

検討対象物質（亜鉛）に関する情報

I. 物質の特性、現行基準等

(1) 物質の特性^{1),2)}

名称	亜鉛及びその化合物
CAS No	7440-66-6
元素／分子式	Zn
原子量／分子量	65.39
環境中での挙動等	<p>金属亜鉛は、湿った空気中では、室温で酸化され、二酸化炭素によって、塩基性炭酸亜鉛 $ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$ を形成する。この炭酸塩は淡灰色薄膜を形成し、金属亜鉛がそれ以上腐食するのを防止する（山根，1986）。</p> <p>亜鉛は、両性元素であるため、金属亜鉛、酸化亜鉛は、酸性及び塩基性水溶液に溶解する。pH が 9 未満ではアコ錯体である水和物 $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$ を形成し、pH が 10.5 以上では、ヒドロキシ錯体の亜鉛酸陰イオン $[Zn(OH)_3]^-$、$[Zn(OH)_4]^{2-}$、$[Zn(OH)_4(H_2O)_2]^{2-}$ 等を形成して溶解するが、pH が 9 以上、10.5 未満では、水酸化亜鉛 $Zn(OH)_2$ として沈殿する（Merck，2001）。</p> <p>亜鉛の生物的メチル化は確認されていない。この原因はメチル亜鉛化合物が水と酸素に対して不安定であるため、環境中ではメチル亜鉛化合物が検出され難いためである。しかし、嫌氣的条件下で生成したメチル亜鉛化合物は、キレート化によって安定化された場合、低濃度で検出される可能性があるとの報告がある（Thayer，2002）。</p> <p>菌類やバクテリアは、土壤中で硫化亜鉛を酸化し、水溶性の硫酸亜鉛に変換するとの報告がある（Ilyaletdinov et al.，1977）。</p> <p>植物体内に存在する亜鉛の化学形態は、まだ十分には判明していないが、葉にある可溶性形態の亜鉛は低分子化合物である（Kosicyn and Igosina，1964）。一方、ミトコンドリアと葉緑体では、大部分の亜鉛は、タンパク質と結合した高分子化合物であるとの報告がある（Kosicyn and Igosina，1970）。</p>
物理的性状	<p>[Zn] 銀白色の比較的やわらかい金属で、湿った空気中に放置しておくと、表面に皮膜が形成され、しだいに光沢を失う。反応性が高く、かつ両性元素であるため、多くの化合物を形成する。 [ZnCl₂] 白色個体</p> <p>[ZnO] 白色個体</p> <p>[Zn(NO₃)₂] 無水物は白色個体、六水和物は無色個体</p>
比重	<p>[Zn] 7.13</p> <p>[ZnCl₂] 2.907</p> <p>[ZnO] 5.606</p> <p>[Zn(NO₃)₂] 2.065</p>
水への溶解性	<p>[Zn] 不溶</p> <p>[ZnCl₂] 水溶 (4,320g/kg 25°C)</p> <p>[ZnO] 不溶</p> <p>[Zn(NO₃)₂] 水溶 (1,200g/kg 25°C)</p>
ヘンリー一定数	—

(2) 各種基準値

①国内基準値等

水質汚濁に係る環境基準値 (公共用水域)	表 1 参照
水道水質基準 ³⁾	1.0 mg/L 以下
化管法	特定第 1 種指定化学物質 (政令番号 1)
農用地における土壌中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準 ⁴⁾	乾土 1kg あたり 120 mg 以下

表 1 亜鉛 (全亜鉛) の環境基準値

水域	類型	水生生物の生息状況の適応性	基準値
河川及び湖沼	生物 A	イワナ、サケマス等比較的低温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域。	0.03mg/L 以下
	生物特 A	生物 A の水域のうち、生物 A の欄に掲げる水生生物の産卵場 (繁殖場) 又は幼稚仔の生育場所として得に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下
	生物 B	コイ、フナ等比較的高温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域	0.03mg/L 以下
	生物特 B	生物 B の水域のうち、生物 B の欄に掲げる水生生物の産卵場 (繁殖場) 又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下
海域	生物 A	水生生物の生息する水域	0.02mg/L 以下
	生物特 A	生物 A の水域のうち、水生生物の産卵場 (繁殖場) 又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	0.01mg/L 以下

備考 基準値は年間平均値とする。

②諸外国基準値等

WHO 飲料水水質ガイドライン	示されていない (飲料水中から検出される濃度では健康上の懸念はないため。)
USEPA 飲料水基準	5.0mg/L
EU 飲料水指令	なし

(3) 水生生物への影響と環境基準

亜鉛については、国内に生息する魚介類及びその餌生物に係る化学物質の毒性等に関して得られた知見、国内での当該物質の生産・使用状況、公共用水域等における検出状況等から判断して、水環境の汚染を通じ水生生物の生息又は生育に支障を及ぼすおそれがあり、水質汚濁に関する施策を総合的かつ有効適切に講ずる必要があると考えられる物質として、平成 15 年 11 月に全亜鉛が環境基準生活環境項目に設定された。基準値は、水生生物の集団の維持を可能とする観点から、基本的に慢性毒性を防止する上で必要な水質の基準として定められている。

これを踏まえ、環境基準の維持・達成を図るため、平成 18 年 12 月 11 日より水質汚濁防止法に基づく亜鉛含有量の排水基準を 5 mg/L から 2 mg/L に強化している。

II. 用途、排出量等

(1) 主な用途

主な用途	[Zn]カドミ系顔料、ニッケル・カドミウム電池、合金、メッキ、蛍光体 [ZnCl ₂]写真、メッキ、顔料の製造原料、触媒 [ZnO]電気メッキ [Zn(NO ₃) ₂]陶磁器着色剤、電池、カドミウム塩の原料
------	--

(2) 生産・在庫及び輸出入量等

亜鉛の生産・在庫量は近年ほぼ横ばいで推移しているが、輸入量は減少傾向、輸出品量は増加傾向を示している。平成26年の生産在庫量は約690千tであった。

表2 亜鉛製造・輸入量等の経年変化⁵⁾

年	生産・在庫量 ^{※1)} (千t)	輸入量 ^{※2)} (千t)	輸出品量 ^{※3)} (千t)
H17	758.6	57.9	482.1
H18	765.4	49.2	506.3
H19	737.5	64.6	525.4
H20	735.7	54.0	489.3
H21	671.0	33.8	349.3
H22	679.7	38.2	426.9
H23	648.7	96.6	382.2
H24	704.8	30.6	385.2
H25	701.1	28.5	413.6
H26	686.8	33.1	420.3

※1 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」、「非鉄金属等需給動態統計」

※2 財務省「貿易統計」

※3 日本鋳業協会「鋳山」

注) 純分換算率：地金100%、合金地金95%、再生亜鉛100%、くず100%、板・棒・製品100%
素材は塊、合金塊、くず、製品は板・綿・棒による。

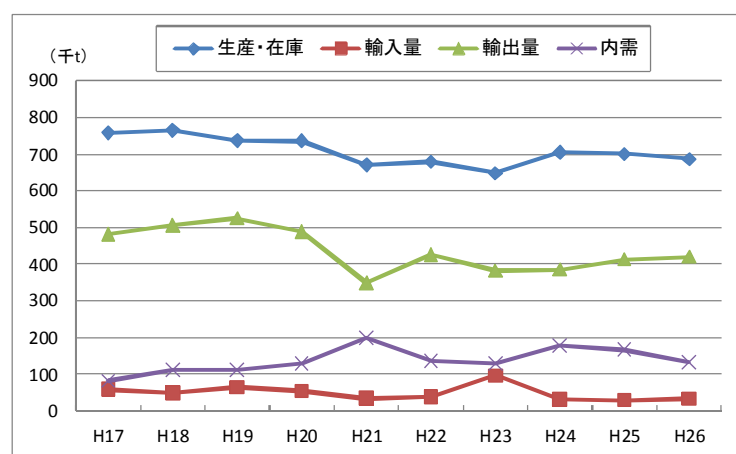


図1 亜鉛製造・輸入量等の経年変化

(3) 用途等

亜鉛は非鉄金属の中では銅、アルミニウムについて多く生産されている物質である。

PRTR 制度においては、亜鉛の化合物のうち、常温で中性の水に1%（質量比）以上溶ける物質を水溶性化合物としている。代表的なものとして塩化亜鉛や硫酸亜鉛があげられる。

塩化亜鉛は、常温で白色の固体である。亜鉛メッキの加工工程で皮膜を形成するために使われることが多いほか、染料や農薬等の合成原料、マンガン乾電池の電解液、活性炭の活性化剤などに使われている。

硫酸亜鉛は、常温で無色透明の固体である。レーヨンの製造過程で、液体のレーヨンを凝固させるための溶液として使われているほか、農業用途で使われている。硫酸亜鉛は、農作物への薬害や土壌のアルカリ化を防ぐために農薬や肥料に混合されたり、ミネラル分を強化する目的で家畜用飼料に添加されることもある。同様な目的で、育児やペット用の粉ミルクにも含まれている製品がある。この他、めっきや污水处理、結膜炎などの目の炎症を抑える目薬の添加剤などに使われている。

表3 亜鉛の用途等⁵⁾

用途	内容
熔融亜鉛めっき	主に自動車、建材等に使用されている。
電気亜鉛めっき	家電など特に屋外で使用される製品に多く使用されている。
伸銅品、真鍮・青銅等	電子機器の板材やプラント用管材、各種部品に用いられている。
ダイスカットや鋳造品	ダイスカットの場合、自動車、家電製品、通信機などの精密部品や工業用品から玩具、カップ、ドアノブなどの日用品へ広く用いられている。鋳造品としては、自動車の部品の金型などに使用されている。
無機薬品	酸化亜鉛、塩化亜鉛などとしてゴム製品（タイヤの加硫剤）、フェライト用原料、バリスタ、塗装（塗膜強化剤）、陶磁器（上薬）、乾電池、農薬、医薬品等

(4) 公共用水域等への排出量等⁶⁾

平成13年から平成26年のPRTRデータによると、亜鉛の公共用水域への排出量は約580 t/年から655 t/年で推移しており、近年は横ばい傾向にある。平成26年度における公共用水域への排出量の業種内訳は下水道業が約78%を占めて最も多く、次いで化学工業、非鉄金属製造業、鉄鋼業となっている。

ただし、「下水道業」、「一般廃棄物処理業」、「産業廃棄物処分業」、「特別管理産業廃棄物処分業」、「金属鉱業」の事業所は、処理する廃液、廃棄物中の物質又は施設からの坑水・鉱水に含まれる対象物質の排出量が事前に特定できないことから、PRTR 制度上、「特別要件施設」として、排水規制の対象物質について濃度の実測値から算出した排出量を届け出ることになっている（「パルプ・紙・紙加工品製造業」等の事業所が廃棄物処理施設を有する場合も同様）。排水中の亜鉛の濃度が検出下限値以上、定量下限値未満の場合、定量下限値の2分の1の値に排水量を乗じて排出量を算定することとされているため、排出量が過大に算定されている可能性がある。これらの特別要件施設を設置する事業場（「パルプ・紙・紙加工品製造業」を含む。）を除いた場合、公共用水域への排出量の届出がある業種は16業種となり、排出量は、平成26年度には合計約124 t/年であった。

表4 PRTR届出情報による亜鉛の排出量等の経年変化

年度	排出量(kg/年)					移動量(kg/年)		
	大気	公共用水域	土壌	埋立	合計	下水道	廃棄物	合計
H13	37,139	651,721	24	12,052	700,938	23,259	6,856,851	6,880,111
H14	31,502	579,745	1	74,190	685,440	17,135	5,539,417	5,556,553
H15	61,809	654,943	3	1,537,424	2,254,180	27,700	5,180,635	5,208,332
H16	27,062	650,102	0	177,976	855,140	22,846	5,075,614	5,098,459
H17	19,220	616,340	0	263,410	898,972	26,448	4,919,547	4,945,992
H18	24,827	593,794	0	282,005	900,624	20,084	5,004,715	5,024,797
H19	20,679	598,292	14	281,215	900,199	22,247	5,021,142	5,043,384
H20	21,571	601,278	31	981,163	1,604,042	17,844	4,725,988	4,743,833
H21	19,196	584,937	42	562,054	1,166,229	17,782	4,200,781	4,218,562
H22	24,801	613,317	145	320,036	958,298	17,728	4,125,416	4,143,140
H23	18,482	590,696	3	740,106	1,349,285	16,080	3,304,640	3,320,718
H24	16,306	606,748	2	300,169	923,225	13,800	3,221,438	3,235,237
H25	13,119	596,727	4	220,233	830,081	13,992	4,898,975	4,912,967
H26	12,460	618,625	4	49	631,138	13,601	5,214,200	5,227,801

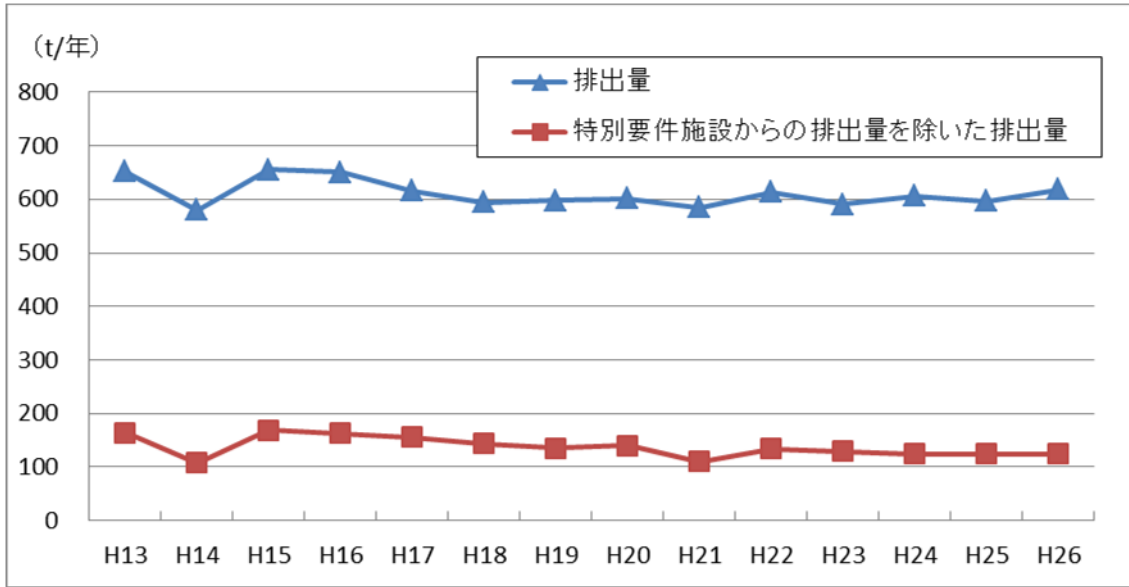


図2 PRTR届出情報による亜鉛の公共用水域への排出量の経年変化

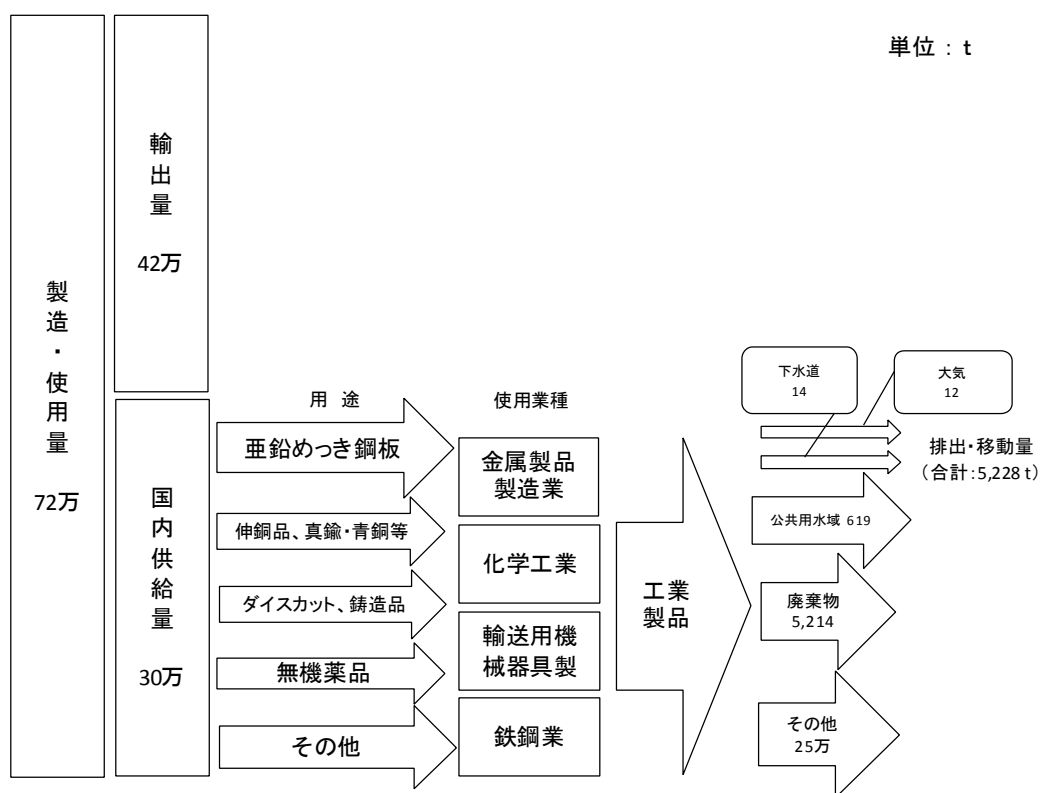
注：「特別要件施設からの排出量を除いた排出量」は、「下水道業」、「一般廃棄物処理業」、「産業廃棄物処分業」、「特別管理産業廃棄物処分業」、「金属鉱業」「パルプ・紙・紙加工品製造業」の6業種を除いた排出量

表5 亜鉛の排出量等に占める業種の内訳

業種コード	業種名	届出数	届出排出量・移動量 (kg/年) (平成26年度)					
			届出排出量				移動量	
			大気	公共用水域	土壌	埋立	下水道	廃棄物
500	金属鉱業	11	0	2,491	0	0	0	0
700	原油・天然ガス鉱業	1	0	0	0	0	0	0
1200	食料品製造業	1	0	0	0	0	0	680
1300	飲料・たばこ・飼料製造業	44	0	4	0	0	0	7,202
1600	木材・木製品製造業	1	0	6	0	0	0	0
1700	家具・装備品製造業	1	0	2	0	0	0	0
1800	パルプ・紙・紙加工品製造業	23	0	3,774	0	0	150	10,713
2000	化学工業	187	0	64,449	0	0	2,354	2,305,726
2060	医薬品製造業	6	1,015	222	0	0	0	2,010
2092	農薬製造業	1	0	0	0	0	0	1,700
2100	石油製品・石炭製品製造業	11	0	7,640	0	0	0	11
2200	プラスチック製品製造業	16	81	0	1	0	0	6,502
2300	ゴム製品製造業	12	0	75	0	0	0	8,700
2500	窯業・土石製品製造業	10	2	2,179	0	0	0	470
2600	鉄鋼業	69	414	13,024	0	0	45	226,733
2700	非鉄金属製造業	44	1,895	17,370	0	42	91	203,531
2800	金属製品製造業	201	9,050	4,799	2	0	5,502	2,303,581
2900	一般機械器具製造業	16	0	613	0	0	1,863	11,600
3000	電気機械器具製造業	17	0	651	0	0	71	6,874
3100	輸送用機械器具製造業	110	0	11,301	0	0	2,190	65,506
3120	鉄道車輛・同部分品製造業	1	0	0	0	0	0	150
3140	船舶製造・修理費、船用機関製造業	1	0	0	0	0	0	34
3200	精密機械器具製造業	2	0	0	0	0	19	12
3230	医療用機械器具・医療用品製造業	1	0	0	0	0	0	0
3400	その他の製造業	3	2	7	0	0	0	75
3500	電気業	2	0	1,200	0	0	0	0
3830	下水道業	2,009	0	479,726	1	0	1,316	52,271
8716	一般廃棄物処理業 (ごみ処分業に限る。)	935	0	1,931	0	0	1	0
8722	産業廃棄物処分業	146	0	7,153	0	7	0	120
8724	特別管理産業廃棄物処分業	1	0	6	0	0	0	0
9210	自然科学研究所	2	0	0	0	0	0	0
	合計	3,885	12,460	618,625	4	49	13,601	5,214,200

注：上記の業種のうち「500」「3830」「8716」「8722」「8724」は、PRTR制度上、特別要件施設を設置する事業所であり、また、「1800」についても特別要件施設が設置されている。この場合、排水中の亜鉛の濃度が検出下限値以上、定量下限値未満の場合、定量下限値の2分の1の値に排水量を乗じて排出量を算出することとされているため、排出量が過大となっている可能性がある。

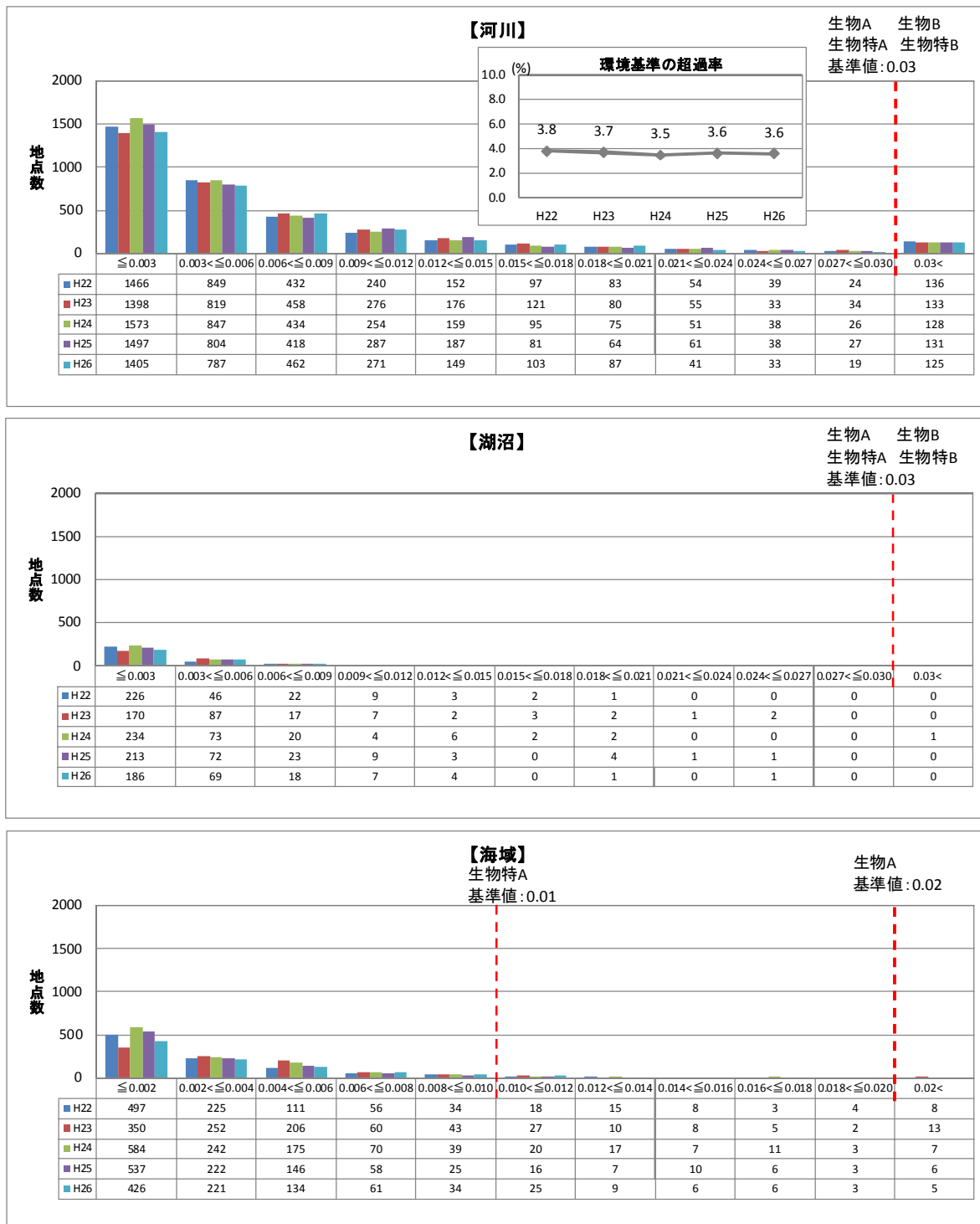
(5) マテリアルフロー



- 注：1. 「製造・輸入量」、「輸出量」は(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構、「鉱物資源マテリアルフロー」(2015)、3.亜鉛(Zn)から作成。
2. 「国内供給量」は、「製造・輸入量」から「輸出量」を差し引いた値を示す。
3. 「用途」は、「鉱物資源マテリアルフロー2015 3.亜鉛(Zn)」から、「使用業種」は、「平成26年度PRTR届出データ」(環境省)から作成。
4. 「排出・移動量」の「大気」、「公共用水域」、「埋立」及び「廃棄物」は、「平成26年度PRTR届出データ」(環境省)の値を示す。
5. 「その他」は、「国内供給量」から「排出・移動量」を差し引いた値を示す。

Ⅲ. 公共用水域における検出状況

公共用水域における全亜鉛濃度（年間平均値）の分布状況を図3に示す。



注) 類型指定されていない水域における測定地点を含む。

図3 公共用水域における水質測定結果⁷⁾ (平成22年から平成26年度)

出典

- 1) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構・産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研究センター[共編](2008)「詳細リスク評価書シリーズ20 亜鉛」
- 2) (独)製品評価技術基盤機構・(財)化学物質評価研究機構・(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構[共編](2008), 化学物質の初期リスク評価書, Ver. 1.0, No. 131, 亜鉛の水溶性化合物
- 3) 水質基準に関する省令(平成15年5月30日、厚生労働省令第101号)
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H15/H15F19001000101.html>
- 4) 環境省、農用地における土壤中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準について(環水土149号、昭和59年11月8日)
<http://www.env.go.jp/hourei/06/000049.html>
- 5) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構,「鉱物資源マテリアルフロー」(2015), 3. 亜鉛(Zn)
http://mric.jogmec.go.jp/public/report/2015-11/03_201511_Zn.pdf
- 6) 環境省, PRTRインフォメーション広場
<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/gaiyo.html>
- 7) 環境省, 公共用水域水質測定結果
<http://www.env.go.jp/water/suiiki/>