

熱帯病の国内感染対策に土木工学はどう貢献するか

後藤恵之輔*・溝田 勉**

Contribution of Civil Engineering to Countermeasures against Domestic Infection of Tropical Diseases

by

Keinosuke GOTOH* and Tsutomu MIZOTA**

In USA they had domestic infection of West Nile virus encephalitis for the first time in 1999, which is one of tropical diseases. This paper deals with contribution of civil engineering to countermeasures against domestic infection of tropical diseases such as West Nile virus encephalitis in Japan. At first the crisis management for preventing tropical diseases was shown to be important for their domestic infection, secondly a variety of methods as complete equipment of infrastructures, waste management, airport location and others were proposed from view-point of civil engineering, and lastly civil engineers were appealed to have interests and knowledge of tropical diseases.

1. はじめに

2002年10月中旬、神奈川県綾瀬市周辺は緊張した空気に包まれた。カラスの死骸が80羽余り見つかり、ウェストナイルウイルス（後述）による米国のカラス大量死を連想させたからである。結局、カラスから同ウイルスは検出されず、10月25日にシロ宣言が出された。

これは同年12月24日付の日本経済新聞の記事であるが、ちょうど時を同じくして長崎市では、「危機管理としての熱帯病対策」の研究集会が開催された。12月25日～26日、長崎大学熱帯医学研究所で開催の、この研究集会に第一著者は参加し、危機管理のあり方を学ぶとともに、熱帯病対策に土木工学はどう貢献するかを考えた。

本文では、上記研究集会の中心メンバーである第二著者とともに、熱帯病の代表例としてウェストナイルウイルス脳炎を取上げ、国内感染に備えてこれら熱帯病に対する危機管理の大切さを示すとともに、土木工学の立場から感染予防のための環境整備、コミュニティ活動等を述べ、熱帯病対策に、複雑系の中での総合科学としての土木工学の必要性を提言するものである。また、本文を通して土木技術者に対し、熱帯病への関

心と理解・認識を持つこと、そして土木技術者もその対策に貢献できることを訴えたい。

2. 熱帯病は国内無縁か

そもそも、起源が熱帯地にある疾病など、これまで経済先進国には無縁のものと考えられてきた。その結果、我が国では熱帯性感染症に対する対策予防・予算など、「我関せず」でやってきた感が強い。しかし今、熱帯地に多い開発途上国で猛威を振るっている感染症、すなわち「見えない人間の敵」が温帯の経済先進地にも身近になった。ウェストナイルウイルス脳炎がその好例である。

前記研究集会「危機管理としての熱帯病対策」は、このような折に開かれ、感染症の専門家だけでなく、社会学者、人類学者、JICA関係者も集まった。主な発表テーマを挙げれば、「ウェストナイルウイルス脳炎」以外に、「紛争と感染症の宝庫—アフリカの思い出」「人口移動とマラリアのアウトブレイク」「中国におけるエイズおよび人口政策の現状」「感染症対策に係る新たなアプローチ～連携協力～」である。

平成15年4月18日受理

*大学院生産科学研究科 (Graduate School of Science and Technology)

**熱帯医学研究所 環境医学部門・社会環境分野 (Institute of Tropical Medicine)

3. ウェストナイル (WN) ウイルス脳炎の概要

3. 1 WN ウイルス脳炎とは^{1) 2)}

ウェストナイルウイルス (West Nile virus, 以下 WN ウイルスと略記) は、複数種の蚊によって媒介され、アジアにおいてはコガタアカイエカが主要媒介蚊である。自然界で WN ウイルスに感染して媒介蚊の感染源となる増幅動物は、主に鳥類である。これに対して、ヒトやウマは感染・発病するが、一般には終末宿主とみなされている。その他、米国で問題となっている感染ルートとして、臓器移植、輸血、母乳による母体からの垂直感染、がある。

ヒトに対しての潜伏期間は 5～15 日間で、症状については WN ウイルスに感染しても、ほとんどはウイルスが脳内に達せず不顕性感染で終わる。しかし、脳炎を発症した場合、通常型では急激な熱性疾患で頭痛、背部痛、目眩、発汗、時にしょう紅熱発疹、リンパ節腫大を合併する。患者は第 3～7 病日に解熱後、短期間に回復する。一方、脳炎型は重篤で患者は高齢者に多く、中央アフリカでは劇症肝炎を併発した症例が報告され、心筋炎や脾炎を併発した例もある。

3. 2 米国における流行と拡大¹⁾

WN ウイルス症は、1937 年にアフリカ・ウガンダのウェストナイル県で新興感染症として発見され、その後、ヨーロッパ、中近東、インドに拡大した。WN ウイルス症は本来、米国には存在しないウイルス感染症であったが、1999 年 8 月にニューヨーク市において突如、WN ウイルス脳炎による患者が 62 名発生し、そのうち 7 名が死亡した。このとき、ウマも 25 頭感染し 9 頭が死亡している。

2000 年ヒトの WN 脳炎患者数は 21 名、死亡 2 名で、その発生中心はニューヨーク市であり、それ以外ではニュージャージー州 (6 例) とコネチカット州 (1 例) で発生した。2001 年にヒトの脳炎患者は 66 名、死亡者 9 名を記録したので、1999 年～2001 年間の米国における WN ウイルス脳炎患者は 149 名で、死亡者は 18 名である。

2002 年 8 月、米国南部のルイジアナ州を中心として再び多数の WN ウイルス脳炎患者が発生した。その後、WN ウイルスの活動は拡大し、同年 12 月 11 日現在、累積患者数は 3829 名、死亡者数は 225 名、流行地域はコロンビア首都区を含む 40 州に上っている (表-1)。

1999 年に WN ウイルスがニューヨークに持ち込まれたのは、既感染地の中近東・イスラエルからと推定されている。そのルートとして次の可能性が考えられた。すわち、①感染した鳥類の密輸入、②感染した渡り鳥

表-1 2002 年米国 WN ウイルス脳炎患者数の州別分布 (括弧内は死亡者数、2002 年 12 月 11 日現在)¹⁾

州	患者数	州	患者数
イリノイ	778 (52)	メリーランド	30 (3)
ミシガン	546 (46)	バージニア	27 (2)
オハイオ	431 (23)	フロリダ	26 (0)
ルイジアナ	323 (19)	アーカンソー	25 (0)
インディアナ	284 (1)	マサチューセッツ	23 (3)
ミシシッピ	185 (10)	カンサス	19 (0)
テキサス	187 (11)	ノースダコタ	17 (2)
ミズーリ	169 (5)	コネチカット	17 (0)
ネブラスカ	124 (5)	オクラホマ	16 (2)
ニューヨーク	80 (5)	コロラド	12 (0)
ケンタッキー	74 (5)	ニュージャージー	12 (0)
ペンシルバニア	59 (8)	ウェストバージニア	2 (1)
テネシー	55 (7)	ノースカロライナ	2 (0)
アイオワ	51 (2)	カリフォルニア	1 (0)
アラバマ	46 (3)	デラウェア	1 (0)
ミネソタ	46 (0)	モンタナ	1 (0)
ウィスコンシン	45 (2)	ロードアイランド	1 (0)
ジョージア	37 (6)	サウスカロライナ	1 (0)
ワシントン DC	37 (2)	バーモント	1 (0)
サウスダコタ	37 (0)	ワイオミング	1 (0)

の飛来、③発病前のヒト患者の航空機による移動、④ウイルス保毒蚊の航空機による移動であり、現時点ではこれらすべて可能性があり除外できない。

4. 危機管理の必要性と体制構築

4. 1 危機管理の必要性

米国における WN ウイルス脳炎の流行・拡大を、我が国では対岸の火事として座視してはならない。その背景には、①ヒト・モノの移動の地球的規模での拡大、②人口の高齢化、③地球温暖化などが挙げられる。

WN ウイルス脳炎を始めとする熱帯病のアウトブレイクには、人口移動というキーワードを見逃すことができない³⁾。熱帯病の非流行地から流行地にヒトが移動する場合と、流行地からヒト患者が非流行地に移動する双方向のケースが想定される。移動する人数について言えば、海外旅行などのような個人の移動から、移民・難民といった集団の移動までである。また移動の理由では、観光や労働による移動から、異常気象や自然災害などの理由による移動、戦争などにより国境を越えて移動する難民等まで多様である。

これら人口移動は我が国に関しても例外ではない。たとえ戦争による難民であっても、その難民が流行地から非流行地である我が国に入ってくる可能性があるからである。

ヒト・モノの移動と一緒についてくるウイルス保毒蚊の移動に注意が肝要である。米国における1999年のWNウイルス脳炎発生地がニューヨークという大都会であったことは、このことを如実に物語っていると言えよう。すなわち、その可能性が除去できないように、発病前のヒト患者とともにウイルス保毒蚊が、流行地から航空機でケネディ空港に移動してきたと考えられている。

人口の高齢化も問題である。1999年米国のWNウイルス脳炎流行における患者は、ニューヨーク・クイーンズ区の住宅地に住む老人（体力が弱い）であり、屋外のソファで夕涼み中に蚊に刺されて感染したと推定された。我が国では、このような老人の人口は一貫して増加傾向にあり、1930年から30年ごとの高齢化率を見ても4.8%（1930年）、5.7%（1960年）、12.0%（1990年）と急増し、2000年現在17.4%に達している。さらに21世紀中に高齢化率は35.7%（2050年）と極めて高くなり、超高齢時代が到来すると予測されている。

地球温暖化により気温が高まると、熱帯病の媒介蚊は成長が阻害されるのでより頻繁に餌を食べなければならなくなり（吸血）、その結果、熱帯病への感染が高まることになる。また、気温上昇はウイルスの増殖期間を短縮し、保菌者の感染力を増強させるため、熱帯病の伝播が拡大する可能性がある。

以上を背景としても、我が国において、WNウイルス脳炎など熱帯病の流行さらには拡大を危機として捉え、管理の手立てを整えておくことに早過ぎることはない。

4.2 危機管理体制の構築

WNウイルスに対する我が国における危機管理体制の例として、五十嵐のそれ¹⁾がある。ウイルス侵入の前後に分けて概略示せば次のとおりである。

ウイルス侵入防止策として、検疫（特にペット鳥輸入の）体制の強化、流行期に流行地（殊に米国）へ旅行した帰国者に対する検疫体制の強化、帰国後発病患者に対する検査・追跡体制の確立などが挙げられる。ウイルス侵入後には、一般住民・児童・学童に対する啓発活動（殊に野鳥異常死通報の重要性）、医療関係者に対する警告として、WNウイルス脳炎を疑う患者の発見と通報・検査材料の採取および提出、動物関係者に対する警告として、家畜・野生動物の脳炎の発見・通報・検査材料の採取と提出、媒介蚊監視体制の再構築などが、国内における拡大防止策である。

個人レベル^{1) 2)}では、WNウイルスが蚊の刺咬によ

り媒介されることから、蚊に刺されないことが基本である。外出、殊に夕方・夜明けの外出を控える、外出時には長ズボン、長袖シャツを着用し、皮膚露出部分には昆虫忌避剤を塗布する、ドアや窓からの媒介蚊の屋内侵入を防止する、などが重要である。

5. 土木工学の貢献

上記五十嵐が掲げた危機管理体制では、WNウイルスに対しては公衆衛生のみ関係しており、土木工学は無縁のようである。しかし、そうではあるまい。土木工学は、インフラストラクチャーの面から特に環境改善による媒介蚊発生源の削減に関係し、ごみ管理と空港立地、コミュニティ活動とワークショップの開催等において貢献できる。以下、これらについて詳述しよう。

5.1 環境改善による媒介蚊発生源の削減

「転ばぬ先の杖」としてWNウイルス感染予防のためには、媒介蚊発生源の削減が第一義的に重要である。前述したように、我が国においてはコガタアカイエカが主要媒介蚊であることから、まず、この蚊の生態²⁾を知っておく必要がある。

我が国では、地域および都市にもよるが、コガタアカイエカは盛夏の候に多発する。5月ごろから現れ、7月になると急に多くなり7月末から8月初旬にかけてピークを示し、次第に減少して秋風とともに姿を消す。汚い溜まり水、どぶ、防火用水、水槽に発生することが多い。

したがって、大はダムや下水道、遊水地、溜池から、小は防火用水、ビルの屋上や地下にある水槽、小水源としての雨水貯留槽（たとえば「路地尊」）などまで、整備したり管理することが大切である。これら諸施設の整備・管理が土木工学の範疇にあることはいうまでもない。このとき、近年、盛んになってきたビオトープづくりとの兼ね合いが大切で、たとえば遊水地や溜池を考えれば、生物生息空間の保全・創造に熱心の余り媒介蚊発生源の削減が疎かになってはならない。

蚊やその幼虫であるボウフラの駆除に努めることが必要である。土木工学の仕事とは言えなくもないが、殺虫剤・消毒剤散布のための人員、機材、薬剤備蓄などの即時準備体制を整えておくことも、媒介蚊防除活動発動体制として重要である。さらには、バイオロジカル・コントロールとして、ボウフラを食べるグッピーなどの小魚やある種のカメなどを飼っておくことも効果がある。

5. 2 ごみ管理と空港立地

1999年の米国WNウイルス脳炎発生の際の、鳥類に関する異常事象は看過できない。ヒトの脳炎患者が発生する4-8週間前に、カラスなどの野鳥が異常な飛び方をした後、次々と死亡し、ブロンクス動物園のフラミンゴ等の鳥類も多数死亡している。さらに2000年の流行時にも、WNウイルス感染により死亡した鳥類は4304羽、76種類に上っている¹⁾。

このように、WNウイルスは鳥類（とくにカラス）に感染するのが特徴であり、渡り鳥がウイルスを運んでくる可能性が高い。この事実は、ウイルスの国内侵入および拡大を監視する上で、住民や児童・学童による野鳥異常死通報の重要性の背景となるものであると同時に、ごみ管理や空港立地にまで影響するものである。

日本にずっといるカラス⁴⁾は、ハシブトガラスとハシボソガラスである。前者は体長が約56cmで、都会の中から人里離れた所まで広い範囲に住んでおり、後者は体長約50cmで、どちらかといえば田園地方に住む傾向が強い。

主としてハシブトガラスが都会に住みつきごみ等をあさって、野菜、果物、木の実、肉、パン、ご飯などを食べる。したがって、WNウイルスの侵入・拡大防止にはカラスが好むごみの管理が大切で、なかなか至難の業ではあるが、ごみをカラスから遠去けなければならない（カラスはコショウの辛味成分が嫌いなことから、この辛味成分を原材に染み込ませたごみ袋が2003年に売り出される予定との報道がある）。

ごみ処分場と空港の立地関係にも注意する必要がある。欧米では、トリと航空機との衝突あるいは航空機エンジンにトリが吸い込まれる事故（いずれも航空機墜落の可能性はある）を避けるため、カラス、カモメ等鳥類がごみをあさりに来るごみ処分場と空港との距離を離したり、トリの渡りのコースから空港立地点を外すことを行っている。ここにWNウイルスと鳥類との関係を考える必要がある。

すなわち、ごみをあさるカラス等や渡り鳥が、外国の流行地から航空機で運ばれてくるウイルス保毒蚊から感染、あるいはウイルス感染したカラス等や渡り鳥を蚊が刺咬しその保毒蚊が航空機で他所へ運ばれる可能性を考慮すれば、上記外国で行われている空港立地のあり方を改めて認識することが肝要である。

5. 3 コミュニティ活動とワークショップの開催

WNウイルス脳炎の予防には、以前、日本脳炎が流行した昭和時代と同様の対策が必要であり、その一つ

として婦人会を始めとするコミュニティの活動が有効である。

コミュニティとは、都市や町村の、共同体の意味も持つ地域社会と定義されるが、現在、コミュニティ活動は昭和時代と比べて低調であるため、その再生が望まれるところである。コミュニティの再生ができれば、住民協働により、前述した下水や防火用水、水槽、雨水貯留槽等の管理・清掃が行われ、媒介蚊発生源の削減、蚊やボウフラの駆除が期待できる。

さらに、ワークショップも開催されるとよい。ワークショップとは講義方式によらないで、参加者に自主的に活動させる分担研究会のことである。この開催により、住民主導型でWNウイルス脳炎の学習および対策の検討がなされ、WNウイルス脳炎等熱帯病のない地域社会が形成される可能性がでてくる。

5. 4 複雑系の中での総合科学としての土木工学

WNウイルス等熱帯病の撲滅には、熱帯病を医学の面からだけでなくインフラストラクチャー、社会動向、経済、民族の違い、紛争、人口移動など総合的に捉えることが大切で、熱帯病は複雑系として考えなければならない。土木工学は、このような複雑系の中にあつて総合科学としての役割を果たし得る分野である。すなわち、人口移動に伴う開発や都市化（土木工学の範疇）は媒介蚊の生息域の拡大に確実に関係し、また、土木工学はインフラストラクチャーの整備は勿論、社会動向や経済にも当然関係することから、総合科学としての土木工学の、熱帯病撲滅に果たす役割は決して小さくないと言える。

6. まず危機意識を

米国EPAレポート（1989年12月発行）を抄訳した本⁵⁾の一節に、次の文章がある（米国EPAとはUnited States Environmental Protection Agencyの略で、米国環境保護庁と訳される）。「世界中で蚊媒介性の疾病は重要な病気や死亡と関係している。しかしながら、アボウイルス脳炎の散発的大発生を例外とすれば、米国においては媒介動物の抑制計画と衛生の改善によって、これら疾病の国内の感染は実質的には終焉している」と。

こう米国環境保護庁が謳っていたように、米国を始めとする北米大陸には、WNウイルスと同じくフラビウイルスに属するセントルイス脳炎ウイルスが存在することは知られていたが、1999年以前にWNウイルスが存在した証拠はない。にもかかわらず、1999年8月に突如、WNウイルス脳炎が大都市ニューヨークに発

生したのである。

この米国の「晴天の霹靂」的な発生と同様に、日本国内にも WN ウイルスが持ち込まれる可能性は十分に考えられる。この危機意識をまず持ちながら、国家、自治体、個人の各レベルにおいて、本ウイルスおよび脳炎の理解と認識、そしてウイルス侵入防止と侵入後の拡大防止のための危機管理体制の確立が肝要である。また、これら危機意識、理解・認識および危機管理について、国家や自治体から住民へのトップダウン的なやり方だけでなく、住民から国家・自治体へのボトムアップ、住民と国家・自治体とのパートナーシップ、さらに住民どうしの協働も大切であることは論をまたない。

7. おわりに

今（2003 年 4 月現在）、世界中で深刻化しているのが新型肺炎禍（重症急性呼吸器症候群＝SARS）である。この感染症はまず 2002 年末、中国広東省で流行し始め、2003 年 2 月に問題化した後、世界保健機構（WHO）が同年 4 月 2 日、患者が多く報告されている広東省と香港への渡航を延期するよう求めた世界規模の勧告を出すに至った。SARS 患者は、アジア各国を中心として米国、カナダ、欧州、オーストラリア等で多数発生しており、同年 4 月 8 日時点で感染者総数 2671 人、死者数 103 人に達している（注：本稿校正時の 2003

年 7 月 1 日現在で、感染者総数 8,445 人、死者数 812 人である）。

航空路線を中心に交通網が発達し、国境を越えた人の往来が頻繁になったグローバル化時代の感染症の怖さを、改めて思い知らされる。背景には、このような地球的規模での人の移動のほか、都市化や、大規模な自然破壊による地球環境の変化なども指摘されている。

幸い、我が国ではまだ SARS 患者は出ていないが、熱帯病感染と同じ背景が考えられることから、この新型肺炎には土木技術者としても関心を持っていいであろう。

参考文献

- 1) 五十嵐 章：ウェストナイルウイルス脳炎、「危機管理としての熱帯病対策」抄録資料集，長崎大学熱帯医学研究所共同研究事業，pp.10～15, 2002
- 2) 樂得康之：ウェストナイルウイルスが日本に上陸！？－その時，どう対処するか－，治療，Vol.84, No.12, pp.156～159, 2002
- 3) 狩野繁之：人口移動とマラリアのアウトブレイク，前出 1)，p.6
- 4) 大浜一之：地球環境のウソ・ホント，講談社ブルーバックス，pp.217～223, 1991
- 5) 地球温暖化影響研究会：地球温暖化による社会影響，技報堂，p.175, 1990