

石炭灰全国実態調査報告書

(2021年度実績)

2023年 3月

一般財団法人石炭フロンティア機構

目 次

まえがき	1
1. 調査の概要	2
2. 調査対象	2
2.1. 一般産業	2
2.2. 電気事業	4
3. 石炭使用量と石炭灰発生量及び有効利用量	5
3.1. 石炭使用量	5
3.2. 石炭灰発生量	5
3.3. 石炭灰有効利用量	5
4. 石炭灰有効利用	12
4.1. 石炭灰有効利用分野	12
4.2. 石炭灰有効利用分野別内訳	12
4.3. 石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況	17
5. まとめ	19
補足資料	20
補足資料Ⅰ：石炭灰発生総量の推定	20
補足資料Ⅱ：国内での石炭灰有効利用率	22
補足資料Ⅲ：国内でのセメント分野の石炭灰利用	24
補足資料Ⅳ：石炭灰混合材料全国実態調査	26
添付資料	35
添付資料Ⅰ：石炭灰全国実態調査アンケート調査用紙	35
添付資料Ⅱ：石炭灰混合材料全国実態調査アンケート調査用紙	39

まえがき

一般財団法人石炭フロンティア機構（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的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り組んでいます。

政府方針である第6次エネルギー基本計画において、2050年にカーボンニュートラルを達成するために、2030年の温室効果ガス46%、さらには50%削減へ挑戦する目標が示されました。火力発電は安定供給を大前提に電源構成における比率を41%とし、うち石炭火力を19%とするため、電力各社は効率の低い石炭火力を順次停止する計画です。これにより現在国内で年間1,200万t程度発生している石炭灰も、今後は減少していくことが予測されます。また、カーボンリサイクル技術の中でも早期実用化が期待される炭酸塩化の分野では、石炭灰を有効活用する技術開発が進められています。

石炭火力はバイオマスやアンモニア燃料の混焼先として有効であり、トランジションにおける既存設備の活用と、再生可能エネルギーの大量導入における調整力として、引き続き重要な役割を担うことが期待されています。

当機構では、1990年度より「石炭灰全国実態調査」を開始し、1993年度以降毎年実施してきました。本報告書は、「2021年度（2021年4月から2022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ております。電気事業連合会及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ております。

石炭灰の有効利用において、近年特に、土木分野での「石炭灰混合材料」が着目され、多くの事業者がその普及・拡大に取り組まれております。また、土木学会においても、2021年3月に石炭灰混合材料の技術指針が発刊されたことから、2020年度からは、石炭灰混合材料についてもその実態を調査することとしました。

本調査により、石炭灰の発生・有効利用の実態及び動向が把握でき、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たものと考えています。ご協力いただいた関係者の皆さまに、この紙面をお借りして厚く御礼申し上げます。

当機構では、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、2021年度（2021年4月から2022年3月まで）を対象に、出力1,000kW以上の発電設備（これに相当する石炭使用量の設備も含む）を有する一般産業（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、石炭灰の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. 調査対象

2.1. 一般産業

2.1.1. 調査方法

2022年10月にアンケート調査用紙（添付資料I）を各事業所に送付し、その結果の集計・整理を行った。アンケート調査対象数及び回収状況を表1に示す。

表1 アンケート調査対象数及び回収状況(一般産業)

調査対象数	回収数	回収率(%)
127	90	70.9

2.1.2. 石炭焚きボイラー設置状況

回答のあった事業所における石炭焚きボイラーの地方別・業種別の設置状況を表2に示す。一般産業の石炭焚きボイラーの設置状況は、以下のとおりである。

- ・一般産業において、出力1,000kW以上の発電設備（これに相当する石炭使用量の設備も含む）を有する石炭焚きボイラーは125缶である。
- ・石炭焚きボイラーの地方別の設置状況をみると、中国地方が最も多く30缶である。次いで九州地方18缶、四国地方16缶、中部地方15缶、北海道地方14缶である。
- ・業種別の設置状況では、IPP・PPSが最も多く34缶、次いで、化学31缶、紙パルプ18缶である。
- ・なお、対象とした石炭焚きボイラーには、バイオマス等の混焼設備も含まれている。

表 2 一般産業の地方別・業種別石炭焚きボイラー設置状況

(単位:缶)

地方	区分	北海道	東北	北陸	関東	中部	関西	中国	四国	九州	計
	該当施設のある都道府県	北海道	青森 岩手 宮城 福島	新潟 富山 福井	茨城 栃木 埼玉 千葉	岐阜 静岡 愛知 三重	兵庫	岡山 広島 山口 鳥取 島根	徳島 香川 愛媛 高知	福岡 佐賀 長崎 熊本 大分 宮崎	
業種	食品	3					1			1	5
	繊維			2				1	2		5
	紙パルプ	2	1	2		4		3	3	3	18
	化学		1			4	2	19	2	3	31
	石油製品				1	1		1			3
	窯業土石	2	1	2	1	1	1	2	3	2	15
	鉄鋼・コークス	2	1		1	2	5			3	14
	IPP・PPS	5	1	1	6	3	2	4	6	6	34
	計	14	5	7	9	15	11	30	16	18	125

2.2. 電気事業

2.2.1. 調査方法

電気事業については、日本フライアッシュ協会にて実施した集計を基に整理した(表3)。

表 3 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)
(株)JERA	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)	

2.2.2. 石炭焼きボイラー設置状況

対象とした電気事業各社の地方別石炭焼きボイラー設置状況¹を表4に示す。

表 4 電気事業対象会社の地方別石炭焼きボイラー設置状況

地方	該当施設のある都道府県	設置数(缶)
北海道	北海道	5
東北	秋田・福島・山形	14
北陸	富山・福井・石川	6
関東	茨城・神奈川	4
中部	愛知	5
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	9
沖縄	沖縄	6
合計		65

¹ 一般社団法人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年改定版）」、及び各社ホームページ情報を基に、新設・廃止を反映し集計した

3. 石炭使用量と石炭灰発生量及び有効利用量

電気事業及び一般産業における石炭使用量、石炭灰発生量及び灰分率（石炭使用量に対する石炭灰発生量の割合）とその推移を表5及び図1に示す。なお、集計結果については各項目の数値を四捨五入しているため、合計が一致しない場合がある。

3.1. 石炭使用量

2021年度の石炭使用量は、全体（電気事業及び一般産業の合計）で110,580千tであった（内訳は電気事業が77,332千t、一般産業が33,248千t）。前年度に比べて、電気事業は784千t（1.0%）増加、一般産業は439千t（1.3%）減少した。全体では、前年度に比べて、345千t（0.3%）増加となった。

3.2. 石炭灰発生量

2021年度の石炭灰発生量は、電気事業で8,849千t、一般産業で3,708千t、全体で12,557千tであった。前年度に対して電気事業は649千t（7.9%）の増加、一般産業は163千t（4.2%）の減少であり、全体では486千t（4.0%）増加した。

2021年度の灰分率は、全体で11.4%であった。個別には、電気事業が11.4%、一般産業が11.2%である。灰分率は前年度に比べて全体で0.5ポイント増加しており、電気事業が0.7ポイント増加、一般産業は0.3ポイント減少であった。全体の石炭使用量、灰分率、石炭灰発生量は、いずれも増加する結果となった。

なお、輸入一般炭の通関統計数量等を基に2021年度の石炭灰発生総量を推定した結果、13,585千tとなった（補足資料Ⅰ）。従って、本調査で推計した石炭灰発生量（12,557千t）は石炭灰発生総量推定値の92.4%に相当し、一般産業における石炭灰発生量（3,708千t）は石炭灰発生総量推定値（一般産業発生分4,736千t）の78.3%程度と推定される。

3.3. 石炭灰有効利用量

電気事業及び一般産業における石炭灰有効利用量、埋立処分等の量及び有効利用率の推移を図2に示す。

2021年度の有効利用量は電気事業で8,556千t（但し、電気事業の石炭灰有効利用量には既成灰の有効利用も含まれる。）、一般産業では3,576千t、全体で12,132千tであった。対前年比では、電気事業で7.0%増加、一般産業で0.8%増加、全体で5.1%増加となった。

有効利用率においては、電気事業で96.7%（対前年度0.9ポイント減少）、一般産業で96.4%（対前年度4.8ポイント増加）、全体で96.6%（対前年度0.9ポイント増加）であった。

全体の傾向として、2005年度以降、全体で有効利用率は95%以上で推移している。2021年度は一般産業で埋立処分量が減少したことにより、有効利用率の増加がみられた。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補足資料Ⅱに示す。

表 5 石炭灰発生量及び石炭使用量

(単位:千t)

年度	事業区分	石炭 使用量	石炭灰発生量		
				有効利用量	埋立処分等の量
1995 年度	電気事業	39,777 {12.9}	5,149 [72.3]	3,114 (60.5)	2,035 (39.5)
	一般産業	12,918 {15.3}	1,974 [27.7]	1,668 (84.5)	306 (15.5)
	全体	52,695 {13.5}	7,123 [100]	4,782 (67.1)	2,341 (32.9)
1996 年度	電気事業	40,534 {13.0}	5,288 [73.4]	3,375 (63.8)	1,913 (36.2)
	一般産業	13,110 {14.6}	1,920 [26.6]	1,683 (87.7)	237 (12.3)
	全体	53,644 {13.4}	7,208 [100]	5,058 (70.2)	2,150 (29.8)
1997 年度	電気事業	43,789 {12.4}	5,408 [74.1]	3,352 (62.0)	2,056 (38.0)
	一般産業	12,218 {15.5}	1,890 [25.9]	1,606 (85.0)	284 (15.0)
	全体	56,007 {13.0}	7,298 [100]	4,958 (67.9)	2,340 (32.1)
1998 年度	電気事業	43,347 {11.6}	5,029 [74.1]	3,512 (69.8)	1,517 (30.2)
	一般産業	12,695 {13.9}	1,760 [25.9]	1,578 (89.7)	182 (10.3)
	全体	56,042 {12.1}	6,789 [100]	5,090 (75.0)	1,699 (25.0)
1999 年度	電気事業	49,101 {11.7}	5,757 [75.8]	4,449 (77.3)	1,308 (22.7)
	一般産業	13,539 {13.6}	1,843 [24.3]	1,686 (91.5)	157 (8.5)
	全体	62,640 {12.1}	7,600 [100]	6,135 (80.7)	1,465 (19.3)
2000 年度	電気事業	54,761 {11.5}	6,322 [75.0]	4,932 (78.0)	1,400 (22.1)
	一般産業	14,953 {14.0}	2,097 [24.9]	1,999 (95.3)	98 (4.7)
	全体	69,714 {12.1}	8,429 [100]	6,931 (82.2)	1,498 (17.8)
2001 年度	電気事業	59,159 {11.5}	6,785 [77.0]	5,271 (77.7)	1,513 (22.3)
	一般産業	15,140 {13.4}	2,025 [23.0]	1,902 (93.9)	123 (6.1)
	全体	74,299 {11.9}	8,810 [100]	7,173 (81.4)	1,636 (18.6)

{ }: 灰分率 % []: 灰発生割合% (): 構成比率 %

(単位:千t)

年度	事業区分	石炭 使用量	石炭灰発生量		
				有効利用量	埋立処分等の量
2002 年度	電気事業	64,251 {10.8}	6,920 [74.9]	5,495 (79.4)	1,425 (20.6)
	一般産業	18,720 {12.4}	2,316 [25.1]	2,229 (96.2)	87 (3.8)
	全体	82,971 {11.1}	9,236 [100]	7,724 (83.6)	1,512 (16.4)
2003 年度	電気事業	68,981 {10.8}	7,475 [75.8]	6,105 (81.7)	1,370 (18.3)
	一般産業	19,690 {12.1}	2,391 [24.2]	2,275 (95.1)	116 (4.9)
	全体	88,671 {11.1}	9,866 [100]	8,380 (84.9)	1,486 (15.1)
2004 年度	電気事業	74,270 {10.8}	8,052 [74.2]	7,128 (88.5)	934 (11.6)
	一般産業	21,811 {12.8}	2,801 [25.8]	2,664 (95.1)	137 (4.9)
	全体	96,081 {11.3}	10,853 [100]	9,792 (90.2)	1,071 (9.9)
2005 年度	電気事業	78,092 {10.7}	8,334 [74.7]	7,899 (94.8)	435 (5.2)
	一般産業	22,257 {12.7}	2,818 [25.3]	2,774 (98.4)	44 (1.6)
	全体	100,349 {11.1}	11,152 [100]	10,673 (95.7)	479 (4.3)
2006 年度	電気事業	75,017 {10.8}	8,097 [73.8]	7,813 (96.5)	284 (3.5)
	一般産業	23,240 {12.4}	2,872 [26.2]	2,844 (99.0)	28 (1.0)
	全体	98,257 {11.2}	10,969 [100]	10,657 (97.2)	312 (2.8)
2007 年度	電気事業	79,813 {11.0}	8,802 [73.4]	8,479 (96.3)	323 (3.7)
	一般産業	25,290 {12.6}	3,192 [26.6]	3,146 (98.6)	46 (1.4)
	全体	105,103 {11.4}	11,994 [100]	11,625 (96.9)	369 (3.1)
2008 年度	電気事業	76,729 {11.6}	8,934 [72.7]	8,680 (97.2)	254 (2.8)
	一般産業	25,159 {13.3}	3,351 [27.3]	3,323 (99.1)	29 (0.9)
	全体	101,888 {12.1}	12,285 [100]	12,003 (97.7)	283 (2.3)

{ }: 灰分率 % []: 灰発生割合% (): 構成比率 %

(単位:千t)

年度	事業区分	石炭 使用量	石炭灰発生量		
				有効利用量	埋立処分等の量
2009 年度	電気事業	72,095 {11.2}	8,096 [73.9]	7,826 (96.7)	270 (3.3)
	一般産業	23,475 {12.2}	2,856 [26.1]	2,842 (99.5)	14 (0.5)
	全体	95,570 {11.5}	10,952 [100]	10,668 (97.4)	284 (2.6)
2010 年度	電気事業	77,896 {11.5}	8,950 [75.2]	8,583 (95.9)	367 (4.1)
	一般産業	23,316 {12.7}	2,953 [24.8]	2,939 (99.5)	13 (0.5)
	全体	101,212 {11.8}	11,903 [100]	11,522 (96.8)	380 (3.2)
2011 年度	電気事業	73,560 {11.6}	8,559 [74.0]	8,374 (97.8)	185 (2.2)
	一般産業	25,599 {11.8}	3,013 [26.0]	2,997 (99.5)	16 (0.5)
	全体	99,159 {11.7}	11,572 [100]	11,371 (98.3)	201 (1.7)
2012 年度	電気事業	79,022 {11.5}	9,049 [71.5]	8,816 (97.4)	233 (2.6)
	一般産業	30,846 {11.7}	3,606 [28.5]	3,541 (98.2)	92 (2.6)
	全体	109,868 {11.5}	12,655 [100]	12,357 (97.6)	325 (2.6)
2013 年度	電気事業	87,108 {11.4}	9,929 [77.0]	9,568 (96.4)	361 (3.6)
	一般産業	23,797 {12.5}	2,964 [23.0]	2,924 (98.7)	40 (1.3)
	全体	110,905 {11.6}	12,893 [100]	12,492 (96.9)	401 (3.1)
2014 年度	電気事業	86,623 {11.1}	9,590 [76.0]	9,403 (98.1)	187 (1.9)
	一般産業	26,411 {11.5}	3,025 [24.0]	2,975 (98.3)	50 (1.7)
	全体	113,034 {11.2}	12,615 [100]	12,378 (98.1)	237 (1.9)
2015 年度	電気事業	84,816 {11.0}	9,340 [73.5]	9,165 (98.1)	175 (1.9)
	一般産業	28,401 {11.9}	3,375 [26.5]	3,301 (97.8)	74 (2.2)
	全体	113,217 {11.2}	12,715 [100]	12,466 (98.0)	249 (2.0)

{}:灰分率% []:灰発生割合% ():構成比率%

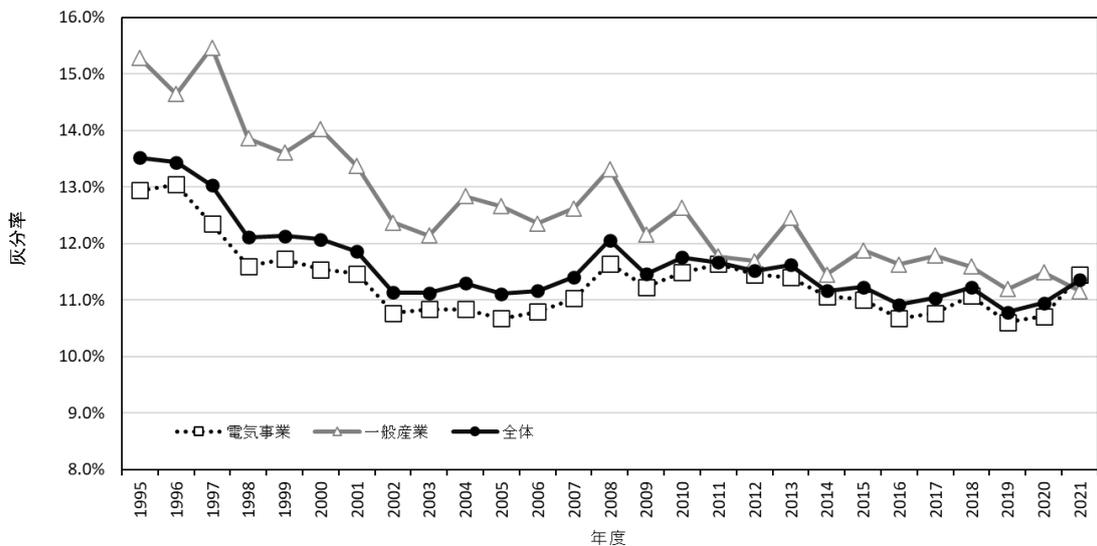
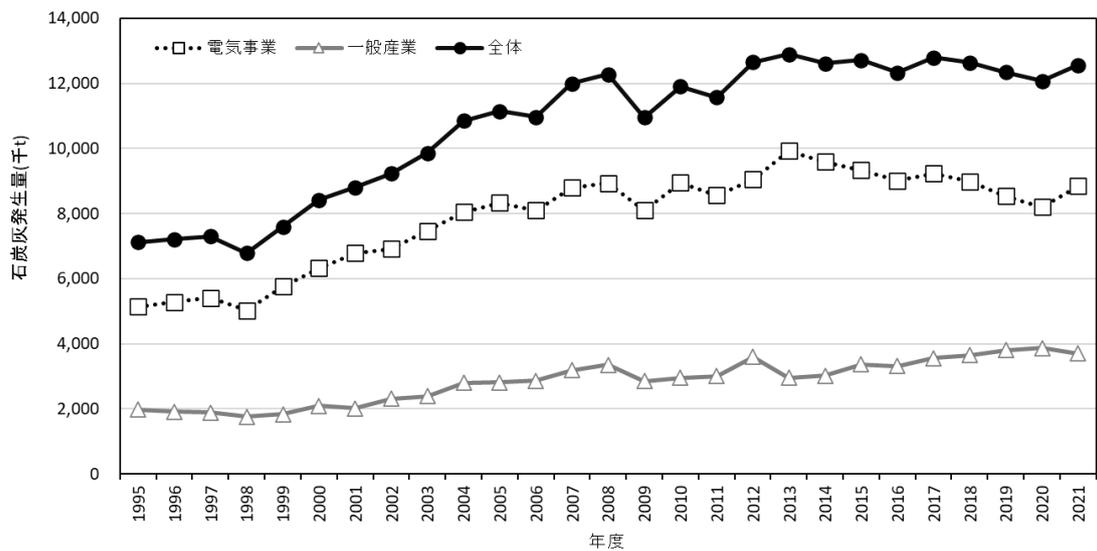
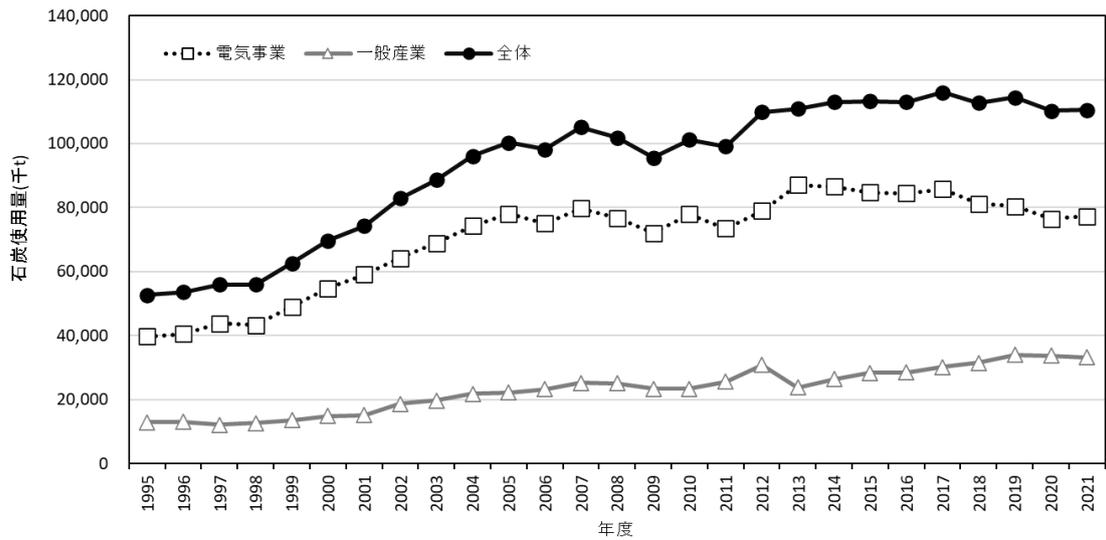
(単位:千 t)

年度	事業区分	石炭 使用量	石炭灰発生量		
				有効利用量	埋立処分等の量
2016 年度	電気事業	84,439 {10.7}	9,016 [73.1]	8,964 (99.4)	52 (0.6)
	一般産業	28,560 {11.6}	3,321 [26.9]	3,286 (98.9)	35 (1.1)
	全体	112,999 {10.9}	12,337 [100]	12,250 (99.3)	87 (0.7)
2017 年度	電気事業	85,756 {10.8}	9,234 [72.2]	9,165 (99.3)	69 (0.7)
	一般産業	30,226 {11.8}	3,564 [27.8]	3,499 (98.2)	64 (1.8)
	全体	115,982 {11.0}	12,798 [100]	12,665 (99.0)	133 (1.0)
2018 年度	電気事業	81,166 {11.1}	8,991 [71.1]	8,795 (97.8)	196 (2.2)
	一般産業	31,522 {11.6}	3,655 [28.9]	3,593 (98.3)	62 (1.7)
	全体	112,689 {11.2}	12,645 [100]	12,387 (98.0)	258 (2.0)
2019 年度	電気事業	80,488 {10.6}	8,540 [69.2]	8,407 (98.4)	133 (1.6)
	一般産業	33,974 {11.2}	3,804 [30.8]	3,560 (93.6)	245 (6.4)
	全体	114,462 {10.8}	12,344 [100]	11,967 (96.9)	378 (3.1)
2020 年度	電気事業	76,548 {10.7}	8,200 [67.9]	8,000 (97.6)	200 (2.4)
	一般産業	33,687 {11.5}	3,871 [32.1]	3,546 (91.6)	325 (8.4)
	全体	110,235 {10.9}	12,071 [100]	11,546 (95.7)	525 (4.3)
2021 年度	電気事業	77,332 {11.4}	8,849 [70.5]	8,556 (96.7)	293 (3.3)
	一般産業	33,248 {11.2}	3,708 [29.5]	3,576 (96.4)	133 (3.6)
	全体	110,580 {11.4}	12,557 [100]	12,132 (96.6)	426 (3.4)

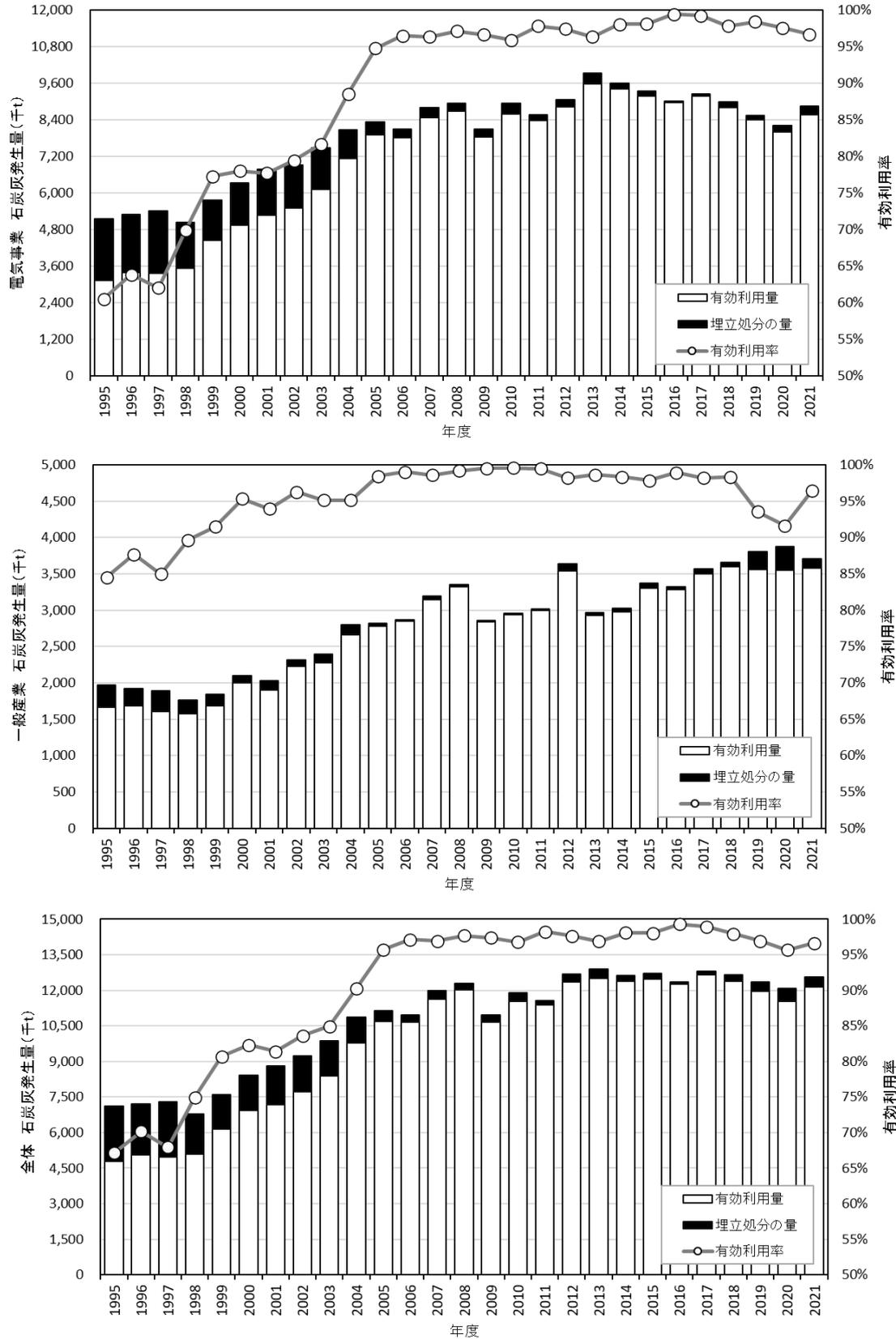
{ }: 灰分率% []: 灰発生割合% (): 構成比率 %

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「石炭使用量」には、バイオマスや木くず等も含まれる。



上段：石炭使用量 中段：石炭灰発生量 下段：灰分率
 図 1 石炭使用量、石炭灰発生量及び灰分率の推移



上段：電気事業 中段：一般産業 下段：全体

図 2 石炭灰有効利用量と埋立処分等の量及び有効利用率の推移

4. 石炭灰有効利用

4.1. 石炭灰有効利用分野

石炭灰有効利用の分野別利用量内訳とその推移を表 6 及び図 3 に示す。分野別有効利用の割合は、1995 年度の統計開始以降、電気事業及び一般産業ともにセメント分野が最も多く、次いで土木分野となっている。近年、全体として分野ごとの有効利用量の大幅な変化はなく、また利用分野間の割合（表 7）にも顕著な変化はない。

2021 年度の石炭灰有効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 67.4%と依然高い水準にある。セメント分野での有効利用量は 8,176 千 t で、前年度より 141 t 増加であった。なお参考として、補足資料Ⅲに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。

土木分野での全体の有効利用量は 1,254 千 t（構成比 10.3%）であり、前年度より 9 千 t 増加した。建築分野での全体の有効利用量は 631 千 t（構成比 5.2%）であり、前年度より 39 千 t 増加した。農林・水産分野での全体の有効利用量は 78 千 t（構成比 0.6%）であり、前年度より 23 千 t 減少した。

4.2. 石炭灰有効利用分野別内訳

次に 2021 年度石炭灰有効利用分野別詳細内訳を表 8 に示す。また、以下に各利用分野別の詳細について述べる。

- ・セメント分野では、全体（電気事業及び一般産業）で 8,176 千 t であり、内訳はセメント原材料 7,975t、セメント混合材 117 千 t、コンクリート混和材 84 千 t であり、大半がセメント原材料である。なお、セメント原材料のうち、867 千 t（2021 暦年）が海外輸出²されている。
- ・土木分野では、全体で 1,254 千 t であり、内訳は道路路盤材が最も多く（443 千 t）、次いで土木工事用（381 千 t）、炭鉱充填材（188 千 t）、地盤改良材（187 千 t）である。
- ・建築分野では、全体で 631 千 t であり、内訳は建材ボードが最も多く（474 千 t）、次いで人工軽量骨材（126 千 t）である。
- ・農林・水産分野では、全体で 78 千 t であり、土壌改良材が最も多く（48 千 t）、次いで肥料（融雪剤含む）（30 千 t）である。
- ・その他分野では、全体で 1,997 千 t である。内訳として、最も多い項目は、電気事業における「その他」区分であり 1,710 千 t である。これは「土地造成用途」として主に海面埋立材等に用いられていると推定される。

² 環境省：「我が国の廃棄物等の輸出入の状況」より集計

<https://www.env.go.jp/recycle/yugai/index4.html>

表 6 分野別石炭灰有効利用量内訳

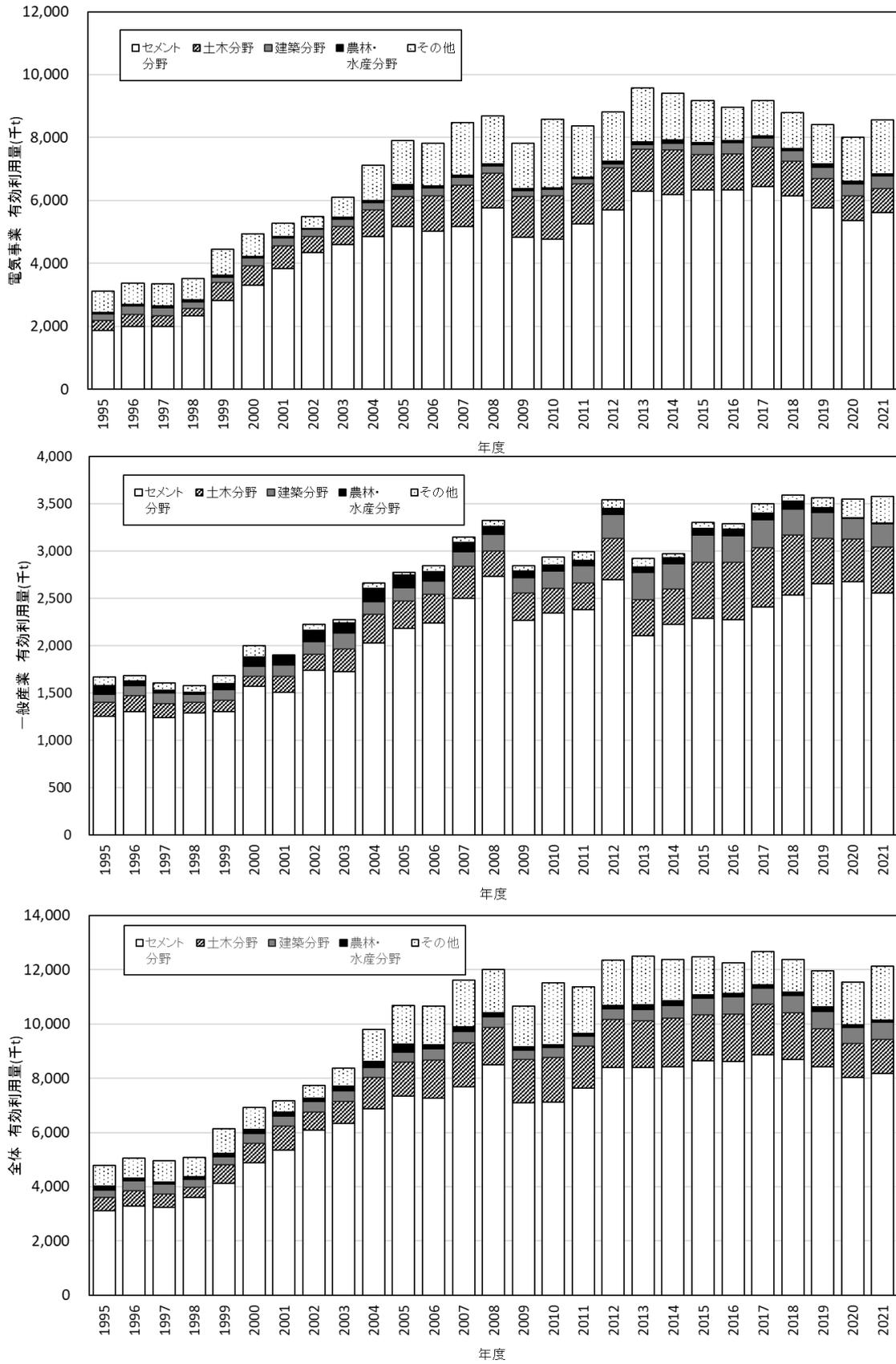
(単位:千t)

	電気事業						一般産業						全体					
	セメント 分野	土木 分野	建築 分野	農林・ 水産 分野	その他	合計	セメント 分野	土木 分野	建築 分野	農林・ 水産 分野	その他	合計	セメント 分野	土木 分野	建築 分野	農林・ 水産 分野	その他	合計
1995 年度	1,862	333	201	50	668	3,114	1,255	146	88	89	90	1,668	3,117	479	289	139	758	4,782
1996 年度	1,992	375	280	46	682	3,375	1,303	172	104	49	55	1,683	3,295	547	384	95	737	5,058
1997 年度	1,989	355	244	66	698	3,352	1,241	148	112	27	78	1,606	3,230	503	356	93	776	4,958
1998 年度	2,326	249	204	68	665	3,512	1,294	110	85	21	68	1,578	3,620	359	289	89	733	5,090
1999 年度	2,823	565	172	63	826	4,449	1,306	118	111	68	83	1,686	4,129	683	283	131	909	6,135
2000 年度	3,317	603	253	50	709	4,932	1,575	100	111	94	119	1,999	4,892	703	364	144	828	6,931
2001 年度	3,835	728	250	52	406	5,271	1,508	170	121	92	11	1,902	5,343	898	371	144	417	7,173
2002 年度	4,342	514	239	20	380	5,495	1,738	169	137	119	66	2,229	6,080	683	376	139	446	7,724
2003 年度	4,598	583	231	64	629	6,105	1,729	239	165	108	34	2,275	6,327	822	396	172	663	8,380
2004 年度	4,848	843	242	71	1,124	7,128	2,030	305	131	141	57	2,664	6,878	1,148	373	212	1,181	9,792
2005 年度	5,162	962	233	145	1,397	7,899	2,181	288	146	130	29	2,774	7,343	1,250	379	275	1,426	10,673
2006 年度	5,028	1,110	256	60	1,359	7,813	2,243	299	139	101	62	2,844	7,271	1,409	395	161	1,421	10,657
2007 年度	5,182	1,298	260	57	1,682	8,479	2,499	337	155	97	58	3,146	7,681	1,635	415	154	1,740	11,625
2008 年度	5,764	1,103	229	65	1,519	8,680	2,734	263	178	85	63	3,323	8,498	1,366	407	150	1,582	12,003
2009 年度	4,832	1,294	195	48	1,457	7,826	2,267	288	163	68	56	2,842	7,099	1,582	358	116	1,513	10,668
2010 年度	4,777	1,376	199	41	2,190	8,583	2,349	257	181	65	88	2,939	7,126	1,633	380	106	2,278	11,522
2011 年度	5,253	1,265	182	40	1,634	8,374	2,380	280	188	54	94	2,996	7,633	1,545	370	94	1,728	11,370
2012 年度	5,693	1,336	142	70	1,575	8,816	2,699	433	252	64	93	3,541	8,392	1,769	394	134	1,668	12,357
2013 年度	6,293	1,330	148	93	1,704	9,568	2,105	379	291	59	90	2,924	8,398	1,709	439	152	1,794	12,492
2014 年度	6,186	1,421	205	110	1,481	9,403	2,226	375	269	60	45	2,975	8,412	1,796	474	170	1,526	12,378
2015 年度	6,342	1,115	320	68	1,320	9,165	2,293	589	286	73	60	3,301	8,635	1,704	606	141	1,380	12,466
2016 年度	6,345	1,135	356	63	1,065	8,964	2,278	601	281	74	53	3,286	8,623	1,736	637	137	1,118	12,250
2017 年度	6,446	1,252	292	52	1,122	9,165	2,410	622	300	71	97	3,499	8,856	1,874	592	123	1,220	12,665
2018 年度	6,145	1,098	352	59	1,140	8,795	2,537	634	273	83	66	3,593	8,682	1,732	625	141	1,206	12,387
2019 年度	5,770	928	358	110	1,241	8,407	2,656	480	270	52	102	3,560	8,426	1,408	628	162	1,343	11,967
2020 年度	5,356	800	371	93	1,380	8,000	2,679	445	221	8	193	3,546	8,035	1,245	592	101	1,573	11,546
2021 年度	5,619	768	387	71	1,713	8,558	2,557	486	244	7	284	3,577	8,176	1,254	631	78	1,997	12,135

表 7 分野別石炭灰有効利用構成比

(単位:%)

	電気事業						一般産業						全体					
	セメント 分野	土木 分野	建築 分野	農林・ 水産 分野	その他	合計	セメント 分野	土木 分野	建築 分野	農林・ 水産 分野	その他	合計	セメント 分野	土木 分野	建築 分野	農林・ 水産 分野	その他	合計
1995 年度	59.8	10.7	6.5	1.6	21.5	100.0	75.2	8.8	5.3	5.3	5.4	100.0	65.2	10.0	6.0	2.9	15.9	100.0
1996 年度	59.0	11.1	8.3	1.4	20.2	100.0	77.4	10.2	6.2	2.9	3.3	100.0	65.1	10.8	7.6	1.9	14.6	100.0
1997 年度	59.3	10.6	7.3	2.0	20.8	100.0	77.3	9.2	7.0	1.7	4.9	100.0	65.1	10.1	7.2	1.9	15.7	100.0
1998 年度	66.2	7.1	5.8	1.9	18.9	100.0	82.0	7.0	5.4	1.3	4.3	100.0	71.1	7.1	5.7	1.7	14.4	100.0
1999 年度	63.5	12.7	3.9	1.4	18.6	100.0	77.5	7.0	6.6	4.0	4.9	100.0	67.3	11.1	4.6	2.1	14.8	100.0
2000 年度	67.3	12.2	5.1	1.0	14.4	100.0	78.8	5.0	5.6	4.7	6.0	100.0	70.6	10.1	5.3	2.1	11.9	100.0
2001 年度	72.8	13.8	4.7	1.0	7.7	100.0	79.3	8.9	6.4	4.8	0.6	100.0	74.5	12.5	5.2	2.0	5.8	100.0
2002 年度	79.0	9.4	4.3	0.4	6.9	100.0	78.0	7.6	6.1	5.3	3.0	100.0	78.7	8.8	4.9	1.8	5.8	100.0
2003 年度	75.3	9.5	3.8	1.0	10.3	100.0	76.0	10.5	7.3	4.7	1.5	100.0	75.5	9.8	4.7	2.1	7.9	100.0
2004 年度	68.0	11.8	3.4	1.0	15.8	100.0	76.2	11.4	4.9	5.3	2.1	100.0	70.2	11.7	3.8	2.2	12.1	100.0
2005 年度	65.4	12.2	2.9	1.8	17.7	100.0	78.6	10.4	5.3	4.7	1.0	100.0	68.8	11.7	3.6	2.6	13.4	100.0
2006 年度	64.4	14.2	3.3	0.8	17.4	100.0	78.9	10.5	4.9	3.6	2.2	100.0	68.2	13.2	3.7	1.5	13.3	100.0
2007 年度	61.1	15.3	3.1	0.7	19.8	100.0	79.4	10.7	4.9	3.1	1.8	100.0	66.1	14.1	3.6	1.3	15.0	100.0
2008 年度	66.4	12.7	2.6	0.7	17.5	100.0	82.3	7.9	5.4	2.5	1.9	100.0	70.8	11.4	3.4	1.2	13.2	100.0
2009 年度	61.7	16.5	2.5	0.6	18.6	100.0	79.8	10.1	5.7	2.4	2.0	100.0	66.5	14.8	3.4	1.1	14.2	100.0
2010 年度	55.7	16.0	2.3	0.5	25.5	100.0	79.9	8.8	6.1	2.2	3.0	100.0	61.8	14.2	3.3	0.9	19.8	100.0
2011 年度	62.7	15.1	2.2	0.5	19.5	100.0	79.4	9.3	6.3	1.8	3.1	100.0	67.1	13.6	3.3	0.8	15.2	100.0
2012 年度	64.6	15.2	1.6	0.8	17.9	100.0	76.2	12.2	7.1	1.8	2.6	100.0	67.9	14.3	3.2	1.1	13.5	100.0
2013 年度	65.8	13.9	1.5	1.0	17.8	100.0	72.0	13.0	10.0	2.0	3.1	100.0	67.2	13.7	3.5	1.2	14.4	100.0
2014 年度	65.8	15.1	2.2	1.2	15.8	100.0	74.8	12.6	9.0	2.0	1.5	100.0	68.0	14.5	3.8	1.4	12.3	100.0
2015 年度	69.2	12.2	3.5	0.7	14.4	100.0	69.5	17.8	8.7	2.2	1.8	100.0	69.3	13.7	4.9	1.1	11.1	100.0
2016 年度	70.8	12.7	4.0	0.7	11.9	100.0	69.3	18.3	8.6	2.2	1.6	100.0	70.4	14.2	5.2	1.1	9.1	100.0
2017 年度	70.3	13.7	3.2	0.6	12.2	100.0	68.9	17.8	8.6	2.0	2.8	100.0	69.9	14.8	4.7	1.0	9.6	100.0
2018 年度	69.9	12.5	4.0	0.7	13.0	100.0	70.6	17.7	7.6	2.3	1.8	100.0	70.1	14.0	5.0	1.1	9.7	100.0
2019 年度	68.6	11.0	4.3	1.3	14.8	100.0	74.6	13.5	7.6	1.5	2.9	100.0	70.4	11.8	5.2	1.4	11.2	100.0
2020 年度	67.0	10.0	4.6	1.2	17.3	100.0	75.5	12.6	6.2	0.2	5.5	100.0	69.6	10.8	5.1	0.9	13.6	100.0
2021 年度	65.7	9.0	4.5	0.8	20.0	100.0	71.5	13.6	6.8	0.2	7.9	100.0	67.4	10.3	5.2	0.6	16.5	100.0



上段：電気事業 中段：一般産業 下段：全体

図 3 分野別有効利用量の推移

表 8 2021 年度石炭灰有効利用分野別詳細内訳

項目		電気事業		一般産業		全体	
分野	内容	有効利用量 (千 t)	構成比 (%)	有効利用量 (千 t)	構成比 (%)	有効利用量 (千 t)	構成比 (%)
セメント分野	セメント原材料	5,491	64.16	2,484	69.45	7,975	65.72
	セメント混合材	47	0.55	70	1.95	117	0.96
	コンクリート混和材	81	0.95	3	0.08	84	0.69
	計	5,619	65.66	2,557	71.47	8,176	67.37
土木分野	地盤改良材	94	1.10	93	2.59	187	1.54
	土木工事用	221	2.58	160	4.47	381	3.14
	電力工事用	55	0.64	0	0.00	55	0.45
	道路路盤材	232	2.71	211	5.90	443	3.65
	アスファルト・ファイバー材	1	0.01	0	0.00	1	0.01
	炭坑充填材	165	1.93	23	0.64	188	1.55
	計	768	8.97	486	13.59	1,254	10.33
建築分野	建材ボード	231	2.70	243	6.78	474	3.90
	人工軽量骨材	126	1.47	0	0.00	126	1.04
	コンクリート二次製品	30	0.35	1	0.03	31	0.26
	計	387	4.52	244	6.81	631	5.20
農林・ 水産分野	肥料(融雪剤含む)	28	0.33	2	0.04	30	0.24
	魚礁	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	土壌改良材	43	0.50	5	0.14	48	0.40
	計	71	0.83	7	0.18	78	0.64
その他	下水汚水処理剤	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	製鉄用	3	0.04	25	0.69	28	0.23
	その他	1,710	19.98	259	7.25	1,969	16.23
	計	1,713	20.02	284	7.94	1,997	16.46
有効利用合計		8,558	100.0	3,577	100.0	12,135	100.0

4.3. 石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況

4.3.1. 電気事業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況

電気事業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況を表9に示す。なお、電気事業については、2014年度までは電気事業連合会ホームページより、2015年度以降は日本経済団体連合会「循環型社会形成自主行動計画（個別業種編）」（2022年3月15日）より引用した。

電気事業において、2020年度の脱硫石膏発生量は140千t減少した。

表9 電気事業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況

年度	発生量(千t)	利用量(千t)
2001年度	1,530	1,530
2002年度	1,600	1,600
2003年度	1,610	1,610
2004年度	1,830	1,830
2005年度	1,900	1,900
2006年度	1,870	1,870
2007年度	1,970	1,970
2008年度	1,850	1,850
2009年度	1,570	1,570
2010年度	1,760	1,760
2011年度	1,810	1,810
2012年度	1,940	1,930
2013年度	2,060	2,060
2014年度	1,940	1,940
2015年度	1,950	1,940
2016年度	1,840	1,840
2017年度	1,850	1,850
2018年度	1,740	1,740
2019年度	1,690	1,690
2020年度	1,550	1,540

4.3.2. 一般産業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況

一般産業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況を表 10 に示す。

一般産業において、2021 年度の脱硫石膏発生量は 310 千 t であり前年度より 24 千 t 増加、利用量は 301 千 t で前年度より 15 千 t 増加した。利用用途の内訳は、セメント原材料が 174 千 t（有効利用量全体の 57.7%）、石膏ボードが 86 千 t（同 28.5%）である。

表 10 一般産業における石炭燃焼副産物（脱硫石膏）の発生及び利用状況（単位：千 t）

年度	発生量	利用量	利用用途		
			セメント原材料	石膏ボード	その他
2001 年度	136	132	122	10	0
2002 年度	200	197	143	54	0
2003 年度	178	169	109	60	0
2004 年度	195	187	83	104	0
2005 年度	208	201	95	106	0
2006 年度	193	188	93	93	2
2007 年度	221	221	116	103	2
2008 年度	243	243	102	139	2
2009 年度	232	232	98	132	2
2010 年度	245	245	114	129	1
2011 年度	239	239	116	123	2
2012 年度	302	299	145	154	0
2013 年度	200	199	89	110	0
2014 年度	218	218	99	110	0
2015 年度	236	235	126	109	0
2016 年度	253	248	140	108	0
2017 年度	243	241	137	105	0
2018 年度	232	222	126	96	0
2019 年度	281	273	161	112	0
2020 年度	286	286	182	104	0
2021 年度	310	301	174	86	42

5. まとめ

(1) 石炭焚きボイラーの概要

一般産業において、出力 1,000kW以上の発電設備を備えた石炭焚きボイラーに関してアンケート調査を行い、回答を得た 90 事業所（回答率 70.9%）の結果をまとめた。対象となった石炭焚きボイラーは 125 缶である。また、電気事業において対象となった石炭焚きボイラーは 65 缶である。

(2) 石炭使用量

石炭使用量は、電気事業と一般産業を合わせ全体で 110,580 千 t であり、前年度に比べて、345 千 t（0.3%）増加した。その内訳は、電気事業で 784 千 t（1.0%）増加、一般産業で 439 千 t（1.3%）の減少であった。

(3) 石炭灰発生量と有効利用量

石炭灰発生量は、全体で 12,557 千 t であり、前年度に比べて 487 千 t（4.0%）増加した。その内訳は、電気事業で 649 千 t（7.9%）増加、一般産業で 162 千 t（4.2%）の減少であった。全体の灰分率は 11.4%であり前年度に比べて 0.5 ポイント増加しており、全体の石炭使用量、石炭灰発生量ともに増加する結果となった。

石炭灰有効利用量は、全体で 12,132 千 t（有効利用率 96.6%）であり、その内訳は、電気事業で 8,556 千 t（同 96.7%）、一般産業で 3,576 千 t（同 96.4%）であった。また、前年度と比べて有効利用量は、全体で 0.9 ポイント増加となった。

(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、全体で 8,176 千 t（構成比 67.4%）であり、セメント原材料が 7,975 千 t で最も多い。

次いで土木分野が全体で 1,254 千 t（構成比 10.3%）であり、その内訳で最も多いのが道路路盤材（443 千 t）である。

建築分野は全体で 631 千 t（構成比 5.2%）であり、その内訳で最も多いのが建材ボード（474 千 t）である。

補足資料

補足資料 I：石炭灰発生総量の推定

石炭灰発生量から見たアンケート回収率を評価するために、本アンケート調査で算出された石炭灰発生量の合計量 12,557 千 t（電気事業 8,849 千 t、一般産業 3,708 千 t）と、実際の国内の総発生量との乖離を次の方法で推定した。本アンケートの対象は 2021 年度の実績であるが、次の数値の中には、2020 暦年の統計を使う場合がある。

本方法は、石炭焼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 2021 年度の灰分率（一般産業の灰分率 11.2%）を乗じて算出する。2021 年度の燃料用石炭の使用総量を、次のように推計した。

- 1) 2021 年度輸入一般炭数量（年度通関統計）は 106,895 千 t である。
- 2) 2021 年度電力業界輸入原料炭(通関名目)数量(推定値)16,676 千 t を加える。
- 3) セメント産業における 2021 年度石炭使用量は 5,910 千 t である。また、セメント産業に係る熱エネルギーの内、セメント製造に供されるエネルギーは石炭換算で 6,241 千 t であり、発電用電力に供されるエネルギーは石炭換算で 2,073 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 4,436 千 t と推定し、これを差し引く。
- 4) 2021 年度の国内炭生産量 659 千 t（JCOAL 調べ）を加える。
- 5) 2021 年度ボイラー燃料用石炭総量は、2021 年度輸入一般炭数量（年度通関統計）、電力業界輸入原料炭(通関名目)数量及び国内炭生産量の合計からセメント製造用に供される石炭使用量を差し引き、119,794 千 t と算出した。
- 6) この内、2021 年度の電気事業の石炭使用量は 77,332 千 t（石炭灰発生量 8,849 千 t）であることが確認されているので、5) - 6) a. = 42,462 t が、一般産業の石炭使用量として推算される。灰分率を 11.2% とすると一般産業の石炭灰の推定発生総量は 4,736 千 t となる。アンケート調査で積算された一般産業における石炭灰発生量 3,708 千 t は、一般産業での推定発生総量の 78.3% を占める。
- 7) この方法による 2021 年度の国内の石炭焼きボイラーから排出される石炭灰の発生総量（電気事業と一般産業の合計）は、13,585 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 12,557 千 t であり、国内の総発生量の 92.4% を占めると推定される。

³ 一般社団法人セメント協会：「セメントハンドブック 2022 年度版」より集計
http://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jj3h_06.pdf

表 補1 2021 年度アンケート調査結果の推定回収率の計算

1)2021 年度輸入一般炭（年度通関統計）	106,895 千 t
2)2021 年度電力業界輸入原料炭(通関名目)数量(推定値)	16,676 千 t
3) a.2021 年度セメント業界での石炭使用量	5,910 千 t
b.セメント製造用熱エネルギー(石炭換算)	6,241 千 t
c.発電用熱エネルギー(石炭換算)	2,073 千 t
d.セメント製造用として推定される数量(=a.・b./{b.+c.})	4,436 千 t
4)2021 年度国内炭生産量	659 千 t
5)2021 年度燃料用石炭の総量(推定)(=1)+2)-3)d.+4))	119,794 千 t
6) a.電気事業の石炭使用量	77,332 千 t
b.電気事業の石炭灰発生量	8,849 千 t
c.一般産業の石炭使用量(=5)-6)a.)	42,462 千 t
d.一般産業の石炭灰発生量(=c.・11.2%)	4,736 千 t
7) 2021 年度の石炭灰発生総量(推定=6)b.+6)d.)	13,585 千 t
8) 2021 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 12,557 千 t)	92.4 %

補足資料Ⅱ：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 12,132 千 t（電気事業 8,556 千 t、一般産業 3,576 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) 2021 年度石炭灰有効利用量の合計量 12,132 千 t。石炭灰発生量 12,557 千 t に対する有効利用率は、96.6%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）867 千 t を差引く。なお、石炭灰の輸出量が 2020 年度より減少しているが、これは 2019 年 8 月以降に、主な輸出先である韓国向けの諸手続きが煩雑化した影響と考えられる。
- 3) さらに、概ね全量が石炭灰発生有姿の状態で「土地造成用途」として主に海面埋立材に用いられていると推定される「電気事業 その他－その他」の有効利用量（表 8 を参照）1,710 千 t を差引く。
- 4) 2021 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) = 9,555 千 t と算出され、アンケート調査から算出された石炭灰有効利用量の合計量 12,132 千 t を、2,577 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) ÷ 石炭灰発生量 × 100 = 76.1% と算出され、アンケート調査から算出される「石炭灰有効利用率 96.6%」と比較すると 20.5 ポイント程度下回る。
- 6) 同様の方法で、2002 年度から 2021 年度までの実質国内石炭灰有効利用率の推移を算出した結果を表 補 2 及び図 補 1 に示す。実質国内石炭灰有効利用率の推移をみると、震災の影響と思われる 2010 年度から 2014 年度を除くと、概ね 75~80%程度で推移しており、アンケート調査から算出された「石炭灰有効利用率」と比較すると、2005 年以降、概ね 20~25 ポイント程度下回っていることが分った。

⁴ 環境省：「我が国の廃棄物等の輸出入の状況」より集計
<https://www.env.go.jp/recycle/yugai/index4.html>

表 補2 石炭灰発生量及び実質国内石炭灰有効利用量と利用率

年度	発生量 (千 t)	有効利用量 (千 t)	輸出量 (千 t) ※暦年	土地造成 用途 (千 t)	実質国内 石炭灰有効 利用量 (千 t)	実質国内 石炭灰有効 利用率(a) (%)	有効利用率 (集計)(b) (%)	差分 (b-a) ポイント
2002 年度	9,236	7,724	7	365	7,352	79.6	83.6	4.0
2003 年度	9,866	8,380	136	612	7,632	77.4	84.9	7.6
2004 年度	10,853	9,792	273	1,109	8,410	77.5	90.2	12.7
2005 年度	11,152	10,673	689	1,386	8,598	77.1	95.7	18.6
2006 年度	10,969	10,657	666	1,346	8,645	78.8	97.2	18.3
2007 年度	11,994	11,625	601	1,675	9,349	77.9	96.9	19.0
2008 年度	12,285	12,003	763	1,516	9,724	79.2	97.7	18.5
2009 年度	10,952	10,668	784	1,409	8,475	77.4	97.4	20.0
2010 年度	11,903	11,522	941	2,187	8,394	70.5	96.8	26.3
2011 年度	11,572	11,371	1,172	1,632	8,567	74.0	98.3	24.2
2012 年度	12,665	12,330	1,280	1,572	9,478	74.8	97.6	22.8
2013 年度	12,893	12,492	1,465	1,700	9,327	72.3	96.9	24.5
2014 年度	12,615	12,378	1,571	1,479	9,328	73.9	98.1	24.2
2015 年度	12,715	12,466	1,378	1,320	9,768	76.8	98.0	21.2
2016 年度	12,337	12,249	1,366	1,063	9,820	79.6	99.3	19.7
2017 年度	12,798	12,665	1,455	1,120	10,089	78.8	99.0	20.1
2018 年度	12,645	12,387	1,388	1,137	9,861	78.0	98.0	20.0
2019 年度	12,344	11,967	1,028	1,229	9,710	78.7	96.9	18.2
2020 年度	12,071	11,546	872	1,377	9,297	77.0	95.7	18.7
2021 年度	12,557	12,132	867	1,710	9,555	76.1	96.6	20.5

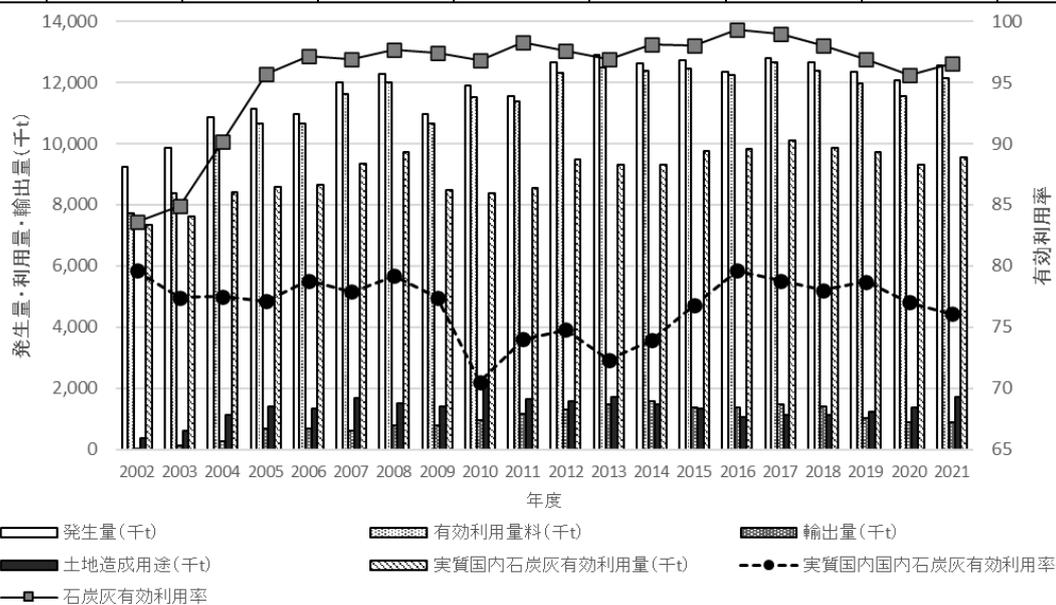


図 補1 石炭灰発生量及び実質国内石炭灰有効利用量と利用率の推移

補足資料Ⅲ：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、今後も重要な利用先の一つである。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は、セメント分野の石炭灰利用量から石炭灰輸出力（暦年）⁴を差し引いたものである。また、石炭灰国内セメント分野利用率は、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 補 3 及び図 補 2）。

セメントの生産量は 2010 年度まで減少を続け、2010 年度から直近まで概ね横ばいで推移している。また、石炭灰の国内セメントへの利用量は 2006 年度から概ね 700 万 t 前後で横ばいとなっており、利用率もまた 2015 年度以降は 12% 付近でほぼ一定の割合であったが、2020 年度からの石炭灰輸出力減少の影響で国内セメント分野の利用率が上昇した。

表 補 3 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	セメント 生産量 (千 t)	石炭灰 セメント分野 利用量 (千 t)	石炭灰 輸出力 (千 t)	石炭灰国内 セメント分野 利用量 (千 t)	石炭灰国内 セメント分野 利用率 (%)
2006 年度	73,170	7,271	666	6,605	9.0
2007 年度	70,600	7,681	601	7,080	10.0
2008 年度	65,895	8,498	763	7,735	11.7
2009 年度	58,378	7,099	784	6,315	10.8
2010 年度	56,050	7,126	941	6,185	11.0
2011 年度	57,579	7,633	1,172	6,461	11.2
2012 年度	59,488	8,392	1,280	7,112	12.0
2013 年度	62,392	8,396	1,465	6,931	11.1
2014 年度	61,139	8,412	1,571	6,841	11.2
2015 年度	59,238	8,633	1,378	7,256	12.2
2016 年度	59,271	8,623	1,366	7,257	12.2
2017 年度	60,360	8,856	1,455	7,401	12.3
2018 年度	60,230	8,682	1,388	7,294	12.1
2019 年度	58,135	8,426	1,028	7,398	12.2
2020 年度	56,053	8,035	872	7,162	12.8
2021 年度	55,741	8,176	867	7,309	13.1

⁵ 一般社団法人セメント協会：「セメントハンドブック 2022 年度版」より集計
http://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jj3h_06.pdf

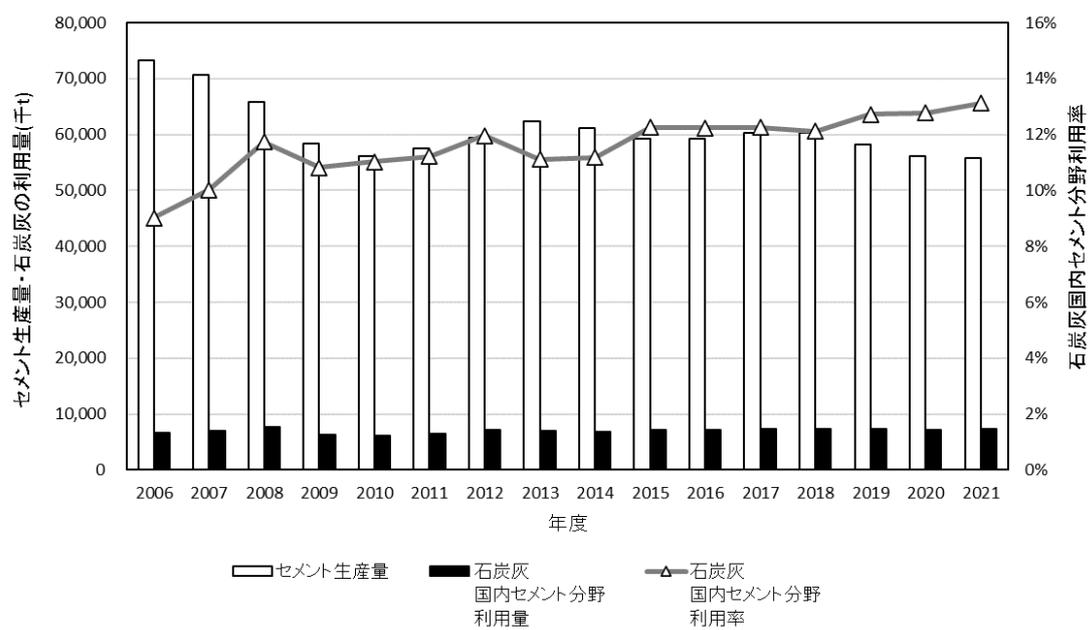


図 補 2 セメント生産量と石炭灰のセメントへの利用量・利用率

補足資料Ⅳ：石炭灰混合材料全国実態調査

1. 調査の概要

本調査は、2021年度（2021年4月から2022年3月まで）の石炭灰混合材料の原料となる石炭灰等の受入状況、石炭灰混合材料の製品種別生産量及び販売量等について調査を行い、石炭灰混合材料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。本年度は4年目の調査であり、一部のデータについては、調査期間4カ年の比較も行った。

2. 調査方法

アンケート調査候補先は、石炭灰混合材料を生産する事業所に関する公開情報を参考に選定した。

2022年10月にアンケート調査用紙（添付資料Ⅱ）を選定した各事業所に配布し、その回答結果を集計・整理した。アンケート発送及び回収状況を表補4に示す。

表補4 石炭灰混合材料に係るアンケート発送回収状況

年度	調査対象数	回収数	回収率(%)
2018年度	34	14	41.2
2019年度	34	13	38.2
2020年度	34	14	41.2
2021年度	34	18	52.9

3. 石炭灰混合材料製造事業所の概要

アンケート回答に基づき、石炭灰混合材料を製造する地方別事業所数及び各事業所の事業開始年度を表補5及び表補6に示す。

表補5 地方別石炭灰混合材料製造事業所数

年度	北海道・東北	関東・北陸 中部・関西	中国・四国	九州・沖縄	合計
2018年度	4	3	5	2	14
2019年度	5	3	4	1	13
2020年度	7	2	4	1	14
2021年度	7	4	5	2	18

表 補 6 石炭灰混合材料事業開始年度別事業所数

開始年度	事業所数			
	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度
1992 年度以前	2	2	2	5
1993 年度～1997 年度	0	0	0	0
1998 年度～2002 年度	1	1	0	1
2003 年度～2007 年度	2	3	2	2
2008 年度～2012 年度	3	2	2	4
2013 年度以降	5	5	7	6
不明	1	0	1	0
合計	14	13	14	18

4. 石炭灰混合材料調査結果

4.1. 石炭灰等の原料受入状況

石炭灰混合材料の原料となる石炭灰等の様態別・取引形態別⁶の年間受入量と事業所数(のべ数)を表 補 7、表 補 8 に示す。取引形態は、主に有償引取(中間処理)であり、一部、自社で発生する石炭灰等を使用した事例が確認された。また、石炭灰等の様態は、ほとんどがフライアッシュで、一部、クリンカアッシュが確認された。

次に、地方別受入灰の種類の内訳を表 補 9 に示す。受入灰の大半が石炭灰であり、一部、バイオマス灰や製紙スラッジ灰等の受入れが確認された。

⁶ 取引形態については、以下の通り。

有価購入：混合材料製造業者が灰の排出者から有価物として購入する場合。

有償引取：混合材料製造業者が廃棄物処理業として中間処理を行う場合(排出者が処理費を負担)。

自社利用：混合材料製造業者が自社で発生した灰を使用する場合。

表 補7 石炭灰等の様態別・取引形態別年間受入量 (単位:千 t)

年度	石炭灰等の様態	取引形態			
		有価購入 (有価物)	有償引取 (中間処理)	自社利用	合計
2018 年度	フライアッシュ	17.0	292.9	51.8	361.6
	クリンカアッシュ	0.0	3.2	0.0	3.2
	その他	0.0	3.0	0.0	3.0
	合計	17.0	299.0	51.8	367.8
2019 年度	フライアッシュ	42.0	525.9	65.6	633.6
	クリンカアッシュ	0.0	62.8	0.0	62.8
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	42.0	588.8	65.6	696.4
2020 年度	フライアッシュ	61.5	566.9	6.2	634.6
	クリンカアッシュ	6.5	0.0	0.0	6.5
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	68.0	566.9	6.2	641.1
2021 年度	フライアッシュ	16.0	673.8	14.5	704.3
	クリンカアッシュ	3.8	191.7	0.0	195.5
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	19.8	865.5	14.5	899.8

表 補 8 石炭灰等の様態別・取引形態別事業所数（のべ数）

年度	石炭灰等の様態	取引形態			
		有価購入 （有価物）	有償引取 （中間処分）	自社利用	合計
2018 年度	フライアッシュ	1	10	2	13
	クリンカアッシュ	0	2	0	2
	その他	0	1	0	1
	合計	1	13	2	16
2019 年度	フライアッシュ	1	11	1	13
	クリンカアッシュ	0	2	0	2
	その他	0	0	0	0
	合計	1	13	1	15
2020 年度	フライアッシュ	3	10	1	14
	クリンカアッシュ	2	1	0	3
	その他	0	0	0	0
	合計	5	11	1	17
2021 年度	フライアッシュ	1	14	2	17
	クリンカアッシュ	2	4	0	6
	その他	0	0	0	0
	合計	3	18	2	23

表 補9 地方別受入灰の種類の内訳

(単位:%)

年度	種類 地方	石炭灰	バイオ マス灰	ごみ 焼却灰	製紙 スラッジ 灰	その他	合計
関東・北陸・中部・関西	99.6	0.0	0.0	0.3	0.1	100.0	
中国・四国	92.7	1.1	0.0	6.2	0.0	100.0	
九州・沖縄	90.4	4.8	0.0	0.0	4.8	100.0	
全国	95.6	1.7	0.0	2.1	0.6	100.0	
2019 年度	北海道・東北	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	関東・北陸・中部・関西	42.4	47.5	0.0	10.0	0.0	100.0
	中国・四国	91.4	2.2	0.0	6.3	0.0	100.0
	九州・沖縄	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	全国	79.0	16.7	0.0	4.3	0.0	100.0
2020 年度	北海道・東北	91.1	1.3	0.0	0.0	7.6	100.0
	関東・北陸・中部・関西	55.0	35.0	0.0	10.0	0.0	100.0
	中国・四国	96.2	3.8	0.0	0.0	0.0	100.0
	九州・沖縄	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	全国	79.4	12.7	0.0	3.3	4.7	100.0
2021 年度	北海道・東北	91.3	1.3	0.0	0.0	7.4	100.0
	関東・北陸・中部・関西	60.5	33.6	0.2	5.6	0.2	100.0
	中国・四国	80.2	11.5	0.0	8.3	0.0	100.0
	九州・沖縄	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	全国	74.4	19.3	0.1	3.5	2.7	100.0

4.2. 石炭灰混合材料の生産状況

石炭灰混合材料の製品種別⁷・用途先別の事業所数（のべ数）を表 補 10 に示す。製品種別は破碎材が最も多く、次いで造粒材であった。用途は、埋戻材、路盤材が多く、路床・路体盛土材、裏込材が続く。石炭灰混合材料の製品種別及び用途について、年度による顕著な変化は見られなかった。

表 補 10 製品種別・用途別製造事業所数（のべ数）

年度	用途 種別		埋戻材	路床・路体盛土材	高規格盛土材	一般堤防盛土材	裏込材	裏埋材	中込材	路盤材	覆砂材	構造物基礎材	その他	合計
2018 年度	粒状材	破碎材	5	3	0	1	3	1	0	4	0	2	2	21
		造粒材	3	2	0	0	0	0	0	5	1	0	2	13
	塑性材		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	スラリー材		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	合計		9	6	0	1	0	1	0	9	1	2	5	38
2019 年度	粒状材	破碎材	5	4	0	0	4	2	0	5	0	4	1	27
		造粒材	2	2	0	0	0	0	0	3	1	0	2	11
	塑性材		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	スラリー材		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計		7	6	0	1	0	2	0	8	1	4	3	38
2020 年度	粒状材	破碎材	5	4	1	0	5	3	1	5	0	2	0	28
		造粒材	3	2	1	0	0	0	0	4	1	0	2	13
	塑性材		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	スラリー材		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計		8	6	2	2	5	3	2	9	1	2	2	42
2021 年度	粒状材	破碎材	7	6	0	0	6	3	2	7	1	3	1	38
		造粒材	4	3	1	0	1	0	0	4	1	0	2	16
	塑性材		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	スラリー材		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	合計		11	9	1	2	7	3	2	11	2	3	4	57

⁷ 製造業者が恒久的施設を保有して製造する製品のみを対象とし、スラリー材や一部塑性材等の工事施工現場で一時的に製造されるものは除外した。

製品種別実績（石炭灰等使用量、製品生産量及び製品販売量）を表 補 11 に示す。石炭灰混合材料の製品種別は、破碎材と造粒材がほとんどを占めている。また、2021 年度の製品生産量の合計（644.2 千 t）に対する製品販売量（569.6 千 t）は約 88%であり、需要と供給がほぼ均衡していることが確認された。

表 補 11 製品種別実績

(単位:千 t)

年度	種別		石炭灰等使用量	製品生産量	製品販売量
2018 年度	粒状材	破碎材	278.7 (76.2)	379.8 (72.2)	343.4 (69.8)
		造粒材	40.4 (11.0)	76.4 (14.5)	79.1 (16.1)
	塑性材		46.3 (12.7)	69.5 (13.2)	69.5 (14.1)
	スラリー材		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	その他		0.1 (0.0)	0.3 (0.0)	0.2 (0.0)
	合計		365.5 (100.0)	525.9 (100.0)	492.2 (100.0)
2019 年度	粒状材	破碎材	314.9 (46.3)	433.5 (48.6)	373.7 (44.7)
		造粒材	364.7 (53.7)	459.4 (51.4)	461.6 (55.3)
	塑性材		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	スラリー材		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	その他		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	合計		679.6 (100.0)	892.9 (100.0)	835.3 (100.0)
2020 年度	粒状材	破碎材	354.4 (53.0)	478.7 (51.3)	463.3 (53.0)
		造粒材	296.7 (44.3)	414.6 (44.4)	410.9 (47.0)
	塑性材		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	スラリー材		18.0 (2.7)	39.5 (4.2)	0 (0.0)
	その他		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	合計		669.1 (100.0)	932.8 (100.0)	874.2 (100.0)
2021 年度	粒状材	破碎材	287.5 (62.0)	375.3 (58.3)	313.2 (55.0)
		造粒材	158.7 (34.2)	243.9 (37.9)	255.3 (44.8)
	塑性材		16.5 (3.6)	23.5 (3.6)	1.0 (0.2)
	スラリー材		1.0 (0.2)	1.5 (0.2)	0 (0.0)
	その他		0 (0.0)	0.1 (0.0)	0 (0.0)
	合計		463.8 (100.0)	644.2 (100.0)	569.6 (100.0)

(): 構成比率 %

4.3. 石炭灰混合材料の組成

各事業所で製造される石炭灰混合材料の代表的な組成（重量比）を表 補 12 に示す。2021年度の石炭灰混合材料の組成は、石炭灰等が 80.5%で、セメント（固化材含む）は 10.0%、添加剤 9.5%であり、年度により顕著な相違は認められなかった。

表 補 12 石炭灰混合材料の組成（重量比） (単位：%)

年度		組成(重量比)				含水比 (外数)
		石炭灰等	セメント (固化材等)	添加剤	合計	
2018 年度	加重平均値	81.7	15.5	2.8	100.0	25.9
	最大値	91.8	20.0	6.7	—	48.6
	最小値	77.6	4.1	0.0	—	19.4
2019 年度	加重平均値	85.3	11.9	2.8	100.0	23.7
	最大値	90.9	20.0	8.0	—	40.0
	最小値	77.0	5.0	0.0	—	5.0
2020 年度	加重平均値	81.1	11.8	7.1	100.0	27.7
	最大値	100.0	25.0	87.0	—	40.0
	最小値	8.0	5.0	0.0	—	0.0
2021 年度	加重平均値	80.5	10.0	9.5	100.0	26.9
	最大値	92.0	35.0	87.0	—	42.0
	最小値	8.0	3.0	0.0	—	0.0

4.4. 石炭灰混合材料を用いた主要な工事事例

石炭灰混合材料を用いた主要な工事事例を表 補 13 に示す。アンケート回答記載より、以下のような官公庁（国、県及び市区町村）及び民間の工事が確認された。

表 補 13 石炭灰混合材料を用いた主要な工事事例

年度	種別	工事内容
2018 年度	官公庁	敷地造成工事(埋戻材等)、道路・河川整備工事(路盤材、路床・路体盛土材)、覆砂工事(覆砂材)等
	民間	敷地造成工事(埋戻材等)、道路工事(路盤材)等
2019 年度	官公庁	震災復興工事、道路整備工事、敷地造成工事等
	民間	敷地造成工事、道路・河川整備工事、地盤改良工事、造成工事、採石場埋戻し・盛土工事、擁壁中込工事等
2020 年度	官公庁	港湾覆砂工事、道路整備工事、災害復旧工事、敷地造成工事、地盤改良工事等
	民間	敷地造成工事、浚渫窪地覆砂工事、道路整備工事、地盤改良工事、造成工事、採石場埋戻し・盛土工事、災害リスク対策工事等
2021 年度	官公庁	道路改良工事、道路整備工事、港湾覆砂工事、道路災害復旧工事 等
	民間	道路工事(路盤材)、建設工事、整地工事、採石場埋戻し・盛土工事、浚渫窪地覆砂工事、災害リスク対策工事 等

4.5. その他

アンケート回答記載より、2021 年度、一部の事業所において能力増強を目的とした設備増設やバイオマス灰への対応が確認された。

5. まとめ

- 1) 2021 年度石炭灰混合材料に関するアンケート調査を石炭灰混合材料製造事業所に対して行い、全国 18 事業所より得られた回答を基に集計した。本調査は 2018 年度より開始したものであり、またアンケート回答件数も少なく情報の収集が十分とは言えない。今後、皆様からのご意見を伺いながら、本調査を拡充させていきたい。
- 2) 原料となる灰の種類は、石炭灰（全体の 74.4%）が最も多く、一部、バイオマス灰（同 19.3%）と製紙スラッジ灰（同 3.5%）が確認された。
- 3) 石炭灰混合材料の種類別の生産量は破碎材と造粒材がほとんどを占めた。また、2021 年度の製品生産量の合計（644.2 千 t）に対する製品販売量（569.6 千 t）は約 88%であり、需要と供給がほぼ均衡していることが確認された。
- 4) 石炭灰混合材料の代表的な組成（重量比）は、石炭灰等が 80.5%、セメント（固化材含む）が 10.0%、添加剤は 9.5%であり、年度による顕著な相違は認められなかった。

添付資料

添付資料 I : 石炭灰全国実態調査アンケート調査用紙

石炭灰の全国実態調査 (2021 年度実績)

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. ご回答頂いた方について

・名前 :

・所属 :

・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 (kW)	備 考

注) 2021 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 (2021 年度)

燃料種類	石炭	重油	タイヤ	木くず	木質 バイオマス	RDF	RPF	製紙 スラッジ	その他	合計
使用量(ton)										
重量割合(%)										

5. 2021 年度灰発生量と処理・利用量

項 目		量 (ton)		
		F A ^(注1) (ton)	C A ^(注1) (ton)	計
有効利用量	自社利用			
	業者委託			
	輸出			
	埋立			
処分量 (廃棄物として処分)	処理業者委託			
	埋立			
灰発生量				

注) 1. F A : フライアッシュ、シンダーアッシュ、C A : クリнкаアッシュ、ボトムアッシュ

6. 2021 年度石炭灰の分野別利用量 (上記5. の「有効利用」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			
	セメント混合材			
	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			
	炭鉱充填材			
	計			
建築分野	建 材 ボ ー ド			
	人工軽量骨材			
	コンクリート二次製品			
	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下さい。

2. F A : フライアッシュ、シンダーアッシュ C A : クリнкаアッシュ、ボトムアッシュ

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、**a** に対応する方式と設置台数、設置していない場合は **b** に○をつけて下さい。

a. 設置している

吸収剤または吸着剤	設置台数

b. 設置していない

(2) 2021 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下さい。

(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	
その他	
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。

(3) その他（自由記述欄）

以 上

5. 石炭灰製品生産種と量及び生産能力

御社で製造されている石炭灰混合材料の荷姿・用途先について近いものに○（複数回答）を、荷姿別の年間生産バランス数量・生産能力（t/年）（2021年度）及び在庫許容量（t）をご記入下さい。

製品の荷姿		粒状材		塑性材	スラリー材	その他
		破砕材	造粒材			
用途先 (該当するものに○をつけて下さい)	埋戻材					
	路床・路体盛土材					
	高規格盛土材					
	一般堤防盛土材					
	バーチカルドレーン材					
	サンドマット材					
	サンドコンパクション パイル材					
	裏込材					
	裏埋材					
	中込材					
	路盤材					
	覆砂材					
	構造物基礎材					
	農業用資材					
その他						
年間生産バ ランス数量 (t/年)	石炭灰等使用量					
	製品生産量					
	製品販売量					
生産能力(年間) (t/年)						
在庫許容量 (t)						
備考						

※製品の荷姿は、下記の分類の中で最も近いものをお選び下さい。

- (1) 破砕材：一旦、塊状に固化させた後、破砕したものを。
- (2) 造粒材：造粒固化したものを。
- (3) 塑性材：施工現場、もしくはその近傍において、石炭灰、セメント、水等を混合したもの。固化前に施工現場に運搬し、施工、固化させる。
- (4) スラリー材：施工現場、もしくはその近傍において、石炭灰、セメント、水等を混合したもの。固化前に施工現場に運搬し、施工、固化させる。

※在庫許容量は、御社の施設で貯蔵可能な石炭灰混合材料(荷姿別)の数量をご記入下さい。

※その他、記載することがございましたら、備考欄にご記入下さい。

6. 代表的な石炭灰混合材料製品の組成（重量比）をお教え下さい。

組成（重量比）				含水比 （外数）
石炭灰等	セメント （固化材等）	添加剤	合計	
			100.0	

7. 2021 年度において御社の石炭灰製品が利用された主要な工事がありましたらご記入下さい。（可能であれば、工事名、発注機関、工事期間、荷姿別使用数量を御記入いただくと幸いです。）

8. 石炭灰製品の需要見込

今後、御社において石炭灰製品の製造設備の増強等のご予定はございますか。また、今後の需要の見通しなどについて、お教え下さい。

9. その他

石炭灰及びその他石炭燃焼副産物の有効利用について、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・ご要望あればお聞かせ下さい。

以上

石炭灰全国実態調査報告書（2021年度実績）

2023年3月発行

発行 一般財団法人石炭フロンティア機構

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