

# 担子菌(basidiomycete)を用いた汚染物質処理の研究

寺澤 泰(長野電波技術研究所) 松山正彦(名古屋女子大学家政学部)

堀部和雄(三重大学生物資源学部)

【Keywords】きのこ・担子菌・汚染物処理

## 【1】はじめに

地球の生態系(ecosystem)では常に平衡(equilibrium)状態が保たれ、動物、植物、微生物を含めた生物量はあまり極端な変動を起こすことなく、一定の比率で存在し全体としてのバランス(balance)が保たれてきた。生物により生産、供給されるエネルギー・食物・工業原料等を利用した結果、排泄物や老廃物、さらには生物遺体が過不足無く循環し適切な自然環境に保たれていた。近年の地球人口の増加と豊かさの維持により、物資やエネルギーの大量消費と、それに伴う廃棄物の増加、一方では新しい化学物質の大量放出のため地球環境の均衡が破られ、さらに水質汚染も深刻さを増している。このような中で、地球環境についての意識が高まり地球環境関連の研究発表も多く見かけるようになってきた。我々はこれまで、きのこ栽培環境等について研究してきた。きのこは栽培環境に応じて木材や草丈に含まれるセルロース(cellulose)、リグニン(lignin)、樹脂(resin)等を分解処理する機能(function)を持っているので、地球修復(bioremediation)の一助を担っている。自然界の汚染物質処理は土壌細菌やきのこの仲間の担子菌が行っている。我々は近年、これら土壌細菌や担子菌が処理したことの無い廃油(oil ball)やダイオキシン類(dioxin)等の汚染物質が人為的に作られる為、その処理に当惑している。土壌細菌や担子菌で汚染物質が処理できると、少なくともゴミ(garbage)や産業廃棄物(industrial waste)の燃焼によるダイオキシン類や窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)の発生は押さえられる。また、きのこ栽培に汚水(contaminate water)を用いると水の浄化も可能ではないか、土壌細菌や担子菌がこれらの汚染物質を分解できるか、これらの汚染物質を含んだ廃棄物の投棄や再利用ができるか、さらに土壌細菌や担子菌を用い汚染物質処理システムの開発とその可能性を探る必要がでてきた。

## 【2】実験方法

廃油やダイオキシン類を含む培地を作り、扱い慣れた担子菌(basidiomycete) *ふなしめじ*(*Hypsizygus marmoreus*)を用い培養、成育し、きのこを発生させ廃培地及び発生きのこの残廃油、残ダイオキシン類の量を計測し、再利用や自然界に投棄が可能かどうかを検討した。植菌は従来の培地の上に乗せる方法と培地に混ぜ合わせる方法の二種類を用いた。培養環境は温度22℃、湿度72%、炭酸ガス濃度3500ppm、培養日数90日で行い、成育は温度15℃、湿度90%、炭酸ガス濃度1800ppm、成育期間35日で行った。また、培養時に残廃油、残ダイオキシン類を10日ごとに測定し変化を求めた。廃油には分析データのあるジーゼル車用エンジンオイルと植物性サラダオイルの新品を用い、担子菌にはふなしめじ2号菌を用いた。また、ダイオキシンの含む灰は計測データのあるものを公的ゴミ焼却場より採取しダイオキシン類の試験は公的機関に依頼した。培地水分は河川水を用い加湿には水道水を用いた。収穫したきのこを搾り濾紙で水を濾過し水質検査を行った。

## 【3】結果

(1) 廃油の分解は油の種類より差があり培地重量の5%を添加したが、そのうち約50%が分解された、結果を図1に示す。(2)ダイオキシン類の分解は図2に示す。

Figure 1 Decomposition of oil

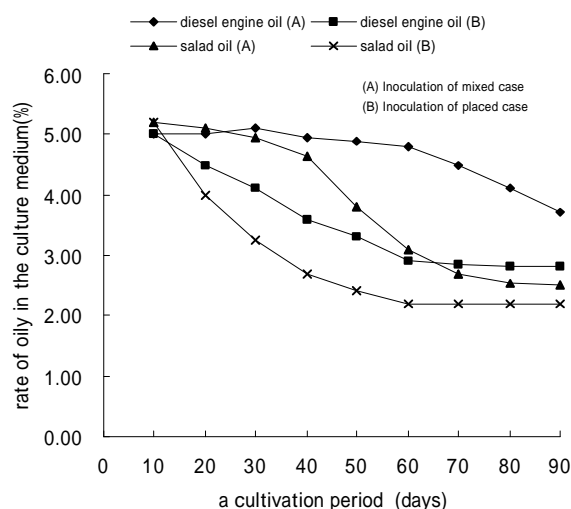
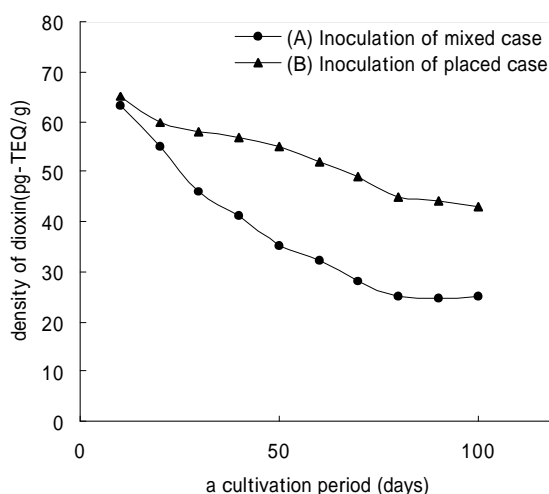


Figure 2 Decomposition of dioxin



培養前に比較して約40%が減衰し廃培地の投棄、再利用の可能性が認められた。また、きのこはダイオキシン類、無添加の培地から発生したのも、ダイオキシン類が検出された。これは大鋸屑、米糠等の培地材料にもダイオキシン類が含まれていたものと思われ、実験後これらの培地材料についても計測を依頼した結果、米糠(ricebran)から50ppb-TEQ/g前後のダイオキシンを検出したが大鋸屑(sawdust)からは検出されなかった。培地・廃培地の分析結果を表1に培地材料の試験結果を表2示す。きのこの水分は90%近くあり水の浄化が可能と思われるが分析の結果一般細菌が多く飲み水としては使用できないことが判った。きのこの組成成分を表3に水質検査表を図4に示す。また、培地組成成分を表5、廃培地焼却灰成分を表6、活性剤成分を表7に示す。

Table 1 Assay of edibit portion of bunashimeji (a family of shimeji mushroom)

assay item	Result (1)	Result (2)	Result (3)
moisture (%)	89.0	89.6	89.2
protein (%)	3.9	3.2	4.4
fat (%)	0.7	0.6	0.6
fiber (%)	1.2	0.9	1.3
ash (%)	1.0	0.8	0.8
glucide (%)	4.2	4.9	5.2
P (mg/100g)	117	102	110
Fe (mg/100g)	0.75	0.76	0.88
Ca (mg/100g)	do not find	do not find	do not find
Na (mg/100g)	0.71	1.05	1.15
K (mg/100g)	395	357	386
Mg (mg/100g)	11.4	10.3	11.2
Zn (ppm)	7.61	5.82	6.49
vitamin B1 (mg/100g)	0.25	0.22	0.28
vitamin B2 (mg/100g)	0.34	0.27	0.42
As (ppm)	do not find	do not find	do not find
Pb (ppm)	do not find	do not find	do not find
Cd (ppm)	0.04	0.03	0.05
dioxin (pg-TEQ/g)	32	46	38

Result (1) - Culture medium  
 Result (2) - Culture medium mixed with dioxin  
 Result (3) - Culture medium mixed with fat

Table 2 The density of dioxin

item	dioxin density pg-TEQ/g
culture medium	68
the used culture medium	32
sawdust	do not find
rice bran	48

Table 3 The mushroom ingredients

moisture	294.4 g
others	25.6 g
total	320.0 g

Table 4 The test of water quality

item	Result	drinkable water standard
outward appearance	* 1	* 2
smell	nasty smell	odorless
pH	8.0	5.8 ~ 8.6
nitrification nitrogen	0.6 mg/l	under 10mg/l
Cl <sup>-</sup>	11.2 mg/l	under 200mg/l
E.coli	find	must not find
organic matter	5.7 mg/l	under 10mg/l
iron	0.30 mg/l	under 0.3mg/l
hardness	65.5 mg/l	under 300mg/l
common bacterium	countless	under 100 par 1ml moisture
judgment	undrinkable	drinkable

\* 1 Chromaticity over 5th grade, muddiness over 2nd grade, something floating

\* 2 Almost colorless and transparent

#### 【 4 】 考 察

廃油については残廃油の計測を酸分解法にて測定したが確度が悪く、再現性に乏しく、さらに時間がかかり、他の計測法を探したがきのこに対する分析の多くが酸分解法を用いており比較のため採用した。ダイオキシン類については実験者の安全上の理由で100ppb以上の濃度は避けたため高濃度のデータと一致するかどうかは疑問がある。廃油、ダイオキシン類を含む汚染物質の処理は焼却という短絡的な処理方法ではなく、担子菌等、細菌処理が可能と思われる。現在、きのこ栽培工場は一日に原材料を10トン以上使用する大規模のものがあり大量処理も可能である。また、植菌方法で培地に種菌を乗せる従来の方法は培養速度が遅いが培養環境が極めて安定である。一方、培地と種菌を混ぜ合わせる方法は培養速度が速いが培養温度を一定にできない特徴がある。したがって短時間処理の可能性もあるが処理内容の安定性が悪く、その度に計測しないと投棄、再利用が出来ない恐れもある。担子菌は培養環境を一定にし、用いる担子菌が同じものであれば結果も一定となる感触を得た。現在、厚生省では日本のダイオキシン類の排出量のうち、その9割が身の回りのゴミや産業廃棄物を焼却する時に出ると推定される、と発表し1997年12月から大気汚染防止法や廃棄物処理法によって、焼却施設の煙突から排出されるダイオキシン類の規制やゴミ焼却施設の改善等の対策を進めている。今後、ゴミや産業廃棄物の処理を焼却に頼らない方法の研究と処理時間を短縮するバイオリクター(bioreactor)の開発が必要であり、担子菌や土壌細菌の選別とそれぞれの機能開発を行う必要性があると考えます。