

子をふまえた気候要素について理解しているようであるが、气象台や測候所の数と位置の関係から、特定地域の観測資料を代表させなければならないのが現状である。小学校低学年の社会科の中での自然環境に関する学習は、学校周辺の狭い範囲、および学区・市町村単位を扱っている(町田・吉野, 1976; 溝上, 1978; 古川ら, 1980)。しかし、小・中学校、特に小学校の学区単位での詳しい気候の特徴を具体的に認識させるには、現状ではほぼ不可能ともいえるのである。

そこで筆者らは、これまで海岸部に位置する都市としての名古屋市(大和田, 1980; 大和田編, 1980)、および盆地的要素を持ち、起伏の著しい豊田市(大和田・神谷, 1981; 大和田編, 1982)において、学区単位での気候環境評価を明らかにしてきた。また最近では、細野・神谷・藤井・冨田(1982)が、これらの研究成果をふまえ、豊田市における学区単位での気候環境学習の授業を実践し、その結果を報告している。

そこで本研究では、濃尾平野のほぼ中央部に位置する一宮市において、これまでの名古屋市、および豊田市と同じく、体感指数としての暑さと寒さ、および大気汚染の詳細な分布図を作成し、学区単位での気候環境評価を行ったので報告する。

II 対象地域

研究対象地域として選定した一宮市は、濃尾平野のほぼ中央部に位置する人口約25万人の中都市である。また、繊維産業の都市としても有名である。

都市域は、図1に示すように同心円状をなしている。これは、濃尾平野の西部に位置する大垣市と同様に、heat islandが顕著に出現しやすいといえよう(関口, 1963; Yoshino 1975)。また、一宮市の位置する愛知県尾張地方は、冬季において「伊

吹おろし」と呼ばれる冷たい北西の季節風が吹走することで知られている(大和田, 1976; 大和田編, 1980)。これは、西高東低の冬型気圧配置において関ヶ原から吹き出す乾燥した冷たい局地風である。この中で、特に一宮市付近が強風域となる気圧配置は、低気圧の中心が千島列島北部に位置する時である(大和田・菅, 1982)。

表1は、一宮市における月別最多風向と月平均風速(m/s)を表したものである。

この表から、一宮市の風の特徴は、6月を除くと年間を通じてWよりの風の頻度が高いことである。これは、濃尾平野が日本列島の狭隘部の風下側に位置し、Wよりの風が吹走しやすいからである。しかし、風速に関しては約2.0m/s前後とあまり強くなく、6月から12月にかけては1.5~1.7m/s前後である。この一宮市が尾張地方の中でも弱風域であることは、クロマツの冬の偏形樹から推定した風の強さの分布からも明らかである(大和田, 1976)。これは風下波動の現象であり、風の上昇地域にあたるからである。

III 一宮市のheat island

一宮市の気温分布の特徴を把握する目的で、1981年8月3日から12月20日にかけて4回の気温の移動観測を実施した。移動観測地点は、図1に示した白丸の44地点である。また、気温と密接な関係を持ち、heat islandの影響を受ける地温の観測は、1982年8月31日にサーミスター温度計を使用して行った。観測地点は東西が8地点、南北7地点の計15地点である(図1)。この結果を図2に示す。

図2は、一宮市における東西断面(A)と南北断面(B)の気温と地温(30・50cm)の変化を曲線によって表したものである。この図の中で、左側の縦軸は地温(°C)、右側の縦軸が気温偏差(°C)、

表1 一宮市における月別最多風向と月平均風速(m/s)

年 月	1979年								1980年			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3月
最多風向	NW	WNW	SSE	W	WNW	NW	NW	NW	NW	WNW	WNW	NW
平均風速	2.4	2.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	2.1	2.5	2.8 ^{m/s}

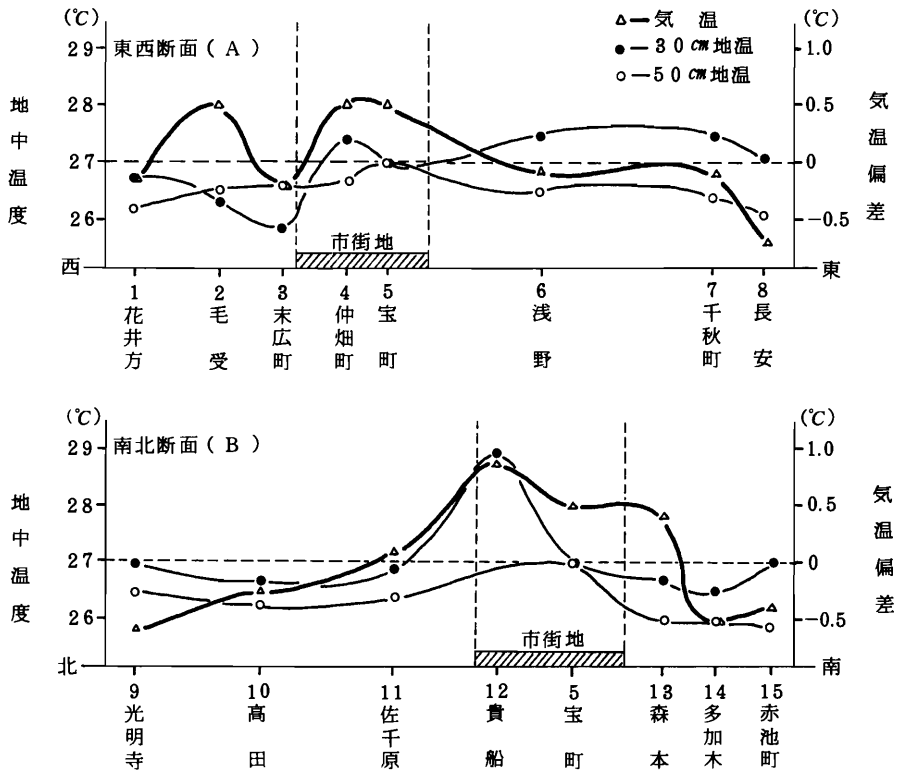


図2 一宮市における東西(A)と南北(B)断面の気温(1981年8月3日13時・12月16日21時30分・12月17日5時, および12月20日14時30分の平均値に対する差)と地温(1982年8月31日の11時10分~16時10分)の変化曲線

および横軸は水平距離を表している。
 まず気温偏差の変化からみてみると、東西および南北断面とも市街地を中心にして上昇傾向を示し、「正」の値となっている。これはすなわち、heat islandを形成していることを意味している。特に地点12の貴船では、0.8℃以上を示す。このことは、東西断面に比較して南北断面のheat islandが顕著に現れることを意味している。すなわち、東西断面におけるheat island地域は、地点4の仲畑町と地点5の宝町付近のみであるが、南北断面においては地点11の佐千原から地点12の貴船、さらには地点13の森本にまで至っている。しかし、北側に比較して南側の郊外での気温低下は著しく、地点13の森本から地点14の多加木にいたるわずかな距離で、約1.0℃低下する。

以上の事実から、一宮市の気温分布傾向は、市街地を中心に顕著なheat islandが形成されることが

明らかとなった。この市街地の高温域と郊外との気温差は、約1.3℃である。また、一宮市街地の西部は、わずかながら高温域が形成されやすく、南部は著しく気温が低下する特徴をもっている。

これに対し、気温と密接な関係をもつ地温の変化をみると、30cm地温が気温とほぼ同じ変化曲線を示していることがわかる。これは、地表面近くの地温が、大気の影響を受けやすいことを示し、heat islandを知る目安となることがわかる。すなわち、都市域の地温は、気温と同様に著しい上昇傾向を示す。特に30cmの深さでの地温は、市街地とその周辺とで約2.0℃も異なることがわかる。これは、都市域と郊外との気温差よりも大きい値である。しかし、50cm地温では、まったく異なった変化傾向を示す。すなわち、30cm地温に比較して地点間の変化があまりみられない。これは土壌の熱伝導の関係から、50cmの深さでは地温の日変

化が現れないからである(福岡, 1966; 大和田, 1969・1972)。しかし, わずかながら市街地では地温が上昇しているようである。

これらのことから, 地温においても気温と同様に都市域は地温の上昇がみられ, 30cm地温では約2.0℃, 50cm地温の場合は約1.0℃郊外に比較して高い値を示す。しかし, 郊外であっても, 市街地東部にあたる浅野・千秋町では地温が高く現れる傾向がある。

IV 一宮市の体感指数の分布

体感指数とは, 身体で感じる暑さ・寒さを指数で表したものである。すなわち体感温度は, 身体の単位表面積から単位時間に失われる熱損失率と関連があり, これまでの気温のみならず, 湿度・

風などの気候要素によっても変化する(福井・吉野編, 1979)。

坂上(1972)は, 体感温度と湿球温度に高い相関を見だし, 体感指数(S)を

$$S = 0.32t_w - 3.30 \dots \dots \dots (1)$$

で表した。この式の中で t_w は湿球温度(℃)である。この指数は, -7が厳寒, +7が酷暑である。すなわちこの指数の特徴は, 暑さと寒さの両方を表現することができる。

1. 夏の暑さ

ここでいう夏の暑さは, これまで数多くの研究がなされている不快指数で表現した(荒川・常岡, 1960; 神山, 1960; 日下部, 1962; 北沢・森田, 1962; 大和田, 1980; 大和田編, 1980; 大和田,

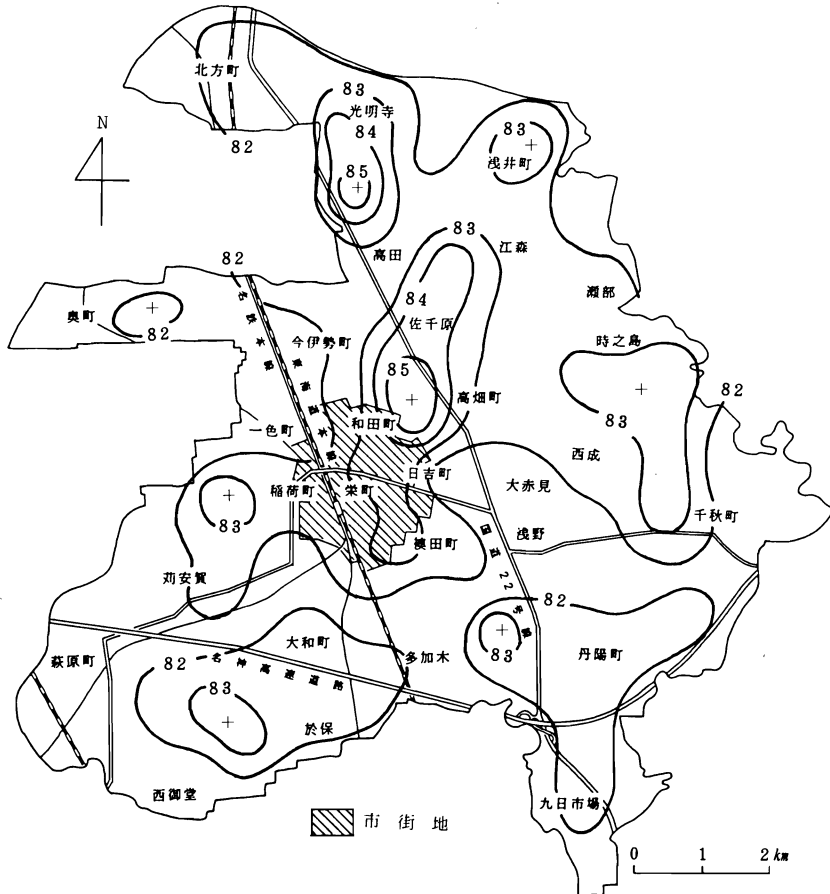


図3 太平洋高気圧時における一宮市の不快指数*(1981年8月3日13時)の分布
* 不快指数は75以上が半数, 79以上では全員, 80以上ではさらに不快感を増すとされている。

1981 a. b ;大和田編, 1982)。

不快指数 (DI) は、

$$DI = 0.72 (Td + Tw) + 40.6 \dots \dots (2)$$

で表される。この(2)式の中で、Td は乾球温度、Tw は湿球温度である。この不快指数から一宮市の暑さの分布を表したのが図3である。

図3は、中部日本が太平洋高気圧に覆われた1981年8月3日13時における一宮市の不快指数の分布である。観測地点は、すでに示した図1の移動観測地点(白丸)の44地点である。観測方法および器械は、すでに発表した名古屋(大和田, 1980)と豊田(大和田・神谷, 1981)と同様なので、詳しい説明は省略させていただくことにする。

この図から、この日は一宮市全域が不快指数80以上を示していることがわかる。83以上の高指数地域は、北部の光明寺と浅井町付近、市街地中心部を含む佐千原から江森にかけての地域、東部の時之島から千秋町にかけての地域、稲荷町の西部、および南部での国道22号線と名神高速道路沿いに分布する。この中でも特に北部の国道22号線沿い、および市街地北東部の和田町付近では、85以上の高指数が出現する。このことは、これらの地域が、一宮市の中でも特に耐えがたい暑さを体感していることになる。

2. 冬の寒さ

一宮市の冬の寒さは、すでに前章でも述べたように、局地風による体感温度の低下である。そこ

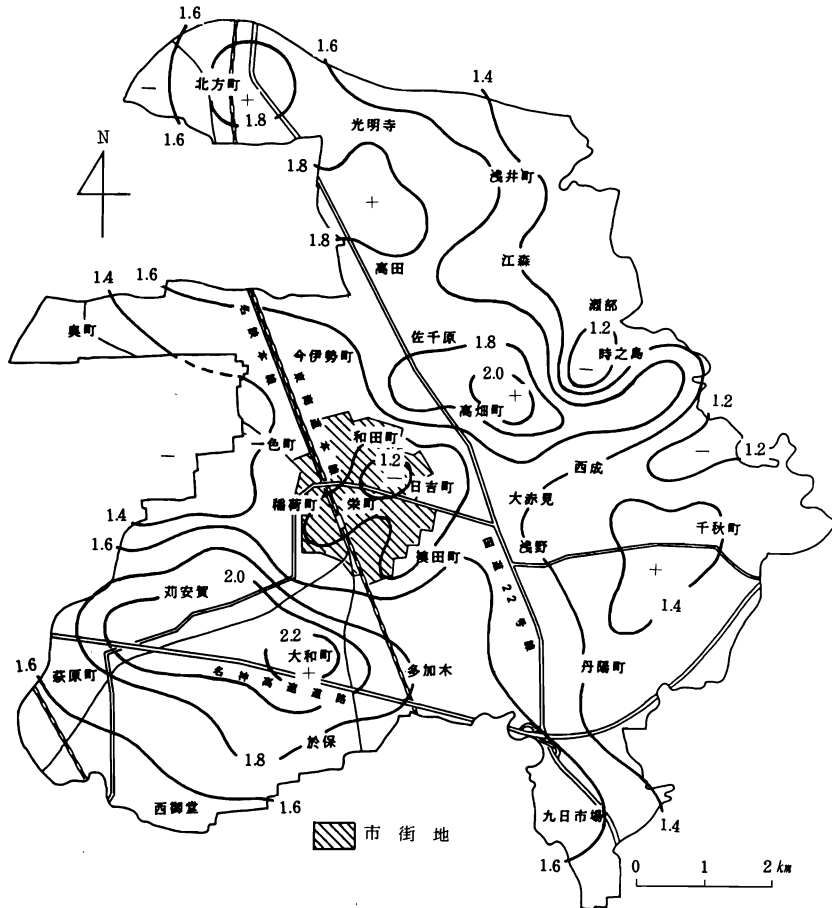


図4 伊吹おろし吹走時(西高東低の気圧配置時)における一宮市の酷寒指数*(1982年1月17日13時~15時)の分布

*酷寒指数1.8は北海道旭川, 2.0は帯広, および2.4は釧路の1月の平均値である。

で、一宮市の寒さを酷寒指数(深石, 1971; 大和田・橋本・神谷, 1980)で表現した。すなわち、酷寒指数(S)は、

$$S = (1 - 0.04t)(1 + 0.272v) \dots\dots(3)$$

で求めることができる。この(3)式の中で、tは気温(°C)、vは風速(m/s)である。この指数は、シベリアの屋外労働の目安としてボドマン(Bodman)が水の冷却速度から導いたものである。この指数は、気温に比較して風の要素が大きく影響し、風速が1 m/s増すごとに約1.0°C体感温度が低下する計算になる。例えば、北海道における1月の平均酷寒指数を計算すると、風の強い海岸部に面する網走・根室で2.6、平野部の帯広では2.0であった。これに対し、日本での最低気温の極値(-41°C)を記録した旭川では、1.8と低かった。これは、旭川市が上川盆地底に位置しているため、風が弱いからであろう(大和田・鈴木, 1975)。

図4は、西高東低の冬型気圧配置において吹く(大和田, 1976)伊吹おろし吹走時(1982年1月17日13時~15時)における一宮市の酷寒指数の分布を表したものである。この図から、北海道旭川市の1月平均酷寒指数の1.8を上回る地域は、一宮市街地北部の佐千原から高畑町にかけての地域、南部の多加木から苅安賀・萩原町・於保に囲まれた地域、および北部の北方町・光明寺付近に分布する。特に、市街地北東部の高畑町と南西部の苅安賀から大和町にかけての帯広と同じ2.0

以上の高指数地域として分布する。さらに大和町では、2.2以上にも達している。

これらの酷寒指数の高い地域は、いずれも一宮市街地に接近して分布する。これは、北西よりの強風が地上摩擦の大きい市街地を避けたために形成された風の収束帯の影響と思われる。

これに対し、酷寒指数が低く現れる地域は、市街地内部と東部の時之島であり、1.2以下である。以上のことから、一宮市の冬の寒さは、市街地内部があまり寒くなく、市街地周辺が北海道の旭川市や帯広市なみの寒さを体感していることになる。特に一宮市南部地域は酷寒指数が高くなる傾向にある。

V 一宮市の大気汚染

一宮市の大気汚染は、疋田・木村(1982)の研究によれば、下降型を示している。そこでさらに、一宮市の大気汚染報告書の資料から、SO₂濃度の月別・年次別変化を図式化してみた。これが図5である。

この図の中で、縦軸はSO₂濃度(×10⁻²ppm)、横軸は月であり、さらに年次ごとに4年間並べたものである。この図から、一宮市のSO₂濃度の月別・年次別変化が一目で読み取ることができる。すなわち、1976年の4月から1980年の3月にかけて、SO₂濃度が低下傾向にあることがわかるであろう。また、さらに月別にみても、冬季と梅雨季に高い値を示す傾向がある。特に1976年の4月から

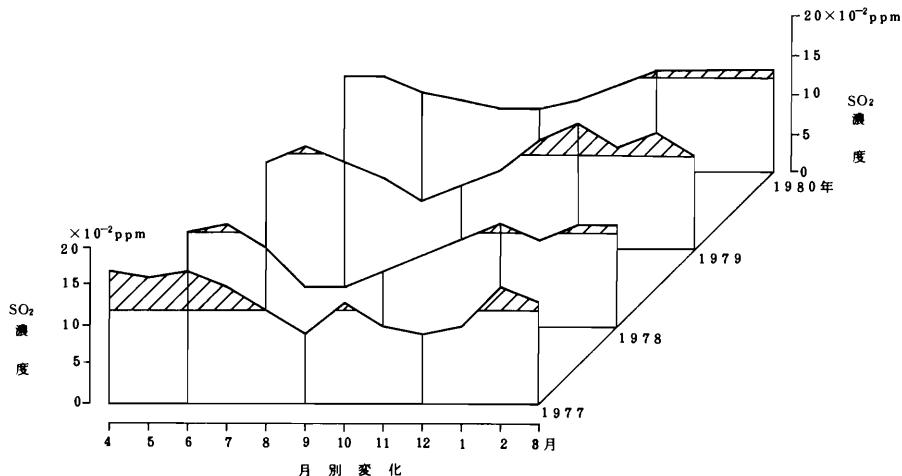


図5 一宮市における最近4年間のSO₂濃度(×10⁻²ppm)の月別・年次別変化

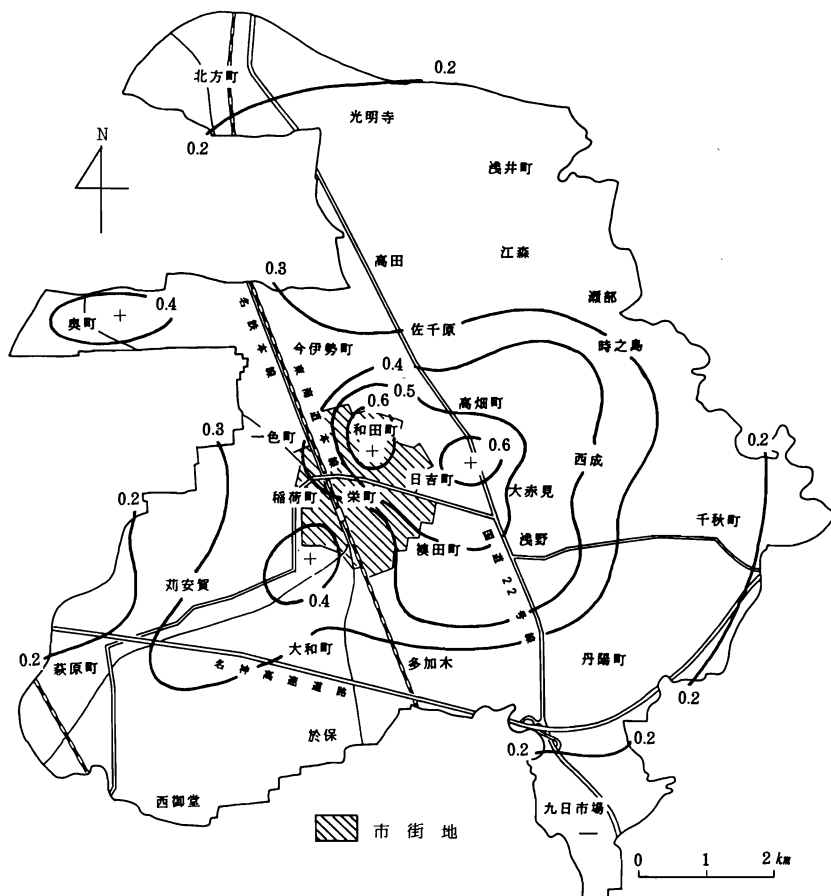


図6 一宮市における年平均硫黄酸化物 ($\text{mg/day}/100\text{cm}^3\text{pbO}_2$) 濃度の分布 (1979年4月～1980年3月)

6月にかけては、 0.15ppm 以上を示す。しかし、この時の冬季にあたる1976年11月から1977年1月にかけては、他の年に比較して平均値よりも低い 0.10ppm 前後となっている。このパターンと逆の月別変化を示すのは、1978年4月から1979年3月にかけてであり、梅雨季の6月はわずかに平均値(0.12ppm)を上回る程度である。これに対し、冬季の11月から2月にかけては高濃度を示し、12月は 0.15ppm よりも高い値を示す。しかし、その後は月別変化も小さくなり、冬季もわずかに平均値を上回る位である。

図6は、一宮市における1979年4月～1980年3月までの1年間の平均硫黄酸化物 ($\text{mg/day}/100\text{cm}^3\text{pbO}_2$) の分布を表したものである。資料は、一宮市内に17か所設置された大気汚染観測網の値を

使用した。

この図から、一宮市における硫黄酸化物の分布形態は、中心市街地からやや東よりに同心円状に分布する。これは、この地域が表1でも示したように、年間を通じてWよりの風向頻度が高いことが理由にあげられよう。また、 $0.4\text{mg/day}/100\text{cm}^3\text{pbO}_2$ 以上の地域は、中心市街地の栄町から和田町・高畑町・西成・大赤見・浅野・禰田町・日吉町を含む地域と市街地南西部、および西部の奥町に分布する。特に和田町と日吉町では、 $0.6\text{mg/day}/100\text{cm}^3\text{pbO}_2$ 以上の高濃度地域となっている。

これに対し、北部の北方町、南西部の萩原町、および南部の九日市場付近では、 $0.2\text{mg/day}/100\text{cm}^3\text{pbO}_2$ 以下と低濃度を示す。

VI 一宮市の気候環境評価

ここでは、これまで述べてきた夏の暑さを表現する不快指数、局地風吹走時の寒さを表す酷寒指数、および硫酸化合物を指標とした大気汚染濃度の分布から、一宮市の気候環境指数を算出し、気候環境評価を試みた。

1. 気候環境指数の分布

気候環境指数は、不快指数・酷寒指数・硫酸化合物濃度の値をそれぞれ100の単位に置き換え、44の地点毎に合計して算出したものである。すなわち、合計の平均値は150、最高値は300となり、値が大きいくほど気候環境が悪いことになる。

図7は、一宮市における気候環境指数の分布を

表したものである。この図から、平均値の150以上の指数を示す地域は、一宮中心市街地の栄町から国道22号線に沿う高畑町・佐千原・高田付近一帯と、南部の名神高速道路に沿う大和田町付近である。特に和田町から佐千原にかけての地域では、200以上の高指数を示し、一宮市の中では特に気候環境が悪い地域となっている。

これに対し、100以下の気候環境指数を示す地域は、一宮市の中でも郊外的要素を持つ地域であり、北部から東部にかけての浅井町・江森・瀬部・千秋町・丹陽町・九日市場、および西部の一色町から萩原町にかけての地域が気候環境に恵まれていることになる。また、市街地周辺では今伊勢町と稲荷町が100以下の指数を示す。

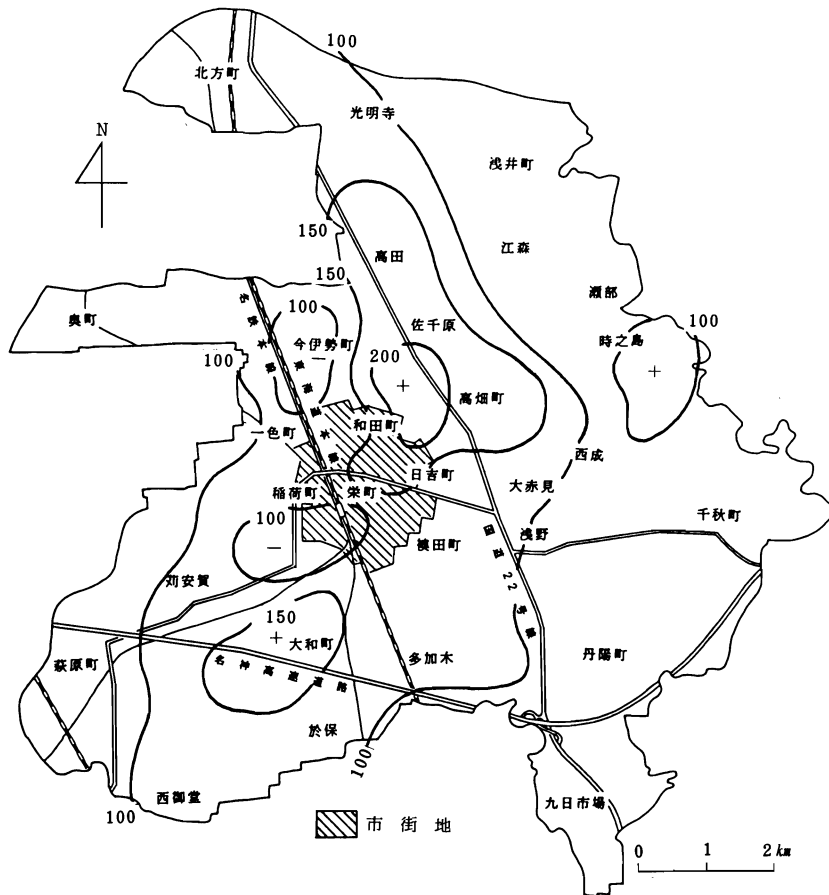


図7 一宮市における気候環境指数の分布
* 不快指数・酷寒指数・硫酸化合物濃度をそれぞれ100の単位に換算して合計したものである。

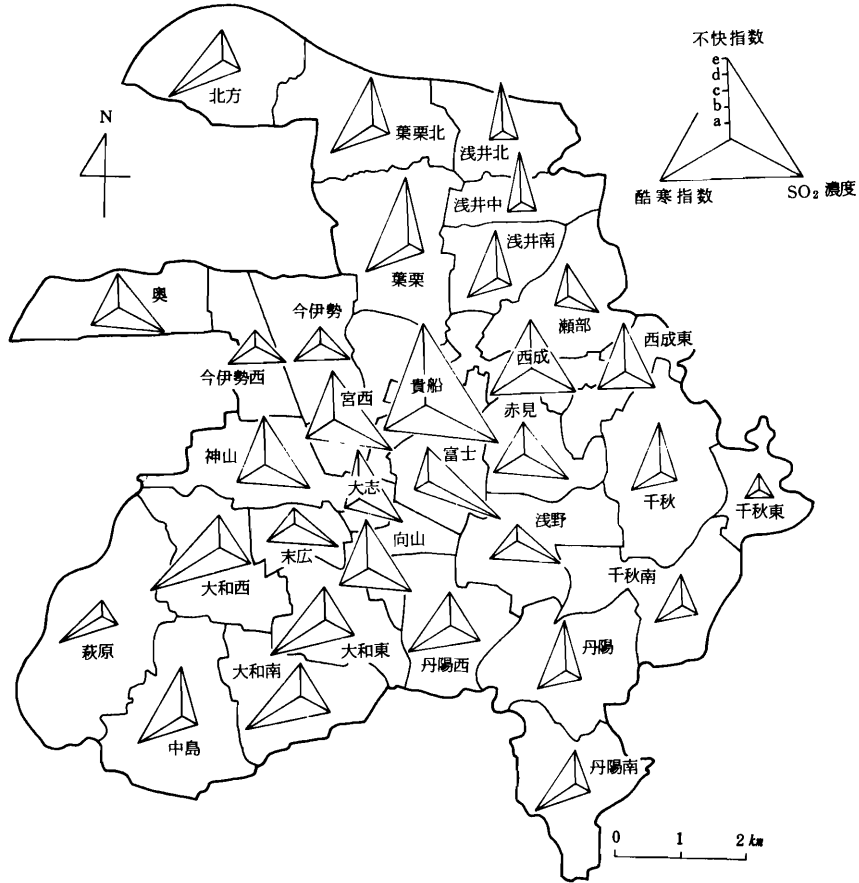


図8 一宮市における小学校区単位での三角図法による気候環境評価*
* 三角形の面積が小さいほど気候環境が良い

しかし、この図からは総合的な気候環境評価が読み取れるものの、その内容を分析することは困難である。そこで、すでに名古屋(大和田, 1980)と豊田(大和田・神谷, 1981)で使用した島津(1977)の三角図法を用いて気候環境評価を表現してみた。

2. 学区単位での三角図法による気候環境評価

ここでは、この研究が環境教育や地域学習の一助となるように、一宮市の32小学校区毎に三角図法で表した。これが図8である。

三角図法は、 $a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot e$ の5段階のGradeに分けられており、指数が低ければa、最も高ければeとなる。方向は北が不快指数、南西が酷暑指数、および南東が硫酸化物濃度である。すなわち、三角形の面積が大きければその学区は気候環境の

評価は悪くなり、三角形の面積が小さければ気候環境に恵まれた学区となる。

例えば、貴船学区は、三角形の面積が大きく、気候環境に恵まれていないことを示す。次いで大きな三角形を示すのは、西成・宮西・神山・大和西等の学区である。しかし、ここで注目しなければならないのは、三角形の形状である。すなわち、貴船学区は不快指数とSO₂が悪いランクにあるものの、酷暑指数はそれほど低くない。これに対し大和西学区は、酷暑指数がeランクに属していることである。

三角形の面積の小さい、すなわち気候環境に恵まれた学区は、浅井北・浅井中・瀬部・今伊勢・今伊勢西・萩原・千秋南・千秋東等である。特に千秋東学区は、3要素ともaランクである。

全体的な特徴としては、一宮市の市街地は夏に暑く、大気汚染も著しいが、冬にあまり寒くないといえる。また、北部と南西部の学区は、冬に寒い特徴をもっている。さらに東側の学区では、気候環境に恵まれてはいるものの夏は暑い方に属するといえよう。

Ⅶ 結語とあとがき

濃尾平野のほぼ中央部に位置する一宮市において、15地点の東西・南北断面における地中温度の測定と、44地点の気温・風向・風速の小気候観測を実施し、夏の暑さの指標としての不快指数、冬の寒さの指標としての酷寒指数、および、一宮市の大気汚染観測網の資料から、硫酸化物濃度の分布を明らかにした。さらに、これらの3つの要素から、一宮市における気候環境指数の分布を明らかにし、その内容が理解できるように学区単位での三角図法による気候環境評価を行った。その結果を以下に示す。

- (1) 一宮の中心市街地は、気温偏差と30cm地温とも郊外に比較して高い値を示した。この郊外と都市内部の気温差は約1.3℃、地温差は2.0℃であった。
- (2) 不快指数の分布から、一宮市街地北東部と北部の国道22号線沿いの地域が夏季において特に暑くなる。
- (3) これに対して酷寒指数の分布では、風の収束帯が形成される市街地北東部と南西部において、北海道の帯広なみの2.0以上の指数が分布した。
- (4) 一宮の大気汚染の傾向は、近年著しい減少を示しているが、卓越風の関係からやや都市中心部より東にズレて同心円状に分布する特徴をもっている。
- (5) これらを総合した3要素の気候環境指数の分布から、高指数地域は市街地北東の周辺部に分布することが明らかとなった。
- (6) さらに、学区単位での三角図法から、都市中心付近の貴船・宮西の学区で面積が大きく、北部と南西部の学区では南西方向の軸が長い。また、北部から東部にかけての一宮市の東側にあたる学区では、北の軸が長い傾向にある。このことは、前者の学区は冬に寒く、後者の学区は夏に暑いこ

とを示す。やはり、都市中心部では、郊外の学区に比較して気候環境が良くないことが明らかとなった。

最後に、この研究を進めるのにあたり、観測に御協力いただいた、岡崎市立矢作東小学校の橋本寿朗氏、稲沢市立高御堂小学校の細野正俊氏をはじめとする気候環境研究会の方々、ならびに愛知教育大学地理学教室の学生諸氏に深く感謝の意を表したい。

参考文献

- 荒川秀俊・常岡好枝(1960): 不快指数. 天気, 7, 1, 6.
- 福岡義隆(1966): 東京西郊における地温観測及び地温に関する統計的研究(第1報), 地理学評論, 39, 2, 103~115.
- 深石一夫(1971): 北海道における酷寒指数の分布. 水温の研究, 15, 26~31.
- 福井英一郎・吉野正敏編(1979): 気候環境学概論. 東京大学出版会, 1~246.
- 古川清行・寺師信之・中村満洲男(1980): 地域学習の基本と実践. 東京書籍.
- 細野正俊・神谷俊彦・藤井裕士・冨田宗治(1982): 気候環境教育への実践と課題. 豊田の気候, 3・4, 37~45.
- 神山恵三(1960): 不快指数と体感指数との関係. 天気, 7, 9, 277~279.
- 北沢貞雄・森田良雄(1962): 前橋における夏の快・不快指数と体感の関係. 天気, 9, 5, 177~179.
- 日下部正雄(1962): 札幌の不快指数. 天気, 9, 8, 273~275.
- 町田 貞・吉野正敏(1976): 社会科における理論と実践シリーズ6 指導のための自然環境. 中教出版, 2~16.
- 溝上 泰(1978): 新学習指導要領の指導事例集 小学校社会科2 新しい地域学習の指導. 明治図書, 9~31.
- 大和田道雄(1969): 日本における地中温度の分布について. 地理学評論, 42, 2, 138~144.
- 大和田道雄・大倉雅晴(1972): 富士山南東斜面における気候要素の日変化による高度区分. 地

- 理学評論, 45, 5, 372~380.
- 大和田道雄・鈴木由美子(1975):北海道における最低気温の総観気候学的研究 愛知教育大学地理学報告, 44, 12~16.
- 大和田道雄(1976):濃尾平野における「伊吹おろし」の小気候学的研究. 愛知教育大学地理学報告. 45, 132~139.
- 大和田道雄・橋本寿朗・神谷俊彦(1980):名古屋市の寒さに関する小気候学的研究. 愛知教育大学研究報告, 29, (社会科学), 29~38.
- 大和田道雄(1980):環境教育への気候学的アプローチ 一名名古屋市における気候環境一. 愛知教育大学教科教育センター報告, 4, 79~89.
- 大和田道雄編(1980):「名古屋の気候環境 一 暑さ寒さの原因を探る一」. 荘人社, 1~181.
- 大和田道雄・神谷俊彦(1981):環境教育への気候学的アプローチ 一豊田市の気候環境一. 愛知教育大学教科教育センター報告, 5, 215~225
- 大和田道雄・木村典子(1981):上川盆地における夏季の風と気温の小気候学的研究. 愛知教育大学研究報告, 30, (自然科学), 23~36.
- 大和田道雄編(1982):「豊田の気候環境 一盆地気候を探る一」. 荘人社, 1~301.
- 大和田道雄・菅 政子(1982):環境教育への気候学的アプローチ 一愛知県尾張地方の校歌と気候風土一. 愛知教育大学教科教育センター報告, 6, 87~100.
- 榊原康男(1980):環境教育の国際的動向と課題. 愛知教育大学教科教育センター研究報告, 4, 59~77.
- 島津康男(1977):環境アセスメント NHKブックス, 148.
- 関口 武(1963):平野にある都市内外の気候分布 一岐阜県大垣市の場合について一. 東京教育大学地理学研究報告, 8, 193~240.
- 正田綾子・木村典子(1982):濃尾平野における大気汚染分布. 豊田の気候, 3・4, 10~15.
- Yoshino, M. M. (1975):Climate in a small area. Tokyo, Univ. of Tokyo press, 396~407.