

青函トンネルに生息するネズミ類の寄生虫相 とくに広東住血線虫について

高田 伸弘¹⁾ 山下 智²⁾

(昭和59年1月4日 受領)

Key words: *Angiostrongylus cantonensis*, *Rattus norvegicus*, parasitic fauna, Sei-Kan Tunnel

緒 言

北海道と本州を結ぶ貨客輸送の難点を解決するために、総延長53.85kmの青函海底トンネルの掘削が計画され、1964年着工以来、工事が続けられ、まず1983年1月27日に先進導坑が貫通、そして1984年夏には本坑が貫通の予定である。

これは、ブラキストン線という生物地理学的な境界線が設定されるほどの広い海峡で隔てられた地域を長大トンネルで結ぶということであり、その掘削地域を中心に陸上動・植物相の変動が予想されることから、とりあえず開通の前段階でそれら生態系の調査・研究を行なうことになった。このような調査報告は国内外を問わず例を知らないし、逆に、研究目的のためだけにこのような工事を企画することもあり得ないわけで、二度とない貴重な機会ともいえよう。

著者らは、動物相調査班の一員として、とくにネズミ類の寄生虫相の調査を分担し、興味ある成績を得たので報告する。

材料と方法

1980年から1983年までのあしかけ4年間に、動物調査班の一人、小原博士が中心となつて、ネズミ類の捕獲と小動物の採集を兼ねた現地調査が行われた。調査回数は、本州側の青森県東津軽郡三厩村竜飛の竜飛工区の坑内で1980年11月、1981年12月および1983年3月の計3回

ならびに坑口周辺の地上部で1980年11月と1981年10、11月の計3回、また北海道側の松前郡福島町吉岡の吉岡工区の坑内で1981年9月と1982年9月の計2回ならびに坑口周辺の地上部で1981年9月の2回である(Fig. 1)。坑内において捕鼠を試みた実際の場所と回数は、それぞれの調査時における工事現場の都合によつて一様でなく、まとめて記述し難いので捕獲できた地点と日付に限つて結果として後述する。

住家性ネズミを対象にした場合は金網カゴ式トラップを、野ネズミに対してはシャーマントラップを用いて生捕を試み、捕獲できた個体はそのまま研究室に持帰り染色体などの検査に供した後、寄生虫検査のために著者らに回された。これらネズミ類はCorbet (1978)にしたがつて動物調査班が同定したが、*Rattus norvegicus*は北海道大学農学部、阿部 永博士の確認同定を得た。また、個体は成熟度によつておおまかに雌雄別幼、若および成獣に区別した。

検査は、体表について外部寄生虫を検索した後、剖検し、消化管として胃、小腸、大腸(盲腸含む)、そのほか心、肺、肝、腎臓および膀胱を精査した。ただし、野ネズミ類は、染色体の検査材料として優先される上、多くが全体標本として保存に回されるため剖検することができなかつたので、ここではネズミの種名と適宜捕集できた外部寄生虫の概要だけを参考として記録した。

成 績

1. 調査地点の概況

坑内の調査に当つては、本州側竜飛および北海道側吉岡の工事サイト内に開口する斜坑あるいは立坑から入坑したが、著者ら自身が実際に入坑したのは2回のみである。坑道は海底下100mの地層に幅11mの本坑とそれ

本研究は文部省特定研究「青函海底トンネル開通が陸上生態系に与える影響に関する調査研究」(代表者 弘前大学教養部奈良典明教授)の補助を受けた。記して謝意を表す。

¹⁾ 福井医科大学免疫・寄生虫学教室

²⁾ 弘前大学医学部寄生虫学教室

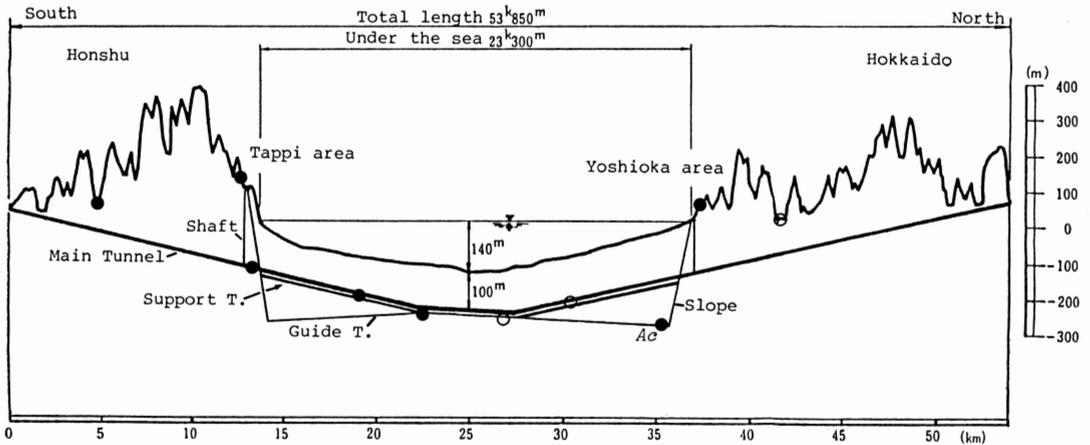


Fig. 1 A longitudinal section of the Sei-Kan Undersea Tunnel showing the surveying area (Modified from a guidebook of the Japanese National Railway).

● indicates where rats were captured, ○ indicates where no rats were captured, Ac indicates where a rat with *A. cantonensis* was captured.

に並行する幅5mの作業坑が伸び、それらの下層に幅5mの先進導坑が先行して掘られており、これら3本のトンネルは一定間隔で縦横に連絡坑により結ばれている。内部は年間を通じて気温28°C前後、湿度100%とむし暑く、海峡中央部の切羽近くでは空中に粉塵も増えるので、効果的な換気方法として、坑道すべてを風管として斜坑から立坑へ抜ける仕組がとられている。この中を貨車や作業員専用の電車が絶えず走り回り、各所にセメント工場、修理工場、ポンプ室などが配置され、必要に応じて作業員の食堂や休息所などの居住区が設けられ、その周囲にはかなり頻繁にネズミを目撃できるとの現場作業員の話が多かった。そこで、実際の捕鼠作業はそのような居住区を中心に行なつたが、トラップ数は比較的少ないにもかかわらず場所によつては50%以上の捕獲率を示し、全期間中にドブネズミ *Rattus norvegicus* 1種だけ計23頭を得た。Fig. 1に示すように、竜飛工区では全域にネズミが生息すると思われたが、吉岡工区では斜坑底を除き深部では捕獲がなく、1976年5月の大出水による水没以後ネズミが減少したとの工事事務所の話に一致した。坑内にみられたその他の動物としては、奈良教授(私信)によれば貧毛目、クモ目、双翅目、多足類が少数あげられるが、吸虫・条虫類あるいは線虫類の有力な中間宿主になり得るような軟体動物や節足動物は確認できなかった。

坑内との対照として、竜飛および吉岡の坑口周辺の地上部で捕鼠を試みたが、人家周囲で合計7頭のドブネズミ、原野ではそれぞれの地域に生息する異なつた種類の

野ネズミが獲れた。

2. 竜飛地区のネズミ類の寄生虫相

竜飛工区の直下、海面下140m、本州側入口より14kmの本坑内で、1983年3月16日にドブネズミの幼獣雌1頭を得たが、寄生虫は見出せなかつた。海面下220m、入口より19kmの本坑と作業坑にまたがる地点では、1980年11月5日にドブネズミの成獣9頭(4♂5♀)を得たが、線虫類3種すなわち小腸には2頭に *Nippostrongylus brasiliensis* と3頭に *Strongyloides ratti*、膀胱には6頭に *Trichosomoides crassicauda* がみられた。体表には *Radfordia ensifera* が1個体だけ確認された。さらに深く海峡中央部の両側からの坑道の接合部に近い海面下230m、22km地点の先進導坑では、1981年12月12日にドブネズミ11頭(2♂9♀)が得られ、2頭の膀胱に *T. crassicauda* がみられたのみであつた。ネズミは若い個体に加えて妊娠雌もみられ、坑内での繁殖ぶりがうかがえた。

地上部では、坑口近くの人家周囲で1980年11月5日に得られたドブネズミの幼若獣雄3頭のうち1頭からは、きわめて多数の *N. brasiliensis* と *Heterakis spumosa* が検出された。また、工事サイトに臨接する村落で1981年11月2日に得られた幼獣雌1頭に、肝臓から *Cysticercus fasciolaris*、*Capillaria hepatica*、小腸から *Echinostoma hortense*、*E. macrorchis* がみられた。人体感染が指摘されている *E. hortense* は細かな計測値は省くが虫体の大きさが9.0~10.5×1.3~1.5mm、頭棘は26~28本で、谷(1976)の報告とほぼ一致した。これ

Table 1 Endo- and ectoparasites found from *R. norvegicus* captured inside and outside the Sei-Kan Tunnel (Tappi area)

Point* (Depth)	Rat Sex	Heart	Lung	Liver	Kidney	Bladder	Stomach	Small intestine	Large† intestine	Body surface	
Inside	Bottom of shaft (-140m)	♀ (I)	—	—	—	—	—	—	—	—	
		♂	—	—	—	—	Tc6	—	—	—	
		♀	—	—	—	—	—	—	—	—	
		♀	—	—	—	—	Tc4	—	Nb1♀ Sr2♀	—	
	19km in (-220m)	♂	—	—	—	—	Tc4	—	—	—	—
		♀	—	—	—	—	Tc5	—	—	—	—
		♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		♀	—	—	—	—	—	—	—	—	Re1♂
		♀	—	—	—	—	Tc2	—	Sr5♀	—	—
		♂	—	—	—	—	Tc2	—	Nb3♀ Sr1♀	—	—
	22km in (-230m)	♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		♀ (Y)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		♀	—	—	—	—	Tc3	—	—	—	—
		♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—
♀		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
♀ (P)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
♀ (P)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
♀ (Y)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
♀		—	—	—	—	Tc11	—	—	—	—	
Outside		♂ (Y)	—	—	—	—	—	Nb700♂ 900♀ Hs1♀	—	Nj2L	
	Tunnel site	♂ (I)	—	—	—	—	—	—	—	Ma1♀	
		♂ (I)	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Site border	♀ (Y)	—	—	Cf1Ch+	—	—	Eh9Em1	—	Lp1L Li1L Nj4L	

I: Infant Y: Young P: Pregnant

Tc: *Trichosomoides crassicauda*Nb: *Nippostrongylus brasiliensis*Sr: *Strongyloides ratti*Hs: *Heterakis spumosa*Ch: *Capillaria hepatica*Cf: *Cysticercus fasciolaris*Eh: *Echinostoma hortense*Em: *Echinostoma macrorchis*Ma: *Monopsyllus anisus*Lp: *Leptotrombidium pallidum*Li: *Leptotrombidium intermedium*Nj: *Neotrombicula japonica*Re: *Radfordia ensifera*

* Points in tunnel are indicated by the distances from the entrance of the Honshu side.

Each depth is below sea level.

Outside covers the area around the gates of the shaft and slope.

† Large intestine including cecum.

ら地上のドブネズミの体表にはツツガムシ2属3種およびノミ1種がみられた (Table 1).

なお、坑口周辺の原野で捕獲されたドブネズミ以外の

野ネズミについては以下に列記することとする。すなわち、ホンドハタネズミ *Microtus montebelli montebelli* (3♂), ホンドアカネズミ *Apodemus speciosus spe-*

Table 2 Endo- and ectoparasites found from *R. norvegicus* captured inside and outside the Sei-Kan Tunnel (Yoshioka area)

	Point* (Depth)	Rat Sex	Heart	Lung	Liver	Kidney	Bladder	Stomach	Small intestine	Large† intestine	Body surface
Inside	Bottom of slope	♂	—	Ac ⁴ ♂ 6♀	Cf ¹ Ch+	—	—	—	—	—	—
	(-280m)	♂ (Y)	—	—	—	—	—	—	Nb3♀	—	—
Outside	Tunnel site	♂ (I)	—	—	—	—	—	—	—	Hs1♀	Le2♀
		♂ (I)	—	—	—	—	—	—	—	Hs1♂2♀	Ma1♂
		♂ (I)	—	—	—	—	—	—	—	—	—

I: Infant Y: Young

Ac: *Angiostrongylus cantonensis*

Hs: *Heterakis spumosa*

Cf: *Cysticercus fasciolaris*

Nb: *Nippostrongylus brasiliensis*

Ch: *Capillaria hepatica*

Le: *Laelaps echidninus*

Ma: *Monopsyllus anisus*

* A depth of inside point is below sea level.

Outside covers the area around the gate of the shaft and slope.

† Large intestine including cecum.

ciosus (1♂) および ホンシュウジネズミ *Crocidura dsinezumi chisai* (6頭) の体表からツツガムシ3属6種, トゲダニ1属2種, ケモチダニ1種そしてマダニ1属3種などが見出された。

3. 吉岡地区のネズミ類の寄生虫相

吉岡工区の工事事務所の近くに開口する斜坑の入口から海面下280m まで下降した底部の先進導坑の始点, 本州側入口より35km の位置で, 1981年9月25日におよそ20個のトラップを設置したところ, ドブネズミ雄2頭を得た。そのうち成獣1頭の右肺下葉に灰黄色の病変部を認めて切開したところ, 広東住血線虫 *Angiostrongylus cantonensis* (4♂6♀) が検出された。雄虫の平均体長は24.5 (21.0~27.0)mm, 雌虫は36.2 (34.0~38.0)mm で血液を満たした腸管がラセン状に走る独特の形態は服部ら (1982) が江差町周辺で得て記載したものと一致した。また, 肝臓からは *Cysticercus fasciolaris* と *Capillaria hepatica* も見出された。もう1頭の若獣の小腸には *Nippostrongylus brasiliensis* のみを確認した。なお, 本坑と作業坑の本州側入口より31km 地点および先進導坑の27km 地点など深部では1頭も捕獲できなかった。

地上部では, 斜坑口に近い作業員寮周辺で1981年9月25日にドブネズミの幼獣雄3頭を得たが, 大腸に *H. spumosa*, 体表にトゲダニとノミを1種ずつ見出したにとどまった (Table 2)。

吉岡口周辺の原野では, エゾヤチネズミ *Clethrionomys rufocanus* (1♂), エゾアカネズミ *Apodemus*

speciosus ainu (5♂1♀), エゾヒメネズミ *Apodemus argenteus hokkaidi* (3♂1♀) およびオオアシトガリネズミ *Sorex unguiculatus* (1頭) からツツガムシ, ケモチダニ, トゲダニおよびマダニがそれぞれ1種ずつ見出された。野ネズミは本州側とは分布種が明らかに異なるものであつた。

考 察

竜飛工区の坑内では1か所当り2, 3個から10個ほどのトラップを Fig. 1 に示した各調査地点内の数か所に不規則に設置, 回収順に混乱もあり正確な捕獲率は算出し得ないが, 場所によつては50%以上のこともあり, 作業員居住区を中心にドブネズミが多数生息していることが推測された。湿度の高い所を好み, 雑食性のドブネズミは, 長い工事期間中に坑口, とくに人や資材を常に多数送り込んでいる斜坑から侵入してしだいに深部へ達し, 坑内コロニーともいべき集団を構成していると思われる。すなわち, 寄生虫の中間宿主が全く見出されない状態で, 単純な発育史で足りる線虫類3種だけが竜飛工区の19km 地点で検出されたが, これは外からの持込み寄生虫相の残存であろう。さらに深く22km 地点では *T. crassicauda* が低率にみられただけで, 坑内コロニーはほとんど Parasite free に近い状態で世代交代を繰り返しているらしい。まれに外から感染個体が侵入したとしてもそれ以上感染が拡がり難く, やがて消滅していたであろう。一方, 吉岡工区の深部で水没事故によりネズミが減少して後の状況は, 今回の調査だけでは明確

なことはいえない。

捕獲記録のうち、1983年1月の先進導坑貫通後の同年3月に竜飛口直下の本坑で1頭を得ているが、この地点は貫通地点からは10km手前で、また先進導坑は貫通したという事実だけで現場は調査時には未だ密閉されており、両地区のドブネズミに交流はあり得なかつた。しかし、本坑などと共に全面的に開通した段階では、本州と北海道の交通が活発になりドブネズミが混り合っていくことが推測され、その場合、ドブネズミは船舶に侵入して渡航する率がクマネズミよりもかなり低いとされることから(池田, 1967)、本トンネルが青函におけるドブネズミの新しい交流ルートになる可能性も否定できない。ただ、このような動物相の変動については改めて後日の調査を重ねなければ断言できない。

坑外の地上部からのネズミの侵入に関連して注目されるのは、吉岡工区の斜坑底で捕獲された雄1頭の肺から広東住血線虫が検出された事実である。北海道における本虫の発見は、大林・折原(1968)に始まり、最近の服部ら(1982)の調査になる江差町とその沖の奥尻島につづき、今回の記録は5か所目となる。日本におけるこれまでの記録は、南西諸島、小笠原諸島ならびに関東、中部、中国地方の表日本側に限られ、本州北部には全く記録がなく、今回は竜飛地区では検出されなかつた。矢部(1979)によれば、ドブネズミはその習性或食性から、屋内に留まるクマネズミよりも本虫の自然宿主になりやすいといわれ、今回の場合も吉岡工区の周辺原野に生息していた感染個体が交通の最も頻繁な斜坑底まで侵入したものであろう。したがって、坑内に中間宿主になり得る軟体動物が見出されない現在、坑内で本虫感染が蔓延することは考えにくい。ただ、江差町から吉岡までの道南地方には本虫が比較的広く分布することが考えられるので、本虫に感染した北海道側のドブネズミが前述したようにトンネルを経て本州側に移住する可能性と機会はある。しかし、今回対照として行なつた地上部の調査では、ドブネズミは幼獣が多かつたものの従来報告されていた本種の寄生虫相に準ずるものであつて、広東住血線虫は見出されなかつた。

なお、野ネズミについては剖検できなかつたが、寄生虫種の一部がドブネズミと共通する意義はあるものの、もともと坑内に侵入することはあり得ないのでトンネル開通との直接的関連はうすい。

そのほか、ドブネズミが坑内で相当繁殖していることから、長谷川(1977)にもあるようにサルモネラやレプトスピラなど種々の病原微生物が伝播されること、とく

に最近注目されている韓国型出血熱は地下街で流行した経緯も知られ留意する必要がある。さらに、湯山(1979)も指摘しているように種々の機器設備に対するネズミの直接的咬害による短絡や腐食などに伴うさまざまな事故が起ることは充分考えられる。

要 約

本州と北海道を結ぶ長大な青函海底トンネルの開通が生態系に与える影響調査の一環として、1980年11月から1983年3月までの間に、本州側竜飛工区および北海道側吉岡工区の坑内の作業員居住区で生捕されたドブネズミを主体にその寄生虫相を調べ、以下の結果を得た。

1) 竜飛工区では、本州側本坑の入口から19kmの地点で得たドブネズミ(4♂5♀)から、線虫類3種を検出した。22km地点の先進導坑では、ドブネズミ(2♂9♀)から *T. crassicauda* (18%)しか見出されず、坑内で世代交代を繰り返すコロニーが Parasite free に近いことが分つた。吸虫・条虫類の中間宿主は坑内では全く確認できなかつた。

2) 吉岡工区では、深部で捕獲できなかつたものの、坑外と交流の多い斜坑底(海面下280m)のドブネズミ雄1頭の右肺から広東住血線虫 *Angiostrongylus cantonensis* (4♂6♀)が検出され、その疫学的意義が論議された。

3) 両坑口の周辺地上部のドブネズミからは、従来の報告に準じた普通の寄生虫相が認められた。

4) 広東住血線虫など種々の寄生虫に感染したドブネズミが、トンネルの開通に伴って両地域を交流する機会が今後増すことにより、寄生虫相の変動する可能性も指摘された。

謝 辞

稿を終るにあたり、調査の機会を与えていただいた弘前大学教養部、奈良典明教授、またトンネル内外で捕鼠作業の大半を実施され材料を供給いただいた弘前大学理学部、小原良孝助教授と大学院生の方々、心からお礼申しあげる。さらに、貴重な助言や協力をいただいた日本鉄道建設公団青函建設局と各工事事務所の方々、ならびに北海道衛生研究所、服部哇作博士および弘前大学医学部、山口富雄教授に深謝する。

なお、本論文の要旨は、第51回日本寄生虫学会総会において発表した。

文 献

- 1) Corbet, G. B. (1978): The mammals of the

- palaeartic region; a taxonomic review, British Museum (Natural History), London, 13-140.
- 2) 長谷川恩 (1977): 北海道ねずみ物語, 北海タイムス, 札幌, 117-201.
 - 3) 服部睦作・高橋健一・川瀬史郎・石下真通 (1982): 北海道における広東住血線虫. 道衛研所報, 32, 45-48.
 - 4) 池田 修 (1967): 横浜・川崎港におけるネズミおよびノミの調査研究 2. 船内ネズミの調査. 衛生動物, 18, 284-288.
 - 5) 大林正士・折原美代治 (1968): 札幌市のドブネズミから得られた広東住血線虫 *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) Dougherty, 1946について. 寄生虫誌, 17, 1-4.
 - 6) 谷 重和 (1976): *Echinostoma hortense* Asada, 1926に関する研究 (1) 人体寄生棘口吸虫類の種の同定と感染経路について. 寄生虫誌, 25, 262-273.
 - 7) 矢部辰男 (1979): ネズミの広東住血線虫. 動物と自然, 9, 7-11.
 - 8) 湯山洋介 (1979): 最近のネズミ被害の傾向. 動物と自然, 9, 18-22.

Abstract

PARASITIC FAUNA OF MURINES INHABITING THE SEI-KAN
UNDERSEA TUNNEL, WITH SPECIAL REFERENCE TO
ANGIOSTRONGYLUS CANTONENSIS

NOBUHIRO TAKADA¹⁾ AND SATOSHI YAMASHITA²⁾

(¹⁾*Department of Immunology and Parasitology, Fukui Medical School,
Fukui 910-11, Japan ;* ²⁾*Department of Parasitology,
Hirosaki University School of Medicine,
Hirosaki 036, Japan*)

The effects of the opening of the Sei-Kan Undersea Tunnel the longest tunnel connecting Hokkaido Island with Honshu, the main land, on the various fauna were assessed. As a link in the chain of assessment, parasitic fauna of the Norway rat *Rattus norvegicus* inhabiting the living sections in the tunnel were surveyed both in the Yoshioka (Hokkaido) and the Tappi (Honshu) areas during the period from November 1980 to March 1983. The results summarized are as follows:

1. In Tappi area, only three species of nematoda were found from 6 of 9 rats captured at the 19 km point into the main tunnel from the entrance of the Honshu side. *Trichosomoides crassicauda* were barely recovered from 2 of 11 rats at the 22 km point into the guide tunnel paralleling the main tunnel. No intermediate hosts of trematoda or cestoda were detected. Consequently, it is suggested that the rat colonies have repeatedly propagated themselves remaining in the tunnel and are nearly free from parasites.

2. In the Yoshioka area, *Angiostrongylus cantonensis* (4♂, 6♀) were detected from 1 of 2 rats at the bottom of the shaft slope 280 m below sea level, which has been in frequent contact with the outside of the tunnel, and its epidemiological importance was discussed.

3. Rats in and around each tunnel site have kept some species of the common endo- and ectoparasites usually seen in their respective regions.

4. It is suggested that rats may be enabled to interchange or crossbreed through the tunnel between Tappi and Yoshioka after the opening.