

## 木質バイオマス発電事業における燃焼灰の有効利用に関する調査

一般社団法人 未踏科学技術協会 委員長 岡部 敏弘

### 1. 目的

木質バイオマス発電は、再生可能エネルギーの中でも気象条件等によらず安定した発電が可能であることからベースロード電源として期待されており、固定価格買取制度開始以降、全国で事業展開が進んでいる。

しかし、木質バイオマス発電の最終残渣である燃焼灰のほとんどは現在利用当てがなく、産業廃棄物としての処理を余儀なくされている。木質バイオマス発電事業は今後更なる拡大が見込まれるが、それに伴い燃焼灰も大量に発生するものであり、木質バイオマス発電事業の真のゼロエミッション化を図るためには燃焼灰の有効活用は不可欠である。

本研究は、木質バイオマス発電（専焼タイプ）燃焼灰の物理的特性を調査するとともに、その特性を踏まえた燃焼灰の有効活用方策について検討を行い、提言をまとめて、今後さらなる木質バイオマス発電の推進と地球環境の保全に寄与することを目的とするものである。

### 2. 調査研究方法

本調査では、まず、バイオマス発電事業で発生している燃焼灰について、その性状と処理の実態をアンケートと文献検索により調査した。また、様々な燃焼灰（主にバイオマス系の燃焼灰）の既存の利用方策についてもヒアリングと文献検索により調査した。そして、それらの調査結果により、重金属の処理に有効と考えられる一次処理方法を選定し、実際の燃焼灰を利用して一次処理を施し、その性状の分析を行った。

さらに、その性状の分析結果に基づき燃焼灰の利用方策を検討して、今後の木質バイオマス発電事業における燃焼灰の有効利用に関する提言をまとめた。

調査内容は以下のとおりである。

- 1) バイオマス発電事業で発生している燃焼灰の性状と処理の現状調査  
バイオマス発電事業で発生している燃焼灰の焼成と処理の現状について、アンケート調査及び文献調査を実施。
- 2) 燃焼灰（主にバイオマス系の燃焼灰）の既存の利用方策調査  
様々な燃焼灰（主にバイオマス系の燃焼灰）の既存の利用方策について、ヒアリング調査及び文献調査を実施
- 3) 燃焼灰の一次処理の試行及び分析調査  
実際の燃焼灰（岡山県真庭市提供）を用い、重金属の処理に有効と考えられる一次処理を施し、処理前後の性状の分析調査を実施
- 4) バイオマス発電事業で発生している燃焼灰の利用方策への提言  
燃焼灰の性状に合った今後の資源化方法を提言

### 3. 調査研究結果

一般的に木材は灰分を重量比で0.5～2%程度含むとされており、その成分はCa、Mg、K、Pのほか、Pb、Cd、Hgなどの重金属も含まれている。燃焼灰の利用に鑑みると、Ca、Mg、K、Pなどは植物の生育に必要な元素として肥料成分になりえる。一方、重金属成分は用途によっては人体や環境に重大な影響を与える可能性があり十分な注意が必要である。

木質バイオマス発電事業における燃焼灰の有効利用に係る研究に取り組むにあたり、木質原料専焼タイプの木質バイオマス発電所を対象に、その燃焼灰がどの程度有効利用されているか、有効利用されている場合はどのように利用されているのか、さらに、燃焼灰の有効利用に関する期待や課題について関係者の考えを把握することが重要である全国の大規模な木質バイオマス発電所を対象にしたアンケート調査を実施した。具体的には、燃焼灰が大量に発生していると考えられる5,000kW以上の木質燃料専焼タイプの発電所で、原

料として未利用木材、一般木材及び農作物残渣を原料とする 46 発電所にアンケート票を送付した。

アンケートに回答した発電所は 17 事業所で、回答した全て（17 事業所）が“燃烧灰の有効活用については関心あり”とした。その理由としては（複数回答あり）、15 発電所が「産廃処理費用を抑えたい」、11 発電所が「環境面でより望ましい」、4 発電所が「燃烧灰で利益を得たい」、1 発電所が「雇用の創出」と回答した。主灰の処理方法については、13 発電所が産業廃棄物処理であり、4 発電所が一部有効活用等と回答。飛灰の処理方法については、15 発電所が産業廃棄物処理、2 発電所が一部有効活用等と回答。主灰の活用例としては、建材（屋根材等）の増量材、地盤改良材など、飛灰の活用例としては特殊肥料と回答した。主な自由意見としては、「燃烧灰の産廃処理負担が多大であり、安定した有効利用先を検討したい」、「自然由来の原料の燃烧灰は良質な資源」などの現状認識のほか、利用に際しての基準の整備や行政の対応への不満などが挙げられていた。

アンケートの未回収数が調査対象発電所数の 4 分の 3 近くを占めた理由としては、FIT による売電価格には燃烧灰の処理費用も考慮されていることから、発電事業としては産業廃棄物処理で採算がとれる形となっていること、燃烧灰の用途が見通せないこと、燃烧灰利用に係る行政の壁などが推察され、根本的に燃烧灰利用に対する関心の低さを示しているものと考えられる。一方、アンケートに回答した発電所の全てが燃烧灰の利用に「関心がある」とし、うち主灰については 4、飛灰については 2 つの発電所が一部にせよ利用を開始しているとした。燃烧灰の利用については用途開発の難しさや行政上の壁がありながら、それらを乗り越えて事業者が具体的に動き始めている事例があることがわかった。

発電所における燃烧灰の利用方策調査として、木質バイオマス発電所において自ら燃烧灰の利用に向けた取組みを行っている（或いは検討している）発電所及び燃烧灰を引き取って利用している事業所を中心に計 7 ヶ所の現地調査を行った。この中では土壤改良材、セメント原料として燃烧灰を利用（あるいは検討中）としている事例があった。

燃烧灰の利用の検討に当たっては、含まれている成分を把握することが重要であることから、岡山県真庭市の木質バイオマス発電所燃烧灰を事例に成分分析（蛍光 X 線分析）を行った。また、燃烧灰は重金属を含むことが少なくなく、利用上の大きな障害になっていることから、重金属の溶出を防ぐ方法（一次処理）の試行として、①珪藻土及びホタテ貝粉末との混合、②道路資材化（路盤材）、③ベントナイト等との混合、について試験を行った。このうち燃烧灰にホタテ貝粉末を加え焼成（1000℃）したものは、燃烧灰のみの場合に比べて、一部の重金属（Cu、Ni 等）が減少していることがわかったが、そのほかの試行については重金属を有効に低減させる効果は認められなかった。燃烧灰の利用に向けた試行としては、①洗浄剤化、②抗菌性、③堆肥化、について試験を行った。洗浄剤化については、灰汁およびこれを用いた洗浄剤については、一定の洗浄効果が認められるが、灰汁に含まれる重金属等の観点から、その利用に当たっては十分な検討が必要である。抗菌性については、燃烧灰には抗菌物質を含むものがあることが明らかとなったが、由来する樹木によって限られていると推察され、抗菌としての利用は一般的ではないと考えられる。堆肥化については、木質燃烧灰には Ca、K、Mg、Na 等の肥料成分が含まれており、肥料としての利用が期待できる一方、燃烧灰の成分は燃烧温度に依存することから、燃烧温度による成分変化に十分留意する必要がある。

#### 4. 燃烧灰利用に向けた提言

燃烧灰の利用については、新たな用途の開発は重要であるが、用途開発と併行しつつ膨大な燃烧灰の発生量を安定的に受け入れるシステムの確立が急務である。今回の調査研究結果、既存の取組み等に鑑み、燃烧灰の利用方策として、燃烧灰の性質を考慮しながら、路盤材、路床材、埋戻材といった土木資材、セメント原料など建設資材、洗剤等としての利用の検討を進めることを提言する。

また、化学肥料普及以前、木灰（燃焼灰）は肥料として盛んに利用されていたが、現状ではこれを有価で流通させるシステムは必ずしも確立していない。肥料としての利用にあたっては、十分な成分保証が無ければ、厳密な施肥管理をしている農家は安心して使えない。基本的には燃焼灰の成分は燃料（原料）由来であり、燃料産地、樹種等についてトレーサビリティを徹底することにより、需要者は安心して燃焼灰を利用できるようになると考えられる。これらは国産木材の効率的な生産・流通管理と一体で進められることが望ましい。燃焼灰には森林土壌のミネラル分が含まれている点も忘れてはならない。真に持続的な林業の構築という長期的視野に立てば森林土壌涵養の観点からは、樹木の伐採・搬出により失われるミネラル分が補填されることが本来望ましいことにも考慮すべきである。以上のことから、FIT 事業等から生じる電力収益の一部を使って、原料となる木材のトレーサビリティを確立するとともに、さらに燃焼灰の森林への還元を支援する恒久的な仕組みづくりを提言するものである。

行政面では、環境省から未利用材の燃焼灰は産業廃棄物には該当しない旨の通達が発出されているが、実際の判断は都道府県、政令市に委ねられており、結果として地域によって燃焼灰の利用に濃淡が発生している。特に一部の自治体では、事業者による燃焼灰の利用検討の意志を挫くほどの厳しい制限を事実上課しているところも見受けられる。行政においては、事業者等による燃焼灰の用途開発の状況を見守りつつ、その用途が常識的な範囲で環境に重大な影響を与えず、かつ有用なものであることを見極めながら、適切にそれらの利用に係る指導、監督を行うことが求められると考える。

産官学が一体となって、再生可能エネルギーの一翼を担うに相応しい木質バイオマス発電のゼロエミッション化に向けた取組みが積極的に推進されることを期待する。

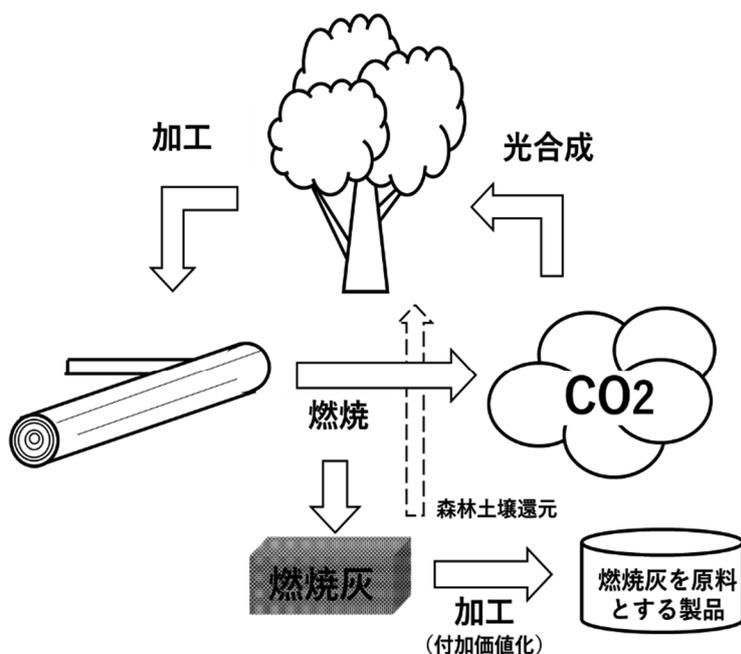


図 木質バイオマス燃焼利用のゼロエミッション化