

—人と動物の共通感染症の最新情報 (Ⅳ)—

コリネバクテリウム・ウルセランス感染症

岩城正昭<sup>†</sup> (国立感染症研究所細菌第二部主任研究官)

コリネバクテリウム・ウルセランス (*Corynebacterium ulcerans*) 感染症は近年国内で症例数が増加している人獣感染症である。本稿ではこの感染症について概説する。

*C. ulcerans* による感染症はジフテリアと臨床的に区別が困難であり、欧州 ECDC や英国 Public Health England では「ジフテリア」として扱われている。そのため、まずジフテリアについて概略を述べ、続いて *C. ulcerans* 感染症について解説する。

ジフテリアは *Corynebacterium diphtheriae* による感染症であり、人から人への伝播経路をとる。国内では2類感染症に指定されている。終戦直後には年間約 89,000 の患者届出数が認められていたが、その後半世紀の間に届出数は急速に減少し、今世紀に入ってから患者届出はない [1]。予防はワクチンによって行われる。標準的には、乳児期までに4回の沈降精製ジフテリア百日せき破傷風不活化ポリオ混合ワクチン、その後11~12歳時に沈降ジフテリア破傷風トキソイドが接種される。これらの対策により国内でのジフテリアの発生はよく抑えられているといえる。一方で国外に目を転じると、1990年代には旧ソ連地域で大規模な流行(罹患者157,000人以上、死者5,000人以上)が起こった [1]。また、発展途上国においては現在も流行がみられ、決して油断してはならない感染症である。ジフテリアにはいくつかの病形が認められる。代表的なのは上気道への感染で、咽頭痛、偽膜の形成、首の腫脹などの症状を示す。また、心筋炎などにより重篤化し死亡につながる場合もある。代表的な病原因子は、菌が産生するジフテリア毒素(図1)である。この毒素をホルマリン等で不活化して「ジフテリアトキソイド」が得られ、上述のワクチンの成分として使われる。また、毒素に対する抗体を動物(馬が代表的)で作成し製剤化することで、治療の手段としての「ジフテリア抗毒素」が得られる。

*C. ulcerans* は *C. diphtheriae* と近縁のグラム陽性短桿菌である。その毒素原性株は、*C. diphtheriae* が産生するジフテリア毒素にきわめて類似した毒素を産生する

(図1)。少なくとも実験的条件下では、*C. diphtheriae* が産生するジフテリア毒素に対する抗体は *C. ulcerans* の毒素を中和することができる [2]。この毒素の遺伝子はバクテリオファージにコードされていて、*C. ulcerans* と *C. diphtheriae* の間でバクテリオファージによって媒介されていると考えられてきたが、両菌のゲノムに溶原化された(毒素遺伝子をコードする)プロファージの塩基配列は毒素遺伝子の部分を除き全く異なることが明らかにされた [3]。このことから、*C. ulcerans* と *C. diphtheriae* の間で毒素遺伝子が必ずしもやり取りされているわけではないことが示されたが、近年になって、*C. ulcerans* においてはプロファージ上にない毒素遺伝子が見出され、*C. ulcerans* における毒素遺伝子の動態にさらに興味を持たれている。また、*C. ulcerans* は、この毒素の他に、多くの細菌において病原因子と見なされることの多いホスホリパーゼ D (PLD) を産生する(*C. diphtheriae* は PLD を産生しない)。*C. ulcerans* の感染におけるこれらの病原因子の役割についてはまだ不明の点が多いが、感染実験系の検討もなされつつあり [4]、今後の研究の進展が待たれる。

先進国において人の *C. ulcerans* 感染症は増加している。日本においては、人の毒素原性 *C. ulcerans* 感染症の最初の例は2001年であった [5]。それ以来20症例以上の *C. ulcerans* ヒト感染症例が知られているが、一方で、上述のように今世紀になってから国内では *C. diphtheriae* によるジフテリアの症例の報告はない [1]。

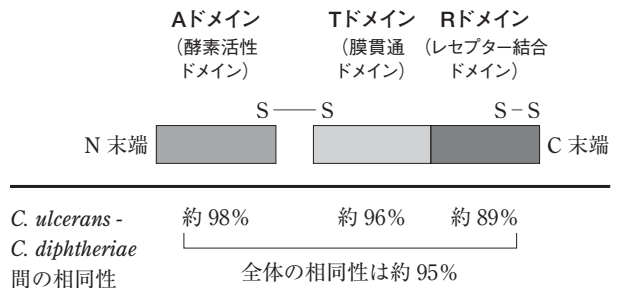


図1 毒素の構造(模式図)

<sup>†</sup> 連絡責任者: 岩城正昭 (国立感染症研究所細菌第二部)

〒208-0011 武蔵村山市学園4-7-1 ☎042-561-0771 FAX 042-561-7173 E-mail: miwaki@nih.go.jp

表 国内の *C. ulcerans* 感染症発生状況

症例	年月	患者	臨床経過等	その他
1	2001年 2月	50歳代, 女性, 千葉県	呼吸困難, 嘔声, 上咽頭と喉頭前庭に白色偽膜形成	飼育している猫 20 匹飼のうち 1 匹で皮膚炎
2	2002年 10月	54歳, 男性, 千葉県	同上	1 例目の患者と同地区に住居
3	2005年 9月	50歳代, 男性, 岡山県	左耳下腺部腫脹, 軽度の咳等	飼育していた犬が皮膚炎 (犬死亡後に患者が発症)
4	2005年 10月	50歳代, 男性, 大分県	肺に多発性空洞病変, 咳, 痰, 発熱等	猫を 12 匹飼育
5	2006年 7月	50歳代, 女性, 神奈川県	呼吸困難, 嘔声等, 上咽頭と喉頭前庭に白色偽膜形成, ジフテリア抗毒素使用により加療	その後患者は重症肺炎の増悪により死亡
6	2009年 1月	50歳代, 女性, 東京都	咽頭痛, 嘔声等, 上咽頭と喉頭前庭に白色偽膜形成	自宅で餌やりをしている猫 5 匹中 2 匹から菌分離
7	2010年 7月	50歳代, 男性, 神奈川県	腋窩膿瘍 (穿刺液より菌分離)	猫 10 匹飼育, 屋外でも猫に餌やりを行う
8	2010年 10月	50歳代, 女性, 茨城県	咽頭痛, 嘔声等, 上咽頭と喉頭前庭に白色偽膜形成	猫 1 匹飼育
9	2011年 4月	50歳代, 女性, 滋賀県	同上	猫 14 匹, 犬 7 匹, ヤギ 2 匹飼育
10	2011年 12月	30歳代, 女性, 山形県	右肘膿瘍 (穿刺液より菌分離)	猫 6 匹飼育
11	2012年 1月	30歳代, 男性, 香川県	腋窩リンパ節膿瘍 (穿刺液より菌分離)	親戚宅で犬 3 匹飼育
12	2012年 11月	70歳代, 女性, 埼玉県	呼吸困難, 嘔声等, 上咽頭と喉頭前庭に白色偽膜形成	飼育している猫 4 匹中 1 匹から菌分離
13	2013年 4月	20歳代, 女性, 埼玉県	呼吸困難, 嘔声等, 喉頭前庭に白色偽膜形成	猫 18 匹飼育
14	2014年 4月	6歳, 女児, 徳島県	頸部リンパ節膿瘍 (穿刺液より菌分離)	猫 1 匹飼育 (発病時皮膚病)
15	2015年 9月	60歳代, 女性, 東京都	発熱, 鼻汁等, 気管支に黄白色偽膜形成	猫 3 匹飼育 (うち 1 匹に皮膚疾患あり), 屋外でも猫に餌やりを行う
16	2016年 2月	17歳, 女性, 北海道	皮膚病変	犬飼育
17	2016年 3月	63歳, 女性, 栃木県	咽頭痛, 呼吸困難より人工呼吸処置要, 咽頭から声門にかけて白苔あり	猫 7 匹飼育
18	2016年 3月	岡山県	右頸部化膿性リンパ節炎	犬飼育 (患者発症 2 カ月後に死亡)
19	2016年 5月	60歳代, 女性, 福岡県	呼吸困難, 救急搬送されて 3 日目に死亡, 偽膜と血液から菌検出	屋外で猫 3 匹に餌やり

また, 英国においても, 2000 年から 2014 年までの間に, 人からの毒素原性 *C. ulcerans* 分離が 33 例報告されているのに対し, 毒素原性 *C. diphtheriae* の分離は 19 例にとどまっている (<https://www.gov.uk/guidance/diphtheria-laboratory-isolates-of-c-diphtheriae-and-c-ulcerans>). これらのことは世界における今後の *C. ulcerans* 感染症対策の重要性を示している。

*C. diphtheriae* によるジフテリアが感染症法上の 2 類感染症であり届け出が義務づけられているのに対し, *C. ulcerans* 感染症は感染症法の対象外であるため届け出が必要ない (<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekkaku-kansenshou11/01-02-03.html>). しかし両者を臨床的に区別することが困難であるため, 届け出の要否を判断するためには, 患者からの菌の分離と同定がきわめて重要である。

2001 年の初症例から 2016 年 3 月までの間に国内で認められた人の毒素原性 *C. ulcerans* 感染症は 19 例で

あり, 年を追うに従って症例数が増加する傾向が認められる (表 厚生労働省「コリネバクテリウム・ウルセランスに関する Q&A」[https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekkaku-kansenshou18/corynebacterium\\_02.html](https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekkaku-kansenshou18/corynebacterium_02.html) 掲載の表と同内容) [6-21]. 2016 年 5 月には, 国内初の人の死亡例が発生した [6]. 症例数の増加の背景として, 罹患者数が増加した可能性を否定することはできないが, *C. ulcerans* 感染症に関する情報が医療関係者の間に浸透した結果, *C. ulcerans* 感染症と認知される症例の数が増加した可能性も無視できない. 上記厚生労働省 web ページ「コリネバクテリウム・ウルセランスに関する Q&A」は 2018 年 1 月にアップデートされたので, そちらも参照されたい。

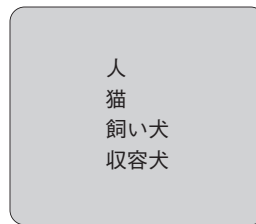
*C. ulcerans* 感染症においては, 人から人への感染の可能性が完全に否定されているわけではないが [22], そのような可能性のある感染例の報告はきわめて少数にとどまっており, 人への感染源はもっぱら動物と考えら

れている。 *C. ulcerans* は牛の乳房炎の原因菌でもあり、かつては乳房炎に罹患した牛由来の生乳を飲むことによるヒト感染例が知られていた。しかし先進国における最近の感染例では猫、犬といったコンパニオンアニマルを感染源とする症例が増加している。特に日本国内では、これまでの症例のうちほとんどにおいて、コンパニオンアニマルからの感染が疑われ、いくつかの症例では実際に猫あるいは犬と患者の間で菌の伝播があったことが示されている。人の症例から *C. ulcerans* が分離された場合のコンパニオンアニマル調査は、多くの場合動物の咽頭及び口腔スワブを採取し菌分離を試みることにより行われる。スワブを寒天平板に塗布することにより生じたコロニーのうち疑わしいものを釣菌する。勝川変法荒川培地 [23] は、その選択性と *C. ulcerans* の良好な生育から、最も推奨される培地の一つである。血液寒天培地への塗布も行われている。培地上に生じた、疑わしいと思われるコロニーから菌を分離し、同定試験 (API コリネキットや *rpoB* 遺伝子の塩基配列決定による同定が一般的だが、近年質量分析器による同定も普及し始めている) により菌種を確定する。その一方で、毒素原生試験を行い、毒素産生性を確認する。毒素原生試験としては、培養濾液を *Vero* 細胞に加え、細胞毒性を示すかどうかを見ると同時にジフテリア抗毒素による中和でその細胞毒性が消失することを利用した試験が、毒素の活性を見るという点で最適と考えられる。産生された毒素を平板培地内での免疫沈降により検出する Elek 試験 [24, 25] も用いられる。

得られた患者分離菌と動物分離菌の比較は、分子タイピングによって行われる。患者とコンパニオンアニマルにおいて同じ分子タイプの菌が分離された場合には、コンパニオンアニマルと人の間で菌伝播があったことが確認される。 *C. ulcerans* の分子タイピング法として決定的な解析力を持つのは次世代ゲノムシーケンサーによる全ゲノム配列決定であり、解析のコストが下がってきている状況を考えて将来の広汎な応用が期待される。しかし現段階では全ゲノムシーケンスには多大な費用を要することもあり、それより解析力は低い費用面では有利な、古典的な方法で最大限の成果を得るべく努力が行われている。 *C. ulcerans* の類縁菌である *C. diphtheriae* においてリボタイピング、パルスフィールド電気泳動法、RAPD、AFLP による解析能の比較がなされ、リボタイピングが最も優れているという結果が得られた [26] ことから、 *C. ulcerans* においてもリボタイピングがよく用いられてきたが、近年ではデジタルな結果が得られる MLST が注目されている [27, 28]。

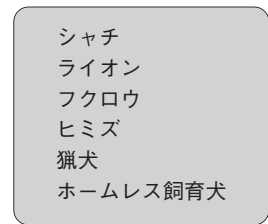
動物が感染源として疑われることから、国内外において、動物における *C. ulcerans* の保菌状況の調査研究が精力的に行われてきた。国内において、無症状の犬、猫

グループ1    グループ3



(人犬猫圏分離菌)

グループ2



(野生動物圏分離菌)

図2 分子タイピングで明らかになった *C. ulcerans* の分布

の調査が継続的に行われているが、2008年、国内で初めて *C. ulcerans* を保菌する犬が見出された [27]。猫からは頻繁に *C. ulcerans* が見出されており [6, 29, 30]、海外においても数多くの報告がなされている [31-33]。また、動物愛護施設に収容された犬の保菌調査では、犬と犬の間で *C. ulcerans* の伝播が起きていることが確認された [23]。さらに、犬や猫以外のほ乳類、鳥類においても *C. ulcerans* による症例及び保菌が確認されている。動物園のシャチ及びライオンから *C. ulcerans* が分離され [34]、野生のフクロウとその餌となりうるヒミズ (モグラの仲間) にも *C. ulcerans* の保菌が示された [35]。また、猟犬にも保菌個体があることが見出され [36]、さらに、ホームレス男性の飼育犬にも保菌が確認された [4]。さらに、実験動物としてのサルからも *C. ulcerans* が分離された [37]。

これらの調査を通して集められた *C. ulcerans* 菌株について、複数の方法 (パルスフィールド電気泳動、リボタイピング、毒素遺伝子の塩基配列比較) で分子タイピングを行ったところ、どの方法でも同じように、分離株が大きく3つのグループに分かれることが判明した [36]。このうち2つのグループは人及び犬、猫の分離菌で構成されていた。一方、さまざまな種類の野生動物、猟犬、ホームレス男性飼育犬からの分離菌は、残った1つのグループに集中した (図2)。このことは、 *C. ulcerans* が「人犬猫圏」に分布するグループと「野生動物圏」に分布するグループに分かれて存在している可能性があることを示すと考えられる。この2つの環境に分布する *C. ulcerans* 菌株の間に、宿主域に影響を与えるような相違があるのか、また、2つのグループの菌の間にもどのような系統的な関係があるのかを解明してゆくことで、人の生活圏への脅威としてどの範囲を考慮すべきかについての重要な情報が得られる。これは *C. ulcerans* 感染症対策において重要な位置を占める情報と思われる。そのためには、「人犬猫圏」と「野生動物圏」の菌を収集し、全ゲノム解析などの方法で詳しい解析を行うことが有力な手段であろう。また、 *C. ulcerans* の感染メカニズムを実験的に明らかにしてゆくことも、 *C. ulcerans* 感染症の対策を考える上で大きな手助けになると期待される。

## 参 考 文 献

- [1] ジフテリア (2006 年現在), 病原微生物検出情報, 27, 331-332 (2006)
- [2] Komiya T, Seto Y, De Zoysa A, Iwaki M, Hatanaka A, Tsunoda A, Arakawa Y, Kozaki S, Takahashi M : Two Japanese *Corynebacterium ulcerans* isolates from the same hospital: ribotype, toxigenicity and serum antitoxin titre, *J Med Microbiol*, 59, 1497-1504 (2010)
- [3] Sekizuka T, Yamamoto A, Komiya T, Kenri T, Takeuchi F, Shibayama K, Takahashi M, Kuroda M, Iwaki M : *Corynebacterium ulcerans* 0102 carries the gene encoding diphtheria toxin on a prophage different from the *C. diphtheriae* NCTC 13129 prophage, *BMC Microbiol*, 12, 72 (2012)
- [4] Mochizuki Y, Saeki H, Iwaki M, Takagi H, Shibayama K, Amao H, Yamamoto A : A novel experimental platform for toxigenic and non-toxigenic *Corynebacterium ulcerans* infection in mice, *Pathog Dis*, 74, ftv109 (2016)
- [5] Hatanaka A, Tsunoda A, Okamoto M, Ooe K, Nakamura A, Miyakoshi M, Komiya T, Takahashi M : *Corynebacterium ulcerans* diphtheria in Japan, *Emerg Infect Dis*, 9, 752-753 (2003)
- [6] Otsuji K, Fukuda K, Endo T, Shimizu S, Harayama N, Ogawa M, Yamamoto A, Umeda K, Umata T, Seki H, Iwaki M, Kamochi M, Saito M : The first fatal case of *Corynebacterium ulcerans* infection in Japan, *JMM Case Reports*, 4, e005106 (2017)
- [7] Urakawa T, Seto J, Yamamoto A, Nakajima T, Goto S : Subcutaneous abscess formation in the upper extremity caused by toxigenic *Corynebacterium ulcerans*, *J Med Microbiol*, 6, 489-493 (2013)
- [8] 仲田 拓人, 嶋田直美, 青木敦子, 山本明彦, 小宮貴子 : 本邦 12 例目となる *C. ulcerans* ヒト感染症例, 病原微生物検出情報, 34, 381-382 (2013)
- [9] 吉村幸浩, 山本明彦, 小宮貴子 : 飼い猫の排膿に伴って, 経皮的に腋窩リンパ節に膿瘍を生じたことが強く疑われる *C. ulcerans* 感染症の例, 病原微生物検出情報, 31, 331 (2010)
- [10] 堀 志郎, 有塚真弓, 池本龍一, 山本明彦, 小宮貴子 : 香川県で初めて確認されたコリネバクテリウム・ウルセランス感染による腋下膿瘍の 1 症例, 病原微生物検出情報, 34, 71-72 (2013)
- [11] 寺田知正, 小山絵理子, 山本明彦 : 本邦初となる *Corynebacterium ulcerans* 感染の小児例, 病原微生物検出情報, 35, 226-227 (2014)
- [12] 尾辻 健 : 国内初となる *Corynebacterium ulcerans* による窒息死亡例の細菌学的解析, 第 91 回日本感染症学会総会・学術講演会, 2-56, 東京 (2017)
- [13] 廣瀬知子, 寺田裕美, 河野智美, 石川和彦, 山本明彦, 小宮貴子 : 滋賀県で初めて確認されたジフテリア症状が認められたジフテリア毒素産生 *Corynebacterium ulcerans* 感染症例, 病原微生物検出情報, 34, 143 (2013)
- [14] 朝倉昇司, 片山典子, 原 嘉孝, 角南一貴, 大上哲生, 武田靖志, 實村 信, 山島一郎, 大楠清文, 江崎孝行, 大塚喜人, 小宮貴子 : コリネバクテリウム・ウルセランスにより頸部リンパ節炎を発症した一例, 病原微生物検出情報, 27, 124-125 (2006)
- [15] 杵渕貴洋 : 飼い犬が感染源と考えられた *Corynebacterium ulcerans* による皮膚ジフテリア症の一例, 第 28 回日本臨床微生物学会総会・学術集, 長崎 (2017)
- [16] 畑中章生, 岡本 誠, 中村 朗, 大江健二, 小宮貴子, 岩城正昭, 荒川宜親, 高橋元秀 : 本邦で初めて確認されたコリネバクテリウム・ウルセランスによるジフテリアの症例, 病原微生物検出情報, 23, 61 (2002)
- [17] 畑中章生, 鎌田知子, 田崎彰久, 本田圭司, 山本明彦, 小宮貴子, 高橋元秀 : 茨城県で初めて確認された *C. ulcerans* によるジフテリア症例について, 病原微生物検出情報, 32, 19-20 (2011)
- [18] 石井照之, 嶋田直美, 青木敦子, 小宮貴子, 山本明彦 : 再感染を疑わせる *Corynebacterium ulcerans* 感染症の 1 例, 病原微生物検出情報, 35, 247-248 (2014)
- [19] 石藤智子, 藤井達也, 松山尚世, 安倍晋也, 金井信恭, 鷲尾厚博, 菊池敬子, 大瀧友香, 小森谷勇人, 嘉瀬友子, 柴山恵吾, 加藤はる, 小宮貴子, 山本明彦 : 重症呼吸不全を呈した *Corynebacterium ulcerans* 感染の 1 例, 病原微生物検出情報, 37, 56-57 (2016)
- [20] 萩原紀子, 堀毛 聡, 笠原茂子, 菅沼 徹, 相澤 哲, 中村圭介, 中西雅子, ハッ橋良三, 岡崎則男, 渡辺祐子, 高橋元秀, 小宮貴子 : ジフテリア様症状を呈した *Corynebacterium ulcerans* による感染症の 1 例, 病原微生物検出情報, 27, 334-335 (2006)
- [21] 野口佳裕, 角田篤信, 喜多村 健, 小宮貴子, 山本明彦, 高橋元秀 : *Corynebacterium ulcerans* 感染による急性鼻咽頭炎を呈した 1 例, 病原微生物検出情報, 30, 188-189 (2009)
- [22] Konrad R, Hörmansdorfer S, Sing A : Possible human-to-human transmission of toxigenic *Corynebacterium ulcerans*, *Clin Microbiol Infect*, 21, 768-771 (2015)
- [23] Katsukawa C, Komiya T, Yamagishi H, Ishii A, Nishino S, Nagahama S, Iwaki M, Yamamoto A, Takahashi M : Prevalence of *Corynebacterium ulcerans* in dogs in Osaka, Japan, *J Med Microbiol*, 61, 266-273 (2012)
- [24] Engler KH, Glushkevich T, Mazurova IK, George RC, Efstratiou A : A modified Elek test for detection of toxigenic corynebacteria in the diagnostic laboratory, *J Clin Microbiol*, 35, 495-498 (1997)
- [25] Reinhardt DJ, Lee A, Popovic T : Antitoxin-in-membrane and antitoxin-in-well assays for detection of toxigenic *Corynebacterium diphtheriae*, *J Clin Microbiol*, 36, 207-210 (1998)
- [26] De Zoysa A, Hawkey P, Charlett A, Efstratiou A : Comparison of four molecular typing methods for characterization of *Corynebacterium diphtheriae* and determination of transcontinental spread of *C. diphtheriae* based on BstEII rRNA gene profiles, *J Clin Microbiol*, 46, 3626-3635 (2008)
- [27] Katsukawa C, Kawahara R, Inoue K, Ishii A, Yamagishi H, Kida K, Nishino S, Nagahama S, Komiya T, Iwaki M, Takahashi M : Toxigenic *Corynebacterium ulcerans* Isolated from the domestic dog for the first time in Japan, *Jpn J Infect Dis*, 62, 171-172 (2009)
- [28] König C, Meinel DM, Margos G, Konrad R, Sing A : Multilocus sequence typing of *Corynebacterium ulcerans* provides evidence for zoonotic transmission and for increased prevalence of certain sequence types among toxigenic strains, *J Clin Microbiol*, 52, 4318-4324 (2014)
- [29] Saeki J, Katsukawa C, Matsubayashi M, Nakanishi H, Furuya M, Tani H, Sasai K : The detection of toxigenic *Corynebacterium ulcerans* from cats with nasal inflammation in Japan, *Epidemiol Infect*, 143, 2660-2665 (2015)
- [30] Yasuda I, Matsuyama H, Ishifuji T, Yamashita Y, Takaki M, Morimoto K, Sekino M, Yanagihara K,

- Fujii T, Iwaki M, Yamamoto A, Ariyoshi K, Tanaka T : Severe pneumonia caused by toxigenic *Corynebacterium ulcerans* infection, Japan, Emerg Infect Dis, 24, 588-591 (2018)
- [31] Anonymous : Toxigenic *Corynebacterium ulcerans* in cats, Commun Dis Rep CDR Wkly, 2002, 12, 14 (2002)
- [32] De Zoysa A, Hawkey PM, Engler K, George R, Mann G, Reilly W, Taylor D, Efstratiou A : Characterization of toxigenic *Corynebacterium ulcerans* strains isolated from humans and domestic cats in the United Kingdom, J Clin Microbiol, 43, 4377-4381 (2005)
- [33] Scottish Centre for Infection and Environmental Health : Toxigenic *Corynebacterium ulcerans* in cats, SCIEH Weekly Rep, 36, 69-75 (2002)
- [34] Seto Y, Komiya T, Iwaki M, Kohda T, Mukamoto M, Takahashi M, Kozaki S : Properties of corynephage attachment site and molecular epidemiology of *Corynebacterium ulcerans* isolated from humans and animals in Japan, Jpn J Infect Dis, 61, 116-122 (2008)
- [35] Katsukawa C, Umeda K, Inamori I, Kosono Y, Tanigawa T, Komiya T, Iwaki M, Yamamoto A, Nakatsu S : Toxigenic *Corynebacterium ulcerans* isolated from a wild bird (ural owl) and its feed (shrew-moles): comparison of molecular types with human isolates, BMC Research Notes, 9, 181 (2016)
- [36] Katsukawa C, Komiya T, Umeda K, Goto M, Yanai T, Takahashi M, Yamamoto A, Iwaki M : Toxigenic *Corynebacterium ulcerans* isolated from a hunting dog and its diphtheria toxin antibody titer, Microbiol Immunol, 60, 177-186 (2016)
- [37] Hirai-Yuki A, Komiya T, Suzaki Y, Ami Y, Katsukawa C, Takahashi M, Yamamoto A, Yamada YK : Isolation and characterization of toxigenic *Corynebacterium ulcerans* from 2 closed colonies of cynomolgus macaques (*Macaca fascicularis*) in Japan, Comparative Med, 63, 272-278 (2013)