

## ふっ素

## 1. 物質特定情報

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 名称      | ふっ素                    |
| CAS No. | 7782-41-4              |
| 分子式     | F                      |
| 分子量     | 38.0 (F <sub>2</sub> ) |
| 備考      |                        |

## 2. 物理化学的性状

| 名称                      | ふっ化ナトリウム(NaF) | ふっ化水素(HF)        |
|-------------------------|---------------|------------------|
| 物理的性状                   | 白、結晶、粉末       | 無色液体か刺激臭を伴う気体    |
| 沸点 (°C)                 | 1695(100kPa)  | 19.5             |
| 融点 (°C)                 | 993           | －83              |
| 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.56          | －                |
| 水溶解度 (mg/l(10°C))       | 42000         | 20°Cで容易に溶解       |
| その他 (酸度)                | －             | 液体では強酸、水に溶解すると弱酸 |

(WHO 第2版)

## 3. 主たる用途・使用実績

|    |                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 用途 | 水中にふっ素イオンが存在するのは、主として地質や工場排水の混入などに起因する。自然界に広く分布するホタル石はふっ化カルシウムが主成分であるため、温泉地帯の地下水、河川水に多く含まれることがある。(H4 専門委員会報告) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 4. 現行規制等

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| 水質基準値 (mg/l)        | 0.8                      |
| その他基準 (mg/l)        | 薬品基準×、資機材基準及び給水装置基準 0.08 |
| 他法令の規制値等            |                          |
| 環境基準値 (mg/l)        | 0.8                      |
| 諸外国等の水質基準値又はガイドライン値 |                          |
| WHO (mg/l)          | 1.5 (第2版及び第3版ドラフト)       |
| EU (mg/l)           | 1.5                      |
| USEPA (mg/l)        | 4.0、2.0(性状)              |

## 5. 水道水（原水・浄水）での検出状況等

○水道統計

| 年度  |        | 測 定<br>地点数 | 基準値 (0.8 mg/ℓ) に対して |       |       |       |       |       |       |       |       |        |      |
|-----|--------|------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
|     |        |            |                     | 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% |
|     |        |            | 10%以下               | 20%以下 | 30%以下 | 40%以下 | 50%以下 | 60%以下 | 70%以下 | 80%以下 | 90%以下 | 100%以下 | 超過   |
| H12 | 原水     | 5,205      | 3,417               | 1,299 | 286   | 95    | 32    | 17    | 14    | 6     | 4     | 16     | 19   |
|     | 表流水    | 994        | 633                 | 268   | 47    | 22    | 7     | 2     | 4     | 1     | 2     | 5      | 3    |
|     | ダム・湖沼水 | 299        | 185                 | 86    | 14    | 8     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1      | 3    |
|     | 地下水    | 3,095      | 2,030               | 744   | 199   | 56    | 21    | 11    | 8     | 5     | 2     | 9      | 10   |
|     | その他    | 817        | 569                 | 201   | 26    | 9     | 4     | 3     | 1     | 0     | 0     | 1      | 3    |
|     | 浄水     | 5,525      | 3,466               | 1,499 | 345   | 99    | 47    | 21    | 21    | 7     | 7     | 11     | 2    |
|     | 表流水    | 1,002      | 671                 | 247   | 45    | 14    | 9     | 3     | 5     | 2     | 4     | 2      | 0    |
|     | ダム・湖沼水 | 299        | 207                 | 66    | 17    | 2     | 2     | 1     | 2     | 0     | 0     | 2      | 0    |
|     | 地下水    | 3,052      | 1,842               | 838   | 229   | 68    | 33    | 15    | 12    | 5     | 2     | 7      | 1    |
|     | その他    | 1,172      | 746                 | 348   | 54    | 15    | 3     | 2     | 2     | 0     | 1     | 0      | 1    |

(基準値の超過状況)

|    | 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 | 155/36,944  | 22 / 4,720 | 23 / 5,211 | 27 / 5,253 | 27 / 5,482 | 18 / 5,523 | 19 / 5,550 | 19 / 5,205 |
| 浄水 | 17 / 38,436 | 4 / 5,166  | 4 / 5,424  | 3 / 5,391  | 1 / 5,616  | 0 / 5,605  | 3 / 5,709  | 2 / 5,525  |

注) 合計の欄の測定地点数は7年間の延べ地点数である。

- ・基準の超過は主として地質由来によるものであり、他水系の原水と混合希釈することにより対応している。

## 6. 測定手法

イオンクロマトグラフ法により測定できる。

イオンクロマトグラフ法による定量下限 (CV10%) は、50 µg/L である。

## 7. 毒性評価

ふっ素は、必須元素と考えられているが、必ずしも明確な根拠は示されていない、最小栄養学的必須摂取量も設定されていない。一方経口摂取による急性毒性の発現には 1mg/kg/day の摂取が必要であるとされている (Janssen ら 1988)。

数多くの疫学研究からは、飲料水濃度 2 mg/L 以上で虫歯の予防効果が特に子供において増強されることが報告されており、この作用は少なくとも約 0.5 mg/L 以上の濃度が必要であるとされている。しかし、0.9～1.2 mg/L の範囲の飲料水中ふっ素濃度は、軽度の斑状歯を 12 か

ら 46%のヒトに発生させることも報告されている。より高濃度の飲料水濃度では、骨へのふっ素沈着が認められ、骨の内部構造変化も引き起こすことが報告されている。最近のいくつかの研究からは 1.4 mg/L 以上で骨へのふっ素沈着の発生率や骨折リスクが増加するとされているが、診断基準の曖昧さや飲料水以外、主に食物からのふっ素の摂取量扱い方などについて、不確実性が残っているとしている。総合的には 1 日 14mg/人 以上の総ふっ素摂取量では明らかな骨への有害影響をあり、約 6mg/人 以上の総ふっ素摂取量では有害影響のリスクを増加させることを示唆する知見が認められると結論している (IPCS、2002)。

発がん性に関しては、動物実験において決定的な発がん性を示すデータはなく (IPCS、2002)、IARCにおいてもヒトへの発がん性に関し有効な知見は見当たらないとしている (IARC1987)。また、いくつかの催奇形性に関する疫学調査では、ダウン症候群やその他の先天異常とふっ素の摂取に関していかなる関連性も見出されていない (IPCS、2002)。

## 8. 処理技術

通常の浄水方法のうち、凝集沈殿ろ過による多少の除去性がある。逆浸透、ナノろ過、吸着法により処理できる。

## 9. 水質基準値 (案)

### (1) 評価値

1950 年(昭和 25 年)の「飲料水の判定標準とその試験方法」ではそれまでの調査結果を考慮し、ふっ素について 1.5ppm と定めたが、その後の国外、国内の多くの疫学調査から、1958 年(昭和 33 年)の水質基準に関する省令(厚生省令第 23 号)では 0.8ppm に定められ、現在に至っている。WHOの飲料水ガイドライン(1984 年及び 1993 年)では 1.5mg/L となっており、アメリカ環境保護庁(EPA)の暫定飲料水基準では 2mg/L、EU では 1.5mg/L となっている。上記基準値の違いは、様々な疫学情報のとらえ方の違いに起因していると考えられる。最近の斑状歯や骨へのふっ素沈着に関する報告も過去の知見をほぼ裏付けるデータが報告されているものの、依然、食物からのふっ素の摂取量に関する不確実性は残っており、飲料水データだけからは、正確な定量的因果関係を立証できない状態であることに変わりはない。したがって、現在までの最新情報を考慮しても上記の基準値を変更する程の定量的な知見は認められず、我が国においては、斑状歯発生予防の観点から現行値：0.8mg/L を継続することが妥当であると考えられる。

### (2) 項目の位置づけ

浄水において評価の 10%を越える値が検出されており、水質基準として維持することが妥当である。

## 10. その他参考情報

### 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, 208-210 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Suppl. 7).

IPCS (2002) Environmental Health Criteria No 227. Fluorides. WHO, Geneva.

Janssen PJCM, Janus JA, Knaap AGAC. (1988) Integrated criteria document fluorides—effects. Appendix. Bilthoven, The Netherlands, National Institute of Public Health and Environmental Protection, (Appendix to Report no. 75847005).