原 著

北海道十勝地域におけるアライグマの *Toxoplasma gondii* 抗体陽性率に関連する環境要因

山口英美^{1,2}・高田まゆら³・藤井 啓⁴・小林恒平⁵・今井邦俊¹・門平睦代^{1,2*}

¹ 国立大学法人帯広畜産大学

² 岩手大学大学院連合農学研究科

³ 国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態調和農学機構

⁴ 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 畜産試験場

⁵ 岐阜大学大学院連合獣医学研究科

Association between Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in Raccoons and Environmental Factors of their Habitats in Tokachi District, Hokkaido, Japan

Emi YAMAGUCHI^{1,2}, Mayura B. TAKADA³, Kei FUJII⁴, Kohei KOBAYASHI⁵,
Kunitoshi IMAI¹ and Mutsuyo KADOHIRA^{1,2*}

¹ Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

² United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University

³ Institute for Sustainable Agro-ecosystem Services, School of Agriculture and Life Sciences, University of Tokyo

⁴ Animal Research Center, Hokkaido Research Organization

⁵ United Graduate School of Veterinary Sciences, Gifu University

(Received 9 Oct, 2015/Accepted 9 Dec, 2015)

Summary

Raccoons (*Procyon lotor*), intermediate hosts of *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*), utilize a variety of environments, so they are thought to be good indicators of the presence of *T. gondii* oocysts in their habitat. In this study, a serological survey of *T. gondii* was conducted in raccoons captured between 2010 and 2014 in rural areas of the Tokachi district, Hokkaido, Japan to estimate environmental factors associated with *T. gondii* prevalence. Antibodies were detected from 9.4% (10/107) with latex agglutination tests. Logistic mixed regression models showed that total river length (km) in raccoon habitats was associated positively with *T. gondii* seropositivity (OR = 14.67, 95% CI = 2.64–81.58). Cats (*Felis silvestris catus*) are natural hosts of *T. gondii*, and together with raccoons they share riverside environments. In such areas where humans do not remove trash and animal feces, raccoons might easily be exposed to matured oocysts. Environmental factors associated with *T. gondii* prevalence in raccoons could be important information to identify high risk areas for human *T. gondii* infection. Our present result was also useful from the public health perspectives when considering the infection risk of *T. gondii* to humans.

Keywords : Environmental factor, Raccoons (*Procyon lotor*), Seroprevalence, *Toxoplasma gondii*

連絡先 : 門平睦代*

国立大学法人帯広畜産大学

〒080-0023 北海道帯広市稲田町西2線11番地

Tel & Fax : +81-155-49-5617

E-mail : kadohira@obihiro.ac.jp

緒 言

ネコ科動物を終宿主とする *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) は、ヒトやアライグマ (*Procyon lotor*) などの様々な温血動物を中間宿主とする⁷⁾。*T. gondii* のオーシストは終宿主の糞便中に排泄され、宿主動物は環境中で成熟し感染性を獲得したオーシスト (感染性オーシスト) や、感染性シストを含む加熱不十分な肉を経口摂取することにより感染する⁷⁾。ヒトに感染した場合、多くは無症候性に経過するが、妊婦に感染した場合は流産を、エイズなどの免疫不全状態のヒトでは脳炎などの重篤な症状を引き起こす⁷⁾。

フランスの農村部にある畜産農家や民家などの建造物周辺ではネコ (*Felis silvestris catus*) の密度が高いことから、*T. gondii* のオーシストを多く排泄する幼ネコが生息するため、オーシストの汚染レベルが相対的に高いことが指摘されている⁸⁾。また、農場の分布・密度は野生動物における *T. gondii* 感染と関連する環境要因であり、フランスではイノシシ (*Sus scrofa*) の抗体陽性率は農場密度と正の相関を持ち²⁷⁾、アメリカでは養豚場の近隣部に捕獲された野生鳥類及び哺乳類の *T. gondii* の抗体陽性率はその周辺域で捕獲されたものより高い値を示した¹⁷⁾。一方、河川周辺や森林など、人による定期的な管理がなされずネコの糞便が除去されない自然環境も、感染性オーシストの汚染レベルに影響を与える要因として考えられる。しかし、日本の農村部において、環境中の感染性オーシストの汚染レベルや、野生動物における *T. gondii* の有病率に畜産農家の存在や自然環境が与える影響については、十分に調査がなされていない。

T. gondii の中間宿主の一種であるアライグマは、雑食性で河川周辺、農耕地や森林など様々な環境を利用し³⁴⁾、多種の病原体に感染するため^{2,4)}、その *T. gondii* の有病率が環境中の *T. gondii* 汚染レベルを表すよい指標であると考えられている⁷⁾。日本において、アライグマは全国的に分布している外来種で、農作物の盗食による経済被害や在来生物の捕食などが問題視されている¹³⁾。そのため外来生物法に基づき積極的に駆除されており、研究材料を収集することが比較的容易な野生動物種である。近年、日本において、アライグマの駆除個体を用いて人獣共通感染症を引き起こす病原体の感染状況調査が盛んに行われているが^{16,24,30,33)}、海外における研究事例^{14,25,29)} のような、生息地環境要因を考慮したものは極めて少ない。日本のアライグマにおける *T. gondii* の抗体保有状況については2例の報告があるが^{18,31)}、いずれにおいても生息地の環境要因との関連性は明らかにされてない。一方、アライグマの原産地の北米では、アライグマ回虫症や狂犬病のように、ヒトへのリスクが高い感染症においては、生息地環境との関連が既に検討されてい

る^{14,29)}。しかしながら、*T. gondii* に関して環境要因との関連を調べた研究は、Mitchell らの行ったアライグマの捕獲地 (自然公園・農村部) と抗体陽性率の比較のみである¹⁹⁾。

本研究では、アライグマの生息地内にある畜産農家の密度、本種の移動経路や餌場になりうる河川および森林³⁴⁾に着目し、このような環境要因とアライグマの *T. gondii* 抗体陽性率との関連性を推定することを目的とした。なお、本研究で対象とした地域の河川及び森林には、*T. gondii* の終宿主であるネコの生息が確認されている。本研究の結果は、ヒトの *T. gondii* への感染リスクが高い場所の推定につながり、公衆衛生の観点からも有益な情報になると期待される。

材料と方法

調査地域：対象地域を北海道十勝地域とした。本地域は北海道東部に位置し (図1)、約60%を森林が占めるが、残りの二分の一である約20%は農耕地の農村地帯である。約2400軒の畜産農家のうち、約1600軒は酪農家であり、酪農業が盛んな地域でもある²¹⁾。本地域では2000年頃よりアライグマの生息が確認されるようになり、2008年以降は毎年自治体による捕獲が実施されている。

供試検体：2010年6月～2014年10月に十勝地域において学術研究目的で捕獲され炭酸ガスにより殺処分、もしくは各市町村の防除計画に基づき殺処分された107頭のアライグマから採取した血清を材料とした。捕獲地のうち26地点は川沿い、4地点は畜産農家であった。血清材料は検査実施まで-20℃下で保存した。

抗体調査：TOXOCHECK-MT 'Eiken' kit (栄研化学, Tokyo, Japan) を用いてラテックス凝集反応により、使用説明書

図1 北海道内における十勝地域の位置 (黒塗部)

に沿って *T. gondii* 抗体を検出した。血清は 16 倍から二倍階段希釈し、64 倍以上の抗体価を示した検体を陽性とした。

個体要因：アライグマの年齢、性別及び捕獲された季節を個体要因とした。年齢は体重及び歯の萌出具合から幼獣（1 歳未満）・成獣（1 歳以上）に分類し^{1,9)}、性別は生殖器から判別した。季節は 4～5 月（春）、6～8 月（夏）、9～11 月（秋）の 3 つに分類した。

環境要因：既報で野生動物の感染症と生息地環境との関連を推定する際に利用されていた河川総延長²⁰⁾及び森林面積率²⁹⁾を用いた。検体の捕獲地点周辺の生息地環境を以下の通り定量化した。地理情報システムソフトを用いて捕獲地点を中心に円（バッファ）を作成し、バッファに含まれる畜産農家密度（バッファ内畜産農家軒数/バッファ面積（km²））、森林面積率（バッファ内森林面積/バッファ面積（km²））およびバッファ内の河川総延長（km）を計算した。本研究ではバッファサイズを意図的に決めず、半径 100 m～1000 m まで 100 m 間隔でバッファを作成し、各バッファサイズで後述の統計学的解析に供した。これらの要因については 2005 年農林業センサス²¹⁾、自然環境保全基礎調査植生調査の第 6・7 回植生調査結果³²⁾及び国土数値情報データベース¹⁵⁾のデータをそれぞれ利用した。ただし、帯広市農村地区の植生調査結果については平成 23 年度帯広市生物多様性保全事業成果の植生調査結果²²⁾を重ね合わせデータの更新を行った。以上の解析データを得るための空間解析には、ArcGIS 10.0, Spatial Analyst extension (ESRI Japan, Tokyo) 及び Geospatial Modelling Environment (Ver. 0.7.1.0)³⁾を用いた。

統計手法：まず、検査結果をもとに抗体陽性率を算出し、個体要因との関連を Fisher の正確検定により評価した。有意な関連が見られた要因はロジスティック回帰混合モデルの説明変数として加えた。次いで、*T. gondii* 抗体の有無を目的変数に、環境及び個体要因を説明変数としたロジスティック回帰混合モデルを構築した。捕獲地点間の距離が 700 m 以下のバッファ同士は重なりが大きい同様の環境であるとみなし、これらのバッファに含まれる環境要因はそれぞれのバッファにおいて定量化した値の平均値を用いた。また、これらのバッファに同値の地点 ID（n=40）を付し、これをランダム効果とした。それぞれのバッファにおける説明変数の全組み合わせからなるモデルの赤池情報量規準（AIC）を計算し、AIC の最も小さかったモデルをデータとの適合度が最も高い各バッファのベストモデルとした。次に、各バッファのベストモデルの AIC を比較し、最も AIC の小さかったモデルを全体のベストモデル、つまり *T. gondii* 抗体陽性率について最も説明力の高いモデルとした⁵⁾。統計解析には R for Windows 2.15.3²⁶⁾を使用した。

表 1 2010～2014 年に北海道十勝地域で捕獲されたアライグマ（*Procyon lotor*）の性別・年齢・季節による *Toxoplasma gondii* 抗体陽性率

		抗体陽性率（%） （陽性数 ^b /検体数）
性別	オス	6.8（4/59）
	メス	12.5（6/48）
年齢 ^a	1 才未満	3.0（1/33）
	1 才以上	12.2（9/74）
季節 ^c	春	17.4（4/23）
	夏	2.2（1/46）
	秋	13.2（5/38）
計		9.4（10/107）

^a 年齢は体重・歯の萌出から推定した^{1,9)}

^b 64 倍以上の抗体価を示した検体を陽性とした

^c 捕獲された月により以下の 3 つに区分した。春（4～5 月）、夏（6～8 月）、秋（9～11 月）

結 果

T. gondii の抗体陽性率は 9.4%（10/107）であり、夏に捕獲された個体の抗体陽性率は春及び秋に捕獲された個体と比較し有意に低かった（ $p=0.041$ ，表 1）。そこで、季節を春・秋及び夏の 2 つに区分し、ロジスティック回帰混合モデルの説明変数とした。各バッファのベストモデルの AIC を比較したところ、半径 400 m バッファで AIC は最小値を示した。表 2 に全体のベストモデルの概要を示した。すなわち、畜産農家密度、河川総延長及び季節が説明変数として選択された。これらの中で抗体陽性率と有意な関連があったのは河川総延長のみで（表 2）、総延長が長いほど、抗体陽性率が高かった（オッズ比 14.67， $p=0.002$ ）。一方、畜産農家密度は有意な関連を示さなかったものの、密度が高いほど、抗体陽性率が低くなる傾向が認められた（オッズ比 0.05， $p=0.089$ ）。同様に、春・秋の捕獲個体は、夏の捕獲個体よりも抗体陽性率が高い傾向が認められた（オッズ比 6.89， $p=0.102$ ）。なお、要因間の有意な交互作用は認められなかった。

考 察

本研究における十勝地域のアライグマにおける抗体陽性率（9.4%）は、2000～2009 年に日本の他の地域で実施された調査結果と比較し大きく変わらなかった（北海道中央部：13.5～15.0%（n=248）¹⁸⁾；和歌山：3.9%（n=152）³¹⁾，北海道中央部：7.9%（n=492）³¹⁾，関東：16.5%（n=285）³¹⁾）。このことから、*T. gondii* は国内に広く分布していることが示

表 2 2010～2014 年に北海道十勝地域で捕獲されたアライグマ (*Procyon lotor*) における *Toxoplasma gondii* 抗体保有の有無を説明するベストモデルを構成する要因のオッズ比とその 95% 信頼区間

	回帰係数	標準誤差	オッズ比	95% 信頼区間	p 値
畜産農家密度 (軒/km ²)	-3.03	1.78	0.05	0.00-1.58	0.089
河川総延長 (km)	2.69	0.87	14.67	2.64-81.58	0.002
季節 ^a (夏:0, 春・秋:1)	1.93	1.18	6.89	0.68-69.88	0.102

^a捕獲された月により以下の3つに区分した。春 (4～5月), 夏 (6～8月), 秋 (9～11月)

唆された。ただし、今回の検体数は先行研究に比べに少なく、地域間の比較には検体数を増やし改めて検討する必要がある。

一方、北米の抗体陽性率 (1984-1988 年 米国・アイオワ州 15%¹¹⁾, 1989-1993 年 同・イリノイ州 49%¹⁹⁾, 2000-2001 年 同・バージニア州 84%¹⁰⁾, 2000-2001 年 カナダ・マニトバ州 28%¹²⁾) と比較すると、十勝のアライグマの *T. gondii* の抗体陽性率は低かった。この理由として、北米と比較して日本国内には一部の島嶼部を除いてネコ以外のネコ科動物が生息していないため²³⁾, *T. gondii* の浸潤状況が低いことが考えられた。また、北米の調査で用いられた顕微鏡下凝集試験の感度は本調査で用いたラテックス凝集反応と比較して高く (それぞれ 82.9, 45.9%)⁶⁾, 感染個体をより高率に摘発できている可能性も示唆された。

統計学的解析の結果、400m バッファを採用した際に河川総延長、畜産農家密度及び季節を含むモデルがベストモデルとして選択され、河川総延長のみで抗体陽性率との関連性が示された。なお、本調査では数地点でネコとアライグマが同じ罠で捕獲されており、これらが生息地を共有していることが確認された。また、本調査地域の河川では、清掃活動が行われておらず、環境抵抗性の強いオーシストが環境中に残存していることが推測される。この状況下で河川が多く分布する場所で抗体陽性率が高い値を示したのは、河川沿いでネコによって排泄したオーシストに、アライグマに感染したことによるものと考えられた。

一方、畜産農家密度が高い場所に生息する個体で抗体陽性率は低い傾向が認められた。この結果はフランスのイノシシにおける *T. gondii* の抗体陽性率での評価とは反対のものであった²⁷⁾。そのため、フランスの調査地域と異なり、十勝地域では、*T. gondii* の浸潤自体が低い可能性が考えられた。ただし、この点はネコやアライグマの捕食対象となる野生動物種の生息密度や *T. gondii* の有病率にも影響を受けると思われ、今後詳細に研究していく必要がある。

夏に捕獲されたアライグマは春・秋に捕獲された個体と比較し抗体陽性率が有意に低い値であった。アライグマの食性や行動は季節によって変化することが知られており^{28, 34)}, このことが *T. gondii* の抗体陽性率に影響を及ぼした可能性がある。すなわち、春、アライグマの食餌は動物質に偏る傾向があり³⁴⁾, 感染性シストを有したネズミなどの小動物の摂食が増加したことで、*T. gondii* への暴露機会も増加したと考えられた。また、アメリカのイリノイ州において農村部のアライグマの行動圏が秋に拡大するため²⁸⁾, アライグマが様々な環境を利用したことで曝露リスクの高い環境の利用頻度も増加したことが考えられる。このような曝露頻度の変化により、秋にも感染する個体が夏と比較して高くなったと推察された。ただし、十勝地域においてアライグマの食性や行動圏サイズの調査は行われていない。今後この点について検証していく必要がある。

本調査は、*T. gondii* の抗体陽性率と関連する環境リスク要因の特定を目的としたが、調査地域における環境中の *T. gondii* の実際の汚染度は不明であり、検体数も先行研究と比較して少ない。このような制約はあるものの、本研究においては、河川の総延長が長い、すなわち河川が多く分布する環境ではアライグマの抗体陽性率が高くなることが示唆された。この結果は、公衆衛生におけるヒトの *T. gondii* 感染リスクを検討する際にも有益であると考えられる。今後は、環境中の *T. gondii* の実際の汚染度との比較を行っていくことによって、アライグマと *T. gondii* の関係をさらに評価していくことが必要と思われる。

要 約

Toxoplasma gondii (*T. gondii*) の中間宿主であるアライグマ (*Procyon lotor*) は、河川周辺や森林など様々な環境を利用するため、環境中における *T. gondii* オーシストの汚染状態を表す良い指標であると考えられている。本研究では、日本の北海道十勝地域の農村部で 2010～2014 年に捕

獲されたアライグマの *T. gondii* 抗体陽性率に関連する環境要因を推定した。ラテックス凝集試験により、9.4%(10/107)のアライグマから *T. gondii* 抗体が検出された。ロジスティック回帰混合モデル分析結果より、アライグマの *T. gondii* 抗体陽性率が河川総延長と正の関連が認められた (OR = 14.67, 95% CI = 2.64–81.58)。この理由として、河川環境は終宿主であるネコ (*Felis silvestris catus*) とアライグマの双方が利用している環境であるとともに、人によって定期的にネコの糞が除去されることがなく、アライグマが感染性オーシストに暴露されやすいためと推察された。この結果は、公衆衛生上、ヒトの *T. gondii* 感染リスクを検討する際にも有益であると考えられた。

謝 辞

材料収集にご協力いただいた自治体担当者及び捕獲員、実験にご協力いただいた帯広畜産大学新興・再興感染症分野の方々に深謝する。材料としたアライグマの一部は北海道十勝総合振興局の許可の下、捕獲した (許可番号: 2013 年 十環生第 1255 号, 2014 年 十環生第 349 号)。本研究は帯広畜産大学動物実験委員会に承認を受けて行った (承認番号: 25-145 及び 26-116)。

引用文献

- Asano, M. et al. : Growth pattern and seasonal weight changes of the feral raccoon (*Procyon lotor*) in Hokkaido, Japan. *Jpn. J. Vet. Res.*, **50**, 165–173, 2003.
- Beltrán-Beck, B., García, F. and Gortázar, C. : Raccoons in Europe : Disease hazards due to the establishment of an invasive species. *Eur. J. Wildl. Res.*, **58**, 5–15, 2012.
- Beyer, H.L. : Geospatial modelling environment (Version 0.7.1.0), 2014. Available at : <http://www.spatial ecology.com/gme> (Accessed Sep 23, 2015)
- Bigler, W.J. : Wildlife and environmental health : raccoons as indicators of zoonoses and pollutants in southeastern United States. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **167**, 592–597, 1975.
- Burnham, K.P. and Anderson, D.R. : Model selection and multimodel inference : a practical information-theoretic approach. Springer Science & Business Media. New York, 2002.
- Dubey, J.P. et al. : Sensitivity and specificity of various serologic tests for detection of *Toxoplasma gondii* infection in naturally infected sows. *Am. J. Vet. Res.*, **56**, 1030–1036, 1995.
- Dubey, J.P. : Toxoplasmosis of animals and humans. CRC press. Florida, 2009.
- Gotteland, C. et al. : Spatial distribution of *Toxoplasma gondii* oocysts in soil in a rural area : Influence of cats and land use. *Vet. Parasitol.*, **205**, 629–637, 2014.
- Grau, G.A., Sanderson, G.C., and Rogers, J.P. : Age Determination of Raccoons. *J. Wildl. Manage.*, **34**, 364–372, 1970.
- Hancock, K. et al. : Prevalence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in raccoons (*Procyon lotor*) from an urban area of Northern Virginia. *J. Parasitol.*, **91**, 694–695, 2005.
- Hill, R.E. et al. : Seroprevalence of Antibodies Against *Toxoplasma gondii* in Free-ranging Mammals in Iowa. *J. Wildl. Dis.*, **34**, 811–815, 1998.
- Hwang, Y.T. et al. : Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in mesocarnivores of the Canadian prairies. *J. Parasitol.*, **93**, 1370–1373, 2007.
- Ikeda, T. et al. : Present status of invasive alien raccoon and its impact in Japan. *Glob. Environ. Res.*, **8**, 125–131, 2004.
- Jones, M. et al. : Environmental and human demographic features associated with epizootic raccoon rabies in Maryland, Pennsylvania, and Virginia. *J. Wildl. Dis.*, **39**, 869–874, 2003.
- 国土交通省 : 国土数値情報ダウンロードサービス, 2011. Available at : <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (Accessed September 23, 2015)
- Lee, K. et al. : Prevalence of Salmonella, Yersinia and Campylobacter spp. in feral raccoons (*Procyon lotor*) and masked palm civets (*Paguma larvata*) in Japan. *Zoonoses Public Health*, **58**, 424–431, 2011.
- Lehmann, T. et al. : Transmission dynamics of *Toxoplasma gondii* on a pig farm. *Infect. Genet. Evol.*, **3**, 135–141, 2003.
- 的場洋平ら : 外来種アライグマ (*Procyon lotor*) からのコキシジウム類 *Eimeria* 属および *Isospora* 属の初確認とトキソプラズマ抗体の保有状況 (寄生虫学). *日本野生動物医学会誌*, **7**, 87–90, 2002.
- Mitchell, M.A. et al. : Serologic survey for selected infectious disease agents in raccoons from Illinois. *J. Wildl. Dis.*, **35**, 347–355, 1999.
- Murrieta-Galindo, R. et al. : Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibians inhabiting cloud forests and coffee agroecosystems in central Veracruz, Mexico. *Eur. J. Wildl. Res.*, **60**, 431–439, 2014.
- 農林水産省統計情報部 : 2005 年世界農林業センサス, 農林統計協会, 東京, 2008.
- 帯広市市民環境部環境都市推進課 : 平成 23 年度帯広市生物多様性保全事業. Available at : <http://www.city.obihiro.hokkaido.jp/shiminkankyoubu/kankyoubu/d120607seibutsuhozen.html> (Accessed October 1, 2013)

- 23) Ohdachi, S.D. et al. : The Wild Mammals of Japan. Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, 2009.
- 24) Ohno, Y. et al. : Detection of antibodies against Japanese encephalitis virus in raccoons, raccoon dogs and wild boars in Japan. J. Vet. Med. Sci., **71**, 1035–1039, 2009.
- 25) Ostfeld, R. et al. : Spatial epidemiology : an emerging (or re-emerging) discipline. Trends Ecol. Evol., **20**, 328–336, 2005.
- 26) R Development Core Team : R : A Language and Environment for Statistical Computing 2.15.3. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2013. Available at : <http://www.r-project.org/> (Accessed September 23, 2013)
- 27) Richomme, C. et al. : Seroprevalence and factors associated with *Toxoplasma gondii* infection in wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean island. Epidemiol. Infect., **138**, 1257–1266, 2010.
- 28) Prange, S., Gehrt, S.D., and Wiggers, E.P. : Influences of Anthropogenic Resources on Raccoon (*Procyon lotor*) Movements and Spatial Distribution. J. Mammal., **85**, 483–490, 2004.
- 29) Samson, A. et al. : Influence of environmental variables on *Baylisascaris procyonis* infection in raccoons. J. Parasitol., **98**, 1279–1282, 2012.
- 30) Sashika, M. et al. : Molecular Survey of Rickettsial Agents in Feral Raccoons (*Procyon lotor*) in Hokkaido, Japan. Jpn. J. Infect. Dis., **63**, 353–354, 2010.
- 31) Sato, S. et al. : Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection in feral raccoons (*Procyon lotor*) in Japan. J. Parasitol., **97**, 956–957, 2011.
- 32) 生物多様性センター : 生物多様性情報システム, 植生調査. Available at : <http://www.biodic.go.jp/> (Accessed September 23, 2015)
- 33) Yamaguchi, E. et al. : Prevalence of multiple subtypes of influenza A virus in Japanese wild raccoons. Virus Res., **189**, 8–13, 2014.
- 34) Zeveloff, S.I. : Raccoons : a natural history. UBC Press. Vancouver, 2002.