



特集：アジア

# インドネシアでの製造用水改善への取り組み

## Efforts to Improve Water Supply for Manufacturing in Indonesia

田中 和英

### Abstract

In order to contribute to the lives of our customers by improving the quality of the water that is one of the most essential elements of daily life, Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC) develops, manufactures and markets water purifiers designed to provide clean water that people can use with assurance in their daily lives, not only in Japan but also in Indonesia. In Indonesia, these Yamaha water purifiers are used not only in households but also in a wide variety of places such as restaurants, hospitals and factories. At the same time, we have succeeded in winning the trust of our customers by supplying a unique comprehensive system of total customer support based on "water analysis" unmatched by any competitor in the industry. This system begins with analysis of client needs prior to installation and then goes on to include full post-installation maintenance service.

In 1997, YMC established PT. Yamaha Motor Nuansa Indonesia (YMNI) in the Indonesian capital, Jakarta. This company has since been engaged in the water purifier business aimed at improving water quality in Indonesia as well as the other countries of Asia. The company's water analysis laboratory is outfitted with equipment for analyzing not only water quality but also heavy metals, bacteria and waste water, thus making it possible to conduct specialized analysis in order to provide water purification methods that answer a wide variety of customer needs. In this report we introduce efforts to improve water quality for manufacturing facilities based on YMC's water quality analysis capabilities and purification technologies.

## 1 はじめに

ヤマハ発動機(株)(以下、当社)では、生活の基本である「水」をテーマに、お客様の生活の質向上に貢献するため、クリーンで安心な生活用水を提供する浄水器(図1)の開発・製造・販売を、国内はもとより、インドネシアでも行っている。インドネシアでは、当社の浄水器は、一般家庭はもちろん、レストラン、病院、工場等で幅広く利用されている。また、当社は装置の販売だけでなく、装置据付前の事前調査から、据付後のメンテナンスサービスまで、他社にない「水



図1 当社中型浄水器の例

質分析」を核とした独自のトータルサポートシステム(図2)により、お客様からの信頼を獲得している。

1997年、当社はインドネシアのジャカルタに、PT. Yamaha Motor Nuansa Indonesia(YMNI)を設立し、インドネシアはもとより、アジア諸国の水事情改善に向け、事業を展開している。その水質分析所(図3)には、一般的な水質分析はもちろん、重金属・細菌・排水分析に対応する分析機器を備えており、お客様のさまざまな分析要望に応え、その結果に基づいた水処理方法を提案している。本稿では、インドネシアを例にとり、当社の水質分析能力と浄水技術を活用した、工場の製造用水改善への取り組みについて紹介する。

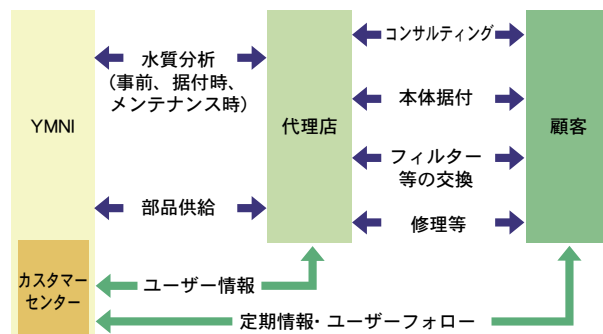


図2 浄水器トータルサポートシステム



図3 水質分析所

## 2 インドネシアの水事情

インドネシアでは、日本と違い、水道の普及率が低く、多くの家庭で井戸水を使用している。しかし、その井戸水には、水脈の水質によって「鉄、有機物」が含まれていて、水に色がつく原因になっている。また、水道水は、配管や貯水タンクが老朽化しているケースもあり、それが水の汚れの原因になっている。「洗濯のたびに、シャツやブラウスが黄ばむ」「口や目を閉じていないとシャワーを浴びられない」「浴槽に水を貯めると、濁りや色がついている」「歯磨きや洗顔時に、臭いが気になる」等、ほとんどの人が生活用水に何らかの不满をもっている(図4)。「水」は健康で快適な暮らしを作るための原点。もっといい水といっしょに暮らしたい。こんな願いは大きく高まっている。

また、「水」は生活用水や飲料水ばかりではなく、工場などの製造用水としても用いられる。多くの工場が、日本とは異なるインドネシアの水質のために、生産品の安定品質の確保や安全な製造用水供給に悩んでいる。例えば、水質の違いによって起こる配管の詰まり、錆の発生等である。これにより、設備や機械の故障が多くなり、保守点検頻度が増加し、ひいては投資の増加、生産性の低下、品質の不安定につながる。水質の違いは、そのまま工場の品質・生産性・経費に影響を及ぼすのである。他にも、工場内では、従業員用の生活用水・飲料水、生活排水、工場排水と、用途に応じた水処理が必要とされる。



洗濯

入浴

図4 生活用水の汚れ(イメージ)  
※各写真左側がきれいな水、右側が汚れた水

### 3 製造用水の水質改善への取り組み

インドネシアのある工場で、製造用水中に含まれる多量のカルシウムにより、配管の早期目詰まりが発生した。このため、水質の改善による作業効率や生産性の向上と品質の安定を目的に、当社の浄水システムを導入した。以下に詳細を記す。

#### 3.1 現状の問題

鑄造工場では、冷却水配管にカルシウムが付着すると、カルシウムが断熱作用を起こし、冷却能力が低下する。その結果、生産品に引け巣が発生したり(外観不良)、冷却サイクルが長くなる(内部冷却効率の低下)等、品質や生産性に影響を及ぼすことになる。現状は、外部冷却時間を伸ばすことで、内部冷却効率の低下を補っている状態である。

他にも、配管内に詰まったカルシウムを除去するため、ドリリング等の作業を定期的を実施しなければならないといった問題もあった。

#### 3.2 事前調査の結果

現状の詳細を把握するため、冷却ノズルに詰まった物質、工場における水の供給システム、および、その水質について事前調査を実施した。結果は以下の通り。

##### ① 冷却ノズルに詰まった物質

冷却ノズル(10,000ショット後)に詰まった物質を分析したところ、硬度分が83%、有機物が15%であることが分かった(図5)。

##### ② 工場における水の供給システム

製造用水の原水は、水道水と地下水の併用であった。水の流れは、まず、地下原水タンク・高架タンクを経由し、補給水として循環水タンクに給水される。その後、ポンプで工場内に供給される。使用後は、工場内の調整タンクを経由し、クーリングタワーで冷却後、循環水タンクに返送され、循環後供給水として再び工場へと供給される(図6)。このように、冷却水循環式の供給システムであった。流れる水としては、補給水と循環後供給水の2種類であった。

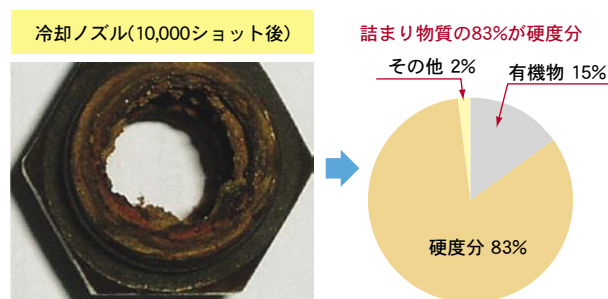


図5 冷却ノズルに詰まった物質の分析結果

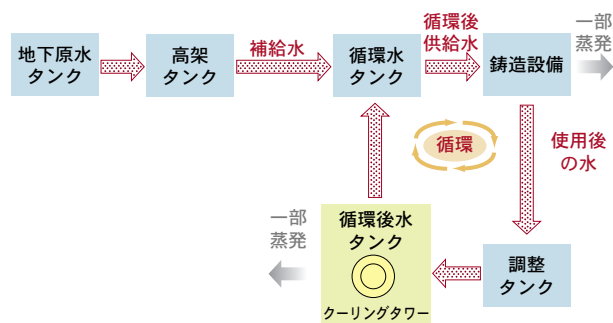


図6 製造用水供給システム

### ③ 水質

水質分析結果(表1)から、補給水には、硬度分74mg/ℓ、有機物6mg/ℓ、循環後供給水には、硬度分71mg/ℓ、有機物15mg/ℓが含まれていることが分かった。また、ランゲリア指数<sup>(注)</sup>をみると、補給水は1.7、循環後供給水は1.6と、炭酸カルシウムの皮膜(スケール)を形成しやすい傾向にあった。

注)ランゲリア指数(Langelier's index, LI) :

水のpH値と、その水の理論的pH値との差をいう。水が金属管内面を腐食させるかどうか、その程度を知る目安。水の腐食性の程度を判定する指標として重要。

指数が正の値で絶対値の大きい程、管内面にスケールが発生する。指数が負の値で絶対値の大きい程、管内面に腐食傾向が大きくなる。

表1 水質分析結果

水質分析結果		補給水	循環後供給水
pH 値		9.0	9.0
全容解性物質	mg/ℓ	764	807
水温	℃	29	27
有機物	mg/ℓ	6	15
総硬度	mg/ℓ	74	71
カルシウム硬度	mg/ℓ	49	47
アルカリ度	mg/ℓ	605	655
ランゲリア指数		1.7	1.6
傾向		スケールリング	スケールリング

### 3.3 事前調査から得られた課題と目標値の設定

事前調査から、冷却水配管の早期詰まりを解消させるためには、水に含まれる硬度分と有機物を除去することが必要と判断し、下記2項目を具体的な数値目標として設定した。

- ① ボイラー基準値を採用して、硬度分を5mg/ℓ以下とし、ランゲリア指数を平衡状態(0)に近づけ、スケールリングを減少させる。
- ② 水道水基準を採用し、有機物は10mg/ℓ以下とし、不純物を除去する。

### 3.4 浄水システムの仕様の検討

上記課題をクリアするための浄水システムの仕様については、事前にテスト器を製作し、水質分析を実施しながら、ろ材の選定作業を進め、最終的なシステムの設計にあたった(図7)。テスト器によるプレテストの水質分析結果では、目標としていた数値は解決できた(表2)。今回の浄水システムには、硬度分除去にイオン交換樹脂を用いた軟水器を、有機物除去に活性炭フィルターを採用した(図8)。

①現場からの採水 ②テスト装置からの採水 ③水質分析



図7 ろ材選定作業

表2 プレテストの水質分析結果

水質分析結果	補給水		循環後供給水	
	対策前	対策後	対策前	対策後
pH 値	9.0	9.0	9.0	8.8
全容解性物質	mg/ℓ	764	787	824
水温	℃	29	29	27
総硬度	mg/ℓ	74	3	3
カルシウム硬度	mg/ℓ	49	0	0
アルカリ度	mg/ℓ	605	606	646
ランゲリア指数		1.7	0.4	0.1



図8 今回の浄水システム

また、事前調査の水質分析結果から、補給水と循環後供給水の両方に対策が必要と判断し、生産ライン毎の循環水タンク(クーリングタワー)敷設場所への設置を図ることとした(図9)。

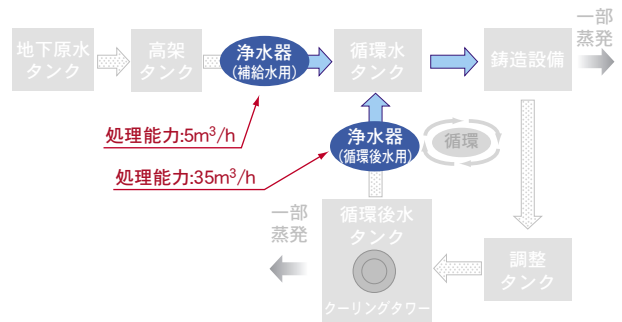


図9 浄水器の設置場所と水の流れ

### 3.5 システム導入後の水質モニター分析結果

本システムを実際に工場へ導入した後、補給水と循環後供給水について、水質のモニター分析を行った。その結果、目標としていたカルシウム硬度 5mg/l 以下、有機物 10mg/l 以下を達成していることが分かった(図10)。また、同時に循環後供給水用に設置したシステムについては、最も効率的な稼働時間の確認を行った。結果、5日目以降は、1日4時間以上の稼働で目標値を達成できることが分かった(図11)。

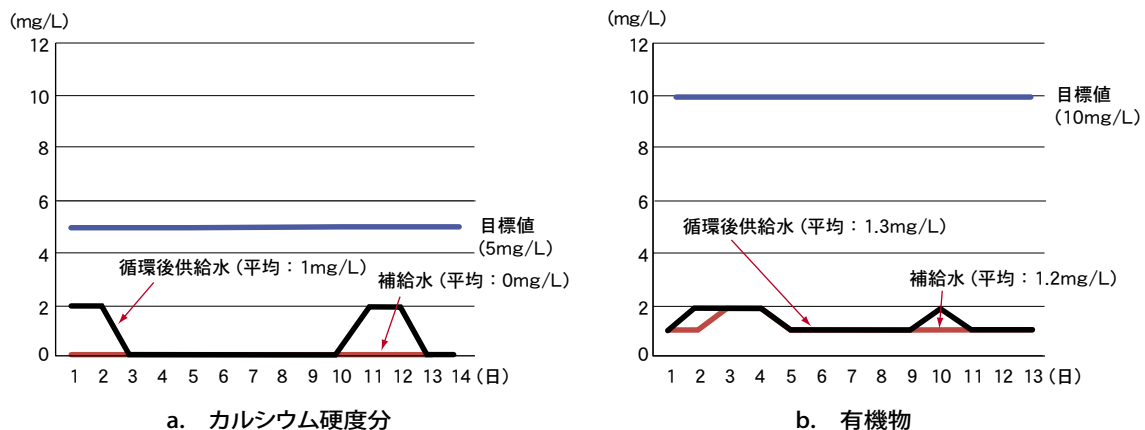


図10 水質モニター分析結果

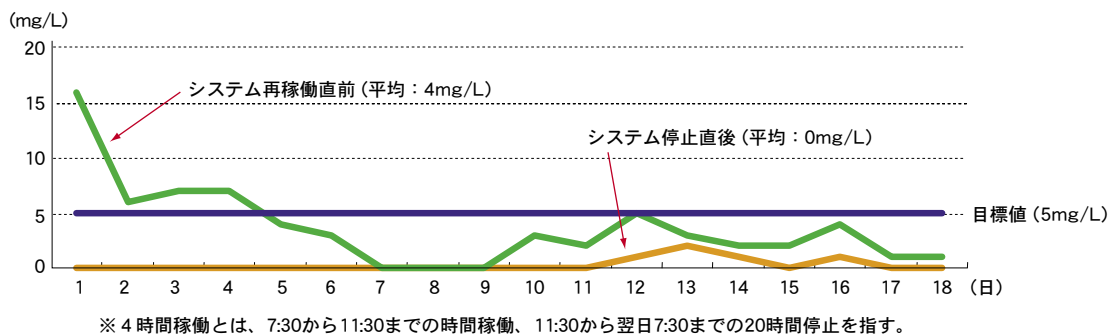


図11 浄水システムを4時間稼働した場合のカルシウム硬度分

### 3.6 水質改善による効果

今回のケースでは、浄水システムによる水質改善によって、冷却ノズルの詰まりを減少させることができた(図12)。その結果、金型清掃時間の削減、外部冷却スプレー時間の短縮等が実現し、当初の目的の通り、作業効率と生産性向上を図ることができた。また、これにより、水質改善が作業効率と生産性向上に重要な役割を果たしていることを確認することができた。



a. 改善前(10,000ショット後) b. 改善後(14,000ショット後)

図12 冷却ノズル詰まりの改善効果

## 4 おわりに

良質な水は、高品質な物作りに欠かせない。当社は、今回の水質分析をベースにしたソリューションシステムの開発をきっかけに、まずはインドネシアで、水質に悩んでいる多くの工場を対象として、取水の段階から、製造用水やそこで働く人々の生活用水の質を向上させるため、一貫した「給水環境システム」の構築を進めていく所存である。

また、水資源の枯渇が叫ばれている今、「消費する水」から「再利用する水」への取り組みが急務となっている。さらに、環境問題が重要視されている今、工場廃水による河川の汚染が問題になっている。大量の水を使用する工場において、当社の浄水技術を用いて水を再利用し、廃水をクリーン化できれば、時代の要請に応えることができると思う。発展途上国の人々に、安全で安心な水を提供することは、社会貢献の見地からしても、非常に価値あるものと考えます。急激な経済発展の影で、いずれ環境汚染が社会問題となるのは間違いない。今は、メーカーからの受注に対して、いかに効率よく増産体制を築くかに躍起となっている現地の工場も、顕在化する環境汚染問題に頭を抱える日は、そんなに遠くではないだろう。必ずや、当社の水質分析能力・浄水技術(水処理技術)の出番がやってくると考える。

### ■ 著者



田中 和英  
Kazuhide Tanaka  
コーポレートR&D本部  
新事業推進チーム