

## 清涼飲料水に係る化学物質の食品健康影響評価

番号 4 0 亜塩素酸（案）

番号 4 2 二酸化塩素（案）

食品安全委員会においては、食品添加物の亜塩素酸ナトリウムとして亜塩素酸イオンについて評価を行っており、平成 16 年 11 月 18 日付け府食第 1166 号をもって亜塩素酸ナトリウムに係る食品健康影響評価の結果を通知している。評価結果としては、亜塩素酸ナトリウムの ADI を亜塩素酸イオンとして 0.029 mg/kg 体重/日と設定している（食品安全委員会 2004<sup>1</sup>）。

二酸化塩素については、WHO 飲料水水質ガイドライン第 3 版では、水溶液中で急速に加水分解され主要な分子種として亜塩素酸イオンを生成することから、亜塩素酸の暫定ガイドライン値が二酸化塩素の潜在的毒性に対し十分保護を与えるとして、ガイドライン値は設定されていない。また、米国 EPA の評価では、これまでに得られている情報から、亜塩素酸の毒性は二酸化塩素と同程度であるとしている。以上のことから、(40) 亜塩素酸及び(42) 二酸化塩素においては、亜塩素酸イオンとして ADI 設定された亜塩素酸ナトリウムの食品健康影響評価の結果を適用できると考えられる。

## 食品安全委員会における食品健康影響評価

食品安全委員会における亜塩素酸ナトリウムの食品健康影響評価結果の概要は下記のとおりである。

亜塩素酸ナトリウムの各種動物試験データを評価した結果、本物質の摂取による最も一般的で主要な影響は、酸化ストレスによる赤血球の変化と考えられ、また、生体にとって特段問題になる遺伝毒性を有するとは考えられず、発がん性も認められなかった。

亜塩素酸ナトリウムのNOAELは、ラットを用いた二世世代繁殖試験結果に基づき、驚愕反応の低下、脳重量及び肝重量の減少を根拠に亜塩素酸イオンとして2.9 mg/kg体重/日と考えられることから、本物質のADIは、安全係数を100として0.029 mg/kg体重/日と評価した。なお、ヒトへの亜塩素酸ナトリウム投与による試験データは、いずれも上記ADIを支持するものと考えられる。

## 食品健康影響評価のまとめ

上記の亜塩素酸ナトリウムの評価結果は妥当であり、また、本評価以降、安全性が懸念される新たな知見の報告は認められないことから、評価結果を見直す必要はないと考えられる。

物質名 : 亜塩素酸、二酸化塩素

耐容一日摂取量 0.029 mg/kg体重/日 (亜塩素酸イオンとして)  
(根拠) ラットを用いた飲水投与による二世世代繁殖試験における驚愕反応の低下、脳重量及び肝重量の減少  
(NOAEL) 2.9 mg/kg体重/日 (亜塩素酸イオンとして)  
(不確実係数) 100 (種差・個体差各10)

〔参考〕

1. 現行規制等

1) 法令の規制値等

| 名称            | 亜塩素酸 | 二酸化塩素 |
|---------------|------|-------|
| 水質管理目標 (mg/L) | 0.6  | 0.6   |
| 薬品基準値 (mg/L)  | 0.2  | 2.0   |
| その他の基準        | -    | -     |

2) 諸外国等の水質基準値またはガイドライン値

| 名称         | 亜塩素酸    | 二酸化塩素                  |
|------------|---------|------------------------|
| WHO (mg/L) | 0.7 (P) | -<br>〔0.4 (味及び臭いについて)〕 |
| EU         | -       | -                      |
| US EPA     | 1       | 0.8                    |

2. 我が国における水質基準の見直しの際の評価 (厚生労働 2003<sup>2</sup>)

【亜塩素酸】、【二酸化塩素】

二酸化塩素は、水溶液中で急速に加水分解され亜塩素酸となるという性質から考えて、飲水投与と実験により体内に取り込まれた後は、亜塩素酸としての毒性として現れると考えられる。IARC は亜塩素酸を group3 (ヒト発がん性ありに分類できない) として分類した (IARC, 1991)。

亜塩素酸は、二世世代試験において Sprague-Dawley ラット (用量毎、性毎に 30 匹) に 0、35、70、300 mg/L の亜塩素酸ナトリウムを飲水で F<sub>0</sub> 世代の交配 10 週間前より投与された。投与群中離乳した最初の 25 腹それぞれから 25 匹の雄と雌が F<sub>1</sub> 世代として選ばれ、F<sub>0</sub> 世代と同じ投与が続けられ F<sub>2</sub> 世代を得た。F<sub>0</sub> の亜塩素酸塩の用量は、雄で 0、3.0、5.6、20.0mg/kg 体重/日、雌で 0、3.8、7.5、28.6mg/kg 体重/日であった。300 mg/L で児の生存数が減少し、出生時体重が減少し、F<sub>1</sub> と F<sub>2</sub> の授乳期を通して両世代で胸腺と脾臓の重量が減少し、F<sub>1</sub> と F<sub>2</sub> の雌雄の性的発育が遅延した。雌 F<sub>0</sub> と雌雄 F<sub>1</sub> での絶対・相対肝臓重量の有意な減少、F<sub>1</sub> と F<sub>2</sub> の絶対脳重量の減少、出生後 60 日では生じなかった出世後 24 日での聴覚驚愕刺激の最大反応の低下が 300 及び 70 mg/L 群で認められた。聴覚驚愕振幅の低下、F<sub>1</sub> と F<sub>2</sub> での絶対脳重量の減少、二世世代での肝臓重量の変化に基づき、NOAEL は 35 mg/L (2.9 mg/kg 体重/日) と考えられた (CMA, 1997 ; TERA, 1998)。

同様の影響は、雌ラットに対して、二酸化塩素を 0、2、20、100 ppm の濃度で交配 2 週間前から離乳期まで、あるいは亜塩素酸を 0、20、40 ppm の濃度で交配 10 日前から 9 週間投与した実験で、次世代への神経行動学的影響を根拠に両試験で NOAEL 20 ppm (3 mg/kg 体重/日) が求められている (Orme ら 1985 ; Mobley ら 1990)。

ヒトにおいて、亜塩素酸の主要な毒性発現は赤血球細胞への酸化ダメージである。男性ボランティアに単回経口投与した試験では、用量に依存した尿酸値の変化が認められたが、毒性学的意義はないと判断され、最高用量の約 0.34 mg/kg 体重/日が NOAEL とされた。別の試験では、12 週間の経口投与 (飲料水) により、血中尿素窒素がわずかに変化したものの、他の血清生化学及び血球数等に変化はなく、NOAEL は 36 µg/kg 体重/日とされた (Lubbers ら 1981)。二酸化塩素の臭味の閾値は 0.4 mg/L である。

発がん性の証拠は認められないことより、TDI 法による評価値の算定が妥当であると考えられる。NOAEL : 2.9 mg/kg 体重/日に不確実係数 : 100 (種差と固体差それぞれに 10) を適用して、TDI は 29µg/kg 体重/日と求められた。この値は、ヒトにおける NOAEL : 36 µg/kg 体重/日によって支持される。二酸化塩素は浄水処理に直接使用されることを考慮し、TDI に占める飲料水の寄与率を 80% とし、体重 50kg のヒトが 1 日 2L 飲むと仮定すると、評価値は、0.6 mg/L と算定される。

わが国において、二酸化塩素及び亜塩素酸のヒトへの暴露が想定されるのは、基本的に二酸化塩素が浄水処理に使用される場合である。したがって、水質管理目標設定項目とし、二酸化塩素が浄水処理に使用される場合の指針値として活用されるべきである。

なお、水質基準の設定等については、二酸化塩素の浄水過程での使用が進んだ段階において、検討すべきである。

### 3 . 暴露状況

亜塩素酸及び二酸化塩素の暴露は、二酸化塩素が水道水の浄水処理に使用される場合によると想定される。

平成 16 年度水質管理目標設定項目等基準化検討調査における亜塩素酸の水道水の検出状況 (表 1) は、原水において、すべて水道法水質管理目標値 (0.6 mg/L) の 10% 以下 (75/75 地点) であった。一方、浄水においては、最高検出値は水質管理目標値の 20% 超過 ~ 30% 以下であったが、大部分は水質基準値の 10% 以下 (243/244 地点) であった。

水質管理目標値の 10% である濃度 0.06 mg/L の水を体重 53.3<sup>1</sup>kg の人が 1 日あたり 2 L 摂水した場合、体重 1kg の摂取量は、2.3 µg/kg 体重/日と考えられる。この値は、TDI 29 µg/kg 体重/日の 13 分の 1 程度である。

<sup>1</sup>国民栄養の現状 - 平成 10 年、11 年、12 年国民栄養調査結果 - 健康・栄養情報研究会編、2000 年、2001 年、2002 年 (平成 10 年、11 年、12 年の 3 ヶ年の平均体重)

また、平成16年水質管理目標設定項目等基準化検討調査における二酸化塩素の水道水の検出状況(表1)は、原水において、すべて水道法水質管理目標値(0.6 mg/L)の10%以下(38/38地点)であった。一方、浄水においては、最高検出値は水質管理目標値の20%超過~30%以下であったが、大部分は水質基準値の10%以下(145/147地点)であった。

水質管理目標値の10%である濃度0.06 mg/Lの水を体重53.3<sup>1</sup>kgの人が1日あたり2L摂水した場合、体重1kgの摂取量は、2.3 μg/kg 体重/日と考えられる。この値は、TDI 29 μg/kg 体重/日の13分の1程度である。

表1 水質管理目標設定項目等基準化検討調査(原水・浄水)での検出状況<sup>3</sup>  
亜塩素酸

| 年度  | 浄水 / 原水の別 | 水源種別   | 測定地点数 | 目標値に対する度数分布表(上段: % 下段: mg/L) |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |           |   |
|-----|-----------|--------|-------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|---|
|     |           |        |       | 10%以下                        | 10%超過<br>20%以下 | 20%超過<br>30%以下 | 30%超過<br>40%以下 | 40%超過<br>50%以下 | 50%超過<br>60%以下 | 60%超過<br>70%以下 | 70%超過<br>80%以下 | 80%超過<br>90%以下 | 90%超過<br>100%以下 | 100%超過    |   |
|     |           |        |       | ~<br>0.06                    | ~<br>0.12      | ~<br>0.18      | ~<br>0.24      | ~<br>0.30      | ~<br>0.36      | ~<br>0.42      | ~<br>0.48      | ~<br>0.54      | ~<br>0.60       | 0.61<br>~ |   |
| H16 | 原水        | 全体     | 75    | 75                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | 表流水    | 32    | 32                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | ダム、湖沼水 | 7     | 7                            | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | 地下水    | 36    | 36                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | その他    | 0     | 0                            | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     | 浄水        | 全体     | 244   | 243                          | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | 表流水    | 85    | 85                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | ダム、湖沼水 | 26    | 26                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | 地下水    | 132   | 131                          | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |
|     |           | その他    | 1     | 1                            | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         | 0 |

二酸化塩素

| 年度  | 浄水 / 原水の別 | 水源種別   | 測定地点数 | 目標値に対する度数分布表(上段: % 下段: mg/L) |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |           |
|-----|-----------|--------|-------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|
|     |           |        |       | 10%以下                        | 10%超過<br>20%以下 | 20%超過<br>30%以下 | 30%超過<br>40%以下 | 40%超過<br>50%以下 | 50%超過<br>60%以下 | 60%超過<br>70%以下 | 70%超過<br>80%以下 | 80%超過<br>90%以下 | 90%超過<br>100%以下 | 100%超過    |
|     |           |        |       | ~<br>0.06                    | ~<br>0.12      | ~<br>0.18      | ~<br>0.24      | ~<br>0.30      | ~<br>0.36      | ~<br>0.42      | ~<br>0.48      | ~<br>0.54      | ~<br>0.60       | 0.61<br>~ |
| H16 | 原水        | 全体     | 38    | 38                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | 表流水    | 14    | 14                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | ダム、湖沼水 | 5     | 5                            | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | 地下水    | 19    | 19                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | その他    | 0     | 0                            | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     | 浄水        | 全体     | 147   | 145                          | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | 表流水    | 40    | 40                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | ダム、湖沼水 | 18    | 18                           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | 地下水    | 88    | 86                           | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |
|     |           | その他    | 1     | 1                            | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0         |

参考文献

---

- 1 食品安全委員会 亜塩素酸ナトリウムに係る食品健康影響評価
- 2 厚生労働省 2003. 水質基準の見直しにおける検討概要 平成15年4月、厚生科学審議会、生活環境水道部会、水質管理専門委員会
- 3 厚生労働省 平成16年度水質管理目標設定項目等基準化検討調査