

12) 県内の地下水中金属濃度

—地下水保全条例対象事業場の地下水を中心に—

木庭 亮一 松本 尚己

はじめに

熊本県では、平成2年10月2日に「熊本県地下水保全条例」（以下保全条例と記す。）が制定され、保全条例で規定されている対象化学物質を使用する工場、事業場は、保全条例の対象事業場となり、定期的に管内の保健所職員により立入、検査を受けている。

立入の際、対象事業場からの排水水、及び井戸がある場合は地下水をそれぞれ採取し、排水水が特別排水基準に適合しているか、また地下水が対象化学物質により汚染を受けていないかを把握するため、当所で分析を実施している。

今回平成18年度から平成19年度にかけて保全条例の監視事業で採取された地下水中の金属18種の概要について取りまとめたので報告する。

分析方法

試料は、各保健所職員による対象事業場への立入の際、酸洗浄したポリエチレン容器に採取して当所へ搬入される。その後硝酸固定し、JIS K 0102 に基づき試料の前処理を行った後、ICP-MS (Agilent社製:7500ce)を使用して測定を実施した。

ICP-MSの測定条件は表1、測定元素の分析パラメータを表2に示す。測定した金属は18種（Li, Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ge, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Pb）で、検量線の範囲は1~100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、内部標準法で作成し、すべて良好な直線性が得られた。内部標準液は2mg/lのBe, 200 $\mu\text{g}/\text{l}$ のY, Tlを用いた。

表1 ICP-MSの測定条件

RFパワー	(W)	1500
キャリアガス	(L/min)	0.6
メイクアップガス	(L/min)	0.5
ネブライザーホーン	(rps)	0.1
H ₂ ガス	(mL/min)	4
Heガス	(mL/min)	4

結果

今回平成18年度から19年度にかけて測定した保全条例対象井戸は90本、対象事業場は37事業場にわたった。採水地点を図1に、各金属濃度を表3に示す。なお、100 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上の値については検量線の外挿により得られた値である。

測定した地下水中の金属濃度は概ね $\mu\text{g}/\text{l}$ レベルであるが、一部地殻中に存在量の多いAlは、mg/lレベルの濃度を示す地下水もあった。Fe, Srはすべての地下水から検出され、中央値は32, 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。Li, Al, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Pbは38~99%の頻度で地下水から検出され、中央値は定量下限値（1 $\mu\text{g}/\text{l}$ ）未滿から25 $\mu\text{g}/\text{l}$ の範囲であった。Ge, Se, Mo, Cd, Sbは1~6%の頻度で検出され、中央値は定量下限値（1 $\mu\text{g}/\text{l}$ ）未滿であった。Coはすべての地下水で定量下限値（1 $\mu\text{g}/\text{l}$ ）未滿であった。

今回の取りまとめで、県内の地下水に含まれる金属濃度について大まかな値が分かった。ただ今回の報告は分析データ数が少なく、また測定金属によってはスペクトル干渉の影響、クロスコンタミネーションの可能性もあるので、今後はデータの蓄積を行うと共に測定金属の選択・測定方法等についても検討していきたい。

表2 測定元素の分析パラメーター

測定元素	モニター質量数		内部標準	ガスモード
	(m/z)	積分時間(s)		
Li	7	0.3	Be	H ₂
Al	27	0.99	Y	H ₂
V	51	0.99	Y	H ₂
Cr	52	0.99	Y	He
Mn	55	0.3	Y	H ₂
Fe	56	0.3	Y	H ₂
Co	59	0.3	Y	H ₂
Ni	60	3	Y	He
Cu	63	0.3	Y	He
Zn	66	0.3	Y	H ₂
Ge	74	0.99	Y	H ₂
As	75	3	Y	He
Se	78	3	Y	H ₂
Sr	88	0.3	Y	H ₂
Mo	95	0.3	Y	He
Cd	111	3	Tl	H ₂
Sb	121	3	Tl	H ₂
Pb	208	0.99	Tl	H ₂

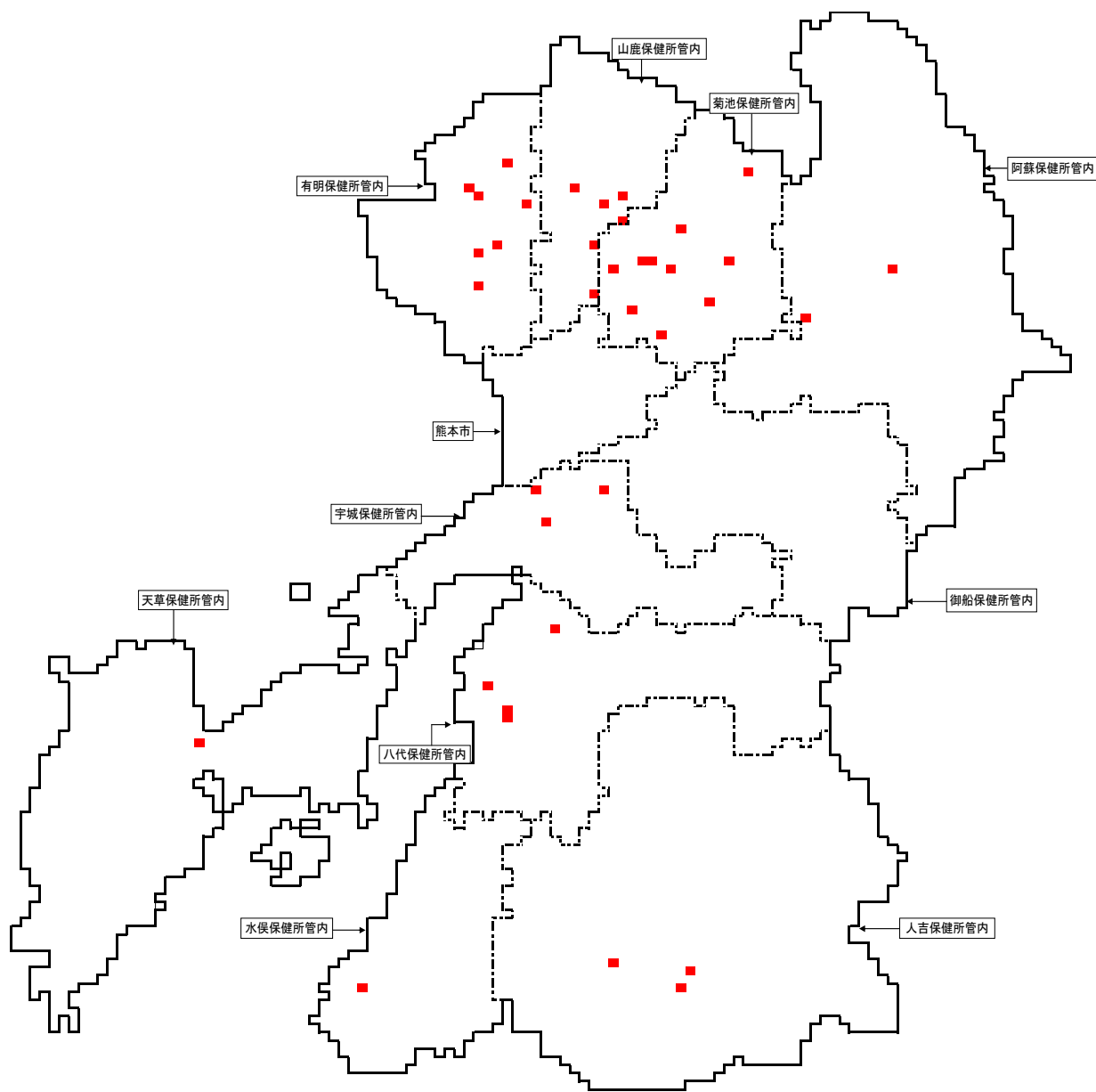


图 1 採水地点

表3 地下水中の金属濃度

単位: $\mu\text{g/L}$

保健所	Li	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se	Sr	Mo	Cd	Sb	Pb	
有明	1	47	37	2.6	1.7	<1	46	<1	2.8	26	<1	<1	<1	70	<1	<1	<1	1.6	
	2	6.3	53	2.1	2.2	<1	82	<1	1.1	14	15	<1	1.0	<1	180	<1	<1	2.1	
	3	5.6	34	8.8	1.3	<1	34	<1	1.6	2.7	12	<1	<1	130	1.1	<1	<1	2.0	
	4	4.1	22	7.7	1.6	1.3	40	<1	1.1	3.0	98	<1	<1	180	<1	<1	<1	1.2	
	5	4.9	30	7.4	3.9	1.9	100	<1	1.9	2.3	<10	<1	<1	190	<1	<1	<1	<1	
	6	4.8	47	8.4	2.1	1.7	65	<1	1.5	2.5	54	<1	2.1	<1	120	<1	<1	1.0	
	7	6.6	51	7.6	2.7	1.1	47	<1	5.4	1.7	14	<1	<1	200	<1	<1	<1	<1	
	8	3.3	16	5.9	<1	<1	12	<1	<1	1.4	17	<1	<1	160	<1	<1	<1	1.4	
	9	3.0	15	6.3	<1	1.4	13	<1	<1	<1	<10	<1	<1	170	<1	<1	<1	<1	
	10	46	52	2.1	<1	<1	33	<1	1.6	2.6	36	<1	2.1	<1	220	2.6	<1	<1	
	11	38	22	2.0	<1	<1	22	<1	<1	<1	39	<1	1.3	<1	220	1.1	<1	<1	
	12	24	11	3.1	<1	2.0	40	<1	1.3	1.5	20	<1	<1	120	<1	<1	<1	<1	
	13	26	14	3.1	<1	1.9	37	<1	1.5	3.8	20	<1	<1	140	<1	<1	<1	1.0	
	14	32	22	2.5	<1	1.3	47	<1	1.7	3.4	14	<1	<1	210	<1	<1	<1	1.4	
	15	17	14	2.6	<1	2.4	30	<1	<1	<1	20	<1	<1	100	<1	<1	<1	<1	
	16	21	17	2.9	<1	1.5	29	<1	<1	<1	26	<1	<1	120	<1	<1	<1	1.0	
	17	17	40	4.8	1.3	1.0	89	<1	1.6	4.6	16	<1	4.2	<1	100	1.0	<1	<1	1.6
	18	13	30	4.7	<1	3.2	28	<1	2.9	<1	61	<1	<1	73	<1	<1	<1	1.4	
	19	10	17	1.6	<1	100	130	<1	<1	<1	81	<1	1.3	<1	80	<1	<1	<1	
	20	12	13	1.7	<1	<1	12	<1	<1	<10	<1	<1	<1	130	<1	<1	<1	<1	
山鹿	21	11	25	4.8	1.6	17	180	<1	1.6	3.0	10	<1	1.3	<1	400	<1	<1	<1	
	22	13	27	3.4	<1	34	460	<1	<1	<1	88	<1	1.0	<1	360	<1	<1	<1	
	23	<1	30	14	2.3	18	37	<1	1.3	3.3	10	<1	1.9	<1	140	<1	<1	<1	1.1
	24	5.3	17	5.0	1.1	<1	45	<1	<1	2.5	<10	<1	1.1	<1	130	<1	<1	<1	1.2
	25	2.1	33	19	1.4	1.2	52	<1	1.1	2.1	140	<1	3.2	<1	160	1.3	<1	<1	2.1
	26	1.3	39	14	<1	<1	40	<1	<1	1.4	130	<1	2.4	<1	100	<1	<1	<1	2.8
	27	<1	1700	2.1	1.9	13	560	<1	2.7	12	13	<1	<1	42	<1	<1	<1	1.9	
	28	2.2	480	1.0	<1	7.3	170	<1	10	24	160	<1	9.9	<1	41	<1	<1	2.9	2.1
	29	2.9	25	13	1.3	1.6	24	<1	<1	2.2	23	<1	2.6	<1	190	<1	<1	<1	
	30	2.0	29	10	<1	<1	11	<1	4.6	2.6	18	<1	1.8	<1	120	<1	<1	<1	
	31	1.8	83	4.0	<1	2.6	91	<1	1.6	3.4	75	<1	<1	100	<1	<1	<1	<1	
菊池	32	2.4	46	6.1	4.7	<1	44	<1	2.5	3.4	25	<1	1.4	<1	190	<1	<1	1.3	
	33	2.0	15	6.4	<1	<1	19	<1	<1	<1	34	<1	<1	150	<1	<1	<1	<1	
	34	3.1	18	9.6	1.2	<1	31	<1	1.3	2.3	11	<1	1.1	<1	94	<1	<1	1.3	
	35	3.5	31	10	<1	<1	32	<1	<1	1.5	<10	<1	1.1	<1	89	<1	<1	1.7	
	36	2.5	15	6.6	<1	<1	23	<1	<1	1.6	20	<1	1.3	<1	89	<1	<1	1.7	
	37	2.3	16	7.9	<1	<1	20	<1	<1	<1	<10	<1	<1	86	<1	<1	<1	<1	
	38	2.4	18	8.0	<1	<1	13	<1	<1	<1	<10	<1	<1	82	<1	<1	<1	<1	
	39	<1	55	5.7	1	1.2	28	<1	<1	1.3	13	<1	<1	110	<1	<1	<1	<1	
	40	<1	33	4.0	<1	<1	16	<1	1.2	1.2	130	<1	2.2	<1	79	<1	<1	1.6	
	41	5.0	49	10	1.3	2.2	110	<1	<1	3.9	<10	<1	<1	140	<1	<1	<1	<1	
	42	3.4	32	9.7	<1	1.0	64	<1	<1	<1	<10	<1	<1	120	<1	<1	<1	<1	
	43	<1	13	8.3	4.3	1.2	43	<1	<1	1.4	23	<1	4.8	<1	81	<1	<1	<1	
	44	<1	16	9.1	<1	<1	12	<1	<1	<1	16	<1	3.9	<1	71	<1	<1	<1	
	45	<1	26	7.2	1.2	1.5	72	<1	<1	1.9	15	<1	1.2	<1	100	<1	<1	<1	
	46	1.3	27	2.6	1.1	1.4	32	<1	8.6	3.0	41	<1	1.8	<1	240	<1	<1	4.6	
	47	<1	18	2.4	<1	<1	15	<1	<1	<1	<10	<1	<1	210	<1	<1	<1	1.4	
	48	13	18	7.6	1.2	2.1	28	<1	27	1.3	13	1.2	1.9	<1	110	<1	<1	1.2	
	49	7.8	19	7.8	<1	2.5	15	<1	<1	<1	14	<1	1.5	<1	110	<1	<1	<1	
	50	2.8	53	16	<1	2.0	42	<1	1.4	1.6	910	<1	2.4	<1	91	<1	1.0	3.5	
	51	1.6	15	12	<1	1.0	24	<1	<1	<1	10	<1	<1	65	<1	<1	<1	<1	
阿蘇	52	2.3	52	47	<1	3.1	55	<1	2.7	4.0	34	<1	2.9	190	<1	<1	<1	1.8	
	53	7.5	54	11	1.1	1.2	57	<1	<1	2.3	<10	<1	1.8	81	<1	<1	<1	<1	
	54	4.6	16	7.4	<1	<1	29	<1	<1	1.7	<10	<1	<1	1.2	53	<1	<1	<1	
宇城	55	5.2	60	2.9	2	29	175	<1	3.4	3.1	25	<1	<1	290	<1	<1	<1	2.5	
	56	5.3	79	6.3	2.6	<1	37	<1	1.1	3.5	10	<1	<1	270	<1	<1	<1	<1	
	57	3.2	40	6.6	1.2	1.3	29	<1	1.2	1.8	<10	<1	<1	310	<1	<1	<1	<1	
	58	2.9	23	6.8	<1	1.9	23	<1	<1	1.6	<10	<1	<1	170	<1	<1	<1	<1	
	59	<1	23	6.1	<1	<1	25	<1	3.0	1.7	16	<1	<1	220	<1	<1	<1	2.8	
	60	1.9	19	6.0	<1	<1	13	<1	<1	<1	<10	<1	<1	140	<1	<1	<1	1.1	
八代	61	<1	21	2.2	<1	1.3	97	<1	<1	2.4	<10	<1	<1	50	<1	<1	<1	<1	
	62	<1	23	2.7	3.2	1.0	190	<1	1.9	1.8	11	<1	<1	44	<1	<1	<1	1.1	
	63	<1	14	2.1	1	<1	30	<1	2.4	2.3	<10	<1	<1	50	<1	<1	<1	1.0	
	64	<1	26	2.3	1.7	1.1	68	<1	1.2	3.7	17	<1	<1	43	<1	<1	<1	<1	
	65	<1	26	2.0	<1	<1	19	<1	<1	<1	<10	<1	<1	31	<1	<1	<1	<1	
	66	<1	21	2.0	<1	<1	74	<1	<1	<1	<10	<1	<1	33	<1	<1	<1	<1	
	67	1.8	39	4.4	3.5	1.0	45	<1	1.8	2.0	<10	<1	1.2	<1	110	<1	<1	2.2	
	68	1.5	72	3.8	2.3	<1	41	<1	1.0	1.4	<10	<1	1.1	<1	100	<1	<1	<1	
	69	<1	13	2.7	1.7	<1	32	<1	<1	<1	29	<1	<1	96	<1	<1	<1	<1	
	70	2.2	15	2.9	<1	<1	11	<1	<1	<1	63	<1	2.1	<1	85	<1	<1	<1	
	71	2.8	29	<1	<1	<1	22	<1	2.8	2.9	130	<1	4.2	<1	75	<1			