

9 微小粒子状物質（PM2.5）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

(ア) イオン成分及び炭素成分分析用試料サンプリング期間

a 薩摩川内局

春：平成30年4月12日0時～4月15日0時
平成30年4月20日0時～4月25日0時
平成30年4月27日0時～4月30日0時
夏：平成30年6月27日0時～7月2日0時
平成30年7月5日0時～7月11日0時
秋：平成30年9月20日0時～9月28日0時
冬：平成31年2月13日0時～2月27日0時

b 霧島局

春：平成30年5月9日0時～5月23日0時
夏：平成30年7月19日0時～8月2日0時
平成30年8月3日0時～8月8日0時
秋：平成30年10月18日0時～11月1日0時
冬：平成31年1月17日0時～1月31日0時

(イ) 無機元素分析用試料サンプリング期間

a 薩摩川内局

春：平成30年4月12日0時～4月17日0時
平成30年4月20日0時～4月21日0時
平成30年4月24日0時～4月30日0時
夏：平成30年6月27日0時～7月2日0時
平成30年7月5日0時～7月11日0時
秋：平成30年9月20日0時～9月28日0時
冬：平成31年2月13日0時～2月19日0時
平成31年2月20日0時～2月27日0時

b 霧島局

春：平成30年5月9日0時～5月17日0時
平成30年5月18日0時～5月22日0時
夏：平成30年7月19日0時～7月23日0時
平成30年7月24日0時～7月27日0時
平成30年7月28日0時～7月29日0時
平成30年8月3日0時～8月7日0時
秋：平成30年10月18日0時～11月1日0時
冬：平成31年1月22日0時～1月31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）

塩化物イオン Cl^- ，硝酸イオン NO_3^- ，硫酸イオン SO_4^{2-} ，
ナトリウムイオン Na^+ ，アンモニウムイオン NH_4^+ ，カリウムイオン K^+ ，
マグネシウムイオン Mg^{2+} ，カルシウムイオン Ca^{2+}

- ・無機元素（32項目）

ベリリウムBe，ナトリウムNa，マグネシウムMg，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，チタンTi，
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，
ハフニウムHf，タンタルTa，タングステンW，鉛Pb，トリウムTh

- ・炭素成分（2項目）

有機炭素OC，元素状炭素EC

(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PM_{2.5}質量濃度の結果を表1-1及び表1-2に示す。

平成30年度は2地点，109日間の測定を行い，質量濃度の範囲は4.3～36.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

薩摩川内局においては，48日間の測定で質量濃度の範囲は4.3～36.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。季節平均値についてはいずれの成分分析用試料サンプリング期間とも春季が高かった（イオン成分及び炭素成分分析用試料サンプリング期間：19.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，無機元素分析用試料サンプリング期間：20.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。日平均値については春季の4月16日が最も高く（36.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），この日は日平均値の環境基準35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した。なお，4月15日及び16日には黄砂が観測された。

霧島局においては，61日間の測定で質量濃度の範囲は5.1～36.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。季節平均値についてはイオン成分及び炭素成分分析用試料サンプリング期間は春季（18.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），無機元素分析用試料サンプリング期間は冬季（19.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）が高かった。日平均値については春季の5月16日が最も高く（36.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），5月16日及び17日は日平均値の環境基準35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した。なお，期間中黄砂は観測されなかった。

表1-1 質量濃度季節別平均値（イオン成分及び炭素成分分析試料サンプリング期間）

（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

地点 期間	薩摩川内局		霧島局	
	最小－最大	平均	最小－最大	平均
春	11.1－33.7	19.6	5.7－36.1	18.5
夏	4.3－11.4	7.5	5.1－26.9	16.3
秋	7.2－16.2	10.8	11.5－27.0	15.8
冬	8.3－24.4	18.1	10.8－31.4	17.1
年間	4.3－33.7	14.5	5.1－36.1	16.9

表1-2 質量濃度季節別平均値（無機元素分析試料サンプリング期間）

（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

地点 期間	薩摩川内局		霧島局	
	最小－最大	平均	最小－最大	平均
春	8.4－36.0	20.3	5.7－36.1	17.2
夏	4.3－11.4	7.5	5.1－26.6	17.2
秋	7.2－16.2	10.8	11.5－27.0	15.8
冬	8.3－24.4	18.7	12.0－31.4	19.6
年間	4.3－36.0	14.9	5.1－36.1	17.2

イ イオン成分及び炭素成分濃度

各地点のサンプリング期間におけるイオン成分及び炭素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及び炭素成分濃度並びにイオン成分及び炭素成分濃度割合を図1-1、図2-1、図3-1及び図4-1並びに図1-2、図2-2、図3-2及び図4-2に示す。

平成30年度のPM_{2.5}質量濃度に占めるイオン成分濃度の平均割合は薩摩川内局が44%、霧島局が43%であった。主要な構成成分は硫酸イオンで薩摩川内局が27%、霧島局が28%と最も多く、次にアンモニウムイオン（薩摩川内局が11%、霧島局が11%）、硝酸イオン（薩摩川内局が3.6%、霧島局が2.8%）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、薩摩川内局では冬季に、霧島局では夏季に割合が高かった。

硝酸イオンについては、両測定局とも冬季に割合が高かった。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。

また、平成30年度のPM_{2.5}質量濃度に占める炭素成分濃度の平均割合は薩摩川内局が20%、霧島局が18%であった。

有機炭素については、薩摩川内局では冬季に、霧島局では秋季に割合が高かった。元素状炭素については、薩摩川内局では秋季に、霧島局では冬季に割合が高かった。

表 2-1 イオン成分及び炭素成分濃度季節別平均値

(単位：μg/m³)

分析項目	期間・地点	春		夏		秋		冬		平均	
		薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局
イオン成分	Cl ⁻	(0.04)	<0.03	(0.06)	<0.03	<0.03	(0.04)	0.12	(0.09)	(0.07)	(0.04)
	NO ₃ ⁻	0.35	(0.11)	<0.06	<0.06	(0.07)	0.19	1.31	1.70	0.53	0.47
	SO ₄ ²⁻	5.16	5.99	1.72	5.45	2.54	3.38	5.27	3.48	3.86	4.65
	Na ⁺	0.152	(0.089)	0.357	0.121	(0.067)	0.103	0.098	0.098	0.171	0.104
	NH ₄ ⁺	1.85	2.02	0.383	2.12	1.02	1.27	2.47	1.82	1.53	1.83
	K ⁺	0.097	0.057	(0.042)	0.080	0.054	0.089	0.171	0.135	0.099	0.089
	Mg ²⁺	0.018	0.017	0.029	(0.021)	(0.019)	(0.019)	0.021	0.016	0.022	(0.019)
	Ca ²⁺	0.050	0.058	(0.032)	(0.021)	(0.035)	0.073	0.065	0.047	0.047	0.047
計		7.72	8.37	2.67	7.86	3.83	5.16	9.52	7.39	6.32	7.25
炭素成分	OC	2.8	2.4	(0.6)	2.3	1.7	2.9	2.9	2.7	2.1	2.5
	EC	0.907	0.414	0.347	0.345	0.790	0.497	1.22	0.725	0.845	0.483
	計	3.7	2.8	0.9	2.6	2.4	3.4	4.1	3.4	2.9	3.0
その他		8.2	7.4	3.9	5.8	4.5	7.3	4.5	6.3	5.3	6.6

※ くは検出下限値未満，()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。

※ 有効数字を3桁としたが，定量下限値の有効数字を2桁とし，その桁まで示している。

表 2-2 イオン成分及び炭素成分濃度平均割合

(単位：%)

分析項目	期間・地点	春		夏		秋		冬		平均	
		薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局	薩摩川内局	霧島局
イオン成分	Cl ⁻	0.22	0.12	0.76	0.13	0.19	0.26	0.68	0.54	0.47	0.25
	NO ₃ ⁻	1.8	0.60	0.65	0.17	0.61	1.2	7.2	9.9	3.6	2.8
	SO ₄ ²⁻	26	32	23	33	24	21	29	20	27	28
	Na ⁺	0.78	0.48	4.7	0.74	0.62	0.65	0.54	0.57	1.2	0.62
	NH ₄ ⁺	9.5	11	5.1	13	9.5	8.0	14	11	11	11
	K ⁺	0.50	0.31	0.55	0.49	0.50	0.56	0.95	0.79	0.68	0.53
	Mg ²⁺	0.093	0.092	0.39	0.13	0.18	0.12	0.12	0.095	0.15	0.11
	Ca ²⁺	0.25	0.31	0.43	0.13	0.32	0.46	0.36	0.27	0.33	0.28
計		39	45	35	48	36	33	53	43	44	43
炭素成分	OC	14	13	7.9	14	15	18	16	16	14	15
	EC	4.6	2.2	4.6	2.1	7.4	3.1	6.7	4.2	5.8	2.9
	計	19	15	13	16	23	21	23	20	20	18
その他		42	40	52	36	42	46	25	37	36	39

ウ 無機元素濃度

各地点のサンプリング期間における無機元素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。薩摩川内局においてはナトリウム、カリウム、鉄の順に、霧島局においてはカリウム、ナトリウム、鉄の順に年平均値が高かった。また、各試料の無機元素32成分の質量濃度合計の年平均値は薩摩川内局で $0.35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、霧島局で $0.30\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、PM2.5質量濃度に占める割合はそれぞれ2.4%、1.7%であった。

薩摩川内局におけるサンプリング期間のPM2.5質量濃度が最も高かった春季は、土壌に多く含まれるアルミニウム及び鉄濃度が高かった。

一方、霧島局におけるサンプリング期間のPM2.5質量濃度が最も高かった冬季は、石炭燃焼の指標とされるヒ素、セレン及び鉛濃度が高かった。

(3) まとめ

平成30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質量濃度は薩摩川内局では春季に高く、霧島局ではイオン成分及び炭素成分分析試料サンプリング期間は春季、無機元素分析試料サンプリング期間は冬季に高かった。

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かった。

薩摩川内局においては、土壌に多く含まれるアルミニウム及び鉄濃度が春季に高く、霧島局においては、石炭燃焼の指標とされるヒ素、セレン及び鉛濃度が冬季に高かった。

表 3-1 各無機元素濃度の季節別平均値（薩摩川内局）

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

項目	期間	春	夏	秋	冬	年平均
	無機元素濃度	Be	<0.023	<0.023	<0.023	<0.023
Na		112	202	(32)	46	101
Mg		25	(10)	(6)	(7)	(13)
Al		100	<28	<28	<28	(41)
K		112	22	37	104	74
Ca		(38)	<27	(82)	<27	(35)
Sc		(0.03)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ti		<25	<25	<25	<25	<25
V		3.10	0.89	1.03	1.20	1.61
Cr		<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2
Mn		3.9	<0.4	1.3	2.9	2.2
Fe		107	<17	(27)	(32)	(46)
Co		<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17
Ni		<1.9	<1.9	(2.8)	<1.9	<1.9
Cu		(1.9)	<1.2	<1.2	(1.7)	(1.4)
Zn		(12)	<4	13	(13)	(10)
As		1.16	0.18	0.59	1.01	0.77
Se		0.79	(0.09)	0.30	0.94	0.57
Rb		0.417	0.064	0.116	0.281	0.234
Mo		(0.31)	<0.15	<0.15	(0.33)	(0.23)
Cd		0.148	<0.014	0.085	0.132	0.098
Sb		(0.47)	<0.28	(0.77)	(0.38)	(0.42)
Cs		0.038	<0.006	(0.011)	0.031	0.022
Ba		2.3	(0.5)	(1.3)	2.3	1.7
La		0.066	<0.011	<0.011	(0.016)	(0.026)
Ce		0.129	<0.026	<0.026	(0.029)	(0.051)
Sm		(0.011)	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Hf		<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16
Ta		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
W		(0.31)	<0.19	(0.19)	(0.39)	(0.26)
Pb		3.7	<1.0	(1.4)	4.6	(2.8)
Th		<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
無機元素質量濃度 (無機元素32項目合計)		0.55	0.29	0.24	0.29	0.35
PM2.5質量濃度		20.3	7.5	10.8	18.7	14.9
PM2.5質量濃度に占める 無機元素濃度の割合		2.7	3.9	2.2	1.5	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。

※ 無機元素濃度の有効数字を3桁としたが，定量下限値の有効数字を2桁とし，その桁まで示している。

表 3-2 各無機元素濃度の季節別平均値（霧島局）

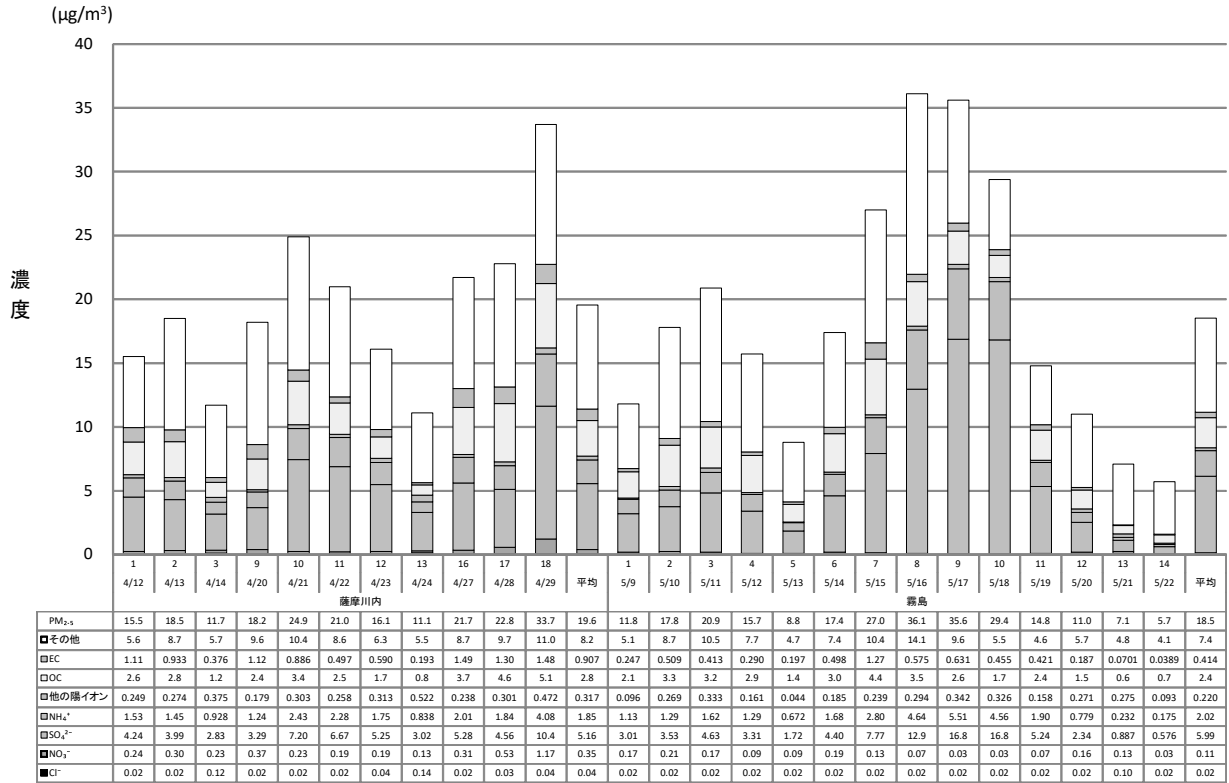
（単位：質量濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，無機元素濃度 ng/m^3 ，割合％）

項目	期間	春	夏	秋	冬	年平均
	無機元素濃度	Be	<0.023	<0.023	<0.023	<0.023
Na		72	65	48	65	62
Mg		(15)	(9)	(6)	(7)	(9)
Al		(55)	<28	<28	<28	<28
K		68	55	59	128	73
Ca		(49)	(27)	(34)	(43)	(38)
Sc		<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ti		<25	<25	<25	(45)	<25
V		2.25	2.26	1.28	1.34	1.80
Cr		<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2
Mn		2.4	(1.1)	1.9	4.2	2.3
Fe		67	(21)	(32)	(46)	(42)
Co		<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17
Ni		<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
Cu		<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2
Zn		(8)	(7)	(8)	15	(9)
As		0.91	0.45	0.76	1.65	0.89
Se		0.70	0.34	0.54	1.14	0.65
Rb		0.245	0.100	0.187	0.366	0.214
Mo		(0.16)	(0.15)	<0.15	(0.20)	(0.15)
Cd		0.098	0.049	0.087	0.231	0.108
Sb		<0.28	<0.28	(0.32)	(0.62)	(0.34)
Cs		0.023	(0.008)	(0.018)	0.042	0.021
Ba		(0.8)	2.5	(0.6)	(1.1)	(1.2)
La		(0.030)	<0.011	(0.014)	(0.030)	(0.020)
Ce		(0.062)	<0.026	<0.026	(0.042)	(0.036)
Sm		<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Hf		<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16
Ta		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
W		0.94	(0.46)	1.60	1.14	1.05
Pb		(2.3)	(1.2)	(2.8)	5.9	(2.9)
Th		<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
無機元素質量濃度 (無機元素32項目合計)		0.36	0.23	0.23	0.40	0.30
PM2.5質量濃度		17.2	17.2	15.8	19.6	17.2
PM2.5質量濃度に占める 無機元素濃度の割合		2.1	1.3	1.5	2.0	1.7

※ <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。）。

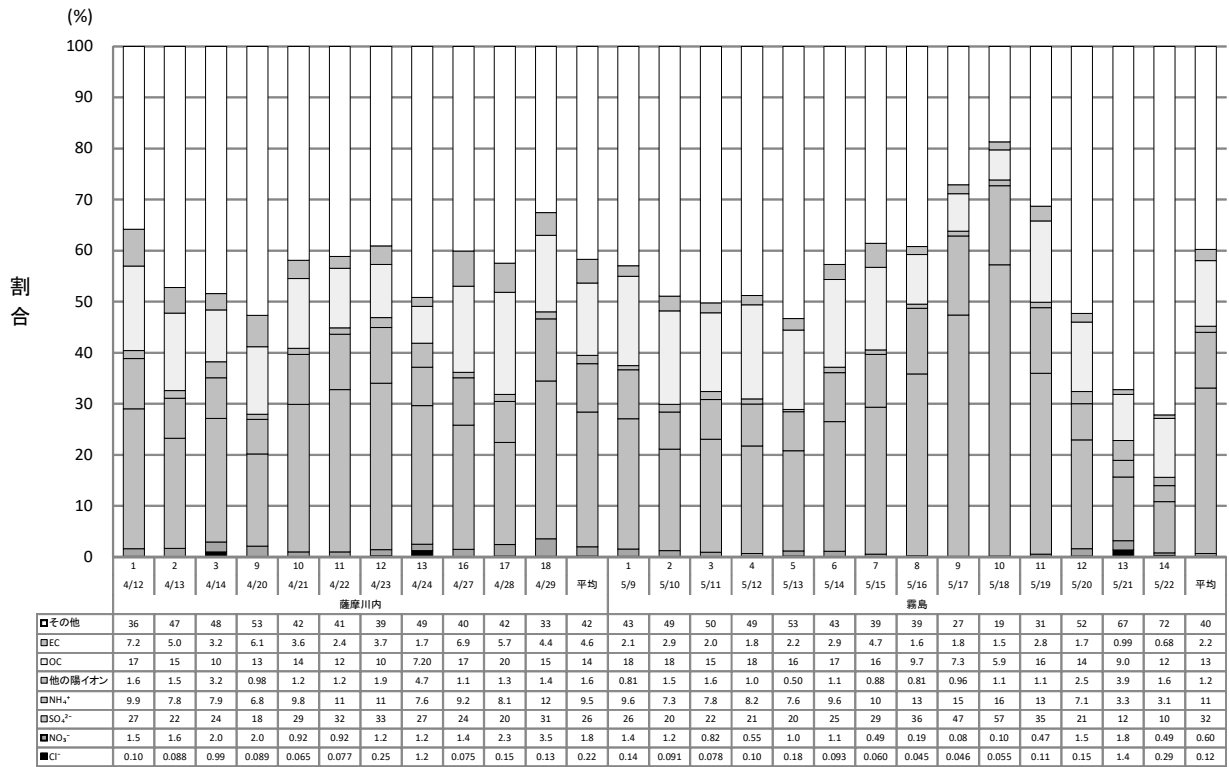
検出下限値未満のデータについては，当該検出下限値に1/2を乗じて得られた値を用い，平均値を算出した。

※ 無機元素濃度の有効数字を3桁としたが，定量下限値の有効数字を2桁とし，その桁まで示している。



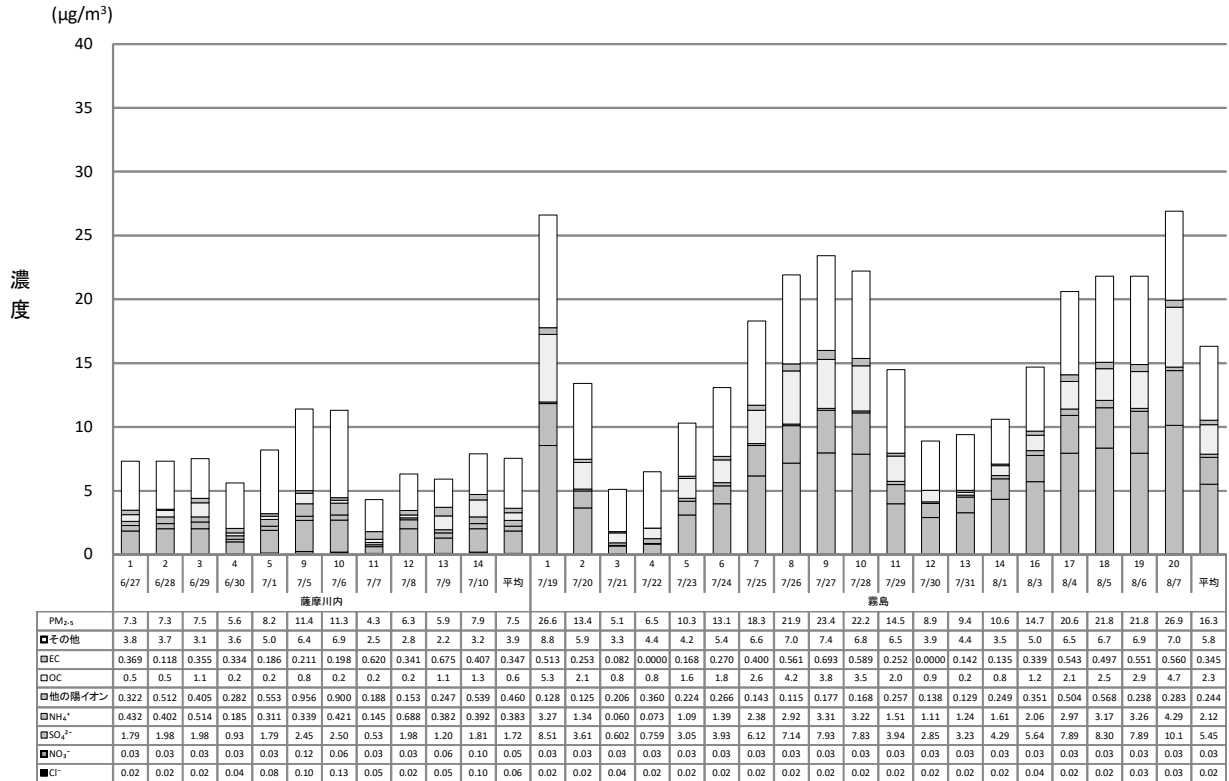
注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 1-1 イオン成分及び炭素成分濃度 (春季) [薩摩川内局, 霧島局]



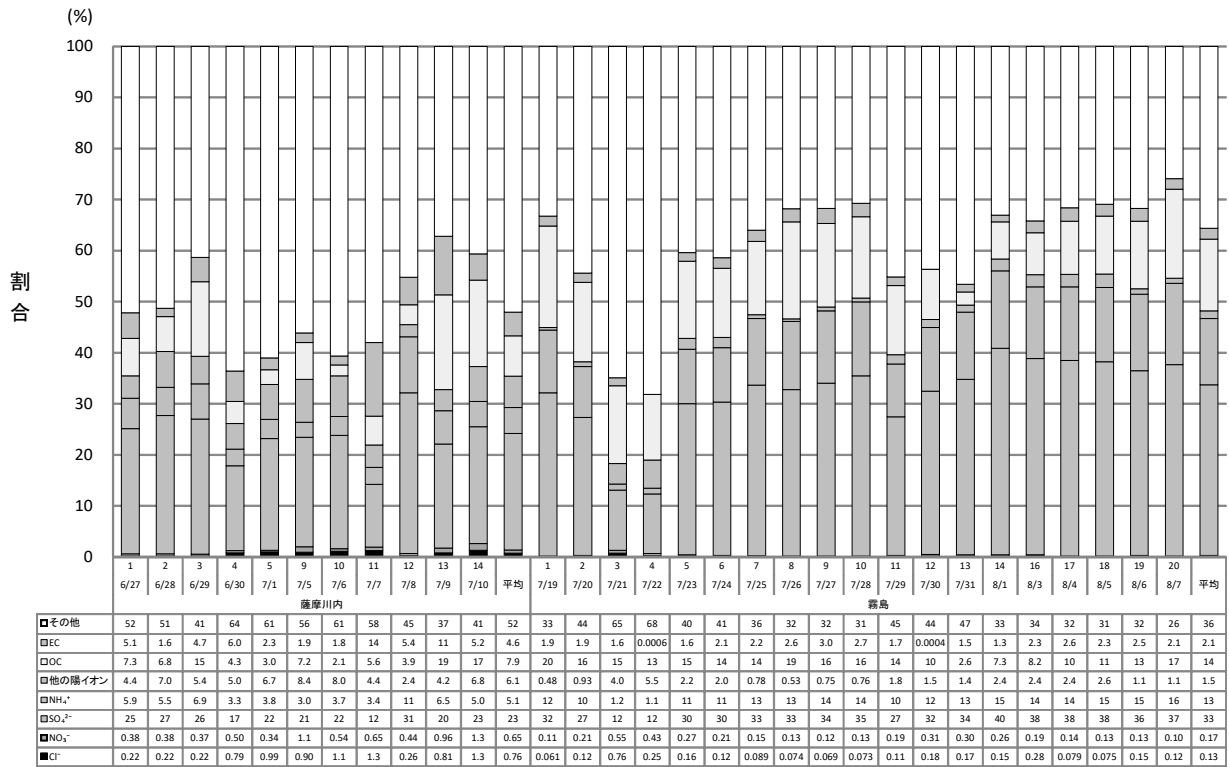
注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 1-2 イオン成分及び炭素成分濃度割合 (春季) [薩摩川内局, 霧島局]



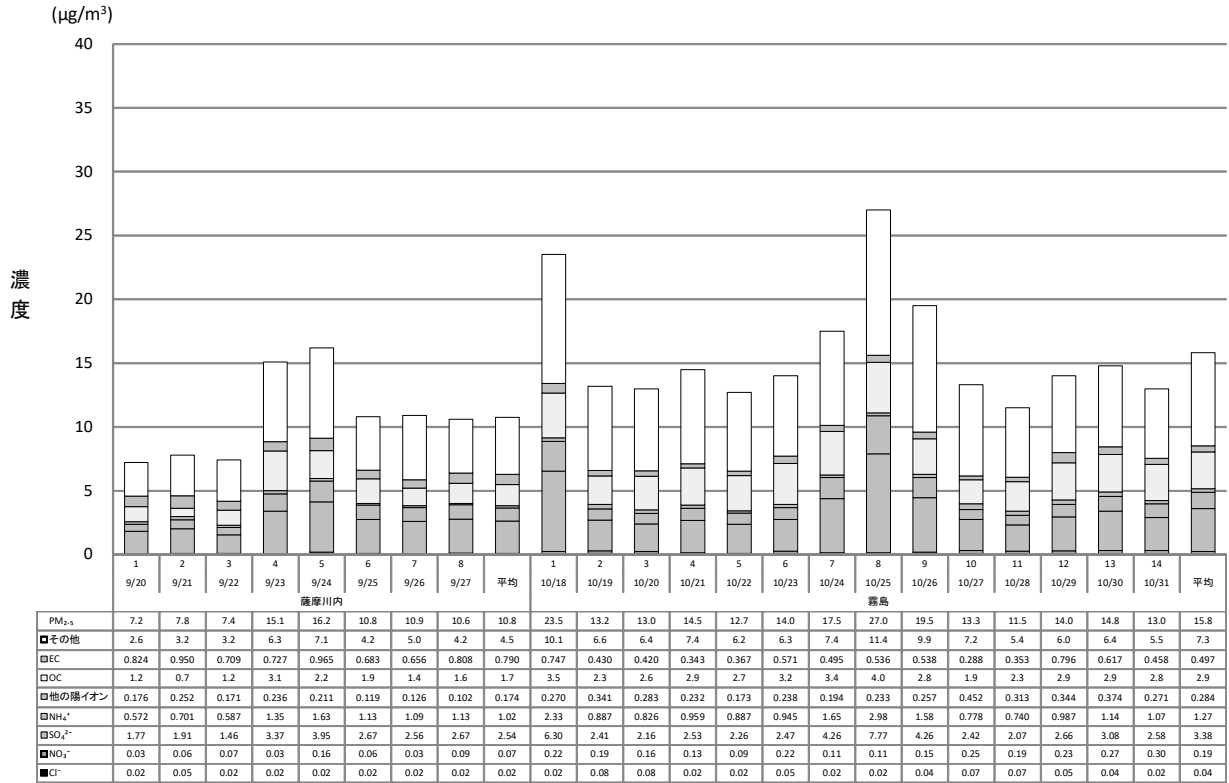
注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 2-1 イオン成分及び炭素成分濃度 (夏季) [薩摩川内局, 霧島局]



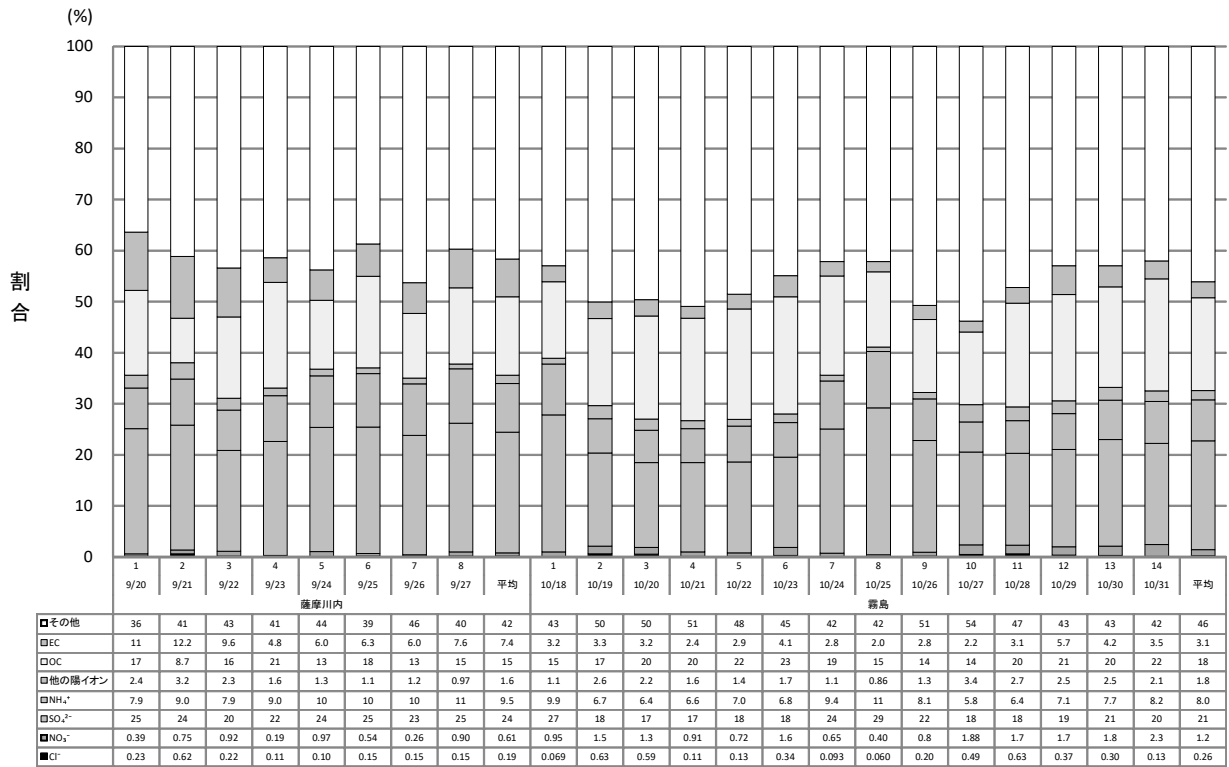
注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 2-2 イオン成分及び炭素成分濃度割合 (夏季) [薩摩川内局, 霧島局]



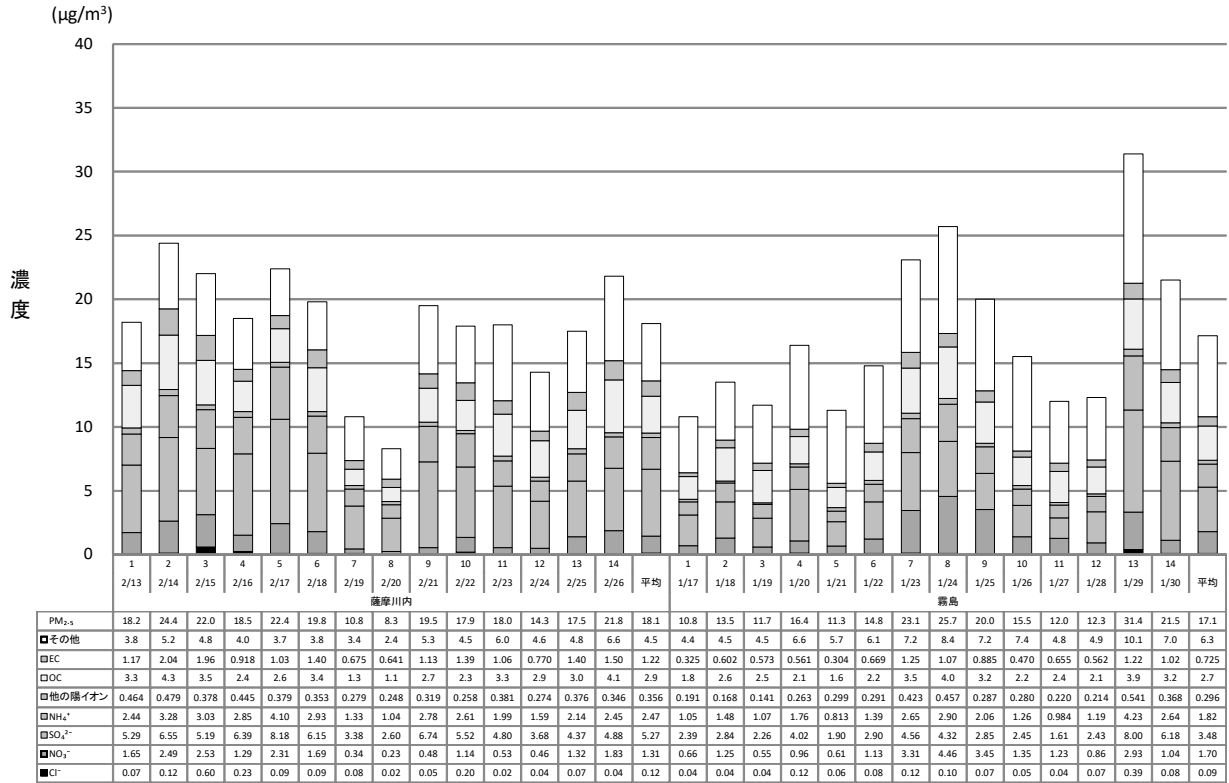
注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 3-1 イオン成分及び炭素成分濃度 (秋季) [薩摩川内局, 霧島局]



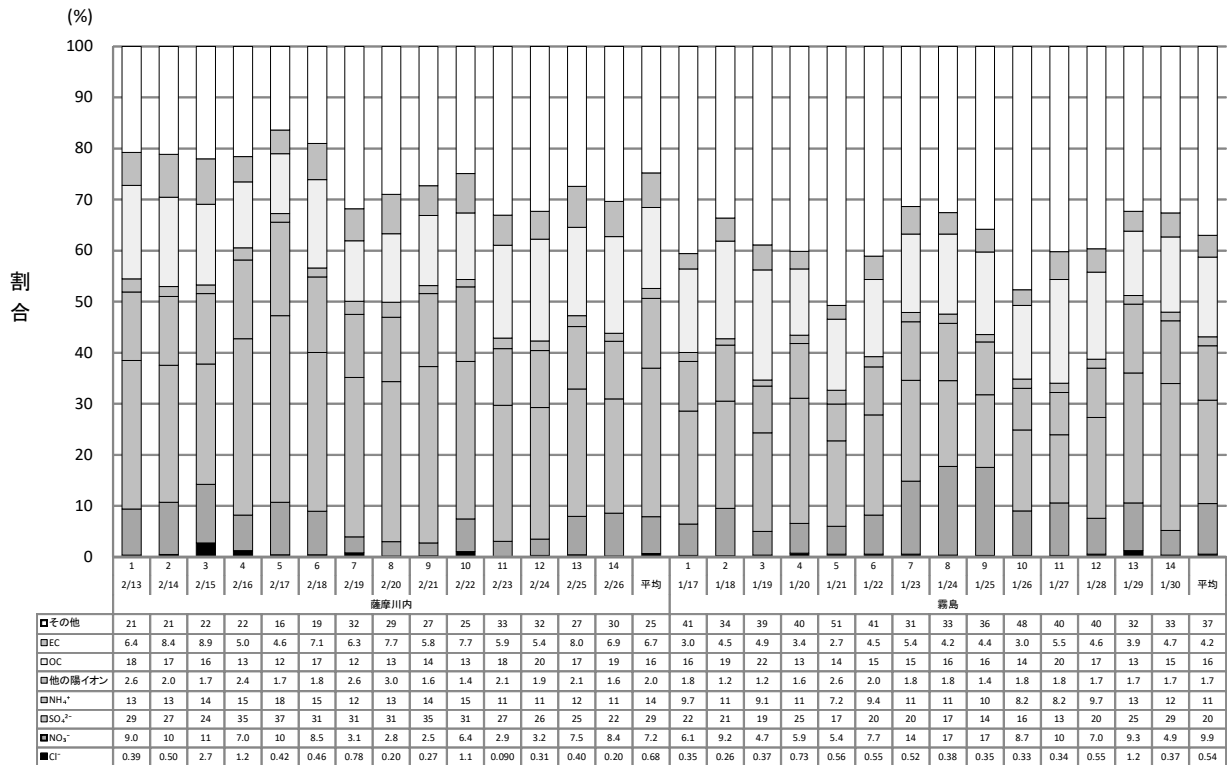
注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 3-2 イオン成分及び炭素成分濃度割合 (秋季) [薩摩川内局, 霧島局]



注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 4-1 イオン成分及び炭素成分濃度 (冬季) [薩摩川内局, 霧島局]



注) 他の陽イオン: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺

図 4-2 イオン成分及び炭素成分濃度割合 (冬季) [薩摩川内局, 霧島局]