

話題の感染症

Sarcocystis fayeri 感染馬肉による食中毒Food poisoning caused by *Sarcocystis fayeri* associated with ingestion of raw horse meatさいとうもりひろ
齊藤守弘
Morihito SAITO

はじめに

近年、飲食後数時間程度で一過性の嘔吐や下痢を起こし、軽症で終わる有症事例の増加が指摘されていた。多くの場合、細菌やウイルス検査等を行っても病因物質が検出されず、また、原因食品も不明であった。厚生労働省の調査で、こうした事例の多くで馬刺しの喫食が関係することが明らかとなった。

本稿では、馬刺しによる食中毒の原因究明の経過、病因物質である住肉胞子虫とそのシスト内蛋白質の病原性、予防法および検査法について記載する。

I. 住肉胞子虫とは

Sarcocystis とは：Sarco (サルコ) とは肉を、cyst とは胞子を意味し、直訳すると肉胞子となる。すなわち肉に寄生する胞子である¹⁾。トキソプラズマやコクシジウムと同じ胞子虫類に分類される原虫である。住肉胞子虫は、ヨーロッパハツカネズミの筋肉中にシストを発見したのが最初で、その後種々の動物の筋肉に同様なシストが発見され、現在、180種以上報告されている^{2,3,6-8)}。家畜(野生動物を含む)の住肉胞子虫は次のとおりである¹⁻⁵⁾。牛寄生種は3種で、犬を終宿主とする *S. cruzi*、猫を終宿主とする *S. hirsta*、ヒトを終宿主とする *S. hominis* である。わが国ではいずれも分離報告されている⁹⁻¹¹⁾。牛の感染率は70%以上である^{9,12-14)}。豚およびイノシシ寄生種は3種で、犬を終宿主とする *S. miescheriana*、猫を終宿主とする *S. porcifelis*、ヒトを終宿主とする *S. suihominis* である。わが国ではいずれも分離報告されている¹⁵⁻¹⁷⁾。豚およびイノシシの感染率は

10%未満である^{16,18)}。羊寄生種は5種で¹⁹⁾、犬を終宿主とする *S. tenella*、*S. arieticanis* および *S. mihouensis*、猫を終宿主とする *S. medusiformis* および *S. gigantea* である。わが国ではいずれも犬を終宿主とする3種が報告されている¹⁹⁻²¹⁾。羊の感染率は80%未満である⁹⁾。山羊寄生種は3種で、犬を終宿主とする *S. capracanis* および *S. hircicanis*、猫を終宿主とする *S. moulei* である。わが国では犬を終宿主とする2種が報告されている²²⁾。山羊の感染率は48%である²²⁾。馬寄生種は4種で、犬を終宿主とする *S. bertrami*、*S. fayeri* および *S. equicanis* が報告されている。*S. asinus* については詳細な情報がない。わが国では、20世紀後半の感染率は20%未満であった²³⁾。

住肉胞子虫の生活環は2宿主を必要とする^{1-4,6,7)}。一般的に中間宿主は草食性動物が、終宿主はそれを捕食する肉食動物となる。住肉胞子虫は中間宿主に経口的に感染し、中間宿主の小血管内皮細胞内で2回の無性生殖が行われる。やがて早ければ感染30日目に幼若なシストが心筋や骨格筋に出現し、約1.5カ月程度経過すると成熟シストとなって、初めて終宿主への感染が成立する²⁴⁻²⁶⁾。終宿主は中間宿主に寄生した成熟シストを経口的に摂取することで感染が成立する。終宿主に感染すると^{4,16)}、感染3時間で小腸上皮細胞内にヤングガメトサイトが観察される。終宿主体内、腸管上皮固有層内で有性生殖が行われる。オーシストはやがて腸管上皮固有層内で胞子形成が行われ、早ければ、感染9日後には終宿主の糞便内に胞子形成オーシストあるいはスポロシストの排泄がみられる。住肉胞子虫はコクシジウムやトキソプラズマと異なり、胞子形成が完了して終宿主の糞便内に排泄されるため、中間宿主へただちに感染が可能である。

Ⅱ. 馬肉における住肉胞子虫の寄生状況

平成14年頃より原因不明の食中毒（有症事例）が増加し、平成20年には年間100件を超える事例が報告²⁷⁾されるようになった。下痢や嘔吐等の食中毒様の症状はみられるが、細菌やウイルス等の病因物質や原因食品が特定できないことから、厚生労働省による平成21年6月～平成23年3月までの間に発生したいわゆる有症事例の調査で²⁸⁾、198事例について、共通食品が判明した。有症苦情事例の多くは、生鮮魚介類によるものであったが、食肉として馬刺しを含む事例が33例含まれることが判明した（図1）。

馬刺しとその他の食品を喫食した有症苦情6事例に関する情報は表1のとおりであった。発症率は19.6～78.9%、潜伏期間は1～19.5時間、主要症状は下痢、嘔吐、腹痛等の消化器系のものであるが、

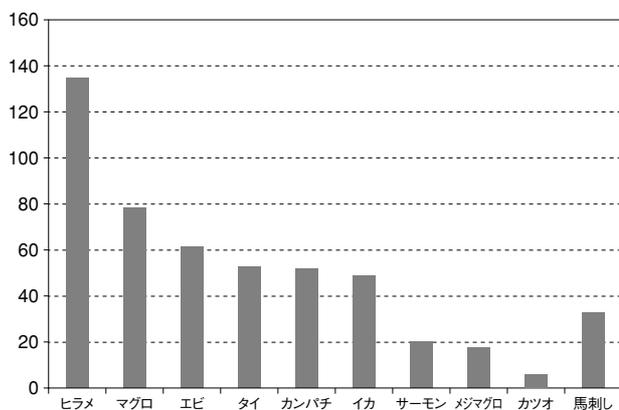


図1 有症苦情事例で提供された食品

悪寒、発熱、倦怠感や脱力感等を呈することも特徴である。これらの事例について、細菌やウイルス等の検査が実施されたが、病因物質の特定には至らなかった。そこで疫学解析をした結果、6事例中4事例は非常に高いオッズ比、および1以上の信頼限界を示し、生の馬肉が食中毒の原因食品であることが判明した。

そこで、市販馬肉における住肉胞子虫の寄生状況について調査を行った。調査は以下のように行った。市販馬肉（横隔膜筋）を購入し、これまでに実施されていない著者の専門分野である寄生虫学および病理組織学的検査を実施した。著者が考案した直接法によるシスト検査と病理組織標本を作製し、光学顕微鏡下で観察した結果、33検体中29検体（陽性率88%）に住肉胞子虫（*Sarcocystis*）シストが検出された。産地別内訳では、日本産は7検体中3検体（43%）、外国産26検体中26検体（100%）であった。シストがみられた検体については、組織切片1cm²当たりのシスト数を計数した結果、外国産馬で平均6.1個、日本産馬で2個と、外国産馬で寄生数が多かった（表2）。寄生虫学および病理組織学的検査結果で住肉胞子虫の寄生以外には著変はみられなかった。

住肉胞子虫が中間宿主の筋肉に寄生したシストは、光学顕微鏡では、シスト壁の厚い（シスト壁の厚さが1μm以上）タイプ（写真1, 2）と薄い（シスト壁の厚さが1μm以下）タイプ（写真3, 4）の2つに分類される。シスト壁を電子顕微鏡で観察すると種の特徴を有するさまざまな微細突起、villar protrusionがみられる（写真5, 6）。馬肉から検出されたシスト

表1 馬刺しが提供された有症苦情事例に関する情報

発生日時	発症率		潜伏期（時間）		各症状の発症率（%）			
	陽性数 / 総数	陽性率 %	範囲	中央値	下痢	嘔気	嘔吐	腹痛
2009.05.12	15/19	78.9	3.0～14.0	6.0	73.3	33.3	33.3	53.3
2009.05.12	34/57	59.6	1.0～14.5	7.5	94.1	26.5	44.1	14.7
2009.11.14	11/56	19.6	1.0～8.0	4.0	100	9.1	63.6	18.2
2009.12.17	16/42	38.1	5.5～11.5	7.5	87.5	62.5	37.5	50.0
2010.01.17	64/102	61.8	1.5～19.5	8.0	87.3	34.9	33.3	33.3
2010.03.31	18/33	54.3	2.0～13.0	7.1	94.4	44.4	33.3	38.9

表2 馬の *Sarcocystis* シスト汚染実態調査

区分	検体数	陽性数	感染率（%）	シスト数（/cm ² ）
全体	33	29	88	5.7
外国産	26	26	100	6.1
日本産	7	3	43	2.0

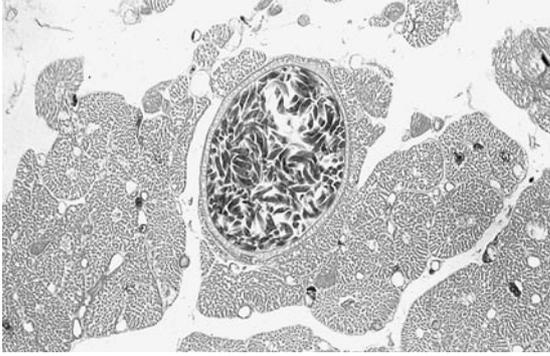


写真1 シスト壁の厚いタイプの *Sarcocystis*
HE染色 ×400

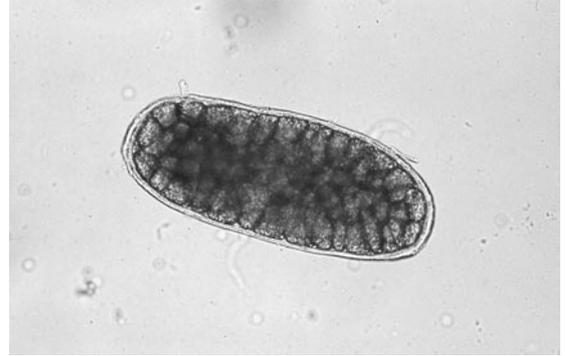


写真2 シスト壁の厚いタイプの生鮮 *Sarcocystis*
シスト ×200

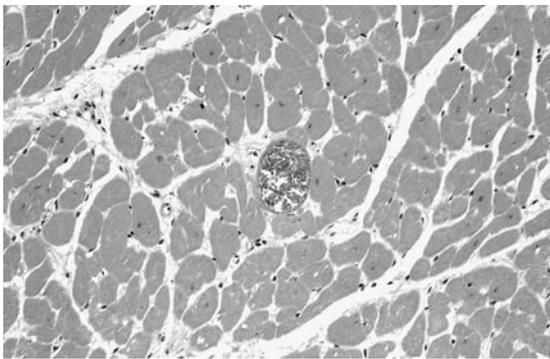


写真3 シスト壁の薄いタイプの *Sarcocystis* シスト
HE染色 ×100

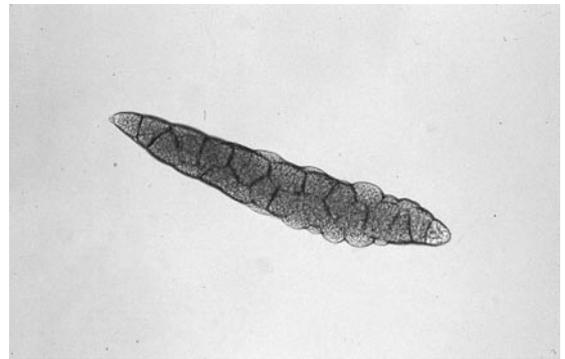


写真4 シスト壁の薄い生鮮 *Sarcocystis* シスト
×100

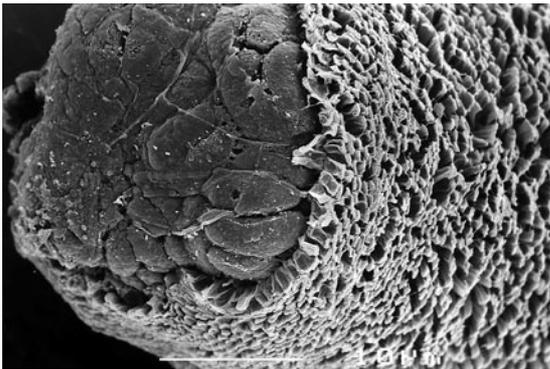


写真5 シスト壁の厚い *Sarcocystis* シストの走査
電顕写真、シスト表面には柵状の無数の
villar protrusion が観察される。



写真6 シスト壁の薄い *Sarcocystis* シストの走査
電顕写真、シスト表面には毛状の無数の
villar protrusion が観察される。

はシスト壁が厚く、柵状構造が観察された(写真7)。さらに、走査および透過電子顕微鏡観察では、シスト表面には、指状の特徴的な villar protrusion が観察された。生鮮シストを犬に経口投与したところ、10日目に糞便内に孢子形成スポロシストの排泄がみられた。以上の成績と従来から報告されている種^{4, 23, 29)}を比較したところ、馬を中間宿主とし、犬を

終宿主とする *S. fayeri* と同定された(図2、表3)。

住肉胞子虫の馬体内寄生分布について、馬5頭分の肝臓、大動脈、タテガミ(頸部脂肪)の他、心筋、舌および骨格筋を含む21カ所を採取し調査した。その結果、住肉胞子虫の寄生部位である心筋を除く横紋筋に寄生がみられ、部位による偏りはみられなかった。



写真7 直接法によって馬肉より取り出した生鮮 *Sarcocystis* シスト ×40

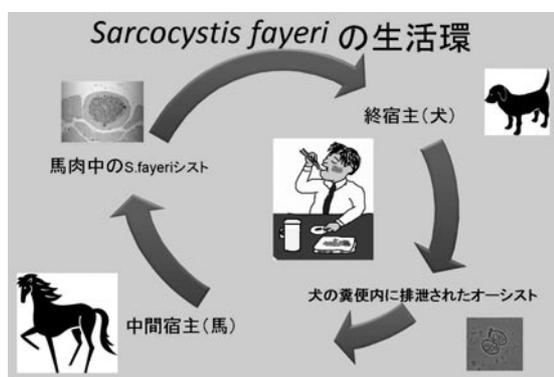


図2 *Sarcocystis fayeri* の生活環

表3 馬の *Sarcocystis* 種の生物学的及び形態学的特徴

種	終宿主	プレパテント ピリオド	スポロシストの 大きさ(μm)	シスト壁 (形態)
<i>S. fayeri</i>	犬	10	11~13 × 7.0~8.5	厚い (柵状)
<i>S. equicanis</i>	犬	8	15~16.3 × 8.8~11.1	薄い (毛状)
<i>S. bertrami</i>	犬	12	15 × 11	薄い (毛状)
S. sp.	犬	10	11~13 × 7.0~8.0	厚い (柵状)

S. sp.: 今回検出された *Sarcocystis*

有症苦情馬肉について、住肉胞子虫寄生の有無とその寄生種さらに 1cm^2 当たりの寄生数について、寄生虫学および病理組織学的に検査した。有症苦情9検体にはいずれも住肉胞子虫、*S. fayeri* の感染が認められた。組織切片 1cm^2 当たりで43~420個のシスト寄生が観察された。また、市販馬肉と有症苦情馬肉の住肉胞子虫シスト数を比較すると市販馬肉の組織切片 1cm^2 当たりシスト数は平均6.1個、有症苦情馬肉は43~420個で、有症苦情馬肉は市販馬肉の約7~69倍の住肉胞子虫の寄生数がみられた。

Ⅲ. 住肉胞子虫の病原性の検討

馬肉の有症苦情事例では、喫食後数時間に主要症状である下痢が誘発されるがその病因物質を特定するため、ウサギの腸管結紮ループ試験を実施した。有症苦情馬肉の成分は、馬肉、馬油、*S. fayeri* シストであったことから以下の1)~4)について、ループ試験を実施した。

- 1) *S. fayeri* シストを組織切片 1cm^2 当たり420個含む馬肉10gを採取し、凍結と融解して得られた抽出液(有症苦情馬肉抽出液)。
- 2) *S. fayeri* 寄生馬肉からシストを取り除いた馬肉からの凍結融解を数回繰り返した抽出液。
- 3) *S. fayeri* 寄生馬肉より取り出したシストからの凍結融解を数回繰り返した後の抽出液(シスト抽出液)。
- 4) 馬油。

その結果、有症苦情馬肉抽出液、シスト抽出液を注入した、ウサギ腸管結紮ループ内に液体貯留物が観察され、下痢原性がみられた。しかし、馬油と *S. fayeri* シストを取り出した後の馬肉抽出液はループ試験で陰性であった。このことから、*S. fayeri* シストに下痢を誘発する物質があることが判明した。

著者はすでに牛寄生種 *S. cruzi* シスト抽出液がウサギに対して致死性の毒を有し、その物質は15~16kDa蛋白質であることを報告している³⁰⁾。このことから、*S. fayeri* シスト内に同様の分子量の蛋白が存在し、下痢を惹起している可能性が想定されたことから、ウサギ腸管結紮ループ法により、下痢原性毒の有無について検討した。まず始めにシスト内に毒成分が存在するかについて検討した。生の馬肉より直接法により取り出した *S. fayeri* シストを -22°C で凍結した後、 37°C で解凍。この凍結と解凍を数回繰り返し、シスト成分を抽出した。このシスト抽出物をウサギの皮下に接種したところ、沈鬱、食欲の廃絶および断続的な下痢がみられ、やがて死亡した。シスト抽出物についてウサギの腸管結紮ループ試験を実施したところ、ループ内に液体貯留が観察された。以上の結果を踏まえ、次に病因物質と考えられる15~16kDa蛋白の抽出とその病原性についてウサギを用いて調べた。シスト抽出物の一部についてSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動により

表4 S. fayeri シスト由来 15kDa 蛋白質接種
ウサギの臨床所見

15kDa 蛋白質 接種量	臨床所見		
	沈鬱	下痢	死亡
2.5μg/kg	●○○	○○○	○○○
5.0μg/kg	●●●	●●●	○○○
10μg/kg	●●●	●●●	●●○
15μg/kg	●●●	●●●	●●●

○：症状なし ●：症状あり

15kDa 蛋白質の存在が確認されたため、ゲル濾過により 15kDa 蛋白質を抽出した。抽出した 15kDa 蛋白質をウサギの耳静脈に投与したところ濃度依存性により下痢等の臨床症状が重篤となった(表4)。さらに、腸管結紮ループ試験では、ループ内に液体貯留が観察され、S. fayeri シスト内 15kDa 蛋白質は、下痢原性を有することが判明した。

そこで、15kDa 蛋白質の S. fayeri シスト内分布を調査するために、ゲル濾過で得られた 15kDa 蛋白質を用いて、免疫家兎血清を作製した³¹⁾。得られた抗 15kDa 家兎血清を用いて、免疫組織化学検査を実施した。結果、ブラディゾイトの細胞膜に陽性反応が観察された。15kDa 蛋白質は、ブラディゾイトの膜の構成成分であることが判明した。

IV. 住肉孢子虫の検査法

厚生労働省からの通知では³⁴⁾、顕微鏡検査法(直接法：著者考案¹⁰⁾)と遺伝子検査の2つの方法がある。

1) 定性 PCR 法

住肉孢子虫の 18S rRNA 遺伝子の塩基配列を標的にしたものである。馬肉検体肉片 3 カ所から切り出す。筋線維の方向を確認して、線維方向に垂直に厚さ 5mm 程度、面積 1cm×1cm 程度の小片を切り出す。切り出した 3カ所を混ぜ合わせてミンチ状にした後、0.3g を計量し、試験管に入れバッファーを加えて 1ml とする。30 秒間激しく試験管を振りミンチ肉を攪拌する。卓上遠心器で数秒間遠心し、上清 200μl を DNA 抽出用の材料とする。DNA 抽出は QIAamp DNA Mini Kit (QIAGEN 51304、51306) あるいは同等の性能をもつ製品を用いて行う。プライマーは F-primer (18S1F): 5'-GGATAACCGTGGTAATTCTATG、R-primer (18S11R): 5'-TCCTATGTCTGGACCTGGTGAG を用いる。PCR プライマーは、0.2μM で使用する。反応時間は 94℃、30 秒間、60℃、1 分間、72℃、1 分間を 1 サイクルとし、30 サイクルの PCR 増幅を行う。増幅物は 1,100bp を示す(図3)。

2) 顕微鏡検査法(直接法¹⁰⁾)

シスト・ブラディゾイトを検出する方法である。本法は多少熟練が必要であるが、ポイントは、筋肉の線維方向に垂直に切り出す。脂肪はやや黄色がかかった白色(黄白色)、シストは白色であるので慣れれば鑑別は可能である。検査法は筋肉の線維方向に垂直に切り出し、断面に蒸留水等をかけて湿らせる。実体顕微鏡にセットし、上方から筋肉断面に直接光をあてる。倍率は 4~10 倍程度で観察が可能

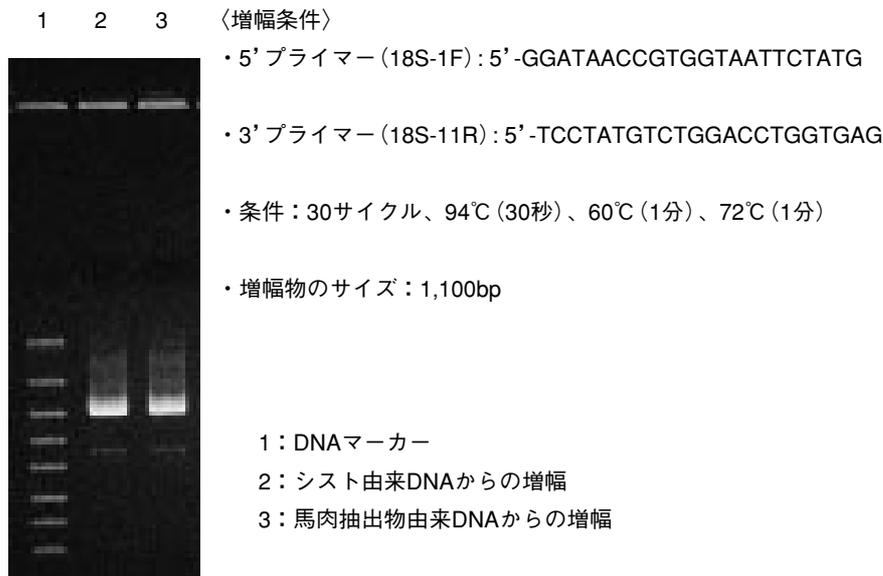


図3 Sarcocystis 検出用定性 PCR 法

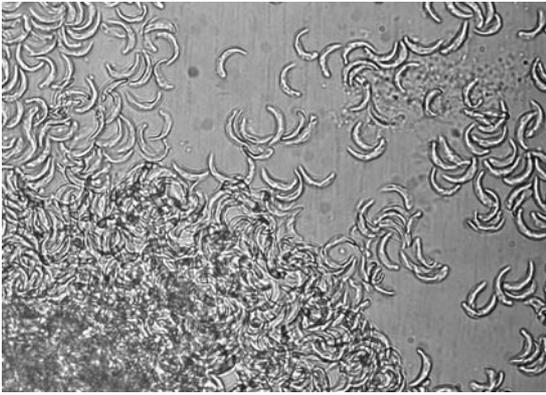


写真8 シストから遊出したブラディゾイト
×200

である。シストは、注射針（23ゲージ）を用いてシスト周囲の筋肉を圧迫することで筋肉と分離する。新鮮な馬肉ほどシストと筋肉との分離が難しく、可能であれば4℃で18時間程度保存した後に分離すると比較的容易にシストを分離することができる。分離したシストは白色の糸屑状で、スライドガラスにあらかじめ滴下しておいた生理食塩水等に浮遊させ顕微鏡下でシストを観察する。シスト内部は住肉胞子虫の特徴である隔壁によっていくつもの部屋に区画されて観察することができる。シストであるか不明の場合は、針等で機械的に破壊し、*S. fayeri* シストであれば、内部に数十万個のブラディゾイトを含有していることから、無数の三日月状のブラディゾイトを観察することができる（写真8）。

V. 住肉胞子虫の予防法の検討

Sarcocystis シストの殺滅方法については、すでに著者が豚寄生種 *S. miescheriana* で報告している³²⁾。寄生虫は蛋白質で構成されていることから、熱処理が有効であるが、馬肉は加熱して喫食することが一般的ではなく、馬刺しとして生で食べることから、低温および凍結処理の方法を選択した。シストに対する低温および凍結処理の効果判定は、シスト内ブラディゾイトの生死で判定した。ブラディゾイトの生死判定は、①染色液に対する抵抗性：生きているブラディゾイトは染色液に抵抗性があり、死んだものは抵抗性がなく、染色される。②ペプシンに対する抵抗性：生きているブラディゾイトはペプシン（人工胃液）に対して2時間程度では消化されず、抵抗性がある。一方、死んだブラディゾイトは、1

表5 *Sarcocystis* シストを含んだ馬肉への温度処理の効果

温度 (℃)	時間					
	1	3	6	12	18	24
4	—	—	—	—	—	—
0	—	—	—	—	—	—
-22	—	—	—	—	+	+
-30	—	—	—	—	+	+
-80	—	+	+	+	+	+

効果あり：+ 効果なし：—

分程度で消化される。

試験方法は、実体顕微鏡下でシストを含むように1cm²の大きさに筋肉片を切り出し、各温度条件で処理した。処理後、虫ピンを用いてシストを取り出し、シスト壁を壊してブラディゾイトを遊出させ、メチレンブルー染色液を加え、顕微鏡下で染色の有無を調べた。さらに取り出したシストの一部については、2%ペプシン溶液（人工胃液）で、37℃、30分間消化し、顕微鏡下でブラディゾイトの消化の有無を調べた。4℃および0℃で1～24時間処理したブラディゾイトは染色液に対して抵抗性がみられ、人工胃液で消化されなかった。また、4℃で24時間処理したシストの犬への経口感染実験では、感染が成立した。すなわち、4℃および0℃ではシストおよびブラディゾイトは失活されず予防効果は得られなかった。-22℃および-30℃で12時間、-80℃で1時間の処理では、染色液に対して抵抗性がみられ、人工胃液で消化されなかった。一方、-22℃および-30℃で18時間以上、-80℃で3時間以上の処理条件では、染色液に対する抵抗性を失い、染色されるようになり、さらに人工胃液でも完全に消化された。-22℃で24時間処理したシストを犬に経口投与したところ感染はみられなかった。すなわち、-22℃および-30℃で18時間以上、-80℃、3時間以上でシストおよびブラディゾイトは失活、殺滅され、予防効果が得られた（表5）。

おわりに

現在、馬肉を原因食品とするいわゆる有症苦情事例は、平成23年6月17日付け、厚生労働省より、生食用生鮮食品による病因物質不明有症事例への対応についての通知により、食中毒事例として取り扱うこととなった³³⁾。さらに平成23年8月23日付け、*Sarcocystis fayeri* の検査法（暫定版）が通知された³⁴⁾。

平成 23 年度は数件の事例が報告されているが、通知検査法等が十分機能した結果、病因物質が特定され、食中毒として届出されている。また、馬肉食中毒事例は、過去と比較して減少しているといわれ、馬肉を凍結する予防法が十分効果があったと考えられた。今後の調査研究として、*Sarcocystis fayeri* シスト内のブラディゾイト膜成分である 15kDa 蛋白質の構造解析と食中毒のメカニズムの解明を進めている。

まとめ

有症苦情事例の調査で馬刺しを共通食品とする事例が複数あることが判明した。疫学解析の結果、馬刺しが原因食品として考えられ、寄生虫学および病理組織学的検査を実施したところ、住肉胞子虫 (*Sarcocystis*) が高度に寄生していることが判明し、生物学的および形態学的特徴から犬を終宿主、馬を中間宿主とする *S. fayeri* と同定された。毒性評価に用いたウサギ腸管結紮ループ試験で *S. fayeri* シスト内 15kDa 蛋白質の下痢原性が証明された。本食中毒予防法としては、凍結処理が有効であった。*S. fayeri* の確認検査法として、ひとつは生鮮馬肉の詳細な顕微鏡観察であり、もうひとつは PCR 法を用いた住肉胞子虫 18S rRNA 遺伝子の検出である。

文 献

- 1) 板垣博・大石勇：家畜寄生虫病学，朝倉書店，東京，339-351pp, 1984.
- 2) Dubey, J.P.: A review of *Sarcocystis* of domestic animals and of other coccidian of cats and dogs. J. Am. Vet. Med. Assoc. **169** : 1061-1078, 1976.
- 3) 齊藤守弘：住肉胞子虫および住肉胞子虫症. 日獣会誌. **42** : 383-388, 1989.
- 4) Dubey, J.P., Speer, C.A. and Fayer, R.: Sarcocystosis of animals and man. CRC Press. Raton. Boca Florida. 78-79, 109-148, 1989.
- 5) 伊藤進午：獣医学，近代出版，東京，71-105pp, 1985.
- 6) Markus, M.B.: *Sarcocystis* and Sarcocystosis in domestic animals and man. Adv. Vet. Sci. Comp. Med. **22** : 159-193, 1978.
- 7) Tadoros, W. and Laarman, J.J.: *Sarcocystis* and related coccidian parasites : A brief general review, together with a discussion on some biological aspects of their life cycles and a new proposal for their classification. Acta Leiden. **44** : 1-107, 1976.
- 8) Odening, K.: The present state of species-systematics in *Sarcocystis* Lankester. Systematic Parasitology. **41** : 209-233, 1998.
- 9) Mori, Y.: Studies on the *Sarcocystis* in Japanese black cattle. Bull. Azabu Univ. Vet. Med. **6** : 51-65, 1985.
- 10) 齊藤守弘・鉢須桂一・岩崎一弥・中島董・渡辺昭宣・守屋英樹・板垣博：住肉胞子虫シストの新簡易直接法の検討と応用. 日獣会誌. **37** : 158-162, 1984.
- 11) Saito, M., Shibata, Y., Kubo, M., Sakakibara, I., Yamada, A. and Itagaki, H.: First isolation of *Sarcocystis hominis* from cattle in Japan. J. Vet. Med. Sci. **61** : 307-309, 1999.
- 12) 森泰良・広永潔・岡義昌・榎本千加志：めん羊および牛の住肉胞子虫について. 家畜保健衛生技術研究会報. **22** : 47-50, 1974.
- 13) 細川修・柴田穰・齊藤守弘・富岡弘・井上和幸・小林昭二・岩崎忠・渡辺昭宣：牛の *Sarcocystis* 感染状況について, 食品衛生研究. **5** : 59-66, 1982.
- 14) 齊田清・星野利得・小山孝・福田二三男：牛住肉胞子虫の検出法とその成績について. 獣畜新報. **671** : 340-343, 1977.
- 15) 大野明美・新里武則・末吉有・富永正哉・新垣政一・城間秀栄・大城孝喜・齊藤守弘・板垣博：沖縄県における豚の住肉胞子虫感染状況. 日獣会誌. **46** : 978-982, 1993.
- 16) Saito, M., Nakajima, T., Watanabe, A. and Itagaki, H.: *Sarcocystis miescheriana* infection and its frequency in pigs in Japan. Jpn. J. Vet. Sci. **48** : 1083-1090, 1986.
- 17) Saito, M., Shibata, Y., Ohno, A., Kubo, M. and Itagaki, H.: *Sarcocystis sui hominis* detected for the first time from pigs in Japan. J. Vet. Med. Sci. **60** : 307-309, 1998.
- 18) 齊藤守弘・柴田穰・久保正法・板垣博：野生イノシシにおける *Sarcocystis* 感染. 日獣会誌. **51** : 677-682, 1998.
- 19) Saito, M., Shibata, Y., Kubo, M. and Itagaki, H.: *Sarcocystis mihoensis* n. sp. from sheep in Japan. J. Vet. Med. Sci. **59** : 103-106, 1997.
- 20) Imai, Y., Inoue, I. and Yamada, M.: *Sarcocystis tenella* from the sheep in Japan. Jpn. J. Vet. Sci. **51** : 815-817, 1989.
- 21) Saito, M., Shibata, Y. and Itagaki, H.: *Sarcocystis arieticanis* of sheep in Japan. Jpn. J. Parasitol. **45** : 290-294, 1996.
- 22) Saito, M., Shibata, Y. and Itagaki, H.: *Sarcocystis capracanis* and *S. hircicanis* from goats in Japan. Jpn. J. Parasitol. **44** : 391-395, 1995.
- 23) 齊藤守弘・柴田穰・田口清明・板垣博：馬の住肉胞子虫感染例. 日獣会誌. **48** : 905-907, 1995.
- 24) 齊藤守弘・佐藤澄美・富岡弘・中島董・渡辺昭宣・板垣博：豚の実験的 *Sarcocystis* 症. 日獣会誌. **40** : 442-445, 1987.
- 25) 齊藤守弘・橋本夏美・中島董・渡辺昭宣・板垣博：豚体内における *Sarcocystis miescheriana* の発育. 日獣会誌. **41** : 183-187, 1988.
- 26) 齊藤守弘・柴田穰・久保正法・板垣博：*Sarcocystis arieticanis* スポロシストの綿羊に対する病原性. 日獣会誌 **51** : 752-755, 1998.
- 27) 小西良子：ヒラメ及び馬肉を原因とした病因物質不明食中毒(有症事例)について. 獣医公衆衛生研究. **14**-2, 9-

- 12, 2012.
- 28) 鎌田洋一： *Sarcocystis fayeri* を含んだ馬肉による食中毒. 食品衛生研究. **61** : 21-27, 2011.
- 29) Dubey, J.P., Streitl, R.H., Stromberg, P.C. and Toussant, M.J.: *Sarcocystis fayeri* sp. n. from the horse. J. Parasitol. **63** : 443-447, 1977.
- 30) Saito, M., Taguchi, K., Shibata, Y., Kobayashi, T., Shimura, K. and Itagaki, H.: Toxicity and Properties of the extract from *Sarcocystis cruzi*. J. Vet. Sci. **57** : 1049-1051, 1995.
- 31) Saito, M., Ohuchi, Y., Kobayashi, M., Haritani, M. and Itagaki, H.: Preparation and applicability of *Sarcocystis cruzi* antigens and their anti-*S. cruzi* rabbit sear for serodiagnosis of bovine sarcocystosis. J. Vet. Med. Sci. **56** : 589-591, 1994.
- 32) 齊藤守弘・安井千俊・板垣博： *Sarcocystis miescheriana* 感染動物に対するサルファ剤の効果とシスト、スポロシストに対する温度処理の効果. 日獣会雑. **35** : 867-869, 1988.
- 33) 厚生労働省医薬品局食品安全部長：生食用生鮮食品による病因物質不明有症事例への対応について. 平成 23 年 6 月 17 日, 食案発 0617 号第 1 号 (2011).
- 34) 厚生労働省医薬品局食品安全部長： *Sarcocystis fayeri* の検査法について (暫定版). 平成 23 年 8 月 23 日, 食案発 0823 第 1 号 (2011).