

Fig. 6 Sequential data of the blood aluminum concentration in F344 rat administered aluminum or montmorillonite

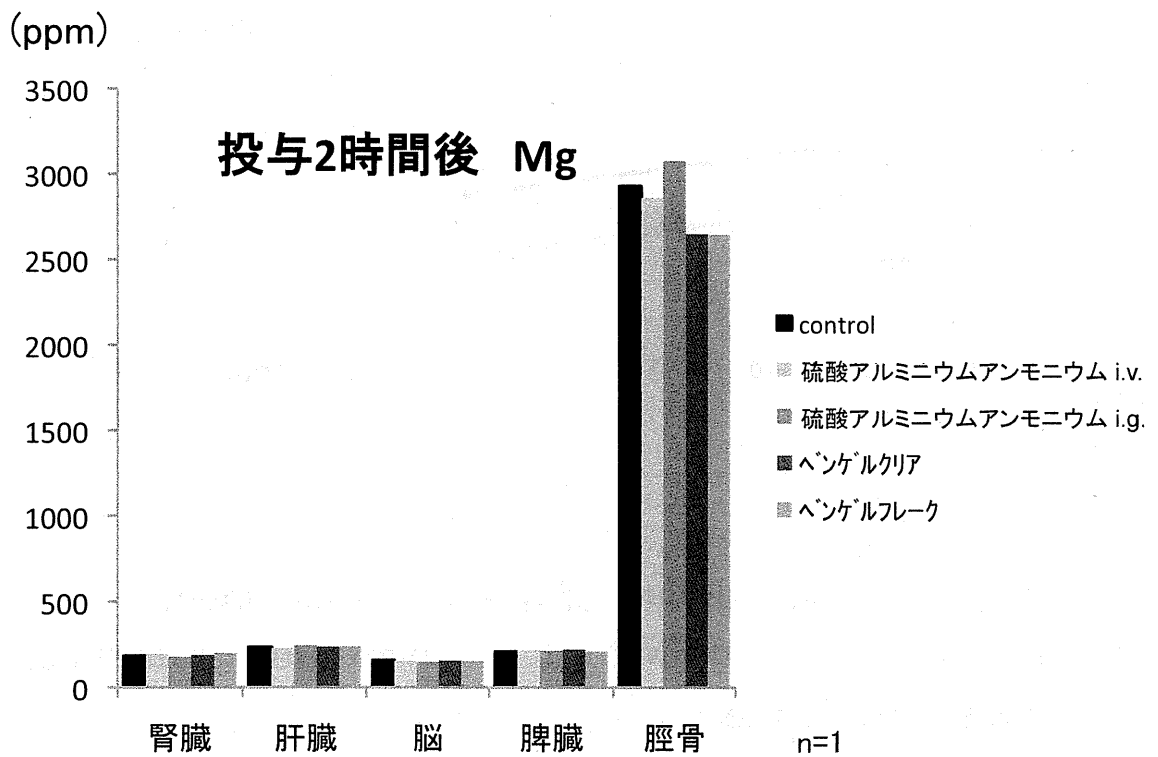
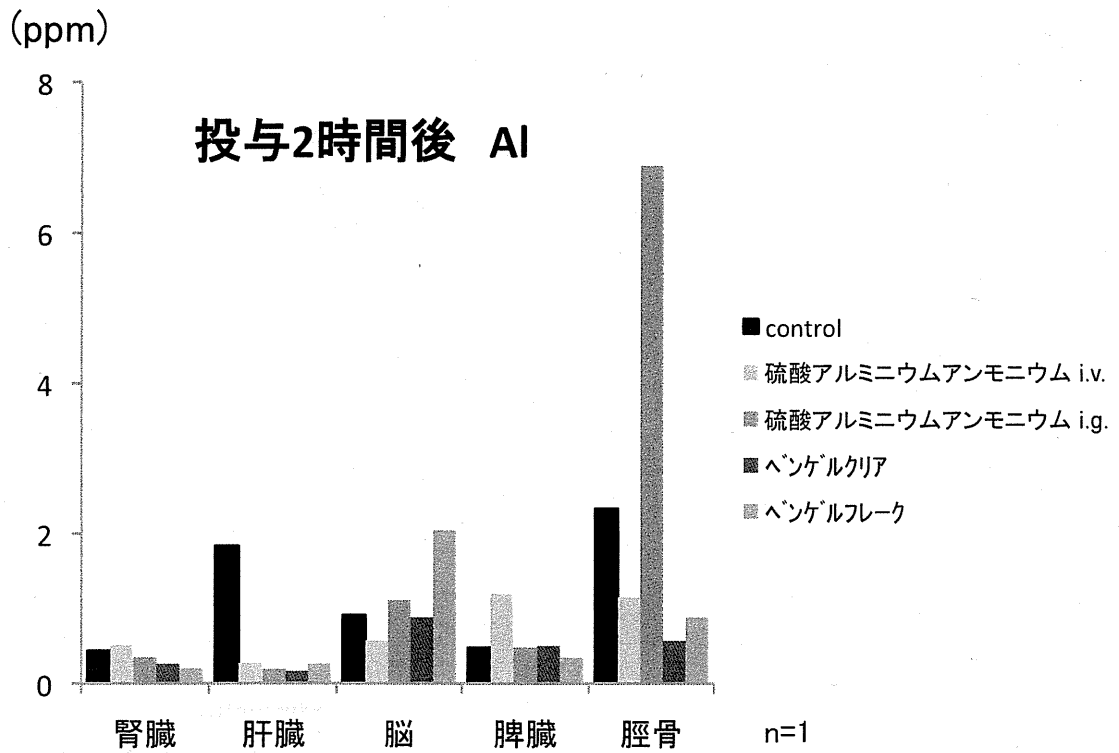


Fig. 7 Organ concentration of aluminum and magnesium in F344 rat administered aluminum or montmorillonite (2 hours after administration)

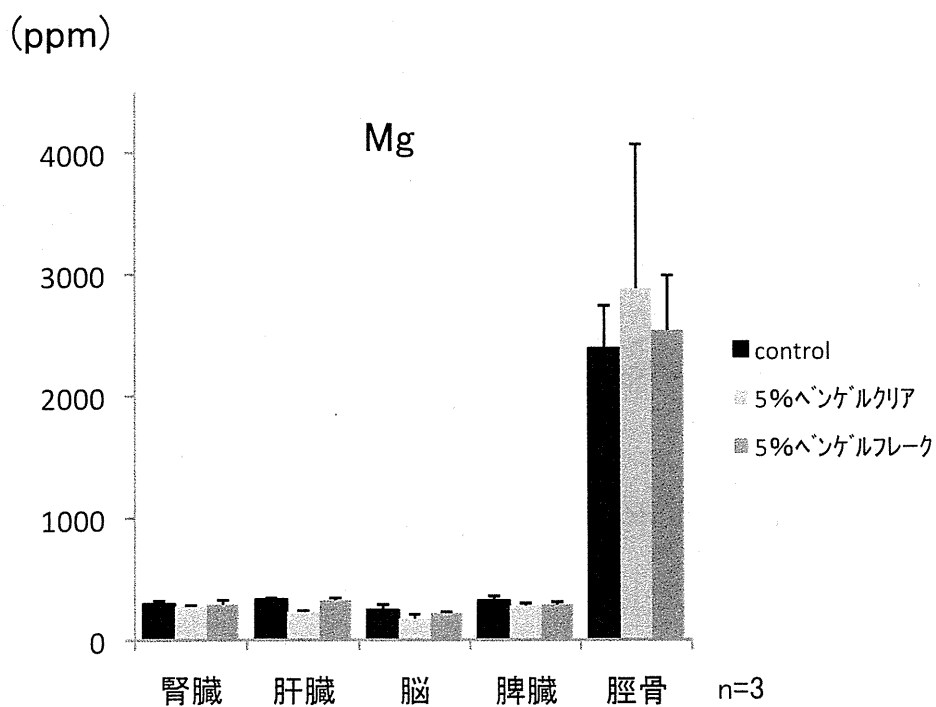
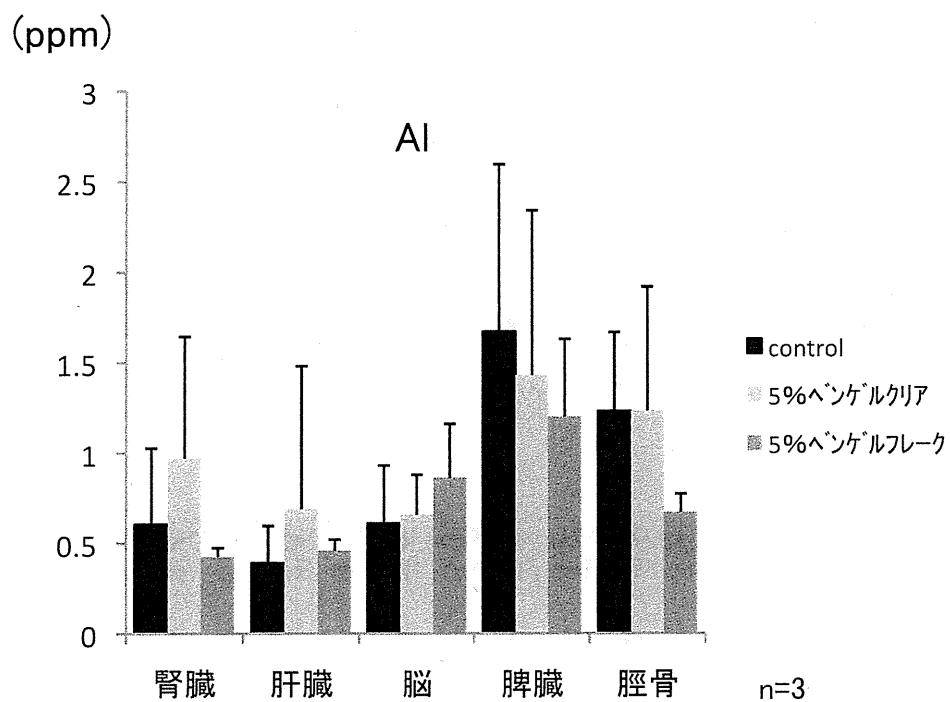


Fig. 8 Organ concentration of aluminum and magnesium in F344 rat administered montmorillonite (4 weeks after administration)

Table 1. Food consumption and material intake of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 4 weeks

Sex	Dose (%)	No. of animals examined	Food consumption				Intake of ベンゲルクリア or ベンゲルフレーク		
			(g/rat/day)		(g/kg BW/day)		Daily (g/kg BW/day)	Total (g/kg BW)	
male	0	5	14.7	± 1.0	76.5	± 8.6	0	0	
	ベンゲルクリア	0.2	5	14.7	± 1.4	76.0	± 6.2	0.15	4
		1	5	14.7	± 1.0	75.2	± 8.9	0.75	21
		5	5	15.3	± 1.1	78.1	± 8.2	3.91	109
	ベンゲルフレーク	0.2	5	14.4	± 1.0	73.6	± 8.1	0.15	4
		1	5	15.1	± 1.5	76.7	± 6.9	0.77	21
		5	5	15.8	± 1.8	80.3	± 7.6	4.01	112
female	0	5	10.0	± 0.1	74.6	± 6.5	0	0	
	ベンゲルクリア	0.2	5	10.1	± 0.3	73.7	± 6.0	0.15	4
		1	5	10.3	± 0.3	75.8	± 5.5	0.76	21
		5	5	10.8	± 0.3	79.3	± 6.4	3.96	111
	ベンゲルフレーク	0.2	5	9.9	± 0.3	73.6	± 5.3	0.15	4
		1	5	10.3	± 0.4	75.4	± 6.0	0.75	21
		5	5	10.9	± 0.2	79.4	± 7.2	3.97	111

Table 2. Organ weight of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 4 weeks : male

Treatment	control		ヘンゲル クリア			ヘンゲル フレーク		
dose			0.20%	1%	5%	0.20%	1%	5%
No. of animals	5		5	5	5	5	5	5
Body weight (g)	219.1 ± 8.66		220.8 ± 7.88	222.6 ± 4.79	220.1 ± 5.24	216.9 ± 6.00	224.3 ± 6.05	222.4 ± 6.80
Absolute								
Brain(g)	1.85 ± 0.02		1.81 ± 0.02	1.84 ± 0.06	1.86 ± 0.04	1.85 ± 0.05	1.85 ± 0.06	1.86 ± 0.04
Thymus(g)	0.31 ± 0.02		0.28 ± 0.02	0.29 ± 0.05	0.31 ± 0.06	0.32 ± 0.05	0.31 ± 0.02	0.29 ± 0.02
Heart(g)	0.76 ± 0.07		0.75 ± 0.04	0.75 ± 0.05	0.76 ± 0.04	0.75 ± 0.06	0.76 ± 0.05	0.74 ± 0.03
Spleen(g)	0.50 ± 0.03		0.51 ± 0.01	0.53 ± 0.02	0.52 ± 0.03	0.51 ± 0.03	0.52 ± 0.02	0.52 ± 0.04
Liver(g)	6.55 ± 0.40		6.56 ± 0.22	6.35 ± 0.12	6.19 ± 0.14	6.05 ± 0.15 *	6.22 ± 0.22	6.05 ± 0.22 *
Adrenal(g)	0.03 ± 0.006		0.03 ± 0.005	0.03 ± 0.003	0.04 ± 0.003	0.04 ± 0.003	0.03 ± 0.004	0.03 ± 0.003
Kidneys(g)	1.51 ± 0.05		1.55 ± 0.06	1.54 ± 0.06	1.56 ± 0.04	1.54 ± 0.05	1.60 ± 0.08	1.58 ± 0.09
Gonad(g)	2.66 ± 0.05		2.72 ± 0.08	2.77 ± 0.06	2.74 ± 0.07	2.75 ± 0.08	2.77 ± 0.06	2.70 ± 0.11
Relative								
Brain(%)	0.85 ± 0.04		0.82 ± 0.03	0.83 ± 0.03	0.85 ± 0.02	0.85 ± 0.04	0.82 ± 0.04	0.84 ± 0.02
Thymus(%)	0.14 ± 0.01		0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.02	0.14 ± 0.03	0.15 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.01
Heart(%)	0.35 ± 0.03		0.34 ± 0.01	0.34 ± 0.02	0.35 ± 0.02	0.35 ± 0.03	0.34 ± 0.02	0.33 ± 0.01
Spleen(%)	0.23 ± 0.01		0.23 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.23 ± 0.02	0.23 ± 0.01	0.23 ± 0.01
Liver(%)	2.99 ± 0.09		2.97 ± 0.06	2.85 ± 0.03 **	2.81 ± 0.05 **	2.79 ± 0.05 **	2.77 ± 0.06 **	2.72 ± 0.06 **
Adrenal(%)	0.02 ± 0.003		0.02 ± 0.002	0.02 ± 0.002	0.02 ± 0.002	0.02 ± 0.001	0.02 ± 0.002	0.02 ± 0.001
Kidneys(%)	0.69 ± 0.03		0.70 ± 0.02	0.69 ± 0.03	0.71 ± 0.02	0.71 ± 0.03	0.71 ± 0.03	0.71 ± 0.03
Gonad(%)	1.21 ± 0.07		1.23 ± 0.03	1.24 ± 0.01	1.25 ± 0.04	1.27 ± 0.03	1.23 ± 0.03	1.21 ± 0.03

Each value represents the mean±S.D.

*, **: Significantly different from the control at p<0.05 and p<0.01, respectively

Table 3. Organ weight of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 4 weeks : female

Treatment dose	control		ヘンゲル クリア						ヘンゲル フレーク					
			0.20%		1%		5%		0.20%		1%		5%	
No. of animals	5		5		5		5		5		5		5	
Body weight (g)	143.9 ± 5.59		149.8 ± 2.90		145.9 ± 5.08		145.6 ± 4.65		143.2 ± 5.22		146.2 ± 3.88		145.9 ± 4.89	
Absolute														
Brain(g)	1.74 ± 0.05		1.77 ± 0.04		1.74 ± 0.05		1.71 ± 0.08		1.71 ± 0.10		1.78 ± 0.02		1.76 ± 0.02	
Thymus(g)	0.25 ± 0.02		0.26 ± 0.03		0.24 ± 0.02		0.26 ± 0.02		0.26 ± 0.02		0.25 ± 0.03		0.24 ± 0.03	
Heart(g)	0.51 ± 0.02		0.53 ± 0.03		0.53 ± 0.03		0.53 ± 0.02		0.52 ± 0.03		0.53 ± 0.02		0.55 ± 0.03	
Spleen(g)	0.36 ± 0.01		0.39 ± 0.02		0.36 ± 0.04		0.38 ± 0.03		0.37 ± 0.02		0.38 ± 0.02		0.38 ± 0.03	
Liver(g)	3.89 ± 0.19		3.91 ± 0.23		3.85 ± 0.19		3.80 ± 0.14		3.79 ± 0.07		3.87 ± 0.11		3.72 ± 0.22	
Adrenal(g)	0.04 ± 0.004		0.04 ± 0.005		0.04 ± 0.004		0.04 ± 0.004		0.04 ± 0.004		0.05 ± 0.005		0.04 ± 0.003	
Kidneys(g)	1.03 ± 0.04		1.09 ± 0.04		1.04 ± 0.06		1.06 ± 0.02		1.07 ± 0.01		1.07 ± 0.04		1.05 ± 0.05	
Gonad(g)	0.07 ± 0.01		0.07 ± 0.02		0.07 ± 0.01		0.07 ± 0.01		0.07 ± 0.01		0.07 ± 0.01		0.07 ± 0.01	
Relative														
Brain(%)	1.21 ± 0.07		1.18 ± 0.01		1.19 ± 0.04		1.17 ± 0.04		1.20 ± 0.09		1.22 ± 0.04		1.21 ± 0.04	
Thymus(%)	0.17 ± 0.01		0.17 ± 0.02		0.16 ± 0.02		0.18 ± 0.01		0.18 ± 0.01		0.17 ± 0.02		0.17 ± 0.02	
Heart(%)	0.35 ± 0.01		0.36 ± 0.02		0.36 ± 0.02		0.37 ± 0.02		0.36 ± 0.01		0.37 ± 0.02		0.38 ± 0.01**	
Spleen(%)	0.25 ± 0.01		0.26 ± 0.01		0.25 ± 0.02		0.26 ± 0.01		0.26 ± 0.01		0.26 ± 0.01		0.26 ± 0.01	
Liver(%)	2.71 ± 0.10		2.61 ± 0.10		2.64 ± 0.04		2.61 ± 0.05		2.65 ± 0.12		2.65 ± 0.07		2.55 ± 0.11	
Adrenal(%)	0.03 ± 0.002		0.03 ± 0.003		0.03 ± 0.002		0.03 ± 0.003		0.03 ± 0.003		0.03 ± 0.004		0.03 ± 0.001	
Kidneys(%)	0.72 ± 0.05		0.73 ± 0.02		0.71 ± 0.02		0.73 ± 0.01		0.75 ± 0.03		0.73 ± 0.02		0.72 ± 0.02	
Gonad(%)	0.05 ± 0.01		0.04 ± 0.01		0.05 ± 0.01		0.05 ± 0.00		0.05 ± 0.01		0.05 ± 0.01		0.05 ± 0.00	

Each value represents the mean±S.D.

*, **: Significantly different from the control at p<0.05 and p<0.01, respectively

Table 4. Food consumption and material intake of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 13 weeks

Sex	Dose (%)	No. of animals examined	Food consumption						Intake of ベンゲルクリア or ベンゲルフレーク	
			(g/rat/day)			(g/kg BW/day)			Daily (g/kg BW/day)	Total (g/kg BW)
male										
control	0	10	14.8	±	0.8	64.0	±	23.8	0	0
ベンゲルクリア	0.04	10	14.5	±	0.7	61.9	±	21.5	0.02	2
	0.2	10	14.8	±	0.8	64.6	±	21.9	0.13	12
	1	10	15.1	±	0.8	65.2	±	22.6	0.65	59
	5	10	16.0	±	0.7	67.0	±	23.7	3.35	301
	ベンゲルフレーク	0.04	10	14.8	±	0.8	62.5	±	22.0	0.03
0.2		10	14.8	±	0.8	62.2	±	21.3	0.12	11
1		10	15.1	±	0.8	64.1	±	22.5	0.64	58
5		10	15.8	±	0.9	66.7	±	23.3	3.34	300
female										
control	0	10	9.9	±	0.5	67.3	±	17.9	0	0
ベンゲルクリア	0.04	10	9.7	±	0.6	66.9	±	17.9	0.03	2
	0.2	10	9.9	±	0.6	67.6	±	18.5	0.14	12
	1	10	9.7	±	0.6	67.3	±	18.2	0.67	61
	5	10	10.6	±	0.5	70.7	±	19.1	3.53	318
	ベンゲルフレーク	0.04	10	9.5	±	0.7	64.8	±	17.4	0.03
0.2		10	9.4	±	0.8	64.0	±	17.8	0.13	12
1		10	9.7	±	0.7	66.4	±	18.2	0.66	60
5		10	10.2	±	0.8	69.2	±	19.4	3.46	311

Table 5. Organ weight of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 13 weeks : male

Treatment	Control	ベンゲルクリア 0.04%	ベンゲルクリア 0.2%	ベンゲルクリア 1%	ベンゲルクリア 5%	ベンゲルフレーク 0.04%	ベンゲルフレーク 0.2%	ベンゲルフレーク 1%	ベンゲルフレーク 5%
No. of animals	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Body weight (g)	319 ± 18.8	326 ± 20.8	329 ± 12.2	333 ± 11.6	333 ± 10.1	333 ± 15.3	332 ± 11.7	329 ± 11.5	329 ± 10.4
Absolute									
Brain (g)	2.00 ± 0.04	1.99 ± 0.06	1.98 ± 0.05	1.98 ± 0.03	2.01 ± 0.05	1.99 ± 0.03	2.00 ± 0.04	2.00 ± 0.03	1.97 ± 0.07
Thymus (g)	0.21 ± 0.05	0.22 ± 0.02	0.22 ± 0.03	0.22 ± 0.02	0.22 ± 0.04	0.22 ± 0.03	0.23 ± 0.02	0.21 ± 0.02	0.20 ± 0.01
Lungs (g)	0.96 ± 0.11	0.94 ± 0.14	0.95 ± 0.09	0.99 ± 0.09	1.02 ± 0.07	0.93 ± 0.07	0.97 ± 0.10	0.97 ± 0.10	1.04 ± 0.10
Heart (g)	0.93 ± 0.07	0.94 ± 0.08	0.95 ± 0.03	0.95 ± 0.06	0.94 ± 0.04	0.96 ± 0.03	0.95 ± 0.05	0.96 ± 0.04	0.96 ± 0.06
Spleen (g)	0.60 ± 0.04	0.63 ± 0.05	0.62 ± 0.04	0.65 ± 0.08 *	0.64 ± 0.04	0.65 ± 0.03	0.63 ± 0.03	0.63 ± 0.04	0.64 ± 0.02
Liver (g)	7.71 ± 0.47	7.80 ± 0.41	7.86 ± 0.39	7.96 ± 0.44	7.90 ± 0.32	8.07 ± 0.50	7.96 ± 0.36	7.88 ± 0.43	8.09 ± 0.31
Adrenals (g)	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00
Kidneys (g)	1.90 ± 0.13	1.90 ± 0.11	1.91 ± 0.05	1.93 ± 0.09	2.02 ± 0.15	1.95 ± 0.10	1.98 ± 0.08	2.02 ± 0.10 *	1.98 ± 0.06
Gnads (g)	3.12 ± 0.14	3.03 ± 0.16	3.09 ± 0.12	3.11 ± 0.14	3.15 ± 0.09	3.07 ± 0.12	3.08 ± 0.08	3.12 ± 0.12	3.07 ± 0.10
Relative									
Brain (g%)	0.63 ± 0.03	0.61 ± 0.03	0.61 ± 0.03	0.60 ± 0.02	0.60 ± 0.02	0.60 ± 0.03	0.60 ± 0.03	0.61 ± 0.02	0.60 ± 0.02
Thymus (g%)	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00
Lungs (g%)	0.30 ± 0.04	0.29 ± 0.04	0.29 ± 0.02	0.30 ± 0.03	0.31 ± 0.02	0.28 ± 0.01	0.29 ± 0.03	0.30 ± 0.03	0.32 ± 0.04
Heart (g%)	0.29 ± 0.01	0.29 ± 0.01	0.29 ± 0.01	0.28 ± 0.02	0.28 ± 0.01	0.29 ± 0.01	0.29 ± 0.02	0.29 ± 0.01	0.29 ± 0.02
Spleen (g%)	0.19 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.20 ± 0.03	0.19 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.19 ± 0.01
Liver (g%)	2.42 ± 0.08	2.39 ± 0.05	2.39 ± 0.07	2.39 ± 0.08	2.37 ± 0.04	2.42 ± 0.07	2.40 ± 0.06	2.40 ± 0.11	2.46 ± 0.04
Adrenals (g%)	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Kidneys (g%)	0.60 ± 0.02	0.58 ± 0.02	0.58 ± 0.01	0.58 ± 0.01	0.61 ± 0.04	0.59 ± 0.02	0.60 ± 0.02	0.62 ± 0.03	0.60 ± 0.03
Gnads (g%)	0.98 ± 0.04	0.93 ± 0.04	0.94 ± 0.06	0.93 ± 0.03	0.95 ± 0.04	0.92 ± 0.04	0.93 ± 0.04	0.95 ± 0.05	0.93 ± 0.04

Each value represents the mean ± SD.

*, **: Significantly different from control v.s. administered group at p < 0.05 and p < 0.01, respectively

Table 6. Organ weight of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 13 weeks : female

Treatment	Control	ヘンゲルクリア 0.04%	ヘンゲルクリア 0.2%	ヘンゲルクリア 1%	ヘンゲルクリア 5%	ヘンゲルフレーク 0.04%	ヘンゲルフレーク 0.2%	ヘンゲルフレーク 1%	ヘンゲルフレーク 5%
No. of animals	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Body weight (g)	178.1 ± 4.0	176.9 ± 5.1	180.6 ± 7.3	177.4 ± 10.5	181.5 ± 5.3	177.7 ± 4.7	177.1 ± 5.5	176.8 ± 8.1	177.2 ± 7.2
Absolute									
Brain (g)	1.81 ± 0.03	1.81 ± 0.04	1.81 ± 0.05	1.78 ± 0.05	1.80 ± 0.04	1.81 ± 0.05	1.81 ± 0.04	1.82 ± 0.04	1.78 ± 0.08
Thymus (g)	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.16 ± 0.02	0.17 ± 0.02	0.17 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.16 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.16 ± 0.02
Lungs (g)	0.69 ± 0.05	0.66 ± 0.06	0.69 ± 0.07	0.68 ± 0.10	0.71 ± 0.07	0.66 ± 0.04	0.71 ± 0.07	0.68 ± 0.05	0.67 ± 0.08
Heart (g)	0.57 ± 0.03	0.56 ± 0.04	0.59 ± 0.03	0.58 ± 0.04	0.60 ± 0.04	0.58 ± 0.04	0.58 ± 0.04	0.58 ± 0.05	0.58 ± 0.03
Spleen (g)	0.39 ± 0.02	0.38 ± 0.02	0.40 ± 0.02	0.39 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.40 ± 0.02	0.39 ± 0.02	0.39 ± 0.03	0.39 ± 0.02
Liver (g)	3.96 ± 0.21	3.86 ± 0.18	4.00 ± 0.16	3.97 ± 0.23	4.04 ± 0.23	3.93 ± 0.20	3.91 ± 0.08	3.94 ± 0.26	3.94 ± 0.20
Adrenals (g)	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00
Kidneys (g)	1.16 ± 0.06	1.15 ± 0.05	1.15 ± 0.04	1.15 ± 0.08	1.14 ± 0.05	1.11 ± 0.07	1.13 ± 0.06	1.13 ± 0.07	1.13 ± 0.07
Gnads (g)	0.05 ± 0.01	0.06 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.06 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.00
Relative									
Brain (g%)	1.02 ± 0.03	1.02 ± 0.03	1.00 ± 0.05	1.00 ± 0.05	0.99 ± 0.04	1.02 ± 0.03	1.02 ± 0.02	1.03 ± 0.03	1.01 ± 0.05
Thymus (g%)	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.01
Lungs (g%)	0.39 ± 0.03	0.38 ± 0.03	0.39 ± 0.05	0.38 ± 0.04	0.39 ± 0.03	0.37 ± 0.02	0.40 ± 0.03	0.39 ± 0.03	0.38 ± 0.04
Heart (g%)	0.32 ± 0.02	0.32 ± 0.02	0.33 ± 0.02	0.32 ± 0.01	0.33 ± 0.02	0.33 ± 0.02	0.33 ± 0.02	0.33 ± 0.02	0.33 ± 0.01
Spleen (g%)	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.02	0.23 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01
Liver (g%)	2.22 ± 0.10	2.18 ± 0.11	2.22 ± 0.08	2.24 ± 0.08	2.23 ± 0.14	2.21 ± 0.06	2.21 ± 0.08	2.22 ± 0.08	2.22 ± 0.08
Adrenals (g%)	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Kidneys (g%)	0.65 ± 0.03	0.65 ± 0.03	0.64 ± 0.03	0.65 ± 0.02	0.63 ± 0.04	0.62 ± 0.03	0.64 ± 0.03	0.64 ± 0.02	0.64 ± 0.03
Gnads (g%)	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.00

Each value represents the mean ± SD.

*, **: Significantly different from control v.s. administered group at p < 0.05 and p < 0.01, respectively

Table 7. Hematology data for of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 13 weeks : male

Treatment	Control	ヘンゲルクリア 0.04%	ヘンゲルクリア 0.2%	ヘンゲルクリア 1%	ヘンゲルクリア 5%	ヘンゲルフレーク 0.04%	ヘンゲルフレーク 0.2%	ヘンゲルフレーク 1%	ヘンゲルフレーク 5%			
No. of animals	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
WBC x10 ² /μl	41 ± 11	49 ± 9	45 ± 8	45 ± 8	59 ± 11	**	49 ± 11	44 ± 7	49 ± 5	53 ± 11	*	
RBC x10 ⁴ /μl	956 ± 63	955 ± 56	928 ± 35	908 ± 104	933 ± 72		972 ± 48	973 ± 36	970 ± 45	939 ± 69		
HGB g/dL	16.2 ± 0.9	16.4 ± 0.7	16.1 ± 0.3	15.6 ± 1.9	16.3 ± 1.6		16.5 ± 0.5	16.6 ± 0.6	17.0 ± 0.4	16.5 ± 1.1		
HCT %	51.0 ± 2.9	50.7 ± 2.7	49.3 ± 1.8	48.3 ± 5.5	49.8 ± 3.7		51.5 ± 2.1	51.3 ± 1.9	51.4 ± 2.4	49.9 ± 3.3		
MCV fL	53.4 ± 0.7	53.1 ± 0.4	53.1 ± 0.6	53.1 ± 0.7	53.5 ± 0.5		53.0 ± 0.6	52.8 ± 0.6	53.0 ± 0.4	53.1 ± 0.6		
MCH pg	17.0 ± 0.6	17.2 ± 0.4	17.3 ± 0.4	17.2 ± 0.3	17.5 ± 0.5		17.0 ± 0.5	17.0 ± 0.5	17.6 ± 0.6	*	17.6 ± 0.3	*
MCHC g/dL	31.8 ± 0.7	32.4 ± 0.7	32.6 ± 0.8	32.3 ± 0.9	32.7 ± 1.0		32.2 ± 0.7	32.3 ± 0.7	33.2 ± 1.0	**	33.1 ± 0.5	**
PLT x10 ⁴ /μl	68.1 ± 17.1	75.3 ± 10.6	78.0 ± 4.8	73.0 ± 9.4	73.2 ± 10.6		76.5 ± 6.0	77.6 ± 3.3	81.9 ± 5.8	**	80.5 ± 8.1	*

Each value represents the mean ± SD.

*, **: Significantly different from the control at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

28

Table 8. Hematology data for of F344 rats fed diet containing montmorillonite for 13 weeks : female

Treatment	Control	ヘンゲルクリア 0.04%	ヘンゲルクリア 0.2%	ヘンゲルクリア 1%	ヘンゲルクリア 5%	ヘンゲルフレーク 0.04%	ヘンゲルフレーク 0.2%	ヘンゲルフレーク 1%	ヘンゲルフレーク 5%
No. of animals	10	10	10	10	10	10	10	10	10
WBC x10 ² /μl	41 ± 8	36 ± 5	35 ± 12	34 ± 8	34 ± 12	34 ± 7	37 ± 9	37 ± 10	42 ± 8
RBC x10 ⁴ /μl	884 ± 51	903 ± 35	866 ± 66	887 ± 20	887 ± 48	870 ± 42	871 ± 28	881 ± 48	901 ± 32
HGB g/dL	16.4 ± 0.8	16.9 ± 0.4	16.4 ± 1.1	16.8 ± 0.5	16.3 ± 0.5	16.1 ± 0.6	16.2 ± 0.5	16.4 ± 0.8	17.0 ± 0.5
HCT %	49.6 ± 2.7	50.5 ± 1.9	48.5 ± 3.6	49.9 ± 1.0	49.6 ± 2.3	48.6 ± 2.3	48.7 ± 1.3	49.4 ± 2.6	50.5 ± 1.7
MCV fL	56.1 ± 0.4	55.9 ± 0.3	56.1 ± 0.2	56.2 ± 0.5	55.9 ± 0.5	55.9 ± 0.4	55.9 ± 0.4	56.1 ± 0.2	56.1 ± 0.2
MCH pg	18.6 ± 0.5	18.7 ± 0.6	19.0 ± 0.4	19.0 ± 0.5	18.4 ± 0.5	18.5 ± 0.6	18.6 ± 0.5	18.7 ± 0.5	18.9 ± 0.8
MCHC g/dL	33.1 ± 0.7	33.4 ± 1.0	33.9 ± 0.6	33.7 ± 0.7	33.0 ± 0.7	33.1 ± 1.2	33.3 ± 0.9	33.2 ± 0.8	33.6 ± 1.2
PLT x10 ⁴ /μl	79.7 ± 6.2	80.7 ± 3.3	79.8 ± 9.2	81.2 ± 4.8	79.9 ± 5.7	77.1 ± 7.4	79.4 ± 4.1	79.5 ± 6.6	79.9 ± 5.5

Each value represents the mean ± SD.

*, **: Significantly different from the control at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

食品添加物規格モンモリロナイトの粒子サイズに関する研究

研究分担者 小川久美子 国立医薬品食品衛生研究所 病理部長

研究協力者 上原誠一郎 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門 助教

研究要旨

ナノ関連物質の毒性は、粒子サイズによって異なる可能性がある。本研究では食品添加物規格のナノクレイとして市販されているベンゲルフレークおよびベンゲルクリアについて、粒子サイズを検討した。走査電子顕微鏡（SEM）観察により、ベンゲルフレークは、数 100 μm の板状の粒子で、粒子同士が良く接着し、挫滅しても数 10 μm 程度と大型であった。ベンゲルクリアは 5~30 μm の粒子細粒状で粒子同士が良く接着し、挫滅するとさらに細粒になる事が示された。

A. 研究目的

ナノ関連物質の毒性は、粒子サイズによって異なる可能性がある。本試験では、被験物質の粒子サイズを検討することを目的としている。

B. 研究方法

モンモリロナイトはラットへの経口投与試験に用いた、食品添加物規格のベンゲルフレークとベンゲルクリアの2種類の粉末を使用した。飼料にモンモリロナイトをそれぞれ0%, 0.2%, 1.0%, 5.0%の割合で混合したペレット飼料も試料とした。

走査電子顕微鏡（SEM）観察試料は、スライドガラスに銅製のテープを張り付けた後、それぞれの試料をカーボンテープ上に張り付け、厚さ約30 nmの炭素蒸着をおこない作成した。

測定条件は、九州大学のエネルギー分散型X線分析装置（Oxford 製 ISIS）を装着した日本電子製走査型電子顕微鏡 JSM - 5800LV を使用し、加速電圧：3 kV（二次電子像）、20 kV（反射電子像）、対物しぼり：3、スポットサイズ：8とした。

C. 研究結果

ベンゲルフレークは、数 100 μm の板状の粒子

で、粒子同士が良く接着し、挫滅しても数 10 μm 程度と大型であった（Fig.1 A, B）。ベンゲルクリアは 5~30 μm の粒子状で粒子同士が良く接着し、挫滅するとさらに細粒になった（Fig.1 C, D）。ベンゲルフレークの混合飼料には、数 10 μm 程度のモンモリロナイト粒子がよく見られた。飼料とベンゲルフレーク粉末はきれいには混合しておらず、粉末は元の形を保ったものが多くみられた。ベンゲルフレーク粉末は混合比が大きいほど密集して混ざっていた（Fig. 2）。

一方、ベンゲルクリア粉末は細粒で、判別が困難であるが、ベンゲルフレーク混合飼料と比べるとよく飼料に混合していた。ベンゲルフレーク混合飼料と同様に、ベンゲルクリア粉末の混合比が大きいほど密集している（Fig. 3）。

D. 考察

モンモリロナイト粉末のチャージアップが激しいため、観察するには蒸着を厚くする必要があった。

ベンゲルフレークよりもベンゲルクリアは粒子が小型であったが、大部分は 100nm よりも大きいと考えられた。挫滅によっては、さらに小型になるため、飼料中でより小型の粒子がどれ位である

のか、さらに検討が必要である。

また、今回用いた天然の鉱物は粒子サイズにばらつきが大きいと考えられる。近年は、合成スメクタイトも考案されており、より均一な製品での検討を考慮する必要性が示唆された。

E. 結論

食品添加物規格のナノクレイとして市販されているベンゲルフレークおよびベンゲルクリアはいずれも 100 ナノ以上のサイズと考えられたが、ベンゲルクリアはさらに挫滅により細粒化する可能性が見られた。

F. 研究発表

1. 論文発表

該当なし。

2. 学会発表

該当なし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

該当なし。

2. 実用新案登録

該当なし。

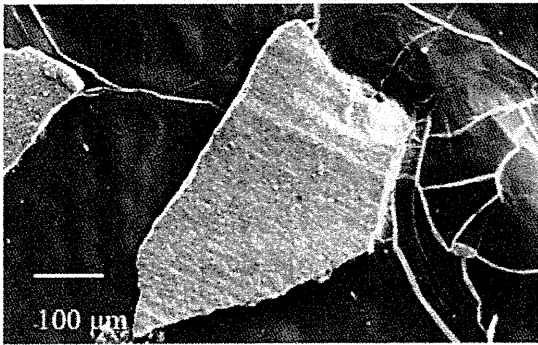
3. その他

該当なし

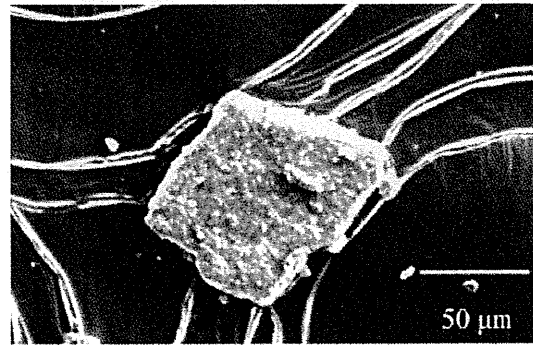
(1) ベンゲルフレーク

数100 μm の板状(A)。

押し潰しても数10 μm 程度で細粒にならない(B)。



A. ベンゲルフレークの二次電子像
加速電圧 3 kV、観察倍率 180倍

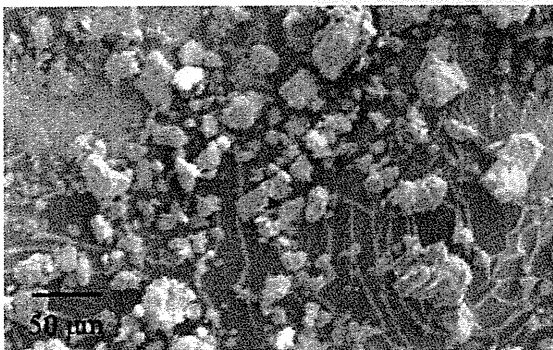


B. ベンゲルフレークの二次電子像
加速電圧 3 kV、観察倍率 600倍

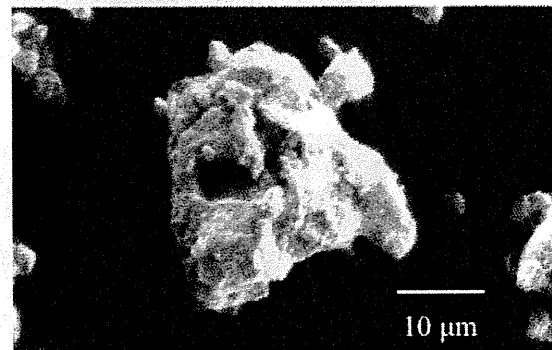
(2) ベンゲルクリア

サラサラで5~30 μm の粒子(C)。

粒子は押し潰すとどンドン細粒になる(D)。



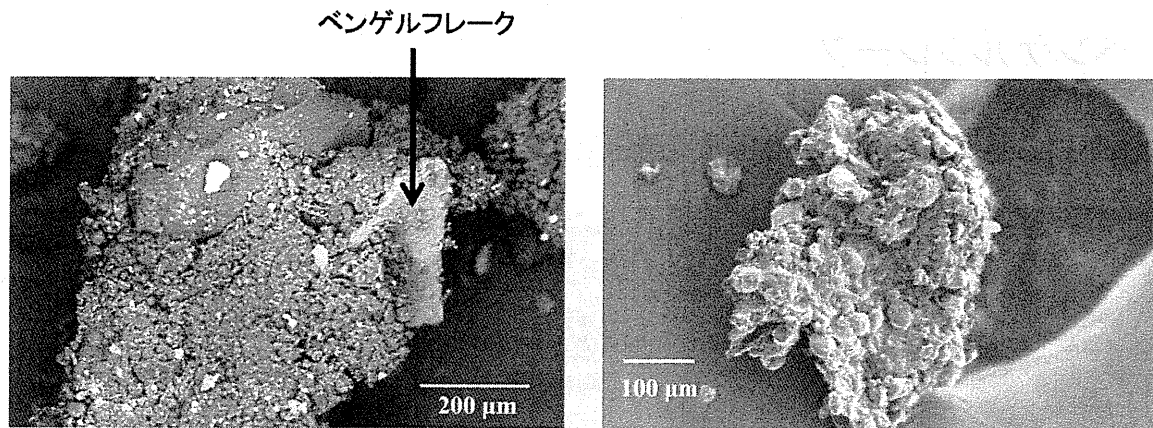
C. ベンゲルクリアの二次電子像
加速電圧 3 kV、観察倍率 400倍



D. ベンゲルクリアの二次電子像
加速電圧 3 kV、観察倍率 2000倍

Fig. 1 Scanning electronmicroscopic appearance of montmorillonite

(3) ベンゲルフレーク混合飼料



C. ベンゲルフレーク混合飼料の反射電子像
加速電圧 20 kV、観察倍率 100倍

D. ベンゲルフレーク混合飼料二次電子像
加速電圧 3 kV、観察倍率 150倍

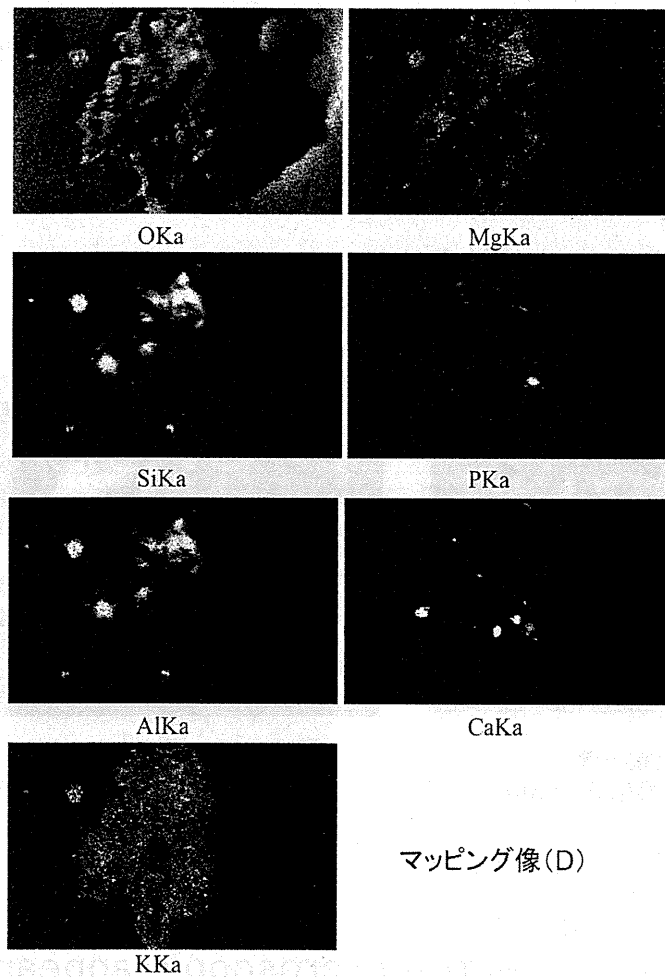
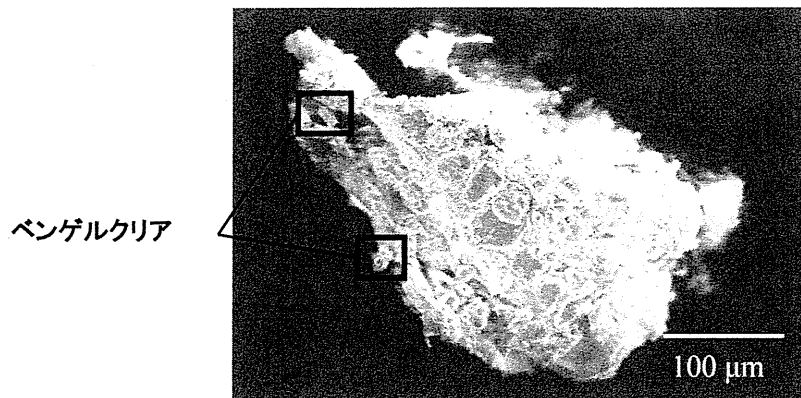
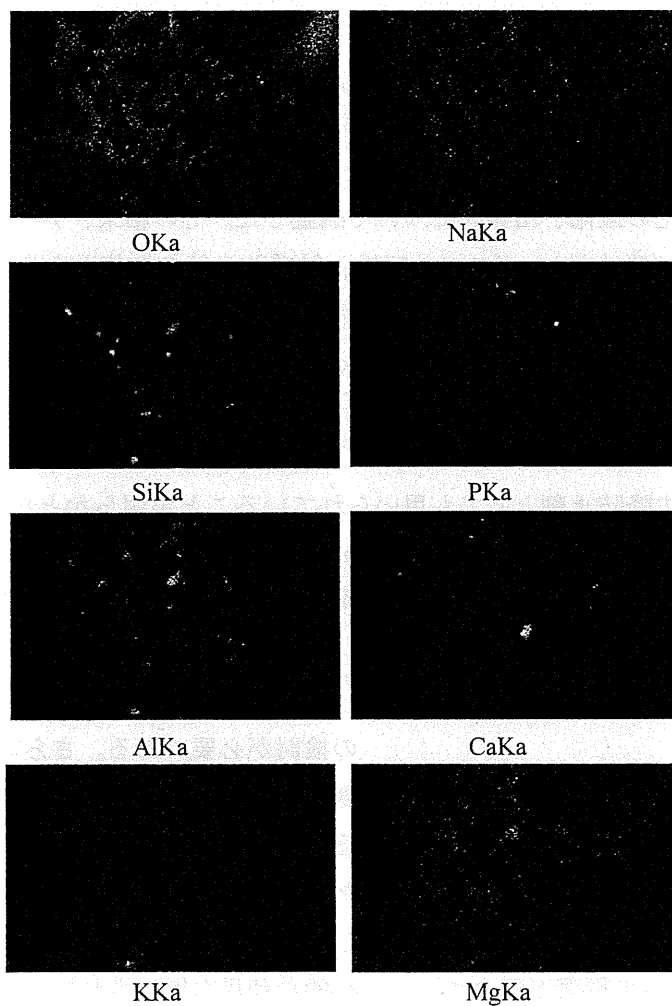


Fig. 2 Scanning electronmicroscopic appearance of bengel flake containing diet

(4)ベンゲルクリア混合飼料



E. ベンゲルクリア混合飼料の二次電子像
加速電圧 3 kV、観察倍率 200倍



マッピング像(図E)

Fig. 3 Scanning electronmicroscopic appearance of bengel clear containing diet

平成 23 年度 厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

分担研究報告書

研究課題名：ナノ食品の安全性確保に関する研究

分担研究課題名：ナノクレイの食品・食品容器としての使用状況調査

分担研究者：広瀬 明彦 国立医薬品食品衛生研究所 総合評価研究室 室長

研究協力者：平田 睦子 国立医薬品食品衛生研究所 総合評価研究室 主任研究員

研究協力者：小野 敦 国立医薬品食品衛生研究所 総合評価研究室 主任研究員

研究要旨

本研究では、食品・食品容器分野におけるナノクレイのリスク評価の一環として、本分野におけるナノクレイの用途を調査することにより、暴露評価のための基礎的情報収集を行うことを目的としている。平成 23 年度は、ナノクレイの食品・食品容器分野における使用実態の全体像を把握するために、ナノクレイの物質情報、使用形態、使用目的、開発または実用化の段階、出典等について調査した。その結果、ナノクレイの増粘性、分散性、吸着性（吸水性）、ガスバリア性、触感改良等の機能から期待されている用途として、クリーム・粉末化粧水・歯磨き等の化粧品、自動車部品やペットボトル等の部品・容器包装材をはじめ、農薬プロアブル・接着剤・洗剤等の工業製品、塗料、難燃剤、触媒担体等があることが示された。実用化されている食品分野における主な用途は、包装容器材でガスバリア性の向上を主目的としてナノクレイが使われている他、液体農薬の沈降防止剤としても用いられていることが明らかとなった。今年度の調査では、使用実態等の実例収集から経口暴露の可能性について情報が得られたが、次年度以降は暴露評価に資するより詳細な使用量調査等を行う必要があると考えられた。

A. 研究目的

ナノマテリアルには、様々の材質が考案されており、その工業的利用の振興が期待されている。ナノマテリアルの中でも、カーボンブラックや酸化チタン、カーボンナノチューブなどは、環境からの暴露による、ヒトの健康への影響が懸念されており、複数の検討がなされている。一方、モンモリロナイトを主成分とするナノクレイについては、リスク評価に必要な経口投与による毒性影響や体内動態を詳細に検討した報告はなく、早急

の検討が必要である。さらに、ナノクレイは加工食品においては、固化防止剤として使用されている以外に内容物の保存安定性の向上を目的としたナノクレイを含むPETボトルなどの開発も進められているなど、食品・食品容器分野における積極的な利用も期待されているが、その全貌は明らかではない。本研究班では、食品・食品容器分野におけるナノクレイのリスク評価を行うことを目的としており、分担研究として食品・食品容器分野におけるナノクレイの用途を明らかにする

とともに、その使用状況を把握することを目的とする。

B. 研究方法

23年度は、まずナノクレイの食品・食品容器分野における使用実態の全体像を把握するために、ナノクレイの物質情報、使用形態、使用目的、開発または実用化の段階、出典等の情報収集を行った。情報は、日本特許(PATOLIS)・学術文献(JDream II)等の各種データベースの検索に加え、ナノクレイ全体の使用実態やナノクレイを扱うメーカーおよび関連団体の公式HP(プレスリリースや技術資料、ユーザー情報等)のインターネット検索により確認した。また、食品分野のナノクレイの使用状況を把握するために、ナノクレイを扱う現場情報の入手を目的として、国内のナノクレイ・メーカー等に対し、ヒアリング調査を行った。各種検索作業やヒアリング等については、(株)東レリサーチセンターにご協力をいただいた。

C. 研究結果

1. 食品分野におけるナノクレイの用途

1) ナノクレイの定義

粘土鉱物(クレイ)は、水を含む粘性を持つ土の総称であり、その主体は層状ケイ酸塩鉱物である。層状ケイ酸塩鉱物として、カオリン鉱物、雲母(マイカ)、スメクタイト等があげられており、“ナノクレイ”は、層状ケイ酸塩から構成される板状結晶(板の厚み:1nm程度、板の二次元の広がりにおける「長さ」または「幅」:数十~数百nm)のものを指す。

“ナノクレイ”は、クレイを構成する層状ケイ酸塩の塊(最小でもサブミクロン以上のサイズ)から、板状結晶1枚(厚み:約1nm)が、あるいは、板状結晶(ナノメートル領域の大きさ)が、剥離することで生じ得る。

例えば、モンモリロナイト(ベントナイト[スメクタイト系粘土鉱物]の主成分)は、 $\text{Si}_4\text{O}_6(\text{OH})_4$ の四面体構造のシート(四面体シート) - $\text{Al}_2(\text{OH})_6$ または $\text{Mg}_3(\text{OH})_6$ の八面構造のシート(八

面体シート) - $\text{Si}_4\text{O}_6(\text{OH})_4$ の四面体構造のシート(四面体シート)の三層から構成される板状結晶(厚さは約1nm、結晶横方向の長さ200~300nm程度)が同方向に積み重なった層状構造を有している。このモンモリロナイトにおいて、厚さがナノレベル(約1nm)の板状結晶の剥離が生じると、ナノクレイが発生することになる。

ナノクレイとなる物質の代表例としては、モンモリロナイト、マイカ等があげられる。一方、天然粘土鉱物原料ではなく純粋化学原料で合成された板状結晶構造物もナノクレイとして扱われ得る。

例えば、クニミネ工業(株)製「クニピア」は、天然ベントナイト(モンモリロナイト含有率60~70%)を粉砕した後、石英、長石、 α -クリストバライト等の不純物を除去して、モンモリロナイト含有率100%に精製製造したナノクレイである。同社製の合成無機質高分子「スメクトン」は、純粋化学原料のMg, Al, Si等の無機化合物より合成された純白色コロイド性含水ケイ酸塩である。厚さ約1nm、幅(又は長さ)が約50nmの板状結晶であり、ナノクレイとして扱われている。この「スメクトン」は天然粘土原料由来ではないため、ガラス質、着色金属酸化物、腐植質などの土壤中夾雑物の混入がなく、「クニピア」の現用途(例えば、包装容器材、燃料電池バックシート、断熱材・不燃材)以外にも利用できるとされている。

2) ナノクレイの特性・メリット

ナノクレイの基となる粘土鉱物には、上述のように基本構造が板状結晶であるため、アスペクト比が大きく、結晶表面に正または負の電荷を帯びているので高い表面活性がある。この構造や表面活性の特徴から、主に以下の特徴があることが知られている。

- ・ 膨潤性: 結晶の層間に水や有機溶媒が入って底面間隔が広がる。
- ・ 増粘性: スメクタイト系粘土は結晶同士が水中で膨潤し、剥離分散により増粘する。
- ・ イオン交換性: 鉱物表面にある負または正

の電荷をもつため、その電荷と反対の陽イオンまたは陰イオンの吸着が起こる。この吸着するイオンと溶液中の異種イオンの間で交換反応を瞬時に起こす。

- ・ 吸着性： 層と層の間は帯電しているのに、層間に入り込む無機・有機イオンや極性分子等を吸着できる。

このような粘土鉱物の特徴を基にナノ粒子（ナノクレイ）にする特性・メリットとしては、主に次の点が挙げられている。

- ・ 少量の添加で、元来の粘土鉱物の機能（機械的特性、ガスバリア性、難燃性、耐熱性、寸法安定性等の向上）を発揮できる。
- ・ 少量添加ですむため、材料・部品の軽量化ができる。
- ・ 樹脂表面の平滑性が向上する、外観が向上する。

3) ナノクレイの使用分野

文献調査、ヒアリング調査、ナノクレイ・メーカーの公開資料の結果に基づき、ナノクレイの各用途について、①ナノクレイの特性を利用、②使用目的、③使用段階、④使用情報（主にベントナイト）、⑤ベントナイトの2005年国内生産量（日本ベントナイト工業会（現在は解散））資料を表1にまとめた。

ナノクレイの特性の利用については、粘土鉱物を使用するが、ナノクレイが共存すると推測されるもの（表中△）とナノクレイの特性を期待して意図的に利用しているもの（表中●）に大きく分類した。

△：粘土鉱物としての使用については、以下のような傾向が認められた。

- ・ 粘土鉱物は粒径分布に富んだ微細粒子から構成されるため、ナノサイズの粒子（ナノクレイ）が含まれる。粘土鉱物の使用の際、ナノクレイも存在する可能性がある。
- ・ 主な使用目的は、鋳物砂の粘結剤、土木・建築の安定液材料、ボーリング用泥水調整剤、猫用トイレ砂の固化材、農薬造粒助剤、練炭の成形

助剤、肥料団結防止剤等があり、粘土鉱物の「増粘性」や「吸着性」等の機能が利用されている。粘土鉱物は粉末状にしてそのまま使用されるケースが多い。

国内で認可されている食品添加物の粘土鉱物は、カオリン、ベントナイト、タルク等がある。これらは、製造工程で用いるワインや酢の清澄剤（吸着剤）、ヒトの健康食品（例、ベントナイトの吸着性や膨潤性により膨満感を促す）として適用される。清澄剤・健康食品ともにナノクレイとしてではなく、天然の粘土鉱物として用いられている。ベントナイトの吸収能を利用するメリットに、タンパク質の除去、銅の除去、ポリフェノールオキシダーゼの吸着・除去、機械的吸着等がある。（また、カルシウムの豊富なカルシウム・モンモリロナイトを主成分とするベントナイト（米国、カルフォルニア州南部産）は、カルシウム補給サプリメントとしても使われている。食用粘土「テラミン（TerraMin）」（CEMC社製）は、同産の天然モンモリロナイトを天然のパーム油と配合したタブレット錠や粉末状（いずれも無添加）で市販されている。タブレット錠の場合は、1粒1,000mgを1日3錠程度服用する。）

動物用飼料にもヒトの食品添加物と同様に、吸着性、膨潤性を期待して利用される。

医薬品の分野では、湿布、クリーム、塗り薬、内服薬等に適用される。粘土鉱物には、分泌物を吸収する吸着剤としてカオリン鉱物、粉末製剤の滑沢剤（すべり性や延展性が高く皮膚に付着しやすいことを利用）としてタルク、患部からの水分や分泌物を吸収する吸着剤としてベントナイト等がある。内服薬については、鉱物の皮膜成形性・有機物吸着性を利用して、胃壁の保護・胃腸内有害物質や細菌の吸着、胃腸内の過剰水分を吸収して下痢を止める作用等を持っている。

汚染物質の封じ込めバリア材は、高分子フィルムに顆粒状のベントナイトを複合されたものである。ベントナイトは、水による膨潤や水の

移動の拘束により、フィルム層に出来た亀裂を防ぎ、汚染物質の漏洩を防止する役割を有している。

●：一方ナノクレイとしての使用については、以下のような傾向が認められた。

- ・ ナノクレイは用途開拓のために様々な研究が進んでおり、主に工業用途に向けて実用化されつつある。今後は需要が伸びる分野としても工業用途が考えられる。ベントナイトにおけるナノクレイの需要はわずかである。ナノクレイの使用量のシェアは、表 1 の「その他」の生産量 (15, 124 トン, 3.1 %) のうち、3 % (概算して、453 トン程度) にも満たないとしている (ヒアリング結果より)。
- ・ ナノクレイの増粘性、分散性、吸着性(吸水性)、ガスバリア性、触感改良等の機能を利用した用途として、クリーム・粉末化粧水・歯磨き等の化粧品、自動車部品やペットボトル等の部品・容器包装材をはじめ、農薬プロアブル・接着剤・洗剤等の工業製品、塗料、難燃剤、触媒担体等がある。
- ・ 実用化されている主な用途は、化粧品と包装容器材である。包装容器材にはガスバリア性の発現のためにナノクレイが使われており、そこから派生した用途として、高いガスバリア性を持つガasket・パッキン、太陽電池、電子ペーパー、フレキシブル基板、水素タンク等への開拓が始まっている。
- ・ 化粧品におけるナノクレイの使用目的は、賦形剤、増粘剤、触感改良である。乳液ではナノクレイでは 0.5 重量%、クリームでは 2 重量%を他組成成分と配合して使用されている。化粧品材料としての表示は、ケイ酸アルミニウムマグネシウム、クレイミネラルズ (INCI:CLAY MINERALS) 等がある。

化粧品製剤の特許 では、水膨潤性粘土鉱物 (粒子径は 1 μ m 以下) が化粧料の組成に紫外線吸収剤として適用されている。水膨潤性粘土鉱物には、モンモリロナイト、バイデライト、ノン

トロナイト、サポナイト、ヘクトライト等があり、市販品ではクニピア、スメクトン (いずれもクニミネ工業製) 等が適用可能である。特徴は、粘土鉱物の層間にポリ塩基とアニオン性紫外線吸収剤がインターカレート (包接) されている点で、これにより紫外線吸収剤を粉末成分として化粧料製剤の配合を可能にしている。両用ファンデーションの配合例では、紫外線吸収剤包接粘土鉱物は全組成成分に対して約 1.9 重量% (配合率より換算) である。

- ・ 部品・包装容器材におけるナノクレイの使用目的は、機械的特性 (強度・弾性)、ガスバリア性、難燃性の向上である。食品用途に関しては、ガスバリア性の向上のためにペットボトルの容器材またはコーティング材があり、ナノクレイと樹脂中に分散させたナノコンポジット材として使用される。コスト面から容器材よりもコーティング材が使われるケースが多い。コーティング材でのナノクレイの添加量は 1~2 重量%である (ヒアリング結果より)。
- ・ ナノコンポジット材の難燃効果は、ナノクレイ (シート形状) の作用により樹脂の燃焼表面に炭化層が形成し燃焼時の発熱速度を低下させる点といわれている。この難燃効果は、環境に配慮した非ハロゲン系難燃化技術として期待されている。用途は電気・電子部品に用いる電線材料等がある。(ホージュン製「nanoMax シリーズ」は、樹脂にナノクレイ 40~60 重量%を分散した製品である。これを樹脂で希釈して機械特性の向上には 8~12%, 難燃性の向上には 2~8%の添加がよいとされている。)
- ・ 農薬プロアブル は、ナノクレイは液体農薬の沈降防止剤として用いられる。従来は 2~3 重量%のベントナイトを配合していたが、最近は少量添加ですむナノクレイの適用に移行されつつある。

4) 食品分野におけるナノクレイの使用実態

ナノクレイの特性を意図的に利用した食品分野において使用実態を把握するために、学術文献

および日本特許などから情報を整理し表2にまとめた。そのうち、粒径サイズとしてナノサイズのものが含まれているものが明らかなものについて、以下に概要を記す。

食品用包装容器材：最近では、食品の味・鮮度等の質や、食品衛生が購買の選択要因になる傾向が強く、酸素（ガス）バリア性の要求が高まっている。ナノクレイは、ガスバリア性の向上のため、樹脂に添加するフィラー（ナノコンポジット材料）として使用される。ナノコンポジット材料のガスバリア性の発現は、樹脂中に分散しているアスペクト比（粒子長さ／粒子厚さ）の高い層状ケイ酸塩粒子（ナノクレイ）が、ガス拡散の障害物として作用するためと考えられている。樹脂中に分散する粒子の存在により、ガス拡散経路が長くなり、拡散に有効な断面積が小さくなるため、ガスのマクロな透過性が低下する。

<食品用途樹脂>

食品用として、PET、ONY（二軸延伸ナイロン）、OPP（二軸延伸ポリプロピレン）フィルム等の基材にコートするフィルム材や飲料用容器としての適用が進められている。ナノクレイ、その他の無機物をフィラーとして添加しているナノコンポジット系樹脂コートバリアフィルムの市販状況を表3に示す。

表3 ナノコンポジット系樹脂コートバリアフィルム

葛良 忠彦：食品包装，2011/8，より

メーカー	商品名	コーティング材	基材
東セロ	A-OPAG, EXS	PVA系ナノコンポジット	OPP
ユニチカ	セービックス	PVA系ナノコンポジット	OPP, PET, ONY
興人	コーバリア	有機ポリマーハイブリッド	ONY
フタムラ化学	NCX	ポリウレタン系ナノコンポジット	OPP
クラレ	クラリスタ	PVA系ナノコンポジット(両面)	PET, ONY

ナノコンポジット系コーティング剤の樹脂としては、PVAが一般的であるが、それ以外にウレタン系樹脂も適用されている。適用されるナノクレイには、膨潤性層状ケイ酸塩で、その代表的なものとしてモンモリロナイト、バイデライト、ノントロナイト、サポナイト、ヘクトライト、スチブサイト等のスメクタイトや合成膨潤性フッ素マイカなどがある。

容器・フィルム材に主に使用されているナノクレイはモンモリロナイトであり、その粒径範囲は0.1nm~50μm、添加量は樹脂に対して数~数十重量%である。

ナノクレイ・メーカーのヒアリング調査では、ペットボトル用コーティング材におけるナノクレイ（モンモリロナイト）の添加量は約1~2重量%である（ヒアリング結果より）。また、商業化されているガスバリア・コーティングフィルムの中には添加量10~30重量%という報告もある。

<PETボトル容器>

炭酸清涼飲料水等の飲用PETボトルや包装に関するガスバリア材の特許では、配合については、PET樹脂に対して50~5,000ppmの割合でナノクレイ（粒子サイズ20~100nm、例 スメクタイト系粘土）を添加している。超音波で分散させたナノクレイの懸濁液を、PET樹脂に供給してプリフォームを作製する。このプリフォームを射出成形・延伸ブロー成形を経て、高バリア性のPETボトル容器ができる。

<粘土膜>

産業技術総合研究所と大和製罐と共同で、ナノクレイを主成分とする粘土膜「クレスト」を開発し、食品・医薬品用包装材料に向けた実用化に取り組んでいる。粘土膜「クレスト」は、ナノクレイ（厚さ1nmの層状結晶）を樹脂中に同じ向きに配向させて重ねて緻密に積層した構造となっている。膜の組成の内訳例として、ナノクレイは90質量%、有機系バインダー（樹脂）10質量%が報告されている。この粘土膜をPETフィルムに塗布すると、高い酸素ガスバリア性や自己修復能が発現する。

洗浄剤（台所用・皮膚用・毛髪用）：ナノクレイは、洗浄剤の泡立ちの良さや触感改良のために使用される。ナノクレイにはモンモリロナイト、バイデライト、ノントロナイト、サポナイト等の水膨潤粘土鉱物および膨潤性マイカ（雲母）が挙げられる。使用状態については、二鎖二親水型界面活性剤の配合量が1~30質量%および他成分にナ