

11203 (硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素)

11201 (亜硝酸性窒素)

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素

1 . 物質特定情報

名称	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 (硝酸イオン及び亜硝酸イオンの量をこれらイオンに含まれる窒素の量で表したもの)
CAS No.	
分子式	$\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-$
分子量	
備考	

2 . 物理化学的性状

名称	硝酸塩	亜硝酸塩
物理的性状		
沸点 ()		
融点 ()		
密度 (g/cm^3 or ml ())		
水溶解度 (mg/l ())	水に易溶	
蒸気圧 (mg/l ())		
反応性	不活性	活性

3 . 主たる用途・使用実績

用途	水中に含まれる硝酸イオン中の窒素と亜硝酸イオン中の窒素の合計量であり、窒素肥料、腐敗した動植物、家庭排水、下水等に由来する。これらに含まれる窒素化合物は、水や土壌中で科学的・微生物学的に酸化及び還元を受け、アンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素等になる。(H4 専門委員会報告)
----	---

4 . 現行規制等

	硝酸性窒素	亜硝酸性窒素
水質基準値 (mg/l)	(硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の和として) 10	
監視項目指針値 (mg/l)		0.05
その他基準 (mg/l)	薬品基準、資機材基準及び給水装置基準 (硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の和として) 1	

他法令の規制値等		
環境基準値 (mg/l)	(硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の和として) 10	
諸外国等の水質基準値又はガイドライン値		
WHO (mg/l)	(硝酸塩として)50 急性 (第2版及び第3版ドラフト)	(亜硝酸塩として)3 急性、0.2(P)慢性 (第2版及び第3版ドラフト)
EU (mg/l)	(硝酸塩として)50	(亜硝酸塩として)0.5
USEPA (mg/l)	10	1

5. 水道水(原水・浄水)での検出状況等

水道統計(硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素)

年度	測定地点数	基準値(10 mg/ℓ)に対して											
		~0.50	~1.00	~2.00	~3.00	~4.00	~5.00	~6.00	~7.00	~8.00	~10.00	10.01~	
H12	原水	5,226	1,988	1,066	1,102	466	221	128	85	59	35	45	31
	表流水	1,000	380	279	244	57	27	5	3	0	1	2	2
	ダム・湖沼水	299	147	93	45	7	6	0	0	0	1	0	0
	地下水	3,104	1,067	562	663	343	153	107	70	53	26	36	24
	その他	823	394	132	150	59	35	16	12	6	7	7	5
	浄水	5,607	1,486	1,309	1,439	636	326	161	93	59	41	51	6
	表流水	1,013	274	316	295	84	34	5	0	3	0	2	0
	ダム・湖沼水	300	110	107	72	6	4	0	0	0	0	1	0
	地下水	3,103	715	597	795	412	228	139	78	50	40	44	5
	その他	1,191	387	289	277	134	60	17	15	6	1	4	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	207 / 37,098	23 / 4,753	33 / 5,242	19 / 5,269	30 / 5,494	40 / 5,538	31 / 5,576	31 / 5,226
浄水	47 / 38,793	5 / 5,259	5 / 5,453	6 / 5,427	7 / 5,660	10 / 5,644	8 / 5,743	6 / 5,607

注) 合計の欄の測定地点数は7年間の延べ地点数である。

- ・基準値の超過理由は、農地で使用される無機肥料の影響等であり、他の水源との混合希釈等により対応している。

監視項目統計(亜硝酸性窒素)

	測定	指針値(0.05 mg/ℓ)に対して

年度		地点数	超過率																
			10%以下	10%超過	20%以下	20%超過	30%以下	30%超過	40%以下	40%超過	50%以下	50%超過	60%以下	60%超過	70%以下	70%超過	80%以下	80%超過	90%以下
H12	原水	1,338	1,041	83	31	49	16	20	8	23	9	12	46						
	表流水	726	536	51	20	35	10	10	3	16	6	8	31						
	ダム・湖沼水	34	28	1	0	0	0	1	1	0	1	0	2						
	地下水	578	477	31	11	14	6	9	4	7	2	4	13						
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	浄水	337	331	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0						
	表流水	168	163	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0						
	ダム・湖沼水	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	地下水	159	158	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	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	133 / 3,316	/	/	/	/	36 / 721	51 / 1,257	46 / 1,338
浄水	0 / 824	/	/	/	/	0 / 203	0 / 284	0 / 337

注) 合計の欄の測定地点数は3年間の延べ地点数である。

- ・ 指針値の超過理由は、生活排水による原水の汚染等であり、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

(硝酸性窒素)

イオンクロマトグラフ法、吸光光度法により測定できる。イオンクロマトグラフ法、吸光光度法による定量下限 (CV10%) は、それぞれ、5 µg/L、1 µg/L、である。

(亜硝酸性窒素)

イオンクロマトグラフ法、吸光光度法により測定できる。イオンクロマトグラフ法、吸光光度法による定量下限 (CV10%) は、それぞれ、20 µg/L、1 µg/L、である。

(硝酸性窒素 + 亜硝酸性窒素)

イオンクロマトグラフ法、吸光光度法により測定できる。イオンクロマトグラフ法、吸光光度法による定量下限 (CV10%) は、20 µg/L である。なお、吸光光度法では還元カラムの充填剤としてカドミウムを用いている。

7. 毒性評価

WHO(1996)および平成4年の専門委員会の評価では、硝酸塩あるいは亜硝酸塩そのものが発がん性を有するという証明はないものの、内因性物質をN-ニトロソ化する危険性があると指

摘しているが、疫学調査でも発がん性との関連性を証明する報告はない。一方、Walton(1951)は疫学調査から3ヶ月以下の乳児でメトヘモグロビン症を生じない量が硝酸塩として50mg/L(硝酸性窒素としては10mg/L)であることを示した(WHO, 1996)。また、WHO(1996)ではメトヘモグロビン症に対して亜硝酸塩と硝酸塩が相対的に(モル濃度で)10:1の潜在的効力を持つとして、亜硝酸塩に対する暫定的基準値が3mg/Lとされた。

1995年にJECFAは、亜硝酸塩に関してラットを用いた13週間の飲水投与試験(Til et al.,1988)での副腎球状帯の過形成を根拠にしたNOEL:5.4mg NO₂/kg/dayと、ラットを用いた2年間の飲水投与試験(Speijers et al.,1989)での心臓及び肺の組織学的変化を根拠にしたNOEL:6.7mg NO₂/kg/dayを基に、不確実係数100(種間差及び種内差)からADIを0.06mg NO₂/kg/dayと設定した。

1998年のWHOの評価では、乳幼児のメトヘモグロビン血症(急性影響)のために硝酸イオンの現存の指針値50mg/Lの維持について確認された。乳幼児のメトヘモグロビン血症の誘発に基づいて、亜硝酸塩については、JECFAに再調査されたヒトデータが現在の暫定指針値3mg/Lを支持する。つまり、メトヘモグロビン血症を引き起こす亜硝酸塩の毒性用量は0.4~200mg/kgであり、この範囲の最低値(0.4mg/kg bw/day)を適用して、体重5kgの乳幼児が0.75L飲むと仮定すると、亜硝酸イオンの指針値は3mg/Lとなる。しかし、保守的な立場からJECFAで設定した動物データのJECFAの解析に基づく、慢性曝露に相当する亜硝酸塩のADIを採用し、飲料水の寄与率を10%とし、体重60kgの人が1日2L飲むと仮定すると、亜硝酸イオンの指針値は0.2mg/Lとされた。観察されたヒトの健康への有害影響、動物と比較されたヒトの感受性といった不確実さのためにこの指針値は暫定的とみなされた。また、硝酸塩の亜硝酸塩への変換における種間差が知られているので、硝酸塩についてのヒトのリスク評価において、動物モデルの使用は適さないだろう。したがって、飲料水に硝酸塩と亜硝酸塩が同時に存在する可能性があるので、各指針値(GV)の濃度(C)の比の総和が1を超えないようすべきである。

つまり、 $C_{\text{nitrite}}/GV_{\text{nitrite}} + C_{\text{nitrate}}/GV_{\text{nitrate}} = 1$ となる(WHO, 1998)。

8. 処理技術

通常の浄水方法では除去できない。生物処理、イオン交換、逆浸透により除去できる。ナノろ過により処理できるとの報告がある。亜硝酸塩は酸化処理(塩素、オゾン)により硝酸塩となる。

9. 水質基準値(案)

(1) 評価値

平成4年の評価では、Walton(1951)をもとに幼児のメトヘモグロビン血症の防止の観点から、硝酸性窒素として10mg/L以下。亜硝酸性窒素については、極めて低い濃度であり、硝酸

性窒素と同時に測定することが可能であることから、硝酸性窒素と亜硝酸性窒素の合計量について 10 mg/L とされた。

また、平成 10 年の専門委員会では、以下のように評価されている。

- ・昭和 53 年に水質基準を検討した際には、「亜硝酸性窒素については、自然水中では硝酸性窒素に比べて一般に極めて低い濃度で存在することが知られており、生体の影響に関しては硝酸性窒素と同様の作用が考えられる。その上、検査方法としても硝酸性窒素とともに両者を一度に測定することが可能であり、別々に検査する必要性が低い。」とされ、硝酸性窒素と亜硝酸性窒素の合計量について基準値が定められた。
- ・硝酸性窒素については幼児にメトヘモグロビン血症を発症させることのない濃度と考えられる 10 mg/L であることが適当。(現行どおり)
- ・亜硝酸性窒素については、近年の知見から極めて低い濃度でも影響があることがわかってきたことから、別途評価値を定めることが適当。
- ・WHO(1998)において亜硝酸塩のガイドライン値(0.2 mg/L)が暫定値とされているのは、ヒトへの影響及びヒトの感受性についての不確実性があるためである。
- ・亜硝酸性窒素については、ADI 0.06 mg NO₂/kg/day から評価値は 0.05 mg/L (1日2ℓ水摂取、体重50kg、寄与率10%)となる。
- ・WHOでは、硝酸塩と亜硝酸塩が同時に飲料水中に存在しうることから、次のようにガイドライン値に対する比の和は1を超えてはならないとしている。

$$\frac{NO_3 \text{ (mg / ℓ)}}{50\text{mg / ℓ}} + \frac{NO_2 \text{ (mg / ℓ)}}{3 \text{ mg / ℓ}} \leq 1$$

これを窒素に換算すると、

$$\frac{NO_3 - N \text{ (mg / ℓ)}}{11\text{mg / ℓ}} + \frac{NO_2 - N \text{ (mg / ℓ)}}{0.91\text{mg / ℓ}} \leq 1$$

しかしながら、NO₃-Nが10 mg/L 以下及びNO₂-Nが0.05 mg/L 以下を確保すると、この和は常に1以下となるから、比の和について基準を設定する必要はない。

平成 10 年以後、評価値設定に関わる知見は報告されていないので、現状の評価値、硝酸性窒素と亜硝酸性窒素の合計量として 10 mg/L、亜硝酸性窒素として 0.05 mg/L は維持されるのが適切である。

(2) 項目の位置づけ

- ・硝酸性窒素について、従来の基準項目(健康に関する項目)としての位置づけは維持。
- ・亜硝酸性窒素については、現在は硝酸性窒素との合計量として基準項目とされており、これについては、従来の基準項目(健康に関する項目)としての位置づけは維持。
- ・一方、亜硝酸性窒素について、硝酸性窒素との合計値ではなくそれ自体単独のもので評価値

が必要であるが、水道水（原水・浄水）での検出状況等の結果から、評価値の 10%を越えるデータは 2%弱存在しており、水質基準とするかどうかの検討が必要である。しかし、WHO のガイドライン値は毒性評価の観点から暫定値とされていることから、水質管理目標設定項目とする。指針値は暫定値として 0.05 mg/L とする。

10 . その他参考情報

参考文献

- Speijers GJA et al. (1989) Integrated criteria document nitrate; effects. Appendix to RIVM Report No. 758473012. Bilthoven, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieuhygië (National Institute of Public Health and Environmental Protection) (RIVM Report No. A758473012)
- Til HP et al. (1988) Evaluation of the oral toxicity of potassium nitrite in a 13-week drinking-water study in rats. Food chemistry and toxicology, 26(10):851-859.
- Walton,G (1951) Survey of literature relating to infant methemoglobinemia due to nitrate-contaminated water. Am. J. Pub. Health 41, 986-996.
- WHO (1995) Evaluation of certain food additives and contaminants. Geneva, World Health Organization, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, pp. 29-35 (WHO Technical Report Series No. 859).
- WHO (1996). Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol.2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, pp.313-324.
- WHO (1998) Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Addendum to Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, pp. 64-80.