石炭燃焼場におけるアルカリ金属化合物の基礎放出特性[†]

村上高広・野田玲治・成瀬一郎^{††}・(故)大竹一友

豊橋技術科学大学工学部 エコロジー工学系, 441-8580 豊橋市天伯町字雲雀ヶ丘 1-1

次世代石炭火力複合発電システムでは、石炭中に含有しているアルカリ金属化合物が蒸発し、ガスタービン翼を高温腐食させる可能性が指摘されている。本研究では、燃焼場におけるアルカリ金属化合物、とくに Na の基礎放出特性に及ぼす炭種依存性をバッチ式急速加熱燃焼炉を使用して実験的に明らかにした。その際、Na 放出特性の炭種依存性を定量評価するために、原炭中の Na 化合物の存在形態分析および 2 元素イメージ相関法で得られる Na 元素と他の元素との相互相関係数による定量化を行った。

結果として、Na の放出挙動は炭種により依存すること、放出する Na は水溶性成分がほとんどであること、原炭中の Na 化合物が NaCl として存在すると放出し易いことなどを明らかにした。また、2 元素イメージ相関法により、原炭中の Na と Si および Al との相互相関係数が高いほど Na は放出されにくいことを定量的に明らかにした。

緒 言

近年、クリーンコールテクノロジーとして、加圧流動層石炭燃焼(PFBC)、石炭ガス化/燃焼トッピングサイクルのような複合発電システムが、総合熱効率をさらに向上させるために実用化あるいは技術開発されつつある(Kurosaki *et al.*, 1996; Mitchell, 1997; Morooka *et al.*, 1993)。これらのシステムでは、従来の蒸気タービンの使用に加え、反応生成ガスをガスタービンへ導入して、エネルギー利用効率をさらに向上させることにある(Lee *et al.*, 1991; Spacil *et al.*, 1982)。しかし、PFBCでは、石炭粒子に含有するアルカリ金属化合物が蒸気として反応生成ガス中に混入する可能性が指摘されており、これがガスタービン翼を高温腐食させる原因の1つとされている。したがって、PFBCボイラにおけるアルカリ蒸気放出濃度は、約 24 ppb 以下にしなければならないとも報告されている(Mojitahedi *et al.*, 1990; Tham-bimuthu, 1993)。

一方、炉内で発生するアルカリ蒸気を抑制する方法として、多くの研究者ら(Bulewicz *et al.*, 1990; Lee *et al.*, 1980; Lee *et al.*, 1990; Punjak *et al.*, 1988; Shadman *et al.*, 1988)は、炉内へ鉱物質を添加することを提案しており、また、その捕捉効果を熱力学平衡計算(Scandrett *et al.*, 1984; Singh *et al.*, 1987)によっても検証を試みている。これまでに提案されている主な捕捉剤としては、珪藻土、アルミナ、灰、グラファイト、カオリナイト、石灰石などが有効であると報告されており、その中でGallagherら(Gallagher *et al.*, 1996)は、PFBCの温度よりも高い温度条件下ではあるが、様々な鉱物質を添加してアルカリ蒸気の吸収速度について定量化を試みている。

現在、PFBCボイラの実用化にあたっては、実際に多炭種の燃料を使用して燃焼試験を行わなければならないのが実状であり、これは実用化に要する時間の長期化、経済的負担の増加などをもたらす。このような課題を解決する手段の一つとして、実験室規

模ではあるが、アルカリ金属化合物の放出特性の炭種依存性を定量的に明らかにする方法がある。そこで、本報では、原炭中のアルカリ金属化合物の組成を分析し、得られたアルカリ組成と石炭中のアルカリ金属化合物の放出挙動との関係を定量的に評価することを目的とする。実験は、バッチ式急速加熱燃焼炉を用い、以下の各方法で炭種の差異による Na 残存率を比較する。まず、従来から実施されている炭種の違いによる Na 残存率の差異の原因を考察するために、原炭中のアルカリ金属化合物の分析、特に Na 元素を超純水と酢酸アンモニウム溶液によって抽出し、水抽出によって得られた溶液中のイオン組成を分析する。さらに、これを定量的に評価する手段として原炭中の各元素の分布状態をエネルギー分散型 X 線分析装置(EDX)により検出し、本研究にて新たに考案した Na と他の元素との相互相関係数を 2 元素イメージ相関法により評価を行う。以上の各分析結果から、石炭からのアルカリ金属化合物の放出に支配的な要素を定量的に明らかにする。

1. 実験装置および方法

Table 1 に、実験に使用した 4 炭種の性状を示す。原炭中の Na 含有量は、発煙硝酸、ふっ酸ならびにホウ酸により酸分解して溶液化し、原子吸光分析により定量分析する(Harstein *et al.*, 1973)。この 4 炭種を選択した理由は、石炭中の Na 元素と Si や Al のような灰中の鉱物質との影響を検討するために、以下のような特徴を有する石炭を選択した。本表より、SC 炭の Na 含有量が最も高く、一方、Y 炭は石炭中の Na 含有量は最も低い石炭であるものの、灰中の Na に対しては最も高い石炭である。また、Y 炭は灰中の Si および Al の含有率が低いという特徴も有する。BT 炭と SC 炭との灰中の組成は Na および K を除けば類似している。なお、実験試料は全ての実験で粒径 72 μm 以下のものが 80% 以上占める微粉炭を使用した。

Fig. 1 に、バッチ式急速加熱燃焼炉の概略図を示す。本装置は、主に、電気炉、反応管、試料移動用エアシリンダならびに制御装置から構成されている。反応管は、アルカリ金属化合物蒸気による高温腐食を抑えるために高純度アルミナ管を使用している。実験は、加圧流動層ボイラの運転条件とほぼ同様の温度、1123 K 一定で行った。試料は、約 10 mg を白金パン内に秤量し、炉下部の試料台上に載せる。それをエアシリンダによって電気炉内に挿入し、

[†] 1998 年 7 月 30 日受理

化学工学会第 30 回秋季大会(福岡, 1997 年 9 月)および第 3 回流動層シンポジウム(名古屋, 1997 年 12 月)にて一部発表

^{††} naruse@eco.tut.ac.jp

Table 1 Properties of tested coals

Coal			OV	Y	BT	SC
Proximate analysis	Ash	Mass%	8.73	1.05	6.75	4.52
	Volatile matter		36.97	47.99	44.68	45.85
	Fixed carbon	Dry	54.30	50.96	48.57	49.63
Fuel ratio			1.47	1.06	1.09	1.08
Ultimate analysis	C	mass% d. a. f	79.1	66.1	74.8	75.7
	H		5.5	4.5	5.2	5.4
	N		1.7	0.6	1.0	0.9
	O		13.3	28.62	18.49	17.61
	Comb. S		0.40	0.10	0.07	0.04
	Total S [dry]		0.44	0.18	0.51	0.39
Ash compositions	SiO ₂	mass% in ash	55.84	0.49	27.68	25.64
	Al ₂ O ₃		25.73	0.05	14.66	15.32
	Fe ₂ O ₃		4.40	27.83	3.80	3.81
	CaO		3.54	10.44	25.58	18.74
	MgO		1.10	23.62	5.06	5.71
	Na ₂ O		1.74	8.67	2.44	8.39
	K ₂ O		0.59	0.38	0.05	0.37
Content of sodium		mass% in coal	0.140	0.057	0.079	0.236

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus for combustion

所定時間保持して反応させる。実験後に残存した試料は、上述の方法で酸溶解し、原子吸光分析により Na を定量分析した。

原炭中のアルカリ金属化合物を分類するために、以下のような方式で抽出を行う (Benson *et al.*, 1985; Raask, 1985; Zygarlicke *et al.*, 1990)。まずはじめに、原炭中の Na を超純水中で攪拌し、水溶性 Na を抽出する。次に、水抽出後の残存した石炭をオープンにより乾燥した後、酢酸アンモニウム水溶液中で攪拌し、イオン交換性 Na を抽出する。最後まで石炭中に残存した Na を難溶性 Na とする。なお、各溶媒による抽出は、完全に Na を抽出するまで繰り返し行っている。各段階で抽出した溶液は、原子吸光分析によって Na を定量するとともに、水溶性の溶液はイオンクロマトグラフによってイオン組成も併せて分析している。

原炭中の Na と他の元素との相互相関係数は、まず原炭の各元素の分布状態を EDX により分析し、得られた結果を基に、Na と他の元素との相互相関係数を以下に示す式により計算する。

$$r = \frac{\sum_i \sum_j (I_{A(i,j)} - I_{A(mean)}) (I_{B(i,j)} - I_{B(mean)})}{\sqrt{\sum_i \sum_j (I_{A(i,j)} - I_{A(mean)})^2 (I_{B(i,j)} - I_{B(mean)})^2}} \quad (1)$$

Eq. (1) 中の r は、同一位置に 2 元素が存在する割合を意味する相互相関係数を示す。 $I_{A(i,j)}$ と $I_{B(i,j)}$ は、元素 A および B の

Fig. 2 Difference of residual fraction of sodium in the burnt particles for four types of coal

EDX の信号の強度をそれぞれ示す。 $I_{M(mean)}$ ($M=A$ or B) は強度の平均を示す。この r は、 -1 から 1 の値を変動し、 $r=1$ の場合は正の相関を示し、元素 A の存在するところに元素 B が必ず存在することになる。一方、 $r=-1$ の場合は負の相関を示し、元素 A の存在するところには元素 B が存在しないことを意味する。

2. 実験結果および考察

2.1 Na 放出特性の炭種依存性

Fig. 2 に、4 炭種の Na 放出挙動を示す。図中の縦軸は Na の残存率である。なお、全ての炭種は 5 分後には完全燃焼していることを確認している。本図より、どの炭種も Na の放出は約 2 分後には完了しており、その後の残存率は一定である。Na 残存率の炭種依存性は、Y 炭の Na 残存率が約 60% と 4 炭種の中で最も低くなっている。一方、BT 炭からは Na はそれほど放出していないことがわかる。本実験結果と Table 1 に示す石炭性状とを比較すると、Y 炭は灰中の Si と Al の含有量が少ないために、Na 残存率が最も低くなったものと推測できる。しかし、BT 炭と SC 炭は、両者の灰中の組成が類似しているにもかかわらず、Na 残存率に有意差が生じている。以上より、Table 1 の石炭性状だけでは正確な Na 放出挙動を説明することは困難であるといえる。

2.2 原炭の溶液抽出法による Na 化合物の分類

前項では、Na 放出特性に対して炭種依存性が存在することを

Fig. 3 Classification of sodium in four types of raw coal

Fig. 4 Comparison of released sodium fractions from raw coal, the samples removing water-soluble and ion-exchangeable sodiums

Fig. 5 Anion and cation components in the solution obtained by the water extraction of raw coals

明らかにした。しかし、単純な石炭性状のみではその挙動を正確に説明することはできない。そこで、Na 放出挙動の炭種依存性をより詳細に解明するために、石炭中の Na の形態分類を実施し、分類された Na でどの成分が Na 放出に寄与するかを検討した。一般に、原炭中の Na は水溶性、イオン交換性および難溶性粘土鉱物に大別される。そこで、本実験は、原炭を超純水および酢酸アンモニウム溶液抽出法により分類を行う。Fig. 3 に、4 炭種の原炭中の Na 存在形態を示す。本図より、全ての石炭に対して水溶性成分が大部分を占めている。Fig. 2 と本図とを比較すると、Fig. 2 で Na 残存率が最も低かった Y 炭は、Fig. 3 より水溶性の Na 成分の割合が最も高い。しかし、Na 残存率がほぼ同様であった OV 炭と SC 炭の水溶性 Na 成分含有率を比較すると、両者は 20% 以上

の差が生じている。これより、水溶性 Na 成分の含有率が直接 Na 残存率と量的な相関がある訳ではない。

しかし、水溶性、イオン交換性ならびに難溶性 Na のうちどの成分が Na を放出し易いのかを明らかにすることは必要であり、そのために OV 炭について、水処理後およびイオン交換後残渣を原炭と同様に燃焼実験を行った。Fig. 4 にそれらの Na 放出率の比較を示す。図中、灰色の部分が石炭中の全 Na 量に対する残存した Na の割合を示し、斜線の部分は抽出後にそれぞれのサンプルを燃焼させ、その際に放出した Na 量を石炭中の Na 量の割合として示している。本図より、原炭からの Na 放出率は約 16% であるのに対し、水処理後およびそれをイオン交換した後の試料では、わずかしき Na を放出していない。以上の結果より、放出する Na

Table 2 Cross-correlation coefficients between elemental sodium and other elements in raw coal by means of EDX system and image analysis

	Na					Al-Si	Residual fraction of Na [%]
	Si	Al	Ca	Mg	S		
BT	0.19	0.27	0.29	0.27	0.30	0.39	94
SC	0.12	0.13	0.23	0.25	0.25	0.36	84
OV	0.09	0.10	0.03	0.09	0.12	0.34	84
Y	0.03	0.02	0.04	0.10	0.05	0.10	60
OV (LTA)	0.23	0.22	0.08	0.10	0.16	0.55	100
OV (Ash)	0.20	0.25	0.06	0.11	0.07	0.39	—

Fig. 6 Comparison of residual sodium fractions in burnt ash with in low temperature ash (LTA) for OV coal

の大部分は定性的には水溶性成分であるといえる。

Fig. 4 より、水溶性 Na が放出され易いということが明らかになったので、次にどのような化合物種が放出され易いのかを明らかにするために、水抽出後の陽・陰イオン組成をイオンクロマトグラフによって分析した。Fig. 5 に、水抽出後の水溶液中のイオン組成を 4 炭種について示す。図中、全てのイオン組成は、Na イオンを 1 とした時のそれぞれの規定分率で規格化している。本図より、Y 炭は塩素イオン濃度を他の石炭よりも高く占めており、Y 炭中の Na 化合物の一部は NaCl として存在するものと判断できる。一般的に、NaCl の融点は約 1073 K と比較的低温であるため、PFBC の温度条件下では石炭から容易に蒸発する。なお、参考として想定できる他の Na 化合物の融点を列挙すると、 Na_2SO_4 が 1157 K、 Na_2CO_3 が 1124 K と本実験温度条件よりやや高くなっている。よって、Fig. 2 で示したように、Y 炭は蒸発しやすい Na 化合物である NaCl を多く含有しており、結果として Y 炭の Na 残存率が最も低くなったものと考察できる。一方、他の石炭では、BT 炭は主に硫酸イオンと炭酸イオンを、SC 炭は硫酸イオンと有機酸を、OV 炭は炭酸イオンと有機酸を多く占めている。しかし、Fig. 2 より、SC 炭と OV 炭の Na 残存率はほとんど同じであることから、イオン組成の結果だけでも、炭種と Na 放出率との関係を定量的に解明することは困難であると考えられる。

2.3 原炭中の Na と他の元素との分布関係

前節で、Y 炭の Na 残存率が最も低い理由として、灰中の Si と Al の含有量が少ないならびに NaCl を多く含有していることが定性的に起因していると説明した。一方、Gallagher ら (Gallagher, *et al.*, 1996) は、燃焼時にカオリナイト微粒子を微量添加すると効率良く Na を捕捉し、それは高沸点化合物であるアルミノ珪酸ナトリウムを生成するためであると報告している。本結果は、灰中の Si および Al 含有量の大小あるいは石炭中での Na 元素と Si あるいは Al 元素との位置関係が Na 放出特性に何らかの関係があることを示唆している。そこで、まず、予備実験として、石炭中の Na を極力放出させずに灰化する低温灰化法 (約 473 K, 0.1 atm の低温低圧純酸素条件) によって、石炭中の Na と Si あ

Table 3 Properties of two additional coals tested

Coal			DF	YB
Proximate analysis	Ash	mass%	6.71	11.66
	Volatile matter	dry	45.60	10.03
	Fixed carbon		47.69	78.31

Fig. 7 Comparison of the empirical equation with the experimental data relating to residual fraction sodium

るいは Al との位置関係を近づける処理を行った。実験では、OV 炭の低温灰化灰を使用し、原炭と同様に燃焼条件下で 10 分間加熱処理を行った。Fig. 6 に、OV 原炭とその低温灰化灰の Na 残存率を比較して示す。本図より、低温灰化灰からは、Na が全く放出されていない。これは、低温灰化することによって原炭中の Na 化合物周りに Si あるいは Al など鉱物質の割合が増し、これらの鉱物質と Na とが燃焼過程に反応して、高沸点の Na 化合物を生成したことによる (Gallagher *et al.*, 1996)。つまり、本結果は Na の放出挙動が Na と Si, Al などの他の元素との位置関係に影響してくる可能性があることを意味している。

以上の推定を基に、原炭中に分布している Na と他の元素との位置関係の定量評価を以下のような順で試みる。まず、EDX より原炭中の断面における各元素の分布状態を測定し、2 元素イメージ相関法によりその断面内での Na と他の元素との平面相互相関係数を算出する。Table 2 に、Na と他の元素との相互相関係数を、Al と Si との相互相関係数ならびに Fig. 2 で得られた Na 残存率と一緒に示す。本表中には、OV 炭の低温灰化灰 (LTA) と燃焼後の灰 (Ash) の結果も参考として示している。本表より、Na と Si あるいは Al との相互相関係数の増加とともに、Na 残存率も高くなっている。OV 炭の低温灰化灰はそれらの相互相関係数が最も高い値を示している。さらに、Al と Si との相互相関係数も同様の結果になっており、これらの相互相関係数が高いほど、高沸点 Na 化合物であるアルミノ珪酸ナトリウムを生成し易くなる (Gallagher *et al.*, 1996)。したがって、本研究の 2 元素イメージ相関法は、原炭からの Na の基礎放出特性を定量的に評価できる一手段であるといえる。そこで、Table 2 の Na と Si の相互相

Table 4 Predicted and experimental data of residual fraction of sodium for DF and YB of coals

	Cross-correlation coefficient of Na-Si	Predictional residual fraction of Na [%]	Experimental residual fraction of Na [%]
DF	0.15	91.6	91.2
YB	0.20	97.1	93.0

関係数と Na 残存率との関係から両者を 2 次関数近似してまとめると次式となる。

$$y = 50.1 + 401.1x - 830.8x^2 \quad (2)$$

Eq. (2) 中, y は Na 残存率, x は Na と Si の相互相関係数である。

前述した 2 元素イメージ相関法の妥当性を確認するために, 新たな 2 炭種を使用して, この 2 炭種の Na と Si の相互相関係数のみを計測・算出した。その上で, 得られた Na と Si の相互相関係数を Eq. (2) に代入して予測 Na 残存率を算出し, 次に, 実験によって実際の Na 残存率を計測して予測値との比較を行った。これにより, 本経験式の Na 放出率予測に対する実用性を検証することとする。使用した 2 炭種の性状を **Table 3** に示す。また, 得られた結果を **Table 4** および **Fig. 7** に示す。両図表より, 予測 Na 残存率と実験による Na 残存率との間に完全な一致はないものの, 予測値と実験結果とに大差はない。よって, 本研究で提案した 2 元素イメージ相関法は, 原炭からの Na の基礎放出特性を定量的に評価できる実用的な指標であるといえる。しかし, 実用機におけるアルカリ金属化合物の放出特性を解明するためには, 温度条件, 反応雰囲気条件など様々な因子を考慮する必要がある。

結 言

石炭燃焼場におけるアルカリ金属化合物, 特に Na 元素の基礎放出特性を定量的に解明するために, 本報では, 原炭中の Na 存在形態と原炭中の Na と他の元素との相互相関係数を求めた。得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 燃焼場における原炭からの Na 放出挙動は, 炭種に依存する。
- 2) 各炭種とも, 原炭中に存在する Na の大部分は, 水溶性成分であり, 水溶性 Na の一部は, 燃焼場で容易に放出される。
- 3) 水抽出により得られた溶液中のイオン組成の分析結果から, NaCl の含有量が高い石炭ほど, Na 放出率も高くなる。
- 4) 低温灰化灰を燃焼実験した結果, Na は全く放出されない。
- 5) 原炭中の Na と Si および Al との相互相関係数の高い石炭ほど, 燃焼場での Na 放出率は低くなる。
- 6) Na と他の元素とのイメージ相関法は, 原炭からの Na の放出特性を定量評価できる可能性がある。

[追 悼] 本研究は, (故) 大竹一友教授の御指導の下で行った研究であります。終始, 御指導と御助言を頂いた大竹一友教授に謝意を記し, 御冥福をお祈り申し上げます。

[謝 辞] 本研究の一部は, 電源開発株式会社との助成によって行われたことならびに石炭試料を出光興産株式会社より御提供頂いたことに対し, ここに記して謝意を表する。

Literature cited

- Benson, S. A. and P. L. Holm; "Comparison of Inorganic Constituents in Three Low-rank Coals," *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.*, **24**, 1, 145-149 (1985)
- Bulewicz, E. M. and E. Janicka; "Catalytic Effect of NaCl on Flue-gas Desulphurisation by Limestone-based Sorbents during the FB Combustion of Coal," *J. Inst. of Energy*, **9**, 124-130 (1990)
- Gallagher, N. B. and T. W. Peterson, eds.; "Sodium Partitioning in a Pulverized Coal Combustion Environment," Proc. of the 26 th Symp. (Intl.) on Combust., p. 3197-3204, The Combustion Institute, Pittsburgh, USA (1996)
- Harstein, A. M. and R. W. Freedman, eds.; "Novel Wet-digestion Procedure for Trace-metal Analysis of Coal by Atomic Absorption," *Analytical Chemistry*, **45**, 611-614 (1973)
- Kurosaki, Y., ed.; Enerugi Shin Gijyutu Taikei, p. 951-964, N T S, Tokyo, Japan (1996)
- Lee, S. H. D. and I. Johnson; "Removal of Gaseous Alkali Metal Compounds from Hot Flue Gas by Particulate Sorbents," *J. Eng. for Power*, **102**, 397-402 (1980)
- Lee, S. H. D. and E. L. Carles; "Measurement of Sodium and Potassium Vapours in Pressured Fluidized-bed Combustion of Beulah Lignite," *J. Inst. of Energy*, **63**, 203-210 (1990)
- Lee, S. H. D. and F. G. Teats, eds.; "Alkali-vapor Emission from PFBC of Illinois Coals," *Combust. Sci. and Tech.*, **86**, 327-336 (1991)
- Mitchell, S. C.; "Combined Cycle Power Systems and Particulate Control," *IEA Coal Research*, **95**, 13-22 (1997)
- Mojtahedi, W. and E. Kurkela, eds.; "Release of Sodium and Potassium in the PFB Gasification of Peat," *J. Inst. of Energy*, **63**, 95-100 (1990)
- Morooka, S., ed.; Sekitan Gijyutu Souran, p. 107-115, Denryoku Sinposha, Tokyo, Japan (1993)
- Punjak, W. A. and F. Shadman; "Aluminosilicate Sorbents for Control of Alkali Vapors during Coal Combustion and Gasification," *Energy & Fuels*, **2**, 702-708 (1988)
- Raask, E.; Mineral Impurities in Coal Combustion, p. 9-22, Hemisphere Publishing Corporation, Washington, USA (1985)
- Scandrett, L. A. and R. Clift; "The Thermodynamics of Alkali Removal from Coal-derived Gases," *J. Inst. of Energy*, 391-397 (1984)
- Shadman, F. and W. A. Punjak; "Thermochemistry of Alkali Interactions with Refractory Adsorbents," *Thermochimica Acta*, **13**, 141-152 (1988)
- Singh, A. and R. Clift, eds.; "Thermodynamic Calculations of the Effects of Chlorine on Alkali Removal from Hot Coal-derived Gases," *AIChE. Symp. Ser.*, **99**, 167-176 (1987)
- Spacil, H. S. and K. L. Luthra; "Volatilization Condensation of Alkali Salts in a Pressurized Fluidized Bed Coal Combustor/Gas Turbine Combined Cycle," *J. Electrochem. Soc.*, **129**, 2119-2125 (1982)
- Thambimuthu, K. V.; "Removal of Minor and Trace Elements at High Temperatures," *IEA Coal Research*, **53**, 132-145 (1993)
- Zygarlicke, C. J. and E. N. Steadman, eds.; "Studies of Transformations of Inorganic Constituents in a Texas Lignite during Combustion," *Prog. Energy Combust. Sci.*, **16**, 195-204 (1990)

Fundamental Evolution Characteristics of Alkali Metal Compounds in Coal Combustion

TAKAHIRO MURAKAMI, REIJI NODA, ICHIRO NARUSE and (the late) KAZUTOMO OHTAKE

Department of Ecological Engineering, Toyohashi University of Technology, Toyohashi 441-8580

Key words: alkali metal compounds, coal combustion, energy engineering, pressurized fluidized bed, sodium.

In combined cycle power generation systems for coal combustion and/or gasification, the vapor of alkali metal compounds may cause hot corrosion at the surface of blades of a gas turbine. The influence of coal type on fundamental evolution characteristics of alkali metal compounds, especially sodium compounds, in coal combustion is experimentally elucidated in this study by using a rapidly heated electrical batch combustor. Both classification of forms of sodium compounds and analysis of the cross-correlation coefficients between the existing locations of sodium and other elements in the cross-section of a particle of raw coal by using an EDX (Energy Dispersive X-ray) system and an image correlation method are conducted in order to quantify the effect of coal type on the sodium evolution characteristics.

As a result, the evolution characteristics of sodium are influenced by the coal type. Most of the sodium evolved is classified as water-soluble sodium. Coal in which sodium chloride is contained as a major sodium compound evolves sodium compounds more easily than other coals do. The distributions of sodium, silicon and aluminum in a coal particle contribute to the evolution characteristics of sodium. Coals with high cross-correlation coefficients between sodium and silicon/aluminum show low evolution fraction of sodium.

~~~~~