

感染症に関係した世界三大土木事業*

Three Civil Engineering Works Associated with Infectious Diseases in the World

後藤 恵之輔*²・楽得康之*³・溝田 勉*⁴

By Keinosuke GOTOH, Yasuyuki RAKUE and Tsutomu MIZOTA

感染症に関係した土木事業としては、世界的に、1914年完成のパナマ運河、太平洋戦争時代の泰緬鉄道およびナセル大統領のもと完成されたアスワンハイダムがよく知られている。本論では、これら感染症に関係した世界三大土木事業を紹介することにより、地球温暖化時代にこれからの土木工学を担う技術者たちに対して警鐘を鳴らすとともに、感染症の関係者にもその詳細を知らしめることを目的とする。すなわち今後、地球温暖化の進行につれて、今まで思いもしなかったような感染症が、日本にも現れるかも知れない。この感染症の発生に備えて、土木技術者が感染症のことを理解し、感染症の専門家と協力していくことが、これから重要になっていくに違いない。

1 本論の目的

地球温暖化の進行に伴い、マラリア等の、蚊が媒介する熱帯性感染症がわが国においても危惧されるようになってきた。顧みるに、土木工学の世界では、1914年完成のパナマ運河建設が、黄熱病やマラリアによる技術者、作業従事者の死亡を多数出したことで注目される。

第一著者の感覚では、50代以下の土木技術者でこのパナマ運河の惨事を知っている人はごくわずかのようである。その上、感染症に関係した土木事業は、ひとつこのパナマ運河に限らず、太平洋戦争時代の泰緬鉄道、ナセル大統領（当時）のもと完成されたアスワンハイダムの建設もある。

ここでは、これら感染症に関係した三大土木事業を紹介することにより、地球温暖化時代にこれからの土木工学を担う技術者たちに対して、警鐘を鳴らすとともに、感染症そのものの研究者を始めとする関係者にも、これら三大土木事業の詳細を知らしめることを目的とするものである。

2 三大土木事業

パナマ運河、泰緬鉄道およびアスワンハイダムの三大土木事業について、それぞれの完成年、多くの罹患・死亡の原因となった感染症の種類、死者数を表-1に示す。

3 パナマ運河

(1) 建設の経緯

パナマ運河建設の経緯を、時系列的に記すと次のよう

*keywords: 土木事業、感染症、技術史

*²正会員 工博 長崎大学大学院生産科学研究科
(〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14)

*³ 医博 チューレーン大学医療センター

*⁴ 医博 長崎大学熱帯医学研究所

になる。

- | | | |
|------|----------|---------------------------------------|
| 1805 | 11月19日 | フェルディナン・F・レセップス生まれる |
| 55 | | パナマ鉄道開通 |
| 56 | | レセップスがスエズ運河の建設権を得る |
| 58 | 12月15日 | スエズ運河会社設立 |
| 59 | 4月25日 | スエズ運河起工式 |
| 69 | 11月17日 | スエズ運河開通 |
| 79 | 5月15～29日 | 運河問題研究のための国際会議(パリ大会) |
| 80 | 12月 | 第二回パナマ運河会社株式募集大成功 |
| 81 | 1月 | フランスの工事グループ第一陣到着 |
| | 3月3日 | パナマ運河会社が正式に発足 |
| 82 | | 悪疫の流行、作業の停滞と混乱(本格工事の最初の1年は退歩の1年、災いの年) |
| 85 | | 運河工事の難航(最悪の年) |
| 87 | 7月21日 | レセップスが水門式に設計変更 |
| 88 | 3月1日 | レセップスが工事完成期の延長を発表 |
| | 6月20日 | 宝くじ社債発行するが売れ行き不良 |
| | | 夏ごろ、運河会社の資金枯渇して麻痺状態に陥る |
| 93 | 7月1日 | フランス議会在がパナマ運河会社の清算促進法を制定 |
| 94 | 10月20日 | 新パナマ運河会社設立 |
| | 12月7日 | レセップス死去(89歳) |
| 1902 | 1月4日 | 新パナマ運河会社がアメリカ政府に権利譲渡通告(4000万ドル) |
| 03 | 11月5日 | パナマ独立宣言
(コロンビアからの独立) |
| | 6日 | アメリカ政府がパナマ共和国を承認 |
| 04 | 3月3日 | パナマ運河建設のためのパナマ地峡運河理事会(ICC)発足 |
| | 5月4日 | アメリカ政府が、新パナマ運河会社より |

表-1 世界三大土木事業と感染症

土木事業	国	完成年	感染症	死者数
パナマ運河	パナマ	1914	黄熱病、マラリア	3万人
泰緬鉄道	タイ、ビルマ	1943	コレラ、マラリア、デング熱など	6500人（コレラのみで）
アスワンハイダム	エジプト	1970	ビルハルツ住血吸虫症	2億人（世界の住血吸虫症感染者数）

パナマ運河に関する一切の権利と施設の引渡しを受ける

- 05 年頭から黄熱病発生（恐怖の年）
- 06 2月5日 ICCが水門式運河案を採用
- 07 6月1日 パナマ鉄道の移動はじまる
- 08 10月4日 クカラチャ地区に大地すべり発生
- 09 11月16日 クレブラ・カットで最初の大地割れ発生
- 10 4～5月 ガソン人造湖完成
5月17日、10月22日 クカラチャ地区で地すべり
- 12 5月25日 パナマ鉄道移動完了
- 13 この年、工事は最終段階に入り、年末に運河は事実上完成状態になる
- 14 8月15日 パナマ運河開通宣言 アメリカ汽船アンコン号が運河を初通過

(2) マラリアと黄熱病

a) 感染症の実態

① マラリア

マラリアは、熱帯・亜熱帯地域に広く分布する感染症で、世界100ヶ国余りの国々で流行している。WHOの推計では、全世界で1年間に3億～5億人の患者、150万～270万人の死者があるとされている。熱帯熱マラリア、四日熱マラリア、三日熱マラリア、卵型マラリアの4種類がある。

ハマダラカ属の蚊に吸血されることによって感染する。吸血され人の体内でマラリア原虫が侵入してから発症するまでの潜伏期間は、熱帯熱マラリアで12日前後、四日熱マラリアは30日、三日熱マラリアと卵型マラリアでは14日程度と報告されている。

一定の潜伏期間の後、悪寒、震えとともに体温が上昇し（1～2時間）、その後、悪寒は消えるが、体温は上昇して、顔面紅潮、呼吸切迫、結膜充血、嘔吐、頭痛、筋肉痛などが起こり、これが4～5時間続くと発汗とともに解熱する。これを熱発作と呼ぶが、熱発作の間隔は感染するマラリアの種類によって異なる。一般に、熱帯熱マラリアは、他のマラリアと異なって高熱が持続する傾向があり、また、症状も重く治療が遅れると、意識障害、腎不全などを起こし死亡することも稀ではない。

第一の予防法は蚊による刺咬を防ぐことである。感染を防ぐワクチンのような予防接種はなく、感染しても発病しないための予防内服薬が何種類もある（クロロキン、プログアニール、メフロキンなど）

② 黄熱病

黄熱病はアフリカと南米の一部に常在し、蚊（ネッ

イシマカ）が媒介する。発熱と肝障害による黄疸を伴うことから、この名がある。感染経路には都市型と森林型があり、都市型では黄熱ウィルスを持ったネッタイシマカに吸血されることで感染し、森林型はサルと蚊との間の感染で人に感染することは稀である。

感染後3～6日の潜伏期間があつて症状が出る。症状は、突然の発熱（39～40℃）、頭痛、筋肉痛、吐き気、嘔吐などで、症状が進むと、腎臓障害や出血症状（歯茎からの出血や鼻血、吐血など）、黄疸が見られるようになる。死亡率は20～50%である。

治療法はない。現在ではワクチン接種が有効な手段であるが、とにかく蚊に刺されないように最大限努力することが肝要で、外出時には長袖長ズボンをはき、虫除けスプレーを使うことである。

b) 当時の認識

マラリアについては、当時、まだその病原体と伝染経路について論争が行われている最中であり、蚊が伝染の媒介者であることが確立するのはずっと後のことである。マラリアは、その語源のとおり「悪い空気」の病気であると信じられており、ことにパナマのジャングル地帯のように沼の多い場所でたくさん発生したので、「沼の熱病」とも呼ばれていた。

黄熱病も空気伝染すると思われていたが、病気の発生源は汚物であると信じられていた。当時、一部の医学者は、これらの病気が昆虫によって感染するのではないか、という疑問を持ち始めており、とくに黄熱病については、ハバナ生まれのフィンレー博士が、蚊—それも800種類もある蚊のうちで、ネッタイシマカと呼ばれる、たった一種類の蚊のメス—だけが黄熱病の伝染を媒介するという、正しい主張をしていたが、ほとんど誰もこれを認めようとしなかった。

マラリアのほうは、それでも生き残る可能性が五分五分であり、再発の可能性はあつても、キニーネという特効薬が知られていたもので、まだしもであった。しかし、黄熱病に至っては、いったん罹患すると、生か死かのいずれかであり、とくにその末期症状の恐ろしさは、例えようもなかった。

(3) 当時の罹患状況¹⁾

a) フランス隊の悲劇

1881年1月、フランスの工事グループ第一陣がパナマに到着したが、この恐ろしい悪疫に備える必要を、もちろん十分に知っていた。準備作業の一環として、パナマ市に近いアンコン、コロ、タボガ島に病院や療養所が建てられた。ことにアンコンの病院は施設も、当時のヨ

ヨーロッパの一流病院と同じくらい立派なものだった。

しかしこの頃、実際に現地で起こっていた事態は深刻であった。ジャングル切り開きの作業隊がまだその仕事を完成しないうちに、雨期はすでに始まり、その最初の月である5月に、数名の現地人労働者が黄熱病で倒れた。これが不幸な出来事の始まりであった。その翌日の上旬に白人の中から最初の犠牲者が出た。明らかに黄熱病の症状を呈していたが、運河会社の広報には単に死亡の事実だけが掲載された。同じ月の25日に先遣隊の高級職員の中からまた犠牲者がでた。エコール・ポリテクニク出身の若い技師で、発病したのはコロンであった。マラリアか黄熱病か、はっきりしないまま、カルテには脳を冒されたと記入されただけであった。

こうして、先遣隊が到着した年の雨期には、現地人労働者も加えておよそ60人が死んだ。この数は後年の死亡数に比べると、驚くほど少ない。労働者の数は1881年の年末までに約2000人に増えているので、実際の死亡者はずっと多かったに違いない。

b) 災いの年

1881年11月、先遣隊の主任技師が死んだ。数人の若い技師を率いて、何度目かのチャグレス河の調査に赴いたこの主任技師が、帰宅後激しい悪寒に襲われてから不眠の人になるまでに、わずか数日間があっただけである。その症状はマラリアであった。パナマ地峡に挑んだ最高のフランス人技術者の中からでた、最初の犠牲者だった。この死去により、たとえば購入した土木用機械の規格がまちまちであったことも加わって、工事はさらに停滞と混乱を招いた。

本格工事は翌年1882年から始まったが、主任技師の不慮の死によって大きな打撃をこうむり、全体としてははなはだ振るわないものに終わった。不幸は重なるもので、この年9月には、地震のないと言われたパナマに大きな地震が見舞い、工事現場にも相当の被害がでた。この年は、パナマ運河の歴史上、「災いの1882年」と呼ばれている。

c) 最悪の年

1885年はパナマ運河工事の上で「最悪の年」と呼ばれている。運河会社も、この頃になると、もはやパナマの悪疫について覆い隠すことはできなくなっていた。この年の黄熱病の猛威はすさまじく、夏までに運河会社の役員だけで48人が黄熱病のために死亡し、現地人労働者の黄熱病による死者は毎月200人を超えた。この悪疫とともに、古くから言われてきたチャグレス河の氾濫と、工事地帯の地すべりが工事従事者を悩ませ、工事が進めば進むほど、それに比例して工事の困難も大きくなっていった。

この1885年は、工事の行き詰まりに加えて、死者の最も多く出た年でもある。17人を連れて赴任したフランスの若い技師一行が、1ヶ月のうちに黄熱病で16人倒れ、1人だけ生き残ったというような話は、無数に伝えられている。現地人労働者の死者の数はうなぎ登りに増え、コ

ロンの駅からは、毎朝、マウントホープの共同墓地に死体を運ぶ葬式の列車が定期便になって発車した。

(4) アメリカの建設成功¹⁾

a) フィンレー、リードそしてゴーガス

アメリカがパナマ運河建設に成功した背景には、黄熱病と闘った人たちがいることを忘れてはならない。その真っ先にはカルロス・ジェン・フィンレー (1833-1915) の名が挙げられる。彼はキューバのハバナ生まれで、アメリカのジェファソン医科大学に留学し、帰国後、伝染病および公衆衛生の諸問題に多くの関心を持ち、黄熱病の研究を始めて、黄熱病の伝染にはナネタイシマカという媒介者が存在することを発表した。

ウォルター・リード (1851-1902) は、アメリカ陸軍医学校の細菌学教授で、1898年ごろキューバで黄熱病が重大な問題となっていたとき、その原因と伝染についての調査委員会の責任者となり、フィンレーの説を人体実験により実証した。

ウィリアム・クロフォード・ゴーガス (1854-1920) は米国人で、1898年から1902年にかけてハバナで、ウォルター・リードによって黄熱病の媒体と実証された蚊の繁殖地を破壊して、健康衛生条件を良くして有名になった。その後パナマでも、後述するようにパナマ運河委員会の衛生主任として同様の功績をとげ、運河建設を可能にした。

b) ゴーガスの衛生部隊

ゴーガスは、軍医としてパナマ運河工事に携わる以前に、キューバ・ハバナの町において悪疫防御の功績を挙げている。1901年2月から、今まで誰もやったことの無いような、蚊の根絶のための一大清掃運動を始めた。その結果は驚くべきもので、その前年に1400件以上もあった黄熱病がその年の10月までにわずか37件に減少し、10月以降は皆無になった。同時に、マラリアも1900年に325件あったものが、1902年にはわずか77件に減少した。彼は、このため、黄熱病・マラリア対策の第一人者となり、パナマで同じような業績を挙げることを期待されて任命を受けた。そして自身もまた、パナマを第二のハバナにする決心でやってきたのであった。

ゴーガスが手初めに実行したことは、パナマ、コロン両市の徹底的な清掃であった。毎朝、消毒の七つ道具を抱えた衛生部隊が繰り出して、軒から軒へ薬を撒き、汚水に油を注ぎ、ネズミを追っかけまわした。その結果、1905年 (恐怖の年) に206件もあった黄熱病が翌年にはわずか1件に激減し、以後、運河が完成するまでパナマ地峡から黄熱病は完全に一掃された。マラリアのほうは、黄熱病の場合ほど劇的な変化を示していないが、1905年に80%の罹患率であったものが、毎年、着実に減少して、運河の完成した1914年にはついに1桁の数字にまで下がった。

c) アメリカの建設成功

パナマ運河建設に関して、フランスとアメリカはまさに対照的であった。運河建設は悪疫との闘い、チャグレス河の氾濫との闘い、そして工事地帯の地すべりとの闘いであったが、フランスがこれらを民間会社で行ったのに対して、アメリカは国策として臨んだのである。さらに、マラリア、黄熱病という悪疫に対して、フランスはこれらの原因に蚊の媒介があることに気づかず、多数の犠牲者を出した一方で、アメリカは蚊の撲滅を町の大清掃という手段で解決していったことが、極めて効果的であった。

(5) 日本人技師の活躍²⁾

余談だが、パナマ運河建設において日本人技師の活躍があったことに触れておく。その技師の名は静岡県豊田郡中泉村（現在の磐田市）出身の青山 士である。青山は明治11年（1878）生まれで、青年時代の彼を土木技術者の道に向かわせたのは、内村鑑三と廣井勇である。36年（1903）7月、東京帝国大学工科大学土木工学科卒業後、同年8月、パナマ運河工事参加のため単身渡米し、明治37年（1904）6月に同工事に着任している。最初の2年間は、ジャングルの測量現場で命を落としそうになった苦労もあったが、測量技師補、測量技師、測量主任、設計主任と、階段を上るように上のポストへ昇進した。地峡運河委員会での処遇はよく、東洋人ゆえの苦労はあったものの、努力で克服し、上司、部下からの人望も厚く、明るく、楽しく仕事をし、多くのことを学んで帰国したようである。明治39年（1906）、テオドア・ルーズヴェルト大統領から金メダルをもらっている。帰国後は、大正13年（1924）10月に荒川放水路を通水させ、昭和6年（1931）4月には信濃川放水路である大河津分水路を完成させている。

4 泰緬鉄道

(1) 建設の経緯³⁾

泰緬鉄道の正式名称は「泰緬連接鉄道」である。この鉄道はタイ（泰）とビルマ（緬甸、現在のミャンマー）を直結させる軍用鉄道で、タイ側のノンブアドックからビルマ側のタムピサヤの間415km（東京～大垣間に相当）に建設された。ビルマ経由の援蒋ルート（連合軍による中国への補給路）の遮断と、インド侵入のためのビルマ作戦を、当時、日本軍は進めていた。タイ～ビルマ国境の山岳地帯は険しく、悪性伝染病の地で、かつてイギリス軍も鉄道建設を企てたが、調査段階で断念していた。

1942年6月に建設命令が出され、同年7月に着工、大本営の早期開通要求のため、翌年10月に完成という突貫工事が行われ、枕木の数ほどの犠牲者を出したと言われる。戦後、関係者が戦犯の罪に問われた。第二次大戦後、国境地帯の路線は廃止され、山岳地域入り口のナムトクまでの約130kmが、ナムトク線として、1日3往復の列車で運行されている。

この間の経緯を時系列的に以下に示す。

1941 12月8日 日本軍、マレー半島東岸コタバルで真珠

湾攻撃より早くイギリス軍と戦闘開始。
太平洋戦争始まる。日本陸軍主力は中立国タイに強行上陸。

42 2月15日 シンガポールのイギリス軍降伏、捕虜8万人

3月8日 日本軍、ビルマのラングーンを占領

5月1日 日本軍、ビルマのマンダレーを占領

6月5日～7日 日本海軍、ミッドウェーで大敗北

6月8日 大本営、南方軍に「泰緬連接鉄道」建設準備を命令

7月5日 ノンブアドックで測量開始と着工

11月 大本営が正式に建設を命令、労務者の募集本格化

43 2月1日 日本軍、ガダルカナル島撤退開始

2月 大本営が泰緬鉄道工期の大幅短縮を要求

10月17日 泰緬鉄道全面開通

44 3月8日 インパール作戦開始、大敗北に終わる

45 5月2日 イギリス軍、ラングーンを占領

8月6日 広島に原子爆弾投下

8月9日 長崎に原子爆弾投下

8月15日 日本降伏

(2) 感染症の実態

a) コレラ

コレラは世界に広く分布する細菌性の感染症である。コレラ菌は、1960年頃まで流行したコレラ菌と、現在流行しているものとは性質が多少異なる。かつてのコレラ菌はクラシカルコレラ（アジア型コレラあるいは古典型コレラとも言う）と呼ばれ、コレラ・パンデミックと言われる大流行を幾度となく繰り返し、その病原性の強さ（死亡率20%）によって、何百万人もの人が犠牲になった。

現在のコレラはエルトルコレラと呼ばれるもので、1961年頃からアジア地域で発生し、感染力が強いため、クラシカルコレラに替わって瞬く間に世界中に広がった。ただ病原性が弱く死亡率も2%程度と言われている。

コレラ菌に汚染された水・氷・食品などを摂取することにより感染する。1～5日（通常1～3日）の潜伏期間の後、下痢や嘔吐などが起こる。クラシカルコレラでは米のとぎ汁様ば水様便と表現されていたが、現在流行のエルトルコレラでは、これを見ることは極めて稀で、症状は比較的軽く、軟便程度から水様便まで幅広い下痢が主である。嘔吐を伴うこともあるが、腹痛や発熱を伴うことはほとんどない。

治療には抗生物質を投与する。予防接種もあるが、効果は比較的低く50%程度と言われている。不衛生な食品、生の食品などを避けることがまず重要である。

b) デング熱

日本では馴染みの無い名前の感染症だが、マラリアと同様にアジアや太平洋諸島など熱帯・亜熱帯地域に広く分布する、ウイルスによって引き起こされる感染症である。デング熱は、流行する地域全体で年間約1億人の患

者が発生している。マラリアと異なり、デング熱を媒介する蚊（ネッタイシマカ、ヒトスジシマカ）は、空き缶などに溜まった水や竹の切り株に溜まった水でも発生するため、都会で流行することも多く、ある意味ではマラリアよりも感染する危険性が高いと言える。

デング熱ウイルスを保有する蚊（ネッタイシマカ、ヒトスジシマカ）に吸血されることにより感染する。3～15日（通常5～6日）の潜伏期間を経て、突然の発熱で症状が始まる。熱は38～40℃程度で5～7日間持続し、激しい頭痛、関節痛、筋肉痛、発疹を伴う。また、軽い皮下出血が足腿部、腋下、手のひらに発熱期の最後や解熱時に現れる。

一般に対症療法だけで特效薬はないが、特別な治療を行わなくても軽症ですむ場合が多く、死亡率は1%以下と言われている。しかし、最近の傾向として、稀にデング出血熱という重症な疾患になる場合が多くなってきている。デング出血熱の主要な症状は一般のデング熱と同じだが、次のように異なる点がある。すなわち、①大人より小児に多発する傾向がある。②皮下、鼻腔、歯肉などから出血が見られる。③死亡率が10%と高く治療が遅れると40～50%が死亡すると言われている。④アジア地域に多発し次いで中南米地域に見られる。

デング熱に対しては、予防接種も、マラリアに対するクロロキンなどのような予防薬もないので、蚊に刺されないようにするのが唯一の予防法である。

c) マラリア

既述のとおり（略）。

(3) 当時の罹患状況⁴⁾

6万5000人の連合軍捕虜部隊、25万人以上のアジア人労務者を集中して、日本軍が泰緬鉄道建設を本格的に促進し始めたのは、1943年5月のことであった。この巨大な全組織は「突貫作業」という激しい圧力にさらされることになり、「突貫作業」は土砂降りの雨が季節風の到来を告げるとともに始まって、レールが敷かれるまで続けられた。当時、捕虜収容所で通訳をしていた日本人の書から、これら泰緬鉄道建設従事者の罹患・死亡状況を拾ってみる。

- 屋根のない小屋が点在しているだけである。床は大きな青竹を真二つに割って、山形になったほうを上向きに並べ、壁は小竹をこれまた並べ立ててあるだけである。青く、切り口のくさい臭いのするごつごつした床の上に、びしょぬれになった毛布をそれぞれまとい、ブルブル震えているのが病気の捕虜であった。身にまとった一枚の毛布はすりきれてケバ立ち、しみこんだ雨が動くたびに滲み出す。マラリア熱の発作で苦しんでいるのだ。そのような発熱患者が3人4人と肩を寄せ合って、ガタガタと身を震わせ、熱病患者特有の力の無いうんだ腫で、絶望的に私に訴えかけている。

- 労務者たちは死ぬとすぐにすぐその場所にそのまま埋められたり、クワイ河に投げ込まれたり、コレラで死亡した者たちは、丸太のように積み重ねられて焼かれたとか、もっとひどいのは、線路に土代わりに埋められたという。
- 連合軍戦争墓地委員会が搜索調査した泰緬鉄道沿線の墓地の数は、200余箇所、チェックした墓、つまり遺体は1万3000にも上った。数が明確でないのは、コレラ死亡患者などは集団で焼かれて、その数が不明だからだ。

(4) 映画「戦場にかける橋」のこと⁴⁾

ピエール・ブール（映画「猿の惑星」第一作の原作者）の小説「戦場にかける橋」が映画化され、その主題曲「ボギー大佐のマーチ」（いわゆるクワイ河マーチ）とともに有名になった。これは、泰緬鉄道がメクロン河を横切る永久橋をモデルにしたもので、現在では観光名所になり、駅名も「クワイ河橋」となっている。映画では、日英米の軍人ばかりが描かれているが、アジア人ロームシャ（労務者）たちの惨状についてはほとんど触れていない。また、日本軍の鉄道建設技術の水準を著しく低く設定するなど、脚色された部分も少なくないと言われている。

5 アスワンハイダム

(1) 建設の経緯⁵⁾

アスワンハイダムは、1960年1月に起工式が行われ、約2万人の技術者や労働者が日夜突貫工事を続けて、1970年7月にすべての工事を完了した。ダムの高さは111m、頂上の長さ3600mで、ダム湖水は長さ500km、最大幅30km、平均幅8km、最大面積4000平方 km、最大貯水量は1570億立方 km の巨大なものである。このダム建設の主要な目的は、農地の増加と電力の開発であった。

農地の増加については、当時のアラブ連合の場合、とくに人口問題と密接な関係があった。人口は毎年2.5%の増加を示しており、1960年に2600万人であったのが1970年には4000万人に達すると推定された。その全人口の8割以上が農民であるため、農地の増減は著しく国民の貧富に影響を及ぼす。すなわち、農地あるいは農地の稼働面積は人口の増加に追いつかず、国民一人当たりの耕作面積は低下する一方であった。この農地面積の増加の根本には、灌漑の充実など農業用水の獲得があった。その唯一の水源であるナイル川の川水の利用は、ダム建設前は決して効率的でなく、大部分を自然の流れにまかせて地中海に棄てていた状態だったのである。

ダム建設のもうひとつの大きな目的は、安価な電力を多量に得ることであった。ナセル大統領は、アラブ連合の近代化はすなわち工業化であり、工業化の基礎は電力にあると考えた。計画によると、ハイダムに設置される発電所は総計210万 kw で、年間100億 kw 時の電力量を得ることができる。これは、ダム建設前に同国が得ていた電力量の10倍にも相当した。

(2) 感染症の実態

a) 住血吸虫症

人体に寄生する住血吸虫は、日本住血吸虫、マンソン住血吸虫、ビルハルツ住血吸虫の3種である。日本住血吸虫は日本、中国、フィリピン、インドシナ、インドネシアに、マンソン住血吸虫はアフリカ、南米に、ビルハルツ住血吸虫はアフリカ、西アジアなどに分布する。日本住血吸虫とマンソン住血吸虫は、門脈系静脈ことに腸間膜静脈に寄生し、ビルハルツ住血吸虫は骨盤部静脈系とくに膀胱および肛門静脈に寄生する。

ビルハルツ住血吸虫の宿主は後述するが、マンソン住血吸虫の固有宿主はヒトで、中間宿主は淡水産の貝であり、日本住血吸虫は宿主域が広く人以外にも感染する点、中間宿主の貝が異なる点で、マンソン住血吸虫の生活環と違いがみられる。

わが国では、日本住血吸虫症患者の治療および中間宿主のオンコメラニア貝の撲滅対策が実を結び、現在新しい感染症例は見出されなくなっているが、海外旅行者の増加により、国外での感染による輸入症例が毎年5~10例程度報告されている。

b) ビルハルツ住血吸虫症

1851年に T.ビルハルツがカイロで住血吸虫を発見し、彼の名をとって「ビルハルツ住血吸虫症」と呼ばれる。成虫は、終末宿主の人間の膀胱の血管に住みついている。メスは1日に数百から数千の卵を産む。大部分は体内に残留するが、一部は尿や便とともに排泄される。重症の患者では毎日、何十万個もの卵を「排卵」することになる。この卵の中でうまく水に出合ったものは、孵化して幼虫のミラキジウムになる。幼虫は必死に泳ぎまわりながら宿主の巻貝を探す。

貝に入り込んだ幼虫は大変身を遂げ、単性生殖で何千というセルケリアを産み出す。これはしっぽを持っていて水の中を泳ぎますが、2日間くらいで宿主を見つけなければならない。ここで人間が接触すると、皮膚から潜り込んでしっぽを落としてもう一度変身、淡水から塩分のある血液の中で生活に適するように姿を変える。その後、血液の流れによって心臓や肺に移動、そこにしばらく留まって成長を続け、さらに肝臓に入り込んで成熟する。ここで、メスはオスの体のひだに潜り込んで交尾、このままの形で終着駅の膀胱の血管に移動して、そこで産卵を開始して新たなサイクルが始まる。

感染した人間は、皮膚から侵入するときに発疹ができたりするが、気がつかない場合のほうが多い。成虫が大量の産卵を始めると、高熱、衰弱、血尿などの症状が現れる。ときには、何年もほとんど症状のないときもある。恐ろしいのは、内臓のあちこちに広がった卵である。卵が粘膜と免疫反応を起こして繊維質の粘膜を作るため、尿管や血管が詰まって腎臓や肝臓に大きな負担をもたらすことになる。最近では、膀胱がんを起こす疑いが高まっている。アフリカの全がんの2割が膀胱がんで、この比重が先進国と比べて異常に高いのは、住血吸虫の疑いが

強い。成人の保虫者の死亡率はそれほど高くないが、慢性的な胃痛や胸痛、下痢、せき、倦怠感などを訴えて労働意欲も減退する。子供では死亡率が高い。

余談だが、この病気はアフリカでは古代から知られた病気である。4000年前のパピルスにもこの病気の記載があり、ツタンカーメン王のミイラの内臓にも、同じようにミイラ化したこの寄生虫がすくっていた。ナポレオン軍が1798年にナイル・デルタ地帯に侵攻したとき、保虫者で血尿の出る患者を見て、ナポレオンはエジプトのことを「メンスのある男のいる土地」と呼んだというエピソードが残っている。

(3) 罹患状況⁶⁾

昔からあった住血吸虫症が注目されたのは、エジプトのアスワンハイダム completion からである。ナイル川はそれまで1年に1度氾濫を起こして、セルカリアも巻貝も洗い流されて、住血吸虫症の発生は局地的であった。しかし、ダムができ灌漑水路が整備されるにつれて、爆発的にはびこりだした。水路の流れが緩やかでしかも水草が茂ったために、巻貝の絶好の繁殖地になったからである。ついには、灌漑水路に入る機会の多い農民の間では、保虫者は70%を超えるまでになって、大きな社会問題に発展してきた。

とくに、水遊びをする子供の間に患者が多く、地域によっては80~100%が保虫者である。暑い最中でも子供たちは水に入るのを禁止されている。また、主婦も水汲みや洗濯から感染することが多い。保虫者は1日に3時間しか働けないために、莫大な労働損失を招いている。

(4) 対策

これまで取られた対策は、大部分がこのサイクルを巻貝のところで断ち切るのを目的に、その駆除がはかられた。しかし、殺貝剤は水質を汚染させて、住民の貴重な蛋白源である淡水魚まで巻き添えにしてしまう。ナイル川流域などで殺貝剤を大々的に散布した地域も、一時的には巻貝が減ったものの、散布を止めると再びはびこってきた。生き残ったものが繁殖したり、他の水路から流れ込んできたり、あるいは保虫者の排泄物が水路に入り込んで新たに卵が供給されるからである。

6 今後に向けて

住血吸虫症が一種の開発病と言われることを、どれだけの土木技術者が知っているだろうか。ダムや灌漑などで水の淀みができると、中間宿主の巻貝が増殖をしそこで増えて、人間にも感染していく。開発途上国援助が叫ばれるにつれ、ダムや灌漑施設、ため池の建設が進み、それとともに深刻化してきた。ブラジルのアマゾンで、新たにダムが建設されて爆発的な流行が始まったり、「緑の革命」と呼ばれる高収量米の栽培に欠かせない灌漑の普及によって、フィリピンなどでも新しい流行地ができたりしており、いたちごっこが続いている。

今回、感染症に関係した三大土木事業を取り上げたが、

それぞれから我々が学ぶべきことは多い。パナマ運河建設において、アメリカが蚊の撲滅を町の大清掃という手段で行ったことは、今、アメリカ、カナダで猛威を振っているウエストナイル・ウイルス脳炎の対策にも通じるものがある。

今後、地球温暖化の進行につれて、今まで思いもしなかったような感染症が、この日本にも現れるかも知れない。土木工学の世界においては、水や土を扱うことが多いことは言うまでも無いが、これらに巣くう蚊などがある。いろいろな感染症をもたらすことは本論で述べたとおりである。その感染症の発生に備えて、土木技術者が感染症のことを理解し、感染症の専門家と協力していくことが、これから重要になっていくに違いない。

参考文献

- 1) 山口廣次: パナマ運河—その水に影を映した人びと、中公新書、1980年
- 2) 青山 士 写真集編集委員会: 写真集 青山 士/後世への遺産、山海堂、1994年
- 3) クリフォード・キンピグ 服部 實訳: 戦場にかける橋—泰緬鉄道の栄光と悲劇、サンケイ新聞社出版局、1975年
- 4) 永瀬 隆: 「戦場にかける橋」のウソと真実、岩波ブックレット、1986年
- 5) 鈴木八司: ナイルに沈む歴史、岩波新書、1970年
- 6) 石 弘之: 地球への警告、朝日文庫、1991年