

愛玩用野生齧歯類の輸入状況と病原体保有状況

宇根有美^{1)†}

太田周司²⁾

吉川泰弘³⁾

1) 麻布大学獣医学部 (〒229-8501 相模原市淵野辺1-17-71)

2) 東京検疫所川崎支所 (〒210-0865 川崎市川崎区千鳥町23-1)

3) 東京大学大学院農学生命科学研究科 (〒113-8657 文京区弥生1-1-1)

Current Imports and Pathogen-bearing Status of Wild Rodents for Use as Companion Animals

Yumi Une¹⁾, Shuji Ota²⁾ and Yasuhiro Yoshikawa³⁾

1) *Laboratory of Veterinary Pathology, School of Veterinary Medicine, Azabu University, Japan, 1-17-71 Fuchinobe, Sagami-hara 229-8501*

2) *Kawasaki Branch Office, Tokyo Quarantine Station, 23-1 Chidoricho, Kawasaki-ku, Kawasaki 210-0865*

3) *Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Japan, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku 113-8657*

I. はじめに

近年、日本の住宅事情が変化し、また愛玩動物への嗜好が多様化した結果、野生動物やエキゾチックアニマルの輸入数および販売数が増加している。爬虫類を始めとして動物園でも見られないような稀少あるいは貴重なものをはじめ、多様な動物がペットショップ等で販売されているのが現状である。しかし、この種の動物が保有する病原体や感染症に関する調査は、一部の動物を除き現時点では十分実施されていない。そこで、日本に輸入されるエキゾチックアニマルの現状の解説と、筆者らが2003年度に実施した輸入野生齧歯類の病原体・寄生生物の保有状況の調査結果について紹介する。

II. 動物の輸入状況

わが国には、家畜、ペット、実験動物および展示動物などの多種多様な多くの動物が、世界各国から輸入されているが、従来、動物検疫の対象となっている家畜やその他一部の動物を除いて、輸入実態を把握するための統計資料がなかった。しかし、厚生労働省は、昨今の新興・再興感染症の発生状況とこれらの感染症には多くの動物由来感染症が含まれていることを鑑み、また、適切な動物由来感染症対策を行うためには、動物の輸入状況を把握することが必要との提言(平成11年度厚生科学研究 新興・再興感染症研究事業：主任研究者 吉川泰弘 東京大学教授)を受けて、輸入動物の統計に着手した。

動物を含め物品を輸入する場合、関税法に基づき、貨物の品目、相手国、数量金額などを税関に申告することになっている。この際貨物の品目は財務省が定めた輸入統計品目表に記載された名称および番号を記載することになっている。従来、エキゾチックアニマルなどの輸入動物は、輸入統計品目表のその他の生きた動物に一括分類され、種類ごとの詳細な輸入状況は財務省貿易統計で把握できなかった。そこで厚生労働省が、輸入統計品目表の改正を財務省に要請し、平成13年1月異種目、げっ歯目など3目7種の品目名を、平成14年1月からは鳥類、爬虫類など4目の名称を拡充し、これまでより詳細な動物の輸入状況が把握できることとなった。また平成15年1月からはげっ歯目の中からマウス、ラットが独立し、輸入状況の把握が可能になった。

このように整備された財務省貿易統計によれば、平成14年度に輸入された家畜を除いた生きた動物の内訳は表1のとおりで、哺乳類854,202匹、このうち齧歯類は752,185匹(表1, 2)、爬虫類は879,157匹、鳥類は168,313羽、両生類は11,587匹で、合計1,913,259匹にのぼる。

輸入頭数が多い愛玩動物として、哺乳類では、ハムスター(678,793匹)やフェレット(27,418匹)が上位を占めており、これらの動物は繁殖された動物である。しかし、次に多く輸入されたりス57,540匹は主として中国からの野生捕獲した動物である。プレーリードッグは11,473匹輸入されており、これらは特定のエリアで自

† 連絡責任者：宇根有美(麻布大学獣医学部獣医学科病理学研究室)

〒229-8501 相模原市淵野辺1-17-71 ☎・FAX 042-769-1628

然に繁殖した個体を定期的に捕獲するといった野生の動物である。また、その他の齧歯類とされた51,373匹の多くも野生捕獲したものと考えられる。

爬虫類においても、ペットとして馴染み深いミシシッ

表1 動物種別輸入状況(平成14年)

哺乳類	854,202
霊長類	5,171
食肉目	33,091
犬	4,948
フェレット	27,418
その他のもの	725
ウサギ目	2,516
翼手目	153
オオコウモリ科のもの	0
その他のもの	153
げっ歯目	752,185
ハムスター	678,793
モルモット	1,263
プレーリードッグ	11,473
チンチラ	3,116
リス	57,540
その他のもの	51,373
その他の哺乳類	9,713
鳥類	168,313
猛禽類	3,873
オウム目	27,169
ハト目	3,638
その他の鳥類	133,633
は虫類	879,157
カメ目	740,831
その他のは虫類	138,326
両生類	11,587
その他の生きている動物	487,723,860

資料：財務省貿易月表

ピアカミミガメとごく一部の種類(フトアゴヒゲトカゲ、ヒョウモントカゲモドキなど)を除けば、多くが野生捕獲である。このような野生の動物が、十分な安全性の評価およびそれを踏まえた確認がなされないまま、世界各地から航空機によって短期間に日本に輸送され、様々な流通ルートを経て愛玩用として販売されているのが現状である。

Ⅲ. 検疫・検査体制

上述のように多数の動物が輸入される状況に対し、公衆衛生面でわが国はどのように対応しているかという点、1998年10月2日に「感染症の予防および感染症の患者に対する医療に関する法律」(以下「感染症法」という。)が制定され、サルのエボラ出血熱、マールブルグ病の検疫が開始されるとともに、これらを診断した獣医師の都道府県知事への報告が義務づけられ、感染症対策における動物対策が初めて規定された。なお、人から人に感染する疾病の予防を目的として100年以上前に制定された伝染病予防法は、感染症法の制定とともに廃止された。

伝染病予防法が時代に合わなくなったことの反省から、感染症予防法は5年後に見直すこととされた。そのため、5年後の2003年10月16日感染症法が改正、公布され、その一部が2003年11月5日から施行された。感染症法制定から第1次改正が行われるまでの5年間に、世界ではニパウイルスの出現やウエストナイル熱の米国での流行に始まり、重症急性呼吸器感染症(SARS)や高病原性鳥インフルエンザの流行など、感染症対策の重要性が高まっていた。このような背景から、改正法にむけた厚生労働科学審議会感染症分科会の提言には、1)

表2 年間動物種別・国別輸入数

1年あたりの輸入頭数	全ての齧歯類(2001~2002)	ハム・モル・ ¹⁾ プレ・リス・チンチラ以外の齧歯類(2001~2002)	ハムスター(2001~2002)	リス(2001~2002)	モルモット(2001~2002)	チンチラ(2001~2002)	プレーリードッグ(2001~2002)
10001~	オランダ, チェコ, 中国, アメリカ, 韓国	アメリカ	オランダ, チェコ, 韓国	中国			アメリカ
7501~10000							
5001~7500	パキスタン	パキスタン					
2501~5000	タイ		アメリカ, タイ			オランダ	
1001~2500	カナダ, ニュージーランド, フランス, エジプト	中国, エジプト, オランダ	ニュージーランド, フランス		カナダ		
751~1000	台湾		台湾				
501~750	トーゴ	トーゴ		カナダ			
251~500	インドネシア	カナダ, インドネシア		アメリカ			カナダ
101~250	レバノン, マレーシア, ドイツ	フランス, レバノン, ドイツ		オランダ	オランダ		
76~100				マレーシア	アメリカ	チェコ	
51~75	ウクライナ	ウクライナ					

1) ハム(ハムスター), モル(モルモット), プレ(プレーリードッグ)

表3 年間疾病別・国別患者数

1年あたりの患者総数	ベスト	野兎病	レプトスピラ	ハンタウイルス肺症候群	腎症候性出血熱
7501~10000					ロシア
5001~7500		カザフスタン			
2501~5000			ブラジル		中国
1001~2500	マダガスカル		中国, タイ, インド, カザフスタン, ロシア		フィンランド
751~1000			フランス, ベルギー		
501~750	モザンビーク		キューバ		
251~500	タンザニア, マラウイ	フィンランド, スペイン	スロバキア, ハワイ, アメリカ, ニカラグア, ルーマニア		スウェーデン
101~250	ベトナム, ザンビア	スウェーデン, チェコ, アメリカ, ハンガリー, ロシア, トルコ	ウクライナ, ニューカレドニア, オーストラリア, コスタリカ, グアドループ, レユニオン, イラン	アルゼンチン	韓国, ベルギー, ギリシャ
76~100		セルビアモンテネグロ	ポルトガル, 仏領ギアナ	チリ	ノルウェー, 台湾
51~75	コンゴ共和国		韓国, マレーシア, イタリア, ニュージーランド, タヒチ, ホンジュラス, バルバドス, ベネズエラ		ドイツ
26~50	ナミビア, 中国		シンガポール, イギリス, ドイツ, ラトビア, チェコ, ハンガリー, メキシコ, ドミニカ共和国	ブラジル, パラグアイ, パナマ	スイス
11~25	ベルー, ウガンダ	イタリア	オランダ, ボーランド, フィジー, 北マリアナ諸島, エルサルバドル, エクアドル, アルゼンチン, アゾレス諸島, リトアニア	アメリカ	クロアチア, ウズベキスタン
0.1~10	ジンバブエ, モンゴル, アメリカ, エクアドル, ラオス, ブラジル, カザフスタン, インドネシア, ボリビア	ノルウェー, デンマーク, ドイツ, ボーランド, スロベニア	イスラエル, デンマーク, アイルランド, スイス, エストニア, スロベニア, パラオ, ミクロネシア連邦, カナダ, グアテマラ	カナダ, ベルギー, ポリビア, ウルグアイ	スロベニア, ハンガリー, ベラルーシ, 香港, ブルガリア, エストニア, ラトビア, ボスニアヘルツェゴビナ

新感染症等の重篤な感染症に対する対策の強化（国の役割の強化等）、2）動物由来感染症の対策強化、3）感染症法の対象疾患の追加、4）感染症に係る人材育成等が盛り込まれた。特に最近、流行する感染症の多くが、動物に関連していることが明らかとなったため、動物由来感染症に対する対策の強化のための法整備も重点的に行われた。

1) 感染症対策における獣医師等の責務の明確化

2) 診断した獣医師の届け出る感染症の範囲の拡大（1類～3類感染症に加え4類感染症も対象とできること。）

3) 輸入禁止措置の範囲の拡大（サル、イタチアナグマ、タヌキ、ハクビシン、プレーリードッグに加えヤワゲネズミ、コウモリが指定動物として指定され、輸入禁止となった。）

4) 3) の制度で輸入が規制されていない動物であっても、厚生労働省令で定めた動物を輸入する場合の衛生証明書の添付および厚生労働大臣への届け出などの制度が設けられ2003年10月16日の法律公布の日から2年以

内に施行されることとなっている。この制度の導入によりこれまで把握できなかった種ごとの動物の輸入状況を正確に把握でき、ある動物について感染症の危険が判明したときにも迅速で的確な対策を講ずることが可能となり、輸出国政府の衛生証明書の添付が義務づけられたことにより、輸出国において安全性が保証されたものが輸入されることとなり、輸入動物の安全性は一段と向上するものと考えられる。

IV. 多数の野生動物が輸入される問題点

多数の野生捕獲された動物が輸入されることは、次のような問題がある。

1. 公衆衛生上の問題

近年、世界各地でSARS、ニパウイルス感染症、ヘンドラウイルス感染症、ウエストナイル熱などの危険度の高い感染症が流行している。これらの感染症のほとんどすべてが動物に関連している。身近にいる動物のうち、家畜として飼育の歴史の長い犬や牛などが、感染源になりうる病原体については、それなりによく研究され、病

表4 野生げっ歯類の種類、原産地、国内での流通状況

検査	和名	学名	原産地	取り扱い業者数	価格
★	ビグミーゼルボア (=バルチスタンコミトビネズミ), ミュビコミトビネズミ	<i>Salpingotulus michaelis</i>	アフリカ, 中近東, ロシア	5	~19,800
	サバンナアフリカオニネズミ, アフリカオニネズミ	<i>Cricetomys gambianus</i>	アフリカ	4	~29,800
★	アフリカヤマネ	<i>Crathiuus murinus</i> = <i>Claviglis murinus</i>	アフリカ	4	~7,500
	コビトハツカネズミ, ビグミーマウス, アフリカンドワーフマウス, アフリカチビネズミ	<i>Mus minutoides</i>	アフリカ	1	
	オオミユビトビネズミ, グレーター (ミュビ) トビネズミ	<i>Jaculus orientalis</i>	アフリカ, 中近東	3	~12,800
	カイロトゲマウス, カイロトゲネズミ	<i>Acomys cahirinus</i> = <i>A. nesiotus</i> = <i>A. cineraceus</i> = <i>Mus cahirinus</i>	アフリカ, 中近東	1	
	ヒメミユビトビネズミ, トビネズミ, アフリカトビネズミ, ジェルボア, エジプトトビネズミ, サバクトビネズミ	<i>Jaculus jaculus</i> = <i>J. deserti</i> = <i>Mus jaculus</i>	北アフリカ, 南西アジア	3	¥9,800
○	ゼブラマウス, アフリカンゼウラマウス, ホシフクサマウス	<i>Lemniscomys striatus</i>	セネガル, タンザニア, モロッコ	3	¥4,000
	デブスナネズミ	<i>Psammomys obsus</i>	アフリカ, 中近東	1	¥15,000
★	ファットテールジャービル, フトオアレチネズミ, オプトアレチネズミ, マカロニマウス, フトオスナネズミ	<i>Pachyuromys duprasi</i>	アフリカ	3	~8,900
	フォレストラット (=オオバネズミ), アフリカオオバネズミ, ラッドオオバネズミ	<i>Uranomys ruddi</i>	アフリカ	1	
	ヨツユビトビネズミ	<i>Allactaga tetradactyla</i>	アフリカ	1	
○	コタケネズミ	<i>Cannomys badius</i>	ネパール東部, ビルマ, タイ	6	~29,800
	フィンレイソンリス	<i>Callosciurus finlaysoni</i>	東南アジア	1	
	マレーリス	<i>Callosciurus</i> sp.	東南アジア, 中国	2	
	ミケリス, プレボストリス	<i>Callosciurus prevosti</i>	東南アジア	4	~45,000
	ワキスジリス	<i>Callosciurus phayrei</i>	ミャンマー	1	
★	キタリス, エゾリス, リス, ユーラシアリス, ヨーロッパリス, ユーラシアアカリス	<i>Sciurus vulgaris orientalis</i>	シベリア, 日本, 朝鮮	3	~19,800
★	シマリス, トラフネズミ, カラフトシマリス, リス, シベリアシマリス, トラネズミ	<i>Tamias sibiricus</i>	ヨーロッパ, ロシア, 中国, 日本	5	~6,800
○	ステップレミング, ソウゲンタビネズミ	<i>Lagurus lagurus</i>	ウクライナ, モンゴル	0	
★	タイリクモモンガ, エゾモモンガ, ヨーロッパモモンガ, シベリアモモンガ, ユーラシアモモンガ, オオモモンガ	<i>Pteromys volans</i>	ヨーロッパ, ロシア, 中国, 日本, 朝鮮	4	~19,000
	ダウリアハタリス	<i>Spermophilus dawricus</i>	中国北部, モンゴル, ロシア	0	
	ヨーロッパオオヤマネ	<i>Glis glis</i>	ヨーロッパ, トルキスタン, ロシア, イラン	3	¥18,000
	アメリカアカリス, アカリス, ホクベイアカリス	<i>Tamiasciurus hudsonicus</i> = <i>Sciurus vulgaris</i> var. <i>hudsonicus</i>	アメリカ	2	¥50,000
	アメリカモモンガ	<i>Glaucomys volans</i>	アメリカ	5	~19,000
	オオミミトビネズミ	<i>Euchoreutes naso</i>	ユーラシア, 北米	2	¥15,800
★	コロンビアジリス	<i>Spermophilus colombianus</i>	北米	2	¥25,000
	シリアアカリス			1	
	タイワンリス, ハイガシラリス, タカサゴリス	<i>Callosciurus erythraeus taiwanensis</i>	台湾	2	
○	チビネズミ (チビコメネズミ?)	<i>Oryzomys minutus</i>	南米	1	
	トウブシマリス	<i>Tamias stiatus</i>	北米	1	
	ドワーフバンダマウス			1	
○	ハタリス (=ジリス類)	<i>Spermophilus</i> spp.		1	
	ホワイトシマリス			1	
	ホワイトリス	<i>Callosciurus finlaysoni</i>		1	
	メキシコジリス	<i>Spermophilus mexicanus</i>	北米	1	
	ヨーロッパカヤネズミ	<i>Micromys minutus</i>		2	
	ヨーロッパジェントリーヤマネ	<i>Seranus avellanarius</i> sp.	ヨーロッパ	1	
	ラオスシマリス			1	
★	リチャードソンジリス, ワイオミングジリス	<i>Spermophilus richardsoni</i>	北米	6	¥3,980 ~23,000
★	ジュウサンセンジリス	<i>Spermophilus tridecemlineatus</i>	北米	4	~19,800

14種(★と○)をノミネートした。★:検査した種類。

○:購入予定であったが入手できなかった種類。



図1 アフリカヤマネ *Grathiuirus murinus* (アフリカ原産)

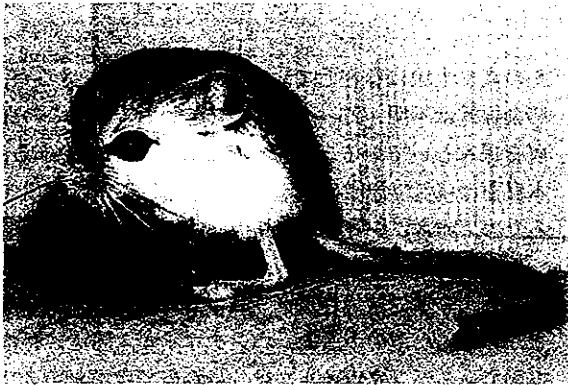


図2 ビグミージェルボア *Salpingotulus michaelis* (中近東原産)

気のコントロールもある程度可能となってきた。しかし、エキゾチックアニマルについては、たとえ繁殖された動物種であっても、病原体に関する情報が十分であるとはいえない。ましてや、野生捕獲された動物に関しては未知な部分が多ことから、現在、諸外国において流行が確認されている感染症についても、それらの動物を介していつどのような形で国内に侵入するか分からない。

2. 動物衛生上の問題

人獣共通感染症のみならず、家畜などの動物に対しても、外来感染症は脅威である。現在、国内で猛威を振っているコイヘルペスウイルス感染症が具体例の1つである。

日本では、海が自然の障壁となり、多くの病原体の侵入を防いできた。また、同様に、地続きの国に比べれば他の種類の動物の上陸も抑えられてきた。このため、日本には多くの稀少種、在来種が生息している。一般に、閉鎖された環境下で、独自の進化を辿ってきた動物は、彼らにとって未知の病原体に対して、抵抗性を持ち合



図3 フトオアレチネズミ *Pachyuromys duprasi* (アフリカ原産)

せていないことがほとんどである。このため、外来動物が持ち込む寄生物（必ずしも病原体とは限らない）は、在来種の保存に対して脅威になることがある。

V. 輸入野生齧歯類の病原体保有調査

多数のエキゾチックアニマルが輸入され、愛玩用に販売・飼育されていることから、感染症対策におけるリスク評価の資料として、また、この種の動物の衛生状態の情報を得るために、店頭に並ぶ前の輸入後間もない野生齧歯類を対象として、ウイルス、細菌、真菌および寄生虫などの病原体保有調査を行った。

1. 対象とした動物

①齧歯類が媒介する人と動物の共通感染症発生率の高い国（表3：厚生科学研究特別研究事業「動物由来感染症予防体制の強化に関する研究」報告書資料を改変）。

齧歯類が媒介する人と動物の共通感染症としては、ハンタウイルス肺症候群、腎症候性出血熱、リンパ球性脈絡髄膜炎、アルゼンチン出血熱、ポリビア出血熱、ベネズエラ出血熱、ラッサ熱、ライム病、ペスト、野兎病、エルシニア症、鼠咬症、ツツガ虫病などがある。このうち、ハンタウイルス肺症候群は北・南米諸国、腎症候性出血熱はロシア、中国、フィンランド、ペストはアフリカ諸国、野兎病はカザフスタンと北欧諸国で、多くの患者が発生しており、これらの国のリスクが高かった。

②輸入数が多く、愛玩用としてポピュラーな野生捕獲動物（表4）。

ペットとしてポピュラーであるか否かの判断は、インターネットを用いて、齧歯類を販売・宣伝している十数業者（卸および小売り業者）を対象として、扱っている種類をリストアップした。次に、動物別に取り扱い業者数をポイントとして計上した。さらに、市内のペット店で良く目にする種類であることや一般人が簡単に購入できること等を加味して、種類を選択した。

以上の条件から14種類の齧歯類をノミネートした。そのエリアは北米、南米、中国、ロシア、アフガニス

表5 野生齧歯類の和名, 英名, 原産国, 検査数, 購入状況

和名	学名	原産国	購入先					
			A 業者			B 業者		
			匹数	輸出国	野生種/ 健康証	匹数	輸出国	野生種/ 健康証
ビグミージェルボア	<i>Salpingotulus michaelis</i>	アフリカ, 中近東, ロシア	20	パキスタン	WC/あり	19	パキスタン	WC/あり
アフリカヤマネ	<i>Graphiurus murinus</i> = <i>Claviglis murinus</i>	アフリカ	0			10	北米	WC/あり
フトオアレチネズミ	<i>Pachyruromys duprasi</i>	アフリカ	5	エジプト	WC/あり	0		
キタリス, エゾリス	<i>Sciurus vulgaris orientalis</i>	シベリア, 朝鮮	0			10	中国	WC/あり
シマリス	<i>Tamias sibiricus lineatus</i>	ヨーロッパ, ロシ ア, 中国	10	中国	WC/あり	10	中国	WC/あり
タイリクモモンガ, エゾモモンガ	<i>Pteromys volans</i>	ヨーロッパ, ロシ ア, 中国, 朝鮮	10	中国	WC/あり	10	中国	WC/あり
コロニアジリス	<i>Spermophilus columbianus</i>	北米	0			10	北米	WC/あり
リチャードソンジリス	<i>Spermophilus richardsonii</i>	北米	10	USA	WC/あり	10	北米	WC/あり
ジュウサンセンジリス	<i>Spermophilus tridecemlineatus</i>	北米	10	USA	WC/あり	0		
計 (9種類)			65			79		

野生種: WC

タン, パキスタン, アフリカにわたっており, 全種類各20匹以上として合計290匹を検査することにして, 2つの輸入業者に動物を発注し, 輸入後の係留期間を可能な限り短くして, 速やかに調査するように心掛けた. 図1~3は入手した齧歯類の外景写真である.

なお, 動物種の選定の過程で, 次のようなことがわかった.

(1) アメリカは, ハムスター, モルモット, プレーリードッグ, リス, チンチラを除く齧歯類を年間1万頭以上日本に輸出しているが, これは, 北米産のジリス (たとえば, リチャードソンジリス, 別名ドワーフプレーリードッグなど) の輸出数が多いことや, 表5のアフリカヤマネの輸出状況から, アフリカ産の動物の流通経路としてアメリカ経由のルートがある可能性が考えられた.

(2) パキスタンから5,001~7,500頭の齧歯類が輸出されているが (表2), これは人気テレビ番組で取り上げられブームとなったビグミージェルボアの輸入数が激増したことによると考えられた.

(3) 特記すべき動物のプロフィール

コタケネズミ, 学名: *Cannomys badius*, 英名: Bamboo Rat, 分類: 齧歯目ネズミ科, 分布: ネパール東部からビルマ. コタケネズミという名前は小型のタケネズミ (竹鼠) という意味からきている. 実際は竹林ではなく森林や畑などに生息し, 夜行性. *Penicillium marneffei* はタイやベトナム, 中国の一部など東南アジアに分布する二形性真菌であり, 全身播種性の感染症の起炎菌となる. 近年タイにおいてAIDS患者の日和見感染マルネッフェイ型ペニシリウム症をひき起こし注目を浴びている. 自然界ではコタケネズ

ミの糞や土壌に存在していることが知られているが, 感染様式は不明. 25~75%のコタケネズミがこの真菌を保有していると考えられ, ほとんど無症状である. 本真菌は室温で急激に増殖し, 胞子を空気中に放出するため, 非常に危険で, 取り扱いにはP3レベルである.

チビネズミ, 学名: *Oryzomys minutus*, チビコメネズミ, 分類: 齧歯目アメリカネズミ亜目, 分布: 南米. 非常に小型のネズミ. ハンタウイルス肺症候群の原因であるハンタウイルスは, 自然界では南北アメリカに生息するいわゆる新世界ネズミ (アメリカネズミ亜目) が保有しており, 北米ではシカシロアシマウス (シカネズミ), 南米ではコメネズミ, ヨルマウスが媒介動物となっている. 患者は, 米国では2002年4月時点において31州から313例 (死亡率37%) が, またカナダでも発生が報告されている. 南アメリカのアルゼンチン, チリ, ボリビア, ブラジル, パナマ, パラグアイ, ウルグアイでは, 合計250例以上 (死亡率40%以上) が報告されている.

2. 検査対象とした病原体 (検査実施者)

以下の病原体について検査を行った.

- ①ペスト抗体測定 (青木英雄, 飯塚信二 横浜検疫所輸入食品・検疫検査センター)
- ②レプトスピラの分離培養と分子生物学的検索 (増澤俊幸 静岡県立大学薬学部微生物学研究室)
- ③ハンタウイルス肺症候群および腎症候群出血熱ウイルスの抗体測定 (荻和宏明 北海道大学大学院獣医学研究科環境獣医学講義公衆衛生学教室)
愛玩用動物の衛生管理に関連する病原体として
- ④消化管内および筋肉内寄生虫と住血性原虫の検査 (佐藤 宏 弘前大学医学部寄生虫学研究室)

表6 野生齧歯類の寄生物（一部病原体を含む）保有状況

	フトオ アレチ ネズミ	アフリ カヤマ ネ	ビグミー ジェルボア	エゾ リス	タイリク モモンガ	シマリス	リチャー ドソンジ リス	コロ ンピア リス	ジュウ サンセン ジリス	合計
検査頭数	5	10	39	10	16	20	20	10	10	140
体重（平均）	75.4g	13.6g	3.9g	223.7g	49.2g	63.1g	102.6g	607.4g	207.9g	
<i>Trichuris</i> sp.		3								
<i>Trichomonas wenrichi</i>							5/17			
<i>Giardia</i> sp.				3				7	6	16
<i>Coccidium</i>			<i>Coccidium</i> ? 1		<i>Eimeria</i> sp. 8	<i>Eimeria</i> sp. 4	<i>Eimeria</i> 2 種混合 5 <i>Eimeria</i> 3 種混合 7 <i>Eimeria</i> 4 種混合 3 <i>Eimeria</i> 5 種混合 1 <i>Eimeria</i> 6 種混合 1			
<i>Trypanosoma</i>					3		1			4
<i>Chilomastrix mesnili-like</i>			1				1/17			
筋肉内被嚢線虫	1									
<i>Cryptosporidium parvum ferret type</i>				2			2			4
その他原虫			<i>Amoeba</i> ? 2 <i>Gramia</i> ? 2							
<i>Leptospira</i>		5								5
<i>S. aureus</i>	4		21		4	8		2		39
<i>Salmonella</i>		1			6		4			11
<i>Campylobacter</i> spp.					1	8	6		2	17
<i>Helicobacter</i> sp.	5	3	4	5	14	20	17	10	4	82
<i>Trichophyton mentagrophyte</i>								2		2
<i>A. versicolor</i>	5								1	6
<i>A. flavus</i>			37			1				38
<i>Rhizopus</i>		4		1				7		12

- ⑤クリプトスポリジウム FEA 法および蛍光抗体法
（黒木俊郎 神奈川県衛生研究所）
- ⑥サルモネラ分離培養（加藤行男 麻布大学獣医学部公衆衛生学第二研究室）
- ⑦豚丹毒分離培養（オカタニ・アレシャンドレ・トモミツ 麻布大学獣医学部公衆衛生学第二研究室）
- ⑧エルシニア属細菌とキャンピロバクター分離培養
（林谷秀樹 東京農工大学家畜衛生学研究室）
- ⑨ヘリコバクター属細菌免疫染色による検出（宇根有美 麻布大学獣医学部病理学検研究室）
- ⑩皮膚の真菌と黄色ブドウ球菌分離培養（小菅旬子 宮崎大学獣医学部微生物学研究室）
- ⑪病理学的検索（宇根有美 麻布大学獣医学部病理学研究室）

3. 結果とまとめ

当初、14種、290匹の齧歯類を検査する計画で業者に動物の発注をしたが、調査期間中に米国でプレーリードッグを感染源とするサル痘が流行し、その元凶がアフリカ産齧歯類（サバンナオニネズミ、ヤマネ、リス）であることが判明したため、厚生労働省が経済産業省に依頼し、貿易管理令によりアフリカ産齧歯類の輸入が禁止された。さらに輸入業者が野生齧歯類の輸入を自粛したため、調査半ばで動物の入手が困難となり、表5の9種、144頭で調査を終了した。また、到着時、死亡し腐敗が激しかった4匹については検査から除外した。

【感染症予防法に関連する病原体】（表6）

- ①ペスト（感染症予防法1類）：抗体を保有する動物はいなかった。しかし、1回の調査のみでは、その実態

を明らかにすることは困難である。また、ノミネートしたアフリカ産野生齧歯類に、ペストの患者数が最も多いマダガスカル原産のゼブラマウスを含めたが、米国でのサル痘発生をうけ、行政対応により輸入がストップしたため入手できなかった。ペストはアフリカ諸国を中心として、マダガスカル1001～2500人/年、モザンビーク501～750人/年、タンザニア251～500人/年、ザンビア101～250人/年と多くの患者が発生していることなどから、これらの国々から野生齧歯類を輸入し続けることは、ペスト侵入のリスクが非常に高いと考えられる。

- ②レプトスピラ（感染症予防法新4類）：アフリカ産アフリカヤマネ10匹中5匹の腎臓からレプトスピラが分離された。分離レプトスピラは*gyrB*のシークエンスに基づく系統解析、パルスフィールドゲル電気泳動による制限酵素断片長多型性解析(LRFP)、ならびに顕微鏡凝集試験(MAT)により血清型を推定した。また、データベース構築のためオランダ国立熱帯研究所よりレプトスピラ192血清型を輸入し*gyrB*約1,200bpのシークエンス解析を行った。その結果、5株はゲノムの*Not I*消化によるLRFPで同一パターンを示し、*gyrB*解析からこれらの株は*Leptospira kirschneri*血清型*grippotyphosa*に近縁である可能性が示唆された。一方MATの結果より、日本に存在が確認されているいずれの血清型にも当てはまらなかった(第77回日本細菌学会総会大阪国際会議場2004年4月 増澤俊幸発表)。

今までに、愛玩用齧歯類がレプトスピラ症の感染源と確定された国内事例はない。しかし今回、見かけ上健康なアフリカヤマネから、国内ではいまだ確認されていない血清型のレプトスピラが高率に分離されたことから、人への感染の可能性を考え十分に注意すべき動物と考えられる。

- ③ハンタウイルス：ハンタウイルス肺症候群および腎症候性出血熱ウイルスに対する抗体を保有する動物はいなかった。しかし、北南米では、ハンタウイルス肺症候群患者が毎年発生しており(表3例：アルゼンチン101～250人/年)、ウイルス媒介動物である*Peromyscus*種のネズミ(シロアシネズミなど)の抗体保有率は1.1～40.4%とされている。今回、ペットとして流通し、シロアシネズミと同様にハンタウイルス肺症候群の原因ウイルス(シンノンブルウイルス)の媒介動物であるチビコメネズミをノミネートして検査する予定であったが、入手できなかった。

腎症候性出血熱は、ロシアと中国において毎年数千人規模で患者が発生し(表3)、エリアによっては、4.9～22.2%のネズミが抗体を保有していることから、今回購入した動物は非汚染エリアで捕獲されたも

のであった可能性が高かった。本調査で抗体を保有している動物がいなかったからといって、必ずしも安全な動物であるということではなく、ハンタウイルス常在国から野生齧歯類を愛玩用として輸入することには、かなりの危険が伴うと考えられる。

【衛生状態に関する調査結果】

- ①消化管寄生虫：消化管内から蠕虫の検出はほとんどなく、アフリカヤマネ1匹から*Rictularia*属線虫が、ジュウサンセンジリス3匹に蟯虫が確認されただけであった。いずれかの段階で何らかの駆虫処理が行われていることが推測されるところではあるが、詳細は不明である。いっぽう、原虫の検出率は高かった。特にドワーフプレーリードッグあるいはハタリスと称して販売されている北米産リチャードソンジリス17/20(85%)に*Eimeria*属コクシジウム*E. beecheyi*, *E. morainensis*, *E. vilasi*, *E. spermophili*, *E. pseudospermophili*, *E. cynomysis*, など7種)が1匹あたり2種類から6種類混合感染していた。人への感染性を有する可能性があるものとして、ジアルジアがあった(感染症予防法新5類)。今回観察されたものはシストが大型で、人獣共通寄生虫である*Giardia intestinalis*に類似しており、現在精査中である。クリプトスポリジウムは、エゾリス2/10とリチャードソンジリス2/20に観察された。エゾリスのクリプトスポリジウムは形態と遺伝子型別により*Cryptosporidium parvum ferret type*と同定された。他にリチャードソンジリス1/20とタイリクモモンガ3/16の血液に*Herpetosoma*亜属トリパノソーマ(それぞれ*Trypanosoma otospermophili*と未記載種)が観察された。

②消化管内細菌

Salmonella：3種類11匹から検出されたが、同一業者から同一の配送便で送られてきた動物から集中して分離されているため、搬送中あるいはロットによる汚染の可能性が考えられた。

Campylobacter spp.：4種類17匹から分離された。これらの細菌は、いずれも、Thermophilic *Campylobacter*の性状を示し、*C. jejuni*, *C. coli*, *C. lari*および*C. upsaliensis*に対する菌種特異的プライマーを用いたPCRでは、いずれに対しても標的とする遺伝子の増幅はおこらず、菌種の同定はできなかった。

Helicobacter 属細菌：すべての種類、86匹(61.4%)の腸に観察された。ヘリコバクターは、GastricとEntericに大別されるが、今回はEntericヘリコバクターの保有調査のみを行った。齧歯類におけるヘリコバクターは腸管の正常細菌叢の1つと考えられているが、齧歯類から分離される*H. cinaedi*が人の下痢便から分離されたり、髄膜炎を起こしている新

生児から分離された報告もあるため、保有状況を知っておくことは重要である。

なお、エルシニア属細菌や豚丹毒菌は分離されなかった。

③皮膚の細菌と真菌

黄色ブドウ球菌 *Staphylococcus aureus* : 5種類 計39匹の皮膚から分離された。特にピグミージェルボアでは、21/39 (53.8%) と高率に分離された。ピグミージェルボアから分離された菌のほとんどがパルスフィールドゲル核型解析により同一由来であることが推測されたことから、限られた地域で捕獲された個体であるか、搬送時に汚染されたものと考えられる。*S. aureus* は人の鼻腔からしばしば分離される菌であるが、健康な人の皮膚からの検出率は20～30%とはあまり高くない。動物由来の*S. aureus* が大量に人の皮膚に付着した場合、どのような病原性を発揮するのか不明であるが、食中毒の原因やアトピーの憎悪因子としての側面から見ても*S. aureus* を大量に保菌した動物を愛玩用として飼育することには、注意を要する。

皮膚糸状菌：コロンビアジリス3検体のみから分離された。うち2検体は *Trichophyton mentagrophytes* (うち1検体は有性世代の *Arthroderma*) であった。近年、保菌動物である愛玩用齧歯類から飼育者が皮膚糸状菌症に感染する症例が複数報告されていることから、輸入齧歯類の保菌状況には注目していたが、予想外に皮膚糸状菌を保菌している動物が少なかった。しかし、検査では背側の皮膚の一部のみを対象としていることもあり、重度に汚染されたものは少ないと判断すべき数字と考えた。

コウジカビ：アフラトキシンを産生することのある *Aspergillus flavus* が2種類、38匹から分離され、特にピグミージェルボアでは、39匹中37匹94.9%と非常に高率であった。あわせて、これらの分離株のアフラトキシン産生性を調べたところ、3株に産生性を認めた。

ピグミージェルボアが *A. flavus* に濃厚汚染されていた理由として、a) もともとこの動物の生息域に本菌が常在し自然の状態でも、常に暴露されている状態にあるのか、b) 保菌した個体が搬送中に群内全体を汚染したのか、c) 与えていた飼料や敷料が汚染されていたなどが考えられたが、異なる2つの業者から、異なる時期に購入した動物が同様に高率に汚染されており、ピグミージェルボアの餌と同種のもを他の動物に与えることがあることも考えると、a) の可能性

が高かった。いずれにしても、ピグミージェルボアが大量にこの菌を体表に付着させたまま、愛玩用として販売され、家庭内に持ち込まれることは衛生上好ましいことではない。また、*A. flavus* と同様にステリグマトシスチンという発癌物質を産生する能力を持つ *Aspergillus versicolor* がフトオアレチネズミ5匹中5匹 (100%) から大量に分離されており、やはり取り扱いに注意すべき動物と考えられた。

VI. おわりに

今回の調査では、輸入野生齧歯類から、感染性の強いあるいは致死的な感染症の病原体はほとんど検出されなかった。しかし、国内では確認されていない血清型の病原体を保有している動物が輸入されていることが明らかになった。海外での各種感染症の流行を考えると、野生齧歯類を愛玩用として輸入し、一般家庭で飼育することはリスクが高いと考えられる。さらに、これらの動物は、衛生管理上注意すべき多くの寄生生物を保有しており、輸入野生齧歯類の取り扱いについては十分注意する必要がある。厚生労働省では厚生科学研究等の成果を踏まえ、輸入野生動物の一般家庭での飼育をしないように啓発を行っている。

参考資料

- [1] 神山恒夫：厚生科学研究 特別研究事業 野生げっ歯類等に関する疫学的研究 (平成11年度研究成果報告)
- [2] 神山恒夫：厚生科学研究 新興・再興感染症研究事業 愛玩動物の衛生管理の徹底に関する研究 (平成15年度研究成果報告)
- [3] 苅和宏明：特集1 Overviewセミナー 10 プニヤウイルス- ウイルスと宿主の相互関係・ハンタウイルスとゲッ歯類の共進化- ウイルス52, 61-67 (2002)
- [4] 厚生労働省結核感染症課：動物由来感染症対策関係法規・通知資料集 (2004)
- [5] 吉川泰弘：厚生科学研究 新興・再興感染症研究事業 輸入動物及び媒介動物由来人獣共通感染症の防疫対策に関する総合的研究 (平成11年度研究成果報告)
- [6] 吉川泰弘：厚生科学研究 新興・再興感染症研究事業 輸入動物が媒介する動物由来感染症の実態把握及び防御対策に関する研究 (平成13年度研究成果報告)
- [7] 吉川泰弘：厚生科学研究 新興・再興感染症研究事業 輸入動物が媒介する動物由来感染症の実態把握及び防御対策に関する研究 (平成14年度研究成果報告)
- [8] 吉川泰弘：厚生科学研究特別研究事業 動物由来感染症予防体制の強化に関する研究 (平成14年度総括研究成果報告)
- [9] 吉川泰弘：厚生科学研究 新興・再興感染症研究事業 輸入動物に由来する新興感染症侵入防止対策に対する研究 (平成15年度研究成果報告)

食品の安全研究をめぐって(平成15年厚生労働科学研究) わが国のBSEのリスクと現状の課題

BSE Risk Analysis and Present Problems in Japan

東京大学大学院農学生命科学研究科教授

吉川 泰弘

Professor
Graduate School of Agricultural Life Sciences
Tokyo University

Yasuhiro YOSHIKAWA

I はじめに

リスクという言葉も随分といろいろな意味で使われている。ここでは、その言葉の内容も含めて、リスク分析はどういうものか、また日本のBSEのリスクについて昨年、農水省の疫学班で作ったシナリオを基に、どのような考えを展開していったかを紹介したい。次いで、そのシナリオに基づいてどのようなリスク管理(マネジメント)が必要でリスクコミュニケーションが問題になるのかをここでは紹介することとする。

II リスク分析

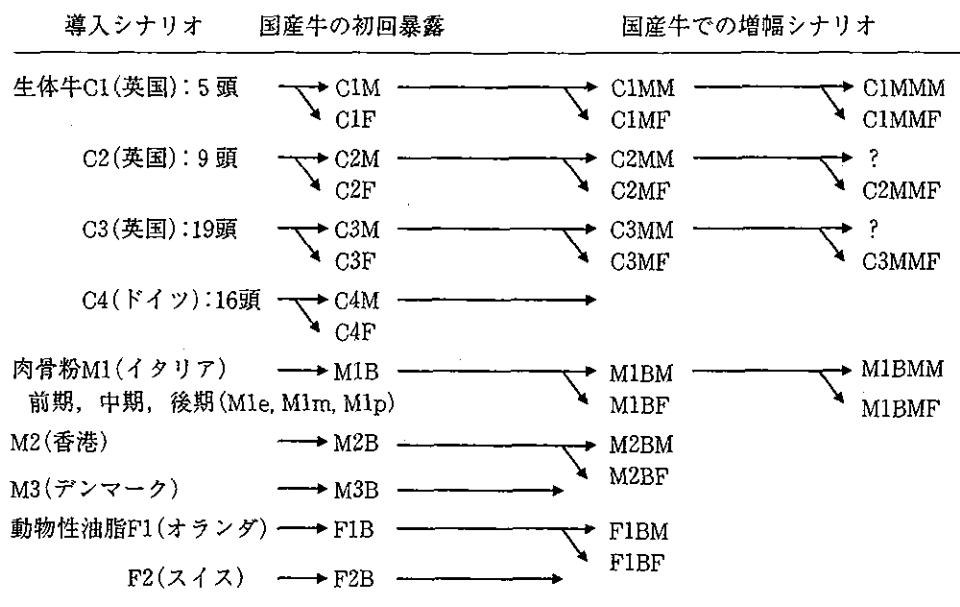
リスク分析の対象として、地震や原子力発電、航空機事故などについてはかなり前から行われていた。このような問題の中で起こる確率論的なハザード、危害、これを「リスク」という概念で議論しようというのが前提で、リスク分析はリスク管理(マネジメント)を含めてリスクはどのくらい増えるのか減るのかといったようなことを考えてい

こうというサイエンスである。

最近では、食品科学、あるいは環境問題がリスク分析の対象になりはじめている。特に毒性学はかなり前からこの概念を導入し、定量的な評価を含めて進んでいる。一方、感染症に関しては、古くから、疫学的な分析が行われ、その原因を同定する、あるいは流行実態を調査する、それをもとに予防治療法に活かすといったようなことを行ってきた。リスク分析という点では、比較的最近になって感染症も対象にリスク分析を導入するということがなされるようになってきた。

リスク分析は、大きくリスク評価、リスクマネジメント、リスクコミュニケーションの3つにわかれ、互いに関連し、それぞれ独立したものではない。従来、リスク評価とマネジメントは行政が担うというような格好でわが国では行われ、過去の事例を分類分析して、そこから学ぶことであった。

だが、リスク評価の中で要求されるもう一つ大事なことは、その分析に基づいてモデルを作成し



注: 1) 輸入生体牛はと畜後, 肉骨粉(M)・動物性油脂(F)として利用, 国産牛の暴露を起こす
 2) 2001年10月以後の増幅は起こらない(禁止後交差汚染?)
 3) 輸入肉骨粉と油脂は飼料や人工乳として使用され, BSE陽性牛(B)となってから増幅する

図1 リスクシナリオ

て予測する操作が必要である。予防原則を打ち立てるには, このモデルの作成が必須である。特に社会現象について, モデルを作成して予測するのは非常に難しい。はずれば科学者生命にかかわるというような部分もあって, なかなか誰もやりたがらない。しかし, リスク評価では, 過去のことを分析すると同時に, 将来予測というものがある結果として要求される。

また, リスク評価の中では基本的には定量的な分析を心がける。前提として, ゼロリスクはないことを認める必要がある。しかし, 実際の議論になるとなかなかゼロリスクがないことを受け入れるのは難しい。それをあえて定量的な科学分析で, どこに融合点, 受容される調和点があるかを見つけ出していかないと事態はなかなか適正に進まない。特に人命にかかわる場合は, その受け入れられるリスクレベルをどこに置くかが難しい問題となる。

III リスクマネジメントとリスクコミュニケーション

リスクマネジメントの予防措置として, リスク回避とリスクの軽減がある。しかし, ある頻度でどうしても危機はくる。特に, 突破された後の対応として, 短期的な緊急避難的な対応と, 長期対策というものは, 本来わけて考えなければならない。

リスクマネジメントの難しさは, リスクは決して一定ではないということである。特に感染症のようなものは, 例えば, 鳥インフルエンザ(高病原性鳥インフルエンザ)のように, あちこちでアウトブレイクすれば当然リスクは上がることになる。マネジメントがうまくいき, 勢いが収まっていけば, リスクは大幅に下がる。それに対して, 法的規制というのは, 非常にスタティックで, いったん規制を決めてしまうと, それを解除するという

導入シナリオ	国内地域	1987	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06～
C1	関東					1頭以下							1頭以下						1～2頭		
C2	関東												1～2頭						3～6頭		
C3	九州												2～4頭					1頭以下			
C4	北海道																		7～12頭		
M1e	横浜・門戸他											1頭以下						1頭以下			
M1m	九州・関西・中部																				2～3頭
M1p	九州・関西・中部																				
M2	全国																				
M3	全国																				
F1	東日本・西日本																				
F2	東日本・西日本													1～2頭							4～7頭

図2 時系列発症シナリオ(概要)

のはなかなか難しい。このときに役割を果たすのがリスクの再評価と情報公開、リスクコミュニケーションである。リスクコミュニケーションに関しては、リスク評価とマネジメントの説明責任が第一に必要なが、同時に情報の収集提供という点から見ると双方向性というものが必要で、行政からのトップダウンの垂れ流しでも困り、逆のボトムアップで、政府批判だけをしていても、実際には先に進まないところがある。

IV BSEのリスク要因

BSEが発生して最初になぜ混乱を起こしたのかは、プリオン病の特性が普通の病気と大きく違うところがあるからである。

その理由の一つに、GSSやFFIと呼ぶプリオンタンパクの遺伝子の異常によって起こる家族性の遺伝病のプリオン病がある。この患者の脳を動物に接種するとプリオン病を伝達できる。遺伝病であって、かつ感染症であるという病気は、現在知

られている限りプリオン病以外にはない。感染性のプリオン粒子は簡単に不活化できない頑丈な側面を持ち、従来の検出法が使えない。

しかし、私が初期から強調していたのは、BSEは潜伏期が非常に長く、それほど感染性が強くない、ヒトと動物の感染症であると考えべきだということである。

感染症であると考えると、基本的にリスク評価に必要ないくつかの要因がある。

第1は、感染症はだいたい目に付くときはアウトブレイクになり、突然、爆発的に起こるように見える。しかし実際には潜伏期があり、ここでリスクマネジメントをいかに取るかである。

第2は、ポジティブループと呼ばれる増殖回路をいかに有効に止めるかということにある。

第3の要因は、ヒトの変異型クロイツフェルト・ヤコブ病(vCJD)、あるいは人の食の安全性を考えた場合に、感染病原体は種に限定して越えないものと種を突破するものがあるが、プリオン病

の特性として、なかなか過去を追うことが難しい側面がある。

V BSE のリスクシナリオ

実際にBSEのリスクシナリオの考えを簡単に説明したい。確率論的なハザードのリスクに基づいた予見・予測シナリオは、海外でやられているものはそのまま利用し、自分で埋めなくてはならないものは独自に作成し、ルールを作ってその上で実際に起こったエビデンスを解析した。

BSEの入ってきた可能性のあるリスクの原因を考えると、汚染された可能性のある獣脂、肉骨粉と生きたままの牛という3つのルートがあった。生きたままの牛はその後利用されて、クズ肉を含めて、肉骨粉となる。肉骨粉を直接買ったケースもある。1996年の規制前までは、肉骨粉は主として配合飼料に使われ、規制後もそれなりの量が使われ、獣脂は直接人工乳に入れられていた。これらによって、日本の牛がBSEに曝露された可能性がある。

また、2001年から全頭検査と特定部位の除去によりリスクを減らしたが、その規制が始まる前は(あるいは規制された後も)一部、豚、鶏の配合飼料を含めて、交差汚染で回転していくというシナリオが考えられる。

VI BSE の感染価

BSEの感染価についてどのように統一して考えるかを最初に整理しておく必要がある。いろいろな考え方がある中、生体牛に換算するという方法を採用した。なぜなら、牛は、1,2,3頭と勘定しやすいことと、汚染の有無の定性的な表示の仕方ができることから、肉骨粉も獣脂も、牛に換算することができる方法を考えた。例えば、牛1頭から65キロの肉骨粉ができ、59キロの獣脂ができることになり、59キロを輸入すれば、牛1頭を輸入し

たというように考えることができる。

また、英国でのBSE発生牛18万頭で、推計は100万頭近いといわれたが、群れの中に1頭の発症牛がいれば、おそらくその4倍の汚染牛はいたことが推測される。この理由は、2001年、ヨーロッパでのアクティブサーベイランスにおいて、発症していない牛も含めて検査が始まった。従来の分類で陽性になる牛と、実際に検査して陽性になった牛の比率が、大体1:4ぐらいで、4倍という数字を基本に置いている。

さらに、1頭のBSE発生牛の脳全体で8,000頭の牛に経口感染させるだけの能力を持っていると言われ、この数字を簡単にそのまま使うと、牛から牛の間で3回増幅(以後、回転という)すると、8,000の3乗で世界中の牛がBSEということになってしまうが、実際に英国のアウトブレイクでも、そういうことは起こっていない。

そこで、実際の増幅係数はどうなるかというところ、ヨーロッパのモデルを使って、大体、平均潜伏期の5年間隔で何倍に増えてきたかを計算した。英国に規制はなく、増幅回転をしたが、EUは日本に近い状態で、ある程度の規制下で回転したと考えた。その数字を使うと、平均4倍になった。つまり、理論値からすると、肉骨粉にする過程で、感染価2,000分の1に減少する。これには肉骨粉製造工程での感染価の減少や、子牛の年齢による感受性などいろいろな因子が入るが、1頭の汚染牛から肉骨粉を介して増幅すれば、シナリオとしては、4倍に増える。

VII 日本のリスクシナリオ

実際に日本に入ってきた生体牛は、英国、ドイツであり、肉骨粉はイタリア、香港、デンマーク、獣脂はオランダから入ってきて、2001~2006年にかけての回転があると考えられる(図1)。わが国の現在までの9頭の発症例の原因となった可能

	1990	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	
C1(関東)	1頭以下(0.9)						1頭以下(0.8)								
C2(関東)							1.3頭(0.9)			5.1頭(0.8)					
C1(九州)							3.0頭(0.9)			12.2頭(0.8)					
M1e(横浜と門司)							1.6頭(0.41)								
F1(東日本・西日本)							1頭(1.0)								

検証：2001～2003年に北海道産(5頭)、栃木産(1頭)、神奈川産(1頭)、2003年の8, 9例目

説明可：栃木と神奈川はC2で説明できる, M1eでも説明可能

8, 9例目は95, 96年の曝露グループ由来, 国産牛増幅シナリオで説明可能
MBM(禁止後の交差汚染か?)

説明不可：北海道の5頭の汚染が説明できない

説明不可：九州でBSE陽性牛が発見されない(肉牛飼育が主体のためか?)

予測：2003年以降に上記の地域で, 検出される可能性がある

斃死牛が年間7～8万頭, と畜場牛120万頭(死亡:と畜場=1:15), BSE検出率はと畜場:死亡=1:22

BSE陽性牛の補正後比率はと畜場牛:死亡牛では1:1.47(陽性牛が25頭として, と畜場10頭, 死亡牛15頭)

図3 検証と予測

性のある肉骨粉はイタリア, デンマーク, ドイツ, ロシア, 英国, 香港, 獣脂はオランダとスイス, 生体牛は英国が3群, ドイツの1群が入ってきて, 処理をされて, 肉骨粉その他に回った可能性がある。

実際には, 入ってきた生体牛が英国のどこの地方からいつきたかということで, 当然リスクの高さは違う。最盛期は, 92～93年に処分された群である。潜伏期を5年考えると, それからほぼ5年前に生まれた牛群になり, それが北海道から九州まで, どのように入ってきたか, その牛からそれぞれの地域の肉骨粉のレンダリングと, そのシェアを解析してみると, どういう範囲まで広がったかといったようなことがある程度推定される。それから, そこで作られた配合飼料が, それぞれどのようなシェアを持っているかといったようなことを背景に考えて, シナリオを作った(図1～3)。

VIII 原因の解明と予測

- 1) EUの高汚染国は物流, 経済圏のボーダレス化により, 定常的にBSE汚染を受けた可能性がある。この条件からはずれる日本では, BSE汚染は小規模・不連続的に起こった可能性がある。
- 2) 英国からの生体牛, アジアからの肉骨粉再輸入, EUからの動物性油脂, EUからの肉骨粉と国内でのレンダリングによる増幅が考えられる。
- 3) 農水省により, 陽性牛を中心とした川上と川下調査がされた。陽性牛は出生日が非常に近く, 東日本に分布している。このことは, 汚染源が広汎に行き渡っていないことを示唆している。
- 4) 汚染経路の可能性は複数考えられる。1998年までのイタリアからの肉骨粉のロットや2001年までのBSE汚染牛がレンダリングに回っていると, 95, 96年とは別ロットによるBSE陽性牛がこれから(平均5年の潜伏期として2003～2006

- 1) 英国のBSEは1980年代前半にウシの増幅回路に入った
- 2) 1996年英国政府はvCJDの発生とBSE感染による可能性を示唆
vCJDは95年以来、年20%ずつ増加、ピークは2001年。英国では2003年10月で135名
- 3) 潜伏期は短くて10年
ウシ由来SRMの食用が原因。ウシとヒトの発症パターンは類似
しかし、ウシでは増幅回路が回ったが、ヒトでは回路は回らない
- 4) 下図のようになれば250人くらいの発症が予想される。
しかし、現在出ているvCJDは129番目のコドンはMet/Met (高感受性)
Val/ValやMet/Valの患者が遅れて同じパターンで発症するとすれば、その数は500~750人。

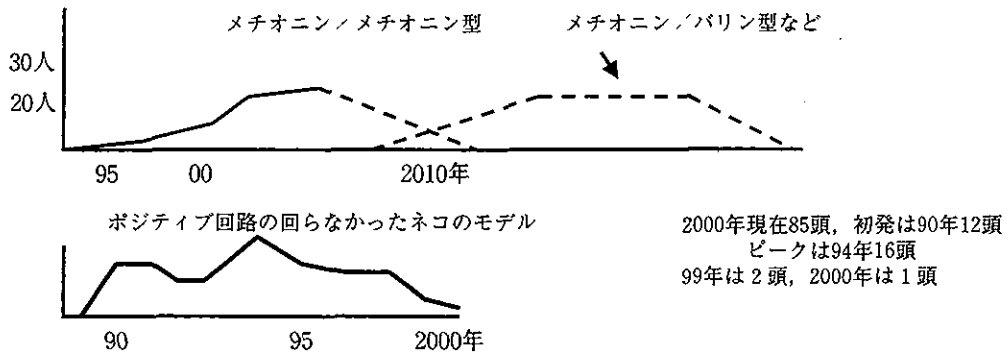


図4 ヒトへのリスク

年)検出される。8例目と9例目(01, 02年生まれ)が出てしまった。

- 5) BSE陽性牛はと場検査で見つかる数の1.5倍ほどが異常・死亡牛で見つかる可能性が高い。死亡牛全頭検査により、原因究明が進むことが期待される。

暫定清浄国宣言をするのに最終発症牛から7年間検査を継続し、陰性を確認する必要がある。したがって、2015年頃まで検査が必要になるという覚悟がいる。

IX ヒトへのリスク

ヒトの安全性についてvCJDのリスク評価も必要である。vCJDのリスク評価をどのように行うか、そのリスクシナリオをどのように日本に適応させるかが問題になる。オーストラリアやニュージーランドの食品委員会の百数十ページにも及ぶ報告書では、危害の特性は、ウシのBSEの伝搬が

基本的には乳も垂直感染もほとんどリスク因子にならないで、肉骨粉の汚染飼料が危害因子になる。ヒトでの経口感染量の推定は非常に難しいが、その原点になるBSEの汚染がどこにどのぐらい集中しているか、その力価はどのぐらいか、また、マウスの実験感染ができることから、ウシとマウスの感度が種の壁としてどのぐらいかなどが推定されている。ヒトについてはわからないがウシの一万倍ぐらいといわれ、はっきりした値は出ていない。複数回摂取の蓄積効果とか交差汚染、食品加工でどのぐらい低減するかといった因子を考えた上で、ヒトの曝露のリスクを考える。最大の問題は、とさつ時の汚染をどう下げるかというマネジメントである。もう一つは、機械回収肉が混ざる危険がある。最大の因子は、特定危険部位を徹底的に取るか取らないかが後のリスクの高さに影響する問題になる。実際にそれを食べたときの食品グループと、どのぐらいの量を食べたとき、どの

- 1) 英国では1980年から1996年まで約75万頭のBSE陽性牛が食用に解体
- 2) 後からBSEが発現した国ほど対策が早く、ヒトへの伝播は低い
(vCJDのリスクが低い)、このバイアスを入れないで単純比例計算

英国	EU高汚染国	日本
BSE ウシ 75万頭	BSE ウシ 5～6千頭	BSE ウシ 20～40頭
vCJD 200～500人	2002年10月現在8名 (英国滞在者を含む)	vCJD 0.012～0.026人

- 結論：1) 日本で感染したBSE牛に由来するvCJD患者は発生しないと推察される。
- 2) ただし、英国やEU高汚染国に1980年以降、長期滞在した場合vCJDを発症する可能性は否定できない。
 - 3) この規模のBSEの侵入を40～60回受けると1人発病する可能性がある。

図5 日本のvCJDリスク

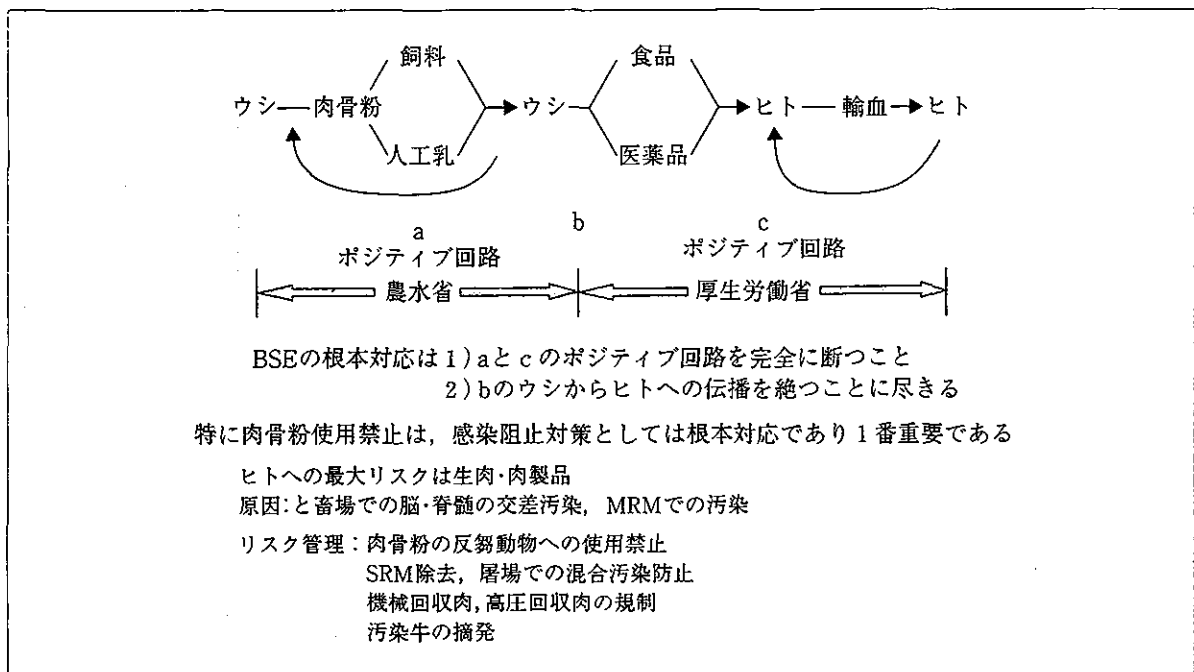


図6 ポジティブ回路

ぐらいのリスクがあるかといったようなことである。オーストラリアとニュージーランドでは子供から年寄りまで、例えば肉製品であれば、1日に230グラムを平均食べているとか、ゼラチンであれば、1日8.4gといったような、そこに入ってくる製造過程で、どのぐらいのリスク低減があるかといったようなことを計算した。最終的な評価として、肉・肉製品は、と畜場での安全性プロセス

が重要であるということとなった。ここで間違えると、汚染の可能性は出る。その他の因子はほとんど無視できるという格好になっている。

ヒトのvCJDのリスクを考えた場合、生肉、肉製品になるが、その最大のリスクはと畜場での脳脊髄の交差汚染と、日本は行っていないが、米国ではやや変法で行っているが、英国でよく使われた機械回収肉の汚染が、最大のリスク因子である。

リスクマネジメントとして、最後まで厳密にやらなければならないのが、肉骨粉の反芻動物への使用禁止である。特定危険部位の除去、と畜場での交差汚染防止、これらが最もリスクを低減するのに寄与することである。機械回収肉の禁止、ピッシング等のと畜方法の規制および汚染牛の摘発が重要である。

X 安全と安心

BSEのリスクコミュニケーション問題で端的に出てきたのは、BSEの1次検査結果についてどう伝えるかということである。風評被害と、情報公開という議論が行われたが、どちらも成り立たない議論であったと思う。その理由は、当時のスクリーニング技術では0.1%の偽陽性が出ると予想されたからである。実際には270万頭を調べて、120頭弱の偽陽性が出たわけであるが、単純計算では、1年間に250日働いて、年間100万頭検査するとなると全国で1日4,000頭検査し、4頭の1次陽性牛が出るという計算となった。これを発表するとどうということになるかというと、パニックにならざるを得ない。

結論とすれば、1次スクリーニングで発表する必要はない。確定診断したところに発表すればいい。それがベストである。リスクコミュニケーションとしては、検査方法によって、感度と精度の違いがあるということをはじめにはっきり説明すればよかったわけである。エライザ法は、たくさんものをいっぺんに処理できるが、色の濃さ以外の情報がなく、感度も高いし、時間的には簡単に済むが、精度の確認が難しいという欠点がある。ウエスタンプロット法は、従来に比べて、濃縮法が出て感度が上がってきた。精度が高いが、たくさんスクリーニングができるような方法ではな

く、確定診断向きで、これは特殊な場所ではかできない。

もう一つ、安全と安心の違いについて述べたい。ここ2年間、食品を含めて議論されてきたが、私自身、全国で議論をしていて、その安全と安心というのが考え方として乖離しているというのを感じた。研究者はどちらかという、安全性は総合危険率を求める方法で行う。すなわち、それぞれの事象の危険のかけ算をする。安全性を確保するためには、ステップを増やしそれぞれのステップでリスクを低減させておけば、全部の危険率がいっぺんに起こるようなことはほとんどあり得ないことになる。一方、安心を求めるほうは、それぞれの事象で危険率があるなら、それぞれこの危険率から逃れるものが安全である。すなわち、すべてのシナリオで安全でなければ、安心できないということで、各ステップで1から危険率を引いた値のかけ算をしてしまう。したがって、同じシナリオがまったく違う意味を持つてくるということになる。安全を確認するためにたくさんのステップを置けば置くほど、消費者は不安になるというのは、このようなかけ算になってしまうためである。安心感がどんどん減ってってしまうので、産地直送で何のステップも踏まないのが一番良いという議論になる。トレーサビリティによる安心感もこの意味である。われわれが安全といっても、どこかのステップでは100%保障できないといったとたんに、これは100%安心といえないのである。

リスク分析する意味は、最初に述べたようにゼロリスクも100%のリスクもないわけで、どのレベルのリスクを受け入れるかという調和点を見つけることである。

き起こした代表的な人獣共通感染症である。

こうしたさまざまな新型のウイルス、ことに強毒性ウイルスの出現の頻度が最近ますます上がっていると危惧される。なぜ次々と、新型ウイルス、ことにインフルエンザなど RNA を遺伝子としてもつウイルスが登場するのか、その原因としてのグローバルな環境化学物質汚染の影響の危険性について、とりあえず指摘しておきたい。

新しい人獣共通感染症と流行

ヒトと動物の共通感染症は歴史的に有名なペストや狂犬病以外に、寄生虫感染症、リケッチア症、クラミジア症、細菌感染症、ウイルス感染症まで数多くある。1967年 WHO の専門家会議で確認されたものだけで160種類以上、現在は重要なものでも500~700種類以上あると考えられている。特に近年の、世界を震撼させている感染症は、エイズやSARSをはじめ野生動物や家畜に由来するものが多い。

1980年 WHO から天然痘撲滅宣言が出され、抗生物質による細菌感染症の征圧が現実的になり、人類は感染症を防御し得るという楽観論が広がった。実際、我が国では長く死亡原因の第1位を占めてきた感染症が、第二次世界大戦後著しく減少し、1950年にがんが死亡原因の1位を占めた。ついで循環器疾患が第2位を占めるようになり、厚生行政は感染症対策よりはがん、生活習慣病や福祉対策を中心におくようになった。

しかしその後、新興感染症であるエイズや種々のウイルス性出血熱が世界の各地で流行し、また、テング熱や結核など一度は減ったがまた増えてきた再興感染症が再び人類の大きな脅威となってきた。WHO は感染症に対する楽観論を撤回し、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。特に20世紀後半に出現した新興ウイルス感染症の約3分の2は人獣共通感染症である。これらの多くは開発途上国に由来している。その原因としては、熱帯雨林開発と生態系の攪乱、急速な都市化・人口集中と貧弱なインフラストラクチャ、航空輸送による人と動物の短時間での国際間の移動などがあげられる。一方先進国では野生動物のペット化、アウトドア生活による野生動物との接触、あるいは産業動物の経済効率を求める飼育方式による新しい感染症(BSEなど)が出現した、さらにヘンドラウイルスや

科学ニュース

新しい人獣共通感染症の流行とグローバルな環境化学物質汚染

吉川泰弘 よしかわ やすひろ
 東京大学大学院農学生命科学研究科, OREST(実験動物学)
 黒田洋一郎 くろだ よういちろう
 東京都神経科学総合研究所, OREST(分子生物学, 毒性学)

昨年はコロナウイルスによるSARS(重症急性呼吸器症候群)、今年が高病原性鳥インフルエンザの蔓延が大きな社会問題になっている。そして、ハクビシン、渡り鳥などの野生動物からのウイルス感染と伝播が疑われている。このようなヒトと動物の両方がかかる、ことにウイルス性の人獣共通感染症の流行は、エボラ出血熱を始め、近年増加する傾向にある⁽¹⁾。インフルエンザ・ウイルスとそのワクチンなどについては、本誌に3回にわたって詳しく紹介されている⁽²⁾が、かつてスペイン風邪をはじめとする大規模な死を人類に引

ニパウイルスのように、これまで病原体保有動物として知られていなかったオオコウモリなどから家畜を介してヒトに伝播する感染症が出現し、その複雑さが増している。

米国のように感染症防御システムの最も進んだ国でも、現在流行している西ナイル熱のように野生動物(トリと蚊)を介した感染症の拡がりを防ぐことは容易ではない。また中西部の乾燥地帯に常在するペスト(プレーリードッグと蚤)や、コウモリを介した狂犬病の征圧もまた非常に困難な状態になっている。一方、野生動物由来と考えられる SARS が僅か数カ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ないことを明らかに示した。現在アジアを中心に流行域が広がりつつある高病原性鳥インフルエンザ(H5N1)も、発生国の多さ、流行規模の大きさ、およびブタだけでなくヒトに直接感染・発症させる病原性の強さから、WHO がその危険性を指摘している。

ブタ(ニパウイルス)、ウマ(ヘンドラウイルス)、ウシ(BSE)、ニワトリ(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、ヒトに感染しやすい。

また、以前とは違い高い危険性を帯びようになってきている原因に、①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動物に侵入すると爆発的流行になること、新しい宿主の中で伝播する間に、短期間に高頻度で遺伝子に変異する可能性があることがあげられる。さらに以下に詳しく述べるように、人体ばかりでなく野生動物にも環境化学物質汚染が進み、②ウイルス全体の変異頻度そのものが上昇していることや③宿主の免疫機能が低下したため、本来であれば共存していたウイルスが爆発的流行を起こすなどの新しい危険性が考えられる。こうしたことは、人獣共通感染症の征圧・リスク回避に新しい発想と対応が必要になってきていることを示している。

新しいウイルスが出現する要因: 化学物質汚染によるウイルス遺伝子の突然変異率の上昇

なぜ新型ウイルスが出現するかと言えば、遺伝子は常に一定の割合で突然変異を起こすからである。もともと地球上の生物は、自然状態でも曝露されるわずかな線量の放射線や、天然物の中にも含まれる突然変異を起こす(変異原性を持つ)化学物質によって、低い

頻度ではあるが遺伝子は突然変異を起こし、DNA は傷付けられている。突然変異の大部分は生存に不利なものなので、ヒトを始めとする現在の生物は、傷付けられた DNA の修復機能も持っており、そのような種だけが生き残ってきた。しかし、DNA 修復も完全ではなく、突然変異は低い率ながらも必ず起こっていて、逆に、それが、新しい種を生み出す進化の原動力と考えたのが、ダーウィンの進化論である。しかし、木村資生の有名な「中立説」のように、多くの突然変異は、コードしている蛋白質の性質やその生物の生存には影響を与えない「中立的」なものなので、突然変異は通常の生物にとっては一般に大きな表現型(phenotype)の変更を伴わない。また大野乾が喝破した「遺伝子の重複」により、1つの遺伝子で変異が起こっても別の同じような遺伝子が正常であれば、ゲノム全体の安定性は増し表現型は一般に変わらない。

しかしウイルスは逆に、変異する戦略を選んだ。ウイルスは他の生物に「寄生」していて、自己複製に必要なミニマムの遺伝子情報しかもっていない。従って、遺伝子の変異がその感染に必要な膜蛋白(インフルエンザではヘマグルチニン(H)とノイラミダーゼ(N))などに起こると、より高い確率でヒトなど他の動物への感染しやすさが変わる、毒性が強くなる、など表現型として発現されることになる。小型のウイルスでは遺伝子情報を2通りに読めるように、情報を圧縮しているものさえあり、このような場所での DNA の変異は、より大きな表現型の変化として、強毒化が起こることもあるであろう。特にインフルエンザウイルスは、遺伝子が8つに分節しており、突然変異の他に、2種類のインフルエンザウイルスが同時に感染すると(例えばブタの体内でトリインフルエンザ・ウイルスとヒトインフルエンザ・ウイルスが増殖する場合)、さまざまな組み合わせの遺伝子組換えウイルスが出現する。

また DNA ウイルスにくらべ一般の RNA ウイルスは修復メカニズムの問題などで、突然変異率がより大きいので、エイズやインフルエンザなどの原因である一本鎖 RNA ウイルスは、逆にこの性質を利用して、突然変異を起こし、次々に宿主を変えたり抗原性を変え、生体のもつもとの免疫機構をまねがれる率を上げ生存をはかっている。

SARS が中国広東省などを中心に出現している原因として、動物との共生やこの地方のハクビシンを食

べるなど野生動物を食用とする食習慣は重要である。食用動物と共生しているウイルスに直接接する機会が増えヒトへの感染率を上げる要因の1つであることは確かである。また鳥インフルエンザでも、アヒルなどの家禽類と渡り鳥が接触しやすい中国南部の田園風景、飼育環境も無視できない。昨年のSARSや1965年の香港風邪や、1997年の高病原性鳥インフルエンザの流行が、これらの食用動物の大量消費地である香港で起こったのもうなずける。

しかし、実はこのような食習慣などは、最近突然始まったものではない。いずれも数百年以上この地方にあったもので、最近の新型ウイルスの出現の基本背景とはなるが、流行頻度上昇の直接の原因とは思えない。

グローバルに突然変異率を上げる環境中の変異原性化学物質については、発がん性物質との関係で(変異原性物質のうち約90%が発がん性を持つといわれる)1970年代に大きな社会問題となったが、最近はあまり注目されていない。しかし、今世界中で散布されている農薬(除草剤、殺虫剤)や消毒剤などの合成化学物質で、変異原性が証明されているものは数多くある⁽³⁾。また工場から排出される煙や自動車の排気ガス、廃棄物など環境化学物質の中にも変異原性をもつものが多い。中国南部沿海地帯は、ちょうど1950年代以降の日本のような工業化・近代化が急速に起こっており、流通、経営規模の拡大とともに、かなり無神経に散布、排出されている化学物質による複合汚染が、新型ウイルス出現の頻度を著しく上昇させている可能性が高い。

化学物質汚染による免疫力の低下

第3の要因としては、ウイルスに対するヒトや動物の抵抗性の問題がある。健康で免疫機能が正常な人は、たとえウイルスに感染しても、それに対する抗体を産出し激しい増殖は抑えられ、インフルエンザは発症しない不顕性感染が多い。大流行といっても全ての人が病気になる理由の最大のものが、この抵抗性である。例えば、米国で拡大している西ナイル熱が日本で流行していないのは日本人に免疫力のもとである抗体をもっている人が多いからかもしれない。多くの年長者が持つ日本脳炎ウイルスに対する抗体は、幸い類似ウイルスである西ナイル熱ウイルスにも免疫効果があることが知られている⁽⁴⁾。

ところが、残留性有機汚染物質(POPS)や農薬のよ

うに身近な環境を汚染している化学物質には、ダイオキシンをはじめヒトや動物の免疫機能を低下させるものが数多くある⁽⁵⁾。いくつかの化学物質が複合汚染の形になっているので、野生動物をはじめ家禽類の免疫力が、これらの毒性化学物質によって弱まり、ウイルスの増殖性が上昇している可能性が高い。例えば5年ほど前カスピ海で死んだアザラシには、数々の環境化学物質が体内に蓄積していたが、直接の死因はこのような免疫力の低下によるもので、パラミキソウイルスの増殖によるウイルス感染症であった。インフルエンザウイルスをもともと保持している水鳥でも、最近の北極まで広がっているグローバルな環境化学物質汚染による突然変異、免疫力の低下は、おそらく多数の化学物質の複合汚染がはげしい現在の環境汚染状況下では、ヒト、動物共通に相加的、相乗的に働き、強毒ウイルスの発生頻度を上げ、蔓延を加速している可能性がある。昔は100年に1回だった大流行が例えば10年に1回起こるようなリスク、確率の変化である。

近年になって、熱帯雨林に棲息するオオコウモリからのニパウイルス、ヘンドラウイルスなどのような、パラミキソウイルスによる流行が起こっていること、開発のすすむアフリカの熱帯雨林で、パラミキソウイルスに近い、フィロウイルスのエボラ出血熱が高頻度に流行を繰り返していることは、現代のグローバルな環境化学物質汚染に対するもう1つの警告であるかもしれない。

出現のリスクを下げる「予防」対策を

日本でも、トリやブタなど、病原ウイルスが感染する可能性のある飼育施設で、大量飼育による病気などをおそれ投与・散布されている薬物、薬剤の変異原性*を前もって厳しくチェックする必要がある。またヒトや動物の免疫力を下げるような化学物質を散布しないこと、毒性化学物質が混入している飼料の使用を避けることも大切である。

大量飼育が常態となっている今の畜産業を変えるのには時間がかかるが、投与・散布する薬物、薬剤や飼料の変異原性や免疫毒性はすぐに調べられる。流行が始まってしまうと阻止は困難で莫大なコストがかかる。事後対策ばかりでなく、新型ウイルスの出現リスクそのものを下げるための「予防」対策が肝要であろう。

* 消毒に汎用される逆性せっけんの成分、塩化ベンザルコニウムには変異原性があることが知られている。