

初期評価プロファイル (SIAP)

アンモニアカテゴリー

アンモニア : NH_3 (CAS No. : 7664-41-7) ;

アンモニア水溶液 : NH_4OH (CAS No. : 1336-21-6) ;

亜硫酸アンモニウム : $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ (CAS No. : 7783-18-8) ;

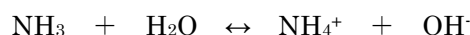
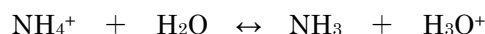
リン酸硫酸アンモニウム : $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4\text{HSO}_4$ (CAS No. : 12593-60-1)

SIARの結論の要旨

カテゴリーの理論的根拠

このカテゴリーは無水アンモニア、アンモニア水溶液、亜硫酸アンモニウムおよびリン酸硫酸アンモニウムを含む。このカテゴリーの全ての物質は生物の体液中および水環境中で、次のようにそれぞれ解離して得られる ; アンモニウムイオン (NH_4^+)、水酸基イオン (OH^-)、亜硫酸イオン ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)、リン酸イオン (H_2PO_4^-) および硫酸イオン (SO_4^{2-})。カテゴリー物質のそれぞれがアンモニア/アンモニウムイオンの官能基を含む。硫酸イオン、亜硫酸イオン、リン酸イオンは血液の通常の構成成分であり、過剰の際には尿を通じて排泄される。これらの物質の中で、イオン化していないアンモニアは最も毒性が強いと考えられ、カテゴリー物質の読み取りの基本となる。

このカテゴリーは、全てのカテゴリーメンバーが、水環境中でアンモニウムイオン (NH_4^+) と対応するアニオンに解離することに基づいている。そこでは、pHに依って、アンモニア/アンモニウムイオンは NH_3 と NH_4^+ の間で平衡に存在する。周辺環境の条件で、カテゴリー物質は安定した物質であり、以下の平衡式に表される通常の酸/アルカリの化学的動きを示す。



このように、多くの環境条件 (pH = 5~8) に対して、主要な形態は NH_4^+ である。pH = 9でアンモニアのアンモニウムイオンに対する比 ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) は、1 に近いだろう ; pH が高いほど、アンモニア (NH_3) の比は高くなるだろう。水環境でイオン化する無機塩として、このカテゴリーメンバーを、このカテゴリー評価のために、化学的構造的に同じとみなすことができる。pH が減少すると、イオン化していないアンモニアの濃度が減少するのに対して、アンモニウムイオン濃度は増加する。イオン化していないアンモニアの毒性は、より多く存在するアンモニウムイオンよりも数オーダーも強いと考えられる。アンモニウムイオンの毒性は全般的な毒性に寄与すると考えられる。

類縁物質の理論的根拠

硫酸アンモニウム (SIAM 19 ; CAS No.7783-20-2)、硫酸ナトリウム (SIAM 20 ; CAS No.7757-82-6)、

塩化アンモニウム (SIAM 17、CAS No.12125-02-9)、亜硫酸ナトリウム (CAS No.7772-98-7) および、リン酸ジアンモニウム (SIAM24、CAS No.7783-28-0) のデータがSIDSエンドポイントのデータギャップを埋めるために用いられる。これらの物質は全て、生理的 pH で対応するカチオンとアニオンに解離する。それらのデータはカテゴリーメンバーのそれぞれのカチオンとアニオンを裏づける目的で用いられる。

ヒトの健康

生物組織への取り込み後、これらのアンモニアカテゴリーの中の塩類は、アンモニアイオンと対応するアニオン、つまり、リン酸塩、チオ硫酸塩、硫酸塩に直接的に解離する。アニオン類は体内の電解質プールに入るので、低用量では顕著な毒性学的役割を果たすことは予期されない。腸管吸収後に、アンモニウムイオンは肝臓で尿素に変換され、次いで尿中に排出される (6 時間以内)。通常の pH の血液中で、中性アンモニアに対するアンモニウムイオンの比率は約 100 である。

アンモニウム塩についての急性経口 LD₅₀ 値は、ラットで1950 から >2000 mg/kg bw の範囲である。アンモニア水溶液はこのグループの他の化合物より高い経口毒性 (ラット LD₅₀ 350 mg/kg bw) である。臨床徴候は、鎮静、歩行失調、姿勢異常、痙攣、振戦、運動失調症、虚脱状態、眼瞼下垂、眼球突出、色素涙、片眼の混濁、流涎、困難な不規則な呼吸、および下痢である。硫酸アンモニウムおよびリン酸ジアンモニウム (DAP) の急性経皮LD₅₀値は >2000 mg/kg bwである。吸入 LC₅₀ 値は硫酸アンモニウムの >900 mg/m³ (モルモット) から、アンモニアの13770 mg/m³ (ラット) までの範囲である。吸入後に観察された臨床徴候は眼刺激、呼吸困難、鼻汁分泌、肺の出血であった。アンモニア濃度 348 – 6953 mg/m³ は、ヒトを死に至らしめるかもしれない。LD₅₀ および LC₅₀ の値は信頼度が4 (分類不能) の研究から用いられており、それらのデータは証拠の重み原則に基づいて使われている。

pH が高いために、アンモニア水溶液は、動物試験とヒトで皮膚と眼に対して腐食性である。動物試験でアンモニウム塩は、皮膚に軽度の刺激性であり、眼に中程度の刺激性である。ヒトにおいては、アンモニア濃度50 mg/m³で軽度の気道刺激性が観察され、また硫酸アンモニウム濃度 1 mg/m³で肺機能が影響を受けた。カテゴリーメンバーの感作性に関するデータは入手できない。しかし、ヒトのデータはDAPが気道に対して感作性であるかもしれないことを示唆する。アンモニア (ラット) とアンモニア水溶液 (ラット、ウサギ、モルモット、イヌ) による反復投与吸入試験で観察された主な作用は、105 mg/m³ 以上での気道の刺激、および炎症である。アンモニアでは、1 件の職業上の調査および患者の症状において、肺機能低下の証拠が無いこと、または自覚症状の変化が無いことに基づき、NOAEL 6.4 mg/m³ が決定された。LOAELは確定されなかった。ラットにおいて、鼻炎の重篤度の増加と気道の病変を伴う肺炎に基づき、LOAEL が 17.4 mg/m³ であると決定された。NOAEL は確定されなかった。

硫酸アンモニウムについて、ラットにおける吸入試験は呼吸器官影響 (肺胞、肺胞管、肺胞囊の拡大) を1 mg/m³で示した。半慢性試験[ばく露期間複数]で、気管支細胞の過形成および繊維化の増加が0.5 mg/m³で報告された。ラットでの亜慢性吸入試験で、亜硫酸アンモニウム 26.8 mg/m³ばく露は、成長の抑制、酸性リン酸塩およびアルカリ性リン酸塩濃度の増加、カルシウムへの影響、中枢神経影響および心臓血管の変化などの全身影響をもたらした。

硫酸アンモニウム1975 mg/kg bw/dayまでをラットに投与した13週間反復投与摂餌試験において、体重、摂餌または血液学および臨床的パラメータ類に影響は認められなかった。しかし、腎臓重量の増加（雌雄とも）および肝臓重量の増加（雌）が最高用量で組織学的変化を伴わずに観察された。NOAELは雌が1975 mg/kg bw/day、雄が886 mg/kg bw/day（下痢）であった。DAP 0、250、750、1500 mg/kg bw/dayの35日間ばく露のラットに経管による反復投与/生殖/発生毒性併合スクリーニング試験において、NOAEL 250 mg/kg bw/dayが、アルカリ性リン酸塩の増加および血中総タンパク質の低下に基づき導出された。

アンモニア、亜硫酸アンモニウムおよび類縁物質の硫酸アンモニウムと DAP は、遺伝子突然変異および染色体異常試験で影響を誘発しなかった。硫酸アンモニウムは*in vivo*の染色体影響の試験を行った場合、陰性だった。アンモニアはラットへ飲水で投与した場合、発がん性ではない。しかし、アンモニアはN-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MMNG)により誘発された胃がんで、プロモーター作用を有した。硫酸アンモニウムはプロモーター作用を示さなかった。

硫酸アンモニウムの反復投与毒性試験で、生殖器官の組織学的変化は見いだされなかった。アンモニア（用量：24.3 mg/m³）による試験で、生殖および発生への影響は観察されなかった。生殖/発生毒性スクリーニング試験（OECD 422 類似）において、ラット（雄5匹/群、雌10匹/群）に経管により、DAP 0、250、750、1500 mg/kg bw/day が投与された。交配前2週間、交配期（両性）および、妊娠からは乳4日（雌）目までのさらに3週間半にわたり、動物にばく露した。1500 mg/kg bw/day まで、生殖への影響はないことが報告された。1500 mg/kg bw/day まで発生影響は観察されなかった。DAPの生殖および発生毒性のNOAELは1500 mg/kg bw/dayであった。

環境

アンモニア、アンモニア水溶液、亜硫酸アンモニウム、リン酸硫酸アンモニウムの融点は、それぞれ -78 °C、-77 °C、150 °C、235 °Cである。沸点はアンモニアとアンモニア水溶液がそれぞれ -33 °C、36 °Cであり、亜硫酸アンモニウムおよびリン酸硫酸アンモニウムはそれぞれ150°Cおよび>235°Cで分解する。蒸気圧は、アンモニア 8611 hPa (20 °C)；アンモニア水溶液 2878 hPa (25°C)、亜硫酸アンモニウム 18 mmHg (70 °F、21.1 °C)、およびリン酸硫酸アンモニウム（適応不可）である。カテゴリー物質の水溶解度は430 ~ >1000g/L (20 °C) の範囲である。アンモニアのpHは10.6 - 11.6 (0.01-1 %) (25 °C)、およびアンモニア水溶液も同様であると推定される。アンモニアのpK_a は9.25である。亜硫酸アンモニウム (200 g/L、20°C) とリン酸硫酸アンモニウム (10 %水溶液) のpH値は、それぞれ6.5-7.2、および4.5-5.5の範囲ある。

アンモニアカテゴリーの全ての物質は水に非常に溶けやすく、水への放出で解離する。無水アンモニアおよびアンモニア水は揮発性である。アンモニアの毒性は、既存のアンモニアの量と同時に、媒体のpHおよび温度に依存する。pHの増加、および温度の低下は、より多くのイオン化していないアンモニアの存在をもたらす（20 °Cの水溶液中にNH₃として存在するアンモニアの総量のパーセンテージは、pH 6で0.039 %およびpH 8で 3.82 %）。

アンモニウム肥料の用途において、アンモニウムは植物により取り込まれ、または土壌中の粘土粒子上に吸着される可能性がある。土性、粘土含量、排水の pH および灌漑用水のイオン強度によっては、カチオン

交換によって溶脱または流亡溶出が生じるかもしれない。土壤微生物がアンモニウムを硝酸塩に転換するだろう。硝酸塩は植物により取り込まれたり、または再度、脱窒素され、窒素と亜酸化窒素ガスを生じる。アンモニアは土壤から直接揮発することもある。大気を経由した移動は主に拡散によるため、大気濃度は発生場所からの距離が離れるのに伴い、急速に減少する。アンモニアカテゴリー物質から生じるアンモニウムイオンとアニオンは全て硝化の対象である。生物蓄積のようなそれらの物質の運命と挙動は、大気、土壤および水中での窒素サイクルにも密接に関連している。嫌気的な無酸素の環境中で、硫酸塩は、硫酸塩還元バクテリアにより硫化（水素）物に生物学的に還元される、または硫黄源として生物に取り込まれ、その結果、硫黄サイクルに含まれる。酸性水環境中で、亜硫酸は同じように硫黄と二酸化硫黄に解離し、硫黄サイクルおよび/または大気に入り込む。環境中に放出されるリン酸塩類は、水と土壤に分配される。土壤散布されたリン酸塩およびアンモニウムは土壤粒子に吸着される。水中では、リン酸塩類は富栄養化（アンモニウムイオンとリン酸イオンによる）をもたらす結果として藻類の成長増加を生じるかもしれない。次いで、藻類の分解は溶解酸素濃度の低下をもたらすかもしれない。溶解酸素濃度が著しく低くなると、他の水生生物の窒息が生じるかもしれない。

アンモニウム物質の魚毒性LC₅₀値は、試験中の pHと温度に依存し、6.9および175 mg 総 NH₃/L の範囲である。アンモニウム化合物の魚への長期ばく露は、100 mg/Lから生殖的变化を誘発し始めるかもしれない。無脊椎動物のEC₅₀値は、塩化アンモニウムの21.8 mg 総NH₃/L、から硫酸アンモニウムの > 25.7 mg総 NH₃/Lの範囲である。無脊椎動物の長期試験は、若干低いNOEC値 3.1–3.47 mg総NH₃/Lを示した。塩化アンモニウムを用いた藻類*Chlorella Vulgaris* の EC₅₀ (バイオマス; 0-5 日)は1300 mg/Lであった。*Chlorella Vulgaris* および硫酸アンモニウムによる21 日試験で、11 日～ 18日の指数増殖に基づき、EC₅₀、25476 mg/L (2700 mgN/L) が確立された。

ばく露

アンモニアカテゴリーの 2004 年の世界市場は約 65000 キロトンと推定された。合衆国（担当国）について、製造量は9キロトンと推定された。それらの化合物は主に肥料、繊維およびプラスチック、爆薬、溶剤および家庭用洗剤製品の製造の中間体として使われる。環境ばく露は、肥料および家庭用洗剤の使用を通じて、また堆肥中で見られる尿素およびタンパク質のような有機窒素化合物の微生物分解のような自然に生じるメカニズムを通じて生じる。2004 年のUSEPA TRI (Toxics Release Inventory) データベースの情報によると、報告されたアンモニア総放出量は171,179,218 lbs (77,647トン) であった。

職業ばく露は、アンモニア含有物質の製造、輸送および加工の間に生じるかもしれない。作業者の屋外ばく露は、施肥の際に経皮および吸入でのばく露の可能性はある。有害性粉塵の 10 mg/m³ の通常の許容濃度値 (TLV) が固体のアンモニアカテゴリーに存在する。(米) 労働安全衛生局 (OSHA) はアンモニアについて50 ppm (35 mg/m³)、亜硫酸ナトリウムについて 15 mg/m³ の8 時間平均許容ばく露限度 (PEL) を設定している。(米) 国立労働安全衛生研究所 (NIOSH) は、アンモニアについて10 時間平均空気中ばく露限度25 ppm (18 mg/m³)、および作業時間15分以内に、いずれも35 ppm (27 mg/m³) を超えないことを勧告している。同様に、米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) は、短時間ばく露限度 (STEL) 35 ppm (27 mg/m³) を伴う、8時間平均空気中限度 25 ppm (18 mg/m³) を勧告している。

クリーニング製品および肥料の使用中に消費者ばく露が生じる可能性がある。

勧告および、勧告と追加の奨励作業の種類に関する理論的根拠

ヒトの健康：これらの化学物質は今のところ追加作業の優先度は低い。これらの化学物質はヒトの健康に対して有害性を有する（刺激性から腐食性、急性毒性）。担当国により提出されたデータによれば、適切なリスク管理措置が適用されている。加盟国によっては、更なる措置が必要か否かを見いだすために、彼ら自身のリスク管理措置のチェックを望むかもしれない。環境中で、アンモニアは分解して亜硝酸塩になる。飲料水を通じて亜硝酸塩と硝酸塩のヒトのばく露を評価する場合、肥料として、この化学物質の使用を考慮に入れることが勧告される。

環境：これらの化学物質は今のところ追加作業の優先度は低い。これらの化学物質は環境への有害性を示す特性を有する（急性水生毒性 EC/LC₅₀ 値は 1 および100 mg/L の間）。イオン化していないアンモニアの水生生物毒性は <1 mg/Lと報告されている。水の pH および温度は EC/LC₅₀ 値に影響を与えうる。これらの化学物質はそれらの急速な硝化のために環境に関する追加作業の優先度は低い。例えば、アンモニアの硝化による富栄養化、地下水汚染、および土壌酸性化のように、アンモニアは生態系への間接的および長期的な影響を有する。

[著作権および免責事項について]

[著作権]

本資料の著作権は弊センターに帰属します。引用、転載、要約、複写（電子媒体への複写を含む）は著作権の侵害となりますので御注意下さい。

[免責事項]

本資料に掲載されている情報については、万全を期しておりますが、利用者が本情報を用いて行う一切の行為について、弊センターは何ら責任を負うものではありません。また、いかなる場合でも弊センターは、利用者が本情報を利用して被った被害、損失について、何ら責任を負いません。