（c）農林水産省

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：2015 年 9 月 14 日

項　目		内　　容
1	ハザードの名称／別名	フラン （別名） フルフラン、オキソール、テトロール、1,4-エポキシ-1,3-ブタジエン、ジビニレンオキシド、オキサシクロペンタジエン
2	基準値、その他のリスク管理措置	
	(1)国内	食品衛生法に基づく基準値は設定されていない。
	(2)海外	基準値等を設けている国は確認できていない。
3	ハザードが注目されるようになった経緯	2004 年 5 月、米国食品医薬品庁（FDA）は、缶詰、瓶詰のように熱処理した食品中に、フランがこれまで考えられていたよりも高い濃度（～125 μg/kg）で含まれることを確認したと発表。 （FDA, 2004）
4	汚染実態の報告(国内)	【農林水産省】 ○有害化学物質リスク管理基礎調査事業（2007、2008、2011 年度）

品目	試料点数	定量限界（μg/kg）	定量限界未満の点数	濃度（μg/kg）			
				最小値	最大値	平均値	中央値
納豆	30	1.0	30	－	－	0.4	－
油揚げ・厚揚げ	30	1.3	29	＜1.3	1.3	1.0	－
豆腐	10	1.3	5	＜1.3	2.3	1.1	－
塩干魚類、塩蔵魚類、素干魚類及び煮干魚類	40	1.3	12	＜1.3	22	5.8	3.4
魚類練り製品	20	1.0	19	＜1.0	1.3	0.48	－
麦茶（容器入り飲料）	10	0.5	5	＜0.5	8.8	2.1	－
麦茶（炒り麦、麦焦がし）	30	1.2	0	670	5200	2300	2200
ほうじ茶（容器入り飲料）	10	0.5	0	3.6	16	8.7	8.3
茶系清涼飲料（容器入り飲料）	30	0.4	1	＜0.4	3.3	1.4	1.3
コーヒー飲料等	80	0.4	0	4.1	150	65	63
レギュラーコーヒー（浸出液）	30	0.5	0	5.8	150	34	24
レギュラーコーヒー（挽き豆）	30	1.2	0	1500	6100	3100	2800
インスタントコーヒー（粉状・顆粒状）	30	1.2	0	32	2800	370	170
果実・野菜飲料	30	0.4	2	＜0.4	5.4	2.2	1.8
豆乳	10	0.5	8	＜0.5	2.4	0.55	－
しょうゆ	30	0.4	0	16	100	40	37
めんつゆ・しょうゆ加工品	20	0.4	0	19	100	45	43
豆みそ	33	1.3	0	87	770	240	210

豆みそ以外のみそ	27	1.1	0	2.0	51	16	11
みりん風調味料、発酵調味料	10	0.5	0	4.3	13	8.8	10
その他の調味料類	20	1.3	3	＜1.3	58	25	31
農産物缶詰（大豆）	10	1.0	0	7.4	54	29	31
野菜缶詰及び果実缶詰	30	1.3	1	＜1.3	79	9.3	3.5
調理食品缶詰	15	1.3	0	11	140	69	67
ソース缶詰	5	1.3	0	18	130	73	87
スープ缶詰	10	1.3	0	7.7	44	19	15
魚類缶詰・瓶詰	20	1.3	0	3.2	300	76	72
レトルトパウチ食品	100	1.3	0	4.5	140	42	36
ベビーフード（レトルトパウチ食品）	40	1.3	0	8.7	86	30	24
ベビーフード（瓶詰）	40	1.3	0	3.6	140	24	19
ベビーフード（飲料）	20	0.4	5	＜0.4	30	4.4	2.6
カップ入りベビーフード	30	1.8	0	8.1	58	21	18
スナック菓子	50	1.6	1	<1.6	110	27	22
ビスケット類	50	1.6	2	<1.6	130	22	14
米菓及び米加工品	50	1.6	0	4.3	140	50	42
シリアル食品	30	1.6	1	<1.6	62	23	20
米飯	30	1.3	29	<1.3	2.1	0.6	－
パン類	30	1.6	28	<1.6	3.3	1.0	－
ジャム類	30	1.5	9	<1.5	6.1	2.1	1.6

注 1）平均値は、定量限界未満の試料数が全試料数の 60%以下の食品については以下に示す平均値①を、定量限界未満の試料数が 60%を超える食品については平均値②及び平均値③を算出。本表にはこれらの平均値のうち、平均値①又は平均値②を記載。

平均値①：定量限界未満の濃度を定量限界の 1/2 として算出。

平均値②：検出限界未満の濃度を検出限界とし、検出限界以上かつ定量限界未満の濃度を定量限界として算出。

平均値③：定量限界未満の濃度をゼロとして算出。

注 2）中央値は、50%を超える試料が定量された場合についてのみ記載。

（農林水産省, 2012, 2014）

○先端技術を活用した農林水産研究高度化事業（2005-2007 年度）

品目	試料点数	平均濃度（μg/kg）
ごま油	23	50.5
缶コーヒー	62	63.6
しょうゆ	27	38.8
しょうゆ加工品	15	51.7

（箭田, 2008）

【厚生労働省】
○厚生労働科学研究(2005～2007 年度)

品目		試料点数	濃度範囲(μg/kg)
粉ミルク	スティックパック	8	<0.4 － 2
	缶入り	12	<0.4 － 36
ベビーフード	ペットボトル	2	1.4 － 3.1
	スティックパック	3	23 － 29
	レトルトパウチ	12	5 － 90
	瓶詰	4	5 － 41
粉乳(病者用、乳児用、妊産婦用)		14	<0.4 － 22
高齢者用食品		10	<0.4 － 82
病者用食品		21	1 － 290
乳幼児食(インスタント食品)		10	<2 － 49
インスタント食品(カップ麺、スープの素)		20	<2 － 40
調味料		5	<2 － 33
飲料(果実、野菜、茶類、牛乳)		25	<0.5 － 35

(厚生労働省, 2007)

【食品安全委員会】
○食品安全確保総合調査事業(2007 年度)

品目		試料点数	濃度範囲(μg/kg)
ソース		5	26 － 58
しょうゆ		5	25 － 85
みそ		5	7 － 28
その他調味料		10	5 － 95
菓子類		10	7 － 59
缶詰(水産)		5	<0.5 － 150
ベビーフード		10	5 － 37
茶類		18	<0.2 － 11
ジュース類		12	0.4 － 19
コーヒー	インスタントコーヒー	4	5.3 － 22
	レギュラーコーヒー	4	40 － 150
	コーヒー(缶又は PET)	5	53 － 100
	コーヒー飲料(PET)	3	25 － 44
レトルト食品		10	7 － 78

※茶類及びコーヒーは飲用形態に調製して分析。レトルト食品は熱湯中で加熱したものを分析。

(食品安全委員会, 2008)

5 毒性評価

(1)吸収、分布、排出及び代謝

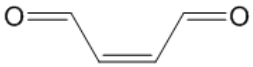
①経口摂取
・急速に吸収される(マウス、ラット)。

(EFSA, 2004)

②吸入摂取
・約 90%が吸収される(イヌ)。

(EFSA, 2004)

③分布
・投与 24 時間後、投与量の 19%が体内に残存し、うち 13%

		は肝臓に分布する。そのほか、腎臓、血液、大腸、小腸、肺にも分布(8 mg/kg bw 胃内投与、F344 ラット)。 ・投与 24 時間後、肝臓に分布したフランの一部は、組織中のたんぱく質と共有結合しているが、DNA とは結合していない(8 mg/kg bw 胃内投与、F344 ラット)。 (JECFA, 2011) ④排出 ・24 時間以内に、40%が呼気(14%がそのまま排出、26%が代謝されて二酸化炭素として排出。)、20%が尿、22%が糞便中に排出される(8 mg/kg bw 胃内投与、ラット)。 (JECFA, 2011) ⑤代謝 ・肝臓では、主に CYP2E1 により代謝されて開環し、シス-2-ブテン-1,4 ジアール(BDA)が生成する。  ・BDA は、代謝されて二酸化炭素、グルタチオン抱合体などになる。また、たんぱく質中のリジン残基やチオール基と反応してたんぱく質結合体を生成する。 (JECFA, 2011)
	(2)急性毒性	―
	(3)短期毒性	ラットを用いたフランの 13 週間胃内投与試験において、肝障害(胆管の線維化及び過形成、肝細胞の変性及びネクロ―シスなど)が見られたことから、NOAEL を 0.03 mg/kg bw/day とした。 (JECFA, 2011)
	(4)長期毒性	フランには遺伝毒性はないが、代謝物である BDA には遺伝毒性がある。BDA は、*in vitro* 試験において DNA 鎖切断、遺伝子突然変異を起こすことが報告されている。 (JECFA, 2011) IARC グループは 2B(ヒトに対して発がん性があるかもしれない) (IARC, 1995)
6	耐容量	
	(1)耐容摂取量	
	①PTDI/PTWI/PTMI	ADI:1 μg/kg bw (EPA, 1989) ※JECFA は、フランを、DNA 反応性があり遺伝毒性を持つ代謝物(BDA)を通して作用する発がん性物質であるとして、ADI を設定していない。そのため、MOE による評価を行った。 (JECFA, 2011)
	②PTDI/PTWI/PTMI の根拠	NOAEL:1.4 mg/kg bw/day(マウスの中毒性肝炎) (EPA, 1989)

	(2)急性参照量(ARfD)	―
7	暴露評価	
	(1)推定一日摂取量	【日本】 ・平均摂取群:0.14 μg/kg bw/day (箭田, 2008) ・一般 平均摂取群:0.29 μg/kg bw/day 高摂取群: 0.57 μg/kg bw/day ・乳幼児 平均摂取群:0.46-0.65 μg/kg bw/day 高摂取群: 0.87-1.50 μg/kg bw/day (食品安全委員会, 2010) 注)食品健康影響評価で推定されたものではない。 【JECFA】 ・平均摂取群:1 μg/kg bw/day ・高摂取群: 2 μg/kg bw/day (JECFA, 2011) 【EU】 ・全年齢 平均値: 0.02-0.59 μg/kg bw/day 90 パーセンタイル値:0.06-1.38 μg/kg bw/day (EFSA, 2011) 【米国】 ・成人向け食品(2 歳以上) 平均値: 0.26 μg/kg bw/day 90 パーセンタイル値:0.61 μg/kg bw/day ・乳幼児用食品(0ー1 歳) 平均値: 0.41 μg/kg bw/day 90 パーセンタイル値:0.99 μg/kg bw/day ・乳幼児用調製乳 0.9 μg/kg bw/day (FDA, 2007)
	(2)推定方法	【日本】 ・マーケットバスケット方式によるトータルダイエットスタディ ー全国 7 都市(札幌市、仙台市、多摩市、名古屋市、大阪市、広島市、福岡・古賀市)で食材を購入。 ー調理して喫食するものは加熱調理をした後、平成 14 年度国民健康栄養調査結果に基づき、それぞれの食品群毎に混合して均質化し、ヘッドスペース GC-MS 法(ヘッドスペースサンプラーのオーブン温度:80℃)によりフラン濃度を測定。 ー平成 14 年度国民健康栄養調査結果における各食品群の平均摂取量に、各食品群のフラン濃度を乗じて算出。 (箭田, 2008)

		・食品安全委員会の委託事業の調査報告書による推定 食品安全委員会が実施した実態調査結果、国民健康・栄養調査の各食品分類の摂取量、箭田（2008）のトータルダイエットスタディの結果をもとにフランの一日摂取量を推定 （食品安全委員会, 2010） 【JECFA】 ・各国から報告された摂取量データをもとに一点推定 （JECFA, 2011） 【EU】 ・2004-2010 年までの含有実態調査の結果（平均フラン濃度）と食事摂取量データベースから推定。 （EFSA, 2011） 【米国】 ・USDA（CSF Ⅱ）の食事摂取量調査の結果と含有実態調査結果から推定 ・乳幼児用調整乳は必要カロリーから推定 （FDA, 2007）
8	MOE(Margin of exposure)	・平均摂取群： 960 ・高摂取群： 480 DNA 反応性をもつ遺伝毒性の代謝物を通して作用する発がん物質としては、MOE が小さくヒトの健康への懸念がある。 （参考）MOE 算出の根拠とした $BMDL_{10}$ $BMDL_{10}$ ：0.96 mg/kg bw/day（雌マウスにおける肝細胞線腫及び肝細胞がん） （JECFA, 2011）
9	調製・加工・調理による影響	・生成機構、前駆体の詳細は分かっていないが、不飽和脂肪酸、アスコルビン酸、アミノ酸、還元糖、カロテノイドが加熱によりフランへと変化する等の報告がある。 ・揮発性が高いため、加熱、放置、撹拌等の操作により減少する可能性がある。 （JECFA, 2011） ・密閉容器中では、密封後の加熱により生じたフランが揮発せず、蓄積しやすい。
10	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	
	(1)農産物/食品の種類	不飽和脂肪酸やアスコルビン酸等の前駆体を含み、加熱する食品、特に缶詰、瓶詰、レトルト食品はフランが揮発しにくいため高濃度になりやすい。

(2)国内の生産実態

○コーヒー輸入量

年	輸入量(t)				
	生豆	炒ったもの	インスタント	コーヒーエキス調製品（加糖）	コーヒーエキス調製品（無糖）
2012	378,798	7,294	10,341	375	6,324
2013	455,983	7,253	11,235	505	8,464
2014	407,352	7,273	12,498	552	9,406

（全日本コーヒー協会, 2015）

○缶詰、瓶詰、レトルト食品　生産量（2014 年）

品目	生産量(t)※
丸缶	
水産	104,426
果実	32,541
野菜	45,676
ジャム	386
食肉	7,372
調理・特殊	42,725
飲料	2,874,788
丸缶計	3,107,915
大缶	
たけのこ	2,374
トマト	2,394
ジャム	5,916
その他	23,569
大缶計	34,253

品目	生産量(t)※
瓶詰	
のり	5,728
ジャム	29,469
その他	29,355
瓶詰計	70,905
レトルト食品	367,647

※内容重量換算

（（公社）日本缶詰協会、2015）

○ベビーフード生産量（2014 年）

品目			生産量(t)※
ベビーフード	ドライタイプ	顆粒	306.1
		固形	13.5
		計	319.6
	ウエットタイプ	瓶詰	1,856.7
		成形容器	3,199.1
		パウチ（袋）	6,304.1
		計	11,359.9
ベビー飲料	ドライタイプ	粉末	64.5
	ウエットタイプ	瓶詰	88.8
		ペットボトル	17,032.2
		紙容器	3,671.9
		パウチ（袋）	0.0
		計	20,792.8

※製品の重量ベース

（日本ベビーフード協議会, 2015）

○しょうゆ出荷量

年	出荷量(kL)
2012	807,060
2013	793,363
2014	790,165

（しょうゆ情報センター, 2015）

<table>
<tr><td></td><td></td><td>○みそ出荷量
<table>
<tr><th rowspan="2">年</th><th colspan="4">出荷量(t)</th></tr>
<tr><th>米みそ</th><th>麦みそ</th><th>豆みそ</th><th>調合みそ</th></tr>
<tr><td>2012</td><td>341,965</td><td>20,597</td><td>21,551</td><td>41,395</td></tr>
<tr><td>2013</td><td>337,437</td><td>20,060</td><td>20,767</td><td>40,321</td></tr>
<tr><td>2014</td><td>336,892</td><td>19,691</td><td>20,724</td><td>40,037</td></tr>
</table>
(全国味噌工業協同組合連合会, 2015)</td></tr>
<tr><td>11</td><td>汚染防止・リスク低減方法</td><td>・有効な低減技術は確立されていない。
・消費段階で開封、放置、加熱、撹拌することによりフラン濃度が減少するとの報告がある。
(Codex, 2011)
消費段階における食品の加熱、保存、かくはん等によるフラン濃度への影響を調査。缶詰・びん詰製品、レトルトパウチ食品、みそを開封後加熱することでフラン濃度が減少した。
(農林水産省, 2013)</td></tr>
<tr><td>12</td><td>リスク管理を進める上で不足しているデータ等</td><td>・生成経路の特定
・低減技術(特に食品の製造段階)</td></tr>
<tr><td>13</td><td>消費者の関心・認識</td><td>消費者の関心・認識ともに低いと考えられる。</td></tr>
<tr><td>14</td><td>その他</td><td>2011 年の第 5 回現段階では食品中のフラン低減に関する情報が不十分で Codex 委員会汚染物質部会(CCCF)において議論されたが、あるため実施規範を作成せず、今後十分な情報が出てきた時点で再度作業を行うこととなった。
(Codex, 2011)</td></tr>
<tr><td>15</td><td>出典</td><td>・Codex. 2011.Discussion Paper on Furan (CX/CF 11/5/13)
・EFSA. 2004. Report of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on provisional findings on furan in food
・EFSA. 2011. Update on furan levels in food from monitoring years 2004-2010 and exposure assessment
・EPA. 1989. Furan (CASRN 110-00-9. http://www.epa.gov/IRIS/ (accessed Dec 6, 2012)
・FDA. 2004. Furan in Food, Thermal Treatment; Request for Data and Information. Federal Register Volume 69, Issue 90. http://www.gpo.gov/fdsys/search/pagedetails.action?st=04-10588&granuleId=04-10588&packageId=FR-2004-05-10
・FDA. 2007. An Updated Exposure Assessment for Furan from the Consumption of Adults and Baby Foods. http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/ChemicalContaminants/ucm110770.htm
・FDA. 2009. Exploratory Data on Furan in Food: Individual Food Products. http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/ChemicalContaminants/ucm078439.htm#table6
・JECFA. 2011. WHO Food Additives Series 63</td></tr>
</table>

		・Yoshida *et al*. 2007. Rapid and Improved Determination of Furan in Baby Foods and Infant Formulas by Headspace GC/MS. J. Food Hyg. Soc. Japan, Vol. 48, No. 4, 83-89 ・厚生労働省. 2007. 厚生労働科学研究費補助金　食品の安全・安心確保推進研究事業　乳幼児食品中の有害化学物質及び病原微生物の暴露調査に関する基礎的調査総合報告書 ・しょうゆ情報センター. 2015. https://www.soysauce.or.jp/arekore/ ・食品安全委員会. 2008. 食品に含まれるフランに係る安全性評価情報に関する調査報告書 ・食品安全委員会. 2010. ファクトシート. http://www.fsc.go.jp/sonota/factsheets/factsheets-furan.pdf ・全国味噌工業協同組合連合会. 2015. http://zenmi.jp/miso_toukei.html ・全日本コーヒー協会. 2015 http://coffee.ajca.or.jp/data ・（公社）日本缶詰協会. 2015. http://www.jca-can.or.jp/data/jcadata.html ・日本ベビーフード協議会. 2015. ベビーフード協議会生産統計. http://www.baby-food.jp/link/ ・農林水産省. 2012. 有害化学物質含有実態調査結果データ集（平成15～22年度）. ・農林水産省. 2014. 有害化学物質含有実態調査結果データ集（平成23～24年度）. ・農林水産省. 2013. 平成24年度レギュラトリーサイエンス新技術開発事業研究実績報告書　課題番号：2301「食品の加工・調理がフラン濃度に及ぼす影響の把握」 ・箭田　浩士. 技術解説 1：トータルダイエットスタディによるフラン摂取量推定. 食品と技術, 2008 年 3 月号, 1-9.