

## 気象データの統計解析による交野市私市地区の夏季夜間冷気流流入予測

### FORECAST A REGIONAL COLD AIR DRAINAGE FLOW AT SUMMER NIGHT IN KISAICHI AREA ON THE BASIS OF A STATISTICAL ANALYSIS OF METEOROLOGICAL DATA

地域環境計画分野 森本太一

交野市は「風を活かしたまちづくり」を提唱しており、市街地に流入する局所的な夜間冷気流の気温低下効果の活用を推進している。本研究では夜間冷気流の活用を促すため、流入状況予測手法を検討する。交野市消防本部、大阪管区气象台、大阪港波浪観測塔の気象データを使用し、目視による夜間冷気流流入状況の分類と統計的手法を用いた夜間冷気流流入状況の分類を行い、夜間冷気流流入状況と気象条件の傾向を把握する。得られた傾向をもとに夜間冷気流の予測手法を検討した結果、約60%の確率で夜間冷気流流入状況を予測することができた。

Katano City has been promoting the use of temperature decreased by nocturnal cold air drainage flow. In this paper, we examine the prediction of cold air drainage for effective use. We classified the cold air drainage situation using the meteorological data of Katano Fire Department, Osaka District Meteorological Observatory and Osaka Bay observation tower by statistical methods and visual inspection. We identify trends in the relationship of weather conditions and the situation of cold air drainage conditions. Based on this, the cold air drainage situation was able to predicted about 60% reliably.

#### 1. 研究背景・目的

大阪平野内陸部に位置する交野市(図1)では局所的な夜間冷気流が流入する。図2は交野市内に位置する交野市消防本部と大阪市立大学理学部附属植物園で観測された気温・風向の推移を示している。昼間は両地点とも風向がばらついているが、市大植物園では16:50、交野市消防本部では23:30頃に風向がそれぞれ南、南東へ変化すると同時に気温が急低下していることがわかる。この変化は南東の生駒山地方から夜間冷気流が流入したことによるものと考えられる。

交野市の環境基本計画<sup>1)</sup>では『風を活かしたまちづくり』が提唱されている。夏季における夜間冷気流の気温低下効果の有効活用を促すためには、夜間冷気流の流入の有無や流入時刻を予測し、周辺住民への情報提供が必要であると考えられる。

吉野<sup>2)</sup>は晴れた風の穏やかな日の日没前後に冷気が発生し、地面が傾斜している場合に低所に向かって冷気が流れだすことを冷気流と定義しており、冷気の発生には日射環境と風速が重要であることを示した。

玉井ら<sup>3)</sup>は2002~2008年の8月を対象に、大阪平野および豊中の1日単位の風況を「冷気流発生日」、「海風連吹日」、「海陸風交替日」、「陸風連吹日」に分類し、大阪管区气象台とAMeDAS豊中の気温、神戸港沖の海水温の関係を説明変数としてマハラノビスの距離による判別分析



図1 交野市及び交野市消防本部の位置関係

を行い 60~70%で判別可能であることを示した。

森本ら<sup>4)</sup>は2013年に交野市私市で実施した実測調査の結果と交野市消防本部の気象データを分析した結果、冷気流が麓まで到達しているが市街地へ到達しない場合があることを確認した(図2)。また風速や放射環境の違いが、冷気流の流入の有無や流入時刻の遅れに影響を与えていることを示した。しかし対象期間が9月~10月の計60日程度であり、夏季の長期間における冷気流の流入と気象条件との関係を検討することができなかった。

そこで本研究は、交野市消防本部・大阪管区気象台などの近隣の常時観測データを活用し、統計的な手法を用いて交野市私市における夜間冷気流の流入状況と気象条件との関係を把握する。また得られた傾向をもとに夜間冷気流の流入状況を予測する手法を検討する。

## 2. 研究の方法

研究の流れを図3に示す。夜間冷気流の流入状況を予測するために以下の方法で夜間冷気流流入状況の分類を行う。

### I. 教師データの作成

交野市消防本部の気象観測データより、気温・風向などの推移をグラフ化し、冷気流の流入状況を目視により総合的に判断してA~Dの4グループに分類する。

### II. 統計的な分類

統計的手法の1つである非線形判別分析(マハラノビスの距離)を用いて夜間冷気流の流入状況の分類を行う。目視により分類されたグループ別に気象要素(説明変数)の平均値を算出する。平均の差の検定により有意な差が現れた説明変数を用いて、マハラノビスの距離を算出する。まず、全体からグループCのみを判別し、次に残ったグループからDを判別、最後に残ったグループをAとBに判別し、A~Dの4グループへ分類する。

これらIとIIの方法により分類された夜間冷気流流入状況が一致するかを確認し、統計的手法による冷気流流入状況分類の妥当性を検証する。

### III. 予測手法の検討

予測対象期間の気象データをIIと同様の方法で分類し、夜間冷気流流入状況・流入の有無を予測し、精度を検証する。

## 3. データ推移の目視による夜間冷気流流入状況分類

### 3.1 使用する気象観測データ

交野市私市地区における夜間冷気流流入状況の把握には交野市消防本部屋上気象観測データを用い、期間は2010, 2011年7/1~9/30, 計184日とする。観測概要は表1に示す。交野市消防本部は交野市市街地の中心部に位置し、南東の山麓までは直線距離で約1.5km(図1)である。図4に示すように天野川近傍の建物屋上部分(観測高さ10m)で観測を行っているため、天野川に沿って流入するある程度の厚みを持った冷気流を観測できる。

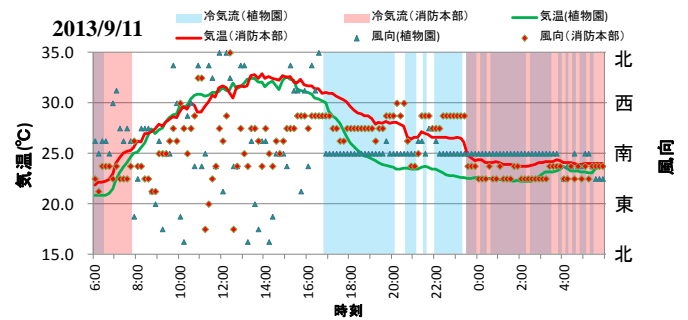


図2 気温・風向の推移(2013/9/11 交野市)

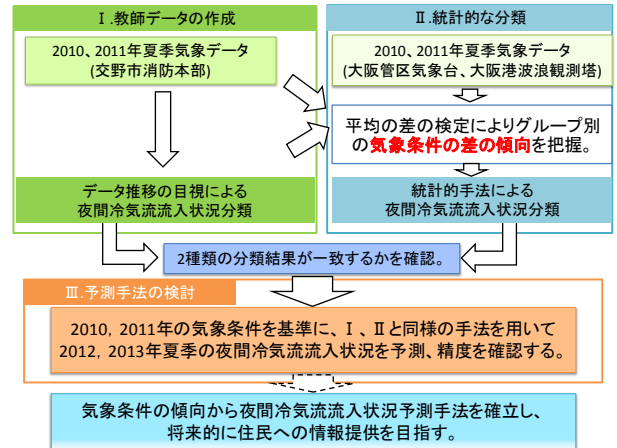


図3 研究の流れ

表1 観測概要(交野市消防本部屋上)

観測点高さ	約10m(建物3F部分に相当)
観測項目	気温, 相対湿度, 風向, 風速, 降水量
測定間隔	10分

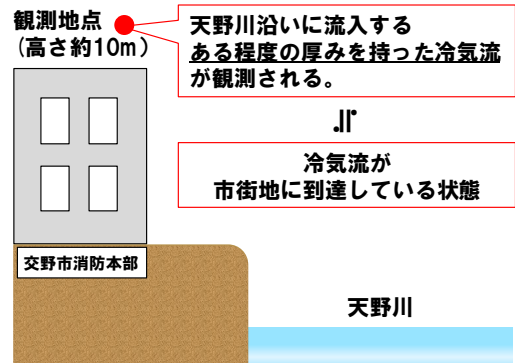


図4 交野市消防本部気象観測点の位置関係

表2 冷気流流入状況の分類条件・判断基準の定義

		特徴
グループ	A	冷気流が日没時刻から3時間以内に流入
	B	冷気流が日没時刻から3時間以降に流入
	C	冷気流が悪天候により流入しない
	D	冷気流が広域風などにより流入しない
冷気流の到達	気温低下(0.2~2.4°C/10min)と夜間主風向への変化が同時に起こる時刻	
冷気流の継続	冷気流の到達以降, 夜間主風向が継続され続ける時間	
夜間主風向	東南東, 南東, 南南東の3方位	
天候	降雨もしくは日中に気温が上昇しない	
広域風	日没後に風速3.0(m/s)以上の夜間主風向以外の風が観測される時間帯	

表3 目視による夜間冷気流流入状況分類結果(2010, 2011 7/1~9/30)および気象要素の定義

		日数(%)	流入時刻	停止時刻	気温低下幅(°C)	昼間平均風速(m/s)	夜間平均風速(m/s)	昼間降水量(mm)	夜間降水量(mm)
グループ	A	69(37.5)	19:53	5:08	1.82	2.55	2.09	2.32	1.57
	B	55(29.9)	0:03	5:11	1.36	2.62	2.20	0.85	0.11
	C	31(16.8)				3.11	2.86	8.76	10.95
	D	29(15.8)				3.56	2.64	0.19	1.43
計		184				3.01	2.45	3.03	1.43
気温低下幅(°C)			冷気流の流入時刻10分前と流入1時間後の気温差						
昼間平均風速(m/s)			6:00~17:50の平均風速			夜間平均風速(m/s)		18:00~5:50の平均風速	
昼間降水量(mm)			6:00~17:50の積算降水量			夜間降水量(mm)		18:00~5:50の積算降水量	

3.2 分類条件の定義

目視による夜間冷気流流入状況分類の分類条件の定義を行う。分類条件および事象の判断基準を表2に示す。グループA・Bはともに冷気流が観測された場合で、グループAは冷気流が日没後3時間以内に流入した日、グループBは冷気流が日没後3時間以降に流入した日が該当する。グループC・グループDはそれぞれ冷気流が流入しなかった場合である。日射量が少なく、降雨を伴うような悪天候だった日がグループCに、日射量が多いが低気圧や前線の影響による強風が卓越し冷気流が観測されなかった日がグループDに該当する。

$$D_m^2 = \begin{bmatrix} x_1 - \bar{x}_1 & x_2 - \bar{x}_2 & \dots & x_n - \bar{x}_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{11}^2 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{12} & s_{22}^2 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{1n} & \dots & \dots & s_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 - \bar{x}_1 \\ x_2 - \bar{x}_2 \\ \dots \\ x_n - \bar{x}_n \end{bmatrix} \quad \text{式1}$$

ある日の観測データ  $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$

$D_m$ : 観測データ  $X$  とグループ  $m$  とのマハラノビスの距離

$\bar{x}_n$ :  $n$  種類目の説明変数の1日ごとの観測値

$x_n$ :  $n$  種類目の説明変数の平均値

$s_n^2$ :  $n$  種類目の説明変数の分散

$s_{1n}$ : 1種類目と  $n$  種類目の説明変数の共分散

3.3 分類結果

目視による夜間冷気流流入状況分類の結果を表3に示す。日没後3時間以内に冷気流が流入するグループAが最も多く69日、次いで日没後3時間以降に冷気流が流入するグループBが55日、悪天候により冷気流が観測されなかったグループCが31日、強風で冷気流が観測されなかったグループDが29日となった。冷気流が流入したグループA、グループBを合わせると124日となり、全184日のうち約2/3の日で冷気流が流入した。

例)第1群: 平均値70.0, 標準偏差10.0、第2群: 平均値20.0, 標準偏差25.0  
観測値  $X=50$  とすると...

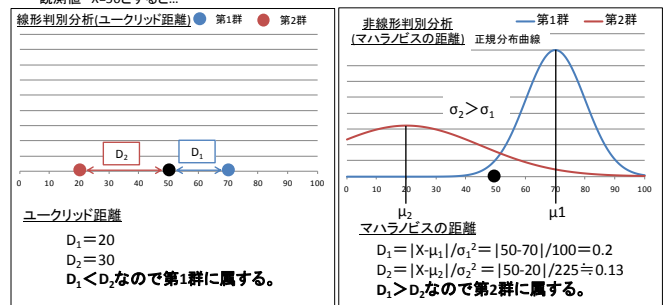


図5 判別分析の種類別の比較の一例

4. 統計的手法による夜間冷気流流入状況分類

4.1 解析手法の決定

統計的な解析により、気象データの傾向から夜間冷気流流入状況を分類する。分類の手法として判別分析を用いる。判別分析にはデータの分散を考慮しない線形判別分析(ユークリッド距離)と分散を考慮した非線形判別分析(マハラノビスの距離)の2種類が存在する。分析対象である交野市消防本部の気象データは1日ごとにばらつきが存在するため、非線形判別分析(マハラノビスの距離)で判別を行う。マハラノビスの距離を式1に、また判別分析の種類別の比較の一例を図5に示す。図5の例では、観測値と第1群、第2群までのユークリッド距離は第1群のほうが小さいが、分散を考慮したマハラノビスの距離では第2群の方が小さくなる。分散を考慮することによって誤って分類してしまう可能性を下げることができる。

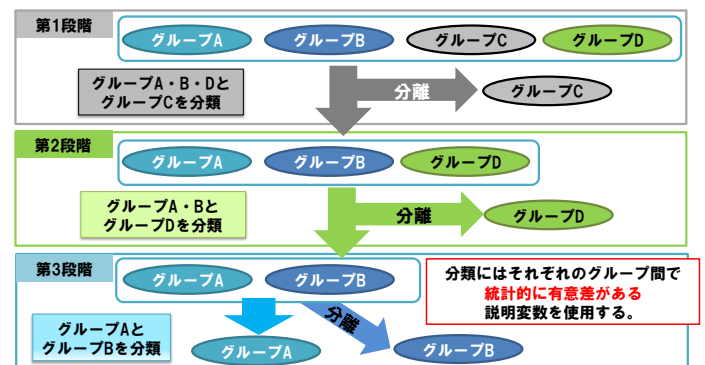


図6 マハラノビスの距離による分類フロー

図6に示す。図6にあるように、判別分析を計3回行う事により、1日ごとの夜間冷気流流入状況を4グループに分類する。第1段階で悪天候の場合であるグループCを、第2段階で強風の影響により冷気流が流入しないグループDを、第3段階では冷気流の流入時刻が遅いグループBをそれぞれ分離し、4グループへの分類を行う。

マハラノビスの距離を用いた夜間冷気流流入状況のフ

#### 4. 2 判別分析に用いる説明変数の決定

判別分析に説明変数の算出には、交野市消防本部の気象データに加え、大阪管区气象台<sup>5)</sup>、大阪港波浪観測塔<sup>6)</sup>の気象・海象データを使用し、105種類の説明変数を定義し、グループ別平均値を算出した。算出した平均値について平均の差の検定(多重比較法:Bonferroniの方法)を行った。図6に示した各段階で分離したいグループ(第1段階:C, 第2段階:D, 第3段階:B)と、その他のグループの間に有意水準5%以下で有意差がある説明変数を判別分析に使用する。判別分析に使用する説明変数の平均の差の検定の結果を表4に示す。第1段階では日射環境を示す説明変数, 第2段階では午前中から正午過ぎの風況を示す説明変数, 第3段階では日没後の風況の違いを示す説明変数に有意差が現れる結果となった。よって日中の日射環境や風況が冷気流の発生に影響し、日没後の風況が冷気流の流入の遅れに影響することを確認できた。検討の結果、判別分析には各段階とも4種類の説明変数を使用する。

#### 4. 3 判別分析の結果

4.2で検討した説明変数を用いて、マハラノビスの距離による判別分析を行う。判別分析結果の評価方法を図7に示す。目視により分類されたグループを教師データとし、判別分析により分類されたグループが一致した場合を正判別とする。例えば図7にあるように目視と判別分析ともにグループAであれば正判別、目視はグループA、判別分析ではグループCのように、両者の結果が不一致であれば誤判別として扱い、グループ別・期間別の正判別率を算出する。

判別分析の結果を表5に示す。対象期間182日のうち122日において正しく判別することができ、正判別率は67.0%となった。グループ別に見ると、グループB, グループCは正判別率が約80%であるのに対し、グループA, グループDは約55%と低い結果となった。

また期間別では、2010年の9/1~15, 9/16~30, 2011年の8/16~31において正判別率が低下した。これらの期間の天気図<sup>7)</sup>より、日本付近に台風が接近している期間であることが確認できた。台風接近時は、その他の期間とは大きく気象条件の傾向が異なるため正判別率が低下したものと考えられる。

#### 5. 夜間冷気流流入状況予測の検討

2010,2011年の気象データを統計解析することにより、夜間冷気流流入状況と気象条件の関係の傾向を把握し、判別分析による分類でもある程度の精度があることが確認できた。そこで3章, 4章と同様の手法を用いて、夜間冷気流流入状況を予測する手法を検討する。4.2で得られた2010, 2011年の夜間冷気流流入状況と説明変数の関係の傾向を踏まえて2012, 2013年の夜間冷気流流入状況を予測する。

表4 平均の差の検定の結果(\*\*:1%有意, \*:5%有意)

第1段階			
説明変数	P値(AC間)	P値(BC間)	P値(CD間)
日照時間(6:00~17:50)	$1.5 \times 10^{-13**}$	$1.8 \times 10^{-14**}$	$7.7 \times 10^{-10**}$
積算全天日射量(6:00~17:00)	$9.1 \times 10^{-12**}$	$1.8 \times 10^{-13**}$	$3.2 \times 10^{-9**}$
絶対湿度(12:00~17:50)	$2.4 \times 10^{-5**}$	$6.4 \times 10^{-5**}$	$1.4 \times 10^{-3**}$
積算海陸温度差(11:00~17:00)	$9.2 \times 10^{-4**}$	$1.5 \times 10^{-4**}$	$1.0 \times 10^{-3**}$
第2段階			
説明変数	P値(AD間)	P値(BD間)	
平均風速(交野)(6:00~11:50)	$4.5 \times 10^{-5**}$	$3.7 \times 10^{-4**}$	
平均風速(交野)(12:00~14:50)	$3.0 \times 10^{-4**}$	$5.0 \times 10^{-5**}$	
積算気温差(11:00~16:50)	$1.1 \times 10^{-6**}$	$5.5 \times 10^{-7**}$	
海風観測率(18:00~20:50)	$5.6 \times 10^{-3*}$	$7.4 \times 10^{-4**}$	
第3段階			
説明変数	P値(AB間)		
平均風速(交野)(20:00~20:50)	$8.1 \times 10^{-5**}$		
平均風速×風速標準偏差(19:00~19:50)	$2.4 \times 10^{-3*}$		
海風観測率(21:00~23:50)	$1.0 \times 10^{-8**}$		
陸風観測率(21:00~23:50)	$1.7 \times 10^{-3**}$		

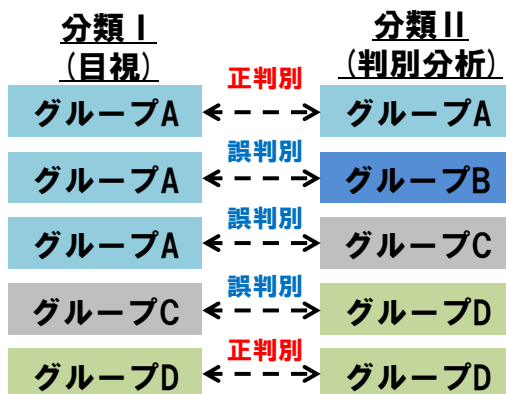


図7 判別分析結果の評価方法

表5 判別分析の結果(2010, 2011 7/1~9/30) ※データ欠損2日あり

年	期間	グループ				計
		A	B	C	D	
2010	7/1~15	2/5	2/3	5/6	1/1	10/15
	7/16~31	5/8	8/8			13/16
	8/1~15	4/5	2/4	1/2	3/4	10/15
	8/16~31	4/7	7/7		1/2	12/16
	9/1~15	1/3	5/7	2/2	1/3	9/15
	9/16~30	2/6	2/3	0/1	2/3	6/13
2011	7/1~15	5/9	3/3	2/2	0/1	10/15
	7/16~31	5/6	4/4	4/4	1/2	14/16
	8/1~15	3/4	4/6		4/5	11/15
	8/16~31	1/4	1/4	1/3	2/5	5/16
	9/1~15	4/6	2/2	5/5	1/2	12/15
	9/16~30	2/5	3/4	4/5	1/1	10/15
計		38/68	43/55	24/30	17/29	122/182
正判別率(%)		55.9	78.2	80.0	58.6	67.0

※表内数値は(正しく判別された日数/目視により分類された日数)

表6 夜間冷気流流入状況分類結果(2012.2013 7/1~9/30)

		日数(%)	流入時刻	停止時刻	気温低下幅(°C)	昼間平均風速 (m/s)	夜間平均風速 (m/s)	昼間降水量 (mm)	夜間降水量 (mm)
グループ	A	62(33.7)	19:40	4:39	2.06	2.41	1.94	1.37	0.27
	B	51(27.7)	23:32	5:25	1.65	2.59	2.24	1.46	0.25
	C	40(21.7)				3.06	2.06	11.98	12.95
	D	31(16.8)				3.42	2.48	0.03	0.05
計		184				2.87	2.18	3.71	3.38

夜間冷気流流入状況の予測にあたって、判別分析に用いるマハラノビスの距離の算出方法に変更を加える。変更前(4.3で算出)と変更後のマハラノビスの距離の算出方法をそれぞれ図8、図9に示す。変更前の2010、2011年を対象とした判別分析(図8)では、2010、2011年気象データより算出した平均・分散・共分散の値を用いて、同期間のマハラノビスの距離を算出するものであった。変更後の2012、2013年を対象とした判別分析では、2010、2011年気象データより算出した平均・分散・共分散の値を用いて、2012、2013年各日のマハラノビスの距離を算出する。これにより、2010、2011年の夜間冷気流流入状況の傾向を判別基準として、2012、2013年の夜間冷気流流入状況を予測する。分析対象期間は2012、2013年の7/1~9/30、計184日間とする。

5. 1 目視による夜間冷気流流入状況分類

表6に2012、2013年を対象とした目視による夜間冷気流流入状況の分類結果を示す。冷気流が流入したグループA、グループBを合わせると113日となり、2010、2011年に比べてやや減少したが概ね同様の傾向が得られた。

5. 2 夜間冷気流流入予測の評価方法

夜間冷気流の流入予測結果を評価するにあたって、以下に示す2種類の方法での評価を行う。図9に評価方法の概念を示す。

①4分類による評価

4.3で行った判別分析の評価方法と同様に目視による夜間冷気流流入状況の4グループへの分類と、判別分析による夜間冷気流流入状況の4グループへの分類結果が一致した場合を予測ができたものとして予測的中率を算出する。この場合は、夜間冷気流の流入時刻の違いや、冷気流が流入しない要因を考慮した予測を行っている。

②2分類による評価

目視による夜間冷気流流入状況分類では、グループA、グループBともに夜間冷気流が流入し、グループC・グループDはともに夜間冷気流が流入しない場合である。これらの冷気流が流入するグループ、冷気流が流入しないグループをそれぞれ同じグループとして考え、冷気流の流入の有無のみを予測する(図10)。例として、目視による分類がグループA、判別分析による分類がグループ

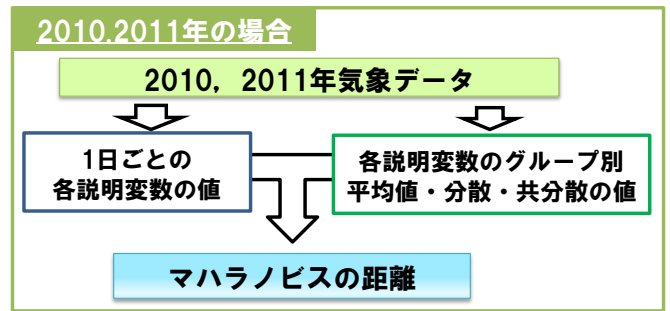


図8 変更前(2010,2011)のマハラノビスの距離の算出方法

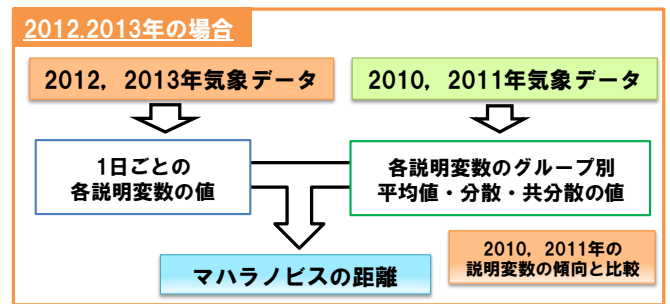


図9 変更後(2012,2013)のマハラノビスの距離の算出方法

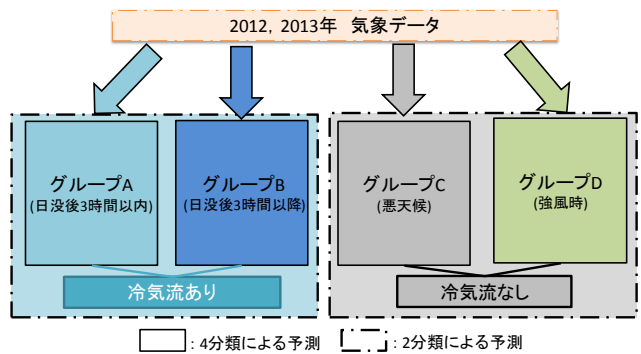


図9 夜間冷気流流入予測の評価方法



図10 夜間冷気流流入の有無の予測(2分類)の概念図

Bとした場合、共に冷気流が流入するグループであるため分類結果が一致したものとし、予測的中率を算出する。この場合は、冷気流の発生条件に着目しており、冷気流流入の有無のみを予測するものである。

### 5. 3 夜間冷気流流入予測の結果

#### 5. 3. 1 4分類による予測結果

表7に4分類による予測結果を示す。対象期間184日のうち110日において分類結果が一致し、予測的中率は59.8%となった。グループBは予測的中率72.5%と高い値を示したが、その他の3グループでは的中率が50%程度と低い結果となった。また2010, 2011年を対象とした判別分析よりも予測的中率(正判別率)が低下した要因としては、基準年となる2010, 2011年と予測対象期間2012, 2013年の気象条件の差異が考えられる。基準年の選び方については検討の余地が残っている。

#### 5. 3. 2 2分類による結果

表8に2分類による予測結果を示す。対象期間184日のうち138日において分類結果が一致し、予測的中率は75.0%となった。冷気流が流入したグループAB、冷気流が流入しなかったグループCDともに予測的中率は70%を超え、比較的高い確率で冷気流の流入の有無を予測することができた。

### 6. まとめ

(1)交野市消防本部の気象データの推移をもとに目視により夜間冷気流流入状況を分類した。2010,2011年7/1~9/30では124日(67.4%), 2012, 2013年7/1~9/30では113日で交野市私市地区に夜間冷気流が流入することがわかった。

(2)交野市消防本部, 大阪管区气象台, 大阪港波浪観測塔の気象データをもとに説明変数105種類を定義し, グループ間の説明変数の平均の差の検定を行なった結果, 冷気流の有無には日中の日射環境と午前~正午過ぎの風況が, 冷気流の流入時刻の遅れには日没後の風況が影響を与えていることを確認した。

(3)2010, 2011年7~9月を対象とした, 目視による夜間冷気流流入状況分類とマハラノビスの距離を用いた非線形判別分析による夜間冷気流流入状況分類の結果は67.0%で一致し, 統計的手法によって夜間冷気流流入状況を分類できることを示した。

(4)2010, 2011年の夜間冷気流流入状況と気象条件との関係の傾向を踏まえて, 2012, 2013年の夜間冷気流流入予測を検討した結果, 夜間冷気流の流入時刻の違いや, 冷気流が流入しない要因を考慮した予測(4分類)の場合59.8%, 夜間冷気流の流入の有無のみを考慮した場合75.0%で的中することを示した。

表7 4分類による冷気流流入予測結果

年	期間	グループ				計
		A	B	C	D	
2012	7/1~15	4/6	1/3	4/5	1/1	10/15
	7/16~31	3/5	8/8	1/1	2/2	14/16
	8/1~15	2/5	1/2	1/2	4/6	8/15
	8/16~31	4/5	1/1	0/2	3/8	8/16
	9/1~15	4/7	1/2	1/4	0/2	6/15
	9/16~30	3/7	3/4	2/4		8/15
2013	7/1~15	1/3	4/4	3/5	1/3	9/15
	7/16~31	3/6	3/5	1/4	0/1	7/16
	8/1~15	4/8	4/5	1/2		9/15
	8/16~31	3/3	7/9	2/4		12/16
	9/1~15	2/2	1/4	7/7	1/2	11/15
	9/16~30	2/5	3/4		3/6	8/15
計		35/62	37/51	23/40	15/31	110/184
予測的中率(%)		56.5	72.5	57.5	48.4	59.8

表8 2分類による冷気流流入予測結果

年	期間	グループ		期間別計
		AB (冷気流あり)	CD (冷気流なし)	
2012	7/1~15	5/9	6/6	11/15
	7/16~31	12/13	3/3	15/16
	8/1~15	4/7	6/8	10/15
	8/16~31	5/6	4/10	9/16
	9/1~15	6/9	3/6	9/15
	9/16~30	9/11	4/4	13/15
2013	7/1~15	5/7	6/8	11/15
	7/16~31	9/11	3/5	12/16
	8/1~15	12/13	2/2	14/15
	8/16~31	11/12	2/4	13/16
	9/1~15	3/6	8/9	11/15
	9/16~30	7/9	3/6	10/15
計		88/113	50/71	138/184
予測的中率(%)		77.9	70.4	75.0

※表内の数値は(正しく判別された日数/目視により分類された日数)

### 【謝辞】

本論文の執筆にあたり、交野市消防本部, 大阪市立大学理学部附属植物園より気象観測データの提供を受けた。記して謝辞を表します。

### 【参考文献】

- 1)交野市 環境基本計画 2012.03 pp55-56
- 2)吉野正敏(1986)「小気候」 地人書館 pp266
- 3)玉井昌宏 太田晋一(2010)「大阪平野北部地域における冷気流の発生条件」, 土木学会年次学術講演会講演概要集 65th VII-106, 2010.08
- 4)森本太一 鍋島美奈子 中尾正喜 西岡真稔(2012)「夏季夜間の私市市街地における冷気流流入状況とその効果に関する実測調査」日本建築学会近畿支部研究報告集 環境系(52), 341-344, 2012.05
- 5)気象庁 過去の気象データ検索(2013/3/5 閲覧)  
<<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>>
- 6)大阪湾水質定点自動観測データ配信システム(2013/4/22 閲覧)  
<[http://222.158.245.253/obweb/data/c1/c1\\_12.aspx](http://222.158.245.253/obweb/data/c1/c1_12.aspx)>
- 7)日々の天気図(2014/1/23 閲覧)  
<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>

## 質問回答書

・梅宮教授

「的中率向上へ向けて必要であることは？」

夜間冷気流入の予測では4分類による予測では59.8%、2分類による予測では75.0%で予測を的中させることが出来た。また、修士論文本文内の3.4.2.4の検討結果より、説明変数の数を減らすと予測精度は低下する傾向にあることがわかった。よって説明変数を増加させることで、予測精度を向上させる可能性があると考えられる。

現在説明変数に用いている気象データは、交野市消防本部、大阪管区气象台、大阪港波浪観測塔の3地点の気象データを用いている。これらに加え、AMeDAS枚方・八尾・豊中などの近郊に位置するAMeDAS気象データを加えて説明変数を設定することで精度が向上する可能性がある。また、現在観測されていない長波放射収支量(上下方向)や3次元風速を交野市内で測定し、説明変数に加えることで精度向上の可能性があると考えられる。

しかし、分析の手間や観測機器の設置費用とのバランスを考慮する必要がある他、教師データとして与えている分類は目視によるものであるため、精度の向上には限界があると考えられる。

・西岡准教授

「他の地域で予測を行う場合、予測に必要なデータと考える観測項目は？」

他の地域で同様の手法を用いて予測を行う場合には、今回の検討で採用された説明変数の傾向より、広域の日射環境と局所の風環境を示す気象データが必要であると考えられる。日射環境は平野単位であれば大きな差がないと考えられるため広域の代表地点のAMeDAS気象データで観測される日照時間か全天日射量で代用が出来る。

局所の風環境は、冷気流の発生条件や冷気流が市街地全体に到達する条件に直接関係するため必要である。また観測点の位置が冷気流を捉えやすい地点(冷気が集積しやすい谷から直線上に位置する etc...)にあることが重要であると考えられる。

「冷気流の発生源と観測地点の流れを説明するのに、局所部分の風況を示すパラメータ(観測項目)が必要ではないか？」

冷気流の発生源は主に山間部であり、山間部で発生した冷気が、山間部内の低所である谷口に集積し、より低所である市街地に流入する。冷気流の発生源から市街地中心部の観測地点までの流れを説明するには、山間部と市街地の境界部(谷口)、およびその直線上に位置する地点での気温および風向の観測を行うことが必要であると考えられる。本研究の場合も2011年9月<sup>2)</sup>に、天野川の上流から下流にかけての複数地点で気温・風向などを観測し、冷気流が上流から下流にかけて流入することを確認した。そのため、別地点でも発生源と観測地点の流れを確認する事が必要であると考えられる。

・重松教授

「冷気流の定義および山間部で発生するメカニズムについて」

夜間冷気流の定義は以下のようにされている。

吉野<sup>1)</sup>は冷気流を「晴れた風のおだやかな夜、輻射によって冷却した地面に接した空気は冷え、地面が傾斜している場合は低所に向かって流れ出す。これを冷気流という。」と定義している。また森ら(文献)は神戸市内の袖谷周辺の樹林内において実測調査を行い、晴天日の場合に樹木近傍の気温が急低下することを確認している。このことから山間部の樹林内で冷気が生成されることがわかる。

「冷気は絶対的に冷たいもの？相対的に冷たいもの？」

冷気流は周辺の空気に比べ相対的に温度が低いものである。2011年9月の交野市私市地区周辺の気温の実測データを図1、図2に示す。

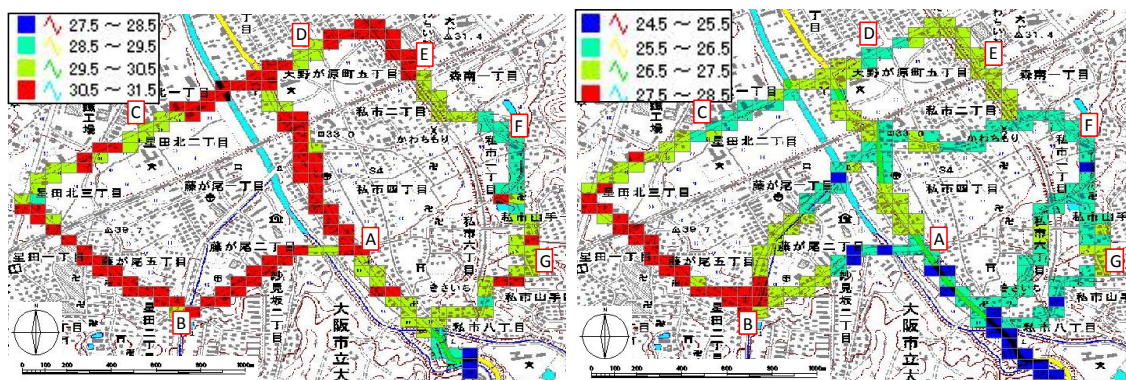


図1 2011/9/14 18:00の気温分布

図2 2011/9/14 21:00の気温分布

図1では、市街地部分で29.5℃～31.5℃の気温が概ね観測されているのに対し、図2では市街地中心部を流れる天野川沿いに周辺と比較して気温が1～2℃程度低下している事がわかる。この気温低下は夜間冷気流が流入したものであり、相対的に温度の低い空気が流入したものとわかる。

「冷気流を把握するためには、相対的に低いとされる気温の空間分布・日変動がわからないといけないのか？」

冷気流を経時的に観測するためには、気温の空間分布および経時変化を観測する必要があると考えられる。そのためには市街地内に複数の観測点を設け、観測データから観測していない箇所の気温変動を補完する方法が最も有効と考える。

本研究では冷気流が流入する際の気象データの傾向を検討し、日没後の風況との関係があることを明らかにした。よって気温の日変動と風況の関係性は高いと考えられる。また、空間分布については、流体シミュレーションなどを行うことで、ある程度の影響範囲を把握することが出来ると考えられるため、今後の課題としたい。



【参考文献】

- 1) 森本太一 鍋島美奈子 中尾正喜 西岡真稔(2012)「夏季夜間の私市市街地における冷気流入状況とその効果に関する実測調査」日本建築学会近畿支部研究報告集 環境系(52), 341-344, 2012.05
- 2) 吉野正敏(1986)「小気候」地人書館 pp266
- 3) 森真佐雄 竹林英樹 森山正和、「夏季夜間の冷気流による市街地冷却効果に関する研究：その3 樹林内における気温鉛直分布の形成機構」日本建築学会近畿支部研究報告集. 環境系 (40), 337-340, 2000-05