

食品安全に関するリスクプロファイルシート
(化学物質)

更新日:2021年1月15日

項 目	内 容
1 ハザードの名称／別名	<p>グリシドール脂肪酸エステル類(Glycidyl fatty acid esters, Glycidyl esters) ※結合する脂肪酸の種類により多数の種類がある。 主要な脂肪酸が結合したものを以下に示す。</p> <p>① グリシドールラウリン酸エステル(glycidyl laurate) ② グリシドールミリスチン酸エステル(glycidyl myristate) ③ グリシドールパルミチン酸エステル(glycidyl palmitate) ④ グリシドールステアリン酸エステル(glycidyl stearate) ⑤ グリシドールオレイン酸エステル(glycidyl oleate) ⑥ グリシドールリノール酸エステル(glycidyl linoleate) ⑦ グリシドールリノレン酸エステル(glycidyl linolenate)</p> <p><別名> ※結合する脂肪酸がパルミチン酸の場合、 ○和別名 パルミチン酸グリシジル グリシジルパルミテート 他 ○英別名 Palmitic Acid Glycidyl Ester Palmitic Acid 2,3-Epoxypropyl Ester Glycidyl Hexadecanoate 他 (他の脂肪酸でも同様の別名有)</p>
2 基準値、その他のリスク管理措置	
(1)国内	<p>食品衛生法に基づく基準値は設定されていない。 2020年10月、(一社)日本植物油協会、日本こめ油工業協同組合、日本マーガリン工業会、DHA・EPA協議会、(一社)日本乳業協会及び農林水産省が合同で、「食品中の3-MCPD脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類の低減のための手引き」を作成。 [農林水産省, 2020a]</p>
(2)海外	<p>1. 実施規範、ガイドライン等の策定 【Codex】 2019年に「精製油及び精製油を原料とする製品中の3-MCPD脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類低減のための実施規範」(CXC 79-2019)を採択。 [Codex, 2019]</p> <p>2. 基準値の設定 【EU】 2018年2月、欧州委員会は、植物油脂及び乳児用調製乳等中のグリシドール脂肪酸エステル類の総量(グリシドール当量)の最大基準値を設定。魚油及び幼児用調製乳等についても、最大基準値を2021年1月1日より適用。</p>

食品		基準値 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) (グリシドール 当量)
直接消費用及び加工食品原料用(ただし※1及び未精製オリーブ油を除く)	食用植物油脂	1,000
	魚油、その他海洋生物由来の油脂 (2021年1月1日より適用)	
乳児用食品及び乳幼児用穀類加工品の原料用(※1)	食用植物油脂	500
	魚油、その他海洋生物由来の油脂 (2021年1月1日より適用)	
乳児用調製乳 ^{※2} 、フォローアップミルク ^{※3} 及び特殊用途育児食品 ^{※4} (粉)		50
幼児用調製乳 ^{※2} (粉) (2021年1月1日より適用)		
乳児用調製乳 ^{※2} 、フォローアップミルク ^{※3} 及び特殊用途育児食品 ^{※4} (液体)		6
幼児用調製乳 ^{※5} (液体) (2021年1月1日より適用)		

- ※2 乳児用調製乳: 離乳食を開始する前(生後数か月の乳児の栄養所要量を満たすための調製乳)
- ※3 フォローアップミルク: 離乳食を開始した乳児のための調製乳
- ※4 特殊用途育児食品: 通常の食事では栄養所要量を満たせない乳児・幼児の栄養補助のための食品
- ※5 幼児用調製乳: 1~3歳児のための乳ベース及び類似のタンパク質ベースの調製乳等

[EU, 2018; EU, 2020]

【台湾】

乳児用調製乳等中のグリシドール脂肪酸エステル類の総量(グリシドール当量)の最大基準値を2021年7月1日より適用予定(提案中)。

食品	基準値 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) (グリシドール当量)
乳児用調製乳、フォローアップミルク及び特殊用途育児食品 (粉)	50
乳児用調製乳、フォローアップミルク及び特殊用途育児食品 (液体)	6.0

[Taiwan FDA, 2020]

【香港】

乳児用調製乳等中のグリシドール脂肪酸エステル類の総量(グリシドール当量)の最大基準値を適用予定(提案中、施行日未定)。

食品	基準値 (µg/kg) (グリシドール当量)
乳児用調製乳、フォローアップミルク(粉)	50
乳児用調製乳、フォローアップミルク(液体)	6.0

[CFS, 2020]

【マレーシア】

2020年、精製事業者、輸出入業者に以下の基準値を満たすことを要求。2023年1月1日より適用予定。

食品	基準値 (µg/kg) (グリシドール当量)
精製パーム核油・精製パーム油	1000

[MPOB, 2020]

【ユーラシア経済連合(EEU)※】

2019年8月、食品中の最大基準値を決定。

食品	基準値 (µg/kg) (グリシドール当量)
直接消費用及び加工食品原料用の食用植物油	1000
乳児用調製乳及び部分加水分解たん白由来製品(乳脂肪以外の脂質を含む乾燥製品)	50
乳児用調製乳及び部分加水分解たん白由来製品(乳脂肪以外の脂質を含む液体製品)	6
生後6か月以上の乳児用の調製乳(粉ミルク、液体ミルク、生乳及び酸乳)	製品毎
治療用途の乳児用製品； 低/無ラクトース製品 分離大豆たん白由来製品 完全加水分解たん白由来製品 低/無フェニルアラニン製品(1歳以上)	6
未熟児用製品	6
幼児用製品の製造に使用される植物油	500

[EEU, 2019]

※ロシア、ベラルーシ、カザフスタン、アルメニア、キルギスが加盟する地域経済同盟。

3 ハザードが注目されるようになった経緯

・2009年、ドイツリスク評価研究所(BfR)が、グリシドール脂肪酸エステル類が精製した食用油脂に含まれること、また、この物質は体内で分解され、発がん性があるグリシドールが生じる可能性があることを報告した。

[BfR, 2009]

		<ul style="list-style-type: none"> ・2016年、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会合 (JECFA) がリスク評価した。 [JECFA, 2018] ・国内では、2009年に高濃度にジアシルグリセロール (DAG) を含む油に不純物として含まれることが明らかになり、食品安全委員会が審議した。 [食品安全委員会, 2015a] 																																																
4	汚染実態の報告	<p>(以下の食品中のグリシドール脂肪酸エステル類の濃度は、全てグリシドール当量で示す)</p> <p>【農林水産省】 ○食品中の含有実態調査(2012-2014年度) 国内で市販されていた食用植物油脂(13油種)及び油脂の含有率が高い食品等を対象として、含有実態を調査した。その結果、国内で流通している食品中の濃度は当時海外で報告されていた濃度よりも低い傾向であった。詳細は別紙1参照。</p> <p>グリシドール脂肪酸エステル類の総量として、遊離させたグリシドール濃度を測定した。食用植物油脂、ショートニング及び魚油を主成分とする食品は、各試料の油脂中の濃度を食品中の濃度とした。バター、マーガリン及び調製粉乳等は、各試料から抽出した油脂中のグリシドール濃度に油脂含有率を乗じて、食品中のグリシドール濃度を算出した。</p> <p>(2012-13年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食品中の濃度 <table border="1"> <thead> <tr> <th>食品名</th> <th>調査点数</th> <th>濃度範囲 (mg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>食用植物油脂^{注)}</td> <td>119</td> <td><0.3 - 6.8</td> </tr> <tr> <td colspan="3">油脂の含有率が高い食品等</td> </tr> <tr> <td>バター</td> <td>5</td> <td><0.05</td> </tr> <tr> <td>マーガリン</td> <td>15</td> <td>0.12 - 0.91</td> </tr> <tr> <td>ショートニング</td> <td>3</td> <td>0.7 - 1.3</td> </tr> <tr> <td>ラード</td> <td>3</td> <td><0.06 - 0.07</td> </tr> <tr> <td>魚油を主成分とする食品</td> <td>4</td> <td>0.12 - 0.34</td> </tr> <tr> <td>調製粉乳等</td> <td>21</td> <td><0.02 - 0.11</td> </tr> </tbody> </table> <p>^{注)} 定量下限: 0.3 mg/kg (食用植物油脂)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・抽出した油脂中の濃度 <table border="1"> <thead> <tr> <th>食品名</th> <th>調査点数</th> <th>濃度範囲 (mg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バター^{注)}</td> <td>5</td> <td><0.06</td> </tr> <tr> <td>マーガリン^{注)}</td> <td>15</td> <td>0.14 - 1.1</td> </tr> <tr> <td>ショートニング^{注)}</td> <td>3</td> <td>0.7 - 1.3</td> </tr> <tr> <td>ラード^{注)}</td> <td>3</td> <td><0.06 - 0.07</td> </tr> <tr> <td>魚油を主成分とする食品^{注)}</td> <td>4</td> <td>0.12 - 0.34</td> </tr> <tr> <td>調製粉乳等^{注)}</td> <td>21</td> <td><0.06 - 0.53</td> </tr> </tbody> </table> <p>^{注)} 定量下限: 0.06 mg/kg (油脂の含有率が高い食品等)</p>	食品名	調査点数	濃度範囲 (mg/kg)	食用植物油脂 ^{注)}	119	<0.3 - 6.8	油脂の含有率が高い食品等			バター	5	<0.05	マーガリン	15	0.12 - 0.91	ショートニング	3	0.7 - 1.3	ラード	3	<0.06 - 0.07	魚油を主成分とする食品	4	0.12 - 0.34	調製粉乳等	21	<0.02 - 0.11	食品名	調査点数	濃度範囲 (mg/kg)	バター ^{注)}	5	<0.06	マーガリン ^{注)}	15	0.14 - 1.1	ショートニング ^{注)}	3	0.7 - 1.3	ラード ^{注)}	3	<0.06 - 0.07	魚油を主成分とする食品 ^{注)}	4	0.12 - 0.34	調製粉乳等 ^{注)}	21	<0.06 - 0.53
食品名	調査点数	濃度範囲 (mg/kg)																																																
食用植物油脂 ^{注)}	119	<0.3 - 6.8																																																
油脂の含有率が高い食品等																																																		
バター	5	<0.05																																																
マーガリン	15	0.12 - 0.91																																																
ショートニング	3	0.7 - 1.3																																																
ラード	3	<0.06 - 0.07																																																
魚油を主成分とする食品	4	0.12 - 0.34																																																
調製粉乳等	21	<0.02 - 0.11																																																
食品名	調査点数	濃度範囲 (mg/kg)																																																
バター ^{注)}	5	<0.06																																																
マーガリン ^{注)}	15	0.14 - 1.1																																																
ショートニング ^{注)}	3	0.7 - 1.3																																																
ラード ^{注)}	3	<0.06 - 0.07																																																
魚油を主成分とする食品 ^{注)}	4	0.12 - 0.34																																																
調製粉乳等 ^{注)}	21	<0.06 - 0.53																																																

[農林水産省, 2014]

(2014 年度)

・食品中の濃度

食品名	調査点数	濃度範囲 (mg/kg)
油脂の含有率が高い食品等		
バター	20	<0.05
マーガリン	50	<0.2 - 1.9
ショートニング	30	<0.2 - 3.9
ラード	20	0.08 - 0.61
魚油を主成分とする食品	30	<0.06 - 2.0
調製粉乳等	40	<0.04 - 0.1

・抽出した油脂中の濃度

食品名	調査点数	濃度範囲(mg/kg)
バター ^{注1)}	20	<0.06
マーガリン ^{注2)}	50	<0.2 - 2.3
ショートニング ^{注2)}	30	<0.2 - 3.9
ラード ^{注1)}	20	0.08 - 0.61
魚油を主成分とする食品 ^{注1)}	30	<0.06 - 2.0
調製粉乳等 ^{注2)}	40	<0.2 - 0.7

^{注1)} 定量下限:0.06 mg/kg(バター、ラード、魚油を主成分とする食品)

^{注2)} 定量下限:0.2 mg/kg(マーガリン、ショートニング、調製粉乳等)

[農林水産省, 2016]

○食用こめ油中の含有実態調査(2016 年度)

グリシドール脂肪酸エステル類の総量として、遊離させたグリシドール濃度を測定した。その結果、2016 年度の食用こめ油中のグリシドール濃度は、試料の採取方法が異なるため統計学的な比較はできないものの、2012-13 年度の調査結果より低い傾向にあることを確認した。詳細は別紙2参照。

調査年度	調査点数	濃度範囲(mg/kg)
2016 ^{注)}	30	0.67 - 2.2
(参考)2012-13	24	1.0 - 6.8

^{注)} 定量下限 2016 年度:0.08 mg/kg、2012-2013 年度 0.3 mg/kg

[農林水産省, 2018a]

5 毒性評価

実験動物への経口投与試験では、グリシドール脂肪酸エステル類のほとんどが腸管で分解されることから、食品からとるグリシドール脂肪酸エステル類はすべて分解されてグリシドールが生じ、それがすべて吸収されると仮定して評価。

[JECFA, 2018; EFSA, 2016; 食品安全委員会, 2015b]

(1)吸収、分布、排出及び代謝

①経口摂取

・グリシドールリノール酸エステル(341 mg/kg bw)、グリシドール(75 mg/kg bw)をそれぞれ7週齢の雄 SD ラットに単回強制経口投与したところ、全グリシドールリノール酸エステルは全ての投与群で定量下限未満の濃度であったが、グリシドールは全ての投与群の血漿から検出された。グリシドールリノール酸エステルは投与 30 分後に、グリシドールは投与 15 分後にグリシドールの血中濃度が最大となった。

[Wakabayashi K. et al, 2012; JECFA, 2018; 食品安全委員会, 2015b]

・7週齢の雄 SD ラット及び 3-6 年齢の雄カニクイザルに、グリシドールリノール酸エステル(2.24, 7.46, 22.4 mg/kg bw)、グリシドール(0.492, 1.64, 4.92 mg/kg 体重)をそれぞれ投与したところ、いずれの場合もラット血中におけるグリシドール濃度がカニクイザル中におけるグリシドール濃度を上回っており、血中移行性に種差が認められた。

[Wakabayashi K. et al, 2012; JECFA, 2018; 食品安全委員会, 2015b]

(参考)グリシドール

・ [1,3-¹⁴C]グリシドール(37.5、75mg/kg bw)を 10-11 週齢の雄 F344 ラットに単回強制経口投与及び静脈内投与したところ、87-92%が消化管から吸収された。

[Nomeir AA. et al., 1995; JECFA, 2018; 食品安全委員会, 2015b]

②排出

・脂肪酸部位を ³H で、グリシドール部位を ¹⁴C で標識したグリシドールパルミチン酸エステルを 6 週齢の雄 Wister ラットに単回強制経口投与したところ、投与から 7 日後 ¹⁴C の 41%が尿中に、33%が呼気中に、22%が糞便中に排出。一方、³H の 51%が糞便中に、8%が尿中に排出。

[Appel KE. et al., 2013; JECFA, 2018]

(参考)グリシドール

・ [1,3-¹⁴C]グリシドール(37.5、75mg/kg bw)を 10-11 週齢の雄 F344 ラットに単回強制経口投与及び静脈内投与したところ、72 時間以内に投与量の 40-48%が尿中に、5-12%が糞便中に、26-32%が呼気中に排出。

[Nomeir AA. et al., 1995; JECFA, 2018]

③分布

・脂肪酸部位を ³H で、グリシドール部位を ¹⁴C で標識したグリシドールパルミチン酸エステルを 8-9 週齢の雄 Wister ラットに単回強制経口投与したところ、³H 及び ¹⁴C 濃度は、24 時間後及び 7 日後の肝臓、骨格筋、骨、赤血球で高かった。

[Appel KE. et al., 2013; JECFA, 2018; 食品安全委員会, 2015b]

(参考)グリシドール

・[1,3-¹⁴C]グリシドール(37.5、75mg/kg bw)を 10-11 週齢の雄 F344 ラットに単回強制経口投与及び静脈内投与したところ、24 時間後の放射性物質の濃度は、血球、甲状腺、肝臓、腎臓及び脾臓で高く、脂肪組織、骨格筋及び血漿で低かった。

[Nomeir AA. et al., 1995; JECFA, 2018; 食品安全委員会, 2015b]

④代謝

・グリシドールパルミチン酸エステル、グリシドールをそれぞれ 8-9 週齢の雄 Wister ラットに単回強制経口投与したところ、グリシドールの血中ヘモグロビン付加体(※)濃度は、グリシドールでは 4 時間後、グリシドールパルミチン酸エステルでは 8 時間後にそれぞれ定常レベルに達した。

[Appel KE. et al., 2013; JECFA, 2018]

(参考)グリシドールの血中ヘモグロビン付加体

・下記の知見から、グリシドールのヘモグロビン付加体が、ヒトのグリシドールの暴露量の指標になり得ることが示唆された。

- グリシドールを6週齢の雄 SD ラットに単回経口投与したところ、グリシドール投与量と血中のヘモグロビン付加体量との間に高い正の相関が認められた。
- グリシドールをラットに単回経口投与した試験から、ヘモグロビン付加体は、赤血球の寿命の期間を通じて、生体内で安定的に維持されると考えられる。
- ラット及びヒトの血液にグリシドールを添加し、グリシドールのヘモグロビンへの付加反応速度を比較したところ、種差は認められなかった。

[Honda H. et al, 2014; JECFA, 2018]

・グリシドールパルミチン酸エステル、グリシドールをそれぞれ 8-9 週齢の雄 Wister ラットに単回強制経口投与したところ、どちらも尿中から 2,3-ジヒドロキシプロピルメルカプツール酸が検出され、その濃度は同程度であった。投与後 48 時間以内のグリシドールパルミチン酸エステル、グリシドール投与量に対するジヒドロキシプロピルメルカプツール酸の平均回収率は、グリシドールパルミチン酸エステルでは 13.7%、グリシドールでは 14.0%であった。

[Appel KE. et al., 2013; JECFA, 2018]

(参考)グリシドール

・雄 Wister ラット及び雄 ICI/Swiss マウスにおいて、グリシドールはグルタチオン抱合により S-(2,3-ジヒドロキシプロピル)システイン及び 2,3-ジヒドロキシプロピルメルカプツール酸に代謝される。

[Jones AR. , 1975; JECFA, 2018]

(2)急性毒性	<p>LD₅₀ (参考)グリシドールオレイン酸エステル LD₅₀ : 3.35 - 3.69 g/kg bw (ラット、単回経口投与) [Weil CS et al., 1963; 食品安全委員会, 2015b]</p> <p>(参考)グリシドール 450 mg/kg bw (LE マウス、雄、経口投与) 200 mg/kg bw (SD ラット、雌、腹腔内投与) [Anderson HH. et al., 1956; Thompson & Hiles, 1981; JECFA, 2018]</p>
(3)短期毒性	<p>(参考)グリシドール ・NOAEL 25 mg/kg bw/day (B6C3F1 マウス(雌)、14 日間の飲水投与、免疫毒性) [Guo TL. et al., 2000; JECFA, 2018]</p> <p>・NOAEL 30 mg/kg bw/day (SD ラット(雄)、28 日間の飲水投与、神経毒性) [Akane H. et al., 2014; JECFA, 2018]</p>
(4)長期毒性	<p>【遺伝毒性】 グリシドール脂肪酸エステル類から生成するグリシドールは、遺伝毒性発がん物質である可能性を否定することができないと評価。 [食品安全委員会, 2015b; JECFA, 2018]</p> <p>【発がん性】 (参考)グリシドールの発がん性に関する最も低い NOAEL 又は BMDL ・BMDL₁₀ 1.6 mg/kg bw/day (食品安全委員会) ・BMDL₁₀ 2.4 mg/kg bw/day (JECFA) ・T25 10.2 mg/kg bw/day (EFSA) (雄 F344/N ラット、2 年間の経口投与、(投与量: 0, 26.8, 53.6 mg/kg bw/day、精巣鞘膜・腹膜の中皮腫) ※EFSA は、用量反応データが不十分であるとし、ベンチマークドーズ法は用いず、T25 を算出。 [National Toxicology Program, 1990; 食品安全委員会, 2015b; JECFA, 2018; EFSA, 2016]</p> <p>○グリシドールオレイン酸エステル、グリシドールステアリン酸エステル ・IARC グループ: 3 (ヒトに対する発がん性について分類できない) [IARC, 1987]</p> <p>○グリシドール ・IARC グループ: 2A (ヒトに対しておそらく発がん性がある) [IARC, 2000]</p>
6 耐容量	
(1)耐容摂取量	<p>・グリシドール脂肪酸エステル類のリスク評価において、中心となる重要な影響は、体内で生じるグリシドールの</p>

		<p>遺伝毒性発がん性であるとし、耐容摂取量ではなく、動物試験の結果から、用量－反応曲線モデルを用いて、発がんに関する BMDL₁₀ を設定。</p> <p>[JECFA, 2018]</p>																		
	①PTDI/PTWI/PTMI	<p>—</p> <p>(参考)グリシドール 【食品安全委員会】 TDI: 1.6×10^{-3} mg/kg bw なお、グリシドールの発がん性における遺伝毒性の関与が否定できないと考えられたため、TDIと発がんユニットリスクを併記している。</p> <p>[食品安全委員会, 2015b]</p>																		
	②PTDI/PTWI/PTMI の根拠	<p>—</p> <p>(参考)グリシドール 【食品安全委員会】 BMDL₁₀(1.6 mg/kg bw/day)に安全係数を適用して算出 安全係数:1,000(種差:10、個体差:10、毒性重篤性(発がん性):10)</p> <p>[食品安全委員会, 2015b]</p>																		
	(2)急性参照量(ARfD)	設定されていない																		
7	暴露評価	国内外で報告されたグリシドール脂肪酸エステル類(グリシドール当量)の推定経口摂取量は以下のとおり。																		
	(1)推定一日摂取量	<p>【食品安全委員会】 [点推定]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>集団</th> <th>摂取量推定の仮定</th> <th>推定摂取量(μg/kg bw/day) 注)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">成人</td> <td>直接摂取する油脂類(性別・年齢階層別の平均消費量を使用)及び加工食品に使用される油脂類を摂取する場合</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>直接摂取する油脂類(15-19歳男性の平均消費量を用いた場合)及び加工食品に使用される油脂類を摂取する場合</td> <td>0.23</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">生後5か月までの乳児</td> <td>乳児用調製粉乳の濃度の平均値を用いた場合</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>乳児用調製粉乳の濃度の最大値を用いた場合</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">生後6-11か月までの乳児</td> <td>乳児用調製粉乳の濃度の平均値を用いた場合</td> <td>0.36</td> </tr> <tr> <td>乳児用調製粉乳の濃度の最大値を用いた場合</td> <td>0.61</td> </tr> </tbody> </table> <p>注)原典では、mg/kg bw/day 単位であらわしているが、ここでは μg/kg bw/day 単位に換算して示す。</p> <p>[食品安全委員会, 2015b]</p>	集団	摂取量推定の仮定	推定摂取量(μg/kg bw/day) 注)	成人	直接摂取する油脂類(性別・年齢階層別の平均消費量を使用)及び加工食品に使用される油脂類を摂取する場合	0.18	直接摂取する油脂類(15-19歳男性の平均消費量を用いた場合)及び加工食品に使用される油脂類を摂取する場合	0.23	生後5か月までの乳児	乳児用調製粉乳の濃度の平均値を用いた場合	0.75	乳児用調製粉乳の濃度の最大値を用いた場合	1.3	生後6-11か月までの乳児	乳児用調製粉乳の濃度の平均値を用いた場合	0.36	乳児用調製粉乳の濃度の最大値を用いた場合	0.61
集団	摂取量推定の仮定	推定摂取量(μg/kg bw/day) 注)																		
成人	直接摂取する油脂類(性別・年齢階層別の平均消費量を使用)及び加工食品に使用される油脂類を摂取する場合	0.18																		
	直接摂取する油脂類(15-19歳男性の平均消費量を用いた場合)及び加工食品に使用される油脂類を摂取する場合	0.23																		
生後5か月までの乳児	乳児用調製粉乳の濃度の平均値を用いた場合	0.75																		
	乳児用調製粉乳の濃度の最大値を用いた場合	1.3																		
生後6-11か月までの乳児	乳児用調製粉乳の濃度の平均値を用いた場合	0.36																		
	乳児用調製粉乳の濃度の最大値を用いた場合	0.61																		

【JECFA】[点推定]

集団	推定摂取量(μg/kg bw/day)	
	平均摂取群	高摂取群※
成人	0.1 - 0.3	0.2 - 0.8
子ども	0.2 - 1.0	0.4 - 2.1
乳児	0.1 - 3.6	0.3 - 4.9

※95 パーセンタイル値

・乳幼児：乳幼児用調製乳のみを飲用する場合

国/ 地域	食品	推定摂取量(μg/kg bw/day)			
		平均摂取群		高摂取群※	
		LB	UB	LB	UB
カナダ	乳児用調製乳	0.5-1.7	0.7-2.6	0.9-2.4	1.4-3.8
日本	乳児用調製乳	0.3-0.7	0.5-1.1	0.6-0.9	1.0-1.5
	フォローアップミルク	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.3	0.5-0.6
米国	乳児用調製乳	0.9-1.7	0.9-1.7	1.6-2.4	1.6-2.4
	フォローアップミルク	0.2-0.2	0.2-0.2	0.3-0.4	0.3-0.4

※95 パーセンタイル値

[JECFA, 2018]

【EFSA】[点推定]

月齢/年齢	推定摂取量(μg/kg bw/day)			
	平均値		95 パーセンタイル値	
	[最小-最大]		[最小-最大]	
	LB	UB	LB	UB
1 歳未満	0.4-0.7	0.4-0.8	1.2-2.1	1.3-2.2
1 歳以上 3 歳未満	0.4-0.9	0.5-0.9	1 -2.0	1 -2.1
3 歳以上 10 歳未満	0.3-0.9	0.3-1	0.8-1.7	0.8-1.7
10 歳以上 18 歳未満	0.2-0.5	0.2-0.5	0.4-1.1	0.4-1.1
18 歳以上 65 歳未満	0.1-0.3	0.2-0.3	0.3-0.6	0.3-0.7
65 歳以上 75 歳未満	0.1-0.3	0.1-0.3	0.2-0.6	0.3-0.6
75 歳以上	0.1-0.3	0.1-0.3	0.2-0.7	0.2-0.8

・乳児：乳児用調製乳のみを飲用する場合

170 g/kg 体重/日の調製乳(液体)を飲用すると仮定したときの推定摂取量(グリシドール当量)

月齢	推定摂取量(μg/kg bw/day)
----	---------------------

	平均値		95パーセンタイル値	
	LB	UB	LB	UB
1～4ヶ月	1.8	2.1	4.9	4.9

[EFSA, 2016]

【ドイツ】[点推定]

月齢/年齢	推定摂取量(μg/kg bw/day)			
	中央値		95パーセンタイル値	
	LB	UB	LB	UB
0.5歳以上 5歳未満	0.3	0.3	0.9	0.9
14歳以上 80歳未満	0.1	0.1	0.3	0.3

・乳児：乳児用調製乳のみを飲む場合
170 g/kg bw/day の調製乳(液体)を飲むと仮定したときの推定摂取量(グリシドール当量)

月齢	推定摂取量(μg/kg bw/day)	
	中央値(UB)	95パーセンタイル値(UB)
1～4ヶ月	0.7	3.6

[BfR, 2020]

【米国】[点推定]

・乳児：乳児用調製乳及びフォローアップミルクのみを飲む場合

月齢	体重 (中央値) (kg)	乳児用調製乳 消費量 (中央値) (g/kg bw/day)	推定摂取量 (μg/kg bw/day)	
			全て	特定銘柄 のみ
0-1	4.5	186	2	1-3
2-3	6.1	157	2	1-3
4-5	7.7	132	2	1-2

[Spungen J H et al., 2018]

【オーストラリア・ニュージーランド】

・生後3ヶ月の乳児：乳児用調製乳のみを飲む場合

		推定摂取量 (μg/kg bw/day)	
		平均	90%ile 値*
間接法によるデータを利用	LB	0.21	0.42
	MB	0.79	1.58
	UB	1.37	2.75
直接法によるデータを利用		0.40	0.79

※概算として平均値の2倍として概算。

[FSANZ, 2020]

(2)推定方法

・経口摂取したグリシドール脂肪酸エステル類が体内で全て加水分解されてグリシドールが生じ、それがすべて吸収されると仮定。

【食品安全委員会】[点推定]

・食品消費量の仮定

① 食用油脂

(直接摂取する油脂類)

国民健康・栄養調査の大分類「油脂類」の摂取量の国民の平均値と、15-19 歳男性の平均値(性別・年齢階層別の油脂類の摂取量が最大量となる階層)を使用。食料需給表及び貿易統計から品目ごとの国内消費仕向量を推計し、その全体に占める割合で按分して植物油脂の品目別の摂取量を算出。

(加工食品に含まれるマーガリン)

業務用製造量のすべてが加工食品の製造に利用され、製造工程での減耗はなく、製造・流通・消費における廃棄等は2割と仮定し、人口で割って摂取量を算出。

(加工食品に含まれるショートニング)

全製造量の半分が加工食品の製造に利用され、製造工程での減耗はなく、製造・流通・消費における廃棄等はそのうち2割と仮定。全製造量の残りの半分が加工食品の揚げ油として利用されそのうち5割が廃棄されると仮定。これらを人口で割って摂取量を算出。

② 調製粉乳

乳児が全量を調製粉乳によってほ乳したと仮定。ほ乳量は、「日本人の食事摂取基準2010年版」に準じて、生後5か月まで:780 mL/人/日、生後6-11か月まで:525 mL/人/日とした。

・濃度の仮定

① 食用油脂

農林水産省が2012-13(平成24-25)年度に実施した「食品中の3-MCPD 脂肪酸エステル及びグリシドール脂肪酸エステルの含有実態調査」における間接分析法による種類ごとの平均値を使用。動物油脂についてはラードの平均値を使用。綿実油、パーム核油及び落花生油については、米国食品医薬品庁の調査結果の平均値を使用。

② 調製粉乳

農林水産省が2012-13(平成24-25)年度に実施した「食品中の3-MCPD 脂肪酸エステル及びグリシドール脂肪酸エステルの含有実態調査」における乳児用調製粉乳の間接分析法による平均値及び最大値を使用。

[食品安全委員会, 2015b]

【JECFA】[点推定]

- ・2012 年以降に各国が公表したグリシドール脂肪酸エステル類に由来するグリシドールの推定経口摂取量に関する文献を使用。
- ・また、米国、カナダ、日本等が GEMS/Food に提出した含有濃度データと、FAO/WHO のデータベース(CIFOCOS)に掲載された国別の食品消費量を使用。

[JECFA, 2018]

【EFSA】[点推定]

- ・EU の含有実態調査で得られた食品中の平均濃度と各人の一日平均の食品消費量から、個人の推定摂取量を算出し、平均値と 95 パーセンタイル値を食事消費量調査(計 41 調査)ごとに算出。これらの平均値と 95 パーセンタイル値それぞれについて、最小値、中央値、最大値を算出。
- ・EU の含有実態調査の結果をもとに、食品グループごとに 3 種類の方法で平均値を計算
 1. UB; 分析値が LOD 未満だったサンプルを LOD として、LOD 以上 LOQ 未満だったサンプルを LOQ として平均値を計算
 2. MB; 分析値が LOD 未満だったサンプルを 1/2LOD として、LOD 以上 LOQ 未満だったサンプルを 1/2LOQ として平均値を計算
 3. LB; 分析値が LOQ 未満だったサンプルを 0 として計算
- ・調製粉乳のみを飲用する乳児のグリシドール脂肪酸エステル類の摂取量を推定するため、一日当たり体重 1 kg 当たり 170 g の調製粉乳(調乳済みの液体)を摂取すると仮定

[EFSA, 2016]

【ドイツ】[点推定]

- ・EFSA と同様な方法で推定。ただし、ドイツ国内における食品中の含有実態調査で得られた平均濃度と、食事消費量調査で得られた各人の食品の一日平均消費量を用いて個人ごとの摂取量を推定し、中央値と 95%パーセンタイル値を算出。

[BfR, 2020]

【米国】[点推定]

- ・米国内で流通する乳児用調製乳(幼児用及び中鎖脂肪酸を含むものを除く)中の含有実態調査(Leigh and MacMahon 2017 7(2)参照)で得られた平均濃度に、調製乳の標準エネルギー密度と調製乳の密度、乳児の必要エネルギーから算出した消費量(中央値)を乗じ、JECFA 報告の乳児の体重で除して算出。
- ・複数銘柄の製品を飲用した場合と特定銘柄の製品のみを飲用した場合の摂取量を算出。

[Spungen J H et al., 2018]

【オーストラリア・ニュージーランド】[点推定]

・オーストラリア及びニュージーランドの乳児用調製粉乳中の濃度を、間接法及び直接法で分析。
 ・この濃度データに、モデルから算出した生後 3 か月の乳児における一日平均消費量を乗じ、推定摂取量の平均値と 90 パーセントイル値(平均値の 2 倍で概算)を算出。これらの平均値と 90 パーセントイル値それぞれについて、間接法により得たデータを LB (LOD 以下は 0), MB (LOD 以下は 1/2LOD), UB(LOD 以下 LOD)を算出した。

[FSANZ, 2020]

8 MOE(Margin of exposure)

【食品安全委員会】

BMDL₁₀(1.6 mg/kg bw/day、雄ラット、精巣鞘膜・腹膜の中皮腫)に対する MOE

集団	グリシドールの推定摂取量 (mg/kg bw/day)	MOE
成人	1.8 × 10 ⁻⁴	9,100
	2.3 × 10 ⁻⁴	6,900

[食品安全委員会, 2015b]

【JECFA】

BMDL₁₀(2.4 mg/kg bw/day、雄ラット、精巣鞘膜・腹膜の中皮腫)に対する MOE

集団	MOE	
	平均摂取群	高摂取群 [※]
成人	8,000 - 24,000	3,000 - 12,000
子ども	2,400 - 12,000	1,100 - 6,000
乳児	670 - 24,000	490 - 8,000

※90 パーセントイル値又は 95 パーセントイル値

[JECFA, 2018]

【EFSA】

T25(10.2 mg/kg bw/day、雄ラット、腹膜中皮腫)に対する MOE(注:T25 に対する MOE が 25,000 以上の場合は、健康への悪影響が生じる懸念は低いとしている。)

月齢/年齢	MOE(MB で計算した場合)			
	平均値		95%ile 値	
	[最小-最大]		[最小-最大]	
1 歳未満	25,500	12,800	8,500	4,900
1 歳以上 3 歳未満	25,500	11,300	10,200	5,100
3 歳以上 10 歳未満	34,000	11,300	12,800	6,000
10 歳以上 18 歳未満	51,000	20,400	25,500	9,300

18 歳以上 65 歳未満	51,000	34,000	34,000	17,000
65 歳以上 75 歳未満	102,000	34,000	51,000	17,000
75 歳以上	102,000	34,000	51,000	14,600

・乳児：乳児用調製乳のみを飲用する場合

月齢/年齢	経口摂取量 (µg/kg bw/day)			
	平均値		95 パーセンタイル値	
	LB	UB	LB	UB
1 歳未満	5,700	4,900	2,100	2,100

[EFSA, 2016]

【ドイツ】

T25(10.2 mg/kg bw/day、雄ラット、腹膜中皮腫)に対する MOE(注：T25 に対する MOE が 25,000 以上の場合は、健康への悪影響が生じる懸念は低いとしている。)

月齢/年齢	MOE	
	中央値(UB)	95 パーセンタイル値(UB)
14 歳以上 80 歳未満	40,428	15,131

・乳児：乳児用調製乳のみを飲用する場合

月齢/年齢	MOE	
	中央値(UB)	95 パーセンタイル値(UB)
1～4 ヶ月	14,386	2,819

[BfR, 2020]

9 調製・加工・調理による影響

1. 油脂の精製

- ・油脂の精製工程(特に脱臭工程)において、200℃以上で加熱した場合、原料に元々存在するジアシルグリセロール(DAG)やモノアシルグリセロールから生成する。
- ・脱臭工程で 240℃を超える高温で加熱すると、著しく生成する。

油脂中の DAG 濃度が 3-4%以上のとき、DAG 濃度と GE 生成に正の相関があると報告されている。

[Destailats F. et al., 2012; Craft BD. et al., 2012]

2. 精製油脂を用いた加熱調理

- ・精製植物油を用いて食品を揚げたり、精製植物油を原料とする食品を焼いたりした場合、当該油の使用自体により、GE は生成しないが、肉や魚など食品の種類によっては新たに GE が生成することがある。

[Codex, 2019]

【濃度が減少した、又は増加しなかったとの報告】

- ・ パーム油でのポテトチップスの揚げ調理で、揚げ温度が高く、揚げ時間が長くなると、油中の濃度が減少。

		<p>[Aniolowska M. et al., 2016]</p> <ul style="list-style-type: none"> 高オレインひまわり油でのポテトチップの揚げ調理で、油中及び食品中の濃度の変化なし。 <p>[Dingel A. et al., 2015]</p> <ul style="list-style-type: none"> 揚げスナック、焼きクラッカーともに、汎用的な加熱条件では、食品中の GE は増加せず。 <p>[農林水産省, 2019]</p> <p>【濃度が増加したとの報告】</p> <ul style="list-style-type: none"> 肉のパティをガス火でフライパンで調理又は炭火焼き調理すると、高温(250°C)のフライパン調理及び炭火焼き調理により食品中に生成。 <p>[Inagaki R. et al., 2016]</p> <ul style="list-style-type: none"> 魚製品の揚げ工程で、揚げ温度が高く、揚げ時間が長くなると、食品中の濃度が増加。 <p>[Merkle S. et al., 2018]</p> <ul style="list-style-type: none"> マーガリンをフライパンで15分以上加熱したところ、GEが微量に生成。 <p>[Raczyk M. et al., 2018]</p> <p>3. 油脂の保管</p> <ul style="list-style-type: none"> 精製パーム油を-20, 5, 10, 15, 20°Cで保存すると、5, 10, 15°Cの場合にグリシドール脂肪酸エステル類濃度(グリシドール当量)が減少(5°C:0.4 mg/kg/month, 10°C:0.3 mg/kg/month, 15°C:0.2 mg/kg/month)。-20, 20°Cではほとんど変化せず。 <p>[Matthäus B. et al., 2016]</p>																																																															
10	<p>ハザードに汚染される可能性がある農作物/食品の生産実態</p> <p>(1)農産物/食品の種類</p> <p>(2)国内の生産実態</p>	<ul style="list-style-type: none"> 食用精製油脂及びそれを原材料とする加工食品 植物油国内供給量(2019) <table border="1" data-bbox="699 1301 1410 1973"> <thead> <tr> <th rowspan="2">植物油の種類</th> <th colspan="3">供給量(1,000 t)</th> </tr> <tr> <th>国内で搾油</th> <th>輸入油</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>菜種油</td> <td>1,014</td> <td>38</td> <td>1,052</td> </tr> <tr> <td>パーム油</td> <td>-</td> <td>779</td> <td>779</td> </tr> <tr> <td>大豆油</td> <td>489</td> <td>11</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>パーム核油</td> <td>-</td> <td>74</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>こめ油</td> <td>67</td> <td>33</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>とうもろこし油</td> <td>81</td> <td>0</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>オリーブ油</td> <td>-</td> <td>73</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>やし油</td> <td>-</td> <td>53</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>ごま油</td> <td>53</td> <td>3</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>ひまわり油</td> <td>-</td> <td>28</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>綿実油</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>サフラワー油</td> <td>-</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>その他の油脂</td> <td>0</td> <td>71</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>1,642</td> <td>1,145</td> <td>2,787</td> </tr> </tbody> </table> <p>[日本植物油協会]</p>	植物油の種類	供給量(1,000 t)			国内で搾油	輸入油	合計	菜種油	1,014	38	1,052	パーム油	-	779	779	大豆油	489	11	500	パーム核油	-	74	74	こめ油	67	33	100	とうもろこし油	81	0	81	オリーブ油	-	73	73	やし油	-	53	53	ごま油	53	3	56	ひまわり油	-	28	28	綿実油	5	3	8	サフラワー油	-	7	7	その他の油脂	0	71	71	合計	1,642	1,145	2,787
植物油の種類	供給量(1,000 t)																																																																
	国内で搾油	輸入油	合計																																																														
菜種油	1,014	38	1,052																																																														
パーム油	-	779	779																																																														
大豆油	489	11	500																																																														
パーム核油	-	74	74																																																														
こめ油	67	33	100																																																														
とうもろこし油	81	0	81																																																														
オリーブ油	-	73	73																																																														
やし油	-	53	53																																																														
ごま油	53	3	56																																																														
ひまわり油	-	28	28																																																														
綿実油	5	3	8																																																														
サフラワー油	-	7	7																																																														
その他の油脂	0	71	71																																																														
合計	1,642	1,145	2,787																																																														

・パーム油の国別輸入量(2019)

国	輸入量(t)
マレーシア	507,485
インドネシア	270,789
コロンビア	305
シンガポール	69

[財務省]

・食用加工油脂等生産量(2019)

品目	生産量(t)
マーガリン	170,189
ファットスプレッド	51,450
ショートニング	220,438
精製ラード	24,744
食用精製加工油脂	36,706
その他食用加工油脂	178,111

[日本マーガリン工業会]

・牛乳乳製品生産量(2019)

品目	生産量(t)
調製粉乳	27,336
バター	62,441

[農林水産省]

11 汚染防止・リスク低減方法

【精製油及び精製油を用いた製品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類の低減のための実施規範(CXC 79-2019)】【食品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類低減のための手引き】

- ・前駆体の濃度が低い原料の選択や、原料輸送時や搾油時における前駆体の増加の抑制
- ・食用油の精製時における 3-MCPDE や GE の生成の防止・抑制
- ・加工食品の原料に使用する食用精製油(加工油脂を含む。)について、3-MCPDE や GE が低濃度のものへの変更

を軸に、3-MCPDE・GE の低減対策を掲載(詳細は別紙 3 を参照)。

[Codex, 2019; 農林水産省, 2020a]

【その他】

- ・欧州植物油及びプロテインミール業界(FEDIOL)は、油脂の製造工程で適用できる可能性がある低減技術及びそれを適用する際の制約を一覧にまとめて公表。

[FEDIOL, 2015]

- ・ドイツ食品法・食品科学連盟(BLL)は、油脂原料の生産、油脂の製造、油脂を用いた加工及び調理の各過程で適用できる可能性がある低減技術及びそれを適用する際の制約を一覧にまとめて公表。

		[BLL, 2016]
12	リスク管理を進める上で不足しているデータ等	<p>【基礎的な知見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体内動態、毒性 ・油脂を原料とする加工食品（特に乳児用調製乳）に適用できる、妥当性が確認された分析法 <p>【低減技術に関する知見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食品の品質や他の有害化学物質への影響が少なく、産業的に実行できる、油脂や油脂を原料とする加工食品中の濃度の低減技術 <p>【より現実的な摂取量の推定に必要な知見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加工調理による濃度の増減 ・油脂を原料とする加工食品中の含有実態 ・油脂や油脂を原料とする加工食品の消費量
13	消費者の関心・認識	<p>国際的に、特に乳幼児の健康保護の観点から関心が高まりつつある。</p> <p>国内では、農林水産省が2020年に実施したアンケート（消費者以外の事業者等を含む。）では、グリシドール脂肪酸エステル類について、「非常に関心がある」と「関心がある」を合わせて30%との結果がある。</p> <p>[農林水産省, 2020b]</p>
14	その他	<p>【JECFA】</p> <p>2016年にリスク評価を実施し、下記を勧告した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・（特に乳児用調製乳の原料として使用する）油脂中のグリシドール及びグリシドール脂肪酸エステル類の濃度を低減するための努力が必要 ・食品中のグリシドール脂肪酸エステル類の摂取量をより精緻に測定するための指標（バイオマーカー）を開発すべき ・油脂を含む複雑な加工食品について、複数試験室で妥当性が確認された分析法が確立していないことから、分析法に関する国際的な合同試験を実施すべき ・油脂中の含有実態データ及び分析法の情報を国際的なデータベース（GEMS/Food）に提供すべき <p>[JECFA, 2018]</p> <p>【農林水産省】</p> <p>2017年度レギュラトリーサイエンス新技術開発事業で、加工食品中のグリシドール脂肪酸エステル類について、EFSAが報告した酸間接分析法及び酵素的間接分析法を一部改良し、米菓、即席麺、天ぷら、ビスケット、冷凍鶏唐揚げについて妥当性を確認。また、「揚げ」及び「焼き」のモデル加工品（揚げポテトスナック、焼きクラッカー）を用いて、加熱調理によるグリシドール脂肪酸エステル類の生成への影響を調べたところ、今回の研究で用いた条件では</p>

		<p>グリシドール脂肪酸エステル類が調理前後で増加しなかった。</p> <p style="text-align: right;">[農林水産省, 2019]</p> <p>安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業のうち課題解決型プロジェクト研究(食品安全対応プロジェクト)において、食品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類に関する研究(食用精製油脂中の 3-MCPDE、GE 濃度の管理技術の開発、食用精製油脂を用いた加熱調理が加工食品中の 3-MCPDE、GE 生成に及ぼす影響の解明)を実施(2018~2022 年度まで実施予定)。</p> <p style="text-align: right;">[農林水産省, 2018b]</p> <p>【食品安全委員会】</p> <p>「高濃度にジアシルグリセロール(DAG)を含む食品」に関連する情報(Q&A)において、以下の内容を記載。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食用油に含まれるグリシドール脂肪酸エステルが等モル量のグリシドールに変換されるという仮定の下、過大に見積もって試算しても、一定の暴露マージンが確保されている。また、グリシドール脂肪酸エステル摂取による健康被害の報告は確認されておらず、現在使用されている食用油の摂取について、直接健康影響を示唆するものではない。 ・調製粉乳について、グリシドール脂肪酸エステル摂取による健康被害の報告は確認されておらず、我が国で流通する調製粉乳に含まれるグリシドール脂肪酸エステル濃度は諸外国と比べて低い実態にある。現在得られている知見からは、直接健康影響を示唆するものではない。 調製粉乳には母乳に含まれる栄養素がバランスよく含まれており、特に母乳を与えることができない場合、乳幼児が育つ上で不可欠で代替品のない食品であり、栄養不良によるリスクも勘案すると、これまで通り与えることが重要。 <p style="text-align: right;">[食品安全委員会, 2015a]</p>
15	出典・参考文献	<p>Akane H. et al. (2014). Glycidol induces axonopathy and aberrations of hippocampal neurogenesis affecting late-stage differentiation by exposure to rats in a framework of 28-day toxicity study. <i>Toxicology Letters</i>, 224, 424-32.</p> <p>Anderson HH. et al. (1956). The toxicology of glycidol and some glycidyl ethers. <i>AMA Archives of Industrial Health</i>, 14:250-64.</p> <p>Aniolowska M. et al. (2016). The Effect of frying on glycidyl esters content in palm oil. <i>Food Chemistry</i>. 203. 95-103.</p> <p>Appel KE. et al. (2013). Relative oral bioavailability of glycidol from glycidyl fatty acid esters.</p>

- rs in rats. Arch Toxicol, 87:1649-59. Arch Toxicol. 87(9). 1649-59.
- BfR. (2009). Erste Einschätzung zur Bewertung der in raffinierten pflanzlichen Fetten nachgewiesenen Gehalte von Glycidol-Fettsäureestern.
- BfR. (2020). Gesundheitliche Risiken durch hohe Gehalte an 3-MCPD- und Glycidyl-Fettsäureestern in bestimmten Lebensmitteln möglich..
- BLL. (2016). Toolbox for the Mitigation of 3-MCPD Esters and Glycidyl Esters in Food. <https://www.bll.de/de/lebensmittel/sicherheit/unerwunschte-stoffe-kontaminanten/3-mcpd-und-glycidyl-fettsaeureester/toolbox-minimierung-3-mcpd-glycidyl>
- CFS. (2020). Proposed Amendments to the Harmful Substances in Food Regulations (Cap. 132AF). https://www.cfs.gov.hk/english/whatsnew/whatsnew_fstr/whatsnew_fstr_Food_Regulations_Harmful_Substances.html (accessed on December 15 2020).
- Codex. (2019). Code of Practice for the Reduction of 3-Monochloropropane-1,2-Diol Esters (3-MCPDEs) and Glycidyl Esters (GEs) in Refined Oils and Food Products Made With Refined Oils (CXC 79-2019). http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B79-2019%252FCXC_079e.pdf.
- Craft BD. et al. (2012). Glycidyl esters in refined palm (*Elaeis guineensis*) oil and related fractions. Part II: Practical recommendations for effective mitigation. Food Chemistry, 132. 73-79.
- Destailats F. et al. (2012). Glycidyl esters in refined palm (*Elaeis guineensis*) oil and related fractions Part I: Formation mechanism. Food Chemistry, 131, 1391-1398.
- Dingel A. et al. (2015). Esters of 3-monochloropropane-1,2-diol and glycidol: no formation by deep frying during large-scale production of potato crisps. European Food Research and Technology. 241. 719-723.
- EEU. (2019). ПРИЛОЖЕНИЕ к Решению Коллегии Евразийской экономической комиссии от 6 августа 2019 г. № 132. EEU.
- EFSA. (2016). Scientific opinion on the risks for

- human health related to the presence of 3 - and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. *EFSA Journal*, 14(5): 4426.
- EU. (2018). COMMISSION REGULATION (EU) 2018/290. Official Journal of the European Union.
- EU. (2020). COMMISSION REGULATION (EU) 2020/1322 of 23 September 2020 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of 3 - monochloropropane diol (3-MCPD), 3-MCPD fatty acid esters and glycidyl fatty acid esters in certain foods (Text with EEA relevance. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=urisrv%3A0J.L_.2020.310.01.0002.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2020%3A310%3ATOC.(accessed September 29).
- FEDIOL. (2015). Review of mitigation measure for 3-MCPD esters and Glycidyl esters, June 2015. <http://www.fediol.be/data/FEDIOL%20Review%20of%20Mitigation%20Measure%20MCPD%20Esters%20and%20Glycidyl%20Esters%20-%2024%20June%202015.pdf>.
- FSANZ. (2020). Preliminary risk assessment of 3-monochloropropanediol (3-MCPD) glycidyl esters from infant formula. <https://www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/3-MCPD-&glycidol-in-oil-and-infant-formula.aspx>.
- Guo TL. et al. (2000). Glycidol modulation of the immune responses in female B6C3F1 mice. *Drug and Chemical Toxicology*, 23, 433-57.
- Honda H. et al. (2014). Characterization of glycidol-hemoglobin adducts as biomarkers of exposure and in vivo dose. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 275, 213-220. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 275. 213-220.
- IARC. (1987). IARC Monographs, Supplement 7. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/suppl7/Suppl7.pdf>.
- IARC. (2000). IARC Monographs, Volume 77
- Inagaki R. et al. (2016). Formation of Glycidol Fatty Acid Esters in Meat Samples Cooked by Various Methods. *Journal of Food Processing & Technology*. 7(2).
- JECFA. (2018). Safety evaluation of certain contaminants in food. 575-664.
- Jones AR. . (1975). The metabolism of 3-chloro-, 3-bromo- and 3-iodopropan-1,2-diol in rats a

- nd mice. *Xenobiotica*. 5(3). 155-165.
- Matthäus B. et al. (2016). Degradation of glycidyl esters in RBD palm oil as a function of storage conditions. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 245. 196-204.
- Merkle S. et al. (2018). Mitigation strategies for ester bound 2-/3-MCPD and esterified glycidol in pre-fried breaded and frozen fish products. *Food Chem*. 245.196-204.
- MPOB. (2020). Pk (EL) MPOB 03/2020. <http://led.mpob.gov.my/wp-content/uploads/2020/10/PK-EL-MPOB032020.pdf>.(Accessed on January 6th).
- National Toxicology Program. (1990). NTP Toxicology and Carcinogenesis Studies of Glycidol (CAS No. 556-52-5) In F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies). *Natl Toxicol Program Tech Rep Ser. Mar*; 974: 1-229.
- Nomeir AA. et al. (1995). Comparative disposition of 2,3-epoxy-1-propanol (glycidol) in rats following oral and intravenous administration. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 44, 203-217.
- Raczyk M. et al. (2018). Impact of added Phytosteryl/Phytostanyl Fatty Acid Esters on Chemical Parameters of Margarines upon Heating and Pan-Frying. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. 120. 1700181.
- Spungen J H et al. (2018). Estimated US infant exposures to 3-MCPD esters and glycidyl esters from consumption of infant formula. *Food Additives & contaminants: Part A*. 35(6).1085-1092.
- Taiwan FDA. (2020). Draft Sanitation Standard for Contaminants and Toxins in Food - amended the Article 5 Appendix 3 and Article 6. https://members.wto.org/crnattachments/2020/SPS/TPKM/20_6315_00_e.pdf.
- Thompson & Hiles. (1981). A method for determining the maximum tolerated dose for in vivo cytogenetic analysis. *Food and Cosmetics Toxicology*, 19:347-51.
- Wakabayashi K. et al. (2012). Species differences in toxicokinetic parameters of glycidol after a single dose of glycidol or glycidol linoleate in rats and monkeys. *The Journal of Toxicological Sciences*, 37(4), 691-698. *J. Toxicol. Sci.* 37(4). 691-698.
- Weil CS et al. (1963). Experimental Carcinogenicity and Acute Toxicity Of Representative Epoxides. *American Industrial Hygiene As*

sociation Journal, 24(4), 305-325.

財務省. 貿易統計. <https://www.customs.go.jp/toukei/srch/index.htm?M=01&P=0>. (accessed December 15).

食品安全委員会. (2015a). 高濃度にジアシルグリセロール (DAG) を含む食用油等に関連する情報 (Q & A) . http://www.fsc.go.jp/sonota/dag/dag1_qa_20150310.pdf.

食品安全委員会. (2015b). 高濃度にジアシルグリセロールを含む食品の安全性評価書. <https://www.fsc.go.jp/fsciis/attachedFile/download?retrievalId=kya20050920001&fileId=200>.

日本マーガリン工業会. 食用加工油脂生産統計. <http://www.j-margarine.com/datalist/index.html>. (accessed June 16, 2020).

日本植物油協会. 植物油の道 6.日本の植物油事情 (3) 日本の植物油供給. https://www.oil.or.jp/kiso/seisan/seisan06_03.html(accessed November 10, 2020).

農林水産省. (2014). 平成 24～25 年度 (2012～2013) 食品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル及びグリシドール脂肪酸エステルの含有実態調査の結果について. http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/c_propanol/content/ester_surveyH2425.html.

農林水産省. (2016). 平成 26 年度 (2014) 食品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類の含有実態調査の結果について. http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/c_propanol/content/ester_surveyH26.html.

農林水産省. (2018a). 平成 28 年度食品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類の含有実態調査の結果について. http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/c_propanol/content/ester_surveyH28.html.

農林水産省. (2018b). 安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業のうち課題解決型プロジェクト研究 (食品安全対応プロジェクト) . http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory_science/kadai_jisshi.html#kadai_shokuhin.

農林水産省. (2019). 油脂を用いた加熱調理が、食材中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類の生成に及ぼす影響を握するための分析法の開発. http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory_science/pdf/2901.pdf.

農林水産省. (2020a). 食品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類の低減のための手引き. <https://www.maff.go.jp/j/>

syouan/seisaku/c_propanol/pdf/CoP.pdf.

農林水産省. (2020b). 令和2年度リスク管理検討会
(第1回). https://www.maff.go.jp/j/study/risk_kanri/r2-1/attach/pdf/index-12.pdf.

農林水産省. 牛乳乳製品統計. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500225&tstat=000001015114&cycle=7&year=20190&month=0&tclass1=000001015842&tclass2=000001143587>. (accessed October 28).

食品中のグリシドール脂肪酸エステル類含有実態調査の結果(2012 - 2013 年度)

表1 グリシドール脂肪酸エステル類の濃度の総量(遊離したグリシドール濃度)

食品名	濃度範囲 (mg/kg 油脂当たりの濃度)			
	2014 年度調査	2013 年度調査	(参考) 海外における報告	
食用植物油 ^{*1}		<0.3 - 6.8	<LOQ ^{*2} - 10.52	S. MacMahon (2013) ^{*3}
アブラヤシ油		0.8 - 2.0		
バター	<0.06	<0.06	<0.025	J. Kuhlman (2011)
マーガリン	<0.2 - 2.3	0.14 - 1.1	<0.15 5.0	C. Crews (2012)
ショートニング	<0.2 - 3.9	0.7 - 1.3	0.1 - 4.2	T. Haines (2011) ^{*3}
ラード	0.08 - 0.61	<0.06 - 0.07	-	-
魚油を主成分とする食品	<0.06 - 2.0	0.12 - 0.34	<0.1 - 1.2	J. Kuhlman (2011)
調製粉乳等	<0.2 - 0.7	<0.06 - 0.53	<0.1 - 2.6 <0.15 - 1.30	R. Weibhaar (2011) F. Wohrlin (2015)

*1 2012-2013 年度の調査結果 *2 文献中に定量下限の記載なし *3 直接分析法による分析値

(1) 食用植物油

表2 グリシドール脂肪酸エステル類の濃度の総量(遊離したグリシドール濃度)(食品中の濃度)

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	食用植物油	119	0.3	57	< 0.3	6.8	0.9	0.3
2012-13	アブラヤシ油	5	0.3	0	0.8	2.0	1.2	1.2
2012	あまに油	1	0.3	1	-	-	0	-
2012-13	オリーブ油	10	0.3	8	< 0.3	1.6	0.2	-
	エキストラバージンオリーブ油	5	0.3	5	-	-	0	-
	ピュアオリーブ油	5	0.3	3	< 0.3	1.6	0.4	-
2013	ココヤシ油	3	0.3	3	-	-	0.1	-
2012-13	ごま油	30	0.3	28	< 0.3	1.1	0.2	-
	未精製油	20	0.3	19	< 0.3	0.9	0.2	-
	精製油	10	0.3	9	< 0.3	1.1	0.2	-
2012-13	こめ油	24	0.3	0	1.0	6.8	2.9	2.3
2012	サフラワー油 (紅花油)	4	0.3	3	< 0.3	0.3	0.2	-
2012	大豆油	3	0.3	3	-	-	0.1	-
2012-13	とうもろこし油	12	0.3	1	< 0.3	1.6	1.0	1.1
2012-13	なたね油	8	0.3	6	< 0.3	0.6	0.2	-
	未精製油	4	0.3	4	-	-	0	-
	精製油	4	0.3	2	< 0.3	0.6	0.3	-
2012-13	ひまわり油	7	0.3	4	< 0.3	0.3	0.2	-
	未精製油	4	0.3	4	-	-	0.1	-
	精製油	3	0.3	0	0.3	0.3	0.3	0.3

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	ぶどう種子油	4	0.3	0	0.5	2.1	1.2	1.2
2012	その他	8	0.3	0	0.3	3.9	1.1	0.7

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限の 1/2 として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限の 1/2 として平均値を算出しました。

参考表1 グリシドール脂肪酸エステル類(グリシドールに換算した濃度)の直接分析法による分析結果

調査年度	食品名	試料点数	最小値 (mg/kg) (UB) ^(注1)	最大値 (mg/kg) (UB) ^(注1)	平均値 (mg/kg) (LB) ^(注2)	平均値 (mg/kg) (UB) ^(注1)
2012-13	食用植物油脂	119	0.04	6.6	0.83	0.87
2012-13	アブラヤシ油	5	0.53	1.9	0.93	0.94
2012	あまに油	1	0.04	0.04	0	0.04
2012-13	オリーブ油	10	0.04	1.4	0.18	0.22
	エキストラバージンオリーブ油	5	0.04	0.06	0	0.05
	ピュアオリーブ油	5	0.06	1.4	0.36	0.40
2013	ココヤシ油	3	0.06	0.18	0.06	0.11
2012-13	ごま油	30	0.04	0.96	0.09	0.14
	未精製油	20	0.04	0.79	0.06	0.11
	精製油	10	0.07	0.96	0.16	0.20
2012-13	こめ油	24	0.86	6.6	2.8	2.9
2012	サフラワー油(紅花油)	4	0.11	0.23	0.13	0.16
2012	大豆油	3	0.13	0.18	0.08	0.14
2012-13	とうもろこし油	12	0.07	1.5	0.73	0.77
2012-13	なたね油	8	0.04	0.45	0.10	0.14
	未精製油	4	0.04	0.06	0	0.05
	精製油	4	0.12	0.45	0.19	0.23
2012-13	ひまわり油	7	0.04	0.27	0.11	0.15
	未精製油	4	0.04	0.23	0.04	0.09
	精製油	3	0.20	0.27	0.20	0.24
2012-13	ぶどう種子油	4	0.29	2.0	1.1	1.1
2012	その他	8	0.19	2.2	0.76	0.78

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限として算出しました。

(注2) 定量下限未満の濃度を 0 として平均値を算出しました。

参考表2 グリシドールパルミチン酸エステルの直接分析法による分析結果

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (UB) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	食用植物油脂	119	0.10	66	< 0.10	3.5	0.41	-
2012-13	アブラヤシ油	5	0.10	0	0.61	2.3	1.1	0.71
2012	あまに油	1	0.10	1	-	-	0.04	-
2012-13	オリーブ油	10	0.10	9	< 0.10	0.47	0.10	-
	エキストラバージンオリーブ油	5	0.10	5	-	-	0.04	-
	ピュアオリーブ油	5	0.10	4	< 0.10	0.47	0.15	-
2013	ココヤシ油	3	0.10	2	< 0.10	0.22	0.12	-
2012-13	ごま油	30	0.10	28	< 0.10	0.22	0.08	-
	未精製油	20	0.10	19	< 0.10	0.22	0.08	-
	精製油	10	0.10	9	< 0.10	0.20	0.08	-
2012-13	こめ油	24	0.10	0	0.34	3.5	1.3	1.1
2012	サフラワー油(紅花油)	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2012	大豆油	3	0.10	3	-	-	0.08	-
2012-13	とうもろこし油	12	0.10	1	< 0.10	0.72	0.34	0.34
2012-13	なたね油	8	0.10	8	-	-	0.05	-
	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.04	-
	精製油	4	0.10	4	-	-	0.06	-
2012-13	ひまわり油	7	0.10	7	-	-	0.07	-
	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.06	-
	精製油	3	0.10	3	-	-	0.08	-
2012-13	ぶどう種子油	4	0.10	0	0.10	0.51	0.30	0.28
2012	その他	8	0.10	3	< 0.10	0.89	0.34	0.20

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限として平均値を算出しました。

(注2) 検出下限は 0.04 mg/kg です。

参考表3 グリシドールリノレン酸エステルの直接分析法による分析結果

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (UB) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	食用植物油脂	119	0.10	100	< 0.10	0.67	0.09	-
2012-13	アブラヤシ油	5	0.10	5	-	-	0.04	-
2012	あまに油	1	0.10	1	-	-	0.04	-
2012-13	オリーブ油	10	0.10	10	-	-	0.05	-
	エキストラバージンオリーブ油	5	0.10	5	-	-	0.04	-
	ピュアオリーブ油	5	0.10	5	-	-	0.05	-
2013	ココヤシ油	3	0.10	3	-	-	0.04	-
2012-13	ごま油	30	0.10	30	-	-	0.04	-

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (UB) (注1)	中央値 (mg/kg)
	未精製油	20	0.10	20	-	-	0.04	-
	精製油	10	0.10	10	-	-	0.04	-
2012-13	こめ油	24	0.10	7	< 0.10	0.35	0.18	0.14
2012	サフラワー油(紅花油)	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2012	大豆油	3	0.10	3	-	-	0.10	-
2012-13	とうもろこし油	12	0.10	12	-	-	0.08	-
	なたね油	8	0.10	8	-	-	0.06	-
2012-13	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.04	-
	精製油	4	0.10	4	-	-	0.07	-
	ひまわり油	7	0.10	7	-	-	0.05	-
2012-13	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.06	-
	精製油	3	0.10	3	-	-	0.04	-
2012-13	ぶどう種子油	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2012	その他	8	0.10	6	< 0.10	0.67	0.20	-

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限として平均値を算出しました。

(注2) 検出下限は 0.04 mg/kg です。

参考表4 グリシドールリノール酸エステルの直接分析法による分析結果

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (UB) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	食用植物油脂	119	0.10	36	< 0.10	11	1.5	0.31
2012-13	アブラヤシ油	5	0.10	0	0.34	1.2	0.67	0.65
2012	あまに油	1	0.10	1	-	-	0.04	-
	オリーブ油	10	0.10	8	< 0.10	0.77	0.13	-
2012-13	エキストラバージンオリーブ油	5	0.10	5	-	-	0.04	-
	ピュアオリーブ油	5	0.10	3	< 0.10	0.77	0.22	-
2013	ココヤシ油	3	0.10	3	-	-	0.06	-
	ごま油	30	0.10	14	< 0.10	1.9	0.24	0.10
2012-13	未精製油	20	0.10	11	< 0.10	1.8	0.19	-
	精製油	10	0.10	3	< 0.10	1.9	0.36	0.21
2012-13	こめ油	24	0.10	0	1.5	11	5.1	4.1
2012	サフラワー油(紅花油)	4	0.10	2	< 0.10	0.17	0.13	-
2012	大豆油	3	0.10	0	0.23	0.45	0.33	0.31
2012-13	とうもろこし油	12	0.10	1	< 0.10	3.7	1.9	1.9
	なたね油	8	0.10	4	< 0.10	0.36	0.13	-
2012-13	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.04	-
	精製油	4	0.10	0	0.13	0.36	0.22	0.19

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (UB) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	ひまわり油	7	0.10	3	< 0.10	0.66	0.24	0.12
	未精製油	4	0.10	3	< 0.10	0.24	0.09	-
	精製油	3	0.10	0	0.12	0.66	0.44	0.54
2012-13	ぶどう種子油	4	0.10	0	0.67	6.5	3.4	3.3
2012	その他	8	0.10	0	0.35	3.1	1.0	0.75

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限として平均値を算出しました。

(注2) 検出下限は 0.04 mg/kg です。

参考表5 グリシドールオレイン酸エステル直接分析法による分析結果

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (UB) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	食用植物油脂	119	0.10	33	< 0.10	14	1.8	0.39
2012-13	アブラヤシ油	5	0.10	0	1.2	4.4	2.3	2.3
2012	あまに油	1	0.10	1	-	-	0.04	-
2012-13	オリーブ油	10	0.10	5	< 0.10	4.9	0.69	-
	エキストラバージンオリーブ油	5	0.10	5	-	-	0.05	-
	ピュアオリーブ油	5	0.10	0	0.12	4.9	1.3	0.52
2013	ココヤシ油	3	0.10	1	< 0.10	0.36	0.19	0.12
2012-13	ごま油	30	0.10	16	< 0.10	1.9	0.22	-
	未精製油	20	0.10	13	< 0.10	1.4	0.16	-
	精製油	10	0.10	3	< 0.10	1.9	0.35	0.19
2012-13	こめ油	24	0.10	0	1.8	14	6.1	4.7
2012	サフラワー油(紅花油)	4	0.10	0	0.28	0.76	0.50	0.47
2012	大豆油	3	0.10	2	< 0.10	0.10	0.10	-
2012-13	とうもろこし油	12	0.10	1	< 0.10	2.0	1.1	1.1
2012-13	なたね油	8	0.10	4	< 0.10	1.4	0.36	-
	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.06	-
	精製油	4	0.10	0	0.31	1.4	0.67	0.47
2012-13	ひまわり油	7	0.10	3	< 0.10	0.99	0.30	0.19
	未精製油	4	0.10	3	< 0.10	0.58	0.17	-
	精製油	3	0.10	0	0.19	0.99	0.46	0.21
2012-13	ぶどう種子油	4	0.10	0	0.39	1.7	0.99	0.93
2012	その他	8	0.10	0	0.27	5.5	1.9	1.1

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限として平均値を算出しました。

(注2) 検出下限は 0.04 mg/kg です。

参考表6 グリシドールステアリン酸エステル類の直接分析法による分析結果

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (UB) (注1)	中央値 (mg/kg)
2012-13	食用植物油脂	119	0.10	84	< 0.10	0.52	0.11	-
2012-13	アブラヤシ油	5	0.10	2	< 0.10	0.33	0.16	0.10
2012	あまに油	1	0.10	1	-	-	0.04	-
2012-13	オリーブ油	10	0.10	9	< 0.10	0.20	0.06	-
	エキストラバージンオリーブ油	5	0.10	5	-	-	0.04	-
	ピュアオリーブ油	5	0.10	4	< 0.10	0.20	0.08	-
2013	ココヤシ油	3	0.10	2	< 0.10	0.10	0.06	-
2012-13	ごま油	30	0.10	28	< 0.10	0.35	0.06	-
	未精製油	20	0.10	19	< 0.10	0.19	0.05	-
	精製油	10	0.10	9	< 0.10	0.35	0.09	-
2012-13	こめ油	24	0.10	4	< 0.10	0.52	0.23	0.18
2012	サフラワー油(紅花油)	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2012	大豆油	3	0.10	3	-	-	0.04	-
2012-13	とうもろこし油	12	0.10	10	< 0.10	0.12	0.09	-
2012-13	なたね油	8	0.10	8	-	-	0.04	-
	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.04	-
	精製油	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2012-13	ひまわり油	7	0.10	7	-	-	0.04	-
	未精製油	4	0.10	4	-	-	0.04	-
	精製油	3	0.10	3	-	-	0.04	-
2012-13	ぶどう種子油	4	0.10	1	< 0.10	0.37	0.22	0.20
2012	その他	8	0.10	5	< 0.10	0.18	0.10	-

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限として平均値を算出しました。

(注2) 検出下限は 0.04 mg/kg です。

(2) 油脂の含有率の高い食品等

表3 グリシドール脂肪酸エステル類の濃度の総量(遊離したグリシドール濃度)(食品中の濃度)

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (注1)	中央値 (mg/kg)
2013	バター	5	0.06 ^(注2)	5 ^(注2)	-	-	0.01	-
2014	バター	20	0.06 ^(注2)	20 ^(注2)	-	-	0.02	-
2013	マーガリン	15	0.06 ^(注2)	0 ^(注2)	0.12	0.91	0.50	0.44
2014	マーガリン	50	0.2 ^(注2)	15 ^(注2)	< 0.2	1.9	0.4	0.3
2013	ショートニング	3	0.06	0	0.7	1.3	1.0	1.0
2014	ショートニング	30	0.2	6	< 0.2	3.9	0.9	0.6
2013	ラード	3	0.06	1	< 0.06	0.07	0.05	0.06
2014	ラード	20	0.06	0	0.08	0.61	0.23	0.22

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg) (注1)	中央値 (mg/kg)
2013	魚油を主成分とする食品	4	0.06	0	0.12	0.34	0.23	0.22
2014	魚油を主成分とする食品	30	0.06	5	< 0.06	2.0	0.79	0.74
2013	調製粉乳等	21	0.06 ^(注2)	1 ^(注2)	< 0.02	0.11	0.04	0.04
2013	乳児用調製粉乳	8	0.06 ^(注2)	1 ^(注2)	< 0.02	0.07	0.04	0.05
2013	フォローアップミルク	6	0.06 ^(注2)	0 ^(注2)	0.02	0.07	0.04	0.03
2013	特殊用途育児用粉乳	7	0.06 ^(注2)	0 ^(注2)	0.02	0.11	0.04	0.03
2014	調製粉乳等	40	0.2 ^(注2)	34 ^(注2)	< 0.04	0.1	0.02	-
2014	乳児用調製粉乳	15	0.2 ^(注2)	13 ^(注2)	< 0.06	0.1	0.03	-
2014	フォローアップミルク	12	0.2 ^(注2)	11 ^(注2)	< 0.04	0.1	0.01	-
2014	特殊用途育児用粉乳	13	0.2 ^(注2)	10 ^(注2)	< 0.04	0.1	0.02	-

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限の 1/2 として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限の 1/2 として平均値を算出しました。

(注2) バター、マーガリン、調製粉乳等については、食品から油脂を抽出してから 3-MCPD 脂肪酸エステル濃度を測定したため、定量下限は油脂当たりの濃度で示しました。また、定量下限未満の点数は、油脂当たりの濃度を測定したときに定量下限未満だったものの点数を記載しました。

参考表7 グリシドール脂肪酸エステル類の直接分析法による分析結果(油脂当たりの濃度(グリシドールに換算した濃度の合計値))

調査年度	食品名	試料点数	最小値 (mg/kg) (UB) ^(注1)	最大値 (mg/kg) (UB) ^(注1)	平均値 (mg/kg) (LB) ^(注2)	平均値 (mg/kg) (UB) ^(注1)
2013	バター	5	0.04	0.04	0	0.04
2014	バター	20	0.03	0.03	0	0.03
2013	マーガリン	15	0.15	1.1	0.49	0.51
2014	マーガリン	50	0.1	1.8	0.5	0.5
2013	ショートニング	3	0.52	1.1	0.71	0.73
2014	ショートニング	30	0.1	3.6	0.8	0.8
2013	ラード	3	0.07	0.09	0.01	0.08
2014	ラード	20	0.05	0.19	0.03	0.08
2013	魚油を主成分とする食品	4	0.04	0.12	0.02	0.07
2014	魚油を主成分とする食品	30	-	-	-	-
2013	調製粉乳等	21	0.07	0.39	0.11	0.15
2013	乳児用調製粉乳	8	0.11	0.25	0.12	0.16
2013	フォローアップミルク	6	0.07	0.26	0.09	0.14
2013	特殊用途育児用粉乳	7	0.10	0.39	0.10	0.15

調査年度	食品名	試料点数	最小値 (mg/kg) (UB) ^(注1)	最大値 (mg/kg) (UB) ^(注1)	平均値 (mg/kg) (LB) ^(注2)	平均値 (mg/kg) (UB) ^(注1)
2014	調製粉乳等	40	0.1	0.2	0.04	0.1
2014	乳児用調製粉乳	15	0.1	0.2	0.05	0.1
2014	フォローアップミルク	12	0.1	0.2	0.04	0.1
2014	特殊用途育児用粉乳	13	0.1	0.2	0.05	0.1

(注1) 検出下限未満の濃度を検出下限として、検出下限以上かつ定量下限未満の濃度を定量下限として算出しました。

(注2) 定量下限未満の濃度を0として平均値を算出しました。

参考表8 グリシドールパルミチン酸エステルの直接分析法による分析結果(油脂当たりの濃度)

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2013	バター	5	0.10	5	-	-	0.04	-
2014	バター	20	0.10	20	-	-	0.03	-
2013	マーガリン	15	0.10	1	< 0.10	1.3	0.55	0.45
2014	マーガリン	50	0.2	6	< 0.2	2.3	0.6	0.5
2013	ショートニング	3	0.10	0	0.59	1.0	0.79	0.76
2014	ショートニング	30	0.2	10	< 0.2	4.9	0.9	0.6
2013	ラード	3	0.10	3	-	-	0.06	-
2014	ラード	20	0.10	18	< 0.10	0.20	0.06	-
2013	魚油を主成分とする食品	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2014	魚油を主成分とする食品	30	-	-	-	-	-	-
2013	調製粉乳等	21	0.10	10	< 0.10	0.32	0.12	0.10
2013	乳児用調製粉乳	8	0.10	2	< 0.10	0.20	0.13	0.10
2013	フォローアップミルク	6	0.10	3	< 0.10	0.21	0.12	-
2013	特殊用途育児用粉乳	7	0.10	5	< 0.10	0.32	0.12	-
2014	調製粉乳等	40	0.2	40	-	-	0.16	-
2014	乳児用調製粉乳	15	0.2	15	-	-	0.16	-
2014	フォローアップミルク	12	0.2	12	-	-	0.15	-
2014	特殊用途育児用粉乳	13	0.2	13	-	-	0.17	-

参考表9 グリシドールリノレン酸エステルの直接分析法による分析結果(油脂当たりの濃度)

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2013	バター	5	0.10	5	-	-	0.04	-
2014	バター	20	0.10	20	-	-	0.03	-

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2013	マーガリン	15	0.10	15	-	-	0.04	-
2014	マーガリン	50	0.1	50	-	-	0.04	-
2013	ショートニング	3	0.10	3	-	-	0.06	-
2014	ショートニング	30	0.1	29	< 0.1	0.1	0.04	-
2013	ラード	3	0.10	3	-	-	0.06	-
2014	ラード	20	0.10	20	-	-	0.03	-
2013	魚油を主成分とする 食品	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2014	魚油を主成分とする 食品	30	-	-	-	-	-	-
2013	調製粉乳等	21	0.10	21	-	-	0.04	-
2013	乳児用調製粉乳	8	0.10	8	-	-	0.04	-
2013	フォローアップミルク	6	0.10	6	-	-	0.04	-
2013	特殊用途育児用 粉乳	7	0.10	7	-	-	0.04	-
2014	調製粉乳等	40	0.1	40	-	-	0.03	-
2014	乳児用調製粉乳	15	0.1	15	-	-	0.03	-
2014	フォローアップミルク	12	0.1	12	-	-	0.03	-
2014	特殊用途育児用 粉乳	13	0.1	13	-	-	0.03	-

参考表 10 グリシドールリノール酸エステルの直接分析法による分析結果(油脂当たりの濃度)

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2013	バター	5	0.10	5	-	-	0.04	-
2014	バター	20	0.10	20	-	-	0.03	-
2013	マーガリン	15	0.10	2	< 0.10	0.79	0.39	0.33
2014	マーガリン	50	0.2	10	< 0.2	1.4	0.4	0.3
2013	ショートニング	3	0.10	0	0.35	0.78	0.51	0.39
2014	ショートニング	30	0.2	11	< 0.2	2.1	0.5	0.6
2013	ラード	3	0.10	3	-	-	0.04	-
2014	ラード	20	0.10	19	< 0.10	0.11	0.07	-
2013	魚油を主成分とする 食品	4	0.10	4	-	-	0.07	-
2014	魚油を主成分とする 食品	30	-	-	-	-	-	-
2013	調製粉乳等	21	0.10	11	< 0.10	0.27	0.12	-
2013	乳児用調製粉乳	8	0.10	3	< 0.10	0.18	0.13	0.11
2013	フォローアップミルク	6	0.10	4	< 0.10	0.16	0.11	-
2013	特殊用途育児用 粉乳	7	0.10	4	< 0.10	0.27	0.13	-
2014	調製粉乳等	40	0.2	40	-	-	0.1	-

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2014	乳児用調製粉乳	15	0.2	15	-	-	0.1	-
2014	フォローアップミルク	12	0.2	12	-	-	0.1	-
2014	特殊用途育児用粉乳	13	0.2	13	-	-	0.1	-

参考表 11 グリシドールオレイン酸エステル直接分析法による分析結果(油脂当たりの濃度)

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2013	バター	5	0.10	5	-	-	0.04	-
2014	バター	20	0.10	20	-	-	0.03	-
2013	マーガリン	15	0.10	0	0.29	2.7	1.1	0.88
2014	マーガリン	50	0.1	1	< 0.1	4.2	1.1	1.0
2013	ショートニング	3	0.10	0	1.2	2.6	1.7	1.2
2014	ショートニング	30	0.1	0	0.1	8.4	1.8	1.0
2013	ラード	3	0.10	1	< 0.10	0.11	0.10	0.10
2014	ラード	20	0.10	10	< 0.10	0.40	0.17	-
2013	魚油を主成分とする食品	4	0.10	3	< 0.10	0.34	0.11	-
2014	魚油を主成分とする食品	30	-	-	-	-	-	-
2013	調製粉乳等	21	0.10	1	< 0.10	1.0	0.32	0.26
2013	乳児用調製粉乳	8	0.10	0	0.14	0.62	0.33	0.26
2013	フォローアップミルク	6	0.10	1	< 0.10	0.68	0.30	0.26
2013	特殊用途育児用粉乳	7	0.10	0	0.15	1.0	0.32	0.22
2014	調製粉乳等	40	0.2	8	< 0.1	0.5	0.2	0.2
2014	乳児用調製粉乳	15	0.2	3	< 0.1	0.5	0.2	0.2
2014	フォローアップミルク	12	0.2	3	< 0.1	0.4	0.2	0.1
2014	特殊用途育児用粉乳	13	0.2	2	< 0.1	0.5	0.2	0.2

参考表 12 グリシドールステアリン酸エステル直接分析法による分析結果(油脂当たりの濃度)

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2013	バター	5	0.10	5	-	-	0.04	-
2014	バター	20	0.10	20	-	-	0.03	-
2013	マーガリン	15	0.10	0	0.11	0.80	0.23	0.21
2014	マーガリン	50	0.2	21	< 0.2	1.2	0.3	0.4
2013	ショートニング	3	0.10	0	0.16	0.32	0.26	0.29
2014	ショートニング	30	0.2	14	< 0.2	2.0	0.5	0.5

調査年度	食品名	試料点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限未満の 点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2013	ラード	3	0.10	3	-	-	0.10	-
2014	ラード	20	0.10	19	< 0.10	0.11	0.05	-
2013	魚油を主成分とする 食品	4	0.10	4	-	-	0.04	-
2014	魚油を主成分とする 食品	30	-	-	-	-	-	-
2013	調製粉乳等	21	0.10	21	-	-	0.07	-
2013	乳児用調製粉乳	8	0.10	8	-	-	0.09	-
2013	フォローアップミルク	6	0.10	6	-	-	0.06	-
2013	特殊用途育児用 粉乳	7	0.10	7	-	-	0.07	-
2014	調製粉乳等	40	0.2	40	-	-	0.1	-
2014	乳児用調製粉乳	15	0.2	15	-	-	0.1	-
2014	フォローアップミルク	12	0.2	12	-	-	0.1	-
2014	特殊用途育児用 粉乳	13	0.2	13	-	-	0.1	-

[農林水産省, 2014; 農林水産省, 2016]

食用こめ油中のグリシドール脂肪酸エステル類含有実態調査の結果(2016 年度)

食用こめ油中のグリシドール濃度の分析結果

調査年度	試料 点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限 未満の点数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
2016 年度	30	0.08	0	0.67	2.2	1.1	0.99
(参考) 2012-135 年度	24	(2012 年度) 0.3 (2013 年度) 0.08	0	1.0	6.8	2.9	2.3

[農林水産省, 2018a]

「食品中の 3-MCPD 脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類低減のための
手引き」に掲載している低減対策例の一覧

	低減技術	適用可能な 油種	物質※	
			3- MCPDE	GE
原料管理	リパーゼ活性の低い品種を選定する	アブラヤシ果 実を原料とす る油種(パー ム油等)	○	○
	原料アブラヤシの栽培中において、塩素を含む化 合物を高濃度に含む肥料、農薬、水の使用を最小 限にする	アブラヤシ果 実を原料とす る油種(パー ム油等)	○	
	アブラヤシ果実を殺菌する前に洗浄する	アブラヤシ果 実を原料とす る油種(パー ム油等)	○	
	アブラヤシ果実を適期に収穫する、果房の損傷を 防ぐように扱う、傷ついた又は熟しすぎた果実を使 用しない	アブラヤシ果 実を原料とす る油種(パー ム油等)	○	○
	アブラヤシ果実を可能な限り早く搾油工場に運ぶ	アブラヤシ果 実を原料とす る油種(パー ム油等)	○	○
	アブラヤシ果実を速やか（収穫後 2 日以内）に 140℃以下で殺菌する	アブラヤシ果 実を原料とす る油種(パー ム油等)	○	○
	油糧原料を可能な限り早く集荷し、搾油工場に運ぶ	胚芽等から 搾油する油種	○	○
	種子を乾燥条件(例:水分 13%未満)及び低温条件 (例:30℃未満)で保管する	種子全体から 搾油する油種	○	○
粗油の 生産・処理	粗油を、熱水(例:80℃以上)で洗浄する	植物油全般	○	
	溶媒や洗浄水に残存した油を回収してリサイクルし ない	植物油全般	○	○
	前駆体(例:DAG、遊離脂肪酸、塩素を含む化合物) の濃度が低い粗油を優先的に精製する	植物油全般 魚油	○	○

	低減技術	適用可能な油種	物質※	
			3-MCPDE	GE
	適切な精製条件の調整のため、粗油の前駆体(例: DAG、遊離脂肪酸、塩素を含む化合物)の濃度を把握する	植物油全般 魚油	○	○
脱ガム	脱ガム時の酸性度を下げる(例: 低濃度のリン酸、クエン酸やその他の酸、又は水を用いて脱ガムする)	植物油全般 魚油	○	
	脱ガム時の温度を下げる	植物油全般 魚油	○	
中和	物理的精製に替えて、中和などによる化学的手段により精製する(化学的精製)	植物油全般 魚油	○	○
脱色	白土の使用量を増やす(ただし、塩素を含む化合物の濃度が高い白土の使用を避ける)	植物油全般 魚油	○	
	酸性度を下げるため、中性に近い白土を使用する	植物油全般 魚油	○	
脱臭	低温で脱臭する(例: 植物油の場合 190-230℃程度、魚油の場合 190℃未満)	植物油全般 魚油	○	○
	高温短時間での脱臭、低温長時間での脱臭による2段階脱臭を行う	植物油全般 魚油	○	○
	強力な真空装置を使用して、揮発性成分の沸点を下げ、より低い温度で脱臭する	植物油全般 魚油		○
	薄膜(短行程)蒸留を行い、低温で脱臭する	魚油	○	○
精製後の処理	脱臭後の油を活性白土で処理する	植物油全般		○
	一度脱臭した油を再脱色及び再脱臭する(1回目より低温)	植物油全般		○
	脱色、脱臭の後の油に薄膜(短行程)蒸留を行う	植物油全般	○	○
	中鎖脂肪酸油を脂肪酸及び1種類以上の塩基で処理する	中鎖脂肪酸油	○	○

* これらの対策が低減に有効であると証明されている物質に○をつけた。

[農林水産省, 2020a]