

クリプトスポリジウム症と その対策

疫学研究部 予防疫学研究室長

志村 亀夫

SHIMURA, Kameo



寄生原生動物のクリプトスポリジウムが発見されたのは20世紀初頭である。しかし、その病原性が明らかになったのは1970年代で、1頭の子牛の下痢症の病原体として認識された。クリプトスポリジウムは、コクシジウムの仲間であり、この分野の研究は以後も獣医学領域の研究者がリードしていくことになる。クリプトスポリジウムは既知のコクシジウムと異なる点も多いが、コクシジウム共通の性状を持っている。共通点の最も重要なものは、糞便中に排出される感染源であるオオシストが外界の感作に対して強い抵抗力を持っていることで、ウイルスや細菌で用いられる市販の消毒剤はほとんど無効であり、外界に出たオオシストは1年近く感染性を保持している。異なる点は、広域な終宿主域を持つことである。特に牛に感染する genotype 2 はほ乳類すべてが感染するとされ、終宿主がきわめて限定的な他のコクシジウムとは異なる。そのため、牛や人での感染は容易で、症状も似たものとなる。また、寄生部位が粘膜上皮細胞の微絨毛内（細胞質外）であり、細胞質内に寄生する他のコクシジウムと異なっており、数ある抗コクシジウム剤のほとんどが無効で、一部効果があるとされるものでも宿主に毒性を示すレベルでない効果がない。

人のクリプトスポリジウム症は、主に genotype 1（人型）と genotype 2（牛型）が主要な原因で、日本における集団感染は genotype 1 が多い。しかし、1頭の牛から排出されるオオシスト数は人の10倍（約100億個、人は10個で感染発症）であり、環境の汚染原因となる。汚染された河川水の浄水処理では、ミリポアフィルターやオゾン消毒をし

ない限りオオシストを除去・殺滅できないため、畜産現場からのオオシストの散逸は避ける必要がある。牛への感染防止が根本ではあるが、生後数時間で感染すること、原虫感染ワクチン（特に消化管感染）開発がきわめて難しいことから、当面の研究目的は、いかにしてオオシスト対策（消毒）をするかに集約される。

当所におけるクリプトスポリジウム研究は、1980年代半ばから開始されたが、当時はヌードマウス、SCIDマウスを用いる株の維持方法が確立されておらず、人獣共通感染症としての重要性もあまり認識されていなかったため、マウスでの感染性を調べただけで終了した。その後1996年の埼玉県越生町の集団感染を機に、人及び家畜のクリプトスポリジウム症の重要性がようやく日本でも認識され、畜産分野でもオオシスト対策が急務となった。

上述のように、オオシストは消毒剤に強く抵抗するため、畜産現場での消毒は別の方法を検討する必要があった。幸い、オオシストは高温による処理で不活化すると報告されているので、現場応用可能な加熱方法を検討した。まず、比較的低温度の加熱で消毒が可能かを検討したところ、45℃、6時間の加熱でマウスへの感染性が失われることが確認できた。後はその条件を満たす処理方法で実証することが必要となる。そこで、寄生虫卵などの消毒に有効とされている畜糞の堆肥化過程で発生する熱によってオオシストの不活化が可能かを試験した。当所には、筑波移転当時からオオシストの加熱消毒が可能な感染動物舎が設置されていたため、試験はその施設の動物飼育室内で行っ

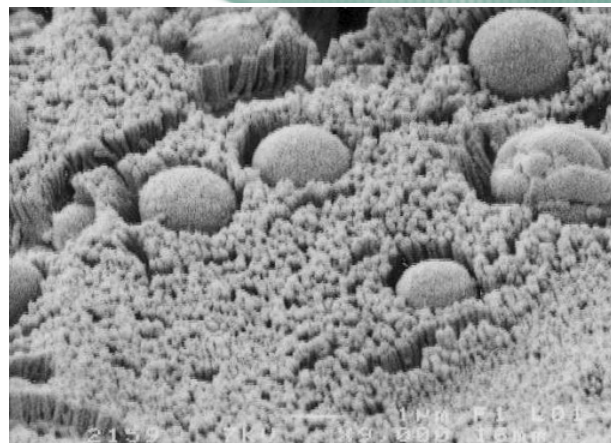
た。

堆肥は牛糞 290kg に籾殻 50kg を混ぜて堆積型で作成した。作成後、その頂上部表面、頂上直下 20cm 及び 40cm の深さに小容器に入れたオオシストを埋め、1 週間ごとの切り返し時に回収して、その感染性の有無を乳飲みマウスに投与することにより検査した。また、上記各地点の温度変化を経時的に調べた。

堆肥の温度は堆肥頂上直下深さ 20cm 及び 40cm では最初の 1 週間で 45℃以上を上昇したが、表面は 40℃以下と比較的低温で推移した。発酵温度は、第 3 週目に最高となり、表面でも 45℃を越えた。ただ、堆肥作成当初の含水量が 76%と高かったためか、発酵温度は最高 62℃までしか上昇しなかった。

回収したオオシストは、頂上直下深さ 20cm 及び 40cm では 1 週目でオオシストが見えなく（浮遊しないかまたは破壊）になっていたが、表面に置いたオオシストは、3 週間経過後になって初めて検出されなくなった。乳飲みマウスへの感染性は、堆肥の表層部・1 週間の処理では認められ、オオシストの消毒効果がなかったが、2 週目以降はオオシストの感染性が失われ有効であった。深さ 20cm 及び 40cm では、堆肥化処理 1 週間でマウスへの感染性はなくなり消毒効果が認められた。

以上の結果から、環境や水道水汚染の一因とされる家畜由来クリプトスポリジウムオオシストの大部分は、畜糞を適切に堆肥化することにより感染性を失うことが明らかとなった。この技術は従来から行われてきた糞便処理法をそのまま応用できるため、新たなコストが発生しない。また、畜糞の野積みや素堀り等の処置が違法とされるようになるため、堆肥化が促進されて畜産分野からのオオシストの排出は激減すると考えられる。



牛の腸管粘膜に寄生するクリプトスポリジウム
走査電子顕微鏡×9,000

残された問題としては、固液分離時に液体に残存するオオシストの処理法がある。下水道の水処理を行っても浄化した放流水からオオシストが検出されることが知られており、畜産現場からの排水も同様な処理を行っているために、オオシストが流出する可能性が高い。また、今回の国際共同研究の中で明らかにされた放牧牛の問題もある。従来、クリプトスポリジウムは 1 ヶ月齢以下の子牛が高い感受性を示し、それ以後は感受性が低下するとされていたが、放牧場（6 ヶ月齢以上の牛が主体）の土壌などからオオシストが検出され、ある程度の年齢でもオオシストの排出を考慮する必要が生じている。

残された問題点解決も含めて、現在は豚のクリプトスポリジウムに関する研究を行っている。牛に関する研究は数多くなされているが、豚に関する情報は少なく実態が分からない為、人の疾病の原因としての評価は重要である。クリプトスポリジウム対策を考える場合、畜産のみならず人由来のオオシストも重要であり、公衆衛生、下水道・上水道関係者との緊密な研究が必要であると考えている。