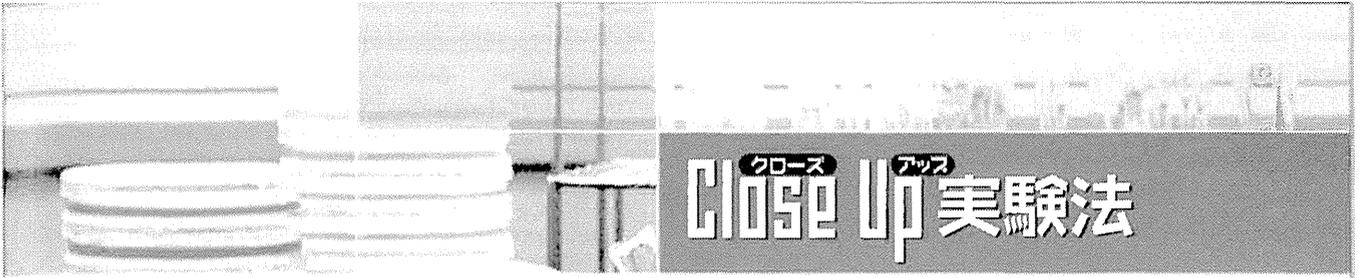
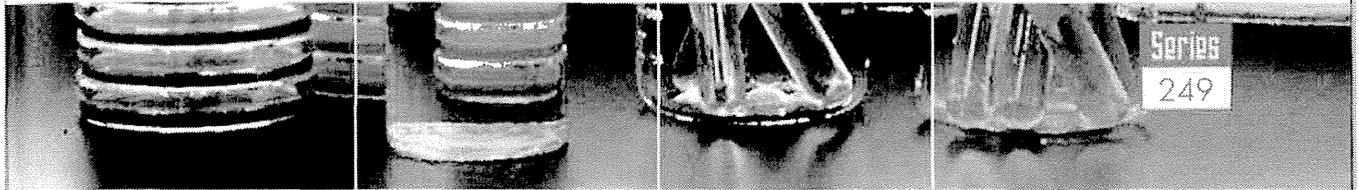


- Smyth DJ, Cooper JD, Bailey R, Field S, Burren O, Smink LJ, Guja C, Ionescu-Tirgoviste C, Widmer B, Dunger DB, et al. 2006. A genome-wide association study of nonsynonymous SNPs identifies a type 1 diabetes locus in the interferon-induced helicase (IFIH1) region. *Nat Genet.* 38:617–619.
- Stevison LS, Kohn MH. 2008. Determining genetic background in captive stocks of cynomolgus macaques (*Macaca fascicularis*). *J Med Primatol.* 37:311–317.
- Stredrick DL, Garcia-Closas M, Pineda MA, Bhatti P, Alexander BH, Doody MM, Lissowska J, Peplonska B, Brinton LA, Chanock SJ, et al. 2006. The ATM missense mutation p.ser49cys (c.146C-G) and the risk of breast cancer. *Hum Mutat.* 27:538–544.
- Suntharalingam G, Perry MR, Ward S, Brett SJ, Castello-Cortes A, Brunner MD, Panoskaltsis N. 2006. Cytokine storm in a phase 1 trial of the anti-CD28 monoclonal antibody TGN1412. *New Engl J Med.* 355:1018–1028.
- Tosi AJ, Morales JC, Melnick DJ. 2002. Y-chromosome and mitochondrial markers in *Macaca fascicularis* indicate introgression with Indochinese *M. mulatta* and a biogeographic barrier in the Isthmus of Kra. *Int J Primatol.* 23:161–178.
- Tosi AJ, Morales JC, Melnick DJ. 2003. Paternal, maternal, and biparental molecular markers provide unique windows onto the evolutionary history of macaque monkeys. *Evolution* 57: 1419–1435.
- Wang S. 1998. China Red Data Book of Endangered Animal (Mammalia). Beijing: Science Press.
- Yan G, Zhang G, Fang X, Zhang Y, Li C, Ling F, Cooper DN, Li Q, Li Y, van Gool AJ, et al. 2011. Genome sequencing and comparison of two nonhuman primate animal models, the cynomolgus and Chinese rhesus macaques. *Nat Biotechnol.* 29:1019–1023.
- Yang F, Wang HX, Zhou L, Ai YX, Zeng T. 2010. A primary analyze and measurement on partial biochemistry index of peripheral blood cells of *Macaca thibetana*. *Sichuan J Zool.* 29:256–258.
- Yao YF, Zhong LJ, Liu BF, Li JY, Ni QY, Xu HL. 2013. Genetic variation between two Tibetan macaque (*Macaca thibetana*) populations in the eastern China based on mitochondrial DNA control region sequences. *Mitochondr DNA.* 24:267–275.
- Zhao QK. 1994. Mating competition and intergroup transfer of males in Tibetan macaques (*Macaca thibetana*) at Mt Emei, China. *Primates* 35:57–68.
- Zheng BX, Xu QQ, Shen YP. 2002. The relationship between climate change and Quaternary glacial cycles on the Qinghai-Tibetan Plateau: review and speculation. *Quaternary Int.* 97–98: 93–101.
- Zhong LJ, Zhang MW, Yao YF, Ni QY, Mu J, Li CQ, Xu HL. 2013. Genetic diversity of two Tibetan macaque (*Macaca thibetana*) populations from Guizhou and Yunnan in China based on mitochondrial DNA D-loop sequences. *Genes Genomics.* 35:205–214.
- Ziegler T, Abegg C, Meijaard E, Perwitasari-Farajallah D, Walter L, Hodges JK, Roos C. 2007. Molecular phylogeny and evolutionary history of Southeast Asian macaques forming the *M. silenus* group. *Mol Phylogenet Evol.* 42:807–816.



培養細胞の管理～微生物のコンタミネーション を見つける，防ぐ，対処する

佐藤元信



はじめに

研究室に新人が配属される季節となった。はじめて培養細胞を扱うことになった方も多きことだろう。その際にもっとも注意しなければならないことのひとつは培養細胞への微生物汚染（コンタミネーション、略してコンタミとよばれることが多い）であろう。微生物汚染すると、細胞が死滅したり、微生物が産生する因子により細胞の生理状態に影響を与える可能性がある。さらに、細胞や培養上清から採取したサンプルに微生物自身のもつタンパク質や核酸が混入することになる。それでは、どのようにすれば微生物汚染を見つけたり、防ぐことができるのだろうか。

微生物汚染を見つける

培養細胞に汚染する微生物としては、細菌、酵母、カビ、マイコプラズマなどがある（図1）。細菌、酵母、カビは、比較的大きく、特徴的な形態をもつので目視で発見することは比較的容易である。大繁殖して培地が濁ったり、培地のpHが急激に変動することで気が付くことも多いだろう。特徴としては以下があげられる。

1 細菌

200～400倍くらいの位相差顕微鏡下で非常に小さい黒い点、微粒子として見える。数珠つなぎの糸状になる細菌もある。汚染の初期には、培養器の底の一部に微粒子が密集したコロニーのようなものが見えることがある。一般に増殖がきわめて速く、汚染がひどくなると培地が濁る。一部の細菌は運動性をもち、よく見ると「すいーっ」と泳ぐような一定方向への動きをしてまた急速に方向転換したりする。しかし、運動性をもたない細菌はきわめて多く、動かないからといって細菌汚染でないとは判断できない。

2 酵母

細菌よりかなり大きく、200～400倍くらいの位相差顕微鏡下で一般的には球形～楕円形の、光って見える（真っ黒ではない）微粒子として観察される。出芽酵母では、出芽して分枝する形態がみられることがある。細菌と同様、汚染の初期には、培養器の底にコロニーのように増殖しているのが見えることもある。汚染がひどくならないうちは細胞が死なないケースが多い。

3 カビ

これはみなさんよく御存じであろう。顕微鏡的には糸状に菌糸をのばしているのが認められる。汚染がひ

Management of cell cultures: how to detect, prevent, and treat the microbial contamination

Motonobu Satoh : Japanese Collection of Research Bioresources, Sennan Resource Research Facilities, National Institute of Biomedical Innovation (医薬基盤研究所泉南資源研究施設 JCRB 生物資源バンク)

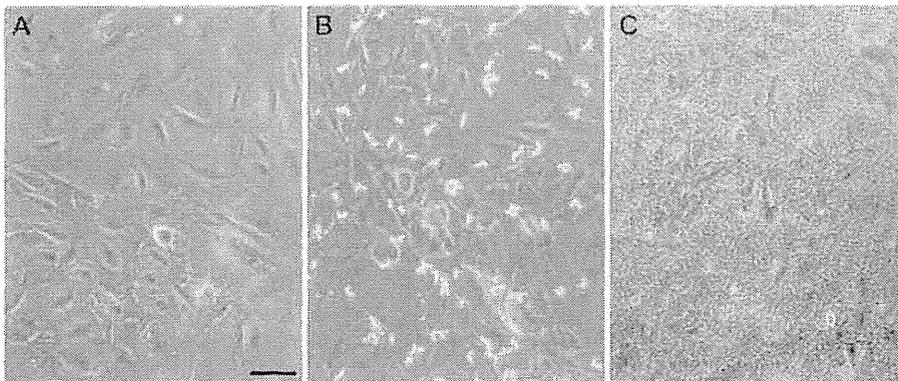


図1 培養細胞への細菌・酵母汚染例
A) 非汚染の細胞, B) 酵母汚染, C) 細菌汚染. スケールバー=100 μm

どくなると、肉眼的にも綿状の物体が培地中をゆらゆらしているのが観察されるだろう。

しかし汚染の初期には、細菌や酵母などの微生物と、培養中に存在するゴミ、細胞の死骸の破片などとの区別は難しく、さらに水溶液中の微粒子は、微生物ではなくてもブラウン運動とよばれるランダムな動きをするので、慣れないと誤認しやすい。一般的には、微生物汚染の場合には見られる粒子の大きさがかなり均一である。一方、微生物汚染でないゴミは形態、大きさが不均一なことが多い。微生物汚染を疑ったら、まず培養経験が豊富な方あるいは微生物の専門家に見てもらおうようにしよう。また、これらの微生物汚染の場合には「抗生物質を除いた同じ組成の培地」に培養上清を少量添加して培養するとおそらく自律的な増殖がみられるであろう。しかしながら、微生物汚染の判断を確実にを行うためには、本格的な検査を行わなければならない。細菌、酵母、カビ汚染の検査法に関しては、文献¹⁾²⁾を参照していただきたい。

さて、もう1つのマイコプラズマというのは、細胞壁をもたず、細胞にちゃっかり寄生して増殖する細菌の一分類群で、一般の細菌よりもはるかに小さいため(約1/10の大きさ)、位相差顕微鏡的にはまず視認することはできない。しかも、マイコプラズマが汚染していても細胞は死滅せずに共存することが多く、増殖が遅くなる程度なので発見はさらに困難である。JCRB細胞バンクが国内の大学、企業などで維持されている

細胞株から収集した1,500のサンプルを調査したところでは、20%以上でマイコプラズマ汚染陽性の結果が出ている³⁾。ということは、細胞を外部から受け入れた際にすでにマイコプラズマが汚染している可能性は少なからずあるということになるであろう。したがって、細胞の品質管理としてマイコプラズマ汚染の検出はとても重要である。JCRB細胞バンクでは主にDNA蛍光染色法、PCR法、生物発光法の3種類のマイコプラズマ検出法を採っている。

マイコプラズマ検出法

マイコプラズマを検出する3手法について、以下にそれぞれの長所と短所を述べる。

1 DNA 蛍光染色法¹⁾⁴⁾

指標細胞に被検サンプルを接種し、汚染マイコプラズマを増殖させた後にDNA蛍光染色する方法である。被検サンプルにマイコプラズマが含まれていた場合、指標細胞の核の他にマイコプラズマDNAの蛍光が認められる。指標細胞上で増殖するすべてのマイコプラズマが検出可能で(細菌や酵母のDNAも検出できる)、検出感度も高い長所がある一方、検査に時間がかかる欠点がある(約1週間)。

2 PCR法⁵⁾⁶⁾

マイコプラズマのゲノムに特有の共通塩基配列を認識するプライマーセットを用いてネステッドPCRを行

い、被検サンプルに含まれるマイコプラズマDNA断片を増幅して検出する。感度は非常に高く2日以内に検査が可能だが、必ずしもすべてのマイコプラズマ種が捕捉できることが検証されているわけではない。

③ 生物発光法

マイコプラズマがもつ特有の酵素活性を基質に反応させ、生成するATPをルシフェラーゼ発光反応によりルミノメーターで検出する。検査に用いる試薬はLonza社が製造されているキット (MycoAlert™) にすべて

含まれており、簡便かつ迅速 (約20分) に検査することが可能。短所としては、検出感度が低く、酵素活性に基づく手法であるためマイコプラズマの状態に左右されやすい (たとえば解凍直後の細胞から採取した被検サンプルでは陰性となることがある) ので、他の検出法との併用が望ましい。

以下に、①～③のプロトコールを紹介する。

① DNA 蛍光染色法

準備

被検細胞は、抗生物質が含まれない培地で少なくとも2継代以上培養し、継代または培地交換後2～3日以上たったもの、かつ、コンフルエントに近い状態となったものを対象とする。汚染している可能性があるマイコプラズマを増殖させ、検出感度を上げるためである。抗生物質が入った状態で培養したものからサンプリングすると菌体数が少ない場合に見逃してしまう可能性があるため、このプロセスは必ず行うこと。

● 指標細胞

Vero (JCRB0111, RCB001, ATCC CCL81)

※1 エタノールでも可。

● 固定液

メタノール^{※1} : 酢酸 = 3 : 1 用時調製

※2 Hoechst 33258は変異原性があるので、皮膚に付着しないように注意。

● 染色液

Hoechst 33258^{※2} 5 mgを100 mL PBSに加え、アルミホイルで遮光して30分スターラーで攪拌して完全に溶解し、分注してストックする (-20～30℃)。使用前にストック液150 μL～1 mLをPBS 100 mLに添加してアルミホイルで遮光して30分スターラーで攪拌し用いる (希釈したものは使いきり)。

● マウント液

0.1 M クエン酸 22.2 mL, 0.2 M リン酸水素二ナトリウム 27.8 mLをグリセロール 50 mLに溶解し、pH 5.5に調整 (4℃で保存)。

● 指標細胞培養用の培養器

4チャンバースライドまたは、乾熱滅菌した13 mmφ無蛍光カバーガラスを24ウェルプレートに無菌的にセットしたもの。

● 指標細胞培養用培地

Eagle's minimum essential medium + 10% FBS (抗生物質を含まないもの)。

● 落射型蛍光顕微鏡 (UVまたはblue励起のできるもの)

● PBS, ネイルエナメル, ピペット, シャーレ, 遠沈管などの一般培養機器

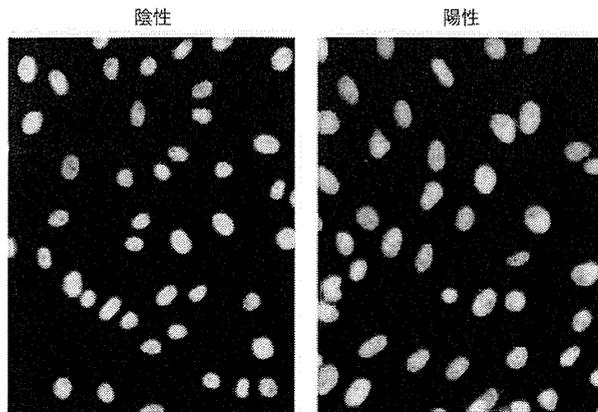


図2 DNA染色法によるマイコプラズマ検出例
陰性例では、細胞質領域に蛍光がまったく見られないのに対し、陽性例では蛍光を発する微細な粒子（マイコプラズマDNA）が細胞質領域に存在する

プロトコール

検査培養

- ① 1つの検体につき、検査培養はduplicateで行う
- ② 検査前日にVero細胞を約 5×10^3 cells/cm²になるように、チャンバースライドまたはカバースリップをセットしたウェルに播種して培養する
- ③ Vero細胞が接着し、伸展していることを確認する
- ④ 被検細胞の培養上清（浮遊細胞や、細胞由来夾雑物の多い培養の場合には1000 rpm, 3～5分遠心した上清）を150 μL～200 μL/チャンパー（またはウェル）に添加する
- ⑤ 5～7日間培養する。Vero細胞が70%～60%コンフルエントになった時点で固定すると観察しやすい。完全にコンフルエントになると細胞質領域が小さくなり、マイコプラズマDNAが観察しづらくなる

固定・染色

- ① 培地を除く
- ② 固定液を1 mL入れ、5分処理する^{※3}
- ③ 固定液を除き、新しく固定液1 mLを入れ、10分処理する
- ④ 固定液を除き、しっかりと乾燥させる。もしくはPBSで3回洗浄する
- ⑤ 染色液を1 mL入れ、30分処理する（遮光）
- ⑥ 染色液を除き、蒸留水で3回くり返し洗浄する
- ⑦ チャンパーの枠を外し（ウェルにセットしたカバースリップの場合にはとり出し）、十分に風乾する
- ⑧ マウント液をスライドグラスに滴下しカバースリップを乗せる。はみ出した余分なマウント液をキムワイプなどでふきとり、周りをネイルエナメルで封じる
- ⑨ 蛍光顕微鏡下、400～600倍でVero細胞を10視野程度観察する。観察1,000個中、5個以上の細胞質領域に微小蛍光斑点が見られたとき、陽性と判定する（図2）

※3 PBSで1/20～1/3に希釈した固定液で1～15分前固定すると形態の保存がよい。

2 PCR法

準備

- 検体

DNA 蛍光染色法と同様に準備した被検細胞から採取した培養上清.

- プライマー^{※4}

F1:(5')ACACCATGGGAG(Y)TGGTAAT(3')

R1:(5')CTTC(W)TCGACTT(Y)CAGACCCAAGGCAT(3')

F2:(5')GTG(S)GG(M)TGGATCACCTCCT(3')

R2:(5')GCATCCACCA(W)A(W)AC(Y)CTT(3')

(各々 10 pmol/ μ L に調整しておく)

- 滅菌水

※4 Y : T/C M : A/C

- MgCl₂ (25 mM)

S : G/C W : A/T

- 10×PCRバッファー, dNTPs (2.0 mM each), Taq DNA ポリメラーゼ

当室ではタカラバイオ社の Ex Taq ポリメラーゼ (5 units/ μ L) を用いている.

プロトコール

① 次の組成, スケジュールで, PCRを行う

反応液の組成

1st-PCR		2nd-PCR	
滅菌水	59.5 μ L	滅菌水	67.5 μ L
10×PCRバッファー	10.0 μ L	10×PCRバッファー	10.0 μ L
dNTPs	8.0 μ L	dNTPs	8.0 μ L
プライマー-F1	2.0 μ L	プライマー-F2	2.0 μ L
プライマー-R1	2.0 μ L	プライマー-R2	2.0 μ L
MgCl ₂	8.0 μ L	MgCl ₂	8.0 μ L
検体 (培養上清)	10.0 μ L	1st PCR products	2.0 μ L
Taq DNA ポリメラーゼ ^{※5}	0.5 μ L	Taq DNA ポリメラーゼ ^{※5}	0.5 μ L
total 100 μ L		total 100 μ L	

反応スケジュール (1st, 2nd PCRに共通)

(ホットスタート法を用いる)

94℃	30 sec	} 30サイクル
94℃	30 sec	
55℃	2 min	
72℃	2 min	
72℃	3 min	
4℃	hold	

※5 原著論文では, 通常のTaq DNAポリメラーゼ 2units/100 μ L 反応容積としている.

② 反応終了後, PCR産物 10 μ L を 2%アガロースゲル電気泳動に供してエチジウムブロマイド染色などを施した後観察する. マイコプラズマの種によりPCR産物のサイズは異なる. 培養細胞

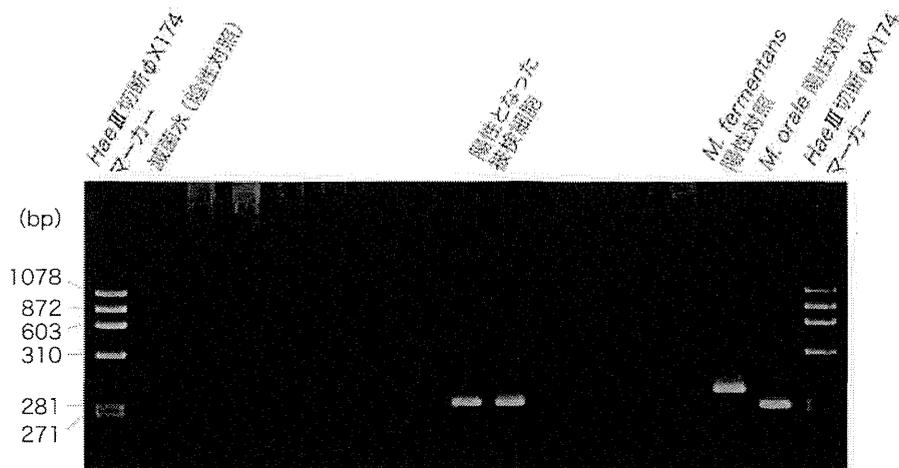


図3 PCR法によるマイコプラズマ検出例

で主に汚染のみられる *Mycoplasma* 属の種ではバンドは236～365 bp, *Acholeplasma laidlawii* では430bpと223bpの2本のバンドが出る (図3)。

3 生物発光法 (MycoAlert™ Mycoplasma Detection Kit, Lonza 社)

MycoAlert™によるマイコプラズマ検出プロトコルに関しては、キットに付属する説明書をご参照いただきたい。この場合も、検出感度を上げるためには、被検細胞を抗生物質のない状態でしばらく培養してマイコプラズマを増幅すべきである。

微生物汚染を防ぐ

さて、このような微生物汚染を防ぐにはどうしたらよいのだろうか。これに関してはおびただしい内容があり、さらに、無菌操作の所作はご所属の研究室によっても異なるので、まずは成書などを参照したうえで、研究室のルールにしたがっていただきたいのだが、ここでは無菌作業とはどんなものなのかを考えてみよう。

微生物汚染の主な原因は、培地や試薬、培養器やチューブ内部への微生物の飛散(落下)、あるいは誤操作による、直接的あるいは間接的な汚染された部分との接触である。想像を逞しくして、実験室が小麦粉を散らしたように微生物で充満している状況を考えてみよう。すると、無菌なのは密閉された滅菌済み容器や包装の内側だけと考えなければならない。また、汚染源として特に危険なのは自分自身の手指、着衣である。

たとえ滅菌手袋を装着したり、消毒用アルコールで清浄しても、他のものに触ればすぐに汚染されることは容易に想像できるであろう。手袋や実験衣が清浄であることを過信してはならない。

クリーンベンチ(や安全キャビネット)内の空気はとりあえず無菌と考えて構わないが、室内にあった器具をもち込めば、付着していたホコリや微生物も一緒に入る。インキュベーターから取り出したシャーレのフタにもカビの胞子などが積もっている可能性がある。そうした塵埃はクリーンベンチの空気の流れに従って飛散するので、風向きがとても重要であることが理解できるであろう。風上にこのような汚染物があれば危険性は増す。また、ふたを開けたシャーレや培地びんの真上に手をかざしてしまう操作をする方は結構多く見受けられるのだが、これが手指や着衣からの飛散による微生物汚染を招く。これに注意するだけでかなり

表 細胞培養で主に用いられる抗生物質の抗菌スペクトル

抗生物質名	抗菌効果のある微生物
ペニシリン	グラム陽性細菌
ストレプトマイシン	グラム陽性細菌, グラム陰性細菌
ゲンタマイシン	グラム陽性細菌, グラム陰性細菌, マイコプラズマ
カナマイシン	グラム陽性細菌, グラム陰性細菌, マイコプラズマ
ファンギゾン	酵母, カビ

の汚染を防ぐことができると思われる。無菌的な環境を整えるうえで必ず挙げられる。清潔な実験室、清潔な実験衣、手指、腕の消毒、インキュベーター、ウォーターバスの清浄というのは、微生物の存在頻度を下げることにはならない。しかし、頻度はゼロにはならない。それゆえ、無菌操作には細心の注意が必要となるのだ。

微生物の汚染の機会を減らすためには、培地や試薬を無菌的にあらかじめ分注しておくことも効果的である。フタの開閉のたびに微生物汚染の機会は増えるからである。当室では、基礎培地は90 mL分注（あとで10%になるように血清を添加することが多いため）して冷蔵保存、血清、トリプシン溶液は10 mLに分注して冷凍保存、PBSも分注し、1回ごとに基本的に使い切りとしている。これは、他細胞の汚染を予防する意味もある。

抗生物質の添加により微生物汚染を予防するのは多くの研究室で行われている。外環境に暴露されているような組織からの初代培養など、微生物汚染が合理的に疑われる材料から培養を開始する場合は抗生物質の添加は必要不可欠であろう。しかし、微生物汚染がないことが保証された細胞を用いる場合には、抗生物質の添加は推奨されない。それは次のような理由による。

- ①抗生物質を添加して培養していると、微生物の繁殖が遅くなる結果、汚染が起こっても発見が遅れる。さらに、発見が遅れることにより汚染範囲を広げてしまう。
- ②不顕性の汚染としてずっと培養に共存してしまうことがある（いわゆる隠れコンタミ）。抗生物質を除去すると爆発的に増殖してしまう。

③さらに耐性菌を生じてしまうことがある。耐性菌となったら、その抗生物質はもう効果がない。

④そもそも抗生物質は生体内にある物質ではない。特に抗真菌剤はカビや酵母をターゲットとした薬剤であるため、同じく真核生物に由来する培養細胞の増殖などに影響を与える例があることが知られている。細胞バンクでは抗生物質は基本的に添加せずに培養している。また、抗生物質を用いる場合には、抗菌スペクトルに注意する必要がある。たとえば、一般的に用いられているペニシリンとストレプトマイシンの組み合わせは、マイコプラズマ、酵母、カビには効果がない（表）。

● 微生物汚染に対処する

培養細胞に微生物汚染が発見されたら、基本的にオートクレーブなどで滅菌したあと廃棄する。また、汚染された細胞で使用されていた培地、PBSやトリプシン液などの試薬も汚染を疑い新たに調製すべきである。汚染のない細胞または凍結ストックから新たに培養しなおそう。研究室に凍結ストックがない場合には、再入手を考えざるをえない。

しかし、すべてに汚染が発生してしまい、凍結ストックもなく（あるいは汚染が認められ）、また他から入手することも不可能といった大切な細胞もあるかもしれない。マイコプラズマ汚染の場合には、比較的成功率の高い抗生物質による汚染除去の方法があるので紹介する²⁾。JCRB細胞バンクでは、この手法でおよそ90%の成功率で汚染除去が可能であった。

■ マイコプラズマ除去法

準 備

- マイコプラズマ汚染した細胞
- 抗生物質

MC-210[®] (DSファーマバイオメディカル社 品番 88101-2)

プロトコール

- ① 目的の細胞に最適な条件で培養を開始する
- ② できるだけ培地を除去し、PBSで徹底的に洗って継代する
- ③ 細胞を遠心して上清を吸引除去した後、MC-210を0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ を添加した培地を入れてサスペンドする。MC-210は光で分解するので注意。使用直前に培地へ添加する
- ④ 培地交換を週2~3回、適宜継代しながら計3週間培養する
- ⑤ MC-210を除いた培地に変えてさらに培養を継続し、マイコプラズマ陰性となっていることを確認する(細胞バンクは3か月維持してマイコプラズマ汚染をモニターし、陰性を確認している)

※ マイコプラズマ汚染の予防法としてMC-210を添加することは禁忌。細胞の変異や耐性菌の出現を招く恐れがある。

細菌、酵母、カビの汚染の除去は非常に困難である。細胞を徹底的に洗って抗生物質処理(もともと抗生物質入りの培地で培養されていた場合には抗生物質の種類を変える)したり、さらに限界希釈法によるクローニングも併用して汚染が除去できる場合もあるが、まず成功しないものと考えた方がよい。さらに抗生物質を除いた培地に戻して汚染が再発しないことを十分に確認する必要がある(ちなみに、抗生物質入りのまま維持すれば隠れコンタミをつくっているようなものである)。

いかがであろうか。微生物汚染除去作業は労ばかりが多いことがわかりいただけるだろう。新しい細胞から培養して実験しなおす方がよほどマシである。その意味で、必要な細胞の凍結ストックを作製すること、その凍結ストックに汚染がみられないことを確認することは非常に重要である。凍結ストックを作製しておけば、微生物汚染が発生する前の状態から再び培養を開始することもできるし、継代培養しているうちに細胞の性質が変わってしまった……という事態にも対処できる。微生物汚染に対処することを考えるうえで肝要なのは、発生した微生物を退治することではなく、バックアップをつくることなのである。

● おわりに

培養細胞の微生物汚染の検出法、防止法、対処法について簡単に触れてみた。しかしながら、細胞培養においてはさらに多くの基本的手技があるので、細胞培養に関する参考書や教科書をぜひ一読され、いろいろな操作・手順や、その背景にある原理・原則を学ぶことをお勧めする。また日本組織培養学会(<http://jtca.umin.jp/>)では、細胞培養の実習コースを開催しているので、機会があれば参加してみたいかがだろうか。

文献

- 1) 日本組織培養学会：組織培養研究，9，Supplement：9-11，1990
- 2) 樽松美治：『実験医学 別冊 培養細胞実験ハンドブック』（黒木登志夫，許南浩／編），pp54-55，羊土社，2004
- 3) 小原有弘 他：組織培養研究，26：159-163，2007
- 4) 竹内昌男：『組織培養の技術（第二版）』（日本組織培養学会／編），pp62-65，朝倉書店，1988
- 5) Harasawa, R. et al.：Res. Microbiol., 144：489-493, 1993
- 6) 原澤 亮 他：蛋白質核酸酵素，40：2361-2368, 1995

● 著者プロフィール ●

佐藤元信：1983年、東北大学理学部卒業，'88年、東北大学大学院理学研究科博士課程修了，理学博士。(財)発酵研究所，(財)ヒューマンサイエンス振興財団において細胞バンク業務に従事，現職に至る。

