J S M *Mycotoxins*

www.jstage.jst.go.jp/browse/myco

50 Years Educated from “Toxic Molds”

Kosuke Takatori

JSM Mycotoxins, **69**(1):33-38 (2019)

<http://doi.org/10.2520/myco.69-1-7>

JSM Mycotoxins is issued twice a year, one volume a year, by the Japanese Society of Mycotoxicology and the purpose of the journal is to publish results and technical information regarding mycotoxins. *JSM Mycotoxins* publishes Reviews, original results (Research Papers, Technical Notes, Notes, and Letters), Proceedings of special lectures, symposia, and workshops of the meeting of Japanese Society of Mycotoxicology

Japanese Society of Mycotoxicology
(http://www.jsmyco.org/MYCONTENTS/Eng/index_eng.html)

“Toxic Molds” から学んだ50年

高鳥 浩介¹

¹NPO法人カビ相談センター（〒145-0067 大田区雪谷大塚町13-1）

キーワード

50年歴史；マイコトキシン；
有害カビ；Toxic Molds

連絡先

高鳥 浩介，NPO法人カビ相談セン
ター，〒145-0067 大田区雪谷大
塚町13-1

電子メール：
takatori@kabisoudan.com

（2019年2月4日受付，
2019年2月5日受理）

要旨

“Toxic Molds” は本稿ではカビ毒を含めて有害カビとしてまとめた。筆者が歩んだToxic Molds研究は1969年から50年になる。初期の研究はカビの基礎及び同定技術を学んだ。その後食品や住宅のカビ生態や被害について研究を進めた。1980年前後はマイコトキシンと関係するカビを他分野と共同して進展させ、健康被害や環境被害とかかわるToxic Moldsについて本学会に支援されながら研究してきた。まさにマイコトキシンに関する研究・調査は本学会が国内外におけるパイオニアである。それ故会員に期待したいことは、積み重ねてきた研究はさらに継続させていただき、一方では今まで培ってきた貴重な情報を具体的かつわかりやすい言葉で国民に還元していただければと願っている。国民への正しい知識の普及をできるのは本学会であり、その使命のあることも忘れてはならない。

はじめに

タイトルに“Toxic Molds”としたが、それでは“Toxic”とはどのような意味を持つのか。通常は「有毒カビ」として訳されるし、本学会に相応しい用語といえる。もちろんそれに沿って話をするが、一方Toxic relationship, Toxic bookは、「有害な人間関係」，「有害書籍」と翻訳されるように、広義としてToxic Moldsは「有害なカビ」とも解釈できる。

そこで今までこの分野に加わり行ってきた仕事を振り返りながら、「有毒」および広義の「有害」の意味を含めて話をさせていただきたい。

1. Toxic Moldsの歴史から

Toxic Moldsの話は、9～14世紀にかけて古くから麦角アルカロイドとして知られていた。中世ヨーロッパでは麦角菌汚染されたライ麦パンによる麦角中毒がしばしば起きていた。その後も各地で歴史に残る事件が起こり、近年では輸入米による黄変米事件、国内各地で単発的に発生したアカカビ中毒、やがて本学会の設立のきっかけとなったアフラトキシン事件（1960年）が起こった。アフラトキシン発見後は次々と新規のカビ毒探索研究が始まり、今日まで多くのカビ毒が発見されている。正確な情報が公開されていることは周知のとおりである。翻っ

て家畜のカビ毒研究も盛んで、獣医学専攻した学生として家畜に関わりのある有毒カビと中毒の研究を行った。筆者がカビとのかかわりを持ち始めたのは1969年であり、その頃を振り返ると1960年頃までに記録に残る家畜のカビ中毒では国内外ともに牛が多く、他に羊、豚、馬症例が報告されていた（表1）。

2. マイコトキシン研究会にはじめて参加した頃（1974年頃）

戦後の日本は食糧難によって黄変米事件が起こっている。この事件では健康被害が絡むことはなかったが、原因カビの毒性や主食とする米であることから日本のカビ毒研究は人及び家畜で様々な問題に直面した。その頃のカビ研究はひたすらマイコトキシンまたはカビ毒であった。そこでこの分野の研究をさらに推し進めるため、1974年9月第1回マイコトキシン研究会（東大薬学部講堂）が開催された。初代の会長は東京大学医科研の斉藤守教授であった。今でも研究会の雰囲気を感じている。

研究会が発足してからの10年間は筆者にとってマイコトキシンと関わるカビとの戦いであった。当時も今も大きく変わらないのは対象カビ（*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*）である。この3属のカビを相手に楽しく学ばせていただいた。

表1 家畜のカビによる中毒

1924年	スイートクローバー病	<i>Aspergillus</i>	牛	加
1928年	発情性症候群	<i>Fusarium</i>	豚	USA
1931年	スタキボトリス中毒	<i>Stachybotrys</i>	馬	
1936年	顔面湿疹	<i>Pithomyces</i>	羊	NZ
1947年	X病(角質亢進症)	<i>Aspergillus</i>	牛	USA
1952年	カビ性コーン中毒	<i>Aspergillus f</i>	牛豚	USA
1952年	パツリン中毒	<i>Penicillium</i>	牛	日本
1954年	麦芽根中毒	<i>Aspergillus</i>	牛	日本
1960年	アフラトキシン中毒	<i>Aspergillus f</i>	家畜	英国他
1962年	カビ性コーン中毒	<i>Aspergillus f</i>	牛	USA

Aspergillus f : *Aspergillus flavus*

この10年の間にカビの基礎から応用まで多くの恩師から指導を受けた(家畜内科学 一条茂, 家畜飼料衛生学 近藤末男および公衆衛生学 小川益男の各先生)。大学院～研究生時代では、カビの基本は宇田川俊一、一戸正勝、細胞毒性学は梅田誠さらに医真菌学は松本忠彦の諸先生方から真菌学の基礎さらに広範な菌種同定を学ばせていただけ、その環境を作ってくださった倉田浩、岩原繁雄各先生から研究への心構えを教えられた。

こうした恩師らによる指導からマイコトキシン学を学んだが、当時は人獣ともにマイコトキシンといえばアフラトキシンであり、アフラトキシンに関する研究調査がほとんどであった。それに関連して国内での食生活・カビ・疫学調査や東南アジアでのカビ疫学調査に同行させていただいた。

国内 1973年～1975年

長崎県五島列島福江島富江地区の疫学調査

調査地域は独自の食糧としてカンコロ芋を食す習慣があり、がんを患う頻度が高いといわれてきた(図1)。栄養学、疫学、病理学、真菌学、化学、医学分野の共同調査を行った(図2)。真菌学分野は発がん性の高いカビである*Aspergillus flavus*の分布と現地の食糧を持ち帰り、それぞれからアフラトキシン産生株頻度の調査を行った。

当時を振り返るとアフラトキシンが強く印象に残っていないことはカビ毒と発がんの関連は薄いものという印象を持った。

海外 1974年

マレーシア、タイ住民の健康栄養疫学調査

調査地はマレーシア・クアラセランゴル村とタ

イ・コラート県での肝臓がん発症事例の多い地域であった。

マレーシアでは栄養学、化学、疫学、真菌学などの調査を実施した。調査隊長は斎藤守教授、真菌学は宇田川俊一先生、化学は山崎幹夫教授、疫学は豊川裕之教授であり、筆者は宇田川先生の鞆持ちで同行した(図3)。現地はクアラルンプール市内から遠くない水田や果実の広がるクアラセランゴル村の3民族(マレー人、インド人、中国人)が生活する地域で、この時の対象地区はマレー人集落で調査が行われた。疫学調査が主で食糧、栄養、一部食品を回収した。そのうちの一部食品について、カビ分析はクアラルンプール市内にあるMMC(Malaysia Medical Center)の微生物研究室で行った。

タイでの穀類食品製造現場での調査も行った。地域はバンコックから北東200kmにあるコラート県で現地法人の食品工場を視察した。多量のピーナッツが収穫され、一部取り出して内部を割ると暗灰色のカビが確認されたが、残念ながらその分析はできなかった。外国でのカビ調査はできてもそれを持ち帰ることができないがための悲哀であった。

3. 学術分野および行政との関わりを持ち始めた1990年代以降

マイコトキシンに関わるカビを研究することから、その周辺の学問をさらに追及するようになってきた。Toxic Moldsもその代表で、Toxicはtoxinだけでなくharmful, dangerous, pathogenic, contaminatedの分野まで取り組むようになってきた。1990年代頃気が付いたら研究対象分野はtoxicに絡む食品に限らず衣料品、化粧品、医薬品、生活

図1 五島列島カンコロ芋

図2 五島列島調査風景
1975年（昭和50年）

図3 マレーシア調査
1974年（昭和49年）

用品、精密機器などになり、2000年頃には宇宙までになり、歴史をさかのぼって紀元前時代から現在までを対象とするカビ学に変貌してきた。共通しているのはToxic Moldsであることには間違いない。マイコトキシンの対象とするものの代表は食品や飼料である。しかし、食ばかりではない。人の健康も医療も生活周辺もToxic Moldsが取り巻いている。

幅が広がったことから現在の学問分野也多岐にわたるようになってきた。マイコトキシン学会以外の関連学会を挙げると食品微生物学会、食品化学学会、食品衛生学会などなどである。

学会以外では毎年日米で相互開催する日米有毒専門部会（UJNR）はまさに行政サイドでのマイコトキシン情報収集の場であった。筆者が12年間そのメンバーであり、国外からの新しい情報を吸収できた場としてありがたかった。UJNRを介してアトランタのCDCに2回出かけた。

また外国の関係会議や連合などは別の視点から情報が得られた。その中心で本学会のメンバーが活躍されてきた。海外への支援として筆者が関わった中に国際協力事業団JICAがある（フィリピン、チリ、エジプトなど）。

国内では食品安全委員会のカビ毒専門部会で10

年ほど委員を務め、その間にDON、パツリンの規格ができた。委員を退いた後も会員が積極的に部会を盛り上げておられるようで、今後も多いに期待したい。

行政として厚労省、農水省、環境省、文科省、さらに地方自治体関係部署や保健所なども直接・間接的にマイコトキシンとのかかわりがあった。

学会活動をはじめ様々な場で取り組まれるToxic Moldsがどのような頻度で論文として取り上げられてきたか、1950年代からカビに関わる論文が報告されたかグラフでみていきたい。図4に注目するキーワードを国立医薬品食品衛生研究所渡辺麻衣子先生の協力で抽出した。例えば、マイコトキシン、食品、アレルギー、生物活性などカビについてヒットする論文数を見ると、1950年代からしばらく少なかったが、やがて1970年から報告されるようになり、さらに1980～1990年にかけて多くなってきた。

そして2000年頃から論文数が多いことにある。1970～1980年頃にマイコトキシンが話題になった割に当時として少ないといえるグラフである。いずれにしてもマイコトキシン研究はもっと奥が深いので、さらに探求すべき課題があると思っている。

図4 カビに関わるキーワード論文数

4. Toxic Moldsの分野から見えてきた研究対象カビの世界

2000年までの期間は、Toxic Moldsを背景として特定分野の方々と接してきた。それは真菌学分野としてカビの分類、生態、発生、汚染、病原性、危害性であり、対象物や環境では生活環境を通しての食品、飼料、衣類、汚染器材、人と動物であったように思う。この分野は特定の研究者に限られ、主に分類学、生態学、有害生物学であった。カビを知るきっかけはここにあった。カビを眺めカビ本来の生態を知る。そこからさらに視野を拡大しカビと人、器物、さまざまな環境との関係を知る世界に拡大してきた。さらに広く環境を見ると食品や飼料に限らないこともわかる。それは健康被害に限らず、環境被害としての生態でもある(図5)。人・動物・植物があり、生活環境やモノのある衣食住であり、普段はみることのできない付着から発生し、汚染という姿になる。それが起こる場所として例えば文化財などであったりする。

5. Toxic Molds分野の今、そしてこれから

この10余年の間にマイコトキシンと関わるToxic Moldsの一部で新たな問題が起こってきた。カビもそう簡単に怯まない。そこで再認識していただくために「カビとは」を思い出していただく。いったいカビとは何であろうか？マイコトキシンの世界では食品や飼料での発生をイメージし、そこにToxinを産生する。そのToxinが健康被害をもたらすことにつながるが、カビそのものの発生を考えると極めて特異な特徴を有している。我々の身の回りどこにでもいるカビは、食品に限らず環境に適応しながら発生する。長期にわたり生息し、二次代謝物を産生する。その二次代謝産物をこの学会ではマイコトキシンとするが、他の分野ではまた異なり、例えば酵

素を出し「もの」を分解する有用物質となる。

その有害性として話題になっているのが「カビの臭気」である。環境を想定するとVOC問題が起こり、住宅での建築基準法改正でVOC規制が施行され健康被害が解消されたかのようになった。しかし後になって微生物による揮発性有機化合物(mVOC)が新たな話題になった。とりわけmVOCとしての代表がカビによる臭気である。

6. Toxic Moldsは拡散する

これまで筆者がToxic Moldsから学んできた50年について述べてきた。それは50年前のカビと現在のカビの生態は大きく変わらない。ただ、カビに対する見方が大きく変化してきたことは事実である。マイコトキシンが大きくクローズアップされた1960年代のアフラトキシンを契機としてカビの正体が大きく変わってきたことである。食のカビであったことが環境にフォーカスされ、その環境は様々なToxicな場面が明らかとなってきた。このところ食に限らず住環境も含めて問題視され、さらに特殊環境でのカビによるToxicな姿も浮き彫りとなってきた。例えばこのところ自然災害として起こっている被災地での環境や文化財環境も同じである。とりわけ自然災害に見舞われた地域でのカビによる健康問題は大きい。

7. そしてマイコトキシン学会に期待したいこと

マイコトキシンに関する研究・調査は本学会が国内外におけるパイオニアである。日本の研究者がこの分野を今後も自信をもってリードしていくことを期待したい。本学会での研究の歩みは、多くの先人によって回顧や展望で述べられてきたとおりであり、その道を歩んでいただきたい。今までの経験から期待したいことは、積み重ねてきた研究はさらに進めていただき、一方では今まで培ってきた情報を具体的にわかりやすい言葉で国民に還元していただければ願っている。国民への正しい知識の普及ができるのは唯一本学会であり、その使命のあることも忘れてはならない。

おわりに

本報告は日本マイコトキシン学会第82回学術講演会(開催地 帯広市 平成30年8月24日)特別講演で発表した内容をまとめた。このような貴重な発表の機会を与えてくださいました学会長帯広畜産大学豊留孝仁先生に深謝いたします。

図5 環境とカビ

50 Years Educated from “Toxic Molds”

Kosuke Takatori¹

¹NPO Center for Fungal Consultation Japan, 13-1 Yukigaya-Otsuka, Ota, Tokyo, 145-0067, Japan

In this article “Toxic Molds” expressed as harmful mold including mold poison. The author’s research on Toxic Molds has reached 50 years from 1969. In an early study, I learned the foundation and identification technology of mold. After that, I studied about mold ecology and damage of food and housing. In the period around 1980, collaborative research related to mycotoxin-producing fungi was conducted. It has been studying Toxic Molds involved in health damage and environmental damage since then from various angles. Indeed, research and investigation on mycotoxins in this society is a pioneer both domestically and abroad. Also, I hope that valuable information will be returned to the people in concrete and easy-to-understand words. This society is an organization that can disseminate correct knowledge to the people. Do not forget the mission as well.

Keywords: harmful molds; mycotoxins; Toxic Molds; 50 years history