

ほう素

1. 物質特定情報

名称	ほう素
CAS No.	7440-42-8
分子式	B
分子量	10.81
備考	天然には、ほう酸またはほう酸塩として存在する

2. 物理化学的性状

名称	ほう素	ほう酸 H ₃ BO ₃
物理的性状		無色透明な鱗片状六辺形の光沢ある結晶
沸点 ()	2550	
融点 ()	2000 ~ 2500	184 ~ 186
比重 (水 = 1)	2.33 (無定形は 1.73)	1.49
水溶解度 (g/100ml(20))		3.992

(岩波理化学事典)

3. 主たる用途・使用実績

用途	自然水中に含まれることはまれであるが、火山地帯の地下水、温泉にはメタほう酸の形で含まれることがあり、また金属表面処理剤、ガラス、エナメル工業などで使用されるので、工場排水から自然水に混入することがある。(H4 専門委員会監視項目)
----	---

4. 現行規制等

水質基準値 (mg/l)	なし
監視項目指針値 (mg/l)	1
その他基準 (mg/l)	薬品基準 0.1、資機材基準 ×、給水装置基準 ×、施設基準 1.0
他法令の規制値等	
環境基準値 (mg/l)	1
要監視項目 (mg/l)	なし
諸外国等の水質基準値又はガイドライン値	
WHO (mg/l)	0.5(P) (第 2 版)
EU (mg/l)	1
USEPA (mg/l)	なし

5. 水道水（原水・浄水）での検出状況等

監視項目調査

年度	測定地点数	指針値(1.0 mg/L)に対して											
		10%以下	10%超過	20%超過	30%超過	40%超過	50%超過	60%超過	70%超過	80%超過	90%超過	100%超過	
H12	原水	1,393	1,321	37	11	7	6	2	2	1	1	0	5
	表流水	760	714	24	7	7	4	1	2	1	0	0	0
	ダム・湖沼水	36	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	地下水	597	572	12	4	0	2	1	0	0	1	0	5
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	浄水	323	304	9	1	3	1	0	1	0	1	1	2
	表流水	157	147	6	1	1	0	0	1	0	0	0	1
	ダム・湖沼水	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	地下水	159	150	3	0	2	1	0	0	0	1	1	1
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(指針値の超過状況)

	合計	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度	11年度	12年度
原水	52 / 7,126	/	/	26 / 1,473	18 / 1,455	3 / 1,478	0 / 1,327	5 / 1,393
浄水	17 / 1,381	/	/	8 / 244	2 / 262	2 / 280	3 / 272	2 / 323

注) 合計の欄の測定地点数は5年間の延べ地点数である。

- ・指針値の超過理由は、地質由来及び海水を原水としている等によるものであり、イオン交換法や他の水源との混合希釈等により対応している。

6. 測定手法

ICP法(通常ネブライザ) ICP-MS法により測定できる。ICP法(通常ネブライザ) ICP-MS法による定量下限(CV10%)は、それぞれ、60 µg/L、2 µg/Lである。

なお、クルクミンによる吸光光度法は、2 mg/L程度のケイ素により20%の発色阻害があるため、測定方法として採用しないこととした。

7. 毒性評価

(1) 毒性に係る評価

実験動物へのホウ酸あるいはホウ砂の短期あるいは長期間暴露実験により、雄生殖器官への毒性が共通して認められる。精巣傷害がラット、マウス、イヌへホウ酸またはホウ砂を食餌

または飲料水に混ぜて投与したときに観察される。発生毒性がラット、マウスおよびウサギで示されている。ラットを用いた催奇形性試験における NOAEL : 9.6mg/kg/day が、胎児の体重増加抑制に基づいて求められている(Price et al., 1996)。多くの変異原性試験は陰性の結果を示し、ホウ酸あるいはホウ砂は遺伝子障害性のないことを示すと共に、ラットとマウスを用いた、長期試験では腫瘍発生の増加は認められていない(WHO, 1998)。

WHO(1996)および平成4年の我が国における専門委員会の評価では、イヌを用いた2年間の混餌投与実験の睪丸萎縮の発現を根拠に、NOAEL:8.8 mg/kg/day が求められ(Weir & Fisher, 1972)、不確実係数 100(種差及び個体差)を適用して TDI は 0.088 mg/kg/day と求められた。しかし、1998 年の WHO での再評価では、イヌを用いた実験は、GLP(Good Laboratory Practice)の概念に照らして信頼性が低いとされ、ラットを用いた催奇形性試験における NOAEL : 9.6 mg/kg/day を基に、不確実係数 60(種差 10、個体差 6)を適用して TDI は 0.16 mg/kg/day と求めている。なお、個体差の不確実係数は通常 10 であるが、ホウ素の腎クリアランスのデータに基づきトキシコキネティクスについて 1.8、トキシコダイナミクスについて通常通り 3.2 とし、 $1.8 \times 3.2 = 5.7$ (まるめて 6)を用いている(WHO, 1994 ; WHO, 1998)。

これ以後、ホウ素に関して評価値の算定に関わる知見は報告されていない。

8 . 処理技術

通常の浄水方法や活性炭では除去できない。イオン交換による除去性がある。また、逆浸透により除去できる。

9 . 水質基準値 (案)

(1) 評価値

平成 10 年の専門委員会においては、次のように評価値が設定されている。

- ・ 毒性評価に関し、WHOにおいて、種内差のトキシコキネティクスについて通常 3.2 とするところをデータから 1.8 と変更している。しかし、これは生理的なパラメーターを比較したものを根拠としており、トキシコキネティクスの評価としては不適切である。このことから不確実係数は種内差及び種間差として 100 とする。したがって、NOAEL 9.6 mg/kg/day から不確実係数 100 を用いて TDI は 0.096 mg/kg/day とすべきである。
- ・ 一方、食品経由のほう素摂取量は、全国 9 地域において平成 6 年から平成 9 年の間に行われたマーケットバスケット調査によると次表のとおりである。なお、調査地域には、海水中のほう素の影響を受ける島嶼地域が含まれている。

地域名	食品経由 ほう素摂取量	水道水中 ほう素濃度	水道水 寄与率	水道原水の種類等

離島 A	2.57 mg-B/day	0.41 mg-B/L	24%	井水を飲用に使用
四国 B	2.18 mg-B/day	0.01 mg-B/L	0.90%	河川水
離島 C	1.96 mg-B/day	1.53 mg-B/L	61%	海水を淡水化して飲用に使用
離島 D	2.20 mg-B/day	1.08 mg-B/L	50%	海水を淡水化して飲用に使用
東北 E	2.26 mg-B/day	<0.01 mg-B/L	<0.89%	河川水等
関東 F	1.28 mg-B/day	0.04 mg-B/L	5.9%	河川水等
近畿 G	1.29 mg-B/day	0.02 mg-B/L	3.0%	河川水等
沖縄 H	1.70 mg-B/day	1.00 mg-B/L	54%	海水を淡水化して飲用に使用
北海道 I	1.85 mg-B/day			
平均	1.92 mg-B/day			

この結果を整理すると次のとおりである。

ア 食品からの摂取量には地域による大きなばらつきはないが、水道水からの摂取量（1日2ℓ水摂取）には地域によるばらつきが大きい。このため、水道水からの寄与率を、こうしたデータの平均的な値に設定することは合理的でない。

イ 一方、TDI 0.096 mg/kg/day から体重 50 kg を用いて1日受認摂取量は 4.8 mg/day となるが、食品経由の摂取量と水道水からの摂取量（1日2ℓ水摂取）を合計した値は、海水淡水化の場合を除き、十分低い。

ウ したがって、評価値は、海水淡水化の場合に対して設定することが適当である。

エ この場合、海水淡水化を行っている地域での寄与率が50～60%であることから、食品及び水道以外の暴露経路の寄与率を考慮し、水道水の寄与率は40%とすることが適当と考えられる。

- ・したがって、海水淡水化の場合に設定される評価値は、TDI 0.096 mg/kg/day から水道水の寄与率を40%として、1 mg/L。
- ・なお、WHOでガイドライン値を暫定値としているのは、実用可能な浄水技術では自然由来のほう素レベルが高い地域において、これを達成することが困難であるからである。

その後、これに代わる新たな知見はないことから、海水淡水化における評価を1mg/lとすべきである。また、それ以外の地域においても、水道のほう素濃度が1mg/l以下であれば、ほう素の平均摂取量は1.92mg（食事）+2mg（水）=3.92mg 4.8mg（TDI×50）となり、安全は確保され则认为られる。

従って、ほう素の評価値を1mg/lとすることとする。

（2）項目の位置づけ

水道水（原水・浄水）での検出状況等の結果から、評価値1mg/lを越える原水・浄水が検出されることから、水質基準とすることが適当である。なお、ほう素については、問題となるの

は、基本的に、海水淡水化、地質等の影響など、ほう素の影響を受ける地域をであることに留意すべきである。

10. その他参考情報

- ・「水道水質に関する基準の制定について」の一部改正について（平成10年6月1日付厚生省生活衛生局水道環境部長通知）により、指針値を1mg/Lに改正し、海水淡水化施設にあっては、基準項目に準ずるものとして扱われてきたところ。

参考文献

- Price CJ et al. (1996) Developmental toxicity NOAEL and postnatal recovery in rats fed boric acid during gestation. *Fundamental and applied toxicology*, 32:179-193.
- Weir RJ, Fisher RS (1972) Toxicologic studies on borax and boric acid. *Toxicology and applied pharmacology*, 23:351-364.
- WHO (1994) Assessing human health risks of chemicals: derivation of guidance values for health-based exposure limits. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 170).
- WHO (1996) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, pp. 188-194.
- WHO (1998) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Addendum to Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, 1998. pp. 15-29.