

## 5) 黄砂飛来時における浮遊粉じん中の重金属濃度実態把握調査

北岡 宏道 上野 一憲 松本 依子\* 今村 修

### 要 旨

宇土市と天草市天草町において、平成19年4月から平成21年5月まで大気中の浮遊粉じんを捕集し、粒径分布及び重金属濃度を求め比較検討した。

Al, Ca, Fe, Mg, Mn, Pb, V, As, Se, Be, Co, Th 及び U は黄砂により濃度が高くなった。Al, Ca, Fe, Mg, Mn 及び V は、4 $\mu$ m 付近の粗大粒子が高濃度となり、Pb, As, Se は 0.5 と 0.8 $\mu$ m 付近の微小粒子の濃度がやや高くなった。なお、Zn, Ni 及び Sb は黄砂飛来の影響は少ないと考えられた。

キーワード：黄砂，浮遊粉じん，粒径分布，重金属

#### はじめに

中国大陸内部から飛来する黄砂は浮遊粒子状物質（SPM）の環境基準超過の原因となっている。そこで、黄砂が SPM 濃度に与える影響を求めため、平成13～17年度にかけて黄砂の粒径分布や水溶性イオン成分について実態調査を行った<sup>1)</sup>。

さらに、近年では黄砂とともにばい煙などの粒子状物質が日本に移流し、それらに含まれる重金属等による健康影響が懸念されている。そこで黄砂時及び非黄砂時の粒子状物質に含まれる重金属等について実態把握調査を行ったので報告する。

#### 調査方法

##### 1 調査地点及び調査期間

調査は宇土市栗崎町の本所屋上（以下「宇土市」という。）と天草市天草町高浜北の天草高浜大気汚染常時監視測定局（以下「天草高浜」という。）の2地点で行った（図1）。試料採取は平成19年4月、5月、平成20年3～5月及び平成21年3～5月の8ヶ月を黄

砂期間、平成19年6月～平成20年2月の9ヶ月を非黄砂期間として実施した。

##### 2 試料採取

黄砂期間は、粒径分布を求めためアンダーセン式



図1 調査地点

\*現熊本県環境生活部水環境課

ローボリウムエアサンプラ（以下「AN」という。）と浮遊粉じん濃度及び重金属濃度を調べるためサイクロン式ローボリウムエアサンプラ（以下「LV」という。）を用いて毎月2回、約14日間連続で浮遊粉じんを捕集した。

また、宇土市に飛来する黄砂の重金属濃度を調べるため、黄砂期間中に雨天時をさけてハイボリウムエアサンプラ（以下「HV」という。）を用いて約24時間浮遊粉じんを捕集した。試料は、九州大学/国立環境研究所の化学天気予報システム（CFORS）を用いて飛来を予測し採取を行い、採取したフィルタ捕集面の色から明らかに黄砂を確認された採取開始日及び熊本地方気象台において黄砂が観測された採取開始日を黄砂飛来日、その他を非黄砂飛来日とした。なお、黄砂観測等の大気現象は熊本気象月報<sup>2)</sup>から抽出した。

非黄砂期間は、毎月1回ANとLVで約14日間浮遊粉じんを捕集した。

採取装置及びフィルタは次のとおり。

AN：東京ダイレック（株）AN-200（9ステージ），  
ADVANTEC メンブランフィルタ-PTFE，  
PALLFREX25000QAT-UP(バックアップ)

LV：新宅機械製作所 S2型  
ADVANTEC メンブランフィルタ-  
MIXED CELLULOSE ESTER

HV：紀本電子工業（株）120FT  
PALLFREX 25000QAT-UP

### 3 測定・分析

LV, AN 及び HV のフィルタを室温 20℃湿度 60%で恒量にした後、LV, HV のフィルタは 0.1mg まで、AN

のフィルタは 0.01mg まで正確に量り、浮遊粉じん濃度を算出した。

粒径分布は、AN の測定結果をもとに早狩進氏作成のアンダーセンアナライザー（Andersen97）解析ソフトを用いて分布図を作成した。

重金属濃度は、有害大気汚染物質測定方法マニュアルの圧力容器分解法—誘導結合プラズマ質量分析法<sup>3)</sup>に準じて求めた。AN 及び LV のフィルタは 1/2 を HV のフィルタは約 1/5 を切り取って測定に供した。使用機器は次のとおり。

圧力容器分解装置：マイルストーンゼネラル（株）  
ETHOS TC  
誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）：  
Agilent 7500ce

### 結果及び考察

#### 1 大気中の浮遊粉じん濃度

LVにより約14日間連続採取した浮遊粉じん濃度の変動を図2に示し、黄砂期間の試料には黄砂観測日数/採取日を図中に記した。黄砂期間の2地点の浮遊粉じん濃度の平均  $31.0\mu\text{g}/\text{m}^3$  は、非黄砂期間の2地点の平均  $18.8\mu\text{g}/\text{m}^3$  の約1.6倍であった。

図2において、黄砂観測日数が多いH19.4.20, H19.5.7及びH19.5.21の採取試料は、黄砂により浮遊粉じんが  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える高濃度となったが、平成21年の黄砂期間は黄砂観測日数が少なく濃度は  $30\mu\text{g}/\text{m}^3$  より低かった。また、H20.1.7の採取試料の平均濃度  $28.1\mu\text{g}/\text{m}^3$  は、H19.8.2の  $9.6\mu\text{g}/\text{m}^3$  の約2.8倍と高かったことから、非黄砂期間における浮遊粉じん濃度の変動が大きいことが分かった。

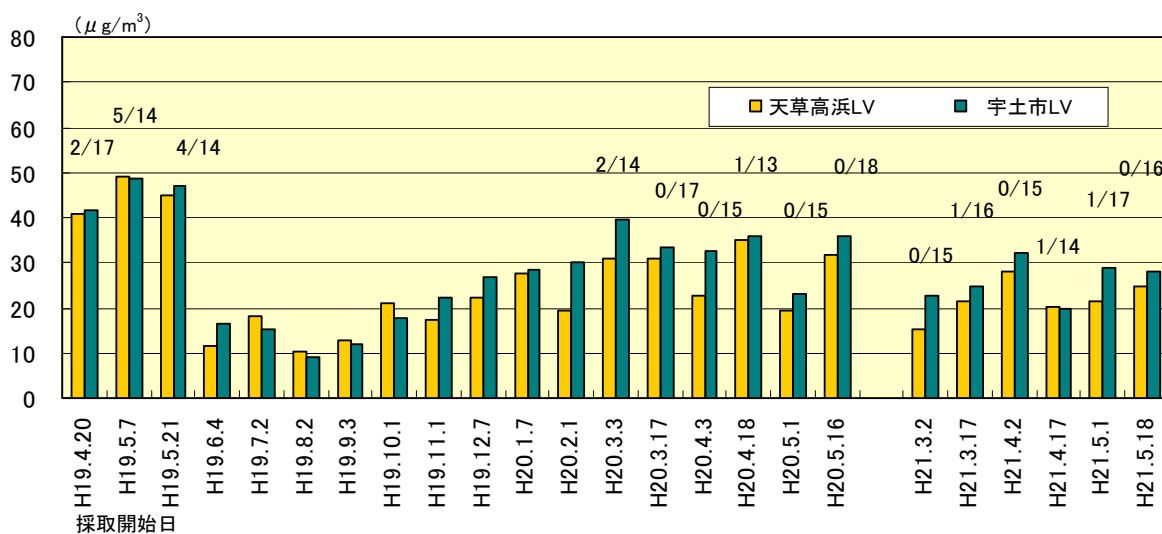


図2 LVにおける浮遊粉じん濃度変動

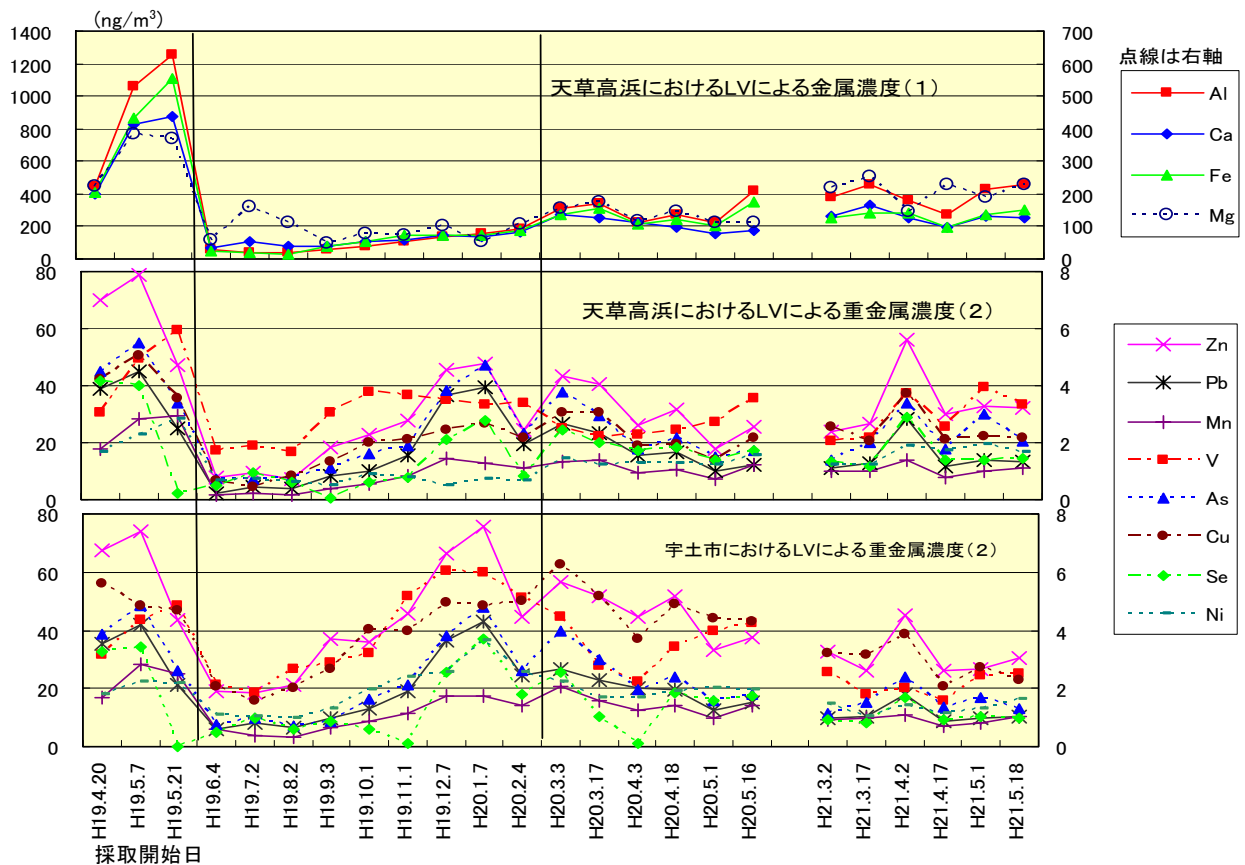


図3 LVによる浮遊粉じんの重金属濃度の変動

## 2 浮遊粉じんの重金属濃度の変動

LVによる浮遊粉じんの重金属濃度を求め、12項目について、重金属濃度と変動を表1及び図3に示した。Mg, Al, Ca, Feは天草高浜の変動のみを上段に示した。

Mg, Al, Ca, Fe及びMnは同じ経月変動を示し、おおむね、非黄砂期間の濃度は黄砂期間より低かった。

Zn, Pb, V, As, Cu, Se及びNiはH19.12.7とH20.1.7の採取試料の濃度が高く、Mg, Al, Ca, Fe, Mnの変動と異なり、非黄砂期間の経月変動は大きいと考えら

れた。また、宇土市のZn, V, Cu, Niの濃度は天草高浜より高く、地域差が見られた。

## 3 浮遊粉じんの粒径分布

ANにより得られた粒径別(9ステージ)の浮遊粉じん濃度から粒径分布図を作成した。宇土市において、黄砂観測日数が多かった試料及び非黄砂期間でLVによる浮遊粉じん濃度が高かった試料の粒径分布図を図4に示した。左軸は浮遊粉じん累積濃度を表し、黄砂期間の試料には黄砂観測日数/採取日を図中に記した。

浮遊粉じんの粒径分布は二山型で、自然由来<sup>4),5)</sup>と

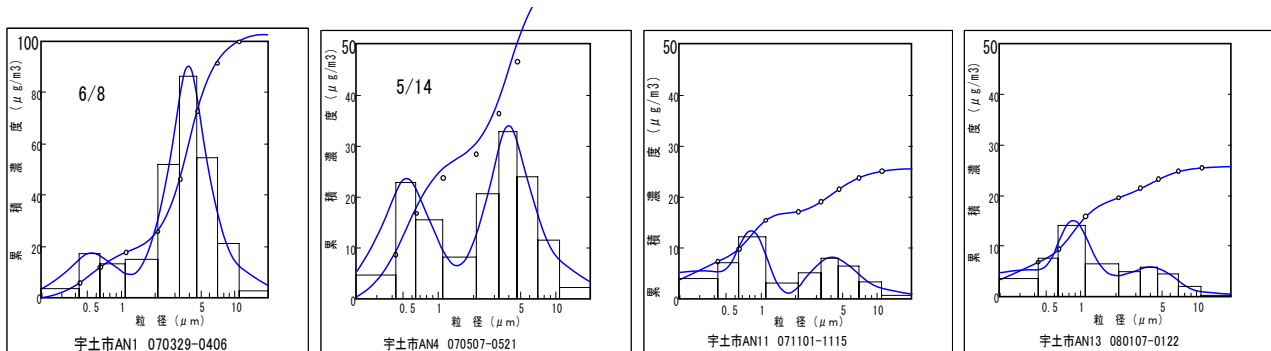


図4 浮遊粉じんの粒径分布

表1 LVによる重金属濃度

| 天草高浜       |                   | 網掛は黄砂期間 |      |     |      | NDは検出下限値未満 |      |      |      | (ng/m <sup>3</sup> ) |      |      |      |
|------------|-------------------|---------|------|-----|------|------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|
| 試料名        | 採取期間              | Mg      | Al   | Ca  | Fe   | Zn         | Pb   | Mn   | V    | As                   | Cu   | Se   | Ni   |
| 天草高浜LV 3   | H19. 4. 20-5. 7   | 223     | 447  | 394 | 405  | 70.1       | 39.1 | 17.7 | 3.08 | 4.52                 | 4.22 | 4.18 | 1.64 |
| 天草高浜LV 4   | H19. 5. 7-5. 21   | 382     | 1065 | 824 | 864  | 78.8       | 44.8 | 28.4 | 4.93 | 5.51                 | 5.06 | 3.99 | 2.25 |
| 天草高浜LV 5   | H19. 5. 21-6. 4   | 368     | 1257 | 878 | 1113 | 47.0       | 25.2 | 29.7 | 5.97 | 3.36                 | 3.56 | 0.24 | 2.85 |
| 天草高浜LV 6   | H19. 6. 4-6. 19   | 58      | 54   | 72  | 50   | 7.7        | 2.4  | 1.7  | 1.72 | 0.73                 | 0.68 | 0.52 | 0.66 |
| 天草高浜LV 7   | H19. 7. 2-7. 13   | 162     | 35   | 105 | 38   | 9.3        | 4.4  | 2.1  | 1.90 | 0.73                 | 0.44 | 0.95 | 0.75 |
| 天草高浜LV 8   | H19. 8. 2-8. 15   | 109     | 38   | 78  | 30   | 7.3        | 3.7  | 1.5  | 1.66 | 0.80                 | 0.82 | 0.61 | 0.63 |
| 天草高浜LV 9   | H19. 9. 3-9. 18   | 48      | 54   | 79  | 74   | 18.4       | 8.3  | 3.9  | 3.06 | 1.11                 | 1.34 | ND   | 0.49 |
| 天草高浜LV 10  | H19. 10. 1-10. 15 | 78      | 76   | 105 | 102  | 22.5       | 10.0 | 5.4  | 3.76 | 1.63                 | 1.98 | 0.61 | 0.86 |
| 天草高浜LV 11  | H19. 11. 1-11. 15 | 73      | 111  | 121 | 143  | 27.5       | 15.3 | 8.1  | 3.66 | 1.89                 | 2.10 | 0.79 | 0.80 |
| 天草高浜LV 12  | H19. 12. 7-12. 21 | 101     | 133  | 141 | 149  | 45.4       | 36.6 | 14.4 | 3.52 | 3.84                 | 2.43 | 2.11 | 0.51 |
| 天草高浜LV 13  | H20. 1. 7-1. 22   | 52      | 151  | 133 | 147  | 47.8       | 39.3 | 13.0 | 3.34 | 4.72                 | 2.69 | 2.78 | 0.74 |
| 天草高浜LV 14  | H20. 2. 1-2. 15   | 107     | 187  | 163 | 170  | 24.6       | 19.5 | 11.1 | 3.36 | 2.34                 | 2.14 | 0.85 | 0.65 |
| 天草高浜LV 15  | H20. 3. 3-3. 17   | 156     | 311  | 274 | 272  | 43.4       | 26.5 | 13.2 | 2.51 | 3.79                 | 3.08 | 2.46 | 1.42 |
| 天草高浜LV 16  | H20. 3. 17-4. 3   | 174     | 343  | 254 | 309  | 40.5       | 23.2 | 13.6 | 2.23 | 2.95                 | 3.05 | 2.01 | 1.24 |
| 天草高浜LV 17  | H20. 4. 3-4. 18   | 115     | 221  | 224 | 209  | 26.0       | 15.8 | 9.3  | 2.30 | 1.80                 | 1.90 | 1.74 | 1.29 |
| 天草高浜LV 18  | H20. 4. 18-5. 1   | 144     | 270  | 193 | 244  | 31.9       | 16.6 | 10.8 | 2.44 | 2.17                 | 1.93 | 1.85 | 1.26 |
| 天草高浜LV 19  | H20. 5. 1-5. 16   | 110     | 223  | 153 | 205  | 17.7       | 9.8  | 7.3  | 2.72 | 1.51                 | 1.38 | 1.37 | 1.21 |
| 天草高浜LV 20  | H20. 5. 16-6. 3   | 114     | 418  | 174 | 350  | 25.7       | 12.5 | 12.0 | 3.55 | 1.73                 | 2.16 | 1.73 | 1.53 |
| 天草高浜LV 21  | H21. 3. 2-3. 17   | 217     | 383  | 258 | 253  | 24.0       | 10.9 | 10.2 | 2.05 | 1.39                 | 2.58 | 1.32 | 1.23 |
| 天草高浜LV 22  | H21. 3. 17-4. 2   | 250     | 454  | 335 | 284  | 26.7       | 12.5 | 10.2 | 2.19 | 1.98                 | 2.04 | 1.15 | 1.25 |
| 天草高浜LV 23  | H21. 4. 2-4. 17   | 148     | 356  | 253 | 279  | 55.9       | 28.3 | 13.7 | 3.70 | 3.40                 | 3.72 | 2.87 | 1.90 |
| 天草高浜LV 24  | H21. 4. 17-5. 1   | 231     | 269  | 195 | 191  | 30.2       | 11.9 | 7.8  | 2.54 | 1.78                 | 2.14 | 1.38 | 1.74 |
| 天草高浜LV 25  | H21. 5. 1-5. 18   | 190     | 425  | 259 | 271  | 33.0       | 13.9 | 10.0 | 3.96 | 3.01                 | 2.21 | 1.41 | 1.96 |
| 天草高浜LV 26  | H21. 5. 18-6. 3   | 230     | 459  | 249 | 305  | 32.1       | 13.3 | 11.4 | 3.35 | 2.05                 | 2.19 | 1.43 | 1.66 |
| 平均濃度       |                   | 160     | 323  | 246 | 269  | 33.1       | 18.5 | 11.1 | 3.1  | 2.4                  | 2.3  | 1.6  | 1.3  |
| 最高濃度       |                   | 382     | 1257 | 878 | 1113 | 78.8       | 44.8 | 29.7 | 6.0  | 5.5                  | 5.1  | 4.2  | 2.9  |
| 最低濃度       |                   | 48      | 35   | 72  | 29.7 | 7.3        | 2.4  | 1.5  | 1.7  | 0.7                  | 0.4  | 0.2  | 0.5  |
| 黄砂期間 平均濃度  |                   | 203     | 460  | 328 | 370  | 38.9       | 20.3 | 13.7 | 3.2  | 2.7                  | 2.7  | 1.9  | 1.6  |
| 非黄砂期間 平均濃度 |                   | 88      | 93   | 111 | 100  | 23.4       | 15.5 | 6.8  | 2.9  | 2.0                  | 1.6  | 1.0  | 0.7  |

宇土市

| 試料名        | 採取期間              | Mg  | Al   | Ca  | Fe  | Zn   | Pb   | Mn   | V    | As   | Cu   | Se   | Ni   |
|------------|-------------------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 宇土市LV 3    | H19. 4. 20-5. 7   | 143 | 420  | 330 | 389 | 67.7 | 35.4 | 16.8 | 3.16 | 3.86 | 5.59 | 3.29 | 1.78 |
| 宇土市LV 4    | H19. 5. 7-5. 21   | 295 | 1050 | 786 | 873 | 74.1 | 42.0 | 28.5 | 4.33 | 4.86 | 4.86 | 3.41 | 2.23 |
| 宇土市LV 5    | H19. 5. 21-6. 4   | 336 | 1115 | 767 | 907 | 43.5 | 21.2 | 25.2 | 4.82 | 2.63 | 4.69 | ND   | 2.16 |
| 宇土市LV 6    | H19. 6. 4-6. 19   | 50  | 94   | 77  | 114 | 19.0 | 5.8  | 5.9  | 2.13 | 0.75 | 2.08 | 0.50 | 1.07 |
| 宇土市LV 7    | H19. 7. 2-7. 13   | 62  | 37   | 57  | 51  | 18.3 | 8.0  | 3.6  | 1.84 | 0.99 | 1.57 | 1.00 | 1.05 |
| 宇土市LV 8    | H19. 8. 2-8. 15   | 60  | 45   | 57  | 63  | 21.0 | 6.5  | 3.4  | 2.65 | 0.69 | 2.04 | 0.59 | 1.01 |
| 宇土市LV 9    | H19. 9. 3-9. 18   | 48  | 70   | 74  | 122 | 36.8 | 9.9  | 6.5  | 2.89 | 0.88 | 2.64 | 0.89 | 1.30 |
| 宇土市LV 10   | H19. 10. 1-10. 15 | 58  | 105  | 108 | 161 | 35.9 | 12.8 | 8.5  | 3.19 | 1.61 | 4.02 | 0.61 | 1.99 |
| 宇土市LV 11   | H19. 11. 1-11. 15 | 76  | 137  | 141 | 200 | 45.6 | 18.8 | 11.3 | 5.18 | 2.10 | 3.99 | ND   | 2.40 |
| 宇土市LV 12   | H19. 12. 7-12. 21 | 92  | 160  | 177 | 219 | 66.2 | 36.7 | 17.5 | 6.06 | 3.78 | 4.95 | 2.57 | 2.57 |
| 宇土市LV 13   | H20. 1. 7-1. 22   | 66  | 190  | 179 | 241 | 75.5 | 42.8 | 17.3 | 5.97 | 4.81 | 4.86 | 3.69 | 3.63 |
| 宇土市LV 14   | H20. 2. 1-2. 15   | 104 | 231  | 191 | 242 | 44.8 | 24.4 | 14.1 | 5.12 | 2.62 | 5.00 | 1.78 | 2.57 |
| 宇土市LV 15   | H20. 3. 3-3. 17   | 245 | 641  | 513 | 546 | 56.4 | 26.7 | 20.5 | 4.44 | 3.99 | 6.25 | 2.56 | 2.23 |
| 宇土市LV 16   | H20. 3. 17-4. 3   | 157 | 405  | 280 | 372 | 51.9 | 23.0 | 16.0 | 2.76 | 3.01 | 5.19 | 1.04 | 1.70 |
| 宇土市LV 17   | H20. 4. 3-4. 18   | 118 | 264  | 265 | 277 | 44.6 | 20.0 | 12.5 | 2.25 | 1.98 | 3.69 | ND   | 1.69 |
| 宇土市LV 18   | H20. 4. 18-5. 1   | 147 | 375  | 236 | 347 | 51.9 | 19.6 | 14.2 | 3.42 | 2.39 | 4.91 | 1.86 | 1.90 |
| 宇土市LV 19   | H20. 5. 1-5. 16   | 101 | 294  | 202 | 276 | 33.2 | 12.6 | 9.6  | 3.98 | 1.56 | 4.41 | 1.57 | 2.03 |
| 宇土市LV 20   | H20. 5. 16-6. 3   | 106 | 444  | 220 | 384 | 37.8 | 15.2 | 14.1 | 4.26 | 1.82 | 4.30 | 1.77 | 1.98 |
| 宇土市LV 21   | H21. 3. 2-3. 17   | 120 | 293  | 199 | 217 | 32.4 | 9.7  | 9.4  | 2.58 | 1.16 | 3.19 | 0.93 | 1.49 |
| 宇土市LV 22   | H21. 3. 17-4. 2   | 192 | 462  | 346 | 291 | 26.2 | 10.2 | 10.0 | 1.79 | 1.53 | 3.13 | 0.80 | 1.06 |
| 宇土市LV 23   | H21. 4. 2-4. 17   | 99  | 309  | 224 | 227 | 45.3 | 18.1 | 10.8 | 2.03 | 2.41 | 3.85 | 1.70 | 1.40 |
| 宇土市LV 24   | H21. 4. 17-5. 1   | 102 | 251  | 157 | 181 | 26.1 | 9.0  | 7.2  | 1.56 | 1.35 | 2.08 | 0.92 | 1.12 |
| 宇土市LV 25   | H21. 5. 1-5. 18   | 112 | 338  | 199 | 221 | 26.8 | 9.6  | 8.2  | 2.44 | 1.68 | 2.73 | 1.03 | 1.31 |
| 宇土市LV 26   | H21. 5. 18-6. 3   | 142 | 375  | 221 | 252 | 30.4 | 10.4 | 10.1 | 2.52 | 1.32 | 2.30 | 0.97 | 1.64 |
| 平均濃度       |                   | 126 | 338  | 259 | 321 | 45.8 | 21.2 | 13.6 | 3.8  | 2.5  | 4.2  | 1.5  | 2.0  |
| 最高濃度       |                   | 336 | 1115 | 786 | 907 | 75.5 | 42.8 | 28.5 | 6.1  | 4.9  | 6.2  | 3.7  | 3.6  |
| 最低濃度       |                   | 48  | 37   | 57  | 51  | 18.3 | 5.8  | 3.4  | 1.8  | 0.7  | 1.6  | 1.6  | 1.0  |
| 黄砂期間 平均濃度  |                   | 183 | 557  | 400 | 486 | 51.2 | 23.9 | 17.5 | 3.7  | 2.9  | 4.9  | 1.7  | 2.0  |
| 非黄砂期間 平均濃度 |                   | 69  | 119  | 118 | 157 | 40.3 | 18.4 | 9.8  | 3.9  | 2.0  | 3.5  | 1.3  | 2.0  |

言われる粗大粒子側の極大は黄砂期間及び非黄砂期間とも4 $\mu$ m付近にあり、黄砂観測日数が多いと粗大粒子側の極大は非常に高濃度になることから、飛来する黄砂の粒径は4 $\mu$ m付近が多いと考えられた。

人為的起源<sup>4),5)</sup>と言われる微小粒子側の極大は0.5 $\mu$ mと0.8 $\mu$ m付近に出現した。0.8 $\mu$ m付近の粒子は、黄砂期間及び非黄砂期間とも同程度の濃度であったことから、黄砂の影響が少ない粒子と考えられた。また、0.5 $\mu$ m付近の粒子は、黄砂期間の濃度が非黄砂期間より明らかに高かったことから、黄砂に由来すると考えられた。

#### 4 重金属濃度の粒径分布

ANにより得られた粒径別(9ステージ)の重金属濃度から粒径分布図を作成した。天草高浜において、平成19年4月、5月、11月及び平成20年1月に採取した試料の粒径分布を図5-1~5-4に示した。なお、Ni, Cu, As, Se, Vの一部のステージにおける金属濃度は検出下限値未満であった。

Al, Ca, Fe, Mgの粒径分布は4 $\mu$ m付近の粗大粒子側に偏り、黄砂観測日数によって粗大粒子濃度が大きく変動していたことから、Al, Ca, Fe, Mgは黄砂に由来する金属と考えられた。図5-1~5-2におけるMn, Vの粒径分布図から、Mn及びVは特に黄砂観測日数が5日以上試料において、粗大粒子側の粒子濃度が高く、黄砂により濃度が高くなったと考えられた。

Zn, Pb, As及びSeの粒径分布は二山型だが、比較的微小粒子側(0.5と0.8 $\mu$ m付近)に極大が偏っていた。黄砂期間の図5-1と図5-2から0.5付近の微小粒子濃度が高かった。非黄砂期間の図5-3と図5-4では0.8 $\mu$ m付近の微小粒子濃度が高かった。

#### 5 HVによる浮遊粉じんの重金属濃度

黄砂期間にHVにより約24時間捕集した浮遊粉じん中の重金属濃度とその集計を表2に示した。黄砂飛来日の採取は15回、非黄砂飛来日の採取は9回であった。

黄砂飛来日のMg, Al, Ca, Fe, Mn, Co及びThは、その平均濃度と最高濃度は非黄砂飛来日と比べて2倍以上高く、黄砂の影響を強く受けていた。また、Pb, V, As, Se, Cr, Be, Cd, Ti, 及びUも黄砂により影響を受け、黄砂飛来日の平均濃度等は非黄砂飛来日と比べて高かった。

Zn, Ni及びSbは、平均濃度等は黄砂飛来日と非黄砂飛来日の差はなく、黄砂の影響を受けにくいと考えられた。

## ま と め

宇土市と天草高浜の2点において、黄砂が多く観測される平成19年4月、5月、平成20年3~5月及び平成21年3~5月の8ヶ月を黄砂期間、平成19年6月~平成20年2月の9ヶ月を非黄砂期間として調査を実施した。

1 浮遊粉じんの粒径分布は二山型で、自然由来の粗大粒子側の極大は4 $\mu$ m付近にあり、黄砂により粗大粒子側の極大が特に高くなった。

微小粒子側の極大は、0.5 $\mu$ m付近と0.8 $\mu$ m付近に出現し、0.5 $\mu$ m付近の粒子は黄砂により濃度が高くなったと考えられた。

2 Al, Ca, Fe, Mg, Mn, Pb, V, As, Se, Be, Co, Th及びUは黄砂により濃度が高くなった。

Al, Ca, Fe, Mg, Mn及びVは、粗大粒子側(4 $\mu$ m付近)の粒子濃度が高濃度となり、Pb, As, Seは0.5と0.8 $\mu$ m付近の微小粒子側粒子の濃度がやや高くなった。

なお、Zn, Ni及びSbは黄砂の影響を受けにくいと考えられた。

3 Zn, Pb, V, Cu, As, Seの経月変動はAl, Ca, Fe, Mg, Mnと異なり、平成20年1月に高濃度を示し、非黄砂期間の変動が大きいことが分かった。

## 参 考 文 献

- 1) 木山雅文, 北岡宏道, 緒方和博, 松崎達哉, 矢野弘道, 上野一憲: 熊本県保健環境科学研究所報, 34, 77(2004).
- 2) 熊本気象台: 熊本県気象月報, 2007(4)-2009(5).
- 3) 有害大気汚染物質測定方法マニュアル 大気中の重金属類の多元素同時測定方法, 平成18年2月.
- 4) 笠原三紀夫: 粒子状大気汚染の現状と今後の課題, 大気環境学会誌, 37, 96-107, 2002.
- 5) 日本化学会編: 大気の化学, No.10, 1990.

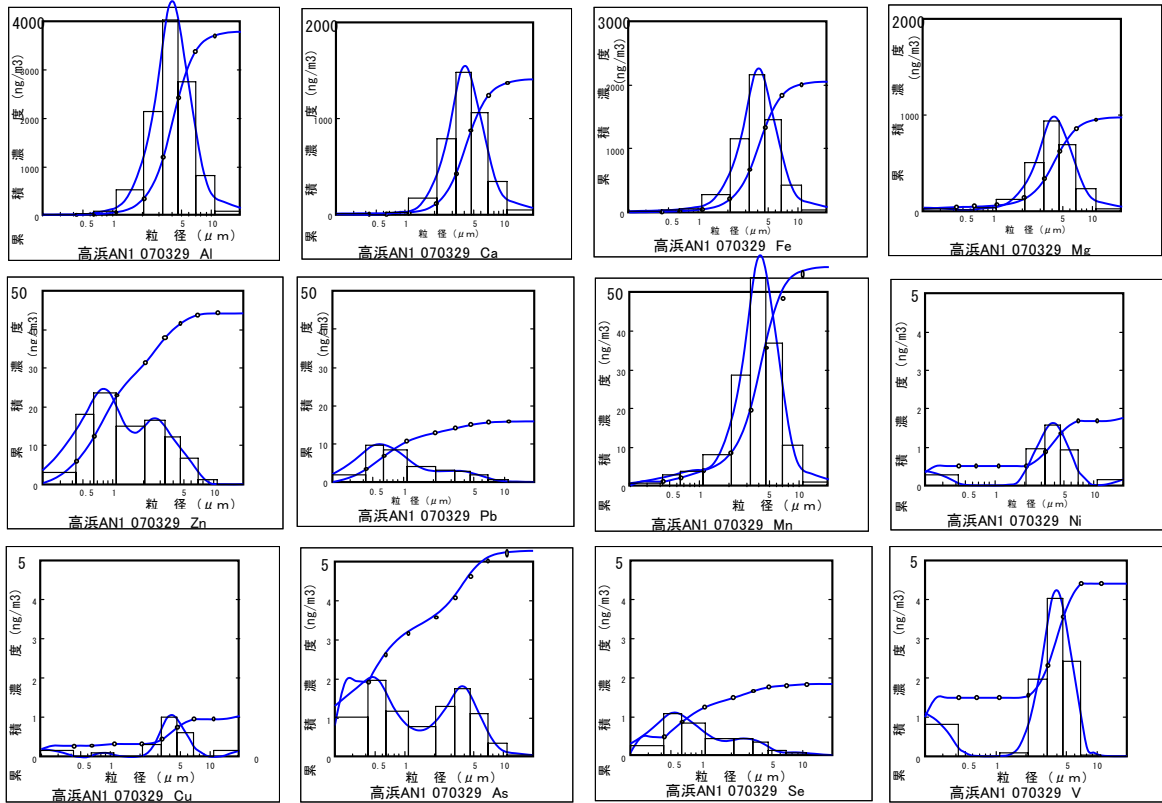


図5-1 天草高浜AN1 (H19.3.29-4.6)における重金属濃度の粒径分布 (6/9 黄砂観測日数/採取日数)

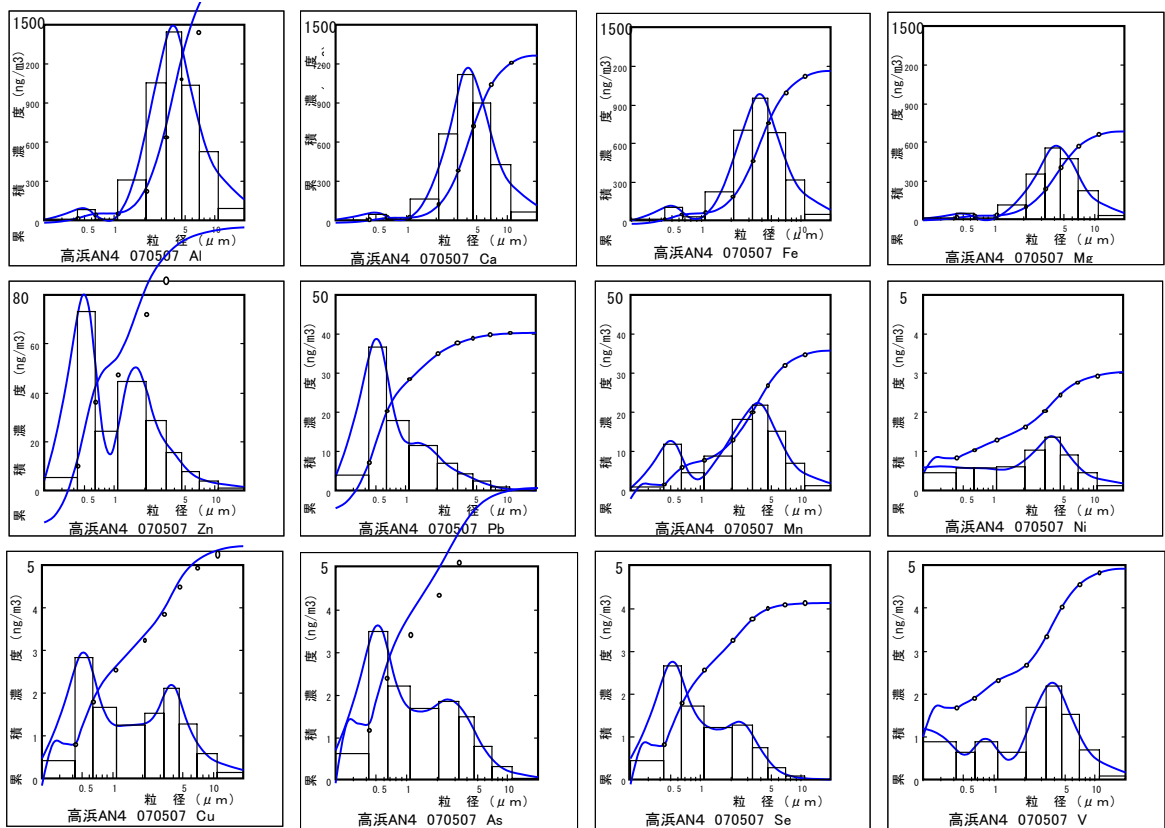


図5-2 天草高浜AN4 (H19.5.7-5.21)における重金属濃度の粒径分布 (5/14 黄砂観測日数/採取日数)

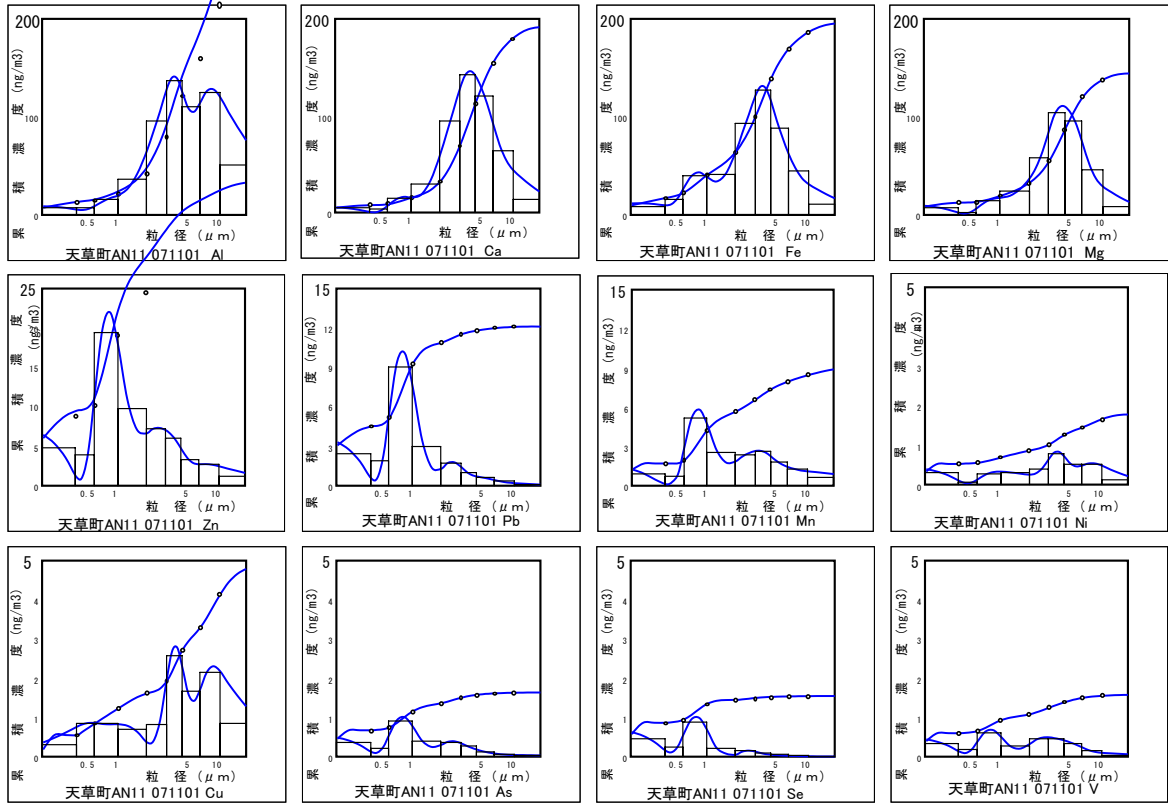


図5-3 天草高浜AN11 (H19. 11. 1-11. 15)における重金属濃度の粒径分布

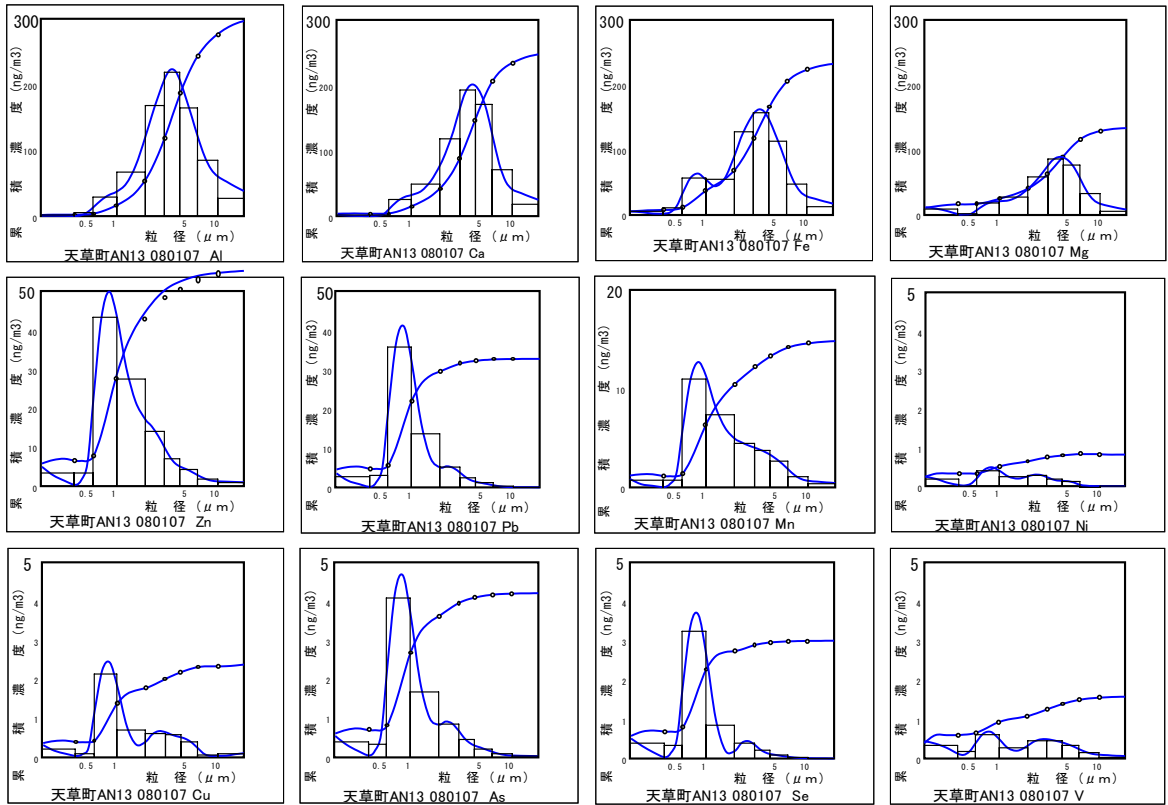


図5-4 天草高浜AN13 ( H20. 1. 7-1. 21)における重金属の粒径分布

表2 HVによる重金属濃度

網掛は黄砂飛来日 NDは検出下限値未満 単位：ng/m<sup>3</sup>

| 試料名(採取期間)               | Mg   | Al    | Ca   | Fe   | Zn  | Pb | Mn  | V    | As  | Se  | Ni  | Cr   | Be   | Co   | Cd   | Sb  | Tl   | Th   | U    |
|-------------------------|------|-------|------|------|-----|----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| 宇土市HV01 (H19.4.2-4.3)   | 2724 | 12337 | 4879 | 8553 | 59  | 15 | 177 | 15.5 | 6.0 | 1.3 | 7.2 | 12.4 | 0.71 | 3.41 | 0.56 | 1.4 | 0.24 | 2.34 | 0.65 |
| 宇土市HV04 (H19.4.26-4.27) | 486  | 1991  | 1708 | 1505 | 182 | 71 | 45  | 4.7  | 7.5 | 7.3 | 3.4 | 5.5  | 0.13 | 0.73 | 2.08 | 3.8 | 0.72 | 0.51 | 0.17 |
| 宇土市HV05 (H19.4.27-4.29) | 369  | 1579  | 1313 | 1210 | 106 | 54 | 30  | 3.3  | 5.6 | 5.1 | 2.4 | 3.7  | 0.10 | 0.57 | 1.52 | 2.9 | 0.43 | 0.34 | 0.13 |
| 宇土市HV07 (H19.5.26-5.27) | 1038 | 6041  | 5715 | 5627 | 86  | 41 | 118 | 11.9 | 6.6 | 4.2 | 6.5 | 9.6  | 0.51 | 2.89 | 0.87 | 2.2 | 0.56 | 1.73 | 0.63 |
| 宇土市HV08 (H19.5.28-5.29) | 954  | 3653  | 3340 | 3044 | 109 | 31 | 67  | 9.1  | 5.4 | 4.6 | 5.4 | 7.2  | 0.23 | 1.46 | 1.12 | 2.9 | 0.38 | 0.98 | 0.31 |
| 宇土市HV10 (H20.3.3-3.4)   | 1354 | 3522  | 2791 | 2409 | 35  | 14 | 47  | 4.5  | 3.3 | 1.5 | 2.7 | 4.6  | 0.09 | 0.66 | 0.42 | 0.8 | 0.15 | 0.93 | 0.38 |
| 宇土市HV13 (H20.3.24-3.25) | 239  | 951   | 742  | 1089 | 73  | 30 | 38  | 3.3  | 4.1 | 3.3 | 1.8 | 3.3  | ND   | 0.39 | 0.71 | 1.5 | 0.31 | 0.33 | 0.15 |
| 宇土市HV14 (H20.3.25-3.26) | 397  | 880   | 907  | 905  | 64  | 29 | 29  | 3.0  | 3.1 | 2.9 | 1.3 | 2.2  | ND   | 0.30 | 0.65 | 1.1 | 0.27 | 0.33 | 0.12 |
| 宇土市HV16 (H20.5.31-6.1)  | 205  | 2632  | 1268 | 2895 | 63  | 9  | 63  | 8.6  | 3.1 | 1.6 | 5.0 | 4.5  | 0.11 | 0.76 | 0.50 | 2.3 | 0.14 | 0.43 | 0.23 |
| 宇土市HV17 (H20.6.1-6.2)   | 201  | 1483  | 619  | 1200 | 39  | 8  | 26  | 3.4  | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 2.0  | ND   | 0.29 | 0.32 | 1.3 | 0.09 | 0.26 | 0.11 |
| 宇土市HV22 (H21.2.11-2.12) | 497  | 1549  | 2059 | 1429 | 89  | 50 | 53  | 6.6  | 6.2 | 5.8 | 4.2 | 5.1  | 0.09 | 0.69 | 1.01 | 2.0 | 0.41 | 0.25 | 0.13 |
| 宇土市HV23 (H21.2.12-2.13) | 358  | 1218  | 1639 | 1249 | 77  | 40 | 44  | 7.5  | 5.1 | 3.9 | 4.1 | 4.4  | 0.07 | 0.55 | 0.88 | 2.4 | 0.30 | 0.13 | 0.09 |
| 宇土市HV24 (H21.2.21-2.22) | 386  | 2399  | 1630 | 2035 | 36  | 18 | 54  | 9.5  | 2.2 | 0.7 | 4.1 | 4.6  | 0.11 | 0.84 | 0.59 | 1.3 | 0.12 | 0.28 | 0.11 |
| 宇土市HV27 (H21.3.17-3.18) | 1053 | 3205  | 3698 | 2332 | 58  | 25 | 63  | 8.7  | 3.7 | 2.1 | 4.4 | 6.0  | 0.13 | 1.00 | 0.73 | 1.4 | 0.20 | 0.63 | 0.21 |
| 宇土市HV31 (H21.5.8-5.9)   | 193  | 1077  | 911  | 1100 | 96  | 33 | 40  | 7.4  | 4.5 | 3.1 | 3.8 | 3.9  | ND   | 0.42 | 0.86 | 2.1 | 0.23 | 0.14 | ND   |
| 宇土市HV02 (H19.4.11-4.12) | 235  | 925   | 659  | 781  | 76  | 23 | 24  | 2.4  | 3.5 | 2.0 | 2.6 | 3.5  | ND   | 0.35 | 0.97 | 2.6 | 0.20 | 0.17 | ND   |
| 宇土市HV11 (H20.3.5-3.6)   | 59   | 113   | 105  | 172  | 28  | 7  | 7   | 1.3  | 1.2 | 0.5 | 1.2 | 1.0  | ND   | ND   | 0.18 | 0.9 | ND   | ND   | 0.07 |
| 宇土市HV12 (H20.3.17-3.18) | 294  | 997   | 771  | 881  | 67  | 18 | 29  | 6.2  | 2.7 | 2.3 | 7.4 | 9.3  | ND   | 0.34 | 0.70 | 2.2 | 0.18 | 0.33 | 0.14 |
| 宇土市HV15 (H20.4.27-4.28) | 188  | 503   | 361  | 413  | 131 | 22 | 17  | 3.1  | 2.2 | 1.6 | 3.4 | 1.8  | ND   | 0.15 | 1.17 | 2.1 | 0.12 | 0.16 | 0.07 |
| 宇土市HV25 (H21.3.10-3.11) | 263  | 976   | 1051 | 932  | 119 | 38 | 36  | 8.0  | 3.5 | 3.7 | 4.4 | 3.6  | ND   | 0.40 | 1.17 | 3.3 | 0.24 | 0.16 | ND   |
| 宇土市HV26 (H21.3.16-3.17) | 382  | 946   | 941  | 848  | 39  | 12 | 27  | 3.3  | 1.4 | 1.1 | 6.5 | 3.1  | ND   | 0.33 | 0.23 | 0.6 | 0.08 | 0.15 | ND   |
| 宇土市HV28 (H21.3.18-3.19) | 275  | 1167  | 1311 | 1075 | 23  | 10 | 28  | 5.3  | 2.0 | 1.0 | 2.2 | 2.2  | ND   | 0.42 | 0.30 | 0.6 | 0.11 | ND   | ND   |
| 宇土市HV29 (H21.3.25-3.26) | 256  | 533   | 412  | 476  | 69  | 12 | 20  | 2.1  | 1.6 | 0.9 | 2.2 | 2.8  | ND   | 0.19 | 0.28 | 0.9 | ND   | ND   | ND   |
| 宇土市HV30 (H21.4.6-4.7)   | 236  | 862   | 819  | 789  | 106 | 34 | 30  | 3.4  | 3.3 | 2.7 | 2.3 | 2.9  | ND   | 0.30 | 0.87 | 1.9 | 0.30 | 0.15 | ND   |

重金属濃度の集計 網掛は黄砂により特に高濃度となる金属 太字斜体は黄砂の影響を受けない金属 「-」は検出下限値未満が多いため未集計

| 黄砂飛来日  | n=15 | 平均濃度 | 最大濃度 | 最小濃度 | Mg  | Al  | Ca   | Fe  | Zn  | Pb  | Mn   | V    | As   | Se   | Ni  | Cr   | Be   | Co   | Cd   | Sb   | Tl   | Th   | U    |
|--------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 黄砂飛来日  | 697  | 2214 | 2439 | 78   | 31  | 60  | 7.1  | 4.5 | 3.2 | 3.8 | 5.3  | 0.21 | 1.00 | 0.85 | 2.0 | 0.30 | 0.64 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.30 | 0.64 | 0.24 |
| 最大濃度   | 2724 | 5715 | 8553 | 182  | 71  | 177 | 15.5 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 12.4 | 0.71 | 3.41 | 2.08 | 3.8 | 0.72 | 2.34 | 0.65 | 0.65 | 3.8  | 0.72 | 2.34 | 0.65 |
| 最小濃度   | 193  | 880  | 619  | 35   | 8   | 26  | 3.0  | 1.2 | 0.7 | 1.3 | 2.0  | 0.07 | 0.29 | 0.32 | 0.8 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.09 | 0.8  | 0.09 | 0.13 | 0.09 |
| 非黄砂飛来日 | n=9  | 平均濃度 | 最大濃度 | 最小濃度 | 243 | 780 | 715  | 707 | 73  | 20  | 24   | 3.9  | 2.4  | 1.8  | 3.6 | 3.4  | -    | 0.31 | 0.65 | 1.7  | 0.18 | 0.19 | -    |
| 最大濃度   | 382  | 1167 | 1311 | 131  | 38  | 36  | 8.0  | 3.5 | 3.7 | 7.4 | 9.3  | -    | 0.42 | 1.17 | 3.3 | 0.30 | 0.33 | 0.33 | 3.3  | 0.30 | 0.33 | -    |      |
| 最小濃度   | 59   | 113  | 105  | 23   | 7   | 7   | 1.3  | 1.2 | 0.5 | 1.2 | 1.0  | -    | 0.15 | 0.18 | 0.6 | 0.08 | 0.15 | 0.18 | 0.6  | 0.08 | 0.15 | -    |      |