

降水量を比較することで気候区分とした。また、常時観測局にもっとも近接するアメダス観測所の位置関係から常時観測局がどの気候区分に属するかを決定し、主要な気候区分領域に観測局の欠落・重複がないかを検討した。

判別分析はステップワイズで行い、変数投入のためのF値の最小値は3.8、削除するためのF値の最大値は2.7と設定した。各ステップでもっとも近い2グループ間のMahalanobisの距離を最大化する変数を順次投入し、再計算を行った。

各常時監視局とアメダス観測所との距離は、国土地理院のウェブサイトを提供されている緯度・経度より2点間の距離を求めるサービスを用いた。

2.2.3 多次元尺度法によるアメダス観測所の2次元平面配置

アメダス観測所については、降水量のクラス

ター分析により得た観測所間の距離行列を用いて、多次元尺度法により、観測地点を2次元上に配置する座標を求め、観測所間の類似度を評価するとともにアメダス観測所の実際の地理的配置と比較した。尺度モデルはユークリッド距離とした。

3. 結 果

3.1 クラスター解析によるアメダス観測所の分類

島根県内のアメダス観測所は年間の降水パターンから3群に分けることができた。各群の地理的な配置の特徴から、1群は離島群、2群は海岸部群、3群は山間部群と解釈した。

図1にクラスター化の過程を、図2にアメダス観測所および常時監視局の配置を示す。

各常時監視局がこの3区分のどこに位置するかを、もっとも近いアメダス観測所の属する群から

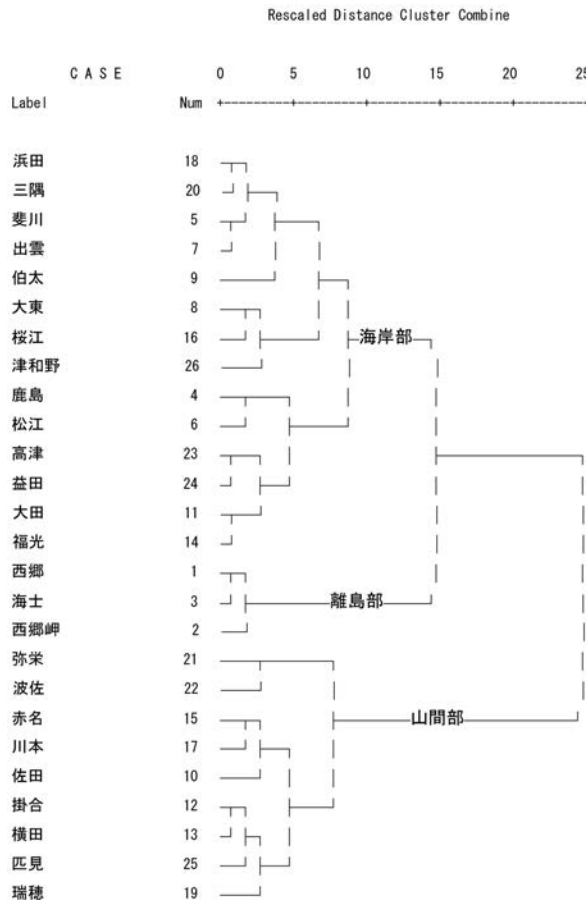


図1 アメダス観測所のクラスター解析結果

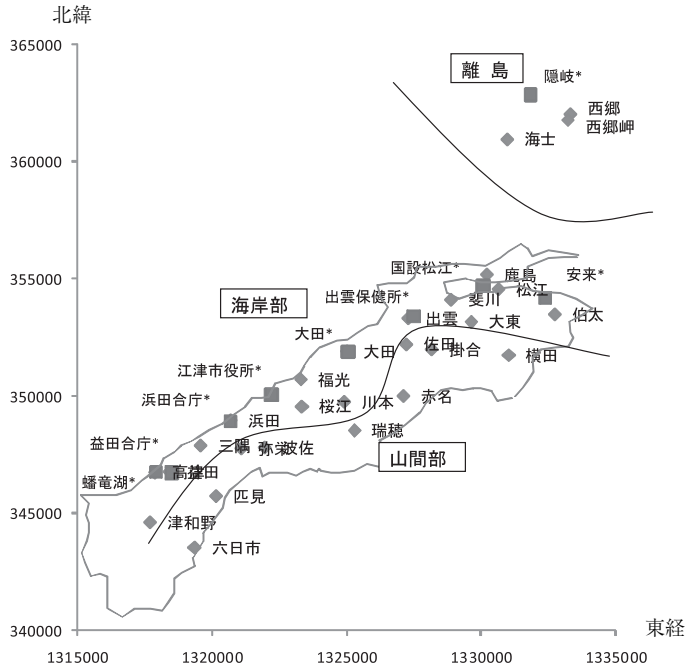


図2 アメダス観測所(◆), 常時監視局(■ 局舎名に*印)の分布およびクラスター分類

表1 常時大気監視局に最近接するアメダス測定所およびその区分

大気局	類型	アメダス局	距離(km)	クラスター
国設松江	一般	松江	5.1	海岸部
安来	一般	伯多	8.0	海岸部
出雲保健所	一般	出雲	2.6	海岸部
大田	一般	大田	1.3	海岸部
江津市役所	一般	福光	11.9	海岸部
浜田合庁	一般	浜田	0.1	海岸部
益田合庁	一般	益田	1.3	海岸部
隠岐	酸性雨	西郷	16.3	離島
蟠竜湖	酸性雨	高津	1.2	海岸部

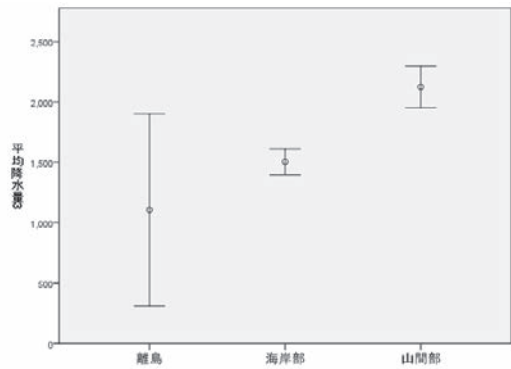


図3 クラスター別3月の降水量(0.1 mm)

判断した。表1にその結果を示す。

3.2 判別分析および多次元尺度法による気候区分

離島, 海岸部, 山間部を判別する月は3月, 6月, 11月, 12月でこのうち, 11月を除き山間部の降水量は海岸部より多い(図3~5)。

判別分析により得られた距離行列より, 各アメダス観測所を2次元平面上に配置した。離島群は第4象限に, 山間部群は第2および3象限に集中して配置され, 降水パターンの特徴によりグルー

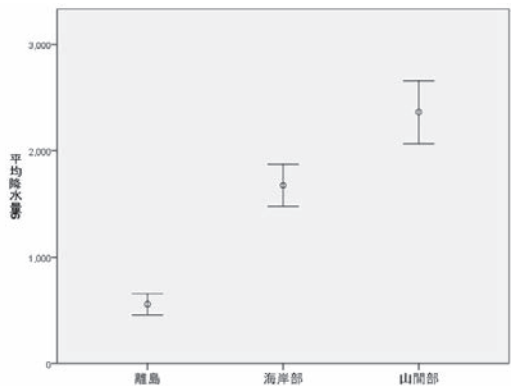


図4 クラスター別6月の降水量(0.1 mm)

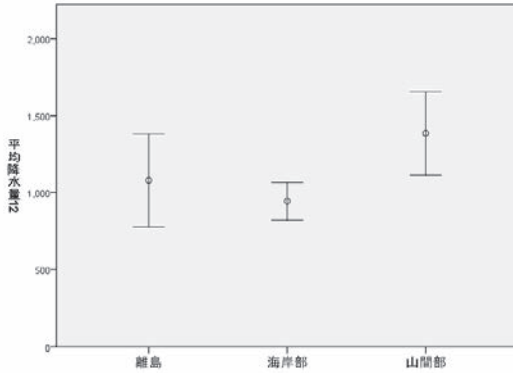


図5 クラスタ別12月の降水量(0.1 mm)

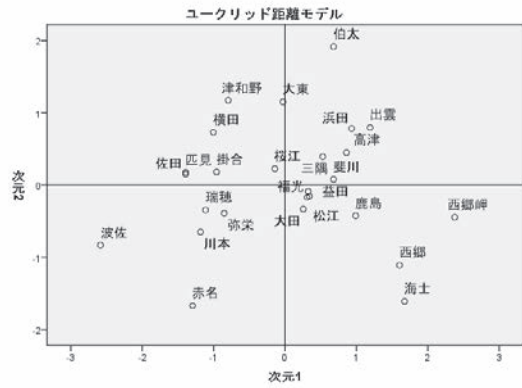


図6 多次元尺度法によるアメダス測定局の2次元平面への配置

表2 大気常時監視局間の距離(m)

	国設松江	安来	出雲保健所	大田	江津市役所	浜田合庁	益田合庁	隠岐	蟠竜湖
国設松江	0	21693	27696	55424	88432	107056	138089	91510	141370
安来	21693	0	45301	71126	103239	121328	151258	96546	154907
出雲保健所	27696	45301	0	27836	60865	79549	110800	111483	113963
大田	55424	71126	27836	0	33031	51716	83048	135990	86151
江津市役所	88432	103239	60865	33031	0	18735	50320	166252	53229
浜田合庁	107056	121328	79549	51716	18735	0	31688	184331	34497
益田合庁	138089	151258	110800	83048	50320	31688	0	215828	4685
隠岐	91510	96546	111483	135990	166252	184331	215828	0	218044
蟠竜湖	141370	154907	113963	86151	53229	34497	4685	218044	0

が形成された(図6)。

3.3 常時監視局間の距離

常時監視局間の距離を求めた結果を表2に示す。表側欄に示す監視局からみてもっとも近い監視局までの距離を表の行方向に罫線枠で強調した。隠岐からみた国設松江以外は相互にもっとも近い局であるという関係があった。蟠竜湖と益田合庁がもっとも距離が短く4.6kmで、隠岐と国設松江が91.5kmともっとも遠かった。これ以外は20km前後であった。

4. 考察

4.1 島根県の概要

島根県は、中国地方の日本海側に位置し、鳥取県、山口県にそれぞれ東部、西部で接し、南部は広島県と中国山地で県境を接している。北東から南西には約200kmと長く、北西から南東方向は約60kmと細長い形状の県である。人口は日本海

側に集中しており、8市のうち7市が海岸に沿って市街地が形成されている。県庁所在地である松江市の北方には島前、島後からなる隠岐諸島があり、それぞれ松江市から直線距離で80kmおよび約60km程度に位置している。気候は、冬期の降水量が多い日本海岸気候を示し、広島県との県境付近は冬季の降雪が多い。11ある大気常時監視局のほとんどは、隠岐局を除きすべて人口が集中している日本海側の市街地に設置されている。

島根県内には著しい汚染物質の発生源は存在しないが、降水中の汚染物質の増加や県外からの高濃度の光化学オキシダントの流入事象が観察されるようになってきており、その原因の一部は、日本海を介して東アジア地域と接しているという地理的な位置による大陸からの越境汚染と考えられている。このため、越境汚染に関する気象条件や汚染物質の挙動について関心が高まっている。

4.2 汚染物質の挙動に関する降水の意義

風速、風向、気温については欠損値が存在し、解析対象となるアメダス観測所数が大幅に少なくなり、地域的な偏りが生じるため、ほぼすべてのアメダス観測所で欠損値がない降水量のみを解析した。また、一部の月の降水量値が欠損していたアメダス観測所1カ所は対象から除外した。降水量のみを解析対象としたことで、風向、気温等を考慮した気候区分ができなかった。しかし、降雨の季節変動は鳥根県の中国山地側では汚染物質の降下に影響がとくに大きいことが明らかになっているため、気候区分を行う上でもっとも重要な要素であると考えられる。

向井、中尾は中国山地をぬけて四国にいたる線上における冬季の北西季節風下での降雪中の硫黄関連成分の観察により、中国山地の鳥根県側で多量の非海塩性硫酸塩が降下していることを明らかにした³⁾。

Yoshiokaら⁴⁾は鳥根県松江市における一雨ごとの降雨中の総窒素および総リン濃度の季節変動と高濃度時の後方流跡線解析により、窒素については冬季に、リンについては春季の黄砂時および冬季に、ともに中国大陸北部からの負荷が大きいことを明らかにした。平野部に位置する松江でのこの観測結果から類推すると、冬季の降水量の多い中国山地の日本海側ではさらに負荷が大きいことが想像される。

酸性雨に関連する汚染物質の挙動について、江角らは松江の冬季の水素イオン沈着量の年変化率が顕著な上昇傾向を示しており、この理由として酸性成分の上昇とアルカリ成分の低下をあげ、硝酸イオン沈着量は年増加率が大きく地域的な違いが見られることから、さらなる実態解明が必要であると指摘している⁵⁾。

以上より、鳥根県内の降水量に関する地域的な特徴を把握することは今後の汚染物質の挙動を理解する上で重要であると考えられる。

4.3 分析手法について

気象情報をもとに地域をクラスター化し、気候区分を決定することの有効性は、多数報告されている⁶⁾⁷⁾。

月別の降雨量をさらに上旬、中旬、下旬に分けてクラスター解析を行い、得られた距離行列から

多次元尺度法によりアメダス観測所を配置し、月単位の降水量による解析と比較した。旬別の結果はアメダス観測所の地図上の配置とよく一致していた。これは地理的な距離が近接している場合、局地的な降水が大きく影響したことによると思われる。各月の各旬の降水量については、解析の際に同一月であるという情報が付与できないため、降水量における月単位の変動と各旬の変動が同じ重みで扱われ旬ごとの値が季節とは無関係に評価されることになる。このため、季節的な変動が過小評価され、気候区分上の意義は低いと思われる。降雨などの変動の大きい気候現象においては、時間的な細密性を増すことが必ずしも気候区分をする上では有効とは限らないことを示しているものと思われる。

4.4 常時監視局の配置について

今回群別した3区分では山間部群に近接した常時監視局が存在していないことが注目される。

原らは、酸性雨局の年降水量の地域代表性を検討するため、アメダス観測所の年降水量と比較し、距離が20km以内では両局の年降水量はほぼ等しいことを見出している⁸⁾。これより、主要イオン成分の沈着量は地域内に配置されたアメダス観測所の降水量の情報を活用することにより精度良く推定できることを指摘した。

一方、藤原らは、隠岐におけるオキシダント高濃度時の観測結果から、成層圏オゾンの沈降が関与している可能性を示唆している⁹⁾。また一般に高度が高くなるにつれオキシダント濃度が上昇する現象が知られており¹⁰⁾¹¹⁾、都市部では自動車排ガス中の窒素酸化物の影響によりオキシダントの濃度が低下するため、標高が高く汚染源が少ない地点での情報が必要となると考えられる。

これらのことから、今後鳥根県においても、それぞれの監視局について、周辺の汚染源の存在や人口、近接する監視局の存在に加え、気候区分や大気監視局の設置・維持に必要な経費、監視物質の選択、アメダス観測所の測定値の活用等総合的な判断により適正な配置が検討されるべきであると考えられる。

5. ま と め

鳥根県におけるアメダス観測所の降水量による気候区分と常時大気監視局の配置との関連を検討

し、常時大気監視局は日本海岸沿いに偏在していることが分かった。

重要な汚染物質については全县を網羅した状況を把握するために、標高の高い山間地域においても監視を行うことが望ましい。

—参考文献—

- 1) 大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準，平成22年3月31日最終改正，
http://www.env.go.jp/air/osen/manual_6th/mats.pdf
- 2) 気象庁 アメダス年報2006，(財)気象業務支援センター，2007
- 3) 向井人史，中尾 允：中国山地域での冬季の非海塩性硫酸塩の沈着分布とその収支の特性，大気環境学会誌，**31**，233-246，1996
- 4) Katsuhiko Yoshioka, Hiroshi Kamiya, Yoshihiro Kano, Yukiko Saki, Masumi Yamamuro, Yu Ishitobi: The relationship between seasonal variations of total-nitrogen and total-phosphorus in rainfall and air mass advection paths in Matsue, Japan, *Atmospheric Environment*, **43**, 3496-3501, 2009
- 5) 江角真依，多田納力，荒木卓久，佐川竜也，黒崎理恵，大城等，原宏：鳥根県の冬季における湿性沈着にみられる酸性化傾向の解析，全国環境研会誌，**34**，133-141，2009
- 6) M. C. Periago, X. Lana, C. Serra, G. Fernández Mills: Precipitation regionalization: An application using a meteorological network in Catalonia (Ne Spain), *International Journal of Climatology*, **11**, 5, 529-543, 1991
- 7) P. A. Baeriswyl, M. Rebetez: Regionalization of Precipitation in Switzerland by Means of Principal Component Analysis, *Theoretical and Applied Climatology*, **58**, 31-41, 1997
- 8) 瀬戸信也，飯豊修司，大石興弘，大泉毅，田畑亨，野口泉，原 宏：酸性雨局とアメダス局との降水量の比較，大気環境学会誌，**35**，273-286，2000
- 9) 藤原 誠，多田納力，宮迫隆洋：鳥根県における高濃度オキシダントの出現要因，大気環境学会年次講演要旨集43，461，2002
- 10) 岡崎友紀代，相原敬次，阿相敏明，福永明子，高見裕佑，國元公平，山下真生，武智勝哉，堀越信治，酒井隆，山根正伸，若松伸司：神奈川県丹沢地域における2009年夏季のオキシダント濃度分布観測，愛媛大学農学部紀要，**55**，7-23，2010
- 11) 気象庁：2.6.2オゾンゾンデによる対流圏オゾン鉛直分布，大気・海洋環境観測報告，2010
(http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/cdrom/report/html/2_6_2.html)