

バイオマス燃焼灰の再資源化研究会

代表者 海洋土木工学専攻 山口明伸

<研究目的>

再生可能エネルギーとして積極的活用が期待されている木質バイオマス発電技術であるが、大量に発生する燃焼灰の活用方法は未だ限定的であり、多くは産業廃棄物として処理される。しかも、燃料である木質ペレットの原料種類や製造過程、または発電設備性能によっては、排出される燃焼灰に高濃度な有害化学物質が含まれることも懸念されている。本研究の目的は、この燃焼灰を無害化するだけでなく、新たな資源として再生させることで、バイオマス発電における新しい資源循環システムを提案することにある。

具体的な検討課題は、(1)再資源化の観点から見た燃焼灰の特性評価、(2)燃焼灰の特性に応じた無害化処理法の開発、(3)再資源化された焼成体の建設材料への適用性、および最終目標の(4)再資源化による資源循環システムの提案、の4項目である。

<検討課題>

<課題1:再資源化の観点から見た燃焼灰の特性評価>

物理化学的性質の把握に加えて、コンクリート用混和材としての活用可能性を検討する。また、木質バイオマス原料情報(材料種類や入手経路、加工方法)、バイオマス発電設備の性能諸元等の情報から、燃焼灰の再資源化原料としての特性を分類・評価する方法を検討する。

<課題2:燃焼灰の特性に応じた無害化処理法の開発>

<粉碎>における比表面積の違い、<造粒>における添加材の種類と添加量、<成形>における圧縮度、<焼成>における焼成温度と焼成時間等、各工程の要因が出来上がった新材料の品質に及ぼす影響を明確にし、燃焼灰の特性に応じた最適な再資源化処理方法を開発する。

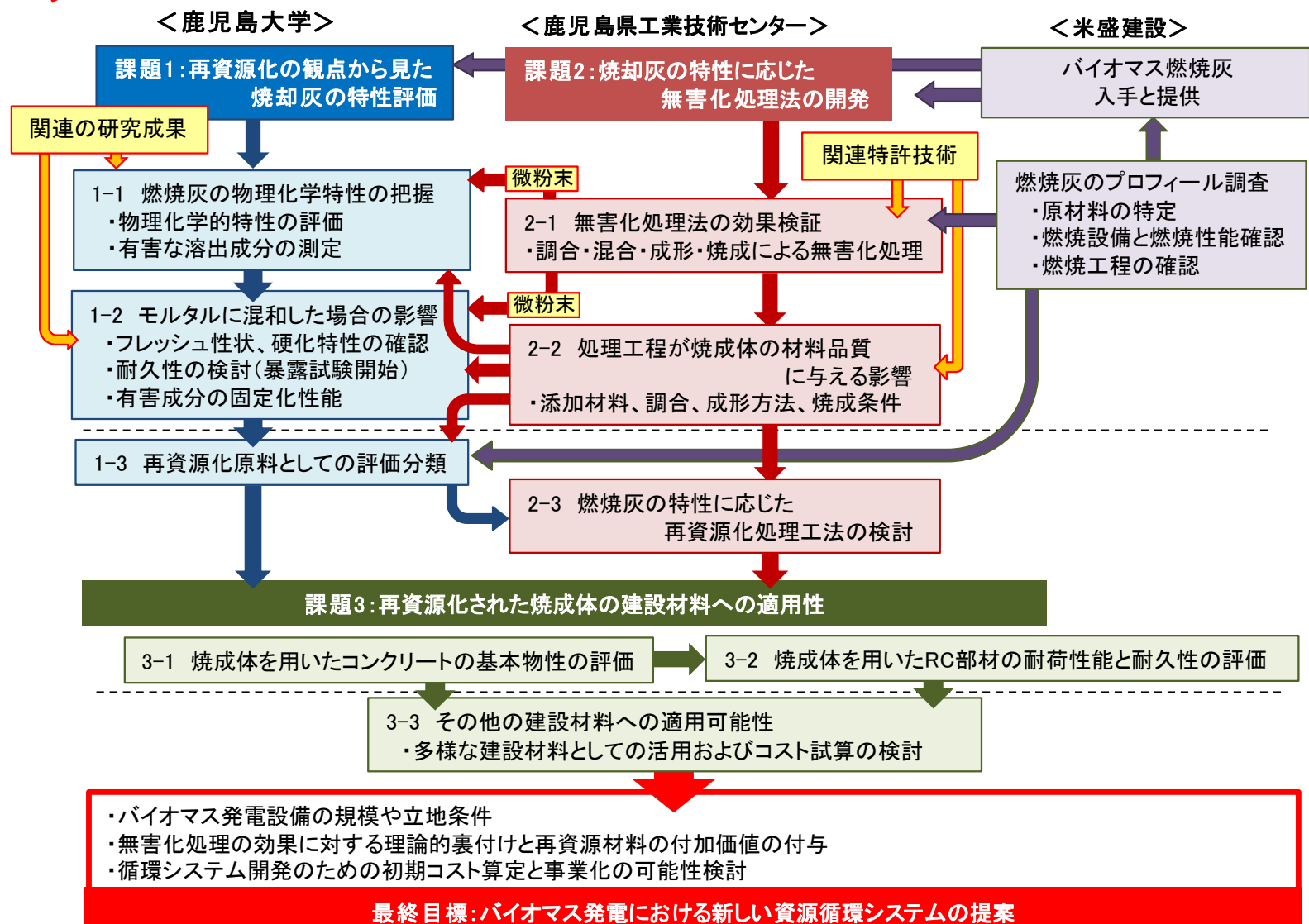
<課題3:再資源化された焼成体の建設材料への適用性>

混和材あるいは人工骨材としての適用範囲(配合、フレッシュ性状、硬化特性、強度特性、収縮特性、物質移動特性、耐久性)を明確にする。また、断熱材やフィルター材など、コンクリート用材料以外の建設材料としての活用可能性についても検討する。

<最終目的:バイオマス発電における新しい資源循環システムの提案>

課題1~3の成果を取り纏め、燃焼灰の無害化と再資源化技術を活用したバイオマス発電における新しい資源循環システムを提案する。

<研究フロー>

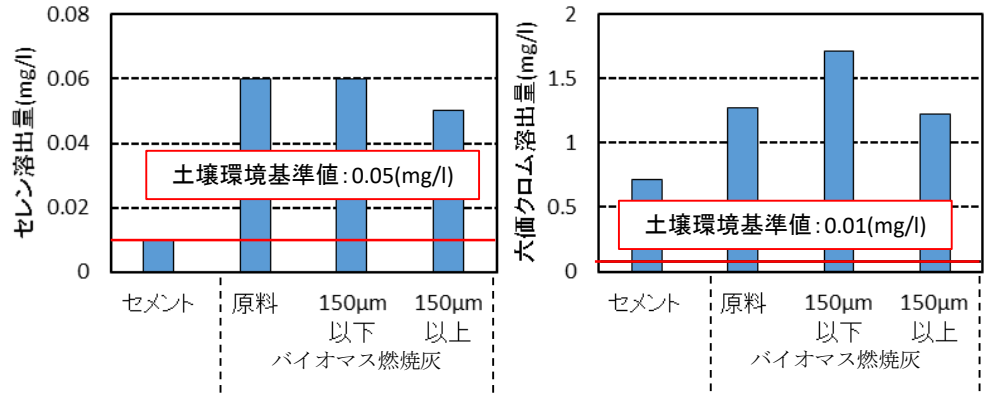


<主な研究成果>

◆課題1:再資源化の観点から見た燃焼灰の特性評価

燃焼灰の物理・化学的特性

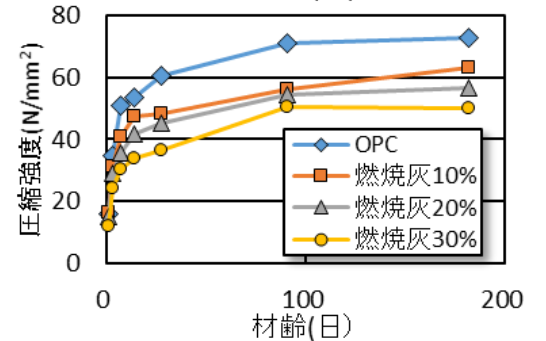
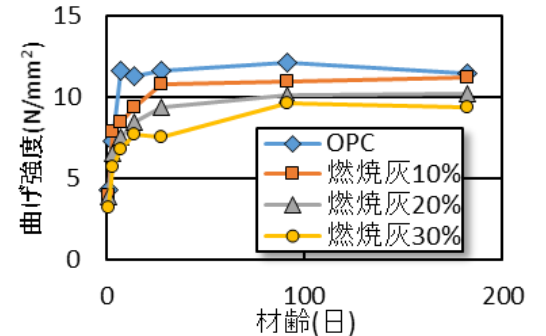
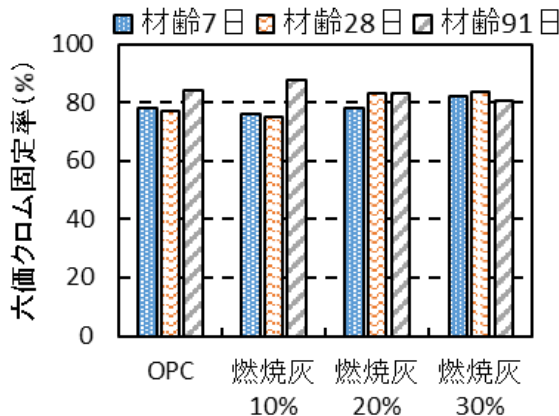
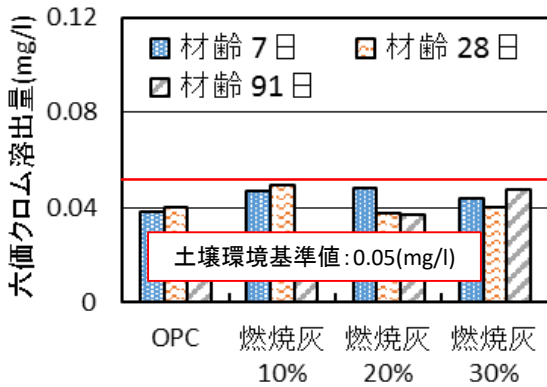
| 試料名 | 密度 (g/cm ³) | ブレン値 (cm ² /g) | 化学成分(mass%) | | | | | | |
|-----|----------------------------|------------------------------|------------------|------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-----|-------------------------------|
| | | | SiO ₂ | CaO | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Fe ₂ O ₃ | MgO | P ₂ O ₅ |
| 燃焼灰 | 2.38 | 2170 | 33.8 | 32.0 | 3.4 | 13.4 | 3.2 | 2.4 | 1.6 |



燃焼灰を混和材として用いたモルタルの配合

| 供試体名 | 燃焼灰の置換率 | W/B | ペースト容積比 | 単位量(kg/m ³) | | | | | flow (mm) |
|--------|---------|-----|---------|-------------------------|------|-----|------|-----------|-----------|
| | | | | 水 | セメント | 燃焼灰 | 細骨材 | SP (粉体率%) | |
| OPC | 0% | 50% | 45% | 275 | 550 | 0 | 1463 | 0.00 | 159 |
| 燃焼灰10% | 10% | | | 272 | 490 | 54 | 1463 | 0.06 | 156 |
| 燃焼灰20% | 20% | | | 270 | 432 | 108 | 1463 | 0.11 | 160 |
| 燃焼灰30% | 30% | | | 267 | 374 | 160 | 1463 | 0.16 | 157 |

粉体の重金属溶出試験結果



モルタルでの重金属溶出試験結果

モルタルでの六価クロム固定率

曲げおよび圧縮試験結果

◆課題2:燃焼灰の特性に応じた無害化処理法の開発

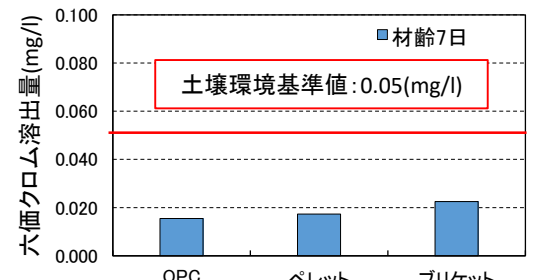


造粒工程

造粒体の概要



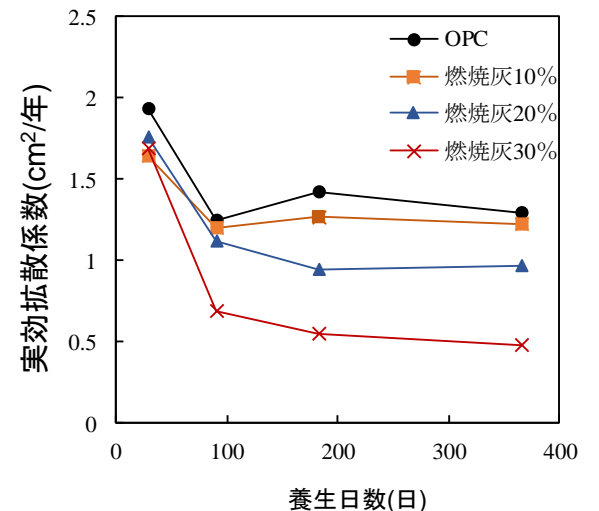
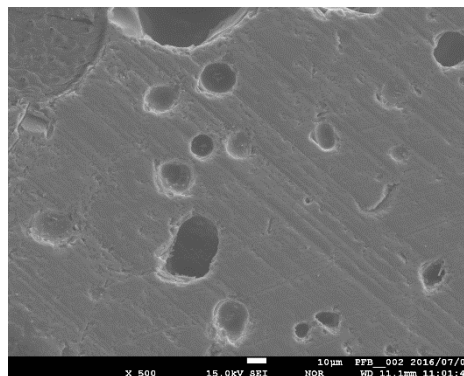
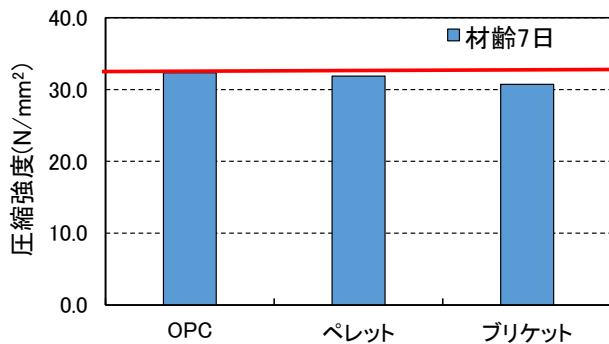
| 焼成体の種類 | 絶乾密度 (g/cm ³) | 表乾密度 (g/cm ³) | 吸水率 (%) |
|---------------|------------------------------|------------------------------|------------|
| ブリケット体(BAS-B) | 2.01 | 2.12 | 5.46 |
| ペレット体(BAS-P) | 2.13 | 2.17 | 1.62 |



| 供試体名 | セレン溶出量 (mg/l) |
|-------|---------------|
| OPC | 検出下限値以下 |
| ペレット | 検出下限値以下 |
| ブリケット | 検出下限値以下 |

特許出願:人工原料の製造方法、人工原料、および粉体組成物 特開2018-172794 (鹿児島大学、鹿児島県)

◆課題3:再資源化された焼成体の建設材料への適用性



焼成体を用いたモルタルの圧縮強度

ペレットの電子顕微鏡写真(500倍)

モルタル供試体の実効拡散係数