病

理

学

原

著

バンドウイルカ (*Tursiops truncatus*) の2例における呼吸器系接合菌症

白水 博¹⁾, 野村 靖夫²⁾

1) 太地町立くじらの博物館 〒649-51 和歌山県東牟婁郡太地町大字太地字常渡 2934-2

2) 麻布大学獣医学部 〒229 相模原市淵野辺 1-17-1

(1996.7.15 受付, 1996.8.7 受理)

Zygomycosis in Respiratory System in Two Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*)

Hiroshi SHIROMIZU¹⁾ and Yasuo NOMURA²⁾

1) Taiji Whale Museum,

2934-2 Jyodo, Taiji-cho, Higasimuro-gun, Wakayama 649-51, Japan

2) Department of Veterinary Pathology, School of Veterinary Medicine, Azabu University,

1-17-71 Fuchinobe, Sagami-hara, Kanagawa 229, Japan

ABSTRACT. Zygomycosis in two bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) at Taiji Whale Museum was studied. Clinically loss of vigor, anorexia and dysnoea accompanied by increase of neutrophil and γ -globulinemia. In case 1, there was a egg-sized nodular lesion protruding and narrowing the laryngeal space, and enlargement of bronchial lymph nodes were observed. Yellowish-white foci were scattered in every lobes of lung, and bronchial lymph nodes enlarged in case No.2. Histopathologically, granulomatous lesions containing numerous nonseptate hyphae of various sizes, branching at right angle, were observed.

Key words: *Tursiops truncatus*, zygomycosis, respiratory system

Jpn. J. Zoo Wild. Med. 2(1) : 45-51, 1997

序 論

人および家畜における接合菌症の報告は多い [1-4]。鯨類では、アメリカやカナダで接合菌症が報告されているが [5-7], 日本での報告例は見当たらない。最近, 我々はバンドウイルカにおいて接合菌症2例を経験したので, その臨床経過および病理学的特徴を報告する。

材料と方法

症例はバンドウイルカの2例で, いずれも熊野灘で捕獲され, 太地町立くじらの博物館にて飼育されていた。飼育期間は症例1が411日, 症例2が1,524日であった(表1)。

表1 症例1および2の略歴

項目	症例1	症例2
種 名	バンドウイルカ	バンドウイルカ
性 別	雄	雄
年 齢	不祥 (未成熟個体)	不祥 (未成熟個体)
体 長	253 cm	271 cm
体 重	226 kg	200 kg
捕 獲	熊野灘	熊野灘
搬 入	1987 年11月17日	1984 年11月26日
症状発現	1988 年12月17日	1988 年12月24日
死 亡	1988 年12月31日	1989 年 1月27日
飼育環境	水門・石積護岸・仕切り網で改修した海の入江	

表2 症例1および2における血液および血液生化学的検査成績

項目		症例1		症例2	
		1988.12.25	1989.1.7	1989.1.14	
赤血球数	(万個/mm ³)	362	390	326	
血色素量	(g/dl)	16.7	14.5	15.8	
ヘマトクリット	(%)	46.0	42.0	42.0	
白血球数	(個/mm ³)	8,900	18,100	11,600	
好酸球	(%)	0	6	13	
好中球	(%)	83	77	82	
{桿核球}	(%)	{9}	{21}	{30}	
{分節球}	(%)	{74}	{56}	{52}	
リンパ球	(%)	12	15	4	
単球	(%)	5	2	1	
GOT	(IU/L)	170	161	131	
GPT	(IU/L)	19	54	34	
LDH	(IU/L)	1,133	1,308	1,012	
ALP	(IU/L)	91	338	306	
アミラーゼ	(IU/L)	2	1	4	
リパーゼ	(IU/L)	1	95	2	
尿素窒素	(mg/dl)	83	62	52	
クレアチニン	(mg/dl)	2.5	1.5	1.1	
尿酸	(mg/dl)	0.2	1.5	0.5	
グルコース	(mg/dl)	101	165	159	
総コレステロール	(mg/dl)	132	153	173	
中性脂肪	(mg/dl)	122	41	99	
カルシウム	(mg/dl)	11.9	10.9	10.4	
ナトリウム	(mEq/L)	158	144	146	
カリウム	(mEq/L)	4.3	4.5	4.1	
クロール	(mEq/L)	115	103	103	
無機リン	(mEq/L)	8.4	6.6	4.7	
マグネシウム	(mEq/L)	1.8	1.9	1.7	
総蛋白量	(g/dl)	8.5	11.5	10.5	
アルブミン	(g/dl)	3.96	4.33	4.50	
α_1 -グロブリン	(g/dl)	0.47	0.65	0.61	
α_2 -グロブリン	(g/dl)	0.85	1.42	0.96	
β -グロブリン	(g/dl)	0.24	0.48	0.26	
γ -グロブリン	(g/dl)	2.94	4.61	4.14	
A/G		0.88	0.61	0.75	
CRP 反応		6+	—	—	

臨床症状発現後、一般血液検査を行った後、血漿および血清の生化学的検査、さらに血液、便、呼気飛沫、咽頭粘液、気管粘液および気管気管支リンパ節の微生物学的検査を検査機関に依頼した。死亡を確認約1時間後に病理解剖を行った。肉眼的観察を行った後、病変部の臓器組織を採取した。これらは10%フォルマリンで固定後、常法に従ってパラフィン切片を作製、ヘマトキシリン・エオジン(H・E)

表3 症例1および2の微生物学的検査成績

症例1		1988年12月25日採取	
呼気飛沫	真菌培養		陰性
	カンジダ培養		陰性
便	<i>Proteus penneri</i>		1+
	<i>Escherichia coli</i>		1+
	<i>Escherichia coli</i>		3+
	<i>Enterobacter cloacae</i>		1+
	<i>Enterococcus faecalis</i>		1+
血液	真菌培養		陰性
	カンジダ培養		陰性
	嫌気性菌培養		陰性
	一般細菌培養		陰性
症例2		1989年1月7日採取	
呼気飛沫	真菌		1+
	<i>Candida</i> spp.		1+
	グルコース非発酵グラム陰性桿菌		1+
咽頭粘液	真菌培養		陰性
	カンジダ培養		陰性
	一般細菌培養		陰性
症例2		1989年1月14日採取	
呼気飛沫	真菌培養		陰性
	カンジダ培養		陰性
	グルコース非発酵グラム陰性桿菌		1+
	<i>Escherichia coli</i>		1+
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>		1+
症例2		1989年1月27日採取	
気管粘液	<i>Candida</i> spp.		1+
	<i>Staphylococcus aureus</i>		1+
肺リンパ節	カンジダ培養		陰性
	一般細菌培養		陰性

染色および過沃素酸シッフ(PAS)反応を施して病理組織学的に検索した。

結 果

症例1

(1)臨床経過

症状発現当初より湿性雑音を伴う努力呼吸がみられ、次第に食欲が減少した。末期には食欲廃絶し、胸腹部が膨大した。症状発現後9日目の血液学的検査では、好中球の増加と好酸球の減少がみられた。血液生化学的検査では、尿素窒素と γ -グロブリンの上昇が認められた(表2)。症状発現後9日目の呼気飛沫および血液の微生物学的検査では、真菌は検出されなかった(表3)。抗生物質(アンピシリン、

バンドウイルカの呼吸器系接合菌症

図1 症例1の喉頭
喉頭内腔を狭窄する鶏卵大腫瘤（矢頭）。

ミノサイクリンなど), 抗炎症剤(イブプロフェンなど), 利尿剤(フロセミドなど)の経口投与や注射, 胃カテーテルで水分補給を行うなどの治療を行ったが(表4), 症状の改善はみられず症状発現から15日目に死亡した。

(2) 病理解剖学的所見

血液は, 凝固不良であった。喉頭部に鶏卵大塊状病変が存在し, そのため喉頭内腔は, 約5 mmに狭窄していた(図1)。鶏卵大腫瘤の断面には, 高度の出血と壊死がみられた。

気管気管支リンパ節は, いずれも鶏卵大から掌大に腫大硬結していたが(図2), 一部には暗赤色で軟弱な部分もみられた。

肺の断面は, 暗赤色湿潤で, 一部に米粒大灰白色病巣が散在していた。腹腔内には黄褐色の混濁した腹水が充満していた。大網は光沢を欠き, 黄褐色の線維索様物が付着していた。胃狭窄部に周縁が鈍円化した小指大の穿孔創が認められた。脾臓は脆弱で, 包膜に赤色斑が散在していた。膵

図2 症例1の気管支リンパ節
鶏卵大から掌大に腫大, 硬結したリンパ節（矢頭）。

表4 症例1の治療経過(1988年)

薬剤	投与量 (1回)	回数	方法	投与日(12月)													
				18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
総合ビタミン剤	3 T	×1	PO	*	*	*	*	*	*			*		*	*		*
アンピシリン/クロキサシリン	5 g	×3	PO	*	*	*	*	*	*								
イブプロフェン	500 mg	×3	PO	*	*	*	*	*									
ビフィズス菌	14 億	×1	PO	*	*	*	*	*	*			*		*	*		
オウバク/薬用炭など	25 g	×1	PO								*		*	*	*	*	
混合ビタミンなど	100 ml	×1	IS								*	*					
オキシテトラサイクリン	6 g	×1	IM								*						
真水など	<4.5 L	×1	PO								*		*	*	*	*	
ミノサイクリン	500 mg	×1	IS									*					
プロキシフィリン	1 g	×1	IM									*					
デキサメタゾン 燐酸エステル	20～40 mg	×1	IM									*					*
ベンジルペニシリンカリウム	60 万単位	×1	IM										*	*	*	*	*
フロセミド	100 mg	×1	IM										*	*	*	*	*
フロセミド	120 mg	×1	PO											*	*		
水酸化アルミニウムゲルなど	20 ml	×1	PO										*	*	*		
ラクツロース	2 g	×1	PO										*	*	*	*	
セフピラミドナトリウム	1.5 g	×1	IM														*
ドンペリドン	180 mg	×1	RA														*

IM: 筋肉内投与, IS: 皮下投与, PO: 経口投与, RA: 直腸内投与

表 5 症例 2 の治療経過 (1988 年～1989 年)

薬剤	投与量				投与日 (12 月)												投与日 (1 月)																					
	回数	方法	投与量 (1 回)												投与量 (1 回)																							
			24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
総合ビタミン剤	<5 T	×2	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
塩酸セトラキサート	1 g	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
発酵 L 型乳酸カルシウム	10 g	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
ビタミン B ₁ , B ₆ , B ₁₂	10 P	×2	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
アンピシリン/クロキサシリン	5 g	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
ビフィズス菌	<14 億	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
オウバク/薬用炭など	10 g	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
アカメガシワエキス	1,350 mg	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
ミノサイクリン	1 g	×2	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
混合ビタミンなど	100 ml	×1	IS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
ビタミン AD ₃ E	10 ml	×1	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
ナイスタチン	350 万 U	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
水酸化アルミニウムゲルなど	20 ml	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
塩酸レバミゾール	2 g	×1	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
パンテチン	1 g	×2	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
硫酸ゲンタマイシン	200 mg	×1	IM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
オフロキシサシン	1 g	×2	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
プロナールゼ	9 万チロジン U	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
アミノフィリン	500 mg	×3	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
アムホテリシン B	<15 mg	×1	IN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
ベンジルペニシリンベンザチン	300 万 U	×2	PO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

IM：筋肉内投与, IS：皮下投与, PO：経口投与, IN：鼻腔内吸入

図3 症例1の喉頭の腫瘤

多数の真菌を含む肉芽腫の中心部。囊状あるいは瓢箪形を呈する真菌（矢印）も認められる。PAS染色 ×100

臓は腫大、脆弱化しており、包膜に点状出血の散在が認められた。横隔膜の腹腔面、前胃、主胃、腸の漿膜および腸間膜に点状出血が認められた。

(3) 病理組織学的所見

喉頭を狭窄していた腫瘤は多数の真菌を含む肉芽腫であった(図3)。肉芽腫の表面を覆っていた喉頭粘膜は消失し、多数の真菌と孢子を含む偽膜が形成されており、気管気管支リンパ節にも壊死を伴う真菌性肉芽腫が認められた。肺胞内には、水腫液が充満し、マクロファージを含む大型円形細胞が浸潤していた。気管支上皮の扁平化や剥脱が著しかった。大網には線維素の析出と好中球の浸潤が目立った。

脾臓包膜下には出血巣がみられ、脾髄には多数のプラズマ細胞がみられた。脾臓間質は水腫性に拡大していた。肝臓は鬱血し、中心静脈、中心帯の類洞の拡張がみられた。肝細胞の中心性空胞変性～水腫変性、硝子滴変性、巣状壊死が認められた。甲状腺には軽度の鬱血がみられた。

病巣内にみられた真菌は、隔壁を欠き、直角に分岐する傾向があり、太さが一定せず、しばしば囊状あるいは瓢箪形を呈していた。

症例2

(1) 臨床経過

飼育記録によれば、1年半前から噴気孔粘膜の光沢が消失し、白色化していた。症状発現後、噴気孔粘膜への白色滲出物の付着と湿性雑音を伴う努力呼吸が認められた。元気消失し、摂餌量が減少した。症状発現後15日目と22日目の血液学的検査では、赤血球が減少し、好中球が増加し

ていた。血液生化学的検査では、 γ -グロブリン値が上昇していた(表2)。症状発現後15日目の呼気飛沫の微生物学的検査で、真菌が検出されたが、22日目に依頼した検査では真菌は検出されなかった(表3)。抗真菌剤(ナイスタチン、アンホテリシンB)、抗生物質(アンピシリン、ミノサイクリンなど)、消炎酵素剤(プロナーゼ)の経口投与や注射、噴気孔内への噴霧などの治療を行った(表5)。死亡前日には背鰭前方で身体を左に彎曲させ、症状発現から35日目に死亡した。

(2) 病理解剖学的所見

肺表面は全葉にわたって凹凸不整となり、硬度を増していた。断面には黄白色病巣が多数みられた(図4)。気管、気管支粘膜には黄白色滲出物が付着し(図5)、滲出物を剝離すると褐色糜爛が認められた。気管気管支リンパ節はいずれも拳大に腫大して膿瘍化していた。断面中心部には褐色液状物を含み、周囲は黄緑色であった。噴気孔には、白色酒粕状の滲出物が付着し、一部の粘膜は白色粗造であった。前胃粘膜は、容易に剝離した。脾臓被膜には、白色斑が散在し、肝臓は鬱血していた。

(3) 病理組織学的所見

真菌の著しい増殖により気管粘膜のほとんどの構造が破壊され、真菌を貪食する異物巨細胞の浸潤が顕著であった。気管腺周囲にはリンパ球を主体とする著しい細胞浸潤がみられた。肺には、真菌を貪食する異物巨細胞を中心とし、周囲に好中球、リンパ球の浸潤を伴う大小様々の肉芽腫性病巣が多発していた。気管支粘膜は壊死に陥り、真菌が血管や気管支軟骨に侵入し、その部位を破壊していた(図6)。肉芽腫周囲の肺胞内には無数の真菌が存在し、一部は多数出

図4 症例2の肺

断面に散在する黄白色病巣（矢頭）。

図5 症例2の気管
気管粘膜に散在する黄白色病巣（矢印）。

図6 症例2の肺
血管内に侵入する真菌（矢印）。HE染色 ×200

現したマクロファージに貪食されていた。肺胞壁は鬱血とリンパ球浸潤により肥厚していた。真菌増殖部と真菌のみられない部位は膠原腺維により区画されていた。気管気管支リンパ節では、髄質に真菌の増殖を伴う壊死が広範にみられ、それを囲むように厚い結合組織の増生があり、皮質は萎縮していた。

前胃の粘膜上皮はパラケラトーシスを起こしていた。淡明層の細胞の多くは水腫変性に陥り、角質層から顆粒層にかけて少数の真菌がみられた。粘膜下組織にはリンパ球を主体とする軽度の細胞浸潤がみられた。脾臓は鬱血し、一部濾胞に壊死がみられた。膵臓の外分泌細胞に壊死が散発し、一部の壊死巣では、周囲に結合組織の増生もみられた。肝臓は鬱血し、肝細胞には瀰漫性に空胞変性がみられ、巣状壊死もみられた。肝三ツ組周囲にリンパ球を主体とする細胞浸潤がみられた。病巣内の真菌菌糸の幅は不均一で、直角に分岐し、隔壁が散見された。前胃粘膜にみられた真菌は、

気管、気管支、肺、気管気管支リンパ節内でみられたものに比べ菌糸幅が狭く、分岐しているものは少数であった。

考 察

上記の所見から、2例のバンドウイルカは、いずれも呼吸器系接合菌症と診断された。症例1は、喉頭狭窄を招来した接合菌性肉芽腫形成と呼吸器感染が主病変であったが、直接の死因は胃穿孔による急性腹膜炎と考えられた。症例2の真菌感染は、噴気孔粘膜の光沢の消失と白色化がみられた症状発現の1年半前に生じていた疑いがもたれた。本例では噴気孔より侵入した真菌が、徐々に下部の呼吸器を侵したものと思われ [3]、死因は接合菌症による呼吸不全と考えられた。

病変部の真菌を培養同定することはできなかったが、症例1の真菌は隔壁を欠き、直角に分岐する傾向にあり、太さが一定せず、しばしば囊状あるいは瓢箪形を呈する形態から、*Entomophorales* 目の *Conidiobutus* 属、症例2の真菌は菌糸を著しく発達させ血管内へ侵入する像や発育形態から *Mucorales* 目の真菌と考えられた。生前に実施したスクリーニングのための簡易真菌培養では、症例1は陰性、症例2は初回は陽性との報告を受けたが、2回目は陰性とのことで同定にはいたらなかった。これら2例の経験から生前の病原検索は難しいように思われた [8]。

臨床検査での好中球の増加や γ -グロブリン値の上昇、さらに湿性の雑音を伴う努力呼吸は、真菌感染に特異的なものではないが、生前の検体からの真菌の検出が難しいため、真菌感染も考慮に入れて治療を行うべきであろう。ヒトの真菌症では白血球減少がみられることが多く、白血球増多を認めることはあまりないとされているが [9]、肺のムコール症では白血球が増加するとされている [10]。今回報告した2例のイルカのうち症例1も白血球増多傾向を示していたが、症例2の明らかな白血球増多は肺の病変に起因しているものと思われた。

接合菌は何処にでも棲息しており、日和見感染を起こすことが知られている [11]。症例1および2のいずれに対しても症状発現当初から抗生物質を投与したことが、細菌類を抑制あるいは殺滅し、接合菌の増殖を優位にした可能性も否定できない。ヒトの内臓接合菌症は、経過が速く10日以内に死に至るとされている [8]。鯨類は、3週間 [7] から数か月 [5] の経過で死亡している。今回経験した症例1

バンドウイルカの呼吸器系接合菌症

は症状発現の15日後に、症例2は35日後に死亡した。症例2に投与したナイスタチンとアムホテリンBは、延命効果があったように思われるが、今後更に症例を積み重ねる必要がある。

要 約

バンドウイルカ(*Tursiops truncatus*)の2例に接合菌症(Zygomycosis)が発生した。2例とも主症状は、元気消失、食欲低下、湿性雑音を伴う努力呼吸であった。臨床病理学的検査では、好中球の増加と γ -グロブリン値の上昇がみられた。症例1には、喉頭を狭窄する鶏卵大腫瘍と気管気管支リンパ節の腫大、症例2には、肺と気管に散在する黄白色病巣と気管気管支リンパ節の腫大が認められた。これらの病変部には、隔壁が乏しく、直角に分岐する傾向を示し、太さが一定でない真菌が無数に存在することから、接合菌症(zygomycosis)と診断された。

キーワード: バンドウイルカ, 接合菌症, 呼吸器系

謝 辞

稿を終えるに当たり、真菌の分類についてご助言いただいた麻布大学獣医学部微生物学第一講座の田淵 清教授ならびに池田輝雄講師、様々の面でご協力いただいた太地町

立くじらの博物館の諸氏に深謝いたします。

引用文献

1. Christiansen M. 1922. Deux cas de mycose generalisee chez le Porc, determines par des Mucorinees. *Comp rend Soc Biol* (Paris) 86: 461.
2. Baker RD. 1956. Pulmonary mucormycosis. *Am J Pathol* 32:287.
3. 三宅 仁, 奥平雅彦, 瀬戸輝一. 1961. ムコール菌症(Mucormycosis), その深在性感染症の病理について. *最新医学* 16:562.
4. Bridges CH, Romane WM, Emmons CW. 1962. Phycomycosis of horses caused by *Entomophthora coronata*. *J Am Vet Med Assoc* 140: 637.
5. Migaki G, Blumer PW. 1975. Case for diagnosis phycomycosis. *Milit Med* 140:544.
6. Best PB, McCully RM. 1979. Zygomycosis (Phycomycosis) in a right whale (*Eubalaena australis*). *J Comp Pathol* 89:341.
7. MacNeill AC. 1983. Case of systemic zygomycosis in a killer whale (*Orcinus orca*). *Pathobiology of Marine Mammal Diseases 2* (Howard EB ed.), pp. 8. CRC Pres, Florida.
8. 渡辺一功. 1992. 内臓真菌症. 真菌症の臨床検査(小川秀興ほか編), pp. 24-25. 金原出版, 東京.
9. 木村幹男. 1989. 真菌症. 内科診断検査アクセス(井上哲文, 宮本照正編), pp. 395. 日本医事新報社, 東京.
10. 伊藤 章. 1994. ムーコル. 最新内科学大系第28巻, 真菌・寄生虫感染症(井上裕夫ほか編), pp. 112. 中山書店, 東京.
11. 発地雅夫. 1991. ムーコル症. 病理と臨床 9:1296.