

水溶性切削油剤の上手な使い方

クーラントは生きている

水溶性切削油剤(以下水切と略)は大量の水で希釈して使用します。この希釈液を通常クーラントと称していますが、クーラントは使い方を誤るとすぐに劣化し、腐敗臭、液の分離、さびの発生、切削性能の低下など、いろいろな問題が発生します。クーラントの寿命(耐久性)が更液に始まり更液に終わると考えると、この間のインターバル、コスト、トラブルなどは液の管理一つで全く異なるものになります。言い換えれば、生産品質の向上、ランニングコストの低減、能率の向上にとって、クーラントの上手な管理は重要な因子と言えます。

このため、少しでもお役に立てればと考え、クーラントを上手に使うまでの更液手順、新液チャージの注意事項、連休時の対策を含めた使用液の日常管理等、クーラント管理上のノウハウをご紹介いたします。

1. 更液手順

クーラントの寿命は適切な更液が実施されたか否かによって、大きな差異が生じます。

表1はその一例を示したものであり、更液の手順を省略するとクーラント寿命は著しく低下します。表中の菌(微生物)の成長速度はクーラント寿命と逆比例の関係にあり、更液手順はAが適しています。

また、表2は更液時の残留クーラントが菌の繁殖に及ぼす影響を調べたものですが、この結果からも、更液手順を疎かにしてはならないことが分かります。

2. 新液チャージの注意事項

更液作業の最後に、新液をチャージすることになりますが、新液チャージにおける注意として、次の事柄があります。

- ①水を入れてから、原液を投入する。
- ②速やかに攪拌し、均一にする(図1)。
- ③推奨濃度を守る。
- ④チャージ直後の濃度は高めにする。
- ⑤適切な希釈水を使用する。

①および②項はエマルション、マイクロエマルショントイプを使用する場合に、十分に注意しなければなりません。油剤には被乳化剤(水に溶けない成分)が多く含まれていますので、希釈手順を誤ったり、原液を投入後速やかに攪拌が行われなかった場合、安定なエマルションが調整されず、分離・乳化不良などの不具合を生じることがあるからです(図2)。

③および④項は全てのタイプのクーラントに共通する事柄です。クーラントの濃度は次ページ図3に示すように諸性能と深い関係があり、特に、耐腐敗性、さび止め性等に大きく影響します。

クーラントの有効成分は僅か数%であり、この微量の成分で潤滑作用を發揮させるとともに腐敗や錆を抑制しなければなりませんので、推奨濃度を守り、これを維持することが肝要です。推奨濃度以下のクーラントは、満足な性能が発揮されないばかりか、トラブルを作っていると言えます。

表1 更液方法とクーラント寿命との関係

更 液 手 順		バケリアの成長速度(X)	クーラント寿命(L)
A	Drain → Clean → Rinse → Recharge	X	L
B	Drain → Clean → → → → Recharge	2 X	L / 2
C	Drain → → → → Rinse → Recharge	10 X	L / 10
D	Drain → → → → → → → → Recharge	20 X	L / 20

(1. 加工・・・鉄のプローチ加工) Drain : 劣化液の抜き取り

(2. タンク容量・・・760L) Clean : 加工ライン(機械回り、タンク等)の切り屑、油分等の除去

Rinse : 加工ラインの殺菌、洗浄

Recharge : 新液チャージ

表2 残留クーラント率と菌の繁殖との関係

油 剂	希釈倍率 (倍)	残留クーラント量(%)						
		0	1	2	5	7	10	15
エマルション	30	—	—	—	—	+	+	+
	50	—	—	—	+	+	+	+
ソリューション	50	—	—	—	—	—	+	+
	70	—	—	—	—	—	+	+

— 菌の生育なし + 菌の生育認める

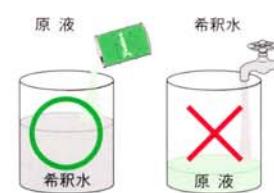
更液手順Dの場合の
推定残留クーラント量

タンク内、ピット、浄化装置など
5~10% (全クーラント量の)
切屑の堆積が多い場合
15~20% (全クーラント量の)

残留クーラント量
ゼロが望ましい
腐敗だけでなく、液の安定性
不良等の原因になるため

1. 希釈水の中に原液を投入する。

逆にするとゲル化して溶解困難になる。

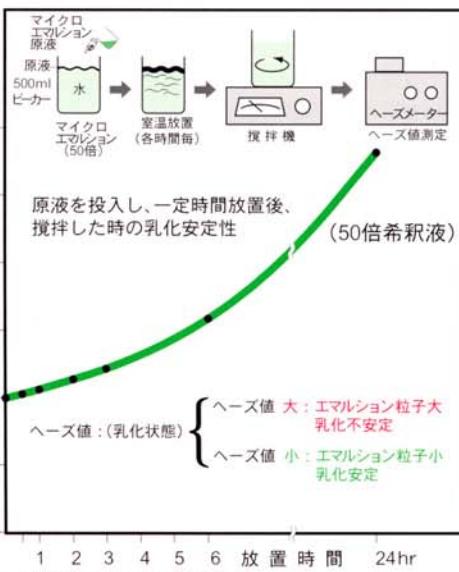


2. 原液を投入したら、必ず攪拌する。

比重が1以上の原液は
水に沈むので、徐々に
投入する。



図1 希釈方法



④項には二つの理由があり、一つは、新液をチャージした直後のクーラントは、カルシウム石けんの生成や切り屑への成分の吸着による組成変動が大きいためです。二つ目は、更液直後のクーラントは、表2に示すように残留クーラントの影響を受けるためです。このため、新液をチャージした直後の濃度は高めにすることが大切になります。

⑤項に関しては、クーラントの大部分が希釀水であり、水質の良否がクーラントの寿命や性能に大きな影響を与えるからです。希釀水として好ましい水質の範囲を、図4に示しますが、図4の良の範囲に入らない場合の調整として、表中に示した対策方法があります。

なお、現状においては硬度以外の水質改善はほとんど行われていませんが、水質が更に悪くなったり、ランニングコストの低減や環境問題への対応が厳しくなり、より一層の長寿命化が要求されるようになれば、油剤の改善ばかりでなく、希釀水の改善も必要になるでしょう。

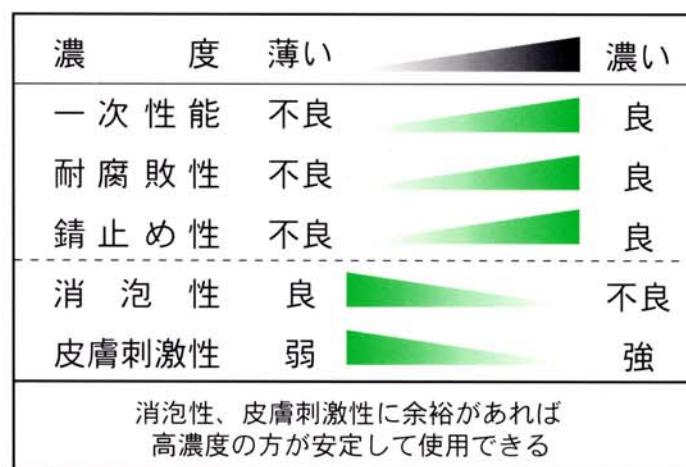


図3 濃度と諸性能との関係

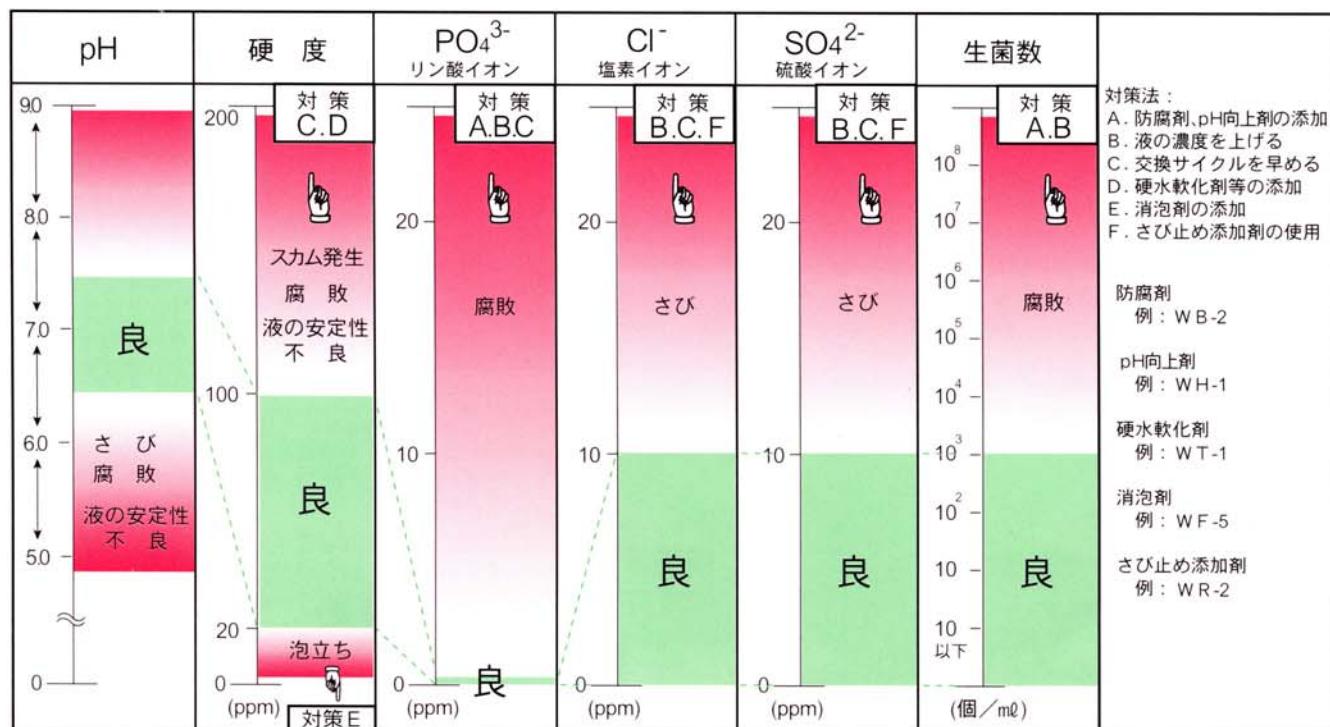


図4 希釀水の性状

3. 日常でのクーラントの管理

クーラントの寿命を延ばすには、更液手順や新液チャージに当たって十分な配慮が必要であることを述べましたが、使用していく上での日常の管理も大切です。適切な管理を行い、液の劣化を早期に予知し、対策しなければ、遅れれば遅れるほど、その対策に費やされる労力や費用を押し上げる結果になります。

ここでは、クーラントの劣化を抑制するための日常の管理ポイントを述べます。

(3-1) 補給方法

日常の管理で欠かせないのが補給です。補給に際し、次のことに留意しなければなりません。
①水だけの補給はしないで、必ず原液とともに。
②濃度変動を少なくするために、補給濃度は一定に、特に低い濃度にしないで下さい。(図5)

濃度が低すぎますと、耐腐敗性が著しく低下し腐敗し易くなります。一旦、クーラントが腐敗しますと、元に戻らないことを認識し、腐敗させないように上記の事柄を守り、常に推奨濃度以上に保つことが肝要です。

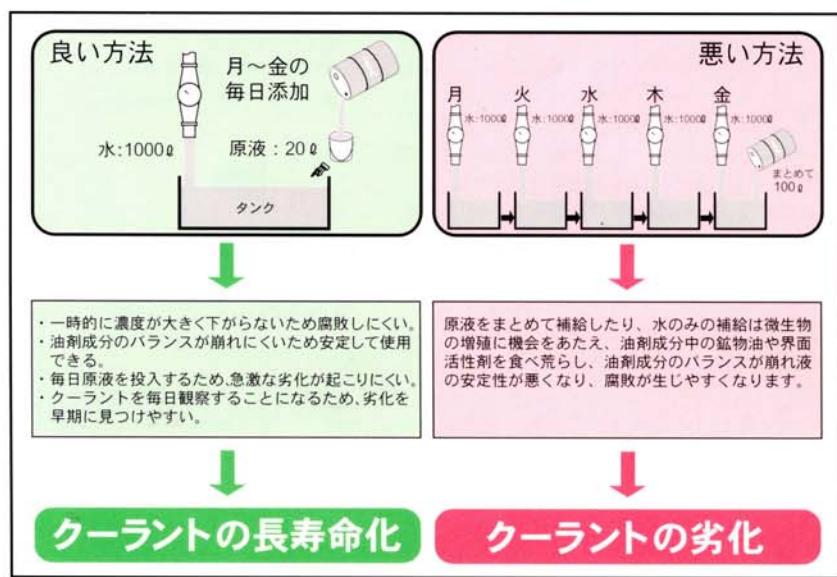


図5 補給方法

(3-2) コンタミの除去

コンタミの主な物は切り屑と混入油です。

①切り屑

切り屑はクーラントの腐敗・劣化を著しく促進し、その程度は表3に示すように種類や大きさにより異なります。

クーラント寿命を延ばすには、発生した切り屑を効率よく除去する必要があります。除去効率を考えると、ろ過装置を設置することが望ましく、除去効率の良い集中タンクでは、寿命が3年を越えることもあります。

②混入油

クーラントに混入する油分としては、潤滑油、作動油、さび止め油などがあり、クーラントの腐敗、分離、濃度低下等の原因になります(図6、7)。

前洗浄や漏洩対策を行い混入を防止することが望ましいですが、避けられない場合は、抗乳化性(混入油分の分離性)の優れたクーラントを使用して混入油を分離させ、除去装置で早期に除く配慮が必要です。

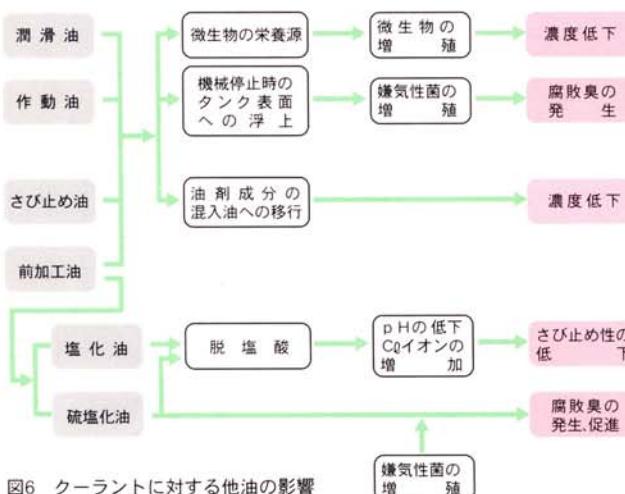
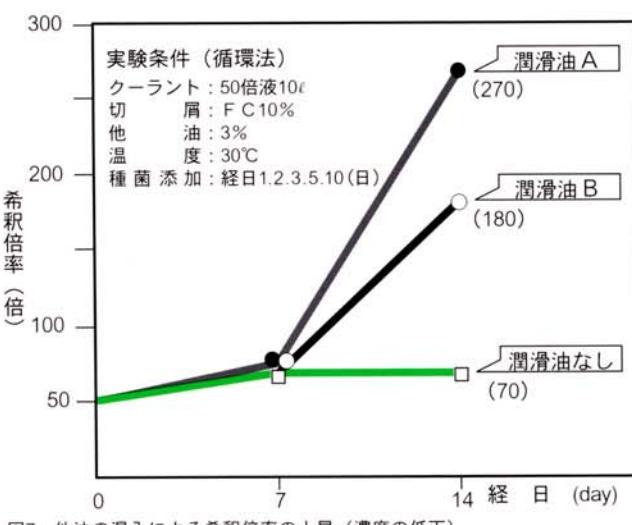


表3 切り屑による油剤の劣化傾向

項目 影響度合	切屑の種類	切屑の大きさ	切屑の量
大	鉄 鋼	細かい	多 い
影響	鉄 鋼	粗 い	少 ない
小	非 鉄 (アルミニウム)		



(3-3) 使用液の性状管理

液の劣化を抑制するには、コンタミの除去以外に、使用液自体の性状管理が必要です。表4の項目を把握し、常に管理目標値を維持することが大切です。特に希釈倍率(濃度)、pH値は重要な因子です。

①濃度(希釈倍率)

クーラントのトラブルは、濃度が低いことに起因する場合が多くあります。濃度が低いとさびが発生し易くなるばかりでなく、図8のように菌が繁殖し易く、腐敗の原因になります。液が腐敗すると、クーラント中の成分が分解され、更に濃度の低下をきたし腐敗臭の発生、液の分離、一次性能の低下等を誘発し、トラブルの拡大に結びついていきます。

濃度は推奨濃度以上に保つことが大切で、使用期間が長くなるに従い、初期濃度よりも徐々に高くすることが肝要です。その理由は菌の増加と共に、クーラント中に塩素イオン、硫酸イオンの陰イオンが混入、蓄積し、さび止め性が低下するためです(表5)。

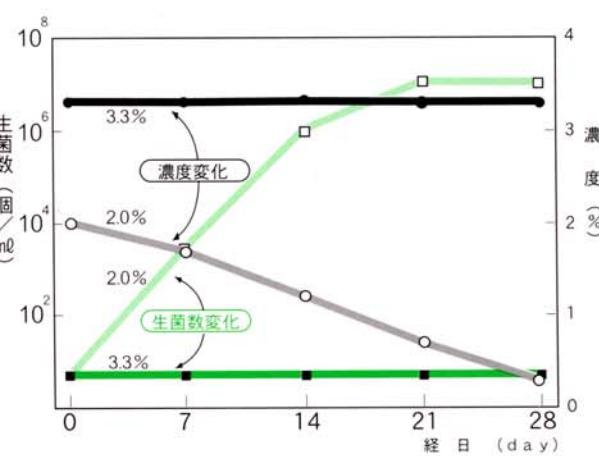
表5 隣イオン濃度とさび止め性との関係

希釈水 倍率	塩素イオン濃度 ppm					硫酸イオン濃度 ppm				
	50	200	400	600	800	50	500	1000	1500	2000
エマルション	20	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○
	30	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	○
	40	◎	◎	◎	◎	△	○	○	○	○
	50	◎	○	○	△	×	○	○	△	×
ソリューション	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	30	○	○	○	○	△	○	○	△	△
	40	○	○	△	△	△	○	○	△	×
	50	○	○	△	×	×	○	○	△	×

◎: さび発生なし ○: 数点さび発生 △: 十数点さび発生
 ×: 約1/3面さび発生 xx: 約1/2面以上さび発生

表4 一般的な使用液の性状管理

項目	測定目的	管理目標と調整例
外観	液汚れの程度、変質の有無	著しい変化がない
臭気	腐敗の判定	腐敗臭がない
濃度(希釈倍率)	一次、二次性能の判定	推奨倍率の±20%
pH	変質の判定	9.0以上(pH向上剤の添加)
他油混入率	劣化の注意信号	0.5%以下(混入防止と除去)
さび止め性	さび止め性、劣化の判定	(例) 鋼物切屑法で3時間さびなし(さび止め添加剤、pH向上剤の添加)
生菌数	腐敗の判定	1×10 ³ 個/ml以下 (さび止め添加剤、pH向上剤の添加)
原液、希釈水の補給量	液濃度の推定	-
潤滑油、作動油の補給	潤滑油、作動油の混入量推定	-



② pH

クーラントのpH値は図9に示す原因で低下します。その原因の一つである大気中の炭酸ガスの溶解による影響について、pHの低下とさび止め性との関係を表6に示します。

pH値が低下すると、さびが発生しやすくなるばかりでなく、図10に示すように菌が繁殖しやすく、腐敗に結びつけます。腐敗すると、前述したようにクーラント中の成分が分解され、濃度の低下とpHの低下を引き起こし、更なる腐敗を促し、各種のトラブルを誘発させます。

このため、pH値の日常管理は不可欠であり図10から9.0以上に保つことが重要です。

表6 大気中の炭酸ガスの影響

項目 油剤	新液時の性状						24時間空気を吹き込んだ後の性状							
	pH	さび止め性 (hr)	1	2	3	6	24	pH	さび止め性 (hr)	1	2	3	6	24
エマルジョン型油剤 (×50)	9.7	◎ ◎ ◎ ◎ ○						8.7	◎ ◎ △ × XX					
ソリューション型油剤 (×70)	9.6	◎ ◎ ◎ ◎ ○						9.2	◎ ◎ ◎ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○					

◎: さび発生なし ○: 数点さび発生 △: 十数点さび発生
×: 約1/3面さび発生 XX: 約1/2面以上さび発生

なお、問題点（濃度やpHの低下、腐敗）の発生から対策までの時間の長短が、クーラントの寿命や不良品の発生などに大きく関係します。また、一旦こじらせますと、病氣と同じでなかなか回復しにくいです。弊社では、これらの性状をタンクサイドで測定し直ちに対策が取れるようにするために、測定用の分析キットを商品化していますので、ご利用下さい。

(3-4) 連休対策

機械が長期に停止すると菌の繁殖を促し、液が腐敗し易くなります。特に、夏期は菌の繁殖しやすい液温（図11）になるので注意が必要です。対策として、予め防腐剤を添加し腐敗菌を減少させ、pH向上剤と原液を添加してpHと濃度調整を実施する方法があります。実施に当っては、これらの添加剤は高価ですので、あらかじめ液の補給を止め、クーラント量の少ない状態にして添加すると、少量の添加で済ませることができます。

なお、防腐剤の添加量は最低有効濃度を守ることが必要です。この濃度を守らないと、菌の薬剤耐性が強くなりますので、繰り返し使用したときの防腐剤の添加効果は徐々に弱くなってしまいます（図12）。また、従来行われていたエアーレーションは前述したように、炭酸ガスの溶解を促進させてpHを低下させるとともに、好気性菌の繁殖により腐敗を促す場合もあり得ません。

4. 終わりに

水切におけるクーラント中の有効成分は数%であり、この少量の成分で各種の性能を発揮させなければなりません。このことを考えますと、不水に比較し、非常に厳しい使用条件にあると言えます。

このように厳しい条件で使用されているクーラントは、メンテナンスを疎かにしますと、その性能を維持させることが非常に難しく、また、一旦劣化、腐敗させますと、元に戻すために、多大な労力と費用が必要になります。このためクーラントは日常のメンテナンスが不可欠で、生き物を扱うのと同じような慎重さが要求されます。まさに、“クーラントは生きている”と言っても過言ではないと思います。このようなクーラントに対し本稿が寿命の延長やトラブルの減少の一助となれば幸いです。



図9 pHの低下要因

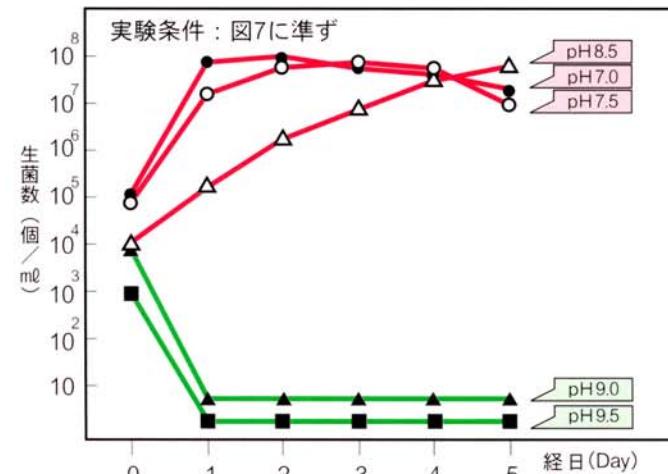


図10 pHと生菌数との関係

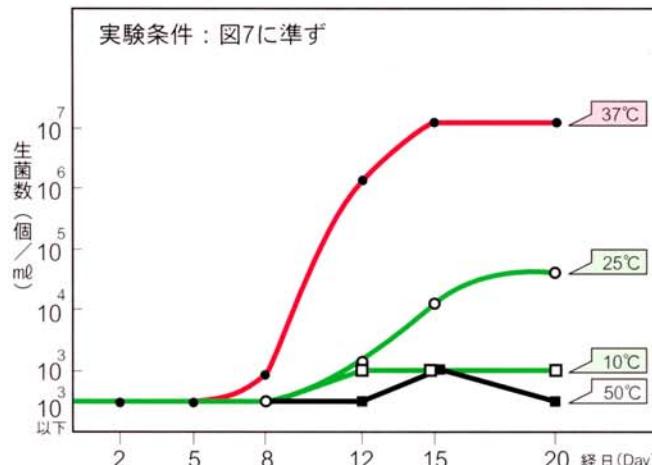


図11 菌の繁殖と温度との関係

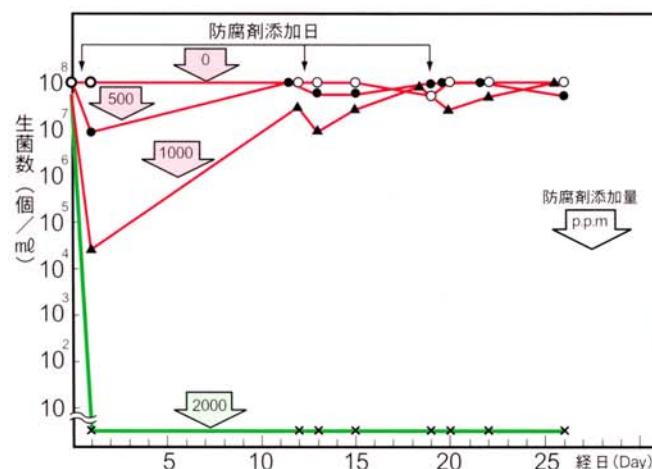


図12 腐敗したクーラントに防腐剤を添加したときの菌の繁殖