

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 南さつま局

春：平成28年4月14日0時～4月22日0時

平成28年4月27日0時～4月28日0時

夏：平成28年7月1日0時～7月13日0時

秋：平成28年9月30日0時～10月1日0時

平成28年10月8日0時～10月17日0時

冬：平成29年2月8日0時～2月22日0時

平成29年2月23日0時～2月27日0時

② 霧島局

春：平成28年5月7日0時～5月21日0時

夏：平成28年7月21日0時～8月4日0時

秋：平成28年10月20日0時～11月3日0時

冬：平成29年1月25日0時～2月6日0時

無機元素成分分析用試料サンプリング期間

① 南さつま局

春：平成28年4月14日0時～4月23日0時

平成28年4月27日0時～4月28日0時

夏：平成28年7月1日0時～7月15日0時

秋：平成28年9月30日0時～10月3日0時

平成28年10月8日0時～10月17日0時

冬：平成29年2月8日0時～2月12日0時

平成29年2月16日0時～2月23日0時

② 霧島局

春：平成28年5月7日0時～5月21日0時

夏：平成28年7月21日0時～8月4日0時

秋：平成28年10月20日0時～11月3日0時

冬：平成29年1月19日0時～2月6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 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+} ，塩化物イオン Cl^- ，
硝酸イオン NO_3^- ，硫酸イオン 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28年度は2地点、115日間の測定を行い、質量濃度の範囲は3.1～30.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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、期間中に黄砂は春季に南さつま局と霧島局とそれぞれ1日ずつ観測された。

南さつま局は、55日間の測定で質量濃度の範囲は3.1～30.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、季節平均値については春季が高く（イオン成分分析用試料サンプリング期間：15.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、無機元素成分分析用試料サンプリング期間：14.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、日平均値については冬季の2月14日が30.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も高かった。

霧島局は、60日間の測定で質量濃度の範囲は5.8～26.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、季節平均値については秋季が両成分分析用試料のサンプリング期間とも15.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高く、日平均値については夏季の8月3日が26.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 期間	南さつま局		霧島局	
	最小－最大	平均	最小－最大	平均
春	3.6－25.8	15.1	5.8－24.1	15.0
夏	3.1－10.9	6.5	6.6－26.5	12.9
秋	6.3－21.5	13.7	8.3－24.7	15.6
冬	5.8－30.8	13.9	6.4－26.0	15.0
平均	3.1－30.8	12.3	5.8－26.5	14.6

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： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

地点 期間	南さつま局		霧島局	
	最小－最大	平均	最小－最大	平均
春	3.6－25.8	14.6	5.8－24.1	15.0
夏	3.1－15.1	7.3	6.6－26.5	12.9
秋	6.3－21.5	13.1	8.3－24.7	15.6
冬	5.8－21.4	12.7	6.4－26.0	15.4
平均	3.1－25.8	11.6	5.8－26.5	14.8

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。

平成28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南さつま局

が46%，霧島局が36%であった。主要な構成成分は硫酸イオンで南さつま局が28%，霧島局が23%と最も多く，次にアンモニウムイオン（南さつま局が11%，霧島局が9.4%），硝酸イオン（南さつま局が4.2%，霧島局が2.2%）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，南さつま局では夏季に低かったが，霧島局では季節変動はみられなかった。

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，南さつま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/m³)

分析項目	期間・地点	春		夏		秋		冬		平均	
		南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局
イオン成分	Cl ⁻	0.11	0.028	0.051	<0.0069	0.025	(0.015)	0.090	0.079	0.071	0.030
	NO ₃ ⁻	0.52	0.18	0.033	(0.052)	0.10	0.15	1.1	0.98	0.52	0.32
	SO ₄ ²⁻	4.8	3.6	1.4	4.1	2.8	2.5	4.3	3.1	3.4	3.3
	Na ⁺	0.18	0.074	0.12	0.051	0.057	(0.047)	0.13	0.063	0.12	0.059
	NH ₄ ⁺	1.8	1.3	0.45	1.6	1.1	1.0	2.0	1.5	1.4	1.4
	K ⁺	0.087	0.048	(0.018)	0.037	0.054	0.054	0.14	0.19	0.085	0.079
	Mg ²⁺	0.024	(0.011)	(0.010)	(0.0072)	<0.0054	(0.017)	(0.017)	(0.014)	(0.014)	(0.012)
	Ca ²⁺	0.049	(0.015)	(0.026)	(0.018)	(0.030)	(0.019)	(0.029)	(0.033)	(0.032)	(0.021)
計	7.6	5.3	2.1	5.8	4.2	3.9	7.9	5.9	5.6	5.2	
その他	7.6	9.7	4.4	7.1	9.6	12	6.0	9.0	6.6	9.4	

※ 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。

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	
		南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局	南さつま局	霧島局
イオン成分	Cl ⁻	0.73	0.19	0.79	0.031	0.18	0.10	0.65	0.53	0.58	0.20
	NO ₃ ⁻	3.4	1.2	0.51	0.40	0.76	1.0	7.7	6.6	4.2	2.2
	SO ₄ ²⁻	32	24	22	31	20	16	31	20	28	23
	Na ⁺	1.2	0.50	1.9	0.39	0.42	0.30	0.90	0.42	0.98	0.40
	NH ₄ ⁺	12	8.9	7.0	12	7.8	6.6	15	10	11	9.4
	K ⁺	0.57	0.32	0.28	0.29	0.39	0.34	1.0	1.3	0.69	0.54
	Mg ²⁺	0.16	0.077	0.16	0.056	0.020	0.11	0.12	0.095	0.11	0.084
	Ca ²⁺	0.32	0.10	0.40	0.14	0.22	0.12	0.21	0.24	0.26	0.15
計	50	35	33	45	30	25	57	40	46	36	
その他	50	65	67	55	70	75	43	60	54	64	

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。南さつま局における年平均値は高い順に、ナトリウム、カリウム、鉄であり、霧島局はカリウム、ナトリウム、鉄の順であった。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南さつま局で $0.40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、霧島局で $0.29\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、PM2.5質量濃度に占める割合はそれぞれ3.4%、2.0%であった。

各地点において高濃度で検出された上位5元素（ナトリウム、カリウム、鉄、亜鉛、鉛）のうち、海塩由来成分であるナトリウムは南さつま局で秋季に低く、霧島局では季節による変動はみられなかった。野焼き等が由来とされるカリウムは両地点で冬季に高かった。道路粉じんやブレーキ粉じん等の指標とされる鉄は、南さつま局で春季に高かった。一方、霧島局では季節による変動はみられなかった。同様に道路粉じんやブレーキ粉じん等の指標とされる亜鉛は南さつま局で冬季に高く、霧島局で秋季に高かった。石炭燃焼の指標とされるヒ素、石炭や有鉛ガソリンの指標とされる鉛は両地点で冬季に高かった。

表3-1 各無機元素成分濃度の季節別平均値（南さつま局）

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

項目	期間	春	夏	秋	冬	年平均
	無機元素成分濃度	Be	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
Na		110	140	(43)	160	110
Al		(37)	<27	<27	(29)	<27
K		58	(17)	41	98	51
Ca		<96	<96	<96	(130)	<96
Sc		<110	<110	<110	<110	<110
V		2.3	1.7	1.7	1.4	1.8
Cr		(0.54)	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Mn		2.4	(0.22)	1.2	1.8	1.3
Fe		47	(14)	(22)	(30)	(27)
Co		<0.033	<0.033	<0.033	<0.033	<0.033
Ni		<7.4	<7.4	<7.4	<7.4	<7.4
Cu		(1.1)	<1.0	<1.0	(1.3)	<1.0
Zn		12	(8.1)	(7.3)	27	13
As		0.68	0.20	0.55	1.4	0.67
Se		0.54	0.12	0.45	0.64	0.42
Rb		0.24	(0.031)	0.12	0.28	0.16
Mo		<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23
Cd		<2.9	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9
Sb		(0.24)	<0.16	(0.27)	(0.39)	(0.25)
Cs		0.030	(0.0017)	0.014	0.039	0.020
Ba		(0.59)	<0.51	<0.51	(1.3)	(0.63)
La		0.025	<0.0055	(0.010)	0.031	(0.017)
Ce		0.057	<0.014	<0.014	0.049	(0.030)
Sm		(0.0027)	<0.0012	<0.0012	0.0067	(0.0025)
Ta		<3.5	<3.5	<3.5	<3.5	<3.5
W		(0.073)	<0.029	0.14	(0.068)	(0.075)
Pb		3.9	(0.31)	1.9	4.2	2.4
Th		<0.018	<0.018	<0.018	<0.018	<0.018
無機元素成分質量濃度 (無機元素29項目合計)		0.38	0.39	0.25	0.57	0.40
P M 2.5 質量濃度		14.6	7.3	13.1	12.7	11.6
PM2.5質量濃度に占める 無機元素成分濃度の割合		2.6	5.4	1.9	4.5	3.4

※：<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 ng/m^3 ，割合％）

項目	期間	春	夏	秋	冬	年平均
	無機元素成分濃度	Be	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
Na		(45)	(58)	(49)	(51)	(51)
Al		<27	(33)	<27	(29)	<27
K		33	31	39	110	58
Ca		<96	<96	<96	<96	<96
Sc		<110	<110	<110	<110	<110
V		2.1	1.6	1.5	1.4	1.6
Cr		<0.50	<0.50	(0.56)	<0.50	<0.50
Mn		1.1	0.77	1.4	1.9	1.3
Fe		(24)	(17)	(23)	(22)	(22)
Co		<0.033	<0.033	<0.033	<0.033	<0.033
Ni		<7.4	<7.4	<7.4	<7.4	<7.4
Cu		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Zn		(4.1)	(5.8)	11	(7.6)	(7.2)
As		0.45	0.27	0.78	0.91	0.62
Se		0.30	0.27	0.48	0.68	0.45
Rb		0.13	0.083	0.13	0.26	0.16
Mo		<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23
Cd		<2.9	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9
Sb		(0.16)	(0.16)	(0.27)	(0.40)	(0.26)
Cs		0.012	(0.0046)	0.017	0.034	0.018
Ba		(0.55)	(1.1)	<0.51	2.4	(1.2)
La		0.019	(0.015)	(0.013)	0.022	(0.018)
Ce		(0.030)	(0.016)	(0.020)	(0.026)	(0.023)
Sm		(0.0016)	<0.0012	<0.0012	0.0049	(0.0023)
Ta		<3.5	<3.5	<3.5	<3.5	<3.5
W		0.33	0.13	0.56	1.2	0.61
Pb		1.8	0.98	2.6	3.8	2.4
Th		<0.018	<0.018	<0.018	<0.018	<0.018
無機元素成分質量濃度 （無機元素29項目合計）		0.25	0.27	0.29	0.35	0.29
P M 2 . 5 質 量 濃 度		15.0	12.9	15.6	15.4	14.8
PM2.5質量濃度に占める 無機元素成分濃度の割合		1.7	2.1	1.9	2.3	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28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質量濃度は南さつま局では夏季に低く、霧島局では夏季にやや低かったものの、年間を通して大きな変動はなかった。また、両測定局で日平均の環境基準を超過した日はなかったが、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ことに加えて、越境汚染の指標とされるヒ素や鉛が冬季に高かったことから、本県のPM2.5は大陸からの移流の影響を受けていると考えられた。

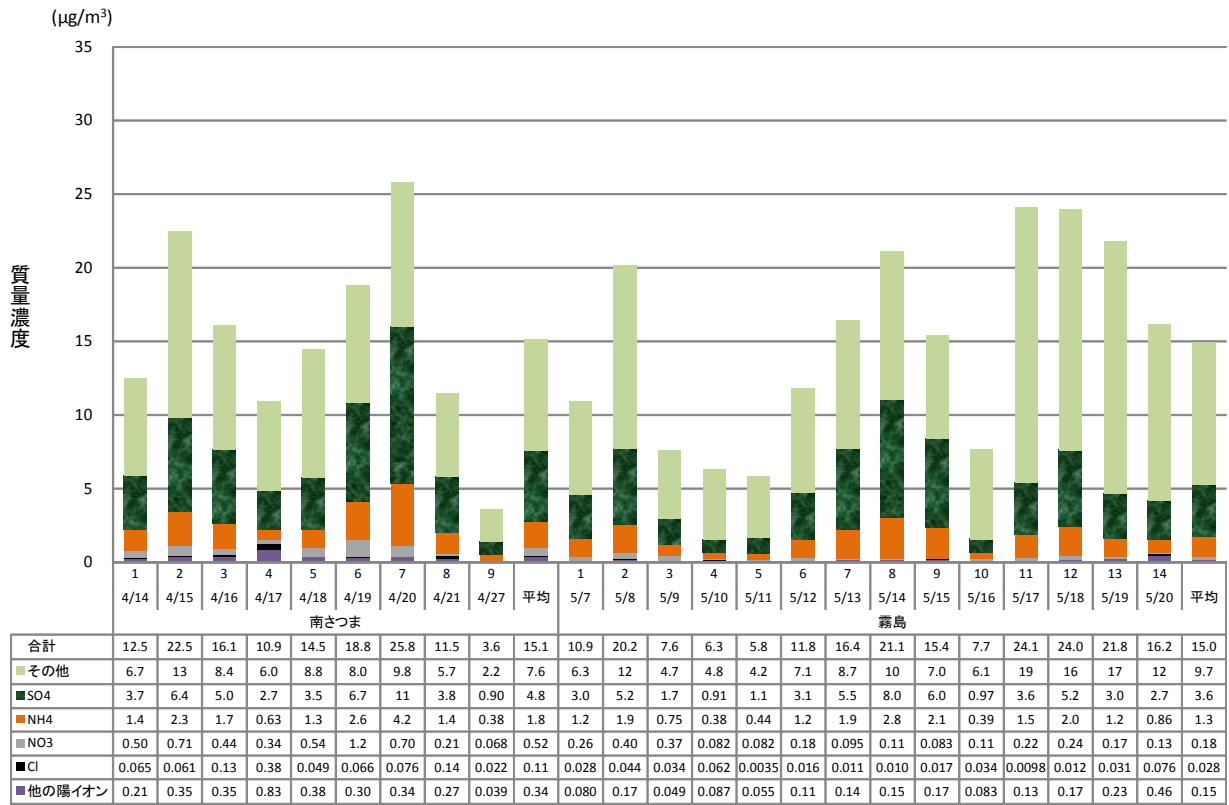


図1-1 質量濃度（春季）[南さつま局，霧島局]

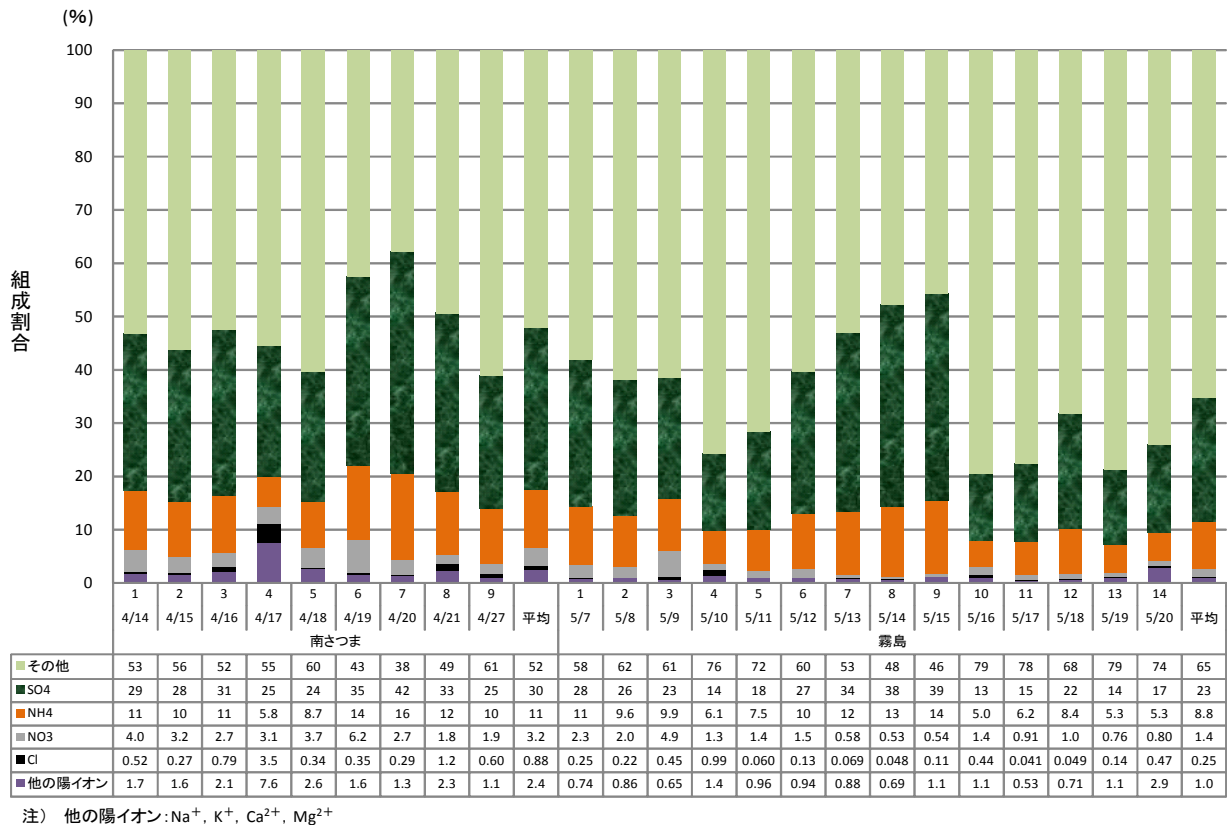


図1-2 成分分析結果（春季）[南さつま局，霧島局]

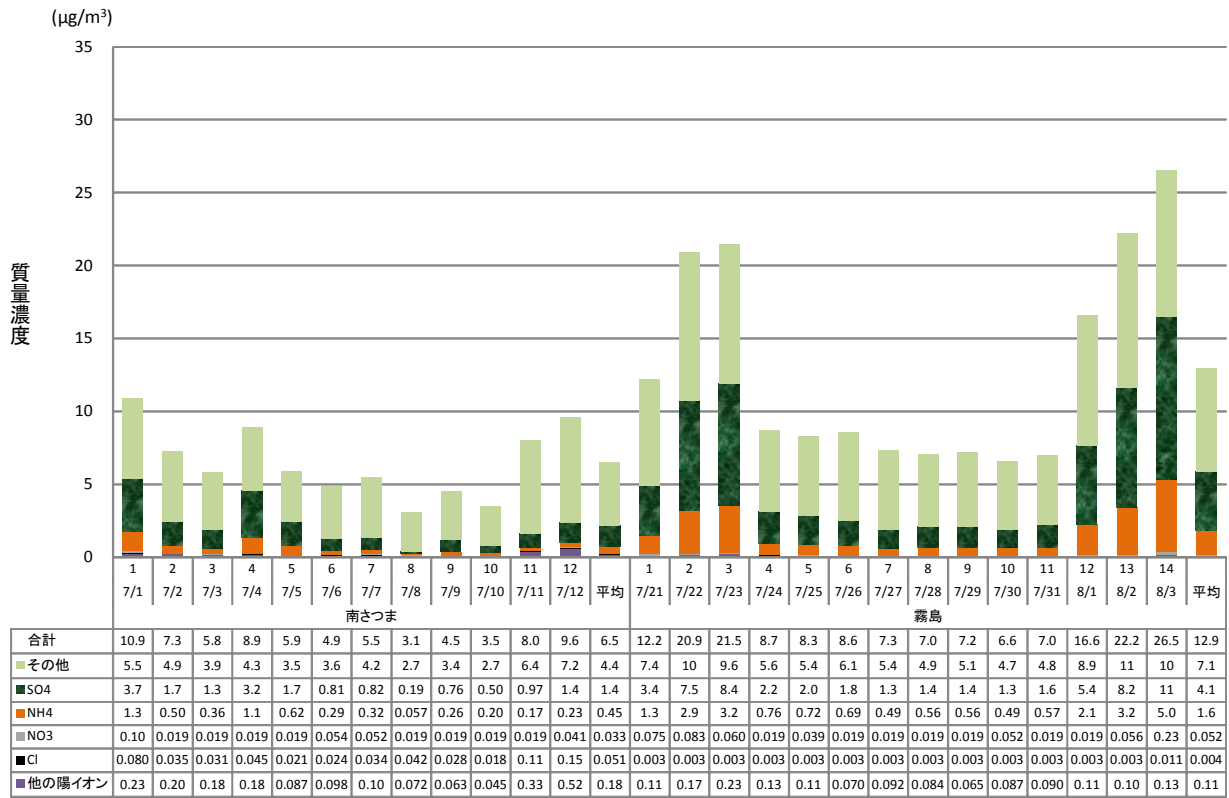


図2-1 質量濃度（夏季）[南さつま局，霧島局]

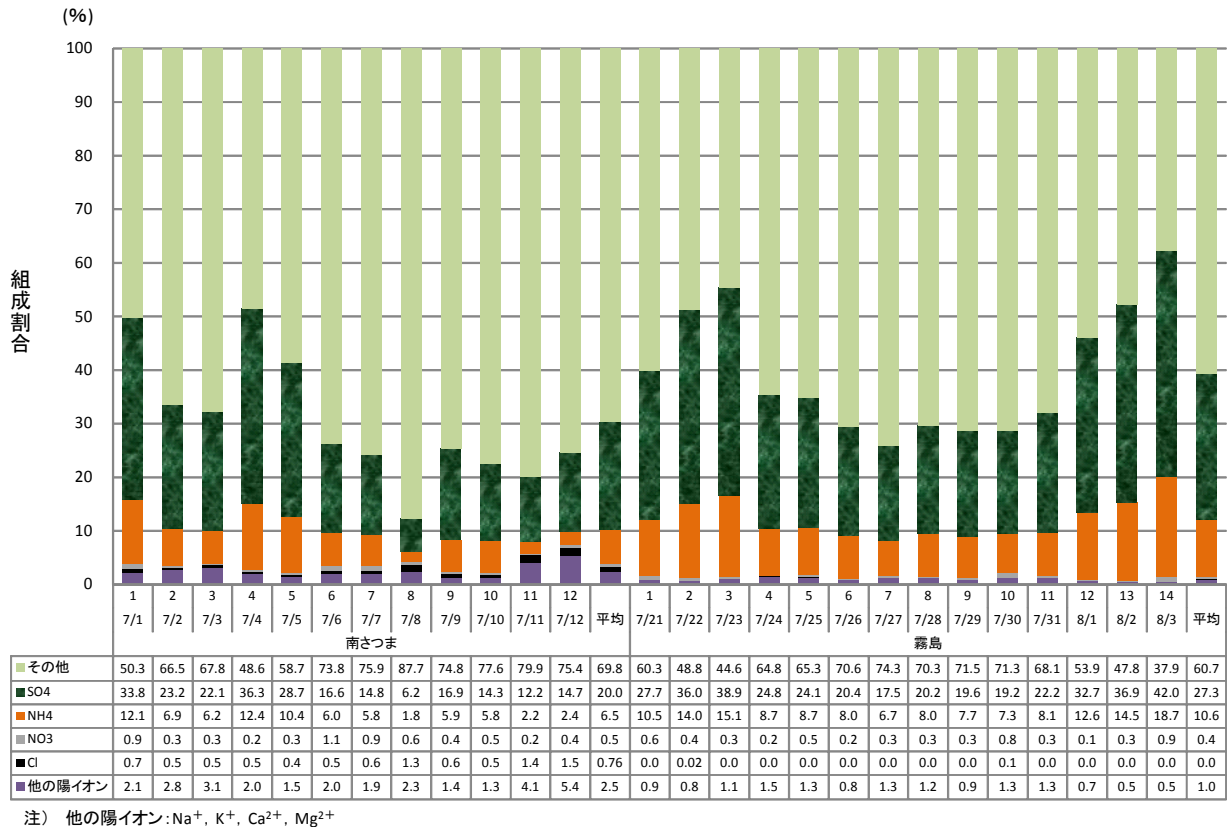


図2-2 成分分析結果（夏季）[南さつま局，霧島局]

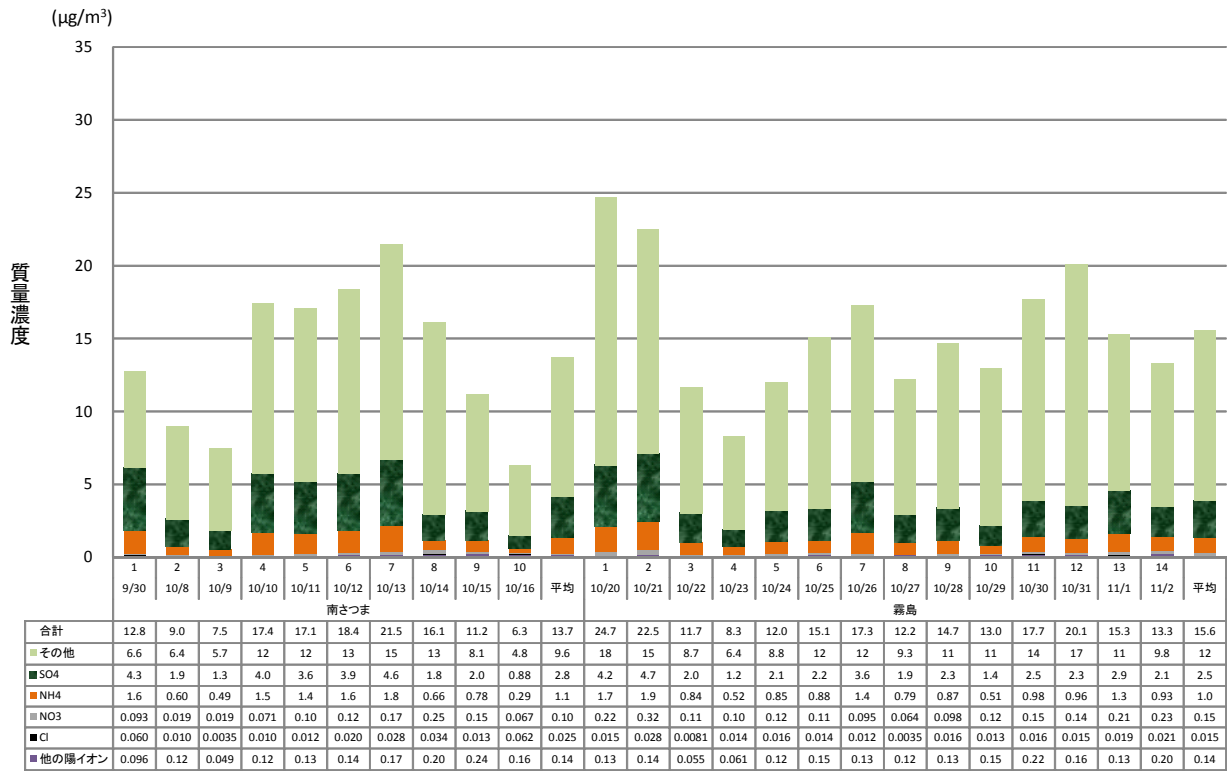


図3-1 質量濃度（秋季）[南さつま局，霧島局]

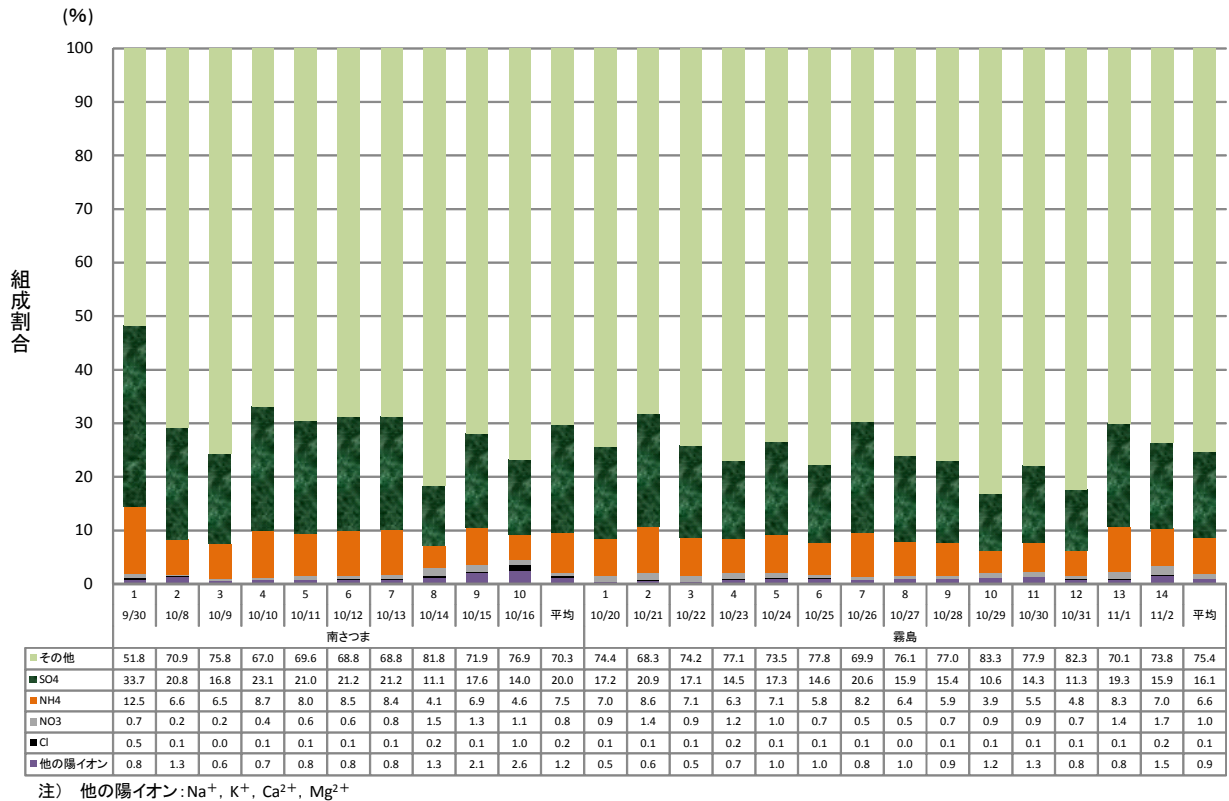


図3-2 成分分析結果（秋季）[南さつま局，霧島局]

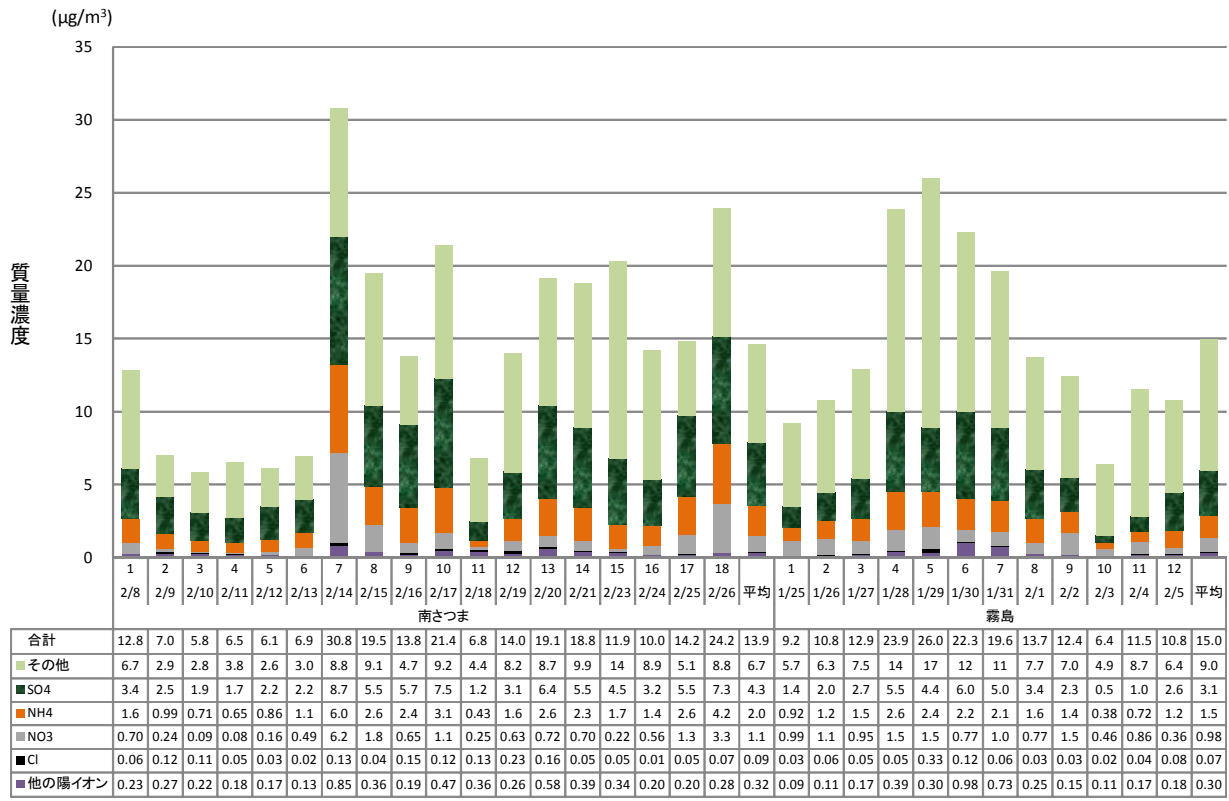


図4-1 質量濃度（冬季）[南さつま局，霧島局]

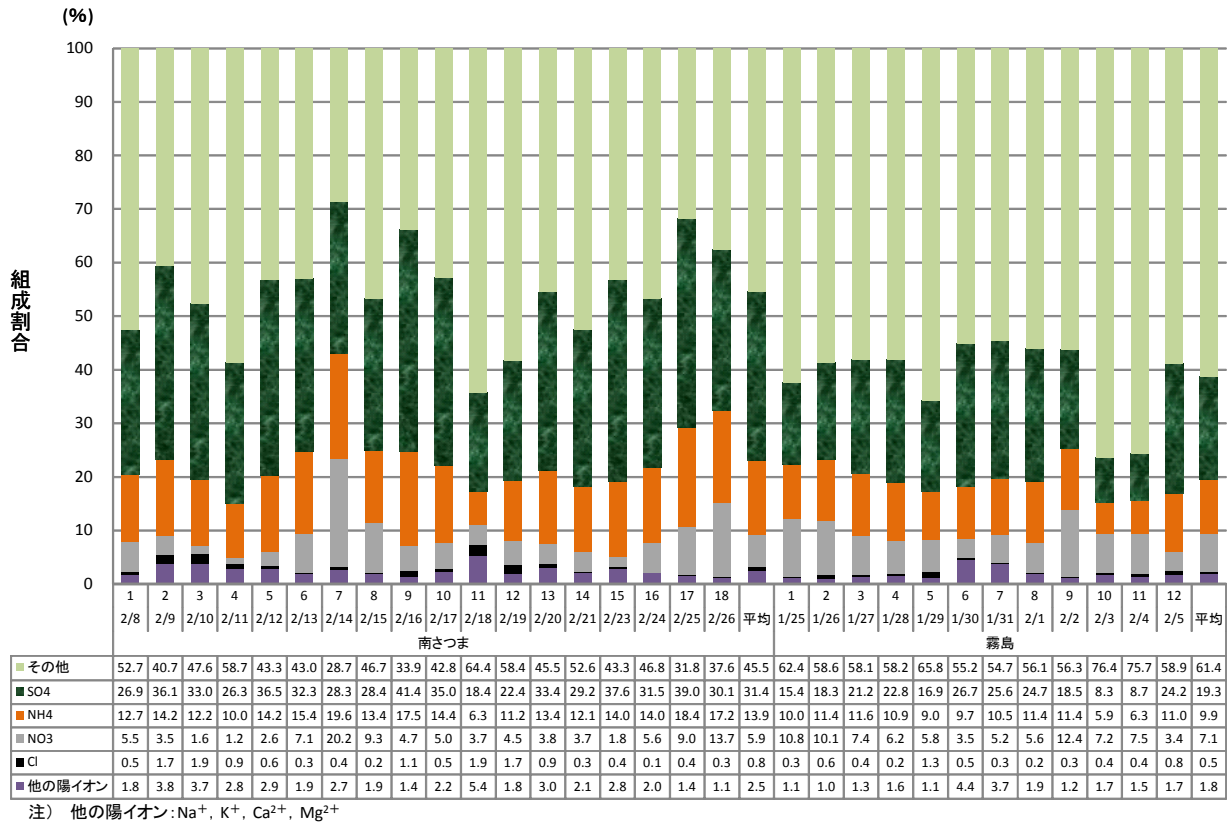


図4-2 成分分析結果（冬季）[南さつま局，霧島局]