

## ウエストナイル熱の野鳥への影響と 野生鳥類モニタリング\*

大沼 学・桑 名 貴\*\*

キーワード ①ウエストナイル熱 ②野生鳥類 ③検疫モニタリング

### はじめに

ウエストナイル熱は蚊によって媒介されるウイルス感染症で、ヒトおよびウマが感染した場合には脳炎や髄膜炎により死亡する場合がある。とくにヒトに対する病原性が注目され、現時点でもワクチンが未開発で、蚊の防除だけが唯一の感染防御方法である点でも公衆衛生の面で重要な感染症となっている。また公衆衛生上の観点以外にも、ウエストナイル熱が野生鳥類の大量死を引き起こす点も注目に値する。1999年に米国で初めてウエストナイル熱の流行が起こった際には、アメリカガラス(*Corvus brachyrhynchos*)の大量死が発生した。もし絶滅危惧種に感染が波及し、大量死による個体数の激減や遺伝的多様性の低下が生じれば、一般に脆弱な生存基盤しか持たない絶滅危惧種の絶滅が起こる可能性は極めて高いであろう。過去においてわが国はウエストナイル熱の洗礼を受けていないために、この感染症の侵入による生態系への影響はかなり大きなものになると予想できる。つまり、生物多様性保全という観点からもウエストナイル熱は注目すべき感染症である。

ここでは野生鳥類におけるウエストナイル熱について概説するとともに、国立環境研究所が実施している渡り鳥と国内絶滅危惧種を対象とするウエストナイル熱のモニタリング体制を紹介する。

### 1. ウエストナイルウイルスの分類および分布域

ウエストナイル熱の原因ウイルスであるウエストナイルウイルス(WNV)はフラビウイルス科フラビウイルス属に分類されるRNAウイルスである。WNVはフラビウイルスのなかでも日本脳炎ウイルス、セントルイス脳炎ウイルス、マレーバレー脳炎ウイルス、クンジンウイルスと近縁であるために抗原的に交叉反応を示し、特に日本脳炎ウイルスとは極めて近縁のために中和抗体でも交叉反応を示す<sup>1)</sup>。

このウイルスは1937年にウガンダのウエストナイル州(現在のウガンダ共和国)でヒトより分離された。当初、WNVの分布域はアフリカ、中近東、西アジア、ヨーロッパの一部であった。その後1999年に米国に分布域が拡大した(図1)。これまでに米国ではWNVの感染が鳥類225種、哺乳類35種、爬虫類2種で確認されている<sup>2)</sup>。日本周辺では既に極東ロシアまでが分布域となっており、2002年から2004年にかけて行われた調査で6種の鳥類(クロハゲワシ(*Aegypius monachus*)、アマサギ(*Bubulcus ibis*)、カササギ(*Pica pica*)、ハシブトガラス(*Corvus macrorhynchos*)、ウミネコ(*Larus crossirostris*)、シジュウカラ(*Parus minor*))よりWNVが検出された<sup>3)</sup>。

\*Possibility of Avifauna Alternation by West Nile Virus Emergence in Japan

\*\*Manabu ONUMA, Takashi KUWANA (独立行政法人国立環境研究所 環境研究基盤技術ラボラトリー生物資源研究室) Biological Resource Laboratory, Laboratory for Intellectual Fundamentals for Environmental Studies, National Institute for Environmental Studies

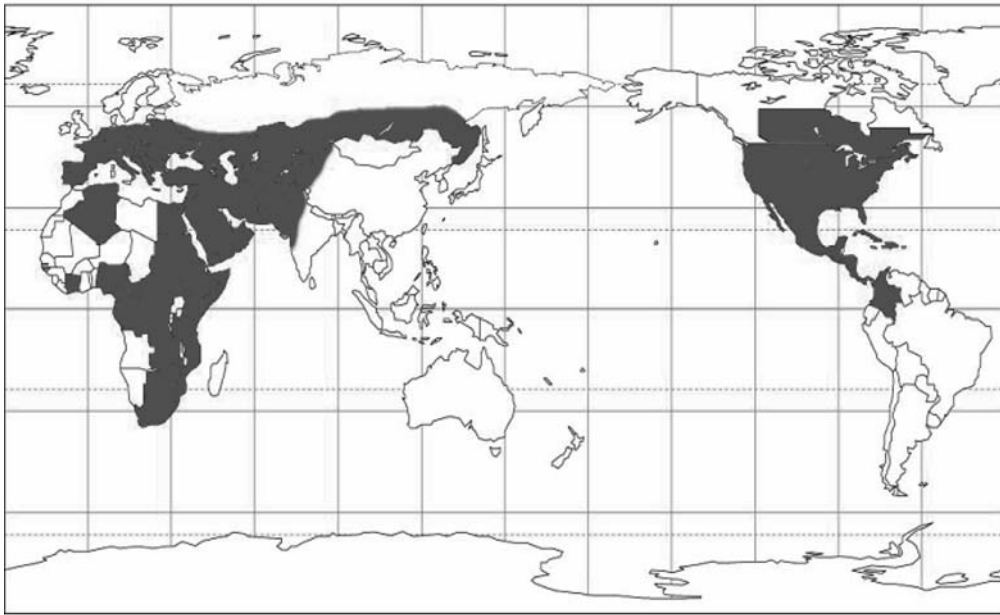


図1 ウエストナイルウイルスの常在地域を示す。本ウイルスの当初の分布域はアフリカ、中近東、西アジア、ヨーロッパの一部であった。その後1999年に米国に分布域が拡大し、2002年以降は極東ロシアでも鳥類の感染例が報告されている。(国立感染症研究所のホームページ <http://www.nif.go.jp/virl/NVL/WNVhomepage/WN.html> を改変して作図)。

## 2. ウエストナイルウイルスの感染環

WNV に感受性のある動物のなかで鳥類は血流中に大量のウイルスが存在する状態(ウイルス血症)を起こすため、蚊を介した感染環を維持するうえで特に重要である(図2)。これまでの調査・研究から日本国内には WNV に感受性のある野生鳥類およびウイルスを媒介する可能性がある蚊が分布していることが確認されている。日本の留鳥の中で、WNV の感染が海外で確認されている種は18種となっている。具体的には、オオタカ (*Accipiter gentilis*)、マガモ (*Anas platyrhynchos*)、イヌワシ (*Aquila chrysaetos*)、トラフズク (*Asio otus*)、ハヤブサ (*Falco peregrinus*)、バン (*Gallinula chloropus*)、カケス (*Garrulus glandarius*)、タンチョウ (*Grus japonensis*)、イスカ (*Loxia curvirostra*)、ゴイサギ (*Nycticorax nycticorax*)、ミサゴ (*Pandion haliaetus*)、ヤマガラ (*Parus varius*)、キジ (*Phasianus colchicus*)、ミソサザイ (*Troglodytes troglodytes*)、カササギ、ハシブトガラス、ウミネコである。また、日本に分布する蚊のなかで WNV を媒介する可能性があるのは4属10種である<sup>4)</sup>。実験的にはアカイエカ (*Culex pipiens pallens*)、ヒトスジシマカ (*Aedes albopictus*)、オオ

クロヤブカ (*Armigeres subalbatus*) の体内で WNV の増殖が起こることが確認されている<sup>5)</sup>。つまり、WNV が日本国内へ分布を拡大した場合は WNV の感染環が形成され、WNV の常在地域となる可能性が極めて高い。

## 3. 鳥類での臨床症状および病理

一般的には「WNV の感染＝鳥類の大量死」というイメージが強いものの、実際には WNV 感染した臨床症状は鳥類種により大きく異なり、致死経過をとる種が存在する一方で、感染後無症状のまま経過する種も存在する。

たとえば、25種の鳥類を対象に行った感染実験<sup>6)</sup>で、クロワカモメ (*Larus delawarensis*)、アメリカカササギ (*Pica hudsonia*)、アメリカガラス (*Corvus brachyrhynchos*)、メキシコマシコ (*Carpodacus mexicanus*) の4種の死亡率は100%で、感染から死亡までの日数は3日から13日であった。また、アオカケス (*Cyanocitta cristata*)、ウオガラス (*Corvus ossifragus*)、オオクロムクドリモドキ (*Quiscalus quiscula*)、イエスズメ (*Passer domesticus*) の4種でも死亡例がみられた。死亡するまでに見られた臨床症状は嗜眠、羽毛逆立、姿勢異常、

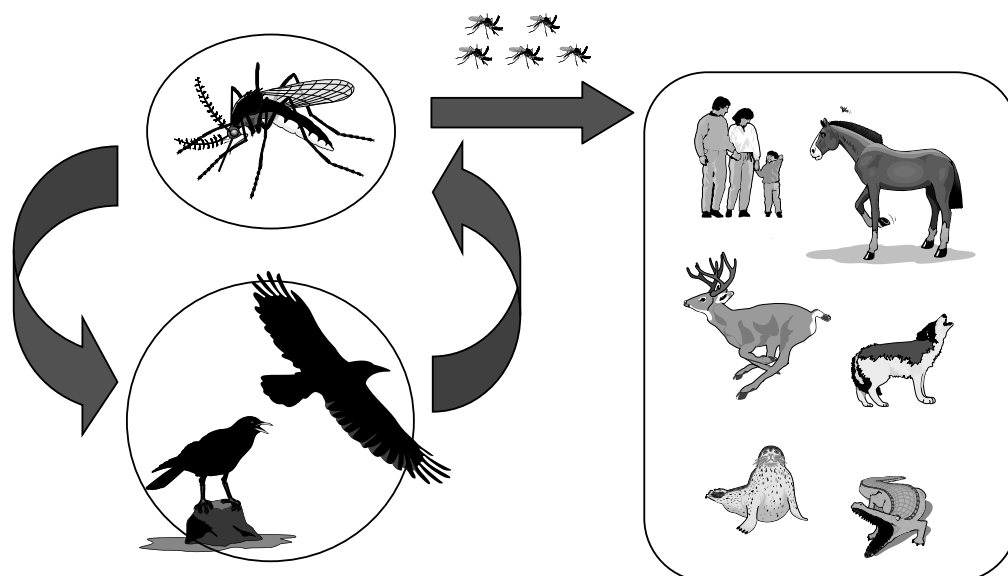


図2 ウエストナイルウイルスの感染環。鳥類は大量のウイルスが血液中に検出されるため、蚊による感染環を維持するうえで重要な動物種である(左側)。鳥類のほかに哺乳類と爬虫類で感染が報告され、とくにヒトとウマでは致死的な脳炎を発症する場合がある(右側)。しかし、哺乳類と爬虫類では感染環を維持するほどのウイルスは血液中には見られない(終末宿主)。

頭部の保持困難、運動失調などがある。残りの17種では臨床症状も死亡も観察されなかった。しかし、25種すべてでウイルス血症が確認されている。また、25種中14種の口腔内スワブ(ぬぐい液)を採取したところ、14種中12種でスワブからウイルスが分離された。また総排泄腔スワブを25種中24種から採取し、そのうち17種でスワブからウイルスが分離されている。

WNV感染による死亡個体では特筆するような肉眼病変が報告されていない。主に見られる病変は脳における出血、脾臓の腫大、心臓の小斑点および腎臓腫脹などで、これらの臓器からはウイルスが分離される。

#### 4. ウエストナイルウイルスの診断

前述したように鳥類でWNVに感染した際にはウイルス血症を起し、臨床症状の有無にかかわらず高頻度に口腔内および総排泄腔内にウイルスを保持している。また、死亡個体の臓器(脳、心臓、脾臓、腎臓など)からはウイルスを分離できる。このため、血液、口腔内および総排泄腔内スワブ、臓器(脳、心臓、脾臓、腎臓など)を診断用サンプルとして使用できる。

WNVの診断は①血清中の抗体の検出、②総排

泄腔スワブ、口腔内スワブ、血液、臓器(脳、心臓、脾臓、腎臓など)からのウイルス分離、③総排泄腔スワブ、口腔内スワブ、血液、臓器(脳、心臓、脾臓、腎臓など)からのウイルス遺伝子検出、のいずれかによって行う。

血清中の抗体の検出方法は中和試験、HI試験、IgM-capture ELISAなどによって行う<sup>7,8)</sup>。また、ウイルス分離はサックリングマウス脳内接種法やC6/36細胞(ヒトスジシマカ由来の培養細胞)を使用して実施する<sup>7,8)</sup>。ウイルス遺伝子の検出を行う場合は前述した診断用サンプルよりRNAを抽出し、RT-PCR、リアルタイムPCRによりウイルス遺伝子の検出を行う<sup>7,8)</sup>。遺伝子を検出する方法としてはLamp法(栄研化学株式会社)も適用可能である<sup>9)</sup>。このほかにVecTest™ (Medical Assay Systems, Inc., CA, USA)という蚊からウイルス抗原検出を行うための簡易診断キットも市販されている。この診断キットは、鳥類の口腔内スワブや総排泄腔スワブからウイルス抗原を検出する際でも使用可能である<sup>10)</sup>。なお、ウエストナイル熱は我が国の「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」において「動物、飲食物などの物件を介してヒトに感染し、国民の健康に影響を与えるおそれがある感染症」として四類感

染症に指定されているため、鳥類を WNV 陽性と診断した獣医師は、最寄りの保健所へ届出を行わなければならない(診断基準や届出様式等は <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kekaku-kansenshou11/02.html> を参照)。

### 5. 野生鳥類個体群への影響

新たに WNV が侵入した地域で、WNV が野生鳥類の個体数にどのような影響を与えるのかはほとんど未知のままである。ただ、1980年から2005年までの26年間にわたる鳥類繁殖調査をもとに、WNV が米国で野生鳥類の個体数変動にどのように影響したのかを検討した報告は本年発表されている<sup>11)</sup>。この研究の対象となったのは米国に分布する20種の野生鳥類である。調査対象のなかで、WNV が侵入してから有意に個体数が減少したのは、アメリカガラス(*Corvus brachyrhynchos*)、カラ類(*Poecile* spp.)、ルリツグミ(*Sialia sialis*)、コマツグミ(*Turdus migratorius*)、エボシガラ(*Baeolophus bicolor*)、アオカケス(*Cyanocitta cristata*)であった。このなかでアメリカガラス(*Corvus brachyrhynchos*)は1980年当時の45%まで個体数が減少している。一方で、ボルチモアムクトドリ(*Icterus galbula*)、チャガシラヒメドリ(*Spizella passerine*)、ヒガシワキアカトウヒチョウ(*Pipilo erythrophthalmus*)、ショウジョウコウカンチョウ(*Cardinalis cardinalis*)、カオジロゴジュウカラ(*Sitta carolinensis*)の個体数には変化がないか個体数が増加している。これらの結果から、WNV の侵入によって北米の鳥類相の構成が大きく変化したと結論づけている。つまり、WNV が日本に侵入した場合には米国と同様な鳥類相の変化が生じる可能性が高く、特に絶滅危惧鳥類への感染は種自体の消滅に直結する可能性も否定できない。

### 6. 国内でのモニタリング体制

前述したように極東ロシアにまで WNV の分布域は拡大してきている。そこで平成18年度より、極東ロシア地域で繁殖し、日本で蚊(WNV を媒介する可能性がある吸血昆虫)が発生・活動する時期に一致して日本経由で南半球にまで渡りを行うシギ・チドリ類を対象に WNV のモニタリングを国立環境研究所では実施している。シギ・チドリ

類はロシア・シベリアより南下する「秋の渡り」と、反対に東南アジアやオセアニア地域から北上する「春の渡り」を行うため、2006年8月～11月に北海道(風連湖、釧路湿原、コムケ湖、ウトナイ湖)で極東ロシアより南下する「秋の渡り」の時期にかすみ網による捕獲を実施した。また、沖縄県(比屋根湿地)と熊本県(荒尾市牛水)では「春の渡り」の時期にあたる2007年1月～3月にかけて同様な捕獲を行った。

この捕獲調査では鳥類標識調査員と獣医師が共同で作業する体制をとることとした。北海道で捕獲したシギ・チドリ類は18種340個体、沖縄県で捕獲したのは9種65個体、熊本県では3種23個体を捕獲した。捕獲したシギ・チドリ類は合計で23種類428個体である。主に捕獲された種類はトウネン(*Calidris ruficollis*, 109個体)、キアシシギ(*Tringa brevipes*, 100個体)、オオジシギ(*Gallinago hardwickii*, 62個体)であった。これらの捕獲個体より口腔内スワブを採取し、VecTest™による WNV の診断を実施した結果、幸いにすべて陰性であった。したがって、今回の渡り期間中にウエストナイルウイルスを保持した状態で国内に飛来したシギ・チドリ類は存在していなかったと考えている。しかし、すでに極東ロシア地域には WNV が侵入定着していることを考慮すると、VecTest™に加えて高感度検出が可能な RT-PCR 法や Lamp 法を使用して「秋の渡り」の時期である8月から9月に北海道でモニタリングを継続実施していく必要がある。

絶滅危惧野生鳥類については2006年に10種72個体を対象に WNV の診断を実施した(生体：7種47個体、死体：8種25個体)。主な調査対象種はタンチョウ(*Grus japonensis*, 20個体)とヤンバルクイナ(*Gallirallus okinawae*, 11個体)であった。地域別では北海道より6種33個体、沖縄県より4種39個体の絶滅危惧野生鳥類サンプルを受け入れた。全個体を対象に実施した VecTest™による診断結果はすべて陰性であった。また、死体で受け入れたサンプル(8種25個体)については、VecTest™による診断後、脳、心臓、腎臓より RNA を抽出し、リアルタイム PCR による診断も実施した。その結果、リアルタイム PCR でも陽性反応は観察されなかった。したがって、国内の絶滅

危惧野生鳥類においても WNV に感染している個体は現時点で存在しないと考えている。

なお、この調査は平成18年度地球環境総合推進費(渡り鳥によるウエストナイル熱及び血液原虫の感染ルート解明とリスク評価に関する研究)により実施されたものである。

## 7. 今後の課題

これまでのところ日本国内の野生鳥類より WNV が検出されたという報告はない。しかしながら、すでに WNV が極東ロシア地域にまで分布域を拡大していることに加えてウイルスに感染しても無症状のまま経過する鳥類種(WNV の媒介は可能)が存在することを考慮すると、今後も継続して渡り鳥を対象として WNV のモニタリングを継続し、WNV の国内侵入の早期対応を図るべきである。

国内に WNV が侵入した場合にもっとも懸念される野生鳥類への影響は絶滅危惧野生鳥類に関するものであろう。現在、環境省版レッドデータブックに記載されている鳥類種は137種で、これらの種の WNV に対する感受性は今のところ不明である。しかし、WNV によって国内の絶滅危惧野生鳥類種の幾つかがアメリカガラスと同様の感受性を示し、個体数が激減する可能性は十分に考えられる。そうなれば、そのような絶滅危惧鳥類種の絶滅リスクは急速に上昇することになり、国内の生物多様性への脅威となる。現時点までに得られている国内野生鳥類の WNV に対する感受性を含めた知見はあまりに少なく、その意味からも絶滅危惧野生鳥類の死亡個体は積極的に回収し、死亡原因を継続的に監視する体制を確立していく必要がある。最終的には、渡り鳥、絶滅危惧鳥類、

普通種(カラス類など)および蚊を対象とするモニタリングのデータを集約し、一般に公開していく体制の構築が強く望まれている。

## —参考文献—

- 1) 木村哲, 喜田宏. ウエストナイル熱(西ナイル熱). 人獣共通感染症. 医薬ジャーナル社. 大阪. p86-88. 2004.
- 2) USGS, National Wildlife Health Center, Species Affected by WNV: ([http://www.nwhc.usgs.gov/disease\\_information/west\\_nile\\_virus/AffectedSpeciesList2005.doc](http://www.nwhc.usgs.gov/disease_information/west_nile_virus/AffectedSpeciesList2005.doc))
- 3) Ternovoi VA, Protopopova EV, Surmach SG, Gazetdinov MV, Zolotykh SI, Shestopalov AM, Pavlenko EV, Leonova GN, Loktev VB. The genotyping of the West Nile virus in birds in the far eastern region of Russia in 2002-2004. Mol Gen Mikrobiol Virusol. 4 : 30-35. 2006. (in Russian)
- 4) ウエストナイルウイルス媒介蚊分類参考データベース ([http://niah.naro.affrc.go.jp/disease/westnile/mosq/joho\\_page/top\\_page.html](http://niah.naro.affrc.go.jp/disease/westnile/mosq/joho_page/top_page.html))
- 5) 金平克史, 白藤浩明, 神尾次彦. 日本産蚊のウエストナイルウイルス増殖・媒介能. 第144回日本獣医学会学術集会講演要旨集. p93. 2007.
- 6) Komar N, Langevin S, Hinten S, Nemeth N, Edwards E, Hettler D, Davis B, Bowen R, Bunning M. Experimental infection of North American birds with the New York 1999 strain of West Nile virus. Emerg Infect Dis. 9 : 311-322. 2003.
- 7) 国立感染症研究所・ウイルス第一部. ウエストナイルウイルス病原体検査マニュアル(第4版). (<http://www.nih.go.jp/vir1/NVL/WNVhomepage/WNVLbotest.pdf>)
- 8) CDC Epidemic/Epizootic West Nile Virus in the United States: Guidelines for Surveillance, Prevention, and Control. ([http://0-www.cdc.gov.mill1.sjlibrary.org/ncidod/dvbid/westnile/resources/wnvguidelines\\_2003.pdf](http://0-www.cdc.gov.mill1.sjlibrary.org/ncidod/dvbid/westnile/resources/wnvguidelines_2003.pdf))
- 9) Parida M, Posadas G, Inoue S, Hasebe F, Morita K. Real-time reverse transcription loop-mediated isothermal amplification for rapid detection of West Nile virus. J Clin Microbiol. 42 : 257-263. 2004.
- 10) Stone WB, Okoniewski JC, Therrien JE, Kramer LD, Kauffman EB, Eidson M. VecTest as diagnostic and surveillance tool for West Nile virus in dead birds. Emerg Infect Dis. 10 : 2175-2181. 2004.
- 11) LaDeau SL, Kilpatrick AM, Marra PP. West Nile virus emergence and large-scale declines of North American bird populations. Nature. 447 : 710-713. 2007.