

# 気軽に読める「微生物の小話講座」

## (その14 高専生活10年&微生物との付き合い 中編)

旭川工業高等専門学校 物質化学工学科 富 横 嶽



### ◆はじめに

2016年が半分以上過ぎ、小生は1月に還暦を迎えてしました。28歳から北海道で生活を始めましたので、人生の半分以上を北の大地で過ごしていることになります。木材研究との出会いは30歳でした(林産試験場林産化学部木材保存科採用)。今年で、まさに人生の半分の時間に当たります。そして、研究テーマとしての微生物との出会いは1982年の大学院入学時の26歳でした。その時の微生物はサロベツ産のピートモスに住んでいる細菌たちでしたから、北海道に縁があったようです。1986年に林産試験場に採用されてからはキノコを含むカビたちとの付き合いが始まりました。住宅床下の木材腐朽菌(キノコ)退治、高気密・高断熱住宅内のカビ調査、食用キノコの栽培・病害対策を学ぶ機会を与えていただきました。林産試験場勤務で得た知識と体験が、その後の高専生の研究指導を支えています。日々、感謝です。

### ◆卒業研究テーマ・特別研究テーマ（その2）のつづき

もう少し、ツチアオカビ(トリコデルマ)の生菌を使用した「木製土木資材の地際部分の腐朽遅延を狙った固定化トリコデルマの利用技術の開発」(本講座の「その13」(2015年11月号))の解説をさせてください。前編の締めで、①キノコとの喧嘩に強いツチアオカビの菌株選抜の大切さを叫び、②ツチアオカビが木材にチョッカイを出すことの可能性の調査の必要性を訴え(ツチアオカビはセルラーゼを持っており、木材成分のセルロースを多少分解する？), ③何故ゆえにトリコデルマの担体として木炭(木炭粉)が望ましいかを追求したいとつぶやきました。

釧路高専の機械工学科 高橋 剛先生の協力も得てツチアオカビがシラカンバ材をかじるか否か、そしてかじられた後のシラカンバ材の質量減少率と軸圧縮強度変化を測定することにしました。80°Cで間欠殺菌した4×5×15mmのシラカンバ木片を3種類のツチアオカビに25°Cで12週間暴露することで質量減少率を求め、その後に軸方向の圧縮強度を測定しました(暴露

の様子は写真1参照)。シラカンバ木片のサンプル数は各試験区とも9です。



写真1.

ツチアオカビに25°C・12週間暴露のシラカンバ木片の様子  
(左からコントロール区, ANCT-05013区, ANCT-05103区, NBRC 33016区)

得られた結果を表1に示します。コントロール区では殺菌した木片を培地のみを入れた培養瓶の中で12週間保持しました。ANCT-05013とANCT-05103はキノコとの喧嘩に強いツチアオカビとして選びぬいた2種類(イラスト1：愛別町出身)です。NBRC 33016は市販のツチアオカビ(帯広市出身)です。コントロール区の質量減少率0.5%は80°Cの殺菌時に生じたものです。ツチアオカビに暴露した木片にもこの0.5%が含まれますから、彼らがかじった正味の質量減少率は0.7~2.0%になります。僅かですが、キノコの食害から守るガードマンであるツチアオカビも木材に手を出すことが分かりました。しかし、ここにキノコが同席していたら、ツチアオカビは木材を無視してキノコを食べます。好きなものから食べつくすカタボライト抑制です(イラスト2)。好物がなく腹ペコ状態だと木材を狙います。

シラカンバ木片の軸圧縮強度の最大応力は、ツチアオカビに暴露することで6~11%減少しました。僅かですが、強度が減少することになります。しかし、皆さん安心してください！…ANCT-05103では統計的な有為差はありません。減少率は測定誤差の

表1 ツチアオカビに25°C・12週間暴露したシラカンバ木片の変化

測定値	質量減少率 (%)	軸圧縮強度 最大応力 (MPa)	ヤング率 (GPa)
試験区			
コントロール区	0.5	60.4	1.87
ANCT-05013区	1.2**	53.8*	1.60
ANCT-05103区	1.2**	55.3	1.70
NBRC 33016区	2.5**	56.5	1.68

注: \* コントロール区に対して5%の危険率で有意差あり,  
\*\* コントロール区に対して1%の危険率で有意差あり



イラスト1. 見かけは似ていても攻撃性が異なる

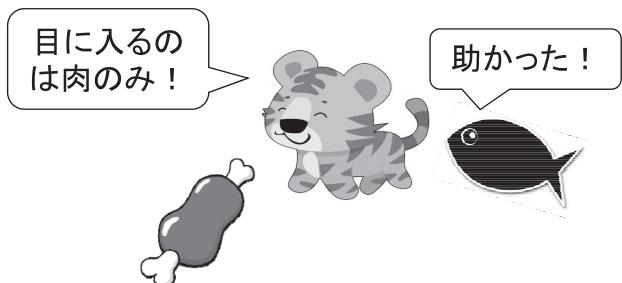


イラスト2. カタボライト抑制：好物のみが目に入る

範囲で収まっています。

次は、ツチアオカビが住むマイホームの影響です。他の微生物がいない方が望ましい住まいとなりますから、無菌状態が期待できる熱処物に注目し、林産試開発製品のベイクウッドと木炭(市販の土壤改良材用木炭粉)の2種類を彼らのマイホームとして用意しました。ベイクウッドと木炭の大きな違いはpHです。ベイクウッドは4強(酸性)、木炭は9強(アルカリ性)です。キノコを含むカビたちは、一般的に酸性を好み、アルカリ性を嫌います。ツチアオカビも同様です。しかし、多くの種類の木材腐朽菌と戦う能力は木炭に固定したツチアオカビ、ANCT-05013またはANCT-05103の木炭固定化トリコデルマが優れるのです。この原因として、直感的には木炭のアルカリ性

が木材腐朽菌を攻撃することが考えられます。そこで論より証拠です、暴露試験を行って確かめてみました。

その結果、木炭もベイクウッドも単独では木材防腐性能を持っていないことが分かりました。喧嘩に強いANCT-05013またはANCT-05103の各単独では、種々の種類の木材腐朽菌に勝てないものの、彼らは木炭のマイホームを手に入れることで木材腐朽菌に対する攻撃力をアップできるのです。この理由はまだ分かりませんが、木炭のpHがツチアオカビを刺激しているためと考えられます(イラスト3)。アルカリ性の居心地の悪いマイホームを持つことで、ツチアオカビが働き者になるようです(イラスト4)。木炭のpH=9が、彼らの活性を上げるとの説が一部にあります…その証明は今後の課題です。

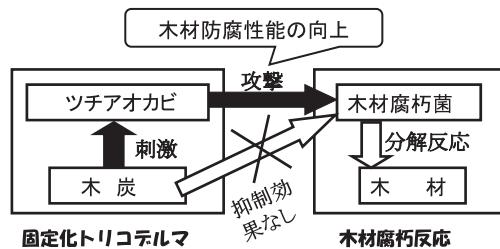


イラスト3. 固定化トリコデルマの「木材防腐性能」における木炭の働き

注: 木炭単独での木材保存性能なし。しかし、ツチアオカビに刺激を与えて固定化トリコデルマの木材保存性能を高めていることが推察できる。



イラスト4. 悪妻は社会的な夫を育てる？

#### ◆卒業研究テーマ・特別研究テーマ（その3）

歴史に名前を残した美女の一人であるクレオパトラは、好んでダマスクローズを浮かべた風呂に入つたと言い伝えられています(イラスト5)。その狙いは、バラの精油によるアロマテラピーか？それとも彼氏を引きつける香水代わりにバラの香りを利用

か？ともいわれます。しかし、もしかしたら浴室に発生するクロカビ退治かも？とも考えられます。精油は、植物たちが外敵から身を守る武器であることを本講座の「その8 オビスギ材の精油で微生物をいじめる」(2011年2月号)で解説しました(イラスト6)。

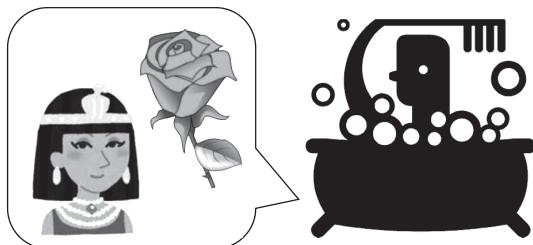


イラスト5. バラをこよなく愛したクレオパトラ



イラスト6. 植物は精油で外敵から身を守る

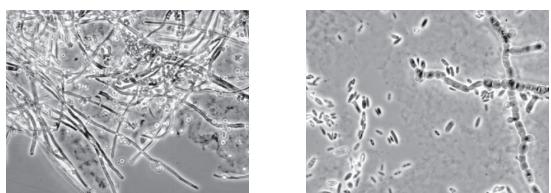
ご存じの様に、浴室を始めとする住宅の水周りには黒いカビたちが出現します。そのカビの内訳は、クロカビと黒色酵母などの黒色真菌です(写真2)。クロカビは「クラドスボリウム属菌」で、前報告で登場した空中浮遊カビの主役です。黒色酵母は俗名であり、「オーレオバシデウム属菌」のカビです。数は少ないですが、クロカビと同様に空中を舞っています。これらは住宅の隙間や窓から侵入し、浴室などに勝手に住み付くと考えられます。その結果、浴室などが黒く汚れてしまい、次亜塩素酸ナトリウムを主成分とするカビ取り剤が活躍することになります。少し昔の話ですが、このカビ取り剤とトイレ掃除用の塩酸系薬剤を混合してカビ退治をしたことで、浴室内に塩素が発生・充満して尊い人命が失われています。

もしも、バラの精油で黒色真菌を退治できたら、若しくは彼らの成長を妨害できたらクレイパトラ様様です。そこで、市販のローズ油(ダマスクローズの精油、写真3)を購入して効果のほどを確かめました。ローズ油の性能評価方法としては、本講座の「その

8」に示した手法で、カビを培養する培地にローズ油などを混ぜし、クロカビや黒色酵母が成長できなくなる最低濃度(MIC)を求めるものです(イラスト7)。このMICの値が小さいほど、抗カビ性能が優れることになります。その結果、6菌株の黒色真菌に対し、 $MIC = 0.1\%$ となりました。一方、次亜塩素酸ナトリウムを成分とする市販の抗カビ剤では $MIC = 0.08 \sim 0.4\%$ で、両者の性能に殆ど差がないことが分かりました。クレオパトラ流のオシャレなカビ退治術です。

ローズ油とエタノール(写真3)を組み合わせた場合、例えはエタノール5%(ビール程度のアルコール濃度)だと、ローズ油のMICは0.025%まで下がり、抗カビ性能が大きくアップします。もちろん、エタノール5%のみでは抗カビ効果は期待できません。「アベノミックス」ならぬ「ローズ&アルコールミックス」の力です。

さらにローズ油に含まれる抗カビ成分を追求すると、モノテルペノイドのガラニオールとネロールに行きつきました(イラスト8：バラの香りの成分)。一方、これらの成分はローズ油の1割強程度を占めるに過ぎないので、その他8割強の成分は何をしているのでしょうか。とても気になり、その研究を始めています。



クロカビ 黒色酵母

写真2. 浴室など水回りに出現する黒色真菌(位相差顕微鏡写真)

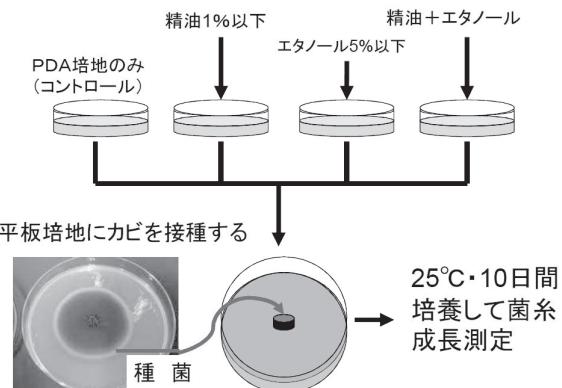


イラスト7. 抗カビ性能の測定方法



写真3. ローズ油 (25mℓ入: 左)と  
補助剤に使ったエタノール500mℓ入

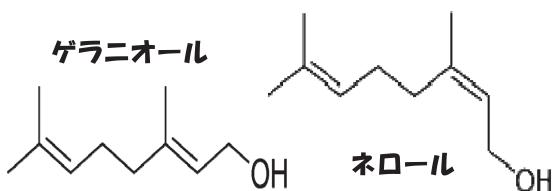


イラスト8. ローズ油の主要な抗カビ成分2種類

#### ◆卒業研究テーマ・特別研究テーマ（その4）

旭川市の隣に位置する当麻町はバラの産地です。年間、100万本ものバラ生産を達成していると聞きます。そのバラからローズ油を回収できれば、地域の特産品になるかも知れないとthoughtいました。さらに勝手なストーリーを展開し、すでに北海道の特産品となっている富良野地域のラベンダー油やオホーツク地域のハッカ油にも黒色真菌を退治する能力があるのではないかと期待し、ローズ油に続く二匹目のドジョウを探すことにしました。

抗カビ性能の評価はローズ油の場合と同様の方法を用いました。まずラベンダー油の場合です。6菌株の黒色真菌に対し、MIC>0.5%でした。ローズ油よりその性能は劣ります。ラベンダー&アルコールミックスの場合、エタノール5%でラベンダー油のMIC=0.1%，エタノール3%で同MIC=0.3%，エタノール1%で同MIC=0.5%となりました。次亜塩素酸ナトリウムを成分とする市販の抗カビ剤に対抗可能となる値です。富良野地域ではラベンダーを水蒸気蒸留して精油を回収した後、副生するフローラル蒸留水(写真4)も入浴剤などとして季節限定販売しています。ラベンダーの香りがするやや酸性の水です(富樫研究室の測定ではpH≈4, 精油成分0.02%未満)。このフローラル蒸留水も抗カビ性能の存在が確認されました。

次にハッカ油の結果です。ラベンダー油と同様にMIC≈0.5%でした。ローズ油よりその性能は劣りますが、魅力ある結果です。ところで、ラベンダー油とローズ油のMIC値が似ているのは、何故だろうと考え、文献を調査しました。そして、抗カビ性能を調べて分かったことは、両精油の主要な抗カビ成分がモノテルペノイドの*l*-メントール(イラスト9)だったので。ラベンダーとハッカの香りは異なることから、まったく別物が入っていると思い込んでいました。しかし、共通した成分が少なくとも一つ入っていたのです。



写真4. ラベンダー油 (25mℓ入: 左)と  
そのフローラル蒸留水 (500mℓ入)

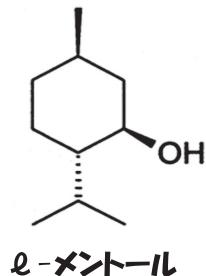


イラスト9. ラベンダー油&ハッカ油に含まれる  
共通の抗カビ成分

#### ◆おわりに

今回の原稿は後編の予定でした。しかし、卒業研究テーマ・特別研究テーマ(その2)に関わるその後の研究成果の紹介に熱意が入り、スペースを取ってしまいました。そこで今回は中編に変更し、次回を後編として閉めます。マイナス20°Cで微生物（キノコ・カビ・酵母）を凍結殺菌または凍結保存する研究などを紹介します。

(つづく)