

(技術資料)

# 抗菌コート「KENI FINE<sup>®</sup>」の諸特性

漆原 亘\*・中山武典(工博)\*・山田貞子(工博)\*\*・山口英俊\*\*\*

\*技術開発本部・材料研究所 \*\*技術開発本部・化学環境研究所 \*\*\*アルミ・銅カンパニー・アルミ押出・加工品営業部

## Properties of the 「KENI FINE」 Antibacterial Metal Coating Technology

Wataru Urushihara・Dr. Takenori Nakayama・Dr. Sadako Yamada・Hidetoshi Yamaguchi

KENI FINE is a new antibacterial metal coating applicable to aluminum, titanium, stainless steel, etc. It has outstanding antibacterial, antifungal and antialgal properties, compared to conventional inorganic antibacterial materials. Furthermore, the durability of such properties have been confirmed in laboratory tests and field tests. KENI FINE coated materials are perfectly suited to medical, food hygienic facilities, etc.

まえがき = 近年、病原性大腸菌 O-157 による食中毒や MRSA (メシチリン耐性黄色ブドウ球菌) による院内感染などが大きな社会問題となり、食品・医療分野を中心に抗菌製品のニーズが強まっている<sup>1)</sup>。そのような社会情勢の中で、有機系・無機系にわたって各種抗菌処理や抗菌製品の開発が活発におこなわれている<sup>2)</sup>。有機系材料と比較すると、安全性、耐久性および抗菌効果の持続性が高いことから、昨今とくに無機系の抗菌材料への関心が高まっており、銀や銅、亜鉛など抗菌性を有する金属を表面に分散あるいは濃化させる処理を施した材料が数多く報告されている<sup>3)4)</sup>。

しかしながら、これら無機系抗菌材料の最大の問題点は、抗菌速効性に劣ることであり、また持続性も有機系よりは優れるが、不十分である<sup>5)</sup>。無機系材料の抗菌評価には、抗菌製品技術協議会自主規格であるフィルム密着法が現在広くおこなわれているが、無機系材料は同法で抗菌効果を発揮するまでに 24~48 時間を必要とするものが多い。抗菌製品がもちいられる実環境を考慮すると、さらに短時間にて効果を発揮できる、強い抗菌性が望まれる。

また近年、美観を損ねたり菌の温床となることから、かびや藻の生育を抑制する効果(いわゆる防かび性、防藻性)を有する材料のニーズも高まっているが、無機系抗菌材料は有機系とくらべて、それらの効果がきわめて小さく、現在報告されている防かびあるいは防藻材料の多くは有機系である<sup>6)</sup>。

筆者らはこれまで、無機系材料の抗菌性や防かび性を効果的に発揮させるためには、溶出イオンの選択とその溶出量を適正範囲に制御することが肝要であることを報告してきている<sup>7)</sup>。本稿では、このようなコンセプトから当社で独自に開発した抗菌コート「KENI FINE」について、各種特性を紹介する。

### 1. KENI FINE の特徴

KENI FINE は、アルミニウム、チタン、ステンレス鋼などの金属製品に抗菌性を付与することができる特殊合金めっき技術であり、以下のような特徴を有する。

- 1) きわめて優れた抗菌速効性
- 2) きわめて優れた防かび性、防藻性
- 3) それら効果の持続時間が長い
- 4) 暗所でも効果を発揮する
- 5) 高硬度で衝撃に強い
- 6) 安全性

これらの特徴については次章以降に詳細を記すが、とくに 1) 2) 3) は従来の無機系抗菌材料で不十分であり、また 3) 6) は従来の有機系抗菌/防かび材料、防かび剤で不十分であることが知られている。いずれの特性も兼備することが KENI FINE の最大の特徴であるといえる。

### 2. KENI FINE の抗菌性

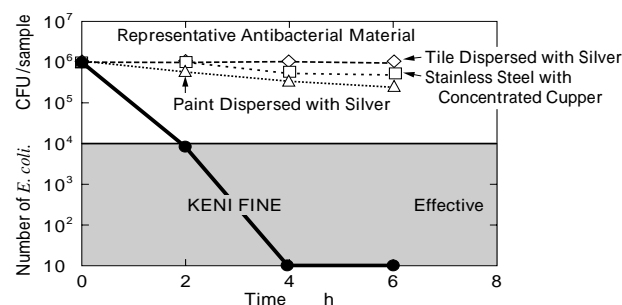
#### 2.1 ラボ試験

##### 2.1.1 試験方法

KENI FINE および代表的な無機系抗菌材料の抗菌速効性を評価するために、ラボ試験としてフィルム密着法をもちい、通常の評価より短時間での放置にて評価した。試験は、同法にしたがって、濃度を調整した大腸菌(IFO 13500)を各供試材に接種した後、フィルムで覆って 30 分で所定時間保持し、平板希釈法により生菌数を測定して評価した。

##### 2.1.2 試験結果

評価結果を第 1 図に示す。この方法では、初期菌数の 1% 未満に生菌数が減少すれば抗菌効果を有するとされ



第 1 図 KENI FINE の抗菌作用の実験室試験結果  
Fig. 1 Results of antibacterial laboratory tests of KENI FINE

るが、代表的な無機系抗菌材料では本試験のように6時間以下の短い時間では、菌数は減少するものの、1%未満に達せず、十分な抗菌効果はえられない。それに対し、KENI FINE では2時間後には抗菌効果ありとされる初期菌数の1%未満に減少し、4時間後にはほとんど死滅した。したがって、代表的な無機系抗菌材料よりも高い抗菌速効性を有することがわかる。

また KENI FINE のめっき膜厚は、第2図に示すように、生菌率に大きな影響を与えない。したがって、用途によってめっき膜厚を選択することが可能である。

また、第3図は(財)日本食品分析センターに依頼しておこなった KENI FINE の各種病原菌に対する試験結果を、参照材での結果と併せて示す(登録試験番号:第598070156-001号および第598070156-002号)。試験を実施したすべての病原菌が、6時間後にはほとんど死滅しており、菌種によらず高い抗菌速効性を発揮すると考えられる。

## 2.2 実環境での試験

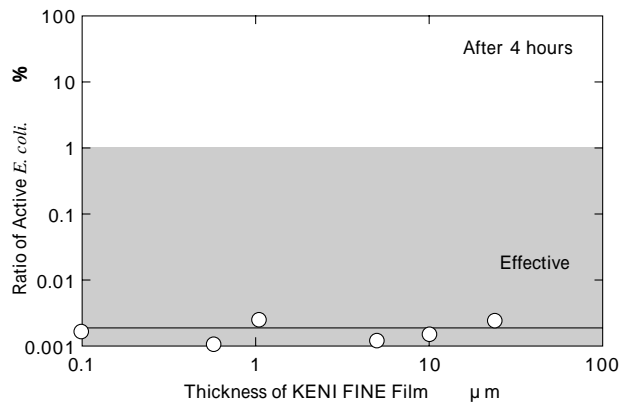
### 2.2.1 試験方法

ラボ試験は実環境とは桁違いに多数の菌の減少度を測定する試験であり、しかも密閉した湿環境下で試験をおこなうため、実環境での効果とは異なる可能性があると考えられる。そこで、実環境での抗菌効果を調べるために、屋内品(洗面台カウンター、食品トレー台など)に KENI FINE 板および代表的な無機系抗菌材料板を直接貼り付け、または処理を直接施して9カ月間のモニタリング試験をおこなった。2週間~1カ月の間隔で滅菌綿棒により、各板および現行製品の拭き取り試験をおこなって、標準寒天培地をもちいて平板希釈法により一般細菌数を計測した。

### 2.2.2 試験結果

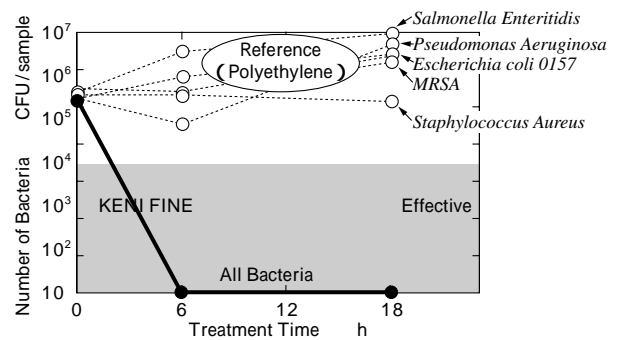
試験結果の一例として、洗面台カウンターでのモニタリング結果を第4図に示す。菌数はサンプリング季節、日、時間によって変動し、時折突発的に菌数が増加することがあることがわかる。したがって、モニタリングは長期にわたり多回数試験をおこなうのが望ましいことが示唆される。菌数の増加要因としては、季節要因、人為的要因が考えられるが、多数の部位でのモニタリング試験により、人為的要因の小さい部位ほど、季節変動が明確にあらわれ、夏場ほど菌数が増加することがわかった。また時折突発的な菌数の増加が確認できるが、このように菌が増殖した場合に感染症や食中毒の発生を引き起こす恐れがあると考えられる。そのため、抗菌材料においてはこれら突発的な菌の増殖を抑制することが重要である。

しかしながら代表的な無機系抗菌材料では、現行製品と同様に突発的な菌数の増加が認められた。その原因は、ラボ試験でわかったように、代表的な無機系抗菌材料は抗菌速効性に劣るため、抑制効果よりも菌の増殖スピードのほうが速いためであると推察できる。いっぽう KENI FINE は、突発的な菌数の増加を抑制しており、実環境でも高い抗菌速効性を示すことがわかる。また、第4図では約7カ月間抗菌効果が持続していることを示し



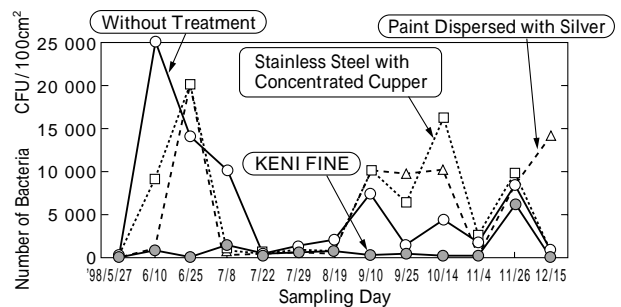
第2図 KENI FINE の抗菌性の膜厚依存性

Fig. 2 Dependence of thickness upon antibacterial property of KENI FINE



第3図 KENI FINE の病原菌に対する抗菌効果

Fig. 3 Antibacterial property of KENI FINE for several pathogen (Japan Food Research Laboratories Test No. 598070156-001, 598070156-002)



第4図 KENI FINE の洗面台カウンターでのモニタリング試験結果

Fig. 4 Results of field tests of KENI FINE on washstand

ているが、3年経過後も高い効果を有することを別途確認しており、速効性のみならず持続性にも優れることがわかっている。

## 3. KENI FINE の防かび性

### 3.1 試験方法

かびに対する生育阻害効果を調査するために、アスペルギルス・ニゲル(黒麹かび、IFO6341)などの胞子をPD培地に掻き取って培養液とし、KENI FINE および代表的な無機系抗菌材料に接種し、28で所定時間保持した。

### 3.2 試験結果

写真1に120時間経過後の各供試材の外観を示す。代表的な無機系抗菌材料では、48時間後にかびが生育し始め、120時間後ではかびにほぼ覆われてしまうが、KENI FINE ではかびの生育を大きく抑制することがで

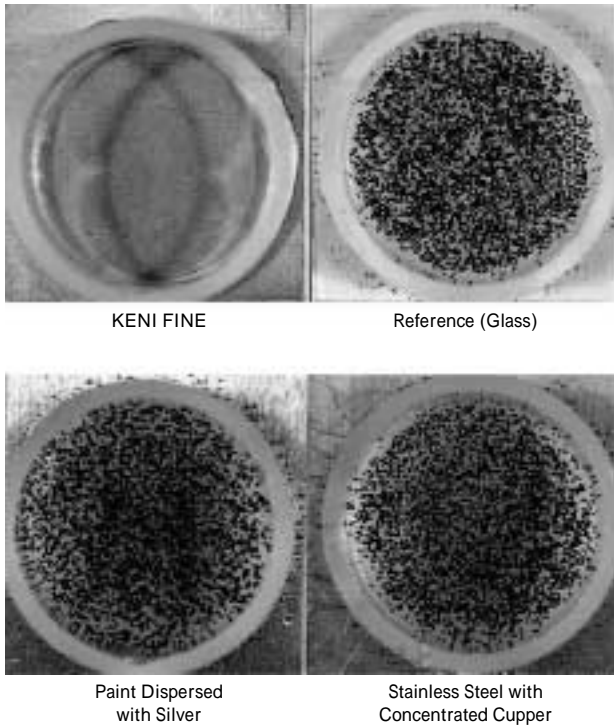


写真1 KENI FINE の防かび作用の実験室試験結果  
Photo 1 Results of antifungal laboratory tests of KENI FINE

きる。また、ペニシリウム・クリソゲナム(IFO4626), リゾプス・オリゼ(IFO31005), クラドスポリウム・クラドスポリオイデス(IFO6348), ケトミウム・グロボスム(IFO6347)などの各群のかびに対して KENI FINE は高い阻害効果を示した。

また、有機系防かび剤は速効性があるが持続性が不十分であることが知られているが、KENI FINE は菌のみならずかびに対しても長時間効果を有する。

#### 4. KENI FINE の防藻性

##### 4.1 ラボ試験

##### 4.1.1 試験方法

単細胞藻類に対する生育阻害効果を調査するために、濃度を調整したクロレラ 226 株を KENI FINE および代表的な無機系抗菌材料に接種し、25℃で明条件(300ルクス)12時間-暗条件12時間のサイクルで1週間保持した。その後クロロフィルを抽出し、遠心分離により菌体残渣を除き、上清について分光光度計により波長 600 nm の吸収を測定し、クロロフィルのみの標準曲線との比較によりクロレラの個体数を算出して評価した。

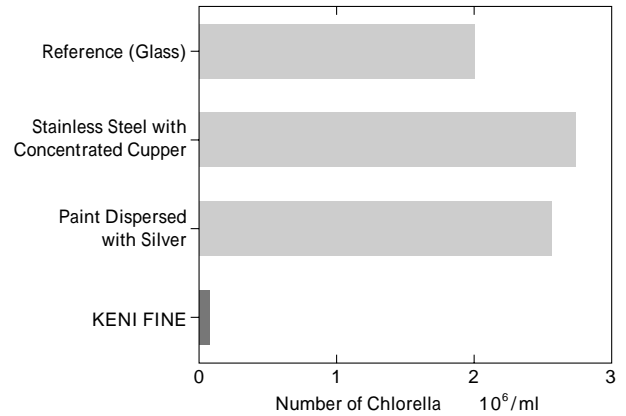
##### 4.1.2 試験結果

第5図に各供試材の1週間保持後のクロレラの個体数を示す。代表的な無機系抗菌材料では、ガラス板と同様にクロレラの生育をまったく阻害しない。いっぽう、KENI FINE ではクロレラの生育を大きく抑制することができる。

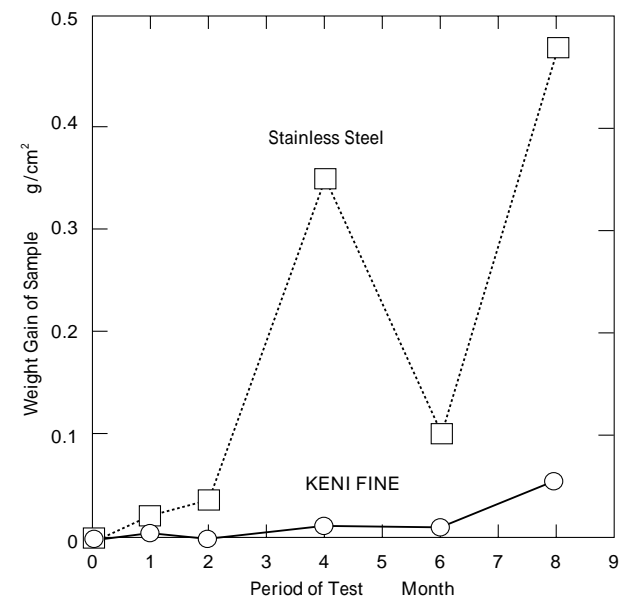
##### 4.2 実環境での試験

##### 4.2.1 試験方法

実環境での藻や貝類の付着・生育の阻害効果を調べるために、門司および加古川沿岸で KENI FINE 処理板およびステンレス鋼板を設置した。



第5図 KENI FINE の防藻作用の実験室試験結果  
Fig. 5 Results of antialgal laboratory tests of KENI FINE



第6図 KENI FINE の海水環境下でのモニタリング試験結果  
Fig. 6 Results of field tests of KENI FINE in sea water

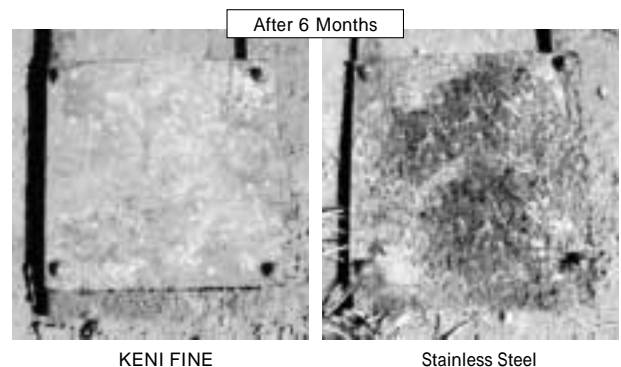


写真2 海水環境下のモニタリング試験後の試験板の外観  
Photo 2 Appearance of samples after field tests in sea water

##### 4.2.2 試験結果

第6図、写真2は設置板の重量変化と6カ月後の設置板の外観を示したものである。ステンレス鋼板と比較して KENI FINE 板は藻および貝類の付着・生育を抑制していることがわかる。ラボ試験で示したように、KENI FINE は単細胞藻類の生育を阻害し、付着を抑制する効果があるため、それを土壌とする大型の藻類や、餌とす

第1表 KENI FINE の急性毒性試験結果

Table 1 Results of acute toxicity tests of KENI FINE (Japan Food Research Laboratories Test No. 598070191 - 001)

	Mortality of Rats Taken Powderd KENI FINE Weighting 2 000mg/kg	
	After 1 Day	After 14 Days
Male	0%	0%
Female	0%	0%

る貝類の付着が少なくなったと考えられる。

## 5. 安全性

第1表, 第2表はそれぞれ, (財)日本食品分析センターに依頼しておこなった KENI FINE の急性経口毒性試験(登録試験番号: 第 598070191 - 001 号) 結果ならびに皮膚一次刺激性試験(登録試験番号: 第 598070157 - 001 号) 結果である。いずれの試験においても, KENI FINE は安全性に問題がないという評価結果であった。

## 6. 適用例

KENI FINE の適用例を写真3に示す。a) はステンレス鋼製ドアノブに処理を施したもの, b) はアルミニウム製手すりに処理を施したもの, c) はステンレス鋼板に処理後, プレス成形を施したものである。KENI FINE はアルミ, チタン, ステンレス鋼を始め, 各種の金属/合金に密着性よく処理を施すことができ, また処理後の加工成形も可能である。

むすび=当社で開発した抗菌コート KENI FINE について, 各種特性を紹介した。抗菌性, 防かび性を有する材料は医療・福祉関連施設, 食品・衛生関連施設などで, 防藻性を有する材料は水路や船舶などで, 今後いずれもニーズが高まっていくものと思われる。以上に記したように, KENI FINE はそれらの特性の速効性および持続性を兼備し, かつ安全性も高い, 新しい表面処理である。今後はさらに多くの環境での, またさらに長時間の使用実績データなどを蓄積して, その信頼性を確認していきたい。

### 参考文献

- 1) 弓削 治ほか: 抗菌のすべて / I 実際編 (1997), p.29 繊維社
- 2) 富岡敏一: 防菌防黴, Vol.27, No.10 (1999) p.641 .
- 3) 山本則幸ほか: 防菌防黴, Vol.26, No.10 (1998) p.581 .
- 4) 西野敦ほか: 抗菌剤の科学, (1997), p.12, 工業調査会 .
- 5) 安永龍哉: 金属, Vol.67, No.10 (1997) p.66 .
- 6) 原川健: 高分子, Vol.49, No.3 (2000)p.133 .
- 7) 漆原亘ほか: 日本金属学会 1999 年春期大会講演概要, (1999) p.118 .

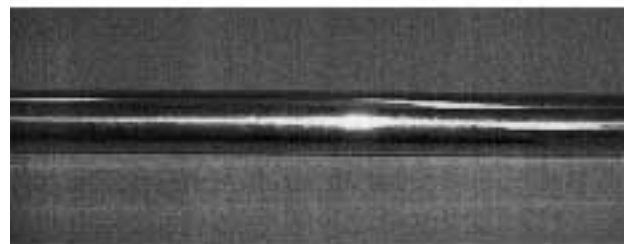
第2表 KENI FINE の皮膚一次刺激性試験結果

Table 2 Results of skin irritation tests of KENI FINE (Japan Food Research Laboratories Test No. 598070157 - 001)

	Ratio of Irritated Rabbits after Sticking KENI FINE Film for 4 hours	
	After 1 Day	After 3 Days
Parts of Flawless	0%	0%
Parts of Flaw	0%	0%



a) Knobs made of stainless steel



b) Handrail made of aluminum



c) Stainless steel press-formed after KENI FINE coating

写真3 KENI FINE の適用例

Photo 3 Examples of application of KENI FINE