

# 人と地球を考えた住環境材料開発に貢献するナノパーティクルテクノロジー Human and the Earth Conscious Materials for Dwelling Space Using Nano Particle Technology

井須 紀文

Norifumi ISU, Ph. D.

(株) I N A X 総合技術研究所 IBA 推進室 室長

Section Manager, IBA Promotion Section, General Research Institute of Technology,  
INAX Corporation

## 1. はじめに

2005年に発効した京都議定書は今年から第一約束期間に入った。日本のCO<sub>2</sub>削減目標値は6%であるが、1990年からの上昇分を考慮すると、実質上12~14%の削減が必要と推定されており、目標達成には国全体での取り組みが必要である。そのためには、つくる、つかう、もどす、の各段階で環境負荷を下げながら、同時に、人にとって新しい価値を生み出す「人と地球を考えたものづくり」を目指す必要があると考えている。日本での大きな環境問題の一つに年間約4億トン排出されている産業廃棄物があり、最終処分場の残余年数は約5年と深刻である。3Rの推進など廃棄物発生量そのものを低減する取組みも重要であるが、廃棄物を資源として利用する革新的な環境技術の創造が今後の循環型社会の構築において重要である。本稿では水熱反応を用いて廃棄物からナノパーティクルを生成する資源化技術について述べる。

## 2. 水熱固化技術

### 2.1 水熱固化技術の廃棄物への応用

水熱反応は一般に処理温度が200℃以下でありエネルギー消費量が小さい。水熱反応による強度発現機構は反応生成物による空隙充填であると考えられ、反応生成物をナノオーダーまで微細化する事で固化体を高強度化する事ができる<sup>1-3)</sup>。反応前には成形体の出発原料粒子間に直径数mmの空隙が存在するが、水熱反応生成物が空隙を充填する結果、細孔が10nm程度まで小さくなる<sup>1)</sup>。また、空隙充填では出発物質をすべて反応させる必要がないので、廃棄物を出発物質に用いる場合に問題となる、低い純度、組成の不安定性を回避するためには非常に有利なプロセスである。この技術を応用し商品化した水熱固化体の製造プロセスを図1に示す。この水熱固化体には、土が本来持っている蓄熱調湿性能が引き継がれており、木材と同程度の調湿性能を持つ。高気密高断熱集合住宅のリビングルームの床に施工したところ、室内温度、湿度ともに変動幅が小さくなり、生活に伴う消費エネルギー（電気、ガス、上水）がCO<sub>2</sub>換算で年間平均17%削減された<sup>5)</sup>。

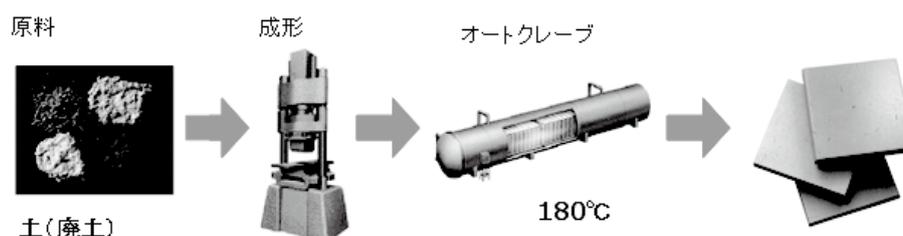


図1 水熱固化体の製造プロセス

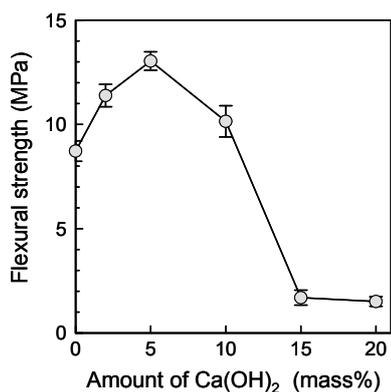


図2 浄水汚泥水熱固化体の消石灰添加量と曲げ強度の関係 (220°C, 10時間)

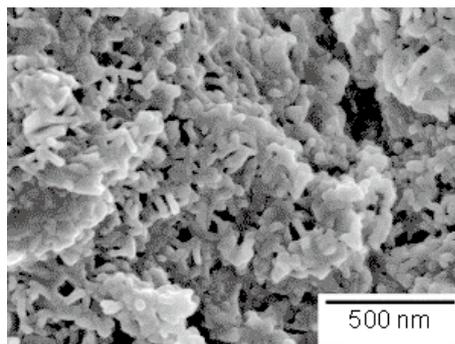


図3 浄水汚泥水熱固化体 (消石灰添加量 5%) の SEM 写真

## 2.2 汚泥を用いた機能性水熱固化体

汚泥は産業廃棄物に占める割合が46.6% (1.9億トン/年) と最も高く、再生利用率は5%と極めて低い。一般に汚泥から固体分を分離するため、ポリ塩化アルミニウム (PAC; poly aluminum chloride) などの凝集沈殿剤が用いられる。PACはその処理過程で非晶質水酸化アルミニウムとして沈殿し、固形分とともに廃棄されている。そこで、この非晶質水酸化アルミニウムが水熱反応性に富む事に着目し、選択的に水熱反応を行う条件を検討した。

用いた浄水汚泥には、PAC起源の非晶質水酸化アルミニウムが10~15%程度含まれると推定された。消石灰を約5%添加した時に13MPa (嵩比重1100kg/m<sup>3</sup>) の最大強度が得られた (図2)。生成物はナノメートルサイズの Al-Si-Fe-Ca 系非晶質水和物であると考えられ、細孔充填による強度発現と高比表面積 (157m<sup>2</sup>/g) に寄与している。調湿性能は木材の6~7倍で<sup>4)</sup>、調湿材としての用途に加え、VOC等のガス吸着材料としての応用が期待出来る。

## 3. おわりに

循環型社会形成のための水熱固化技術を用いて、より少ないエネルギーで、これまで使うことが出来なかった廃棄物から機能性材料を生み出す可能性について述べてきた。これらはナノパーティクルの制御技術に

負う所が大きい。実用化にはまだ検討の余地はあるが、循環型社会の実現に少しでも貢献できる技術であると考えている。

### 参考文献

- 1) T. Mitsuda, K. Sasaki and H. Ishida, J. Am. Ceram. Soc., 75, 1858-1863 (1992).
- 2) H. Maenami, O. Watanabe, H. Ishida and T. Mitsuda, J. Am. Ceram. Soc., 83, 1739-1744 (2000).
- 3) 井須紀文・石田秀輝, 廃棄物学会誌, 15, 196-202 (2004).
- 4) N. Isu, H. Maenami and E.H. Ishida, J. Ceram. Soc. Japan, Suppl., 112, S1364-S1367 (2004).
- 5) 石田秀輝, セラミックデータブック2001, 29, p.18-23 (2001).

### Captions

- Fig. 1 Manufacturing process of the hydrothermally solidified ceramics using soil
- Fig. 2 Variation of flexural strength with added Ca(OH)<sub>2</sub>. The specimens were autoclaved at 220 °C for 10h
- Fig. 3 SEM photograph of the specimen added 5mass% of Ca(OH)<sub>2</sub> after autoclaved at 220 °C for 10h