

ISSN 0388-9335

山口獣医学雑誌

第 26 号

1999年12月

山口県獣医学会

THE YAMAGUCHI JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE

No. 26

December 1999

THE
YAMAGUCHI PREFECTURAL ASSOCIATION
OF
VETERINARY MEDICINE

山 口 県 獣 医 学 会

編 集 委 員 会

阿部 敬一 網本 昭輝 鹿江 雅光
牧田 登之 富永 潔 山縣 宏*

(A B C 順 : *編集委員長)

寄 稿 者 へ

山口獣医学雑誌は、山口県獣医学会の機関誌として、毎年1回発刊される。雑誌は、獣医学、人医学、生物学、公衆衛生学およびこれらの関連領域のすべての問題について、原著、総説、短報、記録および資料、等々を掲載する。

原稿は、正確に書かれた日本文、英文、独文のいずれでも受理するが、この場合、英文と独文の原稿は、簡潔に要約した日本文抄録を添付すること。

原稿は、郵便番号 754-0002 山口県吉敷郡小郡町下郷東蔵敷1080-3, 山口県獣医師会館内, 山口県獣医学会事務局あてに送付すること。

THE YAMAGUCHI PREFECTURAL ASSOCIATION OF VETERINARY MEDICINE

EDITORIAL COMMITTEE

Keiichi ABE Akiteru AMIMOTO Masamitsu KANOE
Takashi MAKITA Kiyoshi TOMINAGA Hiroshi YAMAGATA*

(*in alphabetical order* : *Editor in chief)

NOTICE TO AUTHORS

The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine is an official publication of the Yamaguchi Prefectural Association of Veterinary Medicine.

The Journal is published annually. The Journal publishes original articles, reviews, notes, reports and materials, dealing with all aspects of veterinary medicine, human medicine, biology, public health and related fields.

Manuscripts written in correct Japanese, English or German are accepted ; those in English or German should be accompanied by Japanese summaries.

Manuscripts should be sent to the Editorial Office, *The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine*, The Yamaguchi Prefectural Association of Veterinary Medicine, 1080 - 3, Higashikurashiki, Shimogo, Ogori Town, Yoshiki County, Yamaguchi Prefecture, 754-0002 Japan.

山口獣医学雑誌 第26号 1999年

The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine No.26 December 1999

目 次

総 説

牛ヨーネ病に関する最新知見と防疫戦略

横溝祐一..... 1~26

カモノハシの生物学

辻井 禎.....27~44

資 料

アジアの伝承獣医学 I. 総 論

牧田登之.....45~62

アジアの伝承獣医学 IV. 家禽篇

牧田登之.....63~70

ネパールの畜産瞥見

牧田登之.....71~76

附 録

投稿規定.....77

山口県獣医師会学会規則.....78

山口獣医学雑誌編集内規.....78

会関係事業・刊行物..... (奥付掲載ページ)

English contents are available in a reverse cover of this issue.

総 説

牛ヨーネ病に関する最新知見と防疫戦略

横 溝 祐 一*

〔受付：1999年12月30日〕

REVIEW

CURRENT PROGRESS IN BOVINE PARATUBERCULOSIS RESEARCH

Yuichi YOKOMIZO

*National Institute of Animal Health, Tsukubashi,
Ibarakiken, 305-0856, Japan*

〔Received for publication : December 30, 1999〕

Paratuberculosis, commonly known as Johne's disease, is a chronic granulomatous intestinal and incurable infectious disease of ruminants caused by *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. This disease causes considerable economic losses in dairy and beef cattle, mainly due to premature disposal, and the decrease of milk production or body weight. In 1971, paratuberculosis was made notifiable in Japan. The number of reported cases has increased steadily since 1981. In 1997, the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries instituted the nation-wide paratuberculosis-eradication project, using ELISA and fecal culture as screening tests. During the period from January 1997 to October 1999, the total of 2,060 suspected cases were condemned with indemnity paid under the national control program. Now that domestic livestock is considered free from brucellosis and tuberculosis in Japan, paratuberculosis is generally accepted as economically the most detrimental disease in the cattle industry. The disease should not be ignored when we think of the aspects of the environmental hazard by the contaminated manure and the microbiological quality of raw milk, though *M. paratuberculosis* is not classified as a member of zoonosis pathogens.

This review will deal with current progress of molecular biology of *M. paratuberculosis* and immunological research of ruminant paratuberculosis. It will discuss the advantages and disadvantages of various diagnostic tests. Lastly, it will present current concepts on control strategy of paratuberculosis by use of diagnostic tests in conjunction with animal husbandry practices to limit transmission of *M. paratuberculosis*.

ヨーネ病（パラ結核）はヨーネ菌（*Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*）の経口感染によっておこる反芻獣の慢性肉芽腫性腸炎である。本病は肉・乳牛に対し、早期廃用や乳生産性低下、体重増加率の減少により大きな経済的損害を与える。本病は1971年に家畜法定伝染病に指定され、1981年以降次第に増加傾向にある。1997年に、農林水産省はELISA、糞便培養、ヨーニンテストを患畜摘発診断法とする全国規模のヨーネ病撲滅事業を開始し、1997年1月～1999年10月までの期間に、2,060頭が患畜として補償殺処分となった。ブルセラ病や結核病がほぼ清浄化された現在、ヨーネ病はわが国の養牛産業にとって最も経済的被害の大きい細菌性家畜法定伝染病とみなされている。糞便を介して経口感染するヨーネ病の汚染レベルは農場での乳・肉牛の衛生管理度を反映する格好の指標ともなるので、本病の徹底した清浄化プログラムを推進する必要がある。

本稿ではヨーネ菌の分子生物学的研究ならびにヨーネ病の免疫学的研究成果とそれらの診断法開発への応用研究展開について紹介する。さらに、予防・経済疫学的観点にもとづくヨーネ病清浄化戦略の構築の必要性を強調する。

* 農林水産省家畜衛生試験場：細菌・寄生虫病研究部長 E-mail : yokomi@niah.affrc.go.jp

そして最後に家畜伝染病予防法適用下でのヨーネ病清浄化の進め方と留意点を総括する。

緒 論

“ヨーネ菌及びヨーネ病の特徴”と題する拙論を1990年版の本誌に掲載してから10年が過ぎた。その間に著者らが実用製品化したELISA^{134,137}とマイコバクチン添加培地・糞便培養法¹²⁹(病性鑑定指針:1985年11月25日付60畜A第4457号畜産局通達)は正式に家畜伝染病予防法のヨーネ病診断基準に取り入れられた(家畜衛生週報No.2203号1992年5月25日)。これらの新しく採択された二つの技術は感染牛の診断精度向上に大いに貢献し、ヨーネ病防疫体制の強化と相まって、以後1999年次末までの摘発頭数は3,000頭を越えるにいたった。ヨーネ病はブルセラ病、結核病、炭疽と同じように19世紀に病原学的・病理学的に明らかにされて以来、牛やめん山羊の病気として畜産に大きな被害を与えてきた。わが国では後三疾病がすでにほぼ清浄化されており、今やヨーネ病はわが国の酪農・肉牛経営に最大の被害を与える細菌性家畜法定伝染病とみなされている。このような非常事態に対応するため、1997年4月1日の家畜伝染病予防法の一部改正にともないヨーネ病は撲滅対象疾病の一つに指定された。すなわち搾乳牛、種雄牛、それらと同一施設内で飼育している牛、その他のうち都道府県知事の指定する牛については少なくとも5年ごとにヨーネ病検査が義務づけられた。対象家畜の種類も牛、山羊、めん羊に加えて、水牛、鹿が追加された。

ヨーネ病に対する最も有効で経済的な防疫戦術は牛結核病の撲滅達成で実証されてきたように診断・摘発・淘汰であり、予防・治療戦術はヨーネ病の防疫戦略には適していない。ヨーネ菌感染動物に対しては、化学療法剤の長期投薬をもってしても病巣部のヨーネ菌を駆逐することは難しい。それはヨーネ菌の抗生物質耐性が強いこと、ヨーネ菌が細胞(単球・マクロファージから分化した類上皮細胞や巨細胞)内でのみ増殖するため薬剤が効きにくいからである。欧米の一部の汚染地域で利用されている弱毒ワクチンや不活化ワクチンは発病を抑えても感染を防止できない。これらのワクチンを安易に使えば、かえって診断・淘汰を基幹とするわが国の防疫対策の支障となるので採用すべきではない。

ヨーネ病が家畜法定伝染病に指定された理由は、1) 予防・治療及び完全診断(全感染動物を摘発する意味)が困難であること、2) 発病動物はもとより不顕性感染動物の生産性・経済価値に大きな損失をもたらすこと、3) 糞便中に大量に排出されるヨーネ菌の外界環境生残性が強く、消毒・殺菌も困難であること、4) 清浄化に要する経費・期間が農場経営に大負担を強いること等である。かねてから著者らは汚染農場の牛舎や堆肥中のヨーネ菌消毒は一筋縄でいかないことを警告

してきた⁵¹。さらに防疫対応にあたった大規模和牛汚染群の初歩的経済疫学分析から不顕性感染牛群の生産性は15%も低下すること、また感染牛の処分や消毒薬、採草地使用制限にかかわる損害実態を初めて数値として表した¹⁰⁸。そして現行診断技術の総てを用いても検査一時点では感染牛摘発率は60~70%にとどまるが、定期検査と子牛への伝搬防止衛生管理法を併用すれば4~5年前後でほぼ清浄化が可能なることを実地試験成績をもとに初めて明かにした¹³²。ヨーネ菌は牛結核菌のような人畜共通感染症病原体ではないが、遺伝学的分類からはヒト非定型抗酸菌症をおこす鳥結核菌とは同じ菌種の亜種として位置づけられている。またヨーネ菌による野ウサギやサルでの野外感染症例の報告もあり、ヨーネ菌の感染・発病病原性は反芻獣に限ったものではないとみなされている。したがって今後はカモシカ、鹿、野ウサギなどの野生動物と放牧家畜との間の感染のやりとりの可能性も考慮に入れて防疫にあたる必要がある³⁶。一方、海外においては黄色ブドウ球菌と同じようにヨーネ菌に対しても原乳の微生物汚染防止管理面からの関心が高まってきている。すでに、畜産物の流通・加工段階及び畜場において危害分析重要管理点(HACCP)が採用されており、それに対応するガイドラインの農場生産段階への導入も検討され始めている。

21世紀には、病原微生物汚染防止管理の良否が畜産物の国際競争力を決定する重要因子となる。加えて、昨年には家畜排泄物処理に関する法律が施行されたので、今後は病原微生物による環境汚染防止対策に一層強く対応しなければならないだろう。そこで、本稿では、最近の国内外のヨーネ病発生概要を述べた後、防疫推進の上で特に必要となるヨーネ菌についての分子生物学的知見と病原学的診断法の最近の知見を紹介する。ついで原乳衛生管理上の留意点、免疫学的なヨーネ病の病態特徴、免疫学的診断法の利用価値、病原性にかかわる問題点等について最近の文献的知見を紹介する。そして最後に、予防疫学・経済疫学的視点にたったヨーネ病の防疫のすすめ方について拙論を述べる。ヨーネ菌の細菌学一般論、ヨーネ菌の感染様式、病態特性、病理発生の解説と関連引用文献は前報¹³³を参照していただきたい。

1) 最近の牛ヨーネ病の発生状況

(1) 国内の発生状況

1994~1998年次の5年間におけるヨーネ病法令殺頭数は2,116頭であり、うち乳牛が1,164頭、肉牛932頭、他はめん羊となっている。1996年次までは200頭台で推移してきたが1997年次以降に急激な発生数増加を示した、(Fig. 1-a)(Fig. 1-b)。これはヨーネ病検査地域の

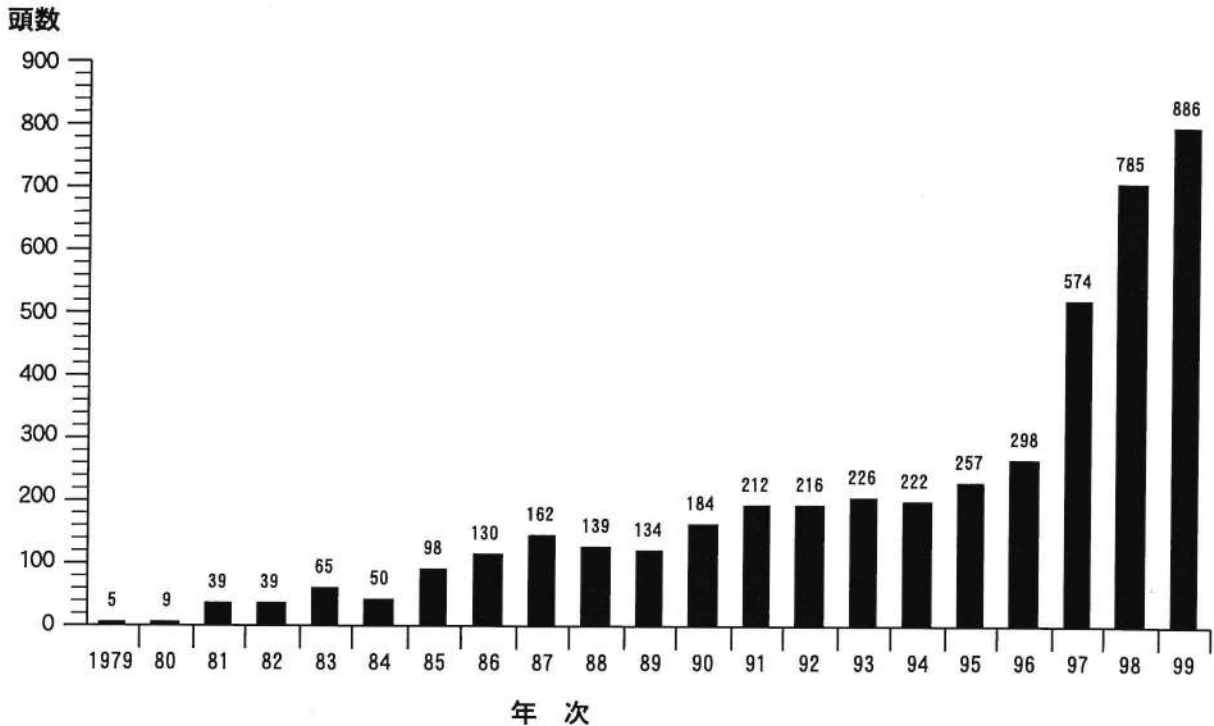


Fig. 1-a. 牛ヨーネ病の年次別患畜発生頭数の推移：1997年次からの発生数の増加は検査数の急増による。
(1996, 1997, 1998年度の検査頭数は、それぞれ47,739, 71,297, 386,726頭である)。

拡大と検査対象頭数の大幅増加を反映したものである。発生地域は1都26県に及んでいるが、家畜頭数・検査頭数ともに群を抜く北海道での摘発頭数が多く、1998年1月～1999年9月までの全国のヨーネ病発生農家戸数408戸中307戸(75%)が、またヨーネ病摘発頭数1,423頭中1,239頭(87%)が北海道からの報告例で占められている、ただし次に述べるように、患畜発生率は他の都府県に比べて決して高くはない。すなわち、北海道では1998年から、24ヶ月以上の全繁殖雌牛を対象に家畜伝染病予防法5条に基づく全頭一斉検査を開始し、ELISA検査頭数は1999年末までに544,666頭(乳牛503,810頭、肉牛40,856頭)に達したが、患畜摘発頭数は334頭(乳牛229頭、肉牛105頭)、すなわち陽性率は0.07%にすぎず、これは都府県とほぼ同等であり、また米国の汚染地域の1/80以下である。ちなみに検査農家数13,265戸(10,555戸、肉牛2,710戸)のうち陽性戸数は1.73%相当の229戸(乳牛166戸、肉牛63戸)である。さらに患畜発生農家を対象とした法51条にもとづくELISAと糞便検査による立入り検査では、同期間に乳牛513頭、肉牛436頭が摘発された。肉牛での患畜陽性率は乳牛に比べてはるかに高いが(乳牛0.04%、肉牛0.257%)、これは後述するように哺乳子牛と成牛との同居ならびに育成段階での肉牛特有の密飼方式に原因があるとみられる。

そもそも、わが国のヨーネ病の初発(病理学的に確定診断された第1症例)は1954年に米国ウイソコンシ

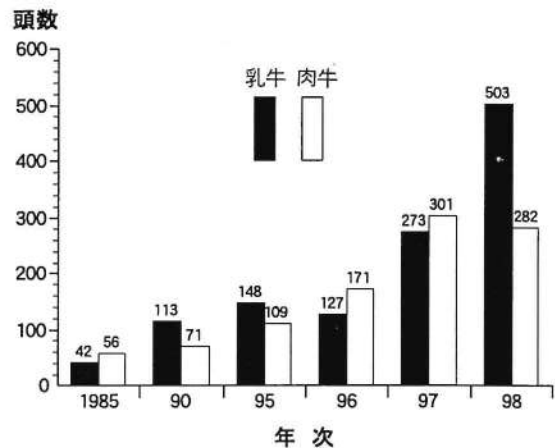


Fig. 1-b. 乳牛, 肉牛別のヨーネ病患畜発生数

ン州から輸入され、1959年に静岡県下の種畜牧場で下痢発病死した乳牛である。また北海道の一地域ではわずか3頭の米国産の保菌妊娠乳牛が導入先または転売先の11農家で合計35頭の同居牛に感染伝搬させた疫学的ドキュメントも記録されている。さらに1980年代に和牛で相次いだ集団発生も米国から輸入した数頭のアンガス繁殖素牛に感染源をたどることができる。このようなことから、わが国の乳・肉牛の患畜発生症例の殆どが米国そして一部がカナダから輸入した繁殖素牛に源を発しているともみてよいだろう。実際、1976～1997年間の22年間に輸入検疫で摘発されたヨーネ病患畜・疑似患畜総数は282頭であり、その54%を米国産が占めて

いる。参考までに米国のいくつかの地域での最近のヨーネ病疫学調査成績を次項で紹介する。

(2) 国外の発生状況

1992年に報告された Wisconsin 州での10農家・855頭を対象にした糞便培養検査では、182頭(21.3%)に感染が確認され、牛群ごとの汚染率は実に7~60%以上を記録した⁹⁵⁾。また同州で1994年に158農家・4,990頭を対象として行われたELISA抗体調査では、抗体陽性牛を含む農家が50%にも達し、個体レベルでは7.3%の抗体陽性率を示した。このデータをもとにした同地域全体での推定汚染率は農家レベルで34%、個体レベルで4.8%と算定された²⁷⁾。ついで1994年に報告されたニューヨーク州の39,797頭を対象とした大規模な糞便培養検査では、2,470頭(6.2%)が陽性であった¹¹⁾。他方、1997年に報告されたミズリー州でのELISA抗体調査では89農家の47%(乳牛群74%、肉牛群40%)が、また個体レベルでは1,954頭のうち5%にあたる98頭が陽性であった¹¹⁴⁾。また1999年に報告されたミシガン州での乳牛121農家、3,886頭を対象とした血清疫学調査では、農家レベルで54%、個体レベルで6.9%の抗体陽性率が記載されている⁴⁴⁾。以上のような高いヨーネ菌分離陽性率と抗体陽性率を示す疫学調査報告をみると、米国の酪農地帯を中心にヨーネ病汚染がかなり深刻な状況に陥っていることが理解できる。これらの地域からは現在でも高能力牛を購入しており、輸入にあたっては出荷元の牧場のヨーネ病汚染を確認することが望ましい。ちなみにオハイオ州では、購入牛に加えて同群の40頭のELISA検査を行い、全例陰性確認後の導入を推奨している。ヨーロッパの調査成績は少ないが、1996年に報告された英国南部の3カ所のと畜場におけるヨーネ病症状陰性成牛の腸間膜リンパ節を対象とした細菌学的調査では、PCRで3.5%が、培養検査で2.6%が陽性であった¹²⁾。またベルギーの一地域でのELISA抗体調査成績は12%の高い陽性率を報告している。

2) ヨーネ菌の分子生物学的研究成果

(1) 鳥結核菌との近縁性

ヨーネ菌 (*Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*) の特徴は、周知のように培地上での発育速度のなみはずれた遅さとマイコバクチン発育依存性である。このような性質は他の生物化学的特性が極めて似ている鳥結核菌 (*M. avium* subsp. *avium*) との鑑別同定の重要ポイントとなる。遺伝学的分類すなわちゲノムDNAホモロジーでも両菌種は95%の高い相同性を示すので同一菌種みなされるにいたった。ちなみに抗酸菌種間で保存性の高いヒートショック蛋白dnaJ遺伝子の196塩基断片を例にとれば、ヨーネ菌と鳥結核菌では2カ所の塩基が異なるだけ(99%の相同性)であり、系統樹の上からも極めて近縁関係にあることがわかる¹⁰⁹⁾。そこで、鳥結核菌、ヨーネ菌、マイコバクチン

を不完全に要求する *M. avium* subsp. *silvaticum* (野鳥結核の原因菌の一つ) をも含めて、鳥結核菌という菌種を三つの亜種構成としたわけである。しかし、亜種とはいえ鳥結核菌が牛に感染してヨーネ病変をつくることはなく、またヨーネ菌が鶏に感染して結核病変をつくることもない。このように3亜種には、感染宿主域や病原性からみると独立した菌種のようにもみえる。このような亜種固有の病原性を支配する遺伝子あるいは表現形質の本体は明らかにされていない。ただし、次項にのべるように、これらの3亜種にそれぞれ特異的な挿入配列 (IS) が存在することが明らかにされており、それが分子疫学マーカーとして、あるいは菌 (亜) 種同定に大いに利用されている (Fig. 2)。

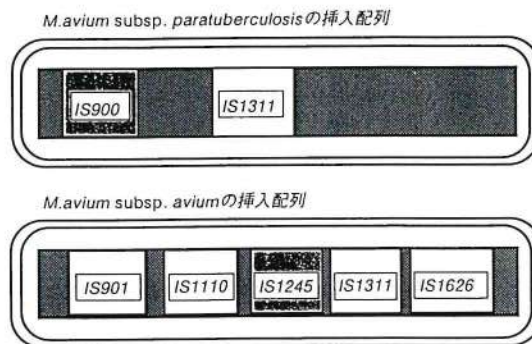


Fig. 2. 鳥結核菌の2亜種のゲノム中の挿入配列：IS900はヨーネ菌にのみ存在し、PCRによる菌種同定や分子疫学マーカーとして役立つ。ただし最近、IS900と配列が近似するIS1626がヒト由来の鳥結核菌に見つかった⁸⁶⁾。また健康動物の糞便から分離された *Mycobacterium scrofulaceum* 様の菌株に、IS900-PCR陽性のものが発見され、偽陽性反応回避のためには制限酵素切断長分析が必須であるという (Cousins, D. V. et al, *Mol. Cell Probes.*, 13, 431~442, 1999)。

(2) 鳥結核菌の挿入配列

鳥結核菌は菌種のなかにはいくつかの血清型そして病原性の異なるものが含まれている⁹¹⁾。血清型1, 2, 3型は鳥に強い結核起病性をもち、一方4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 21型は鳥に対する病原性は低いものの豚に対するリンパ節結核の起病性をもつ。本菌種にはIS901, IS1110 (IS116ファミリー) あるいはIS1245, IS1311 (IS356ファミリー) などの多数の挿入配列が存在する⁸⁹⁾。この中でIS901, IS1245及びIS1311は鳥結核菌の疫学マーカーとして大変有用である¹²⁷⁾。IS1245は *M. avium* subsp. *silvaticum* にも存在するが、ヨーネ菌にはないのでヨーネ菌との重要識別マーカーとなる^{20, 66)}。IS901は鳥結核菌に特有の挿入配列であるが全菌株にあるわけではない。すなわち鳥由

来株の殆ど全菌株そして鹿、牛の病変由来株には普通に存在するが、ヒトの非定型抗酸菌症例(大部分はAIDS患者)由来の大部分の菌株では欠いている。これは前者ではIS901の陽性率が高い血清型1～3型が高頻度で分離されるのに対し、後者ではIS901陽性率の低い6～8型やその他の型の分離率が高いことと関係するようである⁶³⁾。実際、わが国では鶏の結核症例がほとんどないかわりに、豚抗酸菌症の発生が多いが、豚由来の鳥結核菌株の大部分は4, 6, 8, 9型であり、IS901が全株ともに陰性である⁶³⁾。ただし例外もあり、最近わが国で動物園のウズラから分離された9型の鳥結核菌株はニワトリに強い病原性を示しながら、IS901陰性であった⁷⁷⁾。一方、1～3型が野鳥から高頻度で分離されるデンマークでは、豚抗酸菌症由来株の大部分は鳥由来株と同じようにIS901陽性である⁶⁴⁾。無論、鳥に強病原性の血清型1～3型は8型以上に豚に対し強い病原性(全身結核をおこすことがある)をもっている。同じヨーロッパ圏でも、スイスでの野外分離株52株の鳥由来株全株がIS901陽性で、ひきかえ豚由来株10株は例外なくIS901陰性であるという。この報告では別の分子疫学的マーカーから豚由来株とヒト由来株の近縁性を指摘している。すなわちIS1245は鳥由来株では3コピー以下であるが、豚とヒト由来の全菌株には共通して7コピー以上が検出され、このような両者の分子疫学マーカーの近似性から、豚とヒト間との相互伝搬性の解明の必要性が強調されている⁷⁾。興味深いことに、IS901陽性株は陰性株に比べてマウス病原性が強い⁶²⁾。IS901とIS902の陽性株はp40という蛋白の陽性率が高いが、このISがp40をコードしているかどうか、またこの蛋白がニワトリに対する病原性に関わっているかどうかは不明である⁷⁾。

(3) ヨーネ菌の挿入配列

ヨーネ菌のゲノム中に15～20コピー存在する挿入配列IS900は本菌の遺伝学的同定には大変役に立つ。ただし最近、ヨーネ菌ゲノムには鳥結核菌で最初に見つかったIS1311という挿入配列も含まれることがわかった²⁰⁾。しかし5カ所の点突然変異が2菌種間のIS1311には存在するので、制限酵素分析を行えばヨーネ菌と鳥結核菌は容易に識別可能であり⁶⁰⁾、IS900様の配列をもつ鳥結核菌の確定同定にも役立てられる。他方、*M. avium* subsp. *silvaticum*のゲノム中にはIS902 (1470 bpで10～12コピー存在)という挿入配列があるが、IS900とのホモロジーは60%程度と低く、PCRによりヨーネ菌とは容易に識別できる⁷⁸⁾。

進化論的には、鳥型菌の先祖菌にIS900がファージやトランスポゾンを通じて導入され、ヨーネ菌特有の生物学的形質・病原性を獲得したとみる考え方も提唱されている⁷⁰⁾。ヨーネ菌のIS900にはp43という399アミノ酸の蛋白(トランスポゼース)をコードする遺伝子が存在するが、terminal inverted repeatを欠いており、

また標的DNAにdirect repeatを発生させないという挿入配列としては特異な末端配列をもつ。面白いことにIS900を非病原性速育菌*Mycobacterium smegmatis*に導入すると、ヨーネ菌と同じように発育速度が極めて遅くなり、しかもマイコバクチン依存性の菌にかわることが示されている。これからIS900中の遺伝子がヨーネ菌特有の表現形質を支配しているようにみえるが、慢性肉芽腫性腸炎をおこす病原性形質までも支配しているかどうかは確かめられていない。

牛由来株は山羊、めん羊、アルパカ、鹿にも感染することが知られているが、めん羊由来株の多くはめん羊と山羊にのみ感染性を示すといわれる⁶⁶⁾。めん羊由来株は一般に固形培地での発育が牛株に比べて極めて遅く16週間以上を要する場合もある。このように牛由来株とめん羊由来株は表現形質が若干異なるが、遺伝子レベルでも識別できる。すなわちヨーネ菌ゲノムの制限酵素切断長多型：RFLP分析(pvu II消化断片とIS900プローブとのサザンハイブリダイズパターン)では5種類に分類されるが、めん羊由来株は1, 2, 3型に、牛、山羊由来株は4または5型に分類される。また牛由来株とめん羊由来株では、IS1311の中の1カ所の塩基が異なるため、当該領域の608bpPCR産物はHinf I消化後にウシ株とめん羊株は特徴的な電気泳動パターンを示す(ウシ株にはHinf Iの切断点が2カ所あるので3本、めん羊株では1カ所なので2本となる)⁶⁶⁾。最近、Pavikらは、1,008株のヨーネ菌をPst IまたはBst E IIで消化し、IS900の453bpをプローブとしてハイブリダイズさせることにより、RFLP型がそれぞれ3群に大別できること、前者は13種類に後者は25種類に細かく分類できることを示した。これは分子疫学マーカーとして利用され⁸⁵⁾、英国のウサギと牛から分離された菌株の疫学的関連性の解明にも役立てられた⁸⁶⁾。

(4) 人由来の鳥結核菌の特殊性とヨーネ菌との遺伝学的関連

Roizら⁸⁹⁾はAIDS患者由来の鳥結核菌株の25%が、またNaserら⁷⁹⁾は同由来株の60%がIS900プローブを用いたハイブリダイゼーションテストで陽性を示すことを報告した。上述したように、AIDS由来の鳥結核菌の大部分がIS900とは60%のホモロジーをもつIS901すらも欠いているので、IS900に類似した塩基配列をもつ鳥結核菌株が少なからず存在しているのではないかとみられていた。最近、ヒト臨床材料由来の鳥結核菌株において、IS900の特異塩基配列断片pMB22/S12(ヨーネ菌の遺伝学的同定に使われるプローブ)と強くハイブリダイズする、新しい挿入配列IS1626 (1418bp)が発見された。これはterminal inverted repeatもflanking direct repeatも欠いている特殊な挿入配列であり、IS900とは大変似ている⁸⁶⁾。

このようなことから、ヒト由来の臨床材料に対し、IS900の中の遺伝子配列をPCR用プライマーとしてある

いはPCR産物の同定用プローブとして用いて検査する場合は、検査結果について慎重な判断が必要となるであろう。つまり、現行のヨーネ菌同定用PCRでヒトの臓器や糞便が陽性を示しても、それは必ずしもヨーネ菌の存在を意味することにはならないわけである⁶⁰⁾。これは後述するヒトの腸管疾病とヨーネ菌との関係についての報告内容を検証する上で大変重要なポイントとなる。前述のように、*IS1311*のPCR産物の制限酵素切断長は鳥結核菌とヨーネ菌とは異なるので、ヨーネ菌の確定同定に利用すべきである。最近、ヨーネ菌のhspX遺伝子がクローニングされ、この中の配列から30bpのヨーネ菌特異オリゴヌクレオチドが合成された。この塩基配列断片は牛、めん羊、山羊由来のヨーネ菌の全検査菌株に対しPCR陽性を示すが、鳥結核菌の全てが陰性であるとされ、新しいヨーネ菌同定用PCRプライマーとしての利用性が期待される³⁰⁾。

3) 細菌学的診断法

(1) 培養分離法

糞便こそがヨーネ病の主要な感染源であること (Fig. 3)、糞便中への排菌が発病の1年以上前から開始すること、また排菌は血清反応陽転に先行することから、糞便培養法は防疫推進をはかるうえで最も有効で信頼のおける診断法となる。現在、培地添加用の結晶化マイコバクチンまたはマイコバクチン添加固形培地が市販されている。糞便培養法は、1日以内に判定可能な

ELISAに比べて6~15週間もの長い判定期間を要することが欠点であるが、偽陽性反応は殆ど問題とならないことが利点である。ただしサルモネラや大腸菌による感染と異なり子牛期においては腸管粘膜組織でのヨーネ菌の増殖は不活発であり、排菌もほとんどみられないので、子牛対象の診断法としては適していない。実際、汚染群対象の検査成績によれば、1歳を過ぎると培養陽性率は急激に高くなるが、11カ月齢以前の弱齢牛では陽性となることは稀である⁴⁹⁾。

ところでわが国で用いられている培養法では冬季の、特にサイレージを給与している牛の糞便材料には、カビが大量に含まれているため、しばしば培地が汚染されて判定が困難となる。このような培地汚染を防ぐために、米国の家畜疾病研究所は糞便検査材料の二重処理を推奨している。従来法に比べて雑菌汚染率が低下し、加えてヨーネ菌検出感度が10倍も向上するとされる。この改良法では、まず糞便1~2gを蒸留水35ml中で振とうし、静置後の上清25~30mlを1,700g/20分間遠心する。その沈殿を30mlの0.9%HPC加ブレインハートインフュージョン液に再浮遊し37°Cで一晩静置する。ついで1,700g/20分間遠心しその沈殿を1mlの抗生物質液 (100 μ g/ml nalidixic acid, 100 μ g/ml vancomycin, 50 μ g/ml amphotericin B) に浮遊させ37°Cで一晩静置し、その0.2mlを4本のハロルド培地 (nalidixic acid 50 μ g/ml, vancomycin 50 μ g/mlを添加) に培養する⁹⁸⁾。

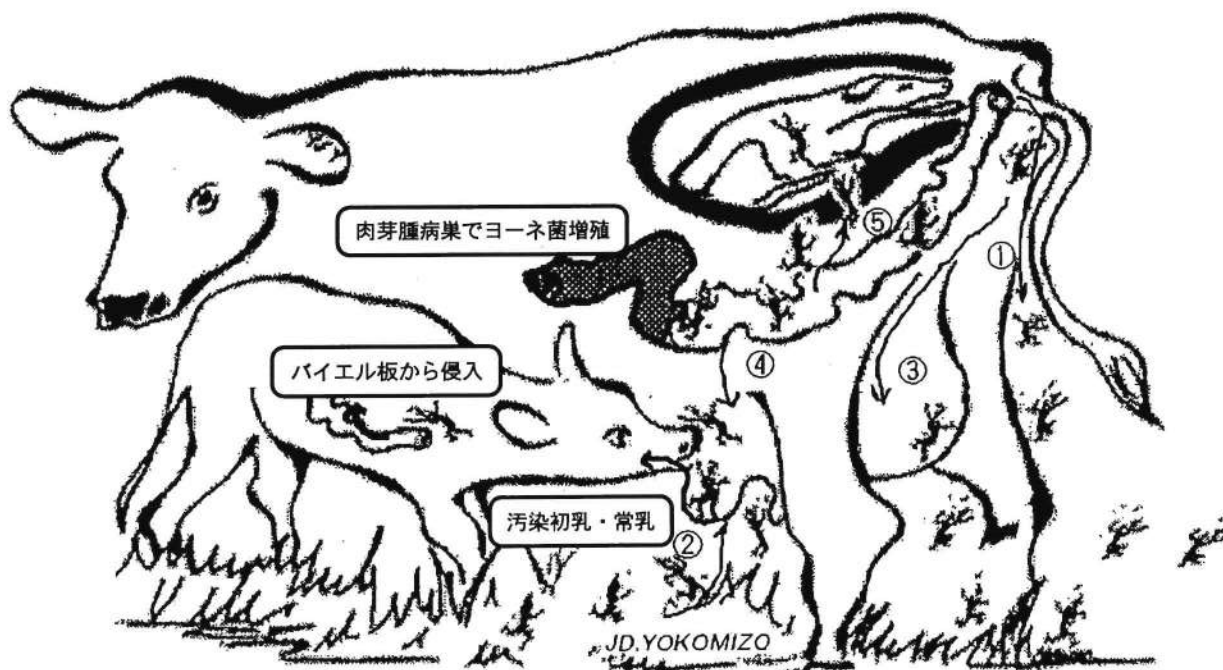


Fig. 3. ヨーネ菌の感染経路：腸管粘膜組織中の肉芽腫病巣で増殖したヨーネ菌は、マクロファージに入ったまま糞便中に排泄される①。糞便は乳房（頭）を汚染し（②③）子牛に経口感染する。病態進行症例では、腸管病巣から遊出した感染マクロファージが血行性に乳腺上皮を通過して乳汁を汚染したり④、あるいは胎児感染をおこすこともある⑤。このように感染母牛から生まれた子牛は感染の危険性が極めて高い。

ヨーネ病汚染牛群を対象とした清浄化プログラムでは糞便培養法を用いた定期検査を年3～4回程度行うことになるが、排菌陽性牛を逐次摘発・淘汰してゆけば、多数排菌牛にかわって少数排菌牛の割合は当然増えてくる。一般にヨーネ菌が培地上にコロニーとして肉眼で検出されるまでには6～8週間を要するが、注意点として培地上に1～数個程度の少数排菌牛の糞便材料では可視コロニー検出に16週間程度の長期間培養が必要となることが指摘されている。したがって、糞便検査の有効性を高めるためには少なくとも3カ月程度の培養観察続行が望ましい⁹⁾。このような少数菌の検出期間を短縮するため、海外では放射性炭素を加えたマイコバクチン添加液体培地が臨床検査に利用されており、この方法を用いると固形培地に比べて菌の検出感度も高くなる⁹⁴⁾。ところで、めん羊材料からのヨーネ菌分離には市販のハロルド培地はあまり適していないので、ピルビン酸ナトリウム非添加Löwenstein-Jensen medium⁹⁵⁾、あるいは卵黄添加modified Middlebrook 7H10 and 7H11 agar¹²⁴⁾の使用が推奨されている。

(2) PCR診断法

迅速診断法として優れるPCR診断法は、培養判定に超長期間を要するヨーネ菌に対し、いち早く実用化された。固形培地や液体培地に増殖した抗酸菌や組織/塗抹標本中の抗酸菌の同定には最も確実に簡便な方法である。ただし少数のヨーネ菌を排菌している感染牛を摘発するためにはまだ問題が残されている。市販されているヨーネ菌検出用PCRキット (IDEXX社) の検出限界は糞便1グラム中に 10^{4-5} cfuであり、これは現行培養法に比べてかなり劣っている¹¹⁷⁾。著者が行った本キットを用いての検査成績では、菌数の多い糞便では80%程度が陽性となるが、菌数の少ない糞便では10%前後しか陽性を示さなかった¹³⁶⁾。Fig.4はZimmerら¹³⁹⁾が病理組織学的にヨーネ病と確定された感染牛(75頭の発病例と57頭の不顕性感染例)の糞便について直接塗抹鏡検、培養検査、PCR検査を用いて行った診断性能の比較成績である。不顕性感染群のPCR検査では培

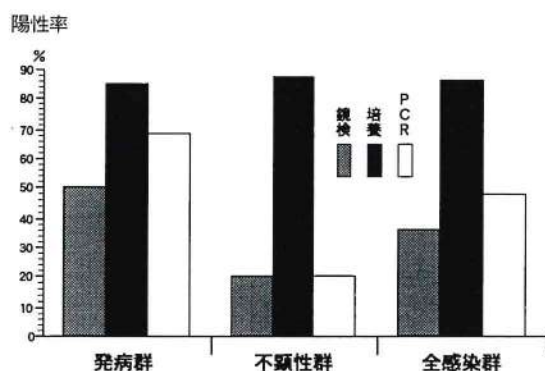


Fig. 4. 糞便培養とPCRの検出感度の比較：発病群に比べて菌数が少ない不顕性群の糞便ではPCR陽性率が低い

養法のわずか1/4程度しか検出できないことになり、これでは培養法をPCR検査におきかえることはできない。

現在、ヨーネ菌用PCRにはCollinsらが報告したプライマーが最もひろく用いられている^{18,19)}。すなわち第一段階で、IS900の中の218bp (445～662)を増幅し、ついでその内側 (nested inside) の167bpを増幅する方法である。本法の検出限界菌数は理論的には50cfu/gである。しかし、菌数レベルの異なる32頭の牛糞便材料についてPCR試験を行った成績では、1,600cfu以上/gの検体については、全検体が陽性となったが、160～480cfu/gの検体では6/10が、112cfu以下/gの検体では2/13が陽性となったにすぎず、低レベルの菌を含む糞便に対しては培養法に比べて性能が劣る¹⁹⁾。

菌数の少ない糞便検体に対する検出感度を向上させるために、液体培地で増菌した検体を、PCR検査にかける方法も検討されている。Whittingtonら¹²³⁾は放射性同位元素を添加した液体培地に雑菌汚染防止処理をした糞便7検体を直接培養し、ヨーネ菌増殖を放射性炭酸ガスモニターで検知し、ついでPCR検査にかける方法により判定期間、検出感度ともに向上させることに成功した。すなわち固形培地での培養法は4検体のみが10週間後に陽性と判定されたにすぎなかったが、PCRでは4～5週間で全検体が陽性と判定できたという。糞便材料をPCR検査の対象とした場合、その感度には糞便中のPCR阻害物質が大きく影響することが知られている。そこでヨーネ菌またはその抽出DNAを糞便成分と分けるか、阻害物質を除去するかの方法が検討されている。Millarら⁷³⁾は、ピチオン標識IS900塩基断片を用いて糞便検体中のヨーネ菌DNAとハイブリダイズさせ、ついでストレプトアビジン (ピチオンと結合する) 結合磁気ビーズで捕捉することにより、糞便中のヨーネ菌検出感度を10～100倍も増加させた。一方Grantら³⁶⁾はヨーネ菌に対する抗体 (他の抗酸菌とも交差反応する) で被覆した磁気ビーズを用い、乳汁中のヨーネ菌をとらえる方法を開発した。10cfu/ml程度の菌濃度でも培養検査で検出されるので、この方法はPCR検査の感度向上にも利用できるだろう。最近、三木らは、糞便を500倍程度に希釈すれば、その遠心沈殿材料をそのままPCR検査に応用できることを示した⁷²⁾。さらにまた、森⁷⁶⁾は血液材料のPCR検査に利用されている市販のPCR阻害物質抑制試薬 (Ampdirect) を用いて、牛糞便中のヨーネ菌検出感度を著しく向上させることに成功しており、現在野外試験での利用性を評価している。

4) ヨーネ病の免疫応答特性

(1) 細胞性免疫の低下

幼齢期にヨーネ病に感染した動物では、細胞性免疫応答が数ヶ月後には陽転し、ついで腸管での菌の増殖

がすすむにつれて液性免疫応答が陽転してくる。やがて腸管の肉芽腫病変がひろがり、発病間際になると、細胞性免疫応答能は低下し始める (Fig. 5)。このため下痢や削瘦の激しい病末期の患畜では、血清中に高レベルのELISA抗体が検出されても、ヨーニン反応は明瞭な陽性反応を示さないことが多い。このような細胞性免疫の減弱はつぎのピトロ反応検査法でも確認されている。すなわち感染動物の末梢血液から分離したT細胞のヨーニンPPD抗原刺激リンパ球の芽球化反応や $IFN\gamma$ 産生性は発病時には低くなる傾向がある。感染めん羊の腸管病変の程度と細胞性免疫の関係についての報告では、抗原刺激リンパ球芽球化反応は腸管での軽度病変・少数菌増殖像を示す感染初～中期型 (結核型) 症例では6/8頭が高反応値を示したが、ひきかえ重度病変・旺盛な菌増殖像を示す末期型 (癩腫型) 症例11頭では全頭が低反応であることが示された⁸⁾。また抗原刺激リンパ球による $IFN\gamma$ 産生性も癩腫型では低下する⁹⁾。これと同様なことは牛でも確認されており、ヨーニンPPD及び熱ショック蛋白70に対する発病牛の $IFN\gamma$ 産生性やリンパ球芽球化反応は非発病牛に比べて低い^{60,99)}。こうした細胞性免疫の低下は、ヨーネ菌の細胞内 (マクロファージ) での増殖をますます自由奔放にさせることになるので、病勢はますます進行し、自然

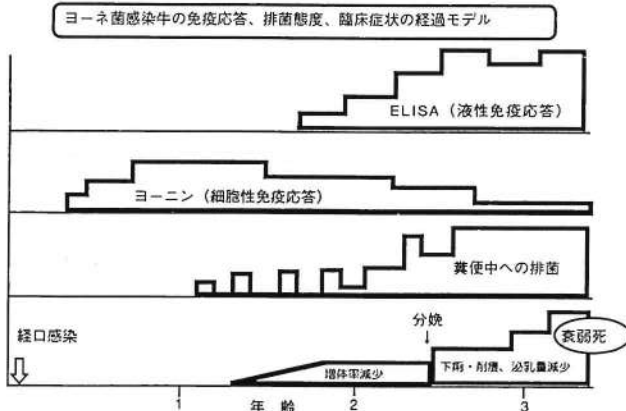


Fig. 5. ヨーネ菌感染牛における免疫応答, 排菌, 臨床症状の推移: 哺育期に経口感染し, 腸管粘膜組織での緩慢な菌増殖/肉芽腫病変形成の経過において, 細胞性免疫応答 (ヨーニン反応, 抗原特異T細胞の芽球化反応や $IFN\gamma$ 産生) がまず現れる。ついで細胞性免疫反応によりマクロファージ内増殖菌が破壊され, その抗原刺激を受けたB細胞により液性免疫応答が誘発される。液性免疫が強くなるにしたがい $IFN\gamma$ 産生を抑制するサイトカイン (IL-4, IL-10) 産生が高まり, 細胞性免疫応答は弱くなる¹⁰⁷⁾。このような細胞性免疫抑制は菌増殖を促し, 発病へと向かわせる。分娩前後の副腎皮質ホルモン上昇による $IFN\gamma$ 産生性T細胞の抑制も発病の引き金となる。

治癒はほとんど望めない病態となる。ヨーネ病の化学療法を困難にしている一因は, このような宿主の防御免疫機能が破綻してしまうことと関係があると考えられる。無論, 発病への運命は感染菌量によって大きく影響され, 長期直接哺乳を受ける和牛では乳牛よりも発病開始年齢が低く, 発病率も高い (Fig. 6)。

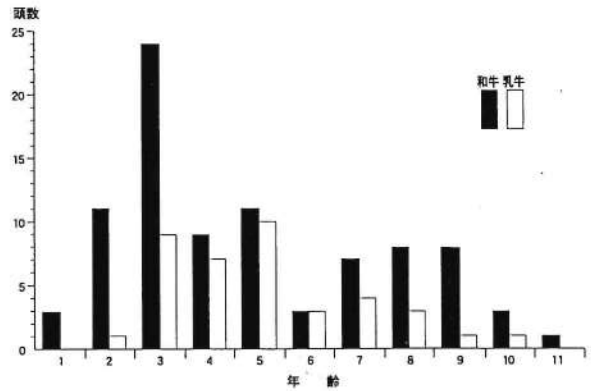


Fig. 6. 和牛及び乳牛の発病年齢分布: 哺育期の親子分離が難しい和牛では感染菌量が多くなるため, 乳牛よりも低年齢で発病する率が高い。

(2) 細胞性免疫抑制機構

ヨーネ菌感染動物でみられる細胞性免疫の低下には, 抑制型T細胞が活性化するためであるという実験成績が報告されている。Chiodiniら^{15,16)}はヨーネ菌で免疫した牛の血液リンパ球を $CD4^+$, $CD8^+$, $\gamma\delta$ T細胞に分けて, $CD4^+$ T細胞に対する他の細胞サブポピュレーションの影響を調べた。その結果, $CD4^+$ T細胞の抗原特異的活性化が $CD8^+$ T細胞 (サブプレッサーT細胞) によって抑制されること, さらに $\gamma\delta$ T細胞は抗サブプレッサーとしてサブプレッサーT細胞を抑制するという説を示した。すなわち, 病勢進行とともにヨーニン反応 ($CD4^+$ T細胞が反応を支配) が低下するのは抗サブプレッサーT細胞の機能が低下し, それによりサブプレッサー $CD8^+$ T細胞が活性化して $CD4^+$ T細胞を抑制するためと考えた^{15,16)}。 $CD4^+$ T細胞はマクロファージの殺菌活性を強化する $IFN\gamma$ を生産する重要な細胞であるので, これが抑制されてしまえばマクロファージ中のヨーネ菌増殖には菌止めが利かなくなるといえる⁴⁾。ヨーネ菌によるサブプレッサーT細胞の活性化の誘導はマウスを用いた実験でも示唆されている⁵⁴⁾。しかし現在は, $CD4^+$ T細胞の抑制には, いくつかのサイトカインのバランスが関係しているという考え方に変わってきている。また感染めん羊では腸管マクロファージの抗原提示能を強める補助刺激分子発現が低下しているという報告もある⁴⁰⁾。

ところでヘルパーT細胞は産生サイトカインの種類からTh1系とTh2系にわけられている。Th1によって産生される $IFN\gamma$ はTh2を抑制することによってヨーニン

反応のような細胞性免疫応答を強めるが、Th2が産生するIL-4はTh1の抑制によって細胞性免疫を抑制し、B細胞を活性化して液性免疫応答を増強することが知られている。最近、Sweeneyら¹⁰⁷⁾はヨーネ菌感染牛の回腸リンパ節及び盲腸リンパ節を乳剤とし、IFN γ とIL-4の遺伝子発現量の比較を行い、不顕性感染牛では発病牛よりもIFN γ が、逆に発病牛ではIL-4の遺伝子発現量が相対的に高いことを報告した。このことから、発病牛では高いELISA抗体価をもちながらヨーニン反応が低下しているが、これはTh1が抑制され、Th2が活性化するためであると説明することができる。

ところで細胞内寄生菌である鳥結核菌や結核菌に対してはIFN γ によって活性化されたマクロファージ中の一酸化窒素(NO)が殺菌作用を発揮するとされている。実際、IFN γ /IFN γ レセプターノックアウトマウスではNO産生能を欠くので、結核菌の細胞内増殖を抑制できない。また抗酸菌重症感染患者に対しIFN γ は治療効果を示すことが報告されている。ヨーネ菌もNOによって殺菌されることは確かめられているが¹⁴¹⁾、ピトロでIFN γ により刺激された牛マクロファージはヨーネ菌の殺菌に必要な十分なレベルのNOを産生することができないため、取り込んだヨーネ菌の増殖をあまり抑制できない¹⁴⁰⁾。リステリア菌のマクロファージ内殺菌にはTNF α という別のサイトカインが重要な役割をもつことが報告されているが、ヨーネ菌感染病巣ではTNF α 産生が亢進しており、低濃度のTNF α は培養マクロファージ中でのヨーネ菌増殖をかえって促進する⁹⁶⁾。

5) 免疫学的診断法

(1) 吸収ELISA

現在、利用されている抗体検出用ELISAは著者らが1985年に原法を開発した。このELISAでは非精製抗原を使用しているため、検査血清をそのまま用いれば、他の抗産菌や類縁のノカルジア属、コリネバクテリウム属の菌に感染した動物でも陽性反応がでることは避けられない。そこで病原性の低い速育菌である*Mycobacterium phlei* (フレイ菌) 加熱菌体で被検血清を吸収処理し、交差抗体を除去する。この操作と検出する抗体のアイソタイプをIgG1に限定することによって反応特異性が著しく改善されることを発見し、吸収ELISAと名付けた^{130,131,132)}。本法についてオーストラリアのMilnerらが追試し、未吸収血清を用いれば28%もの非特異陽性がでるが⁷⁵⁾、フレイ菌吸収処理によって特異性は98.9%まで向上することを確認した。デンマークのBech-Nielsenも吸収ELISAの特異性が極めて高いことを報告した⁵⁾。著者のELISAの原法を模倣した実用ELISAキットはオーストラリアや米国でも製品化され、再現性、経済性の両面で優れる診断法として現在も防疫に広く利用されている^{22,23)}。ちなみに米国のIDEXX社のELISAキットは7カ所の検査室での1,392

検体の検査結果の一致率は98%と高い信頼度を示すことが確認されている。Sockettら⁹³⁾は菌分離陽性の不顕性感染牛177頭の血清に対するCF、AGID、IDEXX-ELISAの抗体検出感度は、それぞれ38%、27%、44%であることから、ELISAは感度面でも優れていると報告している。

ところでELISAの抗体検出感度は、病巣の進行度、病巣中のヨーネ菌増殖量(糞便中の菌量)とある程度の関連がある。著者の成績では、糞便からの分離菌数を高、中、低の3群に分けると、それぞれの抗体陽性率(原法ELISAindexでは0.6を陽性限界とした)は、85%、58%、42%であった¹³⁴⁾(Fig. 7a)。Jacobsonら⁴¹⁾はIDEXX社のELISAキットを用いて2,470検体の血清について、糞便中菌数とELISA抗体陽性率の関係を調べ、斜面培養あたりのコロニー数が>100cfu、10~100cfu、<10cfuの群の抗体陽性率はそれぞれ94%、58%、21%であることを示した。(Fig. 7b)。またCondrónら²⁸⁾も82頭の吸収ELISA抗体陽性牛の病理組織所見と培養分離成績を発病牛群と無症状牛群に分けて比較した。ELISA陽性の無症状牛群では培養陽性のもは51%にとどまるが、病理組織所見と併せれば86%がヨーネ菌感染と鑑定された。Sweeneyら¹⁰⁵⁾は糞便培養陽性の1,146頭の牛血清を対象にELISAによる排菌牛の摘発感度は45%(特異性は99%)であると評価した。ただし発病群の抗体陽性率は87%と高いものの、無症状小排菌群の抗体陽性率はわずか15%であり、このような病期の感染牛の摘発には限界があることを指摘した。著者も小排菌牛のELISA陽性率が低いことを認めため、清浄化プログラムでは培養法との併用を推奨してきた¹³⁸⁾。現在のELISAキットの陽性限界値(ELISA値0.4)は非特異反応による損失を最小限とするように高目に設定している。汚染群の清浄化をすすめる上では、

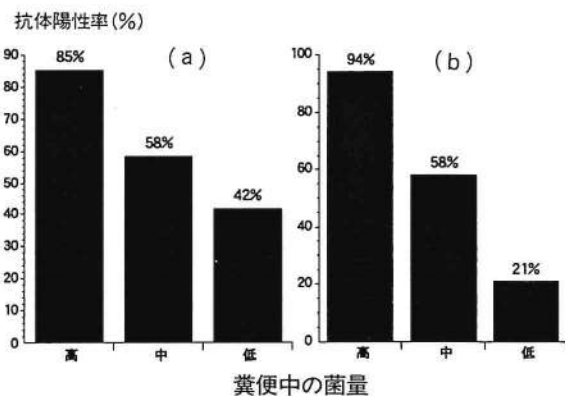


Fig. 7. 糞便中の菌量とELISA抗体陽性率の関係 (a)¹³⁴⁾、(b)⁴¹⁾：低レベル排菌(病巣での菌増殖が弱い)牛では、抗体産生細胞への抗原刺激が微弱なため、抗体陽性率は低い。清浄化推進には糞便培養とELISAの併用による定期検査が必須である。

陽性限界値を下げた方が（当然特異性は低下するが）摘発には効果的であるという指摘もある⁸⁷⁾。現在、わが国で市販されている診断用キット（ヨーネライザ）は、家衛試で製造配布されていた原法を簡便化したものである。マイクロプレートには抗原を吸着させ、また抗体検出系を1段階としたことから検査所要時間が大幅に短縮された。吸収ELISAの原法を発表以来15年間が経過し、その間に国内外で多くの野外評価試験が行われ、防疫にも大いに役立てられてきた^{22,23)}。しかし以下のようなヨーネ菌特異抗原を利用したELISAの開発がすすめられており、特異性・感度ともにより優れた診断キットが現れることが期待される。

(2) 他のELISA

最近、ヨーネ菌特異B細胞反応抗原蛋白がクローニングされており、その組換え抗原を利用したELISAには特異性向上が期待される。すなわちDe Keselらは²⁹⁾ヨーネ菌に特異的な34kDaの菌体表層蛋白をクローニングし、その組換え体を生産することに成功した。これに対する抗体は全ヨーネ菌株と反応したが、本菌以外の抗酸菌20種とは反応しなかったこと、またこの抗原を用いたELISAでは、25頭のヨーネ菌感染牛が健康牛よりも有意に高いOD値を示したことなどから特異性の高い抗原として評価された。しかし、その後、Vannuffelらは¹²⁰⁾この34kDa抗原を用いたELISAの診断価値を評価し、米国由来のヨーネ病牛血清30検体中、陽性を示したのは21検体（70%）であること、ベルギーでヨーネ発生報告のない110頭の健康牛群では5%が、また他の健康牛群65頭で4.6%が陽性を、また38頭の結核牛では3.3%が陽性を示すことを報告した。すなわち、このようなヨーネ菌特異組換え抗原を用いても、ELISAの特異性に問題が残るわけである。実際、この34kDa (peptide a362) と遺伝子配列が近似する38kDa抗原が牛結核菌にも存在することが最近報告されているので、さらに特異性が高く、抗体検出感度の高い抗原を開発することが必要である³²⁾。この抗原に類似した蛋白であるが、El-Zaatariら³¹⁾はヨーネ菌の35kDa蛋白をコードする遺伝子がヨーネ菌ゲノムとのみハイブリダイズすること、その組換え抗原を用いた免疫プロットでは不顕性感染牛20頭のうち75%が陽性を、また15頭の子牛や3頭の牛結核菌感染牛は陰性を示すことを報告した。この報告で比較に用いた市販CSL-ELISA, Allied-ELISA, CF, 免疫拡散法の感度はそれぞれ43%, 59%, 38%, 27%であることから本抗原の有用性を強調している。蛋白抗原以外にも糖質のリポアラビノマンナン抗原を用いたELISAの利用性が報告されている。すなわちヨーネ菌の新鮮分離株から調製したリポアラビノマンナン抗原を用いたELISAでは陽性率は74%、特異性は99%であり、市販の吸収ELISAの感度50%に比べて高い感度を示すという⁴²⁾。

(3) IFN γ 検査法

IFN γ 検査法は、ヨーニン反応に替わる細胞性免疫診断法として期待されている。ヨーネ菌感染動物のヘパリン処理血液にヨーニンPPDなどの抗原を加えて一晚培養すると、抗原特異応答性ヘルパーT細胞が大量のIFN γ を放出する。これをIFN γ モノクローナル抗体を固相化したマイクロプレートで捕捉し、酵素標識IFN γ 抗体で検出定量する。ヨーニン反応に比べて検査労力と判定時間の軽減・短縮になり、また感度も高い。不顕性感染6牛群（剖検時に細菌検査と病理組織検査で確認）を対象に行った検査では、IFN γ -ELISAの感度は72~93%であり、抗体検査用ELISAに比べて著しく高い⁶⁾。著者らは哺乳期に大量のヨーネ菌を経口実験感染させた子牛ではIFN γ -ELISAは2~3カ月後に強陽転し、以後変動しながら1年間にわたり陽性を維持することを確認した¹³⁵⁾ (Fig. 8)。Collinら²⁴⁾も10⁶cfuのヨーネ菌を3回経口接種した4週齢子牛では、IFN γ -ELISAが7カ月後に陽転すること、それにひきかえELISA抗体の陽転は22カ月後であることを示した。ヨーネ菌音波破砕物刺激に対するIFN γ 産生性をみた検査成績でも、発病前の若齢牛の診断における有用性が確認されている⁹⁹⁾。このようにIFN γ -ELISAは感染子牛の早期摘発には最も感度の優れた診断法とみなされている。ただし、PPDのような使用抗原には交差抗原が大量に含まれているので、特異性には問題がある。最近、McDonaldら⁶⁹⁾はヨーネ菌野外感染子牛、実験感染子牛、非感染子牛を対象に2年以上にわたるIFN γ -ELISAの推移を観察し、感染牛に対する感度は抗体検査に比べて極めて高いものの、非感染子牛でも陽転すること、また感染牛は牛結核用IFN γ でも陽性を示すことから、特異性に問題が残ることを指摘している。本法の実用性を高めるためには、細胞性免疫応答に対するヨーネ菌特異T細胞エピトープ遺伝子のクローニングによる組換え抗原作製が必要である。

6) 乳汁中のヨーネ菌

(1) 乳汁へのヨーネ菌移行

ヨーネ病の病態が進んだ症例では乳汁からは、しばしばヨーネ菌が分離されるといういくつかの報告がある。発病牛26頭について常乳中のヨーネ菌の存在を調べたTaylorら¹¹³⁾の報告によれば、9頭（34.6%）がヨーネ菌分離陽性である。これは初乳を介して新生子牛にヨーネ菌が感染する危険性が高いことを意味している。また常乳を通じて乳製品用原乳にもヨーネ菌の混入がおりうることを示している。実際、不顕性感染牛の乳汁からもかなりの頻度でヨーネ菌が分離されており、米国の食肉処理場での大規模な調査報告例では、22/81検体（27.2%）の乳房上リンパ節及び9/77（11.7%）の乳汁がヨーネ菌分離培養検査で陽性を示している。当然のことながらELISA抗体が高く排菌量の多い牛のリンパ節及び乳汁中の菌分離率は排菌量の少ない

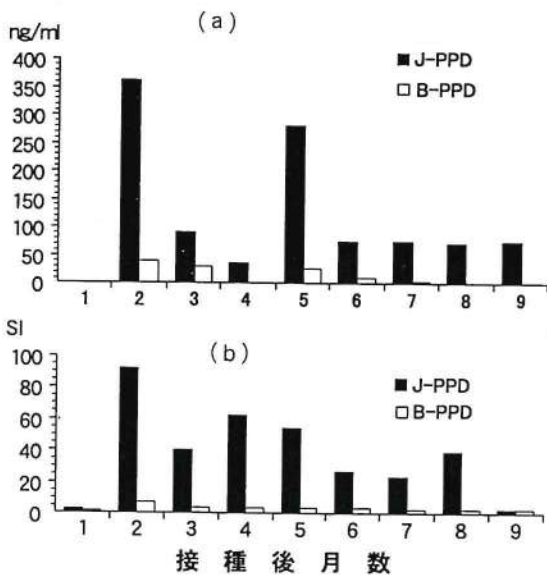


Fig. 8. ヨーネ菌感染子牛における細胞性免疫応答の推移¹³⁵⁾: 大量のヨーネ菌を経口感染させた子牛では、1~2ヶ月後に血液中のT細胞によるヨーネ菌抗原 (J-PPD) 特異応答 (a: IFN γ 産生反応 b: リンパ球芽球化反応) が陽転する。牛結核菌抗原 (B-PPD) 刺激よりもJ-PPD抗原刺激に対し高い反応を示す。液性免疫応答 (ELISA) に比べて早期診断法としての有用性が高い。

牛よりも高い傾向を示す。この検査で調べた乳汁50ml中に含まれるヨーネ菌の菌数は2~8cfuであり、リンパ節は2cfu~無数であったという¹⁰⁵⁾。一方、ヨーネ菌に濃厚汚染した牛群における126頭の見かけ上健康牛の初乳、常乳、糞便についての検査成績では、36頭(28.6%)の糞便が陽性であり、内8頭(22.2%)の初乳、3頭(8.3%)の常乳からヨーネ菌が分離されている¹⁰⁰⁾。乳頭から感染したヨーネ菌は乳腺組織で増殖することはないので、乳汁中ヨーネ菌は腸管病巣から遊離したマクロファージが血行を介して乳腺上皮を通過し、乳腺腔に移行したものと考えられる。これは、次の実験成績から裏付けられる。すなわち発病牛5頭の血液を対象にヨーネ菌PCRを行った例では4頭が陽性を、しかも4頭中3頭の培養血液単球、肝臓、腎臓、頭部リンパ節も陽性であった¹¹⁸⁾。また汚染群の72頭の血液を対象としたPCR検査成績でも、糞便培養陽性の21頭中13頭が陽性、糞便培養陰性の51頭中30頭が陽性であったことが報告されている。このように、腸管粘膜病巣から流れたヨーネ菌感染マクロファージにより血行性に枝肉や腸管以外の内臓へもヨーネ菌汚染がこころうることに注意を払う必要がある。

(2) 原乳へのヨーネ菌汚染

英国では乳製品へのヨーネ菌汚染の関心が高まっている。Nauta⁸¹⁾は50%の不顕性感染牛、そして10%の発

Table 1-a 乳汁中排菌によるバルク乳中のヨーネ菌汚染度推定値

病態	各病態群の割合 (c)	乳汁菌陽性率 (p)	乳汁菌数 (a)	乳生産率 (v)	$c \times p \times a \times v$ (cfu/l)
健康	0.4	0	0	1	0
非発病	0.5	9/77	100	0.95	5.6
発病	0.1	9/26	10,000	0.8	276.9

Table 1-b 糞便汚染によるバルク乳中のヨーネ菌汚染度推定値

病態	各病態群の割合 (c)	排菌率 (p)	乳汁中汚染菌数cfu/l*(a)	乳生産率 (v)	$c \times p \times a \times v$ (cfu/l)
健康	0.4	0	0	1	0
非発病	0.5	1	0.2	0.95	0.1
発病	0.1	1	3,200	0.8	256.1

*搾乳時に乳汁1lに対し糞便10mgの汚染を仮定

Table 1 10%の発病牛、50%の非発病感染牛及び40%の非感染健康牛を含む乳牛群で生産されたバルク乳中へのヨーネ菌混入のシミュレーションモデル⁸¹⁾。a) 血行性乳汁移行菌による混入推定値、b) 搾乳過程の糞便汚染による混入推定値。a)及びb)の合計は539cfu/l (0.5cfu/ml)となる。Table 1-a中の非発病牛及び発病牛の乳汁菌陽性率は、野外症例の乳汁からのヨーネ菌分離率の報告成績^{106,113)}による。発病牛、非発病牛の乳生産率は、既報告例からそれぞれ20%、5%減少と推定した。10⁵cfu/mlの菌濃度でも、適正な乳製品加熱処理装置においては65°C/15秒の加熱処理で完全死滅にいたる⁹⁷⁾。わが国の全乳製品は72°C/15秒以上の加熱処理が施されている。

病牛が存在する100頭規模の濃厚汚染牛群を想定し、バルク乳中に糞便及び血行を介して混入する菌数を推定した (Table 1)。シミュレーションでは、非発病牛及び発病牛の乳汁には血行を介して、それぞれ100cfu, 10,000cfu/lのヨーネ菌が混入すると想定している^{106,113)}。また糞便を介しての混入数は非発病牛、発病牛のそれぞれが0.2cfu, 3,200cfu/lと想定している。Table 1-aはバルク乳1lへ血行を介して混入するヨーネ菌数推定値を表しており、発病牛のバルク乳への汚染菌数は発病牛の割合 (0.1) × 乳汁排菌牛の割合 (9/26) × 乳汁排菌数 (10,000cfu) × 乳生産率 (0.8) = 276.9cfuとなる。非発病牛のバルクへの混入数も同式により5.6と算出される。他方、Table 1-bは搾乳時の糞便の汚染による混入菌数を表しており、これもバルク乳推定値が256.1cfuとなり、a, b両者を合計すると539cfu/lがバルク乳の推定汚染菌数となる。英国方式の飲用乳の低温殺菌処理条件では1%程度の生菌が残存するとみなし、加熱処理後の推定汚染菌数は539cfu × 0.01 = 5cfuと算定された。腸内細菌の場合は、糞便を介して搾乳直後の個体乳へは200cfu/mlを最大値とする範囲の汚染がこころうるとされている⁵³⁾。ヨーネ菌感染牛では

発病時には糞便中に $>10^6$ cfu/gのヨーネ菌を排菌しているものもあるので、個体乳レベルでは上述の推定値539 cfu/lよりも多くのヨーネ菌が含まれている可能性もある。次項に述べるように、そのような乳汁を不完全な加熱装置（十分に攪拌されない状態）で加熱処理した場合は一部のヨーネ菌が生残する危険性がある。実際、1991～1993年に英国南部の食料品小売店から収集した市乳312検体中22検体（7%）がヨーネ菌IS900 PCR検査で陽性を示した。しかもそのうち18検体（82%）ではクリーム層とペレット画分がPCR陽性であり、これは菌体そのものが含まれていることを意味している⁷⁴⁾。驚くべきことに、その9検体からはヨーネ菌が分離され、現地の飲用乳の加熱滅菌処理法に関しては見過ごすことのできない問題を投げかけた。

(3) 乳汁中ヨーネ菌の殺菌条件の検討

牛乳中のヨーネ菌の加熱殺菌性は、欧米で市販飲用原乳の殺菌に通常用いられる高温短時間処理：HTST（71.7°C15秒間の殺菌）条件でよく調べられている。牛結核菌やQ熱原因菌の*Coxiella burnetii*はこの条件で完全死滅するが、ヨーネ菌は次に述べるように耐熱性がやや高い。すなわち 10^3 ～ 5×10^4 cfu/ml、 10^6 cfu/mlのヨーネ菌を含むように調整した牛乳では、HTST処理後に50%、96%の検体から生菌が回収され、また 10^2 cfu、 10^3 cfu/mlという低レベル菌数の検体でも、それぞれ10%、14.6%の牛乳検体に菌の残存が確認され、HTST殺菌が有効なのは 10^2 cfu/ml未満の材料であるとした^{34,35)}。またSungらの実験では¹⁰⁴⁾、62～71°Cでのヨーネ菌野外株の乳汁中での生残菌数変化直線から、D値（ $1 \log_{10}$ 減少に必要な時間）を算定し 10^1 、 10^2 、 10^3 、 10^4 cfu/mlの濃度では完全殺菌にそれぞれ11、23、35、47秒間を要するとした（Table. 2）。これらの結果から、 10 cfu/ml以下であれば問題はないが、 $>10^2$ cfu/mlの高レベルのヨーネ菌汚染乳汁に対しては15秒間処理のHTSTでは完全な殺菌効果が得られないということになる。ところが、これらの加熱試験は検査材料をいれたガラス容器（試験管や小型瓶）をウォーターバスに一定時間沈下させる条件で行っており、これは乳業

工場の牛乳殺菌方法を正しく反映しているとはいいいがたいという問題が指摘された。そこでKeswaniら⁵³⁾はガラス毛細管に検体をいれて試験を行い、 10^5 cfu/mlのミルク中のヨーネ菌は63度30分、72度15秒間の処理で完全死滅することを確かめた。さらにStabelら⁹⁷⁾は乳業会社の加熱加工処理装置を模倣した屈曲ステンレス細管（流動中に乱流がおこる）装置を用いて耐熱性を調べ、 10^5 cfu/mlの高い菌濃度であっても65°C以上であれば、15秒間でも完全に死滅することを証明した。この研究では従来の試験管法も対象におき、これでは30分加熱後でもかなりの数のヨーネ菌が残存することを確認し、牛乳中の菌の加熱処理試験では使用する装置に慎重な配慮が必要であることを強調した⁹⁷⁾。最近のGrantらの報告³⁷⁾では、耐熱性の強い3株のヨーネ菌を用い、 10^{6-7} cfu/mlという高濃度の菌を含む乳汁に対し15秒間の加熱（検体中の温度が所定温度に達してから15秒間加熱する注意深い設定とした）処理において、72、75、78、80、85、90°Cのいずれでも、5～6 \log_{10} の減少があったものの一部生菌の残存が認められている。しかし25秒間に加熱時間を延長すれば全てが完全殺菌にいたったことから、HTSTの改善方法として温度上昇よりも処理時間延長が有効であることを強調している。これを受けて、最近、英国の大手スーパーマーケットはHTST条件として15秒間を25秒間に延長する措置をとった。本邦の乳業メーカーでは加工乳に対し、飲用牛乳：130°C 2秒、クリーム：120°C15秒、バター・ヨーグルト：95°C60秒、チーズ：73°C15秒の加熱処理を行っている。バター、ヨーグルト、チーズでは飲用乳に比べてやや緩やかな加熱処理となっているが、数株の牛由来野外株を 10^4 cfu/ml濃度に調整した乳汁に対する73°C15秒間、92°C15秒間処理下では、完全殺菌されることが確認されている。このことから、原乳が万一汚染していても、わが国で一定の食品加工規格で製造された乳製品には、ヨーネ菌が残存する危険性は全くないとみてよい。

7) ヨーネ菌の感染宿主

(1) 反芻獣以外の感染宿主動物

実験的にはマウス、ハムスター、乳飲みウサギにおいても腸管にヨーネ菌の細胞内増殖をともなう増殖性肉芽腫病巣が形成されることが証明されている。1985年の実験用サルでのヨーネ菌集団自然発生病例は本誌前報で紹介したが¹³³⁾、その後の症例報告はない。最近、英国では特定酪農地域のノウサギにヨーネ菌の濃厚感染が報告されている。分離菌の遺伝子型が牛由来株と一致することから、疫学的連鎖が指摘されている³⁸⁾。

(2) 海外のCD症例に対する検査成績

米国のChiodiniらが1984年に3人のCrohn's disease (CD) 患者の腸管からのヨーネ菌分離成績を報告した。以来、1993年にWallら¹²²⁾がCD患者28人、潰瘍性大腸炎患者10人、対照患者13人の腸管材料から細胞壁を

Table 2 ヨーネ菌の加熱処理に対する生残性¹⁰⁴⁾：牛乳中ヨーネ菌の加熱処理後のD値(1/10菌数減少に要する秒数)をもとに算出された各種菌濃度での完全殺菌時間

菌数 (cfu/ml)	100%殺菌に要する時間 (秒数)		
	62°C	65°C	71°C
10^6	1373	287	70
10^5	1144	239	59
10^4	915	191	47
10^3	686	143	35
10^2	458	96	23
10^1	229	48	11

欠くスフェロプラスト様微生物を分離し、そのうち6人からの分菌株がIS900陽性であったことを報告したところが、CDとヨーネ菌の病原学的関連については、病理学的、細菌学的、免疫学的、疫学的研究からみて両者の関連を肯定する成績は極めて少ない。サルヨーネ病野外症例では、腸管組織には牛のヨーネ病と全く同じように肉芽腫病変内での無数のヨーネ菌の増殖像が確認され、腸管や糞便から大量のヨーネ菌が分離される。しかし、CD患者の腸管病変部に抗酸菌の増殖像を認めた報告は一篇もない。Kobayashiら⁶⁸⁾は30人のCD患者の腸管組織を対象にヨーネ菌（CD由来株も含む）、及び結核菌に対する抗体（ヨーネ菌スフェロプラストも確実に検出可能）で免疫染色したが、全検体とも陰性であることから、ヨーネ菌を含む抗酸菌の本病への関わりを否定している。また病原学的には大部分の報告がIS900検出用PCRでの陽性成績をもって、ヨーネ菌のCDにおける関連性を論じているが⁶⁹⁾、これらの成績については慎重な検証が必要である。前述のように、欧米には多くの牛ヨーネ病濃厚汚染地域が存在し、そこで生産された乳製品にはヨーネ菌の死菌体やDNA断片が混在する可能性がある。これらを考慮すれば乳製品を摂取した患者の腸管組織にはヨーネ菌の菌体または遺伝子断片が混入している可能性を考慮しなければならない。最近報告されたオーストラリアのCD患者68人のIS900PCR検査では全例が陰性であり⁹⁰⁾、また1997年に報告された英国での30人の患者の腸管病変材料対象のIS900PCR検査でも全例陰性であった⁸⁸⁾。加えて1998年に報告されたフランスの47人のCD患者の腸管生検材料を対象に行われたIS900、IS902/IS901検出PCRではすべての検体が陰性であった¹¹⁾。さらに、1998年に報告された米国での21人のCD患者の腸管材料ではPCRで1検体のみが陽性であり、これを含む全検体がヨーネ菌培養検査では陰性であった¹⁷⁾。以上の4報告は、ヨーネ菌のCDへの関与について否定的な見解をとっている。

(3) 日本におけるCD症例に対する検査成績

わが国では高知大学のSuenagaら¹⁰¹⁾が最初にIS900PCR検査報告を行い、10人のCD患者の腸管材料の100%が陽性であったものの、18人の潰瘍性大腸炎患者の61%、16人の非炎症性消化器病患者の88%も陽性であることからCDとヨーネ菌との関連性を否定しているが、血清学的調査（ヨーネ菌特異抗原を用いた反応ではない）ではCD患者群での有意の高値を報告している¹⁰²⁾。この成績ではCD以外の対照患者群でも高率にPCR陽性を示しており、使用されたPCR技術の検証が必要であろう。最近、秋田大学のChibaら¹⁴⁾は、感度と特異性について十分に管理されたPCR技術を用いてCD患者からのIS900PCR検査を行い、30人からの34腸管生検材料（パイエル板を含む）では、全検体が陰性であることを報告した。また弘前大学のKanazawaら⁵⁰⁾も13

人のCD患者、14人の潰瘍性大腸炎患者、13人の非炎症性腸炎患者を対象にIS900PCR検査を用い、全例が陰性であることを確認した。

(4) CDとヨーネ菌との関連を否定する最近の見解

1996年9月に米国ウイスコンシン州で開催された第5回国際ヨーネ病会議の講演記録において、米国ノースカロライナ大学のSartorは*Mycobacterium paratuberculosis* has an unsubstantial role in Crohn's disease: ヨーネ菌がCDの原因となる確たる証拠はないと題する論文を掲載している⁹²⁾。これはヨーネ菌が本病にかかわるという考え方に対し病原学的、疫学的、病理学的根拠が希薄であることをあげて反論している。さらに、かつてChiodiniとともにCD患者からのヨーネ菌分離を最初に報告した米国コネチカット大学のVan Kruiningen¹¹⁹⁾は最近の総説記事では以下のように述べている:

著者らが1982年に2人のCD患者からヨーネ菌を分離してから世界中でヨーネ菌分離が試みられてきたが、わずか10株しか分離されていない。患者からのヨーネ菌分離成功例は全て牛ヨーネ病の研究・検査機関で実施されたもので、実験室での検体汚染の可能性もある。最近の患者病変組織の免疫化学的検査、PCR検査、免疫応答検査ではヨーネ菌の本病への関わりについて否定的な結果におわっている。ヨーネ病牛により大量のヨーネ菌で環境が汚染されるが、汚染農場の家族や従業員におけるCD患者発生例は全くない。ブルセラ、レプトスピラ、カンピロバクター、サルモネラなどの人畜共通感染症が牧場で発生すれば家畜からヒトへの感染事故が起こりやすいことを考慮すれば、疫学的にヨーネ菌がCDの原因となるとはいいがたい。病理学的にみてもヨーネ病とヒトのCDとは多くの点で異なっており、CDにおけるヨーネ菌の病因説にはあまりとらわれるべきではない。

8) ヨーネ病の清浄化戦略

(1) ヨーネ病汚染度に影響する要因

感染動物の診断・摘発・淘汰と幼弱家畜の衛生管理がヨーネ病防疫の基本である。大量のヨーネ菌を排出する発病牛は1頭を数日間放置しただけで、牛舎、放牧地は濃厚汚染を受ける。ヨーネ病は新生期に感染してから発病にいたるまでの期間が1~11年と様々であることなどから、発病牛が1頭発生しても数年以内に多くの動物が一斉に発病することは殆どなく、ヨーネ病汚染群での1,000頭あたりの年間発病数は20頭前後とされる¹³⁾。このため、ヨーネ菌の伝搬力はあまり強くないとみなされがちであるが、哺乳子牛には容易に感染がひろがる。5~6年間にわたり下痢・削瘦牛をヨーネ病と気づかずに内科的治療対応のみで見過ごしてきたため、ほぼ群内全頭に感染がすすみ牧場閉鎖に追い込まれた事例もある。以下に紹介する一肉牛群での集

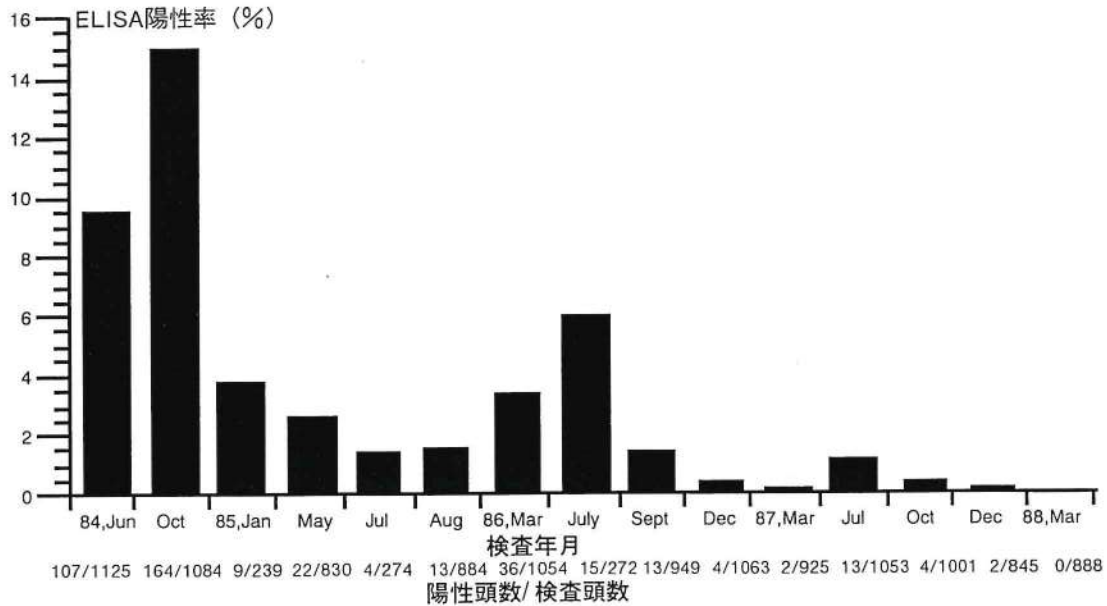


Fig. 9. ヨーネ菌濃厚汚染牛群における防疫プログラムの実施と清浄化過程：全頭に対し糞便培養，ELISA，ヨーニン反応を年3～4回実施し，陽性牛の逐次淘汰と徹底的な子牛の衛生管理をすすめ，ほぼ4年で清浄化を達成した。

団発生ドキュメントはヨーネ菌伝搬力の凄まじさを伝えている：1997年3月，黒毛和種67頭，乳牛73頭飼養のフリーストール農場でヨーネ病発生，同居牛検査で18頭の患畜摘発，以降1カ月間隔の検査開始から1998年1月までに黒毛49頭，乳牛21頭の患畜を摘発した，1996年生まれの自家産の黒毛和種27頭が患畜となった¹²⁵⁾。

ヨーネ病の牛群汚染進行の程度を決定づける最大の要因は，子牛と成牛の接触率であり，これが高いほど群内感染率は増加する。子牛と成牛との接触を完全に遮断し，ヨーネ菌汚染のない初乳・常乳による哺育を行えば感染率の上昇を防ぐことができる²¹⁾。わが国のヨーネ病発生肉牛群での感染率・発病率は乳牛群と比べて格段に高いが，これは哺育期における親子分離が困難であり，成牛と子牛の接触度，すなわち母子感染の機会が著しく高いためである。上記の肉牛集団発生事例でも，集団発生要因として，病性鑑定の遅れ，親子同居飼育，冬季舎飼下での密飼をあげている。糞便を汚染源として伝搬するヨーネ菌の汚染度は，子牛，繁殖牛の衛生管理法，牛舎・器具機材の衛生管理，堆肥の処理方法等によって大きく影響を受けることになる³³⁾。

Obasanjoら⁸⁴⁾は糞便培養とELISAを用いて牛群のヨーネ病汚染度を調査し，いくつかの衛生管理指標とヨーネ病汚染危険度の関係を解析した。その結果，異常臨床症状のない群を1とすると慢性体重減少と下痢があれば13倍（オッズ値13）に，採草地に糞便を還元し，そこからの自給飼料を利用すれば非利用群の10.3倍に，また培養陽性牛をすみやかに淘汰した群を1とすると，

その放置群では403倍のヨーネ病汚染危険度を示した。またJohnson-Ifearulunduら⁴³⁾はELISA（感度64%，特異性96%）を用いて24カ月齢以上牛を対象に83群を調査し，汚染群の飼育形態，衛生管理法と汚染危険度との関連を解析した。ヨーネ病の汚染危険度は，搾乳牛用の運動場（感染・保菌牛と非感染牛との接触率が増加する）使用群では3倍増加，カーフハッチ使用時に清掃励行群では1/3に減少，牧草地に石灰散布群では1/10に減少となることを示した。また意外にも，分娩前の乳房清拭は，感染危険度を8.6倍も増加させるという。これは乳房・乳頭を糞便でかえって汚染させ，それを介して哺乳子牛への感染を助長するためと考えられている。

(2) ヨーネ病清浄化進捗度に影響する要因

ヨーネ病汚染群に対する衛生対策実施後の清浄化のすすみ具合について述べる。Collinsら²⁶⁾は防疫対策開始時に汚染率11%を示した100頭規模の牛群に対し，感度70%，特異性99%の診断法を用いて摘発・淘汰処置を続けた場合の汚染率の推移をシミュレーションで表した。これによれば1%未満にまで清浄化をすすめるためには約15年もの長期間を要する。注目すべきことに，1頭あたりの成牛が子牛と接触する率を群平均で0.5以下に管理すれば，それだけでも診断・摘発と同様の汚染度低下が得られる。診断・淘汰と子牛衛生管理を併用すれば，清浄化速度はさらに速くなり，ほぼ5年で1%以下の汚染度にまで到達することができることになるといふ。実際，著者が防疫に関わった1,000頭規模の大規模一貫経営肉牛群では，当初ELISA抗体陽性率が15%前後であったが（Fig. 9），診断摘発（年3回に

わたるELISA, ヨーニン, 1歳以上の全牛の糞便培養)と子牛の衛生管理(直接哺乳から人工哺乳への切換え)の徹底をすすめた結果, ほぼ4年で成牛群の抗体陽性率をゼロにすることができた (Fig. 9). さて, 病牛発生後の牛舎の消毒と汚染堆肥の処理は, 清浄化の成否に大きく影響する. ヨーネ菌は厚い脂質膜に包まれているため, 消毒薬や加熱処理に対して大腸菌やサルモネラなどよりも抵抗性が強い. 汚染牛舎のヨーネ菌完全殺滅には水洗後に石灰乳(生石灰を水で溶いたもの)の散布または塗りこみが最も効果がある⁶⁸⁾. 踏み込み槽にはイソシアヌール酸のような塩素剤が有効であるが放牧場や運動場の化学的消毒は殆ど不可能である. 牛舎外の乾燥条件下では 10^6 cfu/gのヨーネ菌も1カ月程度で死滅するが, 汚染牧野は1年間程度休牧する必要がある. また厩肥中のヨーネ菌は完熟堆肥の温度条件下で殆ど死滅するが⁶¹⁾, 汚染牛舎由来の堆肥の牧草地への還元は避けた方がよい. 子牛の衛生管理としては出生直後からカーブハッチで飼養することが理想である. また汚染牛群で生産した初乳にはヨーネ菌が混入している可能性が極めて高いので加熱処理初乳の利用も検討されている. 65°C , 30分間加熱により, 抗体活性を保持したままヨーネ菌数を $1/100$ 以下に減少させることができる⁷¹⁾. 今後, ヨーネ菌汚染のない初乳製剤の生産供給体制の整備も防疫事業の一環として必要であろう. また肉牛については, 現行の長期直接授乳方式を改め, 乳牛と同様の人工乳飼育方法を確立することが, ヨーネ菌の母子感染防止のための重要研究課題となる.

(3) 現行の防疫事業と今後の防疫戦略

(3)-1: 家畜伝染病予防法及び清浄化支援事業のもとの防疫対策

ELISA, ヨーニン及び糞便培養検査は, ヨーネ病不顕性感染牛の摘発に大いに役立っており^{52,57,59,61,67,103,110,115,116,126)}, 今後もヨーネ病の防疫戦略の中心戦術となつてゆく (Fig. 10). 特に, 法5条検査による非発生群でのELISAによる発病(排菌)前感染牛の摘発成功は, いくつかの農場においてヨーネ菌による重汚染を未然に防ぐことに大貢献した^{52,67,103)}. 法5条下の予防法施行規則第9条では, 搾乳に供する目的で飼育している雌牛, 種付に供する牛又は供する目的で飼育している牛, それらと同一施設内で飼育している牛及びその他の牛のうち都道府県知事の指定するものについて, 5年ごとのELISA等による検査が義務づけられている. 実際の運用にあたっては, 都道府県の知事告示のもとで, 検査対象とする牛の年齢は1歳以上または2歳以上, 検査回数は2年ごと, あるいは検査牛の用途は繁殖の用に供する肉用雌牛も含めるとするなど, 地域ごとに具体的実施方法を定めることができる. 5条適用での検査は有料であるが, 患畜摘発後の51条適用による同居牛の定期検査ではELISA, 糞便

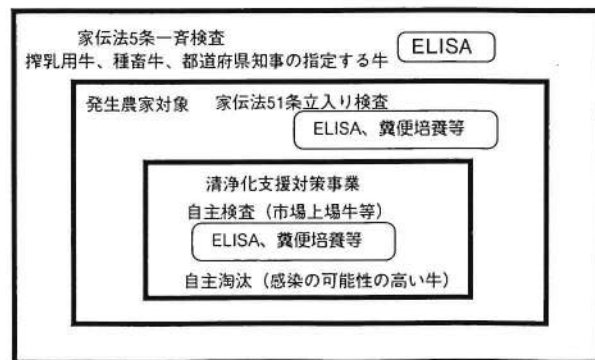


Fig. 10. 家畜伝染病予防法及び家畜生産農場清浄化支援対策事業によるヨーネ病の防疫推進体制: 法5条による一斉検査(知事告示)で患畜が摘発された農場は, 51条による立ち入り検査を一定期間実施し, 新規発生がなければ清浄化と見なす. 患畜と同居または感染の可能性の高い子牛は清浄化支援対策事業のもとで自主淘汰(補償殺)とする.

培養検査とともに無料であるため, 防疫指導は円滑にすすめられている. また患畜発生農場にあっては, 病牛と接触し感染の可能性がある家畜保健衛生所で認定された同居動物についても, 畜産業振興事業団指定助成金のもとでの家畜生産農場清浄化支援対策事業(全衛指協第112号)による自主的淘汰(評価額の2/3補助金支給)がすすめられている. すでに本事業による自主淘汰数は, 10年度で606頭(乳牛420頭, 肉牛186頭), また11年度1月末で2,104頭(乳牛1,244頭, 肉牛860頭)に達している. この補償制度は発生農家の清浄化推進には極めて役だっており, 国側からの予算措置面での1層の充実強化が期待される. なお, 北海道では繁殖用雌牛の家畜市場上場牛に対しても発生農場外への汚染拡大を防ぐために自主検査(ELISA 1回)を実施している.

北海道においては家伝法51条適用下では, 清浄化確認のため, ELISA, ヨーニン, 糞便培養法を組み合わせ定期的な3年間立ち入り検査(北海道の実施例: 3, 6, 12, 18, 24, 36カ月後)を行っている. このような定期検査プログラムに加えて自主防疫淘汰と子牛の徹底的衛生管理を3~5年継続すれば清浄化達成は可能である^{3,138)}. ところで培養陽性で摘発しても, ELISA陰性の事例が多いことが問題点として指摘されている^{2,55)}. このような事例は, 特に排菌数が少ない1歳未満の若年齢牛におこりやすい. 排菌レベルの高い牛の迅速摘発法として優れるELISAも軽度排菌牛に対する摘発能が培養法に比べて劣ることは, 液性免疫応答開始が遅れるヨーネ病では避けがたい (Fig. 5). 糞便検査においても, 毎月連続的に行った糞便検査が陽性/陰性の不規則な結果(特に菌数が少ない場合)と

なることが報告されており²⁾, 1年に1回の検査では排菌牛を見逃すおそれもある。実際, 糞便培養陰性でありながら剖検時病理組織検査陽性/ELISA陽性という事例もある。したがって法51条適用下での定期検査では, ELISAと培養法を必ず併用することが必要になる。今後, PCRを用いた病原学的迅速診断法が糞便培養とともに運用されるようになれば, 清浄化効率は一層あがることが期待できる。

(3)-2: 今後の防疫対応研究のすすめ方

ヨーネ菌排菌牛の摘発効率をあげるために, 糞便培養検査の簡便化と感度向上が強く要請されている。そこで家畜衛生試験場では培養法にかわる迅速検出法として高感度かつ大量検体処理可能なPCR検査システムの実用開発研究を民間研究所との連携で開始した。一方では排菌開始前の保菌牛摘発のためヨーニン反応に替わる細胞性免疫診断法の開発も求められている。これに対応すべく, 前述のIFN γ や他のサイトカイン検出によるピトロでの抗原特異T細胞応答検出法の実用化研究にも取り組んでいる。今後は次世紀に向けた新しいヨーネ病防除技術の開発を目標として, ヨーネ菌の感染防御免疫機構解明ならびに抗病性遺伝子支配機構解明の研究が必要であるが, それには免疫応答性・抗病性に関連する遺伝子解析がすすんでいるマウスを用いた研究も必要である。マウスの系統によりヨーネ菌腹腔内感染後の腸粘膜・肝臓での菌増殖に明確な差違があること(横溝ら, *Mycobacterium paratuberculosis* 実験感染マウスにおける菌増殖, 肉芽腫病変形成, 免

疫応答, 臨床獣医, 7, 39, 1989), それには肉芽腫病変形成性が関係することが報告されている^{111,112)} (Fig. 11)。最近, 鳥結核菌や結核菌に対してはDNAワクチン(細胞性免疫誘導能に優れる)が感染予防だけでなく感染後の治療にすらも効果を示すことが報告されている⁶⁵⁾。ヨーネ菌のゲノム解読も間もなく完成するであろうし, それによりヨーネ菌に対するDNAワクチンの開発研究や組換え抗原を用いた診断法開発研究も加速するであろう。著者らはヨーネ病に対する新しい防疫戦術を開発するために, 大学や民間研究機関との共同で病原体の遺伝子研究をすすめたいと考えている。以上のような基礎研究の他に, 子牛の衛生管理法改善, 堆肥中のヨーネ菌殺菌法開発のような現場即応型研究への取り組みも大事である。ヨーネ菌感染防御には初乳抗体は全く無効であり¹²⁸⁾, むしろ汚染初乳が子牛への重大感染源となるので, 乳・肉牛子牛用のヨーネ菌汚染フリーを保障する初乳製剤の開発研究とその供給体制整備も緊要課題である。

ヨーネ病を始めとする監視伝染病の国家防疫行政の効率的推進をはかるためには, 予防学的視点にたった防疫戦略の強化に関する要望が強くなってきた。現実的対応課題として, ヨーネ病については, わが国の農場衛生管理実態と汚染度との関連を詳細に調査する必要がある。ついで, 汚染進行度又は清浄化進行度を左右する衛生管理要因(特に子牛の感染防止に関する飼養上の管理要点)分析を行うこと, またわが国の牛の飼育管理実態を反映した汚染進行経過または清浄化達成経過をシミュレーションするための数式モデル作成が必要であろう。

(3)-3: ヨーネ病防疫推進の必要性

ヨーネ病の国家防疫に莫大な予算を投入し, また生産者には家畜伝染病予防法への遵守を要請するからには, 経済学的視点にたったヨーネ病発生による生産性阻害(量的・質的な産乳, 産肉への影響)の分析方法を確立することが必要である。加えてヨーネ病汚染群からの家畜市場への子牛・繁殖素牛の出荷制限による間接的な生産性損害額, 消毒処置, 初乳衛生管理, 堆肥処理に関する費用^{51,108)}そして家畜伝染病予防法にもとづくヨーネ病検査実施に要する費用の算定評価法の確立に早急に取り組む必要がある。ヨーネ病発生が畜産経営に及ぼす具体的項目とそれらの推定損害額を数値として表すことができれば, その啓蒙活動を通じて防疫の必要性に対する生産者, 畜産業者からの理解と一層の協力がえられるはずであり, 清浄化推進事業をより効果的にすすめることが可能となるであろう。

最近, 立花らがヨーネ病汚染一和牛群を対象に清浄化対策実施の経済評価について大変注目すべき成績を報告している。(北海道家畜保健衛生総合検討会, 第47回家畜保健衛生業績発表収録, 1999年10月, 釧路市)。これによれば患畜と決定できないが感染の危険度の

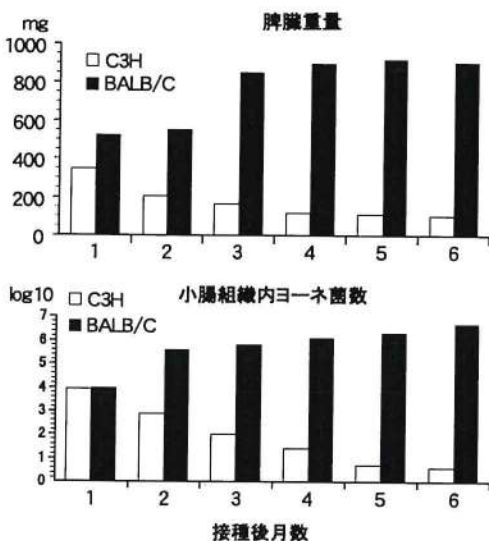


Fig. 11. ヨーネ菌感染感受性のマウス系統差: ヨーネ菌腹腔内感染後, BALB/cマウスでは腸管組織での旺盛な菌増殖と脾臓重量(肉芽腫)の増大化がすすむ。一方, C3H/HeNマウスでは菌数減少を示し, また脾臓重量の増加もない。ヨーネ菌に対する抗病性遺伝子の解析には格好のモデルとなる¹³⁷⁾。

きい不顕性感染牛（ハイリスク牛）の自主防疫淘汰措置に関わる経費“費用”と同措置を実施しなかった場合の新規患畜発生による防疫経費“便益”とをシミュレーションし、費用：便益の比は1：1.09、すなわち便益が費用を上回ることから、自主淘汰防疫措置の有効性を強調している。

伝染病の防疫にあたっては、疾病の特性に応じて、生産物の国内外市場評価への影響や環境汚染問題への対応についても深い配慮をしなければならないだろう。現在、すべての産業が環境汚染防止対応への投資なくしては健全な経営は成り立たなくなっている。たとえ人畜共通感染症病原体でなくても、病原体汚染にまつわるマイナスイメージが家畜生体・加工製品の市場価格と需要に大きな影響を与え、また環境汚染問題は地域社会での農場の存続をも危うくさせてしまうことは、最近の国内外のいくつかの家畜伝染病発生事例から周知の事実である。繰り返しになるが、ヨーネ菌は腸管粘膜で増殖した後、糞便に大量に排泄され、それが子牛への経口感染の最大の感染・伝搬源となるのである。言い換えればヨーネ病の清浄度は農場ごとの家畜の衛生管理の善し悪しを判断する絶好のモノサシとみ

なすこともできる。まして、これからは農場での家畜の健康状態や飼養衛生管理レベルが畜産物製品の商品価値を決める大きな評価基準となると考えられる。したがって、ヨーネ病の蔓延はまさに酪農・肉牛産業の浮沈にかかわる重要問題といえよう。このような情勢をふまえて、ヨーネ病清浄化への真剣な取り組みの必要性を農場経営者の方達には充分理解していただかなければならない。また家畜伝染病防疫にかかわる獣医師には、畜産物の安全性と環境保全性を消費者に科学的に説明するに足る最新の病原微生物学上の的確な知識・技術と疫学、食品衛生学上の見識が求められることになるであろう。

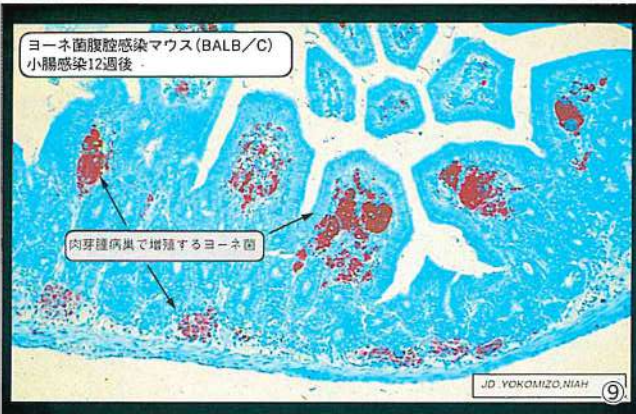
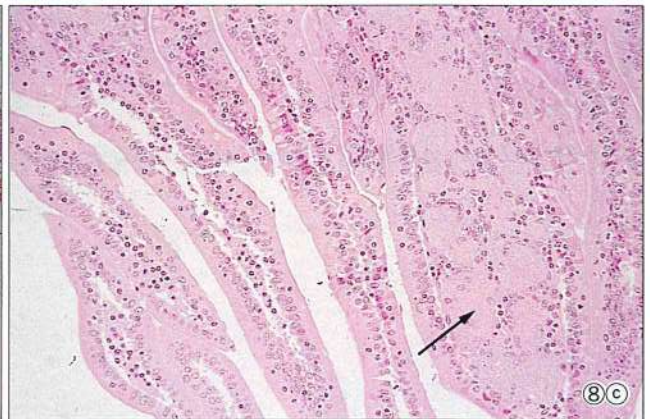
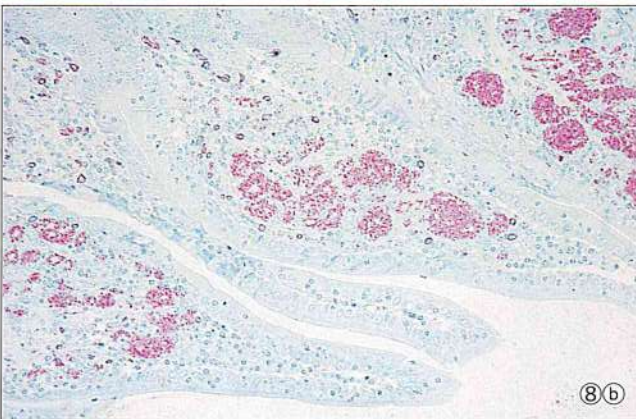
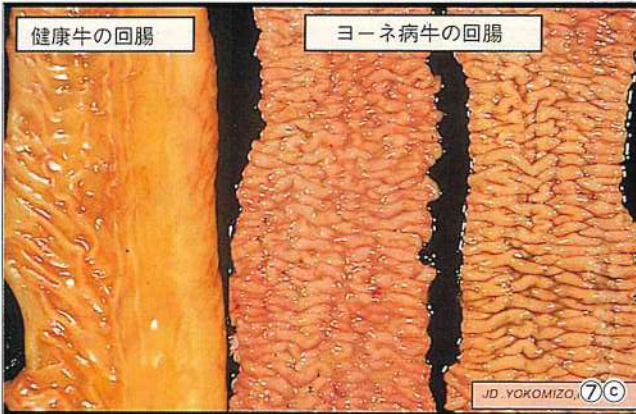
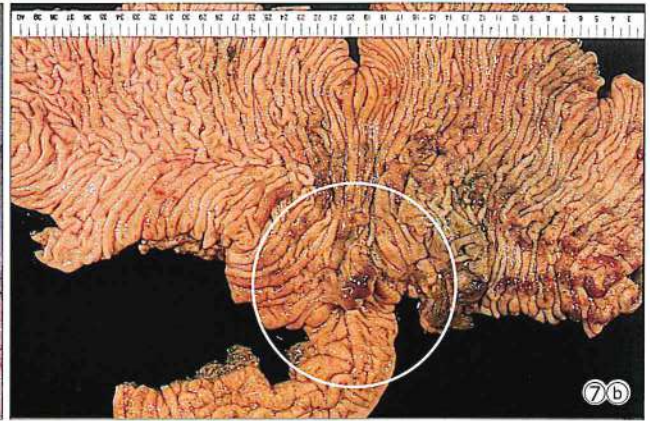
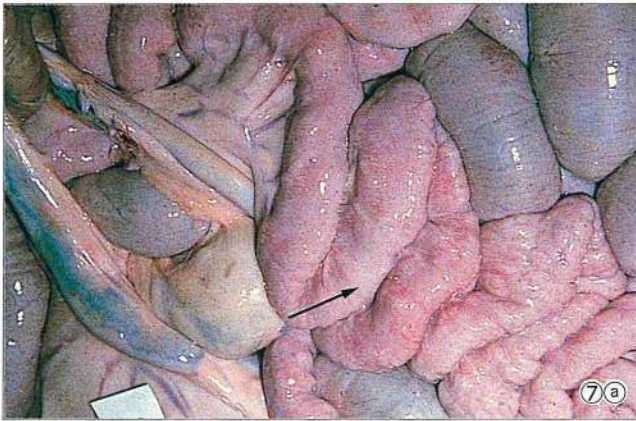
ヨーネ病を含めた家畜監視伝染病の清浄化推進に一層の努力と関心を払うことこそが、21世紀に日本の畜産が国際市場のなかで生き残るための重要ポイントとなることを最後に強調したい。

謝 辞

本稿執筆にあたり、ヨーネ病防疫対策実施状況に関して貴重な情報をいただいた農林水産省畜産局衛生課ならびに都道府県家畜保健衛生所の皆様に感謝します。

附 図 説 明

- Photo. 1 ヨーネ菌の走査型電子顕微鏡写真像：線毛、鞭毛もない桿菌である。大量の脂質を細胞壁に含むため、大食細胞(マクロファージ)に取り込まれても殺菌されずに、生残/増殖できる。消毒薬耐性及び乾燥状態での生残性も強い。
- Photo. 2 ヨーネ菌のチール・ネルゼン染色像：抗酸菌の一種であり、フクシンと細胞壁ミコール酸が強結合し酸アルコールで脱色されないため、メチレンブルーによる後染色でも赤染する。
- Photo. 3 マイコバクチンの結晶，アルコール溶液，化学構造：抗酸菌のもつ鉄イオンキレート物質をマイコバクチンと呼ぶ。ヨーネ菌は菌の代謝エネルギーに必須のマイコバクチン産生能を欠く。1985年に著者らはマイコバクチンを試薬として製造配布を開始し，糞便培養診断法をわが国の家畜防疫機関に普及させた。
- Photo. 4 マイコバクチン添加ハロルド培地を用いた糞便中のヨーネ菌検出：非常に増殖スピードの遅い細菌であり，可視コロニー出現まで6～15週間を必要とする。
- Photo. 5 ヨーネ病発病牛：褐毛和種 (a)，黒毛和種 (b)，ホルスタイン種 (c)
激しい間歇性下痢，皮毛失沢，重度の消瘦が特徴的臨床症状である。分娩後にはしばしば乳房退縮，乳量激減をみる。
- Photo. 6 ヨーネ病発病野生羊：めん山羊では牛のような激しい下痢を呈することは少なく，犬の便のような大軟便塊 (b)，瘦削，脱毛 (a) が末期臨床症状として特徴的である。
- Photo. 7 ヨーネ病牛の腸管及びその粘膜面：ヨーネ菌は回腸パイエル板から取り込まれるため，病変は回腸下部に最も高頻度に検出される。末期には十二指腸から直腸まで肉芽腫病変がひろがる。→印が回腸。
a：解剖時の小腸の外見所見：分厚く固くなった腸管。
b：回盲移行部。○印。病性鑑定では付属リンパ節とともにヨーネ菌培養検査に供する。
c：肥厚した回腸粘膜面
- Photo. 8 ヨーネ病牛の腸管組織病変。
a：輪状断面。粘膜固有層から下織にかけて無数のヨーネ菌増殖像がみられる。(チール・ネルゼン染色)
b：aの強拡大：ヨーネ菌は類上皮細胞または巨細胞中で増殖している。ELISA抗体陽性，糞便培養陽性で摘発された臨床症状のない病牛では，ヨーネ菌が病変中に少数しか認められないものや陰性のものもある。(チール・ネルゼン染色)
c：粘膜固有層は類上皮細胞肉芽腫 (→印) でしめられている。(ヘマトキシリン・エオジン染色)
- Photo. 9 ヨーネ菌感染マウスの腸管でのヨーネ菌増殖像：ヨーネ菌感受性マウス (BALB/c) ではヨーネ菌腹腔内接種後に腸管粘膜組織で旺盛な菌増殖と肉芽腫病変形成がみられる。抗病性遺伝子の解明や次世代ワクチン開発研究のモデルとして利用価値がある。
- Photo. 10 ヨーニン皮内反応(野生羊症例)：ヨーニンPPD皮内注射後に尾根部に明瞭な腫脹と硬結が見られる。代表的な細胞性免疫応答の検査法であり，早期診断に適する。



引用文献

- 1) Ahrens, P. *et al.* (1995) : Two markers, IS901-IS902 and p40, identified by PCR and by using monoclonal antibodies in *Mycobacterium avium* strains, *J. Clin. Microbiol.*, 33, 1049~1053
- 2) 浅野明弘ら(1996) : 牛ヨーネ病発生農場の早期清浄化への試み—培養法を中心とした頻回検査について. 第44回家畜保健衛生業績発表収録, 21~27, 1996年10月, 北海道
- 3) 渥美悦子ら(1991) : ヨーネ病発生牧場の清浄化への取組み, 獣医畜産新報, 44, 27~30.
- 4) Bassey, E. O. *et al.* (1997) : Study of T-lymphocyte subsets of healthy and *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infected cattle, *Infect. Immun.*, 65, 4869~4872
- 5) Bech-Nielsen, S., *et al.* (1992) : Diagnostic accuracy of a *Mycobacterium phlei*-absorbed serum enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of bovine paratuberculosis in dairy cows, *J. Clin. Microbiol.*, 30, 613~618
- 6) Billman-Jacobe, H. *et al.* (1992) : A comparison of the interferon gamma assay with the absorbed ELISA for the diagnosis of Johne's disease in cattle, *Aust. Vet. J.*, 69, 25~28
- 7) Bono, M. *et al.* (1995) : Genotype characterization of *Mycobacterium avium* strains recovered from animals and their comparison to human strains, *Appl. Environ. Microbiol.*, 61, 371~373
- 8) Burrells, C. *et al.* (1998) : A study of immunological responses of sheep clinically-affected with paratuberculosis (Johne's disease) The relationship of blood, mesenteric lymph node and intestinal lymphocyte responses to gross and microscopic pathology, *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 66, 343~358
- 9) Burrells, C. *et al.* (1999) : Interferon-gamma and interleukin-2 release by lymphocytes derived from the blood, mesenteric lymph nodes and intestines of normal sheep and those affected with paratuberculosis (Johne's disease), *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 68, 139~148
- 10) Carrigan, M. J. *et al.* (1990) : The pathology of Johne's disease in sheep, *Aust. Vet. J.*, 67, 47~50
- 11) Cellier, C. *et al.* (1998) : *Mycobacterium paratuberculosis* and *Mycobacterium avium* subsp. *silvaticum* DNA cannot be detected by PCR in Crohn's disease tissue, *Gastroenterol. Clin. Biol.*, 22, 675~678
- 12) Cetinkaya, B. *et al.* (1996) : An abattoir-based study of the prevalence of subclinical Johne's disease in adult cattle in south west England, *Epidemiol. Infect.*, 116, 373~379
- 13) Cetinkaya, B., *et al.* (1998) : Prevalence, incidence and geographical distribution of Johne's disease in cattle in England and the Welsh borders. *Vet. Rec.*, 143 : 265~269
- 14) Chiba, M. *et al.* (1998) : No *Mycobacterium paratuberculosis* detected in intestinal tissue, including Peyer's patches and lymph follicles of Crohn's disease, *J. Gastroenterol.*, 33, 482~487
- 15) Chiodini, RJ, *et al.* (1992) : The cellular immunology of bovine paratuberculosis : the predominant response is mediated by cytotoxic gamma/delta T lymphocytes which prevent CD4⁺ activity. *Microb. Pathog.* 13 : 447~645
- 16) Chiodini, RJ, *et al.* (1993) : The cellular immunology of bovine paratuberculosis : immunity may be regulated by CD4⁺ helper and CD8⁺ immunoregulatory T lymphocytes which down-regulate gamma/delta⁺ T-cell cytotoxicity. *Microb. Pathog.* 14, 355~367
- 17) Clarkston, W. K. *et al.* (1998) : Role of *Mycobacterium paratuberculosis* in Crohn's disease, a prospective, controlled study using polymerase chain reaction, *Dis. Colon. Rectum.*, 41, 195~199
- 18) Collins, D. M. *et al.* (1993) : Investigation of *Mycobacterium paratuberculosis* in sheep by fecal culture, DNA characterisation and the polymerase chain reaction, *Vet. Rec.*, 113, 599~600
- 19) Collins, D. M. *et al.* (1993) : Comparison of polymerase chain reaction tests and fecal culture for detecting *Mycobacterium paratuberculosis* in bovine feces, *Vet. Microbiol.*, 289~299
- 20) Collins D. M. *et al.* (1997) : Use of four DNA insertion sequence to characterize strains of the *Mycobacterium avium* complex isolated from animals. *Mol. Cell Probes*, 11, 373~380
- 21) Collins, M. T. *et al.* (1991) : Epidemiological model of paratuberculosis in dairy cattle, *Prev. Vet. Med.*, 11, 131~146
- 22) Collins M. T. *et al.* (1993) : Reproducibility of a commercial enzyme-linked immunosorbent assay for bovine paratuberculosis among eight laboratories, *J. Vet. Diagn. Invest.*, 5, 52~55
- 23) Collins, M. T. *et al.* (1993) : Accuracy and economics of the USDA-licensed enzyme-linked immunosorbent assay for bovine paratuberculosis, *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 203, 1456~1463
- 24) Collins, M. T. *et al.* (1994) : Comparison of the commercial serum antibody ELISA, γ -interferon test

- kit, and radiometric fecal culture for the early diagnosis of paratuberculosis in experimentally infected Holstein calves. *Proceeding of the Fourth International Colloquium on Paratuberculosis*, 67~76, July17, Cambridge, U. K.
- 25) Collins, M. T. *et al.* (1994) : Temporal study to evaluate the serum antibody ELISA, γ -interferon test kit, and radiometric fecal culture for diagnosis of paratuberculosis in naturally infected adult dairy cattle. *Proceeding of the Fourth International Colloquium on Paratuberculosis*, 54~60, July17, Cambridge, U. K.
- 26) Collins, M. T. *et al.* (1992) : Simulation model of paratuberculosis control in a dairy herd, *Prev. Vet. Med.*, 14, 21~32
- 27) Collins, M. T. *et al.* (1994) : Herd prevalence and geographic distribution of and risk factors for bovine paratuberculosis in Wisconsin. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 204, 636~641, 1994
- 28) Condrón, R. J. *et al.* (1994) : Histological confirmation of subclinical infection with *M. paratuberculosis* in cattle. *Proceeding of the Fourth International Colloquium on Paratuberculosis*, 37~40 July17, Cambridge, U. K.
- 29) De Kesel, M. *et al.* (1993) : Cloning and expression of portions of the 34-kilodalton protein gene of *Mycobacterium paratuberculosis* : its application to serological analysis of Johne's disease. *J. Clin. Microbiol.*, 31, 947~954
- 30) Ellingson, J. L. *et al.* (1998) : Identification of a gene unique to *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* and application to diagnosis of paratuberculosis, *Mol. Cell. Probes*, 12, 133~142
- 31) El-Zaatari, F. A. K. *et al.* (1997) : Characterization of a specific *Mycobacterium paratuberculosis* recombinant clone expressing 35,000-molecular-weight antigen and reactivity with sera from animals with clinical and subclinical Johne's disease. *J. Clin. Microbiol.*, 35, 1794~1799
- 32) Gilot, P. *et al.* (1999) : Specificity of the 34-kilodalton immunodominant protein of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. *Clin. Diag. Lab. Imm.*, 6, 146~148
- 33) Goodger, W. J. *et al.* (1996) : Epidemiologic study of on-farm management practices associated with prevalence of *Mycobacterium paratuberculosis* infections in dairy cattle, *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 208, 1877~1881
- 34) Grant, I. R. *et al.* (1996) : Inactivation of *Mycobacterium paratuberculosis* in cow's milk at pasteurization temperature, *Appl. Environ. Microbiol.* 62, 631~636
- 35) Grant, I. R. *et al.* (1998) : Effect of high-temperature, short-time (HTST) pasteurization on milk containing low numbers of *Mycobacterium paratuberculosis*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 26, 166~170
- 36) Grant, I. R. *et al.* (1998) : Isolation of *Mycobacterium paratuberculosis* from milk by immunomagnetic separation, *Appl. and Environ. Microbiol.*, 64, 3153~3258
- 37) Grant, I. R. *et al.* (1999) : Effect of higher pasteurization temperatures and longer holding times at 72 degree C, on the inactivation of *Mycobacterium paratuberculosis* in milk, *Lett. Appl. Microbiol.*, 28, 461~465
- 38) Greig, A. *et al.* (1999) : Epidemiological study of paratuberculosis in wild rabbits in Scotland, *J. Clin. Microbiol.*, 37, 1746~1751
- 39) 樋口良平ら (1996) : 臨床症状を示さないヨーネ病牛の摘発事例, 臨床獣医, 14, 41~43
- 40) Izuherri, H, M, *et al.* (1997) : Altered intestinal macrophage phenotype in ovine paratuberculosis, *Res. Vet. Sci.*, 63, 139~143
- 41) Jacobson, R. H. *et al.* (1994) : A new paradigm for interpretation of paratuberculosis serology : Profiling of herds based on multiple thresholds in ELISA, *Proceeding of the Fourth International Colloquium on Paratuberculosis*, 77~82, July17, Cambridge, U. K.
- 42) Jark, U. *et al.* (1997) : Development of an ELISA technique for serodiagnosis of bovine paratuberculosis, *Vet. Microbiol.*, 51, 189~198
- 43) Johnson-Ifearulundu, Y *et al.* (1998) : Management-related risk factors for *M. paratuberculosis* infection in Michigan, USA, dairy herds, *Prev. Vet. Med.*, 37, 41~54
- 44) Johnson-Ifearulundu Y, *et al.* (1999) : Distribution and environmental risk factors for paratuberculosis in dairy cattle herds in Michigan. *Am. J. Vet. Res.* 60, 589~96
- 45) Johnson-Ifearulundu, Y *et al.* (1999) : Herd-level economic analysis of the impact of paratuberculosis on dairy herds, *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 214, 822~825

- 46) Juste, R. A., *et al.* (1991) : Comparison of different media for the isolation of small ruminant strains of *Mycobacterium paratuberculosis*, *Vet. Microbiol.*, 28, 385~390
- 47) Juste, R. A., *et al.* (1994) : Experimental infection of vaccinated and non-vaccinated lambs with *Mycobacterium paratuberculosis*, *J. Comp. Pathol.*, 110, 185~194
- 48) 梶野昌伯ら (1999) : ヨーネ病の発生と今後の対策, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 49) Kalis, C. H. *et al.* (1999) : Factors influencing the isolation of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* from bovine fecal samples. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 11, 345~351
- 50) Kanazawa, K *et al.* (1999) : Absence of *Mycobacterium paratuberculosis* DNA in intestinal tissues from Crohn's disease by nested polymerase chain reaction, *J. Gastroenterol.*, 34, 200~206
- 51) 加藤信正ら (1989) : ヨーネ病に対する衛生対策—消毒薬および加熱の効果と汚染牛舎の衛生管理, 臨床獣医, 7, 53~58
- 52) 河本 悟 (1999) : 鳥取県におけるヨーネ病発生事例, 平成11年度家畜衛生研修会抄録 (病性鑑定:細菌部門) 第23号, 農林水産省家畜衛生試験場, 農林水産省畜産局衛生課
- 53) Keswani J *et al.* (1998) : Thermal inactivation of *Mycobacterium paratuberculosis* in milk. *J Food Prot.* 61, 974~978
- 54) Kishima M, *et al.* (1991) : Suppressive effect of nonviable *Mycobacterium paratuberculosis* on the delayed-type hypersensitivity reaction to sheep erythrocytes in mice. *Lab. Anim.* 25 : 310~8
- 55) 北本浩明 (1999) : 法5条一斉検査摘発農場における清浄化検査成績の解析, 家畜衛生研修会抄録 (病性鑑定・細菌部門) 23号, 1999年, 主催者:農林水産省畜産局衛生課, 家畜衛生試験場刊
- 56) Klausen J, *et al.* (1997) : Distribution of serotypes, *IS901* and a 40 kDa protein in *Mycobacterium avium* complex strains isolated from man and animals in Denmark. *APMIS* 1997 105 : 277~282
- 57) 小林千穂ら (1999) : 県外導入乳用牛に発生したヨーネ病と今後の課題, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学製剤協会刊
- 58) Kobayashi, K, *et al.* (1989) : Immunohistochemical examination for Mycobacteria in intestinal tissues from patients with Crohn's disease, *Gastroenterology*, 6, 1009~1015
- 59) 児玉英樹ら (1999) : 岩手県における牛ヨーネ病清浄化の推進, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 60) Koets, A. P. *et al.* (1999) : Heat-shock protein-specific T-cell responses in various stages of bovine paratuberculosis, *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 70, 105~115
- 61) 今 真理子ら (1999) : 牛ヨーネ病におけるPCR法の応用, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 62) Kunze, Z. M. *et al.* (1991) : *IS901*, a new member of a widespread class of atypical insertion sequence, is associated with pathogenicity in *Mycobacterium avium*. *Mol. Microbiol.*, 5, 2265~2272
- 63) Kunze, Z. M. *et al.* (1992) : Biologically distinct subtypes of *Mycobacterium avium* differ in possession of insertion sequence *IS901*, *J. Clin. Microbiol.*, 30, 2366~2372
- 64) Lisby, B. *et al.* (1994) : *Mycobacterium paratuberculosis* in intestinal tissue from patients with Crohn's disease demonstrated by a nested primer polymerase chain reaction, *Proceeding of the Fourth International Colloquium on Paratuberculosis*, 308~312, July 17, Cambridge
- 65) Lowrie, DB, *et al.* (1999) : Therapy of tuberculosis in mice by DNA vaccination. *Nature* 1999 400(6741) : 269~271
- 66) Marsh, I. *et al.* (1999) : PCR-restriction endonuclease analysis for identification and strain typing of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* and *Mycobacterium avium* subsp. *avium* based on polymorphisms in *ISI311*, *Mol. Cell. Probes*, 13, 115~126
- 67) 松田誠一 (1999) : 乳用牛のヨーネ病発生事例, 平成11年度家畜衛生研修会抄録 (病性鑑定:細菌部門) 第23号, 農林水産省家畜衛生試験場, 農林水産省畜産局衛生課刊
- 68) 丸谷敏博ら (1993) : ヨーネ病発生牛舎の効果的な消毒方法の検討, 畜産の研究, 47, 3875~390
- 69) McDonald, WL. *et al.* (1999) : Evaluation of diagnostic tests for Johne's disease in young cattle, *Aust. Vet. J.*, 77, 113~119
- 70) McFadden, J. J. *et al.* (1992) : Epidemiological and genetic markers, virulence factors and intracellular growth of *Mycobacterium avium* in AIDS, *Res. Microbiol.*, 143, 423~430
- 71) Meylan, M. *et al.* (1996) : Survival of *Mycobacterium paratuberculosis* and preservation of immunoglobulin

- G in bovine colostrum under experimental conditions. *Amer. J. Vet. Res.*, 37, 1580~1585
- 72) 三木隆広ら(1996) : DNA簡易抽出法を用いたPCR法によるヨーネ菌の検出および同定, *臨床獣医*, 14, 28~34
- 73) Millar, D. S. *et al.* (1995) : Solid-phase hybridization capture of low-abundance target DNA sequence : application to the polymerase chain reaction detection of *Mycobacterium paratuberculosis* and *Mycobacterium avium* subsp. *silvaticum*., *Anal. Biochem.* 226, 325~330
- 74) Millar D. *et al.* (1996) : IS900 PCR to detect *Mycobacterium paratuberculosis* in retail supplies of whole pasteurized cow's milk in England and Wales, *Appl. Environ. Microbiol.*, 62, 3446~3452
- 75) Milner, A. R. *et al.* (1990) : The sensitivity and specificity of a modified ELISA for the diagnosis of Johne's disease from field trial in cattle, *Vet. Microbiol.*, 25, 193~198
- 76) 森 康行(1999) : PCRによるヨーネ菌の検出(島津ヨーネ菌検出キット法), 平成11年度家畜衛生研修会抄録(病性鑑定:細菌部門)第23号, 農林水産省家畜衛生試験場, 農林水産省畜産局衛生課
- 77) Morita, Y. *et al.* (1999) : Pathogenicity of *Mycobacterium avium* complex serovar 9 isolated from painted quail, *J. Vet. Med. Sei.*, 61, 1309~1312
- 78) Moss, M. T. *et al.* (1992) : IS902, an insertion element of the chronic-enteritis-causing *Mycobacterium avium* subsp. *silvaticum*, *J. Gen. Microbiol.*, 138, 139~145, 1992
- 79) Naser, S. A. *et al.* (1999) : Occurrence of the IS900 gene in *Mycobacterium avium* complex derived from HIV patients, *Mol. Cell. Probes*, 13, 367~372
- 80) 中西 径ら(1996) : 酵素免疫測定法による乳用牛のヨーネ病診断事例, *臨床獣医*, 14, 35~40
- 81) Nauta, M. J. *et al.* (1998) : Human exposure to *Mycobacterium paratuberculosis* via pasteurised milk : A modelling approach, *Vet. Rec.*, 143, 293~296
- 82) 中岡祐司ら(1998) : 北海道十勝地方における牛ヨーネ病の現状と展望, 第126回日本獣医学会講演要旨集, 116
- 83) Nishimori, K. *et al.* (1995) : Distribution of IS901 in strains of *Mycobacterium avium* complex from swine by using IS901-detecting primers that discriminate between *M. avium* and *Mycobacterium intracellulare*, *J. Clin. Microbiol.*, 33, 2102~2106
- 84) Obasanjo, I. O. *et al.* (1997) : Farm factors associated with the presence of *Mycobacterium paratuberculosis* infection in dairy herds on the New York State paratuberculosis control program, *Prev. Vet. Med.*, 32, 243~251
- 85) Pavlik, I. *et al.* (1999) : Standardisation of restriction fragment length polymorphism analysis for *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*. *J. Microbiol. Methods*. 38, 155~167
- 86) Puyang, X. *et al.* (1999) : IS1626, a new IS900-related *Mycobacterium avium* insertion sequence. *Microbiol.*, 145, 3136~3168
- 87) Ridge, S. E. *et al.* (1993) : Determination of the optimal cutoff value for a serological assay : an example using the Johne's absorbed EIA. *J. Clin. Microbiol.*, 31, 1256~1261
- 88) Riggio, M. P. *et al.* (1997) : Search for *Mycobacterium paratuberculosis* DNA in orofacial granulomatosis and oral Crohn's disease tissue by polymerase chain reaction, *Gut*, 41, 646~650
- 89) Roiz, M. P. *et al.* (1995) : Use of restriction fragment length polymorphism as a genetic marker for typing *Mycobacterium avium* strains, *J. Clin. Microbiol.*, 33, 1389~1391
- 90) Rowbotham, DN. *et al.* (1995) : *Mycobacterium paratuberculosis* DNA not detected in Crohn's disease tissue by fluorescent polymerase chain reaction, *Gut*, 37, 660~667
- 91) Saito, H. *et al.* (1990) : Identification of various serovar strains of *Mycobacterium avium* complex by using DNA probes specific for *Mycobacterium avium* and *Mycobacterium intracellulare*. *J. Clin. Microbiol.*, 28, 1694~1697
- 92) Sartor, R. B. *et al.* (1996) : *M. paratuberculosis* in foods and the public health implications (Anti-association between Johne's disease and Crohn's disease) *Mycobacterium paratuberculosis* has an unsubstantiated role in Crohn's disease, *Proceeding of the Fifth International Colloquium on Paratuberculosis*, 366~373, Sept. 29, Madison, Wisconsin, USA.
- 93) Sockett, D. C. *et al.* (1992) : Evaluation of four serological tests for bovine paratuberculosis, *J. Clin. Microbiol.*, 30, 1134~1139
- 94) Sockett, D. C. *et al.* (1992) : Evaluation of conventional and radiometric fecal culture and a commercial DNA probe for diagnosis of *Mycobacterium paratuberculosis* infections in cattle, *Can. J. Vet. Res.*, 56, 148~153
- 95) Sockett, D. C. *et al.* (1992) : A repository of specimens for comparison of diagnostic testing procedures

- for bovine paratuberculosis. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 67, 4, 188~191
- 96) Stabel, J. R. *et al.* (1995) : Temporal effects of tumor necrosis factor- α on intracellular survival of *Mycobacterium paratuberculosis*, *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 45, 321~332
- 97) Stabel, J. R. *et al.* (1997) : Heat inactivation of *Mycobacterium paratuberculosis* in raw milk : are current pasteurization conditions effective. *Appl. Environ. Microbiol.*, 63, 4975~4977
- 98) Stabel, J. R. *et al.* (1997) : An improved method for cultivation of *Mycobacterium paratuberculosis* from bovine fecal samples and comparison to three other methods, *J. Vet. Diagn. Invest.*, 9, 375~380
- 99) Stabel, J. R. *et al.* (1996) : Production of gamma interferon by peripheral blood mononuclear cells ; an important diagnostic tool for detection of subclinical paratuberculosis, *J. Vet. Diagn. Invest.* 8, 345~350
- 100) Streeter, R. N. *et al.* (1995) : Isolation of *Mycobacterium paratuberculosis* from colostrum and milk of subclinically infected cows, *Am. J. Vet. Res.*, 56, 1322~1324
- 101) Suenaga, K. *et al.* (1995) : Mycobacteria in the intestine of Japanese patients with inflammatory bowel disease, *Am. J. Gastroenterol.*, 90, 76~80
- 102) Suenaga, K. *et al.* (1999) : Serum antibodies to *Mycobacterium paratuberculosis* in patients with Crohn's disease, *Dig. Dis. Sci.*, 44, 1202~1207
- 103) 菅原佳美ら (1999) : 岡山県におけるヨーネ病発生病例, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 104) Sung, N. *et al.* (1998) : Thermal tolerance of *Mycobacterium paratuberculosis*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 64, 999~1005
- 105) Sweeney, R. W. *et al.* (1995) : Evaluation of a commercial enzyme-linked immunosorbent assay for the diagnosis of paratuberculosis in dairy cattle, *J. Vet. Diagn. Invest.*, 7, 488~493
- 106) Sweeney, R. W. *et al.* (1992) : *Mycobacterium paratuberculosis* cultured from milk and supramammary lymph nodes of infected asymptomatic cows, *J. Clin. Microbiol.*, 30, 166~171
- 107) Sweeney, R. W. *et al.* (1998) : Interferon- γ and interleukin 4 gene expression in cows infected with *Mycobacterium paratuberculosis*, *Am. J. Vet. Res.*, 59, 842~847
- 108) 高橋 修ら (1989) : ヨーネ病による経済的損害—肉牛群の集団発生病例での評価, 臨床獣医, 7, 59~64
- 109) Takewaki, S. *et al.* (1994) : Nucleotide sequence comparison of the mycobacterial *dan J* gene and PCR-restriction fragment length polymorphism analysis for identification of mycobacterial species. *Int. J. Syst. Bact.*, 44, 159~166
- 110) 田村 貴ら (1999) : ELISA法等で摘発された牛ヨーネ病における病変の比較, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 111) Tanaka, S. *et al.* (1994) : Histopathological and morphometrical comparison of granulomatous lesions in BALB/c and C3H/HeJ mice inoculated with *Mycobacterium paratuberculosis*. *J. Comp. Pathol.*, 110, 381~388
- 112) Tanaka, S. *et al.* (1996) : Relationship of acid phosphatase activity to ultrastructural features in mice inoculated with *Mycobacterium paratuberculosis*. *J. Comp. Pathol.*, 114, 81~91
- 113) Taylor, T. K. *et al.* (1981) : Isolation of *Mycobacterium paratuberculosis* from the milk of a cow with Johne's disease, *Vet. Rec.*, 12, 532~533
- 114) Thorne, J. G. *et al.* (1997) : Estimated prevalence of paratuberculosis in Missouri, USA cattle, *Prev. Vet. Med.*, 31, 51~57
- 115) 上原和久ら (1999) : 淡路島におけるヨーネ病定期検査の取り組みと課題, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 116) 運天和彦ら (1999) : 県内で初発した乳用牛のヨーネ病とその清浄化への取り組み, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 117) van der Giessen, J. W. B. *et al.* (1992) : Evaluation of the abilities of three diagnostic tests based on the polymerase chain reaction to detect *Mycobacterium paratuberculosis* in cattle : application in a control program, *J. Clin. Microbiol.*, 30, 1216~1219
- 118) van der Giessen, J. W. B. *et al.* (1994) : The spatial distribution of *Mycobacterium paratuberculosis* in infected cattle. Implication for pathogenesis and diagnosis, *Proceeding of the Fourth International Colloquium of Paratuberculosis*, 61~66, July17, Cambridge. U. K.
- 119) Van Kruiningen, H. J. (1999) : Lack of support for a common etiology in Johne's disease of animals and Crohn's disease in humans, *Inflam. Bowel Dis.*, 5, 183~191

- 120) Vannuffel, P. *et al.* (1994) : Development of species-specific enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of Johne's disease in cattle, *J. Clin. Microbiol.*, 32, 1211~1216
- 121) Van Kruiningen, H. J. *et al.* (1999) : Lack of support for a common etiology in Johne's disease for animals and Crohn's disease in humans, *Inflamm. Bowel Dis.*, 5, 183~191
- 122) Wall, S. *et al.* (1993) : Identification of spheroplast-like agents isolated from tissues of patients with Crohn's disease and control tissues by polymerase chain chain reaction, *J. Clin. Microbiol.*, 31, 1241~1245
- 123) Whittington, R. J. *et al.* (1998) : Rapid detection of *Mycobacterium paratuberculosis* in clinical samples from ruminants and in spiked environmental samples by modified BACTEC 12 B radiometric culture and direct confirmation by IS900 PCR, *J. Clin. Microbiol.*, 36, 701~707
- 124) Whittington, R. J. *et al.* (1999) : Evaluation of modified BACTEC 12B radiometric medium and solid media for culture of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* from sheep, *J. Clin. Microbiol.*, 37, 1077~1083
- 125) 山本章子ら (1999) : 牛ヨーネ病集団発生農場におけるオールアウト, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 126) 山本 剛ら (1999) : 定期検査により早期摘発したヨーネ病患者, 家畜衛生の進歩, 平成10年度全国家畜保健衛生業績抄録, 動物用生物学的製剤協会刊
- 127) Yoder, S. *et al.* (1999) : PCR comparison of *Mycobacterium avium* isolates obtained from patients and foods. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65 : 2650~2653
- 128) Yokomizo, Y. *et al.* (1970) : Antibody produced in a cow naturally infected with Johne's disease, *Nat. Inst. Anim. Health. Quart.*, 10, 137~142
- 129) 横溝祐一 (1982) : ヨーネ病 : とくにヨーネ病の新しい分離培養法の紹介と診断価値について, 家衛試年報, 24, 102~107
- 130) Yokomizo, Y. *et al.* (1983) : Enzyme-linked immunosorbent assay for detection of bovine immunoglobulin G1 antibody to a protoplasmic antigen of *Mycobacterium paratuberculosis*. *Am. J. Vet. Res.*, 44, 2205~2207
- 131) Yokomizo, Y. *et al.* (1985) : A method for avoiding false-positive reactions in an enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA) for the diagnosis of bovine paratuberculosis, *Jap. J. Vet. Sci.* 47, 111~119
- 132) Yokomizo, Y. *et al.* (1987) : Evaluation of an enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA) using *Mycobacterium phlei*-absorbed serum for the diagnosis of bovine paratuberculosis in a field study, *JARQ.* 20, 60~67
- 133) 横溝祐一 (1990) : ヨーネ菌とヨーネ病の特性, 山口獣医学雑誌, 17号, 1~26
- 134) Yokomizo, Y. *et al.* (1991) : Evaluation of enzyme-linked immunosorbent assay in comparison with complement fixation test for the diagnosis of subclinical paratuberculosis in cattle. *J. Vet. Med. Sci.*, 53, 577~584
- 135) Yokomizo, Y. *et al.* (1994) : Sequential development of cell-mediated immune responses and humoral immune response in cattle experimentally infected with *M. paratuberculosis*, *Proceeding of the Fourth International Colloquium on Paratuberculosis*, 149, July17, Cambridge, U. K.
- 136) 横溝祐一 (1994) : 遺伝子及び免疫機構の研究からのヨーネ病に対する新しい診断技術開発への展開(I), ヨーネ菌の遺伝子研究から迅速診断技術の開発, 動生協会会報, 27, 16~25
- 137) 横溝祐一 (1994) : 遺伝子及び免疫機構の研究からのヨーネ病に対する新しい診断技術開発への展開(II), ヨーネ病に対する免疫応答機構の研究から早期診断技術の開発, 動生協会会報, 27, 20~34
- 138) 横溝祐一 (1996) : ヨーネ病の防疫最前線——ヨーネ病の病原体, 診断, 疫学についての最近の話題, 臨床獣医, 14, 13~19
- 139) Zimmer, K. *et al.* (1999) : Contribution to the diagnosis of Johne's disease in cattle. Comparative studies on the validity of Ziehl-Neelsen staining, fecal culture and a commercially available DNA-Probe test in detecting *Mycobacterium paratuberculosis* in feces from cattle, *Zentralbl. Veterinarmed.*, 46, 137~140
- 140) Zhao, B. Y. *et al.* (1996) : Induction of L-arginine independent production of nitric oxide in bovine monocytes by interferon gamma and lipopolysaccharide, *Res. Vet. Sci.*, 60, 190~192
- 141) Zhao, B. Y. *et al.* (1997) : Effect of gamma interferon and nitroxide on the interaction of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* with bovine monocytes. *Infect. Immun.*, 65, 1761~1766

総説

カモノハシの生物学

辻井 禎*

[受付 : 1999年11月30日]

REVIEW

BIOLOGY OF THE PLATYPUS (*Ornithorhynchus anatinus*)

Tadashi TSUJII

Saiwaicho 30-17, Tsu, Mie prefecture, 514-0835, Japan

[Received for publication : November 30, 1999]

Platypuses were brought to the attention of the Western World in 1799 when George Shaw of London described them in "The Naturalist Miscellany". The animals occupy much the same general areas as they did prior to the European settlement in Australia, except that they are not currently populated in the State of South Australia. Also, Kangaroo Island is now inhabited by those animals due to their successful introduction in 1940. The platypuses are found in rivers and streams of eastern Australia, from around Cooktown in northern Queensland to Tasmania. When they forage in winter, they must contend with the cold water, the temperature of which may drop to zero degree Celsius. Yet, they can maintain the normal body temperature of 32°C by adjusting their metabolic rate.

In the upper Shoalhaven River, New South Wales, the population estimated by the mark-recapture method was a minimum of 14~18 individuals in approximately 1.5km. In Badger Creek, Victoria, the estimate by the radio tracking and by the mark-recapture methods was 1.3~2.1 adults or subadults per kilometer of streams. Radio-telemetry was used to estimate the home-range size of the adult males in Gouldburn River, Victoria. The size varied greatly between individuals from 2~45 ha, but the differences in the body weight of individuals did not account for this variability. There were no correlations between the number of burrows used by males and their body size.

Because platypuses are nocturnal, and close their eyes, ears and nostrils while underwater, they use electrosensitivity to locate food sources at the bottom of the freshwater river systems where they live. The electroreceptors on the bill are sensitive to electrical waveforms that imitate the electromyogenic potentials of fleeing preys.

Platypuses are seasonal in breeding activities and mate in autumn through late winter. Young animals first appear in streams in January or February after gestation and incubation periods of unknown length, but probably 27 and 10 days, respectively, and lactation period between 3 and 4 months. Although home-ranges of adult males overlap extensively during the non-breeding period, there are evidence of spatial separation during the breeding season.

Adult male platypuses produce protein venom in the crural system, which is unusual in the mammals. The crural gland and testis increase in size before the mating season,

* 前 : (財)志摩マリンランド館長。(自宅) 〒514-0835 三重県津市幸町30-17 電話 : 059-228-0282

and decrease after the season. The toxic activity was purified by gel permeation HPLC and subsequent analyses by SDS-PAGE revealed that the activity was associated with the 4,200 dalton peptide. Three other major proteins isolated from the venom had molecular weights of 14,000, 55,000 and 16,000.

Before the arrival of European settlers in Australia, the platypuses probably suffered little from diseases. Among other things, the European settlement has caused substantial environmental perturbation by introduction of large predators, introduction of motor vehicles, and translocation of potential pathogens. As a result, platypuses are now often killed by motor vehicles, dogs, foxes, cats and discarded plastic litter.

In spite of all that are known about the platypus, one mystery that remains unsolved is its antiquity. The animal's peculiar mixture of reptilian and mammalian traits suggests a long evolutionary history, perhaps as long as 150 million years. It is now clear, in spite of its antiquity and its mosaic of reptilian and mammalian characteristics, that the platypus is a highly specialized animal, well adapted to its amphibious existence in the waterways of eastern Australia.

はじめに

オーストラリア東部の河川や湖の周辺に棲む美しい毛皮を持つ小動物の存在はAborigineの間では古くから知られていたが、記録として残るのはこの物が1797年にSydney郊外のHawkesbury川近くで捕らえられたという記録が最初である³³⁾。野生のこの動物の観察を続けたNew South Wales (N.S.W.) 州駐留英国海軍大尉John Hunterが1798年に英国のNewcastle-upon-Tyneの学会にその報告をした³⁴⁾。また、1798年にはこの動物の毛皮がLondonに到着するとヨーロッパの学者の間ではその毛皮の真贋が問題にされたが、続いて全身標本が到着し、これらの標本とHunterの記録を基にして1799年に大英博物館のGeorge Shawがカモノハシと命名し「頭部は鳥類のカモの嘴を植え付けた様な形をし、寄せ木細工で作られた様にも見えるまだ見たこともない爬虫類的な哺乳動物。足に蹼があって水辺の岸や堤防にトンネルを掘って棲み、水中の小さな動物を餌として生活しているに違いない」と、この特異な動物を全世界で紹介した⁶⁶⁾。続いて、カモノハシの繁殖法について、英国の解剖学者Richard Owen卿とフランスの生物学者Etienne Geoffroyの間で論争が起った。この問題は、ドイツの解剖学者Meckelが乳腺の存在を明らかにし⁴⁹⁾、さらにスコットランド人でケンブリッジ大学教授のWilliam Caldwellがオーストラリアを訪れ、綿密な調査をした結果を1884年9月2日に現地から、カナダのMontrealで開催されていた英国協会年次総会に「Monotremes oviparous, ovium meroblastic」と打電して解決した⁹⁾。この電文は、カモノハシが卵生であることを決定づけると共に、動物学の一番短い論文として今日でも世界的に有名である。

このようにカモノハシの初期の研究はヨーロッパの学者によったが、その後はオーストラリアでの科学の発達と共に現地の各分野の研究者が受け継ぎ、Griffithsの「The biology of the monotremes (1978)³⁴⁾」をはじめとする多くの著書や研究論文が発表された。カモノハシがヨーロッパで紹介されてから200年を記念してオーストラリアでは1996年11月にCharles Sturt University (Bathurst, N.S.W.州) でNational Symposium on Platypus Biologyが開催され、26の講演の要旨はAustralian Mammalogy Vol.20, No. 2. (1998)に掲載された。また、英国の伝統のある雑誌 Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biologyも Vol. 347 (No.1372) (1998)に13もの論文を掲載し、日本ではカモノハシ関連の論文を集めた「Bibliography of the platypus 1799-1998(1999)⁷²⁾」が出版され、今日迄の研究を総括した。

カモノハシは爬虫類から哺乳類への移行型として多くの原始的な特徴を持っているにもかかわらず、その一部は高度に進化した動物である。本稿では、この動物のユニークな生態、哺乳動物では本種のみが持つ毒腺と電気受容器、さらにオーストラリアでの飼育の現状についても新知見を述べたい。

I カモノハシ

分類学上は、哺乳綱-単孔目-カモノハシ科(現生1属1種)に属する。英名: platypus, duckbill, water-mole, 和名: カモノハシ, 学名は *Platypus anatinus*, *Ornithorhynchus paradoxus* と呼ばれた一時期があった

が、現在は *Ornithorhynchus anatinus* (*Ornithorhynchus*, 鳥のような嘴を持つ; *anatinus*, 扁平な)と決定されている (Fig. 1)。

体長: ♂40~60 cm, ♀39~55 cm; 体重: ♂1.0~2.4 kg, ♀0.7~1.7 kg。野生での寿命は12年程度²⁶⁾。頭部は小さく扁平、先端は細長い嘴となり、カモの嘴に外

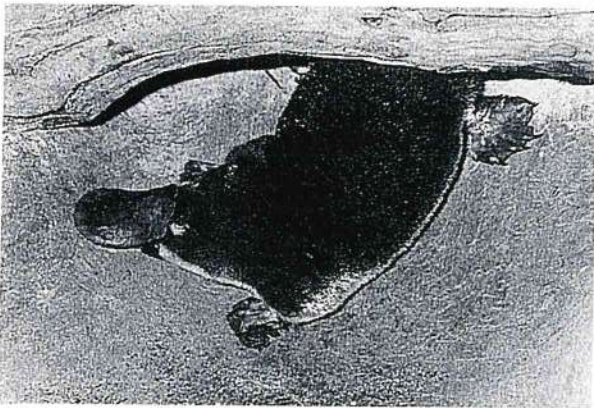


Fig. 1 カモノハシ 全体像についてはFig9a内のスケッチを参照、前足の蹼に注意

観は似ているが硬いゴム状で上下の顎の骨は柔らかく、神経末端が行き渡った表皮で覆われている。嘴は後方にも伸びて少し盛り上がり顔面の先端部を被う。嘴の色は上面が黒色、下面は黄と黒の混色。鼻孔は嘴の先端近くにあるので水面に浮上した時に呼吸がし易い。目と耳は小さく、共に頭の側面にある筋肉質の溝の中におさめられている。体表はまばらな長い粗毛と、その下に銀色の光沢のある濃褐色の毛、さらにその下には綿毛が密生している。前肢には爪よりも先まで伸びて大きく広がる蹼があり (Fig. 2)、これで泳ぐが歩く時やトンネルを掘るときは蹼は掌内に収められる。後肢にも蹼はあるが小さい。尾は、扁平で上面には粗毛があるが下面には毛はなく、主として脂肪の貯蔵器官となり、泳ぐときは後肢と共に舵の役割を果たす。体温は 32°C で一般の哺乳動物より低い^{22,29,30,36}。

カモノハシは川や湖の水深が深く、その流れも緩やかで、しかも、岸にはアシが繁り、ユーカリなどの大樹の枝が水面に垂れ下がり、樹の根が張りめぐらされている崖のあるところを選んで、トンネルを掘り、川底に棲む小動物を餌として生活している (Fig. 3)。このようなところの水面は、樹の陰になるので水温が一

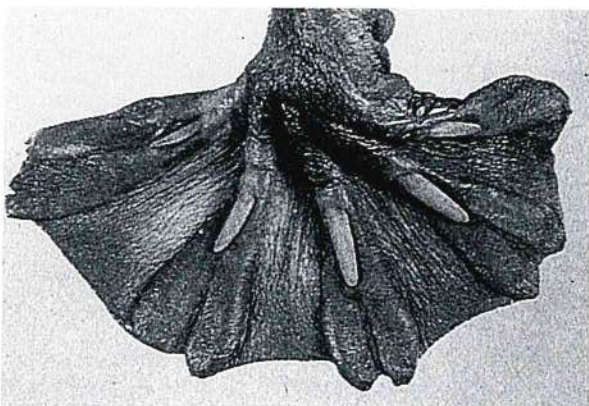


Fig. 2 泳ぐときの前肢の蹼の拡がり
Fig. 1の歩行時と比較



Fig. 3 Rosedale (N.S.W州)のカモノハシ生息地 川の流がゆるやかで、樹の下にはキツネに食い殺されたばかりのウサギの死体が散乱し、4個体のカモノハシが昼中に索餌していた

定に保たれ、索餌行動を外敵から隠す事が出来ると共に、トンネルへの出入も安全にし、さらに樹やアシの繁茂は川へ有機物を供給するので底生動物を豊富にしている。

カモノハシはこのような条件の崖や堤防の斜面に内径が幅8~15 cm、高さ6~12 cmのトンネルを、地表から30~50 cmの深さに、後肢で身体を支えて前肢で掘る。トンネルには2種類がある。

1. 仔育て用のトンネル (nesting den¹⁸⁾) は長く約8 m、なかには約30 mも掘るものもあり、その途中には通過用サイドトンネルが分岐している。トンネルの奥に巣 (30 cm²程度) を造り、空気の乾燥を防ぐため濡れた葉などを敷きつける。♀は巢材として葉や水草を嘴でくわえて集め、トンネルの中では尾を曲げて下腹部との間にこれらを挟んで運ぶ。このトンネルは通常成熟♀が単独で使用しているが、繁殖期には一時的に♂と同居することもある²⁰。

2. 寝るためのトンネル (camping den¹⁸⁾) は長さは前者よりも短く、約5 m。この中に寝室 (30 cm²程度) を作るが濡れた葉などの寝材は運び込めないことが多い。

いずれのトンネルも入口より奥に向かって水面より高くなるよう掘り、複数の出入口を持つ。入口の直径は約20 cm、入口の横にはこれを塞ぐ事のできるような土の塊を置き、水や外敵の侵入を防ぐ用意をしたり、また、水面下に出入り口を持つものもある。外気温が $-5.5\sim 33.5^{\circ}\text{C}$ でもトンネル内の気温は $14\sim 18^{\circ}\text{C}$ に維持されている。その上、1個体が複数本のトンネル (最大19本も持っていた記録がある) を持ち、気のおもむくままにこれらの内を移動して生活をし、成熟♀は他の成熟♀や未成熟な♀と寝るためのトンネルを交互に利用することもある。死亡して所有者がいなくなったトンネルは再利用される。カモノハシは非常に臆病な動物で一日のうち11.6~16時間をトンネル内で休息して過ごし、水中には補食と遊びのために入る^{8,22,33,61}。

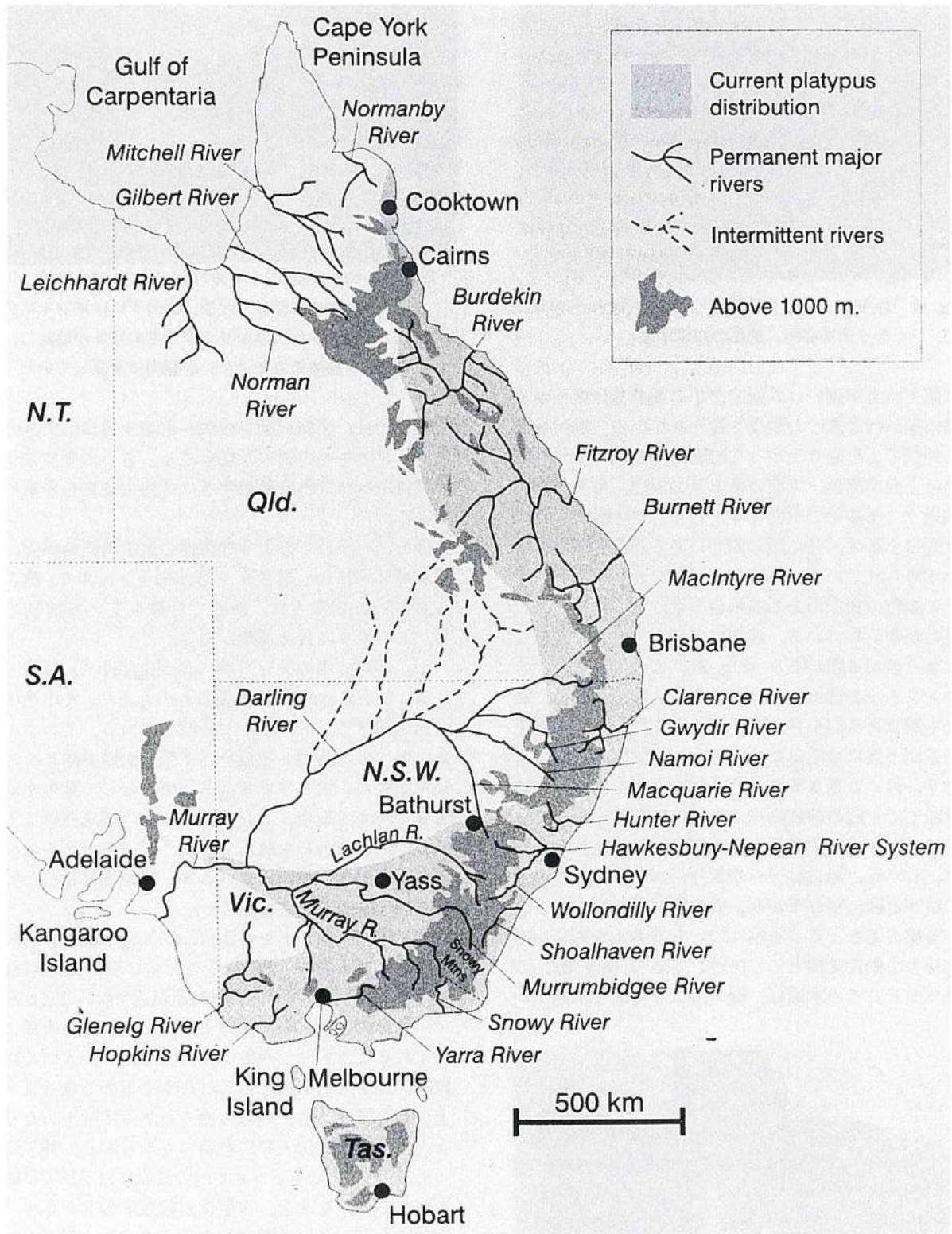


Fig. 4. カモノハシの分布図 N.S.W., New South Wales ; N.T., Northern Territory ; Qld., Queensland ; S.A., South Australia ; Vic ; Victoria (Grant and Temple-Smith 1998 より引用)

かつては冬期には冬眠すると説明されていたが、多くの個体に発信機をつけて遠隔測定法で調べたところ、N.S.W.州のShoalhaven川やThredbo川周辺に棲む個

体群では冬眠が観察されず^{32,36)}、またVictoria州でも成熟♀は冬期トンネル内にこもる期間(3~6.5日)が測定されたが冬眠の事実は認められていない⁶¹⁾。

II 分布と生息密度

1) 分布

オーストラリアのQueensland州の北部Cooktown周辺からVictoria州とタスマニアまでの東部海岸に注ぐ河川とその周辺の湖に生息している (Fig. 4). この分布域を200年前にヨーロッパの人々がオーストラリア大陸に入植したときと比較すると、土着のある種の動植物ではその分布に激変が見られたが、カモノハシはSouth Australia州での分布の消滅、Kangaroo島への人工移住に成功した (1940) 以外は余り大きな変化は見られていない。しかし、入植後の人間活動の増大に伴う自然破壊は、夫々の地域のカモノハシの生息域の狭小化とその分断化を引き起こしている^{23,33}。

カモノハシは高温地方から寒冷地方 (丘陵台地と山岳地帯) にまで生息しているが、しばしば洪水をおこす河川の周辺には生息がみられない。これは洪水によって餌となる底生動物が流されてしまうことと、洪水によって形成される堆積層はトンネルを掘るのに適さないことによる。

先にも述べた丘陵台地や山岳地帯の河川や湖では水温が0°C以下になる期間でも摂餌のために潜水しなければならないが、毛皮が保温の役割を果たしている。カモノハシの毛皮の保温力は北極グマやビーバーより優れ³⁵、飼育下や野生の個体に発信機をつけて調べたところ水中で数時間の摂餌活動した後でも体温が恒温に保たれている。摂餌活動の激しい運動によって生じた体温の上昇は後肢と毛で被われていない尾が放熱器の役割を果たす。しかし、熱帯地方では体温の維持が出来なく、これが分布を決める要因の一つになっている^{30,34,38,58}。

2) 生息密度

生息密度についての正確な報告はない。1800年代には毛皮の利用 (皮膚が硬く、タンニンで鞣しても柔らかくならないので衣料には適しないが、帽子、スリッパとか40~60枚縫い合わせて敷物として利用) のため商業的に乱獲されその数は減少したが、1912年にカモノハシ保護条例が成立してからは生息数も回復したという。1880年以降は漁業者がマス漁のため川に仕掛ける網にカモノハシがひっかかり呼吸のため水面に浮上出来ずに溺死する個体が多く、政府は網目を大きくするなど改正法を1902年に指示はしているが非合法の漁業者により現在でもかなりの数が殺されている²⁵。

標識放流の結果からShoalhaven川上流域では、その生息密度を11~18個体/1.5 kmと推測した^{27,28}。Thredbo川で発信機をつけて調査しているときでも網での再捕獲が難しかったので、カモノハシは網にかかっても逃げ出す個体のあることや川だけでなく陸上をも移動していることが明らかになった^{32,33}。そこでSerena (1994) は逃げ出さないようにと吹き流しの式の網の利用や発信機をつけるなどしてMelbourne周辺のBadger Creek

で3年間にわたり生息数を調べ、川の流れに沿う1 km当たり1.3~2.1個体と推測した。さらに、標識した若い個体の再捕率が低いのは若い個体が移動して散ってしまうのか、それとも成熟個体よりも死亡率が高いのではないかと考えた⁶¹。また、1個体の川での日常の行動圏 (home-range) の長さは0.33~2.28 km、成熟♂のそれは2.9~7.0 km、最大では15 kmにもなり、複数の♀のhome-rangeは重なり合っているが、湖に住む個体のhome-rangeは0.6 kmと短いと報告した^{61,62}。これらの事実からカモノハシは川の急流を避け、流れの緩やかな水面を選び日和見的生活をしているのではないかと考えられている。

Shoalhaven川の上流域12.5 kmを区切り (周辺の16ヶのプールも含む)、さらに、ここに流入するクリーク3.9 kmも加えた広い範囲で346個体のカモノハシに標識を付けて再放流し、定期的に捕獲した調査の結果、その51~60%が再捕獲され、この中には規則的に捕獲される個体 (定住群 resident group) と標識の付いていない新しく捕獲された個体 (transient group) があつた^{23,24,33}。このことからカモノハシには定住群 (resident group) と通過群 (transient group) があると考えられるようになった。そこでこれらの個体のmDNAとDNAの解析をしたところ、オーストラリア各地のカモノハシには定住群と通過群の2つのタイプがあることを確認し、夫々の地域によってDNAパターンは異なっていると報告された^{1,21}。

III 摂餌活動と嘴

1) 餌と摂餌活動

カモノハシは薄暮の頃に水面に出て潜水して摂餌をすることを考えられていたが、発信機をつけて調査したところ、夜行性で、繁殖期以外は日没後3時間以内にトンネルを出て索餌のための行動をし、日の出の前後にトンネルに戻る、また、昼間に活動する個体もいることが明らかになった^{33,37}。筆者もN.S.W.州Rosedaleのユーカリの大樹が繁茂している間を流れる川の淵で昼間に潜水を繰返している4個体を目撃した。潜水し底生性の各種昆虫の幼生、タガメ類、トビゲラ類、エビ類、淡水産ザリガニ類 (land yabbie, burrowing crayfish, *Cherax destructor*)、オタマジャクシ、蛙、マスの卵や稚魚、カダヤシ (*Gambusia affinis*) などの小魚を捕食する。餌をくわえると口の両側にある頬袋に入れて水面に浮上し、歯に代わる角質の破砕盤で噛み砕き、硬いものは吐き出す。このため胃は他の哺乳動物に比較して小さく、その内容は捕食したものの原形は留めていない。

1回の平均潜水時間は、底生動物の生息量によるが27~49秒、捕食して水面に浮上して餌を噛み砕く時間は11~17秒で、これを繰返す⁴²。この激しい運動を実験室で発信機を付けた心電計を用いて測定すると、潜水

して摂餌している時の心搏は150~200/分、潜水の前に頻脈になり潜水中は300/分にもなることもあり、水上に浮き上がって休息している時は70/分との報告がある⁴⁵⁾。

このような食性を持つため餌の豊富な川や湖の周辺の生息密度は高く、また、餌を求めて川を24時間内に4 kmも移動する個体もある^{37,61,62)}。

最近、タスマニアの高山のLea湖で発信機をつけて3個体のカモノハシを追跡したところ14~30 haの範囲を行動(1個体は昼間に活動し、他の2個体は夜間に活動)していることが明らかにされた⁵⁴⁾。Goulburn川(Victoria州)での同様な研究では1個体のhome-rangは個体によってまちまちで2~45 haとなった。この広さは体の大きさと夫々が持つトンネルの数とは関係が無いとの報告もある³⁷⁾。

2) 嘴の感覚受容器

カモノハシは目、耳孔、鼻孔を閉じて潜水し、嘴で底土を掻き回し小石を転がして餌動物を探して捕食する。このような方法でどうして大量の餌が捕食できるのかは長い間の疑問で、このために何か特別の感覚を持っているのではないかと考えられていた。AndresとDüring(1984)^{2,3)}はカモノハシの嘴には上下合わせて約25,000,000個もの各種の感覚受容器の存在を観察し(Fig. 5)その後Scheichとその協力者たち(1986)がこれらの中に電気受容器があることを確認した⁵⁹⁾。そして多くの研究者がこの電気受容器(Fig. 6)は粘液腺から分化したもので、上下の嘴に約4,000個存在していることを明らかにした^{45,46,55,56)}。電気受容器は、頭部から嘴の先端部に向って規則正しく縦縞状に配列し⁴³⁾、電気受容器に1対1で分布している感覚神経原繊維は平均16本ごとに集まり1本の有髄鞘軸索神経となり、さ

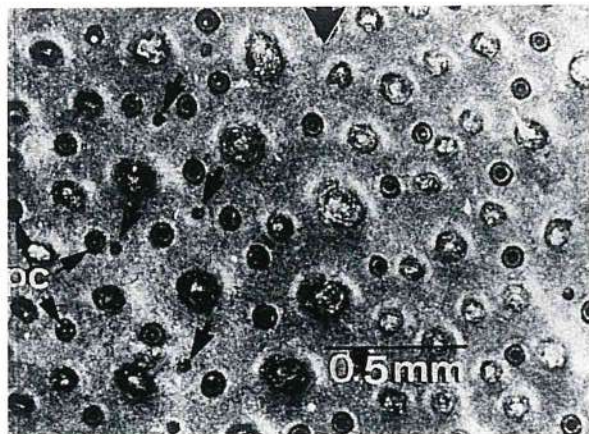


Fig. 5. 嘴に分布する格種の感覚受容器の開孔(反対顕微鏡写真) pc, cones of push rod ↓; 感覚神経支配を受けている粘液の開孔 (Andres and Düring 1988 より引用)

らに集まって1本の求心神経となる^{2,46)}。

この電気受容器の閾値は $50\mu\text{Vcm}^{-1}$ で直流にも反応する。その感度は入力される活動電位の方向に左右されるのでカモノハシは索餌している時は絶えず頭を上下左右斜に微動させて餌動物が動く時に出す活動電位(エビが尾を動かすときに $0.2\sim 1\text{mVcm}^{-1}$)を感知して捕

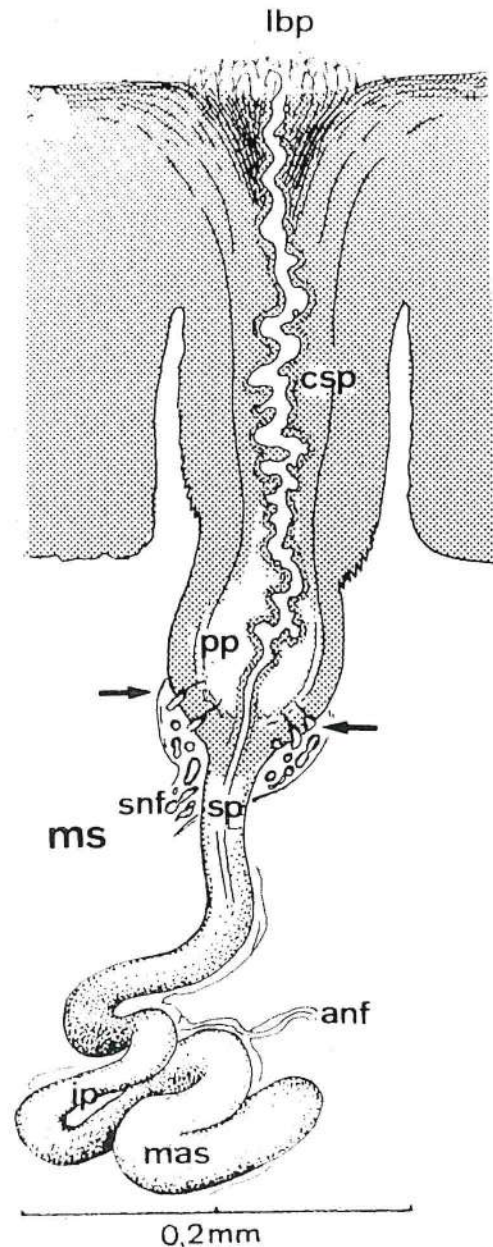


Fig. 6. 感覚神経支配を受けている粘液腺(電気受容器)の縦断面の模式図 anf, 自律神経繊維; csp, 渦巻状洞部; ip, 峡部; lbp, 花弁状の開孔部を持つ粘液腺; mas, 粘液分泌主管部; pp, 乳頭状になった表皮間部; snfc, 感覚神経繊維; sp, 直行部; ←, 神経末端 (Andres and Düring 1988 より引用)

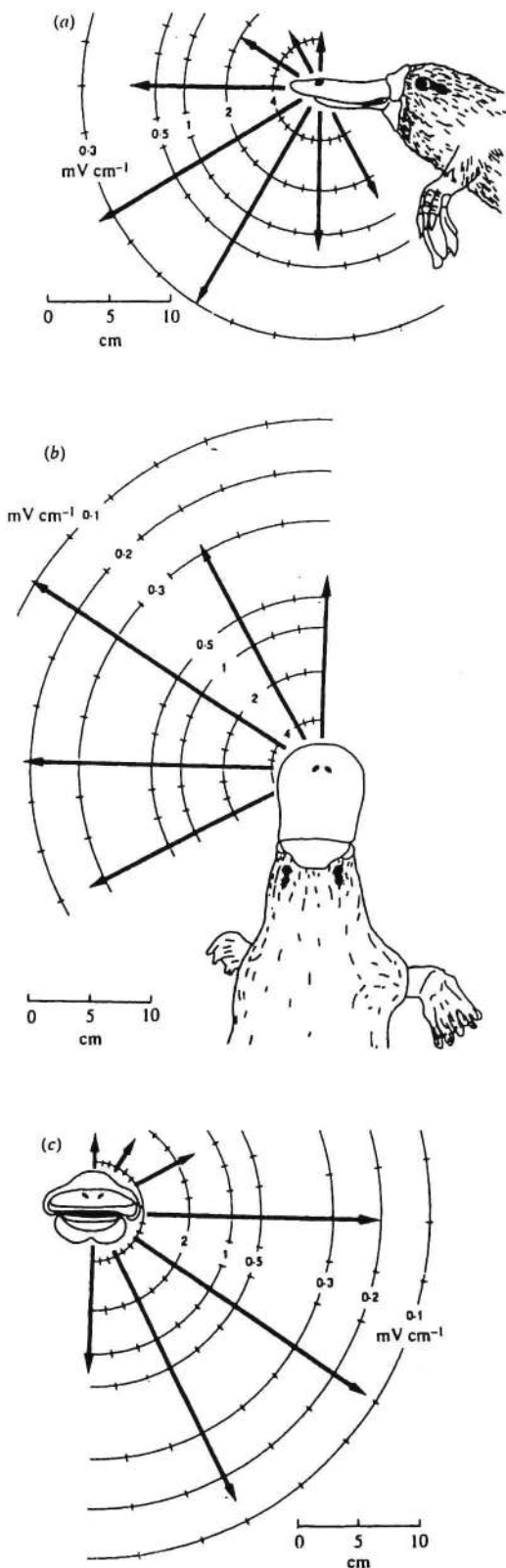


Fig. 7. 同じ大きさの矩形波の刺激に対して頭部の微動運動を起す方向、距離および電場の強さ、矢の長さは初めて刺激 (2 Hz) を感受した距離、サークルはその時の電場の強さ (mV cm^{-1}) a) 側面図; b) 平面図; c) 正面図 (Manger and Pettigrew 1995 より引用).

食している⁴⁵⁾. (Fig. 7)

この電気受容器は、哺乳動物ではカモノハシとハリモグラ (*Tachyglissus aculeatus*) でのみ見られるものである。

IV 繁殖期と毒腺

1) 繁殖

一般には7月～9月ごろ水中で求愛行動を一週間ほど繰り返す、交尾し、そのあと通常2個の卵を産む。右側卵巣は機能を失い、左側卵巣から直径4.0～4.5 mmの卵黄を持った卵が卵管に排出され、卵管内で受精が行われ、受精卵は分泌物を受けて次第に大きくなり子宮に下り、外殻も形成されて長径約17 mm、短径約14 mmとなって産み出される。受精から産卵までは27日程度と考えられている。産卵中の♀を見た人はいないが、臀を下にして尾を巻き上げて、総排泄腔から産み出された卵は直接下腹部の上で尾に囲まれて抱卵される。抱卵期間は10日程度と考えられている。孵化する時、仔は上顎の卵歯で卵殻を破って出る (爬虫類も同じ)³⁵⁾。授乳期間は3～4ヶ月。授乳中の仔は尾で母親の下腹部を擦ると、毛で覆われた乳頭突起から乳がにじみ出るのでこれを吸って育つ。カモノハシの乳腺は非常に大きく、嘴から尾の基部までの間の約1/3も占める。乳の主成分はカゼインで、炭水化物、脂肪、無機質が含まれ、有袋類と良く似ているのが他の哺乳類との違いは鉄分の含有量が多いことである。(カモノハシ: 2～3 mg/100 g; ヒト, ウシ: 0.05 mg/100 g)。これは単孔類や有袋類などの新生児は肝臓が小さいので鉄を貯蔵することが出来ないからと説明されている³⁵⁾。孵化後の初期発生段階図⁴⁴⁾をFig. 8に示す。乳で育った仔は1月～2月ごろ川に出てくる³³⁾。

繁殖可能になる年令は、♀♂共に2年、その後1年おきに繁殖する♀もある³³⁾。

繁殖のための特別な社会構造は認められていない。既に述べたようにカモノハシの各個体のhome-rangeは重なり合い、Victoria州のGoulburn川, Yarra川やその周辺の川で発信機をつけた研究でも成熟♂は繁殖期間以外はhome-rangeが重なり合っているが、繁殖期間にはこれらの個体もお互いに避けようとしていることが明らかにされている²⁰⁾。これらの調査地域で♂は2.9～7.0 km、最大では15 kmも移動し、その行動圏は♀の行動圏と重なり合い、また、これらの♂の移動には方向性のある移動 (A→B→A) と方向性のない移動 (A→B→C) が報告されている^{20,62)}。カモノハシは多妻性の繁殖形態を持つ。このことはShoalhaven川周辺の個体群のDNA解析結果からも証明されている¹⁾。

2) 毒腺

成熟した♂は毒腺を持つ唯一の哺乳動物で、毒腺は左右の後肢の基部の足関節にある「けずめ」に開孔を持つ。(Fig. 9a) この「けずめ」は捕食者に痛みを与

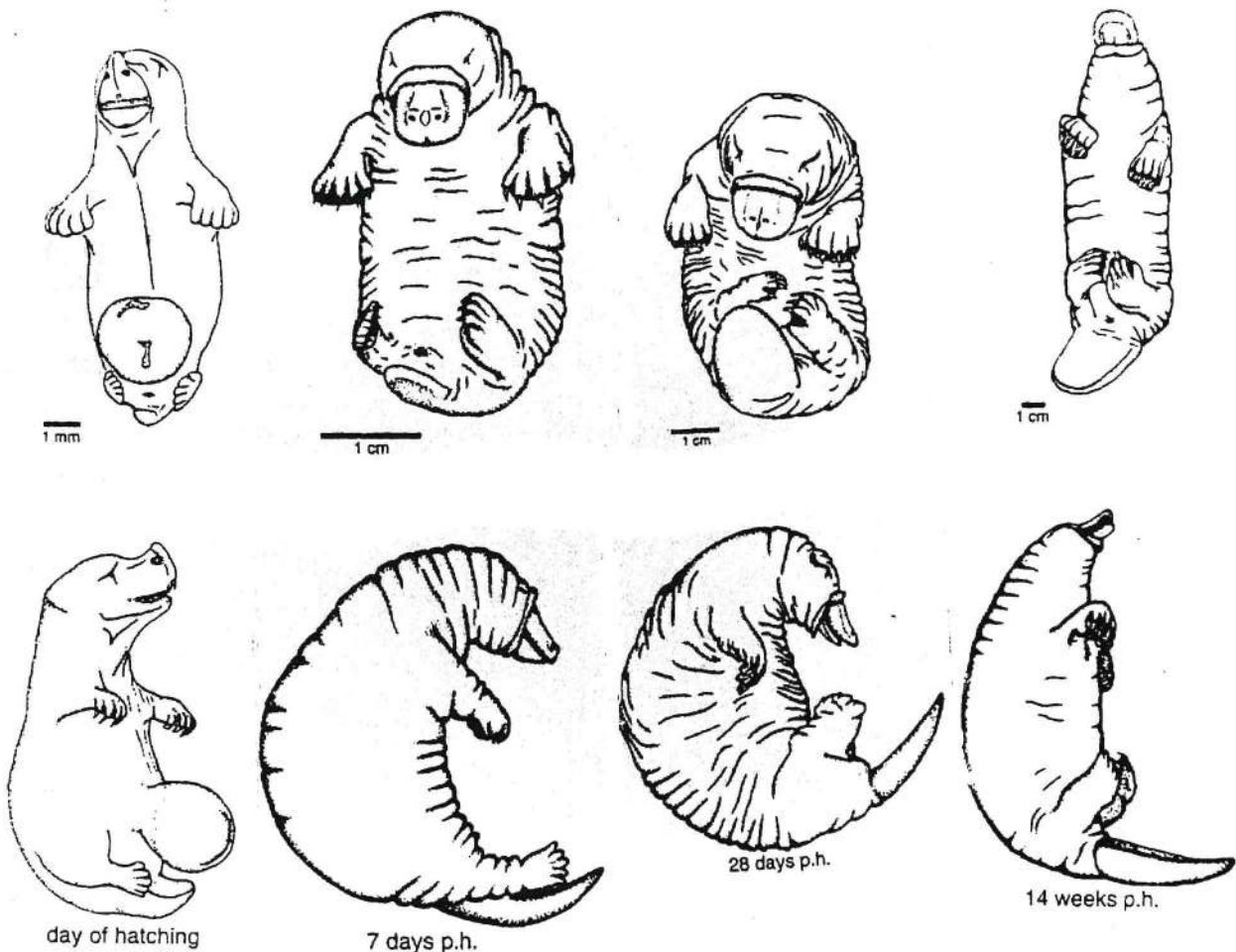


Fig. 8. 孵化後の発育段階図 day of hatching : 卵歯, 鼻丘が大, 耳と目の溝が顕著, 前肢指に胎児表皮性の爪, 前肢は伸ばして掌を下にしている, 後肢は矢状位置, 卵嚢は退化していない, 総排泄孔; 7 day p.h. : 鼻丘が少し小さくなる, 前肢の指の間に蹠が形成; 28 day p.h. : 目や耳の溝の後方に外耳孔が開く, 嘴の幅が著しく増加, 前肢の蹠が指の外まで広がる; 14 weeks p.h. : 鼻丘が消失, 前肢が成体に位置になる, 後肢は依然として矢状位置, 体のC状彎曲状態は消失, 毛は伸び始める (Manger et al. 1998 より抜粋引用)

えると共に, 川の堤を登る時, 巣材を集める時, 他の♂と♀を奪い合いの時, 交尾中に♀を抱く時にも役立つ³³⁾. また, 成熟した♂は頸部の臭腺 (scent gland) を持ち, 繁殖期には特有の臭いを出す³⁴⁾, ♀にはこの腺も毒腺も無い⁶⁸⁾.

毒腺の発達と睪丸の重量増加と繁殖期間との関連 (Fig. 9b) から毒腺は♂の繁殖行動と密接な関係があると考えられる³³⁾.

毒の強さは犬を殺し, タスマニアで少年が♂のカモノハシの首を掴んだところ両足の「けずめ」で左手を刺され, 卒倒し, そのあとも左手の機能は完全には回復しなかったとの報告がある⁴⁾. 毒をヒトの上腕に0.05 ml注射したところきつい痛みを感じ³⁵⁾, ラットの皮下に注射すると浮腫を起し, 子宮筋肉を弛緩させ, ナトリウムの排泄を増すとの報告もある³⁹⁾. 最近, 毒の成分

をHPLCゲル浸透法とSDS-PAGE法で分析した結果, 分子量4,200のペプチドが主成分で, これに分子量140,000, 55,000, 16,000の蛋白も含まれ, また, 分子量140,000の蛋白はhyaluronidaseの性質を持っていることが明らかにされた¹⁴⁾.

V 血液

カモノハシの血球成分と化学組成^{76,77)}を Table 1 と 2 に示す. 赤血球は爬虫類 (有核赤血球) のそれとは異なり哺乳類と同じく無核¹⁰⁾であり, 潜水という激しい運動に多くの酸素を必要とするので, その数も普通の哺乳動物に比して多い. 水に溶け難い酸素は脂肪によく溶けるので尾の脂肺組織の発達は酸素の貯蔵に役に立ち, カモノハシの生活様式に適合していると云えよう. カモノハシの脾臓は大きく, 腹, 背の2葉に分か

れる。これに入る消化管動脈の分岐様式は爬虫類のそれに類似し、静脈も動脈とほぼ同じ経路をたどり最終的には門脈に集められて肝臓に戻る⁶⁰⁾。脾臓での造血についてはTanakaらの詳しい報告⁶⁷⁾がある。

Table 1 血液の血球構成*

検体数	9
血球容積, PCV ($l \cdot l^{-1}$)	0.49 ± 0.02
ヘモグロビン, Hb ($g \cdot l^{-1}$)	190 ± 7
血球容積, RBC ($\times 10^{12} \cdot l^{-1}$)	9.96 ± 0.35
赤血球直径, μ	5.6 ± 1.6
平均赤血球容積, MCV (fg)	50 ± 2.6
平均ヘモグロビン量, MCH (fg)	19.5 ± 0.3
MCH濃度, MCHC ($g \cdot l^{-1}$)	395 ± 9
血小板 ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	475 ± 5.1
白血球, WBC ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	28.63 ± 3.15
分葉好中球, SN ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	6.90 ± 1.19
分葉好中球 (%)	26.0 ± 3.8
桿状好中球, BN ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	0.36 ± 0.10
桿状好中球 (%)	1.1 ± 0.2
後骨髄球, MN ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	0.04 ± 0.04
後骨髄球 (%)	0.1 ± 0.1
リンパ球, L ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	20.32 ± 2.26
リンパ球 (%)	68.9 ± 3.9
単球, M ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	0.57 ± 0.1
単球 (%)	2.3 ± 0.4
好酸球, E ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	0.41 ± 0.04
好酸球 (%)	1.5 ± 0.2
好塩基球, B ($\times 10^9 \cdot l^{-1}$)	0.30 ± 0.02
好塩基球 (%)	0.2 ± 0.1
好中球: リンパ球	0.43 ± 0.11

* Kangaroo川 (N.S.W.州) で捕獲後8分以内に嘴より採血。(Whittington and Grant 1984より引用)

Table 2 血液の化学的組成*

カルシウム ($mmol \cdot l^{-1}$)	2.13 ± 0.43 (4)
無機燐 ($mmol \cdot l^{-1}$)	2.58 ± 0.16 (4)
鉄 ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	103.7 ± 15.5 (4)
クレアチニン, Cr ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	26 ± 1.4 (2)
尿素 ($mmol \cdot l^{-1}$)	31.5 ± 1.7 (6)
尿酸 ($mmol \cdot l^{-1}$)	0.05 ± 0.030 (4)
総ビリルビン ($\mu mol \cdot l^{-1}$)	4.5 ± 0.9 (4)
ALP, SAP (U $\cdot l^{-1}$)	322 ± 51 (6)
SAST, SGOT (U $\cdot l^{-1}$)	715 ± 52 (6)
SALT, SGPT (U $\cdot l^{-1}$)	440 ± 43 (6)
γ -GTP, GGT (U $\cdot l^{-1}$)	6.8 ± 4.3 (4)
クレアチンキナーゼ (U $\cdot l^{-1}$)	248 ± 41 (5)
コレステロール ($mmol \cdot l^{-1}$)	7.39 ± 0.81 (6)
トリグリセリド ($mmol \cdot l^{-1}$)	2.89 ± 0.55 (4)
総血清蛋白 ($g \cdot l^{-1}$)	63 ± 3.5 (4)
総血漿蛋白 ($g \cdot l^{-1}$)	72 ± 2.0 (7)
アルブミン ($g \cdot l^{-1}$)	32 ± 1.0 (4)

* Kangaroo川 (N.S.W.州) で捕獲後8分以内に嘴より採血。数値の後の()内は検体数。ALP, SAP: Alkaline Phosphatase; SAST, SGOT: Aspartate aminotransferase; SALT, SGPT: Alanine aminotransferase;

γ -GTP, GGT: γ -Glutamyltransferase. (Whittington and Grant 1984より引用)

VI 疾病

ヨーロッパの人々がオーストラリア大陸に入植するまではカモノハシには病気が少なかったのではないかと推論される。他の多くのことと同様にヨーロッパ人の入植はカモノハシの生活環境に測り知れない程の悪影響を与えるもの、即ち、犬, キツネ (*Vulpes vulpes*), ネコ (*Felis catus*) などのカモノハシを捕食する外敵のほか自動車や多くの新しい病原体を持ち込んだ^{51,61)}。

1) 病態生理学

カモノハシはストレスに非常に弱い動物で、飼育用に捕獲した個体の81.1%は1年以内(ほとんど1ヶ月以内)に年齢に関係なく死亡し、飼育環境に適応しても1年以内生存するものは僅かで、10年以上生存するものは稀である。捕獲して輸送箱や飼育施設に収容すると興奮のあまり、嘴や足に擦り傷をつくり、寝箱の巣材を他の寝箱に移し、過食になったり、展示水槽やトンネル内で異常行動をとることが多い。鬱状態になると食欲をなくし、水から上がった時に余分の水を弾くこともせず寝箱を濡らし、色々な刺激に対して反応なくなり、体重は減少する⁷⁵⁾。

飼育下で死亡した個体の剖検から副腎の重量が野生のそれよりもかなり増加していることが明らかになっているが治療は難しい⁴⁷⁾。

捕獲直後の個体では末梢血管の白血球には変動は見られないが、リンパ球が10~50%も急激に減少することが報告されている⁷⁶⁾。

夏から秋にかけて当歳の幼獣が巣から出てくるが、彼等は十分な餌を採ることの出来るhome-rangeが確立していないので飢餓の状態になり、痩せて弱々しく、日中に自分の巣穴から離れて遠くまで移動することもある。このような幼獣はしばしば発見されて保護され、動物園などのリハビリセンターに運ばれるが新しい環境に馴染めず、さらにストレスが加わり体調を悪くして死亡することが多い⁵¹⁾。

2) 外傷

川や湖、ダムの中の陸上を移動するために道路を通ることもあるが、このとき自動車に轢き殺される個体が多い。また、火力発電所の冷却用取水口に吸込まれた死亡や非合法的狩猟により撃ち殺されることもある。

Healesville (Victoria州) 近郊に生息するカモノハシの10%にはゴム輪, つり糸, プラスチック管などによる輪状の外傷が見られ、このことはタスマニアでも同様である^{51,63,65)}。

3) 溺死

マスやウナギ魚のために仕掛けた非合法的な網にひっかかり溺死する数は明らかにされていないがかなりな

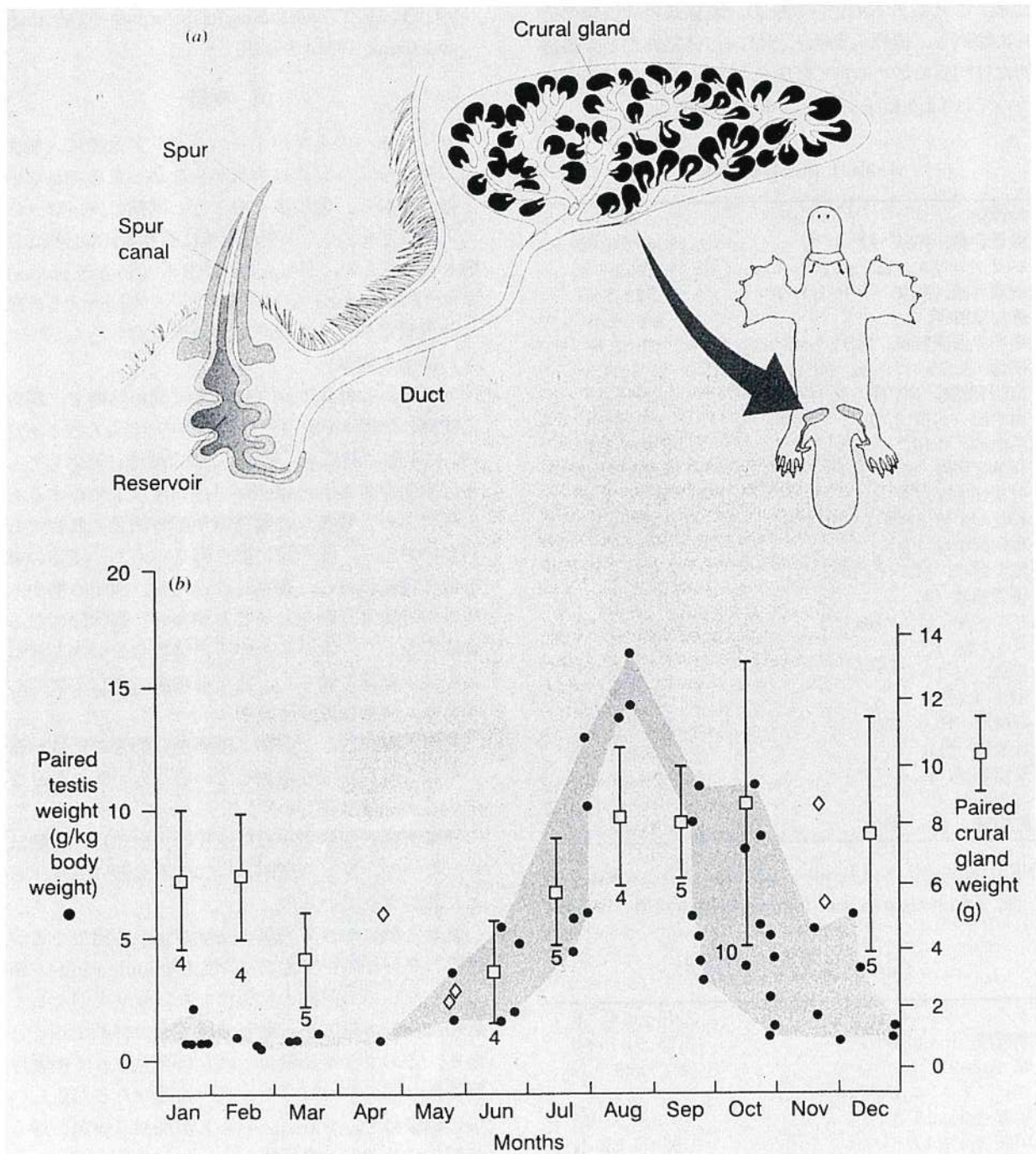


Fig. 9. カモノハシの毒腺 (Crural gland) の模式図とその位置 (a), 毒腺と睾丸の重量の季節的变化 (b) (Grant and Temple-Smith 1998 より引用)

数になっている²⁵⁾.

4) 外敵

川や湖、ダムの中の陸上を移動するとき野生のイヌやキツネ、ネコに殺されたり、かみ傷をうけそれが化膿して死ぬことがある。タスマニアではタスマニアンデビルに殺されたとの報告もある^{31,51,61)}。

さらに幼獣は猛禽類の餌にされたり、大きな魚に食べられることもある⁵⁷⁾。

5) 感染症

a. ウイルス

腎臓のアデノウイルス：本症に感染したカモノハシの尿細管上皮細胞は、核が大きくなりクロマチンが溶出し、エオジン好性の封入体が出現し、細胞は正常時の4倍程度に膨れるが、症状としては現れない。水から感染する⁵¹⁾。

乳頭腫ウイルス：Healesville地方に見られ、前肢の蹼に発症し、真菌性潰瘍のもととなる。本症はヒトの乳頭腫ウイルスの抗体に陽性⁵¹⁾。寝材が媒介。

b. 細菌症

Leptospira interrogans serovar *hardjo*：本菌の感

染によって肺炎をおこす。血清学的調査ではShoalhaven川の上流域に棲むカモノハシの50%もが感染していることが報告はされている⁴⁸⁾。*L. hardjo*は牛の風土病で、牛の尿中に排泄されて川に流れ込み、水から感染する。

Salmonella tryphimurium：飼育下でよく感染し、敗血症、リンパ球減少を示して死亡する。糞から感染する⁷⁴⁾。

Aeromonas hydrophilia, *Escherichia coli*：肺炎の原因となり、死亡する^{79,80)}。

Pseudomonas aeruginosa：外耳炎の原因となる。

c. カビ感染症

Trichopton mentagrophytes var. *mentagrophytes*：尾の脱毛を引き起こす。

Mucor amphibiorum：感染した個体は体表に数ヶ所にわたり直径5～50mm、深さ10mmの皮膚潰瘍、その周りに「かさぶた」を生ずる。回復することも、また、これが原因となって肺炎となり死亡することもある。本症はタスマニアのカモノハシの重大疾病で対策の確

立が急務となっている。感染はトンネル内。本菌の生長最適温度が30～34℃であるため牛や羊は感染しない。本菌がオーストラリアからタスマニアに広がったのはバナナの輸入のときに紛れ込んだアオガエル (*Litoria caerulea*) の媒介による⁵¹⁾。

d. 内部寄生原虫

Theileria ornithorhynchus：末梢血管内の赤血球の1%程度にみられるが、ほとんど無害。しかし、幼獣では赤血球の12%に寄生がみられると溶血性貧血をおこす¹²⁾。

Trypanosoma binneyi：Victoria州とタスマニアで発見されるがN.S.W.州では見られない。ダニ (*Ixodes ornithorhynchi*) が本病を媒介する⁵¹⁾。

Toxoplasma gondii：肺に嚢胞として見られるが病的症状は現れない⁸¹⁾。

Eimeria sp.：腸寄生が多い⁴⁷⁾。

e. 内部性寄生虫

Spirometra erinacei (条虫)：肺に寄生し肺炎を起す⁸¹⁾。

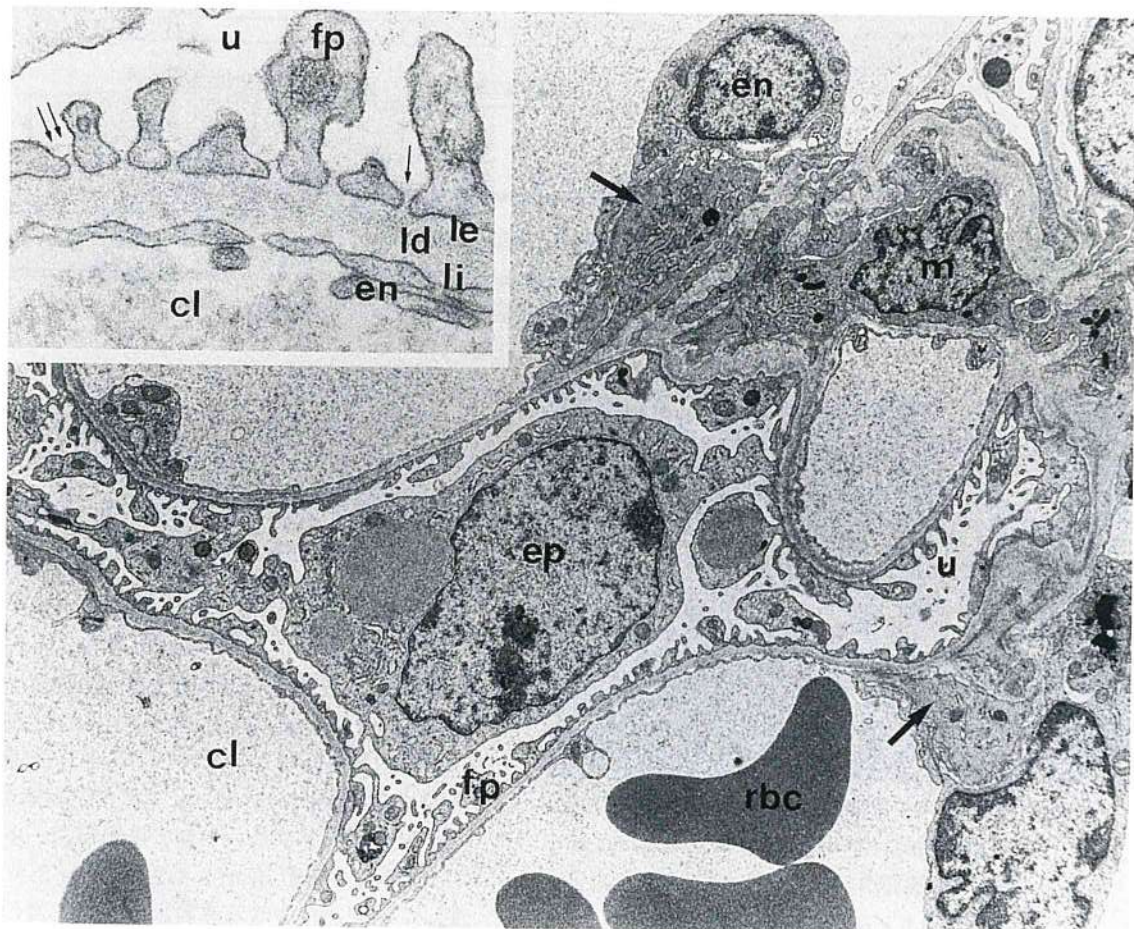


Fig. 10. 腎糸球体内の毛細血管の電子顕微鏡写真×6,000; Insertion×36,000. cl, 毛細血管腔; en, 毛細血管内皮細胞; ep, 毛細血管; tp, 毛細血管上皮細胞の足状突起; ld, 基底膜緻密層; le, 基底膜外側層; li, 基底膜内側層; m, メサンギウム細胞; rbc, 赤血球; u, 尿腔; ↓, 毛細血管腔に突出したメサンギウム細胞の偽足; ↓↓, 2枚のslit diaphragm (Tsuji et al. 1992より引用)

Cercophitifilaria johnstoni : 本種を始め, その他の線虫類が皮膚に寄生している⁸²⁾.

f. 外部寄生虫

ノミ (*Pygiopsylla hopli* と *P. zenthi*) : は皮膚外耳孔に見られ, 皮膚を破り出血を起し, 慢性皮膚炎の原因となる⁸²⁾.

ダニ (*Ixodes ornithorhynchi*) : 足に寄生.

g. 腎臓なみられた病変

カモノハシは総排泄孔を持っているが, 腎臓の形態はネズミやウサギなどの哺乳動物と本質的に同じであ

血管極周辺に多数の白血球の凝集が見られた. この中の1個体を電顕で観察すると, 糸球体毛細血管上皮細胞の足状突起の一部には2枚 (正常時には1枚) の slit diaphragm が認められ (Fig. 10 Insert), また近位尿管管内には高電子密度を示す多数の顆粒が見られた⁷¹⁾. メサングウム細胞内に高電子密度の沈着物が観察されたので, これをヒト腎生検用の IgA, IgG, IgE, IgM 抗体との反応をみると IgM だけに強い陽性反応がみられ, ヒトの場合では IgM 腎症と診断される⁷³⁾. また, 血管内に *Theileria ornithorhynchus* が検出された (Whittin-

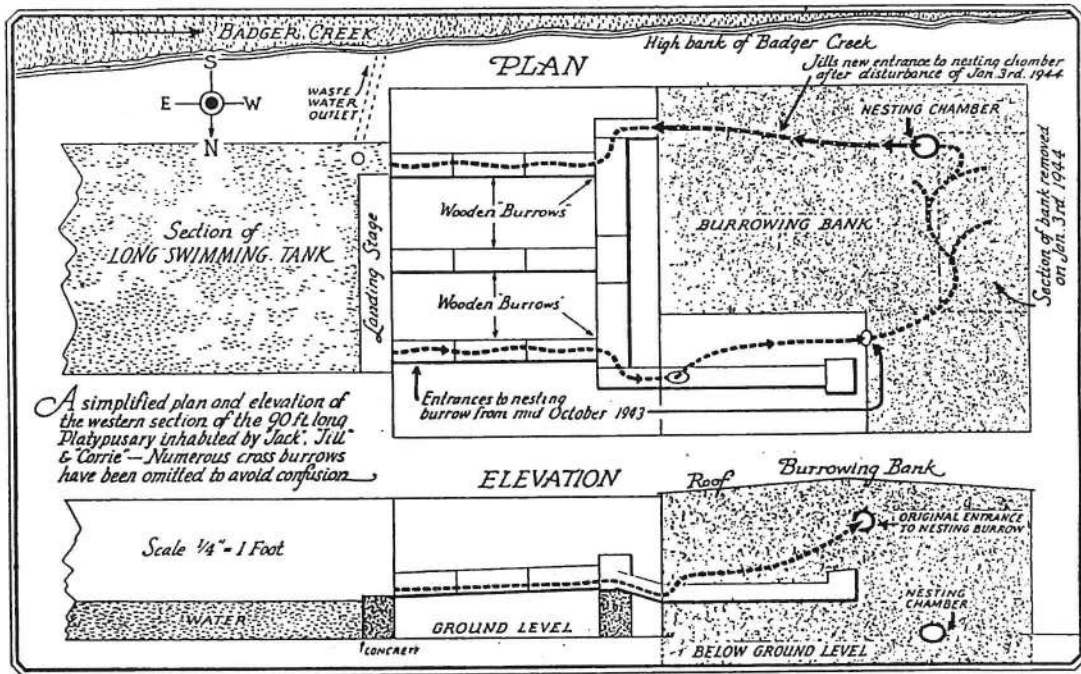


Fig. 11. カモノハシの飼育施設 (Fleay 1994 より引用)

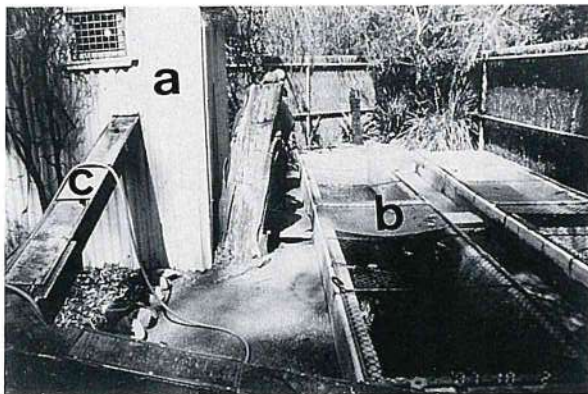


Fig. 12. Healesville Sanctuaryの旧飼育施設 (1995年新館落成)の一部 a, 寝箱を並べた建物; b, 摂餌用プール; c, 寝箱とプールを連絡するトンネル

る^{19,71)} (Fig. 10). 捕獲した5個体の腎の縦断面を見ると, 2個体に中等大の腎臓胞が見られ⁷³⁾, 残りの3個体には腎臓胞はみられなかったが光顕的には腎糸球体の

gtonの同定, 私信).

この観察は5個体のみであり結論は出すことが出来ないが, 野生の個体では腎臓が組織学的に正常といえるのは少ないのではないかと推論できる⁷³⁾.

Ⅶ カモノハシの飼育と繁殖

1) 飼育

オーストラリアでは1930年よりHealesville Sanctuary, また, 同じ頃からThe Royal Merbourne Zoogical Garden, Taronga Zoo (Sydney), その他でもカモノハシの飼育が始められた^{11,41)}. (Fig. 11) 飼育施設は, 木製の寝箱 (60×45×40 cm程度) を屋内に並べ, 屋外に摂餌用のコンクリート製の摂餌用プール (6×2×1 m程度, 水深0.4 m), 巢用の砂場 (3×3×2 m程度), これを連絡させる木製またはPVC製の長さ6~15 mのトンネル (内径15×13 cm) で構成されている. (Fig. 12) これらは逃亡と外敵を防ぐため金網などで厳重に囲われている. さらに展示用には展示水槽が加えられる. これらの配置は夫々の動物園によって工夫を凝ら

Table 3 カモノハシ飼育時の餌

	Healesville Sanctuary*		Bronx zoo**
	March 1990	Sept. 1990	
生きたザリガニ (yabbies, <i>Cherax destructor</i>) (crayfish, <i>Cambarus</i> sp.)	75.5 g	221.2 g	24 匹
ミルワーム (<i>Tenebrio</i> sp.) またはアブラムシ (<i>Blatta</i> sp.)	45.6	50.0	両手一杯
昆虫の幼生 (fly pupa)		15.8	
ミミズ	138.8	78.8	453 g
金魚 (<i>Carassius auratus</i>)		7.8	
カエル (<i>Rana pipiens</i>)			1-2 匹
ゆで卵			2ヶ

(*Krueger et al. 1992. **Crandall 1993 より引用)

し、自然の状態に近くなるように努力している。♂は毒腺を持ち同居の他の個体を傷つけるため単独で一つの飼育システムが必要で、♀は複数の寝箱を用意すれば同居が可能である。

寝箱の中には乾燥させた水草、海藻や木の葉を箱の容積の75%程度に詰め、週に1回は交換し、ゴミなどを吸い出して掃除をしている⁴¹⁾。

野生では季節により発生する昆虫やその他の生物も異なるので餌の質も変化しているが、飼育下ではほとんど変わらない餌を与えている。餌は生きた淡水産のザリガニ類 (*Cherax destructor*) や金魚 (*Carassius auratus*) を展示水槽の中に入れて自由に食べさせると共に、夕刻に摂餌用プールに餌を入れて夜間に自由に摂餌させ、翌朝、プールの水を交換するとき残餌量を測定して摂餌量を記録すると共に、しばしばカモノハシの体重を測定して体重の減少に特に注意している。Healesville Sanctuary⁴¹⁾とNew York Bronx Zoo¹³⁾で与えている餌の種類と量をTable 3 に示す。潜水という激しい運動のため大量の餌を消費する¹³⁾と考えられていたが、最近では体重の15~28%の餌で充分との意見もある⁶⁴⁾。Bronx Zooではミミズ (*Eisenia foetida*, *Lumbricus terrestris*) を購入して与えていたが、カモノハシはこれらを嫌い、*Pheretima* sp.を好んで食べるようになった⁶⁾。本種はアジアが原産地のミミズでオーストラリアには生息していない種なので、本来は食べることに無味であることは興味深い。また、Bronx Zooではカモノハシの餌採集専門の常勤従業員がいたとのことである。野生では広大なhome-rangeを持ち、その上、定住群と通過群の2つのタイプがある動物を狭い飼育施設に収容することによって生ずるストレスでの死亡が多く、カモノハシの飼育は非常に難しい。とくに若い個体ほどストレスを受ける傾向が強いようである。また、腸内コクシジウム、トリパノゾームによる肝炎、肺炎などによる死亡も多く、ノミ、ダニや心臓と血管障害によるものは少なく、泌尿器関連は皆

無である⁴⁷⁾。カモノハシの飼育下での死亡はストレスによることが多いと述べたが、生態研究のため捕獲して短時間の間に標識や発信機をつけ再び放すと、これらの個体は異常なく生存している事が確かめられている (Whittisgton 私信)。

カモノハシの展示は、保護された個体を引きとることのほかに、次から次に野生個体を捕獲して飼育施設に収容し、適応しそうな個体を残し、衰弱個体や体重が捕獲時よりも20%減少した個体は野外に放すということを繰り返し続けているのが現状であろう。

2) 繁殖

今日まで、オーストラリアの多くの飼育施設で繁殖のために非常に努力がはらわれ、産卵に成功した飼育施設はあるが、孵化に成功したのはDavid Howells FleayがHealesville Sanctuaryで1943年11月に飼育していた♂ (Jack, 1939年1月, 生後1年未満でHealesville近郊で捕獲) と♀ (Jill, 1938年2月19日, 生後1年未満でHealesville近郊で捕獲) との間に1匹の♀ (Corrie, 12年間の飼育の後に逃亡) を得たに過ぎない¹⁵⁾。

飼育下での長期生存は上述のJackの17年である。

カモノハシの棲息域を広い範囲で囲み、餌のみを与えるという半飼育下 (Semi-captive condition) での繁殖は数例である。

VIII 海外への持ち出し

現在はカモノハシの輸出はオーストラリア政府によって禁止されているが、過去に海外へ持ち出された記録は、

1) Budapest Zoo 1913年

オーストラリアからハンガリーへ送られた多数の動物標本に生きたカモノハシの2個体が混ざって1913年3月にBudapest Zooに到着し、1個体は同年12月まで、残りの個体は4年3ヶ月間生存した^{11,13)}。

2) New York Bronx Zoo 1922年

Ellis S. Josephがオーストラリア政府の許可を得て、

オーストラリア産の多くの動物と共に、5個体の♂を巣箱と水槽を連結した飼育箱に入れ、大量の餌を積んで米国船West HenshowでSydneyを1922年5月12日に出發。途中New Castle (N.S.W.州) とHonoluluに寄港して6月30日にSan Francisco港に到着した時には1個体のみが残り、餌も残りがなくなっていた。5日間休養して鉄道でChicagoを經由し、カモノハシもJosephも疲れ果てた状態でNew Yorkに7月11日に到着。Bronxに移して飼育と展示したが8月30日死亡^{13,40)}。

3) 英国 1943年

第2次世界大戦下の英国首相Winston Churchill卿を激励するためにFleayはWinstonと命名したカモノハシの♂1個体を船でオーストラリアから送った。この船は英本土に到着の4日前にドイツのUボートに追跡され逃げ、英本土到着が遅れたため船中でWinstonは死亡当時このことは国家機密であった³⁶⁾。

4) New York Bronx Zoo 1947年

Bronx Zooからの依頼を受けたFleayは1946年4月にHealsvilleの近くのBadger Creek Sanctuaryで3週間に19個体を捕獲し、Healsville Sanctuaryに持ち帰り飼育しながらよく観察してこの中から適応性の良いと思われた生後約4ヶ月の♀2個体 (BettyとPenelope) と♂の中で一番若い (生後1年程度) 1個体 (Cecil) を選んだ。5月からCecilを3.6×0.9×0.9 m, BettyとPenelopeを4.25×0.9×0.9 mの輸送用の水槽の付いた飼育箱に慣らした。

1947年3月29日、飼育箱に入れられたままの3個体のカモノハシ、大量の生きた餌 (ミミズ、ザリガニ類、昆虫の幼虫など)、これらの冷凍したもの箱詰めはオーストラリア政府の検疫受け、Fleay夫妻と共に米国船Pioneer GlenでMelbourneを出港。冷凍餌を食べなかつたので、Sydney, Brisbane (Queensland州), Pitcair島に寄港して生きた餌と水の補給を受け、Balboa (パナマ) では予めBronx Zooに手配した生きた3種類のミミズを受け取るが、補給された水には塩素が多く含まれていたためカモノハシがこの水に馴染めず苦勞するなどして4月25日にBoston港に到着。陸路、車でNew Yorkに向かい、同日午後6時無事到着¹⁰⁾。4月28日より展示。展示時間は♂♀を交互に3:00~4:00 pm. とした¹⁰⁾。Bronxでの餌はTable 3 に示した。

Betty: 1948年9月6日肺炎にて死亡。約1年4ヶ月間飼育。

Penelope: 1957年8月1日逃亡。11年3ヶ月間飼育。

Cecil: 1957年9月18日死亡。11年4ヶ月間飼育。

特に、PenelopeとCecilは1953年5月7日求愛行動を示し、6月に砂箱の「入り口」を開けるとPenelopeは直ちにトンネルを掘りはじめ、ユーカリの葉をトンネル内に運び込み、7月9日より7月15日までトンネルにこもった。8月12日になってプールに入り餌を食べた。

これを見た関係者は仔が生まれたのではないかと期待したが不成功に終わる¹³⁾。

5) New York Bronx Zoo 1958年

1957年の年末にBronx Zooよりの手紙を受けとったFleayは1958年1月から2月にかけてBrisbane近郊で生後約4ヶ月の♀ (Pamela) と若い♂ (Paul) を捕獲して、近くのFauna Reserve in Burleighで飼育。5月10日、Healesville Sanctuary近くで約2歳の♀ (Patty) を捕獲。

6月5日、Sydneyで夫々の輸送箱 (1.8×0.6×0.9 m とプール) に入れて、餌 (ミミズ、昆虫の幼生、ザリガニ類) とFleay夫妻はPan Am機で出發。Nandi Airport (Fiji島) とHonolulu, Los Angelesを經由してNew Yorkに6月7日到着。

Honolulu検疫所では「オーストラリアの土は米国には入れられない」とプールと巣箱の土をハワイの水で洗い、消毒した米国の土に代えられた。飛行機の騒音と振動で衰弱したカモノハシにとっては災難。飛行場では予めBronxに依頼した米国産のミミズ5,000匹とミルワーム5,000匹を受け取った¹⁷⁾。結局、これらの3個体は年内に死亡した¹³⁾。

1996年に東京で開催される予定の都市博の象徴としてカモノハシの展示が鈴木都知事とフェイN.S.W.州首相との間で決定された。N.S.W.州首都のTaronga動物園がこの決定に強く反対したが州政府の強引な方針のため、オーストラリア政府は「本国と全く同じような飼育環境を整えること」の条件つきで出展を許可した。これを受けて州では、飼育と展示を兼ねた超大型飼育水槽を造り、幼獣を捕らえて、これに適応させて東京にそのまま運び、水も餌もSydneyから搬ぶ計画をたてた⁶⁹⁾。しかし、カモノハシの東京展示に関するオーストラリアでの公聴会では市民の大反対に遇った。さらに都市博の中止とフェイ首相の退陣もあって、この計画は自然消滅した。

カモノハシの海外への輸出に対するオーストラリア政府の政策は「オーストラリア国内の飼育下での繁殖が常時可能になるまで輸出を禁止する」とのこと、また、オーストラリア市民の動物愛護運動による反対も極めて強い。飼育施設に適応した個体は比較的長生きすることなどから、カモノハシの飼育には何か特別の技術があってFleayはこの技術を会得していたと筆者には思われてならない。

おわりに

爬虫類と哺乳類、単孔類と哺乳類との関連でのカモノハシに就いての解剖学的研究は多い⁷²⁾。今日では、現代科学の最新の手法を用いた各分野での研究が進められているが、1億5,000万年以上もの昔から進化を経て

現在の姿になった過程は未だに不明である。

分子細胞生物学的手法を用いて遺伝子の塩基配列の1部が次第に明らかにされつつある^{50,70)}。特にインシュリンを構成しているアミノ酸の配列順序は、ブタのそれと比較して17箇所異なり、ブタよりも爬虫類に近い⁵³⁾。古生物学的手法では出土した化石の数が少ないが大昔のカモノハシ *Obdurodon dicksoni* には歯が認められたなど進化の過程も次第に明らかにされつつある^{5,52)}。また、嘴の感覚生理学的研究は過去10年間に大発展を遂げ (Grant 私信)、ビタミンCが腎臓で生合成されている⁷⁾、など多くの分野での成果が得られているが本稿では省略した。

カモノハシに就いての多くの疑問は依然として未解

明のままではあるが、爬虫類と哺乳動物とのモザイクであるこの動物は、東部オーストラリアの川や湖と陸上の生活にとってもよく適応した動物である。

謝辞

1987年以来ご支援頂いた(勲)志摩マリランド, The Australian National University 直良博人名誉教授, 電気生理学分野で教示を頂いた三重大学 日高磐夫教授, 投稿を薦められた前: 山口大学・現: 麻布大学獣医学部解剖学教室 牧田登之教授, Figs.の作製に協力を得た重井医学研究所 井上伸一氏, 井上聡子氏に感謝致します。

文 献

1. Akiyama, S., Grant, T.R., Gemmell, N.J., Graves, J.A.M., and Murray, N.D. : Microsatellite loci and population structure in the platypus. National Symposium on platypus Biology, Charles Strut Univ., Bathurst, Australia. p. 13. (abstract) (cited in Grant and Temple-Smith 1998) 1996.
2. Andres, K.H. and von Düring, M. : The platypus bill. A structural and functional model of a pattern-like arrangement of different cutaneous sensory receptors. In : Sensory receptor mechanisms. Harmann, W. and Iggo, A. (eds.) World Scientific Pub., Singapore. pp. 81~89. 1984.
3. Andres, K.H. and von Düring, M. : Comparative anatomy of vertebrate electroreceptors. In : Progress in brain research. vol. 74. Harmann, W. and Iggo, A. (eds.) Elsevier Science Pub., Netherlands. pp. 113~131. 1988.
4. Anon : Poison of the platypus. *Victorian Naturalist* (Blackburn), 60 : 107. 1943.
5. Archer, M., Murray, P., Hand, S.J., and Godthelp, H. : Reconsideration of monotreme relationships based on the skull and dentition of the Micene *Obdurodon dicksoni* (Ornithorhynchida) from Rivesleigh, Queensland, Australia. In : Mammalian Phylogeny. I. Mesozoic differentiation, multituberculates, early therians and marsupials. Szalay, F., Novacek, M., and McKenna, M. (eds.) Springer, New York. pp. 75~94. 1993.
6. Atz, J.W. : There is a difference in the taste of earthworms-to platypus. *Animal Kingdom (Bull. New York Zoo. Assoc.)*, 54 : 95. 1951.
7. Birney, E.C., Jenness, R., and Hume, I.D. : Evolution of an enzyme system : Ascorbic acid biosynthesis in monotremes and marsupials. *Evolution*, 34 : 230~239. 1980.
8. Burrell, H. : The platypus. Angus and Robertson, Sydney. 1927.
9. Caldwell, W.H. : Telegram "Monotremes oviparous, ovum meroblastic". Read in Montreal on 2 September 1884 at British Association Meeting. 1884.
10. Canfield P.J. and Whittington, R.J. : Morphological observations on the erythrocytes, leukocytes and platelet of free-living platypus, *Ornithorhynchus anatinus* (Shaw) (Monotremata : Ornithorhynchidae). *Aust. J. Zool.*, 31 : 421~432. 1983.
11. Carrick, F.N., Grant, T.R., and Williams, R. : Platypus *Ornithorhynchus anatinus* : its captive maintenance. In : The management of Australian mammals in captivity. Evans, D.D. (ed.) Zoological Parks of Board Victoria, Melbourne. pp. 4~12. 1982.
12. Collins, G.H., Whittington, R.J., and Canfield, P.J. : *Theileria ornithorhynchi* Mackeras, 1959 in platypus *Ornithorhynchus anatinus* (Shaw). *J. Wildl. Dis.*, 22 : 19~24. 1986.
13. Crandall, L.S. : Family Ornithorhynchidae : Platypus or duckbill. In : The management of wild mammals in captivity. Crandall, L.S. (ed.) The Univ. Press, Chicago & London. pp. 7~18. 1963.
14. De Plater, G., Martin, R.L., and Milburn, P.J. : A pharmacological and biochemical investigation of the venom from the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*). *Toxicon*, 33 : 157~169. 1995.
15. Fleay, D. : We breed the platypus. Robertson & Mullens, Melbourne. 1944.

16. Fleay, D. : How the duck-billed platypuses came to New York. *Animal Kingdom (Bull. New York Zoo. Assoc.)*, 50 : 66~80. 1947.
17. Fleay, D. : Paul, Pamela and Patty-Platypuses in the zoo again ! *Animal Kingdom (Bull. New York Zoo. Assoc.)*, 61 : 98~108. 1958.
18. Fleay, D. : Paradoxical platypus. Jacaranda Press, Milton, Qld., Aust. 1980.
19. Gall, J.A.M., Alcorn, D., Butkus, A., Coghlan, J.P., and Ryan, G.B. : Distribution of glomerular peripolar cells in different mammalian species. *Cell Tissue Res.*, 244 : 203~208. 1986.
20. Gardner, J.L. and Serena, M. : Spatial organization and movement patterns of adult male platypus, *Ornithorhynchus anatinus* (monotremata : Ornithorhynchidae). *Aust. J. Zool.*, 43 : 91~103. 1995.
21. Gemmell, N.J., Grant, T.R., Western, P.S., Wamsley, J., Watson, J.M., Murray, N.D., and Graves, J.A. M. : Determining platypus relationship. *Aust. J. Zool.*, 43 : 283~291. 1995.
22. Grant, T.R. : Body temperature of free-ranging platypuses, *Ornithorhynchus anatinus*, with observations on their use of burrows. *Aust. J. Zool.*, 31 : 117~122. 1983.
23. Grant, T.R. : The historical and current distribution of the platypus, *Ornithorhynchus anatinus*, in Australia. In : Platypus and echidnas. Augee, M.L. (ed.) R. Zool. Soc. N.S.W., Sydney. pp. 232~254. 1992a.
24. Grant, T.R. : Captures, movements and dispersal of platypus, *Ornithorhynchus anatinus*, in the Shoalhaven River, New South Wales, with evaluation of capture and marking techniques. In : Platypus and echidnas. Augee, M.L. (ed.) R. Zool. Soc. N.S.W., Sydney. pp. 255~262. 1992b.
25. Grant, T.R. : The past and present freshwater fishery in New South Wales and the distribution and status of the platypus, *Ornithorhynchus anatinus*. *Aust. Zool.*, 29 : 105~113. 1993.
26. Grant, T.R. : The platypus. A unique mammals, 2nd edn., Univ. N.S.W. Press, Sydney, 1995.
27. Grant, T.R. and Carrick, F.N. : Capture and marking of the platypus, *Ornithorhynchus anatinus*, in the wild. *Aust. Zool.*, 18 : 133~135. 1974.
28. Grant, T.R. and Carrick, F.N. : Some aspects of the ecology of the platypus, *Ornithorhynchus anatinus*, in the upper Shoalhaven River, New South Wales. *Aust. Zool.*, 20 : 181~199. 1978.
29. Grant, T.R. and Dawson, T.J. : Temperature regulation in the platypus, *Ornithorhynchus anatinus*, maintenance of body temperature in air and water. *Physiol. Zool.*, 51 : 1~6. 1978a.
30. Grant, T.R. and Dawson, T.J. : Temperature regulation in the platypus, *Ornithorhynchus anatinus*, production and loss of metabolic heat in air and water. *Physiol. Zool.*, 51 : 315~332. 1978b.
31. Grant, T.R. and Denny, M.J.S. : Distribution of the platypus in Australia with guidelines for management. Rep. to Australian National Parks and Wildlife Service. Mount King Ecological Surveys, Oberon, N.S.W., Aust. 1991.
32. Grant, T.R., Grigg, G.C., Beard, L.A., and Augee, M.L. : Movements and burrow use by platypuses, *Ornithorhynchus anatinus*, in the Thredbo River, New South Wales. In : Platypus and echidnas. Augee, M.L. (ed.) Roy. Zool. Soc. N.S.W., Sydney. pp. 263~267. 1992.
33. Grant, T.R. and Temple-Smith, P.D. : Field biology of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) : historical and current perspectives. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353 (1372) : 1081~1091. 1998.
34. Griffiths, M. : The Biology of the monotremes. Academic Press, New York. 1978.
35. Griffiths, M. : The platypus. *Sci. Am.*, 258 : 60~67. 1988.
36. Grigg, G., Beard, L., Grant, T., and Augee, M.L. : Body temperature and diurnal activity patterns in the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) during winter. *Aust. J. Zool.*, 40 : 135~142. 1992.
37. Gust, N. and Handasyde, K. : Seasonal variation in the ranging behavior of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) on the Goulburn River, Victoria. *Aust. J. Zool.*, 40 : 193~208. 1995.
38. Hamilton, G. : The platypus. *Aust. Geographic.*, 12 : 51~61. 1988.
39. Hodgson, W.C. : Pharmacological action of Australian animal venoms. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.*, 24 : 10~17. 1997.
40. Joseph, E.B. : My experience with the platypus in captivity. *Animal Kingdom (Bull. New York Zoo. Assoc.)*, 25 : 105~111. 1922.
41. Krueger, B., Hunter, S., and Serena, M. : Husbandry, diet and behaviour of platypus, *Ornithorhynchus*

- anatinus*. *Int. Zoo Yb.*, 31 : 64~71. 1992.
42. Kruuk, H. : The diving behaviour of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) in waters with different trophic status. *J. Appl. Ecol.*, 30 : 592~598. 1993.
 43. Manger, P.R., Collins, R., and Pettigrew, J.D. : The development of the electroreception of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353 (1372) : 1171~1186. 1998.
 44. Manger, P.R., Hall, L.S., and Pettigrew, J.D. : The development of the external features of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353 (1372) : 1115~1125. 1998.
 45. Manger, P.R. and Pettigrew, J.D. : Electroreception and the feeding behaviour of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus* : Monotremata : Mammalia). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 347 (1322) : 359~381. 1995.
 46. Manger, P.R. and Pettigrew, J.D., Keast, J.R., and Bauer, A. : Nerve terminals of mucous gland electroreceptors in the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 347 (1352) : 13~19. 1995.
 47. McColl, K.A. : Pathology in captive platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) in Victoria, Australia. *J. Wildl. Dis.*, 19 : 118~122. 1983.
 48. McColl, K.A. and Whittington, R.J. : Leptospiral titres in wild platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) in New South Wales. *Aust. Vet. J.*, 62 : 66. 1985.
 49. Meckelio, I.F. : *Ornithorhynchus paradoxus* descriptio anatomica. Gerhardum Aescherum, Leipzig. 1826.
 50. Messer, W., Weiss, A.S., Shaw, D.C., and Westerman, M. : Evolution of the monotremes : Phylogenetic relationship to marsupials and eutherians, and estimation of divergence dates based on alpha-lactalbumin amino acid sequences. *J. Mammal. Evolut.*, 5 : 95~105. 1998.
 51. Munday, B.L., Whittington, R.J., and Stewart, N.J. : Disease conditions and subclinical infections of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353 (1372) : 1093~1099. 1998.
 52. Musser, A.M. and Archer, M. : New information about the skull and dentary of the Miocene platypus *Obdurodon dicksoni*, and a distribution of ornithorhynchid relationship. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353 (1372) : 1093~1099. 1998.
 53. Nourse, A., Treacy, G.B., Shaw, D.C., and Jeffrey, P.D. : Platypus insulin : Indications from the amino acid sequence of significant differences in structure from porcine insulin. *Biol. Chem. Hopper-Seyler*, 377 : 147~153. 1996.
 54. Otley, H.M., Munks, S.A., and Hindel, M.A. : Platypus activity areas and patterns in a sub-alpine Tasmanian lake system., National Symposium on Platypus Biology, Charles Sturt Univ., Bathurst, Australia. p. 34. (Abstract) (cited in Grant and Temple-Smith 1998) 1996.
 55. Pettigrew, J.D., Manger, P.R., and Fine, S.L.B. : The sensory world of the platypus. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353 (1372) : 1190~1210. 1998.
 56. Proske, U., Gregory, J.E., and Iggo, A. : Sensory receptors in monotremes. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353 (1372) : 1187~1198. 1998.
 57. Richards, G.C. : Predation on a platypus, *Ornithorhynchus anatinus* (Monotremata : Ornithorhynchidae) by a goshawk. *Aust. Mammal.*, 9 : 67. 1986.
 58. Robison, K.W. : Heat tolerances of Australian monotremes and marsupials. *Aust. J. Biol. Sci.*, 7 : 348~360. 1954.
 59. Scheich, H., Langner, G., Tidermann, C., Coles, R.B., and Guppy, A. : Electroreception and electrolocation in platypus. *Nature*, 319 : 401~402. 1986.
 60. Schults, W. : Die Bluegefäßversorgung des Magen-Darmkanals der Monotremen. Ein Beitrag zur Frage der Homologisierung seiner Abschnitte. *Z. Anat. Entwickl.*, 126 : 303-319.
 61. Serena, M. : Use of time and space by platypus (*Ornithorhynchus anatinus* : Monotremata) along a Victoria steam. *J. Zool. Lond.*, 232 : 117~131. 1994.
 62. Serena, M. : Spatial organisation and movement pattern of adult male platypus, *Ornithorhynchus anatinus* (Monotremata : Ornithorhynchidae). *Aust. J. Zool.*, 43 : 91~103. 1995.
 63. Serena, M. : Metropolitan monotremes, *Nature Aust.*, 25 : 28~32. 1996.
 64. Serena, M. and Williams, G.A. : The survival of platypus in captivity : a reappraisal with recommendations

- for veterinary management and future research. *Aust. Vet. J.*, 70 : 63~65. 1993.
65. Serena, M. and Williams, G.A. : Rubber and plastic rubbish : A summary of the hazard posed to platypus *Ornithorhynchus anatinus* in suburban habitats. *Victorian Naturalist* (Blackburn) 115 : 47~49. 1998.
 66. Shaw, G.: The naturalist's misellany. vol. 10, Lond. (cited in Griffiths, M. 1978) 1799.
 67. Tanaka, Y., Eishi, Y., and Morris, B. : Splenic hemopoiesis of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) : Eviden of primary hemopoiesis in the spleen of a primitive mammal. *Am. J. Anat.*, 181 : 401~405. 1998.
 68. Temple-Smith, P.D., : Sesonal breeding of the platypus, *Ornithorhynchus anatinus* (Shaw ; 1799) with special reference to the male. Ph.D. Thesis, Australian National Univerity, Canberra. 1973.
 69. 東京新聞：珍獣カモノハシ移送大作戦。 1月9日, 1994.
 70. Toyosawa, S., O'higin, C., Figueroa, F., Tichy, H., and Klein, J.: Identification and characterization of amelogenin in monomers, reptiles, and amphibians. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 95 : 13056~13061. 1998.
 71. Tsujii, T., Inoue, S., Takamiya, H., Liszczynsky, H. R., Naora, H., and Seno, S. : Morphology of the kidney of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus* : monotremata). *Anat. Rec.*, 234 : 348~358. 1992.
 72. Tsujii, T. : Bibliography of the platypus. *Sci. Rep. Shima Marineland* No. 7. 1~38. 1999.
 73. Tsujii, T. : unpublished data. 1999.
 74. Whittington, R.J. : The monotremes in health and disease. In : Australian Wildlife. Bryden, D.I. (ed.) Post Graduate Foundation in Vet. Sci., Sydney. pp. 727~787. 1999.
 75. Whittington, R.J. : The survival of platypuses in captivity. *Aust. Vet. J.*, 68 : 32~35. 1991.
 76. Whittington, R.J. and Grant, T. : Hematology and blood chemistry of the free-living platypus, *Ornithorhynchus anatinus* (Shaw) (Monotremata : Ornithorhynchidae). *Aust. J. Zool.* 31 : 475~482. 1983.
 77. Whittington, R.J. and Grant, T.R. : Hematology and blood chemistry of the conscious platypus, *Ornithorhynchus anatinus* (Shaw) (Monotremata : Ornithorhynchidae). *Aust. J. Zool.*, 32 : 631~635. 1984.
 78. Whittington, R.J. and Grant, T.R. : Hematological changes in platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) following capture. *J. Wildl. Dis.*, 31 : 386~390. 1995..
 79. Whittington, R.E.J. and McColl, K.A. : Aspiration pneumonia in a wild platypus *Ornithorhynchus anatinus*. *Aust. Vet. J.*, 60 : 277. 1983a.
 80. Whittington, R.J. and McColl, K.A. : *Escherichia coli* pneumonia in a wild platypus *Ornithorhynchus anatinus*. *Aust. Vet. J.*, 60 : 280. 1983b.
 81. Whittington, R.J., Middleton, D., Spratt, D.M., Muntz, F., Carmel, B., McCracken, H., Struckosch, M., Stephenson-Shaw, J., Harper, P.W., and Hartley, W.J. : Sparganosis in the monotermes *Tachyglossus aculeatus* and *Ornithorhynchus anatinus* in Australia. *J. Wildl. Dis.*, 28 : 636~640. 1992.
 82. Whittington, R.J. and Spratt, D.M. : Lesions associated with metazoan parasites of wild platypuses (*Ornithorhynchus anatinus*). *J. Wildl. Dis.*, 25 : 521~526. 1989.

アジアの伝承獣医学

I. 総論

牧田登之*

〔受付：1999年10月20日〕

ETHNOVETERINARY MEDICINE IN ASIA. AN INFORMATION KIT ON TRADITIONAL ANIMAL HEALTH CARE PRACTICE.

I. GENERAL INFORMATION.

Takashi MAKITA

*Department of Veterinary Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine
Azabu University*

〔Received for publication : October 20. 1999〕

This report is an abbreviated translation of the first part of four booklets published by the International Institute of Rural Reconstruction (IIRR) of the Philippines as a series of records of workshops they organized in 1994. Thanks to their open policy to encourage the translation, adaptation and copying of the material for non-commercial use, this is to introduce some part of their information to Japanese veterinarians. This booklet of 145 pages is the first section of four booklets to cover the general information. After brief introduction about the process of the workshop, as well as some notes on herbal medicine, simple surgical techniques such as bone fracture, treatment of castration wounds is described. The main part of the volume is the glossary of about 250 medical plants available for treatment of animals. Some 100 illustrations of plants are included in this section. An ethnoveterinary question list, a glossary of technical terms, a participants' profile and 57 references follow the glossary of medical plants.

Although they are not so active as in human medicine, not a few veterinarians in Japan are interested in Asian or Oriental traditional medicine such as Chinese and Indian medicine. This booklet covers only a limited number of traditional veterinary medicines in some limited areas of Asia. But this type of publication has not been introduced, to my knowledge, in Japan. It may be worth publishing some ethnoveterinary information in the Philippines, Indonesia, Sri Lanka, Thailand, Laos, Cambodia and India.

本報は、“Ethnoveterinary medicine in Asia”という全4冊から成る小冊子の抄録である。1999年9月2日～3日ネパールのカトマンズでネパールの奇少動物協会、ネパール畜産局、ネパール農業研究カウンシル、山口大学の共催でネパール科学技術省の支援によって第6回のInternational Congress in Biotechnology of Animal Reproductionという集会があった際に、展示会場で、Green Energy Missionという団体を代表してDr. G.L.Shresthaが、ネパールの様々な薬草と共に上記の冊子を展示されていた。

見れば、これはIIRR(The International Institute of Rural Reconstruction)というnongovernment organization(NGO)の一つが1994年にフィリピンで開催したワークショップの記録だそうで幸いIIRRは、この出版物の版權を要求していない。むしろ、本のほん訳、利用、コピーはおすすすめすると明記している。

そこでDr. Shresthaの御好意で早速コピーをとらせていただき、ここに紹介する次第である。ただ小冊子とはいえ、I総論145頁、II反芻動物143頁、III豚72頁、IV家禽40頁で全部で400頁近くにもなり、内容的にも病名、病因、予防法、などについては、既知のことが多い。それで主として「治療 (treatment)」の項目に限定して紹介することにする。ただこの出版物は、地方の農民を対象にしているのので、ユニークなイラストレーションをふんだんに使っている。薬草や畜舎の様々な形態などを図示している。これらのうち約1/3をコピーのコピーではあるが御紹介しておきたいと思う。

さてタイトルのEthnoveterinaryの訳語であるが、サブタイトルにanimal health care practicesと書かれているように、「伝統獣医学」を意味するものと思われるが、言葉の意味としては、民族とか地方独特のということも暗示しているようである。また最近では、医学界でも伝統医学を、伝承医学と民間医学と区別してみたり、補助医学とか、アロマセラピーを指していることもあるようで、本報では最初のこのタイトルの訳出が最も困難であった。悩み迷った末に、伝承獣医学にさせていただいた。獣医師と民間の術者との区分が現場では明確ではないのではなかろうかという推量と、「東洋医学」、「漢方医学」等にくらべると、いわゆる鍼灸治療、カイロプラクティスなどの要素がないなどを勘案した結果である。

著作権について

IIRR publications are not copyrighted. The Institute encourages the translation, adaptation and copying of materials for non-commercial use, providing an acknowledgement to IIRR is included.

ワークショップ参加者

Nita Abena (Philippines)
Jayvir V. Anjaria (India)
Luka Choemuen (Thailand)
Baidwin Dy (Philippines)
Mila Gracia Ejercito (Philippines)
Tomas J. Fernandez, Jr. (Philippines)
Nitya S. Ghoige (India)
Scott Killough (USA)
Vinai Klunsorn (Thailand)
Sivagurunathar Kumaraswamy (Sri Lanka)
Chheng Heat Leao (Cambodia)
Camencita Mateo (Philippines)
Evelyn Mathias (Germany)
Constance McCorkle (USA)
Sommay Mekhagnomdara (Laos)
Tri Budhi Murdiati (Indonesia)
H.D. Wasantha Piyadasa (Sri Lanka)
Sagari R Ramdas (India)
Piyasak Sukarnthapong (Thailand)
Aem Wangklang (Thailand)
Medino A. Yebron (Philippines)

I ワークショップの成り立ち

このワークショップに協賛している企業は以下の五社のように、残念なことに我国の団体は参加していないし、参加者も皆無である。

Brot für die Welt. (ドイツ, スツツガルト), Heifer Project International (U.S.A.アーカンサス), The World Bank (U.S.A.ワシントンD.C.), German Appropriate Technology Exchange (ドイツ, Eschborn), IIRR. (フィリピン, Silang, Cavite).

参加者は上記のようであるが、この他に翻訳者2名、運営7名、編集者7名などサポートした人々が多数いる。イラストをかいた人は6名の方々であるが、個々のイラストはこのうちだれが描かれたのかは不明である。

以下は原書の順を追ってワークショップのプロセスのイントロダクション(1-5頁)に、本書の利用方法(6-11頁)、薬用物の採集と調剤法(12-19頁)、ハーブ医薬の応用(20-27頁)、薬用量の計算(28-30頁)、生体体重の拍定流(31-34頁)、簡単な外科手術(35-43頁)、去勢傷の治療(44-45頁)、薬草の英名と学名(46-48頁)、薬用植物の解説(49-112頁)、伝承獣医学問診表(113-114頁)、学術用語解説(115-127頁)、参加者のプロフィール(128-138頁)、文献(139-146頁)の抄訳である。

ワークショップの紹介

発展途上国への西洋の技術の導入は、その利点をしのぐほどにへい害や不利な影響をもつ。西洋医学も例外ではない。弱点としては次のようなことがある。

- 田舎では、薬品が手に入らなかったり、供給がとどこおりがちである。
- 輸入薬は高価である。
- 多くの畜主は経費を節約するために低い薬用量しか投与しないか、指示を理解しないで高い投与量を投薬したりする。

畜主はもし伝承獣医学を識っていれば生活が楽だったろうということがしばしばある。そのような伝承獣医療法は各国の経験と、試行錯誤を反映しており、地方文化、環境条件に適応しており、安価で地方でまかなえる。

地域の獣医療法は10年以上も組織的に記録し、文書化されてきたが、発展途上国でこれがほとんど応用されていない。その理由は2つある。

- ◎ 多くの国内外の機関が伝承獣医学の発展途上国における役割と、寄与を認識していない。これは医

学の伝承医学が広く認識され発展途上国で用いられているとの対照的である。

◎奏効し、勧められる療法についての文書による情報がほとんど存在しない。何を使うといいのか、何を使っていけないかのガイドラインなしでは、発展途上国の獣医師たちは、伝承獣医療法を獣医プロジェクトのデザインにくみこみ実施することをためらう。

本書はこの第2の制約を克服することが目的である。これが伝承獣医学の利用を容易にし、プロジェクト立案者たちやフィールドワーカーたちがこの貴重な情報をとり出すことを可能にするであろう。これはますます使える伝承獣医学療法のパッケージであるので村々で実践しすすめることができる。

本書は伝承獣医学が世界中の地方のコミュニティーで安価で実用的な選択枝として役立つ多くの貴重な伝承的治療を含んでいることを示している。しかし、世界の広い伝承獣医学診療を記録し、判定し、理解するためには、まだすることが多く残っている。このような療法を集大成することが、獣医学、薬理学の研究分野を刺激して、伝承獣医療法を評価する研究を行うようになることを希望する。またこのマニュアルで概説した簡単で、実用的で、安価な療法は家畜生産が生活に組みこまれている地方の家庭やコミュニティーで有益であると思う。

本書編さんのプロセス

IIRRは、参加型ワークショップからすばやく、効果的に情報提供出版物をつくることを手がけてきた。このようなワークショップには、学者、役人、NOGのスタッフ、関連の人々や農民が会合して、編集者やイラストレーターと共に、1～2週間で集中的に原稿を書き、編集し、イラストを加え、出来上がったものを批評する。このように短期間で完成する。印刷にごくわずかな編集と整理をほどこす必要があるだけである。この方式で全体に必要な時間を削減し、また各専門家や、広範囲の参加者から情報が得られるという二つの利点がある。

このやり方をこのマニュアルづくりに用いた。ワークショップの準備は実際開催時期の数ヶ月前からはじまった。IIRRのスタッフと、Heifer Internationalのフィリピンプログラムのスタッフからなる運営委員会が、各機関に接触して、実際に伝承獣医学を行ったことがあるか、家畜にテストしてみたことがある人を推薦してもらった。運営委員会はまた仮の議題リストをつくって推薦された人々に送付した。それは、(1)トピックスを通覧して、付加議題があるかを問うこと、(2)どの分野に参加してもらえるかを見つけること、のためであった。

最終的に20名の参加者を次の基準によって択んだ。

(1)国別(熱帯アジアで一国4名以内)、(2)各国の地域分布、(3)伝承獣医学の重点領域ないし実験所の経験、(4)参加者が、将来貢献するように重複をさけ、広い範囲のトピックスをカバーするように心がけた。

参加予定者のトピックスリストに対する反応をもとに、運営委員会は各予定者に6～7題のトピックスを割当て、ガイドラインに従って初稿を書いてもらった。参加者はその原稿と、その他の資料をもってワークショップに参加した。

ワークショップ自体は、カンボジア、インド、インドネシア、ラオス、フィリピン、スリランカ、タイ、U.S.A. からの約220人の参加者が、1994年7月11日～24日にIIRRに会合した。これには科学者、NGOのスタッフでフィールドと農民と共に働いている人々を含んでいる。

ワークショップの間に、参加者は各々の用意した原稿を提示し、検討・批評した。各自の発表後に、参加者は自分の国での該当する療法を追加した。このようにして初稿にはアジアの他の数ヶ国の療法がつけ加えられた。

すべての療法は討議によって、一連の批判に対抗して受入れるか、参加者のグループが職業的判断によって、有害、危険、あるいは無効とみなしたものは棄却した。とりあげないトピックスもあり、統合したり追加したトピックスもある。IIRRの編集者とイラストレーターは、各参加者が指示した変更を援助した。このようなプロセスで、約80議題の二次稿ができて検討した。

この二次稿をまた反芻動物、豚、家禽の三グループに提出した。各グループは詳細にこれを討議し、編集し、各療法の有効性をチェックした。その変更を再び編集者とイラストレーターが文章と図に加えた。その結集の三次稿はIIRRの編集チームが最終的にみて印刷にまわした。

最終稿は、初稿をかいた人ばかりでなく、多くの参加者のものが反映されているので、各トピックスに特定の著者名はつけず、全グループがマニュアル全体の著者ということにした。

これらのマニュアルを最初に提案したのはIIRRのDr. Julian Gonsalvesで、彼の支援に感謝したい。IIRRはまた参加者各位にワークショップ中の激務と、この上もない貢献に感謝したい。彼等なしでは本マニュアルの製作はできなかったであろう。

ワークショップとこれらのマニュアルの出版は、前述の5団体の支援のおかげである。インドネシアからの参加者は、インドネシアのボゴール獣医学研究所の支援によるものである。

本マニュアルの使い方

マニュアルは4分冊からなる。治療法ばかりではな

く、伝統的な畜舎のつくり方、給餌、繁殖なども含んでおり、動物の健康維持と疾病の予防に重点をおいている。

該当地域の言語の多様性のために、植物名は学名と常用の英名によった。ただし広く通常に用いられているニンニク、ショウガ、ココナッツ、バナナ、グワバナなどは英名のみにした。

各病名毎に、症状、病因、予防、処置を記してある。処置すなわち治療法でいくつかの薬物を用いた場合には、段階を追って（ステップバイステップ）記載し、多くの薬剤のうち一剤を用いる場合は一覧表とした。いくつかの療法がある場合は「・」印をつけて併記したので、そのうちからえらぶようになっている。ある地域では非常に大切な療法であっても、特別に社会一宗教関係のある療法は削除した。

知的所有権

全ての治療法と投薬量は地方の畜主の慣用にもとにしている。たいていの療法は、一国、あるいは一地域の全域で広く使われているもので、一個人や一村落のものとはいえないが、ごく少数の療法ではある個人名で用いられているので、そのようなものでは個人名や村落名を付記した。

治療の有効性

各法の後に、それを用いている国名と、ワークショップで用いた有効性の判定の番号を添える。

1. 参加者が、有用であると賛同した療法。
2. ある地域や一国で広く用いられている療法（アジア以外の療法に反するものも含む）。
3. 参加者がその療法を農場で用いる実際の知識をもっているもの。
4. 伝統的治療者が用いるさとれる療法。
5. 次の二つのうちどちらかで文献に引用されている療法。
 - (1) ヒトや他の動物種と同じ疾病に用いられている。
 - (2) この植物が、薬理的に当該疾病の治療に有効であると証明されている。
6. 科学的に当該家畜種の疾病に有効であると証明されている療法。

これに相当する療法は比較的少ないが、いくつかの地域や国々において広く使われている薬草や療法は、農民たちから有効だとして支持されている。こういうものについては、実験室と臨床面の両方で、注意深く科学的に判定することが必要であると示唆された。

科学的試験がされていないので、各療法の各薬剤が直接問題の疾病に効くとは保証できない。改善するのは、補助的、共働作用的、栄養の効果かもしれない。農民や畜主が用いる療法であることを強調しておきたい。ワークショップ参加者とIIRRは、療法が有効で害がないことを確認するために十分努力した。しか

し、これらの療法を保証したり、それを用いたことによって生じる問題に対して責任をとることはできない。

薬用量（省略）

薬用植物の同定、採集及び調剤 同定：植物のタイプ（およその大きさ、木か蔦か草かなど、植物の花や実のつく場所）、葉、花、果実、樹皮（有無、色と表面の形状）などによって植物名を同定する。

採集：植物のどの部分を、どの季節に採集するのかを知る。有効成分は植物の部位、成長の段階、収穫熟時期、採取中の扱い方、採集場所の物理的条件、貯蔵条件に左右される。

- 葉と茎は、日中にまた植物が開花する直前に収集するのが一番よい。
- 香りのある花は、蕾が開く直前に、太陽がまだ高くない朝がよい。その他の花は満開のときがよい。花は同時に開花しないので、一群（バッチ）で採集する時もある。
- 特に未熟実という指定がなければ、果実は成熟したものを採集する。急にしおれる肉厚の果実はいくらか成熟したときに、とりわけ早朝や、夜になって採集する。
- 種は通常よく熟れた実からとる。乾燥した中味の実は木から落ちたり、容易に割れたりするので、種はすぐとび散ったりなくなったりする。そのような実の場合は成熟しはじめたらすぐに採集するのがよい。

注意：植物採集は、植物を滅ぼしたり、環境を傷つけるようなやり方は避けよ。何を採集するにせよ、無駄を防ぐために、事前にどれだけ、またどの部分をとるかをきめ必要な部分だけ採集せよ。例えば葉が必要なら葉だけ、必要枚数だけ採集せよ。薬用植物は、継続的供給のために、保存されるべきである。

採集後：分類、洗浄、乾燥、切断、トリミング、すりつぶし、ぶち切り、貯蔵をする。

ハーブ薬の調剤 図3

- 煎じる
- 浸出する
- 粉にする
- 汁をしぼる
- 湿布する、軟膏をつくる
- 丸薬をつくる

ハーブ茶の投薬

水薬投与 図2

豚、反芻動物、鶏。

強制投与

固型薬を経口投与する。水薬投与と同じく、反芻類、豚、鶏に行われる。反芻動物では、喉をマッサージし

て、のみこんだかどうかを確かめる。一つの易しい方法は、バナナや料理したサツマイモに固型薬をいれてたべさせることである。

餌や水と薬剤をまぜる方法

局所的投与

ハップ：バナナの幹や、ココナツの葉を布のかわりに上にかぶせる。

湿布：豚や反芻動物の痛みや炎症を緩和するために、暖いぬれた布などを患部に当てる。

圧定布（乾ハップ）

直接塗布

鼻投薬 図4

腔投薬

固型薬挿入：

- 腔洗浄：1. パパイアの葉の茎をきれいに洗って、植物油をぬる。
2. 腔内へ約10cm挿入。
3. この茎に伝って、腔内へ薬液を注ぎ、あふれ出るまで行う。

肛門投薬

点眼

燻蒸

薬用植物束をつり下げる

計量の単位

液薬

- フィリピンでのコップ
 - 1コップ=テーブルスプーン16杯=約¼リットル
 - 2コップ=1パイント=約½リットル
 - 4コップ=1クオート=約1リットル
- インドでのティカップ
 - 1コップ=30ml=ティスプーン6杯
- スプーン
 - 1ティスプーン=5ml
 - 1テーブルスプーン=15ml
- ボトル（通常、リットル、750ml、375ml、320ml）
 - フィリピン：ガロンビン、リットルビン
 - インド：120mlビン、200mlビン
- 水のみグラス1杯
 - フィリピン=237ml（小さいコークのビン）
 - 南インド=100ml
 - 西インド=250ml
 - 北インド=450ml
- 点眼
 - 60滴=5ml=1ティスプーン=5g

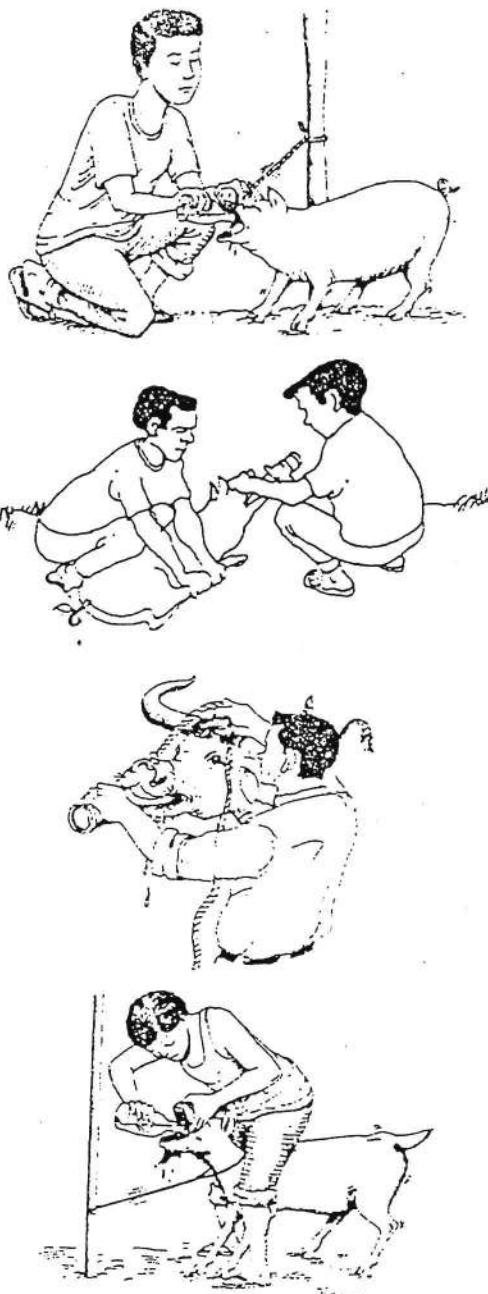
粉薬

- 小さいマッチ箱=50g
- 手のひらいっぱい=50g
- ピーナツ20個=10g

図1



図2



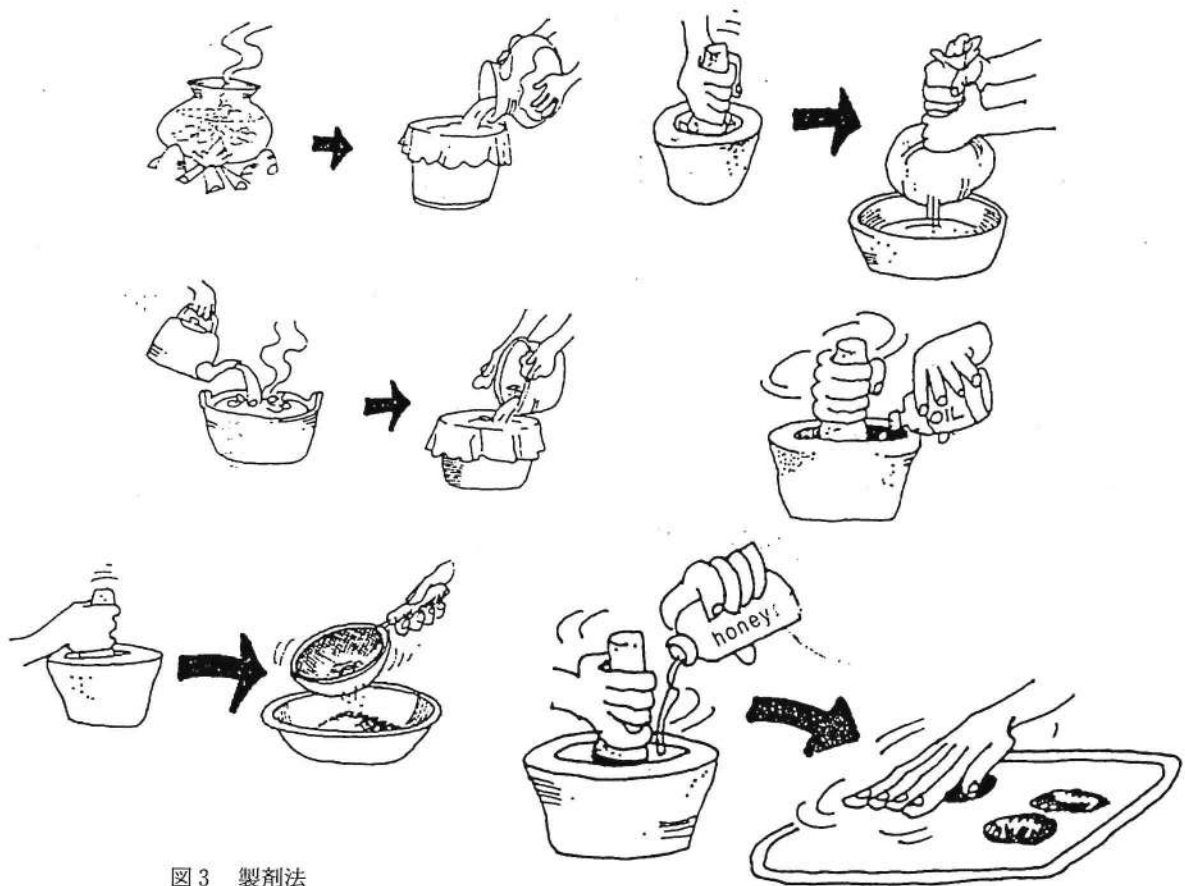


図3 製剤法

生体体重の換定

牛と水牛：ひもやテープで胸囲を計って、表1で体重を推定する。
 山羊・羊：テープをしっかりと胸囲にまいて表2で体重を推定する。
 豚：後頭部から尾根までの体重と、心臓部の胸囲を測定して表3で推定する。

表1 牛と水牛の胸囲と体重

胸囲(cm)	体重(kg)	胸囲(cm)	体重(kg)	胸囲(cm)	体重(kg)
65	35	125	170	185	508
70	40	130	190	190	552
75	45	135	210	195	598
80	50	140	230	200	648
85	59	145	252	205	698
90	69	150	272	210	748
95	79	155	295	215	798
100	89	160	325	220	850
105	103	165	360	225	905
110	118	170	392	230	969
115	134	175	427		
120	150	180	467		



図4 経鼻投薬(薬剤を温水にいれ蒸気をたてる.)

切り刻んだ薬 (ひとにぎり分)

Azadirachta indicaの葉150~200枚

Ocimum spの葉300枚

Eucalyptus tereticornisの葉15~25枚

Areca catechuの葉10枚

表2 山羊と羊の胸囲と体重(1)

胸囲(cm)	体重(kg)	胸囲(cm)	体重(kg)
27.3	2.3	47.6	11.3
28.6	2.5	48.9	12.2
29.9	2.7	50.2	13.2
31.1	3	51.4	14.1
32.4	3.2	52.7	15
33.7	3.6	53.9	15.9
34.9	4.1	55.3	16.8
36.2	4.5	56.5	17.7
37.5	5	57.8	19.1
38.7	5.4	59.1	20.4
40	5.9	60.3	21.8
41.3	6.8	61.6	23.1
42.7	7.7	62.9	24.5
43.8	8.6	64.1	25.8
45.1	9.5	65.4	27.2
46.4	10.4	66.7	28.6

山羊と羊の胸囲と体重(2)

胸囲(cm)	体重(kg)	胸囲(cm)	体重(kg)
67.9	29.9	88.3	56.7
69.2	31.3	89.5	59
70.5	32.7	90.8	61.2
71.7	34	92.1	63.5
73	35.4	93.4	65.8
74.3	36.7	94.6	68.1
75.6	38.1	95.9	70.3
76.8	39.5	97.2	72.6
78	40.8	95.4	74.8
79.4	42.2	99.7	77.1
80.7	44	101	79.4
81.9	45.8	102.2	81.6
83.2	47.6	103.5	83.9
84.5	49.9	104.8	86.2
85.7	52.2	106.1	88.4
87	54.4		

表3 豚の胸囲と体長(後頭～尾根)による体重の推定

胸囲(cm)	80	90	100	110	120	130	140
	体 重 (kg)						
80	36	40	48	60	75	94	116
90	42	47	55	67	82	101	123
100	50	55	63	75	90	108	130
110	59	64	72	84	90	117	139
120	69	74	82	94	109	120	150
130	80	85	94	105	120	139	161
140	93	98	106	118	133	151	173
150	107	111	120	132	147	165	187

簡単な手術方法

骨折：

処置：図5

痛みどめ：

●新鮮なツクフネソウの成熟した根をテーブルスプーン4～7杯分を500mlの水で10分間煮沸する。成体の牛と水牛には、500mlを1日1回3日間のませる。

注意：長期間投与すると危険。

軽い骨折や骨のひびわれ：

●ひとにぎりの生のコンフレアの葉をすりつぶして湿布する。湿布は1日1回とりかえて1週間、脚をつかえるまで行う。

重症の骨折：

1. 動物を安楽な姿勢にする。
2. 1ℓの水に、1kgの生のCissampelos pareiraの葉をいれ30分～1時間煮沸する。煎じた汁を成体の牛や水牛には200ml、仔牛、羊、山羊には100mlのませる。これで筋肉を1時間弛緩させる。
3. 患部を上側になるようにする。
4. ロープを用いて患部の骨をそろえてよくしばる、動物を傷つけないように気をつける。
5. てい毛して患部をきれいな水で洗う。
6. 新聞紙に植物油を注ぎ、関節が動かぬように数枚の新聞紙をキャストとして関節のまわりにまく、膨れが少しおさえられる。1日間そのままにしておく。
7. 次の日に新聞紙をとる。骨折をおおい、皮膚を保護するために清潔な布をまく。
8. 関節が動かないように、副木を当てる。通常一脚に4本必要。
9. 清潔な布のひもほうたいをギブス(プラスチック、次頁)に浸し、脚のまわりにしっかりとまく。ほうたいはきつすぎてはいけない、その下に自分の指を一本いれられる位にする。
10. 7～10日したらギブスはずす。骨折によっては、成体でギブスはずすのに3～4週かかることもある。

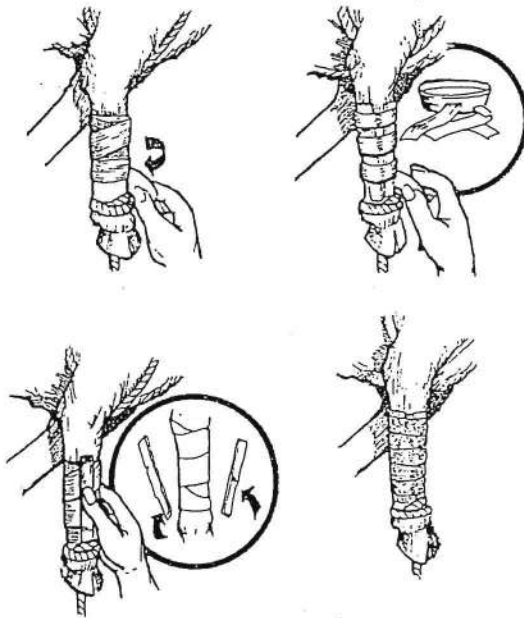


図5 骨折イラスト

プラスターの作り方：

- パンくずを2ヶすりつぶして、十分な量の卵白とまぜる。(西インド, 1, 2, 3, 4)
- 10ヶの卵の卵白とEuphorbia neriifoliaのラテックスをティスプーン3杯と、水銀(またはred oxide)をティスプーン2杯まぜる。(西インド, 1, 2, 3, 4)
- 一にぎりのタマリンド(チョウセンオダマキ)の葉をすりつぶして、アリ塚の土とまぜ少量の水を加える。(西インド, 1, 2, 3, 4)
- 新鮮や山羊塚, 新鮮な山羊の糞, 灰, 卵白を等量混ぜる。(西インド, 1, 2, 3, 4)

副木：

強くて軽いものでなければならない。竹、ココナツの茎、パリミラヤシの葉、ピロウジュの樹皮などを用いる。

骨折治療後：

動物の年齢および健康状態によって、骨が治るには3～6週間かかる。若い動物の骨は速くなる。患部を動かし過ぎると治りがおくれる。

- 動物を安静にさせる。
- 動物に消化しやすい栄養のある餌を与える。
- 餌10kg当り、一にぎりの石灰、チョーク、卵殻などを加える。
- ギプスが落ちたらすぐ新しいものと取りかえる。

疣(werts)：

疣は皮押の表面の小さい、固型の発達したものである。舌にできると採餌を妨げる。鼻孔に出来ると呼吸を妨げる。乳首にできると搾乳が痛い。陰茎にできると尿の通過を妨げる。

処置：以下のいずれかの方法で疣を切除する。

- 1本の糸か3～4本の馬の毛を疣のまわりにしっかりと結ぶ。こうすると疣への血液を切断し、疣を縮少し、乾燥し、遂には落ちてしまう。(1, 2, 3, 4, 5)
- 疣の上にEuphorbia neriifoliaのラテックスか、パパイヤの幹、実、あるいは葉のラテックスを1滴か数滴たらす。ラテックスの量は疣の大きさによる。疣が落ちてしまうまで、1日2回行う。(1, 2, 3, 4)
- キンセンカの生葉2～3枚と、一つの花の花弁をつぶして汁をとる。この汁を疣が落ちるまで1日に2回少くとも3滴疣にたらす。汁の量は疣の大きさ次第。(1, 2, 3, 4)
- キンマの一枚の葉全部を包帯のように疣の上に結びつける。その葉をそこに止めておくのにひもを用いる。疣が落ちるまで1日2回この包帯をとりかえる。これは下記のアブセスの治療にも使われる。(1, 2, 3, 4)
- 硫酸銅の結晶2～3ヶを水1滴に混ぜる。マッチ棒で疣の上につける。注意：硫酸銅で指に火傷する。(1, 2, 3, 4)
- んにく片を1～2枚直接疣の上でしぼる。疣が落ちるまで1日1回これを行う。(1, 2, 3, 4)

アブセス(省略)

去勢傷の治療

フィリピンとスリランカでは、農民は去勢に消毒した刀と2本の長いピンセットを用いる者がいる。

感染予防の処置

去勢後、以下のうちどれかの薬物を用いよ。

- グワバの葉と煮沸して冷やした水で傷を洗う。これを3日間続けて行う。(フィリピン, 1, 2, 3, 4, 5)
- (傷の大きさによって)1～3枚の新鮮なバナナの成熟した葉を切り刻んでつぶす。清潔な布やガーゼで切り刻んだ葉をしぼってラテックスを抽出する。早朝と夕方に動物を洗った後にこのラテックスを傷の上につける。傷が治るまでこれを毎日行う。(フィリピン, 1, 2, 3, 4, 5)
- 熱い料理した米飯を2にぎりほど傷につける。

これは出血を止める。(フィリピン, 1, 2, 3, 4)

- 赤砂糖とココナツオイルを1:1で混合して傷にぬる。(カンボジア, 1, 2)
- ライム(過酸化カルシウム)粉と赤砂糖を1:1で混ぜて傷にぬる。(カンボジア, 1, 2)

腫脹が起きた場合:

- 脹れた部分に清潔な冷水をコップ2~3杯ほど1日2~3回散水する。インド, 1, 2, 3, 4)
- 乾燥したウコンの根茎をすりつぶして, 水を加えてペーストにする。これを傷の上に, 治るまでぬる。(インド, フィリピン, 1, 2)
- コンフリーの葉を5~10枚くぐらして傷の上のせる。(フィリピン, 1, 2, 3, 4)
- 1ℓの火に, ひとにぎりのneemかグワバの葉をいれて約15分煮沸する。これを冷やしてから傷の上や周囲に散布する。インド, フィリピン, 1, 2, 3, 4)

薬用植物の英名と学名の対比

(省略)。

薬用植物の解説

約220種の薬用植物を学名のアルファベット順に解説したもので, そのうち95種にはイラストがついている。各項目には①学名, ②その植物の利用部分(葉, 茎, 枝, 実など), ③対象となる病気, ④対象となる動物, が簡単に記載されている。

表4にはその概要をまとめてあり, 和名あるいは英名が判るものは参考までに付記した。利用部分はleaf(葉), bark(樹皮), root(根), seeds(種), fruit(実), blossom(花), latex(ラテックス), stem(茎), trunk(幹), pulp(パルプ), bran(ふすま, ぬか), straw(わら), fruit gum(果実粘液) whole plant(全体), bean(豆), wood(木材), stalk(茎), top(トップ), molasses(糖蜜), juice from stem(茎汁), pod(さや), vine(つた), grain(穀), rhizome(根茎), と様々であるが, これを()内のように略して表示した。また対応するマニュアルは, 総論I, 反芻動物II, 豚III, 家禽IVを総論, R, S, P, と記号で示した。和名は薬用植物図鑑¹⁾²⁾, ハーブの参考書³⁾⁴⁾, 園芸植物図鑑⁵⁾等を参照したが, 意外に該当する薬草がなく, マニュアルに常用されている薬草が我国のそれとは種類が異なっていることが示唆された。

問診リスト

村落での家畜生産について働いている際にはその地域の家畜の医療の実態を理解することが大切である。

ここに治療の記録をとる際に畜主に対する問診のリストをあげる。

この質問はガイダンスであって, 地方の状況や, 各動物の状況で適当に調整すべきである。

背景

- 家族の中で誰が管理や, 患畜の治療に責任を負っているのか。
- その地方の季節は?, 季節が家畜の病気にどのように影響するか?
- 飼っている動物の品種は? その動物の健康に関連のある系統, 年令, その他の要因は何か?

病名

- 品種, 季節, その他地方の関連する要因ごとに, その地域の動物の病名を全て聞き出す。
- 重複, くりかえし, 混同, 遺漏, などをクロスチェックする。
- 以下の質問表で更に調査するにふさわしい病名を決定する。

質問表(P114)。

以上で同定した病名の一つずつ次のような質問をする。

- 1) この病気にかかった動物の品種, 系統, 年令, 性別は何か?
- 2) この病気の発現の季節性その他の時期的なタイミングはあるのか?
- 3) これは通常一頭の動物またはグループに同時に発生する病気か? 他の動物に拡がるか?(感染性, 伝染性か?)
- 4) 病因は何か? 自然/物理的原因, 超自然的/非物理的要因, あるいはその両方か? 記述せよ。
- 5) 本病を予防する方法があるのか? あるとすればどんな方法か。
- 6) 主な症状を記述せよ。できれば経時的に, 最初の症状はいつ, どのように, その症状はどのようなでいつみられたか, など。またこれが特定の病気であると判断した症状がもしあればそれを述べなさい。
- 7) 伝承治療があるか? あるとすればそれはどのようなもの? どこで, どうしてその治療はできるか? それを行うとどうなるか?(できるだけ特定化して下さい)
- 8) 現代治療はあるか? どのようなものが? どこで, どうして行えるか? その治療をするとどうなるのか?(できるだけ特定化しなさい)
- 9) この動物を治療しなければ, 通常どういふことになるのか?
- 10) この地方の一家族2~3頭の家畜について, この病気をもった家畜について, この前(一番最近に)聞いたことがあるのはいつ?

専門用解説

本書はなるべく日常語で平易に解説する方針で編集されているが、止むを得ぬ用語約191語について1～2行で簡単に解説している。

参加者の略歴

参加者21名のプロフィールが載せられている。フイ

リピンの方が多い。獣医師、大学長(獣医科大学)、大学教授、農業マネージャー、農業官僚、ワクチン製造研究所の獣医部門の長、農民、など多彩である。

参考文献

1976～1994の文献57報がリストされている。

参 考 文 献

- 1) 三橋 博監修 原色牧野和漢薬草大図鑑 pp. 782 北隆館, 1988.
- 2) 三橋 博監修 コンパクト13, 14. 原色薬草図鑑 I, pp. 282, II. pp. 282, 北隆館, 1988.
- 3) リチャードメイビー原著 (The complete new herbal.) 神田シゲ・豊田正博訳. ハーブ大全. pp. 304, 小学館, 1990.
- 4) デニ・バウン原著. ハーブ大百科, 吉村則子・石原真理訳, pp. 422. 誠文堂新光社, 1997, レスリーブレンネス原著. The complete book of herbs. ハーブ図鑑110, 槇島みどり訳. pp. 116. 日本ヴォーグ社, 1992.
- 5) 本田正次・林 弥栄・古里和夫監修. 原色園芸植物大図鑑. pp. 862. 北隆館, 1984.

薬用植物の解説

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
acorus calamus	ショウブ	根	眼病	R
actinopetris fennis		葉	出血	R
adhatoda vasica	アダトダバシカ	葉, 根茎	咳, 風感	R
aegale marmelos	Indian Bael	樹皮, 花, 実, 葉, 根, 茎	脱水	R
		実	下痢	R
albizzia myriophylla		樹皮	咳, 風感	S
allium cepa	タマネギ	球根	咳, 風感, 細菌	P
allium sativum	ニンニク	球根	産後, 咳, 風感, 臍帯, 外傷	R
			後産停滞(出血)	S
			食欲増進, 咳, 風感, 餌, 細菌, 外傷	P
			下痢	P
			腸内寄生虫	P
			疔(外科的)	総論
andrographis paniculata	bitters	茎	下痢	P
		樹液	ニューカッスル病(伝染病)	P
andropogon annulatus	marvel grass	葉	乳量減少	R
		全体	咳, 風感	P
andropogon cigratus	=cymbopogon citrus			
annona muricata	sour sop/ トゲバンレイシ	種	シラミ	S
		葉	蹄腐敗, 外傷	R
annona reticulata		種	シラミ	P
annona squamosa	sugarapple, custard apple, sweet sop	実	外傷	P
		葉	出血, 蹄腐敗, 外傷	R
			眼病, 内部寄生虫	S
		種	シラミ, 疥癬	S
			ダニ, シラミ	P, R
			外傷	P
arachis hypogaea	ground nut, peanut/落花生	種	産後	R
			餌	P, R, S
			乳量減少	R
areca catechu	belel nut/ ビンロウジュ	ナッツ(実)	内部寄生虫	R, S
			腸虫	P
			肝蛭	R
aristolochia bracteata	worm killer/ (うまのすずくさ)	葉	便秘, 内部寄生虫	R
artemisia vulgaris	ヨモギ	葉	内部寄生虫, 疥癬	P
		根, 茎	疥癬	P
artocarpus heterophyllus	gack fruit	葉, 実	産後, 餌, 外傷	R
azadirachta indica	neem tree	樹皮	下痢, ダニ, シラミ, 外傷	P
		葉	アブセス(外科), 去勢傷	総論
			出血, 餌, 発熱, 蹄腐敗, シラミ, 乳房感染, 外傷	R
			外傷	S
		種	ダニ	R
		全体	除虫剤(畜舎)	R
azima tetracantha		根又は葉	下痢	P
bambusa sp	竹	葉, 竹の子	後産停, 餌(産後)	R
		幹	畜舎	P, R, S
barleria lupulina	mahua	葉	蛇にかまれる	R

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
<i>bassia latifolia</i>	Indian butter tree	花	給餌(産後)	R
<i>berberis aristata</i>	メギ	葉, 茎	眼病	R
<i>bixa orellana</i>	ベニノキ	種	腸虫	P
<i>blumea balsamifera</i>	タカサゴギク	葉	発熱	S
<i>boehavia djffusa</i>		全体	排尿困難	R
<i>borassus flabellifer</i>	palmyra tree	花	出血	R
		葉, 木材	畜舎	R, S
<i>brassica integrifolia</i>		種	咳, 風感	R
<i>brassica nigra</i> (<i>brassica juncea</i>)	mustard/カラシ	種	食欲増進	S
			餌, ダニとシラミ	P
			捻挫	R
<i>breynia petens</i>		樹皮, 葉	乳量減少	R
<i>cajanus cajan</i>	pigeon pea/キマメ	葉, さや	餌	R, S
<i>calendula officinalis</i>	calendula/キンセンカ	花, 葉, 花弁	疣(外科)	総論
<i>camellia sinensis</i>	tea/茶	葉	出血, 脱水, 下痢, 中毒	R
			眼病	S
<i>cannabis sativa</i>	hemp/大麻	茎	畜舎	R
<i>capsicum onnum</i> (<i>frutescens</i>)	chilli/ キダチトウガラシ	実, 種	食欲増進	R, P
			鶏痘	P
<i>careya</i>	sphaerica	樹皮	脱水, 外傷	R
<i>careya papaya</i>	papaya/パパイヤ	実	便秘	S
		葉	腸虫	P
			産後	R
		実の樹脂, 茎	腸虫	P
		種	内部寄生虫	R
		幹の樹脂, 実, 葉, 疣	総論	
<i>cassia alata</i>	ringworm bush カツシア・アラータ	葉	疥癬	S, R
		葉	細菌感染	R
		茎, 樹皮, 実	疥癬	S
<i>cassia siamea</i>	カツシア・シアメア	葉	食欲増進	R
<i>cassia tora</i>	カツシア・トーラ	葉, 種	細菌	R
<i>controsema spp</i>		葉	餌	R
<i>chromolaena odorata</i>		葉	外傷	S
<i>chrysanthemum indicum</i>	菊	葉	疥癬	P
<i>chrysophyllum cainito</i>	star apple/ カイニット	葉	下痢, 蹄腐敗, 内部寄生虫, 外傷	R
		葉	下痢	S
<i>cicer arietinum</i>	chick pea/ ヒヨコマメ	種皮	餌	R
<i>cinnamomum camphor- ia</i>	camphor/樟脳	樹木	咳, 風感	R
<i>cissampelos pareira</i>	velvel leaf	葉	骨折	総論
<i>citrullus lanatus</i>	wetermelon/スイカ	果物の皮	水分供給	S
<i>citrus acida</i>		樹皮	ダニ, シラミ	P
<i>citrus bergamia</i>	lemon/レモン	果実	捻挫	R
<i>citrus madurensis</i>		葉	発熱	S
<i>citrus medica</i>	citron tree/シトロソ	葉	発熱	S
			咳, 風感	R
<i>coccinia grandis</i>		葉	眼病	R
<i>cocos nucifera</i>	coconut/ココナツ	皮	シラミ, 下痢	S
			疥癬, 細菌	R
		葉	畜舎	R, S
		果肉	食欲増進	R
			餌	S, P
			内部寄生虫	S
		油	去勢傷	総論
			便秘, 疥癬, ダニ	R

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
			疥癬, 乳房感染, 下痢	S
			外傷	P
		殻	下痢	R, S
			シラミ, 疥癬	S
		ココナッツ水	食欲増進	R, P
			下痢	S
			下痢, 脱水	R
			眼病, 中毒	R, S
			熱暑, ストレス	P
		木材	畜舎	P
<i>colocasia esculenta</i>	タロイモ	葉	食料	R
		球茎	食料	S
<i>couroupita guianensis</i>	cannon-ball tree	果実	発情刺激	R
<i>crataeva nurvala</i>		全体	排泄困難	R
<i>croton juncea</i>	sun hemp/サンヘンブ	生葉	餌(産後)	R
<i>cuminum cyminum</i>	cumin/ヒメウイキヨウ	(乾燥)種	産後, 下痢	R
<i>curcuma longa</i> (domestic)	turmeric/ウコン	根茎	アブセス, 去勢傷	総論
			咳, 風感	P, R
			細菌症, 下痢, 腸虫, 餌	P
			ダニ, 便秘, 乳房感染, 出血, 眼病, 捻挫	R
		全体	外傷	R, S, P
			咳, 風感, 捻挫	R
			豚痘	S
<i>cymbopogon citratus</i>	lemon grass/レモングラス	葉	ダニ, シラミ, ツツガムシ	P
			捻挫	R
<i>cynodon dactylon</i>	バミューダグラス	草, 茎	出血	R
		葉	出血, 外傷, 乳量減少	R
<i>dalbergia nigra</i>	rosewood/シタン	木材	畜舎	R
<i>desmodium triflorum</i>		葉	眼病	R
<i>dioscorea alata</i>	yam/ヤマイモ	塊茎	餌	S
<i>dioscorea esculenta</i>	tugui	塊茎	餌	S
<i>diospyros ebenum</i>		葉	ダニ, シラミ	P
<i>diospyros mollis</i>		果実	咳, 風感	S
			内部寄生虫	S, R
<i>dolichos uniflorus</i>	horsegram	種	餌	P
			産後	R
<i>dolichos catjung</i>	カチュング豆			
	(<i>vigna unguiculata</i> 参照)			
<i>eichhornia crassipes</i>	water hyacinth/ホテイアオイ	葉	餌	S
<i>eleusine coracana</i>	finger millet フィンガーキビ(アワ)	種	産後	R
<i>embelia ribes</i>	エンベリア	果実	浮腫	R
<i>erythrina indica</i>	ディゴ	葉	咳, 風感	R
<i>eucalyptus globulus</i>	eucalyptus/ユーカリの木	葉	発熱, 捻挫	R
			外傷	R
		全体	除虫剤	R
<i>eugenia caryophyllus</i>	clove/チョージ	根, 木, 樹皮		S
<i>eugenia jambolana</i>	black plum	樹皮	出血	R
<i>eupatorium odoratum</i>	ヒヨドリ(ボーンセット)	葉	出血, 外傷	R
			外傷	S
		全体	蹄腐敗	R
<i>euphorbia hirta</i>	シマニシキソウ	茎からの脂	眼病	R
<i>euphorbia neriifolia</i>	common milk hedge	乳液(ラテックス)	骨折, 疣	総論

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
<i>ferula assa-foetida</i>	asafoetida/オオウイキョウ	樹脂	浮腫, 産後	R
<i>ficus bengalensis</i>	banyan tree/ベンガルボダイジュ	脂	出血	R
<i>ficus hauili</i>		ラテックス	外傷	R, P
<i>ficus minahassae</i>		葉	餌	R
<i>ficus racemosa</i>		樹皮	外傷	R
<i>foeniculum vulgare</i>	fennel/ウイキョウ	種	乳房感染	S
<i>fumaria officinalis</i>	カラクサケマン(フマリア草)	葉	捻挫	R
<i>gardenia gummifera</i>	クチナシ	樹脂	食欲増進, 産後	R
<i>gardenia jasminoides</i>	gardenia/コリンクチナシ	茎	乳房感染	R
<i>gaultheria fragrantissima</i>	ガウルテリア・フラグランティスマ	葉	膨脹症	R
<i>gmelina arborea</i>		葉	発熱	R
<i>gliricidia sepium</i>	gliricidia	樹皮, 根	咳, 風感	R
<i>glycine max</i>	soy bean/大豆	葉	疥癬, 捻挫	S
<i>glycyrrhiza glabra</i>	liquorice/甘草	種	シラミ	S
<i>gossypium sp</i>	cotton/綿	種	餌, 疥癬	R, S
<i>helianthus annuus</i>	sunflower/ヒマワリ	種	産後	R
<i>heliotropium indicum</i>	indian heliotrope	種	便秘, 捻挫	S
<i>hevea brasiliensis</i>	rubber/ゴム	種	餌	P, S, R
<i>hibiscus rosa-sinensis</i>	hibiscus/ハイビスカス	花	外傷	R
<i>holarrhena antidysenterica</i>	コネッシ	種, 樹皮	後産停滞(出血)	S
<i>hordeum sativum</i>	barley/大麦	穀	乳量減少	R
<i>hoya ovalifolia</i>		葉	餌	P, R
<i>hyoscyamus niger</i>	black or common henbane/ヒヨス(天仙子)	全体	咳, 風感	P
<i>imperata cylindrica</i>	cogongrass/チガヤ	葉	餌	R
<i>ipomea aquatica</i>	swamp cabbage, skunk cabbage, water spinach/ザゼンソウ	葉, 茎	発熱	S
<i>ipomea batatas</i>	sweet potato/サツマイモ	葉	外傷	R
<i>jatropha curcas</i>	タイワンアブラギリ	葉と茎	捻挫, 外傷	R
<i>jasminum sambac</i>	arabian jasmin	根(芋)	発熱	S
<i>lagerstroemia speciosa</i>	banaba	葉	下痢	R
<i>lansium domesticum</i>		種	餌	P
<i>launaea pinnatifida</i>	pathri grass	葉	妊娠中の治療(出血)	S
<i>lawsonia inermis</i>	henna/シコウカ(指甲花)	葉	餌	S
<i>lens esculenta</i>	lentil	から, さや, 皮	出血	R
<i>leucaena leucocephala</i>		葉	眼病	R
			ダニ, シラミ	P
			外傷	R
			腸虫	P
			乳量減少	R
			便秘	R
			乳量減少, 餌	R
			餌	R, S, P

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
linum usitatissimum	サンシード(亜麻仁)	種	内部寄生虫	S
litsea sabifera		種	餌	P
mangifera indica	mango/マンゴ	葉	中毒, 便秘, 後産停滞	R
manihot esculenta	cassava/ニガキヤツサバ	樹皮	乳房感染	R
marantha arudinacea	arrowroot/クズウコン	皮, 芯, 葉, 果実パルプ	出血	R
melia azedarach	persian lilac, common bead tree/センダン	葉	餌(産後)	R
mentha arvensis	Japanese mint/ハッカ	葉	餌(産後)	R
mentha cordifolia opiz	mrrsh mint	根	餌	R
mentha piperita	ペパーミント	根	餌	S
mimosa padica	sensitive plant, touch-me-not/ツリフネソウ	葉	疥癬	R
		樹皮	捻挫	R
		樹皮	捻挫	S
mimusops-elonga		葉	内部寄生虫	R
mitragyna speciosa		葉	捻挫	S
michelia champaca		根	去勢傷, 痛み(外科)	総論
momordica charantia	bitter gourd/ツルレイシ	種	咳, 風感	R
		葉	脱水	R
		樹皮	外傷	R
morinda citrifolia	Indian mulberry/インドクワ	葉, 根	貧血, 内部寄生虫	S
		実, 根	下痢	R
		実	内部寄生虫	R
moringa oleifera	horseradish tree, drumstick/ワサビノキ	葉	食欲増進	R
		葉	貧血, 餌	S
		幹皮	外傷, 咳, 風感, 産後	R
		種	咳, 風感	R
		種	内部寄生虫	S
mucuna pruriens	cow-witch/メクナ	種	発情刺激	R
murraya koenigii	curry-leaf tree/	葉	食欲増進	P
musa sp	バナナ	花	便秘	R
		実	出血, 口蹄症(感染症), 乳房感染	R
		ラテックス	去勢傷	総論
		葉	床敷(新生児治療, 出血), 外傷	S
			浮腫(膨腸), 便秘, 畜舎	R
		茎	細菌	R
		幹	水分(給餌)	S
myristica fragrans	nutmeg/ナツメグ	実	下痢	P
nephelium lappaceum	rambutan/ランブータン	廿, 樹皮	発熱	R
nicotiana tabacum	tobaco/タバコ	葉	ダニ, シラミ	P
			ダニ, 外傷	R
			乳房感染	S
nigella sativa	black cummin. クロタネ, ニゲラ	種	乳量減少	R
			後産停滞(妊娠, 出産)	R
nypa fructicans	nipa/ニツパヤシ	葉	畜舎	R, S
ochna serrulata		根	蛇咬傷	R
ocimum sanctum	holy basil/モロコシ草	葉	出血, 咳, 風感, 眼病, 乳房感染, 外傷	R
			咳, 風感, ダニ, シラミ	P
			蚊の防止(感染症)	P
			蚊の防止(畜舎)	R

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
<i>ocimum basilium</i>	sweet basil/メボウキ	葉	出血, 咳, 風感, 乳房感染	R
		パルプ	出血	R
<i>odina wodier</i>	besharam	葉	アブセス(外科)	総論
<i>orthosiphon spicata</i>		葉	排尿困難	R
<i>oryza sativ</i>	コメ	コメヌカ	乳量減少(産後)	R
			餌	R, S
		コメ	食欲増進, 乳量減少, 脱水, 蛇咬傷, 外傷	R
			妊娠中治療	S
			去勢傷	総論
			咳, 風感	P
			下痢	P, S
		コメ	餌	P, R
		ワラ	床敷(畜舎)	R, P
			床敷(新生児保護)	S
			餌	R
<i>panicum isachne</i>		葉	乳量減少	R
<i>papaver somniferum</i>	poppy/ケシ	果実gum	下痢	S
<i>pathos secundes</i>		全件	捻挫	R
<i>pavetta indica</i>		全体	排尿困難	R
<i>padalium maurex</i>		葉, 茎, 実	産後	R
		樹皮	後産停(妊娠, 出産)	R
<i>pennisetum typhoideum</i>	millet	種, ストロー	餌	R
		種	餌	P
			産後	R
<i>persea americana</i>	avocade/アボカド	葉	外傷, 蹄腐敗	R
<i>peucedenum graveolens</i>		種	食欲増進	S
			鼓脹症	R
			後産停滞(妊娠, 出産)	R
<i>phaseolus aureus</i>	green gram/緑豆	豆	餌	P
<i>phaseolus catcaratus</i>	rice bean	種	餌	R
<i>phaseolus mungo</i>	black gram/ケツルアズ	豆	餌	P
		キ		
<i>phaseolus radiatus</i>	mung bean	種	餌	R, S, P
<i>phyllanthus emblica</i>		実	食欲増進	R
		種	外傷	R
<i>picrorrhiza kurrooa</i>		根	食欲増進	S
			発熱	S, R
<i>piper betle</i>	betel pepper/キンマ	葉	アブセス, 疔(外科)	総論
			眼病	R
			畜舎, 後産停滞(出血)乳房感染	S
<i>piper nigrum</i>	black pepper/黒コショウ	種	産後, 咳, 風感, 乳量減少	R
			鶏痘	P
			後産停滞(出血)	S
<i>plumbago zeylanica</i>	Ceylon leadwort	樹皮	出血	R
<i>plumeria acuminta</i>	tewple flower	葉, 樹皮	内部寄生虫	S
<i>pongomia glabra</i>		種	外傷	R
<i>premnna odorata</i>	alagau	葉	ダニ, シラミ	P
			シラミ	S
<i>psidium guajava</i>	guava/グワバ	葉	去勢傷	総論
			後産停滞(妊娠, 出産)	R
			乳房感染, 下痢	S, R
			外傷	S
<i>pterocarpus macrocarpus</i>		樹皮	蹄腐敗, 外傷	R
<i>pterocarpus santalinus</i>	red sanderswood	材木	アブセス(外科)	総論

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
punica granatum	pomegranata/ザクロ	樹皮	腸虫	P
		実	〃	P
			眼病	S
		葉	〃	R
			下痢	S
guisgualis indica	シクンシ	根	内部寄生虫	R
		茎	下痢	S
		葉,種	腸虫	P
ricinus communis	castor/ヒマ	葉	餌(産後)	R
		種油	膨脹症	R
saccharum officinarum	sugar cane/サトウキビ	茎汁	便秘	S, R
		葉,茎汁	乳量減少	R
		茎, ケーントップ, 糖	排尿困難	R
		密	餌	R
sansevieria sp		根	蛇咬傷	R
santalum album	sandalwood/ビャクダン	木材	外傷	S
sapindus rarak		実	眼病	R
saraca indica	ashoka tree	樹皮	出血	R
			後産停滞(妊娠, 出産)	R
sauropus androgynus	katuk	葉	産後	R
semen nelumbinis	lotus/蓮	種	出血	S
			栄養	S(小豚)
sesamum indicum	sesame/ゴマ	種	便秘	S
			餌	P, R
			腔出血(妊娠, 出産)	R
			外傷	R
			下痢	P
sesabania aegyptiaca		種及び樹皮	脱水, 外傷	R
sebania grandiflora	katurai	樹皮	発情刺激	R
sidacordiofolia	country mallow/ムクゲ	全体	餌, 産後	R
sorghum vulgare	sorghum/モロコシ	種	アブセス	R
spondias pixnata (又は spondias man- gifera)	Indian wild mango	葉	咳, 風感	総論 P
			サナダムシ(条虫)	S
stachyta jamaicensis		全体	外傷	S
		葉	乳房感染	S
sterculia foetida	wild almond/野生アー モンド	さや	眼病	S
swertia chirata	チレツタセンブリ	全体	食欲増進, 発熱	S
symhkytum officinale	comfrey/コンフリー, ヒ メハリソウ	葉	発熱	R
			去勢傷	総論
tamarindus indica	tamarind/タマリンド (チョウセンモダマ)	樹皮	骨折	総論
			捻挫	R
			内部寄生虫	S
		果実	食欲増進, 鼓脹症, 発熱, 内部寄生虫	R
			便秘	R, S
tectona grandis	teak/チーク	葉	咳, 風感	S
		樹皮	発熱, 咳, 風感	R
			骨折	総論
			内部寄生虫	S
terminalia arjuna		葉, 樹皮	中毒	R
terminalia belerica		材木	畜舎	R
terminalia chebula	ミロバランノキ	樹皮	出血	R
		種	外傷	R
	実	食欲増進, 膨脹症	R	

学名	英名/和名	使用する部分	適用病名	R = 反芻類、 S = 豚、P = 家禽
thunbergia laurifolia thinospora spp		種	外傷	R
		根	中毒	R
		全体	疥癬	S
		つる	食欲増進, 内部寄生虫	R
trachyspermum ami	bishops'weed, gout weed	種	下痢	P
			食欲増進	S
			下痢, 膨脹症, 食欲増進	R
			後産停滞(妊娠, 出産), 産後	R
tribulus terrestris	ハマビシ	全体	排尿困難	R
		葉	蹄腐爛, 口蹄疫(感染症)	R
trigonella foenum-graecum	fenugreek/コロハ	種	食欲増進	S
			咳, 風感, コリーザ	P
			下痢	R, P
			後産停滞(妊娠, 出産), 産後	R
tritium aestivum	wheat/小麦	フスマ	餌	R
		種	乳量減量(産後)	R
			下痢	P
			餌	R, P
veronica anthelmintica	サニギク	ワラ	床敷(畜舎)	R
		種, 葉, 全体	食欲増進	S
vigna sinensis (or unguiculata)	cowpea/ささげ	種	下痢	R
		種	餌	R, P
vitex negundo	five-leaved chaste tree/黄荊	葉	捻挫, 発熱	R
withania somnifera	winter cherry	根	外傷, ダニ, シラミ	P
xylia kerii		樹皮	乳量減少	R
zea mays	maize/メイズ	穀粒	脱水, 外傷	R
		ワラ, 種	餌	S, P
zingiber cossumunar	common ginger/ショウガ	根茎	餌	R
		根茎	食欲増進, 咳, 風感	P, R
zingiber zerumbet	ビタージンジャー	根茎	食欲増進, 眼病, 後産停滞(出血)	S
		根茎	膨脹症, 下痢, 後産停滞(妊娠, 出産), 捻挫	R
		根茎	咳, 風感	R
		根茎	下痢	S

アジアの伝承獣医学

IV. 家禽篇

牧 田 登 之*

〔受付：1999年10月30日〕

ETHNOVETERINARY MEDICINE IN ASIA IV.

Takashi MAKITA*

*Department of Veterinary Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine,
Azabu University.*

〔Received for publication : October 30, 1999〕

As the final section of a series of four booklets entitled "Ethnoveterinary medicine in Asia. An information kit on traditional animal health care practices", published by the International Institute of Rural Reconstruction of the Philippines in 1994, this abbreviated translation of vol 4. "Poultry" is to introduce the section of treatment of reduced appetite, coughs and cold, diarrhea, intestinal worms, ticks, lice and mites, fungal diseases, infectious diseases and wounds.

Together with some illustrations it will visualize the local information of traditional veterinary medicine. Sections of symptoms, cause, and prevention were not translated because such information is easily obtainable elsewhere.

However, some parts of "housing, heat stress, feeding, and calcium deficiency" were added since they also include interesting local information.

本報は、フィリピンのInternational Institute of Rural Reconstruction (IIRR) というNGOが1994年に発行したEthnoveterinary medicine in Asia, An informational kit on traditional animal health care practices¹⁾²⁾³⁾⁴⁾ という4冊からなる小冊子の第4部で総頁39頁のものである。(Fig.1) 第1~3部と同様に、処置(治療)の項目とイラストを中心に抄訳した⁵⁾。

「病名」, 「症状」, 「病因」, 「予防」, 「治療」のうち、治療を主に紹介することにする。幾つかの薬用植物名や治療法は・印をつけてあり、読者の選択にまかせる。そのような治療を行っている国名、地方を付記している箇所があり、そのあとの数字(1~5)は次の基準を示している。

1. ワークショップ参加者が有効とみとめた療法。
2. ある地域やある国でひろく用いられている療法。
3. ワークショップ参加者が実際に農場で用いた知識をもっている療法。
4. 伝統的治療者が用いると知られている療法。
5. 次のいずれかで文献に引用されている療法。
(1) ヒトや別の動物種と同じ病気に用いられている。
(2) 問題の病気を治療するのにその薬草が薬理的に有効であると証明されていること。

6. 当該家畜の病気を治療するのに有効であると科学的に証明されている療法。

投与量や調剤方法は不正確であることも多く、個人差、地域差も大きい。ワークショップの参加者と、IIRRは療法が有効で害がないように最大の努力をしたが、責任は負えない。ニワトリ用の投与量は通常成鶏10羽分になっている。

植物名、文献などは、総論篇を参照のこと。

食欲減退

処置

- ・ 餌を替える。
- ・ 下痢や咳と感冒など他の症状もみられるならば、その項目を参照する。
- ・ 食欲増進のために肉クズ、とくに肝臓の切り刻んだものを与える。

- ・食欲が正常に戻るまでは新鮮なやわらかいココナツの水だけを飲水として2～3日間与える。
- ・以下の薬剤の何れかを用いる。投与量は成鶏10羽分である。毎朝その日の餌に混ぜる。3日間やってまだ食欲が改善されない時は、獣医師に相談する。
 - (a) 3～4片のニンニクを餌にまぜる。(インド)
 - (b) カレーの葉10～15枚をくわいて餌に加える。
 - (c) ショウガの根茎10gをすりつぶして餌に加える。
 - (d) トウガラシ5ヶをくわいて餌に加える。

咳と感冒

病因： 気候が急変したり、雨期によくおこる。鶏の咳と感冒は鶏痘、ニューカッスル症、コリーザなど多くの病気の症状でもある。こういう病気は、空気感染、飲料水、餌でひろがることもある。以下の処方是对症療法のみである。

予防： 飲料水1ℓ当りティスプーン半分のウコンの根茎の粉を混ぜる。(インド)

治療： いかなる薬剤でも至口投与するときは頭の高さを保定しないと、肺に行くことがある。

- ・成熟した *Heliotropium indicum* の葉か *Spondias pinnata* の若葉を2倍量の清潔な水で5～10分間煮沸する。ドロッパーを用いてこの煎じ汁を症状がきえるまで1日2～3回経口投与する。体重1kg当り、3～5ml(茶さじ半分か1杯)の煎じ汁を投与する。この療法は、コリーザに有効である。(フィリピンレイテ島 1. 2. 3. 4. 5. 6)
- ・ニンニク片をつぶして餌に混ぜる。症状を予防し治すには、1羽当り1日に1片を用いる。(インド全域 1. 2. 3. 4. 5. 6)
- ・コロハ(胡蘆巴) (*Fenu greek*) の種10kgを1ℓの煮沸した湯にいれ、冷えるのをまつ。症状が解消するまで飲水としてこれだけをのませる。(インドの一部 1. 2)
- ・1羽当りタマネギ $\frac{1}{4}$ 個を切り刻んで、毎日たべさせる。鶏の病気の予備と治療にインドでは常用する。(インド 1. 2. 3. 4)
- ・一つかみのバシル (*Ocimum sanctum*) の葉を1ℓの水にいれ、水が半分になるまで煮沸する。これを飲料水にまぜる。葉もまた刻んで餌にまぜてもよい。(インドの一部 1. 2. 3)
- ・新鮮なショウガの根茎10gをくわいて液をしぼり、これに250mlの水と10gの赤砂糖をまぜる。これで10羽分である。これを毎日飲料水として与える。(インド 1. 2. 3. 4)
- ・*Andrographis paniculata* の全植物一本を2ℓの水で煮て、1ℓになるまで煮沸する。この水の中に2つかみの生米を一晩漬けておく。翌朝これを他の餌と一っしょに鶏にやる。これは未感染群の咳と感冒を

防ぐ。

下痢

下痢はいろいろな原因から起る。次の表と「感染症」の項を参照。

症 状	病 因
血便、水様便	恐らくコクシジウム症
下痢の中に寄生虫 頻回の下痢 水様便	蠕虫
緑便、白色便	細菌感染(「感染症」参照)
ゆるく灰色の下痢	餌の急変、一種類の穀物の過剰給餌、餌の中の塩分過多など栄養の問題
くさった臭いのする水様便 や緑便、村中で多くの鶏が死亡	ニューカッスル病 (「感染症」を参照)

予防：

- ・ニンニク7～10片と、指の爪位の大きさの干ウコン根茎の乾燥したものをくわいて、これを毎日餌にまぜる。(これで成鶏10羽に十分である)。
- ・250gの赤砂糖を1ℓの水で煮沸。250gのウコンの根茎の粉をまぜ、水が半分になるまで煮沸する。冷えるのを待って清潔な乾いた瓶に貯蔵する。本液をテーブルスプーン3杯毎日飲料水にいれる。これは10羽分。(インド、インドネシア 1. 2. 3. 4)

治療： 以下の薬物を用いる。用量は10羽に十分である。

- ・ニンニク7～10片をくわいて餌にまぜる。2～3日か下痢が止まるまで投与する。これは予防にもなる。(1. 2. 3. 4)
- ・ニンニク7～10片、タマネギ1個、手のひらに $\frac{1}{4}$ ほど(5～10g)のクロタネの種、手のひら $\frac{1}{4}$ ほどのコロハ(胡蘆巴)の種、親指大の乾燥ウコン根茎。これらを一っしょにすりつぶして餌にまぜて2～3日与える。(1. 2. 3. 4)
- ・*Sesbania algyptiaca* の種(または樹皮) 5gをすりつぶして餌に混ぜる。(インドのAndhra Pradesh, 1. 2. 3. 4. 5)
- ・メース(ナツメグの仮種皮)の乾燥した実を $\frac{1}{4}$ すりつぶして、餌にまぜて2～3日与える。(1. 2. 3. 4)
- ・*Agima tetracantha* の葉か根をひとにぎりすりつぶして、十分なヨーグルトにまぜてペーストをつくり、これを餌に加える。(インドのAndhra Pradesh, 1. 2. 3. 4)
- ・飲水のかわりに、米を料理したあとに残った水(komgil)を与える。胃のつなぎとなって患鳥の脱水を治すのに用いられる。(1. 2. 3. 4)
- ・下痢がつづくあいだ精製小麦粉を餌として与える。(インド 1. 2. 3. 4)

- ・岩塩10gとナツメグの乾した実 $\frac{1}{4}$ をすりつぶして、3～4日間餌にまぜる。(1, 2, 3, 4)
- ・1つかみの新鮮な(生の) *Tinosperma crispa*の蔓と、*Acacia insuavis*の生の枝10cmと、インドセンダンの生の皮10cmと、*Andrographis paniculata*の茎(幹)を1本まぜてすりつぶす。液をしぼって、ドロッパーまたは注射筒を用いて鶏の口に2滴ずつ1日1回3日間投与するか、この液を米とまぜて給餌する。(タイ 1, 2, 3, 4)

腸 虫

以下の治療法の何れかを行う。投薬量は成鶏用である。

- ・パパイヤの未熟な実か茎(軸、葉柄)をナイフで刺して液汁をとる。多くの液汁を得るには、これを日の出前の早朝に行う。
- ・10羽当り、この液10～15ml(茶さじ2～3杯)を5日間投与する。(インドネシア 1, 2, 3, 5, 6)
- ・風乾した*Areca catechu*ナツを火で4～5分さつと焙じる。殻をあけて実をとる。ナツをつきくずして餌にまぜる。鶏の口に一羽ずつひとつまみの粉を1週間、1日1回いれてやる。
(インド, インドネシア 1, 2, 3, 4, 5)
- ・ウコンの新鮮な根茎250gを粹く。汁をしぼって飲水として与える。これを月に1回行なう。
(インド, インドネシア 1, 2, 3, 4)
- ・ニンニクを少くとも6片すりつぶしてこれを餌にまぜる。この全量を10羽に1～2日で与える。これを月に1回くりかえす。
- ・ザクロの皮をひとつかみか、ザクロの実1ヶ全部を水にいれ15～20分間煮沸する。コップ半分の水(125ml)で約60gの皮か実を煮る。しぼってジュースをとる。このジュースを飲水として2～3日のませる。
(インド 1, 2, 3, 4, 5)
- ・コップ2杯の水に風乾した*Quisqualis indica*の葉と種をコップ1杯分をいれて、15分煮沸する。この汁をドロッパーを用いてテーブルスプーン一杯分を成鶏に月に1回投与する。
(フィリピン 1, 2, 3, 4, 5)
- ・コップ2杯の水に風乾した*Bixa orellana*の種コップ1杯分をいれて15分煮沸する。しぼってジュースを採集する。これを冷やしてから成鶏1羽当りテーブルスプーン一杯分をドロッパーを用いて強制投与する。これを月一回行う。
(フィリピン 1, 2, 3, 4, 5)
- ・コップ2杯の水に、風乾した*Lansium domesticum*をコップ1杯分いれて15分煮沸する。これをしぼって冷やしてドロッパーを用いて、1羽当りテーブルスプーン一杯を強制投与する。これを月一回行う。
(フィリピン 1, 2, 3, 4, 5)

ダニ、シラミ、ツツガムシ

- ・以下にあげる植物を鶏舎の近く又は下で燃して煙を鶏舎にいれる。もやす葉の量は鶏舎の大きさ次第である。これがシラミやダニを追い払う。鶏や動物は煙から隔離しておく。人々も煙から、はなれていること。

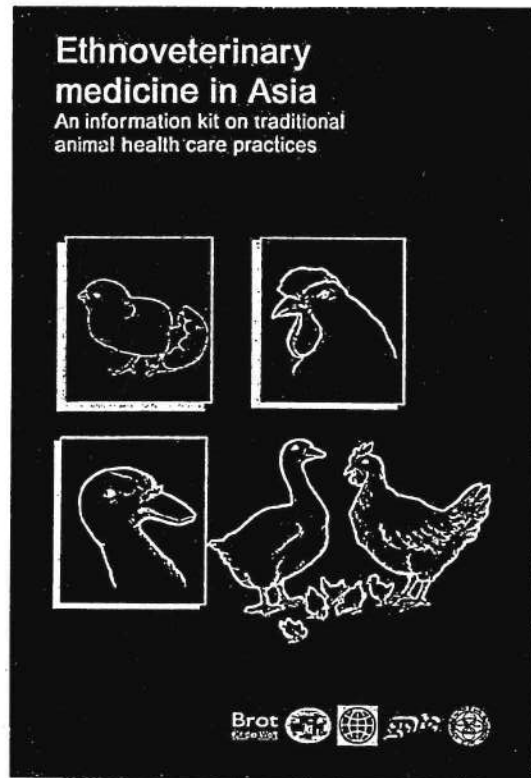


Fig. 1. 第4巻の表紙

- ・*Diospyras ebenum*の乾燥した葉
(中央インド 1, 2, 3, 4)
- ・タバコの乾燥した葉(鶏がタバコの葉をたべないようにする)。
(南アジア, 東南アジア一帯 1, 2, 3, 4, 5)
- ・*Citrus acida*の樹皮の粉。(タイ 1, 2, 3, 4)
- ・*Jasminurn sambac*の新鮮な全植物。
(フィリピン 1, 2, 4)
- ・*Premna odorata*の生か乾燥した葉。
(フィリピン 1, 2, 4)
- ・*Vitex negundo*の生か乾燥した葉。
(フィリピン 1, 2, 4)
インドの女性の多くは、伝統的な煙りの出るストーブを料理の時に使う。これは煙が家の中のダニやシラミを駆除するといわれているからである。
- ・*Premna odorata*の葉をくわいて乾燥する。これを鶏舎の下におく。これがシラミを駆除し、接触したシラミを殺す。(フィリピン 1, 2, 3, 4, 5)

- *Vitex negundo* や、*Ocimum sanctum* やレモングラスの束を鶏舎につるす。(Fig.2)

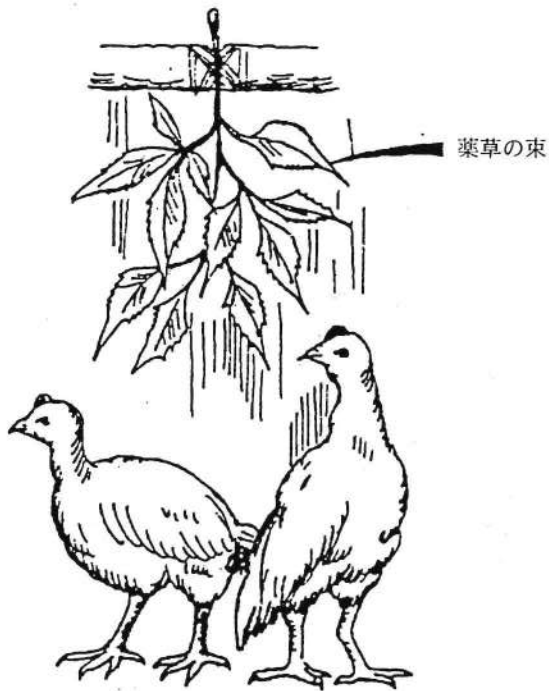


Fig.2. 鶏舎に薬草をつるす

(南アジア, 東南アジア 1. 2. 3. 4)

- 以下のどれかを鶏の皮膚にこすりつける。全体の皮膚をおおうのに必要なだけ用いる。

—生または乾燥したタバコの葉。

(南アジアと東南アジア 1. 2. 3. 4. 5)

—インドセダンの葉か油, 塩, 灰を2:1:1にした混合物。(インドのカルナタカ, タミールナド, アンドラ プラディッシュ 1. 2. 3. 4. 5)

—塩とマスタードオイルを1:2にした混合液。

(インドのカルナタカ 1. 2. 3. 4)

—生の *Vitex negundo* の葉のつぶしたもの。

(インド 1. 2. 3. 4)

—生または乾燥した *Annona sgamosa* の種をすりつぶしたもの。

(南アジア, 東南アジア一帯 1. 2. 3. 4. 5)

ダニ:

予防と治療:

- 定期的に鶏舎をそうじする。特に産卵をはじめる前に行う。
- 1つかみの生のレモングラスを、めんどりが産卵する前に巣にいれる。産卵して卵をかえす間にそこにいれておく。(フィリピン 1. 2) (Fig.3)

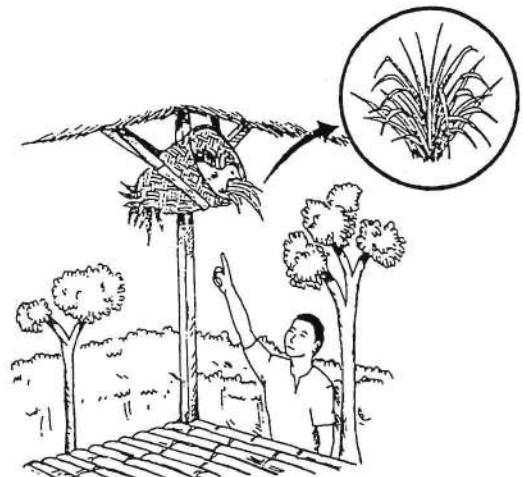


Fig.3. レモングラスを巣にいれてやる

細菌症

病因: アスペルギルス症
アフラトキシン (中毒) 症
鷺口瘡

症状:

細菌症は、汚れた餌によってひろがる。急性感染で鶏は死亡する。アヒルは鶏よりもかかりやすい。

予防:

- 1日1羽当り1~3片のニンニクをくわいて餌に混ぜる。(インド 1. 2. 3. 4)

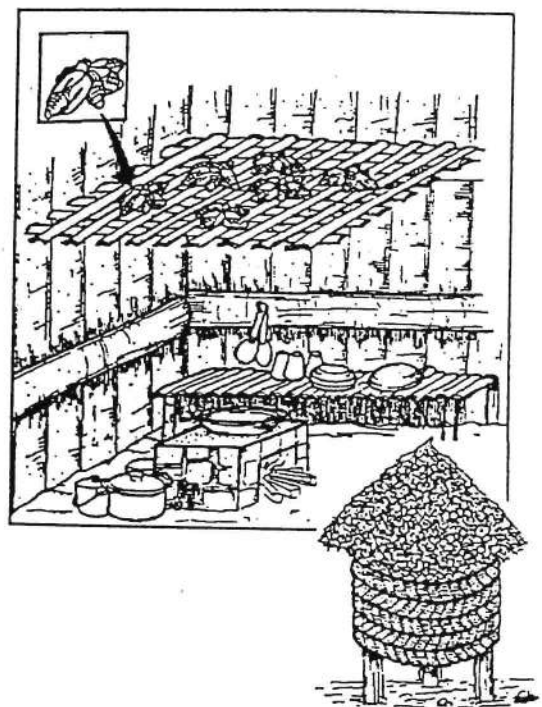


Fig.4-a. インドネシアの食料, 餌のストーブの上での乾燥

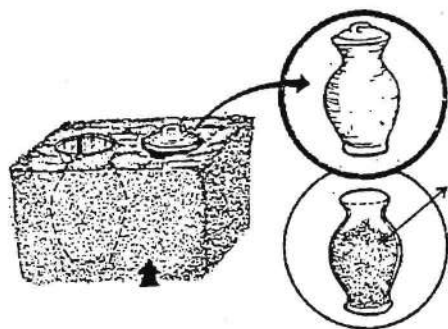


Fig.4-b. インドのAndhra Pradeshでの食料の貯蔵方法

- 乾燥したウコンの根茎をくだいて、その粉を茶さじ1杯とって、飲水2ℓにまぜる。(インド 1. 2. 3. 4)

ニンニクもウコンも共に多くの利点があると評判である。ニワトリやアヒルの餌にこの両者を毎日混ぜることはよい考えである。

インドネシアでは、ヒトの食料と動物の餌は、家の中のストーブの上で乾燥させる。

インドのアンドラプラデシュでの人の食料と動物の餌の伝統的な貯蔵法。(Fig.4)

感染症

鶏コレラ

食欲減退 (P 1), 咳と感冒 (P 2), 下痢 (P 2) を参照のこと。これらは対症療法のみである。

鶏痘

対症療法のみである。

- 黒コショウの種を砕いて1日1回3日間強制投与する。種のままでよい。ひよこには一粒、成鶏には2～3粒。
- 水痘、疱疹に黒コショウの粉末をかける。
- 成熟したChili peppaの乾いた種を砕く。成鶏には1日5～10粒、若鶏には1日2～3粒を3日間強制給餌する。
- 手にいっぱい分のAbrus precatoriusの葉と手にいっぱい分の石灰石(赤ライム)を砕細して、患部に1日1回、3日分投与する。

感染性コリーザ

ひよこは4週令からかかる。加令と共にかかりやすくなる。症状は2週間つづく。感染した鶏との接触によって拡まる。

処置は「咳と感冒」(P 2)を参照。

ニューカッスル病

インドではRanikhetと言う。主に季節の変わり目(インドネシア、タイ、フィリピン、カンボジア)と、4月と10月(インドの一部)に発生する。

予防:

- 1日令のヒヨコにワクチン接種。二回目のワクチンは8週令または雨期の前に行う。餌に添加できるワクチンもある。
- 定期的に駆虫する。(タイ 1. 2)
- Andrographis paniculataのジュースと米を混ぜて、これを鶏に与えて、ニューカッスル病を防ぐ。(タイ 2)

治療:

下痢 (P 2), 咳と感冒 (P 2) を参照。これらは症状を軽くするだけである。

サルモネラ症

多くの若鶏や七面鳥がサルモネラ症で死亡する。これは卵や、直接、間接の接触によって拡がる。

ヒトに移るので治療は勧められない。患鳥を殺処分し、肉は十分に料理すること。肉以外の部分は埋めて本病が拡がらぬようにすること。

ヒトは感染した卵や肉をたべて、サルモネラ症にかかることがある。

外傷

1. 出血をとめる
2. 傷口の周囲の羽を切りとる。
3. 新鮮な水と石けんで洗う。泥、石、やぶれた皮膚をとり除く。再びきれいな水か塩水で洗う。
4. 以下の処法のどれかをえらび、駆蠅剤と併わせて投与する。すべての処方は1日2回行う。

開口した新しい傷に対して

- ニンニクの一片と、等量のウコンの生のものか粉にした根を、十分なココナッツ油とまぜてペーストにして、これを傷口に1日2回、治るまでぬる。この処方は傷の直りを速くする。(インド 1. 2. 3. 4. 5)
- 生のウコンの根をすりつぶして、その液を傷口に一日2回、治るまでぬる。(インド 1. 2. 3. 4. 5)
- 傷口に植物油をぬり、その上に木灰をかける。(南アジア、東南アジア一帯 1. 2. 3. 4)
- 植物油と粉末石灰を混ぜて傷口にぬる。これは傷を和らげる。(1. 2. 3. 4. 5)
- 傷が治るまで皮膚の上に一日一回ニシキヘビの脂をぬる。(ラオス 1. 2. 3. 4)
- テーブルスプーン1杯の魚油と、テーブルスプーン1杯の木炭粉をまぜて、傷口に1日1～2回ぬる。(1. 2. 3. 4)
- 木灰を傷口にぬる。(南アジア、東南アジア一帯 1. 2. 3. 4. 5)

駆蠅剤と駆虫剤

ウジが傷口に湧かぬようにハエを駆除する処置である。

- 手にいっぱいの新鮮なNeem(インドセンダン)の葉

をくぐらして、湿布（ハップ）をつくり、これを傷口にあてる。（インド、タイ 1. 2. 3. 4. 5）

- ・新鮮な *Vitex negundo* の葉をくぐらして、湿布（ハップ）をつくり、これを傷口にあてる。

（南アジア、東南アジア 1. 2. 3. 4. 5）
ウジによる傷

- ・Banyan tree (*Ficus bengalensis* ベンガルぼだい樹) の乳状の液を傷口につける。しばらくするとウジは這い出して行く。駆蝇剤の一つをふりかける。すべてのウジがいなくなるまでこれを1日1回、2～3日つづける。開口した傷口にはこの処置をつづける。（1. 2. 3. 4）

- ・バンレイシ (*Annona squamosa*) の未熟な実と種をくぐらして、傷口にあて、これをすべてのウジが死ぬまで2～3日間、1日1回行う。それから傷が治るまで開口した傷への処置または駆蝇処置を行う。

- （南アジアと東南アジア 1. 2. 3. 4. 5）
- ・手に1杯のインドセンダンの葉を砕いて、十分な量のココナツ油と混ぜてペーストをつくる。これを傷がなおるまで1日1回傷口にぬる。

（南アジア、東南アジア 1. 2. 3. 4. 5）

感染した傷口

- ・手に一杯の *Eucalyptus globulus* の葉を砕いてジュースをしぼって、この液を感染した傷口に注ぐ。傷が治るまで1日2回これをくりかえす。

（南アジアと東南アジア 1. 2. 3. 4. 5）

火傷

冷水で火傷を洗う。次のどれかのシップをつくって火傷にぬる。

- ・新鮮なアロエの樹液か茎髓（パルプ）
（南アジアと東南アジア 1. 2. 3. 4. 5）
- ・蜂蜜（インドネシア 1. 2. 3. 4. 5）

鶏舎

地域によって鶏舎のタイプは様々である。

フィリピン (Fig.5)

夜間はフタのある大きい竹のバスケットに放し飼いの鶏をいれてやる。それを高床の住民の床下におく。

このケージは、ココナツの木か竹で出来ている。メン鶏1羽とひよこをこのケージの中にフ化後3～4週間いれて、捕られたり盗られたりしないように保護する。飲水をいれた粘土のポットを中にいれる。雨期には農家の高床の下にいれる。

闘鶏用にフィリピンの農民は2枚の板でシェルターをつくってやる。雄鶏はこのシェルターの頂につけた竹棒か木の棒にとまることができる。脚にはロープをつけとんでゆかないようにしている。餌箱や水飲み器はシェルターの内においてある。

タイ (Fig.6)

この竹のケージで成鶏5羽を飼える。これは農家の

下の土地の上におき、家の下の全域は竹の柵で囲ってある。鶏は囲いの入口とドアを通じて出入り出来る。大きい竹を半分に切って造った餌箱に餌や水をいれて中におく。農民はほうきでケージ内をそうじする。ケージの頂きにめん鶏が産卵し、ひよこをかえすように箱をおいておく。

カンボジア、インド、インドネシア、タイ (Fig.7a)

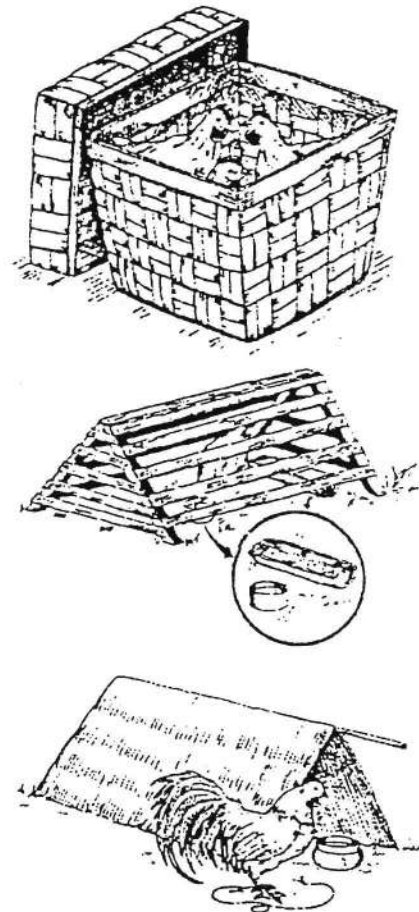


Fig. 5. フィリピンの鶏舎

日中は採餌のため外に出しておく。夜間は竹カゴ（直径約80cm、高さ約45cm）の下にいれる。この大ききで成鶏1～2羽と7～8羽のひよこに十分である。インドでは夜間は家の中にいれるが、その他の国では戸外においておく。インドの農民は採卵鶏が寝ぐらにするように家の中の梁（はり）の上にカゴをおく。

このカゴは病鶏をいれておくのにも使えるし、投薬した場合に鶏がそれをたべたか確かめるのにも使える。薬を餌や水に混入して、カゴの下に鶏と共におく。スリランカ (Fig.7b)

2本の木の間に地上3～6mに2本の綱をはる。この綱の上に5羽ほどはいる小さい鶏舎をおく。日中は鶏は外で餌をついばむ。外敵がくると、鶏はハシゴをかけ上って鶏舎に逃げこむ。夜には鶏が鶏舎に戻り、

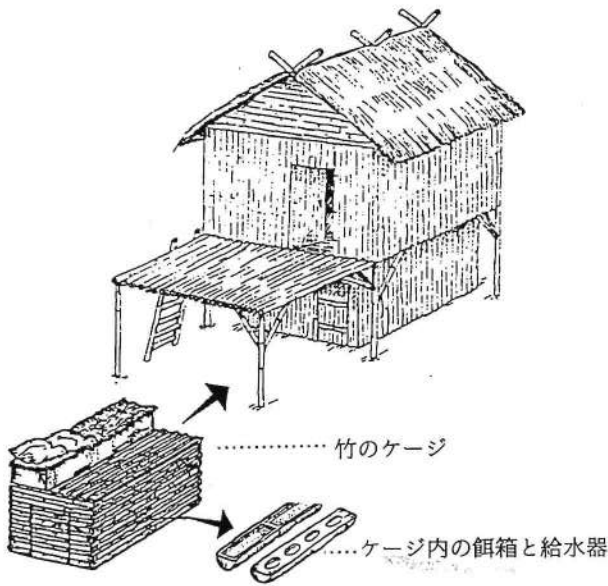


Fig. 6. タイの鶏舎

ハシゴは上にあげる。ハシゴは朝になるとまたおろす。カンボジア、インド、インドネシア、フィリピン、スリランカ (Fig.7c)

この鶏舎は木製か竹製である。農家の近くに置かれている。(スリランカでは固定せず持ち歩くことができる) 屋根は、わら、干草、乾燥、ニッパ、ヤシの葉、その他のヤシの葉でふく。フィリピンでは周壁は竹の柱の間に金網や、ナイロン製の網を固定して造られて

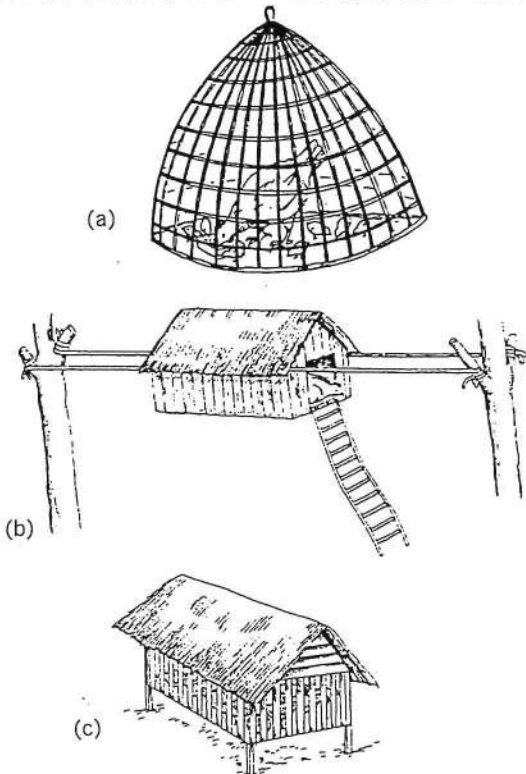


Fig. 7. カンボジア、インド、インドネシア、タイの鶏舎

いる。

鶏舎内には竹製の餌箱、飲水器、ブリキ缶をいれておく。床敷は通常米のモミガラやワラが使われる。床は小板状にした竹からできており、食べ残しや糞は下の肥料溝に落ちるようになっている。食べ残しや糞はケージと溝の双方から定期的に掃除する。これらは畑の肥料に使われる。

カンボジア

カンボジアでは放し飼いされることが多い。鶏は夜には木の枝にとまり、木の葉によって雨をよける。

インド

インドでは農民は鶏舎のまわりに柵をつくり、侵入者をはいれなくさせる。棘のある植物を植えたり、アカシア種のような棘のあるブランブル (Branble) を乾燥させたもので柵をつくる。針金や材木の柵も時には用いられる。

ラオス (Fig.8)

この鶏舎は木材と竹からできており屋根は草でふいてある。4 m × 8 mで250~300羽をいれる。舎内には10cm位の粘土層をつくり、その上に3~5cmの米のモミ殻の層をおく。2ヶ月ごとにこの床敷をかえる。竹を編んだ50cmの高さの柵を内部の壁にそって立てる。日中鶏は採餌のために外に出される。

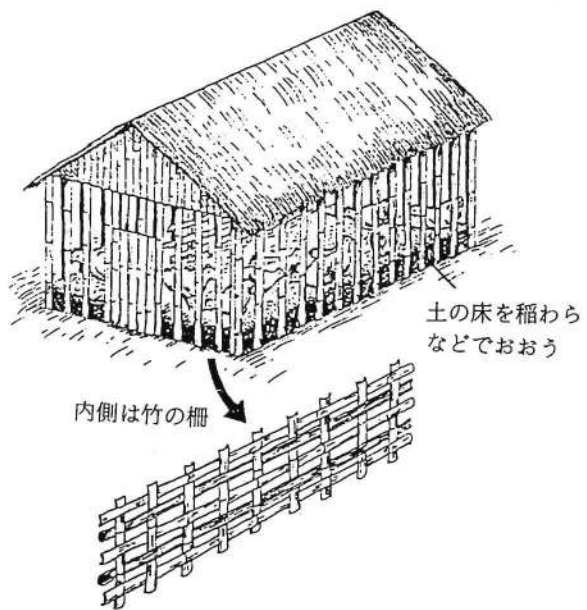


Fig. 8. ラオスの鶏舎

暑熱ストレス

- ・若いココナッツからとれた水を飲水として与える。
- ・茶さじ4杯の砂糖を水1ℓに混ぜて飲水として与える。

給餌

アジアの小規模な養鶏場では、放し飼いと給餌器を用いる方法の二つのタイプがある。

放し飼いの給餌

家庭のゴミ、虫、穀物、種、葉、草、昆虫に毎日少量の穀類を加えてやっている。この量は各家庭によりまたその経済状況によりかわる。母鶏は採餌しひよこに給餌する。こうすることによって、ひよこが自分で採餌することを教える。

良い栄養

バランスのとれた餌をたべさせるために、以下の4群からそれぞれとり入れること。

(1)穀類 (Cereal)

大麦, トウモロコシ, 米, 小麦

(2)肉類と豆類

カニの肉, 魚, 昆虫, 肉片, 蛇, 虫, (Cowpea), 豆 (黒マメ, 緑マメ, 赤マメ) (Lentis), (Horse Mungbean), 大豆, 譲造用イースト, (蒸留用トウモロコシ), バターミルク, 米ぬか, 脱脂乳

(3)オイルシード

ココナッツケーキ, コブラ, 綿実種, Groundmet, リンシード油, カラシ種, ゴマ, ヒワマリ種子

文

1) IIRR 1994

Ethnoveterinary medicine in asia : An informational kit on tractitronal animal health care practices.

1. General information.

2) IIRR 1994

Ibid. 2. Ruminants.

(4)ビタミンとミネラル

緑草 (Leucaeva) の葉

医薬添加物

インドの農民は鶏の腸内寄生虫やその他の病気を防ぐために鶏の餌に次のようなものを定期的に添加する。

- ・茶さじ一杯のウコンの粉末 (Turmeric powder) を飲水 2ℓ にまぜる。あるいは飲水コップ一杯につき 1つまみ入れる。(インド 1. 2. 3. 4)
- ・成鶏10羽分として、ニンニクを6〜7片すりつぶして餌にまぜる。(インド 1. 2. 3. 4)

カルシウム欠乏症

- ・教室のチョーク20本分か石灰を粉末状にする。これに茶さじ一杯の食塩を加える。乾燥した餌10kgにこれを添加して、成鶏10羽に10日間給餌する。

(カンボジア 1. 2. 3. 4)

- ・成鶏20羽に対して以下のものからどれかを一握り分餌に混ぜてやる。

カキ殻のフレーク, 粗くくだった石灰, くだった鶏卵殻, ポーンミール, ウイツシュミールかシュリンプ (えび) ミール, 粉末にしたカニの殻, 肉片・骨片, バターミルク, 脱脂乳 (スキムミルク), 柑橘類のカス (Citrus pulp), ゴマの種, 大豆, ささげ豆 (Cowpea)

献

3) IIRR 1994

Ibid. 3. Swine.

4) IIRR 1994

Ibid. 4. Poultry.

5) 牧田登之 (訳) 1999

アジアの伝承獣医学 I 山口獣医学雑誌 26 : 45〜62.

謝 辞 International Institute of Rural Reconstruction, Philippinesに対してこのような形で抄訳を出版することを認められたことを深く感謝する。

ネパールの畜産瞥見

牧 田 登 之*

〔受付：1999年9月30日〕

A GLIMPS OF DOMESTIC ANIMALS OF NEPAL

Takashi MAKITA

*Department of Veterinary Anatomy, Faculty of Veterinary
Medicine, Azabu University.*

〔Received for publication : September 30, 1999〕

As one of the participants of the sixth International Seminar of Biotechnology in Animal Reproduction held at Kathmandu in Nepal from the 2nd to the 3rd of September 1999, the author could visit some animal farms around Kathmandu and observe domestic animals on the street of villages, towns and cities in the area of Kathmandu and Pocara. This is a brief note on livestock of Nepal in 1999.

The largest animal farm we could visit in Kathmandu had 16 dairy cows. Other farms had 2 to 7 cows or water buffaloes. In the midst of the capital city, it appeared that management of animal farm is facing environmental problems. In local towns, farmers were drying cows faces on walls even in residential areas. Holstein, Jersey and other dark brown types of dairy cattle were fed with fresh and dried grass, corn leaves, straw, and so on. There were not high concentrations of grains in their feed. Judging from the milk served in the hotel cafeteria, the concentration of fat appeared considerably lower than that of ours in Japan.

There is only one national university, which has some 70 to 80 colleges, schools and institutes. Besides that there are 70 to 80 private colleges. There is one veterinary school which belongs to the national university. It was established recently. Most of the veterinarians and researchers in Nepal were educated in India.

As Nepalese veterinarians often say, Nepal has many kinds of animals, including domestic mammals, birds, insects, and also a variety of plants. Diversity of wild and domestic animals, indeed, is the base of specific genes they are proud of. On the other hand, mongrel or mixed breed of any kind of domestic or wild animals is conspicuous.

There were many animals in streets of villages, towns and even of the capital city: Cattle, water buffalo, goat, sheep, swine, chicken, duck, dog, monkey and others. Yaks are seen on highlands and mountains.

Buffsteak (meat of buffalo) instead of beefsteake is available in restaurants. Male cattle appeared to be ignored and often a large ox was abandoned on the streets. Many ducks with various colors of feathers were also in the street. The price of duck eggs was higher than that of hen eggs. People were friendly to domestic or wild dogs, again with variety of skin colors, in the streets and in their homes. Contrary to dogs, cats were considerably few in number, at least in Kathmandu and Pocara. Goats were also fewer than sheep in the streets of those cities.

It was interesting to know that people often have their animals, one or two cows, several sheep, for example, on the first or ground floor of their 3 story~4 story residential buildings. Sometimes chickens are Kept on the first or second floor. People

themselves appeared to live on the upper or top floors. The dining room and the kitchen may be on the top floor.

During day time, adult men or women often stand silently looking outside, through windows on the 3rd or the top floor. Such a quiet life style of people in contrast to life of domestic animals on the lower floors was most impressive during my short stay in Nepal.

第6回の「動物繁殖バイオテクノロジー国際会議」と称する内輪の国際シンポジウムがネパールの首都カトマンズで開催された（9月2～4日）機会に、初めてネパールを訪問し、近郊の農場などを見学することが出来た。昔のごとくネパールを秘境というのは当たらないと思うが、獣医学関係者としては物珍しいところではあると思うので、記憶がうすれない間に見聞録を御紹介しておきたい。

地図をみればすぐ判ることであるがネパールは、北はチベット、南はインドにはさまれた長方形の山国である。人口は2000万人位らしいが面積は日本の半分位というから小国と思ってあなどっていると、悪路と古い自動車（バス）のおかげで何日もの長旅になることを覚悟しなければならない。ここではキャピタルシティー（人口100万人以上）のカトマンズで小耳にはさんだ程度のことに限る。文字といい料理といいインドの一地方といった趣きが強く、寺院なども仏教とヒンドゥ教の折衷風で、我国の神仏融合のようなものかと思われる。しかし中国も負けてはならじと、市中にトローリーバスを走らせたり、大きい競技場をつくったりしている。



そういう我国も、空港の拡張をはじめ、あちこち援助をしていることが明らかである。JAICAの駐在員の方の話でも、看護婦、助産婦の方々が20名ずつ位はいつておられるそうであるし、農業技術や時々新聞にも出る井戸を掘りに農村に出かけている人など、公的およびNGOのボランティアの人々もかなりの数になるように街中でも日本の若者によく出会う。かつては欧米のヒッピーたちが、また物まね好きな日本の若者のそれも大部ずれた風の連中が、カトマンズをマラケシュ（モロッコ）やゴア（インド）に並ぶ聖地のようにしてやって来たので日本でも意外にカトマンズの街の名前は知られているのだが、今ではドラッグ（ハッシュエシエなど）をやっているような若者が街にあふれるといった風情はない。数年前に民主化闘争で若者達が湧いたというプラス面の面影もみられなかった。尤も表通りを散策した位で判る話ではないのだが。

我国の影響が大きいと思われる割には、日本料理店も2～3軒位のようにだし、ブルースターホテルの前にあったスーパーでも日本食品は、インドや中国のインスタント食品よりも数が少かった。

さてネパールの畜産について話をすすめることにしよう。

第一に、獣医学の教育のことが気になったが、ネパールの研究者、教官はいずれもインドで教育をうけている方々で、自分等の若い時にはネパールには獣医科大学（学部、学科）はなかったと言う。街中で若い大学生にきいても、獣医学科はありませんなどと言う。実際には獣医学科が新設されているのだが、その場所を、結局確認できず、施設へ案内してもらうこともできなかった。

第二に、インドと同じように、街中でも村でも牛がブラついているが、とくに雄牛は野良犬のように放置されているものようであった。牛は神聖なものとしてヒンズー教徒は食用にしないものらしいが、水牛などはパフステーキとしてレストランでも出るしお構いがないようである。山羊も家のたてこんだところにたたずんでいたりした。イスラム教徒は別として豚も、濃い灰色や、淡い褐色の豚が路上でみかけられた。乳牛

もホルスタイン、ジャージー種の他黒色のものも飼われていた。ただ牛乳自体は水っぽく、水でうすめているのか、濃厚飼料が少ないので乳脂率が低いのだろうと思われた。馬も時折みかけたが多数の群が草原を走っているというイメージではなかった。意外にヤクをみかけることも少く、これはもっと山地（高地）に行かないとみられないのかもしれない。（カトマンズは海拔1200～1300m位）。

第三に、ニワトリもいるがアヒルが目立った。アヒルの卵しか食べない人々もいると言われ、単価も高いということであった。ニワトリにしてもアヒルにしても、実に様々な毛色で、プロイラーだの白レグー色などという気配はなかった。見事な雑種という他はない。後述のように、これも生物の多様性だ。遺伝子の宝庫だと言え言えなくはない。



第四に、飼育頭数は、牛の場合カトマンズ市内で最大規模の農場というところで16頭で、何か裕福な私邸の中に数頭飼っている方もいたが、残りは、馬、牛、豚、山羊ともに2～3頭ずつ飼っているようであった。街中でも、郊外の村落でも、鉄筋の柱と、薄い床を枠組みとして、仕切はレンガをつみあげただけか、うっすらと外壁をぬりこめたような3～4階建の住宅が主流で、これでは地震でも来たら崩れること間違いなしと思われたが、何とその一階に家畜がいることが多い。ニワトリは2階にいることもあるが、人々の住むのはその上で、調理場は最上階にあることが多いという。家畜と住居を共にすることは日本の曲り屋などでもみられたことだが、建物の1階にいわば玄関脇に牛や山羊が1～2頭のっそりといるのは多少驚きであった。

第四に、犬は飼われているのも、道路でウロウロしているのもいたるところでみられたが、猫はごく少数であった。外国人などに見つからないところで走り廻っているのかもしれないが犬は茶色のもの、真黒のもの、白黒ブチなもの等々立派な雑種ばかりであったが、日本の弥生時代の犬とはこんなものかと思うような、甲斐犬や、四国犬風な犬が時々いたのが目をひいた。

ネパールは野生動物の宝庫といわれている。今回のシンポジウムも奇少動物協会（Rare Breeds International Nepal）が共催になっており（図1）、その会長のDr. Suabran L. Ihrest（前ネパール畜産局長）が熱心にホスト役をつとめられ、農林大臣、科学技術庁長官、日本副領事など関係官庁の高官を動員していただいたが、その協会のパンフレットにも、Chauri cattle, Achhami cattle, Parkote buffalo, Gumlee Horse, Lampuchhre Sheep, Khari Goat, Hurrah Pig, Shakini Fowlなどが例示されている。（図2）（図3）。哺乳類に限ってみても、山羊が6種類、鹿が6種類、カモシカ類も2種類がネパール固有のものとなっている。インドゾウ、インドサイ、ベンガルトラ、ガンジスカワイルカなどインドと共通の野生動物もネパールにはいる。ワニ、ニシキヘビ、キングコブラ、レッサーパンダ、ヤマアラシ、ユキヒョウ、センガンコウ、ナキウサギ、ジャコウジカ、ヒマラヤカタル、ヒョウ、オオヤマネコ、ポールブルの他アカゲザルやハヌマンラングールなどの猿も多い。猿は寺院にもホテルの庭にも出没している。鳥類も800種以上といわれており、国鳥のニジキジをはじめキジ類は9種もおり、カッコウ、コノハズク、ツルの仲間も多いというから愛鳥家には楽しい国といえる。その割にはカトマンズの動物園は、動物も鳥も種類が少く、経費の関係で充実できないと、前動物園長が会議のパーティーでこぼして居られた。

前述のように、動物種の多様性の維持と、遺伝子資源の尊重が唱えられているが、雑種がはびこっている種の確立が難しいということも現地では問題である。

ヤクについても、中国から参加した研究者の報告では、世界中のヤクの92%である1300万頭が中国におり、中国以外では蒙古に6万、ロシアと中央アジアに14万、ネパールに6万、インドに4万、ブータンに2万頭ということであったが、ネパールのヤクには2種類いるが、混雑して純系はどんどん減少していると、現地の研究者から追加討論があった。以前動物園から譲りうけたヤクの解剖の部分的な記録を本誌に発表したことがあるので、ネパールのヤクはとくに関心を引き起こされた。

ここからは特に蛇足であるが、カトマンズの印象についてもう少し付け加えておくことにする。

先ずヒッピーならずとも日本の若者たちがどうしてネパールに惑わされるといふか、はまるのだろうか？インドに旅した人は、二度と行きたくないという人と、病みつきになる人に大別されるという。インドの属国ではないがインド色の強いネパールもそういう何かひきつけて止まないものがある様である。インドも1回しか行ったことがないので、確かなことは何も言えないが、インドにくらべるとネパールの人々のはのどかというか当りがやわらかである。物売りも乞食も、あのインドのような殺気がない。値切っても、断わっても、割合いあっさりあきらめてくれる。このことは、沢木耕太郎氏の深夜特急3という旅行記（新潮文庫）にも「インドの苛烈さから比べると、あらゆる意味において穏やかで優しい土地のようなのです」と記されている。今回の旅の同行者たちも一様にそのような感想を述べていたように思う。また若者にとっては、宿も食事も破格に安いのは何よりというものであろう。何百円でとまるとか、何十円で食事だなんてこともウソではないのだから。1ルピーが2円見当であったが、100円程度のチップでも結構ありがたがってもらえた。また現地の若い子たちは、何とかして日本に行きたいというので日本語学習熱も盛んであるから、ガイドとしてやとわなくても、案内を買って出る学生などがおり、とくに日本の若い女の子には熱いまなざしをよせてくるようだ。山口大から参加した女子学生が言われたということには、日本の女の子、中国の料理、アメリカのドラッグ、が最高ということのようである。

たまたま日本語を練習させて下さいといって、寺院の案内を買って出て来た大学生は、前述のようにあまり厚かましくもなく、品性卑やしからぬ風でもあったので、一緒にチャイ（茶）をのんで多少教育事情などもきいたのだが、小学校（5年制）、中学校（2年制）、高等学校（3年制）とも校舎がたりないので、午前中と午後と夕方の三部制で効率良く(?)やっているとかで、彼は、大学の英文科だが、午後は仕事をして、夕方からは日本語の練習でこのように案内役を買って出ているのだという。いずれにしても、大学とは名ばかりで街中でみかけたuniversityだのcollegeだの、Eng-

lish shool等々は30数年以前の長府にあった山口大学農学部のようなものであった。小学校にしても、最近200万～300万円程度の寄付金でネパールの田舎に小学校をたててあげたというようなニュースを耳にすることがあるが、あれは我々の田舎の小学校のようなものではなくて、1部屋限りや多くても2～3部屋の小屋とでもいうような風情のものであった。萩の松下村塾をレンガ造りにした規模と思えばいいかもしれない。それも、田舎の山地の斜面に点在する民家のうちの一つがにわか schoolだと言われてみると、ここへ小さい子供が通ってくるのは容易なことではなく、事実学校のない地域が結構あるのだという現実が良く判る。幸い学校に来る子も、すぐやめて来なくなる子が多いそうで、識字率は成人の40%、女子では25%どまりという。ネパールの国立大学はトリブヴァン大学、一校で、カトマンズの近くには私立のカトマンズ大学があるが、その他の大学、専門学校は国立（約70校）はすべてトリブヴァン大学の分校ということになっており、小さい私立専門学校約80校がこれとは別にあるらしい。

では大人達は何をしているのだろうか。先にものべたように、田舎でも、2～3階建てのレンガ造りの民家が多いが、その2階か、屋上には何をすることもなく外を見て立っている男や、婦人が目につく。本人たちに聞いたわけではないが、所在なきがみてとれる。ここでの人生とはどういうものか、仲々想像がつかないが最も印象に残った。女性の寿命が40才台で男性も50才台で、短命であることと我国と逆に女性の方がはやくなくなるのは、女性の方が労働の負担が多いからというガイドの説明が耳に残る。

国中のお祭りが年間200何十もあるという、一つの街や村でもほぼ毎週何らかのお祭りがあるようなものだ。何もすることがなく、たやすく都会に出かけることもなければ、お祭りでガス抜きをする他はないのかもしれない。

ネパールとは古くはカトマンズ盆地のことを指したそうだが、それでも昔はいくつかの王国に別れていて、何人も王様がいて、いまでも何十もの言語に分れているという。10数軒の商店が並んだ程度の街村でも、何々王の王都であったという説明がつく。王様とは日本の村長さんや大名主といったようなものではなかったのか？カトマンズ盆地はネワール族が主流で、マンガラなどの仏画、木彫、料理でいえば、餃子風のモモなどが代表的な文化という。カトマンズ市内の旧王宮など、どこからこういう経済力を集めたのだろうと思うような壮大な建築物が観光客を圧倒する。鼻のわきに飾りをつけているのはインド系の人ですよとガイドが言う。どういうわけか、ネパール人は皆インド人はきらいという。東京の人間は関西人がきらいという人が多いというが、そのようなものなのか。あるいは、韓国人の人が日本人をきらい、日本人がロシア人をいや

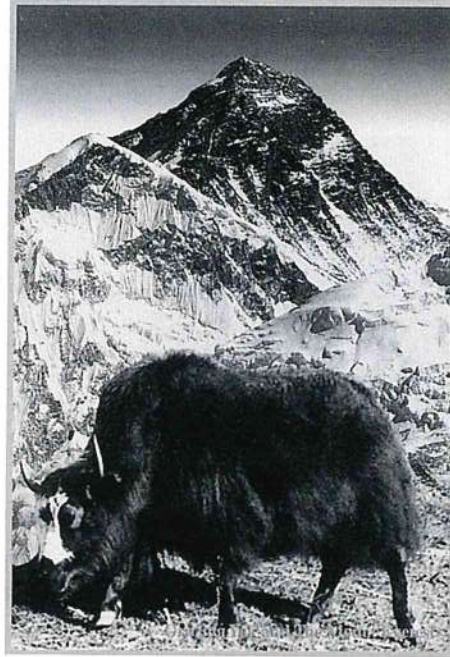
がるような関係なのか、は判らない。ネパール人、インド人の他にはチベット系の人もある。チベットから逃れてきた正真正銘(?)のチベット人難民村がカトマンズにあって、チベット独立を支援する署名をお願いしますなどともいわれる。アフリカのあちこちで、ユーゴスラヴィアで、今またインドネシアの端の方で、世界は民族紛争がたえまないが、ネパールでもその気になれば結構紛争の因はあるものだなと思わされる。

ネパールは90%は農民だと言う。農業と、ヒマラヤ山系のトレッキング、ジャングルサハリ、ラフティング、気球ツアー、遊覧飛行などの観光が2大産業である。というよりそれしかないのだ。畜産に話を戻せば、数頭~10数頭の規模といえども流石にカトマンズ市内では畜産公害が問題になってきているということであった。「日本は…」というように大きなことは言わない方がいいと思うが、何とか学校をもう少しよくしてあげて、窓からぼーっと外を眺めるしかない人々に仕事をつくってあげて、環境問題にもいささかお役に立つ程度のことをするのがよかろうと、独りうなずいて帰路についた次第である。(1999. 9.)

The Sixth International Congress on Biotechnology in Animal Reproduction

September 2-4, 1999

Hotel Blue Star, Tripureshwar, Kathmandu, Nepal



Organized by
Rare Breeds International, Nepal
Department of Livestock Services, Nepal
Nepal Agriculture Research Council, Nepal
Nepal Biotechnology Association, Nepal
and
Yamaguchi University, Japan

Fig. 1

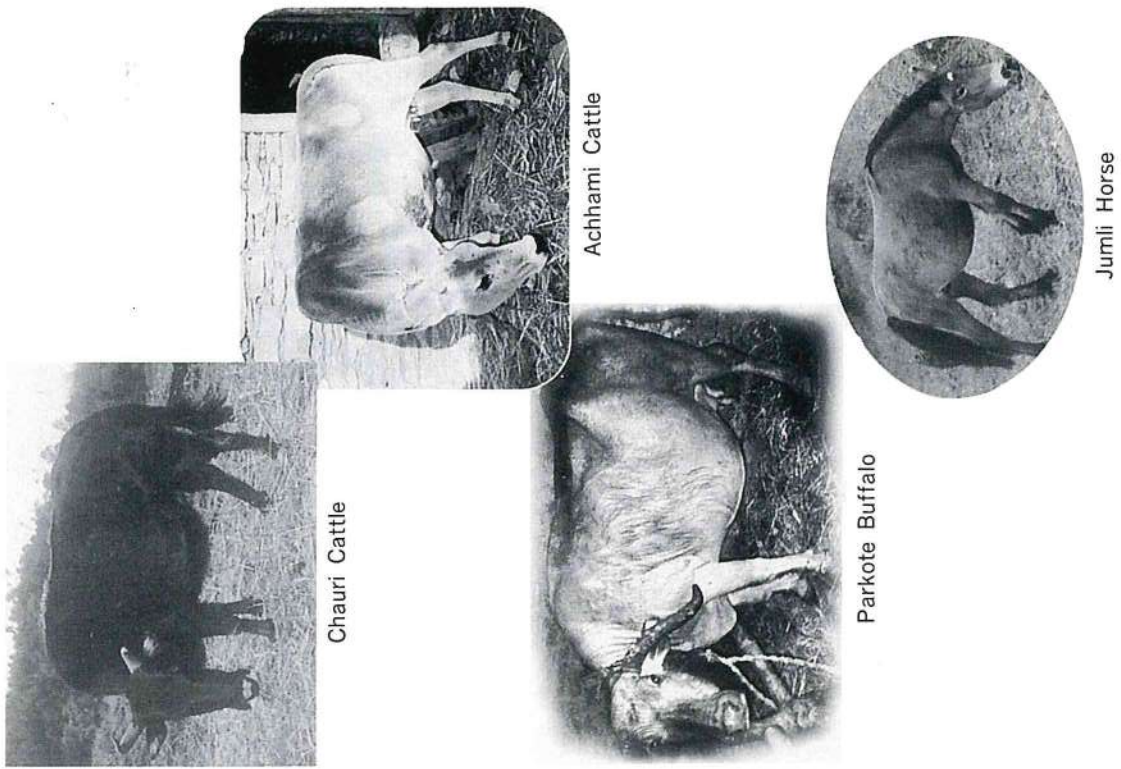


Fig. 2

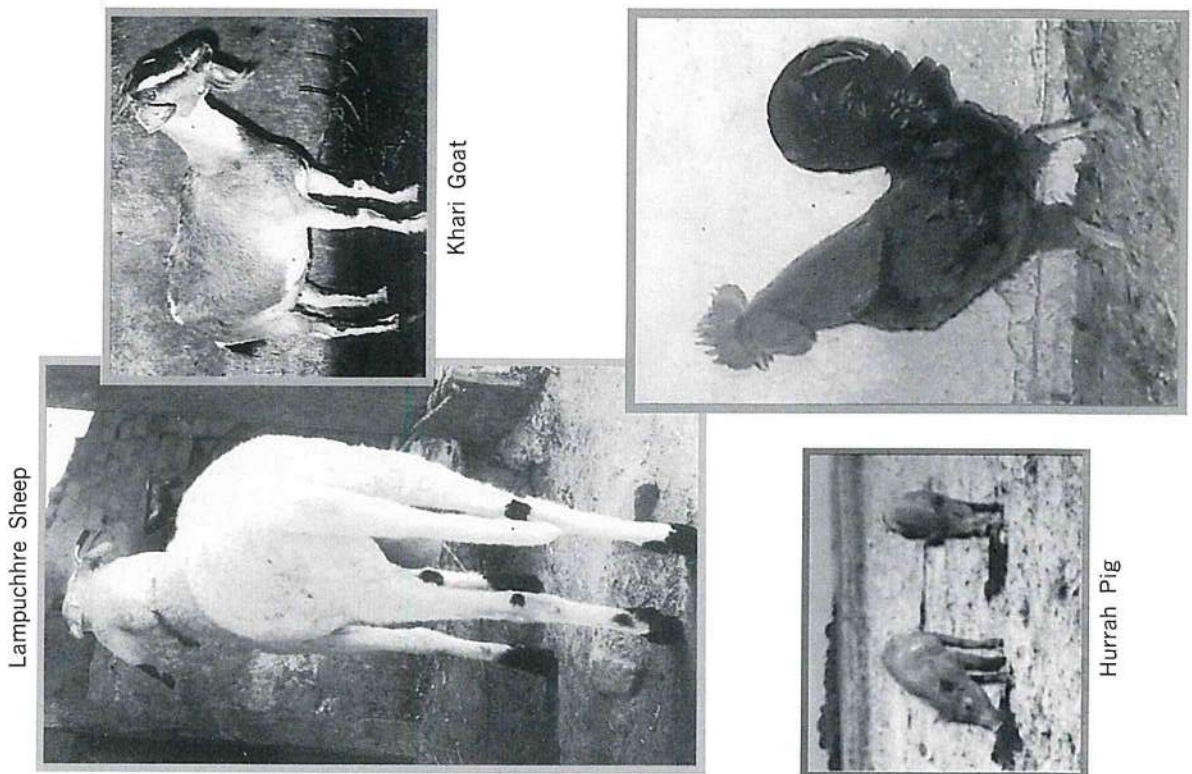


Fig. 3

山口獣医学雑誌 投稿規定

1. 山口獣医学雑誌（以下、雑誌という）に関する原稿の取り扱い、この規定に拠る。
2. 原稿は2部〔正本1部、コピー1部（ゼロックス、リコピー等々）〕を学会事務局あて送付する。
3. 原稿は、編集委員において審査し、原則として、受付順に登載する。
4. 審査の結果、採用と認められた原稿は、雑誌の印刷発刊後においても、原則として著者へ返却しない。
5. 審査の結果、不採用と認められた原稿は、原則として、受付3か月以内に返却する。但しこの場合、不採用の理由を明らかにする義務を負わない。
6. 原稿は、原則として、刷り上がり6ページ（1ページ約2,400字）以内とし、当学会所定の原稿用紙（24字×25行）に記述する。ワープロ原稿は、1ページ24字×25行とする。原稿用紙は、申し出があれば、無償で分与する。
なお、制限紙数には、論文表題、著者名、所属機関名、図表、文献、写真など一切を含む。抄録は和文・欧文のいずれにおいても、制限紙数に含まれる。制限紙数を超過した分およびカラー写真については、原則として、著者実費負担とする。
7. 和文原稿は、現代かなづかい、平仮名、横書き、楷書で記述し、欧文抄録は刷り上がり1ページ以内とする。欧文（英文または独文）原稿は、厚手のタイプライター用紙にダブルスペースでタイプライティングするとともに、別に簡潔に要約した日本文抄録（刷り上がり1ページ以内）を添付する。
8. 図表並びに写真は、まとめて原稿の最後につけ、論文中に、それらを置く位置を明確に指定する。写真は原則として「手札判」以上の大きさとし、番号をつける場合は直接写真に記入せず台紙に位置と番号を記入する。必要に応じて、天地左右を指定する。
9. カラー写真をトリミングする場合はコピー（ゼロックス等々、白黒で可）について記入指定する。
10. 凸版の原図（図版、体温表など）は、必ず、墨汁、黒インキなどで青色方眼紙または白紙に明記する。凸版原図および写真の送付にあたっては、折・汚損に留意し、台紙に仮付し、その表面を硫酸紙、セロファン紙などで覆う。
11. 引用文献は、直接、本文に引用したものに限り、著者名、論文表題、登載誌、巻（号）、始頁～終頁、西暦年を明記し、原則としてアルファベット順に配列し、番号をつけ、下記の様式で記載する。特に句読点に注意し、イタリック字体は赤線のアンダーラインで指定する。

例 雑誌

和文： 5) 松本正弘・中村一夫：人および動物血液中の日本脳炎ウイルス中和抗体の分布と推移について。熱帯医学, 15(6): 272～285, 1975.

英文： 18) Lawrence J. E. and Clark, D. H. : The Lysis of Leptospire by Antiserum. Amer. J. Trop. Med. Hyg., 24(2): 250～260, 1975.

単行本

和文： 7) 山村雄一・石坂公成：免疫化学概論，2版：15～18。朝倉書店，東京。1973.

英文： 15) Smith, H. A., Jones, T. C. and Hunt, R. D. : Veterinary Pathology. 4th ed. Lea & Febiger Pub., Philadelphia. U.S.A. 1972.

12. 外国人名、地名などは、原語のまま記述し、数字は算用数字、度量衡はメートル法に拠る。
13. 印刷の校正は編集委員が行う。但し、初校は著者も行うものとし、この場合、原則として、内容の訂正は認めない。
14. 別刷は、100部まで無償で贈呈する。それ以上の部数については、著者実費負担とする。必要部数については、初校（著者校正）のとき、原稿の右上端に朱書すること。

山口県獣医師会学会規則

- 第1条 学会は、山口県獣医師会定款第2条及び第3条の目的を達するため、学術研究業績発表事業を行い、山口県獣医学会と称する。
- 第2条 学会長は山口県獣医師会長とする。
- 第3条 会の公正円滑な運営を図るために学会運営委員会を設置する。
- 第4条 運営委員は16名以内とし、理事会に諮り会長これを委嘱し、任期は2か年とする。
- 第5条 学会は年1回以上開催する。
- 第6条 学会は機関誌「山口獣医学雑誌」を年1回以上発刊し、会員及び関係機関に配布、寄贈及び交換を行うものとする。
- 第7条 機関誌の編集は、別に定める「山口獣医学雑誌編集内規」による。
- 第8条 規則に定めない事項は運営委員会においてこれを決定する。
- 第9条 規則の改廃については理事会の議決を要する。

付 則

この規則は昭和54年（1979年）10月13日から実施する。

山口獣医学雑誌編集内規

- 第1条 雑誌は、原則として毎年8月に定期刊行する。
- 第2条 編集は獣医学、医学、生物学、公衆衛生学及び関連領域の総説、原著、短報、資料等で、会員の寄稿原稿及び学会の依頼原稿について行う。
- 第3条 学会長は、編集委員若干名を委嘱し、委員会を設置する。
- 第4条 学会長は、学会事務局に、発刊、配布、寄贈、交換、広告取得等の事務を担当させる。
- 第5条 委員の任期は2年とする。ただし再任を妨げない。
- 第6条 編集委員会
- (1) 委員会は、会長が必要に応じて招集する。
 - (2) 委員長は、委員の互選による。
 - (3) 委員会は、寄稿原稿の採否について審査する。
 - (4) 委員会は、発行部数を決定する。
- 第7条 内規に定めない事項は、編集委員会において決定する。
- 第8条 内規の改廃については、編集委員会及び学会運営委員会において決定する。

付 則

この内規は、昭和54年（1979年）10月13日から実施する。

山口県獣医師会関係事業および刊行物

事業概要

獣医学術の発達普及と獣医業務の公正円滑な発展を図り、地域社会の畜産と公衆衛生の発達に寄与するとともに、獣医業医術倫理に基づく獣医師の学識、技術、教養、品性、等々の向上を図るための諸種の事業を行う。

学会・講習会・研修会

山口県獣医学会

1962年第1回開催、毎年1回開催、1999年現在第38回学会を終了。

榎村 浩博士記念賞

1967年、榎村博士から寄贈された芳志を基金として設定された。この記念賞は、山口県獣医学会における優秀研究発表者へ授与される。

講習会・研修会

臨床(大動物、小動物、鶏病)、公衆衛生等々の講習、研修会を県獣医師会、中国地区連合獣医師会、日本獣医師会、山口県、農林水産省、厚生省、等々の単独開催、共催、後援によって年5～6回実施。

刊行物

山口県獣医師会会報

1961年6月創刊、毎月1回発行、現在(1999年12月)第463号を発刊。会報、公文、広報、雑報、随筆、消息、等々を登載、県内会員および全国都道府県獣医師会へ配布。

山口獣医学雑誌 The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine

1974年1月創刊、毎年1回発行、現在(1999年12月)第26号を発刊。邦文、英文、独文の総説、原著、等々、論文を登載。山口県獣医学会の機関誌として内外の学術誌と交換。

ACKNOWLEDGEMENT

The Yamaguchi Prefectural Association of Veterinary Medicine appreciates the services of Mr. & Mrs. Masaharu Ano for proofreading the manuscripts in English.

謝 辞

山口獣医学雑誌に登載される英文論文は、阿野政晴並びに阿野メリアン両先生御夫妻の御校閲を賜りました。山口県獣医学会として深甚な謝意を呈上申し上げます。

山口獣医学雑誌	第26号	1999年
The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine	No. 26	1999
1999年12月25日印刷	1999年12月30日発行	

山口県獣医学会

学会事務局	山口県獣医師会館内	
	山口県吉敷郡小郡町下郷東蔵敷1080-3	
	郵便番号 754-0002	電話 小郡 (083) 972-1174番
		FAX (083) 972-1554番
印刷所	コロニー印刷	山口県防府市台道長沢 522番地
		電話 防府 (0835) 33-0100番
		FAX 防府 (0835) 32-2514番

(毎年1回発行)

THE YAMAGUCHI JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE

No. 26 DECEMBER 1999

CONTENTS

REVIEWS

- Current Progress in Bovine Paratuberculosis Research.
Yuichi YOKOMIZO 1 ~ 26
- Biology of the Platypus (*Ornithorhynchus anatinus*).
Tadashi TSUJII 27 ~ 44

MATERIALS

- Ethnoveterinary Medicine in Asia. An Information Kit on Traditional Animal Health Care Practice. I. General Information.
Takashi MAKITA 45 ~ 62
- Ethnoveterinary Medicine in Asia. IV.
Takashi MAKITA 63 ~ 70
- A Glimpse of Domestic Animals of Nepal.
Takashi MAKITA 71 ~ 76

ADDENDA

- Rules of Contribution to the Official Journal. 77
- Rule of the Association. 78
- Bylaw for the Arrangement of the Official Journal. 78
- Outline of the Enterprises and the Publications (*colophon page*)