急性曝露ガイドライン濃度 (AEGL)

Propane (74-98-6)
プロパン

Table　AEGL 設定値

Propane　74-98-6　(Final)					
ppm					
	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	10,000*	6,900*	5,500*	5,500*	5,500*
AEGL 2	**	**	**	**	**
AEGL 3	***	***	***	***	***

爆発下限界濃度 (LEL) = 23,000 ppm
* = ≥10% LEL; ** = ≥50% LEL; *** = ≥100% LEL
AEGL 2 – 10 min/30 min/60 min/4 hr/8 hr = **17,000 ppm
AEGL 3 – 10 min/30 min/60 min/4 hr/8 hr = ***33,000 ppm
* を付した値については、爆発災害を考慮して安全性を検討する必要がある。
** や*** を付した値については、爆発災害を考慮して厳しく安全性を検討する必要がある。

設定根拠(要約):

プロパンは無色・無臭の気体で、水に溶けにくい。爆発下限界濃度は 2.3%である。プロパンは、液化石油ガスの重要な成分であり、バスなどの燃料として使用される液化石油ガスの主成分をなす場合もある。石油精製の様々な工程において副産物として得られる。主な用途は、エチレンやプロピレンなどの化学物質の合成である。エアロゾル噴霧剤として、また冷媒としても使用される。プロパンは、その入手の容易さから、吸入乱用されたり自殺目的で使用されることも少なくない。

プロパンは毒性が低いため、プロパンが吸入乱用された場合の濃度は、極めて高いと考えられる。プロパンの吸入乱用時に見られる顕著な影響は、上・下気道および脳への影響である。ヒトにおける定量的データとして、プロパンの警告的特性に関する古い試験のデータと、低濃度のプロパンに関する試験のデータが得られた。

毒性や死亡に関するデータは、わずかである。主にイヌを用いて心臓感作性試験が実施されているが、1 件の試験から、優れた定量的データが得られた。また、モルモットを用いて行われた中枢神経系(CNS)抑制に関する古い試験が 1 件だけ入手できた。プロパンは、細菌復帰変異試験(エームス試験)で陰性であった。発がん性試験と生殖毒性試験のデータは、得られていない。

AEGL-1 値は、プロパンの警告的特性に関する試験(Patty and Yant 1929)に基づいた。10,000 ppm で 10 分間のプロパンへの曝露では影響は認められなかったが、100,000 ppm で 2 分間の

曝露を受けたボランティアでは明瞭な回転性めまいが起きたことが報告されている。種内不確実係数は 1 で十分であると判断した。その理由は、CNS への影響に関する濃度−反応曲線の勾配が急であるため、個人間のばらつきは比較的小さいと思われるからである。また、10,000 ppm は、100,000 ppm で報告された影響を考慮した、安全側に考慮した出発点であると考えられる。プロパンの麻酔効力は、ブタンより低いと推定される（Drummond 1993）。したがって、プロパンの AEGL-1 値は、Patty and Yant の同じ試験（1929）に基づいた、ブタンの AEGL-1 値より低くあってはならない。整合性を得るため、プロパンの AEGL-1 値は、時間スケーリングの方法も含め、ブタンの場合と同様に導出した。ブタンのデータから、n については比較的高い値が示唆されるため（Stoughton and Lamson 1936）、時間外挿は n = 3 で行った。ブタン（Gill et al. 1991）およびプロパン（Stewart et al. 1977）に関するデータから、プロパンの血漿中濃度は、30 分以内に定常状態に達することが示唆される。CNS を抑制する他の物質との類似性から、その影響は濃度にのみ依存していると考えられる。したがって、10 分間曝露についての値から、30 分間曝露および 60 分間曝露への時間外挿を行った。Table に、導出した AEGL-1 値を示す。これらの値であれば、20,000～29,000 ppm のプロパンに 2 時間まで曝露されたモルモットで観察された不規則呼吸（Nuckolls 1933）は誘発されないと考えられる。各曝露時間の AEGL-1 値はすべて、爆発下限界濃度の 10%より大きい値である。

AEGL-2 値は、心臓感作のデータに基づいた。ビーグル犬を用いて、心臓感作試験が適切に行われており、50,000、100,000、または 200,000 ppm で、プロパンへの曝露が実施された（Reinhardt et al. 1971）。心臓感作は、50,000 ppm で曝露された 6 匹には観察されなかったが、100,000 ppm で曝露された 12 匹中 2 匹に観察された。この結果は、同一のプロトコールで行われた別の試験（Clark and Tinston 1982）において、180,000 ppm という半数影響濃度（EC_{50}）が報告されていることによって裏付けられている。いくつかの物質について、ヒトが高濃度で曝露されると、不整脈を起こす可能性が示唆されており、ビーグル犬における心臓感作は、ヒトにおける曝露に関連すると考えられる。無影響濃度の 50,000 ppm を、AEGL-2 値導出の出発点とした。イヌを用いた心臓感作モデルは、ヒトのモデルとして適切であると考えられ、エピネフリンの投与によって反応が至適レベルに向上されるため、感度も極めて高い〔Brock et al. 2003; 欧州化学物質生態毒性・毒性センター（ECETOC） 2009〕。この試験プロトコールは、安全係数を内包しており、安全側に考慮して設計されているため、さらに安全係数を適用する必要はない（ECETOC 2009）。したがって、種間不確実係数には 1 を適用した。得られたデータから、心臓感作は濃度に関連した閾値のある影響であり、短期の試験で陽性反応を生じない濃度では、曝露時間を長くしても影響を生じないことが示唆されている。この考察は、ハロカーボン類（HFC-134a など）の血漿中濃度が極めて短い時間枠で定常状態に達するという試験結果を主な根拠としているが、プロパンなどの化合物についても、その血漿中濃度が 30 分以内にほぼ定常状態に達するため、当てはまると考えられる。50,000 ppm に総不確実係数 3 を適用し、得られた値（概数）の 17,000 ppm を、AEGL-2 のすべての曝露時間に採用した。この濃度値は、爆発下限界濃度の 50%より大きい。

AEGL-2 値導出の出発点とした試験を、AEGL-3 値でも導出の出発点として使用した。100,000

ppm のプロパンに曝露したビーグル犬 12 匹中 2 匹に、心臓での著しい反応が生じたが、死亡には至らなかった。200,000 ppm では、1 匹に心室細動と心停止が起きている。AEGL-3 値導出の出発点には、100,000 ppm を採用した。総不確実係数 3 を適用し、得られた値(概数)の 33,000 ppm を、AEGL-3 のすべての曝露時間の値とした。

Table に、導出した AEGL 値をまとめて示す。

注:本物質の特性理解のため、参考として国際化学物質安全性カード(ICSC)および急性曝露ガイドライン濃度 (AEGL)の原文のURLを記載する。

日本語ICSC
https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=ja&p_card_id=0319&p_version=2
AEGL(原文)
https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-09/documents/propane_volume12_0.pdf