

# 排ガスを利用したライミング排液中Caの除去による汚泥低減システム

Sludge reduction system using exhaust gas for removal of calcium in the liming waste solution

山崎 誠彦\* 小松 元\*\* 永井 良人\*\* 篠原 耕司\*\*  
Yamasaki, Masahiko Komatsu, Hajime Nagai, Yoshito Shinohara, Kouji

The gross of protein-containing high concentrated  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  waste solution is produced in the liming process of manufacturing gelatins, which leads to the accumulation of scale and the generation of excess sludge by deactivating the microorganisms of the activated sludge tank. For the purpose of sludge reduction and  $\text{CO}_2$  gas elimination, the new system, in which efficiently removing calcium in the  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  waste solution by aerating the exhaust gas containing  $\text{CO}_2$ , has been studied.

## 1 はじめに

ゼラチン製造工程において、高タンパク性の高濃度水酸化カルシウム懸濁液がライミング処理後の排液として大量に発生する。従来、この排液は酸で中和後に三相流動層式の活性汚泥処理法で処理されていたが、配管や活性汚泥槽中のバクテリアを保持する担体にカルシウムが沈着し汚泥消化活性が低下することによる、余剰汚泥の大量発生の問題があった。余剰汚泥の発生を抑制すると同時に地球温暖化ガス排出を低減する目的で、ボイラー排ガスをライミング排液に通気させることにより排液中からカルシウムを効率的に除去するシステムの検討を進めたので報告する。

## 2 検討内容と方法

ライミング工程から発生するライミング排液中に含まれる多量のカルシウム成分が活性汚泥槽内部の微生物担体に沈着し担体の比重が高くなり槽内での流動性の低下を引き起こす結果、汚泥活性低下・自己消化性の低下をまねくことが、余剰汚泥の大量発生の主因であった。ゼラチン製造工程時の加熱に使われるボイラーの排ガスに着目し、排ガスの炭酸ガスをライミング排液に吹き込むことで水酸化カルシウムを炭酸カルシウムに変換してその沈殿を除去する一連のプロセスを想定し、その技術的可能性を以下に検討した。

### (1) 炭酸ガス（ボイラー排ガス）吹込みのバッチ実験

ライミング排液 80L に対し、ドレイン冷却したボイラー排ガス（炭酸ガス組成 12%）を 35L/分の吹込み速度で散気管を通して通気した。一定時間経過後にサンプルを取り出し、静置後の上清中のカルシウム濃度を測定することで、炭酸ガスの炭酸カルシウムへの変換効率を算出した。

(2) 活性汚泥槽中の微生物担体へのカルシウム沈着の低減  
従来の処理法に準じた試験液①、及び本検討プロセスに準じた試験液②を以下のように調製した。試験液①：ライミング排液を硫酸で pH9.0 に中和した後に 10 倍量の工程洗浄液と混和し pH8.0 に調整した。試験液②：(1)と同様の方法で pH9.0 まで排ガスを吹き込んだ後に沈殿を除去しその上清を 10 倍量の工程洗浄液と混和し pH8.0 に調整した。試験液①②をそれぞれテスト用活性汚泥装置（15%の容量分の微生物担体を充填）に流入させ、4～10 日毎に微生物担体を取り出しその比重を測定した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 炭酸ガス（ボイラー排ガス）吹込み

吹込み開始時のライミング排液はゼラチン分解物を含む有する 1.6% 水酸化カルシウム懸濁液であり、その組成はカルシウム濃度 6900ppm、BOD7600ppm、pH12.9 であった。排ガス吹込み開始のおよそ 2 時間後から排液は良好な沈降性を示すようになり懸濁度も低下した。2 時間後の溶解性カルシウム濃度は 950ppm であり、水酸化カルシウムのおよそ 85%が炭酸カルシウムに変換されていた。吹込み 2 時間後から pH は急激に減少し、2 時間 45 分後には pH9.0 に達しカルシウム濃度は 150ppm まで低下した。この時点での二酸化炭素累積吹込み量の炭酸カルシウムへの変換効率は 43.7% を示した。3 時間 15 分後には、pH は 8.6 まで低下したが、溶解性カルシウム濃度は逆に 260ppm に上昇し、過剰な炭酸ガスによる水溶性の重碳酸カルシウムへの変換が示唆された(Fig. 1)。以上より、

- ① 排ガス吹込みにより不溶性の炭酸カルシウムへの変換が可能
- ② カルシウム溶解濃度を 150ppm 程度まで低減できる
- ③ 40%以上の高い変換効率で変換可能
- ④ 反応の至適終点の見極めは pH 測定により可能などが確認できた。

\* 環境安全推進室 環境技術グループ  
\*\* コニカゼラチン株式会社 環境整備室

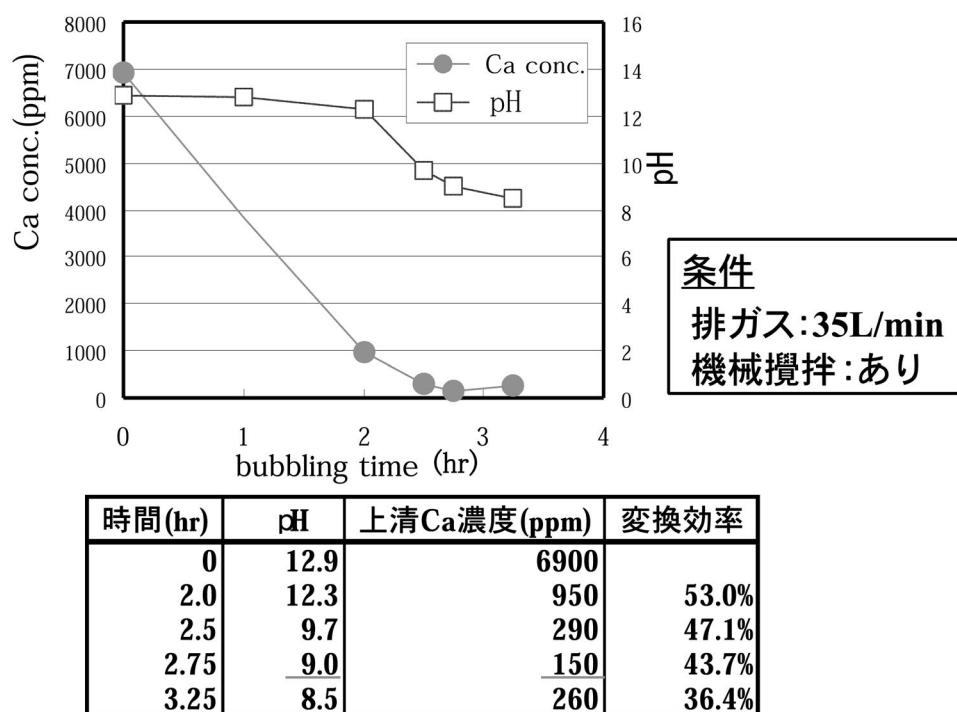


Fig. 1 Reduction of calcium concentration in the liming waste solution by aerating the exhaust gas containing CO<sub>2</sub>.

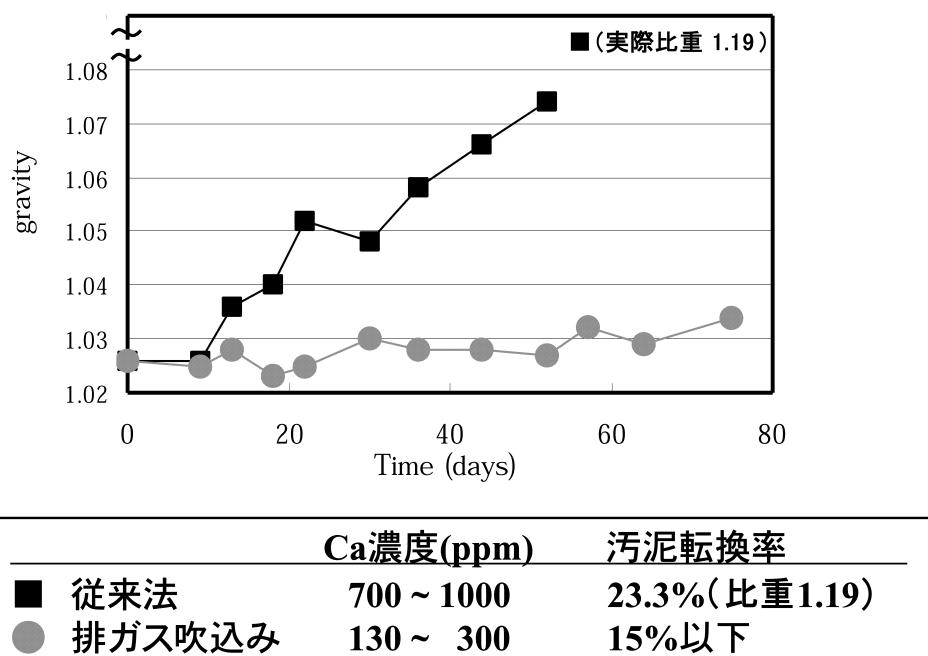


Fig. 2 Gravity increases of the carriers caused by scale buildup in the activated sludge process.

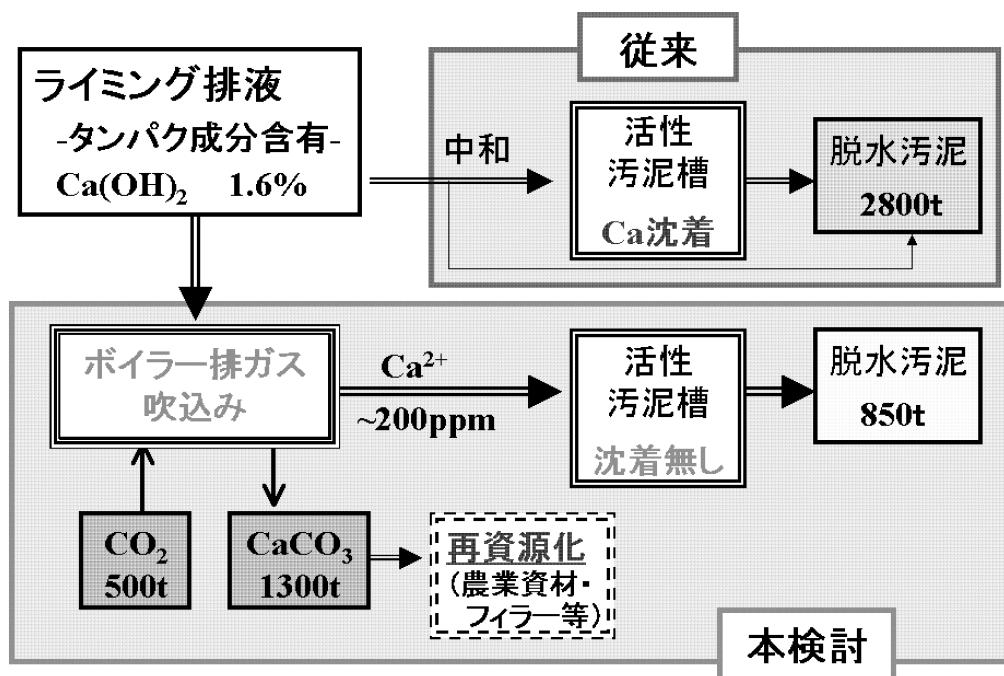


Fig. 3 Scheme of sludge reduction system.

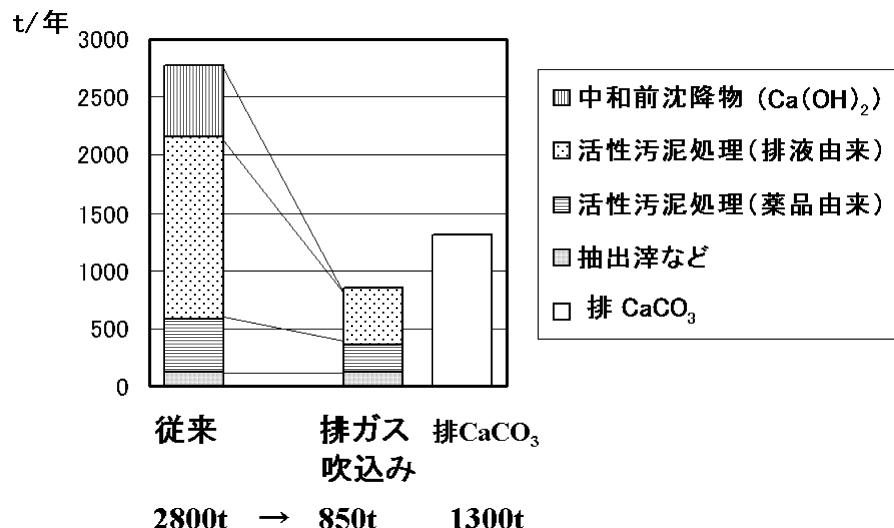


Fig. 4 Comparison of sludge composition.

### 3.2 活性汚泥槽中の微生物担体への Ca沈着の低減

従来の処理方法に準じる試験液①（カルシウム濃度700-1000ppm）においては、開始時1.025の担体比重が経時に顕著に増加し、50日後には1.074（5%増）まで上昇した。一方、排ガス吹込み法によりカルシウム成分を低減した試験液②（カルシウム濃度130-300ppm）では、比重の上昇はほとんどみられなかった（Fig.2）。以上より、排ガス吹込みシステムを適用することにより、活性が低下している汚泥処理槽の現況（担体比重が1.17以上となり汚泥転換率は23%以上）を改善し、設備設計性能及び運転当初の実績から想定される汚泥転換率15%以下まで汚泥発生を抑制できると考えられる。

### 3.3 シミュレーション

上記結果より、至適条件でのボイラー排ガス吹込み及び汚泥転換率15%を想定してシミュレーションを行った。その結果得られた本システムのスキームをFig.3に示す。

ライミング排液を中和して活性汚泥処理する従来法では、カルシウムの沈着による汚泥槽の活性低下により余剰汚泥は年間2800トンが発生していたが、ボイラー排ガスを吹き込む本システムにより、排液中のカルシウム濃度は200ppm以下に低減でき、その結果カルシウムの沈着がなくなり、汚泥発生量はFig.4に示したように大幅に低減可能となる。

従来、汚泥中の600トン以上を占めていた中和前の水酸化カルシウム沈降物は本システムの排ガス吹込み法により炭酸カルシウムにすべて変換され除かれる。活性汚泥槽からの余剰汚泥は、汚泥活性が高まり汚泥転換率が低下する事や排液中カルシウム成分が大幅に減少する事から、その発生量は1600トンから500トンへと3分の一以下になる。また、余剰汚泥発生量の減少により凝集剤などの使用を低減でき、これら薬品由來の汚泥発生量も460トンから230トンへと約半分になると見積もることができる。これらを総計すると、年間の汚泥発生量は2800トンから850トンへと2000トン近く低減できる。現在、発生汚泥は肥料原料として再資源化はなされているものの、処理費用を支払っていることを考えると、本システムの適用は大幅なコストの削減につながると言えよう。

一方、新たに炭酸カルシウムが1300トン発生するが、これには20%弱のタンパク成分（ゼラチン分解物）が含まれており、土壤改良剤などの農業用資材や樹脂改質剤・フィラーとして再資源化が可能となる。

また、本システムにおいては、水酸化カルシウムの炭酸カルシウムへの変換反応に使用する炭酸ガスとして、工場のボイラー排ガスを適用可能な事が大きなポイントとなる。排ガスを利用する事で新たな資材の購入が必要ないというコスト面でのメリットだけでなく、地球温暖化ガスである炭酸ガスを直接固定化し放出量を削減でき

るという環境面での貢献メリットも大きい。本システムにより、年間500トンの二酸化炭素が炭酸カルシウムとして固定化可能となる。

### 3.4 汚泥発生量及び薬品使用量の低減

汚泥発生低減に伴い、薬品の使用量も大幅に低減できる。シミュレーションの結果、コスト的に最も効果的なのは、ライミング排液を中和するための酸の使用が二酸化炭素を吹き込む事で80%以上削減できることである。また、凝集剤などの活性汚泥処理時の薬品が50%削減されるほかに、汚泥活性がアクチベートされ好気性に回復する事で臭気対策用の薬品も75%削減可能となる。

## 4 まとめ

汚泥の発生量を顕著に低減する新しいシステムを確立できた。そのポイントは、ボイラー排ガスをライミング排液に吹き込む事で、排液中の水酸化カルシウムを炭酸カルシウムに変換し沈降除去する点にある。本システムの特徴・利点として、以下が明確となった。

- ① ライミング排液中のカルシウム濃度を200ppm以下に低減できる。
  - ② 活性汚泥槽へのカルシウム沈着を顕著に抑制でき、汚泥活性をアクチベイし汚泥転換率を低下できる。
  - ③ 汚泥発生量の70%低減（年間2000トン低減）が見込まれる。
  - ④ 炭酸ガスの500トン／年の直接吸収が可能となる。
  - ⑤ 新たに発生する排炭酸カルシウムは農業用資材などに再資源化が可能である。
  - ⑥ 汚泥の処理費用低減や中和剤・汚泥凝集用の薬品の使用量低減などで大幅なコストダウンが見込める。
- 本システムは、高い経済性の確保と同時に環境面でのメリットも大きい、ユニークかつ極めて実効性の大きな技術と言えよう。