

表-21 B都市の調査結果

No.	管口径 (mm)	管延長 (m)	布設 年度	採水方法	水温 (℃)	残留塩素 (mg/L)	pH	濁度 (度)	総鉛濃度 (mg/L)
1	13	6.0	1950	流水	16.0	0.74	7.55	0.0	0.00216
				5分滞留	—	0.58	7.54	0.0	0.00249
				15分滞留	—	0.70	7.56	0.0	0.00295
				30分滞留	15.0	0.62	7.58	0.0	0.00515
2	20	3.0	1960	流水	16.8	0.88	7.39	0.0	0.00096
				5分滞留	—	0.72	7.44	0.0	0.00117
				15分滞留	—	0.72	7.46	0.0	0.00136
				30分滞留	17.8	0.62	7.42	0.0	0.00086
3	20	13.0	1949	流水	16.6	0.62	7.58	0.0	0.00097
				5分滞留	—	0.70	7.61	0.0	0.00103
				15分滞留	—	0.68	7.58	0.0	0.00115
				30分滞留	17.0	0.66	7.55	0.0	0.00110
4	25	8.0	1970	流水	17.0	0.66	7.46	0.0	0.00109
				5分滞留	—	0.72	7.43	0.0	0.00129
				15分滞留	—	0.64	7.46	0.0	0.00114
				30分滞留	16.3	0.64	7.44	0.0	0.00112
5	15	5.8	1973	流水	18.2	0.64	7.42	0.0	0.00116
				5分滞留	—	0.64	7.47	0.0	0.00117
				15分滞留	—	0.66	7.46	0.0	0.00115
				30分滞留	16.0	0.66	7.44	0.0	0.00129
6	13	4.0	1970	流水	17.0	0.70	7.56	0.0	0.00114
				5分滞留	—	0.76	7.58	0.0	0.00172
				15分滞留	—	0.70	7.57	0.0	0.00175
				30分滞留	16.3	0.70	7.55	0.0	0.00140

表-22 C都市の調査結果

No.	管口径 (mm)	管延長 (m)		水温 (℃)	pH	電気伝導率 (μ S/cm)	残留塩素 (mg/L)	総鉛 (mg/L)	溶存態鉛 (mg/L)	布設年
1	13	6.3	15分滞留	22.1	7.7	217	0.2	0.006	0.006	1930
			流水	21.9	7.6	217	0.3	0.004	0.004	
2	20mm×1.3m	13mm×2.0m	15分滞留	21.6	7.6	214	0.5	0.003	0.003	1965
	流水		22.0	7.7	214	0.6	0.002	0.002	1942	
3	20mm×2.3m	13mm×11.4m	15分滞留	22.4	7.7	214	0.4	0.004	0.004	1958
	流水		22.3	7.7	214	0.5	0.003	0.003		
4	25	8.8	15分滞留	22.4	7.6	226	0.4	0.010	0.010	1962
			流水	22.6	7.5	225	0.6	0.006	0.006	
5	16mm×5.5m	13mm×3.6m	15分滞留	22.1	7.6	214	0.5	0.019	0.019	1939
	流水		22.6	7.6	214	0.5	0.020	0.019		
6	13	15.0	15分滞留	21.2	7.6	215	0.4	0.023	0.023	1967
			流水	22.5	7.6	215	0.5	0.017	0.016	
7	25	4.0	15分滞留	23.8	7.6	177	0.2	0.019	0.019	1977
			流水	22.8	7.6	177	0.6	0.010	0.010	
8	40	19.5	15分滞留	25.1	7.6	213	0.1	0.018	0.018	1967
			流水	23.7	7.6	208	0.5	0.017	0.016	
9	供給水			21.1	7.5	213	0.6	<0.001	<0.001	

表-23-1 D都市の調査結果

No.	管口径 (mm)	管延長 (m)	布設 年度	総鉛濃度		流 水			
				流 水 (mg/L)	15分滞留 (mg/L)	水温 (°C)	残留塩素 (mg/L)	pH	電気伝導率 (μ S/cm)
1	25	1.5	1968	0.000	0.000	15.5	0.5	7.5	229
2	25	2.0	1962	0.000	0.000	15.0	0.2	7.4	228
3	20	2.5	1968	0.000	0.000	15.5	0.6	7.5	228
4	13	2.5	1970	0.001	0.002	14.5	0.5	7.4	213
5	13	2.5	1963	0.001	0.002	14.5	0.5	7.3	235
6	13	3.0	1963	0.001	0.002	14.5	0.5	7.4	219
7	13	3.3	1967	0.002	0.003	11.8	0.4	7.5	233
8	13	7.0	1976	0.004	0.007	14.0	0.4	7.4	231
9	25	7.0	1969	0.001	0.002	14.0	0.6	7.3	243
10	25	9.0	1967	0.004	0.004	21.6	0.6	7.3	214
11	16	9.0	1955	0.000	0.000	13.5	0.5	7.5	215
12	13	10.5	1978	0.007	0.013	14.2	0.6	7.5	215
13	25	15.0	1961	0.001	0.002	14.0	0.6	7.5	228
14	20	16.0	—	0.005	0.007	13.5	0.5	7.5	217
15	13と20	18.0	1978	0.011	0.022	23.8	0.6	7.5	212
16	25	2.6		0.000	0.001	14.0	0.6	7.6	219
17	25	3.0	1963	0.000	0.001	18.2	0.6	7.4	193
18	40	3.7	1970	0.000	0.001	21.9	0.6	7.5	194
19	20	4.3	1981	0.000	0.000	12.8	0.6	7.4	216
20	20	5.0	1969	0.006	0.013	14.8	0.5	7.5	222
21	20	5.0	—	0.000	0.000	12.8	0.6	7.5	220
22	50	5.5	—	0.003	0.004	13.8	0.7	7.3	243
23	25	5.6	1966	0.000	0.000	13.0	0.5	7.5	220
24	20	7.0	1962	0.002	0.004	13.6	0.5	7.4	223
25	20	8.0	1963	0.003	0.003	13.0	0.6	7.5	223
26	50と25	8.0	1960	0.000	0.000	11.8	0.5	7.3	217
27	20	15.5	—	0.000	0.000	15.5	0.1	7.4	227

表-23-2 D都市での採水量2Lと5Lとの調査結果

No.	管口径 (mm)	管延長 (m)	布設 年度	採水量	総鉛濃度		流 水			
					流 水 (mg/L)	15分滞留 (mg/L)	水温 (°C)	残留塩素 (mg/L)	pH	電気伝導率 (μ S/cm)
1	13と20	18.0	1978	2L	0.017	—	28.0	0.5	7.5	197
	13と20	18.0	1978	5L	0.011	0.022	23.8	0.6	7.5	212
	13	10.5	1978	5L	0.007	0.013	14.2	0.6	7.5	215
2	25	9.0	1967	2L	0.005	—	24.0	0.6	7.5	218
	25	9.0	1967	5L	0.004	0.004	21.6	0.6	7.3	214

次に、15分滞留水等を試料とした場合の4都市における給水栓水中の鉛濃度の実態調査結果を表-24に示す。なお、鉛の水質基準値は0.01mg/Lとした。

表-24 4都市の給水栓水中の鉛濃度

都市	15分滞留水等の調査結果
A	8事例の実態調査を行った。管口径13~20mm、管延長0.5~24.0mである。 水温11.6~13.8°C、pH7.1~7.5の場合、15分滞留水で4事例が基準値を超過した。 水温3.6~9.3°C、pH7.4~7.5の場合、15分滞留水で2事例、30分滞留水で4事例が基準値を超過した。流水では全て基準値未満であった。 なお、供給水は全て0.001mg/L未満であった。
B	6事例の実態調査を行った。管口径13~25mm、管延長3.0~13.0mである。 水温15.0~18.2°C、pH7.39~7.61の場合、流水、5分滞留水、15分滞留水、30分滞留水の全てが基準値未満であった。 なお、供給水は全て0.001mg/L未満であった。
C	8事例の実態調査を行った。管口径13~40mm、管延長3.3~19.5mである。 水温21.2~25.1°C、pH7.5~7.7の場合、15分滞留水で4事例が、流水で3事例が基準値を超過した。 なお、供給水は全て0.001mg/L未満であった。
D	27例の実態調査を行った。管口径13~50mm、管延長1.5~18.0mである。 水温11.8~23.8°C、pH7.3~7.5の場合、15分滞留水で3事例が、流水では1事例が基準値を超過した。 なお、供給水は全て0.001mg/L未満であった。

3. 8. 鉛濃度把握のための試料採取方法

平成14年3月27日に鉛に関する水道の水質基準が0.05mg/L以下から0.01mg/L以下に改正・強化され、平成15年4月1日から新基準が施行されることになっている。この改正は、平成4年における水道水質基準の全面改正の際に、鉛の水質基準がそれ以前の0.1mg/L以下から0.05mg/L以下に改正・強化され、それと併せて当時の生活環境審議会の答申に基づき、鉛管布設替えを鋭意進めるとともに概ね10年後に鉛の水質基準を見直して0.01mg/L以下とすることが、今後の方針として定められていたことを受けたものである。

水道水に含まれる鉛のうち多くは、主として鉛給水管、青銅合金製給水用具等、給水装置からの溶出によるものである。しかも、給水装置は公的な資産ではなく、家屋等の所有者の私有財産である。これらのことが、水道における鉛の問題を複雑にし、またその解決を困難にしている。平成4年の水質基準改正時以来、鉛給水管の布設替えが鋭意進められているもののまだ多くが残存している。恒久的な鉛対策としては鉛給水管の布設替えや、青銅合金製給水用具の改良を行うしかないが、鉛管の全面的な布設替えに至るまでには現時点においてもかなりの年数を要することが見込まれている。このような状況の中で、特に今般の水質基準改正では鉛の水質基準が従来の1/5と非常に厳しくなったことから、これを満足するための暫定技術対策の確立が求められているところである。

また、水道水中の鉛濃度は、鉛給水管等と接触することによって上昇するので、給水装置ごとにその使用実態に応じて時間的にも著しく変化する。それゆえ、水道水中の鉛濃度が水質基準に適合するかどうかを判断するための水質検査に関しては、これらのことを十分に考慮した上で試料の採取方法を明確に規定することが必要である。

以上のことから、ここでは上記の鉛に関する水道水質基準の改正に関連して、鉛濃度測定のための試料採取方法につき検討した。

1) 鉛濃度検査のための試料採取方法

水道水の鉛濃度が水質基準に適合しているかどうかを判定する上においては、その検査のための試料の採取方法を明確にしておくことが必要である。水質基準に係る現行の規制では、配給水過程でその濃度が変化する可能性が高い鉛に関しては、水質検査のための試料の採取は給水栓で行うことが定められているが、その具体的方法に関しては何も定められておらず、慣例として流水状態での試料採取が一般に行われている。

しかしながら、既によく知られているとおり、鉛給水管等を使用している場合の給水栓水の鉛濃度は、給水装置における水道水の滞留時間によって大きく変化し、一般に滞留時間が長くなるほど給水栓中の鉛濃度はより高くなる。従って、給水栓水の鉛濃度を適切に把握するためには、現行のような流水を試料とする水質検査は必ずしも妥当ではないと考えられる。

上記のような観点から、給水栓水の鉛濃度検査のためのいくつかの試料採取方法につき、すでに得られている科学的知見に基づき比較評価した結果を表-25-1、表-25-2に示す。ここでは、「流水」、「15分滞留水」及び「30分滞留水」の3種類の試料につき比較検討している。また、「15分滞留水」と「30分滞留水」では、試料の採取量が異なり、「15分滞留水」では5L、「30分滞留水」では2Lとしている。

表-25-1 給水栓水の鉛濃度検査のための採水の具体的方法に関する比較

試料水	採水の具体的方法
流水	流量約 5L/分で 5 分間流して捨てたのち、そのまま続けて流しながら試料水の適量を採取し、均一に混合してから必要量の検査用試料を採水容器に分取する。
15 分滞留水	流量約 5L/分で 5 分間流して捨て、その後 15 分間滞留させたのち、先と同じ流量で流しながら開栓直後から 5L を採取し、均一に混合してから必要量の検査用試料を採水容器に分取する。
30 分滞留水 (kiwa の方法)	流量約 5L/min で 5 分間流して捨て、その後 30 分間滞留させたのち、先と同じ流量で流しながら開栓直後から 2L を採取し、均一に混合してから必要量の検査用試料を採水容器に分取する。

表-25-2 給水栓水の鉛濃度検査のための各種採水方法に関する評価の比較

試料水	評価		
	データの信頼性と再現性 ^{1),2)}	平均暴露濃度との関係 ³⁾	採水作業上の問題点
流水	特に問題ない。	平均暴露濃度に比べて低い値が得られる。	現状と同じであり、特に問題はない。
15 分滞留水	30 分滞留水の場合に比べれば、滞留時間が短い分だけ鉛の溶出量により大きなバラツキが生じるおそれがあり、その分だけ再現性は低い。採水量が 5L と多いので、ほとんどの場合において鉛給水管内の水がすべて取り込まれることになり、その延長等に応じた鉛濃度測定結果が得られる。	流水の場合に比べればより高い値が得られるが、平均暴露濃度との関係についてはよくわからない。	事業体職員による採水の作業効率の面から見て、この程度の滞留時間が実務上の許容限界であると考えられる。
30 分滞留水 (kiwa の方法)	15 分滞留水の場合に比べれば、滞留時間が長い分だけ鉛の溶出量にバラツキが生じるおそれは少なく、その分だけ再現性は高いが、採水量が 2L と少ないので、場合によっては鉛給水管内の水がすべて取り込まれないことも予想され、その延長等に応じた鉛濃度測定結果が必ずしも得られない。	流水の場合に比べればより高い値が得られるが、平均暴露濃度との関係についてはよくわからない。また、オランダではこの方法により平均暴露濃度に匹敵する値が得られることが確認されているが、このことがわが国でも当てはまるかどうかは確認されていない。	事業体職員による採水の作業効率の面から見て、この滞留時間は実務上の許容限界を超えていると考えられる。

注、1) 給水管の延長 10m 当たりの内容積は、φ 13mm の場合が 1,327mL、φ 20mm の場合が 3,142mL である。

2) 当厚生科学研究所が、鉛経年管 (φ 13mm、延長 10m) を用いて、一定時間滞留後に水を流しながら①開栓直後の 1L と、②その後 3L を流して捨ててから採取した 1L とについて、これらの操作を 5 回繰り返して測定値のバラツキを評価した結果によれば、滞留時間ごとの変動率は、①については 5 分滞留が 12.4%、15 分滞留が 10.2%、30 分滞留が 5.8%、60 分滞留が 9.9%、②については 5 分滞留が 14.3%、15 分滞留

が 14.3%、30 分滞留が 12.9%、60 分滞留が 10.0%であった。

- 3) 朝一番の滞留水は飲用に供しないといった生活習慣のあり方によって、平均暴露濃度は大きく異なることが考えられる。

(1) データの信頼性と再現性

溶出量のバラツキの測定結果に与える影響という観点からは、一見、「30 分滞留水」法にメリットがあるようにも見えるが、「15 分滞留水」法においては、採取量を 5L に増加させることによりそのデメリットを解消する工夫をしている。さらに、5L 採取することにより、ほとんどの場合、給水管内の全ての水（内径 13mm 管で長さ約 38m の給水管に相当）を取り込めるという点は、「15 分滞留水」法の大きなメリットである。

(2) 平均暴露濃度との関係

表-25-2 にあるとおり、「15 分滞留水」法にしる、「30 分滞留水」法にしる、そのえられた値と平均暴露濃度との関係については現時点では明らかではない。なお、非常に限定された調査ではあるが、我が国における実態調査の結果によれば、両法で得られる鉛濃度に差は見られていない。

(3) 採水作業上の問題点

この点については、表-25-2 にあるとおり「15 分滞留水」法にメリットがあることは明らかである。

2) 鉛濃度検査のための試料採取方法案

上記 1) の(1)～(3)のとおり、データの信頼性と再現性、平均暴露濃度との関係及び採水作業上の問題点を考慮した場合、「15 分滞留水」法が総合的に見て最も適切であると判断される。

水質基準への適合性を判定するための試料の採取方法としては、「15 分滞留水」、すなわち、「流量約 5L/分で 5 分間流して捨て、その後 15 分間滞留させたのち、先と同じ流量で流しながら開栓直後から 5L を採取し、均一に混合してから必要量の検査用試料を採水容器に分取する方法」を提案する。

ただし、現時点では平均暴露濃度との関係に関するデータが限られているため、本提案は暫定的な位置づけとし、今後の調査・研究を踏まえ必要に応じて見直しを行うことが必要と考えられる。

4. 結論

4. 1. 滞留水中と流水中における鉛濃度の調査

実際に使用されていた鉛製給水管を用いて作成した給水装置モデルを使用して、滞留水中と流水中における鉛濃度の調査を高水温期に行った。

1) 滞留水中の鉛濃度

流量と鉛濃度の関係は、流量が多くなるに従って低くなることは、低水温期と同様であった。高水温期の鉛の溶出量は、低水温期に比べ 2～4 倍程度高くなることが判明した。また、滞留時間が同じであれば、管延長にかかわらず滞留水中の鉛濃度は同じになることが想定されるが、管延長が長いほど鉛濃度は高くなる傾向が見られた。これは、管内に水を封入する際及び試料を採水する際にも管壁から鉛が溶出し、管延長が長いほど鉛濃度が高くなるためであると考えられる。

管延長 20m での鉛濃度と滞留時間との関係では、30 分の滞留時間で口径 13mm で 0.096mg/L、口径 20mm で 0.079mg/L であり、1 時間でそれぞれ 0.105mg/L、0.096mg/L

となり、滞留時間初期の段階で鉛の溶出が認められ、その後は緩やかな上昇であった。

2) 流水中の鉛濃度

管口径にかかわらず、10L/分程度までの流量が多くなると鉛濃度は低くなる傾向を示した。口径13mmでは流量20L/分では鉛濃度が高くなる傾向であったが、口径20mmでは20L/分でも鉛濃度が低くなる傾向であった。また、流量、管口径に関係なく、管延長が長くなるほど鉛濃度は高くなる傾向であった。また、1m当たりの鉛濃度を算出した結果からは、低い流量の方が鉛濃度が高くなる傾向であった。

3) 鉛の溶出形態

0.1 μ m以下の溶存鉛が60%前後を占めていた。

4) pH調整による鉛溶出低減効果

滞留水では、pHを0.5程度上昇させることにより、管口径13mmの場合10.0~30.8%、管口径20mmの場合22.1~82.3%鉛の溶出が低減された。また、流水での管延長別低減率では、管口径13mmの場合は11.8~17.6%であり、20mmの場合は19.9~41.9%であり、管口径の大きい方が低減率が高かった。さらに、流量別低減率は、平均で管口径13mmの場合14.5%、管口径20mmの場合30.3%であった。

4. 2. 繰り返しサンプリングによる鉛濃度の変動率

- 1) 総鉛の溶出濃度について、滞留部分(管容量663mL)の水が入る1本目の試料は滞留時間が長いほど高く、また、pH調整水は、水道水に比べ低かった。2本目の試料は流水にあたるため、いずれも低濃度であり、滞留による影響はなかった。
- 2) 変動率は、1本目が0.0~11.8%、2本目が0.0~20.5%の範囲にあり、水道水及び調整水とも同様な傾向を示した。このことから変動率は、ほぼ20%以下であり、サンプリングによるバラツキは小さいといえる。
- 3) 溶存態鉛については、水道水及び調整水ともに0.1 μ m以下のものが70~80%程度であり、明らかな違いはなかった。このことは、本給水装置モデルでこれまでに実施した調査結果と同様な結果であった。

4. 3. 短時間滞留による溶出鉛濃度

1) 総鉛の溶出濃度

(1) 滞留水

滞留水(平均値)は、滞留時間5分が0.029mg/L、15分が0.041mg/L、30分が0.057mg/L、60分が0.077mg/Lで滞留時間が長くなるほど高くなった。

なお、60分では平衡濃度に達していなかった。

(2) 流水

流水(平均値)は、滞留時間5、15、30分がそれぞれ0.014mg/L、60分が0.016mg/Lで、滞留時間にかかわらずほぼ同様な濃度であった。

(3) バラツキ

バラツキを変動率で見ると、滞留水は5.8~12.4%、流水は10.0~14.3%の範囲にあり、ほぼ同様な傾向にあった。変動率は15%以下であり、サンプリングによるバラツキは小さいといえる。

2) 溶存態鉛

溶存態鉛の割合(平均値)は、滞留水が78.0~85.3%、流水が86.3~91.1%の範囲であり、明らかな違いは認められなかった。

短時間滞留水の鉛の溶出濃度については、滞留時間による影響が極めて大きく、また流水中の鉛濃度については、鉛管内容積の3倍量程度の水を入れ替えると安定することが判

明した。

4. 4. 水道給水栓水における鉛濃度

滞留時間 15 分と 30 分について、水道利用者の給水栓（蛇口）における鉛濃度の調査を採水量 5L として行った。鉛製給水管の状況によっては、滞留時間 15 分でも鉛濃度が 0.01mg/L 以上の箇所が認められた。

4. 5. 鉛濃度検査のための試料採取方法

水質基準への適合性を判定するための試料の採取方法としては、「15 分滞留水」、すなわち、「流量約 5L/分で 5 分間流して捨て、その後 15 分間滞留させたのち、先と同じ流量で流しながら開栓直後から 5L を採取し、均一に混合してから必要量の検査用試料を採水容器に分取する方法」を提案する。

ただし、現時点では平均暴露濃度との関係に関するデータが限られているため、本提案は暫定的な位置づけとし、今後の調査・研究を踏まえ必要に応じて見直しを行うことが必要と考えられる。

VII. 毒性評価分科会 報告書

WHO 飲料水水質ガイドライン改訂等に対応する水道における化学物質等に関する研究
—— 毒性評価分科会 ——

主任研究者	眞柄泰基	北海道大学大学院工学研究科	教授
分担研究者	長谷川隆一	国立医薬品食品衛生研究所 医薬安全科学部	部長
分担研究者	安藤正典	国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部	部長

研究要旨

平成 14 年度は、我が国の水道水質基準の全面的な見直し作業に伴い、化学物質の基準値を設定するための毒性情報収集・整理と健康影響評価値の算定を行った。WHO のガイドライン改訂状況や我が国の過去の検出状況を考慮し、基準項目の 37 項目、水質管理目標設定項目の 17 項目、要検討項目の 30 項目、その他項目の 3 項目の化学物質の最新の毒性情報を収集し、基準値策定に重要な根拠となる毒性情報をまとめると共に、過去の基準値設定根拠を照らし合わせることにより、健康リスク評価値案の算定を行った。

A. 研究目的

水道法に基づく水質基準については、昭和 33 年に制定されて以来、昭和 35 年、同 41 年、同 53 年及び平成 4 年と、その時々の科学的知見の集積に基づき、逐次改正が行われてきた。特に、平成 4 年の改正においては、基準項目をそれまでの 26 項目から 46 項目へと拡大するなど、全面的な見直しが行われ、水道水質管理の格段の充実・強化を図られた。

その後 10 年が経過した現在、水道水質の状況を見ると、トリハロメタンに代わり、臭素酸やハロゲン化酢酸など新たな消毒副生成物の問題が提起されていること、クリプトスポリジウムなど耐塩素性の微生物による感染症の問題が提起されていること、内分泌かく乱化学物質やダイオキシン類など新しい化学物質による問題が提起されていることなど、さらに水道水質管理の充実・強化が求められて

いる状況にある。現在このような状況を踏まえ、厚生労働省では、水道水質基準の全面的な見直しを行っているところである。

本研究は、特にこの水道水質基準の見直しに際して、水道水中の化学物質の基準値設定に不可欠な最新の毒性状況を収集すると共に、各化学物質の健康影響評価値を提案することを目的としている。

B. 研究方法

まず、各化学物質の毒性情報収集に先立ち、過去の検出状況や現在に WHO においても進められている飲料水水質ガイドライン改訂状況、および現在問題となっている消毒副生成物や内分泌かく乱化学物質などの状況を踏まえ、現在まで基準項目あるいは監視項目とされている化学物質リストの再整理を行った。

その結果、リストアップされた個別の化

学物質に対して、各種文献情報や国内外の毒性評価文書から毒性情報を収集し、毒性評価を行った。さらに、過去の評価経緯や現在進行している WHO の水質ガイドライン改定状況を踏まえ、評価値の算定を行った。

C. 研究結果および考察

I. 検討対象物質の抽出

今回の水質基準改正において、可能な限り多くの化学物質を対象として検討することを目指し、以下の考え方により検討対象物質を抽出した。

(1) 人の健康に関する項目（農薬を除く）
—本項目の検討対象物質としては、次のいずれかに該当するものを選定した—

- ① 現在設定されている水質基準項目（人の健康に関する項目）及び監視項目
- ② WHO 飲料水水質ガイドライン第 3 版で健康影響の観点からガイドライン値の改訂・追加の検討がなされている項目
- ③ 諸外国（WHO、米国 EPA、EU）において健康影響の観点からガイドライン値や基準値が設定されている項目のうち、日本の水道水中で検出報告のあるもの
- ④ 上記の他、専門的観点から検討する必要のある物質

その結果、表 1 に示す様に、健康に関する項目として、無機物 18 物質；有機化合物：44 物質、消毒剤および消毒副生成物：28 物質が、性状に関する項目として無機物：10 物質；有機物質：8 物質；その他項目：8 項目が選定された。

II. 毒性評価

以上で選定された化学物質のうち、健康影響評価が必要な物質(86 物質)について、

以下の基準に従い毒性評価と評価値の算定を行った。

- ① WHO 飲料水水質ガイドライン、国際化学物質安全計画（IPCS）環境保健クライテリア等の国際的な評価や検討時点において入手可能な文献情報等により、人の暴露データや動物を用いた各種毒性試験の毒性情報を収集・整理し、毒性の評価を行った。
- ② 毒性に関する閾値があると考えられる化学物質については、無毒性量(NOAE)あるいは最小毒性量（LOAE）を求め、これを不確実係数で除することにより、耐容 1 日摂取量（TDI）を求めた。
- ③ 不確実係数については、種内差及び種間差に対して 100 を用いることとし、
 - ・短期の毒性試験を用いて NOAE を求めた場合
 - ・NOAE によらず最小毒性量（LOAE）を用いた場合
 - ・NOAE の根拠となった毒性が重篤な場合、あるいは非遺伝毒性の発がん性の場合
 - ・毒性試験の質が不十分な場合などの場合には、それぞれ最大 10 の係数を乗ずることとした。
- ④ 遺伝毒性による発がん性を有する等毒性に関する閾値がないと考えられる化学物質については、原則として、生涯を通じたリスク増分が 10^{-5} となるリスクレベルをもって上記の TDI に相当する値として VSD を求める方法又は飲水中濃度のリスク計算をおこなう方法により評価を行った。外挿法としては、線形多段外挿法を基本として用いた。
- ⑤ なお、閾値の有無の検討に当たっては、国際がん研究機関（IARC）の発がん性評価を基本とし、米国環境保護庁（USEPA）等

その他の発がん性評価の結果も参考とした。
⑥ 内分泌かく乱化学物質については、哺乳類、特に人への低用量域での健康影響に関して現在のところ評価が確定しておらず、今後の研究に待たなければならない。このため、現時点においては、この観点からの評価は見送ることとした。

III. 評価値の設定

また、健康影響に関する評価値の設定に関しては、

① 閾値があると考えられる物質については、1日に飲用する水の量を2リットル、人の平均体重を50kg（WHOでは60kg）、との条件のもとで、対象物質の1日暴露量が毒性評価で求めたTDIを超えない値として、評価値を算出した。なお、評価値の設定に当たっては、水道水経由の暴露割合を的確に反映させたものとする必要があるが、これら暴露割合に関するデータを得ることは一般的に容易ではないことから、従来どおり、水道水経由の暴露割合としてTDIの10%（消毒副生成物については20%）を割り当てることを基本とした。

② 閾値がないと考えられる物質については、VSD又は飲水中濃度のリスク計算をもとに評価値を設定した。

③ また、評価値は、水処理技術及び検査技術についても考慮した。

なお、水道水質専門委員会では、上記のように設定した評価値に従い、検討対象化学物質及び項目を、浄水において、評価値の1/10に相当する値を超えて検出され、又は検出されるおそれの高い項目（特異値によるものを除く）を“水質基準”に、水質基準には該当しないものの、場合によっては、浄水において評価値の1/10に相当する

値を超えて検出される可能性のある項目を“水質管理目標設定項目”に、そのほか、毒性評価が定まらない、浄水中の存在量が不明等の理由から水質基準及び水質管理目標設定項目のいずれにも分類できない項目については“要検討項目”に分類した。また、検討対象化学物質リストには挙げたが、上記のいずれにも分類されない物質は“その他項目”とした。

農薬に関しては、個別の農薬ごとに見た場合には、水質基準又は水質管理目標設定項目に分類されることは稀である。そのため、今回の基準改正では“水質基準”への分類要件に適合する農薬はないが、関心の高さを考慮し、下記の式で与えられる検出指標値が1を超えないこととする総農薬方式により、水質管理目標設定項目に位置付けられた。

$$DI = \sum_i \frac{DV_i}{GV_i}$$

DI：検出指標値

DVi：農薬iの検出値

GV_i：農薬iの目標値

ここで測定を行う農薬については、検出状況、使用量などを勘案し、浄水で検出される可能性の高い農薬をリストアップし、各水道事業者等がその地域の状況を勘案して適切に選定することとなった。

以上のことを踏まえ、農薬を除く検討対象物質（項目）のうち、基準項目：37項目、水質管理目標設定項目：17項目、要検討項目：30項目、その他項目：2項目について毒性評価とその評価値の算定を行った。

評価の結果、過去の健康影響に関する評価値に変更の変更があったものは、基準項目で3物質、基準項目以外で4物質であった。また、今回新たに、健康影響上の評価

値を設定したのは、基準項目で3物質、基準項目以外で18物質であった。なお、現段階では評価値の算定ができなかったものは、21物質あったが、これらの物質に対しては、今後の毒性学的知見の集積が望まれるところである（表2参照）。

D. 引用文献

International Agency for Research on Cancer.

(IARC) Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. (Volume 1 to 82, and Supplement 7) IARC, Lyon

U.S.EPA Integrated Risk Information System (IRIS) (<http://www.epa.gov/iriswebp/iris/index.html>)

WHO (1996) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization

WHO (1998) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Addendum to Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization,

WHO-FAO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) - Monographs & Evaluations
(<http://www.inchem.org/pages/jecfa.html>)

WHO-IPCS Environmental Health Criteria (EHC) Monographs
(<http://www.inchem.org/pages/ehc.html>)

平成4、10および11年度水質管理専門委員会報告

E. 研究発表

小泉睦子、大野泰男、広瀬雅雄、江馬 眞、井上 達、長谷川隆一 (2002) DINPの毒性評価と耐容1日摂取量の算定、*日本食品化学学会誌* 9巻:39-45.

広瀬明彦、西川秋佳、江馬 眞、紅林秀雄、山田雅巳、長谷川隆一 (2002) メチル-tert-ブチルエーテル(MTBE)の毒性情報 *水環境学会誌* 25: 491-496.

Koizumi M, Nishimura N, Enami T, Sunaga M, Horikawa H, Kamata E, Hasegawa R.(2002) Comparative toxicity study of 3-aminophenol in newborn and young rats. *J. Toxicol. Sci.*, 27: 411-421.

表1 水質基準の見直しに係る検討対象項目(化学物質)

I. 健康に関する項目

1. 無機物質

(1) 金属類

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
11101	アンチモン		目01		
11102	ウラン		目02		
11103	カドミウム	基03			
11104	鉛			検01	
11105	クロム(6価)	基04			
11106	水銀	基05			
11107	セレン	基06			
11108	鉛	基07			
11109	ニッケル		目03		
11110	バリウム			検02	
11111	ビスマス			検03	
11112	ひ素	基08			
11113	モリブデン			検04	

(2) その他

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
11201	亜硝酸性窒素		目04		
11202	シアン	基09			
11203	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	基10			
11204	硝酸	基11			
11205	亜硝酸	基12			

2. 有機物質

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
12001	アクリルアミド			検05	
12002	アクリル酸			検06	
12003	17-β-エストラジオール			検07	
12004	エチル-エストラジオール			検08	
12005	エチレンジアミン四酢酸(EDTA)			検09	
12006	エピクロロヒドリン			検10	
12007	塩化ビニル			検11	
12008	キシレン			検12	
12009	酢酸ビニル			検13	
12010	2,4-ジアミノトルエン			検14	
12011	2,6-ジアミノトルエン			検15	
12012	四塩化炭素	基13			
12013	1,4-ジオキサン	基14			
12014	1,2-ジクロロエタン		目05		
12015	1,1-ジクロロエチレン	基15			
12016	トランス-1,2-ジクロロエチレン	基16			
12017	トランス-1,2-ジクロロエチレン		目06		
12018	1,2-ジクロロプロパン				他01
12019	1,3-ジクロロプロパン(D-D)		目15(健康値として)		
12020	1,4-ジクロロベンゼン				他02
12021	ジクロロメタン	基17			
12022	ジメチル(CAT)		目15(健康値として)		
12023	NN-ジメチルアニリン			検15	
12024	スチレン			検16	
12025	ダイオキシン類			検17	
12026	チオラム		目15(健康値として)		
12027	チオベンカルブ		目15(健康値として)		
12028	テトラクロロエチレン	基18			
12029	トリエチレントラミン			検18	
12030	1,1,2-トリクロロエタン		目07		
12031	トリクロロエチレン	基19			
12032	トルエン		目08		
12033	ノニルフェノール			検19	
12034	ビスフェノールA			検20	
12035	ヒドラジン			検21	
12036	1,2-ブタジエン			検22	
12037	1,3-ブタジエン			検23	
12038	フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)		目09		
12039	フタル酸ジ(n-ブチル)			検24	
12040	フタル酸ジメチルベンジル			検25	
12041	ベンゼン	基20			
12042	ミクロキスチン-LR			検26	
12043	メチル-tert-ブチルエーテル(MTBE)		目21		
12044	有機すず化合物			検27	

3. 消毒剤・消毒副生成物

(1) 無機化合物

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
13101	亜塩素酸		目10		
13102	塩化シアン	基09(シアンとして)			
13103	塩素酸		目11		
13104	臭素酸	基21			
13105	二酸化塩素		目12		

(2) トリハロメタン

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
13201	クロロホルム	基22			
13202	ジブロモクロロメタン	基23			
13203	プロモジクロロメタン	基24			
13204	ブロモホルム	基25			
13205	トリハロメタン	基26			

(3) ハロ酢酸

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
13301	クロロ酢酸	基27			
13302	ジクロロ酢酸	基28			
13303	トリクロロ酢酸	基29			
13304	ブロモクロロ酢酸			検28	
13305	プロモジクロロ酢酸			検29	
13306	ジブロモクロロ酢酸			検30	
13307	ブロモ酢酸			検31	
13308	ジブロモ酢酸			検32	
13309	トリブロモ酢酸			検33	

(4) ハロアセトニトリル

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
13401	トリクロロアセトニトリル			検34	
13402	ジクロロアセトニトリル		目13		
13403	ブロモクロロアセトニトリル			検35	
13404	ジブロモアセトニトリル			検36	

(5) その他

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
13501	アセトアルデヒド			検37	
13502	MX			検38	
13503	クロロピクリン			検39	
13504	亜水クロラール		目14		
13505	ホルムアルデヒド	基30			

II. 性状に関する項目

1. 無機物質

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
21001	亜鉛	基31			
21002	アルミニウム	基32			
21003	(残留)塩素		目16		
21004	塩素イオン	基33			
21005	硬度(Ca,Mg)	基34	目17		
21006	鉄	基35			
21007	銅	基36			
21008	ナトリウム	基37			
21009	マンガン	基38	目18		
21010	遊離炭酸		目19		

2. 有機物質

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
22001	陰イオン界面活性剤	基39			
22002	ジェオスミン	基40			
22003	1,1,1-トリクロロエタン		目20		
22004	非イオン界面活性剤	基41			
22005	フェノール類	基42			
22006	2-メチルイソボルネオール	基43			
22007	有機物質(TOC)	基44			
22008	有機物質(KMnO4)		目22		

3. その他

整理番号	化学物質(項目)名	基準	目標	検討	その他
23001	臭	基45			
23002	色度	基46			
23003	臭気	基47			
23004	臭気強度(TON)		目23		
23005	腐食性腐物	基48	目24		
23006	濁度	基49	目25		
23007	pH	基50	目26		
23008	腐食性(ランゲリア指数)		目27		

表2. 新水質基準(案)の概要

1. 変更のなかった項目

番号	項目	基準値(mg/L)
基01	一般細菌	100個/ml
基03	カドミウム	0.01
基04	クロム(6価)	0.05
基05	水銀	0.0005
基06	セレン	0.01
基07	鉛	0.01
基08	ひ素	0.01
基09	シアン	0.01
基10	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10
基11	ふっ素	0.8
基13	四塩化炭素	0.002
基15	1,1-ジクロロエチレン	0.02
基16	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04
基17	ジクロロメタン	0.02
基18	テトラクロロエチレン	0.01
基19	トリクロロエチレン	0.03
基20	ベンゼン	0.01
基22	クロロホルム	0.06
基23	ジブロモクロロメタン	0.1
基24	プロモジクロロメタン	0.03
基25	プロモホルム	0.09
基26	総トリハロメタン	0.1
基31	亜鉛	1
基33	塩素イオン	200
基34	硬度(Ca,Mg)	300
基35	鉄	0.3
基36	銅	1
基37	ナトリウム	200
基38	マンガン	0.05
基39	陰イオン界面活性剤	0.2
基42	フェノール類	0.005
基45	味	異常でない
基46	色度	5度
基47	臭気	異常でない
基48	蒸気残留物	500
基49	濁度	2度
基50	pH	5.8-8.6
計37項目		

2. 新規に水質基準となった項目

番号	項目	基準値
【指標となる項目の変更】		
基02	大腸菌	不検出
基44	有機物質(TOC)	5
【監視項目だが地域的に基準並に運用していた項目の基準化】		
基12	ほう素	1
【その他監視項目の基準化】		
基28	ジクロロ酢酸	0.04 変更 0.02P
基29	トリクロロ酢酸	0.2 変更 0.3P
基30	ホルムアルデヒド	0.08 変更 0.08P
【快適水質項目の基準化】		
基32	アルミニウム	0.2
基40	ジェオスミン	0.00001 変更 0.00001~0.00002
基43	2-メチルイソボルネオール	0.00001 変更 0.00001~0.00002
【有機溶媒への対応】		
基14	1,4-ジオキサン	0.05
【水道の発泡防止への対応】		
基41	非イオン界面活性剤	0.02
【消毒副生成物の追加】		
基21	臭素酸	0.01
基27	クロロ酢酸	0.02
基28	ジクロロ酢酸	0.04 再掲
基29	トリクロロ酢酸	0.2 再掲
基30	ホルムアルデヒド	0.08 再掲
計13項目		

3. 水質基準から外すこととなった項目

項目	基準値
【指標となる項目の変更】	
大腸菌	不検出
有機物質(KMnO4)	10
【基準項目の目標化】	
1,2-ジクロロエタン	0.004
1,1,1-トリクロロエタン	0.3
1,1,2-トリクロロエタン	0.006
【農薬の総括指標化】	
1,3-ジクロロプロベン	0.002
シマジン(CAT)	0.003
チウラム	0.02 変更 0.006
チオベンカルブ	0.02
計9項目	

4. 水質基準項目以外の項目で評価値が変更となったもの

項目	位置づけ	旧位置づけ
アンチモン	目標 0.015 監視	0.002P
トルエン	目標 0.2 監視	0.6
フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)	目標 0.1 監視	0.06
ジタモアセトニトリル	目標 0.04P 監視	0.08P

5. 水質基準項目以外の項目で新規に評価値が設定されたもの

項目	位置づけ
塩素酸	目標 0.6
(農薬類)	目標 1
メチルセブチルエーテル	目標 0.02
バリウム	要検討 0.07
アクリルアミド	要検討 0.005
17β-エストラジオール	要検討 0.00008P
エチル-エストラジオール	要検討 0.00002P
エチレンジアミン四酢酸	要検討 0.5
エピクロヒドリン	要検討 0.0004P
塩化ビニル	要検討 0.002
ステレン	要検討 0.02
ノニルフェノール	要検討 0.3P
ビスフェノールA	要検討 0.1P
フタル酸ジ(n-ブチル)	要検討 0.2P
フタル酸ブチルベンジル	要検討 0.5P
マイクロキスティンLR	要検討 0.0008P H10年専門委と同じ
有機スズ化合物	要検討 0.0006P (TBTOのみ)
ジプロモアセトニトリル	要検討 0.06
MX	要検討 0.001

6. 評価値が設定されていないもの

項目	位置づけ
鉛	要検討
ビスマス	要検討
アクリル酸	要検討
酢酸ビニル	要検討
2,4-ジアミノトルエン	要検討
2,6-ジアミノトルエン	要検討
N,N-ジメチルアニリン	要検討
トリエチレンテトラミン	要検討
ヒドラジン	要検討
1,2-ブタジエン	要検討
1,3-ブタジエン	要検討
プロモクロロ酢酸	要検討
プロモジクロロ酢酸	要検討
ジプロモクロロ酢酸	要検討
プロモ酢酸	要検討
ジプロモ酢酸	要検討
トリプロモ酢酸	要検討
トリクロロアセトニトリル	要検討
プロモクロロアセトニトリル	要検討
アセトアルデヒド	要検討
クロロピクリン	要検討

健康影響に関する評価値算定のための各化学物質（項目）の毒性評価

1. はじめに

14年度は、我が国の水道水質基準の全面的な見直し作業に伴い、農薬を除く検討対象物質のうち WHO のガイドライン改訂状況や我が国の過去の検出状況を考慮し、基準項目:37項目、水質管理目標設定項目:17項目、要検討項目:30項目、その他項目:2項目の化学物質の最新毒性情報を収集し、評価値算定に重要な根拠となる毒性情報をまとめた。さらに、過去の基準値設定根拠を照らし合わせることにより、健康リスク評価値案の算定を行った。

検討を行った物質は以下のとおりで、その評価結果は項目別に次ページ以降に示した。

基準項目の 37 項目(カドミウム、クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、シアン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、フッ素、ホウ素、四塩化炭素、1,4-ジオキサン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、ベンゼン、臭素酸、クロロホルム、ジブromokロロメタン、ブromokロロメタン、ブromokロロホルム、総トリハロメタン、モノクロロ酢酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ホルムアルデヒド、亜鉛、アルミニウム、塩素イオン、硬度(Ca, Mg)、鉄、銅、ナトリウム、マンガン、フェノール類)

水質管理目標設定項目の 17 項目(アンチモン、ウラン、ニッケル、亜硝酸性窒素、1,2-ジクロロエタン、トランス-1,2-ジクロロエチレン、1,1,2-トリクロロエタン、トルエン、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)、亜塩素酸、塩素酸、二酸化塩素、ジクロロアセトニトリル、抱水クロラール、塩素、1,1,1-トリクロロエタン、メチル-tert-ブチルエーテル(MTBE))

要検討項目の 30 項目(銀、バリウム、ビスマス、モリブデン、アクリルアミド、17 β -エストラジオール、エチニル-エストラジオール、エチレンジアミン四酢酸(EDTA)、エピクロロヒドリン、塩化ビニル、スチレン、ダイオキシン類、ノニルフェノール、ビスフェノール A、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ブチルベンジル、マイクロキシチン-LR、有機スズ化合物、ブromokロロ酢酸、ブromokロロジクロロ酢酸、ジブromokロロ酢酸、モノブromokロロ酢酸、ジブromokロロ酢酸、トリブromokロロ酢酸、トリクロロアセトニトリル、ブromokロロアセトニトリル、ジブromokロロアセトニトリル、MX、クロロピクリン[トリクロロニトロメタン]、キシレン)

その他項目の 2 項目(1,4-ジクロロベンゼン、1,2-ジクロロプロパン)

2. 基準項目

カドミウム

毒性評価

カドミウムが吸入経路による発がん性をもつ証拠がいくつかあり、IARC はカドミウムとカドミウム化合物を Group 1 に分類した (IARC, 1993)。しかし、経口投与による発がん性に関しては、限られた知見しかない。

慢性経口曝露では腎臓が最も高感受性臓器と思われる。カドミウムは近位尿細管の再吸収機能に影響を与え、まず、尿管タンパク尿として知られる低分子量タンパク質の尿中排泄量を増加させる (Krajnc Et al., 1987)。JECFA の評価 (WHO, 1989) によると、カドミウム 140-225 μ g/day の摂取は高齢者の低分子量タンパク尿をもたらす。ヒト腎皮質におけるカドミウムの最少 (臨界) レベルは尿管機能障害の最初の徴候と関連し湿重量として 100 ~450 mg/ kg である。低分子量タンパク尿の発生率が人口の 10 % に達する概算臨界腎皮質濃度は約 200 mg/ kg であるが、この値は、様々な国におけるカドミウム摂取量と腎臓の平均カドミウム濃度との回帰分析により、50 年間、毎日 175 μ g per person 食事性摂取することにより達するものと推定された。また、カドミウム 100 μ g per person を毎日摂取すると人口の 2 % 以上で腎皮質の限界カドミウム濃度になると推定された。より重篤なカドミウム障害は糸球体に関わるもので、増加したイヌリンクリアランスを生じる。他の起こりうる影響はアミノ酸尿、糖尿、リン酸塩尿である。リンとカルシウムの腎臓での排泄障害は骨からのミネラルの再吸収を引き起こし、腎臓結石や骨軟化症を発生させる。食事由来カドミウムの吸収量を 5 %、1 日排泄量を体内負荷量の 0.005 % と仮定すると、JECFA は、腎皮質のカドミウムレベルが 50 mg/ kg を超えないなら、カドミウム総摂取量は 1 μ g/ kg/day を超えるべきではないと結論した (WHO, 1989)。その後、2000 年の JECFA において、再度検討が行われたが、評価を行うためのデータが不十分であるとして、各国に対し疫学調査等の実施が勧告された。2002 年 11 月に我が国が提出した疫学調査結果等に基づき、JECFA は 2003 年 6 月にカドミウムの毒性評価について改めて検討する予定である。

評価値 (案)

平成 12 年 6 月に開催された JECFA において、現在のデータからはカドミウムのリスク評価を行うためのデータが不十分であるとして、各国に対し疫学調査及び摂取量を推定するための実態調査の実施が勧告された。現在その勧告を受け、わが国でも疫学調査及び農作物などの実態調査を行い、JECFA に提出したところである。より正確な評価は、今後開かれる JECFA での評価結果を待つ必要があるが、現時点では微量重金属調査研究会 (1970) をもとに設定された 0.01 mg/L を当面維持することが妥当である。

参考文献

- International Agency for Research on Cancer. (IARC) (1987) Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC Monographs volumes 1-42. Lyon, (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, Suppl. 7):139-142.
- Krajnc Et al. (1987) Integrated criteria document. Cadmium—Effects. Appendix. Bilthoven, Netherlands, National Institute of Public Health and Environmental Protection, (Report no. 758476004).
- World Health Organization.(WHO) (1989) Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Cambridge, Cambridge University Press, (WHO Food Additives Series, No. 24):163-219.

クロム (六価クロム)

毒性評価

吸入経路とその遺伝毒性によるクロム (VI) の発がん性のため、IARC ではクロム (VI) はグループ 1 に分類されている (IARC, 1990)。金属クロムとクロム (III) は、ヒトおよび実験動物での発がん性に関しては評価可能な適切な情報はないためグループ 3 (ヒト発がん性ありに分類できない) に分類されている (IARC, 1990)。1958 年の WHO の International Standard for Drinking Water で六価クロムの健康影響に基づく最大耐容濃度 (Maximum allowable concentration) として、0.05 mg/L が提案された。前回の評価及び WHO (1996) の評価においてこの指針値 0.05 mg/L について再検討がなされたが、利用可能な毒性データは新しい値を導かないとされた。人の吸入暴露により肺がん発生が認められているが、経口毒性試験では顕著な毒性も腫瘍も認められていない。実際的手段として、追加情報が利用可能になりクロムが再評価されるまでは、健康を著しく害すことは無いと考えられる 0.05 mg/L が暫定的指針値として維持されている。

その後も、評価値算出にかかわる新たな毒性情報は報告されていない。

評価値 (案)

クロムの毒性については従来どおり六価のものに着目することが妥当であることから、現行値どおり 0.05 mg/L 以下とすることが妥当である。

参考文献

International Agency for Research on Cancer (IARC) (1990) Chromium and chromium compounds. In: IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. CHROMIUM, NICKEL AND WELDING. volume.49: 49-256.
WHO(1996)Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, 1996. pp. 206-215.

水銀

毒性評価

IARCでは、メチル水銀化合物はグループ2B(ヒトで発がんの可能性あり)に分類されているが、金属水銀と無機水銀化合物はグループ3(ヒト発がん性に分類できない)に分類されている(IARC, 1993)。

汚染のない飲用水中の水銀はほぼ全て Hg^{2+} の形と考えられる。これゆえ、飲用水摂取の結果として、有機水銀化合物、特にアルキル水銀化合物摂取の直接リスクは無いと思われる。しかしながら、メチル水銀が無機水銀に変わる可能性もある。

1972年にJECFAは総水銀の暫定耐容1週摂取量(PTWI)を $5 \mu g/kg$ とし、その中にメチル水銀が $3.3 \mu g/kg$ 以上含まれてはならないとした(JECFA, 1972)。このPTWIは1978年にも維持された(JECFA, 1978)。1988年にJECFAは新たなデータが利用できるようになったので、メチル水銀を再評価し、以前推奨した一般人のPTWIを追認したが、妊娠中や授乳中の女性はメチル水銀による有害影響のリスクが増すと思われることを指摘した。しかしながら、特定のメチル水銀摂取量をこのグループに推奨するにはデータが不十分であると考えられた(JECFA, 1989a, 1989b)。

より安全側にたった観点から、メチル水銀のPTWIを飲用水の無機水銀指針値算出に用いた。主な曝露は食物からなので、PTWIの10%を飲用水の寄与率とした。総水銀の指針値は $0.001 mg/L$ となる。(WHO, 1996)

評価値(案)

前回の評価以降、評価値算定に関わる新たな知見は得られていないため、平成4年専門委員会での評価に従い、疫学上の結果をもとに $0.001 mg/L$ が算出されるものの、わが国における基準の継続性を考慮して、現行値どおり $0.0005 mg/L$ を維持することが適当である。

参考文献

International Agency for Research on Cancer (IARC) (1993) mercury and mercury compounds. In: IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. BERYLLIUM, CADMIUM, MERCURY, AND EXPOSURES IN THE GLASS MANUFACTURING INDUSTRY. Volume 58: 239-345.
WHO (1996) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, 1996. pp. 285-298.60.
JECFA (1972) Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead, and cadmium: sixteenth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva, World Health Organization, 1972 (WHO Technical Report Series, No. 505).
JECFA (1978) Evaluation of certain food additives and contaminants: twenty-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva, World Health Organization, 1978 (WHO Technical Report Series, No. 631).
JECFA (1989a) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Cambridge, Cambridge University Press, 1989:295-321 (WHO Food Additives Series, No. 24).
JECFA (1989b) Evaluation of certain food additives and contaminants: thirty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva, World Health Organization, 1989 (WHO Technical Report Series, No. 776).

セレン

毒性評価

飲用水中には存在しないセレン硫化物を除き、セレンには発がん性はみられない。IARCはセレンとセレン化合物を Group 3 とした(IARC, 1987)。セレン化合物は代謝活性化の *in vitro* 系で遺伝毒性を示した。サルへの催奇性影響はみられなかった。セレン化合物のラットへの長期間曝露では、成長遅延と肝臓病変が引き起こされるかもしれない。

ヒトの長期間セレン曝露による毒性影響は、爪、頭髮、肝臓でみられる。中国のデータによると、臨床生化学的(肝臓プロトロン合成の減少)徴候が $0.8 mg/day$ の摂取でみられる。臨床徴候の認められるベネズエラの子供の1日摂取量は、その子供の血液レベルと、血液レベルと摂取量に関する中国のデータに基づき、約 $0.66 mg/day$ と推定された。肝臓タンパク質合成への影響も、セレンを $0.25 mg/day$ (全曝露経路からの総1日摂取量は約 $0.35 mg$) 投与されたリウマチ様関節炎患者の小グループでみられた。セレンの毒性の臨床生化学的徴候は、食物からの平均1日摂取量が $0.24 mg$ ($4 \mu g/kg/day$ に相当)(最大値: $0.72 mg/day$)の142人のグループでは報告されなかった。しかしながら、肝臓酵素ALAT(アラニンアミトランスフェラーゼ)活性は基準値以下でセレン摂取量と正の相関があった。セレンの推奨1日摂取量は成人で $0.9 \mu g/kg$ である。(WHO, 1996)

評価値(案)

評価値に関し、前回以降あらたに追加すべき知見はないことから平成4年の専門委員会の評価に従い、ヒトのNOAELは、飲用水中の可溶セレンが食物中の有機化合セレンより有毒であると仮定し、約4 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ と推定される。したがって、TDIの飲料水へ寄与率を10%とし、体重50 kgの人が1日2 L飲むと仮定して得られた評価値:0.01 mg/Lを維持することが適当である。

参考文献

- International Agency for Research on Cancer. (IARC) (1987) Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC monographs volumes 1-42. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7). Lyon, 71
- WHO (1996) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, pp. 328-338

鉛

毒性評価

ヒトへの鉛の発がん性の証拠は、研究数が限られ、コホート数も小さく、潜在的な交絡変数の十分な評価をしなかったもので、決定的ではない。しかしながら、鉛塩摂取と腎臓腫瘍の関係が実験的に示された。それゆえ、鉛と無機鉛化合物はIARCのGroup 2Bとされた(IARC, 1987)。

がん以外の悪影響が非常に低レベルで起こる可能性があるというヒトの研究の証拠があるので、それから求められた指針値も発がん影響を防護できると考えられる。したがって、TDI法での指針値算出が適していると考えられる。

1986年にJECFAは鉛のPTWI(耐容1週摂取量)を、鉛は蓄積毒なので身体負荷増を避けねばならず、乳幼児で25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (3.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ に相当)とした(JECFA, 1986)。PTWIは乳児の代謝研究に基づき、平均1日摂取量3~4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ が鉛の身体負荷における血中鉛レベルの増加と関連がないことを示す一方、5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ の摂取で鉛の貯留を示した。このPTWIは1993年にJECFAで再確認され、全年齢まで拡張された(JECFA, 1993)。

評価値(案)

WHOでガイドライン値を次のとおり、0.01 mg/Lとしている(WHO, 1996)。

「1日に0.75 Lの飲料水を消費する体重5 kgの人工栄養の乳児で、飲料水からの鉛摂取量を50%と仮定すると、ガイドライン値は0.01 mg/Lとなる。乳幼児は母集団の中で最も感受性が高い群と考えられるので、このガイドライン値は他の年齢群も防護できる。」

一方、JECFAで全年齢群に適用するとされたTDI=3.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ を用いて評価値を求めると3.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day} \times 50 \text{ kg} \times 10\% \div 2 \text{ L} = 0.01 \text{ mg/L}$ (数字をまるめて)となる。

しかしながら、平成4年の評価では鉛管の状況を考慮し、「日本人の血液中の鉛濃度・暴露量は、世界的に見ても低いレベルにあることを考慮して、0.05 mg/L以下。なお、鉛毒性の蓄積性を考慮して長期目標値を0.01 mg/Lと設定し、おおむね10年間に鉛管の布設替えを行い、鉛濃度の段階的な低減化を図ることとする。」とした。

このような状況を勘案し、評価値としては、0.01 mg/Lとすることが適当である。

参考文献

- International Agency for Research on Cancer. (IARC) (1987) Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC monographs volumes 1-42. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7), Lyon, 230-232.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. (JECFA) (1986) Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Cambridge, Cambridge University Press, 1987:223-255 (WHO Food Additives Series, No. 21).
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. (JECFA) (1993) Evaluation of certain food additives and contaminants: forty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva, World Health Organization, 1993 (WHO Technical Report Series, No. 837).
- WHO (1996) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, pp. 254-275.

ヒ素

毒性評価

ヒトにおけるヒ素化合物の急性毒性の強さは、アルシン>亜ヒ酸塩>ヒ酸塩>有機ヒ素の順である。ヒ素化合物の致死量は、1.5 mg/kg(酸化ヒ素)~500 mg/kg(DMAA)である。急性の中毒症状は、腹痛・嘔吐・下痢・四肢および筋肉痛・発赤を伴う皮膚の脆弱化にはじまり、四肢のしびれ感・刺痛、筋肉の痙攣、丘疹状の紅斑性皮疹が2週間後に表れる。さらに四肢の感覚異常、角化症、手爪のミーズ線、運動・感覚反応の不調が1カ月であらわれる。台湾・チリ・米国・メキシコ・カナダで、ヒ素汚染井戸水の摂取による慢性のヒ素中毒症が報告されている。慢性中毒症状としては、皮膚の異常・末梢性神経症・皮膚がん・末梢の