

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

SATO, Norihito / 石井, さやか / ISHII, Sayaka / 佐藤, 典人

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

44

(開始ページ / Start Page)

15

(終了ページ / End Page)

30

(発行年 / Year)

2012-03-22

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00011639>

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

石井 さやか・佐藤 典人

日本の気象官署で把握されている霧の観測値を用いて、1951～2000年間に於ける霧の発生日数の地域性や季節性、ならびにその経年変化について気候学的視点から追究を試みた。

本研究で得られた知見は次のとおりである。①対象とした50年間に於ける霧の発現には地域的な偏りや季節的な特徴が存在する。②日本に於ける霧の発現に見られる地域性や季節性から、移流霧や放射霧などが主要と思われる。③霧の発生日数の経年変化では、多くの地点で減少傾向にある。しかも、その傾向は内陸の盆地に位置する地点で顕著である。④東北日本の太平洋沿岸部の地点では、霧の発生日数の経年変化が微増傾向にあり、特異な地域である。⑤霧の発生日数の経年変化の減少傾向には、特定季節の相対湿度の低下や気温極値の上昇率の大きさが関与していると思われる。⑥霧の発生日数の経年変化に対する都市化の影響を、人口の変化に置換して対応を試みた結果、人口100万人を超える大都市では負の相関が伺われた。しかし、この点に関しては今後の更なる検討が求められる。

キーワード：霧、季節的变化、経年変化、相対湿度、都市化。

Keywords : fog, seasonal variations, secular change, relative humidity, urbanization.

I はじめに

霧とは、大気中の水蒸気が凝結して多くの水滴となり、地表付近の空中を漂う現象を指す。その発生時の水平的な視程は1 km未満とされている(吉野ほか：1985)。霧は気温や湿度、ならびに気圧配置や地形起伏(水越・奥：1974、深石：1987ほか)など、様々な影響を被って発生したり消滅したりする。また上述のように視程の低下を招いて人間生活にも影響を及ぼすゆえ、一つの関心事として先人によって気候・気象学的見地から研究が試みられてきた(例えば、荒川：1966、深石：1973など)。

霧の発生は、水蒸気を含有する大気が冷却されて飽和に達したり、あるいは気塊中に多くの水蒸気が補給されたりすることに起因する。それゆえ霧はその発生原因を根拠にいくつかのタイプに分類されている。例えば、沢井(1982)に拠ると、移流霧、滑昇霧、混合霧、蒸気霧、前線霧、放射霧などに霧が原因別に分類されている。このように単に霧と称しても、その発生状況は原因によって多種多様である。

ところで、日本では経済の高度成長期以降、地

方の農・山村を典型として過疎が進行し、その一方で都市への人口が集中した。いわゆるこの都市化助長の影響は、自ずと大気環境にも波及し、気温分布を筆頭に市街地と郊外の差異が著しくなった(樫根：1960、山添・一ノ瀬：1994など)。

かくして、このような市街地大気の特異性を総称する形で「都市気候」と呼称されるに及び、都市大気の変質は無視できないほどになった。冬季の朝夕に代表される市街地の相対的な高温化は、同時に人口増加などに伴う市街地の不透水域面積の拡大と連動して、都市内河川の流出率増大(宮田：1969ほか)や土中水分の減少、さらには潜熱損失の機会を奪って市街地の乾燥化を招来することに繋がった。これは、首都圏の墓石への蘚苔類や地衣類の着生の漸減¹⁾に関する指摘(杉山：1983、松中：1975ほか)ともあながち無縁とは言えない。このような近年の日本における市街地の高温・乾燥の進行が首都圏の場合には顕著であり、いわゆる『東京砂漠』と称されるに至った。

このような近年の日本各地での都市化の進行に伴う市街地の乾燥(例えば、荒川ほか：1970、小元・豊谷：1982、榊原：2001など)、つまり都市内の湿度低下が都市大気環境変化の一つとして

想定される。実際、三澤(1998)は、都市化によって地表面がコンクリートやアスファルトで被覆され、降水の多くが地中に浸透せず、結果として市街地の蒸発量が郊外に比べて減少し、水蒸気圧の少なくなることが都市内の相対湿度が低下する主要因と言及している。

また年間の霧発生日数の経年変化に着目した研究も散見され、その一例の藤部(2001)では、東京の1876～1998年間のそれに関して調べている。それに拠れば、東京では明治時代に年15～20日程度であった霧発生日数が、昭和初期には年50日前後に増えたため、霧日数の増加が都市気候の特徴の一つと受け止められていた。つまりそれは都市大気汚染物質の増加が霧の凝結核を増やし、その発生を促進していると理解できるからである。しかしその後、東京の霧日数は減少傾向を辿り、市街地の乾燥化が上の汚染質の凝結核云々を凌駕した姿を呈している。

さらに山本(1997)は、根室、宮古、東京、京都の4地点での霧日数の経年変化を調べている。そ

の中で、東京と京都に関しては過去数十年のうち当初の霧日数の増加とその後の減少を示す事実に触れている。この変化の要因として、大気汚染、人工排熱による気温上昇、地表面の舗装などに起因する乾燥など、いわゆる都市化の進展を挙げている。けれども根室や宮古では、その原因は不明ながら霧日数の増加傾向が認められている。すなわち、霧日数の経年変化の傾向は一律でなく、個々の地点や地域で異なる可能性が伺われる。

前掲の三澤(1998)でも、日本の主要10都市を選出して1951～1995年の気象値をもとに類似の視点から追究を試みている。その結果、対象とした各都市の相対湿度には明瞭な低下傾向があり、人口規模が大きい都市ほどその低下量が大きいとしている。

このように霧発生日数や相対湿度の経年変化に対する都市化の影響を考慮した気候・気象学的な観点からの研究(例えば、藤部：2002)が試みられてきているものの、解析対象地点がともすれば大都市に偏る嫌いがある。換言すれば、日本全国を視

第1表 対象地点と当該市町村の人口一覧

地点名	人口(人)	地点名	人口(人)	地点名	人口(人)	地点名	人口(人)
稚内	43,775	山形	255,369	名古屋	2,171,557	福岡	1,341,470
留萌	28,325	仙台	1,008,130	飯田	107,381	佐賀	167,955
旭川	359,536	福島	291,121	甲府	196,154	大分	436,470
網走	43,395	小名浜	360,138	津	163,246	長崎	423,167
札幌	1,822,368	輪島	26,381	浜松	582,095	熊本	662,012
岩見沢	85,029	相川	9,669	御前崎	11,569	鹿児島	552,098
帯広	173,030	新潟	501,431	静岡	469,695	宮崎	305,755
釧路	191,739	金沢	456,438	東京	8,134,688	松山	473,379
根室	33,150	富山	325,700	尾鷲	23,683	高松	332,865
室蘭	103,278	長野	360,112	横浜	3,426,651	宇和島	62,126
浦河	16,634	高田	134,751	勝浦	23,235	高知	330,654
江差	10,959	宇都宮	443,808	松江	152,616	徳島	268,218
函館	287,637	福井	252,274	豊岡	47,308	室戸岬	19,472
倶知安	16,184	高山	66,430	浜田	47,187	若松	118,118
深浦	8,954	松本	208,970	京都	1,467,785	津山	90,156
青森	297,859	前橋	284,155	彦根	107,860	広島	1,126,239
八戸	241,920	熊谷	156,216	下関	252,389	岡山	626,642
秋田	317,625	水戸	246,739	神戸	1,493,398	大阪	2,598,774
盛岡	288,843	敦賀	68,145	和歌山	386,551	奈良	366,185
宮古	54,638	岐阜	402,751	潮岬	15,687	人吉	38,814

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

野に入れ、なおかつ都市の規模を加味した視座からの追究が望まれる。

そこで本研究では、一定期間の霧の観測値が備わっている日本の測定点すべてを解析対象として扱い、霧発生の地域性や季節性への接近を試みた。さらにそれらの経年変化から特徴的な様相を呈する地点に対する背景へ踏み込んで考察することを目的に据えた。

II 研究方法

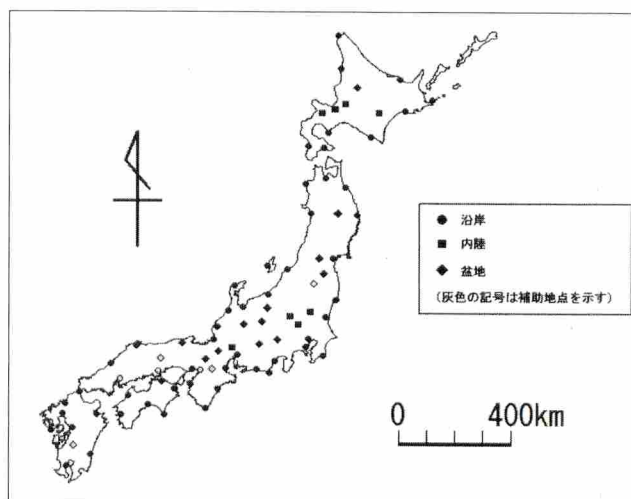
1 解析対象期間と対象地点

本研究における解析対象の期間は、便宜的に1951～2000年の計50年間とした。これには経年変化を捉えるために可能な限り長い期間を設定する必要があること、およびこの期間にいわゆる日本の高度経済成長期が包含されることを勘案した。

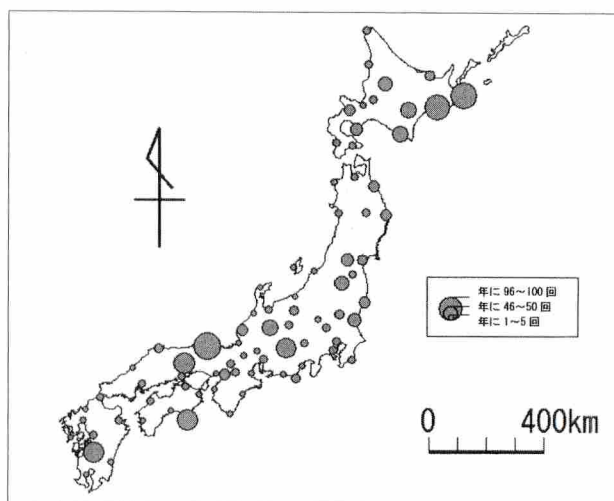
また解析対象とする地点は、霧日数を観測している日本全国の気象官署とした。ただし、解析対象とした期間内に欠測のある地点、あるいは測定場所の移動や観測方法の変更などで測定値の連続性・等質性が損なわれていると思われる地点は対象から除外した。加えて南西諸島などの島嶼部も本研究の意図と照合して対象から除いた。それでも、地点の地理的位置の偏在性を回避する狙いから、測定値の一部に欠測がある地点のうち、(会津)若松、奈良、大阪、岡山、津山、広島、人吉の7地点²⁾を補完的な地点として敢えて解析対象に加えた。

第1表に解析対象地点の一覧と当該市町村における2000年10月時点での人口³⁾を示した。なお、本稿では、この時点における人口をもとに、以下のように解析対象地点の表記を用いることにした。

人口100万人 ≤ ～ → 大都市
 “ 10万人 ≤ ～ < 100万人未満 → 中都市
 “ ～ < 10万人未満 → 小都市



第1図 対象地点の地理的分布



第2図 1951～2000年における年平均の霧の発生日数の分布
(日数は円の大きさに比例)

結果的に選定された計80地点の地理的位置は、第1図に示したとおりである。

2 気象資料について

本稿で用いた霧発生日数の測定値は、現在の気象庁月報とその前身に相当する中央気象台月報に依拠した。気象庁に拠れば、1日の中で1回以上の霧、低い霧、氷霧を観測した日を「霧発生日」と定めており、観測地点付近でのみそれが発生した

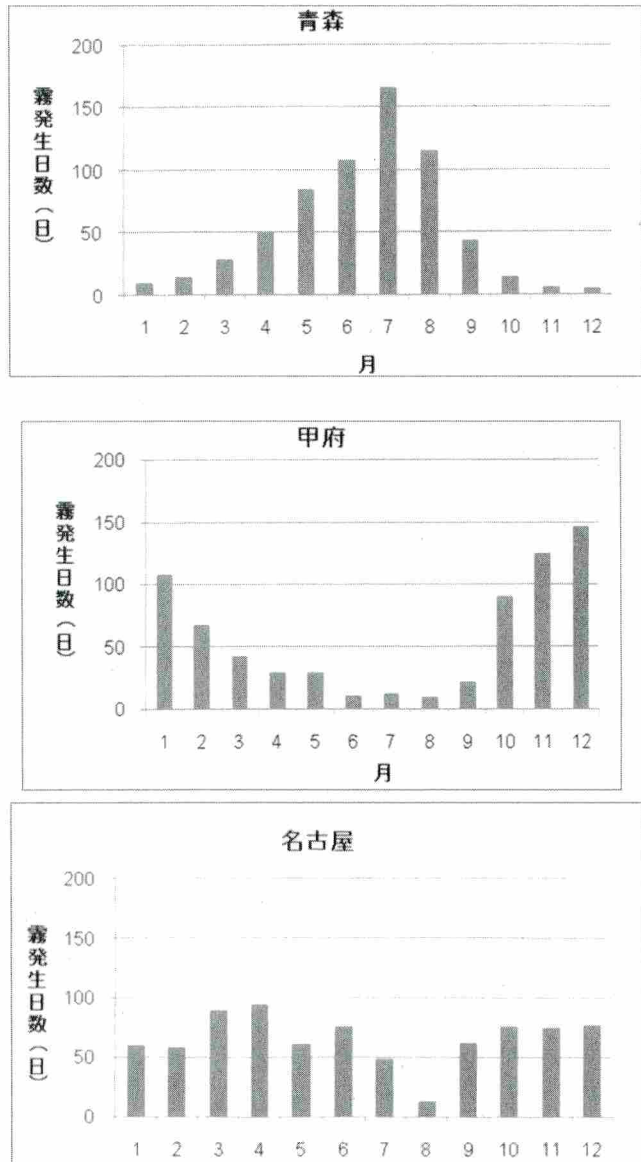
局所的な場合には、発生日に数えていない。さらに霧発生に関わる湿度データを得るため、CD-ROM版の地上観測の測定値から相対湿度の値を用いた。

Ⅲ 結果と考察

1 霧発生日数の地理的分布

対象とした地点別の霧発生日数⁴⁾の分布を第2図に示した。これに抛れば、北から根室、釧路、豊岡での発生日数の多さが際立っており、ほぼ年間100日を超える。また旭川、飯田、高山、津山、人吉なども比較的那発生日数が多い⁵⁾。根室と釧路を除くこれらの地点に共通するのは、盆地に位置するという地形的な要素である。周知のように、盆地地形は夜間の放射冷却に伴って冷気の滞留・蓄積を助長しやすく、よって放射霧が発生しやすい地形と言える。このような内陸盆地での霧発生日数の多さ⁶⁾に比べて、沿岸部ではその日数が多いとは言えない。しかしそれでも、根室、釧路、浦河、室戸岬のその日数の多さが目につく。事実、根室や釧路の霧には海上からの移流霧が多く、それも7～8月の夏季を中心に発現しやすい(菊池：1983)。これは沖合を低温な千島海流が洗っているゆえである。それから考えて、室戸岬の霧発生日数の多さの理由は定かではない。

総じて、沿岸部では東日本の太平洋岸の地点でややその発生日数が多い。これはやはり、寒流である千島海流の南下に伴う移流霧や「やませ」吹送に伴った冷湿気流の陸地への侵入と想定できる。その点に対比すれば、日本海沿岸の地点では、霧発生日数がそれほど多くない。



第3図 青森、甲府、名古屋における霧の月別発生日数
(1951～2000年の平均)

2 霧発生日数の季節性

霧の発現に季節性が伺われるのかを確認するため、地点毎に霧発生日数の月別年変化を見た。その結果、ほぼ3つの異なったタイプに分類が可能となった。そこで各タイプ別に典型的な地点の年変化を第3図に掲げた。

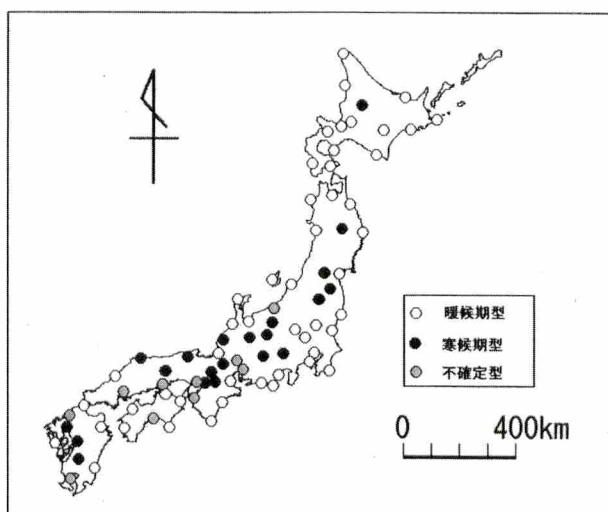
この図から自明のように、青森では暖候期を中

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

心に霧の発現が多い反面、甲府では逆に秋～冬の寒候期に霧発生の極大が現れている。それに加えて名古屋のように、暑夏の8月に霧発生の極小を示すものの、全体的に季節性がやや不明瞭な地点も見られた。沢井(前掲)や山本(前掲)も触れているように、このような背景として、東日本の太平洋岸では初夏に千島寒流に因って海水温が海面上の気温よりも低く、海霧が発生して陸域に侵入する、いわゆる移流霧の発現の多さを示唆していると言える。それに対して、甲府などの場合には、盆地地形と絡んで乾いた気団に覆われた気圧傾度の緩い総観場での静穏晴夜を典型とする放射冷却に起因した放射霧の発現が多くなった現れと説明できる。さらに名古屋のような大都市の場合には、真夏の高温に因って大気中の水蒸気が飽和に達する機会は市街地で極めて少ないことを、この8月の極小が物語っていると推測される。

そこで便宜的ながら、青森のような年変化型を「暖候期型」(=S型)、甲府のようなそれを「寒候期型」(=W型)、名古屋のような場合を「不確定型」(=X型)と分類した。この分類に基づいて対象地点を類型化し、図示したのが第4図である。この図から、W型は総じて内陸の地点に多く、背後に秋季からの冷え込みとそれを促す地形的要素との関わりが伺われる。

これに対してS型はやはり沿岸部の地点に、かつ東日本で多い。これは既に指摘したように沖合を洗う海流の水温と気温との差に因る移流霧の可能性が高く、その点で千島海流が南下する海域とS型の分布地域との対応に関心が及ぶ。ただし、関東平野の内陸に位置する前橋などのS型は、梅雨期の南寄りの暖湿気流に伴う霧の発生であることには注意を要する(森田:2000)。さらにX型は、7～9月の暑夏を中心に霧の発生日数が極小を示すタイプであり、伊勢湾や瀬戸内海、鹿児島湾などに面する地域、つまり内海の沿岸域に分布する傾向があると言える。このように第4図の地理的分布を見ると、先に述べた霧の原因別タイプ分けとの対照まで踏み込める。



第4図 霧の月別発生日数に基づく年変化型の地理的分布

3 霧発生日数と相対湿度との対応

前項で指摘したように、月別の霧発生日数には地点によって季節性が明瞭に伺われた。当然ながらこの背景には大気中の水蒸気量の高低が想定される。そこで先の青森、甲府、名古屋を対象に、全対象期間における霧の月別発生日数と相対湿度との対応を吟味した。自明のことながら、相対湿度は気温の高低にも左右される点に配慮を要する。それを踏まえて第5図を作成した。

青森では夏季を中心に霧が発生しやすく、日平均相対湿度の高い階級の出現頻度が、やはりその夏季に符合して高い。また冬季にも日平均相対湿度のやや高い階級が現れやすいけれど、これは冬季の降雪などに起因する高湿度と思われる。それに霧日数が比例していないのは、冬季の気温低下や季節風の吹送が霧の発現を抑制した現れと考えられる。

一方、秋季から冬季に霧の発生日数が多い甲府の場合を見ると、そのような年変化に相対湿度の階級別出現頻度が対応しているとは言い難い。確かに90%以上の出現頻度は9月に高いものの、70%以上のそれとなれば暖候期を中心に高い。このような双方の不一致は一見、矛盾しているようにも見える。先に甲府のようなW型は、内陸の盆地地形の地域に該当しがちな事実を確認し

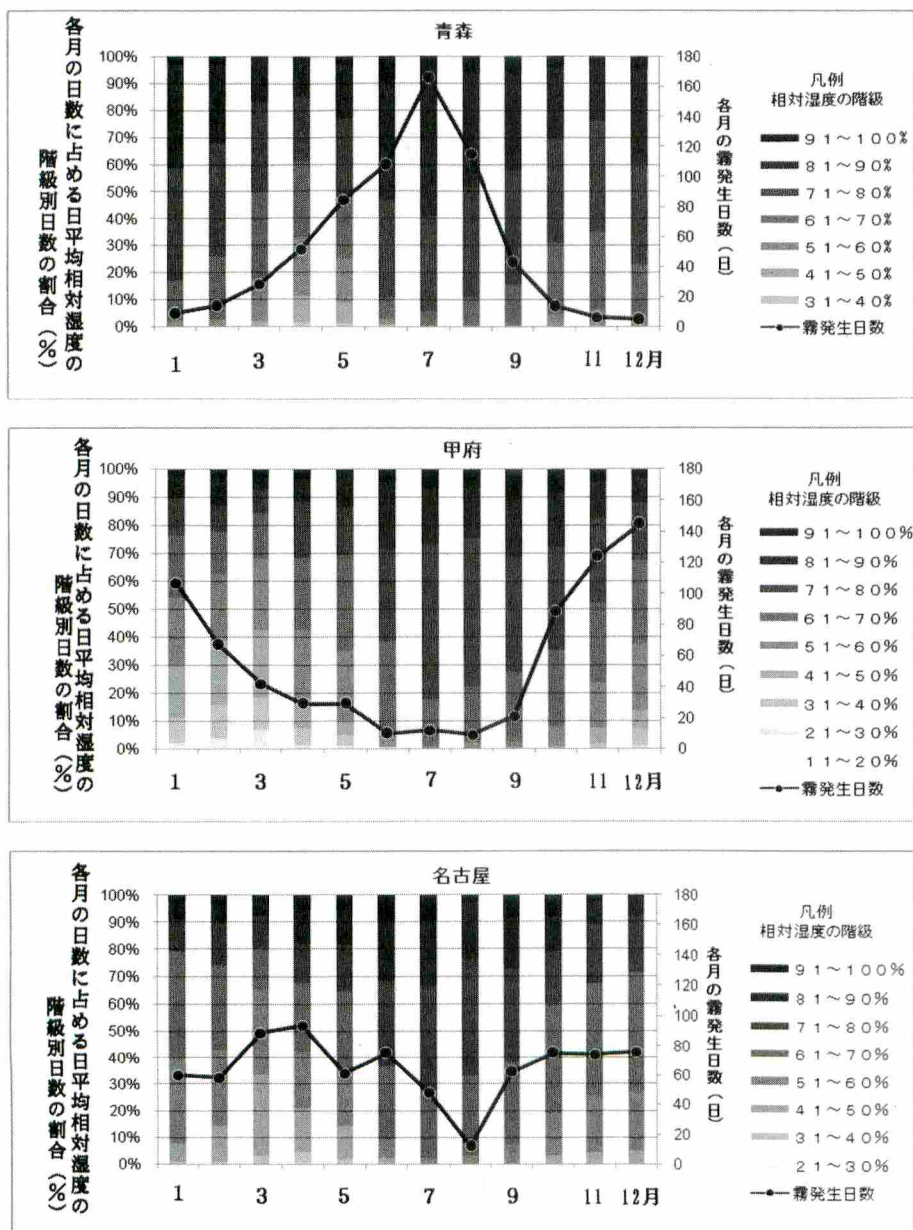
た。従ってそこでは放射冷却に伴う冷気の滞留・蓄積が生じやすく、それに起因する放射霧の比率が高い地点と前項までに言及されている。つまり早朝の接地逆転層の形成や冷気湖現象などに関連する霧発生の確率がそこでは極めて

て高い。つまりそれは日の出前後を主要な発現の時間帯とし、その後、数時間程度の間の発生と推察できる。同時に、内陸地域や盆地地形では、気温の日較差が大きい傾向にあり、早朝の冷え込みとは裏腹に日中の昇温が著しい。だから相対湿度

を日平均した値では、早朝のみの水蒸気の飽和状態は打ち消されている可能性が高い。この辺に両者の不一致の原因が在ると考えられる。

さらに名古屋に象徴されるX型では、月別の霧発生日数の極小を示す夏季に相対湿度も低い。すなわち、大気中の水蒸気が飽和に達して霧が発生するには、気温が高すぎる状況にあることを教示している。

ここで霧の発生日数と日平均の相対湿度との対応をより客観視するため、月別の霧発生日数と日平均相対湿度の値が



第5図 青森、甲府、名古屋における各月の日数に占める日平均相対湿度の階級別日数の割合と霧の発生日数との対応

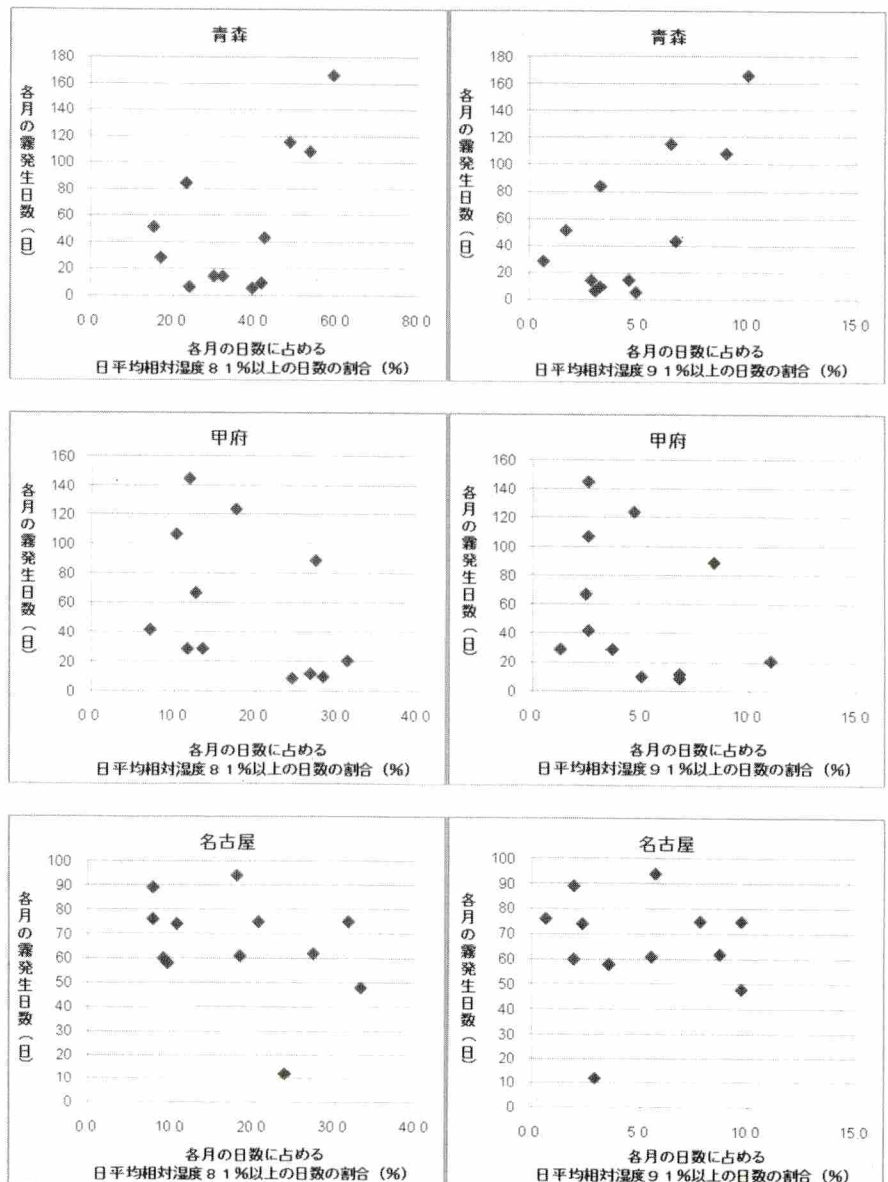
日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

81%以上、ないし91%以上の出現日数の各月に占める割合との関係を、先の3地点に関して散布図で例示した(第6図参照)。

まず青森の場合には、81%以上、および91%以上の出現日数ともに霧の発生日数とほぼ正比例の関係にある。つまり相対湿度の高い際に霧が発生

しやすいという極めて教科書的な傾向を示している。ところが甲府では、むしろ逆相関的な散布を見せており、日平均の相対湿度が高いのに霧の発生日数が多くなるわけでもない。寒候期に霧の発生が増大する甲府のようなW型では、これまで説明したように盆地地形の効果とあいまって早朝の冷え込みこそが霧の発生と連動していると思われる。と同時に、その季節の卓越気団は揚子江気団やシベリア気団であり、双方とも大陸性の乾いた気団である点で共通している。よって相対湿度を日平均値で求めれば、総じて低い値になる可能性を内在している。これが逆相関的な様相を呈する背景と推断される。しかし、名

古屋では日平均の相対湿度の高低にそれほど左右されることなく霧の発生日数の割合がある一定幅に納まる。つまり両者にそれほどの関連性を伺うことができない。この点に関しては、今後さらに詳細に追究する必要がある。



第6図 青森、甲府、名古屋における月別の霧発生日数と日平均相対湿度の日数の割合との関係 (左：日平均相対湿度81%以上、右：日平均相対湿度91%以上)

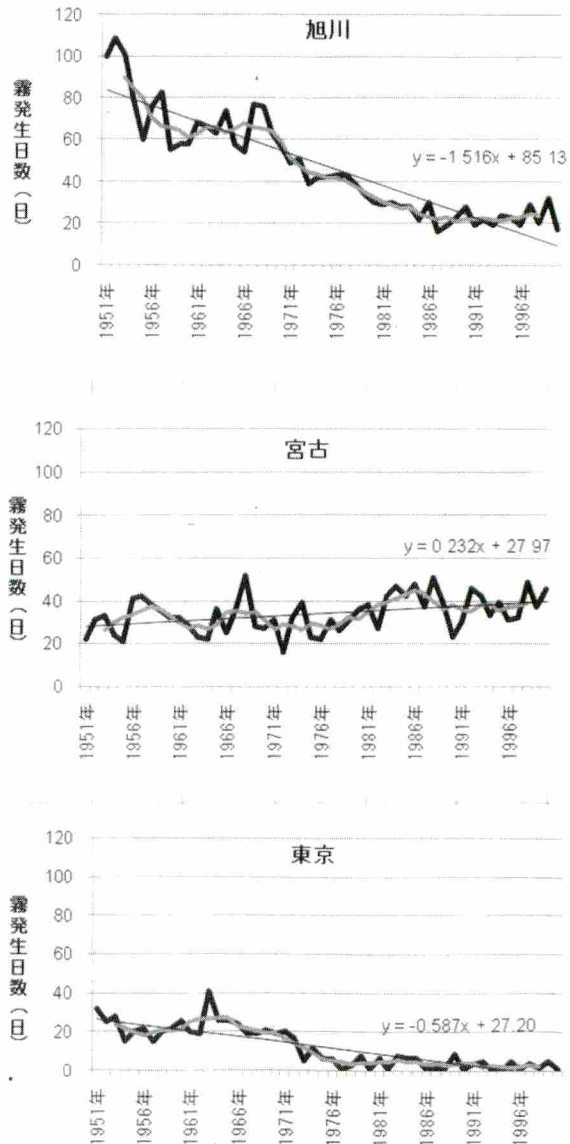
4 霧発生日数の経年変化

霧の発生日数を年単位で集計し、その経年変化を旭川、宮古、東京を対象に第7図に掲げた。この3地点が典型的な傾向を示す地点ゆえである。

旭川、東京の両地点とも霧の発生日数が減少の一途を辿っているが、旭川の急減が歴然としている。内陸盆地に位置している旭川のこのような減少傾向は、都市化に伴う市街地の拡大や人工排熱の増加に伴う気温上昇や水蒸気の減少にその根拠を求めざるをえない。それに対比すれば、東京は漸減傾向と言える。しかしながら1960年代に年20日間を上回っていた霧日数が1970年代に入って明らかに低下している。まさにこの時期は経済の高度成長期に相当している。それ以降、霧はほとんど発生していない。このような低下傾向と対照的な地点が宮古である。この50年間で宮古の霧の発生日数が微増を示しているゆえである。けれども現段階ではその原因の所在が不明である。

このような霧の発生日数の経年変化に基づき、解析対象とした50年間で回帰直線を算出し、その傾きの値に着眼した。その値の正負・大小に応じて地理的分布を示したのが第8図である。これに拠れば、全国的には霧の発生日数が減少傾向にある地点が多い。とりわけ旭川、山形、飯田、高山、京都、奈良、大阪、津山、人吉などでその傾きの大きさが目立つ。大阪を除けば、これらの地点には盆地に位置するという共通点がある。察するにこの50年間で、盆地に位置するこれらの地点での都市化の進行が、霧の発生を抑止する方向に作用した結果と理解される。その具体的な抑制因子として地表被覆の変化に伴う市街地大気の水蒸気の減少や日最低気温の上昇が想定される。

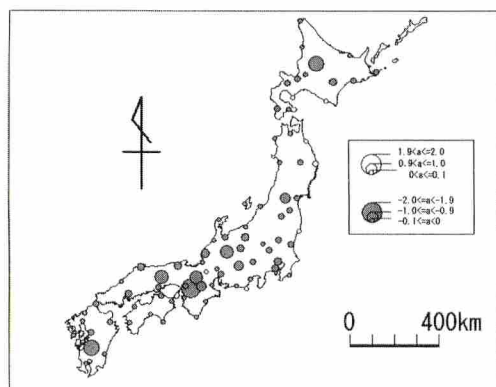
一方、沿岸部の地点では総じて霧の発生日数の変化幅が小さい。その中でも東京や横浜は、やや



第7図 旭川、宮古、東京における霧の発生日数の経年変化
(黒実線：年々の値、薄実線：5ヶ年の移動平均、細直線：回帰直線)

減少傾向が大きい。これに対して、小名浜、宮古、八戸、室蘭、浦河など東北日本太平洋岸の地点では、霧の発生日数が若干ながら増加傾向を見せている。またこれ類するのは御前崎と彦根である。

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

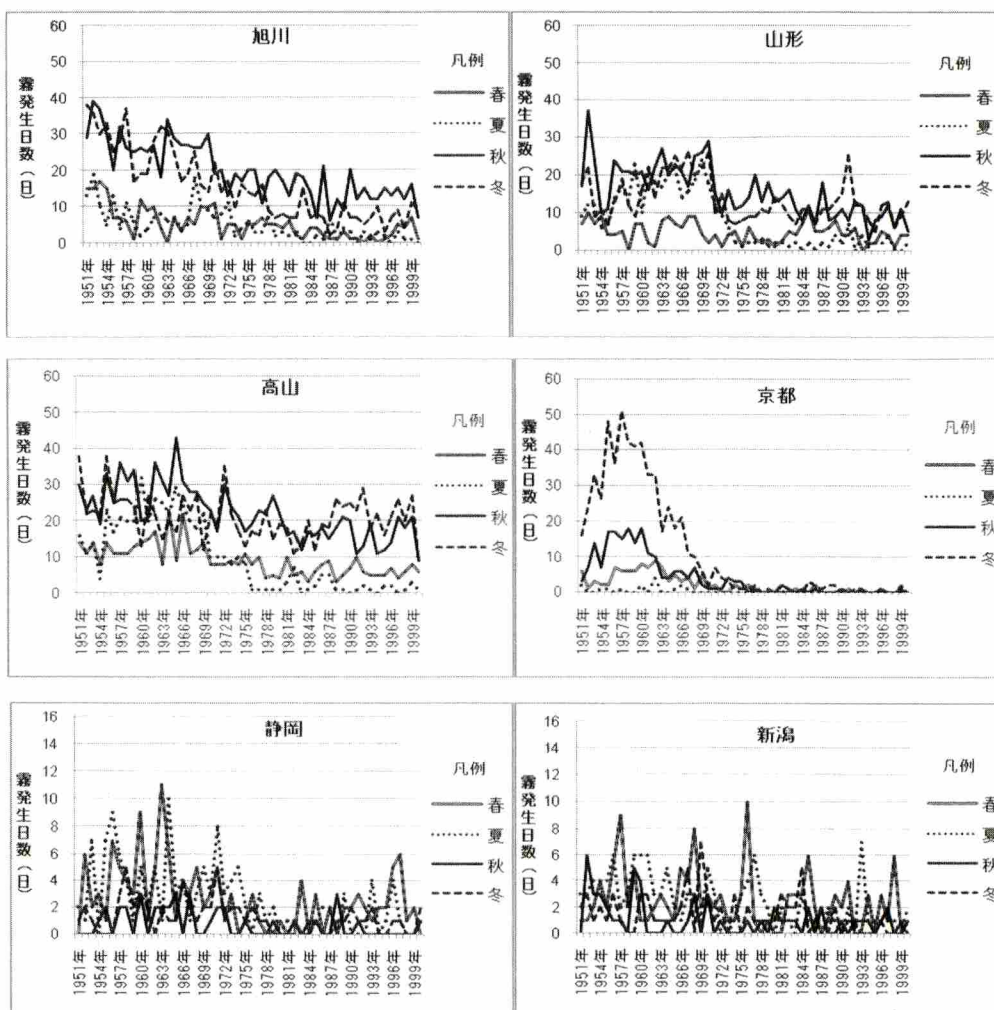


第8図 霧の発生日数の経年変化における
回帰直線の傾きの地理的分布

5 霧発生日数の経年変化にみる季節性

解析対象とした50年間で、霧の発生日数の経年変化において、減少や増加の傾向が現れた背景を追究する狙いから、季節別にその経年変化を検討した。第9図に経年変化で減少が明確な地点とそれほど判然としない地点を選出して季節別に示した。

この図より、経年的に低下傾向が明らかな旭川では、秋季～冬季の霧発生日数の減少が大きく、しかるにこの季節が年間の霧発生に対する寄与率の高い季節と受容できる。また京都もこれと類似



第9図 霧の発生日数における季節別経年変化

第2表 日平均相対湿度の階級別出現日数の経年変化における回帰直線の傾きの値

地点	41～50%	51～60%	61～70%	71～80%	81～90%	91～100%
旭川	0.0868	0.1652	0.2212	-0.2471	-0.2366	-0.0521
宮古	-0.0259	-0.0760	-0.2526	-0.1236	0.2679	0.2466
新潟	0.0883	0.5408	0.8426	-0.2865	-0.9240	-0.2683
東京	0.1640	0.0962	0.0356	-0.4163	-0.0617	-0.0905
甲府	0.3472	0.4169	0.7484	-1.1665	-0.4638	-0.0798
京都	0.4262	0.5694	0.4214	-1.0112	-0.3033	-0.1163
福岡	0.3704	0.7907	0.2371	-1.0153	-0.3950	-0.0465

の傾向を示し、とりわけ冬季の霧発生日数の減少が極端である。これらの地点ほどではないにしろ、山形や高山も秋季や冬季の霧の発現日数が減っており、それが年間の霧の発生日数の減少傾向を左右している。この事実、これらの地点が盆地に位置する共通性を加味すれば、乾いた気団に覆われやすい季節の霧発生日数の減少ゆえ、前述したように放射冷却に伴う日最低気温が上昇傾向にあるか、ないしは水蒸気の減少が推察される。

沿岸部の静岡や新潟のように、過去50年における霧の発生日数の変化傾向が判然としない地点では、春季や夏季の年々の日数の上下動が目止まる程度である。

それでも季節を問わず、静岡の1980年代の霧発生日数の少なさ、あるいは京都での1950年代の急増と1970年代以降の皆無に近いその発生状況は、時期的に経済の高度成長期を挟むだけに示唆に富んでいる。また近年、第9図で扱った旭川、山形、高山などに限らず多くの地点で夏季の霧の発生日数が他の季節に比べて少なくなっている点も見逃してはならない。

6 相対湿度の経年変化

一般に霧の発現には大気中の水分含有量の多寡が関与しているので、日平均相対湿度の階級別出現頻度の経年変化を検討した。前項までの説明内容から注目される地点を主な対象として、その経年変化を示した(図省略)。併せて、相対湿度の階級別に近似的に求めた回帰直線の傾きの値を第2表に示した。

霧の発生日数で減少傾向が明らかであった旭川や京都をはじめとする多くの地点では、相対湿度

70%以下の日数は増加傾向にある反面、71%以上のそれが減少している。これと対照的なのが宮古であり、相対湿度81%以上の日数が増加している。すでに指摘したように、宮古は霧の発生日数で増加傾向にある数少ない地点の一つであった。当然ながら、大気中の水蒸気が飽和状態に近い状態でなければ、それが凝結して霧の発生する可能性は低い。それゆえ、このような相対湿度の変化傾向は、霧の発生日数の経年変化傾向と矛盾するものではない。

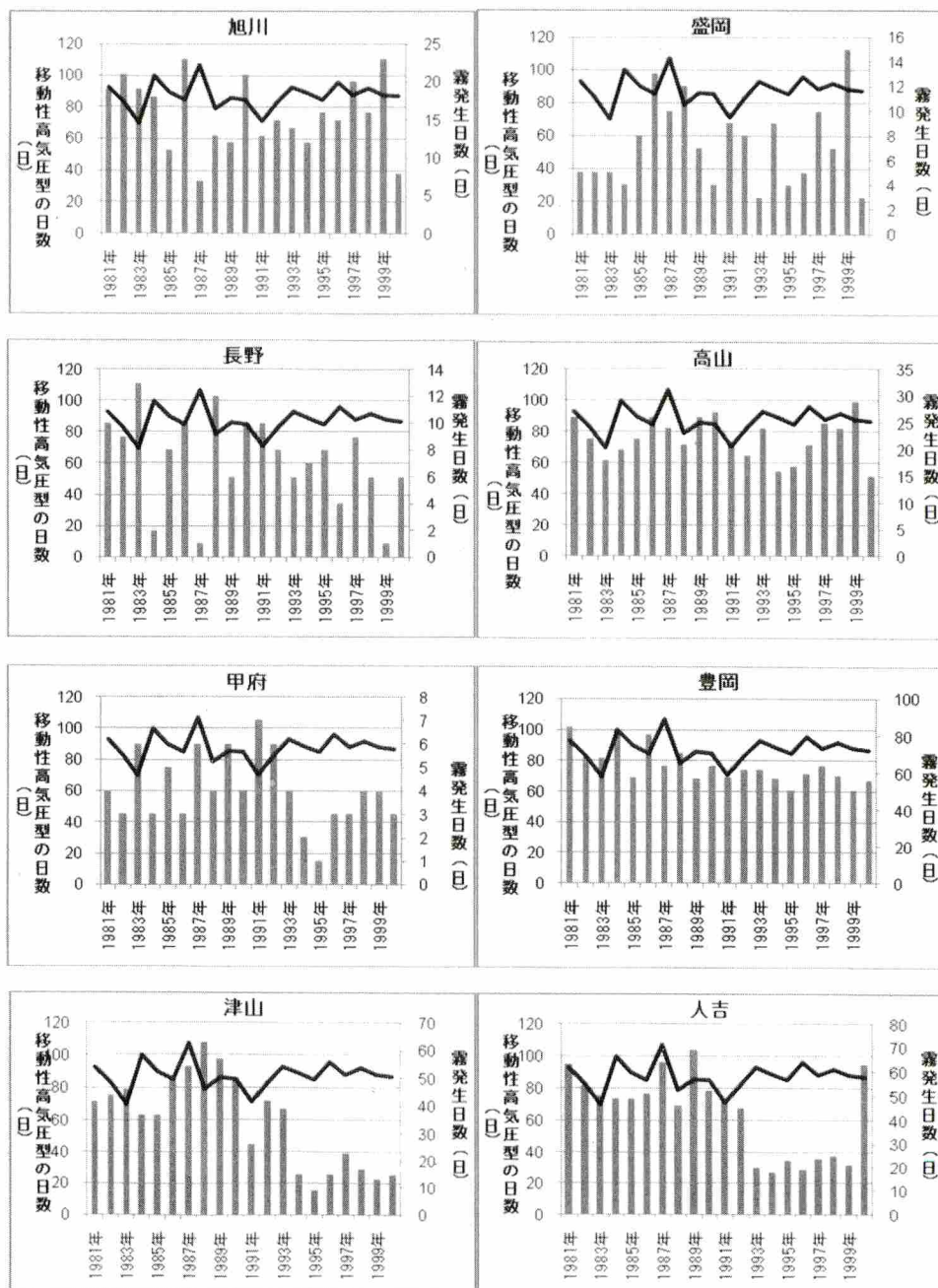
さらに詳細に比較すると、霧の発生日数で減少の度合いが大きい旭川や京都における経年変化の様相や第2表の内容が、甲府や新潟のその内容と大差がない。ここに霧の発生日数の変化、つまり減少のそれには、少なくとも相対湿度以外の要因も考慮の余地として残る。

ところで、霧の発生日数がわずかながらも増加している特異な地点の代表として、これまで再三、宮古を例示してきた。実際、宮古では相対湿度81%以上の出現頻度は増加傾向にある。加えて宮古とともにこのような傾向にあるのが、東北日本の太平洋岸に位置する小名浜、八戸、室蘭、浦河でもある。これらの地点の地理的分布から太平洋沿岸域の海面水温と気温との対応に関心が及ぶ。山崎ほか(1989)や野口(2001)に拠れば、寒流である千島海流の南下との兼ね合いからこれらの海域で水温の低下が生起し、とりわけ1950～1980年代後半にかけてこの沿岸部では気温の低下傾向が明瞭に現れたと言及している。気温の低下は露点温度との差の縮小を招来するので、相対湿度の増加に繋がり、霧発生の機会を促す。このような一連の思考過程には合理性があらう。

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

かくして、宮古などの東北日本の太平洋沿岸の地点における、過去50年間で霧の発生日数の増加の背景には、沿岸を南下する千島海流の水温低

下とそれに影響を受けた沿岸部の気温低下が密接に連動しているものと判断される。

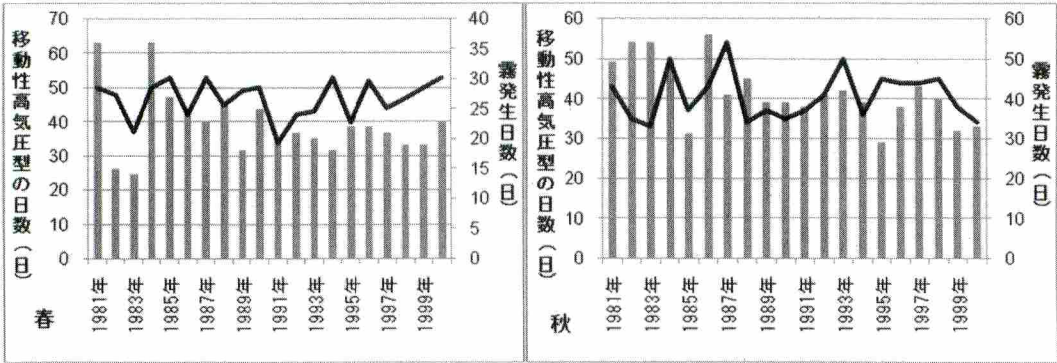


第10図 内陸盆地の地点における春秋の高気圧型の出現日数と霧の発生日数の比較
(実線：高気圧型の出現日数、縦棒：霧の発生日数)

7 気温の経年変化と霧発生日数との対応

申すまでもなく前項などで扱った相対湿度は、気温の高低に見かけ上、左右される可能性を保持している。その点から、霧の発生日数の経年的な変化への考察には、相対湿度と併せて気温への吟味も必要になる。藤部(1997)は、気象官署60地点における1891年以降の約 100年間の気温極値の経年

変化を調べ、その経年変化の実態や変化率と市町村人口や夜間の気温冷却強度などとの関連について述べている。また気温の経年変化を捉える指標の一つとして年間低極値(=ひと冬の最低気温)を藤部(前掲)は用いている。それに拠れば、年間低極値の上昇率は大都市や内陸の都市で大きい。例えば、沿岸の地点では1



第11図 豊岡における春と秋の高気圧型の出現日数と霧の発生日数との比較
(実線：高気圧型の出現日数、縦棒：霧の発生日数)

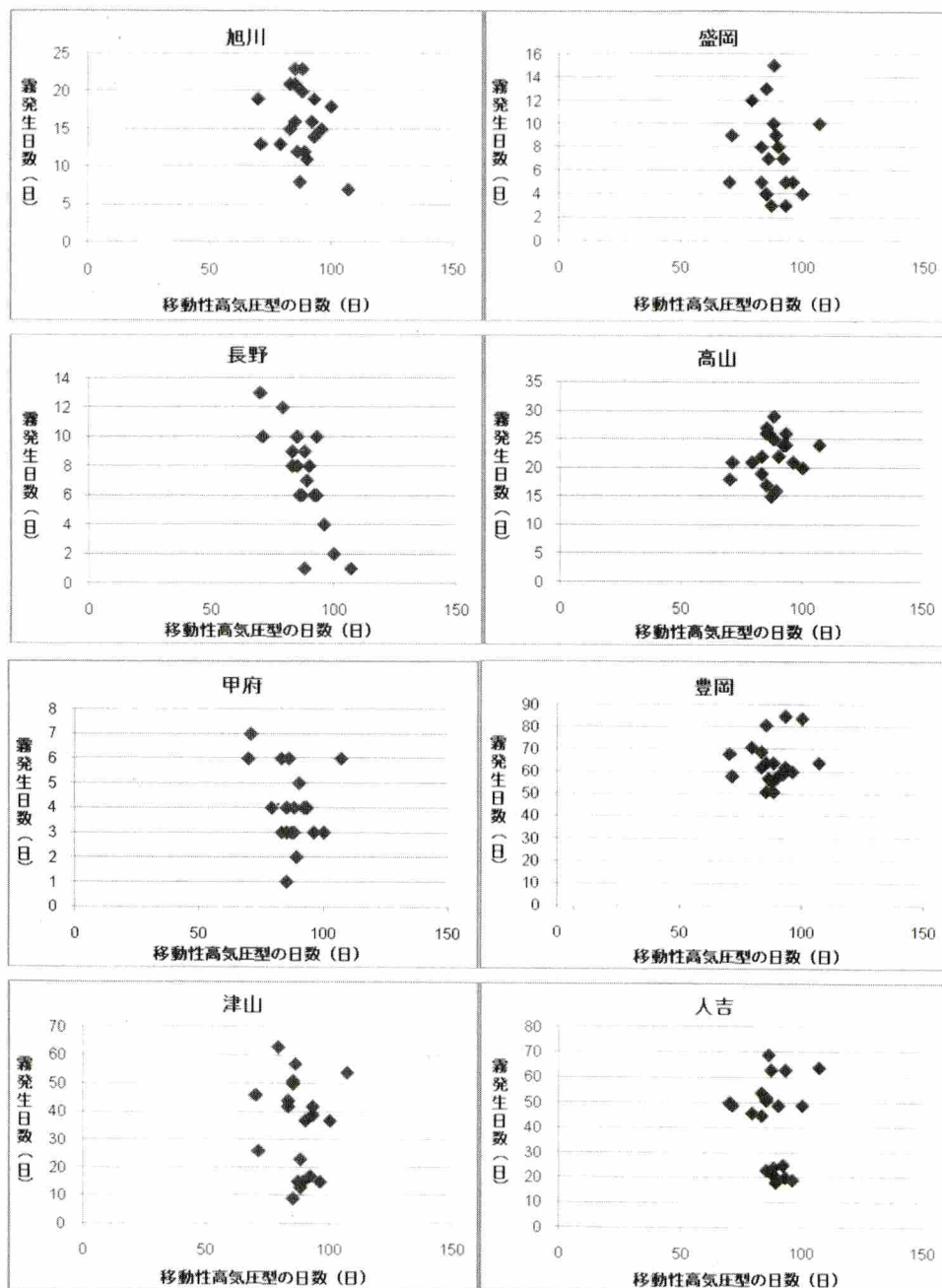
第3表 対象とした諸都市における1955年から2000年の人口の増減

地点名	人口増減(人)	地点名	人口増減(人)	地点名	人口増減(人)	地点名	人口増減(人)
稚内	- 976	山形	68,108	名古屋	750,985	福岡	749,602
留萌	- 7,472	仙台	593,355	飯田	73,329	佐賀	41,523
旭川	145,073	福島	140,924	甲府	41,660	大分	237,714
網走	434	小名浜	- 37,663	津	56,492	長崎	74,808
札幌	1,345,017	輪島	- 14,112	浜松	253,775	熊本	285,332
岩見沢	29,255	相川	- 11,245	御前崎	1,208	鹿児島	238,087
帯広	80,588	新潟	239,673	静岡	174,523	宮崎	156,571
釧路	72,203	金沢	205,464	東京	1,165,584	松山	240,975
根室	- 2,649	富山	155,205	尾鷲	- 9,660	高松	115,389
室蘭	- 20,255	長野	207,565	横浜	2,282,964	宇和島	- 9,599
浦河	- 5,037	高田	63,319	勝浦	- 8,413	高知	145,736
江差	- 4,125	宇都宮	216,655	松江	54,759	徳島	75,576
函館	34,301	福井	81,654	豊岡	7,608	室戸岬	- 13,406
倶知安	- 1,595	高山	16,722	浜田	- 8,324	津山	9,273
深浦	- 6,081	松本	63,742	京都	263,701	広島	640,533
青森	100,047	前橋	102,040	彦根	44,521	岡山	279,449
八戸	90,414	熊谷	61,964	下関	21,886	大阪	51,458
秋田	127,423	水戸	118,518	神戸	509,067	人吉	- 9,063
盛岡	131,589	敦賀	16,948	和歌山	125,898		
宮古	1,015	岐阜	133,239	潮岬	- 4,109		

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

～2℃/100年ほどの上昇なのに対して、東京では同5℃、内陸の地点では同4℃程度の上昇を見せている。さらに旭川や帯広では同12℃前後の気温上昇が見られた⁷⁾。また、この気温の年間低極

値の上昇率と夜間の気温冷却度との間には強い正の相関関係が識別できた。すなわち、この事実は気圧傾度の緩い際に放射冷却によって夜間の気温冷却が生じやすい盆地の地点ほど、気温の年間



第12図 内陸盆地の地点における春秋の高気圧型の出現日数と霧の発生日数との関係

低極値が経年的により上昇する傾向にあったと置換できる。

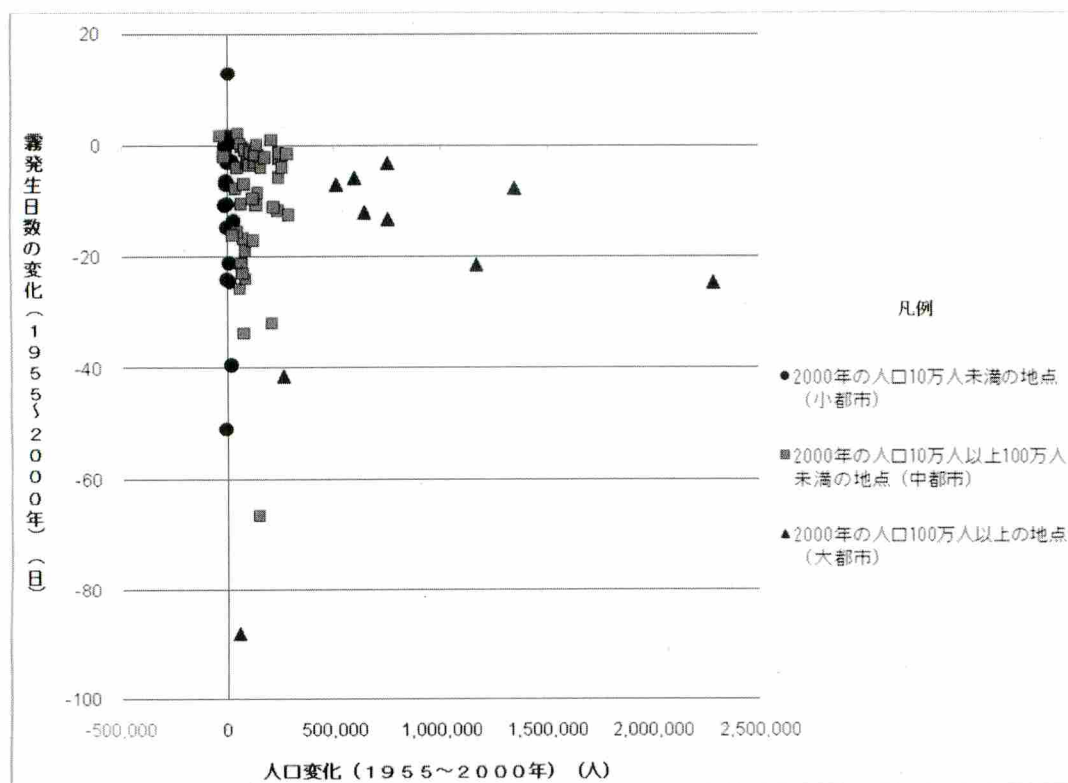
これらの内容は、内陸の盆地の地点ほど霧の発生日数の減少傾向が明瞭な一方、沿岸部の地点でその傾向があまり判然としなかった本稿での指摘結果と整合する。何故ならば、年間低極値の上昇率が大きい地点と本稿での霧の発生日数の減少傾向が明確な地点と一致しているゆえである。つまり気温の上昇は、霧の発現機会を阻止する方向に作用する。以上のように、気温の経年変化は相対湿度と同等、ないしそれ以上に霧の発生日数の経年変化に大きく影響を及ぼしていると言え、これまで述べてきた考察内容の妥当性を補強する。

8 霧発生日数と気圧配置との対応

ここまでの説明内容から、内陸の盆地の地点ほど霧の発生日数の経年的な減少傾向が明らかで、それ

には季節毎の相対湿度の状況や気温の経年変化が連関していると指摘された。これに加え、盆地という共通の地形条件を念頭に入れるならば、放射霧の発生原因である放射冷却を促進しがちな気圧配置型の経年的な出現頻度への検証が望まれる。

そこで気候影響・利用研究会編(2002)の気圧配置ごよみを参考に、掲載されている1981年以降の日々の気圧配置型を特定しつつ、日本列島周辺で気圧傾度の緩い春秋の移動性高気圧型を核に、その出現頻度を経年的に調べた。内陸の盆地に位置する代表的な8地点を対象に、年単位での霧の発生日数と春秋の移動性高気圧の出現頻度を対比させたのが第10図である。一般的には、盆地地形の冷却効果が相乗的に働いて、両者に正比例の関係が伺われるはずだが、この図のみでは判然としない。とくに津山や人吉における1990年代の霧の発生日数の激減でも、高気圧の出現頻度はその前後



第13図 霧の発生日数の変化と人口の増減との関係

日本の諸都市における霧発生日数の経年変化

の年代で大差ない。つまりこの極端な期間のみに注視すれば、双方には関連性が見られない。

敢えて同じく盆地の豊岡を例に、春季と秋季を別々に集計して同様の視点から作図したのが第11図である。春季の1981年、1983年、1991年、あるいは秋季の1984年、1985年、2000年のように、双方の極大・極小が一致している年次もある。しかし、全体的には両者の不一致の年次も見られ、一概に言及できない。

上の2つの指標の仮説的な関係に一層の客観性を見いだすため、両者の散布図を第12図に提示した。一見して分かるように、双方に明瞭な関係が読み取れない。長野や甲府の場合には、むしろ負相関の様相すら呈している。図中で点の散布から、旭川と盛岡、長野と甲府、高山と豊岡、津山と人吉が、各々類似しているように識別できなくもないが、それでも一定の関係性を指摘するほどには至らない。霧が発生する際の気圧配置は極めて重要な要素と考えられるものの、単なる気圧配置型の出現日数の多寡が、霧の発生日数の多少を説明する必要十分な条件ではなさそうで、今後の検討課題と言える。

9 霧発生日数に対する都市化の影響

霧の発生日数の経年変化に対して都市化の進展が如何に関与しているのだろうか。類似の観点から三澤(前掲)は湿度の変化量と人口との相関関係を求め、湿度の経年変化に対する都市化の影響を説明している。

本稿では、都市化の指標として人口を直接的に用いず、用いた気象資料の期間に近似した年次である1955～2000年の間の人口の変化⁸⁾を便宜的に採用した。第3表にその年次間の人口の増減を示している。また、解析対象とした50年間における霧の発生日数の変化を、1996～2000年の5ヶ年間の平均の霧発生日数から1951～1955年の5ヶ年間の同様の値を減ずることで充たさせた。

それらの数値を用いて、霧の発生日数の変化量と人口の変化との関係を第13図に示した。これに2000年の人口に依拠して、既述したように都市の規模を3階級に分類して図化を試みた。この図か

ら2つの指標間に、当初、仮説的に想定されるような一定の関係は認められない。この図において、いわゆる中・小都市では、人口の変化がそれほど大きくないのに霧の発生日数は一部を除いて減少している地点が多い。すなわち、横軸に沿う人口の変化に大差がないのに縦軸に沿って地点が散在している。これを象徴的に物語っているのは、中都市では旭川や山形、小都市では高山、津山、人吉などである。しかし、人口100万人を超える大都市の分布に着眼すると、一部の外れ値的な地点を除けば、概ね右下がり傾向で負の相関が認識できる。換言すれば、人口が増加した地点ほど霧の発生日数が減少していることを示唆している。これに拠れば、大都市ほど霧の発生日数には人口を指標とする都市化の影響が伺われると判断できるものの、今後より一層の精査が求められる。

さらに人口を指標とする限り、本稿で採用した中・小都市の分類基準レベルでは、霧の発生日数の変化、とくにその減少傾向を説明しきれない。それゆえ、さらに詳細な気象値にその説明根拠を求めるべく模索するとともに、局地性が極めて強い霧の発現に影響を及ぼすと思われる人為活動の指標として、より一層の的確な物差しを試行錯誤的に検証する必要性が求められる。

IV おわりに

1951～2000年間の気象官署資料を用いて、島嶼部を除いた日本全国における霧の発生日数の経年的な変化を気候学的視座から追究した。その結果に拠れば、霧の発生には地域性や季節性が存在し、その点から霧の種類や発生原因まで踏み入ることが可能である。さらに霧の発生日数の経年変化における増・減傾向には、地形条件や地表被覆の変化、詳述すれば、放射冷却の度合いを左右する因子の長期間の変貌や海水温の変化傾向などが、多様に関連していると推察される。

今後、この霧の発生を支配する地域性、季節性を踏まえた説明因子へのさらに詳細な追究が次の課題となる。

謝 辞

本研究の遂行に際し、法政大学文学部地理学科の気候ゼミナールの院生や学部生に討議をして戴いたので、この場を借りて謝意を表したい。また、本稿の骨子は、執筆者の一人である石井が第59回全国地理学専攻学生卒業論文発表大会(=2011年3月15日に開催予定/東日本大震災により中止)において口頭発表する予定になっていたものである。

注 記

- 1) 蘚苔類や地衣類は環境指標生物として知られている。とくにこれらは大気汚染に対して敏感であり、加えて水分低下、つまり乾燥にも弱いとされる。市街地から地衣類の後退・消滅に最初に言及したのは、北欧フィンランドのニーランダー(1866)と言われている。
- 2) (会津)若松は1953年8月から観測開始、奈良は1953年5月から観測開始、大阪は1968年8月に移転、岡山は1982年10月に移転、津山は1994年4月に観測方法を変更、広島は1988年1月に移転、人吉は1993年4月と2000年3月に観測方法の変更を各々行なった。
- 3) 東京の人口には東京23区の人口の値を用いた。
- 4) 1951～2000年間の年平均の霧発生日数である。それゆえ一つの気候学図とも言える。
- 5) これらの地点に次いで、倶知安、山形、(会津)若松などでもやや多く霧が発生しており、やはり盆地地形に位置する地点である。
- 6) 同じような盆地地形に位置しながら、甲府の霧の発生日数はそれほど多くない。この点に関する詳細な理由は不明である。
- 7) 旭川や帯広に加え、札幌や京都でもこの年間低極値の上昇率が大きい。
- 8) 人口は都市化ではなくて都市の規模を表わす一つの指標と考えられる。本稿では都市化の進展をはかる立場から、人口の変化を採用した。採用した年次は、1955年と2000年の国勢調査によるデータである。なお、市町村合併に伴う数値の齟齬を解消するために、2000年時点で合併している市町村に整合させて、1955年時点の当該市町村の人口を合算して算出している。

参 考 文 献

- 荒川正一(1966): 勇払原野の霧について。研究時報, 18, pp.311-320.
- 荒川秀俊ほか(1970): 日本の大都市における気温と湿度の経年変化。天気, 17, pp.239-241.
- 小元敬男・鯉谷 憲(1982): 日本の都市気象台における近年の湿度の低下について。天気, 29, pp.73-80.
- 榎根 勇(1960): 東京における都市域の拡大にともなう気温の上昇。天気, 7, pp.269-274.
- 菊池弘明(1983): 釧路市における霧の経年変化。研究時報, 35, pp.45-52.
- 気候影響・利用研究会編(2002): 『日本の気候』。二宮書店, pp.253-267.
- 榊原保志(2001): 長野県小布施町における市街地と郊外の水蒸気圧差の特徴。天気, 48, pp.151-158.
- 沢井哲滋(1982): 霧の理解のために。天気, 29, pp.731-747.
- 杉山恵一(1983): お墓のコケで汚染度を知る。『自然読本・生態学』, pp.186-191, 河出書房新社, 250p.
- 野口泰生(2001): 東北地方太平洋岸の海面水温と気温の年々変動。天気, 48, pp.747-757.
- 深石一夫(1973): 釧路における夏の霧。地理評, 46, pp.741-754.
- 深石一夫(1987): 大洲盆地における霧の局地気候学的研究。愛媛の地理, 11, pp.1-12.
- 藤部文昭(1997): 都市気象官署における気温極値の経年変化。天気, 44, pp.101-112.
- 藤部文昭(2001): 都市が降水に及ぼす影響。水利科学, 45-1, pp.1-14.
- 藤部文昭(2002): 東京都心における高温日の湿度の経年変化。天気, 49, pp.473-476.
- 松中昭一(1975): 『指標生物～環境汚染を啓示する～』。講談社, 182p.
- 三澤 正(1998): 日本の主要都市における近年の湿度変化。千葉大学教育学部研究紀要, 46-3, pp.1-10.
- 水越允治・奥 友親(1974): 上野盆地における霧の局地気候学的研究。地理評, 47, pp.313-325.
- 宮田 正(1969): 石神井川流域の都市化による流出変化と水害の傾向に関する考察。地理評, 42, pp.667-680.
- 森田高広(2000): 上信越自動車道沿線の濃霧発現に関する気候学的考察。法政大学通信教育部・1999年度卒業論文(未公表)。
- 山崎幸雄・上野英克・近藤純正(1989): 東北地方太平洋沿岸域の大気と海洋の相互作用の長期変動。天気, 36, pp.689-695.
- 山添 謙・一ノ瀬俊明(1994): 東京およびその周辺地域における秋季夜間の晴天時と曇天時のヒートアイランド。地理評, 67A, pp.551-560.
- 山本 哲(1997): 霧よもやま話～霧のよりの確な把握をめざして～。気象, 484, pp.4-8.
- 吉野正敏ほか(1985): 『気候学・気象学辞典』。二宮書店, 742p.