

## 9 微小粒子状物質(P M 2. 5)の成分分析結果

### (1) 調査の概要

#### ア 目的

微小粒子状物質（以下「PM2.5」という。）には，自動車や工場などから排出される人為発生源によるものに加え，土壌，海洋，火山等の自然発生源によるものがあることから，発生源に関する知見を得るために，成分分析を実施している。

#### イ 調査地点／調査期間

##### イオン成分分析用試料サンプリング期間

###### ① 鹿屋局

春：平成29年4月13日0時～4月27日0時

夏：平成29年6月27日0時～7月11日0時

秋：平成29年11月22日0時～12月6日0時

冬：平成30年2月10日0時～2月24日0時

###### ② 霧島局

春：平成29年5月11日0時～5月12日0時

平成29年5月13日0時～5月18日0時

平成29年5月19日0時～5月25日0時

夏：平成29年7月20日0時～7月31日0時

秋：平成29年10月19日0時～10月31日0時

平成29年11月3日0時～11月10日0時

冬：平成30年1月16日0時～1月20日0時

平成30年1月23日0時～1月24日0時

平成30年1月26日0時～1月28日0時

平成30年1月31日0時～2月5日0時

##### 無機元素成分分析用試料サンプリング期間

###### ① 鹿屋局

春：平成29年4月13日0時～4月16日0時

夏：平成29年6月27日0時～7月11日0時

秋：平成29年11月22日0時～12月2日0時

平成29年12月3日0時～12月7日0時

冬：平成30年2月10日0時～2月24日0時

###### ② 霧島局

春：平成29年5月11日0時～5月12日0時

平成29年5月14日0時～5月24日0時

夏：平成29年7月20日0時～7月29日0時

秋：平成29年10月27日0時～11月2日0時

平成29年11月3日0時～11月10日0時

冬：平成30年1月16日0時～1月30日0時

平成30年1月31日0時～2月5日0時

## ウ 調査項目

- ・質量濃度（自動測定機の結果を利用）

- ・イオン成分（8項目）

ナトリウムイオン $\text{Na}^+$ ，アンモニウムイオン $\text{NH}_4^+$ ，カリウムイオン $\text{K}^+$ ，  
マグネシウムイオン $\text{Mg}^{2+}$ ，カルシウムイオン $\text{Ca}^{2+}$ ，塩化物イオン $\text{Cl}^-$ ，  
硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ ，硫酸イオン $\text{SO}_4^{2-}$

- ・無機成分（29項目）

ベリリウムBe，ナトリウムNa，アルミニウムAl，カリウムK，  
カルシウムCa，スカンジウムSc，バナジウムV，クロムCr，  
マンガンMn，鉄Fe，コバルトCo，ニッケルNi，銅Cu，亜鉛Zn，  
ヒ素As，セレンSe，ルビジウムRb，モリブデンMo，カドミウムCd，  
アンチモンSb，セシウムCs，バリウムBa，ランタンLa，セリウムCe，  
サマリウムSm，タンタルTa，タングステンW，鉛Pb，トリウムTh

## (2) 調査結果

### ア 質量濃度

各地点の成分別分析用試料サンプリング期間におけるPM2.5質量濃度の結果を表1-1及び表1-2に示す。

平成29年度は2地点，122日間の測定を行い，質量濃度の範囲は $3.1\sim 32.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり，日平均値の環境基準 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はなく，期間中黄砂は観測されなかった。

鹿屋局は，57日間の測定で質量濃度の範囲は $5.2\sim 31.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また，季節平均値については冬季が両成分分析用試料のサンプリング期間とも $19.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高く，日平均値については冬季の2月22日が $31.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も高かった。

霧島局は，65日間の測定で質量濃度の範囲は $3.1\sim 32.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また，季節平均値については夏季が高く（イオン成分分析用試料サンプリング期間： $21.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，無機元素成分分析用試料サンプリング期間： $21.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），日平均値については夏季の7月27日が $32.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も高かった。

表1-1 質量濃度季節別平均値（イオン成分分析試料サンプリング期間）

（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

| 地点<br>期間 | 鹿屋局       |      | 霧島局       |      |
|----------|-----------|------|-----------|------|
|          | 最小－最大     | 平均   | 最小－最大     | 平均   |
| 春        | 7.5－22.3  | 15.4 | 12.7－27.4 | 18.9 |
| 夏        | 5.2－14.1  | 8.4  | 13.7－32.6 | 21.8 |
| 秋        | 10.0－25.7 | 17.5 | 3.1－20.8  | 12.2 |
| 冬        | 11.0－31.1 | 19.7 | 8.1－31.2  | 13.5 |
| 年間       | 5.2－31.1  | 15.3 | 3.1－32.6  | 16.0 |

表1-2 質量濃度季節別平均値（無機元素成分分析試料サンプリング期間）

（単位：μg/m<sup>3</sup>）

| 地点<br>期間 | 鹿屋局       |      | 霧島局       |      |
|----------|-----------|------|-----------|------|
|          | 最小－最大     | 平均   | 最小－最大     | 平均   |
| 春        | 16.8－19.3 | 17.7 | 14.2－27.4 | 20.7 |
| 夏        | 5.2－14.1  | 8.4  | 13.7－32.6 | 21.2 |
| 秋        | 10.0－25.7 | 17.5 | 5.1－27.0  | 15.5 |
| 冬        | 11.0－31.1 | 19.7 | 8.1－31.2  | 15.3 |
| 年間       | 5.2－31.1  | 15.4 | 5.1－32.6  | 17.5 |

### イ イオン成分濃度

各地点のサンプリング期間におけるイオン成分濃度平均値及びイオン成分濃度平均割合を表2-1及び表2-2に示す。また、サンプリング日ごとのイオン成分濃度及びイオン成分濃度割合を図1-1、図2-1、図3-1及び図4-1並びに図2-1、図2-1、図2-3及び図2-4に示す。

平成29年度のPM2.5質量濃度に占めるイオン成分濃度の平均割合は鹿屋局が39%、霧島局が40%であった。主要な構成成分は硫酸イオンで鹿屋局が23%、霧島局が26%と最も多く、次にアンモニウムイオン（鹿屋局が8.2%、霧島局が9.7%）、硝酸イオン（鹿屋局が5.1%、霧島局が2.6%）の順であった。

硫酸イオン及びアンモニウムイオンについては、鹿屋局では冬季に高く、霧島局では夏季に高かった。

また硝酸イオンについては、両測定局とも冬季に濃度が高かった。硝酸イオンは、気温や湿度などで変化しやすい不安定なものであり、冬季は気温が低いため大気中では比較的安定な粒子状で存在していたと考えられる。

地点別にイオン成分濃度平均割合を比較してみると、鹿屋局と霧島局に大きな違いはなかった。

表2-1 イオン成分濃度季節別平均値

（単位：μg/m<sup>3</sup>）

| 分析項目  | 春                             |         | 夏      |         | 秋        |          | 冬       |       | 平均    |         |         |
|-------|-------------------------------|---------|--------|---------|----------|----------|---------|-------|-------|---------|---------|
|       | 鹿屋局                           | 霧島局     | 鹿屋局    | 霧島局     | 鹿屋局      | 霧島局      | 鹿屋局     | 霧島局   | 鹿屋局   | 霧島局     |         |
| イオン成分 | Cl <sup>-</sup>               | (0.024) | <0.011 | <0.011  | <0.011   | 0.22     | (0.027) | 0.25  | 0.11  | 0.13    | (0.035) |
|       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 0.32    | 0.16   | (0.063) | <0.028   | 1.1      | 0.24    | 1.7   | 1.4   | 0.78    | 0.42    |
|       | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 3.5     | 4.0    | 2.2     | 8.8      | 3.9      | 2.3     | 4.6   | 3.5   | 3.5     | 4.2     |
|       | Na <sup>+</sup>               | 0.091   | 0.053  | 0.13    | 0.061    | (0.023)  | 0.10    | 0.12  | 0.077 | 0.091   | 0.074   |
|       | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 1.4     | 1.5    | 0.78    | 3.2      | 0.60     | 0.55    | 2.3   | 1.7   | 1.3     | 1.6     |
|       | K <sup>+</sup>                | 0.086   | 0.047  | 0.025   | 0.093    | 0.026    | 0.059   | 0.20  | 0.064 | 0.084   | 0.062   |
|       | Mg <sup>2+</sup>              | 0.0099  | 0.014  | 0.015   | (0.0086) | (0.0045) | 0.013   | 0.022 | 0.012 | 0.013   | 0.012   |
|       | Ca <sup>2+</sup>              | 0.035   | 0.041  | (0.025) | (0.0098) | (0.012)  | (0.017) | 0.052 | 0.027 | (0.031) | (0.022) |
| 計     | 5.4                           | 5.8     | 3.2    | 12.3    | 5.8      | 3.3      | 9.2     | 6.9   | 5.9   | 6.4     |         |
| その他   | 10.0                          | 13.1    | 5.1    | 9.6     | 11.7     | 8.9      | 10.5    | 6.6   | 9.3   | 9.6     |         |

※ <は検出下限値未満、()は検出下限値以上かつ定量下限値未満を示す（検出下限値及び定量下限値については各測定日に測定した検出下限値の中で一番高い数値を採用。）。

検出下限値未満のデータについては、当該検出下限値に1/2を乗じて得られた値を用い、平均値を算出した。

表 2-2 イオン成分濃度平均割合

(単位：%)

| 分析項目  | 期間・地点                         | 春     |       | 夏    |       | 秋     |      | 冬    |       | 平均    |       |
|-------|-------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
|       |                               | 鹿屋局   | 霧島局   | 鹿屋局  | 霧島局   | 鹿屋局   | 霧島局  | 鹿屋局  | 霧島局   | 鹿屋局   | 霧島局   |
| イオン成分 | Cl <sup>-</sup>               | 0.16  | 0.029 | 0.12 | 0.031 | 1.2   | 0.22 | 1.3  | 0.80  | 0.82  | 0.22  |
|       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 2.1   | 0.83  | 0.75 | 0.065 | 6.2   | 2.0  | 8.4  | 10    | 5.1   | 2.6   |
|       | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 23    | 21    | 26   | 40    | 22    | 19   | 23   | 26    | 23    | 26    |
|       | Na <sup>+</sup>               | 0.59  | 0.28  | 1.6  | 0.28  | 0.13  | 0.83 | 0.59 | 0.57  | 0.59  | 0.46  |
|       | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 8.9   | 7.9   | 9.3  | 15    | 3.4   | 4.5  | 12   | 13    | 8.2   | 9.7   |
|       | K <sup>+</sup>                | 0.56  | 0.25  | 0.29 | 0.43  | 0.15  | 0.48 | 1.0  | 0.47  | 0.55  | 0.39  |
|       | Mg <sup>2+</sup>              | 0.064 | 0.076 | 0.17 | 0.039 | 0.026 | 0.11 | 0.11 | 0.086 | 0.083 | 0.074 |
|       | Ca <sup>2+</sup>              | 0.23  | 0.22  | 0.30 | 0.045 | 0.066 | 0.14 | 0.26 | 0.20  | 0.20  | 0.14  |
| 計     | 35                            | 31    | 39    | 56   | 33    | 27    | 47   | 51   | 39    | 40    |       |
| その他   | 65                            | 69    | 61    | 44   | 67    | 73    | 53   | 49   | 61    | 60    |       |

### ウ 無機元素成分濃度

各地点のサンプリング期間における無機元素成分濃度の季節別平均値と年平均値を表3-1及び表3-2に示す。鹿屋局及び霧島局における年平均値は高い順に、カリウム、ナトリウム、鉄であった。また、各試料の無機元素29成分の質量濃度合計の年平均値は鹿屋局で0.37µg/m<sup>3</sup>、霧島局で0.36µg/m<sup>3</sup>であり、PM2.5質量濃度に占める割合はそれぞれ2.4%、2.0%であった。

各地点において高濃度で検出された上位6元素（ナトリウム、カリウム、バナジウム、マンガン、鉄、鉛）のうち、海塩が由来とされるナトリウムは鹿屋局で夏季に高く、霧島局では秋季に高かった。野焼き等が由来とされるカリウムは両地点で秋季に高く、石油燃焼の指標とされるバナジウムは両地点で夏季に高かった。鉄鋼工業の指標とされるマンガン、鉄鋼工業や道路粉じん、ブレーキ粉じん等の指標とされる鉄、石炭燃焼の指標とされる鉛は両地点で春季に高かった。

表3-1 各無機元素成分濃度の季節別平均値（鹿屋局）

（単位：質量濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，無機元素成分濃度 $\text{ng}/\text{m}^3$ ，割合％）

| 項目                           | 期間       | 春       | 夏       | 秋       | 冬       | 年平均     |
|------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                              | 無機元素成分濃度 | Be      | <0.038  | <0.038  | <0.038  | <0.038  |
| Na                           |          | (69)    | (91)    | (55)    | <46     | (62)    |
| Al                           |          | <38     | <38     | <38     | <38     | <38     |
| K                            |          | 110     | (29)    | 120     | 96      | (83)    |
| Ca                           |          | <210    | <210    | <210    | <210    | <210    |
| Sc                           |          | <3.3    | <3.3    | <3.3    | <3.3    | <3.3    |
| V                            |          | 2.1     | 3.0     | 2.2     | (0.73)  | 2.0     |
| Cr                           |          | <1.5    | <1.5    | <1.5    | <1.5    | <1.5    |
| Mn                           |          | 3.1     | <0.52   | 2.9     | (1.2)   | 1.5     |
| Fe                           |          | (41)    | <24     | (40)    | (26)    | (27)    |
| Co                           |          | <3.9    | <3.9    | <3.9    | <3.9    | <3.9    |
| Ni                           |          | <8.8    | <8.8    | <8.8    | <8.8    | <8.8    |
| Cu                           |          | (1.5)   | <0.52   | (1.2)   | (0.66)  | (0.77)  |
| Zn                           |          | <77     | <77     | <77     | <77     | <77     |
| As                           |          | 1.2     | 0.22    | 1.5     | 0.75    | 0.85    |
| Se                           |          | 0.77    | 0.12    | 0.87    | 0.45    | 0.50    |
| Rb                           |          | 0.39    | <0.052  | 0.42    | 0.19    | 0.23    |
| Mo                           |          | 0.14    | (0.046) | 0.23    | 0.073   | 0.12    |
| Cd                           |          | (0.13)  | <0.058  | 0.23    | (0.079) | (0.11)  |
| Sb                           |          | 0.42    | (0.085) | 0.66    | 0.23    | 0.33    |
| Cs                           |          | 0.054   | <0.0082 | 0.034   | (0.017) | (0.021) |
| Ba                           |          | (0.66)  | <0.59   | (0.87)  | 2.1     | (1.1)   |
| La                           |          | 0.029   | <0.0065 | 0.032   | (0.015) | (0.018) |
| Ce                           |          | (0.046) | <0.018  | (0.046) | (0.028) | (0.029) |
| Sm                           |          | <0.0067 | <0.0067 | <0.0067 | <0.0067 | <0.0067 |
| Ta                           |          | <0.17   | <0.17   | <0.17   | <0.17   | <0.17   |
| W                            |          | (0.054) | <0.038  | (0.10)  | <0.038  | (0.052) |
| Pb                           |          | 5.5     | (0.30)  | 5.2     | 2.6     | 2.9     |
| Th                           |          | <0.0061 | <0.0061 | <0.0061 | <0.0061 | <0.0061 |
| 無機元素成分質量濃度<br>(無機元素29項目合計)   |          | 0.41    | 0.33    | 0.41    | 0.36    | 0.37    |
| PM2.5質量濃度                    |          | 17.7    | 8.4     | 17.5    | 19.7    | 15.4    |
| PM2.5質量濃度に占める<br>無機元素成分濃度の割合 |          | 2.3     | 4.0     | 2.3     | 1.8     | 2.4     |

※：<は検出下限値未満，()は検出下限値以上かつ定量下限値未満を示す。

(検出下限値及び定量下限値については各測定日に測定した検出下限値の中で一番高い数値を採用。)

検出下限値未満のデータについては，当該検出下限値に1/2を乗じて得られた値を用い，平均値を算出した。

表3-2 各無機元素成分濃度の季節別平均値（霧島局）

（単位：質量濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，無機元素成分濃度 $\text{ng}/\text{m}^3$ ，割合％）

| 項目                           | 期間       | 春        | 夏       | 秋       | 冬       | 年平均     |
|------------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
|                              | 無機元素成分濃度 | Be       | <0.038  | <0.038  | <0.038  | <0.038  |
| Na                           |          | (46)     | <46     | (105)   | <46     | (54)    |
| Al                           |          | (38)     | <38     | <38     | <38     | <38     |
| K                            |          | (81)     | (82)    | 123     | (36)    | (75)    |
| Ca                           |          | <210     | <210    | <210    | <210    | <210    |
| Sc                           |          | <3.3     | <3.3    | <3.3    | <3.3    | <3.3    |
| V                            |          | 3.0      | 3.7     | 1.6     | (0.74)  | 1.9     |
| Cr                           |          | <1.5     | <1.5    | <1.5    | <1.5    | <1.5    |
| Mn                           |          | 3.2      | 2.1     | 1.8     | (1.5)   | 2.0     |
| Fe                           |          | (43)     | <24     | (35)    | <24     | (29)    |
| Co                           |          | <3.9     | <3.9    | <3.9    | <3.9    | <3.9    |
| Ni                           |          | <8.8     | <8.8    | <8.8    | <8.8    | <8.8    |
| Cu                           |          | (1.1)    | (1.4)   | (0.94)  | (0.54)  | (0.91)  |
| Zn                           |          | <77      | <77     | <77     | <77     | <77     |
| As                           |          | 1.3      | 1.3     | 0.60    | 0.52    | 0.84    |
| Se                           |          | 0.73     | 0.78    | 0.43    | 0.41    | 0.55    |
| Rb                           |          | 0.29     | 0.21    | 0.24    | (0.12)  | 0.20    |
| Mo                           |          | 0.21     | 0.22    | 0.17    | 0.11    | 0.17    |
| Cd                           |          | (0.12)   | (0.15)  | (0.098) | (0.076) | (0.10)  |
| Sb                           |          | 0.39     | 0.46    | 0.30    | 0.22    | 0.32    |
| Cs                           |          | 0.034    | (0.020) | (0.018) | (0.014) | (0.020) |
| Ba                           |          | (0.73)   | <0.59   | (0.76)  | <0.59   | <0.59   |
| La                           |          | 0.036    | (0.016) | 0.022   | (0.013) | (0.021) |
| Ce                           |          | 0.072    | (0.032) | (0.039) | (0.019) | 0.038   |
| Sm                           |          | <0.0067  | <0.0067 | <0.0067 | <0.0067 | <0.0067 |
| Ta                           |          | <0.17    | <0.17   | <0.17   | <0.17   | <0.17   |
| W                            |          | 0.71     | 0.35    | 1.3     | 0.59    | 0.74    |
| Pb                           |          | 3.7      | 3.3     | 2.5     | 2.4     | 2.8     |
| Th                           |          | (0.0072) | <0.0061 | <0.0061 | <0.0061 | <0.0061 |
| 無機元素成分質量濃度<br>(無機元素29項目合計)   |          | 0.41     | 0.32    | 0.46    | 0.27    | 0.36    |
| PM2.5質量濃度                    |          | 20.7     | 21.2    | 15.5    | 15.3    | 17.5    |
| PM2.5質量濃度に占める<br>無機元素成分濃度の割合 |          | 2.0      | 1.5     | 2.9     | 1.8     | 2.0     |

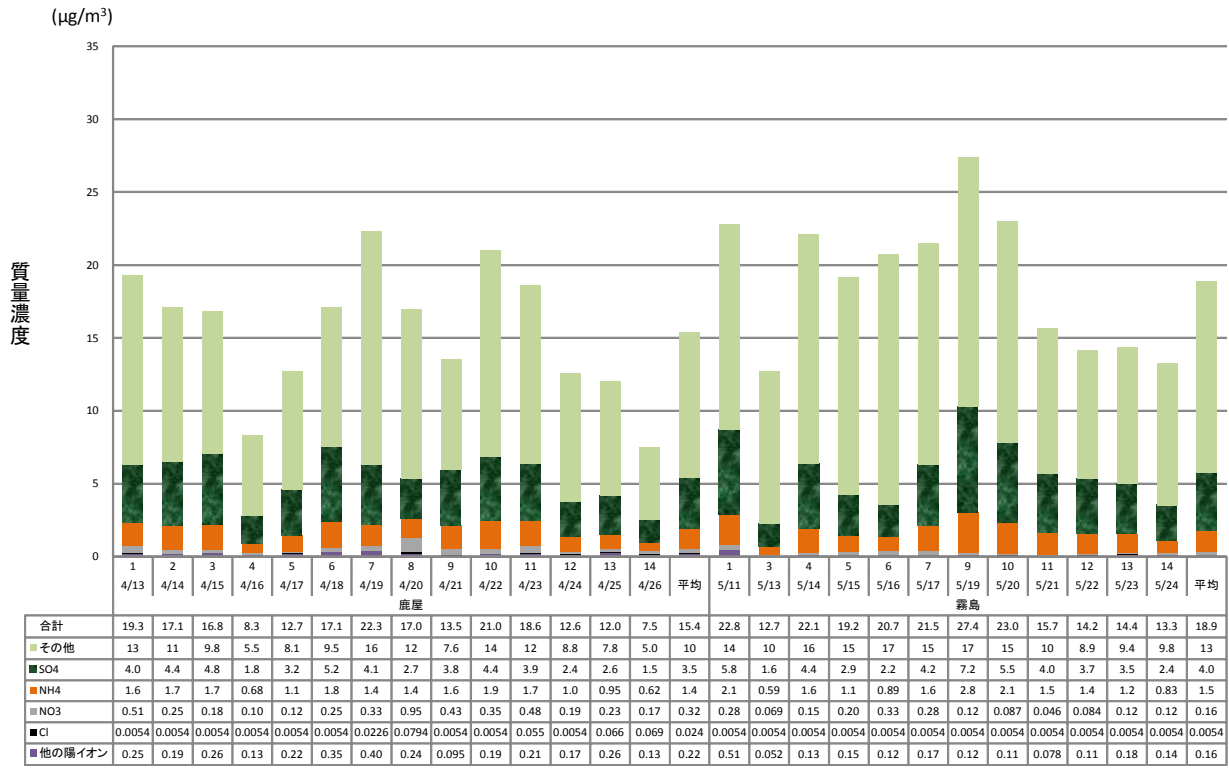
※：<は検出下限値未満，()は検出下限値以上かつ定量下限値未満を示す。

(検出下限値及び定量下限値については各測定日に測定した検出下限値の中で一番高い数値を採用。)

検出下限値未満のデータについては、当該検出下限値に1/2を乗じて得られた値を用い、平均値を算出した。

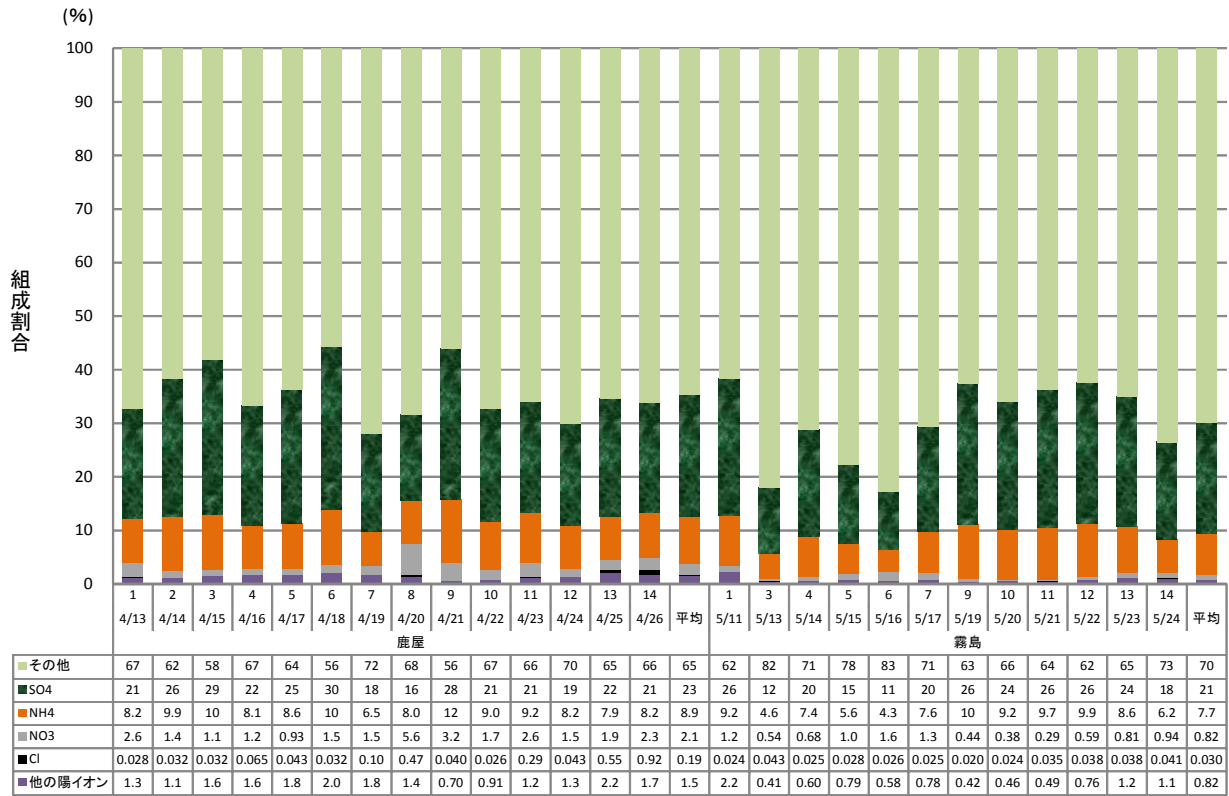
### (3) まとめ

平成29年度の成分分析結果において、サンプリング期間中のPM2.5質量濃度は鹿屋局では冬季に高く、霧島局では夏季に高かった。年間を通して両地点とも硫酸イオン及びアンモニウムイオン濃度の割合が高く、越境汚染の指標とされる鉛濃度が春季に高かった。また、両地点で年間を通して日平均の環境基準を超過した日はなかったことから、大陸からの移流の影響は弱くなってきていることが示唆された。



注) 他の陽イオン:Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>

図1-1 質量濃度（春季）[鹿屋局，霧島局]



注) 他の陽イオン:Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>

図1-2 成分分析結果（春季）[鹿屋局，霧島局]



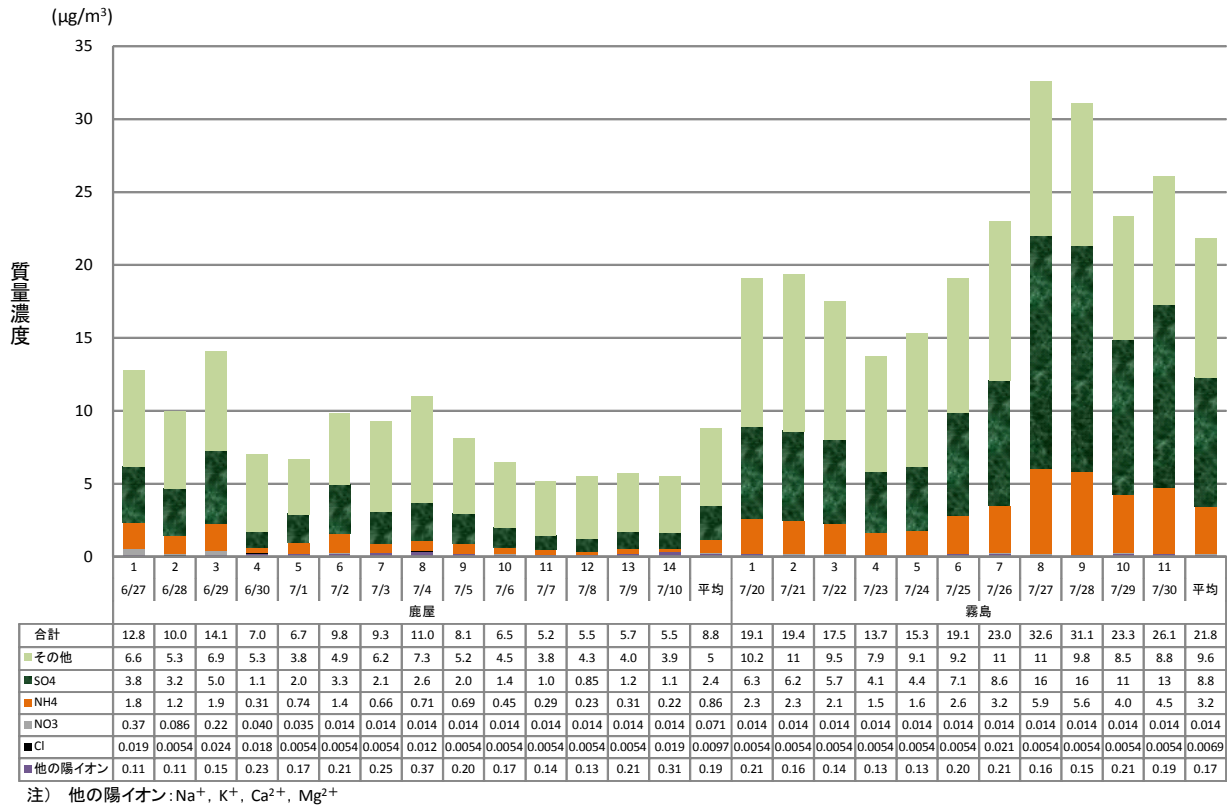


図2-1 質量濃度（夏季）[鹿屋局，霧島局]

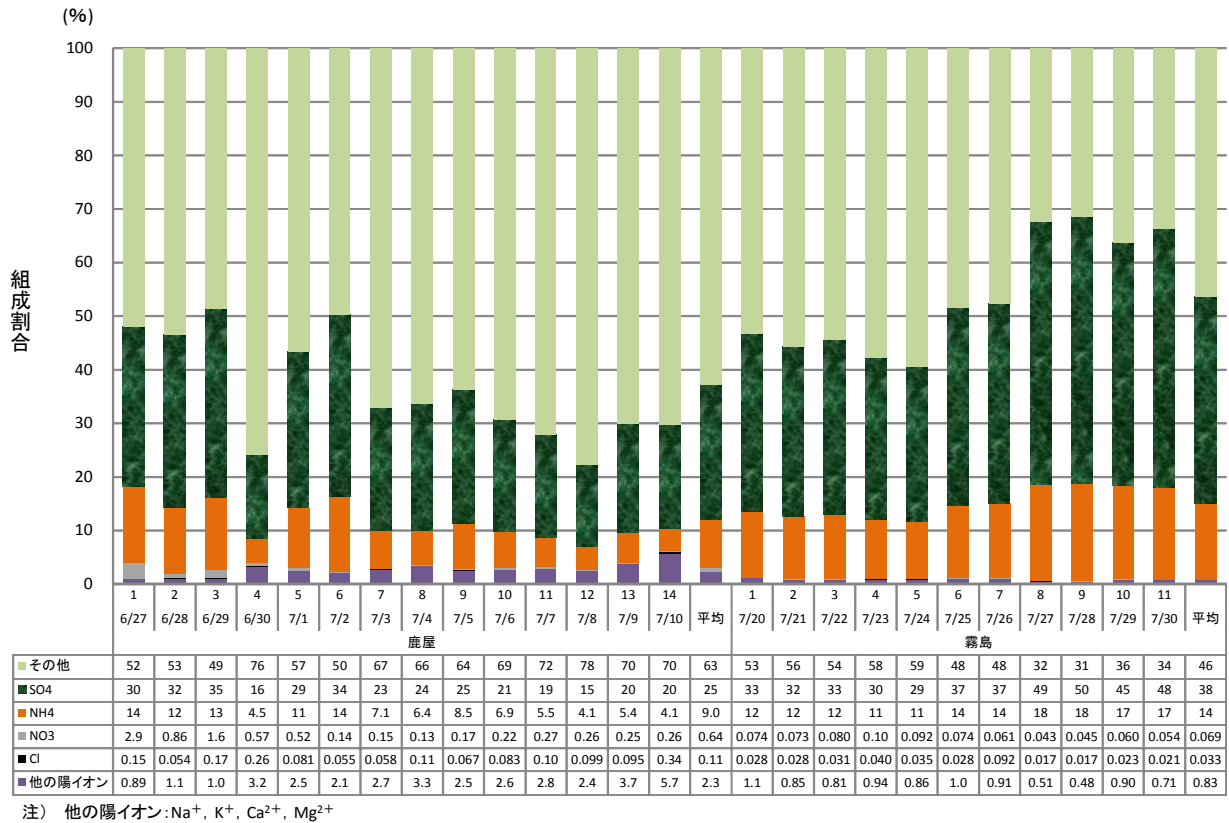
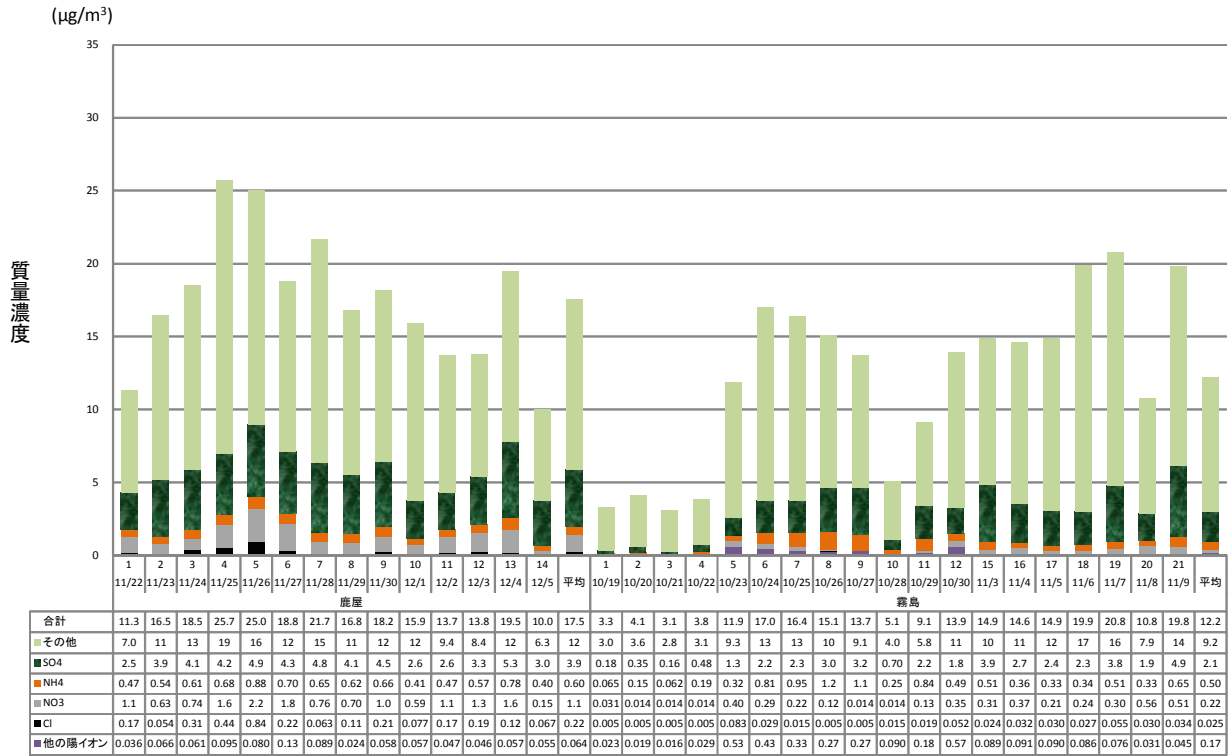
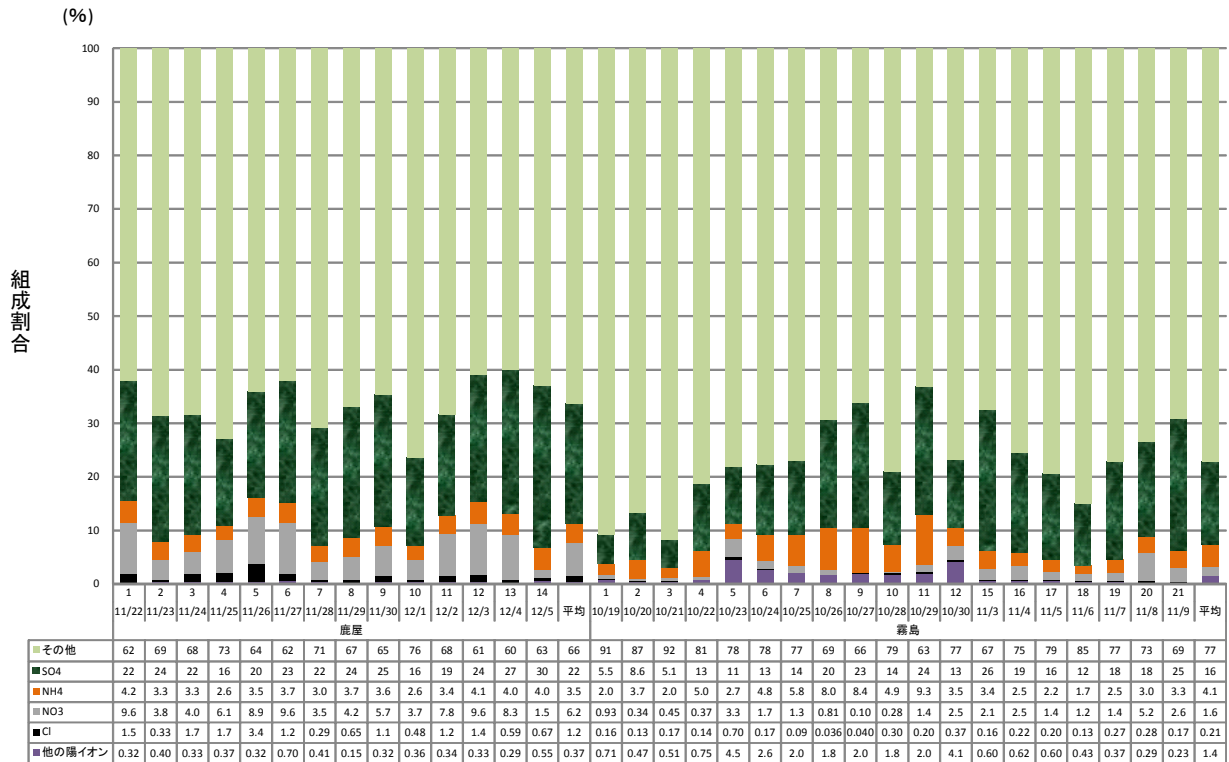


図2-2 成分分析結果（夏季）[鹿屋局，霧島局]



注) 他の陽イオン: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>

図3-1 質量濃度 (秋季) [鹿屋局, 霧島局]



注) 他の陽イオン: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>

図3-2 成分分析結果 (秋季) [鹿屋局, 霧島局]

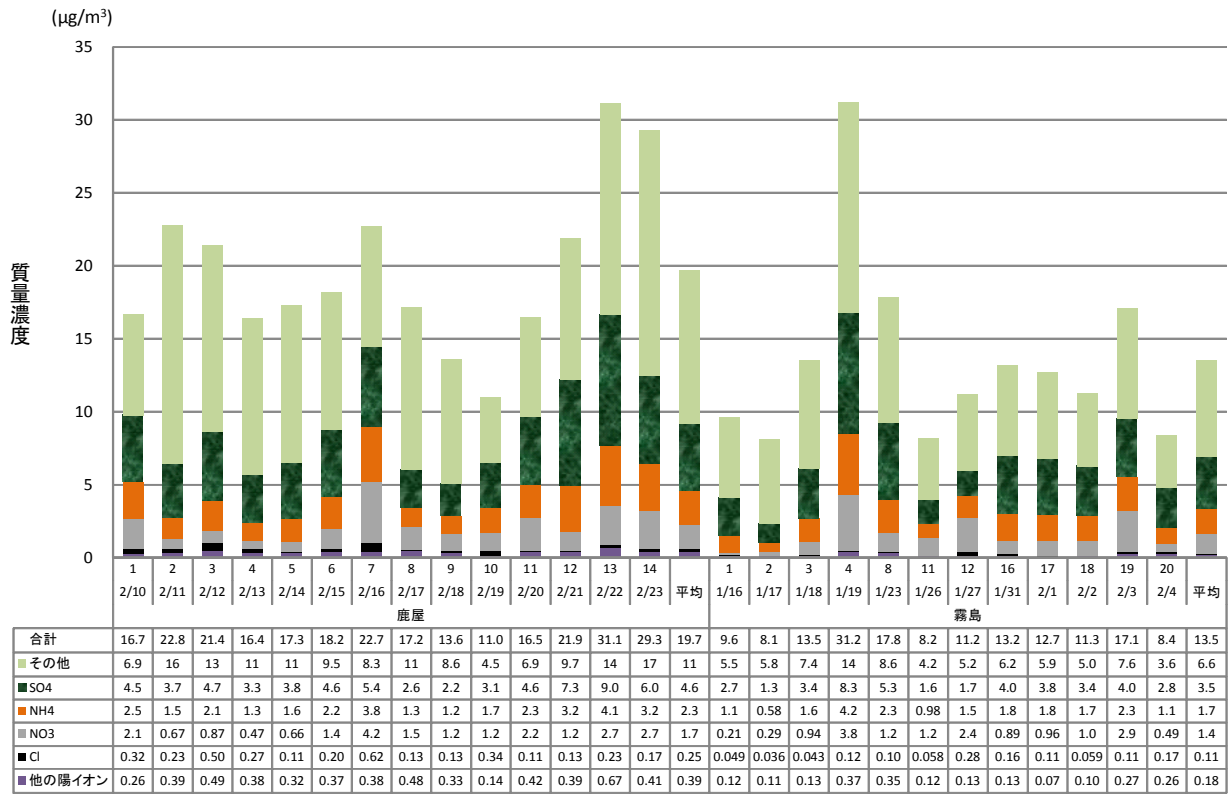


図4-1 質量濃度（冬季）[鹿屋局，霧島局]

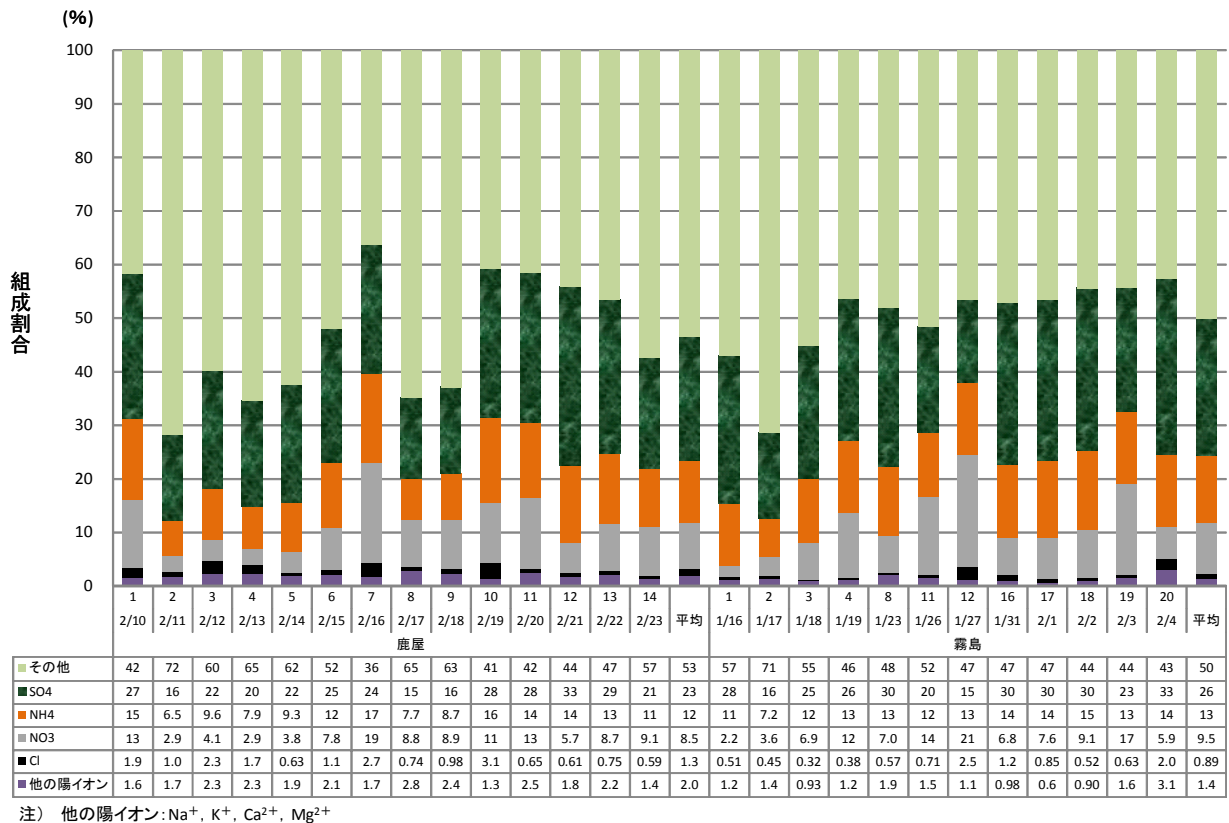


図4-2 成分分析結果（冬季）[鹿屋局，霧島局]