

調理器具に用いられているシリコーン(概要)

1. シリコーンとは

シリコーンは、耐熱性、耐寒性、耐候性、電気絶縁性、撥水性(水をはじく)、離型性(剥がしやすくなる)などの多彩な特性を有する樹脂(高分子、ポリマー)で、代表的なものとしてポリジメチルシロキサンがあります。その形状は、オイル状、ゴム状、レジン(樹脂)状など多様なものがあります。シリコーンの製品数は数千種にも及び、エレクトロニクスから輸送機械、化学、繊維、食品、化粧品、建築など幅広い分野で利用されています。

食品関係では、近年、シリコーンゴム製のオープン用・電子レンジ用調理器具が多数市販されています。また、食品用シリコーンゴム製品は、耐寒性に優れていることから、-40℃の冷凍庫に保管しても硬くならず、割れることもありません。さらに、一般の有機系ゴムと比べると耐熱性にも優れ、シリコーンゴムの処方^{注1}や使用条件によっても異なりますが、一般には約 260℃までの高温で使用可能です。また、離型性に優れることから、食材などがくっつきにくく、調理時の取扱いが容易な材料でもあります。

そして、これらの製品は 100℃以上の高温で使用されるものも多く、製品中に残存する化学物質が食品へ移行しやすいと推測されます。最近の研究において、シリコーンゴム製調理器具で調理した食品への化学物質の移行量が測定され、脂肪分の多い食品に、残存した原料の一部であるシリコーンオリゴマー(低分子量(分子量が 1,000 以下)の環状ポリジメチルシロキサン類)が移行することが報告されています。

なお、シリコーン樹脂は食品添加物としても指定されており、揚げ油や豆腐及びジャム製造時における消泡剤などに使用されています。

2. ヒトに対する影響

食品接触材料としてのシリコーンゴム製品についてのリスク評価等はありません。

カナダ環境省は、低分子量のシロキサン類(オクタメチルシクロテトラシロキサン:D4、デカメチルシクロペンタシロキサン:D5)については、各種製品を介しての暴露マージンに基づき、ヒトの健康には影響しないと結論づけています。

また、これらの低分子シロキサン類については、2010 年に、欧州委員会(EC)の消費者安全科学委員会(SCCS)が化粧品用途で使用した場合のリスク評価を行っています。この中で、経口投与による健康影響についても評価し、D4 及び D5 とも、経口での急性毒性は低いこと、遺伝毒性(変異原性)は陰性であることが示されています。なお、生殖発生毒性については、D4 が人に対する生殖毒性が疑われる物質に分類されています。

3. 国内の状況

食品に用いられる器具・容器包装は、食品衛生法に基づき規格基準が定められています。

^{注1} 原料の配合や製造方法

シリコーンゴムなどのゴム製品については、「食品、添加物等の規格基準」の第3のDの3「ゴム製の器具又は容器包装」の項において、材質試験及び溶出試験の規格が定められています。

4. 海外の状況等

カナダ保健省は、調理器具の安全な使用のためのアドバイスを公表した資料において、「シリコーン製調理器具は、食品・飲料とは反応することなく、有害な蒸気を生成せず、使用による健康への悪影響は知られていない。しかし、高温では溶ける可能性があるため、220°C以上で使用しないこと。」としています。

カナダが実施している化学物質管理計画において、低分子量シロキサン類(D4、D5、ドデカメチルシクロヘキサシロキサン:D6)は、ヒトの健康には影響しないと結論づけられましたが、D4及びD5については環境への影響が懸念されると2009年に評価されました。D6については、環境中で反応しないことが示され、現時点では環境への影響の懸念はないとされました。その後、2011年に公表されたD5に関する環境リスク評価において、D5はヒトの健康や環境に対して害を与える物質ではないという結論に達しています。

* 食品安全委員会では、調理器具のうち、シリコーン製のものから溶出する物質について、平成22年度に「自ら評価」の候補案件として審議し、その結果、情報提供を行うこととなりました。本ファクトシートは、平成23年度食品安全確保総合調査の結果を踏まえて取りまとめたものです。

ファクトシート（調理器具に用いられているシリコーン）

※印は文末に用語解説あり

項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考文献
1. 名称／別名	<p>シリコーン／シリコーンゴム (溶出が懸念される主な物質) 環状ポリジメチルシロキサン(ジメチルシロキサンが環状に結合したもの)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オクタメチルシクロテトラシロキサン: D4 ・デカメチルシクロペンタシロキサン: D5 ・ドデカメチルシクロヘキサシロキサン: D6 <p>以下、結合した数によって、D7、D8、…と続く。</p> <p>* 本ファクトシートは、おもに調理器具等に用いられているシリコーンゴムを対象とする。食品添加物としてのシリコーンについては概要のみ記載するものとする。</p>	
2. 概要(用途、汚染経路、汚染される可能性のある食品等)	<p>シリコーンは、ケイ素(Si)と酸素(O)が交互に結合したポリシロキサンを骨格とし、そのケイ素上に有機基が結合している特異な構造をした樹脂である。耐熱性、耐寒性、耐候性、電気特性、撥水性(水をはじく)、離型性(剥がしやすくなる)などの多彩な特性を有している。</p> <p>シリコーンの形状は、オイル状、ゴム状、レジン状など多様である。シリコーンの製品数は数千種にも及び、使用される産業分野もエレクトロニクスから輸送機械、化学、繊維、食品、化粧品、建築など幅広い。</p> <p>シリコーンは、熱に強い、寒さに強い、電気を絶縁する、水をはじく、剥がしやすくなる、泡を消す、化学的に安定させる、そして無色透明、無味無臭という優れた性質を持っている。</p>	1,3
	<p>シリコーン樹脂(別名ポリジメチルシロキサン)は、「食品衛生法」に基づき食品添加物として指定されている。</p> <p>消泡剤: テンプラやフライなどの揚げ油や豆腐製造時の豆乳の泡を消して均一な製品を作るほか、果実ジャムの製造工程で発生する泡を消して加熱を均一にしたり、ウイスキーなどの酒精飲料の発酵工程での泡を消して正常な発酵を維持するなどの目的で使用される。シリコーン樹脂が代表的なものである。</p>	2,22
	<p>食品に接触する市販のシリコーン製品は、シリコーン樹脂と表記されているものも含めて、いずれもシリコーンゴム製品であり、食品衛生法では「ゴム」に分類される。シリコーンゴムは、熱硬化型ゴムや室温硬化型ゴムなどで、室温でゴム弾性を有するエラストマー*である。</p> <p>*ゴム弾性を示す高分子物質</p>	3
	<p>近年、シリコーンゴム製鋳型の市場が拡大し、食品製造において、家庭用・製造用とも広く利用されている。</p>	4
	<p>調理用シリコーンゴム製品は、耐寒性に優れていることから、-40℃の冷凍庫に保管しても硬くならず、割れることもない。一般の有機系ゴムと比べると耐熱性にも優れ、シリコーンゴムの処方や使用条件によって異なるが、一般には約260℃までの高温で使用可能な材料である。さらに離型性に優れることから、食材などがくっつきにくく、調理時の取扱いが容易な材料でもある。</p>	3
	<p>食品用シリコーンゴム製品に低分子環状ポリジメチルシロキサン(D6～D25)が残存していた(測定条件はD6以上)。添加剤の残存量はそれほど多くはない。(2001)</p>	5

項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考 文献	
	<p>食品用シリコーンゴム製品から食品に移行する可能性がある物質としては、シリコーンオリゴマー(1,000ダルトン以下)、低分子量のシロキサン類、過酸化剤硬化剤の分解物、白金触媒やスズ触媒、酸化生成物(ホルムアルデヒド等)が挙げられたが、シリコーンゴム製品から食品への移行試験の結果、注目すべきはシリコーンオリゴマーであることが明らかとなっている。(2005)</p> <p>牛乳及び乳幼児用調製乳をシリコーン製のベーキングシートに40℃で6時間、直接接触させたところ、シロキサン類が検出されなかったことから、牛乳及び調製粉乳への移行はごくわずかであることが示されている。2種の食品擬似溶媒の試験では、D4、D5又はD6の移行が非常に限られていることを示している。(2012)</p>	6,18	
3. 注目されるようになった経緯	<p>近年、シリコーンゴム等のオープン・電子レンジ用調理器具が多数市販されている。これらの製品には100℃以上の高温で使用されるものも多く、製品中に残存する化学物質が食品へ移行しやすいと推測される。</p>	7	
4. 毒性に関する科学的知見(国内/国際機関/諸外国)			
(1) 体内動態 (吸収～排出)	<p>(化粧品用途で使用した場合のリスク評価(2010)から抜粋)</p> <p>D4: ラットへの放射性炭素(¹⁴C)で標識したD4の300mg/kg体重の単回経口投与試験において、コーン油と共に投与されると速やかに吸収され、時間経過と共に血漿中濃度の上昇に続いて組織中濃度が上昇した。コーン油、シメチコン(粘性のある液状シリコーン樹脂)及びD4単独投与を比較すると、吸収と体内動態は比較的同じであったが、腸管の通過時間は異なった。D4の経口吸収は、D4を運搬する媒体によって有意に影響を受けると考えられた。</p> <p>D5: ラットへの経口投与試験により、投与量の約80%が未変化で糞便中に排泄されていることが示された。吸収された20%のうち、50～60%はD5のまま呼吸に排出され、約20%は水溶性代謝物として尿中に排泄された。経口投与後の動態及び組織分布は、吸入又は経皮暴露[*]後とは質的に異なり、より高い量が肝臓と脾臓に分布した。</p>	8	
(2) 毒性	① 急性毒性	<p>(化粧品用途で使用した場合のリスク評価から抜粋)</p> <p>D5: 急性毒性は低い。雌雄各5匹のラットを用いた4,800mg/kg体重のD5を単回経口投与した試験では、有害な兆候はみられなかった。</p>	8
	② 遺伝毒性 (変異原性)	<p>(化粧品用途で使用した場合のリスク評価から抜粋)</p> <p>D4: 陰性。細菌を用いた復帰突然変異試験、チャイニーズハムスターを用いた姉妹染色分体交換(SCE)試験、<i>in vivo</i>[*]のチャイニーズハムスターを用いた小核試験、優性致死試験で陰性。</p> <p>D5: 陰性。細菌を用いた復帰突然変異試験、チャイニーズハムスターV79細胞での染色体異常試験、雌雄のラットを用いた<i>in vivo</i>での不定期DNA合成、小核試験で陰性。</p>	8

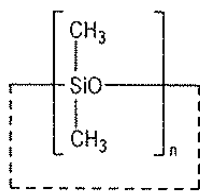
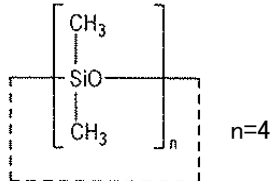
項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考 文献
③発がん性	<p>経口投与による発がん性の情報は見当たらないが、吸入暴露に関しては、ドライクリーニングで使用するD5のリスクについて米国環境保護庁(EPA)のファクトシート(2009)が公表されている。</p> <p>D5: EPAが受理したD5のラットにおける発がん性試験の結果において、危害要因となる可能性があることが示された。ただし、EPAはリスク評価を実施していないことから、判断を示していない。</p> <p>(研究内容)</p> <p>ラットの雄50匹及び雌60匹に対し、気化したD5を0、10、40、160ppmで6時間/日、5日/週、24か月吸入暴露した結果、160ppmで子宮癌の有意な増加を確認した。</p>	21
④生殖発生毒性	<p>(化粧品用途で使用した場合のリスク評価から抜粋)</p> <p>D4: 経口投与による生殖発生毒性の情報は見当たらないが、吸入暴露について以下の報告がある。</p> <p>二つの雌ラットを用いた0、70、300、500、700ppmの吸入暴露試験のうち、一つの試験では、700ppmでのみ生殖に関するパラメータで減少がみられた一方、別の試験では、500及び700ppmで着床部位及び生存能力がある胎児の減少並びに着床前胚死亡の増加が認められた。また、2世代試験において同様な生殖に関する変化が500及び700ppmで認められたほか、700ppm投与のF₁の雌で発情周期の長期化及び下垂体の重量の増加が記録された。また、F₁の雌では全ての暴露量で卵巣及び乳腺の病理組織学的な変化があった。</p> <p>上記の複数の繁殖毒性試験結果と生殖毒性の指標の重み付け評価から、無毒性量(NOEL)は300ppmと考えられた。雌の生殖への影響は発情前期における黄体形成ホルモンの急増の遅れ又は妨害による排卵遅延に起因し、2世代繁殖試験で観察された着床数及び生存胎児数の減少、着床前胚死亡増加等の生殖に関する影響は、長期間の黄体形成ホルモンの抑制と一致していた。</p> <p>D5: 経口投与による生殖発生毒性の情報は見当たらないが、吸入暴露について以下の報告がある。</p> <p>ラットを用いた多世代繁殖毒性試験によりNOELが得られた。F₀・F₁世代※ともに30、70、160ppmの投与での親動物に対する毒性は観察されなかった。F₀及びF₁の生殖能力はどの濃度でも影響を受けなかった。投与物質に起因した出産児数の減少もみられなかった。30、70、160ppmの投与によるF₁・F₂世代※の児動物に対する毒性もみられなかった。F₂の神経発生毒性も観察されなかった。これらの結果から、親動物に対する毒性、生殖毒性、児動物に対する毒性、神経発生毒性のNOELは160ppmと考えられた。</p>	8

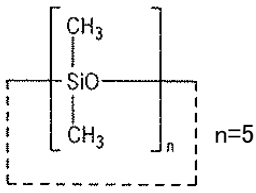
項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考 文献
⑤その他の 毒性(短期・ 長期毒性等)	<p>(化粧品用途で使用した場合のリスク評価から抜粋)</p> <p>D4: ラット14日間の強制反復投与試験では、毒性の明らかな兆候は観察されなかった。1,600mg/kg体重/日の投与で体重の有意な減少、雌雄とも、100mg/kg体重/日の投与で肝臓重量の増加、400及び1,600mg/kg体重/日の投与で肝臓重量の有意な増加がみられた。25mg/kg体重/日では肝臓重量の増加はわずかであったが、雄では相対的な肝臓重量の増加は対照群に比べ有意であった。</p> <p>ウサギ14日間の強制反復投与試験では、毒性の明らかな兆候は観察されなかった。500及び1,000mg/kg体重/日の投与群とも有意な体重減少がみられた。このほか、食餌摂取量と体重の著しい減少に起因した各種の変化(胸腺や脾臓の萎縮等)が観察された。</p> <p>D5: ラット14日間の強制反復投与試験において、0, 25, 100, 400, 1,600mg/kg体重/日の全ての投与群で肝臓重量の増加がみられた。</p> <p>ラット13週間の亜慢性試験*においても、100mg/kg体重/日の投与群で雌雄ともに肝臓重量の増加が観察された。(これにより、LOELを100mg/kg体重/日としている)</p>	8
5.食品の汚染実態		
(1)国内	調理器具等から食品への化学物質の移行に関する情報は、6.(2)を参照。	
(2)国際機関		
(3)諸外国等		
①EU ②米国 ③その他		
6.暴露情報(国内/国際機関/諸外国)		
(1)推定一日摂取量	情報は見当たらない。	
(2)食品接触材料からの移行	<p>日本の市販の食品用シリコーンゴム製品において、検査したすべての検体に環状ポリジメチルシロキサン(D6～D25)が最大値260～1,520 μg/g、合計量3,310～14,690 μg/gが残存していた。添加剤の残存は2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール(BHT)、フタル酸ジ-n-ブチル(DBP)、フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)(DEHP)の3種のみで、残存量は、BHTが80～480 μg/g、DBTが60～80 μg/g、DEHPが60～5,830 μg/gであった。</p> <p>溶出試験の結果、製品中に残存していた環状ポリジメチルシロキサンは、20%エタノール60℃30分間での溶出はみられなかったが、n-ヘプタン25℃60分間では330～850 μg/cm²の溶出がみられ、脂肪性食品への移行が懸念された。</p> <p>環状ポリジメチルシロキサンや添加剤は、一般的な使用条件では溶出しないが、油脂又は脂肪性食品に接触して使用する場合には食品に移行する可能性があることが示唆された。(2001)</p>	5

項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考 文献
	<p>英国食品基準庁(FSA)は、委託調査・研究にて食品に接触するシリコン製品についての実態調査を実施。(2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 文献レビューの結果、食品に移行する可能性がある物質は、シリコンオリゴマー(1,000ダルトン以下)、低分子量のシロキサン類(トリメチルシラノール等)、過酸化剤硬化剤の分解物、白金触媒やスズ触媒、酸化生成物(ホルムアルデヒド等)。 ・ 市販シリコンゴム製品の分析の結果、溶出の可能性のある物質は、シロキサン類で、トリメチルシラノール(short stopper)、環状オリゴマー、直鎖オリゴマー。 ・ 代表的なシリコンゴム製品を用い、食品擬似溶媒及び食品を用いて移行量を調査した結果、食品擬似溶媒に移行した移行物質の総量は、蒸留水(環流、4時間)で2~5mg/dm²、3%酢酸(環流、4時間)で2mg/dm²以下、95%エタノール(60℃、4時間)で21~58mg/dm²であった。ただし、95%エタノールは条件が厳しいことに留意する必要がある。 ・ 食品擬似溶媒に移行したシロキサン類の量は蒸留水で0.1~0.2mg/dm²程度と非常に少なかった。 ・ 食品へ移行したシロキサン類の合計量は、炭酸水で0.05~0.06mg/dm²、白ワインで0.07mg/dm²、オリーブオイルで0.17~0.56mg/dm²であった。 <p>* 単位は、シリコンゴム製品の面積(1dm²は10cm四方の正方形の面積)当たりの意。</p>	6
	<p>ドイツの市販のシリコン製鋳型で調理したミートローフへのポリシロキサンの移行は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 加熱時間25分の場合 : 55~92mg/kg ・ 加熱時間45分の場合 : 135~177mg/kg <p>であり、EUの移行制限(60mg/kg)を超えていた(2010年時点の制限、現在は抹消されている)。</p> <p>一方で、牛乳ベースの食品(クレームブリュレ)の調理においては、ポリシロキサンの移行は非常に少ないか検出限界値(2.4mg/kg)以下であった。(2010)</p>	4
	<p>ドイツの市販の37種類のベーキング用型を用いて、食品擬似溶媒(オリーブ油、イソオクタン、95%エタノール等)及び食品(ケーキ)への移行を検討した結果、ケーキへのシロキサン類の移行は脂肪含量に依存してわずかに減少した(脂肪含量が多いと、より多く移行する)。食品擬似溶媒への移行挙動は食品とは大きく異なった。(2009)</p>	9
	<p>日本の市販の器具について、オリーブ油121℃、30分間で溶出試験を行った結果、シリコンゴム製品から、環状ポリジメチルシロキサン(5~18量体)の溶出が認められ、合計量は1.3~54 μg/mLであった。</p> <p>水121℃30分間では、可塑剤が1 μg/mL以下で検出された。(2011)</p>	7

項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考 文献
	6種類のシロキサン類(D4、D5、D6、オクタメチルトリシロキサン(L3)、デカメチルテトラシロキサン(L4)、ドデカメチルペンタシロキサン(L5))の濃度が既知の米国のシリコン製のベーキングシートに、牛乳及び乳児用調製乳を40°Cで6時間、直接接触させたところ、シロキサン類が検出されなかったことから、牛乳及び調製粉乳への移行はごくわずかであることが示されている。最大で72時間接触させた2種の食品擬似溶媒の試験では、50%エタノール水溶液で8時間後、95%エタノール水溶液で2時間後にD4、D5、D6が検出された。最高検出濃度はD4が42ng/ml、D5が36ng/ml、D6が155ng/mlであったことから、二つの食品擬似溶媒へのD4、D5又はD6の移行が非常に限られていることを示している。(2012)	18
7.リスク評価(ADI、TDI、ARfD、MOE等とその根拠)		
(1)国内	情報は見当たらない。	
(2)国際がん研究機関(IARC)	情報は見当たらない(silicone, siloxane, D4, D5及びD6の掲載なし)。	
(3)国際機関	情報は見当たらない。	
(4)諸外国等	①EU 欧州委員会(EC)の消費者安全科学委員会(SCCS)は化粧品用途で使用した場合のD4とD5のリスク評価を行っている。(2010) D4及びD5は、化粧品に使用した場合、ヒトの健康リスクをもたらさない(他の用途は本評価では考慮していない)。この結論は、本意見書で引用した現在までの利用可能な使用濃度に基づいている。D4は生殖毒性物質(ECHAのカテゴリー2、人に対する生殖毒性が疑われる物質)に分類されることが留意される。本評価で使用された吸入暴露における全身的毒性のNOAEL150ppmは、生殖毒性のNOAEL300ppmもカバーしている。	8,20
	②米国 情報は見当たらない。	
	③その他 カナダ環境省では、D4、D5、D6は化学物質管理計画のもとで評価されている。最終評価において、各種製品を介しての暴露マージンに基づき、D4、D5、D6はヒトの健康に影響しないが、D4及びD5は環境への影響が懸念されると結論づけられた。D6については現時点では環境への影響の懸念はないとされた。 D4及びD5はカナダにおいて広く用いられており、比較的多くの量が環境中に入り、長期間(永続的に)環境中にとどまり、魚や水生生物に害を及ぼす可能性がある。D6については、環境中でD4やD5と同様には反応しないことが示された。(2009)	10,11
	カナダ環境省は、D5に関する諮問委員会の報告書を公表している。 北米シリコン工業会(SEHSC)の要求により設置されたD5に関する諮問委員会では、D5について、ヒトの健康や環境に対して害を与える物質ではないという結論に達した。(2011) * D4に関する諮問委員会も要求されたが設置されていない。	12
8.リスク管理措置(基準値)		

項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考文献	
(1)国内	<p>食品に用いられる器具・容器包装は、食品衛生法に基づき規格基準が定められている。シリコンゴムなどのゴム製品については、「食品、添加物の規格基準」の第3のDの3「ゴム製の器具又は容器包装」の項で定められている。</p> <p>ゴム製の器具(ほ乳器具を除く)又は容器包装の規格は以下のとおり。</p> <p>材質試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カドミウム: 100 μg/g以下 ・鉛: 100 μg/g以下 ・2-メルカプトイミダゾリン: 不検出 <p>溶出試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フェノール: 5 μg/mL以下 ・ホルムアルデヒド: 陰性 ・亜鉛: 15 μg/mL以下 ・重金属: 1 μg/mL以下 ・蒸発残留物: 60 μg/mL以下 	13	
(2)国際機関	情報は見当たらない。		
(3)諸外国等	①EU	9.の(3)の①を参照。	
	②米国	米国食品医薬品庁(FDA): 連邦規則(Code of Federal Regulations)のTitle 21(21CFR)のPART177において、間接食品添加物: ポリマー、繰り返し使用を意図する材料の成分としてのみ使用される物質、繰り返し使用を目的とするゴム製品についての規格が定められている。	14
	③その他	情報は見当たらない。	
9.リスク管理措置(基準値を除く。汚染防止・リスク低減方法等)			
(1)国内	情報は見当たらない。		
(2)国際機関	情報は見当たらない。		
(3)諸外国等	①EU	<p>欧州連合(EU)では、食品接触材料としてのシリコンについての規制はない。</p> <p>食品と接触する材料及び製品に関する欧州議会及び理事会規則(EC)No1935/2004では、イオン交換樹脂、合成ゴム及びシリコンには特別措置が適用される可能性があるとして予見している。</p> <p>食品と接触するプラスチックの材料及び製品に関する委員会規則(EU)No10/2011(規則(EC)No1935/2004の細則)において、シリコンは特別措置を適用すべきとされ、当該規則は適用されないとしている。</p>	15, 19
	②米国	情報は見当たらない。	
	③その他	カナダ保健省は、調理器具の安全な使用について、各種調理器具のアドバイスを公表している。「シリコン製調理器具は、食品・飲料とは反応することなく、有害な蒸気を生成せず、使用による健康への悪影響は知られていない。しかし、高温では溶ける可能性があるため、220℃以上で使用しないこと。」と記載されている。(2006)	16
10.参考情報			
10-1 ポリジメチルシロキサン			
(1)物質名(IUPAC)	poly(dimethylsiloxane)		
(2)CAS名/CAS番号	Poly(dimethylsiloxane) / 9016-00-6	17	

項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考 文献
(3)分子式／構造式	$(C_2H_6OSi)_n$ 	17
(4)物理化学的性状		
①性状	油状で無色の液体	17
②融点(°C)	-50°C	17
③沸点(°C)	—	
④比重(g/cm ³)	0.91～1.0	17
⑤溶解度	水に溶けない	17
(5)調製・加工・調理 による影響		
(6)備考		
10-2 オクタメチルシクロテトラシロキサン(D4)		
(1)物質名(IUPAC)	2,2,4,4,6,6,8,8-octamethyl-1,3,5,7,2,4,6,8 -tetraoxatetrasiloxane	
(2)CAS名／CAS番号	Octamethylcyclotetrasiloxane/ 556-67-2	8
(3)分子式／構造式	$C_8H_{24}O_4Si_4$ (分子量296) 	8,17
(4)物理化学的性状		
①性状	透明で無色の液体	8
②融点(°C)	17.5°C	8
③沸点(°C)	175°C	8
④比重(g/cm ³)	0.95(25°C)	8
⑤溶解度	50 μg/L (水、25°C)	17
(5)調製・加工・調理 による影響		
(6)備考		
10-3 デカメチルシクロペンタシロキサン(D5)		
(1)物質名(IUPAC)	2,2,4,4,6,6,8,8,10,10-decamethyl-1,3,5,7,9,2,4,6,8,10 -pentaoxapentasiloxane	
(2)CAS名／CAS番号	Decamethylcyclopentasiloxane/ 541-02-6	8

項目	内容 (原典どおりの語句を使用しているため、項目ごとに表現が異なる場合があります)	参考 文献
(3)分子式／構造式	$C_{10}H_{30}O_5Si_5$ (分子量370) 	8,17
(4)物理化学的性状		
①性状	透明で無色の液体	8
②融点(°C)	-44.2°C	8
③沸点(°C)	211.0°C	8
④比重(g/cm ³)	0.96(25°C)	8
⑤溶解度	20 μg/L(水、25°C)	17
(5)調製・加工・調理 による影響		
(6)備考		

<参考文献>

1. 山谷正明／編著：シリコーン 広がる応用分野と技術動向，化学工業日報社（2011）
2. 厚生労働省：指定添加物リスト(規則別表第1)（平成 23 年 9 月 1 日改正まで記載）
<http://www.ffcr.or.jp/zaidan/MHWinfo.nsf/a11c0985ea3cb14b492567ec002041df/407593771b8750e94925690d0004c83e?OpenDocument>
3. シリコーン工業会ホームページ：シリコーン製品の産業分野別用途及びよくある質問と回答（2011）
<http://www.siaj.jp/ja/application/index.html>
http://www.siaj.jp/ja/silicone_world/faq.html
4. Helling, R: Migration behaviour of silicone moulds in contact with different foodstuffs., Food Additives & Contaminants Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment ; 27(3): 396-405. (2010)
5. 河村葉子ほか：食品用シリコーンゴム製品中の残存化学物質，食品衛生学雑誌；42(5):316-321 (2001)
6. 英国食品基準庁(FSA) 委託調査：A03046: Chemical migration from silicones used in connection with food-contact materials and articles, (2005)
http://www.foodbase.org.uk//admintools/reportdocuments/256-1-465_Silicones_Final_Report_04_03_05.pdf
7. 阿部裕：オープン等で使用される合成樹脂製およびシリコーンゴム製器具中の化学物質，日本食品衛生学会学術講演会講演要旨集；102 巻：103（2011）
8. 欧州委員会(EC) 消費者安全科学委員会(SCCS): OPINION ON Cyclomethicone Octamethylcyclotetrasiloxane (Cyclotetrasiloxane, D4) and Decamethylcyclopentasiloxane

- (Cyclopentasiloxane, D5) (2010)
http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_029.pdf
9. Helling R: Determination of the overall migration from silicone baking moulds into simulants and food using ¹H-NMR techniques., Food Additives & Contaminants : Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment; 26(3): 395-407. (2009)
 10. カナダ環境省: Government of Canada Protects the Environment and the Health of Canadians (January 30, 2009)
<http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=714D9AAE-1&news=769E4639-F939-4DA1-9735-A1939E7F086C>
 11. カナダ環境省: Publication of Final Decision on the Screening Assessment of Substances – Batch 2(2009)
<http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2009/2009-01-31/pdf/g1-14305.pdf>
 12. カナダ環境省: Report of the Board of Review for Decamethylcyclopentasiloxane (D5)(October 20, 2011)
http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/6E52AE02-5E01-48B0-86DE-0C366ACC863F/CdR-BoR-D5_eng.pdf
 13. 厚生労働省:「食品、添加物等の規格基準」(昭和三十四年厚生省告示第三百七十号)
www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/kigu/dl/4.pdf
 14. 米国食品医薬品庁(FDA): 米国連邦規則(CFR) Code of Federal Regulations Title 21 PART177
<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfCFR/CFRSearch.cfm?CFRPart=177>
 15. 欧州連合(EU): 欧州議会及び理事会規則(EC)No 1935/2004
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:338:0004:0017:en:PDF>
 16. カナダ保健省: THE SAFE USE OF COOKWARE (June 2006)
<http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/prod/cook-cuisinier-eng.php>
 17. 国立医薬品食品衛生研究所: 国際化学物質安全性カード ポリジメチルシロキサン (2001.10)
<http://www.nihs.go.jp/ICSC/icssj-c/icss0318c.html>
 18. 米国食品医薬品庁(FDA): Zhang K, Wong JW, Begley TH, Hayward DG, Limm W, Determination of siloxanes in silicone products and potential migration to milk, formula and liquid simulants. Food Addit Contam Part A 2012 Aug;29(8):1311-21 (2012)
http://www.accessdata.fda.gov/scripts/publications/search_result_record.cfm?id=40896
 19. 欧州連合(EU): 委員会規則(EU) No 10/2011
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:012:0001:0089:EN:PDF>
 20. 欧州化学品機関(ECHA) Guidance on the Application of the CLP Criteria (November 2012)
http://echa.europa.eu/documents/10162/13562/clp_en.pdf
 21. 米国環境保護庁(EPA): Siloxane D5 in Drycleaning Applications (Fact Sheet) 8/2009
http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/garment/siloxane_d5_in_drycleaning_applications_updated_8_6_09.pdf

22. 東京都福祉保健局:ホームページ「食品衛生の窓」用途別 主な食品添加物
<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/shokuhin/shokuten/seizoyozai.html>

【用語解説(五十音順)】

亜慢性試験

比較的短期間(通常 1 ヶ月～3 ヶ月程度)の連続又は反復投与によって生じる毒性(亜慢性毒性)の試験のことです。

in vivo

ラテン語で、「生体内で」という意味です。生化学や分子生物学などの分野で、試験管内とは異なって各種の条件が人為的にコントロールされていない生体内で起きている反応・状態という意味で使われます。

F₀ 世代

親世代、実験的な交配の親。

F₁ 世代

第 1 世代(子世代)。生殖・発生毒性試験では親世代動物[P, F₀]の交配により得られた次世代動物をさす。

F₂ 世代

第 2 世代(孫世代)。

暴露

作業段階や、環境経由、製品経由、あるいは事故によって、ヒトが化学物質を吸ったり、食べたり、触れたりして、体内に取り込むこと、また、生態系が化学物質にさらされることの総称です。