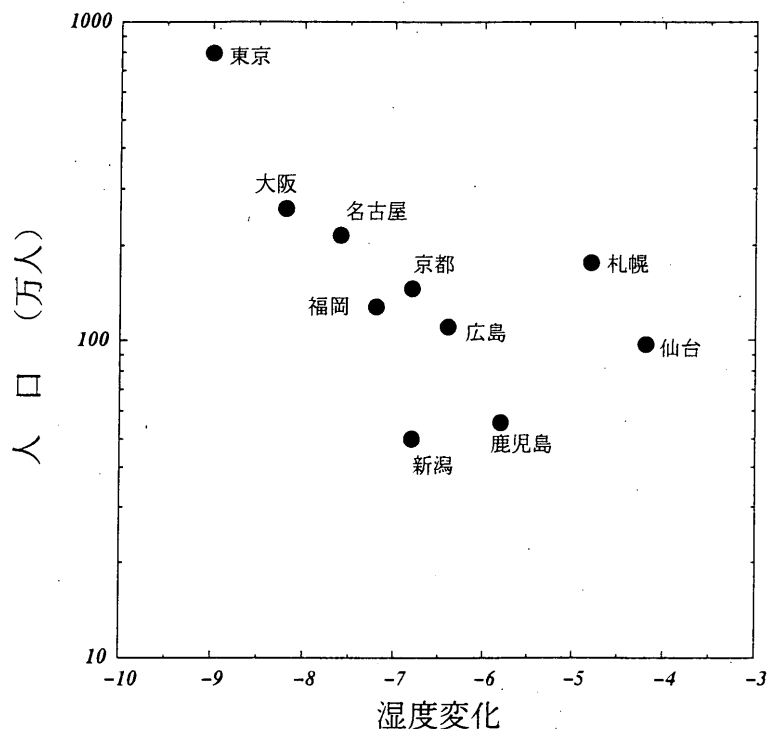


図2 湿度変化(1991~95年平均値-1951~55年平均値)と人口との関係

第2図は, 1951~55年の5年平均値からの1991~95年の5年平均値の湿度変化量と人口との関係を示したものである。人口は1995年10月時点のもので, 東京は特別区の人口を用いた。札幌・仙台の両都市では, 人口規模の割合に, 湿度低下が比較的少ない値にとどまっているものの, 人口規模が大きいほど湿度低下が著しい傾向のあることが読みとれる。

各都市の湿度の低下を比較すると, 大きな湿度の低下が認められる時期に違いが存在する。すでに1950年代から比較的大きな湿度低下が認められるのは, 東京・大阪・福岡の3都市であるが, 東京では1960年代まで, 大阪・福岡では1970年代まで顕著な低下傾向で推移している。1960年代に大きな湿度低下が存在するのは仙台・京都であり, やや遅れて1970年代に大きな湿度低下がみられるのは札幌・名古屋である。新潟では1980年代に, 広島では1980年代後半に大きな湿度低下が認められる。これら同一時期に大きな湿度低下がみられる都市は地域的なまとまりをもって分布しているとは言い難いことから, 広域的な気候の変化に伴うものとは考えにくく, 各都市に固有の現象と考えることができる。

一方, 多くの都市に共通した現象としては, 1980年代に一次的な湿度の増加が認められること, 最近の湿度はほぼ横ばい状態で推移していることがある。このような中で, 広島と鹿児島では最近でもはっきりした低下傾向で推移しており, 他の都市と異なった変化を示している。

III 湿度変化に対する気温変化と水蒸気圧変化の寄与

すでに述べたように, 湿度の変化には, 気温の変化に伴うものと水蒸気圧の変化に伴うものの2つが考えられる。そこで次に, 湿度変化に対する気温変化と水蒸気圧変化の寄与について検討した。本論では, 解析期間である1951~1995年を5年ごとの9期間に分け, 最初の5年間である1951~1955年の5年平均湿度からの各期間の平均湿度の変化について気温の変化に伴う部分と水蒸気圧の変化に伴う部分を求めた (図3)。

気温の変化に伴う部分と水蒸気圧の変化に伴う部分の求め方を, 札幌を例にしてやや詳しく述べる。札幌における1951~1955年の5年平均湿度は74.4%であるが, 1956~1960年の5年平均湿度は73.4%であって, この間1.0%の湿度低下が存在する。この1951~1955年からの偏差である-1.0%を図3では棒グラフで表現した。次に, 1951~1955年の5年平均の水蒸気圧が1956~1960年でも変化していないと考えた場合の湿度を求める

と71.8%という値が得られる。1951～1955年の5年平均湿度は74.4%からの変化は-2.6%であるが、この2.6%の湿度低下を気温の変化（この場合は気温の上昇）に起因するものと考えた。この気温変化に伴うと考えることができる湿度変化を図3では黒丸で示した。一方、この間の湿度変化は-1.0%であるから、水蒸気圧の変化（この場合は水蒸気圧の増加）によって1.6%の湿度の増加があったものと考えることができよう。図3では、この水蒸気圧の変化に伴うと考えることができる湿度変化を四角で表した。また、1961～1965年の5年平均湿度は72.6%で、1951～1955年からの偏差は-1.8%であるが、このうち気温の変化に伴うのは-3.5%、水蒸気圧の変化に伴うものは+1.7%である。図3はこのようにして得られたものである。

以下、湿度変化に対する気温変化と水蒸気圧変化の寄与について、各都市毎に述べる。

札幌：気温の変化に伴う湿度変化については、1951～1956年の気温が解析期間で最も低温であったために、いずれの期間においても湿度の低下に寄与している。気温の変化に伴う湿度低下を時系列的にみると、1970年代まではほぼ横ばい状態で推移したものの、近年は気温上昇に伴って湿度ははっきりした低下傾向にあることがわかる。図1に示したように1980年代以降の湿度はほぼ横ばい状態で推移しているが、これは近年の水蒸気圧の増加に起因する湿度の増加と打ち消し合っている結果であるといえる。また、1970年代に大きな湿度低下が認められることは先に述べたが、これは1970年代後半の一次的な水蒸気圧の低下が寄与していることがわかる。

仙台：気温の上昇は、1980年代前半には一次的に小さくなったものの、1970年代までは約2%程度の湿度低下をもたら

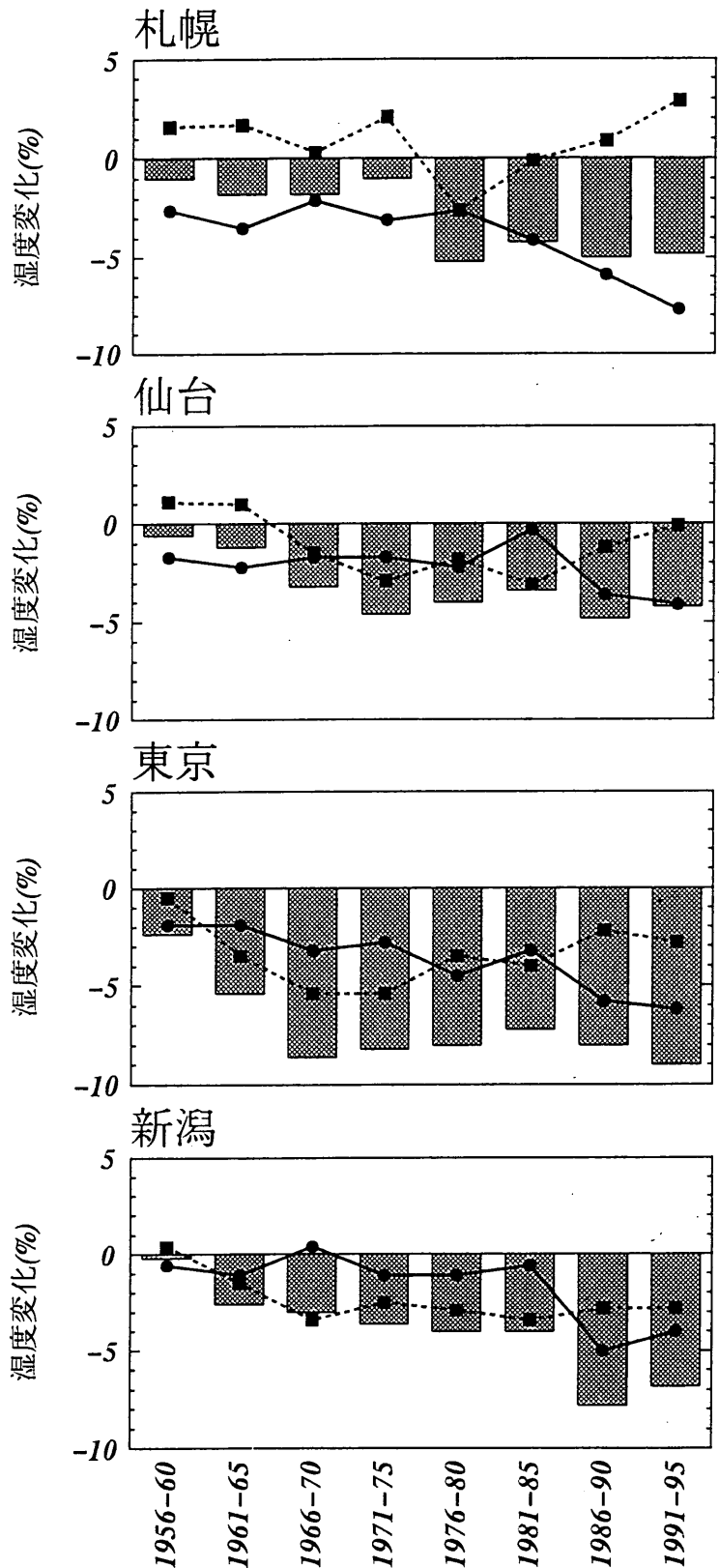


図3 (a) 湿度変化(1951～55年平均値からの偏差)に対する気温変化(実線)と水蒸気圧変化(破線)の寄与

している。その後1980年代前半には一次的に小さくなったものの、近年は気温上昇に伴う湿度低下が大きくなりつつあり、最近の5年では1951～1956年に比べて4.1%の湿度低下をもたらしている。水蒸気圧の減少による湿度低下は1960年代後半から明らかになり、1971～1975年と1981～1985年の期間では、気温の上昇に伴う湿度低下量を上回っている。

東京：東京における気温は戦後一貫して昇温傾向にあり、昇温に伴って湿度は漸減傾向にある。1960年代には大きな水蒸気圧の低下が存在し、気温の上昇と相まって湿度低下が著しかったことがわかる。1966～1970年の5年平均湿度の1951～1955年平均値からの偏差は-8.6%であるが、このうち水蒸気圧の低下によるものが-5.4%、気温の上昇によるものが-3.7%であって、水蒸気圧の低下が湿度低下に大きく寄与していることがわかる。しかしながら、1970年代以降降水蒸気圧は漸増傾向で推移しており、昇温による湿度低下と打ち消しあって、近年の湿度の横ばい状況をもたらしている。

新潟：1980年代前半までの湿度低下に対する気温変化の影響はそれほど大きいものではない。これに対して、水蒸気圧は1960年代に急速に低下しており、湿度低下には水蒸気圧低下の寄与が大きいことがわかる。1980年代に比較的大きな湿度低下が存在するが、これには1980年代の昇温に伴う湿度低下が大きく寄与している。

名古屋：昇温に伴う湿度低下は1980年代前半までは0.2～2.5%程度であるが、近年の急速な気温上昇に伴って湿度の低下量は5%程度まで増加し、最近では水蒸気圧の減少による湿度低下量を上回っている。湿度低下に対する水蒸気圧減少の影響は、1970年代まで一貫して強まっております。1960年代後半～1980年代前半では、気温の上昇に伴う湿度低下量を上回っている。しかしながら、近年の水蒸気圧

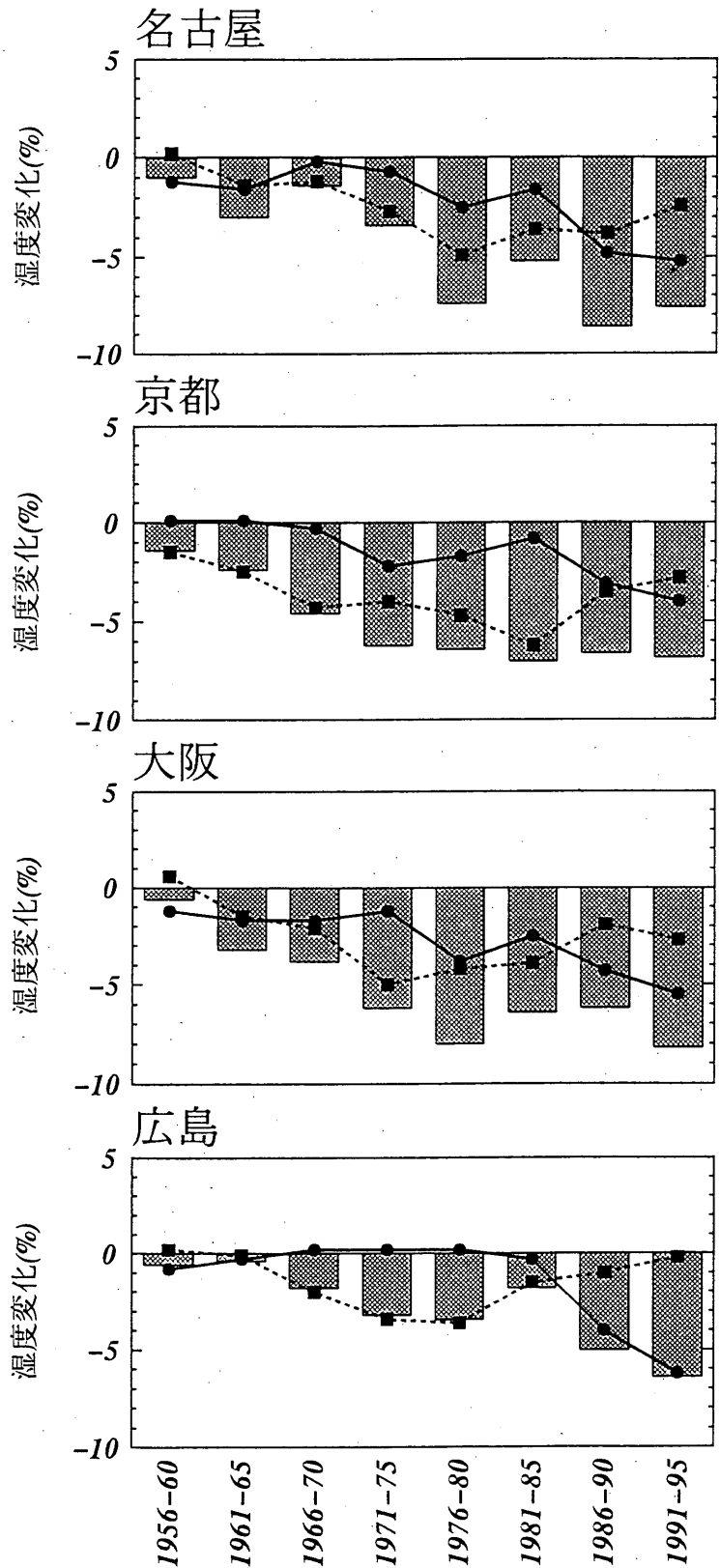


図3 (b) 湿度変化 (1951～55年平均値からの偏差) に対する気温変化 (実線) と水蒸気圧変化 (破線) の寄与

は漸増傾向で推移しており、最近の5年間では1951～1955年からの湿度低下量7.6%に対して2.4%の低下量を占めるに止まっており、昇温に伴うものの約半分程度である。

京都：気温変化に伴う湿度変化は名古屋と同様なものである。すなわち、昇温に伴う湿度低下は1980年代前半までは比較的小さいが、1980年代後半は急速な気温上昇に伴って湿度の低下量は4%程度まで増加し、最近では水蒸気圧の低下による湿度低下量を上回っている。水蒸気圧は1980年代前半まで一貫して低下しており、これに伴って湿度は大きく低下している。1980年代までは水蒸気圧の低下が湿度低下の主要な原因であるといえる。しかしながら、名古屋と同様に、近年の水蒸気圧は漸増傾向で推移しており、最近の5年間では、気温上昇に伴う湿度の低下量を下回っている。また、近年の湿度は横ばい傾向で推移しているが、これは気温の上昇による湿度低下と水蒸気圧の増加による湿度増加とが相殺した結果であるといえることができる。

大阪：大阪における湿度は1970年代までは低下傾向で推移してきたが、この湿度低下には、水蒸気圧の減少の寄与が大きいことがわかる。しかしながら、1970年後半以降降水蒸気圧は増加傾向に転じており、最近の5年間では1951～1956年からの湿度低下量8.2%のうちの1/3程度を占めるにすぎず、昇温に伴う湿度低下量を下回っている。気温の上昇に伴う湿度低下については、1980年代前半の一次的な気温低下のための湿度上昇がみられるものの、1970年代以降顕著になってきている。

広島：広島における1970年代まで続いた湿度の低下は、水蒸気圧の減少に起因しているといえる。しかし、水蒸気圧は1980年代以降増加傾向に転じている。最近の5年間の水蒸気圧は1951～1955年とほぼ同じ値で、1951～1955年平均湿度からの6.4%の湿度低下量のうちわずか0.2%の低下量を占めるにすぎない。これに対して気温変化に伴う湿度変化は近年顕在化したものであることがわかる。気温変化による湿度変化は、1980年代前半までは±1%程度と小さいものであったが、1986～1990年では-4.0%、1991～1995年では-6.2%となっており、近年の気温上昇によって湿度低下が大きくなっていることがわかる。

福岡：解析期間の福岡の気温は一貫して上昇傾向にあり、気温上昇によって湿度は漸減傾向で推移している。水蒸気圧は1970年代までは減少傾向にあり、水蒸気圧の減少に起因する湿度低下量は気温の上昇によるものを上回っている。福岡における湿度の低下は、図1に示したように、1970年代までは極めて明瞭であるが、この湿度低下は主に水蒸気圧の低下によって引き起こされていることがわかる。1970年代まで減少傾向で推移した湿度は、1980年代に上昇しているが、これは水蒸気圧が1980年代に大きく増加したことによる。

鹿児島：鹿児島における湿度変化の特徴は、1960年代以降最近まで一貫して低下傾向が継続していることである。図3によれば、このような湿度の低下は主に気温の上昇に伴うものであって、水蒸気圧の変化に伴う湿度変化は比較的小さいことがわかる。

以上、都市毎に、湿度変化に対する気温変化と水蒸気圧変化の寄与についてみ

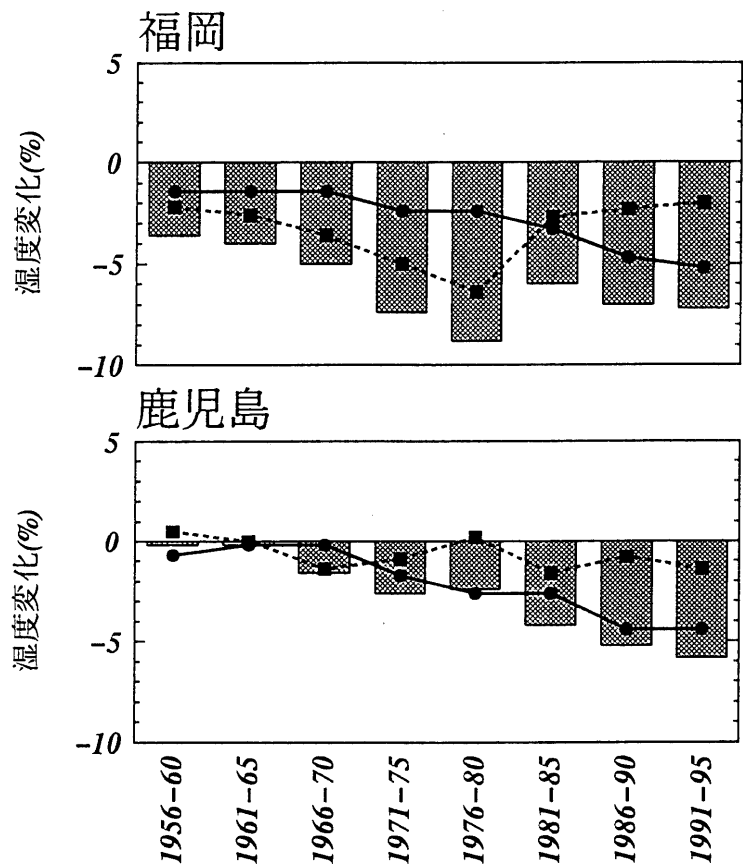


図3(c) 湿度変化(1951～55年平均値からの偏差)に対する気温変化(実線)と水蒸気圧変化(破線)の寄与

てきたが、各都市における湿度変化には、気温の変化のみならず水蒸気圧の変化がすくなくならず寄与していることがわかる。表2は、すでに表1に示した最近（1991～1995年）の5年平均湿度の1951～1955年の5年平均湿度からの偏差について、気温変化に伴う湿度変化と水蒸気圧変化に伴う湿度変化に分けて示したものである。

各都市とも、最近の湿度は1951～1955年の5年平均湿度から低下しているが、この湿度低下のかなりの部分は気温の上昇に起因していることがわかる。すなわち、各都市ともこの間の気温上昇にともなって湿度が低下したことがわかる。気温上昇に伴う湿度低下は、札幌が最も大きく7.7%の低下、次いで東京と広島が6.2%の低下、最も少ない京都でも4.0%の低下を示している。気温の湿度変化に対する寄与についての各都市に共通した現象としては、最近の昇温による湿度の低下が大きくなっていることがある。

これに対して、水蒸気圧の変化による湿度変化については、都市によってやや様相を異にしている。多くの都市では水蒸気圧が減少している中で、札幌では逆に水蒸気圧の増加によって湿度の上昇が認められる。また、仙台と広島では湿度に対する水蒸気圧の変化の影響は極めて小さい。しかしながら、仙台・広島においても、1960年代後半から1980年代には、水蒸気圧の減少が湿度低下に大きく寄与している。1960年代後半から1980年代は、仙台・広島に限らず水蒸気圧の低下による湿度低下が顕著な期間であって、大半の都市では昇温による湿度低下量を上回っている。最近の水蒸気圧は、新潟および鹿児島ではほぼ横ばい状況で推移しているが、他都市ではいずれも増加傾向に転じており、水蒸気圧の減少による低湿度化現象については次第にその影響を弱めているということが出来る。

表2 湿度変化に対する気温変化と水蒸気圧変化の寄与

	湿度変化 (1991～95) -(1951～55)	気温変化に 伴う湿度変化	水蒸気圧変化に 伴う湿度変化
札幌	-4.8	-7.7	+2.9
仙台	-4.2	-4.1	-0.1
東京	-9.0	-6.2	-2.8
新潟	-6.8	-4.0	-2.8
名古屋	-7.6	-5.2	-2.4
京都	-6.8	-4.0	-2.8
大阪	-8.2	-5.5	-2.7
広島	-6.4	-6.2	-0.2
福岡	-7.2	-5.2	-2.0
鹿児島	-5.8	-4.4	-1.4

IV まとめ

以上、札幌・仙台・東京・新潟・名古屋・京都・大阪・広島・福岡・鹿児島の10都市を対象として、戦後の湿度変化および湿度変化に対する気温変化と水蒸気圧変化の寄与について検討してきた。その結果は、以下の様にまとめることができる。

- (1) 各都市とも戦後の湿度低下は明らかである。湿度低下量の大小は概ね人口規模に比例しており、人口が多いほど湿度低下が著しい傾向にある。

- (2) 各都市における湿度変化を比較すると、大きな湿度の低下が認められる時期に違いが存在する。東京・大阪・福岡では1950年代から低湿化現象が認められ、東京では1960年代まで、大阪・福岡では1970年代まで顕著な低下傾向で推移している。仙台・京都では1960年代に大きな湿度の低下が存在し、札幌・名古屋ではさらに遅れて1970年代に大きな湿度の低下がみられる。新潟では1980年代に、広島では1980年代後半に大きな湿度低下が存在する。
- (3) 湿度の経年変化に関して多数の都市に共通した現象として、1980年代に一次的な湿度の増加が認められること、最近の湿度はほぼ横ばい状態で推移していることがある。しかし、広島と鹿児島では最近でもはっきりした低下傾向で推移しており、他の都市と異なった変化を示している。
- (4) 各都市における最近の5年平均湿度は1951～1955年の5年平均湿度から4.2～9.0%低下しているが、この湿度低下のかなりの部分は気温の上昇に起因している。気温上昇に伴う湿度低下は、札幌が7.7%の低下で最も大きく、最も少ない京都でも4.0%の低下を示している。気温上昇に伴う湿度低下は近年ますます顕著なものになっている。
- (5) 水蒸気圧の低下による湿度低下については、1960年代後半から1980年代に顕著であり、大半の都市では昇温による湿度低下量を上回っている。最近の水蒸気圧は、新潟および鹿児島以外の各都市ではいずれも増加傾向にあり、水蒸気圧の減少による低湿化は次第に弱まりつつある。

参 考 文 献

- 福岡 義隆 (1995) : 都市の風水土—都市環境学入門—。朝倉書店。
- Kato, H. (1996) : A Statistical Method for Separating Urban Effect Trends from Observed Temperature Data and its Application to Japanese Temperature Records. *J. Meteor. Soc. Japan*, 74, 639-653.
- Oke, T. R. (1987) : *Boundary layer climates*. Methuen, London.
- 三澤 正 (1997) : 東京・横浜における今世紀の相対湿度の永年変化。地理学研究報告 (千葉大学教育学部), 第8号, 17～24.