

WHO 飲料水水質ガイドライン第 4 版（第 1 追補版）（2017 年）
～塩素酸に関する部分の抜粋～

- ※ 下線部は第 4 版（2011 年）からの主な改正部分
※ 仮訳は第 4 版（2011 年）の日本語版（国立保健医療科学院）をもとに改正部分について厚生労働省において和訳したもの（仮訳）

【原文】

Chlorine dioxide, chlorite and chlorate

Chlorite and chlorate are DBPs resulting from the use of chlorine dioxide as a disinfectant and for odour and taste control in water. Sodium chlorite and sodium chlorate are both used in the production of chlorine dioxide as well as for other commercial purposes. Chlorite and chlorate are also formed during the decomposition of hypochlorite solutions that are stored for long periods, particularly at warm temperatures. Where hypochlorite or chlorine dioxide is used as a disinfectant, the major route of environmental exposure to chlorite and chlorate is expected to be through drinking-water.

Provisional guideline values	Chlorite: 0.7 mg/l (700 µg/l)
	Chlorate: 0.7 mg/l (700 µg/l)
	The guideline values for chlorite and chlorate are designated as provisional because use of <u>aged hypochlorite or of chlorine dioxide as disinfectants may result in the chlorite and chlorate guideline values being exceeded, and difficulties in meeting the guideline values must never be a reason for compromising adequate disinfection</u>
Occurrence	<u>When chlorine dioxide is used as the final disinfectant at typical doses, the resulting chlorite concentration would normally be less than 0.2 mg/l. Chlorate concentrations above 1 mg/l have been reported when hypochlorite was used, but such high concentrations would be unusual unless hypochlorite is stored under adverse conditions.</u>
ADIs	<u>Chlorite: 0–0.03 mg/kg bw based on a NOAEL of 3 mg/kg bw per day for reduced liver weight of F0 females and F1 males and</u>

	<p><u>females in a twogeneration reproductive toxicity study in rats and using a safety factor of 100 (10 each for interspecies and intraspecies variability)</u></p> <p><u>Chlorate: 0–0.01 mg/kg bw based on a BMDL₁₀ of 1.1 mg/kg bw per day for non-neoplastic effects on the thyroid of male rats in a carcinogenicity study and using a safety factor of 100 (10 to allow for intraspecies variability and an additional factor of 10 to allow for the deficiencies in the database; a safety factor for interspecies variation was not considered necessary because humans are likely to be less sensitive than rats to these effects)</u></p>
Limit of detection	<u>MDLs as low as 0.45 µg/l for chlorite and 0.78 µg/l for chlorate (IC with conductivity detection) and 78 µg/l for chlorine dioxide (UV/visible spectrophotometric method)</u>
Prevention and treatment	<p><u>When using hypochlorite, the following control approach is recommended to minimize formation of chlorite and chlorate: purchase fresh solutions that are of an appropriate quality, store them in a cool place and out of direct sunlight, and use the hypochlorite as soon as possible after purchase (e.g. within a month, if possible). Further, new hypochlorite solutions should not be added to containers containing old hypochlorite solutions, as this will accelerate chlorate formation.</u></p> <p>(略)</p>
Guideline value derivation · allocation to water · weight · consumption	80% of ADI 60 kg adult 2 litres/day
Additional comments	<u>Concentrations should be maintained as low as reasonably practical, without compromising adequate disinfection. Although a health-based value of 0.3 mg/l could be derived from the ADI for chlorate, in some circumstances, it may not be possible to adequately disinfect potable water and maintain chlorate concentrations at or below the health-based value as chlorate is a byproduct of hypochlorite. Therefore, the previous provisional guideline value is retained. Moreover, even this provisional</u>

	<u>guideline value may be exceeded when aged hypochlorite is used</u> and difficulties in meeting the guideline value must never be a reason for compromising adequate disinfection.
Assessment date	<u>2016</u>
Principal references	IPCS (2000). Disinfectants and disinfectant by-products <u>WHO (2008). Acidified sodium chlorite</u> <u>WHO (2016). Chlorine dioxide, chlorate and chlorite in drinking-water</u>

Chlorine dioxide

(略)

Chlorite

IARC has concluded that chlorite is not classifiable as to its carcinogenicity to humans. The primary and most consistent finding arising from exposure to chlorite in a number of species was oxidative stress resulting in changes in the red blood cells. This observation was supported by a number of biochemical studies conducted in vitro. Studies with human volunteers for up to 12 weeks did not identify any effect on blood parameters at the highest dose tested, 36 µg/kg bw per day.

Chlorate

Although chlorate has also been reported to have effects on red blood cells, the most sensitive effects observed in rats administered sodium chlorate in drinking-water for 21 or 90 days were changes in thyroid histology (e.g. colloid depletion, hypertrophy, incidence and severity of hyperplasia) and in thyroid hormones. As with chlorite, a chlorate dose of 36 µg/kg bw per day for 12 weeks did not result in any adverse effects in human volunteers.

【仮訳】

二酸化塩素、亜塩素酸イオン及び塩素酸イオン

亜塩素酸イオンと塩素酸イオンは、消毒剤や水の異臭味制御用として使われる二酸化塩素の消毒副生成物として生成される。亜塩素酸ナトリウムと塩素酸ナトリウムは、いずれも、二酸化塩素の生産やその他の商業目的として用いられる。亜塩素酸イオンと塩素酸イオンは、特に高い温度で、長期間保管した次亜塩素酸ナトリウム溶液が分解される間に生成される。次亜塩素酸及び二酸化塩素が消毒剤として用いられる場合は、亜塩素酸イオンと塩素酸イオンに対する環境曝露の主要な経路は飲料水である。

暫定ガイドライン値	亜塩素酸イオン: 0.7 mg/l (700 µg/l)
	塩素酸イオン: 0.7 mg/l (700 µg/l)
	消毒剤として時間の経過した次亜塩素酸や二酸化塩素を使用することにより、亜塩素酸イオンと塩素酸イオンの濃度がガイドライン値を超過するおそれがあるが、ガイドライン値を満たすことが困難であるからといって十分な消毒を怠ることが決してあってはならないことから、ガイドライン値を暫定とする。
検出状況	<u>二酸化塩素を最終消毒剤として通常の注入率で使用情况、残留亜塩素酸濃度は通常 0.2mg/L 未満である。次亜塩素酸が使用された場合は 1mg/L を超える塩素酸濃度が報告されているが、そのような高い濃度は、次亜塩素酸が悪条件下で保管されない限りまれである。</u>
ADI	<u>亜塩素酸イオン: 0-0.03 mg/kg 体重/日</u> ラットによる二世代生殖毒性試験の結果、F0 雌と F1 雌雄の肝重量の低下に基づいて得られた NOAEL 3mg/kg 体重/日に、安全係数 100 (種間差及び種内差につき各 10) を適用。
	<u>塩素酸イオン: 0-0.01 mg/kg 体重/日</u> 雄ラットによる発がん性研究の結果、甲状腺への非腫瘍性の影響に基づいて得られた BMDL ₁₀ 1.1 mg/kg 体重/日に安全係数 100 (種内差で 10、データベースの不十分による 10。種間差については、これらの影響については、ヒトはラットよりも感受性が小さいと考えられるため、種間差の安全係数は考慮する必要がないとされた。) を適用。
検出下限値	<u>検出方法の限界は、亜塩素酸イオンで 0.45 µg/L、塩素酸イオンで 0.78 µg/L (電導度検出器付きイオンクロマトグラフ法)、二酸化塩素で 78 µg/L (UV/可視分光光度法)</u>

予防と処理	<p><u>次亜塩素酸を使用する際、亜塩素酸イオンと塩素酸イオンの生成を最小限とするために次の制御アプローチが推奨される。</u></p> <p><u>：適切な品質の新しい溶液を購入し、それらを涼しい場所に保管して直射日光を避け、購入後はできるだけ早く次亜塩素酸を使用する（例えば、可能であれば1ヶ月以内）。更に、塩素酸イオンの形成を促進させることになるため、古い次亜塩素酸を含む容器に新しい次亜塩素酸溶液を加えない方が良い。</u></p> <p>(略)</p>
ガイドライン値の導出 ・ 水への割当 ・ 体重 ・ 水摂取量	<p>ADI の 80%</p> <p>成人 60 kg</p> <p>2 L/日</p>
付記	<p><u>適切な消毒を怠ることのないよう、合理的に実行できる低い濃度を維持した方がよい。塩素酸イオンの ADI から健康影響に基づく値である 0.3mg/L が導き出されたが、塩素酸イオンが次亜塩素酸の副生成物であるため、いくつかの状況下では、飲料水を適切に消毒して、塩素酸イオン濃度をこの値以下に維持することは不可能かもしれない。したがって、以前の暫定ガイドライン値を維持する。更に、古い次亜塩素酸が使用されるとこの暫定ガイドライン値でさえ超過するかもしれないし、ガイドライン値を満たすことが困難であるからといって十分な消毒を怠ることは決してあってはならない。</u></p>
評価実施日	<u>2016</u>
主要関連文書	<p>IPCS (2000). Disinfectants and disinfectant by-products</p> <p><u>WHO (2008). Acidified sodium chlorite</u></p> <p><u>WHO (2016). Chlorine dioxide, chlorate and chlorite in drinking-water</u></p>

二酸化塩素

(略)

亜塩素酸イオン

IARC では、亜塩素酸イオンを、ヒトへの発がん性について分類できないと位置付けている。多くの種における亜塩素酸イオンへの曝露による主なかつ最も共通して観察される変化は、赤血球の変化をもたらす酸化ストレスであった。この観察は、in vitroで行われた多くの

生化学的な研究において支持されている。ヒトのボランティアによる最長 12 週間の研究では、最高投与量（一日当たり $36 \mu\text{g/kg}$ 体重）においてどの血液学的パラメーターにも影響が認められなかった。

塩素酸イオン

塩素酸イオンも赤血球への影響が報告されているが、次亜塩素酸を含む飲料水を 21 日間又は 90 日間ラットに投与した際に観察された最も感受性の高い影響は、甲状腺の組織学的変化（コロイド枯渇、肥大、過形成の発生・重篤化）と甲状腺ホルモンの変化であった。亜塩素酸イオンと同様に、ヒトのボランティアによる 12 週間の塩素酸イオンの投与（一日当たり $36 \mu\text{g/kg}$ 体重）では、有害影響は認められなかった。