

参考文献

1. 石炭火力発電所及び産業用石炭燃焼ボイラーに関する BAAT/BEP ガイダンス (案)

【表 1 石炭中の水銀濃度】

Table 1. Mercury content in coals (mg/kg)

国	石炭の種類	水銀含有量		出典
		平均値	範囲	
Australia	Bituminous	0.075	0.01-0.31	Nelson, 2007; Tewalt et al., 2010
Argentina	Bituminous	0.19	0.02-0.96 (8)	Finkelman, 2004; Tewalt et al., 2010
Botswana	Bituminous	0.10	0.04-0.15 (28)	Finkelman, 2004; Tewalt et al., 2010
Brazil	Bituminous	0.20	0.04-0.81 (23)	Finkelman, 2004; Tewalt et al., 2010
	Subbituminous	0.3	0.06-0.94 (45)	
Canada		0.058	0.033-0.12 (12)	Tewalt et al., 2010
Chile	Bituminous	0.21	0.03-2.2 (19)	Tewalt et al., 2010
	Subbituminous	0.033	0.022-0.057 (4)	
China	Bituminous/Subbituminous	0.17	0.01-2.248 (482)	Zhang et al., 2012; UNEP, 2011
Colombia	Subbituminous	0.069	0.02-0.17 (16)	Finkelman, 2004
Czech Rep.	Lignite	0.338	0.03-0.79 (16)	Finkelman, 2003
	Bituminous	0.126	0.03-0.38 (21)	Tewalt et al., 2010
Egypt	Bituminous	0.12	0.02-0.37 (24)	Tewalt et al., 2010
France	Bituminous	0.044	0.03-0.071 (3)	Tewalt et al., 2010
Germany	Bituminous		0.7-1.4	Pirrone et al., 2001
	Lignite	0.05	Max: 0.09	MUNLV 2005
Hungary	Bituminous	0.354	0.091-1.2 (5)	Tewalt et al., 2010
	Subbituminous	0.138	0.04-0.31 (19)	
India	Lignite	0.242	0.075-0.44 (12)	Tewalt et al., 2010; UNEP, 2014
	Bituminous	0.106	0.02-0.86 (99)	
Indonesia	Lignite	0.071	0.053-0.093 (8)	Finkelman, 2003; Tewalt et al., 2010
	Subbituminous	0.11	0.02-0.19 (8)	
Iran	Subbituminous	0.03	0.01-0.05 (78)	US EPA, 2002
Iran	Bituminous	0.168	0.02-0.73 (57)	Tewalt et al., 2010
Japan	Bituminous	0.0454	0.01-0.21 (86)	Ito et al., 2004
Kazakhstan	Bituminous	0.08	0.03-0.14 (15)	Tewalt et al., 2010
New Zealand	Bituminous	0.073	0.03-0.1 (5)	Tewalt et al., 2010
	Subbituminous	0.082	0.062-0.13 (9)	
Mongolia	Bituminous	0.097	0.02-0.22 (36)	Tewalt et al., 2010
Peru	Anthracite+Bituminous	0.27	0.04-0.63 (15)	Finkelman, 2004
Philippines	Subbituminous	0.04	<0.04-0.1	Finkelman, 2004
Poland	Bituminous	0.085	0.013-0.163	Bojkowska et al., 2001
Romania	Lignite+Subbituminous	0.21	0.07-0.46 (11)	Finkelman, 2004
Russia	Bituminous/	0.12	0.02-0.25 (23)	UNEP, 2013b
	Subbituminous			
Slovak Rep.	Bituminous	0.08	0.03-0.13 (7)	Finkelman, 2004
	Lignite	0.057	0.032-0.14 (8)	Tewalt et al., 2010
South Africa		0.157	0.023-0.1 (40)	Leaner et al., 2009; Tewalt et al., 2010
Tanzania	Bituminous	0.12	0.03-0.22 (75)	Finkelman, 2004
Thailand	Lignite	0.137	0.02-0.6 (23)	Tewalt et al., 2010
Turkey	Lignite	0.12	0.03-0.66 (149)	Tewalt et al., 2010
United Kingdom	Bituminous	0.216	0.012-0.6 (84)	Tewalt et al., 2010
	Subbituminous	0.1	0.01-8.0 (640)	US EPA, 1997
USA	Lignite	0.15	0.03-1.0 (183)	US EPA, 1997
	Bituminous	0.21	<0.01-3.3 (3527)	US EPA, 1997
	Anthracite	0.23	0.16-0.30 (52)	US EPA, 1997
Vietnam	Anthracite	0.348	<0.02-0-34 (6)	Tewalt et al., 2010
Zambia	Bituminous	0.6	<0.03-3.6 (14)	Tewalt et al., 2010
Zimbabwe	Bituminous	0.08	<0.03-0.15 (6)	Tewalt et al., 2010

Note: Caution should be used when interpreting the above Mercury concentration information, as populations of coal samples for different countries vary widely. In addition, information is not universally given as to if Mercury concentrations reported are on the dry coal- or on the as-received coal-basis. This data may not be representative of coals as-burned.

2. 電気事業連合会による調査結果【石炭中水銀濃度】

表1 電力主力炭における石炭中水銀濃度

最大濃度* mg/kg	最小濃度 mg/kg	平均濃度 mg/kg	データ数
0.62	0.001	0.039	1224

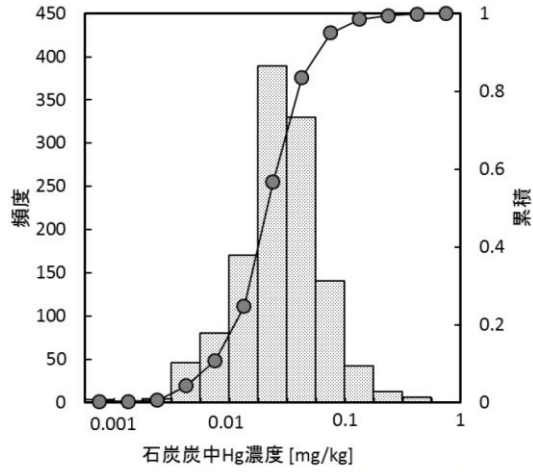


図5 石炭中水銀濃度一頻度

3. 非鉄鉱石サンプル中の水銀含有量に関する調査報告事例【吉本直子 他（2010）非鉄金属製錬からの水銀回収量の将来予測に関する研究、第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会、(P2-E2-8)】

表 2 サンプルの測定結果

鉱石の種類	産地	水銀濃度(ppm)
黄銅鉱	米国	1.63
黄銅鉱	米国	2.02
黄銅鉱	メキシコ	29.4
黄銅鉱	米国	107
銅藍	米国	14.1
安四面銅鉱	ペルー	6.14
安四面銅鉱	米国	370
硫砒銅鉱	米国	21.5
輝銅鉱	米国	5.70
方鉛鉱	米国	5.35
方鉛鉱	米国	4.47
方鉛鉱/閃亜鉛鉱	オーストラリア	0.817
硫酸鉛鉱/白鉛鉱	オーストラリア	0.797
閃亜鉛鉱	ペルー	15.6
閃亜鉛鉱	米国	7.51
閃亜鉛鉱	米国	72.2
閃亜鉛鉱/黄鉄鉱	米国	10.9
含銀閃亜鉛鉱- 黄鉄鉱-黄銅鉱	オーストラリア	41.6
珪ニッケル鉱	ニューカレドニア	22.0

- 測定方法：加熱気化全自動水銀測定装置 マーキュリーMA-2000（日本インスツルメンツ社製）
- 測定回数：1 サンプルにつき少なくとも 2 回測定。値がばらつくときは 3～5 回測定。平均値を結果とした。

4. UNEP Toolkit (Version 1.3, January 2015) 【焼結鉱中の水銀含有量】

Table 5-49 Examples of mercury concentration in ore, rejects and zinc concentrates

Country	Location	Type	Average Hg concentration, g/metric ton	Range of Hg conc. in samples, g/metric ton	Data source
In ore					
Canada	Brunswik Works		2.1		Klimenko and Kiazimov (1987)
Finland	Kokkola		2.8		Maag (2004)
Russian Federation	Ural		10-25		Kutliakhmetov (2002)

Table 5-59 Examples of mercury concentration in copper concentrates, as well as in ore and rejects

Country	Location	Type	Average Hg concentration, g Hg/metric ton	Range of Hg concentration in samples, g/metric ton	Data source
In ore					
Canada	Brunswik Works		2.1		Klimenko and Kiazimov (1987)
Russian Federation	Ural		10-25		Kutliakhmetov (2002)
	South Ural, 4 locations	Copper and pyrite, massive	9.8-13 *1		Fursov (1983)
Kazakhstan	Kusmurun	Copper and pyrite, massive	9.2	4.3-16.70 (11 samples)	Fursov (1983)
	Dzhezhgaz-gan	Cuprous limestone, massive (chalcopyrite)	3.2	2.8-3.68 (15 samples)	Fursov (1983)
	Dzhezhgaz-gan	Cuprous limestone, disseminated (bornite)	1.5	1.23-1.87 (11 samples)	Fursov (1983)
	Counrad	Copper and porphyry, disseminated (primary)	0.9	0.76-1.02 (8 samples)	Fursov (1983)

Notes: *1: Range between averages in several locations, 38 samples in all.

5. 一般廃棄物中の水銀含有量に関する調査報告事例【貴田晶子 他（2005）水銀の排出インベントリーと環境排出、廃棄物学会誌、Vol.16, No.4, pp.191-203, 2005】

表9 一般廃棄物・医療廃棄物・下水汚泥焼却に関する水銀の排出係数

	燃焼物	水銀濃度 (μg/g)	排出係数 (μg/g)	排ガス処理の除去率 (%)	日本の排出量 (ton/y)	文献	
工業国	一般廃棄物	0.3 ~ 9 (西欧) 0.36 ~ 5.8 (USA)	1.2	40%	—	6)	
途上国	一般廃棄物	—	1.0	0%	—		
イギリス	一般廃棄物 (2000)	—	0.0379	—	—	19)	
アメリカ	一般廃棄物 (non-RDF)	—	1.375	処理なし	—	20)	
			0.83 ~ 0.077	処理			
	1.28		処理なし				
	0.17		処理				
日本	一般廃棄物 (1984)	2.0	—	—	16)		
日本	一般廃棄物 (1992)	0.9	—	—			
日本	一般廃棄物 (1998)	0.4	—	6?			
日本	一般廃棄物 (1992)	—	(0.47)	EP: 27%; 湿式: 65%; FF: 75%	17	17)	
日本	一般廃棄物 (2002)	0.1 ~ 0.2	0.0074, 0.05	FF 90%	0.3 ~ 1.9	21)	
工業国	医療廃棄物	一般廃棄物の 10 ~ 50 倍 (3 ~ 300)	10 ~ 20	40%	—	6)	
途上国	医療廃棄物		30	0%	—		
イギリス	医療廃棄物		1.47	—	—	19)	
日本	医療廃棄物		—	—	14% ~ 38%	—	22)
アメリカ	医療廃棄物	—	37	処理なし	—	20)	
			1.3 ~ 1.7	湿式, FF, 乾式+活性炭	—		
世界	下水汚泥		—	5.0	—	—	7)
イギリス	下水汚泥		—	0.568	—	—	19)
日本	下水汚泥	1.1 ~ 2.6 (乾重)	2.0 ~ 2.6 (4施設の幾何平均)	—	3.4	23)	

6. セメントクリンカー製造施設に関する BAT/BEP ガイダンス (案)
【天然原料、代替原料、代替燃料の水銀含有量】

Table 1: Average values and ranges of the mercury content of natural and alternative raw materials as well as of conventional and alternative fuels according to different sources, values in [ppm]

	FZKA, 2003			Renzori et al., 2010		Bref CLM, 2013		Oerter, 2007	CH Buwal, 1999			US PCA, 2006
	Min	Max	Av	Min	Max	Min	Max	50 percentile	Min	Max	Av	Av
Natural or conventional raw materials												
Limestone	0.005	0.1	0.04	< 0.005	0.4	<0.01	0.13	0.02				0.017
Marl	0.005	0.1	0.03									0.052
Clay	0.01	0.5	0.2	0.002	0.45	0.02	0.15	0.09				
Sand	0.01	1	0.02	< 0.005	0.55			0.03				0.029
Gypsum				< 0.005	0.08							
Iron ore		1	0.5	0.001	0.8			0.17				0.078
Raw meal	0.008	1	0.06	0.01	1	0.01	0.5	0.03	0.02	0.6	0.07	
Alternative raw materials												
Spent foundry sand	0.03	4.4	0.3					0.02				
Synthetic Gypsum anhydrite	0.06	1.3	0.1	0.03	1.3							
Blast furnace slag	0.01	1	0.6	< 0.005	0.2							0.012
Ash from burning processes, ~bottom ash from lignite	0.003	1.4	0.3									
Coal fly ash	0.04	2.4	0.3	< 0.002	0.8			0.34				0.2
Conventional fuels												
Hard coal	0.01	3	0.3	0.1	13	0.1	3.3	0.4	0.1	3.3	0.42	
Lignite	0.01	0.7	0.2	0.03	0.11			0.09				
Heavy oil				0.006								0.006
Pet coke	0.01	0.09	0.05	0.01	0.71			< 0.5				
Alternatives fuels												
Waste tyres	0.1	1	0.4	0.01	0.4			0.17				
Waste oil	0.01	2	0.3					0.1	0.001	0.2		
Waste wood	0.01	1	0.2					0.18	1	0.31	0.37	
Fractions from municipal, commercial and industrial waste	< 0.01	1.4	0.3									
Fractions of industrial waste								0.25				
Fractions of municipal waste								0.26				
Meat and bone meal			0.2									
Municipal sludge	0.3	2.5		0.31	1.45				1	5	2.6	
Liquid waste - derived fuel				< 0.06	0.22							
Solid waste derived fuel				< 0.07	2.77							
Oil shale (also a raw material)	0.05	0.3	0.2	0.05	0.3							0.057

Legend: Min: minimum; Max: maximum; Av: average