

[ノート]

兵庫県西播磨地区における専用水道施設の野生シカによる クリプトスポリジウム汚染実態調査

北本 寛明^{1*} 戸塚 雅彦² 辻 英高¹ 木村 詠美³ 近平 雅嗣¹

Water Pollution Survey of the *Cryptosporidium* Derived from the Wild Deer at Nishi-Harima Area in Hyogo Prefecture

Hiroaki KITAMOTO^{1*}, Masahiko TOTSUKA², Hidetaka TSUJI¹, Emi KIMURA³
and Masatsugu CHIKAHIRA¹

¹ *Infectious Disease Research Division, Public Health Science Research Center, Hyogo Prefectural Institute of Public Health and Consumer Sciences, 2-1-29, Arata-cho, Hyogo-ku, Kobe 652-0032, Japan and* ² *Tatsuno Health and Welfare Office and* ³ *Ako Health and Welfare Office*

It was concerned about the *Cryptosporidium* contamination to the water source from the wild deer (*Cervus nippon centralis*) living around the water-supply system of certain highland in west Harima region, Hyogo prefecture.

Therefore, we investigated *Cryptosporidium* in raw water and feces of the deer.

In this study, *Cryptosporidium* was not detected in any samples tested.

However, internal and external reports described about the detection of *Cryptosporidium* with cervine genotype or deer genotype from water, white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), and Chinese sika deer (*Cervus nippon temminck*).

Periodic monitoring of *Cryptosporidium* cervine genotype and deer genotype, about raw water and wild life living area around water source are needed to prevent the infection of *Cryptosporidium* from the tap water.

I はじめに

全国的にシカやイノシシ等の一部の野生動物により様々な被害が増加しており、兵庫県でも野生シカの増加や生息域の拡大による農林業被害が深刻な問題となっている¹⁾。またシカはヒトに病原性を有するクリプトスポリジウム原虫に感染することが示されている。この感染シカから排泄された糞が水道水源に混入することで、ヒトに被害を及ぼすことが考えられる。特に、兵庫県西播磨地区は野生シカが多く生息しており、ここにはヒトと

シカが同一の水脈を利用している水源があることから、シカからのクリプトスポリジウムによる水道水の汚染が危惧される。

このため、この地域のA高原専用水道におけるシカ由来のクリプトスポリジウム等による汚染実態を調査したので、この結果と共に文献調査による国内外の状況を報告する。

II 材料と方法

1 調査地域及び期間

兵庫県西播磨地区で、飲食店、宿泊施設や温泉施設等の年間のべ約6万人の利用者に、飲料水を供給しているA高原専用水道施設およびその周辺のシカ生息地域を調査対象とした。

¹ 感染症部 ² 龍野健康福祉事務所 ³ 赤穂健康福祉事務所
*別刷請求先：〒652-0032 神戸市兵庫区荒田町 2-1-29
兵庫県立健康生活科学研究所 健康科学研究センター
感染症部 北本 寛明

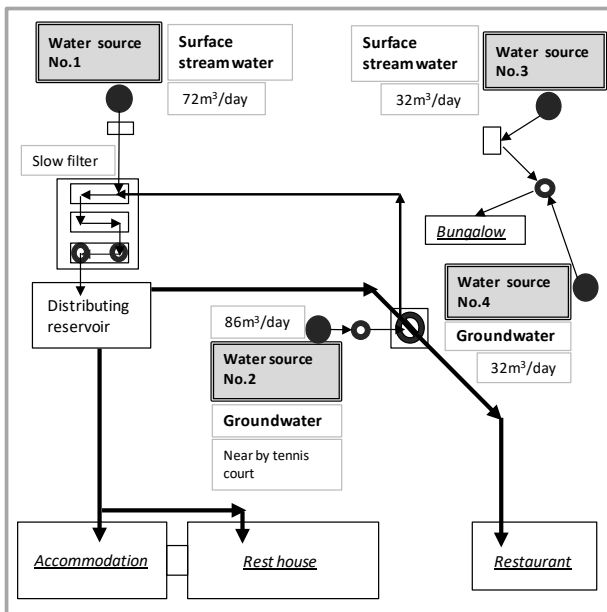


Fig.1 Water sources and tap water depuration system at a local tap water supply establishment

Fig.1 に水道施設の概要を示した。本施設の水源は 4カ所あり、第 1 水源、第 3 水源は地表水、第 2 水源と第 4 水源は地下水である。

これらの水源付近にも糞が散乱していた(Fig.2, Fig. 3)ことから、同施設周辺には野生のシカ(ホンシュウジカ: *Cervus nippon centralis*)が多く生息していることが推測された。

2 検体及び検査法

2010 年 7 月に専用水道施設の第 1～第 4 の水源水、緩速ろ過池のろ過砂と GS 式ろ過砂目詰まり汚染防止シート(以下、ろ過砂防止シート)を 8 検体採取した。また、2010 年 7 月、9 月、11 月の 3 回に分けて水源の周辺からシカの糞 44 検体を採取した。

2.1 原水の色度及び濁度の測定

2010 年 7 月～2011 年 2 月に 6 回、水道法に基づく透過光測定法²⁾で 4ヶ所の水源原水の色度・濁度を測定した。

2.2 クリプトスポリジウムのオーシスト分離

Kuczynska らの土壌分離法³⁾に準拠して、ろ過砂及びろ過砂防止シートからクリプトスポリジウムを分離した。また、シカの糞は国立感染症研究所による「クリプトスポリジウム症を中心とした原虫性下痢症の診断マニュアル」⁴⁾ (以下、感染研マニュアル)によるショ糖浮遊法でクリプトスポリジウムを分離した。

2.3 クリプトスポリジウムの形態学的検査

分離したオーシストを Easy Stain(BTF 社)で染色し、蛍光顕微鏡像及び微分干渉像から、クリプトスポリジウムの有無を判定した。



Fig.2 Japanese deer living around the source of the tap water



Fig.3 Feces of sika deer

The scattered deer feces were collected from the field and provided for the *Cryptosporidium* detection.

2.4 クリプトスポリジウムの遺伝子検査

遺伝子検査は、感染研マニュアル及び Downey ら⁵⁾の PCR 法で、クリプトスポリジウムの 18S rRNA の特定領域を増幅した。

3 原水の検査データ

水道施設が自ら実施した 2009 年 4 月～2011 年 3 月の原水のクリプトスポリジウム汚染指標菌検査成績(嫌気性芽胞菌数及び大腸菌最確数)、及び同施設の管理状況の記録、2009 年の原水のクリプトスポリジウム、一般細菌数、及び濁度の検査成績の提供を受けて、厚生労働省の対策指針⁶⁾に基づいて、同水源のクリプトスポリジウム等による汚染レベルの判定を行った。

Ⅲ 結果

1 原水の濁度及び色度検査

原水中の微粒子による濁りと溶存しているフミン質などの指標として、濁度および色度の成績を示した(Table 1)。試料採取時に降雨があった 2 月の検査成績は、第 1 水源の濁度は 6.2 度、色度は 3.71 度で、同様に第 2 水源の色度 0.01 度、第 3 水源の濁度 6.5 度、色度 1.51 度と

なり、地下水を水源とする第2水源の濁度、および第4水源の色度と濁度を除き、検査期間の中で最も高いレベルとなった。

一方、降雪が認められた1月は、第1水源の濁度0.9度、色度0.16度、第2水源の濁度0.0度、色度0.00度、第3水源の濁度1.5度、色度0.06度、第4水源の濁度0.1度、色度0.00度となり、検査期間の中で最も低いレベルであった。

2 シカ糞のクリプトスポリジウム検査

シカの糞について行ったクリプトスポリジウムの形態学的検査の結果をTable 2に示した。7、9及び11月に採取した全ての検体からは、クリプトスポリジウムは検

出されなかった。また、7月採取の検体について行った遺伝子検査でもクリプトスポリジウムは検出されなかった。

3 原水の検査成績

Table 3に施設が実施した、原水のクリプトスポリジウムに関する検査成績を示した。全ての原水でクリプトスポリジウムオーシストは検出されなかった。一般細菌数は、第3水源で20 cfu/mL検出されたが、他の水源からは検出されなかった。濁度は第1水源から第4水源の順に、0.30度、0.1度未満、0.90度、0.30度であった。

Table 4に施設が実施した、原水のクリプトスポリジウム汚染指標菌(以下 指標菌)としての嫌気性芽胞菌と

Table 1 Turbidity and chromaticity levels of the raw water

Date of sampling	Weather	Test	Water source			
			No.1	No.2	No.3	No.4
27.Jul.2010	Fair	Turbidity	1.8	0.0	3.0	0.6
		Color	0.47	0.00	0.33	0.31
9.Sep.2010	Cloudy	Turbidity	2.0	0.0	4.0	0.6
		Color	0.22	0.00	1.26	0.22
12.Oct.2010	Cloudy	Turbidity	1.3	0.0	2.5	0.2
		Color	0.60	0.00	0.76	0.12
29.Nov.2010	Fair	Turbidity	1.1	0.0	1.6	0.1
		Color	0.31	0.00	0.42	0.04
21.Jan.2011	Snowy	Turbidity	0.9	0.0	1.5	0.1
		Color	0.16	0.00	0.06	0.00
28.Feb.2011	Rainy	Turbidity	6.2	0.0	6.5	0.1
		Color	3.71	0.01	1.51	0.01

(degree)

Table 2 Detection of *Cryptosporidium* from the various raw water

	Summer (27.Jul.2010)	Autumn (9.Sep.2010)	Winter (29.Nov.2010)
Fecal samples from sika deer			
Near by water source No.1	0/5	0/11	0/2
Near by water source No.2	0/2	0/4	0/2
Near by water source No.3	0/6	0/2	0/2
Near by water source No.4	0/2	0/2	0/2
Slow sand filter			
Filter sand	0/6	-	-
SG type sheet for anticlogging and anticontamination	0/2	-	-
Total	0/23	0/19	0/10

[Number of positives]/[Number of samples]
- : not tested

Table 3 Results of the various test items of raw water

Water source	No.1	No.2	No.3	No.4
Date of sampling	8.Dec.2009	8.Jun.2009	3.Aug.2009	2.Aug.2009
<i>Cryptosporidium</i> oosyst (/mL)	0	0	0	0
Number of standard plate count bacteria (cfu/mL)	0	0	20	0
Turbidity (degree)	0.30	<0.1	0.90	0.30

Table 4 Results of the indicators of the *Cryptosporidium* pollution

Inspection Item	Anaerobic spore number (cfu/100mL)				Coliform most probable number (MPN/100mL)					
	Water source	No.1	No.2	No.3	No.4	No.1	No.2	No.3	No.4	
2009	Apr.	5	-	-	-	-	-	-	-	
	May	5	-	-	-	7.8	-	-	-	
	Jun.	5	0	-	-	2.3×10	0	-	-	
	Jul.	0	0	-	-	0	0	-	-	
	Aug.	-	-	0	0	-	-	0	0	
	Sep.	0	-	-	-	0	-	-	-	
	Oct.	-	0	0	-	-	0	0	-	
	Nov.	-	0	0	-	-	0	0	-	
	Dec.	0	0	0	-	0	0	0	-	
	2010	Jan.	-	0	-	-	-	0	-	-
		Feb.	-	0	-	-	-	0	-	-
		Mar.	0	0	0	-	2.0	0	0	-
Apr.		-	0	-	-	-	0	-	-	
May		-	0	-	-	-	0	-	-	
Jun.		-	0	-	-	-	0	-	-	
Jul.		0	0	0	0	7.8	0	2.3×10	0	
Aug.		-	0	-	-	-	0	-	-	
Sep.		0	0	-	-	2.4×10^2	0	-	-	
Oct.		0	0	0	0	2.2×10	0	4.9×10^2	0	
Nov.		0	0	0	0	2.0	0	4.5	0	
Dec.		-	0	-	-	-	0	-	-	
2011	Jan.	0	0	-	-	4.5	0	-	-	
	Feb.	0	0	-	-	2.0	0	-	-	
	Mar.	0	0	0	0	0	0	0	0	

- : not tested

大腸菌の検査成績を示した。

第2水源, 第4水源では指標菌は検出されなかったが, これらの水源が地下水であるため, 地表の影響を受けないためと考えられる。一方, 河川水を採取する第1および第3水源では嫌気性芽胞菌が, 第1水源から2009年4月~6月に検出された。また, 大腸菌は第1水源から, 13回の検査中9回検出され, その平均値は23.9(0~240)MPN/100mLであった。この検出結果に季節などの一定傾向は認められなかった。第3水源からは9回中3回で大腸菌が検出され, 年間平均値は57.5(0~490)MPN/100mLであった。この水源での大腸菌の検出は, 2010年に限定されていた。

4 水源のクリプトスポリジウム汚染の判定

厚生労働省の対策指針⁶⁾に基づいて, 原水の種類, 指標菌の検出結果及び現地の状況を併せて, クリプトスポリジウム等による汚染レベルを判定した。

第1水源と第3水源は地表水を原水とし, 原水から指標菌が検出されたため, クリプトスポリジウム等による汚染の可能性が高いレベル4と判定された。

一方, 水道に利用される地下水は, その採水深度によって深層地下水である第一不透水層の下部から採水する被圧地下水と, 浅層地下水である第一不透水層の上部から採水される不圧地下水に分類されており, 表層から採

水する不圧地下水は被圧地下水に比べてクリプトスポリジウムなど地表からの汚染を受けやすいと考えられている。

第2水源の調査では被圧地下水のみを原水とし, 指標菌は検出されていない。しかし, 本水源は井戸内部の状況を確認した資料を欠いていたことから, 当面クリプトスポリジウム等による汚染の可能性が低いレベル2と判定された。

第4水源は不圧地下水を利用している井戸であり, 今回の調査では指標菌は全て陰性であることから, レベル2と判定された。

IV 考 察

厚生労働省は, 水源の糞便汚染の指標として嫌気性芽胞菌と大腸菌が有効であることを示している。糞便汚染した水源の水にはクリプトスポリジウム等が混入するおそれがあることから, 水道施設を管理するために, 指標菌を定期的に検査することが定められている⁶⁾。

地表水である第1水源と第3水源は, 地下水の第2水源, 第4水源に比べ, 濁度, 色度が共に高い値となった。このうち, 第3水源は濁度が最も高く, 一般細菌も検出された。第1水源および第3水源は, 大腸菌が陽性であった。これに加えて第1水源では, 嫌気性芽胞菌も検出

Table 5 List of the reports about the *Cryptosporidium* of deer^{9-14), 16-19)}

Author	Reported Year	Reserch		Samples	Detection
		Year	State		
Heuschele et al.	1986	unknown	California, USA	Zoo animals (feces)	<i>Cryptosporidium</i> sp. from neonatal ruminants with diarrhea (including <i>Cervus</i>)
Fayer et al.	1996	1995	Georgia, USA	Captive white-tailed deer (<i>Odocoileus virginianus</i>)	<i>Cryptosporidium</i> sp. from three fawns
Xiao et al.	2000	1998-2000	New York, USA	Storm Waters	<i>Cryptosporidium</i> genotype W4
Perz et al.	2001	1996-1998	New York, USA	Wildlife fecal samples	<i>C.parvum</i> from white-tailed deer
Jiang et al.	2005	1999-2000, 2002-2004	New York, USA	Water supply (Storm event water samples)	Genotype W4(cervine genotype) and W9(deer genotype) from deer (63/121, 1/121)
Ong et al.	2002	1995-1999	British Columbia, Canada	Patient	Nine isolated <i>Cryptosporidium</i> had the cervine genotype
Wang et al.	2008	2002-2007	Zhengzhou, China	Fecal specimens (rectal collection from deer farms)	<i>Cryptosporidium</i> cervine genotype from <i>Cervus nippon</i> Temminck (2/83)
Ono et al.	1999	1998	Hyogo and other site, Japan	Stools of deers	Hyogo(0/22), Other site(1/36) oosyst
Kamei et al.	2005	2004-2005	Iwate, Japan	Rectal collection*stool(141), and digestive canal(4) from <i>Cervus nippon</i>	Not detected
Hizuka	2009	2003-2008	Osaka, Japan	Water for drinking water supply watershed	<i>Cryptosporidium</i> sp. cervine genotype (2/231) (※Partial sequences of 18S rRNA had 97~98% homology)

された。この水源はゆるやかに流れる沢水を前処理せずに採水するため、森林からの流入物の影響を受けたと考えられる。

第2水源は色度、濁度共に4つの水源の中で最も低かった。地下水を利用する第2水源と第4水源からは、指標菌は検出されず、2つの井戸の違いである深層地下水と浅層地下水間で検査成績上の差は認められなかった。地下水は不透水層を境に深層地下水と浅層地下水に分類されるが、不透水層に囲まれる深層地下水は浅層地下水より農薬汚染が少ないとされている⁹⁾。また、厚生労働省の指針⁶⁾では、深層地下水は浅層地下水よりクリプトスポリジウム汚染レベルは低いとされている。

第2水源は濁度0.1度未満であったことから、第1不透水層の下を流れる深層地下水であると考えられる。一方、第4水源は地表水の第1水源と同程度の濁度を示すことから浅層地下水と考えられ、周囲の環境からの影響を受けやすいと思われる。

今回の調査では、全ての水源からクリプトスポリジウムは検出されなかった。ただ指標菌の検査成績から、地表水を利用している水源は、その周辺に生息するシカ等の野生動物由来の、クリプトスポリジウムにより汚染される可能性があると考えられた。

今回のシカの糞からはクリプトスポリジウムが検出さ

れなかったことから、調査時点で緩速ろ過池及び専用水道周辺に生息するシカからの、クリプトスポリジウム汚染は証明されなかった。しかし、検査の頭数や期間を増やすことで、クリプトスポリジウムを検出できることも考えられる。さらに、他の地域から侵入した動物によってクリプトスポリジウムを持ち込まれることも考えられることから、今後も継続した監視が必要と思われる。

Table 5 にシカに由来するクリプトスポリジウム汚染に関する報告を示した。尚、クリプトスポリジウムのシカに由来する遺伝子型を総称してシカ型遺伝子とした。

米国では、1985年頃、カリフォルニア州の動物園でシカ属(genus *Cervus*)を含む人工保育されている外来種の反芻動物新生仔にクリプトスポリジウム性下痢症が流行⁹⁾し、シカ属を含む反芻動物にクリプトスポリジウムが感染することが示された。Fayerら¹⁰⁾は、捕獲したオジロジカ(*Odocoileus virginianus*)が出産した子ジカから、クリプトスポリジウムのオーシストを検出したが、その母シカからは検出していない。Xiaoら¹¹⁾は、ニューヨーク州で1998年から2000年の河川水から検出したクリプトスポリジウムを、small-subunit ribosomal RNA(SSU rRNA)の解析によってW1~W12の遺伝子型に分類した。後にJiangら¹²⁾は、このうちのW4型をcervine genotypeと分類している。Perzら¹³⁾は、ニューヨーク

州で1996～1998年に採取した野生動物の糞を調査し、オジロジカから分離したクリプトスポリジウムのsmall-subunit ribosomal DNAの超可変領域を解析して、Xiaoらと異なる分類を行い3つのgenotypeを提唱した。Jiangら¹²⁾は、1999～2004年にニューヨーク州で河川水から採取したクリプトスポリジウムのSSU rRNA解析で、W4(cervine genotype)とW9(deer genotype)のシカ型遺伝子を検出した。

Wangら¹⁴⁾は中国鄭州のシカ牧場で、ニホンジカの亜種である*Cervus nippon temminck*からcervine genotypeのクリプトスポリジウムを検出した。このシカは米国で検出報告のあるオジロジカと異なり、ニホンジカの亜種であるため遺伝的に近縁なホンシュウジカ¹⁵⁾などの国内のシカにおいても、同様のクリプトスポリジウム感染が起こる可能性が考えられる。

国内では、小野ら¹⁶⁾が1998年にニホンジカのクリプトスポリジウム検出を行ったところ、兵庫県の野生シカ22頭からは検出されず、県外の公園で飼育されているニホンジカ36頭の内1頭からオーシストを検出したものの、この遺伝子型は調べていない。亀井ら¹⁷⁾は、岩手県での141頭のニホンジカ調査では、クリプトスポリジウムは検出されなかった。一方、肥塚ら¹⁸⁾は、2003～2008年の調査で、大阪府内の水源水からcervine genotypeのクリプトスポリジウムを検出した。

国内ではニホンジカやヒトからは、cervine genotypeやdeer genotypeなどのシカ型遺伝子のクリプトスポリジウムの検出報告はない。しかし、近年海外での検出報告が増えていることを考えると、国内でも今後ニホンジカからシカのクリプトスポリジウムが検出されることも考えられる。

Ongら¹⁹⁾は、カナダのブリティッシュコロンビア州でクリプトスポリジウムの散発患者9名からcervine genotypeを検出し、シカ型遺伝子のクリプトスポリジウムがヒトに感染することを明らかにしている。

今回の調査では、シカからクリプトスポリジウムは検出されなかった。しかし、海外の報告でヒトおよびニホンジカ亜種での感染が報告されたcervine genotypeのクリプトスポリジウムが、近年国内の水源水から検出されたと報告された。今後、クリプトスポリジウムの汚染源として野生シカを考慮すると共に、国内での野生シカの感染状況と環境中からのシカ型遺伝子のクリプトスポリジウムの検出状況に注意すべきと思われ、シカ由来のクリプトスポリジウムによるヒトへの水系感染を防ぐためにも、調査を継続して実施する必要がある。

尚、deer-like genotypeと呼ばれる遺伝子型を、Feltusら²⁰⁾が米国ノースダコタ州の肉用牛から、Amerら²¹⁾

が宮城県の乳用牛から検出したが、後にFayerら²²⁾が、これをウシ由来のクリプトスポリジウム(*Cryptosporidium ryanae*)に再分類した。

今回の調査対象施設については、管轄する龍野健康福祉事務所が、調査情報等に基づいて設置者と共に、水源のクリプトスポリジウム対策を実施している。

IV 結 論

兵庫県西播磨地区A高原の専用水道施設で採取した緩速ろ過池のろ過砂、ろ過砂防止シート、および野生シカの糞からは、クリプトスポリジウムは検出されず、シカ由来のクリプトスポリジウムによる専用水道の汚染は認められなかった。

一方、国内外でシカ型遺伝子を持つクリプトスポリジウムの存在が確認されており、海外でクリプトスポリジウム感染症患者からシカ型遺伝子のクリプトスポリジウムが検出されていることから、今後、国内において、シカに由来するクリプトスポリジウムについて、継続した調査を行う必要がある。

謝 辞

調査に際しご助言賜りました、国立保健医療科学院の秋葉道宏先生、岸田直裕先生に深謝いたします。

文 献

- 1) 兵庫県：第3期シカ保護管理計画、第2次変更、2010年10月、p.1-27、兵庫県(2010)
- 2) 厚生労働省：水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法 2003年7月22日、厚生労働省告示第261号、2010年2月17日、厚生労働省告示第48号(最終改正)
- 3) Kuczynska, E. and Shelton, D. R. : Method for detection and enumeration of *Cryptosporidium parvum* oocysts in feces, manures, and soils. *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**, 2820-2826 (1999)
- 4) 国立感染症研究所：2003年 クリプトスポリジウム症を中心とした原虫性下痢症の診断マニュアル、国立感染症研究所、p.1-39 (2003)
- 5) Downey, A. S. and Graczyk, T. K. : Maximizing recovery and detection of *Cryptosporidium parvum* oocysts from spiked eastern oyster (*Crassostrea virginica*) tissue samples. *Appl. Environ. Microbiol.*, **73**, 6910-6915 (2007)

- 6) 厚生労働省健康局水道課長通知 :水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について, 2007年3月30日, 健水発第0330005号
- 7) 日本水道協会 :水道用語辞典, **1**, p.332, p.382, 日本水道協会, 東京, (1996)
- 8) 川元達彦, 巻幡希子, 辻英高, 寺西清 :兵庫県下の水源別からみた水道原水中の農薬の濃度及び検出頻度の経年的変化. *J. Health Sci.*, **45**, 401-411 (1999)
- 9) Heuschele, W. P., Oosterhuis, J., Janssen, D., Robinson, P. T., Ensley, P. K., Meier, J. E., Olson, T. M., Anderson, P. and Benirschke, K. : Cryptosporidial infection in captive wild animals. *J. Wildl. Dis.*, **22**, 493-496 (1986)
- 10) Fayer, R., Fischer, J. R., Sewell, C. T., Kavanaugh, D. M. and Osborn, D. A. : Spontaneous cryptosporidiosis in captive white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *J. Wildl. Dis.*, **32**, 619-622 (1996)
- 11) Xiao, L., Alderisio, K., Limor, J., Royer, M. and Lal, A. A. : Identification of species and sources of *Cryptosporidium* oocysts in storm waters with a small-subunit rRNA-based diagnostic and genotyping tool. *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**, 5492-5498 (2000)
- 12) Jiang, J., Alderisio, K. A. and Xiao, L. : Distribution of *Cryptosporidium* genotypes in storm event water samples from three watersheds in New York. *Appl. Environ. Microbiol.*, **71**, 4446-4454 (2005)
- 13) Perz, J. F. and Le Blancq, S. M. : *Cryptosporidium parvum* infection involving novel genotypes in wildlife from Lower New York State. *Appl. Environ. Microbiol.*, **67**, 1154-1162 (2001)
- 14) Wang, R., Wang, J., Sun, M., Dang, H., Feng, Y., Ning, C., Jian, F., Zhang, L., Xiao, L. : Molecular characterization of the *Cryptosporidium* cervine genotype from a sika deer (*Cervus nippon Temminck*) in Zhengzhou, China and literature review. *Parasitol. Res.*, **103**, 865-869 (2008)
- 15) 高槻成紀 :シカの生態誌, **1**, p.1-3, p.344-348, 東京大学出版, 東京 (2006)
- 16) 小野一男, 辻英高, 島田邦夫, 増田邦義, Shiba Kumar Rai, 宇賀昭二, 川村隆, 遠藤卓郎 :クリプトスポリジウム汚染実態調査 第1報 河川水およびシカとニワトリの糞便からのクリプトスポリジウムの検出状況. 兵庫県衛生研究所年報, **34**, 106-112 (1999)
- 17) 亀井政俊, 青木美樹子, 山内貴義, 鈴木正嗣, 板垣匡 :岩手県に生息するニホンジカ *Cervus nippon* の寄生虫保有状況について. 日本獣医学会学術集会講演要旨集, **140**, p.88 (2005), 鹿児島
- 18) 肥塚利江 :環境水の原虫汚染とヒトへの感染性に関する調査研究. 第14回地域保健福祉研究助成報告集, 205-209 (2009)
- 19) Ong, C. S. L., Eisler, D. L., Alikhani, A., Fung, V. W. K., Tomblin, J., Bowie, W. R. and Isaac-Renton, J. L. : Novel *Cryptosporidium* genotypes in sporadic Cryptosporidiosis cases : First report of human infections with a cervine genotype. *Emerg. Infect. Dis.*, **8**, 263-268 (2002)
- 20) Feltus, D. C., Giddings, C. W., Khaitza, M. L., McEvoy, J. M. : High prevalence of *Cryptosporidium bovis* and the deer-like genotype in calves compared to mature cows in beef cow-calf operations. *Vet. Parasitol.*, **151**, 191-195 (2008)
- 21) Amer, S., Honma, H., Ikarashi, M., Oishi, R., Endo, M., Otawa, K., Nakai Y. : The first detection of *Cryptosporidium* deer-like genotype in cattle in Japan. *Parasitol. Res.*, **104**, 745-752 (2009)
- 22) Fayer, R., Santin, M., and Trout, J. M. : *Cryptosporidium ryanae* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in cattle (*Bos Taurus*). *Vet. Parasitol.*, **156**, 191-198 (2008)