

石炭灰全国実態調査報告書

(平成 29 年度実績)

平成 31 年 3 月

一般財団法人石炭エネルギーセンター

目 次

	ページ
ま え が き	1
1. 調査の概要	2
2. 一般産業の調査対象	2
3. 電気事業の調査対象	4
4. 石炭灰の発生及び利用状況	5
5. 石炭灰の発生量と有効利用量の推移	1 2
6. 石炭灰の利用分野	1 2
7. 分野別の内訳	1 2
8. 石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の利用状況	2 0
9. 石炭灰利用に関する意見・要望	2 2
1 0. まとめ	2 3
添付資料 1：平成 29 年度石炭灰発生総量の推定	2 4
添付資料 2：国内での石炭灰有効利用率	2 5
添付資料 3：国内でのセメント分野の石炭灰利用	2 6
添付資料 4：用語集	2 7
添付資料 5：アンケート調査用紙	3 0

まえがき

一般財団法人石炭エネルギーセンター（JCOAL）は、石炭及び関連する各種エネルギー等に関する調査研究、情報の収集・提供、人材の育成、技術開発、技術の普及・移転及び事業化の支援等を行うことにより、国際的な石炭供給の増大及び地球環境に調和する石炭利用の推進を図り、我が国におけるエネルギーの安定確保及び産業経済の健全な発展に寄与することを目的として、石炭利用産業の上流から下流に至る全ての分野において、石炭の持つ資源的・経済的優位性を温室効果ガス削減という地球課題と両立させる高度利用を目指した活動を推進しており、その一環として石炭灰有効利用について取組んでいます。

現在、CO₂削減がこれまで以上に求められるとともに、バイオマス等の他のエネルギーを取り込んだ事業及びCCUS（Carbon Capture, Utilization and Storage）や石炭灰等の石炭バリューチェーン全体の最適化事業の重要性が増しています。とりわけ、日本の石炭灰発生量は年間1,200万トンを超えており、この石炭灰を有効に利用・活用していくことが、資源リサイクルや天然資源の枯渇防止などの観点からも重要視されています。

当センターでは、平成2年度より「石炭灰全国実態調査」を開始し、平成5年度以降毎年実施してきました。本報告書は、「平成29年度（平成29年4月から平成30年3月まで）の実績」をまとめたものです。アンケート調査は、「一般産業」の各事業者を対象に実施したものです。今年度も、電気事業連合会および日本フライアッシュ協会のご協力により「電気事業」の実績を集約するとともに、「一般産業」の調査結果と合わせてまとめることができました。

本調査により、石炭灰の発生・有効利用の実態および動向が把握でき、今後の石炭灰有効利用に関する研究開発・普及等を推進する基礎資料を得ることができました。ご協力いただいた関係者の皆さまに、この紙上を借りて厚く御礼申し上げます。

当センターでは、本調査を継続的に実施して基礎データを蓄積していくとともに、石炭灰有効利用に関する研究開発・普及等を推進するための基礎資料として活用いただけるよう、より多角的な情報収集や分析を行うなど調査内容の拡充を図っていく所存です。引き続きご協力のほど宜しくお願い申し上げます。

1. 調査の概要

本調査は、平成 29 年度（平成 29 年 4 月から平成 30 年 3 月まで）の、出力 1,000kW 以上の自家用発電設備を持つ（あるいは、これに相当する石炭使用量の容量の）一般産業（製造業等）及び電気事業の石炭焚きボイラーから発生する石炭灰の発生、利用状況等を調査し、石炭灰有効利用に関する基礎データを把握することを目的として実施したものである。

2. 一般産業の調査対象

(1) 調査の方法

平成 30 年 11 月にアンケート調査用紙（添付資料 5）を各事業所に送付し、その結果を集計・整理した。アンケートの発送および回収状況を表 1 に示す。

表 1 アンケート発送回収状況（一般産業）

	発 送	回 収	回収率 (%)
事業所数	127	109	86

(2) 石炭焚きボイラーの設置状況

回答のあった事業所における石炭焚きボイラーの地域別、業種別の設置状況を表 2、表 3 に示す。一般産業の石炭焚きボイラーの設置状況は、以下の通りである。

- ①一般産業において、出力 1,000kW 以上の発電設備をもつ（あるいは、これに相当する石炭使用量の容量の）石炭焚きボイラーは 149 缶である。
- ② 石炭焚きボイラーの地域別の設置状況をみると、中国地域がもっとも多く 30 缶となっている。次いで北海道地域が 27 缶、四国地域で 22 缶となっている。
- ③ 業種別設置状況では、紙パルプが最も多く 37 缶、次いで、IPP・PPS 33 缶、化学 28 缶、窯業土石 16 缶、鉄鋼コークス 15 缶等となっている。
- ④ 対象としている石炭焚きボイラーについては、バイオマス混焼も含まれる。

表2 一般産業のアンケート集計における地域区分

地域	都道府県
北海道	北海道
東北	宮城、福島、秋田
北陸	新潟、富山
関東	茨城、栃木、埼玉、千葉、東京
中部	岐阜、静岡、愛知、三重
関西	兵庫
中国	岡山、広島、山口、鳥取、島根
四国	徳島、香川、愛媛、高知
九州	福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎

注) 該当施設のある都道府県のみを記載

表3 一般産業の業種別石炭焼きボイラー設置状況

地域	食品	繊維	紙 パルプ	化学 工業	石油 製品	窯業 土石	鉄鋼 コークス	輸送 機械	IPP PPS	その 他	計
北海道	5		14			2	3		2	1	27
東北			3	1		1	1		1		7
北陸		2	2			2			2		8
関東	1				1	3	1				6
中部			8	3	1	1	2		5		20
関西	1	1		2		1	5		2		12
中国		1	3	16	1	1	2		6		30
四国		4	5	2		3			8		22
九州	1		2	4		2	1		7		17
計	8	8	37	28	3	16	15	0	33	1	149

3. 電気事業の調査対象

電気事業の調査会社、地域区分及び石炭焚きボイラー設置状況¹をそれぞれ表4、表5に示す。

表4 電気事業の調査対象会社

会社名
北海道電力(株)
東北電力(株)
東京電力フュエル&パワー(株)
中部電力(株)
北陸電力(株)
関西電力(株)
中国電力(株)
四国電力(株)
九州電力(株)
沖縄電力(株)
電源開発(株)
酒田共同火力(株)
常磐共同火力(株)
相馬共同火力(株)

表5 電気事業対象会社の地域区分及び石炭焚きボイラー設置状況

地域	都道府県	石炭焚きボイラー 設置基数
北海道	北海道	7
東北	秋田・福島・山形	12
北陸	富山・福井・石川	6
関東	茨城・神奈川	4
中部	愛知	4
関西	京都・兵庫	4
中国	山口・岡山・島根・広島	7
四国	愛媛・徳島	5
九州	長崎・熊本・福岡	8
沖縄	沖縄	6
合計		63

注) 該当施設のある都道府県のみを記載

¹ (一社) 火力原子力発電技術協会：「火力・原子力発電所設備要覧（平成29年改訂版）」より集計

4. 石炭灰の発生および利用状況

一般産業のアンケート結果に電気事業関連の実績を合わせて集計した。表6～8および図1～2に、電気事業ならびに一般産業の各事業所での石炭消費量、石炭灰発生量と石炭等使用量に対する石炭灰発生割合（灰分率）の状況を示す。

(1) 石炭消費量

平成29年度の石炭消費量は、1億1,242万tであった（内訳は電気事業が8,576万t、一般産業が2,667万t）。電気事業が前年度に比べて、132万t（1.6%）増加、一般産業は121万t（4.8%）増加した。合計すると、前年度に比べて、253万t（2.3%）増加となった。

(2) 石炭灰発生量

①平成29年度の石炭灰発生量（本アンケート集計）は全体で1,280万tであった（内訳は、電気事業が923万t、一般産業が356万t）。

石炭灰発生量が、前年度に対して46万t（3.7%）増加した。この内、電気事業は、前年度に対し22万t（2.4%）の増加、一般産業は24万t（7.3%）増加した。

②平成29年度の電気事業と一般産業の石炭灰発生割合（灰発生割合）は約7：3である。

③平成29年度の石炭等使用量に対する石炭灰発生割合（灰分率）は平均で11.0%であった（個別には、電気事業が10.8%、一般産業が11.8%）。

石炭中の灰分は前年に比べて、全体で0.1ポイント増、個別には電気事業が0.1ポイント増、及び一般産業が0.2ポイント増であった。

④なお、輸入一般炭の通関統計数量などを基に平成29年度の石炭灰発生総量を推定した結果、1,375万tとなった（添付資料1）。したがって、本調査で集計した石炭灰発生量（1,280万t）は石炭灰総発生量推定値の93.1%に相当し、一般産業における石炭灰発生量（356万t）は石炭灰総発生量（451万t）の77.5%程度と推定される。

(3) 石炭灰の有効利用状況

平成29年度の有効利用量は電気事業が917万t（但し、電力事業の石炭灰有効利用量には、既成灰の有効利用量も含まれる。）、一般産業が350万t、全体で1,267万tであり、前年度と比べて電気事業2.2%増、一般産業6.5%増、全体で3.4%増となった。電気事業、一般産業それぞれの石炭灰発生量に対する有効利用率は電気事業99.3%、一般産業98.2%であり、全体で99.0%であり、電気事業0.1ポイント減、一般産業0.7ポイント減、全体0.3ポイント減であった。なお、参考として国内で石炭灰を原料とする各種製品などに有効利用された割合の推算結果を、添付資料2に示す。

表6 石炭消費量の推移（年度）

	H 7	H 8	H 9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
電気事業	39,777	40,534	43,789	43,347	49,101	54,761	59,159	64,251	68,981	74,270	78,092	75,017	79,813	76,729
一般産業	12,918	13,110	12,218	12,695	13,539	14,953	15,140	18,720	19,690	21,811	22,257	23,240	25,286	25,159
合計	52,695	53,644	56,007	56,042	62,640	69,714	74,299	82,971	88,671	96,081	100,349	98,257	105,099	101,888

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
電気事業	72,095	77,896	73,560	79,022	87,108	86,623	84,816	84,439	85,756
一般産業	23,474	23,361	25,599	30,846	23,797	26,411	28,401	25,457	26,665
合計	95,569	101,257	99,159	109,868	110,905	113,034	113,217	109,896	112,421

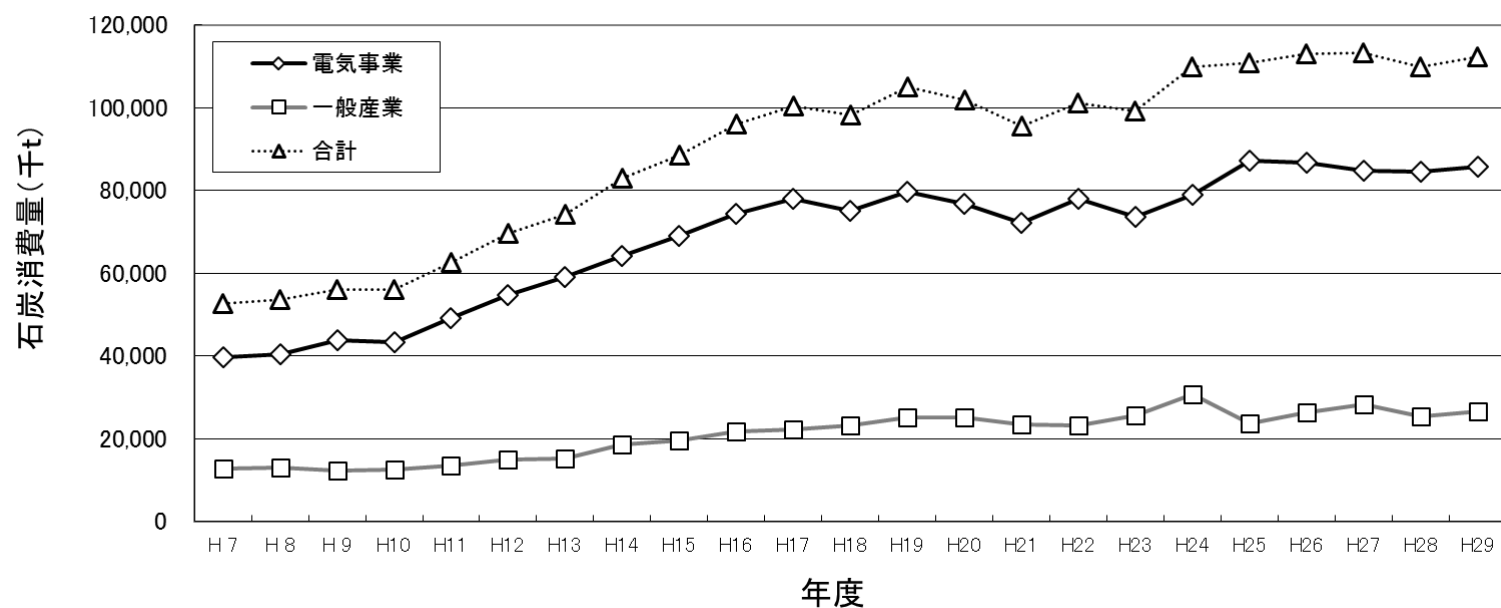


図1 石炭消費量の推移（年度）

表7 石炭灰発生量

(単位:千t)

年度		発生量			石炭等 使用量
			有効利用量	埋立処分等の量	
平成 7 年度 実績	電気事業	5,149 [72.3]	3,114 (60.5)	2,035 (39.5)	39,777 {12.9}
	一般産業	1,974 [27.7]	1,668 (84.5)	306 (15.5)	12,918 {15.3}
	計	7,123 [100]	4,782 (67.1)	2,341 (32.9)	52,695 {13.5}
平成 8 年度 実績	電気事業	5,288 [73.4]	3,375 (63.8)	1,913 (36.2)	40,534 {13.0}
	一般産業	1,920 [26.6]	1,683 (87.7)	237 (12.3)	13,110 {14.6}
	計	7,208 [100]	5,058 (70.2)	2,150 (29.8)	53,644 {13.4}
平成 9 年度 実績	電気事業	5,408 [74.1]	3,352 (62.0)	2,056 (38.0)	43,789 {12.4}
	一般産業	1,890 [25.9]	1,606 (85.0)	284 (15.0)	12,218 {15.5}
	計	7,298 [100]	4,958 (67.9)	2,340 (32.1)	56,007 {13.0}
平成 10 年度 実績	電気事業	5,029 [74.1]	3,512 (69.8)	1,517 (30.2)	43,347 {11.6}
	一般産業	1,760 [25.9]	1,578 (89.7)	182 (10.3)	12,695 {13.9}
	計	6,789 [100]	5,090 (75.0)	1,699 (25.0)	56,042 {12.1}
平成 11 年度 実績	電気事業	5,757 [75.8]	4,449 (77.3)	1,308 (22.7)	49,101 {11.7}
	一般産業	1,843 [24.3]	1,686 (91.5)	157 (8.5)	13,539 {13.6}
	計	7,600 [100]	6,135 (80.7)	1,465 (19.3)	62,640 {12.1}
平成 12 年度 実績	電気事業	6,322 [75.0]	4,932 (78.0)	1,400 (22.1)	54,761 {11.5}
	一般産業	2,097 [24.9]	1,999 (95.3)	98 (4.7)	14,953 {14.0}
	計	8,429 [100]	6,931 (82.2)	1,498 (17.8)	69,714 {12.1}
平成 13 年度 実績	電気事業	6,785 [77.0]	5,271 (77.7)	1,513 (22.3)	59,159 {11.5}
	一般産業	2,025 [23.0]	1,902 (93.9)	123 (6.1)	15,140 {13.4}
	計	8,810 [100]	7,173 (81.4)	1,636 (18.6)	74,299 {11.9}

[]: 灰発生割合%

(): 構成比率

{ }: 灰分率%

(単位:千t)

年度		発生量			石炭等 使用量
			有効利用量	埋立処分等の量	
平成 14 年度 実績	電気事業	6,920 [74.9]	5,495 (79.4)	1,425 (20.6)	64,251 {10.8}
	一般産業	2,316 [25.1]	2,229 (96.2)	87 (3.8)	18,720 {12.4}
	計	9,236 [100]	7,724 (83.6)	1,512 (16.4)	82,971 {11.1}
平成 15 年度 実績	電気事業	7,475 [75.8]	6,105 (81.7)	1,370 (18.3)	68,981 {10.8}
	一般産業	2,391 [24.2]	2,275 (95.1)	116 (4.9)	19,690 {12.1}
	計	9,866 [100]	8,380 (84.9)	1,486 (15.1)	88,671 {11.1}
平成 16 年度 実績	電気事業	8,052 [74.2]	7,128 (88.5)	934 (11.6)	74,270 {10.8}
	一般産業	2,801 [25.8]	2,664 (95.1)	137 (4.9)	21,811 {12.8}
	計	10,853 [100]	9,792 (90.2)	1,071 (9.9)	96,081 {11.3}
平成 17 年度 実績	電気事業	8,334 [74.7]	7,899 (94.8)	435 (5.2)	78,092 {10.7}
	一般産業	2,818 [25.3]	2,774 (98.4)	44 (1.6)	22,257 {12.7}
	計	11,152 [100]	10,673 (95.7)	479 (4.3)	100,349 {11.1}
平成 18 年度 実績	電気事業	8,097 [73.8]	7,813 (96.5)	284 (3.5)	75,017 {10.8}
	一般産業	2,872 [26.2]	2,844 (99.0)	28 (1.0)	23,240 {12.4}
	計	10,969 [100]	10,657 (97.2)	312 (2.8)	98,257 {11.2}
平成 19 年度 実績	電気事業	8,802 [73.4]	8,479 (96.3)	323 (3.7)	79,813 {11.0}
	一般産業	3,192 [26.6]	3,146 (98.6)	46 (1.4)	25,290 {12.6}
	計	11,994 [100]	11,625 (96.9)	369 (3.1)	105,103 {11.4}
平成 20 年度 実績	電気事業	8,934 [72.7]	8,680 (97.2)	254 (2.8)	76,729 {11.6}
	一般産業	3,351 [27.3]	3,323 (99.1)	29 (0.9)	25,159 {13.3}
	計	12,285 [100]	12,003 (97.7)	283 (2.3)	101,888 {12.1}

[]:灰発生割合%

():構成比率

{ }:灰分率%

(単位:千t)

年度		発生量			石炭等 使用量
			有効利用量	埋立処分等の量	
平成 21 年度 実績	電気事業	8,096 [73.9]	7,826 (96.7)	270 (3.3)	72,095 {11.2}
	一般産業	2,856 [26.1]	2,842 (99.5)	14 (0.5)	23,475 {12.2}
	計	10,952 [100]	10,668 (97.4)	284 (2.6)	95,570 {11.5}
平成 22 年度 実績	電気事業	8,950 [75.2]	8,583 (95.9)	367 (4.1)	77,896 {11.5}
	一般産業	2,953 [24.8]	2,939 (99.5)	13 (0.5)	23,316 {12.7}
	計	11,903 [100]	11,522 (96.8)	380 (3.2)	101,212 {11.8}
平成 23 年度 実績	電気事業	8,559 [74.0]	8,374 (97.8)	185 (2.2)	73,560 {11.6}
	一般産業	3,013 [26.0]	2,997 (99.5)	16 (0.5)	25,599 {11.8}
	計	11,572 [100]	11,371 (98.3)	201 (1.7)	99,159 {11.7}
平成 24 年度 実績	電気事業	9,049 [71.5]	8,816 (97.4)	233 (2.6)	79,022 {11.5}
	一般産業	3,606 [28.5]	3,541 (98.2)	92 (2.6)	30,846 {11.7}
	計	12,655 [100]	12,357 (97.6)	325 (2.6)	109,868 {11.5}
平成 25 年度 実績	電気事業	9,929 [77.0]	9,568 (96.4)	361 (3.6)	87,108 {11.4}
	一般産業	2,964 [23.0]	2,924 (98.7)	40 (1.3)	23,797 {12.5}
	計	12,893 [100]	12,492 (96.9)	401 (3.1)	110,905 {11.6}
平成 26 年度 実績	電気事業	9,590 [76.0]	9,403 (98.1)	187 (1.9)	86,623 {11.1}
	一般産業	3,025 [24.0]	2,975 (98.3)	50 (1.7)	26,411 {11.5}
	計	12,615 [100]	12,378 (98.1)	237 (1.9)	113,034 {11.2}
平成 27 年度 実績	電気事業	9,340 [73.5]	9,165 (98.1)	175 (1.9)	84,816 {11.0}
	一般産業	3,375 [26.5]	3,301 (97.8)	74 (2.2)	28,401 {11.9}
	計	12,715 [100]	12,466 (98.0)	249 (2.0)	113,217 {11.2}

[]: 灰発生割合%

(): 構成比率

{ }: 灰分率%

(単位:千t)

年度		発生量			石炭等 使用量
			有効利用量	埋立処分等の量	
平成 28 年度 実績	電気事業	9,016 [73.1]	8,964 (99.4)	52 (0.6)	84,439 {10.7}
	一般産業	3,321 [26.9]	3,286 (98.9)	35 (1.1)	28,560 {11.6}
	計	12,337 [100]	12,250 (99.3)	87 (0.7)	112,999 {10.9}
平成 29 年度 実績	電気事業	9,234 [72.2]	9,165 (99.3)	69 (0.7)	85,756 {10.8}
	一般産業	3,564 [27.8]	3,499 (98.2)	64 (1.8)	30,226 {11.8}
	計	12,798 [100]	12,665 (99.0)	133 (1.0)	115,982 {11.0}

[]: 灰発生割合%

(): 構成比率

{ }: 灰分率%

注1) 電気事業における「有効利用量」には、既成灰の有効利用量も含まれる。

注2) 一般産業の「石炭等使用量」には、木くずやバイオマス等も含まれる。

表8 灰分率（平均値）の推移（年度）

	H 7	H 8	H 9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
電気事業	12.9	13.0	12.4	11.6	11.7	11.5	11.5	10.8	10.8	10.8	10.7	10.8	11.0	11.6
一般産業	15.3	14.6	15.5	13.9	13.6	14.0	13.4	12.4	12.1	12.8	12.7	12.4	12.6	13.3

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
電気事業	11.2	11.5	11.6	11.5	11.4	11.1	11.0	10.7	10.8
一般産業	12.2	12.7	11.8	11.7	12.5	11.5	11.9	11.6	11.8

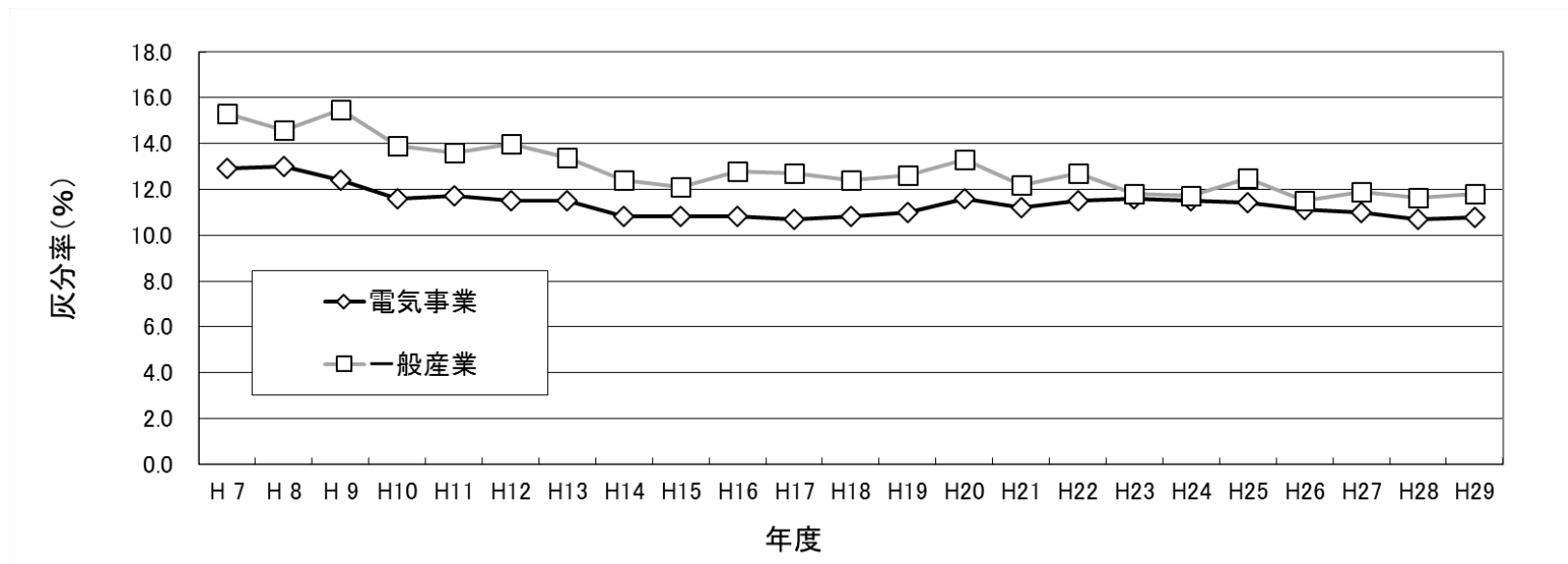


図2 灰分率（平均値）の推移

5. 石炭灰の発生量と有効利用量の推移

図3および図4に、日本全体の石炭灰の発生量と有効利用量および有効利用率の毎年度の推移を示す。

平成29年度の石炭灰の発生量は1,280万t（前年度比46万t増）となった。これに伴って、石炭灰の有効利用量は、1,267万t（前年度比42万t増）となり、有効利用率は99.0%となった。これらの値は、近年同等の傾向で推移している。

6. 石炭灰の利用分野

図5、図6および表9に、石炭灰の分野別利用状況を示す。

- (1)平成29年度の利用分野の内訳では、セメント分野の占める割合が有効利用量の70.0%と依然高い水準にある。セメント分野での有効利用量は、886万tで、前年度より23万t増であった（内訳は、電気事業10万t増、一般産業13万t増）。なお参考として、添付資料3には国内のセメント生産量とセメント分野での有効利用量ならびにセメント生産量に対する利用率などの推移を調べた結果を示す。
- (2)土木分野は、187万t（全有効利用の14.8%）で、前年度より14万t増加した。
- (3)建築分野59万t（全有効利用の4.7%）と前年度より5万t減であり、農林・水産分野は12万t（全有効利用の1.0%）であった。

7. 分野別の内訳

表10に分野別の内訳を示す。

- (1)平成29年度の分野別の内訳では、セメント分野での有効利用量886万tの内、セメント原材料が97.0%（859万t）を占めていた（全有効利用量の67.8%）。セメント混合材は平成28年度から5万t増の17万t（全有効利用量の1.3%）、コンクリート混和材は2万t増の10万t（全有効利用量の0.8%）と横ばいであった。
- (2)土木分野では有効利用量187万tのうち地盤改良材の使用は54万t（全有効利用量の4.3%）、土木工事用40万t（全有効利用量の3.2%）となった。続いて、道路路盤材51万トン（全有効利用量の4.0%）、炭坑充填材は39万トン（全有効利用量の3.1%）であった。
- (3)建築分野では有効利用量59万tのうち、建材ボード用が46万t（建築分野全体の78.4%）を占めていた（全有効利用量の3.7%）。

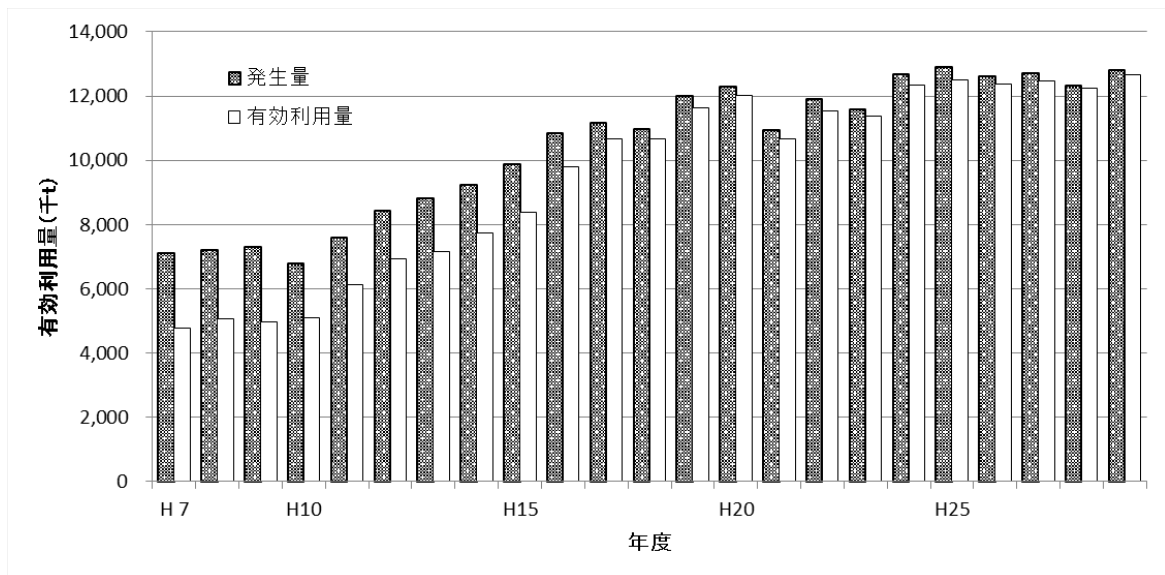


図3 石炭灰の発生量・有効利用量

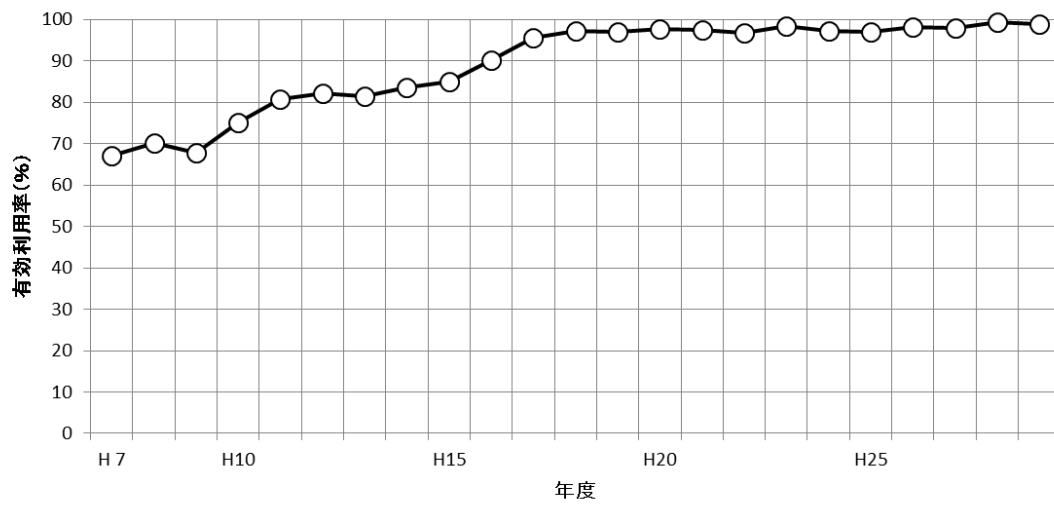


図4 石炭灰の有効利用率

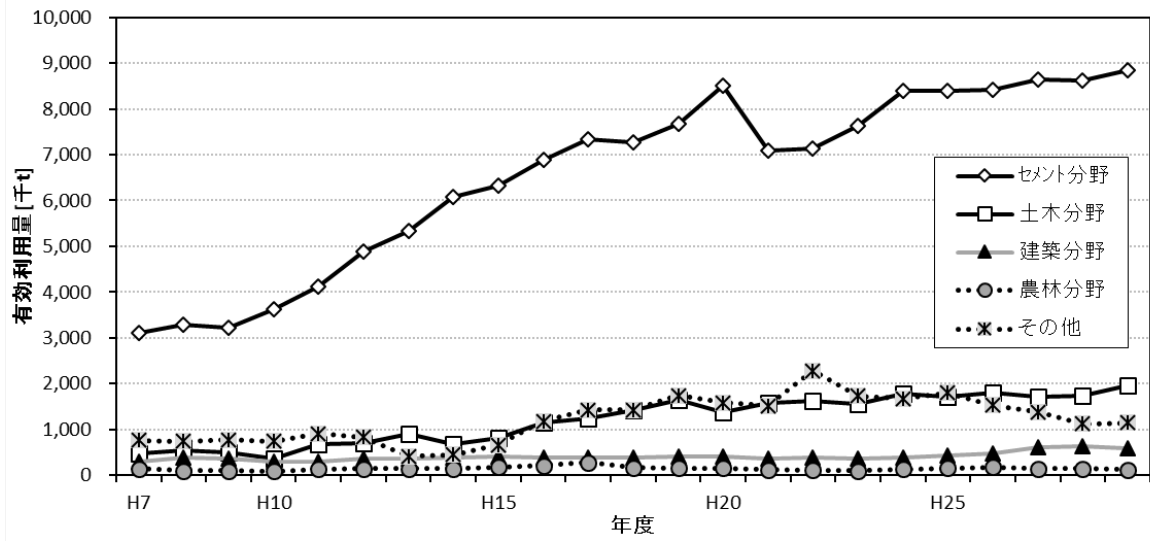


図5 分野別の有効利用量（1）

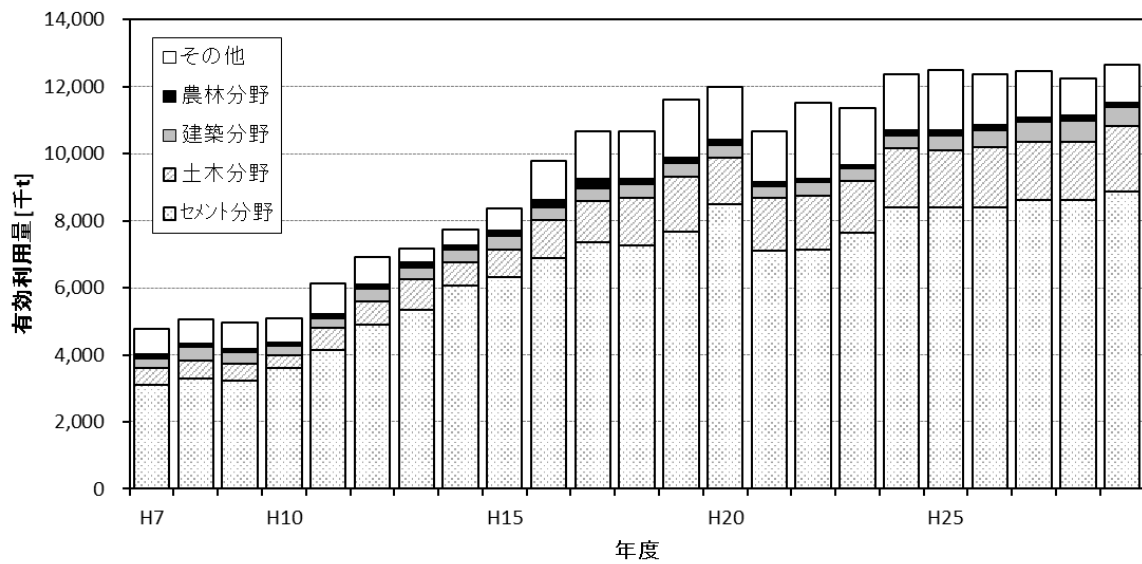


図6 分野別の有効利用量（2）

表9 平成7～29年度 石炭灰の有効利用分野内訳

(単位：千t)

	項目	電気事業		一般産業		計	
		有効利用量	%	有効利用量	%	有効利用量	%
7 年 度	セメント分野	1,862	59.8	1,255	75.2	3,117	65.2
	土木分野	333	10.7	146	8.8	479	10.0
	建築分野	201	6.5	88	5.3	289	6.0
	農林・水産分野	50	1.6	89	5.3	139	2.9
	その他	668	21.5	90	5.4	758	15.9
	計	3,114	100.0	1,668	100.0	4,782	100.0
8 年 度	セメント分野	1,992	59.0	1,303	77.4	3,295	65.1
	土木分野	375	11.1	172	10.2	547	10.8
	建築分野	280	8.3	104	6.2	384	7.6
	農林・水産分野	46	1.4	49	2.9	95	1.9
	その他	682	20.2	55	3.3	737	14.6
	計	3,375	100.0	1,683	100.0	5,058	100.0
9 年 度	セメント分野	1,989	59.3	1,241	77.3	3,230	65.1
	土木分野	355	10.6	148	9.2	503	10.1
	建築分野	244	7.3	112	7.0	356	7.2
	農林・水産分野	66	2.0	27	1.7	93	1.9
	その他	698	20.8	78	4.9	776	15.7
	計	3,352	100.0	1,606	100.0	4,958	100.0
10 年 度	セメント分野	2,326	66.2	1,294	82.0	3,620	71.1
	土木分野	249	7.1	110	7.0	359	7.1
	建築分野	204	5.8	85	5.4	289	5.7
	農林・水産分野	68	1.9	21	1.3	89	1.7
	その他	665	18.9	68	4.3	733	14.4
	計	3,512	100.0	1,578	100.0	5,090	100.0
11 年 度	セメント分野	2,823	63.5	1,306	77.5	4,129	67.3
	土木分野	565	12.7	118	7.0	683	11.1
	建築分野	172	3.9	111	6.6	283	4.6
	農林・水産分野	63	1.4	68	4.0	131	2.1
	その他	826	18.6	83	4.9	909	14.8
	計	4,449	100.0	1,686	100.0	6,135	100.0
12 年 度	セメント分野	3,317	67.3	1,575	78.8	4,892	70.6
	土木分野	603	12.2	100	5.0	703	10.1
	建築分野	253	5.1	111	5.6	364	5.3
	農林・水産分野	50	1.0	94	4.7	144	2.1
	その他	709	14.4	119	6.0	828	11.9
	計	4,932	100.0	1,999	100.0	6,931	100.0
13 年 度	セメント分野	3,835	72.8	1,508	79.3	5,343	74.5
	土木分野	728	13.8	170	8.9	898	12.5
	建築分野	250	4.7	121	6.4	371	5.2
	農林・水産分野	52	1.0	92	4.8	144	2.0
	その他	406	7.7	11	0.6	417	5.8
	計	5,271	100.0	1,902	100.0	7,173	100.0

(単位：千t)

	項目	電気事業		一般産業		計	
		有効利用量	%	有効利用量	%	有効利用量	%
14 年 度	セメント分野	4,342	79.0	1,738	78.0	6,080	78.7
	土木分野	514	9.4	169	7.6	683	8.8
	建築分野	239	4.3	137	6.1	376	4.9
	農林・水産分野	20	0.4	119	5.3	139	1.8
	その他	380	6.9	66	3.0	446	5.8
	計	5,495	100.0	2,229	100.0	7,724	100.0
15 年 度	セメント分野	4,598	75.3	1,729	76.0	6,327	75.5
	土木分野	583	9.5	239	10.5	822	9.8
	建築分野	231	3.8	165	7.3	396	4.7
	農林・水産分野	64	1.0	108	4.7	172	2.1
	その他	629	10.3	34	1.5	663	7.9
	計	6,105	100.0	2,275	100.0	8,380	100.0
16 年 度	セメント分野	4,848	68.0	2,030	76.2	6,878	70.2
	土木分野	843	11.8	305	11.4	1,148	11.7
	建築分野	242	3.4	131	4.9	373	3.8
	農林・水産分野	71	1.0	141	5.3	212	2.2
	その他	1,124	15.8	57	2.1	1,181	12.1
	計	7,128	100.0	2,664	100.0	9,792	100.0
17 年 度	セメント分野	5,162	65.4	2,181	78.6	7,343	68.8
	土木分野	962	12.2	288	10.4	1,250	11.7
	建築分野	233	2.9	146	5.3	379	3.6
	農林・水産分野	145	1.8	130	4.7	275	2.6
	その他	1,397	17.7	29	1.0	1,426	13.4
	計	7,899	100.0	2,774	100.0	10,673	100.0
18 年 度	セメント分野	5,028	64.4	2,243	78.9	7,271	68.2
	土木分野	1,110	14.2	299	10.5	1,409	13.2
	建築分野	256	3.3	139	4.9	395	3.7
	農林・水産分野	60	0.8	101	3.6	161	1.5
	その他	1,359	17.4	62	2.2	1,421	13.3
	計	7,813	100.0	2,844	100.0	10,657	100.0
19 年 度	セメント分野	5,182	61.1	2,499	79.4	7,681	66.1
	土木分野	1,298	15.3	337	10.7	1,635	14.1
	建築分野	260	3.1	155	4.9	415	3.6
	農林・水産分野	57	0.7	97	3.1	154	1.3
	その他	1,682	19.8	58	1.8	1,740	15.0
	計	8,479	100.0	3,146	100.0	11,625	100.0
20 年 度	セメント分野	5,764	66.4	2,734	82.3	8,498	70.8
	土木分野	1,103	12.7	263	7.9	1,366	11.4
	建築分野	229	2.6	178	5.4	407	3.4
	農林・水産分野	65	0.7	85	2.5	150	1.2
	その他	1,519	17.5	63	1.9	1,582	13.2
	計	8,680	100.0	3,323	100.0	12,003	100.0

(単位：千t)

	項目	電気事業		一般産業		計	
		有効利用量	%	有効利用量	%	有効利用量	%
21 年 度	セメント分野	4,832	61.7	2,267	79.8	7,099	66.5
	土木分野	1,294	16.5	288	10.1	1,582	14.8
	建築分野	195	2.5	163	5.7	358	3.4
	農林・水産分野	48	0.6	68	2.4	116	1.1
	その他の	1,457	18.6	56	2.0	1,513	14.2
	計	7,826	100.0	2,842	100.0	10,668	100.0
22 年 度	セメント分野	4,777	55.7	2,349	79.9	7,126	61.8
	土木分野	1,376	16.0	257	8.8	1,633	14.2
	建築分野	199	2.3	181	6.1	380	3.3
	農林・水産分野	41	0.5	65	2.2	106	0.9
	その他の	2,190	25.5	88	3.0	2,278	19.8
	計	8,583	100.0	2,939	100.0	11,522	100.0
23 年 度	セメント分野	5,253	62.7	2,380	79.4	7,633	67.1
	土木分野	1,265	15.1	280	9.3	1,545	13.6
	建築分野	182	2.2	188	6.3	370	3.3
	農林・水産分野	40	0.5	54	1.8	94	0.8
	その他の	1,634	19.5	94	3.1	1,728	15.2
	計	8,374	100.0	2,996	100.0	11,370	100.0
24 年 度	セメント分野	5,693	64.6	2,699	76.2	8,392	67.9
	土木分野	1,336	15.2	433	12.2	1,769	14.3
	建築分野	142	1.6	252	7.1	394	3.2
	農林・水産分野	70	0.8	64	1.8	134	1.1
	その他の	1,575	17.9	93	2.6	1,668	13.5
	計	8,816	100.0	3,541	100.0	12,357	100.0
25 年 度	セメント分野	6,293	65.8	2,105	72.0	8,398	67.2
	土木分野	1,330	13.9	379	13.0	1,709	13.7
	建築分野	148	1.5	291	10.0	439	3.5
	農林・水産分野	93	1.0	59	2.0	152	1.2
	その他の	1,704	17.8	90	3.1	1,794	14.4
	計	9,568	100.0	2,924	100.0	12,492	100.0
26 年 度	セメント分野	6,186	65.8	2,226	74.8	8,412	68.0
	土木分野	1,421	15.1	375	12.6	1,796	14.5
	建築分野	205	2.2	269	9.0	474	3.8
	農林・水産分野	110	1.2	60	2.0	170	1.4
	その他の	1,481	15.8	45	1.5	1,526	12.3
	計	9,403	100.0	2,975	100.0	12,378	100.0
27 年 度	セメント分野	6,342	69.2	2,293	69.5	8,635	69.3
	土木分野	1,115	12.2	589	17.8	1,704	13.7
	建築分野	320	3.5	286	8.7	606	4.9
	農林・水産分野	68	0.7	73	2.2	141	1.1
	その他の	1,320	14.4	60	1.8	1,380	11.1
	計	9,165	100.0	3,301	100.0	12,466	100.0

(単位：千t)

	項目	電気事業		一般産業		計	
		有効利用量	%	有効利用量	%	有効利用量	%
28 年 度	セメント分野	6,345	70.8	2,278	69.3	8,623	70.4
	土木分野	1,135	12.7	601	18.3	1,736	14.2
	建築分野	356	4.0	281	8.6	637	5.2
	農林・水産分野	63	0.7	74	2.2	137	1.1
	その他の	1,065	11.9	53	1.6	1,118	9.1
	計	8,964	100.0	3,286	100.0	12,250	100.0
29 年 度	セメント分野	6,446	70.3	2,410	68.9	8,856	69.9
	土木分野	1,252	13.7	622	17.8	1,874	14.8
	建築分野	292	3.2	300	8.6	592	4.7
	農林・水産分野	52	0.6	71	2.0	123	1.0
	その他の	1,122	12.2	97	2.8	1,220	9.6
	計	9,165	100.0	3,499	100.0	12,665	100.0

表10 平成29年度石炭灰有効利用分野別の内容内訳

(単位:千t)

項 目		電気事業		一般産業		合計	
分野	内容	有効利用量	構成比(%)	有効利用量	構成比(%)	有効利用量	構成比(%)
セメント分野	セメント原材料	6,241	68.09	2,349	67.12	8,590	67.83
	セメント混合材	107	1.17	57	1.63	165	1.30
	コンクリート混和材	98	1.07	4	0.11	102	0.80
	計	6,446	70.33	2,410	68.87	8,856	69.93
土木分野	地盤改良材	159	1.73	383	10.94	542	4.28
	土木工事用	364	3.98	36	1.03	401	3.16
	電力工事用	28	0.31	0	0.00	28	0.22
	道路路盤材	309	3.37	203	5.79	512	4.04
	アスファルト・ファイバー材	3	0.04	0	0.00	3	0.03
	炭坑充填材	388	4.24	0	0.00	388	3.07
	計	1,252	13.66	622	17.77	1,874	14.80
建築分野	建材ボード	165	1.80	300	8.56	464	3.67
	人工軽量骨材	91	1.00	0	0.00	91	0.72
	コンクリート2次製品	36	0.40	0	0.00	36	0.29
	計	292	3.19	300	8.56	592	4.67
農林・水産分野	肥料(含:融雪剤)	26	0.28	4	0.12	30	0.24
	魚礁	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	土壌改良剤	26	0.29	66	1.89	93	0.73
	計	52	0.57	71	2.01	123	0.97
その他	下水汚水処理剤	0	0.00	8	0.22	8	0.06
	製鉄用	1	0.01	11	0.30	12	0.09
	その他	1,120	12.22	79	2.27	1,200	9.47
	計	1,122	12.24	97	2.79	1,220	9.63
有効利用合計		9,165	100.00	3,499	100.00	12,665	100.00

8. 石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の利用状況

(1) 電気事業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の利用状況

平成 28 年度の脱硫石膏発生量は前年より 11 万 t 減少となった。

表 1 1 電気事業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の利用状況
(千 t)

年度	発生量	利用量
平成 1 3 年度	1, 530	1, 530
平成 1 4 年度	1, 600	1, 600
平成 1 5 年度	1, 610	1, 610
平成 1 6 年度	1, 830	1, 830
平成 1 7 年度	1, 900	1, 900
平成 1 8 年度	1, 870	1, 870
平成 1 9 年度	1, 970	1, 970
平成 2 0 年度	1, 850	1, 850
平成 2 1 年度	1, 570	1, 570
平成 2 2 年度	1, 760	1, 760
平成 2 3 年度	1, 810	1, 810
平成 2 4 年度	1, 940	1, 930
平成 2 5 年度	2, 060	2, 060
平成 2 6 年度	1, 940	1, 940
平成 2 7 年度	1, 950	1, 940
平成 2 8 年度	1, 840	1, 840

注) 平成 26 年度までは、電気事業連合会ホームページより、平成 27 年度以降は、日本経済団体連合会「環境自主行動計画（循環型社会形成編）」(2018 年 3 月 12 日)より引用。なお、平成 29 年度については、平成 31 年 3 月時点で未公表のため記載していない。

(2) 一般産業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の利用状況

平成 29 年度の脱硫石膏発生量は前年より 1 万 t 減、利用量は前年より 6 千 t 減となった。

表 1 2 一般産業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の利用状況

(千 t)

年度	発生量	利用量	利用用途		
			セメント原料	石膏ボード	盛土
平成 1 3 年度	136	132	122	10	0
平成 1 4 年度	200	197	143	54	0
平成 1 5 年度	178	169	109	60	0
平成 1 6 年度	195	187	83	104	0
平成 1 7 年度	208	201	95	106	0
平成 1 8 年度	193	188	93	93	2
平成 1 9 年度	221	221	116	103	2
平成 2 0 年度	243	243	102	139	2
平成 2 1 年度	232	232	98	132	2
平成 2 2 年度	245	245	114	129	1
平成 2 3 年度	239	239	116	123	2
平成 2 4 年度	302	299	145	154	0
平成 2 5 年度	200	199	89	110	0
平成 2 6 年度	213	208	99	110	0
平成 2 7 年度	236	235	126	109	0
平成 2 8 年度	253	248	140	108	0
平成 2 9 年度	243	242	137	105	0

a. 一般産業の脱硫石膏の発生量と有効利用量

平成 29 年度、一般産業より発生した脱硫石膏は、243 千 t で、有効利用量は 242 千 t であった。産業廃棄物として埋立処分されたものは 1 千 t であった。

b. 一般産業の脱硫石膏の利用用途

平成 29 年度の脱硫石膏の有効利用の用途は、セメント原料が 137 千 t (56.7%)、石膏ボード 105 千 t (43.3%) で利用されている。

9. 石炭灰利用に関する意見・要望

石炭灰利用に関するご要望やご意見としては、セメント分野以外での利用技術を求めるご意見の他、石炭灰の有効利用に関する情報提供のご要望をいただいた。

<今回いただいた主な意見>

- ① フライアッシュについて、主に、国交省関係の道路法面工事やトンネル工事粉塵防止用として有効利用を進めてきたが、県関係工事にはフライアッシュが未採用なことから地方行政を含めたFA利用促進が今後の有効利用の拡大には欠かせない。国から地方行政への積極的な働きかけを強く望みます。
- ② 技術的な解決策や用途等についての情報に期待します。石炭灰の有効利用において、フライアッシュ、クリンカアッシュ共に安定的な利用先が無く、毎年利用先を探すのに苦慮している。安定的な利用先の情報公開があると助かる。
- ③ 2017年10月施行の廃棄物処理法の改正で、脱硫ケーキ中の水銀濃度が15mg/kgを超えるものは、「水銀含有ばいじん等」で規制されているが、脱硫ケーキ処理業者の「水銀含有ばいじん等」処理許可取得に向けた動向や各発電業者の取組の公表をお願いしたい。
- ④ 湿灰の有効利用方法を探索をお願いしたい。
- ⑤ 石炭灰等はセメント分野への利用率が高く、今後も重要な処理先としてセメントの生産推移や見込予想などの情報提供があると今後の処理計画策定時に参考になるためをお願いしたい。
- ⑥ 今後も灰処理技術の検討をお願いします。(回答者の)地域内で石炭灰の活用先があればご教授お願いします。
- ⑦ 日々石炭灰の処理費用が上昇している中、石炭灰の有効利用についてセメント以外の有望な用途について教えを願いたい、また灰の有効利用促進の舵取りを行政が行ってほしい。

10. まとめ

(1) 一般産業のボイラー概要

一般産業において、出力 1,000 kW以上の発電設備を備えた石炭焚ボイラーに関してアンケート調査を行い、回答を得た 109 事業所（回答率 86%）の結果をまとめた。対象となった石炭焚ボイラーは、149 缶である。

(2) 石炭消費量

石炭消費量は、電気事業と一般産業を合わせて 1 億 1,242 万 t であった。前年度に比べて、電気事業で、132 万 t（1.6%）増加、一般産業で 121 万 t（4.8%）増加した。合計すると、前年度に比べて、253 万 t（2.3%）増加した。

(3) 石炭灰の発生量と有効利用量

石炭灰の発生量は、電気事業と一般産業を合わせて 1,280 万 t であった。

有効利用されている石炭灰は、1,267 万 t（有効利用率 99.0%）で、その内訳は、電気事業で 917 万 t（同 99.3%）、一般産業で 350 万 t（同 98.2%）であった。石炭灰発生量は、前年度比 46 万 t（3.7%）の増加、有効利用量で、42 万 t（1.3%）の増加となった。なお、一般産業にて発生している石炭灰のうち、5 万 t が海外輸出²されていた。

(4) 石炭灰の利用方法・分野

石炭灰の利用分野では、セメント分野での利用が最も多く、886 万 t（70.0%）で、前年度より 23 万 t 増となった。セメント分野に続いて、土木分野が 187 万 t（14.8%）を占めていた。建築分野が 59 万 t（4.7%）と前年度より 5 万 t 減、農林・水産分野は 12 万 t であった。

以 上

²環境省：「廃棄物処理法に基づく廃棄物の輸出確認及び輸入許可（平成 29 年）について」（添付 1）によると平成 29 年日本からの石炭灰輸出量は 146 万 t である。

添付資料 1：平成 29 年度石炭灰発生総量の推定

本アンケート調査で算出された石炭灰発生量の合計量 12,798 千 t（電気事業 9,234 千 t、一般産業 3,564 千 t）は、実際の国内の総発生量とどの程度の乖離があるかを次の方法で推定した。本アンケートの対象は平成 29 年度（2017 年度）の実績であるが、次の数値の中には、平成 29 年（2017 年）暦年の統計を使う場合がある。

本方法は、石炭焚きボイラーに使用される国内の石炭総量を推計し、これに石炭灰の発生割合（11.8%）を乗じて算出する。平成 29 年度の燃料用石炭の使用総量を、次のように推計した。

- 1) 平成 29 年輸入一般炭数量（暦年通関統計）106,120 千 t
- 2) 平成 29 年度電力業界輸入原料炭（通関名目）数量（年度、通関実績）21,437 千 t を加える。
- 3) セメント産業における平成 29 年度石炭使用量は 6,616 千 t である。また、セメント産業に係る熱エネルギーのうち、セメント製造に供されるエネルギーは石炭換算で 6,740 千 t であり、その内、発電用電力に供されるエネルギーは石炭換算で 2,326 千 t である³。これを基に、石炭使用量をセメント製造に供されるエネルギー量の割合で按分することで、セメント製造用に供される石炭使用量を推定した。
- 4) これに平成 29 年度の国内炭生産量 1,328 千 t（JCOAL 調べ）を加える。
- 5) 平成 29 年度ボイラー燃料用石炭総量は、1) +2) -3) +4) =124,002 千 t と算出。
- 6) この内、平成 29 年度の電気事業の石炭使用量は 85,756 千 t（灰発生量 9,234 千 t）であることが確認されているので、5) -6) a. =38,246 千 t が、一般産業の石炭使用量として推算される。灰分率を 11.8% とすると一般産業の石炭灰の推定発生総量は 4,513 千 t となる。アンケート調査で積算された灰の量は、推定発生総量の 77.5% を占める。
- 7) この方法による平成 29 年度の国内の石炭焚きボイラーから排出される石炭灰の発生総量（電気事業＋一般産業）は、13,748 千 t と見込まれる。一方、アンケート調査で積算された石炭灰発生量は 12,798 千 t であり、国内の総発生量の 93.1% を占めると推定される。

表 1 3 平成 29 年度アンケート調査結果の推定回収率の計算

1) 平成 29 年輸入一般炭数量（暦年通関統計）	106,120 千 t
2) 平成 29 年度電力業界輸入原料炭（通関名目）数量（年度、通関実績）	21,437 千 t
3) a. 平成 29 年度セメント業界での石炭使用量 （セメントハンドブック 2018 年度版）	6,616 千 t
b. セメント製造用熱エネルギー（石炭換算）	6,740 千 t
c. 発電用熱エネルギー（石炭換算）	2,326 千 t
d. セメント製造用として推定される数量（=a. x b. / (b. + c.））	4,919 千 t
4) 平成 29 年度国内炭生産量	1,328 千 t
5) 平成 29 年度燃料用石炭の総量（推定）（= 1) +2) -3) c. +4)）	124,002 千 t
6) a. 電気事業の石炭使用量（確認済み）	85,756 千 t
b. 電気事業の石炭灰発生量（確認済み）	9,234 千 t
c. 一般産業の石炭使用量（= 5) -6) a.）	38,246 千 t
d. 一般産業の石炭灰発生量（=c. x11.8%）	4,513 千 t
7) 平成 29 年度の石炭灰発生総量（推定 = 6) b. +6) d.）	13,748 千 t
8) 平成 29 年度の石炭灰発生量からみたアンケート回収率 （アンケートによる確認数量 12,798 千 t）	93.1%

³（一社）セメント協会：「セメントハンドブック 2018 年度版」
http://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jj3h_06.pdf

添付資料 2 : 国内での石炭灰有効利用率

本アンケート調査で算出された石炭灰有効利用量の合計量 12,665 千 t（電気事業 9,165 千 t、一般産業 3,499 千 t）が、「国内で石炭灰を原材料とする各種製品として有効利用された量」（「実質国内石炭灰有効利用量」と想定される）と、どの程度の乖離があるかを次の方法で推定した。

- 1) 平成 29 年石炭灰有効利用量の合計量 12,665 千 t。石炭灰発生量 12,798 千 t に対する有効利用率は、99.0%である。
- 2) この内、「セメント分野」において、「セメント粘土代替材料もしくは混和材」として海外に輸出されている石炭灰の量⁴（暦年統計）1,455 千 t を差引く。
- 3) さらに、概ね全量が石炭灰発生有姿の状態ですべて「土地造成用途」として主として海面埋立材に用いられていると推定される「その他—その他」の有効利用量（表 10 を参照）1,200 千 t を差引く。
- 4) 平成 29 年の「国内で石炭灰を原材料とする各種製品として有効利用された量」は、1) - 2) - 3) = 10,010 千 t と算出され、アンケート調査で算出された石炭灰有効利用量の合計量 12,665 千 t を、2,655 千 t 下回る。
- 5) この方法による「国内で石炭灰を原材料とする各種製品としての有効利用率」（「実質国内石炭灰有効利用率」と想定される）は、4) ÷ 2) × 100 = 79.0%と算出され、アンケート調査で算出された石炭灰有効利用率 99.0%を、20.0 ポイント下回る。

⁴環境省：「廃棄物処理法に基づく廃棄物の輸出確認及び輸入許可（平成 29 年）について」（添付 1）
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/109221.pdf>

添付資料 3 : 国内でのセメント分野の石炭灰利用

石炭灰はセメント分野への利用率が高く、今後も重要な処理先の一つである。そこでセメントの生産量⁵と石炭灰国内セメント分野利用量・利用率の推移を調査した。なお石炭灰国内セメント分野利用量については、セメント分野の石炭灰利用量から石炭灰輸出量（暦年）⁴を差し引いた。また利用率は、セメント生産量に対する石炭灰国内セメント分野利用量の割合から求めた。

表 1 4 セメント生産量と国内の石炭灰のセメントへの利用量・利用率（年度）

(千 t)

	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
セメント生産量	73,170	70,600	65,895	58,378	56,050	57,579	59,488	62,392	61,139	59,238	59,271	60,360
石炭灰 セメント分野 利用量	7,271	7,681	8,498	7,099	7,126	7,633	8,392	8,396	8,412	8,633	8,623	8,856
石炭灰輸出量	666	601	763	784	941	1,172	1,280	1,465	1,571	1,378	1,366	1,455
石炭灰 国内セメント分野 利用量	6,605	7,080	7,735	6,315	6,185	6,461	7,112	6,931	6,841	7,256	7,257	7,401
利用率	9.0%	10.0%	11.7%	10.8%	11.0%	11.2%	12.0%	11.1%	11.2%	12.2%	12.2%	12.3%

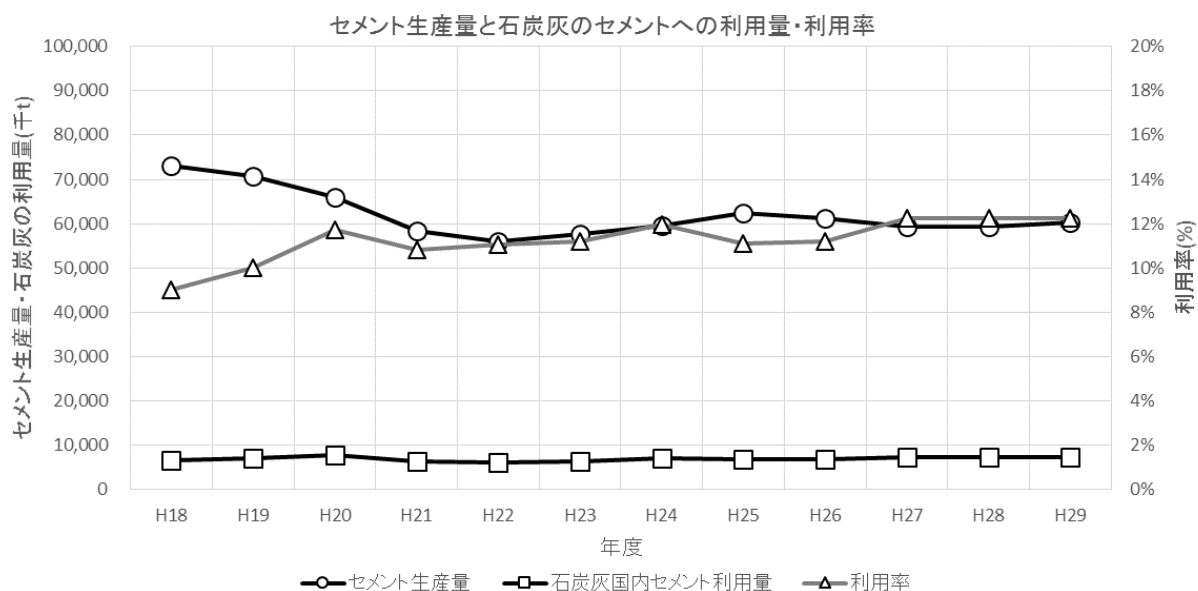


図 7 セメント生産量と石炭灰のセメントへの利用量・利用率

セメントの生産量は平成 22 年度まで減少を続けていた。平成 22 年度から直近までセメントの生産量は概ね横ばいで推移した。対して、石炭灰の国内セメントへの利用量は平成 18 年から概ね 7,000 千 t 前後で横ばいであり、利用率もまた平成 27 年度以降は 12% 付近でほぼ頭打ち傾向にある。

⁵ (一社)セメント協会：「セメントハンドブック 2018 年度版」
http://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jj3h_06.pdf

添付資料 4:用語集

微粉炭燃焼：石炭を微粉碎し、バーナーにより燃焼する方式。

流動床燃焼：石炭を流動床中で燃焼する方式。

ストーカ（火格子）燃焼：固体燃料を火格子の上面にのせ、下方から空気を供給して燃焼する方式。

フライアッシュ：微粉炭燃焼ボイラーの燃焼ガスから集塵器で採取された石炭灰。一般には粉末で微細な球状ガラス質。

クリンカアッシュ：ボイラー底部で回収された石炭灰を砕いたもの。ボトムアッシュともいう。一般に微粉炭燃焼ボイラーのものは砂状で多孔質。

セメント：一般には、土木、建築工事に用いるポルトランドセメント、混合セメント、アルミナセメントなどの水硬性セメントを指す。また広義にはアスファルト、膠(にかわ)、樹脂、石膏、石灰、ポルトランドセメントなど有機質、無機質、金属質またはこれらを組み合わせた接着剤の総称。日本では年 5,000 万 t 以上の製造能力がある。

セメント原料：石灰石、粘土、珪石、鉄原料、石膏のこと。石灰石は酸化カルシウム(CaO)、粘土は二酸化珪素(SiO₂)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)および酸化第二鉄(Fe₂O₃)を供給し、珪石は不足した二酸化珪素、鉄原料は不足した酸化第二鉄をそれぞれ補充している。石炭灰は、このうち粘土成分に似ているため、粘土代替としてセメント工場で利用される。

セメント混合材：セメント、水、骨材以外の材料で、多くは無機質粉末である。練り混ぜの際に必要な応じてコンクリートやモルタルなどに加えられる材料のうち、使用量が比較的多く、その容積をコンクリートの配合計算で考慮する必要のあるものをいう。JIS で規定されているものとしては、フライアッシュ、高炉スラグ粉末、シリカ微粉末がある。

混合セメント：ポルトランドセメントに、各種混合材を配合し、耐蝕性、乾燥収縮、耐久性などを改善したセメントの総称。高炉セメント、シリカセメント、フライアッシュセメントなどがある。混合剤には、石灰石粉、ドロマイト、消石灰、高炉スラグ、フライアッシュ、珪酸白土などが使われる。ポルトランドセメントに比べ、作業性、水密性が良く、初期の強度は低いなが長期的には優れた強度を示す。化学抵抗性、耐熱性にも優れた特性を持つものが多い。

コンクリート混和材料：コンクリートの練り混ぜの際に必要な応じてコンクリートの成分として加える材料（セメント、水、骨材以外）。まだ固まらないコンクリートや硬化したコンクリートの性質を改善することを目的に加えている。混和材料は、混和材と混和剤の総称。混和材料のうち、使用量が多く、それ自体がコンクリートの配合の計算に関係するものである。

アスファルト混合物：粗骨材、細骨材、フィラーおよびアスファルトを所定の割合で混合した材料。フィラーには、0.075mmふるいを通過する鉱物質粉末で、石灰岩を粉末にした石粉が最も一般に用いられる。この部分に石炭灰フライアッシュが適用可能。フィラーは、アスファルトの見かけの粘度を高め、かつ骨材として混合物の空隙を充てんする働きがある。

道路路盤材料：下層路盤には一般に施工現場近くで経済的に入手できる、粒状路盤材料を用いる。上層路盤材料には、良好な骨材粒度に調整した碎石あるいは各種安定化処理材料を用いる。これら部分に石炭灰ボトムアッシュや石炭灰硬化材料が用いられる。

地盤改良：建築物、橋梁などを地盤上に構築するにあたり、安定性を保つため地盤に人工的な改良を加えること。用いられる硬化材料によりセメント系、石灰系、高分子系の地盤改良材に分けられる。石炭灰はセメント系材料の一部として適用されている。

炭坑充填材：露天掘りが行われない炭坑では、切羽という作業現場を作り採炭を行う「坑内掘り」が行われる。そのため採掘した後は、崩落を防ぐために廃石等で充填していく必要がある。その充填材に石炭灰を用いることがある。

土木工事：道路・鉄道・河川・橋梁・港湾などの、土石・木材・鉄材などを使って行う建設工事のこと。

建築材料：建築物を建てるために使用されるあらゆる材料のこと。住宅や事務所、公共の建物など、あらゆる建築物を建てる時に用いられる多様な材料が含まれ、建材と略されて呼ばれる。

人工軽量骨材：膨張頁岩や石炭灰を原料とし、人工的に焼成・発泡して得られる軽量コンクリート用骨材。骨材の内部に空隙を保有し、表面が緻密なガラスで覆われた軽くて強い特徴。

コンクリート製品：コンクリート製品工場で製造される、パイル、ポール、ヒューム管、ALC製品、ブロック類、板類、枕木、桁など。生産性を高めるため常圧蒸気養生やオートクレーブ養生などが行われる。セメント二次製品ともいう。

肥料：耕土に施す栄養物質。土地の生産力を維持、増進し、植物の生長を促進する。植物の生育には、酸素、水素、炭素、カルシウム、マグネシウム等多くの元素が必要であるが、土壤中に特に欠乏しやすい窒素、リン、カリウムを補給する役割を果たす。日本で肥料は肥料取締法の規定により、農林水産大臣の許可を得ないと、肥料という名目で販売することはできない。フライアッシュ（微粉炭燃焼灰）に加里と苦土を組み合わせた、肥効持続型加里肥料が我が国で開発され、従来の加里肥料の、水に溶ける易く周囲への流出が多い欠点を補い。土壤中の有機酸や根酸などに溶けて持続的に効く、珪酸加里肥料として登録された。

土壌改良剤：パーライトやバーミキュライトのような物理特性（通気性等を改善するもの）、土のpH調整（酸性土壌を弱酸性から中性くらいに調整）、保肥力が悪いなどの植物が育つ上で悪い状態の土壌を、良い

環境にするために使われる。肥料は窒素、リン、カリ等成分を供給するために使用されるが、肥料には土壤改良効果は望めず、土壤改良できるほど投入すれば、肥料過多となるので土壤改良剤が必要となる。石炭灰はクリンカアッシュ、フライアッシュともこの用途に様々な利用が考えられ用いられている。

漁礁：岩などによって海底に形成された隆起部で、魚が集まって漁場を形成している箇所。魚礁とも表記する。海底の隆起部では海水の上昇流が発生し、海水中の栄養塩が表層まで押し上げられる結果、栄養塩類を養分とし光合成を行う植物プランクトンが増殖する。そして、植物プランクトンを餌とする動物プランクトンも増加し、これらのプランクトンを餌とする魚類が蝟集して漁場が形成される。岩、消波ブロック、廃船などの人工物を海底に沈めて人為的に形成したものは、人工魚礁（人工漁礁）と呼ばれる。また、魚礁という語は、狭義では人工魚礁のみを指すこともある。

添付資料 5: アンケート調査用紙

石炭灰の全国実態調査（平成 29 年度実績）

一般財団法人 石炭エネルギーセンター

石炭灰の全国的な実態・動向を把握いたしたく、ご多忙中のところ誠に恐縮ですが、平成 29 年度（平成 29 年 4 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日までの期間）における以下の項目に御回答いただき、平成 30 年 12 月 28 日までにご返送をお願いします。御回答いただいた情報は、統計処理させていただきますので、個別情報の公表は一切致しません。ご理解の程、宜しくお願い申し上げます。

1. 御社（事業所）について

・会社・事業所名：

・業種：

・事業所所在地

郵便番号：〒

事業所住所：

2. ご回答いただいた方について

・お名前：

・ご所属・役職：

・ご連絡先

電話番号：

F A X 番号：

E-mail アドレス：

3. 石炭焼きボイラーの概要

ボイラーの名称	燃 焼 方 式	容 量 (ton/h)	メーカー	発電機出力 (万 kW)	備 考

注) 平成 29 年度運転開始のものは、運転開始月を備考欄にご記入下さい。

4. 燃料使用量（平成 29 年度）

燃料種類	石炭	重油	タイヤ	木くず	RDF	その他	合計
使用量(ton)							
重量割合(%)							100

5. 平成29年度灰発生量と処理・利用

項 目	灰 発 生 量 (ton)		
	フライアッシュ	クリンカアッシュ ボトムアッシュ	計
(有効利用)			
業者委託			
輸出			
埋立			
(廃棄物として処分)			
処理業者委託			
埋立			
計			

注) 1. シンダーアッシュはフライアッシュに含めて下さい。

6. 平成29年度石炭灰の分野別利用量 (上記5. の利用欄の内訳をご記入下さい)

利用分野	内 容	F A ^(注2) (ton)	C A ^(注2) (ton)	備 考 ^(注1)
セメント分野	セメント原材料			
	F Aセメント用混合材			
	コンクリート混和材			
	計			
土木分野	地盤改良材			
	土木工事用			
	道路路盤材料			
	アスファルト・フィラー材			
	計			
建築分野	建 材 ボ ー ド			
	人工軽量骨材			
	二 次 製 品			
	計			
農林・水産分野	肥料(含 融雪剤)			
	魚 礁			
	土 壌 改 良 材			
	計			
その他	下水汚水処理剤			
	製 鉄 用			
	そ の 他			
	計			
合 計				

注) 1. 具体的な利用方法を備考欄にご記入ください。

2. F A : フライアッシュ、C A : クリンカアッシュ、ボトムアッシュ

3. FAセメント用混合材、コンクリート用混和材に使用される石炭灰は限定されています。
特にクリンカアッシュ(ボトムアッシュ)をこれらに利用することは、ほぼありません。
畏れ入りますが、セメント原材料(粘土代替という言い方もします)利用ではないかを、
ご確認いただけましたら幸いです。

7. 石炭燃焼副産物(石膏)についての調査

本アンケートは、石炭灰の有効利用拡大に資するための調査としてご協力をお願いしているものですが、報告書では、もう一つの主な石炭燃焼副産物である脱硫石膏の発生量・利用量の動向についても参考としてあわせてとりまとめております。

脱硫石膏に関する以下の状況についてご教示下さい。

(1) 排煙脱硫装置の設置状況

設置している場合は対応する方式と設置台数、設置していない場合は**b**を記入ください。

吸収剤または吸着剤	設置台数

(2) 平成29年度脱硫石膏の発生量と利用状況

項目	石膏発生量 (ton)
利用	
処分場埋立	
計	

注) 産業廃棄物中間処理業者に処理費用を支払い、業者が製品・工事に利用する場合も利用で計上ください。

(3) 石膏の利用用途(上記(2)の利用欄の内訳)

用途	利用量 (ton)
セメント原料	
建材ボード	
合計	

8. その他（自由記述欄）

（1）石炭灰及びその他の石炭燃焼副産物の有効利用・処理について、技術上、需給バランス上、環境上、及び行政上の課題について、ご意見・ご要望があればお聞かせ下さい。

（2）石炭灰のリサイクル等におきまして、お取引のある業者を差し支えない範囲でご紹介いただけませんか。リサイクル技術を整理・分析して、わたくしどもの今後の石炭灰有効利用促進における取組みに反映致します。

以 上

ご協力ありがとうございました。

（回答用紙を電子データ(word)で必要な方は、当センター担当者までご請求ください。）

石炭灰全国実態調査報告書（平成 29 年度実績）

平成 31 年 3 月発行

発行 一般財団法人石炭エネルギーセンター

代表者 塚本 修

〒105-0003

東京都港区西新橋三丁目 2-1

Daiwa 西新橋ビル 3 階

電 話 (03)6402-6103

F A X (03)6402-6110