

動物由来感染症への対策

東京大学大学院農学生命科学研究科

吉 川 泰 弘

Key words: zoonoses, emerging and reemerging diseases,
domestic animals and wild animals, risk analysis,
prevention law of infectious diseases

はじめに

世界貿易機構（WTO）が推し進める自由市場の拡大路線は家畜や穀物だけでなくペットや野生動物の自由な移動や輸出入にも影響している。我が国には世界各地から食品だけでなく種々の動物が輸入されており、これまでも動物由来感染症の侵入する危険性が指摘されてきた。BSE、O-157、高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）のように実際に病原体の侵入を受けた例もあるし、狂犬病、ペスト、サル痘や野兎病のように、いつ侵入されてもおかしくない例もある。ここでは動物由来感染症について、動物から人へ、感染症拡大の背景、人類への警告、制圧への筋道、これからの課題という点から紹介したい。

1. 動物から人へ

動物由来感染症は「人と動物の共通感染症」あるいは単に「共通感染症」、「人獣・人畜共通感染症（伝染病）」、「ズーノーシス」などと呼ばれる。人と動物が同じ病原体によって罹る病気である。しかし、自然宿主—レゼルボアでは病原体を保有していても病気にならない場合が多い。世界保健機構（WHO）と世界食糧機構（FAO）の専門家会議の定義では「脊椎動物から人に感染する病気あるいは人と脊椎動物に共通する感染症」となっている。動物由来感染症には動物から人に来るものの他に、人から動物に感染し、また人が罹るものがある。サル類の赤痢、結核、ウイルス性肝炎などである。

動物由来感染症の歴史は古い。例えば中世の黒死病で知られる、齧歯類から蚤を介して感染するペストがある。この疾病は現在でもアフリカ、アジア、アメリカ大陸に汚染地帯が存在し、そこでは齧歯類と蚤の間でペスト菌が維持されている。ペストはしばしば流行

を繰り返しており、決して過去の病気ではない。敗血症により死亡するが、リンパ節を冒す腺ペストに比べ呼吸器系を巻き込む肺ペストは伝播力が強く危険性が高い。

また発症したイヌや感染コウモリなどを介して人に感染する狂犬病のように、発症したら100%死亡するものがある。現在日本を含め狂犬病の清浄国は世界に十数カ国しかなく、それ以外のほとんど全ての国は汚染国である。狂犬病による死者は毎年3~5万人で、その大半はアジアである。これらの感染症以外にも寄生虫感染症、リケッチア・クラミジア症、細菌感染症、ウイルス感染症など数多くの動物由来感染症がある。

動物由来感染症の数は1959年WHO・FAOの合同専門家会議で確認されたものだけで150種類以上、現在は700~900種類あると考えられている。近年、世界を震撼させた感染症にはエボラ出血熱、ニパウイルス感染症、コロナウイルスによるSARS（重症急性呼吸器症候群）、ウエストナイル熱のように野生動物を媒介するもの、O-157腸管出血性大腸菌症、BSE（ウシ海綿状脳症）、高病原性鳥インフルエンザのように家畜に由来するもの、デング熱やデング出血熱、マラリアのように節足動物を媒介するものがある。20世紀後半に出現したウイルス感染症の約3分の2は動物由来感染症である。

歴史を振り返ると1980年WHOから天然痘撲滅宣言が出された。1種類ではあるが歴史上はじめて人類はウイルスに打ち勝つことができた。ほぼ同時期に先進諸国では抗生物質による細菌感染症の制圧が現実的になり、人類は感染症を防御し得るのではないかという楽観論が広がった。わが国でも長く死亡原因の第1位を占めてきた感染症が戦後著しく減少し、癌が死亡原因の1位を占めるようになり、ついで循環器疾患が第2位を占め、厚生行政は感染症対策より癌、生活習慣病、福祉対策が中心になった。しかし、新興感染症

別刷請求先：(〒113-8657) 文京区弥生1丁目1-1

東京大学大学院農学生命科学研究科獣医学専攻
実験動物学教室 吉川 泰弘

であるエイズや種々のウイルス性出血熱が世界各地で流行し、デング熱や結核など再興感染症が再び人類の大きな脅威となり、抗生物質の乱用により MRSA (メチシリン耐性ブドウ球菌)、VRE (バンコマイシン耐性腸球菌)、VRSA (バンコマイシン耐性ブドウ球菌) などの耐性菌が院内感染症を引き起こしている。このような事態に直面し WHO は楽観論を撤回し、いずれの国も感染症の危機に見舞われているという危機宣言を出すこととなった。

2. 動物由来感染症の発生・拡大の背景

動物由来感染症の多くは開発途上国に由来している。その原因としては第一に熱帯雨林開発など、人の生産活動範囲の拡大により熱帯雨林の未知の野生動物がもっている病原体と接触する機会が増加したことが挙げられる。このような感染症としてはエボラ出血熱、マールブルグ病、サル痘などがある。また生産性が向上し齧歯類などの繁殖が盛んになり、生態系が攪乱されることにより、齧歯類から人に流行を起こした、ポリビア出血熱、ラッサ熱、アルゼンチン出血熱などがある。他方、途上国における急速な都市化・人口集中と貧弱なインフラストラクチャにより、森林でサル類と蚊の間で循環していた感染症が都市に定着することにより爆発的なアウトブレイクを起こした例として黄熱、デング熱、デング出血熱などがある。さらに、航空機輸送による人と動物の短時間の移動により短期間に途上国から先進国へと感染症が拡大するケースがある。このような輸入感染症としてはラッサ熱、マールブルグ病、SARS などがあげられる。

一方、先進国ではエキゾチックペットといわれる野生動物のペット化が進み、プレーリードックによる野兔病、ペスト、サル痘などが米国で発生した。サル痘の場合はアフリカから輸入した野生の齧歯類が感染しており、同居したプレーリードックに感染し、ペットとしてプレーリードックを購入した人の間にサル痘が流行したものである。また、キャンプや森林浴などアウトドア生活をエンジョイするさい野生動物と接触すること、節足動物に刺されることも原因となっている。例えば野性齧歯類やダニ、ツツガムシなどによる、日本紅斑熱、ツツガムシ病、ハンタウイルス肺症候群、ライム病、キタキツネによるエキノコックス症などがあげられる。

さらに先進国では家畜の経済効率を求める大量飼育方式や蛋白源の再利用 (レンダリングによる肉骨粉使用) などによる新しい感染症が起こった。ブタ由来のニパウイルス感染症、ウマ由来のヘンドラウイルス感染症、ウシの BSE 由来と考えられる変異型クロイツフェルトヤコブ病 (vCJD)、ニワトリ由来の高病原性鳥インフルエンザのように家畜を介する感染症は、野

生動物由来感染症に比べヒトとの接触頻度が高く、また食用に利用されること、大規模な工場型飼育が盛んになるにつれ、一度病原体が群飼育の家畜に侵入すると爆発的流行になること、高頻度で新しい宿主の中で伝播する間に容易に病原体の遺伝子の変異する可能性があることなどから、以前とは違い、高い危険性を帯びようになってきた。家畜に由来する感染症は日常的に食品を介して人に感染する可能性があることから (サルモネラ中毒、バンコマイシン耐性腸球菌、E 型肝炎、O-157、BSE、豚連鎖球菌症など)、食の安全性の点でも不断の監視が重要である。

また近年、ヘンドラウイルスやニパウイルス感染症のように、これまで病原体保有動物として知られていなかった熱帯のオオコウモリから家畜を介して間接的に人に伝播する感染症が出現し、その複雑さが増している。コウモリは狂犬病の他に、狂犬病類似のコウモリリッサウイルスを保有していることが知られている。環境汚染が進み、宿主の免疫機能が低下したため、野生動物でも本来であれば自然宿主と共存していたと考えられるウイルスが爆発的流行を起こす場合が明らかにされた。北海のアザラシなどに流行したモルビリウイルスがこの例である。世界的規模で進行する環境汚染物質により、ウイルスの変異頻度が上昇する可能性や共生していたウイルスとのバランスの崩壊などの、新しい危険性が考えられる。こうしたことは動物由来感染症の制圧・リスク回避に従来の対策とは違った、新しい発想と対応が必要になっていることを示唆している。保全医学という新しい考えは、人と動物の健康のほかに適正な環境の保持が感染症制御に必要であるという考え方をとっている。

3. 人類への警告

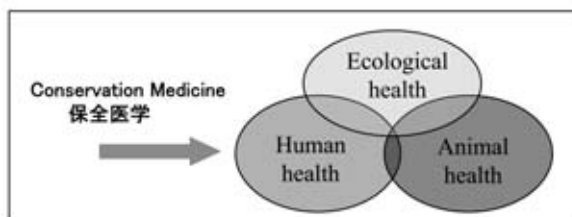
20 世紀は「科学技術の世紀」であり、エネルギー革命と人類が自然の改造・支配を生み出した世紀であった。その結果、人口爆発と食糧革命をもたらすこととなった。食糧革命は「緑の革命」といわれ、急激に増加する人口を養うための革命であった。エネルギー消費をみると 20 世紀は異常な世紀であったといえる。19 世紀以降、蒸気、電気、石炭、石油エネルギーの利用が盛んになり、20 世紀だけで人類が地球上に登場して以来使ったエネルギーの数倍のエネルギーを消費してしまった。21 世紀中にエネルギーを使い果たして完全に枯渇するプログラムになるのか、なんとか削減していけるのか、代替エネルギーを充てることが可能になるか? いずれにせよ、20 世紀の延長線上でエネルギー消費が拡大するシナリオは不可能である。人口についても同じことがいえる。我々の直接の祖先が 5~6 万年前にアフリカを出発したあと、1 万年前に地球の気候が安定期に入り農耕が定着し、そ

主要な新興・再興ウイルス関連疾患（過去 30 年）

疾病	地域	宿主
狂犬病	世界各地	温血動物
黄熱病	南米、アフリカ	サル類-蚊
デング熱、デング出血熱	アジア、中南米、アフリカ	サル類-蚊
クリミアコンゴ出血熱	アフリカ、アジア、東欧	家畜、トリ
日本脳炎	日本、東南アジア	ブタ-蚊
高病原性鳥インフルエンザ	アジア・欧州・北米	トリ
腎症候性出血熱	アジア、欧州	げっ歯類
ハンタウイルス肺症候群	南北アメリカ	げっ歯類
マールブルグ病	欧州、アフリカ	サル類
ラッサ熱	西アフリカ	げっ歯類
エボラ出血熱	アフリカ、(アジア)	サル類
ベネズエラ出血熱	ベネズエラ	げっ歯類
アルゼンチン出血熱	アルゼンチン	げっ歯類
ボリビア出血熱	ボリビア	げっ歯類
リフトバレー熱	アフリカ	家畜-蚊
ベネズエラ脳炎	中南米	蚊
エイズ (HIV1, 2)	アフリカ	サル類?
成人 T 細胞白血病 (HTLV1, 2)		
肝炎 (B, C, E)		E 型: ブタ
ヒトパピローマウイルス感染		
突発性発疹 (HHV6, HHV7)		
カポシ肉腫 (HHV8)		
ヒトパルボウイルス感染		
下痢症 (ロタウイルス、ノロウイルス)		
ウシ海綿状脳症 (vCJD)	イギリス	ウシ
ニパウイルス感染症	マレーシア	コウモリ、ブタ
ヘンドラウイルス感染症	オーストラリア	コウモリ、ウマ
ウエストナイル熱	米国	トリ-蚊
SARS	中国	ハクビシン?

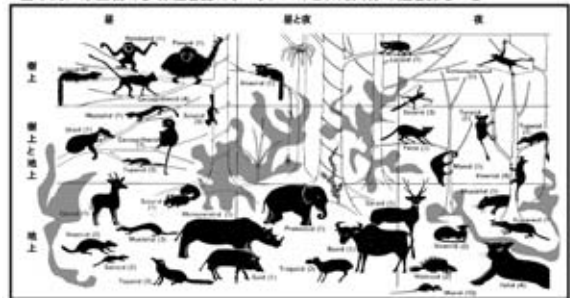
野生動物のリスク

- ・野生動物間でも環境汚染が進み、宿主の免疫機能が低下したため、本来であれば自然宿主と共存していたウイルスが爆発的に流行（北海のアザラシのモルビリウイルス感染）
- ・環境汚染物質により、ウイルスの変異頻度が上昇する危険性
- ・こうしたことは、共通感染症の制圧・リスク回避に従来の対策とは違った、新しい発想と対応が必要になっていることを示唆している。



これから少しずつ人口が増え始めた。しかし、ここ 100 年の間に人口は不連続的、爆発的に伸びた。21 世紀に総人口は徐々に減っていくか、このままの規模で安定化するか？いずれにせよ、20 世紀のように伸び続けることは不可能である。このように 20 世紀というのは、それまでの世紀と全く連続性を持たない不連続に近い技術革命の世紀であった。21 世紀は「シンプル・イズ・ベスト」といった「単純主義」、あるいは「人間中心主義」というものから、本来の生物として

- ・地球上には病原微生物を含め判っているだけでも 140 万種の生物種が共存（昆虫 75 万、他の動物 28 万、植物 25 万、真菌 7 万、原生動物 3 万、細菌 5 千、ウイルス 千種）
- ・これらの生物種が 37 億年の生命史を担う末裔として複雑な生態系を築いている
- ・人間の都合だけで感染症を完全に制圧することは不可能？
- ・基本的には生物の多様性を認め、バランスのとれた共存の道を探るべき



の“ヒト”という人間自身の意味を問い直すことが必要である。

前述したように、動物由来感染症は人類の生産活動の拡大や経済効率の追求、ライフスタイルの変化などに関連して、その発生・拡大の様式を変化させてきている。その点では PCB, DDT, ダイオキシンあるいは POPs（残留性有機汚染化学物質）などのような環境汚染物質との共通点が多い。便利で快適な生活を追及することは決して悪いことではないが、科学技術の

制圧への道筋

- ・国際的なレベルで感染症を制御する責務を負っている機関
人の感染症についてはWHO（世界保健機構）
動物の感染症及び食品由来感染症についてはOIE（国際獣疫事務局）
- ・OIEの決定は各国の家畜や家畜由来食品の貿易等に直接関連するので、WTO（世界貿易機構）の関連機関としての役割も果たしている。

戦略 WHOやOIEを中心としたグローバルな動物由来感染症対策が必要
戦術 ・国際機関の専門家委員会で用いられる分析手法としてリスク分析 ・リスク分析法は自然科学と社会科学が完全に融合した分析法（リスク評価、リスク管理、リスクコミュニケーション） ・科学的・定量的なリスク評価に基づき、費用対効果を検討し、対策を作成し、人々への説明と同意を求め、より効率のよい防御システムを確立

動物由来感染症のリスク管理(対策強化)

- ・ハイリスク動物の輸入禁止：翼手目・マストミス(平成15年11月)
プレーリードッグ、ハクビシン等は既に輸入禁止
- ・動物由来感染症の新4類への追加(レプトスピラ、ニバ、リッサウイルスなど)
- ・法定検査の対象であるサル類(赤痢の届出)
- ・他の輸入動物は輸入届出と衛生証明書(保留・施設基準などを含む)
- ・国内の動物感染症届出(イヌのエキノコックス、鳥のウエストナイル熱)
- ・感染症発生時の動物調査(アクティブサーベイランス)、対物措置の強化



開発や人間中心主義に立脚して、バランスを無視した環境破壊や生態系の破壊を続けて行くと、その結果は必ず人類に戻ってくる。先進国の矛盾を途上国に押し付けることによる問題解決の仕方や、一国安全主義は既に破綻しつつある。また自国の経済活動保護や民意の安定化政策のために、しばしば感染症を隠蔽することは結果的に国際的な感染症のリスクを増大させることになる。こうした例としては中国のSARS、東南アジアの高病原性鳥インフルエンザ、英国のBSEに汚染した肉骨粉輸出などがある。

世界で最も感染症防御システムが進んでおり、CDC（米国疾病予防制御センター）のように世界の感染症コントロールの中心的役割を果たしている機関を保有する米国でさえ、ウエストナイル熱のように野生動物を介した感染症をコントロールすることは容易ではない。トリと蚊の間で循環するこの感染症は1999年の東部ニューヨークにおける7例の発症者から始まったが、2003年には全米に広がり8,000例を越す感染者と200例を越す死亡者を出し、まだ終息する傾向を示してはいない。また中西部の乾燥地帯に常在するペストはプレーリードッグと蚤の間で循環しており、その制圧はほとんど不可能である。また、北米・南米大陸におけるコウモリを介した狂犬病の制圧も非常に困難な状態である。一方、野生動物由来と考えられるSARSが僅か数か月で世界中に伝播した事実は、現代の感染症の流行が国境という人為的バリアーを問題にしていることを明らかに示した。また、アジアを中心に流行域が広がった高病原性鳥インフルエンザ(H5N1)も、発症国の多さ、流行規模の大きさ、および従来の鳥由来インフルエンザウイルスと異なりヒトに直接感染・発症させる病原性の強さなどから、WHOがその危険性を摘指したところである。

現在、地球上には病原微生物を含め判っているだけでも140万種の生物種が共存している(昆虫75万種、その他の動物28万種、高等植物25万種、真菌7万種、

原生動物3万種、細菌5,000種、ウイルス1,000種)。これらの生物種の約半数は熱帯及び1億5千万年前の生態系を現在も維持していると考えられる熱帯雨林に生息している。これらの生物種が、それぞれ37億年の生命の歴史を担う末裔として、複雑な生態系を築いていることを考えれば、人間の都合だけで動物由来感染症を完全に制圧することは不可能である。21世紀には生物の多様性を認め、バランスのとれた住み分けと共存の道を探るべきであろう。

4. 制圧への道筋

国際的なレベルで感染症を制御する責務を負っている機関は人の感染症についてはジュネーブに本部を置くWHOであり、動物の感染症及び食品に由来する感染症についてはFAO及びフランスに本部を置く国際獣疫事務局(OIE)が責任を負っている。OIEの基準は各国の家畜や家畜由来食品の貿易等に直接関連するので、WTOの関連機関としての役割も果たしている。

こうした国際機関の専門家委員会で、よく用いられる分析手法としてリスク分析法がある。本来、医薬品や食品添加物などの人への国際的安全性評価基準を決めるのに用いられてきたが、最近は微生物による食中毒の防疫や感染症の制御に利用されるようになってきた。リスク分析法は自然科学と社会科学が完全に融合した領域で、リスク評価、リスク管理、リスクコミュニケーションの3つの要素から成り立っている。そこでは中立・定量的な科学的評価(risk assessment)に基づいて、費用対効果等を検討し現実的なリスク管理施策を作成し(risk management)、人々に判りやすく説明するとともに意見を求め(risk communication)、説明と同意に基づく効率のよい防御システムを確立しようとするものである。わが国でもBSEパニックの後に、内閣府にリスク管理機関とは独立してリスク評価を行う機関として食品安全委員会が設けられた。国際機関では各国あるいは各地域の専門家や行

政担当者が分野別に招集され、持続的に感染症制圧へ向けて検討を進めている。

感染症の制圧には医学の進歩が必須であるが、基本的には自然科学の問題というより政治問題であり経済問題である。貧困と飢餓、戦争が続く限り、国際的な公衆衛生レベルの向上は望めない。各国・地域の文化の違い、国民性の違いや生活・習慣の違いなど、多様性を認めたとうえで、グローバルな感染症防御のための基準やシステムを構築していくという国際協調路線が感染症制圧への道筋と言える。近年、EUでは各国による個別の対応だけでなく国を超えた有機的な感染症のリスク管理を行うため、欧州の19カ国をカバーするECDC (European CDC) を立ち上げた。世界を震撼させる動物由来感染症の原因がアジア・アフリカにあることを考えると、アジアに関しても類似のセンターを組織し、グローバルな観点から動物由来感染症の制御を目指すことが必要である。

5. 日本の新しい感染症対策とこれからの課題

わが国では高度経済成長後、社会体制や価値観の急激な変化により核家族化、少子化が進み、ペット動物が伴侶動物として人の代替の役を果たすようになった。さらにバブル経済期を経て、従来のペット動物種とは異なるエキゾチックアニマルの輸入が盛んになった。少子・高齢化の速度は先進国の中でも群を抜いており、また野生動物輸入の多さでも群を抜いている。こうした社会変化と人の行動様式の多様化から、従来にない動物由来感染症の発生が強く懸念された。こうした事態を受け、感染症法の制定（平成11年施行）にあたり、初めてヒトからヒトへの感染症の他に、動物由来感染症が取り上げられサル類および狂犬病予防法により（対象動物がネコ、スカンク、アライグマ、キツネに拡大された）、法定検疫が開始された。しかし、これ以外の感染症・動物種に関しては規制対象とされず、5年後の感染症法見直し時に対策強化を検討することとなった。

感染症のリスクはダイナミックに変動するものである。また感染症ごとにリスクの高さにも差がある。こうしたリスクの違いに応じた管理を行うにはリスクレベルに対応する管理をとる必要があり、そのためには定量的なリスク評価が前提となる。今回の見直しにあたっては動物由来感染症に関する情報、輸入動物の実態、疾病の重要度評価などのデータを入手し、厚労省の動物由来感染症検討班でリスク評価を行った。

リスク評価の手順は危害の同定として感染症法1～4類に含まれる動物由来感染症および前回ワーキンググループ（WG）が行った動物種別感染症重要度分類を対象に評価した。導入リスクとして動物輸出国の当該疾病発生状況を GIDEON, OIE, WHO などが公表

している国別、地域別データベースに基づき、過去5～10年間検索し、「清浄国（地域）」から「高度汚染国」まで5段階に分類した。当該疾病を媒介する可能性のある動物に関しては、財務省の貿易税関統計、農水省統計等をもとに、「少ない」から「非常に多い」まで4段階に分類した。これを縦横の行列に組み合わせ、リスクレベルを「問題なし」から「非常に危険」まで6段階に分類した。ついで動物由来感染症重要度分類のレベルを組み合わせ付帯評価とした。その上で包括的リスク分析として地域・動物種別総合評価を行った。

その結果、翼手目とマストミス（ラッサ熱の自然宿主）は平成15年11月から全面輸入禁止となった。既に輸入禁止となっているプレーリードッグ、ハクビシン等、及び法定検疫の対象であるサル類と食肉目の動物以外のものに関しては、輸入届出、健康証明書、係留など、リスクレベルに応じた対応をとることになった。すなわち、今回の対策強化は従来のように単純に動物検疫を増加させるものではなく、輸入禁止動物種の追加、係留措置、動物由来感染症の新4類への追加、国内動物による特定感染症診断時の獣医師の届出追加（イヌのエキノコックス、サル類の赤痢、トリのウエストナイル熱）、サーベイランスシステムを含む侵入動物・国内の野生動物対策の強化、動物由来感染症発生時の動物調査、対物措置の強化を盛り込んだ。特に輸入動物の届出制度と健康証明書の添付、特定の病原体に関するフリーの証明書添付の要求は、これまで野放しであった輸入野生動物を事実上禁止するものであり、検疫に代わってリスクを回避する有効な措置となっている。動物由来感染症対策に関する法律は、ほぼ整備されたと言ってよい。しかし、法律が整備されるとそれだけで遵守されると考えがちであるが、今後は遵守されるかどうかを科学的に検証する必要がある。

おわりに

既に述べたように、近年世界を震撼させた感染症の多くは動物由来感染症であり、容易にグローバル化し繰り返し流行を起こす。特に野生動物に由来する場合は原因が不明で制御困難という特徴を有している。従って、野生動物に由来する動物由来感染症は従来型の人や家畜を対象とした下流、エンド・ポイントの感染症対策（農水省、厚労省）とは別に、21世紀は環境、野生動物及び自然宿主に寄生する病原体の生態学といった上流の視点から研究を進め、グローバルな対策をたてることが求められている。感染症研究も感染の源である環境、宿主、病原体の生態系の解析という、トップダウン方式の導入が必要であり、フィールド科学と疫学、生態学、感染症学、リスク科学といった異

分野の統合的研究体制の確立が必要とされる.

(第79回日本感染症学会 招待講演の内容を一部改変)

文 献

- 1) 吉川泰弘 迫り来る新たな脅威－人と動物の共通感染症 エコソフィア 2004年.

- 2) 吉川泰弘 新しい動物由来感染症対策について 東獣ジャーナル 2005年.

- 3) 共通感染症ハンドブック・CD-ROM 日本獣医師会 2004年10月.

Control and Measure of Zoonoses

Yasuhiro YOSHIKAWA

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo

A world trend such as the free trade agreement (FTA) promoted by the World Trade Organization (WTO) results in an expansion of both importation and exportation of industrial materials, grain, food products and domestic animals, as well as pets and wild animals. Nowadays not only foods but also various kinds of animals are arrived from all over the world to Japan, and an increase in the risk for invasion of zoonoses from abroad to Japan has been pointed out for many years.

Actually, BSE, O-157, highly pathogenic avian influenza (HPAI) etc., invaded into Japan within recent several years, and a possibility of the outbreak of rabies, plague or tularemia which might be introduced by imported animals is still high. In this article, I discuss the risk for zoonoses from the following points. They are "from animal to human, background of the world wide expansion of zoonoses, a warning to human being from nature, zoonosis control strategy, and future problems on zoonosis to be dissolved".

[J.J.A. Inf. D. 80 : 64~69, 2006]