

食品安全に関するリスクプロファイルシート
(化学物質)

作成日(更新日):2015年1月26日

項 目	内 容
1	<p>ハザードの名称/別名</p> <p>ヒ素(Arsenic)、As</p> <p>本リスクプロファイル中では、無機ヒ素はヒ酸や亜ヒ酸及びこれらの塩などを、有機ヒ素はヒ素を含む化合物のうち無機ヒ素に含まれない化合物を、総ヒ素は無機ヒ素と有機ヒ素を区別せずにヒ素を含む化合物全体を指すものとする(別紙1参照)。</p>
2	<p>基準値、その他のリスク管理措置</p> <p>(1)国内</p> <p>1. 食品中の基準値(食品衛生法)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農産物(残留農薬基準値として設定) もも、なつみかん、いちご、ぶどう、ばれいしょ、きゅうり、トマト、ほうれん草:1.0 ppm(1.0 mg/kg) 日本なし、りんご、夏みかんの外果皮:3.5 ppm(3.5 mg/kg) (※ 現在、ヒ素を有効成分とする農薬は我が国では登録されていない) ・畜産物、水産物 基準値なし (※ 現在、ヒ素化合物を有効成分とする飼料添加物・動物用医薬品は我が国では登録されていない) ・清涼飲料水(ミネラルウォーター類を含む) 原水:0.05 mg/L 以下 水素化物発生-原子吸光光度法又は フレイムレス原子吸光光度法 製品:検出されないこと <ul style="list-style-type: none"> ・グットツァイト法:約0.3 ppm(約0.3 mg/L)を超えたものを検出とする。 ・ジエチルジチオカルバミン酸銀法:0.16 ppm(0.16 mg/L)を超えたものを検出とする。 粉末清涼飲料:検出されないこと <ul style="list-style-type: none"> ・グットツァイト法:約0.3 ppm(約0.3 mg/L)を超えたものを検出とする。 ・ジエチルジチオカルバミン酸銀法:0.16 ppm(0.16 mg/L)を超えたものを検出とする。 <p align="right">(厚生省, 1959)</p>

2. 飼料のガイドライン・指導基準

(1) 飼料等への有害物質混入防止のための対応ガイドライン

原料等の段階から有害物質の混入を未然に防止することを目的として、飼料の輸入業者、製造業者などの関連業者が遵守すべき管理の指針を示したもの。

(農林水産省, 2008)

(2) 飼料の有害物質の指導基準(平成 26 年 1 月最終改正)

配合飼料、乾牧草等(稲わらを除く): 2 mg/kg(総ヒ素)

稲わら、肉粉、肉骨粉: 7 mg/kg(総ヒ素)

魚粉: 15 mg/kg(総ヒ素)

(農林水産省, 1988)

3. 食品添加物の成分規格(食品衛生法)

それぞれの食品添加物の成分規格の中で、純度試験の項目にヒ素の規格基準が定められているものがある。

(規格基準は食品添加物によって異なる。)

(厚生省, 1959)

4. 水道水質基準(水道法)

ヒ素及びその化合物: 0.01 mg/L 以下(ヒ素換算)

(厚生労働省, 2003)

5. 環境基準(環境基本法他)

(1) 公共用水域及び地下水の水質汚濁に係る環境基準 ヒ素: 0.01 mg/L 以下

(環境庁, 1971a; 環境庁, 1997)

(2) 土壌の汚染に係る環境基準

検液[※]1Lにつき 0.01 mg 以下であり、かつ、農用地(田に限る)においては、土壌 1 kg につき 15 mg 未満であること。

※土壌と水(pH 5.8 以上 6.3 以下)を重量体積比 10%の割合で混合し抽出したもの

(環境庁, 1991)

(3) 農用地の土壌の汚染防止等に関する法律(以下、農用地法)に基づく指定要件

都道府県知事が農作物等の生育が阻害されると認められる等として指定することができる農地の要件:

15 mg/kg 以上の濃度でヒ素が含まれる水田土壌(土壌条件等の自然的立地条件が著しく特殊で生育阻害を防止する値として適当でないと判断される場合は、都道府県知事が 10 mg/kg 以上 20 mg/kg 以下の範囲で定める値)

(環境庁, 1971b)

		<p>(4) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律施行令 PRTR 制度における第1種指定化学物質(政令番号1-332)(ヒ素及びその無機化合物として)</p> <p>6. 環境への排出規制、改善対策等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・排ガス、排水、廃棄物に関する規制あり ・水田土壌中ヒ素濃度が 15 mg/kg(水稻の生育障害防止の観点から設定)以上の地域を対象に、農用地法に基づき土壌汚染対策を実施(本項の5.(3)参照) 										
(2)海外		<p>1. 低減のための実施規範</p> <p>【Codex】 化学物質による食品汚染を低減するための排出源対策に関する実施規範(CAC/RCP 49-2001) (Codex, 2001)</p> <p>※実施規範の内容は別紙2参照</p> <p>2. 食品・飼料中の基準値</p> <p>【Codex】 食品及び飼料中の汚染物質及び毒素の一般基準 (CODEX STAN 193-1995)</p> <table border="1" data-bbox="699 1064 1385 1310"> <thead> <tr> <th>食品</th> <th>基準値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>食用油脂</td> <td>0.1 mg/kg (総ヒ素)</td> </tr> <tr> <td>食塩</td> <td>0.5 mg/kg (総ヒ素)</td> </tr> <tr> <td>ナチュラルミネラルウォーター</td> <td>0.01 mg/L (総ヒ素)</td> </tr> <tr> <td>精米</td> <td>0.2 mg/kg (無機ヒ素※)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※精米の無機ヒ素の基準値について、以下のように総ヒ素濃度によるスクリーニングが認められている。 国または輸入者は、コメ中の無機ヒ素の最大基準値の適用に当たって、コメ中の総ヒ素分析をスクリーニングとして使用することを決めてもよい。 総ヒ素濃度が無機ヒ素の最大基準値未満の場合は、それ以上の検査は求められず、その試料は最大基準値を満たすと判断される。 総ヒ素濃度が無機ヒ素の最大基準値を超える場合は、無機ヒ素濃度が最大基準値を超えるかどうかを決定するため、フォローアップ検査が行われなければならない。 (Codex, 1995)</p> <p>【EU】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食品中のヒ素の最大濃度基準値は設定されていない。 ・飼料中のヒ素の基準値(EU 指令 2002/32/EC) 2-100 mg/kg (飼料の種類によって異なる) (EU, 2002) 	食品	基準値	食用油脂	0.1 mg/kg (総ヒ素)	食塩	0.5 mg/kg (総ヒ素)	ナチュラルミネラルウォーター	0.01 mg/L (総ヒ素)	精米	0.2 mg/kg (無機ヒ素※)
食品	基準値											
食用油脂	0.1 mg/kg (総ヒ素)											
食塩	0.5 mg/kg (総ヒ素)											
ナチュラルミネラルウォーター	0.01 mg/L (総ヒ素)											
精米	0.2 mg/kg (無機ヒ素※)											

【カナダ】

Food and Drug Regulations

- ・魚タンパク: 3.5 ppm (mg/kg)
- ・食用の骨製品 (edible bone meal): 1 ppm (mg/kg)
- ・果実ジュース、果実ネクター、飲料(消費する状態での濃度)、密封容器入りの水(ミネラルウォーター及び湧水を除く。): 0.1 ppm (mg/L)

※総ヒ素であるか無機ヒ素であるかは明記されていない。
(Canada, 1978)

○Health Canada はリンゴジュース及び密封容器入りの水(ミネラルウォーター及び湧水を含む。)の新基準値として、総ヒ素濃度 0.01 ppm(mg/L)を提案した。(2014年6月19日提案)

(Health Canada, 2014)

【米国】

○FDA はリンゴジュースの「アクションレベル」として無機ヒ素濃度 10 ppb (µg/kg) を提案した。このレベルは米国 EPA(環境保護庁)の飲料水基準値と同じ。(2013年7月12日提案)

(USFDA, 2013a)

【豪州・NZ】

Australia New Zealand Food Standards Code

Standard1.4.1 Contaminants and Natural Toxicants

- 穀物: 1 mg/kg (総ヒ素)
- 甲殻類: 2 mg/kg (無機ヒ素)
- 魚: 2 mg/kg (無機ヒ素)
- 軟体動物: 1 mg/kg (無機ヒ素)
- 海藻: 1 mg/kg (無機ヒ素) (85%水分含量換算)

【中国】

食品安全国家規準 食品中の汚染物質の上限値
(GB2762-2012)

食品	総ヒ素 (mg/kg)	無機ヒ素 (mg/kg)
穀類及び穀類の粉(玄米、精米を除く)	0.5	-
コメ(粳(玄米で測定)、玄米、精米)	-	0.2
水産動物及び水産製品(魚類を除く)	-	0.5
魚類及び魚類製品	-	0.1
野菜	0.5	-
きのこ及びきのこ製品	0.5	-
肉類及び肉製品	0.5	-
生乳、殺菌乳、調製乳、発	0.1	-

酵乳		
粉ミルク	0.5	-
油脂及び油脂製品	0.1	-
砂糖	0.5	-
容器入り飲用水	0.01 mg/L	-
チョコレート、ココア	0.5	-
幼児用穀類補助食品(藻類添加製品を除く)	-	0.2
幼児用穀類補助食品(藻類添加製品)	-	0.3

(中国, 2012)

【台湾】

藻類食品衛生標準

- ・海藻類: 1 mg/kg (無機ヒ素) (85%水分含量換算)

(台湾, 2013)

〈参考〉

【WHO】

- ・飲料水の暫定ガイドライン値: 0.01 mg/L

※総ヒ素であるか無機ヒ素であるかは明記されていない。
ただし、誘導結合プラズマ質量分析法また原子吸光法を測定法として示し、ヒ素成分の分離については言及していないことから総ヒ素を示していると考えられる。

(WHO, 2008)

3. 摂食指導

○カナダ、英国等においてヒジキの摂食について指導が行われている。

(UKFSA, 2004; FSANZ, 2004; CFIA, 2012)

○Livsmedelsverket(スウェーデン国立食品庁)は、6歳未満の幼児にコメ飲料^{*}を与えるべきではないと助言している。また、親は子供にコメ原料のポリッジとグルエル^注ばかりを与えるのではなく、製品のタイプを変化させて他の原料の製品も含めるように助言している。

^{*}コメ飲料は牛乳アレルギーの子供や菜食主義の子供の乳代用品としてしばしば利用されている。

注: ポリッジとは、オートミールなどの穀類加工品等を牛乳や水で煮た粥のこと。グルエルはポリッジより薄い液状の粥のこと。(農水省注釈)

(Livsmedelsverket, 2013)

3	ハザードが注目されるようになった経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒ素は古くから毒として用いられてきており、また犯罪に用いられる場合もあることから一般に毒性の強い元素というイメージが強い。 ・我が国では鉱山労働者の健康問題、鉱山周辺環境汚染問題の他、粉ミルクに混入したヒ素による中毒事件があげられる。 ・2004年7月、日本から輸入したヒジキに無機ヒ素が多く含有されていることから、UKFSA(英国食品規格庁)が摂食を控えるように勧告したことにより、日本の消費者がヒジキの安全性を懸念した。これに対応して厚生労働省がQ&Aを作成した。 																																																						
4	汚染実態の報告(国内)	<p>(農産物)</p> <p>○2004-2006年度に玄米(600点)、小麦(363点)、大豆(300点)、主要な野菜等(19品目各約100点)及び果実(8品目各約100点)を対象に総ヒ素の含有実態を調査した。玄米については無機ヒ素の含有実態も調査した。分析点数が120点以上である農産物の結果は次のとおり。分析対象品目全ての結果は別紙3に示した。</p> <table border="1" data-bbox="699 913 1417 1182"> <thead> <tr> <th rowspan="3">品目</th> <th rowspan="3">検体数</th> <th colspan="2">総ヒ素 (mg/kg)</th> <th colspan="2">無機ヒ素 (mg/kg)</th> </tr> <tr> <th>最大値</th> <th>平均値</th> <th>最大値</th> <th>平均値</th> </tr> <tr> <th>(mg/kg)</th> <th>(mg/kg)</th> <th>(mg/kg)</th> <th>(mg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>玄米</td> <td>600</td> <td>0.43</td> <td>0.17</td> <td>0.37</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>小麦</td> <td>363</td> <td>0.04</td> <td>0.01</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>大豆</td> <td>300</td> <td>0.04</td> <td>0.01</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>注)平均値の算出方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・玄米については各試料の濃度の算術平均をもとめた。 ・小麦、大豆については定量限界(0.01 mg/kg)未満の濃度を定量限界として算出した。 <p>(農林水産省, 2012a)</p> <p>○2012年度に国産玄米及び精米中の総ヒ素及び無機ヒ素の含有実態を調査した。</p> <table border="1" data-bbox="699 1485 1385 1682"> <thead> <tr> <th rowspan="2">品目</th> <th rowspan="2">検体数</th> <th colspan="2">総ヒ素 (mg/kg)</th> <th colspan="2">無機ヒ素 (mg/kg)</th> </tr> <tr> <th>最大値</th> <th>平均値</th> <th>最大値</th> <th>平均値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>玄米</td> <td>600</td> <td>0.80</td> <td>0.23</td> <td>0.59</td> <td>0.21</td> </tr> <tr> <td>精米</td> <td>600</td> <td>0.44</td> <td>0.14</td> <td>0.26</td> <td>0.12</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1)平均値は各試料の濃度の算術平均を示した。 注2)精米試料は、玄米試料を玄米の90~92%の重量になるようにとう精したものである。</p> <p>(農林水産省, 2014a)</p>	品目	検体数	総ヒ素 (mg/kg)		無機ヒ素 (mg/kg)		最大値	平均値	最大値	平均値	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	玄米	600	0.43	0.17	0.37	0.15	小麦	363	0.04	0.01	-	-	大豆	300	0.04	0.01	-	-	品目	検体数	総ヒ素 (mg/kg)		無機ヒ素 (mg/kg)		最大値	平均値	最大値	平均値	玄米	600	0.80	0.23	0.59	0.21	精米	600	0.44	0.14	0.26	0.12
品目	検体数	総ヒ素 (mg/kg)			無機ヒ素 (mg/kg)																																																			
		最大値			平均値	最大値	平均値																																																	
		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)																																																			
玄米	600	0.43	0.17	0.37	0.15																																																			
小麦	363	0.04	0.01	-	-																																																			
大豆	300	0.04	0.01	-	-																																																			
品目	検体数	総ヒ素 (mg/kg)		無機ヒ素 (mg/kg)																																																				
		最大値	平均値	最大値	平均値																																																			
玄米	600	0.80	0.23	0.59	0.21																																																			
精米	600	0.44	0.14	0.26	0.12																																																			

(水産物)

○2006-2008 年度に、ひじき(299 点)、のり(100 点)、こんぶ(200 点)、わかめ(100 点)の総ヒ素及び無機ヒ素の含有実態を調査した。

品目	検体数	総ヒ素 (mg/kg)		無機ヒ素 (mg/kg)	
		範囲	平均値	範囲	平均値
ひじき(乾物)	299	28 - 160	93	4.5 - 130	67 ⁽¹⁾
ひじき(水戻し物)	71	2.1 - 20	6	<0.5- 17	3.6 ⁽²⁾
こんぶ(乾物)	200	25 - 110	53	<0.5	0.19 ⁽³⁾
わかめ(乾物)	100	15 - 52	33	<0.5	0.15 ⁽³⁾
のり(乾物)	100	13 - 51	25	<0.5	0.16 ⁽³⁾

検出限界:0.15 mg/kg、定量限界:0.5 mg/kg

注) 平均値の算出方法

- ・総ヒ素の平均値は各試料の濃度の算術平均をもとめた。
- ・無機ヒ素の平均値は濃度レベルによって、以下の(1)～(3)の方法で算出した。
 - (1): 各試料の濃度の算術平均をもとめた。
 - (2): 定量限界未満であった試料の濃度を「定量限界の1/2」として算出した。
 - (3): 検出限界未満であった試料の濃度を「検出限界」とし、検出限界以上かつ定量限界未満であった試料の濃度を「定量限界」として算出した。

(農林水産省, 2012a)

(飼料)

○2008 年度に国産稲わらの総ヒ素の含有実態を調査した。

品目	検体数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	中央値 (mg/kg)
稲わら	202	<0.1	9.5	0.5

○2012、2013 年度に国産及び輸入魚粉の総ヒ素の含有実態を調査した。

品目	検体数	最小値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)
魚粉	198	1.5	18.2	5.8

定量限界:0.1 mg/kg

5 毒性評価	
(1)吸収、分布、排出及び代謝	<p>(無機ヒ素)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飲料水に溶けている無機ヒ素は、ほぼ全量が速やかに腸管から吸収される。 ・吸収された無機ヒ素は肝臓、腎臓、肺、ひ臓中に分布し、数週間後に毛髪、爪、皮膚にも分布する。 ・吸収された無機ヒ素は、一部は体内でメチル化される。 ・メチル化物を含め、吸収された無機ヒ素は主に尿から排出される。 <p>(有機ヒ素)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経口摂取した MMA(V)、DMA(V)のような5価の有機ヒ素化合物やアルセノシュガーは、体内に吸収される。 ・体内に吸収された有機ヒ素の多くは、体内で変換を受けずそのままの形態で排出される。
(2)急性毒性	<ul style="list-style-type: none"> ・一般に、5価のヒ素化合物に比べ3価のヒ素化合物の毒性の方が強い。 ・有機ヒ素化合物に比べ無機ヒ素化合物の急性毒性の方が強いとされているが、MMA(III)やDMA(III)は、無機ヒ素よりもチオール基や細胞内タンパク質への親和性が高く、細胞毒性が高いという実験結果もある(以前は無機ヒ素のメチル化が解毒経路であるという仮説もあったが再考が必要)。 <p style="text-align: right;">(JECFA, 2011a)</p> <p>LD₅₀</p> <ul style="list-style-type: none"> ・亜ヒ酸 15 mg/kg bw (経口、ラット、オス・メス) ・MMA(V) 916 mg/kg bw (経口、マウス、オス) ・DMA(V) 648 mg/kg bw (経口、マウス、オス) ・トリメチルアルシノオキシド 10,600 mg/kg bw (経口、マウス、オス) ・アルセノベタイン >10,000 mg/kg bw (経口、マウス、オス) <p style="text-align: right;">(JECFA, 2011a)</p>
(3)短期毒性	<ul style="list-style-type: none"> ・短期間に多量の無機ヒ素を摂取した場合、顔面のむくみ、消化器及び上気道への影響が最初にあらわれ、一部患者には皮膚病変や腎臓障害が遅れて生じる。
(4)長期毒性	<p>(発がん性)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長期間にわたる無機ヒ素の摂取は、肺がんや皮膚がん、膀胱がんを引き起こす。 ・JECFA は、肺がんの発生率が 0.5%増加する無機ヒ素の BMDL_{0.5} を 3.0 µg/kg bw/day と算出した。 ・国際がん研究機関(IARC)は、単体のヒ素と無機ヒ素化合物をグループ1(ヒトに対して発がん性あり)と分類している。また、MMA(V)とDMA(V)をグループ2B(ヒトに対

	<p>して発がん性を有する可能性がある)に、アルセノベタイン及び他の有機ヒ素化合物(ヒト体内代謝物を除く)をグループ3 (ヒトに対し発がん性を有するとは分類できない)に分類している。</p> <p>(遺伝毒性) ・無機ヒ素の遺伝毒性を示す実験結果もあるが、無機ヒ素による発がん性のメカニズムと遺伝毒性の関係は明らかではない。</p> <p>(非発がん毒性) ・発がん性以外の毒性の中で、最も低いレベルで生じる健康への悪影響は皮膚病変(皮膚の角化や色素沈着)である。 ・ATSDR は、皮膚病変の NOAEL を 0.8 µg/kg bw/day(ヒト)(ヒ素として)と推定している。</p>
6	耐容量
	(1)耐容摂取量
	①PTDI/PTWI/PTMI
	<p>【JECFA】 設定なし (第 72 回 JECFA(2010)で、第 33 回 JECFA(1988)で設定した無機ヒ素の PTWI 15 µg/kg bw を取り下げた。) (JECFA, 2011a,b)</p> <p>【食品安全委員会】 設定なし (食品安全委員会, 2013b)</p>
	②PTDI/PTWI/PTMI の根拠
	<p>【JECFA】 (第 27 回 JECFA, 1983) ・入手可能なデータに基づき無機ヒ素の PMTDI (0.002 mg/kg bw) を設定した。有機ヒ素の参照値は設定しなかった。 今後、以下の4つのデータが必要であるとした。 ①食品・飲料水中の様々な形態のヒ素に暴露したヒトにおけるヒ素の蓄積、 ②食品中のヒ素化合物の同定、吸収、排出、毒性、 ③ヒ素の体内負荷に対する魚中のヒ素の寄与、 ④既知の形態のヒ素に暴露した集団の疫学的調査。</p> <p>(第 33 回 JECFA, 1988) ・前回の評価を再確認し、無機ヒ素の PTWI を 0.015 mg/kg bw に設定した。 今後、以下の4つの研究・情報が必要とした。 ①飲料水中の高濃度の無機ヒ素に暴露されている人を対象とした疫学的調査、 ②水産物中の有機ヒ素化合物による健康影響を評価す</p>

	<p>るための魚多食者を含む疫学的調査、</p> <p>③水産物に含まれる有機ヒ素化合物の種類と濃度の調査、</p> <p>④同定された有機ヒ素化合物を用いた動物試験。</p> <p>(第 72 回 JECFA, 2010)</p> <p>・ヒトの疫学調査結果(台湾北東部におけるコホートスタディ)をもとに、飲料水及び食品からの推定経口摂取量を用いて、肺がんの発生率が 0.5%増加する無機ヒ素の BMDL_{0.5}を 3.0 µg/kg bw/day(推定経口摂取量の範囲により 2.0-7.0 µg/kg bw/day)と算出した。現行の PTWI(15 µg/kg bw)は、BMDL_{0.5}の範囲内にあり、ヒトに健康影響をもたらす可能性があるため、最新の知見に基づくと適切でないとして取り下げた。</p> <p>【食品安全委員会】 食品中のヒ素の健康影響について、以下のように判断している。</p> <p>・ヒトではヒ素により染色体異常が誘発されることから、無機ヒ素暴露による発がんには遺伝毒性が関与していることが示唆されるが、現在得られている知見からは、ヒ素の直接的な DNA への影響の有無について判断することはできない。</p> <p>・動物実験(げっ歯類)のデータは、その発がんメカニズムについて、DNA への直接作用、付加体生成というよりも、間接的作用による DNA 損傷であることを示唆している。</p> <p>・閾値メカニズムが仮定できる可能性もあるが、現時点では知見が不足しており、発がん暴露量における閾値の有無について判断できる状況にない。 (食品安全委員会, 2013b)</p>
(2)急性参照量(ARfD)	<p>JECFA は ARfD を設定していない。</p> <p>(参考) 米国 ATSDR は無機ヒ素の経口摂取の急性最小リスクレベル(経口急性 MRL)として、0.005 mg/kg bw/day を設定している。 影響は、顔のむくみ、消化器系の症状(吐き気、嘔吐、下痢) 設定根拠は、LOAEL 0.05 mg/kg bw/day (ヒト) ※5(3)参照 (ATSDR, 2007)</p>

7	暴露評価																																																				
(1)推定一日摂取量	<p>【日本】 ○マーケットバスケット方式による調査結果(厚生労働省(1981-2012)) ・総ヒ素の年度別摂取量</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>1人当たり 一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)</th> <th>体重当たり 一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1981 - 1985 平均</td><td>167</td><td>3.3</td></tr> <tr><td>1986 - 1990 平均</td><td>205</td><td>4.1</td></tr> <tr><td>1991 - 1995 平均</td><td>179</td><td>3.6</td></tr> <tr><td>1996 - 2000 平均</td><td>210</td><td>4.2</td></tr> <tr><td>2001</td><td>157</td><td>3.1</td></tr> <tr><td>2002</td><td>181</td><td>3.6</td></tr> <tr><td>2003</td><td>186</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>2004</td><td>160</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>2005</td><td>178</td><td>3.6</td></tr> <tr><td>2006</td><td>183</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>2007</td><td>146</td><td>2.9</td></tr> <tr><td>2008</td><td>183</td><td>3.4</td></tr> <tr><td>2009</td><td>188</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>2010</td><td>180</td><td>3.4</td></tr> <tr><td>2011</td><td>197</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>2012</td><td>182</td><td>3.4</td></tr> </tbody> </table>	年度	1人当たり 一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)	体重当たり 一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)	1981 - 1985 平均	167	3.3	1986 - 1990 平均	205	4.1	1991 - 1995 平均	179	3.6	1996 - 2000 平均	210	4.2	2001	157	3.1	2002	181	3.6	2003	186	3.7	2004	160	3.2	2005	178	3.6	2006	183	3.7	2007	146	2.9	2008	183	3.4	2009	188	3.5	2010	180	3.4	2011	197	3.7	2012	182	3.4
年度	1人当たり 一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)	体重当たり 一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)																																																			
1981 - 1985 平均	167	3.3																																																			
1986 - 1990 平均	205	4.1																																																			
1991 - 1995 平均	179	3.6																																																			
1996 - 2000 平均	210	4.2																																																			
2001	157	3.1																																																			
2002	181	3.6																																																			
2003	186	3.7																																																			
2004	160	3.2																																																			
2005	178	3.6																																																			
2006	183	3.7																																																			
2007	146	2.9																																																			
2008	183	3.4																																																			
2009	188	3.5																																																			
2010	180	3.4																																																			
2011	197	3.7																																																			
2012	182	3.4																																																			
		(厚生労働科学研究)																																																			
		<p>※ 体重当たりの一日摂取量:日本人平均体重を2007年までは50 kg、2008年以降は53.3 kgとして農林水産省が計算した。</p>																																																			
		<p>・総ヒ素の食品群別摂取量(2003-2012年平均)</p>																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>食品群</th> <th>1人当たり一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)</th> <th>割合 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>コメ</td><td>11.0</td><td>6.2</td></tr> <tr><td>雑穀・芋</td><td>0.7</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>砂糖・菓子</td><td>0.4</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>油脂</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>豆・豆加工品</td><td>0.3</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>果実</td><td>0.2</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>有色野菜</td><td>0.3</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>野菜・海藻</td><td>59.8</td><td>33.5</td></tr> <tr><td>嗜好品</td><td>0.7</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>魚介類</td><td>100.0</td><td>56.1</td></tr> <tr><td>肉・卵</td><td>0.8</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>乳・乳製品</td><td>0.3</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>加工食品</td><td>3.7</td><td>2.1</td></tr> <tr><td>飲料水</td><td>0.1</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>合計</td><td>178.2</td><td>100.0</td></tr> </tbody> </table>	食品群	1人当たり一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)	割合 (%)	コメ	11.0	6.2	雑穀・芋	0.7	0.4	砂糖・菓子	0.4	0.2	油脂	0.0	0.0	豆・豆加工品	0.3	0.2	果実	0.2	0.1	有色野菜	0.3	0.1	野菜・海藻	59.8	33.5	嗜好品	0.7	0.4	魚介類	100.0	56.1	肉・卵	0.8	0.4	乳・乳製品	0.3	0.2	加工食品	3.7	2.1	飲料水	0.1	0.0	合計	178.2	100.0			
食品群	1人当たり一日摂取量 ($\mu\text{g/day}$)	割合 (%)																																																			
コメ	11.0	6.2																																																			
雑穀・芋	0.7	0.4																																																			
砂糖・菓子	0.4	0.2																																																			
油脂	0.0	0.0																																																			
豆・豆加工品	0.3	0.2																																																			
果実	0.2	0.1																																																			
有色野菜	0.3	0.1																																																			
野菜・海藻	59.8	33.5																																																			
嗜好品	0.7	0.4																																																			
魚介類	100.0	56.1																																																			
肉・卵	0.8	0.4																																																			
乳・乳製品	0.3	0.2																																																			
加工食品	3.7	2.1																																																			
飲料水	0.1	0.0																																																			
合計	178.2	100.0																																																			
		(厚生労働科学研究)																																																			

○陰膳方式による調査結果

・食品安全委員会が、319人(20-60代の男女、全国)の1日分の食事(3食及び間食)を対象に実施した調査

分析対象	体重あたり1日摂取量 ($\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$)			
	範囲	平均値	中央値	95パーセント タイル値
総ヒ素	0.06 - 44.2	3.44	2.03	8.88
無機ヒ素	0.037 - 3.29	0.315	0.236	0.754

(食品安全委員会, 2013a)

・その他の無機ヒ素の摂取に関する調査

1日摂取量 ($\mu\text{g}/\text{man}/\text{day}$)		体重あたり1日摂取 量*($\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$)		対象試料の情報 及び出典
範囲	平均 値	範囲	平均 値	
1.2 - 31.7	13.7	0.02 - 0.59	0.26	12人(成人男性6人、 成人女性6人、地域不 明)の3日間分の食事 (Mohri <i>et al.</i> (1990))
8.34 - 101	33.7	0.16 - 1.89	0.63	35人(成人男性12人、 成人女性23人、東京 都及び神奈川県)の1 日分の食事 (Yamauchi <i>et al.</i> (1992))
2.0 - 57	4.4 (幾何 平均)	0.04 - 1.1	0.083 (幾何 平均)	25人の成人女性(東京 都)の1日分の食事(飲 料水を含む) (Oguri <i>et al.</i> (2012))

※1日摂取量を体重 53.3 kg で除した値(農林水産省が
計算した)

【JECFA】

主な国の総ヒ素及び無機ヒ素の摂取量

国または 地域	総ヒ素	無機ヒ素	対象
	平均摂取量 ($\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$)		
ヨーロッパ 19カ国	0.45 - 4.58	0.21 - 0.61	成人
米国	0.39	0.08	全年代
チリ	2.2 - 23	2.1 - 23	ヒ素汚染地域 成人
中国	0.99	0.43	成人男性

(詳細は別紙4、別紙5参照)
(JECFA, 2011a,b)

【EU】

食事（飲料水を含む。）由来の無機ヒ素暴露量

対象者	体重あたり1日摂取量* ($\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$)	
	平均摂取群	高摂取群 (95 パーセンタイル)
乳幼児、子ども (10歳未満)	0.20 - 1.37	0.36 - 2.09
成人(18歳以上)	0.09 - 0.38	0.14 - 0.64

* 平均値は検出限界及び定量限界のデータの扱いの違いにより、下側境界と上側境界が示されているため、農林水産省がその幅として示した。

(EFSA, 2014)

〈参考〉

○食品中の総ヒ素に占める無機ヒ素の割合

①魚介類

- ・淡水魚:10%、海産魚:0% (EPA, 1988)
- ・0.5 - 1%以下 (Edmonds & Francesconi, 1993)

②海藻

- ・ひじき: 60%
- ・真こんぶ: 3%
- ・わかめ: 7%

(塩見, 1992)

- ・ひじき(乾物): 16-92%(中央値 73%)
- ・こんぶ(乾物)、わかめ(乾物)、のり(乾物)の無機ヒ素の濃度はすべて定量限界(0.5 mg/kg)未滿だった。
(2006-2008年度に実施した農水省による含有実態調査結果から計算した)

③農産物

- ・穀類: 65%(EPA, 1988)
- ・コメ: 35%(EPA, 1988)
24 - 73%(Schoof *et al.*, 1999)
日本、中国、米国、タイ、豪州等のデータ
精米:3 - 100*%、玄米:10 - 100*% (Codex, 2014a)
国産 精米:41 - 100*%、玄米:58 - 100*%
(農林水産省, 2014a)
*100%を超えた試料は 100%として算出した。

- ・野菜類: 5%(EPA, 1988)
- ・ばれいしょ: 10%(EPA, 1988)
- ・果実類: 10%(EPA, 1988)

④肉類・乳製品

- ・肉類(牛・豚):75%(EPA, 1988)
(家きん):65%(EPA, 1988)
- ・乳製品: 75%(EPA, 1988)

	(2)推定方法	<p>【日本】</p> <p>○マーケットバスケット方式による調査 飲料水を含めた全食品を14群に分け、国民栄養調査による食品摂取量に基づき、小売店等から食品を購入し、必要に応じて調理した後、食品群ごとに化学物質等の分析を行い国民1人当たりの平均的な1日摂取量を推定する。 (厚生労働科学研究)</p> <p>○陰膳方式による調査(duplicate diet study) 実際に調査対象者が摂取した食事と同じものを食事試料とし、食事全体を一括して分析し、食事中に含まれる化学物質の総量を測定する。これにより、調査対象者が食べた食品に由来する化学物質の摂取量を推定する。 食品安全委員会の調査では、2007-2011年度にかけて環境省が3日間連続で採取した食事試料を活用した。1日分の食事を混合したものを分析試料とし、3日間のうち1日分の試料をランダムに選択し分析した。調査対象者は、全国5ブロック(北海道・東北、関東・甲信越、近畿・東海・北陸、中国・四国、九州・沖縄)からそれぞれ約50-70人ずつ選ばれており、その居住地区は漁村・都市・農村それぞれ約100人ずつである。また、調査対象者の性別比は男性:女性=約1:2である(食品安全委員会, 2013a)。</p> <p>【JECFA】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・別紙4及び5の備考のとおり <p>【EU】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・17か国の食品摂取量データと無機ヒ素含有平均濃度の食品群ごとの積の総和を個人の無機ヒ素暴露量として算出する。検出下限未満及び定量限界未満のデータの仮定により、食品中の無機ヒ素含有平均濃度について、上側限界から下側限界まで幅があるため、暴露量は幅をもって示している(EFSA, 2014)。
8	MOE(Margin of exposure)	—
9	調製・加工・調理による影響	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥ヒジキは、通常、調理前に水戻しされる。 乾燥ヒジキの40倍量(重量比)の水(20℃)を用い30分間の水戻しをした場合、戻し水中に総ヒ素の50-66%が溶出した。(数値は試験点数150点の25-75パーセントイル値。)(農林水産省, 2014b)。 30-60%程度が溶出するとの報告もある(Hanaoka <i>et al.</i>, 2001; Ichikawa <i>et al.</i>, 2006)。 ・水戻ししたヒジキを、更に茹でこぼし(熱湯の中にヒジキを入れ、煮立ててから煮汁を捨てる処理)する過程でヒ

		<p>素が煮汁に溶出し、総ヒ素の約 90%が除去された (Ichikawa <i>et al.</i>, 2006)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・野菜類の皮むき、コメのとう精によって総ヒ素含有濃度は低下する(JECFA, 2011b)。 ・玄米を精米にとう精することによってコメ中の総ヒ素濃度及び無機ヒ素濃度が低下する(農林水産省, 2014a; Naito <i>et al.</i>, 2015)。 ・ヒ素を含まない水で精米を洗うことによって、洗米後の総ヒ素量及び無機ヒ素量は減少する。また、炊飯による総ヒ素量及び無機ヒ素量は変化しない(Naito <i>et al.</i>, 2015)。 																		
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	<ul style="list-style-type: none"> ・我が国では総ヒ素の摂取量のうち8割以上が魚介類、海藻由来。農産物ではコメからの摂取寄与が比較的大きい。 ・国産米に含まれるヒ素の多くが無機ヒ素である。また、海藻のうち、ひじきは無機ヒ素を多く含む。 																		
	(2)国内の生産実態	<p>(食品)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・魚介類: 国内消費仕向量 8,170 千トン、うち国内生産 4,302 千トン(2012 年度食料需給表(数値は原魚換算値)) ・海藻(生重量): こんぶ: 34 千トン(養殖)、73 千トン(採藻) のり: 342 千トン(養殖) その他の海藻(採藻: わかめ類、ひじき、てんぐさ類を含む): 24 千トン わかめ: 48 千トン(養殖) (2012 年漁業養殖業生産統計年報) ・コメ: 国内消費仕向量 8,667 千トン、うち国内生産 8,692 千トン (2012 年度食料需給表) <p>(飼料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飼料用米及び WCS*用稲の作付面積(ha)の推移(2008-2012 年) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2008</th> <th>2009</th> <th>2010</th> <th>2011</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>飼料用米</td> <td>1,410</td> <td>4,123</td> <td>14,883</td> <td>33,955</td> <td>34,525</td> </tr> <tr> <td>WCS 用稲</td> <td>9,089</td> <td>10,203</td> <td>15,939</td> <td>23,086</td> <td>25,672</td> </tr> </tbody> </table> <p>(資料: 農林水産省「新規需要米の取組計画認定状況」)</p> <p>* WCS(ホールクロップサイレージ(稲発酵粗飼料)): 稲の実と茎葉を同時に収穫し発酵させた飼料。</p>		2008	2009	2010	2011	2012	飼料用米	1,410	4,123	14,883	33,955	34,525	WCS 用稲	9,089	10,203	15,939	23,086	25,672
	2008	2009	2010	2011	2012															
飼料用米	1,410	4,123	14,883	33,955	34,525															
WCS 用稲	9,089	10,203	15,939	23,086	25,672															

11	汚染防止・リスク低減方法	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥ヒジキについては、調理・加工する際に水戻しを行い、使用した水を捨ててヒジキを水洗いすることで、最終的に喫食するヒジキ中の総ヒ素濃度を減少させることができる。（「9 調製・加工・調理による影響」も参照）。 ・ヒジキの製造・加工事業者によるヒ素低減の取組を推進している（農林水産省, 2014b）。 ・ヒ素汚染地域では、鉄、酸化鉄・酸化アルミニウムや活性炭を吸着剤として用いるのが安価な低減方法である（JECFA, 2011b）。 ・土壌のケイ酸含有濃度が低い場合、ケイ酸の追加によりコメ中のヒ素濃度が低減することがある。また、土壌を酸化状態にするとコメ中のヒ素濃度が大きく低下することがあるが、収量維持との両立が課題である。（JECFA, 2011b）。 ・土壌の酸化還元電位が高いと土壌中のカドミウムはコメに吸収されやすくヒ素は吸収されにくい。一方、土壌の酸化還元電位が低いとカドミウムは吸収されにくく、ヒ素は吸収されやすい。したがって、コメ中のカドミウム濃度を低減するために湛水管理をすることにより、コメ中のヒ素濃度が増加する可能性がある。 ・日本において、食品を通じて摂取したヒ素による明らかな健康影響は認められておらず、ヒ素について食品からの摂取の現状に問題があるとは考えないが、一部の集団で無機ヒ素の摂取量が多い可能性があることから、特定の食品に偏らず、バランスの良い食生活を心がけることが重要である（食品安全委員会, 2013b）。
12	リスク管理を進める上で不足しているデータ等	<p>（食品）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リスク管理の必要を検討するためには、ヒ素の中でも毒性が強いと考えられる無機ヒ素の含有実態（濃度分布）及び消費者の摂取量を把握する必要がある。 ・食品中の総ヒ素の分析法は確立されているが、米以外の食品中の無機ヒ素及び有機ヒ素の形態別の分析法は十分に確立されていない状況にある。 ・国内実態調査で農産物の中ではコメの総ヒ素及び無機ヒ素の濃度が比較的高かったため、以下の調査、研究開発を実施している。 <ol style="list-style-type: none"> ① 水管理や土壌の種類・成分がコメ中の総ヒ素及び無機ヒ素濃度に及ぼす影響を解析するための調査を実施（2009, 2011, 2012 年度有害化学物質リスク管理基礎調査事業）。 ② 水田土壌と同水田で生産されたコメに含まれるヒ素の含有実態調査を実施中（2014 年度-、有害化学物質リスク管理基礎調査事業）。

		<p>③ 水稻のヒ素とカドミウムの同時低減や、農場での実行性や収量・品質を考慮した水稻のヒ素吸収抑制技術を開発中(2013年度-、食品の安全性と動物衛生の向上のためのプロジェクト)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品安全委員会は、2013年12月に食品中のヒ素に関する食品健康影響評価結果を公表し、今後の課題として以下を提示した。 <ul style="list-style-type: none"> ①我が国における暴露実態及び食事由来のヒ素暴露を明らかにした上で、通常の生活での暴露レベルの集団を対象とした疫学調査及び毒性メカニズムに関する研究が必要。 ②有機ヒ素については、食品健康影響評価に資する有機ヒ素に関する毒性学的な影響に係るデータが不足していることから、更なるデータの蓄積が必要。 ・ JECFAは、2010年の第72回会合において、以下の課題を提示した。 <ul style="list-style-type: none"> ①無機ヒ素化合物の経口摂取量評価を行うために、喫食直前の食品中に含まれる無機ヒ素含有濃度のより正確なデータが必要。 ②妥当性が確認され、かつ汎用性がある食品中無機ヒ素の選択的分析法及び認証標準物質が必要。 ③いくつかの食品では無機ヒ素の割合が大きく変化するため、無機ヒ素の暴露量は、一般的変換係数を用いた総ヒ素濃度からの推定値ではなく、実測値に基づく評価が必要。 <p><飼料></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国産の粗飼料、飼料用米の生産量が増加しているため、これらの汚染実態データが必要である。
13	消費者の関心・認識	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多くの消費者は食品中のヒ素について強い不安は持っていないが、毒物としてのイメージが強いため、例えば、事故による汚染等や安全性に関する報道に対しては高い関心を示すと考えられる。
14	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農林水産省の「食用海産動植物に含まれるヒ素化合物の食品としての安全性(2005年-2007年)」事業において、ヒジキ含有飼料を与えたマウスの体内に取り込まれたヒ素は、糞や尿として速やかに排出されることを確認した。また、乾燥ヒジキ中のヒ素は、水戻しにより低減されることを確認した。 ・ 農林水産省の「水産動植物に含まれる水溶性及び脂溶性ヒ素化合物の毒性の解明とリスク低減技術の開発(2008年~2010年)」事業において、脂溶性ヒ素化合物の細胞毒性は無機ヒ素(亜ヒ酸、ヒ酸)に比較して弱いことを確認した。また、魚肉中の脂溶性ヒ素化合物

は、油漬け缶詰製造工程の加熱・加圧で、主に缶詰製品液汁の油部分に溶出することを確認した。

- ・ 有害化学物質リスク管理基礎調査事業を活用し、コメの無機ヒ素の分析法(HPLC-ICP-MS)について国際的な室間共同試験を実施し妥当性を確認した(Ukena *et al.*, 2014)。

- ・ 食品安全委員会(2013)は食品中のヒ素の食品健康影響評価結果の通知にあわせて、厚生労働省及び農林水産省に対し、「本評価を踏まえ、これまで行ってきた食品中のヒ素の汚染実態を把握するための調査やヒ素のリスク低減方策に関する研究等をさらに充実」するよう要請した。・ コーデックス委員会におけるコメ中のヒ素に関する検討の経緯(2010年以降)

(第4回 CCCF(食品汚染物質部会), 2010)

コメ中のヒ素の最大基準値のための新規作業を検討した。

(第5回 CCCF, 2011)

コメ中ヒ素の最大基準値について新規作業を行うことを合意した。

(第8回 CCCF, 2014)

精米及び玄米の最大基準値を、それぞれ無機ヒ素で設定することについて、幅広い支持を得た。

精米については、電子作業部会が提案した 0.2 mg/kg に設定し、第 37 回コーデックス委員会総会(CAC)(2014年7月)に諮ることで合意した。

玄米については合意が得られず、再度電子作業部会(議長:中国、共同議長:日本)にて検討することで合意した。また、コメ生産国に対して、玄米に含まれる無機ヒ素の含有実態データの追加提出を要請した。

実施規範の策定について、新規作業とすることについて第 37 回 CAC の承認を得た上で、電子作業部会(議長:日本、共同議長:中国)で実施規範原案を作成し、第 9 回 CCCF で検討することで合意した。

(第 37 回 CAC, 2014)

精米の無機ヒ素の最大基準値を 0.2 mg/kg とすることを採択した。

実施規範の策定を新規作業とすることを採択した。

15 出典・参照文献

- ATSDR. 2007. Toxicological profiles for Arsenic
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>
 (accessed Sep 27. 2012)
- Australia New Zealand Food Standards Code – Standard
 1.4.1 – Contaminants and Natural Toxicants
<http://www.comlaw.gov.au/Details/F2013C00140>
 (accessed Jun. 30, 2014)
- Canada. 1978. Food and Drug Regulations (Canada).
http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._870/ (accessed Jun 23. 2014)
- CFIA. 2012. Inorganic Arsenic and Hijiki Seaweed
 Consumption
<http://www.inspection.gc.ca/food/consumer-centre/food-safety-tips/specific-products-and-risks/arsenic/eng/1332268146718/1332268231124> (accessed
 Oct. 22. 2012)
- Codex. 1995. CODEX STAN 193–1995 Codex General
 Standard for Contaminants and Toxins in Food and
 Feed.
- Codex. 2001. CAC/RCP 49–2001 Code of Practice
 Concerning Source Directed Measures to Reduce
 Contamination of Foods with Chemicals
http://www.codexalimentarius.org/download/standards/373/CXP_049e.pdf
- Codex. 2014a. CX/CF 14/8/6 Proposed Draft Maximum
 Levels for Arsenic in Rice (Raw and Polished Rice)
ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf8/cf08_06_e.pdf (accessed Jul. 2. 2014)
- Edmonds and Francesconi.1993. Arsenic in seafoods:
 human health aspects and regulations. *Marine
 Pollution Bulletin* 27.12 (1993): 665–674.
- EFSA. 2014. Scientific Report of EFSA – Dietary
 exposure to inorganic arsenic in the European
 population. *The EFSA journal* 2014;12 (3) : 3597
- EPA. 1988. Special Report on Ingested Inorganic Arsenic;
 Skin Cancer; Nutritional Essentiality *Risk Assessment
 Forum*. July 1988. EPA/625/3–87/013.
- EU. 2002. Directive 2002/32/EC of the European
 Parliament and of the Council of 7 May 2002 on
 undesirable substances in animal feed – Council
 statement. *Off. J. Eur. Union*, L 140, p. 10–22
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1404976124348&uri=CELEX:02002L0032-20131227>
 (accessed Jul. 7. 2014)
- FSANZ. 2004. Australian consumers are advised to avoid
 hijiki seaweed.
<http://www.foodstandards.gov.au/scienceandeducation/mediacentre/mediareleases/archivedmediareleases>

[/mediareleases2004/australianconsumersa2778.cfm](#)
(accessed Apr. 10. 2013)

Health Canada. 2014. Technical Consultation – Proposed Changes to the Tolerances for Arsenic and Lead in Fruit Juice, Fruit Nectar, Beverages when Ready-to-Serve, and Water in Sealed Containers <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/consult/2014-beverages-lead-arsenic-plomb-boissons/index-eng.php> (Accessed Jun. 23. 2014)

Ichikawa S, *et al.* 2006. Decrease of arsenic in edible brownalgae *Hijikia fusiforme* by the cooking process *Appl. Organomet Chem.* 20:585–590.

Hanaoka K, *et al.* 2001. Arsenic in the prepared edible brownalgae hijiki, *Hizikia fusiforme* *Appl. Organomet Chem.* 15:561–565.

JECFA. 2011a. Food Additives Series: 63 http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241660631_eng.pdf (accessed Nov 6. 2012)

JECFA. 2011b. Technical Report Series 959 http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_959_eng.pdf (accessed Oct 5. 2012)

Livsmedelsverket [the Swedish National Food Agency]. 2013. Problems with certain heavy metals and minerals in foods for children continue. – press release January 23, 2013 <http://www.slv.se/en-gb/Group1/Food-Safety/Heavy-metals-and-minerals-in-foods-for-children/>

Mohri T *et al.*, 1990. Arsenic intake and excretion by Japanese adults: a 7-day duplicate diet study. *Food Chem. Toxicol.*, 28, 521–529

Naito S *et al.*, 2015. Effects of polishing, cooking, and storing on total arsenic and arsenic species concentration in rice cultivated in Japan. *Food Chemistry*, 168(1), pp.294–301, 2015.

Oguri T *et al.*, 2012. Daily intake of inorganic arsenic and some organic arsenic species of Japanese subjects. *Food. Chem. Toxicol.*, 50, 2663–2667.

Schoof A *et al.*, 1999. A Market Basket Survey of Inorganic Arsenic in Food. *Food and Chemical Toxicology* 37 pp.839–846. 1999

Ukena T *et al.*, 2014. Speciation and Determination of Inorganic Arsenic in Rice Using Liquid Chromatography–Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry: Collaborative Study. *Journal of AOAC International* ., 97, 3, pp.946–955, 2014.

UKFSA. 2004. Arsenic in seaweed <http://multimedia.food.gov.uk/multimedia/pdfs/arsenicseaweed.pdf> (accessed Oct. 20. 2014)

- USFDA. 2013a. FDA News Release: FDA proposes “action level” for arsenic in apple juice
<http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm360466.htm> (accessed May 23, 2014)
- WHO. 2008. Guidelines for drinking-water quality, third edition, incorporating first and second addenda
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/fulltext.pdf (accessed Jan 23, 2013)
- Yamauchi H *et al.* 1992. Intake of different chemical species of dietary arsenic by the Japanese, and their blood and urinary arsenic levels. *Appl. Organomet. Chem.*, 6, 383-388.
- 環境庁. 1971a. 昭和 46 年 12 月 28 日付け環境庁告示第 59 号「水質汚濁に係る環境基準について」
- 環境庁. 1971b. 昭和 46 年 6 月 24 日付け政令第 204 号「農用地の土壌の汚染防止等に関する法律施行令」
- 環境庁. 1991. 平成 3 年 8 月 23 日付け環境庁告示第 46 号「土壌の汚染に係る環境基準について」
- 環境庁. 1997. 平成 9 年 3 月 13 日付け環境庁告示第 10 号「地下水の水質汚濁に係る環境基準について」
- 厚生省. 1959. 昭和 34 年 12 月 28 日付け厚生省告示第 370 号「食品、添加物等の規格基準」
- 厚生労働科学研究 ※年度によって研究名が異なる。近年の報告書は以下のデータベースから入手可能。
厚生労働科学研究成果データベース
<http://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIST00.do>
(accessed Oct. 16, 2012)
- 厚生労働省. 2003. 平成 15 年 5 月 30 日付け厚生労働省令第 101 号「水道水質基準」
- 塩見一雄. 1992. 海産生物に含まれるヒ素の化学形・毒性・代謝 食品衛生学雑誌 Vol.33 1992. No.1 pp. 1-10.
- 食品安全委員会. 2013a. 平成 24 年度陰膳サンプルを用いた化学物質・汚染物質の分析調査報告書
- 食品安全委員会. 2013b. 化学物質・汚染物質評価書「食品中のヒ素」
- 台湾. 2013. 藻類食品衛生標準
<http://consumer.fda.gov.tw/Law/Detail.aspx?nodeID=518&lang=1&lawid=296> (accessed May. 16, 2014)
- 中国. 2012. GB2762-2012 食品中の汚染物質の上限値.
衛生部公 2012 年第 21 号/2012 年 11 月 13 日
<http://www.moh.gov.cn/ewebeditor/uploadfile/2013/01/20130128114248937.pdf> (Accessed Apr. 1, 2013).
- 農林水産省. 1988. 「飼料の有害物質の指導基準の制定について」(昭和 63 年 10 月 14 日付け 63 畜 B 第 2050 号 農林水産省畜産局長通知)
- 農林水産省. 2008. 平成 20 年 3 月 10 日付け消費・安全局長通知. 19 消安第 14006 号「飼料等への有害物質

混入防止のための対応ガイドラインの制定について」
農林水産省. 2012a. 平成 24 年 10 月 31 日付けプレスリリース「有害化学物質の含有実態調査の結果をまとめたデータ集(平成 15~22 年度)について」

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/seisaku/121031.html>

農林水産省. 2012b. 食糧需給表

<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/zyukyu/index.html> (accessed Aug 20. 2014)

農林水産省. 2014a. 平成 26 年 2 月 21 日付けプレスリリース「『平成 24 年度 国産玄米及び精米中のヒ素の含有実態調査』の結果について」

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/140221.html>

農林水産省. 2014b. リーフレット「ヒジキを製造・加工する事業者の皆様へ」

http://www.maff.go.jp/j/syouan/tikusui/gyokai/g_kenko/busitu/pdf/as_panfu.pdf

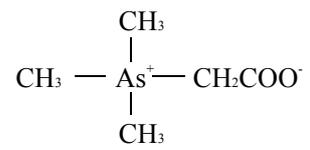
別紙 1 主なヒ素化合物

<p><u>無機ヒ素化合物（三価）</u></p> $\left[\begin{array}{c} \text{O}^- \\ \\ \text{O}^- - \text{As} - \text{O}^- \end{array} \right]$ <p>arsenic trioxide 三酸化二ヒ素 : CAS 1327-53-3 As_2O_3</p> <p>arsenious acid 亜ヒ酸 : CAS 13464-58-9 H_3AsO_3</p> <p>【arsenite (亜ヒ酸塩)】 (例) sodium arsenite 亜ヒ酸ナトリウム : CAS 7784-46-5 NaAsO_2</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{As} \\ \backslash \\ \text{O}^- \end{array} \text{Na}^+$	<p><u>無機ヒ素化合物（五価）</u></p> $\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}^- - \text{As} - \text{O}^- \\ \\ \text{O}^- \end{array} \right]$ <p>arsenic pentoxide 五酸化二ヒ素 : CAS 1303-28-2 As_2O_5</p> <p>arsenic acid ヒ酸 : CAS 7778-39-4 H_3AsO_4</p> <p>【arsenate (ヒ酸塩)】 (例) potassium arsenate ヒ酸カリウム : CAS 7784-41-0 KH_2AsO_4</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{As} \\ / \quad \backslash \\ \text{HO} \quad \text{O}^- \end{array} \text{K}^+$
<p><u>有機ヒ素化合物</u></p>	
<p>methylarsonic acid (monomethylarsonic acid, MMA (V)) メチルアルソン酸 (モノメチルアルソン酸、MMA) : CAS 124-58-3 $\text{CH}_3\text{AsO}(\text{OH})_2$</p>	
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{As} - \text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
<p>dimethylarsinic acid (cacodylic acid, DMA (V)) ジメチルアルシン酸 (DMA、カコジル酸) : CAS 75-60-5 $(\text{CH}_3)_2\text{AsOOH}$</p>	
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{As} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
<p>methylarsinous acid (MMA (III)) メチル亜ヒ酸 : CAS 25400-23-1 $\text{CH}_3\text{As}(\text{OH})_2$</p>	
<p>dimethylarsinous acid (DMA (III)) ジメチル亜ヒ酸 : CAS 55094-22-9 $(\text{CH}_3)_2\text{AsOH}$</p>	
<p>trimethylarsine oxide トリメチルアルシノオキシド : CAS 4964-14-1 $(\text{CH}_3)_3\text{AsO}$</p>	
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{As} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
<p>tetramethylarsonium ion テトラメチルアルソニウム : CAS 27742-38-7 $(\text{CH}_3)_4\text{As}^+$</p>	

arsenobetain

アルセノベタイン : CAS 64436-13-1

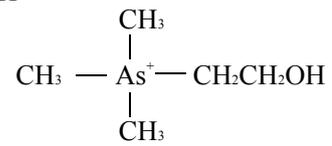
$(\text{CH}_3)_3\text{As}^+ \text{CH}_2\text{COO}^-$



arsenocholin ((2-hydroxyethyl) trimethylarsonium)

アルセノコリン ((2-ヒドロキシエチル)トリメチルアルソニウム) : CAS 39895-81-3

$(\text{CH}_3)_3\text{As}^+ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$



コーデックス委員会「化学物質による食品汚染を低減するための排出源対策に関する実施規範(CAC/RCP 49-2001)」の主な内容

- 食品管理当局が、関係する国内当局や国際機関に対し、食品汚染の想定や実態について情報提供し、適切な予防策をとるよう促さなくてはならない。
- 食品中の汚染物質が、合理的に到達可能な範囲で低いかつ健康保護の観点から受容できる／耐容できると考えられる上限値を超えない濃度であるために、以下からなるアプローチをとる。
 - 汚染源を取り除く又は制御する対策
 - 汚染濃度を低減するための処理
 - ヒトの消費に適した食品から汚染された食品を同定・分離する対策
- 空気、水、土壌汚染が動植物由来食品の汚染や飲用、食料生産用及び調理加工用の水を汚染する可能性がある。関係する国内当局や国際機関は食品汚染の想定や実態について情報を得、以下の措置を取るべき。
 - 工業からの汚染物質の排出を管理する（化学工業、鉱業、金属業、紙工業、兵器の試験等）。
 - 発電(原子力発電所を含む)及び交通機関からの汚染物質の排出を管理する。
 - 固体、液体の家庭廃棄物及び産業廃棄物を管理する（地上の堆積、下水スラッジの廃棄、廃棄物の焼却を含む）。
 - 毒性があり環境中に長く留まる物質の製造、販売、使用及び廃棄を管理する（例：PCB、臭素系難燃剤等の有機ハロゲン化合物、鉛、カドミウム、水銀化合物等）。
 - 特に有意な量が最終的に環境中に放出される可能性がある場合、新しい化学物質が市場に導入される前に、健康及び環境の観点から受け入れ可能であることを示す適切な試験を確実に実施する。
 - 毒性があり環境中に長く留まる物質を、健康及び環境の観点からより受け入れやすい物質で置き替える。

2004-2006年度農産物の総ヒ素含有実態調査結果

作物	分析 点数	定 量 限 界	定量限界未満の		定量限界 以上の点 数	最高値 mg/kg	平均値 (1) mg/kg	平均値 (2) mg/kg	平均値 (3) mg/kg	平均値 (4) mg/kg
			点数	割合(%)						
米	600	0.01	0	0%	600	0.43	-	-	-	0.17
小麦	363	0.01	312	86%	51	0.04	0.002	0.01	-	-
大豆	300	0.01	278	93%	22	0.04	0.001	0.01	-	-
かんしょ	100	0.01	94	94%	6	0.01	0.001	0.004	-	-
さといも(皮付き)	98	0.01	59	60%	39	0.04	0.007	0.01	-	-
だいこん	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.004	-	-
にんじん	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.004	-	-
ばれいしょ	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.004	-	-
キャベツ	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.003	-	-
ブロッコリー	100	0.01	99	99%	1	0.01	0.0001	0.003	-	-
はくさい	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.003	-	-
レタス	99	0.01	99	100%	0	-	0	0.003	-	-
ほうれんそう	160	0.01	126	79%	34	0.12	0.004	0.011	-	-
ねぎ	100	0.01	99	99%	1	0.02	0.0002	0.01	-	-
たまねぎ	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.01	-	-
きゅうり	101	0.01	98	97%	3	0.02	0.0004	0.01	-	-
かぼちゃ	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.003	-	-
なす	100	0.01	97	97%	3	0.01	0.0003	0.01	-	-
トマト	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.004	-	-
ピーマン	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.004	-	-
さやいんげん	100	0.01	100	100%	0	-	0	0.003	-	-
いちご	100	0.01	99	99%	1	0.01	0.0001	0.01	-	-
しいたけ	100	0.01	45	45%	55	0.14	-	-	0.02	-
りんご	99	0.01	96	97%	3	0.03	0.001	0.004	-	-
みかん(外果皮付き)	40	0.01	40	100%	0	-	0	0.004	-	-
なつみかん(外果皮付き)	70	0.01	70	100%	0	-	0	0.003	-	-
もも	100	0.01	98	98%	2	0.01	0.0002	0.004	-	-
なし	100	0.01	99	99%	1	0.02	0.0002	0.004	-	-
ぶどう	100	0.01	99	99%	1	0.01	0.0001	0.004	-	-
かき	100	0.01	92	92%	8	0.03	0.001	0.01	-	-
キウイフルーツ(果皮付き)	70	0.01	69	99%	1	0.01	0.0001	0.004	-	-

注) 平均値は GEMS/Food が示す方法に従い以下により算出した。

- 米及びしいたけを除く品目については定量限界未満の分析点数が全分析点数の60%を超えていたことから平均値(1)は定量限界未満の濃度を「0」、平均値(2)は定量限界未満の濃度を「定量限界」として算出した。
- しいたけについては定量限界未満の分析点数が全分析点数の60%未満であったことから定量限界未満の濃度を「定量限界の1/2」として平均値(3)を算出した。
- 米については全ての試料が定量限界以上であったことから、試料ごとの濃度を用いて平均値(4)を算出した。

総ヒ素の食品由来の推定摂取量

国または地域	平均摂取量 (μg/kg bw/日)	上位パーセンタイル摂取量 (μg/kg bw/日)	備考
ヨーロッパ19カ国	0.45-4.58	[95パーセンタイル] 1.75-11.22	食品中の無機ヒ素濃度は、複数のシナリオで仮定した係数を利用して総ヒ素濃度より算出 飲料水を含めた各国の摂食パターンの違いも反映
フランス	1.82		陰膳調査(朝食、昼食) 朝食+昼食×2で1日分と想定 飲料水の寄与分を含まない
フランス	男性 11.04 女性 13.53	[95パーセンタイル] 男性 25.14 女性 33.00	魚、水産物を頻繁に消費する沿岸部住民。 飲料水寄与分を含む
米国	食品由来 0.36 飲料水由来 0.03	[95パーセンタイル] 食品由来 1.40 飲料水由来 0.11	トータルダイエツスタディーの分析結果に基づく 飲料水の寄与分を含む 確率的暴露モデルと体内動態モデルを利用
豪州	成人 0.49-0.88 12歳児 0.28-0.83 2歳児 0.55-1.30 9ヶ月乳幼児 0.37-1.40		トータルダイエツスタディーの分析結果に基づく 飲料水の寄与分を含む 確率モデルを利用
ニュージーランド	成人 1.06-1.44 11-14歳児 0.69-1.34 5-6歳児 1.40-1.50 1-3歳児 1.60-1.77 6-12ヶ月乳幼児 1.45-1.63		トータルダイエツスタディーの分析結果に基づく
チリ	2.18-23.3		飲料水の寄与分を含む 汚染された河川水を飲料水及び調理用の水として利用 河川水ヒ素濃度が高濃度(0.572 mg As/L)と低濃度(0.041 mg As/L)の2つの時期でサンプリングを実施
日本	1991年 3.82 1992年 4.73		3回の陰膳調査、79人の女性、滋賀県
日本	漁師の妻 24.10 コメ農家の妻 23.57 10歳児 19.71	[95パーセンタイル] 漁師の妻 78.00 コメ農家の妻 68.86 10歳児 68.86	海藻類、魚介類を多量に消費する群
バングラデシュ	0.20-0.35		平均的なコメ消費群。飲料水の寄与分を含む。
バングラデシュ	男性 13.48 女性 10.30		地下水がヒ素に汚染された地域。飲料水の寄与分を含む
中国	全体平均 0.99 県別 0.23-3.35		2007年実施のトータルダイエツスタディー

個別調査の出典はJECFA(2011a,b)を参照のこと

無機ヒ素の食品由来の推定摂取量

国または地域	平均摂取量 (μg/kg bw/日)	上位パーセンタイル摂取量 (μg/kg bw/日)	備考
ヨーロッパ19カ国	成人 0.21-0.61 1-12歳児 0.31-1.39 6ヶ月未満乳幼児 0.03-1.63	[95パーセンタイル] 成人 0.36-0.99 1-12歳児 0.61-2.66	食品中の無機ヒ素濃度は、複数のシナリオで仮定した係数を利用して総ヒ素濃度より算出 飲料水を含めた各国の摂食パターンの違いも反映
フランス	0.18		陰膳調査(朝食、昼食) 朝食+昼食×2で1日分と想定 総ヒ素の10%を無機と仮定 飲料水の寄与分を含まない
フランス	男性 0.43 女性 0.48	[95パーセンタイル] 男性 0.98 女性 0.95	魚、水産物を頻繁に消費する沿岸部住民。 飲料水寄与分を含む
米国	食品由来 0.05 飲料水由来 0.03	[95パーセンタイル] 食品由来 0.19 飲料水由来 0.11	トータルダイエツスタディーの分析結果に基づく 飲料水の寄与分を含む 確率的暴露モデルと体内動態モデルを利用
チリ	成人 2.08-23.18		飲料水の寄与分を含む 汚染された河川水を飲料水及び調理用の水として利用 河川水ヒ素濃度が高濃度(0.572 mg As/L)と低濃度(0.041 mg As/L)の2つの時期でサンプリングを実施
中国	全体 0.43 県別 0.24-0.76		2007年実施のトータルダイエツスタディー
台湾	0.91	[最大値] 3.8	コメ及びヤマイモのみを含む。摂取量の推定に飲料水の寄与分を含まない。
日本	漁師の妻 0.39 コメ農家の妻 0.36 10歳児 0.46	[95パーセンタイル] 漁師の妻 1.29 コメ農家の妻 0.83 10歳児 0.83 [最大値] 漁師の妻 2.87 コメ農家の妻 1.63 10歳児 2.27	海藻類、魚介類を多量に消費する群 漁師の妻 201人、コメ農家の妻 125人、10歳児 231人

個別調査の出典はJECFA(2011a,b)を参照のこと